

会 議 録

会 議 の 名 称	令和元年度第3回弘前城跡本丸石垣修理委員会
開 催 年 月 日	令和元年10月24日(木)
開 始 ・ 終 了 時 刻	8時55分 から 14時55分まで
開 催 場 所	弘前市緑の相談所集会室
議 長 等 の 氏 名	田中哲雄(元文化庁主任文化財調査官)
出 席 者	金森安孝、北垣聰一郎、北野博司、関根達人、千田嘉博、瀧本壽史、西形達明、福井敏隆、麓和善
欠 席 者	なし
事 務 局 職 員 の 名 氏	(弘前市都市整備部公園緑地課)公園緑地課長・神雅昭、同課弘前城整備活用推進室総括主査・笹森康司、同室総括主査・横山幸男、同室主査・蔦川貴祥、同室主査・福井流星、同室主事・一戸夕貴、同室技師・新山武寛、同室主事・今野沙貴子(記録) (弘前市教育委員会文化財課)文化財課長・小山内一仁、主幹兼文化財保護係長・小石川透、主幹兼埋蔵文化財係長・岩井浩介
会 議 の 議 題	(1) 石垣修理積直し(案)について (2) 天守基礎耐震補強(案)について
会 議 資 料 の 名 称	① 石垣修理積直し(案)について ② 天守基礎耐震補強(案)について ③ 令和元年度第2回弘前城跡本丸石垣発掘調査委員会説明資料—これまでの発掘調査の総括—
会 議 内 容 (発 言 者 、 発 言 内 容 、 審 議 経 過 、 結 論 等)	(1) 石垣修理積直し(案)について 1. 石垣法勾配について (事務局) ・寛文13年(1673)「御本丸御絵図」(弘前市立弘前図書館所蔵)を用いて、石垣勾配の歴史的検証を行った。絵図には、現在の天守台部分の勾配について「カウハイ一間ニ付二尺四寸」、北側の出角石垣部分に同じく「カウハイ一間ニ付二尺四寸」と記述されている。一間を六尺とすると、法勾配は四分となる。 ・解体前の本丸東面石垣を見てみると、出角石垣を検出した付近(AS-14・16)においては、全体的に引き渡した勾配が四

分に近似する。天守台（AS-1・2）においては上部で四分勾配より急となり、文化の天守再建が影響している可能性がある。四分勾配（AS-14）は、弘前城築城期の様相を残す本質的価値のある勾配と考えられるため、基準勾配として取り扱いたい。

- ・石垣の反りについては、本丸東面石垣は高さ 10m（5.5 間）程度・打出四分であり、熊本型の反りの求め方によると五分ノリとなる。ただ、実際の AS-14・16 断面を検討すると 5.5 分ノリの方が概ね『石垣秘伝之書』による「矩返し勾配」に類似しており、弘前城においては五分ノリよりも 5.5 分ノリの方がより歴史的価値の高い勾配であると言える。

- ・石垣積み上げ工事の設計は、原則 A-S 1・A-S14 を基準勾配として進めていくこととするが、天守台の A-S 1 については矩勾配だけでなく、矩返し勾配があるのかどうかという問題もあることから、これについては別途整理が必要である。

（委員会）

- ・慶長のほか、元禄・文化の矩勾配についても検討すること。
- ・天守台南面の矩勾配についても検討すること。
- ・慶長・元禄・文化、それぞれの時代の理屈に合わせ、それぞれの勾配で積み直すべきである。それぞれの時代の石垣について、説明できるようにしておくこと。

2. 北方出角部について

（事務局）

- ・出角石垣は長さ約 8 m、段数 1～4 段で、東から西に斜面を上るように構築されていた。出角石垣は寛文年間（1661-72）

の「弘前御城之図」（弘前市立弘前図書館所蔵）に描かれており、これが出角の描かれる最古の絵図でもある。

- ・出角石垣の背面において、Ⅳ・Ⅴ層の堆積を確認した。出角石垣は、これらの盛土上に構築され、さらに元禄の築き足し石垣に伴う盛土（Ⅲ層）にパックされている。
- ・出角石垣根石の東端部は、石面が揃っている。一方、出角石垣上部の石面は乱れており、積み直しである可能性が高い。
- ・出角と木樋は軸が揃う上に傾斜角も一致しているため、同時期の構築である可能性が高い。なお、後述する排水遺構は、木樋を盛土で埋めた上に新しく構築されている。
- ・絵図および出角と木樋の関連性から、出角石垣は寛文年間に構築され、本丸東面石垣の築き足しが終わる元禄 12 年（1699）までには石垣背面に埋められたものと考えられる。

（委員会）

- ・木樋の掘方から古寛永が出土しているので、構築は寛永より後である。木樋と出角の軸が揃っていることから、木樋も慶長より後の成立と考える。出角については、少なくとも現場に確認できる遺構としては、慶長の所産と考えられるものは残っていない。絵図の調査も実施したが、慶長の遺構に関する記載は確認されなかった。
- ・木樋の下から 17 世紀中頃の肥前磁器が出土している。出角石垣に伴う遺物は、慶長より新しい時期のものであった。
- ・正保 2 年（1645）「津軽弘前城之絵図」（国立公文書館所蔵）では「石垣ノ築掛三十八間」となっているものが、寛文 13 年（1673）「御本丸御絵図」（弘前市立弘前図書館所蔵）では「石垣ツキカケ長四拾一間」と、石垣築き掛け範囲が広がっている。この間に何か出来事があり、出角石垣を築いたの

ではないか。

- ・出角石垣の石材の調査所見が必要である。また、出角石垣が積み直されているのであれば、栗石の切り合いが見えるはずなので整理すること。
- ・木樋の傾斜角が土羽と一致するとは、通常考えにくい。土羽の斜面には、帯郭が造り出されるのが一般的。それにもかかわらず弘前城本丸東面の土羽は急勾配となっており、その背景にはそうせざるを得ない特殊事情があったものと推察する。この部分は、当初から石垣を積むのが難しい箇所だったのではないか。
- ・内濠の中央に、本丸東面に係る遺構があるのではないか。土羽を受ける慶長の石垣のラインが、内濠にあると思う。
- ・木材の保存処理をする前に、年代測定の可否と必要性を考慮すること。

3.井戸遺構について (事務局)

- ・井戸遺構は寛文以前に構築され、その後寛文・元禄・現代と3回の改修を経ている。元禄の改修では本丸東面石垣の築き足しに伴い嵩上げされており、掘方埋土からは元禄年間（肥前IV期）の遺物が出土している。掘方埋土は、粘土と砂の互層である。
- ・事務局としては、B案（排水管設置案）で井戸遺構を保護したい。また、井戸遺構の内側に溜まる湧水を栗石に逃がすため、遺構東壁石積の両脇に新たな暗渠（約50cm角の栗石＋不織布等）を設置したいと考えている。暗渠設置のためには、寛永～元禄の盛土を幅30～60cm・深さ145cmに渡り掘削する必要がある。B案で井戸遺構を埋め戻した上に、か

つてこの地点に位置していた石製井戸枠を戻し、発掘調査成果に関する解説看板を立てて遺構整備としたい。

(委員会)

- ・遺構保護の方法は B 案（排水管設置案）でよい。排水方法は、（栗石＋不織布＋径 15cm 程度の有孔管）としてはどうか。
- ・排水方法において、栗石をくるむ吸出し防止材の選定には注意が必要。場所によって吸出し防止材の目の粗さを替える等しないと、うまく機能しないと思う。
- ・吸出し防止材は、場合によっては水を遮断してしまうのではないか。最近の城郭整備には、吸出し防止材は使われなくなってきている。また、栗石については粒径の調整が必要。

4.排水遺構について

(事務局)

- ・排水遺構は蛇口（開口部）・暗渠部・枡部から成る石組の施設で、本丸御殿との位置関係より、「御台所」から出た生活排水を流すための施設であったと考えられる。「御台所」から出た水は枡部に入り、暗渠部を通過して、元禄の布積み石垣 10 段目に設けられた蛇口（開口部）から内濠へ流れた。
- ・蛇口（開口部）から枡部までの長さは約 10m、枡部底面から蛇口底面までの高低差は 3.5m である。構築は元禄の石垣築き足し時であるが、暗渠部中段から枡部にかけては近代に修理されている。
- ・井戸遺構も機能復元はしないことから、排水遺構についても機能は復元しない方向で整備したい。本丸東面の勾配に合わせるかたちで、歪みや沈下を修正する方向で整備する。
- ・本丸においては現況の集水枡・排水暗渠により、雨雪等の表

面排水は概ね処理できていると判断される。一方で、本丸の地表面は砂利・土舗装あるいは芝生の状態に整備されていることから、地下浸透には対応困難である。

(委員会)

- ・本丸全体の表面排水については、築城以降、歴史的に何らかの対策がとられてきているはずである。
- ・現況の集水桝のひとつを排水遺構につなげ、機能復元するかたちで遺構整備をしてもいいのではないか。

5. 天守台天端角石・チキリ等について

(事務局)

- ・天守台天端四隅にはイカ形の角石、四辺の中央には大型の天端石が用いられている。天守土台と天守台天端の関係性を見てみると、天端角石と中央の大型石の上に天守の柱が載ってくる。このことから、天守台は天守の構造を考慮した構造となっていると考えられる。
- ・天守台角石付近では、金属製連結具（鉛・鉄製）により上下左右に接する築石が連結されていた。横方向に石材を連結させるチキリのほか、上下関係の石材を連結させるダボを確認した。さらに北東隅を除く天守台の三隅天端付近では、上下関係にある築石のズレ防止のため、築石自体に段差の加工を施して噛み合わせるような加工も確認された。チキリ・ダボ・段差加工は一連の技術と考えられ、いずれもイカ形の天端角石を固定するのに欠かせない仕掛けである。
- ・文化に再建された天守の柱配置に天守台天端石が対応している上、①明治の古写真に、石面に傷のある南西のイカ形天端角石が写っている、②チキリ穴のある石材が、天端角石や

大型石の下に並べて据えられている、③チキリ穴のある石材が大正の積み直しで転用されていることから、イカ形の角石と一連の技術には、文化～明治初期という年代観が考えられる。

- ・天守台については、解体前の状態に積み直すこととしたい。(委員会)
- ・現況の天守台は、正方形ではない。近世の絵図を調査してみると思うところだが、天守の作事について、天守台の普請を伴わない変更があったのではないかと感じている。絵図を精査し、天守台の規模がどう変遷しているのかを確認してほしい。
- ・イカ形の角石や石垣へのチキリの使用等、技術的な系譜を整理してほしい。
- ・天守台の上に載っていたのは、文化に再建された天守であることが今までの話の前提となっていた。石垣の上に載る建造物の件も含めて、天守台について検討すること。

6.天守台下間知石積について (事務局)

- ・解体範囲南端に確認された石垣背面の間知石積は、全長約40mである。この遺構は、別途報告する「帯コンクリート」とともに、明治の石垣崩落・変形範囲に関連して構築されたものと考えられる。
- ・間知石積は中央部が最も高く11段で構築されており、そこを起点として両端部にいくほど段数が少なくなっている。また、端に向かうほど石材同士の隙間が大きく、歪みも認められる。間知石の石材は鯖石産の凝灰岩であり、風化が進んでいる。

- ・間知石積は、背面盛土の土留めであったと推測される。
- ・間知石積の解体は、石垣の解体に影響する範囲に留めている。石積の最下段付近は未解体である。
- ・委員により、ジオテキスタイルを分断させても効果はあるということ、また、間知石の石質がもろいという指摘があったので、石積両袖の無理な部分（栗石にのるような部分）を除いて間知石積を復旧し、ジオテキスタイルを分断させて遺構を保護する方向で検討したい。

(委員会)

A.間知石積について

- ・間知石積は堤体の形になっているので、それで土を押さえようという意図が働いているものと思われる。
- ・間知石積の北側には、栗留めの石が二重に置かれている。間知石積も含めて、石垣の背面に設けられたこれらの石積には、構造的に有効に働くのではないかという施工者の期待をかなり感じる。
- ・弘前城跡本丸では、石面を西側に向けた石垣背面の石積が特徴的に認められる。古いものでは、井戸遺構東壁の石積も該当する。大正の遺構では、天守台付近で見られた押石と間知石積がそうである。背面の石積は、元禄から大正まで用いられた弘前城の伝統技術である。それを汲み取って、間知石積を復元するべきではないか。間知石積は、弘前城跡の本質的価値を現代まで継承するのに大きく寄与していると感じる。
- ・間知石積については、土木工学的には評価のしようがないのが実情。ただ推測ではあるが、未解体の間知石積を残すことによる工学的な負の影響はないと思う。

- ・間知石積の未解体部分を残すという対応はよいとしても、そもそも鯖石産の石材はもろい。仮に間知石積の解体部分を復元するという話になったとして、解体した間知石をそのまま元に戻すという対応をとってもいいものか疑問。
- ・間知石積の未解体部分は、埋め戻してもいいと思う。構造的な効果が計算できない。効果が分からないのであれば、未解体の部分は埋め戻すという対応で良いのではないか。

B. ジオテキスタイルについて

- ・ジオテキスタイル導入については、プラスの要因が大きい。ジオテキスタイルにデメリットが無いということではないが、大きな地震が起こると石垣は背面からの影響で壊れる。ジオテキスタイルには、地震時の背面からの圧力を軽減する効果がある。
- ・石垣は、急激な剛性の変化を嫌う。補強の面から考えると、ジオテキスタイルの採用を否定する理由はない。
- ・ジオテキスタイルを取り入れた構造物は、工学的に柔構造物と判断される。設置の幅が狭くても、ジオテキスタイルは効果的に働く。
- ・石垣背面に見られる「力石」は、ジオテキスタイルと同様の働きをしたものではないのか。石垣の背面に、上下方向に等間隔の石積を設けた構造。福岡城・駿府城・金沢城などで確認されている。ジオテキスタイルを入れなくても、伝統技術の範疇で同じような効果が期待できる工法があるのでは。
- ・天守台の上部には、チキリやダボで固定された切石の石垣がある。また、切石の石垣の下は自然石の石垣となっており、その更に下には築城期の石垣が残っている。切石部分と自

然石部分のつなぎと、ジオテキスタイルとの関係性に注意が必要。

- ・熊本城跡でも、石垣の崩れなかった箇所における構造解析がされていないため、「力石」などの旧来工法の効果が解明されていない。旧来の構造がどう効果的に働くのか解明されていない状態で、新しい工法を入れるべきではない。
- ・工学的に石垣を評価するのは難しい。崩れた箇所と崩れなかった箇所を評価し、比較するというのはかなり難しい。
- ・明治に崩落したのは天守台より北側の部分なので、ジオテキスタイルが必要だとすれば天守台よりもむしろ北側の部分ではないのか。また過去の崩落範囲にしても、歴史的に崩れている大きな原因は湧水であって、栗幅が影響している訳ではないのではないのか。石垣崩落の原因は、ジオテキスタイルを入れたからといって解決できる問題ではないのではないのか。

7.天守台間詰・調整コンクリートについて

(事務局)

- ・天守台部分に総数 31.11 t (13.24 m³) の間詰・調整コンクリートが確認された。
- ・石垣積み直しに当たっては、コンクリートは使わず空積みとしたい。ただし、飼石・間詰石等による補強では強度的に困難だと判断された箇所については、改めて委員会にコンクリートの使用を諮る可能性がある。

(委員会)

- ・異議なし。

8. 天守台下部帯コンクリートについて

(事務局)

- ・天守台下部帯コンクリートにはヒビ割れがなく、築石等との間に隙間もなく動いていないことが明らかなので、そのままじらないこととしたい。しかし、来年度の発掘調査成果によっては、帯コンクリートへの対応が流動的になる可能性がある。取り急ぎ、来年度にトレンチの埋め戻し方法についての検討が必要と考えている。来年度の発掘調査による掘穴の復旧方法については、木杭やコンクリートの充填も含め検討する。
- ・帯コンクリートは、間知石積とともに明治の石垣崩落・変形範囲（天守台～天守台北側）に施工されていた。帯コンクリート前面には置石が並べられているが、この置石は、大正の整地層を掘り込んで据えられている。帯コンクリートは、置石の上から施工される。役割としては、根石に代わる強固な基礎になったものと考えられる。

(委員会)

- ・石垣積み上げ終了後、現況の内濠埋め立て範囲直下に堆積するヘドロ層を除去するのであれば、ヘドロ下に新たな遺構が出てきて発掘調査が必要になる事態も十分考えられる。その可能性も念頭に入れておくこと。
- ・水面下で石垣の前面を蛇籠で押さえる等の方法も必要になるかもしれない。

9. 遺構等の築造年代・構造・機能等のまとめ

(事務局)

- ・発掘調査で確認された代表的な遺構は出角・木樋・井戸遺構・排水遺構・天守台・間知石積・帯コンクリートである。その

うち、出角・木樋・井戸遺構・排水遺構・天守台は、近世の構造を一部あるいは全部に残している。これらについては、弘前城のオリジナルである近世の構造を整備に生かす方針である。

(委員会)

- ・「木樋」「排水遺構」「出角」等、遺構の名称を再考すること。また、「現代」「近代」という時期区分についても、定義を明確にすること。
- ・天守台天端と建造物の規模について、文化～明治の変遷を絵図で確認しておくこと。
- ・天守台の年代観については、上に載る建造物も含めての検討が必要。
- ・現在の「天守台」は、近世の絵図ではすべて「櫓台」と表現されている。
- ・弘前市立弘前図書館所蔵・元禄7年(1697)「奥州津軽郡弘前本城之圖」のうち、「弘前御本城ノ図」(1/3:幕府に提出した願出の控)には、石垣の築掛部分と天守台下の出角(南側の出角)が描かれている。また、土羽に塗られている緑色が石垣際までは入っておらず、石垣の天端線も表現されない。仮に当時土羽に帯郭があったのだとしても、あまり意味のないものであったであろうことがこの絵図から読み取れる。

10.裏込粒径について

(事務局)

- ・裏込石粒径については、天守台東面(区域A)・明治～大正修理布積み(区域B)・元禄期布積み(区域C)において均等係数の検討を実施した。均等係数 U_c が1に近いほど粒

径が揃っていることを意味しており、粒径が揃うほど締め固まりにくく、栗石層が緩くなる傾向にある。区域 A・B は均等係数が 2 未満であり、粒径がある程度揃っている。これを土木構造的観点で見ると、地震等の揺すり込みによる沈下の要因になり得ると判断される。一方で区域 C では、角礫の混入率が他区域に比べ高い割合を示しており、均等係数も若干高めとなる。区域 C の裏込は締め固まりやすく、安定する傾向にあるといえる。

- ・石垣の整備に当たっては、勾配が健全に近い箇所（S6）の元禄の石垣構造を基準に積み直しをすることとしたい。この部分においては、裏込石における角礫混入率が 35～70% となる。角礫については、築石の胴込めとして 100%、臚部分に 60% の混入率となっており、特に胴込めへの使用は弘前城における元禄の特徴として特筆される。
- ・元禄の栗石を復元するに当たり、築石の胴に込める木端石を用意する必要がある。石垣解体で出てきた円礫を試験的に破碎し、これを胴込めとして使えるかどうか確認したいと考えている。

(委員会)

- ・元禄の栗石に関して、築石の胴に木端石を意図的に詰めているという解釈のようだが、本当にそうなのか。本来は木端石と円礫をブレンドした栗石であったものが、時間の経過とともに木端石のみ前方に流れて築石胴部に溜まったという可能性はないのか。
- ・石垣背面の土層断面からだけでは、分からないこともある。石垣積み上げ時に、上からの視点で再度栗石の状況を確認して欲しい。また、今回の報告では栗石・飼石等、石

垣の裏側についての説明がほとんどなかったので、整理して報告すること。特に臚飼石について整理・検討が必要。

- ・飼石については、天端には多かったが、それより下には基本的に無かったように記憶している。飼石の入っていたところ・入っていなかったところの確認が必要。
- ・木端石は築石を加工することで生じるものであるため、築石の加工が終わった段階でないとまとまった量を確保できない。円礫を木端石にするのは大変な作業である。

11.背面盛土について (事務局)

- ・石垣を整備するに当たり、解体による掘削で発生した盛土（土量 2,030 m³）を再利用することとしたい。ただし、元々の背面盛土には部分的に低強度の土質が分布していること、また、地下水の流入・こね返しによる強度低下・低塑性指数土の混入等により強度が低下する危険性が高いことから、再利用に当たっては強度増加を図る必要がある。強度増加方法としては、石灰による土質改良が適していると考えられる。石灰の添加量は、計算により 83 kg/m³とすれば必要粘着力を確保できるという結果になった。石垣解体を経て、現在背面盛土は各時代・各土質（粘土質から砂質まで）のものが混在している状態である。その点を考慮し、どんな状態の土を使ったとしても、最大「83 kg/m³」の石灰を添加すれば再利用可能な強度になるという意味であり、現地試験をしながら添加量を決めるため、カチカチの土質にはならない。

(委員会)

- ・背面盛土については、その土地の特性を加味して考える必要がある。

12.背面地山の地形について

(事務局)

- ・大正の裏込めは、ほぼ垂直に積まれており、幅も0.6～3.7mと広がっている。
- ・古い時期の構造として、明治の崩落・変形範囲の北側に背面盛土の段切りを確認している。地山を掘削して平場を造り出しており、石垣積み上げ時の作業スペースを確保したものと考えられる。構築時期については、築城期～元禄と考える。本来は更に南側へも続いていた構造と考えられるが、過去の石垣崩落と修理により消失している。
- ・石垣解体時に掘削範囲外として残した「最古の盛土」の土壌硬度試験を実施したところ（天守台部分）、安定地盤及び硬地盤という評価が出た。一方で、「最古の盛土」前面に掘り残していた元禄・大正の盛土は、融雪期を経て複数箇所で大きな崩落を起こしている。崩落を起こした「風化した粘性土」は、強度が低いと想定されるため、できるだけ除去することが肝要である。また、今回の新設盛土と既存盛土の一体化を図るため、背面盛土に段切りを施すことが望ましい。
- ・今回の石垣解体に伴う発掘調査範囲と本丸御殿の絵図を合成し、位置関係の確認を行った。その結果、発掘調査範囲の西側境界から本丸御殿の端部までは概ね4m程度であり、宅地造成等規制法施行例第5条四に起因する「土木共通仕様書」に基づいた段切りは現実的に困難であると判明した。積み直しに当たっては、掘削法面にできる限り凹凸をつけて地山・改良盛土の活着面を強くしたい。段切り面については、その都度発掘調査をして対応する。

(委員会)

- ・掘削法面の勾配が急であったとしても、ある程度の段切りは必要と考える。

13.石垣背面からの湧水について

(事務局)

- ・平成 20 年度に、本丸東面石垣において地質調査・年間地下水位調査及び石垣変位観測を№ 8～№12（南から北に向かう）の 5 地点で実施している。結果として、南側の№ 8～10 において内濠との水位差が大きいことが判明しており、特に融雪期には水位差が 3 m と著しくなる。これにより、石垣が必要以上の土圧の負荷を受けていると想定される。また、本丸においては、雨雪等による表面排水は概ね処理できているものと思われるが、現況は砂利・土舗装や芝生が主となっており、地下浸透は妨げられない状態と判断される。
- ・発掘調査において、石垣背面に暗渠遺構を 2 条確認している。暗渠遺構はレベル的には布積み 15 段目背面で、平面的には湧水箇所我真下で検出された。溝状の掘方に円礫を充填した構造であったが、礫間に粘土が入り目詰まりを起こしていた。遺構の類例には仙台城跡本丸北壁石垣（Ⅱ期排水施設）・金沢城跡玉泉院丸南西石垣（面暗渠）等がある。
- ・石垣を整備するに当たり、背面の湧水対策として、発掘調査で確認された暗渠遺構を基準とした排水施設を設けたい。深さ 50cm・幅 50cm の溝状の掘方内部に、吸出防止材（不織布）でくるんだ粒径 5～30cm 内外の礫を詰めた構造を案 1、案 1 の底部に径 15cm 程度の有孔管を加えたものを案 2 として提示する。湧水箇所から裏込境界まで、勾配を付けた

かたちで暗渠を設置し、水を裏込めに逃がす。湧水箇所には、全体的に厚さ 50cm 程度の受水層を設置する。

(委員会)

- ・案 2 (栗石 + 不織布 + 径 15cm 程度の有孔管) の方法で背面に暗渠を設ける案に賛成。ただし、事前の発掘調査を確実に行うこと。
- ・井戸遺構の遺構保護対策工における排水方法も、案 2 (栗石 + 不織布 + 径 15cm 程度の有孔管) としてはどうか。
- ・融雪期と平常時で、内濠と本丸の地下水位が最大 2 m 以上違う。おそらく導水勾配としては 20% 以上の数値であろう。水が石垣に影響しているのは明らかと感じる。対策が必要。
- ・竣工後のモニタリングを継続すること。
- ・案ではパイプが盛土と裏込の境界で終わっているが、パイプを裏込部分まで延ばすべきではないか。裏込の中にパイプを通すのであれば、パイプがつぶれないような材質を選ぶ必要がある。

14. 石垣構造体の時期別属性表

(事務局)

- ・石垣構造体について、時期別の属性を一覧表に整理した。慶長・慶長～元禄・元禄・文化～明治初期の石垣構造が、全部あるいは一部現在まで残っていると判断している。

(委員会)

- ・現段階では「地業根切」に不明な点が多く、その点も来年度に天守台下根石部分を再度発掘調査する理由となっている。「地業根切」とは、根石を据えるラインに根切り溝等の施設を設け、水が入る場合には胴木を入れるということで

ある。根切り溝は本来なくてはならないものであり、それが無くっては根石が据えられないはずであるので、その点を明らかにしてほしい。

- ・一覧表に「裏込」「飼石（胴飼石・尻飼石）」「間詰石」の項目を加えること。

15.石垣修理積直し工法〔天守荷重影響なし〕（案）について （事務局）

- ・天守荷重の影響がない範囲の石垣積み直しについて、実施設計における標準断面を提示する。要点は、以下のとおり。

①石垣の基準勾配は、解体範囲北側に残る慶長・元禄のほぼ健全な状態のものとする。裏込幅・栗石粒径分布については、発掘調査で確認された元禄の構造を基準とする。

②裏込と盛土の境界には湧水からの影響を抑止するため、吸出防止層を設置する。近年実施された仙台城跡や白河小峰城跡の石垣修理を参考とし、碎石（80～20mm）で最小厚 200mm 以上（最大厚 500mm 程度）の吸出防止層を設けたい。

③盛土は、発生土の改良型を再利用する。

④湧水・地下排水処理対策、井戸遺構保護対策工も反映する。

（委員会）

- ・土砂流入防止工で「碎石 S=80-20」とあるが、これは一般的な仕様なのか、確認すること。
- ・クラッシャーランだけは入れないでほしい。導入した先進地において、問題が生じている。

(2) 天守基礎耐震補強 (案) について

1. 重文天守基礎耐震補強案の検討について

(事務局：文建協)

- ・天守基礎耐震補強案として最初に直接基礎案を検討したが、この工法では土木工学の「のり面・斜面安定工指針」・「擁壁工指針」による安定計算により、地震時に天守基礎を支持できないという結果が導き出された。石垣にジオテキスタイルを採用したとしても、土の強度は不足する状態。そこで他に6つの工法を検討してみたところ、「RC基礎+深礎工法」ならば遺構への影響を最小に抑え、天守も支持し得る最適な工法であるという結論になった。
- ・前回の委員会で意見として出された「片持梁案」も検討してみたが、この案で安定性を保つためには、ちょうど「やじろべえ」の支点となる辺りに基礎杭が必要となる。天守台石垣北西隅付近から本丸内部にかけての広い範囲を深さ4.8m程度掘削する必要があり、遺構保護の観点で問題がある。また、天守周辺の景観が著しく損なわれるのも問題である。
- ・改良型直接基礎+アースアンカー、RC基礎+深礎工法、片持梁の3工法について、それぞれの工法が天守台の遺構に与える影響等を比較した。3工法すべてにおいて近世盛土の掘削は免れないが、RC基礎+深礎工法であれば盛土掘削及び栗石破壊が深礎杭部分に限られるため、影響範囲体積を約30 m³と最小に抑えることができる。遺構を保護するには、RC基礎+深礎工法が最適の工法である。
- ・深礎を入れる場合、天守台北西の径2 m・深さ4 mに渡り、発掘調査が必要となる。深礎を入れる穴の掘削は手掘りで実施し、1 m掘り下げたら壁を補強し、また1 m掘り下げて

壁を押さえるの繰り返しとなる。発掘調査はこの掘削の過程、壁を押さえる前段階で対応してもらう予定である。

- ・熊本城天守台石垣立面の段彩図では、杭の位置に色の変化があり、熊本城復元天守の深礎が石垣に影響しないとは断言できない状況。弘前城天守台においては、北西以外の3本の深礎が栗石部分に入ることになり、そのままでは石垣に何等かの影響を及ぼす恐れがある。栗石部分に入る深礎には緩衝材を巻き、深礎と栗石が接触しないようにすることで対応したい。このような工法は、全国の復元天守でも導入されている。

- ・深礎の位置については再考の余地があるが、本数についてはこれ以上の案は出せない。

(委員会)

- ・今後も弘前城天守を一般公開するためには、深礎を入れる方法で遺構への影響を最小限に抑えられることは理解した。ただし、石垣の本質的価値を失わせるかたちで深礎を打ち込むではない。深礎を打ち込む場所について、再度検討してほしい。深礎の位置をもっと内側にずらし、工事で毀損する範囲を最小限にして、石垣の本質的価値を守れないか。

- ・RC基礎の面積をもう少し小さくはできないのか。

- ・深礎や基礎梁部が築石や栗石に与える影響を、最小限に留めること。

- ・天守台においては、文化の切石とされる部分にダボとチキリが入っている。一方、天守台下の内濠水面付近は、野面石の乱積みとなっている。上と下で石垣の構造が異なっている箇所に深礎を入れることで、悪影響は生じないのか。

- ・深礎を入れることによる影響について、昭和のコンクリート

	<p>天守の事例も含め、さらに検討すること。現在、松前城跡や和歌山城跡の復元天守でも検討が進められているが、裏込石を養生しないと基礎コンクリート杭がもたないという話になっている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・昭和の復元天守の場合、文化財としての評価をせずに深礎を導入している。それらと弘前城天守では事情が違うことを考慮すること。石垣の本質的価値の検証が必要。 ・工事工程の中に、発掘調査を実施するタイミングを組み込んでおく必要がある。
<p>会 議 結 果</p>	<p>(1) 石垣修理積直し(案)について</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 積直しの実施設計においては、原則 A-S 1・A-S14 を基準勾配とする。ただし、天守台石垣については矩勾配であるかどうかも含め、歴史的変遷の中での勾配の変化について今後整理する。 2. 北方出角部は、現状のまま埋設保存する。 3. 井戸遺構は、遺構保護対策工 B 案(排水管設置案)と排水方法案 1(約 50cm 角の栗石+不織布+有孔管)の組み合わせで整備する。 4. 排水遺構は、本丸東面の勾配に合わせるかたちで歪みや沈下を修正し、整備する。 5. 天守台は、天端角石やチキリについては解体前の状態に積み直す。 6. 間知石積については、石積両袖(栗石にのる部分)を除いて石積を復旧し、ジオテキスタイルを分断させて遺構を保護する方向で検討する。 7. 天守台石垣の積直しは、原則コンクリートを使わずに空積みとする。

8. 天守台下部帯コンクリートはそのまま埋設保存することとし、帯コンクリート前面の発掘調査掘穴の復旧方法については来年度のトレンチ調査後に検討し、委員会に諮る。
9. 発掘調査で確認された「木樋」「排水遺構」「出角」等について、遺構の名称を再考すること。また、「現代」「近代」という時期区分についても、定義を明確にすること。天守台天端と建造物規模の変遷について、絵図を確認すること。天守台の年代観について、上に載る建造物も含めて再検討すること。
10. 石垣の整備に当たっては、勾配が健全に近い箇所（S6）の元禄の石垣構造を基準とする。
11. 石垣整備には、解体による掘削で発生した盛土（土量 2,030 m³）を再利用することとしたい。ただし再利用に当たっては、最大約 83 kg/m³の石灰添加で盛土の強度増加を図り、積直しの際に現地試験により配合比を調整する。
12. 石垣積直しに当たっては、掘削法面にできる限り凹凸をつけて地山・改良盛土の活着面を強くする（段切り）。段切り面については、必要に応じて発掘調査をして対応する。
13. 石垣を整備するに当たり、背面の湧水対策として、発掘調査で確認されたような暗渠排水施設を設ける。湧水箇所から裏込まで、勾配を付けたかたちで暗渠を設置する。湧水箇所には、厚さ 50cm 程度の受水層を設置する。
14. 石垣構造体の時期別属性一覧表に、「裏込」「飼石（胴飼石・尻飼石）」「間詰石」の項目を加えること。また、来年度の発掘調査で、弘前城跡における「地業根切」を明らかにすること。
15. 天守荷重の影響がない範囲の石垣積直しは、以下のとおり

	<p>実施する。</p> <p>①石垣の基準勾配は、解体範囲北側に残る慶長・元禄のほぼ健全な状態のものとする。裏込幅・栗石粒径分布については、発掘調査で確認された元禄の構造を基準とする。</p> <p>②裏込と盛土の境界には湧水からの影響を抑止するため、土砂流出防止層を設置する。</p> <p>③盛土は、発生土の改良型を再利用する。</p> <p>④湧水・地下排水処理対策、井戸遺構保護対策工を施す。</p> <p>(2) 天守基礎耐震補強 (案) について</p> <p>1. 天守台の補強方法は「RC 基礎+深礎工法」の採用を基本とするが、細部についてはさらに検討が必要。</p>
<p>その他必要事項</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 会議の公開、非公開…公開 ・ 報告者・オブザーバー出席等 (文化庁) 文化資源活用課震災対策部門文化財調査官・西岡聡 (青森県教育庁文化財保護課) 総括主幹・小笠原雅行 (公益財団法人文化財建造物保存技術協会) 事業部保存管理計画総括担当参事・橋本孝、同部設計室構造設計課長・星野真志、同部設計室構造設計課技術主任・鈴木律、同部設計室史跡整備設計課技術職員・中西將 (株式会社ホンマ・アーキライフ) 山田繁男 (株式会社大林組) 東北支店営業第二部担当部長・武田明、東北支店土木工事部工事管理課長・高橋一、生産技術本部技術第一部技術第五課長・稲川雄宣 (株式会社キタコン) 間山拓郎