

令和3年度（2021年度）第4回 熊本城文化財修復検討委員会  
会議録 要旨

日時：令和4(2022)年2月2日（水）10時～15時45分

会場：桜の馬場城彩苑多目的交流施設 現地

出席者：山尾委員長、伊東委員、北野委員、北原委員、千田委員、西形委員

文化庁：岩井調査官（リモート）西岡調査官・江島調査官

文化市民局：横田局長

熊本県文化課：木村参事、能登原参事、岩下主任主事

熊本城総合事務所：網田所長、津曲首席審議員、濱田副所長、古賀技術主幹、田代主査、遠山主査、

馬渡主査、江渕技術参事、河田技術参事、立石技術参事、藤本主任技師

熊本城調査研究センター：小関副所長、金田主査、嘉村文化財保護主任主事、下高文化財保護主任主事、

佐伯文化財保護主事、中村文化財保護参事、井文化財保護主事

熊本市文化財課：北野課長、三好文化財保護主任主事

その他：扇精光コンサルタンツ株式会社、株式会社大林組、株式会社文化財保存計画協会、

公益財団法人文化財建造物保存技術協会

次第1 開会	
次第2 文化市民局長挨拶	
事務局	事務説明

次第3 報告 数寄屋丸二階御広間及び南大手門の被害調査について	
山尾委員長	「数寄屋丸二階御広間及び南大手門の被害調査について」事務局より説明をお願いする。
事務局	（「数寄屋丸二階御広間及び南大手門の被害調査について」の説明）
山尾委員長	ただ今の説明について委員からご意見・ご質問を。
伊東委員	両建物ともに現在の目視での確認において部材等が折れたような破損がないことが確認できたので一安心した。同じ復元建造物である本丸御殿について、障壁画は剥がして一時避難したのか。
事務局	昭君の間の障壁画についてはまだ本丸御殿に残しているが、中性紙で表面を覆って養生している。板戸ははずして避難をしている。
伊東委員	雨漏り等があると問題。
事務局	今のところ、本丸御殿での雨漏りは見受けられない。障壁画も地震により角の部分に破れ等の被害が生じている。
北野委員	数寄屋丸二階御広間の解体の際、南側の崩壊した石垣を何らか養生するなり、一旦、部分的な解体をしないと建物をただ解体するだけだと石垣がさらに崩落する危険性があるのではないか。その議論は次回以降なされるという理解でよいか。
事務局	来年度行うのは建物解体の設計である。被災直後から崩落石・危険石の回収や崩落部分の養生を行ってきているが、これらについては現状変更等許可申請を提出して実施している。崩落した部分の養生を一旦行っただうえで、令和6年度以降に石垣のどの範囲を解体していくかを議論していただく予定である。

北野委員	現状で養生を行うということで理解してよいか。
事務局	基本的にそうです。
千田委員	報告の建物はいずれも復元建造物で、復元した際に耐震等の検討をして復元されたと思うが、補強をしていたからこの程度で済んだということなのか。建物として耐震強度を担保していても下の石垣が崩れたりや変形してしまうとこういう被害が出たという理解でよいか。
事務局	事務局としてもそのように考えている。建物については耐震のことも考えて復元している。ただ、地盤面は安定したものという前提で設計しているので、石垣の崩落によって地盤が沈下し、それに伴い建物も沈下してしまっている状況である。
千田委員	これから石垣を直して建物を戻して、多くの方に外も中も見学いただくことを考えると、対策をより慎重に考えていかなければならない。
北原委員	上部構造（建物）を考える際には、ある程度地盤面が安定している条件のもとで、地震が起きた際に振動でどうなるかということが根本にあり、安全性を確認できるように考えられているはずである。ただ、今後は建物が石垣の上に載っているような状況においては、地盤が激しく破壊することを前提として考えていかなければならない。また、石垣の状況により揺れが増幅されることもあり得る。従来とは考え方を変えていく必要がある。石垣の検討をこれから行っていくと思うが、併せて一緒に考えていければいい。建物に大きく影響してくるのが、土台の辺りをどのように考えていくかが石垣との絡みとして関係してくるので、建物解体を行う中で土台の傷み方についてしっかりと調査をしてもらいたい。ホゾの状況は地震直後は外観で確認できないので、しっかりと記録に残してもらいたい。
山尾委員	建物の土台と石垣の接点についてどうするか、今後議論が必要かもしれない。他の建物についても関係してくる。例えば宇土櫓の続櫓も石垣と建物の土台については非常に重要な問題になるのではないかと思う。また今後、皆さんのご意見をお願いしたい。

次第3 報告	東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣の基礎診断結果等について
山尾委員長	続きまして「東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣の基礎診断結果等について」事務局から説明をお願いします。
事務局	（「東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣の基礎診断結果等について」説明）
山尾委員長	事務局からの説明について委員からご意見・ご質問を。
西形委員	石垣耐震診断の結果、案外、円弧すべりの方はOK。今回の結果では崩壊の要因は石垣にあったのか。この結果をそれぞれ崩壊状況と重ね合わせると、現状を表現していると考えるか。
事務局	実際の事象と一致しない部分もある。全て現状を完璧に表現できているとは言えない。改善の余地はあると考える。
西形委員	与えられた定数に関しては、円弧すべりは測定データを用いているという理解でよいか。
事務局	はい。
西形委員	今回の示力線がかなり良くない結果として出ている。示力線の結果に及ぼす要因としては、築石部の定数（築石間の摩擦定数）はあまり影響を与えないはずなので、裏込めの問題となる。土圧の算定を行う際の裏込めの定数がどうかという点。土の方は試験値から得られているため問題はないが、栗石はなかなか定数値が出にくい。 $\phi = 35^\circ$ は、値としては妥当だと思う。純粋な栗石の状態で試験を行えば $\phi = 45^\circ$ に近い値が出るかもしれないが、

	現実を考えた場合、中に土砂が混入している等であれば摩擦角は落ちるので、安全側をとればこの程度の値を採用するのは妥当と思う。したがって与えられている定数値を見ればそれほど違和感を感じない。
北野委員	今の話で、栗石の摩擦角は一つ大きな要因であると。土砂が混入していたり、どのくらいしっかり詰めてあるのか、そういうなかなか数値化しにくい要因が、解析だけでは現実を表現していないことの反映と感じる。だからといって定数を変えるという判断もなかなか難しいが、これだけで判定してしまうのは難しいと感じた。
山尾委員長	在来工法で修理しても全て【常時でOUT】となっている。この結果は厳しいという気がする。だから、これをそのまま全てもいいと判定するのは大変と思う。示力線の診断のあり方を、もう一度本当にこれで問題ないのかを検討した方がいいと思う。西岡調査官にご意見頂きたい。
西岡調査官	今回の石垣耐震診断結果を見て、私と橋本先生（国士舘大学）で検討した内容と、だいぶ違和感があると感じている。一番大きいところは栗石の内部摩擦角だが、指針を作るときには $\phi = 35^\circ \cdot 45^\circ$ というのも視野に入れながら比較検討して、熊本城の地震被害全体と実状とでびったり合うのはどこかを検討したところ、 $\phi = 45^\circ$ くらいで想定される地震力と被害状況が合ってくると考えた。地震力の限界値というのも $\phi = 45^\circ$ という設定で、0.2で定めた。だから $\phi = 35^\circ$ でやっていると、地震力が0.20（黄色）、このくらい緩いラインになってくるわけで、勾配としてはこのくらい緩い石垣でないと安定とみなされないことになる。 今後これでやっていると、全部NGになってしまうおそれもある。過去の被害状況から壊れる・壊れないを判断していくというデータで作った指針とは合っていないと感じる。実測値は実測値としてあるのだろうが、やはり北野先生がおっしゃったように、よくわからないところの耐力みたいなものを、指針の検討のときには大雑把に、俯瞰的にながめてこれくらいかという逆算的な決め方をしたので、細かいところのデータとは合わないのが出てきたと感じている。
事務局	設計段階で、内部でそのような議論も出た。逆算で定数を導く考えもあるのではという意見もあったが、指針上にその明記が無いことから、事務局だけの判断でそこまで及べないという考えであった。そこで、現状正直なデータを入力した結果を示しているところ。試験値以外で期待できる効果を、 $\phi$ に見込んで入力する方法もあるが、その場合は指針に文言を追記していただければ、動きやすい。
山尾委員長	$\phi$ の話が出たが、 $\phi = 35^\circ$ を $45^\circ$ にした場合でも、OKになるのかという点については、何かあるか。
事務局	予備で検証を行っている。（補足資料説明）ただし、 $\phi = 45^\circ$ の場合でも判定結果が変わることはなかった。
山尾委員長	$\phi = 45^\circ$ の場合でもNGという報告があったが、この結果について西岡調査官どうか。
西岡調査官	NGになるのは、実際壊れているという状況からしても、妥当。 $\phi = 45^\circ$ の場合は常時は収まっている。そういうところからしても、妥当性は $\phi = 45^\circ$ の方が近いのではないかは、検討の時に感じたところ。
事務局	補足だが、 $\phi = 35^\circ$ という試験値の結果については、天守閣下の石垣復旧の際の試験値になる。石垣構築当初の、いわゆるオリジナルの栗石の場合はあまり土が入らない傾向があることが今までの調査結果でわかってきている。時代が下がるほど、土が入る傾向があ

	ることが明らかになっている。天守閣石垣復旧の際の試験値の場所は近代以降の部分となり、いわゆる悪い部分での試験値となるという点を念のためお伝えする。
西形委員	西岡調査官の話の中で、現状では $\phi = 45^\circ$ にすると常時が OK になるのでそれでいいのではという話であった。良否を言うわけではないが、この方法はいわゆる土木の世界で言う逆解析というもの。円弧すべり等で、現状が自立している場合などで使用するが、その場合、安全率=1あるいは1.1として、逆に土質定数を計算する方法がある。このマニュアル（診断要領）の中にこの方法を使うかは書かれていないと思うが、そういう考え方に将来乗るべきなのかということだと思う。これは円弧すべりでも同じ問題が出てくると思う。その辺は西岡調査官いかがか。
西岡調査官	細かい部分の積み上げで行くと、どうしても弱く出るとするのは、土木の世界に限らず建造物でもよくある話。建造物ではあまり逆解析という手法は用いないが、石垣のように色々なものが効いていて、よくわからない部分がどうしても残っているものに対して、細かいものを積み上げでやっていくよりは、大きく被害と現状を比較しながらパラメーターをある程度決めていくことも必要ではないかと思う。
山尾委員長	いずれにしても、今回 $\phi = 45^\circ$ で試算しても NG になってしまったということ自体は、全てを補強しなければならないことにつながっていく。もう少し示力線の方法については、検討するほうがいいと思う。西岡調査官いかがか。
西岡調査官	熊本城に関して、石垣耐震診断指針を提示をしてみたが、値や扱い方で状況が変わることが見えてきた。全国の石垣耐震診断指針を、今文化庁で検討を始めたが、この状況を踏まえ、どういうふうにパラメーターを設定していくべきか、今回熊本城のデータでやったが、他の城郭でも検討をしてみて、どれくらいであれば、妥当な診断となるのかを文化庁では検討していきたいと考えている。熊本城に関しては、栗石の設定に関しては「実測値その他妥当な数値を使う」という表現にしているので、このような委員会等で協議をして決めていくことはできると思うので、合わないところは解釈を加えてやっていくのは可能と思うがいかがか。
山尾委員長	私もご提案どおりだと思う。全て悪いわけではなく、想定と少し違う結果はありうるので、もう少し、要因を分析して、熊本城として適合する方法、あるいはその他の城郭の石垣の診断に適用できるように検討した方がいい。その結果を踏まえて、再度判定する方向でいかがか。
事務局	では石垣耐震診断指針にある計算式に与える物性値をトライアルする方向で検討を行っていく。その際は西岡調査官に相談したい。
西岡調査官	そういう形で進めて欲しい。
事務局	$\phi$ の逆算であったり、 $\phi = 45^\circ$ のような数値で検討してみるが、指針策定の際の検討の内容を勉強し、再度診断の内容をまとめる。
山尾委員長	そのほかの報告については何かあるか。
北野委員	資料2-2のH164の分析は、石垣築造時の輪取りの具体的な決定の中身に迫るような検討だったと思うので、ぜひこの研究は続けて。実際当時にごちゃごちゃと基準点を作って施工したのかは、まだ研究でもわかっていないから、とてもいいデータだった。1点だけ、No.15の入り鑄（しのぎ）と言っている屈折点、横断図だと地盤から石垣天端に向けて左曲がりになっているが、よく見ると丸のついていないあたりから、まっすぐ上に上がる気配もあるので、立面図を見たときに、その上を復元しなければならないから、どこに到達すればいい

	いのか。これを決めないと修理できないと思う。崩落した石垣天端を測量していなかったので、推定するしかないが、櫓が載った状態の櫓の土台と天端石との取りつきをもう一度よく見て。到達点は、櫓の土台から判定するしかないと思う。この斜めに上がっていく線が、このまま真っすぐ行くとは思えないので、調べて欲しい。
事務局	天端の線の到達点については、昨年令和3年8月6日の委員会です承頂いた内容で、復旧をする予定。斜めに上がっていくところにずれがあるかという検証はできるが、石垣天端の位置はすでに設計ができていますので、それに基づいて復旧をさせて頂く。
北野委員	天端の到達点と、屈折点がどうなっていくのかを示した図があると、わかりやすい。
事務局	CAD上で確認しているが、屈折点が見いだせない。検証のしようがない。
北野委員	資料2-2-2の横断図で丸が五つならんでいるが、そこからもう少し追えるはず。
事務局	追えない。拡大図を示しているが、逆方向へ行っているような感じ。それを明示ということか。
北野委員	消えていっているということか。
事務局	石垣が崩壊しているので、検証する資料がなくこれ以上は追えない。写真はあるがそこまでの精度は無い。ここまでが限界かというところ。石垣天端の処理に関しては、令和3年8月6日の委員会で建造物の平面図より擦り付けることを方針として復旧勾配ができたという流れになる。
北野委員	そうすると、今の状態であればNo.14あたりから真っすぐいって、自然と屈折点が消えていくという考えか。
事務局	そういう理解。
北野委員	その辺が説明がわからなかったもので、前回の天端の形状と、今回の入り鑄の場所がわかることで、設計案を示した図を作っておいて欲しい。
事務局	石垣耐震診断の話だが、熊本市だけの判断では困難な部分があるので、これからの検討の内容については文化庁と相談しながら作り、この委員会で審議頂き、オーソライズされた上で、運用方法の合意のもとで進めたい。
山尾委員長	示力線の結果は参考にすべきものの一つであると思っている。これをベースに全てを判断する必要はない。参考にしながら皆さんの合意で決定すればいい。この状況では厳しいという判断で、もう少し基礎診断で検討する余地はあるのでは。それをもって結果を示してもらい、再度皆さんのご意見を聞く形としたい。
西岡調査官	文化庁としても基礎診断として一旦提示したが、パラメーター等の設定でそのような解釈が入ることがわかったところで、文化庁と協議をしながら進めて頂きたい。今回、文化庁の考えと違うことがあり、示力線を出したが全然現状と合っていないものを、結果だからと示すのもこちらの意図とも違うので、熊本市と文化庁とで綿密に進めさせて頂きたい。
山尾委員長	ぜひそうして頂き、いい結果を伝えて欲しい。

次第3 審議	平櫓下石垣復旧措置案
山尾委員長	「平櫓下石垣復旧措置案」について事務局より説明を。
事務局	(「平櫓下石垣復旧措置案」についての説明)
山尾委員長	委員からご意見・ご質問を。
北野委員	資料3-2の下の段の円弧すべり解析の土層断面の模式図で、盛土と地山の境を確認したのが一つ。

	もう一つはその左側にある示力線の「転倒は常時1.1m以下で地震時は1.6m以下である」とあるが、詳細を教えてください。
事務局	まず、ボーリング調査をした場所は、左下の平面オルソ写真でNo.1 + 7.0の文字の下の黒い土のうがあるあたりとなる。ここで取ったデータをあてはめている状態になるが、黄色と青い部分、その下の緑色の部分、ここまでは盛土だと考えている。それより下の部分が地山と考えている。 2つ目だが、石垣耐震診断指針では示力線の検討において、滑動に対する検討と、転倒に対する検討を2つ行うよう定められている。示力線位置と書いてある方は、滑動に対する検討の結果、文字で書いている方は、転倒に対する結果となる。
西形委員	資料3-4の対策の「アンカー」とはアンカーを打つということか。若干テンションを加えるということか。
事務局	アンカーというのは、あくまで鉄筋挿入工のこと。
西形委員	通常の鉄筋挿入工であれば、アンカーを打たなくてグラウトで止めてしまうのが普通だと思うがそれでよいか。
事務局	鉄筋の長さに対してグラウトを注入して固結させて抵抗力を上げるもの。
西形委員	鉄筋を入れる場合は、削孔が必要になるが、もう少し軽微な方法として、商品名になるが「ダグシム」という工法があって、それは削孔をしないで直に打ち込むことができる。
事務局	地山補強工法の一つのダグシム工法でも削孔は必要になるのでは。
西形委員	削孔は不要である。ピットを付けたまま鉄筋を入れてしまう工法である。少しでも軽微な工法として調べて。
事務局	調べてみる。
西形委員	受圧板というのはこの場合必ず必要ということによいか。
事務局	平櫓の場合、下に空間はあるが、県道に面していることもあり、この高さの石垣から仮に落石が発生した場合の影響を考えると必要と考える。加えて、石垣上に載る建造物を考えても、築石にも合わせて補強を施した方がよいと考える。
西形委員	了解した。
千田委員	資料3-4の赤枠で囲まれている工法の中で、「ジオテキスタイル+受圧板+石垣前面押え補強」の場合、平櫓下の石垣はお城の歴史的な通路の脇にあたり、景観に与える影響だけではなくて、歴史的に、熊本城でどのように門をつくっていたかについても、大幅に理解を変えてしまう。見え方を変えてしまうところがあって、石垣前面押え補強というのは、熊本城の文化財としての価値を考えると、やや強い難があるのではないかと。 もう一つの「ジオテキスタイル+受圧板+アンカー」、これを組み合わせた工法だが、本日の数寄屋丸二階御広間などの議論でもあったように、石垣が崩れると上の建物にもかなり大きな影響を与えるので、それと重ね合わせて考えると、この方法を取れば建物は、特に礎石位置のところに杭を打ったりとかをせずに、建物の耐震補強はするとして、一部石垣に建物を載せて、内側もとの位置に礎石を置く方法で、戻せるという理解でよろしいか。
事務局	建造物を建てる上で土台となる石垣の安定を図るという趣旨の工法。この方法で安定性が確保できるのであれば、杭基礎が必要という話にはならない。
西形委員	受圧板に関連するのだが、示力線法によって不安定であるという結果が、受圧板がいるという根拠になると思うが、示力線が不安定になりジオテキスタイルを入れる補強をする場合、これで示力線がセーフになった試算は必要ないか。

事務局	補強を入れて改良したので、もう一度検証したら良くなるか、という問いだと思うが、現在の計算手法では補強後、それに見合うような値に設定しなおすことしかできないと思う。今の計算方法では補強後の効果を反映させる術がない。計算手法がわからないというのが現状。
西形委員	そのとおりである。補強後の効果を示力線の計算にフィードバックさせるのはなかなか難しい。入れる方法が無い。補強を入れることで、作用土圧が減る、これが多分正しいと思う。作用土圧が減ることになれば、示力線がセーフになる可能性がある。ただ、チェックの指標が無い。
事務局	可能性としてはある。飯田丸五階櫓で大林組の振動台実験で行った内容だが、ジオテキスタイルの受圧板ではない巻込み型の場合は、崩壊パターンとしては築石が先に落ちてしまう結果。条件は実際の地震とは違うとは思いますが、このパターンが想定されるため、土圧が低減されたから OK とする判定までは厳しいイメージでいる。
西形委員	全体安定の判定、この方法は円弧すべりとなるが、鉄筋を入れてやれば円弧すべりはセーフにする。これははっきりしている。示力線は、これをやることで OK かどうかの検証ができない。もしそれが可能であれば、受圧板も不要になるかもしれない。安全を考えれば入れるのが一番だとは思いますが、その辺の検証ができればいいと思う。
事務局	検証によって、必要なくなる可能性もあるが、検証方法がなかなか無い。我々が行っている復旧事業の中で検証方法を見つけて検討していくことはなかなか難しい。
西形委員	福島県白河市の小峰城でも全く同じ問題があって、汎用的な結果なのかがよくわからないが、ジオテキスタイルを入れてやると、地震時の土圧が半分になるという計算をされていた。これが正しい結果なのかが私にはわからないが、そういう方法で土圧を半分にしてやれば、示力線がセーフになるという検証をやっていた。
事務局	事例を調べてみる。
西形委員	示力線で不可になって、こういう補強あるいは何らかの対策をやれば、示力線でも OK ですよという検証は、本来は土木的には必要と思う。
山尾委員長	今の意見で、検証に示力線を使うことであるが、西岡調査官はこのあたりについてご意見あるか。
西岡調査官	どういう形で検証するかだが、西形先生が言うようにジオテキスタイルを入れることによって、示力線にかかってくる土圧が減るという効果はいくらか考えられると思う。どうやって検討していけばいいかがわからないといけないというのは、聞いていて思った。
山尾委員長	今の状況を踏まえても、ジオテキスタイル、いわゆる現代工法を入れるだろうということだが、アンカーの入れ方がまだ改良の余地があるのではないかと。ここまで斜めにせず、ある程度地山の上のほうに向けて、短くするなり本数を増やすなりで、できるだけ遺構に影響がない工法が取れそうな気がする。今後予定されている平櫓の発掘調査成果も含めて、資料3-4の右端の案も含めて、できるだけ遺構のないところにアンカーを入れながら、なおかつ安定性を保てるかを検討して頂きたい。
事務局	資料3-4の比較表が、まだ解体調査の結果を反映できていない時点になるので、調査でわかってきた事実と照らし合わせて、なるべく遺構を破壊・棄損しない範囲内で安定性を確保するためにはこの程度になるという、もう少しリアリティのあるものを示したうえで、判断頂くような流れでいきたい。
千田委員	建物のことで考えると石垣にはこういうこと、石垣にはベストではないが、こういうこと

	<p>が必要になるという、組み合わせの検討をどこかでしておく必要があるのではないか。本日の資料の理論的な書き方で言うと、「石垣を崩れないようにする」と、地震時にも崩壊しないようにするので、上の建物との組み合わせで考える必要がないことはあると思う。ただ逆に、例えばジオテキスタイルを入れていくことになる、あるいは鉄筋挿入することになると、杭等で建物側の安定を図る工法とは矛盾するというか、せっかく鉄筋を入れても、それを貫いて杭が入ってしまうことになると思うので、石垣を決めると自動的に建物の安定化の工法は、制限していくことになると思うし、実際の工程でも、石垣をまず直さないことには、上の建物を戻すことにはならないので、ここで決まってしまうことになると思う。だから、石垣としては、十分な安定性を確保する最適な工法であることが、次に建物を戻していくときに、矛盾してしまふことがあり得るのではないかと心配している。そのあたりは内部で十分検討頂いていると思うが、漏れが無いようにお願いしたい。</p>
事務局	<p>今、事務局の検討としては、建造物を守るため、建造物と石垣を強くするため、という形で目標設定を置いて検討をしている。その上で、ここまでの規模の石垣の破壊・棄損が必要ということになれば、石垣側の検討としてはここまでの限界ということを一先オーソライズ頂いて、では、次にどうするかになったときに、建物側の、例えば杭基礎等の検討に移っていく。その代わり目標設定としては、建物の安全性は確保する、ただし、石垣としては、言い方は悪いが、壊れてもいい石垣にする、という考え方になる。</p>
西岡調査官	<p>石垣を地震時に安定するようにすれば、理論上は建物の安定性も図れるということになると思うが、その場合は、建物からかかる鉛直荷重と、建物から受ける水平荷重も検討にしておく必要があるが、今の検討ではどうなっているか。</p>
事務局	<p>今の検討では鉛直荷重のみの条件設定としている。</p>
西岡調査官	<p>建物荷重も考えて、水平荷重もかける必要がある。</p>
事務局	<p>設計者と相談する。</p>
伊東委員	<p>構造的な評価とは違う観点だが、資料3-参考1で、履歴把握図があり、この部分が熊本城石垣2期または3期であるといった補足がある。資料3-3の補強案の図では、石垣前面押え補強であると、下の2期の石垣が隠れてしまう。熊本城の古い石垣が見えなくなり、新しい石垣しか見えなくなることを改めて確認しておく必要があると思う。同じような方法を繰り返していくと、熊本城の古い石垣が見えなくなっていくことになる。</p>
事務局	<p>伊東先生のおっしゃるとおりで、今回解体しているラインは資料3-参考1の立面オルソ真ん中の黒い線で引いた部分となる。それと過去に修理が行われたラインは、ほぼ同じ高さで一致しているので、9m分まで石垣前面押え補強がいることになれば、ここが見えなくなる。</p>
伊東委員	<p>補強石垣が前に張り出してきて、今まで無いものができあがるということだけではなくて、今まで見えていた価値あるものが見えなくなってしまう。</p>
山尾委員長	<p>他にはないか。無ければ、説明あるいはご意見があったように平櫓下石垣の復旧措置については、石垣耐震診断の再検討を含めて、次の段階では資料3-4の3から5の案の内容を含めて、発掘調査も実施するので、それらを総合的に考えた事務局案を提示頂くということによろしいか。</p>

次第3 審議	宇土櫓続櫓下石垣復旧措置案
山尾委員長	本日の最後の「宇土櫓続櫓下石垣復旧措置案」をお願いする。

事務局	(「宇土櫓続櫓下石垣復旧措置案」の説明)
山尾委員長	委員からご意見・ご質問を。
千田委員	資料4-4-1で、堀底の土層の断面図が入っているが、続櫓下あるいは宇土櫓下の高石垣の下端部、石垣の根石のところが①Bc層の途中で止まっているというのは、確実か。
事務局	これまでのボーリング調査とレーダー探査等を見たときには、このあたりと想定していた。ただし、今回ボーリング調査を新たにすることで、レーダー探査で届く限界もあるので、本当にレーダー探査で下の根石が確認できていたかを調査する必要があると考えている。
千田委員	その点が気になった。石垣の根石よりも3~4mぐらい外側の部分を深く掘っていて、それを埋め戻して石垣を積んでいるのは工法として説明しにくい。もしかすると石垣がレーダーが届かないもっと下まで続いているという可能性もあるのでは。
北野委員	H443の向かい側の間知石積の石垣の工事を、昭和40年代にやっていて、その時の写真を見ると、この堀底をブルドーザーで相当土を動かして建築していた写真が何枚もあったと思う。堀底の上段はその時の土が入っている可能性があるので、ぜひ発掘調査で確かめて欲しい。根石についてもとても貴重な情報だと思う。確認して欲しいのだが、この堀が南北で現況では高低差がある。土橋側は結構堀底が高いが、北の方に行くと、レベルが50cmほど下がっていった。南北差もある程度調べておいて、この土層の堆積状況を確認し、場合によっては、新しい土層であれば、全部掘削してもやぶさかではないし、そこで地盤改良の手法も考慮できると思うので、ぜひ発掘で確かめて欲しい。
西形委員	石垣前面押え補強、コンクリートということだが、これは土では無理だったのか。
事務局	最終的には押さえる重量に関係してくる。土であればコンクリートよりも軽いので、当然規模も大きくなる。景観的なものを考えると、盛土よりも重たいもので設定する必要がある。
西形委員	そうすると、「剛」な構造物が乗ることになるので、その下の基礎はある程度しっかりしたものにしないと。下で不陸が起きると、上が土であれば「柔」であるので少くらの変形、不同沈下は吸収してくれると思う。今回は剛な構造物が乗ると、なかなか吸収できないので、その下の基礎はある程度強固なものにする必要がある。 もう一点、資料4-3-1の支持対策の判定のところ、必要支持力と支持力が等しくなればよいという設計と思うが、通常地盤の場合は安全率3を見るが。
事務局	安全率3を見たうえでの結果である。
西形委員	了解した。もう一点、資料4-2-2の左下の図だが、示力線の計算結果で盛土の高さが石垣のふくらんだ部分の下で、それより上は石垣が残っている。その部分の安定性はどうか。この図でいくとアウトになるのではないか。
事務局	上の石垣はあくまでアウトに示力線上はなっているところがあるので、今回押え補強の石垣を構築した上部についても、解体修理が必要になる。その上で安定性を図れないのであれば、内部に補強工法を施す等の検討が、次の段階で必要になると思っている。
西形委員	いずれにせよ現状の計算結果を見ると、石垣前面押さえ補強の天端より上の残っている石垣が不安定になる。それは解体等の対策を考えるということか。
事務局	そのとおりである。
山尾委員長	石垣前面押さえ補強内部にコンクリートを使うのであれば、コンクリートの中に鋼材を埋め殺す方法もある。そうすると、かなり比重は上がり厚さを抑えることができる。そういう工法もあるので、全てコンクリートでやるのも考えて頂きたい。

事務局	了解した。
北野委員	もし中にコンクリートが入ると、一つの大きなコンクリートの塊が石垣に張り付く形になる。鋼材があるにしても、重量は何トンになるのか。今のコンクリートブロックが積み上げたような状態にはならないのか。取り外そうと思った場合、大きいクレーンでまた解体できるのではないのか。
事務局	外す場合は取り壊しになる。クレーンで釣り上げるということではなく、ブレーカ等で壊すことになる。
北野委員	「はばき石垣」の主旨を脱してしまっている構造物のような気がして、そのあたりがしっくりこない。永久的な構造物をつくってしまって、例えば30年後にもう一度修理しようと思っても、大変なことである。
事務局	現状では、少しでも規模形状を小さくできないかを視野に入れつつ、内部を重くすれば小さくなる場所で提示をさせて頂いている。当然将来的なことを考えて、可逆性として、変更可能な栗石、中を土にする等、検討は必要と当然考えている。まず大きさを見て検討をする。
北野委員	了解した。
山尾委員長	いずれにしても、色々な工法を検討しないと。このままの案を採用することにはならない先ほどの支持力も影響するので、胴木を使うとか、やり方はまだ工夫が考えられるので、発掘調査結果も含めて検討して。
伊東委員	資料4-3のパスで、断面方向に関しては長さ・厚みの寸法は入っているが、南北方向のボリュームがどの程度になるのか。
事務局	続櫓下の石垣については、詳細に全ての細かい断面を切って示力線を検討していないが、同じ断面形状と捉えれば、資料4-3-4ほどは南北方向にも当然必要となる長さとなる。
伊東委員	了解した。新しく石垣を積むことになるので、積み方等、非常に悩むところ。
山尾委員長	発掘調査に関して、これは石垣から反対の石垣まで全て根石の部分まで行うのか。
事務局	実際の調査をするときの安全性を考えながら、できるところを検討していきたいと思う。現時点では、根石まで全部掘ってよいのか検討している段階。
山尾委員長	了解した。
千田委員	続櫓対岸側の近代の石垣で、これも一応崩れてはいないので大丈夫となっていると思うが、場合によっては根元付近の工法を、しっかりしていない工法で積んでいることが、他の城郭の事例などではしばしば見受けられる。発掘調査のときに、どう調査してもらうかは難しいし、危険も伴う。それを確認する次の機会があるかということ、なかなか無いと思うので、必要最低限のどのような状況になっているかは掴んで欲しい。設計の際に、安心して設計できると思う。
事務局	続櫓対岸の石垣だが、覆土の修理がされている記録を今調べていて、石垣の測量もして変状の状態も見たうえで、修理履歴と被災状況についても報告をしたい。根元の部分に関しても、最後に修理をしたのが昭和57年だが、その際には根元にコンクリート基礎を設けて、その上から立ち上げているのがわかってきているので、そのあたり整理して報告したい。
千田委員	了解した。
西岡調査官	破格の補強と言った方が良いのか、これだけのものを作って良いのかもあるかとは思う。石垣耐震診断も前半の議論からあったように、様々な疑義があるし、石垣上部も解体しな

	<p>ければならないところで、まだまだ検討しなければいけないところがあると思う。議論の中でも出たように、これだけコンクリートダムのようなボリュームで抑え込むというのは、ちょっと見当がつかないし、これを柱梁のような構造等にすればもう少し軽量化が図れるだろうし、いろんな方法があるだろう。たくさん協議して詰めていかないと、とてもOKが出せる状況にはなっていないところがあるかと思う。その辺も含めて協議をしていきたい。</p>
山尾委員長	<p>いずれにしても、押さえ補強のパターンをある程度絞り込んでいくしかないので、それを中心に考えていくぐらいで、ある程度絞っていくのも必要と思うので、検討して。支持対策も必要であれば、掘底の発掘調査が必要であるので、その状況も踏まえて、次回以降に提案して。</p>
事務局	<p>発掘調査の案については承認でよろしいか。</p>
山尾委員長	<p>異論はない。</p>

現地視察 平櫓石垣解体完了状況

次第5 閉会