

史 跡 甲 府 城 跡

平成27年度から令和2年度までの石垣維持管理事業に係る報告書

2022・3
山梨県

史 跡 甲 府 城 跡

平成 27 年度から令和 2 年度までの石垣維持管理事業に係る報告書

2022・3
山 梨 県

序 文

本書は、2015（平成 27）年度から 2020（令和 2）年度にかけて、国指定史跡甲府城跡で山梨県埋蔵文化財センターが行った石垣維持管理事業の報告書です。

史跡甲府城跡（舞鶴城公園）は、約 400 年の歴史を誇る惣石垣で造られた近世城郭で、かつては約 19 ha を誇る広大な面積を要しておりましたが、現在はその多くが甲府駅周辺の市街地に変貌しております。甲府城跡の大部分については、文化財保護法に基づく周知の埋蔵文化財包蔵地となっておりますが、そのうちの本丸を中心とした石垣が残る約 6 ha が、1968（昭和 43）年 12 月に県文化財保護条例に基づく県史跡甲府城跡として保護されるとともに、都市公園法による舞鶴城公園として整備・維持管理され、一般に広く親しまれて参りました。甲府城跡は、近世日本の政治・軍事の歴史を知る上で重要な甲斐の拠点城郭として価値が高いとして、2019（平成 31）年 2 月に約 6.6 ha が国の史跡に指定されております。

なお、山梨県は 1990（平成 2）年度に舞鶴城公園整備事業に着手し、公園利用者の安全性の確保と利便性の向上、文化財の保護などを目的に工事を行なって参りました。2005（平成 17）年度からは、比較的安定していたことから積み直しといった改修工事を実施していなかった築城期の姿を残す石垣を対象に、公園利用者の安全性を最優先に図りながら、詰石や裏栗石の補充、破損した石材の補強、風化して脆くなった部分の除去などの補修工事を 2014（平成 26）年度まで継続して実施いたしました。2014（平成 26）年度には県土整備部の依頼により「県指定甲府城跡石垣維持管理計画」を策定し、2015（平成 27）年度から 12 年間の事業期間を予定した石垣維持管理事業を開始いたしました。

本書が、今後の史跡甲府城跡の保護や地域における研究、城郭等の文化財保護活動のために、多くの方に御活用いただければ幸いです。

最後に、今回の石垣維持管理事業の実施及び本報告書の刊行に当たり、御理解と御協力をいただいた関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

2022 年 3 月

山梨県埋蔵文化財センター

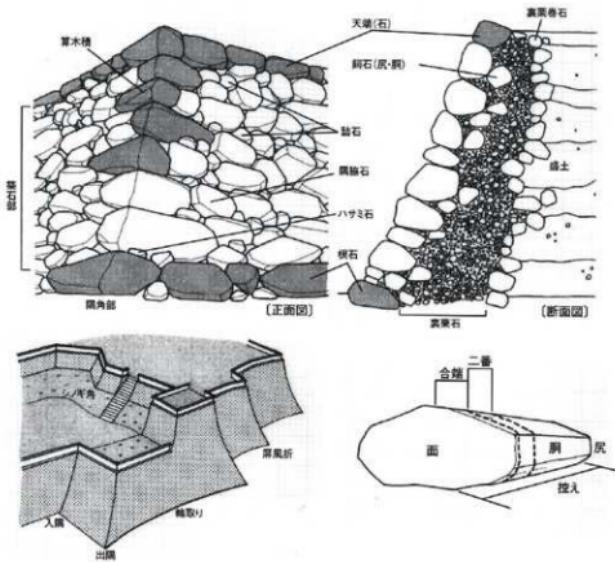
所 長 西川 秀之

例　言

1. この報告書は、山梨県甲府市丸の内一丁目地内所在の国指定史跡甲府城跡（以下、「甲府城跡」という）・都市公園舞鶴城公園で平成 27 年度から令和 2 年度にかけて実施した「史跡甲府城跡石垣維持管理業」の 5 年間の記録をまとめた報告書である。
2. 書籍名は『史跡甲府城跡』（以下、「本書」という）である。
3. 本書の作成業務の一部を雄測量設計株式会社（以下、「雄測量」という）に委託した。
4. 甲府城跡は、昭和 43 年 12 月に県指定史跡となり、平成 31 年 2 月に国史跡に指定された史跡名称であり、「舞鶴城公園」は昭和 39 年 10 月に都市公園法に基づき都市計画決定された名称である。
5. 本書掲載内容は、山梨県埋蔵文化財センター（以下、「センター」という）が平成 27 年度から令和 2 年度に実施した石垣維持管理事業（以下、「本事業」という）に伴い、実施した点検調査などをまとめたものである。
6. 本事業は、山梨県県土整備部より山梨県観光文化部埋蔵文化財センターが依頼を受け、実施した。なお、点検調査業務は、雄測量に委託した。
7. 本事業は、平成 26 年度策定「甲府城跡石垣維持管理計画」・「史跡甲府城跡保存活用計画」に基づき実施した。
8. 本事業は、「山梨県文化財保護条例」・「史跡整備事業及び埋蔵文化財発掘調査取扱方針」・「舞鶴城公園稲荷橋整備事業と県指定史跡甲府城発掘調査に関するマニュアル」に基づき実施した。
9. 本事業を進めるにあたり史跡甲府城跡石垣維持管理検討会議の指導・助言を受けた。
10. 本書に掲載されている写真、図、イラストなどはセンターが作成・取得したもの、または受託者が作成・取得したものを使用している。
11. 写真・記録類はセンターで保管・活用している。
12. 本書の編集は、センター副主幹・文化財主事長田猛が行った。また、執筆分担は次のとおりである。
第 4・5 章：齊藤仁（雄測量）、その他はすべて長田が行った。
13. 本書刊行にあたり、次の方々から指導・助言及び協力を頂いた。記して謝意を表する。
文化庁文化資源活用課 中井將胤文化財調査官、北垣聰一郎、北野博司、末木健、西形達明、甲府市教育委員会、藤造園設計株式会社 荘本久、有限会社一志石材店 一志和彦

凡 例

1. 城郭名は、江戸期の史料から甲斐府中城が一般的であったと考えられる。その他に一条小山城・赤甲城・錦城などの別称もあるが、本書では史跡名称の「甲府城跡」に合わせ甲府城として統一する。
2. 本書の報告内容について、既刊行物と重複し名称や見解に変更が生じている場合があるが、その後の調査成果・事例の集積と検討ならびに学術的進展にともなうものであることにご了承をお願いし、本書を優先させていただきたい。
3. また、現状では年代が未確定な場合や属性を確定させることが困難な要素が多くあるため、将来歴史的な情報が蓄積・精査されることで変更・修正が生じる場合があることをご了承願いたい。
4. 本文中に頻繁に使われる組織名、史料名、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。
5. 本文中に図版等の表記にある先頭の漢字表記は、図は図版、写は写真、表は図表をあらわし、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5-4-12 → 第5章第4節中の12番目の図版の意
6. 掲載されている図版などのスケール、方位、スクリーントーンの用例は必要に応じて図中に示した。
7. 石垣の位置を示す略称は下記となる。
天守台：T、天守曲輪：T n、本丸曲輪：H、二の丸：N、稻荷曲輪：I、数寄屋曲輪：S、鍛冶曲輪：K
帯曲輪：O、堀：H r
8. 石垣の呼称等については、下図を参照していただきたい。



目 次

序文

例言

凡例

目次

第1章 環境

第1節 地理的環境	1
第2節 歴史的環境	2

第2章 目的と基本方針

第1節 目的	5
第2節 会議の設置・経緯	5
第3節 基本方針	7

第3章 事業概要

第1節 事業概要	9
----------------	---

第4章 一次点検調査

第1節 一次点検調査の方法	11
第2節 一次点検調査結果の集計	28

第5章 二次点検調査

第1節 二次点検調査の方法	48
第2節 二次点検調査の結果	58

第6章 石垣維持管理事業 5年間の成果と課題

第1節 一次点検調査について	79
第2節 二次点検調査について	80

第1章 環境

第1節 地理的環境

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。甲府盆地と外縁山地との境界は、外縁山地から流れ込む小河川により形成された扇状地地形が支配的である。甲府城は、盆地の北縁部の扇状地、沖積低地の境界付近に位置し、この範囲には、沖積低地面と比高約20mの小丘が分布しており、甲府城はこの小丘上（一条小山）に築城されたと考えられている。

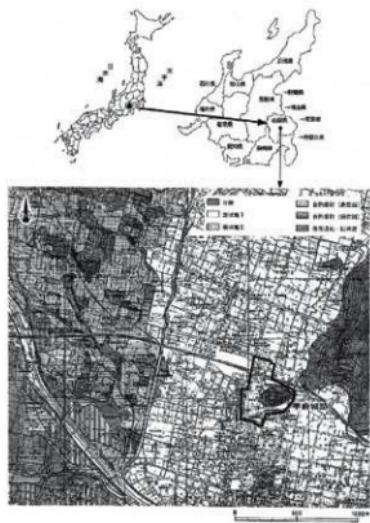


図1-1-1 甲府城跡の位置と地理的環境



図1-1-2 甲府城全体図

第2節 歴史的環境

甲府城の歴史は、天正 10（1582）年甲斐国の大名武田家滅亡以降にはじまる。

築城年代については文禄・慶長年間の史料が極端に少なく、未だ明らかになっていないが、徳川家康重臣の城代平岩親吉の支配を経て、豊臣秀吉の天下統一後には羽柴秀勝・加藤光泰が順次配され、浅野長政・幸長親子の頃に築城がすすめられ、完成をみたとする考えが有力である。

江戸幕府開府後は、義直をはじめとする徳川家直系が入る城として位置づけられたが、宝永元（1704）年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整えられた。

しかし、柳沢氏が享保年間（1716～1735）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 140 年間、勤番支配のもとに管理された。享保年間には本丸御殿などを焼く大火が起こり、あるいは建物などの老朽化が原因でたびたび修復の申請がなされていたが、大規模な修復がおこなわれることはなかった。

明治時代には明治政府が甲府城を兵部省（のち陸軍省）の管理下に置いたが、明治 7（1874）年に山梨県に引き渡された。この頃城内のほぼ全ての建物が取り壊された。明治 9（1876）年に殖産興業の一環として勵業試験場を設立し、内城のほぼ全域を開墾して植樹を、明治 10（1877）年には鍛冶曲輪に葡萄酒醸造所が建設された。また、明治 30 年代以降は北側部分に中央線が敷設されるなど城郭の規模は次第に縮小されることとなつたが、明治 37（1904）年に舞鶴城公園となり、公園整備が行われ、一般開放される。

大正 6（1917）年、甲府城は国から払い下げられ、村松基蔵の寄付により県有財産となった。大正 11（1922）年には謝恩碑が建設された。その後昭和 30 年代頃までに屋形曲輪・楽屋曲輪・清水曲輪を中心とする西側部分は市街地化によりほぼ姿を消した。

第3節 整備の経過

この状況の中で、平成 2（1990）年からは山梨県土木部による舞鶴城公園整備事業が着手され、平成 16（2004）年までに石垣の改修や公園便益施設の設置、さらに稻荷櫓ほか 3 門が復元整備された。

平成 17（2005）年から平成 26（2014）年まで、未改修石垣のうち道路や園路に近接した箇所を対象に石垣を解体せず欠落部の詰石補充や栗石補充により石垣補強を図る補修工事を実施した。平成 26 年に甲府城全体の石垣を対象とした石垣の維持管理計画を策定し、平成 27 年からは「史跡甲府城跡石垣維持管理計画」に基づき「石垣維持管理事業」を実施している。甲府城整備の概念図を図 1-1-3 に、甲府城の石垣の改修・補修の状況を図 1-1-4 に示す。

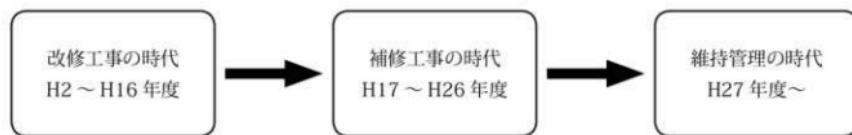


図 1-1-3 甲府城整備の概念図

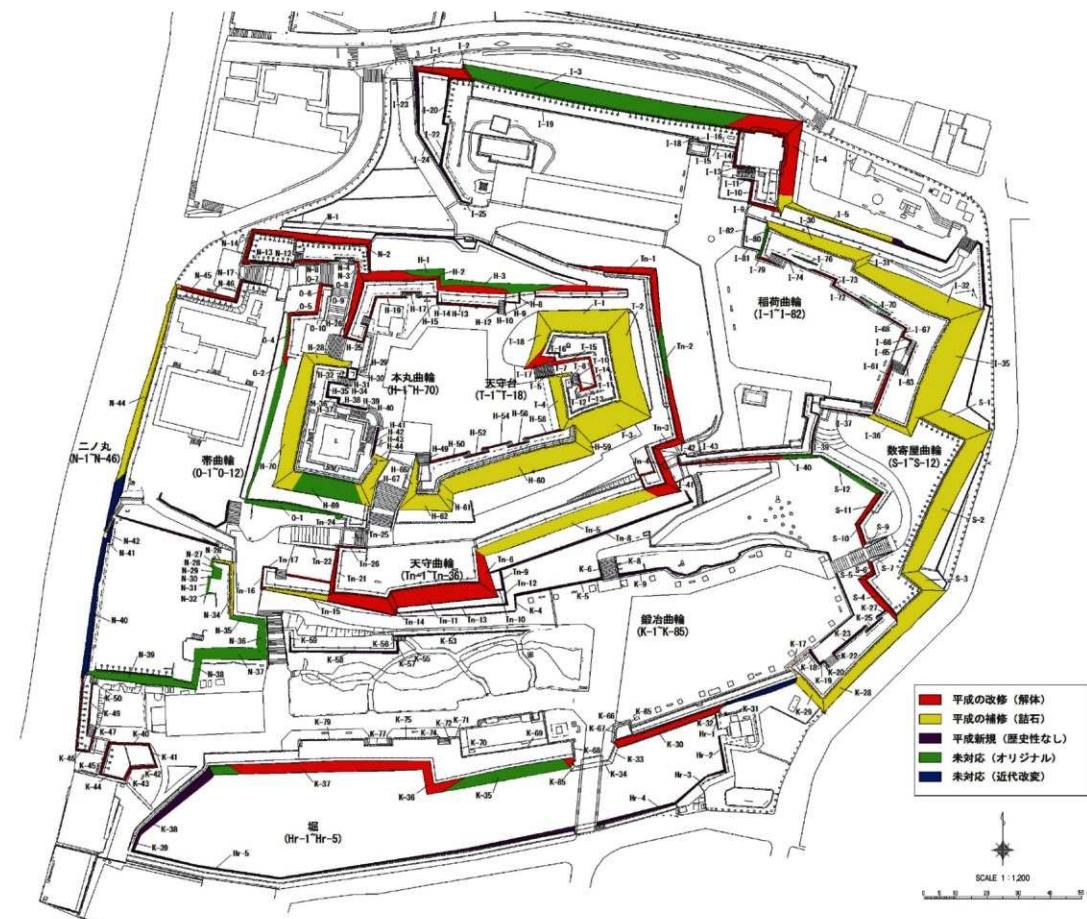


図1-1-4 石垣改修・補修履歴

第2章 目的と基本方針

本章では、本事業の目的及び基本方針について記載する。

第1節 目的

第1章第2節で述べた様に平成2年以降、25年にわたり石垣の整備が実施されてきた。しかし依然として未改修の石垣が残り、また補修済みの石垣においても経年劣化による変状が見られる。本事業は、石垣の点検と軽微な補修を含む維持管理を行い、公園利用者の安全を確保し、石垣の長寿寿命化を図ることを目的とする。

第2節 会議の設置・経緯

本事業の実施にあたっては、史跡甲府城跡石垣維持管理検討会議を設置し、甲府城跡が有する歴史的、学術的な価値に深い見識のある学識経験者から助言と指導を受ける。なお会議の名称は、平成27年度から令和元年度までは「県指定史跡甲府城跡石垣維持管理検討委員会」であり、令和2年度から「史跡甲府城跡石垣維持管理検討会議」である。

学識経験者

氏名	主な役職	分野
北垣聰一郎	金沢城調査研究所名誉所長	歴史学（石垣技術史）
北野博司	東北芸術工芸大学教授	考古学（城郭石垣）
末木健	山梨県考古学会会長	考古学
西形達明	関西大学名誉教授	土木構造学

事務局

県土整備部 都市計画課

	平成27年度	平成28年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度
課長	望月一良	望月一良	樋口有恒	若尾洋一	若尾洋一
統括課長補佐	上野良知	上野良知	清水邦浩	土橋信也	天野祥子
まちづくり推進企画監	加々美格示	有泉 修	伊良原仁	松沢一賀	松沢一賀
課長補佐	薬袋光宏	伊良原仁	武藤直仁	吉野一郎	吉野一郎
(都市公園担当)					
課長補佐	小林功樹	仁科信久	仁科信久	奥山 敏	渡邊清規
リーダー	八巻浩人	八巻浩人	望月綾子	望月綾子	近藤準二
	鷗津知宏	深澤 晃	深澤 晃	長田慎也	堀口雄平
					長田慎也

中北建設事務所

	平成27年度	平成28年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度
所長	鈴木洋一	丹澤彦一	高井達也	長田 崇	平山熙仁
次長	内藤真男	内藤真男	田中史仁	小俣春江	小俣春江
次長	小林伸二	平山照仁	伊丹 久	伊良原仁	蛇原秀典
(都市整備課・公園担当)					
課長	深澤修一	桜林 良	吉野一郎	関 俊也	関 俊也
リーダー	望月結子	望月綾子	坂田直樹	直井崇宏	直井崇宏
	竹内和子	山寺奈帆子	碓井公貴	碓井公貴	碓井公貴
	深澤 晃	横内章人			

教育委員会学術文化財課・観光文化部文化振興・文化財課（令和2年度から）

	平成27年度	平成28年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度
課長	田中禎彦	小澤祐樹	百瀬友輝	村松久	河野公紀
総括課長補佐	草間聖一	柳原明裕	柳沢章司	柳沢章司	浅川美和
文化財指導監	中山誠二	村石眞澄			
(埋蔵文化財担当)					
保坂和博 <small>(ヨシタカヒロ)</small>	宮里学 <small>(ヨシタカヒロ)</small>	保坂和博 <small>(ヨシタカヒロ)</small>	保坂和博 <small>(ヨシタカヒロ)</small>	保坂和博 <small>(ヨシタカヒロ)</small>	保坂和博 <small>(ヨシタカヒロ)</small>
橋本尚一	橋本尚一	石神孝子 <small>(ヨシタカヒロ)</small>	石神孝子 <small>(ヨシタカヒロ)</small>	石神孝子 <small>(ヨシタカヒロ)</small>	石神孝子 <small>(ヨシタカヒロ)</small>
依田幸浩	佐藤拓也	野代恵子	野代恵子	野代恵子	野代恵子
		久保田健太郎	久保田健太郎	久保田健太郎	熊谷晋祐

埋蔵文化財センター

	平成27年度	平成28年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度
所長	出月洋文	中山誠二	馬場博樹	馬場博樹	佐久間浩之
次長	保坂康夫	高野玄明	高野玄明	高野玄明	今福利恵
(史跡資料活用課)					
課長	今福利恵	保坂和博	今福利恵	今福利恵	野代幸和
リーダー	宮里学	依田幸浩	依田幸浩	依田幸浩	依田幸浩
	久保田健太郎	久保田健太郎	柴田亮平	柴田亮平	長田猛

史跡甲府城跡石垣維持管理検討会議開催要綱

(趣旨)

第1条 この要綱は、山梨県埋蔵文化財センターが必要な助言を受けるため開催する史跡甲府城跡石垣維持管理検討会議（以下「会議」という。）に関し、必要な事項を定めるものとする。

(会議の目的)

第2条 会議は、史跡甲府城跡（舞鶴城公園）と関連する文化財の維持管理及び保存活用と公開を適切に進めるために、文化財としての石垣の特性、構築技術、遺構、歴史資料の調査研究及び維持管理に関わる工法や先進事例等を検討するものとする。

(会議の構成)

第3条 会議は、前条の検討を進めるために、歴史学・考古学・土木構造・建造物・都市計画・史跡整備等の各分野の専門家、学識経験者で組織し、山梨県埋蔵文化財センター所長（以下「所長」という。）が依頼するものとする。

(役員)

第4条 会議には座長を置くものとする。

2 座長は委員の互選による。

3 座長は、会議を進行する。

4 座長に事故あるときは、あらかじめその指名する委員が代理する。

(会議)

第5条 会議は、所長が招集する。

2 所長は、特に専門知識を有する者の意見を聴取することが必要と認められる場合には、委員以外の者を会議に出席させることができる。

(事務局)

第6条 会議の事務を処理するため、山梨県埋蔵文化財センターに事務局を置く。

(その他)

第7条 この要綱に定めるもののほか、会議の運営に関し必要な事項は、所長が定める。

(附則)

本要綱は、平成27年4月21日から施行する。

令和元年7月24日改訂

令和2年3月26日改訂

第3節 基本方針

1. 事業の方針

本事業で維持管理の対象とするのは史跡甲府城跡の範囲に存在する石垣（階段や側溝などとして構築された石垣も含む）である。平成26年度に策定された史跡甲府城跡石垣維持管理計画に基づき、年間を通して城内の石垣を対象として外観目視などによる点検調査を行う一次点検調査と、城内の石垣を12区域に分け12ヶ年をかけ、その区域の石垣に対し打音検査などによる詳細な点検調査と軽微な補修を行う二次点検調査を実施する。

一次点検調査・二次点検調査の結果は史跡甲府城跡石垣維持管理検討会議にて報告する。会議は、学識経験者から選ばれた委員、県土整備部都市計画課、中北建設事務所、観光文化部文化振興・文化財課、埋蔵文化財センター、業務請負業者などによって構成される。会議では、点検の結果を検討し石垣の変状の状況についての認識を共有するとともに、公園利用者の安全や文化財保護の観点から危険と思われる変状についての対処方法を検討する。

2. 用語の定義

本事業における用語は下記の定義で使用している。

（1）変状項目

孕み出し：複数築石で構成する、ある特定の範囲が石垣面外に突出すること

隙間：築石間の空隙のこと

* 本業務では「築石と大きな詰石の間」や「割裂した築石の間」を指す場合もある

欠落：築石間に大きな空隙がみられ、詰石等の落下欠損が推定されるもの

落石：築石間に大きな空隙がみられ、当該石垣裾部に落石痕跡があるもの

割れ：築石本体に発生したひび割れのことを指す。なお、築石が割裂分離に至らない物を「亀裂」、築石が完全に分離状態にある物を「割裂」としている

浮石：詰石等で緩みにより不安定化したもの

剥離：割れに伴う変状として築石の表面がはがれたもの

（2）業務作業項目

「点検調査」

現存する石垣の状況確認を行い、構造物としての現状を把握し、健全度等を評価判定のうえ、その記録を管理活用するために行う。調査方法は、目視を基本とし、変状の変化を定量的に把握するため計測器を用いた計測を行う。

「補修」

改修補修工事等を行った石垣に対して、表面剥離部分等の除去や詰石の締固めなど日常的に行う作業をいう。文化財側では「維持管理」と呼称する。尚、詰石交換等を行う補修は含まれない。

「改修」

文化財石垣の傷み（崩壊、孕み出しなど変位変形等）に対して、解体調査等のうえ旧石材を可能な限り原位置に戻すことを目的に行うもの。本事業には含まれない。

3. 一次点検調査について

詳細は第4章で述べるが、ここではその概略を記す。

(1) 点検調査の方法

「全石垣」(366箇所)を対象に、外観目視による「変状発生の有無」(「直接的項目」と「立地条件等における危険度」)(「間接的項目」)を確認する。直接的項目において確認する変状は、石垣構造上で重要度の高い変状である「孕み出し、欠落、落石、割れ、出水」の5種類であり、間接的項目において確認する事項は、石垣直近(直下)の利用状況(歩道、車道、家屋、施設の有無等)である。

なお、特に安全面での危険度が高いと考えられる変状(割れ、隙間、孕み出し、傾斜)に対しては、発生変状の「量」とその時系列での「変動」を捉えることが重要で、数量的な把握が必要である。これらの変状については、5種類の計測器(ゲージI型:割れ、ゲージII型:隙間、ゲージIII・IV型:孕み出し、傾斜プレート)を利用した定点観測を実施し、数量的な把握を行う。

(2) 評価方針

外観目視については、「直接的項目」と「間接的項目」の合計点から石垣毎に「評価区分」(段階1～5)を判定する。「評価区分」と記録簿の特記事項を考慮し、「判定区分」(対象壁面の総合的な安全性(健全度)を示す3段階の指標【安全、要注意、警戒】)と、「対策区分」(対策措置の必要性を判断する4段階の指標【健全、観察予防、早期措置、緊急措置】)を判定する。

定点観測については、計測値に応じて「評価区分」(レベル1～5)を判定する。「評価区分」と記録簿の特記事項や対象箇所の全体変状を考慮し、「判定区分」(対象壁面の総合的な安全性(健全度)を示す3段階の指標【安全、要注意、警戒】)と、「対策区分」(対策措置の必要性を判断する4段階の指標【健全、観察予防、早期措置、緊急措置】)を判定する。

4. 二次点検調査について

詳細は第5章で述べるが、ここではその概略を記す。

(1) 点検調査の方法

年度毎に事前に選定した石垣面について、石積み技能者による近接目視および打音検査による詳細な点検を行う。点検を行う際には、点検箇所に応じて落石などへの安全対策として道路の通行制限や飛散防止ネットや簡易仮設柵等を設置する。点検で把握する変状については、一次点検調査の点検内容を踏まえて「孕み出し、隙間、浮石、欠落、割れ、剥離、出水」の7種類とする(なお、野面積石垣面においてはその特性から「隙間」は検出する変状から除外している)。点検によって判明した変状は記録した上で、特に人命被害となる危険性の高い「落石」につながる可能性がある「浮石」「剥離」の2種類の変状に対して、落石の危機を軽減するため本事業で可能な範囲で補修作業を行う。

(2) 評価方針

二次点検調査は、発生している変状の位置・規模などをより具体化し、対象とする石垣壁面の構造上の危険性を把握するとともに、措置対策の要否や今後の維持管理レベルの検討に反映させることが目的である。

対象とする石垣壁面を原則として9エリアに区分しエリア毎に変状を記録する。変状毎にその特性を踏まえた評価(点数付)を行い、壁面毎に判定区分対象壁面の総合的な安全性(健全度)を示す3段階の指標【安全・要注意・警戒】)と対策区分(対策措置の必要性を判断する4段階の指標【健全・観察予防・早期措置・緊急措置】)を判定する。

5. 点検を踏まえた措置について

一次点検調査・二次点検調査において、対策区分が「早期措置」「緊急措置」とされるなど、措置が必要とされる変状が判明した場合は、措置の方法について甲府城への適用性を踏まえ関係者で検討協議を行う。

第3章 事業概要

一次点検調査は、城内の石垣を外観目視による点検と計測器の定点観測により石垣の変位変動状況を把握する。詳細は第4章で述べる。二次点検調査は年度毎に選定された区域の石垣を詳細に点検し、軽微な補修を行う。詳細は第5章で述べる。

第1節 年度毎の事業概要

平成 27 年度

5月から事業を開始し、7月に計測器を78箇所設置し初期値の計測を行った。一次点検調査は8月、10月、12月、2月に行った。8月の点検の結果に基づき、重点看視石垣を選定した。なお、10月以降の点検で対象とした石垣は、階段等の石垣を除いた227箇所である。二次点検調査は、年次計画に則りI-1～4石垣(約1,600m²)を対象に実施した。検討会議は平成27年5月22日、平成28年3月4日に実施した。

平成 28 年度

6月末から事業を開始し、平成27年度の点検で計測器の測定値に大きな変動が確認されたH-62石垣とその周辺のH-60～61石垣などを中心に、7月に新たに計測器を61箇所設置し、新規設置の計測器の初期値の計測を行っている。一次点検調査は8月、10月、12月、2月に行った。なお、10月以降の点検で対象とした石垣は、昨年度同様に階段等の石垣を除いたものであるが、立入制限内にある崩落損壊の激しい石垣を加える見直しを行い233箇所で実施した。また、落石と欠落についての評価法の見直しを行った。二次点検調査は、年次計画に則りI-30～32・35(約1,400m²)を対象に実施した。検討会議は平成28年5月20日、平成29年2月11日に実施した。

平成 29 年度

舞鶴城公園内の施設の復旧事業のため事業が一時中断された。史跡資料活用課の職員で城内の石垣の点検を行った。

平成 30 年度

平成31年1月から事業を開始した。事業の再開まで約2年が経過したこともあり、設置済みの計測器139箇所の内8箇所で欠落・欠損が確認された。本年度の計測器の計測は前述の破損箇所を除いた131箇所で実施した。一次点検調査は、1月と3月行った。二次点検調査は、これまでの一次点検調査で確認されていた変状の進展拡大への懸念と当該箇所の天端の木製高欄取替えに際して石垣上部の劣化度の判定が必要になったため年次計画とは異なるTn-2石垣(約100m²)を対象に実施した。

担当者：史跡資料活用課 今福利恵・依田幸浩

令和元年度

9月から事業を開始し、11月に11箇所に計測器を新たに設置するとともに、平成30年度に欠損が確認された8箇所の計測器と、令和元年度になり新たに欠損が確認された2箇所の計測器について修復作業を行った。新規設置の計測器と修復実施の計測器について、それぞれ初期値の計測を実施した。一次点検調査は、11月、12月、1月、2月に行った。二次点検調査は、年次計画内の平成29年度予定箇所の一部にあたるS-1～3・K-28石垣(約1,000m²)を対象に実施した。検討会議は令和元年8月2日に実施した。

令和2年度

11月から業務を開始し、12月に7箇所に計測器を新たに設置し初期値の計測を実施した。なお、今年度は6箇所の計測器に欠損が確認されており、復旧を行い初期値の計測を実施した。一次点検調査は、12月、1月、2月に実施した。二次点検調査は、年次計画内の平成30年度予定箇所の一部にあたるN-3・4・8・12・12～14・17・44～46石垣（約1,000m²）を対象に実施した。検討会議は令和2年9月9日、令和3年3月3日に実施した。なお、今年度の点検で、N-44石垣とH-1石垣の一部に補修を必要とする変状が確認されたので、施工法について検討会議に諮り、令和3年度に補修を実施することとなった。

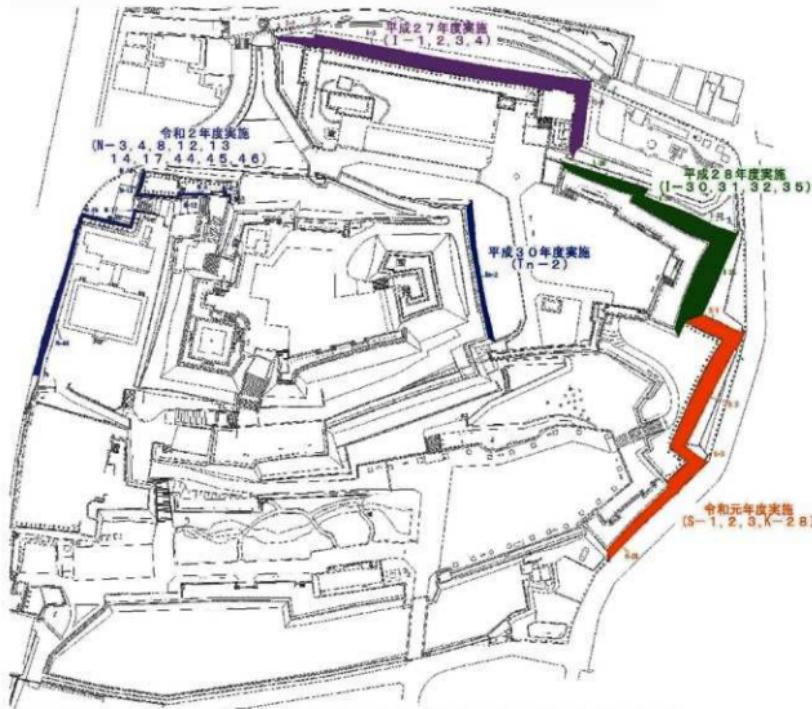


図3-1-1 二次点検調査実施箇所一覧

第4章 一次点検調査

第1節 一次点検調査の方法

1. 一次点検調査の概要

史跡甲府城跡の石垣は366箇所、対象面積22,000m²以上となる。これらの石垣は二ノ丸の武徳殿や鍛冶曲輪の建屋（恩賜林記念館）、本丸曲輪の謝恩碑等の諸施設に加え公園としての施設も備えた多機能な広域空間を支えており、歴史文化的側面のみならず構造物としての役割を持っている。これらの石垣は築城から400年以上経過しており、長期にわたる自然現象等により多くの変状が確認され、これまでにも継続的に改修や補修が行われている。

このことを踏まえ、一次点検調査では外観目視（写真4-1-1）による石垣変状の評価と対策区分の判定を行っている。なお、特に安全面での危険度が高いと考えられる変状（「割れ」、「隙間」、「孕み出し」「傾斜」）に対しては、発生変状の「量」とその時系列での「変動」を捉えることが重要で、数量的な把握が必要である。これらの変状については、写真4-1-2～4-1-6に示す5種類の計測器（ゲージI型：割れ、ゲージII型：隙間、ゲージIII・IV型：孕み出し、傾斜プレート）を利用した定点観測（写真4-1-7・8）を実施し、石垣変状の評価と対策区分の判定を行っている。



写真4-1-1 外観目視での点検状況



写真4-1-2 ゲージI型

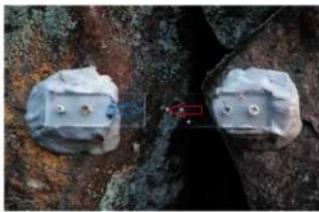


写真4-1-3 ゲージII型



写真4-1-4 ゲージIII型



写真4-1-5 ゲージIV型



写真4-1-6 傾斜プレート



写真4-1-7 ゲージ計測の状況



写真4-1-8 傾斜プレートの計測状況

2. 外観目視による点検調査

(1) 変状の観測

外観目視による点検では、「孕み出し」「欠落」「落石」「割れ」「出水」の5つの変状（それぞれの代表例を写真4-1-9～14に示す）に着目し、その有無を確認する（これを「直接的項目」とする）。また、石垣直近ないし直下の歩道・車道・家屋・施設の有無等の利用状況（代表例を写真4-1-15・16に示す）に着目し、立地条件等における危険度を確認する（これを「間接的項目」とする）。

なお、全石垣については一回、主要石垣（この詳細は第4項で述べる）については複数回点検を行う。



写真4-1-9 孕み出しの代表例



写真4-1-10 欠落の代表例



写真4-1-11 落石の代表例



写真4-1-12 割れ(割裂)の代表例



写真4-1-13 割れ(亀裂)の代表例



写真4-1-14 出水の代表例



写真4-1-15 歩道・車道近接の代表例



写真4-1-16 建物・施設近接の代表例

(2) 評価要領

1) 変状の評価

直接的項目の評価

直接的項目は、変状毎の顕著な発生の有無と変状の発生範囲について、前者については「発生がある場合を1点、無い場合を0点」、後者については「広範囲を1点、限定的を0点」（限定的とは壁面積の10%以下程度、広範囲はそれ以外とする）として評価している（各変状の検出は既存の情報も考慮して行っている）。変状項目が全て検出された場合は7点（満点）とする。

なお、一次点検調査は石垣ごとの有無の判断のみであり、後述する落石を除いた変状については、既にそれが確認されている石垣面において新たに変状が確認された場合であっても評価は変化しない。ただし、変状の増加が顕著に表れてきている場合は、重点看視石垣に選定する。

また、欠落については、野面積み石垣には隙間が多く、欠落の判別がつきにくいということもあり、欠落の検出基準を平成28年度に「詰石不在の不安定性や不自然さが顕著、裏込め栗石の露出度が大きい」に変更した。落石については、「発見時に記録した後、落石を除去して新旧の判別を可能にすること」とび「壁面劣化損傷度を適切に評価できるよう落石の再発毎に経過を累積評価できること」という観点から、平成28年度以降、点検毎に新たに確認されたものを記録している。また落石が繰り返す状況は石垣壁面の安全性への懸念が生じていると考えられるので平成28年度以降、「連続で3回以上、2カ年で5回以上の発生がある場合は、2点を加算する」としている（この加点の結果、直接的项目的評価点が7点を超える場合であっても、7点を上限として取り扱っている）。

間接的項目の評価

間接的項目は、石垣と各利用施設との近接度と石垣付近の利用状況について、前者については石垣壁高に応じて落石範囲の危険度を石垣面に対して垂直に交わる平面（隣辺）と斜辺の角度で判定し「60°以上を2点、46°以上60°未満を1点、45°以下を0点」とし、後者については交通量の多少、渋滞発生の有無、施設の重要度や利用者数から人の被害の可能性を判定し、「人や車両の通行往来が有る場合は1点、無い場合は0点」として評価している。

2) 評価区分・判定区分・対策区分の設定

評価点と特記事項に基づき、「評価区分」・「判定区分」・「対策区分」を設定する（表4-1-1）。

なお、特記事項等の内容を参考に同一の評価区分であっても異なる判定区分となることがある。

対策区分のC1、C2、Eでは補修工や緊急の対策工が必要となるが具体的な工法については、甲府城への適用性を踏まえ、検討協議を行う。

評価点	評価区分	判定区分	対策区分	対策区分	
0～3	1, 2	安全	健全	A 1	健全（安定）性を保持し問題なし
				A 2	特に異常ないが観察計測を継続
4～7	2～4	要注意	観察予防	B 1	注意箇所あり変状経過を詳細観察
				B 2	重大注意、変状観察を強化
7～10	4, 5	警戒	早期措置	C 1	緊急性少だが予防観点から補修
				C 2	危険性少だが速やかに補修
			緊急措置	E	緊急性危険性大で早急に補修

表4-1-1 評価区分・判定区分・対策区分（外観目視）

3. 定点観測による点検調査

(1) 変状の観測

石垣壁面において顕著な変状が現れている箇所や変状が進行する可能性が高い箇所、構造面や周辺への影響度から重要性の高い箇所等の変状の動向を把握するため、築石の「割れ」、築石間の「隙間」と「孕み出し」、築石の「傾斜」をゲージI～IV型と傾斜プレートを用いて計測し、危険度を評価する。詳細については(3)で述べる。

なお、全計測器（157箇所）については1回、過年度の計測結果から追加の計測が必要と考えられる箇所については複数回計測を実施している。

(2) 計測器について

1) 設置方針

平成26年度策定の「県指定史跡甲府城跡石垣維持管理計画」により形状や接着方法を検討した。「平成27年度第1回県指定史跡甲府城跡調査検討委員会」での指導助言を受けたうえで、公園施設としての安全性を確保する視点と野面積石垣の構造を調査する視点に立ち、「緊急性危険性の高い箇所（平成23年度に作成された「甲府城跡石垣管理台帳」において石垣ランク区分がA（築城期、江戸時代の石垣がおおよそ75%以上残る石垣）となっている石垣を中心に、現地踏査の結果を踏まえ、変状の大きな発生があり進展拡大の恐れがある箇所や人的被害の発生が高い箇所、周辺の施設に影響が及ぶ可能性が高い箇所を選定する）」・「重要性の高い箇所（文化財としての観点から保全管理が重要な箇所や石垣構造上の安定に重要な箇所を選定する）」・「分析対象とする箇所（過去の測量計測結果などのデータとの相関を図れる箇所や地質や地盤条件との相関関係を測れる箇所を選定する）」の3つを計測器の設置対象とした。計測器の設置状況については図4-1-1に示す。

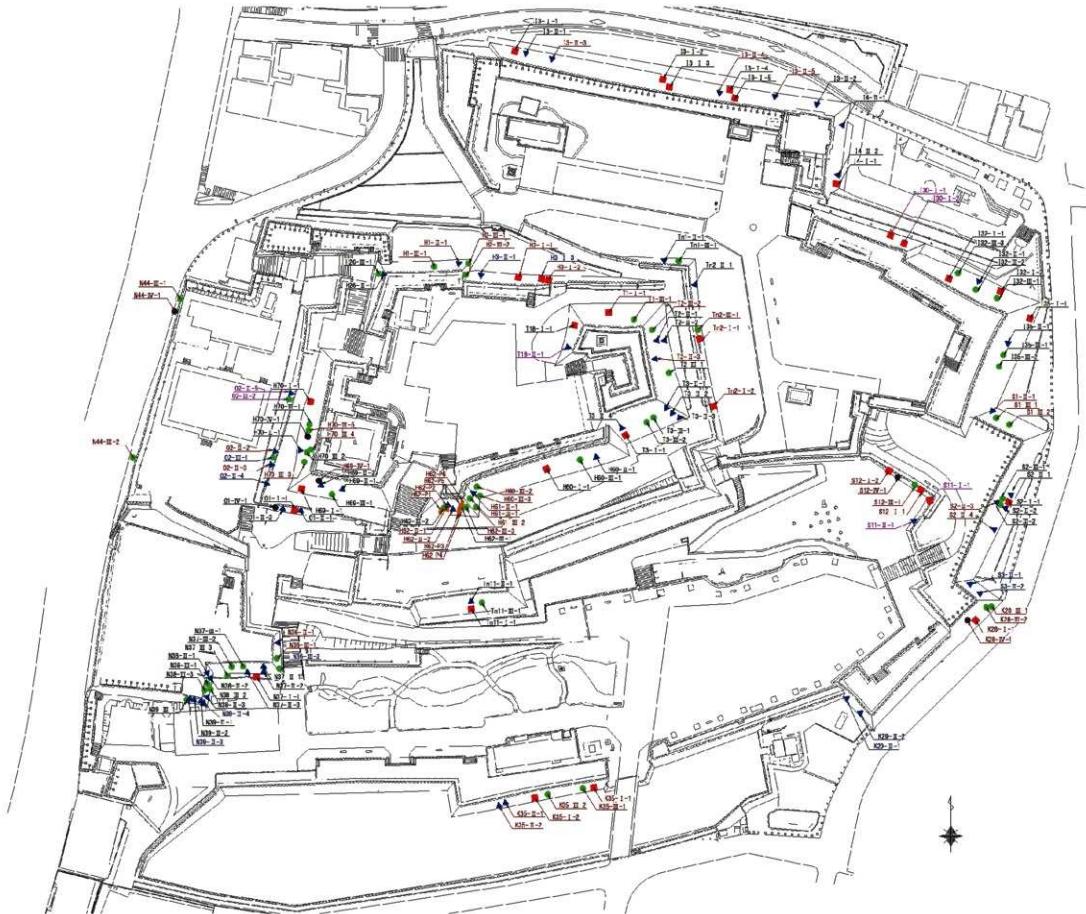


図4-1-1 計測器配置図

平成 27 年度設置箇所数	
■ ゲージ I 型	18
▲ ゲージ II 型	32
● ゲージ III 型	26
● ゲージ IV 型	2
	78

平成 28 年度設置箇所数	
■ ゲージ I 型	10
▲ ゲージ II 型	17
● ゲージ III 型	24
● ゲージ IV 型	4
● 傾斜プレート	6
	61

令和元年度設置箇所数	
■ ゲージ I 型	1
▲ ゲージ II 型	8
● ゲージ III 型	2
● ゲージ IV 型	0
	18

令和 2 年度設置箇所数	
■ ゲージ I 型	3
▲ ゲージ II 型	3
● ゲージ III 型	1
● ゲージ IV 型	0
	7

計測器設置箇所合計	
■ ゲージ I 型	32
▲ ゲージ II 型	60
● ゲージ III 型	53
● ゲージ IV 型	6
● 傾斜プレート	6
	157

図中の計測器の番号の色は設置年度を示している。
 黒：平成 27 年度設置
 茶：平成 28 年度設置
 青：令和元年度設置
 ピンク：令和 2 年度設置

2) 概要

材質

ゲージ計測器に求められる性能には、観測精度確保(使用性)、耐久耐候性、強度耐力、定着設置施工性等がある。これを満足するべく、今回の業務では「アクリル製」のゲージ計測器を採用した。アクリルの特徴と本業務への適合性についての評価は表4-1-2に示す。

	アクリルの特性	アクリルの本業務への適合性
対候性	透明度や強度の低下は極めて低い素材であり、条件により異なるが10~20年度程度の耐久性がある。	今回事業予定期間12年をカバーできる。
燃焼性	着火温度は400°Cであり、燃焼速度は遅いが燃焼性は木材と同程度である。	火にはやや弱いが、本使用箇所からは特に問題にはなりにくい。
伸縮性	10°Cの温度変化で長さ1m当たり0.7~2mmの伸縮がある。湿度により伸縮するため、設置時にクリアランスを必要とする。	伸縮性は、観測精度に影響するため重要な要素である。石材面温度を-20°C~+50°C程度に想定し、ゲージ長を5cmとする。5/100cm×70/10°C×2mm=0.7mmとなり精度管理上は特に問題はないと思われる。
使用温度	-40°Cから+65°C程度である。高温により変形する可能性がある。	直射日光を浴びる壁面の設置では注意を要する。
硬さ	表面の硬さはアルミニウムと同程度である。	特に問題はない。
衝撃強度	ガラスの10~16倍である。	落石等の衝撃外力(直撃)では破損の可能性はあるが、通常では問題はない。

表4-1-2 ゲージ計測器の材質について

設置と固定方法

対象変状を捉えることが重要であるが下記の点にも留意し設置している。

- ・透明で小型であるが、数多く設置すると外観を損なう可能性があること
- ・一般者の手の届く範囲に設置した場合、触られる可能性があること

また計測器をビスや鉄で固定する際、築石に穴を空けずともゲージ計測器が強固に定着するように、図4-1-2のように築石に接着剤による土台を設け、その上にゲージ計測器を設置し、接着剤にビスを埋め固定している。



図4-1-2 固定方法

撤去

取付けたゲージ計測器は撤去しないことを基本とする。やむを得ず撤去する場合は、接着剤の除去も行い、現況に復旧させる。

3) 設置に関する注意点

接着材

石材の表面が劣化しており容易に剥がれる事があるため、塗布前にブラシ等で清掃する。また、石材と接着材の隙間への雨水などの進入を予防するために、石材面に合わせ擦り付ける。

土台となる接着剤の粘性が低い場合はシリコン系の接着剤を土台表面に塗布することで防水性を高める。

計測器の設置

土台との間にアンカーとしての目的でビスを設置する事を基本とする。事前に計測器にはアンカーホールをあけておく。計測器毎の留意点を下記に記す。

ゲージI型は図4-1-3にあるように2枚がビスにより一体化された状態で設置し、設置時に目盛にズレが無いか確認する。なお、接着剤の硬化後にビスは取り外す。

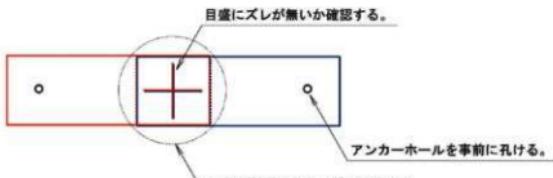


図4-1-3 ゲージI型の設置

ゲージII型は2枚を平行に設置する必要がある。図4-1-4の様に、可能な限り水平に設置し、ゲージ間のクリアランスはマイナス方向の変動も考慮し、1cm以上とする。

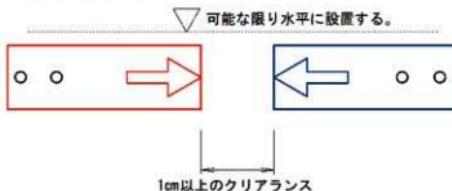


図4-1-4 ゲージII型の設置

ゲージIII型は、図4-1-5の様に石垣面に対して垂直に、目盛を計測する方向が青目盛側からとなる事を考慮して設置するとともに、ゲージ間のクリアランスは3mmを基本とする。なお、ゲージIII型の設置が困難な壁面には片方のゲージがプレート状のものを用い、これをゲージIV型とする（図4-1-6）。



図4-1-5 ゲージIII型の設置

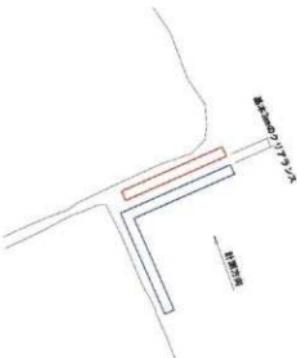
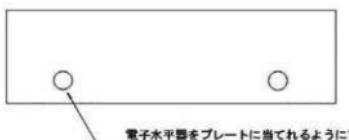


図4-1-6 ゲージIV型の設置

傾斜プレートは、図4-1-7の様にプレートの脇にアンカーホールをあけ、可能な限り石垣面と水平になるようにビスで土台に設置する。



電子水平器をプレートに当てるためにアンカーホールは脇にあける。

図4-1-7 傾斜プレートの設置

4) 設置の代表例

N-38(写真4-1-17~20)

当該石垣は、恩賜林会館に面する未改修石垣である。孕み出しの進展や割裂が顕著な築石に設置し、鏡石や隅角部、中間部、上下層等壁面全体の挙動の観視を意図している。



写真4-1-17 N-38 石垣 ゲージ配置状況



写真4-1-18 II-1



写真4-1-19 II-2



写真4-1-20 II-3

S-2 (写真4-1-21～24)

当該石垣は、市道沿いにある。歩行者や車両への危険性を看視する目的で、局所的な孕み出しの箇所や築石の割裂、隙間に設置した。



写真4-1-21 S-2 石垣 ゲージ配置状況



写真4-1-22 I-1



写真4-1-23 II-1



写真4-1-24 III-1

H-70 (写真4-1-25～28)

当該石垣は、上部に「謝恩碑」、下部に「武徳殿」がある。巨石を含めた孕み出し全体の挙動を看視する目的で、孕み出しのピーク付近に重点的にゲージを設置した。



写真4-1-25 H-70 石垣 ゲージ配置状況



写真4-1-26 III-1



写真4-1-27 III-2



写真4-1-28 IV-1

H-62 (図4-1-8、写真4-1-29, 30)

当該石垣は、平成27年度の変位計測において大きな変動を示したゲージ(H62-III-1とH62-II-2)があり、これらの挙動の把握を補完する目的で設置した。

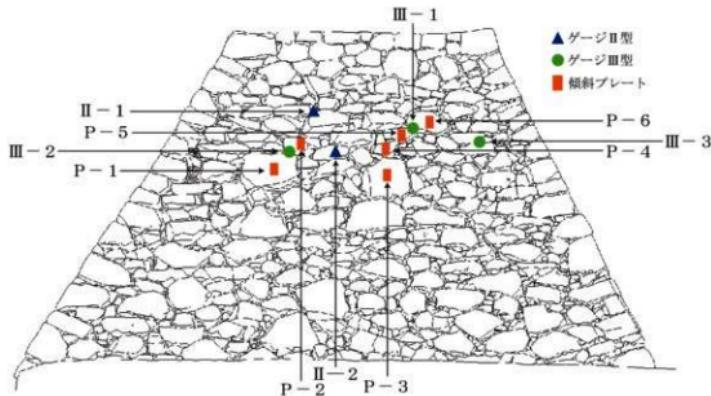


図4-1-8 H-62 石垣 ゲージ配置状況



写真4-1-29 P-5 (左○)とIII-1 (右○)



写真4-1-30 III-1 (左○)とP-6 (右○)

(2) 評価要領

1) 石垣変状の評価

割れの計測と評価について

割れは幅の大きさや変動量が築石の安定性に大きな影響を及ぼす。外観目視において、割れの有無を検出しているが、その変動量については定量的に計測できていない。それを補完する目的でゲージI型を用いて割れ幅を計測器に記載された目盛りで計測する（読み取り誤差については0.1mmと想定）。計測値については下記の五段階で評価する。

- ・評価レベル1：1mm以下
- ・評価レベル2：1～2mm（1mm程度を標準とする）
- ・評価レベル3：2～3mm（2mm程度を標準とする）
- ・評価レベル4：3～4mm（3mm程度を標準とする）
- ・評価レベル5：5mm以上

なお、計測初期値に対して、範囲や長さに関して※に記したような事例がある場合、評価レベルを1レベル上昇させた。

範囲の拡大

計測箇所から派生した割れ（直角方向の割れの数等）を顕著に確認

計測箇所以外に同等幅以上の割れを確認

長さの進展

初期値に対し明らかに進展を確認（対象石の全長に対する比率増加）

初期値30%→50%に増加等（10%以上増加の場合を基本とする）

隙間の計測と評価について

野面積石垣においては築石間にある程度の隙間があり、これを補完するための詰石が設置されている。詰石の緩みから落石が発生すると石垣壁面の安定性が徐々に損なわれる。外観目視において隙間の有無を検出しているが、その変動量については割れと同様に定量的に計測できていない。それを補完する目的で、ゲージII型を用いて築石間の隙間の変動を計測する。計測に当たっては計測基準値を設定し、これを基に隙間の変動量を金尺やノギスで計測する（読み取り誤差については2mmと想定）。

なお、隙間は初期値からの累積変動量の大きさが問題となる。拡大傾向のみならず、縮小傾向となる場合も計測箇所以外に変動による影響が発生している可能性が高く、これを捉えるように留意している。計測値については、下記の五段階で評価している。

- ・評価レベル1：3mm以下（2mm程度を標準に読み取り誤差を考慮して設定）
- ・評価レベル2：3～5mm（4mm程度を標準）→5mm以内を目安とする
- ・評価レベル3：5～7mm（6mm程度を標準）→5mm超えを対象とする
- ・評価レベル4：7～10mm（8mm程度を標準）
- ・評価レベル5：10mm以上

孕み出しの計測と評価について

築石の孕み出しは壁面外側への変形であり、壁面内での変動の隙間変動よりも石垣の崩壊を誘発につながる可能性があり危険性が高い。外観目視によても孕み出しの有無を検出しているが、その変動量については割れ・隙間同様に定量的に計測できていない。それを補完する目的でゲージIII・IV型を用いて孕み出しの変動を計測している。計測に当たっては計測基準値を設定し、これを基に孕み出しの変動を計測器に記載された目盛りで計測する（読み取り誤差については1mmと想定）。

なお、対象とする築石に変動は少ないが計測起点側の石が孕み出すことにより相対的に両者の差が縮まる事例も想定される。計測箇所付近の全体的な変状も捉え記録した上で、総合的な判断で評価判定を行うことを留意している。計測値については、下記の五段階で評価している。

- ・評価レベル 1 : 2 mm以下 (1 mm程度を標準に読み取り誤差を考慮して設定)
- ・評価レベル 2 : 2 ~ 4 mm (3 mm程度を標準)
- ・評価レベル 3 : 4 ~ 6 mm (5 mm程度を標準) → 5 mm超えを目安
- ・評価レベル 4 : 6 ~ 10 mm (8 mm程度を標準)
- ・評価レベル 5 : 10 mm以上

傾斜の計測について

H 27 年度の定点観測により、H 62 石垣のゲージに大きな挙動が見られた。これらの挙動の把握を補完する目的で、H 62 石垣に 6箇所傾斜プレートを設置し、傾斜の変動量について電子水平器を用いて計測している（なお、電子水平器には土 0.25° の誤差がある）。なお傾斜プレートは、変動量と他のゲージとの相関性の把握を重視しているため、A ~ C とは異なり傾斜計の測定値に対する正式な評価基準を定めていない。

2) 評価区分・判定区分・対策区分の設定

計測値と特記事項に基づき、「評価レベル」・「判定区分」・「対策区分」を設定する（表 4-1-3）対策区分の C 1、C 2、E では補修工や緊急の対策工が必要となるが具体的な工法については、甲府城への適用性を踏まえ、検討協議を行う。

評価レベル	判定区分	対策区分	対策区分	
1, 2	安全	健全	A 1	健全（安定）性を保持し問題なし
			A 2	特に異常ないが観察計測を継続
2 ~ 4	要注意	観察予防	B 1	注意箇所あり変状経過を詳細観察
			B 2	重大注意、変状観察を強化
4, 5	警戒	早期措置	C 1	緊急性少だが予防観点から補修
			C 2	危険性少だが速やかに補修
		緊急措置	E	緊急性危険性大で早急に補修

表 4-1-3 評価区分・判定区分・対策区分（定点観測）

4. 点検対象とする石垣の区分について

（1）主要石垣について

一次点検調査では、全 9 区域 366 箇所の石垣壁面に対して点検を実施する。この中には階段や側溝、腰留壁的な用途として構築され、いずれも壁高は低く、面積的にも小規模なものが多い。

本事業は、各石垣の現況安全性や健全度（変状の発生度等）を把握するだけでなく、石垣構造の変形挙動を捉えるための点検でもある。間接的項目は外的な環境条件であるのでその変化も急激には起こりえないと考えられ、この項目は初回の点検時の評価で「定数」化される。それ故、間接的項目の評価を除外して直接的項目の変化に重点を置いた石垣の観察・分析も重要な要素である。

上記の考えに基づいて全石垣の点検は各年度初回のみとし、階段や側溝、腰留壁的な用途として構築された石垣を除いた石垣を「主要石垣」と定め、複数回点検することとし、効率的・効果的な点検の実施を図ってきた。（平成 27 年度点検では 227 箇所、平成 28 年度以降は 233 箇所を主要石垣として選定している。詳細は表 4-1-4 と図 4-1-9 に示す）

石垣区域（全石垣数）		年度	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 30 年度	令和元年度	令和 2 年度
T (天守台)	石垣区域 (18 個所)	16 個所	16 個所	16 個所	16 個所	16 個所	16 個所
Tn (天守曲輪)	石垣区域 (36 個所)	21 個所	21 個所	21 個所	21 個所	21 個所	21 個所
H (本丸曲輪)	石垣区域 (70 個所)	44 個所	44 個所	44 個所	44 個所	44 個所	44 個所
N (二の丸)	石垣区域 (46 個所)	22 個所	28 個所	28 個所	28 個所	28 個所	28 個所
I (稲荷曲輪)	石垣区域 (82 個所)	45 個所	45 個所	45 個所	45 個所	45 個所	45 個所
S (數寄屋曲輪)	石垣区域 (12 個所)	11 個所	11 個所	11 個所	11 個所	11 個所	11 個所
K (鍛冶曲輪)	石垣区域 (85 個所)	54 個所	54 個所	54 個所	54 個所	54 個所	54 個所
O (帶曲輪)	石垣区域 (12 個所)	9 個所	9 個所	9 個所	9 個所	9 個所	9 個所
Hr (堀)	石垣区域 (5 個所)	5 個所	5 個所	5 個所	5 個所	5 個所	5 個所
合計	(366 個所)	227 個所	233 個所	233 個所	233 個所	233 個所	233 個所
備考		階段や側溝、腰留壁的な用途として構築された石垣を、全石垣から除く箇所を主要石垣として選定。	二ノ丸坂下門裏の空地（立入制限）内にある崩落船塁の激しい石垣（N 27～32）を平成 27 年度より追加。	前年度と同様に選定。	前年度と同様に選定。	前年度と同様に選定。	

表 4-1-4 主要石垣個所数一覧表

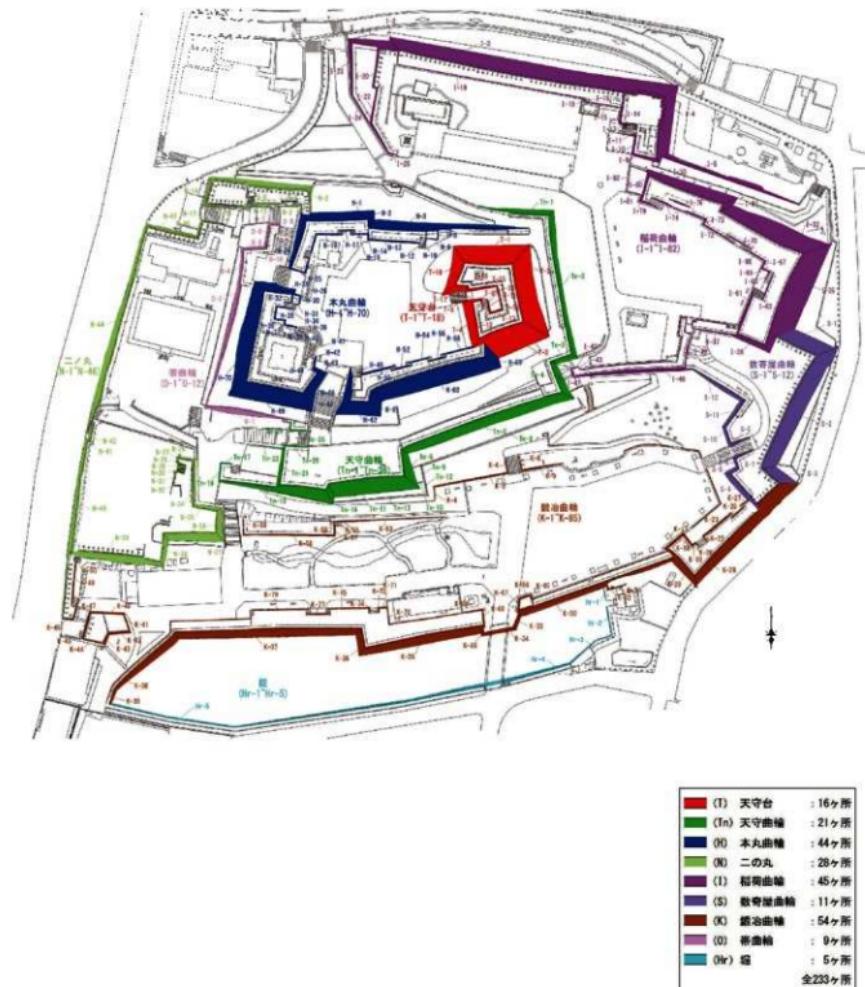


図4-1-9 主要石垣個所数一覧表

(2) 重点看視石垣について

石積み構造の安定に懸念を生じさせ得る顕著な損傷箇所や変状箇所を抽出し重点的に点検することで、損傷や変状の進展拡大による危険性の効率的な把握を図ることを目的とし、重点看視石垣を設けている。平成27年度の一次点検調査1回目の結果に基づき、下記の選定方針に基づいて重点看視石垣を選定した（平成27年度では44箇所、平成28年度以降は42箇所を重要看視石垣として選定している。詳細は表4-1-5と図4-1-10に示す）

選定方針

- 明確な変状発生箇所であること

現状で変状発生が明確にあるもの（範囲、大きさ、数量）

評価点が「5点以上」かつ評価区分「段階3」以上

評価点が4点でも、変状に特化した箇所は選定候補とする

→評価点が4点以下で近接利用度3点のものは対象としない

- 石垣挙動が明快に現れ、有意差が認識できる変状量が出やすい規模の壁面であること

主に壁高Hw $\geq 2.0\text{ m}$ かつ石積み5段以上を目安とする

変状発生等の条件が同等であれば壁高が高い方を選択する

- 計測器設置箇所は選定する

石垣区域（全石垣数）	年度	平成27年度	平成28年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度
T (天守台) 石垣区域 (18箇所)	5箇所	5箇所	5箇所	5箇所	5箇所	5箇所
Tn (天守曲輪) 石垣区域 (36箇所)	4箇所	4箇所	4箇所	4箇所	4箇所	4箇所
H (本丸曲輪) 石垣区域 (70箇所)	7箇所	9箇所	9箇所	9箇所	9箇所	9箇所
N (二の丸) 石垣区域 (46箇所)	9箇所	5箇所	5箇所	5箇所	5箇所	5箇所
I (稲荷曲輪) 石垣区域 (82箇所)	6箇所	6箇所	6箇所	6箇所	6箇所	6箇所
S (数寄屋曲輪) 石垣区域 (12箇所)	4箇所	5箇所	5箇所	5箇所	5箇所	5箇所
K (鍛冶曲輪) 石垣区域 (85箇所)	6箇所	5箇所	5箇所	5箇所	5箇所	5箇所
O (帶曲輪) 石垣区域 (12箇所)	3箇所	3箇所	3箇所	3箇所	3箇所	3箇所
Hr (堀) 石垣区域 (5箇所)	0箇所	0箇所	0箇所	0箇所	0箇所	0箇所
合計 (366箇所)	44箇所	42箇所	42箇所	42箇所	42箇所	42箇所
備考	選定方針に基づき選定	前年度と同様に選定 N石垣区域の立入制限内にある石垣を重点看視から除く	前年度と同様に選定	前年度と同様に選定	前年度と同様に選定	前年度と同様に選定

表4-1-5 重点看視石垣箇所数一覧表

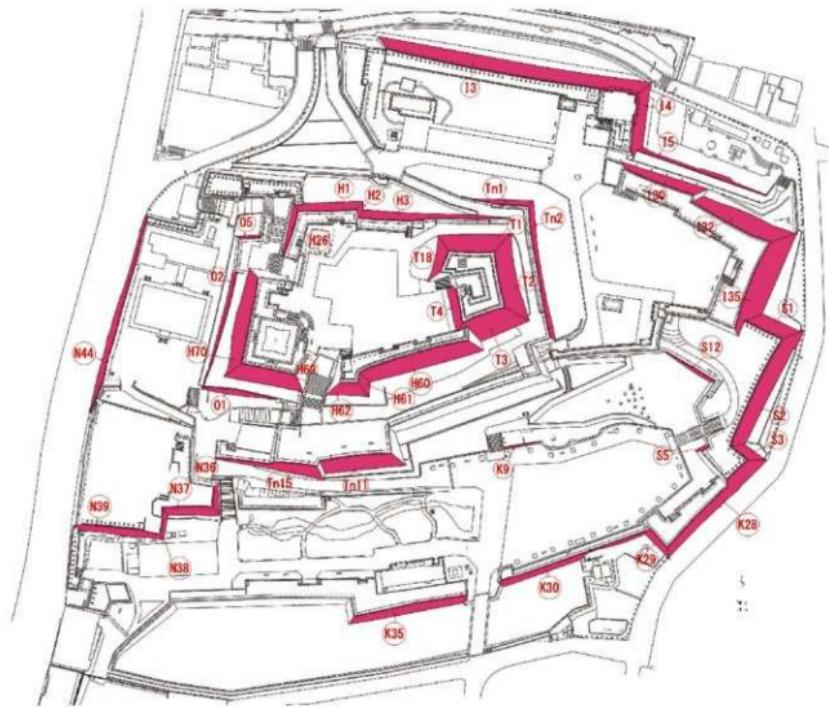


図4-1-10 重点看視石垣個所図

第2節 点検結果の集計

1. 概要

一次点検調査は年度当初の点検では全石垣の 366 箇所を、その後は主要石垣の 233 箇所（平成 27 年度では 227 箇所）を対象に実施している。点検回数については平成 27 年度、平成 28 年度では年 4 回、平成 30 年度では年 2 回、令和元年度、令和 2 年度では年 3 回を実施した。

対象箇所数、点検回数、点検時期の相違等を留意しながら 5 年間の一次点検調査（外観目視）時の直接的項目に関する結果を表 4-2-1 に示す。

年度 変状種	平成 27 年度				平成 28 年度				平成 30 年度				令和元年度			令和 2 年度			
	初回	2 回目	3 回目	4 回目	初回	2 回目	3 回目	4 回目	初回	2 回目	初回	2 回目	3 回目	初回	2 回目	3 回目	初回	2 回目	3 回目
・孕み出し	49	44	44	44	49	49	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
・欠落	56	55	64	64	78	77	97	97	106	100	106	102	102	106	102	102	102	103	103
・落石	43	38	36	43	17	17	22	29	28	3	15	8	0	10	3	0	0	0	0
・割れ	87	82	83	83	91	90	95	95	98	96	98	96	96	98	96	96	96	96	96
・出水	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
・変状石垣数	111	100	107	109	130	120	137	137	146	135	150	141	141	148	142	141	141	141	141
調査対象石垣数	366	227	227	227	366	233	233	233	366	233	366	233	233	366	233	233	366	233	233
変状発生比率 (%)	30%	44%	47%	48%	36%	52%	58%	58%	40%	58%	41%	60%	60%	40%	60%	59%	59%	59%	59%

表 4-2-1 一次点検外観目視（直接的項目）に関する変状別発生数の推移

注 1) 落石については新規に確認された数を計上している。

注 2) 点検対象としている石垣の箇所数は初回とそれ以降では異なる

注 3) 出水については平成 30 年度に改めて検出箇所の見直しを行った結果、4 箇所となった。

(1) 結果評価

孕み出し、割れ、出水には大きな変化はなく安定傾向にある。落石、欠落では、点検間隔の違いにより多少のばらつきはあるが、年度ごとに確實に発生している。

孕み出しについては、経年での変化はほとんどなく、平成 28 年度 3 回目点検時で 1 箇所の増加（I-31 石垣）となった。これは、平成 28 年度と平成 27 年度に撮影した写真を比較しても変化が確認できないほど孕み出しの度合いが明確でないことによる検出漏れが原因である。

欠落は調査対象石垣数が同じである平成 27 年度と最新の令和 2 年度の初回点検時を比べ、経年で 50 箇所の増加となっている。なお、第 1 節第 2 項（2）でも述べているように、平成 28 年度に欠落の検出基準を改定したため平成 28 年度で欠落が多く検出された。欠落確認箇所では落石との相関は捉えにくいが、両者の増加傾向は一体的にみてとれる。

落石は、点検間隔に長短があることや、欠落と異なり変状が現地で固定されていないため、各回で検出数の変動がみられる。しかし、継続的に落石が続いていること、新規に落石が発生した石垣の箇所も増えつつある。

割れについては、平成 30 年度以降変化はみえない。遠望目視での検出限界もあり、今後の課題といえる。

出水については、検出した箇所は出水の情報提供を受けている箇所が大半であり、検出実績が乏しい。降雨後に点検を実施したもの未検出となつたことも多く、検出精度の向上が今後の課題である。

(2) 判定区分結果

外観目視による石垣壁面の健全度の状況を図 4-2-1 に示す。なお、安全判定となっている石垣についても、地形的な条件などが石垣の変状を急激に進める可能性は否定できないので、注視していく必要がある。また、対策区分が B2 ~ C2 とされた石垣についての現況を表 4-2-2 に示す。

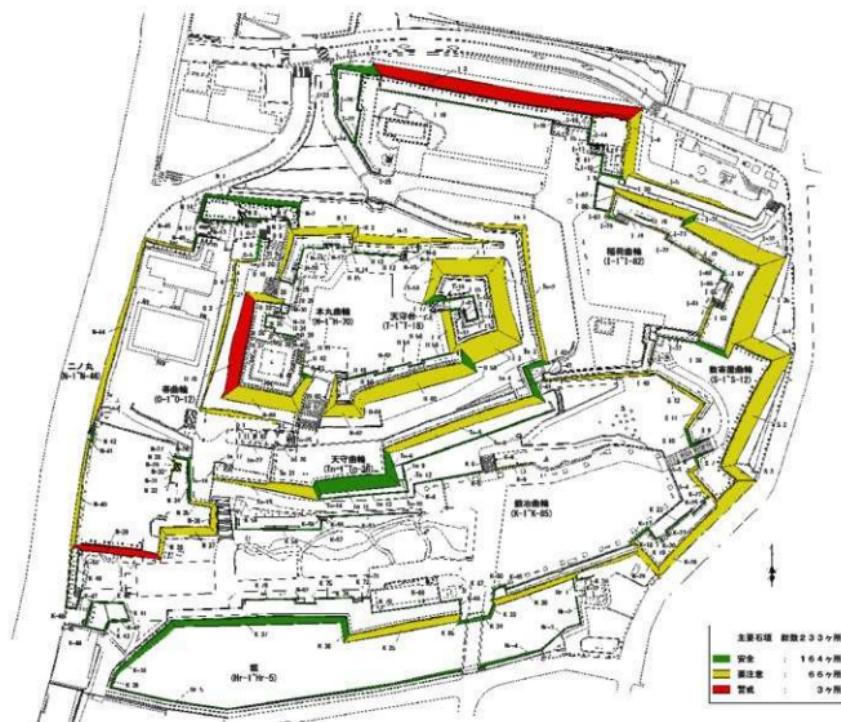
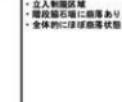
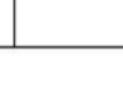
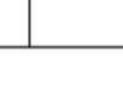
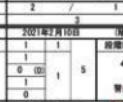
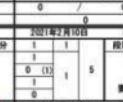
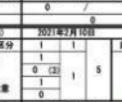


図4-2-1 判定区分結果図

石場番号	N - 27	主要石場	N - 28	主要石場	N - 29	主要石場	N - 30	主要石場	N - 31	主要石場
開発的区分 点検項目	近隣度/利用状況 評価点	0 / 0 0	0 / 0 0	0 / 0 0	0 / 0 0	0 / 0 0				
直徴的な 点検項目	直徴年月日(実機) 評価点	2021年2月10日 (晴) 0	2021年2月10日 (晴) 0	2021年2月10日 (晴) 0	2021年2月10日 (晴) 0	2021年2月10日 (晴) 0	2021年2月10日 (晴) 0	2021年2月10日 (晴) 0	2021年2月10日 (晴) 0	2021年2月10日 (晴) 0
直徴的な 点検項目	争み出し 大差 落石(細胞) 削れ 出水	1 0 (1) 1 0 0	0 (1) 1 4 0 0	1 0 (1) 1 4 0 0	0 (1) 1 4 0 (1) 2 3 1 0	1 0 (1) 1 4 0 (1) 1 4 0 (1) 5	1 0 (1) 1 4 0 (1) 1 4 0 (1) 5	1 0 (1) 1 4 0 (1) 1 4 0 (1) 5	1 0 (1) 1 4 0 (1) 1 4 0 (1) 5	1 0 (1) 1 4 0 (1) 1 4 0 (1) 5
直徴的な 点検項目	時間区分 (①)早期種植/ (②)中期種植/ (③)後期予防/ (④)早期管理/ (⑤)中期予防/ (⑥)後期予防/ (⑦)	(G1)  (G2)  (G3)  (G4)  (G5)  (G6) 	(G1)  (G2)  (G3)  (G4)  (G5)  (G6) 	(G1)  (G2)  (G3)  (G4)  (G5)  (G6) 	(G1)  (G2)  (G3)  (G4)  (G5)  (G6) 	(G1)  (G2)  (G3)  (G4)  (G5)  (G6) 				
直徴的な 点検項目	全景写真 主な変状写真 備考	・立入制限区域 ・離合両側向石部に崩落あり	・立入制限区域 ・離合両側の崩落 ・天端側、上部がほぼ崩落	・立入制限区域 ・離合一部に崩落あり	・立入制限区域 ・離合部に崩落あり ・全体的にほぼ崩落状態	・立入制限区域 ・離合多段 ・全体的にほぼ崩落状態				

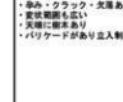
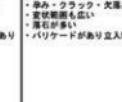
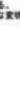
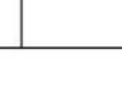
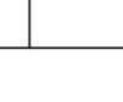
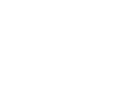
石場番号	N - 32	主要石場	N - 36	主要石場	N - 37	主要石場	N - 38	主要石場	N - 39	主要石場
開発的区分 点検項目	近隣度/利用状況 評価点	0 / 0 0	2 / 1 3	0 / 0 0	0 / 0 0	0 / 0 0	0 / 0 0	0 / 0 0	0 / 0 0	0 / 0 0
直徴的な 点検項目	直徴年月日(実機) 評価点	2021年2月10日 (晴) 0	2021年2月10日 (晴) 0	2021年2月10日 (晴) 0	2021年2月10日 (晴) 0	2021年2月10日 (晴) 0	2021年2月10日 (晴) 0	2021年2月10日 (晴) 0	2021年2月10日 (晴) 0	2021年2月10日 (晴) 0
直徴的な 点検項目	争み出し 大差 落石(細胞) 削れ 出水	1 0 (1) 1 1 0	1 0 (1) 1 5 4	1 0 (1) 1 5 4	1 0 (1) 1 5 3	1 0 (1) 1 5 4	1 0 (1) 1 5 4	1 0 (1) 1 5 4	1 0 (1) 1 5 4	1 0 (1) 1 5 4
直徴的な 点検項目	時間区分 (①)早期種植/ (②)中期種植/ (③)後期予防/ (④)早期管理/ (⑤)中期予防/ (⑥)後期予防/ (⑦)	(G1)  (G2)  (G3)  (G4)  (G5)  (G6) 	(G1)  (G2)  (G3)  (G4)  (G5)  (G6) 	(G1)  (G2)  (G3)  (G4)  (G5)  (G6) 	(G1)  (G2)  (G3)  (G4)  (G5)  (G6) 	(G1)  (G2)  (G3)  (G4)  (G5)  (G6) 				
直徴的な 点検項目	全景写真 主な変状写真 備考	・立入制限区域 ・変状多段 ・全体的にほぼ崩落状態	・争み・クラック・欠落あり ・変状範囲も広い ・天端に樹木あり ・離合部で通行量も多い	・争み・クラック・欠落あり ・変状範囲も広い ・天端に樹木あり ・バリケードがあり立入制限あり	・争み・クラック・欠落あり ・変状範囲も広い ・天端に樹木あり ・落石が多い ・バリケードがあり立入制限あり	・変状が多箇所発生している。 ・距離合計が最も長い。				

表4-2-2

I - 3	重点看視	I - 32	重点看視	K - 28	重点看視	T - 2	重点看視	T - 3	重点看視	Tn - 2	重点看視
2 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 1	0 / 0	0 / 0	0 / 0
2021年2月10日	(暗)										
1 1 0 (4) 1 0	1 1 0 (0) 1 0										
段階区分											
(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測
・広範囲で変状が多数発生している。 ・土崩の実状にも注意。	・身みの発生が多い ・小公園度上の新路に面し近接利便度が高い。	・観察する箇所があり変状範囲も広い。 ・設置しているゲージで変動が確認できる箇所あり	・変状多數で範囲が広い	・部分的な身みが多數あり ・クラックは頂角石に集中 ・調査部は道路に近接	・変状が多数発生し、範囲も広い ・出水漏水跡あり ・前面に植栽あり						

G - 2	重点看視	G - 1	重点看視	H - 1	重点看視	H - 3	重点看視	H - 69	重点看視	H - 70	重点看視
2 / 1	1 / 1	1 / 1	0 / 0	0 / 0	2 / 1	0 / 0	1 / 1	0 / 0	2 / 2	2 / 2	0 / 0
2021年2月10日	(暗)	2020年2月19日	(暗)	2021年2月10日	(暗)	2021年2月10日	(暗)	2021年2月10日	(暗)	2021年2月10日	(暗)
1 1 0 (1) 0 0	1 0 0 (3) 3 0	1 0 0 (3) 3 0	1 1 0 (0) 1 0	1 1 0 (0) 1 0	1 1 0 (0) 1 0	1 0 0 (0) 1 0	1 1 0 (0) 1 0				
段階区分											
(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測	(a) 年筋看視 / (b) 断面予測 / (c) 年筋看視 / (d) 断面予測 / (e) 年筋看視 / (f) 断面予測 / (g) 年筋看視 / (h) 断面予測 / (i) 年筋看視 / (j) 断面予測 / (k) 年筋看視 / (l) 断面予測
・周辺に大きな身みあり ・市道歩道の近接あり	・身み・欠落・クラック多數 ・落石・巣石の流出多數 ・浮石が多数あり	・落石側面に変状多數あり ・巣石の裏面への突出箇所あり ・未改良・複数身みの巣石による剥離面の落下が多數確認できる。	・落石側面でクラックが多く発生している。 ・特徴化による剥離片の落下が多數確認できる。	・変状が多数発生し、広範囲である。 ・剥離片の落下で負荷が大きい。							

表4-2-2

2. 重点看視石垣の点検概要

(1) 概要

本項では、第4章第1節第2項で述べた重点看視石垣において看視対象としている代表的なポイントについて「H-3石垣」「H-1石垣」を例に述べる（図4-2-2）。

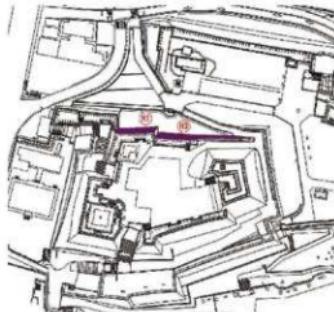


図4-2-2 石垣位置図

1) H-3石垣

「H-3石垣」は石垣全体に経年劣化による剥離が目立っており、重点看視ポイントは①～③である（図4-2-3・4）。

①については平成27年度に「H-3石垣」の中央付近に大きな欠落・築石の割裂を確認している（写真4-2-1）。①は、滑り方向の割裂の進展と、裏栗石の流出が懸念されるため重点看視ポイントとした。②については平成28年度にH-2石垣側で欠落に伴う大きな隙間の出現による築石に対する支持形態の変化が原因で発生している変状（亀裂）を確認している（写真4-2-2）。②は、支持部に上積荷重が持続し、外的要因（地震や台風豪雨等）の付加や、周辺石組みの変化（荷重伝達の変化）等によって亀裂が進展拡大し、割裂に至る可能性があるため重点看視ポイントとした。③については令和元年度に前述と同じくH-2石垣側に比較的に大きな規模で剥離し落下している箇所を確認している（写真4-2-3）。③は、落下していない残された部分も今後落下して周辺石垣に影響を及ぼす可能性があり、重点看視ポイントとした。

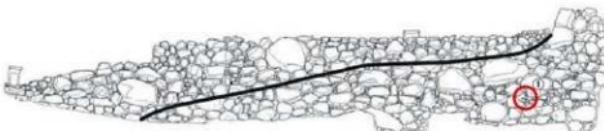


図4-2-3 H-3石垣

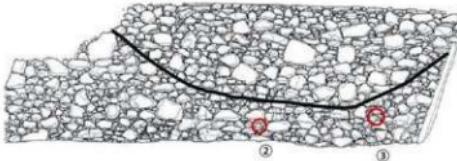


図4-2-4 H-3石垣

*図中の線は改修ラインであり、上が改修済み、下が未改修



写真4-2-1 重点看視ポイント①



写真4-2-2 重点看視ポイント②



写真4-2-3 重点看視ポイント③

2) H-1石垣

「H-1石垣」の未改修部分には隙間、浮石が多数確認されている。重点看視ポイントは①～③である（図4-2-5）。石垣の高さも高く石垣前面には花壇をはさみ園路が存在し、園路通行者への危険性が高いと考えられる。①に示す縦積された不安定な詰石の集積部（写真4-2-4）や②孕み出しによって押し出されて突出した築石（写真4-2-5）は、落石や崩落につながる可能性があり、重点看視ポイントとした。令和元年度（3回目）の点検で、③に示す石垣面中央付近の未改修エリアと改修済エリアの境界の根石部分に荷重による割れと、その割れた箇所の上部にある築石周辺の詰石に緩みが確認されていた（写真4-2-6・7）。令和2年度（初回）の点検で③部分の割れが進展し、割裂の一部が前面へと押し出され築石が崩壊していることを確認し、石垣全体への影響を確認するため③についても重点看視ポイントとした（写真4-2-8・9）。なお、同所については令和3年度の石垣維持管理事業内で補修を実施した。

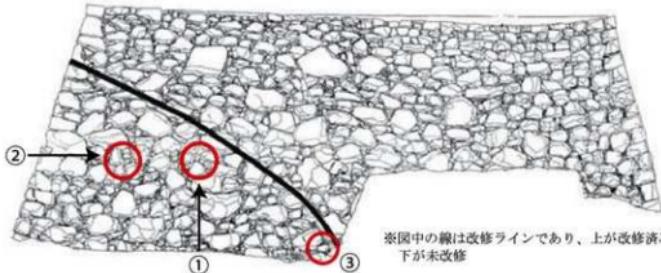


図4-2-5 H-1 石垣



写真4-2-4 重点看視ポイント①



写真4-2-5 重点看視ポイント②



写真4-2-6 重点看視ポイント③(令和元年撮影)



写真4-2-7 割れの状況



写真4-2-8 重点看視ポイント③(令和2年撮影)



写真4-2-9 割れの進展による築石の崩壊

3. 計測器（ゲージ）の計測結果

(1) 概要

平成 27 年度に「78 箇所」、平成 28 年度に「61 箇所」令和元年度に「7 箇所」、令和 2 年度に「11 箇所」の計測器を設置して、計測器総数は「157 箇所」となり、これら計測器を計測要領に従って計測してきた。

大半の計測器について 5 年間を通じて計測値には特段の変動はみられなかったが、中にはいくつか特徴的な変動をみせる計測器があった（図 4-2-6）。これらの計測器について、各計測値から変状の変化の傾向を確認し、その特徴や状況を踏まえ考察を行う。なお、次ページ以降に記載の計測器の計測値の推移の図中の波線部は事業中断期を示す。

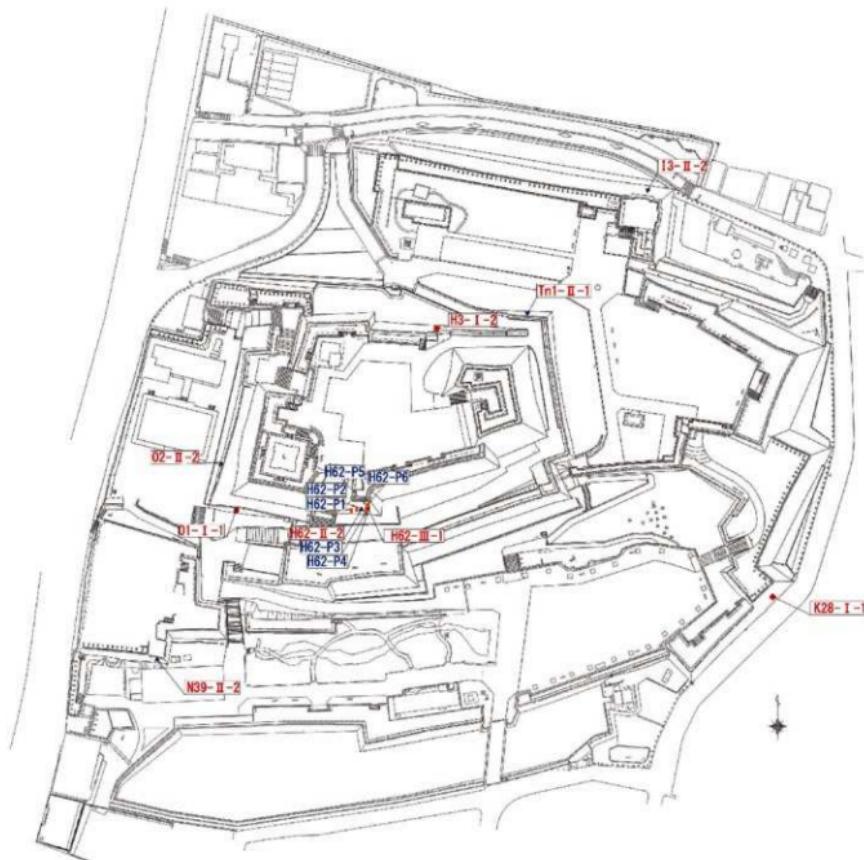


図 4-2-6 変動確認計測器位置図

1) O-1 石垣面 (I-1 ゲージ)

当該ゲージは完全に割裂している築石の割れ部に設置している（図4-2-7・8及び写真4-2-10～12）。計測値の推移は図4-2-9に示してある。

平成28年10月計測時に増加を見せて以降、微小ながらも増加傾向にあった。事業中断後の平成31年2月の計測で+0.6mmの増加を計測し初期値からの変動が+0.9mmとなった。令和3年1月の計測では、さらに値が増加し初期値からの変動が+1.3mmと過去最大値となった。

他のゲージI型の変動量が0.0mm～0.4mm程度であるのに対して、本ゲージの変動量は比較的大きく、今後も追加計測を継続していく。なお、本ゲージは令和元年10月点検時にゲージ本体の欠落を確認し、修復後に再設置を行った。再設置後の初回計測時に改めて初期計測を実施している。

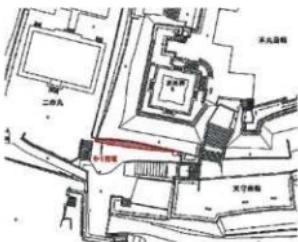


図4-2-7

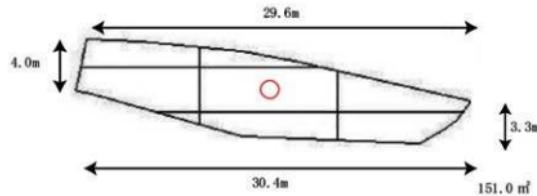


図4-2-8 ○はゲージ設置位置



写真4-2-10



写真4-2-11



写真4-2-12

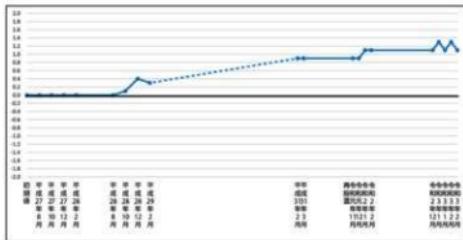


図4-2-9

2) O-2 石垣面 (II-2 ゲージ)

当該ゲージは、隣接する築石の隙間に設置されている（図4-2-10・11及び写真4-2-13～15）。計測値の推移は図4-2-12に示してある。

ゲージII型のX（水平）方向に大きな変化はないが、事業中断後の平成31年2月の計測でY（鉛直）方向に初期値に対する変動量で3mmという顕著な変動をみた。その後の計測では増減はみせるものの比較的安定した数値を示していたが、令和3年2月の計測時（令和3年2月13日の甲府市で最大震度4を記録した地震後に実施）では値が増加して初期値に対する変動量が、過去最大となる+5mmを記録した。

本ゲージでは初期値に対して最大+5mmの変動が確認されている。当該ゲージが設置されているO-2石垣は隙間や欠落が多く壁面の劣化度が高い。変状の進行を捉える必要があるため、今後も追加計測を実施する。

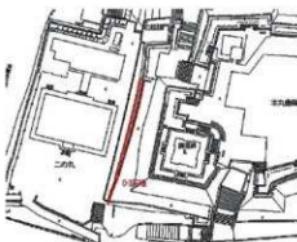


図4-2-10

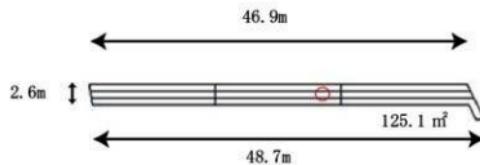


図4-2-11 ○はゲージ設置位置



写真4-2-13



写真4-2-14



写真4-2-15

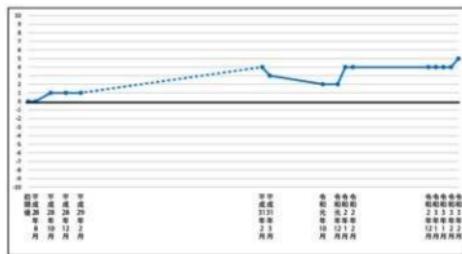


図4-2-12 Y変動

3) H-3石垣面(1-2ゲージ)

当該ゲージは割裂している築石に設置されている(図4-2-13・14及び写真4-2-16～18)。計測値の推移は図4-2-15に示してある。

初年度からX(主)方向の変動がみられ、令和3年度までその変動が増大傾向を示している。令和3年1月計測には、初期値に対する変動量が過去最大となる+1.2mmを記録した。

当該ゲージが設置されているH-3石垣は一次点検調査の外観目視からも欠落・落石や石材の剥離亀裂の増加傾向は明らかで、ゲージ(I型・II型)の追加設置を行っており、現状、両ゲージ共に僅かな変動がある(前者が0.1mm、後者が1mm)。この変動は計測器の判定誤差の範囲ではあるが、今後もこれらの挙動も合わせて本ゲージの計測を継続していく。

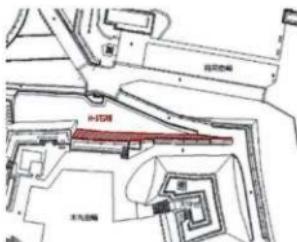


図4-2-13

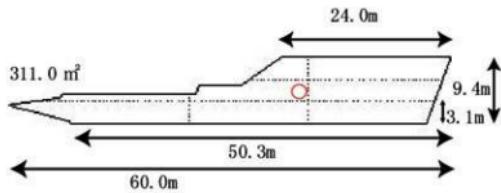


図4-2-14 ○はゲージ設置位置



写真4-2-16



写真4-2-17



写真4-2-18

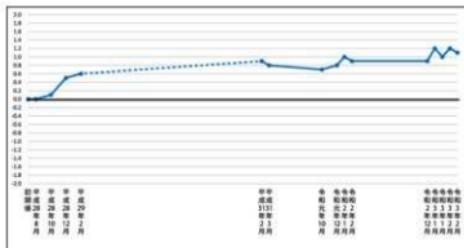


図4-2-15

4) K-28 石垣面（I-I ゲージ）

当該ゲージは、進行する可能性が高い築石の亀裂部に設置されている（図4-2-16・17及び写真4-2-19～21）。計測値の推移は図4-2-18に示してある。

初年度（平成28年度）からX（主）方向の変動がみられ、令和2年度までその変動が増大傾向を示している。令和3年1月計測では、初期値に対する変動量が過去最大となる+1.2mmを記録した。

当該ゲージが設置されている築石は、上部は亀裂が進展し割裂に至り、下部はひび割れ程度で治まっていることが、外観目視により確認されている（写真4-2-20）。築石下部の亀裂が進展し割裂に至った場合、この築石に作用している上載荷重が解放されて周辺の石材に影響を与え、石垣全体のバランスを崩す恐れがある。割裂の進展を看視するため計測を継続する。

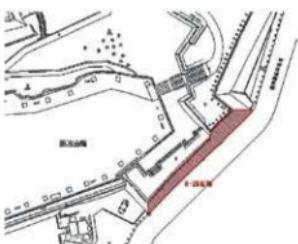


図4-2-16

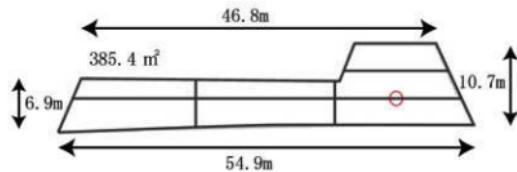


図4-2-17 ○はゲージ設置位置



写真4-2-19



写真4-2-20



写真4-2-21

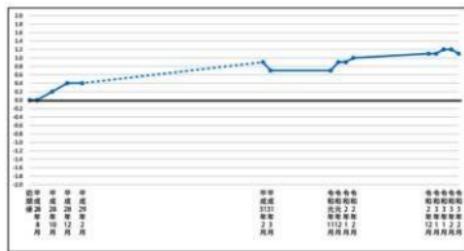


図4-2-18 X変動

5) Tn-1 石垣面(II-1 ゲージ)

当該ゲージは、他の石垣面と異なり間知石積風の石垣になっており、築石間の詰石がなく、やや隙間の大きい個所に設置されている(図4-2-19・20及び写真4-2-22・23)。計測値の推移は図4-2-21に示してある。

事業中断後の平成31年3月の計測で、初期値に対する変動量がX軸で+4mmという急激な増加傾向を示した。いったん減少したものの令和2年12月の計測には、初期値に対する変動量が+5mm過去最大値となつた。

令和2年12月以降は比較的安定しているものの、計測の初期から考えると増加傾向にあり、計測を継続していく。

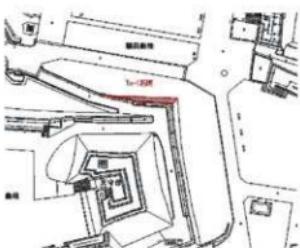


図4-2-19

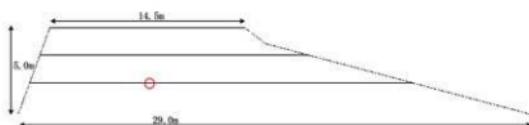


図4-2-20 ○はゲージ設置位置



写真4-2-22



写真4-2-23

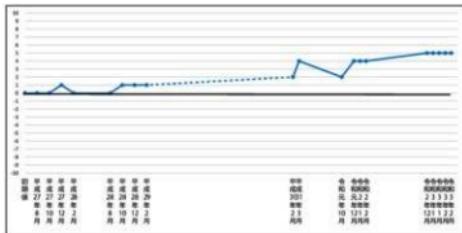


図4-2-21 X変動

6) I-3石垣面(II-2ゲージ)

当該ゲージは隣接する築石の隙間に設置されている(図4-2-22・23及び写真4-2-24・25)。計測値の推移は図4-2-24に示してある。

初年度(平成27年度)の計測初期にX(主)方向に計測値が大きく増加した。平成31年2月の計測で僅かに増加した後、計測値の数値の変化は乏しく安定している。

本石垣面は平成27年度に2次点検と補修作業を実施しており、本面に設置してある他のゲージ(9箇所)の計測値にも顕著な変動はみられない。しかし、一次点検調査の外観目視から、築石及び詰石の欠落や割裂剥離の多発が確認されている壁面であり、JRの線路に近接しているという懸念材料も内在していることから、ゲージ計測を併用した継続的な看視を続けていく。

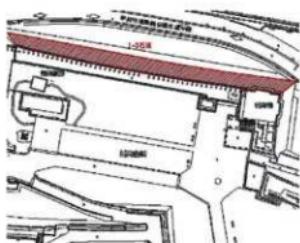


図4-2-22

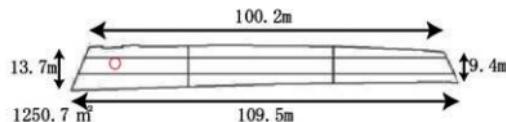


図4-2-23 ○はゲージ設置位置



写真4-2-24



写真4-2-25

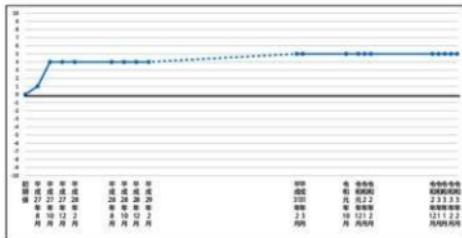


図4-2-24

7) N-39 石垣面(II-2ゲージ)

当該ゲージは隣接する築石の隙間に設置されている(図4-2-25・26及び写真4-2-26～28)。計測値の推移は図4-2-27に示す。

初年度から計測値の変化はみられず安定的に推移していたが、事業中断後の平成31年2月の計測で初めて計測値に変化があった。その後は多少の増減はあるが、再び比較的安定して推移している。

本石垣面は経年による劣化が顕著である。築石に巨石が多く使用され、建造物に近いという特性から、特段の看視の強化が必要と考え、令和元年度にゲージ(II-3・II-4)を追加で設置した。このうちII-4ゲージでは、令和元年12月の計測にてY(鉛直)方向に2mmの変状発生をみており、その後変動量1mmの中で増減を示す状態にある。このことをふまえ、本ゲージの計測を継続する必要性は高い。

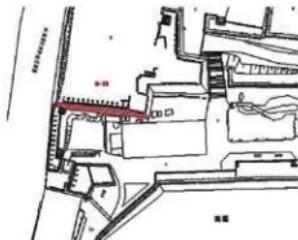


図4-2-25

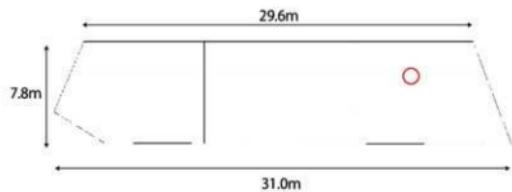


図4-2-26 ○はゲージ設置位置



写真4-2-26



写真4-2-27



写真4-2-28

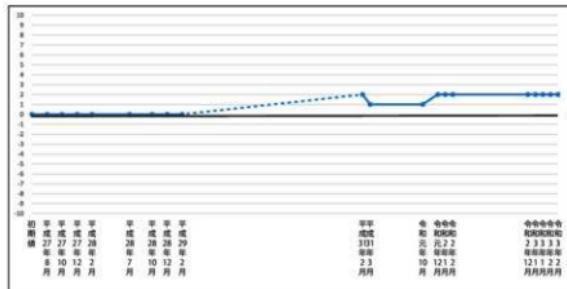


図4-2-27

8) H-62石垣面(III-1ゲージ)

H-62石垣(図4-2-28)には、11個のゲージが設置されている。

当該ゲージは隣接する築石の隙間に設置されている(図4-2-29及び写真4-2-29・30)。計測値の推移を図4-2-30に示す。

初年度から計測値が大きく変動した。その挙動要因を探るため、平成28年度においてゲージを追加で設置を実施したが、当該ゲージが変動する要因を捕えるに至っていない。

当該ゲージは初期値に対する変動が、最大値8mm、最小値3mmの一定した変動範囲5mmの中にあり、「ある挙動範囲幅の中で変動する特性である」と令和2年度まで想定していたが、令和3年1月の計測時には、これまでの挙動範囲幅を超える過去最大値を示し、それ以降も過去最大値で推移している。今後も追加計測を継続して実施する。

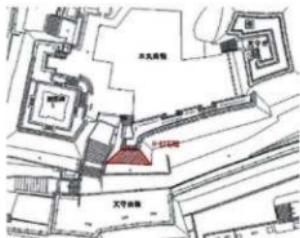


図4-2-28

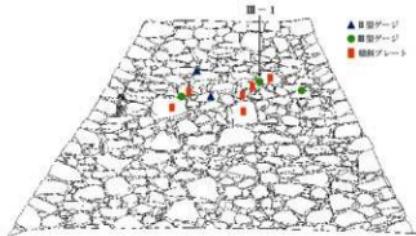


図4-2-29



写真4-2-29



写真4-2-30

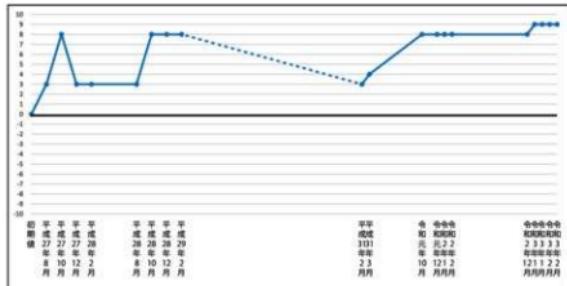


図4-2-30

9) H-62石垣面(II-2ゲージ)

当該ゲージは隣接する築石の隙間に設置されている(図4-2-31及び写真4-2-31・32)。計測値の推移は図4-2-32・33に示してある。

当該ゲージは前述の8)の計測器(III-1ゲージ)の挙動要因を探るため、III-1ゲージ直下の鏡石の動きがIII-1ゲージに影響していると考え鏡石の挙動を検出するために平成28年8月に設置した。

8)のIII-1ゲージが平成28年度も計測値の変動が激しかったのとは対照的に、本ゲージは初年度(平成28年度)から比較的安定した傾向にあった。しかし平成31年2月に初期値に対する変動量が3mmとやや大きい計測値を示したことと、主・X(水平)方向ではなく、従・Y(鉛直)方向では顕著な変動が発生していること、8)III-1ゲージとの相関を捉るために、引き続き追加計測の対象とする。

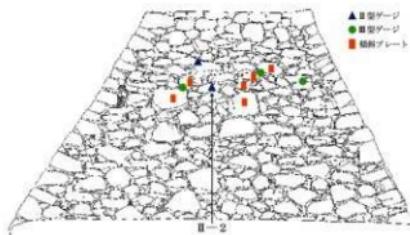


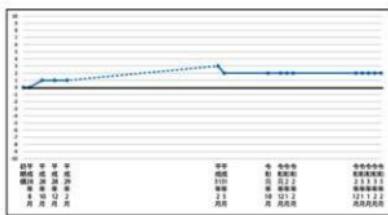
図4-2-31



写真4-2-31



写真4-2-32



10) H-62 石垣面（傾斜プレート P-1）

当該ゲージは、III-2 ゲージの左下の鏡石に設置されている（図4-2-34）。計測値の推移は図4-2-35に示してある。

鏡石は石表面積に比べて控え長が短いという形状的な特性故に一般の築石に比べて回転変位の発生が起こりやすく、計測開始から平成31年2月までの期間に初期値に対する変動量がP-3を除く他の傾斜計の中で最大の0.65°を示した。

平成31年3月以降は若干の増減を繰り返していくが、計測器がもつ測定誤差土0.25°を考慮すると比較的安定した状態で推移していると考えられる。しかし、このまま継続してプラス方向へ変位する場合は、傾斜計を設置している鏡石が徐々に回転している事を示す。周囲のゲージの計測値との相間に着目しながら、鏡石の変位の挙動（回転変位の支点や周囲の築石への影響範囲等）を詳細に捉えることを意図し計測を継続する。

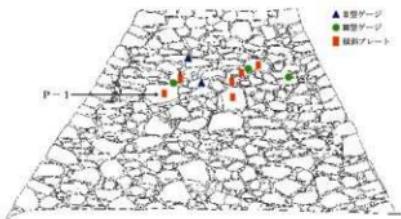
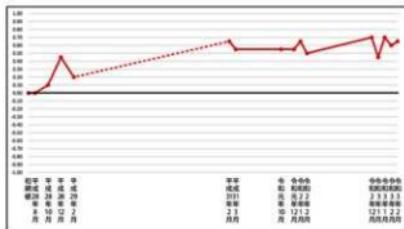


図4-2-34



12) H-62 石垣面（傾斜プレートP-2）

III-2 ゲージの直上の築石に設置されている（図4-3-38）。計測値の推移は図4-2-39に示してある。平成28年12月に初期値に対する変動量が0.45°を記録した後、若干の増減を繰り返している。計測値の変動は計測器がもつ測定誤差0.25°の範囲内にとどまっており比較的安定した状態で推移していると考えられる。

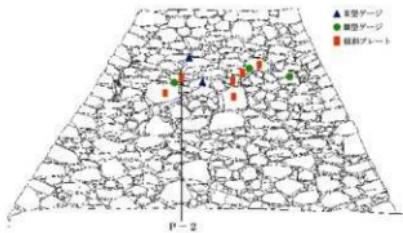


図4-2-38

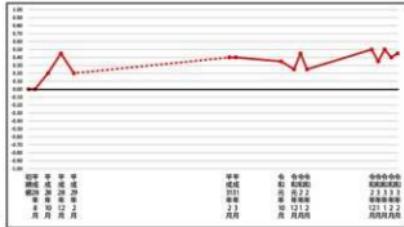


図4-2-39

13) H-62 石垣面（傾斜プレートP-5）

III-1 ゲージの下側の築石に設置されている（図4-2-40）。計測値の推移は図4-2-41に示す。平成28年7月の開始後、計測値は上下に変動していた。令和2年1月では上下変動幅が拡大し、その値は初期値に対する変動量が0.30°となり、令和2年12月の計測ではその値は変動量が0.45°まで拡大した。その後、減少傾向にあるものの、今後も追加計測を継続する必要性が高い。

なお、P-1、P-2と同時期（令和2年12月点検時）に初期値に対する変動が過去最大値を示した。また計測値の推移は、本ゲージとほぼ同程度の高さにあるP-2との類似性が高い。

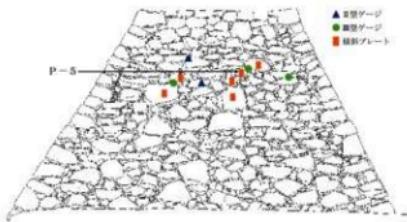


図4-2-40

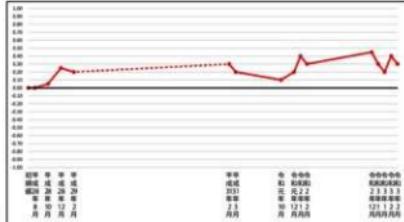


図4-2-41

14) H-62 石垣面（傾斜プレート P-4）

当該ゲージはP-3の直上築石に設置されている（図4-2-42）。計測値の推移は図4-2-43に示す。平成28年12月の計測で初期値に対する変動量が 0.15° となった後、減少傾向を見せ、令和元年12月の計測の -0.20° まで概ね右肩下がりに下降していった。その後の計測では上下の変動をみたが、初年度に計測された最大値の変動量 0.15° から令和元年12月に計測された最低値 -0.20° を初期値に対する変動量の幅とすると、その領域での変動といえる。

計測器が内在する計測誤差 0.25° を考慮すると、比較的安定的に推移しているとみられるが、周辺の変位計との関係性も含め、今後の変動を継続して看視していく必要性が高い。

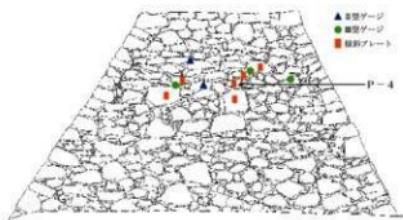


図4-2-42

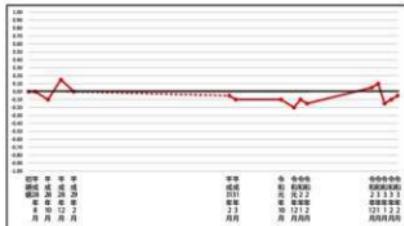


図4-2-43

15) H-62 石垣面（傾斜プレート P-6）

当該ゲージは、III-1 ゲージの上側の築石に設置されている（図4-2-44）。計測値の推移は図4-2-45に示す。

平成28年12月の計測で頂点に達した後、減少傾向を見せ令和元年12月の計測で -0.20° を示した。それ以降の計測では上下の変動があるもののプラス側変位に変化しており、相対的に見ると安定的に推移している。

計測値の推移は、近接して設置されているP-4との類似性が高い。

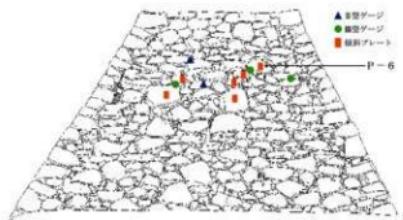


図4-2-44

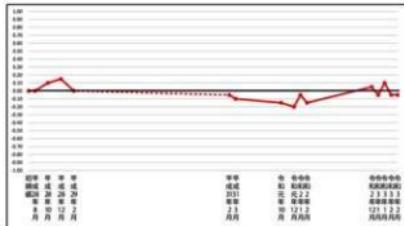


図4-2-45

第5章 二次点検調査

第1節 二次点検調査の方法

年次計画に基づき「詳細な点検の必要な箇所」として検討会議の承認を受けた区域について、二次点検を実施している（なお、一次点検調査で顕著な変状が見られた場合などは、検討会議の承認を経て年次計画とは異なる箇所を実施する場合がある）。

二次点検調査では、一次点検調査に比べ限定した範囲を対象として、「孕み出し、隙間、浮石、欠落、割れ、剥離、出水」の7つの変状について、経験を有する石積み技能者により、近接目視による観察と打音検査による変状の位置・規模・大きさを把握する詳細調査を行う。

また、二次点検調査の中で特に人的被害につながる危険性が高い「落石」につながる可能性が高い「浮石、剥離」の2種類に対して補修作業を行う。この補修作業は、従前の石垣改修・補修工事とは異なり、点検・調査の一環として対応できる軽微な補修を前提とし、「除去、叩締、残置、押込、据直」の方法で危険性の軽減を目的としている。

1. 実施方法の整理

（1）実施時の留意点

二次点検調査は近接目視や打音検査による確認を行うが、浮石・剥離では直接詰石・築石等の状況を確認し、補修作業に繋げる評価判定を行う。従って、壁面全ての石垣に接近し築石を直接手で触れて状況確認（触診）する必要があり、高所の石垣に対しては、高所作業車やロープ高所作業等を利用して点検を実施する。その際に作業者、作業関係者、第三者の安全を第一に考え、作業時は安全対策の徹底を心掛ける。



写真5-1-1 作業状況



写真5-1-2 ロープ高所作業状況



写真5-1-3 高所作業車使用状況



写真5-1-4 安全対策状況

(2) 変状の識別と記録

二次点検調査では、変状種類や二次点検調査と合わせて実施する補修作業の対応方法に応じて、表5-1-1にある色のテープを貼り変状の種類や数を記録する（平成28年度からは表5-1-2に示すように、類似の変状に同系色のテープを使用し、変状がよりわかりやすくなるように変状識別表を改良した）。変状の識別の全体の状況を写真5-1-5に、変状毎の識別の状況を写真5-1-6～13に示す（なお、「出水」はこの5ヶ年の二次点検調査では検出されていないので、掲載していない）。

変状別 配色表	
孕み出し	● 黄色
浮石(叩締)	● 青色
浮石(除去)	● 赤色
浮石(存置)	○ 白色
欠落・落石	● 緑色
割れ(割裂・亀裂)	● 茶色
割れ・剥離(除去)	● ● 茶色+赤色
割れ・剥離(存置)	● ○ 茶色+白色
出水	● 銀色

表5-1-1 変状識別表

変状	対応	配色
孕み出し	—	■ 黄色
浮石	除去	■ 赤色
	叩締	■ 橙色
	存置	■ 桃色
欠落	—	■ 緑色
割れ	—	□ 白色
剥離	除去	■ 青色
	存置	■ 空色
出水	—	■ 銀色

表5-1-2 ※変状識別表（平成28年度以降）

なお、変状毎の識別と記録は下記の点に留意して実施した。

「孕み出し」：鉛直方向（壁横断面方向）の変状に着目し、そのピーク（頂点）位置を確認記録する。

「隙間」：対象石垣面の石積様式が野面積みである場合、その特徴から「隙間」は常に確認され、その異常性は間詰石の「欠落」に代表されるとした。

「浮石」：詰石を対象とし、「除去可能なもの」、「叩き締め可能なもの」、「存置するもの」に分けて記録する。

「欠落」：詰石を対象とし、築石間の状況や裏込め材の確認等を踏まえ、変状発生の有無を判断し記録する。

平成27年度に限っては「落石」を対象項目としており、「欠落」の項目に含め評価していたが、「落石」は一次点検で網羅するとし、平成28年度以降は二次点検調査の項目から除外した。

「割れ」：築石を対象とし、端部に大きな欠損がある場合も含めて記録する。また、「亀裂」は進展度のみの違いとして「割れ」に含めて記録する。

「剥離」：築石を対象とし、「割れ」に伴う変状として確認する。剥離部は落下の危険性もあり、その変状の度合いに応じて、除去か存置かを判定し記録する。

「出水」：発生位置に着目し記録する。



写真5-1-5 識別の状況写真



写真5-1-6 変状の例「孕み出し」

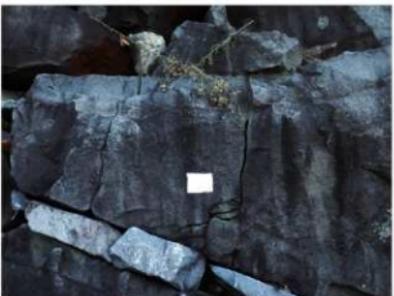


写真5-1-7 変状の例「割れ」



写真5-1-8 変状の例「剥離」：除去



写真5-1-9 変状の例「剥離」：存置



写真5-1-10 变状の例「浮石」：除去



写真5-1-11 变状の例「浮石」：存置



写真5-1-12 变状の例「浮石」：叩締



写真5-1-13 变状の例「欠落」

2. 評価要領

二次点検調査では、発生変状の内容・状況をより具体化し、対象石垣壁面の構造上の危険性を把握することで、措置対策の有無や今後の維持管理レベルの検討に反映させることが目的となる。

そのため、変状毎に評価を行い、評価点と特記事項に基づき壁面全体に対する評価区分（1～5段階）・判定区分（安全、要注意、警戒）・対策区分（健全、観察予防、早期措置、緊急措置）を設定する。なお、二次点検調査では補修作業も行うため、特に落石につながる可能性の高い変状（浮石、剥離）を適確に捉え、補修要否の判定に繋げるよう評価を行う。

（1）評価項目

- 1) 外観目視の評価項目：孕み出し、隙間、浮石、欠落、割れ、剥離、出水
- 2) 定点観測の評価項目：孕み出し量、隙間量、割れ幅

なお、石積様式の違いにより、変状が石垣の安定性に及ぼす重要度や影響度が異なる。このため二次点検調査においては、対象壁面毎の石積様式から以下の2ケースに分けて評価を行う。

- ・野面積石垣面：石垣構成上から隙間は常に確認でき、「異常」に繋がる変状と考えられるのは詰石の欠落箇所である。従って詰石の欠落箇所と考えられる「隙間」のみ「欠落」として評価を行い、左記以外の「隙間」は評価を行わない。
- ・その他石垣面：切石、割石による布積みや乱積み石垣面では全ての変状を対象とし、評価を行う。

(2) 評価方法

1) 対象石垣面の区分（ブロック・エリア分割）

各石垣面では、点検実施の既済確認や壁面状況の把握、発生した変状の記録を容易にするため、ブロック分割とエリア分割を行う。1ブロックは基本的に、図5-1-1に示すように高さ鉛直方向「上（U）～中（C）～下（L）」及び延長水平方向「右（R）～中央（C）～左（L）」にそれぞれ分割される。このようなブロック分割とエリア分割が難しい場合は、壁面状況の把握と発生した変状の記録を容易にする程度のブロック分割とエリア分割を適宜行う。

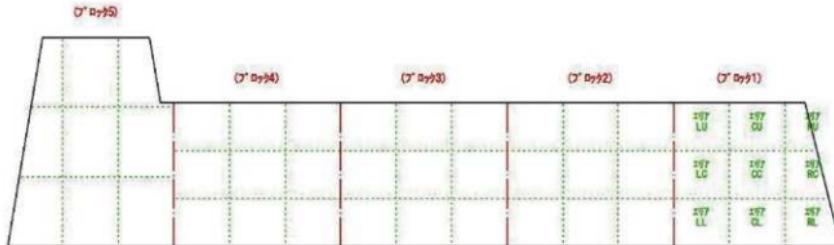


図5-1-1 ブロック・エリア分割の例

2) 変状の評価の詳細

各変状の検出の基準と点数については下記の通りであり、これに基づいて表5-1-3に示すエリア評価表を作成する。なお、検出されない場合は0点とする。

孕み出し：0～10点

孕み出しは、下記の基準で評価する。

- 位置：孕み出しのピーク位置がエリア区分横列（U、C、L）のどこに発生しているか着目し、評価する。
⇒上段部（U）1点、下段部（L）2点、中段部（C）3点

- 発生数：エリア内の孕み出し箇所数（ピーク点数）を計上し評価する。

⇒1箇所1点、2箇所2点、3箇所以上3点

- 発生範囲：エリア内で、孕み出しが最も生じている箇所で、「石垣高さ」に対する「孕み出しの長さ（高さ）」の比を百分率で算出し評価する。（エリア境界を越えて孕み出しが生じている場合は、範囲全体の高さを対象とする）
⇒10%以下1点、10～20%2点、20～30%3点、30%以上4点
※30%程度で各エリアの全範囲に相当するためこれを危険分岐点とした

- 発生量：既設ゲージによる計測（もしくは最大箇所への新設ゲージによる計測）の計測値を一次点検調査の評価に準じて評価する。

隙間：0～9点 ※野面積みでは評価しない

隙間は、当該築石間で相互に接点を持たない完全に分離した変状とする。これを一次点検調査では主にゲージII型を用いて測定を行い評価している。大きな隙間を有する築石は、石垣を壁面構造体として捉えたときに重大な不安定要因となりうる。二次点検調査では築石と周辺築石との接触状況を確認し、「築石間の明らかに異常な大きさの隙間」を検出し、下記の基準で評価する。

- ・位置：特に評価しない。
- ・発生範囲：発生箇所数と発生箇所における周辺石との接触面数を評価する。

発生箇所数

⇒ 1～2箇所1点、2～3箇所2点、3箇所以上3点

周辺石との接触面数の評価（最大3箇所を評価）

⇒ 上下左右のうち3面0点、上下左右のうち2面1点、下1面のみ2点

※隙間両側石の接触面数の少ない方で評価する

- ・発生量：既設ゲージによる計測値（もしくは最大箇所への新設ゲージによる計測値）を一次点検調査の評価に準じて評価する。

欠落（詰石）：0～5点

欠落は築石間の隙間の大きさ、裏込め栗石の露出等から発生の有無を検出し、下記の基準で評価する。

- ・位置：特に評価しない。

- ・発生範囲：大きさが顯著な欠落を対象として発生箇所数で評価する。

⇒ 1～2箇所1点、2～3箇所2点、3～4箇所3点、4～5箇所4点、5箇所以上5点

※重複する箇所数の評価点については、その大きさや影響度を考慮して配点する

浮石（詰石）：0～5点

近接目視や打音（たたき）検査により浮石の有無を検出し、「欠落（詰石）」と同様の基準で評価する。

割れ：0～5点

主たる変状は築石の割裂とし、「欠落（詰石）」と同様の基準で評価する。なお、端部での大きな欠損がある場合はこれも評価する。また、亀裂についても「割れ」として評価する。

剥離：0～5点

近接目視や打音（たたき）検査により剥離の有無を検出し、「欠落（詰石）」と同様の基準で評価する。

出水：0～8点

出水は、その位置発生の有無および発生程度を対象として下記の基準で評価する。

- ・位置：上段部（U）1点、中段部（C）2点、下段部（L）3点

- ・発生の有無：有1点、無0点

- ・流出度合：滲み出し1点、流出2点

- ・発生範囲：当該エリア内での発生箇所数で評価

⇒ 1～2箇所1点、2～3箇所2点、3箇所以上3点

変状項目	合計点	対象壁面(ブロック)エリア別評価表					
		位置	発生数	発生範囲	安全	注意	警戒
Min ~ Max							
孕み出し	0 ~ 10 点	U:1点 L:2点 C:3点	1箇所:1点 2箇所:2点 3以上:3点	10%以下:1点 ~20%:2点 ~30%:3点 30%以上:4点	0 ~ 4点	5 ~ 7点	8 ~ 10点
隙間	0 ~ 9 点	—	~2箇所:1点 ~3箇所:2点 3以上:3点	1石当たり配点 3面 0点 2面 1点 1面 2点	0 ~ 2点	3 ~ 6点	7 ~ 9点
欠落	0 ~ 5 点	—	~2箇所:1点 ~3箇所:2点 ~4箇所:3点 ~5箇所:4点 5以上:5点	—	0 ~ 2点	3 ~ 4点	4 ~ 5点
浮石	0 ~ 5 点	—	~2箇所:1点 ~3箇所:2点 ~4箇所:3点 ~5箇所:4点 5以上:5点	—	0 ~ 2点	3 ~ 4点	4 ~ 5点
割れ	0 ~ 5 点	—	~2箇所:1点 ~3箇所:2点 ~4箇所:3点 ~5箇所:4点 5以上:5点	—	0 ~ 2点	3 ~ 4点	4 ~ 5点
剥離	0 ~ 5 点	—	~2箇所:1点 ~3箇所:2点 ~4箇所:3点 ~5箇所:4点 5以上:5点	—	0 ~ 2点	3 ~ 4点	4 ~ 5点
出水	0 ~ 8 点	U:1点 L:2点 C:3点	1 ~ 2箇所:1点 2 ~ 3箇所:2点 3箇所以上:3点	滲み出し:1点 流出:2点	0 ~ 4点	5 ~ 6点	7 ~ 8点
合計	0 ~ 47 点	—	—	—	0 ~ 18点	19 ~ 35点	36 ~ 47点
合計(野面積)	0 ~ 33 点	—	—	—	0 ~ 16点	17 ~ 29点	30 ~ 38点

表5-1-3 エリア評価表

(3) 判定区分・対策区分の設定

1) エリアの評価区分・判定区分・対策区分の設定

評価点と特記事項に基づき、「評価区分」・「判定区分」・「対策区分」を設定する（表5-1-4）。なお、特記事項等の内容を参考にするため、同一の評価点であっても異なる判定区分になることがある。

評価点	評価区分	判定区分	対策区分	対策区分
0～18（野面積0～16）	1, 2	安全	A 1	健全（安定）性を保持し問題なし
			A 2	特に異常ないが観察計測を継続
19～35（野面積17～29）	2～4	要注意	B 1	注意箇所あり変状経過を詳細観察
			B 2	重大注意、変状観察を強化
36～47（野面積30～38）	4, 5	警戒	C 1	緊急性少だが予防観点から補修
			C 2	危険性少だが速やかに補修
			E	緊急性危険性大で早急に補修

表5-1-4 エリアの判定区分・対策区分の設定

2) ブロックの判定区分・対策区分の設定

各エリアの判定区分を集計し、ブロックの判定区分を設定する（表5-1-5）。ブロックの判定区分に基づいて、ブロックの対策区分を設定する（表5-1-6）。なお、対策区分のC 1、C 2、Eでは、補修工や緊急の対策工が必要となるが施工法については、甲府城への適用性を踏まえ、検討協議を行う。

エリア判定区分の割合	ブロック判定区分	安全	要注意	警戒
安全の割合		80%以上	50%以下	20%以下
要注意の割合		20%以下	40%以上	60%以上
警戒の割合		0	10%以下	20%以上

表5-1-5 ブロックの判定区分

判定区分	対策区分	対策区分	
安全	健全	A 1	健全（安定）性を保持し問題なし
		A 2	特に異常ないが観察計測を継続
要注意	観察予防	B 1	注意箇所あり変状経過を詳細観察
		B 2	重大注意、変状観察を強化
警戒	早期措置	C 1	緊急性少だが予防観点から補修
		C 2	危険性少だが速やかに補修
	緊急措置	E	緊急性危険性大で早急に補修

表5-1-6 ブロックの対策区分

なお、ブロック内のエリアの判定区分の集計結果の内容に分散傾向がある場合は、下の（あ）～（う）に基づいてブロックの「判定区分」「対策区分」を設定する。

- (あ) 「警戒」区分の判定を優先する
- (い) エリア内の「要注意」区分の状況と「安全」区分の状況を対比し、より厳しい（安全側）判定区分を選定する。
- (う) これら評価点のほかに、変状に関する注記や特記事項を十分に考慮する。

ブロックの判定区分の算出例

全9エリア中で安全5箇所、要注意2箇所、警戒2箇所と判定されたブロックにおいて、表5-1-5をもとに判定区分を算出すると、安全5箇所は判定区分が「要注意」に、注意2箇所は判定区分が「安全」に、警戒2箇所は判定区分が「警戒」に区分される。前述の事項に基づき本ブロックの判定区分は、「警戒」とする。

3. 補修作業

二次点検調査結果から、人的被害に繋がる危険性の高い「落石」につながる可能性が高い「浮石、剥離」の2種類に対して補修作業を行う。

補修作業は、従前の石垣改修・補修工事とは異なり、点検・調査の一環として対応できる範囲の軽微な作業を前提とし、「除去、叩締、残置、押込み、据直」のような方法の中で適宜対応することで、危険性の軽減を図ることを目的としている。このため以下の変状は対象外とする。

- ・孕み出し、隙間：基本的に積み直す必要があり規模が大きい。
- ・欠落、落石：新材料の導入などの必要があり規模も大きい。
- ・割れ（亀裂・割裂）：新材料の導入やボンド、アンカーによる連結が必要で規模が大きい。
- ・出水：裏込め、盛土の対応が必要になり規模が大きい。

（1）補修作業時の留意点

二次点検調査時の留意点と同様に実施する。

（2）対象石垣面の区分（ブロック・エリア分割）

補修作業においても二次点検調査と同様に、補修作業実施の既済確認や作業の記録を容易にするためブロック分割とエリア分割を行う。なお二次点検調査で把握した変状の「種類」「数」「位置」を基に補修作業を実施するため、補修作業では基本的に二次点検調査のブロック分割とエリア分割を踏襲する。

（3）補修方法の識別と記録

補修作業は第5章第1節（2）で示した変状識別表の指示の通りに行う。作業終了後に補修の完了を確認のうえ、補修箇所を記録する。

（4）作業方法

作業に当たっては、それぞれの変状毎に下記の点に留意し、実施する。なお、二次点検調査時に変状の識別のために使用したテープは、補修作業が完了したものから外すことにより、作業実施の既済確認とする。除去した石材は、指定の場所に運搬する。

1) 浮石で除去可能なもの：赤色

除去しても周囲に影響がないことを確認したうえで、除去する。比較的小さい（拳サイズ）の石材においては、可能な限り周囲の隙間に利用する。また、一箇所に集中している場合は、除去する事により隙間を生むことが無いよう留意する。

2) 浮石の叩き締め可能なもの：橙色

対象の石材を接頭による打撃で叩き締める。なお、叩き締めることで周囲の詰石が浮いてしまうことが無いよう留意する。対象の石材が劣化し脆くなっている場合は当て木やゴムハンマーを使用して打撃した。

3) 浮石の存置するもの：桃色

浮いてはいるものの比較的安定しており、容易に叩き締めることができないものについて本補修作業では補修できないため存置する。また、一箇所に集中している場合は、一つの石材が落石すると周囲まで不安定になることが無いよう留意した。

4) 剥離の除去可能なもの：青色

除去しても周囲に影響がしないことを確認したうえで、除去する。剥離の状態が小さく除去する石材においても比較的小さい（拳サイズ）場合には周囲の隙間に利用することとした。

5) 剥離の存置するもの：空色

剥離しているが、他の石材に影響し、容易に除去することができないものについては本業務では補修できないため存置する。



写真5-1-14 補修作業状況



写真5-1-15 除去石材仮置き状況

第2節 二次点検調査の結果

1. 二次点検調査結果

本項では、平成27年度から令和2年度までの通算5回実施された二次点検調査の結果について記す。また、前節の評価方針に基づいて各壁面の変状度に対する安全性の評価判定をした。

(1) 平成27年度(I-1~4)

事業開始初年度の2次点検の実施箇所は、年次計画に基づき「詳細な点検の必要な箇所」として検討会議の承認を受けた区域としてI-1~4となった。対象石垣のうち、I-1・2は全面が、I-3・4は一部が改修され他は未改修である。点検結果とそれに基づき算定した判定区分の結果を表5-2-1と表5-2-2に示す。

当該年度の対象石垣は特にI-3・4などに築城期の野面積が多く残る石垣であることから、浮石や欠落が壁面全体に多く分布し、これらの石垣では「要注意」評価がいずれのブロックも50%以上を占め、壁面としての劣化度の進展拡大が懸念された(表5-2-2、図5-2-1)。また、これらの石垣の多くでは過重負荷が少ない上層部(U)では変状が少なく、負荷の大きな中下層部(C・L)には築石の割れを主とする変状が多発している状況であった(図5-2-2)。一方改修済みとなるI-1~2・I-3(5)ではエリア別判定区分の結果は安全が多数を占め、ブロック別判定区分の結果も安全となった。

変状名	対応	I-1	I-2	I-3(1)	I-3(2)	I-3(3)	I-3(4)	I-3(5)	I-3(合計)	I-4
孕み出し	—	0	0	3	2	3	1	3	12	0
叩き締め	叩き締め	191	8	87	42	70	87	138	424	146
浮石	除去	41	1	112	49	38	40	5	244	2
	存置	37	4	239	208	202	160	38	847	81
欠落・落石	—	0	0	204	301	117	57	17	696	70
割れ(割裂・亀裂)	—	0	0	91	77	98	75	30	371	76
割れ・剥離	除去	0	0	3	6	3	2	0	14	2
	存置	0	0	3	6	7	19	2	37	5
出水	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0
変状発生合計数	269	13	742	691	538	441	233	2645	382	
m当たり発生数	2.6	1.3	2.7	3.1	2.4	2	1.1	2.3	1.1	

表5-2-1 点検結果(I-1~4)

エリア名	ブロック名	I-1	I-2	I-3(1)	I-3(2)	I-3(3)	I-3(4)	I-3(5)	I-4
RU 197	—	—	安全	要注意	安全	要注意	安全	安全	安全
RC 197	安全	—	安全	要注意	要注意	要注意	安全	要注意	要注意
RL 197	安全	—	要注意	要注意	要注意	要注意	要注意	要注意	要注意
CU 197	—	安全	安全	安全	安全	安全	安全	安全	安全
CC 197	安全	安全	要注意	要注意	要注意	要注意	安全	安全	安全
CL 197	安全	安全	要注意	要注意	要注意	要注意	要注意	要注意	要注意
LU 197	安全	—	安全	安全	安全	安全	安全	安全	安全
LC 197	安全	—	要注意	要注意	要注意	要注意	安全	安全	要注意
LL 197	安全	—	要注意	要注意	要注意	要注意	要注意	安全	要注意

ブロック名	I-1	I-2	I-3(1)	I-3(2)	I-3(3)	I-3(4)	I-3(5)	I-4
判定区分	安全	安全	要注意	警戒	警戒	警戒	安全	要注意
安全判断エリア数	7	3	4	2	3	3	7	4
要注意判断エリア数	0	0	5	7	6	6	2	5
警戒判断エリア数	0	0	0	0	0	0	0	0
ブロック別判定区分結果	安全	安全	要注意	警戒	警戒	警戒	安全	要注意

表5-2-2 平成27年度二次点検調査実施箇所 判定区分一覧表

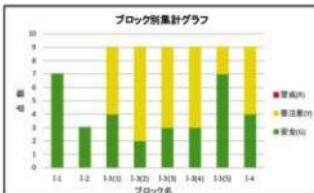


図5-2-1 平成27年度ブロック別集計



図5-2-2 平成27年度エリア別集計

2) 平成 28 年度 (I-30 ~ 32・35)

平成 28 年度の対象石垣は I-30 ~ 32・35 である。これらの石垣は域内の石垣の中で壁高や延長による規模が比較的大きい。なお、I-30 ~ 31 は平成 22 年に、I-32 は平成 21 年と平成 22 年に、I-35 は平成 21 年に補修工事が実施されている。平成 28 年度の二次点検調査の結果を表 5-2-3 に示す。

I-35 石垣に孕み出しや割れ、浮石の変状がやや集中して「要注意」判定があるものの、対象石垣の大半はエリア別の判定区分、ブロック別の判定区分、双方とも「安全」評価となった（表 5-2-4、図 5-2-3・4）。一方で孕み出しがいずれの石垣にも発生している。その中で I-30 ~ 32 の孕み出しの発生位置は上中層部であり、石垣天端付近にある樹木の根による影響など、土圧作用とは異なる要因の把握も重要といえる。

変状名	対応	I-30(1)	I-30(2)	I-30(合計)	I-31	I-32(1)	I-32(2)	I-32(合計)	I-35(1)	I-35(2)	I-35(3)	I-35(合計)
孕み出し	一	1	2	3	1	4	4	8	3	3	0	6
除去	1	6	7	0	5	14	19	37	25	2	64	
浮石	明確	61	104	165	14	125	173	298	349	245	32	626
存置	0	3	3	0	1	4	5	13	13	9	35	
欠落	一	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
割れ	一	12	29	41	7	21	79	100	143	100	10	253
除去	0	0	0	0	0	0	1	1	5	13	1	19
剥離	存置	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
漏水	一	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
変状発生合計数		76	144	220	23	156	276	432	550	399	54	1003
m当たり発生数		0.7	1.1	0.9	1	1	1.1	1	1.4	1.3	1.3	1.4

表 5-2-3 点検結果 (I-30 ~ 32・35)

エリア名	ブロック名	I-30(1)	I-30(2)	I-31	I-32(1)	I-32(2)	I-35(1)	I-35(2)	I-35(3)
RU197	安全	安全	-	安全	安全	安全	安全	-	-
RC197	安全	安全	-	安全	安全	安全	安全	-	-
RL197	安全	安全	-	安全	安全	安全	要注意	要注意	-
CU197	安全	安全	安全	安全	安全	安全	安全	安全	安全
CC197	安全	要注意	安全	安全	安全	要注意	安全	安全	安全
CL197	安全	安全	安全	安全	安全	安全	要注意	要注意	安全
LU197	安全	安全	-	要注意	安全	安全	-	-	-
LC197	安全	安全	-	安全	安全	要注意	安全	安全	-
LL197	安全	安全	-	安全	安全	要注意	要注意	-	-

ブロック名	I-30(1)	I-30(2)	I-31	I-32(1)	I-32(2)	I-35(1)	I-35(2)	I-35(3)
判定区分								
安全判定エリア数	9	8	3	8	7	6	6	3
要注意判定エリア数	0	1	0	1	2	3	3	0
警戒判定エリア数	0	0	0	0	0	0	0	0
ブロック別判定区分結果	安全	安全	安全	安全	安全	要注意	要注意	安全

表 5-2-4 平成 28 年度二次点検調査実施箇所 判定区分一覧表

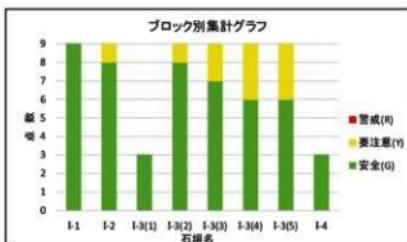


図 5-2-3 平成 28 年度ブロック別集計

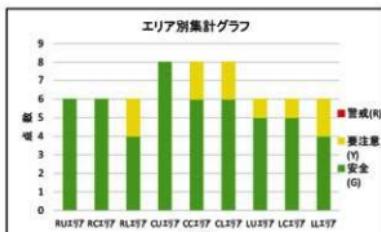


図 5-2-4 平成 28 年度エリア別集計

3) 平成 30 年度 (Tn - 2)

平成 30 年度の二次点検調査は Tn - 2 を対象とした。年次計画と異なる箇所を二次点検調査の実施箇所としたのは、当該箇所にこれまでの一次点検調査において確認された変状の進展拡大への懸念があったことと、当該箇所の天端の木製高欄取替えに際して石垣上部の劣化度判定が必要になったためである。本石垣面は、平成 2 ~ 3 年度に改修工事が実施されている。なお両端部側は江戸末期や近代改修されており、中央部は築城初期の野面積石垣が残されている。

点検結果を表 5-2-5 に、点検結果に基づき算定した判定区分の一覧を表 5-2-6 に示す。石垣両端側の 1 ブロック、4 ブロックは比較的変状の発生が少なく現状では安定を保っているといえる。一方、石垣中央部に位置する 2 ブロック、3 ブロックでは、未改修の石垣が大半を占めることから、経年劣化の進展に伴う変状、特に天端付近に緩みに伴う浮石や欠落、築石の剥離が目立ち、「要注意」の判定となった。

変状名	対応	1 ブロック	2 ブロック	3 ブロック	4 ブロック	Tn - 2 (合計)
孕み出し	—	0	1	0	0	1
浮石	除去 即輸 存置	0 5 13	1 44 106	0 45 136	1 82 31	2 176 286
欠落	—	0	0	0	0	0
割れ	—	9	20	27	35	91
剥離	除去 存置	31 58	5 128	3 42	16 21	55 249
出水	—	0	0	0	0	0
変状発生合計数		116	305	253	186	860
m当たり発生数		1.2	5.3	4.3	2.6	2.9

表 5-2-5 点検結果 (Tn - 2)

ブロック名	Tn-2(1)	Tn-2(2)	Tn-2(3)	Tn-2(4)
エリア名	安全	安全	安全	要注意
R1エリア	安全	安全	安全	要注意
L1エリア	安全	要注意	要注意	-
RU1エリア	-	安全	安全	-
RL1エリア	-	要注意	要注意	-
LU1エリア	-	安全	要注意	-
LL1エリア	-	要注意	安全	-

ブロック名	Tn-2(1)	Tn-2(2)	Tn-2(3)	Tn-2(4)
判定区分	安全	要注意	要注意	安全
安全判断エリア数	2	2	2	1
要注意判断エリア数	0	2	2	1
警戒判断エリア数	0	0	0	0
ブロック別判定区分結果	安全	要注意	要注意	安全

表 5-2-6 平成 30 年度二次点検調査実施箇所 判定区分一覧表

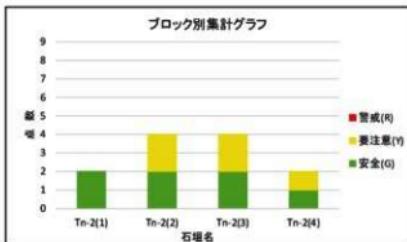


図 5-2-5 平成 30 年度ブロック別集計

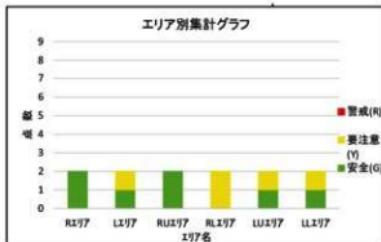


図 5-2-6 平成 30 年度エリア別集計

4) 令和元年度（S-1～3・K-28）

令和元年度の二次点検箇所はS-1～3・K-28である。対象石垣は平成19年から20年にかけて補修工事が実施された。

点検結果を表5-2-7に、点検結果に基づき算定した判定区分の一覧を表5-2-8に示す。S-1～3の変状発生量は比較的少なく、ブロック別の判定区分の評価も安全となった。K-28はS-1～3に比べ変状の多さが目立つが、「警戒」を要する判定ではない。しかし、浮石、割れ、剥離の変状が他に比して数多くみられ、その分布も壁面全体に分散しており、野面積み石垣に現れる変状の特徴をよく示している。市道歩道が近接する立地特性も踏まえれば、前述の変状の劣化が進展することによる落石への注意が必要であり、一次点検調査において注視していく。

変状名	対応	S-1	S-2(1)	S-2(2)	S-2(3)	S-2(合計)	S-3	K-28(1)	K-28(2)	K-28(3)	K-28(合計)
垂み出し	—	1	3	0	0	3	0	2	1	0	3
陥没	除去	3	0	3	1	4	0	0	0	1	1
凹凸	明確	109	105	75	73	253	93	178	58	112	348
存置	存置	10	18	8	19	45	27	30	13	22	65
欠落	—	0	0	0	1	1	0	6	0	2	8
割れ	—	38	54	25	34	113	25	40	29	29	98
除去	除去	6	15	5	14	34	9	22	10	23	55
剥離	存置	27	21	44	105	170	54	99	175	115	389
出水	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
変状発生合計数		194	216	160	247	623	208	377	286	304	967
ml当たり発生数		1.4	1.7	1.1	1.6	1.4	2.2	2.5	2.4	2.7	2.5

表5-2-7 点検結果（S-1～3・K-28）

エリア名	ブロック名	S-1	S-2(1)	S-2(2)	S-2(3)	S-3	K-28(1)	K-28(2)	K-28(3)
RU197	安全	安全	安全	安全	安全	安全	安全	安全	安全
RC197	要注意	安全	安全	安全	安全	要注意	安全	-	-
RL197	安全	安全	安全	安全	安全	安全	要注意	要注意	要注意
CU197	安全	安全	安全	安全	安全	-	安全	安全	安全
CC197	安全	安全	安全	安全	要注意	-	安全	-	-
CL197	要注意	要注意	安全	安全	安全	-	要注意	安全	安全
LU197	安全	安全	安全	要注意	安全	要注意	安全	要注意	安全
LC197	安全	安全	安全	安全	安全	要注意	安全	-	-
LL197	安全	安全	要注意	安全	安全	安全	要注意	要注意	要注意

ブロック名	S-1	S-2(1)	S-2(2)	S-2(3)	S-3	K-28(1)	K-28(2)	K-28(3)
判定区分								
安全判断エリア数	7	7	8	7	4	6	3	4
要注意判断エリア数	2	2	1	2	2	3	3	2
警戒判断エリア数	0	0	0	0	0	0	0	0
ブロック別判定区分結果	安全	安全	安全	安全	安全	要注意	要注意	安全

表5-2-8 令和元年度二次点検調査実施箇所 判定区分一覧表

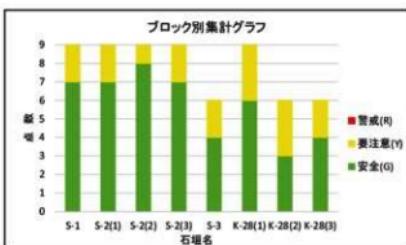


図5-2-7 令和元年度ブロック別集計

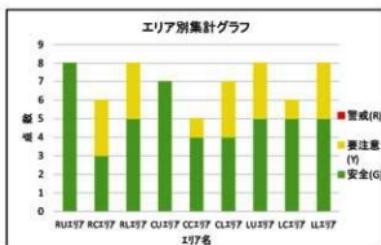


図5-2-8 令和元年度エリア別集計

5) 令和2年度(N-3・4・8・12・13・17・44～46)

令和2年度の対象箇所のうち、N-44は平成18年度に補修工事が実施されている。

発生した変状の種別としては「浮石」「剥離」が目立った(表5-2-9)。本年度の調査箇所の石垣は、小さい詰石が数多くあるため詰石の緩みが多く確認されたことが「浮石」の発生の要因の一つだと考える。特に、N-3・4・8のように背面に植栽がある石垣には詰石の緩みが多く確認された。背面上砂や雨水の流出が詰石の緩みにつながった可能性がある。また、「剥離」に注目すると、本年度点検の剥離変状の発生数はN-44石垣で全体の剥離変状数と比べ、約7割を占めていた。なお本年度点検対象石垣の中ではN-44石垣のみに「孕み出し」の変状が発生している。県道に面する同所の立地特性を踏まえ、計測器による定点観測により石垣面の崩壊につながる恐れがある孕み出しの変化を捉えるとともに、壁面の劣化の進展による「剥離」の増加とそれによ伴う落石の増加への注意を外観目視において実施する。

変状名	対応	N-3	N-4	N-8	N-12	N-13	N-14	N-17	N-44(1)	N-44(2)	N-44(3)	N-44(合計)	N-45	N-46
孕み出し	-	0	0	0	0	0	0	0	3	1	3	7	0	0
除去	0	1	0	0	0	0	0	0	5	6	3	14	1	2
浮石	明顯	11	29	155	4	102	149	49	150	127	148	425	140	50
存置	7	1	26	1	26	47	10	82	71	33	186	86	6	
欠落	-	0	0	6	0	6	14	3	12	6	9	27	14	3
削割	-	0	0	12	0	6	28	5	58	50	50	158	15	8
剥離	除去	1	0	26	1	15	34	1	54	60	34	148	22	8
存置	8	0	25	4	38	49	5	72	128	136	336	42	10	
出水	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
変状発生合計数		27	31	250	10	193	321	73	436	449	416	1301	320	87
m当たり発生数		4.2	6.9	4.7	4	3.9	5.3	1.9	5.4	4.6	4	4.7	4.1	2.8

表5-2-9 点検結果(N-3・4・8・12・13・17・44～46)

エリア名	ブロック名	N-3	N-4	N-8	N-12	N-13	N-14	N-17	N-44(1)	N-44(2)	N-44(3)	N-45	N-46
RU197	-	-	-	安全	-	安全	要注意	安全	-	安全	要注意	-	-
RC197	-	-	-	-	-	-	-	-	-	要注意	-	安全	-
RL197	-	-	-	-	-	-	-	-	要注意	安全	-	要注意	-
CU197	-	-	-	-	-	-	-	-	-	要注意	要注意	-	-
CC197	安全	安全	要注意	安全	-	-	-	-	要注意	-	-	要注意	要注意
CL197	-	-	-	-	-	-	-	-	-	要注意	-	-	-
LU197	-	-	-	-	-	-	要注意	安全	安全	-	要注意	要注意	-
LC197	-	-	-	-	-	-	-	-	要注意	-	-	要注意	-
LL197	-	-	-	安全	-	安全	要注意	-	-	要注意	要注意	-	-

判定区分	ブロック名	N-3	N-4	N-8	N-12	N-13	N-14	N-17	N-44(1)	N-44(2)	N-44(3)	N-45	N-46
安全判断エリア数	I	1	1	2	1	2	1	3	0	1	0	1	0
要注意判断エリア数	0	0	1	1	0	1	3	0	3	5	6	2	1
警戒判断エリア数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ブロック別判定区分結果	安全	安全	安全	安全	安全	安全	安全	要注意	安全	警戒	警戒	要注意	要注意

表5-2-10 令和2年度二次点検調査実施箇所 判定区分一覧表

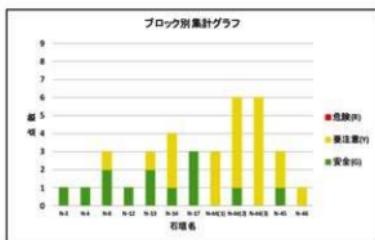


図5-2-9 令和2年度ブロック別集計

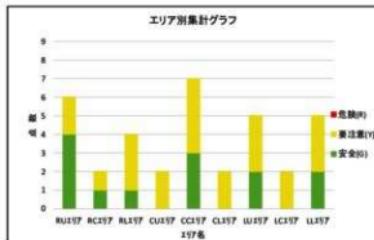


図5-2-10 令和2年度エリア別集計

2. 点検補修

二次点検調査においては、人的被害に繋がる危険性が高い「落石」となる可能性の高い「浮石」「剥離」の2種類の変状に対して軽微な補修作業を行っている。本項では点検補修の例を記す。

(1) 「浮石」に対する対応例

写真5-2-1に示すエリアには21カ所の浮石があり、それぞれについて表5-2-11に示す対応をとった。



写真5-2-1

番号	マーク	対応	対応の理由
①	(☆)	存置	叩継めが難しいが、落石の危険は少ないため。
②	(△)	叩継	石材状態も健全で叩継めが出来るうえ、落下の危険が考えられるため。
③	(□)	押込	裏の堆積土を清掃出来るうえ、落石の危険が考えられるため。
④	(☆)	存置	叩継めが難しいが、落石の危険が考えられるため。
⑤	(☆)	存置	周囲への影響があり、積み直し等による対応が必要となるため。
⑥	(○)	除去	叩継めが難しいが、落石の危険が考えられるため。
⑦	(△)	叩継	石材状態も健全で叩継めが出来るうえ、落下の危険が考えられるため。
⑧	(△)	叩継	"
⑨	(○)	網直	裏の堆積土を清掃出来るうえ、周囲に影響を受け落石の危険が考えられるため。
⑩	(○)	網直	"
⑪	(○)	網直	"
⑫	(□)	押込	裏の堆積土を清掃出来るうえ、落石の危険が考えられるため。
⑬	(□)	押込	"
⑭	(△)	叩継	石材状態も健全で叩継めが出来るうえ、落下の危険が考えられるため。
⑮	(☆)	存置	築石に乗せてある状態であるが、高さが低く落石の影響が少ないため。
⑯	(☆)	存置	"
⑰	(○)	除去	叩継めが難しいが、落石の危険が考えられるため。
⑲	(☆)	存置	築石に乗せてある状態であるが、高さが低く落石の影響が少ないため。
⑳	(☆)	存置	"
㉑	(□)	押込	裏の堆積土を清掃出来るうえ、落石の危険が考えられるため。

表5-2-11

落石となる可能性が高く叩締めてそれを予防することが困難な詰石に対しては、二次点検調査で赤マークにより識別し「除去」を検討している。一方で対象となる石垣は文化財であり、中には改修工事や補修工事を行っていないオリジナルの石垣もあり、文化財的側面から除去は可能な限り避ける必要がある。このため、「除去」と識別された浮石については、除去した周囲に極力移動させてることで安定させている。

また、「除去」と識別された浮石が一箇所に多数ある場合は、全てを除却すると大きな隙間を生み文化財的側面だけではなく石垣構造的にも好ましくないことから一度除去した浮石を一定の手順に従って「据え直す」としている。

＜据え直しの手順＞

a 安全確認

石材を支える必要があり、足下が不安定だと、事故や石材を落とさせる危険があるため、充分な安全確認を実施する。



写真5-2-2

d 清掃

据え直しに支障となる、流出した土砂やゴミ、草根などを除去し清掃する。



写真5-2-5

b 番付け

据え直し前の状態確認や記録のため、対象石材に番号を付け、写真記録を実施する。



写真5-2-3

e 裏栗石の確認

裏栗石の状態に問題がないか確認する。問題がある場合は補充や補修を実施する。



写真5-2-6

c 撤去

番付け後の対象石材を一時的に除去する。周囲の影響を確認し、破損しないよう安定した場所に仮置きする。



写真5-2-4 撤去

f 据え直し

裏栗石や周囲の影響を考慮しながら、石材の位置や向きを変えることにより安定した状態に据え直す。



写真5-2-7

(2)「据え直し」の実践例

I-3石垣の①と②(図5-2-1)を「据え直し」の実践例として示す。

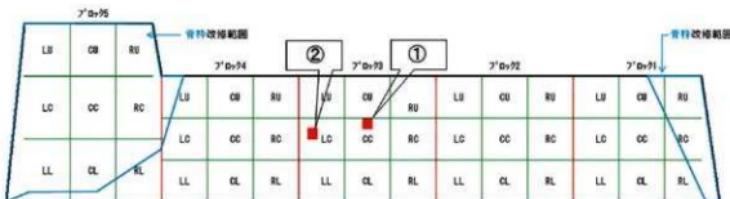


図5-2-1 I-3石垣据え直し例

① I-3石垣 3ブロック CCエリア (写真5-2-8・9)



写真5-2-8 据え直し前



写真5-2-9 据え直し後

5の詰石が浮石であり、落石の危険性が高い。
除去すると、隙間になってしまう。

浮石を一度除去し清掃の上、詰石の位置を変え据え直した。

② I-3石垣 3ブロック CLエリア (写真5-2-10・11)



写真5-2-10 据え直し前

2の詰石の裏に劣化して形をなしていない1の詰石があり、2が完全に浮いている。



写真5-2-11 据え直し後

影響する詰石を一度除去し、堆積土を清掃し1の詰石は裏栗石として利用し、据え直した。

(3)「剥離」に対する対応例

市道歩道部に隣接するK－28石垣(写真5－2－12)で築石表面に比較的大きな剥離箇所を確認した(写真5－2－13)。打音検査の結果、落下の危険性が高いと判断したため除去を選択した(写真5－2－14・15)。除去後に剥離痕を確認すると、土砂の付着が見られ、隙間から水が流入していたと想定された。剥離石材片の除去後は、埋蔵文化財センターと中北建設事務所と立会いのもと所定の場所に仮置きした(写真5－2－16)。



写真5－2－12 石垣の状況



写真5－2－13 剥離前状況



写真5－2－14 剥離後状況

写真5－2－15 除去後の剥離石材片
(20cm×40cm)

写真5－2－16 剥離石材片の仮置き

3. 平成の補修工事との比較

本項では、前述してきた二次点検調査の結果と平成 17 年度より実施された補修（詰石）工事を比較した結果を記す。

（1）平成 28 年度二次点検調査と平成 22 年度実施詰石補修工事

1) I - 30 石垣

平成 22 年度に実施した詰石施工箇所は 770 箇所あり（図 5-2-2）、その中で「浮石」が 161 箇所、確認された（図 5-2-3）。施工から 6 年程度で詰石施工箇所の 20.9% で「浮石」が発生している。浮石が発生していない箇所に着目すると、接着剤やボルトで補強している箇所と重なっていることが見てとれる。また、全体的に巨石の多い 1 ブロック側より中小石が多い 2 ブロック側に浮石の発生数が多い傾向となった。2 ブロック（左）側の中層部付近に縦に連続して浮石が発生している。これは、裾部が左出隅方向への傾斜を持つことから、傾斜方向への分力が発生し、滑り作用の影響を受け、詰石の緩みに繋がった可能性が考えられる。

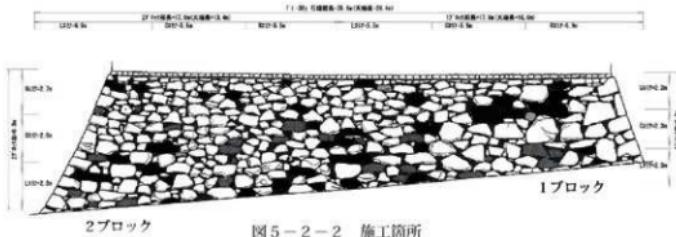


図 5-2-2 施工箇所

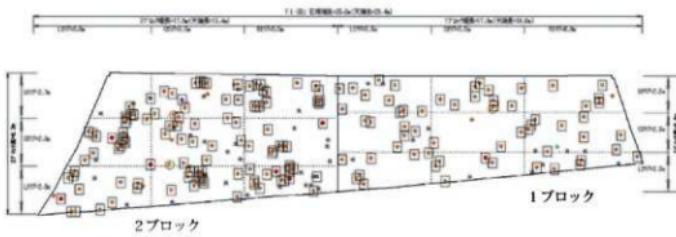


図 5-2-3 変状確認箇所

凡例

- 詰石施行箇所
- 接着剤による補強箇所
- △ ボルトによる補強箇所
- 接着剤+ボルトによる補強箇所

- | | |
|--------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | 今回点検で確認された浮石箇所と詰石施工箇所が重なった箇所をあらわす |
| <input type="checkbox"/> | 今回点検で確認された欠落箇所と詰石施工箇所が重なった箇所をあらわす |

凡例

変状	対応	配色	マーク
孕み出し	-	黄色	(P)
浮石	除去	赤色	●
	叩撃	橙色	■
	存置	桃色	○
欠落	-	緑色	■
割れ	-	白色	△
剥離	除去	青色	●
	存置	空色	●
出水	出水	銀色	△

2) I-31 石垣

平成 22 年度に実施した詰石施工箇所は 90 箇所あり（図 5-2-4）、その中で「浮石」が 15 箇所確認された（図 5-2-5）。施工から 6 年程度で詰石施工箇所の 16.6% で「浮石」が発生している。浮石は上層部と下層部に集中しており、I30 石垣と同様に出欠（右）側に発生しているのが見てとれる。

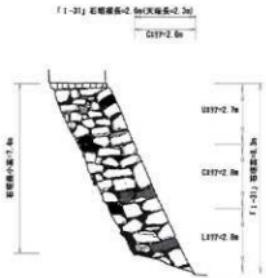


図 5-2-4 施工箇所

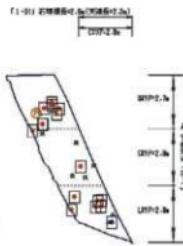


図 5-2-5 変状確認箇所

凡例

- 詰石施行箇所
- 接着剤による補強箇所
- △ ボルトによる補強箇所
- ◎ 接着剤+ボルトによる補強箇所

<input type="checkbox"/>	今回点検で確認された浮石箇所と詰石施工箇所が重なった箇所をあらわす
<input type="checkbox"/>	今回点検で確認された欠落箇所と詰石施工箇所が重なった箇所をあらわす

凡例

変状	対応	配色	マーク
孕み出し	-	黄色	(P)
浮石	除去	赤色	●
剥離	取締	橙色	※
	存置	桃色	※
欠落	-	緑色	■
割れ	-	白色	△
剥離	除去	青色	●
	存置	空色	●
出水	出水	銀色	△

3) I-32 石垣

平成 21 年度と平成 22 年度に実施した詰石施工箇所は 1632 箇所あり（図 5-2-6）、その中で「浮石」が 297 箇所確認された（図 5-2-7）。施工から 6 年程度で詰石施工箇所の 18.2% で「浮石」が発生している。2 ブロック側の中下層部付近の接着剤やボルトで補強している箇所は浮石の発生数が比較的少ないようみえる。また、1 ブロックの入隅側は浮石の発生が少なく、2 ブロックの出隅部では、出隅法勾配に合わせたような斜め方向に浮石が分布している。これは前述した I-30 石垣と同様に、据部が左出隅方向への傾斜を持つことから、傾斜方向への分力が発生し、滑り作用の影響を受け、詰石の緩みにつながった可能性が考えられる。

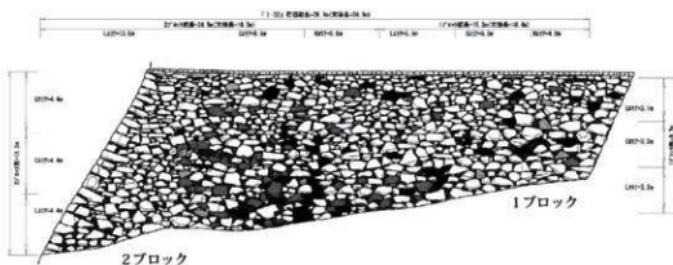


図 5-2-6 詰石施工箇所

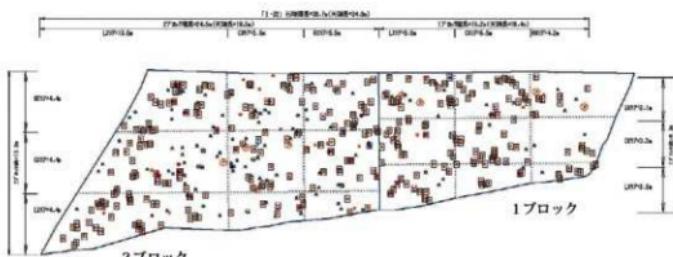


図 5-2-7 変状確認箇所

凡例	
■	詰石施工箇所
■	接着剤による補強箇所
■	ボルトによる補強箇所
■■■	接着剤+ボルトによる補強箇所
□	今回点検で確認された浮石箇所と詰石施工箇所が重なった箇所をあらわす
□	今回点検で確認された欠落箇所と詰石施工箇所が重なった箇所をあらわす

凡例			
変状	対応	配色	マーク
孕み出し	-	黄色	(P)
浮石	除去	赤色	●
叩錆	-	橙色	○
存置	-	桃色	※
欠落	-	緑色	■
割れ	-	白色	□
剥離	除去	青色	●
存置	-	空色	△
出水	出水	銀色	△

4) I-35 石垣

平成 21 年度に実施した詰石施工箇所は 2667 箇所あり（図 5-2-8）、その中で「浮石」が 633 箇所確認された（図 5-2-9）。施工から 7 年程度で詰石施工箇所の 23.7% で「浮石」が発生している。1 ブロックの中央中層部全体的に孕み出しの変状を捉えており、孕み出しが生じている地点に詰石の緩みも密集していた。また、1 ブロックの右出隅脇付近にも出隅勾配に沿って、緩い縦列の浮石群がみられた。2 ブロックでは中央中層部を中心に、その鉛直方向に多く浮石が発生していた。3 ブロックは S-1 石垣の入隅と I-36 石垣出隅と交わり、石積の構成が複雑化しているが浮石の発生量を面積比でみると他のブロックと大きな差はみえなかった。

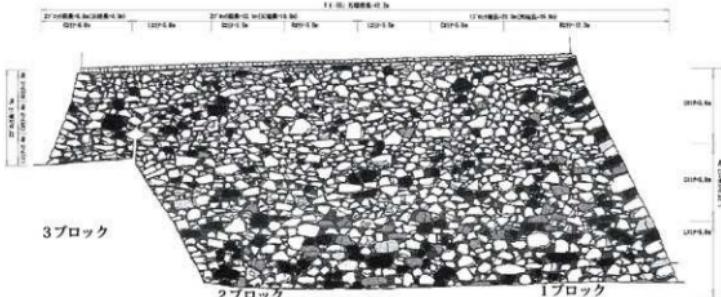


図5-2-8 詰石施工箇所

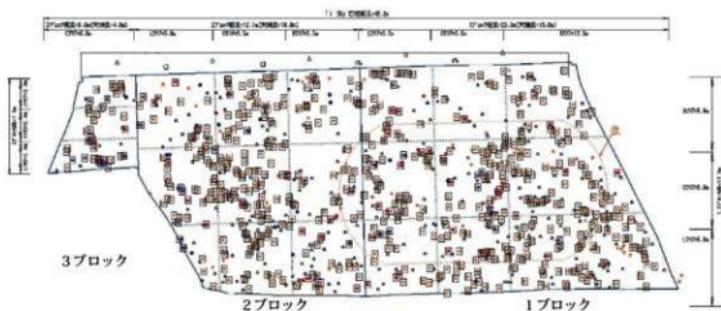


図5-2-9 変状確認箇所

■ 例
 ■ 話石施行箇所
 ■ 着接剤による補強箇所
 ■ ボルトによる補強箇所
 ■ 接触剤十ボルトによる補強箇所

凡例			
変状	対応	配色	マーク
草み出し	-	黄色	■
浮石	除去	赤色	●
	印跡	緑色	■
	存置	褐色	○
欠落	-	緑色	■
割れ	-	白色	■
剥離	除去	青色	●
	存置	空色	■
出水	出水	銀色	△

(2) 令和元年度二次点検調査と平成 19～20 年度補修（詰石）工事

1) S-1 石垣

平成 20 年度に実施した詰石施工箇所は 730 箇所あり（図 5-2-10）、その中で「浮石」が 117 箇所確認された（図 5-2-11）。施工から十数年が経過し、詰石施工箇所の 16.0% で「浮石」が発生している。浮石の特徴としては、入隅部に少なく、出隅部に多く発生している。

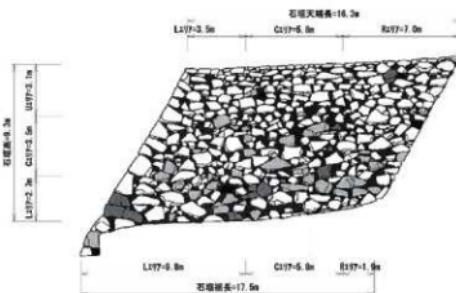


図 5-2-10 詰石施工箇所

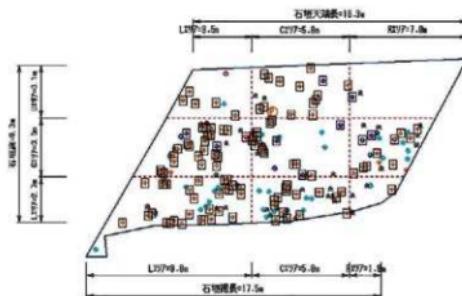


図 5-2-11 変状確認箇所

凡例

- 詰石施行箇所
- 接着剤による補強箇所
- ボルトによる補強箇所
- 接着剤十ボルトによる補強箇所

- | | |
|--------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | 今回点検で確認された浮石箇所と詰石施工箇所が重なった箇所をあらわす |
| <input type="checkbox"/> | 今回点検で確認された欠落箇所と詰石施工箇所が重なった箇所をあらわす |

凡例

変状	対応	配色	マーク
孕み出し	-	黄色	(P)
浮石	除去	赤色	●
叩跡	●	橙色	■
存置	●	桃色	◆
欠落	-	緑色	(I)
割れ	-	白色	□
剥離	除去	青色	●
	存置	空色	◆
出水	出水	銀色	△

2) S-2石垣

平成19年度と平成20年度に実施した詰石施工箇所は2190箇所あり(図5-2-12)、その中で「浮石」が288箇所、「欠落」が1箇所確認された(図5-2-13)。施工から十数年が経過し、詰石施工箇所の13.2%で「浮石」「欠落」が発生している。下層部と左右両端部側に浮石が集中している。1ブロック側の腰止め石積壁が途切れる出隅側では、接着剤やボルトによる補強が実施されているが、浮石が多く発生している特徴が出ている。また、3ブロック側の中下層部には接着剤やボルトによる補強が少なく、浮石の発生が多くみてとれる。

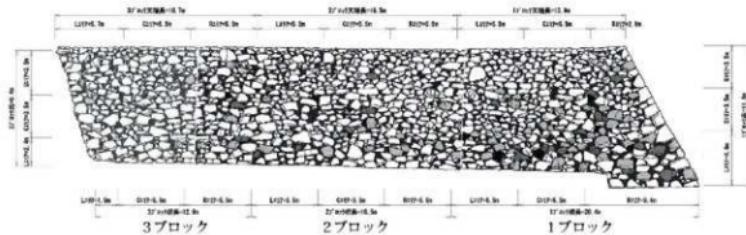


図5-2-12 詰石施工箇所

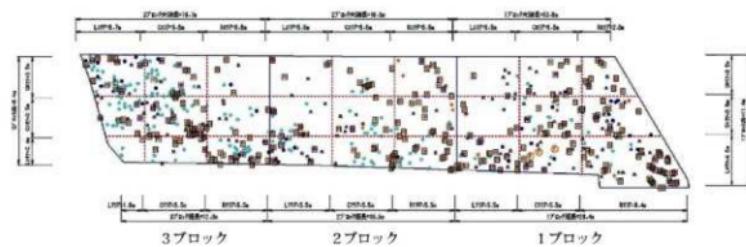


図5-2-13 変状確認箇所

凡例

- 詰石施工箇所
- 接着剤による補強箇所
- ボルトによる補強箇所
- 接着剤+ボルトによる補強箇所

<input type="checkbox"/>	今回点検で確認された浮石箇所と詰石施工箇所が重なった箇所をあらわす
<input type="checkbox"/>	今回点検で確認された欠落箇所と詰石施工箇所が重なった箇所をあらわす

凡例

変状	対応	配色	マーク
孕み出し	-	黄色	(P)
浮石	除去	赤色	●
	叩締	橙色	■
	存置	桃色	△
欠落	-	緑色	田
割れ	-	白色	※
剥離	除去	青色	●
	存置	空色	○
出水	出水	銀色	△

3) S-3石垣

平成19年度に実施した詰石施工箇所は273箇所あり(図5-2-14)、その中で「浮石」が118箇所確認された(図5-2-15)。施工から十数年が経過し、詰石施工箇所の43.2%で「浮石」が発生している。浮石の発生の特徴として、出隅(左)側に集中しているのが見てとれる。これは入隅(右)側には前面にやや厚く腰止め壁があり、その影響も遠因にあるかと推察される。

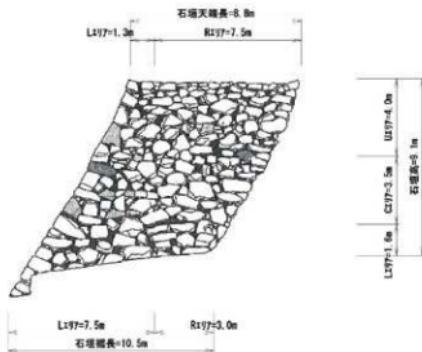


図5-2-14 詰石施工箇所

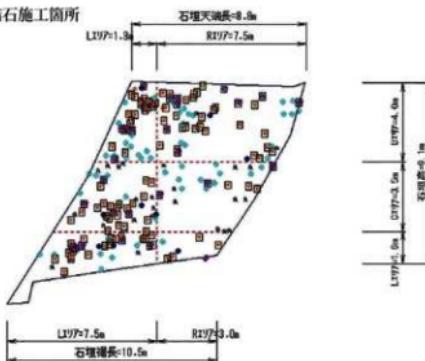


図5-2-15 変状確認箇所

凡例

- 詰石施行箇所
- 接着剤による補強箇所
- ボルトによる補強箇所
- 接着剤+ボルトによる補強箇所

<input type="checkbox"/>	今回点検で確認された浮石箇所と詰石施工箇所が重なった箇所をあらわす
<input type="checkbox"/>	今回点検で確認された欠落箇所と詰石施工箇所が重なった箇所をあらわす

凡例

変状	対応	記色	マーク
孕み出し	-	黄色	(P)
浮石	除去	赤色	●
叩撃	-	橙色	△
存置	横色	緑色	*
欠落	-	緑色	■
割れ	-	白色	□
剥離	除去	青色	●
	存置	空色	※
出水	出水	銀色	△

4) K-28石垣

平成19年度に実施した詰石施工箇所は1226箇所あり(図5-2-16)、その中で「浮石」が383箇所、「欠落」が4箇所確認された(図5-2-17)。施工から十数年が経過し、詰石施工箇所の31.5%で「浮石」「欠落」が発生している。浮石の分布の特徴は中間の2ブロックに少なく、石垣両端の1ブロックと3ブロックへ集中している。特に、1ブロックの右上層部に浮石の発生が集中している。また、1ブロック左上層部にボンド施工がなされた箇所で3箇所の欠落が確認された。

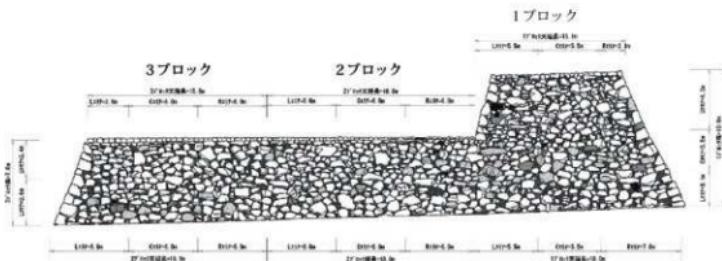


図5-2-16 詰石施工箇所

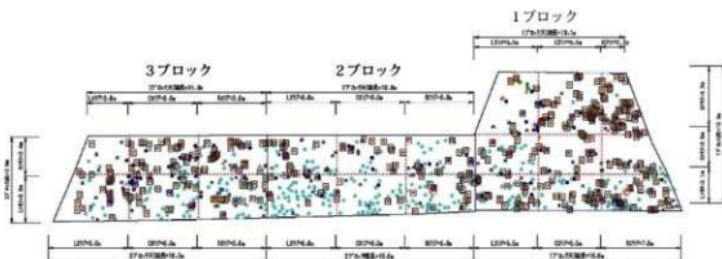


図5-2-17 変状確認箇所

凡例

- 詰石施工箇所
- 接着剤による補強箇所
- ボルトによる補強箇所
- 接着剤+ボルトによる補強箇所

<input type="checkbox"/>	今回点検で確認された浮石箇所と詰石施工箇所が重なった箇所をあらわす
<input type="checkbox"/>	今回点検で確認された欠落箇所と詰石施工箇所が重なった箇所をあらわす

凡例

変状	対応	配色	マーク
孕み出し	-	黄色	(P)
浮石	除去	赤色	●
叩締	橙色	■	
存蓋	桃色	△	
欠落	-	緑色	■
割れ	-	白色	□
剥離	除去	青色	●
存蓋	空色	△	
出水	出水	銀色	△

(3) 令和2年度二次点検調査と平成18年度補修(詰石)工事

1) N-44石垣

平成18年度に実施した詰石施工箇所は543箇所あり(図5-2-18・20・22)、その中で「浮石」が101箇所、「欠落」が12箇所確認された(図5-2-19・21・23)。施工から十数年が経過し、詰石施工箇所の20.8%で「浮石」「欠落」が発生している。浮石は壁面全体に発生しており、平成18年度の詰石施工箇所と対比して浮石と重なった箇所も壁面全体に平均的に確認できる。欠落については、詰石施工箇所で12箇所発生しており、本項対象石垣の中では比較的多く確認された。また、下層部に欠落が多く発生している傾向があった。

1 ブロック

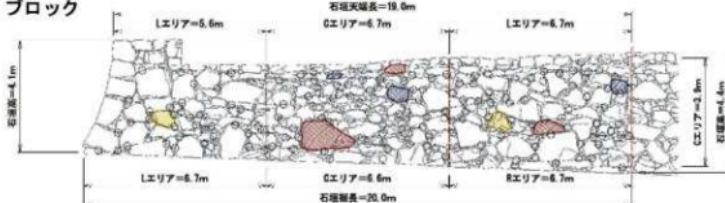


図5-2-18 詰石施工箇所

1 ブロック

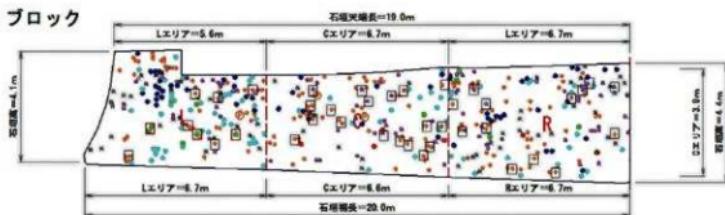


図5-2-19 変状確認箇所

2 ブロック

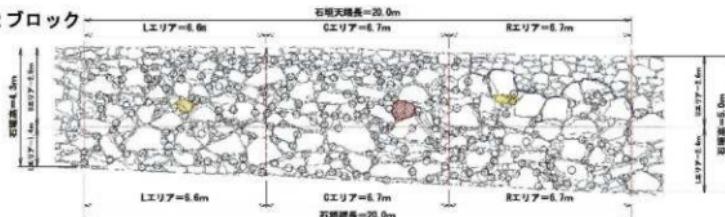


図5-2-20 詰石施工箇所

2 ブロック

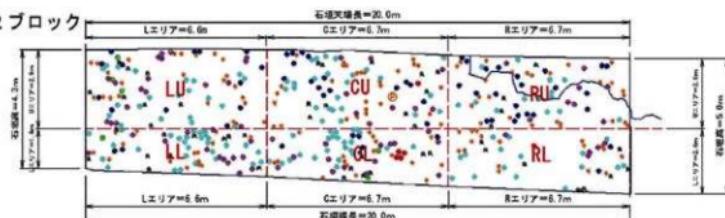
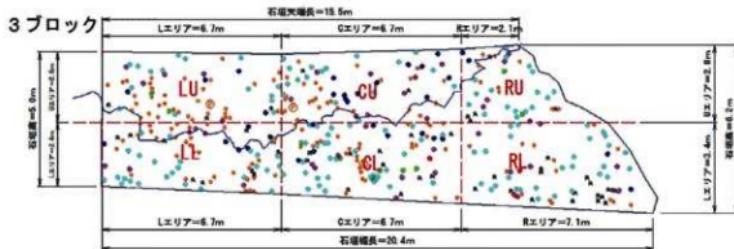
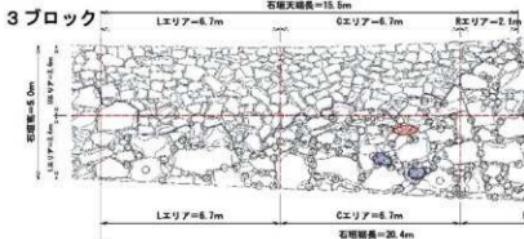


図5-2-21 変状確認箇所



<input checked="" type="checkbox"/>	接着剤による補強箇所
<input checked="" type="checkbox"/>	ボルトによる補強箇所
<input checked="" type="checkbox"/>	接着剤+ボルトによる補強箇所
<input checked="" type="checkbox"/>	詰石施工箇所
—	昭和30年代の改修ライン
<input type="checkbox"/>	今回点検で確認された浮石箇所と詰石施工箇所が重なった箇所をあらわす
<input checked="" type="checkbox"/>	今回点検で確認された欠落箇所と詰石施工箇所が重なった箇所をあらわす

凡例			
変状	対応	配色	マーク
孕み出し	—	黄色	(P)
浮石	除去	赤色	●
	叩撃	橙色	◆
	存置	桃色	○
欠落	—	緑色	(G)
割れ	—	白色	△
剥離	除去	青色	■
	存置	空色	※
出水	出水	銀色	△

(4) 2次点検調査のまとめ

表5-2-12は、詰石補修工事で詰石補修を行った箇所において、二次点検調査で浮石と欠落が検出された箇所をまとめたものである。詰石補修を行った箇所と二次点検調査で浮石と欠落が検出された箇所が重なる割合が高かった石垣はS-3(43.2%)、次いでK-28(31.6%)であり、一方その割合が低い石垣はS-2(13.2%)、次いでS-1(16.0%)となり、全体で見るとその割合は21.1%である。補修工済み箇所の浮石の傾向としては、入隅側に少なく、出隅側の脇石付近に多く発生していた。この傾向はN-44を除き本項対象箇所のいずれの石垣にも表っていたが、N-44石垣については平成の補修以前に、N-45側の隅脇石付近に施工時期不明の充填物がなされていることで付近の詰石の緩みが抑制されたことが要因の一つと推定される。

本項対象の石垣面は二次点検調査実施時において、平成17年度より実施された詰石補修工事から数年から10年程度が経過している石垣である。これら以外の二次点検調査を実施した全石垣に着目すると、「割れ」「剥離」と言った築石に関わる変状のm当たりの発生率数が詰石補修工事済みの石垣とそれ以外で差が見られないのに対し(表5-2-13・14)、「浮石」「欠落」と言った詰石に関わる変状のm当たりの発生率が明らかに少ないことが見てとれた(表5-2-15・16)。これは、先の工事の効果ともいえる。しかし、この二次点検調査によって施工後数年程度で浮石や詰石の欠落といった軽微な経年劣化は壁面全体に及ぶ範囲で生じていると判明した。改修・補修終了から長期間が経過した石垣の維持管理に際しては、改修・補修の施工状態の確認と改修・補修の効果の持続を図る視点の維持管理計画の立案に留意していくことが必要である。

石垣	二次点検調査 実施年度	石垣面積 (m ²)	詰石補修工事での詰め石補修施工箇所数	詰石施工箇所において二次点検により浮石・欠落が確認された箇所数	詰石施工箇所で浮石・欠落が確認された割合 (%)
I-30	平成28年度	240.7	770	161	20.9
I-31		21.5	90	15	16.7
I-32		416.9	1632	297	18.2
I-35		726.5	2667	633	23.7
S-1	令和元年度	138.5	730	117	16
S-2		429	2190	289	13.2
S-3		93.7	273	118	43.2
K-28		384.3	1226	387	31.8
N-44	令和2年度	279.6	543	113	20.8
合計		2730.7	10121	2130	21

表5-2-12 詰石補修工事と二次点検調査の浮石・欠落箇所のまとめ

	石垣名	点検対象面積	割れ発生数(箇所)	割れ発生率(m ² 当たり)	二次点検実施年度
1	N-4-4	279.6	158	0.57	令和2年度
2	N-1-4	59.9	28	0.47	令和2年度
3	I-3-5	726.5	253	0.35	平成28年度
4	I-3-1	21.5	7	0.33	平成28年度
5	I-3	1148.7	371	0.32	平成27年度
6	Tn-2	295.4	91	0.31	平成30年度
7	S-3	93.7	25	0.27	令和元年度
8	S-1	138.5	38	0.27	令和元年度
9	N-4-6	31	8	0.26	令和2年度
10	K-2-8	384.3	98	0.26	令和元年度
11	S-2	429	113	0.26	令和元年度
12	I-3-2	416.9	100	0.24	平成28年度
13	N-8	52.8	12	0.23	令和2年度
14	I-4	350.9	76	0.22	平成27年度
15	N-4-5	77.2	15	0.19	令和2年度
16	I-3-0	240.2	41	0.17	平成28年度
17	N-1-7	38.3	5	0.13	令和2年度
18	N-1-3	49.9	6	0.12	令和2年度
19	N-4	4.5	0	0.00	令和2年度
20	N-3	6.5	0	0.00	令和2年度
21	I-1	101.8	0	0.00	平成27年度
22	N-1-2	2.5	0	0.00	令和2年度
23	I-2	9.8	0	0.00	平成27年度

表5-2-13「割れ」発生表(m²当たり)

	石垣名	点検対象面積	剥離発生数(箇所)	剥離発生率(m ² 当たり)	二次点検実施年度
1	N-1-2	2.5	5	2.00	令和2年度
2	N-4-4	279.6	484	1.73	令和2年度
3	N-1-4	59.9	83	1.39	令和2年度
4	N-3	6.5	9	1.38	令和2年度
5	K-2-8	384.3	444	1.16	令和元年度
6	N-1-3	49.9	53	1.06	令和2年度
7	Tn-2	295.4	304	1.03	平成30年度
8	N-8	52.8	51	0.97	令和2年度
9	N-4-5	77.2	64	0.83	令和2年度
10	S-3	93.7	9	0.10	令和元年度
11	N-4-6	31	18	0.58	令和2年度
12	S-2	429	204	0.48	令和元年度
13	S-1	138.5	33	0.24	令和元年度
14	N-1-7	38.3	6	0.16	令和2年度
15	I-3	1148.7	51	0.04	平成27年度
16	I-3-5	726.5	19	0.03	平成28年度
17	I-4	350.9	7	0.02	平成27年度
18	I-3-1	21.5	0	0.00	平成28年度
19	I-3-2	416.9	2	0.00	平成28年度
20	I-3-0	240.2	1	0.00	平成28年度
21	N-4	4.5	0	0.00	令和2年度
22	I-1	101.8	0	0.00	平成27年度
23	I-2	9.8	0	0.00	平成27年度

表5-2-14「剥離」発生表(m²当たり)

	石垣名	点検対象面積	浮石発生数(箇所)	浮石発生率(m ² 当たり)	二次点検実施年度
1	N-4	4.5m ²	31	6.89	令和2年度
2	N-8	52.8m ²	181	3.43	令和2年度
3	N-1-4	59.9m ²	196	3.27	令和2年度
4	N-4-5	77.2m ²	227	2.94	令和元年度
5	N-3	6.5m ²	18	2.77	令和2年度
6	I-1	101.8m ²	269	2.64	平成27年度
7	N-1-3	49.9m ²	128	2.57	令和2年度
8	N-4-4	279.6m ²	625	2.24	令和2年度
9	N-1-2	2.5m ²	5	2.00	令和2年度
10	N-4-6	31.0m ²	58	1.87	令和2年度
11	Tn-2	295.4m ²	464	1.57	平成30年度
12	N-1-7	38.3m ²	59	1.54	令和2年度
13	I-2	9.8m ²	13	1.33	平成27年度
14	I-3	1148.7m ²	1515	1.32	平成27年度
15	S-3	93.7m ²	120	1.28	令和元年度
16	K-2-8	384.3m ²	414	1.08	令和元年度
17	I-3-5	726.5m ²	725	1.00	平成28年度
18	S-1	138.5m ²	122	0.88	令和元年度
19	I-3-2	416.9m ²	322	0.77	平成28年度
20	I-3-0	240.2m ²	175	0.73	平成28年度
21	I-3-1	21.5m ²	15	0.70	平成28年度
22	S-2	429.0m ²	302	0.70	令和元年度
23	I-4	350.9m ²	229	0.65	平成27年度

表5-2-15「浮石」発生表(m²当たり)

	石垣名	点検対象面積	欠落発生数(箇所)	欠落発生率(m ² 当たり)	二次点検実施年度
1	I-3	1148.7m ²	696	0.61	平成27年度
2	N-1-4	59.9m ²	14	0.23	令和2年度
3	I-4	350.9m ²	70	0.20	平成27年度
4	N-4-5	77.2m ²	14	0.18	令和2年度
5	N-1-3	49.9m ²	6	0.12	令和2年度
6	N-8	52.8m ²	6	0.11	令和2年度
7	N-4-4	279.6m ²	27	0.10	令和2年度
8	N-4-6	31.0m ²	3	0.10	令和2年度
9	N-1-7	38.3m ²	3	0.08	令和2年度
10	K-2-8	384.3m ²	8	0.02	令和元年度
11	N-4	4.5m ²	0	0.00	令和2年度
12	N-3	6.5m ²	0	0.00	令和2年度
13	I-1	101.8m ²	0	0.00	平成27年度
14	N-1-2	2.5m ²	0	0.00	令和2年度
15	Tn-2	295.4m ²	0	0.00	平成30年度
16	I-2	9.8m ²	0	0.00	平成27年度
17	I-3-5	726.5m ²	0	0.00	平成28年度
18	S-3	93.7m ²	0	0.00	令和元年度
19	S-1	138.5m ²	0	0.00	令和元年度
20	I-3-2	416.9m ²	0	0.00	平成28年度
21	I-3-0	240.2m ²	0	0.00	平成28年度
22	I-3-1	21.5m ²	0	0.00	平成28年度
23	S-2	429.0m ²	0	0.00	令和元年度

表5-2-16「欠落」発生表(m²当たり)

※ ■は補修工事済みの石垣を示す。

第6章 石垣維持管理事業5年間の成果と課題

平成27年度から開始された石垣維持管理事業は平成29年度を除き昨年度で5年間が経過した。本章では5年分の事業の成果と課題を整理することとする。

第1節 一次点検調査について

1. 外観目視・定点観測の結果について

本事業で点検・調査の対象としてきた甲府城の石垣は、石組みや石材の材質・形状・寸法が多種多様で強度に関係する要素が多岐にわたる特性を持つ面積み石垣や布積み石垣、明治期以降に改修された石垣も含め、その種類は多岐にわたる。

一次点検調査では外観目視と定点観測の結果に基づき石垣の状況について石垣毎に判定区分（安全・要注意・警戒）を判定した。これまでの点検を振り返ると、平成27年度の初回の一次点検調査で安全：302、要注意：61、警戒：3とされた判定区分は令和2年度の初回の一次点検調査で安全：297、要注意：66、警戒：3と変化した。この間、対策区分（A1～E）においては多少の変化が見られるものの、判定区分（安全・要注意・警戒）の状況に大きな変化はない。また、定点観測については、平成27年度は安全75、要注意：1、警戒：0であったが、令和2年度時点では安全144、要注意：3、警戒：0となっている。

定点観測の結果では約94%の計測器で数値の変動がなく、個々の築石単位においては甲府城の石垣は安定傾向にあると考えられる。一方、外観目視の結果からは平成28年度第2回目以降も落石と欠落を中心に継続的な発生が見られている。改修・補修を経た石垣であっても経年等の理由による劣化が進行中であり、それらが落石・欠落といった詰石の変状に現れていると考えられる。

2. 評価基準の見直し、変状の検出の改善について

石垣の安全性を評価判定する手法が確立されていないこともあり、変状の状況に対して数値による指標化を図ってはいるものの、「安全」「要注意」「警戒」からなる「判定区分」や「健全」「観察予防」「早期措置」「緊急措置」からなる「対策区分」の設定は手探りで行ってきたのが実情であり、変状に対しての評価基準の再検討が必要である。外観目視においては、落石については継続的な検出確認に対する加点要項を平成28年度に定めたが、他の変状については既知の変状とは別の新規の変状が検出された場合の評価の再検討が必要である。定点観測においては、計測器の経年劣化への対応とI型、II型、III・IV型ゲージの評価レベルの再検討が必要である。

変状の検出についても定点観測での測定誤差の存在という課題に加え、外観目視の「割れ」と「欠落」は遠望目視に頼らざるを得ない故に新規の検出に限界があること、また出水の痕跡が2次点検等の結果や壁面への土砂の付着の状況等から明らかであるにもかかわらず降雨後に外観目視による点検・調査を行ってみても出水の検出が難しいこと、という課題が見いだされた。

来年度以降の事業では、検出方法の工夫を努めるとともに、これまでの1次・2次点検の点検結果を参考に、外観目視と定点観測においての評価基準の見直しを既存の点検結果との対比性に留意しながらしていく。なお、評価基準を見直した際には、可能な範囲内で既存の点検結果に新たな基準を適用して評価の見直しを実施する。

3. 点検のスケジュールについて

平成27年度、28年度は8月に初回点検を実施し、2月までの期間に等間隔で点検を行ってきた。29年度の中断を経て30年度に再開されるが、その後30年度、31年度、令和2年度は点検開始時期が大幅に遅れた。そのため、特に定量的な計測である定点観測において、実施回数・実施間隔が不均等になり計測値の比較という点で問題が残るとともに、季節変動を踏まえた考察が難しい状況にある。

来年度以降の事業においては、点検の実施回数を確保し、かつ季節変動の比較が可能になるように事業の計画を立てることが必要である。

第2節 二次点検調査について

1. 実施箇所について

二次点検調査の実施箇所は年次計画に基づき実施してきた（平成30年度のように、一次点検調査の結果から顕著な変状が見られた場合などは、検討会議の承認を経て年次計画とは異なる箇所を実施することもある）。この5年間で「改修済」・「補修済」・「未改修」といった様々な状況の石垣の個々の築石・詰石について点検を行う中で、施工の記録が残る「補修済」の石垣においても、施工した「詰石」には施工後数年で緩みが生じるなど石垣壁面の状態の劣化が進行していることが判明した。

今後の実施箇所は、一次点検調査の結果にも留意した上で年次計画に則り実施箇所を選定していくが、その選定にあたっては、これまでの改修・補修の実績なども考慮し施工後十年以上を経過した箇所を優先していく必要がある。

2. 評価基準の見直しについて

二次点検調査では、一次点検調査が定性分析的な点検・調査であるのに対し、対象の石垣面について変状の発生数と分布状況を把握する定量分析的な点検・調査を行い、石垣の状況について評価を行ってきた。とはいっても、前述したように石垣の安全性を評価判定する手法が確立されていないこともあり、一次点検調査と同様に現在適用している評価基準には改善の余地がある。

来年度の事業において、これまで蓄積してきた二次点検調査の結果を分析しながら評価基準の妥当性についての検討を進め、これまでの評価との対比性に考慮しながら、評価基準の見直しを行っていく。なお、評価基準を見直した際には、可能な範囲内で既存の点検結果に新たな基準を適用して評価の見直しを実施する。

3. 実施方法について

個々の築石・詰石の点検を行う二次点検調査の実施に際しては、熟練石工の存在が必要不可欠である。熟練石工の確保に今後とも努めていく。また、既に実施済みの二次点検調査箇所は5,100m²となり、甲府城の石垣の総面積の約20%に及ぶ。二次点検調査の結果を該当箇所の一次点検調査の実施の参考資料とするなど、二次点検調査と一次点検調査の連携に留意する。なお、未測量の箇所については、点検補修の施工箇所が特定できなくなる可能性があり、望ましくない。この課題については次年度以降、3年間の計画で事業化し3次元測量を実施することとなった。また、補修工事を行った際に設定した定点観測点についても、東日本震災以来使用できない状態となっていたため再観測を行い、有事の際には使用できるようにする予定である。

報告書抄録

ふりがな	しせきこうふじょうあと							
書名	史跡甲府城跡							
副題	平成27年度から令和2年度までの石垣維持管理事業に係る報告書							
シリーズ名	山梨県埋蔵文化財センター調査報告書 第332集							
編著者名	長田猛・齊藤仁（雄測量設計株式会社）							
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 山梨県甲府市下曾根町923 TEL055-266-3016							
発行日	2022年3月15日							
ふりがな	ふりがな	コード		北緯	東経	調査期間	調査面積	
所取遺跡名	所在地	市町村	遺跡番号				調査原因	
し せ き 跡 こうふじょうあと 甲 府 城 跡	山梨県 甲府市 丸の内 一丁目地内	19201	115	新 36° 03' 50"	新 138° 54' 44"	2015年4月1日 ～ 2021年3月31日		石垣の維持管理
所取遺跡名	種別	主な時代		主な遺構		主な遺物	特記事項	
史 跡 甲 府 城 跡	城郭	近世～近代		石垣				

本書に関する情報

表紙	テンテンレザー	200kg
本文	マットコート	76.5kg
写真図版	マットコート	76.5kg
抄録・奥付	マットコート	76.5kg
体裁（標準）	50字×42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332集

史跡甲府城跡

平成27年度から令和2年度までの石垣維持管理事業に係る報告書

印刷日 2022年3月7日

発行日 2022年3月15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 峡南堂印刷所



