Ⅷ　復原建物の整備と維持管理

１　復原建物の設計施工・維持管理に関する考え方

小黒智久

1. はじめに

史跡北代遺跡復原建物修理検討専門家会議において、専門家会議事務局（埋蔵文化財センター）は標題に関する考え方を整理し、委員に示し、承認を得た。この点を明確にすることが、整備や再整備に際して設計施工計画を立案する前提となる。ここでは、北代縄文広場の今後の維持管理に向けた基本方針として、復原建物の整備や再整備を検討する地方公共団体等の参考資料として、本再整備事業で定めた考え方を示す。

2. 設計施工

2.1.　環境

北陸は、盆地部を除き、冬に雪が多く、夏に晴天が多い日本海側気候に分類される。また、日本海で低気圧が発達するとフェーン現象が起きる特色がある。北陸の合計降水量（平年値：統計期間：1981～2010 年）は平均 2,189.4㎜／年で、全国平均の 1,610.6㎜／年を上回り、冬季の降雪量も多い。富山地方気象台観測による 1999～2016 年の合計降水量の平均は 2,406.7㎜／年、平年値は 2,300.0㎜／年である。地球温暖化に伴い、降雨の強度・頻度に加え、風の影響も強まることが予想されている。富山地方気象台観測による各種気象データの推移はⅦ－１で、復原建物の劣化外力である虫・菌の現況はⅦ－２～５で示した。環境の把握は、復原建物の設計施工のみならず、維持管理にとっても重要な要素となる。

2.2.　設計・施工

復原建物の整備や修理に際し、各地の実状に応じて行うべき試験を実施し、その評価を踏まえ、設定した耐用年数を踏まえて設計することが基本になる。気象や地下水など立地環境を踏まえた盛土造成（資材選定を含む）および排水計画の立案と適切な施工が前提となるものの、復原建物の設計は劣化外力の把握と保護対策の検討が重要になる。現代資材を採用することの適否や適用範囲、その施工法の検討も必要である。日常管理の範囲を定め、それを前提に工事で対応すべき内容を設計することになるため、中・長期の大まかな修理計画を見とおすことも必要である。それは、保存管理計画の一項目にもなる。

①北代縄文広場での事業方針と耐用年数の設定　復原建物は、史跡北代遺跡の理解促進を目的に整備された。整備段階の資材・施工法では約 4～10 年で上屋解体修理を要したことに鑑み、本再整備事業では復原建物整備の目的を長期にわたって持続させる手段の一つとして長寿命化改修を選択した。そのために、考古学的所見を最大限尊重しつつ、可視部分

では現代資材を極力用いずに展示物としての性格を優先させる。その一方で、不可視部分では費用対効果を念頭に置きながら、必要に応じて現代資材・施工法を積極的に組み込むこととした。耐用年数を次の本格的修理工事（上屋解体修理）までの期間と定義し、上屋解体修理を行った竪穴住居（復原建物５・６）を 20 年、高床倉庫（復原建物４）の躯体（本再整備事業で更新した主柱・刻み梯子のほか、床）が 20 年、屋根を 15 年とした。これは日常の維持管理と軽微な補修を実施することが前提であり、修理直後の状態を維持管理なしで実現させるものではない。劣化しながらも、小屋組（＋現代資材）等の上屋骨格部分が展示物として公開可能な強度を保持しつつ、耐用年数を超えることができれば事業効果ありと判断することにした。

②維持管理方針　土屋根表層の崩壊等の不具合や木部の腐朽等、軽微な補修を早期に実施することを基本方針とした。目安として、直近の本格的修理工事費の 2 割程度までの経費で対応できる時期に補修を実施することで、将来の維持管理経費（本格的修理工事を含む）を節減することを目指すことにした。本再整備事業で、上屋を解体せずに劣化材取替等の部分修理（改修）を行った竪穴住居（復原建物１～３）についても、復原建物５・６の耐用年数に少しでも近づけることができるように維持管理することとした。

３．維持管理

3.1.　使用管理

3.1.1.　使用状態

ガイダンス施設（北代縄文館）の開館時間帯の来場者数はおおよそ年間 1 万人である。ガイダンス施設は月曜日（祝日の場合は翌日）と祝日の翌日、年末年始（12 月 28 日～1 月 4 日）が休館日である。休館日や開館前、閉館後にも広場自体の利用者は多い。開館時間帯以外は復原建物の樹皮跳ね上げ戸を南京錠で封鎖しており、外観のみ見学可能な状態である。復原建物の屋内では水を使用せず、火気は竪穴住居の燻煙作業時のみ使用している。団体等の希望者は、ボランティアガイド（富山市北代縄文広場ボランティアの会）がガイダンス施設・復原建物等を含め、無料で広場全体を案内している。この場合、復原建物の見学を管理（安全等の注意喚起）できることになる。

3.1.2.　日常管理

①燻煙　復原建物（竪穴住居）では、屋内の炉で燻煙作業を週 2 回程度行っている。半日（3 時間）または 1 日（6 時間）の燻煙作業を定期的に行うことで、除湿と防虫を一定程度期待できる。縄文時代と同様に、住居から煙が立ち上る景観をとおして、ロマン溢れるひと時を来場者に提供することを期待したものでもある。

②栗樹皮使用部位の補修　復原建物で多用している栗樹皮は強度が乏しいため、暴風等で破損しやすい。破損したまま放置すると、雨水が流入することにもつながりかねないため、竪穴住居の樹皮跳ね上げ戸や樹皮壁、小屋根は破損するたびに補修している。

③草刈と屋根の養生　本再整備事業で赤土屋根に変更した復原建物６を除き、竪穴住居の

屋根土は腐植質に富む黒ボク土が主体のため、草花が生育する。雨水は根に沿って屋根土に浸透するので、草花の繁茂は好ましくない。タンポポなどの直根は雨水を屋根土層の下部まで誘導する。ただ、根が横に伸びる草花は屋根土を保持する効果もあるので、草花の除去は屋根土の崩落防止のために好ましくない。以上の観点から、竪穴住居の土屋根を年6回（5～10月）ほど草刈している。抜根せずに、表面付近で刈り取ることが重要である。

赤土屋根は保水性が乏しいことから、乾燥による亀裂が生じやすい。亀裂からの雨水の浸透を防止するため、夏季等の日射が強い時期を中心に屋根表面にシャワー散水し、亀裂が生じた部分や亀裂が発生しそうな部分に屋根土を補充後、足で踏むなどして発生や拡大を防いでいる。草花が生育しにくく、日射を直接受ける赤土屋根ほど、その保持のためには屋根土の補充と増締めを継続的に行うことが必須作業となる。

④地際付近の木部養生　復原建物の強度を保つ際に鍵となる主柱材や出入口支柱材、垂木材について、腐朽や虫害による劣化を遅らせるため、地際付近（FL／GL+15cmまで）に木材保存剤等を塗布して被膜を形成している。腐朽部分で木材加害昆虫（甲虫類）が食害したり、産卵したりすることを避けることが主目的のため、昆虫の活動が活発化する早春に予防的措置として 1 回塗布している。塗布していない部分との色調差が目立つような場合もあるので、なるべくクリアー（透明）で無着色の含浸性の塗布型製品を用いるべきだろう。なお、木材の上部（腐朽していない部分）には塗布していないが、当該部は木材加害昆虫による食害等が生じても強度上の大きな問題にならない。

⑤透水管の機能維持　復原建物の排水の基本は屋根からの表面排水であり、復原建物周囲に敷設した透水管の機能維持が欠かせない。本再整備事業では透水管の機能回復のため、透水管上を従来の保護砂から砂利に入替えた。砂利にすることで透水管への雨水の浸透性は高まったが、周囲から土砂が流入したまま放置していると砂利層が目詰まりする。このため、定期的に砂利層上部に流入した土砂を除去する作業を行っている。透水管等の排水機能を維持することが、復原建物の長寿命化につながる。

⑥竪穴住居内からの排水　本再整備事業では、復原建物１を除くすべての竪穴住居の土間・腰壁／堰板下に防水・防湿シートを敷設した。そのため、出入口や煙出し窓から雨水や雪が吹込むと、土間表面から浸透した水分は防水・防湿シートが遮断することになり、地下へは排水されない。つまり、屋内に入り込んだ水分は、主柱等に浸み込むことで表面含水率を高め、それが木材腐朽菌の作用を促進させることにつながったり、屋内の湿度が高まることで樹皮や麻縄等が腐朽する危険性を高めたりする要因になり得るのである。将来的には、建物の強度を低下させることにつながる。このため、吹込んだ雨水等はスポンジ等を使って排出し、扇風機を用いて乾燥させている。ゲリラ豪雨で出入口から大量の雨水が流入した場合など、床上浸水した場合は水中ポンプで排水したうえで、扇風機を用いて早期に乾燥させることとしている。

暴風雨が予測されている場合は、必要に応じて竪穴住居全体を事前にブルーシートで覆うことも想定し、これらの資器材を北代縄文広場に常備している。主柱背後など屋内の死

角にコンセントを設けておくことで、維持管理や修理工事等での利便性が高まる。

3.1.3. 修理・補修履歴管理

復原建物の整備以降、補修・修繕・修理の設計図書・写真等は富山市教育委員会が保管しており、今後も継続する予定である。これらは、以後の補修等の検討に向けた基礎資料として活用されるべきもので、永年保存することが望ましい。

3.2. 経過観察

本再整備事業での修理工事後に実施している復原建物の経過観察の項目等をまとめ、北代縄文広場での維持管理の基本資料、また復原建物の整備や再整備を検討している地方公共団体等の参考資料とする。修理工事の完成はゴールでなく、維持管理のスタートであることを十分認識する必要がある。日常の維持管理が疎かになると、修理工事で意図した長寿命化等の実現が困難になる危険性が十分あることを、施設管理者は強く認識しなければならない。専門外とはいえ、施設管理者は建築・建築環境・木材・土壌・木材腐朽菌・木材加害昆虫について学ぶ必要がある。それがあって、はじめて適正に管理することができる。これは、来場者に復原建物を気持ちよく見学してもらうための気配りにも通じる。

例えば、夏期の土屋根竪穴住居は屋外よりも涼しいので、虫が多数侵入し、竪穴から再度外に出ることが難しい種はそのまま餓死する。飛来する昆虫を狙ってクモが営巣することもある。虫の死骸を放置すると、それは見学者が不快に感じるだけでなく、死骸を食べに新たな虫が集まることにもつながり、それは復原建物の耐久性にとっても好ましいことではない。風によって流入した落葉等を放置することで、そこに虫が集まることにもなる。これらを除去（清掃）するだけでも、菌や虫の活動を予防することにつながる。

3.2.1. 目視による経過観察（木材・土間・棚・樹皮・茅・屋根土）

復原建物の開施錠や清掃に伴う日常点検とは別に、後述する計測機器を用いた測定作業にあわせ、施設管理者が時間をかけて詳細に目視観察する必要がある。修理年および修理翌年は月 1 回、修理から 2 年後以降は年 4 回を目安として観察所見をメモや写真で記録に残す。特に、昆虫の飛来や産卵が多くなる春・秋の前後の状況を比較できること、修理工事の竣工図に観察所見を記入し、写真と共にファイリングして管理することが望ましい。修理直後の目視観察頻度を多くすべき理由は、想定外の不具合の兆候を見逃さずに、必要に応じて早期に補修するなどの対応をとるためである。修理工事の内容や修理後の経過が順調に推移している場合などは、目視観察の頻度を少なくしてもよいだろう。経過観察は各復原建物の実状にあわせて対応すべきものだが、重要なことは経過を記録として残し、不具合の兆候等が把握されたときには、必要に応じて専門家を交えながら、修理工事の目的を実現するために必要な最善の措置を検討する際の基礎資料とすることである。

雨漏りや腐朽箇所の有無、およびその度合いに留意して屋内外各所を観察することが重要で、必要に応じて実施する木材劣化診断での重点調査箇所を絞り込むことにもつながる。

3.2.2. 計測機器による木材表面含水率測定（主柱・出入口支柱・桁・梁・垂木・梯子）

接触型木材水分計を用いて、定期的に木材各部の表面含水率を測定することが望ましい。

表面含水率が 30%未満となるように維持管理する。修理年および修理翌年は月 1 回、修理から 2 年後以降は年 4 回を目安に測定し、測定値を記録に残す。修理工事の竣工図を用いて、測定位置に測定値を記入してファイリング管理することが望ましい。地際や土間付近が最も腐朽しやすいため、主に当該部で測定し、比較対象として上部も測定するとよい。

本再整備事業では平成 24 年 1 月から修理工事を終えた各建物で測定を開始している。主柱・出入口支柱・刻み梯子は各材とも 3 ヶ所（FL／GL+10cm・20cm・100cm)、桁・梁は各材とも 1 ヶ所（中央下面)、垂木は復原建物 1 棟あたり均等配分で抽出した 6 材（GL+10cm・20cm・100cm）を測定すれば、建物全体の傾向を捉えることができるだろう。建物の構造によっては、煙出し窓から雨水や雪が吹込むこともある。そのような構造の場合は、垂木の上部で測定してもよい。季節によっては屋内で結露が発生することもありうるので、後述する屋内温湿度測定の結果等から結露が予測される場合は可能な範囲で測定回数を増やし、結露発生の有無と対策の必要性の検討に資するよう、データを取る必要がある。

竪穴建物の屋内部材と異なり、高床建物の場合は主柱や刻み梯子が暴露状態になる。雨水に直接濡れたり、周辺の地下水の影響を被りやすかったりと、竪穴建物よりも含水量が多くなり、それは腐朽を促進することにつながる。また、日射や風による影響に加え、虫の飛来等の頻度も高くなるので、竪穴建物よりも劣化が早い。刻み梯子は屋根からはみ出す部分が多く、特に足掛かり部分は雨水や雪が溜まりやすく、腐朽や亀裂が発生しやすい。刻み梯子を製作する段階で、設置角度を十分検討して足掛かり部分に水勾配を確保できるように留意することで腐朽を一定程度遅らせることができるものの、高床建物の刻み梯子は定期的な更新が欠かせないものとして理解する必要がある。見学者の安全確保のためには、刻み梯子の日々の点検（目視観察・表面含水率測定）や管理（定期的な木材保存剤等塗布、刻み梯子付近の表土除去による保水量低減）が重要になる。

3.2.3. 計測機器による屋内外温湿度測定

復原建物の点検は目視観察が基本だが、屋内の温湿度環境の把握も重要である。屋内の定点で温湿度（温度・相対湿度）を定時測定して推移を把握することで、木材表面含水率と共に屋内の状況変化を早期に読み取り、必要に応じて対策を講じるための判断材料とすることができる。北代縄文広場では全復原建物の最奥部の主柱または登り梁（杈首）に温湿度データロガーを設置し、毎時測定している。機器の仕様は次のとおりである。

米国製 DT-171　メモリー数 32,000（温度：16,000、湿度：16,000)、露点温度自動計算、USB インターフェイス、測定間隔 14 段階設定

竪穴住居は FL+90cm、高床倉庫は FL+160cm に設置した。自動計算される露点温度は、結露の発生有無を検討する材料にもなる。土屋根やその下部に敷設した木毛セメント板は断熱効果を果たすので、燻煙作業が行われていなければ屋内は屋外よりも気温が低くなる。暖かい外気が屋内に流入して抜けないまま屋外の気温が下がると、結露する可能性が生じる。樹皮や麻縄、丸太材に結露することで水分を含むことになり、恒常的に結露水が付着する場合は腐朽原因となりうる。屋外の温湿度は、北代縄文館のピロティに設置した温湿

度データロガー（GL+207cm または GL+230cm）で毎時計測している。長期にわたり、測定データを比較検討することで、修理の効果などを毎時測定することができる。各地方気象台等の観測による温湿度は随時公開されるものの、現地で毎時測定することが望ましい。なお、北代縄文広場では必要に応じて放射温度計でも温度を測定している。結露発生の有無を検討する際に、屋外では屋根表面温度、屋内では土間や木材等の表面温度を測定し、検

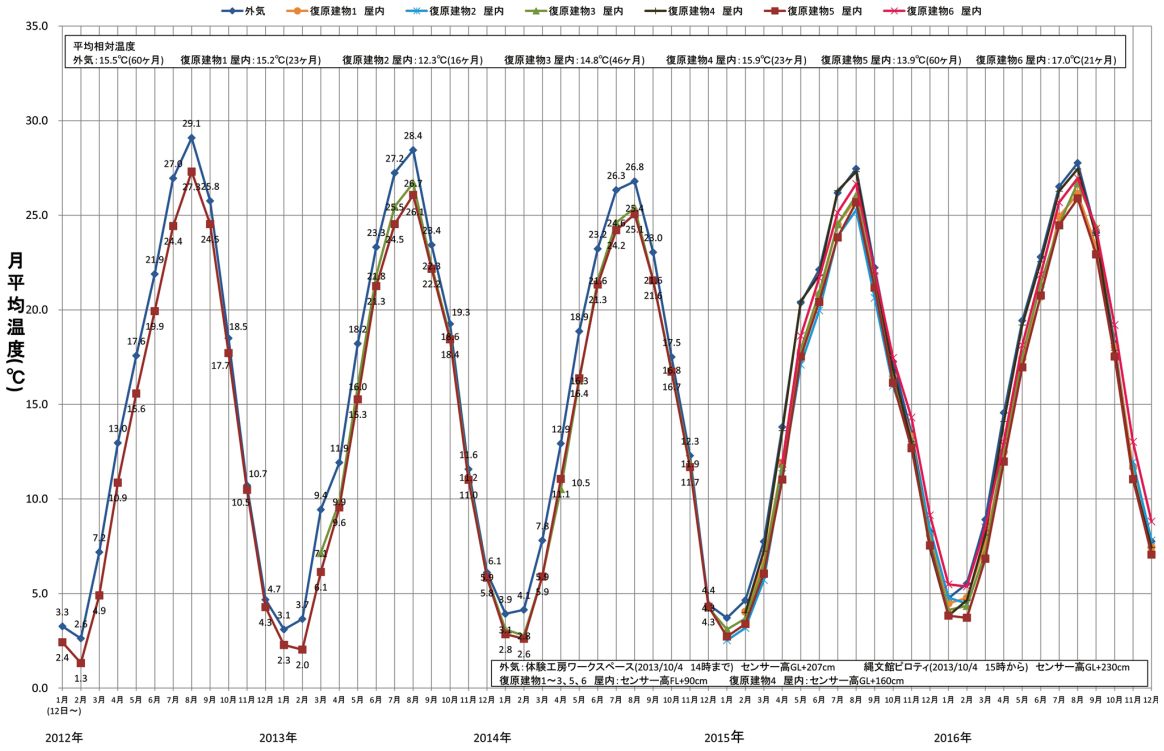


図１　月平均温度の推移（2012 年 1 月～2016 年 12 月）

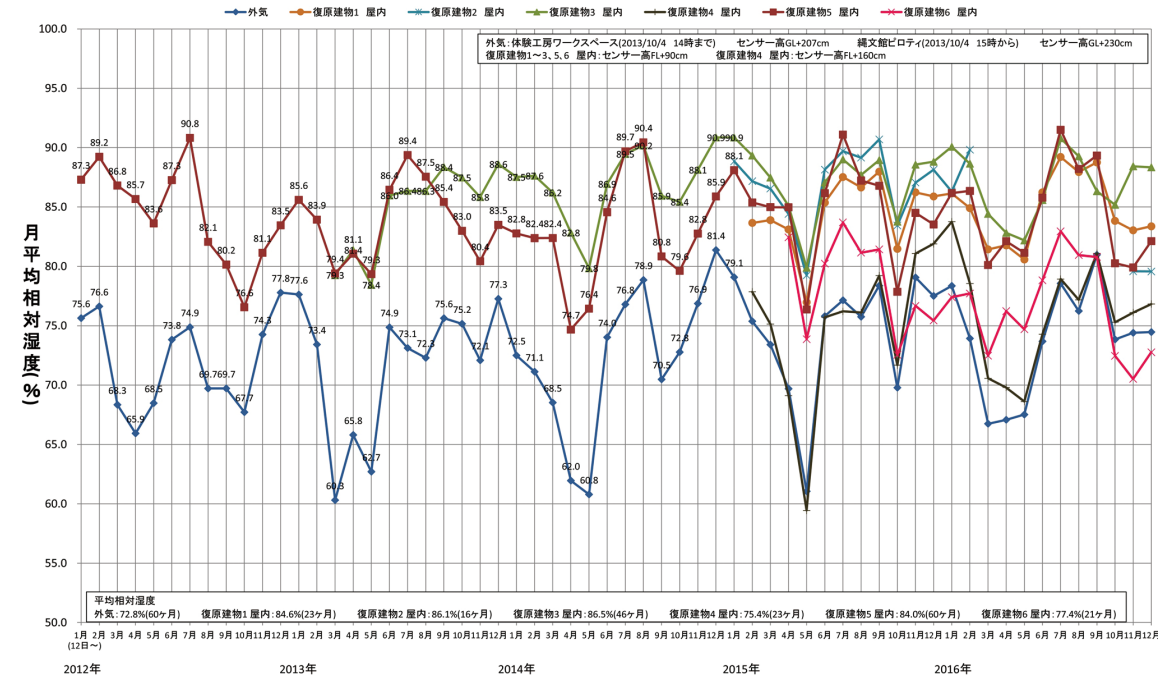


図２　月平均相対湿度の推移（2012 年 1 月～2016 年 12 月）

討材料としている。使用機器の仕様は次のとおりである。

CUSTOM 製防水放射温度計 IR-310WP　使用温湿度 0～+50℃、70%RH 以下（結露不可）、保存温湿度-20～+60℃、80%RH 以下（結露不可）、測定範囲-60～+550℃、分解能 0.1℃（-9.9～+199.0℃）、1℃（左記以外）、精度±0.2%rdg または±3℃のどちらか大きい方

本再整備事業開始後の月平均温度・相対湿度の推移は図 1・2、1 年間の日平均温度・

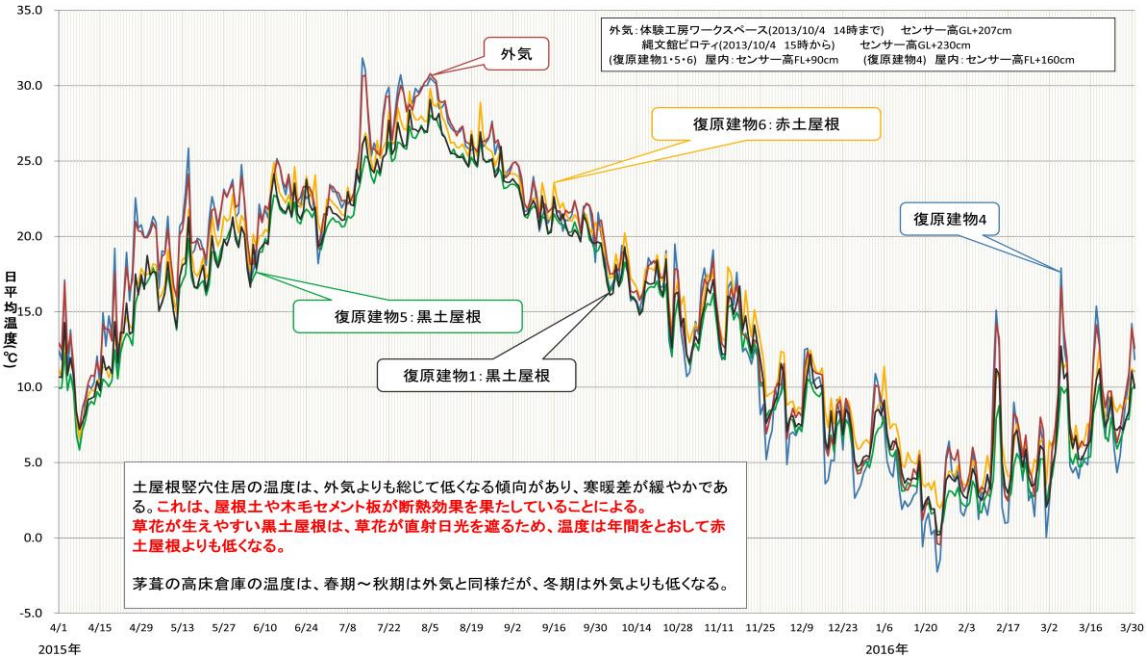


図３　日平均温度の推移（2015 年 4 月～2016 年 3 月）

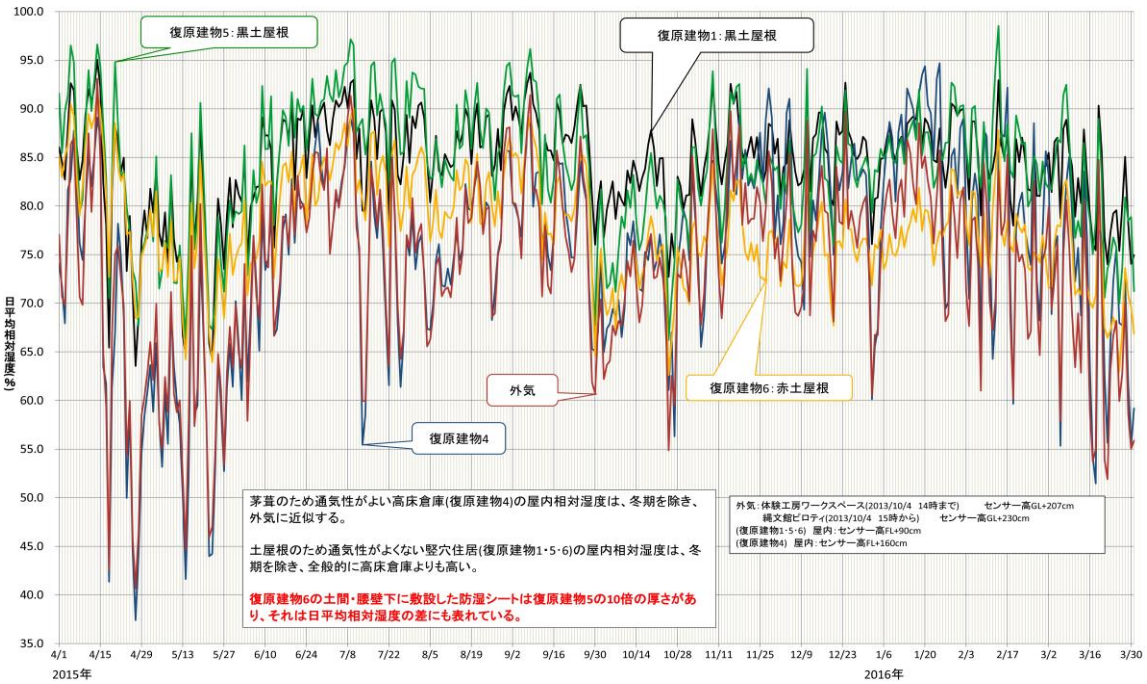


図４　日平均相対湿度の推移（2015 年 4 月～2016 年 3 月）

相対湿度の推移は図3･4のとおりである。これらが、今後の維持管理の目安の一つとなる。

3.2.4. 計測機器による屋根土内水分測定

土屋根竪穴住居はその構造上、浸透した雨水が勾配の転換点となる垂木尻（末端）付近の屋根土内に溜まりやすい。屋根土内に排水を促進するための資材や構造を設けたとしても、限界はある。当該部に溜まった水分は屋根下地や垂木に影響を及ぼしかねず、腐朽が進むと垂木の折損にもつながりかねないため、定期的に屋根土内の水分量を測定し、建物ごとにその度合いを把握しておくことも重要である。測定開始からしばらくは年 4 回程度を目安としておおまかな傾向をつかみ、それを基準として経過観察を継続して水分量の度合いが高いと判断された場合は、当該箇所付近（屋内外）の状態を確認して不具合の早期発見につなげることがよいだろう。

あくまで大まかな傾向をつかむことが目的であり、厳密な指標にはなりえないが、各種測定結果と共に目視観察結果を評価する際の参考とすることが重要である。なお、北代縄文広場では佐藤計量器製作所の土壌用酸度計（水分計付）SK-910A-D を使用している。

3.2.5. 計測機器による垂木勾配測定

雨水や地下水、湿気などによる腐朽の進行や木材加害昆虫による食害によって、土屋根竪穴住居の小屋組の強度が低下すると、垂木の下部にたわみが生じ、放置すると最終的には折損する。腐朽や食害は目視で容易に把握できるが、たわみの早期把握は難しい。そこで、定期的に（年 1 回程度）垂木角度を測定し、経年変化を数値で把握することが望ましい。たわみの度合いが軽く、範囲も狭い段階であれば、大規模修繕にならないうちに対応できる可能性が生じ、長期的にみた場合の維持管理経費を節減することにもつながる。

北代縄文広場では、デジタル傾斜計を使用して、定期的に同一箇所で測定している。測定機器の仕様は次のとおりである。

STS 株式会社製 DL164V　検出角度範囲 360°（4 方向 90°および 8 方向 100%表示）、最小表示 0.1°、検出精度±0.2°（0°・90°・180°・270°では±0.1°）

平成 27 年 3 月末時点の復原建物（竪穴住居）の垂木勾配は次のとおりである。小屋根がない小型建物は約 53°、小屋根がある小型建物および小屋根がない大型建物は約 55°となり、今後の経過観察結果の評価にあたって目安となる。

設計垂木勾配：35°を目安とする。[整備段階以降の踏襲事項]

施工垂木勾配：復原建物１　平均 54.0°（N=24）　復原建物２　平均 54.7°（N=28）
復原建物３　平均 55.2°（N=27）　復原建物５　平均 54.8°（N=15）
復原建物６　平均 52.7°（N=20）

Ⅳ-1-(2)-①-Ａで記したとおり、設計上の 35°という目安は他地域での試験データを基にした整備工事中の試験結果を踏まえた判断である。市単独修繕および本再整備事業とも、桁・梁は基本的に継続使用して高さも現状維持し、垂木尻の固定位置も変更していない。それゆえ、整備段階から設計よりもきつい勾配で建築されていたことになる。整備段階では、垂木勾配が 55°あたりでも、土屋根表面の勾配は緩やかだった。整備段階の竣工写真

からは、復原建物１・２・５・６がおよそ 23°、復原建物３はおよそ 27°と読み取ることができる。この土屋根勾配でも、降雨や凍結融解による表層の崩落に伴って透水管上に屋根土が堆積して排水不良を誘発した（Ⅵ－５第 16 図参照）。黒ボク土主体の土屋根に繁茂した草花の根などによって安定した際の勾配は整備段階よりもさらに緩くなった。

なお、本再整備事業で最初に修理工事を行った復原建物５の土屋根表層勾配は約 55°である。竣工後 5 年が経過しても土屋根の崩落は生じておらず、草花の根がもつ屋根土の保持力の強さがわかる。

3.2.6.　専門家による木材劣化診断

日常点検や定期的な経過観察等を適正に実施することが大前提になるものの、復原建物の状態に応じて専門家による木材劣化診断を行うことが望ましい。これは、施設管理者では把握できない劣化の兆候を早期に捉え、対応を検討することが目的である。木材の劣化診断にかかる公的資格がないため、北代縄文広場では公益社団法人日本木材保存協会の認定資格「木材劣化診断士」の有資格者に一次診断（視診・触診・打診・突刺し診）を中心とした業務を委託している（Ⅶ－３参照）。二次診断の一部（含水率測定）を含めて実施しており、今後は必要に応じて機器を使用した二次診断を追加（超音波伝播速度測定・穿孔抵抗測定など）したり、精密診断である三次診断を実施したりすることを想定している。

専門家による木材劣化診断の実施間隔は、施設管理者が復原建物の状態に応じて定めることになる。北代縄文広場での経験則ながら、一応の目安を示すなら一次診断は 5 年程度、二次診断は 10 年程度の間隔で実施することを念頭に置けばよいだろう。復原建物５は上屋を解体して土間・腰壁を含めて全面的に改築、平成 23 年 12 月に竣工した。5 年が経過した平成 28 年 12 月時点で一次診断を実施する必要性は感じなかった。このような場合は一次診断をもうしばらく先送りしてよいだろう。

これに対して、本再整備事業の効果の有無を将来に評価するための比較対象として長寿命化対策（土間・腰壁改良）を意図的に実施しなかった復原建物１は近い将来に、劣化した主柱や堰板等を取替えた復原建物２・３は経過観察結果を踏まえながら適切な時期に木材劣化診断を実施する必要がある。過去の診断結果と照合して評価し、それまでの維持管理が適切だったかどうか、修繕の必要性の有無や具体的な方法等を検討し、適時適切な補修を繰り返すことで、次の本格的修理工事（上屋解体を伴う大規模修理工事）を先延ばしすることが可能になる。それが、長寿命化の実現である。

４．木部の検証

4.1.　維持管理の判断材料

本再整備事業では、復原建物（竪穴住居・高床倉庫）の建築材のいくつかについて、解体調査を行った（Ⅶ－４参照）。当該材は整備段階のもので、足元に土が被る部分や雨掛かりの材は建築時に木材保存剤が 2 回塗布された。地下の防水・防湿対策がなく、木部が土壌に直接触れる状態で、復原建物４は約 12～13 年、復原建物５は約 11 年、復原建物６は

約 12 年が経過した時点での調査である。当該材の腐朽状態（断面欠損率は最大５割程度）が今後の維持管理の判断材料の一つとなる。

本再整備事業で採用した保護対策に準じた木材試験体の暴露試験結果（健全または地際部を中心に強度低下、Ⅶ－５参照）も判断材料の一つになる。試験期間は 5 年と短いが、北代縄文広場での試験であり、参考にすべきデータである。木材試験体の暴露試験は現在も継続しており、保護対策を講じた木材の腐朽状態にかかる判断材料は将来加わることになる。この他、既存主柱等の土中埋設部分に保護対策を講じて継続使用した復原建物２・３の現況（Ⅵ－６・７参照）も判断材料の一つである。主柱等の土中埋設部分に保護対策を講じていない復原建物１のみ、経過観察が特に重要になり、上記した各種判断材料などを考慮して木材の腐朽や建物の劣化を把握していかなければならない。

4.2.　木部の劣化状態の検証

専門家による木材劣化診断（一次診断）の結果、二次診断の必要性が指摘された場合、当該材付近の材を含めて二次診断を行って木部の劣化状態を検証することが望ましい。具体的には、非破壊診断として超音波伝播速度測定を行ったり、破壊分析として穿孔抵抗測定を行ったりして検証することになる。土中埋設部分を含めて穿孔抵抗測定で斜め方向に穿孔し、不可視部分の断面欠損状況を把握することが重要である。必要に応じて、コアを採取して評価（三次診断）することも検討する。

目視で腐朽が観察された主柱や出入口支柱、垂木等のいくつかについて、10 年間隔を目安にレジストグラフで不可視部分の断面欠損状況を把握することが望ましい。それは、一次診断のみでは木材劣化診断に限界があり、特に土中埋設部分の劣化状態の把握が建物の長寿命化の実現に不可欠だからである。復原建物５・６では目標とする耐用年数を 20 年と設定しており、10 年が経過した段階で木部の劣化状態を評価し、必要に応じて補修や予防的措置を講じることで、復原建物の長寿命化の実現に向けた確実性が増す。

復原建物３（平成 18 年度に市単独修繕を実施）では、屋根防水シートの敷設方向に起因した排水の不具合（雨漏り）などの影響が甚大だった。木材劣化診断士による調査報告（Ⅶ－３ 2.3.参照）のとおり、木材の含水率が高く、進行性の腐朽があり、特に堰板には著しい腐朽と共に消滅した部分もあった。さらに、菌糸や子実体が認められるなど、他の竪穴住居とは著しい差があった。可視部分の杈首の腐朽は表面から 2㎝ ほど進行しており、重大な劣化には至っていないように思われたが、防水シート巻付による保護対策が行われなかった土中埋設部分は腐朽が著しく、整備段階の材が継続使用された部分では完全に消滅したことが平成 28 年度修理工事で判明した。雨漏りを防止すること、および土中埋設部分の木材保護対策の重要性を知ることとなった。また、適切に保護対策が行われることで、長期間にわたって当該部の健全性を保つことができる見とおしも立った。

復原建物５・６では屋根防水シートの敷設方向を適切に改め、垂木尻に巻付けた防水シート等の上端部にもゼオブレースを塗布して一定の抗菌対策を講じた。その他の竪穴住居は、防水対策内部で腐朽する危険性も十分念頭に置いて経過観察することが求められる。

2　史跡公園造成前の留意事項

佐野千絵

1.　はじめに

史跡は、その土地・時代に特有の技術によって形成されており、発掘調査等により十分な情報を得て、整備に生かすことが肝要である。遺構保存を図りつつ、活用していく際には、発掘調査で得られた研究成果を根拠に、伝統的材料や技術に則って整備することを目指すことになるが、伝承のない「失われた技術」の場合、材料情報だけで工法について情報がない条件では再現が難しい場合もある。

特に、遺構の表現にあたり復元展示を行おうとする場合、現代では経験のない材料・技術で復元を試みた結果、復原建物の寿命が著しく短いなど望ましくない結果となることもある。周辺環境と維持管理で復原建物の寿命は決まるのであり、その地域の気象、気候風土、土質、植生、昆虫の生息状況、地下水位などの立地条件について時間をかけてモニタリングして十分に理解し、復原建物の材料やその風土にあった復元技術を検討する必要があろう。また、人の住んでいない住居には、虫が入り、草木が生え自然に戻っていくのは現代の住居でも同じである。維持管理のない復原建物は、来訪者にとって危険になる場合も多く、維持管理は必須である。人が住んでいるのと同様に日々メンテナンスをしながら管理していくのか、ある程度のインターバルを空けて維持管理にかける時間を少なくするのか、維持管理方針を決めることが重要である。もし手がかけられないのであれば、当時の技術にはなかった材料ではあるが、薬剤処理や寿命を延ばすための水・湿気対策なども、検討しても良いのではないかと考える。

復原建物の寿命が著しく短く再整備する場合には、同じ方針で整備を繰り返すのではなく、発掘調査によって得られた根拠資料を再検証する必要があろう。例えば、整備時点の分析技術では土壌に混和物があったのかどうか不明であっても、その後の技術進展で油脂などの有機物の分析も可能になっている場合もある。発掘調査によって得られた遺物全体について、再度、文化財科学的手法によってより豊かな情報が得られるようになっていないか、その時点で再検証すべきであろう。また、その地域の気象、気候風土、土質、植生、昆虫の生息状況、地下水位などの立地条件をさらに検証し、復元展示によって得られる遺跡への理解が長期にわたって続くように、来訪者が気づかない範囲で現代技術も加えて整備するのが望ましいと考える。日々のメンテナンスがなければ、すべての材料は自然の中で放置すれば必ず朽ちていくものであり、復原建物に対して、薬剤処理も含めてより適切な維持管理方法がないか、常に検討していく必要がある。

土地から切り離された動産文化財の劣化においては、①防災（地震、津波、浸水・漏水、火災、暴力行為等）、②防犯、③取扱い、④保存環境制御（温度湿度、光線の質・量、空気汚染の種類・量、生物による食害）が重要である。地面とつながる復原建物の場合、上

記に加えて、材料・構造の劣化に対してより影響の大きな要因として、Ⅰ.水害・雪害、Ⅱ.日射、Ⅲ.風による影響　Ⅳ.その他　などがあり、製作技術や管理技術をより向上させないと寿命を延ばすのは難しいと思われる。

以下に、史跡等の保存整備を進めるにあたり、留意すべき内容を中心に述べる。

2. 立地環境の気候風土等環境調査の重要性

史跡整備計画をまとめるにあたり、当初に事業概要を定めるための調査研究として、保存活用上の諸課題について、またその手法について調査研究を進めて基本構想をまとめていく。次の段階の「史跡等に関する学術的な調査研究」や「管理運営および公開活用の手法に関する調査研究」は行われているものの、「保存状況および毀損要因に関する調査研究」、とくに周辺環境の影響について深く探求して整備計画がまとめられることは希である。しかし、遺構の表現としての復元展示や保存活用のための施設に用いる材料の耐久性や構造の安定性等を確保するためには、周辺環境について十分に情報を得て、設計や維持管理方法に反映させる必要がある。気象データでは、5 年、10 年、20 年の平均値が検討の際に用いられていることからもわかるように、気候や昆虫の生息状況についてのモニタリングは長いほど良く、短くても 5 年ほどの調査期間が必要である。

史跡整備では遺構面を保護するため盛土造成するが、砂層の作り方（粒度分布や厚さ、積み方）や土の種類や風化により変化していく土の物性について、再整備においては発掘調査所見も検討しつつ、どんな材料をどのように使うべきか、土質の専門家の意見を得るべきであろう。また造成によりおのずと周辺区域に比較して高台にひらけた状態となり、気象の影響を受けやすいことが多い。ひらけた高台に復原建物があれば、風が当たり乾燥が進み、あるいは降雨の際には水損が激しく、風向により材料の劣化の度合いが異なる状態になると予想される。特に、出入口と降雨時の風向が同じになった場合に、復原建物の奥まで雨が直接入り、ある程度長期にわたり湛水すると生物被害を受けやすい条件となる。カビが生えれば次の虫を呼び、その死骸にまた別の虫が集まるというように、生物被害は急速に拡大し、復原建物の見学者の不快感を増長するだけでなく、湿気の常時ある環境が蚊の繁殖など、リスクのある状況を誘発することもあり得る。

史跡北代遺跡を保護し、土屋根竪穴住居や茅葺高床倉庫を復元整備した北代縄文広場は、呉羽丘陵の北端に位置する。旧地形に即して、広場全体にわたっておおむね厚さ 60㎝ で黄色の砂質土（富山県氷見市産）を旧地表上に盛土造成し、史跡の保護層としている。水が通りやすい砂質土による保護層のなか、保護層下に床面および主柱基礎が及ぶ復原建物を湿気からどのように守るかという問題が起きた。

富山地方気象台の過去の気象データによると、最大風速（10 分間平均風速）の風向は、春から秋にかけては北～北西～西、冬には南～南西であり、樹木によって風がさえぎられるなどの保護が採られていなければ、復原建物の位置によって風あたりが異なり、そのため劣化の状況が異なることが予想される。高床倉庫は発掘調査所見に基づいて位置が定め

られ、民俗建築学的視点から上屋が復元されたが、立地に加え高さがあることで西風の影響を受けやすく、その影響か、西側の屋根の茅が東側に比べて薄くなった。

土屋根竪穴住居内では、腐れの問題が生じた。これは湿気が溜まることで木構造の腐朽が進み、屋根土の重みに耐えられずに、比較的短期間に復原建物が崩れたものである。また降雨のほか、土屋根に生えた草が風の影響なども受けて、屋根土に緩みを発生させ、屋根からの浸透水により屋根下地材（樹皮）や小屋組そのものが腐る現象も生じた。根本的な原因は、いずれも水対策にある。

3. 屋根からの水対策

茅葺高床倉庫は通常、日差しが満遍なく全方位から当たるよう緑陰の配置を計画すれば、屋根の保存状態は悪くならないことが多い。日射により有機物である木材は痩せ、構造物として劣化が進むが、その影響は表面にとどまり、ある太さより大きな構造柱が日射で傷むことはほぼないと言える。

風が一方向からのみ当たることで、屋根の一部分だけ痩せる、抜けるなどが生じて問題になることもあり、風向の卓越する方向を見定めたうえで防風のために植樹をするなどの対策を採るのが良いと思われる。

また、鳥などの小動物があける孔や屋根の茅を抜くことなどの影響が大きく、その孔から復原建物内に透水が起きはじめ、腐れにつながっていく原因となっている。

土屋根竪穴住居では、土屋根からの湿気の流入を抑えられるよう、土屋根にゆるみが出ないよう、草を生やしっぱなしにせず踏みつけるなど、適切に増締めをする維持管理が必要と思われる。草が腐朽して生産される多糖類は屋根土のつなぎとなり、土屋根が日射によって乾燥しすぎることも避けることができるので、良い補強材料になると思われる。また、雨が当たって屋根土が流れた場合にはすみやかに戻して締める、などの日常管理が必要であろう。

また根が横方向に伸びる樹木を、日差しを遮らないよう配慮しつつ数本植えるのが良いと思われる。復原建物と防風のための樹木との距離によっては、吹き溜まりが生じて屋根の積雪量が増えることもあるので、一定の距離を離す必要があろう。史跡公園整備の計画として適切な位置に緑陰を作る、という考え方で、復原建物の長寿命化に役立つように計画するのが良いと思われる。

4. 復原建物内の湿気対策

4.1. 水の特性

復原建物に浸入する水は、降水後に出入口からの吹込みなどが生じた場合、すみやかに対処する必要がある。特に寒冷な時期では凍結・融解の繰り返しによる劣化現象がさらに進むおそれもあり、放置してはならない。これは維持管理で対応すべき問題である。

一方、水は穴があればどこにでも入っていき重力方向に、また湿気は湿潤→乾燥方向に

さからわずに動いていくので、その性質を理解し、管理していくことが重要である。

日当たりが良ければ、本来は復原建物の状態が悪くならないはずである。北代縄文広場の日射や通風の状況で復原建物が腐るということは、すなわち、復原建物直下の水分の保持量が多いことを示していると考えられる。復原建物の位置は、本来の遺構の上に保護層を作って表現しており、遺構面までの深さの保護盛土の中に、遮水層・透水層をいかに組みこめるかという問題を解決することが重要になろう。

4.2. 遮水層－タタキの効果

土自体は、よく叩き締めて密度を上げれば本来、遮水層になり得る。屋根土についても同様で、どのように叩き締めるか、維持管理のタイミングを逃さずに増締めするかということを検討すべきであろう。

混和物があったかどうかについて情報がないので、整備で混和材を加えるかの判断は難しいが、混和材を入れることで一度締めたものが緩まなくなり、特に動物脂などは防水性を付与できる点で有効である。その時代に合わせて考えられる自然素材を入れるかどうかの検討を行い、決定していくことが重要であろう。

タタキによって遮水層を作る場合、屋根の場合は、屋根表面を流れた雨水を処理する設備を準備する必要がある。周溝に雨水を誘導して復原建物近傍に水が滞留しないようにすることで、復原建物内部の相対湿度を居住に快適な状態に維持することができるようになると思われる。復原建物内部でタタキによって遮水層を作る場合には、土間面に水が溜まるので、維持管理によって水を拭き取ることが必要となるであろう。

4.3. 透水層－砂による盛土と自然地形

地下の溜まり水を逃がすシステムの検討も必要であろう。砂で盛土造成して保護層としている場合、地下に自然の透水層があるように考えられてきたが、実際には、自然地形が窪みであった場合には湿気だまりとなり、復原建物内の湿気を維持するリザーバーとなることもある。床面の下に砕石層を敷設して、砕石層の先に透水管を設けるなどの手法も考えられる。

これまでの整備では、単一粒径の砂で形成された保護盛土層を切って床面を作ることが多かったため、床面および壁面下部が地下に位置するので、雨水の滞留などの影響が強く出ていた。例えば、北代縄文広場の保護盛土のうち、下部には砕石が多く、上部は砂気が強いように作ると、下部で水を逃がすことができ、上部砂層中に竪穴住居床面を設けることで、床面下の溜まり水を逃がすことができるかもしれない。

竪穴住居の床面は周囲の地表よりも低いことから、住居周囲の透水や湿気の移動が起こりやすい。特に屋根からの表面排水が復原建物の地下に流入しないよう、屋根裾での雨水処理を積極的に行うことが、竪穴住居内の湿度対策として重要となろう。

床面の高さと復原建物周囲に巡らされた周溝の底面の高さを比較して、周溝の底面がより低くなるように設置することで、床面直下への水の溜まりを減らすことができるであろう。経年によって、細かな土が風化してでき、周溝へ流入し底面の水位が上昇すること、

また周溝へ誘導する経路が目詰まりを起こすことは必然であり、維持管理のなかで定期的に周溝の目詰まりと底面さらい、周溝下部に設置された透水管の状態確認を行うようにしていくことが必要であろう。

いずれの設備も一度に完璧を目指すのではなく、経過を観察しつつ、設備増強や更新、管理計画の改良を行っていくのが良いと思われる。特に史跡公園内での排水溝の設置や集水枡の深さ、復原建物周囲の周溝の深さは、遺構面の保護状況と密接に関係するので、慎重に検討する必要があろう。

既存土にセメントを加えて改良を検討する場合もあるが、土が流れなくなる点では安定処理といえるが防水効果はあまり大きくなく、防湿効果についてはほとんど期待できない。

4.4. 防水・防湿シートの効果

防水シート、防水・防湿シートともに、自然界での耐久性はおよそ 10 年と考えられている。防水シートは建物の外側に用いられるもので、住宅の耐久性向上を目的に壁体内の湿気等水分が蒸れて結露しないように「通気工法」に用いる資材として最近は透湿性が付与されており、遮水効果はあるが湿度は通すように作られている。一方、防水・防湿シートは屋内側で用いられるもので、湿気を通さないような性質を持つシートである。

北代縄文広場では本再整備事業のなかで、60cm の保護盛土の中に防水・防湿シートを敷設し、その上を砂・砂利・タタキで保護し、竪穴住居を復元した。防水・防湿シートには気密性があるので、シートの内側に水が入らないようにしなければならない。床面を掘り下げた地面の際など、曲面となる部分に防水・防湿シートを施工する場合、しわが生じるとシートと地面の間にできた空間にカビが発生するおそれもあるので、丁寧に施工する必要があろう。

防水・防湿シートを敷設する際、地形の低い側に向かって傾斜を設け、透水管を接続させて防水・防湿シート内に水が浸入しても透水管経由で排水できる構造とすることも一案であろう。

5. 復原建物周辺の排水計画

湿気対策は、屋根からの浸水、復原建物内の対策だけではなく、周辺地形の整地により表面を流れた雨水の流入や地下からの浸透に対して防御していく必要がある。

史跡整備では史跡の土壌と区別が容易という判断で、砂系の盛土がしばしば使用されている。また旧地形の勾配も考慮して排水対策を講じる必要があり、排水のために安易に地形を変更することは避けなければならない。史跡公園整備として、本来の地形をどの程度修景として見せる必要があるかという問題について、十分に検討するとともに、自然地形を良く理解し、適切に集水枡等を設置して排水させる必要がある。

史跡公園の雨水処理は、表面排水を地形次第で集水し、排出するのが基本である。排水溝の配置は、表面に開口部ができるため、見学者が違和感を感じないようにする工夫は必

要になるが、定期的に維持管理が容易である長所を考えると、排水溝の配置が現実的と思われる。

目隠しとして土をかぶせ、芝などを植えることも良く行われるが、経年により芝生が透水管上を覆ってしまい、目詰まりが生じるうえ、位置の特定が困難になり、維持管理が難しくなった例がある。これを避けるため、地形の傾斜に合わせて排水溝を、すなわち表面に浅い谷筋を設け、そこに雨水を集め早く排水させるという考え方もある。

復原建物周囲には、建物床面より低い位置を底面とする周溝下部に透水管を設置して巡らせ、屋根表面を流れた雨水の排出を主目的としつつ、保護盛土内の水分も副次的に排出させ、史跡公園全体の排水機能を向上させることができないか、水を計画的に逃がすための総合的な排水システムを作りだせないか、検討すべきと思われる。

6. 維持管理

整備後の維持管理は、事業計画をまとめるなかで検討してきた内容、方法について実施することになる。史跡の保存活用上必要な維持管理についてまとめた年間作業表は、単年度単位で作成されることが多いが、長期スパンで必要な中規模な維持管理として、排水設備の定期的な管理計画を組み込んでおく必要があろう。

北代縄文広場の当初整備における排水計画は、復原建物周囲の周溝下部で透水管を巡らせ、保護盛土内に浸透した雨水を排水する意図であったが、経年により周溝上を屋根土等が覆い、雨水の排水機能が失われた。この点が当初計画では推測しきれなかった維持管理上の問題である。

また、復元事例が乏しかった土屋根について、維持管理方法が決定できなかったことも大きく影響したと思われる。土屋根を硬く叩き締めて屋根土に不透湿層をもたせ、表面を流れ落ちた雨水を建物周囲の透水管経由で排水することが意図されたとは思うが、現実にはうまく維持管理できずに屋根土が崩落して周溝上を覆い、湿気は建物内外に溜まることとなった。また緩んだ土屋根から直接雨水が浸透し、小屋組が傷んで建物の陥没や小屋組の強度低下に至った。これまでの維持管理計画で不足した作業について、十分に検討して計画を練り直す必要があろう。

この他、雨が竪穴住居の屋内に入らないようにすることが重要である。次に、湿気が長く屋内にとどまらないようにする必要があろう。

維持管理では、①降水後には点検し、復原住居内の床面に水がたまった場合にはすみやかに水を取り除き乾燥させる、②復原住居周囲を見回り、水の溜まった部分があれば水をより外周へ誘導する、③屋根土の締まり方を見て、緩んだ箇所や亀裂が生じそうな場所は圧力をかけて押さえて透水を抑止する、④屋根土が周囲に流れるような状況が見られたら、すみやかに必要な回復処置を行う、⑤復原建物周囲の周溝や広場内の排水溝に目詰まりがないか、全体に目配りをし、定期的に管理する、などが考えられる。

7. 特記事項

7.1. カビ対策

復原建物に見学者が入ってカビ臭気がするような状態は、カビからの臭気だけでなくカビ胞子も浮遊している可能性があるので、放置して公開を続けるのは公衆衛生の点から避けるのが良いと思われる。何らかの方法で熱を当てて乾燥させ、可能であれば吸引清掃する。難しい場合には、屋内外の空気を入れ替える。

カビ臭のある復原建物内で作業を行うにあたっては、最低限の呼吸保護具としてマスクと髪への付着を避けるための帽子着用、また衣類への付着等を想定して作業着を着用し作業後は脱衣・洗濯すること。手袋の着用はケガ防止に有効であり、着用を推奨する。作業後には手を洗い、顔を洗い、目薬を差すなど目を洗い流し、口中をすすぐ。

7.2. 発掘調査資料の保管について

科学技術は進歩し将来に、より有益な情報が得られる可能性があり、また再整備に際しての再検証、あるいは調査結果に疑義が生じて根拠を確認する必要が生じる場合もあるため、発掘調査資料はある程度の分量で、状態を維持しながら保管することが望ましい。特に土壌には無機成分や有機成分が吸着されて、その種類や多少によって新しい事実がわかるようになる可能性もあるので、住居跡などの近傍土壌については、両手のこぶし大程度の塊を保管しておくと良いと思われる。

8. おわりに

本再整備事業では、史跡北代遺跡復原建物修理検討専門家会議での検討を踏まえ、暫定ながらも従来工法（市単独修繕）にはない床面下の基礎構造の改修も行われた。床面下には防水・防湿シートを敷設して土中の湿気による影響を低減させたこと、また従来工法では垂木尻までとしていた防水シート下に、防水・防湿シートを追加して竪穴住居周囲の透水管まで延伸させ、雨水に起因する湿気を低減させるなどの改良を加えた。

復原建物の長寿命化は、木構造の腐れを引き起こす水・湿気に対していかに対処するかが重要である。復元事例に乏しい土屋根竪穴住居の場合には、他の史跡整備例とは異なる劣化が生じたと考えられる。居住者がいれば、毎日の維持管理作業のなかで屋根の小修理や、床面の湿気対策が行えるのであろうが、史跡整備における復原建物の維持管理者が実行できる内容・量にも限界がある。北代縄文広場の復原建物再整備では、従来工法を尊重しつつ、見学者には見えない範囲で、最新の技術を取り入れながら、水・湿気対策を加えた復元を試験的に取り入れることとなった。今後の経過を見守りつつ、復原建物の長寿命化のための試験的工法がどの程度有効であったか、評価していきたいと思う。

参考文献

文化庁文化財部記念物課監修　2005　「Ⅰ総説編・資料編　Ⅱ計画編　Ⅲ技術編」『史跡等整備のてびき－保存と活用のために』同成社

3　復原建物建築設計上の留意事項

西井龍儀

1. はじめに

史跡北代遺跡復原建物等再整備事業では、平成 8～10 年度に整備された北代縄文広場の復原建物１～６ほかについて、長寿命化改修を行った。6 棟の復原建物は、調査原位置で竪穴住居を復元した復原建物１～３、および高床倉庫を復元した復原建物４のほか、復原建物１・２を複製した復原建物５・６からなる。復原建物１～４について、平成 15～18 年度に、腐朽または折損した建築部材の一部取替や、腐朽対策としての防水といった修繕が行われた。

さらに、復原建物の長寿命化に向けて、平成 22 年度からは復原建物 6 棟の修理が行われ、特に復原建物５・６では上屋解体による再整備（再復元）がなされている。このうち、上屋を解体して建替えた復原建物５・６は改築工事にあたり、部分取替や長寿命化対策としての防水・防湿、断熱材付加修繕を加えた復原建物１～４は改修工事にあたる。

一般的に、整備・改築・改修工事に際しては、設計図書に基づき、適切な工事が図られなければならない。設計図書は特記仕様書のほか、配置図・面積表・仕上表・平面図・立面図・断面図・詳細図などの建築意匠図、基礎伏図・各階伏図・軸組図・各部配筋図などの構造図による設計図からなる。いずれも、その内容はⅢ－３に再録されたような整備基本計画に掲げられた基本理念・基本構想に立脚し、復原建物の整備または再整備の設計を検討する委員会等における検討や試験の結果が反映されねばならない。

ここでは、復原建物の整備における建築設計上の留意点として、復原建物の規模や面積算定の方法、構造部材の検討をとりあげる。

2.　復原建物の規模、面積算定の方法

縄文時代の竪穴住居や掘立柱建物は、地上部分の遺存材は極めて少なく、遺構平面からの推定復元がほとんどである。その平面は時期や地域によっても形や規模が異なり、同一のものはないといってよい。大小規模の判別は、面積比較によることになる。竪穴住居や掘立柱建物のどこで寸法を測るかによってその面積に差が生じることになるため、算定方法の基準や共通性が必要である。かつては、建物の規模は工事費用についても㎡当りいくら、坪当りいくらといった目安があったように、共通した面積算定によって類例との比較検討もできるようになる。

建築基準法では、土地に定着する工作物のうち、屋根があって柱もしくは壁のあるものは建築物としており（建築基準法第二条第一項）、復原建物の竪穴住居や掘立柱建物がこれに該当する。その広さ、大きさなど規模を表す方法に建築面積と床面積がある。建築面積とは建築物の外壁、またはこれに代わる柱の中心線で囲まれた部分の水平投影面積によ

る（建築基準法施行令第二条第一項第二号）ものであり、床面積は建築物の各階またはその一部で、壁その他の区画の中心線で囲まれた部分の水平投影面積による（建築基準法施行令第二条第一項第三号）とされている（図１）。

この他、建築基準法には明記されていないものの、建築物の施工範囲全体を含める施工面積という見方もある。

3. 復原建物５の面積算定

復原建物５は竪穴住居で、主柱は地下へ掘り下げた腰壁の内側にある。地上部には外壁がなく、土屋根がかぶさり、主柱に架かる桁・梁で垂木を受ける構造である。

3.1. 建築面積

外壁に代わる土屋根は厚さを一定に施工されたものの、冬期に屋根表層が凍結融解を繰り返したり、雨水などによって屋根土が流出したりすることで、時間の経過と共に垂木尻裾で厚さを増すことになることから、垂木の接地部分、つまり垂木尻の内側で建築面積を算定する。この場合、垂木尻を受ける基礎と、腰壁上端との間の棚部分では、垂木と土の接する位置を建築面積界とする（図２のＡ部分）。算定結果は 27.6 ㎡である。

3.2. 床面積

腰壁下端とタタキ土間の接する位置で床面積を算定する。斜めに立ち上がる腰壁や棚部分は床面積に含めない。ただし、腰壁にかかる出入口の階段部分は床面積に含む（図２のＢ部分）。算定結果は 15.3 ㎡である。

3.3. 施工面積

屋根土の裾で建物を巡る周溝内側までを施工面積とする（図２のＣ部分）。算定結果は 99.4 ㎡である。ちなみに、『史跡北代遺跡ふるさと歴史の広場整備事業報告書』（富山市教育委員会 1999 ，以下、整備事業報告書と略記する）では建築面積を 79.0 ㎡としており、本稿でいう施工面積に近い。

4. 復原建物４の面積算定

復原建物４は高床倉庫として復元されている。6 本の掘立柱（主柱）で、桁に架かる梁上に 2 階の床があり、梁端からの登り梁（杈首）で三角形の切妻屋根を設けている。1 階は主柱のみで、外壁はない（図３）。

4.1. 建築面積

掘立柱（主柱）の隅柱芯間の梁間 2.9m、桁行 3.1m で、建築面積は 8.99 ㎡となる。

4.2. 床面積

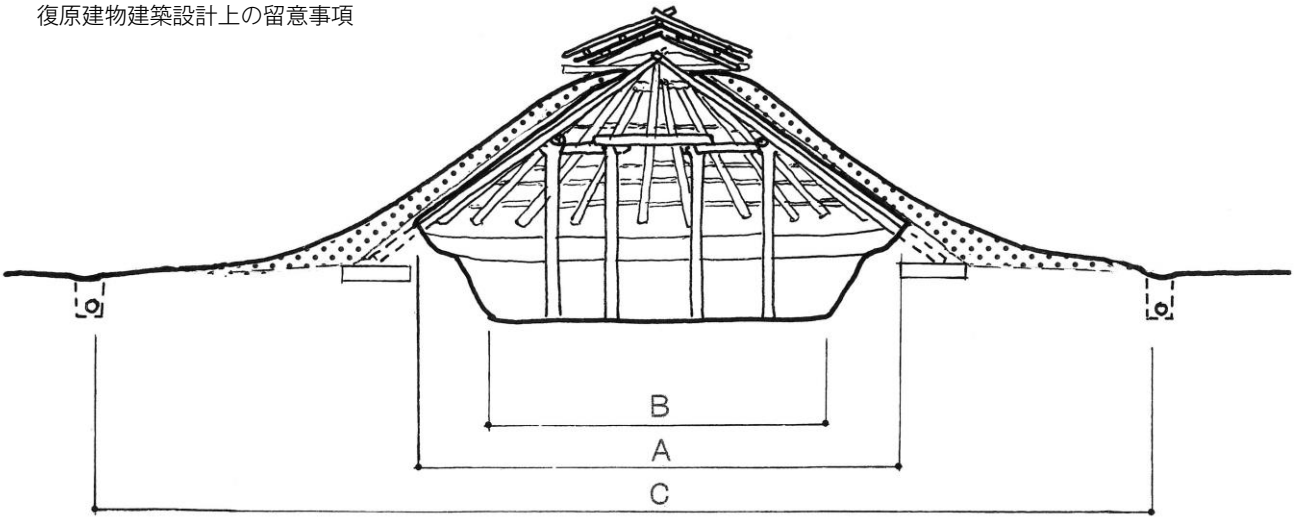
1 階は、用途によって床面積の扱いが異なる。すなわち、1 階に作業や集会などの屋内的用途があれば床面積に算入され、建築面積と同じ 8.99 ㎡になる。これに対し、高床のピロティ空間が外気に十分開放され、用途がない場合には床面積に含まれない。また、床面積に算入した場合、高床（2 階）の主柱から外側の部分は庇とみなし、床面積に含まない。

2階は、言わば屋根裏（ロフト）の空間である。桁行方向は妻側の外壁間3.300m、梁間方向は有効高さ 1.400m以上の部分のうち、約１ｍが算定幅になることから、床面積は約3.3㎡となる。これによって、1階に用途がある場合の延面積は1階8.99㎡＋2階3.3㎡＝

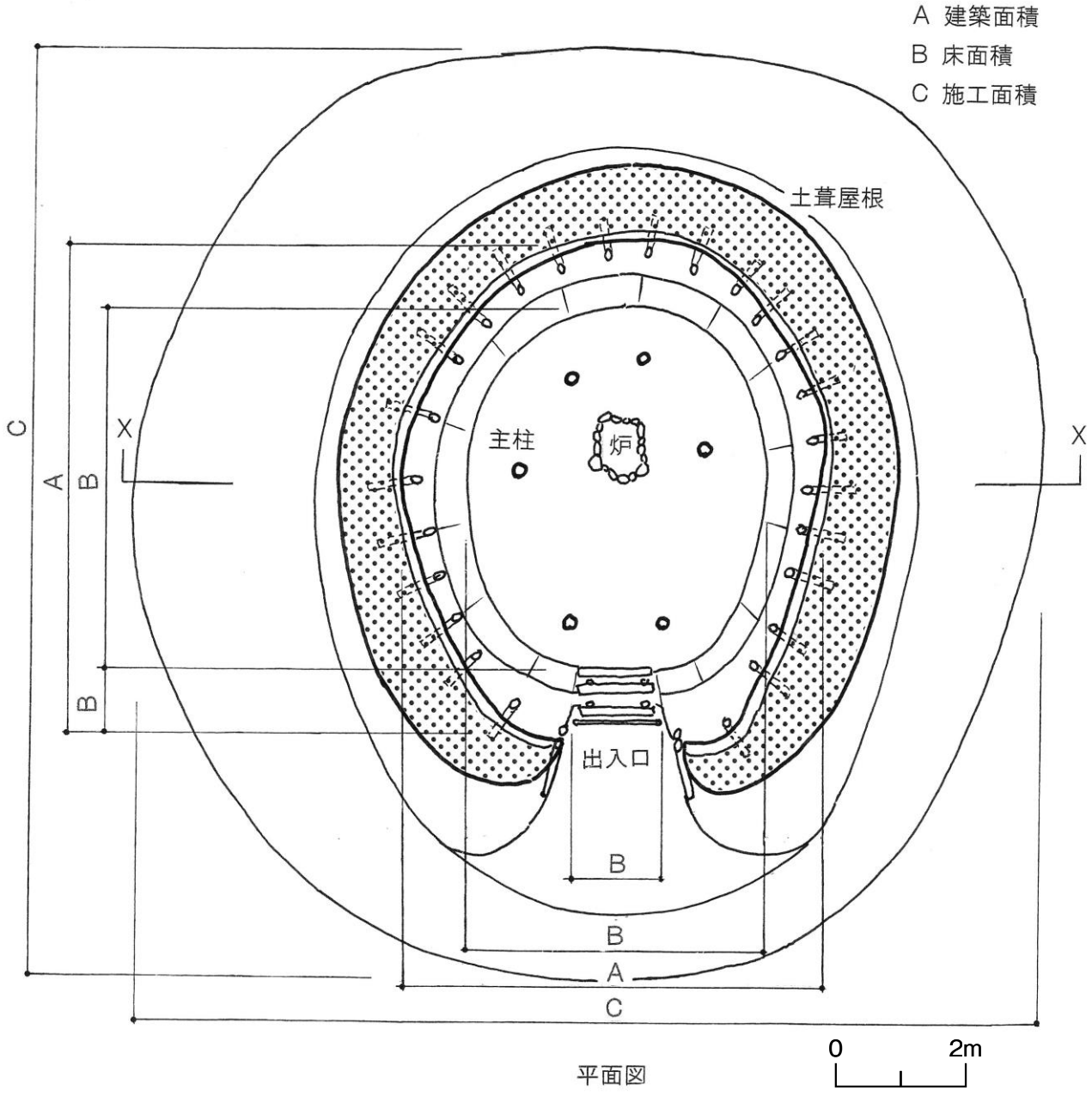
昭和61年建設省住宅局建築指導課長通達第115号

対象	通達方針	立面	平面	床面積に算入しない場合	床面積に算入する場合
1 ピロティ	十分に外気に開放され、かつ、明らかに屋内的用途に供しない部分（通路・花壇・池・築山等）は、床面積に算入しない。			次の２つの要件を満たすこと。 ①十分に外気に開放されていること。 ②屋内的用途に供しないこと。	左記以外の部分
2 ポーチ	原則として床面積に算入しない。ただし、明らかに屋内的用途に供する部分（自動車車庫等）は、床面積に算入する。		壁 (庇型) (窓り付き) シャッター(有無)	明らかに、屋内的用途に供する部分を除き、原則として床面積に算入しない。	屋内的用途に供する部分
3 公共用歩廊	ピロティに準じる。		屋根の形	次の２つの要件を満たすこと。 ①十分に外気に開放されていること。 ②屋内的用途に供しないこと。	左記の要件を欠く場合
4 傘型の建築物	ピロティに準じる。		1m 1m 1m	次の２つの要件を満たすこと。 ①十分に外気に開放されていること。 ②屋内的用途に供しないこと。	左記以外の部分
5 壁のない門型建築物	ピロティに準じる。		屋根の形	次の２つの要件を満たすこと。 ①十分に外気に開放されていること。 ②屋内的用途に供しないこと。	左記以外の部分

図１　床面積の算定方法（一部）



X—X断面図



平面図

図２　復原建物５の面積算定区分

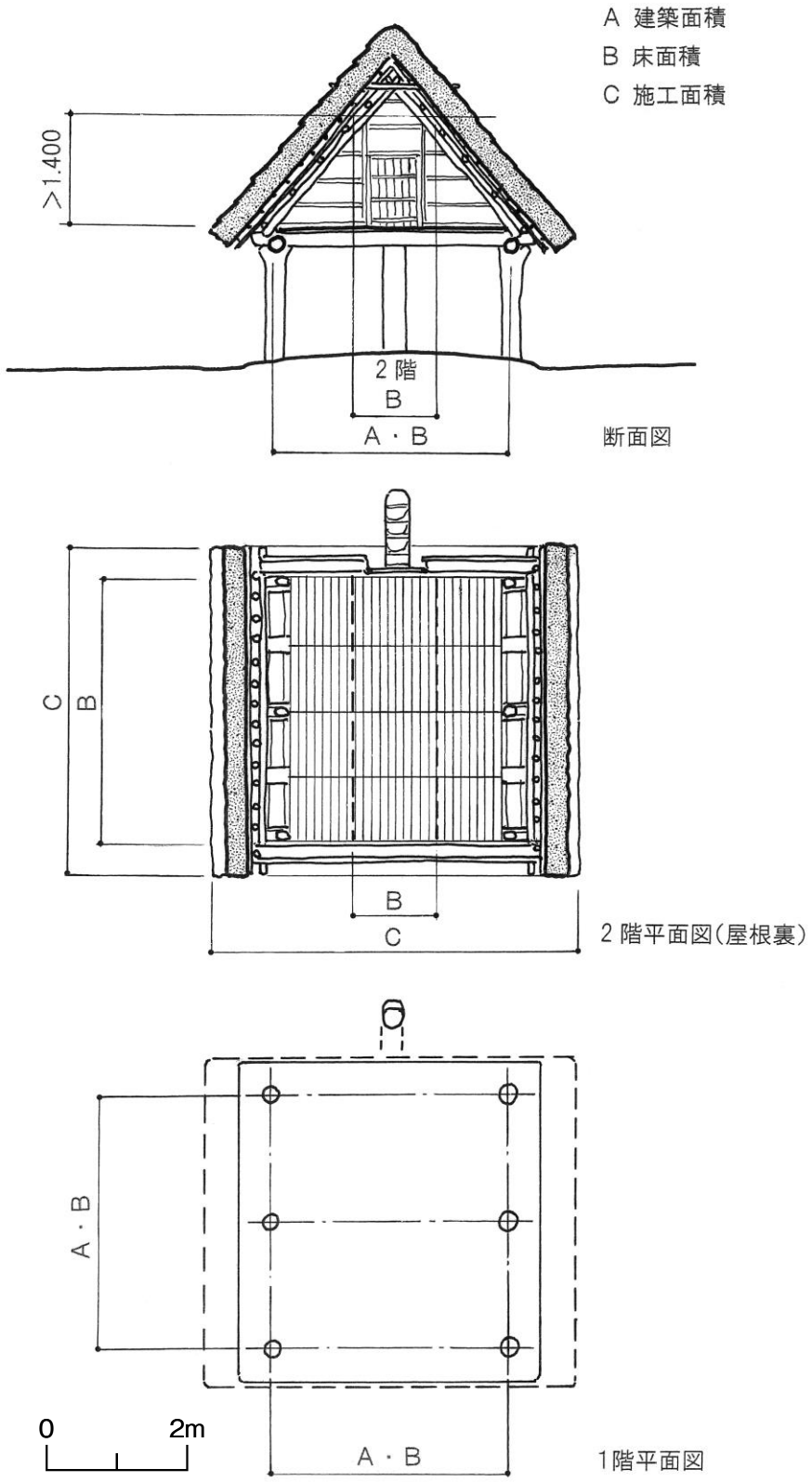


図３　復原建物４の面積算定区分

12.29 ㎡となるが、屋根裏面積の緩和算定をしない場合は 2 階床面積が 2.900m×3.300m＝9.57 ㎡、延面積は 18.56 ㎡となる。

4.3. 施工面積

1 階は床面積と同じく 8.99 ㎡で、2 階は小屋組屋根の垂木尻間 4.000m、直交する棟木長さ 4.000m である。屋根葺材を除いた屋根下地を屋根端とすれば、施工面積は 16.0 ㎡となる。ちなみに、整備事業報告書では建築面積を 18.0 ㎡としており、本稿でいう施工面積に相当する。

なお、復原建物４の位置は、竪穴住居群に囲まれた史跡北代遺跡の広場内にあることや、発掘調査時に隅柱の柱穴掘り方内からナガスクジラ尾椎骨や磨製石斧が出土し、建築時の地鎮として意図的に埋納されたと推定されている（富山市教育委員会 1999, p.45）ことから、掘立柱建物を祭祀関連施設とする見方もできる。発掘調査では 2 階へとあがるための梯子材や梯子の据付穴は確認されていないが、整備では高床倉庫として復元された。

5. 構造部材の検討

北代縄文広場の復原建物はいずれも木造の小規模建築物であり、建築基準法上の構造計算の適用外ではあるが、一般公開により不特定多数の見学者が出入りすることから、安全な構造や強度が求められる。耐力性のある建物は耐久性にもつながる。同時に、建築物としての機能空間や均整のとれた構造に配慮しつつも、過大な部材とならないようにすべきである。

構造部材の検討を要する材として、主要構造部材である主柱・梁・桁のほか、土屋根を受ける垂木をあげることができる。

主柱や梁については、部材寸法のおおよその目安として、次のような検討方法がある。

5.1. 主柱の寸法の検討方法

柱の太さに関して、土蔵壁など壁が特に重い建築物の柱見付・見込寸法については、平屋建の柱では主要横架材間の距離に 1/25 を乗じた寸法以上とされている（建築基準法施行令第四十三条）。これを踏まえ、掘立柱建物では下部の横架材がなく、主柱の根入深さによって拘束されていると想定すれば、1/22 または 1/20 がより安全な数値と判断することができる。史跡北代遺跡では確認されていないが、縄文時代中期の富山市東黒牧上野遺跡（大山町教育委員会 1990）や富山市直坂遺跡（富山県教育委員会 1973）の竪穴住居跡では柱穴付近から細長い玉石が 2 個ずつ出土しており、主柱の基礎部分の根固めを図ったものであろう。

復原建物５の横架材間（土間から梁下まで）は 2,000㎜ であり、1/20 では主柱の見付・見込寸法が 100㎜ 以上となり、その外接円はφ142㎜ となる。実際には、柱材のひび割れや柱根の腐朽を考慮したサイズアップが必要である。ちなみに、復原建物５の主柱寸法は元口でφ180㎜ となっており、余裕がある。

5.2. 梁の寸法の検討方法

梁に関する使用上の支障防止の計算方法としては、次のような計算式がある。一つは、D/ｌ>1/12（D：梁せい、ｌ：梁の有効長さ）の条件式。それを満たさない場合は、長期荷重によるたわみ量の最大値×変形増大係数（クリープ）÷梁の有効長さ<＝1/250 の計算式がある（建築基準法施行令第八十二条の四、建築基準法に基づく H12 建設省告示第 1459 号）。

前者の条件式では、復原建物５の梁長さ 2.100ｍの場合はD/2.100＝1/12、D＝175 から梁せいは 175㎜ となる。丸太材ではなく曳割材とはいえ、梁せいはやや大きい。後者の計算式では､木造の変形増大係数は 2 となっていることから、δ×2/2.100<＝1/250、δ＝4.2 となり、この梁では最大たわみ量は 4.2㎜ 以下が求められる。たわみ量については各部で長さの 1/300～1/150 と異なるが、1/300 とした場合のたわみ量は 7㎜ である。

5.3. 垂木の寸法の検討方法

垂木は、主要構造部材ではなく、二次部材である。しかしながら、竪穴住居では屋根荷重を直に受け止め、垂木尻は地中へ、上部では桁・梁から柱へと荷重を伝える。竪穴住居で最も多くを占める部材である。

構造を検討するため、垂木尻から桁で受ける位置までの長さを単純梁として、屋根材ではたわみ制限比を長期と積雪時中長期を 1/200、積雪時中短期を 1/150 として荷重計算したところ、直径φ120㎜ の栗材ではいずれもたわみ量が大きく不可となり、φ135㎜ では積雪時中長期のたわみ量がやや超過し、φ150㎜ ではすべてがたわみ制限比内に納まる結果を得ている。

屋根勾配は 35° を目安とした整備段階の設計から、整備段階の施工（市単独修繕・再整備でも踏襲）段階で 50° 超の勾配となっており、勾配低減では有利になり、垂木上部が桁より上にハネ出ていることも垂木を単純梁とした計算値より安全側である。ただし、屋根裾の積雪を考慮すれば屋根勾配 50° の積雪低減まではなしえない。

北代縄文広場における復原建物の垂木は加工丸太材で、末口と元口の径がほぼ同じである。発掘所見や縄文人が調達しえたであろう不揃いな直径や形状の垂木とはかなり差があったと思われる。しかしながら、建物を安全側で施工するため、また腐朽や虫害への対策という意味では、効果があると言えるだろう。

復原建物５では、再整備（改築）に際し、既存桁・梁・垂木の荷重試験が行われ、古材のたわみ量から、安全な再利用材を判別している。

また、新材については桁・梁・垂木の任意形状立体フレーム応力解析プログラムによる構造計算を行った。構造上､最も不利な長さ 2.100ｍの梁に５本の垂木が掛かるところでは、末口φ120㎜ ではたわみ量が 54.21㎜ と大きく、末口φ165㎜ で 15.17㎜ の結果が得られている。この計算では、屋根荷重（長期荷重）として積雪荷重と固定荷重の土荷重、野地板・垂木・梁自重に以下の数値を考慮している。

積雪荷重　　実際の積雪量 100㎝ と仮定（建築基準法では 150㎝）

100cm×3kg/cm（雪比重）＝300 kg/㎡
屋根勾配　35°（積雪低減 0.78）、50°（積雪低減 0.51）
300 kg/㎡×0.78＝約 230 kg/㎡

葺土荷重（15 cm）　15cm×18 kg/cm（土重量）＝270 kg/㎡
野地板・垂木・梁自重　30 kg/㎡
合計　230＋270＋30＝530 kg/㎡（0.53 t /㎡）

史跡北代遺跡の立地環境は、多雪地域で呉羽丘陵の西麓に位置する。近年では積雪量が少なくなり、かつてほどの積雪をみないが、雪質は重く、屋根の積載荷重積雪量は 1.5m の地域であることから、積雪量 100cm を仮定した計算では末口φ165mm の梁材たわみ量が 7mm を超える。ゆえに、積雪状況に応じて、復原建物５の出入口や見やすい場所に、その軽減の実況などを表示する必要があるだろう。

5.4.　主柱の固定方法の検討

主柱下部の固定方法について、北代縄文広場では、コンクリート上に柱脚金具を固定し、その中に主柱基礎を挿入する方法をとった。挿入部分では、結露水による顕著な腐朽は生じていないものの、冷気が入ると金具内部に結露が発生しやすい。このことから、主柱の固定方法は、土部との接触が少なく強度を確保できる別の方法も検討する余地はある。

6.　まとめ

復原建物を建築設計するうえで、次の点に留意することが重要である。規模や面積算定は建築基準法および建築基準法施工令等に準拠する必要がある。それにより、他の事例と共通の条件で比較検討することが可能になる。また、復原建物の多くは建築基準法上の構造計算の対象外であるものの、見学者の安心や安全を確保するためには一定程度、材の構造耐力を検討することが必要である。提示した条件式や計算式のほか、積雪量や環境（腐朽に対するリスクなど）など、各地の諸条件を踏まえて検討することが重要である。考古学的に推定される意匠や発掘調査所見などとの調和は大きな課題だが、許容できる範囲を検討し、見学者の安全側に立って丸太材の寸法などを検討することは欠かせない。安全側に立つということは、部材の強度、ひいては建物の強度を高めることにつながり、長寿命化を図ることにもつながるのである。

引用・参考文献

大山町教育委員会　1990　『富山県大山町東黒牧上野遺跡Ａ地区発掘調査概要』
国土交通省大臣官房官庁営繕部整備課ほか監修 2009　『建築工事設計図書作成基準、建築設備工事設計図書作成基準及び同解説』平成 21 年版
国土交通省大臣官房官庁営繕部監修　2013a　『公共建築工事標準仕様書（建築工事編）』平成 25 年版
国土交通省大臣官房官庁営繕部監修　2013b　『公共建築改修工事標準仕様書（建築工事編）』平成 25 年版
富山県教育委員会　1973　『富山県大沢野町直坂遺跡発掘調査概要』
富山市教育委員会　1999　『史跡北代遺跡ふるさと歴史の広場整備事業報告書』p. 34・45

４　復原建物の劣化対策と耐久性確保

藤井義久

1.　耐久性確保（劣化対策）の基本

復原建物の耐久性を決定する要因は、環境・設計・材料・施工・維持管理の 5 要因である。これらのうち、建築の際に注目されるのは設計・材料・施工の 3 要因になりがちであるが、実際は残る 2 要因の影響が大きい。環境（劣化外力）を知り、これに設計・材料・施工を適合させ、建設の後、適切に維持管理することで、所定の耐用年数を全うする復原建物となる。また、耐久性確保の観点からみて、耐用年数との観点で最適な設計・材料・施工を選択することで、性能の過不足のない合理的な復原建物の建築が実現する。

2.　環境（劣化外力）

復原建物の主要構造部材である木材の耐久性を確保するということは、木材を生物劣化（腐朽と虫害）からいかに護るかという課題を解決することを意味する。そのためには、生物劣化の原因となる腐朽菌や木材加害昆虫の分布や生態（活性の特性）を知る必要がある。特に自然環境の豊かな野外に復原建物を設置する場合には、設置場所における気候や昆虫の分布などの特性を予め知っておくことが望ましい。

2.1.　気候

気候に関する要因のなかで特に重要なのは、気温と湿度（大気中の水蒸気量）、あるいは降水量である。

木材腐朽を発生させる木材腐朽菌（主に担子菌類）には多種あり、比較的低温でも活性を示す種類や高温を好む種類などはあるが、人間が生活する温度の範囲で活性を示すものがほとんどである。それでも冬季より夏季の方が一般的には活性が高い。木材加害昆虫が好む温度特性も同様である。さらに、大気中の相対湿度（水蒸気量）が高く、木材表面に結露が生じやすい条件の方が、木材腐朽菌の発生と成長にとってはより好適である。

一方、我が国では気温の高い夏場に梅雨などによって降雨量が多く、湿度も高くなるため、腐朽はより促進されやすい（劣化外力が大きい）。1 年間の平均気温と平均湿度との関係を図化（図１）した時に、平均気温が例えば 25℃以上、平均相対湿度が 80%をこえるゾーンに温湿度のプロットが入る期間が長い地域ほど、劣化外力が高く、他の地域と比べてよりレベルの高い耐久性対策が求められる。

その一方で、復原建物が設置される場所や地域にみられる気候の特性も十分把握しておく必要がある。地形などとの関連で、広いエリアでの気候特性にはない、季節的・地域的な特性、特に降雨・降雪・積雪、地形と日照との関連で発生する気温の変化特性などにも注意を払う必要がある。

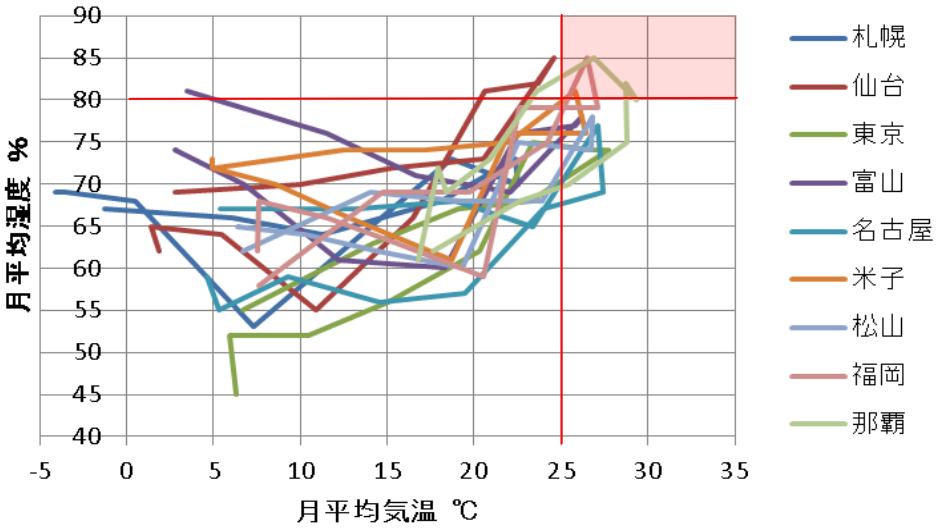


図１　月平均気温と月平均湿度との関係（2014 年）

2.2.　植生や木材加害昆虫の分布

木材腐朽を発生させる木材腐朽菌は、その分布に地域的な特性は認められるが、その一方で日本全国どこにでも木材腐朽菌は分布していると考えてよい。

木材加害昆虫には分布特性が存在する。木材加害昆虫についてはシロアリ類と、いわゆる甲虫類に分けて検討する必要がある。日本で存在が確認されているシロアリの種類は 30 種程度といわれているが、そのうち最も広く分布し、建造物を食害するのはイエシロアリとヤマトシロアリである。どちらもいわゆる土壌性のシロアリで、土中に巣を営んで集団で生活をしている。森林にあっては物質循環の中で重要な役目を果たしているが、森林に近い場所に復原建物を設置すると、主に土壌からの這い上がりによって加害されるリスクが高い（劣化外力が大きい）。シロアリの分布（全国レベルでみた分布（図２）と地域・地形などとの関連で分布）には注意を払う必要がある。

木材を加害する甲虫類には多種あり、昆虫分類の点からは、甲虫目のヒラタキクイムシ科、ナガシンクイムシ科、シバンムシ科、カミキリムシ科に属する。防除の観点からは、湿ったり、腐朽したりした木材を加害する湿材害虫と、乾燥した材を好んで食害する乾材害虫とに大別できる。復原建物においては、この種別に応じて食害する部位に特性が認められ、また対策も異なる。湿材害虫にはカミキリ類、ゾウムシ類、キマワリ類などがあり、乾材害虫にはキクイムシ類、シバンムシ類、やナガシンクイムシ類などがある。いずれも地域により分布特性に差は認められるが、いずれにせよ復原建物を設置するような自然環境にはいずれかの甲虫類が生息し、条件が整えば木部を食害しはじめる。

分布には、周囲の植生や自然環境との兼ね合いで局所的な地域特性も存在する。復原建物を設置する環境において、昆虫トラップによって昆虫の分布を確認しておくことも重要である。

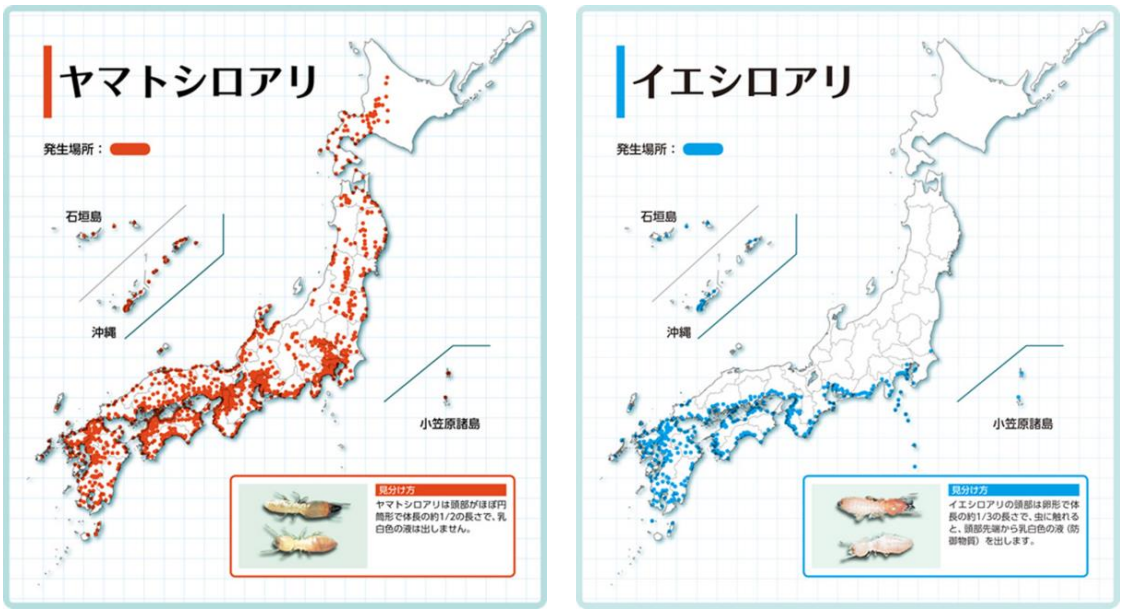


図２　日本におけるシロアリの分布

出典：公益社団法人日本しろあり対策協会

2.3.　復原建物における劣化要因

復原建物において、腐朽や虫害といった生物劣化が発生するリスクの高い領域で、かつ

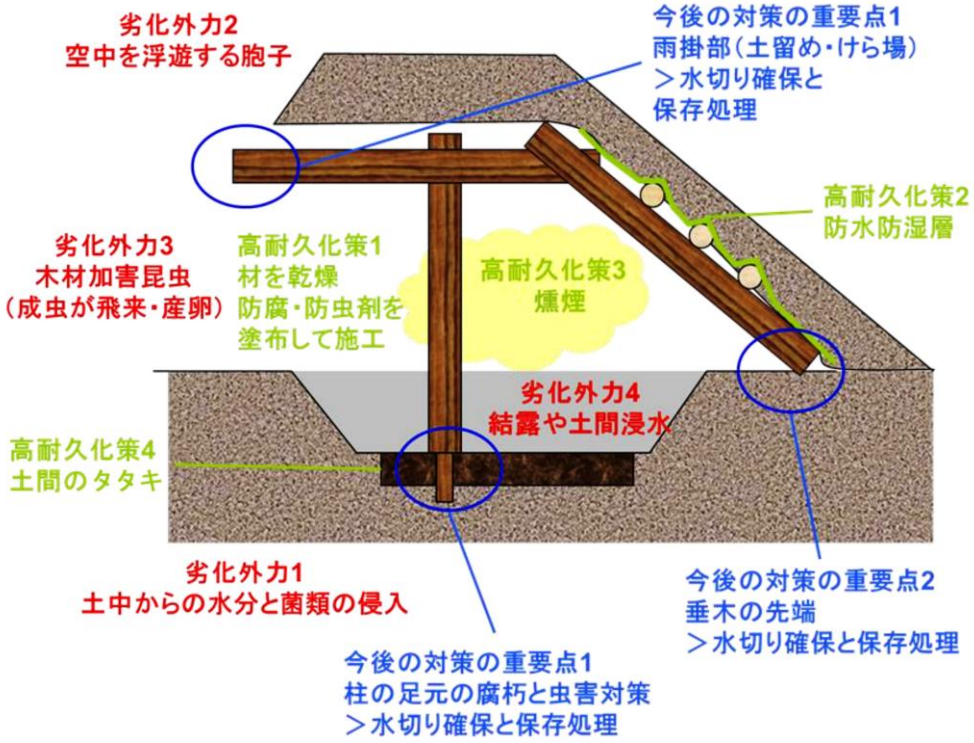


図３　復原建物（竪穴住居）の劣化要因

構造上重要なポイントは以下の２ヶ所である。

①掘立柱の足元付近（土中埋設部分）

②垂木の野地面側や足元の土中埋設部分

いずれも雨水などの浸潤による腐朽と、それによって誘発される木材加害昆虫による食害（湿材害虫[甲虫類]やシロアリ食害）である（図３）。これら以外にも生物劣化は発生しうるが、対策を考えるうえでは特にこの２ヶ所について最適化を図る必要がある。

3. 設計

木造建築における木部の耐久性確保の原則は、①木部を濡らさない、②濡れてもすぐに乾くようにすることである。これに加えて、土中や水中部分の木部のように嫌気的でかつ飽水的な条件が保持されていれば極めて劣化しにくくなる（土中埋設された地盤改良の杭材のような場合）。また、上記の①は自明であるが、雨水暴露条件の木部でも、水仕舞・雨仕舞を工夫することで長期に水分が滞留しなければ一定の耐久性は確保できる。これらの観点からみた復原建物の設計上の注意点として、以下の要点をあげることができる。

3.1. 竪穴住居

・屋根からの雨漏りなどの水分浸潤を防ぐ。浸潤してきた水分が適切に、早期に排水されるような工夫を施す。

・主柱等の柱基礎部（特に土中埋設部分）は、なるべく断面に切り欠きなどを設けない（腐れ代の確保）。土間から柱周りへの水分浸潤を防ぐ。浸潤した水分が滞留しないように工夫する。柱を防水・防湿シートなどで保護することも有効ではあるが、施工管理が充分なされること（下記5.参照）。

3.2. 高床建物

・竪穴住居と同様の注意を払う。

・設置場所に雨水が滞留しないよう地業することが望ましい。

・主柱だけでなく、梯子階段についても注意を払う（人が昇降する場合）。

4. 材料

復原建物の多くは、広葉樹材（クリ・ナラなど）の丸太を用いる。昨今は調達が容易でなく、調達時期との兼ね合いで乾燥されていない場合も多い。しかし、なるべく早期に調達し、十分乾燥させることが望ましい（乾燥による割れは基本的には問題にならない）。

修理に際して、それまでの材を継続使用する場合には、乾燥の後、虫害部分があれば駆除などの処置を適切に行って利用する。加圧注入などの防腐処理によって材の耐久性を高めることも可能である。ただし、薬剤の性能や浸潤性能、劣化環境やコストなどとの関連で最適化をはかる必要がある。施工時や維持管理において行う現場塗布などの処理については、後述する。設計や仕様については、Ⅶ－５に記載したような暴露試験のデータがある場合には、それを参照することとする。

5. 施工

設計において構造や材料が最適化されても、劣化リスクの高い部位は施工時に注意を払う必要がある。復原建物の場合、最も注意を要する点は、掘立柱の足元、垂木の野地面側や土中埋設部分である。これらの部位は水分が浸潤・滞留しやすい領域で、腐朽や湿材害虫による劣化が生じやすい。また、劣化による強度低下によって材の破損などが生じると水分浸潤が促進され、一定の時期を過ぎると加速度的に劣化が進行する部位でもある。

多くの場合、これを防ぐために部材を防水・防湿シートなどで被覆・保護する対策が採られる。これによって木部が土中や流入してくる水分と接触することは避けられるが、材の乾燥状態が充分でない場合、何かの事故で雨水がシート内に入ってきた場合（Ⅶ－５の木材試験体暴露試験では防水シート巻付材の小口を片側のみ開放状態として、これを再現）などでは、水分や湿気が木部周囲に滞留することになり、却って劣化を促進する可能性もある。対策の原則である「濡れない構造をとる」策の多くは、原則の 2 番目にあるような「濡れてもすぐ乾く構造」となっていないことが多く、対策の前提条件や、想定外の事象が発生した場合に問題となりうる。この辺りが対策を講じるうえで最も難しい点である。

その他に、竪穴住居で床面を疎水的な構造や材料で仕上げると、床面に浸入した水分が柱の足元から浸潤し、劣化を促進する可能性もあり得る。復原建物では見えがかりの問題があって防水・防湿シートを床上まで施工できず、当該シート上端部が床と同一面、もしくはそれ以下になる。結果的に、防水・防湿シート内部に水分が浸入する可能性があるため、この点にも注意が必要である。

さらに、垂木の裾部分についても、柱の足元と同様の注意が必要であるが、この部分は特に維持管理上は点検しにくい部位でもあるので、注意が必要である。

6. 維持管理

6.1. 点検

6.1.1. 点検の種類と目的

復原建物の耐久性に関する点検の種類と目的を整理すると表１のようになる。

表１　復原建物の点検の種類

点検の種類	内　　容
日常点検	日常の清掃や維持管理作業の際に行う簡単なチェック。劣化の兆候の早期発見、劣化を誘発・促進するような状況の有無の確認。
定期点検	1 年に一度程度、管理者が行えるような劣化診断。 ただし、数年に一度程度は状況の季節変動を追跡するために年 4 回の点検を実施することが望ましい。
非定期点検	台風、大雨、地震の後などに行う、異常の検出を含めた点検。

6.1.2.　点検の項目、方法と判定

日常点検では、木部に現れる劣化と関連する症状の検出だけでなく、床や屋根についても劣化と関連する症状の検出を行う。

管理者が行う定期点検では、特殊な診断機器は用いず、視診、触診、打診やマイナスドライバーなどの突刺し診を行う（いわゆる一次診断）。明らかな劣化や劣化の可能性と関連する症状を検出し、これを判定、記録する。判定は、検出した症状から劣化の有無、種類と範囲や進行性を判定することであるが、これを適切に行うためには一定の訓練が必要である。その機会がない場合には、専門家（例えば木材劣化診断士：公益社団法人日本木材保存協会認定資格者）に診断を委ねる。点検項目や方法について自習する場合には、例えば公益社団法人日本木材保存協会の木材劣化診断士講習テキストを参照するとよい。

また、建物内の温湿度の連続計測なども可能であれば実施する。

さらに、木部の劣化抑制にとって、水分（含水率）管理が最も基本であるので、含水率計を用いた計測も実施することが望ましい。

6.1.3.　判定と記録

それぞれの部位・部材ごとにチェックシートを作成して、点検日時、部位と症状、それに対してとった対策などを経時的、系統的に記録を残すようにする。

同様に、気象観測結果や建物の修理・保全記録を残すようにする。

チェックシート、判定や記録方法についても、例えば公益社団法人日本木材保存協会の木材劣化診断士講習テキストを参照するとよい。

復原建物の設置／修理直後から点検を実施する場合には、点検において設置時とは異なる事象が認められた場合を中心に、それが劣化と関連付けられるかどうか判定することで、点検は比較的容易になる。昨今では画像データを残すことは容易であるので、適宜写真撮影を行い、記録を残すことも重要である。また、異常が検出された場合、後に専門家の判断を仰ぐためにもその状況を詳細に記録しておくことや、昆虫などについては可能であれば捕獲・保存しておくことが望ましい。

6.2.　補修

6.2.1.　補修の種類

劣化症状に対する補修については、以下のような基本方針に基づいて対応を検討する。

①劣化原因の除去

木材加害昆虫については、その駆除がこれにあたる。その場合には、発生部位や発生種に応じた対策が必要であり、状況によっては専門家に依頼することになる。

また、化学薬剤を用いる場合には、環境や人体への配慮も求められる。

菌類については、消毒や殺菌が相当するが、一般的には木材腐朽菌にはこの手法はとらない。効果が一過性でコストもかかるためでもあるが、最も根本的な対策は、腐朽が発生するのに必要となった水分に対する対策である。具体的には劣化部位の乾燥と、水

分浸潤の抑止である。

②予防

一旦劣化の症状を抑止したのちには、再発を予防するための策を講じることが望ましい。甲虫害については、材への再侵入の抑止であるが、化学薬剤を用いる場合（残効性のある駆除剤の塗布や注入など）には、環境や人体への配慮も求められる。現状では実質性のある手段は少ない。

腐朽については、水分浸入や結露を抑止し、乾燥状態を保持するための策を講じることとなる。その際、表面の見える部分だけの対策ではなく、水分浸潤の経路をよく考察し、場合によっては周辺部にまでおよぶ対策をとることが結果的に合理的な場合も多い。これには環境改善も含まれるが、根本的な環境改善には、建物の大幅な改修が必要となることもある。

6.3. 日常の管理と予防的措置

維持管理には、点検と補修以外に、日常の建物の管理や予防的措置が含まれる。

博物館や収蔵庫などでは日常の清掃などによって劣化要因となる生物類の餌となるものが排除されたり、生物そのものの早期発見につながったりするが、野外の建物ではこの効果は期待できない。しかし、排水設備の清掃、木部周辺へのごみや落ち葉などの清掃を行うことで、木材加害昆虫や菌類の発生は相当防ぐことができると思われる。

化学薬剤による予防的措置（防腐剤や防蟻材の塗布や散布、忌避剤の使用）については、復原建物の建築や修理時には必要に応じて部材に処置してもよいが、日常の建物管理においては、木部の水分管理が適切であれば、これらの薬剤を大量に、かつ恒常的に使用する必要はないと思われる。

なお、竪穴住居では、定期的に屋内で燻煙作業を行い、材表面に煤が付着することで甲虫害などが抑制されるので、むしろ日常の清掃プログラムなどに組み込んで実施することが望ましい。

5　土部保存の考え方

清水正明

1. はじめに

遺跡における本質的価値が見出された土部については、遺跡を構成する一部ではあっても、土部をいかに長く保存するかについて検討することが必要である。土部は、岩石部などと比較すると、元来脆弱であり、かつ、露出していることが多いため、ときには、厳しい自然環境下で、風化作用などを受け、物理的・化学的に、さらに、脆弱化する。可能な限り長期にわたり、保存する場合に、何が必要なのか、遺跡の保存・整備を展開するうえでポイントになると考えられる視点、判断項目、手法などを富山市の打出遺跡や平岡遺跡における屋根土、周堤土、貼床土、地山土壌の研究（Ⅶ－７参照）に基づき、検討する。

なお、必要資材、屋根土配合比率、施工法などの検討や、乾燥、風力・風向、降雨、降雪、積雪、凍結、融雪などの影響の評価のために、屋根試験体を設置し、暴露試験を実施した。その経過はⅦ－10 に記載されたとおりである。

2.　土部

2.1.　土部（土壌）の一般的特徴

打出遺跡や平岡遺跡における地山は、黒ボク土（火山灰土）と呼ばれる土壌から構成される。土壌の特徴は、一般に、主要構成鉱物に強く影響されるため，主要構成鉱物を調べることが重要である。黒ボク土を特徴づける主要構成鉱物は，アロフェンであるが、2:1 型粘土鉱物の場合も知られている。

黒ボク土の一般的な特徴は、乾燥密度が小さく、自然含水比が大きく、保水性や透水性がよいことである。透水性は、10^{-2} から 10^{-3} cm/sec 程度で、透水性がよいための安定した間隙が存在している。従って、屋根土は、腐植含量が大きいほど、含水比や水分量が大きくなる。根が深い草などは、雨漏り等の起因となるため、一般的には、不適であろう。また、風化作用が進むと、粘土化が進み、透水性が低下することが知られている。

2.2.　遺跡における土部の特徴

竪穴住居などの土部の重要な特徴は、以下のようにまとめることができる。

- 外気の湿度、温度は、季節によって大きく変化するが、水分を含む土の内部温度はほぼ一定である。
- 風雨、地下水等の水処理（管理）が必要である。

従って、竪穴住居は、風雪をしのぎ、炉の火を保持するのに適していると考えられており、土部（屋根土、周堤土、貼床土、地山土壌など）の理解が必要である。

打出遺跡の竪穴住居には、屋根と土間（貼床）に土部が認められる。屋根については、茅葺屋根も土葺屋根も、夏季の多湿高温は堪え難いかもしれない。しかし、土葺屋根の場

合、湿気がこもり、柱等が傷みやすいが、冬季の保温には比較的有効であろう。土葺屋根を草葺屋根と比較すると、夏季に暑くて生活できないほど、冬季に寒くて生活できないほどではないと思われる（夏季は、高床の小屋で生活するなどして、順応していたのではないか)。

屋根土は、後述する土間の場合と比べると、ほとんど叩いて締め固められていない。そのため、時間がたつと、土部が下方に流れ、厚みが上部ほど薄くなり、下部ほど厚くなる傾向があるので、日常的な補修や管理が必要である。手が届く範囲で除草されていたことが指摘されるなど、日常的な補修や管理がなされていたのではないかと考えられる発掘調査成果も知られている。また、屋根土については、地山土壌を雨ざらししてから使用したか、あるいは、地山土壌をほぼそのまま使用し、使用中に風化する程度の期間、使用され続けたと考えられる。

土間については、発掘調査成果に基づき、念入りに叩いて締め固められていた（床を貼る）ことが知られている。また、地山土壌を雨ざらしして、粘土分を増加させてから、使用したことも考えられている。叩いて締め固めることにより、保水性、透水性を低下させ、防水・防湿効果を高める効果が知られており、このことは、叩いて締め固めることにより、より快適な住環境を整備することが可能となることを示している。

3. 土部保存の考え方

土部が叩いて締め固められているか否かにより、程度に差はあるが、一般的に、土部は脆弱である。このため、継続的に補修・管理しなければ、恒常的な保存にならないし、十分叩いて締め固められている場合でも、定期的に補修・管理しなければならない。単に覆屋をかけるよりは、むしろ、積極的に日常的な補修などで管理すべきであると考える。

しかし、遺跡公園における土部は、管理を十分実施しても、屋根土では、植物根の伸長、雪・雨・風などによる風化作用の加速や直接的流失など、長寿命化自体が困難となり、科学的な保存処理などに頼る検討を必要とする場合が生じるかもしれない。

その際の次善の策としては、風雨などによる流失がほとんどなく、叩いて締め固めなくても十分に防水効果を高め、湿度調整などにも役立てる（可能な限り長期にわたり、保存する）ために、合成樹脂（エポキシ系、アクリル系、イソシアネート系、シリコン系など）による強化処理で、擬土を用い、整形・補修することではなかろうか。しかし、古代技術では、どのように対処していたのだろうか。

周堤（土葺屋根）や土間は、土を十分叩いて締め固めることによって、保水性、透水性を低下させ、防水・防湿効果を高め、地下水などの浸入対策を図ることが大切であり、結果的に、より快適な住環境を整備することにつながると考えられるが、これは古代技術そのものであろう。

4. 土部保存からみた遺跡の保存・整備に関する基本的な考え方

遺跡の特徴、意義（学術的価値）、遺跡の調査研究方法、保存・整備（復元）方法、技術、公開、活用、管理などの充実・精度の向上を図ることが大切であることは、今さら指摘するまでもない。特に保存・整備（復元）については、自然、歴史、文化などを総合的に兼ね備えた環境を保ち、保存することを意識しながら、伝統的技術を継承（保存、修復、管理など、古代技法を理解）し、それぞれの遺跡に適切で具体的な保存整備に役立たせるだけでなく、新技術の開発・導入、周辺景観の保存・再生にも取り組むことが必要であろう。

それぞれの遺跡の保存・整備（復元）を展開するうえで重要な視点、判断項目、手法などの研究を進めながら、汎用性の高い長寿命化対策や方法を探ることが大切である（図１）。

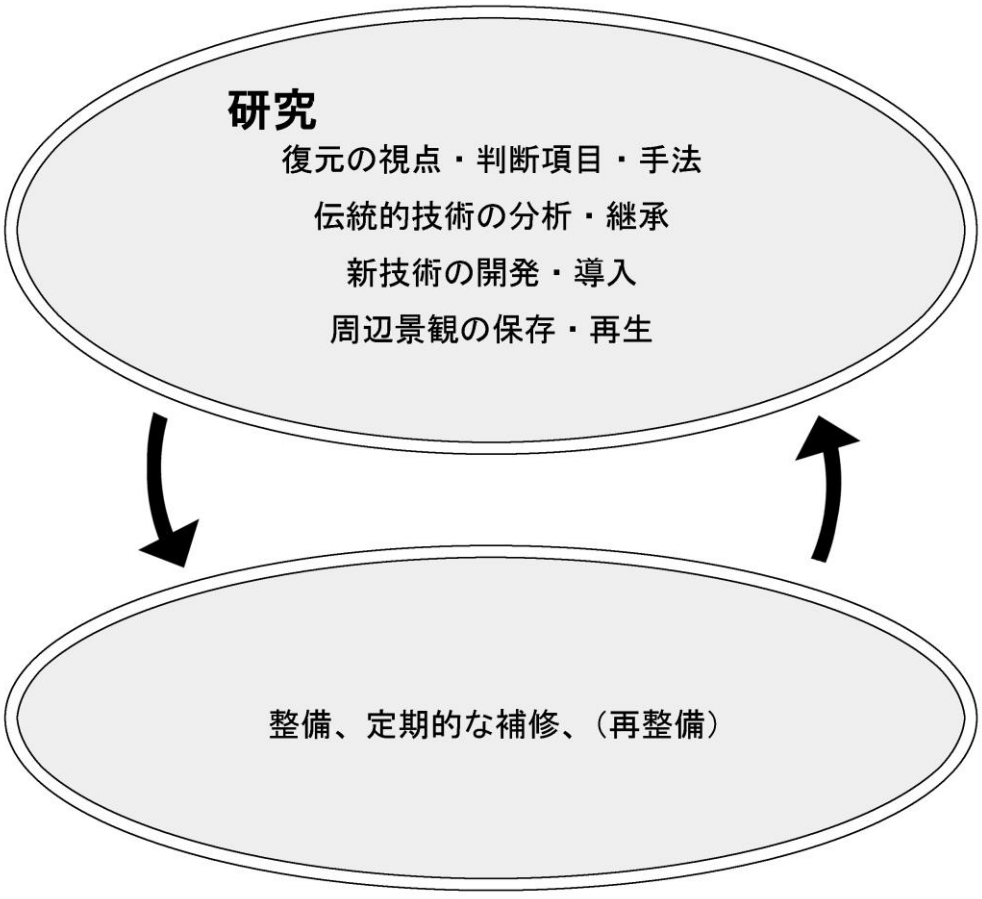


図１　復原建物の長寿命化の実現に向けたサイクル

6　水・湿気対策

宮野則彦

1. はじめに

復原建物の長寿命化を阻む要因としては、降雨と土壌中の水分による影響が大きい。

具体的には、土間と屋根土からの水分により柱材や屋根部材に使用されている木材が高含水率となって早期に腐朽が発生進行し、結果として復原建物が長持ちしない状況や見学時の安全性に支障が出る等の問題が発生する。

本再整備事業においては、整備・市単独修繕段階の復原建物の形態は維持しつつ、現代資材を採用して適切に施工することによって水・湿気対策を講じ、使用部材の保存性を高めて復原建物の長寿命化と見学者の安全性の確保、併せて長期的な維持管理費の低減を図ろうとするものである。

2. 土間面の水・湿気対策

北代縄文広場の整備段階の竪穴住居は、造成盛土を掘り下げ、黒ボク土2：赤土1の混合土を用いて土間面としていたため、主柱材の地際部では地中からの水分と空気中の酸素によって木材の腐朽が進行し、長期の使用には問題が生じていた（写真1）。

このため、本再整備事業では、かつての民家の土間などで一般的に用いられていたタタキ処理を土間面に施すことにより、土間面からの水分を抑制することとした。

写真1　従来型の未処理土間面と腐朽が進行している柱材（復原建物２）

写真2-1　タタキ処理した土間面と無処理腰壁面（復原建物１）

写真2-2　水分の浸み出しが認められる主柱地際と温度センサー設置部

写真 2-1・2 は平成 19 年度にタタキ処理を行った復原建物１の土間面である。

写真１・2-1 から、タタキ処理を行った復原建物１の土間面はタタキ処理を行っていない復原建物２の土間面よりも乾燥していることがわかる。しかしながら、タタキ処理が不完全な部分や柱の根元周りの土間には水の浸み出しが確認された（写真 2-2)。さらに、タタキ処理を行わなかった腰壁の土壌は復原建物２の未処理土間面と同様に高含水状態で、その結果、屋内の高湿度化や、木材の高含水率化に影響を及ぼしているものと考えられる。上記を踏まえ、本再整備事業では土間および腰壁・堰板の背後に厚さ 0.2㎜ の防水・防湿シートを敷設し、土間面についてはその上に保護砂・砕石・土間土を敷設してタタキ処理を行うこととした。一方、腰壁面では防水・防湿シートの上に既存土をセメント改良して施工し、その上に木毛セメント板を敷設して、表面はゼオライトを主成分とする調湿塗材による塗り仕上げとした。これは調湿作用により屋内の湿度変化を抑制し、木材の高含水率化を防いで木材腐朽菌や木材加害昆虫による被害を防止することを目的としている。

これらの施工を行った復原建物５の土間面および腰壁面の様子を写真 3-1 に示す。

防水・防湿シートを施工せずに土間表面をタタキ処理した復原建物１（写真 2-1）と、防湿シートを施工した上にタタキ処理した復原建物５（写真 3-1）の両土間面に、温度センサーを設置するために孔を開けた時の状況を見ると、復原建物１の土間面ではタタキ層を破るとすぐに水が浸み出てきたことから（写真 2-2)、タタキが土間表面への水分の浸み出しを防いではいるものの、タタキ層の下には多量の水分が存在し、屋内湿度の上昇や主柱材の高含水率化に影響しているものと考えられる。

一方、防水・防湿シートを施工した復原建物５の土間面では水分が浸み出ることもなく（写真 3-2)、土間自体も硬く固まっており、多数の見学者による踏圧にも長年月にわたって耐えうると考えられる。また、屋内の湿度環境も復原建物１に比べて乾燥している。

以上から、土間面への防水・防湿シートの施工、さらに土間のタタキ処理、腰壁への防水・防湿シートの施工および調湿塗材の施工は、土間自体の乾燥による柱材の腐朽防止、屋内の乾燥化による使用木材の含水率の低下による耐久性の向上に有効と考えられる。

写真 3-1　防水・防湿シートを施工しタタキ処処理した土間面と調湿塗材で処理した腰壁面（復原建物５）

写真 3-2　水分の浸み出しがない主柱地際と温度センサー設置部

7　茅葺の耐久性向上策と維持管理

小黒智久

1. はじめに

復原建物の整備にあたって、茅は多く用いられる材料の一つである。北代縄文広場でも、高床倉庫の屋根や妻壁の主材料となるほか、竪穴住居の壁や煙出し窓の草壁としても用いられている。対象とする復原建物の時代性を検討する必要はあるものの、施工時に資材調整や施工法を工夫することで耐久性を一定程度向上させることは可能である。

2. 茅自体の耐久性向上策

茅は日射や風雨等で必ず劣化し、痩せる。これは避けようがない。しかし、茅の特性を踏まえて資材選定したり、調整したりすることは可能である。

2.1.　山茅の選定

茅葺の耐久性向上には、茅そのものの劣化要因を少なくすることが必要である。湿潤環境下にある川茅よりも山茅の方が強度はあり、山茅でも太身の方が細身よりも耐久性がある。元口φ5㎜ 未満の細身の山茅で茅葺きすると仕上りは繊細で美しくなるが、耐久性は相対的に劣る。これに対し、元口φ7㎜以上の太身の山茅を用いて茅葺すると見栄えは劣るが、太身であるほど茅葺の耐久性は向上する。

以上の観点から、復原建物（茅葺部分）の耐久性を最重要視する場合、可能な限り直径が太い山茅を選定することが望ましい。もちろん、化粧葺部分には細身の長茅を用いることも必要だが、主たる資材としては直径の太い山茅がよい。通風換気が可能な屋内など、適切な環境で保管されている山茅を選定することも重要である（写真 1）。

2.2.　すぐり作業（写真 2・3）

調達した山茅は乾燥させたうえで穂先や余分な葉を落とす、すぐり作業を行うことが重要である。作業意図は、油分を含まずに耐久性が劣る穂先部分などを取り除くことである。すぐり作業を行わずに茅束を作り、茅束を麻縄やステンレス番線などで結

写真 1　適切な保管環境

写真 2　すぐり作業（1）

写真 3　すぐり作業（2）

束すると、劣化して細くなった茅が茅束から抜け落ち、放置すると茅束自体が抜け落ちることにもつながりかねない。それは雨漏りを誘発し、さらなる劣化（痩せ）をもたらす。

すぐり作業を行うことで、真っ先に劣化する柔らかい部分を茅葺の段階から除去することになる。堅い茎部分のみとなった茅を高密度で可能な限りきつく結束した茅束を作ることで、茅の劣化を少しでも遅らせることができる。茅を多く調達する必要があるものの、資材の調整段階で丁寧にすぐり作業を行って劣化要因となる部位を極力取り除くことが、茅葺の劣化を遅らせることにつながる。本再整備事業では山茅を調達し、すぐり作業を行った。使用した山茅は、整備および市単独修繕段階の約 3 倍の量におよぶ。これらが経費増につながることは事実だが、整備または再整備段階で必要な経費を惜しまず、以後も適切に維持管理（点検・補修）することができれば、建物の長寿命化に資するだけでなく 3.4.で示すとおり長期的には維持管理経費の節減を実現することが可能である。

3. 茅葺高床建物施工上の耐久性向上策

ステンレス番線できつく結束したとしても、茅や麻縄の劣化によって茅束が緩むと、自然落下に加え、人や鳥などによって抜き取られることになり、浸透した雨水によってさらに劣化が進むといった悪循環に陥る。自然素材である茅や麻縄、蔦などは劣化が避けられないため、消耗品として理解する必要がある（写真 4）。そのうえで、補修を早期に行うなど、適切に維持管理することができれば、茅葺建物の長寿命化に近づく。そのためには、補修しやすく、耐久性のある茅葺法で施工する必要がある。主な留意点として 2 点のみ列記する。

写真 4　健全なすぐり茅（下、太め）と劣化したすぐり茅（上、細め）
茅葺から 2 年 7 ヶ月後

なお、復原建物 4 における茅葺の詳細はⅥ－８（第 16 表）のとおりである。

3.1.　順葺（写真 5）

茅葺の補修といえば、それは差し茅ということになる。差し茅が可能な葺き方は順葺である。逆葺した場合は差し茅できないため、茅葺の耐久性向上のためには縄文時代の高床建物を復元する場合であっても順葺が欠かせない。

3.2.　段葺（写真 6）

茅の劣化による抜けを少しでも遅らせようとする場合、特に屋根面での段葺も選択肢となる。葺足が長いほど茅束をきつく押えることができ、抜けを遅らせることが可能になる。復原建物 4 は縄文時代の高床倉庫として再整備したので、屋根・妻壁とも最低限の厚さである。適切に葺くことができれば、厚みがあるほど雨漏りの危険性は少なくなる。

3.3.　差し茅（写真 9）

茅葺から 3 年程度経過すると、高床建物の屋根や壁に葺かれた茅は劣化や抜け落ち、抜

写真 5　順葺（穂先側が上向き）

写真 6　段葺（葺足は 23cm 前後）

き取りや重力などによって、茅の滑りが目立つようになる。また、茅束の緩みも目立つようになる（写真 7）。垂直方向に葺かれた壁の方が屋根よりも滑りが目立つ（写真 8）。全体としては重大な損傷に至っていないものの、表層の茅が劣化しつつある段階で、茅束の緩みをなくすことが重要である。

復原建物４では、平成 24 年度修理工事から 3 年 6 ヶ月が経過した平成 28 年 9 月に日常管理としての補修（市単独事業、200 千円）を行った。具体的には、差し茅のほか、茅束等

写真 7　茅束の緩み（施工 2 年 7 ヶ月後）

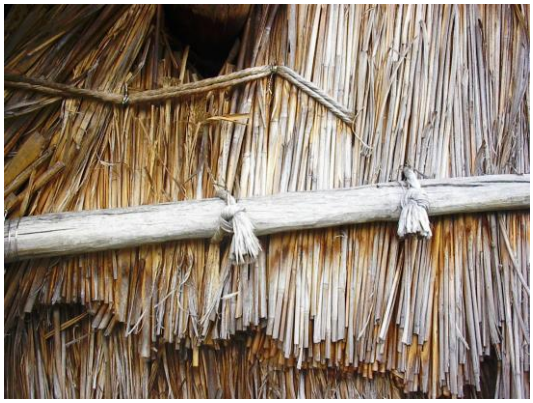


写真 8　妻壁の茅束の滑り

写真 9　専用工具による差し茅

写真 10　補修後の復原建物４

の結束を締直した。樹皮跳ね上げ戸を吊上げるフックの麻縄は日射や風雨により最も劣化が進むため、更新した。竣工から一定期間が経過し、茅葺表層がある程度劣化した段階で、段葺の目地を茅の現状にあわせて結束し直して緩みを解消することが重要である。

3.4. 維持管理費と経済的効果（試算）

本再整備事業の修理工事費と平成 28 年度の補修に要した経費を基に、今後必要な補修経費を考慮して、市単独修繕と同じ仕様で修繕を繰り返す場合と比べた経費（消費税抜き）を試算する。経済情勢が異なり、発注形態のほか、労務費や資材費、消費税率も異なるが、復原建物４にかかる本再整備事業の経済的効果を検討する際、一定の目安にはなる。

これまでの経過から、整備および市単独修繕の山茅の状態や茅葺法では 6 年前後で屋根・妻壁の全面葺替が必要になることが判明した。今後、市単独修繕や本再整備事業で取替えていない主柱の更新も必要になる可能性も残る。市単独修繕の仕様では、回を重ねるごとに経費が増大することになる。市単独修繕から約 6 年で劣化した茅束が落下した（維持管理としての補修実績なし）ことから、市単独修繕の税抜経費 1,280 千円を 6 年で除すると、復原建物４の市単独修繕以後の維持管理費はおおよそ 213 千円／年だったことになる。

本再整備事業で目標とした耐用年数（屋根・妻壁 15 年、躯体[更新部分]20 年）を実現しようとする場合、市単独修繕の仕様では 15 年で 2 回の修繕を要するので設計上 3,444 千円（維持管理費は 230 千円／年）、20 年では 3 回の修繕を要するので設計上 5,166 千円（維持管理費は 258 千円／年）を必要とする計算になる。もちろん、茅葺以外には主柱 1 本分の取替しか考慮されておらず、主柱や梯子の土中埋設部分の木材保護対策が講じられなかったことや雨漏りなどの要因から、実際にはさらに多くの丸太材取替経費を要する。

本再整備事業の修理工事費は 3,653 千円を要した。今後 3 年ごとに平成 28 年度と同様の補修（設計額 185 千円）を行うと仮定した場合、4,393 千円／15 年（維持管理費は 293 千円／年）、4,763 千円／20 年（維持管理費は 238 千円／年）を要する計算になる。本再整備事業では主柱や刻み梯子の土中埋設部分に木材保護対策を講じた。土中埋設部分の木材保護対策が講じられていなかった復原建物４の主柱（平成 24 年度修理工事段階）や復原建物３の杈首尻・垂木尻など（平成 28 年度修理工事段階）の腐朽状態を踏まえると、大規模地震等が生じない限り、躯体は目標とする耐用年数を実現できる見込みが高い。今後 3 年ご

表１　市単独修繕ほかの仕様と税抜経費

工事等[発注形態]	仕　様	税抜経費（千円）
市単独修繕（H16） ［業務委託］	茅全面葺替・主柱 1 本取替	契約額　1,280 設計額　1,722
本再整備事業（H23・24） ［建築工事］	茅全面葺替 （茅は H16 の約 3 倍、すぐり作業） 主柱 2 本取替（主柱基部保護対策） 刻み梯子・笄丸太・樹皮押え取替 土間改修	契約額　3,653 設計額　3,779 H24（梯子なし） 契約額　3,370 設計額　3,471
維持管理補修（H28） ［業務委託］	差し茅（すぐり茅） 樹皮跳ね上げ戸麻縄取替	契約額　185 設計額　185

との維持管理補修を継続することで、市単独修繕と単純に比較した限りでも、耐用年数 20 年の実現で約 8%以上（20 年累計で 403 千円以上）の経費を節減できるという試算結果を得ることができた。

4. 竪穴建物施工上の耐久性向上策

北代縄文広場では、一部の土屋根竪穴住居で出入口付近を草壁仕上げとした。半地下式、かつ土屋根をもつことで湿気がこもりやすいため、土屋根竪穴住居は茅葺建物よりも高湿度環境になりやすい（Ⅷ-１図２・図４参照）。雨水等が流入すると、屋内にこもった湿気が、結露水と共に樹皮や麻縄、丸太材の腐朽を誘発する要因となる。本再整備事業では土間下に加え、腰壁または堰板の背後に防水・防湿シートを敷設したことで、地下からの水や湿気の流入は基本的に抑えることができた。課題は、樹皮跳ね上げ戸や草壁からの雨水や外気の流入を極力少なくして、屋内の湿度上昇や温度変化を抑えることである。温度変化を少なくすることは、結露の発生を防止することにもつながる。断熱性向上という観点も含めて、本再整備事業では土屋根や腰壁等の下地材として木毛セメント板を敷設した。

復原建物６（土屋根竪穴住居）の平成 26 年度修理工事では、厚さ 20cm の草壁（すぐり茅束を結束）に中間層として厚さ 0.2mm の防水・防湿シートを埋込んだ（写真 11）。草壁の天端（垂木材下端）から吊下げ、出入口土間の下から透水管まで敷設したことで、屋内外からはシートが見えない。草壁表層（屋外側）は日射や風雨で劣化し、痩せて隙間が生じる。その隙間から雨水が吹込んだり、外気が流入したりすることを避けるための措置である。棚上の土留丸太に支持される草壁は敷設するシートの重量が茅葺に支障を来たさないため、利点が多いと判断して敷設した。木毛セメント板は雨水を吸込んで腐朽する要因になりかねず、防水シートよりも防水・防湿シートの方が軽く高性能のため、防水・防湿シートを選定した。なお、同様の措置は復原建物３の平成 28 年度修理工事でも講じた。

写真 11　防水・防湿シート敷設（復原建物６）

写真 12　竣工 17 年 5 ヶ月後の草壁（復原建物１）

5. 茅葺の維持管理

茅葺の長寿命化の要は、茅の痩せと滑りを見逃さないよう点検を励行し、適時適切に差し茅することである。これにより、全面葺替時期を遅らせ、小屋組材の腐朽も防止できる。

８　北代縄文広場における土屋根竪穴住居復元建築設計

小黒智久

1. はじめに

本再整備事業では、史跡北代遺跡復原建物修理検討専門家会議での指導事項を踏まえ、修理工事設計図書を作成した。土屋根竪穴住居の本格的修理（改築）工事としては復原建物５・６の 2 棟があり、後年度に実施した復原建物６の修理工事設計が現時点での完成版（暫定版）となる。ただ、赤土屋根としては初めての復元で、亀裂が生じやすい屋根土の崩落防止を目的とした型枠などを追加敷設した特殊事例である。復原建物５・６の今後の推移を踏まえ、将来に本再整備事業の評価がなされたとき、真の完成版が立案されることになるが、上屋解体を伴わない改修工事に留めた復原建物１～３の改築工事をそれ以前に行う必要性が生じることだろう。経過観察を踏まえ、現時点での完成版（暫定版）よりも精度の高い完成版（暫定版）の修理工事設計図書が、その時点で作成されることになる。

以下では、本再整備事業における土屋根竪穴住居設計の概要を示すと共に、他の地方公共団体等の参考資料とすべく留意点を付記した形で設計図書の一部（抜粋した特記仕様書）と竣工図（抜粋）を提示する。建築工事設計図書として必要な仕様書（共通部分）は地方公共団体ごとに定められているだろうから、提示しない。復原建物の復元は発掘調査成果等に基づきつつ、発注者の意向の下で行われ、建物ごとの個性も強いことから、設計書（数量書を含む）や設計図も提示しない。細部は、復原建物ごとに設計されるべきものだからである。また、基礎構造等の詳細を提示しないのは、盛土造成や地下などの排水計画、竪穴の深さなど、個々の条件差が大きいため、個別条件下で最適と判断される基礎構造等を設計すべきだからである。参照にあたっては計画地の立地環境や気象条件と北代縄文広場の状況（Ⅶ－１・２）を比較し、参照範囲を十分検討して欲しい。日本列島は、気候に限らず、生息する昆虫等も多様であり、以下をそのまま採用した場合、地域によっては過不足が生じる可能性がある。すなわち、富山より厳しい環境下では対策不足から耐用年数の実現にとって甚大な影響を将来的に及ぼすことにつながったり、厳しくない環境下では工事費が過剰になったりする可能性がある。重要なことは、設計の最適化である。

2. 提示する建築設計（特記仕様書）の見方

発注した特記仕様書は左側で、右側には留意点等を示す。各地の実状に応じて参照範囲を検討して欲しい。設計監理を委託した建築コンサルタントと共に工事担当課である埋蔵文化財センターが工事設計した。特記仕様書にある監督員はいわゆる工事監督員で、埋蔵文化財センター学芸員が担当した。監理技術者は工事設計監理業務の委託先の建築コンサルタントを指す。復原建物整備では、史跡や埋蔵文化財の保護を担当する職員が、監督員を担当することが重要だろう。竣工図では、設計上の留意点を四角囲み線で明示する。

3. 特記仕様書（抜粋）

本再整備事業では、土屋根竪穴住居の本格的修理工事を 2 年計画で実施した。1 年目は上屋解体調査・記録作成のほか、丸太材調達および粗加工、防腐処理等を、2 年目は上屋復元を行った。1 年目の丸太材納品後、2 年目の着工までが丸太材の乾燥期間となる。

3.1. 平成 25 年度復原建物 6 修理工事の特記仕様書（抜粋）

（上屋解体・養生・記録作成は平成 23 年度復原建物 5 修理工事とあわせて施工、掲載省略）

特記仕様書	留意点
Ⅰ 一般共通事項 **①工事運営の基準** 文化財保護法、その他関係法令等を参照して工事を運営する。 **②工事組織** 工事は富山市の直轄工事とし、工事は請負工事として実施する。 **③官公庁その他への届出手続** 工事の着手・施工・完成にあたり、関係官公署その他の関係機関への必要な届出手続を遅滞なく行う。 **④施工計画・設計変更への対応** 工事の着手に先立ち、工事の総合的な計画をまとめた総合施工計画書を作成し、監督員に提出する。また、監督員の承認を経た後に着工する。 施工計画の内容を変更する必要が生じた場合は、監督員に報告するとともに、施工等に支障がないよう適切な措置を講ずる。 設計・仕様を変更する必要が生じた場合は、監督員の指示に基づき変更総合施工計画書を作成し、監督員に提出する。監督員の承諾を経て、変更設計に基づき施工する。 **⑤工事記録** 次の事項について記録を整理保管のうえ、監督員に提出する。 工事工程表 工事打合せ簿 記録写真 記録資料 監督員から指示のあった書類 提出物の形態・部数等、不明な点は随時監督員に質疑書を提出する。写真を提出する際は、データ・出力図共に提出する。 **⑥工事報告** 工事履行報告書（月報、写真添付）を作成のうえ、監督員に提出する。 **⑦発生材の処理** 建設廃棄物については、最終処分の確認可能なマニフェストを提出する。 建設副産物・建設発生土・建設廃棄物の処理については「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」および「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」等の各種法令等に基づき適正に処理する。	**※史跡指定地での工事であることを明記する必要がある。平成 25 年度修理工事では、特記仕様書ではなく、仕様書に明記した。** 平成 25 年度修理工事は、丸太材等の調達および加工、広場サイン修理のみとした（復原建物の上屋復元を伴わない）ため、設計監理業務委託を発注せず、**埋蔵文化財センター学芸員（監督員）が設計監理し、業務委託にかかる経費を節減した。** ※広場案内サイン修理部分は省略する。 **※監督員や現場代理人等の定義や権限は建設工事請負契約書に明記する。** ※日本海側気候に属する地域など、**冬期の適切な施工が困難な地域では 2 年計画を基本として工事計画を立案することが望ましい。本再整備事業では、整備後の経験（Ⅵ-1 参照）を踏まえ、復原建物 5 は 2 年計画で、復原建物 6 は 3 年計画で再整備を行った。**仮設工（素屋根設置）により単年度工事も可能だが、間接工事費（共通仮設費）がかさむことになる。**1 年目に調達・加工した丸太材等の乾燥期間を十分確保し、2 年目の夏期～秋期に上屋を組上げることで高品質の施工が可能になる。**

⑧安全確保

労働安全衛生法、その他関係法令等に定めるところによるほか、建設工事公衆災害防止対策要綱に従うとともに、建築工事安全施工技術指針を参考に、常に工事の安全に留意して現場管理を行い、施工に伴う災害および事故の防止に努める。

工事期間中も広場は一般開放されることから、来場者の安全確保、現場の保全や盗難防止に十分な対策を講じる（バリケードの設置等）。

⑨軽微な変更

員数等の多少の増減・変更は、請負金額の範囲内において施工するものとする。

整備工事のほか、材料調達等の工事であれば、設計変更が生じる可能性は少ないものの、軽微な変更を必要とした場合の対応を明記することを検討してもよい。

⑩その他

工事施工および提出物において不明な点は、すべて質疑書にて監督員に問い合わせる。監督員に連絡なく、工事請負者の思い込みによる不備な施工、提出物は一切認めない。

監督員と現場代理人の緊密な連携を前提としつつも、**書面確認の徹底により誤施工を防ぐことが重要である。**

Ⅱ　工事概要・方針

工事の根幹部分（直接工事費相当部分）の概要を簡潔に示す必要がある。

①屋根材調達

設計図書に基づき、適正に材調達を行う。栗丸太材は入り皮・曲がり・ねじれ・あて・腐れ・虫穴などの欠点が軽微なものとし、節ありは可とする。

設計書（数量書）に、材種・規格・数量等を明記する。

②屋根材加工

調達材に加工（樹皮剥ぎ・節削り・小口加工等）を施す。

③屋根材防腐処理

防腐処理を施す。

設計書（数量書）に、使用する木材保存剤（製品名）を明記する。

④樹皮薫蒸

ガス薫蒸（殺注処理）を施す。

設計書（数量書）に使用するガス（製品名）を明記する。生み付けられた木材加害昆虫の卵等を殺注処理する。

Ⅲ　工事通則・仕様

1. 通則

①総則

本特記仕様書は概要を示すものであって、記載外の事項または疑問を生じた場合はすべて監督員の指示に従い、施工する。なお、実施にあたってはさらに詳細な実施仕様を定めて施工する。

ただし、原設計仕様を変更する必要のある時は、直ちに計画変更の手続を行う。

設計図書記載外の事項が生じる可能性があることを明記することが重要である（特に再整備：改修工事）。

②材料検収

工事に使用する一切の材料はすべて監督員が検査を行い、合格したものを使用する。木材・樹皮は、材種・品質・寸法を検査する。

③材料保管

工事現場内に搬入した材料は、すべて良好な状態で保管し、湿気・盗難・火災に対して十分な対策を講ずる。

④施工の段階確認

次に示す工事段階及び事項については、立会い等により監督員による段階確認（出来方・品質、規格および数量等）を受ける。

調達材料（品質・規格および数量等） 調達材料の加工段階 調達材料の防腐処理段階	
2. 工事方法	
①屋根材調達	
計画 設計数量の調達。	
準備 加工等の作業を早期に実施できるよう工程を整える。	
調達 早期に調達する。	
②屋根材加工	
計画 調達材料に、組上げる直前までの加工を施す。	
準備 工程を整え、丸太材調達後、速やかに樹皮剥ぎに着手する。	
加工 小口や節部分の加工は釿ハツリ仕上げとする。	仕上げ加工の詳細を明記することが重要である。
③屋根材防腐処理	
計画 慎重かつ丁寧な施工→組上げ後の耐久性向上につながる。	
準備 保管場所の整理整頓→調達・加工から防腐処理までの間に虫害等を被らないよう、通風・換気等による保全策を講じる。	
防腐処理 加工済の丸太材に木材保存剤（キシラモントラッド）を 2 回塗布し、防腐処理を施す。実施後の保管にも留意する（汚染等の回避）。	**1 回目の塗布面が乾燥して被膜を形成した後で、2 回目の塗布作業を行うよう口頭指示し、工事写真と現物により、段階確認した。**
④樹皮薫蒸	
計画 慎重かつ丁寧な施工→組上げ後の耐久性向上につながる。	
準備 保管場所の整理整頓→調達から燻蒸までの間に虫害等を被らないよう、通風・換気等による保全策を講じる。	
樹皮薫蒸 ガス（エキヒューム S）燻蒸（殺注処理）を行う。実施後の保管にも留意する（汚染等の回避）。	
⑤完成検査受験	
工事完成→完成検査（市工事検査課） 指摘事項は検査合格まで対処する。	

3.2. 平成 26 年度復原建物 6 修理工事の特記仕様書（抜粋）

特記仕様書	留意点
Ⅰ　一般共通事項 **①工事運営の基準** 文化財保護法、その他関係法令等を参照して工事を運営する。 **②工事組織** 工事は富山市の直轄工事とし、工事は請負工事として実施する。 **③官公庁その他への届出手続** 工事の着手・施工・完成にあたり、関係官公署その他の関係機関への必要な届出手続を遅滞なく行う。 **④施工計画・設計変更への対応** 工事の着手に先立ち、工事の総合的な計画をまとめた総合施工計画書を作成し、監理技術者に提出する。また、監理技術者の承認を経た後に着工する。 施工計画の内容を変更する必要が生じた場合は、監理技術者に報告するとともに、施工等に支障がないよう適切な措置を講ずる。 設計・仕様を変更する必要が生じた場合は、監督員および監理技術者の指示等に基づき変更総合施工計画書を作成し、監理技術者に提出する。監理技術者の承諾を経て、変更設計に基づき施工する。 **⑤工事記録** 次の事項について記録を整理保管のうえ、監理技術者に提出する。 工事工程表 工事打合せ簿 記録写真 記録資料 監理技術者から指示のあった書類 提出物の形態・部数等、不明な点は随時監理技術者に質疑書を提出する。写真を提出する際は、データ・出力図共に提出する。 **⑥工事報告** 工事履行報告書（月報、写真添付）を作成のうえ、監理技術者に提出する。 **⑦発生材の処理** 建設廃棄物については、最終処分の確認可能なマニフェストを提出する。 建設副産物・建設発生土・建設廃棄物の処理については「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」および「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」等の各種法令等に基づき適正に処理する。 **⑧安全確保** 労働安全衛生法、その他関係法令等に定めるところによるほか、建設工事公衆災害防止対策要綱に従うとともに、建築工事安全施工技術指針を参考に、常に工事の安全に留意して現場管理を行い、施工に伴う災害および事故の防止に努める。 工事期間中も広場は一般開放されることから、来場者の安全確保、現場の保全や盗難防止に十分な対策を講じる（バリケードの設置等）。	**※史跡指定地での工事であることを明記する必要がある。平成 26 年度修理工事では、特記仕様書ではなく、仕様書に明記すると共に、着工前打合せで詳細説明し、現場代理人の理解を深めたうえで着工した。** **本再整備事業では、全工事において造成盛土内であっても監督員（埋蔵文化財センター学芸員）の立会いの下で掘削することを厳守した。** **史跡や埋蔵文化財の保護を担当する職員の立会いの下での掘削が困難な場合は、仕様書または特記仕様書に史跡保護の重要性や埋蔵文化財と思われるものが出土した場合の取扱いなどを明記し、史跡の保護に万全を期すことが重要である。** **史跡の現状変更の事務手続は、工事担当課が遅滞なく行う。**

⑨竣工図・竣工写真

提出する竣工図は次のとおりとする。原図各 1 部、および青焼図または白焼図各 1 部（データ含む）を提出するものとする。

縮尺 1/40　平面図・小屋伏図・屋根伏図・立面図（2 面）・断面見通図（2 ライン）

縮尺 1/20　柱脚リスト図（主柱、出入口柱、垂木基礎・脚部）

次の要領で竣工写真を撮影し、工事写真と区別して提出するものとする。出力写真各 1 部、およびフイルム原版またはデータを提出するものとする。

外観 4 カット（正面・側面各 1、斜め写真正面・側面各 1、斜め写真は園芸用三脚脚立等を用いて撮影）

内観 3 カット（正面・出入口付近・側面各 1）

⑩軽微な変更

員数等の多少の増減・変更は、請負金額の範囲内において施工するものとする。

⑪その他

工事施工および提出物において不明な点は、すべて質疑書にて監理技術者に問い合わせる。監理技術者に連絡なく、工事請負者の思い込みによる不備な施工、提出物は一切認めない。

Ⅱ　工事概要・方針

①材調達

設計図書に基づき、適正に材調達を行う。監督員または監理技術者の検収を経たものを使用する。

②調湿材製作

木毛セメント板の片面に内装仕上用天然ゼオライト塗布材を厚さ 4㎜ で塗布する。

③垂木尻・主柱基部加工

栗丸太材に微調整を施した後で、木材保存剤を 2 回塗りする。

④修理工事

設計図書で示す工事方法等に基づき、上屋復元を行う。

Ⅲ　工事通則・仕様

1. 通則

①総則

本特記仕様書は概要を示すものであって、記載外の事項または疑問を生じた場合はすべて監理技術者の指示に従い、施工する。なお、実施にあたってはさらに詳細な実施仕様を定めて施工する。ただし、原設計仕様を変更する必要のある時は、直ちに計画変更の手続を行う。

②材料検収

工事に使用する一切の材料はすべて監督員または監理技術者が検査を行い、合格したものを使用する。

③材料保管

工事現場内に搬入した材料は、すべて良好な状態で保管し、湿気・盗難・火災に対して十分な対策を講ずる。

④施工の段階確認

次に示す工事段階及び事項については、立会い等により監督員または監理技術者による段階確認（出来方・品質、

間接工事費（一般管理費）として積上げ計上する項目として扱った。

デジタル（CAD 等）に限定すると対応できない建築会社もあり、競争入札の指名先を狭めないためにもデジタルに限定しないことを検討してもよい。限定すると、外注等による経費増へとつながりかねない。

デジタルカメラでの工事写真撮影が普及しているものの、競争入札の指名先を狭めないためにもデジタルに限定しないことを検討してもよい。

特に、再整備（改修）工事では不可視部分で想定外の状況への対応可能範囲を広げるべく、明記すべきである。

監督員と監理技術者、現場代理人の緊密な連携を前提としつつも、**書面確認の徹底により誤施工を防ぐことが重要である。**

工事の根幹部分（直接工事費相当部分）の概要を簡潔に示す必要がある。

記載外の事項が生じる可能性があることを明記することが重要である。

規格および数量等）を受ける。 調達材料（品質・規格および数量等） 調湿材製作段階 垂木尻・主柱基部加工段階 機械換気設備撤去段階 床下防水・防湿シート敷設段階 腰壁基盤土セメント改良段階 床下緩衝材敷設段階 主柱設置段階 梁・桁設置段階 垂木・出入口支柱等設置段階 樹皮葺段階 防水シート敷設段階 不織布敷設・フラットバー枠組段階 型枠敷設段階 屋根土葺段階 透水管周囲補修段階 入口部草壁補修（樹皮跳ね上げ戸補修・取付含む）段階	**監督員による段階確認が可能な部分は、監理技術者による段階確認を行わないことで工事監理業務の経費（監理技術者の労務費）を節減した。**
2. 工事方法 **①材調達** **計画** 設計数量の調達。 **準備** 加工等の作業を早期に実施できるよう工程を整える。 **調達** 早期に調達する。	
②調湿材製作 **計画** 調達した木毛セメント板の片面に内装仕上用天然ゼオライト塗布材（ゼオブレース[白色]）を厚さ 4㎜ で塗布する。 **準備** 効率的に作業できるように、必要器材を事前に整えておく。 **製作** 木毛セメント板への食い込み分を除いて、厚さ 4㎜ で塗布する。	**ゼオブレースの厚さは史跡北代遺跡復原建物修理検討専門家会議で決定した。**
③垂木尻・主柱基部加工 **計画** 栗丸太材の垂木尻・主柱基部を微調整し、木材保存剤（キシラモントラッド）を 2 回塗りする。 **準備** 保管場所を整理整頓し、調達・加工から防腐処理までの間に虫害などを被らないよう、通風・換気等による保全策を講じる。 **加工** 垂木尻と主柱基部に組上げ前の微調整を施し、木材保存剤を 2 回塗布する（乾燥期間を十分確保する）。 垂木尻と主柱基部に防水・防湿シートを密着させながら巻付ける。詳細は別途指示する。	**現場加工部分にも木材保存剤を塗布することが重要である。** **保管状態が不適切な場合、木材が腐朽することを十分認識して工事監理することが重要である。**
④修理工事 **計画** 上屋の復元。 既設土嚢・機械換気設備撤去→床下防水・防湿シート	積算にあたってイメージしやすいよ

敷設→床下緩衝材敷設→腰壁基盤土セメント改良→建方→樹皮葺→調湿材敷設→防水シート敷設→不織布敷設→フラットバー枠組→型枠敷設→透水管周囲補修→屋根土葺→入口部草壁補修→腰壁・出入口階段補修→土間タタキ補修の順。

準備

高所作業を伴うので、安全対策を十分講じたうえで作業を行う。

既設土嚢・機械換気設備撤去

撤去した竪穴養生土嚢（トンパック等）や機械換気設備（コンクリートピット・排気管）は、産業廃棄物として適正に処理する。工事完成後も建物内のコンセントに通電するように、機械換気設備の分電盤および地中ケーブルを適正に処理する。

床下防水・防湿シート敷設

監督員立会いの下で、既存の土間および腰壁を 20cm 掘り下げる。発生土は腰壁基盤土セメント改良等に再利用する。

袋張りした防水・防湿シートを床下から腰壁周囲（基礎コンクリート上）にかけて敷設する。防水・防湿シートのジョイント部は重ね幅 30cm として各端部両面を防水テープで留めて袋張りとする。

床下緩衝材敷設

防水・防湿シート上に保護砂（厚さ 5cm）を敷き、機械転圧後に砕石（厚さ 10cm）を敷いて機械転圧する。

腰壁基盤土セメント改良

腰壁および基礎コンクリート上に既存土を再利用したセメント改良土を骨材として敷き、人力転圧する。ポルトランドセメントを 20kg／㎥混和して既存土を改良する。

建方

既存の柱脚金具の錆を落とし、防錆剤を塗布したうえで、主柱を設置する。金具内の隙間にはシリコーンを充填して水の浸入を防止する。

桁および梁を組み上げる。主柱・桁・梁の仕口部は調達したラグスクリューボルトで固定し、ステンレス製番線で結束する。そのうえで番線を隠しながら麻縄で結束する（以下、目視可能なすべての結束部は本方法による）。

桁および梁（継続使用）に残る燻煙痕（あたり位置）を参考に、垂木を桁・梁に掛けて結束する。垂木勾配は 35° を原則とする。垂木尻には鉄筋（継続使用）を掛け渡し、鉄筋とフックをステンレス番線で結束する。

垂木上端部は、長さ調整を行いながら現場で細部加工を施し、キシラモントラッドを 2 回塗りする。

小舞（旧垂木転用材を含む）等を結束する。

屋内に雨水が流入しないよう、出入口土留丸太接点にモルタルを充填して防水対策を講じる。

樹皮葺

下から栗樹皮→杉樹皮の順で葺く。屋内から見上げた際に杉樹皮が見えないよう留意する。

調湿材敷設

杉樹皮の上に、木毛セメント板（片面に厚さ 4㎜ でゼオブレース塗布）を敷設する。現場で大きさ等を調整して敷設するものとする。

う、設計段階での施工の流れを明記することが重要である。

機械換気設備撤去は、史跡北代遺跡復原建物修理検討専門家会議で、現状では不要と判断された設備を除却するもの。

竪穴養生土嚢は平成 23 年度修理工事で埋戻し材として設置したもの。

史跡の保護盛土内であっても、史跡や埋蔵文化財の保護を担当する職員による掘削立会いを要す。史跡保護の観点から、掘削深度（設計 FL）を必要に応じて変更するなどの臨機応変な対応が求められる。

地下からの水や湿気の流入を防ぐためには、**30cm 程度の重ね幅と防水テープによる袋張りが重要である。**

腰壁部分を含め、砕石が防水・防湿シートを破らないよう、**保護砂を敷設することが重要である。**

セメント改良は、腰壁（木毛セメント板固定後にゼオブレース塗布）および棚（タタキ）の下地としての強度向上を目的とする。

土中に 15 年間設置された柱脚金具は、錆落としと防錆剤塗布で継続使用可能だった。結露水が柱脚金具内に浸入しないように対策を講じることが、柱脚金具と木材の保護にとって重要である。取替える主柱基部は防水・防湿シートを巾着袋状に巻付け、木部の保護対策を講じることが重要である。

雨漏りや結露水に備えるため、**番線等の金物類は鉄製ではなく、ステンレス製を採用することが重要である。**

設計段階では、整備および市単独修繕の設計と同じく、垂木勾配を原則 35° としたが、竣工後の測定で約 53° と判明した（Ⅷ-1 参照）。なお、他県での実験例では 35° でも屋根土が流出しないことが確認されている。

防水シート敷設

調湿材の上に防水シート（REVO3）を敷設する。シートの突起列が垂木と平行するよう横葺し、重ね幅は 30cm とする。シート端部が直線状にならないよう留意し、丁寧に敷設する。

重ね幅と共に、防水シートの敷設方向が重要である。**防水シートの突起列が垂木と直交するように敷設すると、雨漏りを誘発する蓋然性が高い。**

不織布敷設

防水シートの上に、重ね幅 30cm でジオネット入り長繊維不織布（トレップ TT-3S）を敷設する。

トレップ TT-3S による透水層確保（屋根土による目詰まりが生じる可能性は残る）と共に、不織布と防水シートの突起列による隙間を経由して浸透水を安定的に排水できる。

フラットバー枠組

不織布の上に、フラットバーを棟部分に掛けて置く。詳細は設計図に準拠する。

型枠敷設

フラットバー枠組に高密度ポリエチレン製ハニカム状軽量型枠（テラセル T-100SP ほか）を固定する。詳細は設計図に準拠する。

テラセル施工手順書（Ⅶ-10 資料１）を別途提示した。

透水管周囲補修

垂木尻部分の防水シート末端から透水管までの間に防水・防湿シートを敷設し、浸透水を透水管に誘導する構造を設ける。防水・防湿シート端部は防水テープで袋張り（重ね幅 30cm）する。

既設透水管上の保護砂を除去し、調達した砂利（透水管周囲は保護砂を再敷設）と入換え、周囲より少し窪ませて溝状に地形を整える。周辺地形は、水勾配をつけて溝内で水が溜まらないよう排水させる。

作業時に既設透水管を破損させないよう留意する。万一破損させた場合は、同等品と交換（破損部のみ直管継手と交換）する。作業前からの破損箇所があった場合も同様に対処する。除去した保護砂は北代縄文広場内で監督員が指定する場所に敷均す。

透水管（メッシュ状フレキシブル暗渠排水管：マックスドレーン）は整備段階のものを補修、および水勾配調整を行いつつ、継続使用した。製品特性（耐用年数）上、次回の再整備では更新する必要がある。

屋根土葺

厚さ 15cm 均一を基本として屋根土を葺く。屋根土の配合・施工法の詳細は別途指示する。

屋根土層が薄いほど屋根を軽量化できる。史跡北代遺跡第 70 号住居跡で検出された屋根土の厚さは約 10cm だった。復原建物３・５・６ではこれを踏まえ、住居の廃絶後、屋根土が屋内に落下するまでに崩落して痩せた分を想定して厚さ 15cm 均一を基本として葺くこととした。**復原建物６では詳細設計（Ⅶ-10 表３）を別途提示した。**

入口部草壁補修

入口部にすぐり茅束で草壁（厚さ 20cm）を設置する。草壁の中間層として、草壁天端から透水管まで防水・防湿シートを敷設し、吹込んだ雨水の排出対策を講じる。

既存の樹皮跳ね上げ戸を補修して取付ける。

腰壁・出入口階段補修

腰壁に木毛セメント板を固定（モルタル・コンクリートアンカー）し、ステンレス製ラスで補強し、ラスごとモルタルで塗込む。その上に、調色済のゼオブレースを厚さ 4mm で塗布する。ゼオブレースは木毛セメント板への食い込み分を除いて厚さ 4mm とする。

出入口階段も同様の対応をとる。

出入口の土階段（足掛かり部分を除く）にも木毛セメント板を固定し、断熱性をもたせることで、凍害を防止することが重要である。

ゼオブレースの施工要領書（Ⅶ－９図７）を別途提示した。

土間タタキ補修

土間および棚、出入口階段をタタキ補修する。赤土 50%・川砂 20%・消石灰 25%・鹿沼土 5%の混合を基本とし、配合・施工法の詳細は別途指示する。土間は機械転圧、その他は人力転圧する。

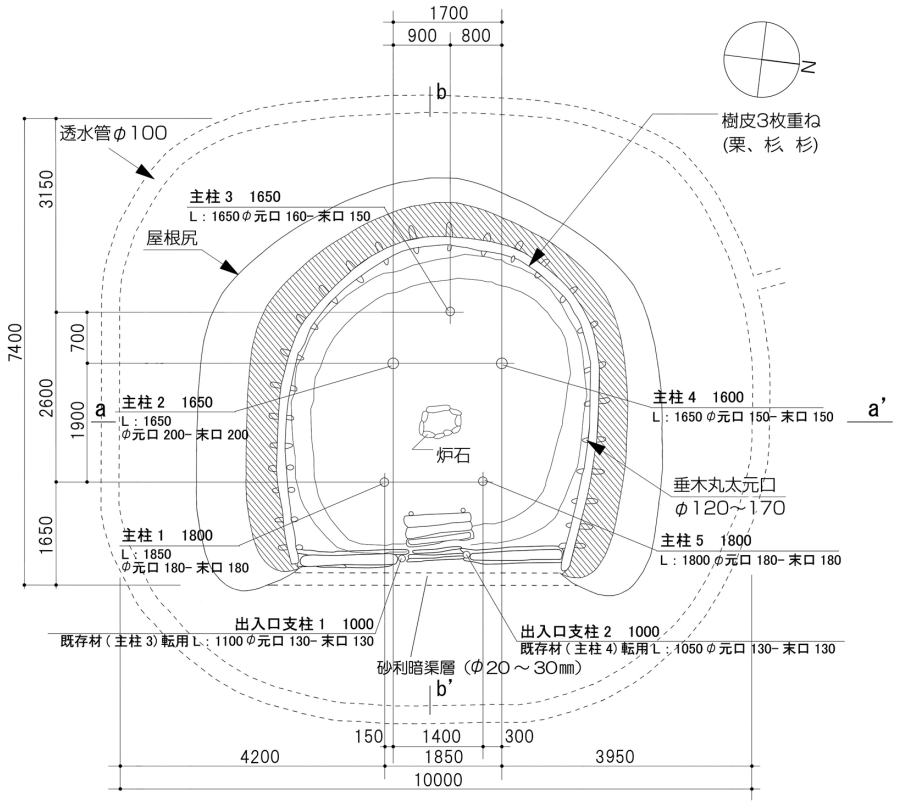
配合・施工法の詳細（Ⅶ-９図４～６）を別途提示した。

⑤完成検査受験

工事完成→完成検査（市工事検査課）

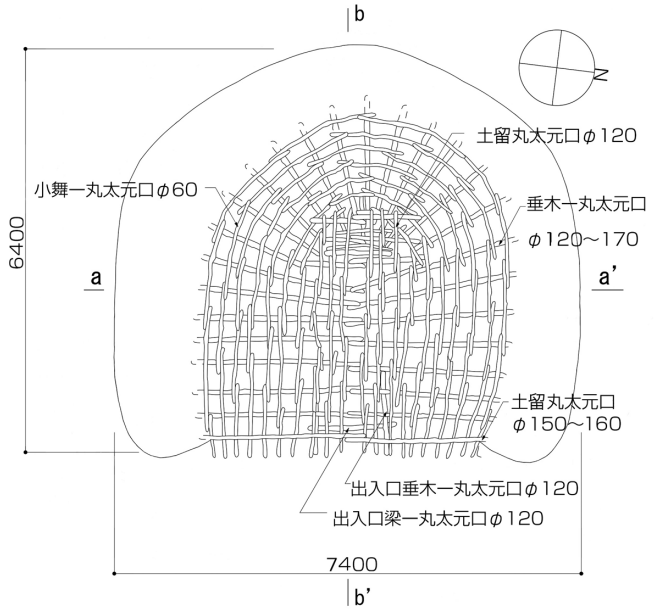
指摘事項は検査合格まで対処する。

平面図



本再整備事業では、整備段階の透水管を継続使用し、土屋根は厚さ 15㎝ 均一を基本としたため、竣工後の屋根尻（末端）と透水管との距離は大きく広がった。土屋根・茅葺屋根を問わず、屋根尻付近に透水管を敷設したうえで透水管の排水能力を高め、透水管上部が目詰まりしないよう維持管理する必要がある。

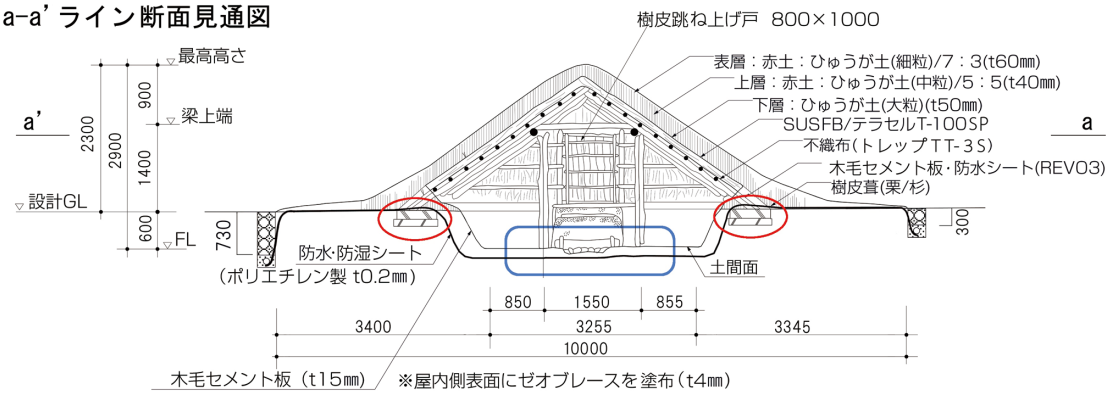
小屋伏図



小屋組には、整備時に木材保存剤を塗布し、日常の維持管理として屋内での燻煙作業を行うことが望ましい。
木材保存剤の特性上、燻煙で煤が付着した材には木材保存剤を塗布せず、垂木や主柱の土中埋設部分に防水・防湿シートを巻付けて水分が直接触れない対策を講じることが重要である。

図１　復原建物６竣工図(1)　平面図・小屋伏図：1/120

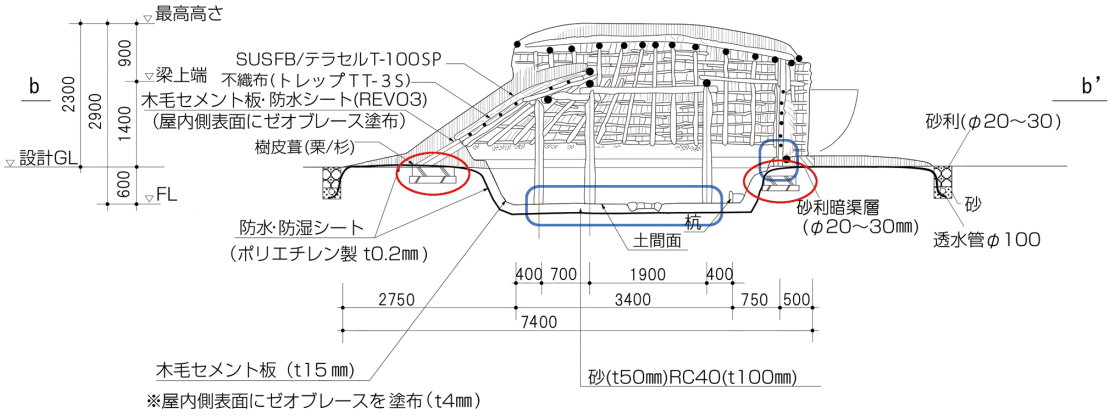
a–a’ ライン断面見通図



北代縄文広場では隣接地との調和を図るために造成盛土厚が制限され、垂木・出入口支柱・主柱部分のみコンクリート基礎構造としたが、造成盛土厚や竪穴の設計深度との関係で、可能なら土間・腰壁下までコンクリート基礎（遮水層）とし、防水・防湿シートを敷設することを検討してもよいだろう（ただし、雨水等の流入を防止できる維持管理体制、および流入水の排水用資機材の整備が前提）。

主柱・出入口支柱の地際付近には、定期的に木材保存剤を塗布して腐朽および木材加害昆虫の食害防止対策を講じることが維持管理のうえで重要になる。

b–b’ ライン断面見通図



地下水の影響が及びにくくなるよう、土間面は造成盛土下面よりもある程度高い水準に設定することが望ましい。

垂木基礎、垂木脚部

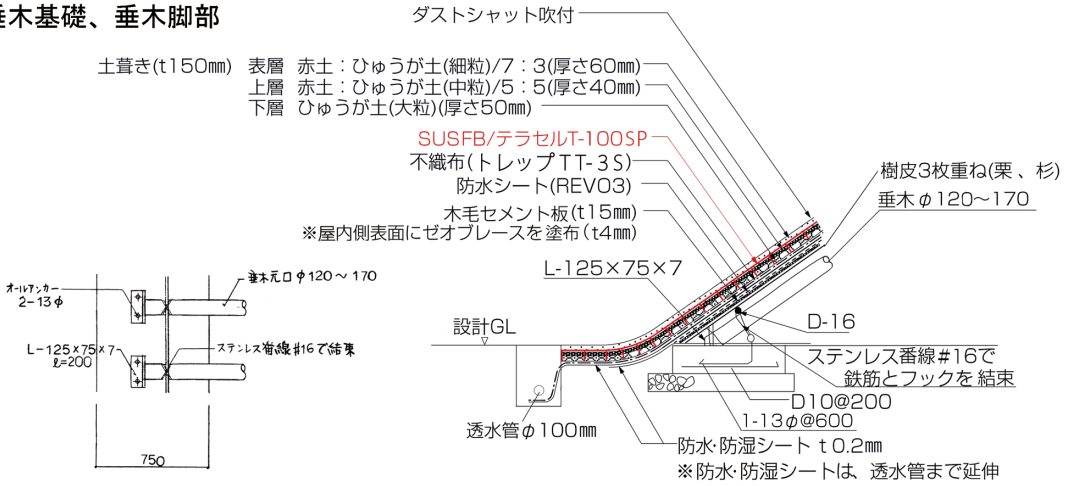
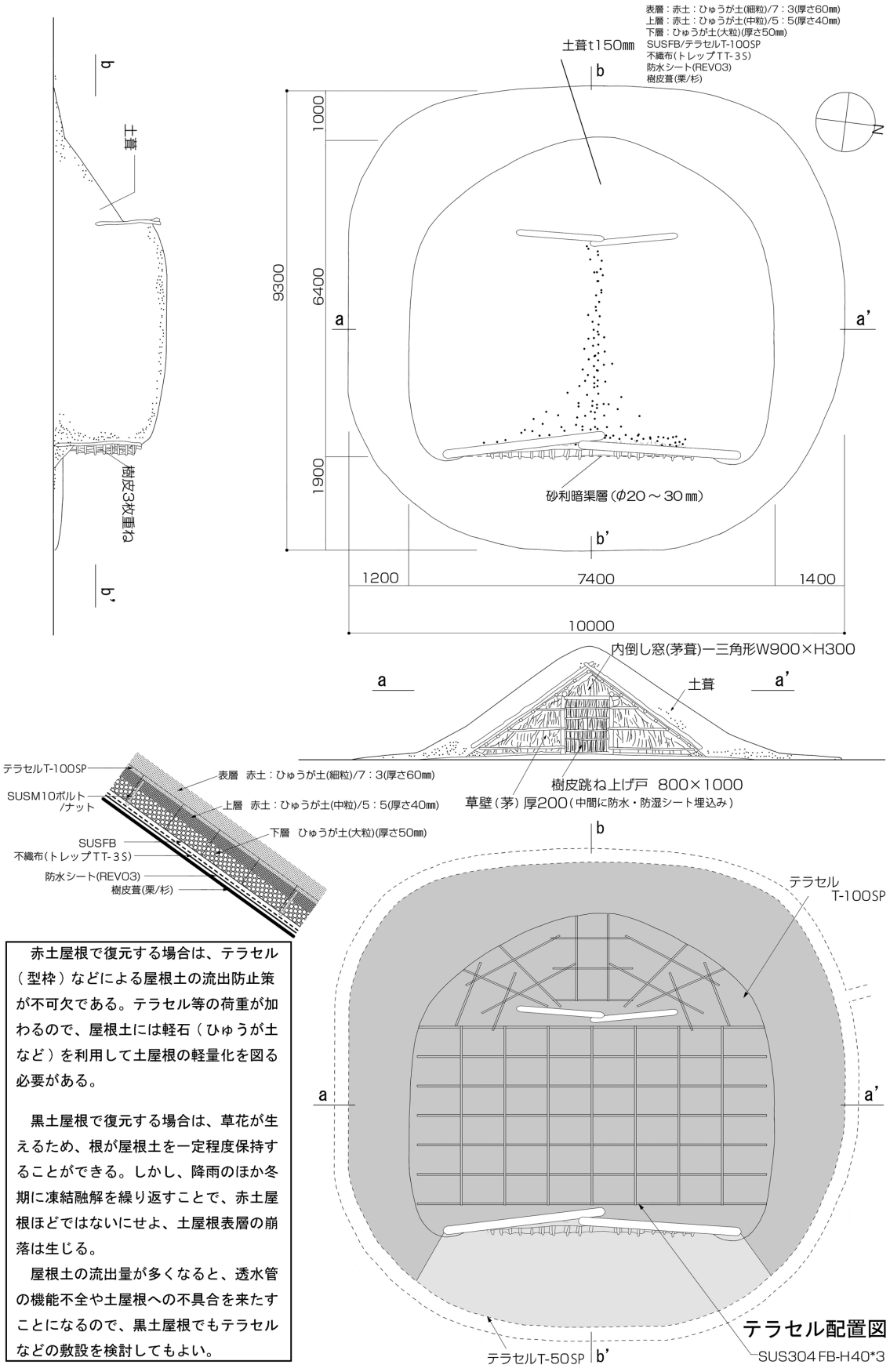


図２　復原建物６竣工図(2)　断面見通図：1/120、垂木基礎・垂木脚部：1/50



赤土屋根で復元する場合は、テラセル（型枠）などによる屋根土の流出防止策が不可欠である。テラセル等の荷重が加わるので、屋根土には軽石（ひゅうが土など）を利用して土屋根の軽量化を図る必要がある。

黒土屋根で復元する場合は、草花が生えるため、根が屋根土を一定程度保持することができる。しかし、降雨のほか冬期に凍結融解を繰り返すことで、赤土屋根ほどではないにせよ、土屋根表層の崩落は生じる。

屋根土の流出量が多くなると、透水管の機能不全や土屋根への不具合を来たすことになるので、黒土屋根でもテラセルなどの敷設を検討してもよい。

図３　復原建物６竣工図(3)　立面図・屋根伏図・テラセル等配置図：1/120

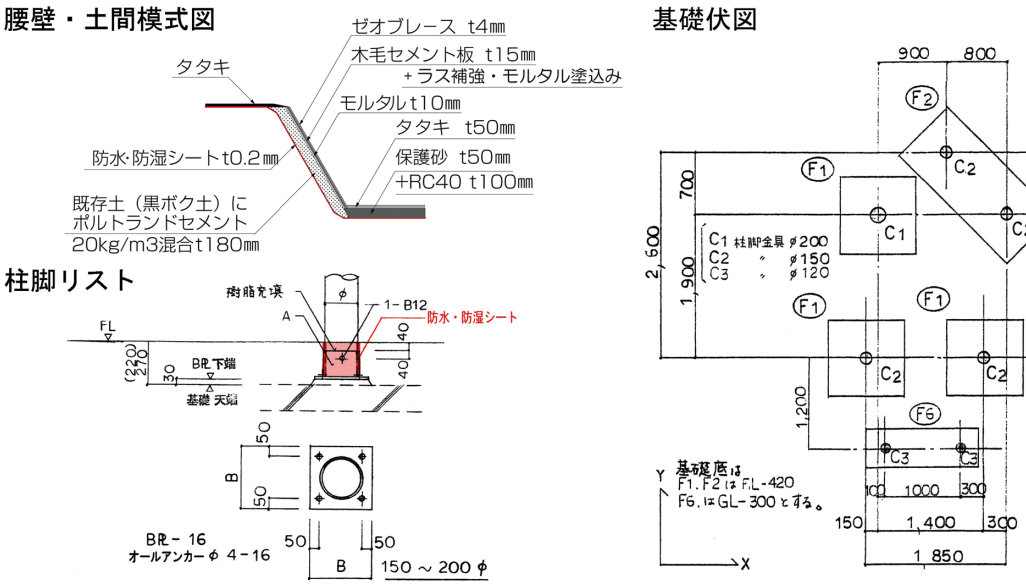


図４　復原建物６竣工図(4)　柱脚リスト：1/40、基礎伏図：1/100

4. 施工監理上の留意点

適正な経費による復原建物の長寿命化の実現には、整備または再整備（改築・改修）段階における工事設計の最適化、施工および施工監理の最適化、維持管理の最適化が必要である。ここでは、施工および施工監理の最適化の重要性に絞って述べる。

復原建物の設計および施工監理は特殊業務であり、工事を含めて頻繁に発注されることはない。地方公共団体、および建築コンサルタント・建築会社にとっても技術や情報等の継承は容易でない。地方公共団体の建築技師が設計するか否かに関わらず、遺跡の発掘調査成果および復原建物の劣化要因やその過程を熟知した、史跡等の保護担当職員が建築技師あるいは建築コンサルタントと十分に意見交換して練り上げた設計の意図を、現場代理人および各作業主任者に対して正確に伝えることが施工の最適化につながる。

史跡等の保護担当職員のみによる復原建物の整備または再整備工事の施工監理は困難なので、建築コンサルタントに業務委託することは多いと思われる。その際、建築コンサルタント（監理技術者）による施工監理を、工事監督員（業務委託の監督員でもある史跡等の保護担当職員）が適切に監理する必要がある。このため、工事監督員も建築・土木等の設計および施工監理、建築資材、木材・土壌などの特性、湿度や腐朽等に関する知識を一定程度習得することが必要である。そのうえで、工事監督員と監理技術者、現場代理人の緊密な連携が施工の最適化の実現に不可欠であり、工事監督員主導で連携を深める必要がある。監理技術者以上に、工事監督員が工事現場に赴き、現場代理人に設計意図等を適切に伝えることが、施工不良を回避することや高品質の施工を実現することにつながる。

なお、整備または再整備工事で対応できることは限られる。すなわち、竣工後の維持管理こそが重要であることを強く認識する必要がある。

9　北代縄文広場における茅葺高床倉庫復元建築設計

小黒智久

1. はじめに

北代縄文広場における茅葺高床倉庫の復元建築設計を示す。本節を参照するにあたっての留意点は、前節（Ⅷ-８）の１・２と同じである。

2. 特記仕様書（抜粋）

本再整備事業では、茅葺高床倉庫の本格的修理（改修）工事を２年計画で実施した。１年目は刻み梯子取替を、2 年目は主柱２本の取替と茅の全面葺替を行った。木材劣化診断士（公益社団法人日本木材保存協会認定）によって早急な対応が必要と診断されたことを踏まえ、刻み梯子取替を先行実施した。土屋根竪穴住居と異なり、茅葺高床倉庫は暴露状態にあるため、濡れやすいものの、乾きやすい。ゆえに、十分に乾燥した股材（主柱材）を調達できれば、単年度事業として修理工事を実施してよいだろう。乾燥が不十分な股材を用いて組上げた場合、後にたわむ可能性もあり、それによって荷重を支えるバランスが変わることで耐久性に悪影響を与えることにつながりかねない。これは、竪穴住居も同じである。

乾燥が不十分の股材しか調達できなかった場合は、復原建物２の修理工事で実施したように、機械乾燥（蒸気式）を行うことでも対応は可能である。茅層や床の厚さ（屋根荷重）にもよるが、多くの高床建物は屋根荷重を受ける股材のみを機械乾燥できれば十分と考えられる。他の部位については、自然乾燥でも大きな問題にはならないだろう。

3.1.　復原建物４修理工事の特記仕様書（抜粋、2 年計画の修理工事をまとめて記載）

特記仕様書	留意点
Ⅰ　一般共通事項 **①工事運営の基準** 文化財保護法、その他関係法令等を参照して工事を運営する。 **②工事組織** 工事は富山市の直轄工事とし、工事は請負工事として実施する。 **③官公庁その他への届出手続** 工事の着手・施工・完成にあたり、関係官公署その他の関係機関への必要な届出手続を遅滞なく行う。 **④施工計画・設計変更への対応** 工事の着手に先立ち、工事の総合的な計画をまとめた総合施工計画書を作成し、監理技術者に提出する。また、監理技術者の承認を経た後に着工する。 施工計画の内容を変更する必要が生じた場合は、監理技術者に報告するとともに、施工等に支障がないよう適切な措置を講ずる。 設計・仕様を変更する必要が生じた場合は、監督員およ	**※史跡指定地での工事であることを明記する必要がある。復原建物４修理工事では、特記仕様書ではなく、仕様書に明記すると共に、着工前打合せで詳細説明し、現場代理人の理解を深めたうえで着工した。** **本再整備事業では、全工事において造成盛土内であっても監督員（埋蔵文化財センター学芸員）の立会いの下で掘削することを厳守した。** **史跡や埋蔵文化財の保護を担当する職員の立会いの下での掘削が困難な場合は、仕様書または特記仕様書に史跡保護の重要性や埋蔵文化財と思われるものが出土した場合の取扱いなどを明記し、史跡の保護に万全を期すことが重要である。**

び監理技術者の指示等に基づき変更総合施工計画書を作成し、監理技術者に提出する。監理技術者の承諾を経て、変更設計に基づき施工する。

⑤工事記録

次の事項について記録を整理保管のうえ、監理技術者に提出する。

工事工程表
工事打合せ簿
記録写真
記録資料
監理技術者から指示のあった書類

提出物の形態・部数等、不明な点は随時監理技術者に質疑書を提出する。写真を提出する際は、データ・出力図共に提出する。

⑥工事報告

工事履行報告書（月報、写真添付）を作成のうえ、監理技術者に提出する。

⑦発生材の処理

建設廃棄物については、最終処分の確認可能なマニフェストを提出する。

建設副産物・建設発生土・建設廃棄物の処理については「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」および「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」等の各種法令等に基づき適正に処理する。

⑧安全確保

労働安全衛生法、その他関係法令等に定めるところによるほか、建設工事公衆災害防止対策要綱に従うとともに、建築工事安全施工技術指針を参考に、常に工事の安全に留意して現場管理を行い、施工に伴う災害および事故の防止に努める。工事期間中も広場は一般開放されることから、来場者の安全確保、現場の保全や盗難防止に十分な対策を講じる（バリケードの設置等）。

⑨軽微な変更

員数等の多少の増減・変更は、請負金額の範囲内において施工するものとする。

⑩その他

工事施工および提出物において不明な点は、すべて質疑書にて監理技術者に問い合わせる。監理技術者に連絡なく、工事請負者の思い込みによる不備な施工、提出物は一切認めない。

Ⅱ　工事概要・方針

①材調達

設計図書に基づき、適正に材調達を行う。栗丸太材は入り皮・曲がり・ねじれ・あて・腐れ・虫穴などの欠点が軽微なものとし、節ありは可とする。

②丸太材加工

調達材に加工（樹皮剥ぎ・節削り・小口加工・主柱材基部加工・刻み梯子材足掛かり部加工・刻み梯子材基部加工等）を施す。

③丸太材防腐処理

防腐処理を施す（2 回塗り）。

④主柱銅板巻付

取替主柱の柱脚金具挿入部分の主柱に厚さ 0.2㎜の防水・

※監督員や現場代理人等の定義や権限は建設工事請負契約書に明記する。

※仮設工として素屋根を設置（間接工事費：共通仮設費に積上げ計上）し、秋雨～積雪期の施工に備えた。茅葺の際に、茅束を濡らさないことが重要である。施工段階で、茅葺層の内部に濡れが生じると、そこが腐朽原因となる可能性が生じる。

特に、再整備（改修）工事では不可視部分で想定外の状況への対応可能範囲を広げるべく、明記すべきである。

監理技術者および監督員と現場代理人との緊密な連携を前提としつつも、**書面確認の徹底により誤施工を防ぐことが重要である。**

工事の根幹部分（直接工事費相当部分）の概要を簡潔に示す必要がある。

設計書（数量書）に、材種・規格・数量等を明記する。

設計書（数量書）に、使用する木材保存剤（製品名）を明記する。

防湿シートを巻付ける。
全主柱の設計 GL より少し下に、厚さ 0.3㎜、 幅 2㎝ の銅板を巻付ける（銅釘止め)。全主柱の土中埋設部分にゴムアスルーフィング巻付による木部の保護対策を講じる。

⑤修理工事

設計図書のほか、監理技術者および監督員の指示に基づき、修理する。

Ⅲ　工事通則・仕様

1. 通則

①総則

本特記仕様書は概要を示すものであって、記載外の事項または疑問を生じた場合はすべて監理技術者の指示に従い、施工する。なお、実施にあたってはさらに詳細な実施仕様を定めて施工する。ただし、原設計仕様を変更する必要のある時は、直ちに計画変更の手続を行う。

記載外の事項が生じる可能性があることを明記することが重要である（特に再整備：改修工事)。

②材料検収

工事に使用する一切の材料はすべて監理技術者または監督員が検査を行い、合格したものを使用する。木材・樹皮は、材種・品質・寸法・仕上がりを検査する。

③材料保管

工事現場内に搬入した材料は、すべて良好な状態で保管し、湿気・盗難・火災に対して十分な対策を講ずる。

④施工の段階確認

次に示す工事段階及び事項については、立会い等により監理技術者または監督員による段階確認（出来方・品質、規格および数量等）を受ける。

監督員による段階確認が可能な部分は、監理技術者による段階確認を行わないことで工事監理業務の経費（監理技術者の労務費）を節減した。

調達材料（品質・規格および数量等）
既設刻み梯子撤去段階
丸太材・刻み梯子材加工段階
丸太材・刻み梯子材防腐処理段階
刻み梯子材基部加工段階
刻み梯子建方段階
主柱銅板巻付、ゴムアスルーフィング巻付段階
劣化材取替段階
妻壁・樹皮跳ね上げ戸製作段階
屋根茅葺（棟部防水シート・樹皮葺を含む）段階
透水管周囲補修段階
床下土間補修段階

2. 工事方法

①材調達

計画

設計数量の調達。

準備

加工等の作業を早期に実施できるよう工程を整える。

調達

早期に調達する。

②丸太材・刻み梯子材加工

計画

調達材料に、組上げる直前までの加工を施す。

準備

工程を整え、材調達後、速やかに樹皮剥ぎに着手する。

加工

小口や節部分の加工は釿ハツリ仕上げとする。

仕上げ加工の詳細を明記することが重要である。

③丸太材・刻み梯子材防腐処理 **計画** 慎重かつ丁寧な施工→組上げ後の耐久性向上。 **準備** 保管場所の整理整頓→調達・加工から防腐処理までの間に虫害等を被らないよう、通風・換気等による保全策を講じる。 **防腐処理** 加工済の丸太材に木材保存剤（キシラモントラッド）を 2 回塗布し、防腐処理を施す。実施後の保管にも留意する（汚染等の回避）。	**1 回目の塗布面が乾燥して被膜を形成した後で、2 回目の塗布作業を行うよう口頭指示し、工事写真と現物により、段階確認した。**
④刻み梯子材基部加工 **計画** 基部（土中埋設部分）への防水シート巻付による保護対策を講じる。 **準備** 防腐処理後の乾燥期間を経て、速やかに作業できるよう、工程を整える。 **加工** 当初は少し長めに巻付けておき、建方段階で上端部を切断して整える工程を採る。	**見学者の安全確保を前提としつつ、足掛かり部分に水勾配を設けることで､腐朽を遅らせることが重要である。**
⑤刻み梯子建方 **計画** 加工を終えた刻み梯子を、他の部材に支障が及ばないように設置する。 **準備** 十分に観察し、記録を取りながら作業を実施できるよう、工程を整える。 **建方** 監理技術者および監督員の立会いの下で施工する。	
⑥主柱銅板巻付 **計画** 取替主柱の柱脚金具挿入部分に厚さ 0.2㎜ の防水・防湿シートを巻付け、ステンレス番線等を用いて密着させる。全支柱の設計 GL-2cm の位置に銅板を巻付ける。 **準備** 取替主柱の柱脚金具挿入部分の長さを十分検討し、建方時に防水・防湿シートが不足しないようにする。 **加工** 加工作業時は、防水・防湿シートの大きさに余裕を持たせ、空気を極力抜きながら、シートと主柱を密着させる。全主柱の設計 GL-2cm の位置に厚さ 0.3㎜、幅 2cm の銅板を巻付け（銅釘止め）、全主柱の設計 GL から柱脚金具ボルトまでゴムアスルーフィング（SE タック，片面粘着）巻付による木部の保護対策を講じる。	**神社等でも用いられている、銅イオン（結露水が銅板に触れて発生）による抗菌対策を採用した。**
⑦修理工事 **計画** 劣化材取替。材を十分乾燥させた後で上屋復元する。取替材決定（監理技術者および監督員との協議による）→主柱設置（新規材 2 本、その他は基部に木部の保護対策を講じる）→劣化材取替→妻壁・樹皮跳ね上げ戸製作→屋根茅葺（棟部防水シート・樹皮葺を含む）→透水管周囲補修→床下土間補修	

準備

高所作業を伴うので、安全対策を十分講じたうえで作業を行う。

取替材決定

監理技術者および監督員との協議により取替材を決定する。劣化が少なく、強度に支障がないと考えられる材は継続使用を前提とする。

取替に際して付近の材を取り外す必要が生じた場合は慎重に行うこととし、屋内で仮保管する。仮保管時に虫害等を被らないよう、風通しの良い環境を確保する。

主柱設置

既存の柱脚金具の錆を落とし、防錆材を塗布したうえで、主柱 2 本を設置・固定する。柱脚金具に加工した主柱基部を挿入する際、防水・防湿シートが破れないよう細心の注意を払って作業する。柱脚内の隙間にはシリコーンを充填して雨水等の浸入を防ぐ。

既存主柱を継続使用する際、柱脚金具を露出させ、外側の錆を落とし、防錆材の塗布したうえで主柱基部周りの設計 GL-2cm の位置に厚さ 0.3mm、幅 2cm の銅板を巻付ける（銅釘止め）。その上からさらに SE タックを設計 GL 上部から柱脚金具ボルトまで巻付け、保護対策とする。

主柱基部に著しい腐朽が生じている場合は当該部に木部の保護対策を講じる。その詳細は別途指示する。

劣化材取替

取替を要する劣化材を新材と取替える。結束方法は金具（ラグスクリューボルト・ビスなど）やステンレス製番線で結束したうえで、番線を隠しながら麻縄で結束するものとする。

妻壁・樹皮跳ね上げ戸製作

妻壁および樹皮跳ね上げ戸を製作する。

屋根茅葺（棟部防水シート・樹皮葺を含む）

すぐり茅束を葺く。茅葺法は現地で別途指示する。棟部には防水シートを敷設し、杉樹皮・栗樹皮を葺く。

詳細は竣工図およびⅥ-８（第 16 表）のとおり。

透水管周囲補修

既設透水管上の保護砂を除去し、砂利と入換え、周囲より少し窪ませて、溝状に地形を整える。周辺地形は、水勾配をつけて溝内で水が留まらないよう排水させる。除去した保護砂は北代縄文広場内で監理技術者が指定する場所に敷均す。作業時に既設透水管を破損させないよう留意する。万一破損させた場合は、同等品と交換（破損部のみ直管継手と交換）する。作業前からの破損箇所があった場合も、同様に対応する。

床下土間補修

6 本の主柱周囲の既存埋戻土（地表から基礎コンクリートまで）を山砂と入換える。山砂を用いて、床下土間を高くする。建物中心から四方に水勾配を設け、端部から透水管に雨水が流れるようにする。その際、山砂が透水管上の溝に流入しないよう機械転圧すること。

土間加増分を考慮して、主柱基部の SE タックの高さを決定し、本作業終了後に、SE タック露出部分をカットしてコーキング処理する。

⑧完成検査受験

工事完成→完成検査（市工事検査課）

指摘事項は検査合格まで対処する。

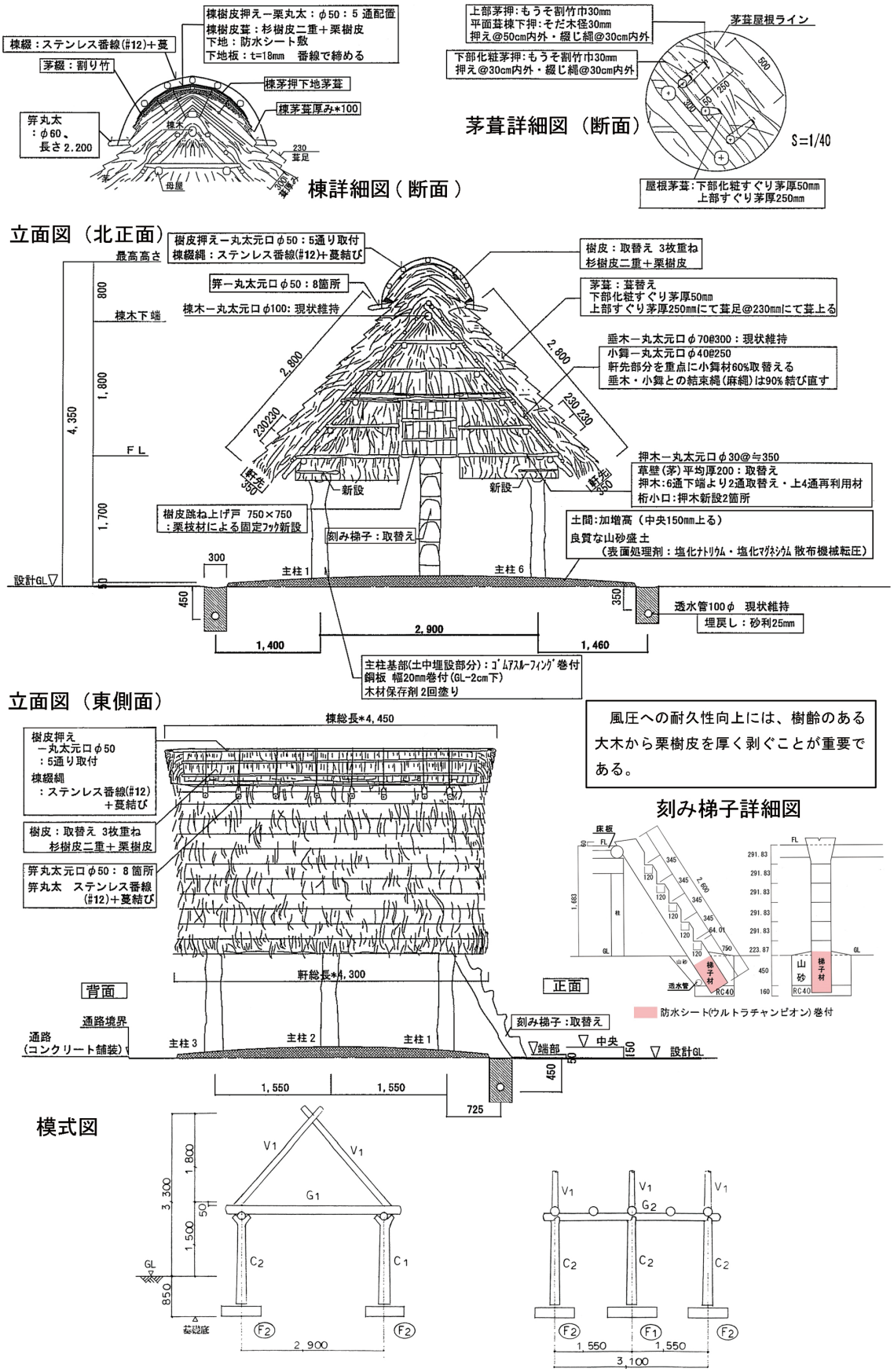
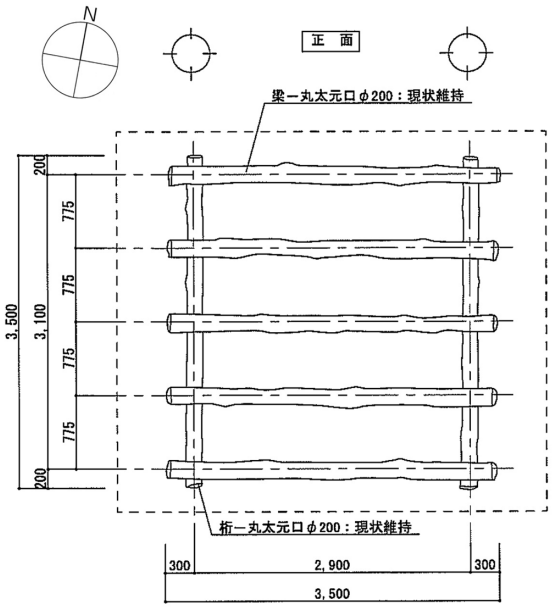
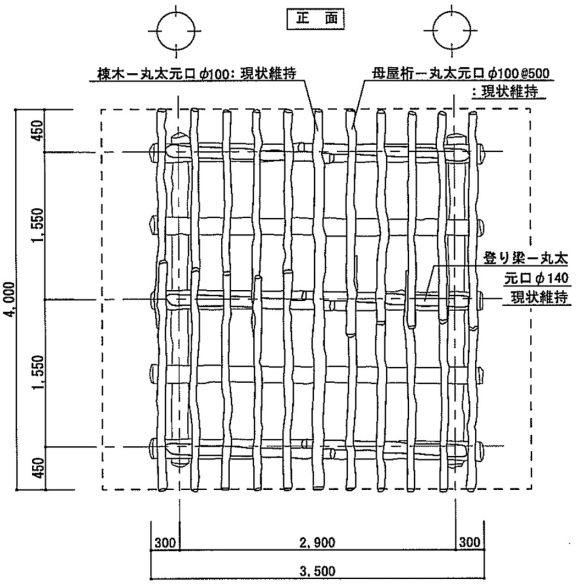


図１　復原建物４竣工図(1)　立面図・棟詳細図：1/80、茅葺詳細図：1/40、模式図：1/120

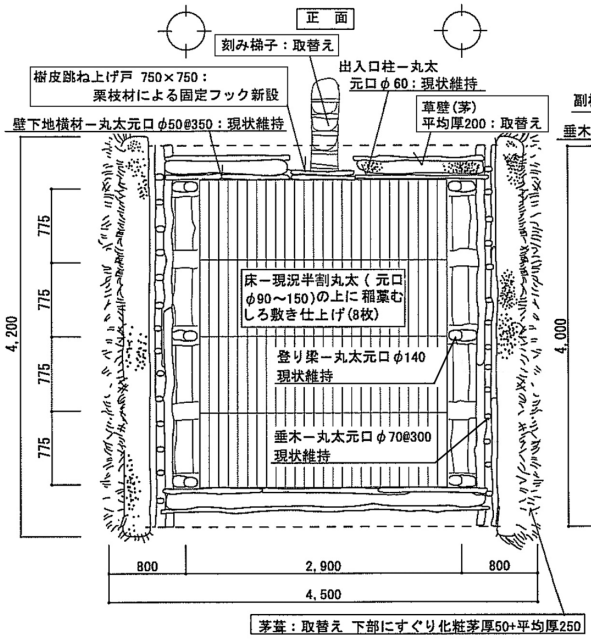
梁伏図



小屋伏図（登り梁、母屋）



上階平面図



小屋伏図（垂木、小舞）

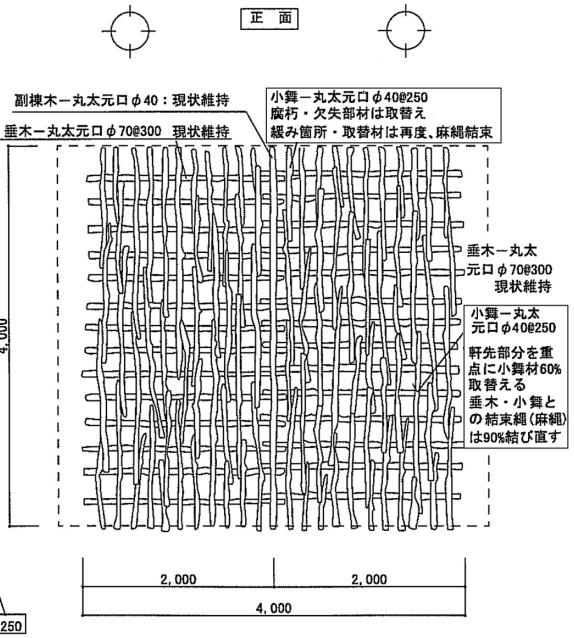
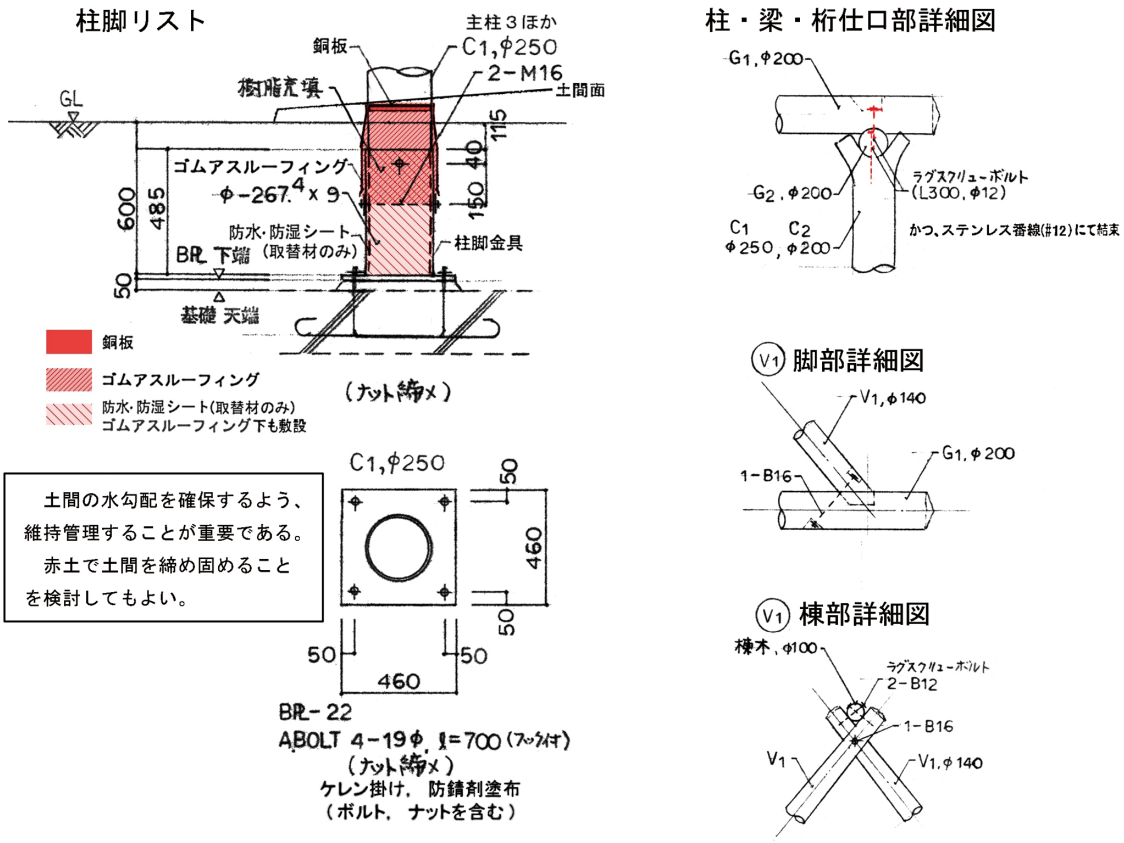
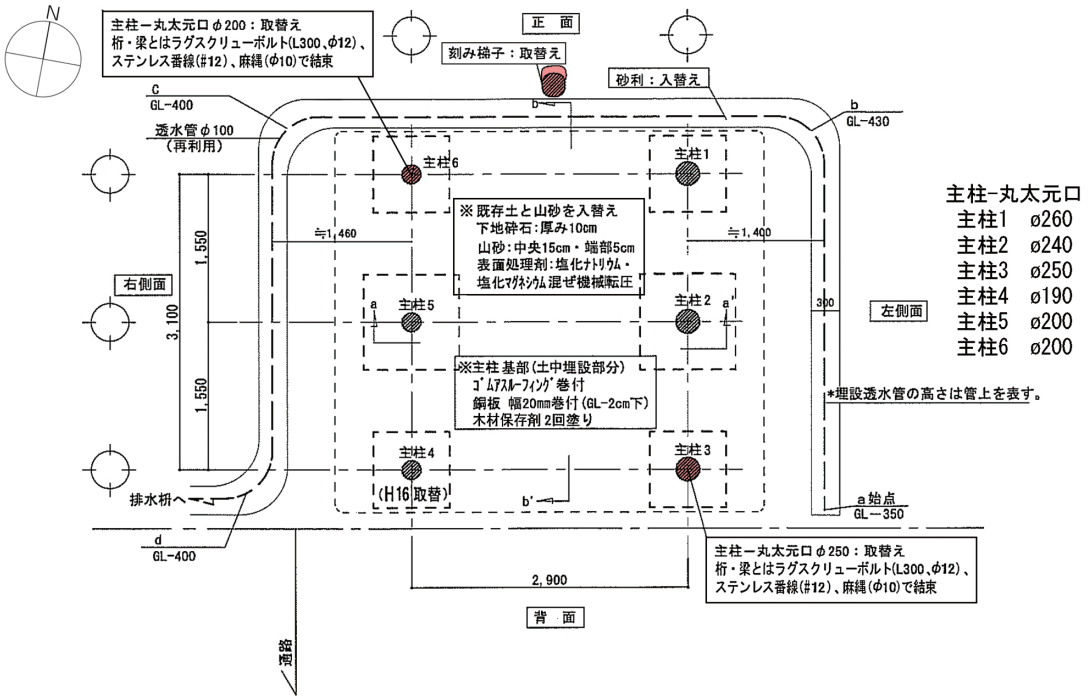


図２　復原建物４竣工図(2)　梁伏図・小屋伏図・上階平面図：1/80



下階平面図



透水管は、適切な水勾配で建物四周、かつ軒先からの雨水の落下位置に敷設することが重要である。

図３　復原建物４竣工図(3)　柱脚リスト：1/30、詳細図：1/40、下階平面図：1/80

Ⅸ　総括

小黒智久

1. 再整備事業の目的と基本方針

1.1. 復原建物等の再整備としての事業目的

本再整備事業では、史跡の理解促進に不可欠な復原建物等を長く維持するために、長寿命化に取り組んだ。整備段階で検討された復原建物の骨格（外観、基礎・躯体構造、出入口の位置・構造など）の現状維持を前提に各種の対策を講じた。本再整備事業の効果や課題が明らかになった将来において、研究の深化などに伴う復原建物の骨格の再検討を含め、さらなる改良を目指す再整備事業の実施を必要に応じて検討することとした。

1.2. 再整備事業の基本方針

史跡北代遺跡復原建物修理検討専門家会議での検討をとおして、専門家会議事務局（富山市教育委員会埋蔵文化財センター）が定めた主な基本方針は次のとおりである。

①整備段階および市単独修繕における劣化対策、維持管理とのバランス、立地環境（気象・昆虫）を踏まえて、修理方法を検討する。

②考古学以外の知見からも修理方法を検討する。

③不可視部分を中心に、現代資材および現代工法を積極的に採用して長寿命化対策を講じる。史跡の理解促進を目的とするため、土屋根など見学者が触れることができる部分は基本的に自然素材（土や樹皮、木材など）を用いることとしつつも、長寿命化に不可欠な屋内の断熱性能や調湿性能を向上させることを優先し、竪穴住居の腰壁は可視部分であっても現代資材（木毛セメント板・ゼオブレース）を採用する。

④既存の栗丸太材を可能な範囲で継続使用または転用し、解説（自然と共生した縄文人の暮らしぶり）に活かすと共に、修理工事費および長期的な維持管理経費の節減を図る。

⑤検証可能な方法で試験および修理工事を実施し、資料として本報告書で提示する。

⑥本再整備事業において、改築工事を行った土屋根竪穴住居（復原建物５・６）の耐用年数〔次の本格的な上屋解体修理までの期間〕は 20 年とし、改修工事を行った他の土屋根竪穴住居（復原建物１～３）の耐用年数は復原建物５・６に少しでも近づけることを目指す。改修工事を行った茅葺高床倉庫（復原建物４）の耐用年数は本再整備事業で更新した主柱、刻み梯子のほか、床を 20 年、屋根を 15 年とする。なお、耐用年数の実現は日常の維持管理（点検・保守）と軽微な補修を実施することを前提とする。

⑦軽微な補修は早期（目安として、直近の上屋解体修理工事費の 2 割程度までの経費で対応できる時期）に実施する。

⑧本再整備事業の効果を将来に検証する際の比較対象とするため、復原建物１には本再整備事業で効果を確認した長寿命化対策をあえて講じない。

⑨北代縄文広場の現状に即し、現時点で最善と考える方法で改築した復原建物５・６、改築せずに効果を確認した長寿命化対策を取り入れて改修した復原建物２・３、市単独修繕から大きく変化させない復原建物１と、竪穴住居修理の精度に大きく３段階の区分を設ける。経年変化を記録し、本再整備事業で採用した各種の長寿命化対策の効果について、将来の再整備事業で検証し、さらに改良させることを必要に応じて検討する。

2. 再整備事業の概要

主な長寿命化対策の有無を表１・２にまとめた。最初に修理工事を終えた復原建物５の経過観察結果を踏まえ、以後の土屋根竪穴住居の修理工事では細部で改良した。樹皮の葺き方（木表の向き）やそだ木の葺き方（順葺または逆葺）ひとつとっても、当該修理工事でのさまざまな意図による差が細部で生じている。

なお、Ⅵ－５～７に記したとおり、復原建物１～３は、丸太材の結束状態（耐久性）にやや懸念がある。地震等、非常時の対応について、注意喚起の掲示といったソフト面での対応だけでなく、運営を担う現場（北代縄文広場の開場以来、地元の自治振興会に管理運営を委託）との間で緊密に連携し、北代縄文広場危機管理基本指針、同危機管理マニュアル（いずれも平成25年4月制定）の励行につながる訓練を実施することで、来場者等の安心・安全を確保する必要がある。

表１　土屋根竪穴住居修理工事　長寿命化対策総括表

復原建物/修理年度 **長寿命化対策**	復原建物１ 24年度	復原建物２ 27年度	復原建物３ 24・28年度	復原建物５ 22～24年度	復原建物６ 23・25・26年度
床下防水・防湿	×	◎	◎	◎	◎
主柱基部防水・防湿	×	◎	◎	◎	◎
垂木（杈首）尻防水／防湿	○（H15）	○（H15）	◎	◎	◎
壁防水・防湿	×	◎	◎	◎	◎
壁調湿	×	◎	－	◎	◎
屋根防水	○（H15）	○（H15）	◎	◎	◎
屋根調湿	○（H15）	○（H15）	×	◎	◎
土間タタキ（調湿）	○（H19）	◎	◎	◎	◎
棚タタキ（調湿）	×	◎	◎	◎	◎
透水管周囲補修（防水・防湿）	◎	◎	◎	◎	◎
丸太材取替	○（H15） 垂木・主柱１	◎（主柱5） ○（H15桁・垂木）	○（H18杈首等） ◎（堰板等）	◎ （主柱・垂木等）	◎ （主柱・垂木等）

凡例　　◎本再整備事業で対応　　○市単独修繕で対応　　×非対応　　－比較対象外

ゴシック体の対策は、整備段階には採られなかった長寿命化対策

表２　茅葺高床倉庫（復原建物４）修理工事　長寿命化対策総括表

整備／修理年度 **長寿命化対策**	整備	市単独修繕	再整備	
	10 年度	16 年度	23 年度	24 年度
主柱基部防水・防湿	×	×	×	◎
刻み梯子基部防水	×	×	◎	－
屋根（棟）防水	×	○	×	◎
床下土間改良・加増	－	×	×	◎
透水管周囲補修（排水機能回復）	－	×	×	◎
丸太材取替	－	○（主柱 4）	◎（刻み梯子）	◎（主柱 3･6 竿丸太等）
茅葺替（**すぐり茅・順茅・段茅**）	－	○（逆葺）	×	◎（加増）

凡例　◎本再整備事業で対応　○市単独修繕で対応　×非対応　－比較対象外

ゴシック体の対策は、整備段階には採られなかった長寿命化対策

3. 今後の維持管理（点検・保守）における留意事項

市単独修繕後の経年劣化の状態や本再整備事業での竣工後の経過観察結果を踏まえ、主に次の 5 つの根拠から、維持管理と軽微な補修の適時適正な実施を前提に、設定した耐用年数の実現は可能と判断する。第 1 に、垂木尻の防水対策（復原建物１・２）の有効性が確認され、対策から 13 年を超えた時点での当該部（可視部分）での垂木材の腐朽は最大で深さ 1cm に留まること。第 2 に、すべての土屋根竪穴住居の垂木（杈首）尻に防水シートまたは防水・防湿シート巻付による保護対策を講じたこと。第 3 に、屋根の防水シートの敷設法を改良したことにより、復原建物１・２と異なり、復原建物３・５・６では雨漏りの危険性をほぼ皆無にできたこと。第 4 に、復原建物１と異なり、復原建物２・３・５・６では地下に防水・防湿対策を講じたこと。第 5 に、復原建物４では、主柱・刻み梯子の基部に防水対策を講じ、差し茅が可能な茅葺法を採用したことで補修を可能にしたこと。今後の維持管理（点検・保守）と軽微な補修を適時適正に行うことができれば、設定した耐用年数以上の長寿命化の実現も視野に入れることが十分可能と考えられる。

本再整備事業では、北代縄文広場がおかれた環境において、現在の知見で最善と判断される方法で修理工事を行った。整備または再整備の工事はあくまで初期対応に過ぎず、その後の維持管理（点検・保守）を適時適正に行うことが特に重要であることを強く指摘しておきたい。

復原建物５の維持管理を例にすると、風向きの影響で豪雨時に出入口から雨水が流入することはあるものの、スポンジで水分を拭き取って乾燥

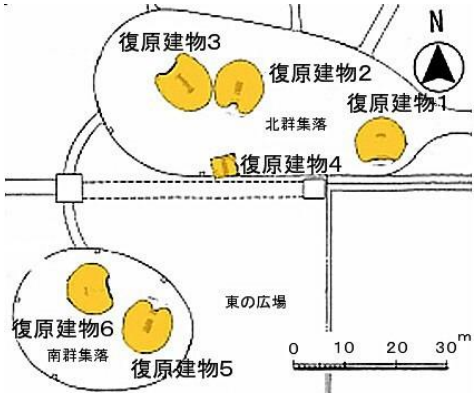


図１　復原建物の位置

させるなどの早期対応に加え、予防対策（出入口付近のブルーシートによる暴風雨対策）で問題の芽を摘むように注力してきた。また、Ⅷ－１で記した目視観察、計測機器類による測定などをすべての復原建物で励行し、屋内環境や丸太材・樹皮等の状態が劣化に対して安全圏にあることを確認してきた。復原建物４（差し茅）や復原建物６（土屋根表層土の補充・増締め）といった軽微な補修を早期に行ってきたように、保守作業を適時適正に行うことが点検以上に重要であり、今後も励行していくことが必要である。

復原建物の長寿命化を実現するための最大の課題は、維持管理を適正な状態でいかに持続させるかという点に尽きる。施設の管理担当者は交代するものの、史跡は保護され、活用され続けることになる。このようななかで、復原建物の不具合の早期発見と早期補修を実現する前提となる維持管理（点検）の適正化を、復原建物の整備や補修、修理の目的や意図と共に、管理担当者に的確に継承することが重要になる。管理のなかで明らかになった建物の弱点を的確に継承することも必須事項となる。

将来に比較可能な形で経過観察記録を残し、不具合を早期に発見し、対策を適正に講じることが鍵になる。そのためには、立地環境等の特性を把握し、必要に応じて専門家の指導・助言を得ながら復原建物に与える劣化要因を正しく理解し、経過観察を最適化させることが必要である。不具合に対する対策を検討する際にも、必要に応じて専門家の指導・助言を得ながら試験を行うなど、設計の最適化を図ることが施工の最適化の前提となる。

4. 次の本格的な上屋解体修理に際しての検討事項

本再整備事業では、可視部分では可能な限り自然素材を用いることにこだわった。それゆえ、土屋根竪穴住居の再整備にあたって擬土を用いることは選択肢になかったが、今後は土屋根の経過観察と日常管理としての補修を頻繁に行って保守に努めることが必要である。ただし、その結果次第では、土屋根竪穴住居の次の本格的な上屋解体修理で擬土を用いるという検討も選択肢から排除すべきではないだろう（Ⅷ－５参照）。

復原建物６の経過観察を特に綿密に行うことで、他の土屋根竪穴住居の次の本格的な上屋解体修理の際に、維持管理の点で赤土主体の土屋根竪穴住居を復元することの可否を検討する判断材料にもなる。赤土主体の土屋根竪穴住居群が点在する集落景観を復元し、長期にわたって維持することができれば、それは発掘調査に基づいた、より真実性の高い状態で来場者に学習環境を提供できることにもつながるのである。

北代縄文広場では、17 年におよぶ維持管理のなかで、その時々の管理担当者がさまざまなことを考え、試行し、所見を得てきた。土屋根竪穴住居群を復元した史跡公園としては、ごく初期の整備事例である。降水量が多く、湿度も高い気象条件が、復原建物の維持にとって必ずしも適していない環境（表紙写真・裏表紙写真参照）のなかで、老朽化に対して試行錯誤してきた経験が蓄積されている。これまでの維持管理のすべてが、土屋根竪穴住居群の維持管理の適正化に向けた壮大な実験だったとも言えるだろう。さらに、本再整備事業においては、史跡北代遺跡復原建物修理検討専門家会議委員の指導・助言を得て、有

意義な知見を数多く得ることができた。本再整備事業の最終的な成否が、将来に評価され、次の本格的な上屋解体修理の検討にあたって、本再整備事業後の維持管理結果を踏まえたさらなる改良を目指すことになった場合には、本再整備事業では検討対象外とした復原建物の骨格（外観、基礎・躯体構造、出入口の位置・構造など）も検討すべきだろう。

復原建物５の茅葺実験（Ⅶ－11 参照）では、遮水の実現にとって屋根勾配（土屋根表面の勾配）が重要な要素の一つであり、北代縄文広場の場合は緩かった可能性が検討課題として示された。整備段階の土屋根表面の勾配は 25° 前後だった（Ⅷ－１参照）が、本再整備事業によって復原建物３・５・６は 55° 程度にきつくなった。これで十分なのか、さらにきつくすべきなのか、検討を重ねるべきだろう。史跡北代遺跡の発掘調査成果では具体的に検討できないが、全国で発掘調査成果が蓄積され、考古学的所見は確実に増加している。他の学問分野でも研究は進展し、新たな知見が得られている。このような状況に鑑み、その時々で復原建物の設計・仕様を再検証する必要はあるだろう（Ⅷ－２・５参照）。

5. 復原建物の長寿命化の意義

必要な補修の適時適正な実施を心がけ、本格的な上屋解体修理工事を少しでも先送りすることが、結果として復原建物の長寿命化を実現することにつながり、長期的には復原建物にかかる維持管理経費を節減することにもなる。本格的な上屋解体修理工事を実施する間隔を広げることは、維持管理経費の節減に留まらない。修理工事中は当該建物の公開が停止されることになるため、当該建物が本来果たすべき史跡の理解促進に資するための役割をその間は十分に果たすことができなくなる。軽微な補修であれば、公開停止期間は短期に留まる。ゆえに、本格的な上屋解体修理工事を実施する間隔を広げることは、社会教育施設として果たすべき教育効果を持続させることにもつながるのである。

土屋根竪穴住居など復原建物の整備または再整備を行おうとする地方公共団体等の参考に資するため、本報告書では本再整備事業で行った試験等や工事設計における留意点、実際に発注した修理工事の設計図書（特記仕様書の一部）、維持管理（点検・保守）のマニュアル等も開示した。また、北代縄文広場ホームページの「復元建物の修理工事」コーナーでも事業概要を紹介しており、本報告書も全文を PDF ファイルで公開する予定である。

富山市北代縄文広場ホームページ URL
http://www.city.toyama.toyama.jp/etc/maibun/index.htm

6. おわりに

7 年におよんだ本再整備事業を実施するにあたって、実に多くの方々から有形無形の援助をいただいた。このことに心から感謝の意を表し、むすびとしたい。また、史跡北代遺跡復原建物修理検討専門家会議を熱心に主導してくださった宮野秋彦氏が昨年末に急逝された。関係者一同、先生に本書を捧げ、心からご冥福をお祈りしたい。

報 告 書 抄 録

ふ り が な	とやましきただいじょうもんひろばふくげんたてものとうさいせいびじぎょうほうこくしょ
書 名	富山市北代縄文広場復原建物等再整備事業報告書
副 書 名	北代遺跡歴史活き活き！史跡等総合活用整備事業報告書
編 著 者 名	宮野秋彦、清水正明、藤井義久、西井龍儀、宮野則彦、佐野千絵、中島真美、郷藤正夫、岡田浩二、古川知明、堀沢祐一、小黒智久、坂田志穂、東 諒子、根来 尚
編 集 機 関	富山市教育委員会埋蔵文化財センター
編集機関住所	〒930-0091 富山市愛宕町一丁目２－24 Tel 076-442-4246
発 行 年 月 日	西暦 2017 年 3 月 10 日

ふりがな 所収遺跡名	ふりがな 所在地	コード 市町村	コード 遺跡番号	北緯	東経	事業期間
史跡北代遺跡（きただい）	富山市（とやまし）北代（きただい）字大畑（あざおおばたけ）	16201	2010207	36 度 43 分 03 秒	137 度 11 分 10 秒	2010 年 4 月～2017 年 3 月

	種 別	内 容
報告書の主な内容	復原建物修理	富山市北代縄文広場の復原建物６棟（土屋根竪穴住居５棟、茅葺高床倉庫１棟）の修理
	広場設備修理	富山市北代縄文広場の広場案内サイン・金網柵・木柵の修理
	診断・試験	復原建物木材劣化診断、木材試験体暴露試験、土屋根試験

要 約

平成 11 年４月 29 日に開場した富山市北代縄文広場の復原建物等の老朽化を受け、本再整備事業では史跡北代遺跡の理解促進に不可欠な復原建物、および広場設備を長く維持するために、長寿命化に取り組んだ。建築環境工学・鉱物科学・林産加工学・考古学・木材物理学・環境化学の６名の専門家からなる史跡北代遺跡復原建物修理検討専門家会議を組織し、その指導・助言の下で事業を行った。

復原建物修理の基本方針や目標とする耐用年数を踏まえ、整備段階で検討された復原建物の骨格（外観、基礎・躯体構造、出入口の位置・構造など）の現状維持を前提として、復原建物の現状分析や木材劣化診断結果を基に各種の試験や分析を行い、その結果を評価したうえで長寿命化改修策を具体化させ、工事設計・施工に反映させた。

将来にわたって検証可能な記録を残しながら試験や工事を行い、竣工後の維持管理（点検・保守）のマニュアルを作成し、比較可能な形で経過観察記録を残しながら点検を励行し、適時適正な補修を実施することで、復原建物の長寿命化が実現する。それは、長期的な維持管理経費の節減に留まらず、社会教育施設として果たすべき教育効果を持続させることにもつながることを意識することが重要である。

富山市北代縄文広場復原建物等再整備事業報告書

－北代遺跡歴史活き活き！史跡等総合活用整備事業報告書－

発 行 日　2017（平成 29）年 3 月 10 日
発　　行　富山市教育委員会
編　　集　富山市教育委員会埋蔵文化財センター
〒930-0091　富山市愛宕町一丁目２-24
Tel　076-442-4246
Fax　076-442-5810
E-mail：maizoubunka-01@city.toyama.lg.jp
印　　刷　中央印刷株式会社

AMAZING TOYAMA

発掘現場から
文化力
POWER OF CULTURE