

特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議 天守閣部会(第16回)

日時：平成31年2月14日(木) 13:30～16:30

場所：名古屋能楽堂 会議室

会 議 次 第

1 開会

2 あいさつ

3 報告

- ・現天守閣の解体について[資料-1]

4 議事

- ・第15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[資料-2]
- ・構造実験について[資料-3]
- ・橋台の剣塀について[資料-4]

5 その他

6 閉会

特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議 天守閣部会（第16回） 名簿

日時：平成31年2月14日（木）13:30～16:30

場所：名古屋能楽堂 会議室

（敬称略）

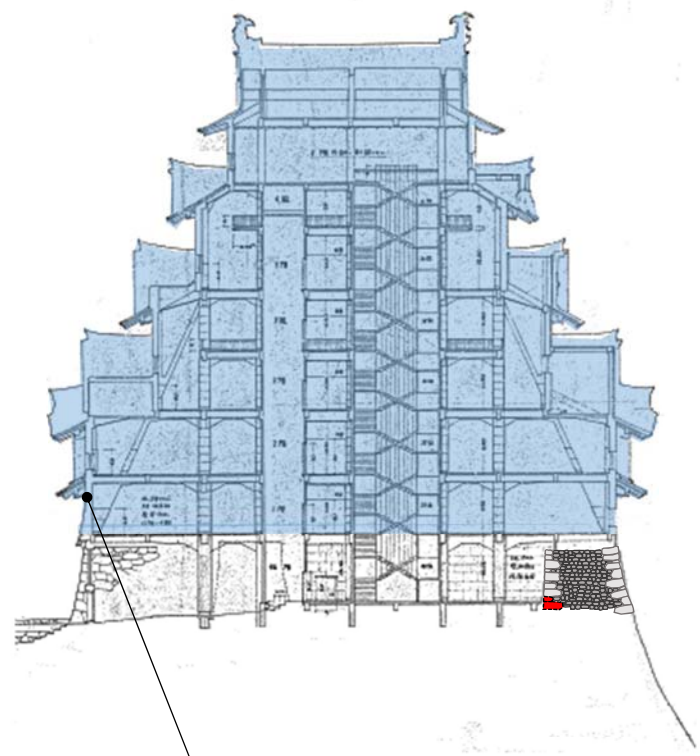
■ 構成員

氏名	専門分野	所属等	出欠
小野 徹郎	建築学	名古屋工業大学名誉教授	出席
川地 正数	建築生産	川地建築設計室主宰	出席
瀬口 哲夫	近代建築史、まちづくり	名古屋市立大学名誉教授	出席
西形 達明	地盤工学	関西大学名誉教授	出席
麓 和善	建築史、文化財保存修理	名古屋工業大学大学院教授	出席
古阪 秀三	建築生産	立命館大学客員教授	出席
三浦 正幸	日本建築史、文化財学	広島大学名誉教授	出席

・オブザーバー

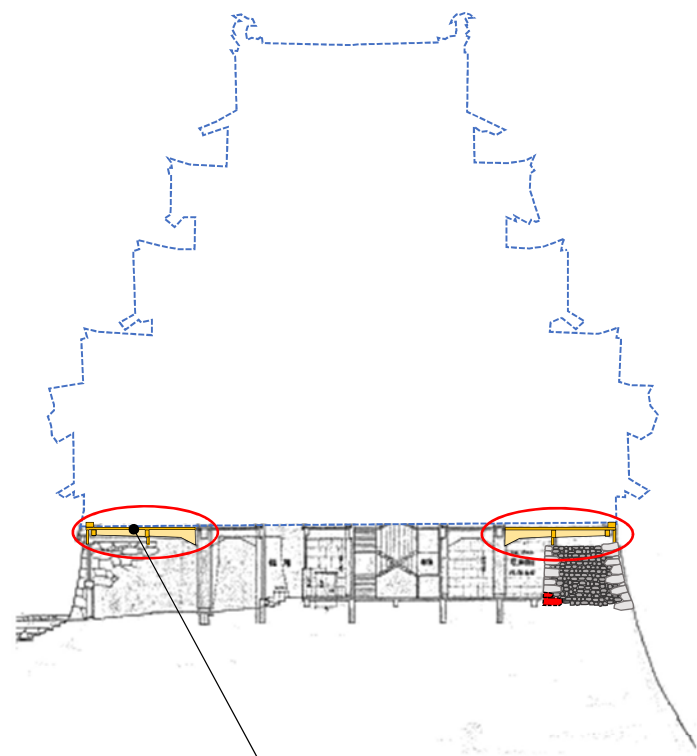
氏名	所属等	出欠
洲崎 和宏	愛知県教育委員会生涯学習課文化財保護室室長補佐	出席

現天守閣解体の手順イメージ図（全体）



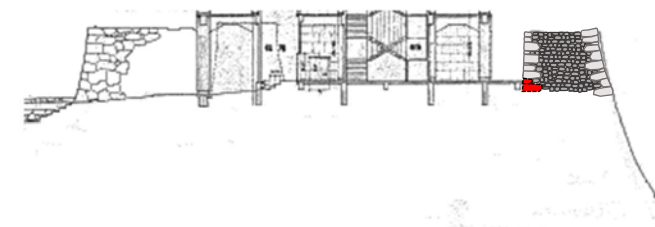
地上部分1階床スラブより上部を解体撤去（水色）

STEP 1

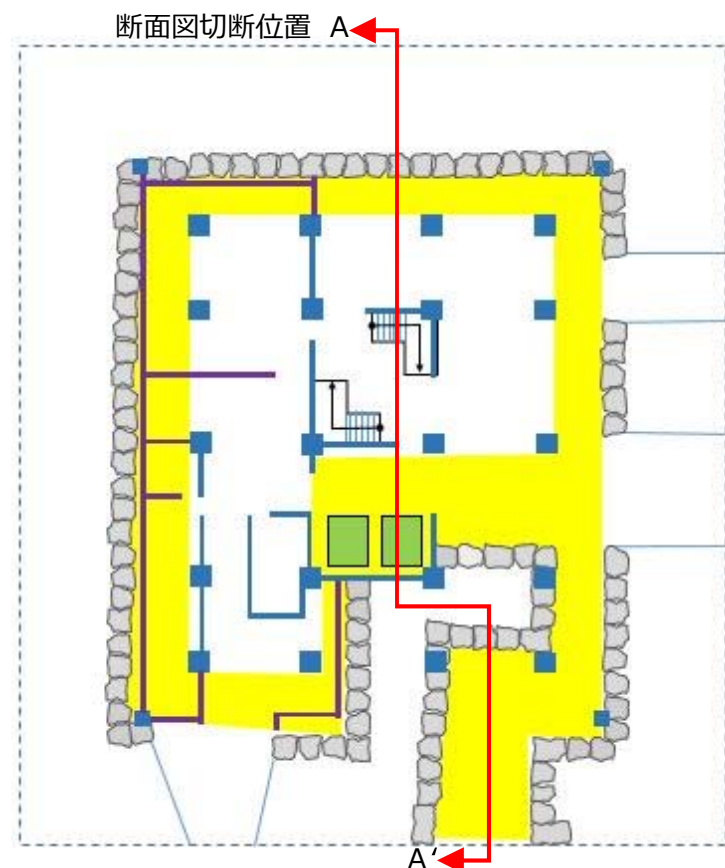


解体撤去する1階の跳ねだしスラブ（橙色）

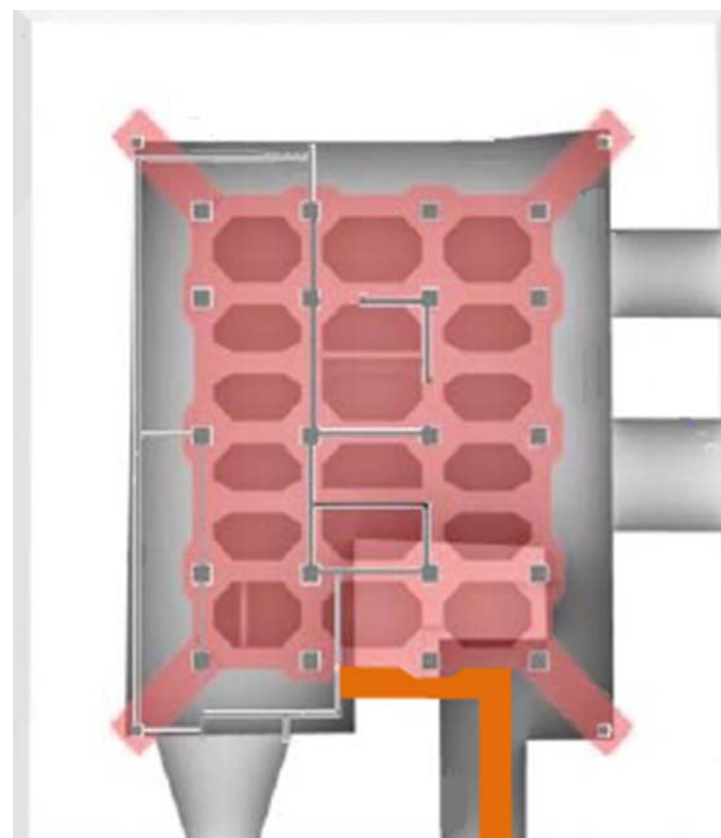
STEP 2



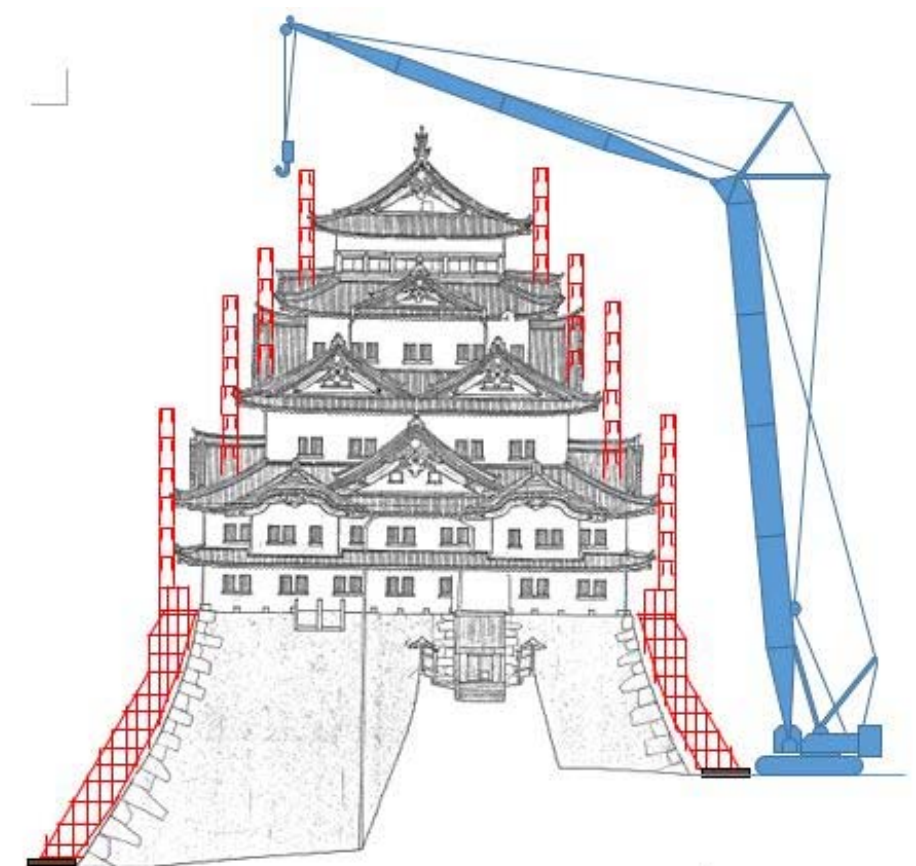
解体完了



穴蔵平面図



現天守閣基礎平面図



現天守閣解体時の外部足場イメージ

現天守閣の解体工事に伴う石垣への影響について

1. 仮設建築物（構台・棧橋等）の設置による石垣への影響について

① 仮設建築物の設置計画

仮設建築物は掘削を伴わないべた基礎または布基礎の形状の置き基礎とし、地盤へ作用する荷重を分散することで遺構への影響を抑える計画とする。現状地盤は土木シートで養生し、山砂で盛土し、その上にコンクリート基礎を設ける計画とする。

また、内堀においては、遺構及び石垣への影響をできるだけ少なくするために、軽量盛土にて埋めて保護する計画とし、仮設建築物の設置による荷重を分散させ、かつ石垣の変状を抑制する方法とする。

② 石垣への影響

仮設建築物の設置に伴う石垣根入れ部の沈下量は、およそ4.7 mm、変形勾配は最大0.6/1000程度であり、石垣の孕み出しに対する警戒値（高さ10mで水平方向に60cm：6/100）と比較して小さい結果となった。

2. 現天守解体による天守台石垣への影響について

現天守閣解体に伴う建物荷重（12,000ton）を除荷した場合、大天守のケーソンの先端部分となる深度（GL-26.6m）において最大約7cm、ケーソン外端の位置で約2cm、石垣上端の位置で約1mmのリバウンド量が生じる結果となり、影響は小さいと考えられる。

3. 工事振動等による石垣への影響について

現天守閣の解体工法は、解体片の落下による石垣や遺構の毀損を回避するとともに、遺構及び石垣への影響に配慮した発生振動の小さい切断工法によるブロック解体を主体的に採用する。その結果、大きな振動を与える一般的なブレーカーを使用する解体方法と比較して、石垣へ振動影響を低減させることができる。

上記より、現天守閣解体工事に伴う石垣への影響は比較的小さいと考えられるが、割れている築石や孕み部分があるため、石垣のモニタリングにより監視し、常時対応できるよう体制を整え、変状が発生した場合には必要な対策を行うこととする。

○モニタリングについて

- ・モニタリングは有識者に意見を伺い、具体的な計画を策定する。
- ・石垣変動のバイオリズムを事前把握の上、石垣の変状発生を目安とする。
- ・割れている築石や孕み部分は計測対象として監視する。仮設建築物設置による影響を最も受ける部分（軽量盛土下部、軽量盛土上部）も、計測地点を設けて監視する。

(1)遺構に配慮した仮設建築物

① 基礎計画

現存天守閣の解体工事のために特別史跡内に設置する仮設建築物である構台・棧橋等は、遺構及び石垣への影響をできるだけ少なくするために、内堀においては軽量盛土による埋めて保護する計画とする。また、本丸・御深井丸では掘削をせず、構台・棧橋等の荷重による影響を抑える基礎計画とする。

また、仮設建築物である構台等は、小断面材材で構成するブレース構造とする等、軽量化を図る。

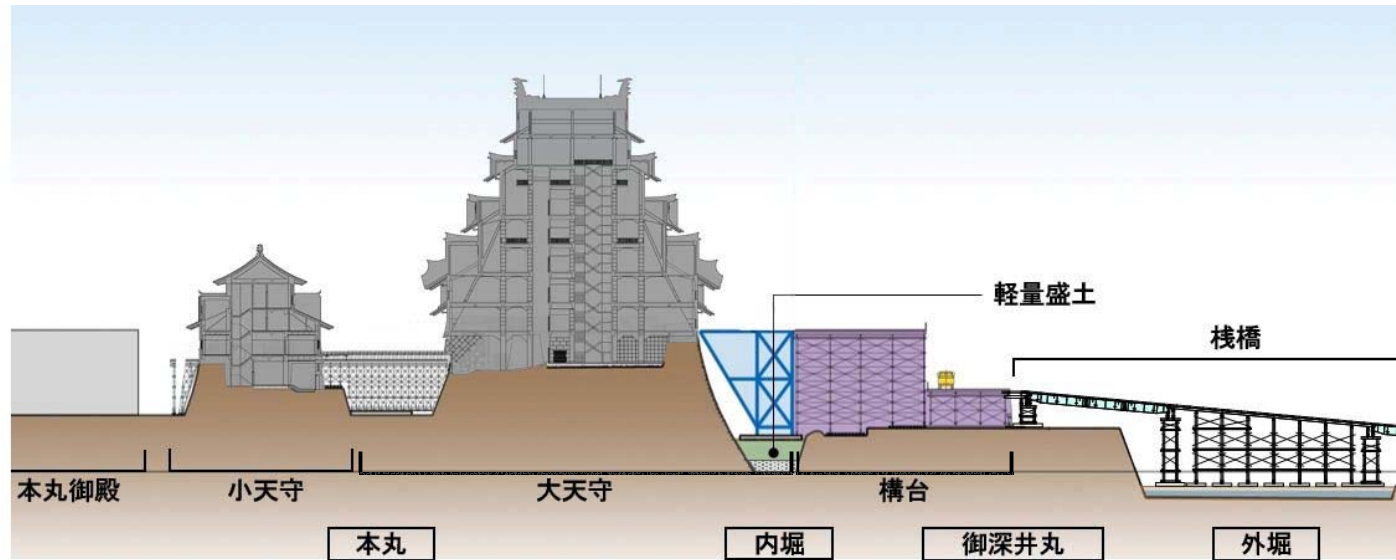


図2-2-10 構台・棧橋等設置イメージ図 (上部架構は、実施設計を通じて今後の検討事項)

1) 掘削のない基礎計画

構台・棧橋等は特別史跡内に設置するため、遺構面に対する掘削や杭の打設ができない。そのため構台・棧橋等の基礎は掘削を伴わない置き基礎とし、べた基礎または布基礎の形状とし、地盤へ作用する荷重を分散することで遺構への影響を抑える計画とする。内堀は水捌けが悪いため集中豪雨時の浮き上がり対策として砕石排水・帯水層を設け、緊急時には外堀に放流する。本丸側では、現状地盤を土木シートで養生し、山砂で盛土し、その上にコンクリート基礎を設ける計画とする。

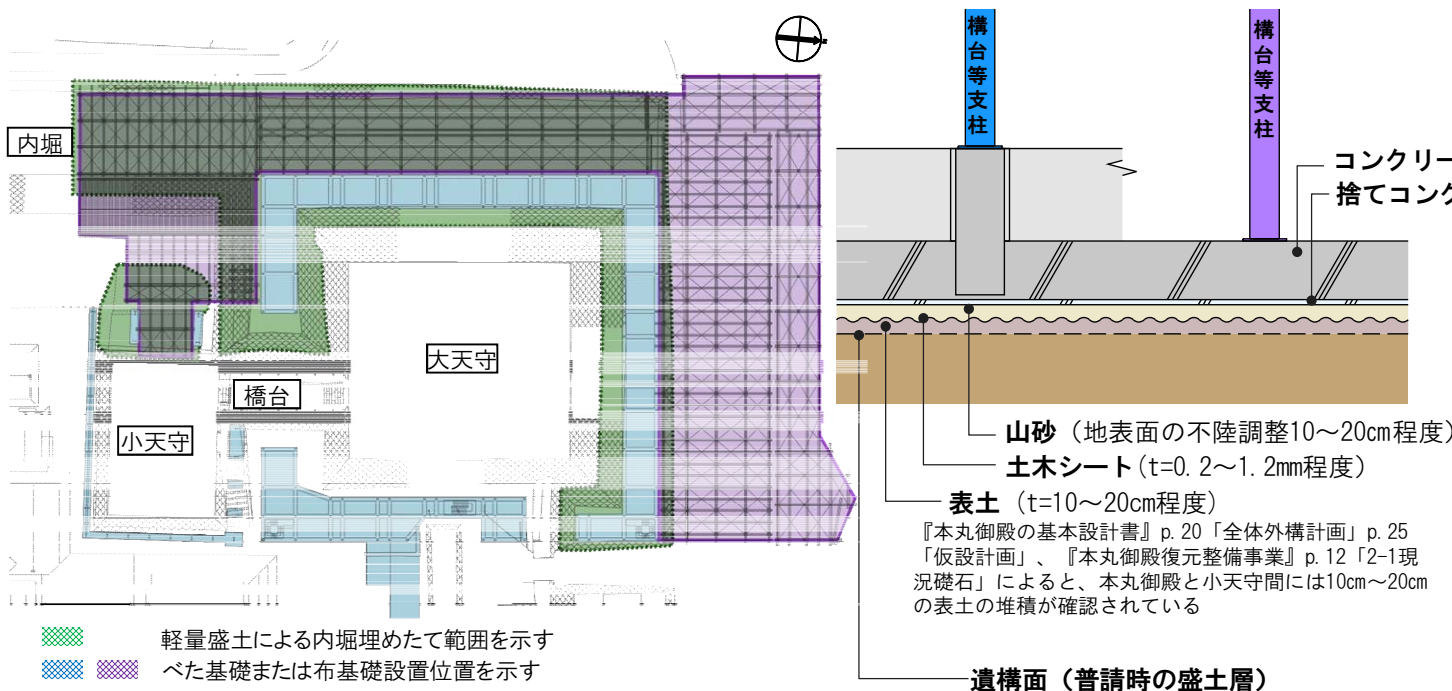


図2-2-11 仮設建築物(軽量盛土・基礎)設置範囲

図2-2-12 遺構保護断面図(本丸・御深井丸の基礎部分)

2) 内堀石垣等遺構への影響の少ない基礎計画

構台・棧橋等を設置すると基礎底部に荷重がかかり、内堀底の地盤面に直接、基礎を設置すると、地盤の強度が不足するため、石垣や遺構に悪影響を与えることが懸念される。

今回、構台・棧橋等からの荷重を分散させ、かつ石垣の変状を抑制することで遺構や石垣への影響をできるだけ少なくする方法として、内堀を軽量盛土工 (EPS工法) ※にて埋めて保護する計画とする。この工法 (内堀保護工) により構台・棧橋等の設置による荷重を分散させ、石垣の変状を抑制する方法とする。

※軽量盛土工 (EPS工法) : 軽量かつ耐久性、耐圧縮性に優れたエスレンブロック (発泡スチロール) を積み重ねて盛土する工法で、盛土荷重による周辺地盤沈下等の影響を軽減できる工法で、全国的高速道路、護岸工事等で多くの施工実績がある。

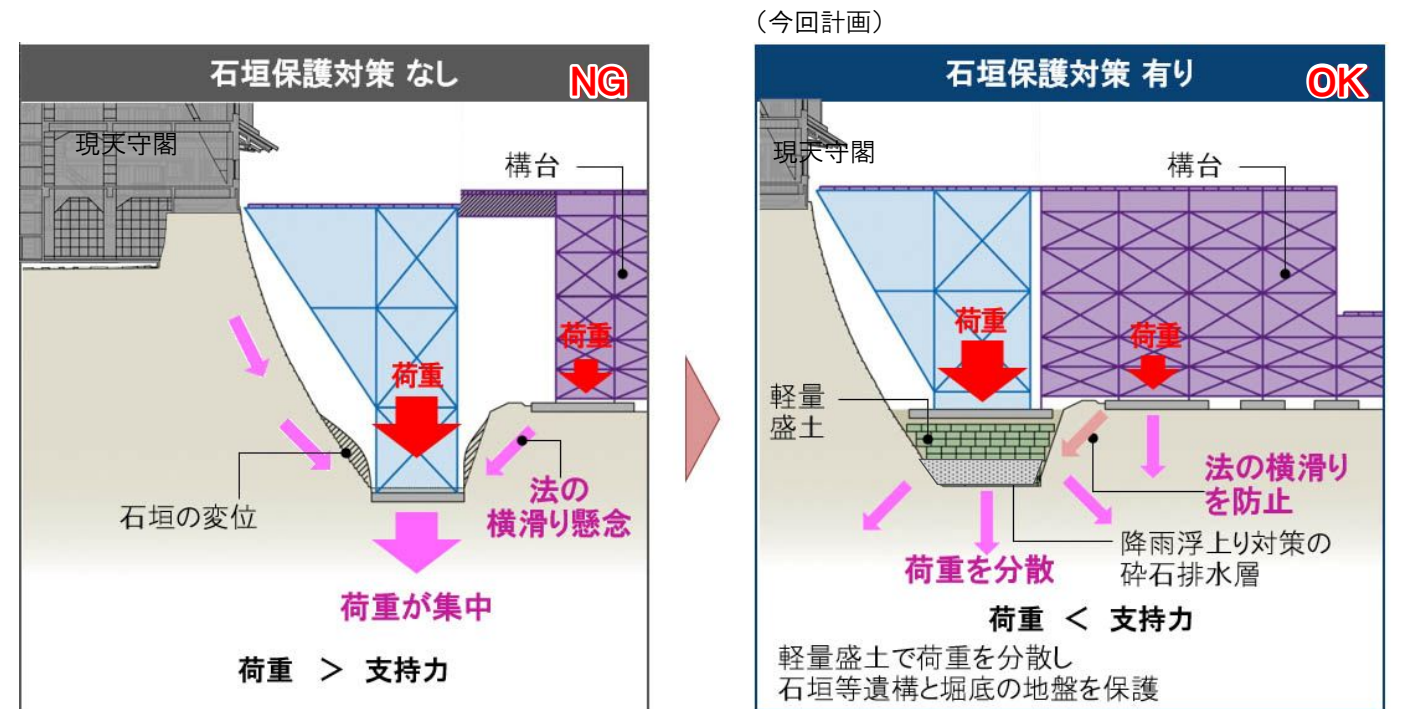
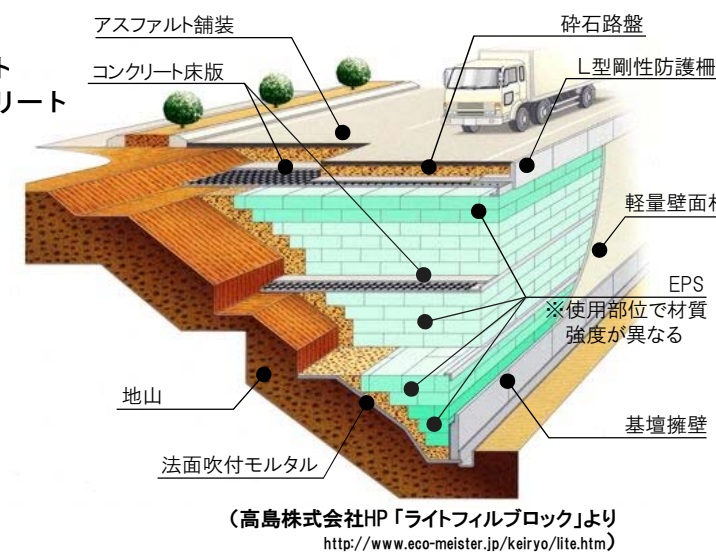


図2-2-13 内堀に基礎を設置した場合の荷重伝達と石垣への影響(イメージ図)



(高島株式会社HP「ライトフィルブロック」より <http://www.eco-meister.jp/keiryo/lite.htm>)



(株式会社ジオテックHP「発泡スチロールを用いた超軽量盛土工」より <http://www.geotech-co.jp/business/works/dodome/dodo02.html>)

図2-2-14 軽量盛土工の計画例

図2-2-15 軽量盛土工の施工例

② 影響の検証

[検討結果]

構台・棧橋等の設置が、内堀内の遺構および石垣に与える影響について解析により検討した。その結果（図2-2-21）より、構台・棧橋等の荷重による遺構面（堀底-70cm付近）の沈下は2.6～6.4mm、変形勾配は最大0.8/1000程度であることから、遺構および石垣への影響は少ないものと考えられる。

また、石垣においても、石垣根入れ部の沈下は4.7mm、変形勾配は最大0.6/1000程度であり、構台・棧橋等の設置による石垣への影響は小さいと考えられる。

仮設物及び軽量盛土除去によるリバウンドの影響については、現状位置に近づく方向に戻るため、変位量、変形勾配ともに設置時の解析結果より小さくなるため、遺構面や石垣への影響は小さいと考えられる。

[検討内容]

解析は、下図に示すFEM解析モデルを用い、地盤条件は近隣及び既存の地盤調査に基づき定めた。内堀の表層には、既存のボーリングデータから、70cmの2次堆積土が存在するものとした。栗石の剛性は3ケースを想定し、パラメータスタディーを行った。

解析の結果、遺構面と考えられる内堀の2次堆積土の下面における沈下量はおよそ2.6～6.4mmであり、変形勾配は最大0.8/1000となった。これは、建築基礎等のコンクリートひびわれ幅の限界値である1/1000～2/1000と比べて小さい数値である。また、石垣根入れ部の沈下はおよそ4.7mm、変形勾配は0.4～0.6/1000程度であり、石垣の孕み出しに対する警戒値（高さ10mで水平方向に60cm）と比較して小さい結果となった。

[今後の課題]

今後の石垣詳細調査、ケーソン部分の地盤調査結果に基づき、地盤構成や定数の見直しを行うとともに、石垣と栗石等の境界条件を整理し、確認解析を実施する。併せて工事中の計測管理を行う。

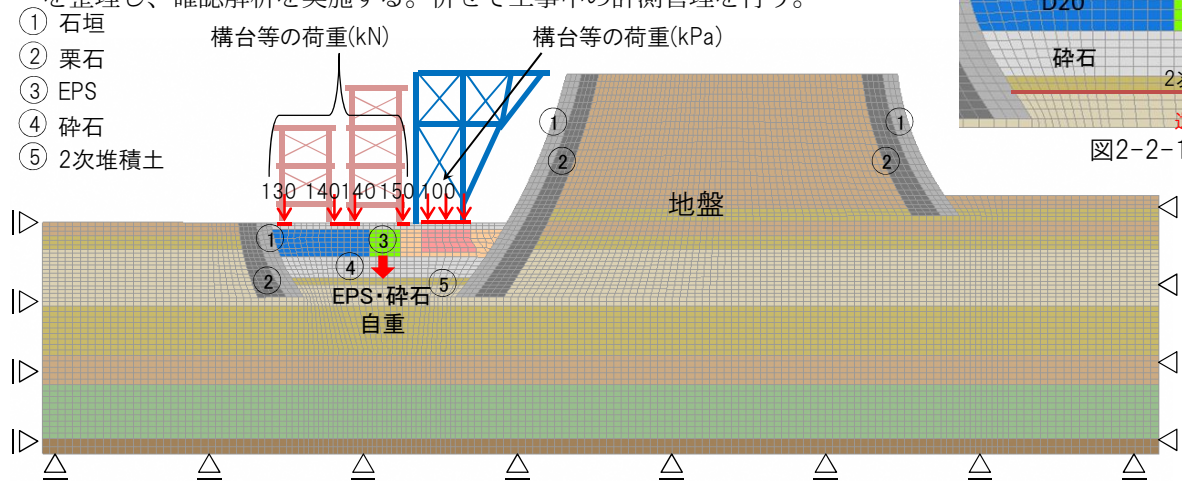


図2-2-16 解析モデル

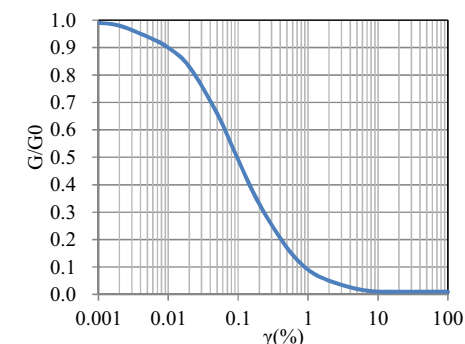


図2-2-18 解析に用いた石垣内部の地盤の非線形特性

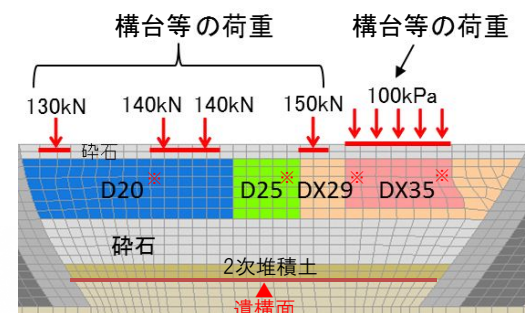


図2-2-17 EPS割付図

※D20、D25、DX29、DX35はEPSの材料種別であり、各材料の物性については次項の表2-2-4に示す。

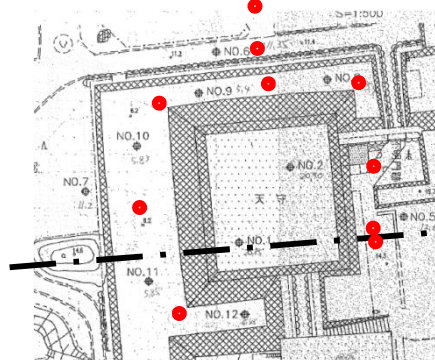


図2-2-19 名古屋城ボーリング配置図と解析モデル位置

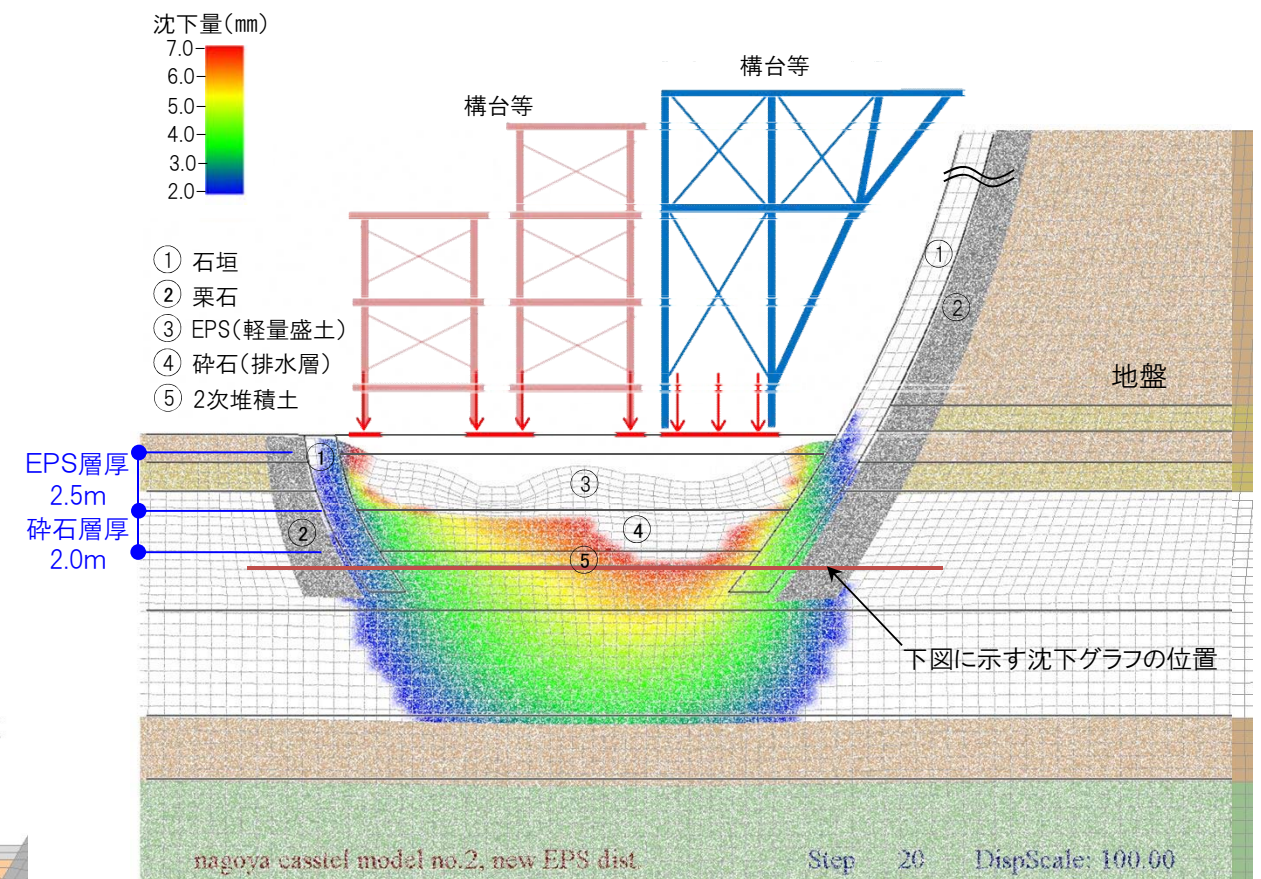


図2-2-20 断面モデルの地盤変状グラフ

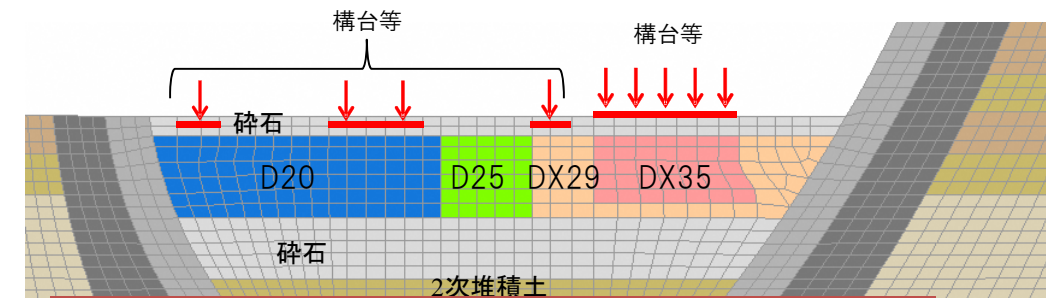
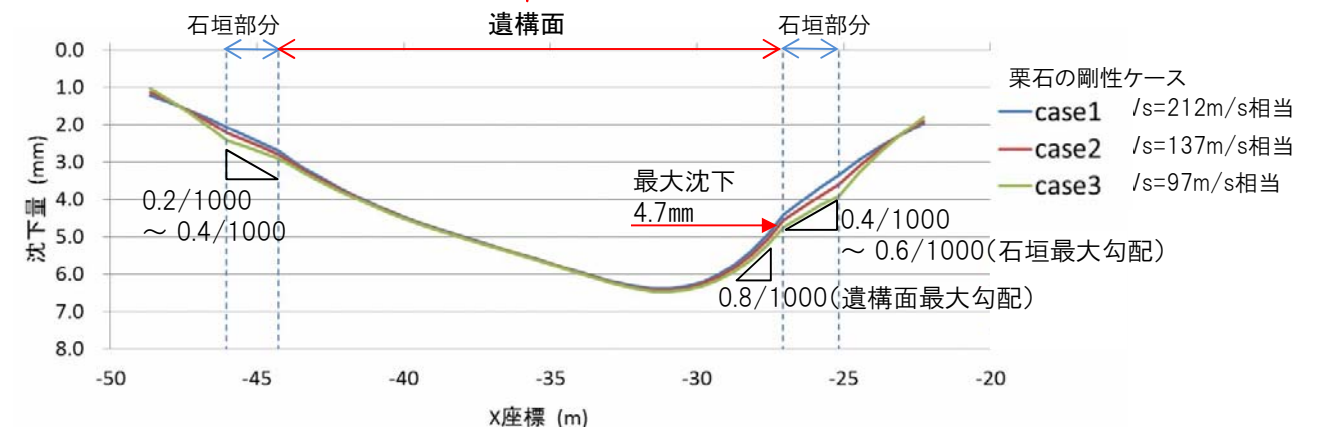


図2-2-21 2次堆積層下面の沈下グラフ



[検討結果の応力状態]

EPS層で最大111kPa (=111kN/m²)程度、遺構面および2次堆積土で112kPa (=112kN/m²)程度の鉛直応力が発生することがわかる。

また、EPS層でのミーゼス応力は最大で54kPa (=54kN/m²)である。

※ミーゼス応力は、鉛直応力とせん断応力から計算される応力

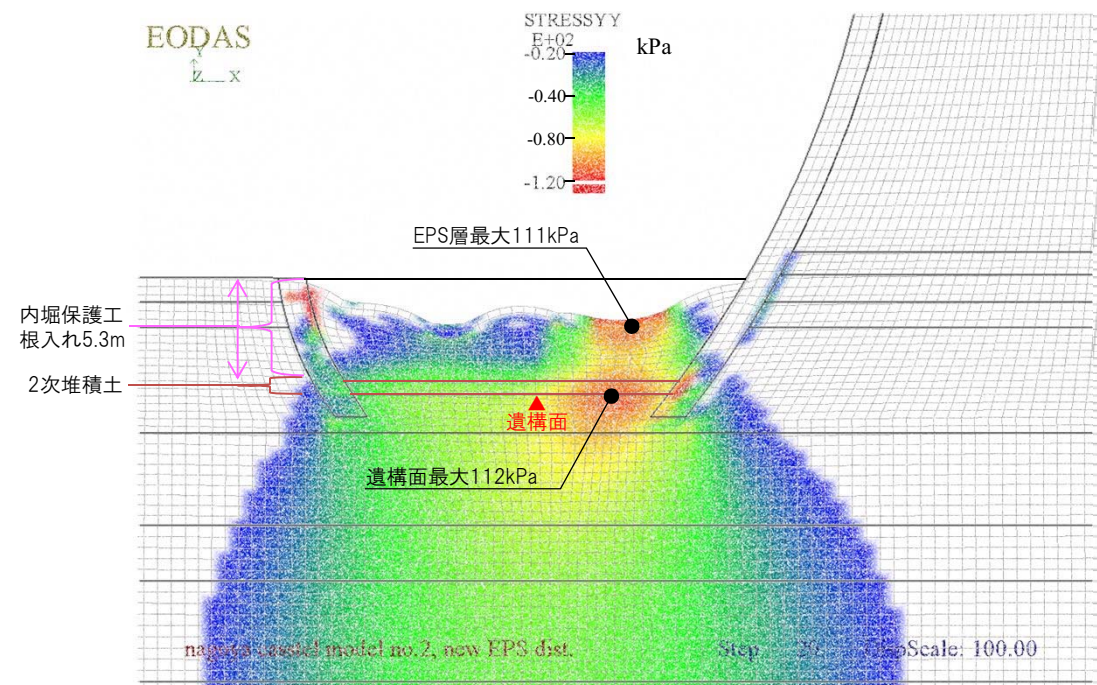


図2-2-22 鉛直応力のコンター図 - case2(栗石 E=1.0×10⁵ kPa, Vs = 137 m/s相当)

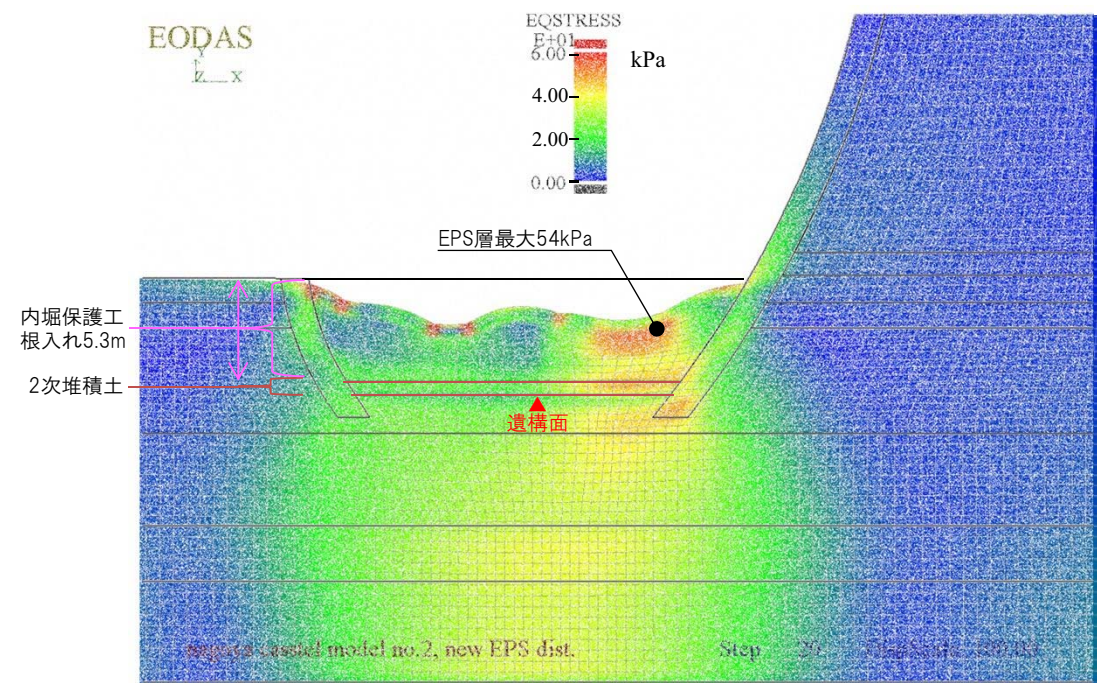


図2-2-23 ミーゼス応力のコンター図 - case2(栗石 E=1.0×10⁵ kPa, Vs = 137 m/s相当)

[EPSの応力照査]

EPSの支持力は、各材料の最大鉛直応力以上の許容圧縮応力をもつ材料を使用することで満足する。また、せん断応力については、許容圧縮応力/2≥最大ミーゼス応力となる材料を使用することで満足する。

表2-2-4にEPSの各材料物性と最大発生応力を示す。今回の解析結果より、EPSの各材料強度が条件を満足していることを確認した。

表2-2-4 EPS材料種別毎の各材料物性と最大応力

項目	試験方法	単位	材料種別			
			DX-35	DX-29	D-25	D-20
単位体積重量	JIS K-7222	kN/m ³	0.35	0.29	0.25	0.20
許容圧縮応力	—	kN/m ²	200	140	70	50
品質管理圧縮応力	JIS K-7220	kN/m ²	400以上	280以上	140以上	100以上
許容せん断応力	—	kN/m ²	100	70	35	25
最大鉛直応力	—	kN/m ²	111	92	33	45
支持力判定	—	—	200 > OK	140 > OK	70 > OK	50 > OK
最大ミーゼス応力	—	kN/m ²	54	43	15	22
せん断力判定	—	—	100 > OK	70 > OK	35 > OK	25 > OK

[内堀表面の支持力について]

空堀下の埋土層はN値7程度のローム混じり砂である。内堀保護工の根入れが5.3mあるものとして、基礎指針により地盤支持力を算定した。国土交通省告示の極限支持力式より、

$$q_u = i_c \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c + i_y \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_y + i_q \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q = 1055 \text{ kN/m}^2$$

ここに、 $\alpha = 1.2$ (正方形)、 $\beta = 0.3$ (正方形)、

$$\gamma_1 = 18 \text{ kN/m}^3, \quad \gamma_2 = 18 \text{ kN/m}^3, \quad \text{粘着力 } C = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{内部摩擦角 } \phi = \sqrt{(20 \times 7) + 15} = 26^\circ \text{ より、} N_c = 20.7, \quad N_y = 6.8, \quad N_q = 10.7,$$

$$B = 1.0 \text{ m と仮定、荷重傾斜による補正 } i_c = i_y = i_q = 1, \quad D_f = 5.3 \text{ m}$$

長期支持力は $q_u/3$ なので、

$$1055/3 = 351 \text{ kN/m}^2 > 112 \text{ kN/m}^2$$

よって、鉛直荷重に対して遺構面の地盤は十分な支持力を有する。

[内堀表面の2次堆積土(軟弱粘土層)の絞り出し破壊について]

EPS層と内堀表面(遺構面)の埋土層には、約70cm程度の2次堆積土があり、軟弱粘土層と評価できる。日本建築学会の建築基礎構造設計指針p.116~118により絞り出し破壊の検討を行った。

$$q_u = \alpha \cdot c \cdot (4.14 + (B/2Hc)) = 354 \text{ kN/m}^2$$

ここに、 $\alpha = 1.0$ (連続基礎)、 $c = 20 \text{ kN/m}^2 (= q_u'/2 = (40+5N)/2, N=0)$ 、 $B = 19 \text{ m}$ 、 $Hc = 0.7 \text{ m}$

遺構面の鉛直応力は112kN/m²であるから、長期支持力を $q_u/3$ とすると、

$$q_u/3 = 354/3 = 118 \text{ kN/m}^2 > 112 \text{ kN/m}^2$$

よって、埋土表面に浅い荷重に対して内堀表面の軟弱粘土層は絞り出し破壊を起こさない。

[結論]

構台・棧橋等の設置に伴う遺構及び石垣への影響は、比較的小さいと考えられるが、割れている築石や孕み部分があるため、工事期間中は石垣のモニタリングにより監視し、常時対応ができるように体制を整え、変状が発生した場合には必要な対応を行うこととする。また材料強度ならびに地盤の支持力について問題がないことを確認できた。

○モニタリングについて

- ・モニタリングは有識者に意見を伺い、具体的な計画を策定する。
- ・石垣変動のバイオリズムを事前把握の上、石垣の変状発生の目安とする。
- ・割れている築石や孕み部分は計測対象として監視する。仮設建築物設置による影響を最も受ける部分(軽量盛土下部、軽量盛土上部)も、計測地点を設けて監視する。

(2)現天守閣解体による天守台石垣への影響の検証

現天守閣を解体した場合、大きな除荷が発生する。現天守閣の荷重はケーソンを伝って地盤に支持されているため、除荷された場合は地盤が浮き上がろうとするため、その影響の検証が必要となる。

[検討結果]

大天守において建物荷重を除荷した場合、支持地盤が上方に浮上る現象が生じ（以下、リバウンド）、ケーソン先端の深度（GL-26.6m）の地盤において最大約7cm、ケーソン外端の位置で約2cmのリバウンドが生じる結果となる。（図2-2-3） しながら、石垣上端の位置でのリバウンド量は約1mm、石垣根入れ部の位置ではさらに小さい値となるため、建物荷重の除荷による地盤のリバウンドについては、石垣の構造安定性に関して有害な影響を及ぼさないものと考えられる。

[検討内容]

現天守閣の解体に伴い、建物荷重が除荷された結果、リバウンドが生じ、石垣に影響を及ぼすことが考えられることから、大天守において弾性地盤を仮定した多層近似解法*を用いたリバウンド量の試算をおこなった。試算は大天守のケーソンの先端部分となる深度（GL-26.6m）において除去される建物荷重12,000tonを除荷した場合の地盤のリバウンド量として算出しており、ケーソンと地盤との周面摩擦による荷重伝達は考慮していない。なお、周面摩擦等を考慮した場合、地盤の変形曲線はより緩やかになるため、石垣への影響は更に軽減されると考えられる。

*多層近似解法とは、半無限弾性体における弾性解を多層地盤に適用した近似解法で、地盤の鉛直変位は、各土層上下端の鉛直変位を半無限弾性体の表面に長方形等分布荷重が作用した場合における長方形隅角部の変位として計算した値から層別変位を求め、層別変位の和として求められる。

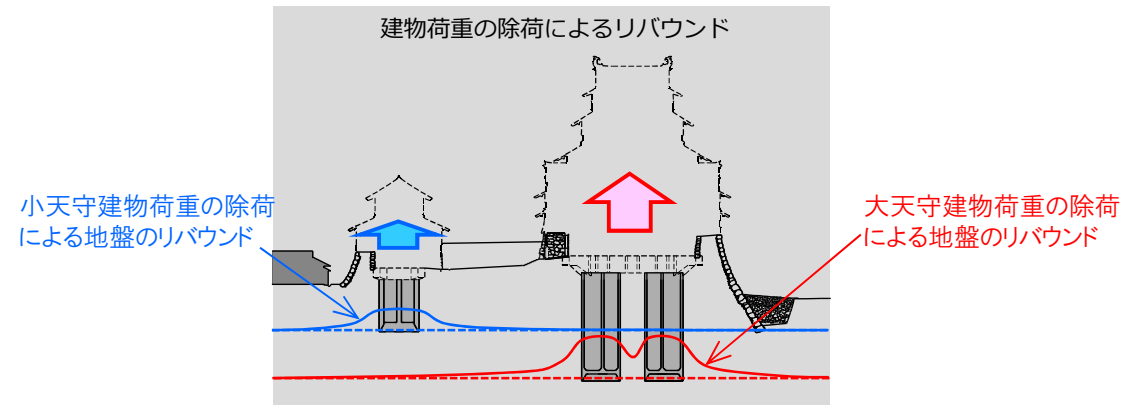


図2-2-1 リバウンドの概念図

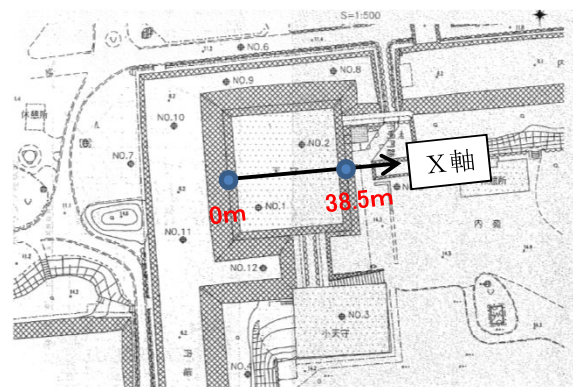


図2-2-2 リバウンドの試算位置（大天守）

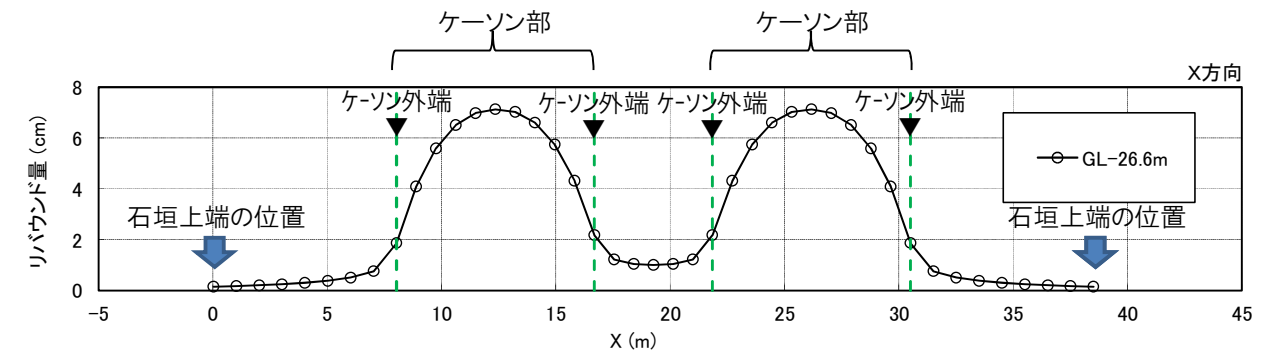


図2-2-3 多層近似解法によるリバウンドの試算結果（大天守）

[今後の検証]

今後、地盤等の調査結果が得られた段階でさらに詳細な解析や実験を実施する予定である。解析は、3次元モデルを用いたFEM（有限要素法）による面的なリバウンドの影響評価を予定しており、ケーソンと地盤との周面摩擦による荷重伝達も考慮した解析を行う。

- : 石垣
- : 地盤
- : 軽量盛土

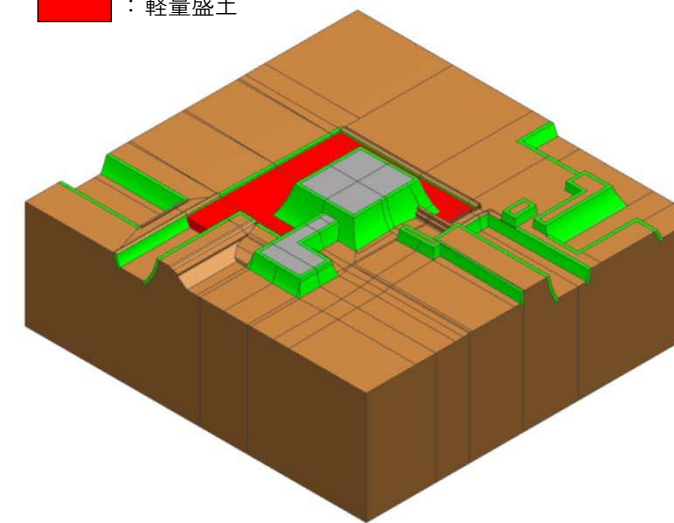


図2-2-4 3次元FEMモデルの投影図



図2-2-5 3次元FEMモデルの平面図

[対策]

現状ではリバウンドの影響については対策は必要ないとする。今後の詳細な検証結果により有害な影響が発生するようであれば必要な対策を検討し、天守台石垣の保全に悪影響を与えない工法を採用するものとする。

なお、工事期間中は石垣に計測用のターゲットならびに変位計を設置し、石垣のモニタリングを実施する。石垣モニタリングを実施するにあたり、事前に管理値を設定し、有害な変状が発生した場合に必要な対策についても想定しておき、常時対応できる体制を整えておくものとする。

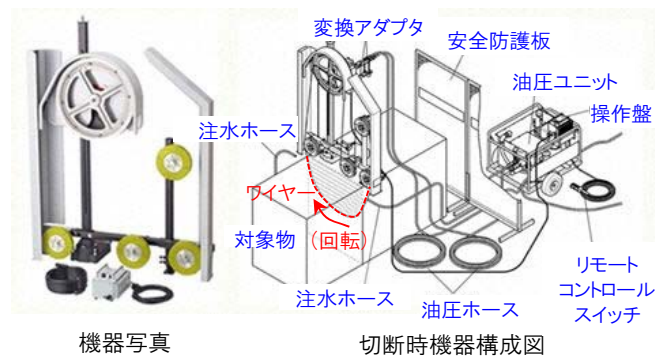
現天守閣の解体工事に伴う石垣への影響と対策

(3) 工事振動等による天守台石垣への影響と対策

現天守の解体時に、解体片の落下による石垣や遺構の毀損を回避するとともに、石垣へ振動影響を低減するため、大きな振動を与える一般的なブレーカーを使用する解体方法ではなく、発生振動の小さい切断工法（ワイヤーソー工法・ウォールソー工法等）によるブロック解体を主体的に採用する。また、落下による衝撃振動の影響が小さい基礎部分についても切断工法を基本とするが、切断工法の採用が難しい場所ではブレーカー工法より振動の小さい圧砕工法も併用する。

1) ワイヤーソー工法（切断工法）

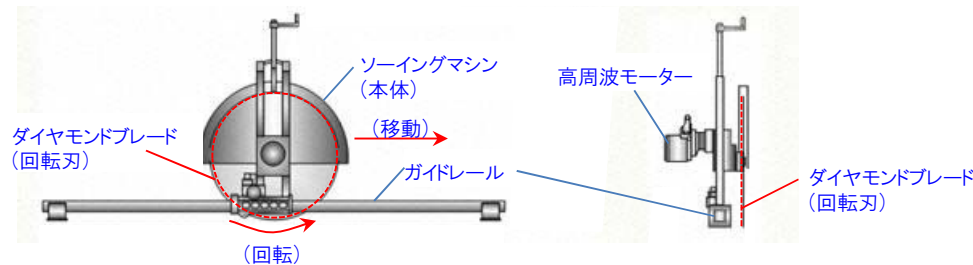
ダイヤモンドビーズをはめ込んだワイヤーを切断対象物に巻き付けて駆動機により張力を与えながら高速回転させて対象物を切断する工法である。ワイヤーソーは屈曲性に優れており複雑な形状物、高所等あらゆる場所で現場条件に合わせた施工が可能である。切断作業は低騒音、低振動、低粉塵である。



ワイヤーソーによるブロック解体場重作業例

2) ウォールソー工法（切断工法）

切断計画面にガイドレールを設置し、ダイヤモンドブレードのセットされたソーイングマシンがガイドレールを移動しながら高周波モーターにより対象物を切断する工法である。ガイドレールを使用するため、ガイドレールに沿った正確な位置と設定厚さで切断が可能である。切断作業は低騒音、低振動、低粉塵である。



3) 圧砕工法

圧砕工法は、油圧ショベルのアタッチメントとして、油圧で開閉するハサミ状の装置を取り付けた機械である。コンクリート構造物等の破碎・切断に用いられ、大型ブレーカと比較して騒音・振動の低減が図れる。



4) 解体工事による振動予測

振動が石垣に与える影響について、許容値が明確でないため、表2-2-1に示す「気象庁震度階級と振動レベルの比較」を参考に、振動を地震における震度階級に置きなおして考察を行った。また、過去の名古屋城における地震による被害記録より、震度4程度では大きな被害が出ていないことが分かるが、間詰め石等の落下記録まではないことから、工法の選定にあたっては安全側の判断として震度1程度以下の振動レベルに押さえることとした。

表2-2-1 気象庁震度階級と振動レベルの比較(出典:(財)日本環境協会)

振動レベル (デシベル)	震度 階級	被害損傷の状況
		人間
110以上	7	揺れに翻弄され、自分の意志で行動できない
105~110	6	立っていることが困難になる
95~105	5	多くの人が、行動に支障を感じる
85~95	4	一部の人は、身の安全を図ろうとする
75~85	3	屋内にいる人のほとんどが、揺れを感じる
65~75	2	屋内にいる人の多くが揺れを感じる
55~65	1	屋内にいる人の一部が、わずかな揺れを感じる
55以下	0	人は揺れを感じない

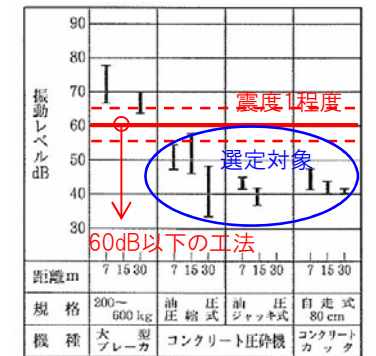


図2-2-6 解体工事による振動レベル例

表2-2-2 名古屋近傍の震度4以上の地震と名古屋城被害(気象庁地震データベースより)

地震の発生日	震央地名	M	名古屋 最大震度	名古屋城における地震 被害情報の有無
1 1923/9/1 11:58	神奈川県西部	M7.9	4	無
2 1927/3/7 18:27	京都府北部	M7.3	4	無
3 1944/12/7 13:35	三重県南東沖	M7.9	5	無
4 1945/1/13 3:38	三河湾	M6.8	4	無
5 1946/12/21 4:19	和歌山県南方沖	M8.0	4	無
6 1948/6/28 16:13	福井県嶺北	M7.1	4	無
7 1952/7/18 1:09	奈良県	M6.7	4	無
8 1971/1/5 6:08	遠州灘	M6.1	4	無
9 1997/3/16 14:51	愛知県東部	M5.9	4	無

表2-2-3 名古屋城の地震被害記録(愛知県防災局HPより)

名古屋城における、主な被害記録を「名古屋市史」「愛知県災害誌」から抜き出してみると、石垣や土塀の崩壊が多く発生しています。

寛文9年(1669)地震	石垣が少し崩れた(災害誌)
宝永4年(1707)宝永地震	土塀、櫓はほとんど損傷した(市史)
享和2年(1802)地震	本町門の石垣崩壊(災害誌)
嘉永7年(1854)安政東海・南海地震	三の丸の門、高塀などが倒壊し、武家屋敷147カ所も損壊が見られた(市史)
明治24年(1891)濃尾地震	本丸・深井丸・二之丸周囲の石垣上の多門櫓は壁、屋根等に大損害を受けた(災害誌)

5) 工法の選定と対策

図2-2-7に圧砕工法、図2-2-8に切断工法、図2-2-9に大型ブレーカー工法による振動予測例を示す。

地階解体時の直近の石垣における振動レベルは、圧砕工法で最大59dB(震度1)、ワイヤーソーを用いた切断工法では49dB(震度0)と予測される。一方、大型ブレーカ工法では87dB(震度4)が予測される。以上より、解体工事は、落下による衝撃振動の恐れがある地下1階以上の躯体については切断工法によるブロック解体、落下による衝撃振動の影響が小さい基礎部においては、切断工法を基本とするが、切断工法の採用が難しい場所では圧砕工法を併用することとする。圧砕工法の採用にあたり重機誤操作による石垣毀損対策として石垣面をクッション材で養生する等を併せて実施する。

振動影響対策として工法選定のほかに、工事中は振動計を設置して有害な振動が発生していないことを常時計測しながら工事を行い、管理値は震度1以下とするために上限を60dBとする。また、基礎撤去後等、石垣及び地盤面への雨水侵入対策としてシート養生を実施するものとする。なお、現天守は耐震性能が不足している建物であり、そこで行う工事であることから、労働安全衛生法等関係法令に基づき、作業員等の安全確保のための対策を講じる必要がある。

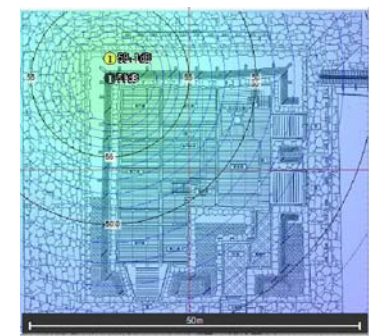


図2-2-7 圧砕工法の振動予測
振動レベルの予測値 59dB(震度1)

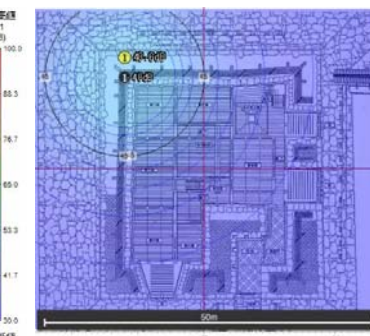


図2-2-8 切断工法の振動予測
振動レベルの予測値 49dB(震度0)

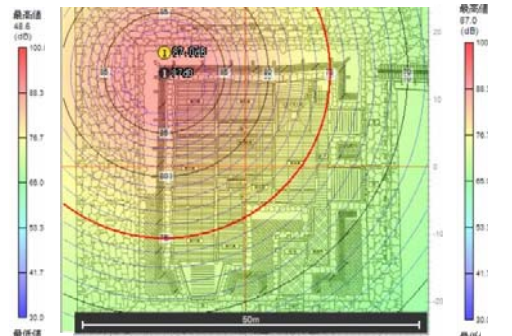


図2-2-9 大型ブレーカー工法の振動予測
振動レベルの予測値 87dB(震度4)

■特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議（第15回天守閣部会）における主な指摘事項と対応

資料-2

発言者	該当章	該当頁	主な指摘事項	対応
古阪 瀬口 三浦 小野 西形	資料-1 前回の指摘 事項と対応		・全体工程を考えると、石垣の安定性の評価や地震時の安全性等の工学的な内容については、天守本体の復元の検討や石垣の調査と並行して、天守閣部会として検討を進めたほうがいいのではないかと。	引き続き検討し、改めてご報告します。
三浦	資料2	2-10	・金鯨を復元するのであれば、金の品位は天守の復元年代として設定した「宝暦以後」に合わせるべき。また創建時も慶長小判でなく慶長大判から作られたという記録に合わせ16金とするべきで、宝暦以後なら改鋳後であるので16金からさらに品位を落としたものとすべき。極力史実に合わせた解釈をしてほしい。	復元原案として、再度検証した資料を提示します。
各構成員	資料2	2-10	【現天守閣の金鯨について】 (小野) 市民感情も踏まえ、現在の再建時の金鯨を再利用したい。 (古阪) 再利用したほうが良い。 (三浦) 宝暦以後の金の品位に合わせて14金で復元すると金が現金鯨より白っぽく見えることもあり、それならば再利用したほうが良い。仮にB案(青銅製)で復元するくらいならかえって現金鯨を再利用したほうが良い。 (川地) 再利用したほうが良いが、A案(木造製)でも下地の耐久性、固定強度の評価はB案(青銅製)に比べそれほど低くはないと考える。比較表も見直してほしい。 (麓) 再利用するしないは現金鯨の活用の考え方として両案ある。現金鯨もよく作られている印象で、再利用に問題ないレベル。ただし金鯨を復元する方針とした場合、B案(青銅製)での復元はない。 (西形) 再利用が本当に可能なのか技術的な確認をしてほしい。 (瀬口) 金鯨については、新規に復元するのではなく、現天守閣の青銅製の鯨の再利用をまず検討してほしい。その可否の検討とは別に復元案を再度部会で検討したい。	復元案として、現天守閣の金鯨を利用するのか、復元するのか、慎重に方針を検討していきます。

名古屋城天守閣整備事業

平成31年2月14日

特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議
[第16回 天守閣部会]

資料-3：構造実験について

資料-4：橋台の剣塀について

構造実験全体概要

- ・第8回天守閣部会の報告内容に基づき、以下の内容の構造実験を実施した。
- ・木造復元天守の主な構造要素の強度、変形性能等の構造特性を把握するため、構造実験を実施した。
- ・木造復元天守の実情に合わせた実験とするため、実大試験体とした。
- ・目標とする構造性能（下表参照）に対し、1次設計、2次設計時の主な構造要素の状況を確認した。
- ・実験は、竹中技術研究所（千葉県印西市）で実施した。
- ・今後、実験結果を分析し、構造解析および構造計画へ反映する。
- ・補強仕様（復元案）については、今後の詳細設計の結果に基づき仕様を検討する。

実験対象箇所

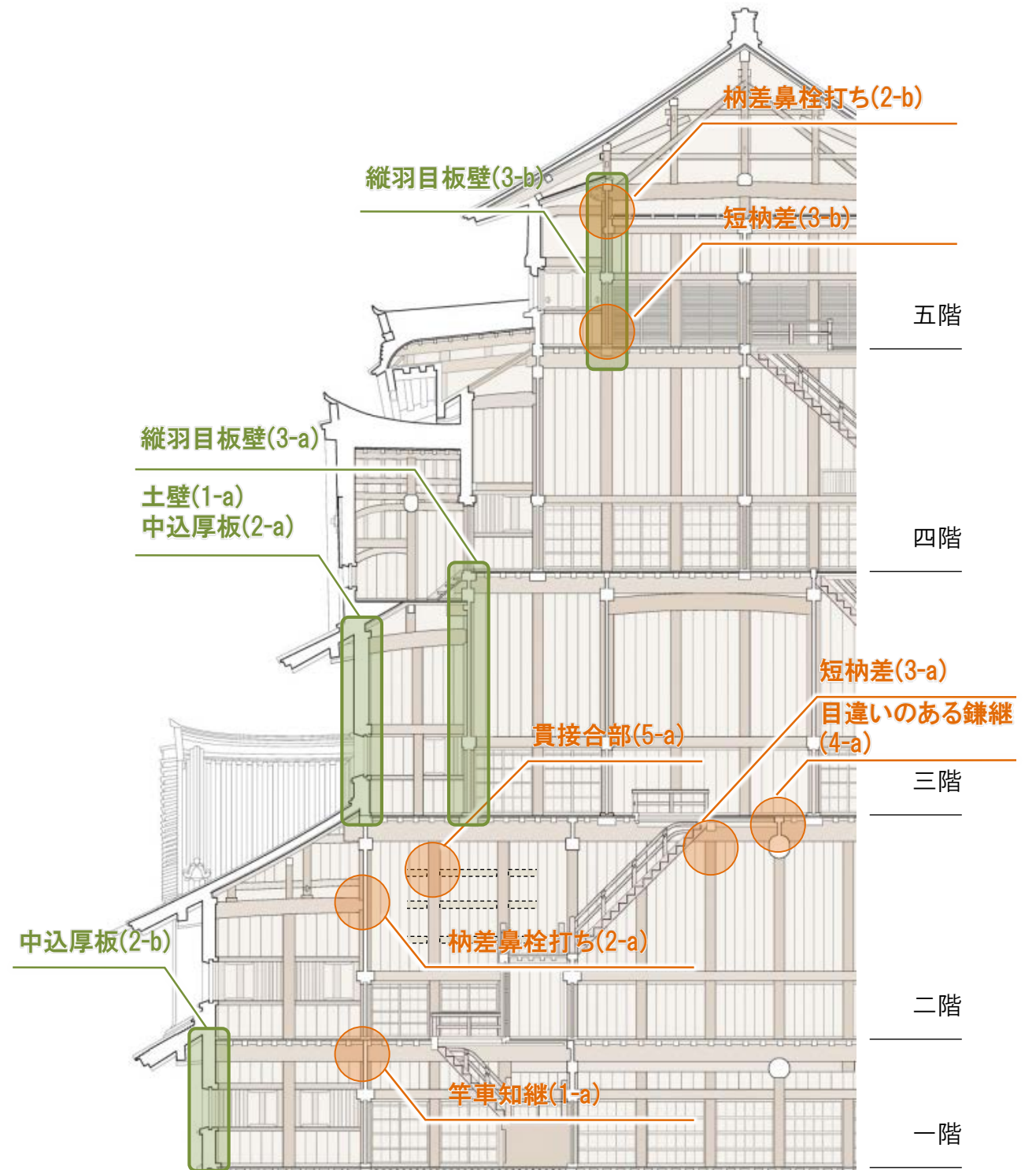
主な構造要素	実験対象箇所	対象箇所	備考(比較・材料試験等)
① 継手・仕口	1. 通し柱 - 丸太梁 の仕口 (十字接合部) 【竿車知継】	a. 二階床	
	2. 柱 - 繋ぎ梁 の仕口 (ト型接合部) 【枘差鼻栓打ち】	a. 二階繋ぎ丸太 b. 屋根繋ぎ梁	
	3. 柱頭・柱脚 の仕口 【短枘差】	a. 三階床 b. 五階床	
	4. 梁継手 【目違いのある鎌継】 (部材の下にある柱や梁などの真で継ぐ)	a. 三階床	
	5. 柱 - 貫 の仕口 【貫接合部】	a. 大天守 b. 小天守	貫継手有無の比較実験
② 壁	1. 土壁	a. 三階	壁土材料実験 軸組のみの比較実験
	2. 中込厚板	a. 三階 b. 一階	軸組のみの実験 復元案実験(ダボによる厚板の連結)
	3. 縦羽目板壁	a. 三階 b. 五階	和釘せん断実験 軸組のみの比較実験
③ 床	床	a. 大天守	和釘せん断実験 梁-根太 接合部要素実験(復元案実験)

目標とする構造性能(第12回天守閣部会資料より)

	1次設計(中地震時)	2次設計(大地震時)	暴風時
	稀に発生する地震 (50年に一度発生する可能性が高い)	極めて稀に発生する地震 (500年に一度発生する可能性が高い)	極めて稀に発生する暴風 (500年に一度発生する可能性が高い)
震度	震度5強程度	震度6強程度	-
最大層間変形角	1/120	1/30	1/30
土壁	亀裂が生じ、塗り替えが必要となることがある	大きな亀裂が生じる	-
部材応力	短期許容応力度以下	終局強度以下	終局強度以下
安全性	安全に退避できる	生命に重大な影響を及ぼさない	生命に重大な影響を及ぼさない

構造実験スケジュール

18/2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
▲ 【天守閣部会】 (第8回)	① 継手・仕口 ▲ 公開実験(枘差鼻栓打ち)		② 壁 ▲ 公開実験(土壁)		①		②		③ 床	



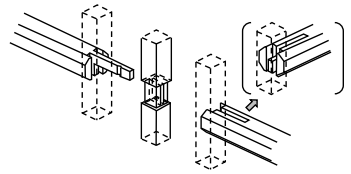
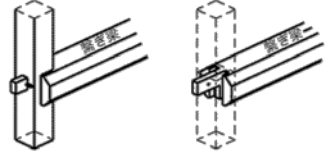
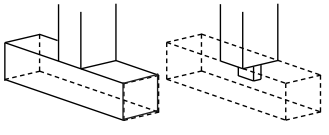
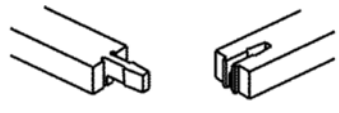
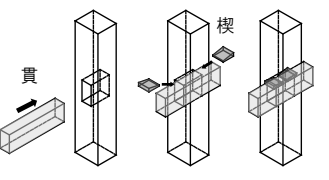
実験対象箇所(大天守)

(昭和実測図を基に名古屋市が作成したCADデータに竹中工務店が加筆・修正)

継手・仕口実験概要

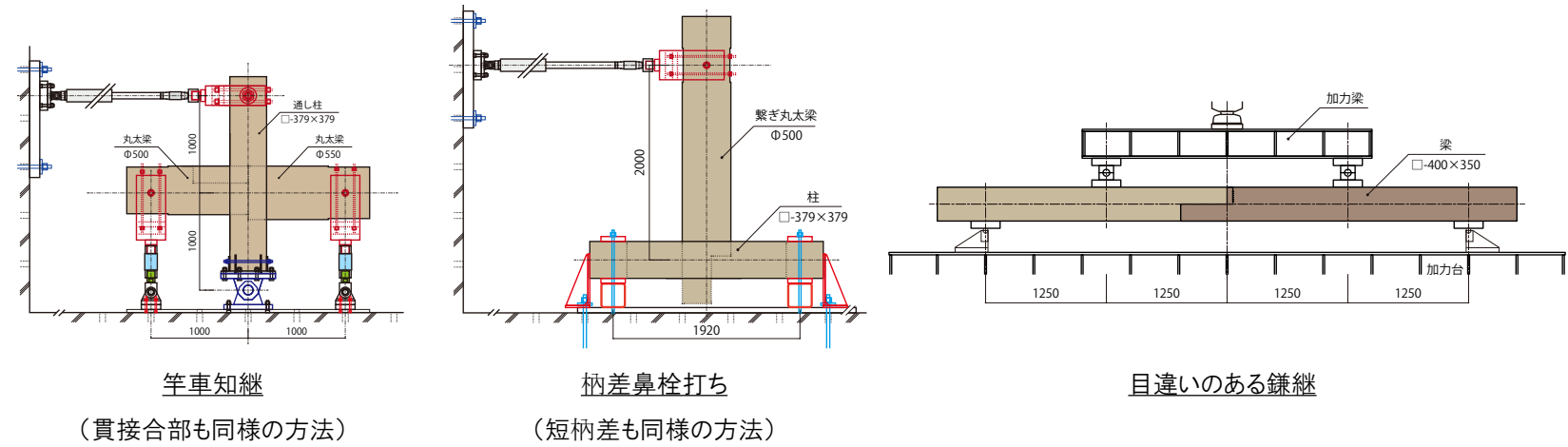
- 継手・仕口の主要な実験対象箇所を下表に示す。
- それぞれの継手・仕口形式における実験を実施した部材寸法は、対象数の多い箇所を中心に選定した。
- 復元案では柱・梁の箇所によって樹種（ヒノキ、マツ、ベイヒバ等）が異なるが、実験では採用する樹種のうち基準強度の低い材種を用いて継手・仕口の構造性能を検証することとし、試験体にはベイヒバ（柱、梁）、ヒノキ（貫）を使用した。
- 試験体加工を行う前に、使用部材のヤング係数を縦振動法による非破壊試験により測定した。

実験対象一覧

実験対象箇所	継手・仕口形式	部材寸法
1. 通し柱 - 丸太梁 の仕口 (十字接合部)	【竿車知継】 	a. 二階床 柱: □-379x379 梁: φ500(男木) φ500(女木)
2. 柱 - 繋ぎ梁 の仕口 (ト型接合部)	【杓差鼻栓打ち】 	a. 二階繋ぎ丸太 柱: □-379x379 梁: φ500
		b. 屋根繋ぎ梁 柱: □-303x303 梁: □-240x290
3. 柱頭・柱脚 の仕口	【短柄差】 	a. 三階床 柱: □-379x379 梁: □-400x350
		b. 五階床 柱: □-303x303 梁: □-200x340
4. 梁継手	【目違いのある鎌継】 (部材の下にある柱や梁などの真で継ぐ) 	a. 三階床 梁: □-400x350
5. 柱 - 貫 の仕口	【貫接合部】 	a. 大天守 柱: □-379x379 貫: □-76x197
		b. 小天守 柱: □-288x288 貫: □-61x182

実験方法

- 実験方法を下図に示す。
- 短柄差試験体では、PC鋼棒を用いて柱に軸力を作用させ、木造復元天守の実情に合わせた柱へのP-Δ効果や傾斜復元力を再現した。
- 2次設計時の最大層間変形角1/30を上回る層間変形角1/10に達するまで実験を行った。



実験状況

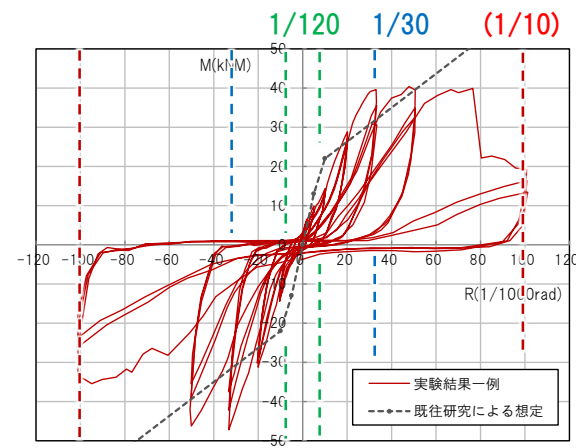
- 各継手・仕口形式の実験状況を下写真に示す。



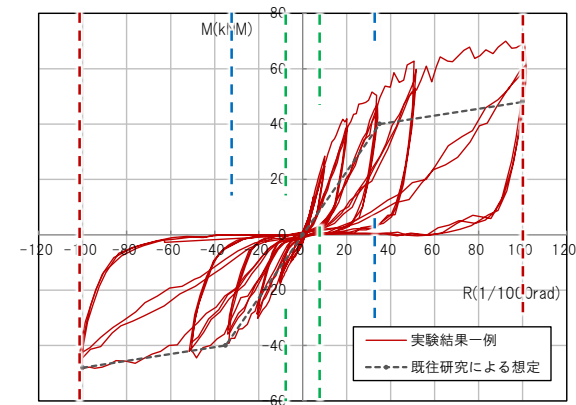
継手・仕口実験結果概要

- 代表的な実験結果（竿車知継、枅差鼻栓打ち、貫接合部）を下図に示す。
- それぞれの試験体で、以下の実験結果が得られた。
 - ①1次設計時（層間変形角1/120）
木材のめり込み降伏による剛性の低下は見られなかった。
 - ②2次設計時（層間変形角1/30）
一部の試験体で、木材のめり込み降伏により剛性が低下したが、耐力の低下は見られなかった。
 - ③実験終了時（層間変形角1/10）
一部の試験体で割れや鼻栓の折損などにより耐力が低下した。
- 一部の試験体では既往研究による想定と異なる結果が得られており、基本設計時に想定した構造解析および構造計画を見直す可能性がある。

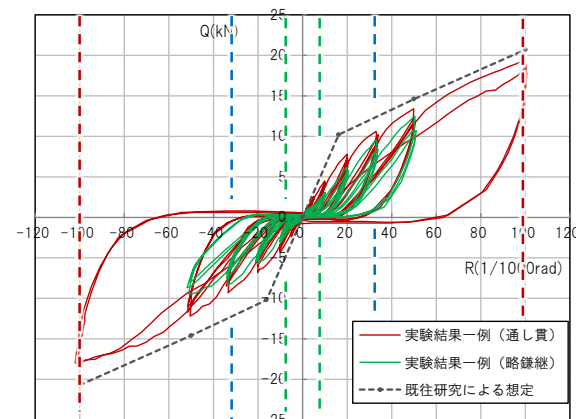
竿車知継



枅差鼻栓打ち



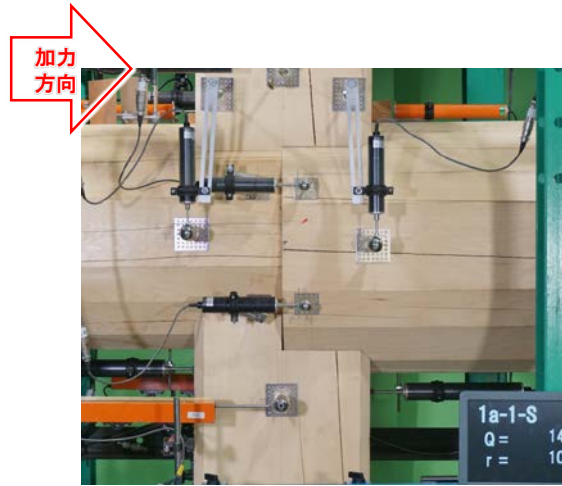
貫接合部



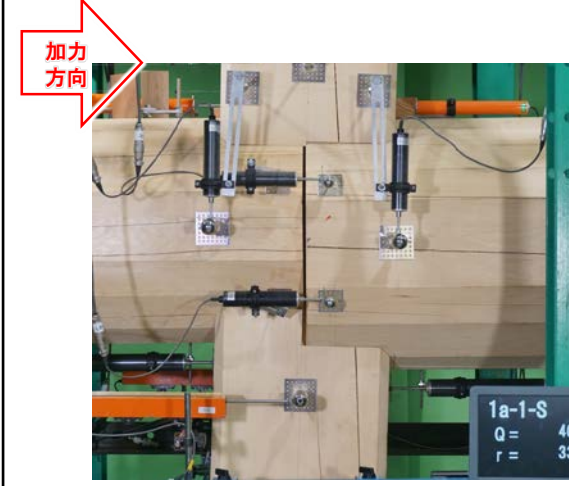
曲げモーメント - 層間変形角関係一例

竿車知継

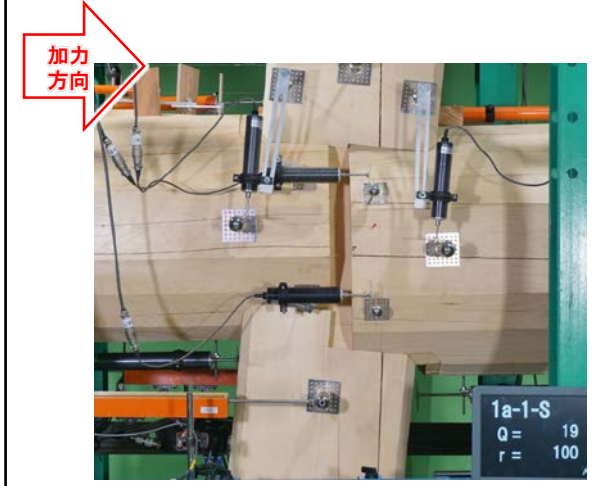
● 1次設計時(層間変形角1/120 ※写真は1/100)



● 2次設計時(層間変形角1/30)

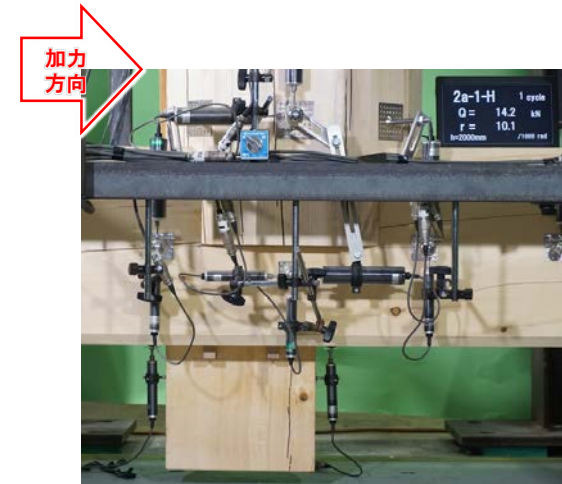


● 実験終了時(層間変形角1/10)

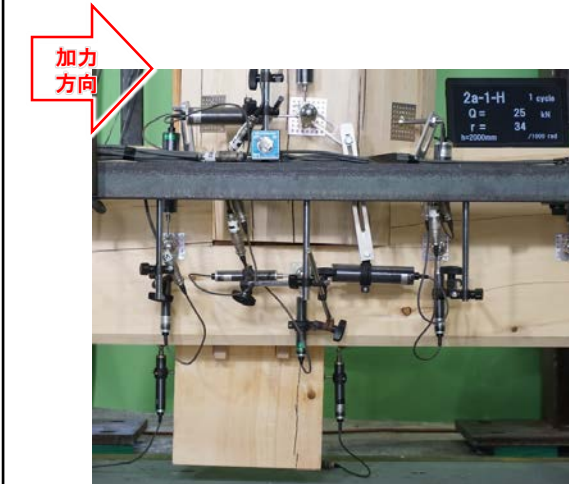


枅差鼻栓打ち

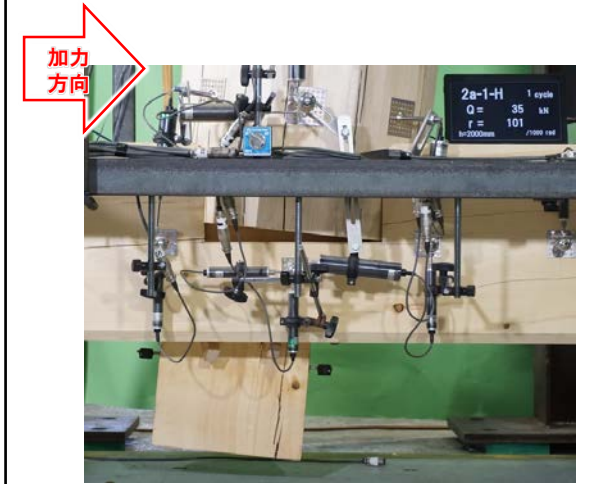
● 1次設計時(層間変形角1/120 ※写真は1/100)



● 2次設計時(層間変形角1/30)

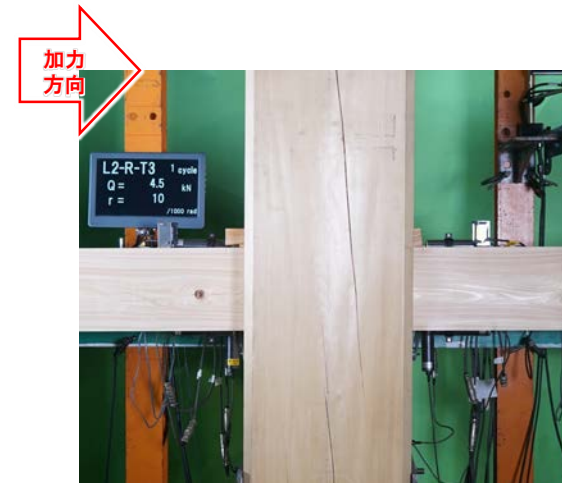


● 実験終了時(層間変形角1/10)

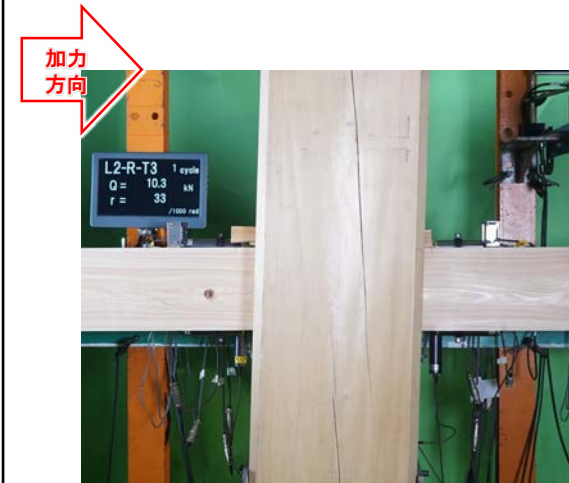


貫接合部

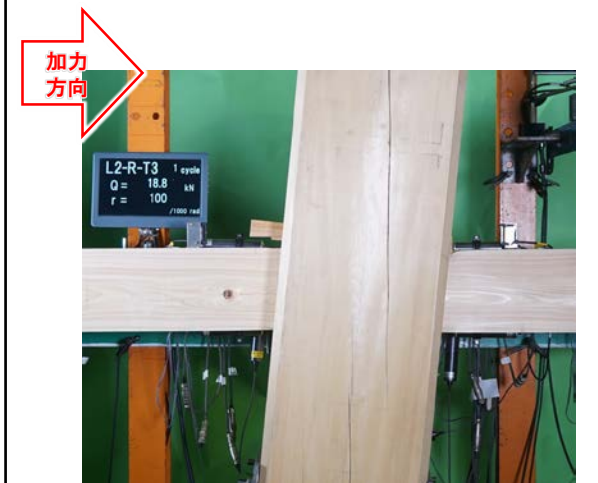
● 1次設計時(層間変形角1/120 ※写真は1/100)



● 2次設計時(層間変形角1/30)



● 実験終了時(層間変形角1/10)



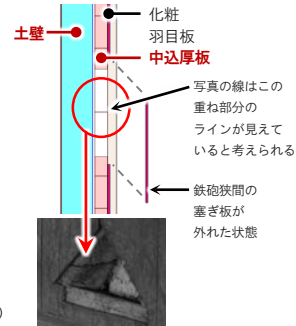
実験結果一例

壁実験概要

- 木造復元天守は、外周通りに土壁および中込厚板、入側通りに縦羽目板壁を有する。(下図)
- 壁実験の対象は上記の3種類の壁とし、実施した試験体を下表に示す。
- 土壁試験体は最も階高の高い三階を対象とした。
- 中込厚板試験体は、最も階高の高い三階と、階高の低い一階を対象とした。
- 縦羽目板壁試験体は、最も階高の高い三階と、階高の低い五階を対象とした。
(一階は、入側通りの柱が一〜二階に渡る通し柱であるため、五階を対象とした。)
- 中込厚板にはケヤキを、縦羽目板壁にはヒノキを用いた。
- すべての試験体は、1間分を取り出した試験体とした。
- 壁のみの構造性能を検証するため、軸組のみ(壁無し)で構成された比較実験も別途行った。



ガラス乾板写真(名古屋城総合事務所 所蔵)
(天守閣一階内橋台上南側の石落及び鉄砲狭間)



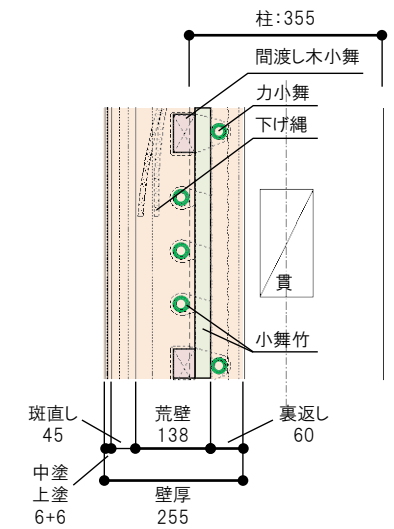
ガラス乾板写真
(名古屋城総合事務所 所蔵)
(天守閣三階内南入側)

土壁試験体製作状況

- 土壁試験体は、伝統的な工法を用いた実大試験体とした。土壁の構成を右図に示す。
- 試験体に用いる荒壁には、愛知県(小牧)産、岐阜県(関)産の土を用い、愛知県産:岐阜県産=10:1の割合と設定した。
- 製作工程および製作状況を下記に示す。(▲は塗り重ね時期を示す)

土壁試験体製作工程

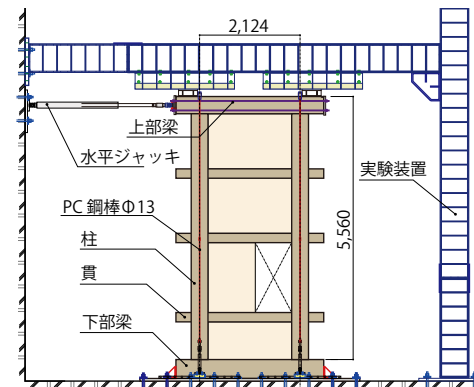
経過月数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
工程	壁土養生					土壁施工・養生					
						荒壁		斑直し・裏返し		中塗・上塗	



試験体および実験状況

実験方法

- 実験方法を右図に示す。
- 下部梁を床に固定し、上部梁の梁端部に設置した水平ジャッキによって水平力を加えた。
- PC鋼棒を用いて柱に軸力を作用させ、木造復元天守の実情に合わせた柱へのP-Δ効果や傾斜復元力を再現した。
- 2次設計時の最大層間変形角1/30を上回る層間変形角1/10に達するまで実験を行った。

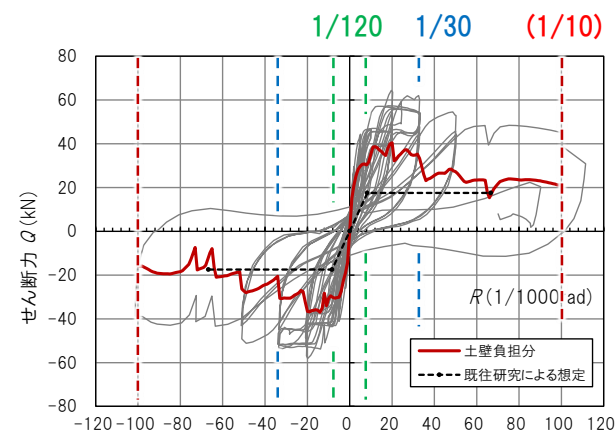


実験対象	1.土壁	2.中込厚板	3.縦羽目板壁		
試験体	三階 土壁 t=255 	三階 中込厚板 t=120 	二階 中込厚板 t=120 	三階 縦羽目板壁 t=18(両面貼) 	五階 縦羽目板壁 t=18(両面貼)
備考		ダボによる厚板の連結(復元原案)の有無、仕様を比較	板壁の接合には、和釘を使用		

壁実験結果概要

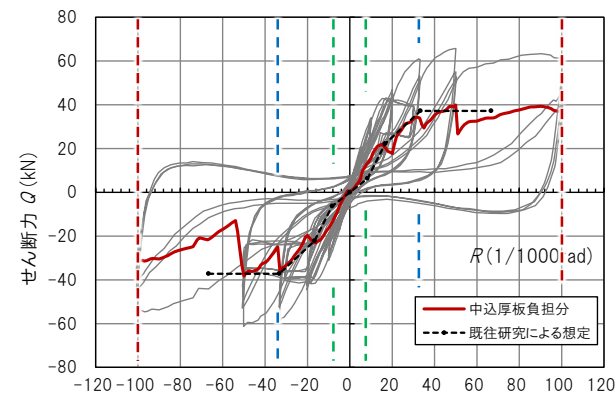
- 代表的な実験結果を下図に示す。
- 土壁試験体では、以下の実験結果が得られた。
 - 1次設計時(層間変形角1/120)
 - 上塗面において開口角部から斜めひび割れが発生した。
 - 2次設計時(層間変形角1/30)
 - ひび割れが進展し、せん断力がほぼ一定となった。
 - 土壁の落下は見られなかった。
 - 実験終了時(層間変形角1/10)
 - 層間変形角1/20を超えた付近から土壁の損傷が進展し、裏返し面の土壁の断続的な落下が始まった。
 - 層間変形角1/10の繰り返し载荷2回目で土壁がまとまって落下した。
- 縦羽目板壁によるせん断耐力の向上効果は、和釘の変形により土壁と比較して小さかった。

土壁

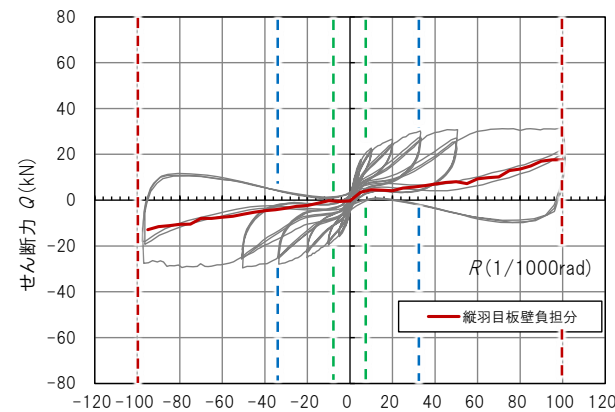


(中込厚板)

※ダボによる厚板連結有



縦羽目板壁



せん断力-層間変形角関係一例

土壁	● 1次設計時(層間変形角1/120 ※写真は1/100)	● 2次設計時(層間変形角1/30)	● 実験終了時(層間変形角1/10)
	● 1次設計時(層間変形角1/120 ※写真は1/100)	● 2次設計時(層間変形角1/30)	● 実験終了時(層間変形角1/10)
	● 1次設計時(層間変形角1/120 ※写真は1/100)	● 2次設計時(層間変形角1/30)	● 実験終了時(層間変形角1/10)
(中込厚板) ※ダボによる厚板連結有	● 1次設計時(層間変形角1/120 ※写真は1/100)	● 2次設計時(層間変形角1/30)	● 実験終了時(層間変形角1/10)
	● 1次設計時(層間変形角1/120 ※写真は1/100)	● 2次設計時(層間変形角1/30)	● 実験終了時(層間変形角1/10)
	● 1次設計時(層間変形角1/120 ※写真は1/100)	● 2次設計時(層間変形角1/30)	● 実験終了時(層間変形角1/10)
縦羽目板壁	● 1次設計時(層間変形角1/120 ※写真は1/100)	● 2次設計時(層間変形角1/30)	● 実験終了時(層間変形角1/10)
	● 1次設計時(層間変形角1/120 ※写真は1/100)	● 2次設計時(層間変形角1/30)	● 実験終了時(層間変形角1/10)
	● 1次設計時(層間変形角1/120 ※写真は1/100)	● 2次設計時(層間変形角1/30)	● 実験終了時(層間変形角1/10)

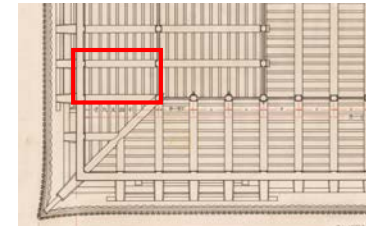
実験結果一例

床実験概要

- 床実験を実施した試験体および実験状況を右図に示す。
- 床試験体は大天守の一般的な部位を対象とした。
- 構造解析モデルでは、梁に囲まれた範囲（右図参照）の床構面を一要素として扱う。その寸法は、根太方向は一間であるのに対し、梁方向は一間～三間で箇所によって異なる。
- そこで試験体は梁方向を一間～三間とした3種類とした。
- 床板と根太の接合には、和釘（下写真）を使用した。



ガラス乾板写真（名古屋城総合事務所 所蔵）
（大天守一階内西入側）



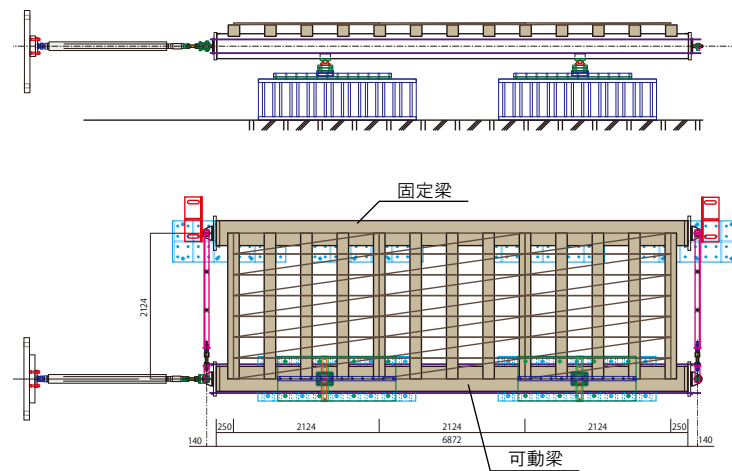
昭和実測図（名古屋城天守初層見上図）



和釘

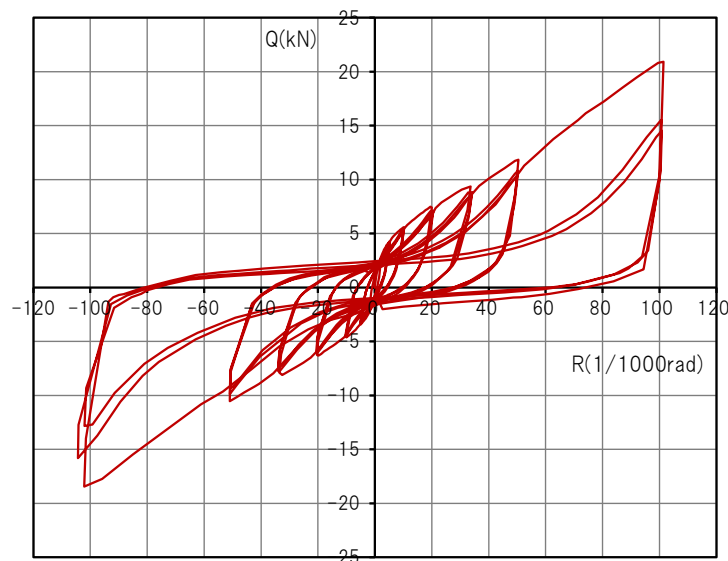
実験方法

- 実験方法を右図に示す。
- 一方の梁（固定梁）を架台に固定し、もう一方の梁（可動梁）に水平力を加えることによって、試験体に面内せん断力を与えた。
- 可動梁の下部にはリニアスライダを設置し、水平方向へ移動できる機構とした。
- 実験は、せん断変形角1/10に達するまで行った。



床実験結果概要

- 代表的な実験結果（一間タイプ）を下図に示す。
- せん断変形角1/200前後でせん断剛性は一旦低下したが、その後もせん断力は上昇し続けた。
- せん断変形角が大きくなるに従い、和釘の変形により床板のずれ変形が大きくなった。



せん断力-せん断変形角関係一例（一間タイプ）

試験体

一間タイプ		
二間タイプ		
三間タイプ		

床（一間タイプ）

● せん断変形角1/100	● せん断変形角1/30	● せん断変形角1/10

橋台の剣塀について

1 復元原案について

・今回の内容は、橋台の上にある、剣塀の見え掛り部分についての復元原案 及び 復元案の提案とする。

(1) 復元原案根拠史料の概要

剣塀についての記されている史料の概要を以下(表1)に示す。

表1. 史料の概要

史料名	成立年代	編纂・著者 撮影者・作成	所蔵	概要
遺物				
・剣	江戸時代		名古屋城総合事務所	<ul style="list-style-type: none"> 戦後、焼け跡から拾い上げられ、場内で保管されてきたもの。 橋台に設けられていたものか、不明門脇に設けられていたものかは不明。 今後、遺物の分析を行い、仕様を設定する。 <p style="text-align: right;">出典「名古屋城特別展 巨大城郭名古屋城」 (名古屋城総合事務所 蔵)</p> 
古写真				
『國寶建造物第一期第一輯』 (名古屋城天守及小天守)	昭和8年(1933)	國寶建造物 刊行会	国立国会図書館 名古屋市鶴舞中央図書館 等	<ul style="list-style-type: none"> 一般の書籍として刊行された写真集。12枚の紙に計27点の写真を印刷している。名古屋城事務所蔵のガラス乾板では内観写真が少ないが、本書にはそれとは別の内観写真が多数含まれている。    <p>「十六名古屋城天守地階表入口」「十七名古屋城小天守近影(北面)」 「31 大天守見上」 (『國寶建造物第一期第一輯』名古屋市立鶴舞中央図書館 蔵) (『日本古建築類聚2』川崎市立日本民家園 蔵)</p>
『日本古建築類聚 2』	昭和8年(1933)	古建築及 庭園研究会	国立国会図書館 川崎市立日本民家園 日本建築学会図書館 等	<ul style="list-style-type: none"> 一般の書籍として刊行された写真集。名古屋城内を写した25点の写真を掲載。その内、天守に関するものは5点。 大天守見上写真には橋台内部から見た剣塀の軒裏が写っているが、剣塀軒裏が写った写真はこれが唯一のものと思われる。
・ガラス乾板写真	昭和15年(1940) ～昭和16年(1941)		名古屋城総合事務所	<ul style="list-style-type: none"> 柱台の釘塀を内側から撮影したものはないが、中景で外観が写っているものは数点ある。 類例として、大天守北東に隣接する不明門の内側を撮影したものが1点、外観の中景1点、近景1点がある。
建築図				
・昭和実測図	昭和7年(1932) ～昭和27年(1952)		名古屋城総合事務所	<ul style="list-style-type: none"> 「名古屋城天守地階御口御内平面及見上図並断面図」 「名古屋城天守地階御口御門正面及背面図」 「名古屋城小天守東側立面図」「名古屋城小天守西側立面図」 「名古屋城小天守北側立面図」「名古屋城小天守横断面図」
・昭和実測図野帳	昭和7年(1932) ～昭和18年(1943)		名古屋城総合事務所	<ul style="list-style-type: none"> 「名古屋城剣塀平面図」「名古屋城剣塀及石段(断面)図」「名古屋城剣塀断面図」 「小天(守)閣剣併(塀)及出入口階段断面詳細」「剣塀断面登口石段平面断面」「西側出入口石垣関係 剣塀西側棟」
文献史料				
・『金城録付属天守閣図面 御天守御修復掛かり沿惣出来迄仕様之大法』	宝暦5年(1755) 原本成立、 明治～大正写		(写本)宮内庁 (写本)名古屋城総合事務所	<ul style="list-style-type: none"> 宝暦5年修理の仕様書。『国秘録 御天守御修復中』よりも詳しい記述がある。 「一 御天守入口左右之釘塀扣柱／十四本取替、瓦屋根足瓦入葺直／壁繕塗り」
・『国秘録 第二十一冊 御天守御修復 中』 「御天守御修復次第井御用之輩姓名掛札之留」		奥村得義	徳川林政史研究所	<ul style="list-style-type: none"> ※奥村得義がその大著「金城温古録」を編集するにあたり、尾張藩に関する秘書をまとめて『国秘録』と命名し、その中に収録された「御天守御修復」は全3巻におよぶ。 ※宝暦大修理の概要を記した銘板の案文ともいべきもので、工程や工法および工事関係者に関する記述がある。 「一 御天守入口左右釘塀扣柱拾四本取かへ／並へ瓦葺直し、同屋根足瓦入葺直シ、／白土上裏繕共 一 同所石水道釜新規切足し」
・『金城温古録 第十之冊 御天守編之二 御天守部』 「御天守橋台」「剣塀」	文政4年(1821) ～明治42年(1909)	奥村得義 奥村定	名古屋市蓬左文庫 公益財団法人東洋文庫 名古屋市鶴舞中央図書館 (写本)宮内庁 (写本)名古屋城総合事務所	<ul style="list-style-type: none"> 「御天守橋台」 「南北長十一間半中央道巾式間 小天守より御天守へ渡りの作り道なり。左右に高く石垣ありて、凹に築けるは 例の大砲の用心なりき。中の道には栗石を敷、南勾配なり。西傍に石樋を埋み置。是は御天守御門前八棟の 雨滴を流す為と、又、井戸流しを兼たる備也、委くは後にでる。」 「剣塀(つるぎべい)」 「高八尺 渡り道の左右、石垣上御高塀有り、右側は東方にて御曲輪内へ向けば、狭間も見へず、左側は西外へ向へば隠狭間あり、其屋根の外、軒垂木の鼻に、槍の身を逆にして打下して忍び返しとなす。長一尺余、往初は研清して光ありと云。今は黒く錆たり。申伝へには古相模守政常の銘ありと云。或家に、此御用残を求得て蔵せしには、正しく大身の槍なるを身しと、藤馬殿御近習役企木五助の談なり。因て天保三年の春、政常左太郎に遇てこれを問ふに、其儀、語り伝えは無しと云えり。」 「つるぎ塀」 其体、鎗刀の身を以て高塀の檐垂木へ打並べて忍び返しと為せし物をツルギヘイといふ。是、大坂城に権輿するとなり。名城にては御本丸に有之のみ。最極要の所に造るもの、普通の所にはこれ無し、まして二の丸以末の所には猶更見へず。」
『金城温古録』内の類例等				
・『金城温古録 第四之冊 凡例編之四 名義部』 「つるぎ塀」				
・『金城温古録 第十四之冊 御天守編之六 図彙部』				

* 出典：麓和善・加藤由香「名古屋城大天守宝暦大修理における各部修理について」『日本建築学会計画系論文集 第75巻 第635号』2010年7月)

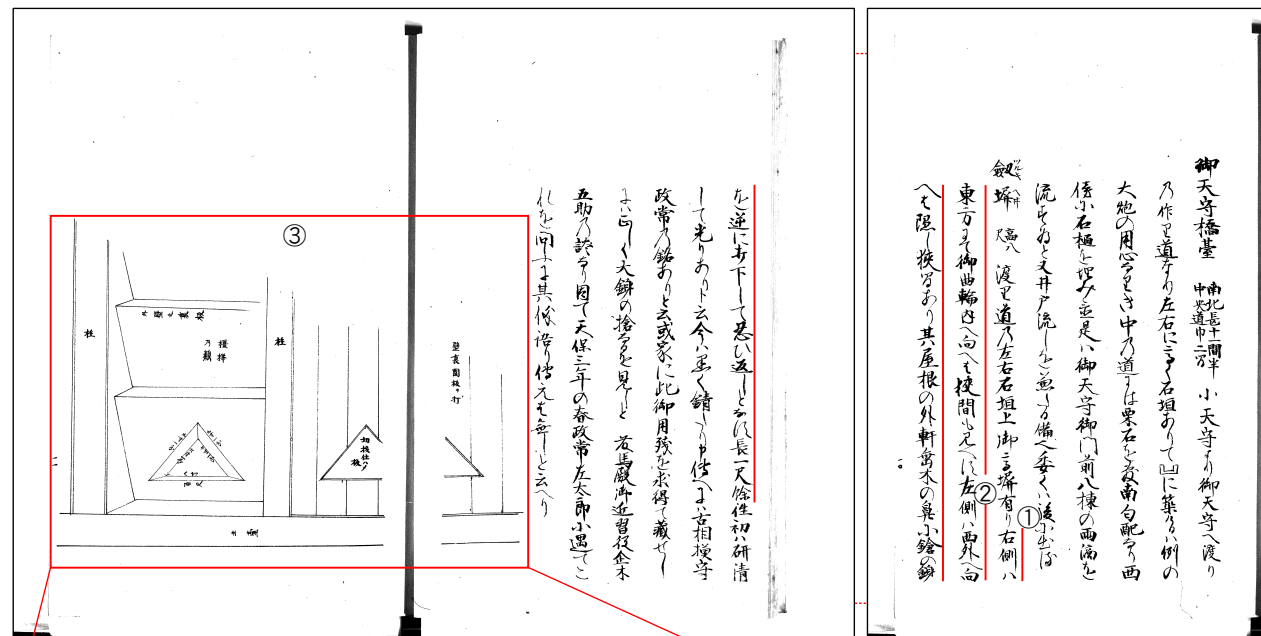
(2) 史料より判明する史実について

前項に挙げた史資料よりわかる史実の内、昭和実測図、ガラス乾板写真ではわからなかった点を以下に示す。

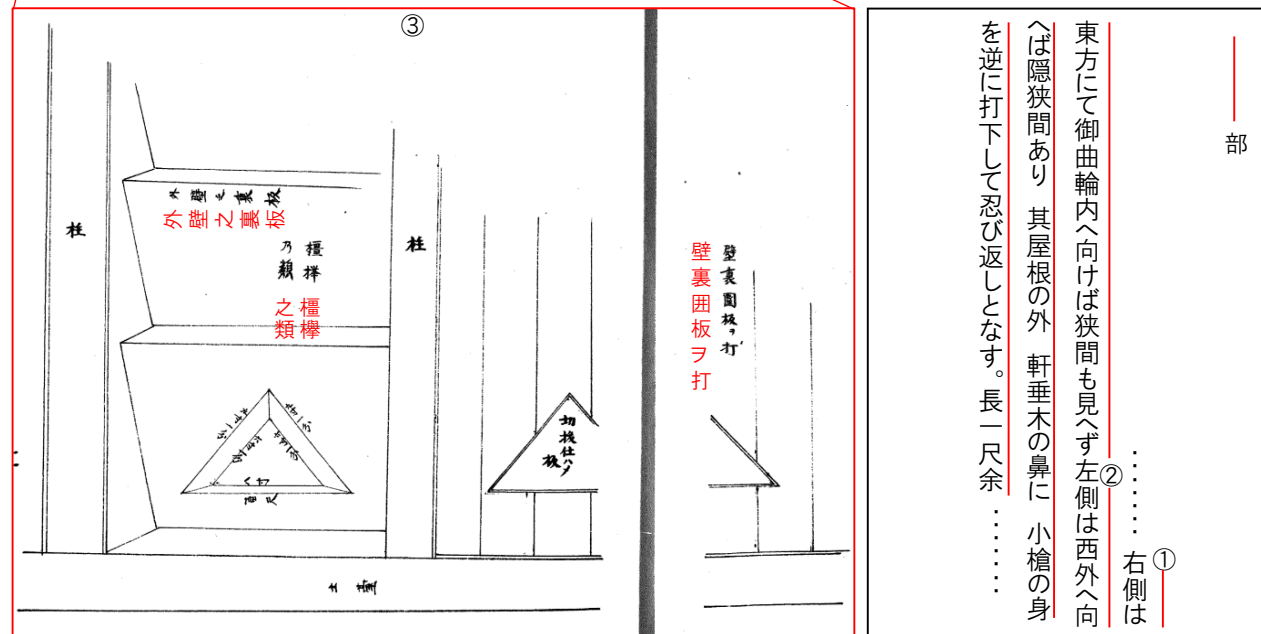
1) 東西で剣塀の仕様が異なる。

『金城温古録 御天守編之二 御天守部』「剣塀」より

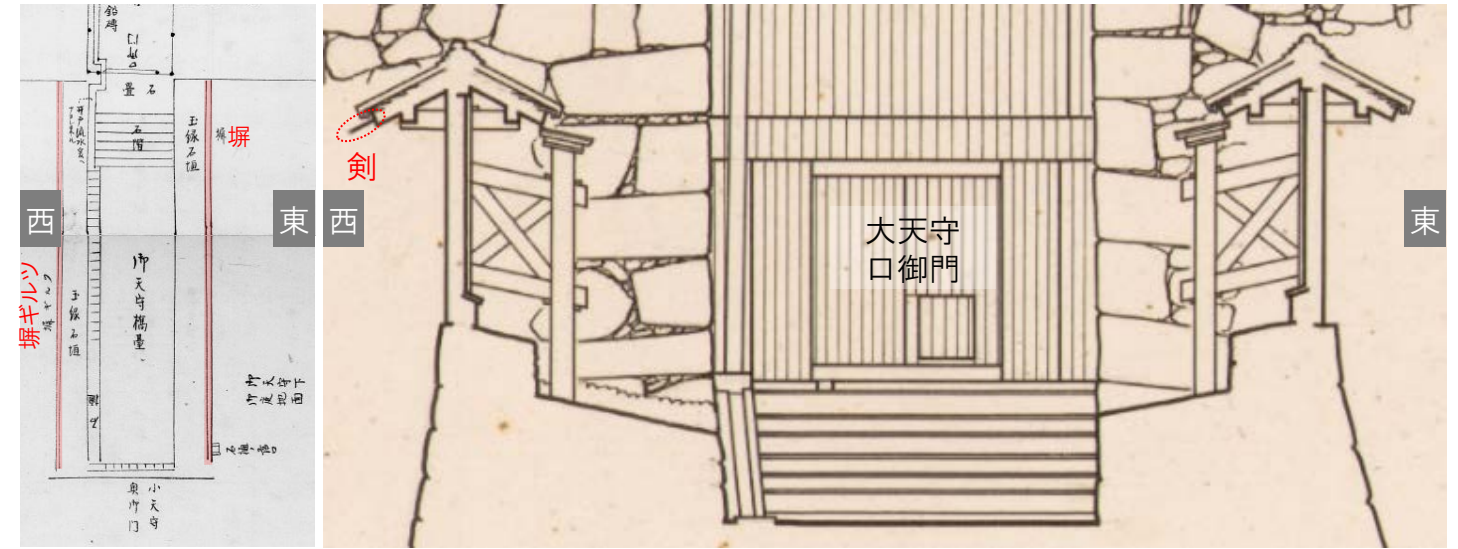
- ①東側には檜は無く、隠狭間も無い。
 - ②西側軒先には、忍び返しとして長さ一尺余りの檜が取り付けられ、隠狭間がある。
 - ③内側は挿絵より、「外壁ノ裏板」として「櫃檣の類」の板を羽重ねにし、そこに三角形の隠狭間をあけて、「壁裏囲板ヲ打」っている。つまり堅木の厚板を羽重ねにして取り付け、外側は漆喰塗の土壁、内側は化粧縦板張りとしていたことがわかる。
- ⇒この挿絵には隠狭間があることから、少なくとも西側の剣塀についての挿絵ではあると判断できる。



『金城温古録 御天守編之二 御天守部』「御天守橋台」「剣塀」の項 (名古屋市蓬左文庫 蔵)



『金城温古録 御天守編之二 御天守部』「剣塀」の項 挿絵



『金城温古録 御天守編之二 御天守部』「御藏之間圖」を加工 (名古屋市蓬左文庫 蔵)

昭和実測図「名古屋城天守南側立面図」を加工 (名古屋城総合事務所 蔵)

2) 東側の内側は西側内側と同じように化粧縦板張りである。

④古写真、昭和実測図野帳より

東側の内側も『金城温古録』の挿絵と同じように化粧縦板張りである。



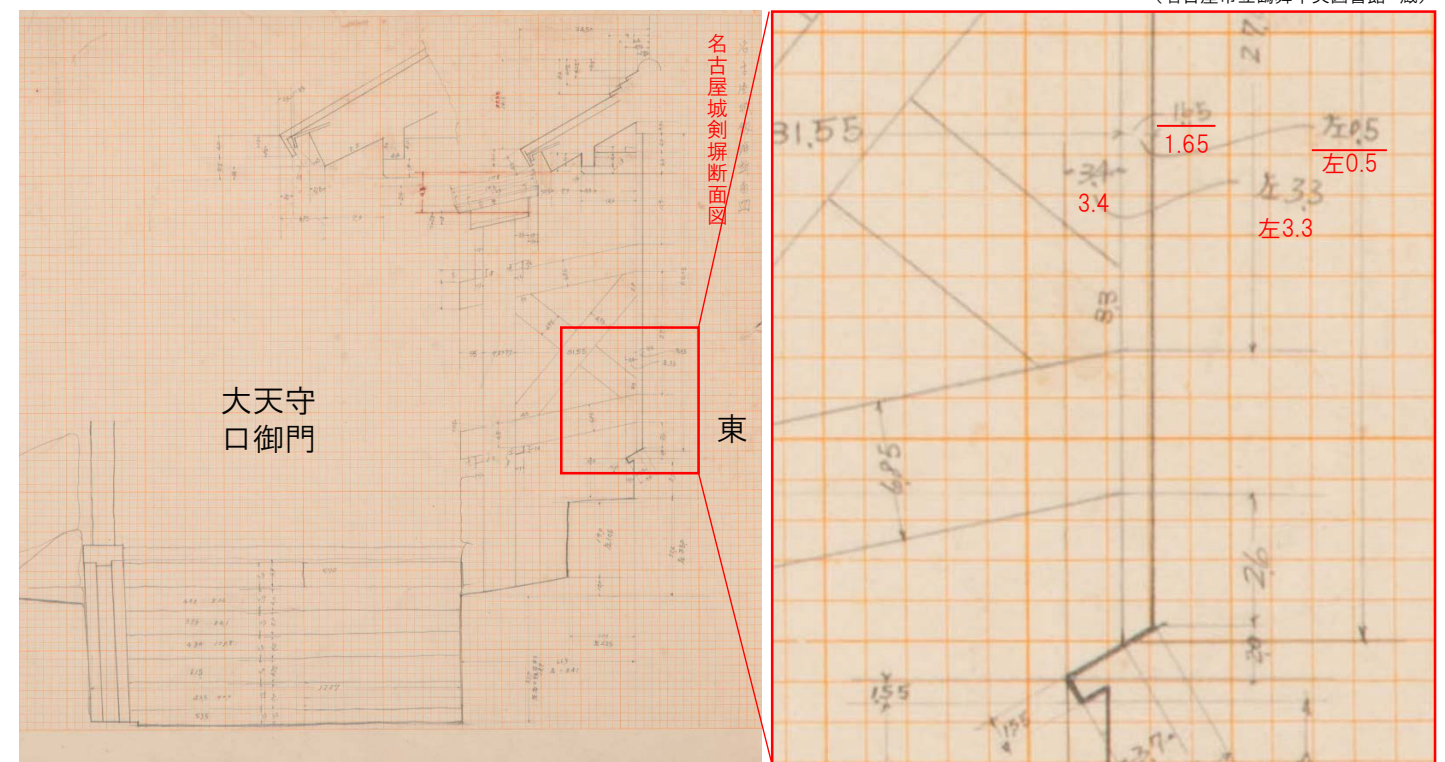
『國寶建造物第一期第一輯』「十七名古屋城小天守近影(北面)」 (名古屋市立鶴舞中央図書館 蔵)

3) 東西で壁厚が異なる。

⑤昭和実測図野帳より

内側の化粧建張板と柱のチリ寸法が東西で異なる。

⇒東西で壁厚が異なると思われる。



昭和実測図 野帳(名古屋城総合事務所 蔵)

4) 内側の軒裏は腕木から瓦座まで漆喰塗り、控柱の笠木は木の素地である。

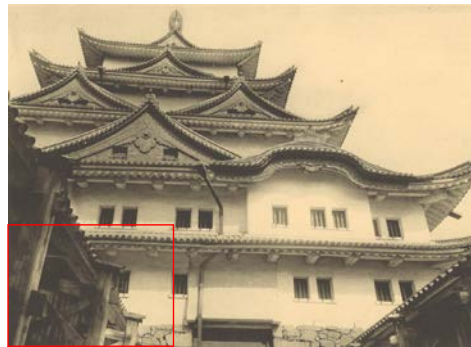
⑥古写真より

・内側の軒裏は、腕木、桁から瓦座まで漆喰塗りとなっている。(写1,2)

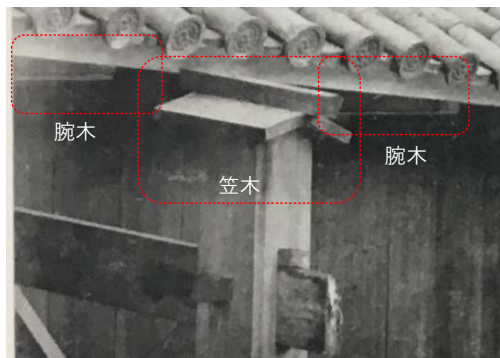
⇒腕木については、古写真で判断しかねるが、周囲の木部に比べ、影でありながら白く写っていること(写2)、また類例としての不明門内側(写3)では化粧縦板張で腕木からは漆喰塗りとなっていることから判断した。

・控柱の笠木は、木の素地である。(写2)

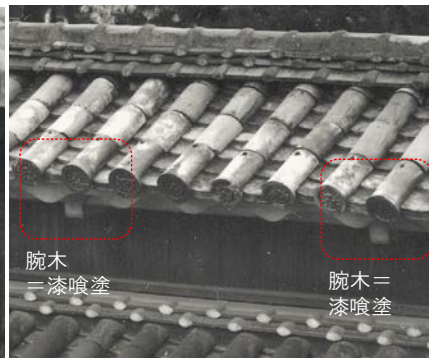
⇒類例としての表二之門内側の控柱の笠木も木の素地。現天守閣では銅板葺となっている。



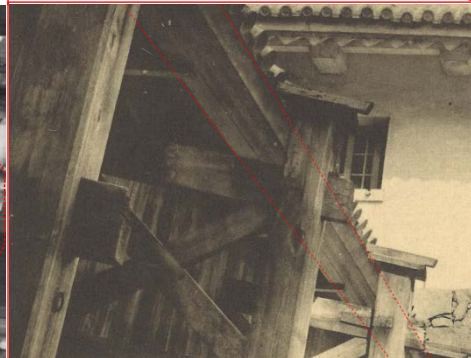
(写1)『日本古建築類聚 名古屋城』「31 大天守見上」(川崎市立日本民家園 蔵)



(写2)『國寶建造物第一期第一輯』「十七名古屋城小天守近影(北面)」(名古屋市立鶴舞中央図書館 蔵)



(写3) ガラス乾板写真「名古屋城不明門及び剣堀南背面」を加工(名古屋市立鶴舞中央図書館 蔵)

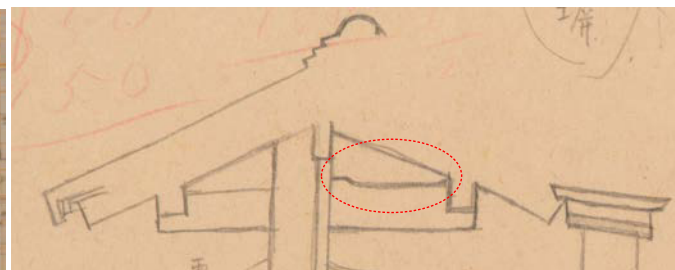
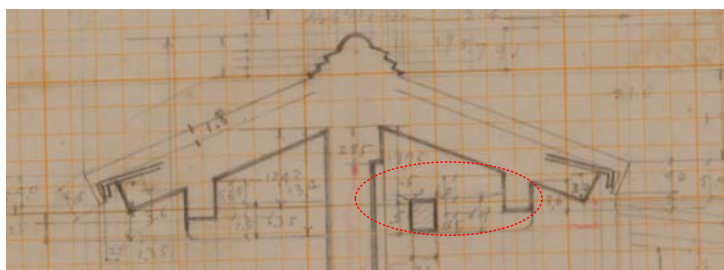


5) 内側の肘木中央に線状の加工がある。

⑦昭和実測図野帳で確認より

内側肘木中央に線状の加工がされている。

- ・古い写真では暗いため形状が確認できない。
- ・昭和実測図、現在の天守閣ではこの加工はされていない。



昭和実測図 野帳(名古屋城総合事務所 蔵)を加工

6) 軒裏垂木(外側)の漆喰塗り形状が改変されている。

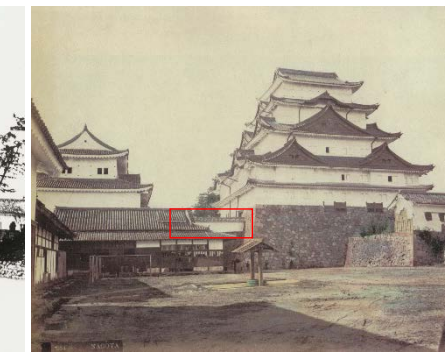
⑧古写真、ガラス乾板写真より

古写真に見られる波型(写4)(写5)から、ガラス乾板写真では直線(写6)に変わっている。

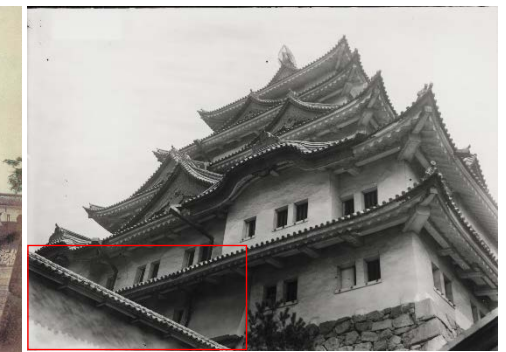
- ・改変時期は不明。(写1)(写2)では金鯱が無い。明治4年(1871)に金鯱が名古屋城から降ろされ、宮内省に献納されている。明治12年(1879)に名古屋城に金鯱が戻ったとあるので、少なくともこの頃までは、軒裏が波形であったことがわかる。
- ・明治42年(1891)に起こった濃尾地震後の修理で、ガラス乾板写真に見られるような直線に変わったかもしれないが、濃尾地震後の修理過程を撮影した古写真では、写真解像度のため、軒先形状が判別できない。



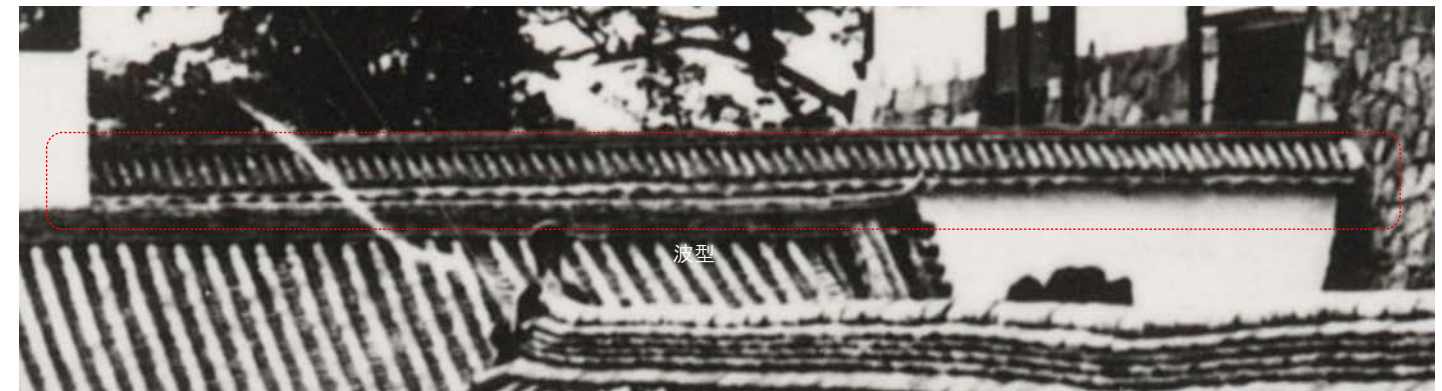
(写4)「金鯱のない名古屋城大天守(明治時代)」(出典「日本名城集成 名古屋城」小学館1985年刊)



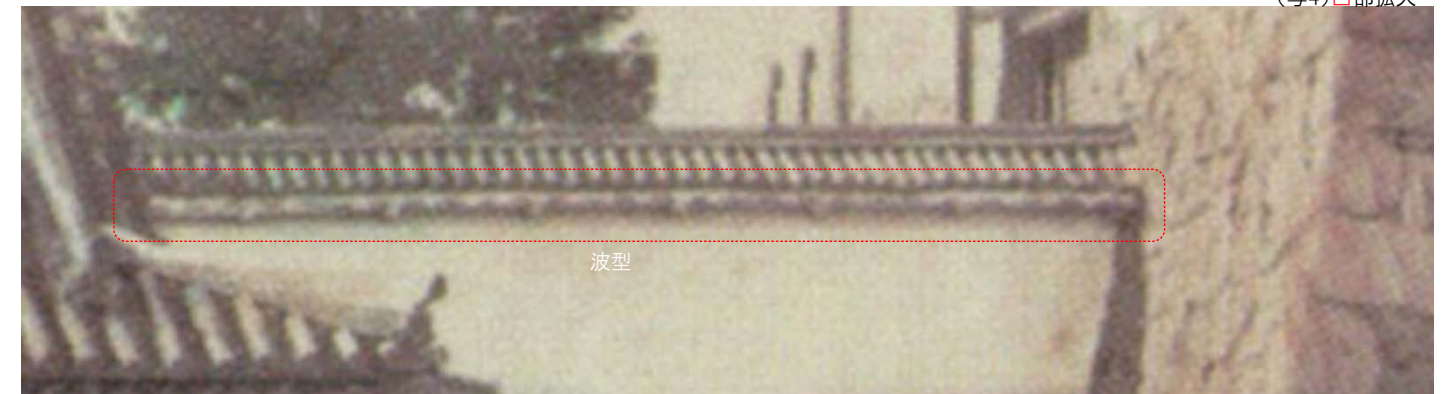
(写5)「金鯱が取り去られた大天守 東から」明治4(1871)~10年撮影(出典名古屋城特別展 描かれた名古屋城、写された名古屋城)図録)



(写6)ガラス乾板写真(名古屋城総合事務所 蔵)



(写4) □部拡大



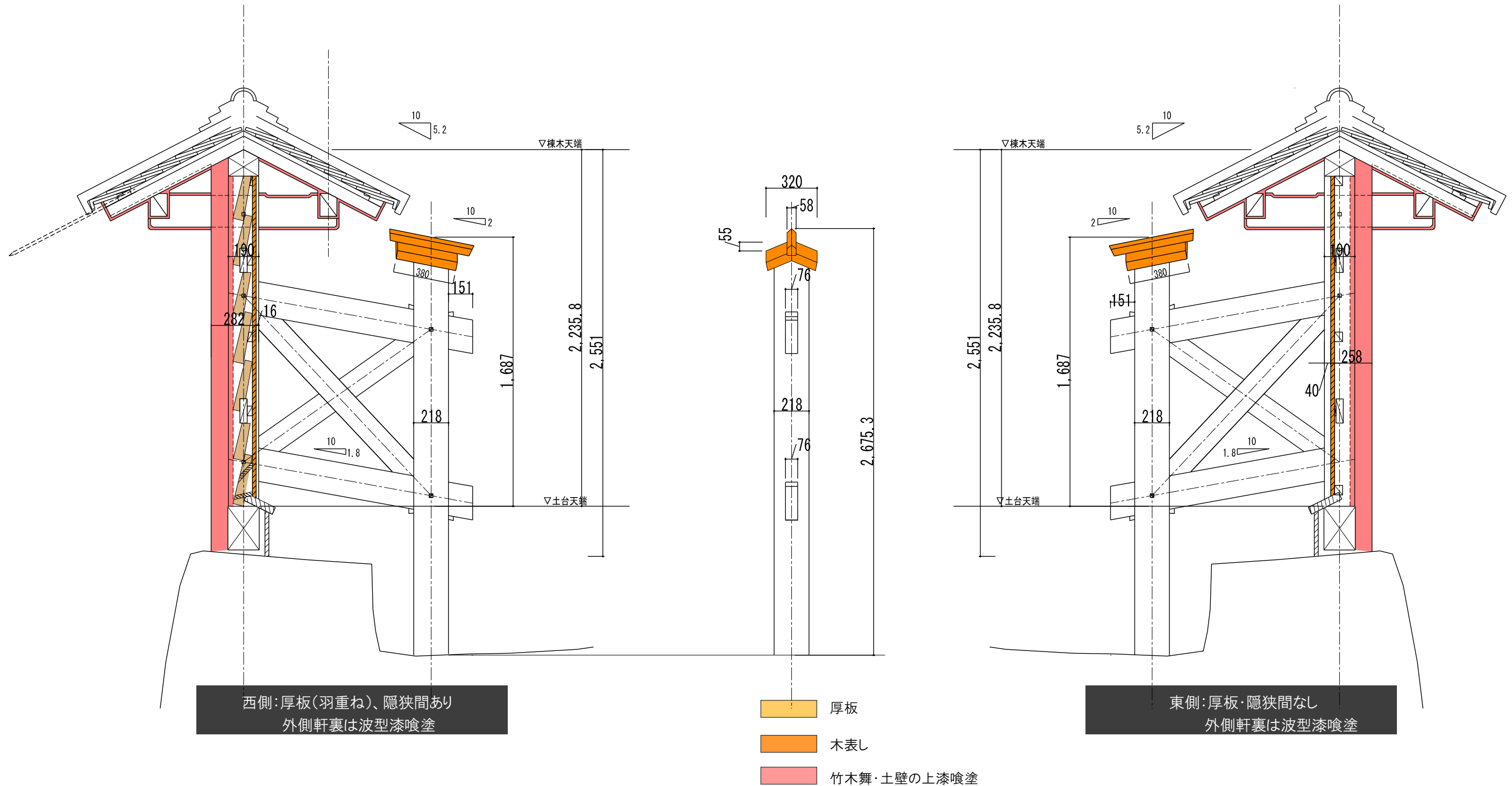
(写5) □部拡大



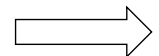
(写6) □部拡大

(3) 復元原案について

史資料により判明した事項から復元原案を以下に示す。



・厚板について
前項で述べたように『金城温古録』「剣塀」の項の挿絵は、西側の塀としては考えられるが、隠狭間が無いとされている東側の壁で、隠狭間の無い厚板があるのか、厚板自体が無いのかを判断することはできない。



東側にも厚板（隠狭間は無し）がある案も考えられるが、昭和実測図野帳に書かれている柱と内側化粧縦板のチリ寸法が東側：一寸六分五厘、西側：五分と異なることから東西の壁厚の違い＝厚板の有無の違いが反映された寸法と判断し、上図のように東側は厚板の無い仕様を復元原案とした。

2 復元案について

- ・上記で示した復元原案を復元案とする。
- ・瓦の詳細、軒裏の波型寸法、控柱足元及び笠木の防腐対策は引き続き検討をする。