

特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議 天守閣部会（第5回）

議事録

日時 平成29年8月29日（火）10:30～12:00
場所 名古屋国際センター 第一大会議室
出席者 構成員

瀬口 哲夫	名古屋市立大学名誉教授	座長
小野 徹郎	名古屋工業大学名誉教授	副座長
片岡 靖夫	中部大学名誉教授	
川地 正教	川地建築設計室主宰	
西形 達明	関西大学名誉教授	
麓 和善	名古屋工業大学大学院教授	
古阪 秀三	立命館大学客員教授	
三浦 正幸	広島大学大学院教授	

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
住宅都市局営繕部
観光文化交流局ナゴヤ魅力向上室

株式会社竹中工務店
株式会社安井建築設計事務所

議題 (1) 第4回天守閣部会における主な指摘事項と対応状況について
(2) 天守閣復元に係る基本計画書（案）について
・構造計画について

配布資料 ・特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議（第4回天守閣部会）
における主な指摘事項と対応
・名古屋城天守閣整備事業
・特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議 石垣部会（第23回）について
・名古屋城天守台石垣の調査内容について（案）

事務局	<p>1 あいさつ</p> <p>2 開会</p> <p>3 構成員、オブザーバー、事務局の紹介</p> <p>4 議事について</p> <p>最初に資料の確認をいたします。会議次第 A4 が 1 枚。座席表 A4 が 1 枚。会議資料として第 23 回特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議石垣部会の報告として A4 が 1 枚、特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議石垣部会（第 23 回）について。次にホッチキス留めの名古屋城天守台石垣の調査内容について（案）。A3 版のホッチキス留め 1-1 天守台石垣の検証、第 4 回天守閣部会における主な指摘事項と対応が A4、1 枚。続いて基本計画書（案）ホッチキス留め 1 冊、以上です。</p> <p>議事に入る前に、事務局より 8 月 9 日に開催された第 23 回特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議石垣部会について報告をさせていただきます。</p>
	○石垣部会の報告について
事務局	<p>資料については、A4、1 枚のものと、A4 ホッチキス留め 1 部と、穴蔵石垣の修理履歴という A3、こちらの説明をしていきます。なお、当日の議事録については、現在内容の確認中です。内容の精査が終わりましたら個別に配布させていただきます。よろしくお願ひします。</p> <p>まず当日説明いたしました調査について説明いたします。A4 ホッチキス留めの石垣の調査内容について、改めて説明いたしました。前回から石垣の現状把握をするために、目的に合わせてしっかり調査内容を整理すべきだという意見をいただき、そのような内容に整理しました。具体的な内容については、まず 1 枚目、天守台石垣の修理履歴など石垣がたどった変遷を調査する史実調査。石垣の現状を把握するための調査として立面図、縦横断面図、平面図、三次元点群データなどを作成する石垣測量調査。石垣カルテの作成、石材調査、打音調査、レーダー探査などを行う現況調査。そして石垣の根元の状況などを確認するための発掘調査や、石垣の地盤状況を確認するための地盤調査。まずこのあたりを行いたいということを報告いたしました。</p> <p>発掘調査、地盤調査については最後のページ、調査予定位置図で、赤色の所が発掘調査位置、二重丸になった所がボーリング調査位置として提示し、意見をいただきました。この点については真ん中のページをご覧ください。現在の状況は、史実調査については内部穴蔵の石垣調査に着手しています。また後ほど、現在の状況について報告いたします。測量調査は、外部についてはオルソ作成のための写真撮影を行っており、図面作成にも一部取りかかっています。穴蔵については簡易測量しか行っていない状況で、今後詳細調査に取りかかっています。</p> <p>現況調査については、外部については石垣カルテの作成を開始しています。石材、打音、レーダー探査など、穴蔵に関する現況調査について</p>

	<p>は今後進めていく予定です。</p> <p>最後に発掘調査、地盤調査については、文化庁の現状変更許可が得られ次第、内容について着手していきたいと考えています。</p> <p>続いて A3 の資料、史実調査の報告ということで穴蔵の石垣の修理履歴ということで経緯を挙げさせていただきました。こちらについては竹中工務店さんから説明いたします。</p>
竹中工務店	<p>天守台石垣の史実を分析した史料のまとめを説明いたします。A3 版で 19 枚あります。これを部分部分拡大しながら、前方のスクリーンで説明いたします。まず、この資料で対象としているのが、天守台の赤で書いた外側の石垣、地階の穴蔵と言われている内部の石垣について調べたものです。史料をまとめるにあたって大きく時代的な出来事で 7 つの時代区分に、仮に分けています。それぞれについて説明いたします。</p> <p>これ (002 ページ) は創建時から現在までの本丸と天守台の石垣について、修理履歴などの史料をまとめたものです。赤は明らかに天守台の修理が行われたという部分を示しています。ほかの部分については本丸関係の情報であったりしますので、史料によってはそれが本丸のどこなのか、天守台に絡んでいるのかどうか明確でないものもあります。エリアとして天守台に限らず、本丸全体というくくりで評価したものです。</p> <p>最初に創建時から宝暦の大修理までの史料について説明いたします。(003 ページ) これは焼失前の外観写真の事例を紹介しているものです。この時点で一部創建時の石垣も残っている、宝暦の大修理も残っているということで、外部については写真史料が残されています。内部については、現在把握している史料は 2 枚だけです。左が大天守の入口部分の石垣です。これは宝暦の大修理の時に、ここを触ったという記録はありませんので、慶長期の状態が残っているのではないかと思います。右が大天守の地階の南側の灯り取りの窓の下に、細長い所に石垣の写真が写っています。これは元々床板がありましたけども、その床板が剥がれているために、隠されていた部分が見えているということです。これは宝暦の大修理の際にこの窓を新設していますので、その際に改良されたところか、または慶長のまま残っているのか微妙なところですが、江戸期の石垣の状態がわかる写真です。これは創建時の天守の計画時には、現在とは違う出入口の計画がありました。それが現在でもこのような形で、これは大天守の西側の外側の穴の痕跡、こちらは小天守の西側の出入口の痕跡、内側から見た写真です。このような写真が残されています。途中で説明しますが、昭和の修理の時の情報も残っています。</p> <p>次が宝暦の大修理です。(004 ページ) 1750 年代に、大天守の北側、西側を大きく、一旦石垣を取り外して直されています。これは麓先生が昔の描き起こしの絵図を分析されて、図面化されているものです。これは内藤先生の本で、それを立面でこの範囲ということを表されたものです。江戸期の大きな石垣の修理は以上です。</p> <p>次に明治に入って、昭和の戦災で焼ける前までの間で、修理をした履歴はないかと探りましたが、特にめぼしい資料は見つかっていません。一番可能性があるのが濃尾大地震の時ですけども、石垣が写っている写真が 2 枚あります。(005 ページ) 左側の右下部分に、石垣を積み直している状態の写真があります。これは天守の直下の石垣ではなく、小天守の少し西側、お堀に面した石垣です。ここは濃尾大地震ではらみ</p>

が出たので、積替え工事を行っているという記録があります。天守自身については目立った破損やはらみなどの状況は伺えません。

次は昭和の戦災による焼失後です。(006 ページ～) これは焼失後、まだ修理などをしていない状態の写真を集めたものです。航空写真で見ると、ずっと見ていくと外側はだいたいラインは残っていますが、内側の穴蔵に面した部分、所々欠けているような状態です。最近収集した写真では、このようなかたちで具体的に石が焼けただけ、角が取れ、開口部のまわりは崩れている状況がわかりました。これは昭和 30 年代に行われた工事の報告書が最近見つかりました。そのうち工事範囲がこの部分だったんですけども、ここの修復工事をする前の状況を撮影したものです。戦災で焼けた状況ですけども、江戸期からの石垣の状態がわかる写真です。この中に、例えば先ほどの西側の開口部が内側からでも、このような状態で切抜の形跡が認められていたということです。このような戦災で内部の石垣がちょっと危険な状況にあった。これが石垣の外部にも影響を与えそうだとということで、以前にも紹介しましたが昭和 25 年に、赤いラインですね、石垣の内部全体を直す計画が補助金申請用の図面として出されています。(008 ページ) これが計画の断面図です。それは 4 年度にわたって工事されましたが、そのうちの 30 年度の工事について工事の写真帳が出ました。(009 ページ) 工事の着手する前の、工事中の状態、工事が終わった後の状態で、新聞の記事と見比べると青い部分が今回の写真帳の工事に該当します。それらの写真で、エリア別にまとめました。外部で工事中の写真等が写っているものです。これが大天守の内部の工事中の写真です。左側の縦 3 枚の写真について、下から時系列で説明しますと、ここの矢印からここの桁形の裏を見ているアングルになっています。例えばこの角まで、最初の工事で直されているので、白い新しい石に替わっています。ここはまだ直していません。次の年度に、ここも直しましたのでこの辺が変っています。まだここは荒れていますが、最後には礎石まわりの整備をしたという流れが読み取れます。これは小天守側の写真です。(010 ページ) この写真は、ここの折部からこちらを見ているというふうに読み取ってください。

SRC 天守閣を再建する前の状態で、先ほどの修理が終わった状態を実測している図面が残されています。(011 ページ～) 高さなどの寸法が書かれていますが、実際にどこまで奥行の寸法が測られたかというところまではわかっていません。これは SRC 天守閣再建後の竣工図です。RC の躯体の裏に石垣が残されているのが読み取れます。これは SRC 天守閣の工事中の写真です。大天守の北側の部分、現在この辺にはらみがありますけども、この工事中にもケーソンの沈下の工事などの中で、はらむような影響が出たのかモルタルを注入するような工事を行ったという写真です。これが工事中の写真で、外部で 2 つの写真を見ますと、外側の天端、高さにして中の地階に相当する部分をこのようなかたちで、工事の施工状況に応じて取り外しているということが読み取れます。これはプロジェクト X の動画を切り出したものです。これは東側の部分ではらみがあって、ケーソンの工事、はらみというか内側に倒れそうになったので、一旦番号付けをして取り外して元に戻したという状況の動画があります。これは工事中の大天守の内側の写真です。(013 ページ) ケーソンを沈める際に内側についてはかなりのエリアを、先ほど 27 年から 30 年に一度直していますけども、そこをもう一回外すような手順を

	<p>踏まれています。こちらは小天守の内側になります。SRC 閣天守の工事の写真と、その前の修理の写真を見ますと、昭和 25 年の計画では、断面図のように裏にモルタルを入れるとか、根石の下をコンクリートで固めるような計画でしたが、今写真や動画を見る範囲では、このような裏のモルタルとか、コンクリートとかということが実際に施工されている状況というのは確認できていません。</p> <p>これからは現在の状況です。(015 ページ～) 現在、ここの青い部分が一般の見学エリアを通っていて、石垣として直接見える部分です。緑で書かれている部分は、普通には見えませんが、部屋に入る、またはその部屋の外壁の裏から見ると石垣が残っていると想定される部分です。緑の実線部分は隙間を除いて存在が確認されているところです。点線についてはあると思われませんが、今後の調査で確認していこうと思っている範囲です。このようなかたちで、現状の石垣について計測を行い、図面などを作っている最中という報告です。こちらは外側の石垣ですけども、先ほどの SRC 天守閣の工事の時に積み替えているという状況もありますので、焼失前の写真と現在の写真を見比べて、明らかに積み方が変わっているというラインを赤の線で太くしたものです。このラインより上が積み替わっていると確認できているものです。所々、線が途切れているところはまだ、資料不足等で断定しきれないという状態です。こちらは小天守です。こちらは似たような絵ですが、工事中の写真で外している光景がはっきり確認できているというラインを示しているものです。実際よりも前に紹介したように、外している、積み方が変わっているラインがこれよりも広くになっているという関係になります。</p> <p>最後のページですけども、今まで説明いたしました写真の中で、時系列で同じ部位が確認できるというのは、実はあまりありません。その中の内部で数少ないですが、大天守の北側の面について、現在このようなかたちで見学者からも見ることができます。焼失直後は、このような状況で焼けただれていました。それを一旦修理して積み替えて、このようなかたちにきれいにして、SRC 天守閣の再建時には、ここの工事の都合で一度このような範囲を外してということで、昭和の時に 1 回、2 回触れた痕跡があります。資料の説明については以上です。</p>
事務局	<p>当日の議事については以上となります。A4 ペラ 1 枚の資料をご覧ください。こういった議事を出して、主な指摘ということで部会からいただいています。まず 1 点目です。発掘調査の目的は、天守台で一番悪くなっている場所はどこであるのか見極めることが重要であり、部会構成員が現地確認も含めて決めていかなければならないとの意見をいただいています。そのため発掘調査位置については、具体的な場所や大きさについては部会構成員に現地確認を行っていただき、内容を調査したうえで文化庁に相談させていただくこととなります。2 番目になります。調査内容について説明いたしました。市の学芸員の体制について指摘がありました。石垣調査内容に合わせ、市が主体的に進めるための適正な人数を配置するべきとの指摘をいただいています。</p> <p>またその他ということで、今回石垣部会に対して市長よりコメントを預かっていましたので、当日このコメント内容について読み上げさせていただきます。今回も内容について読み上げさせていただきます。</p> <p>『名古屋城の天守閣木造復元に関して、参議院文教科学委員会において現状変更許可にあたっては「現在の石垣の劣化状況等に関する現況調</p>

	<p>査を実施すること」「現在の天守の解体、除去工事が文化財である石垣に影響を与えない工法であり、その保存が確実に図られること」「木造天守の忠実な復元がなされるような具体的な計画内容であること」「木造復元に係る工事が文化財である石垣に影響を与えない工法であり、その保存が確実に図られること」などが必要であるとの発言がありました。私といたしましては、特別史跡である石垣をしっかりと保全していくことも重要であると認識しておりますので、石垣部会の構成員皆様方のご意見を伺いながら、文化庁が指摘しているような石垣の保全について対応していきたいと考えております。どうぞよろしくご審議いただきますよう、お願いいたします。』</p> <p>ということで、改めて特別史跡である石垣をしっかりと保全していくという市長の考えを改めて説明いたしました。</p> <p>以上で第23回石垣部会の報告を終了いたします。</p> <p>質問などがありましたら、お願いします。</p>
麓構成員	<p>少しだけ訂正を。先ほどの石垣の変遷の中の話で、北面と西面は宝暦の大修理で大きく積み直しをしました。その積み直しの際には、元々の石垣の石も使っていますが、それを再加工して合端をかなりきれいに合わせるようにして積み直しをしています。だから一目瞭然で、宝暦で積み直したところは非常にきれいな合端の、石が小ぶりになったような感じに見えるんですけど、そんなふうにして全体を積み直しています。その時に西側の、切抜と今呼んでいるところもちろん、完全に新しく積み直しているんですけど、最後まであそこは穴を開けて残しておいたのは、決して慶長期の図面のとおり残しているというわけではなくて、たまたま位置は合っていますけど、そうではなくて、石垣の積替え工事を行ったあとで建物の本体工事があって、足場も西面の足場は残っていて、建物の内外に入っていく出入口をあそこにはしているんですね。宝暦の大修理の工事で直接天守に入るための、西側の掘りから直接、足場のところから入るための出入口として残して、そこにはちゃんと周囲の石垣は築いて、中に木製の扉をつけて出入りをするということになって。一通り終わった最後に、あそこを埋めたんですね。見方としては宝暦の修理の時に築いたものと見たほうがいいのかと思います。慶長期の絵図に合っているからといって、慶長期のままという見方はしないほうがいいのかと思いました。</p>
事務局	<p>ありがとうございました。その他はありませんか。</p>
西形構成員	<p>外側の石垣については、麓先生から説明していただき、文化財としての修理がきちりなされているという気がしました。この内側のほうですね。これは昭和の時期、27年から30年ですか、この時には大幅に解体されているわけです。その時、どうなんでしょう。慶長であるとか、構造も少し練積みがあったとか、なかったとかという話もありますが。かなり昭和の時に内側のほうは、大きな変状があったと理解していいんでしょうか。</p>
竹中工務店	<p>新聞資料や写真資料でわかる範囲になります。積み直す前に文化庁さんから、ちゃんとした復元をすることという大方針が出て、それで取り</p>

	<p>組んだという記事があります。取り組んでいる最中については、補助金などの申請がありますので、年度ごとに申請はされていたようですが、具体的に中身のやり方についてやりとりされたかどうかというところまでは確認できていません。記事の中では石を8割方取り替えたという記述はありました。具体的にわかっているのはそのくらいで、あとは写真を見て、これを積み直した状態が、昔の石垣なのかどうなのかという判断をこれからしていくことになると思います。</p>
事務局	<p>史実調査も含めて、現地の調査を進めていって、そのあたりもどの程度改変されているのかというのを、今後見極めていきたいと思っています。</p>
川地構成員	<p>一つ確認をしたいんですが、3ページに「名古屋城普請町場請取絵図」というのがあります。これは加藤清正が天守台、慶長15年にやったわけですが、この形、要は最終形と違うわけですね。私がかつての範囲では、確か慶長16年7月から慶長17年10月にかけて、作事と並行して3ページにある天守と御深井が地続きになって、それと小天守の西南に枳形があるというのを修正したと、変更したということがあるわけです。これは2ページの記録に、やはり書くべきだと思いますけども。私は素人ですから、専門の先生方に聞きたいんですが、慶長16年から慶長17年について、天守台の石垣についての変更ということで書くべきではないかと思いますが、いかがでしょうか。</p> <p>ちゃんとした文章が残っているんですね。この修正は、幕府直轄の石工、棟梁、よく言われますけども、穴太衆というグループが行ったという記録がきっちり残っているようですから。何かここに記録しておくべきではないかと思いますが、いかがでしょうか。</p>
竹中工務店	<p>当初の慶長期の工事については、情報自体がもっとありますので、その辺を細かく分割するような表現を今後検討していきたいと思っています。</p>
片岡構成員	<p>先回の委員会で、私は専門外だったんですが、石垣のカーブが懸垂線ではないのかという話を少ししました。今配布されたA3版の12ページを見ますと、下から2番目の左です。石垣は各藩が分担して構築するので共通の尺度が必要であり、ロープを張って懸垂線を作り、それに合わせて原寸図を起こして石垣の修理をしているように見受けられます。当初のものと、どんなやり方なのかどうかわかりませんが、現在の石垣の科学と、それ以前の科学と、そういったものの違いを少し検討されるといいのではないかと思います。内藤昌先生も石垣のことに関して研究論文を書かれていますし、麓先生がいらっしゃるので即答されるかもしれませんが、どう見ても石垣は懸垂線のカーブを利用したように推測します。同じ尺度、同じ手法で、そして最も美しい石垣の曲線を。これは石垣部会の問題ですが。</p>
竹中工務店	<p>画像については、動画なので前後の流れも確認しながら、どのような作業だったのかというのを検討していきたいと思っています。</p>
片岡構成員	<p>実際の施工写真ですね。</p>

竹中工務店	これは動画から画面を切り出した状況ですので、前後の流れがわかるかもしれませんので、それは確認してみます。
片岡構成員	麓先生がいらっしゃるので、ぜひお願いします。
麓構成員	宝暦の大修理の話をしてますね。その時は懸垂線という言葉は一切出てこなくて。石垣の曲線をちゃんと作るんですけど、それは原寸大の大きな石垣の曲線の型板を作るんです。型板を作るために、どういう寸法の取り方をするかというのは、3種類の方法で書いた図面があります。垂直な墨(立水)から一定間隔で上がりながら、その基準線から石垣まで水平方向にいくらかひっこんでいるかというような、垂直、水平で、一定間隔でポイントを出してそのポイントをつなぐやり方とか、石垣の上端から下端まで1本の真っ直ぐな基準線を引いて、その線上で一定の間隔に、基準線から直角に石垣までいくらか離れているかという寸法を書いたりとか。そのようにいくつかの石垣のポイントの出し方をして、それをつないだもの。その大きな原寸の型板を作って、石垣の両側に置いて、糸をはりながらそれに合わせて築いていくというようなことをやっていて。その曲線が、今で言う懸垂線、糸だるみとは書いていないんですよ。
事務局	他はよろしいですか。 それでは、本日の議事に入ります。本日の会議内容については、第4回天守閣部会における主な指摘事項とその対応について、はじめ2点について意見をいただければと思います。ここからの進行については、瀬口座長に一任させていただきます。よろしくお願いたします。
	5 議事 (1) 第4回天守閣部会における主な指摘事項と対応状況について
瀬口座長	石垣の話から離れて、前回の指摘事項からですね。報告していただいて、皆様から意見をいただくというかたちにしたいので、指摘事項と対応状況について説明をお願いします。
竹中工務店	A4で1枚の指摘事項のページで上から説明いたします。4点あります。まず一番上ですが、西形委員より上部構造を補強することで、剛性が強くなってくる。それに対して下部構造に与える影響を検討する必要がありますという指摘がありました。今後検討して結果を報告させていただきます。2番目は川地委員からBIM関係について、BIMのデータは将来の修理の際に利用できるもので、デジタルアーカイブ化をはかってほしい。スプリンクラーなどの設備配管もBIMを使ってレイアウトの事前検討をしてほしいということです。これについては今後、十分な活用を考えていきます。3番目は、瀬口座長、三浦委員の通し柱関係についてです。今後の復元案を検討していくにあたって、通し柱などは史実を明らかにしたうえで、シミュレーションなどの検証を踏まえて、不合理を正しくしていくようにして欲しいという意見がありました。史実の分析

	<p>とともに、復元案として今後検討・検証をしていきます。4番目は、片岡委員、瀬口座長から復元根拠資料についてです。「焼損金具の写真があるが、仕口などは金物から推定できる場合も多いので、調査を深めてほしい。名古屋城総合事務所としても整理してほしいという指摘です。史料の整理と分析を今後検討していきます。</p>
瀬口座長	<p>かいつまんだ指摘になっていますけど。意見、質問はいいでしょうか。それでは議事の2番目の天守閣復元に係る基本計画書(案)について、構造計画についてとあります。</p> <p>これは資料番号か必ずふっていただくといいですよ。今日は5回目だから、資料の5-1、5-2、5-3と、必ずふっていただいて、次回は6-1、6-2、6-3としていただくとありがたいと思います。それでは資料の説明をお願いします。</p>
	<p>(2) 天守閣復元に係る基本計画書(案)について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・構造計画について
竹中工務店	<p>A3版の第5回天守閣部会と表紙に書いてある資料をご覧ください。最初に構造設計の方針です。左側の中央に表2-1-1の耐震安全性の目標と重要度係数ということで、こちらの表は「官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説」から抜粋してきたものになります。建物の重要度に応じて、重要度係数を設定していくというところです。名古屋市さんからは、明確にこうなさいという指示はありませんが、まずここを1.25というところに設定して検討してきた内容を報告いたします。表2-1-2の目標とする構造性能に関しては、今までの資料と変更はありません。中地震時には、最大層間変形角を1/60におさえる。大地震時には1/30におさえる。こういったところで基本的には考えていきます。右側にいきまして、構造解析モデルです。これは前回示しました耐震要素については、接合部もしくは外周の土壁、その土壁の内側に防弾壁があったというところ。内部の板壁については、耐震要素とは見込まず、その中の貫について耐震要素を見込むということを検討してきた結果を前回報告いたしました。少しその内容を振り返ります。</p> <p>2ページをご覧ください。こちらが大天守復元原案の耐震性能です。固有値解析の結果等を示していますが、固有周期がX方向で3.4秒、Y方向で2.98秒という結果になっています。その結果、地震層せん断力を計算していくと、右側真ん中中段の中地震時の結果になります。この中地震時の結果において1/60という層間変形角のクライテリアを、両方向とも満足するという結果を得ています。その下の図は、保有水平耐力比です。1.25という目標値に対しては、両方向とも満足しているという結果を得ています。</p> <p>3ページをご覧ください。こちらは小天守です。小天守の固有周期については、X方向2.03秒、Y方向2.14秒です。中地震時の層間変形角、右側の中段になります。これもX方向、Y方向、1/60以下ということになっています。ただし右下のグラフを見ていただくと、1.25という目標値に対してはX方向、Y方向ともに少し足りない状況です。従って小天守については、ここの目標値をクリアするためには何らかの補強が必要ということ。一番右上の図を見ていただくと、どこでこの耐力が決まっているかというところを示しています。青いラインは地階の荷重</p>

	<p>変形曲線になります。この地階の部分が 1/30 に一番早く到達して、耐力が決まっています。地階の耐力が足りないことがわかります。</p> <p>4 ページをご覧ください。これは前回の結果を受けて、構造補強等を考えてきています。大天守については、現状の検討結果では補強は必要ないということですが、最終的にこれがこうなるというわけではありません。今の検討の中では、という制限付きです。今後の詳細設計、時刻歴応答解析などによる検討を含めたり、実験の結果をフィードバックして、最終的な補強検討につなげていきたいというところです。小天守については、先ほど地階の耐力が足りないという話をいたしました。そこで地階の外周の壁になっている部分に貫を追加したり、サイズをアップして補強を行っていくということを考えてきました。その結果を 5 ページに示しています。まず固有周期については、X 方向 2.01 秒、Y 方向 1.97 秒と若干短くなっています。これで地震力を算定して、中地震時の層間変形角を計算しますと、右側の中段のグラフになります。これに関しては 1/60 以下の変形角ということで、両方向とも満足している状況です。一番下の保有水平耐力比ですが、地階を補強したことにより、上階もおのずと耐力が上がっているということになります。X 方向、Y 方向とも 1.25 という目標値をクリアするというかたちになりました。</p> <p>簡単ではありますが、今回検討してきた内容の報告です。</p>
瀬口座長	<p>前回に示していただいて、特に小天守の部分のところに構造的な課題が残ったので、今回補強方法を入れて提示をしていただいたというかたちになります。補強がこういうやり方がいいかどうかも含めて、意見を欲しいと思います。</p>
小野副座長	<p>大天守に関しては、前と変わらないですね。これは先ほど最後のほうでも説明でもあったんだけど、ここはあくまでも資料を見ますと、2 ページにある解析モデルとして、これでやった結果だから、ここにある耐震要素については、解析モデルの妥当性はすべて実験で検討するんですか。</p>
竹中工務店	<p>主な耐震要素については、実験で検証していきます。例えば貫の接合部であったり、土壁、防弾壁、といったところは実験で検証していきます。また、ほぞ差しの柱、柱頭柱脚になりますけども、ここも主な耐震要素になってきますので、ここについても実験で検証していく予定です。</p>
小野副座長	<p>これはあくまでも仮定の段階ですから。仮定すれば結果は、検査結果として出てくるので。主要だとか、かなり負担するものについては、実験による剛性耐力という妥当性はチェックをしていただきたいと思っています。</p> <p>ちょっと聞きたいのが、前回も聞くのを忘れてしまって、大天守の一次設計の層間変形角が、地階がすごく大きく出ていますよね。先ほど小天守のほうが補強したかたちで、地階の下を補強するというので、変形をあれだったけども。こんなに大きく出る理由を教えてください。</p>
竹中工務店	<p>地階に関しては、小天守の時も少し話したように、地階には土壁、防弾壁がないということで、かなり剛性としては下がる。1 階よりも不利</p>

	<p>な状況にあります。その代わりに、外周に、石垣との間には板壁が入ってきて、そこには当然貫が入ってくるということもあります。貫の剛性よりは、土壁、防弾壁の剛性のほうが上回っているという状況なのかと理解しています。</p>
小野副座長	<p>逆の言い方をすると、地階がやわらかくなって上の入力、という感じがあるので。先ほど言いました検討モデルの妥当性の時は、地階で設定している耐震要素についてしっかりチェックしていただきたいという気がします。</p> <p>もう一つは、重要度係数を 1.25 にされているのは、前から言うように 1.0 でスタートしたけども、この辺は市のほうが 1.25 でいいのか、これだけ現状がいついけば、1.5 くらいまで上げるとか。微妙なところはぜひ、行政的な意味合いでの、何度も話していますけども、判断していただきたい。私としては 1.25 くらいでいいかと思っていますけども。これはいろいろな意味での、工学的な判断ですから、行政的な意味での、クライアントとしての設定の理由みたいなものをちゃんとしておいたほうが、市民に対するいろいろな説明にはいいかなと思います。</p>
瀬口座長	<p>3点ほど指摘をいただきました。ほかにはどうでしょうか。</p>
事務局	<p>重要度係数の考え方について、小野委員の指摘のように市としての方針を決めていかないといけないと思っています。市の耐震計画基準にも、用途によって基準が変わります。一般市民が利用する施設の中で文教施設というものがあります。そちらについては 1.25 という基準がありますので。用途としては、こちらに一番近いのかなと考えています。我々としても用途と、史実に忠実な復元というかたち、このバランスの中で何が一番ふさわしいのかというのは、今後詰めていきたいと思っています。</p>
小野副座長	<p>ぜひお願いします。それと先ほど質問しませんでしたけども、一次設計の時に重要文化財云々と書いてあって、中地震時において 1/60 という層間変形角の設定になっているけども。1/60 というと、天守の頂部で中地震に対してどのくらいの変位なんですか。</p>
竹中工務店	<p>1/60 ですね、だいたい 40m 弱ありますので、60 cm くらいのイメージです。</p>
小野副座長	<p>一次設計で、そうすると二次設計の時にその倍ということ？</p>
竹中工務店	<p>はい。二次設計で倍ということです。</p>
小野副座長	<p>そうなると、いろいろな接合部とか、壁の、先ほど実験でぜひ検証してほしいと思うんですけど、そこまでの変形に対して十分な性能がいろいろなところで確保できているかどうかということも検証につながる。この層間変形の設定がいいのかどうか、ちょっと難しいですけども。当初 1/15 のような話もあって、1/15 は絶対許さないぞと、私は思</p>

	<p>っていたものですから。1/30ということと、1/60ということを含めて、先ほど話しました各要素の性能の確認というのを、ぜひ、していただきたいと思います。</p>
瀬口座長	<p>先ほど市からありました、復元と用途と構造的なバランスをどうとっていくかということになりますので。そういうことを注意して進めていってほしいと思います。</p>
古阪構成員	<p>毎回言っているように思うんですが、熊本地震のような2日間において縦と横に揺れの違う大地震が続いた。性格がまったく違うわけですね。今回報告の分析の仕方というのは、単純に一つの地震が揺れただけの話ですよ。その辺はどういうふうに理解して熊本型のような地震でも大丈夫と判断されたのか。あるいは、中部地方で熊本型の地震が起こる可能性がまったくないんだったら検討の必要はないですが。まさに直近で起こっているわけですから。それらの検証はどういうふうにされているんですか。</p>
竹中工務店	<p>現状で示しているのは、静的な解析です。まだ地震波を入力して時刻歴応答解析をするという段階までは至っていません。当然、時刻歴応答解析を検証する中で、今よりも補強量が増えてくるというようなことは、十分考えられることです。そういった検証の中で、古阪先生が言われる連続して地震が起こった場合というのも、指導していただきながら検証していく必要があるかと思っています。</p>
古阪構成員	<p>私に指導能力はないですが、問題意識はあるので。つまり、構造計画でここでやられているのが静的だとすれば、動的なものを取り込んだ構造計画をやり直す必要があるという意味では、本来工程計画のなかにそれが書き込まれていないといけない案ではないかと思っているんですけど、そうでもないですか。</p>
竹中工務店	<p>時刻歴応答解析をするためには、地震波を作成しなければいけないわけですね。地震波を作成するという事は、その土地のちゃんとした地盤データが必要になります。現状では、その地盤データがありません。地震波ができないという中で、今検証として何ができるのかというところで、まずは保有水平耐力を準用した検証を行ったということです。</p>
古阪構成員	<p>これも前にも言いましたけど、熊本型のような経験はない、それはおそらく日本だけではない。ということは、研究レベルで構造の先生方も解析ができていないと思います。だからと言って放置できないですね。例えば、熊本の地震波を仮に入れてみるとか。そういうことが、とりあえずはできる話で。そういうことは、どうなんですかね。400年持たせるわけですからね。その辺、難しいということと、まったく手に負えないという、いろんなことがあり得るわけで。少しここでも検討をしないといけなんでしょうし、もちろん専門家の先生方も含めて、竹中さんががんばってやるということですけど。非常に気になっています。</p>
竹中工務店	<p>今後の課題とさせていただきます。</p>

瀬口座長	石垣調査工程の中に地盤調査が入っていますよね。その中でやるということですかね。現状変更を9月末までに申請して、それで地盤調査をして、天守閣の地盤がわかれば、今の動的解析は手が付けられるという認識でいいですか。
竹中工務店	ケーソンの中の地盤調査をやっていく段階がありますので、その地盤調査ができれば地震波が作成していける、そこにのってきますので検証をしていくことはできます。
瀬口座長	問題意識にどこまで応えるかということで、それが必要であればそういう調査をしていただかないと、あとでやり直すともっと時間がかかってくるので。それは検討をしていただくと。必要がある認識が強ければ、ぜひ実施をしていただきたいと思います。
小野副座長	<p>補足で、古阪先生の指摘は最もなところはありますけども。法的に言いますと、時刻歴応答の検討が必要な建物にはならないんですね。だから必要ないではなくて。言われたように、保有水平耐力の設計を行ったうえで、時刻歴応答を見て、ある範囲で、いずれにしても入力の問題も仮定もいろいろですから、どのくらいの安全レベルにあるかというための検証を時刻歴応答でやることになるんですね。先ほど重要度係数の話をずっと言っていて、1.0はどれもまずいのと、工学的判断の中で1.25か1.5にするかというのは、逆の言い方をすると、そういういろいろな不確定要素があるので、安全性のレベルを多めに取っておく必要があるのではないかということで、1.0だったら絶対私は許容しないよと言っていた感じで。法的なところとの関係もちょっとあります。</p> <p>なかなか入力地震波を設定するというのも、地盤がわかっている、すべてできるわけでもないところがある。今この地区で言うと、三之丸地震波というのがあります。これも大変設計に対しては厳しい感じの地震波になっています。それも、必ずしも法的なかたちではレベルの安全性をチェックする必要がないことにはなっているんです。ただ何度も言うように、そういう動的な結果も参考にして、いわゆる保有水平耐力のかたちで、先ほどの図にあるように入っていくとしても、もう少し補強しておこうとかいうための資料という意味では重要であります。やっていただきたいです。前に、動的解析をやるというふうに聞いていますので。</p>
片岡構成員	<p>今の意見に関連しますが、天守閣の構造の応答解析用地震波に関しては、告示波があります。応答解析では告示波と神戸波そして東北波の3つを検討するといいいいですね。したがって、告示波でまず検討するというのが、一般性示す一番いい方法かと思っていますけども。これは皆さんの判断次第ですが。</p> <p>それとは別にちょっと思っていることを述べさせていただきます。いろいろいただいた資料ですけども、よく吟味されていて、このとおりにいけば安全性の高い天守閣ができるのではないかと思います。ただこれからいろいろ各論が出てくると思います。特に建物を構成している仕口や継手の評価、あるいは防弾壁などの評価を可能な限り正確にしないと、何をやっているのということになってしまいます。わかる範囲で調査をし</p>

	<p>ていただければいいのかと思います。この前、櫓を見せていただきましたが、中身が見られないので推定でものを見るというかたちになりますけども。したがって、この板壁を一部はがして板壁の構成を調べる必要があります。麓先生はその辺が専門なので、よくご存じなので相談にのっていただき、できるだけ可能な限り正確な耐震要素を仮定して、それで応答解析をするというのが大切かと思います。いろいろ、これから各論に入るの、発言したいことは多くありますが、それは今後の課題で、こんなたくさんの人達の前で検討することもないので、個々にいろいろ議論してもいいのではないかと思います。詰めの段階で一つの方法に決めないで、いくつかの選択肢を持って検討していくという方向性を持たせるといいのかと思います。</p>
瀬口座長	<p>ほかにはどうでしょうか。</p>
麓構成員	<p>小天守がクライテリアを満足していないということで、今回は穴蔵の外周に貫を入れる補強を考えて、これだと満足するというような評価をされています。これはあくまで、一つの考え方の提示だけですよ。実際にこの貫を入れる方法が、一番いいとは限らない。それは強度上の話ではなくて、補強の仕方としてはどうするか。今のクライテリアを満足、正確に診断をしたうえで強度が足りなくなった時に、どう補強するかというのは、またいろいろな補強方法を考えたうえで検討していくという。今回はこれで、仮にこうすれば満足しますという提案をされたけど、念を押しておきたいと思います。</p>
瀬口座長	<p>そうですけど、方向性が今、貫を太くするのか、本数を増やすか、あるいは壁を造るか、いくつか方向性があります。この部会で、何か方向性が出てくればやりやすいかなと思いますけども。何か意見があればお願いします。</p>
麓構成員	<p>わかりました。そういう意味では、本来の構造で行うと、強度が足りないという時の補強方法の一つの考え方として、プラスアルファをなるべくやりたい。何を言っているかという、例えば柱に貫が、最初は上中下と3通りしか入っていなかったとします。それを補強する時に貫をたくさん入れていくと、柱にいっぱい穴が開いていきますよね。将来ももっといい補強方法というのが、これはいつになるかはわかりませんが、文化財として長い目で見た時に、もっといい補強方法があった時に、今回やった補強方法は柱にいっぱい貫穴を開けたんだというような、それは元に戻らない。埋め木をすれば元に戻るかもしれないけども。そうではなくて、本来は柱に貫が3通り入っていたのであれば、なるべくそれを変えないでその柱筋の強度を保つような、他の方法はないか。そういう検討をしたうえで補強案を決定する。よく可逆性があるかないかという言い方をしますけども。いざもっといい方法があるという時には、取れば本来の姿になって、別の方法をプラスアルファで付け加えることができる。それは新築ではなくて、むしろ重要文化財の建造物の耐震診断、補強という時に基本的な考え方ですから。そういう意味からすると、あんまり貫をたくさん入れるということは今やっていないものですから。そういう意味で、原則どっか方向性を出すということから言えば、可逆性があるような補強方法ということになるでしょうけどもね。</p>

瀬口座長	<p>本数を増やすのはやめて欲しいということです。太くするかどうかというのは、一つの議論としてあるかもしれないし、壁をつけるかどうかは、一応文化財的復元というか、史実に忠実なということが前提になっているので。見てくれができればいいということではないと思うので、まずそれを考えて、それを前提にできる、できないというふうにしたほうが、多分手戻りが少ないかと思います。</p>
小野副座長	<p>今瀬口座長が言われたことと似ていますが、どうしてもここを補強しなければいけないとかなると、この面に水平抵抗の構面を設けるか。それは筋違なり、壁なり、あるいはデバイス的なものを入れるかということになるんですけども。ただ、竹中というか、このかたちでやったのは見た感じ、壁だとか、変なデバイスなどを入れたりすると、見た時のかたちが非常に伝統木造風でなくなる可能性があるわけですよ。多分それを考えられたのではないかと思うんですけども。</p> <p>この補強について、今、貫の補強になっていますけども。これは原則的にどのレベルで、我々は承認をしていくことになるのでしょうか。これはこれとして、先ほど片岡さんも言われたように、いろいろな方式が考えられて、それがどうなるかというのをもう少し事例で検討されると判断しやすいし。何がいいかって。</p>
瀬口座長	<p>そうですね。場所によると、前回の時に小天守は人が通らないし、見えないところの補強であれば問題ないのではないかと、一つの考え方で、見えないところはどうかと。それも、今回の小天守の場合は見えないところで可能かなというのが前提になっています。</p> <p>もう一つは、今言われたように、見えないようにしたほうがいいのかどうかというので、付加したものが見えてもいいんだという考え方もあります。むしろ見えないようにして元々のものを変えてしまうよりも、元々のものがあって付加したものはこうついているという考え方があるので、その辺はケースバイケースでやらざるを得ないと。小天守の場合は前回の指摘で、見えないところもあるので、それでもいいのではないかとというような方向だと思っていたので、発言しました。</p>
三浦構成員	<p>小天守のこの部分は、金蔵と言って銭を入れていたところです。細かい部屋に仕切られていて、内側に化粧板が張ってあります。その化粧板の裏側のところはまったく見えません。竹中さんが今出した案は、例えば貫を入れたらこれくらいになりますよ、というくらいにしか私は思っていない。別に貫にする必要はありません。ただ貫は3段くらい、どうせ入っていたでしょうから。ただ、貫だらけにするのは変です。貫の太さを太くすれば柱に穴が大きくなりますから、貫と貫の間のところに補強材を入れたほうが良いことと、どうせ化粧板は表にきていますから裏は絶対見えませんので、臨機応変にうまく補強されれば良いのではないかと思います。</p>
瀬口座長	<p>手戻りを少なくしていきたいと考えます。ほかにはどうでしょうか。</p>
片岡構成員	<p>こういった耐震性能の評価、特に地震ですけども、耐震性の。現状は</p>

	<p>比較的正確にできるとは思いますけども、将来100年後、200年後、この天守閣は必ず文化財になっていくと思いますけど、その時に、そこで認められる耐震性能というものを満たすかどうかというあたりの予測値として算定しておくといいと思います。</p> <p>木というのは新しい時と、100年後、200年後というのは材料自体の力学的性能が変わっていくわけです。根本的にRC造やS造との違いですね。そういったことを見極めながら、長年月にわたって名古屋城の天守閣は安全性が確保されているということ。数百年後も構造性能が確保されるということを予測しておくことが重要かと思えます。</p> <p>したがって現状の1/30 rad.というのは、その値が妥当かどうか。現状の判定基準としてですね。これもしっかり吟味しておいていただきたいと思います。現在、文化庁の耐震性能評価では、確か1/20 rad.でしたね、層間変形角が。そういうふうに決められていますけども。少なくとも200年後に、その値はクリアできるか。基準は変わるかもしれませんが。木は生きものであるということ、当然認識されていると思いますけども、そういった観点から今後、こういった構造を、構造解析評価として進めていただく必要があると思います。希望であり必要要件です。</p>
瀬口座長	<p>ほかにはどうでしょうか。</p> <p>前回に出されたもので、構造計画については、残された課題というのは、地盤調査をして動的解析に進んでいくということの方向が一つ指摘されたと思います。やり方についても、いろいろ指摘をいただいたと思います。上部構造については、ほぼ方向としては一歩前進している。ただ前回西形先生から指摘があったように、上部構造と下部構造の関係というのは今後の課題です。今日、石垣の資料を出していただいて、相当手が加えられているので、そのあたりをどう評価していくのかということが課題になってくると思います。</p> <p>ほかには、特にありますでしょうか。なければ本日の議題をこれで終了いたします。進行を事務局のほうでお願いします。</p>
事務局	<p>瀬口座長、構成員の皆様、ありがとうございました。本日いただいた意見を基に、名古屋城天守閣の整備を進めていきたいと思えます。今後も指導、助言のほどよろしく願いいたします。以上で本日の会議を終了します。長時間にわたりありがとうございました。</p>