令和４年度（2022 年度）第２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 9 月 22 日（木）10 時～16 時
会　場：桜の馬場城彩苑多目的交流室
出席者：山尾委員長、伊東委員、北野委員、西形委員　千田委員
文化庁：市原調査官、岩井調査官、木村研修生
文化市民局：横田局長
熊本県文化課：木庭参事、能登原参事、永元主事
熊本城総合事務所：田端所長、岩佐副所長、濵田副所長、渡辺技術主幹、田代主査、遠山主査、馬渡主査、
江渕技術参事、立石技術参事、藤本主任技師、林野主任技師、上木主任技師、
熊本城調査研究センター：網田所長、増田主査、嘉村文化財保護主任主事、
佐伯文化財保護主事、豊永文化財保護主事
熊本博物館：下高学芸員
熊本市文化財課：赤星課長補佐、西村主事
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	
事務局	事務説明
文化市民局長挨拶	

次第２ 審議　宇土櫓続櫓下石垣の復旧措置（案）について　【資料１】	
山尾委員長	「宇土櫓続櫓下石垣の復旧措置（案）」について事務局から説明をお願いする。
事務局	（「宇土櫓続櫓下石垣 復旧措置案」についての説明）
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。
北野委員	資料 1-3-1 で非破壊調査としてレーダー、スコープ、熱赤外線の結果を示していただいた。これは、今文化庁でも進めている石垣の安定性の調査の中でも非常に重要な方法になってきており、今回提示いただいた資料は静的な状態で非破壊調査するのに非常に重要な方法を提示していただいたと思う。これを見て、例えばレーダーで空洞がたくさんある部分やその場所が赤外線で低温域になっているという結論は納得感がある。 先週から今週にかけて、盛岡城の 60～70 センチ程度はらんでいる石垣を解体しているが、まさにこの状況かなと思った。築石を取ると築石のお尻には栗石が追従してきているので隙間はないが、築石の後ろの下の方で空洞がいっぱい出てくる。大林組の 8 分の 1 モデルの実験で加震したときに栗石が流動化して隙間ができた結果とも対応していて、実態を表していると思った。ただ、それが大きな空洞があって、脆弱化しているようなイメージと考えると、ちょっとそれは極端かなと思っている。
北野委員	資料 1-5-2 の第 4 案をベースに区画分割型土のうの検討をしていきたいとの説明であった。また、事前説明のときに本質的な価値である遺構を掘削することも含めた案も検討してほしいと要望し、今回資料 1-5-6 で提示いただいた。堀底の堆積物であっても各時期の

	一つの遺構面を形成している重要な遺構であることは間違いなく、それを全く傷つけないで対策できれば一番良い。しかし、仮に発掘調査で記録保存になったとしても、押さえ補強にプラスの効果が得られるのであれば、それも検討の可能性があると思い要望した。比較表の中で、本質的価値は二度と戻らないのでマイナス面ばかりだが、1 個だけプラスの要素を追加すると、埋没石垣の根の補強効果がある。置き換えて歴史情報が消失してしまうが、安定させる効果もある。 資料 1-5-4 の区画分割型土のうの図を見ると、堀底からこのコンクリート構造物が顔を出すことになる。盛土して隠すような考え方もあるように思ったのだが、堀底がさらに浅くなるのはこの石垣の景観を変えてしまうので、できればあまり上げたくない。逆に、この土のうを遺構面ギリギリまで下げ、杭を付加することにより圧密沈下の許容量を少し減らすような工夫をするとか、もう少し上部に出る部分が抑えられないか。 また、大きなコンクリート構造物が堀底にあることで、50 年 100 年後くらいにこの石垣を解体修理する時の撤去はかなり大掛かりになってくる。そういうマイナス面もあると思う。 堀底を発掘して土を置き換えるということは、埋蔵文化財を保護する立場から言うと、できるだけ避けたいが、本案が容認できるのかということをもう一回議論したい。
事務局	コンクリート構造物が見えないように下の方に埋めて遺構面ギリギリに施工する場合、下げれば下げるほど対岸の部分も大きく掘削する必要が出てくることが懸念事項となる。対岸の石垣の安定性の照査が難しく、どこまで根入れがあるのかなどの調査も必要で難しいと考える。また、区画分割型土のうを下の方に深く根入れすると、今回発掘調査で明らかになった埋没石垣部分に非常に近接し、離隔がとれない状態になるので、何らかの影響が生じるのではないかという懸念もある。そのため、総合的にも評価した結果、GL より少し上の方に出すというのがいいと考えている。
西形委員	調査結果で空隙を確認することができた。また、上の部分はある程度粗の状態になっていることも明らかになった。記憶の中の話だが、膨らみ部分の石自体が遊離しているように思った。(質問①)
西形委員	資料 1-5-4 で理解できなかったのは土のうを下に敷くことで粘着力が向上するという点である。(質問②)
西形委員	資料-1 巻末-8 の第 4 案のような合力の作用位置であれば、地盤反力が本当にこういう結果になるか。センターから B/6（B は底版幅）より外側に合力位置があれば対岸側の反力は負になり浮き上がるような状態になるのではないかと考えており、そうすると H443 石垣側の反力がさらに大きくなる可能性があるのではないか。(質問③)
西形委員	埋没石垣の安定性について、Aso-4s に荷重がかかったときに変形すると、埋没石垣がダメージを受けることになる。その辺の検証をして頂ければと思う。(質問④)
事務局	レーダー探査の結果で背面に空隙がある箇所で、その表の築石自体が浮いているのではないかとのご指摘について。現場の観察によると、複雑に築石が組み合って浮いているように見えなくもないが、今回のレーダー探査の結果によって何か見出すということはできないと思う。(質問①への回答)
事務局	区画分割型土のうで粘着力の増加が見込まれる理由について。支持力の計算としてテルツァーギの支持力式を用いているが、そのときに粘着力 c や内部摩擦角 φ を用いて算出している。今回の場合は下部の土質が粘性土のため、φ はゼロとして、c を与えている。今回

	提示した区画分割型土のうは局所圧密が発生する構造になっている。これは荷重がかかる地盤が圧密し、その地盤が強くなる土の性質を利用したもので、区画分割により局所的に粘着力が増加するという構造。具体的にお伝えすると、巻末-12 に細かい計算書を添付しているが、先ほどご説明したテルツァーギの修正支持力公式の中に f という係数がある。この係数が 3.5 という値で、先ほどご説明した区画分割土のうを設置することで、この係数が地盤に作用して粘着力を増加させるという構造になっている。(質問②への回答)
事務局	巻末-8 で地盤反力の台形分布の形状で端っこまで作用しないのではないかというご指摘について。重力式擁壁で一般的な擁壁の構造だと、合力の作用位置が B/3～2B/3 であると端っこには作用しない三角形分布になる。しかし、今回はもたれ式擁壁という構造形式で計算をしている。この場合、地盤反力は台形分布になるという計算手法だが、もたれ式擁壁として計算していることが仮定の話なので、実際この地盤にどういった力が作用するかは、あくまで、もたれ式擁壁で計算するとこうなるということしか言えない。実際のところ、確かに言われるようにもう少し力が右側（H443 側）によって左側の方は逆に浮いたようになるかもしれない。(質問③への回答)
事務局	圧密沈下の検討対象を粘性土としており、ここの N 値は 1 から 3 程度。その下の Aso-4s については物性値も大きく、N 値も 15 程度あり、そこまで大きい値とは言えないが、我々としては、この層は非圧密層として扱っていいと考えている。ただし、確実に沈下しないとは言い切れない。(質問④への回答)
西形委員	もたれ式擁壁の場合、H443 石垣に近いところに大きな荷重が働くということが気になったので、引き続き検討をお願いしたい。
千田委員	石垣の履歴を非常に詳細に説明いただいて、今日お伺いした説明はまさに石垣の履歴を把握する最新の成果で、納得のいくものだと思った。当初、石垣の本質的価値を守ろうという議論の出発点の時は、非常に古い石垣が全面的に残っていて、熊本城の中でかけがえのない石垣という前提で、それを修理のために大規模解体するのは、熊本城の価値を考えると惜しく、何とかならないかというところから出発したと記憶している。しかし今日の説明を受け、江戸時代の間、或いはそれからいろいろな修理を経て今日に至っており、加藤家二代や細川氏の時代を経て守り継がれてきた熊本城の歴史そのものを象徴する石垣で、修理を重ねてきたからこそ、この石垣があるということを理解した。 そうすると、これ言っていいかどうか分からないが、構築当初のものでないから価値がないわけではないが、修理を重ねているところに石垣の価値があり、今回の 2016 年の地震を受けて、私達の時代にもう一度その石垣を解体修理して維持していくというのも考え方としてはありうるのではないか。議論を戻すような話なので申し訳ない。 また、今回の発掘で、堀底に当初想定していなかったように、非常に長くしかも緩やかな傾斜で中央部付近まで石垣の裾が伸びている、まさに創建期石垣が明らかになった。その部分の石垣の価値は非常に高く、それらを守りながら押さえ補強を設置すると頬当御門の高さを超えたり、上部の解体は避けられなかったりということも示された。 率直な感想を言うと、これまで非常に詳細に検討してきた押さえ補強で進めるという方針の判断が本当にベストだったのか、個人的に自信がなくなったという気がした。
山尾委員長	私はそれには反対。理由は、本当にこの 3 期に解体修理されたかどうかの確証はデータが出てこないと得られないから。積み方だけで本当に言えるのだろうか。もう少し検証していただきたい。

事務局	熊本城石垣に限らない話だが、石垣の履歴は江戸時代の文献等に残っているから石垣が修理されている、残っていないから修理されてないっていう議論はずっと行われてきた。さらには、重要文化財建造物があるからその下は全部築城当初だとか、そういう言い方をされてきた。ただそれは、考古学的観点から考えると違っていて、文献記録は必ずしも全て残っているわけではなく、それを補うという観点から考古学の視点が必要となる。そこで、まず石垣の面からの即物的に観察をした結果、なぜそれが上と下で違うのかというところをまず考えないといけない。この考え方に基づき、熊本城に限らず、他の城郭でも検討をしており、間違った考え方ではないという検証結果も出てきている。熊本城の中では飯田丸、平櫓、天守で解体する前に履歴をお示しして、解体時の発掘調査の結果、履歴に対応した修理が確認されている。そのため、考古学的にもこの観察の仕方は間違いではないと考えている。
山尾委員長	観察が非常に重要だと私も思っている。それを否定するものではないが、宇土櫓下のこれだけの範囲のものを積み直すとなると、相当な年月がかかっているはず。そうなると、やはりその時代の記録が全くないというのは有り得るのか。
事務局	例えば、250 年江戸時代を通して動いていない井伊家、熊本にきてから幕末まで動いていない細川家のような大名家は記録がまとまって残っていることもある。しかし、加藤家は改易されており、お家が断絶している。このような大名家になると、資料が散逸していることもあり、あったかもしれないが、残っていないこともある。
千田委員	石垣修理を重ねていたのではないかというのは、石垣の観察から言えば、まさにこれは非常に精緻な成果だと思う。ただ、上に載っている宇土櫓も修理の度に全解体していたはずであるが、これまでの建築史的な研究ではこれらの指摘はされてきていない。その点含めて、やはり総合的に評価をしていかなければいけない。ただ、石垣側からの観察では創建期石垣が全面的に残っているわけではないので、そうだとすれば先ほどのような説明になる。
山尾委員長	私は、創建期が残っていると言っているわけではない。修理履歴があり、それが今残っているという判断をすることは問題ない。ただ、それを解体修理するか前面から押さえるかというのはまた別の話。
山尾委員長	資料 1-3-6 の午後の低温域と資料 1-3-2 のレーダー探査で示す粗の範囲が対応しないが、これはどういうことか。
事務局	膨らみのトップは勾配が寝ているような状態になっており、昼には日照が上から注いでいるため、直接日光にも当たり温度が上がりやすいと考えている。
山尾委員長	資料 1-5-2 の第 4 案はまだまだ改良しないといけない。一つは、コンクリートを全て密にしているので、この重量を軽量化できないか。そして、下の圧密計算についてもできれば現場の試験をしてほしい。その辺も含めて次回までに対応してほしい。 資料 1-5-9②の B 断面に 7m 高さの押さえ補強が必要となっているが、それならば石垣全体（五階櫓下を含む）を 7m 以上押さえないといけないということになるのではないか。
事務局	五階櫓については、令和元年頃の審議で、下の石垣が不安定になっていることから、何らかの抑え補強が必要という結論に至っていることは確か。ただ、五階櫓下石垣は、地震で被害なしとされており、今後詳細に検討を進める必要がある。ただし、続櫓とは別の審議として検討させていただければと考えている。
山尾委員長	A 断面を中心にして、膨らみの部分だけ抑えることができるようにできないか。ここまで

	範囲を広げるのはいかがなものか。耐震診断で不安定化するという結果が出たからといって、ここまで補強する必要があるのか。
事務局	診断結果を全て採用するかどうかは非常に難しいところなのだが、縦断図でも表示しているとおり、続櫓下の大きな膨らみ部以外のところに関しても地震で全く被害がなかったとは言い切れない。このような被害状況も含め、押さえ補強の高さや範囲を詳細に検討していく必要があると考えている。
西形委員	資料 1-5-6 の第 2 案のように地盤改良で下を固めてしまう案はなるほどと思った。この表の支持力の許容値の 521 や 811 は Aso-4s の支持力ということか。
事務局	テルツァーギの支持力式から算出しており、置き換えた砕石地盤の支持力。
西形委員	堀底の遺構を失ってしまうという問題点はあるが、大きなコンクリートの躯体を設置してしまうよりもこっちの方が良いのではないかという感触を持った。
事務局	セメント改良は施工性の問題がある。現実的に無理というわけではないが、掘削の深さが 5m 程度必要かつ、発掘調査が必要なため、H443 石垣の埋没石垣が全て露出する状態まで掘削してそれを置き換えることになる。資料 1-5-8 に示しているが、この場合ブロック単位で施工していく必要があり、大体 2m～3m ずつ徐々に進んでいく。この方法が現実的かというと非常に難しいと考えている。
山尾委員長	一長一短あるので、どこに主眼を置いてやるかだと思う。先ほど事務局の提案の資料 1-5-4 の区画分割型土のう案をベースに進めるということでよろしいか？
千田委員	基本的に異論はないが、コンクリートを使って補強したときにどれぐらいの耐用年数を想定しているのか。
事務局	一般的には 50 年。ただ、実際 50 年以上もっているものもある。
千田委員	文化財としてのお城の歴史を考えたときに、これほど大規模工事をして保証できるのは 50 年ということになると、本当にベストなのかなと思った。
山尾委員長	50 年経って、すぐ壊れるわけではない。使い方や環境によっても変わるため、もう少し検討し、工夫していただく必要があるかもしれない。
事務局	もう一点確認。資料 1-5-9①について、第１案で進めるという方向でよろしいか。ただし、詳細な範囲は今後詰めていくこと。
山尾委員長	それでお願いする。

次第２ 審議 東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣の復旧措置（案）について 【資料２】	
山尾委員長	「東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣の復旧措置（案）について」について事務局から説明をお願いする。
事務局	（「東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣の復旧措置（案）」についての説明）
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。
千田委員	説明があった方法で引き続き検討を進めてほしい。

次第２ 審議 平櫓下石垣の復旧措置（案）について 【資料３】	
山尾委員長	「平櫓下石垣の復旧措置（案）について」について事務局から説明をお願いする。
事務局	（「平櫓下石垣の復旧措置（案）について」についての説明）
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	石垣上部だけが壊れているが、上部だけ補強するというのは土木ではあまりやらない。背

	面側で鉄筋挿入とジオテキスタイルを結合するということで上部だけの補強を少しは改善できるので案１のジオテキスタイル+鉄筋挿入+受圧板で妥当だと思う。
北野委員	発掘調査の成果で、資料３－３の⑧の江戸時代の盛土が残存している範囲で遺構は確認できなかったのか。この箇所がどんな土地利用をされていたのか。当該箇所に重要な遺構（石垣等）が残されていないことから、文化財の価値の喪失を 3 案の中で勘案した場合は、案１のジオテキスタイル+鉄筋挿入+受圧板もやむをえないと考えた。
事務局	資料３－３の⑧の江戸時代の盛土部には遺構面は残っていない。史料上からはどのような土地利用されていたか現時点では不明である。
北野委員	排水溝が途中で途切れているが、⑧の層に埋まっている可能性はあるのか。
事務局	可能性はあるが、今回は確認できなかった。
千田委員	曲輪全体の排水検討をする際にはこの箇所についても確認する必要があると思うので今後の課題として欲しい。また、石垣の補強案は案１のジオテキスタイル+鉄筋挿入+受圧板で妥当だと思う。
事務局	今回の調査は、あくまでも平櫓の排水路検討ということで調査をしている。本来であれば地震前からの課題である曲輪全体の排水路検討のための調査をすべきであったが、工事用の導線が石門等の復旧事業が残るため、平櫓周辺と限定した。まずは平櫓の復旧に合わせて排水路検討を行い、その後調査を行い、把握した排水路を踏まえて再検討を行う。
山尾委員長	補強案の鉄筋の延長はどのくらいになるのか。
事務局	長いところで 10m となる。
山尾委員長	設置間隔もここまで必要なのか。
事務局	設計上は必要となる。
北野委員	今後は解体範囲を最小限で決めたあと鉄筋挿入が必要となったが、今後は解体範囲を検討する段階から補強をにらみながら解体範囲を決めるという進め方もあるのか。
事務局	石垣修理の検討フローどおりに進めているが、求める目標性能によっては今回のようなケースも出てくる。ただし、だからと言って必ず現代工法による補強を採用するというわけではない。
北野委員	結局現代工法による補強が必要となるケースが多くなってしまうのではないか。
事務局	平櫓は耐震診断指針が決まる前から審議を進めていたことが影響している今後は解体範囲検討段階から現代工法の補強案についてもある程度はお見せできると思う。
山尾委員長	崩落してない石垣で、ジオテキスタイルを入れた上で、鉄筋挿入まで必要な根拠が弱いように感じる。本当にここまでの補強が必要なのか。
事務局	前提として、重要文化財建造物が載ることからここまでの補強が必要という判断になってしまう。目標性能を下げる検討があれば変わるが、現時点では目標性能を下げられないのでこのような案になってしまう。どの程度とするかが非常に難しい。文化庁さんと相談が必要になる。
山尾委員長	ジオテキスタイルを入れた段階でも強くなっているはず。これが今後の参考となり、この方式をとらないといけないとなってはいけない。解体範囲検討段階から想定して議論していく必要がある。足りない場合、すべて鉄筋挿入でどんどん遺構が壊れていくということを避けたい。
西形委員	ジオテキスタイルを入れることで内的安定を、鉄筋挿入をすることで全体安定を満足するという理解でいいのか。

事務局	内的安定についてもジオテキスタイル+鉄筋挿入で満足している。
千田委員	全国のお城での問題だと思う。解体範囲で１石を守るために多くの議論をするが、その結果、せまい解体範囲によって大規模な補強が必要となることがあり、修理までトータルで考えた知見がまだまだ十分ではないと言える。熊本城はこれから修理が続きますので、どういう風に考えたらもっとも効率よく、適切なスピードで修理ができるのかお手本ができると思う。その基準としては重要文化財建造物が載るのか、石垣の直下を人が通るのかなどによって変わってくると思うので、議論しながらもっとも適切な手法を探していきたいと思う。
山尾委員	事務局提案の案１のジオテキスタイル+鉄筋挿入+受圧板を承認とします。

次第２　現地視察　　飯田丸五階櫓丁張現地視察

次第３　次回日程等	
事務局	次回の日程は令和５年２月１日とさせていただきたい。

次第４　閉会