

県指定史跡 甲府城跡

# 稲荷櫓台石垣改修工事報告書

舞鶴城公園展望舎建設工事（稲荷櫓復元）に伴う  
稲荷櫓台石垣の解体調査・改修工事の報告

2003年3月  
山梨県

県指定史跡 甲府城跡

# 稲荷櫓台石垣改修工事報告書

舞鶴城公園展望舎建設工事（稲荷櫓復元）に伴う  
稲荷櫓台石垣の解体調査・改修工事の報告

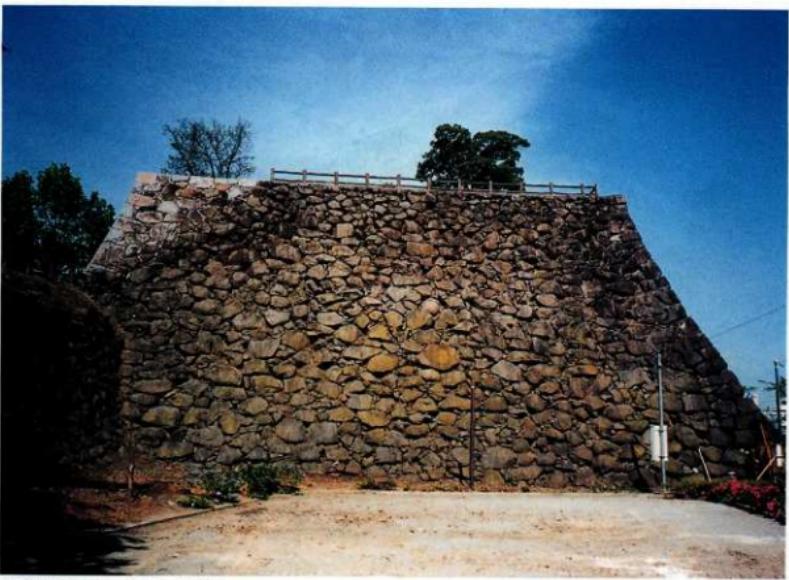
2003年3月  
山梨県



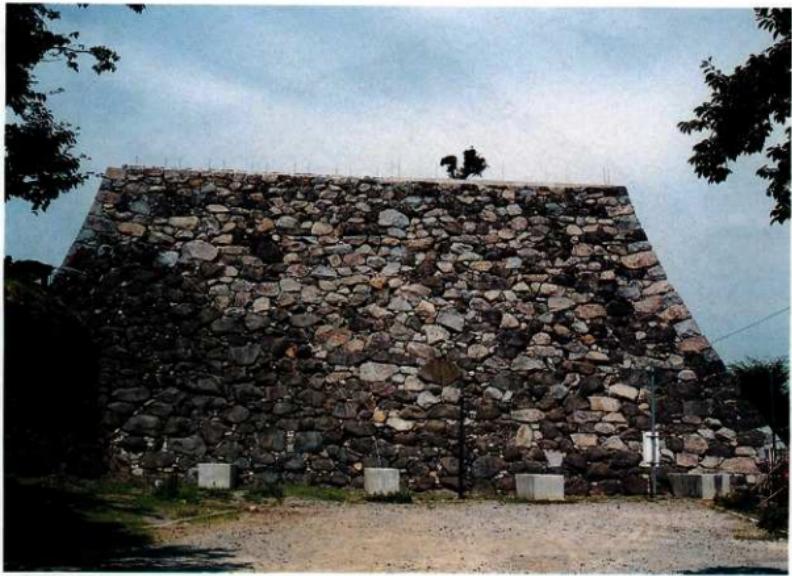
卷頭カラー 1 A・B面隅角部（改修前）



卷頭カラー 2 A・B面隅角部（改修後）



卷頭カラー3 A面 改修前



卷頭カラー4 A面 改修後



卷頭カラー 5 B面 改修前



卷頭カラー 6 B面 改修後



卷頭カラー7 C面 改修前



卷頭カラー8 C面 改修後



巻頭カラー9 D面 改修前



巻頭カラー10 D面 改修後



卷頭カラー11 E面 改修前



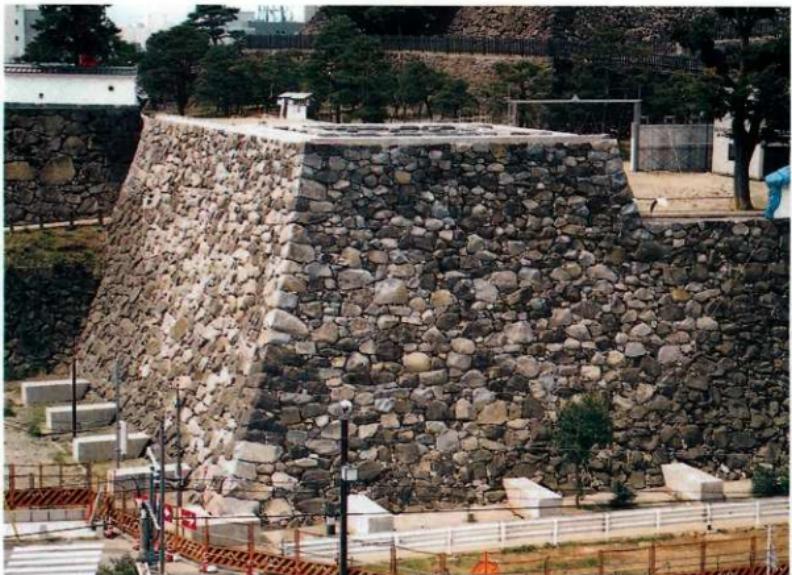
卷頭カラー12 E面 改修後



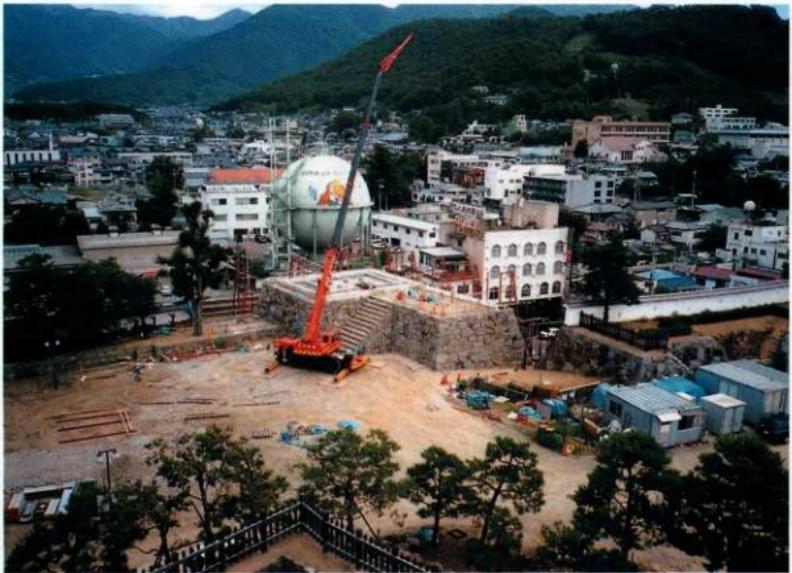
卷頭カラー13 F面 改修前



卷頭カラー14 F面 改修後



卷頭カラー15 改修後のA・B面全景（東京ガス敷地より南西方向を望む）



卷頭カラー16 改修後のC～F面（天守台より北東方向を望む）

## 序

本報告書は、平成13～14年度に実施されました、舞鶴城公園（県指定史跡甲府城跡）整備事業に伴う甲府城稲荷櫓台における櫓台石垣解体修復にかかる発掘調査と、工事過程での文化財的見地からの検討などの諸成果をまとめたものであります。

甲府城は、約400年の歴史を誇る本格的な近世城郭で、現在、その跡の多くが甲府駅周辺の市街地に変貌してはおりますが、本丸を中心とした約6haほどが、県文化財保護条例に基づく史跡「甲府城跡」として保護され、併せて都市公園法に掲げる「舞鶴城公園」として広く一般に親しまれてきております。

平成2年度は公園の再整備事業がスタートし、石垣修復や歴史的構造物の復元などの整備工事が進められてきました。当センターでは、これに併せて発掘調査を実施し『県指定史跡甲府城跡』Ⅰ～Ⅷとして概要を公刊して参ったところであります。

こうしたなかで、事業も大詰めとなり公園展望台施設として、明治初年まで実在した二重北東隅櫓である稲荷櫓の建設が日程に上がって参りましたが、検討段階で平成8年度に部分改修のあった当該櫓台の上部に確認されていた礎石列の石材が所在不明となっていることが明らかになり、第三者機関である「甲府城石垣礎石等調査委員会」による原因究明と改善策の必要性の指摘をいただくこととなりました。これにより、土木部と教育委員会双方で連携をより密にし、県の内部責任による施工監理の体制をつくり、当面の重要課題である稲荷櫓を支える櫓台石垣の解体修復工事に取り組んで参りました。これによって進められた現場作業の中での最も大きな特色の一つは、事前に策定された土木・教委の共通マニュアルの中で、当センター担当職員が発注者である建設部の身分も戴き、監督員に併任され施行体系の中でその助力によりながら文化財調査をおこなう、あるいは石垣改修の足場に立って文化財の立場からの指示をおこなうなどのことがあげられます。

こうした経緯をふまえて、この報告書は従来の当センターの発掘調査報告書と様相を異にし、工事と文化財の調査・改修が重層した内容となっております。本書を利用される際にはこの点をまずご理解いただき、今後本書が地域の歴史解明に新たな角度からの資料となるとともに、同様な課題を持つ今後の史跡整備等を進める中で多くの方々に参考にされ活用されれば幸いに存じます。

末筆になりますが、今次の稲荷櫓台石垣改修の調査並びに工事に際しまして、ご指導、ご助言をいただきました甲府城跡調査検討委員会・甲府城石垣礎石等調査委員会の先生方をはじめ、県中地域振興局建設部、直接的な文化財調査をも含めて現場でご協力をいただいた工事関係の皆様に厚く感謝申し上げます。

2003年3月

山梨県埋蔵文化財センター  
所長 大塚 初重

## 序

甲府市街地の中心に位置する「舞鶴城公園」は、舞鶴城址が明治37年に公園として解放されてから、昭和39年の都市公園としての都市計画決定や昭和43年の県史跡指定を経て、多くの県民に親しまれ利用されてきました。

昭和60年代に入り公園の改修を求める県民の要望が高まってきたことを受け、県は都市公園整備事業として公園の再整備をおこなうことを決定しました。

土木部は、文化財関係者を含む「舞鶴城公園再整備検討委員会」を発足させ、整備計画が策定されました。

具体的な整備内容としては、石垣の改修・堀の浄化・城址にそぐわない占用物件の移転・園路及び広場の再整備・トイレ及び管理棟の再整備・堀の復元・JR身延線跡地の公園化・門の復元（鍛冶曲輪門、内松陰門、稻荷門）・公園展望舎（稻荷櫓）の建設等であり、総事業費約85億円、事業期間は平成2年度より平成15年度末の予定で、県教育委員会の「甲府城跡調査検討委員会」にその都度整備計画を諮りながら整備をおこなつてまいりました。

その中でも稻荷櫓の建設については、その支持工法として関係者のたび重なる協議の結果、櫓台石垣をいったん解体し地盤を補強しながら再度積み上げる工法が決定されました。

この石垣改修工事においては、試行錯誤を繰り返し、限られた工期と予算の中で最大限の効果を上げるために努力し、また市民参加のイベント開催や広報による情報公開も積極的におこなうなど開かれた事業の推進にも努めました。

さらには過年度における稻荷櫓基礎石列の紛失を発端として、整備事業と文化財発掘調査をなお一層適切におこなうために、この工事に関する基本的事項を定めたマニュアルを策定するなどの措置を取り、工事に携わる関係者の共通理念の確立や意思疎通の確保を図りました。

本書は石垣改修の単なる工事報告にとどまらず、密接に関連するが、しかし相反する「公共事業」と「文化財保護」との調整をおこなったモデルケースのひとつとして、同様な事業に携わる方々の参考になれば幸甚に存じます。

最後になりましたが、今回の工事にご指導ご助言をいただきました調査検討委員会の先生方をはじめ、アドバイスを下さった先進地の工事担当者及び施工者の皆様、現場にもたびたび足を運んで下さった土木及び建築の専門家の先生方、施工に携わった業者の皆様に厚く御礼申し上げ、心より感謝する次第であります。

2003年3月

山梨県土木部峡中地域振興局建設部  
部長 那須 正邦

## 序

甲府城跡調査検討委員会では、平成2年（1980年）から現在までの14年間、甲府城跡整備事業について指導・助言をおこなってまいりました。

甲府城跡は山梨県の中心地にあるという土地柄とあわせ、舞鶴城公園として県民の方々にとっても思い出深く、また一方では文化財としても非常に高く評価されている城郭でもあり、調査検討委員会では様々な専門分野が集まり積極的な関わりをもってきました。

整備事業では、鍛治曲輪門をはじめ、稲荷門、内松陰門の三門が復元され、事業の最終段階で実施されたのが今回の稲荷櫓整備事業であり、本書はこの事業に伴う櫓台石垣改修工事の成果をまとめたものであります。

稲荷櫓については、平成10年（1998年）以降、特に建物基礎の工法をめぐって伝統工法か現代工法である杭工法を用いるかで激しく議論が展開され、また、櫓復元設計図も完成し、着工の直前に本丸櫓の古写真が発見されたため、設計が一部変更されるなどの一幕もありました。さらに、過去の調査における城内出土の礎石等の取り扱いをめぐって、甲府城石垣礎石等調査委員会が開かれるなど、まさに多難を極めた厳しい環境を経て着手することができました。

稲荷櫓台石垣の改修工事におきましては、従来の考古学的手法に加え、綿密な事前調査や解体調査などを多角的な視点から総合的に実施し、また、伝統技術を可能な限り尊重すると同時に安全性の高い石垣となるように指導をしてまいりました。

さらに今回は、文化財専門職員を土木部職員として併任し、監督員とする新たな制度が設置されました。このことは、従来の県行政組織の制約を超えた大きな成果を生み出したと思われます。さらに、調査検討委員会の専門部会として石垣専門部会を設置し、およそ1年の間に15回におよぶ石垣部会を開催し、16回の現場指導を実施して参りました。

このほか、埋蔵文化財センターの刊行物である「埋文やまなし10号」（甲府城跡稲荷櫓特集号）や、山梨県土木部発行のパンフレット「舞鶴城公園」で事業の内容や成果を広く公開しております。特に工事関係者の方々の惜しみないご協力で実施された石を割る、運ぶ、積む、道具を作るなどの石積技術が体験できた学習会は、文化財や伝統技術に対する一般の方々への普及活動として展開できたと思います。

最後に、このように精力的に活動ができたことは、県土木部のこの上ない支援のもとにはじめて実施し得ることができたものと受け止めております。また、本書のように土木部と教育委員会が報告書まで一緒に協力できることも高く評価できましょう。末筆ではございますが、今回の事業にご協力下さいました皆様に心より感謝申し上げます。

2003年3月

県指定史跡甲府城跡 調査検討委員会  
石垣専門部会

## 例　　言

- この報告書は、県指定史跡甲府城跡・舞鶴城公園（山梨県甲府市丸の内1丁目地内に所在）石垣改修工事として実施された稲荷檜台石垣改修工事（以下、本工事）の成果をまとめたもので、書名は「県指定史跡甲府城跡稲荷檜台石垣改修工事報告書」（以下、本書）である。
- 本工事は、都市公園舞鶴城公園展望舎（稲荷檜）建設工事に先立ち実施されたものである。
- 本工事では発掘調査、石垣解体調査および改修工事（石垣解体工・復元工）は山梨県埋蔵文化財センター（以下、センター）が、これ以外については山梨県土木部峡中地域振興局建設部（以下、建設部）が主管した。なお、施工は株式会社早野組が担当した。
- 工事発注は建設部がおこなった。
- 本工事にあたっては、建設部は工事全般、センターは現場事務所などについて、山梨県文化財保護条例第34条1項に基づく現状変更許可を受けて実施した。

山梨県埋蔵文化財センター

申請：平成13年7月5日付け 教理文5第7-14号

許可：平成13年7月16日付け 山梨県教育委員会指令教学文3第7-9号

峡中地域振興局建設部

申請：平成13年2月9日付け 都計1第2-12号

許可：平成13年3月22日付け 山梨県教育委員会指令教学文3第2-66号

- 本工事にあたっては「舞鶴城公園稲荷檜整備事業と県指定史跡甲府城跡発掘調査に関するマニュアル」（平成13年4月23日決裁）に基づき実施した。
- 本工事は甲府城跡調査検討委員会（以下、委員会）および専門部会である石垣専門部会（以下、部会）からの指導を受け実施した。
- 本工事の工期は平成13年3月29日から平成14年8月31日である。
- センターとしての調査および改修の現場に常駐した期間は平成13年5月8日から平成14年7月31日である。
- 本書刊行までの整理作業期間は平成14年4月9日から平成15年3月31日まで、山梨県埋蔵文化財センター里吉整理室で実施した。
- 本書の編集はセンター主任文化財主事宮里学がおこない、非常勤嘱託職員の楠間美季江、宮久保真紀が補助した。
- 本書の執筆者、整理作業従事者は巻末に掲載した。
- 本書に掲載されている写真は小野正文、出月洋文、望月郁也、宮里学、宮久保真紀、楠間美季江および株式会社早野組、株式会社明治コンサルタントが撮影したものを使用している。
- 写真、記録類はセンター、遺物は山梨県立考古博物館で保管、活用している。
- 本工事に際して次の方々から指導、助言ならびに協力を賜った。（工事関係者を除く。順不同、敬称略）

佐賀県立名護屋城博物館、有限会社松本組 松本勝蔵、姫路市教育委員会文化課、財団法人淡路花博記念事業協会記念事業推進課、二本松市教育委員会文化課、仙台市教育委員会文化財課、仙台市建設局百年の杜推進部公園課、青葉山公園仙台城石垣修復工事鹿島・横本・新星建設共同企業体、石川県教育委員会事務局文化財課、高知県教育委員会文化財保護室、財団法人高知県文化財団埋蔵文化財センター、明治コンサルタント株式会社大阪支店、上月工業有限公司 上月鵬、新谷洋二、財団法人文化財建造物保存技術協会、甲府市教育委員会教育部生涯学習課、甲府市社会教育センター、身延山大学、東京ガス株式会社甲府支社、地域周辺の住民の皆様

## 凡　　例

- 掲載されている図版などのスケール、方位、スクリントーンの用例は必要に応じ図中で示している。
- 遺物などの番号は掲載順の番号であり、所産時期や出土状況を示すものではない。
- 城郭名は歴史的にいくつかあり、土木部では都市公園の名称として舞鶴城公園、教育委員会では史跡名称である県指定史跡甲府城跡であるが、本書では甲府城跡として統一する。
- 本文中に頻繁に使われる組織名、資料名、その他の用語については重複をさけるため各用語の最初の部分で（以下、省略名）と断り省略しているが、基本的な省略を次に掲載する。

### 基本的な用語の省略

山梨県埋蔵文化財センター	センター
峡中地域振興局建設部	建設部
県指定史跡甲府城跡・都市公園舞鶴城公園	甲府城跡
県指定史跡甲府城跡調査検討委員会	委員会
県指定史跡甲府城跡調査検討委員会石垣専門部会	部会
舞鶴城公園石垣改修工事・稲荷櫓台石垣改修工事	本工事
舞鶴城公園展望舎建設工事・稲荷櫓復元整備工事	復元工事
稲荷櫓台石垣	櫓台石垣
稲荷櫓台石垣東面	A面
稲荷櫓台石垣北面	B面
稲荷櫓台石垣西面	C・D・E面（北側より）
稲荷櫓台石垣南面	F面
「舞鶴城公園稲荷櫓整備事業と県指定史跡甲府城跡発掘調査に関するマニュアル」（平成13年4月23日決裁）	「マニュアル」

- 石垣工事では様々な用語があるが、本書では統一して使っている。統一された用語については巻末の用語集にまとめている。
- 本文中の図版・写真・表はそれぞれ図、写、表を先頭にあらわし、各章・節ごとに1から始まる算用数字の通し番号であらわしている。  
例：（図・写・表）3-2-6 → 第3章第2節の6番目の図版の意。
- 本書は、基本的には時系列で構成されているが、解体調査成果が改修工事に反映されているなど各章間に内容がまたがっていることがあるため、関連する事項や詳細を参照しやすいような表示をしている。
- 本文第8章は、本工事において実施した土木的な分析成果をまとめたものであるが、図版番号などは分野の特性から他章と様相を異にする点を了解いただきたい。

# 目 次

## 巻頭カラー

序言（教育委員会・土木部・石垣部会）

例言・凡例

## 目 次

<b>第1章 歴史・地理</b>	
第1節 稲荷檜の歴史	1
第2節 地形地質概要	2
<b>第2章 工事概要</b>	
第1節 目的	3
第2節 組織・関係者	6
第3節 役割分担	7
第4節 事業工程	10
<b>第3章 実施経過</b>	
第1節 調査日報	13
第2節 協議記録	20
<b>第4章 事前調査</b>	
第1節 基本方針	31
第2節 檜台石垣の規模・形状	33
第3節 各種の事前調査	35
第4節 破損状況調査	43
第5節 3次元測量	44
<b>第5章 解体調査</b>	
第1節 基本方針	51
第2節 調査工程	54
第3節 石材調査成果	55
第4節 盛土調査成果	103
第5節 裏栗石調査	106
第6節 通構と遺物	111
第7節 破損原因調査	118
第8節 線刻画調査	121
第9節 矢穴調査	125
<b>第6章 工事設計</b>	
第1節 基本方針	129
第2節 新補石材の調達	130
第3節 勾配復元	133
第4節 足場工	138
第5節 丁張工	139
<b>第7章 改修工事</b>	
第1節 基本方針	143
第2節 石積工	144
第3節 盛土工	151
第4節 裏栗石工	154
第5節 工事関係図面	158
第6節 石材の最終利用状況	173
<b>第8章 土木分析</b>	
第1節 稲荷檜台の安定性の検討	177
第2節 改修工事に関する検討	211
第3節 改修工事の管理監視	243
第4節 まとめ	255
<b>第9章 課題</b>	
第1節 工程と課題点	257
第2節 解体調査前	258
第3節 解体調査の課題	260
第4節 改修工事の課題	261
<b>第10章 資料</b>	
第1節 マニュアル	275
第2節 特記仕様書	279
第3節 聞き取り調査	284
第4節 見学会・広報活動	286
第5節 所見	288
<b>写真図版</b>	299
<b>付録</b>	309

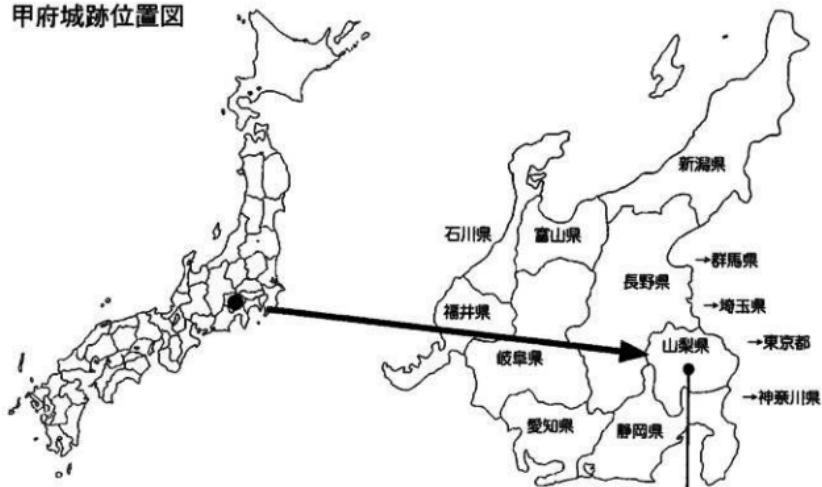
## ～この本の使い方～

本書には、性格上難解な記述部分がありますが、極力除外するよう努めました。

そのため、巻末に本書の概要をわかりやすくまとめたものを掲載しました。

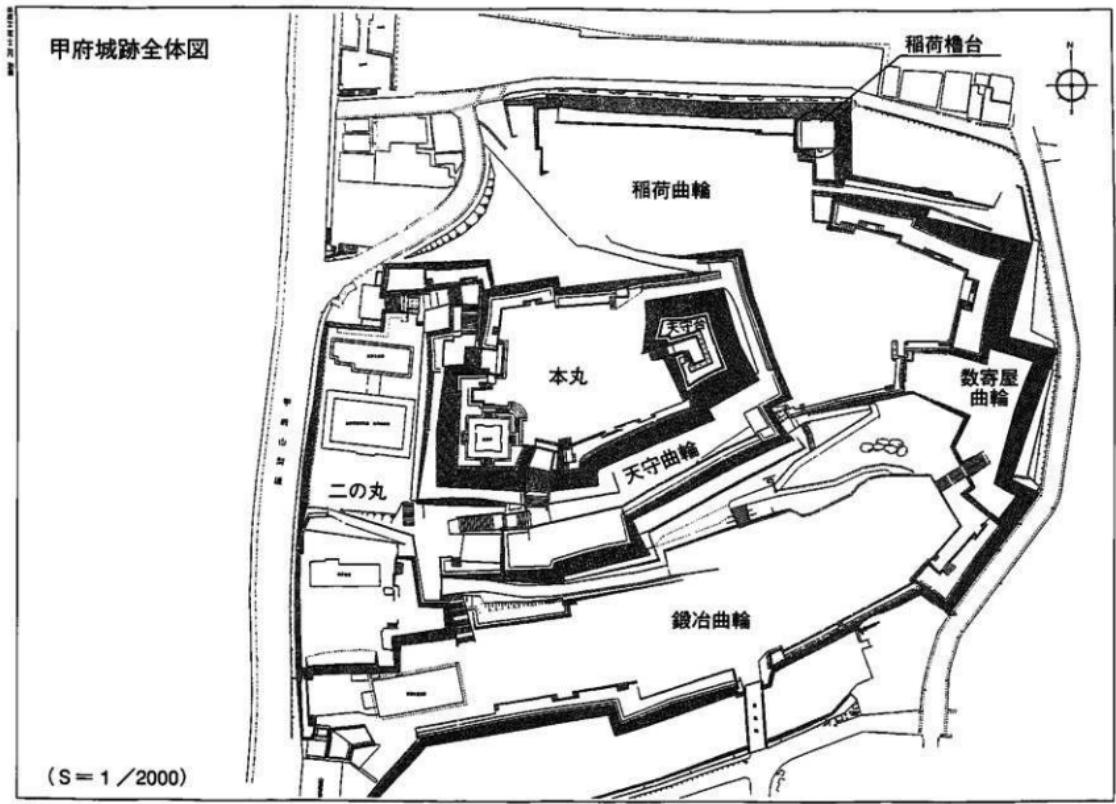
また、各章の第1節はその章の概要をまとめよう配置し、方針や成果は極力箇条書きに記述したのでこの部分をお読み下さい。

## 甲府城跡位置図



■ 県指定史跡 甲府城跡（舞鶴城公園）

(1 / 10,000)



※櫓台の詳細図は第4章第2節に掲載

# 第1章 歴史・地理

## 第1節 稲荷櫓の歴史

甲府城跡の歴史は、天正年間に長い間甲斐の国の領主であった武田家が滅亡したことにはじまる。築城年代については諸説あり未だ明らかでないが、徳川家康家臣の平岩親吉によって始められたとされる。豊臣秀吉の天下統一後は家臣である加藤光宗・浅野長政らによってさらに豊臣の城としての築城がすすめられ、浅野長政・幸長親子の頃に完成をみたとする見解がある。

江戸幕府開府後は、將軍家一門の入る城として位置付けられたが、宝永年間に柳沢吉保が領主となり、その子吉里の時代に至るまで約20年間に大名の城としてもっとも整えられた。しかし、柳沢氏が享保年間に大和郡山城主として移封されると、幕府直轄領として幕末に至るまでの約160年間、勘番支配のもとに管理された。この間享保年間に本丸などを焼く大火や老朽化などの理由から、たびたび修復の申請がおこなわれたが、大がかりな修復がおこなわれることはなかった。幕末期には勘番支配が廢され城代がおかれたが、慶応4年（1868年）板垣退助率いる官軍の入城により開城した。明治時代、維新政府は甲府城を兵部省、統いて陸軍省の管轄下に置き、同7年に山梨県に引き渡した。この際、城内の建造物は主に番所をのぞいて入札の対象となりほとんどが取り壊された。県は明治9年（1876年）に甲府城を勧業試験場とし、城内全域に葡萄などを栽培した。稲荷櫓台跡にも桐の木が栽培され、発掘調査においてはその影響と思われる遺構の損傷が確認されている。また、大正年間の謝恩碑建設に際しては、搬入路設置のためにF面付近の石垣の一部が撤去され、通路が開削された。

本工事において改修・復元される稲荷櫓の名称については、曲輪内に稲荷社が祀られていることによ来するとされ、このほか稲荷曲輪御櫓や艮櫓の名称もある。櫓台石垣についての改修等の記録はとくに発見されていないが、寛文4年（1664年）以前の作成と思われる絵図には描かれていることから、寛文4年（1664年）の大修復以前には既に存在していたと思われる。稲荷櫓は一般的には5間6間の二重櫓であると記載されることが多いが、絵図によっては「二十八間矢倉」などが付近に描かれる場合もある。この点については、櫓台周辺で埋め殺されていた石垣が石垣内部より検出され、稲荷櫓周辺の縄張りの変更が指摘されていることからも今後検討を要する。平成8年度に実施した櫓台の上面発掘調査で二期にわたる建物遺構が検出され、寛文期を境にして櫓の形状が大きく変更され、建物の建て直しがおこなわれたことが確認できた。また、明治時代初期に城外から撮影された古写真から稲荷櫓の外観を知ることができる。

稲荷櫓の具体的な利用については、柳沢期の絵図『楽只堂年録』（柳沢文庫）ではただ「二重櫓」とのみ記され不明である。ただし、稲荷曲輪の藏については「御土蔵」、天守曲輪には「御武具蔵」、鍛冶曲輪には「御米蔵」が記されていることから、収納されたものはそれ以外のものとも推測できる。勘番支配期については、享保12年（1727年）の『稲荷曲輪御櫓御道具員数帳』（甲州文庫）には「同心具足式百領」が収納されていたことが記載されている。同資料には曲輪内に隣接する「御武具蔵」にも鉄砲や弓矢などの武器が収納されていたことが記されており、さらに同曲輪内に硝薬蔵があることなどからも稲荷櫓を含む稲荷曲輪全体の性格をうかがうことができる。

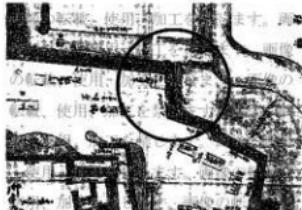


図1-1-1 元文4年(1739)の稲荷櫓  
〔甲府城絵図〕 山梨県立図書館甲州文庫蔵



図1-1-2 稲荷櫓の規模を示す資料  
(図1-1-1と同じ)

## 第2章 地形地質概要

### 第1項 地形概要

本調査地はJR甲府駅の南東側に隣接した甲府市丸の内1丁目舞鶴城公園の敷地内に位置する。

甲府市周辺の地形は甲府盆地と呼ばれるフォッサマグナ西縁に発達した構造性盆地の一つである。甲府盆地は山梨県の県央部を占め一辺が約20kmの三角形の形状を呈しており、面積は約190km<sup>2</sup>、標高は概ね250m程度である。構造性の盆地であることを反映し、盆地の外周は北部を除いた三方が断層崖により周囲の標高約1000m級の山地と境されている。

盆地の西側には糸魚川一静岡構造線に沿って南下している釜無川が流れ、盆地の南東側には秩父山地を水源とした笛吹川が流れている。この二河川は盆地南部で合流し、富士川としてさらに南下する。また、この他にも外縁山地から流れ込む小河川が多く分布する。

甲府盆地と外縁山地との境界は、これらの諸河川により形成された扇状地地形が支配的である。いわゆる沖積低地は盆地中央部の狭く限られた範囲である。

本調査地は盆地の北縁部の扇状地、沖積低地の境界付近に位置し、さらに、同敷地内には、沖積地面と比高約20mの小丘が分布しており、甲府城跡本丸はこの小丘上に建立されていたものと考えられている。

### 第2項 地質概要

甲府盆地では各河川より運搬された扇状地堆積物や氾濫原堆積物など更新統～完新統の堆積物が発達しており、先第四系からなる基盤岩類を厚く覆っている。これらの堆積物は疊層土を主体としているが、粘性土、砂、火山灰などの薄層を互層状に挟在している。甲府盆地の更新統～完新統は下位から石和疊岩層、下部疊層、黒富士火碎流、中部疊層、韋崎岩屑流、上部疊層に区分される。

本調査地に分布する地質は、層相の観察、層序関係から上記地質区分のうち韋崎岩屑流、上部疊層に対比されると考えられる。

ボーリング調査では本調査地の基盤として、韋崎岩屑流に対比される火碎流堆積物が分布していることが確認された。

地表付近には砂、疊、粘土などからなる河成堆積物が火碎流堆積物の上位に分布しており、甲府盆地の第四系のうち上部疊層に対比される。これらの地質の成因の詳細については明らかでないが、調査地東方を流れる河川によって形成された扇状地の堆積物であると考えられる。

## 第2章 工事概要

### 第1節 目的

#### 第1項 改修の目的

公園整備全体計画の中では公園の展望舎として、当初は本丸曲輪の本丸櫓を建設する計画であった。しかし、本丸櫓は復元に必要な諸史料が乏しかったことから、遺構や絵図および明治初年の古写真といった復元根拠が比較的残っている稲荷櫓を建設することとし、平成11年2月に委員会で了承された。

櫓の建設箇所は、北・東側は約14m、南・西側は約5mの高さを有する急勾配な石垣で囲われている盛土上であり、北側は甲府市道、東側は小公園（児童公園）に接している。

この石垣は、自然石を主としたいわゆる「野面石積み」によって約400年前に築かれたものであり、局部的な孕み出しや所々で石材の破損は認められたものの、外観上からは一見安定しているように思われた。

しかし、同年3月に地質調査を実施したところ、総重量が約350tある櫓を現況盛土上に建築した場合、盛土に対する円弧滑りの安全率は1%未満という解析結果となったことや、石垣石材の破損状況などを考慮し、このまま櫓を建設するには櫓台石垣は不安定であり、安全性を確保することは出来ないと結論を出した。

そこで、櫓の基礎として杭打ちを計画したが、委員会による検討や県文化財保護審議会で杭基礎に反対する意見書が提出されたことなどからこれを断念し、櫓台石垣を解体し、中の盛土を補強しながら石を再度積み上げる「稲荷櫓台石垣改修工事」を実施した後、櫓を建設することになった。

#### 工事概要

- 1 工事名 舞鶴城公園石垣改修工事（明許）
- 2 工事場所 甲府市丸の内地内7工区
- 3 請負者 （株）早野組
- 4 工期 平成13年3月29日～平成14年8月31日
- 5 契約額 228,827,550円
- 6 工事規模
  - 石垣解体工 A = 664.3m<sup>2</sup>
  - 石垣復元工 A = 676.7m<sup>2</sup>
  - 補強盛土工 1,761m<sup>3</sup>
  - 櫓基礎工（コンクリートベタ基礎） 1式
  - 仮設工他（市道切り回し工、防護柵工、支障物件移設工他） 1式
- 7 工事工程
  - 工事請負契約 平成13年3月
  - 石垣解体工 平成13年7月～平成13年12月
  - 石垣復元工 平成14年1月～平成14年6月
  - 櫓基礎工 平成14年7月

なお、上述した目的でおこなわれた施工実績については表2-1-1に掲載している。

工種	種別	細別	規格	単位	実施数量	摘要
石垣改修工	石垣解体工	切土運搬工		m'	2,434.0	
		裏込石材採取工	裏込石ふるい分け	m'	2,434.0	
		石垣解体工	新設部	m'	664.3	
	補強盛土工	改良盛土工	セメント系固化材50kg配合	m'	1,024.0	標準施工
		改良盛土工	セメント系固化材100kg配合	m'	737.0	冬季施工
		噴漿排水工	樹脂透水管φ200	式	1.0	
石垣復元工	石垣工	石垣工		m'	676.7	
		裏込工		m'	640.0	
		足場工		m'	890.0	
	新補石材工	築石（野面、安山岩）	500～1000×1000内外	m'	251.0	
		笠石	350×乱尺×700内外	m	23.0	
		角石（出角）	600×乱尺×1000内外	m	12.5	
展望台基礎工	RCペタ基礎	RCペタ基礎		式	1.0	
		礎石据付工	鹿石（安山岩450×450×210）	m'	15.5	
		床束石据付	鹿石（安山岩450×450×210）	個	6.0	
	土堤基礎工	付土台礎石据付	165内外×155	m	17.2	
		付土台礎石据付	300内外×155	m	13.0	
		付土台礎石据付	300内外×155	m	13.0	
準備工	移植工	地被類	掘取り、仮植え	m'	120.0	
		高木類		本	13.0	
		中木類		本	654.0	
		高木剪定		本	6.0	
	道具移設工	コンビネーション道具	解体	式	1.0	
		ベンチ	解体	式	1.0	
	施設撤去工	道具		式	1.0	
		野外卓		式	1.0	
		砂場		式	1.0	
		屑入れ・吸い戻入れ		式	1.0	
		水飲み		式	1.0	
		サクラ伐採		式	1.0	
		公園照明		基	1.0	
		市道開明		基	1.0	
撤去復旧工	礎石横		m'	6.3		
	土堤基礎		m	6.5		
仮設道路工	土工			式	1.0	
	構造物取壊し			式	1.0	
	車道舗装工	表層工	カラー・再生密粒A.S t=5	m'	504.0	
		上層路盤工	粒調砕石M30 t=15	m'	460.0	
		下層路盤工	再生砕石R.C40 t=20	m'	460.0	
	歩道舗装工	表層工	カラー・再生密粒A.S t=3	m'	168.4	
		路盤工	再生砕石R.C40 t=10cm	m'	168.4	
		区画線工	ダイヤマーク	m	69.0	
		横断線	45	m	37.7	
	区画線消去工			m	19.2	
	仮設排水工	側溝設置工	P.U3-300A	m	106.5	
		横断側溝	P.U3-300A	m	4.2	
		集水樹設置	400×400 H-700	基	2.0	
		集水樹設置	400×400 H-500	基	2.0	
	仮設橋工	横断暗渠工	H.P.250 360°	m	3.7	
		ガードレール工	C種、H鋼固定式	m	110.4	
		防護柵工	H=4.0m	m	70.1	
		ゲート工		基	3.0	
	復旧工	防護柵撤去工	H=4.0m	m	70.1	
		ガードレール工	S種	m	8.5	
文化財調査工	低木復旧			本	57.0	
	ヤード内残石調査工			式	1.0	
	石垣現況図作成	3次元レーダー測量		式	1.0	
	調査攝影工			m'	2,434.0	
	石材調査工	現況調査・データ整理		式	1.0	
	新補石材調査工	照合・調査		式	1.0	

表2-1-1 施工実績表

## 第2項 調査の目的

平成2年度に着手された舞鶴城公園整備事業は当初10ヶ年計画で始まり、事業内容は石垣改修工事を中心に園路・広場・衛生・給排水施設など都市公園に必要な設備を含む多岐にわたるものであった。あわせて、県指定史跡の城郭であるという視点から、当初は5つの門と1つの櫓を建設し歴史公園としての充実を図ることとした。最終的には、門は5つから3つに変更され鍛冶曲輪門（平成8年度復元）、内松蔭門、稲荷曲輪門（平成10年度復元）がすでに公開されている。

これら歴史的建造物の復元は、発掘調査の遺構・遺物データ、絵図（外観）、古文書（規模、構造、外観）を根拠に実施可否の検討がおこなわれ、その都度委員会の承認を受ける方針で進めてきた。

櫓建設については、明治時代以降建造物が残存していない甲府城跡にとって、非常に注目度の高いものであり、公園施設の充実とあわせ観光資源、県都のシンボル、地域活性化の材料、社会教育的利用などの価値が寄せられ、復元は当初櫓としては最も高い位置に造られた本丸櫓が候補となっていた。

しかし、域内の発掘調査が進むにつれ、本丸櫓台は大正年間の謝恩碑建設のおりに撤去され通路とされたこともあり、すでに遺構は礎石と考えられるもの2点を除き完全に消滅していることが平成9年度の発掘調査で判明した。

したがって、門の復元と同様に遺構データが存在しないため、平成8年度の調査で櫓建物に関する遺構が良好に残っていることが判明している稲荷櫓の建設に考えが徐々に変化はじめた。

平成10年は、整備事業も終盤にさしかかり、本格的な櫓建設の協議が開始された。建設候補は本丸櫓と稲荷櫓であったが、遺構データや明治初年の撮影の古写真、江戸期の瓦屋根臥団など豊富に存在し、より歴史的な根拠を持ち、またJR甲府駅にも面し観光的要素も持つことから基本方針として稲荷櫓を建設することが決まった。

ここに、稲荷櫓建設が方針として固まったが平成11年度はその工法を巡り土木部と教育委員会は大きな議論を開いた。土木部は計画地の下が通学路や市道であり、また不特定多数の見学者が入ることを考え、またボーリング調査結果による櫓台内部の盛土N値が脆弱である成果や荷重も踏まえて、杭工法などを含めた近代工法を提唱した。一方教育委員会は、櫓台石垣石材が破損していることなどを理由に在来工法での石垣改修を提案した。

この問題については、最終的に文化財保護審議委員会および委員会の意向や、櫓台石垣に部分的な変形が認められ、また石材の破損が多く認められたこと、さらにはN値が低く盛土としては弱いという判断から櫓台石垣を解体し盛土の補強と石垣の改修をおこなったうえで櫓を建設する方針を検討し承された。

石垣の解体範囲については文化財という立場から安全が確保できる範囲で極力最小限に止めるという方針も確認され、ここに石垣解体調査の必要性が生まれた。

平成12年は石垣改修工事に向けて準備が開始され、櫓建設設計も完成の段階まで進んだが明治初年に撮影された本丸櫓の鮮明な古写真が4月に発見され、このことにより設計図の修正が余儀なくされ、11月末には稲荷櫓台礎石を紛失していたことで「甲府城跡石垣礎石等調査検討委員会」が原因究明のため設置されるなど改修工事着手困難な状況が1年間続いた。

紛失問題に関わる結果は、平成13年の4月に「甲府城跡石垣礎石等調査検討委員会」より報告書が出されたが、櫓台石垣の改修工事はこの報告を受けて実施されることとなった。報告内容のもっとも大きい改善策は文化財専門職員を土木部職員と併任し、監督員として現場に常駐することである。また、「マニュアル」を整備し理念、意識改革をおこない、委員会のより積極的な関与を実施できるようとした点である。

これを受け、調査は従来どおりの方法で実施するが、石垣の特性（時代性、地域性、技術など）や改修に必要な情報を収集し、調査対象は石垣のみではなく盛土や裏栗石まで含み、さらに工種としては解体調査から改修工事までをセンターが担当し事業を進めることが目的と位置付けられた。

## 第2節 組織・関係者

### 本課

県教育委員会 学術文化財課

課長 芦澤 喜博  
文化財指導監 末木 健  
課長補佐 藤原 一治  
埋蔵文化財担当  
副主幹文化財主事 八巻與志夫  
副主査文化財主事 山本 茂樹  
主任文化財主事 小林 健二

### 出先機関

埋蔵文化財センター

所長 大塚 初重  
次長 望月 英利  
次長 田代 孝  
調査研究課  
課長 坂本 美夫  
副主査文化財主事 望月 郁也（平成13年度まで）  
主任文化財主事 宮里 学（土木部併任）  
非常勤嘱託職員 楠間美季江（平成14年度より）

### 資料普及課

課長 小野 正文  
副主幹文化財主事 出月 洋文（土木部併任・平成14年度は調査研究課）  
非常勤嘱託職員 宮久保真紀（平成14年度は調査研究課）

### 調査検討委員会 五十音順 ○印は部会委員

磯貝 正義 ○北垣聰一郎 ○十菱 駿武 田中 哲雄 谷口 一夫 田畠 貞寿  
中村 博司 野沢 昌康 ○萩原 三雄 服部 英雄

### 石垣構造検討会 五十音順

西田 一彦 八尾眞太郎

### 施工者 （株）早野組

現場代理人 望月 栄文 現場技術者 武井 朗

### 石積工 藤造園建設（株）

土木世話役 荘本 久  
(株) 小林石材工業 小野 瞳 道家 健 五味 博 金子 由治 若林隆一郎  
坪沼 憲介 倉橋 卓宏 星 英介 斎藤 宏 趙 忠彦  
吉村 文圭 向山 俊夫 矢部 喜明 吉井 大樹 五味 正浩

### 土工事・他

齊藤 智 齊藤 勇 武井 正文 武井 正彦 雨宮 史弥 横津 一彦  
窟田多加史 村田 勝利 森下 豊 桐原 仁 広瀬 二朗 小沢今朝文

### 建設コンサルタント

明治コンサルタント（株） 岩崎 哲也 寺川 政雄

### 測量

（株）パスク 植田 真 富田 武 浦川 康彦

県土木部 都市計画課

課長 深沢 又男  
課長補佐 北条 長（平成13年度まで）  
課長補佐 速藤 一夫（平成14年度より）  
都市公園担当  
副主幹 水上 達也  
主査 中村 慎吾（平成13年度まで）  
副主査 野沢 清次（平成14年度より）

狹中地域振興局建設部

部長 芦沢 剛司（平成13年度まで）  
那須 正邦（平成14年度より）  
都市整備課  
課長 坡場 良樹  
主査 長田 泉  
技師 望月 吉也（平成13年度まで）  
技師 大関 俊之（平成14年度より）  
臨時職員 橋口 好子

### 第3節 役割分担

#### 第1項 全体

本工事における組織・関係者の名称などについては前節で記載したとおりである（本章第2節）。本節では、本工事にあたり各関連組織が全体の中でどのような位置付けにあり、相関性を持ち、役割を担ってきたのかを説明する。また、現場を運営するにあたり、特にセンター・建設部で設けた委員会・会議などを組み合わせて体系的に表す。

その目的は、本工事で生じた各種課題の処理のプロセスと、各組織が本工事に伴い担った役割分担を明確にし、全体としてどの様な運営がなされていたかをまとめることである。これは単に何處に責任があるのかという所在を明らかにするばかりのものではなく、協調と円滑な事業の運営を目的に本工事において体系化したものである。

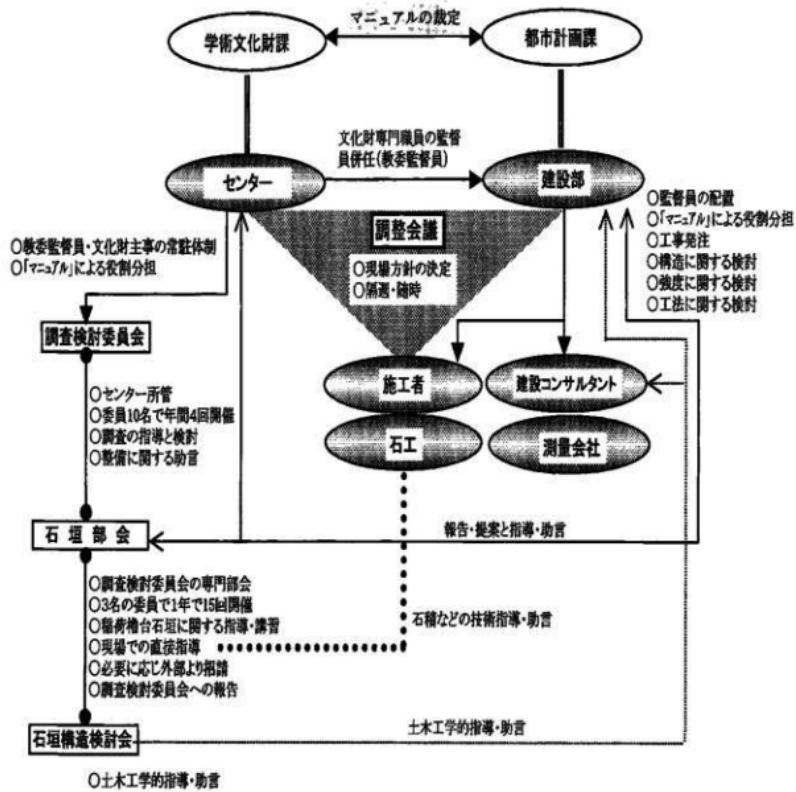


図2-3-1 役割分担と体系図

## 第2項 建設部の役割

### 都市計画課

土木部に属し、まちづくりのための計画策定や都市施設の整備をおこなっている。今回の工事にあたっては工法などのアウトライนを検討し、事業予算の確保、工事契約、「マニュアル」の制定などを担当した。

### 県中地域振興局建設部

工事に必要となる測量・設計・地質調査等を実施し（業務委託）、各種許認可申請をおこなった。

また工事契約書を作成し、施工方法・工程管理・使用資材等の決定など工事全般の監督業務をおこなった。担当職員は3名を配置した。現場には常駐しないが、必要に応じ工程の段階ごとに現地協議・出来高確認、出来高検査等をおこなった。また、「マニュアル」に基づき、原則月2回の調整会議を開催するとともに、現状変更の状況報告を毎月おこなった。調整会議の位置付けについては「マニュアル」（第10章第1節）に詳細がある。

## 第3項 教育委員会の役割

### 学術文化財課

県教育委員会に属し、史跡管理主体、現状変更を取り扱う。本工事にあたり改修方法、工法などのアウトラインを検討し、都市計画課とともに「マニュアル」を制定した。

調査検討委員会へ出席し、必要に応じた現場確認を実施し、「マニュアル」に基づき文化財保護関係法令、発掘調査方法など周知するために研修をおこなった。

### 埋蔵文化財センター

発掘調査・石垣解体調査と石垣改修工を担当する。担当職員は4名を配置した。専門職員の文化財主事3名が現場常駐し、うち2名が建設部に教委監督員として併任。事前調査、橋台上面発掘調査、解体調査、改修工事などをおこなった。整理作業には1名をあてた。また、委員会事務局として委員会および部会の運営をおこなった。

### 甲府城跡調査検討委員会

センターが所管する委員会で通常年間4～5回程度開催し、考古学・歴史学・石垣・瓦・建造物・環境の学識経験者で構成される。主に調査方法・成果の検討と指導、整備計画・方法について指導・助言をおこなう。本工事については解体前、解体中盤、解体終了直前、完成直前の重要な局面で開催した。

### 石垣専門部会

委員会内の3名で設置した専門部会。期間中に15回開催し、本工事の石垣および全般について指導を実施した。また、現場視察を随時おこない指導にあたったほか、研修会や石工を含む施工者側と現場で直接的な指導・助言をおこなった。

### 石垣構造検討会

部会の指導・助言を受け、土木工学の観点から解体調査における石垣内部調査成果と改修工事にともなう工法などについて助言を得た。

## 第4項 施工者の役割

本工事について山梨県土木部の「土木工事共通仕様書」ならびに「工事特記仕様書」、「工事施工計画書」に基づき施工し安全管理を遵守した施工を担当。おもな施工内容は次のとおりである。

○準備工→植栽工・遊具移設工・施設撤去工・撤去復旧工

○道路假設工→構造物取壊し・歩道舗装・区画線工・仮設排水工・仮設柵工など

○石垣改修工→石垣解体工・補強盛土工・石垣復元工・新補石材工

○展望舎（稻荷櫓）基礎工→R C ベタ基礎・礎石掘付工・土塀基礎工

○文化財調査工→ヤード内残石調査工・石垣現況図作成・調査掘削工・石材調査工・新補石材調査工

また、施工者側の役割を施工体系図に示し、さらに文化財調査に関わる部分のセンターとの役割についての文書を掲載する。

王嘉均著用布質吸牛頭頭會差進工件系圖

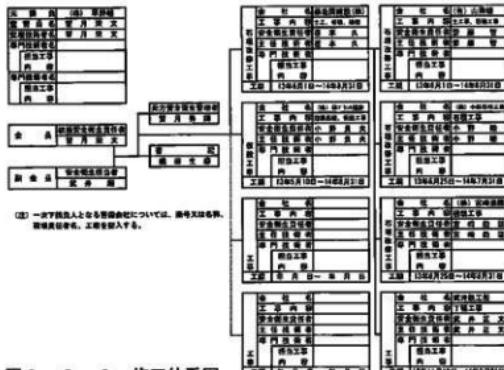


図 2-3-2 施工体系図

## 稲荷橋台解体の調査・工事工程における役割分担

2001. 8. 7 承認

2001.10.19修正

2002. 1. 31修正

増補文化財センター甲府城担当

解体時の石垣調査の分担は次のとおりである。また、石材カードは別紙による。

原則① 計測・観測などは原則として原位置でおこなう。  
原則② 石材を保管ヤードに配置してからおこなう検査項目があるので、教委監督員の指示に従い移動する。  
原則③ 所見などの確認は、作業の状況を勘案し、定期的に双方で確認する。

項目		内 容	分担
切土		○牧査監督員・調査担当立会のうえ、重機及び人力で掘削を実施。 △掘削の範囲は石垣解体の進行にあわせる。 △造積が確認できるように清掃する。	△
裏張石		○牧査監督員・調査担当立会のうえ、重機及び人力で掘削を実施。 △掘削の方法は遺物の状況を踏まえ指示をする。 △盛土との境界を明らかにする。 △石垣石材は動かさないように留意する。 △鋼石は動かさず、有効なものには着色し区分する。 △造積が含まれる可能性に留意して作業・清掃を実施する。	△
解体	撮影 記録	○解体の際に遺物撮影を実施する。 ○計測記録（石材カード①の記載） ※破損の記載があるのは原位置まで最大値（単位=cm）を計測。 ※破損箇所の場合には、空隙を除外して計測値とする。	△
		○石材名称記録（石材カード④の記載） ○砕石状況記録（石材カード④の記載） ○加工状況記録（石材カード④の記載） ○横積方記録（石材カード④の記載） ○配置位置記録（石材カード④の記載） ○矢穴記録（石材カード④の記載） ○各種度量記録（石材カード④の記載） ○所見記録（石材カード④の記載） ○石材被覆区分に基づき記録 ○再利用区分に基づき記録 ○シミュットハンマーによる強度記録 ○打音検査による記録 ○その他の必要に応じた測量 ○施設による番号	△
その他			△
修復		○石材の寸法採り（新補・破損石材） ○データ整合・調査 ○立会・目視確認 ○新補石材との記号	△

図 2-3-3 役割分担に関する現場資料

#### 第4節 事業工程

## 第1項 事業計画のプロセス

本節では、本事業における工事のプロセスを第1項でまとめ、第2項では事業実施期間の工事工程を報告する。

本項では、縦軸に事業の主体となるセンター、建設部、委員会を置き、工事全体の流れを建設部から各段階を追ってのプロセスをまとめた流れ図である。

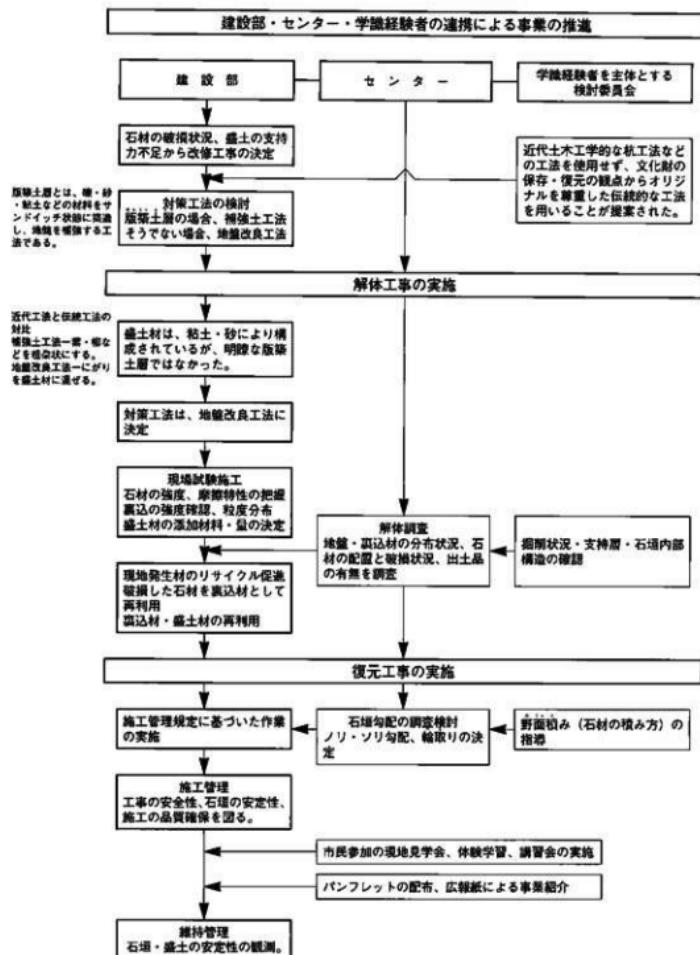


図 2-4-1 都市公園整備事業稲荷橋石垣改修工事流れ図

第2項 工事工程

本稿では、工事の計画工程と実施工程を報告する。

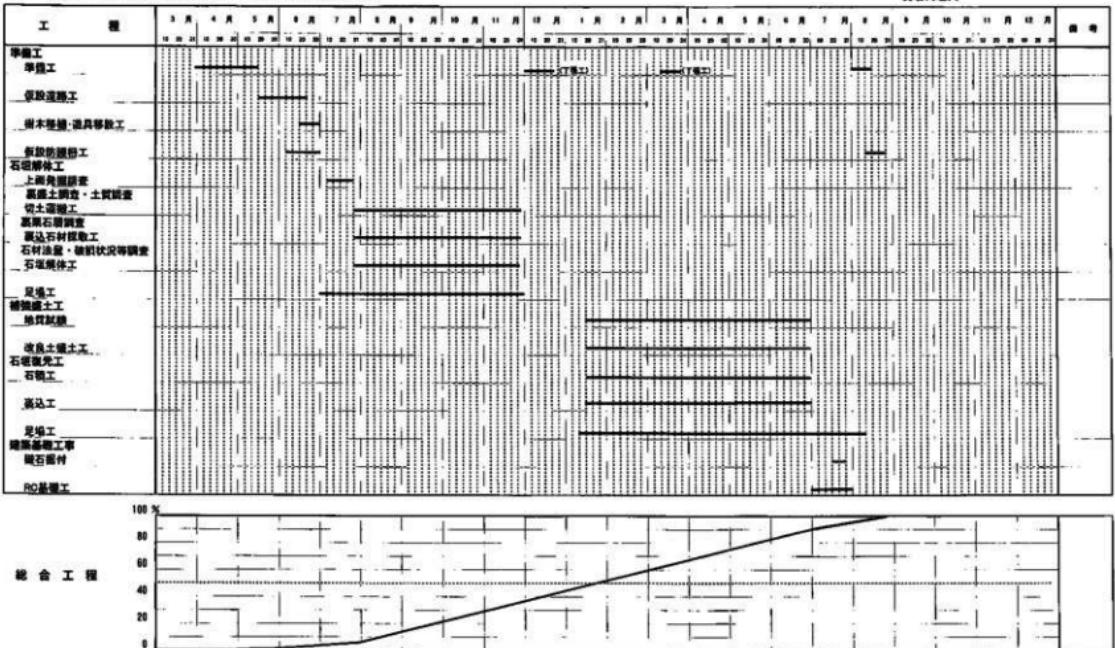
株式会社 早野組  
現場代理人

工事工程表

工事名：舞鶴城公園石垣改修工事

工期：平成 13 年 3 月 29 日～平成 14 年 8 月 31 日

図 2-4-2 工事工程表



## 第3章 実施経過

### 第1節 調査日報

本節では、解体前の現場作業の段階（平成13年5月8日）から改修工事が完了し、現場常駐での残務処理がおおよそ終了段階（平成14年7月31日）までの進捗とセンターとして関係した事項の概要を掲載するものである。

日付	調査状況	備考
5月8日		
5月14日	ゲート基礎設置（児童公園北側）掘削立会	
5月15日	ゲート基礎設置・掘削立会	
5月16日	水道管移設工事立会	
5月17日	福荷曲輪西より人質曲輪への歩道工事立会	
5月18日	福荷曲輪北西入り口ゲート基礎掘削工事立会	
5月21日	準備工立会	打合せ等記録・（）は回数
5月22日	準備工立会	調整会議（1）・研修会
5月23日	準備工立会	
5月24日	準備工立会	
5月25日	準備工立会	
5月28日	準備工立会	
5月29日	準備工立会	
5月30日		
5月31日		
6月1日	電柱撤去・福荷山輪東側残石状況調査	
6月4日	椿台石垣根石調査、測量（A面）	
6月5日	椿台A面根石測量の為の水抜き調査	
6月6日	椿台C・E面根石の掘削立会、測量 C・E面根石調査（根石推定ライン）	
6月7日	椿台階段下調査、測量 E面階段、F面石垣根石調査 平板載荷試験立会（椿台A面南側根石付近）	
6月8日		
6月11日	C・E面根石掘削部分埋め戻し立会 児童公園北側板設防護欄・基礎立会 C・E面根石掘削部分埋め戻し立会	石垣講習会（2）・石垣部会（1）・調整会議（3） 新補石材確認（敷島町）
6月12日	A面・西面根石掘削部分埋め戻し立会	
6月13日	A面根石掘削部分埋め戻し立会	
6月14日		
6月15日		
6月18日	準備工立会 周辺造構の重点注意箇所を施工業者と再確認	
6月19日	準備工立会	
6月20日	準備工立会	
6月21日	準備工立会	
6月22日	準備工立会・残土搬出	工事打合せ
6月25日	準備工立会・上面免振査資料作成	工事打合せ
6月26日	準備工立会	
6月27日	石垣番付図面検討・作業立会	調整会議（4）
6月28日	A面番付作業状況確認 樹木移植（本丸北斜面掘削立会）	石垣部会（1）・現場打合せ 工事打合せ
6月29日	A面石垣番付・B面根石調査（瓦等出土） 樹木移植に伴う本丸北斜面掘削	
6月30日	B面根石調査（瓦出土） 樹木移植	関係者視察 石垣部会（3）・石垣構造検討会（2）
7月2日	B面根石調査	工事打合せ
7月3日	B面石垣番付・石材検査立会	
7月4日	椿台B面石垣根石西側掘削立会 石工観察による椿台所見確認 孜安監督員・調査担当による石材利用状況確認	工事打合せ 関係者視察
7月5日	A・B面石垣番付作業立会	
7月6日	A・B面各1箇所土壤サンプル採取 A・B面石垣番付作業 写真撮影	
7月7日	B面石垣石材状況の写真撮影 A・B面石垣番付作業	域内見学会

7月10日	嵩打作業	調整会議（5）
7月11日	石垣勾配の計測・隅角部接線部の観測	
7月12日	嵩打作業	
7月17日	準備工立会（足場）	域内・新補石材確認（敷島町） 関係者打合せ
7月18日	準備工立会（足場）	石垣部会（4）
7月19日	準備工立会（足場）	工事打合せ
7月23日	橋台上面表土剥ぎ・安全対策・準備工立会 E面階段解体作業開始	
7月24日	橋台上面表土剥ぎ・E面階段撤去作業	工事打合せ 関係者視察 調整会議（6）
7月25日	橋台上面表土剥ぎ・橋荷曲輪北側城内残石の運別 B面塗喰塗一部解体	
7月26日	橋台上面表土剥ぎ・残石運別・塗喰塗解体	関係者視察
7月27日	橋台上面表土剥ぎ・遺構再検出調査 橋荷曲輪北側残石運別 塗喰塗・屋根解体	関係者視察
7月28日	橋台上面造構再検出作業・塗喰塗撤去作業 残石運別作業	
7月30日	橋台上面遺構検出 橋荷曲輪北壁石垣解体作業開始	関係者視察
7月31日	橋台上面調査終了確認 E面旧石段検出作業・橋荷曲輪北壁石垣解体	工事打合せ 電気工事打合せ
8月1日	橋台上面擬木撤去・樹木移植 C・E面擬石検出 A・B面破損石材外観確認・計測	工事打合せ
8月2日	天端切株撤去作業	
8月3日	橋台天端コンクリート撤去・飛石検出 C・E面擬石部分測量	電気配線工事下見
8月4日	橋台上面発掘・測量終了確認	工事打合せ
8月6日	橋台上面発掘・天端石垣実測（面図作成）	関係者視察
8月7日	橋台天端石写真撮影 天端石実測・レベル測量 橋荷曲輪側石垣足場工立会	工事打合せ
8月8日	橋台1段目解体開始・A・B面1段目調査	関係者視察
8月9日	C～E面結石除去	工事打合せ・調整会議（7）
8月10日	橋台上面発掘作業	
8月11日	橋台上面発掘作業	
8月20日	A面2段目の石垣調査	委員・部会委員視察 工事打合せ
8月21日	B面2段目調査	関係者視察・石垣部会（5）
8月22日	雨天、A・B面隅角部の断面図作成	関係者視察
8月23日	A・B面2段目石尻調査	調整会議（8）
8月24日	2段目石材除去作業・写真撮影・記録	
8月25日	水道・排水設備移設に伴う掘削立会 C・E面石柱除去	
8月27日	南西部盛土・栗石除去 水道・排水設備移設に伴う掘削立会	
8月28日	西南部石垣解体（3・4段目） 盛土南北セクション記録・樹木の伐採	関係者視察
8月29日	水道・排水設備移設に伴う掘削立会 橋台西南部石垣解体（5段目） 栗石・足場の一部除去 A・B面栗石除去	関係者視察
8月30日	水道・排水設備移設工事 A面盛土セクション作成 光波測量・石材調査・西面銀石組削一部埋め戻し	関係者視察
8月31日	実測図現地確認・石材照合システムの作業手順説明	工事打合せ
9月1日	B面西側3段目盛土除去 A面中央部、盛土変化の原因について追跡調査	
9月3日	A・B面3・4段目光波測量・解体 水道・排水設備移設工事	
9月4日	B面3段目解体 A・B面4段目栗石盛土除去・石尻調査	関係者視察
9月5日	橋台西側石垣準備・ヤードの整理 A面3・4段目石垣解体 B面4・5段目石垣解体	関係者視察 域内見学会（寿勧学院）
9月6日	A面3段目盛土・栗石除去 橋台西部石垣一部解体・栗石除去 盛土トレンチ開挖	関係者視察 調整会議（9）
9月7日	A面4段目石垣解体・栗石調査	関係者視察・石垣健石等調査委員会
9月8日	A面4・B面5段目解体 A面4段目栗石除去	関係者打合せ
9月10日	台風・現場作業中止・橋台周辺の点検	
9月11日	台風・現場作業中止・橋台周辺の点検	
9月12日	B面栗石除去・A面盛土除去・トレンチ 樹木の除去・移植	工事打合せ 関係者視察 工事打合せ

9月13日	盛土調査（トレント3）・セクション A面4段目石材解体 樹木の移植	委員・部会委員視察
9月14日	B面6段目解体・上面光波測量（盛土・梨石ライン） E面側石垣2石解体・B面盛土除去	関係者視察
9月15日	B面6、7段目梨石除去・6段目解体	
9月17日	A面5段目解体・西側入隅部解体・梨石除去 C・D・E面入隅解体・梨石除去	
	A・B面石尻清掃・写真撮影・光波測量	
	細荷曲輪西側石垣解体・門の礎石2点出土	
9月18日	B面6段目上解体・B面7段目解体	
9月19日	C面7段目解体・盛土調査（トレント2） 橋台足場解体・測量・細荷曲輪西側石積工事確立会	新補石材確認（敷島町）
9月20日	橋台足場解体・測量・細荷曲輪西側石積工事確立会 A・B面栗石・盛土の除去・石尻清掃・写真撮影	調整会議（10）
9月21日	トレント調査終了・写真撮影・解体 敷島町内石山より新補石材搬入	
9月22日	A・B面6、7、8段目写真撮影 C面8段目解体 A面南側に栗石・盛土塊部分に石列搬出	
9月23日	A面7、8・B面8、9段目写真撮影 北東部トレント実測・強度測定・写真撮影	
9月24日	C面8段目写真撮影・解体 A面7・B面8、9段目解体	
9月25日	トレント内土層サンプル採取・上面光波測量	
9月26日	A面8・B面9段目・西入隅部3段目解体 C・D面9段目解体 建設部会会	
9月27日	栗石・盛土試験サンプル採取（測量業者） トレント土層観察・実測・強度測定・写真撮影	
9月28日	A面9・B面9、10段目解体 橋台石垣解体・石尻清掃・栗石一部除去	
9月29日	保管石材移動 栗石・盛土除去	
10月1日	石垣部会資料作成	
10月2日	A面9、10段目解体	
10月3日	A面10~17石材周辺の栗石調査・光波測量	
10月4日	A面10・B面10、11段目解体 栗石調査（トレント設置）、盛土・栗石除去	石垣部会（6）関係者視察・石垣講習会（4） 関係者視察
10月5日	A面11・B面11段目解体	
10月6日	石尻確認調査・栗石粒径等調査	
10月8日	A面12・B面11、12段目解体・乍み出し調査 B面栗巻石の記録・写真撮影・掘削	
10月9日	B面11、12、13段目解体 栗石調査・栗石と盛土境部分光波測量	調整会議（11）
10月11日	石尻確認調査・トレンチ土層調査 細荷曲輪西側石積裏石確認作業	
10月12日	A面13~14石材裏より石臼片出土 盛土・栗石除去	関係者視察
10月15日	A面13・B面13、14段目解体	
10月16日	A面14・B面14、15段目石尻確認調査 盛土・栗石除去	新補石材確認（敷島町）
10月17日	A面14段目解体・写真撮影 新補石材搬入 雨天	新補石材確認（敷島町）
10月18日	B面14段目解体 B面述吹塀下側剥離立会	調査検討委員会（2）
10月19日	B面15段目・述吹塀基礎下7段目解体	
10月20日	A面15段目・B面述吹塀下8段目解体	
10月22日	述吹塀南瓦窓調査	工事打合せ
10月23日	B面述吹塀下9、10段目解体 細荷曲輪西側石積施工立会	関係者協議
10月24日	B面述吹塀下10段目解体・発掘調査 矢穴による石削作業	工事打合せ
10月25日	構築壁に伴う壁土搬入 A面6、8、10、11段目解体	関係者視察
10月26日	乍み出し原因調査（B11~19、20、21、22） A面10、11、13、14段目解体 B面11段目解体	関係者視察
10月27日	A面南側に新補石材投入（崩落防止のため） B面13段目下解体	工事打合せ
10月29日	B面14段目追加解体 栗石・盛土除去・栗石粒径調査	関係者視察
10月30日	A面14、15段目解体 B面15段目石尻確認・解体 トレント内土壌調査	委員・部会委員視察 工事打合せ

10月31日	A面14・15段目追加解体 盛土・栗石の除去・調査 B面トレンチ掘削・足場一部解体	関係者観察
11月 1 日	盛土掘削立会・A面16段目解体	
11月 2 日	A・B面16段目解体 井戸確認	関係者協議
11月 3 日	B面16段目解体・雨天のため、午後現場作業中止	
11月 5 日	B面17段目解体	
11月 6 日	B面17段目解体	調整会議 (13)
11月 7 日	B面17段目解体	
11月 8 日	B面17段目解体・トレンチ内土層調査 槽台中央部より井戸跡検出	工事打合せ
11月 9 日	井戸遺構発掘調査、A・B面18段目解体	関係者観察
11月10日	槽台東側・戴荷試験立会 土壤サンプリング 槽台北側・戴荷試験立会 土壤サンプリング (測量業者) A・B面石垣面の清掃・最下段の足場整備	関係者観察
11月12日	盛土除去立会・井戸写真撮影	関係者観察・石垣部会 (7)
11月13日	井戸北側3石取り外し・完掘状況写真撮影 槽台西側切土断面の掘削立会・石列調査 光波測量 (井戸・栗石・石垣)	委員・部会委員観察
11月14日	A面18・19段目・B面19段目解体	
11月15日	A面18、19、20段目解体 西側石列確認調査	
11月16日	石列南側の消堀調査 A面20・B面19、20段目解体	工事打合せ
11月17日	槽台上盛土除去・検査試験立会 溝状遺構調査・光波測量	関係者観察
11月19日	ノリ面・盛土掘削、盛土除去立会	関係者観察
11月20日	D・Eノリ面掘削、盛土除去立会	
11月21日	槽台北側で鉢円状の遺構検出 (井戸) 南斜面ノリ面精査作業立会・土層調査 A面18、20、21・B面19、21段目解体	
11月22日	ノリ面土層調査 A面20、21・B面20段目解体	
11月23日	南側ノリ面土層写真撮影 盛土・栗石最終除去・足場解体 若草町に瓦焼成用粘土搬出	
11月24日	現場片づけ	
11月26日	遺構 (井戸) 3基の発掘調査	
11月27日	井戸発掘調査・光波測量 盛土試験施工立会	調整会議 (14) 関係者観察
11月28日	石材確認立会・出土瓦の分類整理準備 井戸実測	委員・部会関係者観察 新補石材確認 (数島町)
11月29日	出土瓦の分類・遺構の発掘調査	
11月30日	丁張工立会 出土瓦整理・井戸固化作業 新補石材確認 (荒川河川敷)	関係者観察 工事打合せ
12月 1 日	丁張工立会	
12月 3 日	丁張工立会・出土瓦洗浄、分別	石垣構造検討会 (3)
12月 4 日	丁張工立会	
12月 5 日	遺物整理 石積準備工	
12月 6 日	雨天・データ整理作業	
12月 7 日	試験施工立会・光波測量・石材カード記入	
12月10日	槽台盛土除去・石積準備工立会	新補石材確認 (数島町)
12月11日	石積工準備立会・石材カード記入	新補石材確認 (数島町)
12月12日	石積工準備立会・丁張用鉄骨設置 詰石補充、盛土試験施工立会・新補石材搬入	関係者観察
12月13日	盛土試験など立会	
12月14日	石材カード記入・雨天のため午後作業中止 丁張・詰石準備工立会	関係者観察
	盛土試験レーザー探査立会	
	石材カードの現場で確認作業	
12月15日	丁張工立会・詰石工	
12月17日	丁張工立会・盛土試験立会	
12月18日	丁張工立会・部会・委員会資料整理・準備	石垣部会 (8) 調査検討委員会 (3)
12月19日	丁張工立会・詰石工	
12月20日	石材カード整理に伴う確認調査 丁張工立会・新補石材分別作業	
12月21日	石材カード整理に伴う確認調査 丁張工立会 (25日まで)	
12月26日	丁張工立会・工事状況写真撮影 石垣解体調査成果の資料作成・整理	
12月27日	丁張工立会・工事状況写真撮影 石材解体調査成果整理	

12月28日	丁張工立会	
1月 7日	丁張工立会・現場確認	
1月 8日	丁張工立会・現場確認	
1月 9日	丁張工立会・B面輪取り調査	調整会議 (16)
1月10日	丁張工立会	
1月11日	丁張工立会 A面20、21・B面21段目解体 石材カード整理に伴う確認調査	石垣壁石等調査委員会 委員・部会委員視察
1月12日	A B面隅角部石尻確認調査 A・B面22段目解体	
1月14日	丁張工立会	
1月15日	B面21段目解体 石積工立会準備 (新補石材搬入等)	
1月16日	高所作業車による写真撮影	
	石積工準備立会	
1月17日	石積工準備立会・新補石材検定作業 隅角部底部基礎面に敷石設置作業	新補石材確認 (敷島町)
1月18日	石積工準備立会 A面21段目石積	委員・部会委員視察
1月19日	石積工立会	
1月21日	雨天 関係者打合せ	石材選定 (敷島町)
1月22日	石積工立会 (A B面23石材調整・新補石材加工) 植付 栗石盤流入土除去	石垣部会 (9)
	A面20、22段目石積	
1月23日	A B面23石材 A面20、21段目石積工立会 植込石に対応する新補石材選定	委員・部会委員視察・関係者視察
1月24日	A面22・B面20、21、23段目石積工立会	
1月25日	A面20段目石積工立会	
1月26日	A面22・B面20、22段目石積工立会	
1月28日	現場周辺の除雪作業 B面21段目石積工立会	
1月29日	A面21・B面19段目・A B面21石材石積工立会	
1月30日	A面20・B面19、20段目石積工立会 隅角石付近の足場工立会	委員・部会委員視察
1月31日	A面20・B面19段目石積工立会	
2月 1日	旧石材への調整加工確認 隅角部飛散防止ネット取付	教育厚生委員視察・調整会議 (17) 関係者視察
2月 2日	A B面18段目まで石積工立会	
2月 4日	旧石垣加工・栗石盤再確認	
2月 5日	B面19段目裏込・石積工立会	委員・部会委員視察・石積工講習 関係者視察
2月 6日	旧石材加工・石積工立会 盛上工準備・B面西側 (腰石丸) 上の石垣解体	石垣部会 (10)
2月 7日	B面17段目一石解体	
2月 8日	A面17・18・B面18、19段目石積工立会	
2月 9日	B面17・18、19段目石積工立会 足場 盛土・裏込工立会	
2月10日	A面16・B面17段目石積工立会・B面足場工立会	
2月11日	A面15・16・B面17段目石積工立会	
2月12日	B面足場工立会・裏梁調整・盛土・洁工	
2月13日	A面15・16・B面17段目石積工立会・配水管施工	
2月14日	A面17石材鋼付・盛土・栗石刷毛工	委員・部会委員視察
2月15日	A面15・B面15、16、17段目石積工立会 A・B面石積工立会作業継続	委員・部会關係者視察
2月16日	A・B面石積工立会作業継続	
2月18日	A面13、14、15・B面15、16段目石積工立会	委員・部会委員視察
2月19日	A面13・B面15、18段目石積工立会 A面裏込工	
2月20日	A面13、14、15・B面14、15段目石積工立会 A面足場工立会・裏込工	関係者視察
2月21日	A面13・B面14、15段目石積工立会 裏込工・盛土工立会	
2月22日	A面11、12・B面14段目石積工立会 B面足場工立会・裏込工	
2月23日	石積工立会工・裏込工	
2月25日	A面11、12、13・B面13、15段目石積工立会	
2月26日	A面11、12・B面13、14段目石積工立会 裏込工	
2月27日	A面10、11・B面13、14段目石積工立会	工事打合せ
2月28日	現場作業継続	石垣部会 (11)
3月 1日	B面12、13、14面石積工立会	関係者協議
3月 2日	A面10、11・B面13、14段目石積工立会 B面西側解体石材調査	
3月 4日	A面10、11、12・B面11、13、14段目石積工立会	他組整備担当者視察
3月 5日	B面西側 (腰石丸) 岩堀確認調査	
	A面10、11、12・B面13、14段目石積工立会	

3月 6日	A面 9、10、11・B面11、13、14段目石積工立会 A面足場工立会	関係者視察
3月 7日	A面 9、10、11・B面11、13段目石積工立会 足場工立会	他県整備担当者視察
3月 8日	B面11段目石積工立会 石敷工	
3月 9日		
3月11日	丁張工立会（A面）B面10、11、13段目石積工立会	委員・部会委員視察
3月12日	丁張工立会（A面）B面10、11、13段目石積工立会	委員・部会委員視察
3月13日	B面11段目石積工立会・嵩込工	
3月14日	嵩石工・丁張工立会	
3月15日	嵩石工	
3月16日	準備工立会・城内石割実験	
3月18日	準備工立会・石材選別	
3月19日	準備工立会・石材選別	工事打合せ
3月20日	準備工立会・石材選別	
3月22日	見学会準備作業	
3月23日	現地説明会・北垣委員講演会	石垣部会（12）
3月25日	A面 6・8段目引み出し部分の調整	委員・部会委員視察
3月26日	A面 8段目調整繼續	石垣礎石等調査委員会
3月27日	雨天	
3月28日	A面 8段目調整繼續	
3月29日	雨天・盛土確認試験立会	
3月30日	石積工立会	
4月 1日	B面10段目旧石加工	
4月 2日	配管工・盛土工準備 A面 9、10・B面10・C・D面9段目石積工立会	関係者打合せ（黒吉整理室）
4月 3日	配管工・盛土工立会 A面 8、9・B面10、11・C面9・D面8段目石積工立会	
4月 4日	盛土工立会 A面 9・B面 9、10・C・D面8段目石積工立会	調整会議（18）
4月 5日	盛土工立会・A面 9・B面 9、10 C面 8、9・D面 8・E面9段目石積工立会	
4月 6日	A・B・C・D面石積工立会	
4月 8日	盛土工立会・盛土試供体採取・A・B面足場工	
4月 9日	A面足場工立会・B面 9、10・C面8段目石積工立会	
4月10日	D・E面足場工立会・石材選別 A面 7、8・B面 9、10段目石積工立会	
4月11日	D・E面足場工立会・盛土工立会 A面 7、8・B面 9、10段目石積工立会	関係者視察
4月12日	雨天・石材選別・粗削・新補石材搬入	委員・部会委員視察
4月13日	栗石転用石材粗削 A面 8・6・B面 8、9 D面 6・E面 7段目石積工立会	
4月15日	A面 6、7・B面 8、9・C・D・E面 7段目石積工立会 盛土工立会	関係者視察
4月16日	A面 6・B面 8、9・C面 7・D・E面 6段目石積工立会 残石粉砕	視察（国土交通省）
4月17日	A面 6・B面 7、8・9段目石積工立会・残石粉砕	関係者視察
4月18日	A面 6・B面 8、9・D・E面 8段目石積工立会	調整会議（19）
4月19日	A面 6、7・B面 6、8、9・E面 6、8段目石積工立会	
4月20日	B面一部積み直し・石材加工確認	
4月22日	A面 5、6・B面 7、8・E面 5段目石積工立会	
4月23日	A面 6・B面 6、8・D面 5段目石積・真栗工 B面7・E面 4・5段目石積工立会	
4月24日	裏架工・A・E・F面足場工立会 B面西側土層部分分岐終了	委員・部会委員視察
4月25日	盛土工立会・B・C面足場補強	
4月26日	A面 5、6・B面 7・C・F面 5段目石積工立会 裏架工工・栗石配合比率について確認	
4月27日	B面 5、6、7・E・F面 4段目石積工立会・嵩石工	
4月30日	嵩石・嵩石確認 盛土工立会・嵩石工	石垣部会（13）
5月 1日	A面 4、5・B面 5、6 C面 4、5・D面 3、4・E面 5段目石積工立会	関係者視察
5月 2日	A面 4・B面 5、6・C面 3、4・D面 4 E面 3、4段目石積工立会・盛土工立会・嵩石工	
5月 7日	嵩込・栗石配石	
5月 8日	A面 4・B面 5、6、7、8・D面 3段目石積工立会 盛土工立会・嵩込・栗石配石	関係者視察・工事打合せ
5月 9日	A面 4・B面 4、5・C面 3・D面 4・E面 5段目石積工立会	

5月10日	石積工立会	
5月11日	A面4・B面4、5段目石積工立会 B面崩落の可能性のある詰石除去	
5月13日	A面3・4・B面3、4、5・F面3段目石積工立会	工事打合せ
5月14日	A面4・B面4・C面2、E面3段目石積工立会	石垣講習会（5）・委員・部会委員視察
5月15日	A面3、4・B面3、4・C面2、3段目石積工立会	委員・部会委員視察 工事打合せ
5月16日	A・B面3、4・C面2、3段目石積工立会	
5月17日	F面一部積み直し・C・D面足場工立会・午後雨天	
5月18日	佛縫工立会・石材整理	
5月20日	A面3・B面3、5・D面2、3、4段目石積工立会 盛土工立会・裏込工	関係者視察
5月21日	A面2・3、4・F面2段目石積工立会・裏込・足場工立会	
5月22日	A面3・B面2・3・F面2段目石積工立会・裏込工	
5月23日	A面2・3・B面2・C面2・3・F面2段目石積工立会 A面足場工立会・盛土・裏込工	
5月24日	A面3・B面2・3段目石積工立会	
5月25日	A・B面2石材周辺一部積み直し 裏込工・巻巻石工	
5月27日	A面2・B面2・E面2、3段目石積工立会・裏込工	
5月28日	A面1、2、4・B面2・F面1段目石積工立会 裏込工・盛土工立会	
5月29日	A・B面1、2・D面3・E面4・F面1段目石積工立会 裏込工・詰石工	関係者視察
5月30日	A・B面1、2・F面1段目石積工立会・裏込工・詰石工	
5月31日	A・B面1・F面側付完了・詰石設置	
6月1日	石積工立会・復元造石工立会	
6月3日	A面2・B面1段目石積工立会・裏込工	
6月4日	盛土工立会・裏込工	
6月5日	B・D面1段目石積工立会・裏込工	
6月6日	1段目石積工立会・調整・A面作業ヤード片付け B・D面石積工完了	
6月7日	C面石積完了・A面1段目石積工立会・裏込工・詰石工	工事打合せ
6月8日	C・D・E・F面足場・丁張解体・詰石工	
	C面埋設石材運搬・午後石積工全て完了	
6月10日	A・B面詰石工・残石確認・階段部石材加工 C・D・E・F面最終検査	
6月11日	詰石工・配管工事・残石埋め戻し	
	佛台盛土高調整	
6月12日	詰石工・残石搬出・階段部埋め戻し・転圧	
6月13日	詰石工・階段下基礎・埋め戻し A面旧石材の最終確認	工事打合せ 関係者視察
6月14日	腰石垣石積工立会・階段下張工立会・載荷試験立会	
6月15日	腰石垣石積工立会・階段石積工立会・旧材最終確認	
6月17日	腰石垣石積工立会・階段石積工立会撤続	
6月18日	雨天	
6月19日	階段石積工立会・詰石工 佛台南側観測用足場解体・佛台基礎開始	
6月20日	階段石積工立会・旧石材確認	
6月21日	階段石積工立会・高架工・構基礎工事	
6月24日	階段石積工立会・構基礎工事・矢穴調査	
6月25日	階段石積工立会・構基礎工事・矢穴調査	
6月28日	階段石積工立会・構基礎工事	
7月2日	詰石点検・矢穴調査・配置・石材搬入	
7月3日	構基礎工事・腰石設置・詰石工・矢穴調査	
7月4日	足場解体・詰石工・構基礎・腰石設置	
7月5日	足場解体・構基礎工事	
7月6日	磯石削付工	
7月8日	佛台足場解体・構基礎石設置・建築板設工事	
7月9日	仮設撤去工事	
7月10日	雨天	
7月11日～18日	仮設撤去工事立会	
7月19日	見学会準備作業・石垣写真撮影	
7月20日	見学会	
7月22日	佛台写真撮影	石垣部会（15）
7月23日～31日	残務処理	

## 第2章 協議記録

### 第1項 調査検討委員会・石垣部会・石垣構造検討会・現場指導・県外視察

本項では、調査検討委員会、石垣部会、石垣構造検討会、現場指導、県外視察を対象にその内容の概要を報告している。記載の時期は平成13年4月の「マニュアル」制定以後の研修会から始まり事前調査段階、解体調査・設計・改修工事段階、改修工事終了段階の3段階に区分している。その目的は各段階毎での協議内容や実施事項を明確にすることにある。

また、概要とはいって記載量が多いため、より理解しやすいように協議状況の写真を巻末の写真図版に掲載した。

なお、建設部、センター、施工者で構成する調整会議については本項とは区分し第2項で取り扱うこととした。

#### 事前調査段階

名称 日時	内 容
研修会 5月8日(火)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○土木部・教育委員会・施工者による「マニュアル」内容の相互理解</li> <li>○舞鶴城公園整備事業の流れと手法（土木部都市計画課長補佐）</li> <li>○文化財保護と現状変更工事における史跡内での留意点（学術文化財課埋蔵文化財担当）</li> </ul>
平成13年度 第1回 調査検討委員会 5月17日(水)	<p>1 平成12年度事業報告      2 平成12年度調査報告      3 平成13年度整備計画      4 「マニュアル」に関する説明</p> <p>【主な内容】 土木部と教育委員会の協力体制、教委監督員制度、役割分担</p> <p>5 稲荷橋復元の基本方針についての説明</p> <p>【主な内容】 工期、工程、強度と安全性、基礎構造、復元時期設定、瓦復元、使用部材の产地</p> <p>6 稲荷橋台石垣改修工事の基本方針についての説明</p> <p>【主な内容】 部会設置、解体調査時の職員配置体制、石垣破損状況、具体的な調査方法、石材カード作成、石材保管方法、石材再利用判定方法、事業期間中の委員会開催方法、広報活動と情報公開</p> <p>【確認事項】</p> <p>○解体調査と改修期間は基本的に各3ヶ月であることを確認。      ○今後石垣部会を立ち上げ、実施していくことを確認。      ○石材調査へのカード記入および、石材再利用における最終的な判断は判定基準に基づき教委監督員がおこなうことを確認。      ○石垣解体調査の段階毎に調査検討委員会を開催することを確認。      ○情報公開の方法（見学会・広報活動）についても具体的に検討することを確認。      ○解体範囲の基本方針は15段目であることを確認。</p>
第1回 石垣講習会 5月18日(木)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○城内石垣の実地講習と石積技術の変化</li> <li>○石垣改修工事をおこなう場合の留意点</li> <li>○檍台石垣の現状確認</li> </ul>
県外視察 5月23日(水) 5月24日(木)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○城郭と公園整備の実施事例（福岡城）</li> <li>○石垣改修工事の体制と方法（肥前名護屋城）</li> <li>○解体調査と改修方法</li> </ul>
県外視察 5月29日(火) 5月30日(水)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○城郭と公園整備の実施事例（姫路城）</li> <li>○施工監理体制と現場の運営方法（明石城）</li> <li>○修復工事の課題</li> </ul>
第1回 石垣部会 第2回 石垣講習会 6月8日(金)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○経過説明</li> <li>○檍台改修の計画と課題</li> <li>○現場視察</li> <li>○課題事項の確認</li> </ul>



第3回 石垣講習会	○経過説明 ○肥前名護屋城関係職員等による現場視察
第2回 石垣部会 6月12日（火） 13日（水）	○福荷橋台石垣破損状況と整備手法 ○新補石材产地視察 ○今後の事業計画 ○課題事項の確認
県外視察 6月14日（木） 15日（金）	○野面積石垣の復元事例視察（二本松城） ○施工体系と問題点 ○石垣の構造解析方法と現場視察（仙台城）
第1回 石垣構造検討会 6月27日（木）	○事業の概要説明 ○石垣の勾配設計について ○盛土の強度について
第3回 石垣部会 第2回 石垣構造検討会 6月30日（土）	○経過説明 ○石垣改修方法の概要説明 ○福荷橋台石垣破損状況についての検討 ○石垣構造体としての検討 ○盛土・裏栗石・石垣の構造と強度 ○強度から考えた石垣構造と改修方法 ○課題事項の確認
第4回 石垣部会 7月18日（水）	○経過説明（県外視察の報告など） ○改修の基本計画報告 ○改修時の指導体制の確認 ○改修における石垣解体範囲の検討 ○石垣改修における勾配の現状と方針 ○既存石垣（平成8年度施工分）等の取り扱い ○盛土・裏栗石の施工事例の検討 ○課題事項の確認

#### 解体調査・設計・改修工事段階

名称 日時	内 容
現場指導 第5回 石垣部会 8月20日（月） 8月21日（火）	○経過説明 ○解体調査現場の視察（解体2段目段階） ○発掘調査報告（輪宝等の遺物出土状況と輪宝と椿石垣の相関性について） ○改修基本計画の課題報告 ○新補石材の選択とその具体的方法 ○新補石材の加工方法の指導 ○解体石材の保管方法と新補石材の管理方法 ○課題事項の確認
現場指導 9月13日（火）	○旧石材の破損状況の中間報告 ○盛土・裏栗石の調査成果中間報告 ○解体調査現場の視察（解体4段目段階）
第6回 石垣部会 第4回 石垣講習会 10月2日（火）	○経過説明 ○旧石材の破損状況の中間報告 ○盛土・裏栗石の調査成果中間報告 ○解体調査現場の視察（解体10段目段階） ○盛土の版築についての検討 ○線割りのある石材の取り扱い方法 ○孕み出し部分の調査報告 ○石垣改修方法の検討 ○解体範囲の確認 ○課題事項の確認

<p>平成13年度 第2回 調査検討委員会 10月12日（金）</p>	<p>1 石垣部会・調整会議・研修・講習・視察の実施状況報告 2 解体調査現場の視察（解体13段目段階） 3 石垣部会委員による部会経過報告（北垣委員より） 4 解体調査成果の中間報告</p> <p>【主な内容】 石材破損状況、裏栗石および盛土調査報告、線刻画調査報告</p>
	<p>○解体・石材調査データ集計として、解体調査石材総数は10月10日現在で951石、そのうち石材調査が終了している石材数は629石であることを報告。その他、石材利用度評価結果、石材評価結果について、線刻画確認石材数は92石、破損石材の外観観察と解体調査結果による増加比率は13.44倍、石垣高さと石材長の変化資料、裏栗石粒径分布資料、解体調査の概要、盛土断面観察記録、石材再利用区分データ、石材控え長別データ、線刻画確認状況についての報告。</p>
	<p>【確認事項】</p> <p>○石材は再利用の可否にかかわらず、すべてデータを取っていくことを確認。</p>
	<p>5 石垣の改修設計の基本方針の説明</p>
	<p>【主な内容】 3次元測量実施成果、櫛合石垣の特徴、改修設計の基本方針、新補石材の調達</p>
	<p>【確認事項】</p> <p>○3次元測量を実施し成果データをもとに、勾配と局所的な孕み出しを確認しながら、適正な勾配を導き出し改修方法を検討していく方針を確認。</p>
	<p>○石材破損率が非常に高く、新補石材の調達が課題となっており、具体的な調達方法と進め方を確認。</p>
	<p>○5～6段目の江戸崩と思われる部分の谷積みについては、文化財として元のように戻すが、積み方を考え、安定した積み方で実施することを確認。</p>
	<p>6 解体範囲の拡張</p>
	<p>【主な内容】 石材の破損状況、隅角石の破損状況、盛土支持力との相関性、孕み出し部分の取り扱い</p>
	<p>【確認事項】</p>
	<p>○当初の解体範囲（15段目）は暫定ラインと認識。20段目の危険が認められる箇所については、孕み出しの部分などを部分的に可能な限りは直して積み直すとの考え方もあるが、解体しながら調査検討をおこない、残せる部分は最大限に残すという基本は今まで最大20段という方向で対応することを確認。</p>
	<p>○盛土の強度については15段目以降は掘削調査をして現況を把握し、補強する予定であることを確認。</p>
	<p>○解体調査時に石列を1層ごとに真上から石材の破損状況を写真撮影し、具体的な状況を記録を継続することを確認。</p>
	<p>○20段目については改修後に不安材料を残すよりは解体の対象にすることを確認。</p>
	<p>7 その他</p>
	<p>○福荷櫛台床下の状態を見られるようにとの要望があったが、砲石は工法的に展示が困難であることを回答。</p>
	<p>○砲石、石列、横木など構造の確認。</p>
<p>現場指導 10月30日（水）</p>	<p>○解体調査成果の検討 ○解体調査方法の検討 ○解体調査現場の視察（解体15段目段階）</p>
<p>第7回 石垣部会 11月12日（月） 11月13日（火）</p>	<p>○経過説明 ○旧石材の破損状況の中間報告 ○盛土・裏栗石の調査成果中間報告 ○解体調査現場の視察（解体17段目段階） ○解体調査の今後の方針 ○解体範囲の確認 ○石垣改修方法の検討 ○課題事項の確認</p>
<p>現場指導 11月28日（水）</p>	<p>○解体調査現場の視察 ○解体調査方法の検討 ○石材破損状況の確認と解体範囲に関する検討</p>
<p>第3回 石垣構造検討会 12月3日（月）</p>	<p>○盛土・裏栗石の試験施工結果と工法の検討 ○石垣の安定解析と復元勾配の検討</p>

第8回 石垣部会 12月18日（火）	<ul style="list-style-type: none"> <li>○経過説明</li> <li>○旧石材の破損状況の中間報告</li> <li>○盛土・裏栗石の調査成果中間報告</li> <li>○解体範囲の確認</li> <li>○石垣改修方法の検討</li> <li>○課題事項の確認</li> </ul>
平成13年度 第3回 調査検討委員会 12月18日（火）	<p>1 石垣部会・調整会議・研修・講習・視察の実施状況報告</p> <p>2 解体調査現場と丁張の検査（解体20段目段階）</p> <p>3 解体調査成果の中間報告</p> <p>【主な内容】 石材破損状況、裏栗石および盛土調査報告、線刻面調査報告、石材破損原因調査、構造調査報告</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○石材の破損原因、石材検査の方法、矢穴に関する課題、交換石材新補率・交換石材段別挫え平均比較、解体調査状況写真、3次元測量データ図面、稲荷橋台地山切り土平面ならびに井戸跡の分布についての説明。</li> <li>○現場での調査成果をもとに、石垣の伸びる原因として石材自身、栗石、積み方に問題があるとの成果が得られ、改修時の留意点とすることを説明。</li> <li>【確認事項】</li> <li>○橋台の発掘調査により検出された井戸については、橋台造成以前の遺構と考えられ、埋設保存とすることを確認。</li> <li>○発掘調査により検出された井戸について、甲府城築城以前以後にかかわらず資料化することを確認。</li> <li>○石材の再利用については、文化財として取り扱い資料を整えるなど、最終的には本会で確認することを確認。</li> </ul> <p>4 石垣の改修設計と方法</p> <p>【主な内容】 盛土の強度、改修設計図、新補石材の調達、破損石材の再利用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○盛土については、検出された地山は建設される構造物を支える基本的な耐力があると認められ、第7回の部会でも確認済みであることを説明。また、12月3日、関西大学西田、八尾氏らにより建築工学的な立場から、盛土、栗石、積み石についての助言を受けたことを報告。</li> <li>○新補石材の確保についてはおむね順調、ルールにのっとり予定どおり進行していることを報告。</li> <li>【確認事項】</li> <li>○再利用できない石材については、栗石や石垣以外の場所で利用することを確認。</li> <li>○詰め石、石材交換システム、丁張設計の確認。</li> <li>○新補石材選定においては時代性、地域性など石材の持つ特徴をつかんで活かしていくよう努めることを確認。</li> </ul> <p>5 解体範囲の拡張</p> <p>【主な内容】 石材の破損状況、隅角石材の破損と変位</p> <p>○21段目隅角石の安全性について協議。解体範囲は前回において20段目までと決定したが、現場の状況で解体範囲の変更もあり得ることを確認。</p> <p>6 その他</p> <p>【主な内容】 橋台石垣下の堀復元、市道切り回し、報告書刊行</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○甲府城跡整備の全体についての確認。石垣完成後の安全確保や都市公園としての運営管理をはじめ、堀の復元、周辺の交通システムの問題など今後の方針を作成してほしいとの要望が出された。</li> <li>○石垣の解体、修復、復元に至るまでの一連の過程における課題、経緯、成果を全国に公開できるよう報告書としてまとめる必要があるとの指導があった。</li> </ul> <p style="text-align: right;">【写真】</p>
現場指導 1月11日（金）	<ul style="list-style-type: none"> <li>○解体調査現場と解体範囲の検査（解体21段目段階）</li> <li>○改修設計・方針に関する検討</li> </ul>
現場指導 1月18日（金）	<ul style="list-style-type: none"> <li>○解体調査現場と解体範囲の検査（解体23段目段階）</li> <li>○改修設計・方針に関する検討</li> <li>○石材保管状況検査</li> </ul>
第9回 石垣部会 現場指導 1月22日（火） 1月23日（水）	<ul style="list-style-type: none"> <li>○経過説明</li> <li>○石垣改修方法の検討と現場視察（改修23段目段階）</li> <li>○新補石材の選定・加工・利用方法</li> <li>○施工に関する課題協議</li> <li>○課題事項の確認</li> </ul>

現場指導 1月30日（水）	○改修工事状況の視察と現場指導（改修20段目段階）
第5回 石積工講習会 2月4日（月）	○改修石垣の実地講習と検討 ○周辺石垣との比較検討 ○石材の加工と積み方
第10回 石垣部会 2月5日（火）	○経過説明 ○石垣改修方法の検討と現場視察（改修18段目段階） ○盛土・裏栗石の施工方法について ○施工に関する課題協議（盛土補強方法の確認） ○課題事項の確認
現場指導 2月14日（木） 2月15日（金）	○改修工事状況の視察と現場指導（改修16段目段階） ○石積に関する指導（隅角部の重点指導） ○旧石材の加工に関する指導 ○安全対策指導
現場指導 2月18日（月）	○改修工事状況の視察と現場指導（改修15段目段階）
第11回 石垣部会 2月28日（木）	○改修工事状況の視察と現場指導（改修13段目段階） ○裏栗石の施工方法について ○施工に関する課題協議 ○課題事項の確認（新補石材比率などについて）
現場指導 3月11日（月） 3月12日（火）	○改修工事状況の視察と現場指導（改修11段目段階） ○石積に関する指導 ○旧石材の加工に関する指導（実施状況とルールの再確認） ○安全対策指導
第12回 石垣部会 3月23日（土）	○現場視察と改修方法の指導（改修10段目段階） ○天端の施工方法の検討 ○盛土・裏栗石の施工方法について ○内部構造・強度に関する協議 ○横復元に伴う埋設物等（配管）の協議 ○施工に関する課題協議 ○課題事項の確認（破損石材の裏栗石への転用について）
現場指導 3月25日（月）	○石材加工に関する指導 ○裏栗石に関する検討
現場指導 4月12日（金）	○現場視察と改修方法の指導（改修8段目段階） ○石積に関する伝統技術の検討（見学会にむけて）
現場指導 4月24日（水）	○現場視察と改修方法の指導
第13回 石垣部会 4月30日（火）	○経過説明 ○現場視察と改修方法の指導（改修5段目段階） ○天端の施工方法の検討 ○裏栗石の施工方法について（裏栗石の配合比） ○施工に関する課題協議（再利用できない破損旧石材の取扱い方法） ○課題事項の確認（線刻画の再利用）
第6回 石垣講習会 5月14日（火）	○天端の施工と積み方の指導（改修4段目段階） ○盛土・裏栗石の施工方法（天端付近の検討）
現場指導 5月15日（水）	○石垣改修の実地講習と検討 ○石材の加工と積み方 ○安全対策指導

[写真]

[写真]

現場指導 第14回 石垣部会 6月3日（月） 6月4日（火）	<ul style="list-style-type: none"> <li>○経過説明</li> <li>○石垣改修方法の検討</li> <li>○盛土・裏栗石の施工方法について（天端付近の最終確認）</li> <li>○施工に関する課題協議</li> <li>○課題事項の確認</li> </ul>
平成14年度 第1回 調査検討委員会 6月4日（火）	<p>1 調査にかかる平成13年度報告及び14年度計画</p> <p>2 整備にかかる平成13年度報告及び14年度計画</p> <p>○平成13年度事業は、建築基礎を含む横台石垣の改修が7月をもって終了予定、建物の建設に引き継がれること、統いて福井曲輪北側の作業ヤードの整理、園路、縁石の整備に移ることを確認。</p> <p>3 石垣部会・調整会議・研修・講習・視察の実施状況報告</p> <p>4 現場視察（改修2段目段階）</p> <p>5 解体調査成果の中間報告</p> <p>【主な内容】 石材破損状況、裏栗石および盛土調査報告、線刻画等調査報告、石材破損原因調査</p> <p>○石垣解体ライン微調整の実施、旧石材の加工、西面石垣の根石について、平成8年度施工石垣（C～F面）の取り扱い、天端の設計高、裏栗石幅の設定、裏栗石の配合、裏栗石の充填と転圧方法、栗巻石の施工と役割、盛土補強の方法、盛土の転圧方法、線刻画石材の再利用法、石垣石材の残石の取り扱い、横台の配管状況、礎石の復元、結石の取り扱い、現場見学会等の実施状況の報告。</p> <p>【確認事項】</p> <p>○「栗巻石」の呼称、役割についての検討と確認。</p> <p>6 石垣改修状況</p> <p>【主な内容】 改修状況と課題、新補石材の調達、破損石材の再利用</p> <p>○キオイについては3次元測量によって確認できる部分があるため採用することを説明。</p> <p>7 解体範囲の拡張理由説明</p> <p>【主な内容】 最終的な解体範囲、隅角石材の破損と変位の原因</p> <p>8 その他</p> <p>【主な内容】 石材カード作成状況、本事工報告書の刊行、安全管理、復元工事との調整</p> <p>○解体石材に関する石材カード作成状況と実物の提出をし、石材管理状況を報告。</p> <p>○報告書刊行計画について、体裁、目次、刊行計画資料を提出し説明。</p> <p>○線刻画石材のある石材については、横台石垣の見える場所で再利用するが、原位置ではないので、解説板で誤解のないように配慮した上で設置してほしいとの意見が提案された。</p> <p>○コンクリート基礎の厚さを確認。</p> <p>○今後積み直しが予想される石垣についても、計画の検討およびチェックしていく必要性があるとの意見が出た。公園としても全体の管理計画が出ていないため、これについても検討会があるのが望ましく、平成16年3月までを甲府城跡調査検討委員会第1次委員会として、その後に第2次調査検討委員会をおこなう方法を検討する必要があるとの意見が出た。</p> <p>○横台周辺の安全管理のために、定点観測などを今後も定期的におこなうことを確認。 [写真]</p>

### 改修終了後段階

名称 日時	内 容
第15回 石垣部会 7月22日（月）	<ul style="list-style-type: none"> <li>○経過説明</li> <li>○石垣改修完了後の視察</li> <li>○報告書刊行計画の協議</li> </ul>
第4回 石垣構造検討会 9月5日（木）	<ul style="list-style-type: none"> <li>○最終施工方法と分析結果の検討</li> <li>○今後の課題</li> </ul>
現場指導 9月17日（火）	<ul style="list-style-type: none"> <li>○施工終了後の変位</li> <li>○報告書作成の指導</li> </ul>

## 第2項 調整会議

本項では建設部、センター、施工者など現場レベルで実施してきた調整会議の内容についてまとめている。調整会議は本工事を進めるうえでの具体的な内容を協議、検討し確認決定するものである。また、開催は基本的には隔週であるが、状況に応じて詳細は現場で随時協議し進めてきた。

特に、第17回調整会議以降については改修工事のピークにあたり、建設部監督員もほぼ常駐し、また部会の開催および部会委員の視察が頻繁に実施され、日常的に直接現場打ち合わせがおこなわれたため調整会議としての開催が散発的になっている傾向がある。

### 事前調査段階

名称	日時	内 容
<b>第1回調整会議</b> 平成13年5月8日		<p>1. 石垣解体・発掘調査について            ○石垣番付作業は、早野組により文化財調査と並行しておこなう。            ○石垣及び盛土調査は1石列毎おこなうことを原則とするが、C→F面の積み直し部分についてはこの限りではないことを確認。            ○高所作業車により、石垣番付作業をおこなう。            ○橋台上面の文化財調査は7月からおこなうことで調整。</p> <p>2. 現状変更許可申請について            ○土木部は仮設等で使用する範囲について、現状変更許可申請をおこなうことを確認。</p> <p>3. 北側仮設ヤード内における残石、残土の処置について            ○残石は石材の形状寸法で分類し、ヤード内に平積で保管する。            ○残土は石材除去後、スケルトンパケット等により処理する。            ○教委監督員は復元する礎石を残石中より確保する。</p> <p>4. 内松蔭門の園路（進入路）設置について            ○教委監督員立会により施工すること。</p>
<b>第2回調整会議</b> 平成13年5月22日		<p>1. 残石、残土について            ○教委監督員による石材の選別、保管場所指定後、残土のふるい分けをおこない処理する。            ○ふるい分け後の残土は教委監督員確認後、城外搬出する。</p> <p>2. 3次元測量実施について            ○石垣改修計画図作成にあたり、3次元測量を実施する。            ○測量作業は石垣工事本体に含めることとし、設計変更によりおこなう。            ○測量内容は教委監督員の指示による。</p> <p>3. 石垣解体時の轟打作業について            ○教委監督員による実施案を策定し、番付作業と同時に轟打をおこなう。</p> <p>4. 盛土材（粘性土）の材料確認について            ○物理的特性においては土質調査委託を発注し、盛土材としての検証をおこなう。            ○文化財的見地からは部会から指導を受け調整をおこなう。（石垣構造検討会）</p> <p>5. 新補石材の確認について            ○採石場にて教委監督員が決定することを確認。</p>
<b>第3回調整会議</b> 平成13年6月8日		<p>1. 工程について            ○6月末までに仮設防護柵を設置予定。その後、足場設置工事開始の予定。            ○石垣解体前20日前後で橋台上面の文化財調査をおこなう予定。</p> <p>2. 根石調査の処置について            ○調査後、根石の押さえとして大きめの石を捨て石として投入し、掘削土で埋め戻す。</p> <p>3. 石垣の孕み出し部の処置について            ○現時点での解体範囲では石垣の孕み出しは未考慮であるため、12・13日の部会において構造上修復が必要とされる部分を現地協議し、解体範囲を決定する。</p> <p>4. 本工事における石垣調査の位置付けについて            ○石垣の解体調査と改修工事は一体であるという認識のもと、本工事を進めていくことを確認。            ○実際の調査項目については、まとまり次第報告する。</p>

## 解体調査・設計・改修工事段階

名 称 日 時	内 容
第4回調整会議 平成13年6月26日	<p>1. 工事進捗状況確認        ○仮設道路の切り廻し終了。6月中には防護柵設置完了と工程的には予定どおり。</p> <p>2. 根石調査について        ○B面石垣根石ラインの確認は、隅角石の根石部と橋の西端付近の2カ所で確認する予定であるが、隅角部が埋設物等の影響により確認できない場合、B面中间付近にて確認することとする。</p> <p>3. 石垣の現況調査、解体範囲について        ○当初設計の石垣解体範囲内の事前調査は教委監督員がおこない、解体ラインを現況石垣にテープ等でマークする。(6月29日までを予定)</p> <p>○解体範囲外の石垣については教委監督員が石工を同行させ、状況確認をおこなう。(7月3日までを予定)</p> <p>○調査における墨打、番付は教委監督員が図面確認後、施工者がおこなう。</p>
第5回調整会議 平成13年7月10日	<p>1. 工事進捗状況確認        ○番付作業終了後、墨打をおこない、7月12日から足場設置開始の予定。</p> <p>2. 橋台上面調査について        ○橋台上面調査内容は、平成8年度実施の改修箇所の盛土確認。上面表土30~50cm下の造構面確認。擬木樁及び基礎を撤去後、同箇所の造構・遺物の確認をする。</p> <p>3. 作業の実施について        ○足場設置と上面調査は調整しながら同時進行でおこなう。</p> <p>4. 石垣解体範囲について        ○石垣解体ラインは16・17日予定の部会で確認のち決定する。</p> <p>5. 石垣設置図について        ○3次元測量結果による検討案を部会で確認し、設計図作成の方針付けをおこなう。サンプルとして過去の石積工事の図面(写真測量図)を提出してもらう。</p> <p>6. 石垣解体について        ○平成8年度に施工した石垣では、任意に作業をおこなえるが、根石周辺は古い石垣であるため発掘調査対象となり教委監督員と調整し、石材、裏込材、盛土材の確認作業をおこなう必要があることを指示。</p>
第6回調整会議 平成13年7月24日	<p>1. 橋台調査について        ○7月23日より上面調査開始し、表土の撤去作業終了を報告。</p> <p>○CDE面石垣解体に先立ち、根石部分の掘削調査終了後、解体作業に入る。</p> <p>○解体前に教委監督員と石工により現況の石材表面調査をおこない、利用可能な石材の確認と面型取りをおこなう。</p> <p>2. 城内の残石で使用可能石材の選別について        ○残石より控え長800mm以上の石材を事前選別しておくと効率的であるため指示。</p> <p>3. 石垣の解体範囲について        ○解体範囲とその状況については段階的に委員会の確認を受けることを確認。</p>
第7回調整会議 平成13年8月9日	<p>1. 工事進捗状況確認        ○石垣1段目取り外し作業着手。</p> <p>2. 解体範囲拡大に伴う現状変更許可申請の修正について        ○解体範囲の拡大・変更については、委員会報告後、再度申請をおこなう必要があることを確認。</p> <p>3. 解体調査について        (1) 作業工程の調整        ○当初石垣1段当たり5日を想定していたが、現状で7日を要している。今後の状況を考慮し、1段当たり平均4日でおこなわないとの工期が守れない。</p> <p>○平成8年度施工分については石材調査は不要。</p> <p>○ヤードへの石材運搬の効率を上げるために手法を検討する課題がある。</p> <p>(2) 旧石材再利用に関する判断方法について        ○具体的な方法は現場で情報交換して具体案を作成する。その後20、21日の部会にて決定。</p> <p>4. ヤードについて        ○作業・保管ヤードが不足しているが、解決策としてJR跡地、園路内等の余地を検討。現在のヤード内の有効利用策として、石材の置き方、並べ方等を再度検討し、スペースの効率化を図る。取り外し石材の内、再利用不可能なものについてはストック列とは別に山積みで保管する。</p>

	<p>5. 現地発生材の再利用方法について ○現地発生材より裏栗材をふるい分けする際は、平均75.00mm程度をスケルトンパケットのふるい目を鉄筋で調整したものを選別し、橋荷檜上面の三合土は、現地発生材として再利用する。</p> <p>6. 石材の強度確認について ○旧石材を試料に強度試験をおこない、石材材料としての強度基準を検討する。新補石材については強度基準により材料確認（品質管理）をする。確認方法としてはシュミットハンマーなど現場でおこなえる方法も検討。</p>
第8回調整会議 平成13年8月23日	<p>1. 工事進捗状況確認 ○1段当たり1週間から10日程度をしているため、工期内の完成が困難であると考えられる。よって2段毎に解体できる調査方法を検討する必要がある。</p> <p>2. 第5回石垣部会結果報告 ○石材の保管については、保管ヤードが不足しているため番号管理が可能であれば2段積みの仮置きでもよい。 ○城内仮置きより選出された新補石材はほとんど使用可能である。 ○石材加工は洞の部分でおこなうこととし、面は極力加工しない。 ○荒川左岸に仮置きしてある石材は使用可能なものは現場で選別し搬出する。</p> <p>3. その他 ○塩硝藏跡埋設構造は碎石等で養生し、石材ヤードとして敷地不足を解消させることを検討中。</p>
第9回調整会議 平成13年9月6日	<p>1. 工事進捗状況確認 ○A面3段目、B面4段目、C~F面5段目まで解体終了。</p> <p>2. 解体調査について ○2段毎の解体は盛土、裏栗石を2段分撤去するという意味であり、基本的には石垣は1段毎に調査しながら取り外しをおこなう。 〔対応策〕 ○盛土調査は先行して2箇所のトレンチ掘削をおこない、その後に全面掘削とする。またA面で解体調査しながら同時にB面で盛土掘削と裏栗石の除去と交互に作業をおこない、1段を3~4日の工程としたい。そのため、石材、盛土等の運搬車1台、石工1名を増やす必要があるので、施工業者は検討してほしい。 ○アーム下での作業防止・効率化のため、クレーン車の位置をその都度変更する場合に桟の木が支障となるため移植を検討してほしい。</p> <p>3. その他 ○石垣のノリとソリの計画は現状石垣の高さ毎の角度調整が終了したので、調整角度を測量会社により3次元フレーム化し、その成果を検討後、最終案の座標計算を10月末までにおこなう予定。</p>
第10回調整会議 平成13年9月20日	<p>1. 工事進捗状況確認 ○A面6段、B面7段まで解体済み。5日で1段のペース。</p> <p>2. その他 ○管理・保管ヤード不足で、仮置きしている破損石材の中で明らかに再利用不可能な旧石材は教委監督員の指示により、取り外し後残石置き場へ移動させる方法とする。 ○構築時に伴う土壁作りのヤードをトイレ北10m×30m範囲に確保する。ただし塩硝藏跡はコンバネで養生することを指示。 ○現在までの盛土調査においては版築パターンは認められないが、サンドイッチ構造の版築とせず、土質調査をおこない、発生土をそのまま再利用する方向で考えていくことを確認。</p> <p>3. 解体範囲 ○10月12日に調査検討委員会を開催予定、その際石垣の状態を報告・観察してもらい、現場の意見としてはおおよそ20段目まで解体範囲を拡大する点を検討し、決定したい。</p>
第11回調整会議 平成13年10月4日	<p>1. 工事進捗状況確認 ○A面10段、B面11段まで解体終了。3~4日で1段のペース。</p> <p>2. 破損石材の処置方法について ○部会において教委監督員の判断により、再利用不可能な旧石材は栗石等とは別の場所にまとめて保管することを了承。</p> <p>3. 石積工丁張について ○丁張の基礎構造については、安定設計等の計算をおこない検討する。その際造構根石の問題で杭は打たないことをすると。したがってH鋼の建て方としてはコンクリート基礎等を地盤に固定した方法が望ましい。</p> <p>4. 石垣復元図の修正について ○部会による確認を取り、最終図面を作成する段階にきている。</p>

第12回調整会議 平成13年10月18日	<p>1. 工事進捗状況</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○A面14段、B面13段まで解体終了。3～4日で1段のペース。</li> <li>○解体範囲を新たに判断した破損状況を根拠に20段までと検討すると、解体終了予定は11月25日となる。</li> <li>○石積改修工程については、隅角石から左右面ずつ別パートで施工するなど最短工程を検討する。</li> </ul> <p>2. 第2回調査検討委員会結果報告</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○石垣解体範囲は最大20段とし、残せるものは極力残す方法とする。</li> <li>○石材破損状況等を勘案しながら、現場で判断し部会で最終確認をおこなうこととする。</li> </ul> <p>3. 石積の方法について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○原則として旧石材は元へ戻すが、元位置までの許容範囲や、新補石材の加工程度などのルール作成が必要である。これは部会の意見を参考にする。</li> </ul> <p>4. 丁張について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○丁張は現場確認のため内側から支えをし、すべての丁張を組み部会等の確認後、安全性・運搬対策のため取り外し、段階的に丁張を組んでいく方法とする。</li> </ul>
第13回調整会議 平成13年11月6日	<p>1. 工事進捗状況確認</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○A面16段、B面17段まで終了。11月20日前後で隅角石20段目到達見込み。</li> <li>○盛土掘削については支持自然地盤付近に到達する予定のため、土質状況を確認しながら作業をおこなう。</li> <li>○支持地盤確認後、平板載荷試験実施。予定としては8日。</li> </ul> <p>2. 溝水の処理について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○掘削断面の湧水については排水構造を検討する必要がある。(請負業者)</li> </ul> <p>3. 鉄骨丁張について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○C～F面側の丁張については、盛土内に控えの杭を打ち、丁張を支持する構造を検討中。</li> </ul>
第14回調整会議 平成13年11月27日	<p>1. 工事進捗状況確認</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○23日石垣解体終了。23～24日足場撤去。</li> <li>○今週中に鉄骨丁張工の型枠設置とコンクリート打設予定。その後、鉄骨を組み立てる。今年中は新補石材の確保作業を重点的におこない、年明け後の積み出しに備える。</li> <li>○支持地盤(自然)から発見された井戸跡はあと1～2日で調査終了予定。</li> </ul> <p>2. 新補石材測定作業ヤードについて</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○採石場内には新補石材の測定作業ヤードが確保できないため、至急作業ヤードを確保するため、関係者と協議する必要がある。</li> </ul> <p>3. その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○解体ライン上の微調整部分は準備が出来次第早急に積み出し、工期短縮の努力をしていく。</li> <li>○井戸跡は調査終了後、下部に鉢石を充填し、安定処理材を50kg/m添加した発生土で埋め戻し、埋設保存する方針とする。</li> <li>○地下水の湧水対処法として暗渠排水溝を検討する。</li> <li>○盛土試験施工結果より転圧機は振動ローラー-2.5tとし、30cm撤出で6回転圧、仕上がり厚は23cm程度を標準とするが、再度安定処理材を添加したもので試験施工をおこなう。</li> </ul>
第15回調整会議 平成13年12月13日	<p>1. 工事進捗状況確認</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○丁張準備、盛土においては土質調査、及び材料試験をコンサルでおこなっている。年明けには石積作業開始。</li> </ul> <p>2. 石垣工事について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○石積作業スペースについては円滑に進むようにすることを確認。</li> <li>○石積の手法、材料等段階的な確認方法の工程を優先し再検討することとし、部会、委員会の確認を得た上で、解体面積の拡大に伴い平成14年7月完成で工程を調整する。</li> </ul> <p>3. 石垣解体範囲の変更について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○石垣20段目解体時で23段目隅角石が最大5mm移動していることが確認され、かつ新しい亀裂が確認された。よって後日開催予定の委員会で現地視察をしてもらい、安全を考え隅角部は24段目まで解体することを理解してもらう。また引き続き位の測量をおこなうこととする。</li> </ul>
第16回調整会議 平成14年1月31日	<p>1. 工事進捗状況確認</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○丁張完成の段階にて、復元図のとおりであると確認。</li> </ul> <p>2. 石積の施工管理方法について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○丁張に対して石面全面ではなく、石材の形状によって異なるが、点でも面でも1ヶ所合わせていくことを基本とする。</li> <li>とくに凹凸のある石材の場合は、一番突出した積み石部で丁張合わせを基本とし、個々の石材の形状に合わせておこなう。</li> </ul> <p>○管理方法は座標にて管理することとする。</p>

<b>第17回調整会議</b> 平成14年1月28日	<p>1. 工事進捗状況確認  ○横み始めに当たり、孕み出し部分の微調整をおこなったため、予定より1週間程度の遅れが生じた。  ○3m／日・2班の石積ベースである。</p> <p>2. 石垣部会結果報告  ○基本的に安全第一に安定した積み方を最優先させる方向でおこない「マニュアル」に従い原位置に戻していくことを確認。</p> <p>3. 石垣解析の中間報告（明治コンサルタント）  ○盛土については基本的にセメント系固化剤を50kg/m<sup>3</sup>（2%）の割合で添加するが、養生温度が低いと強度が発現しない。対策として寒季期（0℃以下）が連続する時期、通常甲府市内では2～3月中）施工箇所については100kg/m<sup>3</sup>添加とする。</p> <p>○地山からの湧水処理については碎石層を設け、裏栗石層へ抜けさせる方法を探る。また長期間の排水効力を期待して中に暗渠配水管（ネトロンパイプ）を設置する。構造については案を検討する。</p> <p>○栗石の配合は現地発生材：割栗石：道床パラスト：碎石20-13=5:2:2:1が望ましい。</p> <p>○盛土が補強される結果、現況程度の栗石層厚であれば石垣の安定に大きな影響を及ぼさないので、設計上で裏栗石層厚を決定するよりも、解体調査データを基に復元することを確認。</p>
<b>第18回調整会議</b> 平成14年4月4日	<p>1. 工事進捗状況確認  ○本工事において全行程の1/3が終了。3月中旬の検査時で220/665mまで完成。工程速度は7.5m/日で進行中。A面9段目、C面2段目まで施工済み。  ○本工事が終了次第、福荷橋基礎整備工事に取り掛かる計画を確認。</p> <p>2. 工程状況について  ○改修工事は3パーティー（各面4人／1パーティー）12名でおこなっている。1パーティーの工程速度は2.5m/日。</p> <p>3. C～F面の施工方法について  ○平成8年度積み直し部の石積方法についてはA面と雰囲気を合わせ、平成8年度の新補石材を再利用する。  ○F面は大正期の間知積みで直され、これを平成8年度に直した経過があるので今回は平成8年度のままとする。</p> <p>4. 残石処理について  ○再利用不可の旧石材を粉碎し、裏栗石として再利用する。来週より石材選別開始、15日頃より粉碎開始予定。</p> <p>5. 西面根石レベルについて  ○C～D面については平均283.5m、E面については平均284.0mを根石レベルとする。0.5mの差は築城時の盛土の影響によるものであり、今回は入隅部で調整をおこなう。</p> <p>6. その他  ○石工員のため次回の部会時に講習会を実施。  ○盛土に再利用している発生土については20%混ぜている山砂の量を調節し、なるべく発生土を使い切る。このため、山砂添加量を20%と0%の2ケースについて試験施工を実施することとする。（セメント系固化剤については50kg/m<sup>3</sup>）  ○根基礎の礎石の復元方法については検討し、後に別途指示する。</p>
<b>第19回調整会議</b> 平成14年4月18日	<p>1. 工事進捗状況確認  ○本工事において全行程の370/665m完成。工程速度は8.0m/日。6月中に本工事終了予定。</p> <p>2. 栗石について  ○現在までに栗石はあと360m必要であるが、50mが残存。旧石材を粉碎し裏栗石とした150mが残存。不足分160mは購入予定。</p> <p>3. 盛土について  ○盛土は現段階で200m程度余ってしまう。試験結果により配合していた砂の混入量を0%にして使い切る。</p> <p>4. A B面隅角石のレベルについて  ○A B面における隅角石のレベルが計画よりも30～40cm程度低い傾向になってきている。原因是新補石材が多くなっているためと思われるが、今後の石積によりレベル調整をおこなう。</p> <p>5. 福荷橋建築について  ○天端においてキオイ（隅角石部分を15cm程度高くして平均的天端ラインがアーチ状となる）があるため、建物に影響を与える。よって建物柱の高さ調整か、基礎の厚みを調整させるか検討する（後日、文化財建造物保存技術協会と協議し決定）。</p>

## 第4章 事前調査

### 第1節 基本方針

同じ甲府城跡の中でかつ同時期の石垣と判断していくても、当然規模が異なり、石材利用や積み方に個性があるという状況がある。つまり、個々の石垣にはそれぞれ特徴があり、時代性、地域性、技術が反映されていると考えられると判断できる。

したがって、まず最初に改修しようとする石垣に対してその特徴を明確につかむことが不可欠と考え、可能な限り客観的なデータを得ようと番付などの基礎的作業と各種調査のほか、石積に熟練したものを含む複数の目で十分な観察（以下、破損石材観察）、測量、土木的分析を実施した。

この結果によって解体調査、設計および改修計画の立案に必要な情報が集約され、委員会、部会、調整会議を経て方針が決定されたのである。当然ながら、この観察はあくまで外観的なものであり、主に解体調査段階で内部を調査することにより判明することの方が極めて多く、適宜解体調査データを改修に反映させていくことになった。しかしながら、事前調査段階でも可能な作業はあり、さらに物理的に非破壊方法で内部を検討するデータを得ることができる手法もあるので、事前調査を必要に応じ実施することは不可欠である。（第8章参照）

#### 事前におこなった基本事項

○石材への番付	本節
○石垣への墨打	本節
○規模・形状の調査	本章第2節
○根石調査	本章第3節第1項
○各種の事前調査（輪取り・キオイ・天端・隅角部・石材と加工） → 輪取り・キオイ・天端・隅角部・石材と加工	本章第3節第2項
○積み方の調査	本章第3節第3項
○勾配の調査	本章第3節第4項
○破損石材観察	本章第4節他
○3次元測量	本章第5節
○地質調査・物理探査	第8章

#### 重機など用いた場合の作業手順

#### 番付・墨打・破損状況観察

手順	要点	注意事項
準備作業 ① 始業前ミーティング	① 作業内容全体の説明 ・現場内規則の確認 ・配置場所・通行ルートの確認等の打合せの実施 ・作業員配置の確認 ・オペレーター打合せ確認 ② 危険予知活動の実施 ・服装・保護具の確認	研修会の実施 所長・職員による実施
② K Y K の実施	③ 作業道路・工事用道路 ・重機の始業前点検	労働災害・公衆災害 安全帯の使用
③ 始業前点検の実施	④ 立面図への番付記入 ・番付方法の決定と機材・道具等の準備	
④ 事前準備	・墨打方法の決定と機材・道具等の準備 ・石垣観察方法の決定と機材・道具等の準備	

番号付 ① 高所作業車の配置	① ・周囲の安全確認 ・設置地盤確認 ・アトリガーの完全張出	
② 滑掃・番付	② ・ワイヤーブラシ等で貼付面清掃 ・番付（ガムテープとアルミテープ番号記載）	指揮・有資格者の配置
③ 清掃・墨打	③ ・ワイヤーブラシ等で墨付面の清掃 ・墨打（5cm×5cm）	
破損石材観察 ① 石横観察	① ・指示による時代考証別、線引き ・積み方の特徴観察 ・加工特徴観察 ・矢跡の特徴観察 ・大小の石材配置特徴観察 ・石材破損の特徴観察 ・石垣変状の特徴観察 ・石材形状の特徴観察 ・石垣目地の特徴観察	教委監督員・文化財職員
② 石材観察	② ・石材石質観察 ・石材破損状況観察 ・石材形状観察 ・石材加工状況観察 ・横石類別観察	
③ 観察まとめ	③ ・全体 ・面別 ・図面作成	教委監督員・文化財職員へ提出
後片付け ① 道具、不要材の後片付け	① ・機材・道具の所定位置への戻し ・必要に応じた清掃の実施	教委監督員・文化財職員立会・指示
② 作業終了の確認	② ・現場点検の実施	教委監督員・文化財職員点検

#### 根石調査

手 番	要 点	注 意 事 項
準備作業 ① 始業前ミーティング	① ・作業内容全体の説明 ・現場内規則の確認 ・配置場所、通行ルートの確認等の打合せの実施 ・作業員配置・有資格者の確認 ・クレーンオペレーター打合せ確認	研修会の実施 所長・職長による実施 ＊（教委監督員・文化財職員の立会と造構・造物検出時の報告遵守）
② K Y K の実施	② ・危険予知活動の実施 ・服装・保護具の確認	労働災害・公衆災害 安全帯の使用
③ 始業前点検の実施	③ ・作業通路、昇降施設、工事用通路、地山の点検 ・重機の始業前点検 ・吊り具、モッコの点検	
根石掘削調査工 ① バックホー（0.1t）の配置	① ・周囲の安全確認 ② ・周囲の安全確認	バケットは平爪仕様 指揮・有資格者の配置
② 機械掘削調査	③ ・指示によるトレンチ層状掘削（H 1～1.5m×W 1m×L 2 m）（5ヶ所）	教委監督員・文化財職員
③ 人力掘削調査	④ ・遺物・遺構の有無を考慮し掘削をする ・指示によるスコップ、鍛鎌等による掘削調査 ・指示による移植ゴテ、手斧等による掘削調査	機械作業中止 教委監督員・文化財職員
④ 清掃・記録補助	⑤ ・指示による清掃 ・指示による記録補助	
捨て石運搬・搬付工 ① ユニック車（4 t）バックホー（0.1t）の配置	⑥ ・周囲の安全確認	
② 石材選別搬入運搬	⑦ ・周囲の安全確認 ・アトリガーの完全張出	指揮・有資格者の配置
③ 搬付・埋戻	・城内徐行運転 ・設置地盤の確認 ・アトリガーの完全張出	
後片付け ① 道具、不要材の後片付け	⑧ ・機材・道具の所定位置への戻し ⑨ 現場点検の実施	
② 作業終了の確認		

## 第2節 橋台石垣の規模・形状

橋台石垣の歴史的概要については別章を参照していただき（第1章参照）、本章では橋台がもつ規模、寸法、形状と事前調査および複数の関係者による客観的な観察データを取り扱う。

まず、本節では橋台石垣の形状について述べるが、C～F面はすでに平成8年度に解体調査が実施されている。

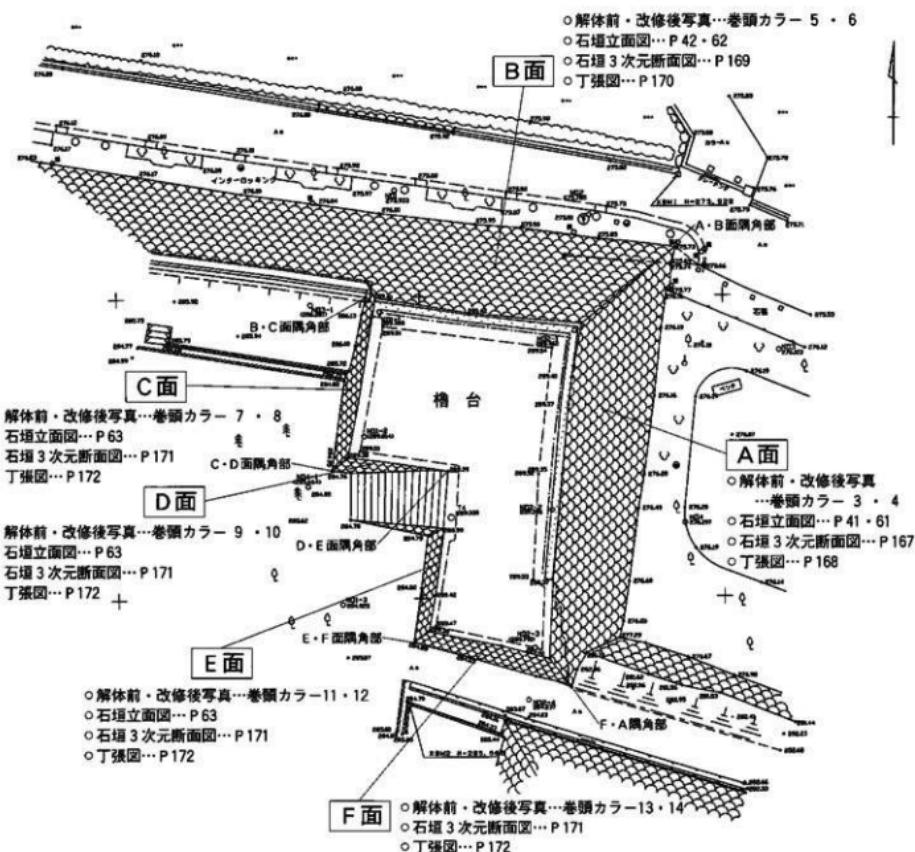


図4-2-1 橋台平面図 S=1/200

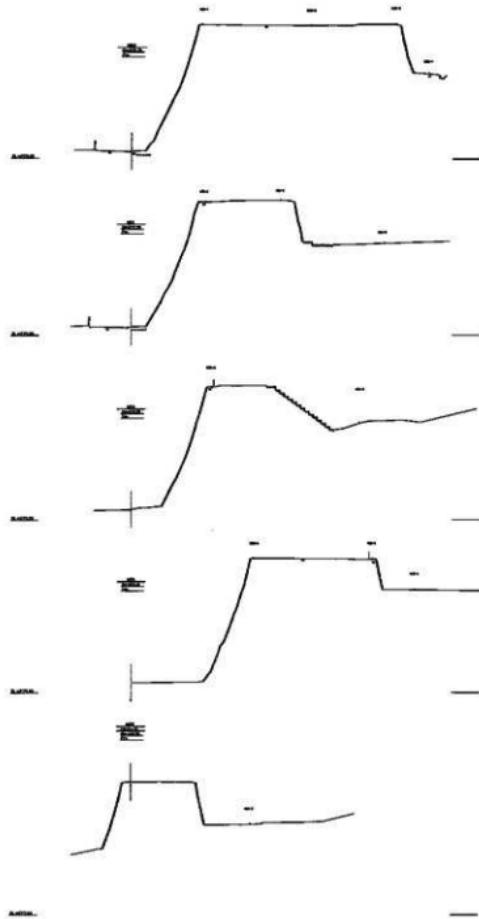


図 4-2-2 橋台断面図

項目		A面	B面	C面	D面	E面	F面
寸法	船底高平均(露出部)	12.66	13.48	4.55	4.49	4.49	5.16
	船底高平均(横石)	1.15	(1.10)	1.52	1.25	0.96	—
	船底高さの合計	14.01	14.58	6.07	5.74	5.47	(5.16)
	法長の合計	15.56	14.54	7.17	5.08	5.94	4.92
	尺間表記(1尺=30.3cm)	4丈6尺2寸	4丈8尺1寸	2丈	1丈8尺9寸	1丈8尺	1丈7尺
	輪綱記載寸法率	—	4丈	1丈3尺	—	—	—
	天端長さ	22.2	13.75	10.74	6.70	10.71	8.24
	ノリ下長さ	25.5	26.0	12.66	6.92	10.64	(10.04)
	天端面積	228.52 [69.2坪]					

表 4-2-1 規模のデータ

数値の( )は推定値を意味する \*「楽只堂年録」(1704)による

### 第3節 各種の事前調査

#### 第1項 根石調査

根石調査は、石垣の破損の原因がどこにあるのかを把握する目的で実施した。A・B面は江戸期の絵図などで堀に接していたことがすでに判明しているため、根石は堀の湿地状態の地盤上に据えられていた可能性があり、つまり軟弱地盤に石垣が構築され、この点が破損に関連しているのではないかと想定できた。

また、石垣の草み出しなどは根石の変位から起きているのではないかとも考えられ、根石水平ラインがどのような状況にあるかを把握するため目視確認することとした。

##### 根石調査の結果

調査はA面で3ヶ所、B面は2ヶ所のトレンチ幅(1.5m)を設定し、根石が露出するまでおこない、3次元測量をおこなった。調査の結果、A・B面の根石は安定していることが確認された。

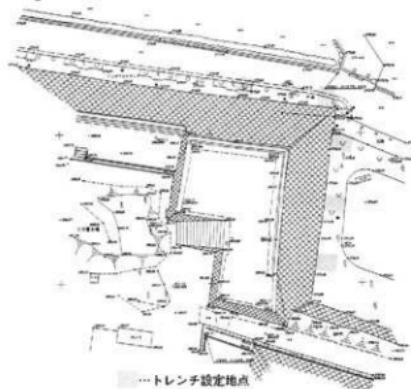


図4-3-1 根石トレンチ位置平面図



写4-3-1 A面根石検出状況



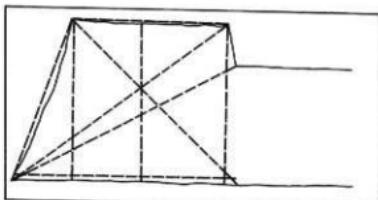
写4-3-2 B面根石検出状況

#### 第2項 各種の事前調査 輪取り

輪取りについては、後述する3次元測量でも明確に捉えることができるが、実際にはどこにどの程度輪取りが存在しているのかを体感し、また現場での共通認識も得るために実際にロープを張り、目視で確認する調査をおこなった。



写4-3-3 A-B面隅角部稜線の垂みを調べている様子



— ロープの張り方

図4-3-2 B面をモデルにしたロープの張り方

このように、石垣に対して直接ロープを張る作業は複数名で、転落防止の安全対策をおこない実施する必要がある。

この調査では、輪取りの存在を目視で確認でき、計測可能なところではロープから石垣石材の面までの距離を実測しデータを得た。また、輪取りとは異なるが特にA-B面隅角部稜線の垂みの状況なども明確に観察することができ、石垣の孕み出しや窪みの状況を把握するにも有効であった。

しかし、ロープを張っただけではなく最終的には3次元測量などを踏まえ、2次的な孕み出し（明治以降の植栽の影響）なども考慮する必要があった。

#### 輪取り調査の成果

調査の結果、判明した点は次のとおりである。

- A・B面ともに輪取りが存在した。
- 輪取りはA・B面全体で認められた。
- 天端部分ではA面では18cm、B面では15cmの輪取り（内湾曲最大値）が認められた。

#### キオイの調査

橋台石垣のキオイについては、F面は本來南側の石垣に接続していたが、大正年間に通路の開削に伴い廃されたものであるためA-F、E-F隅角部は本來存在していなかった。C-D、D-E隅角部は平成8年度に改修されているが、それ以前から間知積みなどに改修されていたためキオイの存在を確認するには至らなかった。

#### キオイ調査の結果

調査の結果、判明した点は第4-3-4図にあるようにA-B、B-C隅角部の2ヶ所でしかキオイを認めることはできなかった。

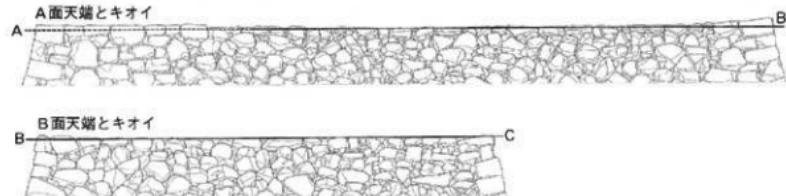


図4-3-4 A・B面天端とキオイ (点線部は平成8年度施工)

## 天端の調査

Ⓐ・Ⓑ面の天端の状態を調査した。これは改修後の最終的な平面形状が複元に関連して重要なものであり、改修の方針を決めるうえで、天端の形状がどのようなものであるかを的確に把握しておく必要があるためである。

### 天端調査の結果

Ⓐ面の天端中央部には径60cm程度の切り株が残存しており、天端の部分的な孕み出しに影響を与えている。

Ⓑ面隅角部の天端は抜け石が認められ、動いた可能性が指摘できる。

### 隅角部調査

A-B、B-C面隅角部の積み方と破損状況を調査した。

調査内容は積み方の特徴と破損状況である。

### 隅角部調査の結果

○隅角部石材は全て安山岩を使用している。

○A-B面隅角部の積み方は、算木積みを認めることができるが、上段ではやや崩れた感じである。

○全体的に石材の破損が激しく、特に根石から3、4石目(A-B-22前後)の石材の割れが顕著である。

○中段から上段についても石材の破損が目立ち、これに連動してこの付近では稜線が蛇行する歪みが外観から見て取れ、隅角部の傷みとしてはかなり目立つものである。

○稜線の歪みと隅駆石部分の孕み出しや窪みとの相関性は観察の結果おそらく連動しているものと判断でき、石材の据わり方についても極端な石尻下がりを観察できた。

○すでにこの段階で、隅角部石材の破損率が高いことが確認でき、新補石材調達の重要な課題として認識するにいたった。

○B-C面隅角部は檜台の段差部分であるため、規模の大きいものではないが石材の抜け落ちが目立つといえる。

### 石材と加工状況の調査

○石垣石材の岩石の種類と天端、隅角部、築石部石材の加工状況を調査した。

### 石材と加工状況の調査結果

○岩石の種類は、組成の粗いものや石の目が発達しているものなども含まれるが、ほぼ安山岩である。この点は、城内全体の石垣石材が安山岩が主体であることと一致している。

○安山岩が主体であることは、甲府城自体の岩盤が安山岩の岩脈であり、また甲府盆地北縁で安山岩が採取できることに起因していると考えられる。

○石材の加工状況は、築石部は野面石(自然石)か粗削りした程度の石材で構成されている。粗削りは矢穴を使って割っている例がみられる。また、石材の縁辺部分については玄筋はつりによつて生じた剥離面が観察できるが、この剥離面は石面全面におよぶものではなく、またすべての石材に観察できるものではない。ノミ加工などの細かな加工の痕跡は認められない。

○隅角石は矢穴で割られている石材が多く、小面ではノミによる丹念な加工がなされているものが多い。この場合、ノミの痕跡は良好に残り、小面は平坦な形状に加工されている。矢穴による直線的な粗削りとノミによる加工で隅角石の稜線部は直線的ではないがきれいに作出されており、稜線部のみの加工などは確認することはできない。

		290.000m
天端		
		280.000m
横石		275.495m

図4-3-5  
A・B面隅角部稜線ラインの歪み

### 第3項 積み方の調査

C～F面は平成8年度に改修工事がおこなわれているため、A・B面を中心に積み方の調査を実施した。この調査は考えられる方法がいくつもあるが、石材の使い方を中心に探った方法を掲載する。

#### 積み方の調査の結果

図4-3-6・7はA・B面石垣石材の積み方をしたものである。各石材石面の長軸方向を実線で引き、そのばらつき方がどのような傾向にあるかを調べた。

○傾向として、A・B面とも上部（上1/3）は石材が小粒であり、石面の長軸は水平方向が基本であるが、縦方向に長軸が認められる縦使いの石が多いことが特徴としてあげられる。

○これに対して、A・B面の中段から下は、縦方向に長軸が認められるものがあるものの少量であり、水平方向が一般的になる。さらに、A面南下ではその傾向が一層強くなる。このことに関連して縦目地、横目地の入り方についても変化を認めることができる。

これらの変化に対する原因は明確ではないが、少なくとも石材の据え方に關して変化が認められ、石材の使い方の特徴を理解することができ、また上部については積直しの可能性が指摘できる。

### 第4項 勾配の調査

C～F面は平成8年度に改修工事がおこなわれているため、A・B面を中心に勾配の調査を実施した。この調査は第6章3節に詳述しているが、3次元測量図をもとに図4-3-8・9にあるような立面図との合成図を現場用に作成して調査図面とした。

#### 勾配調査の結果

事前調査の段階では、石垣の孕み出しや窪みに留意しながら安定した勾配を保っている地点を現地で確認しながら選定した。

○選定されたA・B面各数本の勾配を検討してみると、下部付近（下1/3程度）勾配は平均63～65°の比較的緩やかな勾配である傾向がうかがえる。中段から上段にかけて徐々に勾配角の値数は上がり、最終的には天端付近で70°前後となる勾配が特徴として読みとれる。

○3次元測量図では半間毎（1間=1818mmの半分）の角度値は上にいくにしたがい角度値も上がる傾向が捉えられ、この勾配角度の変化パターンは「ノリ返し」と認めることができ、いわゆる「熊本型」勾配の特徴を持つ石垣と位置付けることができる。

#### 観察データの概要

観察	輪取り	測量図、現地測量でA・B面に確認
	キオイ	A・B・C隅角部のみ観察できる 他は改変を受け認められない
	天端特徴	南側石垣との連結部を大正期の通路開削に伴い切られL字状となる
	隅角部特徴	A・B隅角部積線は歪んで蛇行し、隅脇石との空隙や石材破損が目立つ
	石材	安山岩
	加工	隅角部の小面のみにノミ加工
	積み方	野面石か粗削石の乱積み 石垣下部はやや横目地のとおる布積み
	勾配	ノリが上がるごとに勾配が上がる 隅角部・B面段差部分の勾配は乱れる
	破損状況	石材破損・石材欠落・局所的凹凸・A・B面隅角部積線歪み・不安定な積み方
	構築年代	1590～1600年頃（築城期） 石垣上部は1660年代に積直しの可能性がある
分析	修復の記録	近世文書・明治以降の記録調査類で確認できず
	地質調査	ボーリング・室内土質調査（物理試験・力学試験）の実施
	物理探査	弾性波探査・地中レーダー探査の実施
	3次元測量	写真測量・3次元測量・勾配図の実施と作成

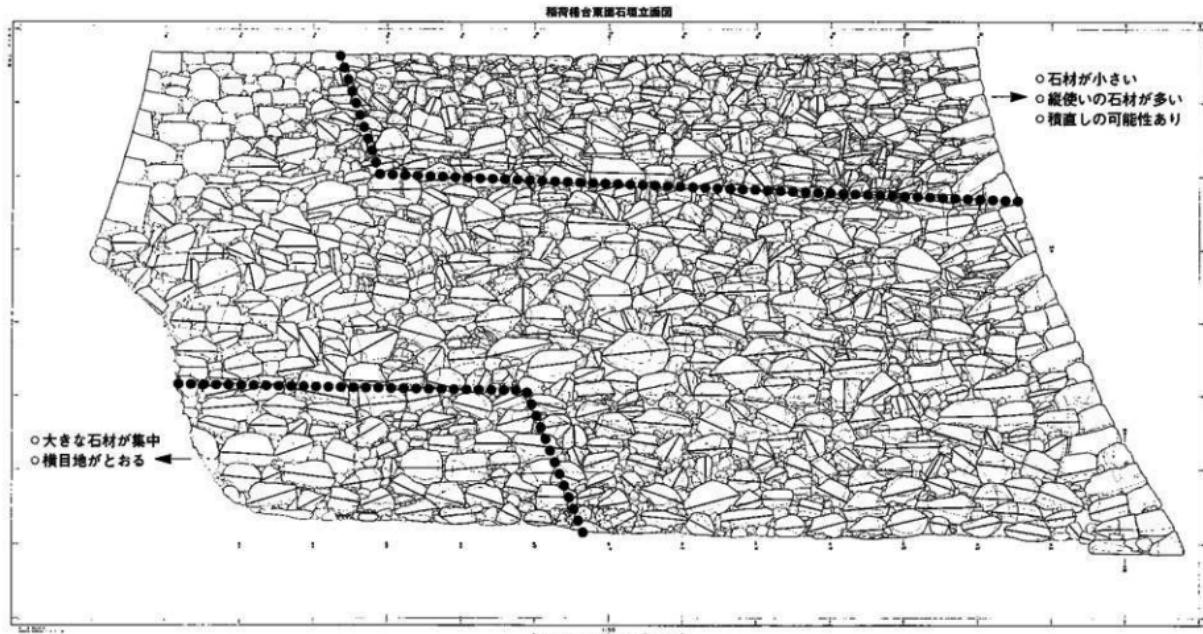
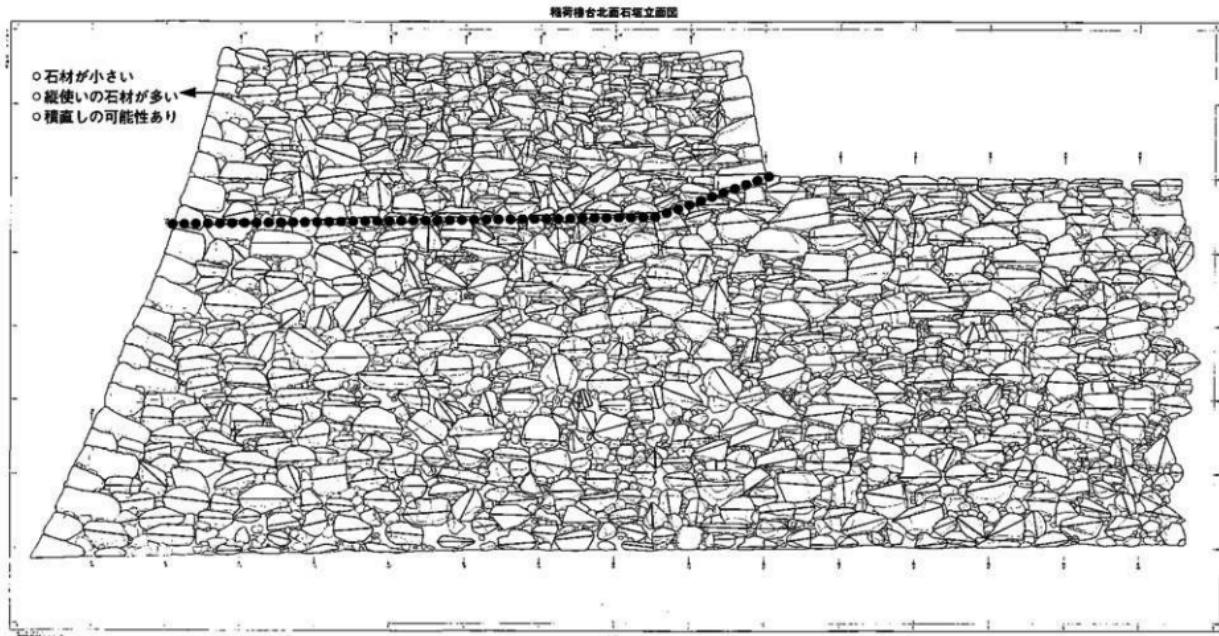


図 4-3-6 積み方の調査（A面石材の長軸方向）



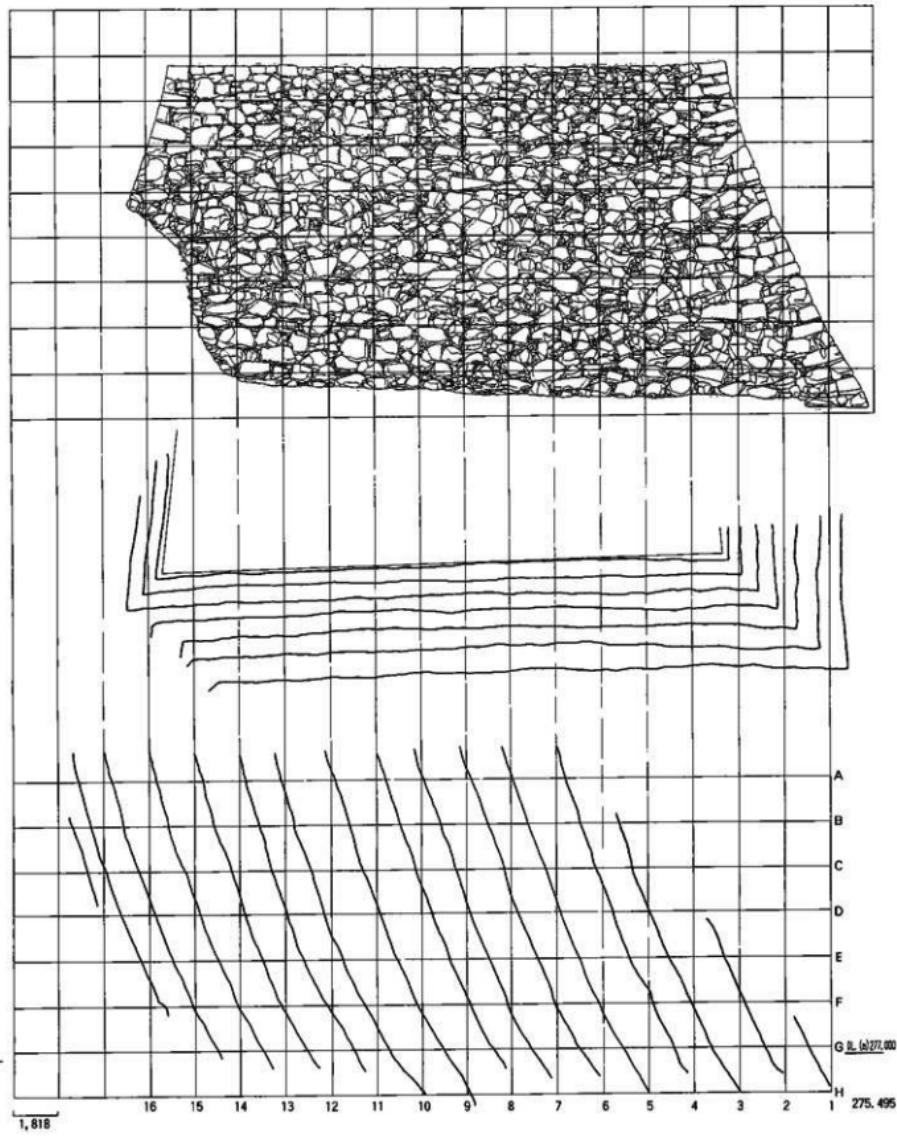


図 4-3-8 A面石垣立面図・横断図・縦断図 合成図

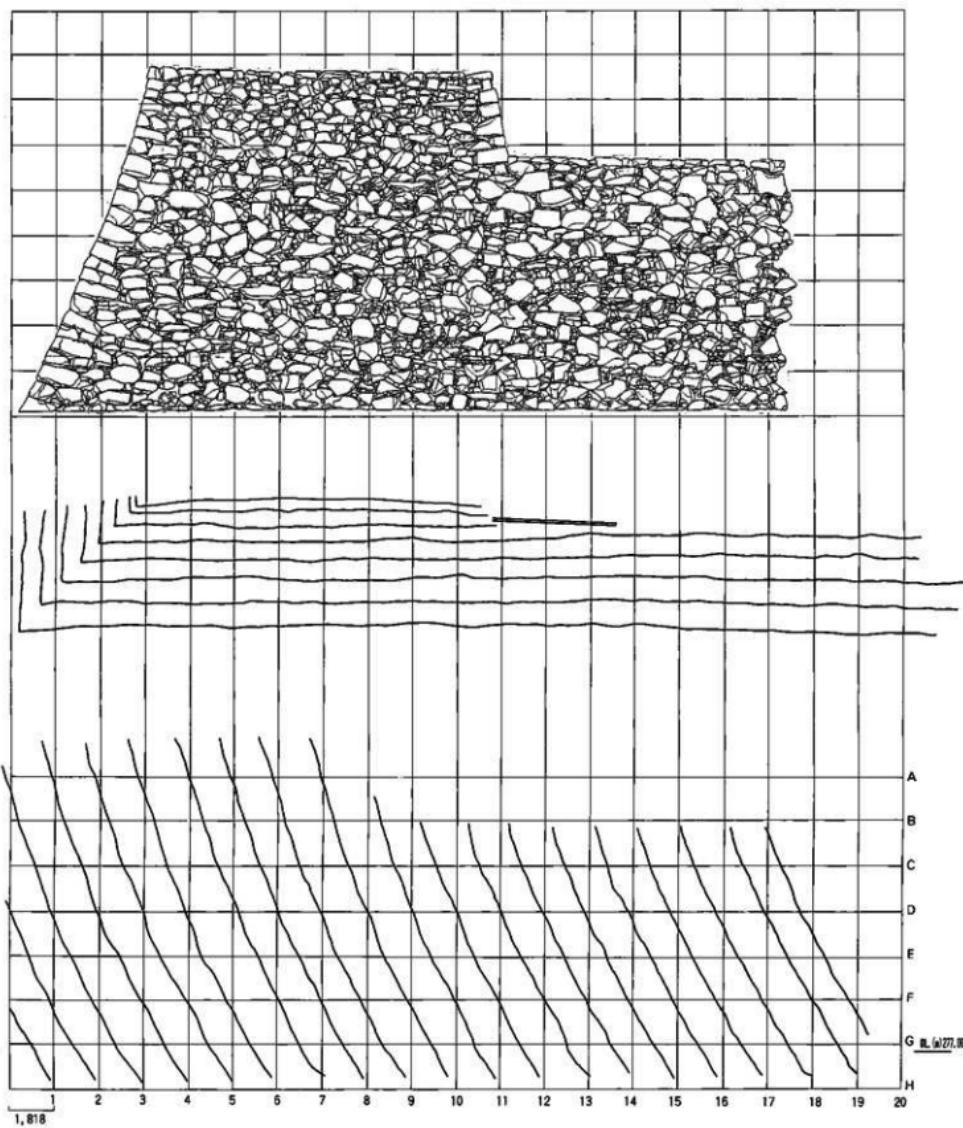


図 4-3-9 B面石垣立面図・横断図・縦断図 合成図

## 第4節 破損状況の調査

各種の事前調査の中でも取り分け重要なのが改修石垣を対象とした破損状況観察であった。センター職員は、平成12年の段階から外観観察を2度にわたり実施した。しかし、その段階では児童公園や市道の関係で大がかりな観察を実施することができず、測量立面図を元に肉眼と双眼鏡を用いた観察が実質的な限界であり、約14mある石垣の十分な外観観察をすることができなかった。

そこで本工事に入り、仮設工事が完了した段階で高所作業車を導入し、施工者および熟練した石工に外観観察（施工者側表現では表面調査）の実施を指示したところ、平成12年段階でおこなった外観観察とは大きく異なる情報を得ることができた。それは、高所作業車を導入したことにより石垣石材を個々に十分に接近することができたため、明確な石材の割れの他にクラックの入っている石材が観察でき、破損石材が想像以上に多いことが判明した。さらに、熟練者の観察で、不安定な要素である縦目地、逆さ石、重積み、谷積み、孕み出しの所在が明確となり、あわせて石材の破損原因や積み方の特徴がデータとして得ることができた。センター職員も高所作業車に同乗し、提出された報告と実際の石垣を照らし合わせて説明を受け、破損状況を理解することができた。さらには檜台石垣が持つ積み方の特徴を把握し、設計および改修段階に極めて有益な情報を得ることができた。

破損状況調査結果については施工者より提出された所見を次に提示し、提出図面は第5章第3節に掲載している。

現況石垣表面調査報告	実施日 (自) 平成13年7月2日 (至) 平成13年7月7日
(株)早野組	
現場代理人 望月 荣文	
調査員 道家 健・菅本 久	
<b>1 全体</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>石垣は、比較的安定しているが、部分的に孕みが生じている</li> <li>石材の面・形状が悪く、良い石材が少なく苦労して積んだ石垣と考える</li> <li>破損石材が多く、様々な力の作用が働いている石垣である</li> <li>石垣の形状、地形等から東面は北方向、西面は西方向に動いたと考える</li> <li>石垣上部に面の小さい石が集中しているが控えは長いように思える</li> <li>所々に谷積み（落とし積み）が見られる</li> <li>所々に団子積み（重箱積み）があり、長い縦目地が見られる</li> <li>石材の破損部及び石垣の孕みの要因の一つには、谷積み、団子積みが考えられる</li> <li>石材の角一点に力が掛り、他の石材が破損している</li> <li>詰石の抜け落ちが多く、石垣を閉めている</li> <li>積線部分に近い所に、隙間が大きい緩み箇所があり、石垣が動いた形跡を感じる</li> <li>縦線から見た左右の面の反りに違いがある（左右のソリの違いの調整か、石垣の動き）</li> <li>横目地が少なく、部分的に見られるが、見つけ難い</li> <li>解体範囲・孕み部・縦目地・破損石材付図（別紙）</li> </ul>	
<b>2 東面</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>北面に比べ石材は悪く、面の無い石・割り石・縫接同じ形状の石が多い</li> <li>北面に比べ破損石材が多く、中上段にも多い</li> <li>上部の小さい石が集中している部分に、谷積み・団子積みが多く、縦目地が多い</li> <li>目視で解る孕みが3ヶ所あり、要因の一つは積み方によるものと考えられる</li> <li>石垣天端の平面曲線が乱れている</li> </ul>	
<b>3 北面</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>上半分に形状の悪い石、谷積みが多い</li> <li>目視で解る孕みが6ヶ所あり、要因の一つは積み方によるものと考えられる</li> <li>歩道より上2~4m部分2ヶ所の孕みが見える</li> <li>北西出隅付近に違和感がある</li> <li>東面に比べ、下段付近の目地に土が多く見られる</li> </ul>	

図4-4-1 現場で報告された資料（資料中の東面はA面・北面はB面のこと）

## 第5節 3次元測量

甲府城跡石垣解体・復元工事に伴う測量業務に関する報告書

(施工図面作成の方法と課題について)

はじめに

本報告は甲府城跡石垣解体復元工事に伴う施工計画図（丁張図）及び施工管理図の作成に関する方法と課題についてまとめたものである。

作業にいたる経緯

作業開始以前に、従来の写真測量の成果と方法で目的とする工事に必要な作図が可能かどうかの問い合わせを受けた。そこで以下の2点について検討した。

- 1) 既に撮影されている図化用写真から、必要な箇所について新たに縦横断を取得する。
- 2) 施工（解体作業）の進捗に合わせて一石一列取り除く毎に平面の写真撮影をおこない、新たに図化を実施する。

その結果、施工の間に測量作業を実施することによる時間の増大、またそれにかかる費用等を考慮すると現実的には不適当であるとの結論に達した。そこで当社で保有している3次元レーザースキャナによる3次元データの取得と工事用図面作成に関わる方法を提案した。

事前協議

対象を石垣曲輪東面の一部に設定し、3次元レーザースキャナ（リーグル社）を使用して、試験的に石垣の3次元形状データを取得した。取得したデータを加工し、基点となる位置から50cm間隔で断面図を作成した。この断面図をもとに、施工計画図作成を目的とするデータ加工について事前の協議をおこなった。その結果、レーザースキャナでの計測作業は短期間ですむこと、一度データを取得すれば後のデータ加工により、工事に必要な任意の位置で断面図作成が効率的におこなえることが確認でき、この方法を採用して作業をおこなうことになった。以下に、実際におこなった作業に沿って、その方法を説明する。

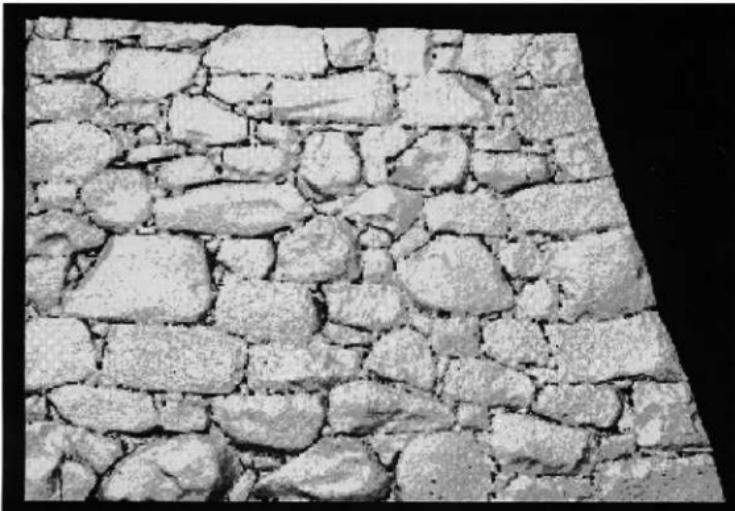


図4-5-1 CGで再現した石垣の一部

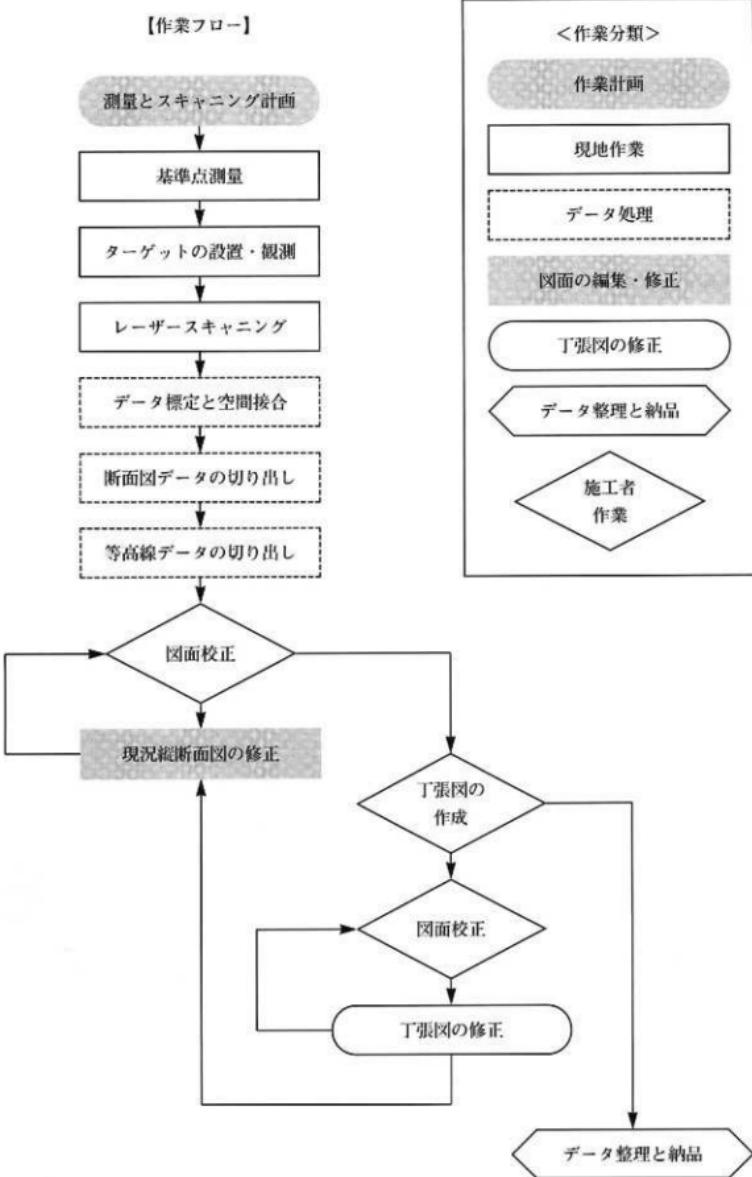


図4-5-2 作業フロー

### 測量とスキャニングの計画

取得するデータの空間的な位置付けの根拠をもとめるために、現地で公共座標にもとづく基準点測量をおこなうこととした。周辺に既存する公共基準点を点検し、現地作業が効率よくおこなえるように事前の計画をたて、資料の収集をおこなった。

3次元レーザースキャナ（Cyrax2500）でデータを取得する場合、スキャナ本体と石垣面との距離がデータ取得範囲と密度に影響する。そのため、機材を設置する場所について事前の検討をおこない作業計画をたてた。計画では、障害物（電柱等）の陰になつてデータが取得できない部分が問題となり、データの穴を埋めるための補測点を追加することとした。また、A面とB面は石垣の高さが約15mあり、一回のスキャニングで上端から下端までをカバーできないため、上・下の2コースとした。

各面の取得データ数は下記のとおりである。

北面（B面）8（上・下各4）補測点

東面（A面）6（上・下各2根石2）補測点

南面（F面）2

西面（E面）3（根石2）

西南面（D面）2（根石1）

西面（C面）3（根石1）

### 基準点測量

作業用基準点は石垣面に設置したターゲットを観測する際の基点となるもので、ターゲット自体に公共座標を求める際に必要となるものである。観測作業が効率的におこなえるように、石垣付近で樹木等の障害物が少ない場所で、測量に十分な観測距離を得られる地点に設置した。JR中央線の北側にある甲府市の基準点から、トラバース測量により公共座標をこれに取り付け、水準測量をおこなつて標高を求めた。



写4-5-1  
トータルステーションで  
トラバース測量実施



写4-5-2  
測量用ミラーを基準点に設置



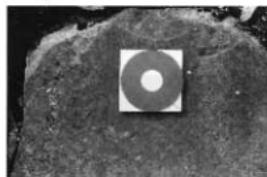
写4-5-3 レベルで水準測量中



写4-5-4 基準点に標尺を設置

#### ターゲットの設置及び座標取り付け

上記計画で分割取得する各面のデータを、効率よく空間接合出来るようにターゲットを配置した。設置後にトータルステーションで作業用基準点から各ターゲットの座標観測をおこない、公共座標を取り付けた。



写4-5-5  
ターゲットを石垣面に設置  
(円形部分のスキャニングデータ  
から、円の中心位置を自動的に  
計算する)



#### レーザースキャニング（データ取得）

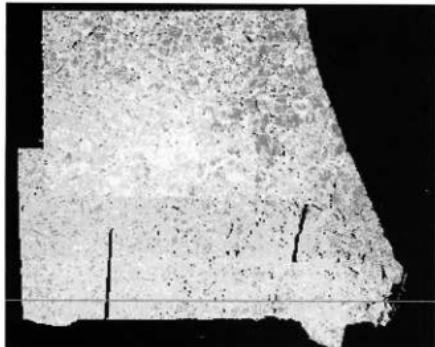
計画したスキャナ設置点からスキャニングを実施した。JRに面したB面下には交通量の多い道路があり、人も車も頻繁に通行するためにデータにノイズが入りやすいことが判った。検討の結果、通行量の少ない早朝に実施することにした。A面・B面ではスキャナの設置距離とデータ取得範囲の都合から、上・下2コースに分割したことは前述したが、スキャナから石垣を見上げる角度の上・下コースの差を少なくするために、上コースでは高所作業車を使用した。



写4-5-7 Cyrax2500



写4-5-8 作業風景



写4-5-9 高所作業車上で計測中

図4-5-3 取得した点群データ

#### データの接合変換

ターゲットに付与した公共座標に基づき取得データの標定をおこなった。その後、ターゲットを元に各データの空間接合をおこない全3次元形状データを公共座標に位置付けた。

座標変換したデータはCADデータ(dwg)に変換し、以後の作業をCAD上で実施した。

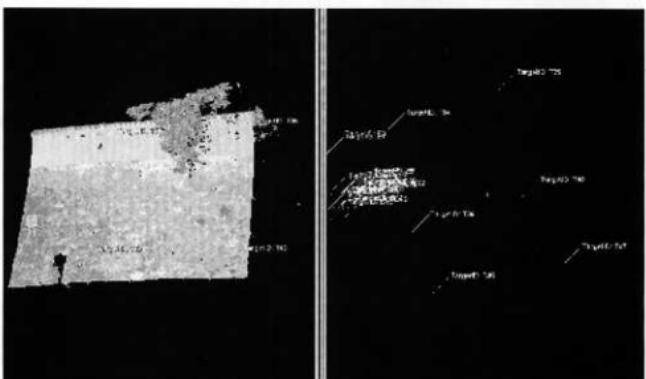


図4-5-4  
石垣面に取り付けたターゲットの公共座標を計算し、全点群データを公共座標に変換する

#### 断面データの作成

垂直方向について各石垣出隅部の稜線と根石ライン面の接点を原点として1間(1.818m)間隔で断面を切出した。また上記断面の他に、天端石各コーナー(石垣一面毎で言えば天端石の面上隅の点)より垂直に降ろした断面を各2本ずつ追加した。

#### 等高線データの作成

水平面について、標高値277.000mを基準に1間間隔で等高線図の切出しを行った。前項の断面図とこの等高線図から、現況形状の3次元縦横断図を得ることができた(縦横断線は公共座標を持っている)。

#### 現況縦横断図の修正

センターに於いて現況縦横断図をもとに、経年変化した石垣の形状から修復後の形状(建築当時の形状)を確定する検討を重ねた。

現況石垣面のノリ・ソリを基点から縦横に一間間隔で計測・検討し、断面の立ち上がり形状と平面の湾曲の程度を図面上で修正することとした。断面形状は基底面から一間ごとに屈曲角度を計算し作

図した。平面形状は等高線に反映して作図した。このように、元データから切出した断面データと等高線データを検討することで、理想的な石垣形状を想定し、校正図に従って3次元データの修正をおこない、工事計画図を作成した。

#### 丁張図の作成

計画図をもとに施工に必要な丁張の位置を、建設部で決定する。新たなデータより、その位置の断面を切出して、基準標高値より1間毎に計画石垣面の立ち上がり角度と丁張から計画石垣面までの距離を入れて、丁張図とする。指示のあった丁張の数は次のとおりである。

東 面 (A面)	4本
北 面 (B面)	4本
西 面 (C面)	3本
西南面 (D面)	3本
西 面 (E面)	3本
南 面 (F面)	3本

なお、上記の他に隅角部の施工用として、各隅角部に1本計6本の丁張図を作成した。隅角部の棱線（立ち上がり形状）は、石垣の等高線（一間間隔）の出隅部頂点を結んで確定した。

#### 問題と課題

- ① 石垣面に繁茂するコケや草、樹木・街灯等の設置物がある場合、レーザー照射の障害となり、データを取得できない部分が生じることが予想された。このため作業前に、可能な限り石垣面の清掃・障害物の除去が必要である。障害物の除去が出来ない場合は、スキャニング位置をこまめに変更して補測をおこない、出来るだけデータの欠落を防ぐ必要がある。
- ② 3次元レーザースキャナのデータ密度は、現地での作業時間の長短と作図ラインのなめらかさを決定する。許される時間内で最大の効果を上げるために、スキャニング時の対象物と機材の配置や、スキャニング密度の設定を適正におこなう必要がある。このため、図面に必要な点間の密度について事前に協議し、テストスキャンすることが重要である。
- ③ スキャニングにより取得した3次元データは、空間接合が終了した時点で、様々な要求にこたえる加工が可能である。ただし、点群データが膨大化し処理時間が予想以上であった。必要な図面の出力形態を事前に十分協議し、作図し直し作業を極力減らすことは重要である。
- ④ ターゲットは、設置から測量観測作業を経てスキャニング終了時まで不動に固定されていなければならない。スキャニングに使用するターゲットはマグネット方式であるため、以下の工夫をおこなった。最初に、十字を記した10×10cmの厚紙を石垣面にボンドで固定した。厚紙面の各十字を対標点として測量観測を実施した後に、ターゲットを厚紙の十字中心に合わせて接着し、スキャニング作業をおこなった。石垣面にボンドを使用出来ないので、ターゲットの固定方法については、その都度工夫する必要がある。
- ⑤ 石垣の高さが10mを超えるような時は、スキャニング位置の高さを、状況に応じて地上から上げる必要がある。今回のスキャニング作業では、地面が平坦で、車両等の通行の妨げとならない場所（公園内）が確保できたので、高所作業車（3t程度）の使用が可能であった。そうでない場合は他の方法を考えなければならない。

#### まとめ

レーザースキャナにより取得された計測データは、石垣の形状をデジタル化したものである。このため、断面図及び等高線図を作成することができるだけでなく、CG（コンピュータグラフィックス）や復元シミュレーション等に幅広く応用することが可能である。

また、写真測量で図面を作成する従来の方法では、断面の切り出し位置（断面の測線）が変更になる場合、新たに図化からおこなわなければならないが、レーザースキャナでデータを取得する方法では、任意の位置で断面の測線を設定することができるため、写真測量等に比べて、断面の切り出し位置の変更等にスムーズに対応できることが確認できた。

## 第5章 解体調査

### 第1節 基本方針

本章では、本工事にともない実施した解体調査（盛土・裏栗石・石材調査の総称）の各種調査について、目的あるいは方法とその成果について報告する。

まず本工事における調査への取り組みは「マニュアル」により基本方針が定められ、手順については「特記仕様書」（第10章第2節参照）で明記されているので、根幹となる両者の概要を説明する。解体調査に関する「マニュアル」の概要

「マニュアル」では解体調査に関わる体制、方法、その他実施事項について述べられている。

- 石垣解体と裏盛土（裏栗石を含む）掘削工事は発掘調査の一部とし、土木部予算をあてる
- 文化財の調査、遺構・遺物の保存管理は山梨県教育委員会の分担とし、必要に応じ教委監督員を配置する
- 調査関係者に対し発掘調査方法、遺構遺物の研修をおこなう
- 調査が円滑に実施できるセンターは体制を整える
- 調査は石垣解体のほか、檐台上面、石材（法量・破損状況・据え方）、盛土、裏栗石、土質調査をおこなう
- 石垣解体は横一列ごと解体し、石尻、裏栗石、土質調査をおこなう
- 旧石材の再利用判断ができる記録を作成する
- 遺構・遺物の取り扱いに関すること
- 現状変更状況の確認
- 調査方法について委員会などの指導を受けること
- 調査状況の報告制度に関するこ

この「マニュアル」について特筆しておく点が2つある。

1つ目は、解体調査が工事の一環として位置付けられている点であり、2つ目は委員会などの指導を受けて本工事を進めるという点である。

1つ目に関しては、「マニュアル」（2「整備工事に関する共通認識の確認」）に本工事における共通認識の確認として明記されている。これは、石垣、盛土、裏栗石の構造など調査の成果が文化財修復としての改修工事に直接関係する内容や参考データとなるため、「工事と調査の一体化は不可分である」という考えが第一義的に存在したことによるものである。

これを受けた教委監督員制度の意義も確立され、実際の現場では、本章第2節で示すように調査と工事の一体化の作業工程と、第2章の役割分担にしたがい現場運営が実施され、調整会議がセンター・建設部・施工者の三者の調整をおこなう重要な場となり、作業を円滑に進める基礎となった。

2つ目は、同じく「マニュアル」（同上）に明記されているが、修復の工法は委員会の承認を得ることが原則とされている。実際は部会が機動性をもち頻繁に開催されたが、あくまで最終的には委員会の承認が必要という位置付けである。

部会はこの原則のなかで存在し、15回にも及ぶ部会開催と相当回数になる部会委員による視察がおこなわれ、調査成果と工法の整合性を検討する場面で場合によっては施工者との直接的な対話を通じて様々な課題を確認し指導を受けることができた。

このことは、現場の一方的な判断を抑止するだけでなく、文化財修復の現場のなかで「現状で何がどこまで可能なのか」をそれぞれの考え方、より多くの選択肢のなかで対等に深く協議する場面が増え、委員会に報告する前段階までにある程度の議論を踏まえた方向性を持つことを可能とした。

ただし、最終的な判断はセンター・建設部がおこない、委員会に対して報告し、指導と承認を得る

という原則は変わらないものであった。

#### 解体調査に関する「特記仕様書」の概要

「特記仕様書」では解体調査に関わる具体的な調査内容と方法が述べられている。

- 盛土調査と工事に関する方法
- 裏栗石調査と工事に関する方法
- 石材調査と工事に関する方法
- 調査終了後の保管方法

#### 盛土調査

盛土掘削は石垣解体調査に連動しておこなうが、部分的なトレーニング調査（A・B面の2ヶ所）を高さ1.5～2m毎に（石垣2段分相当）先行実施し、その調査結果により全面掘削を実施した。トレーニングは教委監督員・文化財専門職員の指示による場所と規模で、裏栗石層が露出するが崩落しない程度の範囲で平爪の重機と人力によりおこなった。トレーニング掘削後は、堆積状況観察の清掃と写真撮影をおこなった。トレーニング調査の結果、特に遺構など確認されなければ掘削深度分の盛土を全面掘削とした。さらに、盛土の最終的な掘削後に切土面（西・北面）の盛土堆積状況の観察および写真撮影を実施した。

また、盛土の中には遺構（諸施設の痕跡など）、遺物（瓦、石製品、石造物などの文化財的資料）が含まれている可能性がある点を作業者に周知した。

#### 裏栗石調査

石垣解体調査に並行して裏栗石の分布調査を各段で教委監督員・文化財専門職員の指示により実施し、裏栗石幅の測量は指示により施工者が清掃、測量補助をおこなった。

また、裏栗石除去作業では、裏栗石の中に遺物（瓦、石製品、石造物など）が混入されている可能性があるのでこの点を作業者に周知し実施した。

#### 石材調査

石材調査は、詰石をのぞく天端石・築石・隅角石が対象で、事前に番付をおこない、天端より各面1段毎を1つの作業単位として考え、各段1石毎に調査（各種計測、観察など）を実施した。石材の運搬は損傷しないよう留意してクレーンを用いて1石毎取り外し、破損している石材は事前に型どりや計測などを実施し石材の旧状を記録した。

また、強度換算のショットハンマー、打音、角度、積み方などの調査を実施し、データベース化し管理した。解体作業では、各面一段毎に石材配置状況、各面各段1ヶ所の頻度で石材配石状況、破損原因調査および孕み出し調査をおこなった（本章7節）。これらの作業は、施工者が教委監督員・文化財専門職員の指示にしたがい清掃、計測作業、写真撮影の補助をした。

解体後、石材保管ヤードに保管された解体石材は破損状況の表面観察や線刻画などの調査をおこない、石材の傷や破損状況の観察は、必要に応じて石工に所見を求めた。これは旧石材の再利用判定を決めるための極めて重要な作業といえる。

#### 保管方法

解体された旧石材は、番付番号を墨で常に確認できるような場所に直接表記し、保管場所を定め、保管図を作るなどして保管した。しかし、保管ヤードが狭小であることから破損に留意し、必要な養生をおこなったうえで、2～3段程度積み上げて保管することとした。

詰石などについては詰石に対して右下の石材を基点とした表記（例：A-8-12右上など）を墨で書いた。実際の保管では土のう袋に入れ、あるいは付着している泥をスケルトンパケットでふるい除去したうえ、一括で保管した。

盛土についても、混入した裏栗石を除去するためスケルトンパケットでふるい、一括で保管した。

なお、これら各種の解体時には教委監督員・文化財専門職員が必ず立会い、工程や手順については

事前に双方で確認しあい、解体作業中に文化財の発見があった場合にはすみやかに報告し対処することで作業を円滑に進められるよう計った。

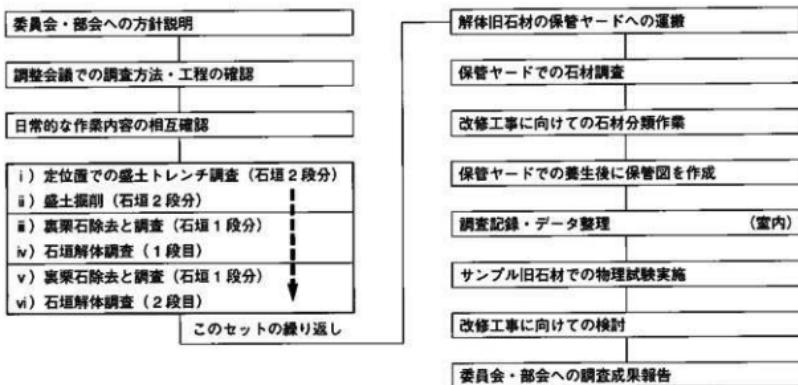


図 5-1-1 解体調査の基本的な流れ

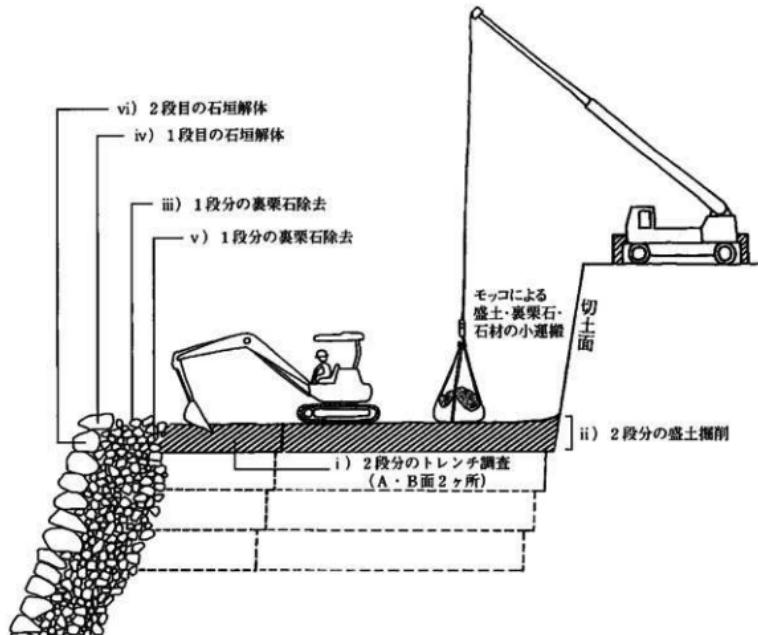


図 5-1-2 解体調査の流れイメージ図

## 第2節 調査工程

調査の内容であるが「マニュアル」にしたがうと石垣(旧石材)、盛土、裏栗石を調査の対象とし、総称して解体調査と呼んでいる。これら3つの要素は前節で述べたような方針で取り組むが、実際の現場作業の基本手順は次のとおりである。

### 石垣解体作業手順(盛土・裏栗石・石垣解体盛土調査)

手 順	要 点	注 意 事 項
<b>準備作業</b>		
① 始業前ミーティング	①・作業内容全体の説明 ・現場内規範の確認 ・配備場所、進行ルートの確認等の打合せの実施 ・作業員配置、有資格者の確認 ・クレーンオペレーター打合せ確認 ・危険予知活動の実施 ・服装、保護具の確認 ・作業道路、昇降施設、工事用通路、地山の点検 ・重機の始業前点検 ・ワイヤー、モック等吊り具の点検	教委監督員、文化財職員の立会と連携・遺物検出時の報告厳守の確認
<b>盛土掘削調査工</b>		
① バックホー(0.1m³or0.45m³)の配置	①・周囲の安全確認	バケットは平底仕様
② 機械振削調査	②・遺物・遺構の有無を考慮した掘削 ・トレントレ状況掘削(2ヶ所 H1.5m~2m×W1m×L3m) ・指示による深さの層状掘削	指揮・有資格者の配置 教委監督員・文化財職員立会・指示
③ 人力振削調査	③・遺物・遺構の有無を考慮した掘削 ・指示によるスコッブ、鍛錬等による振削調査	教委監督員・文化財職員立会・指示
④ バックホー(0.1m³or0.45m³) クレーン(25t) ダンプトラック(10t) の配置	④・周囲の安全確認 ・設置地盤の確認 ・アオリゲーターの完全張出	教委監督員・文化財職員立会・指示
⑤ 盛土積込	⑤・周囲の安全確認	指揮・有資格者の配置
⑥ 盛土運搬	⑥・場内運行運転	過積載禁止
⑦ 清掃・記録補助	⑦・指示による清掃 ・指示による記録補助	教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示
<b>裏栗石調査</b>		
① 除去	①・遺物・遺構の有無を考慮し取り除く ・指示により人力で、栗石除去	教委監督員・文化財職員立会・指示
② 分布調査	②・指示場所での取り方設置・カラースプレーの塗布 ・指示による消滑	教委監督員・文化財職員立会・指示
③ ラフタークレーン(25t) ダンプトラック(4t) の配置	③・設置地盤の確認 ・アオリゲーターの完全張出 ・周囲の安全確認	教委監督員・文化財職員立会・指示
④ 裏栗石積込	④・確実な玉掛け作業 ・明確な合図	指揮・有資格者の配置
⑤ 実栗石運搬	⑤・指示場所への運搬	過積載禁止
⑥ バックホー(0.7m³) の配置	⑥・周囲の安全確認	スケルトンバケット仕様
⑦ 撤分け	⑦・栗石に付着している泥を擦るい落とす(75mm×75mm格子)	指揮・有資格者の配置
⑧ 保管	⑧・指定保管場所に集積	教委監督員・文化財職員立会・指示
<b>石垣解体</b>		
① ラフターカーレーン(25t) ダンプトラック(10t) の配置	①・設置地盤の確認 ・アオリゲーターの完全張出 ・周囲の安全確認	指揮・有資格者の配置
② 石垣解体調査	②・1段階を1作業単位で解体 ・投げ回り分割による単位面と記録 ・指示により破損石材は事前の型通り	教委監督員・文化財職員立会・指示
③ 横込・運搬	③・1石塊解体・積込 ・指定保管場所に運搬	教委監督員・文化財職員立会・指示
④ ラフターカーレーン(25t) の配置	④・設置地盤の確認 ・アオリゲーターの完全張出	教委監督員・文化財職員立会・指示
⑤ 保管・整理	⑤・指定保管場所に2~3段の積積 ・石材番号を石材天端に鋸齿記載 ・石材は石垣面、番号等で整理し、確認出来るよう置く ⑦・解体石材の計測(絶・横・柱・接え・重量) ・ショミットハンマーによる強度測定試験 ・指示による文化財調査の補助・所見 ・指示による清掃 ・指示による写真撮影補助	指揮・有資格者の配置 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示
<b>後片付け</b>		
① 道具、不要材の後片付け	①・機材・道具の所定位置への戻し ・雨天に備えたブルーシート等の養生の実施 ・落石・転石防止のネットの設置 ・必要に応じた清掃の実施	

図5-2-1 石垣解体作業手順

## 第3節 石材調査成果

### 第1項 調査方法と成果

本節では、A・B面を主体に解体を実施したE面までの石材調査の成果をまとめている。対象となった石材は旧石材のみで、平成8年度に施工した新補石材などは含まれていない。

#### 目的

石材調査は大きく次の3つの目的を持っている。

- 文化財としての調査
- 解体旧石材の再利用可否判断
- 改修にむけての破損旧石材の把握とデータ収集

目的の1つ目は、「マニュアル」に定められた文化財調査として実施したもので、各種計測、石材の種類、配石状況、加工状況、積み方、位置、矢穴、線刻画や墨書きなどの痕跡、略図化をおこなった。

2つ目は、改修にむけ各石材の破損状況、強度、打音調査など再利用の判断データの収集を目的とし、実施した。旧石材の再利用可否は、石工の所見を参考に教委監督員が各石材毎に最終判断をすることが委員会（平成13年度第1回）で確認されているので、最終判断の客観的な判断データを得ることを目的とした。

3つ目は、2つ目と重なる部分が多いが、破損旧石材の交換となる新補石材調達のための形状の記録と、移動に伴いすでに割れが生じているなどの理由で原形を留められない破損旧石材の形状記録や石材の破損した原因などを追及する目的である。

本節では1つ目と2つ目の事項について記載し、3つ目については本章第7節および第6章第2節で詳述するものである。

#### 記録の方法

各種記録作業は、センターと施工者間で役割分担が定められ（第2章第3節）、主に解体現場、石材保管場所および室内で実施された。現場では野帳など記録用紙に記載するが、最終的には石材カードを全石材分作成し、調査記録と写真を記載添付し管理することを原則とした。破損旧石材も作成した評価基準に基づき判断され、再利用可否と転用先も合わせ、解体から改修までの石材の動きを一体化し記録した（本節第3項）。

なお、本節第3項に全石材の石材データ表が掲載されており、また主要な石垣がA・B面であることから本文および統計表はA・B面を中心におこなった。

#### 調査の対象

調査の対象となった石材は、解体を実施したA～E面石垣の天端、築石、隅角石、根石の各旧石材であり、対象となった旧石材は1105石（A・B面では1025石）である（図5-3-1～5）。F面は平成8年度に施工したため除外し、番付作業時に詰石など（おおよそ20cm以内）は旧石材とはせず除外した。解体作業にともない修正することも発生したが、すでに番付されたものは混乱を防ぐ目的で除外しないで一覧を作成した。

なお、以下の報告では数量、比較のあり方、主体となる石垣という観点からA・B面を中心に、また調査項目を絞って報告することとする。

#### 計測調査の方法

計測調査の目的は、旧石材の属性の把握と保管管理の目的をもち、また各石材の計測データは「マニュアル」にある可能な限り原位置へ戻すという方針に不可欠な情報になると理解しおこなった。

計測作業は、解体作業現場で石材を移動させる直前におこなった。これは、各石材毎におこなう方が誤認が少なく、効果的に確認しながら作業が進められ、また破損石材など移動すると破碎してしま

い、有効なデータが収集できなくなることを防ぐためである。

計測作業は役割分担により施工者（主に石工）が複数名（計測者と記録者）で確認しつつおこなうことを原則とし、これに教委監督員が常に立会った。

計測は、石面の高さ（縦）、幅（横）、控えをコンベックスで最大値を計測した。

ただし、破損旧石材などの再利用が不可能な旧石材の場合は、新補石材の調達のための計測作業も含まれているので石面の高さと幅各4点の計8点を計測している（第6章第2節）。

重量は、石材移動にはクレーンをもつておらず、吊り上げ時にクレーンコックピットで表示される重量を記録した。破損旧石材についてはモッコなどに同一石材まとめて総重量を記録した。ただし、表示が100kg単位であるため石材データ表の記載には幅が生じている。

#### 成 果（統計データは本項末に掲載）

「A・B各段毎の高さ・幅・控え長」に提示したデータは、A・B面の各段毎の石材計測の平均値である。

全体としての特徴は、「A・B各段毎の高さ・幅・控え長変化図」にあるようにA・B面では高さ、幅、控えともに天端から根石に向かって計測値が増加、つまり上から下に向かって石材の形状が大きくなる傾向にあるといえる。

高さの平均計測値でみるとA・Bとともに天端にあたる1段目がもっとも平均値が低く（石材厚が薄い）、下に向かって数値が増加する傾向が認められる。

幅と控えについても数値にはばらつきはあるが、基本的には同様な傾向を指摘することができる。控え長については図5-3-8・9に色分けの分布図を提示してある。

図5-3-8・9からは、上述したような変化を着色状況からより端的に認めることができ、次のような傾向にあるといえる。

控え長60cm以下（水色）は天端を中心に配石され、控え長61～80cm（黄色）は天端を中心に配石しつつ根石方向に散在している。控え長81～100cm（緑色）は中段付近で主体となりピークになっているが全体的に散在し、101cm以上（赤色）は散在しているが中段から下に多く控え長81～100cmと混ざる傾向が見て取れる。

ただし、解体範囲のなかでも根石に近い下段部分で控え長にややばらつきの状況が出現している。この点は、おおよそ16段付近の背面構造が、人工盛土から自然地盤に変化することと合致することに起因していると考えられる（本章第4・5節詳述）。

この部分の様相は、石尻と地山が接する状況が確認されていることなどから、石垣構築時に地山は強度があり掘削は最低限としたうえで石材を積み上げるなど、背面構造の強度と相関性があると推測される。

この図上の指摘は、数値データでも読みとることができ、おおよそ17段付近以降では数値の乱れが認められる。いずれにせよ、石垣の天端から根石に向かい石材の大きさが増加することは石垣の構造を考えると当然とも考えられるが、この点を裏付けたといえる。

#### 角度調査の方法

この調査は、旧石材の掘わり方の特徴を理解する目的で実施した。

掘わり方を調査する方法としては、石面と石尻の中心点を光波測量器で測量する方法など検討したが、効率、機動、汎用性から判断して市販の勾配傾斜計での計測を採用した。

計測は旧石材上面の水平角に対しての傾斜角で、平均的な部分で石材を移動させる前におこなった。表面の凹凸が激しい場合にはあて木をおこない計測した。



写 5-1-1 計測風景



写 5-1-2  
重機コックピットの重量表示

## 成 果

「石材の平均角度」に統計的な調査結果を掲載し、データは本章第3節に掲載している。

A・B面全体的な特徴としては、各段で特筆すべき変化傾向は捉えられない。

しかし、各段毎の個別データを精査すると、水平角に対して $0^{\circ}$ という数値は1つもなく、最低角でも必ず $2^{\circ}$ は石尻方向に傾斜していることが認められた。さらに、石面方向へ傾斜するものは存在しない。石垣構築以降の経年変化の課題もあるが、石垣を積む場合には当然の発想と思えるが、石材を据える場合にはわずかにでも石尻方向に傾斜させることが角度調査により明確となった。

なお、この角度調査は解体調査が始まってからの調査であるため一部実施していない。

## 打音調査の方法

旧石材の再利用可否は前述のとおり教委監督員が判断することになっているため、石工所見の他に物理的な調査を実施し、石工の観察所見の裏付けと客観的判断材料を得る目的で実施した。

方法は、調査者が変わっても普遍的に実施できることが望ましいため、市販の鉄製径2cm長さ6cm、木製柄の長さ27cmの金槌を使い、石材表面を複数ヶ所均一に叩き、その音調変化を調べた。なお、事前に音調変化を聞き分ける訓練をおこない実施した。

## 成 果

調査データは本節第3項に掲載されているが、基本的には石工の解体旧石材の破損状況の所見と打音調査成果はおおよそ一致する傾向にあった。

また、風化範囲の特定や目視困難なクラックの発見に有効であり、不特定の者が実施してもおおよそ共通した成果が得られ、また簡易的であることから判断材料としては有効な方法であった。

## 強度調査

解体した旧石材の観察をする作業の中で、個々の石材の観察と石工による観察所見は極めて有益なものであるが、一方では教委監督員が独自の判断材料として上述したとおり打音調査を実施した。さらに、今回の解体調査では旧石材すべてを対象に強度試験を実施した。

方法は、室内圧縮試験などは破壊試験で高価であるため、現場で簡易的にできる方法を模索し、コンクリート強度を測定するシュミット・コンクリート・テストハンマーN R型（非破壊式コンクリート強度試験機 衝撃エネルギー：0.225m kg 強度測定範囲：150～600kg/cm）を使い、1石毎に反撃度（R）を5回測定しその平均値を記録した。なお、この調査は役割分担により施工者側で実施した。

## 成 果

本機での成果は本章第2節に強度換算図（図5-3-10・11）が、同3節にデータが掲載されている。

本機は、表面付近の強度を測定するものであるため、風化している旧石材は数値が低い傾向を得ることができた。

しかし、性能から石材の内部（芯）まで測定することはできなかったためデータとしては客観的数値として取り扱った。

なお、この調査は新補石材もすべて実施しており、これは石材の品質管理という目的と復元する構の荷重を想定して石材強度の把握という建設部の目的もあり実施されている。

## 解体旧石材の観察と評価

石材調査の最終的な到達点ともいえるもので、個々の石材に対して各種調査、所見と観察を経て、改修に伴い再利用できるか否かを判定するものである。

判定の方法は、個々の石材に認められる割れ、山傷、剥離、風化、形状といった傷みの状態で評価

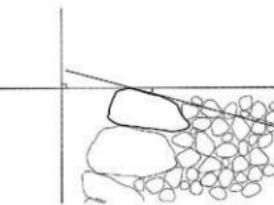


図5-1-3 角度定概念図



写5-1-3  
シュミットハンマーによる測定

する「石材健全度評価」と、これらの石材が改修時にそのまま再利用できるのか、積み方の工夫やあるいは別の場所に移すなどして再利用できるのか、できないのかを評価する「石材利用率評価」の2つの評価基準を設けて判定した。

評価基準の設定は、センターで基準の原案を用意し、調整会議で建設部、施工者と協議のうえ、石工の意見を参考に最終決定した（本節第3項）。実際の作業は、解体作業の合間（盛土工などの実施時）に解体した旧石材の保管ヤードで教委監督員・文化財職員がおこない、石工は写真撮影などの各種作業の補助をしつつ、

破損、山傷、風化面などをマーキングし、必要に応じ所見を述べる体制でおこなった。また、判定の記録については石材カードに記載し、各石材の解体調査データから評価および最終状況まで一体化し記録し、委員会・部会に定期的に報告した。

## 成 果

評価に関する各石材毎のデータは本章第3節に掲載している。まず、旧石材の健全度については「A・B面の旧石材健全度評価集計」として次に集計した。

健全度ではアルファベットのAから日までの8段階の評価を設け、個々の石材の傷みの程度を評価している。

Aの「特に問題はない」とは石材に観察の結果、傷みは認められずに問題のない石材と判断されたもので、A・B面の解体した旧石材数1025石のうち237石（23.1%）を占める。基本的にAと評価された石材は再利用されることになる。

一方、B以下は観察の結果、何らかの傷みを認められたもので、E・F・Hは健全であっても形状の点から問題があると判定された旧石材である。

Bは、割れている現象が目視で容易に判断可能なもので179石（17.5%）を占めている。

Cは、Bのように明確な割れではないが、ひびに似た山傷や節理（層状に堆積した不純物）が認められるもので508石（49.6%）と約半数をしめた。

ただし、山傷は本来岩石に生じている先天的・潜在的なものであり、また部分的な場合もあるため健全ではないとはいえない。

具体的には個々の状況（傷の場所）や度合い（傷の深さや範囲）により限りなくAに近いものも含まれ、あるいは傷の部分を除去することで再利用できるものが含まれている。なお、この評価の石材を調べるには、打音調査が有効な方法であった。

Dは、Cの傷の部分などが原因で表面またはブロック状に一部分が破損しているもので12石（1.2%）あるが、やはり個々の状況によっては再利用が可能なものも含まれる。

Eは、傷ではなく形状の問題があり、鏡石のように極端に控え長が短いもので9石（0.9%）を占める。この評価のものは単独では捨てるには不安定だが、背面に捨て石などで補強し支えたり、積み方を工夫するなどの対処方法で再利用可能となる。

Fも、Eと同様に傷ではなく形状に問題があり、逆さ石や寄り籠石と判定されたもので20石（2.0%）を占める。積み方を工夫するなどの対処方法が検討されるが、構造的な弱点にならないよう留意が必要なものが多い。

Gは、表面に風化が認められた石材で15石（1.5%）を占める。風化の度合いは様々で、一見石面に多くみられる現象と思われるが、意外と内側で風化している場合が多い。

個々の状況により風化の範囲や深さも様々で、改修時の当たりによっては不安定な要素となりうるので、風化部分は除去することで再利用を検討した。

なお、Gの評価のなかには極度に劣化し、ほとんど破碎した状態の石材も含まれている。このような場合は、裏栗石や詰石などに再利用する方法をとった。

また、風化の範囲などを調べるには、打音調査が極めて有効な方法であり、ショミットハンマーに



写 5-1-4 旧石材保管ヤードで評価を検討する様子

よる強度調査でも比較的影響がでやすい。

Hは、E・Fと同様に傷ではなく形状に問題があり、積む場所としての問題や、面の向き、石材の高さ（厚み）がないもので45石（4.4%）を占めた。これらの石材は、構造的な弱点を引き起こしたり、厚みがないことで強度も十分でないと判断されることもあるため新補石材と交換され、裏栗石などに再利用される場合が多い。

しかし一方では、E・Fを含めたHという評価に該当する石材が使われていることは、構築当時は必ずしも石材が十分でなかったのか、あるいは石材の形状に問題があったとしても技量で貰えたのかなど、むしろ今後に構築当時の様相を探るために情報価値が高いといえる。

なお、参考データとして、事業着手以前に実施した外観観察で認められた破損旧石材の個数を提示しているが、解体調査後の評価数値と比較してみると19.8倍もの差が算出された。遠目的外観観察であるため詳細な状態までは把握するのは困難であるが、外観観察だけの評価は非常に難しいということができる。

次に、旧石材の利用度については「A・B面の旧石材利用度評価集計」として集計した。

利用度ではローマ数字のIからVIまでの6段階の評価を設け、個々の石材の改修に向けての利用方法を評価している。

Iは、「マニュアル」にしたがい可能な限り元の位置に戻していく石材である。健全度でAに評価された石材を中心に、BからHの評価にあっても傷みが軽度のものも対象となり423石（41.3%）を占める。

IIは、Iと同じく旧石材として可能な限り元の位置に戻していくもので145石（14.1%）を占めた。健全度ではBからHに評価されたもので、改修時に山傷や風化面、不安定な要素の部分的な除去、当たりの位置の調整、あるいは天地左右を変えるなど積み方を工夫しながらおこなう旧石材と評価されたものである。また、捨て石をおこない背面を補強しておこなう場合もこの評価に含まれる。

旧石材の加工については原則としては禁止としたが、個々の状況に応じて協議し、旧石材を加工する場合のルールに乗っ取りおこなうことも工夫の1つとした（第9章第4節）。

IIIは、旧石材として再利用するが、元の位置ではなく改修時にはA面からE面の範囲のなかで再利用する旧石材で44石（4.3%）を占める。

健全度ではBからHに評価されたもので、形状や強度に問題があり原位置では使用が困難であるものの、旧石材が大きく分割して破損した場合の片側のみの再利用など個々の石材の状況に応じて判定されている。

IVは、石垣の石材としては再利用できない旧石材で、石材の形状としては小さく、基本的には詰石などとして転用されるもので30石（2.9%）を占める。

健全度ではBからHに評価されたものであるが、特に山傷、風化などが激しく、すでに破碎し小さくなっているものが含まれる。

Vは、IVと同じく石垣の石材としては再利用できない旧石材で、裏栗石や飼石として転用されるもので43石（4.2%）を占める。

やはりIVと同じく健全度ではBからHに評価されたもので、石材としては小さいかあるいはすでに破碎しているものが多い傾向にある。

VIは、旧石材としては再利用できない石材で、檐台石垣以外の城内に転用して使用するもので、340石（33.2%）を占める。

転用先は、城内の別地点の石垣石材（低い石垣など）として再利用可能なものを選別し、裏栗石に再利用するため粉碎（第9章第4節）するなど、基本的には本工事のなかで再利用し、さらに残ったものは圓路の縁石、水路に再利用することとした。

これらの評価を集計すると、再利用できる旧石材は612石（59.7%）となり、再利用できない旧石材は413石（40.3%）となる。しかし、これらの数値はA・B面の解体調査終了時の段階のもので、改修工事を経て最終的な集計では大きく変動している（第7章第6節）。

## 解体した旧石材数

A面	518
B面	507
C面	49
D面	18
E面	13
総合計	1105石
A・B面合計	1025石

## 石材の平均角度

A面	19.5
B面	22.3

## 縫割面数 (石材個体数)

A面	54
B面	79
隅角石	7

## 矢穴石材数 (石材個体数)

A面	29
B面	29
隅角石	9

## A・B各段毎の高さ・幅・接え長平均値

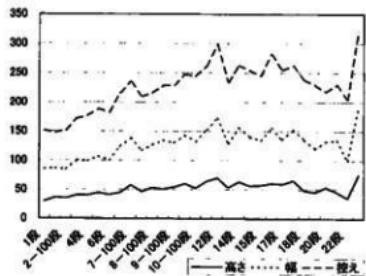
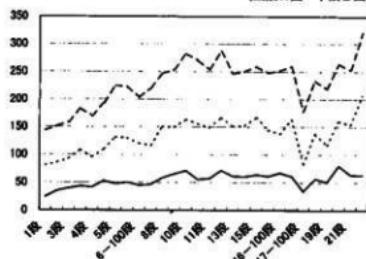
	高さ	幅	接え	高さ	幅	接え	
1段	24.4	56.2	62.8	1段	29.4	56.0	66.0
2段	35.0	50.7	65.8	2段	36.2	50.2	61.5
3段	38.6	52.8	65.8	3段	40.2	60.5	71.0
3~100番	43.3	65.8	73.8	4段	40.3	58.8	78.1
4段	41.8	53.6	74.4	5段	44.2	62.8	82.0
4~100番	52.8	57.4	82.6	6段	41.2	59.4	81.8
5段	47.7	83.7	93.0	7段	44.4	79.3	92.5
6段	50.4	79.8	92.6	8段	48.6	70.2	92.8
6~100番	45.0	75.0	83.0	9段	50.7	83.9	94.1
7段	46.5	70.5	103.4	10段	60.1	83.5	104.0
8段	58.3	92.2	96.2	11段	52.6	80.1	112.0
9段	65.2	84.0	104.6	12段	64.3	88.7	109.1
10段	71.2	92.7	118.5	13段	70.3	102.5	125.5
10~100番	55.8	98.8	114.5	14段	53.4	76.0	105.1
11段	57.2	91.6	105.2	15段	63.5	93.0	106.5
12段	71.6	95.6	119.5	16段	57.6	77.1	110.5
13段	61.6	89.5	95.5	17段	60.7	94.8	128.6
14段	60.4	91.8	97.9	18段	59.6	76.3	119.0
15段	64.3	102.9	92.0	19段	48.3	87.5	102.8
16段	61.2	83.6	103.1	20段	45.4	74.6	110.0
16~100番	67.5	70.5	119.5	21段	53.9	78.6	85.6
17段	61.5	101.9	96.5	22段	45.5	89.0	95.5
17~100番	34.5	48.5	95.5	23段	76.0	115.0	130.0
A面平均	54.7	80.4	95.1	B面平均	51.4	77.1	98.1

(cm)

平均 20.9度

## A・B各段毎の高さ・幅・接え長平均変化図

(上段 A面・下段 B面)



## A・B面の旧石材健全度評価集計

記号	内 容	A面	B面	(A+B)	%
A	特に問題はない	92	145	237	23.1
B	石材が破損している（明確な割れ・破断）	86	93	179	17.5
C	石材に亀裂がある（山崩・筋理）	279	229	508	49.6
D	石材が抜け落ちている（剥離・浮き）	4	8	12	1.2
E	石材の接えが極端に短い（結石）	7	2	9	0.9
F	不安定な石塊（逆さ石・寄り石）	9	11	20	2.0
G	風化の度合いが激しい（劣化）	9	6	15	1.5
H	その他（積み位置・向き・厚み）	32	13	45	4.4

(参考データ)

外観観察による玻璃石材との比較

	A面	B面	合計
外観観察	27	9	36
解体結果	378	336	714

較差比率 19.0倍

※解体結果は評価のB-D-Gの計

解体調査終了時の交換率



旧石材再使用率

612 石

59.7 %

新築石材使用率

413 石

40.3 %

## A・B面の旧石材利用率評価集計

記号	内 容	A面	B面	(A+B)	%
I	現状のまま再利用可能	189	234	423	41.3
II	積み方を工夫して再利用	77	68	145	14.1
III	他の場所で再利用	23	21	44	4.3
IV	路盤などに転用	17	13	30	2.9
V	裏栗石・側石などに転用	24	19	43	4.2
VI	石垣以外に転用（園路・水路・基礎など）	188	152	340	33.2

## A・B面開角部 (高さ・幅は小面) (cm・t)

石材番号	高さ	幅	接え	重量
B-17-4	140	136	1.4~1.49	
B-16-5	70	74	2.1~2.19	
B-15-10	129	127	2.7~2.75	

石材番号	高さ	幅	接え	重量
AB-11	120	140	1.9~1.99	
AB-23	73	94	2.6~2.69	
AB-16	69	70	1.9~1.99	
AB-22	64	170	2.0~2.09	

※本項の数値は個体比率

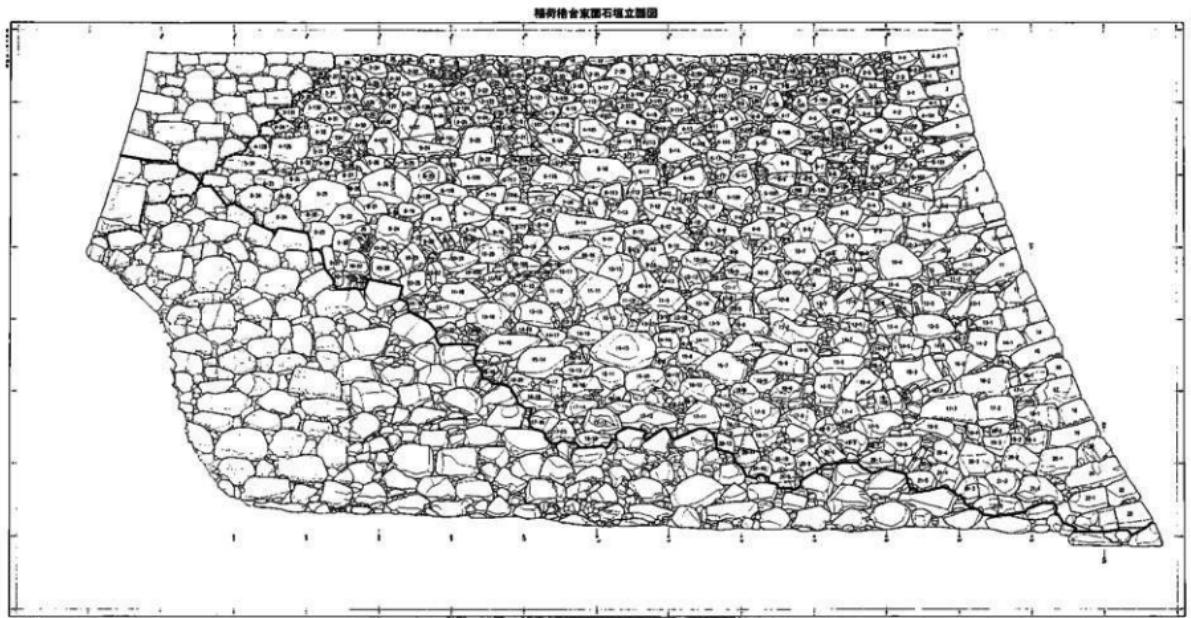


図5-3-1 A面石垣立面図（番付・最終解体ライン）

(点線一平成 8 年度改修ライン)

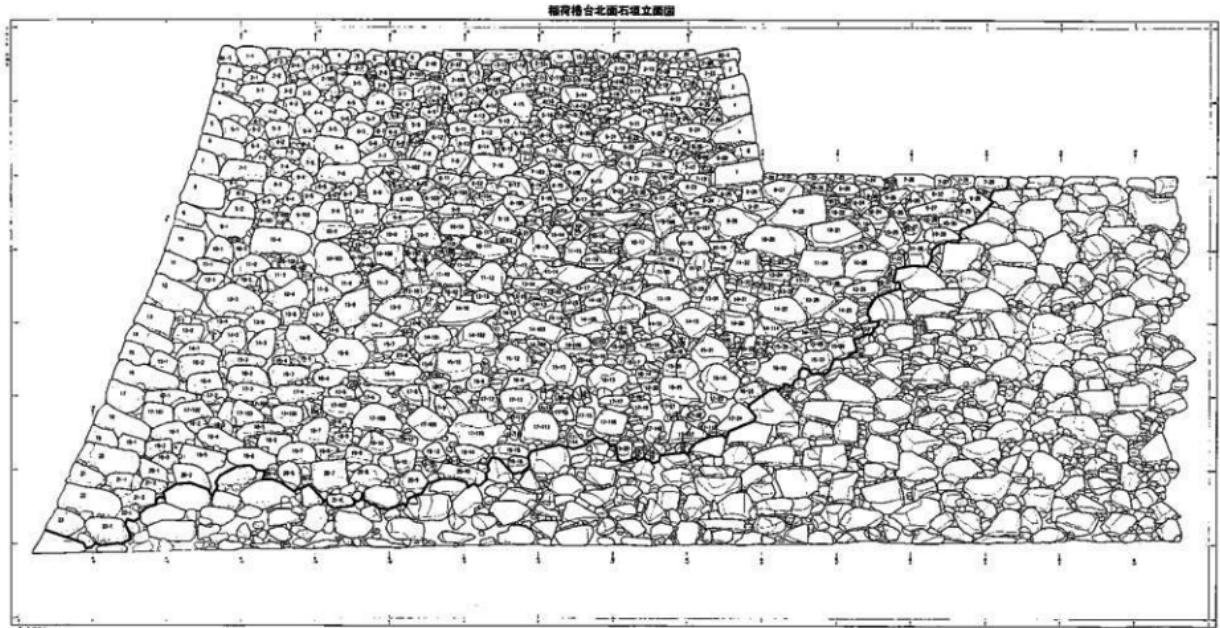


図5-3-2 B面石垣立面図（番付・最終解体ライン）

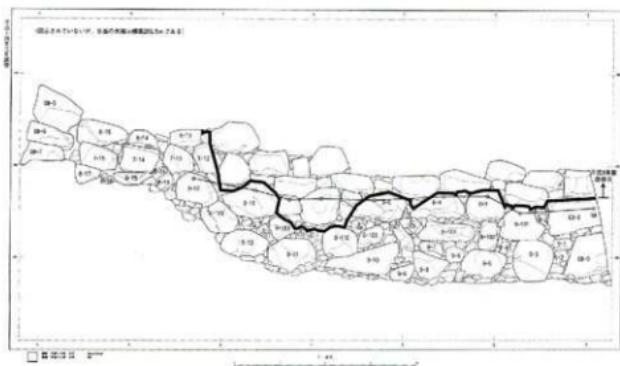


図 5-3-3 C面石垣立面図（番付・最終解体ライン）

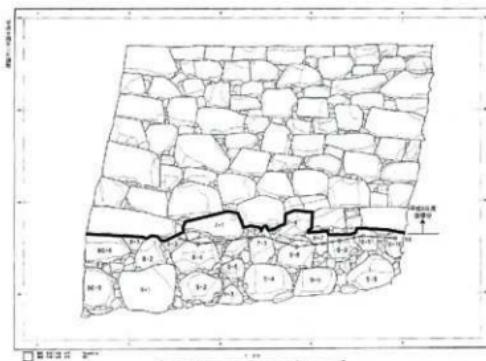


図 5-3-4 D面石垣立面図（番付・最終解体ライン）

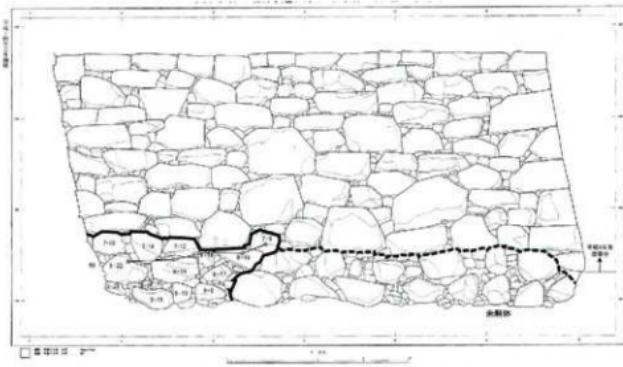


図 5-3-5 E面石垣立面図（番付・最終解体ライン）

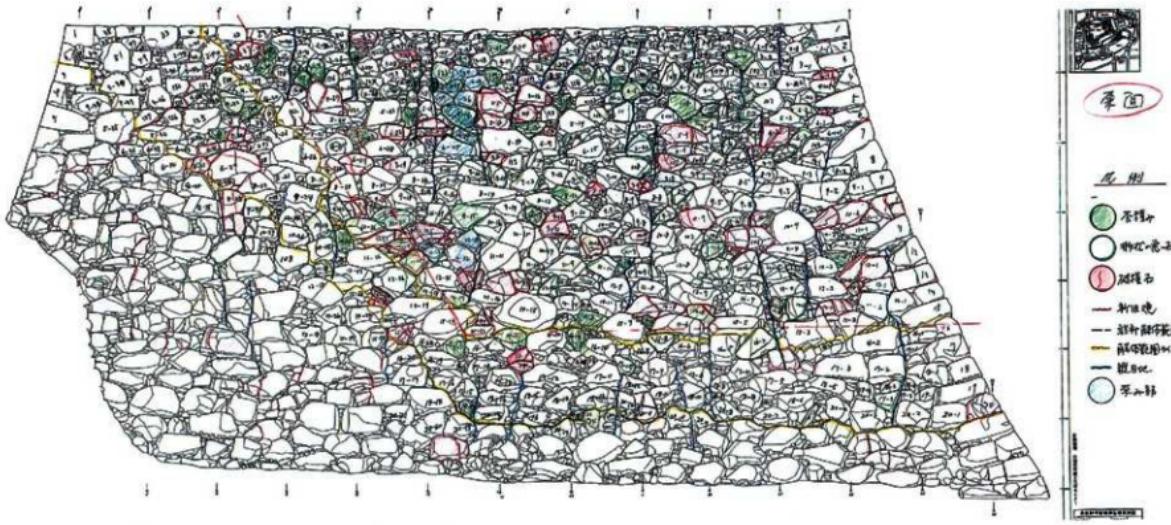
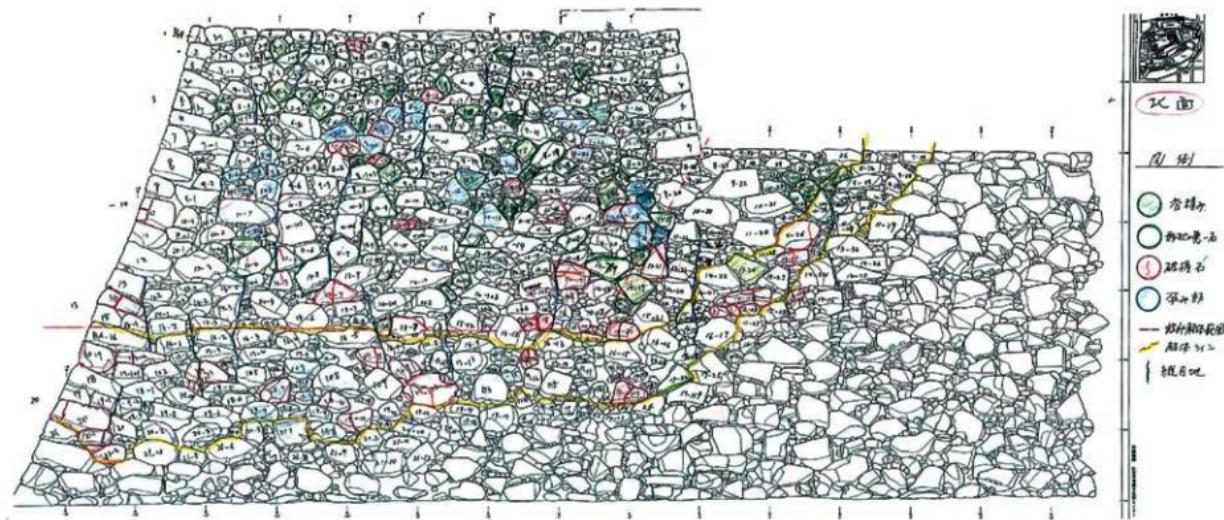


図 5-3-6 A面破損状況調査成果図（第4章第4節の関連図面）



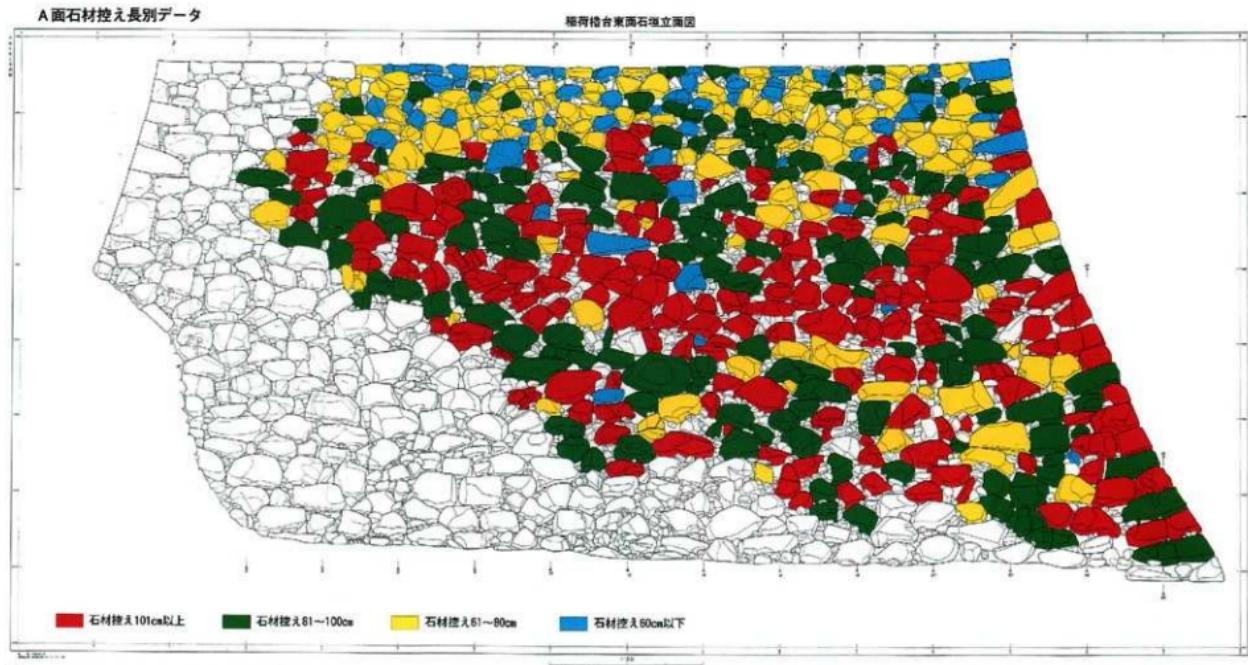


図 5-3-8 A面石材控え長別データ

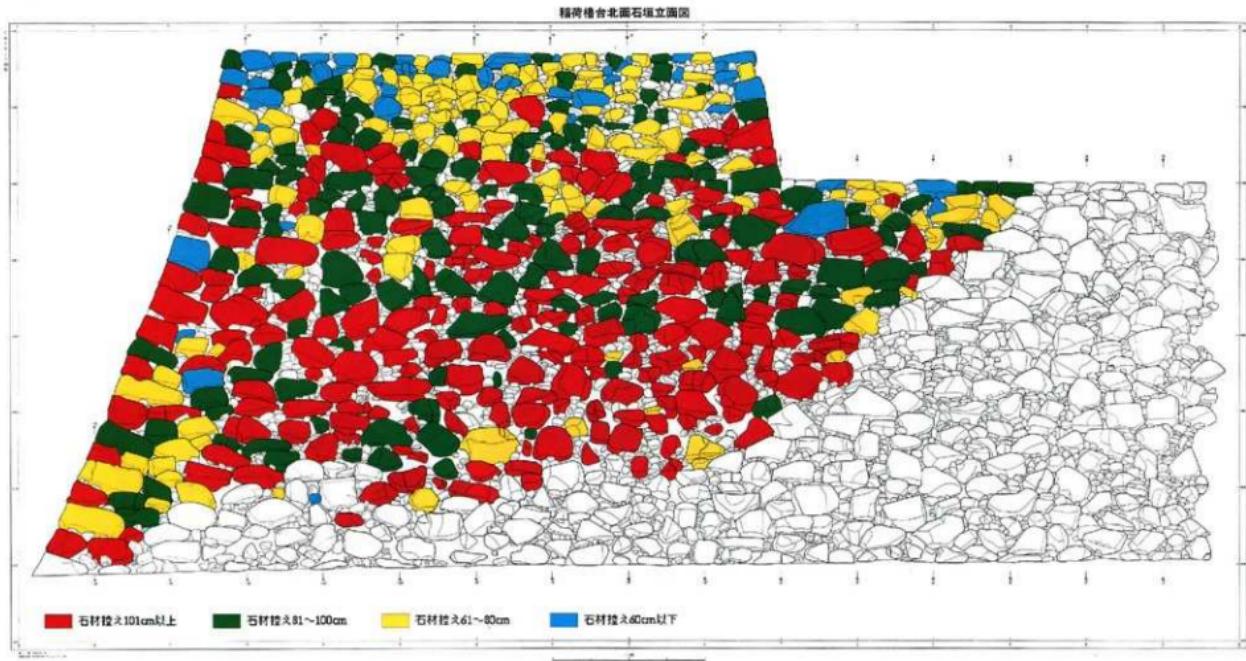


図 5-3-9 B面石材控え長別データ

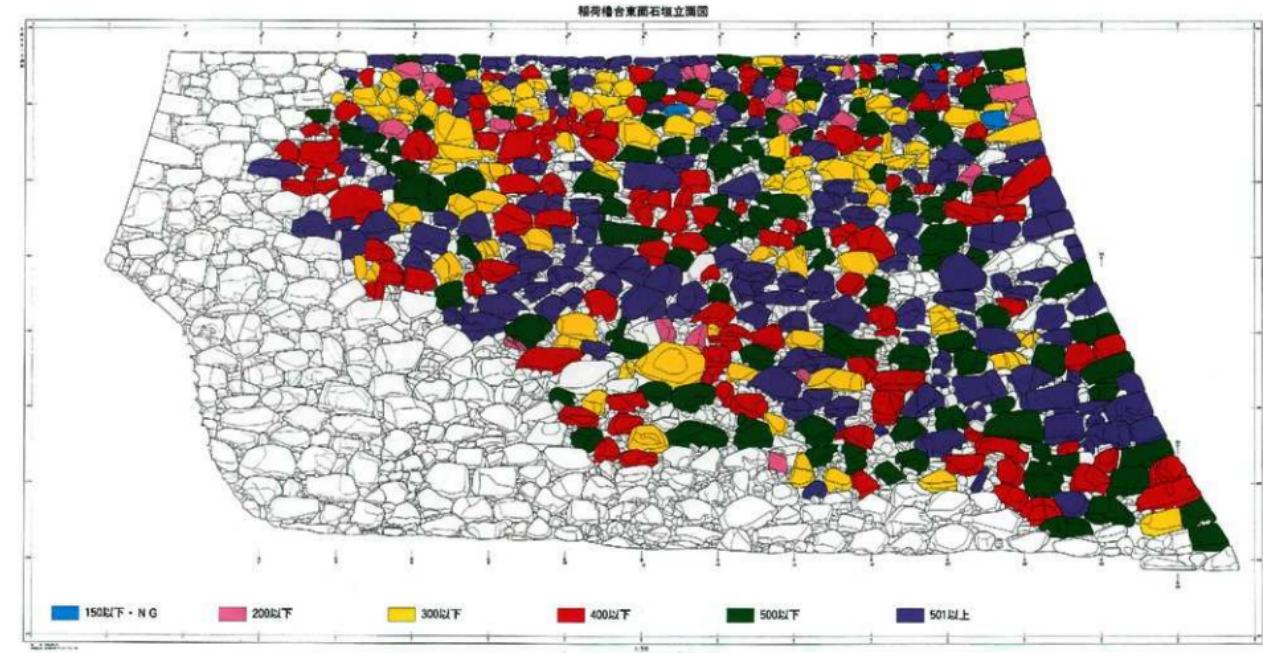


図 5-3-10 A面石材強度換算値別資料

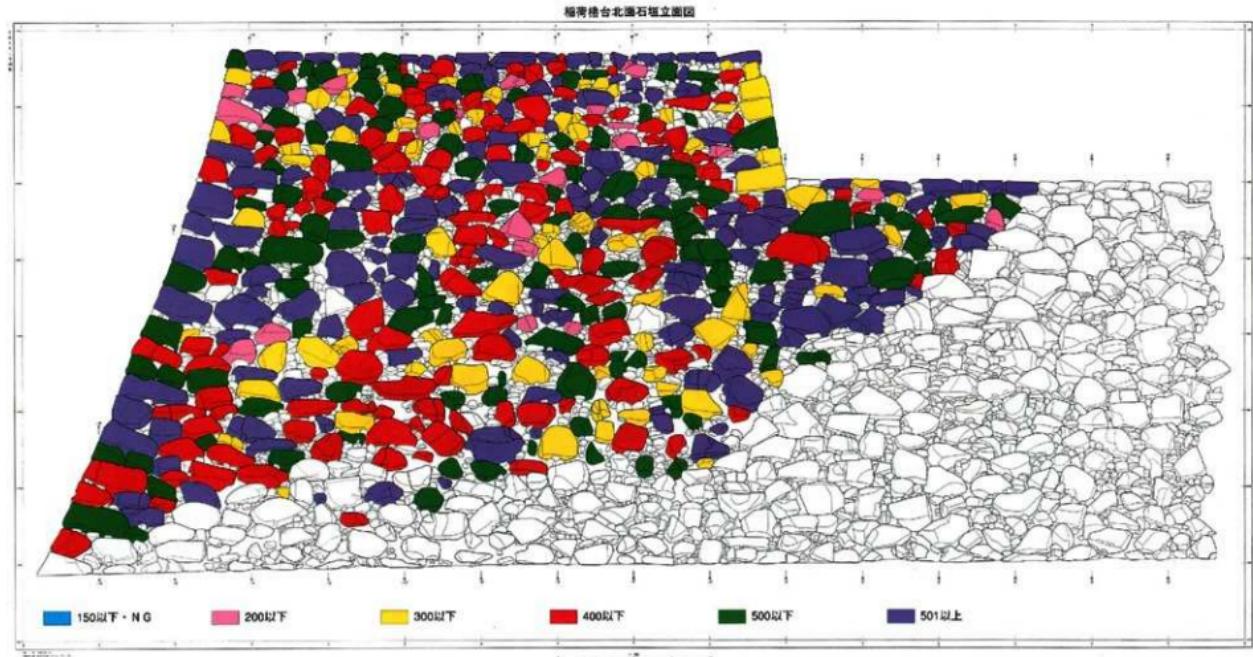


圖 5-3-11 B面石材強度換算值別資料

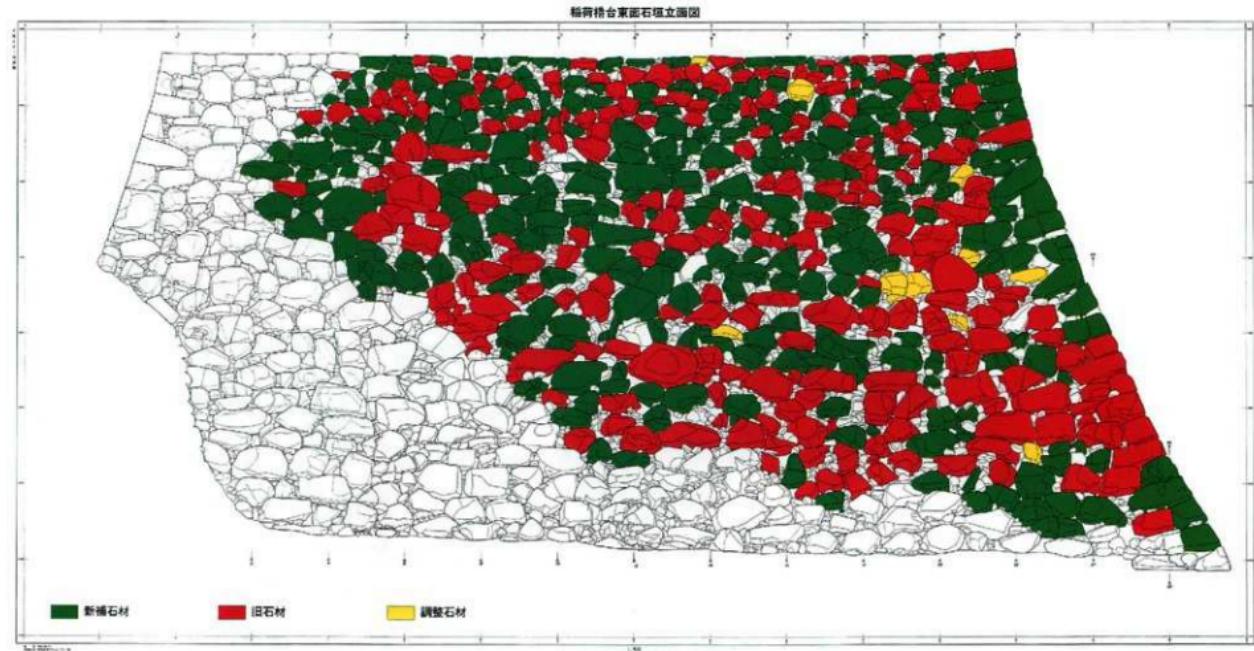


図 5-3-12 A面石材最終状況

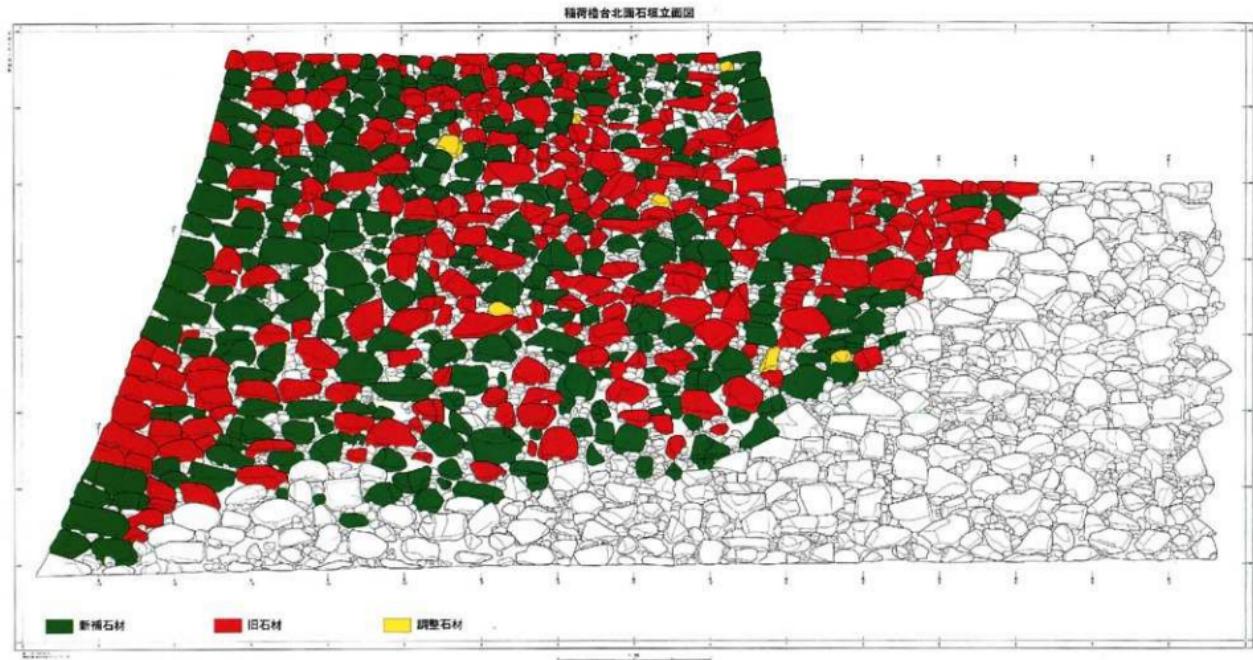


図 5-3-13 B面石材最終状況

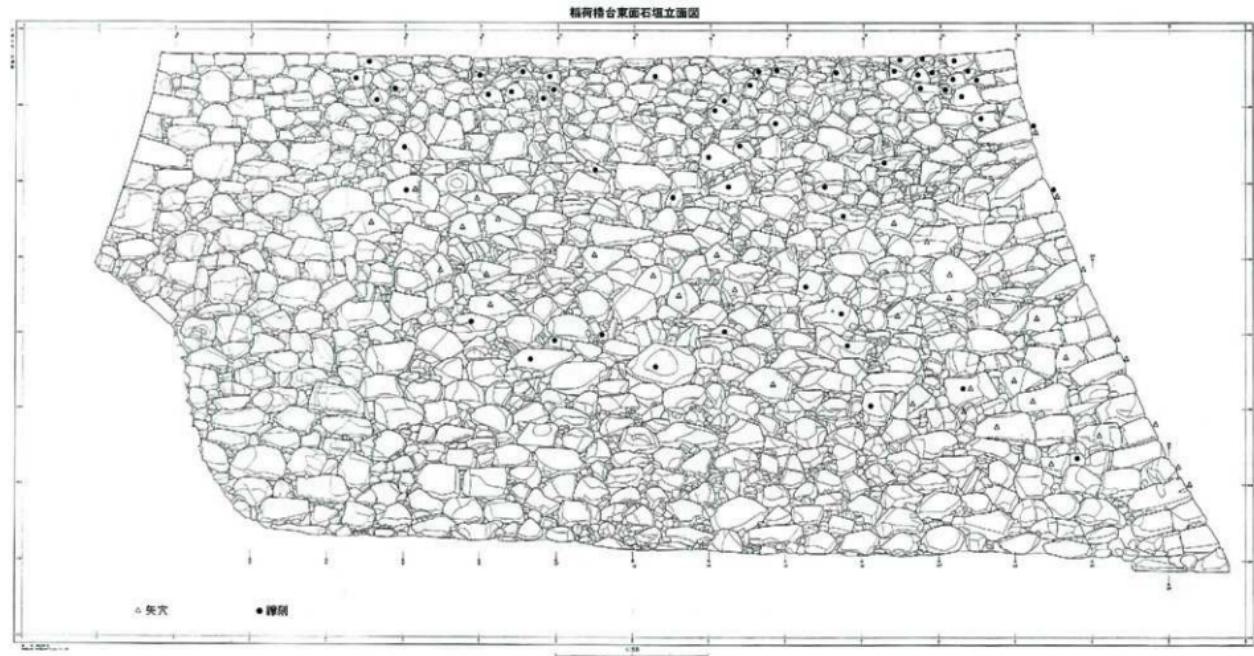


図 5-3-14 A面線刻画・矢穴

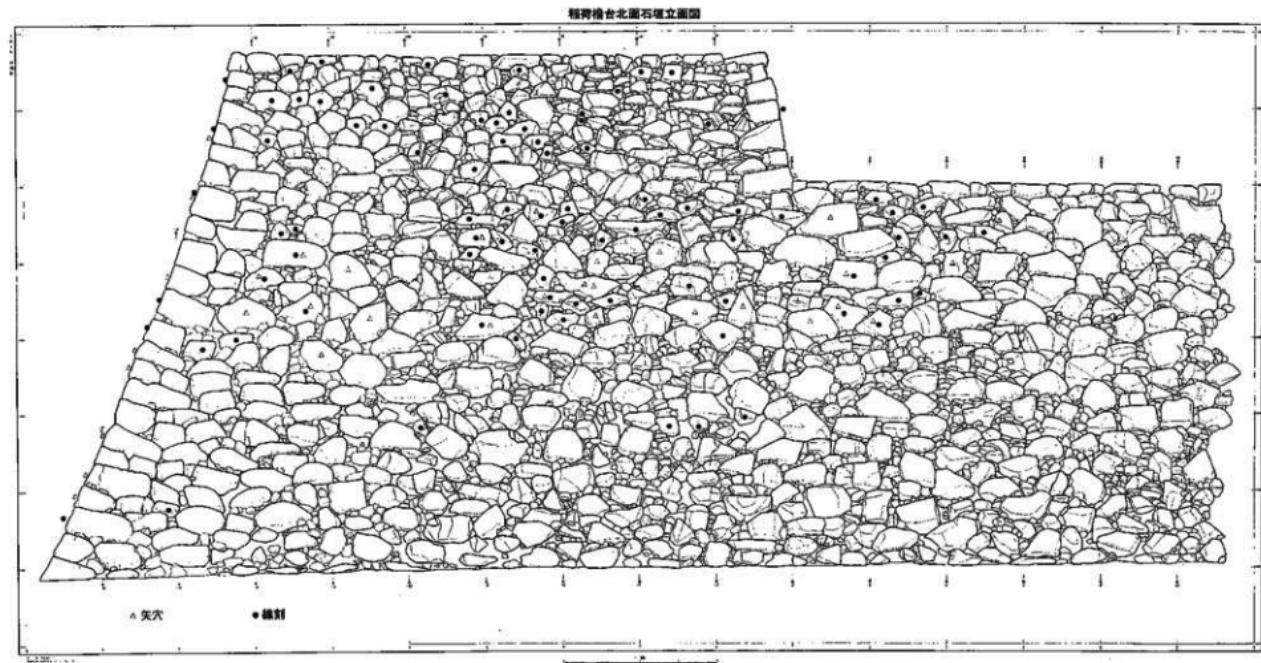


図 5-3-15 B面線刻画・矢穴

### 第3項 石材データ

本項では、調査した各石材のデータを掲載している。下図は、石材調査で使用した石材カードである。さらに、表は石材の評価基準と利用状況を区分したものである。

石材調査カード		(本調査用紙は複数枚用意する場合は複数枚用意)
登録番号 [ ] 登入番号 [ ]		
調査日 年月日 ( )		
地名 郡 邑村		
<p>① 施設名 (計画表大字) <input type="checkbox"/> 石材名 (表の右) <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>直轄地 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 積み石地盤 (地盤・地質・土質・岩質)</p> <p>周辺地 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 地上工事地盤 (地盤・地質・土質・岩質)</p> <p>地元人 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 確認済み地盤 (地盤・地質・岩質)</p> <p>基盤地盤 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 確認済み地盤 (地盤・地質・岩質)</p> <p>地物・地質 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 確認済み地盤 (地盤・地質・岩質)</p>		
<p>② 施設面積 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (施設の面積・周囲の地形の記入)</p> <p>直轄地 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (直轄地の面積・周囲の地形の記入)</p> <p>その他地盤 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (地盤・地質・土質・岩質の記入)</p> <p>地物・地質 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (地物・地質・土質・岩質の記入)</p>		
<p>③ 施設内構造 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (施設の構造)</p> <p>直轄地 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (直轄地の構造)</p> <p>その他地盤 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (地盤・地質・土質・岩質の構造)</p>		
<p>④ 施設内構造 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (施設の構造)</p> <p>直轄地 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (直轄地の構造)</p> <p>その他地盤 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (地盤・地質・土質・岩質の構造)</p>		
※各欄の記入は必ず行なってください。		

石材カード (表)

(裏)

#### 評価基準一覧

#### 石材健全度評価

#### 【解体調査時の評価】

A	特に問題はない
B	石材が破損している (明確な割れ・破断)
C	石材に亀裂が入っている (山傷・節理)
D	石材が抜け落ちている (剥離・浮き)
E	石材の挫えが極端に短い (鏡石)
F	不安定な石材 (逆さ石・寄り石)
G	風化の度合いが激しい石 (劣化)
H	その他 (積み位置・向き・厚み)

#### 石材利用度評価

#### 【解体調査時の評価】

I	現状のまま再利用可能	再利用
II	積み方を工夫して再利用	再利用+加工・詰石
III	他の場所で積み石として再利用	新補石材・再利用
IV	詰石などに転用	新補石材
V	裏栗石・銅石などに転用	新補石材
VI	石垣以外に転用 (園路・水路・基礎など)	新補石材

※転用は積み石として再利用されなくなること

#### 石材最終状況区分

#### 【改修後の最終状況】

K 1	旧材として原位置へ戻っている石材
K 2	旧材として原位置の近くへ工夫しながら戻っている石材
K 3	旧材として原位置を大きく離れた場所か結石・裏栗石・銅石に転用された石材
S 1	旧材と同等な新補石材に交換された石材
S 2	旧材に近づけた新補石材
S 3	旧材の再利用
C	調整のため加除した石材

A面石材計画・概要表

(単位: 高さ・幅・控え: cm 重量: トン 角度: 度 強度換算: kg/cm)

石材番号	高さ	幅	厚	重量	角度	打音	強度換算値	利用度	健全度	最終状況	転用先	備考
A-1-1	36	75	75	0.3~0.39	-	正常	OK	I	A	K1	-	
A-1-2	15	35	50	0.0~0.09	-	-	OK	II	H	S1	転用	
A-1-3	22	35	48	0.0~0.09	-	-	465	II	H	S1	域内再利用	
A-1-4	18	55	78	0.1~0.19	-	-	430	I	A	K1	-	
A-1-5	10	41	47	0.0~0.09	-	正常	NG	IV	H	S1	転用	
A-1-6	31	68	78	0.1~0.19	-	正常	495	V	C	S1	輪荷台西面	
A-1-7	20	57	87	0.2~0.29	-	正常	350	I	A	K1	-	
A-1-8	20	51	91	0.2~0.29	-	正常	530	III	A	K3	B-1~9 B-1~9と交換	
A-1-9	15	23	33	0.0~0.09	-	-	495	V	C-E	S1	D面	
A-1-10	15	53	45	0.0~0.09	-	正常	545	IV	C-E	K1	-	
A-1-11	38	19	79	0.0~0.09	-	正常	OK	II	F	S1	域内再利用	
A-1-12	20	84	60	0.1~0.19	-	正常	530	I	C	S1	転用	
A-1-13	24	79	68	0.2~0.29	-	正常	295	I	A	K1	-	
A-1-14	31	93	65	0.2~0.29	-	正常	465	I	F	K1	-	
A-1-15	19	45	60	0.0~0.09	-	正常	590	I	F	C	域内再利用	
A-1-16	26	80	90	0.0~0.09	-	正常	OK	III-IV-V	B	S1	域内再利用	
A-1-17	12	79	67	0.2~0.29	-	正常	OK	I	A	S2	転用	
A-1-18	34	70	55	0.2~0.29	-	異常一部	OK	V	C	S1	転用	
A-1-19	30	72	73	0.2~0.29	-	正常	OK	II	C	K1	-	
A-1-20	25	33	50	0.0~0.09	-	正常	OK	IV	A	S1	転用	
A-1-21	25	71	60	0.1~0.19	-	正常	560	IV	C	S1	転用	
A-1-22	19	62	61	0.1~0.19	-	-	560	IV	H	S1	転用	
A-1-23	40	73	66	0.2~0.29	-	正常	590	III	B	S1	B-3~16	
A-1-24	40	47	58	0.1~0.19	-	正常	480	VI	C-H	K3	域内再利用 A-2~4の再利用	
A-1-25	19	42	33	0.0~0.09	-	正常	OK	IV	E	S3	域内再利用	
A-1-26	26	47	56	0.1~0.19	28	正常	OK	I	A	K1	-	
A-1-27	14	40	59	0.0~0.09	-	-	465	IV	C-H	S2	域内再利用	
A-1-28	20	27	34	0.0~0.09	-	-	495	IV	E-H	S1	転用	
A-1-29	43	75	74	0.2~0.29	-	正常	OK	VI	B-C	S1	埋設保管	
A-2-1	34	76	93	0.3~0.39	12	正常	465	VI	C	S1	埋設保管	
A-2-2	30	28	38	0.0~0.09	-	正常	325	I	H	S2	転用	
A-2-3	34	53	89	0.1~0.49	46	正常	340	VI	A-C	S1	埋設保管	
A-2-4	38	45	90	0.2~0.29	51	正常	310	II-IV	C	S1	埋設保管	
A-2-5	42	50	85	0.1~0.19	32	正常	545	I	A	K1	-	
A-2-6	41	44	64	0.1~0.19	16	-	510	II	A	K1	-	
A-2-7	35	46	55	0.1~0.19	14	-	510	I	A	K2	-	
A-2-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石	
A-2-9	44	40	65	0.1~0.19	42	正常	400	VI	C-H	S2	裏張石	
A-2-10	50	35	96	0.3~0.39	40	-	155	II	H	K2	-	
A-2-11	21	38	39	0.0~0.09	-	正常	265	V	E	S2	転用	
A-2-12	37	53	62	0.2~0.29	38	異常一部	530	II	D	K2	-	
A-2-13	37	38	73	0.1~0.19	-	正常	560	II	G-H	K1	-	
A-2-14	16	40	58	0.1~0.19	36	正常	325	II	H	K1	-	
A-2-15	25	45	70	0.1~0.19	40	-	495	I	A	K1	-	
A-2-16	29	68	58	0.2~0.29	31	正常	340	I	D	K1	-	
A-2-17	16	29	38	0.0~0.09	-	-	385	IV	F	S1	転用	
A-2-18	47	80	75	0.4~0.49	38	正常	OK	VI	C	K3	黒石 C-14~10の再利用	
A-2-19	48	72	56	0.1~0.19	10	正常	170	VI	B-C	K3	A-7~1 A-7~1と交換	
A-2-20	61	73	62	0.4~0.49	32	-	510	II	A	K1	-	
A-2-21	45	71	64	0.2~0.29	18	正常	340	II	F	K1	-	
A-2-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石	
A-2-23	29	58	65	0.2~0.29	10	-	260	I	A	K1	-	
A-2-24	34	72	48	0.1~0.19	12	正常	OK	V	C	S1	転用	
A-2-25	40	47	80	0.2~0.29	14	-	440	II	C	K1	-	
A-2-26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石	
A-2-27	34	53	69	0.1~0.19	22	正常	385	IV-VI	C	S1	埋設保管	
A-2-28	43	60	62	0.1~0.19	10	正常	545	II	H	K1	-	
A-2-29	15	36	28	0.0~0.09	-	-	325	V	E-F	S2	転用	
A-2-30	24	36	84	0.1~0.19	28	-	310	VI	H	K3	域内再利用 A-4~12の再利用	
A-2-31	17	26	47	0.0~0.09	-	-	235	V	E-F	S1	転用	
A-2-32	35	67	49	0.2~0.29	20	異常一部	465	VI	C-D-G	K3	域内再利用 B-11~6の再利用	
A-2-33	43	60	90	0.2~0.29	-	異常一部	195	VI	C-G	S2	転用	
A-2-34	43	74	66	0.3~0.39	-	-	185	VI	C-H	S3	域内再利用	
A-2-35	36	50	74	0.2~0.29	14	-	265	VI	C-F-G	S1	転用	
A-2-36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石	
A-2-37	51	37	80	0.1~0.19	30	異常一部	340	IV	B-C-G	S1	転用	
A-2-38	21	55	62	0.1~0.19	-	-	575	II	C	K1	-	

A-2-39	31	25	70	0.1~0.19	-	正常	495	II	F	S3	城内再利用
A-3-1	61	90	74	0.5~0.59	48	正常	415	I	C	K1	-
A-3-2	22	25	56	0.0~0.09	26	-	560	V	C	S1	城内再利用
A-3-3	28	63	58	0.2~0.29	32	正常	OK	I	C	K1	-
A-3-4	59	85	61	0.5~0.59	8	異常一部	480	VI	C-F	S1	砾石
A-3-5	33	47	64	0.0~0.09	28	-	440	V	C	S3	城内再利用
A-3-6	24	25	63	0.0~0.09	14	正常	465	VI	C	K3	A-6-14 A-6-14の再利用
A-3-7	22	41	94	0.2~0.29	14	-	265	V	C-H	S3	砾石
A-3-8	43	77	85	0.4~0.49	22	-	545	II	C	K2	-
A-3-9	71	73	67	0.4~0.49	30	正常	415	VI	C	C	転用
A-3-10	36	55	53	0.1~0.19	44	-	385	VI	C-D	S1	砾石
A-3-11	52	37	75	0.2~0.29	44	-	575	II	C	S1	城内再利用
A-3-12	25	27	43	0.0~0.09	0	正常	400	VI	H	S1	城内再利用
A-3-13	43	62	76	0.2~0.29	30	正常	495	VI	G	S2	埋設保管
A-3-14	34	51	60	0.1~0.19	24	正常	210	VI	C-G	S3	城内再利用
A-3-15	31	75	51	0.1~0.19	28	正常	430	VI	C	S1	城内再利用
A-3-16	24	33	41	0.1~0.19	0	正常	325	I	A	K2	-
A-3-17	48	71	89	0.3~0.39	38	異常一部	440	VI	C	S1	転用
A-3-18	49	55	52	0.3~0.39	46	正常	280	I	G	K1	-
A-3-19	29	49	69	0.1~0.19	14	異常一部	250	V	B-F	S1	転用
A-3-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	砾石
A-3-21	33	30	80	0.1~0.19	28	正常	495	I	A	K1	-
A-3-22	30	53	62	0.1~0.19	14	正常	295	VI	C	S2	城内再利用
A-3-23	45	52	92	0.2~0.29	36	正常	210	II	C	K1	-
A-3-24	49	61	63	0.3~0.39	36	正常	280	VI	C	S2	埋設保管
A-3-25	21	33	49	0.0~0.09	28	正常	280	I	A	K2	-
A-3-26	38	78	73	0.3~0.39	12	正常	OK	V	C	S2	砾石
A-3-27	52	49	64	0.2~0.29	40	異常	325	VI	C-G	S1	転用
A-3-28	46	32	60	0.1~0.19	22	異常一部	265	VI	C-F	K2	-
A-3-29	36	41	63	0.2~0.29	18	異常一部	480	I	G	K1	-
A-3-30	60	60	42	0.3~0.39	22	異常一部	265	I	C	K1	-
A-3-31	52	64	82	0.3~0.39	16	異常一部	265	VI	B-C	S3	城内再利用
A-3-32	31	43	78	0.1~0.19	14	異常一部	295	VI	C	S3	城内再利用
A-3-101	39	36	95	0.4~0.49	38	正常	310	I	A	K1	-
A-3-102	49	66	56	0.2~0.29	42	正常	310	I	G	K1	-
A-3-103	28	40	68	0.0~0.09	6	正常	OK	I	H	S3	城内再利用
A-3-104	43	65	78	0.3~0.39	16	正常	250	VI	C	S1	城内再利用
A-3-105	50	43	66	0.2~0.29	16	正常	465	II	C	K1	-
A-3-106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	砾石
A-3-107	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	砾石
A-3-108	77	63	80	0.5~0.59	34	正常	OK	VI	C	S1	砾石
A-3-109	27	23	63	0.0~0.09	28	正常	235	I	A	S1	西面石垣
A-3-110	47	51	75	0.2~0.29	36	-	225	VI	C	S1	砾石
A-3-111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	砾石
A-3-112	58	60	72	0.3~0.39	-	異常一部	185	I	C	K1	-
A-3-113	50	45	90	0.4~0.49	6	正常	350	I	C	K1	-
A-3-114	57	58	83	0.4~0.49	32	異常一部	545	VI	C-G	S2	転用
A-3-115	35	56	85	0.2~0.29	20	正常	195	I	A	K2	-
A-3-116	35	64	87	0.2~0.29	8	正常	325	I	A	K2	-
A-3-117	29	62	74	0.1~0.19	6	正常	NG	VI	C	S2	城内再利用
A-3-118	28	44	78	0.2~0.29	10	異常一部	510	VI	C	S1	砾石
A-3-119	44	48	75	0.1~0.19	18	正常	350	I	C	K1	-
A-3-120	36	74	70	0.3~0.39	24	正常	280	I	C	S1	城内再利用
A-3-121	60	53	63	0.2~0.29	30	異常	295	VI	C	S1	砾石
A-3-122	49	32	76	0.3~0.39	12	異常	545	VI	C-F	S2	転用
A-3-123	32	54	72	0.3~0.39	10	正常	265	VI	C	S1	城内再利用
A-3-124	33	68	74	0.3~0.39	14	正常	480	VI	C	S1	西面石垣
A-3-125	40	48	71	0.2~0.29	22	正常	370	I	C	K1	-
A-3-126	48	44	48	0.1~0.19	10	正常	545	VI	C	S2	城内再利用
A-3-127	47	53	50	0.2~0.29	-	正常	235	I	H	K1	-
A-3-128	44	53	76	0.2~0.29	32	正常	280	II	H	K1	-
A-3-129	32	74	73	0.2~0.29	8	正常	250	I	C	K1	-
A-3-130	60	63	77	0.3~0.39	24	異常一部	310	II	C	K1	-
A-3-131	35	67	92	0.4~0.49	14	正常	440	I	A	K1	-
A-4-1	22	71	50	0.1~0.19	30	正常	295	II	B	S2	転用
A-4-2	50	95	71	0.4~0.49	24	異常一部	235	II-IV	C	S1	城内再利用
A-4-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	砾石
A-4-4	32	60	74	0.3~0.39	22	異常一部	495	VI	C	S1	転用
A-4-5	42	60	58	0.2~0.29	28	異常一部	225	VI	C-H	S3	城内再利用

A-4-6	58	90	77	0.4~0.49	46	正常	430	VI	C	S3	城内再利用
A-4-7	43	70	79	0.2~0.29	22	正常	170	I	A	K1	-
A-4-8	39	53	84	0.3~0.39	30	正常	530	II	C	K1	-
A-4-9	55	59	82	0.3~0.39	42	正常	195	VI	C	S1	埋設保管
A-4-10	45	52	95	0.2~0.29	20	正常	465	VI	C-F	S2	城内再利用
A-4-11	39	54	95	0.0~0.09	26	正常	430	I	A	K1	-
A-4-12	35	43	88	0.2~0.29	12	正常	590	III	A	S1	A-2-30
A-4-13	31	73	80	0.0~0.09	16	異常一部	495	VI	C	S1	転用
A-4-14	32	46	93	0.0~0.09	12	異常一部	510	VI	C	S1	転用
A-4-15	39	55	60	0.2~0.29	20	異常	235	I	C	K2	-
A-4-16	57	88	85	0.0~0.09	32	異常一部	250	V	B-C	S1	栗石
A-4-17	35	56	111	0.2~0.29	24	正常	430	I	C	K1	-
A-4-18	40	60	60	0.1~0.19	32	正常	235	I	C-F	K1	-
A-4-19	45	53	71	0.2~0.29	32	異常一部	310	VI	C	S3	城内再利用
A-4-20	37	21	73	0.0~0.09	30	正常	350	II	C-F	K1	-
A-4-21	28	39	40	0.0~0.09	34	正常	530	I	C	S1	西面石垣
A-4-22	30	19	80	0.0~0.09	12	正常	340	VI	C-H	S1	転用
A-4-23	35	43	57	0.1~0.19	20	異常一部	225	II	C	K1	-
A-4-24	38	53	67	0.2~0.29	20	正常	325	I	C	K1	-
A-4-25	38	56	65	0.2~0.29	28	異常一部	135	II	C-G	K1	-
A-4-26	63	38	77	0.3~0.39	28	異常	350	VI	C-H	S1	城内再利用
A-4-27	80	104	67	0.8~0.89	22	正常	235	VI	B	S1	城内再利用
A-4-28	35	40	80	0.3~0.39	20	異常一部	415	VI	C	S1	城内再利用
A-4-29	27	46	67	0.1~0.19	20	正常	235	II	C	S2	転用
A-4-30	46	69	51	0.2~0.29	14	異常一部	170	VI	C	S1	転用
A-4-31	40	63	68	0.2~0.29	26	異常一部	510	VI	C	S1	城内再利用
A-4-32	70	58	65	0.4~0.49	20	異常一部	415	VI	C	S1	転用
A-4-33	33	30	78	0.1~0.19	6	異常	325	I-VI	C	S1	転用
A-4-34	42	76	106	0.6~0.69	6	異常一部	400	VI	C	S1	転用
A-4-101	47	76	73	0.2~0.29	-	異常	NG	VI	C	S1	埋設保管
A-4-102	45	60	65	0.3~0.39	28	異常一部	350	VI	C	S1	転用
A-4-103	71	87	80	0.5~0.59	56	異常一部	415	VI	C-H	S1	城内再利用
A-4-104	45	40	77	0.2~0.29	20	正常	575	I	A	K2	-
A-4-105	49	54	120	0.5~0.59	16	正常	530	II	H	K1	-
A-4-106	65	29	115	0.4~0.49	20	正常	295	VI	H	S2	點石
A-4-107	42	46	60	0.1~0.19	30	正常	385	I	A	K1	-
A-4-108	77	91	63	0.8~0.89	18	正常	370	VI	C	S2	転用
A-4-109	25	24	70	0.1~0.19	10	正常	400	IV	A	S2	転用
A-4-110	35	61	80	0.4~0.49	10	異常一部	440	VI	C	S3	城内再利用
A-4-111	71	64	94	0.8~0.89	10	正常	225	I	A	K1	-
A-4-112	52	64	83	0.6~0.69	-	正常	440	I	A	S3	A-9-14
A-4-113	55	56	65	0.4~0.49	-	異常一部	440	VI	C	S2	転用
A-4-114	57	73	54	0.6~0.69	-	異常	490	VI	C	S2	転用
A-4-115	76	92	115	1.3~1.39	46	異常一部	280	VI	B-C	S1	城内再利用
A-4-116	52	60	63	0.3~0.39	26	異常	370	II	C	K1	-
A-4-117	40	58	83	0.3~0.39	20	正常	325	VI	C-G	S1	城内再利用
A-4-118	43	33	76	0.3~0.39	14	異常一部	400	II	C-H	K1	-
A-4-119	49	40	75	0.2~0.29	12	異常一部	310	VI	C-H	S1	城内再利用
A-4-120	26	26	55	0.1~0.19	30	正常	370	III	H	S1	城内再利用
A-4-121	45	66	120	0.5~0.59	8	正常	325	VI	B-C	S1	転用
A-4-122	82	98	77	0.8~0.89	50	異常一部	350	I	E	K1	-
A-4-123	49	25	95	0.4~0.49	8	正常	495	I	A	S1	転用
A-4-124	48	57	110	0.6~0.69	18	異常	495	VI	C-G	S1	転用
A-4-125	71	101	103	1.2~1.29	8	異常一部	340	VI	C	S1	転用
A-4-126	56	62	77	0.6~0.69	24	正常	400	II	C	S1	転用
A-5-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	踏石
A-5-2	48	76	80	0.2~0.29	20	正常	495	II	F	K2	-
A-5-3	58	103	65	0.3~0.39	30	正常	545	I	A	K1	-
A-5-4	37	67	98	0.3~0.39	16	正常	210	I	A	K2	-
A-5-5	45	42	88	0.2~0.29	18	正常	280	I	C	K2	-
A-5-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	踏石
A-5-7	42	88	100	0.4~0.49	15	異常一部	295	IV	H	S2	転用
A-5-8	58	88	90	0.4~0.49	20	正常	235	I	C	K1	-
A-5-9	64	145	75	1.1~1.19	20	異常一部	250	VI	C-G	S2	転用
A-5-10	53	92	90	0.6~0.69	22	正常	OK	VI	C-F	S2	城内再利用
A-5-11	32	27	60	0.0~0.09	6	異常一部	310	V	C	S2	栗石
A-5-12	37	73	88	0.3~0.39	28	正常	235	VI	C	S1	転用
A-5-13	40	84	105	0.5~0.59	22	正常	415	VI	C	S3	城内再利用
A-5-14	77	112	80	0.7~0.79	30	異常一部	430	VI	C	S2	埋設保管

A-5-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉄石
A-5-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉄石
A-5-17	52	104	126	0.7~0.79	30	正常	560	VI	C	S2	城内再利用	
A-5-18	42	103	108	0.9~0.99	14	正常	495	VI	B-C	S1	城内再利用	
A-5-19	72	101	90	0.6~0.69	26	正常	385	II	F	K1	-	
A-5-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉄石
A-5-21	50	60	100	0.4~0.49	20	異常一部	250	II	C	K1	-	
A-5-22	48	48	105	0.4~0.49	26	異常	325	I	C	K1	-	
A-5-23	80	90	60	0.9~0.99	8	異常一部	325	VI	C-E	S1	転用	
A-5-24	38	158	90	0.9~0.99	14	正常	280	I	C	K1	-	
A-5-25	43	80	97	0.8~0.89	18	正常	280	VI	B-C	S1	転用	
A-5-26	45	96	77	0.5~0.59	28	正常	415	II	C	K1	-	
A-5-27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉄石
A-5-28	26	50	120	0.5~0.59	12	正常	430	I	H	S1	転用	
A-5-29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉄石
A-5-30	32	75	88	0.5~0.59	18	異常一部	OK	VI	B-C	S1	転用	
A-5-31	40	60	79	0.3~0.39	14	正常	530	VI	C	S1	転用	
A-5-32	38	49	110	0.3~0.39	6	正常	340	III	H	S1	転用	
A-5-33	44	43	145	0.5~0.59	2	異常一部	310	VI	C	S1	城内再利用	
A-5-34	46	145	97	0.9~0.99	14	正常	560	VI	C	S1	城内再利用	
A-6-1	40	75	64	0.2~0.29	-	-	-	VI	C	S1	城内再利用	
A-6-2	40	53	90	0.2~0.29	16	正常	195	II	C	C	-	
A-6-3	64	78	85	0.5~0.59	38	異常一部	575	V	B-C	S1	城内再利用	
A-6-4	35	55	110	0.4~0.49	28	正常	OK	I	C	K1	-	
A-6-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉄石
A-6-6	47	48	100	0.2~0.29	34	異常一部	385	VI	C	S1	転用	
A-6-7	50	30	100	0.4~0.49	14	異常一部	415	I	C	K2	-	
A-6-8	42	54	105	0.2~0.29	30	異常一部	235	I	A	K1	-	
A-6-9	37	73	119	0.4~0.49	16	異常	560	I	A	K2	-	
A-6-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉄石
A-6-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉄石
A-6-12	76	76	80	0.7~0.79	30	異常一部	295	II	D	K1	-	
A-6-13	40	50	112	0.2~0.29	28	正常	225	I	A	K1	-	
A-6-14	20	38	101	0.4~0.49	50	正常	440	I	C	K3	A-3-6	A-3-6と交換
A-6-15	66	115	85	0.7~0.79	18	正常	545	IV-VI	B	S1	転用	
A-6-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉄石
A-6-17	60	70	60	0.6~0.69	56	正常	325	VI	C	S1	城内再利用	
A-6-18	64	145	88	1.3~1.39	24	正常	575	VI	C	S1	城内再利用	
A-6-19	32	72	90	0.4~0.49	14	正常	250	VI	C	S1	城内再利用	
A-6-20	50	98	80	0.6~0.69	28	異常一部	575	VI	B-C-D	S1	転用	
A-6-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉄石
A-6-22	36	90	88	0.4~0.49	22	正常	OK	V	B-C-F	S1	転用	
A-6-23	48	86	99	0.6~0.69	26	正常	280	VI	B-C	S1	転用	
A-6-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉄石
A-6-25	67	109	108	0.7~0.79	24	正常	480	VI	C-F	S1	城内再利用	
A-6-26	87	144	107	1.8~1.89	22	異常一部	430	I	A	K1	-	
A-6-27	37	80	85	0.3~0.39	14	正常	530	I	C	K1	-	
A-6-28	41	36	63	0.1~0.19	14	異常一部	-	VI	C	S1	転用	
A-6-29	103	140	100	1.6~1.69	46	異常一部	325	VI	C	S1	転用	
A-6-30	31	27	88	0.5~0.59	16	正常	530	VI	B-C	S1	転用	
A-6-31	41	120	106	0.5~0.59	24	異常	325	VI	B	S1	城内再利用	
A-6-32	48	77	106	0.2~0.29	30	異常	-	VI	B-C	S1	転用	
A-6-33	40	85	100	0.3~0.39	12	正常	400	I	A	K1	-	
A-6-34	70	110	75	0.9~0.99	16	異常	-	VI	C	S1	-	HS解体・微調整
A-6-35	35	100	59	0.3~0.39	8	-	590	VI	C	S1	城内再利用	
A-6-102	45	80	110	0.6~0.69	22	-	430	I	A	K1	-	
A-6-103	29	54	76	0.2~0.29	18	-	400	III-IV	B	S1	転用	
A-6-104	50	55	78	0.2~0.29	40	正常	430	VI	C	S1	転用	
A-6-105	47	54	86	0.2~0.29	14	正常	295	I	C	K1	-	
A-6-106	25	57	56	0.1~0.19	10	正常	OK	I	A	K1	-	
A-6-107	50	93	73	0.4~0.49	18	異常	530	VI	C-D	S1	転用	
A-6-108	64	102	62	0.5~0.59	26	異常	480	VI	C	S1	転用	
A-6-109	36	65	83	0.4~0.49	22	異常一部表面	495	VI	C-D	S1	転用	
A-6-110	30	40	114	0.4~0.49	42	正常	325	I	C	S1	転用	
A-6-111	38	64	94	0.6~0.69	8	異常一部	430	VI	C-D	S1	転用	
A-6-112	50	55	88	0.3~0.39	20	-	370	I	A	K1	-	
A-6-113	55	60	110	0.4~0.49	32	-	370	II	H	K1	-	
A-6-114	39	80	75	0.3~0.39	16	-	350	I-IV	B	S1	転用	
A-6-115	61	130	100	1.1~1.19	46	-	480	VI	B	S1	城内再利用	

A-6-116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石
A-6-117	58	69	120	0.9~0.99	32	異常一部	350	VI	C	S1	城内再利用		
A-6-118	59	122	90	0.8~0.89	12	-	370	II	C	S1	転用		
A-6-119	43	110	93	0.4~0.49	14	異常一部	295	I	B-C	K2	-		
A-6-120	65	77	103	0.5~0.59	22	異常一部	235	VI	C	S1	転用		
A-7-1	45	75	83	0.3~0.39	38	-	370	I	A	K3	A-2~19	A-2~19と交換	
A-7-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石
A-7-3	48	66	117	0.7~0.79	18	-	495	VI	C	S1	転用		
A-7-4	30	53	79	0.4~0.49	22	異常	465	I	C	K2	-		
A-7-5	24	77	96	0.3~0.39	18	正常	495	VI	B	S1	城内再利用		
A-7-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石
A-7-7	57	95	190	1.9~1.99	14	異常	510	VI	B-C	S1	転用		
A-7-8	42	90	105	0.6~0.69	18	正常	510	I	A	K2	-		
A-7-9	44	66	105	0.6~0.69	8	異常一部	400	III-VI	B	S1	転用		
A-7-10	54	77	101	0.5~0.59	22	正常	440	I	A	K1	転用		
A-7-11	65	73	98	0.7~0.79	18	正常	415	I	A	K1	-		
A-7-12	51	74	97	0.4~0.49	26	異常	370	VI	C	S1	転用		
A-7-13	70	95	117	0.8~0.89	22	正常	400	I	A	K1	-		
A-7-14	18	16	80	0.0~0.09	22	正常	-	I	A	K1	-		
A-7-15	55	73	113	0.6~0.69	18	正常	400	I	A	K1	-		
A-7-16	50	72	93	0.4~0.49	22	異常一部	415	VI	C	S1	転用		
A-7-17	41	80	107	0.4~0.49	18	正常一部	510	VI	C-D	S1	転用		
A-7-18	46	42	58	0.1~0.19	24	正常	560	I	C-D	S1	転用		
A-7-19	51	75	118	0.7~0.79	8	異常	OK	VI	B-C-D	S1	城内再利用		
A-8-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石
A-8-2	35	60	99	0.5~0.59	24	正常	385	VI	C	S2	転用		
A-8-3	50	142	123	1.2~1.29	26	正常	350	I	C	K1	-		
A-8-4	45	63	117	0.6~0.69	12	正常	465	VI	C	S1	城内再利用		
A-8-5	62	103	80	0.5~0.59	34	正常	OK	II	H	K1	-		
A-8-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石
A-8-7	60	73	86	0.5~0.59	14	正常	370	VI	C	S1	転用		
A-8-8	56	83	110	0.5~0.59	42	正常	415	I	C	K1	-		
A-8-9	50	93	96	0.5~0.59	0	異常一部	325	II	C	K1	-		
A-8-10	47	56	68	0.2~0.29	4	異常	495	V-VI	B	S1	転用		
A-8-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	欠番
A-8-12	50	94	93	0.4~0.49	20	正常	495	I	A	K1	-		
A-8-13	57	102	83	1.1~1.19	-	-	400	I	A	K1	-		
A-8-14	67	163	56	0.7~0.79	6	正常	440	VI	C-E	S1	転用		
A-8-15	34	70	126	0.8~0.89	2	正常	OK	I	C	S1	転用		
A-8-16	40	108	103	0.8~0.89	12	正常	350	I	C	S1	城内再利用		
A-8-17	80	97	94	1.2~1.29	8	異常一部	340	VI	C	S1	転用		
A-8-18	84	86	99	1.1~1.19	6	異常一部	OK	VI	C-G	S1	転用		
A-8-19	42	65	114	0.7~0.79	26	正常	575	I	C	K1	-		
A-8-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石
A-8-21	58	100	100	0.7~0.79	-	正常	265	II	C	K1	-		
A-8-22	97	110	110	1.5~1.59	-	正常	545	I	C	K1	-		
A-8-23	81	65	84	0.8~0.89	-	-	560	VI	C	S1	転用		
A-8-24	70	110	83	0.9~0.99	34	異常	530	II	C	S1	転用		
A-9-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	AB-9の一部
A-9-2	77	137	82	1.3~1.39	20	正常	575	VI	C	S1	転用		
A-9-3	95	118	135	2.3~2.39	11	正常	480	II	C	K1	-		
A-9-4	60	72	85	0.5~0.59	34	正常	530	I	C	K1	-		
A-9-5	83	127	100	0.9~0.99	32	正常	370	VI	C-E	S1	転用		
A-9-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石
A-9-7	70	65	168	0.9~0.99	10	正常	430	I	C-G	K1	-		
A-9-8	80	90	120	1.0~1.09	20	正常	280	VI	C-H	S2	転用		
A-9-9	40	75	122	0.7~0.79	16	正常	280	VI	C	S1	転用		
A-9-10	70	90	91	0.6~0.69	21	正常	OK	VI	C-F	S1	転用		
A-9-11	50	86	55	1.0~1.09	12	異常一部	400	VI	C	S2	転用		
A-9-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石
A-9-13	70	63	112	0.7~0.79	36	正常	440	IV	C	S2	転用		
A-9-14	63	80	104	0.8~0.89	24	正常	370	I	C	K3	A-4~112A-4~112と交換		
A-9-15	80	113	115	1.9~1.99	9	正常	510	VI	C-H	S2	転用		
A-9-16	45	60	112	0.6~0.69	11	異常一部	530	V	B-C	K2	-		
A-9-17	51	62	71	0.2~0.29	16	正常	OK	VI	C-H	S1	城内再利用		
A-9-18	60	83	83	0.6~0.69	39	異常一部	265	VI	C-G	S1	転用		
A-9-19	40	74	90	0.2~0.29	30	異常一部	575	I	A	K1	-		
A-9-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石
A-9-21	48	53	132	0.6~0.69	15	異常	225	V	B-G	S1	転用		

A-9-22	76	66	113	0.8~0.89	12	正常	415	VI	C·H	S3	転用	
A-9-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉱石	
A-9-24	72	101	107	1.7~1.79	16	異常一部	590	II	C	K1	-	
A-9-25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉱石	
A-9-26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉱石	
A-9-27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉱石	
A-9-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉱石	
A-9-29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉱石	
A-9-30	73	80	120	1.0~1.09	-	-	350	II·VI	B	S1	転用	
A-9-31	67	70	80	0.6~0.69	-	-	235	VI	B	S1	転用	
A-10-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉱石	
A-10-2	70	180	88	0.5~0.59	46	異常一部	-	V	B	S1	転用	
A-10-3	37	51	84	0.1~0.19	5	正常	415	I	A	C	A-9-13	
A-10-4	110	126	128	2.0~2.09	26	正常	560	I	C	K1	-	
A-10-5	52	68	140	0.7~0.79	18	正常	415	I	B	K1	-	
A-10-6	54	92	138	1.4~1.49	24	異常一部	545	VI	C	S1	転用	
A-10-7	65	102	83	0.8~0.89	14	正常	225	III	C	S1	転用	
A-10-8	112	88	160	1.6~1.69	6	正常	OK	V	B·C	S2	転用	
A-10-9	48	80	110	0.8~0.89	28	異常一部	OK	VI	B·C	S1	転用	
A-10-10	62	114	96	0.9~0.99	20	異常一部	510	VI	B	S1	城内再利用	
A-10-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉱石	
A-10-12	77	93	145	1.5~1.59	14	異常一部	OK	I	B	S1	-	
A-10-13	53	50	125	0.6~0.69	12	正常	480	I	B	K3	A-12-10 A-12-10と交換	
A-10-14	89	90	110	0.9~0.99	30	正常	575	I	C	S1	転用	
A-10-15	90	114	128	1.4~1.49	38	正常	OK	VI	C·G	S1	転用	
A-10-16	83	95	102	0.7~0.79	22	正常	530	V	B	S2	転用	
A-10-17	67	78	110	0.6~0.69	4	正常	590	I	C	K2	-	
A-10-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉱石	
A-10-19	73	96	183	2.0~2.09	8	正常	560	I	A	K1	-	
A-10-20	67	128	155	1.1~1.19	20	異常一部	575	I	C	K1	-	
A-10-21	75	120	165	1.4~1.49	10	正常	350	I	C	K1	-	
A-10-22	70	63	100	0.8~0.89	-	-	340	I	A	K2	-	
A-10-23	89	90	106	1.1~1.19	-	-	250	VI	C·G	S1	転用	
A-10-24	57	53	106	0.9~0.99	-	-	560	VI	C	S1	転用	
A-10-25	80	85	87	1.0~1.09	-	-	495	I	A	K1	-	
A-10-26	64	83	94	1.3~1.39	-	-	385	II	C	S2	転用	
A-10-27	65	65	100	1.1~1.19	-	-	340	VI	C	S1	城内再利用	
A-10-101	70	150	110	1.4~1.49	16	正常	-	III	B	C	A-6-14	
A-10-102	30	80	95	0.3~0.39	16	正常	480	I	A	K1	-	
A-10-103	60	64	120	0.6~0.69	20	正常	325	VI	B·H	S2	城内再利用	
A-10-104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉱石	
A-10-105	67	110	160	1.2~1.29	22	正常	560	III·VI	B	S2	城内再利用	
A-10-106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉱石	
A-10-107	55	125	110	0.8~0.89	2	異常一部	590	VI	B·C	S1	転用	
A-10-109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉱石	
A-10-110	53	70	92	0.5~0.59	-	-	325	VI	B·C	S1	転用	
A-11-1	44	122	112	0.9~0.99	22	異常一部	560	I	A	C	転用	
A-11-2	40	93	145	0.8~0.89	16	正常	OK	I	A	K1	-	
A-11-3	48	73	74	0.3~0.39	30	正常	560	I	A	K2	-	
A-11-4	52	140	128	0.9~0.99	-	-	510	I	B·C	K1	-	
A-11-5	22	49	20	0.0~0.09	-	-	-	V	B	C	-	
A-11-6	65	75	106	0.5~0.59	-	-	430	I	C	S1	転用	
A-11-7	46	163	112	1.0~1.09	24	正常	OK	II	C	K1	-	
A-11-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉱石	
A-11-9	68	113	119	0.9~0.99	-	-	400	I	C	K1	-	
A-11-10	44	65	172	1.2~1.29	-	-	OK	I	C	K1	-	
A-11-11	103	123	103	2.2~2.29	10	異常一部	590	VI	C	S1	城内再利用	
A-11-12	90	89	71	0.8~0.89	-	-	400	VI	C·H	K2	-	
A-11-13	62	64	104	0.5~0.59	-	-	OK	I	C	K1	-	
A-11-14	55	75	121	0.8~0.89	-	-	590	VI	B·C·H	K1	-	
A-11-15	79	92	114	0.8~0.89	-	-	530	VI	C·H	S1	転用	
A-11-16	75	135	94	1.1~1.19	-	-	OK	I	A	K1	-	
A-11-17	29	36	76	0.1~0.19	-	-	510	I	A	K1	-	
A-11-18	50	50	118	0.6~0.69	22	正常	560	II	C	K1	-	
A-12-1	90	138	149	2.5~2.59	18	異常一部	510	I	C	K1	-	
A-12-2	46	85	101	0.6~0.69	20	正常	350	I	A	K1	-	
A-12-3	59	98	89	0.8~0.89	18	異常一部	430	II	C·D	K1	-	
A-12-4	40	61	97	0.3~0.39	6	正常	545	II	H	C	A-4-4	
A-12-5	83	84	140	1.1~1.19	36	正常	280	I	C	K1	-	

A-12-6	90	82	146	1.7~1.79	6	正常	OK	II	C	K2	-	
A-12-7	69	76	104	0.6~0.69	20	異常	340	VI	C·D·G	K1	-	
A-12-8	109	154	114	2.8~2.89	20	正常	OK	I	A	K1	-	
A-12-9	59	83	124	0.6~0.69	22	正常	545	VI	C	S1	転用	
A-12-10	71	95	131	1.1~1.19	4	正常	OK	I	A	K3	A-10-13 A-10-13と交換	
A-13-1	48	85	106	0.7~0.79	24	正常	575	I	C	K1	-	
A-13-2	45	45	80	0.2~0.29	24	正常	210	III·VI	B	S1	転用	
A-13-3	76	114	94	1.0~1.09	20	正常	560	I	C	K1	-	
A-13-4	60	107	96	0.8~0.89	4	正常	440	I	C	K1	-	
A-13-5	81	46	97	0.6~0.69	19	正常	575	I	C	S1	転用	
A-13-6	25	65	118	0.4~0.49	16	正常	325	I	G	K1	-	
A-13-7	98	158	80	1.7~1.79	12	正常	465	VI	C·E	S1	転用	
A-13-8	56	104	77	0.7~0.79	22	正常	265	I	C	K1	-	
A-13-9	70	98	96	0.8~0.89	16	異常一部	340	VI	C	S1	転用	
A-13-10	42	90	130	0.5~0.59	18	正常	350	I	H	C	城内再利用	
A-13-11	33	32	38	0.1~0.19	0	正常	295	IV	A	S1	転用	
A-13-12	58	46	101	0.8~0.89	10	正常	125	I	H	S3	転用	
A-13-13	84	129	128	1.9~1.99	30	異常一部	195	VI	B·C·G	S1	転用	
A-13-14	45	49	98	0.5~0.59	22	正常	440	III	B·H	S1	転用	
A-13-15	74	108	85	1.1~1.19	16	異常一部	235	VI	C·E	S1	転用	
A-13-16	88	125	95	1.4~1.49	18	異常一部	465	II·IV	B	S1	城内再利用	
A-13-17	65	121	105	0.8~0.89	14	正常	OK	II	C	K1	-	
A-14-1	81	84	73	0.8~0.89	26	正常	325	I	C	K1	-	
A-14-2	94	116	74	0.8~0.89	10	正常	495	VI	C	S1	転用	
A-14-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	花石	
A-14-4	52	103	109	1.0~1.09	14	異常一部	265	VI	B	S1	転用	
A-14-5	77	61	88	0.9~0.99	0	正常	495	I	A	K1	-	
A-14-6	72	46	114	0.6~0.69	18	正常	OK	I	B	S2	転用	
A-14-7	76	116	105	1.7~1.79	10	正常	495	VI	C	S1	転用	
A-14-8	65	86	104	0.6~0.69	30	異常一部	325	I·V	B	S1	転用	
A-14-9	49	179	92	1.0~1.09	42	正常	OK	III·VI	B	S1	転用	
A-14-10	40	40	78	0.1~0.19	-	-	135	I	A	K1	-	
A-14-11	71	94	79	0.8~0.89	14	正常	440	VI	C	S1	転用	
A-14-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	花石	
A-14-13	44	90	152	1.1~1.19	16	正常	340	I	H	S1	転用	
A-14-14	63	72	93	0.6~0.69	-	-	350	I	C	K1	-	
A-14-15	117	185	96	2.9~2.99	40	異常一部	280	II	C	K1	-	
A-14-16	50	100	96	0.7~0.79	28	正常	465	I	A	K1	-	
A-14-17	55	74	94	0.6~0.69	6	正常	530	II	H	K1	-	
A-14-18	32	76	88	0.4~0.49	18	正常	295	I	H	S1	城内再利用	
A-14-19	72	175	88	1.7~1.79	16	正常	340	I	A	K1	-	
A-14-20	28	70	145	0.4~0.49	8	正常	195	I	C	S1	転用	
A-14-21	20	35	-	-	-	-	III	B	S1	転用		
A-14-22	70	75	-	-	-	-	I	A	K1	-		
A-14-23	40	50	-	-	-	-	I	A	K1	-		
A-15-1	52	46	80	0.4~0.49	26	正常	530	I	H	S1	転用	
A-15-2	80	124	132	1.6~1.69	40	正常	OK	I	C	K1	-	
A-15-3	104	145	80	1.9~1.99	10	正常	OK	I	C	K1	-	
A-15-4	34	45	67	0.2~0.29	28	正常	530	I	C	S1	転用	
A-15-5	52	151	71	1.2~1.29	36	正常	310	I	C·E	K1	-	
A-15-6	60	157	85	1.3~1.39	44	正常	250	I	C	K1	-	
A-15-7	106	144	109	1.9~1.99	12	正常	OK	I	C	K1	-	
A-15-8	56	81	104	0.7~0.79	22	正常	250	I	C	K1	-	
A-15-9	48	64	83	0.4~0.49	26	異常一部	340	I	C·G	K1	-	
A-15-10	80	113	75	1.1~1.19	2	正常	410	VI	B·G	S1	城内再利用	
A-15-11	58	95	100	0.6~0.69	6	正常	440	I	B·C	S1	転用	
A-15-12	59	35	103	0.3~0.39	44	正常	265	VI	B	S1	転用	
A-15-13	44	103	56	0.4~0.49	-	-	-	III	E	S1	転用	
A-15-14	88	160	130	2.1~2.19	2	正常	-	VI	C	S1	転用	
A-15-15	50	80	105	1.4~1.49	6	正常	-	VI	B	S1	転用	
A-16-1	47	75	100	0.9~0.99	18	正常	415	I	A	K1	-	
A-16-2	84	155	100	1.6~1.69	28	正常	510	I	C	K1	-	
A-16-3	42	66	86	0.4~0.49	20	正常	415	I	A	K1	-	
A-16-4	100	110	117	1.7~1.79	2	正常	OK	I	A	K1	-	
A-16-5	83	85	100	1.0~1.09	20	正常	340	II	H	K3	A-16-9 A-16-9と交換	
A-16-6	57	83	127	0.9~0.99	2	正常	510	I	H	S1	転用	
A-16-7	35	83	138	0.7~0.79	14	正常	OK	III	B	K1	-	
A-16-8	37	72	95	0.5~0.59	16	正常	545	II	C	K2	-	
A-16-9	64	72	98	0.6~0.69	10	正常	560	VI	B·C	K3	A-16-5 A-16-5と交換	

A-16-10	63	97	98	0.9~0.99	24	正常	400	VI	C	S1	転用	
A-16-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石	
A-16-12	56	50	131	0.8~0.89	10	正常	325	I	A	K2	-	
A-16-13	63	37	117	0.6~0.69	-	-	440	I	H	S2	城内再利用	
A-16-14	50	52	100	0.5~0.59	-	-	-	VI	B	K3	A-20-8 A-20-8と交換	
A-16-15	75	97	73	0.9~0.99	10	正常	-	VI	G	S1	転用	
A-16-16	60	118	102	1.2~1.29	14	異常 一部	310	II	C	K1	-	
A-16-17	70	75	109	0.7~0.79	2	正常	280	II	C	S1	転用	
A-16-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石	
A-16-19	65	113	93	0.8~0.89	-	-	340	VI	G	S1	転用	
A-16-20	50	64	75	0.5~0.59	4	正常	465	I	A	K1	-	
A-16-10'	65	57	125	0.8~0.89	12	正常	OK	VI	B	S1	転用	
A-16-102	70	84	102	0.7~0.79	26	正常	430	VI	B	S1	転用	
A-17-1	32	95	110	0.6~0.69	16	正常	560	II	C	K1	-	
A-17-2	70	98	87	1.3~1.39	16	正常	560	I	A	K1	-	
A-17-3	83	152	78	1.6~1.69	4	異常 一部	415	II	C	K1	-	
A-17-4	60	96	74	0.7~0.79	20	正常	465	II	C	K3	A-17-5 A-18-4の再利用	
A-17-5	70	148	108	1.5~1.59	14	正常	OK	VI	C	S3	転用	
A-17-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石	
A-17-7	28	43	118	0.3~0.39	0	正常	OK	IV	B	S2	転用	
A-17-8	62	92	96	0.7~0.79	30	正常	325	II	C-D	S1	転用	
A-17-9	76	113	96	1.6~1.69	10	正常	415	I	D	K2	-	
A-17-10	63	68	95	0.4~0.49	2	正常	225	II	C	K1	-	
A-17-11	73	104	96	0.9~0.99	18	正常	480	II	B	K1	-	
A-17-12	68	154	104	1.7~1.79	10	正常	465	I	A	K1	-	
A-17-13	66	103	82	0.8~0.89	22	正常	265	II	B	K1	-	
A-17-14	50	92	126	1.0~1.09	4	正常	310	I	C	K1	-	
A-17-15	58	67	93	0.6~0.69	-	-	370	VI	B	S1	転用	
A-17-16	64	103	83	0.9~0.99	20	異常 一部	430	I	A	K1	-	
A-17-101	39	50	99	0.3~0.39	2	正常	OK	I	A	K1	転用	
A-17-102	30	47	92	0.3~0.39	-	-	400	II	C	S1	転用	
A-18-1	75	120	105	1.4~1.49	24	正常	545	II	C	K1	-	
A-18-2	34	38	59	0.1~0.19	22	正常	590	VI	C	S1	転用	
A-18-3	38	57	89	0.3~0.39	-	-	385	I	C	S1	転用	
A-18-4	54	55	111	0.7~0.79	8	正常	440	VI	B	C	A-17-4	
A-18-5	44	123	62	0.9~0.99	-	-	325	I	C	K1	-	
A-18-6	50	64	104	0.8~0.89	14	正常	340	II	C	K2	-	
A-18-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石	
A-18-8	66	87	90	1.1~1.19	20	正常	495	VI	G	K3	A-18-11 A-18-11と交換	
A-18-9	61	78	110	0.7~0.79	-	-	-	I	C	K1	-	
A-18-10	88	64	86	0.8~0.89	24	正常	415	I	A	K1	-	
A-18-11	60	90	104	0.8~0.89	2	異常 一部	415	II	C	K3	A-18-8 A-18-8と交換	
A-18-12	58	96	120	0.8~0.89	-	-	-	I	A	K2	-	
A-18-16	52	103	106	0.6~0.69	16	正常	400	VI	B	S1	転用	
A-19-1	53	56	105	0.6~0.69	8	正常	385	VI	C	S1	転用	
A-19-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石	
A-19-3	49	77	98	0.5~0.59	18	正常	480	I	C	S1	転用	
A-20-1	83	103	106	1.7~1.79	22	正常	495	II	C	K1	-	
A-20-2	84	100	80	0.9~0.99	4	正常	325	I	A	K1	-	
A-20-3	103	110	99	1.5~1.59	22	異常 一部	480	VI	C-G	S1	転用	
A-20-4	70	70	95	0.5~0.59	6	異常 一部	340	I	C	K2	-	
A-20-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石	
A-20-6	82	42	105	0.6~0.69	-	-	590	VI	H	S2	-	
A-20-7	64	110	115	1.0~1.09	12	異常	250	VI	C	S1	城内再利用	
A-20-8	69	92	115	1.2~1.29	-	異常 表面一部	465	II	C	K3	A-16-14 A-16-14と交換	
A-20-9	83	75	110	0.9~0.99	-	-	340	I	C	K2	-	
A-20-10	65	70	100	0.8~0.89	16	異常 表面一部	225	I	A	K1	-	
A-20-11	110	60	130	1.2~1.29	44	異常 表面一部	280	VI	F	S1	転用	
A-20-12	71	49	80	0.3~0.39	12	-	155	I	A	K2	-	
A-21-1	85	110	104	1.6~1.69	20	異常 一部	430	VI	C	S1	転用	
A-21-2	68	100	110	0.8~0.89	8	正常	OK	VI	C	S1	転用	
A-21-3	65	100	90	0.8~0.89	10	異常 一部	325	VI	B-C	S1	転用	
A-21-4	60	90	100	0.9~0.99	20	正常	400	VI	C	S1	転用	
A-21-5	60	86	80	0.5~0.59	30	異常 一部	-	VI	B-C	S1	城内再利用	
A-21-9	60	70	75	0.6~0.69	26	異常 一部	-	VI	B	S1	転用	
A-21-10	50	70	110	0.6~0.69	30	異常 一部	545	I	A	K1	-	
A-22-1	63	116	128	1.2~1.29	34	正常	225	I	A	K1	-	
A-22-3	64	170	100	1.2~1.29	38	異常 一部	495	VI	B	S1	転用	

B面石材計測・概要表

石材番号	高さ	幅	厚	重量	角度	打音	強度換算値	利用度	健全度	最終状況	転用先	備考
B-1-1	54	88	53	0.3~0.39	-	正常	545	I	A	K2	-	
B-1-2	32	71	60	0.2~0.29	-	正常	OK	I	A	K1	-	
B-1-3	22	89	59	0.1~0.19	-	正常	545	I	A	K2	-	
B-1-4	36	65	60	0.2~0.29	-	正常	530	II	C-F	K1	-	
B-1-5	34	39	69	0.2~0.29	-	正常	465	V	C	S1	転用	
B-1-6	18	67	100	0.2~0.29	-	正常	465	I	A	K2	-	
B-1-7	16	50	46	0.0~0.09	-	正常	OK	V	C	S2	転用	
B-1-8	32	43	77	0.1~0.19	-	正常	OK	I	C	K2	-	
B-1-9	12	47	55	0.0~0.09	-	正常	575	I	H	K3	城内再利用	A-1~8の再利用
B-1-10	26	90	70	0.2~0.29	-	正常	OK	I	A	K1	-	
B-1-11	27	123	60	0.4~0.49	-	正常	575	V	C	S1	城内再利用	
B-1-12	30	57	95	0.2~0.29	-	正常	575	II	F	K2	-	
B-1-13	20	16	44	0.0~0.09	-	-	400	IV	D	S2	転用	
B-1-14	34	64	69	0.2~0.29	-	正常	575	VI	C	S1	城内再利用	
B-1-15	40	32	80	0.2~0.29	-	正常	OK	II	C	K2	-	
B-1-16	42	46	83	0.2~0.29	-	正常	OK	IV-V	C-F	S3	城内再利用	
B-1-17	30	26	48	0.0~0.09	-	正常	135	IV	F	S3	-	
B-1-18	24	15	41	0.0~0.09	-	正常	530	IV	F	S2	転用	
B-1-19	37	40	62	0.1~0.19	-	正常	OK	V	C-F	S2	転用	
B-1-20	20	49	86	0.1~0.19	-	正常	OK	I	A	K1	-	
B-1-21	26	54	56	0.0~0.09	-	正常	OK	VI	C	S1	B-2-13-3	
B-1-22	34	60	78	0.2~0.29	-	正常	560	II	C	K1	-	
B-2-1	34	58	51	0.0~0.09	28	正常	370	VI	C	K2	-	
B-2-2	55	56	88	0.3~0.39	27	正常	415	I	H	S1	転用	
B-2-3	20	41	82	0.1~0.19	10	正常	400	I	A	K1	-	
B-2-4	46	45	83	0.2~0.29	40	正常	415	VI	C	S1	城内再利用	
B-2-5	54	51	60	0.2~0.29	12	異常一部	465	VI	C-F	S1	城内再利用	
B-2-6	16	41	52	0.0~0.09	30	正常	295	VI	C-H	S2	転用	
B-2-7	30	53	64	0.2~0.29	14	-	495	VI	C-H	S2	転用	
B-2-8	48	40	64	0.1~0.19	40	正常	430	II	H	S2	転用	
B-2-9	30	27	37	0.0~0.09	-	正常	340	V	B	K1	-	
B-2-10	44	70	56	0.3~0.39	-	正常	400	VI	C	S1	転用	
B-2-11	33	60	88	0.3~0.39	-	正常	545	II	H	K1	-	
B-2-12	60	65	60	0.2~0.29	30	正常	560	VI	C-H	K1	-	
B-2-13	30	50	65	0.2~0.29	-	異常一部	350	VI	C	K3	転用	B-4-25の再利用
B-2-14	45	37	61	0.2~0.29	22	正常	370	II	C	K1	-	
B-2-15	23	54	68	0.1~0.19	-	正常	350	II	B	K2	-	
B-2-16	22	68	62	0.2~0.29	-	正常	430	I	C	K1	-	
B-2-17	22	17	24	0.0~0.09	-	-	370	V	B	K3	転用	
B-2-18	39	62	69	0.2~0.29	38	正常	185	VI	C-H	S2	埋設保管	
B-2-19	48	55	81	0.2~0.29	40	正常	480	II	F	S1	転用	
B-2-20	44	30	50	0.0~0.09	20	正常	545	IV	H	S1	城内再利用	
B-2-21	27	81	62	0.2~0.29	22	正常	415	I	A	K1	-	
B-2-22	26	32	28	0.0~0.09	-	-	265	V	E	C	城内再利用	
B-2-23	37	62	60	0.1~0.19	34	正常	370	V-VI	C	S1	城内再利用	
B-2-101	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石	
B-2-102	40	33	65	0.1~0.19	-	正常	465	VI	C-D-H	S1	転用	
B-2-103	43	69	100	0.3~0.39	-	正常	155	II	F	K1	-	
B-2-104	32	31	66	0.1~0.19	-	-	235	II	C-H	S2	転用	
B-2-105	21	25	51	0.0~0.09	-	-	280	V	H	S2	転用	
B-2-106	31	39	76	0.1~0.19	22	正常	480	VI	C-D	S1	城内再利用	
B-2-107	28	57	69	0.2~0.29	14	正常	400	II	C-D	S1	-	
B-2-108	31	54	70	0.1~0.19	10	正常	235	VI	C	S1	城内再利用	
B-2-109	53	70	65	0.3~0.39	48	正常	480	VI	C-D-G	S1	転用	
B-2-110	37	74	53	0.1~0.19	28	正常	125	V	C	S2	転用	
B-2-111	29	67	66	0.2~0.29	32	正常	OK	VI	H	S1	転用	
B-2-112	50	53	85	0.2~0.29	38	正常	480	II	F-H	K1	-	
B-2-113	30	31	69	0.1~0.19	-	正常	295	VI	C-D-H	S3	城内再利用	
B-2-114	32	46	65	0.1~0.19	-	正常	265	VI	C	S3	城内再利用	
B-2-115	23	48	48	0.0~0.09	16	正常	510	I	A	K1	-	
B-2-116	43	48	65	0.1~0.19	8	異常	560	VI	C-D-F	S3	-	
B-2-117	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石	
B-3-1	49	109	58	0.3~0.39	56	異常一部	OK	I	A	K1	-	
B-3-2	43	54	62	0.2~0.29	12	異常一部	110	II	C	K1	-	
B-3-3	53	70	95	0.6~0.69	20	異常一部	280	I	A	K2	-	
B-3-4	37	36	100	0.2~0.29	28	正常	235	I	A	S2	転用	
B-3-5	57	68	79	0.6~0.69	24	正常	480	VI	C-F	S3	城内再利用	

B-3-6	31	43	35	0.0~0.09	34	-	295	VI	C-E	S3	城内再利用	
B-3-7	46	55	80	0.4~0.49	20	-	325	I	D	K1	-	
B-3-8	43	100	65	0.3~0.39	40	正常	OK	II	C	K1	-	
B-3-9	48	55	75	0.2~0.29	22	正常	370	II	C-H	K1	-	
B-3-10	34	44	75	0.2~0.29	32	正常	280	I	A	K1	-	
B-3-11	38	48	73	0.2~0.29	26	異常一部	465	VI	C-D	S1	転用	
B-3-12	38	64	70	0.3~0.39	18	正常	OK	VI	C	S1	城内再利用	
B-3-13	31	65	59	0.2~0.29	22	正常	350	I	A	K1	-	
B-3-14	47	93	45	0.3~0.39	26	正常	OK	VI	C	S1	転用	
B-3-15	38	42	68	0.1~0.19	28	正常	280	I	H	K2	-	
B-3-16	31	60	72	0.3~0.39	-	正常	545	VI	C-H	S2	転用	
B-3-17	42	48	90	0.4~0.49	-	正常	OK	VI	C-F	S1	城内再利用	
B-3-18	41	45	72	0.2~0.29	14	正常	575	II	C	S1	転用	
B-3-19	30	50	81	0.2~0.29	22	正常	430	II	B-C-D	K1	-	
B-3-20	26	60	66	0.3~0.39	-	-	370	I	A	K1	-	
B-4-1	18	38	52	0.0~0.09	24	-	-	135	II	B	K1	-
B-4-2	49	91	73	0.3~0.39	38	異常一部	430	II-V	C	S1	転用	
B-4-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石	
B-4-4	56	64	116	0.3~0.39	16	正常	510	VI	C	S1	城内再利用	
B-4-5	36	63	87	0.4~0.49	22	正常	350	VI	C-H	S1	城内再利用	
B-4-6	60	76	35	0.4~0.49	50	正常	440	VI	C	S1	城内再利用	
B-4-7	36	52	78	0.3~0.39	18	正常	340	I	A	K2	-	
B-4-8	28	43	65	0.2~0.29	20	異常一部	385	II	C	K1	-	
B-4-9	47	56	78	0.2~0.29	-	正常	465	VI	C	S1	城内再利用	
B-4-10	25	19	76	0.0~0.09	12	正常	185	VI	C-F	S1	城内再利用	
B-4-11	46	57	90	0.3~0.39	6	異常一部	250	I	A	K2	-	
B-4-12	38	34	65	0.1~0.19	12	異常一部	370	I	A	K1	-	
B-4-13	38	66	80	0.4~0.49	-	正常	370	VI	C	S2	埋設保管	
B-4-14	56	52	69	0.2~0.29	18	正常	560	I	A	K1	-	
B-4-15	85	90	115	1.2~1.29	26	-	350	II	C-F	K1	-	
B-4-16	30	68	95	0.3~0.39	22	正常	530	II	C	S1	城内再利用	
B-4-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石	
B-4-18	28	49	77	0.2~0.29	22	正常	195	I	A	K1	-	
B-4-19	32	54	69	0.3~0.39	8	異常一部	400	VI	C	S1	城内再利用	
B-4-20	49	42	99	0.2~0.29	20	異常一部	415	VI	C	S1	転用	
B-4-21	44	44	83	0.2~0.29	20	正常	280	I	A	K1	-	
B-4-22	39	127	65	0.4~0.49	20	異常一部	350	II	C	K2	-	
B-4-23	36	37	66	0.4~0.49	2	正常	415	I	H	S3	転用	
B-4-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	結石	
B-4-25	25	74	58	0.1~0.19	12	異常一部	250	I	H	K3	転用	
B-4-26	26	51	105	0.5~0.59	12	正常	325	I	A	K1	-	
B-5-1	60	68	83	0.3~0.39	-	異常一部	385	VI	C	S1	城内再利用	
B-5-2	37	49	70	0.1~0.19	-	正常	480	II	F	K1	-	
B-5-3	50	75	73	0.4~0.49	18	正常	385	I	C	K2	-	
B-5-4	61	55	103	0.5~0.59	20	正常	415	II	C-H	K2	-	
B-5-5	47	66	86	0.4~0.49	30	正常	250	I	H	S1	B-5-3-1	
B-5-6	47	52	91	0.5~0.59	20	異常一部	510	I	C	S1	-	
B-5-7	39	70	79	0.4~0.49	22	正常	465	I	C	K2	-	
B-5-8	46	76	93	0.4~0.49	10	正常	210	I	A	K1	-	
B-5-9	44	62	71	0.3~0.39	20	異常一部	125	VI	C	S1	転用	
B-5-10	46	66	84	0.3~0.39	22	正常	295	I	C	K1	-	
B-5-11	40	63	65	0.2~0.29	10	異常一部	340	II	C	K1	-	
B-5-12	43	83	77	0.4~0.49	28	正常	510	I	A	K1	-	
B-5-13	38	83	72	0.2~0.29	-	正常	310	VI	C	S2	埋設保管	
B-5-14	47	71	88	0.2~0.29	20	正常	250	V	F	S1	城内再利用	
B-5-15	30	30	100	0.2~0.29	16	異常一部	530	VI	C	S3	城内再利用	
B-5-16	59	47	57	0.2~0.29	30	異常一部	265	IV	F	S3	城内残石	
B-5-17	25	18	52	0.0~0.09	20	正常	280	I	A	C	結石	
B-5-18	49	53	84	0.2~0.29	20	正常	265	I	A	K1	-	
B-5-19	34	69	88	0.4~0.49	10	正常	310	I	A	K1	-	
B-5-20	22	67	90	0.3~0.39	12	正常	170	II	C	K1	-	
B-5-21	48	79	69	0.4~0.49	8	正常	370	I	C	K1	-	
B-5-22	68	68	71	0.5~0.59	-	正常	325	VI	C	S1	城内再利用	
B-5-23	39	40	93	0.2~0.29	14	異常一部	280	I	A	K1	-	
B-5-24	41	98	118	0.6~0.69	-	正常	510	II	C	K2	-	
B-6-1	50	60	80	0.3~0.39	12	正常	370	VI	C	S1	城内再利用	
B-6-2	30	48	88	0.3~0.39	16	正常	295	I	A	K1	-	
B-6-3	28	40	70	0.3~0.39	12	異常一部	225	I	A	S2	転用	
B-6-4	55	112	110	1.1~1.19	-	正常	430	VI	C	S2	転用	

B-6-5	53	76	98	0.4~0.49	42	異常一部	385	II	C-H	K1	-
B-6-6	46	70	103	0.3~0.39	-	正常	400	I	C	S1	B-5-3-2
B-6-7	41	26	78	0.2~0.29	24	正常	280	I	A	K1	-
B-6-8	30	42	63	0.1~0.19	24	異常一部	385	I	C	K1	-
B-6-9	55	46	90	0.4~0.49	16	異常一部	235	II	C	S1	B-5-21-2
B-6-10	21	30	65	0.1~0.19	6	異常一部	415	III	C	S2	転用
B-6-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	筋石
B-6-12	55	69	76	0.4~0.49	32	正常	415	VI	C	C	城内再利用
B-6-13	45	42	105	0.4~0.49	30	正常	545	VI	B-C	S2	転用
B-6-14	41	64	80	0.4~0.49	30	-	370	VI	B	S3	城内再利用
B-6-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	筋石
B-6-16	57	46	95	0.6~0.69	28	正常	465	I	A	K2	-
B-6-17	41	26	77	0.3~0.39	20	正常	250	I	A	K2	-
B-6-18	45	60	86	0.4~0.49	22	異常一部	465	II	C	K1	-
B-6-19	30	40	86	0.3~0.39	20	正常	340	I	A	K1	-
B-6-20	63	50	72	0.5~0.59	20	正常	480	VI	C	K2	城内再利用
B-6-21	43	85	61	0.4~0.49	18	正常	195	VI	C	S1	城内再利用
B-6-22	37	123	64	0.4~0.49	32	正常	530	I	C	K1	-
B-6-23	28	55	76	0.3~0.39	20	正常	400	I	A	K1	-
B-6-24	24	55	102	0.2~0.29	14	正常	370	I	A	S3	-
B-6-25	38	55	68	0.1~0.19	16	正常	370	I	A	S1	城内再利用
B-6-26	32	70	83	0.3~0.39	12	異常一部	155	I	A	K1	-
B-6-27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	筋石
B-6-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	筋石
B-6-29	41	95	69	0.2~0.29	16	異常	OK	II	B-C	K2	-
B-7-1	60	110	84	0.9~0.99	-	異常一部	545	H	C	K1	-
B-7-2	36	66	88	0.2~0.29	12	異常一部	465	VI	C	S1	城内再利用
B-7-3	27	85	97	0.3~0.39	6	異常	235	I	A	S2	転用
B-7-4	58	72	96	0.4~0.49	-	異常一部	590	VI	B-C	S3	城内再利用
B-7-5	76	55	133	0.3~0.99	16	正常	350	II	C-H	S2	転用
B-7-6	58	124	100	1.2~1.29	30	正常	575	I	A	K2	-
B-7-7	70	100	135	0.9~0.99	-	正常	370	I	A	K1	-
B-7-8	60	75	88	0.4~0.49	16	正常	400	I-IV	C	S2	転用
B-7-9	45	76	86	0.7~0.79	8	異常一部	430	IV	C	S1	転用
B-7-10	64	133	116	1.5~1.59	28	正常	545	I	A	K1	-
B-7-11	35	42	120	0.2~0.29	20	正常	340	I	A	K2	-
B-7-12	38	82	115	0.3~0.39	20	正常	385	I	A	K1	-
B-7-13	56	95	110	1.2~1.29	18	正常	510	I	C	K1	-
B-7-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	筋石
B-7-15	50	55	90	0.4~0.49	-	正常	265	VI	C	S1	城内再利用
B-7-16	48	100	85	0.5~0.59	-	正常	480	I	A	K1	-
B-7-17	50	55	100	0.4~0.49	-	正常	385	I	C	K3	転用
B-7-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	筋石
B-7-19	38	58	98	0.2~0.29	26	異常	350	I	A	K1	-
B-7-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	筋石
B-7-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	筋石
B-7-22	27	74	45	0.2~0.29	-	-	560	I	A-E	S2	転用
B-7-23	19	74	61	0.1~0.19	-	-	210	I	A	K2	転用
B-7-24	32	85	51	0.2~0.29	-	-	OK	I	A	K2	-
B-7-25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	筋石
B-7-26	32	107	54	0.3~0.39	-	-	OK	I	A-E	K1	-
B-7-27	30	44	88	0.2~0.29	-	-	OK	I	A	K1	-
B-7-28	26	58	88	0.2~0.29	-	-	575	I	C	K1	-
B-7-29	39	79	81	0.3~0.39	-	-	OK	I	C	K1	-
B-7-101	47	100	104	0.6~0.69	16	-	590	V-VI	B-C	S1	転用
B-7-102	62	85	82	0.7~0.79	28	正常	400	II	B-C	S1	城内再利用
B-7-103	56	74	75	0.4~0.09	14	正常	195	I	A	K1	-
B-7-104	57	77	117	0.4~0.49	26	異常一部	480	I	A	K2	-
B-7-105	67	67	105	0.4~0.49	20	正常	510	VI	C	S2	転用
B-8-1	24	64	102	0.2~0.29	14	-	385	I	D	S1	転用
B-8-2	31	72	107	0.6~0.69	28	正常	440	I	C-D	K2	-
B-8-3	55	85	77	0.5~0.59	28	-	415	VI	C	S1	転用
B-8-4	66	64	104	0.8~0.89	20	-	310	I	D	K2	-
B-8-5	36	53	82	0.2~0.29	8	正常	465	VI	C	S1	城内再利用
B-8-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	筋石
B-8-7	49	50	83	0.4~0.49	22	異常	560	VI	B-C	S2	転用
B-8-8	83	73	87	0.6~0.69	12	正常	310	I	B	K2	-
B-8-9	30	39	88	0.2~0.29	20	正常	-	III	B	S1	転用
B-8-10	38	72	86	0.2~0.29	16	正常	340	VI	B-C	S1	転用

B-8-11	37	77	67	0.2~0.29	10	—	530	I	D	S1	B-4-20-1
B-8-12	48	65	100	0.5~0.59	8	—	325	VI	C	S2	転用
B-8-13	55	90	93	0.7~0.79	20	—	350	I	C	S1	B-4-25
B-8-14	48	61	61	0.1~0.19	32	正常	430	I	D	S1	転用
B-8-15	67	62	72	0.5~0.59	10	正常	OK	I	C-D	K1	—
B-8-16	49	50	78	0.3~0.39	16	正常	385	VI	C	S2	埋設保管
B-8-17	50	65	79	0.3~0.39	12	異常一部	530	II	C	K2	—
B-8-18	60	77	87	0.5~0.59	28	正常	590	I	A	K1	—
B-8-19	85	100	134	0.9~0.99	10	—	415	I	C	K1	—
B-8-20	30	53	144	0.3~0.39	10	正常	OK	II-VI	B	C	城内再利用
B-8-21	46	83	95	0.3~0.39	16	—	545	I	C	K2	—
B-8-22	46	102	120	0.5~0.59	16	—	415	II	C	S1	西面石垣
B-8-23	60	79	118	0.4~0.49	28	正常	415	VI	B-C	S3	城内再利用
B-8-24	27	90	105	0.4~0.49	10	正常	OK	I	C	K2	—
B-8-25	35	58	75	0.1~0.19	18	正常	310	I	C	K2	—
B-8-26	43	57	124	0.6~0.69	28	正常	OK	I	C	K2	—
B-8-27	60	110	82	0.9~0.99	14	正常	265	I	C	S1	城内再利用
B-8-28	26	46	76	0.2~0.29	30	正常	370	I	A	K1	—
B-8-29	35	75	78	0.4~0.49	16	正常	195	I	A	K1	—
B-8-30	37	60	103	0.4~0.49	30	異常一部	280	I	A	K1	—
B-8-31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	結石
B-8-32	37	93	76	0.4~0.49	20	正常	235	I	A	S2	転用
B-8-33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	結石
B-8-101	63	83	76	0.6~0.69	4	異常一部	530	I	A	K1	—
B-8-102	55	68	100	0.4~0.49	12	正常	590	I	C	K1	—
B-8-103	63	54	80	0.4~0.49	16	正常	370	I	C	K2	—
B-8-104	30	77	103	0.4~0.49	24	正常	465	I	A	K2	—
B-8-105	55	85	89	0.4~0.49	8	異常一部	370	I	C	K1	—
B-9-1	65	130	104	1.4~1.49	24	正常	575	III	B	S2	転用
B-9-2	55	85	99	0.9~0.99	22	正常	280	I	C	S1	城内再利用
B-9-3	44	53	97	0.4~0.49	22	正常	325	I	C	S1	—
B-9-4	45	53	109	0.3~0.39	34	正常	350	I	C	K1	—
B-9-5	45	64	81	0.2~0.29	28	正常	400	I	A	K1	—
B-9-6	65	76	101	0.7~0.79	18	異常	545	VI	C	S1	転用
B-9-7	60	79	83	0.8~0.89	8	正常	340	VI	C	S1	転用
B-9-8	48	113	106	0.7~0.79	12	正常	OK	V	B	S3	城内再利用
B-9-9	42	140	175	1.1~1.19	12	正常	370	I	A	K1	—
B-9-10	88	103	96	0.7~0.79	52	正常	195	VI	C	S1	転用
B-9-11	38	44	127	0.3~0.39	12	正常	295	I	A	K2	—
B-9-12	35	51	86	0.4~0.49	—	—	210	I	A	K1	—
B-9-13	40	74	96	0.3~0.39	18	正常	495	I	A	K1	—
B-9-14	70	73	109	0.7~0.79	12	正常	250	VI	C	S1	転用
B-9-15	45	100	96	0.5~0.59	26	異常	465	VI	B-C	S2	転用
B-9-16	42	104	95	0.3~0.39	20	異常	430	I	A	K1	—
B-9-17	38	60	75	0.2~0.29	10	正常	465	I	A	K1	—
B-9-18	45	40	117	0.2~0.29	26	正常	385	I	A	K2	—
B-9-19	41	72	93	0.4~0.49	30	正常	590	I	B	K1	—
B-9-20	88	128	95	1.9~1.99	54	異常一部	OK	I	C	K1	—
B-9-21	32	127	120	1.0~1.09	22	正常	575	I	A	K1	—
B-9-22	104	170	58	1.5~1.59	22	正常	495	I	A	K1	—
B-9-23	28	55	82	0.6~0.69	14	正常	385	I	A	K1	—
B-9-24	44	55	75	0.8~0.89	20	正常	480	VI	C	S1	転用
B-9-25	34	83	86	0.3~0.39	30	正常	545	I	A	K1	—
B-9-26	43	55	50	0.1~0.19	18	異常一部	430	I	A	K1	—
B-9-27	43	123	78	1.0~1.09	16	正常	495	I	A	K1	—
B-9-28	48	77	61	0.6~0.69	34	正常	430	VI	C-H	S1	転用
B-9-29	56	45	76	0.6~0.69	16	正常	185	I	A	K1	—
B-9-101	55	46	90	0.4~0.49	14	正常	325	I	C-F	S1	転用
B-9-102	27	48	60	0.0~0.09	20	正常	340	I	C	K3	転用
B-9-103	85	77	80	0.9~0.99	38	異常一部	480	VI	C-E-G	S1	転用
B-9-104	30	163	121	1.2~1.29	20	正常	325	I	A	K1	—
B-9-105	30	46	134	0.3~0.39	—	—	210	II-VI	B	S2	転用
B-9-106	90	95	76	1.2~1.29	36	正常	480	VI	C-F	S1	転用
B-9-107	62	59	129	0.6~0.69	30	正常	560	I	A	K1	—
B-10-1	66	85	83	0.5~0.59	48	異常一部	440	I	A	K1	—
B-10-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	結石
B-10-3	54	50	70	0.1~0.19	—	—	430	VI	C-G	S1	転用
B-10-4	76	168	103	2.3~2.39	36	異常一部	415	VI	C	S1	転用
B-10-5	53	119	136	1.2~1.29	18	異常	495	VI	B-C	S2	転用

B-10-6	33	44	130	0.4~0.49	2	正常	OK	V	B	S2	転用
B-10-7	38	58	122	0.6~0.69	—	—	545	V	B·F	S2	転用
B-10-8	54	95	80	0.6~0.69	8	正常	440	I	C	K1	—
B-10-9	84	82	97	0.7~0.79	28	正常	280	I	C	K2	—
B-10-10	56	88	119	1.0~1.09	10	正常	400	I	A	K1	—
B-10-11	59	64	98	0.3~0.39	28	正常	310	VI	B	S2	転用
B-10-12	49	70	113	0.3~0.39	12	異常	170	I	C	S2	転用
B-10-13	78	110	95	0.7~0.79	40	正常	225	I	A	S2	転用
B-10-14	63	58	145	0.9~0.99	16	正常	415	I	A	K1	—
B-10-15	53	46	106	0.3~0.39	24	異常一部	OK	I	F	K2	—
B-10-16	54	89	152	1.5~1.59	28	異常	295	V	B·C	S1	転用
B-10-17	94	122	90	0.9~0.99	50	異常一部	400	VI	C	S1	転用
B-10-18	66	134	83	1.0~1.09	29	異常	415	IV·VI	B·C	S1	転用
B-10-19	47	66	105	0.6~0.69	18	正常	OK	I	C	K2	—
B-10-20	96	170	120	1.7~1.79	48	正常	400	VI	C	S1	転用
B-10-21	92	158	116	2.1~2.19	26	正常	OK	II	C	K1	—
B-10-22	36	70	88	0.5~0.59	28	正常	465	I	A	K1	—
B-10-23	60	49	88	0.4~0.49	26	正常	210	II	H	K2	—
B-10-24	72	47	86	0.7~0.79	10	正常	480	I	A	K1	—
B-10-25	104	84	135	1.6~1.69	—	正常	495	I	A	K2	—
B-10-26	48	53	65	0.5~0.59	26	正常	350	I	A	K1	—
B-10-27	48	48	63	0.3~0.39	—	—	560	II	C	K1	—
B-10-28	39	49	93	0.3~0.39	28	正常	350	I	A	K2	—
B-10-29	43	96	121	0.7~0.79	6	正常	510	I	A	K1	—
B-10-30	40	78	83	0.3~0.39	6	正常	OK	I	A	K1	—
B-10-101	38	52	70	0.1~0.19	10	異常一部	415	VI	B·C	S1	転用
B-10-102	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	結石
B-10-103	95	150	100	2.0~2.09	43	正常	590	VI	C·G	S1	転用
B-10-104	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	結石
B-10-105	42	36	130	0.5~0.59	10	異常	560	VI	B	S2	転用
B-10-106	76	80	78	0.6~0.69	34	正常	510	II	C·H	K1	—
B-10-107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	結石
B-10-108	52	35	124	0.3~0.39	16	正常	530	I	A	K2	—
B-10-109	23	102	139	0.6~0.69	18	正常	340	VI	B	S1	城内再利用
B-10-110	35	50	115	0.2~0.29	12	異常	400	I	A	S3	城内再利用
B-10-111	60	136	140	1.4~1.49	18	異常一部	545	I	A	K1	—
B-11-1	44	84	101	0.5~0.59	16	正常	385	I	A	K1	—
B-11-2	58	103	99	0.6~0.69	10	正常	OK	I	A	K1	—
B-11-3	58	90	98	0.7~0.79	8	異常一部	465	VI	C	S2	転用
B-11-4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	結石
B-11-5	80	76	88	0.5~0.59	18	異常	—	V·VI	B	S1	転用
B-11-6	55	89	90	0.6~0.69	28	異常 表面	575	I	C·H	S1	A-2-32
B-11-7	88	96	89	0.8~0.89	20	異常一部	545	VI	C	S1	転用
B-11-8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	結石
B-11-9	86	48	91	0.9~0.99	34	正常	440	I	A	S1	転用
B-11-10	76	108	88	0.6~0.69	22	正常	340	I	C	K1	—
B-11-11	23	83	86	1.4~1.49	8	正常	480	III	B	S1	城内再利用
B-11-12	92	104	93	1.1~1.19	26	正常	250	VI	C	S1	転用
B-11-13	72	73	95	0.7~0.79	12	正常	415	I	C	S2	埋設保管
B-11-14	61	168	123	1.7~1.79	10	正常	350	I	C	K1	—
B-11-15	70	100	100	0.7~0.79	50	正常	385	I	C	S1	—
B-11-16	54	110	130	0.8~0.89	12	正常	465	III	B	K1	—
B-11-17	34	60	138	0.6~0.69	12	正常	—	II	C	K1	—
B-11-18	82	91	121	0.9~0.99	24	異常	325	I	A	S1	B-7-17
B-11-19	48	105	132	0.7~0.79	—	—	530	I	C	K1	—
B-11-20	62	103	119	1.9~1.99	26	正常	590	I	A	K1	—
B-11-21	77	72	106	0.9~0.99	—	—	440	II	C	S1	転用
B-11-22	64	75	140	1.7~1.79	—	—	415	III·VI	B	S2	城内再利用
B-11-23	40	64	120	0.6~0.69	—	—	OK	II	A	K1	—
B-11-24	78	119	90	1.5~1.59	—	—	OK	I	A	K1	—
B-11-25	40	63	122	0.5~0.59	—	—	OK	VI	B	S2	埋設保管
B-11-26	92	120	83	1.1~1.19	36	—	480	I	B	K1	—
B-11-27	48	40	96	0.4~0.49	—	—	495	I	B	S2	城内再利用
B-11-28	89	62	121	1.2~1.29	—	—	325	I	A	K1	—
B-12-1	47	77	120	0.4~0.49	18	異常	—	I	C	S1	転用
B-12-2	34	62	120	0.7~0.79	12	異常	OK	VI	C·H	S1	転用
B-12-3	98	152	133	2.3~2.39	24	正常	OK	VI	C	S1	転用
B-12-4	102	119	129	2.0~2.09	12	異常	OK	VI	B·C	S1	転用
B-13-1	20	50	58	0.1~0.19	40	正常	210	I	A	K1	—

B-13-2	55	84	80	0.6~0.69	43	正常	340	VI	C	S1	転用	
B-13-3	38	30	77	0.1~0.19	14	正常	385	III	H	S1	転用	
B-13-4	32	87	142	0.9~0.99	14	異常	OK	I	C	S1	転用	
B-13-5	56	95	110	0.7~0.79	32	正常	170	I	C·G	K1	-	
B-13-6	47	68	97	0.4~0.49	-	-	430	I	C	K2	-	
B-13-7	73	74	117	0.9~0.99	16	正常	545	VI	C	S2	転用	
B-13-8	108	100	126	1.6~1.69	30	正常	385	I	A	K1	-	
B-13-9	75	120	140	2.2~2.29	16	正常	430	I	C	K1	-	
B-13-10	40	73	129	0.5~0.59	10	異常	495	I	D	K1	-	
B-13-11	60	48	150	0.6~0.69	22	正常	495	I	C	K2	-	
B-13-12	51	52	137	0.3~0.39	20	正常	545	I	C	K1	-	
B-13-13	45	68	143	0.4~0.49	16	正常	OK	III	B·C	C	転用	
B-13-14	35	104	104	0.5~0.59	22	正常	550	I	A	S1	B-9~102	
B-13-15	53	38	113	0.3~0.39	12	正常	560	I	C	K1	-	
B-13-16	50	75	98	0.4~0.49	12	異常	415	I	C	K1	-	
B-13-17	42	101	97	0.3~0.39	14	正常	310	I	A	K1	-	
B-13-18	52	81	96	0.4~0.49	26	正常	295	I	A	K1	-	
B-13-19	75	136	103	1.7~1.79	20	異常一部	OK	I	A	K1	-	
B-13-20	50	53	100	0.5~0.59	20	正常	415	I	B	K2	-	
B-13-21	103	80	90	1.1~1.19	18	異常一部	210	I	B	K1	-	
B-13-22	50	43	100	0.4~0.49	18	正常	560	VI	C	S1	転用	
B-13-23	44	58	110	0.5~0.59	22	正常	590	I	A	K1	-	
B-13-24	41	85	95	0.5~0.59	18	正常	OK	II	C	K2	-	
B-13-25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉛石	
B-13-26	89	110	97	1.0~1.09	6	正常	575	I	A	S2	転用	
B-13-27	34	81	90	0.5~0.59	22	正常	295	I	C	K1	-	
B-13-28	63	97	80	0.5~0.59	12	正常	545	VI	C	S1	転用	
B-13-29	48	97	90	0.5~0.59	2	正常	575	II	B·C	S1	B-5~21-2	
B-13-30	33	57	107	0.2~0.29	12	正常	350	I	A	K1	-	
B-13-31	39	34	77	0.1~0.19	18	正常	510	I	A	K1	-	
B-14-1	38	125	123	1.1~1.19	30	正常	385	I	C	K1	-	
B-14-2	59	80	101	0.8~0.89	22	正常	195	VI	C	S3	城内再利用	
B-14-3	93	88	99	1.7~1.79	62	正常	295	VI	C·G	S1	転用	
B-14-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉛石	
B-14-5	80	115	110	1.4~1.49	12	正常	250	I	C	K1	-	
B-14-6	28	70	98	0.3~0.39	9	正常	250	VI	B·C	S1	転用	
B-14-7	72	130	110	1.5~1.59	14	正常	370	VI	B·C·G	S1	転用	
B-14-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉛石	
B-14-9	50	55	104	0.6~0.69	14	正常	265	V	VI	B·C·G	S1	城内再利用
B-14-10	75	175	100	1.7~1.79	30	正常	340	I	A	K1	-	
B-14-11	55	49	87	0.3~0.39	30	正常	575	VI	C·H	S2	転用	
B-14-12	40	60	116	0.6~0.69	4	正常	170	I	A	K2	-	
B-14-13	43	90	140	0.7~0.79	20	正常	OK	VI	C	S1	転用	
B-14-14	33	60	90	0.3~0.39	14	異常一部	170	I	C	K1	-	
B-14-15	62	50	123	0.7~0.79	12	正常	440	VI	C	S1	転用	
B-14-16	64	64	98	0.4~0.49	38	正常	440	II	C	K2	-	
B-14-17	84	110	96	0.8~0.89	40	異常一部	-	VI	D	S1	-	
B-14-18	62	100	150	2.1~2.19	16	正常	545	VI	C	S2	転用	
B-14-19	92	121	110	1.1~1.19	20	正常	265	I	B	K1	-	
B-14-20	81	90	107	0.9~0.99	2	異常一部	465	VI	B	S2	転用	
B-14-21	61	80	115	0.7~0.79	18	正常	OK	I	C	S1	転用	
B-14-22	75	134	87	1.3~1.39	16	正常	OK	I	A	K1	-	
B-14-23	87	106	73	0.8~0.89	8	正常	OK	I	C	S1	城内再利用	
B-14-101	82	101	106	1.0~1.09	40	異常一部	265	VI	C·G	S1	転用	
B-14-102	75	106	118	2.0~2.09	28	正常	370	II	C·G	S1	転用	
B-14-103	81	160	114	1.7~1.79	4	正常	440	VI	C	S2	転用	
B-14-104	45	65	135	0.7~0.79	26	異常一部	545	VI	B	S1	転用	
B-14-105	70	113	113	1.1~1.19	34	正常	340	II	C	K2	-	
B-14-106	70	88	110	1.0~1.09	22	正常	310	I	C	K1	-	
B-14-107	33	46	65	0.1~0.19	21	正常	440	I	A	S1	転用	
B-14-108	55	47	106	0.6~0.69	16	異常一部	265	VI	C·G	S2	転用	
B-14-109	49	45	136	0.8~0.89	15	正常	350	I	A	S2	転用	
B-14-110	41	39	116	0.2~0.29	13	正常	265	I	A	K1	-	
B-14-111	60	69	119	0.8~0.89	18	正常	530	I	C	K1	-	
B-14-112	45	130	130	1.5~1.59	24	異常一部	-	VI	B·C	S1	転用	
B-14-113	30	80	-	-	-	-	-	III	B	S1	転用	
B-15-1	60	79	71	0.4~0.49	22	正常	415	I	C	K1	-	
B-15-2	57	109	60	0.6~0.69	32	正常	415	I	A	K1	-	
B-15-3	33	116	97	0.6~0.69	22	異常一部	510	V	C	S1	転用	

B-15-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	磨石
B-15-5	39	54	111	0.5~0.59	0	正常	370	I	C	K1	-	-	
B-15-6	93	134	103	2.3~2.39	2	異常一部	340	VI	C	S1	転用	-	
B-15-7	55	93	149	0.6~0.69	16	正常	545	I	A	K1	-	-	
B-15-8	37	52	160	0.9~0.99	16	異常一部	265	VI	B-C	S1	転用	-	
B-15-9	59	44	96	0.4~0.49	24	正常	400	I	C	K1	-	-	
B-15-10	85	100	129	2.7~2.79	6	正常	250	VI	C	S1	転用	-	
B-15-11	40	23	93	0.1~0.19	40	正常	465	IV	B	S1	転用	-	
B-15-12	84	97	120	1.5~1.59	10	正常	295	II	C	K2	-	-	
B-15-13	108	107	132	1.7~1.79	40	正常	415	VI	C	S1	城内再利用	-	
B-15-14	38	42	108	0.6~0.69	24	正常	280	VI	B	S2	転用	-	
B-15-15	50	47	98	0.1~0.19	8	正常	480	I	A	K1	-	-	
B-15-16	43	50	116	0.4~0.49	20	正常	430	I	A	K1	-	-	
B-15-17	40	59	110	0.5~0.59	30	正常	225	VI	B	S1	転用	-	
B-15-18	71	100	120	1.3~1.39	17	正常	325	I	A	K2	-	-	
B-15-19	30	57	64	0.1~0.19	-	異常	-	I	A	S1	転用	-	
B-15-20	63	101	160	1.5~1.59	22	正常	510	VI	B	S1	城内再利用	-	
B-15-21	97	107	113	1.7~1.79	16	正常	590	VI	C	S1	転用	-	
B-15-22	58	51	140	1.5~1.59	24	異常一部	415	VI	C	C	転用	-	
B-15-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	磨石
B-15-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	磨石
B-15-25	42	93	108	0.9~0.99	22	異常一部	480	VI	C	S1	転用	-	
B-15-26	30	48	80	0.1~0.19	-	-	-	I	A	C	-	-	
B-15-27	64	85	115	0.8~0.89	-	-	-	VI	B-C	S1	転用	-	
B-15-28	55	80	-	-	-	-	-	I	A	K1	-	-	
B-16-1	51	83	92	0.6~0.69	22	正常	310	I	A	K1	-	-	
B-16-2	47	106	130	1.1~1.19	24	異常一部	280	I	A	K1	-	-	
B-16-3	65	110	90	0.9~0.99	2	正常	OK	I	A	K1	-	-	
B-16-4	55	110	125	1.3~1.39	18	正常	465	I	C	K1	-	-	
B-16-5	70	180	140	2.1~2.19	18	異常一部	310	VI	G	S1	転用	-	
B-16-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	磨石
B-16-7	45	80	140	0.7~0.79	4	異常一部	415	VI	C	S1	転用	-	
B-16-8	50	80	120	0.8~0.89	12	正常	440	I	C	K1	-	-	
B-16-9	56	100	130	0.9~0.99	30	正常	OK	I	A	K2	-	-	
B-16-10	47	60	120	0.4~0.49	24	正常	350	VI	B	S1	城内再利用	-	
B-16-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	磨石
B-16-12	67	70	151	0.9~0.99	22	正常	235	III	B	S1	転用	-	
B-16-13	80	115	160	1.8~1.89	20	異常一部	310	VI	G	K3	転用	B-18-1と交換	
B-16-14	40	70	125	0.4~0.49	10	異常	295	VI	C	S2	転用	-	
B-16-15	70	110	120	1.0~1.09	24	正常	280	I	A	K1	-	-	
B-16-16	100	100	145	2.2~2.29	26	正常	OK	II	C	K1	-	-	
B-16-17	39	57	135	0.6~0.69	18	正常	265	I	A	K1	-	-	
B-16-18	45	75	93	0.6~0.69	-	-	-	II	G	S3	転用	-	
B-16-19	105	105	137	1.3~1.39	-	-	-	III	C	S1	転用	-	
B-17-1	46	140	106	1.1~1.19	30	正常	370	III	B	S1	B-16-18	-	
B-17-2	48	67	94	0.3~0.39	36	正常	385	I	G	K2	-	-	
B-17-3	60	127	131	1.5~1.59	16	正常	440	VI	C	S1	転用	-	
B-17-4	110	140	138	1.4~1.49	10	正常	350	VI	C-G	S1	城内再利用	-	
B-17-5	45	78	117	0.6~0.69	22	正常	340	I	A	S2	転用	-	
B-17-6	38	55	142	1.0~1.09	24	正常	310	VI	C	S1	転用	-	
B-17-7	45	45	140	0.8~0.89	10	正常	340	II	G	K1	-	-	
B-17-8	80	79	100	0.7~0.79	24	異常一部	325	VI	B	K2	-	-	
B-17-9	94	90	122	1.2~1.29	2	正常	400	VI	B	S1	城内再利用	-	
B-17-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	磨石
B-17-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	磨石
B-17-12	69	50	107	0.7~0.79	26	正常	350	I	F	K2	-	-	
B-17-13	73	106	103	1.5~1.59	26	正常	400	I	C	K1	-	-	
B-17-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	磨石
B-17-15	57	62	70	0.6~0.69	16	正常	440	VI	C	S1	転用	-	
B-17-16	75	55	105	0.7~0.79	16	正常	250	I	A	S1	B-17-16	-	
B-17-17	41	86	114	0.7~0.79	18	異常一部	265	I	A	K1	-	-	
B-17-18	25	37	79	0.0~0.09	26	正常	560	IV	B	S3	-	-	
B-17-19	52	60	130	0.7~0.79	10	正常	590	II	C	K1	-	-	
B-17-20	59	54	122	0.6~0.69	12	正常	440	VI	B-C	S1	城内再利用	-	
B-17-21	40	45	153	1.0~1.09	10	正常	415	III-VI	B	S1	転用	-	
B-17-22	48	60	140	0.7~0.79	10	正常	OK	I	A	K1	-	-	
B-17-23	52	61	180	1.6~1.69	8	異常一部	325	III-VI	B	S1	転用	-	
B-17-24	94	105	105	1.3~1.39	-	-	-	VI	B	S1	転用	-	
B-17-101	63	80	100	1.0~1.09	20	正常	590	I	A	K1	-	-	

B-17-102	56	110	70	0.8~0.89	28	正常	385	II	C	K1	-	
B-17-103	67	133	125	1.7~1.79	12	異常一部	510	VI	B-C	S1	転用	
B-17-104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	磨石	
B-17-105	56	89	150	1.2~1.29	18	異常一部	310	VI	B-C	S1	転用	
B-17-106	42	48	100	0.4~0.49	24	正常	530	I	A	S1	転用	
B-17-107	55	102	135	1.2~1.29	24	正常	295	I	A	K1	-	
B-17-108	76	142	90	1.3~1.39	46	正常	310	I	A	K1	-	
B-17-109	75	102	95	1.4~1.49	30	正常	370	VI	B	S1	転用	
B-17-110	100	152	80	2.3~2.39	28	異常一部	OK	VI	B	S1	転用	
B-17-111	23	33	85	0.1~0.19	36	正常	OK	I	C	S1	転用	
B-17-112	50	24	130	0.4~0.49	-	-	440	VI	B	K1	-	
B-17-113	96	100	117	1.7~1.79	26	異常一部	280	II	C	K1	-	
B-17-114	60	43	160	1.1~1.19	16	異常一部	430	VI	G	S1	転用	
B-17-115	80	95	115	1.5~1.59	0	正常	400	VI	C	S1	転用	
B-17-116	76	50	120	1.6~1.69	22	異常一部	350	II	C	K1	-	
B-17-117	78	93	70	0.0~0.09	34	正常	575	VI	B	S1	転用	
B-17-118	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	磨石	
B-18-1	68	118	80	0.6~0.69	34	正常	400	I	A	K3	B-16~13B-16~13と交換	
B-18-2	48	55	80	0.2~0.29	32	正常	430	I	A	K1	-	
B-18-3	42	68	98	0.3~0.39	38	異常一部	250	VI	B	S1	転用	
B-18-4	54	137	144	1.3~1.39	28	正常	370	VI	B	S1	転用	
B-18-5	46	130	88	0.9~0.99	26	正常	530	I	A	K1	-	
B-18-6	50	97	88	0.8~0.89	24	正常	415	VI	C	S1	転用	
B-18-7	71	90	120	2.0~2.09	30	正常	370	III	B	S1	城内再利用	
B-18-8	30	69	107	0.6~0.69	32	正常	430	II	C	S1	転用	
B-18-9	32	51	94	0.3~0.39	32	正常	280	I	A	K1	-	
B-18-10	63	94	94	0.9~0.99	20	異常一部	370	VI	B	S1	転用	
B-18-11	27	52	138	0.6~0.69	24	正常	340	II	C	K2	-	
B-19-1	37	59	80	0.5~0.59	22	正常	430	I	A	K1	-	
B-19-2	37	54	63	0.3~0.39	28	正常	510	III	E	S2	転用	
B-19-3	32	71	80	0.3~0.39	34	正常	325	III	C	S2	転用	
B-19-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	磨石	
B-19-5	53	108	115	1.4~1.49	16	異常一部	400	VI	C	S1	転用	
B-19-6	50	140	110	0.8~0.89	26	正常	340	II	C	K1	-	
B-19-10	68	109	120	1.2~1.29	24	異常一部	-	VI	B	S1	転用	
B-19-11	35	43	105	0.3~0.39	-	-	545	VI	C	S1	転用	
B-19-12	52	65	90	0.6~0.69	0	正常	415	VI	C	S1	転用	
B-19-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	磨石	
B-19-14	58	105	144	1.3~1.39	16	正常	440	II	C	K1	-	
B-19-15	40	92	120	0.8~0.89	34	正常	370	VI	B	S1	転用	
B-19-16	47	53	103	0.3~0.39	-	-	-	VI	B	S1	城内再利用	
B-19-20	60	40	160	1.1~1.19	-	-	465	VI	B-C	S1	転用	
B-19-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	磨石	
B-19-22	42	54	170	0.8~0.89	20	異常一部	480	VI	B	S1	転用	
B-19-24	24	42	80	0.1~0.19	24	正常	250	VI	B	S1	転用	
B-20-1	64	62	84	0.7~0.79	30	正常	430	II	C	K1	-	
B-20-2	84	110	78	0.7~0.79	30	正常	510	II	C	K2	-	
B-20-4	30	30	62	0.1~0.19	22	正常	280	III	B	S1	転用	微調整
B-20-6	24	33	53	0.0~0.09	20	正常	OK	III	B	S1	-	微調整
B-20-8	65	110	120	1.0~1.09	30	異常一部	575	VI	B-C	S1	転用	微調整
B-20-9	60	75	72	0.7~0.79	20	異常一部	415	VI	B-C	S1	転用	微調整
B-20-10	50	130	130	0.8~0.89	12	異常一部	-	VI	B	S1	転用	
B-21-1	43	96	85	0.6~0.69	30	正常	OK	III	B	S1	転用	
B-21-2	58	115	92	0.8~0.89	30	異常一部	530	VI	B-C	K2	-	
B-21-3	35	70	75	0.3~0.39	38	正常	350	I	A	K1	-	
B-21-8	46	75	130	0.6~0.69	20	異常一部	350	VI	B	S1	城内再利用	微調整
B-22-1	35	65	105	0.3~0.39	-	-	480	II	B	K1	-	
B-23-1	76	115	130	2.2~2.29	42	正常	-	III	B	S1	城内再利用	

C面石材計測・観察表

石材番号	高さ	幅	奥	重量	角度	打音	密度換算値	利用度	總全度	最終状況	転用先	備考
C-1-15	21	27	40	0.0~0.09	-	正常	385	IV	F	-	-	
C-1-16	35	49	76	0.2~0.29	-	正常	OK	II	C	-	-	
C-2-17	37	41	75	0.2~0.29	-	-	480	VI	C	-	-	
C-2-18	45	48	64	0.2~0.29	-	-	400	V	G	-	-	
C-2-20	40	60	64	0.3~0.39	-	-	OK	VI	F-G	-	-	
C-3-18	37	50	118	0.4~0.49	28	正常	385	VI	C-D	-	-	
C-3-19	43	63	68	0.3~0.39	16	正常	110	VI	C-D	-	-	
C-3-20	21	27	80	0.2~0.29	10	正常	235	VI	C	-	-	

C-4-11	31	63	76	0.2~0.29	18	正常	575	I	A	-	-
C-4-12	45	144	55	0.6~0.69	32	正常	265	II	C·E	-	-
C-4-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉛石
C-4-14	29	50	75	0.1~0.19	36	正常	430	I	A	-	-
C-5-17	42	48	86	0.3~0.39	10	異常一部	325	II	F	-	-
C-5-18	48	85	62	0.4~0.49	12	正常	415	VI	C	-	-
C-5-19	45	72	72	0.5~0.59	12	正常	155	VI	C	-	-
C-5-20	48	86	77	0.5~0.59	18	正常	295	I·II	C	-	-
C-5-21	29	57	101	0.4~0.49	8	正常	510	I	A	-	-
C-5-22	30	54	80	0.3~0.39	-	正常	210	I	A	-	-
C-6-13	30	74	65	0.3~0.39	16	-	295	I	C	-	-
C-6-14	30	64	88	0.3~0.39	26	-	370	VI	C·D	-	-
C-6-15	53	115	87	0.7~0.79	12	-	440	VI	C·D	-	-
C-7-12	74	60	84	0.4~0.49	-	-	OK	I	A	-	-
C-7-13	56	69	75	0.2~0.29	10	正常	430	I	A	-	-
C-7-14	55	85	56	0.4~0.49	30	正常	370	I	E	-	-
C-7-15	47	93	83	0.6~0.69	12	異常一部	415	I	C	-	-
C-8-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉛石
C-8-3	64	88	95	0.6~0.69	48	-	530	VI	C	-	-
C-8-4	58	114	100	0.6~0.69	30	-	350	I	C	-	-
C-8-5	65	145	75	1.0~1.09	12	-	430	I	C	-	-
C-8-8	79	86	85	1.2~1.29	10	-	340	VI	C·D	-	-
C-8-9	38	40	56	0.1~0.19	2	-	575	I	C	-	-
C-8-11	78	136	87	0.6~0.69	50	-	465	VI	C	-	-
C-8-12	63	90	82	1.0~1.09	2	-	530	VI	C	-	-
C-8-13	38	60	80	0.5~0.59	6	-	560	I	C	-	-
C-8-15	30	90	112	0.6~0.69	2	-	280	I	A	-	-
C-8-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉛石
C-8-17	42	90	66	0.4~0.49	6	-	495	I	C	-	-
C-8-101	73	100	66	0.6~0.69	16	-	210	I	C	-	-
C-8-102	63	42	88	0.3~0.39	16	正常	325	I	A	-	-
C-8-103	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉛石
C-8-104	45	126	146	2.1~2.19	2	正常	OK	II	C	-	-
C-8-105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉛石
C-8-107	68	58	97	0.3~0.39	4	正常	155	II	H	-	-
C-8-108	51	58	98	0.4~0.49	6	正常	480	VI	C	-	-
C-8-109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉛石
C-8-110	72	85	109	0.6~0.69	42	正常	530	VI	C	-	-
C-8-111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉛石
C-8-112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉛石
C-8-113	55	84	125	0.8~0.89	14	異常	530	VI	C·G	-	-
C-8-114	30	50	74	0.1~0.19	22	正常	370	I	A	-	-
C-8-115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉛石
C-8-116	70	88	75	0.6~0.69	40	異常	385	VI	B·G	-	-
C-9-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉛石
C-9-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉛石
C-9-3	94	100	148	1.4~1.49	34	異常	510	VI	B·C	-	-
C-9-5	60	103	94	1.1~1.19	2	正常	465	I	A	-	-
C-9-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉛石
C-9-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉛石
C-9-8	68	111	128	1.5~1.59	3	正常	495	I	C	-	-
C-9-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉛石
C-9-10	60	165	107	1.7~1.79	3	異常一部	440	III	C	-	-
C-9-11	77	122	68	1.2~1.29	20	異常	545	VI	B·C	-	-
C-9-12	61	107	89	1.1~1.19	20	正常	465	I	C	-	-

D面石材計測・観察表

石材番号	高さ	幅	控	重量	角度	打音	強度換算値	利用度	健全度	最終状況	転用先	備考
D-7-1	55	132	65	0.7~0.79	-	-	OK	I	A	-	-	
D-7-4	58	67	74	0.6~0.69	-	-	560	I	C	-	-	
DC-8	61	96	145	2.3~2.39	-	-	545	I	C	-	-	
D-8-2	64	75	103	0.5~0.59	-	-	295	I	C	-	-	
D-8-3	26	52	58	0.0~0.09	-	-	250	I	A	-	-	
D-8-4	77	105	81	1.1~1.19	-	-	235	I	A	-	-	
D-8-6	40	66	110	0.4~0.49	不可(落下)	正常	560	I	A	-	-	
D-8-7	60	93	100	0.7~0.79	-	-	350	VI	C	-	-	
D-8-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	鉛石	
D-8-9	56	85	160	1.3~1.39	-	-	340	VI	B	-	-	
D-8-10	55	46	73	0.2~0.29	-	-	235	I	C	-	-	

D-8-11	60	90	94	0.7~0.79	-	-	225	I	D	-	-
DC-9	92	76	78	1.3~1.39	-	-	510	VI	B+C	-	-
D-9-1	105	126	105	1.4~1.49	42	正常	530	I	A	-	-
D-9-2	66	98	90	1.0~1.09	25	異常一部	OK	I	C·G	-	-
D-9-3	47	58	75	0.2~0.29	-	-	560	I	A	-	-
D-9-4	82	113	103	1.7~1.79	12	正常	400	I	C·G	-	-
D-9-5	60	100	92	0.8~0.89	2	正常	OK	I	C	-	-
D-9-6	80	105	162	1.4~1.49	18	異常一部	510	VI	C·G	-	-

E面石材計測・観察表

石材番号	高さ	幅	厚	重量	角度	打音	強度換算値	利用度	健全度	最終状況	転用先	備考
E-7-9	47	56	82	0.3~0.39	5	異常	415	I	C·G	-	-	
E-7-12	35	80	62	0.3~0.39	-	-	465	VI	C	-	-	
E-7-14	70	75	90	0.5~0.59	-	-	440	VI	C	-	-	
E-7-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
E-7-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	跡石
E-7-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	跡石
E-7-18	50	68	48	0.3~0.39	-	-	170	I	C	-	-	
E-8-16	45	106	61	0.4~0.49	16	正常	OK	III	H	-	-	
E-8-17	43	64	142	0.7~0.79	19	異常	530	III·VI	B	-	-	
E-8-18	39	31	72	0.2~0.29	12	正常	OK	I	A	-	-	
E-8-19	60	104	88	0.8~0.89	20	正常	440	I	A	-	-	
E-8-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	跡石
E-8-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	跡石
E-8-22	61	100	66	0.6~0.69	30	正常	310	I	C	-	-	
E-8-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	跡石
E-9-9	43	69	110	0.5~0.59	-	-	145	I	C	-	-	
E-9-10	51	42	96	0.4~0.49	8	正常	545	I	C	-	-	
E-9-11	73	86	120	0.7~0.79	28	正常	350	I	A	-	-	
E-9-12	43	58	108	0.6~0.69	15	正常	510	I	A	-	-	

隅石石材計測・観察表 (高さ・幅は小面)

石材番号	高さ	幅	厚	重量	角度	打音	強度換算値	利用度	健全度	最終状況	転用先	備考
AB-1	50	100	50	0.5~0.59	-	正常	440	I	A	K1	-	出隅角石(BA-1)
AB-2	37	60	74	0.3~0.39	18	正常	250	II	C·H	S1	転用	出隅角石(BA-2)
AB-3	46	101	88	0.6~0.69	18	正常	170	V	C	S1	転用	出隅角石(BA-3)
AB-4	68	78	117	0.6~0.69	20	正常	135	VI	C	S1	城内再利用	出隅角石(BA-4)
AB-5	61	152	56	0.8~0.89	20	正常	265	I	A	K1	-	出隅角石(BA-5)
AB-6	46	106	145	1.5~1.59	-	-	OK	VI	C	S1	城内再利用	出隅角石(BA-6)
AB-7	68	165	70	1.4~1.49	42	-	350	I	A	S1	転用	出隅角石(BA-7)
AB-8	93	92	122	1.8~1.89	-	-	575	III	C	S1	転用	出隅角石(BA-8)
AB-9	58	115	78	1.1~1.19	24	正常	OK	III	B·C	S1	城内再利用	出隅角石(BA-9)
AB-10	75	44	100	1.1~1.19	16	正常	OK	VI	B	S1	城内再利用	出隅角石(BA-10)
AB-11	95	140	120	1.9~1.99	48	正常	480	I	C	S1	転用	出隅角石(BA-11)
AB-12	90	104	146	1.7~1.79	44	正常	OK	III	C	S1	転用	出隅角石(BA-12)
AB-13	78	120	118	1.4~1.49	28	異常一部	440	III·VI	B	S1	城内再利用	出隅角石(BA-13)
AB-14	77	98	127	0.9~0.99	36	正常	325	III	B	K3	AB-7	出隅角石(BA-14)
AB-15	52	148	85	1.2~1.29	36	正常	495	I	C	K1	-	出隅角石(BA-15)
AB-16	69	70	190	1.1~1.19	北18 東26	正常	510	I	C	K1	-	出隅角石(BA-16)
AB-17	70	103	104	1.4~1.49	40	正常	590	I	A	K1	-	出隅角石(BA-17)
AB-18	77	53	152	1.5~1.59	38	異常	560	II	C	K1	-	出隅角石(BA-18)
AB-19	55	142	88	1.6~1.69	30	正常	440	I	C	K1	-	出隅角石(BA-19)
AB-20	70	69	150	1.9~1.99	28	異常一部	370	VI	B·C	S1	転用	出隅角石(BA-20)
AB-21	70	170	100	1.9~1.99	32	正常	385	VI	C	S1	転用	出隅角石(BA-21)
AB-22	69	64	170	2.0~2.09	26	正常	440	VI	C	S1	BC-4	出隅角石(BA-22)
AB-23	73	221	94	2.0~2.09	18	異常一部	495	III	B·C	S1	城内再利用	出隅角石(BA-23)
BC-1	33	112	54	0.3~0.39	-	正常	OK	I	A	S1	転用	出隅角石(CB-1)
BC-2	40	37	80	0.4~0.49	26	正常	280	II	C	S1	転用	出隅角石(CB-2)
BC-3	57	75	54	0.5~0.59	8	正常	250	VI	C	S1	転用	出隅角石(CB-3)
BC-4	53	89	87	0.9~0.99	14	正常	250	VI	C	S3	転用	出隅角石(CB-4)
BC-5	80	120	115	1.3~1.39	32	正常	415	I	A	K1	-	出隅角石(CB-5)
BC-6	40	55	94	0.6~0.69	14	異常	295	VI	C	S1	転用	出隅角石(CB-6)
BC-7	58	121	110	2.0~2.09	22	正常	280	I	C	K1	-	出隅角石(CB-7)

#### 第4項 写真データ

本項では、A・B面を中心に行解体調査時に撮影した各段毎の石材配置状況の写真を掲載する。

写真撮影は、A～F各面を解体前の正面より撮影を実施したほか（巻頭カラー掲載）、高所作業車で各面の分割写真を撮影している。ここに掲載する写真は、解体作業時に各段ごとに石材を外す際に撮影したもので、調査工程の1つとして実施した。

撮影は、各段の石材解体前に石尻まで裏栗石を除去する作業を経て検出し、各種調査を実施した後におこなった。撮影は解体现場であるため、足場が悪く、また作業面積が狭小であり、工期も限られていたため、大がかりな撮影施設は用意せず、脚立を用いてほぼ真上からの撮影をおこなった。したがって、足場が危険な場所での撮影は不可能となったり、大きさに不均一さが出るなどの障害も生じたが、改修時の配石状況の記録資料や管理資料としては十分に活用することができた。

このほかに、同時に石尻方向からの撮影も実施しているが、本書では割愛している。

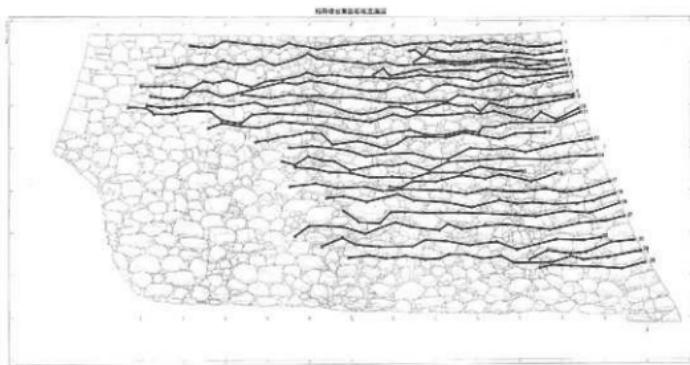


図5-3-16 A面各段の写真撮影ライン

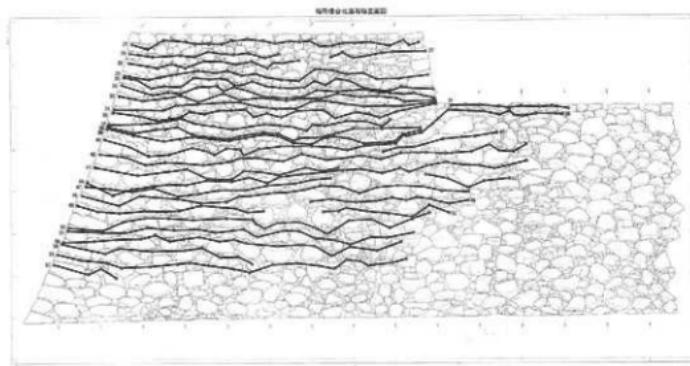


図5-3-17 B面各段の写真撮影ライン

A面石材配置状况



1 A面 2段



1



2 A面 3段



3 A面 4段



4 A面 3—100段



5 A面 4段



6 A面 4—100段





7 A面5段



8 A面6段



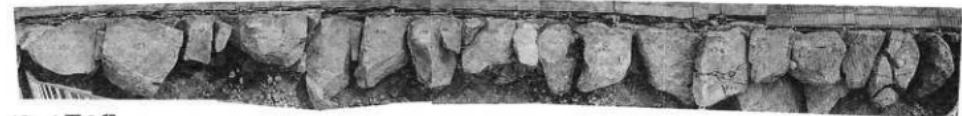
9 A面6段



10 A面6—100段、7段



11 A面8段



12 A面9段



13 A面10段



14 A面10—100段



15 A面11段



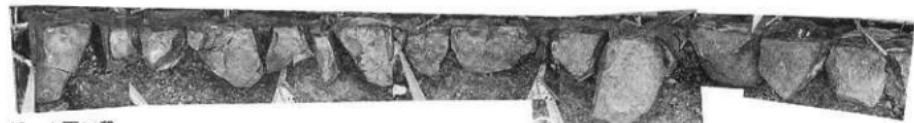
16 A面12段 (1)



16 A面12段 (2)



17 A面13段



18 A面14段



19 A面15段 (1)



19 A面15段 (2)



20 A面18段



21 A面16段



22 A面17段



23 A面20段



24 A面18・19段

B～E面石材配置状況（B面は隅角部が右になる）



26 B面 3段



25 B面 2段



28 B面 4段



27 B面 3段



30 B面 6段



29 B面 5段



31 B面 7段



30 B面 6段 (2)



32 B面 6・7段



34 B面7・8段(1)



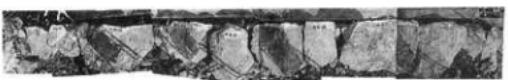
33 B面7段



35 B面8段(1)



34 B面7・8段(2)



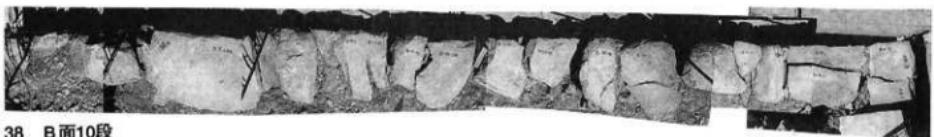
36 B面8段



35 B面8段(2)



37 B面9段



38 B面10段



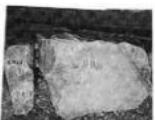
40 B面10段 (1)



39 B面10段



41 B面10—100段



40 B面10段 (2)



42 B面11段



44 B面13段 (1)



43 B面12·13段



44 B面13段 (2)



45 B面14段



47 B面13·14段



46 B面14段



49 B面15段



48 B面14—100段、15段



50 B面16段



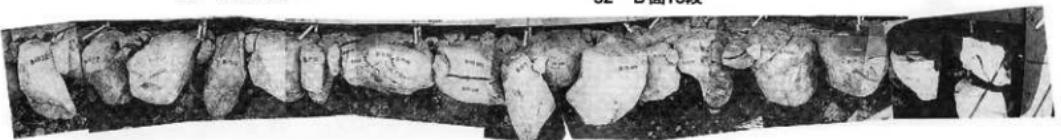
51 B面17段



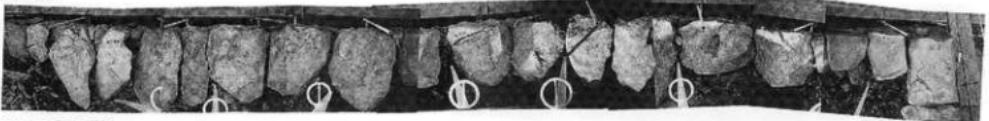
53 D面8段



52 B面15段



54 B面17段



55 B面19段



57 B面20段



56 B面18段



59 E面8段



58 C面8段

## 第4節 盛土調査成果

本工事にあたり、平成8年度の調査成果とボーリング調査の結果により、凝灰岩からなる支持地盤（以下、自然地盤）と、上部は人為的な堆積土（以下、人工盛土）であることが判明していた。

しかしながら、人工盛土についてはいわゆる版築の存在や、石垣を構成する1つの要素としてどのような構造を持つものなのなど詳細については不明であった。調査にあたり、次のことを課題として捉え実施した。

- 盛土の堆積状況（構造）の確認
- 盛土材の確認
- 盛土の強度・相関性
- 石垣構築時の作業痕跡などの遺構・遺物の確認

### 盛土調査の方法

調査は石垣解体および盛土掘削と共に並行して実施した。具体的には、排土搬出、工事工程、工期との関係で掘削範囲全面を調査対象としながらも、基本的には定点で調査トレンチを設定しておこなう方法を採用した。1回のトレンチ掘削で石垣の約2段分の深度を掘削し、観察と各種記録作業をおこない、構造など認められなければ教委監督員・文化財専門職員立会のもと全面掘削をした。

また、盛土材（現場発生材）の再利用が方針としてあることから、物理的な土質試験を実施しているが、この成果については第8章で詳述しており、ここでは文化財的調査の報告を記載する。

### 盛土の堆積状況

トレンチおよび切土面の断面観察の結果において、檜台盛土の中では板状構造をもつ版築を確認することができなかった。全体としては石垣の天端から16段目付近までは堆積状況は人工盛土で、これより下は凝灰岩の自然地盤の地山であることが判明し、ボーリング調査結果との一致を示している。

人工盛土の特徴としては、切土面の上層断面を根拠に東西方向は比較的水平堆積が認められるのに対し、南北方向では南から北へ傾斜しながら堆積する傾向が認められる（写5-4-1と写5-4-2の比較）。

これは、南から北へ標高の下がる自然地盤面の傾斜と、石垣構築時の作業のある程度の高さ以降は、各種作業の主体（石材・裏栗石・盛土・人員など）が高から低への移動という安全性、運動効率という点が反映されていると考えることができる。

### 盛土材の確認

盛土材の土質については、トレンチ断面と切土断面で確認をおこなった。調査の結果、次の4種類が盛土材として確認、区分することができた。

- |          |                     |
|----------|---------------------|
| ○粘土（白色）  | ○粘性土（シルト質）          |
| ○砂質土（山砂） | ○粘・砂質土（粘性土十砂質土の混合土） |

盛土材からみた全体的な傾向としては次のことが認められた。なお、図5-4-1は標準断面図とし掲載したものである。

- おおよそ7段目より上では粘性土が盛土材としての主体となっている傾向がある。
- おおよそ8段目より下では砂質土が主体となっている傾向がある。
- 粘・砂質土は確認されている砂質土のなかに粘性土がブロック状に混ざるもので、多くみられる。
- 比率としては、砂質土がもっとも主体的で、次いで粘・砂質土、粘性土となる。粘土は少ない。
- 4種類の盛土材の堆積状況（パターン）には規格性はみとめられず、堆積厚も不均一である。
- 堆積方向は一定方向に流れる場合もあるが、隆起に富む。
- 盛土材の中に拳大以上の砾は多く混じらない。

調査の所見としては、想像以上に砂質土が多く使用されていたことに特徴があるといえる。しかし

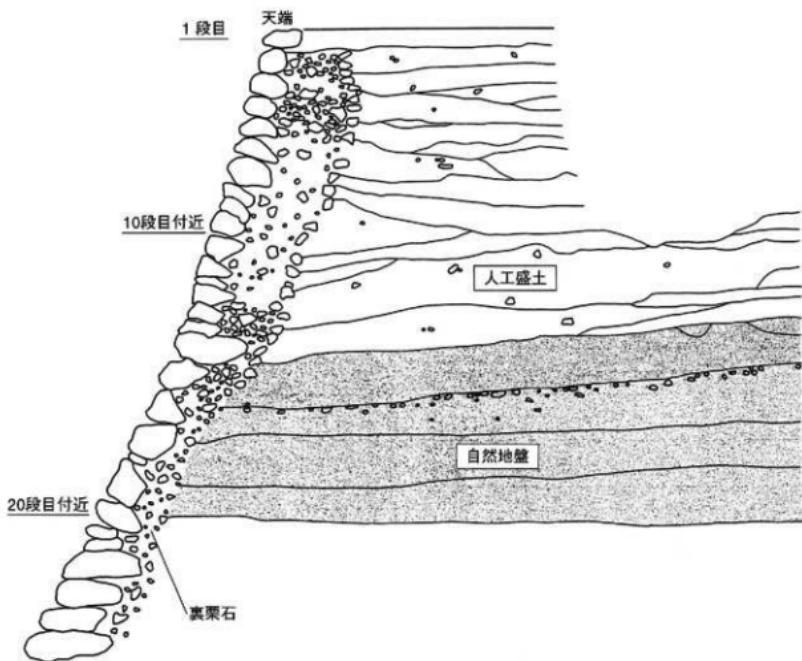
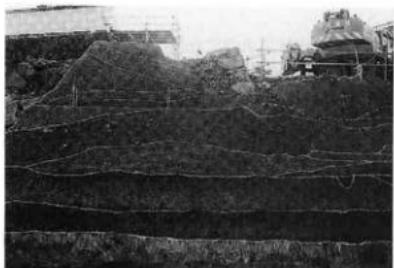


図 5-4-1 石垣標準断面図



写 5-4-1 盛土堆積状況（南の切土南面）



写 5-4-2 盛土堆積状況（西の切土面）

ながら、砂質土の変形（水分による膨張など）がなく、良く叩き締まる、排水性が良いという特性は、石垣という構造物の中では非常に安定した材料であり、石垣の変形などに対してはメリットが高いものと考えられる。粘・砂質土についても、砂質土単体では不足する粘着力を粘性土が混ざることで補い、盛土としてより安定・施工性に優れた材料であると考えられる。

ただし、粘・砂質土については供給地で採取した際に自然に混ざる可能性、保管場所で意図的に混ぜる可能性など今回の調査では結論が出せなかったが、今後の検討課題としたい点である。

また、およそ7段目までの特徴である粘性土主体の盛土からの変化については、第4章でも若干触れている石垣の積み直しが指摘できる石垣範囲と一致するところであるが、盛土材の変化と堆積状況からは、引き続き積み直しの可能性を示すものの、明確な積み直しを認めるまでには至らなかった。  
盛土の強度に関する調査

盛土については、調査以前から強度というテーマが大きな課題となっており、ボーリング調査を事前に実施した経過がある（第8章詳述）。

一方、文化財調査の一環として、強度というテーマに関連付けた調査が可能であるのか、またどのような方法があるのかを検討し、試験的に実施することとした。

具体的には、機動性があり簡易的なものを希望し検討した結果、文化財の調査としては縄文時代などの住居床面の硬度を計測するなどで活用されたことのある土壤硬度計（山中式標準型）を用いることとした。ただし、土壤硬度計はあくまで固さを計測するものであり、強度に直接的に結びつくものではないが、ボーリング調査結果との対比をすることで数値データを活用できるのではないかという予想のもと実施した。

下図は、およそA面13段目付近のトレンド断面図である。この部分は砂質土、粘性土、粘・砂質土が混在する堆積状況であり、分層ごとに計測を実施した。

その結果、全体としては最大値25mm、最小値13mmの幅のなかでばらつきを持った計測値を得た。特に、同じ堆積上であっても数値がまったく異なる事例が確認されたため、数値データとしては乱れたものであった。

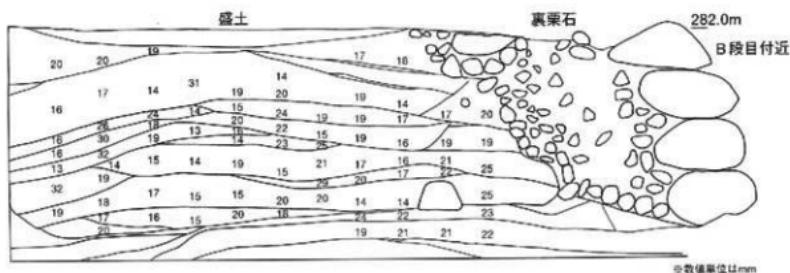


図5-4-2 土壤硬度計による計測値分布図（A面13段目付近）

#### 石垣構築時の遺構・遺物の確認

##### （成果）

石材の運搬作業（地引など）の痕跡、あるいは石材の吊り上げ作業（二ツ又、三ツ又などの柱穴、設置跡）の痕跡の確認に特に留意したが、石垣構築に関係する遺構は確認することはできなかった。

石垣構築に直接関係しない遺構と遺物については第5章第6節に記載している。

## 第5節 裏栗石調査

### 第1項 方法と成果

本工事において実施した裏栗石調査は大きく2つに区分される。1つはセンターが石垣解体調査の中で実施した調査と建設部が実施した土質試験・強度試験の範疇に含まれる調査である。後者については第8章で詳述するのでここではセンターが実施した解体調査に伴う成果を報告する。

裏栗石の調査方法については、石垣の構造の1つとして理解し、主に石垣を構成する存在としてのデータ収集に努めた。しかし、現代技術の中での裏栗石は1つの構造体と見なされがちではなく、存在は認められるものの構造物の役割としては不明確な位置付けであった。また、他の城郭石垣調査での裏栗石調査方法についてはほとんどが検討されていないこともあり、今回は極めて単純であるが、裏栗石が石垣の中でどのような構造（段毎の変化）と構成（材料の変化）であるのか調査し、石垣との相関性についてを主な課題とすることとした。そして、この成果と土質試験成果を総合的に判断することで裏栗石の特性を把握し、改修時の基本方針の参考とした。

- 課題 ○裏栗石の粒径調査からなる材料と構成の変化
- 裏栗石幅の記録からなる構造的変化
- 裏栗石に含まれる遺物の確認

#### 粒径調査と材料の変化

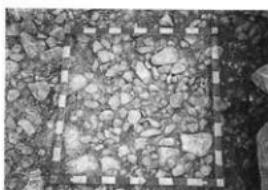
##### (調査方法)

具体的な調査方法は次のとおりである。なお、およそ16段目以降については、盛上がり自然地盤となり、裏栗石幅は極端に減少し、変化するため調査は実施していない。

- 調査はA・B面を中心に行き、おおよそ隔段の任意の地点を選定する。
  - 清掃された裏栗石部分に1m四方の木枠を固定し、スプレーで木枠中の裏栗石を塗布する。
  - 木枠をどかし、塗布された裏栗石を基準によって分類する。
- 形状：丸裏栗石および削裏栗石の2分類  
規格：大（15cm以上） 中（5cm以上15cm未満） 小（5cm未満）  
○分類ごとに数量を集計する。



写5-5-1 調査範囲設定とスプレー塗布



写5-5-2 塗布後の状況



写5-5-3 作業状況



写5-5-4 集計作業の状況

### (調査成果)

調査により取得したデータは次に集計したとおりである。試料としては12点であり総個体数は2714個で、1 m<sup>2</sup>あたりの平均は226個となっている。形状としては割裏栗石が60%と多い傾向があるが極端な大差ではない。

形状・大きさ別でみると、もっとも多いのが5 cm未溝の割裏栗石で36%、次いで5 cm未溝の丸裏栗石が28%であり、両者で全体の64%を占めることになる。15 cm以上のものについては丸裏栗石は2%、割裏栗石は4%で両者あわせても全体の6%に過ぎない。残りについては割裏栗石が20%、丸裏栗石が10%となっている。

全体的な特徴としては、試料4・6・8・10・11・12は丸裏栗石と割裏栗石が比率よく混在しているが、試料1・2・3・9では割裏栗石が、試料5・7では丸裏栗石が主体となっている。

この特徴から裏栗石の供給源が課題としてあげられるが、現段階では明確な答えを出すことができない。しかし、割裏栗石については形状から石垣石材の石切場や周辺の山がもっとも効率的な供給地であることが想定でき、丸裏栗石は藤川に代表される周辺の河川や、扇状地であるために発達している旧河床などがその候補としてあげられる。いずれにせよ、混在する場合とそうでない場合の特徴からは裏栗石の作業工程に関する課題が読みとれ、あるいは供給地の問題については岩石同定のなかで引き続き検討することとなろう。

試料1	丸栗石 割栗石 計		
	大	中	小
A-3-3	1	11	12
	12	66	78
	36	118	154
計	49	195	244

試料5	丸栗石 割栗石 計		
	大	中	小
A-8-18	8	1	9
	29	9	38
	131	35	166
計	168	45	213

試料9	丸栗石 割栗石 計		
	大	中	小
B-10-10	0	18	18
	2	157	159
	0	93	93
計	2	268	270

試料2	丸栗石 割栗石 計		
	大	中	小
A-4-30	2	15	17
	4	86	90
	13	130	143
計	19	231	250

試料6	丸栗石 割栗石 計		
	大	中	小
A-12-2	7	3	10
	19	13	32
	86	114	200
計	112	130	242

試料10	丸栗石 割栗石 計		
	大	中	小
B-11-2	4	8	12
	45	15	60
	42	63	105
計	91	86	177

試料3	丸栗石 割栗石 計		
	大	中	小
A-4-105	0	12	12
	11	104	115
	8	136	144
計	19	252	271

試料7	丸栗石 割栗石 計		
	大	中	小
B-6-22	1	1	2
	42	22	64
	229	32	261
計	272	55	327

試料11	丸栗石 割栗石 計		
	大	中	小
B-13-16	4	5	9
	29	8	37
	75	71	146
計	108	84	192

試料4	丸栗石 割栗石 計		
	大	中	小
A-5-31	5	11	16
	34	26	60
	8	23	31
計	47	60	107

試料8	丸栗石 割栗石 計		
	大	中	小
B-9-24	4	0	4
	10	6	16
	101	88	189
計	115	94	209

試料12	丸栗石 割栗石 計		
	大	中	小
B-14-12	19	16	35
	44	34	78
	32	67	99
計	95	117	212

### 1 合計 2714個

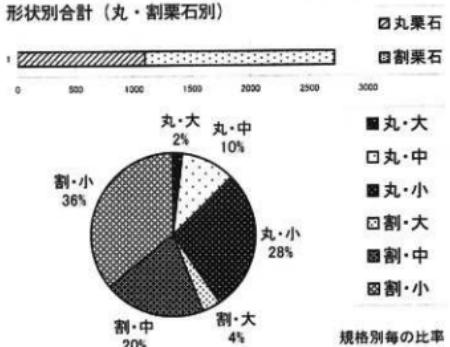
#### 形状別内訳

丸栗石	1097
角栗石	1617

### 2 平均数量 226個／1 m<sup>2</sup>当たり

### 3 形状・規格別数量

丸・大	55
丸・中	281
丸・小	761
割・大	101
割・中	546
割・小	970



## 裏栗石幅の調査（断面図は前節に掲載）

### （調査方法）

解体範囲全体の裏栗石幅の計測を光波測量をおこない各段毎の変化を計測した。

### （調査成果）

裏栗石幅については、次の4つの変化を持っていることが測量により判明した。

○天端から4段目付近の裏栗石はほぼ垂直に立ち上がり狭くなる。（平均値=100cm）

○3段目から7段目付近までの裏栗石幅は幅広である。（平均値=155cm）

○8段目から16段目付近までの裏栗石幅はやや狭くなる。（平均値=130cm）

○17段目付近以降は裏栗石幅が極端に狭くなる。（平均値=50cm）

当然、各段毎に微細な変化は常に認められるものであったが、平均値を見ても全体的に裏栗石幅は一定ではないことが明確となった。

天端付近ではほぼ垂直に立ち上がり、石垣と見比べると石垣に勾配があるため裏栗石幅は狭まるよう見られる。これは建造物の柱の位置との関係が推測できる。中段付近は平均155cmとやや狭い平均130cmの裏栗石幅が認められる。17段目以降裏栗石幅は50cmと急激に狭くなる傾向がある。これは、盛土が人工盛土から強度のある自然地盤へと変化していることに連動していると考えられる。

なお、檜台の地形の傾斜から単純に比較できないため平均で換算した。



写5-5-5 B面での人力による作業の様子



写5-5-6 A面の検出状況

## 裏栗石に含まれる遺物

### （調査方法）

裏栗石の除去作業は教委監督員・文化財専門職員立会のもと、人力でおこなうこととし、この段階で目視により遺物の混入を確認した。また、作業従事者には特殊な形状の裏栗石を確認した場合には動かさず報告するよう指示した。

### （調査成果）

平成2年度以降の甲府城跡内の石垣改修工事では、裏栗石内から非常に多くの石製品（臼、石塔、石造物類）が出土している。今回の調査でも石臼、茶臼、石塔、ひで鉢、六地蔵、線刻画のある裏栗石が出土している。傾向としては、調査対象範囲の中で散在して出土している。

詳細については第5章第6節で報告している。



写5-5-7 裏栗石のなかからの出土状況

## 第2項 栗巻石

檜台解体調査に伴い、裏栗石と盛土の境界に、人頭大の砾を主体に配石されたものを「栗巻石」と現場において呼称している。これは、天端直下付近から人工盛土と自然地盤の境界である、おおよそ17段目の範囲で確認された施設である。

### 機能

機能としては、これを証明する十分な根拠は発掘調査では得られていないが、現場での検討の結果、投入した盛土が転圧の際に裏栗石側へ押し出されるのを防ぐ役割で、現場作業における一つの知恵と考えられる。また、従来から地中石垣や裏石垣と呼称していたものは「栗巻石」である場合を考えられる。

### 特徴

檜台で確認された「栗巻石」には次の特徴が認められる。

- 石材の大きさや形状に特別な規格性はない。
- 積み上げ方に特別な技術はない。
- 盛土側に面合わせしている。
- 面の傾斜はおおよそ70~80°前後である。
- 積み上げ段数は2~3石程度である。
- 断続的なものであり、17段目以下の自然地盤では認められない。

また、栗巻石を軸に「栗石が先か盛土が先か」という一作業工程の復元的な検討もおこなったが、明確な調査結果は得られていない。しかし、面の傾斜角70~80°前後や石垣と裏栗石がセットであることを考えれば、次の工程が想定できる。

### 工程（下図参照）

第1段階 石垣石材の配置と飼石・石尻周辺の裏栗石の投入

第2段階 栗巻石の配置

第3段階 盛土の投入・転圧と裏栗石の投入

「栗巻石」は、檜台の明確な構造と判断できる。したがって、文化財保護の観点、盛土・裏栗石施工の効果性から栗巻石を改修工事に再現して実施した。

### （施工方法）



第1段階  
石尻付近の裏栗石



第2段階  
栗巻き石の配置



第3段階 裏栗石と盛土の投入

図5-5-2 栗巻石の施工工程



図 5-5-3  
A面石垣断面図（天端～5段目）



写 5-5-8  
東西11段目付近で確認された栗巻石



写 5-5-9  
現在の施工風景



写 5-5-10  
面は盛土側に70° 前後の勾配



写 5-5-11  
天守曲輪で確認された事例



写 5-5-12  
東西15段目付近で確認された栗巻石

## 第6節 遺構と遺物

### 第1項 檜台上面の発掘調査

稲荷檜台の上面での調査は、石垣解体に先立ち、足場工の完了した7月初めから、8月上旬までに実施した。ここでは、その後の天端石垣の取り外しから最初の盛土の切り取りで確認された内容までを含めて上面調査として報告する。檜台上面については、既に平成8年度の檜台の石段と西面および南面の石垣を解体修理する工事に伴って、一度発掘調査がおこなわれている。既刊の『山梨県指定史跡 甲府城跡』の畳に報告されたところである。このときの上面調査は、檜台上面の西半部の解体範囲を主眼にしつつも、全面的な調査となっており、成果としては、建物敷きの西端及び南端から、扁平な自然石を用いた礎石列が検出され、また礎石列直下の土層から銅製で一部金箔貼りの輪宝（形代であるが、以下便宜的に輪宝とする）が5点出土している。さて、今回の上面調査では、平成8年度の施工によって切り取られることを免れた部分を再確認することを主なねらいとして実施されたが、平成8年度施工の際に所在不明となってしまった礎石列の石材の追跡も重要な課題となっている。

上面調査の第一段階では、平成8年度の成果を変更するような内容はなく、平成8年度の施工範囲の限界と、平成8年度施工対象外の部分でも礎石列はすべて取り外されていることが確認でき、また調査の対象範囲には、所在不明となった石材は、まったく発見されなかった。

礎石関係の石材が取り外された状況の上面を眺め渡すと、石垣裏込の栗石部と盛土部との境界に人頭大か、さらに大きめの自然砾が配されているのが注目された。

今回の上面調査で最も注目されるのは、平成8年度調査の5点に次ぐ6点目の輪宝が発見されたことである。これは稲荷檜の建物敷きの東辺中央に相当する位置に発見されたもので、大きさや細部の作りが以前に出土しているものと同じであることから一連の資料であると考えられる。発見の際の状況をもう少し踏み込んでみると、天端石垣を取り外し、檜台の上につり上げた小型重機を使って1回目の盛土切り取りを進めていたとき、先にも述べた盛土と栗石との境界部に据えられていた大きめの自然砾を掘り起こそうとしたことで、その作業の影響を受けて周囲の盛土にひび割れが入り、表面から数cm下に埋もれていた輪宝が浮かび上がるよう発見されたのである。この付近では平成8年度段階での調査でも確認されていたことだが、明治以降の改変が激しく、建物に結び付く礎石列等はすでに失われてしまっており、そうした理由で今回の表面精査の段階では、その存在に気を付けてはいたもののほとんど期待感のない状況であった。

今回の発見の経緯からすると、甲府城跡の稲荷檜の輪宝は、どちらかというと盛土の中に埋め込まれるように納められていたということが考えられる。また全体の位置関係も、前回1点が原位置を離れていたと報告されたものもほとんど位置の移動ではなく、建物の八方位に相当する位置に1点ずつ輪宝が埋納されたとの理解が生じてくる。今回のものは東方に当たり、東北方と東南方は明治以降の搅乱により失われてしまったと考えられてくる。これにより、どの時期に建築された建物に帰属するのか、という点で新たな検討が必要とされる。最終的な結論に至るにはさらに慎重に分析を重ねることが要るであろう。ここでは従来いわれてきた築城期建物ではなく、寛文期修築段階の建物に結び付くかとの見通しのみにとどめておきたい。



写5-6-1 上面調査状況



写5-6-2 輪宝検出状況

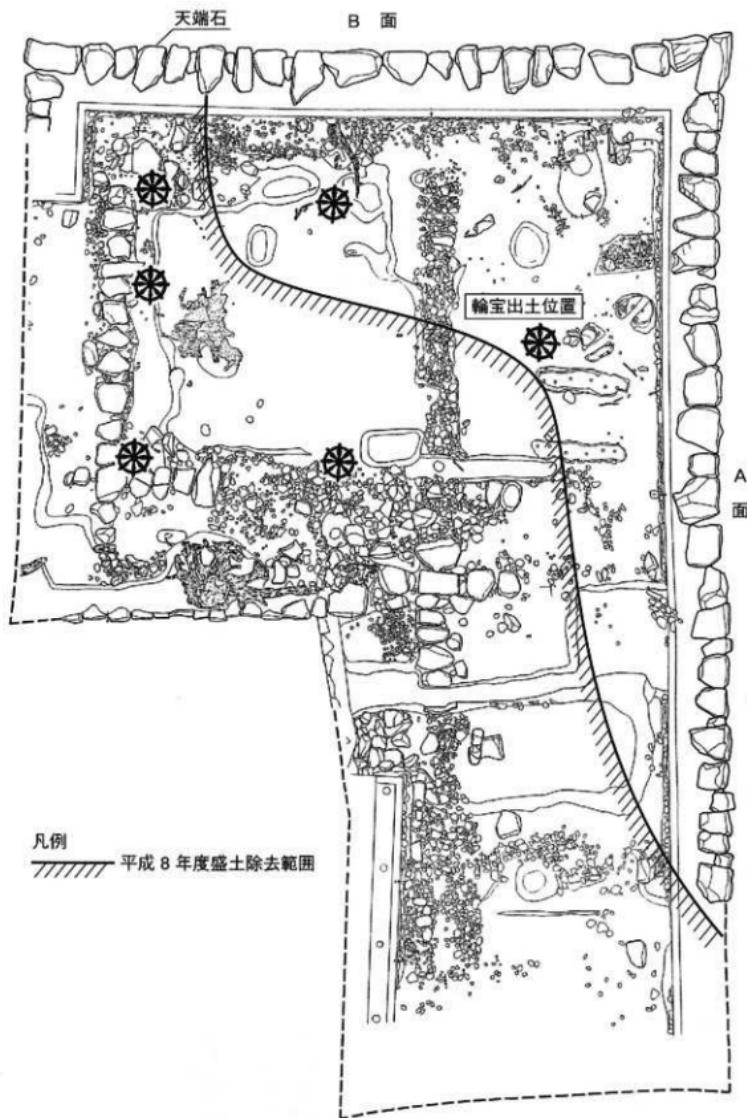


図 5-6-1 平成 8 年度の檜台上面発掘調査平面図 ( $S = 1/100$ )

## 第2項 遺構

稲荷櫓台のA・B両面の石垣解体と並行して、盛土も段階的に切り取っていったん除去されたわけであるが、この段階では盛土の層的な把握、盛土地形に関わる通路等の有無確認、盛土最下面における先行する時代の遺構の状況把握などの課題を設定して調査を進めた。

まず、盛土地形に関わる通路状の遺構の問題であるが、結論からいえば確認することは出来なかつた。通常、石垣の構築時には、構造しようとする石垣の背後に石材や礫石、盛土材などを用意し、石積現場に運び入れるわけで、盛土の中にそれらを搬入するための斜路ができるはずであるが、それを明確に把握することはできなかつたということである。つぎに北面（B面）石垣で上から16段目ほどのレベルで、この石垣に対し直角方向の40~50cm大の自然縦の配列が、ほぼ同じ高さで2箇所検出された。長さ3mほどに、石垣積みの石材とは岩質が異なる石がほぼ2石並びで、南側から北の裏込盛土境界の近くまで緩やかな傾斜をもつて存在した。発見当初は盛土中の排水施設かと注意を払ったが、並べられた石の周囲は粘性のある盛土で充填されており、水を導くような状況ではなかつた。まもなく盛土が終わろうとする、言い換えると櫓台構築当初の段階で盛土工を始めたばかりの時期のものと見られるが、本来的なその性格は解明しえない。盛土施工に関わる何らかの施設ではないかと推測される。この石列の確認段階より若干下の位置関係で、櫓台盛土以前の所産と見られる水路の跡が西縁部で確認されている。砂が混じるもの、粘性の強い覆土の中に土師質土器皿類（カワラケ）の破片資料が数点検出されている。

最後に井戸跡についてだが、櫓台内部は盛土がつきるとその下は粘性土を主体とした自然堆積層となり、最終的には軟岩からなる地山となっているが、その軟らかい岩盤面まで下げ、そこで強度を確認するためにその最下面を精査している中で、全部で5つの井戸跡が確認されている。いずれも櫓台に先行する時期のものであり、明確に年代を特定できる資料を伴ってはいないが、戦国期から櫓台構築の直前までの時期に、それぞれの井戸が時間差を持ちながら穿たれ、利用され、廃絶されたものと理解される。岩盤の面に到達するまでその存在に気付かなかつたが、西側法面にかかる存在した2号井戸や5号井戸の層位の観察から岩盤より上方から掘り込まれていることが分かる。

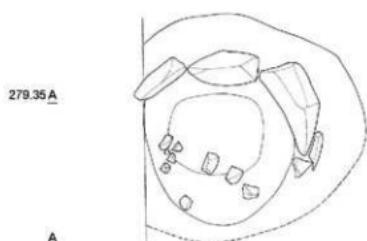
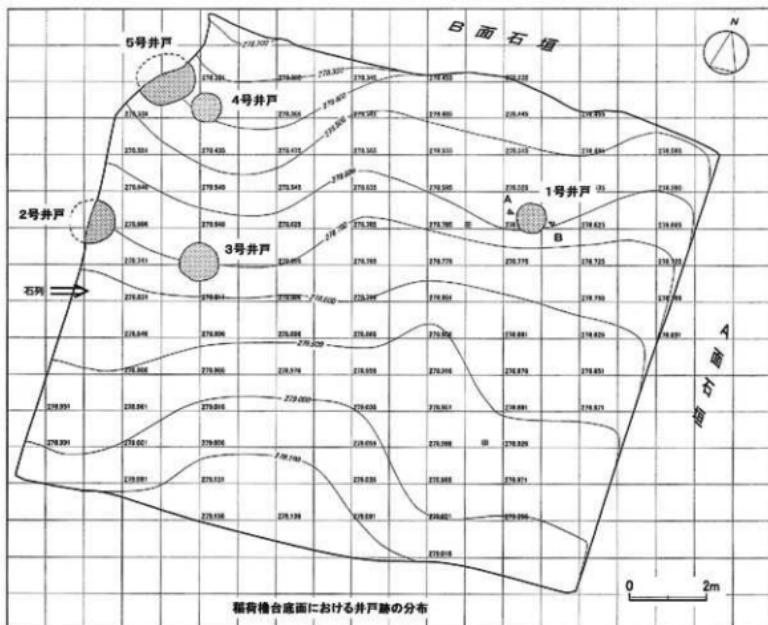
最初に確認された1号井戸（井戸の番号は発見順に付されている）は、岩盤から上の部分を自然縦を組み合わせた石組みとしている。その最下段が確認されたが、その下には木材が横たえられていた。石を据え付けるための木枠のようなものとしてあったと推定される。井戸の最下部70cmほどは角張った疊が多く詰まっていた。その中ほどに確かに張り付くように銅銘が1点確認され、ほかに上師質土器皿類の細片が若干採集されている。2号井戸は東半部を確認したものだが、他の井戸とは様相が異なり、すり鉢状になっている。3号井戸は最も深いもので、埋土の上部から上製の鉢が1点検出されている。4号井戸は最も小ぶりの井戸で、西側に5号井戸が20cmほどの間隔を置いて隣合う。5号井戸は西側が調査範囲の外側に統一され、東半分のみの調査のため、底まで掘り下げる出来なかつた。確認面から1.5mほどまで調査したところで、ピンボールを刺して底を探ったところ、さらに0.5mほどあることが確認された。この井戸は確認面から0.7mほどのところに幅20cm程度の段が一周する状況が認められた。これは井戸枠を支えるための受けかどと考えられる。



写5-6-3 盛土中の石列確認状況



写5-6-4 井戸跡検出状況



名 称	確認図での径 (m)	確認図からの深さ (m)
1号井戸	1.3~1.5	0.9
2号井戸	1.2	0.5
3号井戸	0.9~1.0	2.2
4号井戸	0.8~0.9	1.2
5号井戸	1.5	1.5以上

井戸跡の計測表

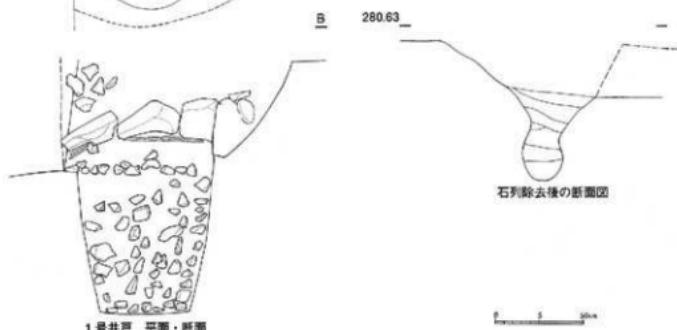


図 5-6-2 盛土底面における検出構

### 第3項 遺物

本項では根石調査、上面発掘調査、解体調査において出土した遺物について報告する。

全体としては出土量は多くないが、根石調査では根石付近から瓦を中心に出土し、上面発掘調査は平成8年度に大部分の発掘調査を実施しているため調査対象面積は狭小であったが、瓦溜、輪宝が出土地した。掲載した資料を中心に主要な出土遺物の大半は檜台内部から出土し、特に石製品は裏栗石から出土したものである。

1は築城に関わった浅野家の「遠い鷹の羽」の家紋瓦であり、製作時期は築城期に位置付けられる。

2～5は軒丸瓦である。大きさ、色調などからみて江戸期全般にわたる種類の瓦が出土している。

6～7は軒平瓦である。軒丸瓦同様に大きさ、色調などからみて江戸期全般にわたる種類の瓦が出土している。

8～9は鬼瓦である。8は猪目が認められ、出土事例から江戸中期以降に位置付けられる。

9は破片であり断定できないが、鬼瓦の脚部と考えられる。甲府城跡出土の築城期鬼瓦には脚部が付かないことが一般的であるため、この資料は江戸中期頃に位置付けることができる。

10は輪宝である。平成8年度の発掘調査ですでに5点が出土しており、今回の出土で6点となる。大きさ、形状、作りはすべて同じで、素材は銅板で $17.5 \times 17.5 \times 0.7\text{cm}$ 、重さ76gを測る。檜台の東側で出土した。中央部には3cm四方の金箔が施されている。

11～13はカワラケで、14は擂り鉢である。井戸からの出土で、時期は築城以前と位置付けられる。

15は鎧である。石材間の隙間からの出土であるが、かみ合わせて使用していた状況はない。断面形状は四角である。

16～17は鎧の破片である。石尻周辺からの出土であるが使用状況は不明である。

18は釘である。長さ25.2cmを測る。断面形状は四角で、頂部は潰れている。

19は土鉢である。一括資料であるため時期などは不明である。

20はサイコロである。B-24-1の石尻付近から出土した。素材、時期は不明。

21～22は平瓦は「二」、23は丸瓦に「○」の刻印である。刻印は屋号などが考えられるが、現在までのところ詳細は不明である。

24～25は古錢で、24は二錢、25は一錢である。石垣の目地や天端から流入したものと考えられる。

26は寛永通宝である。

27～28は安山岩製の擂り鉢である。27は残存状況が悪いが推定で口径38×底径26cmを測り、高さは15.5cmである。28は口枠を持つ擂り鉢である。残存状況は悪く、推定で口径25、高さ8cmである。A-6-3の石尻部から出土した。

29は破片であるため詳細は不明であるが、地蔵石仏の載る蓮華座と考えられる。

30～31は五輪塔の空・風輪である。大きさは30が高さ16.7×幅10.6cm、31が高さ17.6×幅10.7cmとほぼ同一の規格である。

32は六地蔵石輪の笠の部分である。平面形態は6角形であり、頂部にはぼぞ穴が彫り込まれている。底面の縁辺には垂木の加工が施されている。

33は宝篋印塔の基礎にある部分であると考えられる。残存状態は良好で、墨書が確認されている。主旨は七十七回忌を前にして石塔を造り奉じたとある。

なお、28～33の石製品、石造物については石質は安山岩である。それぞれ築城以前の所産時期のものと推測される。

具体的には、甲府城築城以前に一条小山に建立されていた一蓮寺（時宗）に代表される寺院に関わっていると33の天文18年（1550年）の銘からも推測することができる。その後に甲府城築城がおこなわれ、石垣構築時に裏栗石へ転用されたと考えられる。

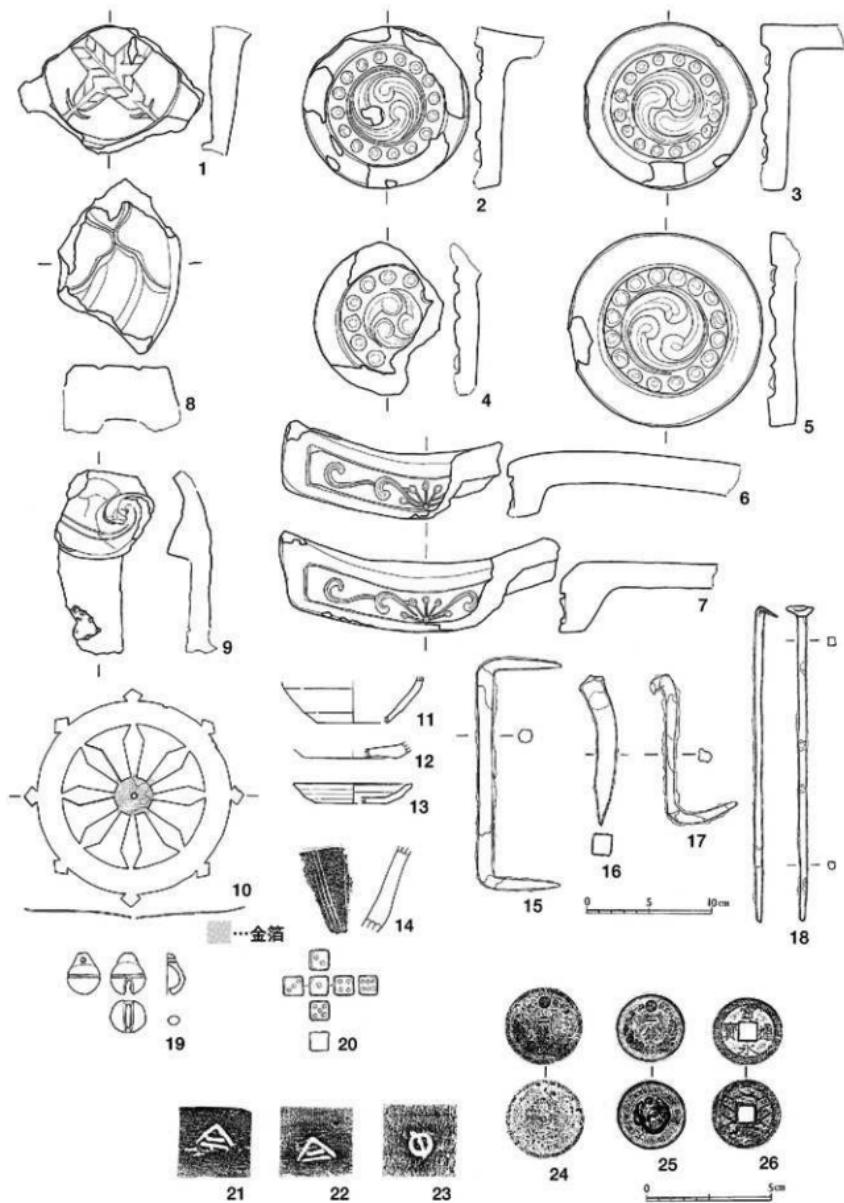


图 5-6-2

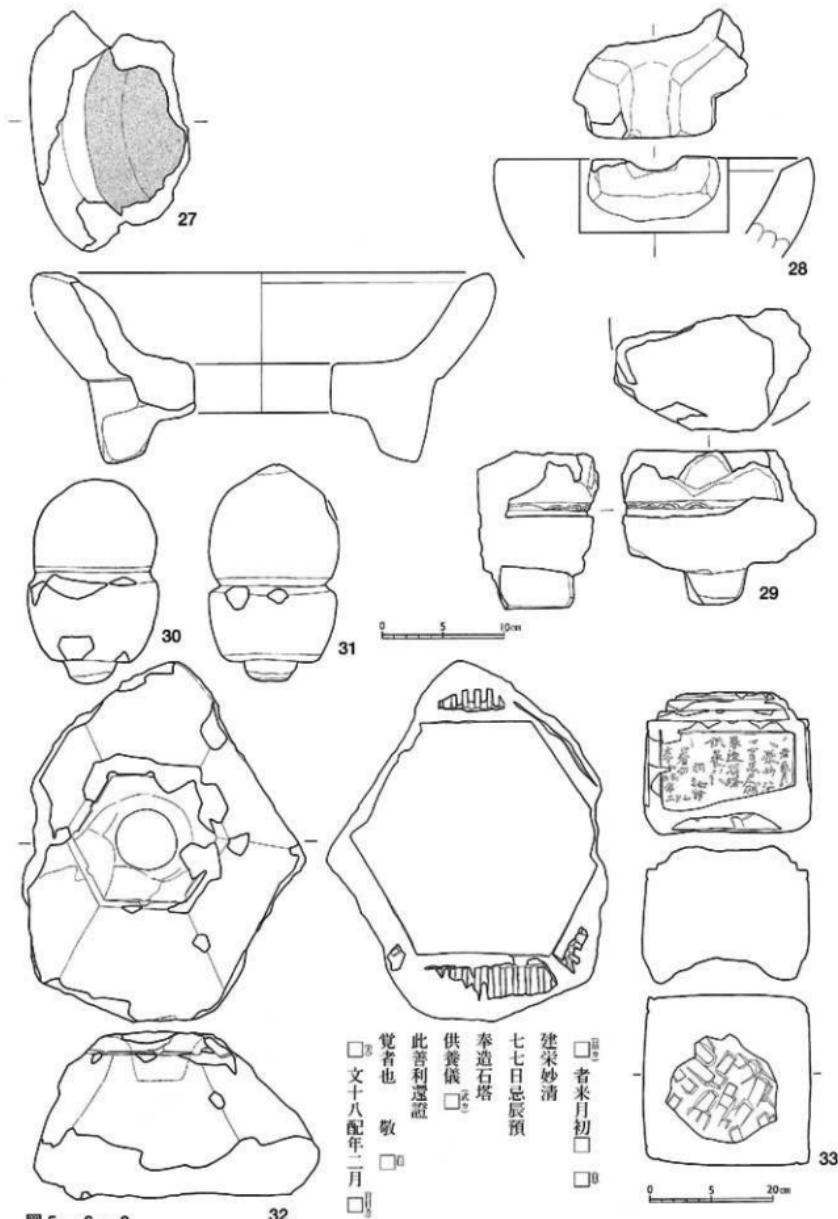


图 5-6-3

## 第7節 破損原因調査

解体調査を実施するにあたり、破損原因調査を実施した。破損原因調査とは次のように2つに大別される。

- 個々の石材の破損原因の調査（以下、石材破損調査）
- 孕み出しに代表される面としての破損原因調査（以下、孕み出し原因調査）

この調査は、着手前から調査項目の1つとして捉えており、全石材を対象とした石材の据わり方の調査の結果から導き出すことを検討したが、破損石材が大量であり、1石毎の調査時間（記録と検討）が非常にかかったため、方法を再検討した。その結果、石材破損原因調査については次のような方法でおこなうこととした。

- 破損石材数が多量であるためA・B面各段につき1～2事例程度を対象とする。
- 事前に対象石材に石材破損調査は□印、孕み出し原因調査は丸に日をマーキングし調査対象であることを周知する。
- 対象石材の上に乗る石材（以下、上部石材）を解体する際には当たりの位置や関係する詰石が動かないよう慎重に玉掛け作業をおこない上部石材を若干持ち上げる。
- 持ち上がった際に破損石材との当たりの位置を文化財専門職員、熟練者を含む複数の石工らで記憶し、上部石材がつり上げられ安全が確保された段階で赤色スプレーで当たりの位置をマーキングする。
- 詰石、裏栗石を動かさないように土などをプロアで除去し、清掃する。
- 記録写真の撮影を行ない、その後上部石材の据わり方、当たりの位置、盛土・裏栗石の状態を踏まえ、文化財専門職員、熟練者を含む複数の石工らで破損旧石材との相関性を現地で協議する。この調査を実施し、石垣の強度についての検討場面を現場に多くもたらすなどの成果もあったが、調査結果を得たことの利点は次のとおりであった。
- 当初、胴飼石、舗飼石、飼石など石垣内部に補強的な石材が多く使用されていると想定していたが、実際には数例程度確認できたのみで、基本的には裏栗石のみであることが判明した。
- 石材の破損状況から不安定な積み方（当たりの位置）が破損原因の1つであることが判明した。
- 石材には極端な応力は悪影響であり、バランスが重要であることが判明した。
- 孕み出しなどの部分の背後では、裏栗石に空隙が目立つなどの現象が確認できた。
- またもう1つの成果として、推測や勘ではなく実例から石材が破損する原因（事例）を理解し、改修時には破損を誘発する積み方を避けることや、石材だけではなく裏栗石にも十分に配慮しなければならないことなど、積み方や内部構造あるいは強度についての検討場面を現場に多くもたらした。
- しかし、石材には疲労や肉眼では判断できないような山傷、経年変化に伴う当たりの移動など予知が不可能な要素もあり、破損や変位を抑える検討をしておく必要もある（第8章参照）。



写5-7-1 調査対象石材

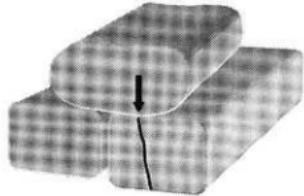


写5-7-2 玉掛けし、当たりを目視する様子



写5-7-3 上部石材を移動させ人力、プロアで清掃をおこなう

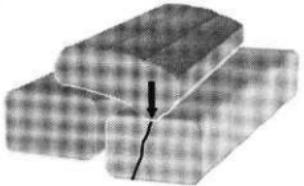
### 事例①



- 不均衡な荷重
- 不安定な積み方



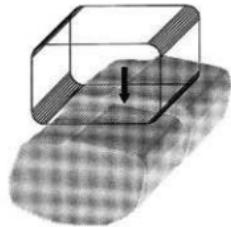
### 事例②



- 上部石材の荷重
- 上部石材の当たり位置



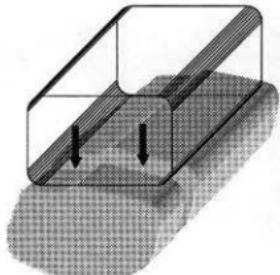
### 事例③



- 単点的な荷重

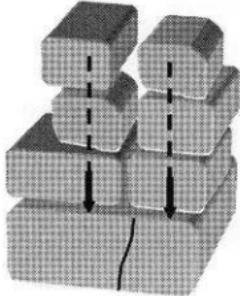


#### 事例④



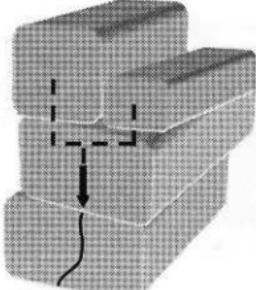
- 極端に偏向した荷重
- 当たりの位置

#### 事例⑤



- 縫目地の影響

#### 事例⑥



- 箱積み(重箱)の影響

## 第8節 線刻画調査

線刻画とは、平成9年度に城内の石垣改修工事および発掘調査において石垣石材の自然面、あるいは城内石切場の岩脈や放置された石材の自然面に、細く引っ搔くように描かれた「井」「X」や鳥、魚などのことである。

線刻画については現在のところ、石材や岩脈の自然面に認められることから石切丁場と石積の作業段階などで描かれ、その意味は陰陽道の呪符に類似するものが多いことから石材を取り扱う際の呪術的なものであると推定され、時代的には石材の加工状況や痕跡から甲府城築城期と考えられる。

本工事においても、当初から櫓台石垣には線刻画が存在することは予測され、調査項目の1つとして計画された。調査は、石垣解体時での写真撮影に伴う清掃の段階で極力発見できるように努めた。これは、石材の吊り上げ時にワイヤーの玉掛けで線刻画を損傷させないためである。しかし、石材の底面にも描かれている場合もあるため、最終的には石材保管ヤードでの観察時にホウキなどで清掃し、石工を含めた複数で確認した。事前に石工には線刻画の実例などを提示し作業についてもらった。

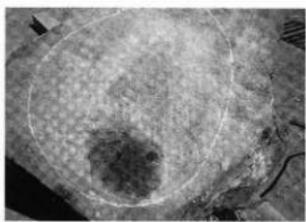
### 調査成果

調査において確認された線刻画の総数は146点（A～E面）である。図5-3-14・15はA・B面での線刻画の確認された石材の分布状況である。1石の線刻画1点または1グループのものもあれば、複数面に散在している場合もあるため総数は140点と若干ばらつきが生じている。図5-8-1～3は確認された線刻画の事例である。櫓台で確認された線刻画の特徴は次のとおりである。

- 描かれるところは、従来と同じく石材の自然面である。
  - しかし、裏栗石にも線刻画があるものが2点はじめて確認された。
  - 描かれているものは「井」「X」「▲」が多く、現在までに城内で確認されているものと同じ傾向にある。
  - 書き方は、先端が固く尖ったもので描いたように細く、彫り込みは浅い。従来と同じ傾向にある。
  - 積み直しが指摘されるA・B面上部でも線刻画が確認されている。
- また、A-10-12では墨書きで書かれた「田」が確認された。意味などは現在のところ不明であるが、この記号は他城郭での事例や同一の家紋があることから屋号などを表した可能性が指摘できる。城内で確認された墨書きは今までに本事例のみである。なお、線刻画のある石材の改修における取り扱いについては第9章第4節に記載してある。



写5-8-1 線刻画調査風景



1



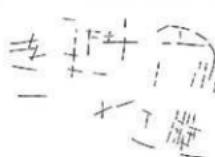
2



3



4



5



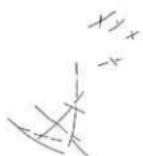
6



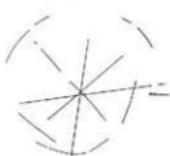
図 5-8-1 線刻画の事例



7



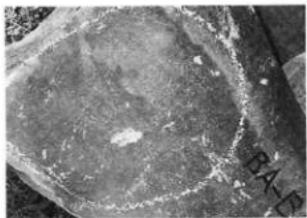
8



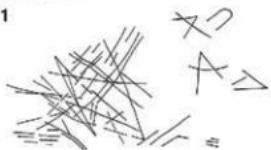
9



10



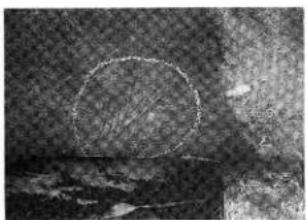
11



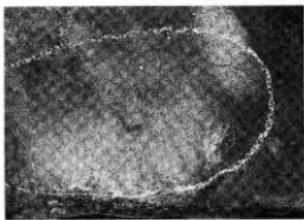
12



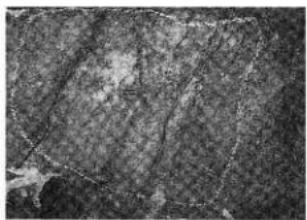
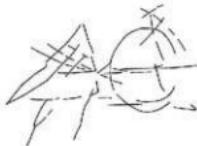
図 5-8-2 線刻画の事例



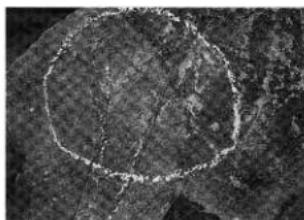
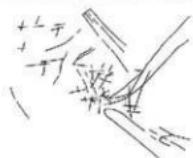
13



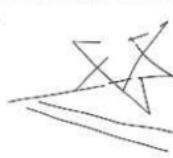
14



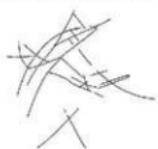
15



16



17



18



図 5-8-3 線刻画の事例

## 第9節 矢穴調査

甲府城跡内石垣においては数多くの矢穴が確認されているが、本工事においても同様に矢穴が数多く確認されている。その檐台石垣では67石に矢穴が確認されており、その中で面として主だった27石を対象に調査をおこなった。調査方法としてはノギスを使用し、長軸・短軸・深度・底部長軸・底部短軸を計測し、加工痕を確認した。またトレスでその形状を記録した。なお、石垣石材は全て安山岩である。

まず、矢穴とは巨石を割るために開けた四角い穴である。ノミと玄翁を使用し、開けられている。一つの石材に対し2~9の矢穴を開け、そこに矢を挿み込み、上から力を加えることによって巨石を割っている。甲府城跡においては時代によても大きさが違うことが分かっている。四寸矢穴（約12cm）は400年前の築城期で、三寸矢穴（約9cm）は300年前の江戸時代中期のものである。

### 分布状況

矢穴分布図（図5-3-14・15）を確認すると、A面においては、6~17段目の中段にかけて多く見られる傾向があり、面長が約100cm前後の石材に見られる。B面においては、A面同様に8~14段目の中段にかけてやはり面長が約100cm前後の石材に多く見られる。隅角石に8石と比較的多く見られるが、隅角石では据わりのよい石材が要求されるため、加工が多いと思われる。1~10段目の上段における小さめの石材では矢穴は確認されず、自然石材を使用していることが分かる。A・B面では中段に多く見られる傾向がある。

### 形状

矢穴の形状にもそれぞれタイプ（図5-9-2）があり、長軸・深度など数値も大幅に異なる。ここでは矢穴を4つの傾向で分け、タイプ別に考証した。

Aタイプの主な特徴は、長軸：深さ = 3 : 1 の長方形で、片側底部はほぼ直角であるのに対し、もう一方はなだらかな扇形をしている傾向がある。深度は浅い。

Bタイプの主な特徴は、長軸：深さ = 2 : 1 の長方形で、丸みを帯びた底部を持つ傾向がある。

Cタイプの主な特徴は、長軸：深さ = 2 : 1 の長方形で、角張った底部を持つ傾向がある。

Dタイプの主な特徴は、長軸：深さ = 1.5 : 1 の長方形で、丸みを帯びた底部を持つ傾向がある。深度は深い。

概ね、この4タイプに分類される。隅角石においてはDタイプが多く見られる。築石部においてはどのタイプも当てはめることができる。

### 寸法値（平均値）

今回の調査対象27石に関する限り、長軸は12.5cm前後とどの面においても平均して同じである。深度に関する限り、A・B面の築石部では6.8cm前後であるが、隅角部においては7.3cmとやや深めとなっている。これは隅角石という位置の関係から隅角石に合った据わりのよい形が必要となるため、より慎重に石材を削ったと考えられる。そのため深度の数値も大きくなっている。底部長軸は長軸と同様、どの面においても平均している。短軸・底部短軸は資料数が少なく、比較することは困難であるため参考資料とする。ちなみに短軸・底部短軸は掘り下げた石材の穴の腹と矢の腹が合うように削られるため、それぞれほぼ同じ数値である。

### 写真説明

写5-9-1は隅角部、面に3ヶ所の矢穴が確認される。長方形を呈する。Dタイプに当てはめられる。

写5-9-2は築石部、面に3ヶ所の矢穴が確認される。両サイドは長方形を呈し、中央部はそれよりやや小ぶりの長方形を呈している。Dタイプに当てはめられる。

写5-9-3は築石部、面に3ヶ所の矢穴が確認される。ほぼ正方形を呈する。Bタイプに当てはめられる。

写5-9-4は矢穴調査風景、ノギスで長軸・短軸・深さ・底部長軸・底部短軸を測る。

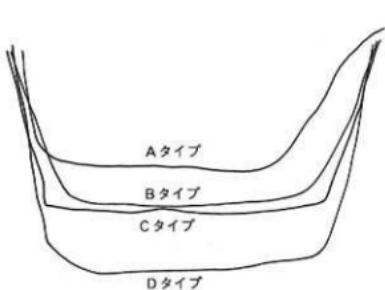


図 5-9-1 矢穴重ね合わせ実測図

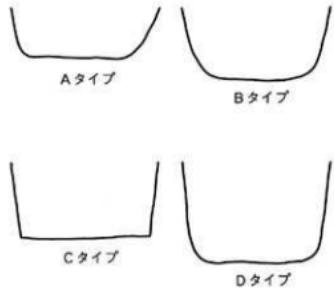


図 5-9-2 矢穴タイプ

	石材幅	長軸	短軸	深度	底部長軸	底部短軸
A面	91.8	12.3	—	6.5	9.0	—
A B面	116	12.6	—	7.3	9.3	—
B面	103.9	12.5	4.0	6.8	9.6	2.9
平成 8 年度	108.2	12.7	—	7.1	9.1	—

表 5-9-1 矢穴平均値

(cm)



写 5-9-1 隅角部



写 5-9-2 築石部



写 5-9-3 築石部



写 5-9-4 調査風景

### 特殊な事例

○B-10-4はB面10段目の築石部石材で大きさ76×168×103(cm)を測る。表面には山傷、節理などが観察されており、面には4寸(約12cm)の矢穴が2点確認される。その中では矢穴の掘り下げを途中放棄し、加工工程の途中で止まっている掘りかけの矢穴が確認できる。矢穴の長軸並びに(外側)、釘やノミのような先端の尖った工具でラインが引かれ、当時の矢穴設定工程が理解できる。このようなラインの付け方は、本来材木の継割りの際におこなわれていたものだが、城郭石垣に転用した痕跡を残すものである。全国的な事例としてもほとんどなく、類例として岡山城関連の資料の指摘があげられ比較検討課題として今後扱っていきたい点である。

### 参考事例

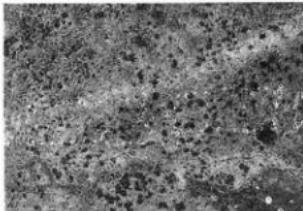
稲荷橋ではないが、隣接する同時期の石垣石材の事例である。矢穴の設定から掘り上がるまでの工程が確認できる。また実際に新補石材でノミと玄鎬を使用し、掘り下げを行ってみると、一つの矢(15×7×12cm 重量1.5kg)に対しての所要時間は約4時間であった。しかし当時においては、専門の職人がいるため、短時間で掘り下げられたと考えられる。



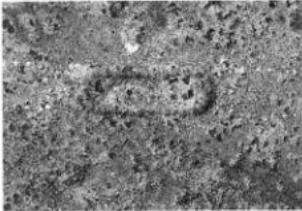
写5-9-5 B面B-10-4の石材



写5-9-6 実験風景



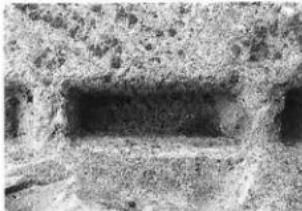
写5-9-7  
ノミで矢穴位置を決め、ライン設定をする



写5-9-8  
外周部より掘り始めていく



写5-9-9  
ある程度の深さになるまで掘り下げていく



写5-9-10  
掘り下げ完成

## 第6章 改修工事準備と設計

### 第1節 基本方針

本章では、本格的な改修工事に入る前までに実施した事項について述べる。

改修の準備では、改修には不可欠な解体調査で得たデータの整理や、旧石材の再利用の検討など、非常に多くの課題を持っていた。

しかし、ここでは取りわけ重要であった新補石材の調達と改修に伴う石垣勾配の復元作業の2点ね よび、実際の改修工事に向けて建設部と施工者で協議を重ねた足場工と丁張工について述べることとする。ここで述べる事項については、現場では解体調査の終盤から改修工事への移行期間で実施されたものであるが、基本的には解体調査の段階から並行して協議が進められてきている。

#### 新補石材の方針

新補石材とは、破損などの原因で再利用ができない旧石材に対する交換石材のことである。また、「マニュアル」の原則にしたがい可能な限り元の位置に戻すなかで、破損旧石材に面の形状が類似した石材を確保することは必要不可欠な要素であった。

新補石材は改修工事前までに極力調達しておくことが望ましく、作業の基本方針の1つとしたが、このことは結果的に作業の円滑化を図ることにつながった。

#### 勾配復元の方針

改修にともなう石垣勾配の復元は、檣台石垣の傷みが局所的な孕み出しや窪みであることから、3次元測量をおこない傷み部分の勾配角度を適正な数値に修正する方針とした。

この方法は3次元測量に基づいて得た図面を元に作成したものであるが、単に縦断面の角度修正ばかりでなく、輪取りや隅角部、石垣の変化点（B面の段差）などでは勾配変化が大きく発生することもあることを前提におこない、大幅な勾配の変更をすることなく天端形状も含め本来の状態に近づけることとした。

この作業は、事前調査段階で3次元測量をおこない、解体調査を実施しながら並行作業となった。また、現況の傷みを修正した勾配修正図をもとに改修設計図（丁張図）まで一括した作業をおこない作業の効率化を図った。

#### 足場工の方針

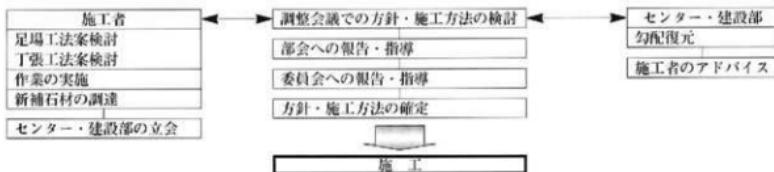
足場は檣台石垣の解体範囲の全面を覆うように設定した。解体調査段階では、単に作業の足場というだけでなく、調査記録点検を実施する作業エリアとしての役割を持ち、この点は改修時も同様であった。

特に改修工事の段階では、当然石積工が先行するが、作業範囲の上下関係に留意すれば、詰石作業や記録、点検をおこなうときに有効であった。

#### 丁張工の方針

丁張については、測量図および設計図のみで検証する方法よりも、改修工事の着手前までに天端まで含めた全体の丁張をかけて現地で確認することが望ましく、丁張確認後に1度取り外し、改修が進み石垣の積み上がりに合わせて順次繙ぎ足していく方法とした。また、高さ14m以上の丁張では相当の荷重となるため、地面に杭を打ち込み施工する方法が当初検討されたが、特にA・B面下は堀跡であるため遺構への影響が懸念されたため、据え置き型の上台基礎を設定する方法に変更し実施した。

#### 作業の流れ



## 第2節 新補石材の調達

本工事では「マニュアル」により、旧石材を可能な限り原位置へ戻すことが明確に書かれている。この原則のもう1つの意味には、石垣を解体前の状態にできるだけ戻すということが含まれることになる。

したがって、再利用可能な旧石材を単に戻すだけではなく、再利用不可能と判定をされ、新補石材になる場合は、元の石材に近いものを投入しなければ、いずれ再利用可能な旧石材も原位置には戻らなくなってしまう状況が発生する。

そこで本工事では、新補石材の調達は石垣を元に戻すという課題に極めて重要な影響を与えるもののみでなく、適切な新補石材を得られるかどうかは工期にも関わると認識し調達作業に取り組んだ。

- 破損旧石材と面の形状が類似した新補石材の調達が重要である
- 改修時までに新補石材を調達することで工事工程の円滑化を計る
- 新補石材の採用は、最終的には教委監督員がおこなう

### 具体的な方法

解体時の作業として、教委監督員より各旧石材の再利用の判定を受け、再利用不可と認定されたものについて事前に破損旧石材の面の型どりをおこない形状を記録した。型どり素材は様々なものを検討したが、耐久性、安価、利便性から透明な農業用の養生シートに油性マジックで書き込む方法を採用した。

また同時に、面の縦軸と横軸各4ヶ所（最大値を含む）の計測をおこない、検索のためにデータベース化した。この作業は石材の移動前の現場で実施する作業とした（右の工程1）。この段階での教委監督員の判断（第5章第3節参照）が投入される新補石材の必要量となる。

これと並行して、新補石材の集積地では、新補石材候補を選定し、破損旧石材と同様に面の縦軸と横軸各4ヶ所（最大値を含む）の計測をおこないデータベース化した（右の工程2）。

新補石材の選定は石工がおこなうが、この段階での選定基準は健全な石材で形状・面の状態・控えのあるものとし、石質は旧石材にあわせて安山岩とした。

新補石材と破損旧石材の計測値のデータベースが準備された段階で、図が示すように旧石材の8点の計測値と近い新補石材の検索を実施した。検索の第1段階としては、8点の計測値の一致幅を±0cmでおこなった。これは、極力破損旧石材の形状に近いものを検索するためである。

しかし、実際行った結果、±0cmで候補があがることは極めて稀であるため、破損旧石材1点に対して候補が見つかるまで土値を5・10・15cmまで拡大し逐次検索した。この作業までは、計測数値をもとに室内での作業とした。

また、±15cmまで検索を実施した段階で候補がでない場合は、その破損旧石材の交換対象となる新補石材はないと判断し、破損旧石材に準じた新補石材を加工して作ることとした。この段階での留意点は、破損旧石材と同じ石材は存在することはあり得ないので候補となる新補石材の数量は多いほど望ましい。

次に、新補石材集積地に場所を変え、検索結果で候補となった新補石材に型どりしたシートをあて、原寸での目視確認をおこなった（右の工程3）。

目視の結果、候補石材に對し積んだ場合の安定性、面の角度、節理、強度などを石工の所見を参考に確認した。

この場合の強度とは、數点を対象に圧縮試験を実施しているが、調達作業の段階では控え長に着目し基準を設けた。

控え長は、破損旧石材と同等かそれ以上のものとし、この条件で候補が定まらない場合は第2条件として破損旧石材が属する段（解体時の段数）の平均値に収まるもの、第3条件として対象となつて

いる破損旧石材の控え長の $2/3$ (67%)の値に収まるものという基準でおこなった(右の工程4)。

最終的には、ショットハンマーによる強度試験を実施し、教委監督員が合格としたものを使用した。なお、交換する新補石材と決定された場合には破損旧石材番号と、再利用する旧石材と区分するため「H14」(平成14年の意)と墨書きで上面に記載することとした(右の工程5)。

### 石材検索の方法

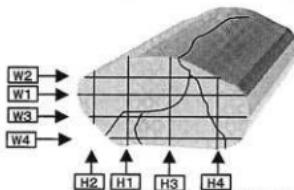
#### 工程1 寸法と型どり

- ① 破損旧石材の寸法取りと型どりの実施
- ② 新補石材交換候補の寸法取り

#### 工程2 検索

##### 破損旧石材リスト

ID	石材番号	H 1	H 2	H 3	H 4	W 1	W 2	W 3	W 4
909	A-7-12	51	35	50	40	74	40	60	40
912	A-7-19	51	30	40	50	75	80	76	50
915	A-8-7	60	45	43	26	73	73	73	38



例えばA-7-19と同じ数値を探す  
ように入力する

##### 交換候補石材リスト

ID	名 称	H 1	H 2	H 3	H 4	w 1	w 2	w 3	w 4
350	Y-204-b	57	57	42	47	116	111	113	112
351	Y-205	30	26	30	30	75	61	75	60
352	Y-206	48	45	48	38	70	54	67	60
353	Y-207	40	35	37	40	60	60	60	57
354	Y-208	42	42	40	38	77	63	71	69
794	Q-A-1-8	20	13	20	13	51	50	45	40
797	Q-A-1-11	38	6	16	8	19	40	36	27
799	Q-A-1-16	24	22	22	11	50	48	43	30

検索の結果 Y-207が当たる

#### 工程3 現場確認



写 6-2-1 調達作業風景

#### 工程4 控え長確認(図6-2-1)

形状で候補が選定できたら、新補石材の控え長を確認し、「新補石材控え判断基準」にしたがい控え長が基準を満たしているかを確認する。

#### 工程5 判定

新補石材の選定から候補選びまで実施した段階で、決定の最終判断は「特記仕様書」にあるように教委監督員がおこなう。

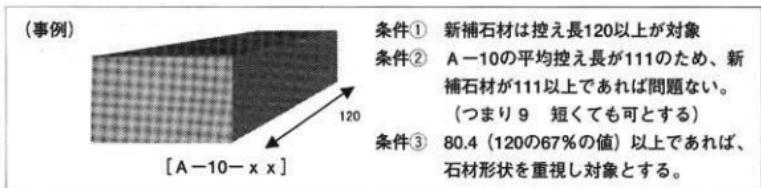
この時には、石材の健全度など1石毎に石工からの所見を参考に実施する。

検索の結果、絞り込みができる段階で、寸法取りした旧石材の型どりと候補石材を重ねて確認をする。

石面の様相や形状が双方合えば、控え長の確認をする。

橋荷檜台石垣改修工事に伴う、新補石材の補充について、判断基準の一つである控え長は、次の判断基準を設けて選択を実施する。

- 条件① 新補石材の控え長は、交換対象の破損旧石材の控え長より長いものを選択の基準とする。
- 条件② 別表に掲げる控え長平均値と照合し、平均値を上回るか、平均値と破損旧石材控え長の差の範囲に収まるものを選択の基準とする。
- 条件③ 石材の形状など優先する場合には、破損旧石材の控え長の67%までを選択の基準とする。



平均基準表（控え長）				【条件②】				換算表（控え長×0.67）				【条件③】					
A面枚数	各面とも 平均 半 分 平均	区分 半分	B面枚数	各面とも 平均 半 分 平均	区分 半分	総合 平均		投入量	換算値	柱丈	換算値	柱丈	換算値	投入量	換算値		
A-1	62.3		B-1	67.7				60	40.2	87	58.29	114	76.39	141	94.47	168	112.56
A-2	63.7	63.8	B-2	62.2		64.9	65.5	61	40.87	86	58.98	115	77.05	142	95.14	169	113.23
A-3	65.5		B-2=100	64.8				62	41.54	89	59.63	116	77.72	143	95.81	170	113.8
A-3=100	71.2		B-3	71.6				63	42.21	90	60.3	117	78.39	144	96.48	171	114.57
A-4	74.8		B-4	74.6				64	42.88	91	60.97	118	79.06	145	97.15	172	115.24
A-4=100	78.5		B-5	85.9				65	43.55	92	61.64	119	79.73	146	97.82	173	115.91
A-5	80.9	82.5	B-6	77.2				66	44.22	93	62.31	120	80.4	147	98.49	174	116.58
A-6	90.2		B-7	83.5				67	44.89	94	62.98	121	81.07	148	99.16	175	117.25
A-6=100	96.5		B-7=100	98.8				68	45.56	95	63.65	122	81.74	149	99.83	176	117.92
A-7	99.5		B-8	98.4				69	46.23	96	64.32	123	82.41	150	100.5	177	118.59
A-8	98.9		B-8=100	99.6				70	46.9	97	64.99	124	83.08	151	101.17	178	119.26
A-9	95.9		B-9	94.6				71	47.57	98	65.66	125	83.75	152	101.84	179	119.93
A-10	111.8		B-9=100	98.6				72	48.24	99	66.33	126	84.42	153	102.51	180	120.6
A-10=100	96		B-10	101.5				73	48.91	100	67	127	85.09	154	103.18	181	121.27
A-11	102.8		B-10=100	92.6				74	49.58	101	67.67	128	85.76	155	103.85	182	121.94
A-12	121.9		B-11	106.8				75	50.25	102	68.34	129	86.43	156	104.52	183	122.61
A-13	96.7		B-12	120				76	50.92	103	69.01	130	87.1	157	105.19	184	123.28
A-14	93.6		B-13	104				77	51.59	104	69.68	131	87.77	158	105.86	185	123.95
A-15	99.3		B-14	99.1				78	52.26	105	72.35	132	88.44	159	106.53	186	124.62
A-16	102.8		B-14=100	114				79	52.93	106	71.07	133	89.11	160	107.2	187	125.29
A-17	96.8		B-15	104.7				80	53.6	107	71.69	134	89.78	161	107.87	188	125.96
A-18	94.7		B-16	113.4				81	54.27	108	72.36	135	90.45	162	108.54	189	126.63
A-19	84		B-17	108.9				82	54.94	109	73.03	136	91.12	163	109.21	190	127.3
A-20	99.5		B-17=100	102.5				83	55.61	110	73.7	137	91.79	164	109.88	191	127.97
A-21	98.5		B-18	101.1				84	56.28	111	74.37	138	92.46	165	110.55	192	128.64
			B-19	104.4				85	56.95	112	75.04	139	93.13	166	111.22	193	129.31
			B-20=21	93				86	57.62	113	75.71	140	93.8	167	111.89	194	129.98

図6-2-1 新補石材に関する現場資料 (第5章第3節の統計値とは若干数値が異なっている)



写6-2-2 石材集積地での検討の様子



写6-2-3 石山の状況 (敷島町内)

### 第3節 勾配復元

改修の設計にあたりもっとも配慮したのが石垣勾配の復元設計である。石垣の景観（積み方や加工など）と並んで勾配は石垣全体の存在を表現するものであり、また金沢型、熊本型といわれるような構造的分類もあり、おそらくその石垣の持つ特徴（時代性や技術）がもっとも現れるものと考えられる。

したがって、改修にあたりどのような勾配に修復し復元するかという課題はその根拠が極めて重要であり、具体的に何処をどのような根拠で、どのように改修するかという点が明確でないと文化財修復としての範囲から逸脱してしまう可能性が危惧された。

#### 基礎作業

勾配復元をするにあたり、本工事では事前調査の段階から協議がなされた。それは、どんなに現況の記録をとっても解体調査が始まれば当然石垣はなくなるので、事前に実物を前に可能な限りの作業を進めることができ、改修にあたり次のデータが必要とされた。内容は次のとおりである。

- 現況の檜台石垣の傷み（孕み出しや窪み）状況についての正確な情報（第4章）
- 石垣の傷みの原因と特徴の検討データ（第5章第7節）
- 3次元測量による詳細で客観的データ（第4章第3節）

この3点が、勾配復元をおこなううえで、現況を理解するために不可欠と考え観察、根石トレンド調査、測量を実施し、その成果は第4章の事前調査で掲載されている。

#### 傷みの現状

これらの成果から檜台石垣の傷みの程度は次のとおりと判断できた。

- 根石は動いた痕跡が認められない
- 天端は直立しや樹木による影響を受け、どの程度の変動が生じているかは不明
- 築石部は石材の割れ、縦目地、逆さ石が多い
- 築石部は局所的な孕み出しが点在しているが、石垣全体が極端に孕んでいるなどの現象はない
- 隅角部の稜線（A・B面）はS字状に蛇行し垂み、角脇石周辺にも孕み出しや窪みが認められる

#### 傷みの結論

天端は不明だが根石は動いておらず、石垣全体あるいは広範囲で孕んでいる状況はないと考えられ、次の2点といえる。

- 築石部の局所的な孕み出しと窪み
  - A・B面隅角部周辺の孕み出しと窪み。また、これに起因すると推測される稜線の垂み
- なお、この結論は3次元測量図などでも認めることができる。

#### 修復の目的

これら局所的な孕み出しと窪みを修復することで本来の勾配を想定して改修できると判断し、石材の割れ、目地、逆さ石は改修時の新補石材の投入や積み方の工夫で解消できると判断した。

#### 修復の方法

修復の方法を検討するなかで、修復の目的は孕み出しと窪みの地点を把握し本来の適正な勾配の角度数値に修正する方法が最適と考えた。

具体的には、3次元測量データを元に基準線右上1/4を定めて、1間（1818mm）ごとに縦断面と横断面図を出し、縦断面図では半間毎の角度を導き出し数値の変化の傾向を読みとった。第2章でも触れているが、檜台石垣の勾配は上に上がるにしたがい勾配がきつくなる（角度数値が上がる）特徴を持つ、いわゆる熊本型あるいはノリ返しの勾配にあるといえる。

そこで、3次元測量図の角度数値一覧表（表6-3-1）を作成した。この一覧表で見るべきことは、縦断面方向の角度の変動で、孕み出しや窪みがなく安定している勾配では特に上へいくにしたがい角度数値が上がるが、一方孕み出しや窪みが発生しているところの角度は上下の角度と比較した場合、数値が逆転していたり極端に異なる数値をしている。この乱れた数値の場所が実際の石垣でも一

致しているか、あるいは単に石材の形状だけの現象なのかを確認していく作業を繰り返した。

このように乱れた数値を抽出し、現場確認と合わせて実施した後に、数値を適正な値に修正していくが、基本的には次のとおりである。

	現 態 (解体前)					修正後 (設計図)				
	根石 → 天端					根石 → 天端				
孕み出しの場合	66°	68°	74°	72°	74°	66°	68°	70°	72°	74°
窪みの場合	66°	68°	67°	72°	74°	66°	68°	70°	72°	74°

\*A・B面については根石周辺の露出部で見通せるBM277.0mを機械的に基準線とした。

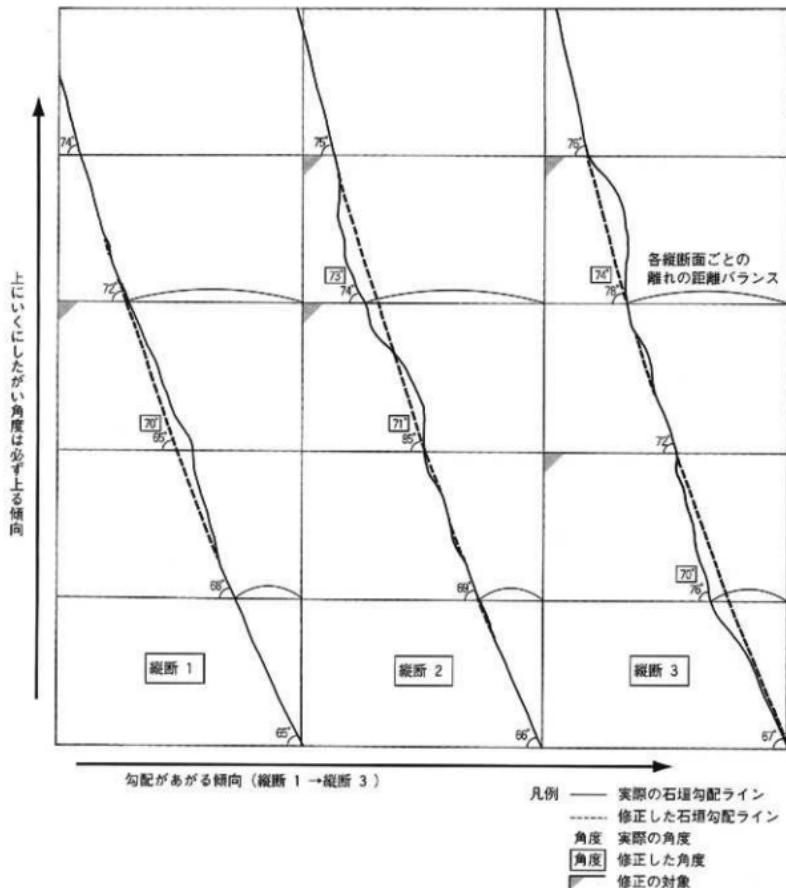


図 6-3-1 修正方法の事例

橋荷構 A 面半間角度 (オリジナル)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
A																	
B			85	80	77	100	80	71	71	78	65	80	74	77	80		78.3
C			77	65	73	58	70	73	74	75	76	71	78	78	77		72.7
D			78	74	63	73	74	78	70	72	76	80	74	77	76		74.2
E			84	72	79	64	67	65	75	70	70	70	83	76	74		73.0
F			61	70	63	74	77	72	76	71	72	69	60	69	76		70.0
G		71	70	73	68	74	66	76	83	75	76	69	69	68	71		72.1
H		68	65	71	76	75	86	67	54	73	73	78	71	69	71	53	70.0
I		79	72	67	80	68	66	78	78	75	70	67	74	76	67		72.6
J		60	71	73	62	71	71	61	69	72	75	67	68	63			67.9
K		67	80	65	66	64	57	67	69	72	71	64	67	64			67.2
L	73	63	51	63	74	70	65	68	64	58	55	73	64	68			64.9
M	59	66	73	72	61	67	72	68	66	56	64	62	65	67			65.6
N	68	68	68	60	62	77	63	59	59	66	58	59	61	70			64.1
O	67	66	59	58	60	49	57	56	61	61	65	62	65	31			58.4
	66.8	67.6	71.0	68.8	68.9	70.3	69.4	68.5	69.2	69.6	69.0	69.4	69.5	68.1	74.0	53.0	

橋荷構 B 面半間角度 (オリジナル)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
A																	
B			74	70	71	76	72	70	64	69							70.8
C			80	71	69	80	75	72	74	77							74.8
D			76	77	80	63	75	74	71	80							74.5
E			70	86	64	75	65	86	84	71							75.1
F		67	75	72	81	72	70	62	79	69	66	70	72	76	77	74	72.1
G		71	64	61	66	69	80	76	67	70	69	73	75	75	69	77	70.8
H		69	80	68	65	71	58	65	58	67	74	63	58	63	65	62	65.7
I		66	62	64	71	66	81	65	69	76	61	68	65	64	67	61	67.1
J		80	63	70	65	68	62	64	68	61	67	66	72	64	67	62	66.6
K	60	54	62	61	65	64	57	66	74	67	66	62	60	66	58	66	63.0
L	72	70	67	61	60	57	65	65	65	68	59	67	65	61	61	64	64.2
M	58	63	63	64	70	68	68	62	53	58	62	59	62	66	60	62	62.4
N	63	63	62	58	80	62	63	63	67	62	61	59	59	57	74	58	63.2
O	63	63	72	68	43	62	61	61	60	58	65	68	61	58	49	60	60.8
	63.2	66.6	69.3	67.9	67.9	68.1	68.0	67.9	68.1	68.1	65.0	65.5	64.9	65.0	64.7	64.6	

表 6-3-1 A・B 面の勾配の角度数値一覧 (■が修正の対象となる角度)

## 課題点

ただし、単純に縦断の上下の数値を用いるだけでは課題が残る。勾配の数値を修正したときに動くのは縦断図におけるポイントだけではなく、同時に横断でのポイントも自動的に前後に動くため、この点に配慮しなければならず、縦断の勾配のみ安定したものになっても横断は必ずしも安定するとは限らないのである。

また、その他の勾配に関わる留意点として次のものがあった。

- 石垣自体の横断で明確に読みとれる輪取りの存在と勾配変化への影響
- 各縦断の平均値を並びてみると隅角部付近では勾配が相対的にきつくなる現象
- B面にある檜台石垣との段差での勾配変化と2重輪取りの存在
- 各面が持つそれぞれのねじれ現象

これらは石垣の構造を考えると当然といえることが多く含まれるが、文化財修復のなかで安易に見過ごすことができる課題ではなく、また面倒であっても十分に検討する必要がある。

なぜなら、このような事例（課題）のなかにはその石垣が持つ單なる特徴だけではなく、その背後には技術や時代性という要素が多分に含まれていると考えられるからである。

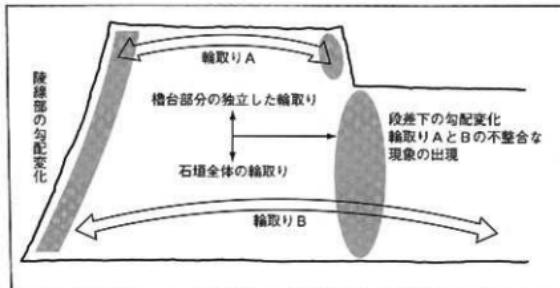


図 6-3-2 B面をモデルにした留意点の概念図

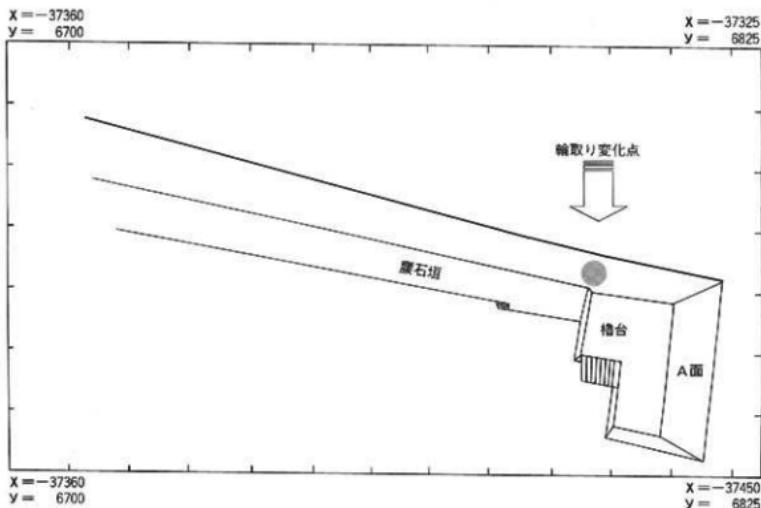


図 6-3-3 B面石垣下場輪取りラインの変化

### その他の確認方法

上述した方法で、勾配復元をおこなったが、この他に次の3縦断面平均化の方法で石垣の特性を調べ、あるいは修正した石垣勾配ラインの検証をおこなった。

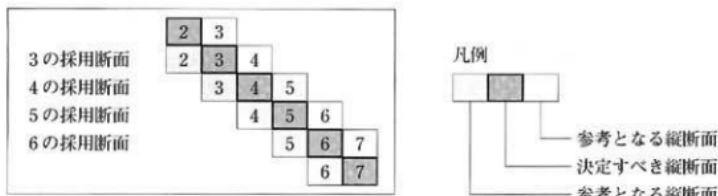


図 6-3-4 3 縦断面平均の考え方

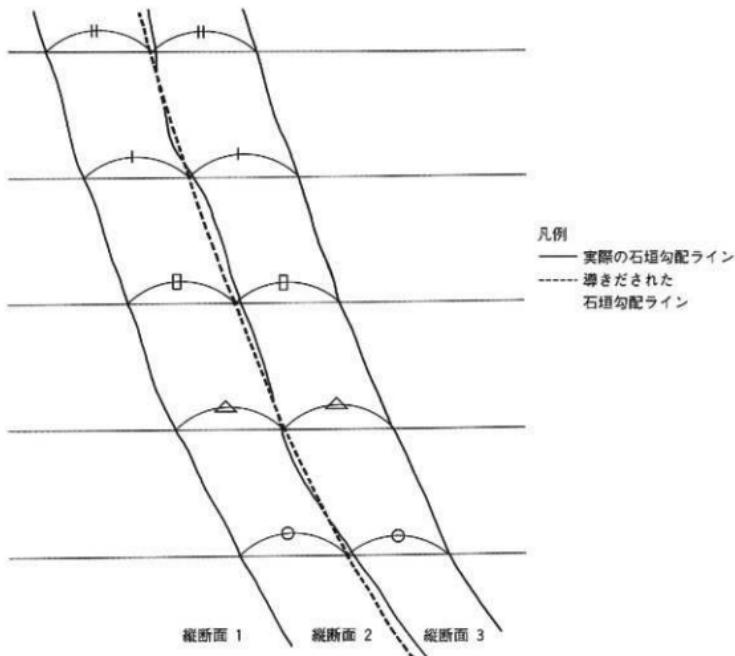


図 6-3-5 3 縦断面平均の方法（縦断 2 を縦断 1・3 から検証する）

(例) 縦断面 2 の勾配ラインを決める場合、左右 1 と 3 の縦断面図を BM と座標を基準に並行配置し、その 50cm ごとの隙間を計測し、その中間値が縦断面 2 の補正位置となる。  
さらに、縦断面 3 を出すとき、縦断面 2 の補正後のものを使用する。

この方法は階台石垣のように局所的な孕み出しや窪みの場合は有効であるが、石垣全体あるいは広範囲である場合には限界がある方法といえる。

## 第4節 足場工

足場は解体調査から改修工事の完了時までA～F面の解体範囲を覆うように高さ2mピッチで設置されていた。

解体調査前には全体に足場が組まれ、天端からの解体に合わせ徐々に下り、改修時には積み上げに合わせ徐々に天端まで組み上げられた。また、改修時には石積が基本的に先行するが、頭上での作業のリンクと落下などの危険を除去したうえで、詰石工、定点観測、改修状況の各種など作業・点検を可能とさせた。

### 1. 基本足場の荷重

#### 1) 設計荷重

##### 固定荷重

・総地	26.46 N × 1.8 m × 2本 × 8段 = 762 N
・布	26.46 N × 1.8 m × 2本 × 8段 = 423 N
・網木	26.46 N × 1.0 m × 2本 × 8段 = 423 N
・足場板	51.9 N × 1.8 m × 4枚 × 8段 = 1662 N
・手摺	26.5 N × 1.1 m × 2本 × 1段 = 52.9 N
	26.5 N × 1.8 m × 2本 × 8段 = 423 N
合計 = 3377 N ( 345 kg )	

##### 積載荷重

$$1層当たり1960N×2層時と考える \quad 1960 N \times 2層 = 3920 N ( 400 kg ) \quad \cdots W2$$

#### 2) 荷重の算定

##### 最下層の建物に作用する荷重

$$W = W1 + W2 = 7297 N ( 744.6 kg ) \quad W3$$

総地が2本あるのでW3を2で割ると

$$7296.688 N / 2 = 3648 N ( 372 kg )$$

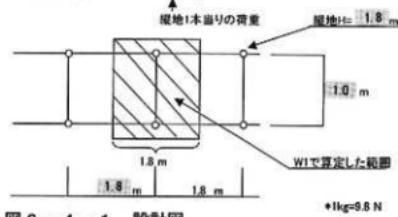
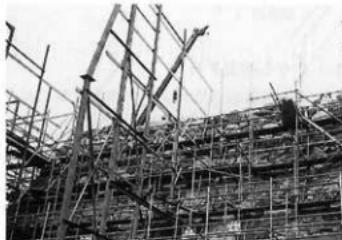


図6-4-1 設計図



写6-4-1 B面改修時の足場の様子



写6-4-2 A面足場での作業の様子

## 第5節 丁張工

### 丁張の特徴

丁張工については、着手前に各面の勾配を確認し、検査を受ける必要があるため、改修工事の着手前の段階で天端までかける必要があった。

しかし、檜台石垣のA・B面の下は本来堀（現況では児童公園と道路）であるため、この造構を損壊しないようにとの配慮が必要であった。

調整会議を通じて、丁張の施工方法を再検討するよう要望が建設部、センターから正式にあり、堀などの造構に影響がない工法を検討した結果、杭などは基本的には打ち込まずRCを用いた据え置き型の基礎を作成し、これに鉄骨材を組立て、板材とも連結し、丁張を天端までかける方法を提案した。

なお、現場周辺は歩行者も多く、またJR線があることから安全性を考慮し、一旦は天端まで丁張をかけたが検査後に解体し、改修工事の進捗にあわせて継ぎ足していくこととした。

結果としては、埋蔵文化財である堀などの造構を損壊することなく、最初に全体の丁張を確認できるメリットがあるが、継ぎ足しの際に作業の回数が多いというデメリットもある。



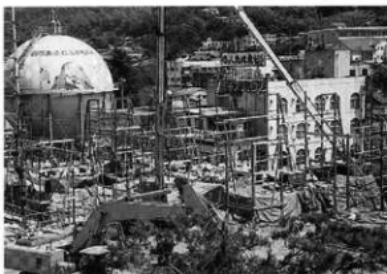
写6-5-1  
丁張工 A面全景



写6-5-2  
A面丁張の基礎部分



写6-5-3  
丁張確認の作業 (細いラインを張っている状態)



写6-5-4  
作業の様子 (曲輪側よりC~F面を望む)

丁張工標準図

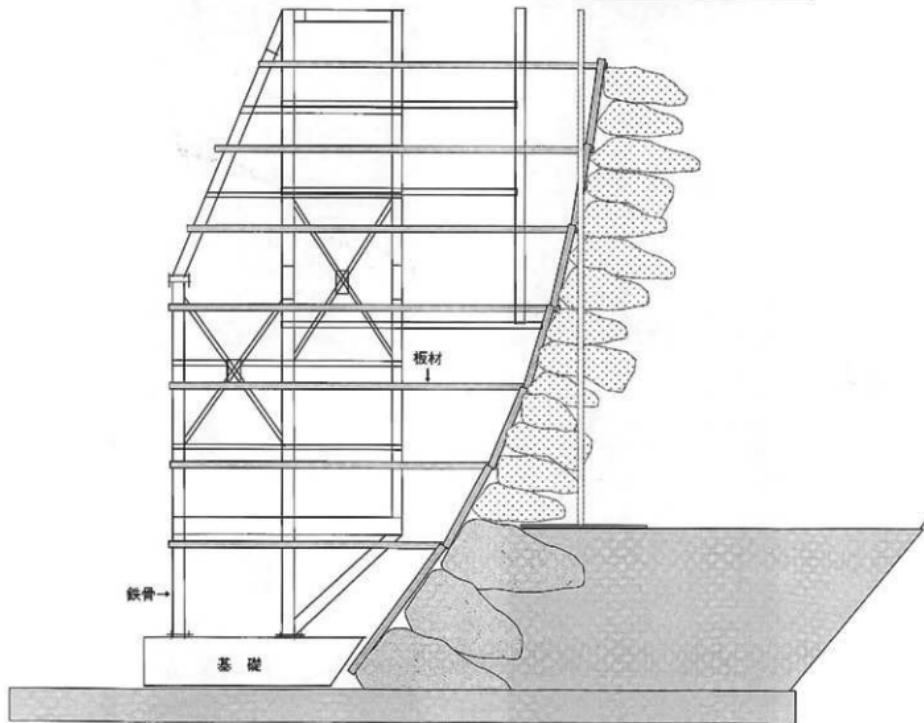
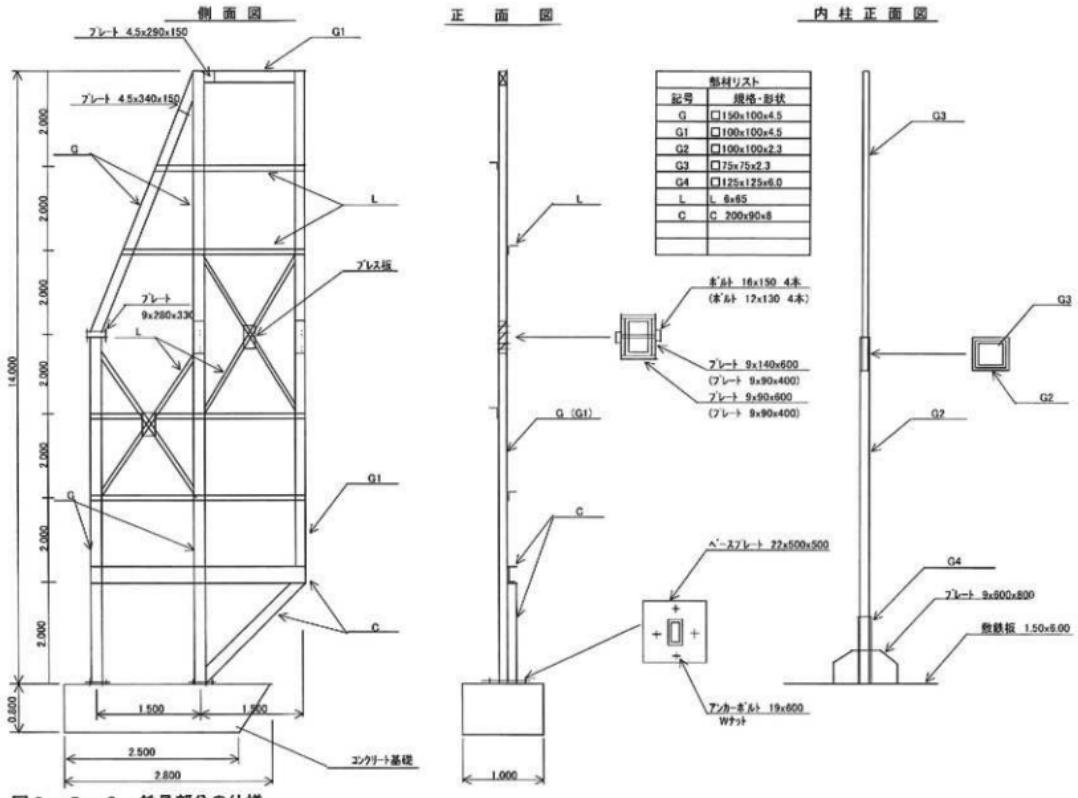


図 6-5-1 丁張工標準図



## 第7章 改修工事

### 第1節 基本方針

本章は、解体調査および工事設計を経て実施された改修工事について報告するものである。

最初に本節では改修に向けての盛土工、裏栗石工、石積工を含む全体の基本方針と検討内容および作業の流れの説明をおこなう。

#### 基本方針

工事発注の後に取り交わされた「マニュアル」により、本工事は文化財の修復工事としておこない、改修を実施するにあたっての工法は、委員会の承認を得た工法とすることが確認された。

これにより、安全性の確保を大原則とする中で、当初の工事発注内容には拘わらず、解体調査により得られたデータについて検討を加え、石積の構造把握や石積技法の解明を可能な限りおこない、その結果を改修工事に出来るだけ反映させることとした。

したがって、盛土の補強工法や裏栗石の粒度および構造などは、その都度調査結果を関係者で検討協議し、工事工程に支障が生じないように早い決断が求められることとなった。

そのため、建設部・センター・施工者・コンサルタント等の密接な連携が必要となり、定期的に開催する調整会議以外にも頻繁に協議する場を設けた。

解体改修工事に伴う石垣・地盤の安定性的検討は、10m以上の空石積の土留壁としての解析手法が現在は確立されていないことや、明確な基準や仕様書が定められていないことから、石工職人の経験、コンサルタントによる調査解析および学識経験者の指導により、石垣の安全性評価のためにここ独自の安定解析手法を用いることとした。安全性評価は、盛土に対する円弧滑り解析と変形解析によりおこない、その結果から盛土および裏栗石に必要となる品質・強度を決定した。

所要の品質を得るため盛土および裏栗石の試験施工を実施し施工基準を決定するとともに、安定解析のために現場一面剪断試験、室内3軸圧縮試験を実施した。

また、実際の施工状況を確認するために現場確認試験も実施した。

さらには施工中および完成後の石垣の変位を把握するために動態観測を実施した。これは石垣の変位および支持地盤の変位を把握し、異常が認められた場合には速やかに必要な対策を実施するためと、安定解析結果の整合性・信頼性を確認するために実施した。

石垣変位については光波測量による定点観測、支持地盤変位については既存ボーリング孔を利用した孔内傾斜計測をおこなった。これらの各種試験および動態観測の詳細は第8章で後述する。

#### 改修工事の基本的な流れ

下図は改修工事における方針、施工方法の検討から確定までの過程と現場における施工側との基本的なあり方を表したものである。



図7-1-1 改修工事の基本的な流れ

## 第2節 石積工

### 第1項 改修方法

本節は、本工事でもっとも核となる石積工について報告するものである。

前述までのとおり、改修工事は文化財の修復工事としておこなわれるわけであり、その方針については「マニュアル」に定められている。一方で、これらは石垣という構造物を改修するわけであり、非常に多くの文化財たる伝統技術が含まれ、その伝統技術の工事への反映が常に焦点となり協議が進んできた経過がある。

いずれにせよ、盛土、裏栗石も当然対象であるが、構造物として強度を持ち、安全に安定した石垣を積み上げなければ文化財の改修という目的も薄れてしまう。

したがって、今回の改修工事では、建設部、センター、施工者、石工らは強度と安全性を第一に求めながら、いかに解体調査結果を改修工事に速やかにフィードバックさせ、その伝統技術を取り込み、さらに多くの人の目に触れる石垣の外観をもとに戻していくかという課題、いいかえれば現代技術と伝統技術あるいは強度、安全と文化財の融合をいかに図るかが大きなテーマとなり、委員会（部会）からの指導を受けつつ進めてきた。

まず最初に、実際に石を積んでいく作業のなかでの基本方針を報告する。

#### 石積工の基本方針

- 強度を確保するため胴（二番）合わせと3点支持を確実におこなう
- 不安定な積み方をせず、積み方を工夫するなどして不安定な要素を解消する
- 必要に応じ銅石などの方法を探る
- 「マニュアル」に基づき可能な限り旧石材を元の位置に戻す
- 新補石材は元の旧石材の面と近いものにする
- 詰石は元の雰囲気を壊さず、安全に配慮しておこなう
- 旧石材への加工は協議のうえ実施する
- 課題などが生じた場合は教委監督員・文化財専門職員と協議する

#### 検討内容

石積工ではコンクリートなどは使用せず、いわゆる「カラ積み」でおこなった。これは、城内外周部の例外を除いて長年の方針である。

まず課題となったのは、高さ14mを測る石垣をカラ積みで積んだ場合の強度である。そこで、本事着手にあたり、視察をおこない各地の城郭整備担当者、および石工にカラ積みでの留意点を聞き取り、あるいは部会における指導のなかで、胴（二番）合わせと3点支持を確実におこなうことが強度を得るためにもっとも有効な方法であるとの方向性が導き出された。

また、実際に積む石工の意見も同様に賛同を得ることができ、何よりも解体調査をおこなっていくなかで孕み出しなどの傷んだ部分の石垣は、据わりが不安定、内部構造も不十分、石材間に隙間があるなどの欠点を建設部、センター、施工者、石工のなかで解体調査の現場を通じて共通認識として持つことができた。このなかで、胴（二番）合わせと3点支持を確実におこなう方針が確立され、さらに第8章にある物理的検討の結果もこれを支持した。

この石を積む際の方針は、現場で実際に石垣を積んだ経験がない教委監督員・文化財専門職員でも十分に観察・点検でき、1石毎の据わりを確認する場合の大きなチェックポイントとなった。

不安定な積み方も解体調査を経て、石垣が傷む内の要因として認めることができ、石材を安定して積むことが1つの方針として確立された。不安定な据わりとなる積み方のときは、比較的自由に加工できる新補石材であれば接する左右・下の石材との不具合な当たりを加工し解消すればよいが、例え

ば旧石材同士では、判定では再利用可とされたものの老朽化しており予想外な割れを発生させることもあった。また、積み方の状態によっては新補石材であっても加工できない場合もあるので、この場合、元の位置とは外れるが、近くで安定して据わる場所に変更するなどの対処をおこなった。

このような状況の中で「マニュアル」にある可能な限り元に戻すという原則は、石材の交換率が約50%以上におよび、また野面石であることもあるて、全ての石材を狂わざ原位置に戻すことは不可能に近い。しかしながら、どれだけ元の位置に戻せるかという課題と同時に、安定も最優先する方針は極めて重要な意味を持つものであった。つまり、旧石材が安定のみを求め根拠なくランダムに拡散することを防止し、安定と原位置という2つの制約の中で双方が交錯し、もっとも原位置に近くで安定した場所を探し出すという現場作業として現れたのである。

新補石材については、やはり「マニュアル」にしたがい交換対象となる破損旧石材の面の形状に合ったものを用意することが優先課題となる。これは旧石材を元の位置に戻す作業のなかで、優先的に旧石材を戻すものの、新補石材の寸法・形状が大きく異なれば、戻ることができる旧石材も戻らなくなるという当然のことが生じるのである。

したがって、まったく同じ石材は当然存在はしないので、ある程度の許容範囲を設け、できるだけ近い石材を新補調達し、ない場合には加工してでも作り出して用意することが不可欠であった。具体的な作業については第6章第2節に報告しているが、改修工事着手前までに天端付近を除く必要な新補石材をほぼ調達してストックヤードに保管し、実際に石積が始まると、1石を積む作業をしながらも目の届く範囲に小運搬しておけば2~3石先あるいは次の段の作業計画と現状をリンクさせ検討することができ、これは1石毎での作業でありながらも一定エリアを見越した作業を可能にさせ、石積工を円滑に進めることにつながった。そして、結果的に石材を可能な限り元に戻すことを可能にさせた。

詰石については一見軽視されがちであり、また一方ではその取り扱いについては当初から様々な意見が出された。そもそも、詰石の役割というのが目地を詰めるものや化粧、あるいは石材同様に荷重を受けるものなど役割は明確でないものであった。結果的にはこれらの役割すべてを持っていると考えられるが、何よりも石垣全体のなかでは、石垣の景観を作り出す重要な構成要素の1つと理解した。

詳細は第9章第4節で触れているが、目地に入れても崩落するようなところには無理に入れず、安全を優先させつつも元の景観を損なわないように留意し、詰石の安定を図るため多少の荷重は受けさせるが、荷重を受ける主体ではないという位置付けで施工した。また、詰石の正確な数量は不明であるが、解体旧石材の数倍ともなる量のものが、改修で石材の当たりが変化し当然目地も変化する中で元の位置に戻すことは困難であり、現場作業の中では現実的な作業ではなく、むしろ安全性が損なわれる可能性が多分に含まれた。

さらに、経年変化の中で荷重が詰石にかかり過ぎ粉砕している事例や、小さな石のため劣化が極めて激しく再利用困難なものも多かったので、詰石については元の景観に留意しつつ、強度のある新補石材に積極的に交換し、崩落の可能性、化粧としての施工はしない方針を定めた。

石材の加工方法についても様々な協議がなされた。特に課題となつたのが旧石材への加工である。これは旧石材は文化財であるという考えが常にあり、したがって旧石材の加工は原則的に実施しないことを基本方針とした。

しかし、工期内で旧石材への加工をしない施工は無理があり、また新補石材が半数以上投入されるなかで石材同士の当たりも大きく変わり、加工しなければ場所によっては不安定な要素を発生させることも想定された。これらの課題に対しても、やはり原則は旧石材の加工を禁止としたうえで、個々の事例に対し新補石材側の加工、積み方の工夫、場所の変更、石材の交換など複数の対応策を施工者、石工の提案をもとに、効率性も含めた整合性のある方法を教委監督員・文化財専門職員が選んだ。この中の選択肢の1つとして旧石材の加工を入れ、事例に合わせ選択した。

一方では、新補石材と旧石材の老朽化による積み方でのバランスの問題が指摘され、また健全と判断された旧石材でも目には見えない老朽化や傷があり加工には耐えられない場合や、加工時に想像外

の割れ方をする場合もあり、石工側からも旧石材の加工を簡単におこなうという短絡的な発想は一般的なものではなかった。旧石材の加工時の方法は第9章第4節で詳述している。

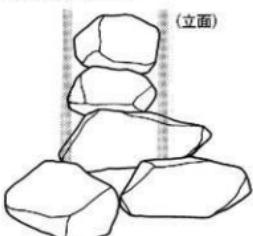
なお、石積工のスキームは第2章第4節の流れ図を参照していただきたい。

#### 具体的な事例

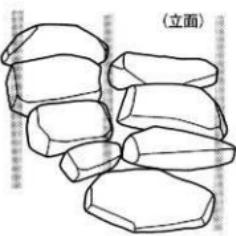
本工事は改修が目的で、安全、強度に配慮しながら可能な限り原位置に戻す基本方針で実施した。また、一方でA・B面の上1/3部分のように縦目地、重ね積みの不安定な積み方も檜台石垣の特徴として捉え、極力反映するようにした。

そこで次に示すものは、今後の経年変化による石垣の傷みの誘発や、檜台石垣としては本来望ましくない積み方であるため避けるよう指導してきた事例で、施工後の外観は元のように見えるが積み方の工夫や内部構造の強化で欠点を補う施工をおこなった。

#### 〔積み方の留意点〕



1 2石以上の石材を縱方向に積むと一方  
に向かう荷重がかかり望ましくない事例。  
→本工事では内部で交互に荷重を分散する  
などの方法で対処。



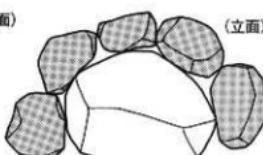
2 1と同様な事例が2列続く事例。  
→石材を交差で積み、荷重分散をした。  
あわせて縦目地の解消を図った。



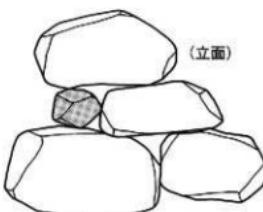
3 「田」の字状になる積み方で1、2に近い事例  
→石材を交互にすらすなど工夫して対処。



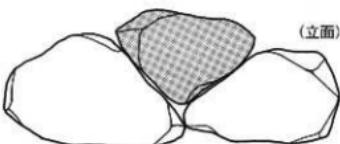
4 石材間の一辺が極端にあつてしまふ事例。  
安定してい  
るよう見えるが荷重のか  
かり方は不安定。  
→石材を交換するなどの方法  
で対処。



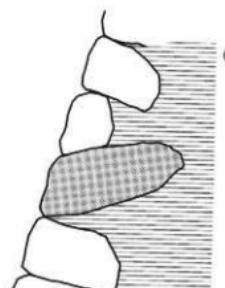
5 大きな石材のまわりに貼り付くような石材  
の配置。  
→石材を交換するなどし、横目地が発生する  
ように工夫して対処。



6 強度のない小さな石材に直接荷重がかかる事  
例。  
→石材を交換 (控え長のあるものなど) で対処。

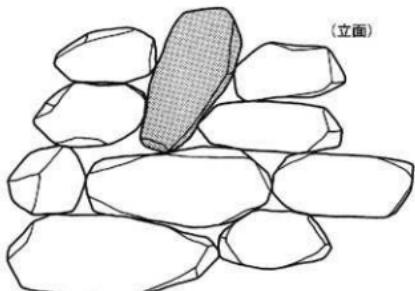


7 「苔積み」で、間知積みのように隙間なく石材が入って  
しまう事例。  
→石材を交換するか、石材（網目の石）の下を加工するな  
どして対処。

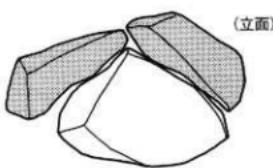


8 極端に石戻が上がり、「逆さ石」になる事例。  
→石戻を下げる対応するが場合によっては石戻下の石材を  
調整しなければならない。

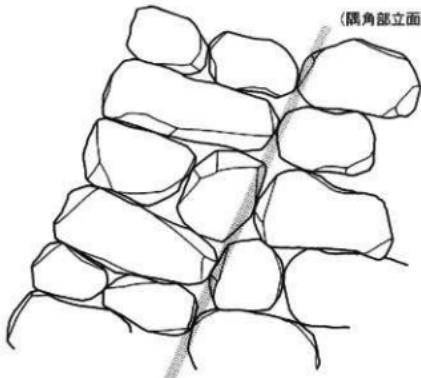
図7-2-1 積み方の留意点



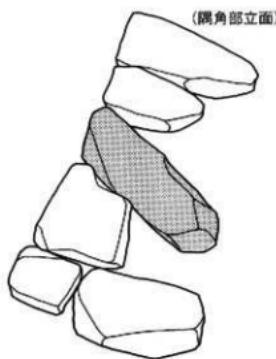
9 不安定な積使いの事例。  
→捉わりを改善するか、石材を交換して対処。  
場合によっては横使いに直す。



10 いわゆる「拌み積み」  
→石材の配置を工夫するなどして対処。

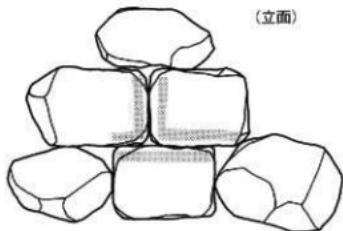


11 鋭角石・底石と隣石部に縦目地が発生し、分離してしまう事例。  
→石材の配置を工夫して縦目地を解消。

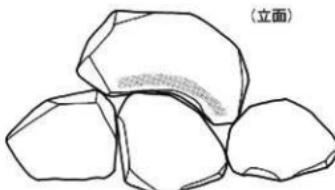


12 極端に石尻が下がる事例。  
→積み方を工夫して対処。

### [加工時の留意点]



13 新彫石材を使用する場合、極端に直線的な辺が接してしまって事例。  
→新彫石材であれば加工して違和感を解消。



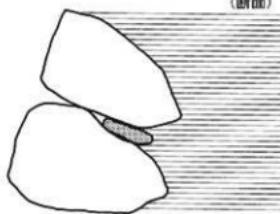
14 石材間の辺が不自然に一致してしまう事例。  
→積み方の工夫や、新彫石材であれば加工して違和感を解消。

図 7-2-2 積み方の留意点・加工時の留意点

※違和感とは、解体前の状況と比較したうえでの見え方。

〔内部構造の留意点〕

(断面)

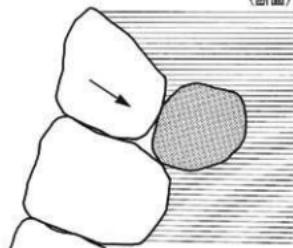


15 破砕石

→ 材料の大きさは様々である。

目的は石虎下周辺の安定を得るために必要に応じ実施。  
同時に裏張石も空隙に十分詰める。

(断面)

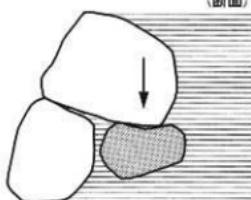


16 壓抑石

→ 材料の大きさは人頭大以上のもので再利用できない石材を中心に使用。  
目的は石虎が矢印方向に下がるのを防ぐためで、必要に応じ実施。

控えの短い場合などに実施。

(断面)

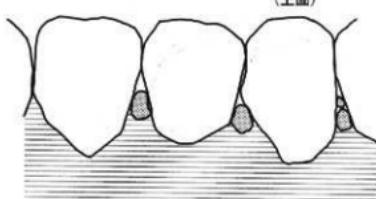


17 繊維石

→ 材料の大きさは人頭大以上のもので再利用できない石材を中心に使用。  
目的は石虎が矢印方向に下がるのを防ぐためで、必要に応じ実施。

下の石材の控えが短い場合などに実施。

(上面)



18 サリ鋼石

→ 材料の大きさは様々である。

目的は胴から石虎にかけての空隙に詰め安定させるためである。  
同時に裏張石も空隙に十分詰める。

図 7-2-3 内部構造の留意点

## 第2項 工事工程

本節では、実際の石積工における手順を報告し、また部会からの指導や現場で施工者、石工で協議し調整会議で了承を得たうえでおこなった点などを踏まえ報告する。

### 石積工の手順

手 順	要 点	注 意 事 項
準備作業 ① 始業前ミーティング	① 作業内容全体の説明 ・現場内規則の確認 ・配置場所・通行ルートの確認等の打合せの実施 ・作業員配置・有資格者の確認 ・クレーンオペレーター打合せ確認	研修会の実施 所長・職長による実施
② K Y K の実施	② 危険予知活動の実施 ・服装、保護具の確認	労働災害・公衆災害
③ 始業前点検の実施	③ 作業通路、昇降施設、工事用通路、地山の点検 ・重機の始業前点検 ・ワイヤー、モッコ等吊り具の点検	安全帯の使用 保護メガネ、マスクの使用
新築石材の調達 ① 事前準備	① 破損旧石材の面の型とり ・破損旧石材の底・横（最大含む4ヶ所）・抜けの計測 ・新築石材候補の縦・横（最大含む4ヶ所）・抜けの計測	教委監督員・文化財職員立会 教委監督員・文化財職員立会
② 調達	② 石材は安山岩 ・選定された新築石材のシムミットハンマーでの強度試験 ・選定された新築石材への個体番号の墨書き記載 ・選定された新築石材への区分の墨書き記載（H14）	教委監督員・文化財職員立会 教委監督員・文化財職員立会
③ 新築石材の加工	③ 原則として正面野石の使用 (隅石) ・小口面をセリ矢、豆矢で大割 ・必要に応じ玄翁、コヤスケ、ノミで最小限加工 (隣石) ・セリ矢、豆矢で大割 ・面は必要に応じ玄翁、コヤスケ、ノミで最小限加工 ※ 1～2石四寸矢穴で大割し、配石（a）	教委監督員・文化財職員立会 教委監督員・文化財職員立会 教委監督員・文化財職員立会
石積 ① クレーン（5t）の配置 ダンプトラック（4t）の配置	① 設置地盤の確認 ・アウトリガーの完全張出 ・周囲の安全確認	
② 槽込・運搬	② 旧・新石材のラフタークレーン（5t）でのダンプトラック（4t）への積込と所定場所への運搬	指揮・有資格者の配備 過橋載禁止 教委監督員・文化財職員立会・指示
③ ラフタークレーン（25t）の配置	③ 設置地盤の確認 ・アウトリガーの完全張出 ・周囲の安全確認	指揮・有資格者の配備
④ 石積	④ 丁張・垂付図・現況写真等を考慮した石積（b・c・d） ・1段毎の積み上げ（e） ・安定した石積（二番合わせ・3点支持）（f・g） ・積使い・尻下がりの石積（h） ・谷積み・回子積み等の不安定箇所の解消（要協議）（i） ・各鋼石の積力復元（j） ・安定した鉛石（化粧的な鉛石の排除）（k・l・m） ・必要に応じた解体地界線付近の調整（要協議）（n） ・旧石材の加工は原則として禁止（要協議）（o） ・旧石材の小さな破損・風化部分の除去（要協議） ・改良盛土・裏込の一連作業（p）	教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示 教委監督員・文化財職員立会・指示
後片付け ① 道具、不要材の後片付け	① 機材・道具の所定位置への戻し ・必要に応じた清掃の実施	
② 作業終了の確認	② 現場点検の実施	

図7-2-4 石積工の手順

アルファベットは石積工の手順の表に対応している。

(a) 1～2石四寸矢穴で大割し、配石した。

→新補石材の大割りや加工はルートハンマーが中心となるが、部会から指導もあり、文化財の改修でもあることから、実際に四寸矢穴を開けて削り、その石材を数石使用することとした。

(b) 各丁張間の輪取り寸法を各段毎に記入し、中間点の寸法点換をした。

→積み上げていく途中で、丁張と丁張の間の位置を明らかにして輪取りを復元した。

(c) 番付図と丁張位置を確認し旧石材を優先して据える。

→できるだけ石材を元の位置に戻すという指導から、再利用可能な旧石材を先に元の位置に戻して、細かな調整はなるべく新補石材でおこなうようにした。

(d) 特に隅角石、隅脇石付近は、番付図と現況写真等で上下左右の位置関係、配石を考慮し据える。

→隅角石付近は石垣の顔ともいえ、目立つところでもあるので、特に配慮して作業をおこなった。また稜線の通りにも注意しておこなった。

(e) 隅角石1石を1段とする1段毎の積み上げとし、隅角石方向からを基本とする。

→解体前の図面や写真を石工全員は常に持ち歩き、1段1石毎確認しながら作業にあたった。また、足場の段（足場1段で平均石垣3段分）にあわせて定期的に戻りの状況を確認した。

(f) 二番合端を心掛け、胴についても同様とする。下の当りは、左右の石に分散し掛かるように据える。

→安全第一、安定した積み方を実践するため二番と胴および石材の下の当たりに特に注意し、部会からも点検を受けた。また、1石据わる毎に教委監督員・文化財専門職員の点検を受け、指摘されればその場で協議し、場合によっては石材を交換などの対策を常に考え取り組んだ。

(g) 蘭飼い石は、面積のある平盤を選び飼う。

→外から見えない中の構造もしっかりとしないと強度が必ず不安定となり石垣が傷むので配慮した。

(h) 新補石材は、基本的に横使い、旧石材は、要協議とする。

→旧石材はできるだけ元に戻すという方針だが、当たりの位置も変わり、また旧石材が傷んでいることもあり、場合によっては解体前も縱使いだからといって不安定な積み方になってしまうときは教委監督員・文化財専門職員に報告し、安定した積み方を検討し指示を受けながら作業をおこなった。

(i) 谷積み・団子積みなどの不安定箇所は、石材の交換や調整石材などで解消する。

→課題は常に教委監督員・文化財専門職員に報告し、いくつかの案を検討し指示を受けた。

(j) 解体時の飼石の状況に規則性はないが、必要な場合には協議して施工する。

→解体調査の成果では、飼石は今回の石垣では常にあるものではないということだが、安定した積み方をする場合に必要なときは教委監督員・文化財専門職員に協議を求める指示を受けた。

(k) 破損した詰石は使用せず、新補石材とする。現況場所に收まらない詰石は、他の場所に転用する。

→詰石は風化も激しく、またすべて元に戻すのは困難なため、状況に応じた対応をおこなった。

(l) 大きめな詰石（間石）は、石材同様先に据える。

→大きな詰石は、安定した積み方や仕上がりを考え同時に積み上げたが、詰石には荷重が直接かかるないように注意し、かかる場合には控えの長いしっかりした石材（間石）に交換した。

(m) 滑り、抜け落ちそうな場所での詰石は無理に入れない。

→十分に詰め、点検を繰り返し、将来落下が考えられる場合には除去した。

(n) 丁張を掛けた段階で、協議の上解体ラインの孕み出し等の調整をおこなう。施工時期等も、状況に合わせおこなった。

(o) 旧石材の加工は原則としておこなわないが、当りの悪い場合など、協議し指示を受ける。旧石材の小さな破損・風化部分の除去も同様に指示を受けた。

→複数の石工の見解を教委監督員・文化財専門職員に報告し指示を受けた。

(p) 改良盛土・裏込工が平行しておこなわれるので、飼石等遅滞のないよう調整し施工した。

### 第3節 盛土工

盛土工についての基本方針は次のとおりである。また、工法の検討内容については次に述べる。

#### 盛土工についての基本方針

- 解体時に発生した盛土材を再利用する
- 安全性を考え強度が確保できない場合は試験をおこない添加材を検討する
- 施工にあたっては発掘調査に基づくデータを参考とする

#### 検討内容

盛土材料には敷均し縮め固め施工が容易で縮め固め後の強度が大きく、圧縮性が少なく、雨水など浸食に対して強いこととともに吸水膨張が低いことが求められ、一般的には粒度の良い砂質土や砾質土がこれに当たる。一方、比較的の含水比が高い粘性土は建設機械等によるこね返しによって軟弱化し強度が低下し、圧縮変形も大きくなり、盛土材としてはあまり望ましくないとされる。

当該地の地質は、粘性土及び砂質土を主体としたN値10程度の地盤である。

この地盤の安定性を検討したところ、円弧滑り解析で不安定な結果となつたため、何らかの地盤補強を実施した後に橋を建設することとなつた。補強工法については文化財復元の視点から、昔からある工法を参考にして選定する事とした。

#### 版築盛土工法

版築は中国から飛鳥時代に伝来されたとされ、我が国では一般的に粘性土と砂質土を互層に盛土したものを目指し、粘着力を持ち透水しにくい粘性土とせん断抵抗角が大きく、排水性が良い砂質土を重ねることで粘土の圧密を促進し不透水層を作つて雨水の浸透を防ぎ盛土を安定させるなど互いの長所を生かし短所を相殺するといわれている。また版築過程で土中に縦木と横木を渡して補強するなど改良を加え用いられることがあり、これが築上構木の原形で「土木」の語源になったといわれている。

城内でも過年度の調査により碎石・砂・粘性土等による版築が確認された場所もあったが、当該地の解体調査結果からは明確な版築構造が確認されなかつたことから、この工法は用いないことにした。

#### 補強土工法（ジオテキスタイル工法）

大阪狭山市の狭山池では、1608年（慶長13年）以前の改修工事によつて、盛土内にカシなどの広葉樹の葉のついた枝を水平方向に10～15cm間隔に敷き、盛土の安定を図つてゐたとされている。これは敷葉工法と呼ばれ、中国から韓国を経て我が国に伝えられたとされ、太宰府市水城跡（664年）や八尾市亀井遺跡（5～6世紀）などにもみられ、場所と使用の方法によつて敷粗葉工法と呼ばれることがある。さらに3世紀末頃とされている奈良県天理市の下池山古墳では、上下面を麻布で挟まれた粘土層が発見されている。これらの工法は現在のジオテキスタイル工法と原理的に同じものである。

この工法は、盛土の円弧滑りには抵抗できるものの、盛土の長期沈下・圧縮変形に対して対応は困難であると思われることから不採用とした。

#### 固化材添加による補強工法

従来より土間たきなどは二和土、三和土と呼ばれる方法が用いられてきた。これは土ににがり、石灰などをまぜてつき固めたもので、石灰などをまぜて土の性質の改良を図る処理方法は世界中で昔よりおこなわれてきた。

今回の石垣盛土は盛土自体が円弧滑り等に対して安定していることと、上に載る建物に影響がない沈下量に抑えることが必要となる。また石垣解体結果から盛土は明確な版築構造が認められなかつたこと、現場発生土を有効利用することも考慮し、今回の盛土工事は現場発生土に固化材を添加することにより補強することにした。

## 具体的な方法

解体調査に伴い発生した盛土材には裏栗石などが混在しているので、75mm格子のスケルトンバケットでふるい分けをおこない、降水を避けるためシートで養生し保管した。

使用時には必要量の盛土材を用意し、1 m<sup>3</sup>あたり50kg（冬季は100kg）の固化材を混ぜ均一になるよう搅拌した。必要量とはその1回の盛土工で使う分のことであり、効果を得るためにには作り置きをすることはできない。

十分に搅拌し混合したら、トラックあるいはモッコで現地に投入し、重機を用いて巻き出し厚30cmで敷き均し、試験施工の結果に基づき振動ローラーで転圧した。このとき、裏栗石との境界部分は小型の転圧機（バイブロコンパクタなど）を別途用いた。

転圧後は気象条件にあわせてシートで覆うなどの養生をおこない、また強度試験などを実施した。

## 盛土工の手順

手順	要点	注意事項
準備作業 ① 始業前ミーティング ② KYKの実施 ③ 始業前点検の実施	① 作業内容全体の説明 ・現場内規則の確認 ・配置場所、進行ルートの確認等の打合せの実施 ・作業会議、有資格者の確認 ・クレーンオペレーター打合せ確認 ② 危険予知活動の実施 ・服装、保護具の確認 ③ 作業道路、昇降施設、工事用通路、地山の点検 ・重機の始業前点検 ・ワイヤー、モッコ等吊り具の点検	所長・監査による実施  労働災害・公衆災害 安全帯の使用
改良盛土工 ① バックホー（0.7m <sup>3</sup> ）配置 ② 発生土搬分	① 両回の安全確認 ② スケルトン（75mm×75mm）での発生土搬分 ・搬分完了のシート養生	バケットはスケルトン仕様 指揮・有資格者の配置 土木・教委監督員の立会 指揮・有資格者の配置
③ 山砂混合搅拌（混合土）	③ 発生土山砂=4：1 の混合搅拌 ・平地 5m×4m の混合ヤードの確保、高さ管理 ・山砂と均一に均しての搅拌	
④ クレーン（5t）の配置	④ 沿置位置の確認 ・アクリラーの完全張出 ・周囲の安全確認	
⑤ セメント系固化材投入	⑤ クレーンでの混合土へのセメント系固化材投入 ・標準玉頭け作業	土木・教委監督員の立会 指揮・有資格者の配置 ＊冬季は100kg/m <sup>3</sup>
⑥ 固化材混合搅拌（改良土）	⑥ 混合土/固化材=1（m <sup>3</sup> ）:50kg の混合搅拌 ・平地 5m×4m の混合ヤードの確保、高さ管理 ・固化材を、均一に均しての搅拌（試験施工に準ずる）	指揮・有資格者の配置 土木・教委監督員の立会
⑦ ラフタークレーン（25t） ダンプトラック（4・10t） バックホー（0.25m <sup>3</sup> × 2・0.1m <sup>3</sup> ） の配置	⑦ 施設搬出時の確認 ・アクリラーの完全張出 ・周囲の完全確認	
⑧ 案込	⑧ 改良土のバックホーでのダンプトラックへの積込・運搬 I バックホー（0.7m <sup>3</sup> ）→ダンプトラック（10t） II バックホー（0.7m <sup>3</sup> ）→ダンプトラック（4t）	指揮・有資格者の配置 過積載禁止
⑨ 改良土投入	⑨ 改良土の現場への投入 I ダンプトラック（10t）→現場 II ダンプトラック（4t）→中間地 ・バックホー（0.25m <sup>3</sup> ）→モッコ ・ラフタークレーン（25t）→現場	指揮・有資格者の配置 土木・教委監督員の立会
⑩ 敷均・転圧	⑩ バックホー（0.25m <sup>3</sup> ）での敷均（巻き出し厚30cm） ・バックホー（0.25m <sup>3</sup> ）での機械転圧 ・振動ローラー（2.5t）での転圧（締め固め回数6回以上）（締め固め厚25cm） ・バイブルコンパクタ・タンバ等での境界部の転圧 ・湿度保持、水の浸透防止の為のシート養生 ・強度試験等の補助	指揮・有資格者の配置 土木・教委監督員の立会 土木・教委監督員の立会 土木・教委監督員の立会
後片付け ① 道具、不要材の片付け ② 作業終了の確認	① 機材・道具の所定位置への戻し ・雨天に備えたブルーシート等の養生の実施 ・落石・転石防止ネットの設置 ・必要に応じた清掃の実施 ② 現場点検の実施	

図7-3-1 盛土工の手順



写真7-3-1  
ヤード内における盛土の固化材配合状況  
左奥は発生盛土、重機右は配合後、右端は固化材



写真7-3-2  
配合済み盛土の運搬と  
モッコによる投入状況



写真7-3-3  
盛土投入状況



写真7-3-4  
バックホーによる敷き均しの様子



写真7-3-5  
ローラーによる転圧



写真7-3-6  
タンバによる境界部の念入りな転圧

## 第4節 裏栗石工

本節では、改修にともなう裏栗石の施工についてまとめている。「特記仕様書」には第4条に裏込工としてある。

### 裏栗石工の基本方針

- 発生材（実際に使用されていた裏栗石）を選別し再利用する
- 実際の粒度分布を遵守しつつ、粒径毎の配合バランスを決定し強度を得る
- 強度・透水性に配慮した施工をおこなう
- 石尻周辺まで人力で十分に充填するが、細かな粒径のものが密にならないよう配慮する
- 不足分は再利用できない旧石材などを粒径に注意し破碎し、再利用を図る
- 裏栗石幅の設定など発掘調査データを参考に施工する

### 検討内容

今までの域内の発掘調査結果によると築城期に築かれた石垣の裏込栗石層の厚さは1～1.5m程度であった。石材は河原石と思われる丸砾と石切場周囲から採取したと思われる角砾の混在が主であるが、江戸中期以降の石垣の栗石は2m以上の厚さがあり、材質も石材加工に際して生じる剥片が多く混在している。

裏栗石には、石垣に作用する土圧を低減し、さらに築石を安定させるという作用がある。

まず、雨水等の流入により石垣背面土の地下水位が上がると、石垣にかかる土圧は水圧分が増加する。

さらに土の剪断強度は含水比が高くなるほど低下し、間隙水圧の上昇に伴い土の有効応力が減少し剪断抵抗力が小さくなる。剪断強度が低下すれば背面土は滑りやすくなり、石垣に作用する土圧はさらに増加する。

したがって石垣の安定を図るために石垣背面土の水を速やかに排水することが必要となってくる。

ところが石垣、特に野面積みなどは築石間の隙間が大きいため、栗石層がなくとも水は排水される。しかし、その場合には水と一緒に背面土も流出してしまい、石垣は自重により内側に倒れ込み、その下部では孕み出しを生じ石垣の安定を欠くことになる。

したがって栗石層を設けることによりそれがフィルター材として機能し、背面土の流出を抑えながら水を速やかに排水することが可能となる。

さらに、一般的には粘性土が主体である通常の裏盛土に比べると、内部摩擦角が大きく、石のかみ合せによって見かけの粘着力も期待できる栗石の方が発生する土圧が小さい。

したがって栗石厚を厚くとればとるほど石垣に作用する土圧は小さくなる。

つぎに、築石を安定させる作用についてであるが、石垣は勾配が緩くなるほど石尻にかかる重量は増加する。石尻を支えている地盤が軟弱だと石尻が動き石垣が不安定になるため、築石の石尻は控石や舗装石等を介して動きにくい栗石層にしっかりと支えられている必要がある。

また、石垣はそれ自体では自立できず、自重の一部を石垣背後の盛土や地山にもたれさせることによって背面土の土圧を支えている構造物である。

しかし、築石は自然石や粗削石であるため、石の大きさや控えの長さなどまちまちであり、石垣自身の背面土への伝わり方は不均一となり、局部的には土圧の方が上回ることによって石垣に孕み等が発生する。そこで強度のある裏栗石層を介することによって力の伝わり方を均一にしていると考えられる。

すなわち石垣は、築石が裏込層にもたれ、裏込層はその力を均等に背面土に伝え、土圧に抵抗して

力学的バランスをとっている構造物と考えられる。

さらには、石垣上には扉や櫓、天守閣などの構造物が載る場合がある。

軍事施設であるこれらの構造物の構築は一刻を争い、石垣工事とほとんど同時に築造されたことであろう。

裏盛土が粘性土などの場合、圧密による不等沈下が生じ、構造物に悪影響を及ぼすことが懸念されるが、これら構造物の重量の大半を石垣や沈下がおこりにくい裏栗石層にかけることによって建物への影響を最小限におさえられるといった効用もあると思われる。

以上のことから通常の石垣の場合には栗石層が厚いほど石垣にとっては良いこととなる。

しかしながら、今回の石垣工事については、裏盛土を固化材により補強するため、裏込栗石については文化財復元の見地から現況の状態にできるだけ近づけることとした。

すなわち層厚については現況幅の平均をとり、粒度についても今の透水性を確保するため現況の裏栗石を再使用することとした。ただし石垣解体時の掘削により裏栗石に盛土が混ざってしまうため、スケルトンパケット装着のバックホーにより粒径10cm以上の裏栗石をふるい分けた。ふるい分けられなかった細かい裏栗石については別途碎石等で補充することとし、粒土分布を現況粒土分布に近づくよう碎石等の配合比率を決定した。透水性を確保し、粒度分布ができるだけ現況に近づけることとした。また、層厚についても現況幅を復元することとした。

さらに、城内に仮置きされていた、今までの石垣改修工事で発生し石垣に再使用が不可能な石材を自走式破碎機により現場でクラッシャーして不足分に充当し使用した。

#### 具体的な方法

施工に使用する裏栗石の材料は、実際に裏栗石として利用されていたものを発生材として50%、その他に使用できない旧石材を破碎あるいは新たに用意した径15cm内外のもの20%が主体となる。径15cm前後は実際に使用されていた裏栗石の標準的な大きさにあたり、これが全体の70%を占めるることになる。

この他に径5cm内外の規格品材料（道床バラスト）を20%、20-13cm内外の材料（碎石）を10%混合して使用する。

発生材については、当初は盛土などの土が付着しており、これを75mmメッシュのスケルトンパケットで選別した際に細かなものは除去されてしまったため、75mm以下の材料については新たに投入することになった。

また、第8章でも述べるが、裏栗石が強度を得るために粒径の大きなものから小さなものまでがバランスよく入っていることも細かなものを入れる理由の1つである。ただし、粒度が極端に細かなものは将来的に目詰まりを誘発し、結果的に石垣が孕むなどの悪影響が生じる可能性が指摘され、これは除外した。

材料として用意された裏栗石は、より効果的にバランスよく混ざり、投入の際に各粒径のものが偏ってしまわないようモックに投入する際に自然に混合するようおおよそ各粒径の材料を交互に入れるなどの工夫がされた。

現地へ投入されると、まず人力で厚さが約30cm程度となるよう平坦に散りばめられた。粒径の小さな石材も空隙によく詰まるよう配慮しておこなったが、石尻には集中しないよう留意した。

転圧は、写真にもあるように、極端に凹凸が激しいと十分な叩き締めができる現象が生じるため、平坦になった段階で上面に細かな粒径のものを適量入れ、振動ローラ（1t）又はバイプロコンパクタ、並びにタンバ用いて転圧した。

さらに、第5章第5節で詳述しているが、調査でも確認されている裏栗石と盛土の境界の栗巻き石（特記仕様書では栗押え石）も文化財修復という観点ばかりでなく、実際に盛土ないしは裏栗石を転圧する場合に境界部で両者が極端に混ざるのを避け、また転圧の施工性を得るために有効と判断され実施している。

裏栗石の幅については課題として第9章第4節で詳述するが、いくつかの施工案が協議され、調査

成果で得られた裏堀石幅の標準断面を参考に施工することが文化財としても望ましく、また強度的にも弱点となることはないと判断され実施された。ただし、実際の施工では各段階で盛土との境界部が階段状にならざるを得ない状況も生じている。

なお、配合のバランスや強度、透水性については、調査段階から試験を実施し、施工中、施工後も試験をおこない確認し、部会、委員会から助言を得て実施した。

### 裏堀石工の手順

手 順	要 点	注 意 事 項
準備作業 ① 始業前ミーティング	①・作業内容全体の説明 ・現場内規則の確認 ・配置場所、通行ルートの確認等の打合せの実施 ・作業員配置・有資格者の確認 ・クレーンオペレーター打合せ確認 ② KYKの実施 ③ 始業前点検の実施	研修会の実施 所長・職長による実施
裏込め工 ① バックホー (0.7m) ダンプトラック (4 t) の配置 ② 混合 I (混合薬石) 積込・運搬 ③ バックホー (0.25m) の 配置 ④ 混合 II (裏込め材) ⑤ ラフターライブ (25 t) の配置 ⑥ 積込・投入 ⑦ 転圧	①・設置地盤の確認 ・アウトリガーワーの完全張出 ・周囲の安全確認 ②・発生量：割合 = 5 : 2 のバックホー (0.7m) での混合 ③・発生薬石のバックホー (0.7m) でのダンプトラック (4 t) へ の積込と所定の場所への運搬 ④・周囲の安全確認 ⑤・混合薬石：道床パラスト：碎石 (5号) = 7 : 2 : 1 での混合 ⑥・設置地盤の確認 ・アウトリガーワーの完全張出 ・周囲の安全確認 ⑦・裏込め材のバックホー (0.25m) でのモッコへの積込 ・ラフターライブ (25 t) での裏込め材現場投入 (モッコ使用) ⑧・巻き石 (巻き石) 布設 ・人力での裏込め材敷設 (30cm) ・振動ローラー (1 t) ・バイプロコンバクタ、タンバでの転圧 ・改良盛土・石積との一連作業	教委監督員・文化財職員立会 指導・有資格者の配置 過積載禁止
後片付け ① 道具、不要材の後片付け ② 作業終了の確認	①・機材・道具の所定位置への戻し ・必要に応じた清掃の実施 ②・現場点検の実施	指導・有資格者の配置 教委監督員・文化財職員立会 教委監督員・文化財職員立会

図 7-4-1 裏堀石工の手順



写7-4-1  
ヤード内であらかじめ配合を調整



写7-4-2  
モッコでバランスよく配合し、現地へ投入



写7-4-3  
石尻周辺は裏栗石が入りにくい状況のため、人力によりバランスよく一定の高さになるように充填。また粒径の細かい栗石は、根詰まりし、孕み出しなどの可能性が生じる



写7-4-4  
振動ローラ、バイブロコンパクタ、タンバを使用し締め固めをおこなう。しかし、この状態では凹凸が激しく転圧しても十分な効果が得られないことが発生



写7-4-5  
機械による転圧後の凹凸回避のため、人力によりさらにバランスよく一定の高さになるように充填



写7-4-6  
充填・転圧後の状況

## 第5節 工事関係図面

### 第1節 工事関係

本節では、改修工事にあたり実施した図面と改修工事後の完成図面の主要なものを掲載した。

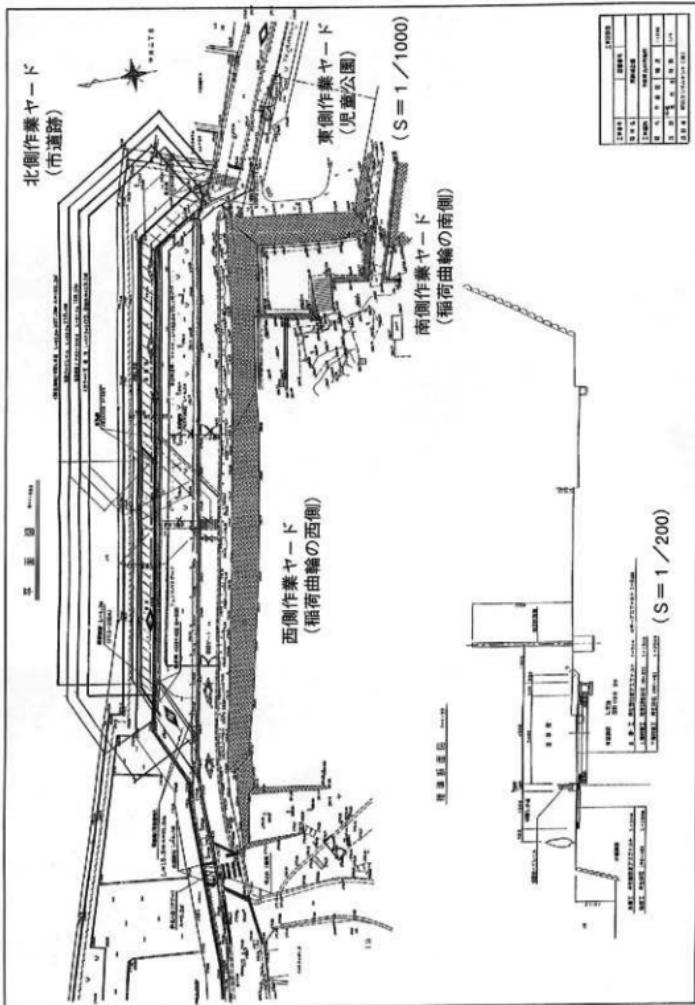


図7-5-1 工区全体平面図および道路切り回し平面図

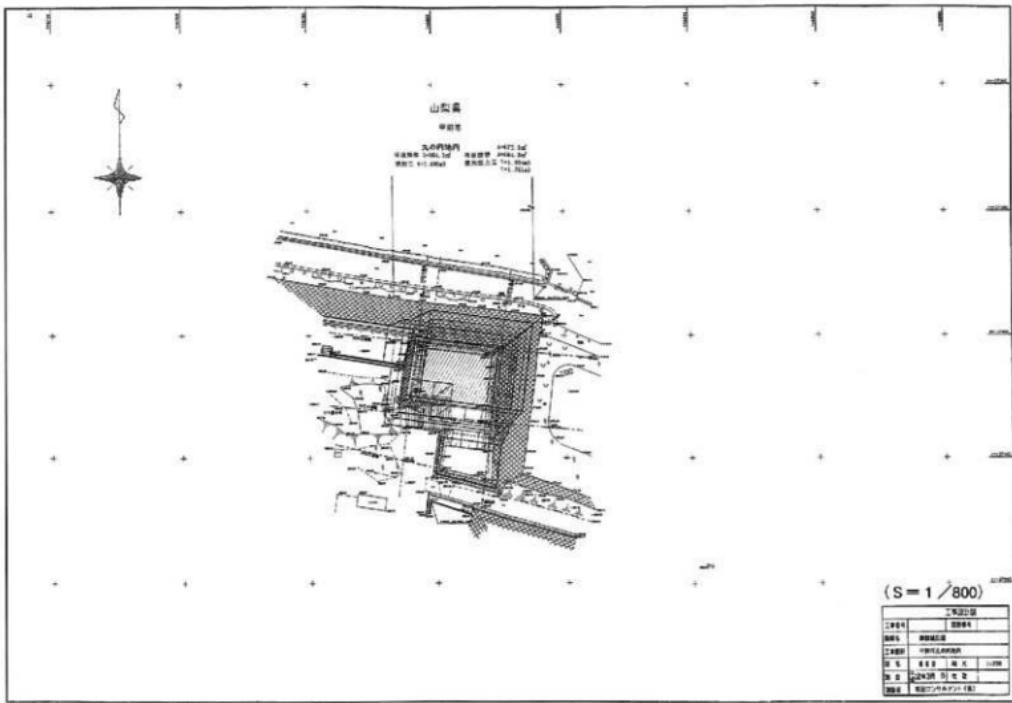
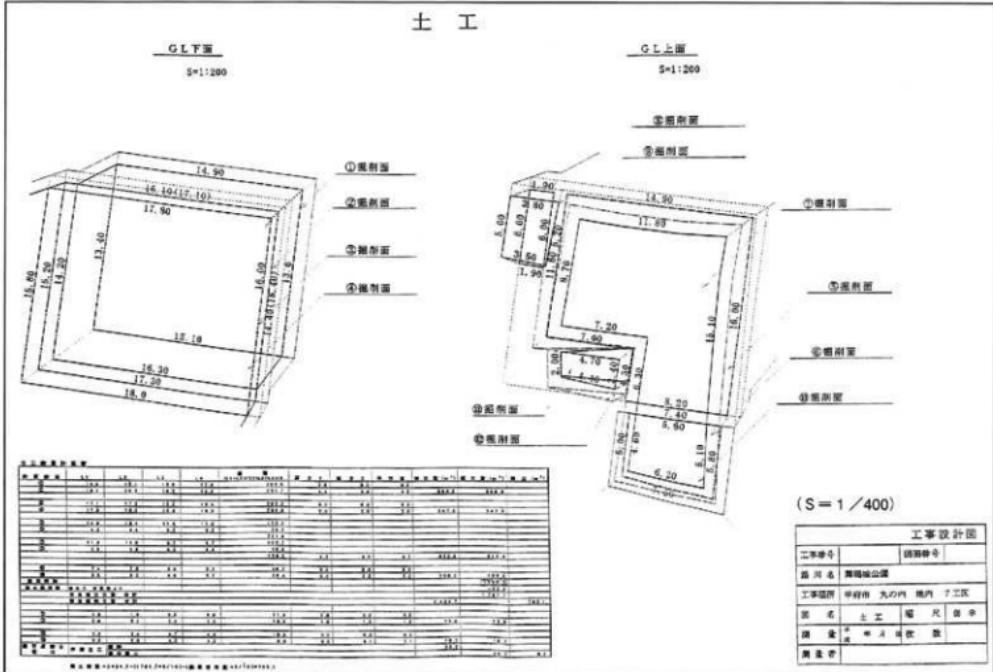
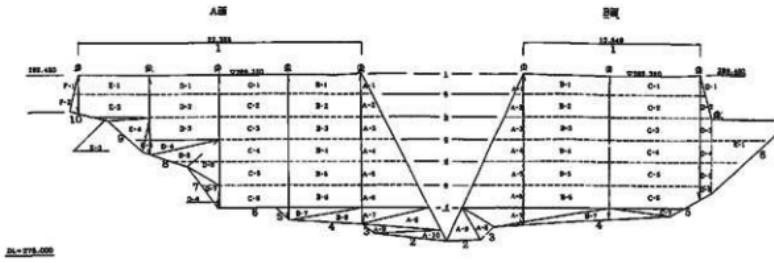


図 7-5-2 最終的な石垣解体、掘削範囲平面図



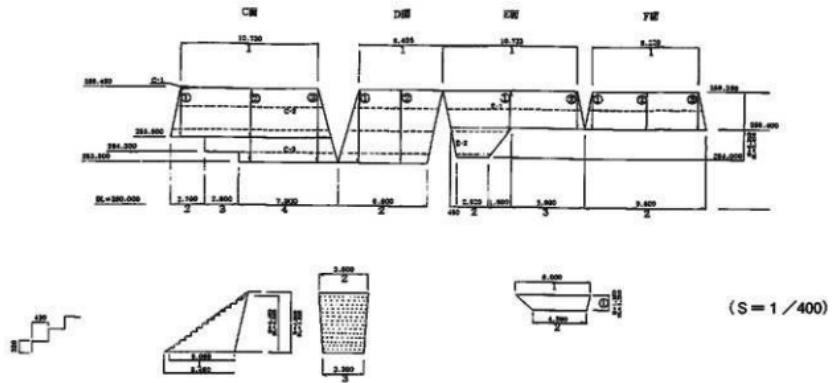
石垣展開図



$$A \text{面 } A = 240.552 + 231.388 = 471.940 \text{m}^2$$

図 7-5-4 A・B面展開図

石垣展開図



$$C \sim F \text{面 } A = 267.955 + 39.435 + 42.023 + 27.154 = 176.567 \text{m}^2$$

図 7-5-5 C~F 面展開図

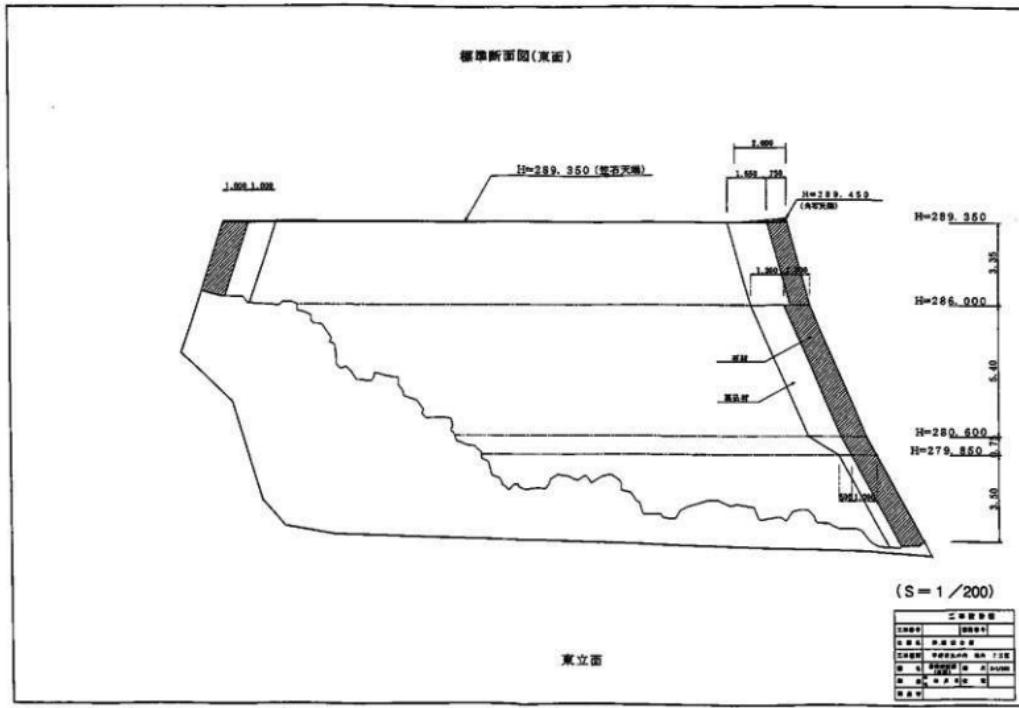


図 7-5-6 A 面標準断面図

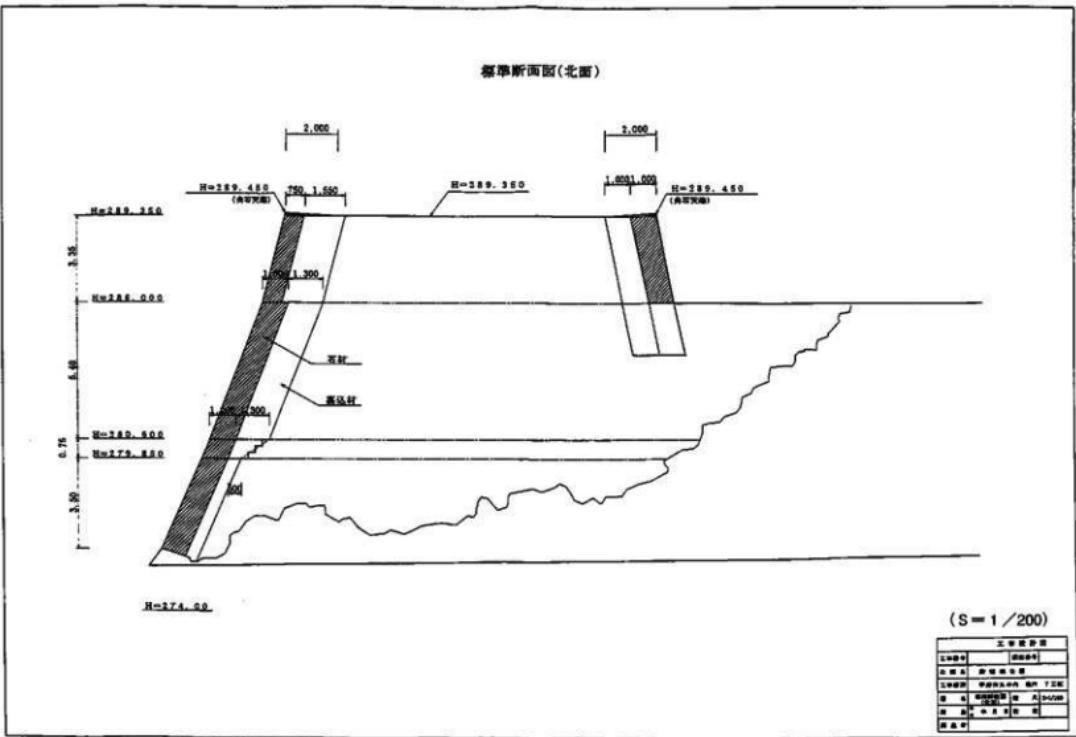


图 7-5-7 B 面標準断面図

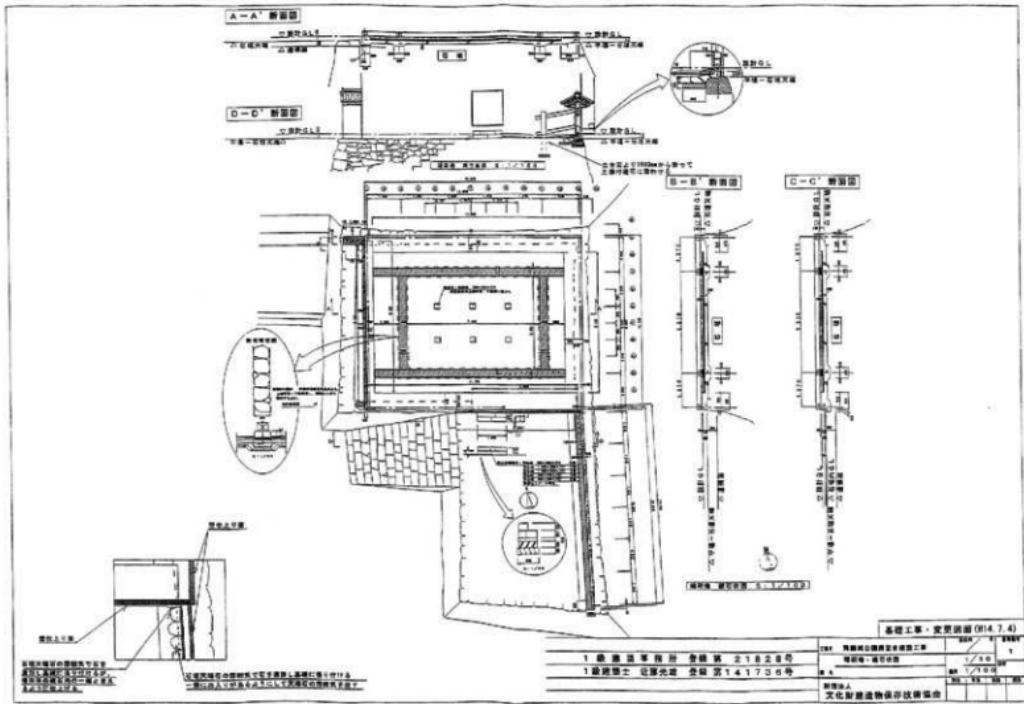


図 7-5-8 稲荷社の礎石

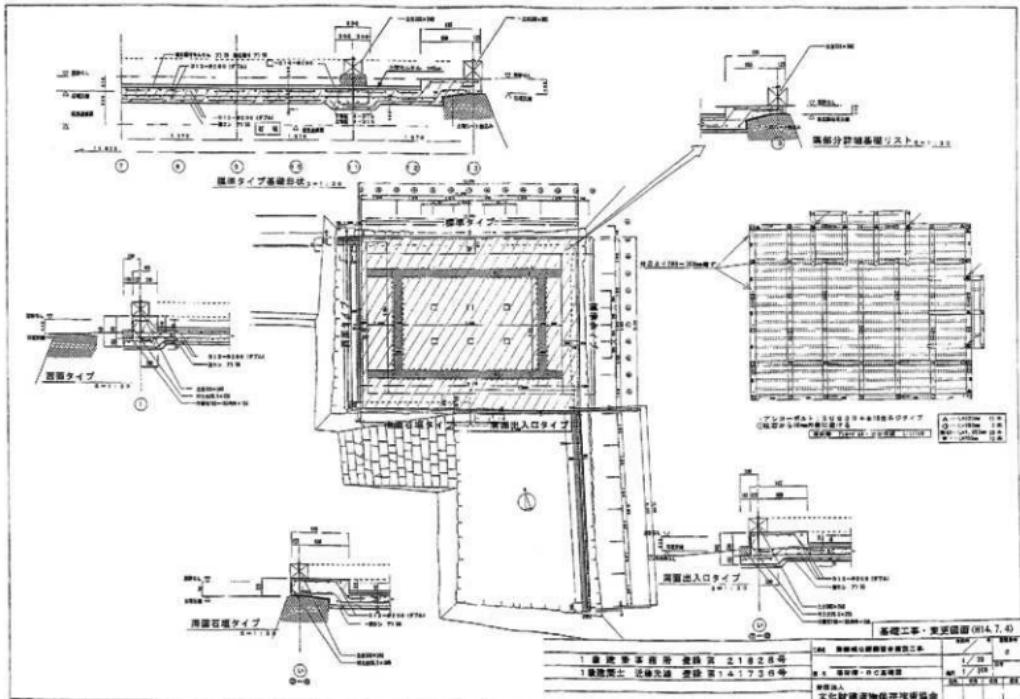


図 7-5-9 稲荷櫓の基礎図

舞鹤城・稻荷塔（A面）

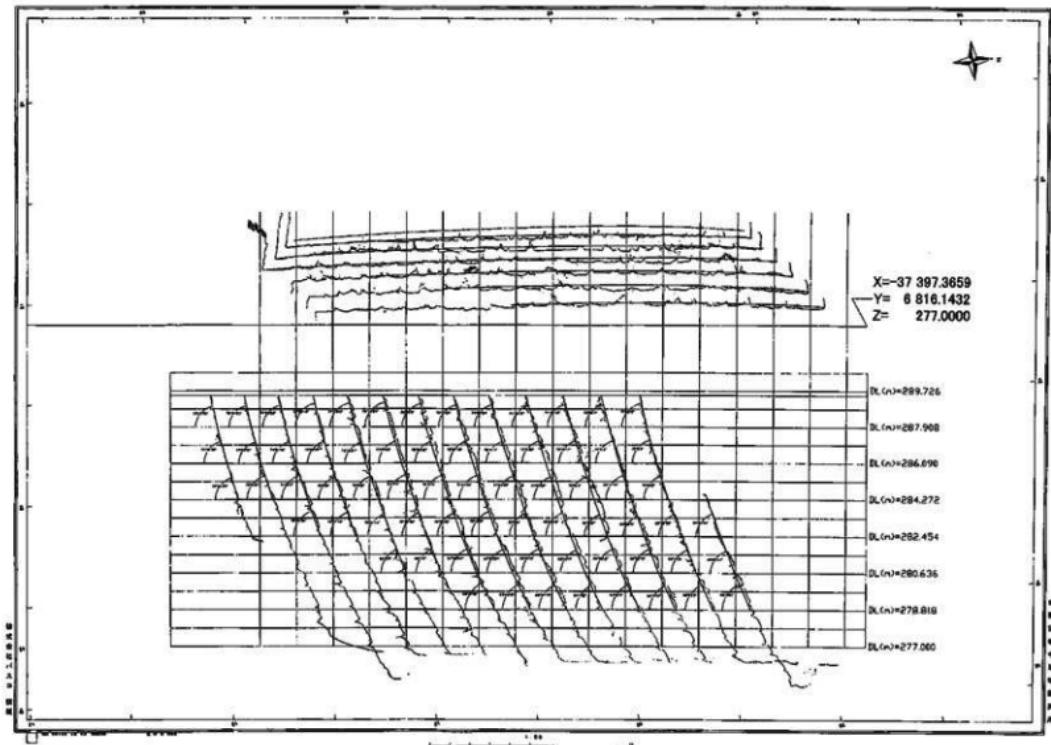


図 7-5-10 A面勾配修正図

舞鶴城・福荷椿（A面）

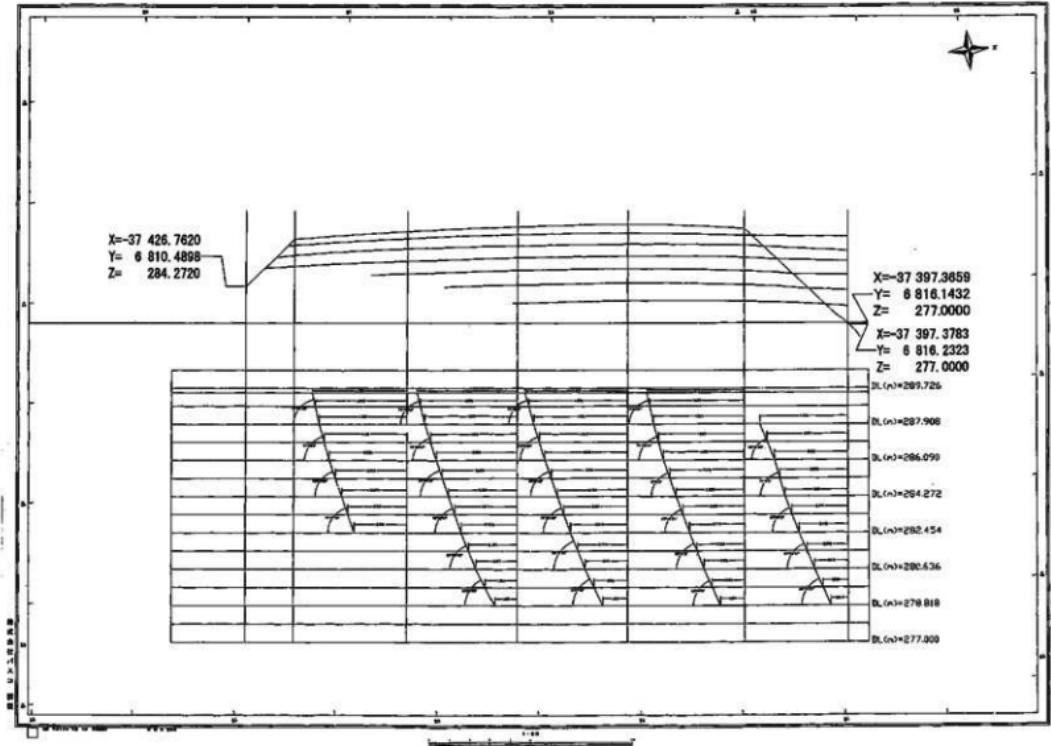


図 7-5-11 A面丁張図

舞鹤城・稻荷橹（B面）

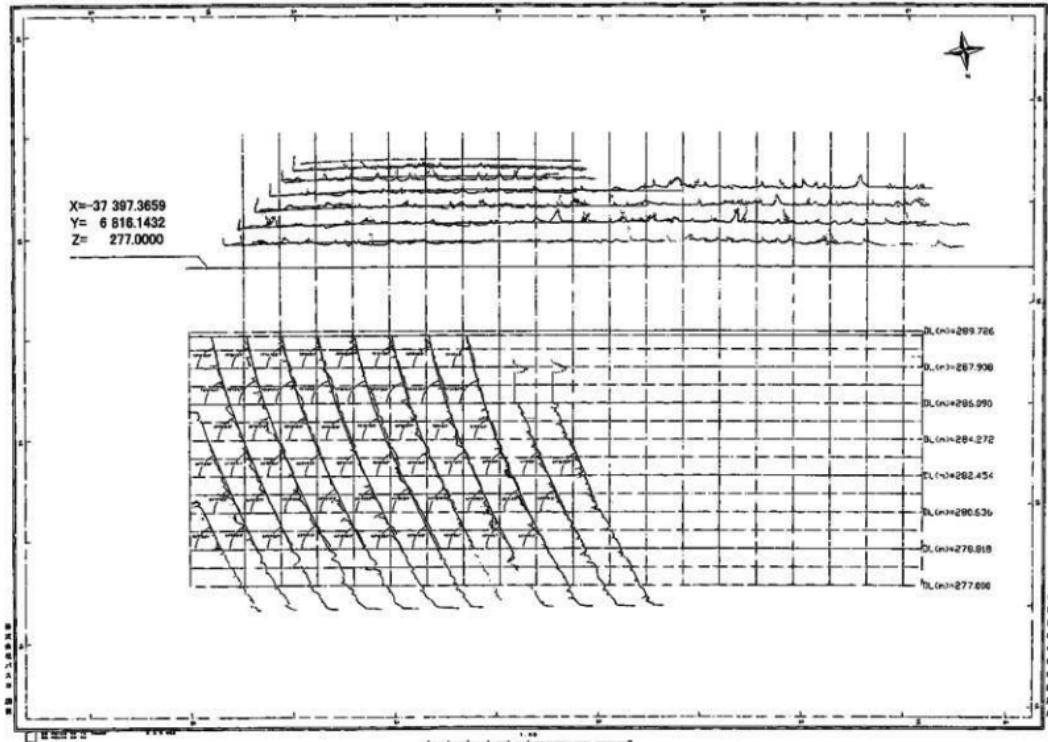


图 7-5-12 B面勾配修正图

舞鶴城・稲荷櫓（B面）

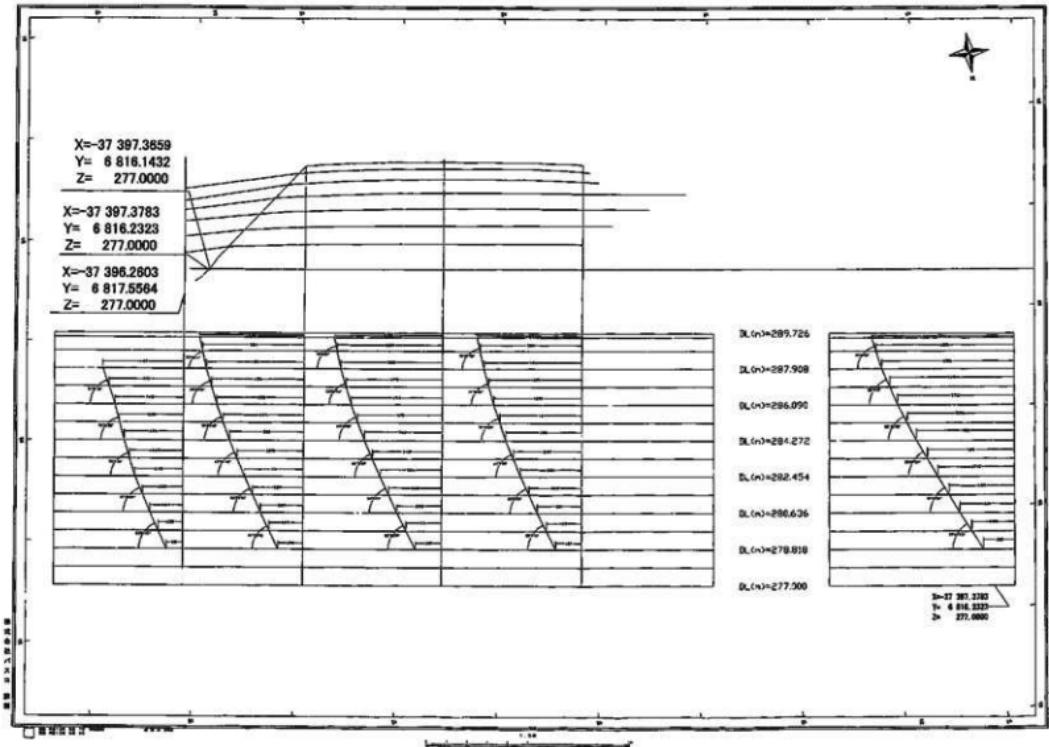


図7-5-13 B面丁張図

舞鶴城・種荷橋（C～F面）

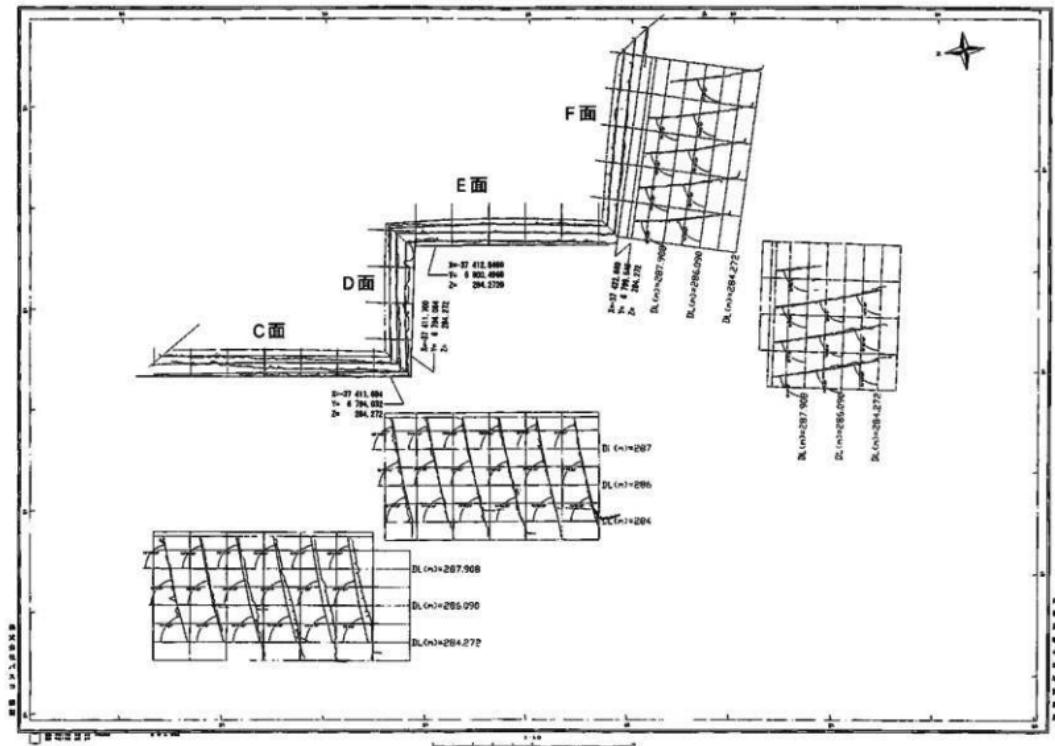


図 7-5-14 C～F面勾配修正図

舞鶴城・稻荷櫓 (C~F面)

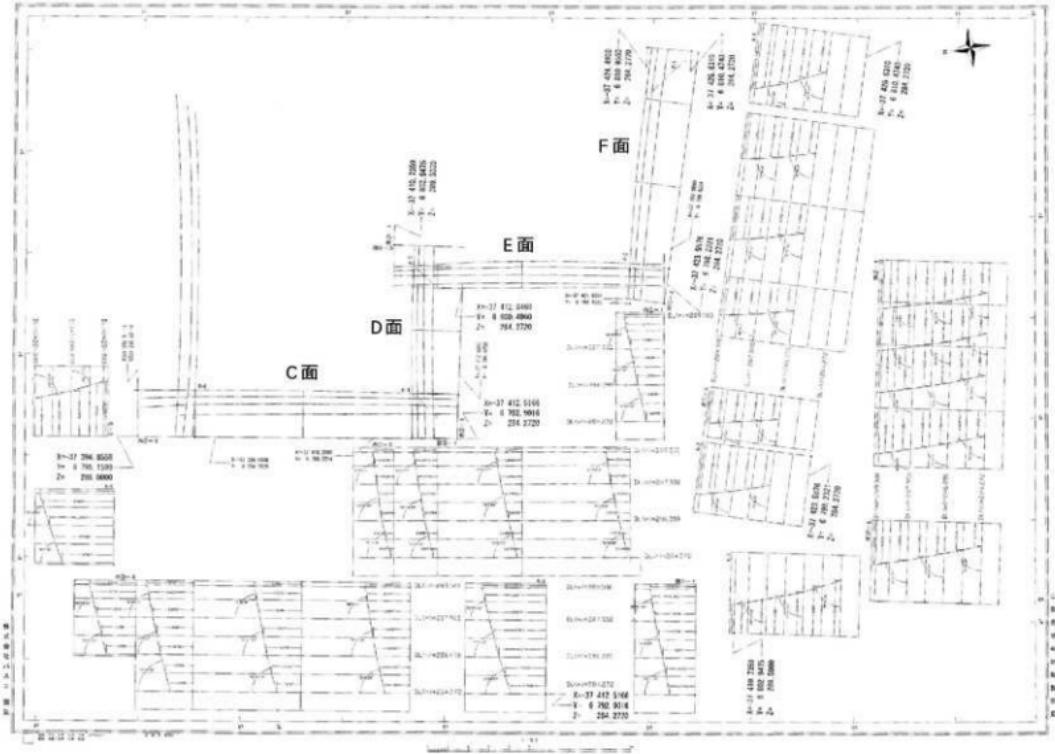


図 7-5-15 C~F面丁張図

## 第6節 石材の最終利用状況

個々の石材データについては第5章第3節に掲載し、本節ではA・B面の石材最終利用状況を集計し報告する。

分類は、旧石材の再利用はKで表し、最終利用状況によって1～3に分け、新補石材はSで表し、同じく最終利用状況によって1～3に分けた。また、調整により変動したものはCとした。

K1は、旧石材として原位置に戻っているもので350石(34.1%)、K2は旧石材として原位置の近くに工夫して戻ったもので94石(9.2%)、K3は原位置から離れているか転用されたもので26石(2.5%)を占め、旧石材の使用率という統計では470石(45.8%)となる。

S1は、交換した旧石材の形状や大きさと戻った位置がおおよそ同等な新補石材で399石(38.9%)、S2は、交換した旧石材の形状や大きさと戻った位置にできるだけ近づけた新補石材で99石(9.7%)、S3は、城内残石(新補石材として取り扱い)や破損石材を再利用するなどの工夫で対処したもので40石(3.9%)であり新補石材としては538石(52.5%)を占めた。

さらに、調整された石材が17石(1.7%)占めている。

この統計から、解体調査完了時と改修完了時では石材の利用状況(第5章第3節)が大きく異なることが判明した。その原因としては、次のことがあげられる。

○荷重から開放されたことにより保管場所で割れが自然発生し、新補石材と交換した。

○破損部分(山傷などのクラック)が温度変化や、冬場であったため山傷に浸した水分が氷結し膨張と縮小の繰り返しにより割れが拡大し、新補石材と交換した。

○保管期間中に降水などで石材表面が洗い流されたことにより新たな破損部分(山傷や風化)が確認され、新補石材と交換した。

○実際に積む段階で、石材間(左右と下の石材)の当たりの位置が悪く、不安定な積み方となってしまい、加工しても限界がある場合は新補石材と交換した。

このような原因で、旧石材が再利用不可能となることは、ある程度は当初から予想されたことではあるが、実際作業を進めていくと想像以上に多かった。このことに対しては、改修工事中に急遽予備の新補石材を用意し、あるいは再利用できない旧石材を工夫して使用するなどの方法で対処したが、このような現象が生じることがあるということが判明したことにより、今後はある程度の推測に基づいた予備石材の確保が可能となろう。

また、参考ではあるがこれらの統計は個体数量に基づくものであるが、面積比で統計をおこなった場合には、旧石材再利用率面積比は45.3%、新補石材利用比率面積比は54.7%とほぼ固体数量の比率と同じ傾向となっている。

記号	内 容	A面	B面	(A+B)	%	(参考データ)	
						旧石材再利用率	旧石材面積比
K 1	旧石材として原位置に戻っている石材	171	179	350	34.1		
K 2	旧石材として原位置の近くへ工夫しながら戻った石材	33	61	94	9.2	470石	m <sup>2</sup>
K 3	旧石材として原位置を大きく離れた場所か詰石などに転用された石材	18	8	26	2.5	45.8%	45.3%
S 1	旧石材と同等な新補石材	223	176	399	38.9	新補石材利用率	新補石材面積比
S 2	旧石材に近づけた新補石材	43	56	99	9.7	538石	m <sup>2</sup>
S 3	城内残石などの新補石材	20	20	40	3.9	52.5%	54.7%
C	調整のため加除された石材	10	7	17	1.7		

表7-6-1 A・B面の石材最終利用状況

※本項の数値は個体比率

## 第8章 土木的検討

本章では、稲荷櫓台石垣改修工事に伴う土木的な検討をおこなっている。

当公園内の石垣は、変状している箇所が数カ所見受けられ、改修が進められている。しかし、石垣に関する基準書・仕様書が定められていないことから、本格的な土木に関する検討がされておらず、経験を主に業務が進められてきた。もちろん、伝統工法を用いて石垣を復元する場合は、現場を担当するものの経験は重要であるが、改修された箇所が再度、それをおこなう時は数百年後になる可能性もある。また、必ず同じ人物による改修工事が進められるとも限らない。そのために、どのような点に着目し、どのような検討をおこなってきたかを記しておく必要があると考えた。

本章で示した土木的検討は、稲荷櫓台石垣改修に伴い検討した項目の一部である。実際は、建設部を主体に建設コンサルタント、施工者、石工などの職人などが、試行錯誤しながら検討し、解決できないときは試験施工をおこない、多くの失敗を重ねながら改修工事をおこなった。稲荷櫓の基礎構造の検討においては、建設部としては近代的な土木技術の観点発達から工法を選定した。教育委員会や学識経験者により構成される調査検討委員会と十分検討した結果、近代的な発想ではなく伝統工法による復元が好ましいと判断して検討を繰り返した。この議論を境に、積極的な情報公開に努め、建設部と教育委員会が議論を深めることにより、自然と連携が生まれてお互いの意見を尊重しあい、業務を遂行することができた。

検討した事項・結論は必ずしも正しくなく、改善する事項も多いが、ページの許す限り事実を忠実に示した。当公園内もしくは全国他の箇所で改修工事がおこなわれた場合に、さらなる修正をおこない、健全な石垣の構築をおこなえるための指標となれば幸いかと思いまとめた。

本章での大まかな内容は以下のとおりである。

第1節：甲府城跡全体の地形・地質背景を踏まえ、稲荷櫓台石垣を構成する地質とその工学的性質を把握し、現状での稲荷櫓建設による安定性の検討

第2節：改修工事に伴う各材料の工学的性質と石垣、裏込、盛土により構成される基礎部の安定性と施工の管理規定

第3節：改修工事に伴う品質の確保と石垣の安定性の監視

第4節：まとめ

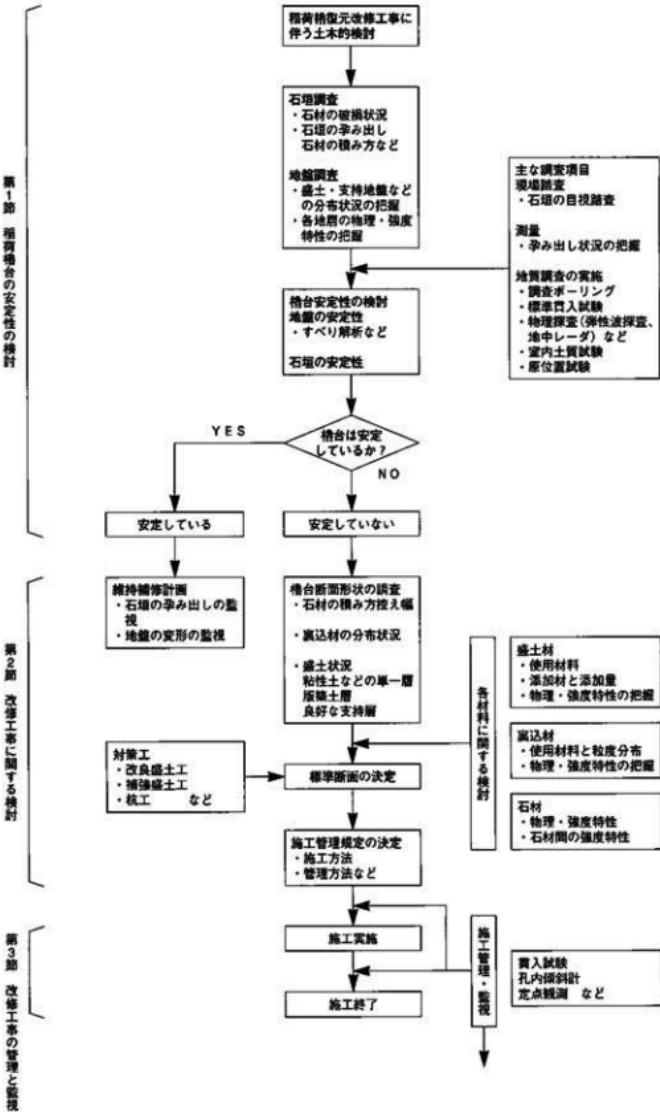


図8 第8章の流れ

## 第1節 稲荷檜台の安定性の検討

## 第1項 塞施方針

稲荷機の建設に伴い、機台の安定性について検討する。

調査は、機台周辺の地質調査とその地盤の土質試験を実施した。

地質調査は、調査地に分布する地層の性状を把握することを目的としてボーリング、物理探査を実施し、地質断面図を作成するとともに構成する地質の性状をまとめた。また、ボーリングと併せて標準貫入試験を実施し、原位置における地盤の縮まり具合や硬軟を把握した。

土質試験は、ボーリングより得られた土質試料および槽台を構成する地盤の不攪乱試料を採取し、物理的性質ならびに力学的性質を把握した。

調査のまとめとして、地質調査結果・土質調査結果を総合的に判断して各層の土質定数を提案した。

安定解析では橋荷構の建設に伴い、橋台の安定性について検討した。

対策工法の検討は、安定解析結果より稻荷橋の建設に伴い橋台が不安定化する可能性があるため、基礎形状の検討をおこなった。

## 第2項 調査方法

## 2. 1. 調査ボーリング

機械ボーリングはロータリー式オイルフィード型で掘削した。この方法は原動機によってボーリング機械のスピンドルを回転させ、ロッドを介してロッド先端に取り付けたコアチューブ及びメタル(ダイヤモンド)ビットによって地盤を掘削する方法である。

掘削孔径は不搅乱試料を採取する場合  $\phi 116\text{mm}$  とし、それ以外は  $\phi 66\text{mm}$  とした。不搅乱試料採取深度までは地盤への水の浸透を最小限とするため極力無水掘削とした。

掘削中は、湧水・逸水や地質・土質の境界・性状などの変化に十分留意して実施した。

掘削の際に孔壁崩壊の恐れがある場合には、ケーシングパイプを挿入して掘削をおこなった。また、孔内水位は毎日作業着手前と、作業終了後に測定した。

採取した試料はボーリングコア箱に納め提出した。ボーリングで出現した地質・深度・コア性状の詳細はボーリング柱状図として取りまとめた。

表8-1-1、図8-1-1に使用機器、ボーリング装置図を示す。

表8-1-1 使用ボーリングマシン他一覧

項目	型式	製造所	摘要 (規格・能力)
試験機	O P - 1	鉱研工業㈱	100m級 オイルフィード
ポンプ	V S - P	カノボーリング㈱	最大吐出量 50L/min
エンジン	N F - 75	ヤンマーディーゼル㈱	最大出力 7.5 P S
	N F D - 9	ヤンマーディーゼル㈱	最大出力 9.0 P S

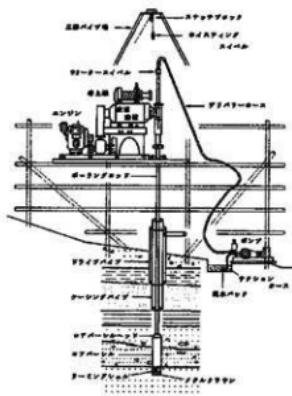
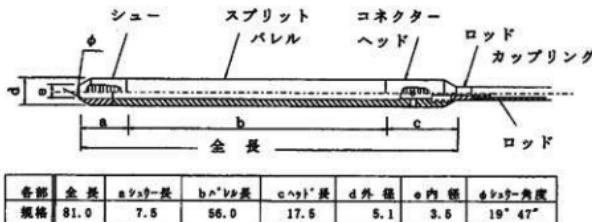


図 8-1-1 ボーリング装置図

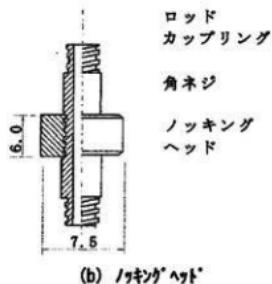
## 2. 2. 標準貫入試験

標準貫入試験 (Standard Penetration Test 以下 S P T と略す) は、原位置において試料を採取し、*N* 値を求め土の硬軟、締まり具合、工学的性質を知ることを目的として実施した。

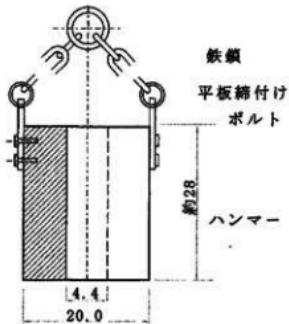
*N* 値は、質量 63.5kg のハンマーを 75cm の高さから自由落下させて標準貫入試験用サンプラーを地中に打ち込み、30cm 貫入させるのに要する打撃回数をいう。S P T は原則として 1 m 每に実施し、試験用具・試験方法は J I S A - 1219 - 1961 に準じておこなった。主な試験用具を図 8-1-2 に示す。



(a) 標準貫入試験用サンプラー



(b) ノッキングヘッド



(c) ハンマー

図 8-1-2 標準貫入試験機材・器具 (単位: cm)

### 2. 3. 不搅乱試料採取

不搅乱試料採取方法は、対象となる土質の性状・硬さ・締まり具合などを考慮し、図8-1-3に示すデニソン型サンプラーを用いて実施した。

なお、現地で採取した試料は、採取後速やかに両端をパラフィンシールし、振動や極端な温度変化が生じぬように、図8-1-4に示す運搬箱に収納し速やかに震動を与えないように試験室に運搬した。

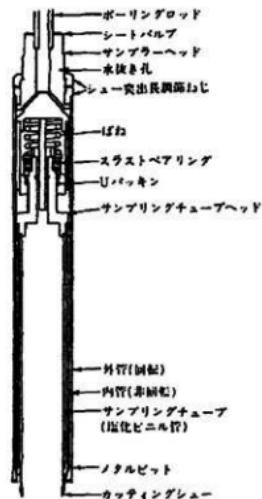


図8-1-3 デニソン型サンプラー

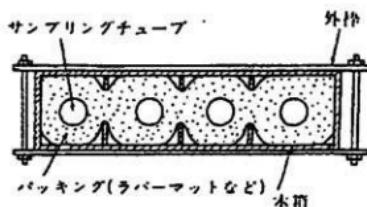


図8-1-4 運搬箱

## 2. 4. 孔内水平載荷試験

孔内水平載荷試験はボーリング孔内の壁面を加圧し、そのときの孔壁面の変形量（孔壁の広がり具合）を測定することによって、地盤の変形特性を把握するための試験である。図8-1-5に孔内水平載荷試験の基本構造図を示す。

本調査では軟弱な地盤を対象としたので、LLT (Lateral Load Tester) を使用した。表8-1-2にはLLT試験器の仕様を一覧する。

表8-1-2 試験装置仕様

機種	LLT
載荷方式	等圧載荷方式
最大加圧力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	約25
試験孔径 (mm)	66
有効載荷長 (mm)	600
圧力源	ガス圧
変位測定法	水の容積変化

試験装置の基本的な構造は図8-1-5に示すように、

- ①ボーリング孔内へ挿入する測定管
- ②地上の圧力変形制御部
- ③両者の連結部

より、構成される。

試験に際しては孔壁面に一定量の加圧力を段階的に増加させ、孔壁面の変形量を測定する。

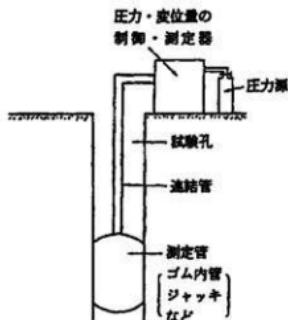


図8-1-5 孔内水平載荷試験基本構造図

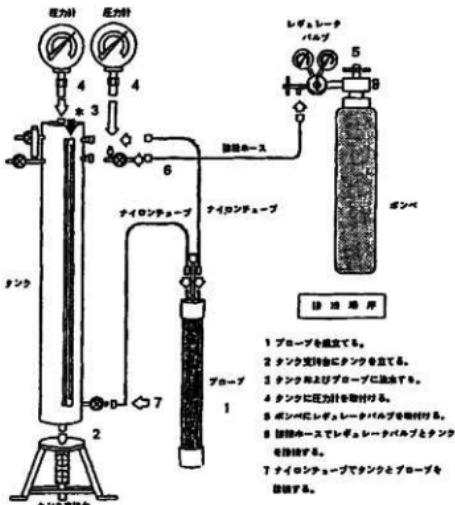


図8-1-6 LLTの装置一般図

次に、試験手順、試験結果の整理・解析手法及び諸定数の算出方法について記述する。

a) 試験手順

- ①ボーリングにより孔径66mmの試験区間を掘削する。
- ②試験装置を組み立てた後、ゾンデと圧力計高さを平行にして静水圧 ( $u = 0 \text{ kg f/cm}^2$ ) の状態に調整し、その時のスタンドパイプの水位を読みとる。
- ③ゾンデを所定の試験深度に設置し、静水圧のみによるゴムチューブの膨張量を測定する。
- ④ガスピンベから窒素ガスを送りスタンドパイプの水位を15秒、30秒、60秒、120秒の4回にわたり読みとる。ガス圧は1分経過毎に加圧し、その加圧ステップは地盤の強度を考慮して普通0.1~1.0  $\text{kg f/cm}^2$  で行う。
- ⑤試験終了は最大加圧 (25  $\text{kg f/cm}^2$  以下) に至るか、または容積計の容量を超える変形を生じる場合とする。

b) 試験結果の整理・解析手法

L L T 試験により求められた有効載荷圧力  $P$  と膨張半径  $r$  との関係、すなわち測定時の孔壁地盤の変位は、図 8-1-7 に示す曲線を描く。

ここに、

- ①ゴムチューブ自身の自由膨張過程で、孔壁には接しておらず地盤への応力伝達はない。
- ②ゴムチューブが現在の孔壁に達する点。
- ③押し出されている現在の孔壁を、主働土圧に抗して押し戻す孔壁の再圧縮課程。
- ④最初の孔壁に達して、地盤の静止土圧  $P_0$  とみなすことができる。
- ⑤受動土圧を地盤内に生ずる載荷課程の初期直線段階で、いわば地盤の疑似弾性変形領域である。 $P_e - r$  曲線はほぼ直線を成し、変形速度はほぼ一定値をとる。
- ⑥地盤の降伏点。
- ⑦破壊に至る過程。
- ⑧地盤の破壊点。

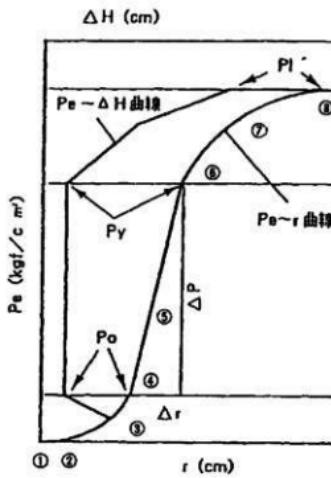


図 8-1-7 L L T 試験結果の模式図

### c) 地盤の諸定数の決定

#### ① 静止土圧 $P_o$ 、降伏圧 $P_y$ 、破壊圧 $P_L$ の決定

地盤の力学特性点は、 $P_e - \Delta H$  曲線の折点と  $P_e - r$  曲線の形状と併せ決定することができる。これらの折点として、グラフ上から読みとる圧力を各々  $P_o$ 、 $P_y'$ 、 $P_L'$  とすると真の  $P_y$  及び  $P_L$  は、次式で表される。

$$\text{降伏圧: } P_y = P_y' - P_o \text{ (kgf/cm)}$$

$$\text{破壊圧: } P_L = P_L' - P_o \text{ (kgf/cm)}$$

#### ② $K_m$ 値の算出

$K_m$  値についても図 8-1-7 の  $P_e - r$  曲線上の⑤疑似弾性変形領域（直線区間）の勾配として次式により定める。

$$K_m = \frac{\Delta P}{\Delta r} \text{ (kgf/cm)}$$

従って、 $K_m$  値は単位変位量に対する荷重強度で、単位は  $\text{kgf/cm}^2$  で表される。

#### ③ 弹性係数 $E_m$ 値の算出

$E_m$  は弾性論から 2 次元平面歪みの仮定に基づき、 $K_m$  値、中間半径  $r_m$ 、ポアソン比  $\nu$  を用いて次式で求められる。

$$E_m = (1 + \nu) \times r_m \times K_m \text{ (kgf/cm)}$$

ここに、 $K_m$ : 先に求めた  $K_m$  値  $\text{kgf/cm}$

$\nu$ : ポアソン比  $\nu = 0.3$

$r_m$ :  $K_m$  算出区間の中間半径 (cm)

## 2.5. 弹性波探査

本調査は、石垣積み替え予定地の地盤状況を弹性波速度分布で把握する目的で実施した。特に、 $N$  値  $\geq 50$  を示す地山形状の把握を主眼とした。

以下、探査の概要是次のようである。

### (1) 探査方法：屈折法弹性波探査 (P 波)

・受振点間隔：1 ~ 2 m

・起振点間隔：約 2.5 m ~ 10 m

### (2) 原理

一般に、弹性波速度には、地質との間に密接な関係がある。弹性波速度は、地層の生成年代、成因、変質及び割れ目の発達程度、含水状態などにより変化する。その速度値は、良く固結した岩盤ほど高くなるが、固結程度が同じでも、割れ目が発達し変質度の高い岩盤ほど弹性波速度は低下する。

屈折法弹性波探査は、この原理を利用して、人工的（ハンマ打撃）に発生させた地震動（弹性波動）が直接または異地層間で屈折して地層中を伝わっていく状況を地表で観測し、それを基にして地層の速度分布を求める方法である。この地震動には、縦波 (P 波) と横波 (S 波) があるが、今回は P 波を用いた。

実際の作業状況は、図 8-1-8 の観測手順及び観測模式図に示すように、地層中を伝わってきた地震動を、地表に設置した受振器で捉え、デジタル弹性波探査器で記録するものである。

### 測線設定

計画した各測線について、継断測量をおこない測線の設定をおこなう。受振器を設置する測点には、水平距離 5 m 間隔に木坑を打設する（石垣面ではチヨークでマーキング）。

### 展開作業 (受振器の設置)

測線の端側より、観測線を配線しながら測点（木坑）毎に受振器を設置し、観測線に接続する。1 展開あたり受振器を最大48個設置できる。

### 起振点の設置

1 測線あたり 6～8 点の起振点を所定の箇所に設ける。ハンマー打撃による場合は、地面に置いた鉄板をハンマーで打撃して起振し、その時刻はハンマーに付けたハンマースイッチにより記録器本体へ送信される。

### 測定作業

弾性波探査器により、交通振動や風などによるノイズを最小にするように増巾器で調製する。測定本部より適時指示し、1 点毎地面を起振し、その受振波形を記録する。

以上の一連の作業（展開→起振→測定）を順次繰り返して 1 測線の測定作業が終了する。同様に他の測線においてもおこない全測線の測定作業が完了する。

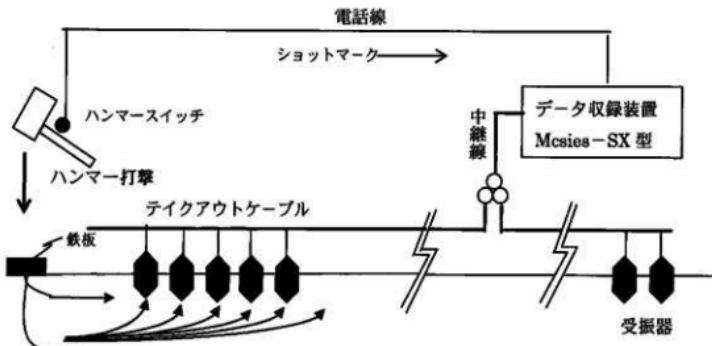


図 8-1-8 観測手順及び観測模式図

### (3) 解析方法

解析は走時曲線を用いた方法でおこなう。走時曲線は、測定記録（サンプリングタイム200μ）より、起振点から各受振点までの弾性波初動の到達時間（走時）を読み取り作成する。

走時曲線の形状は、地下の速度構造を反映する。走時曲線の勾配は、見掛け上の弾性波速度の大きさを表し（曲線の勾配が小さいほど速度値は大）、走時曲線上で同一層の現れる範囲は、その速度層の層厚に対応して変化する。この走時曲線の変化から、地下の速度構造を解析で推定することができる。

走時曲線の主な解析方法には、従来から土本地質調査に最も良く利用されている「萩原の方法（はぎとり法）」と、最近開発されたトモグラフィ的解析方法（トモグラフィ法とする）の2つがある。今回は、石垣背後の速度構造が、地形の影響を大きく受け、速度逆転層（裏込材）を含み複雑なため、はぎとり法による層構造モデルを初期モデルとして、石垣の速度や孔中受振データを付加させたトモグラフィ解析をおこなった。2つの解析方法の主な相違点と特長を表8-1-3に示す。その解析フローを図8-1-9と図8-1-10に、また、A測線の例を図8-1-11に示す。

表8-1-3 はぎとり法とトモグラフィ法の比較

項目		はぎとり法（萩原の方法）	トモグラフィ法
弾性波種別		直接波+屈折波	直接波+屈折波+透過波
速度構造の制約	構 造	深部ほど速度値は大きくなると仮定。	原則的に左同。場合によって、速度逆転層も可能。
	速度値	1つの層内は同一速度。	1つの格子内は同一速度。
弾性波の伝わり方		層境界に沿って下層の速度で伝わる。	各格子内を各格子内の速度で透過しながら伝わる。
地形や速度境界面の凹凸による影響		大きい 〔凸で見かけの高速度 凹で見かけの低速度〕	小さい
特 長		<ul style="list-style-type: none"> <li>・堆積層などの層構造での適用性が高い。</li> <li>・ゾーニング（大区分）しやすい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・火成岩や断層など塊状や脈状構造での適用性が高い。</li> <li>・微かな速度変化を捉えやすいため、詳細な解釈が可能。</li> </ul>

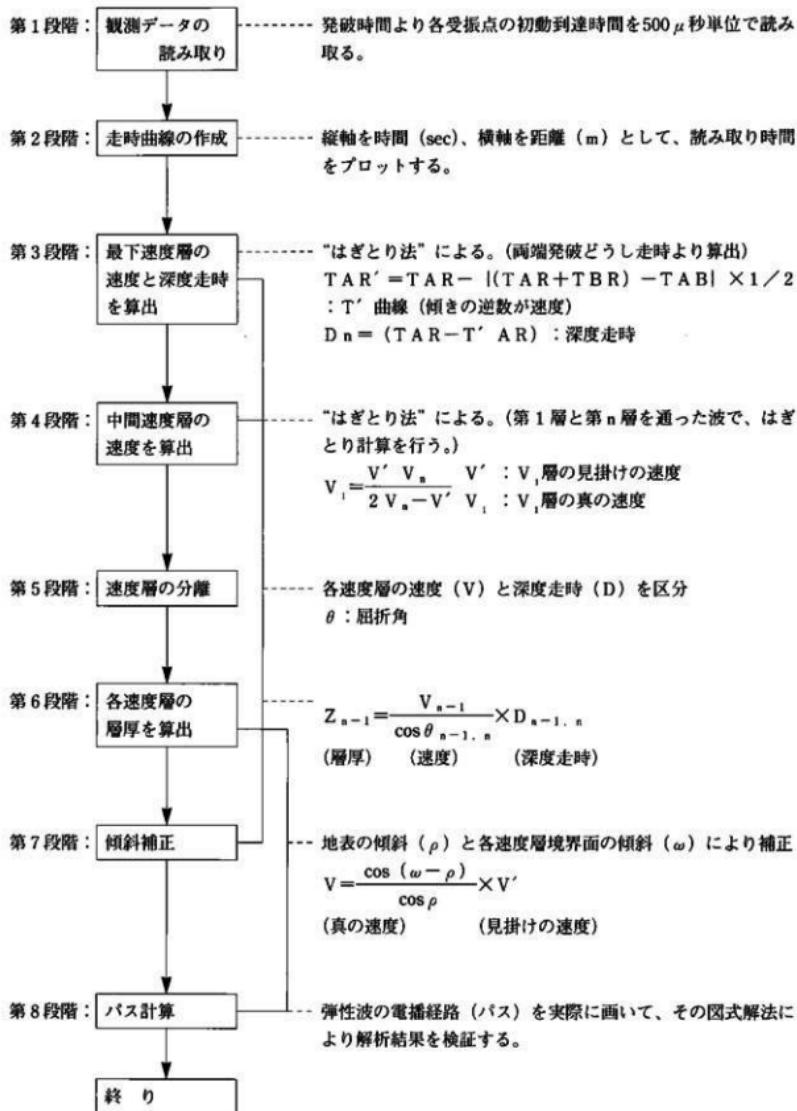
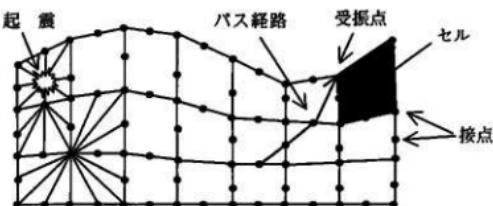
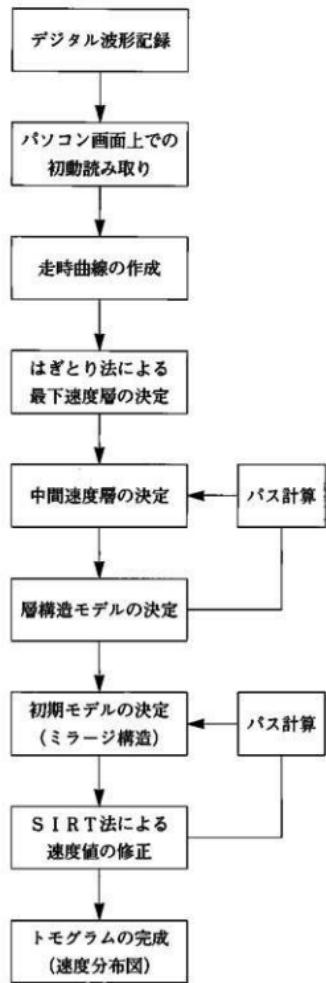


図8-1-9 はぎとり法の解析フロー



SIRT法は、速度構造モデルを複数の四辺形（セル）に近似し、各セル内の速度を一定と仮定した上で、 $j$ 番目のセルのスローネスの修正量 ( $\Delta S_j$ ) を、次式で繰り返し修正しながら、実測値（走時）と整合する最適な速度モデルを推定する方法である。

$$\Delta S_j = \sum (T_{ij} \cdot l_{ij} \cdot S_j / T_i) / \sum l_{ij}$$

$S_j$  :  $j$ 番目のセルのスローネス

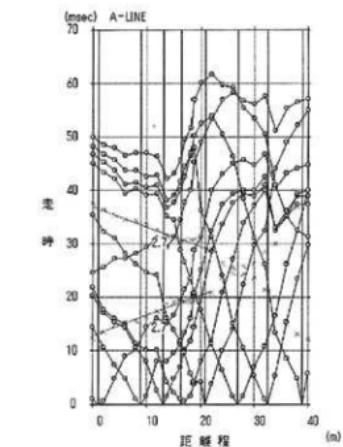
$l_{ij}$  :  $i$ 番目の波線が  $j$ 番目のセルを通過する長さ

$T_i$  :  $i$ 番目の波線の全ての残差

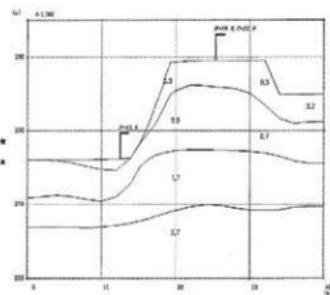
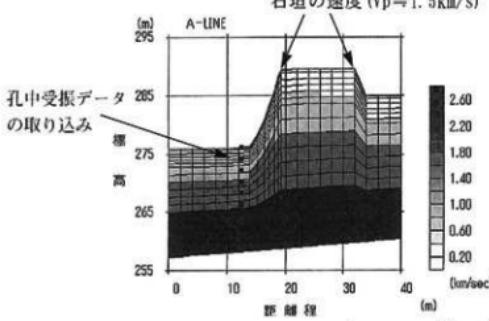
$T_{ij}$  :  $i$ 番目の波線の理論走時

図 8-1-10 トモグラフィ法の解析フロー

[走時曲線=実測値]



[はぎとり法による層構造解析]

石垣の速度 ( $V_p = 1.5 \text{ km/s}$ )

[層構造解析結果+石垣の速度+孔中受振データによる初期モデルの設定]

※裏込部は速度逆転層と假定

実測値と理論値との誤差を小さくする  
ように繰り返し修正(10回)して最適化した速度モデル

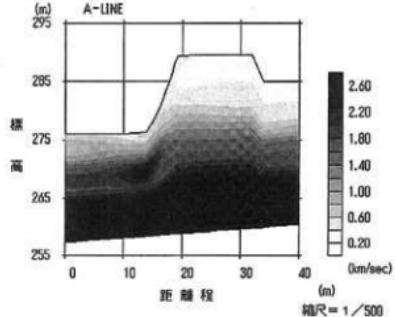


図 8-1-11 トモグラフィ解析の例

## 2. 6. 室内土質試験

土質試験方法は、日本工業規格（JIS）及び地盤工学会基準（JGS）に準じて実施した。

### (物理的性質試験)

- ・土粒子の密度試験 JIS-A-1202 (JGS T111-1990)
- ・土の含水比試験 JIS-A-1203 (JGS T121-1990)
- ・土の粒度試験 JIS-A-1204 (JGS T131-1990)
- ・土の液性限界・塑性限界 JIS-A-1205 (JGS T141-1990)

### (力学的性質試験)

- ・土の非圧密非排水 (UU) JGS T521-1990
- 三軸圧縮試験

## 第3項 調査結果

### 3. 1. 調査ボーリング結果

ボーリング結果は表8-1-4にとりまとめた。

ボーリングで確認された地質の地層区分および各ボーリング地点との対比を表8-1-4に一覧する。

表8-1-4 ボーリング結果一覧

地質記号	地層区分	分布状況	構成土質
T'	新規盛土	0~5.30	礫混じりローム質土
T	旧盛土	~11.00	礫混じりローム質土 砂混じりシルト 礫混じり粘土 凝灰質粘土
T f	凝灰岩	~12.35	凝灰質砂質シルト 凝灰質固結粘土
T f b	凝灰角礫岩	~(16.38)	火碎流堆積物（シルト混じり砂礫）
S	礫混じり砂	14.00~14.45	粗粒砂

以下に各地層の性状について述べる。

#### T' 新規盛土

平成9年度の石垣の修復に伴い施された盛土である。

ローム質の砂質シルトを主体とし、砂、礫を不規則に混入するなど全体に不均質である。

## T 旧盛土

甲府城構築（約400年前）の際に施された古い盛土である。

粘性土と砂質土が数十cm間隔の不規則な互層状～ブロック状に分布する。全体に不均質で砂、礫を多く混入する。ボーリングでの確認礫径は  $\phi$  5 ~ 50mm程度。全体としてはよく締まっているが、粘土ブロック、砂の薄層など軟質、ルーズな部分も認められる。

粘性土部分は凝灰質粘土を主体とし、砂、礫を混入する。全体に混雑率は低い。全体として指圧によりわずかに凹む程度の固さであるが、砂の混入が多い部分や含水が多い部分では、指圧により容易に陥没する程度の固さである。含水は少ない～やや少ない。粘性は強い～非常に強い。

砂質土部分は未固結の中～粗粒砂よりなり、細粒分を多く含む。全体に不均質で、粘土ブロックや礫などを不規則に多く混入する。また、しばしば細粒分の少ない部分も挟在する。

## T f 凝灰岩

均質な半固結～固結状の凝灰質シルト主体。黄褐色～淡緑黃灰色を呈する。全体に砂質で細～中粒砂を多く混入し、一部に細かい葉理が発達する。しばしば白、褐、灰色の火山灰質粘土片を混入する。全体としては固結度は比較的高いが、上部では粘土化が認められ、また、下部では固結度が低く團粒状を呈する部分が認められる。

## T f b 凝灰角礫岩

火碎流堆積物。全体に半固結状を呈するが、しばしば未固結で軟質な部分も認められる。

$\phi$  5 ~ 30mm程度の礫を多く混入し、しばしば50mm程度の礫を混入する。礫は安山岩質で硬質なものを主体とするが、風化により軟質化しているものも多い。

マトリクスはシルトを多く含む淘汰の悪い中～粗粒砂よりなる。部分的にルーズな砂や軟質な粘土の薄層を挟在する。

## S 磕混り砂

上位の T f b 層とは漸移的で、一部指交関係にある。本調査では一部が T f b 層中に挟在しているのが確認された。

淘汰の悪い細粒砂～粗粒砂よりなり、シルト分を混入する。 $\phi$  2 ~ 50mm程度の礫を混入するが、混雑率は低い。部分的にシルト分を多く含み、砂質シルト状となる。全体によく締まっているが、シルト分を多く含む部分は軟質である。

### 3. 2. 標準貫入試験結果

試験の結果を表 8-1-5 に一覧する。

各層の N 値の代表値については、原則として N 値の上限を 50 として算術平均により求めた。

また、T f b 層については N 値の頻度分布を考慮し、全体として明らかに  $N \geq 50$  に評価されるこどから代表値を 50 とした。

表 8-1-6 に N 値と土の状態の目安を示す。調査地の分布地質を同表を用いて評価する際には、T'、T、T f は粘性土、T f b、S は砂質土の N 値の目安が適用される。

表 8-1-5 N 値一覧表

地質記号	地質区分	測定個数	N 値	
			範 囲	代表値
T'	新規盛土	4	10~26	20
T	旧盛土	18	9~13	11
T f	凝灰岩	6	10~ $\geq 50$	39
T f b	凝灰角礫岩	9	16~ $\geq 50$	50
S	礫混り砂	12	33~ $\geq 50$	47

表 8-1-6 N 値と土の状態 (Terzaghi and Peck; 1948 を簡略化)

土質	N 値	土の状態
砂質土	0~4	非常に緩い
	4~10	緩い
	10~30	中位の
	30~50	密な
	50以上	非常に密な
粘性土	0~2	非常に軟らかい
	2~4	軟らかい
	4~8	中位の
	8~15	硬い
	15~30	極度に硬い
	30以上	固結した

### 3.3. 弹性波探査結果

解析結果の走時曲線及び速度断面図は図 8-3-5 に示した。速度断面は、はぎとり法による層構造を仮定した速度モデルとトモグラフィ法による速度モデルの 2 つを示した。速度断面の解釈は、この 2 つの速度モデルを合わせて下記のようにおこなえる。

#### (1) 速度構造

石垣部(盛土)の速度構造は、層状であり、4 層に大別できる。

- ・第 1 速度層 (0.2~0.4 km/s 土) : 盛土上半部 (N 値 = 8~26 土)
- ・第 2 速度層 (0.4~0.8 km/s 土) : 盛土下半部 (N 値 = 9~13 土)
- ・第 3 速度層 (0.8~2.0 km/s 土) : 風化火砕岩類~火山砂 (N 値 > 40~50、一部 16~37)
- ・第 4 速度層 (2.0~2.7 km/s 土) : 同上 (N 値 > 50)

石垣尻~壠跡では、孔内水位 (G L 1.0~2.3 m) が浅く飽和度の高い地盤となっている。このため、第 2 速度層は地下水の速度 (1.5 km/s) の影響で高速度化し、速度構造が土質境界や地盤強度を反映しない結果となった (この部分は電探で補足した)。

#### (2) 石垣背後の速度構造

石垣背後の速度構造は、石垣、裏込部、地山の 3 つに区分できる。

- ・石垣 (0.8~1.5 km/s 土)

石垣の速度は、直接波の測定で求めた。石垣の厚さは “積み直し工事のスケッチ” 等を考慮すると 0.5~1 m 土と推察される。この情報で初期モデルを仮定したトモグラフィ法での結果で、ほぼこの形態が再現された。但し、石垣が低くまたは短い部分で、受振・起振を細かく設定できなかったところでは、盛土部との差を再現できていない。

- ・裏込部 (0.4~0.8 km/s 土)

裏込部は、トモグラフィ法の結果で、低速度のくさび状パターンを示す速度逆転層に対比される。その範囲は、石垣尻付近で、石垣面より約 2 m 土までを示す。

- ・地山 (0.8~1.0 km/s 以上)

地山に對比される第 3 速度層上端部の速度値は、トモグラフィ法とはぎとり法 (1.6~1.7 km/s) で異なる。ここでは、裏込部の “速度逆転層” の解析が可能であったトモグラフィ法での結果の方が信頼性が高いと判断できる。但し、トモグラフィ法もはぎとり法も、その付近の速度境界面のパターンはほぼ一致した台形状を示していることから、はぎとり法では第 3 速度層、トモグラフィ法では

0.8~1.0km/sの等値線がN値≥50を示す地山ラインに相当すると推定できる。

### 3.4. 孔内水平載荷試験結果

孔内水平載荷試験は、ボーリング孔壁を加圧して、加圧力と孔壁面の変形量を測定することにより、地盤の変形特性を求める目的とした。

杭基礎を設計する場合には、水平方向の支持力は杭の上部に分布する地層の変形特性に支配される。従って、これらの深度付近に分布する各土層の変形特性を孔内水平載荷試験で直接確かめることを試みた。

孔内水平載荷試験結果は表8-1-7にまとめる。

表8-1-7 孔内水平載荷試験結果一覧表

孔番	地層	試験深度 G L-(m)	静止土圧 P <sub>o</sub> kgf/cm <sup>2</sup>	降伏圧 P <sub>y</sub> kgf/cm <sup>2</sup>	破壊圧 P <sub>L</sub> kgf/cm <sup>2</sup>	変形係数 E <sub>m</sub> kgf/cm <sup>2</sup>	N 値
NO. 1	T	4.0~4.6	0.42	1.13	2.21	35.5	10.8

孔内水平載荷試験で得られたE<sub>m</sub>値とN値には図8-1-12に示すような相関関係があるとされている。

参考として、今回の試験結果を●でプロットした。

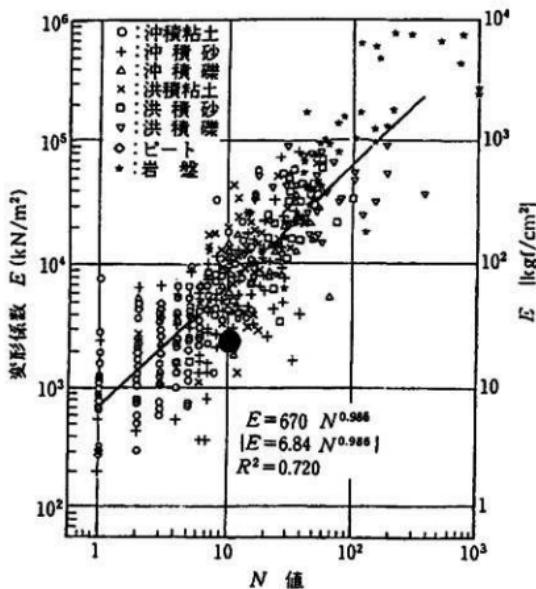


図8-1-12 変形係数  $E_m$  と  $N$  値の関係

### 3. 5. 室内土質試験結果

室内土質試験は調査地に分布する地質のうち旧盛土層（T層）を対象とし、その性状を把握するために実施した。

土質試験は表8-1-8に示す試料を用いて実施した。図8-1-14に各試料の採取位置を示す。

表8-1-9に室内土質試験結果を一覧する。

なお、試料S-1～5については、計画建造物の構築予定範囲外の盛土地盤を重機で直接掘削して採取した試料を用いて参考的に試験を実施されたものである。

表8-1-8 土質試験試料

試料番号	採取地点	区分	試験項目	試験目的
T 3-1～3	ボーリングNo. 3	不搅乱試料 (トリプル)	物理試験 力学試験(三軸UU)	盛土の物理・力学的特性を把握
T 4-1～3	ボーリングNo. 4	乱れた試料 (ボーリングコア)	物理試験(粒度のみ)	粒度構成により 盛土を細区分
C 1-1～5	既存ボーリングNo. 1	乱れた試料 (標準貫入試験試料)		
P 1-1～7	既存ボーリングNo. 1			
P 2-1～4	既存ボーリングNo. 2			
P 4-1	ボーリングNo. 4	乱れた試料 (トリプル)	物理試験	盛土中の砂層部 の性状を把握
S-1～2	石垣上／現場掘削	乱れた試料 (標準貫入試験試料)	物理試験	参考的に試験を 実施
S-3～5	石垣下／現場掘削			



図8-1-13 調査位置平面図拡大図

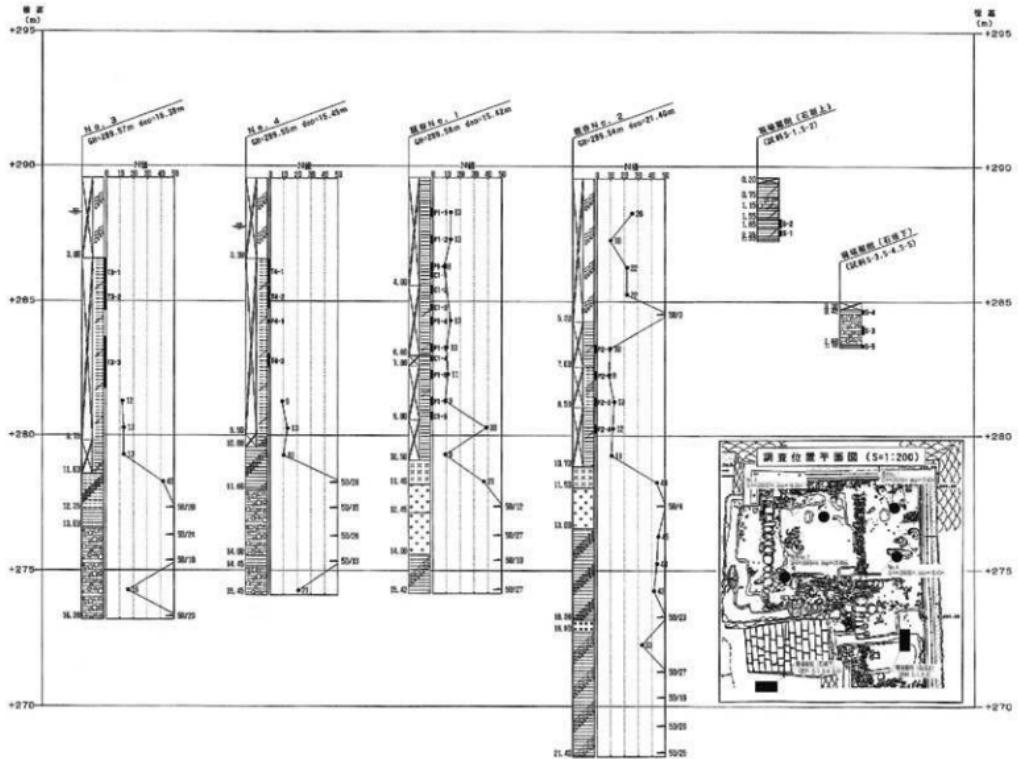


図 8-1-14 室内土質試験試料採取位置図 (SV: 1:100、SH:一覧表示) (調査位置平面図拡大図は前掲)

表 8-1-9 室内土質試験結果一覧

地番名	X-Y-Z	試料番号	成孔試験結果		成孔試験		含水比		稠度比		密度		粒度組成				細粒界限		塑性界限		液状化指標						
			孔深 m	孔径 mm	φ1 mm	φ2 mm	(φ1/φ2) <sup>2</sup>	R <sub>s</sub> mm	e	Sr mm	細分 目	砂 分	シルト分 目	粘土分 目	FC	CL	IP	Vp m/s	Ca mm/m <sup>2</sup>	Φ <sub>a</sub> °C	Ca mm/m <sup>2</sup>	Φ <sub>a</sub> °C					
T	No.3	T3-1	3.99	3.95	1.716	1.236	2.726	41.0	1.153	35.5	16	32	47	11	58	37.8	34.3	18.0	8.15	4.0	32.0	32.3	34.6	12.5	8.12	2.5	
		T3-2	4.99	4.95	1.703	1.216	2.746	41.4	1.092	35.5	17	48	34	9	42	35.9	32.3	17.5	8.12	4.0	32.0	32.3	34.9	12.9	8.12	2.3	
		T3-3	5.99	5.95	1.887	1.496	2.756	31.9	0.950	34.2	15	45	33	7	46	36.4	34.3	17.9	8.12	4.0	32.0	32.3	34.9	12.9	8.12	2.1	
	No.4	T4-1	3.99	3.95	1.714	1.234	2.726	34.1	1.152	35.5	24	44	36	8	36	35.3	32.4	18.4	8.15	4.0	32.0	32.3	34.9	14.5	8.12	2.3	
		T4-2	4.99	4.95	1.700	1.232	2.724	34.3	1.047	34.3	18	47	31	4	35	34.2	32.4	18.4	8.15	4.0	32.0	32.3	34.9	14.5	8.12	2.3	
		T4-3	6.99	7.00	1.700	1.236	2.707	37.6	1.178	35.7	4	17	38	51	70	33.4	32.0	18.0	8.15	4.0	32.0	32.3	34.9	14.5	8.12	2.1	
平均値	-	-	4.786	4.745	1.716	1.236	2.726	36.7	1.088	34.9	15	34	33	15	46	34.4	32.4	18.0	8.15	4.0	-	-	-	-	-	-	-
最小値	-	-	4.705	4.548	1.705	1.236	2.707	31.6	0.955	35.7	4	17	38	4	32	34.4	32.3	18.0	8.15	4.0	-	-	-	-	-	-	-
最大値	-	-	4.887	4.636	1.716	1.236	2.726	41.4	1.178	34.7	24	47	37	51	70	33.4	32.4	18.5	8.15	4.0	-	-	-	-	-	-	-

地番名	X-Y-Z	試料番号	成孔試験結果		成孔試験		含水比		稠度比		密度		粒度組成				細粒界限		塑性界限		液状化指標				
			孔深 m	孔径 mm	φ1 mm	φ2 mm	(φ1/φ2) <sup>2</sup>	R <sub>s</sub> mm	e	Sr mm	細分 目	砂 分	シルト分 目	粘土分 目	FC	CL	IP	Vp m/s	Ca mm/m <sup>2</sup>	Φ <sub>a</sub> °C	Ca mm/m <sup>2</sup>	Φ <sub>a</sub> °C			
T	No.1	P1-1	1.15	1.45	-	-	2.726	-	-	-	8	20	42	22	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P1-2	2.15	2.45	-	-	2.722	-	-	-	11	30	35	34	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P1-3	3.15	3.45	-	-	2.728	-	-	-	11	35	34	30	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C1-1	3.50	3.75	-	-	2.729	-	-	-	8	23	29	25	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C1-2	4.00	4.30	-	-	2.726	-	-	-	16	40	17	17	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	No.2	C1-3	4.70	4.90	-	-	2.724	-	-	-	27	37	19	17	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P2-1	3.15	3.45	-	-	2.725	-	-	-	22	52	15	11	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P2-2	5.15	5.45	-	-	2.728	-	-	-	10	48	22	18	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C2-1	6.00	6.30	-	-	2.748	-	-	-	18	35	22	22	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	No.4	P2-3	7.15	7.45	-	-	2.725	-	-	-	25	37	18	19	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P2-4	8.15	8.45	-	-	2.724	-	-	-	45	34	12	8	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		G1-1	9.70	9.80	-	-	2.760	-	-	-	54	38	18	6	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P2-5	6.15	6.45	-	-	2.713	-	-	-	26	38	18	17	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	No.3	P2-6	7.15	7.45	-	-	2.710	-	-	-	26	37	19	12	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P2-7	8.15	8.45	-	-	2.710	-	-	-	5	44	28	22	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P2-8	9.15	9.45	-	-	2.700	-	-	-	9	21	37	42	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
平均値	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	31	15	3	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
最小値	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	26	22	21	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
最大値	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	32	49	41	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### (1) 物理的特性

#### ① 粒度構成

図8-1-15にT層の粒度分布を示す。図中(b)の三角座標での細分類に基づくと、T層は(FS)、(FS-G)、(SFG)、(GFS)に分類される土質材料から構成されている。

「3.1. ポーリング結果」で述べたように、T層は砂、礫を混入する粘性土や、細粒分を多く含む砂質土からなる中間土的な土質を主体としている。砂や礫の混入量の少ない粘性土層や細粒分の少ない砂礫層なども挟在しており、これらが不規則な互層状に分布している。

図8-1-15に示すように、T層の主要な構成物は(FS-G)、(SFG)に分類されるような土質である。上記ポーリング結果との対比では、(FS-G)は砂、礫を混入する粘性土に相当し、(SFG)は細粒分を多く含む砂質土に相当すると考えられる。

ただし、両者とも不均質な中間土であり、実際には(FS-G)と(FSG)の区分は明瞭ではなく、部分的な様や砂、細粒分の含有量の多少により同一の土層内でも区分が異なることがある。

また、(FS)に分類される試料はT層中に部分的に挟在する粘土層部に相当し、(GFS)は砂礫層部に相当すると考えられる。

#### ② 土粒子の密度

土粒子の密度(比重)は、各土層を構成する鉱物の種類に影響され、その後背地の地質や堆積環境を反映するものである。今回調査の場合、対象とする地質が盛土であり、土粒子の密度は盛土を構成する盛土材の性状に影響される。

一般的な鉱物の比重は2.6~2.8 g/cm<sup>3</sup>の範囲にある。ローム層などでは輝石や磁鐵鉱などの重鉱物の含有などに影響され、 $\rho_s = 2.75$ 前後もしくはそれ以上のやや大きい値を示す。一般に砂質土では $\rho_s = 2.7 \text{ g/cm}^3$ 以上、粘性土では $\rho_s = 2.7 \text{ g/cm}^3$ 以下、有機質土では2.2 g/cm<sup>3</sup>以下となることが多い。

今回試験結果より、T層の土粒子の密度は2.700~2.764 g/cm<sup>3</sup>、平均2.737 g/cm<sup>3</sup>と概ね一般的な範囲にあり、ローム質土を主体とすることからやや高めの値を示しており、妥当な結果であると評価される。また、T4-3、P2-3、P2-4は $\rho_s = 2.7 \text{ g/cm}^3$ 前後のやや低めの値を示しているが、これは他の試料に比べ礫分が少なく細粒分の含有が多いことを反映していると考えられる。

#### ③ 自然含水比とコンシステンシー特性

T3、4 試料の自然含水比は土質による大きな違いはみられず、31.8%~41.8%で、平均37%程度である。一方砂、礫分の多いP4-1は26.5%と相対的に低めの値を示している。

また、いずれも $W_p < W_n < WL$ の範囲にあり、塑性的で安定した状態にある。

#### ④ 濡潤密度と間隙比

濡潤密度は1.776~1.887 g/cm<sup>3</sup>、平均1.786 g/cm<sup>3</sup>である。一般的な土砂における濡潤密度と粘土分含有量の関係は、粘土分の混入が多いほど濡潤密度が小さく(間隙比が大きくなる)なるが、今回試験結果ではその相関性は明瞭ではない。また、T3-3は1.887 g/cm<sup>3</sup>とやや高めの値を示しており、間隙比はやや小さめの値を示しているが、粒度構成に大きな違いはみられない。

上記の濡潤密度のばらつきは、主に盛土の不均質性に起因するものと考えられ、盛土の代表的な濡潤密度としては試験結果の平均値を採用するのが適当であると考えられる。

## (2) 力学的特性

今回実施した三軸圧縮試験 (U U) 結果を表 8-1-10に示す。全体平均は試験値の算術平均値を示した。

表 8-1-10 三軸圧縮試験結果一覧

地質記号	試料番号	粘着力 $c$ ( $t f / m^2$ )	せん断抵抗角 $\phi$ (°)
T	T 3-1	1.9	4
	T 3-2	1.3	3
	T 3-3	1.3	6
	T 4-1	2.2	0
	T 4-2	1.5	2
	T 4-3	6.1	2
	範 囲	1.3~6.1	0~6
	全体平均	2.4	3

T層のせん断強度については「4-2. 盛土のせん断強度」で後述するが、表 8-1-10に示した土質試験結果で得られるこれらの強度定数は、 $N$  値や土質の観察から判断される値に比べ全体に小さめの値を示している。

土質試験で小さめの強度を示した要因としては、

①人為的な乱れ

サンプリング時や試料運搬時および供試体作成時などに発生する人為的乱れ

②応力解放による乱れ

拘束圧の解放による試料の乱れ

③盛土の不均質性や礫の混入等の影響

盛土の不均質性に起因し、試験に用いた供試体が均一でないことにより試験値がばらついたり、一部の供試体が試験時に礫の混入部分でせん断し、当該土質の正確な強度を表していない可能性などが考えられる。

上記のうち①については細心の注意を払い作業をおこなうことや一連の技術向上により極力乱れの発生を抑止し、その影響を押さえるよう努めた。

②、③については免れ得ない事項であり、特に③については盛土を対象とした土質試験であるという根元的な問題である。

これらの影響を考慮し、T層のせん断強度を設定する際には原位置試験結果等から全体の強度をある程度判断した上で、土質試験結果を総合的に評価し値の設定をおこなう。

なお、個々の試験結果については、各試料とも粒度試験結果からは砂、礫を混入する中間土的な性状であるが、せん断強度は粘着力を主体とせん断抵抗角は極小さいという傾向があり、粘性土的な性状を示している。

## 三角座標

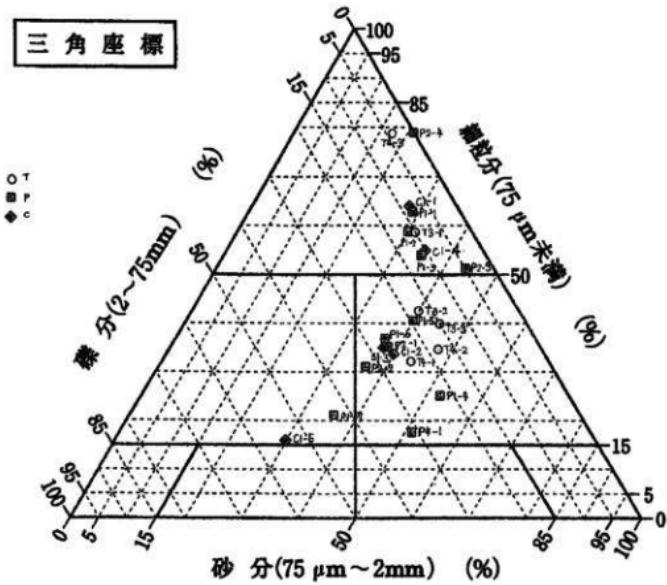
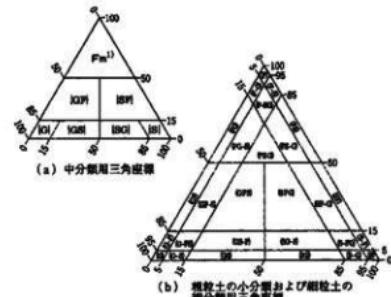


図 8-1-15 T層粒度分布図



参考事項 1) 主に粘土と塑性団で判別分類



工学的土壤分類基準

（日本統一土質分類法）

土質工学会編： 土質試験法

## 第4項 考察

### 4. 1. 地盤構成状況

本調査地の地盤状況を表8-1-11に一覧する。

本調査地付近においてその存在が推定されている甲府城跡の本丸は、沖積低地に分布する孤立丘を利用して築城されている。さらに本丸の周囲には高さ10m以上にもおよぶ石垣と盛土の組み合わせにより、周りの沖積低地より標高的に10~20m程度高い平坦地が造成されている。

地質的にみると、孤立丘は安山岩類、周囲の沖積低地は第四紀の堆積物により構成されている。今回のボーリング地点では、第四紀堆積物上に約10mの盛土が施されている。

調査結果より、調査地の地盤構成状況を図8-1-16に地層想定断面図としてとりまとめる。

表8-1-11 調査地の地盤構成状況

時代	地質記号	地層区分	代表N値	層厚(m)	層相
完新世	T'	新規盛土	20	~5	既存No. 2地点においてのみ確認。石垣修復時に施された盛土。 ローム質な砂質シルトを主体とし、砂、礫を不規則に混入する。礫はφ2~40mm程度で、一部にφ15~20cmのものも含む。含水少なく、粘性は弱い~やや弱い。
	T	旧盛土	11	10~11	粘性土と砂質土が数十cm間隔の不規則な互層状に分布。全体に不均質で砂、礫を多く混入する。礫径は5~50mm程度。 粘性土部分は凝灰質粘土を主体とし、砂、礫を混入する。指圧によりわずかに凹む程度の固さであるが、しばしば軟質な部分も認められる。含水少ない~やや少ない、粘性強い~非常に強い。 砂質土部分は未固結の中~粗粒砂を主体とする。シルト分を含み、部分的にシルト分を非常に多く混入する。全体に不均質で礫や粘土ブロックを不規則に多く混入する。
更新世	T f	凝灰岩	39	1~2	均質な半固結~固結状の凝灰質シルト主体。黄褐色~淡緑灰色を呈する。全体に砂質で細~中粒砂を多く混入し、一部に細かい葉理が発達する。しばしば白、褐、灰色の火山灰質粘土片を混入する。
	T f b	凝灰角礫岩	50	2+	火碎流堆積物。全体に半固結状を呈するが、しばしば未固結で軟質な部分も認められる。 φ5~30mm程度の礫を多く混入し、しばしば50mm程度の礫を混入する。礫は安山岩質で風化により軟質化しているものも多い。マトリクスはシルトを多く含む淘汰の悪い中~粗粒砂となる。部分的にルーズな砂や粘土の薄層を挟む。
	S	礫混り砂	47	2+	上位のT f b層とは漸移的で、一部指交関係にある。 淘汰の悪い細粒砂~粗粒砂となり、シルト分を混入する。φ2~50mm程度の礫を混入する。部分的にシルト分を多く含み、砂質シルト状となる。全体によく締まっているが、シルト分を多く含む部分は軟質である。

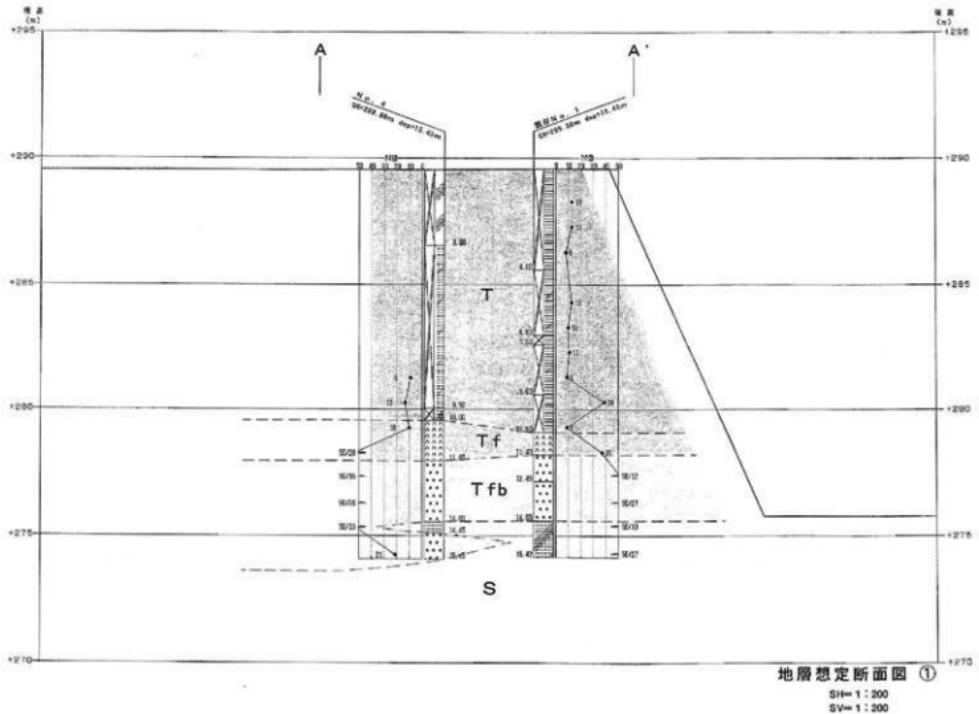


図 8-1-16 地層想定断面図

#### 4. 2. 盛土層のせん断強度

ここでは、本調査で実施した土質試験結果および原位置試験結果をもとにT層(旧盛土)のせん断強度について検討をおこなう。

図8-1-17にT層のせん断強度の設定方法をフローチャートとしてとりまとめる。以降にせん断強度設定の各段階について述べる。

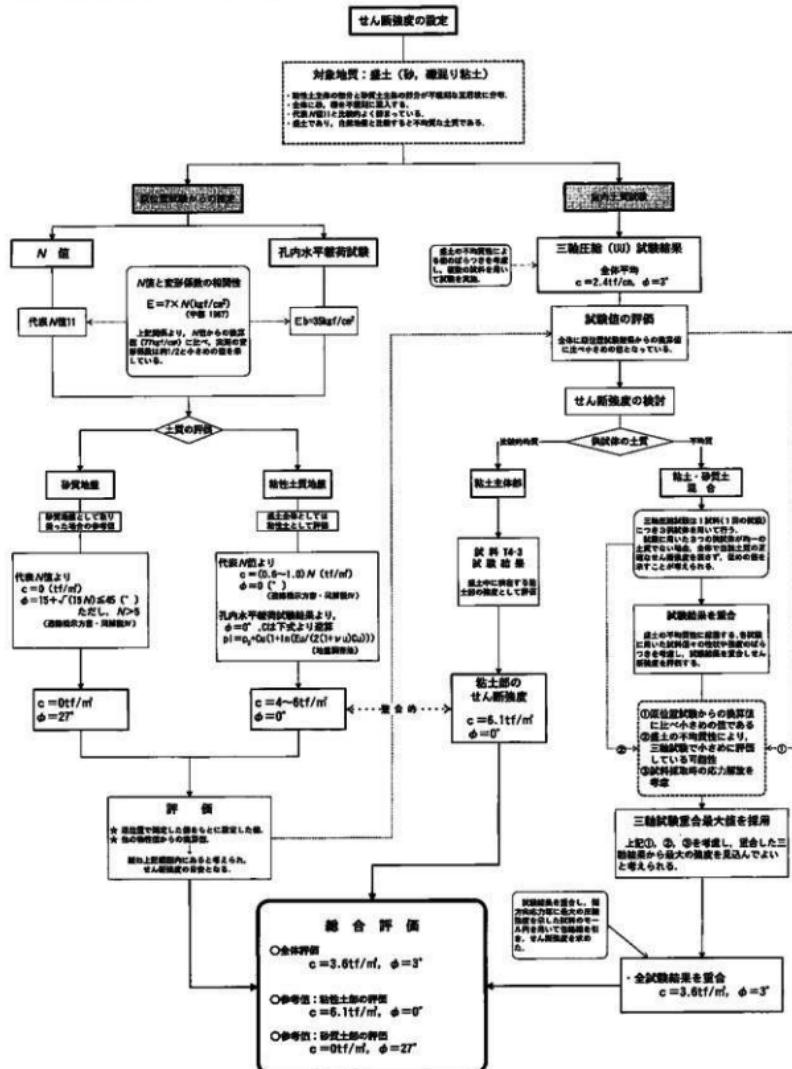


図8-1-17 T層(旧盛土)せん断強度設定フローチャート

### ①原位置試験からの推定

「3.2. 標準貫入試験結果」で示したT層の代表N値および既往調査における孔内水平載荷試験結果より、経験式を用いてせん断強度を求める。

#### 1) N値からの換算

T層は粘性土や砂質土が互層状に分布し、砾や砂を不規則に多く混入しており全体に不均質な土質であるが、N値は構成する土質の違いによらず全体に11程度で一定している。

「3.5. 室内土質試験結果」で述べたように、T層はせん断強度としては粘性土として評価される。従って、せん断強度は $\phi = 0$ として粘着力を下記の経験式より代表N値を用いて求める。

$$c = (0.6 \sim 1.0) N (t f / m^2)$$

出典：道路橋示方書・同解説IV 下部構造編、p236

ここで、T層にはしばしば軟質で固結度の低い部分が認められることを考慮し、安全側から上式のうち低い方の値（ $c = 0.6N$ ）を採用する。

また、T層を砂質土として取り扱った場合の参考値として、 $c = 0$ としてせん断抵抗角を下記の経験式より代表N値を用いて求める。

$$\phi = 15 + \sqrt{(15N)} \leq 45^\circ \quad \text{ただし、} N > 5$$

出典：道路橋示方書・同解説IV 下部構造編、p236

従って、N値から求めたT層のせん断強度は、

$$c = 6 t f / m^2, \phi = 0^\circ$$

また、参考値として、砂質土として取り扱った場合のせん断強度は、

$$(c = 0 t f / m^2, \phi = 27^\circ)$$

#### 2) 孔内水平載荷試験結果からの換算

既往調査における孔内水平載荷試験結果より、T層を粘性土として下式よりせん断強度を求める。

$$p_1 = p_0 + C_u \left( 1 + \frac{E_u}{2 (1 + \nu_u) c_u} \right)$$

$C_u$  : 非排水せん断強度

$E_u$  : 非排水条件下の弾性係数

$\nu_u$  : 非排水条件下のボアソン比

$p_0$  : 静止土圧

$p_1$  : 破壊圧

出典：地盤調査法、p.256、地盤工学会

既往調査結果より、 $E_u = 35.5 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $p_0 = 0.42 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $p_1 = 2.21 \text{ kgf/cm}^2$ 、ボアソン比を $\nu_u = 0.5$ とし、繰り返し計算によりせん断強度を求める。

○  $c = 0.45 \text{ kgf/m}^2$  のとき、

$$(\text{右辺}) = 2.21$$

$$(\text{左辺}) = 0.42 + 0.45 (1 + 1 \times (35.5 / (2 (1 + 0.5) 0.45)))$$

$$= 2.34$$

≠ (右辺)

○  $c = 0.35 \text{ kgf/m}^2$  のとき、

$$(\text{右辺}) = 2.21$$

$$(\text{左辺}) = 0.42 + 0.35 (1 + 1 \times (35.5 / (2 (1 + 0.5) 0.35)))$$

$$= 2.00$$

≠ (右辺)

$$\begin{aligned} \circ c &= 0.41 t f / m^2 \text{ のとき、} \\ (\text{右辺}) &= 2.21 \\ (\text{左辺}) &= 0.42 + 0.41 (1 + 1 n (35.5 / (2 (1 + 0.5) 0.41))) \\ &= 2.21 \\ &= (\text{右辺}) \end{aligned}$$

従って、

$$c = 4 t f / m^2, \phi = 0^\circ$$

### 3) 換算値の評価

原位置試験から推定したせん断強度は、原位置における構成土質の強度を直接測定した値からの換算値であり、地盤の強度をある程度反映した値であると考えられる。ただし、この値はせん断強度を直接求めたものではなく、他の物性値からの換算した値であり、 $N$  値や変形特性とせん断強度との相関性によってはある程度の誤差を含んでいることに留意する必要がある。

従って、ここで求めたせん断強度は T 層のせん断強度の目安として扱い、三軸圧縮試験結果の評価をする際の指標とする。

前述のように  $N$  値からの換算値と孔内水平載荷試験結果からの換算値は同程度の値を示しており、T 層のせん断強度は概ね

$$c = 4 \sim 6 t f / m^2, \phi = 0^\circ$$

程度の値であると考えられる。

### ② 三軸圧縮試験結果の評価

原位置試験からの換算値を指標とし、今回実施した三軸圧縮試験結果を評価し、T 層のせん断強度の検討をおこなう。

#### 1) 試験値の評価

表 8-1-12 に三軸圧縮試験結果を再度一覧する。同表に示すように T 層の三軸圧縮強さの全体の平均は  $c = 2.4 t f / m^2, \phi = 3^\circ$  であり、原位置試験結果からの換算値  $c = 4 \sim 6 t f / m^2, \phi = 0^\circ$  に比べ小さめの値を示している。

試験値が原位置試験からの換算値に比べ小さめの値を示した要因としては、  
 - 試料採取時の応力解放による強度の低下  
 - 盛土の不均質性に起因する強度の過小評価  
 などが考えられる。

このうち盛土の不均質性については、T 層は盛土であり自然地盤と比較すると不均質な土質であるという性状に起因するものである。具体的には、三軸圧縮試験では 1 試料（1 回の試験）につき 3 供試体を用いて、それぞれ側方応力を変えて圧縮強度を測定し全体でせん断強度を求めるが、試験に用いた 3 供試体が均一の土質でない場合や、3 供試体のうち 1 ないし 2 試体が砾の混入等により低めの強度を示した場合、全体で該当土質のせん断強度を示さず低めの値を示すことが考えられる。

#### 2) せん断強度の検討

上述の盛土の不均質性を考慮し、三軸圧縮試験結果をもとに T 層のせん断強度を検討する。

T 層は全体として不均質な土質であり、各試験に用いた試料個々の性状や強度のばらつきを考慮し、試験結果を重ね合わせて一括して取り扱い、せん断強度を評価する。

図 8-1-18 に今回実施した三軸圧縮試験結果を重ね合わせて示す。同図に示すように試験結果にはばらつきがみられるが、①原位置試験結果からの換算値に比べ低めの値であること、②応力解放による強度低下、③砾の混入等の影響を考慮すると、試験結果の範囲で最大の強度を見込んでもよいと

考えられる。従って上記試料の応力円全体で最大の強度が見込める包絡線からせん断強度を設定する。ここで、「3.5. 室内土質試験結果」で述べたように、T層は粘性土として評価されせん断強度は粘着力が大きくせん断抵抗角は小さい傾向が認められることから、粘性土型の地盤として粘着力を大きく見込めるように強度を設定した。

図8-1-18より、  
 $c = 3.6 \text{ t f/m}^2$ ,  $\phi = 3^\circ$  ……………提案値

### ③総合評価

上記提案値は、原位置試験結果からの換算値と概ね同程度の値となっており、T層のせん断強度として妥当な値であると評価される。

従ってT層のせん断強度としては、

$$c = 3.6 \text{ t f/m}^2, \phi = 3^\circ$$

程度であると評価される。

上記検討結果をとりまとめ表8-1-12に一覧する。

表8-1-12 T層の三軸圧縮試験結果およびせん断強度の評価

区分	粘着力 $c$ ( $\text{t f/m}^2$ )	せん断抵抗角 $\phi$ ( $^\circ$ )
三軸圧縮試験結果	T 3-1	1.9
	T 3-2	1.3
	T 3-3	1.3
	T 4-1	2.2
	T 4-2	1.5
	T 4-3	6.1
	範囲	1.3~6.1
せん断強度の評価	全体平均	2.4
	原位置試験結果から換算	6
		$N$ 値より
	4	孔内水平載荷試験
	3.6	試験結果重合
提案値		3

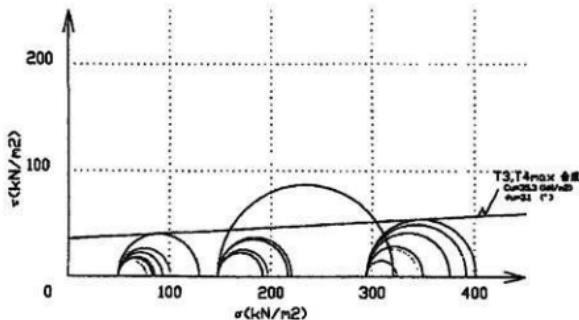


図8-1-18 三軸圧縮試験結果の重合

#### 4. 3. 土質定数の提案

本調査において実施したボーリング結果、標準貫入試験結果、室内土質試験結果および既往資料をもとに、各種の相関式・経験的図表より各層の土質定数を求めた。表8-1-13に提案土質定数を一覧する。

なお、T'層については、碾押し等の貫入障害により過大なN値となっている可能性があるため、安全側に考え相対的に強度の低いT層と一括し、T層のデータを用いて解析をおこなうこととした。

また、Tfb層については、層相の観察では全体に良く固結しており、測定された換算N値が56、125、≥300といずれも高い値を示していることから、軟岩として取り扱い土質定数を設定している。しかし、本調査で測定したN値も含めるとN=50~60程度に評価され、また、固結度は場所により異なり全体としては半固結状程度によく締まってはいるものの、N=20程度の固結度の低い軟質な部分も挟在していることが確認された。従って、本調査では安全側の解析結果を与えるものとして、土木地質的にはTfb層を未固結の砂質地盤として取り扱うこととした。

表8-1-13 提案土質定数一覧

地質記号	代表N値	単位体積重量 $\gamma_t$ (tf/m³)	粘着力 $c$ (tf/m²)	せん断抵抗角 $\phi$ (°)	変形係数 Eb (kgf/cm²)
T・T'	11	1.8	3.6	3	35
Tf	39	1.8	23	0	270
Tfb	50	2.0	0	42	350
S	47	2.1	0	42	330

以下に各土質定数を求めた手法について述べる。

##### ① N 値

標準貫入試験結果をもとに設定した。各地層のN値の詳細については「3. 2. 標準試験結果」に示した。

##### ② 単位体積重量 $\gamma_t$

T・T'層については、不搅乱試料を用いた湿润密度試験結果より湿润密度の平均値を採用した。

他の地層については、表8-1-14に示す一般値より層相の観察や締まり具合(N値)を勘案して経験的に設定した。表8-1-14における各地層の適用土質区分は以下のとおりである。

Tf : 「自然地盤-粘性土-固いもの」

Tfb : 「自然地盤-疎-密実なもの」

S : 「自然地盤-疎混じり砂-密実なもの」

##### ③ せん断強度 $c$ 、 $\phi$

T・T'層については、不搅乱試料を用いた三軸圧縮試験結果、代表N値および原位置試験結果をもとに総合的に評価し設定した。せん断強度設定の詳細については「4. 2. 盛土層のせん断強度」に示した。

他の地層については、層相の観察およびN値をもとに経験式を用いて設定した。

粘性土として取り扱ったTf層については、 $\phi = 0$ として以下に示す経験式より代表N値を用いて求め、安全側から低い方の値( $c = 0.6N$ )を採用した。

$$c = (0.6 \sim 1.0) N \text{ (tf/m²)}$$

出典：道路橋示方書・同解説IV 下部構造編、p236

砂質土として取り扱ったTfb層、S層については、 $c = 0$ として以下に示す経験式より代表N値を用いて求めた。

$$\phi = 15 + \sqrt{(15N) - 45} \quad \text{ただし, } N > 5$$

出典：道路橋示方書・同解説IV 下部構造編、p236

### ⑤変形係数 Eb

T・T' 層の変形係数は、孔内水平載荷試験での実測値を採用した。

他の地層については代表 N 値から次式を用いて設定した。

$$Eb = 7N \text{ (kgf/cm)} \dots \text{ (宇都1967による)}$$

※設計に用いる変形係数  $E_b$  とボーリング孔内水平載荷試験から求めた変形係数 Eb の間には  $E_b = (3 \sim 4) Eb$  の関係（一般には  $4 Eb$ ）がある。

表 8-1-14 土質定数参考値

「設計要領 第一集」P.28より

1980 日本道路公团

種類	状態	単位体積重量 (t/m³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (tf/m)	摘要 (統一分類)
盛土	締固めたもの	2.0	40	0	(GW), (GP)
	砂	粒度の良いもの	2.0	35	0
		粒度の悪いもの	1.9	30	0
	砂質土	締固めたもの	1.9	25	3 以下
	粘性土	締固めたもの	1.8	15	5 以下 (ML), (CL) (MH), (CH)
自然地盤	関東ローム	締固めたもの	1.4	20	1 以下 (VH)
	礫	密実なもののまたは粒度の良いもの	2.0	40	0
		密実でないもののまたは粒度の悪いもの	1.8	35	0
	砂	密実なもののまたは粒度の良いもの	2.1	40	0
		密実でないもののまたは粒度の悪いもの	1.9	35	0
砂質土	密実なもののまたは粒度の良いもの	2.0	35	0	(SW), (SP)
	密実でないもののまたは粒度の悪いもの	1.8	30	0	
	粘性土	密実なもののまたは粒度の悪いもの	1.9	30	3 以下 (SM), (SC)
	密実でないもののまたは粒度の悪いもの	1.7	25	0	
	粘性土	固いもの (指で強く押し少しへこむ) やや軟いもの (指の中程度の力で貫入)	1.8	25	5 以下 (ML), (CL)
粘土およびシルト	軟いもの (指が容易に貫入)	1.7	20	3 以下	
	固いもの (指で強く押し少しへこむ)	1.7	20	5 以下	
	やや軟いもの (指の中程度の力で貫入)	1.6	15	3 以下	(CH), (MH), (ML)
	軟いもの (指が容易に貫入)	1.4	10	1.5 以下	
	関東ローム		5 ( $\mu u$ )	3 以下	(VH)

#### 【注意事項】

- (a) 地下水位下にある土の単位体積重量は、それぞれの表中の値から 1.0 差し引いた値とする。
- (b) 単位体積重量の値を決定する場合、次の点に注意すること。
  - (イ) 砂石は、礫と同じ値とする。
  - (ロ) トンネル掘りや岩塊などは、粒径や隙間により異なるので既往の実績や現場試験により決定する。
  - (ハ) 線混じり砂質土や線混じり粘性土は、礫の混合割合および状態により適宜定める。
- (c) 内部摩擦角および粘着力の値は、圧密非排水せん断 (CU) に対する概略的な値である。この場合、盛土に対する地下水、湧水などの影響は考慮しない。
- (d) 砂石、トンネル掘り、岩塊などの内部摩擦角および粘着力は、礫の値を用いてよい。
- (e) 粒度の悪い砂とは、粒径のそろった砂をいう。礫の場合も同様である。
- (f) 粘性土、粘土およびシルトの区分で N 値の目安は、おおむね次のとおりである。  
固いもの ( $N = 8 \sim 15$ )、やや軟いもの ( $N = 4 \sim 8$ )、軟いもの ( $N = 2 \sim 4$ )
- (g) 摘要に示す統一分類記号はおよその目安である。

#### 4-4. スベリの検討

スベリの検討については、富士通FIPの斜面安定計算プログラム「COSTANA」を用い、「最小安全率」を求めた。安定計算結果を図8-1-19に示すとともに表8-1-15に一覧する。

《安定計算結果》

表8-1-15 安定計算結果一覧表

条件	盛土の土質定数			Fs			
	$\gamma t$ (t/m <sup>3</sup> )	C (t/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	現況		上載3.5tf/m <sup>2</sup>	
	常時	地震時	常時	地震時	常時	地震時	常時
せん断強度提案値	1.8	3.6	3	0.813	0.648	0.678	0.566

表8-1-15に示したように、今回の提案土質定数を用い安定計算をおこなうと、上載荷重をかけない現況の安全率は「Fs=0.813」となった。

ただし、これらの結果については、盛土地盤での土質試験結果である点や現状では盛土の前面には石垣がある点、順算で現況の安全率を求めるとの妥当性など安定計算に対して不明瞭な点はある。

#### 《計算式》

$$Fs = \frac{R \Sigma [CL + (W \cdot \cos \alpha - Ub \cdot \cos \alpha - KhW \cdot \sin \alpha) \tan \phi]}{\Sigma (RW \cdot \sin \alpha + KhW \cdot y)}$$

Fs : 安全率

R : スベリ円弧の半径 (m)

C : 粘着力 (tf/m<sup>2</sup>)

L : スライス底面の長さ (m)

W : スライスの全重量 (tf/m)

$\alpha$  : スライス底面が水平面となす角度 (度)

U : スライス底面に作用する間隙水圧 (tf/m<sup>2</sup>)

b : スライスの幅 (m)

Kh : 設計水平震度

$\phi$  : 内部摩擦角 (度)

y : スライスの重心とスベリ円の中心との鉛直距離 (m)

ここで、計算に用いた設計水平震度Khは、「道路土工 檻壁工指針 平成11年3月(社)日本道路協会」に基づき、式Iより求めた。以下式I、表8-1-17～表8-1-18は同指針による。

$$k_h = c_z + k_{ho} \dots \text{式 I}$$

k<sub>h</sub> : 設計水平震度 (小数点以下2けたに丸める)

k<sub>ho</sub> : 設計水平震度の標準値で、表8-1-17を用いてよい

c<sub>z</sub> : 地域別補正係数 (表8-1-16)

表8-1-16よりc<sub>z</sub>=1.0、表8-1-17よりk<sub>ho</sub>=0.16、地盤種別は盛土を対象とした検討であり盛土直下のT層上面を地表面とすると地表面と基盤面が一致するため1種地盤、表8-1-18より大規模地震動対応として、式Iより、

$$k_h = 1.0 \times 0.16 \\ = 0.16$$

表 8-1-16 地域別補正係数  $c_z$ 

地区区分	補正係数 $c_z$	対象地域	建設省告示第179号第1項 中の表	地区区分	補正係数 $c_z$	対象地域	建設省告示第179号第1項 中の表
A	1.0	北海道のうち釧路市、帯広市、模倣市、沙流郡、新冠郡、 静内郡、三石郡、浦河郡、様似郡、幌泉郡、河東郡、上川郡(上川支庁)、河西郡、広尾郡、中川郡、足寄郡、十勝郡、網走郡、厚岸郡、川上郡、阿寒郡、白糠郡、野付郡、稚内郡、日高郡 青森県のうち三沢市、十和田市、八戸市、上北郡、三戸郡、岩手郡、宮城県 福島県のうち福島市、二本松市、相馬市、原町市、いわき市、伊達郡、相馬郡、安達郡、田村郡、双葉郡、石川郡、東田川郡 茨城県、水戸市、鉾田市、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、茅野市、山梨県 富山県のうち富山市、高岡市、永見市、小矢部市、砺波市、新潟市、中新川郡、上新川郡、射水郡、婦負郡、東礪波郡、西礪波郡 石川県のうち金沢市、小松市、七尾市、羽咋市、松任市、加賀市、廣島郡、羽咋郡、河北郡、能美郡、石川郡、江沼郡 勝浦郡、愛知郡、岐阜郡、三重郡、福井郡、滋賀県、京都府、大阪府、奈良県、和歌山县、兵庫県 鳥取県のうち鳥取市、岩美郡、八頭郡、境高郡 僧島県のうち僧島市、鳴門市、小松島市、阿南市、板野郡、阿波郡、麻植郡、名西郡、名東郡、那賀郡、勝浦郡、海部郡 香川県のうち大川郡、木田郡 鹿児島県のうち名瀬市、大島郡	(一)	B	0.85	青森県のうち青森市、弘前市、黒石市、五所川原市、むつ市、東津軽郡、西津軽郡、中津軽郡、南津軽郡、北津軽郡、下北部 秋田県、山形県 福島県のうち会津若松市、郡山市、白河市、須賀川市、喜多方市、岩瀬郡、南会津郡、北会津郡、耶麻郡、河沼郡、大沼郡、西白河郡 新潟県 富山県のうち魚津市、滑川市、黒部市、下新川郡 石川県のうち金沢市、珠洲市、鳳至郡、珠洲郡 石川県のうち米子市、倉吉市、境港市、東伯郡、西伯郡、日野郡 鳥取郡、周南郡、庄原郡 島根県のうち宍道郡、三好郡 香川県のうち高松市、丸亀市、坂出市、善通寺市、綾歌郡、小豆郡、香川郡、綾歌郡、仲多度郡、三豊郡 愛媛県、高知県 鹿児島県のうち熊本郡、菊池市、人吉市、阿蘇郡、南さつま郡、上益城郡、下益城郡、八代郡、球磨郡 大分県のうち大分市、別府市、臼杵市、津久見市、佐伯市、竹田市、日田郡、玖珠郡、大分郡、直入郡、大野郡、北海郡、南浦郡 宮崎県	(二)
B	0.85	北海道のうち釧路市、面雄市、小樽市、室蘭市、北見市、夕張市、岩見沢市、網走市、苫小牧市、美幌町、芦別市、江別市、糸井市、三笠市、千歳市、泷川市、歌志内市、泷川市、富良野市、登別市、恵庭市、伊達市、札幌郡、石狩郡、厚田郡、浜益郡、道前郡、上磯郡、兔田郡、茅部郡、山越郡、稚内郡、爾志郡、久遠郡、裏尻郡、根室郡、喜茂別郡、寿都郡、穂谷郡、虻田郡、岩内郡、古宇郡、襟丹郡、古平郡、余市郡、空知郡、夕張郡、桦戸郡、雨竜郡、上川郡(上川支庁)のうち東神楽町、上川町、東川町および美瑛町、勇払郡、網走郡、斜里郡、常呂郡、有珠郡、白老郡	(二)	C	0.7	北海道のうち旭川市、留萌市、稚内市、紋別市、士別市、名寄市、上川郡(上川支庁)のうち新郷町、当麻町、比布町、愛別町、和寒町、劍淵町、新日町、風連町および下川町、中川郡(上川支庁)、増毛郡、留萌郡、吉蘭郡、天塩郡、宗谷郡、枝幸郡、礼文郡、利尻郡、紋別郡 山口県、福岡県、佐賀県、長崎県 熊本県のうち八代市、荒尾市、木俣市、玉名市、本渡市、山鹿市、牛深市、宇土市、飽託郡、宇土郡、玉名郡、鹿本郡、草津郡、天草郡 大分県のうち中津市、日田市、豊後高田市、杵築市、宇佐市、西国東郡、東国東郡、速見郡、下郡、宇佐郡 鹿児島県(名瀬市および大島郡を除く)	(三)
		沖縄県					(四)

表 8-1-17 設計水平震度の標準値

地盤種別	I種	II種	III種
中規模地震動対応	0.12	0.15	0.18
大規模地震動対応	0.16	0.20	0.24

表 8-1-18 地震時の安定検討における設計地震動

重要度	復旧の難易度	
	困難	容易
重要	耐震検討をおこなう （中規模地震動対応 ただし、きわめて重大な二次的被害の おそれのあるものについては大規模地 震動対応）	耐震検討をおこなう (中規模地震動対応)
その他	耐震検討をおこなう (中規模地震動対応)	――

注) 重要とは、万一崩壊すると、隣接する施設等に重大な被害を与える場合や、迂回路がなく交流ができなくなる場合を判断の目安とする。

復旧の難易度が困難とは、万一崩壊すると復旧に長時間を要し、道路機能を著しく阻害する場合を判断の目安とする。

大規模地震動とは、供用期間中に発生する確率は低いが大きな強度をもつ激しい地震動を意味する。

中規模地震動とは、供用期間中に発生する確率が高い地震動を意味する。

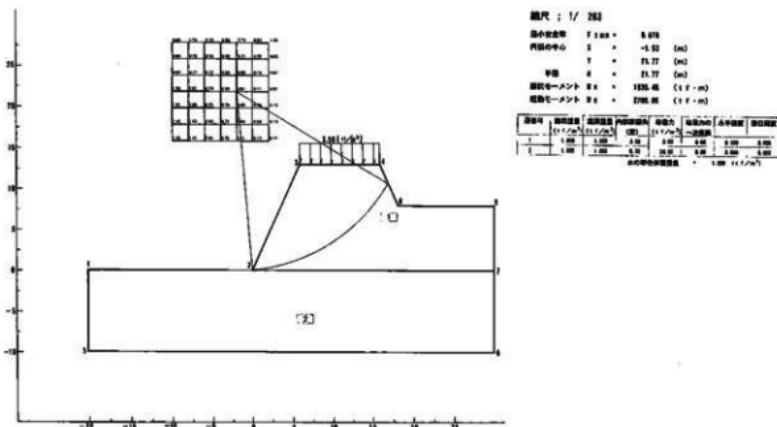


図 8-1-19 安定計算結果図(現況、常時)

#### 4. 5.まとめ

以上の検討より、稻荷橋の建設に伴い橋台が不安定化する恐れを持っており、何らかの補強をおこなう必要がある。

##### (1) 石垣

- ①目視観察より多くの石材に破損が生じている。
- ②適切とは思われない積み方が多々見受けられ、稻荷橋の建設に伴い（上載荷重が加わることで）、さらに破損する恐れがある。

##### (2) 裏込材

- ①裏込材は、背後地盤から供給される地下水を円滑に排水する効果を持っているが、石垣面から盛土材が流出していることから目詰まりをしている可能性がある。
- ②裏込材は、石垣とかみ合うことで安定性に付与するものと考えられる。石材の破損、微少な孕み出しは、石材と裏込材が十分にかみ合っていない可能性がある。

##### (3) 盛土材

- ①盛土は、稻荷橋の建設に伴い（上載荷重を加えることで）、すべりを起こす可能性を持っている。
- ②現状の盛土の安定性について検討した結果、安全率が1.00を下回る結果となったが、これは安定解析上、石垣を加味していないことに起因している。実際には石垣がある程度擬似的なもたれ擁壁としての効果を果たし、安定性を向上させているものと推察される。
- ③目視観察によれば、石垣より盛土材が多く流出しており、空洞化している可能性がある。

#### 4. 6. 対策工法の選定について

上記検討をもとに計画建造物の基礎形態について述べる。

##### 4. 6. 1. 考えられる工法の概要

###### (1) 未対策での直接基礎の場合

- ①一般的に不均質である盛土は支持地盤には適さない。
- ②石垣を考慮に入れた安定性の検討が困難（手法が確立されていない）。
- ③調査結果をもとに、石垣を考慮しないで盛土のみの安定性を評価すると安全性が保証できない。
- ④稻荷橋の建物の基礎は、石垣・裏込材・盛土材の強度特性の異なる材料に載るため、不等沈下による建物などに変状が生じる可能性がある。

###### (2) 杭基礎の場合

橋台盛土部分に杭を打設して、稻荷橋の上載荷重を杭基礎で支持する工法である。建物の荷重は、石垣には作用しない構造とした。

- ①石垣には荷重が作用しないが、杭の施工に伴い盛土をゆるめる可能性がある。
- ②施工ヤードが狭く、施工が難しい。
- ③各種規準（基準）に基づく設計が可能=安全性について明瞭な根拠ができる。

###### (3) 補強盛土工の場合

古代、葦、柳などの小枝を粗朶状にして、その引張抵抗力を経験的に利用して、版築土層と交互に敷設されていたようである。補強工もその手法と同様に版築土層と交互にジオグリットなどの補強材を敷設して盛土材のせん断強度を増加させる工法である。

- ①版築土層（甲府では礫質土・砂質土・粘性土のサンドイッチ状）であるため、ジオグリットの配置する位置の選定が難しい。
- ②せん断強度の増加は見込めるが、材料間（石垣・裏込材・盛土材）の不等沈下による建物への変状が生じる可能性がある。
- ③橋台は非常に狭い範囲であるため、施工が困難である。

###### (4) 改良盛土工の場合

伝統技術で言えば、二和土・三和土などといった石灰を盛土材料と混ぜ合わせて、盛土材のせん断

強度、地耐力を増加させる工法である。改良盛土工には、石灰系やセメント系の添加材を盛土材と混ぜ合わせて地盤の強度を増加させる工法である。

- ① 構台の解体・改修工事が伴うため、工費が高価である。
- ② 盛土の改良をおこなうと同時に、破損している石材を交換し、目詰まりなどをしている裏込材を充填し直すことができる。

- ③ 盛土材の強度を増加させることで材料間（石垣・裏込材・盛土材）の不等沈下が抑制される。

#### 4. 6. 2. 採用工法について

稲荷櫓の構築予定箇所は高さ10～13mの高盛土の上に位置し、盛土の周囲は急勾配の石垣で囲まれている。石垣の高さは北、東側は約13m、南、西側は約5mであり、北、東側で道路、公園と隣接している。

稲荷櫓は石垣からやや張り出す形で計画されており、計画建造物は公共の施設であり、道路、公園に隣接していることから安全性を確実に保証できる基礎形態とする必要がある。

当該箇所の盛土（造構）、石垣については重要な文化財としての価値がある。

未対策の直接基礎を採用した場合、当該箇所のような急勾配で高低差のある石垣・盛土の安定性の検討は現実的に困難であり、荷重や土圧により石垣に変状を生じる可能性は否定できず、安全性の問題に加え文化財の損傷につながることが懸念される。

杭基礎とした場合、建造物および基礎工については土木、建築等の各種基準に基づく安全性の検討が可能であり、石垣、盛土に対しては現況程度の安全性は維持されると考えられるが、盛土（造構）の基礎掘削が必要となり、掘削時の地盤に緩みを生じる可能性はある。

以上のことから（1）の未対策の直接基礎、（2）の杭基礎を採用することは困難であった。

よって、（3）の補強盛土工、（4）の改良盛土工を用いることになるが、構台盛土の掘削調査をおこなった結果、明瞭な版築土層が確認できなかったため、文化財復元・保存といった観点から（3）は不採用とし、（4）の改良盛土工を採用することとなった。

## 第2節 改修工事に関する検討

### 第1項 実施方針

#### 1. 盛土に関する検討

盛土は、橋台を構成する材料（石垣・裏込材・盛土）の中で橋荷重の荷重がかかる面積が最も広く、橋を支える上で最も重要となっている。円弧すべり解析の結果、橋荷重建設後、橋台が安定するためには必要なせん断強度は粘着力  $c = 70\text{kN/m}^2$  以上が必要となっている。改修前の安定解析によれば、せん断強度は粘着力  $c = 36\text{kN/m}^2$ 、内部摩擦角  $\phi = 3^\circ$  となっており、橋荷重の建設に伴い橋台が不安定化する可能性があると判断された。

このため、盛土は添加材による改良をおこない、円弧すべりに対して十分安全な構造とする必要がある。

##### 1. 1. 仕様盛土材料とその特性の把握

盛土材料は、橋台掘削により発生した現地発生土を主体として、掘削・保管中の流出や盛土材のはぐし・縮め固めによる体積変化などから盛土材料の不足が生じることを配慮して山砂を混ぜ合わせることとした。山砂の量は、現場でバックホーなどの建設機械で搅拌することから不均質になると考えられ、現地発生土と山砂の体積比が10:0~8:2（全体に対する山砂の量が0~20%程度）と想定した。試験は、現地発生土の特性を把握するため物理試験と、盛土材料（未改良土、未改良土+山砂10%（体積比）、未改良土+山砂20%（体積比））の縮め固め特性、強度と変形特性を把握した。

##### 1. 2. 添加材の決定

添加材は、橋荷重の建設により生じる上載荷重 ( $q = 35\text{kN/m}^2$ ) に対し、十分安全で、経済的に優れ、土壤環境に配慮したものとする。目標とする強度は、 $q_u = 280\text{kN/m}^2$  とした。検討する材料は、①高炉B、②生石灰、③セメント系固化剤、④石灰系固化剤の4種類とする。

##### （1）添加量と強度比の検討

各材料の比較は、材齢7日の供試体を一軸圧縮強度試験より強度と変形特性について検討をおこなった。添加量は50kg/m<sup>3</sup>、100kg/m<sup>3</sup>、150kg/m<sup>3</sup>、200kg/m<sup>3</sup>、250kg/m<sup>3</sup>の5段階とした。なお、生石灰、石灰系固化剤は添加量が250kg/m<sup>3</sup>では供試体作成が困難であったため試験を実施しなかった。

##### （2）添加材の経済比較検討

前述した各添加材の経済比較をおこない、コストの縮減を図った。

##### （3）六価クロム溶出の確認

セメントおよびセメント系固化材による改良土から六価クロムの溶出の有無を調べ、土壤環境基準値を満たす添加材を使用することとした。

クロムは、クロム化合物として環境中にある主な形態は酸化数が3及び6のものである。このクロムの酸化数に従ってそれぞれ三価クロム化合物、六価クロム化合物と呼ばれている。生物に対する毒性は六価クロムの方がはるかに高く、また土壤中の移動性も六価クロム化合物の方が大きいと言われている。六価クロムによる公害を防止するため、水質汚濁及び土壤汚染に係る環境基準等が設定されるとともに、「水質汚濁防止法」(昭45法138)等に基づき対策が進められている。

このため、環境庁より六価クロムの土壤環境基準値（環境庁告示第46号）が0.05mg/l以下と定められており、国土交通省大臣官房技術審議官通達「セメント及びセメント系固化材を使用した改良土の六価クロム溶出試験実施要領(案)」に基づいた分析を実施した。

##### 1. 3. 気温を配慮した一軸圧縮強度変化の把握

甲府市の気候は、内陸性気候と表日本型気候を合わせた特性がある。寒暖の差が大きく、特に夏季は暑く、寒候期には北西の季節風が強く、暖候期には風が弱いのが特徴である。平均気温は14.3°Cで、降水量は年間平均1,109.7mmで冬季は少ない。

表 8-2-1 甲府市の気候

月別	気温(℃)			平均湿度(%)	降水量(mm)	日照時間(h)
	平均気温	最高気温	最低気温			
1	2.5	8.6	-2.7	58	34.1	201.0
2	3.7	9.8	-1.6	55	45.3	185.5
3	7.6	13.8	-2.2	57	83.3	197.6
4	13.5	20.0	8.1	61	82.6	193.2
5	18.0	24.4	12.8	65	77.8	201.4
6	21.6	26.9	17.6	73	131.1	141.6
7	25.1	30.4	21.4	75	132.9	161.2
8	26.2	32.0	22.4	73	145.6	189.0
9	22.2	27.3	18.5	75	190.8	134.2
10	16.1	21.5	11.7	73	108.0	156.0
11	10.1	16.1	5.1	69	54.6	171.2
12	4.5	10.9	-0.8	63	23.5	196.8
全年	14.3	20.2	9.5	66	1109.7	2128.7
東京	15.9	19.7	12.5	63	1466.7	1847.2

甲府気象台1970~2000年

施工は、おおよそ平成13年11月~平成14年3月の6ヶ月であり、冬期間にあたる。表8-2-1に示す甲府市の30年平均の気温によれば、1月~3月の最低気温は、5℃以下、1月~2月の平均気温は5℃以下となる。このため、気候の変化を想定した室内試験より盛土材の強度がどの程度変化するか参考におこなった。セメント系固化材などの添加材は、気温の高いときに水和反応が活発になり、低くなるに従って緩慢になることから、気温の変化により一軸圧縮強度がどの程度低下するか把握した。

#### 1.4. 現位置での確認試験（室内試験との対比）

室内試験を参考に現位置にて試験施工をおこない、現地/室内の比を把握するとともに、本施工での仕様重機、締め固め回数、施工管理方法を決定する。

#### 2. 裏込材に関する検討

裏込材は、透水性を高めるとともに安定性に寄与するものであり、石垣と裏込材のかみ合わせにより土圧に抵抗するものと考えられる。文化財保全の観点から檜台掘削により発生したものを最大限に利用するとともに工学的に優れた特性を有する必要がある。

このため、檜台に用いる裏込材の粒度分布を決定し、その物理・強度特性を把握する。

#### 2.1. 使用材料とその特性の把握

掘削前の特性を参考に粒度分布の良い裏込材を採用し、その物理特性を把握した。

#### 2.2. 強度特性の把握

前述の検討より決定した裏込材の力学特性を把握するため、三軸圧縮試験をおこなった。裏込材には、過剰水圧を発生せず材料間に有効応力のみが作用するものと考え、圧密排水せん断試験(CD試験)を行った。

三軸圧縮試験は、直径30cm×高さ60cmの供試体を用いておこなう。地盤工学会基準(JGS0530-2000)「粗粒度の三軸圧縮試験の供試体作成・設置方法」によれば、「供試体の直径は、試料を構成する土粒子粒径の最大値の10倍以上を標準とするが、均等係数が5以上の場合には、粒径の最大値の5

倍程度まで許容されるとある。つまり、試験可能な最大粒径は、供試体の直径の1/10以下が標準であり、均等係数が5程度以上の粒径幅があるものは1/5以下まで許容される。」と記されている。このことから、試験に用いる最大粒径は60mm程度(60mm=30cm/5以下)とした。このため、実際に用いる裏込材を全て用いて試験を実施することができないため、相似粒度法とせん頭粒度法の双方についてせん断強度を求めて総合的にせん断強度を判断することとした。

相似粒度法は、原粒度の粒径加積曲線を平行移動して得られる粒度である。その特徴は、採用した最大粒径が異なっても縮め固め特性に影響を及ぼす均等係数が同じになり、相対的な粒子の大小関係が同一であるため、幾何学的粒子配列には大差がない。しかし、全体的に粒径が小さくなるため、細粒分の増加が力学的に影響を及ぼす懸念が生じることがある。

せん頭粒度法は、ある粒度より大きい部分を取り除いて得られるある粒度以下の粒度である。その特徴は、取り除いた材料以外をそのまま利用するので試料調整が比較的簡単である。原粒度より取り除いた礫分が少ないと力学特性に大差ないと考えられるが、多い場合、均等係数が大きく変化し、相対的に細粒分が多くなり、力学特性に影響を与える要因となる。

### 2. 3. 現位置での確認試験（室内試験との対比）

現位置にて試験施工を実施してその特性と室内土質試験結果の対比をおこなった。

## 3. 石材に関する検討

石材は、基本方針として既存の石垣に使用しているものを用いるが、破損しており使用不可のものについては裏込材などへ再利用する。破損している石材については、岩質の同程度の石材を購入して使用することとなる。購入して石垣に使用するもの（以下新補石材）は、既存の石垣に使用したもの（以下旧石材）と同等の特性を持っている必要がある。

### 3. 1. 石材の特性の把握

新補石材と旧石材の特性について把握する。

### 3. 2. 石材間の摩擦試験

実際に使用する石材を用いて、摩擦角を算出し解析の基礎資料とする。

試験は、凹凸のあるものと平滑なものについて把握することとした。

## 4. その他の検討

構台は、石材・裏込材・盛土材により構成されており、各材料の特性については1～3に示した検討で把握しているが、その材料間の特性については把握していない。

このため、石材と裏込材間、裏込材と盛土材間の強度特性を把握する。

### 4. 1. 接触面強度の把握

実際に使用する材料を用いて、各材料間の摩擦角を算出する。

試験は、凹凸のある石材と裏込材、平滑な石材と裏込材、裏込材と盛土材についておこなう。石垣の積み方により接触面の強度は、各場所により異なると考えられるため、試験結果は参考値とする。

## 第2項 試験方法

各試験は、表8-2-2に示すものをおこなう。

表8-2-2 土質試験一覧表

種別	試験方法	試験結果から得られる主な値	試験結果の利用	規格および基準
物理的性質試験	土粒子の密度試験方法	土粒子の密度 $\rho_s$	$\rho_s$	土の基本的な性質の計算 粒度の沈降分析 JIS A 1202
	土の含水比試験方法	含水比 $w_n$	$w_n$	土の基本的な性質の計算 土の吸水度合いの判別 JIS A 1203
	土の粒度試験方法	最大粒径 粒径加積曲線と各粒径 均等係数 曲率係数 細粒分含有量	$U_c$ $U_c$ $F_C$	土の分類 粘性土の圧縮性の判別 砂質土の液状化の判定 簡易粒度組成判別 透水性的簡易判定 JIS A 1204
	土の液性限界・塑性限界試験方法	コンシスティンシー指數 液性限界 流動指數 塑性限界 塑性指數	$I_c$ $W_L$ $I_f$ $W_p$ $I_p$	自然状態の安定性的判定 材料としての土の判定 粘着性的度合いの判定 路床路盤土の適否判定 液状化対象土の判断 JIS A 1205
	土の浸潤密度試験方法	浸潤密度 乾燥密度	$\rho_t$ $\rho_d$	土の基本的な性質の計算 JIS A 1224
	岩石の密度・含水比・ 飽和度・有効間隙率・ 吸水率試験	浸潤密度 含水比 $w_n$ 自然比重 絶乾比重 表乾比重 見掛け比重 吸水率 有効間隙率	$\rho_t$ $w_n$ $G_n$ $G_b$ $G_a$ $G_g$ $Q$	岩の基本的な性質 KDK S 0501
	吸水率試験	吸水率	$Q$	岩の基本的な性質
	超音波伝播 速度測定試験	P波 S波 動的弾性係数	$E_d$	岩の基本的な性質
	現場試験	水置換による 土の密度試験	浸潤密度 乾燥密度	土の締め固め度の判定 JGS 1612
力学的性質試験	室 内 土質試験	安定処理土の突き固め		一軸圧縮試験に供する JGS 0812
	一軸圧縮試験	供試体の破壊状況 圧縮応力-ひずみ曲線 一軸圧縮強さ 破壊ひずみ E50	$q_u$ $e_f$	粘性土地盤の安定計算 JIS A 0511
				JIS A 1216
	土の圧密排水(CD) 三軸圧縮試験方法	主応力差-一軸ひずみ曲線 圧縮強さ-一体積応力関係		フィルター材の強度 安定計算 JIS A 0524
	現場一面せん断試験	圧密定圧 浸潤密度	$\rho_t$	各材料の強度 安定計算
	室 内 岩石試験	岩石の圧縮強さ試験	$\sigma_c$ $E$ $V_S$	岩石の基本的な性質 安定計算 JIS M 0302
		岩石の引張強さ試験	$\sigma_t$	岩石の基本的な性質 JIS M 0303
	現場試験	地盤平板載荷試験	時間-荷重強さ曲線 時間-沈下量曲線 荷重強さ-沈下量曲線 地盤反力係数	支持力特性 変形特性 施工管理 JGS 1521
		道路の平板載荷試験	$k_s$	支持力特性 変形特性 JIS A 1215

## 1. 盛土に関する試験方法

### 1. 1. 使用盛土材料とその特性の把握

#### (1) 物理特性

- 「土粒子の密度試験方法 (JIS A 1202)」に準じて実施した。
- 「土の含水比試験方法 (JIS A 1203)」に準じて実施した。
- 「土の粒度試験方法 (JIS A 1204)」に準じて実施した。
- 「土の液性限界・塑性限界試験方法 (JIS A 1205)」に準じて実施した。

#### (2) 突固め特性

- 「突固めによる土の締め固め試験方法 (JIS A 1210)」に準じて実施した。

#### (3) 供試体の作成方法

- 「突固めによる土の締め固め方法 (JIS A 1210)」に準拠して作製した。
- モールドは直径10cm、高さ12.73cmのものを標準とした。
- 作成した試料は、モールド毎に密封材で被覆して温度20±3℃で7日養生した。

#### (4) 土の一軸圧縮強さ

- 「土の一軸圧縮強度試験方法 (JIS A 1216)」に準じて実施した。

### 1. 2. 添加材の決定

#### (1) 供試体の作成方法

- 「安定処理土の突固めによる供試体作成方法 (JGS 0812)」に準じて作製した。
- モールドは直径10cm、高さ12.73cmのものを標準とした。
- 作成した試料は、モールド毎に密封材で被覆して温度20±3℃で7日養生した。

#### (2) 土の一軸圧縮強さ

- 「土の一軸圧縮強度試験方法 (JIS A 1216)」に準じて実施した。

#### (3) 六価クロム溶質試験

材令7日供試体を1検体、溶出試験を実施した。  
環境庁告示46号溶出試験方法に基づいて実施した。

### 1. 3. 気温を配慮した一軸圧縮強度変化の把握

#### (1) 供試体の作成方法

「安定処理土の突固めによる供試体作成方法 (JGS 0812)」に準じて作製した。  
モールドは直径10cm、高さ12.73cmのものを標準とした。  
作成した試料は、温度5℃、0℃の各温度設定冷蔵庫で12時間、その後、20℃の養生室で12時間養生する作業を繰り返し、材令1日・7日の供試体を作製した。

#### (2) 土の一軸圧縮試験

- 「土の一軸圧縮強度試験方法 (JIS A 1216)」に準じて実施した。

### 1. 4. 試験施工による現位置での確認試験

室内試験で得られた盛土材の特性と現位置で試験的に施工した盛土材の強度特性を比較するとともに、本施工の締め固め回数を決定する。盛土材は、巻き出し厚を30cmとして25cmまで締め固め、その回数は、3回、6回、12回とした。

#### (1) 土の一軸圧縮試験

各締め固め回数の盛土材についてブロックサンプリングをおこない、その試料を温度20±3℃で7日養生後に「土の一軸圧縮強度試験方法 (JIS A 1216)」に準じて実施した。

#### (2) 簡易動的コーン貫入試験および土壤硬度計

各締め固め回数の強度を把握するために、「簡易動的コーン貫入試験 JGS 1433-1995」、「土壤硬度試験方法 JHS 601-1992」に準じて実施した。

#### (3) 平板載荷試験

- 「道路の平板載荷試験方法 (JIS A 1215)」に準じて実施した。

「地盤の平板載荷試験方法（JGS 1521）」に準じて実施した。

#### （4）密度試験

「水置換による土の密度試験方法（JGS 1612）」に準じて実施した。

## 2. 裏込材に関する試験方法

### 2. 1. 使用材料とその特性の把握

#### （1）物理特性

「土粒子の密度試験方法（JIS A 1202）」に準じて実施した。

「土の含水比試験方法（JIS A 1203）」に準じて実施した。

「石分を含む地盤材料の粒度試験方法（JGS 132）」に準じて実施した。

#### （2）平板載荷試験

「道路の平板載荷試験方法（JISA1215）」に準じて実施した。

#### （3）密度試験

「水置換による土の密度試験方法（JGS1612）」に準じて実施した。

### 2. 2. 強度特性の把握

#### （1）供試体作製方法

「粗粒土の三軸試験の供試体作製・設置方法（JGS 0530）」に準じて作製した。

供試体は、2. 3. (2) 密度試験より求めた湿润密度を参考に突固め5層詰めとした。

#### （2）三軸圧縮試験

「土の圧密排水（CD）三軸圧縮試験方法（JIS A 0524）」に準じて実施した。

### 2. 3. 現位置での確認試験（室内試験との対比）

#### （1）平板載荷試験

「道路の平板載荷試験方法（JIS A 1215）」に準じて実施した。

「地盤の平板載荷試験方法（JGS 1521）」に準じて実施した。

#### （2）密度試験

「水置換による土の密度試験方法（JGS 1612）」に準じて実施した。

#### （3）現場一面せん断試験

試験方法は、試験は、図8-2-1に示すとおり①裏込材に格子状の載荷枠を設置し、②均質に材料を置き、施工時に使用する機械で締め固めて、③載荷枠上部を水平に調整して上載荷重を加え、④載荷枠と反力となる重機をチェーンでつないで引張り、引張力をロードセル、水平変位をダイヤルゲージにて測定した。上載荷重は、 $11kN/m^2$ 、 $22kN/m^2$ 、 $44kN/m^2$ の3段階とした。

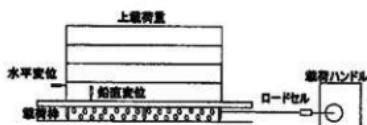


図8-2-1 現場一面せん断試験概要図

## 3. 石材に関する試験方法

### 3. 1. 石材の特性の把握

#### （1）物理特性の把握

「岩石の密度・含水比・飽和度・有効間隙率・吸水率試験方法（KDKS 0501）」に準じて実施した。

「土の含水比試験方法（JIS A 1203）」に準じて実施した。

「粗骨材の比重および吸水率試験方法（JIS A 1110）」に準じて実施した。

「超音波伝播速度測定試験（JIS A 1127）」に準じて実施した。

## （2）力学特性の把握

「岩石の強さ試験用試料の採取方法および供試体の作製方法（JIS M 0301）」に準じて供試体を作製した。

「岩石の圧縮強さ試験法（JIS M 0302）」に準じて実施した。

「岩石の引張強さ試験方法（JIS M 0303）」に準拠して実施した

## 3. 2. 石材間の強度試験

2. 3. 現位置での確認試験（室内試験との対比）（3）現場一面せん断試験と同様の手法を用いて実施した。

試験は、①石材をかみ合わせ、②載荷棒上部を水平に調整して上載荷重を加え③上部石材と反力となる重機をチェーンでつないで引張り、引張力をロードセル、水平変位をダイヤルゲージにて測定した。上載荷重は、11kN/m<sup>2</sup>、22kN/m<sup>2</sup>、44kN/m<sup>2</sup>の3段階とした。

## 4. その他の検討

### 4. 1. 接触面強度の把握

2. 3. 現位置での確認試験（室内試験との対比）（3）現場一面せん断試験と同様の手法を用いて実施した。

石材と裏込材との間の接触面強度の測定は、①締め固めた裏込材の上に石材を置き、②載荷棒上部を水平に調整して上載荷重を加え、③石材と反力となる重機をチェーンでつないで引張り、引張力をロードセル、水平変位をダイヤルゲージにて測定した。上載荷重は、11kN/m<sup>2</sup>、22kN/m<sup>2</sup>、44kN/m<sup>2</sup>の3段階とした。

裏込材と盛土材との間の接触面強度の測定は、①盛土材の上に格子状の載荷棒を設置し、②均質に材料を置き、施工時に使用する機械で締め固めて、③載荷棒上部を水平に調整して上載荷重を加え、④載荷棒と反力となる重機をチェーンでつないで引張り、引張力をロードセル、水平変位をダイヤルゲージにて測定した。上載荷重は、11kN/m<sup>2</sup>、22kN/m<sup>2</sup>、44kN/m<sup>2</sup>の3段階とした。

## 第3項 試験結果

### 1. 盛土材に関する試験結果

#### 1. 1. 仕様盛土材料とその特性

樽台掘削により発生した盛土材料の物理特性を表8-2-3、図8-2-2に示し、未改良土、未改良土+山砂10%（体積比）、未改良土+山砂20%（体積比）の突密めによる土の締め固め試験結果と一軸圧縮強度結果を表8-2-4に示す。

この結果によれば、山砂を混ぜ合わせる量が多くなるにつれて、最大乾燥密度は大きくなり、最適含水比と一軸圧縮強度は小さくなる傾向が得られた。

表8-2-3 盛土材の物理特性

土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w_n$ %	コンシスティンシー特性			分類	
		液性限界 WL %	塑性限界 WP %	塑性指数 IP	地盤材料の 分類名	分類記号
2.726	24.40	52.1	25.3	26.8	細粒分質礫質砂	(SFG)

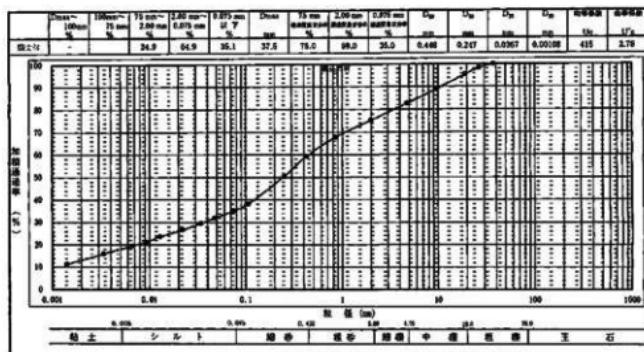


図 8-2-2 盛土材の粒度分布

表 8-2-4 盛土材の締め固め特性と強度

	土の突き固め試験		一軸圧縮強度		
	最大乾燥密度 $\rho_d$ max g/m <sup>3</sup>	最適含水比 $w_{opt}$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	変形係数 E50 MN/m <sup>2</sup>
現地発生土	1.57	22.1	79.2	7.95	1.5
現地発生土 +山砂10%	1.604	20.9	66.5	7.55	1.4
現地発生土 +山砂20%	1.633	19.9	61.5	6.35	1.5

## 1. 2. 添加材の決定

### (1) 一軸圧縮試験結果

試験結果を図 8-2-3、図 8-2-4、表 8-2-5 に示す。

図 8-2-3 は、各添加材における添加量と一軸圧縮強度の関係である。この結果によれば、高炉 B、セメント系固化材は添加量が増加するに伴って強度も増加するのに対して、生石灰、石灰系固化材は添加量が増加するに伴って強度は低下する傾向が見られた。このうち、添加量の増減に対しても強度が高いのはセメント系固化材であった。

安定解析（円弧すべり）によれば、粘着力  $C = 70 \text{ kN/m}^2$  であり  $C = q_u / 2$  の関係から一軸圧縮強度  $q_u = 140 \text{ kN/m}^2$  が必要であり、どの添加材においても必要となる一軸圧縮強度は上回っていた。しかし、今回の試験は室内試験で品質の良い状態であり現位置での配合は品質の低下が懸念されること、盛土材料は不均質でありどの試料においても必ず今回の試験結果のような強度を得ることは困難と考え（現場／室内の強さ比を 0.5 とすると  $q_u = 280 \text{ kN/m}^2$ ）、少ない添加量で一軸圧縮強度が一番大きくなるセメント系固化材が適切と考えられた。

図 8-2-4 は、各添加材における添加量と変形係数 E50 の関係である。この結果は、上記に示した添加量と一軸圧縮強度の関係とほぼ同等であり、高炉 B、セメント系固化剤は添加量が増加するに伴って強度がほぼ増加するのに対して、生石灰、石灰系固化材は添加量が増加するに伴って強度はほぼ一定であった。変形係数が高いのは、一軸圧縮強度と同様にセメント系固化材であった。

変形量に関する基準は、安定解析上特に設けてないが変形量は小さい方が良い。今回の改修工事は比較的短期間での施工が計画されており、橋台の改修後に直ぐに橋荷構の建設を実施する。このため、変形量が大きいと橋台を構成する石材・裏込材・盛土材の間で不等沈下が懸念され、橋荷構に変状を来す恐れがある。また、盛土の変形が大きい場合石垣の孕み出しなども懸念された。よって、添加材は変形量の小さいセメント系固化材が適切と考えられた。

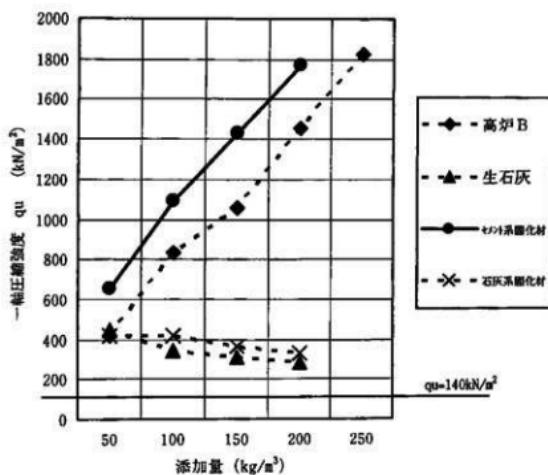


図 8-2-3 添加材と一軸圧縮強度の関係

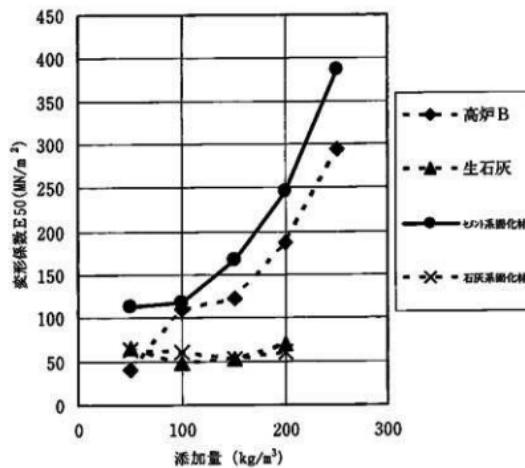


図 8-2-4 変形係数と添加量の関係

表 8-2-5 各添加材の添加量別の一軸圧縮強度一覧表

添加材	添加量 (kg/m <sup>3</sup> )	材令 (日)	溼潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	含水比 w (%)	乾燥密度 $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	一軸圧縮強度 q <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	一軸圧縮強度 q <sub>u</sub> (kNf/cm <sup>2</sup> )	破壊ひずみ $\varepsilon_f$ (%)	変形係数 $E_{50}$ (MN/m <sup>2</sup> )
高炉 B	50	1.920 平成	24.2 平成	24.2 平成	1.546 平成	433 平成	4.4 平成	1.5 平成	44.2 平成
	1.915	1.918 平成	24.4 平成	24.3 平成	1.539 平成	1.543 平成	406 平成	4.1 平成	36.6 平成
	100	1.899 平成	23.3 平成	23.3 平成	1.540 平成	873 平成	8.9 平成	1.0 平成	123.7 平成
	150	1.912 平成	23.3 平成	23.3 平成	1.551 平成	1.546 平成	793 平成	8.1 平成	1.0 平成
	1895	平成	22.7 平成	22.7 平成	1.544 平成	993 平成	10.1 平成	1.0 平成	131.4 平成
	1.916	1.906 平成	22.4 平成	22.6 平成	1.565 平成	1.555 平成	1115 平成	11.4 平成	1.2 平成
	200	1.901 平成	21.5 平成	21.5 平成	1.565 平成	1412 平成	14.4 平成	0.8 平成	188.0 平成
	250	1.912 平成	21.9 平成	21.7 平成	1.568 平成	1.567 平成	1495 平成	15.2 平成	1.1 平成
	1.911 平成	平成	20.5 平成	20.5 平成	1.586 平成	1800 平成	18.4 平成	0.9 平成	304.8 平成
	1.915 平成	1.913 平成	20.7 平成	20.6 平成	1.587 平成	1.587 平成	1854 平成	18.9 平成	0.9 平成
生石 炭	60	1.706 平成	23.7 平成	23.7 平成	1.379 平成	441 平成	4.5 平成	0.8 平成	57.3 平成
	1.686	1.696 平成	23.2 平成	23.5 平成	1.369 平成	1.374 平成	448 平成	4.6 平成	4.6 平成
	1.635 平成	21.0 平成	21.0 平成	1.351 平成	355 平成	3.6 平成	0.8 平成	53.8 平成	65.6
	1.608	1.622 平成	21.3 平成	21.2 平成	1.326 平成	1.339 平成	326 平成	3.3 平成	3.5 平成
	1.574 平成	17.2 平成	17.2 平成	1.343 平成	313 平成	3.2 平成	0.8 平成	59.5 平成	59.5 平成
	1.577 平成	1.576 平成	16.9 平成	17.1 平成	1.349 平成	1.346 平成	313 平成	3.2 平成	0.9 平成
	1.590 平成	18.6 平成	18.6 平成	1.341 平成	275 平成	2.8 平成	0.8 平成	47.2 平成	52.4
	1.591 平成	1.591 平成	18.9 平成	18.8 平成	1.338 平成	1.340 平成	291 平成	3.0 平成	2.9 平成
セメント 系固化 材	50	1.933 平成	24.6 平成	24.6 平成	1.551 平成	663 平成	6.8 平成	1.0 平成	97.4 平成
	1.913	1.923 平成	24.9 平成	24.8 平成	1.532 平成	1.542 平成	643 平成	6.6 平成	6.7 平成
	1.909 平成	23.2 平成	23.2 平成	1.550 平成	1147 平成	11.7 平成	1.0 平成	1.0 平成	121.4 平成
	1.910 平成	1.910 平成	23.2 平成	23.2 平成	1.550 平成	1.550 平成	1032 平成	10.5 平成	11.1 平成
	1.910 平成	22.4 平成	22.4 平成	1.560 平成	1424 平成	14.5 平成	1.0 平成	1.0 平成	172.0 平成
	1.912	1.911 平成	22.6 平成	22.6 平成	1.557 平成	1.559 平成	1435 平成	14.6 平成	14.6 平成
	1.904 平成	21.9 平成	21.9 平成	1.562 平成	1761 平成	18.0 平成	0.8 平成	0.8 平成	227.5 平成
	1.910 平成	1.907 平成	21.6 平成	21.8 平成	1.570 平成	1.566 平成	1787 平成	18.2 平成	18.1 平成
	1.916 平成	20.6 平成	20.6 平成	1.589 平成	2195 平成	22.4 平成	0.8 平成	0.8 平成	422.3 平成
	1.905 平成	1.911 平成	20.4 平成	20.5 平成	1.582 平成	1.586 平成	2221 平成	22.6 平成	22.5 平成
石炭 系固化 材	60	1.727 平成	23.4 平成	23.4 平成	1.400 平成	431 平成	4.4 平成	0.8 平成	56.3 平成
	1.732	1.730 平成	23.5 平成	23.5 平成	1.402 平成	1.401 平成	401 平成	4.1 平成	4.3 平成
	1.656 平成	21.8 平成	21.8 平成	1.360 平成	398 平成	4.1 平成	0.9 平成	0.9 平成	70.2 平成
	1.647 平成	1.652 平成	22.2 平成	22.0 平成	1.348 平成	1.354 平成	431 平成	4.4 平成	4.3 平成
	1.640 平成	20.2 平成	20.2 平成	1.364 平成	351 平成	3.6 平成	0.9 平成	0.9 平成	41.6 平成
	1.625 平成	1.633 平成	20.0 平成	20.1 平成	1.354 平成	1.359 平成	376 平成	3.8 平成	3.7 平成
	1.602 平成	18.0 平成	18.0 平成	1.358 平成	322 平成	3.3 平成	1.0 平成	0.9 平成	62.7 平成
	1.610 平成	1.606 平成	18.3 平成	18.2 平成	1.361 平成	1.360 平成	335 平成	3.4 平成	3.4 平成

## (2) 添加材の経済比較

添加材量の1m<sup>3</sup>あたりの経済性について表8-2-6に示す。一般に、セメントを主体とするものの方が石灰を主体とするものと比較して安価である。

尚、本単価は「建設物価」を参考にしたものである。

表8-2-6 添加材料と単価について

添加材料	単価(円/m <sup>3</sup> )
高炉B	7,200
セメント系固化材(一般土用)	11,000
セメント系固化材(特殊土用)	13,000
生石灰	16,000
石灰系固化材	19,500

参考)「建設物価」2002年2月財団法人建設物価調査会

## (3) 六価クロム検出

六価クロムは、環境庁より土壤環境基準値(環境庁告示第46号)が0.05mg/l以下と定められている。

試験結果を表8-2-7に示す。高炉B、セメント系固化材(特殊土用)は、環境基準値を下回ったが、セメント系固化材(軟弱土用)は環境基準値を3倍程度上回っている。

このため、本盛土材料の添加剤として、高炉B、セメント系固化材(特殊土用)は使用可能であるが、セメント系固化材(軟弱土用)の使用は不可能である。

表8-2-7 六価クロム検出結果

添加材料	添加量	六価クロム(mg/l)	環境基準値(mg/l)
高炉B	50kg/m <sup>3</sup>	0.01	0.05
	100kg/m <sup>3</sup>	0.01未満	0.05
セメント系固化材(一般用)	50kg/m <sup>3</sup>	0.13	0.05
	100kg/m <sup>3</sup>	0.19	0.05
セメント系固化材(特殊土用)	50kg/m <sup>3</sup>	0.01	0.05
	100kg/m <sup>3</sup>	0.03	0.05

## (4) 検討結果

以上の検討より、セメント系固化材(特殊土用)を採用し添加量は1m<sup>3</sup>当たり=50kgとした。その理由を以下に取りまとめる。

- ① 一軸圧縮強度は、他の添加材に比べて大きな値を示し、現場で混ぜ合わせ不均質になった場合でも必要強度( $q_u=140kN/m^2$ )を上回ることが可能と考えられる。
- ② 変形係数も一軸圧縮強度と同様で、他の添加材に比べて大きな値を示し、石材・裏込め材・盛土材の間での不等沈下や石垣の伸び出しが少ないと考えられる。
- ③ セメントを主体とする添加材の中では高価であるが、石灰を主体とする添加材に比べると安価である。

ある。また、高炉Bは、1t入フレキシブルコンテナバックで販売がされていないため、それを特別に注文することとなるのでトータル的には高コストとなる。

- ⑤ セメント系固化材（一般用）は土壤環境基準値（環境庁告示第46号）0.05mg/t以下を上回っており使用は不可能である。セメント系固化材（特殊土用）は環境基準値を下回っており使用可能である。

### 1. 3. 気温に配慮した一軸圧縮試験結果

結果を表8-2-8に示す。検定の材令7日強度は、50kg/m<sup>3</sup>、100kg/m<sup>3</sup>とともに目標強度qu=280kN/m<sup>3</sup>に達しているが、+5°C、0°Cに温度を補正した場合は、100kg/m<sup>3</sup>のみ達する結果となつた。

このことから、冬期間の施工は、添加材の量を100kg/m<sup>3</sup>に増加させるとともに、氷点下での施工は控えることとした。

添加材	添加量 (kg/m <sup>3</sup> )	材令 (日)	湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )		含水比 w (%)		乾燥密度 $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )		一軸圧縮強度 qu (kN/m <sup>2</sup> )	
			1,999	1,987	22.2	22.0	1,636	1,629	1,633	1,641
検定	50	1	1,999	1,987	22.0	22.1	1,636	1,629	1,633	1,641
			1,996	1,993	21.6	21.6	1,636	1,632	1,633	1,641
	100	7	1,989	1,993	21.8	21.7	1,633	1,637	1,637	1,641
			1,954	1,954	22.1	22.1	1,600	1,600	1,600	1,600
+5°	50	1	1,989	1,989	22.0	22.1	1,630	1,630	1,615	1,615
			1,991	1,991	21.6	21.6	1,637	1,637	1,637	1,637
	100	7	1,996	1,994	21.5	21.6	1,643	1,643	1,640	1,640
			1,982	1,982	22.3	22.3	1,621	1,621	75.7	75.7
	50	1	1,986	1,984	22.1	22.2	1,627	1,627	1,624	1,624
			1,984	1,984	21.6	21.6	1,632	1,632	1,627	1,627
	100	7	1,989	1,987	21.9	21.8	1,632	1,632	1,621	1,621
			1,983	1,983	22.2	22.2	1,623	1,623	1,617	1,617
±0°	50	1	1,999	1,991	22.4	22.3	1,633	1,633	1,628	1,628
			1,994	1,994	22.0	22.0	1,634	1,634	1,614	1,614
	100	7	1,980	1,987	21.6	21.8	1,628	1,628	1,631	1,631
			1,992	1,992	22.4	22.4	1,627	1,627	79.4	79.4
	50	1	1,983	1,988	22.5	22.5	1,619	1,619	1,623	1,623
			1,997	1,997	21.0	21.0	1,650	1,650	1,647	1,647
	100	7	1,989	1,993	21.0	21.0	1,644	1,644	150.9	150.9
			1,986	1,986	22.0	22.0	1,628	1,628	97.3	97.3
	50	1	1,996	1,991	21.9	22.0	1,637	1,637	1,633	1,633
			1,982	1,982	21.3	21.3	1,634	1,634	1,610	1,610
	100	7	1,977	1,980	21.6	21.5	1,626	1,626	176.8	176.8
			1,977	1,977	21.6	21.5	1,630	1,630	186.7	186.7

表8-2-8 気温に配慮した一軸圧縮強度試験結果

#### 1. 4. 試験施工による現位置での確認試験結果

##### (1) 一軸圧縮試験結果

締め固め回数 6 回および 12 回の一軸圧縮強度と変形係数は同等の値となり、3 回は低い値となった。結果を表 8-2-9 にまとめる。

表 8-2-9 試験結果一覧表（締め固め回数と強度の関係）

締め固め回数 (回)	材令 (日)	セメント系 固化材混入量 (kg/m <sup>3</sup> )	溼潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	一軸圧縮強度 $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	変形係数 E 50 (MN/m <sup>2</sup> )
3	7	50	1.890	345	38.4
6	7	50	1.888	446	50.3
12	7	50	1.928	464	60.5

##### (2) 簡易動的コーン貫入試験および土壤硬度試験結果

簡易動的コーン貫入試験および土壤硬度計において、一軸圧縮試験結果と同様に 6 回および 12 回の強度が一定し、3 回が低い値となった。

結果を図 8-2-5 にまとめる。

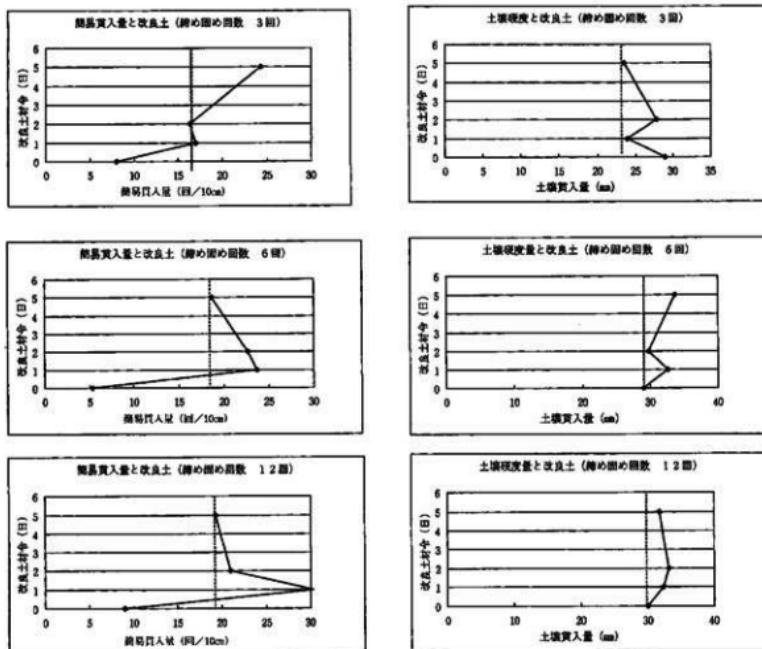


図 8-2-5 締め固め回数と簡易貫入試験値・土壤硬度の関係

(3) 平板載荷試験結果

締め固め回数 6回の平板載荷試験の結果を表 8-2-10に示す。

表 8-2-10 平板載荷試験結果表

締め固め回数 (回)	材 令 (日)	セメント系 固化材混入量 (kg/m <sup>3</sup> )	許容支持力 q a (kN/m <sup>2</sup> )	変形係数 E (MN/m <sup>2</sup> )
6	7	50	60	32

2. 裏込に関する試験結果

2. 1. 使用材料とその特性

(1) 第1回裏込材試験施工

本試験は、甲府城跡において改修を実施した裏込材の粒度分布を参考に図 8-2-6 に示す 4 パターンについて実施した。図 8-2-7 に湿潤密度と変形係数の関係を示す。この結果によれば、湿潤密度が小さくなるほど変形係数が大きくなる傾向がある。

本試験結果は、学識経験者などと検討した結果、比較的細かいものが入っていることから排水性に問題があるとの指摘を受けて不採用として再度検討することとなった。

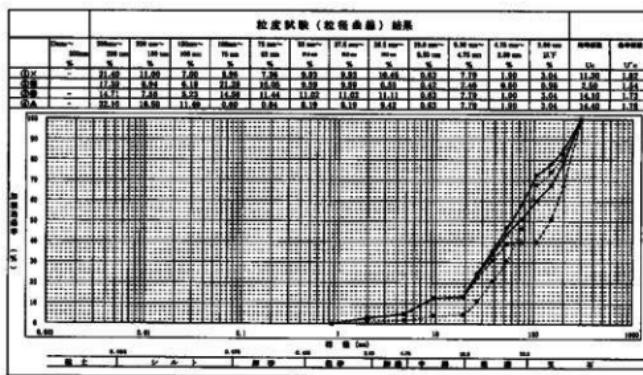


図 8-2-6 第1回試験施工粒度分布図

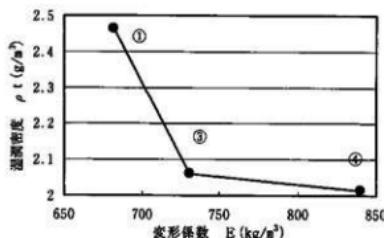


図 8-2-7 湿潤密度と変形係数の関係

### (2) 第2回裏込材試験施工

図8-2-8に示す材料について再試験を実施した。

試験結果を図8-2-9に示す。

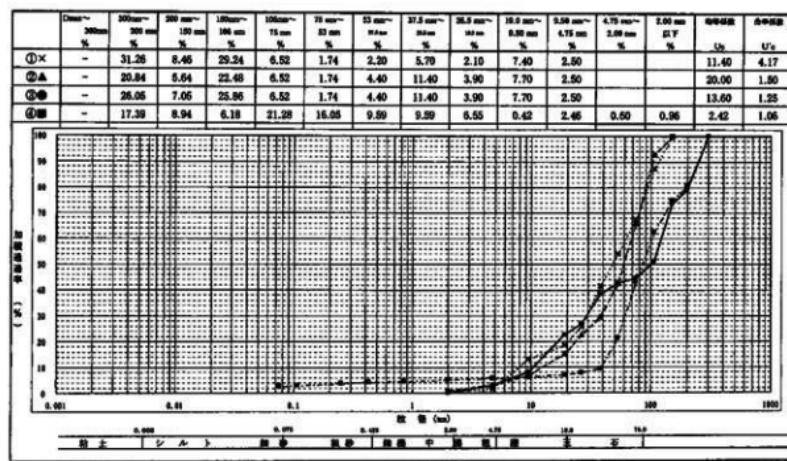


図8-2-8 第2回試験施工粒度分布一覧表

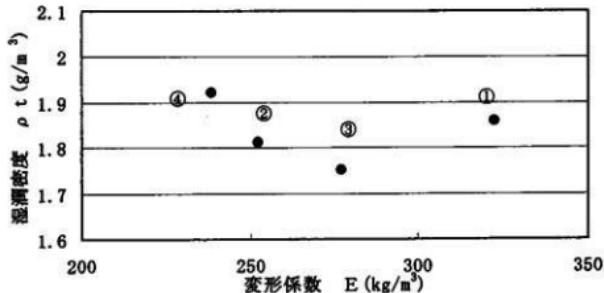


図8-2-9 濡潤密度と変形係数の関係

### (3) 検討結果

上記の検討結果より、③の裏込材を使用して、濡潤密度は全体の平均的な値  $\rho_t = 1.8t / m^3$ 、変形係数は  $E = 280 \text{ kg}/\text{m}^3$  と判断した。

- ① 粒度分布の良い状態 ( $U_c \geq 10$ かつ $1 < U_c \leq \sqrt{U_e}$ ) である。
- ② 濡潤密度は、 $1.75 \sim 1.92 t / m^3$  であり、粒径・変形係数との相関性は特になかった。これは、礫径が大きいことから締め固めが難しく、ある程度のばらつきが出たものと考えられ平均的な値を採用することとした。また、変形係数も同様に平均的な値を採用した。

## 2. 2. せん断強度

### (1) 試験材料の特性

各試料の粒度分布を図8-2-10に示す。

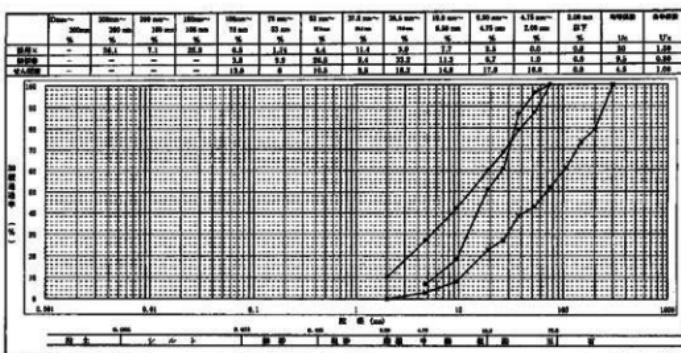


図8-2-10 三軸圧縮試験用材料の粒度分布

### (2) 三軸圧縮試験結果

三軸圧縮試験(CD)の結果を表8-2-11に示す。内部摩擦角 $\phi'$ は、相似粒度法、せん頭粒度法のどちらも同等の値であった。粘着力C'は、せん頭粒度法の方が $30kN/m^2$ 程度、相似粒度法より大きい値となった。これは、エネルギー変化による土の縮め固め試験よりせん頭粒度法は相似粒度法に比べて、締まった状態にあることに起因している。相似粒度法においても経年変化に伴い湿潤密度が大きくなるにつれて、粘着力が大きくなるものと考えられる。

表8-2-11 せん断強度一覧表

	せん 断 強 度	
	粘着力 C' kN/m <sup>2</sup>	内部摩擦角 $\phi'$ (°)
相似粒度法	7.749	43.314
せん頭粒度法	37.934	44.107

### (3) 現場簡易一面せん断試験結果

一面せん断試験の結果を表8-2-12に示す。この結果、三軸圧縮試験の相似粒度法より求めたせん断強度とはほぼ同等の値となっている。

表8-2-12 現場一面せん断試験結果一覧表

実施時期	せん 断 強 度	
	粘着力 C (kN/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)
試験施工1回目 平成13年12月25日	11.2	45.5
試験施工2回目 平成14年4月25日	2.0	50.1
	7.4	37.1
平均	6.9	44.2

#### (4) 検討の結果

せん断強度は、相似粒度法により作製した供試体のせん断強度、粘着力  $C = 7.7 \text{ kN/m}^2$ 、内部摩擦角  $\phi = 43.3^\circ$  を採用した。以下にその選定理由を述べる。

- ① 三軸圧縮試験結果より、せん断強度は相似粒度法とせん頭粒度法を比べると内部摩擦角  $\phi$  が同等であり、粘着力  $C$  が前者の方が大きい値となっている。これは後者の方が前者に比べて密緻めとなっていることに起因している。
- ② 三軸圧縮試験の相似粒度法のせん断強度と図 8-2-11、図 8-2-12 に示す一面せん断試験結果と同等であり、裏込材のせん断強度として妥当と考えられる。

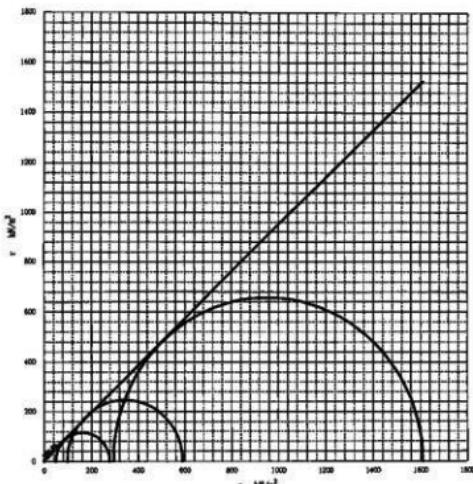


図 8-2-11 三軸圧縮試験結果と一面せん断試験結果の対比

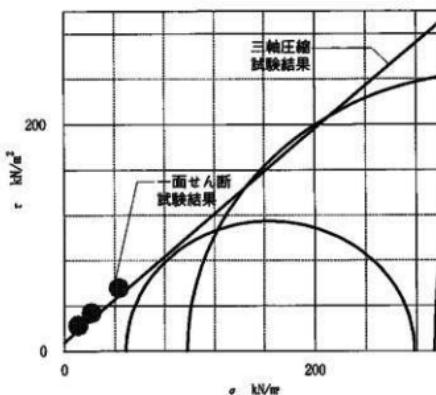


図 8-2-12 図 8-2-11 の拡大図

### 3. 石材に関する試験結果

#### 3. 1. 石材の特性の把握

今回調査では、従来の石材を「旧石材」、今回新たに石垣を構築する石材を「新補石材」として区分し、それぞれについて試験をおこなった。表8-2-14に試験結果を一覧する。

個々の試験値には若干のばらつきは見られるものの誤差の範囲と考えられ、旧石材と新補石材の値にも大きな違いは見られない。また、比重・吸水率・有効間隙率といった物理的性質と一軸圧縮強度等の力学的性質も一般的な関係にあることが確認された。

参考に表8-2-13に代表的な岩の物理的性質を示す。

##### (1) 比重・吸水率・有効間隙率・湿潤密度

表8-2-14より、見掛比重（岩石内部の空隙中の空気および水を含む岩の密度）は2.8程度で安山岩の比重としては概ね一般的な値を示している。

絶乾比重（乾燥比重）の平均値は、旧石材は2.734、新補石材が2.748であり見掛け比重より若干小さめである。見掛け比重と絶乾比重の関係は岩石の空隙に関係し、即ち、間隙が大きいほど絶乾比重は小さくなるのが一般的である。今回有効間隙率が旧石材で3.00%、新補石材で3.65%であり、岩石としては小さめ（安山岩としては一般的な範囲）であることから、見掛け比重と絶乾比重との関係は妥当な結果といえる。

自然比重（岩石表面および内部の空隙中の空気や水を含む岩の密度）の平均値は、旧石材が2.758、新補石材が2.779であり両試料に大きな差異は見られない。

吸水率は岩石の空隙に関係することから、一般に有効間隙率が大きいほど吸水率も大きくなる。吸水率の大小は岩石の強度と密接な関係があり、吸水率が大きい岩石は即ち空隙が大きいため一般に強度が小さく、また、含水状態による岩石の強度変化の影響を受けやすい。今回試験結果より、吸水率の平均値が旧石材で1.10%、新補石材で1.33%となっており、安山岩としては一般的な範囲にある。各試料の試験値を見ると、有効間隙率が大きいものほど吸水率も大きい妥当な結果となっている。

含水比の平均値は、旧石材で0.7%、新補石材で1.0%であり、吸水率が比較的小さいことを反映した結果となっている。

密度（単位体積重量）の平均値は、旧石材で2.754 g/cm<sup>3</sup>、新補石材で2.780 g/cm<sup>3</sup>となっており、含水比が小さいものほど密度が大きい妥当な結果となっている。

##### (2) 超音波伝播速度 (V<sub>p</sub>, V<sub>s</sub>)

超音波伝播速度の平均値は、旧石材でV<sub>p</sub>=5.248km/s、V<sub>s</sub>=2.663km/s、新補石材でV<sub>p</sub>=5.637km/s、V<sub>s</sub>=2.911km/sとなっており、空隙が小さく自然比重や絶乾比重が大きいものほど超音波伝播速度が大きい値を示す傾向がある。

##### (3) 一軸圧縮強度 (σc)・静弾性係数 (E)

一軸圧縮強度の平均値は、旧石材で174960kN/m<sup>2</sup>、新補石材で156309kN/m<sup>2</sup>であり、旧石材の方が若干高めの値を示している。個々の試験値をみると、有効間隙率が小さいものほど一軸圧縮強度が大きい一般的な傾向にある。

静弾性係数の平均値は、旧石材で5.35×10<sup>7</sup>kN/m<sup>2</sup>、新補石材で5.60×10<sup>7</sup>kN/m<sup>2</sup>となっている。

##### (4) 圧製引張強度 (σs)

旧石材の圧製引張強度の平均値は7373kN/m<sup>2</sup>、新補石材で7117kN/m<sup>2</sup>となっている。

一軸圧縮強度と引張強度の比 ( $\sigma_c/\sigma_t$ ) で表されるぜい性度は、岩石のもうさの指標となり、一般に岩石はぜい性度が極めて大きく、圧縮強度に対し引張強度が極めて小さい値を示すことが多い。

今回の試験結果から、ぜい性度は旧石材で24程度、新補石材で22程度を示した。

##### (5) 含水率

今回調査では、表乾状態にある石材を水浸し、湿潤状態にした後の含水率を測定した。

試験結果、旧石材の平均値は21.6%で、新補石材は30.1%であり、吸水率や有効間隙率の値に対し、含水率は高めの値を示している。

## (6) シュミット・ロックハンマー

本試験の結果は、旧石材が38.1Roで、新補石材が48.5Roであり、新補石材のほうが高めの値を示している。

表 8-2-13 代表的な岩石の物理的性質

岩石名	比重	間隙率(%)	吸水率(%)	熱伝導率 $\times 10^{-3}$ (cal/cm <sup>2</sup> s °C)	比抵抗(Ω-m)	継波弹性波速度(km/s)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
火 山 岩						
安山岩	2.2~2.7	2~11	0.1~4.9	4.0~8.5	20~5000	5.0~6.3
玄武岩	2.2~2.8	0.1~9.9	0.1~9.9	4.0~8.6	20~5000	5.0~6.6
閃绿岩	2.8~2.9	0.1~4	0.1~4.0	6.0~8.5	500~20000	5.2~6.6
花岗岩	2.7~3.0	0~2	0~0.3	6.2~9.0	500~2000	5.4~6.7
流紋岩	2.5~2.7	0.05~2.8	0.2~1.6	6.2~9.0	500~20000	4.6~6.0
	2.5~2.7	1~7	0.1~5.6	7.4~8.8	50~5000	4.5~6.3
堆積岩						
角礫岩(火成岩)	2.5~3.0	0.1~7	~	7.1~8.0	~	~
角礫岩(石灰岩)	2.3~2.5	1~35	~	4.5~6.5	~	~
チャート	2.6~2.7	1~4	0.1~3	7.0~11.0	~	~
ドロマイト	2.5~2.7	0.3~25	0.3~1.2	8.9~13.9	50~10000	3.0~7.0
石灰岩(硬岩)	2.5~2.7	0.8~27	0.1~1.8	4.7~8.0	200~10 <sup>4</sup>	2.8~7.1
チヨーク	2.3~2.5	4~42	0.3~4.1	4.7~6.4	50~10000	1.7~4.2
砂岩	1.9~2.6	0.5~24	0.7~13.8	3.5~7.7	20~500	1.0~4.4
シルト岩	2.2~2.5	2.2~24	0.4~6.3	3.0~7.5	20~500	1.4~4.4
泥岩、頁岩	2.3~2.7	2.9~55	0.2~6.1	2.2~6.9	150~500	1.5~3.5
石炭	2.5~2.7	1~19	0.2~1.0	4.7~6.4	50~5000	2.0~4.5
変成岩						
片麻岩	2.6~3.2	0.3~2.4	0.1~0.8	4.9~10.4	100~5000	3.5~7.5
大理石	2.4~2.7	0.1~6	0.1~0.8	4.7~8.0	1000~10 <sup>4</sup>	3.8~6.9
珪岩	2.6~2.7	0.8~7	0.1~0.8	7.4~18.9	500~5000	5.8~6.3
粘板岩、片岩	2.6~2.8	0.4~10	0~0.6	4.1~8.9	100~3000	2.3~5.7

表 8-2-14 岩石試験結果一覧

岩石名	試料番号	供試体番号	過濾密度 $\rho_f$ (g/cm <sup>3</sup> )	含水比 $W_h$ (%)	自然比重 $G_n$	給定比重 $G_d$	密度比値 $G_d/G_n$	空隙比値 $G_g$	吸水率 $ab$ (%)	有効間隔率 $n$ (%)	一輪圧縮強度 $c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	静的弾性係数 $E$ (kN/m <sup>2</sup> )	静的P'比 $\nu_s$	P波速度 $V_p$ (km/s)	S波速度 $V_s$ (km/s)	動的弾性係数 $\sigma_1$ (kN/m <sup>2</sup> )	圧縮強度 $\sigma_t$ (kN/m <sup>2</sup> )	含水率 (%)	試験 日付 (No.)
鞍山岩	B-8-7	1	2.775	0.6							214739			5.650	2.939	6.32E+07	9013		
		2	2.778	0.5							202853			5.462	2.822	5.84E+07	9003		
		3	2.772	0.5							217750			5.548	2.906	6.14E+07	8503		
		4			2.790	2.774	2.794	2.830	0.700	1.96	192466	5.20E+07	0.238					21.4	39.7
	B-8-9	1	2.759	0.6							177107			5.522	2.791	5.72E+07	6551		
		2	2.772	0.7							178123			5.484	2.772	5.68E+07	6120		
		3	2.771	0.6							172266			5.415	2.722	5.47E+07	6826		
		4			2.758	2.735	2.764	2.815	1.03	2.82	158116	4.99E+07	0.211					20.9	42.9
	C-9-3	1	2.751	0.7							167286			4.933	2.478	4.58E+07	6551		
		2	2.736	0.8							152298			4.871	2.436	4.33E+07	6326		
		3	2.666	1.0							112414			4.303	2.098	3.16E+07	7463		
		4			2.726	2.692	2.734	2.811	1.57	4.22	159423	5.87E+07	0.222					32.4	31.8
鞍山岩	データ個数	9	9	3	3	3	3	3	3	3	12	3	3	9	9	9	9	3	3
	最小値	2.666	0.5	2.726	2.692	2.734	2.811	0.70	1.96		112414	4.99E+07	0.211	4.303	2.098	3.16E+07	6120	20.9	31.8
	最大値	2.779	1.0	2.790	2.774	2.794	2.830	1.57	4.22		217750	5.87E+07	0.238	5.650	2.939	6.32E+07	9013	22.4	42.9
	平均値	2.754	0.7	2.758	2.734	2.764	2.819	1.10	3.00		176960	5.35E+07	0.234	5.248	2.643	5.24E+07	7373	21.6	38.1
	No. 1	1	2.779	1.0							170681			5.633	2.832	5.93E+07	8003		
		2	2.777	1.0							132277			5.271	2.622	5.11E+07	7444		
		3	2.773	1.0							173581			5.599	2.895	6.13E+07	7453		
		4			2.782	2.750	2.787	2.857	1.360	3.75	171903	5.47E+07	0.252					22.8	47.0
	No. 2	1	2.764	1.1							147121			5.664	2.931	6.25E+07	5776		
		2	2.782	1.1							143325			5.584	2.887	6.10E+07	5384		
		3	2.775	1.1							148811			5.644	2.953	6.35E+07	5196		
		4			2.782	2.750	2.787	2.857	1.36	3.74	144420	5.31E+07	0.267					44.6	48.1
	No. 3	1	2.765	1.0							158531			5.742	2.988	6.54E+07	6880		
		2	2.787	1.0							161437			5.812	3.027	6.72E+07	8206		
		3	2.782	1.0							162949			5.874	3.060	6.86E+07	10003		
		4			2.774	2.743	2.788	2.842	1.27	3.47	158365	6.02E+07	0.255					23.5	50.3
データ個数	9	9	3	3	3	3	3	3	3	12	3	3	9	9	9	9	3	3	
	最小値	2.773	1.0	2.774	2.743	2.787	2.842	1.27	3.47		132277	5.31E+07	0.252	5.271	2.622	5.11E+07	5196	22.8	47.0
	最大値	2.787	1.1	2.782	2.750	2.788	2.857	1.36	3.75		173581	6.02E+07	0.267	5.874	3.060	6.86E+07	10003	44.0	50.3
	平均値	2.780	1.0	2.779	2.748	2.787	2.852	1.32	3.65		156309	5.60E+07	0.258	5.637	2.911	6.22E+07	7317	30.1	48.5

### 3. 2. 石材間の強度試験結果

#### (1) 平滑な石材

図に示す石材を用いて試験を実施した。試験結果を図に示す。

せん断応力と水平変位の関係では、石材が平滑なため水平変位が大きくなってしまっても、せん断応力もほぼ一定している。せん断強度は、せん断応力と垂直荷重の関係より求めて、せん断応力は各垂直荷重の最大値を採用した。

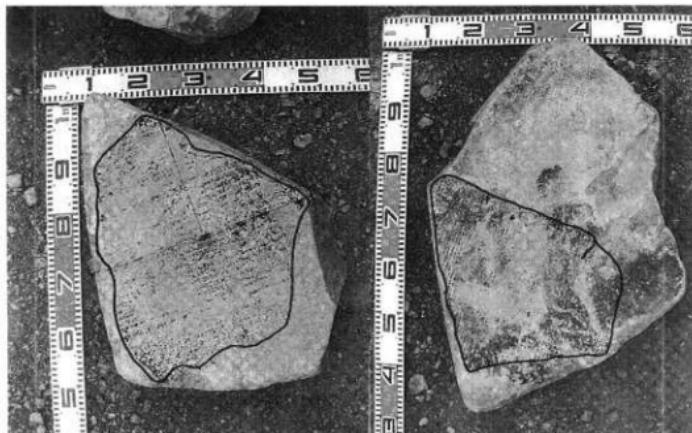
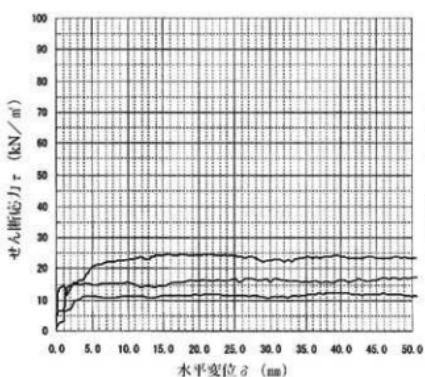
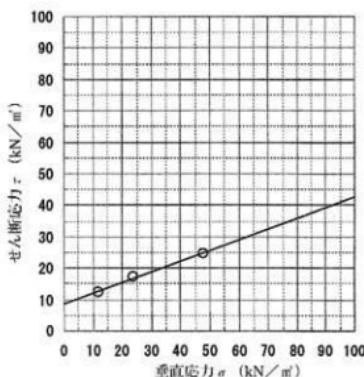


図 8-2-13 試験石材(平滑な石材)

\* 黒く囲っている部分が接する部分



せん断応力と水平変位の関係



せん断応力と垂直応力の関係

図 8-2-14 試験結果

(2) 凹凸のある石材

図に示す石材を用いて試験を実施した。図に示すせん断応力と水平変位の関係では、石材と石材の凹凸によりせん断応力が大きく変化する。

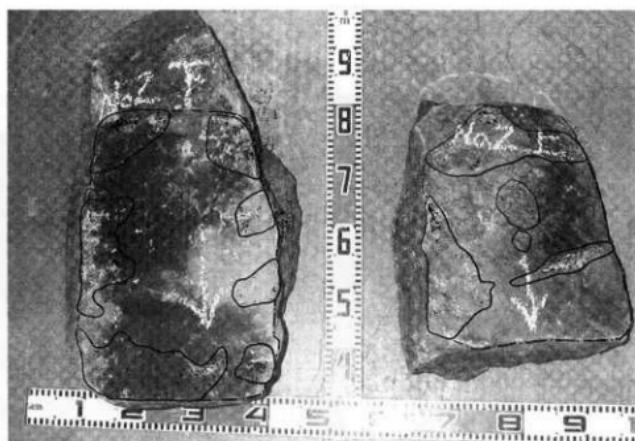
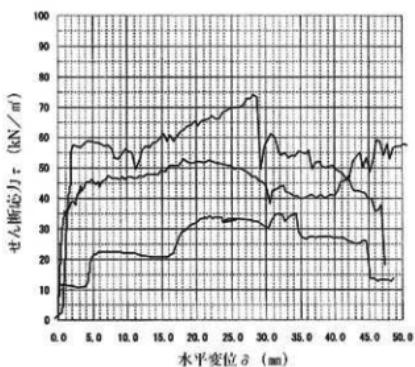
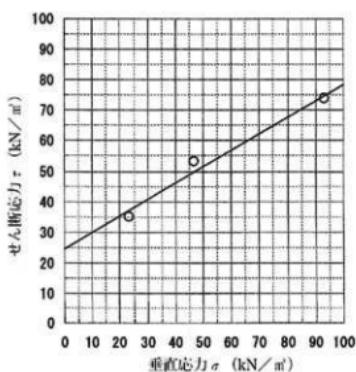


図 8-2-15 試験石材(凹凸)  
※黒く囲っている部分が接する部分



せん断応力と水平変位の関係



せん断応力と垂直応力の関係

図 8-2-16 試験結果

### (3) 石材間の強度

せん断強度を表にまとめる。粘着力は、石材がかみ合ったときに発する見掛けの粘着力であるため、平滑な石材で0~8.6kN/m<sup>2</sup>、凹凸のある石材で0~24.4kN/m<sup>2</sup>と幅を持たせた。稲荷檜台に用いる石材は、野面石であるため凹凸のある石材間の強度と同等と考えられる。

表 8-2-15 石材間の強度

	粘着力 C (kN/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)
平滑な石材	0~8.6	18.8
凹凸のある石材	0~24.4	28.4

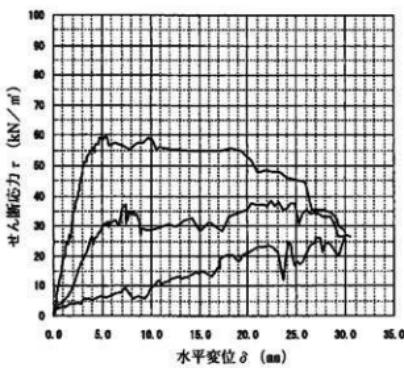
## 4. その他の検討

### 4. 1. 接触面強度

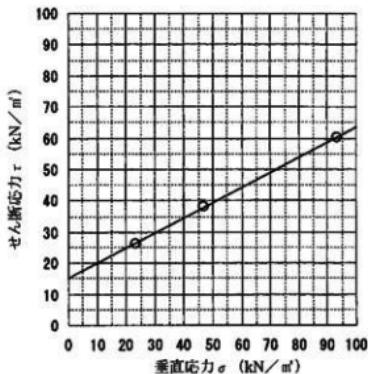
各接触面の強度について示す。

#### (1) 凹凸のある石材と裏込材の接触面強度

せん断強度は、粘着力が0~15.2kN/m<sup>2</sup>、内部摩擦角が25.8°であった。



せん断応力と水平変位の関係

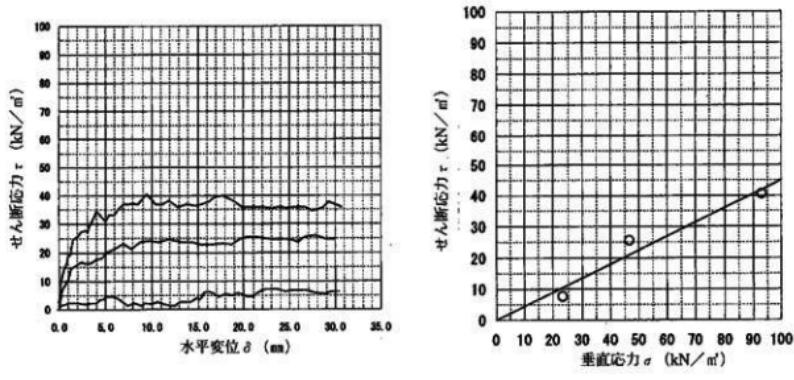


せん断応力と垂直応力の関係

図 8-2-17 試験結果

(2) 平滑な石材と裏込材の接触面強度

せん断強度は、粘着力が  $0 \text{ kN/m}^2$ 、内部摩擦角が  $24.3^\circ$  であった。



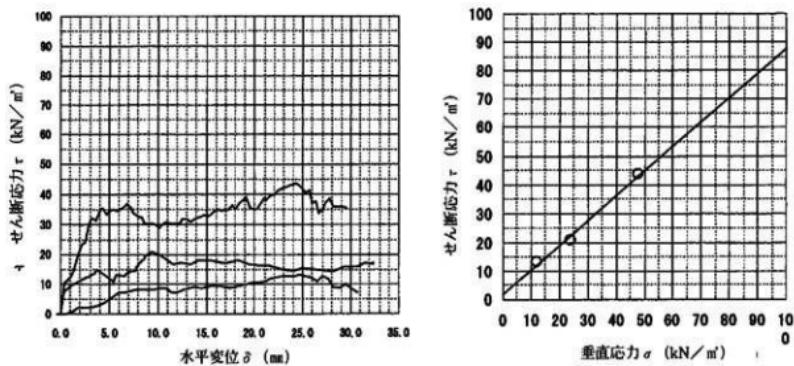
せん断応力と水平変位の関係

せん断応力と垂直応力の関係

図 8-2-18 試験結果

(3) 裏込材と盛土材の接触面強度

せん断強度は、粘着力が  $0 \sim 2.1 \text{ kN/m}^2$ 、内部摩擦角が  $40.5^\circ$  であった。



せん断応力と水平変位の関係

せん断応力と垂直応力の関係

図 8-2-19 試験結果

## 5. 試験結果のまとめ

### 5. 1. 各材料の施工上の留意事項

#### (1) 盛土材

- ① 盛土材は、槽台の安定性向上に配慮してセメント系固化材を添加する。
- ② セメント系固化材の添加量は50kg/m<sup>3</sup>を基本として、冬期間は100kg/m<sup>3</sup>以上として現在位置で所定の強度がでていることを確認する。
- ③ 気温が氷点下の場合は施工を控えるとともに、養生中はヒーターや養生マットなどを用いる。
- ④ 施工は、巻き出し厚を30cmとして、25cm程度まで締め固める。締め固め回数は、6回を基本とする。
- ⑤ 平板載荷試験、一軸圧縮試験、簡易動的コーン貫入試験、土壤硬度試験を定期的に実施して強度を把握する。

#### (2) 裏込材

- ① 「2. 1. 使用材料とその特性」(2) の③の粒度に調整した材料を使用する。
- ② 施工は、巻き出し厚を30cmとして、十分に締め固める。
- ③ 水置换による土の密度試験、現場一面せん断試験を定期的に実施して強度を把握する。

#### (3) 石材

- ① 基本的には旧石材を用いるが、破損しているもの、割れ目が入っているものなどは、新補石材を利用する。
- ② 新補石材の使用においても、割れ目などの有無を確認して、石垣建設に伴い破損が生じないようにする。
- ③ シュミットハンマーを各石材におこない、強度が48.5Ro程度あることを確認する。ただし、シュミットハンマーは、石材の凹凸、試験者などにより誤差が生じることが予想されるため、必ずしも強度が48.5Ro以上必要というわけではなく、著しく強度が低い場合は、その原因を究明し石垣に使用するか判断する。

### 5. 2. 各材料の土質定数

#### (1) 盛土材

「1. 4. 現位置での確認（室内試験との対比）」の締め固め回数6回を採用した。せん断強度は、粘着力Cは次式を用いて算出し、内部摩擦角φは0°とした。

$$\begin{aligned} C &= \frac{qu}{2} \\ &= \frac{464}{2} \\ &= 232 \text{ (kN/m<sup>2</sup>)} \end{aligned}$$

#### (2) 裏込材

単位体積重量、変形係数は、「2. 1. 使用材料とその特性」(2) の③を用いた。  
せん断強度は、「2. 2. せん断強度」(2) の相似粒度を採用し、粘着力Cについては、0~7.7kN/m<sup>2</sup>とした。

#### (3) 石材

3. 石材に関する試験結果の表8-2-14に示す新補材と旧材の平均値を採用することとした。せん断強度は「設計要領第2集 日本道路公団 4-8」の次式を用いて算出した。

##### ① 粘着力C

$$\begin{aligned} C &= \frac{1}{2} \sqrt{qu \times Tu} \\ &= \frac{1}{2} \sqrt{165635 \times 10931} \end{aligned}$$

$$= 21275 \text{ kN/m}^2$$

qu : 一軸圧縮強さ (kN/m<sup>2</sup>)

Tu : 引張強度 (kN/m<sup>2</sup>)

## ② 内部摩擦角 $\phi$

$$\phi = \sin^{-1} \left( \frac{qu - Tu}{qu + Tu} \right)$$

$$= \sin^{-1} \left( \frac{165635 - 10931}{165635 + 10931} \right)$$

$$= 61.19^\circ$$

## (4) 各接触面の強度

石材間の強度は、「3. 2. 石材間の強度試験結果（2）凹凸のある石材」の試験値を採用した。

石材と裏込材間の強度は、「4. 1. 接触面強度（1）凹凸のある石材と裏込材の接触面強度」の試験値を採用した。

## (5) 支持地盤

支持地盤については、掘削中におこなった平板載荷試験、掘削面からサンプリング試料を用いておこなった三軸圧縮試験結果の値を採用した。

## (6) 土質定数

各材料の土質定数を表にまとめる。

表 8-2-16 土質定数一覧表

	単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	せん断強度		変形係数 E (MN/m <sup>3</sup> )
		粘着力 C (kN/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)	
改良盛土材 (セメント系固化材50kg/m <sup>3</sup> )	18.8	232	0	32
裏込材	18.3	0~7.7	43.3	28
石材	27.6	21275	61.9	56000
石材間の強度	—	0~24.4	28.4	—
石材と裏込材間の強度	18.3	0~15.2	25.8	28
裏込材と盛土材間の強度	18.6	0~2.1	40.5	30
支持地盤	20.0	101	30.6	50

## 6. 安定解析

舞鶴公園石垣の変状は、主に盛土地盤の円弧すべり、石垣の孕み出しによるものであり、築城されてから400年近く経つが落石のような現象や地震による石材が飛び出すことは確認されてない。このため、安定解析は、盛土内の円弧すべりと地盤の変形による孕み出しに着目して安定解析をおこなう。円弧すべりの検討は、第1節の4-1と同様の手法とし、石垣の孕み出しはFEMを用いて弾性解析をおこない、石垣を除く地盤の変形量を算出し、石垣への影響を検討する。

### 6. 1. スベリの検討

計算方法、設計水平震度などは、第1節の4. 4と同様とし、土質定数は、土質定数は表8-2-16を用いておこなった。安定解析結果は、図8-2-20のとおりである。

最小安全率 F<sub>s w i n</sub> = 2.870  
 円弧の中心 X = 2.00 (m)  
 Y = 318.00 (m)  
 半径 R = 42.00 (m)  
 抵抗モーメント M<sub>R</sub> = 27655.48 (t f · m)  
 起動モーメント M<sub>O</sub> = 9634.79 (t f · m)

層番号	飽和重量 (t f / m <sup>3</sup> )	溼潤重量 (t f / m <sup>3</sup> )	内部摩擦角 (度)	粘着力 (t F / m <sup>2</sup> )	粘着力の 一次係数	水平震度	鉛直震度
1	1.880	1.880	0.00	23.20	0.00	0.150	0.000
2	2.000	2.000	30.50	10.10	0.00	0.150	0.000
3	2.000	2.000	30.50	10.10	0.00	0.150	0.000

水の単位堆積重量=1.000 (t f / m<sup>3</sup>)

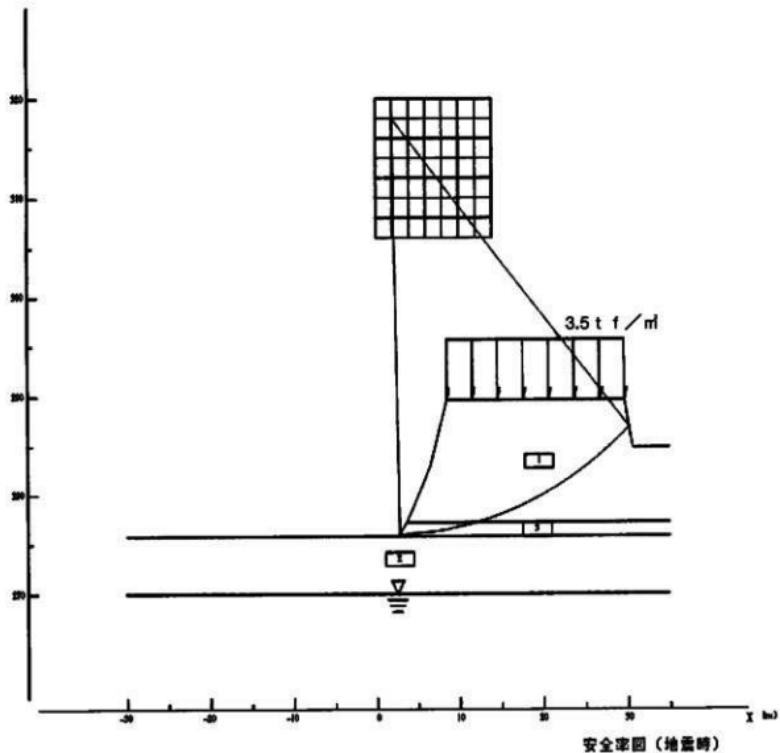


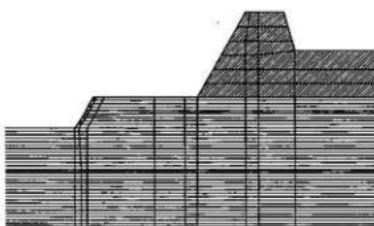
図 8-2-20 安定解析結果

## 6. 2. 変形解析

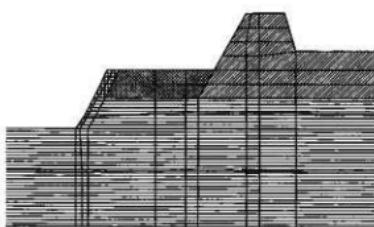
解析モデルを図 8-2-21に示す。檜台の石垣は、野面積みで不規則な形状をしていることから、解析は裏込材、盛土材、支持地盤にておこない、石材は入れずにおこなった。

### (1) 解析ステップ

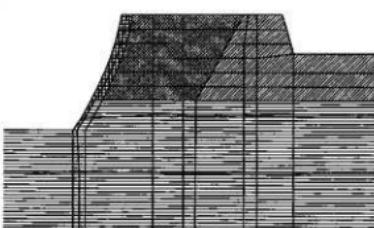
- ① 盛土部の掘削



- ② 盛土部の施工（中段まで）



- ③ 盛土部の施工完了



- ④ 檜の建設（上載荷重は35kN/m<sup>2</sup>）

- ⑤ 地震時

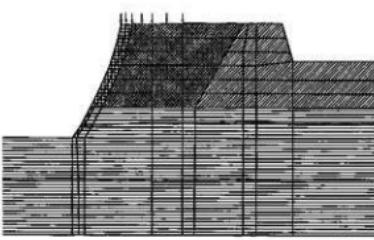


図 8-2-21 解析図

## (2) 解析結果

解析の結果、橋の建設による盛土地盤の沈下は3cm、孕み出しは1cm程度であった。また、地震時は、孕み出しが9cm程度になることが判った。

また、この解析結果を用いて石垣重心位置の変化に着目すると、ミドルサード（石垣控え幅の1／3以内）に収まることから変形に対して石垣は安定するものと考えられる。

### ①橋建設時

3cm程度の沈下と1cm程度の孕み出し

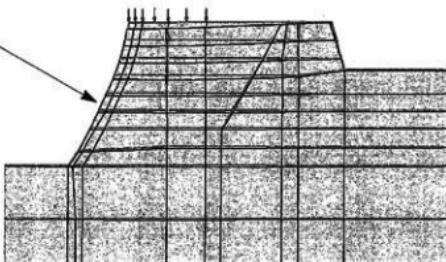


図8-2-22 橋建設時変形図

### ②地震時

3cm程度の沈下と9cm程度の孕み出し

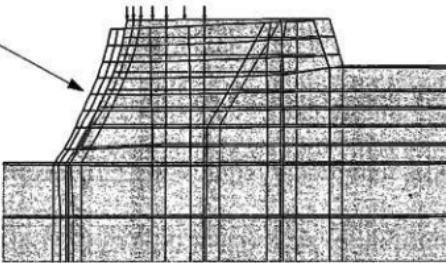


図8-2-23 地震時変形図

## 7. 檜台の断面

### 7. 1. 解体調査結果

檜台の内部構造は、解体工事と並行におこなった調査より表8-2-17、図8-2-24に示すとおりであった。なお、値は実測値を四捨五入したものを用い、ある程度同等の場合はそれを平均することとした。石垣表面から盛土までの距離は4～7石目で最大となり徐々に短くなっている。これは、背後地盤に起因するものと考えられ、盛土などの比較的強度のないところではその距離が長く、自然地盤などの強度が大きいところでは距離が短くなっている。裏込材により背後地盤の強度を補っているものと考えられる。

石垣の各石材は、前面の高さ・控え幅は石垣が下に向かうほど大きくなる傾向があり、背面の高さはそれとは関係なくほぼ一定であった。

検討した結果は図8-2-25のとおりで、図8-3-7①スケッチ図、図8-3-8②掘削時標準断面図の拡大を示す。

表 8-2-17 掘削調査一覧表

	石垣表面から盛土までの水平距離 (cm)	石 壁					
		前面の高さ (cm)		背面の高さ (cm)		控え幅 (cm)	
1 石目	200	27		20		64	
2 石目		34		22		61	65
3 石目		40		23		69	
4 石目	260	46	42	19		80	
5 石目		44		20		83	81
6 石目		42		25		82	
7 石目		44		25		91	
8 石目	240	49		24		88	90
9 石目		53		30		91	
10 石目		59	59	23		104	103
11 石目	220	58	60	20		102	100
12 石目		71	71	70	22	123	123
13 石目		57		23		99	
14 石目		60		25		98	
15 石目		60		33		98	
16 石目	160	57	56	60	27	108	
17 石目		61			26	107	98
18 石目		51			28	93	
19 石目		45			28	93	
20 石目	140	72	72	70	28	95	
21 石目		50	50	50	25	91	

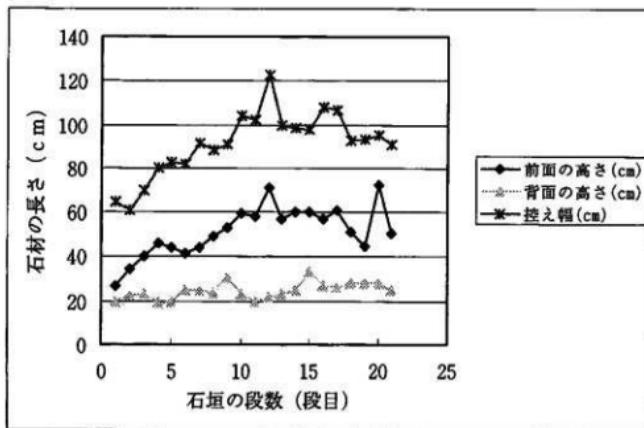
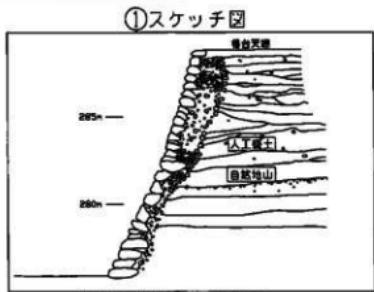


図 8-2-24 石材と段数の関係

## 稻荷橋基礎部に関する断面検討

### 1 断面形状の変遷



掘削時の標準的なスケッチである。

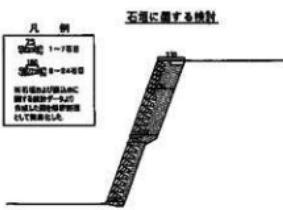
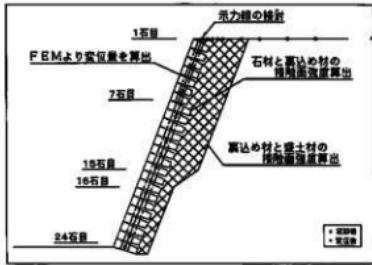
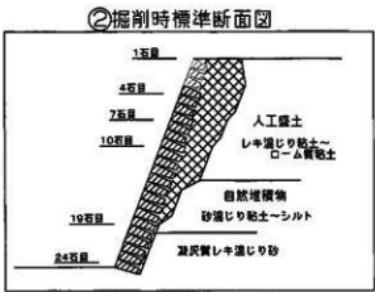


図 8-2-25 稲荷橋基礎部に関する断面検討

## 7. 2. 工事標準断面

工事に用いる標準断面は、表 8-2-18、図 8-2-26 に示すとおりである。7. 1 の結果を踏まえて、それをさらに簡素化し現況の断面を尊重しながら工事の施工性にも配慮したものである。

表 8-2-18 工事標準断面一覧表

	石堤表面から盛土までの水平距離 (cm)	石 堤								
		前面の高さ (cm)			背面の高さ (cm)			控え幅 (cm)		
1石目		27			20		64			
2石目	200	34			22		61	65		
3石目		40			23		69			
4石目		46	40	40	19		80			
5石目		44			20		83	80		
6石目		42			25		82			
7石目		44			25		91			
8石目		49			24		88	90		
9石目	240	53			30		91			
10石目		59			23		104			
11石目		58			20	25	102			
12石目		71			22		123			
13石目		57			23		99			
14石目		60	57	60	25		98			
15石目		60			33		98			
16石目		57			27		108			
17石目		61			26		107			
18石目		51			28		93			
19石目		45			28		93			
20石目	160	72			28		95			
21石目	140	50			25		91			

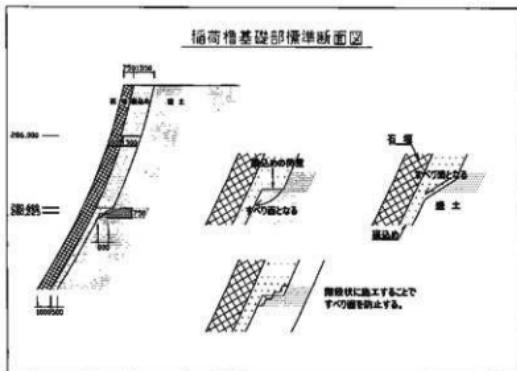


図 8-2-26 程荷樁基礎部標準断面図

### 第3章 改修工事の管理監視

本節では、前節までの検討を踏まえて実際に改修工事をおこなった結果、石垣・地盤などがどのように変化するか把握して構台の安定性・工事の安全性の確認をおこなった。また、工事の品質管理は、盛土・裏込材の密度管理や現場一面せん断試験・簡易貫入試験を用いた強度管理を実施しているが、ここでは、光波測距儀を用いた動態観測、孔内傾斜計観測と各結果について示す。

#### 第1項 動態観測とその結果

石垣は、改修工事を進めていくうえで、どの程度の変位があるか確認して工事の安全性を確保するとともに品質の確保を目的に実施している。観測方法としては、 $2 \sim 3 \text{ m}^2$  に 1 ケ所程度にターゲットを据えて定期的に光波測距儀を用いて移動量を把握した。また、変位量が大きくなれば、その周辺を中心に観測をおこなうこととした。観測の結果を表 8-3-1、図 8-3-1 にまとめる。変位量は、最大で 10mm 程度であり大きな変位はしていないことが判った。また、ここで着目したいのは比較的、隅角石に近い石材ほど隅角石方向に変位していることである。城郭の石垣においては、隅角石の積み方、石材の材質・大きさなどを工夫している。これは、石垣を安定させるためには隅角石が重要であり、今回の観測によりそれを裏付ける結果が得られた。今後の改修工事などにおいても石垣の変位について把握をおこない、伝統技術の検証をおこなっていく必要がある。

また、前述した変位解析で得られた変位とほぼ同等の結果であることから、この程度の変位は妥当であると判断した。

表 8-3-1 変位量一覧表

	初期座標値		施工後変位量 (mm)			
	X	Y	Z	Δx	Δy	Δz
A1	122.99	96.303	277.233	7	1	-4
A2	123.38	95.669	278.551	-1	-1	-5
A3	123.468	94.514	280.462	-1	5	-6
A4	123.494	93.804	282.247	0	7	-9
A5	123.402	93.291	283.437	-2	3	-8
A6	123.574	92.742	285.108	-1	1	-5
A7	123.549	92.217	286.698	1	1	-1
A8	123.807	91.681	288.688	-1	-13	-3
B1	129.141	98.326	277.496	-1	4	-7
B2	129.846	96.895	280.296	0	5	-7
B3	130.339	96.244	282.194	3	9	-6
B4	129.723	95.546	283.394	2	8	-9
B5	130.119	94.76	286.114	0	2	-6
B6	130.172	94.06	288.527	-1	1	-1
C1	132.202	100.032	276.469	-1	0	-4
C2	133.417	99.273	278.488	2	3	-5
C3	133.419	98.353	280.508	5	8	-7
C4	133.848	97.761	282.154	2	7	-8
C5	132.203	95.689	265.834	1	3	-4
D1	137.123	97.631	276.428	2	0	-1
D2	136.126	96.96	278.295	2	2	-3
D3	135.169	96.662	280.305	4	4	-6
D4	134.566	96.369	281.855	3	4	-4
D5	133.845	96.37	283.664	0	3	-5
D6	133.261	95.685	285.726	-1	2	-1
D7	132.803	94.279	286.563	0	-2	-1
E1	138.474	93.578	276.586	1	-1	0
E2	137.547	92.962	278.322	2	1	-4
E3	136.454	92.933	280.363	4	2	-6
E4	135.816	92.488	281.983	2	2	-5
E5	135.184	92.413	283.468	4	2	-7
E6	134.21	92.166	285.916	-3	-2	2
E7	133.621	91.688	288.697	0	-1	-1
F1	140.387	87.66	278.892	3	-1	-4
F2	139.435	87.823	278.375	2	0	0
F3	138.231	87.708	280.568	3	1	-5
F4	138.271	85.845	281.657	0	0	0
F5	137.237	86.296	283.625	4	3	-8
F6	136.539	85.815	285.957	1	0	-4
F7	135.588	86.084	288.712	0	-2	-1

## 石垣変位図

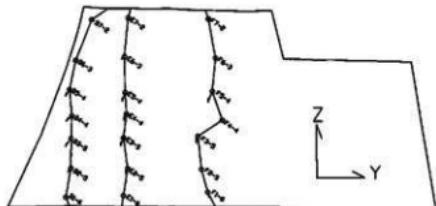
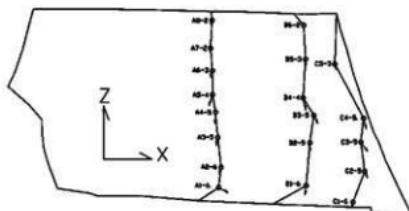
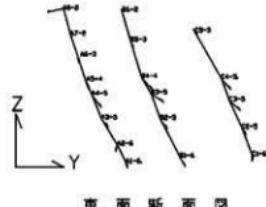


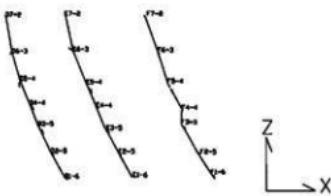
表. 計測データ一覧

測定点番号	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
1	100	100	100
2	200	200	200
3	300	300	300
4	400	400	400
5	500	500	500
6	600	600	600
7	700	700	700
8	800	800	800
9	900	900	900
10	1000	1000	1000
11	1100	1100	1100
12	1200	1200	1200

東面 正面図



北面 正面図



※ 变位量は図面上で100倍に拡大し示した。

※ 变位量は図面上で100倍に拡大し示した。

図 8-3-1 石垣変位図

## 第2項 孔内傾斜計観測とその結果

孔内傾斜計観測は、石垣改修工事、橋建設中およびその後の地盤の安定性について監視をおこなうものである。孔内傾斜計とは、図8-3-2に示すように地盤にガイドパイプというφ44mmの溝付きアルミパイプを挿入し、そこに孔内傾斜計を挿入し孔内の傾斜から地盤の変位を把握するものである。観測は定期的におこない、地盤に大きな変位がみられたら監視体制を強めることとした。

観測する位置は、図8-3-3に示すように北側石垣面、東側石垣面、隅角石付近とした。

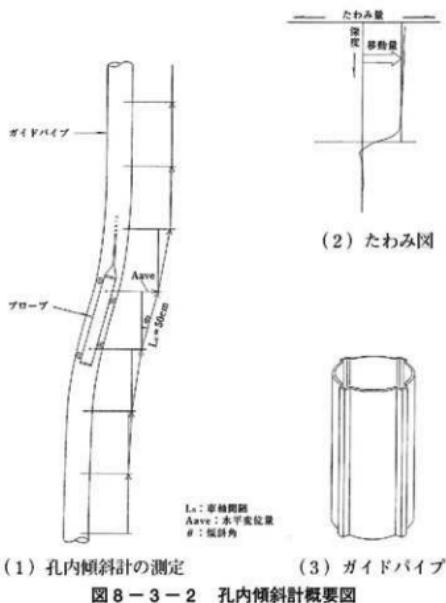


図8-3-2 孔内傾斜計概要図

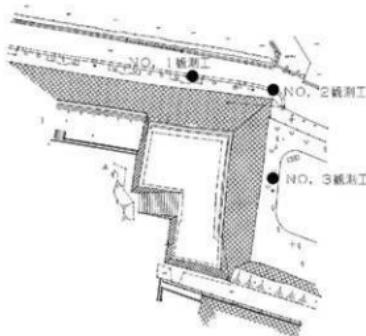
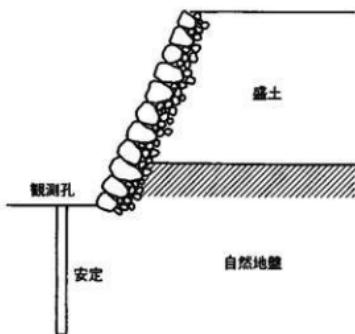


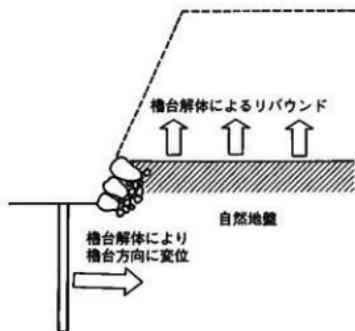
図8-3-3 観測位置図

観測の結果は、図 8-3-4 に示すとおりであり、およそ 2 mm 以内で変位しているが掘削時は構台方向にリバウンドし、石垣改修工事が進行するにつれて構台とは逆方向に変位して落ち着いてきた。構台完成後は変位はなかった。

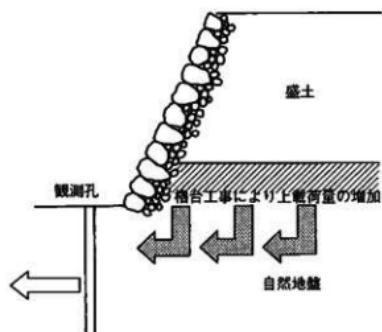
①工事前



②解体工事修了



③改修工事修了



構台改修工事修了により  
構台とは反対方向に変位  
その後、変位は落ち着く

図 8-3-4 試験結果概要図

### 第3項 地中レーダー測定とその結果

ここでは、地中レーダーを用いて石垣面から石垣・裏込材の控え幅を測定した。

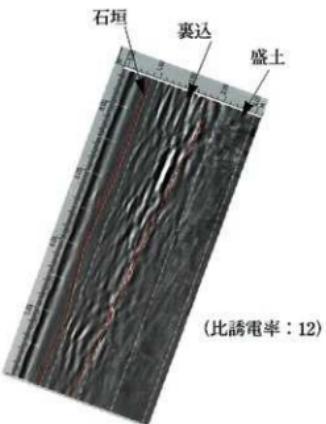
また、これと同様の手法を用いて甲府城跡内の石垣について測定をおこなってみた。

#### 1. 1. 稲荷槽

〈稲荷槽台東面〉



写8-3-1 槽台断面掘削状況



(比誘電率：12)



写8-3-2 作業風景

反射パターンは、石垣、裏込、盛土に対応する3層構造を示した。石垣部は厚さ1m土の低反射領域、裏込部は厚さ2m土の不均一な強反射領域、盛土部は比較的均一な低反射領域を示した。

## 1. 2. 武徳殿下石垣

〈武徳殿下石垣〉



反射パターンは、不均一な強反射領域を示し、連続的な境界面も認め難い。

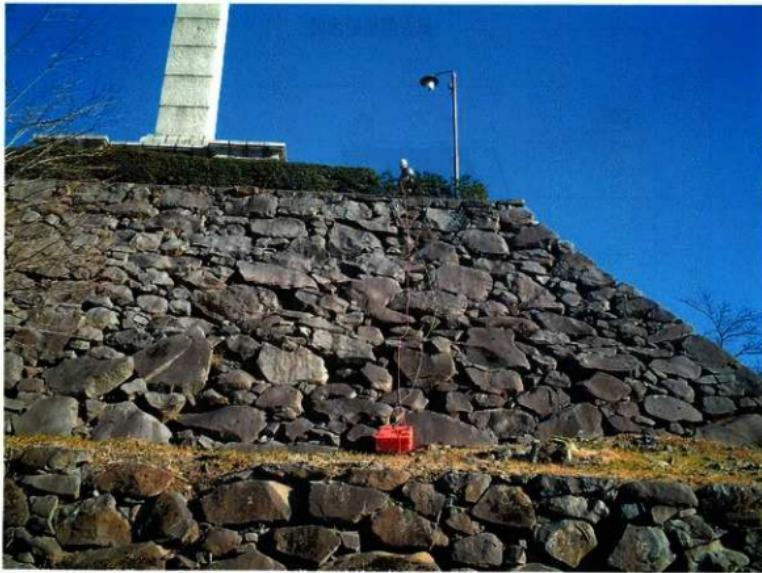
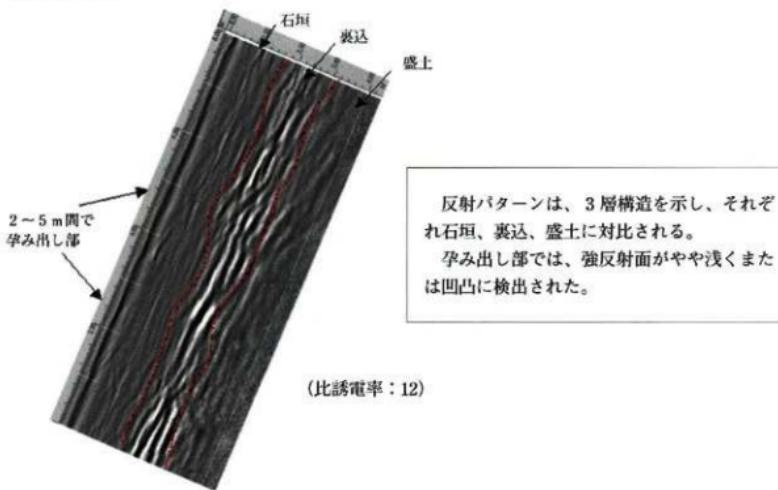
高さ3.5m付近の孕み出し部では、強反射面が浅く検出された。このような特徴は、地盤の不均一性を反映した可能性がある。



写8-3-4 作業風景

### 1. 3. 武徳殿上石垣

〈武徳殿上石垣〉



写8-3-5 作業風景

弹性波探査断面図

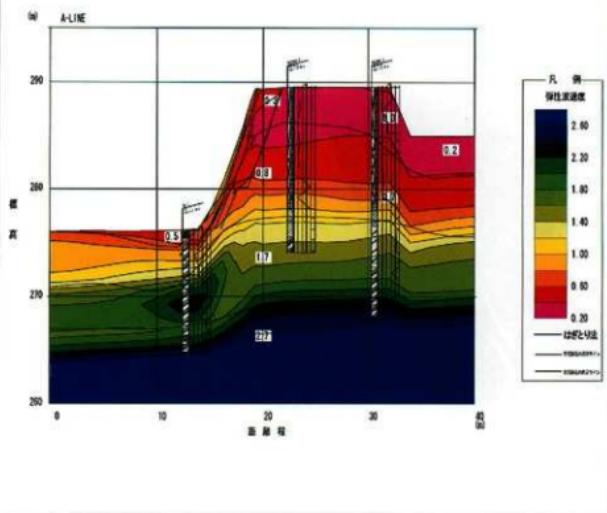


図 8-3-5 弹性波探査解析結果

総合解析断面図

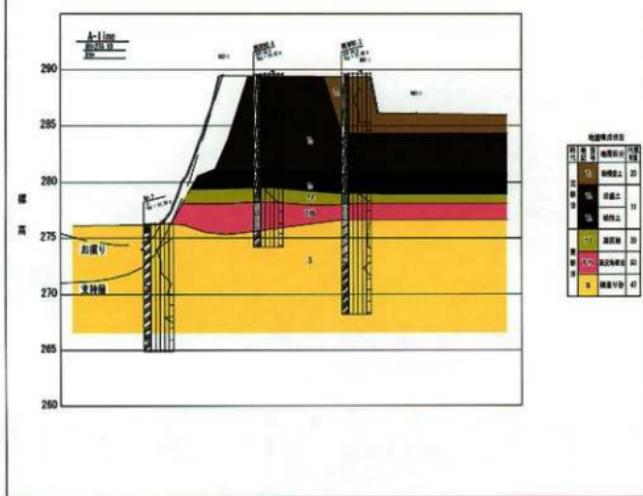


図 8-3-6 地質断面図

## ①スケッチ図

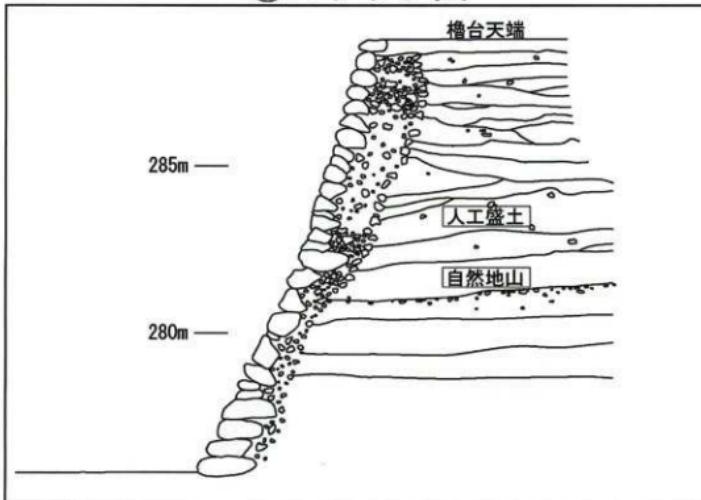


図 8-3-7 掘削時の基準的なスケッチである

## ②掘削時標準断面図

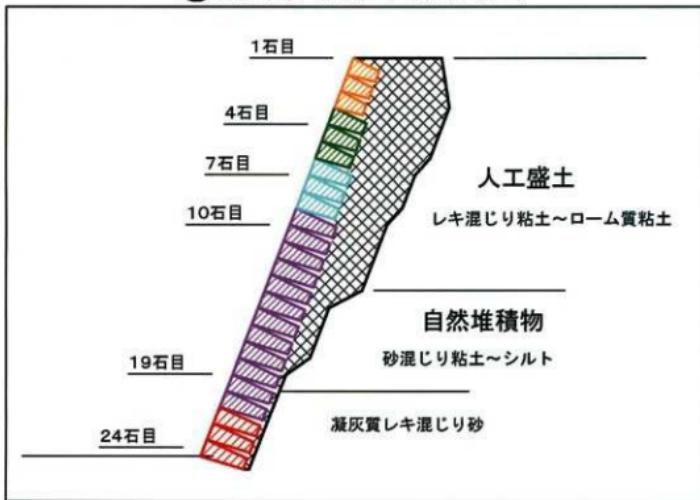


図 8-3-8 掘削時に各石の寸法・裏込幅を測定した



写 8-3-6 現場一面せん断試験状況



写 8-3-7 定点測量状況



写 8-3-8 大型三軸圧縮試験状況



写 8-3-9 粒度試験状況



写 8-3-10 施工管理（簡易貫入試験状況）



写 8-3-11 孔内傾斜計観測状況



写 8-3-12 ポーリング状況



写 8-3-13 地中レーダー状況



写 8-3-14 地中レーダー状況（全景）

## 第4節　まとめ

福井櫛台の改修をおこなって土木・文化財が融合することでより良い工事を進めることを実感した。事業当初は、我を通すことを重要視して、他部署の意見を取り入れようとはしなかった。事業を遂行していくうちに、各々の専門家がその視点から意見を交わすことで新たな発見や知識不足を補うことができた。現場に従事するものは部署が違ったり発注先が違っても、目指すものは同じであり現場のオリジナリティを生かしつつ現代の技術を取り入れ石垣を構築することが必要であり、事業を遂行する中で、関係者が皆、それを理解することができた。今後の事業に生かしていく必要がある。

## 雑感

今までの石垣改修工事については、石垣修復設計や現場監督の補助を城郭工事の設計監督を専門とする業者に委託してきたが、今回の工事は土木部職員と埋蔵文化財センターの文化財職員が協力しながらこれらの設計や施工監督に直接携わることとなった。

土木部技術職員として担当となったものの、高さが10m以上もの野面カラ石積みなど経験はなく、城郭についての知識など皆無であった。

ましてや土木の専門知識がないセンター職員にとってはまさに降って湧いたような話であり、最初はどうなるものかとお互いに非常に不安を感じた。

このため、日本各地の城郭整備担当者や石工、その方面的学識経験者から留意点を聞き取り、現地視察をあわただしくおこなった。そして「何とかなりますよ。」との温かい言葉をいただき、それにすがってエイヤと工事を始めた次第である。

当公園の石垣改修工事では、局所的な孕みや石材の破損は見られるものの石垣全体としての変状は認められず、400年以上も現状を保っているという事実から評価される文化財的伝統技術と、安全性確保のために研究や蓄積技術により定められた基準を満たさなければならない現代技術とがせめぎ合ってきたが、これは他の文化財の修復工事についても見られるパターンであり、それぞれで試行錯誤して実施している。

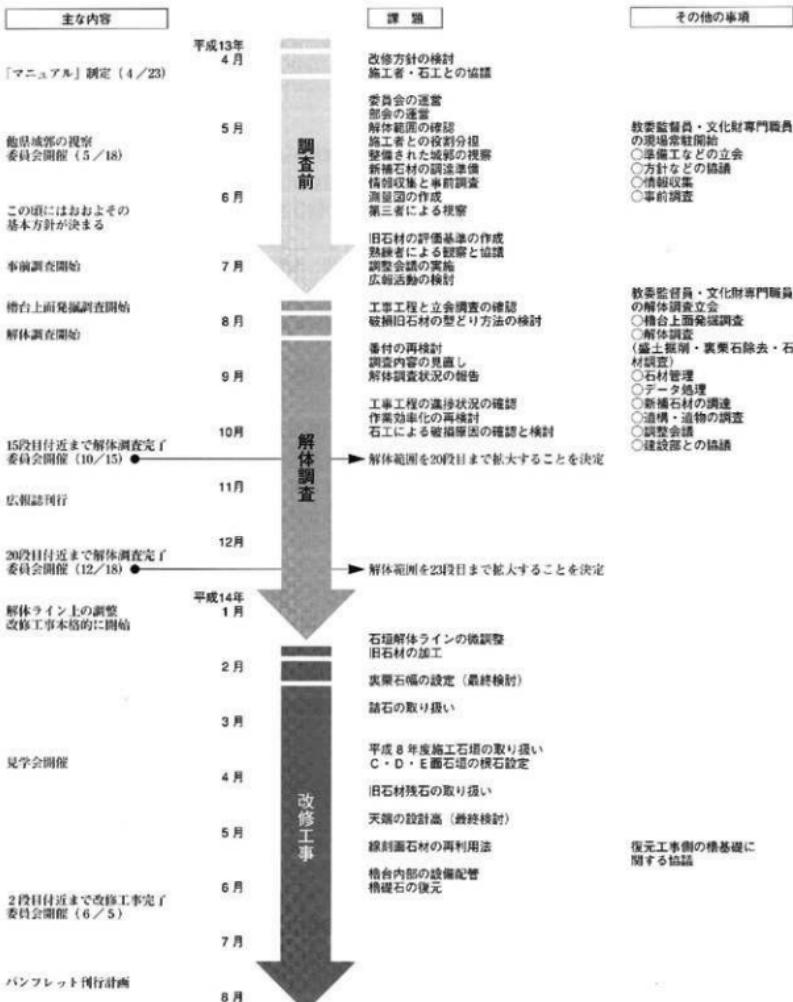
今後は文化財的伝統技術といわれているものを現代的・科学的に評価する研究が進み、今回の工事などの事例が数多く蓄積され、文化財復元工事における材料などを含めた現代技術がどの程度許容されるのかといったマニュアル作りが必要だと感じている。

セメント系固化材による改良土の耐用年数についてはまだデータの蓄積がなく不明であり、半分近くの石材も当時のものをそのまま使用しているので、今回の改修によりあとどのくらい石垣がもつのか分からないが、できるだけ後世に残ってくれたら幸いである。そして「せめて目の黒いうちはもってほしい。」というのがこの工事に携わった者の正直な思いでもある。

# 第9章 課題

## 第1節 工程と課題点

本節では、準備・事前調査段階から解体調査を経て改修工事が完了するまでの課題事項を時系列で報告し、後節で特に改修工事に関する事項の内容を述べるものである。



## 第2節 解体調査前

本節では、解体調査着手までの課題として検討し実施してきたことの概要をまとめて報告する。各事項については、本文中でさらに詳細に報告しているものもあるので、必要に応じ参照していただきたい。

### 改修方針の検討

具体的な方針の確立は解体調査と改修工事のそれぞれが始まるまでにおおよそ確立できたが、当初段階では基本的な考え方をまとめる程度にとどまった。その原因は、櫓台石垣と改修方法に関する情報不足と時間的制約があったためで、情報を得るために各種の事前調査と他県城郭の視察とを繰り返し、協議には関係者（センター、建設部、施工者、石工および部会）が参加し、効率よく課題を処理できるよう環境を整えた。

### 施工者・石工との協議

本工事を円滑に進めるためには施工者との十分な協議と理解が必要であり、また文化財としての石垣改修工事であるため施工者とも共通の認識を持つことが重要であった。そこで、日常的な調整や連絡体制の構築、また研修会、講習会、部会への参加と視察の同行を求め連携を図った。

### 調査検討委員会の運営

委員会については解体調査の方法と報告、解体範囲の確認、改修の方法と施工状況の報告をおこなうこととしたが、頻繁に開催することが困難であるため、部会を設置することで機動的に本工事とあわせ開催することとした。委員会としては当初計画の15段目の解体の直前、最終的な解体範囲の決定時、改修工事完了直前に開催し、その間の報告を部会ならびにセンター・建設部から受けることで内容の理解と各段階中の重要な課題（解体範囲の決定など）を協議することを決めた。

### 石垣部会の運営

上述したとおり、委員会に機動性を持たせ効果的に工事の進捗と協議を活発におこなう目的で専門部会として石垣部会が設置された。現場と部会間の日常的な連携（調査成果や改修の進捗状況や石材の積み方など）については、デジタルカメラで撮影した写真を電子メールで送信したりファックスを活用し指導を受ける方法でおこなった。また、各委員には都合により積極的な現場視察をいただけるよう工夫した。

### 解体範囲の確認

本工事での解体範囲については、当初計画では破損状況などを勘案して15段目を目標とした。一方では文化財保護の観点から極力石垣を残すこととし、解体範囲を拡大する場合には委員会を開催し、解体状況を協議して決定することを取り決めをした。実際には平成13年第2回委員会で旧石材の破損状況と孕み出しの点から当初計画の15段から20段目まで拡大の変更をおこない、同年第3回委員会でA・B面隅角部付近と解体ライン上的一部分は旧石材の破損が激しいことから、部分的に23段目まで解体することとなった。

### 施工者との役割分担

本工事では解体調査を中心に施工者に実施してもらう体制を採用した。しかし、本県では埋蔵文化財調査業務を外部（企業など）に委託しないため作業内容、体制、積算が困難なこともあった。最終的には調査事項の詳細な役割分担を文書化し、双方で確認、点検しつつ数回の訂正を繰り返し実施した。

### 整備された各地の城郭の視察

本工事に当たり、櫓台石垣と類似した全国の石垣整備事例を部会などから指導を受け、各地の整備事例視察をセンター、建設部あるいは必要に応じ施工者で繰り返した。視察先では、具体的な解体調査と改修の方法、事業体制などについての助言を得て、本工事で実践可能なものは応用させるなどして解体調査と改修に積極的に取り入れた。

## 新補石材調達の準備

新補石材の調達作業は、実際には解体調査と並行して実施したが、部会より調達作業の具体的な検討は重要な課題であるという指導を再三受け、また相当量の新補石材の調達が見込まれたことで極力早い時点での方法を確立することとした。新補石材は交換する旧石材と可能な限り面の形状が同等という条件で実施し、おおよそ改修工事着手前までに調達できたため、最終的には改修段階で円滑に石積工を開発することができた。

## 情報収集と事前調査

具体的な改修方法を検討するためには檜台石垣の現況を十分に把握しなければならないと判断し、測量調査、物理的な調査（レーザー探査など）のほか石垣の細部にわたる積み方、石材、天端、根石、破損状況など事前調査を実施し、現況の檜台石垣に関する情報（特性）収集をおこなった。また、解体調査時に改修に必要な情報を得るために調査事項を確認し、解体調査方針の細部についても検討し、改修方針の確立と連動させおこなった。

## 測量図の作成

通常、甲府城跡では改修時に石垣立面図（写真測量）を準備しているが、改修方針を検討するうえで詳細な現況図面が必要となり、縦断・横断面の必要に応じた測量図や勾配は当然ながら孕み出しなどの詳細で汎用的な図面が必要となり3次元測量を実施することで解決を試みた。あわせて、3次元測量図を元にした現地での照合作業を実施し、石垣勾配の修正図を作成し、工事図面へと発展させた。

## 第三者による観察

センター、建設部、施工者および部会は檜台石垣の現況について複数回の外観観察をおこない各自おおよその所見を持つことができたが、他県で城郭石垣の整備をしている担当者およびその関係者にも観察を依頼し、さらに客観的な意見と判断材料を得ることをし、具体的な改修方法の検討を実践的に演習した。

## 旧石材の評価基準の作成

センターは、旧石材について再利用が判定できるようなデータを収集する必要があり、個々の石材に対して各種の観察や石工の所見を得ながら実施した。最終的な旧石材の再利用の可否については、客観的な判断の必要性から、旧石材で実際に観察される現象（割れや形状）を基準に健全度評価（A～H）を作成し、再利用時の利用度評価（I～VI）についても基準を設け区分するようにした。

## 熟練者による観察と協議

檜台石垣の現況についてはセンター、建設部、施工者で外観観察を繰り返したが、実際に解体調査と改修を担当する石工にも当初段階から参加を求め、石工から見た檜台石垣の現況についての報告を提出させ、あるいは様々な打ち合わせ場面にも出席し、協議への積極的な参加を求める連帯を図った。

## 調整会議の実施

「マニュアル」によれば調整会議は建設部が必要としたときに実施することになっていたが、当初から協議事項が多く、調査成果を改修工事に反映させることなどもあり隔週で開催することを事前に決定した。実際には改修工事の後半では頻繁に現場で同等な協議がなされたため、定期的な開催はしていない。

## 広報活動の検討

本工事にともなう解体調査の成果、改修工事の方法などについては平成13年度第1回の委員会で十分な広報活動を実施するよう指導を受けた。具体的な方法について建設部と協議をおこない、解体調査中には途中段階の成果を広報誌などで公開し、改修工事が完了した段階で一般公開することとした。また、甲府城跡全体および稲荷櫓復元という視点から建設部ではパンフレット（A4版6ページ）を最終的に刊行し成果の公開をした。

## 第3章 解体調査の課題

本節では、解体調査中の課題について述べるものである。

### 工事工程と立会の確認

基本的なことであるが、1日の作業が始まる朝にその日の作業計画や想定できる課題、あるいは週の初めであれば週間計画の確認を施工者側と双方で確認することを実施し、作業内容により教委監督員・文化財専門職員の立会が必要な場合には明確にその確認をおこない、解体調査が円滑に進むよう工夫した。

### 破損旧石材の型とり方法の検討

新補石材調達のため、解体前に破損旧石材の面の計測と形状を記録することとし、型とり方法の検討をした。アクリル版は耐久性があるが野面石では型が採りにくく高価で、トレーシングペーパーでは安価だが見えにくく破損しやすいなど問題があったが、土木工事で使用する透明の養生シートは安価で、石面に当てはめやすく頑丈であり、折り畳んで携帯でき新補石材の保管場所でも効果的に作業ができるなどからこれを採用した。

### 番付の再検討

当初番付は、石面に市販の布製ガムテープを使用したが、解体調査が真夏であり、石材の表面温度が上昇し、また雨の影響でほとんどが剥がれてしまう現象が生じ、代わって雨樋の補修に使われる市販のアルミテープが効果的であったため、これに交換し対応した。なお、墨による直接表記は石材の上面にのみおこなった。

### 調査内容の見直し

実施した調査内容は文化財調査としては従来どおりの方法に若干項目を増したのみで、特に困難な内容を有してはいない。また、各調査項目に費やされる時間も極端にかかるというものではなかった。しかし、他の調査項目で代用できる内容や調査項目に対して全旧石材からデータを収集せずに、サンプル的な収集で対応可能な場合は調査内容を見直し工夫して実施した。

例えば、配石状況の確認は当初すべての旧石材を対象に実施していたが、およよその傾向が把握できたため各面各段1石に限定するなどの変更を図った。

### 解体調査状況の報告

解体調査のデータを速やかに処理し、不足があれば直ちに検証できる体制を整えた。また、適宜最新の情報を部会委員に報告し、調査方法の指導を受けるなどの方法をとった。

### 工事工程の進捗状況の確認

可能な限り改修工事に時間を費やせるよう配慮するため、進捗状況を確認し、解体調査を効率的に進めることに留意した。しかし、作業速度は状況により変化するため、その時々における検討や見直しが必要であった。

### 作業の効率化の再検討

解体調査を進めていくなかで、時間的にもっとも費やされるものが盛土の掘削で、狭小な作業エリアであるため予想以上の時間を必要とした。また、調査工程と手順の再検討をおこない、各面同時に解体するのではなく、時間差を付けて作業を石垣の各面単位で実施することで、当初1段分解体（盛土掘削、裏栗石除去、旧石材の解体）は、不慣れな要素を含め7日間必要とされたが、再検討の結果3.5日に短縮することができた。

また、清掃作業にはプロア（空気排出機）を導入し、清掃から写真撮影までの所要時間を大幅に削減するなどの工夫も図った。

### 石工による破損原因の確認と検討

各面各段毎に認められる旧石材破損や孕み出しなどのでは、破損調査としてその原因の検討を実施した。この調査は教委監督員・文化財専門職員の他に施工者、石工が参加し、破損原因を追及することで改修時に同様な現象を引き起こさないような積み方を検討する場として十分な議論をおこなった。

## 第4節 改修工事の課題

本節では、改修工事を実施していくなかで課題として検討された点について述べるもので、これらの課題は実際には委員会または部会の協議を経て実施されたものである。

### 第1項 石垣解体ラインの微調整

檣台A・B面石垣の解体範囲（ライン）については、第3回委員会で、石垣は極力残すという原則を再確認した上で、破損石材や歪みが著しく認められる範囲まで広げることで了承を得た。

その後、現場協議や部会の視察を経て、最終的にはA・B面隅角部については天端から23石まで解体し、築石部については平均20段目までを解体範囲とした。

#### 課題

解体範囲（図9-4-1参照）には、小規模な孕み出しがA面で1ヶ所、B面で1ヶ所認められていた。これを放置したまま修復を実施した場合、その後の改修工事において次の影響が考えられる。

まず、小さなズレから始まり、徐々に積み上げていく中で大きな負担がかかり、そのズレが原因でより拡大する恐れがある。また安全面からみても危険であると判断される。

さらに、仕上がりの状況を予測した際に、現況よりも孕んで見えてしまうことが明白である。

よってこの対処方法について部会・委員会・施工者及び建設部と検討をおこなった。

#### 結果

第17回調整会議において、当該ヶ所については石材の一時取り外しや据えたまでの微調整をおこなうこととした。解体後それぞれの石垣石材については寸法・重量・健全度及び利用度等を石材カードにチェックするわけだが、範囲外の石材については石材カードは作成せず、そのままの現状を維持していた。しかし、実際それらの石材を確認してみると、破損やクラック及び風化が激しく認められるものがあった。よって孕み出しを解消するとともに、安全面を考慮するという現場の判断で、新補石材と交換し積み直しをおこなった。その際石材カードも新たに作成した。A面においては7石あり、そのうち2石を新補石材と交換、その他は微調整をおこなった。B面においては11石あり、そのうち5石を新補石材と交換、その他は微調整をおこなった。

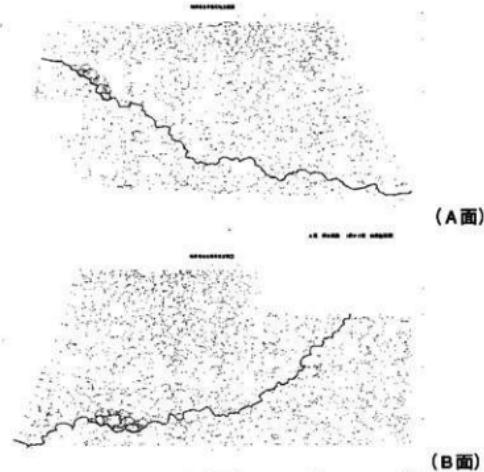


図9-4-1 A・B面解体範囲（網かけ部…微調整範囲）

## 第2項 旧石材の加工

旧石材の取り扱いについては「マニュアル」に基づき可能な限り原位置へ戻すよう指示してきた。  
課題

改修作業を進める中で、旧石材の形状や隣接する石材同士の「当たり」において、安全性への問題が生じ、旧石材への加工が課題となった。

具体的には合羽あわせ、胴と胴が合わない、安定感がない、山傷・クラック・風化面と当たりの関係が事例として生じた。合羽とは石積の石の接合面であり、石垣の面で接合していても胴の部分が合っていないと孕み出し・破損の原因になってしまうため、非常に重要な問題である。同様に胴と胴が合っていないでも孕み出し等の原因になり、石垣自体の安定感を損ねてしまう。

また、山傷・クラック・節理・風化等も石材自体の強度を弱めてしまうので避けるべきである。

### 結果

部会の指導を受けながら、現場での試行錯誤と協議を繰り返したところ、第17回調整会議において以下のことを決定した。

- ①旧石材への加工は原則として実施しない。
- ②必要がある場合には事前に教委監督員・文化財専門職員と協議し、これが認められれば加工の程度などを記録する。
- ③再利用できないと判断した旧石材と詰石についてはこの限りではない。

①については極力旧石材は加工せず、新補石材での調整をおこなった。しかし、山傷・クラック・風化面を取り除けばその中の石材は健全で、石垣として使用できるという場合、その部分だけを加工し、積み直しをおこなった。

また、旧石材の形状や隣接する石材同士の当たりにおいても安定感及び安全性を高めるためにも、加工を施し、据わりをよくした。

しかし、旧石材の老朽化（予測できない割れ方）もあったため、その場合は新補石材と交換した。

②についてはその場で確認をおこない、加工前・加工後として記録写真を残すとともに、日報に記載する方法を設けて実施した。この場合には、現場で加工する方法が適当であり、同時にほかに対処方法があるかどうかの最終的な協議を石工と実施した。

③については詰石や裏栗石に再利用し、櫛台石垣内で使用することを原則とした。

### 加工道具

小ぶりな鉄製楔形の割石用具である豆矢、または頭と刃先に焼きが入っているため叩けば飛ぶ飛矢といわれるものを使用。またはノミ・玄翁を使用する方法など加工部に応じて使用した。その他、時間短縮のためルートハンマーも使用した。

〈配石のための当たりの調整〉



写9-4-1 加工前



写9-4-2 加工後

石材の据わりをよくし、安定させるため、また上に載せる石材安定のため石尻をカットした。カットされた石材の残りは詰石や裏栗石に再利用した。

〈風化部分の除去〉



写9-4-3 加工前



写9-4-4 加工後

石材によってはクラックが目視でき、玄翁で打音を確認したところ風化と判断し、その部分を除去した。



写9-4-5 山傷確認状況

健全度・利用度評価において問題はない石材であったが、山傷の確認が出来、協議の結果判定変更で使用不可となつた。



写9-4-6 作業風景

旧石材の打音の確認、及びクラック・風化の確認作業をおこなっている。

### 第3項 裏栗石幅の設定

#### 調査成果

裏栗石幅については、次のことが発掘調査の結果判明した。なお、横台の地形は南から北へ傾斜しており、A・B面が単純に比較できないため平均で換算した

- 天端から4段目付近一ほぼ垂直に立ち上がりが狭くなる (平均値=100cm)
- 3段目から7段目付近一幅広である (平均値=155cm)
- 8段目から16段目付近一や狭くなる (平均値=130cm)
- 17段目付近以降一極端に狭くなる (平均値=50cm)

天端から4段目付近においては、構築物の支柱が栗石の上に載ってしまうと安定感に乏しく基礎が不安定になってしまふため、強固に叩き締められた盛土の上に支柱が必要である。そのため、ほぼ垂直に立ち上がり狭くなつたと推測できる。17段目以降は、人工盛土から自然地盤へ変化していることが原因と考えられるため、平均値50cmと狭くなっている。

#### 施工の方針

- 基本的には発掘調査によって得られたデータをもとに裏栗石幅を決定する。
- 背後地盤の変化に影響を受けているが、A・B面を標準化し施工に反映させる。
- 裏栗石幅が大きく変化する17段目付近については、階段状に施工し、滑りが発生しにくいようにする。

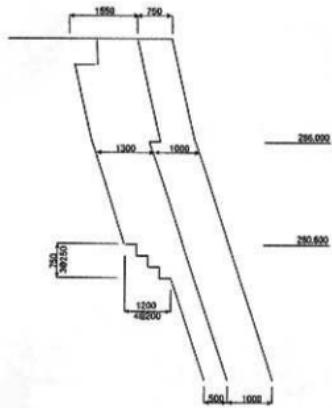


図9-4-2 施工標準断面図

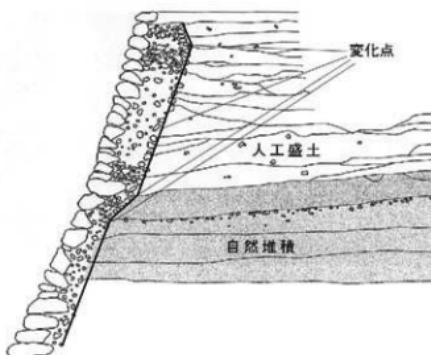


図9-4-3 横台石垣 標準断面図

#### 第4項 詰石の取り扱いについて

詰石の取り扱いについては協議を重ね、確認し作業をおこなってきた。

その主な理由として、石垣の下が児童公園や通学路として使用されている歩道なので落石等の安全管理を十分考慮する必要があったためであり、また「マニュアル」に基づき改修するにあたり、詰石は石垣構造あるいは景観からも必要不可欠であるという経緯のもとにおこなわれていたことがあげられる。

ここでいう詰石とは、石垣の目地にできる隙間に入れるこぶし大から20cm程度の石で、控え長はさほどなく、主体となって荷重を受けない石である。築城当初は十分に詰められていたことが檜台根石部分検出の際に確認されており、その後江戸期を通じて抜け落ちと補修が繰り返しおこなわれてきたことが推測される。

##### 課題

本工事においては、まず基本方針として以下のことがあげられる。

- ①解体時に番付してある旧詰石を再利用するが、破損・風化等が激しいため適宜新補石材の詰石を使用する。
- ②築城期の空気を損なわないように配石方法にも留意する。
- ③落石などが生じないような配石や詰め方で安全に留意する。
- ④荷重は主体的に置かない。

##### 結果

①については、破損・風化等の激しい旧石材は詰石に再利用した。②については、正面から見て石材と石材との空間で、その空間にぴったりはまり込むような詰石にするのではなく、ある程度の隙間が生じる適度な大きさの詰石をおこなうことによって、築城期の空気気が醸し出されるようにした。③については、基本的に石垣石材は石尻を下げて据えられているが、詰石も同様に重心を後方へ置くことで安定性を高め、落石および孕み出しを防ぐことができる。その反対に重心が前方だと石垣の孕み出しやズレの原因になってしまう恐れがあり、また詰石自体が抜け落ちる危険性があるため避けることとした。④については、石材が直接詰石に載ってしまうと石材自体の重みを受けてしまい、破損の危険が伴うとともに落石および孕み出しの危険が出てきてしまうため、直接負荷がかからないように置いた。

以上のことにより詰石をおこなった。しかし、無理に詰石をおこなうと返って危険性が出る恐れのある箇所については詰石をおこなわず、そのままの目地とした。

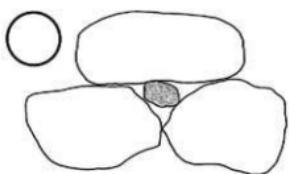


写9-4-7 詰石の実施例

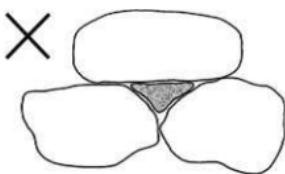


写9-4-8 詰石の設置が困難な事例

事例①

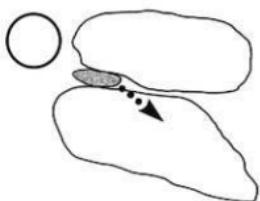


適度な大きさと空隙が自然

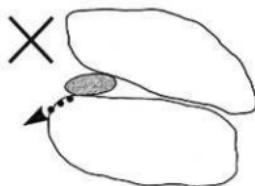


はまり過ぎで不自然

事例②

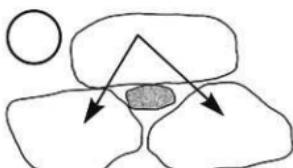


重心が後方

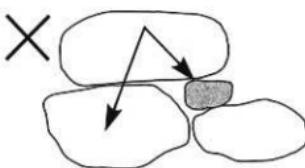


重心が前方

事例③



結石には直接荷重は置かない



荷重が直接載ると破損の危険

図 9-4-4 詰石の施工方法事例



写 9-4-9 詰石作業



写 9-4-10 詰石点検作業

## 第5項 平成8年度施工石垣（C～F面）の取り扱い

檜台石垣のC～E面については明治以降の積み直し、F面については明治以降に切り通された際に積まれたもので、本来は存在しなかった石垣であると考えられる。さらに平成8年度に積み直しを実施した経過がある（根石を除く）。

### 課題

C～F面については、本工事で切土の際に解体する必要が生じ、根石の一部を除き解体したものであるが、改修に際し、どのように取り扱うかを協議した。

### 結果

この件については事業着手当初より、課題として協議されてきたが、第18回調整会議および、現場協議で以下のとおり決定した。

- 工期から考え、平成8年度に使用した石材を再利用することを原則とする。
- A・B面の積み方に合わせた雰囲気で積むように努める。
- 工期を考慮して、手間のかからない範囲で雰囲気を合わせるように積む。
- 合羽合わせの傾向がある箇所については縁辺を玄彫で加工し、時代性を反映させる。
- 石材が不足した場合は、A・B面の破損石材などを再利用する。
- A～C面では四寸矢穴で削った石材（新補石材）を使用する。
- C～E面の隅角部については立て使いの隅角石を入れ、時代性を表す。
- F面は本来存在しなかった石垣であるため、区分する意味で平成8年度のままの積み方で施工する。
- また線刻画の入った石材をC面には天端と築石部、E面には築石部に積み込んだ。これにより、多くの人々に線刻画というものを見る能够とする。



写9-4-11 C面・CD出隅



写9-4-12 D面・DE入隅



写9-4-13 E・F面・EF出隅

## 第6項 C～E面石垣の根石設定

C～E面については写真測量および3次元測量を実施し解体しているが、改修にあたり、根石のレベルについて次のように施工するようセンター、建設部、施工者間で協議決定した。

### 課題

C～E面の根石について、E面の一部までは根石レベルが283.500mとほぼ水平である。D面の一部は根石レベルが284.000mとほぼ水平である。この誤差の0.5mはE面で生じていることが判明した。

### 原因

通常盛土は、上から土を落とし入れると考えられるが、その際現代のようにローラー等機械による作業ではなく、人力で整地をおこなうであろうから、同レベルで水平にするのは困難であると考えられる。よって盛土当時の影響で凹凸が生じ根石レベルにも反映されてしまったと考えられる。

### 結果

○盛土施工の中で、凹凸を鮮明に再現し、また傾斜させるのは困難である。

○原因については意図的なものとは判断できず、単に盛土面の影響を受けているだけだと判断できる。

○各石材を配石する作業は従来どおりの原則でおこなう。

以上のこととを基本とし作業をおこなった。調査データに基づきC～D面の根石レベルを283.500mとし、E面の一部は根石レベルを284.000mとした。その対策として、D・E面の入隅部において、0.5m(約1石分と考える)の調整をおこない施工した(図9-4-5)。

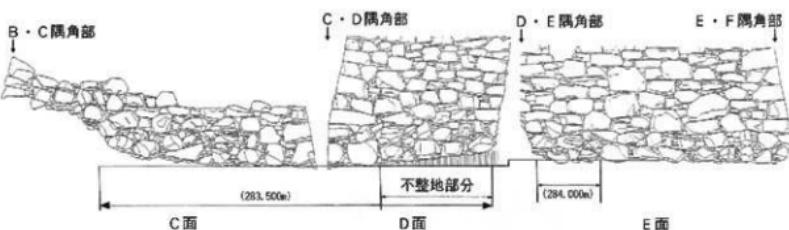
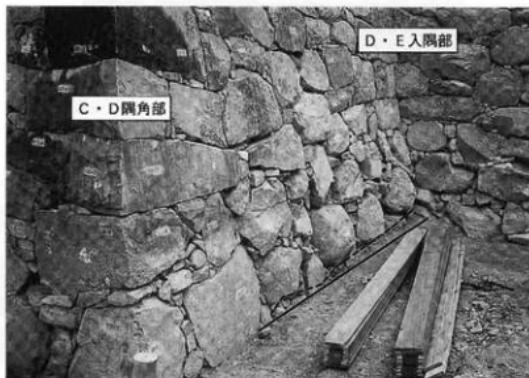


図9-4-5 石垣立面展開図



写9-4-14 不整地部分状況

## 第7項 旧石材残石の取り扱い

平成2年度以降の石垣整備事業および今回の本工事での破損石材など、再利用が困難とされた石材が残石となり城内に残った。また、第3回委員会でもこの点の問題が提起され、これを受けた第18回調整会議で協議をおこなった。

### 課題

今後、城内の整備（園路・広場等）で残石に再利用するなど、積極的な利用を進めるが、明らかに残石となる石材の処理方法を検討した。

### 検討事項

①城内埋め戻し（残石のすべてを城内に埋め戻す）

メリット：城外に石材を搬出する必要がない。

デメリット：現状では城内のほとんどが整備終了となっているため、埋め戻す場所がない。

稲荷曲輪の青少年科学センター跡地には基礎がまだ埋まっており、未調査部分があるなど困難である。

②城外埋め戻し（建設部が管理する他の公園敷地に埋め戻す）

メリット：候補地がある。

デメリット：石材を城外に搬出しなければならず、また、搬出に伴う運搬費が大きい。

③裏栗石への転用（稲荷櫓台の裏栗石として城内で碎石し、転用する）

メリット：城内での処理で済み、城外への持ち出すことはない。また、改修工事の中で再利用が可能となる。

デメリット：碎石処理機の費用がかかる。また、残石の選別に時間がかかる。

### 結果

改修工事に伴い、裏栗石が不足していた。通常であれば新補石材の裏栗石を購入するが、これを碎石処理機に充て、残石を残さずに改修工事と公園整備の中で再利用することが望ましいと判断できるため、③裏栗石への転用を実施した。



写9-4-15  
破損し残石となる旧石材



写9-4-16 再利用不可能な残石



写9-4-17 残石を栗石にする作業

## 第8項 天端の設計高

完成後の天端の高さについては、解体前のA・B面の天端標高と平成8年度施工石垣に天端標高を基準として、289.35m（標高）と決定した。

また、隅角部（計5ヶ所）のキオイについては平均10cmの高さでA B隅角部とB C隅角部の2ヶ所で確認できたため、当該箇所については289.45m（標高）とした。平均10cmの高さの割り出しへは、測量数値および立面図による確認で算出した。A BとB C隅角部の2ヶ所以外については、城内での事例において腰石垣など曲輪に面する石垣隅角部で明確な跳ね上がり（キオイ）は認められないため、C～E面では実施しなかった。F面については本来存在しない石垣であるため実施しなかった。

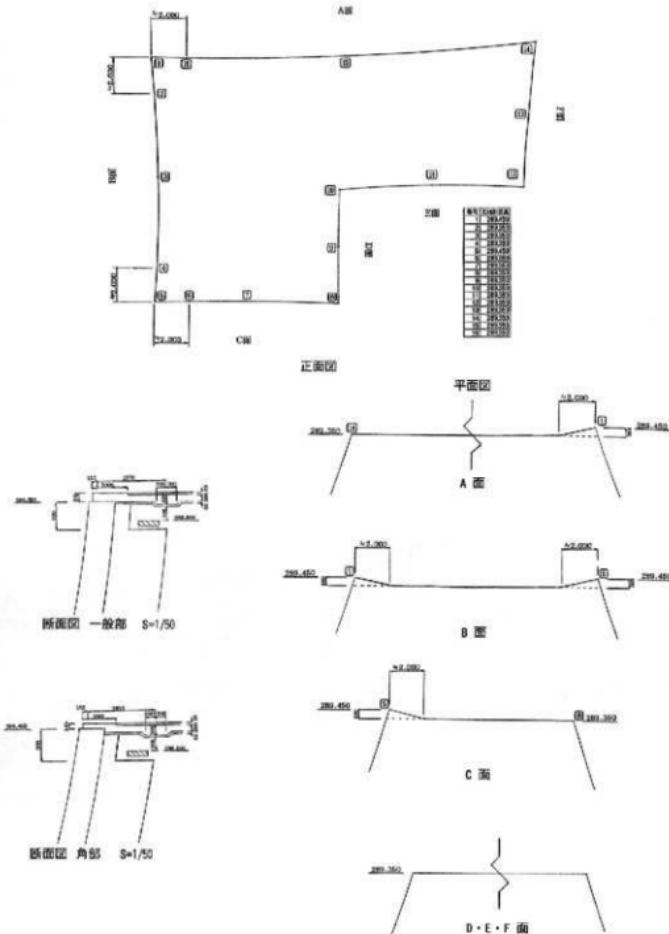


図9-4-6 正面図・断面図・平面図

## 第9項 線刻画石材の再利用法

横台石垣の解体調査に伴い128点の線刻画が確認され、石垣改修に際しては線刻画の石材も再利用・転用し使用してきた。なお、改修作業中に「×」の線刻画と「⊕」の墨書が確認され線刻画類は140点となっている。また、再利用できない線刻画と平成9年度より保管してきた線刻画についても、将来的な活用方法を検討しつつ稲荷曲輪内で一括保管してきた。ただし、工事工程の関係で、およそ7段目から上のものについては転用の機会が減るために再利用できないものとした。

### 課題

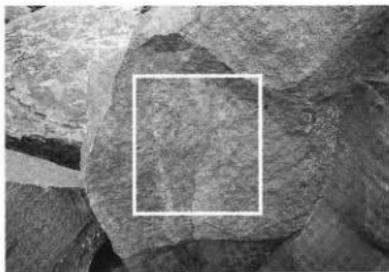
城内に残る線刻画をいかに保存・活用するべきかについて検討をおこなった。

### 結果

線刻画石材の活用の一環として、横台C・E面の改修に際して目線の高さに配石することとし、3石を据えた。その際、当該構から検出されたものばかりではないので、誤解が生じないよう解説板に明記し、さらに線刻画についての説明とともに設置する計画である。また劣化防止に保存処理もおこなう。その他の線刻画については城内に放置することはできないので、記録を再度取りながら横台のC面根石周辺に養生の上埋設した。また、センターでも一部保管することとした。



写9-4-18 線刻画石材再利用状況



写9-4-19 確認された墨書き石材



写9-4-20 C面再利用状況



写9-4-21 C面根石付近埋設作業風景

## 第10項 橋台内部の設備配管

橋台石垣については、平成8年度におもにC～F面の一部を改修した。その後、平成10年頃に復元工事計画は本丸櫓から櫓蔵櫓へと変更された。したがって、電気設備などの配管は平成8年度以降に設置されたため、石垣の隙間を縫うように配管されている状態であった。一方、本工事においては当然復元櫓には電力供給が必要であるため、次のことを確認し実施した。

### 配管内容

- 通常電源配線
- 非常用電源配線
- 避雷針配線
- 警備用配線
- 予備配線×2  
計6配線

(材質：鉄管十樹脂皮膜 径30～50mm)

配管を施工し、その後配線を設置する。断線時などはハンドホール（点検坑）から抜き取る方法である。なお、管自体は耐久性等問題はない。また、避雷針関係の設備もあり地表に配管することはできない。

### 留意点

- 以前は石垣から露出していたが、今回は景観にも配慮し露出しない方法でおこなう。
- 配管ルートは櫓から西へのび、C面石垣の根石の隙間を通過させる。この時、配管方法に留意し、あくまで旧石材は元の位置に戻す原則を遵守すること。
- 配管で文化財に影響が出るような施工はしないようにし、必要に応じ関係者で協議すること。



写9-4-22 C面配管状況(北より)



写9-4-23 C面配管状況(西より)

## 第11項 構礎石の復元

### 基本方針

平成8年度の柵台上面発掘調査に伴い検出された礎石（布基礎部分等）について、現在は存在しないが、本工事の中で次の要領で復元し、再配置することとする。なお、復元については実施しても埋没するため、展示などすることはできない。

### 対象

平成8年度の発掘調査で確認した石材31点

### 方法

- 石材は城内に残る残石、または新補石材を使用する。
- 各石材の形状については、測量図面から寸法と形状を復元し、加工する。
- 石材の配置・配列については、平面測量図を基準とする。
- 復元レベルについては、測量データからの平均値BM=288.80mとする。
- 石材31点については、墨書きで「H14」(平成14年の意)と記載する。
- 施工前から施工後までの写真を撮影する。



写9-4-24 石材加工作業状況



写9-4-25 復元作業状況



写9-4-26 復元状況（南より）



写9-4-27 復元状況（北より）

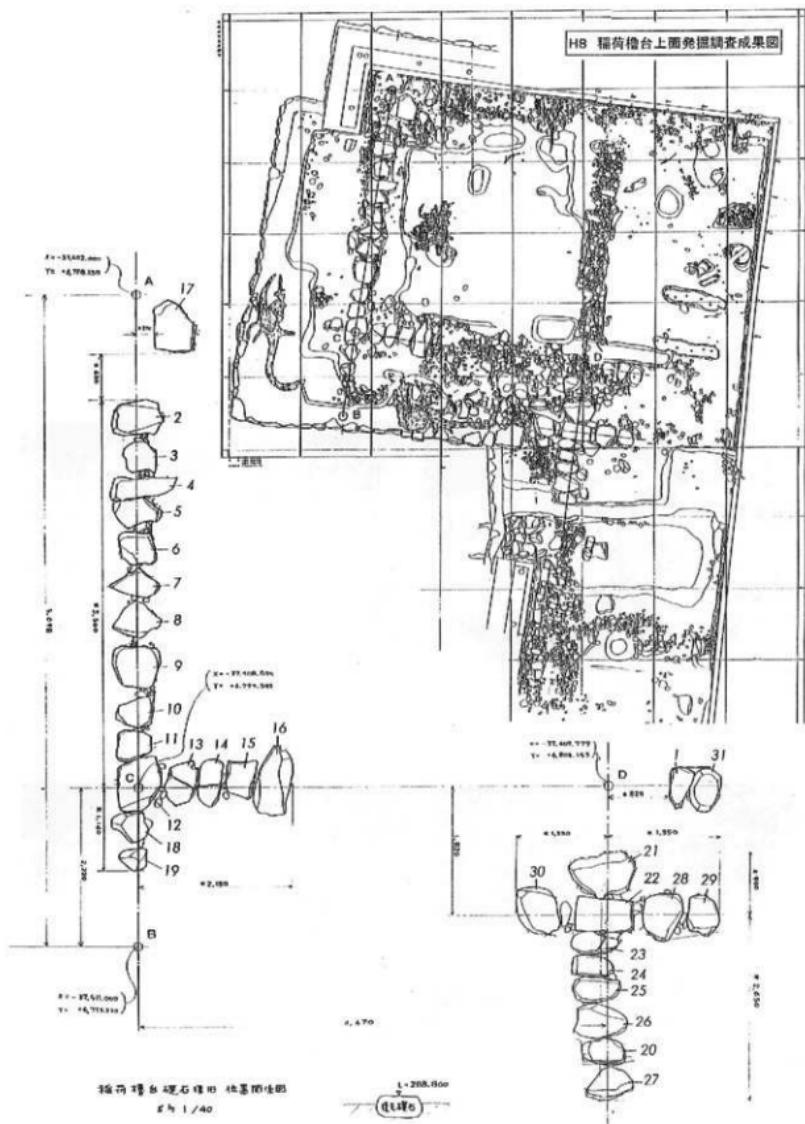


図 9-4-7 橋台礎石の配置計画図

第1節 マニアカル

本筋では、今回の工事に際して平成13年4月23日に定められた「舞鶴城公園福荷橋整備事業と県指定史跡中府城跡発掘調査に関するマニュアル」を掲載する。

## 舞鶴城公園整備事業と 県指定史跡甲府城跡発掘調査に関するマニュアル

1 目的

このマニュアルは、土木部が認定して偏僻事業として扱う福島荷物輸送工事及び福島荷物施工工事（以下「偏僻工事」という。）と、教育委員会が行う県指定史跡甲府城跡防災整備工事（以下「先頭調査」という。）を文化財の保護の観点から適切かつ円滑に実行を行うため、その事業に着手する者の取扱と責任の所在を明確にするとともに、事業の執行に必要な手続の基本的な事項を定めることを目的とする。

## 2 整備工事に関する共通認識の確認

土木部及び教育委員会は、史跡甲府城跡における整備工事に関して、次のことを共通認識とする。

- (1) 福井市石垣解体及び裏土削除は、発掘調査と不可分の整備工事であるため、  
琵琶湖側の一部として行う。
  - (2) 福井市各古墳の修復については、先の「甲府城跡調査検討委員会」の了承を得た  
工法を基本として、文化財の修復工事として行う。
  - (3) 福井市内の園の藤原塚式としては複数があるが、史跡内に復元することから、木造  
とするとともに、伝統工法ができる程度尊重したものとする。

### 3. 井筒工開発の作成

整備工事及び発掘調査の適切かつ円滑な実施を確保するため、別表1のとおり共通工事費を定める。

#### 4. 球面上黎曼几何学

- (1) 土木監督及び教育委員会は、別表2のとおりそれぞれの役割と責任を分担する。

(2) 土木監督及び教育委員会は、整備工事を適切に執行するうえで必要と認めるときは、協議のうえ土木専門職員の工事監督員（以下「土木監督員」という。）に加え、文化財主導の工事監督員（以下「教委監督員」という。）として配置する。

(3) 整備工程に伴う発掘調査に要する经费は、教育委員会と協議のうえ、土木部の予算を充当する。

5. 計算

- (1) 教育委員会は、福井賛同及び石垣の歴史調査が歴史の保護のために重要なことに認み、歴史調査の担当職員及び歴史調査作業員等に対し、文化財保護関係法令の内容、歴史調査方法、遺跡調査の取扱い、石垣構築技術、権柄の構造等の知識の周知を図ることを目的とした研修会を開催し前記及び前記を認める都道府に行く。

(2) 土木部は、当該事業が歴史的実変更を伴う施設工事であることに認み、土木監督員、技術監督官等に監督業務(以下「監督」といふ)の責任者として就任する。

担当職員及び請負業者現場代理人（以下「現場代理人」という。）をはじめとする工事関係者に対し、前項に記載する内容と同様の研修を教育委員会の協力を得て、整備工事の着手前及び必要と認める程度に行う。

### 6. 調査会場の設置及び所轄事務機関

- (1) 施設工事及び施設調査を円滑に行うため、施設部に調整会議を設置する。
  - (2) 調整会議は、施設が運営し、原則として議題を決める。なお、組織文化財センター（以下「センター」という）は、必要に応じて調整会議の開催を求めることができる。
  - (3) 調整会議の構成員は、施設部都市衛生課長、センター調査研究課長、土木監修課長、牧監督課長、施設監査担当及び施設代理人とする。なお、必要に応じてその他の関係者を加えることができる。
  - (4) 施設部は、調整会議の終了後、速やかに合意事項を書面として、センターに送付するとともに、各構成員に記録する。
  - (5) 調整会議の構成員は施設の開設権限は、前項にいう合意事項を遵守する。

### 7. 疲勞驗算

- (1) センターは、整備工事を円滑に実施するため差別調査体制を整えるよう努める。

(2) センターは、福島格付石理屈解工事（以下「石理屈解工事」という）の着手前には、椎上方面の差別調査を終える。

(3) センターは、石理屈解工事と共に並びして、石材法規調査、石材强度調査、石材强度方策、石材規制調査、墓碑土壌調査及びT-SI試験を行なう。

(4) 教委監査員は、石理屈解工事に際し、石材を横一列で左下し、石虎、裏蓋石及び裏壁石の調査、現地並びに記録作成の監督を行なう。

(5) 教委監査員は、石理屈解工事に際し、昭石材再利用の可否を判断できる記録を作成する。

(6) 教委監査員は、現場代理人に対して、石材の表面的な整理を指導する。

(7) 教委監査員は、堤防代理人から工事中に新たに建設造物が発見された旨の連絡を受けた場合には、速やかに建設監査並びにセンターへ報告し、その相談を受ける。

(8) センターは、差別調査によって発見された出土遺物等のうち、石虎等に移動可能なものについては、教育考古部が定めた「出土品取扱要領（平成12年3月28日教育長訓令）」に基づいて適切に管理する。また、砾石等の砂利等で一旦取り除いた後に、原位置に復す必要のあるものについては、表面をもって埋設部と隔離し、その後原位置の隣接、搬入・搬出等に際しては、表面をもって埋設部と隣接し、その後原位置の隣接、搬入・搬出等に際しては、表面をもって埋設部と隣接し、

#### • 電商地圖

- (1) 工事の施工監理について、土木監督員は、建設工事執行規則、請負契約書及び別表2に定めるところにより、教委監督員は、文化財の保護と保存に関して、建設工事執行規則、請負契約書及び別表2に定めるところにより、それぞれ監督員と

## 1.2 その他

本マニュアルに定めのない事項については、必要に応じて土木部と教育委員会が協議して定める。

## 1.3 補則

- (1) 本マニュアルは、平成13年3月19日に甲府城石垣健石等調査委員会から提出された、報告書の改善策を受けて作成したものである。
- (2) 本マニュアルは、土木部と教育委員会において協議し、相互に了解したものである。

平成13年 4月23日

土木部長 横尾 通

教育長 敦野



しての服務を行うものとする。

- (2) 工事施工監理の一環を委託する場合は、委託業務仕様書にその業務内容と役割を明記するとともに、受託者にその徹底を図る。
- (3) 教委監督員は、旧石材を可能な限り原位置に据すことを、現場代理人に指示する。
- (4) 教委監督員は、新設石材について、その形状などが旧石材と出来る限り異ならない石材を求めるよう、現場代理人に指示する。
- (5) 土木監督員は、工事中に新たに遺跡が発見された場合には、その保存方法等について、教委監督員の指示を受ける。
- (6) 土木監督員は、墓塚土や墓原石などを含む石垣全般の安全管理に充分配慮する。

## 9 現場監査権

- (1) 土木監督員は、現場代理人に対して、史跡の現状変更に関する許可条件に基づいた教育委員会の指示に従うことと、周知させる。
- (2) 工事施工監理の一環を委託する場合は、委託業務仕様書にその業務内容と役割を明記するとともに、受託者にその徹底を図る。
- (3) 木材は、原則として産業材を使用することとし、土木部と教育委員会が協議して決定する。

## 10 現場管理について

- (1) 史跡の管理者である教育委員会は、定期的かつ必要な都度、土木監督員の立ち合いを求めて、現状変更が許可条件の範囲内であることを確認する。
- (2) 施設部及びセンターは、必要に応じて山梨県文化財保護審議会の史跡部会委員、甲府城跡調査設計委員会の委員及び甲府城石垣健石等調査委員会の委員の出席を求める、監修工事の方針及び開発方針について指揮を受けるものとする。
- (3) 施設部及びセンターは、監修員及び監査工程責任者並びに発掘調査関係者に対し、所員及び氏名を保有等に表示するよう指示する。
- (4) 施設部及びセンターは、定期的かつ必要な都度、現地視察により、遅刻に事業が進行されているかを確認するとともに、必要な指導助言を行う。

## 11 報告の厳守

- (1) 土木部は、現状変更の状況を、教育委員会に書面をもって毎月報告する。
- (2) 教委監督員は、調査状況を毎週一度月報などを添えてセンターへ報告する。
- (3) センターは、調査を行っている期間の各月の調査状況を、書面をもって毎月一回施設部へ報告する。
- (4) 施設部及びセンターは、上記に記載された内容以外であっても、重要な事項について、土木部及び教育委員会に報告する。

別表 1

福荷橋整備工臺發掘調查共通工程表



別表2

## 稻荷橋建設工事に関する役割分担表

工種		文化財の調査	遺構・遺物の保存管理	修復・整備の施工監督	使用資材の決定	特記事項
稻荷橋台修理工事	準備工	仮設道路工	-	-	土木部	
		移揺・道具移設工	-	-	土木部	
		仮設橋工	-	-	土木部	
	石垣解体工	切土運搬工	県教委	県教委	-	-
		裏込石材採取工	県教委	県教委	-	-
		石垣解体工	県教委	県教委	-	-
		足場工	-	-	県教委	-
	補強盛土工	地質試験	-	-	土木部	-
		地盤改良工	-	-	土木部	土木部
		ジオグリッド設置工	-	-	土木部	土木部
石垣復元工	復元盛土工	復元盛土工	-	-	土木部	工法確認は県教委
		石積工(新補材含む)	-	県教委	県教委	県教委 新補石材は県産材を使用
		裏込工(新補材含む)	-	県教委	県教委	県教委
		足場工	-	-	県教委	-
	建築基礎工事	壁石据付	-	県教委	県教委	
稻荷橋整備工事	RC基礎工事	-	-	土木部	土木部	
	準備工	-	-	土木部	土木部	
	仮設工	-	-	土木部	土木部	
	木工事	-	-	土木部	土木部	原則として県産材を使用
	屋根工事	-	-	土木部	土木部	瓦及び鍼は県産品を使用
	左官工事	-	-	土木部	土木部	
	建具工事	-	-	土木部	土木部	
	設備工事	-	-	土木部	土木部	

## 第2節 特記仕様書

特記仕様書
舞鶴城公園石垣改修工事 甲府市丸の内地内7工区
岐阜地域振興局建設部

### 第1条 (適用範囲)

- この特記仕様書は、山梨県土木工事共通仕様書（以下「共通仕様書」という）でいう特記仕様書で、舞鶴城公園石垣改修工事（以下「本工事」という）に適用する。
- 本特記仕様書は共通仕様書を補完する。

### 第2条 (解体調査)

本工事は当時の石積技法を尊重した文化財修復工事として行うため、石積技法の解明、石材破損状況による修復範囲の決定、破損原因や孕み原因を究明し修復工事に反映させるために実施する。

#### 1. 石垣調査

##### (1) 石垣観察

- 解体する前に高所作業車により、石垣の外観観測を行う。
- 外観観測は石材の破損、石垣の歪み、積み方、目地、風化の程度を調査し、図面により記録する。
- 観察範囲は石垣解体範囲とその周辺の石材を対象とする。
- 写真撮影のために、石垣表面の清掃を行い、作業を補助する。

##### (2) 墓打

- 石材の配置状況確認のため、石垣表面に対し、鉛直及び水平方向に50cmピッチで墨を打つ。
- 墨は工事完了まで残存する素材を用いること。

##### (3) 番付

- 詰め石を除く解体石材すべてに管理のための番号をつける。
- 番付は石垣各面をAから始まるアルファベット、笠石から根石に向かい1から始まる算用数字を用い表記し、石に個体番号を割り付ける。
- 表記方法は、石面を清掃した上でガムテープを張り付け、それにマジックで記載する。  
併せてアルミテープでも同様に実施し、石面への直接表記は行わない。

##### (4) 根石調査

- 石垣の平面的な配置状況及び横断勾配を把握するため、埋没している根石を検出する。
- 検出は東面3箇所、北面2箇所で行い、長さ2m、幅1m程度のトレンチを掘る。
- 機械を用いる場合は平爪の重機とし、掘削時に石垣を破壊しないよう留意する。

##### (5) 埋め戻し

- 埋め戻しは捨て石を行い、石灰等を混合した改良土で十分に転圧して埋め戻す。
- 3次元測量調査
  - 石垣の歪みを定量的に把握し、修復勾配等を決定するため3次元レーザー測量を実施し、半間単位での勾配数値を表記した継断面図を作成する。
  - 測量範囲は解体範囲とするが、北面については西側に10m延長した範囲までとする。
  - 基準線については監査員と協議して決定する。

#### 2. 横台上面発掘調査

##### (1) 表土剥ぎ

- 盛土除去は平爪の重機を使用し、退構付近は人力で掘削除去する。
- 遺構・遺物が検出された場合は速やかに教委監督員、文化財担当職員へ報告し、取り扱いについて指示を受ける。

##### (2) 掘削作業

- 遺構面再検出作業は人力で行う。
- 作業具については教委監督員、文化財担当職員の指示に従う。

##### (3) 遺構面再検出

- 遺構面再検出作業は人力で行う。
- 作業具については教委監督員、文化財担当職員の指示に従う。

##### (4) 測量

- 測量の必要がある場合には教委監督員、文化財担当職員の指示に従い、作業を補助する。

##### (5) 出土遺物の取り扱い

- 出土遺物の取り扱い作業は人力で行う。
- 遺物が出土した場合はその位置から動かさず、教委監督員、文化財担当職員の指示に従う。
- 作業具については教委監督員、文化財担当職員の指示に従う。

##### (6) 掘削の範囲

- 範囲については教委監督員の指示に従う。

⑤測量の必要がある場合には教委監督員、文化財担当職員の指示に従い、作業を補助する。

### 3. 石垣解体調査

#### (1) 石垣解体調査

①解体作業は天端より 1 段毎を 1 つの作業単位としておこない、各段 1 石ごとに調査を行う。

②石垣解体についてはクレーンを用いて 1 石毎取り外す。

③石垣解体時は石材を損傷しないよう留意する。

④破損しているため解体時に石材の崩れ等が発生する場合には事前に型どりを実施し石材の旧状を記録する。

⑤解体の手順について、事前に教委監督員、文化財担当職員と打ち合わせを行う。

⑥解体時には教委監督員、文化財担当職員の立ち会いを求める。

#### (2) 石材調査

①解体石材の詰石をのぞく天端石・築石・角石すべてについて面の幅・横・控え長および重量を計測するものとする。

②計測数値データについては各石材ごとに管理し、提出する。

③解体石材について、表面観察をおこない石材の傷や破損状況について教委監督員より求めがある場合には所見を述べる。

④解体石材について、表面観察時に線刻画等の文化財調査を実施するので、教委監督員、文化財担当職員の指示により作業を補助する。

⑤各面一段毎に石材配置状況の写真撮影を実施するため教委監督員、文化財担当職員の指示に従い清掃を行う。

⑥各面各段に付き 1 ヶ所の頻度で石材配石状況の個別写真撮影を実施するため教委監督員、文化財担当職員の指示に従い清掃および写真撮影の補助を行う。

⑦必要に応じ石材の破損原因調査および孕み出し調査を実施するため、教委監督員、文化財担当職員の指示に従い清掃等、計測作業を補助する。

⑧解体石材について、その強度を測定するためシェミットハンマーによる試験を実施する。

⑨その他の石材調査で必要に応じ選択・計測作業を補助する。

⑩解体作業中に文化財の発見があった場合にはすみやかに教委監督員、文化財担当職員へ報告する。

#### (3) 石材保管

①解体石材については保管時に所在が不明確にならないよう、個体番号を墨で石材に直接表記するとともに保管場所を定め、的確に保管する。

②解体石材の保管については保管場所が狭小であることから 2 ~ 3 段程度積み上げて保管してもよい。この場合に石材が破損しないように留意し、また石材番号が確認できるように配置する。

③石材の運搬についてはクレーンならびにトラックを用いて運搬する。

### 4. 裏栗石調査

#### (1) 裏栗石調査

①石垣解体調査に平行して裏栗石の分布調査を実施する。調査地点は隔段とし、教委監督員、文化財担当職員の指示を受ける。

②裏栗石の分布調査は、指示地点に 1 m 四方の通り方を用意し設置する。この通り方範囲の裏栗石にカラースプレーを塗布し、付着した裏栗石を分布調査の対象とする。

③裏栗石の分類基準は、栗石の形状を自然縛（自然面を持つ円縛・亜円縛類）と割り縛（表面が割り肌で構成されているもの）で分類する。さらに、これらを長軸の寸法で 5 cm 以下、5 cm 以上 15 cm 未満、15 cm 以上に分類し、合計 6 分類での数量を数え記録補助をする。

④石垣解体調査に並行して裏栗石幅の測量を行うが、教委監督員、文化財担当職員の指示のある場合は清掃、測量補助を行う。

⑤裏栗石の中には遺物（瓦、石製品、石造物などの文化財的資料）が混入されている可能性があるので、除去作業はすべて人力でおこなうものとする。

⑥裏栗石の除去作業中に遺物が発見された場合には速やかに教委監督員、文化財担当職員へ報告し、取り扱いについて指示を受けるものとする。

#### (2) 裏栗石保管

①除去した裏栗石は再利用のため保管するが、一括で集積地へ搬送するなど効率的な方法で実施する。

②保管場所へ移された裏栗石については、再利用するため付着している泥を除去する。除去方法は、スケルトンパケット（75mm 格子）でふるい分ける。

### 5. 盛土調査

①盛土掘削は石垣解体調査に連動しておこなう。

②盛土掘削は部分的なトレーナー調査を高さ 1.5 ~ 2 m 毎に先行実施し、その調査結果により全面掘削を実施する。

③トレーナー調査は東面と北面の 2 ヶ所で実施する。トレーナー掘削地点は教委監督員、文化財担当職員の指示による。

④トレーナー掘削は長さ 3 m 幅 1 m 程度の規模のものとし、裏栗石層が露出する範囲で掘削する。掘削は平爪の重機によりおこなう。

⑤掘削されたトレーナーは、盛土の堆積状況を調査するため、東面の場合は北側壁面、北面の場合は東側壁面を掘削などを使用して堆積状況が観察できるよう清掃する。

⑥裏栗石との境界部分については、崩落が生じない程度に露出させる。

⑦各トレーナー後に調査記録の写真撮影をおこなうため、教委監督員、文化財担当職員の指示のある場合は清掃を

行う。

- ⑧盛土の最終的な掘削後に切土面（西・南面）の盛土堆積状況の観察および写真撮影を実施するので教委監督員、文化財担当職員の指示に従い清掃を行う。
- ⑨盛土の中には遺構（諸施設の痕跡など）、遺物（瓦、石製品、石造物などの文化財的資料）が含まれている可能性があるので、掘削する場合には教委監督員、文化財担当職員の立ち会いを求めるものとする。
- ⑩盛土の掘削作業中に遺構、遺物が発見された場合には速やかに教委監督員、文化財担当職員へ報告し、取り扱いについて指示を受けるものとする。また必要に応じ作業を補助する。

### 第3条 （改良盛土工）

改良盛土工は「セメント系固化材による地盤改良マニュアル 社団法人セメント協会」に準じて行い、以下のことと留意する。

#### （1）使用材料

- ①盛土材料は、現地発生土に砂を20%混入させたものを用いる。
- ②現地発生土は、10cm以上のレキの混入を極力避けるため、10cm格子のふるいを掛けてから使用する。
- ③現地発生土は、シート養生を行い、自然含水比を保ち、含水比が高い状態になった材料は、使用を控えるもしくは自然含水に近い状態に調整してから使用する。
- ④砂は、山砂を使用する。
- ⑤改良材は、1m<sup>3</sup>当たり50kgのセメント系固化材を使用する。ただし、冬季施工期間中は、気温の低下による盛土強度の増加を期待できない場合があるため、監督員と協議して1m<sup>3</sup>当たり100kg使用する。
- ⑥セメント系固化材は、六価クロム溶質質量が環境基準0.05mg/L以下の添加剤を使用する。

#### （2）施工方法

- ①使用機械は、パックホー（0.25m<sup>3</sup>排土板付き）で敷き均し、振動ローラー（2.5t）で締め固める。なお栗石境界部については振動ローラー（1t）又はバイプロコンバクタ、並びにタンバを併用し締め固めを十分に行う。
- ②締め固め回数は6回以上、巻き出し厚は、30cmとして締め固め厚25cmを標準とする。
- ③盛土材料（現地発生土、砂）と改良材は、パックホウ（0.7m<sup>3</sup>）を使用し、混合ムラのないように十分に搅拌すること。混合時間等は試験施工時に準じる。

#### （3）確認試験

- ①定期的に簡易貫入試験、土壤硬度計により地盤強度を確認する。
- ②施工前・中・後に平板載荷試験、サンプリング試料による一軸圧縮試験などにより地盤の強度を確認する。試験時期については、監督員と協議し決定する。
- ③六価クロム溶質質量については現地にて再度確認する。

#### （4）現場の維持管理

- ①施工中は、シートなどにより養生を行い、温度の保持、降水の浸透防止に努める。特に、施工初日の管理状態が地盤強度に影響するため十分考慮する。
- ②降水の浸透、霜による地盤強度の低下した盛土は、除去する。
- ③気温が著しく低下した場合（氷点下）や、降水時期は、施工を極力避ける。やむを得ず施工する場合は、監督員と協議する。

### 第4条 （裏込め工）

#### （1）使用材料

- ①使用材料は、現地発生砂50%、削栗石20%、道床パラスト20%、碎石（20-13）10%をブレンドして使用する。
- ②購入材の岩種及び粒度等については監督員の了解を得たものを使用する。

#### （2）施工方法

- ①現地発生砂および削栗石を混ぜ合わせたものを30cm程度敷き、道床、碎石を上部に置き振動ローラ（1t）又はバイプロコンバクタ、並びにタンバにより締め固めて、現地発生砂および削栗石の空隙に道床、碎石が十分充填されるように施工する。
- ②石房には軽力粒径の大きなものを転圧充填する。
- ③裏込め材厚の変化は、一直線ではなく階段状に変化させる。
- ④裏込め材には、施工性を確保するため栗押え石を設けることができる。

#### （3）確認試験

- ①施工前・中・後に石分を含んだ粒度試験を実施し、粒度分布を確認する。
- ②裏込め土の透水性が確保されていることを確認する。

### 第5条 （石積工）

#### 1. 新補石材の調達

##### （1）事前準備

- ①事前に破損解体石材（以下、破損旧石材）の面の型どりを行う。
- ②事前に旧石材の面の縦軸と横軸各4ヶ所（最大値を含む）の計測を行い、データベース化しておく。
- ③事前に新補石材候補となる可能性があるものを選定し、破損旧石材と同様に面の縦軸と横軸各4ヶ所（最大値を含む）の計測を行いデータベース化しておく。

##### （2）新補石材の調達

- ①解体石材調査により、再利用ができないと判断された解体石材（以下、旧石材）は、新補石材で補うものとする。
- ②新補石材は旧石材と同種の石材（安山岩）とする。

- ③旧石材の再利用の可否については、教委監督員より指示を受け、この結果により必要な新補石材量を確定する。  
④新補石材選定の基準は、交換となる旧石材の面寸法と控え長を第一義的とし、また面の属性（野面、割り面など）と強度を基準とする。  
⑤データベース化された新補石材候補と破損旧石材をコンピュータ上で近似値のものを検索し、照会する。現地で照会するには破損旧石材の型どりとも照合し、極力もとの破損旧石材の面に近いものを候補とする。  
⑥控え長については、破損旧石材よりも同等か以上のものとする。この条件で候補が定まらない場合は次の控え長の基準で選択する。  
・破損旧石材が属する段（解体時の段数）の平均値に収まるもの。  
・対象となっている破損旧石材の控え長の $2/3$ の値に収まるもの。  
⑦選定された新補石材についてはシミュットハンマーによる強度試験を実施し、合格したものを使用する。  
⑧選定された新補石材については交換となる破損旧石材番号を記載しておくこと。また、再利用する旧石材と区分するため「H14」（平成14年の意）と墨書きで上面に記載すること。
- (3) 新補石材の加工
- ①野面石を原則とするが、適した石が無い場合は加工して使用する。
- ②加工は以下を原則とする。
- ・角石  
小口面をせり矢、トビ矢を使用して大割りする。  
加工は最小限とし、必要に応じ矢、玄筋、コヤスケ、ノミ等を使用する。
  - ・築石  
せり矢、トビ矢で大割りした荒削石とする。  
表面加工は最小限とし、必要に応じ玄筋、コヤスケ、ノミ等を使用する。
  - ・笠石  
せり矢、トビ矢を使用して大割りする。  
削る面は下部、小口、左右、上面の順とする。  
石同士の隙間は建物の漆喰塗を考慮し、3cm以下とする。3cm以上開く場合は詰め石を用いるが、安定性を十分考慮する。
- ③1~2石程度について、四寸矢穴で大割りし目視できる場所に配石する。
- (4) 旧石材
- ①原則として加工しない。ただしやむ終えず加工する必要が生じた場合は、事前に監督員と協議し、了解が得られた場合には加工の程度など記録して対応する。
- ②再利用する旧石材で、表面の風化面や除去可能な破損部分については、監督員と協議の上これを除去できる。
- (5) 詰め石
- ①詰め石の交換については元の空気層を壊さない範囲で安全性を考慮して判断する。必要に応じて新補材を使用する。  
②どうしても詰め石が築石とかみ合わない場合には無理に入れない。  
③築石に沿じる詰め石は、築石の積み上げ後に入れず、築石の据わりを確認する段階で配置し、築石の据わりを決める。
- (6) 施工方法
- ①積石構成は角石、築石、笠石、石筋とし、角脇石には築石をあてる。  
②解体調査の結果に基づき、解石や抜み石については歯力復元する。これが困難な場合は、監督員と協議し指示を得る。  
③石面は丁張りに対して先端の点あるいは一部で合わせる。面全面を無理に合わせる必要はない。  
④積み上げは概ね一段ごとに行う。左右と高さについては旧石垣の写真や墨打ちを基準に確認していくが、旧石垣の特徴や空気層を優先させる。ただし旧石垣で認められる谷筋みや团子積み等は応力集中により不安定な要素となるためこれを解消する。  
⑤安定した配石を最優先させるため石は原則二番で合わせる。下は2点（石戻を含めて3点）支持とし、左右も追り合わせを原則とする。  
⑥石が安定するよう横使い、尻下がりを基本とする。  
⑦解体境界ラインに孕み部分が残っている場合は、積み始め部分に段差が生じないよう、残存石垣の一部取り外しや微調整を実施する。
- (7) 確認方法
- ①石垣3~4mに1箇所程度の定点観測を実施し、石垣の孕み出し、沈下が発生しないか把握する。  
②石垣のすべりの有無に対して、定期的に坑内傾斜計による監視を行う。
- 第6条 (施工管理)
1. 施工計画書
- ①施行計画書は、本特記仕様書記載事項に留意の上、工事着手前及び変更契約後速やかに提出する。  
②部分検査、段階確認（立ち会い施工）項目は施行計画書にて確認する。
2. 工程管理
- 施工方法については、現場状況を十分に把握し、また本特記仕様書に留意の上、適切な工程を計画する。

### 3. 建設廃材及び建設発生土

#### ①建設廃材について

建設廃材については、取扱しに要する費用、施設までの運搬費及び処分費を計上する。

また、発注者側として再資源化施設の指定は行わないもので、請負者の裁量により適切な再資源化施設への搬出、処理を行う。

#### 4. 交通整理員

本工事の施工に際しては、交通整理員及び、保安施設を設置する。また交通整理員による交通整理は次を原則とする。

交通整理の時間帯 8:00～17:00 実労8時間（2名）

交通整理期間 工事期間の内、実稼働日数

なお、施工条件に変更が生じた場合は、監督員と協議するものとする。

設計図面に明示した施工条件に変更が生じない場合は設計変更の対象としない。

### 5. 提出書類

#### ①再生材利用について

以下の書類を工事終了後監督員に提出する。

再生材利用状況表（山梨県土木部で定めた様式）

#### ②建設廃材について

廃材処理を行った場合は以下の書類を工事終了後監督員に提出する。

建設副産物処理証明書（図面添付）（山梨県土木部で定めた様式）

#### ③建設発生土について

以下の書類を工事終了後監督員に提出する。

建設副産物処理証明書（図面添付）（山梨県土木部で定めた様式）

#### ④再生資源利用計画（実施）書及び、再生資源利用促進計画（実施）書の提出

本工事は、建設副産物実態調査（センサス）の対象工事であり、請負者は「再生資源利用「促進」計画書（実施書）システム」により作成した再生資源利用計画書及び再生資源利用促進計画書を1部施工計画書に添付し監督員に提出する。

工事完了後は速やかに、当初入力した工事データを実績値に修正した再生資源利用実施書及び再生資源利用促進実施書を作成し、一部を完成書類に添付し、また、電子データをフロッピーディスク等により監督員に提出する。

なお、入力した工事データは自社で一年間保管するものとする。

## 第7条 （検査、段階確認）

### 1. 部分検査

土木工事共通仕様書3-52により部分検査に該当する施行箇所、または監督員が指示した箇所については部分検査として検査申請書を提出する。

### 2. 段階確認

共通仕様書の段階確認に該当する施行箇所については、段階確認を監督員に要請（各段階では必ず連絡、口頭でも可）し、段階確認表に整理する。

### 3. 指示

現場監督の立ち会い施工の必要が生じ、これを実施したい場合、立ち会い一覧表に整理し提出する。

監督員による現場での立ち会い以外の指示については、指示総括表（又は段階確認表）に整理し提出する。

## 第8条 （安全対策）

### 1. 安全教育・訓練項目

本工事の実施に際し、現場に即した安全教育、訓練等について原則として作業員全員の参加により1ヶ月当たり半日以上（約4時間以上）の時間を割り当て、下記事項から実施内容を選択し安全管理、訓練等を実施する。

（1）安全活動のビデオ等、視覚資料による安全教育

（2）本工事内容の周知徹底

（3）土木工事安全施工技術指針等の周知徹底

（4）本工事における灾害対策訓練

（5）本工事現場で予想される事故対策

（6）その他、安全教育・訓練として必要な事項

### 2. 工事完成書類への記載

（1）安全教育・訓練等の実施状況を「安全教育・訓練等の実施状況表」に記載（写真貼付）し、工事完成時に提出する。

（2）残土及び廃材の運搬について、過積載に注意する旨を記載する。

## 第9条 （その他）

本特記仕様書に明記されていない事項については、監督員の指示に従うこととする。

また、本特記仕様書によりがたい事態が発生した場合あるいは、内容に疑義を生じた場合はその都度監督員と協議の上、決定することとする。

### 第3節　聞き取り調査

平成14年6月6日（木） 午前10時 稲荷檜台にて

話し手 塩山市五味石材 向山 優夫

聞き手 埋蔵文化財センター

石工になられてどれくらいですか。

18歳くらいからはじめて、もう50年以上やってるよ。石工でもいろんな種類の仕事がある。例えは積む石工、割る石工、お石塔を造る石工なんかがあるけど、自分は割る石工だった。積む石工は玄翁、割る人はノミから使い始めたね。

誰に教わったのですか。

自分の親父だよ。親父も石工だった。それ以外の仕事はしたことがないね。最初は割る石工だったけど、割る石がなくなったりしたこと也有ったんで積むようになってきたんだ。

まず、当時の道具と今の道具のちがい。

昔は無垢の鋼だけだった。今はタンガロを使っているからだいぶ楽になった。

昔は全部手作業でやった。矢を掘るのも無垢のノミで、1寸、8分、6分の3種類のノミで矢穴を開けていた。そして、3貫目で割っていた。

当時はルートハンマーなんてなかったから、3種類のノミを合計20本ぐらいもって毎朝何キロも歩いて出かけた。

石工さんは朝が早いと聞きますがどうしてですか。

一日の仕事の始まりは、その道具の手入れからだったからね。朝起きてまず自分の道具は自分で手入れした。親方に習いながらよくやったもんだった。

慣れてても自分の道具は自分でするんだ。

朝一番で手入れをするのは、焼き入れの火の加減がよく見えるのが朝だからなんだ。昼や夕方じゃよく見えないんだ。

昔は手袋なんてなかったから、叩けば血が出て痛かったし、寒いときは冷たくて大変だったなあ。

ノミは使えば減るから何本も同じものを持っていて、それを毎朝手入れした。雨の日は矢を作ったもんだ。休み明けには「一升折分の矢の手入れをした」などといって、自慢しあったりしたもんだった。

タンガロが山梨で使われてるようになったのは昭和50年頃かな。ピッティングがでたのは昭和40年頃。戦後のかなりの時期まで全部手作業でやっていた。

矢穴を開けていたんですね。

石によって矢の大きさが違うんだ。甲府城の石（安山岩）なら少し幅の広いものを使う。

いろんな石を積む技術があるなかでも難しいのはなんですか。

今は機械があるけど、間知が難しいね。野面は簡単なほうだね。

野面積みは誰に教わったのか。

先輩からだね。親父からは石の割り方をおそわった。

先輩から教わる中で一番いわれたのは、胴をあわせることだった。前（面）であわせても、後ろであわせてもいい。真ん中より前がいいな。

あと、逆さ石がダメだといわれたな。あと縦の目地もダメといわれたなあ。横目地はいくつあってもいいけど、縦の目地はダメといわれた。

積むときに注意することはなんですか。

口でいえって言われても難しいよ。現物がないとそういうのは説明できないものだ。1つ1つが違うんだから。大事なのは胴であわせることだよ。

あと、胴石は大きな石で1個で止めることも大事だね。それしかないときには2個とかになるけど、

一個で止めて隙間に石を詰めるんだ。碎石はだめだ。細かすぎて弱いから。

縦の目地はよくないね。大きな石ほど特にダメで、石垣としては弱くなっちゃうよ。ただ、小さな石だったら3個ぐらいでならなんとかなるね。

それから、控えは長ければ長いほどいいもんだった。蹊くほどはいらないけどね。

でも、カラ積みなら裏栗石が大事だよ。裏栗石は大きすぎてもダメだし、小さすぎてもダメだ。弱くなるからね。適当な大きさの栗石とその隙間の細かいのが少し入るくらいがいいね。

面はどうですか。

面はどこかあっていればいいんだ。大事なのは胴だ。面は一ヶ所あっていればきれいに見えるよ。どういう風に石を選ぶのか。

石をみて胴の当たりのいいものを選ぶんだ。面なんかよりも胴だよ。石を積む前に素材の石材を見て決めると、どんな石垣になるかが分かる。そして自然に使うんだ。加工もあんまりしない。このお城の石垣だってそうだろ。

いろんな種類の石垣でどれが強い積み方ですか。

カラ積みなら野面が持ちがいいね。現にこうやって残っているし。裏（控え）が長く取れるし、自然のまま積むからじゃないかな。

詰石はどう考えてるんですか。

小さな詰石に石を積んではダメだ。石と石（築石同土）がしっかりあうことが大事だ。

少しぐらい隙間を開いていたって鳥が巣を作ったり、蛇が出たり入ったりするくらいだよ。

「石の目を見る」というけど、どういうことですか。

石の目は見えるんだ。見えない時には角を欠いてみる。それでも分からぬときは先輩に教えてもらった。よく教わったなあ。自分で自信をもってみれるまでには本当に時間がかかった。それまではよく教わったもんだ。

甲府城の石垣は石工さんから見てどうですか。

400年も残っているんだからすごいよな。今回櫓台をバラして中を見て、やっぱり昔の石工さんの技術はすごいと思う。今なんかより大した技術だ。外したところをみればしっかりしてるしね。現在は重機があるけど、当時はなかったのに良くやったと思う。

特に、角がいい。（天守台の石垣をさして）口があんなに開いていても崩れていない。それは中で胴がかっちりしているからだと思うよ。今の人には簡単にできるものではないなあ。だって今は金の勘定ばっかりだもん。

400年前の石はどうですか。

変わらないよ。皮（自然面）はダメなものがあるけど中はしっかりしているね。

山梨で野面積みの技術が今後も残るといいですね。

今は野面を積める若い人は少ないし、石工になる人も少なくなった。でも今回の石垣は簡単にできるもんではなかった。文化財として石を元の位置に戻してきたが難しかった。一番時間がかかったのは角の部分だよ。ほんとうに時間を掛けてやった。甲府城の仕事は難しかったけど、なかなかできるもんじゃないし、よかったよ。



隅角部作業風景

## 第4節 見学会・広報活動

### 見学会の概要

稲荷檜の復元に先立ち、その土台となる檜台の解体工事作業が終わり、改修作業も50%を超えた段階で、現地見学会を開催した。現在は、重機などの機械によつて工事が進められるが、むかし初めて積まれた当時は機械などなかったので、高い石垣を積むことは大変な事業であった。今回の催しは、昔の石垣積みを支えた技術の跡を実際に見学したり、体験することを主なねらいとし、広く県民の方々に知っていただこうと願いました。特に、体験コーナーにおいては、総合学習の位置付けが学校教育で進められるに伴い体験学習が多くなっていることもふまえ、小学生くらいの子どもも参加できるコーナーを設けるなど工夫をした。案内は、近隣地域を中心に関係機関に発送し、具体的には以下の段取りで見学会をおこなった。

○日時 平成14年3月23日（土）午後1時～5時 小雨決行（雨天時は講演会のみ開催）

○会場 舞鶴城公園内 白山広場及び稲荷檜台

○主催 山梨県峡中地域振興局建設部

山梨県埋蔵文化財センター

○協力 （株）早野組

○内容 【第1部 現場見学会】 13:00～

稲荷檜台石垣の修復工事の実際を見学

【第2部 体験的学習会】 14:00～

—石垣の伝統技術について—

昔の方法で石を“削る・運ぶ・積む” “道具を鍛える”

【第3部 講演会】 16:00～

演題「石垣から考える甲府の歴史と伝統技術」

講師：北垣聰一郎氏（甲府城跡調査検討委員）

場所：甲府市社会教育センター 大ホール



### 見学会を終えて

雨なども心配されたが、当日は晴れて盛大に見学会を開催することができた。見学会には、全員で約200人訪れ、年齢的には、中・高年の方が多かったが、子どもの参加も見られた。大勢の人が職員の説明に耳を傾け、注意深く聞き入っていた。また、実際に石工が石を削るところや吊り上げるところ、加えて道具を鍛えるところを実際に見て驚き感心して頷いていた。石を運ぶところでは、小学生が参加して昔の運び方を実際に体験し、なかなか動かない石を前に、「とてもえらくて大変だ」と感想を述べていた。

第3部の講演会では委員会の北垣委員が、稲荷檜台石垣の改修工事のことをはじめ、甲府城跡の石垣の特徴、石材の運搬、使われた用具などについて詳しく話した。

見学会の模様は、次の日に地元新聞紙に取り上げられた。

### 「埋文やまなし」の発行

センターでは、広報活動の一つとして「埋文やまなし」を一年間に4回程度発行しています。そこで、右にあるように、第10号で「甲府城跡稲荷檜台石垣」の特集を組み、「石垣の直し方」や「石垣の調査成果」などを載せ調査の成果を広く県内外に広報した。

### その他の見学会

檜台石垣の復元工事が完了したため、平成14年7月20日に現場見学会を開催した。今後も必要かつ要請があれば随時開催していくことで史跡に対する理解を図りたいと考えている。

## 見学会の様子



### 写10-4-1 石割の実演



### 写10-4-2 石の吊り上げ実演



### 写10-4-3 石曳きの実演



#### 写10-4-4 石曳きを体験する子供たち



#### 写10-4-5 フイゴを体験する女性参加者



### 写10-4-6 北垣委員の講演

図10-4-2 発行された「埋文やまなし」(第10号)

図10-4-3  
報道された地元新聞記事（3月29日付）

## 第5節 所 見

### 第1項 甲府城稲荷櫓台石垣改修工事の記録から

甲府城跡調査検討委員・石垣部会委員 北垣聰一郎  
はじめに

伝統技術のひとつ、城郭石垣の修復工事において、どんな組織を必要とするのか、またどんな検討課題が生じるのか、それにはどんな対策を必要とするのか、そうしたことでいえば、本報告書は従来の報告書とはいさか趣を異にする。

例えは、石垣は築けても、一種の制約要素からなる伝統技術を反映させた石垣は、簡単には積めない。この制約要素を理解しようと努める石積技能修得者の存在が、改修工事には不可欠となる。そのためにはどう行動しなければならないのか、本報告書は、あらかじめの予測から、調査を通じてわかったことの行動の記録だともいえよう。

すでに本文冒頭にもふれるように、本事業は山梨県の都市公園整備事業として、平成2年（1990年）からこの平成15年（2003年）にわたる長期事業として、稲荷櫓復元工事の竣工をもって完了するものである。本事業は2つの側面をもつ。

まず、事業主体である山梨県土木部およびその出先機関である峡中地域振興局建設部（以下、県土木部という）の場合、甲府城の位置付けは、県史跡、文化財を認識しつつも、本来は都市公園であるとして、それを「舞鶴城公園整備事業」と呼称した。いっぽう、発掘調査にあたる山梨県教育委員会では、文化財遺跡の整備事業との認識から「甲府城跡整備事業」とみなすことではじまった。

甲府城跡という一個の遺跡に対する両者の違いがあらわれたのは、この稲荷櫓の復元工法が活発に議論された平成11年（1999年）のことである。

そして、稲荷櫓建設にともなう櫓台石垣の安定性、強度の問題が甲府城跡調査検討委員会に諮られ、県土木部は地盤補強のためのコンクリート設置案を、県教委では石垣自体が変形していることを主な理由として、在来工法（伝統技術）による積み直し案を提示した。

しかし、約一年にわたる両者の間での検討の結果、改めて伝統技術を基本に据えながら、文化財としての石垣改修工事をめざすという画期的な方針の変更を、県建設部は甲府城跡調査検討委員会に報告し、それが了承された。

もっとも、このことだけで伝統技術を反映させうる櫓台石垣が完成できるものではない。そのためにならに導入・設置したものがある。それは本来は事業主体の県土木部に義務づけられている監督員制度を、教育委員会でもあらに導入したことである。これは県レベルとしては全国最初の例となる（市レベルでは福島県二本松市が導入）。

また、甲府城跡調査検討委員会では、石垣専門部会（以下、石垣部会という）をあらに設置した。解体・積直しの過程で、監督員、石積技能修得者、工事関係者間での意志疎通の有無が、伝統技術を理解し検討するうえでの課題だと了承されたからである。またさらに加えて櫓台改修工事は、過去の成果をも反映させうる本事業の総轄としての意味あいもあった。

次に、甲府城稲荷櫓台改修工事にかかる組織と、現場でのとり組みの状況について述べよう。

#### 文化財専門職員の監督員

全国各地を代表する城郭遺跡を見学するなかで、「城郭として機能していた時代」以降の工法をもって、安易に改修された事例に出会うのは何ともやりきれない。これは伝統技術全体に対する無関心さが産みだした風潮の結果であろう。

しかし、同じ伝統技術としての木造建造物については、明治30年（1897年）に岡倉覚三（号天心）らによって「古代寺保存法」が制定されるなかで、古代から近代にいたる主要な建物については保護がなされ、約100年間の技術的蓄積をもつ。いっぽう、法制定にあずからぬ城郭石垣には、厳密な意味からいと、まだ「市民権」はなきものに等しい存在である。

そうしたなかで、稲荷櫓台石垣の改修工事は、限られた日限のなかで、旧状にふさわしい伝統技術

を尊重し、かつ強度、安全性を兼ね備えた石垣にしなければならない。

したがって、発掘調査のあり方も、従来の考古学的手法に加え、事前調査・解体調査・積み直しの期間中に継続的にその内部構造や、使われた技術の解明に力を入れるという総合的な調査が必要となる。城郭石垣の調査は、従来の平面的な考古学的手法だけでは限界があることがわかる。

また、甲府城跡は冒頭にふれたように、山梨県史跡でもある文化財である。文化財たりうる城郭石垣の条件とは、地域性、時代性、伝統技術、それに安全性を重視するための強度であろう。

ではこうした諸条件を稲荷櫓台に反映させるためには何が必要か。それには土木的管理（安全性、強度をふくむ工事全般）に加え、石垣の内部構造から外形といった文化財側からの品質管理がきわめて重要な要素になる。それには従来からの事業主体の県土木部がもつ監督員に加え、あらたに教育委員会でも監督員の設置が不可欠であろう。

平成13年4月23日の山梨県教育委員会と山梨県土木部との取りかわしは、まさにこのことをふまえた画期的なできごとでもあった。

それによれば、稲荷櫓台石垣の改修については、文化財の改修工事としておこなうものとし、土木部と教育委員会との役割について、まず従来の土木専門職員の工事監督員（土木監督員）にあらたに文化財主事を工事監督員（以下、教委監督員という）とし、土木監督員は工事全般を、そして教委監督員は文化財保護の立場から、石垣改修をそれぞれ監督すると定めたのである（「舞鶴城公園整備事業と県史跡甲府城跡発掘調査に関するマニュアル」）。

さらに石垣改修工事の両者の役割についても、準備工・石垣解体工・補強盛土工・石垣復元工・建築基礎工事のなかで、文化財の調査、遺構・遺物の保存管理、修復・整備の施工監督、また使用資材の決定等から、工事毎に責任の範囲・義務をそれぞれ明確にした。この取りかわしにより、山梨県内で計画される文化財にかかる大規模プロジェクトは、今後もこの枠組みのなかで扱われることになる。

こうして、あらたに設置された教委監督員は、前掲の土木監督員、甲府城跡調査検討委員会、石垣専門部会や、稲荷櫓台石垣にかかる石積技能修得者との調整作業をふくめ、文化財としての煩雑な改修工事にあたることになる。

#### 石垣専門部会の設置とその活動

稲荷櫓台石垣を構造的にいえば、「柔構造」の伝統技術だといいう。甲府城跡調査検討委員会からは、この解体調査にさいして柔構造の特徴を、現代工法による櫓台の地耐力、変位状況、盛土補強の課題、使用石材（新・旧）の強度、裏ぐり石の状況等の実際を検証して資料化する作業等が求められた。ここに石垣部会は平成13年の6月8日より活動を開始し、最終部会となる14年7月22日まで前後15回にわたり、事業の進捗状況にあわせて、そのときのあらたな課題について、両監督員、場合により、施工者、石積技能修得者をmajieda検討を続けた。

石垣部会記録によると、第7回会議をもって、改修工事に必要な案件はいちおう紹介されている。なかでも稲荷櫓の解体から積直しをおこなう石積技能修得者、現場工事を総括する施工者には（後述する4回の講習会に加えて）第1回、第2回の会議に参加を得ることができた。伝統技術の再確認をはかるためである。

まず第1回部会では教委監督員を中心に、前掲「舞鶴城公園整備事業と県史跡甲府城跡発掘調査に関するマニュアルについて」を教本に、稲荷櫓台石垣改修工事は、文化財としての修復工事であり、従来の土木専門職員による工事監督員と、あらたに教委監督員が稲荷櫓台石垣改修の責任者になったことの意味や、さらには工事にさきだって準備をする、新補石材とこまかい段取りのよしあしが、積み方の優劣につながること、さらには解体にさきだつ墨つけ、築石と裏栗石との密接な関係、裏土層の調査の必要性など、稲荷櫓台石垣を題材にしながら現状課題について紹介した。

こうして、第2回会議以降8回までは、解体範囲の考え方、甲府城石垣の特徴、修復手法の検討、さらに石垣のもつ構造・強度に関して胴合せ、石の二番、盛土層と栗石層、また石垣改修設計の手法、勾配、丁張の検討、新補石材の選択、石積棟梁のこと、石材加工方法、石垣解体範囲の拡大理由など、

解体過程を通じて監督員を中心とした、それぞれの課題が検討された。そしてこれは、平成14年1月以降の積直し作業にあたり、監督員の指示、助言のさいの基礎材料となった。

いっぽう、柔構造だとされる解体石垣の各種試験施工の評価には土木専門家を交えて検討を加え、このほか石垣解体にともなう石材や裏土層の強度試験、旧石材の各種調査データの作成と成果の分析、検討などもこの時期の作業である。

#### 福荷櫓台を誰が修復するのか

改めて述べるまでもないのだが、福荷櫓台の解体作業、引き続きはじまる積直し工事を、どんな仕組みで、どのように進めるのか、実は甲府城跡調査検討委員会でも、過去に心配した経緯がある。甲府城跡についてはいくつかの異なるタイプの石垣があり、それだけに福荷櫓台石垣の特徴を熟知した石積技能修得者が、その解体から積直しまでの一貫しておこなうべきだと思っていたからである。

そうした危惧は前述したように、県レベルの自治体としては最初の文化財の教委監督員制度が設置されたことでひとつは解消された。

教委監督員制については、職員を所轄する県埋文センターの全面的な協力におうところが大きいが、この画期的な制度に対する関係者のみなみならぬ期待がうかがえる。

しかし、石垣修復の経験がないといってよい教委監督員にとって、石積技能修得者、施工者への指示・助言行為は、その一言、一答への責任義務はあまりにも重く、かつ厳しい。そうしたことといえば、石垣部会は教委監督員にとっては口うるさい鬼の存在であるとともに、いっぽう文化財としての石垣修復へのとり組み方を、ともに学びあえる場としての、創出の部会であったかもしれない。

そのいっぽう、最初は石積技能修得者の改修石垣への関心度をはかりかねる状況のなかでは、まず、講習会や現場視察の機会をとらえて、石積技能修得者、施工者との距離を縮めようと努めることであった。

平成13年5月中旬からの講習会では、まず福荷櫓台石垣のよさ、特徴とともに考える場とすることを心がけた。例えば甲府城天守台を代表とする一タイプと、これから修復する石垣とは、どこがどう共通し、また違うのか。しかも、忠実に復そうとする福荷櫓台石垣は、約45%（途中経過の数値であり最終的には55%が新補石材となる）が新補石材だと監督員からの報告にある。いったいどうすれば、旧状に復せるのか。それには新補石材の問題もある。このように、あらたにおこる課題では現場で直接話しあうこともあった。そうした一連の検討材料が石垣部会の行動内容であるとともに、教委監督員の役割りの一端であった。

こうした働きかけに対して、石積技能者、施工者らの関係者にも、伝統技術に対する新しい価値を理解する動きが各所に現れはじめた。これまでの各種検討会を通じての話し合いが、本番の改修工事を前に、一気に結実していくようと思えたのであった。

もっともそれは、つねに教委監督員を側面から支え続けた土木監督員、ならびに建設部の配慮によるところが大きいのはむろんのことである。

#### 修復工事の現場にて

勾配のための丁張点検は、平成14年1月8日のことである。解体済みの櫓台部にまず角石から据えつけがはじまる。話は前後するが、隅角部と築石部から構成される石垣を修復するさいの重要なことのひとつは、勾配のとり方である。この基準勾配が狂うと石垣は安定しない。解体以前の福荷櫓台は、この勾配にも狂いが生じていた。そのため教委監督員は、もっとも正確な3次元測量を実施し、センチ単位で石垣勾配立面図を完成させている。

石垣勾配立面図をみて驚いたことがある。石垣伝統技術書に説く、石垣をアーチ型にゆるく湾曲させる「輪取り」、石垣の天端角石をわずかに上げる「撫のキライ（気勢）」が残されていたことである。加えて、その勾配は1間（6尺）の高さごとに底辺幅を一定のてい減率をもって次第に狭くとり、「反り」となる、仮称「ノリ返し」技法が採用されていたことである。このことは石積技能修得者、施工者にも直ちに報告され、丁張点検時にはそれを採用している。

解体工事で判明した45%の新補石材、その入手には修復中まで関係者は石山（石材置場）を往復し

ている。当然石垣部会も参加し、新補石材としては、もっとも入手が困難な角石の吟味までおこなった。話はもどるが、角石の据えつけ作業がまた困難であった。

とくに旧石材にかかる新補石材には、まず稜線をつくる角（かど）のある石材を必要とする。仮りに角石の脇に配する角脇石が旧石材であれば、それを傷つけず、しかも上下の角石と調和させなければならぬ。まず最初から石積が進まないのである。教委監督員と石垣部会との調整作業は当然折り込み済みの話である。石垣部会と教委監督員とはEメール、ファックスが連絡手段である。

再び連絡が入り、今度は築石で立ち往生していること、現地へ急ぐ。石積技能修得者の困惑しきった顔がある。そうした修復へのこだわりのなかで、小さなひとつのヒントが、突然作業を動かしていく様子に、教委監督員に安堵の表情が浮ぶ。

こうして石垣部会で話し合われた要点が、現場での指導・助言（一種のマニュアル）となる（H14・2・5付「稻荷檜台石積みあれこれ」）。過去に打ちあわせた点との修正は、そのときどきの段階で処理される。また現場からの連絡には一石ごとに見解を図示して、教委監督員に返信する。それは直ちに現場での協議となり、納得できれば工事は再開される。この間クレーン車をはじめ、パーティーを組む1班か2班は工事が止まってしまう。関係者それぞれの一日は、まず自らの今日の仕事内容を朝礼でリーダーから確認して作業にあたる。

こんなことがあった。珍しく現場開始前に到着することが一、二度あった。リーダーから突然、前へ出て語るように指名された。前日の現場での気持ちよく感じた感想1、2点、あとは「今日一日元気で、けがのないように」、これで2、3分の感想である。

また次のようなこともあった。解体工事がはじまった当初、城郭石積技能者棟梁の話を現場で伺ったことがある。前述した石垣「輪取り」に加えて石垣の「ねじれ」について説明があった。その意味を実際に道端に2本の棒を立てて説明されるのであるが、聞き手側ではいまひとつ要領を得ず、消化不良となる。そこで図を描いて補足したのであったが、次に現場へ向かったさい道端には、小石で積まれた石垣模型があり、そこには「ねじれ」が表現されていた。

かつて江戸時代の普請工事のはじめにおこなわれる「鍛初め」の儀式（その日の、その時刻の吉方に向けて角石を据える）は、ここ稻荷檜台改修の角石でも、大変な作業となった。結局、平成14年の1月は、関係者全員が苦惱の日々を過すことになる。しかし石材の扱い方のなかで、「小石をどう扱うか」というひとつのヒントがきっかけとなり、修復工事はようやく軌道にのりはじめたのである。

現場では石垣部会（メンバー）、教委監督員を前にして、当面の課題、日ごろからの疑問など率直な意見が出されたりする。石垣部会設置にさいして、危惧した最大の問題は、ようやく納言できる環境に近づきつつあるように思える。

こうした状況のもとで「埋文やまなし」10号が発刊された。「甲府城跡（舞鶴城公園）稻荷檜台石垣の素顔を探る」という題名どおり、県民の一人でも多くの方々に、解体中の様子を知っていただこうとの主旨からであった。

いまひとつ特筆すべきことがある。石積技能修得者やそのリーダーからの打診だという。教委監督員に対して、近いうちに県民（親子）を対象に、むかし稻荷檜台で使われた江戸時代の技術を私たちで公開したい。甲府城の石垣工事も、一応これで終了する。石垣にたずさわった私たちからのお礼の意味もあるという。

石垣部会としてもその主旨には賛成で、県土木部と同埋蔵文化財センターが主催することとし、3月23日、桜満開の舞鶴公園で、親と子による石を割る・石を運ぶ・石を積む・割る道具をきたえるという体験学習会が実施された。マスコミをふくむ大変にぎわいで、石積技能修得者や施工者らの関係者はいずれも嬉しいハッピに身をつつみ、江戸期の普請場の一部を再現させるものであった。

稻荷檜台改修工事は、ほぼ計画通り天端のかつら石を配石することで、平成14年6月はじめに竣工した。もっとも教委監督員とその補助職員とが、文化財として伝統技術を主眼とする改修工事に専念できた背景には、教委監督員を県土木部への併任とし、その本務を全うできるための理解と援助を与えた建設部と土木監督員の存在であろう。稻荷檜台石垣改修の根幹にかかる安全性、強度をふくむ

工事については、科学的根拠にもとづく盛土補強、裏栗石、石材の強度実験等にいたる検討があり、それらは土木専門家による石垣構造検討会を通じて実施し、石垣部会・甲府城跡調査検討委員会に資料化して報告し了解された。こうして竣工となった橋台石垣上では、引き続き橋復元工事にとりかかっている。

#### 結語

山梨県都市公園整備事業として、平成2年度からはじまった本事業のうち、石垣については、稲荷橋台石垣の改修工事竣工でひとまず完了した。これを「修復工事」といいう最大の理由は、当初計画された橋復元工事にともなう橋台石垣への支柱杭としてのコンクリート・パイプ設置計画を白紙撤回したことである。

さらに加えていえば、これも計画にあった橋台裏土層への補強敷物（テンサー）は今回の工事で様々な試験施工をおこない、その結果を検討し、実施を見送ったことがあげられる。これは今日各地で同様の城郭石垣工事が続いているが、昭和40年代以降の模造鉄筋天守閣の復興にともない、橋台基礎にコンクリートパイプを使用する例が多い。そして、その風潮はいまも続いている。こうしたなかで示した山梨県の判断基準は、今後同様の状況下におかれる他の文化財行政者に、一定の方向性を提示したものと高く評価できよう。

また今回の改修工事が滞りなく進むことができたのは、従来からの土木監督員に加えて、教委監督員の設置であろう。おそらく県行政組織としては最初のことではなかろうか。その役割と成果については、甲府城跡調査検討委員会のもとに設けられた石垣専門部会と協調することで、機能した。当然のことながら、これには土木監督員と建設部との限りない支援が大きい。

残された最大の課題、それは石垣をどのように旧状に復するかであろう。これは甲府城跡の各石垣のうち、立面図からみて酷似するものを見い出したからといって、全く同じものはないといってよい。それはもはや、伝統技術の世界といってよいだろう。

だからこそ、それぞれにみ合う品質管理のための、改修石垣の特記仕様書が必要となる。稲荷橋台石垣の解体作業では、必要となった45%の新補石材は、「旧状」といった範囲をはるかに越えている。それをどうすれば旧石材を旧状に据え、活かしながら、新補石材をどう当てていくか。解体時の箇々の情報は当然とり込み済みである。この困難な課題に、関係者が一丸となりあつたのである。この間の作業にあたる石積技能修得者とリーダー、盛土造成やトレーラーの従事者、そして施工者の熱気が伝わる。

この報告書は、市民権のまだ与えられたとはいえない伝統的な城郭石垣、そのひとつである甲府城跡稲荷橋台石垣改修において、関係者ひとり一人がどう前向きにとり組んだかという、行動記録をまとめたものである。

## 第2項 舞鶴城公園石垣改修工事を施工して

(株)早野組 望月 栄文

### 工事を終えて

本事業は発注者が作成した施工・調査に関するマニュアルに基づく施工監理がおこなわれ、従来と大幅に変わり非常に厳しいなかでの施工となりました。

今回の工事では当初、調査によって使用可能となった旧石材は、元の位置に戻し、旧石の加工は認めないと言う取決めのなかで施工が始まりました。

そのため、破損して使用出来ない石材においては、新しい石材と交換するうえで、旧石材と出来るだけ同形状の石材を探すため、石材1石ずつ面の型取りをするとともに、控え長等調査結果を基に交換する石材の照合作業をおこなうことになりました。

しかし、解体調査が進むにつれて交換石材が増え、最終的には約45%以上（石材約500個）と膨大な数量になり、石材採取場においては石材不足から、類似石材の確保が大変厳しい状況になりました。そのため、発注者ならびに埋蔵文化財センターと協議した結果、旧石材は出来る限り元の位置に戻す

ことで、承認を得ることが出来、概ね解体前に近い位置へ戻す事が出来ました。

石積施工においては、従来の施工と積み方、裏込、盛土構造等全ての面で変わった施工となっており、施工に従事した城郭石積の経験豊富な石工のなかで、戸惑いを持っての施工スタートとなりました。最初のうちは思い通りに出来なかったため、問題点を解消するため、監修の先生による研修会ならびに意見交換等を何度も繰り返しありました。

その結果、次第に疑問点も解消し、日を追う毎に施工も順調になり、大変苦労はしましたが、最終的には出来栄えも良く、非常に満足のいく結果で完成する事ができました。

今回の工事においては、発注者はもとより埋蔵文化財センターならびに施工者が一体となり文化財の修復という目標に向かって、全員が一致団結し取組み、その結果非常に成功を収めたと思っています。

最後に施工への、御指導と御理解を頂いた岐阜県地域振興局建設部担当者ならびに埋蔵文化財センター担当職員をはじめ、施工に協力して下さった方々に、大変感謝するとともに厚くお礼を申し上げます。

### 第3項 舞鶴城公園稲荷櫓台石垣改修工事を振り返って

藤造園建設（株） 萩本 久

本工事の目的は、稲荷櫓建築の基盤となる櫓台石垣の修復であった。その主旨に沿い、おこなってきた事前調査・修復工事を振り返る。特記仕様書・工事工程等は、他の章に記載されているので特に触れないが、これらが重要でありそれに基づき施工してきた。

今回工事は、前回工事と変わり、教委監督員が常駐し、検討委員会に石垣部会が設けられた。この2つが今までのコンサルタント業務を代行したような形かなと、受け止めている。

教委監督員とは常に現場で、細々とした事について、具体的に、納得のいく話し合いが出来、非常によかったです。

そして、石積工事専門の技術者ではない教委監督員が、石垣修復図の作成、破損石材、交換石材の判定等、大変な苦労をされたのではとの思いもあり、専門技術等の役割分担も考える必要もあるのかと感じた。その他今回工事を振り返り、石工事の職長として、感じた事を4点まとめてみた。

1点目は、新補石材の確保と選別について。文化財石垣の改修工事全般について言えると思うが、石材の確保が工事の成功の鍵を握ると思う。今回の修復工事が順調に進んだといえる要因は、これに集約されているように思える。

1000個以上の大小の野面石（安山岩）が、事前に集積、確保できていたことと他の石材を石山において、ある程度選別させてもらえたこと。その中から破損石材との交換石材全数量を、石積の序盤に概ね、選別、決定し終えられたこと。このことが要因だと思う。

また、選別作業においても、お互いに信頼しあえる環境、システム（石材選別マニュアル）が出来あがっていたことも大きな要因だと思う。調整石、代替石等の現場への確保と補充も忘れてはいけない石材の確保の一つで、付け加えて置きたい。

今回おこなわれた、石垣に新たに補充する石材選別方法について少し触れてみる。

破損石材（元の位置での使用不可）と判定された石材、それと同じような石材を探し出す作業を、順を追って振り返る。先ず目的は、破損石材と同じ石質、形状寸法、強度を有する石材が理想になる。

しかし、全く同じ石材を探すことは不可能である。石質、強度については、近くの碎石山から産出される安山岩が、前回工事同様、比較試験等で再確認できた。問題は形状寸法。加工すれば形状寸法は近づけられる。

しかし、時間、加工費が掛かるうえ、自然な野面石の感じが消えてしまい、また、石積における「2番合端」も取り難くなる。このことや全体の交換比率等も考慮し、積み方、雰囲気に重点を置いて、極力加工しない今回の選別システム（石材選別マニュアル）になったと理解している。

解体施工時、石材保管場所での調査、石積施工時、各々の段階で破損石材と判定された全ての石材

を、厚手のビニールシートを使用した「型取り作業」は選別現場での「型合せ」のほか、あの加工、石積にも必要となるので重要な作業だと思う。それに対応しておこなう「石材実測」。これには、破損石材は勿論、積石として使用可能な面と控えを有する、全ての新補石材候補を番付けし、「マニュアル」に従い、一石当たり8ヶ所の検査をおこなった。

したがって検査した新補石材の個数は、破損石材の個数の数倍以上になったと、記憶している。

この新旧石材の、データをコンピューター処理（修復石材検索（抽出）マニュアル）する。これにより抽出された石材（多い場合は一石に対し十数個の候補）に型紙を当て、型合せ。さらに控え長を加えて確認していく。その中から最終的に一石を決定した。

この作業をとおして感じたのは、次回、あるいは他の城石垣改修工事における野面石の石材確保は、今回と同様にはいかないような気がした。

それは、今回は多くの候補石材が確保出来ていた事や、結果的に石材の選別が順調に進んだ可能性があること等、今後、多くの課題を含んでいると思えるからである。

2点目は、石垣の表面調査について。前回工事までなかった訳ではないが、今回のように石工の所見を書面化し、提出するのは初めてだった。

石垣解体調査により、観察結果項目の「北面石垣の間に土が多く見られる」という原因は、東方向より北方向への地山傾斜が強いため、北側に多く土が、湧水等により流出したからではないかと考えられること。

また、「上石の角が下石の1点にかかる力で割れた」だけではなく、複合的な力、要素による破損原因も考えられる等がわかったこと。又、不安定な積み方を解消し、安全で安定した石積への反映等、我々としても良い経験でもあった。

特に「櫓台北西出隅付近に違和感がある」が、甲府城の櫓台石垣の特徴で、鋸角的な要素の意味を持つ構造ではないかと位置付けられたことは、これかららの課題もあるが、私にとって大きな成果だった。

3点目は、公園北西入口部の石積工事について。70m<sup>2</sup>規模の石積工事だったが、櫓台石垣を意識し、残石材と新補石材の組み合わせた石垣の概念図と石積標準（案）を石垣部会等に提出し、承認を得ながら、残石材の加工工具、大矢を使った石削、一部解体部分の修復等を模索しながら積み上げた。結果として角石の加工、角脇石の処理、丁張と面の合わせ方等、幾つかの問題点を明確に出来たのが櫓台石積につながったと思う。

4点目は、石積について。とにかく、色々な課題が出てきた。何を優先するか、どちらが良いか、どこが違うのか、何が悪いか。新しい石材を入れる事により色が変わるだけでも、人によっては感じ方、見方が違うことのある石垣修復。野面積みで、40%を超える新石補充（交換）率の修復。無理がある。

一番下の旧石材の一石でさえも据わりが悪い、当たりが違う、そんな状況でのスタートだった。新旧石材の色づけ図面、現況写真、丁張位置記載立面図を現場に常備し、必要に応じ型紙を用意し、現場での話し合いを繰り返した。旧石材を加工せざるを得ないのか、どの部分をどれだけ加工すれば済むのか。不安定要素解消による位置のズレ、目地、当たり、据わりは良いか。積む段階になって、新たに見えてきた山傷のある旧石材を交換するのか。数え切れない課題が、次から次へと出てきた。

結果的に安定した配石、現存した石垣の特徴と雰囲気を優先する石積という方針を踏まえ、各々課題の指示を受け、積み上げに至った。

しかし、加工一つ取ってもこれで良かったのか、もう少し工夫の余地があったのでは、もっと違う方法があるかもしれないといった、今回最善策を講じたと思われる事でも、現場単位で捉え方、判断が異なるとは思うが、今後改善されることもありうること。

そして、あの場合はルートハンマーよりピッティングで、あそこの加工は、コヤスケより玄翁（はりまわし）の方が良かったかなといったような、今後自分自身が戒めていくこと。その他、反省課題も多々あると思っている。

最後に、今回石垣改修工事に關った人たちが、それぞれ前向きに仕事に取り組んでいたと強く感じた。私自身も、反省点を踏まえ、出来れば多くの人の意見を伺いながら、今後も、文化財としての石垣修復に携われればと考えている。

#### 第4項 公園と文化財

岐阜県地域振興局建設部 都市整備課長 坡場 良樹

舞鶴公園との付合は早丁度5年になる。

本庁の都市計画課都市公園担当に着任するまではこの城のいわれや石垣の云々とはおおよそ縁がなかった。というのも着任して最初に心配したのは公園内で咲いていた桜の花であったからである。

その満開の桜の木の下でまずつらつら思ったのは「公園整備」という優しさあふれる仕事を得たことであり、当然ながらこのときはまだ先のことなど知るよしもなかった。

年度始めから県教委との打ち合わせが今となっては懐かしい青少年科学センターの二階で開かれた。涼しげな風のはいる部屋でコーラなんぞ駆走になりながら文化財担当者の蘊蓄のある説明に聞き入っていた。とにかく話に熱が入っている。自ら重機を運転し現場の調査を指揮している姿を見て、文化財主事というのはとんでもない人たちだ、と気が付いた。我々土木屋ですらこんなに馬力のある者はいない。

気づかぬうちに魔境に引き込まれていった。

公園の整備計画では、展望舎を建設することとなっていた。櫓の復元とは一言も書いてない。後年、この意識のずれが大きな問題へと発展していくのである。

当初一つの目的に向かって順調にスタートしたかに見えた事業は、誰が事業主体であるのか判らないほど主客転倒の様相を現していく。公共事業と文化財保護は往々にして折り合い点が見つかず問題を抱えるというのが定説であった。

今回も両者は互いの立場は理解しつつも結論で譲ることはなかった。

この5年の中で最も悲しい思いをした時期であった。

事業進捗の手綱は都市公園管理者が握っていた。いっそのこと止めてしまおうと思った。しかし、法の定めにより国の補助金は適正に執行されなければならない。土木部内では幾度と無く会議が開かれ方針が検討された。

度重なる調整も実を結ばぬまま、この問題は上層部の判断を仰ぐこととなった。

結果として、「呉越同舟」となった。元々「呉越」ではなく仲良く同舟していたのだから当然の結果だと思う。舟の上では、杯を酌み交わし喜びを分かち合った。

県教委もこの機に大きな成果をあげ、我々土木部も大いに見識を広めた。そして、じっと見守ってきた県民の方々はほっとされてのではないだろうか。

十年を越える歳月を掛けて行われた事業も展望舎の完成を持ってあとわずかで幕を閉じる。

公共事業と文化財保護はかくあるべきという話はもう語る必要もない。

この有形無形の財産を後世に伝えることが肝要である

今となれば「稲荷櫓の復元」でもいい、と思っている。

我々のふるさと山梨のために多くの先生方のご指導を頂きました。言葉を以て尽くせる感謝ではありません。甲府城跡調査検討委員会の諸先生方、特に石垣部会の北垣先生、萩原先生、十菱先生には大変お世話になりました。また、土木工学の面でご指導いただいた関西大学の西田教授、八尾教授には遠路お越し頂いてありがとうございました。末筆ではありますがあげます。

## **写真図版・付編**



平成13年度 第1回調査検討委員会



平成13年度 第2回調査検討委員会 現場検査



平成13年度 第3回調査検討委員会 最終的な解体範囲を検討



平成14年度 第1回調査検討委員会での最終報告状況



教育委員会・土木部・施工者による研修会



第1回石垣講習会 城内の石垣を参考



平成13年度 調査検討委員による解体現場の検査



部会委員による指導の様子



第1回石垣部会



第2回石垣部会 檜台石垣の状態を確認



第5回石垣部会 新補石材の加工方法の検討



第10回石垣部会 改修現場での意見交換



第13回石垣部会 丁場毎に石工からの説明と指導状況



第13回石垣部会 部会委員による現場での指導



第2回石垣構造検討会 ポーリング調査結果の検討



第3回石垣構造検討会 視察の様子

A面石垣の解体から改修の経過記録



解体前



(8月以前)

改修工事着手 (1月)



8段目付近の解体

(9月)



改修15段目付近

(2月)



13段目付近の解体

(10月)



改修3段目付近

(5月)



20段目付近の解体

(11月)



完成後基礎工事中

(7月)

準備段階の記録



着工前の檜台（南西より）



西側作業ヤード確保のための整地作業



北側市道の切り回し工事の様子



完成し、北側に寄った市道



東側児童公園樹木・遊具等の撤去作業



整地された東側作業 ヤード（元は児童公園）



解体に伴う、檜台C面に接していた堀の撤去作業



整地撤去等で発生した廃土・廃材の搬出状況

## 事前調査段階の記録



高所作業車を導入しての番付・観察作業



A面根石調査の様子



B面根石調査と状況に関する打合せの様子



C・D面根石調査の様子



A面での物理探査の実施



埋設されていた旧階段の再検出と光波による記録状況



檐台上面の発掘調査



現場事務所群

## 解体調査の記録



橋台上面の発掘調査の様子（北より）



発掘調査の様子



石垣解体の状況



解体石材の確認作業の様子



南側作業ヤードでの石材管理状況



新たに破損が見つかった石材の対処方法の検討状況



解体作業現場の日常的作業風景



確認された井戸の調査状況

## 改修工事の記録



可能な限り形の似た新補石材を検索



改修当初は常に現場で協議して進めた



課題が生じた場合、周辺の石工も参加し、その対策案を協議



詰石も慎重に施工



平成 8 年度工事部分は制約のある中、歯力造和感のないよう配慮して施工



A面作業風景



隅石は慎重を期し、より多くの石工が集まり積み上げた



部会委員による石材加工指導の様子



朝礼の様子



天守台より望む椿台石垣



A面での作業風景



A面石積作業風景



B・C面隅角石積の様子



F面の作業風景



盛土試験のためのサンプリング



積んだ部分の点検の様子



石面はハンマーによる加工を徹底



裏栗石も石工らが丹念に詰めていく



休憩時に熟練石工が道具の手入れ法を連日伝授



室内でも様々なデータを処理し現場を支援（里吉整理室）



日常的な現場風景



施工者による巡回



最後の一石まで慎重に積む



石積が完了し、復元工事へ引き渡すため双方で現場確認を実施



報告書刊行にむけての整理作業の様子



完成した檜台石垣は覆屋で囲まれ、この中で檜の復元が進められている



11月20日（農民の日）に復元中の檜骨樋を公開。職人による「ちょうど」使いを見入る方々



小舞搔の指導を受け、体験する様子



檜にのる「鯉」の復元の様子（若草町鬼面会館）



復元作業が進む檜（覆屋のなか）



築城当時の石運び技術（修羅による運搬）が形を変えて山梨県丹波山村に残っている



丹波山村の「修羅」も当時の技術を理解するため調査を実施

## 普及資料

こう ふじょういなりやぐら れきし  
甲府城稻荷櫓の歴史

県指定史跡甲府城跡は、古くは甲斐府中城、一条小山城、赤甲城などとも呼ばれていました。天文10年（1582年）甲斐国は戦国大名武田氏が滅んだことは、まず織田信長の領国となり、本能寺の変の後は徳川家康の支配するところとなりました。しかし、豊臣秀吉が天下統一を成し遂げると、秀吉の命令により甥の羽柴秀勝、加藤光泰らが支配し、浅野長政・幸長父子によって甲府城は完成したと考えられます。また、慶長5年（1600年）関ヶ原の戦い以降は再び徳川の城となり、幕末まで存続しました。

甲府城は江戸時代の初めは、将軍家一門が城主となる特別な城でしたが、宝永元年（1704年）時の城主徳川綱吉が第5代將軍徳川綱吉の養嗣子（後に6代將軍家宣）となり江戸城西の丸へ移ると、このあとに柳沢吉保が城主となり、大名の城として最も整備され、城下町とともに大きく発展しました。しかし、柳沢氏が大和郡山城主として転封（異動）された後は、甲斐国は幕府の直轄地となり、甲府城は甲府勤番の支配下におかれました。しかしその間、享保年間の大火により本丸御殿や銅門を消失するなど、次第にその壯麗な姿は失われていきました。

明治時代になると、甲府城も廢城となり、明治10年前後には城内の主要な建物はほとんどが取り壊されました。まず内城全体が勤業試験場として利用されはじめ、さらに翌年鍛冶曲輪に葡萄酒醸造所が設置されるなど、城郭としての機能は失っていましたが、県政のシンボルとして利用され続けました。稻荷櫓が取り壊された櫓台の上にも桐の木が栽培され、発掘調査でも遺構の損傷が確認されています。

稻荷櫓の名称については、曲輪内に稻荷社が祀られていることに由来するとされ、このほかに稻荷櫓御櫓や良櫓の名称もあります。具体的な利用については、柳沢期の絵図『築只堂年録』では、ただ「二重櫓」とのみ記されているだけで、不明とされています。



現在の甲府城跡

## 甲府城年表

年	甲府城関連事項
1582 (天正10)	本能寺の変 徳川家康が入国し、平岩親吉が城代となる
1590 (天正18)	豊臣秀吉、天下統一 家康関東へ移封 羽柴秀勝（豊臣秀吉）が甲府城主となる
1591 (天正19)	羽柴秀勝岐阜へ移封、代わって加藤光泰が城主となる
1592 (文禄元)	文禄の役 加藤光泰朝鮮へ出兵
1593 (文禄2)	加藤光泰、陣中にて病没 浅野長政・幸長が城主となる
1600 (慶長5)	関ヶ原の戦い
1601 (慶長6)	徳川家康の命により平岩親吉が再度城代となる
1603 (慶長8)	徳川義直（家康9男）が城主となる（城代は平岩親吉）
1607 (慶長12)	徳川義直、清州へ転封（城代平岩親吉は犬山へ転封） 城番制が設置される
1616 (元和2)	徳川忠長（将軍秀忠2男）が城主となる
1632 (寛永9)	忠長死去 再び、城番制がしかれる
1661 (寛文元)	徳川綱重（將軍家光3男）が城主となる
1664 (寛文4)	半世紀ぶりの大修理（復元中の福荷櫓はこの頃に造られる）
1678 (延宝6)	徳川綱益（綱重第男）が城主となる
1704 (宝永元)	綱豈、第5代将軍との妻子縁組により江戸城へ移る
1705 (宝永2)	柳沢吉保が甲斐園を受領、大名領となる
1706 (宝永3)	城内の曲輪修復や殿舎の造営がおこなわれる
1724 (享保9)	甲斐園一円が領主となる 甲府勤番の設置
1727 (享保12)	甲府城大火（本丸御殿、銅門などを焼失）
1854 (安政元)	開国
1866 (慶応2)	勤番制を廃止 城代を設置
1867 (慶応3)	大政奉還（江戸幕府滅亡）
1868 (慶応4)	明治維新 板垣退助らが無血入城
1873 (明治6)	廢城 内城のみが残される
1876 (明治9)	内城全体に勤業試験場設置
1968 (昭和43)	県指定史跡（史跡名称甲府城跡）となる
1990 (平成2)	舞鶴城公園整備事業の開始
2001 (平成13)	福荷櫓台石垣改修工事始まる
2002 (平成14)	福荷櫓台石垣改修工事完了、福荷櫓（展望台）復元始まる

## 石垣解体から石積完成までの様子（A面の石垣）



発掘調査前の状況

当初は15段目までの解体予定でしたが、思った以上に石材の傷みが確認されたため、23段目までの解体と変更になりました。

白いラインが最初の解体計画範囲です。

しかし、調査をすすめていくと…想像以上に、石が割れていて最終的には赤い線まで解体することになりました。

この時点での再利用できる旧石材  
は約60%となっていましたが…。



石垣解体中 15段目前後



解体完了

多くの石材が傷んでいましたが解体も終了し、いよいよ石積が始まります。

結局、再利用できる旧石材は約45%になってしましました。

安全かつ元に戻すという原則のな  
か作業は困難を極めましたが、施  
工者・石工が一丸となって工夫し  
ながら仕事に取り組みました。



石積み状況 10段前後



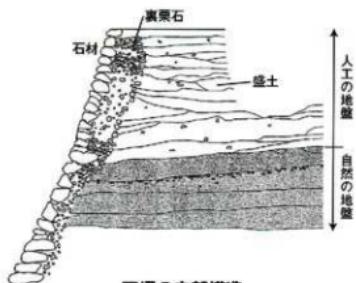
完成後

約400年の時を超えて再び石垣が生  
まれ変わりました。最終的には旧  
石材として約半数近い石材が元に  
戻りました。

石垣の上には覆屋が設置され、中  
では他の建築がおこなわれていま  
す。



## 石垣構造



石垣の内部構造

昔の人もよく土の性質を知ったうえで使っていたようです。

本工事において石垣の内部構造が分かりました。  
まず表面の石材、裏栗石、盛土と3層構造になっており、それぞれが大事な役割を担っています。

石材一石垣の顔ともいえる要素

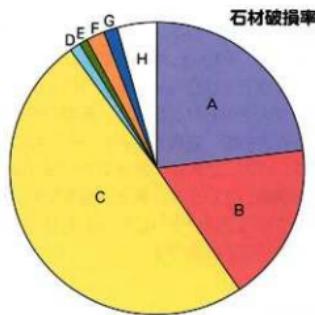
裏栗石一石垣の裏に支えとして充填する石盛土一  
石垣の土台ともいえる要素

砂や粘性のある土が使われていました。砂は水ハケがよく、またよく叩くと固くなるので、さらさらして一見弱そうですが、実はとても強い土なのです。逆に粘土は水分を含むとふくれてしまい大きさがかわってしまうのであまり良くありません。

## 破損率とその原因



思った以上に割れていきました  
→このような石は詰石や裏栗石へと生まれ変わります。



石材健全度評価の円グラフ（A・B面）

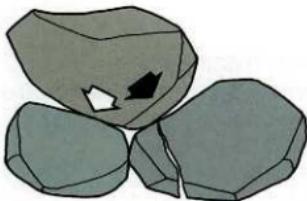


隅角石が2つに割れていきました  
→形などの条件が合えば別地点で再利用されるこ  
とになりますが、その他は裏栗石や鈎石など、今回の工事のなかで転用して使います。

### 〈石材健全度評価〉

- A 特に問題はない
- B 石材が破損している（明確な割れ・破断）
- C 石材に亀裂が入っている（山傷・節理）
- D 石材が抜け落ちている（剥離・浮き）
- E 石材の控えが極端に激しい（鏡石）
- F 不安定な石材（逆さ石・寄り石）
- G 風化の度合いが激しい石（劣化）
- H その他（積み位置・向き・厚み）

\* A B面の合計1025石



**不安定な積み方の事例**  
←部分に負担がかかってしまいました

石垣解体にあたり、多くの石材に破損が見られました。その石材の破損原因としては、主に以下の事例が挙げられます。

- 石材自体の劣化
- 不均衡な荷重による不安定な石積
- 轍目地の影響
- 不適当な当たりの位置

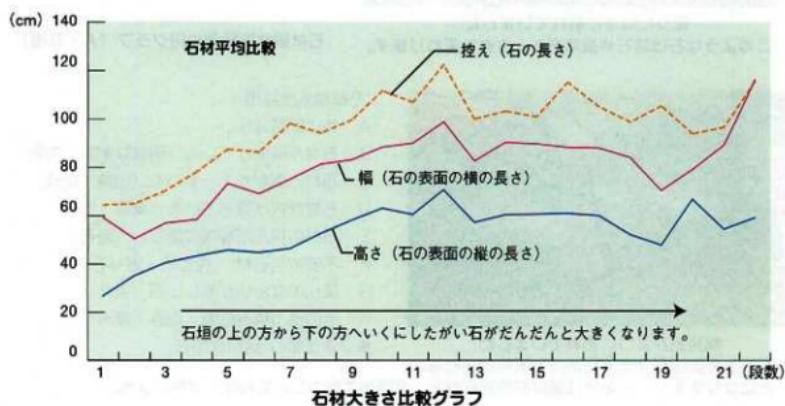
## 石材大きさ比較

石垣を構成する石材には、大小様々な大きさの石材が取り扱われています。解体時にそれら全ての高さ・幅・控えを計測した結果、以下のグラフになりました。AB面合わせて、平均化したものです。

このグラフからも分かるように、下の段の方が大きな石材を使用し、石垣の安定を図るとともに、莊厳さがアピールされています。一方、上の段の方はやや小ぶりな石材を使用しています。高さが増すため、積みやすいように小ぶりになっており、調整しやすくなるためです。



作業している様子



せんこくが  
線刻画

石垣石材の表面に細く引っ掻いたような「井」「X」や鳥や魚の絵が描かれています。その意味は陰陽道の呪符に類似するものが多いことから、呪術的なものと考えられます。本工事では多くの線刻画石材が確認されました。その数はA面54石、B面79石、隅角部7石の合計140石にものぼりました。今回、線刻画の種類分けをしたところ以下のようなようになりました。ただし、細く引っ掻いたような線なので、明らかに線刻画と判断できるものに限りました。

	×	△	☆	井	その他
石材数	32	5	4	2	97

主な線刻画の例



線刻画の例

や 穴



大きな石を割るために開けられた穴を矢穴といいます。

ノミと玄翁を使用し、一石に対し2~9の穴を開けています。

本工事では多くの矢穴石材が確認されました。その数はA面29石、B面29石、隅角部9石の合計67石にものぼりました。

矢穴の例（使われ方は次のページのイラストを見て下さい）

## 技術復元と公開

石垣改修作業にはさまざまな大型機械や道具が使用されるのですが、稲荷檜の解体調査では先人たちの技術を解明するためにさまざまな実験をおこないました。調査をすすめていくと、先人たちの巧みな技術や知恵におどろかされます。今回の檜台改修工事においては、これらの調査成果をもとに、伝統技術を重んじながら改修作業を進めてきました。ここでは、石積の伝統技術や道具の復元と公開についてふれたいと思います。

### 1 石積の技術

#### 石を割る



##### 〈矢穴をあける〉

矢と呼ばれるくさびを打ち込むための「矢穴」を彫っています。ノミと玄翁で、割りたい部分に必要と思われる数だけ矢穴を並べていきます。矢穴は、打ち込まれる矢の力が十分に発揮されるような形状に彫り上げますが、とくに石材に当たる矢の腹の部分が肝心です。



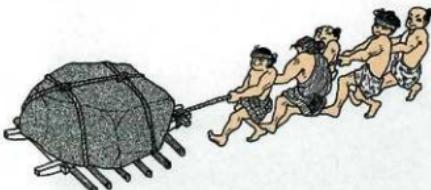
##### 〈矢を打ち込む〉

矢穴に矢を入れ、おさまりをはりまわしで軽くたたいて確認してから、大きく打ち込んでいきます。しばらくすると亀裂が生じ石が真っ二つに割れますが、矢穴はまるで歯形のように残ります。

#### 石を動かす

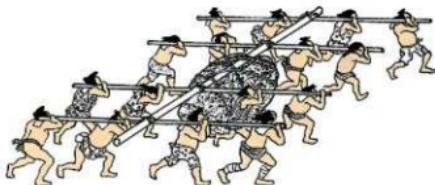
##### 〈石曳き〉

修羅などのソリに石をのせ、「ころ」などと呼ばれる丸太の上で転がしながら引っ張ります。



### 〈石吊り〉

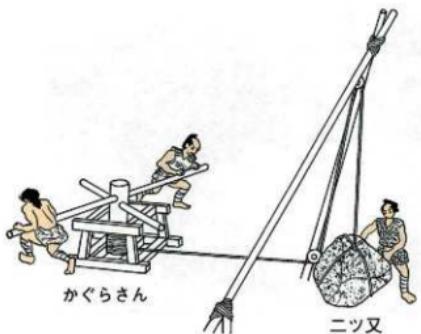
あまり大きな石は運べませんがこのような方法でも石を運びました。「心棒」と呼ばれる棒に石を結わえつけて担ぎます。



### 〈ニツ又とかぐらさん〉

「かぐらさん」とはいわゆるロクロのことで、大木や石など大きくて重いものを引き上げるときに使います。

ニツ又を組んで、石に綱を掛け、かぐらさんで巻いていくと、ニツ又に取り付けられた滑車に吊られた石が持ち上がりります。



ニツ又の上部構造



かぐらさん



ニツ又の下部構造

## 2 技術をささえる道具たち

### 石工の道具

石工さんの道具には、ノミ、矢、玄翁、はりまわしのほかにも、石材の表面加工に用いられる「ビシャンツチ」「コタタキノミ」などがあります。

右の写真は今回の石垣改修工事でも使用された昔ながらの石割の道具。左から、玄翁、ノミ、矢、中央に並ぶ穴が矢穴です。



石工さんが矢穴を開けています（日常作業風景から）



石割の道具

### 道具の手入れ

これらの道具は鍛冶道具の一部などをつかって手入れしました。左の写真のフイゴは風を送る道具で、柄を押したり引いたりすることで風を送り、道具を熱する火力を強めます。右の写真はノミをたたいて鍛えているところ。道具の手入れは職人さんにとって仕事の一部。自分の道具は自分の手で作ることが昔は当たり前でした。



手前が作業スペースとなる火床、奥がフイゴ、真ん中のパイプを通して風が送り込まれます

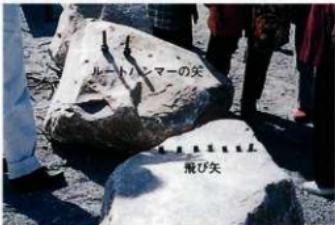


ノミの火づくりの様子（日常作業風景から）

## 石工の道具今むかし

### （いろいろな矢）

一口に矢といっても、形状や大きさ違ひなどいろいろな種類があり、石材の質や「目」を見て選ばれます。現在甲府城跡内の石垣で確認できる矢穴は、12cm(4寸)から9cm(3寸)程度ですが、残念ながらどのような形状の矢で割られたのかは現在のところ不明です。矢穴は一般的に時代が進むにつれ小さくなる傾向がみられます。



### （ノミと玄翁の変化）

写真左は現代の石割に欠かせないルートハンマーとよばれる機械です。矢穴をつくるために使用されるドリルのようなもので、ノミと玄翁がセットになった道具といえます。右の写真の小さい丸い穴と手前の細長い穴（割れた状態）がルートハンマーによる矢穴。右は矢が変われば矢穴もさまざまですね。



ルートハンマーで矢穴をあけています



矢がかわれば矢穴もさまざま

### 3 技術復元～見学会の実施～

また、石積の伝統的技術をひろく一般の方々に公開するため、見学会を実施。その一部を再現し、体験していただきました。この見学会は、連日作業終了後暗くなるまで、熱心に打ち合わせや実験を重ねて準備を進めてくださいました、石工さんたちの熱意に支えられて実現することができたものです。

#### 事前の勉強会



夜暗くなるまで熱心に勉強会をします



むかしの矢を前にその歴史を熱心に教えてくれました

#### 練習のようす



このくらいの石  
(1.2t)なら大  
人1人でも押せ  
ば簡単に動きま  
す

石曳きの事前実験の様子



ニツ又とかぐらさんの実験  
初めて体験する職人さんもいます



仕事が終ったあとに実験を繰り返しました

## リハーサル風景



当日は危なくないよう、このように板の上でおこないました



石曳き最終リハーサル うまく動きますように



ずらりとならべられた道具や機械



大先輩の技に見入る職人さんたち



あとは、みなさんが来るのを待つばかり

## 見学会の様子



大勢の人々が見守る中大きな石が動きました



絶妙なコンビで黙々と作業を続けています  
(ノミの火づくり)



見学者の方々もフィゴに挑戦  
「これでいいですか…」



昔ながらの石積の再現  
手前がかぐらさん、奥で石を積む作業を披露しています



大勢の人々がじっと見つめていますね(石割実演)  
はりまわしで矢を大きく叩きこむ石工さん

## 統一用語集

本書では様々な用語があるなかで、次の用語に統一して使用しました。用語の意味は考え方や地域によって違う場合もありますが、甲府城跡で使用しているものを意味と対照させ書いてありますので用語集としてもお使い下さい。

### 石垣に関する用語

石垣	天端・根石・築石部・隅角部などすべて含めて石垣という。
天端	石垣の頂上部。
根石	石垣の一番下に据える石。
笠石	石垣の一番上に据えるやや横長の石。天端石ともいう。
築石部	石垣の天端・根石・隅角部を除いたもっとも大きい壁の部分。
隅角部	石垣の角の部分。
隅角石	隅角部の石材のこと。
隅脇石	隅角石の脇にある石材のこと。(同 隅石・角石)
輪取り	石垣をわん曲させる当時の技術。
キオイ	天端の隅角部をその付近の天端と比べて跳ね上らせること。
しのぎ	隅角部は90°前後の角度であるが、より鈍角になっている隅角部のこと。
勾配	石垣の傾斜していること。
ノリ返し	石垣の高さが一定ずつ上がる毎に勾配の角度も上がるという技術。(代表例 熊本城など)
石山	石材を切り出す山のこと。本工事では中巨摩郡敷島町。(同 石切丁場)
矢穴	大きな石を割るために開けた四角い穴。甲府城跡では時代によって寸法が変わる。

### 調査や工事に関する用語

番付	石垣の石、一石毎に番号を付けること。
旧石材	石垣建設当時から使用されていた石の呼称。
裏栗石(層)	石垣の裏側に入れる石で、15cm前後が標準的な大きさ。石垣を支えたりする役目をもっていると思われる。
破損旧石材	割れや風化など破損している使用不可の旧石材のこと。
石垣の傷み	破損旧石材は個々の石材を表しているのに対し、孕み出しや窪みなど広がりをもつ変形の現象をいう。
孕み出し	石垣が前の方に飛び出している傷みの現象の1つ。
窪み	石垣が内側にへこむ傷みの現象の1つ。
新補石材	新しく切り出され石垣に使用された石材のこと。

石積工	石を積む仕事。石垣工事の中心となる作業。石工がおこなう。
裏栗工	石垣の裏に裏栗石を入れる仕事。
盛土工	石垣の裏に土を入れて、強く叩いて固くする仕事。
丁張(工)	石垣の形や勾配を、設計図にしたがって現場で示すためのもの。
足場(工)	石垣の外側で、作業したり安全のために作った場所。
添加材	盛土を強くするための材料で、石灰やにがり、セメント系のものがある。
転圧	盛土を頑丈にするため上から強く叩いたり機械で圧力をかける作業。
N値	地面や土の硬さを表す数値で、現在の法律では一般的な住宅の場合8以上ないと地盤が弱いと考えられている。
高所作業車	高い場所で作業するための車両。
コンペックス	長さを測る携帯用の巻き尺。

## 文化財

発掘調査	地面に埋まる文化財を掘り調べること。
県指定史跡	県の条例で保護していくこととしている文化財の1つ。
埋蔵文化財センター	県の組織の1つで、発掘調査や成果の公開をしているところ。
(県立考古博物館)	
線刻画	石材表面に細く引っ掻いたように描かれた線や絵。
輪宝	密教などでおまじないの際に使われた道具の1つ。
石造物	石で作られた石塔や地蔵のこと。石製品は臼や鉢などの道具。
古錢	昔使われていたお金のこと。
カワラケ	粘土で作られたお皿のような土器。
光波(測量)	測量器の1つで、器械から対象物に向かって照射されるレーザーの往復の時間から距離を測る。3次元測量も光波測量の1つ

## 道具

玄翁	石を割ったり、ノミを叩いたするトンカチのこと。
はりまわし	石を割ったりするハンマーのこと。
のみ	石材を加工する時に使う用具。
フイゴ	金属の精錬や加工に必要な火を起こすのに用いる送風器のこと。
矢	鉄製くさび形の石を割るための道具。
こやすけ	石がきれいに割れるように、石に当たる部分が平らになっている道具。



### 本書執筆者一覧（序文省略）

- 出月 洋文 (山梨県埋蔵文化財センター) 5章－6節  
望月 郁也 (同) 10章－4節  
宮里 学 (同) 2章－1～3節、3章－1～2節、4章－1～3節、5章－1～7節、6章－1～5節、7章－1～6節、9章－1～4節、図版、付編  
楠間美季江 (同) 3章－2節、5章－5・8～9節、9章－4節、図版、付編  
宮久保真紀 (同) 1章－1節、10章－3節、図版、付編  
坂場 良樹 (山梨県峡中地域振興局建設部) 10章－5節  
長田 泉 (同) 2章－1～4節、6章－1節、7章－1・2・3節、8章  
望月 栄文 (株式会社 早野組) 2章－2～4節、6章－4～5節、10章－5節  
荏本 久 (藤造園建設 株式会社) 4章－1・4、5章－1節、6章－1節、7章－1～2節、10章－5節  
寺川 政雄 (明治コンサルタント 株式会社) 1章－2節、8章  
植田 真 (株式会社 パスコ) 4章－5節  
浦川 康彦 (同) 4章－5節  
北垣聰一郎 (甲府城跡調査検討委員会委員) 10章－5節

### 整理作業従事者（五十音順）

- 大塚 敏子 実測・トレース・図版作成・イラスト  
中川美千子 実測・トレース・校正  
野田かほる データ入力・写真図版・校正  
橋口 好子 写真図版・編集・校正  
村田 勝利 出土品整理・分類  
森下 豊 出土品整理・分類  
山田 静代 データ入力・編集・校正

## 報告書抄録

ふりがな	けんしていしせきこうふじょうあと いなりやぐらだいいしがきかいしゅうこうじほうこくしょ							
書名	県指定史跡甲府城跡 稲荷櫓台石垣改修工事報告書							
副題	舞鶴城公園展望台建設工事（稲荷櫓復元）に伴う稲荷櫓台石垣の解体調査・改修工事の報告							
シリーズ名	山梨県埋蔵文化財センター調査報告書 第208集							
著者名	出月 洋文・望月 郁也・宮里 学・楠間美季江・宮久保真紀・坂場 良樹・長田 泉 望月 栄文・荏本 久・寺川 政雄・植田 真・浦川 康彦・北垣聰一郎							
発行者	山梨県							
編集機関	山梨県埋蔵文化財センター							
所在地・電話	〒400-1508 山梨県東八代郡都中町下曾根923 TEL 055-266-3016							
発行日	2003年3月31日							
ふりがな 所取遺跡	ふりがな 所在地	コード		北緯 °'\"	東經 °'\"	調査期間	調査面積 m <sup>2</sup>	調査原因
		市町村	遺跡番号					
山梨県 県指定史跡 甲府城跡	山梨県 甲府市 丸の内 1丁目地内	19201	115	新 35°39' 35"	新 138°34' 18"	2001年 6月27日 ～ 2002年 7月22日	664m <sup>2</sup> (石垣解 体調査面 積)	稲荷櫓復 元に伴う 石垣の改 修工事
所取遺跡名	種別	主な時代	主な遺構	主な遺物		特記事項		
県指定史跡 甲府城跡	城郭	中世～ 江戸時代初頭	野面積 石垣 櫓基礎 井戸	瓦・輪宝・線刻画・ カワラケ・土製品 (土鈴)・石製品・ 石造物・鉄製品		中世 築城以前の井戸と遺物 近世 築城期の野面積石垣と 盛土、裏栗石 稲荷櫓関連の遺構と遺 物		

本書に関する情報 表紙 テンテンレザー 200kg  
 口絵 コート 90kg  
 本文 マットコート 70kg  
 写真図版・付録 コート 90kg  
 体裁(標準) 40字×45行 明朝体 10ポイント

### 山梨県埋蔵文化財センター調査報告書 第208集

#### 県指定史跡甲府城跡 稲荷櫓台石垣改修工事報告書

-舞鶴城公園展望台建設工事（稲荷櫓復元）に伴う稲荷櫓台石垣の解体調査・改修工事の報告-

印刷日 2003年3月25日

発行日 2003年3月31日

編集 山梨県埋蔵文化財センター

発行 山梨県

印刷 株式会社ヨネヤ

