

特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議石垣・埋蔵文化財部会（第57回）

議事録

日時 令和5年11月6日（月）10:00～12:00
場所 名古屋能楽堂 会議室

出席者 構成員
北垣 聡一郎 石川県金沢城調査研究所名誉所長 座長
赤羽 一郎 前名古屋市文化財調査委員会委員長・
元愛知淑徳大学非常勤講師 副座長
宮武 正登 佐賀大学教授
西形 達明 関西大学名誉教授

オブザーバー
尾崎 綾亮 愛知県民文化局文化部文化芸術課文化財室

事務局
観光文化交流局名古屋城総合事務所
教育委員会生涯学習部文化財保護室

議題 (1) 本丸搦手馬出周辺石垣の修復について
(2) 天守台及び周辺石垣の保存対策について

配布資料 特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議 石垣・埋蔵文化財部会
(第57回) 資料

事務局	<p>1 開会</p> <p>2 あいさつ</p> <p>本日は、大変ご多用の中、また早朝から本部会にご出席、お集まりいただきありがとうございます。ちょうど先の週末は、文化の日があり3連休でした。非常に気候も良く、名古屋城も行楽シーズンを迎えていました。この3日間で連日1万人を超える、大変大勢のお客様にお越しいただき、楽しんでいただきました。名古屋城は多々課題がありますが、おかげさまでコロナ禍が明け、昨年に比べて順調なお客様のご来城を賜っています。今後も引き続き、名古屋城の魅力をしっかり磨き上げ、ますます名古屋城の良いところを来城者の皆様方にお伝えして、ご理解いただくための取り組みをしっかりと進めていきたいと思っています。</p> <p>さて、本日は議論していただく議題を2点ご用意しています。議題(1)として、本丸搦手馬出周辺石垣の修復について、議題(2)として天守台及び周辺石垣の保存対策について、取り上げています。本日も大変限られた時間ではありますが、委員の皆様方の忌憚のないご指導、ご鞭撻を賜りますよう、よろしく願いいたします。</p> <p>3 構成員、オブザーバー、事務局の紹介</p> <p>4 本日の会議の内容</p> <p>資料の確認をいたします。会議次第が1枚、裏面が出席者名簿となっています。恐縮ですが、梶原先生が記載されていますが、欠席となります。次に座席表です。こちら、梶原先生の修正をお願いします。会議資料が、資料1として、A3が1枚。構成員の皆様方に、参考資料として資料1がもう1枚付けてあります。資料2として、A3が4枚あります。</p> <p>それでは議事に移りますので、ここからの進行は座長に一任します。北垣座長、よろしく願いいたします。</p>
	<p>5 議事</p> <p>(1) 本丸搦手馬出周辺石垣の修復について</p>
北垣座長	<p>会議次第に基づいて、今日は議事としては、1点目が本丸搦手馬出周辺石垣の修復について、2点目が天守台及び周辺石垣の保存対策についてです。</p> <p>まず、1点目の本丸搦手馬出周辺石垣の修復について、事務局よりご説明をお願いします。</p>
事務局	<p>本日、こちらの議題を部会に諮る趣旨は、今年度より本格的に着手</p>

している本丸搦手馬出の石垣修復工事において、石垣の安定化対策として今後敷設を予定しているジオテキスタイルについて、これまでお示ししていた仕様や敷設間隔の変更の必要性が生じたため、どのように変更をするのか、その検証過程や、具体的な敷設方法についてご説明するものです。

資料をご覧ください。(1) は、ジオテキスタイルの敷設について、おさらいとしてこれまでの経緯について簡単にご説明します。(1) 経緯をご覧ください。

まず令和4年3月に策定した積直し基本計画において、修復後の石垣を安定させるための対策を検討しました。安定化対策の中で、特に栗石層の安定化のために、吸出防止層の設置とジオテキスタイルを付加する方針を掲げました。図1の石垣修復工事断面の概略図をご覧ください。吸出防止層については、栗石層の一部の粒土を小さくし、背面の盛土からの細粒分の流出や栗石層の目詰まりを防ぐことを意図しております。ジオテキスタイルについては、栗石層と背面盛土とを繊維層により水平方向に一体化する方法で、地震時の円弧すべりなどに対する安定性を確保することを目指しました。ただ、ジオテキスタイルの仕様については、文化財保護、つまりは現代工法の抑制的な仕様の観点と、石垣の安定性・安全性の観点から、慎重な検討を要したため、その後、詳細な検証を行い、ジオテキスタイルの使用は必要最低限度の範囲に抑えるという方針のもと、令和4年7月15日の第50回石垣・埋蔵文化財部会において、検証結果と、そこから導き出されたジオテキスタイルの敷設の使用等についてご報告しました。その際には、表の中に書いてあるとおり、4種類のジオテキスタイルを用い、敷設間隔1.2m、敷設長5.0mを基本とする方針をお伝えしました。

ところで今年度に入り、令和5年5月11日と12日に、本格的に始まっていた石垣修復工事の現場を、石垣部会の有識者の先生方に見ていただく機会がありました。その場にて先生方より、名古屋城の本丸搦手馬出石垣の栗石は、他城郭の石垣の栗石よりも直径が大きく、ジオテキスタイルを挟んだ上下の栗石の接触面積をより多く確保したほうが良い、そのためにジオテキスタイルの目合いを広げることにはできないか、とのご指摘がありました。当初使用する予定のジオテキスタイルの目合いは、40×40mmのものでした。本日サンプルをお持ちしています。こういった目合いのものです。

以上のようなご指摘から、ジオテキスタイルの目合いを広げた場合の石垣の安定性を確認するため、他城郭の状況を参考にしつつ、補強効果の検討を進めました。他城郭の適用事例等については、配布している参考資料をご覧ください。4種類ほどの比較を掲げています。

検証の内容について、(2) 検証のところに書いています。検証の方法については、表1にあるとおり、標準設計法という設計法を用いています。ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアルに基づいた、標準的な設計法であり、一般的な土木構造物の設計にも用いられるものです。令和4年7月15日の石垣・埋蔵文化財部会でお示した検証結果の報告も、こちらの設計法に基づいていました。標準設計法を用いて、目合いを80×80mmと倍に広げた場合でも、石垣の安定性が担保されるための条件を探りました。さまざまな試行錯誤を行い、目合いを80×80mmとした場合の最適化を検討した結果、ジオテキスタイルの種別、基準強度を見直し、石垣下段部分でのジオテキ

	<p>スタイルの敷設間隔を狭める等の変更を行うと、栗石層の安定性が保てることが確認できました。検証結果について詳細な計算結果は割愛していますが、表 2 で結論をお示ししています。補強土壁自体の安定性を確認する外的安定性の検討では、滑動、転倒に対する安定性を照査し、いずれの項目も、常時、地震時ともに安全率を上回る計算結果を得られました。補強土壁と背面盛土および基礎地盤を含む地盤全体としての安定性を確認する全体安定性の検討では、常時、地震時ともに円弧すべりに対して、安全率を上回る計算結果を得ることができました。80×80mmと目合いのジオテキスタイルのサンプルについては、こちらになります。</p> <p>以上をふまえて、ジオテキスタイルの仕様、敷設間隔の変更案について、(3) の表 3 に記載しています。目合いについては、40×40mm から 80×80mm の倍に広げ、栗石同士の接触面積を多く確保できるようにしています。基準強度については、目合いを広げることにより、従前に予定した強度より下がってしまいますが、より引っ張り強さの大きい素材のものを採用しながら、2 種類のジオテキスタイルを使用します。</p> <p>最後に、敷設間隔についてです。検証結果から、東面については石垣最下段の層に 1 枚、北面については最下段 2 層にそれぞれ 1 枚、合計で 2 枚のジオテキスタイルを追加する必要性が確認され、追加される部分の敷設間隔は 60 cm とする予定です。図 1 をご覧いただくと、もともと最下段のジオテキスタイルと次のジオテキスタイルの間が 120 cm ですが、東面については青色の線に新たにもう 1 枚ジオテキスタイルを敷設して、北面についてはさらに上にもう 1 枚追加します。ジオテキスタイルを追加する部分について、それぞれの敷設間隔は 60 cm になる予定です。</p> <p>以上がジオテキスタイルの敷設についてのご説明になります。</p>
北垣座長	ただ今の事務局からの報告に関して、ご意見等をいただきたいと思えます。
宮武構成員	質問です。前回の部会で確認をしていなかったと思いますけど。標準設計の基準になる、ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアルの対象は、栗層ですか。土ですか。土盛工事に適用するジオテキスタイルではなくて、これは裏栗石に適用しているわけですけど、このマニュアルはどういう設定になっているのですか。
事務局	基本的には土の、裏栗にあたる部分になります。
宮武構成員	どういうことですか。 粘性土の土なのか、礫層なのかということです。だいぶ性質が違いますよ。
事務局	ご質問された、ジオテキスタイルの設計・施工マニュアルは、基本的には盛土や補強土壁に対して行うものです。背面というのは、基本的には土を想定している設計マニュアルになっています。

宮武構成員	<p>それで何か今日の、後半にちぐはぐがでてくるのですが。円弧すべりに対する安定性の検討とされていますが、ジオテキスタイルを城郭の裏栗に使うのは、円弧すべり対策ではないですけど。</p>
事務局	<p>すみません、説明を少し端折ってしまったところがありますけど。もちろん円弧すべり等、震度に対しても検証しています。地震時に対して、全体がどれほど円弧すべり、変形してしまうかも確認しています。そちらについても、第50回の部会と同様に、変形については軽微であると確認しています。</p>
宮武構成員	<p>順番にお話ししましょうね。おそらく名古屋城の、これで新しい伝統技術とは違う素材を入れることよっての補強方策というのは、ほかの全国のお城の実際の場合の参考事例になっていくのは間違いないわけですね。いわれていたように、文化財ですから、極力最低限、こういうものは入れたくない。入れないようにオリジナルの形を留めていきたい。その際に、熊本城で命題にしたジオテキスタイルの使い方の目標は、円弧すべりではないです。栗が挙動するのを押さえるための処置です。その最低限のボリュームでもって補佐していくという理解でここは、熊本城の検討委員会でも議論を西形先生と一緒にさせていただきました。円弧すべりについても、副次的な効果があることは結構なことですが、それは主目的ではありません。それを前提にして枚数を増やすことは、方向性が違うと思います。あくまでも心配しているのは、挙動を抑制することが目的ですが、目が狭いとその上から新補材、その他もろもろを含めて接触点が減るうえに、栗本来が持つところの相互のかみ合いも、ちょっとブロックしてしまうのではないかとのおそれです。説明を聞いていると、土木の法面の安定工法を目的にしたジオテキスタイルの数量の検討に変わってしまっているような資料に見えました。それで、土ですか、石ですか、とお尋ねした次第です。</p> <p>これは西形先生、どうなんですか。</p>
西形構成員	<p>まず、ジオテキスタイルは、正しくいうとジオグリッドといいます。テキスタイルとは、布という意味です。通称ジオテキスタイルといういい方をしていますが、この材料は、正しくはジオグリッドといいます。</p> <p>ジオテキスタイルでもいいんですが。ジオテキスタイルは、土か、何かという話でしたが、土というと中途半端ないい方になってしましますが、正しくは非粘性材料になっています。非粘性なんです。砂質土です。粘土には基本的には使えない。使う場合もありますが、基本的には使わないです。砂質土です。</p> <p>栗というのは、大きな意味で砂質土に入ります。栗が土というのはおかしいように感じられるかもしれませんが、粘着性がないという意味では砂質土に入ります。そういう意味で、砂質土に浸かっているジオテキスタイルを栗に使うというのは、基本的に間違ったところはない、ということになります。</p> <p>円弧すべりかどうかという話です。本来私が思うジオテキスタイルの役目というのは、お城の石垣に対しては、栗の運動を止めると、地震時の運動を止めるということが一番の役目だと思っています。ただ、</p>

	<p>現状のマニュアルでは、基本的には円弧すべりの方法を疑似的に使っています。そういう滑りに対して、ジオテキスタイルが切れぬかとか引き抜けぬかなどの計算も行っています。</p> <p>栗の安定性を高めるという、本来の役目があると思っていますが、これが現在の設計法ではなかなか説明がつかないです。そういう挙動がですね。今のところ一般的な土、いわゆる砂質土に使っている、円弧すべり、あるいは他の滑りにも考えられる場合がありますが、基本的には滑り面に対して、滑ることに対して抵抗する設計法を採り入れているということです。</p> <p>そういう意味で、今回はその設計法を使えば、十分安全であったということです。ただ、何度もいいますが、宮武先生のご指摘のとおり、本来の意味は栗石の安定性を保つという役目だと、そういう意識を持って使うということだと思います。</p>
宮武構成員	<p>耐久性という部分の、揺れた際にジオテキスタイル自体が引きちぎれるという、盤面も含めた円弧すべりの計算法に対応してというのは、わかりました。</p> <p>記憶の確認です。熊本城の小天守のときのジオグリッドは、独特の工法で、金属製の縦棒に樹脂の線を巻くかたちで作ったと思います。あれの目は、グリッドは数10cm四方だったような、網ではなかったように思いますが、どうですか。</p>
西形構成員	<p>あれは確か、横リグといいます。法面に平行な部材がスチールに、鉄筋の、縦リグですね。これが5cm四方だったと思います。</p> <p>私の考えでは、通常ここで使用されているジオテキスタイルと機能的には変わらないだろうと思っています。熊本城では、横リグに鉄筋が使われたというのは、引き抜こうという力が働いたときに、より大きな力で、鉄筋でがんばってもらおうという考えで、ああいう新しい材料ができあがったということです。</p> <p>その効果の大小は、詳しくは聞いていないです。基本的に、栗層の運動を抑えるという意味合いにおいては、現在使用される予定のジオテキスタイルでも同じ効果を多分持っているだろうと思っています。</p>
宮武構成員	<p>ありがとうございます。あれは明らかに耐久性ということを意識して、金属製の縦棒を使っていると思います。条件的に違うのは、常時人が侵入する熊本城の小天守の石垣。いったん揺れたならば、直接人にあたるという環境下にあるのと。幸いに、この場合は、緩んでも落ちるのは掘ですから、見学者に直撃しないという、被災の程度の差という環境がありますので。そこまでしなくても、提示されている素材の中で耐久性はもつだろうと。</p> <p>最も心配なのは、数です。60cm間隔で入れていくのは、かなりの密度になりますけど。それが、やはり計算上、いざというときの耐久性からいっても、効果性からいっても必要なんだと。あくまでも、栗の挙動が主役になってきますけど。ということであれば、やむを得ないのか。本来だったら、できるだけ下げてやりたいというのは本音であるわけですけど。</p> <p>繰り返しになりますけど、これを主人公にして全国の城が求めていますから。なるだけ落としたい。これが本音です。</p>

北垣座長	<p>大変重要なお指摘をいただいています。全国の城郭が、それをみんな、まねて使っていくという傾向が、一番怖いので。名古屋城の特別史跡としての位置づけというのは、そういうあたりにも、採用はしてもそれなりの配慮が十分なされたうえでの話です。こういうことで、今伺っているわけです。</p> <p>ほかに、ご意見等ありますでしょうか。</p>
西形構成員	<p>宮武先生のご指摘のとおり、多分名古屋城でも、ほかの城でもいくつか使った、過去に使われた経緯はありますけども。これからも、城の解体修理をするときには、計算をすれば、こういうものを入れざるを得ない状況になる場合が多いと思います。そのときの設計法は、ここに書かれているマニュアルに従うことにならざるを得ない。そうすると、このマニュアルの設計条件に従えば、基本的にはこれくらいの間隔で入れざるを得ないということだと思います。通常の土木構造物の盛土の斜面でも 1m は結構大きい部類だと思います。これは完全な栗で、いわゆる砂質土のきれいな砂と同じです。条件が非常にいいところが少し粘着層になっている場合は、どうしても間隔が狭くなってきて、下も数 10 cm という幅で全部いってしまうという、通常の土木構造としてはそういうこともあります。</p> <p>多分、城郭の石垣に使用した場合には、1m 間隔くらいは、どうしてもこの設計法に従う限りは、そういう値であると思います。</p>
宮武構成員	<p>できるだけこだわってしまうのは、西形先生もご承知のとおり、今文化庁が一つの指針として進めようとしている、文化財の耐震施工、耐震設計の考え方の一つの指針です。まだこれは議論が十分でない部分があると思います。やはり、いってしまえば役所ですから、見学者の安全性の確保をといえば、その責任の貫徹という点から過剰にいろいろなものを入れてしまうという方向性が一人歩きすることを、我々文化財保護サイドとしては懸念するんですね。それだけに、よほどきちんとした理屈づけ。後世に入れ過ぎだわ、と後ろ指がさされないようなかたちを十分検討する必要があるわけです。</p> <p>私も揺れ動いているのは、ほかの地域全般的に適用を行う場合には十分、前提条件として出さなければいけないと考えているのは、南海トラフです。向こう 1 世紀の間には、嫌な話ですけど絶対的に起こるであろう太平洋側の巨大地震に対応する部分も考えれば、それに耐えられるかどうかということもあります。より万全にというのは、地震頻度の低い地域、九州、四国の瀬戸内などの地域の文化財と同列に扱えないだろうと。名古屋については、その点は、ほかの城跡よりも万全な構えをしておかないといけないのかな、と私自身も揺れています。</p>
北垣座長	<p>ほかに、ありますか。</p>
赤羽副座長	<p>北壁、名古屋城の北側の石垣は、段丘崖を活用した場所です。こういう新しい手法は必要ではないかと思っています。この場合は、一つは当然のことですが記録化ということを行って、後世に伝えることを大事にしてほしいです。</p> <p>二つ目に、これは新しい試みですから、先ほど先生方がいわれたよ</p>

	<p>うに、これからほかの城郭のこういうケースで採用される可能性がでてくるとすれば、名古屋城の工法そのものが、その後どう変化するかという、定点観測みたいなものをしっかり行っておく必要があるのではないかと思います。それが、ほかの城郭での工法の採用に参考になるのではないかと思います。</p> <p>ジオテキスタイルを採用することに異論はありませんけど、アフターケアということを十分考えていただきたいと思います。</p>
北垣座長	<p>名古屋城の北壁などは、そういう意味で、非常に厳しいものがあると。こういうような中で、さらに一層これから検討を進められて、よりいいかたちでもって進めていくということでしょうかね。</p> <p>ほかに、ありますか。</p>
宮武構成員	<p>できるだけ議事録に残しておきたい点があります。</p> <p>現在の石垣修復の工法の限界の中で、ジオテキスタイルを入れることで、ほかにできるのかな、といういい方をしたいですね。</p> <p>というのは、熊本城にしても、古代の朝鮮式山城にしても、かつては当然ジオテキスタイルというものは知らないです。その代わり、裏栗を流し込むのではなくて、一つひとつ手で入れています。今の工法でそれをやれといったら、とんでもない人件費がかかります。おそらく施工する側としては、たまったものではないと思います。しかし当時は本当に、一つひとつ手入れで栗石を装填していますから、すさまじい強度になっています。それを仕様書の中で書けない。書けないからジオテキスタイルでごまかしているともいわざるを得ないですね。</p> <p>もしやるのであれば、当時の伝統技術に則って、きちんと石を間々に敷居状の石列を作って、一つひとつかまして入れていくというやり方はありますが、それを仕様書に書くと破綻するから、ジオテキスタイルでフォローするしかないだろうという気がします。</p> <p>これは想像ではなくて、西形先生とも一緒に挑みましたけど。数年前、筑波の防災科学研究所で、熊本城の石垣と同様のものを復元して、800gal ぐらいかけたんでしたっけ。震度8くらいまで。崩れなかったですけど。それは、後で聞いたら、石工さんが全部手入れしていたそうです。逆に石工さんの気合が入って、負けてなるものか、ってやっていたらしいです。計算外に崩れなかった。崩れるまで実験をやってみましょうといったら、これ以上やったら機械が壊れますといわれました。そういう部分が伝統的工法として確実に効果があったという事実があって、しかしそれが復元できないからジオテキスタイルを入れます、という部分も、どこかで我々は認識しておきたいと思います。</p>
北垣座長	<p>宮武先生がいわれることは、伝統技術のうえで、石を積んでいく工程は、こことはまったく異なります。これをいいたすと方向が少しずつ来てきますけど。私も、今いわれることの意味は、非常によく感じています。特に伝統技術における手作業で石垣を補強していく。これは、この間、洲本城へ行ったんですけど、本丸の一部が崩れまして、その下は日常、お客さんが通られる道で、今止めています。現在、総合的に解体している、積み直しをやっているところです。ものすごくいいにやっています。石垣として見えない部分ですね。我々が見える部分と、見えない部分に徹底的に時間をかけて、石を手で置いていく</p>

	<p>んです、全部。こういう作業が、これまで伝統技術として、開府 400 年というようないい方、本当はそうでないと思いますが、室町段階からそういった、専門の石を積む人が、穴太といいますが。そういう人が現実に活動して、そういう遺構が現在遺っています。そういった中で調査によって、かなり積むことにおける成果が上っています。これはまた、次のところでお話がでてくることあるかと思いますが、念のためにもう一度お伺いします。</p>
西形構成員	<p>今のお話で、ジオテキスタイルを栗層の中に敷いていくわけです。そのときに、築石の裏側では、石工さんが、座長が話された伝統技能など我々にはわからない技能を使って、安定化を図られているということです。ジオテキスタイルの敷設は、それを阻害しないということ、まず基本にさせていただきたいです。伝統技能の所作というんですか。当時のものを絶対にジオテキスタイルで干渉しないように。あくまでも伝統技能を、築石のまわりの部分では伝統技能が主であって、ジオテキスタイルの敷設は、その後に阻害しないように入れるという、手順だけは守っていただければと思います。</p>
宮武構成員	<p>西形先生に大変重要な指摘をしていただいて、慌てた次第です。この模式図で発注すると、多分できないと思います。例えば、こういう一つひとつの築石の控の、次の下の控の間の介石との境目に突っ込むつもりなのか。当てるだけなのか。築石自体の石の形状で、すべて違うと思います。逆石を使って、逆石の後ろに補強した部分もいくつかありましたけど。その上に乗せこんで、挟むかたちが、いいのか、悪いのか、これも違うと思います。石工棟梁と、この場所、この場所の入れ方を、おさめ方を検討しながら入れるしかないですから、標準的な仕様が多分とれないと思うのと、手間が相当かかると思います。その点は、反映してもらいたいと思います。挟むだから、いいじゃないですかね。介石の挙動は、滑りを抑制する。</p>
北垣座長	<p>進めるのが模式図になるからね。</p>
宮武構成員	<p>工事の発注・設計はこれしかないですから。</p>
事務局	<p>今のご指摘については、実際に施工を進めるうえで、介石にジオテキスタイルを挟むと、滑ることがあるので、そういったことがないように進めていきたいと考えています。</p> <p>また、先生方からご意見いただいた記録化や後世への承継、文化財保護や伝統技能の尊重、他城郭への影響など、しっかり胸に刻みながら、きちんとした石垣の修復を行っていききたいと考えています。</p>
事務局	<p>1 点補足します。ジオテキスタイルの配置について、現在工事を請け負われている安藤・間さんと、その下請けで入られている和田石材の社長さんと、しっかり現場で立会いながら、どこまで入れるかを確認しながら、私どもはそこまで知識がない状態なので、プロの意見を伺いながら、しっかり影響がないように施工していきたいと思っています。</p>

	ます。
北垣座長	<p>それでは、資料1の搦手馬出周辺の石垣については、だいたいご意見をいただいたように思います。この後、お話いただいたことをしっかり守って進めていただきたいと思います。</p> <p>では、資料1はこれで終わって、次へ行きたいと思います。2つ目の天守台および周辺石垣の保存対策について、事務局よりご説明をお願いします。</p>
	(2) 天守台及び周辺石垣の保存対策について
事務局	<p>資料2をご覧ください。図1でお示ししている、天守台及び天守台周辺の石垣において、今年度から保存対策設計を実施しています。着色している対象石垣のうち、大天守北側に位置するU65については、最低でも今年度設計を完了したいと考えています。本日の部会でご議論いただきたい内容は、U65の石垣を題材として、この間検討を進めてきた石垣保存対策の具体的な手法についてです。</p> <p>「1 はじめに」では、これまで先生方にご意見をお聞きし、整理した内容について記載しています。前回の第56回石垣・埋蔵文化財部会において、ご説明した内容と重複しますが、簡単にご説明します。石垣の現状把握・評価を目的とした調査や、根石付近の発掘調査、石垣面や地盤面のレーダー探査など、実施してきた調査に基づき、対象石垣の保存対策の考え方を整理し、来城者の動線との位置関係とあわせてまとめました。</p> <p>対象石垣については、濃尾地震にともなって積み直されたところや、一部現天守閣の再建時に改変された箇所はありますが、近世期の姿を遺しているところが多いことを把握しています。これらの石垣の保存対策に際しては、文化財としての価値を適切に保存するため、築石のみならず背面構造も含めて最大限現状を維持することを原則とします。石垣を解体することなく、積み直さない状態で石垣を修理することを方針とし、石垣面の変形や石材の破損などの進行を抑える対策を実施するとしたことを、これまでの部会で整理してきました。</p> <p>2以降に、具体的な検討をまとめました。保存対策の手法は、大きく2つです。石垣全面において、間詰石の緩みや抜けがある箇所について、締め直しや補充を行い、面的な変状が顕著に見られる範囲については、これらに加えて鉄筋挿入などの現代工法も用いることを検討しました。個々の築石については、剥離や亀裂等により落下につながる緊急度の高い石材について、落下を防ぐ補修を行います。</p> <p>(2) で、保存対策を優先的に行う石垣について整理しました。表1および図1をご覧ください。現状調査による分類で、顕著な変形、変状などがあり、現状に課題があると判断される石垣のうち、石垣面の変形が含まれるものを「c2」と分類し、図1に赤色で着色しています。この赤色で着色した石垣のうち、さらに来城者の動線沿いに位置する石垣について、優先的に保存対策を行っていくことを整理しました。具体的にはU65、U66、S10です。</p> <p>U65については、来城者動線に面する部分が長く、局所的に前方に膨らんでいる箇所が見られるとともに、膨らみのある周辺の石垣で、間詰石の抜け落ちが見られ、また、広範囲な被熱にともなう石材の割</p>

れや表面剥離が顕著であることから、保存対策を優先的に行うとして整理した3つの石垣の中でも、U65はさらに優先して保存対策を行う必要があると整理しました。

1 ページの右側の3に、U65の保存対策の手法についてまとめました。またU65で行う保存対策の図を3ページ目にお示ししています。U65のオルソ図も4ページ目にお付けしましたので、あわせてご説明します。保存対策の手法としては、大きく2点です。「(1) 間詰石の締め直し、補充等」と、「(2) 破損石材の修理」です。(1)は面的な対策、(2)は個々の石材に対しての対策と捉えると、わかりやすいかと思います。それぞれ順に、ご説明します。

「(1) 間詰石の締め直し、補充等」についてです。石垣面すべてにおいて間詰石の点検を実施し、緩みのある箇所を締め直し、抜け落ちた部分の補充を行います。また、築石の間や背面に空隙がある箇所に、栗石を補充します。さらに面的な変状が顕著に見られる範囲については、間詰石を締め直し、補充や築石間の空隙の充填に加え、現代工法を含めた対応を考えています。

対策について、具体的に3つに分類してまとめました。「ア 対策」に記載しています。左から1つ目の、「間詰石の締め直し、充填」と、2つ目の「築石間の空隙の充填」の対策は、石垣面すべてにおいて、必要に応じて実施するものです。「築石間の空隙の充填」については、築石の間や、その背後に空隙がある箇所について、基本的には栗石を充填します。栗石の補充では十分空隙の補充ができない箇所には、必要に応じてみなし栗石を充填します。みなし栗石については、後ほど詳細をご説明します。一番右の「築石間の鉄筋挿入」については、面的な変状が顕著に見られる範囲について、鉄筋の挿入を行います。鉄筋の挿入についても、後ほど詳細を説明します。

2 ページ目をご覧ください。みなし栗石の対策について、ご説明します。築石の背面においては、レーダー探査の結果から大きな空洞等は生じていないと判断していますが、築石間の奥の部分において、目視できる空隙について、可能な限り栗石を補充し、空隙を減らすことで、築石の安定化と栗石の沈下を抑制する効果を図ります。栗石の補充や詰め込みが困難な場所において、みなし栗石を用いることを考えています。具体的には空隙の入口が小さい箇所や、空隙が入口に対して上のほうに広がっている箇所などを想定しています。

使用材料は、繊維製の袋に小さめの栗石とモルタルを充填したものを考えています。流動性を保った状態で詰め込み、栗石とモルタルが一体となって固まった状態で、空隙を充填します。袋の材質は、流動性を保てることと、中のモルタルがあふれにくいことを重視し、詳細な検討を進めてまいります。

次に、鉄筋挿入による対策についてです。鉄筋挿入は、石垣面すべてにおいてではなく、面的な変状が顕著に見られる範囲において行います。具体的な範囲については、資料3ページをご覧ください。赤色の太い実践で示した範囲は、面的な変状が顕著に見られる範囲です。この範囲の周囲において、鉄筋の挿入を行う位置を緑色の丸印で示しています。鉄筋挿入による対策については、論文が複数報告されており、その一部を抜粋し要約したものを、資料2ページの左下の四角の中にまとめました。論文では、実物大実験や解析などにより、鉄筋挿入による石垣の補強について検討されており、その報告によると、い

	<p>ずれも鉄筋を挿入することで石垣の安定性に対して、十分有効であるといったことが記載されています。</p> <p>今回の名古屋城の保存対策としては、これらの論文に基づき、最も効果あるとされた D25 の鉄筋を人力で打撃する方法を採用することを考えています。鉄筋の長さとしては2m程度、挿入位置は1.5m間隔で入れることを想定しています。</p> <p>ここまでが、1 つ目の保存対策の手法の説明です。ここからは保存対策の2つ目、「(2) の破損石材の修理」について、ご説明します。資料2 ページ目の右側をご覧ください。石材の割れ等に対しては、樹脂系またはセメント系の補修材の注入等により、固定します。石材が分離している箇所については、樹脂系の補修材に加え、分離している石材の状態によって、ピン固定を併用します。石材を補修した表面には、擬石処理を施します。</p> <p>使用材料について、ご説明します。樹脂系の補修材としては、エポキシ樹脂、エポキシ樹脂エマルジョンを主に使用し、一部亀裂の幅が広い箇所については、セメント系の補修材を使用します。表面の擬石処理には、補修処理部の風合いを整え、隙間に充填したエポキシ樹脂の表面劣化対策のために、エポキシ樹脂エマルジョンに石粉を混ぜたものを使用します。</p> <p>他事例による施工実績を、「ウ」に記しました。今回の使用材料は、これら実績のある材料から選定を検討しています。ピン固定については、ステンレス棒などの使用を想定していますが、径や長さについては、分離した石材の厚み等により総合的に判断していきます。破損石材の修理の説明は以上です。</p> <p>最後に、今後の予定について、ご説明します。冒頭にもお話ししましたが、今年度、保存対策設計を実施しています。これまで、石工さんの経験に基づく整理・検討に加え、今年度は名古屋市の発注者支援業務として契約している、城郭石垣に関する豊富な知識と見識を有する方の指導助言を受け、検討してきました。U65 の石垣については、今年度中に保存対策設計を完了させ、予算のことがありますので、あくまで予定ですが、令和6 年度に保存対策工事を行う予定をしています。U65 以外の石垣についても、設計を実施し、順次対策工事を進めていきたいと思っています。</p>
北垣座長	<p>現在、天守台、及びその周辺石垣の保存ということで、いろいろ継続的に調査をしていただいています。そういう中で、これまで具体的に、いろいろこの朱で塗られた部分ですね、1 ページにあるわけですけど。今回、主として U65 という位置において、いろいろな課題ができてきている中で、現在、事務局としてはこういった各種の対策を講じられる、ということです。これについて、ご意見をいただきたいと思っています。よろしくお願いします。</p>
西形構成員	<p>鉄筋を挿入するというお話です。致し方ないことで、少しでも石垣を延命化させるということで使われるのは、致し方ないかなと思います。ただ、今予定されている領域において、石垣裏側のレーダー探査等は実施されていきましたか。この裏側には、大きな空洞や、そういうものがないという状況ですか。</p>

事務局	栗石の緩み等は、他の石垣と同様にあることを確認しましたが、大きな空洞はないという反応です。
西形構成員	築石の裏に。
事務局	はい。
西形構成員	そうですか。わかりました。それなら結構です。
宮武構成員	鉄筋についての確認です。今の段階で、何か所くらい想定していますか。
事務局	資料3ページ目の、緑色の丸印をつけた場所、30か所です。
宮武構成員	<p>いうまでもないですけど、先ほどの搦手馬出の議論の場合には、これから作るというものの補強という発想ですから。文化財の復元に対する耐久性の補完という目的で。このU65の場合には、奇跡的に生き残っているものを安定化させるという、搦手馬出とはかなり方向性が違うやり方ですね。そこを、皆さん、この場では共有できているでしょうけど、もう一回再確認が必要だと思います。</p> <p>前々からお話しているように、U65はがん患者。これ以上は、手術をすれば患者はもたないという状態の劣化で、かろうじて遺っている石垣に何ができるか、という命題で、先ほどの議論とは違う訳ですね、重さが。鉄筋挿入は、そういう意味では、可逆性の問題よりも、何もしなければ、石垣が崩壊するのを待つしかないという状況の場合ですから、これはやむを得ない処置だと思います。次に鉄筋を引き抜くときは多分、石垣がもたなくなっているときだと思います。</p> <p>構造的な問題のほかに、最後の破損石材の修理の方法に、光明が見えた気がしています。どうして事務局は、この前の岸和田城でやっている写真を出さないのかな。せつかくあるのなら、こういうところをスライドで出すべきでしょう。</p>
事務局	スライドで準備していますので、お示しします。
宮武構成員	あるの？それは出しましょうよ。
事務局	<p>これは、姫路城での事例です。今、名古屋城で検討している同じ内容で施工したものです。接着面が必要なところには、エポキシ樹脂を、表面のほうにはエポキシ樹脂エマルジョンに石粉を混ぜたもので表面をコーティングしています。風合いを整えるということとともに、エポキシ樹脂はどうしても劣化するものなので、コーティングすることによって、紫外線にあたりづらくする、そして劣化を防ぐことになっています。</p> <p>この事例は、姫路城で平成26年に施工した事例です。約10年経っていますが、表面が割れている、劣化している、エポキシが剥離している、黒ずんでいる、などということは見受けられませんでした。</p> <p>石粉の種類も、築石と同じ岩種の石材を削って使用していると聞いて</p>

	<p>ています。修理したことを気づくことも、一般の方ではあまりないのかなと思うような仕上がりだと感じます。</p>
宮武構成員	<p>岸和田城は？</p>
事務局	<p>岸和田城のほうは、今日は準備していません。</p>
宮武構成員	<p>私が感心したのは、実際に西形先生と現物を確認してきました。岸和田城の八陣の庭園ですね。重森三玲の名作、東福寺の方丈の鹿の子模様の芝生で有名ですけど。重森三玲が手掛けたということで。聞くところによると、名古屋城よりも劣悪な石材であった。石材の調達をするときに、ダイナマイトを使ったと。自然に爆発して剥離した状態の姿を、庭の景石として使うのもよしということで、一切表面の安定処理をしないまま使っています。ひどいものになると、電話帳が開いているような状態で、節理が、いわゆる結晶片岩ですから、紙状に開いているような状態の剥離が進んでいるものから補修を始めたということ、ご説明受けました。名古屋城の石材よりも岩質的に弱いものを、本当に丁寧に、外観上はちょっとわからないくらいの復元を可能にしたということで、正直驚きました。全国の城郭石垣を含めた屋外の文化財での補修方法で、最も丁寧だろうと。いい方を変えれば、これは石造美術品の方法です。</p> <p>さて、そうすると、それをやらせるのか、ということです。おかげで、方向性は見えたんです。光明が見えたんです。ただ、そのグレードを、名古屋城の石垣の石材全部でやるかどうかということを議論しておかないと、とてつもない手間と時間がかかります。景石1個に2週間かかったといわれていましたから。</p> <p>今度は、どこまでやったら正解とするのかというところを、工事施工の前に明示しておかないとならない。今度、逆に難しい問題がでてきたと思います。</p> <p>表面処理でいったら、これが完璧だろうと思いますが、全部これでいくの、というところ。業者さんも含めて、やれること、やれないことの限度を考えなければいけないかと。逆の心配がでてきました。</p> <p>いずれにせよ、水溶性のエポキシ樹脂ですから、耐久力はどのかなって心配になっています。岸和田城の場合、十数年もっていることから比べても、日の当たる状態で、剥きだしでもっていますので、耐久性の点でも非常に安心感があるなと思います。決めておかなければならないのは、永久にこれが安定するとはだれも考えていないです。では、何年もつのであれば正解なのかと。どれくらいで更新するのが妥当なのか、というのも明確に議論して決めなければならぬと思います。5年に1度ずつ更新するのはちょっと、というのであれば、どれくらいもったらいいのか。うやむやだとまずいのかと思います。</p> <p>難しい課題ですけど、ともかく方法が見えた。方法が見つかったことは、大変喜ばしいことだと思います。</p>
北垣座長	<p>さらに、ご意見いただけますか。</p> <p>実は、先生方が第一のグループでそれぞれ行かれまして、私は少し遅れてから、それぞれ姫路城、岸和田城を見てきました。和歌山城は、以前からそこに関わっていましたので、ここに挙がっているように平</p>

	<p>成 23 年の難渋している現場を見ました。</p> <p>その後、宮武先生がいわれるように、確かに岸和田城の場合は、これまでの修理の成果といいますか。大変な苦労を、苦労だけで原稿が書けそうなくらい大変な作業の中で、だいたい名古屋城で今報告されているような現場で使えそうな方向性が、少し出てきたかなという思いはあります。</p> <p>ただ、宮武先生がいわれるように、どこまで、どの程度やっていったらいいのか。そういう問題が、依然として残っています。そのあたり、さらに検討する必要があると思います。特に U65 の場合は、見える範囲だけではなくて、さらにその奥まで入っている部分があります。そのあたりをどの程度やればいいのか。この問題も改めて検討していく必要があると思います。</p> <p>こうして見せてもらっていますが、この場で簡単な実験をしてもらう必要があると思います。同じようなものを、現地でいくつか見せてもらっていますが、それを名古屋城のこの現場で、同じものを使ってやることはできませんが、なんか方法をもって、現場で簡単な実験をやって、十分に成果がでてくると思いますから。そういうことをぜひ、至急行う必要があると思います。</p> <p>それから石粉という話がでていましたけど、素人が聞いても、それが何のことか全然わかりません。素材に適した、つまり素材の本物の粉を樹脂と練っていく。練りながら、それを詰めていく。これもいろいろな工法があるようです。今それを私がいう必要はないので。そういったことも含めて市民に、こういうことをして、ここまでわかっていたんだと、こういうことが必要だろうなという、このあたりまではしっかり、実験というかたちで行う必要があると思います。</p> <p>さらにご意見があれば、お願いします。</p>
宮武構成員	<p>今座長がお話された実験の話は、私も指摘させてもらおうと思っていました。現地で施工された岸和田城の景石を修理された、中村石材工業から苦労話を聞いた中で、最初ほかの城でも同じ材質の石粉をわざわざ限定して選んで、混ぜてやったら上手くなかったということです。実際のところ、あまりにも旧素材にこだわりすぎたため、効果がでなかった。いろんなところの、本丸の隅のところに転がっている砂利などいろいろなものを使ってみると、それがよかったみたい。</p> <p>名古屋城で使われている石材自体に合う石粉の素材が何かわからない状態での発注になりますから。一度はやってみないことには、誰も知らないということです。先ほどの予定では、来年度に施工したいということでしたが、できればやはりそれを選んでもらうためにも、最初にシミュレーション的に、検討するためにもやったほうがいいと思います。それをやらないと、立ち往生してしまうのかなと思いました。</p> <p>そこからちょっと、急に大きな話をさせてもらいます。これで、U65 を代表とする本丸の北西部の、人が歩くところの石垣のさまざまなグレードでの石垣の補修方法が見えてきた中で、じゃあ、これでいきましょう、ではないんですよね。伺いたいんですけど。今、石垣カルテはどこまでの進捗状況になっていますか。</p>
事務局	<p>石垣カルテは、ここ数年間作っており、6 割から 7 割の石垣面について完了したところです。今までの整理を、次回の石垣・埋蔵文化財</p>

	部会にはお出ししたいと考えています。
宮武構成員	<p>今回、堀の外側と人の歩くところの足下を重点的に、先に現状の状態で即した、分類に基づいて行った。これはわかります。いよいよ重要なことは、遺構としても、築城段階からの石垣が被熱してダメージを受けている大天守、小天守、これはいつやるのですかということです。こちらについての観覧者に対する安全性については、今検討されている対象のものではないにしても、見失いがちなのは、小天守は相当被熱して同じような状態でぼろぼろなわけですから。さまざまな木造天守をめぐる問題、基礎の問題、バリアフリーの問題、いろいろな凸凹があつて、議論する手順や順番、タイミングをさまざま計っているのとは、まったく関わりのない話として。いずれやらなければならないことは、はっきりしているわけです。</p> <p>どうして大天守台や小天守台の石垣の被熱化された範囲と同等の、こういう部分でのダメージはこういう方法でやっていきたいという案がでてこないのでしょうか。</p> <p>これは、今の議論から切り離してでも急がないと、また同じことを、スパンをおいて数年先にどうしましょうかという議論を行うという。事業からいうと無駄な、並行して石垣カルテが6割、7割ということですから、石垣カルテの中にも落とし込むかたちで、大天守台、小天守台の被熱箇所についての石垣も、並行議論にのせて、早いところ弱くなっている部分の対策を、鉄筋の挿入が必要ではないのか、見えてきた水溶性の樹脂を使つての補修対象として適なのか、適ではないのか。間詰はどうなのか。やることは決まってきたわけですから、先に手をつけるようにしないとならないのではないですか。そのあたりの考えを、お聞きしたいです。</p>
事務局	<p>先生がいわれるとおり、天守台の石垣、大天守台と小天守台ともに、本質的な価値として大事な石垣と認識しています。対策設計をしている中で、優先的に、この赤色で着色した石垣、つまり面的な変状があり、来城者の動線に面するところを優先的に、3面の石垣について設計を行っています。その中でも被熱劣化、割れ、剥離などいろいろな症状があるU65でまずは検討したことによって、先生がいわれたように先が見えてきたのかな、と思っています。</p> <p>いつということですが、予算もあつて、時間的なこともあることなので、具体的にいつとはいえませんが、順次行っていこうと思っています。U65以外の石垣についても、U65でほとんどの症状が検討できていると思っていますが、小天守の西側にある大きく割れている築石など、U65にない症状も、ほかの石垣面にあることを把握しています。今後、それぞれの対策について、今まで検討したこと、今まで検討した対策でできるのか、もしくは新たなやり方を検討していかなければいけないのかも含めて検討していこうと思っています。</p>
宮武構成員	<p>今の段階では、担当レベルでは、そうとしかいえないと思いますけどね。特別史跡の構成要素の中でも、一番初期の慶長年間に築かれた石垣はどこに遺っていますか、といったら大天守と小天守なんですよ。</p> <p>最も城郭として、保全を第一優先にしなければいけない石垣について、そのうちいずれなんとか手をつけます、では困ります。やり方に</p>

	<p>ついて見えてきたのであれば、できるだけ早めに検討していただきたいというのが、部会として提起していいと思います。ちょうどこの時期、次年度の事業計画、予算要求という時期でもありますから。次年度、決まった内堀の外まわりの石垣についての補修は目途が立ちます。そうすると、ますます文化財として一番遺さなければいけない石垣の手立ては、無計画のまま残されるのが見えていますから。ぜひこれは、来年度の検討を進めていただきたいと思います。</p> <p>細かい話をもう一つ。みなし栗石という言葉をやめませんか。だんだんこうやって聞いたことのないような、新造語が定着していくとまずいので。さも伝統的な技法にも聞こえるんですよ。みなし栗石だか、栗石もどきか、わからないですけど。これは、あくまでも栗石層の補充材でしょう。裏栗層補充材など、現状に合う名称を考えて。どう捉えられるのか、一人歩きするような名称は、できるだけ避けてもらいたいと思います。</p>
北垣座長	<p>少し時間が過ぎましたが、トイレ休憩を10分くらい設けたいと思います。</p>
	<p>— 休憩 —</p>
北垣座長	<p>それでは、再開いたします。</p>
事務局	<p>先ほど宮武先生からU65以外の石垣のご指摘がありました。今後の展望も含めて、少しお話させていただきます</p> <p>冒頭で、U65は最低限今年度設計をしっかりとめたいということで、お話しました。色の塗ってある天守台周辺石垣については、設計は並行して行っています。今回、これだけの規模の石垣の補修は初めてなので、U65を先行で進めてみて、それも工期が半年なのか、1年なのか、石工さんやコンサルタントの方にも意見をお聞きして、どのくらいになるのか詰めているところです。そういった状況をふまえて、設計を並行して行っています。いいところは、後発の石垣についても、どんどん反映していきたいと思っています。予算のこともありますので、いつなのかという、具体的なスケジュールまでお話できず、心苦しいですけど。そういう考えて行っています、ということだけ補足させていただきます。</p>
北垣座長	<p>宮武先生がいわれていた、石垣のカルテと整合性をもたせながら行っていくことが必要でしょうね。</p> <p>小天守は被熱がひどいということですが、十分な検討がされていませんよね。全体計画の中で、進めるべきところはどこかということ、しっかり検討していく必要があると思います。</p> <p>今、いろいろでている中で、非常に大事なお話は、鉄筋の挿入だと思います。すでに西形先生から、ジオテクスタイル、ジオグリッドの問題について、解説をしていただきました。そこまでいってしまうと、伝統技術が相当量失ってしまうということです。これからの、特別史跡名古屋城として修理の一方法ではありますが。そうなってくると、鉄筋の挿入は、遺構を直接傷つけない、最小限の傷くらいで済むというか。傷つけないことはないですからね。最小限の工法で、調査され</p>

	<p>ていない石垣全体を保存していく、こんな有効な手立てはないと思います。従来は、これまで、わからないことですから。かつて村上天で、そういう事例を見せてもらいましたが、それに対する効果などは、ほとんどわかっていません。そういう点、新しい考え方などが、西形先生をはじめ名古屋城の中でもいろいろ検討が進んでいるように伺っています。これからの文化財としての石垣の現状を、できるだけそのまま延命させていく。そういうようなやり方としては、これは非常に有効な手段ではないかと、今日の対策のところを見ていて、いろいろそういう思いもしました。</p> <p>今日はだいたいのところの話をいただいておりますが、改めて天守台あるいはその周辺石垣の保存の中で、ご意見などありましたら、よろしくをお願いします。</p>
西形構成員	<p>みなし栗石ではなくて、ここのごとこですけれど。文章を見たら、石垣表面の築石間の隙間が小さくて、大きな栗石を挿入できない箇所等について、みなし栗石を充填する。状況としては、わかったつもりですが、これの使い方がちょっとわかりにくい文章なので、隙間の小さい、入れないところに入れるという考え方だと思いますが、実際にどういう施工方法なのですか。</p> <p>みなし栗石の、ここで想定されている工法は、大げさにいうと石垣の構造体としての安定性になっているような気がします。具体的に、どういふ箇所に、どういふ状況で入れるのか。いろいろな変状の種類があるかと思ひます。先ほどのテストをする必要があるというご意見もありますので。具体的にどういふケースに、どういふものを、どういふ石があるのか。いろいろな状況によって異なる気がしますので、そのへんを整理していただけたらと思ひます。</p>
北垣座長	<p>今の、西形先生からのご指摘ですけれど、構造としての安定性といういい方をする、例えば石垣の構成要素。私は、石垣というものは、重量構造物という前提をおいて。重量構造物としての石垣は、大きくいうと、構成要素としては隅角、築石、裏栗石、背後の基礎地盤というか、その周辺も含んでいるわけ。そういうものを、私は考えます。これは、伝統技術として構成している要素、そういう見方をします。</p>
宮武構成員	<p>おそらく西形先生がご指摘された、構造的なというのは、この石垣自体が構造的にならぬかの危険性をもっていて、本来であれば、それを解体して背後から伝統的技術で補うべきところがない。それは、解体ができなくて、隙間が空いているところに、構造的に不安定要素が生じる部分をなんとかねじこんで、それで補完してやることで、構造的な安定性を図る。そういう意味での、構造的といわれたんだと思ひます。</p>
北垣座長	<p>そういうことなんですね。</p>
赤羽副座長	<p>1 ページ目の右下の、石垣の U65 の保存対策の手法に、表があります。3つ、ご質問したいです。</p> <p>みなし栗石の表現の仕方が、いかがなものかな、もう少し考えたほ</p>

	<p>うがいかと思いますのが、1点です。</p> <p>間詰石を補充すると書いてあります。例えば現在、中堀に下に落下した石材がたくさんありますが、そういったものを再活用することを考えているのかどうか。なければ、どういう方法で補充するのか。石材の確保をどう考えているのかなどが、2点目。</p> <p>3点目は一番右に、鉄筋の挿入とありますが、面的な変状が顕著に見られる範囲という意味が、よくわかりません。3ページの図や4ページのオルソ図を見ても、よくわかりません。少し具体的にご説明されたほうが、なるほどなという、鉄筋を挿入する意義がよくわかると思います。</p> <p>その3つをお聞きしたいです。</p>
事務局	<p>1つ目のみなし栗石の名前については、検討いたします。</p> <p>間詰石を補充する石については、堀の中に落ちているものもいくつかあり、これらを使用することも考えていますが、数として、これらで十分とは考えていません。新たに購入することも検討しています。主に砂岩、花崗岩がこのエリアの岩種なので、同じような材料を用いて、見た目など相談しながら決めていきたいと思っています。</p> <p>3つ目の面的な変状についてですが、4ページ目のオルソ図でも、正面からの写真ですとわかりづらいですが、前面に膨らんでいるところ、石材が横に回転しているなどを指して表現しています。</p>
宮武構成員	<p>それは、その各所の断面をつければわかるでしょう。丁寧に資料を作ればわかる話です。</p>
北垣座長	<p>今の中で、鉄筋の挿入です。鉄筋の挿入は、基本的には築石部にします。築石部にやると、それが、勾配で見たら、勾配の部分部分に変形が生じて見える。そういうことでしょうか。一番顕著なところに対して、今のお話では鉄筋を水平に挿入する。そういうことではないですか。</p> <p>今の図面でいうと、赤く3ページに印をつけているところになっている、ということです。</p>
宮武構成員	<p>鉄筋の挿入の話になりましたから、設計の際の検討でいいかと思っていなかったんですけど。3ページの立面図のグリーンのところに表示されているのは、わかります。ただ、通常のはらみの押さえのための鉄筋と、この石垣の場合に決定的に違うのは、対象になる築石によっては丸くなってしまって、ごろた石のように劣化しているものもいくつか入っています。見ると、それは意識せずに、ある程度はらみが大ききところに打ち込んでいる、通常にやるやり方だけの立面図なんです。</p> <p>場合によっては劣化が進み過ぎて、まるで漬物石みたいになっている築石は、2つの鉄筋で挟み込むくらいをしないと、効き目が無いものもありそうな気がします。そういった検討をされていますか。</p>
事務局	<p>築石の表面が丸くなっているところも、確かにあります。接点が奥のほうにあたっていますけど、石垣として決定的に問題かというのと、そうではないと認識をしています。</p>

	<p>鉄筋を挿入する場所ですが、築石の間で間詰が抜けていたり、入れられるところに入れるということを検討しています。実際に入れるときに、介石など重要な石を傷つけることがないことを確認したうえで入れることを考えています。</p>
<p>宮武構成員</p>	<p>確定的な設計までいっていない段階ですから。これから細かい点は、再度設計に反映して、数量に反映してということで、いいかと思えます。はらみがでてしまって、背面まで裏栗がついてきてくれているのであれば、いいと思えます。そうではなくて、後ろに空隙ができてしまっているうえに、いわば空中の間に漬物石が3つ縦に並んでいる状況にあるものも、いくつかあると見えています。これ、同じように間隔を設けて鉄筋を打っても、直接的な、ピンポイント的な効果にならない場合があるので。そういった細部を、現状とあわせた打ち方も含めて、それで工事にあわせていただいたらどうか、という提案です。</p> <p>続けてですが、気になっているのは、これからのスケジュールと手順です。赤羽先生から、先ほどそれを促すご指摘がありました。下にぼとぼと落ちているものの扱い自体が、作業の中ではかなりのウェイトで入ってきます。間詰石だけではなくて、剥離した刻印や、本来取れた場所がわかっているのであれば、そこに最新の接着の方法を使って戻していかなければいけない。工事のときにざっと全部回収して、刻印のあるものを見つけても、どこにあるかわからないです。その場所で対比していかないと絶対わからないですから。そういう作業もでてくる。これについては、こう接着する。これについては、元に戻しようがないから間詰で転用できる。あるいは、被熱が進んでいるからできない。それを、その場で吟味しなければいけないということになります。</p> <p>それと気になるのが、被熱して何十年間の間に、堀底の土が上っています。堀底の表土で隠れていますが、あの中に、被熱した直後の割れたものが表土の中に隠れている可能性が高いです。当然、剥離したのも一緒になって隠れているわけです。それをどうしましょうか、ということです。</p> <p>そして、さっきもお話でた実験の必要性です。岸和田城でされていた、見事な、精度の高いグレードのものが、全部の石に適用できるとは、ちょっとナンセンスすぎるので。そうすると、だされている2ページの他事例による実績の、今のところわかっている3種類の接着方法、安定化方法というのは併用しながら、これについてはセメントで少し粗くなるけど抑えるレベルで、表面の復元については丁寧なエポキシ使ってとか、そういうやり方でもってやっていくかたちで、そうすると、でている立面の中で、この石についてはどの併用、この石についてはこれでやる、この石については徹底してグレードを高くしてやる、というような仕分けがこれから必要です。仕分けるためには、名古屋城の石材で実際に実験してみて、馴染むのはどれか、ということこれからやらなければならないです。</p> <p>手順的には、今年度のコンサルタントさんをお願いしている施工の方向性の報告書の中で、それが盛り込めるとは思えないです。盛り込めさせようとする、契約外の仕事をさせないといけないかもしれない。そのあたりの交通整理です。新年度になっても、そこの部分の検証が追加が必要であれば、当然その期間と予算が必要になってくる。</p>

	<p>ここから先のスキームを固め直さないと、設計図では保証できたけど、施工する手順からいったら、今考えているようなやっかいなことがでてくる気がします。ちょっとコメントをいただければと思います。このタイミングでやっていおかないと、あとが大変かと思います。</p>
西形構成員	<p>先ほどの鉄筋のお話ですが、挿入する範囲はどこか、赤羽先生からお話がありました。想定している鉄筋の挿入は、局所的にふくらんだところに打つのではなく、その領域にほぼまんべんなく、等間隔に近い状態で打ちます。これは、どういう効果かという、解体のときに使ったジオテキスタイルを全面に敷くのと、同じような効果を狙っています。変形の領域にまんべんなく、等間隔に打つことで、全体、その領域の栗石の動きをとめてやろうということです。</p> <p>ジオテキスタイルのように面では入りませんが、棒材、鉄筋の剛性で、かなり固いですから、それで栗石の動きを止める。3ページの図でいくと、上の図であれば5から7の範囲です。この範囲に、割合均等に打つのが正しいと思っています。下の図でいくと、24から28くらいの領域です。この領域に、比較的打ち込める場所に均等に打ち込むのがいいだろうと。その間隔が、基本的には2㎡に1本くらいです。そのへんを目途にして、2㎡に1本ですから1.5m間隔くらいです。それくらいに打てばいいだろうと。土木のほうでは、この工法は地山の補強に使っていますが、その間隔もだいたい2㎡に1本です。経験的な数値ですが、それであれば大丈夫であろうと思っていますので、石垣にもそのあたりを適応できるだろうということです。</p>
宮武構成員	<p>今の西形先生のご説明で、私のほうから少し軌道修正しなければいけないことがあります。目線の問題です。熊本城の飯田丸の高石垣の補修方法について議論したとき、まさしく西形先生がいわれたとおり、大切なことは、崩壊しても上の人が怪我をしないという目的から始まりました。等間隔に打つことで、栗の構成されている石垣というか、背面は崩壊しない。だから、人身事故につながらない。いい方を変えれば、前の石垣面は崩れてもしょうがない。というくらいの開き直りでやらないと、という共有がありました。</p> <p>今、そこを忘れていたというか、失念していたのは、できれば築石も一緒に守れないかなという発想での指摘をしたものですから、話がおかしくなりました。訂正させていただきます。まず優先すべきは、仮に劣化した石垣面が崩壊しても、背面の裏栗から構成されている法面が崩壊を起こさないことが、第一優先です。そのために、鉄筋は等間隔に打っておかなければいけない。そこらへん、再整理をさせてください。それであれば、こういう設計で行う意義はあります。それを、仕様書にもだしておいてくださいね。一番最初の目的として。残酷なように見えますけど、人の命を守るためということに接する場合は、そういう議論を熊本城で確かに行いました。</p>
北垣座長	<p>議論が煮詰まってきたように思います。さらに、ありますか。</p>
赤羽副座長	<p>今日は事務局の方のほかに、現場で行われている石工さんもおみえです。やはり事務方と現場の石工さんたちとの連携を、しっかりとっていただきたいと思います。現場は、石工さんたちの目と腕がものを</p>

	<p>いう世界ですので。そういう方たちと一緒に連携しながら、今日決められたような、方針に基づいてやっていただきたいです。</p>
宮武構成員	<p>確認をいいですか。イメージがどうしても、共有しておかないといけないので。みなし栗石、これは何か紙粘土というか、粘土のようにやわらかいものだけれど、固化すれば石状に固くなるような素材を、手が入るか入らないか、ぎりぎりのすき間から入れて、空洞化している栗石には、その単位を1個ずつ詰め込んで、押し込んで、相互に貼り付くのではなくて、何か絶縁するようなガーゼなどを入れておいて、それが固まったら、それぞれはまった自由な形で安定すると。そういうイメージでいいんですか。</p>
事務局	<p>充填する材料のモルタルは、セメントと砂を混ぜたものを考えています。築石間の隙間がある程度あれば、通常サイズの栗石が手で入れられますが、そうでないところが、やはりあります。そういったところは、少し小さめの砕石、栗石になるかと思えます。それを袋に入れて、モルタルと合わせて、押し込んで、押し込むと形は変形できますので。奥に大きな空洞があれば、そこになじませ、時間が経てば固まると。モルタルと石の大きな塊が中でできていく。それが固まって一体となって、大きな栗石の役割を代用してもらおう、という考え方です。</p>
宮武構成員	<p>効果的には栗石だけではなくて、築石の胴介石とか、臈介石といわれる尻の支えを補完する機能のほうが強くなってきますから。本当に、みなし栗石はやめましょう。</p>
北垣座長	<p>西形先生、今の議論で、それでいいですか。</p>
西形構成員	<p>みなし栗石、これの機能としては、間詰の機能を持っています。もちろん栗石の要素も持っています。それから、築石の部分固める意味合いも持っているという、複合的な意味合いを持っているかと思っています。これの使い方は、ケースバイケースでいろいろ変わってくる可能性があります。そういう意味で、そこを少し整理してほしいという、先ほどお話ししましたが、かなり複雑な、単に石を補強するものではないというイメージを持っています。</p>
宮武構成員	<p>モルタルがいいのかな。素材的にモルタルがいいんですかね。今のところは、モルタルと砂で、お団子みたいなイメージなんですか。 今、結構海中工事とか、水溶性の強い、例えばプールの下に敷いてみたり、鋼板の間の目詰めに使ったり、わりとやわらかいけど素材的には固まると石状になる素材が、ほかにもいくつかあると思います。一番手軽で安いんでしょうけども。せっかくそれを使うのであれば、適宜な素材がもっといいのがあるのではないかという気がしてしまいます。</p>
事務局	<p>モルタルと石ですから、無機質な素材というところです。</p>
宮武構成員	<p>無機質ね。持たなければ意味がないということね。</p>

事務局	そうです。
宮武構成員	持ってくれるか、どうかですね。
北垣座長	今のお話の中で、エポキシ樹脂の取り扱いで、いろいろ実験を直接やってこられた中村石材工業さん、いらっしゃいますね。何か、一言ありませんか。
中村石材工業	<p>エポキシ樹脂は、80年前くらいから使われだしており、文化財では50年前くらいから、朝倉氏遺跡などで使われています。実績はあります。しかしこの20年前から表面では使われなくなりました。それは、いろいろな現象がでてきたのは事実で、剥離する、割れる、劣化するなど、石材の見栄えが悪くなるという問題がでてきました。今回ご提案しました水溶性のものは、接着面と仕上げ面での2重構造にすることでそれらの問題を工夫して使えるようにしました。</p> <p>みなし栗石のお話ですけど、西形先生がいわれるとおりです。本当の主旨は、いろいろな使い方ができるのではないかと、ということ、使用材料が無機質であるということです。栗石を人の手で詰めたのでは弱いから、固まるものを詰めておけばいいのではないかとという考えです。石材の胴込補強にも使える。背面の栗石の補強にも使える。間詰の補強にも使える。場合によっては鉄筋を固定する場合にも使える。いろいろな使い方があると、ご提案していました。それを、皆さんの前で実験をさせてもらえませんか、ということをお願いしました。</p>
北垣座長	<p>わかりました。ありがとうございました。</p> <p>時間が12時になりましたので、いかがでしょうか。今日の話ですが、だいたい了解していただけましたか。</p> <p>それでは、そういうことで、今日の2案については、だいたいご意見をいただいたということだと思います。今日の意見をふまえて、全体整備検討会議にご報告していただきたいと思います。</p> <p>事務局へお返しします。</p>
事務局	先生方からご意見をいただき、実験などを行っていく中で、具体的な施工のイメージをしっかりと共有することも必要だと思います。また、その過程の中で、仕上がりにどのグレードを目指すのか、岸和田城の景石レベルまでは手をかけすぎではないかというご意見もありました。一つの事例としてスライドでお見せしました姫路城のひび割れ補修も参考になるのではないかと思いますので、実験を行う中で、そういったところをしっかりと整理していきたいと思います。
事務局	<p>北垣座長、進行をはじめ、多くのご意見をいただきありがとうございました。本日も、大変熱心な議論をいただき、ご意見をいただいたことに対して、心より感謝申し上げます。本日いただいた貴重なご意見については、今後の検討に反映させていきたいと思っています。</p> <p>以上をもちまして、本日の石垣・埋蔵文化財部会を終了いたします。長時間にわたり、ありがとうございました。</p>