

特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議 天守閣部会(第17回)

日時：平成31年3月26日(火) 10:00～13:00

場所：KKRホテル名古屋 芙蓉の間

会 議 次 第

2 あいさつ

3 報告

4 議事

- ・現天守閣の解体について[資料-1]
- ・壁板・床板について[資料-2]
- ・小天守地階・大天守地階の床、橋台の路面の仕上げについて[資料-3]

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17回） 名簿

日時：平成31年3月26日（火）10:00～13:00

場所：KKR ホテル名古屋 芙蓉の間

（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



## 現状変更許可申請提出にあたっての留意事項

- ① 現天守を解体する理由（現天守解体の必要性・妥当性）
  - \* 耐震診断結果の詳細な説明、耐震補強では十分でない理由、現天守に係る沿革と内容に関する情報の整理、現天守の記憶保存等に関する措置
  
- ② 現天守解体の具体的な工事内容（工事用仮設の具体的な内容を含む。）具体的な工法・工程等
  
- ③ ②に関連して、現天守の解体・除去工事が文化財である石垣等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
  - \* 石垣部会の意見を付すこと
  
- ④ 石垣等保全の具体的方針
  - \* 石垣部会の意見を付すこと
  
- ⑤ 石垣等詳細調査の具体的な手順・方法等（石垣調査計画）
  - \* 石垣部会の意見を付すこと

名古屋城天守閣整備事業  
現天守閣解体工事計画

平成31年3月26日

特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議  
[ 第17回 天守閣部会 ]

名古屋市観光文化交流局名古屋城総合事務所  
株式会社 竹中工務店

## 1. 概要編

### 1. 現天守を解体する理由

#### (現天守解体の必要性・妥当性)

- (1) 耐震診断の結果
- (2) 天守台石垣の調査
- (3) 解体の理由
- (4) 耐震性の問題に対する対応方針の検討結果

### 2. 現天守閣の解体工事計画

#### -1 現天守閣解体工事方針

- (1) 解体範囲の設定
- (2) 大天守閣の解体範囲
- (3) ELV棟の解体範囲
- (4) 小天守閣の解体範囲

#### -2 総合仮設計画概要

- (1) 総合仮設計画概要
- (2) 遺構に配慮した解体計画

#### -3 遺構保存対策

- (1) 内堀保護と石垣・遺構面の取り合い
- (2) 鶴の首と小天守西側石垣の側面養生
- (3) 外堀の仮設棧橋を設置する方法
- (4) 現天守閣解体後の石垣天端保護と雨水対策

#### -4 現天守閣解体工事工程表

#### -5 現天守閣解体工事ステップ

#### -6 跳ね出し躯体の解体工法

### 3. 現天守閣解体に伴う天守台石垣への影響と対策

#### -1 現天守閣解体に伴うリバウンドの影響評価

- (1) 現天守閣解体除荷による天守台石垣への影響検証
- (2) リバウンド影響への対策

#### -2 工事振動による天守台石垣への影響評価と対策

- (1) 振動による天守台石垣への影響を軽減する工法
- (2) 石垣に影響を与える振動レベル
- (3) 工法の選定と対策

#### -3 仮設物等設置に伴う天守台石垣への影響検証と対策

- (1) 大天守閣北側の内堀および本丸内への重機設置と御深井丸への仮設構台設置による石垣、遺構への影響検証
- (2) 鶴の首から内堀および小天守西側石垣への重機・仮設構台設置等による石垣、遺構への影響検証
- (3) 外堀養生と仮設棧橋設置による石垣、遺構への影響検証
- (4) 石垣と遺構面のモニタリング

## (1) 耐震診断の結果

平成22年度(2010)に実施された「名古屋城天守閣耐震対策調査」によると、大天守閣の耐震性能を示すIs値は、各階とも基準値である0.6を下回っており、最も低い数値が見られたのは、7階のX(南北)方向で0.14であった。これは、建築物の耐震改修の促進に関する法律で定める基準において、震度6強から7に達する程度の大規模の地震に対して「倒壊し又は崩壊する危険性が高い」と評価される結果である

また、耐震診断におけるコンクリートの中性化深さ試験の結果、大天守閣において8か所の試験体の内1か所で重度の劣化(平均15.8mm)が、小天守閣においては7か所の試験体の内1か所で中度の劣化(平均7.3mm)が見受けられた。

また、現天守閣は、外壁のモルタルにもひび割れや、浮きが見られ、一部が剥落するなど老朽化が顕著である。

このように、現在の天守閣は耐震性能が非常に低く、また老朽化が顕著であり、大地震発生時には危険な状態にある。

## (2) 耐震性の問題に対する対応方針

耐震性が低い問題に対応するため、現天守閣を耐震改修するか、解体し木造復元するかについて、市民との対話も行いながら議論を進めてきた。本市では、平成28年度に行った2万人アンケート調査の結果などに従い、現天守閣を解体し、木造復元する方針とした。

また、平成27年度より、『特別史跡名古屋城跡 保存活用計画』の策定にあたって、耐震改修と木造復元のそれぞれについて、その利点と課題について幅広く検討した。

耐震改修をする場合の利点と課題、木造復元をする場合の利点と課題、そして課題に対する対応策を検討し、その結果に基づき、「木造復元は、特別史跡内の建造物として本質的価値の理解を促進するという点において優位性が高く、また、現天守閣が有する価値の保存、継承といった木造復元における様々な課題も、それぞれの方策によって克服することが可能であると考えられるため、今後、現天守閣の価値を超える木造復元の意義を丁寧に説明することを前提として、整備方針は木造復元とし、検討を進める」と結論付けた。

このように、本市としては、現天守閣の耐震性能が低いという問題点に対し、現天守閣を解体し、木造復元することで対応する方針としている。

## (3) 天守台石垣の調査

本市では、特別史跡名古屋城跡の本質的価値を構成する天守台石垣の現況を把握する調査を進めてきている。

これまでの調査により、天守台石垣は、現天守閣の再建時に、外部石垣の上部及び穴蔵石垣の大部分について、取り外され、積み直されていることを確認している。特に穴蔵石垣については、基礎としてケーソンが設置されたこともあり、背面構造も含め大きく攪乱され、近世の姿とは全く異なる姿となっている。

本市では、このような状態にある天守台石垣について、更に調査を行い、近代以降に手が加えられた部分については、復元することも検討している。

天守台外部、穴蔵石垣のうち、現状で調査が行うことができる範囲については、各種の調査を行い、その保存についての考え方を整理してきた。しかしながら、穴蔵石垣全体の根石の状況、背面の状況については、現在の天守閣がある状態では調査をすることができず、現状を確認することができない状況である。

現天守閣を解体した際には、穴蔵石垣の調査を行い、その現況を正確に把握したいと考えている。

## (4) 解体の理由

現在の鉄骨鉄筋コンクリート造天守閣は、昭和34年に竣工してから60年が経過している。平成8年度及び平成22年度に耐震診断を行ったところIs値が0.14と全国にある同様の復興天守閣と比較しても極めて低く、コンクリートの中性化も進行し外壁のモルタルが剥落するなど危険な状態である。

現在は暫定的に入場禁止としているが、このまま放置することはできない。

また、現天守閣を解体することにより、穴蔵石垣の調査を行い、その現況を正確に把握したいと考えている。

以上のように、本市では、現天守閣の耐震性能が低いことに対応するため、現天守閣を解体し、木造復元する方針としており、現天守閣を早急に解体したいと考えている。

2-1 現天守閣解体工事方針

(1) 解体範囲の設定

現在の名古屋城天守閣の解体にあたり、遺構への配慮を重視し、解体するSRC天守閣の範囲を設定する。エリアとしては大天守、小天守とELV棟及び小天守西側の設備ヤードとする。

(図2-1-1参照)

(2) 大天守閣の解体範囲

地階外周四角柱柱、並びに桁形石垣に接している柱、壁、地階下の基礎、ケーソンの解体は、穴蔵石垣を取外す必要があるため解体せずに残置する。外周四隅の角柱については安定性を確保するために1階の斜め梁（スラブ付き）を残し、斜め梁を維持するための中央部分は1階床上レベルまで残置する。外周部は4本の斜め梁部分を除き1階床下まで解体し、石垣天端が見える状態とする。また、地階の2次的な壁については石垣に干渉していない部分については解体し、石垣面現しの状態にする。

(図2-1-2、2-1-3、2-1-4、2-1-5、2-1-6、2-1-7参照)

(3) ELV棟の解体範囲

ELV棟は、遺構保護の観点から表土盛り土部分（15cm程度）までの解体とし、遺構である本丸地盤の掘削を伴う基礎部分は残置する。

(図2-1-2、2-1-4、2-1-5参照)

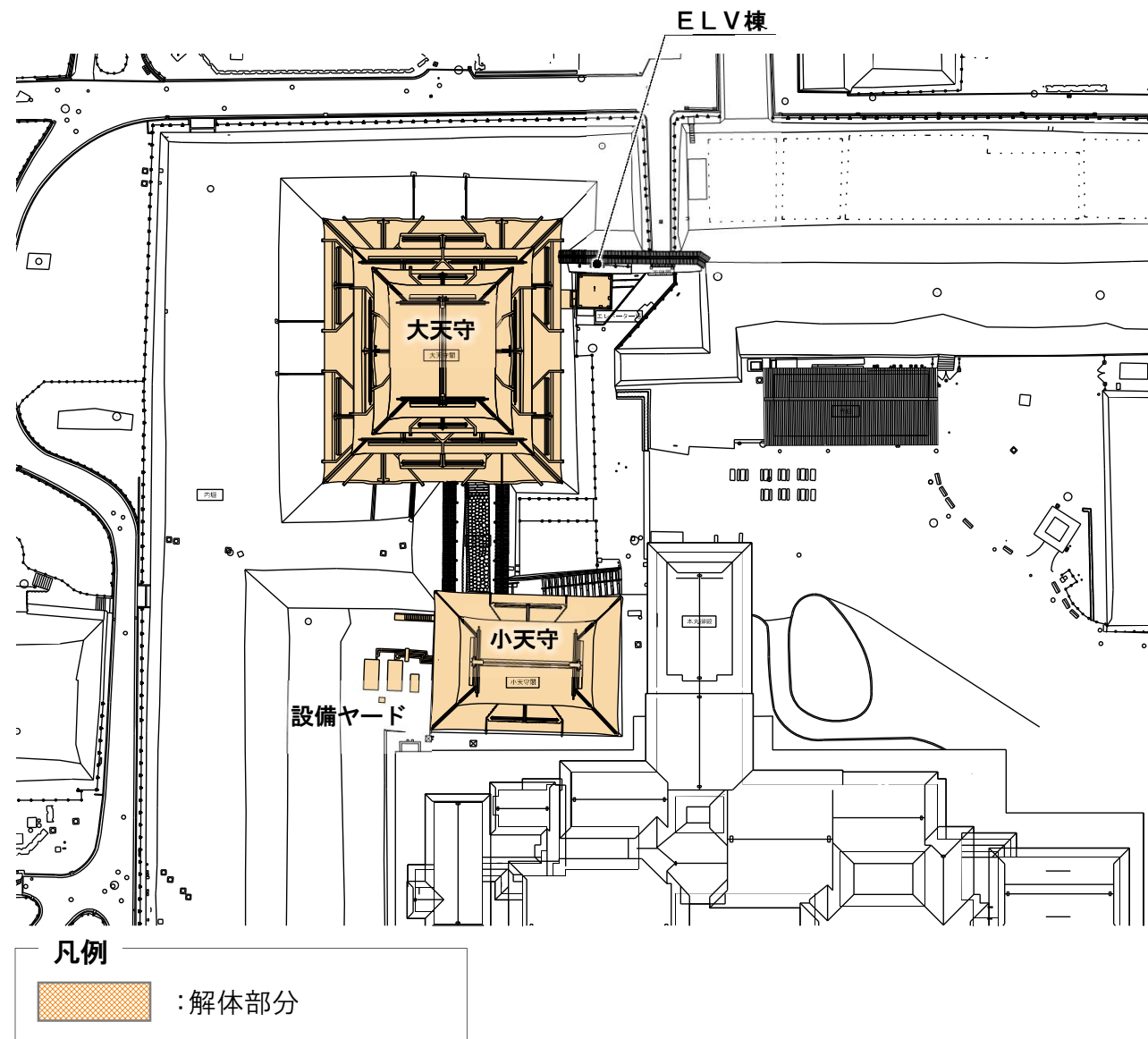


図2-1-1 解体エリア配置図

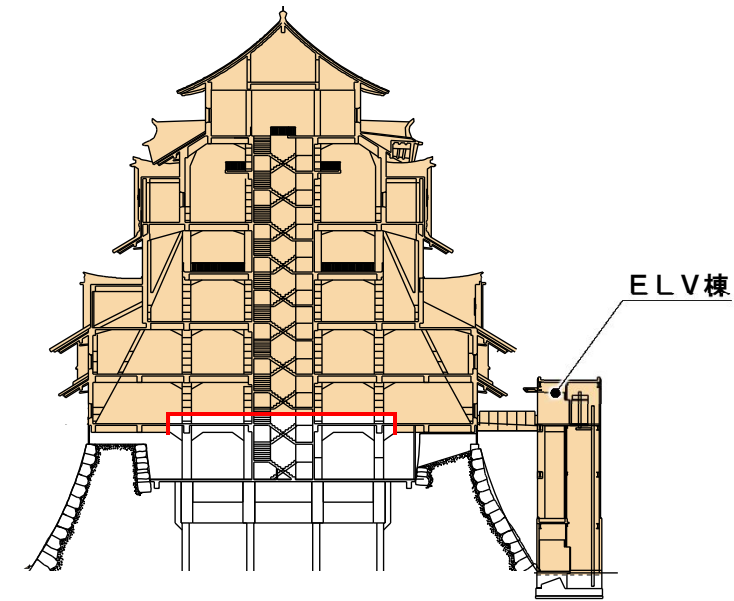


図2-1-2 大天守解体部分 A-A断面図(ELV棟含)

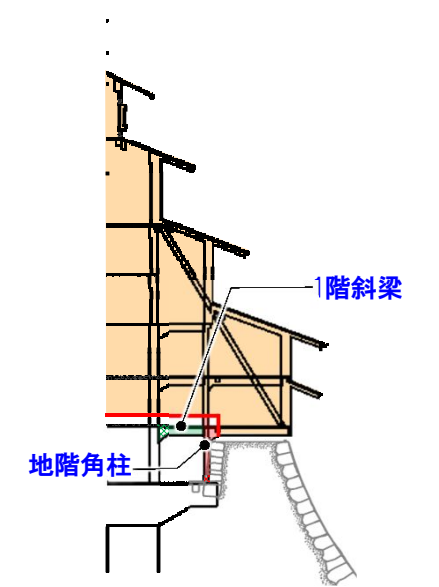


図2-1-3 大天守解体部分 B-B断面図

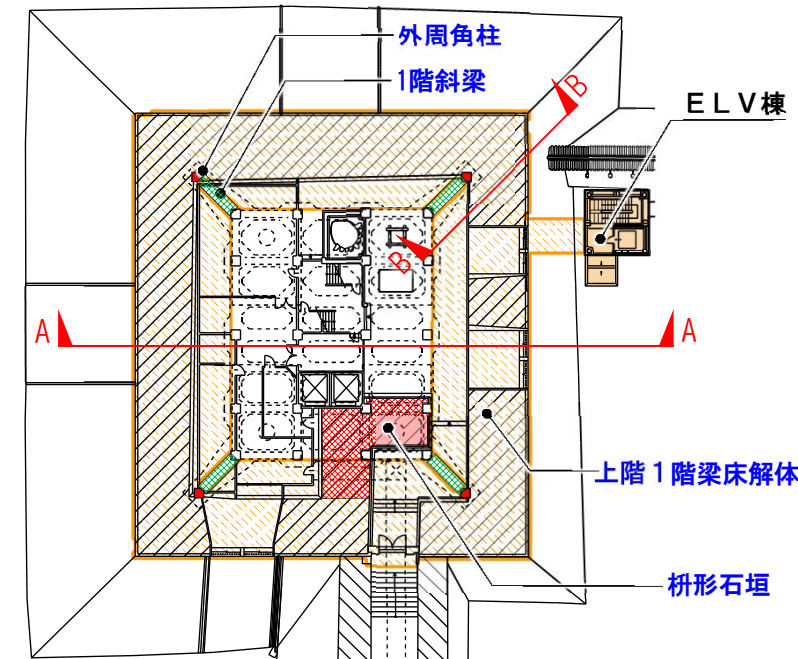


図2-1-4 大天守解体部分地下平面図(ELV棟含)

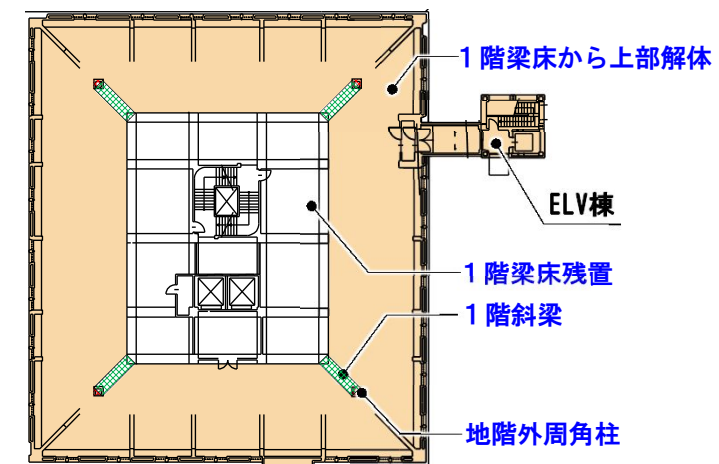


図2-1-5 大天守解体部分1階平面図(ELV棟含)



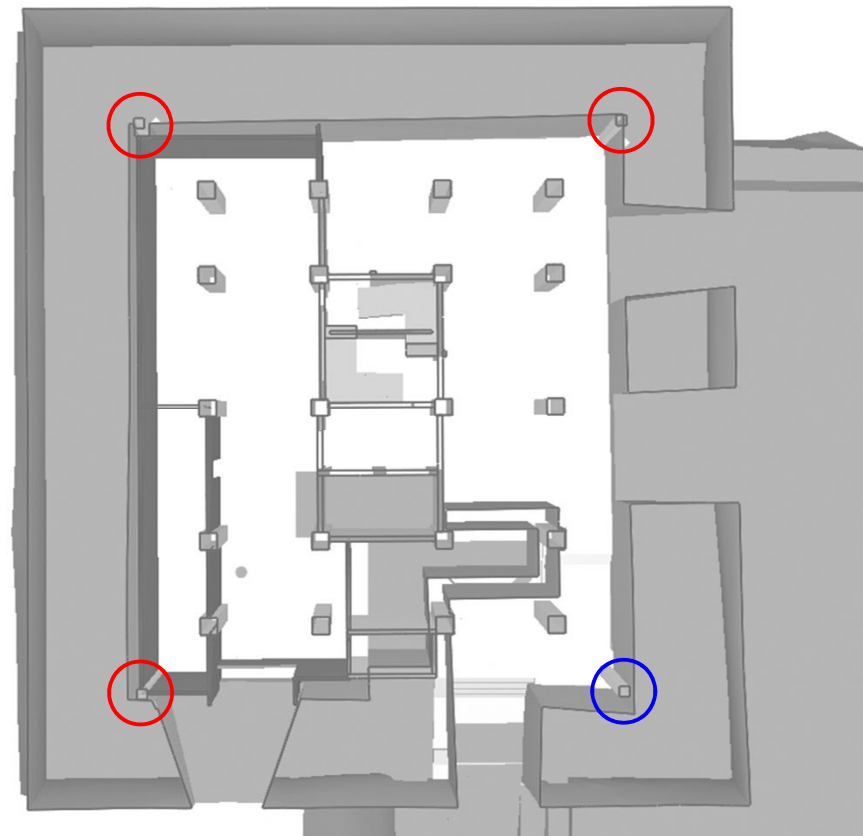


図2-1-6 地階躯体と穴蔵石垣の位置関係(直上鳥観図)

○ 穴蔵石垣に食い込む角柱

○ 穴蔵石垣に近接する角柱

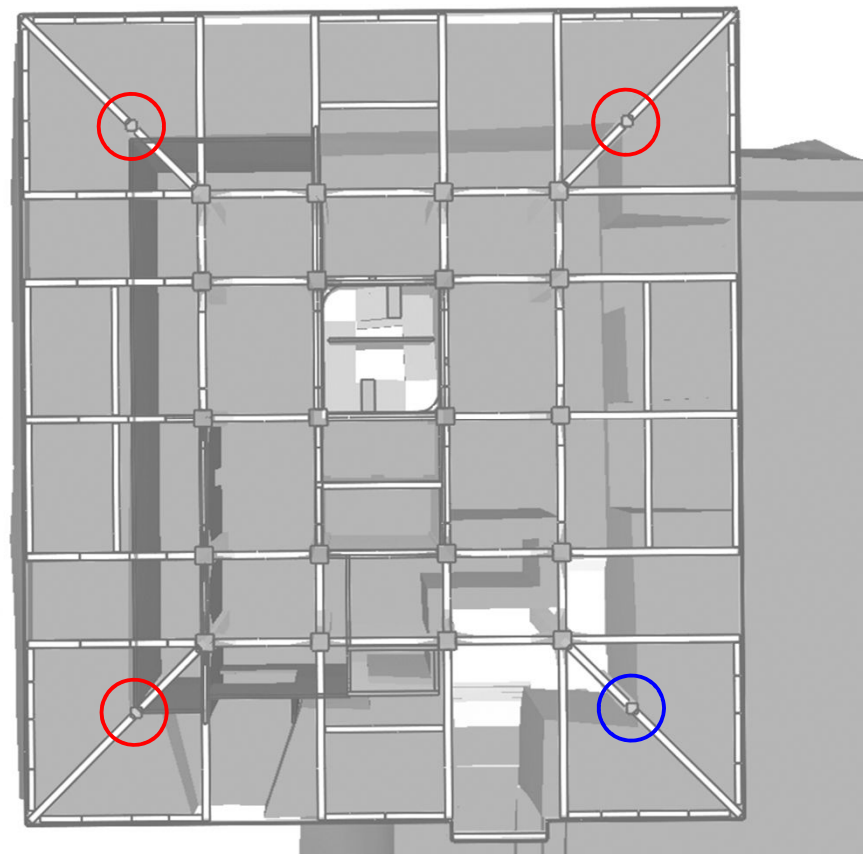


図2-1-7 1階梁と穴蔵石垣の位置関係(直上鳥観図)

○ 穴蔵石垣に食い込む角柱

○ 穴蔵石垣に近接する角柱

(4) 小天守閣の解体範囲

地階外周柱、並びに地階下の基礎、ケーソンの解体は、穴蔵石垣を取外す必要があるため残置する。残置される地階外周柱の安定性を確保するため、地階の中央部分は1階床上部分まで残置して1階外周部は1階床下まで解体し、大天守と同様石垣天端が見える状態とする。

(図2-1-8、2-1-9、2-1-10参照)

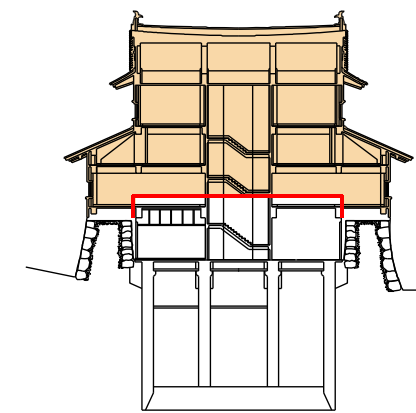


図2-1-8 小天守解体部分断面図

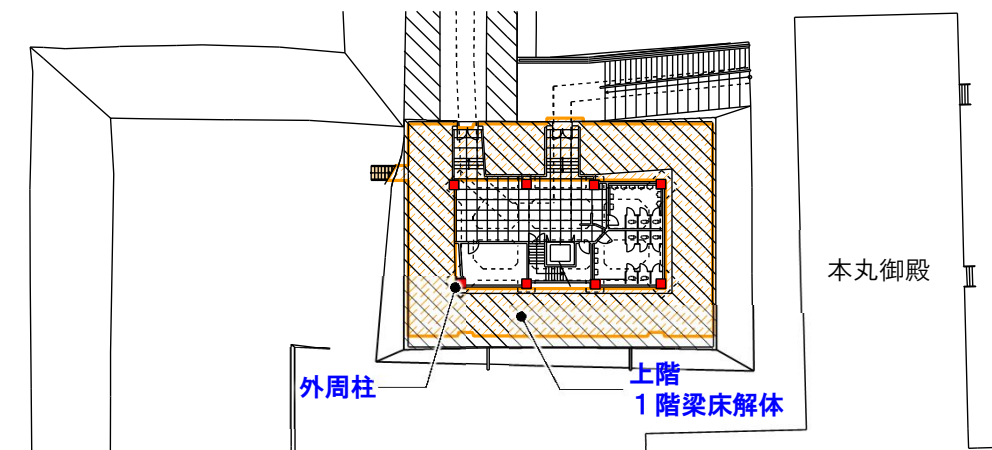
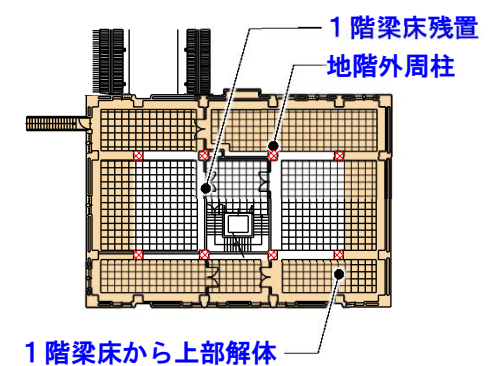


図2-1-9 小天守解体部分地階平面図



1階梁床から上部解体

図2-1-10 小天守解体部分1階平面図

2-2 総合仮設計画概要

本丸、御深井丸や内堀の遺構上に設置するため、重量の軽減化や養生による対策等を行い、遺構の保存に対し可能な限り影響を抑えるための配慮をした計画とする。

(1) 総合仮設計画概要

解体工事に伴う全体仮設計画を以下に示す。

1) 内堀保護工 ⇒ ①

・構台及び大型重機を設置する内堀部を軽量盛土材で養生することと、仮設物の荷重を分散し、特別史跡の遺構ならびに石垣を保護する。

2) 仮設構台 ⇒ ②

・大天守石垣天端レベル（標高約26.9m）及び小天守石垣天端レベル（標高約22.5m）への構台設置して工事を進める。  
 ・搬入口となる北側名城公園から天守閣の仮設構台まで、工事車両が直接乗り入れることができる仮設構台を設置する。

3) 仮設栈橋 ⇒ ③

・天守台対岸の石垣保護のため、内堀西側の通路を工事のメインアプローチとせず、北側の名城公園との間に長さ73mの仮設栈橋を設け、現存天守閣解体工事のメインアプローチを北側からとする。  
 ・遺構保護のため外堀は底浚いせず、ネットで割栗石を包んだポトルユニットで養生して仮設栈橋を設置する。

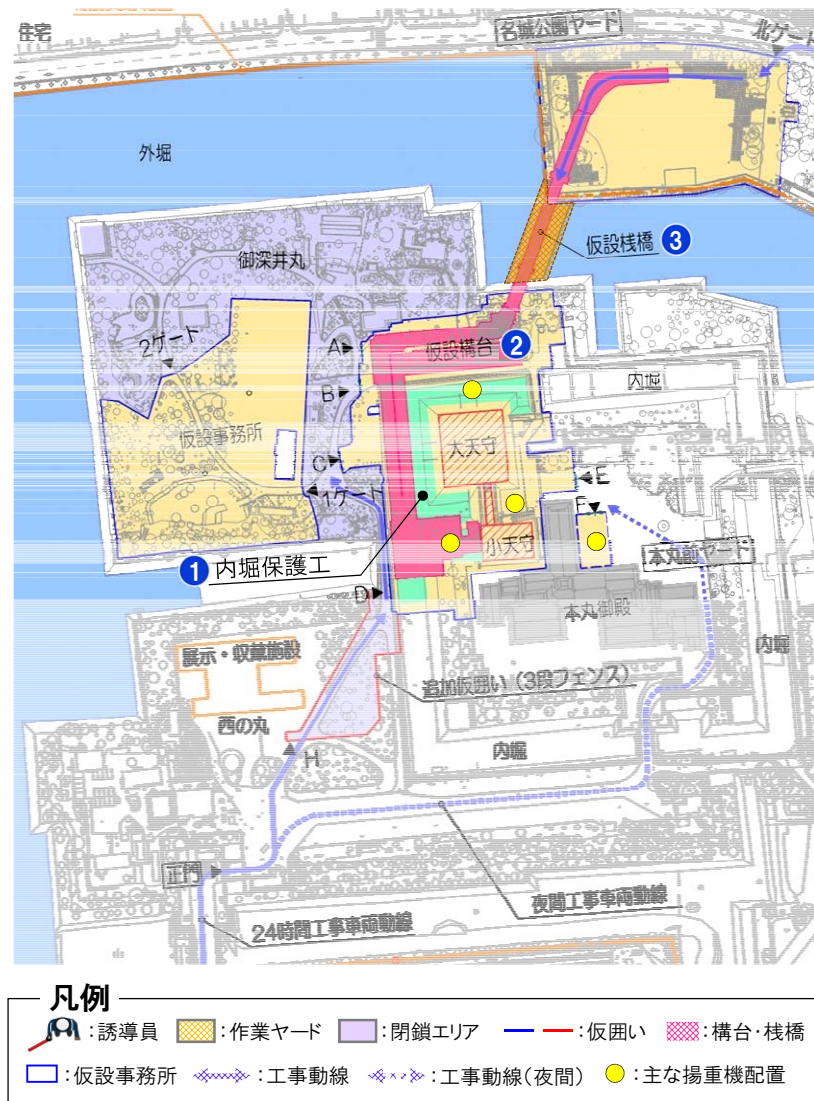


図2-2-1 解体工事 仮設計画配置図

(2) 遺構に配慮した解体計画

遺構に配慮した解体工事のための仮設計画を以下に示す。

1) 掘削のない基礎計画

仮設構台・仮設栈橋を別史跡内に設置するため、遺構面に対する掘削や杭等の打ち込みは行わない基礎形式として、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て、地盤へ作用する荷重を分散することで遺構を保護する計画とする。

2) 内堀内の遺構保護

現天守閣の解体工事のための仮設構築物である構台・栈橋および大型重機を特別史跡内に設置するため、遺構を毀損することのないように、内堀部は軽量盛土材による埋立て保護を行うことで、可能な限り遺構への影響を少なくした計画とする。また、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、緊急時にはポンプを使って外堀に放流する。

3) 内堀以外の遺構保護

内堀以外の範囲については、現状地盤を土木シート及び砕石で養生し、その上にコンクリート基礎を設ける。また、重機の設置については、土木シートおよび砕石で養生した上にさらに鉄板養生を行うにより遺構を保護する。

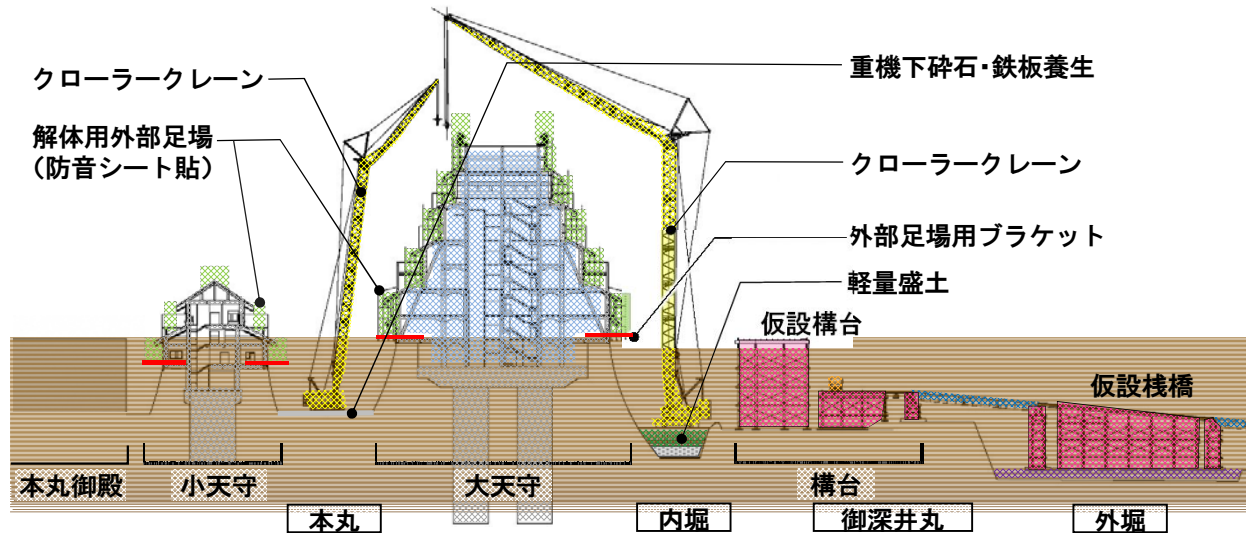


図2-2-2 仮設構台、仮設栈橋等設置イメージ図

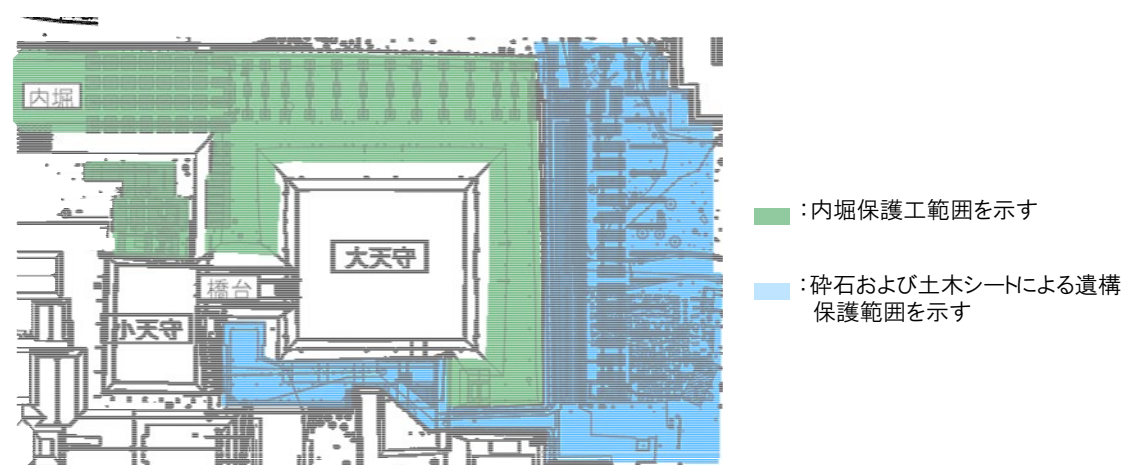


図2-2-3 仮設建築物(軽量盛土・基礎)設置範囲

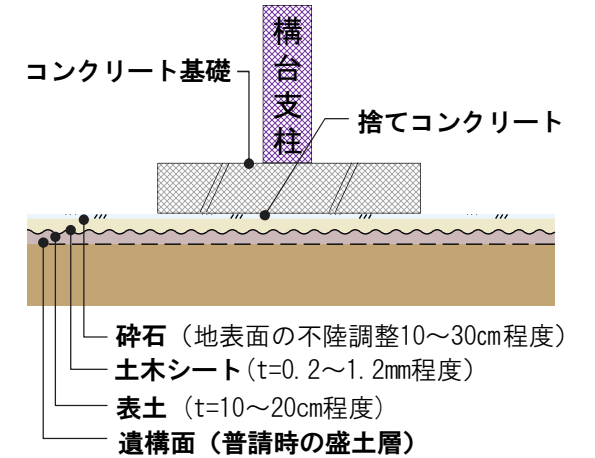


図2-2-4 遺構保護断面図(御深井丸の基礎部分)

4) 内堀石垣等遺構の保護

内堀底の地盤面に直接、重機や仮設構台の基礎等を設置した場合、地盤の掘底面に荷重が集中するため、石垣や遺構に影響を与えることが懸念される。

今回、重機および仮設構台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石垣や遺構に可能な限り影響を抑える方法として、内堀を軽量盛土材（EPS工法）※にて埋めて保護する計画とする。この工法により荷重が分散され、石垣法面の横滑りや孕みだしを可能な限り抑え、内堀ならびに石垣の保護を行う。

※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（発砲スチロール）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。

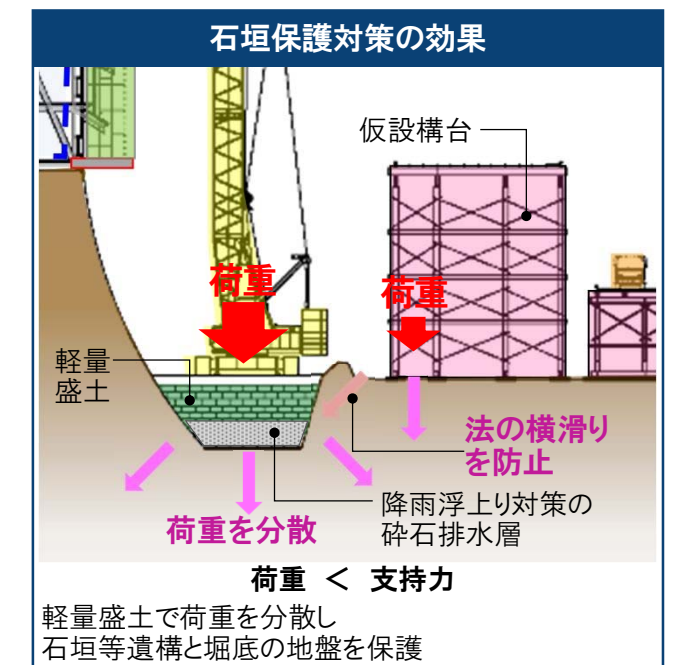


図2-2-6 内堀保護対策の効果

2-3 遺構保存対策

石垣や地盤等の遺構の保存に影響を可能な限り抑えるために、以下の対策を採用するものとする。

(1) 内堀保護と石垣・遺構面の取り合い

軽量盛土材を設置するにあたり、石垣や堀底遺構面の取り合い部については以下に示す養生を行う。

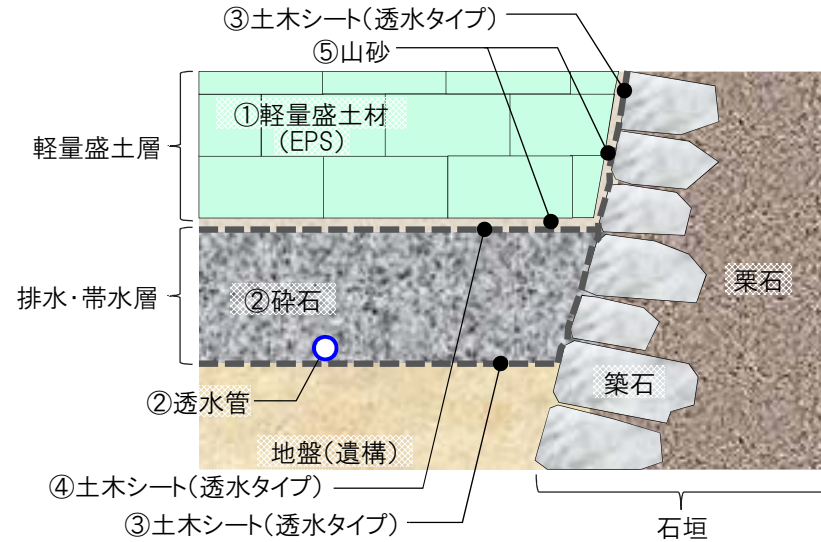


図2-3-1 内堀保護の構成と遺構保存対策

- 堀底の遺構面、石垣面への埋め戻しによる荷重影響を軽減するため、軽い素材で強度のある軽量盛土材（EPS）を用いて内堀を埋め戻す。
- EPSは非常に軽いため、集中豪雨等による一時的な内堀内増水による浮き上がり防止するため、碎石層を想定水位より高くすることで十分な帯水機能を持たせる。また、透水管を設置することで碎石の外へ排水するとともに、緊急時にはポンプにより外堀へ排水する設備も設置する。
- 石垣や堀底に直接、碎石や山砂等が接して遺構面を傷つけないように、土木シートにより遺構表面を養生する。土木シートの背面に水が溜まらないように透水タイプを用いる。
- EPSと排水層の間には土木シートを敷き、撤去時に碎石と山砂が混じらないようにする。また、EPSが降雨時に浮き上がらないように透水タイプを用いる。
- EPSと石垣面の間に隙間ができないように山砂を充填する。また、EPSを水平に積上げるために排水層の不陸修正にも山砂を用いる。
- 軽量盛土層の上部には土木シートと碎石で養生し、構台のコンクリート基礎の設置や重機の鉄板養生を行う。鉄板養生は石垣に直接触れないように配慮して敷き込む。



平成30年6月 特別史跡名古屋城跡の現状変更「石垣調査のための仮設事務所等工事」より  
図2-3-2 土木シート敷設と碎石敷均し状況の例



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  
図2-3-3 EPS工法の工事状況の例

(2) 鶴の首と小天守西側石垣の側面養生

1) 鶴の首石垣の側面養生

史跡内の仮設工事については、仮設棧橋・構台が完了するまでの間、工事車両は正門から鶴の首を通過して工事エリアにアプローチするため、工事に先立ち鶴の首の石垣養生を実施する。鶴の首石垣の両側面に大型土のうを積上げて押さえ込むことで、工事車両等の通行による石垣の孕み出し等の影響を抑える。

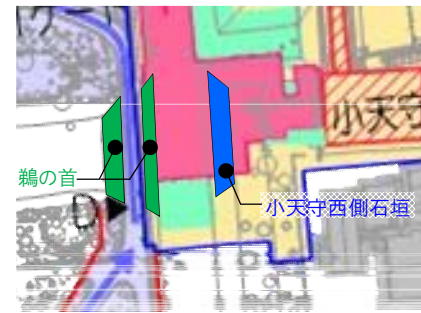


図2-3-4 鶴の首と小天守西側石垣位置

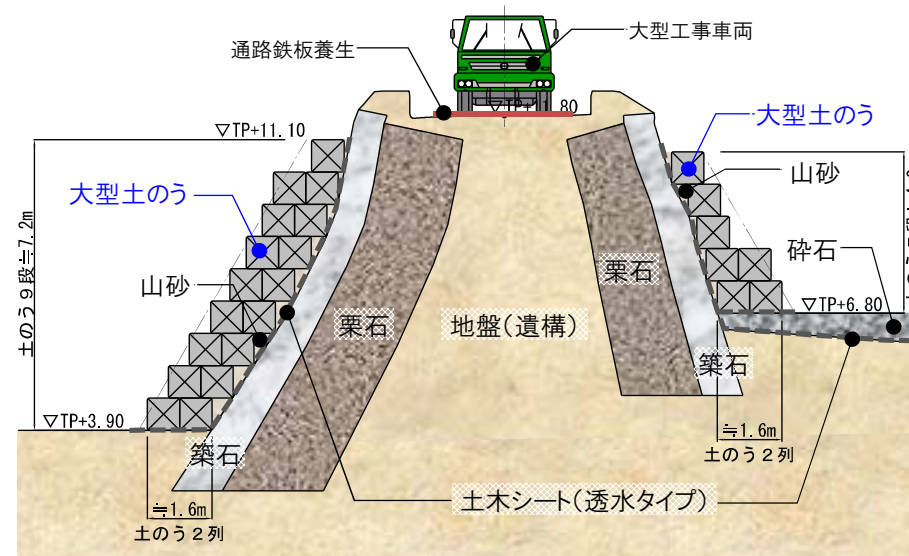


図2-3-5 鶴の首石垣の大型土のう養生

2) 小天守西側石垣の側面養生

天守閣解体のため、仮設構台の一部を小天守西側の石垣に設置する必要がある。小天守西側の石垣側面に大型土のうを積上げて押さえ込むことで、仮設構台の荷重による石垣の孕み出し等を可能な限り抑える。

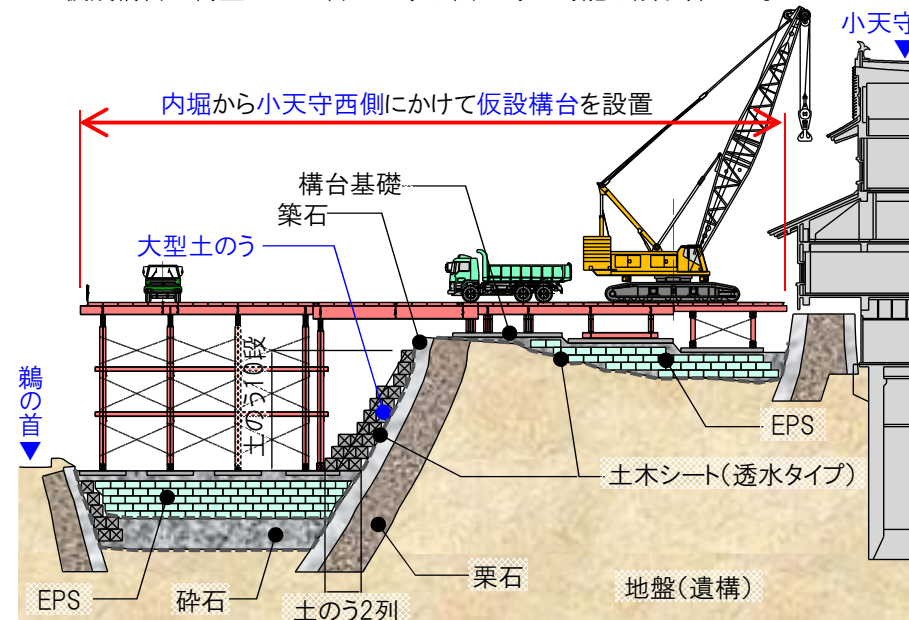


図2-3-6 遺構保護断面図(本丸・御深井丸の基礎部分)

(3) 外堀の仮設棧橋を設置する方法

仮設棧橋を設置する場合、堀底の底浚いや山留杭の打ち込み等、遺構を毀損する恐れのある工法は採用しない。対策として、底浚や山留杭の打ち込み、排水等をせずに安定した養生を行う工法として、ネットで割栗石を包んだボトルユニットを堀に沈める工法を採用する。石垣に接する部分は石垣を毀損しないように土木シートと土のうによる養生を行う。また、外堀の通水性確保のため、600φの通水管を3カ所設ける。

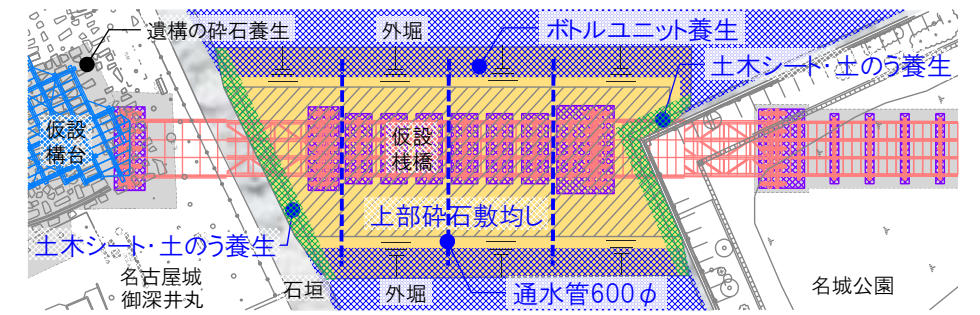


図2-3-7 仮設棧橋とボトルユニットによる外堀養生(平面図)

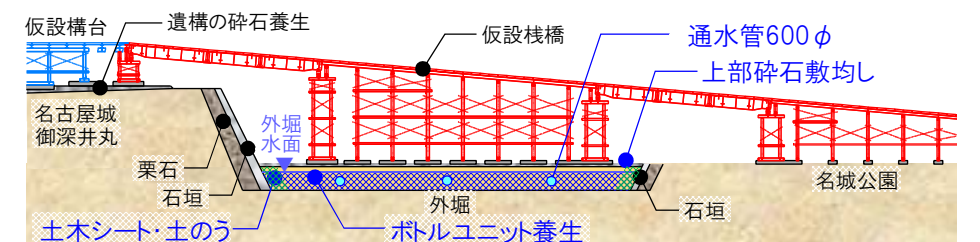


図2-3-8 仮設棧橋とボトルユニットによる外堀養生(断面図)



図2-3-9 ボトルユニット(単体)とボトルユニットによる埋め立て構台の例

(4) 現天守閣解体後の石垣天端保護と雨水対策

天守閣解体後は、降雨時に天守台天端から石垣背面に雨水が回り込み、背面の水圧上昇等、石垣に影響を及ぼす恐れがある。大量の雨水が石垣背面に浸透しないように、土木シートで養生した上に防水シート養生を行う。また、穴蔵内部に集まる雨水については、地下1階の土間上にシート養生し、現天守閣の基礎ピットを排水釜場として水中ポンプ（バックアップ用ポンプも用意）で南側内堀側へ排水する。

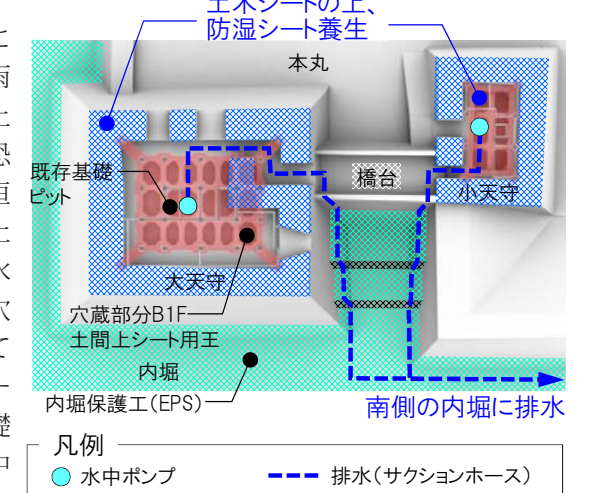


図2-3-10 現天守閣解体後の石垣天端保護雨水対策



## 2 現天守閣の解体工事計画

### 2-6 跳ね出し躯体の解体方法

現天守閣は躯体の荷重を石垣にかけずに、全て天守台中央部分に沈埋したケーソンを介して支持層地盤に伝達される架構となっている。そのため、穴蔵から外側へ跳ね出した1階から3階までの躯体は、斜めの鉄骨鉄筋コンクリート柱により5階躯体から吊る構造となっている。

現天守閣を上階から順番に解体し、4階躯体を解体するときに斜め柱を切断すると下部の跳ね出し躯体を支持する架構がなくなるため、その荷重を支える仮設の架構が必要となる。

本計画では解体建物の躯体から跳ね出し躯体の荷重を支える仮設支持材を設置し、石垣に解体建物の荷重をかけずに安全に解体を行う計画とする。また、万が一、跳ね出し梁が切断途中で落下するようなことがあっても、石垣に大きな衝撃が加わらないように、EPSによる緩衝材を設置する。

外部足場については、外部ブラケットを設置し、既存躯体から支持する形式とし、石垣に直接足場荷重をかけずに工事を進める計画とする。

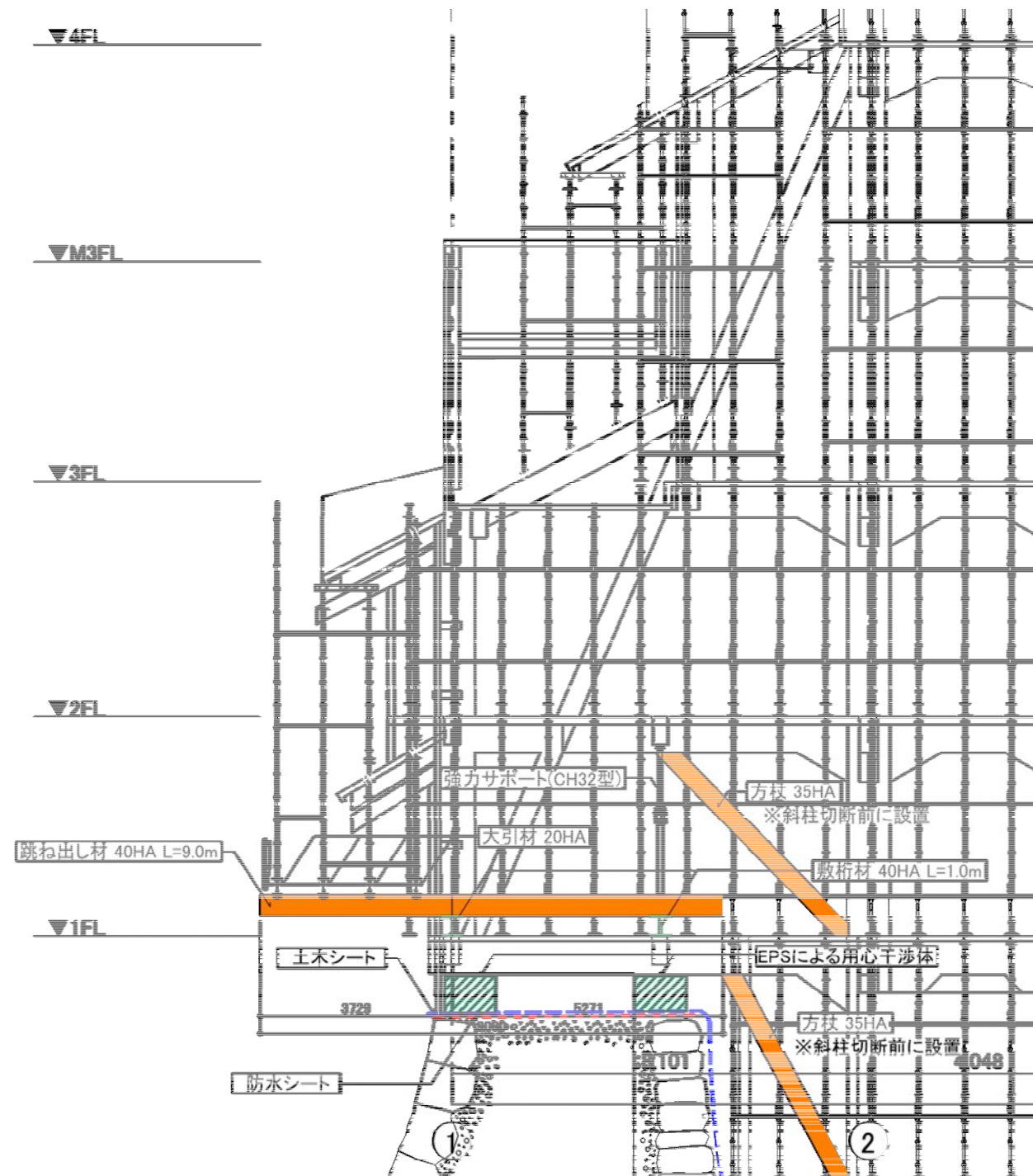
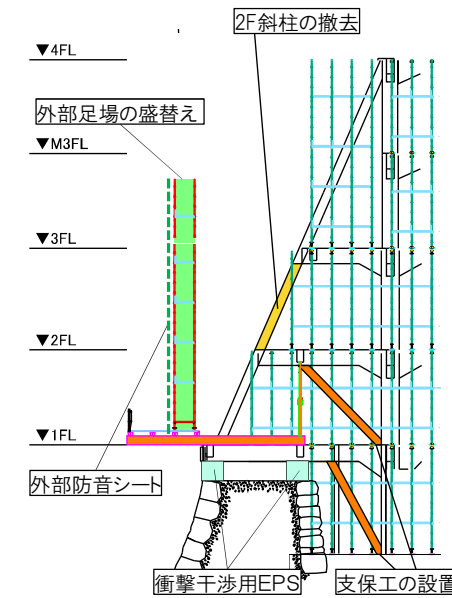
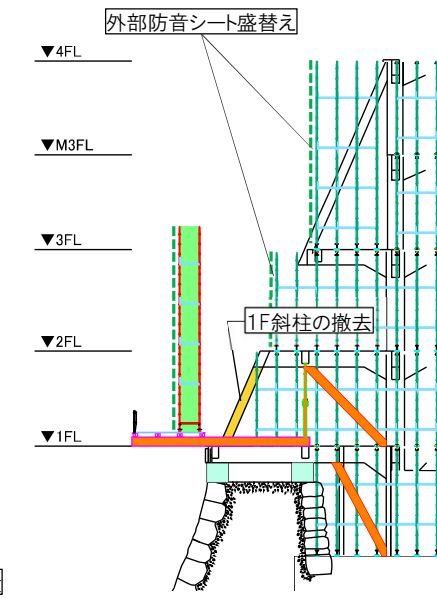


図2-5-1 跳ね出し躯体支持部材と外部ブラケット足場 断面図

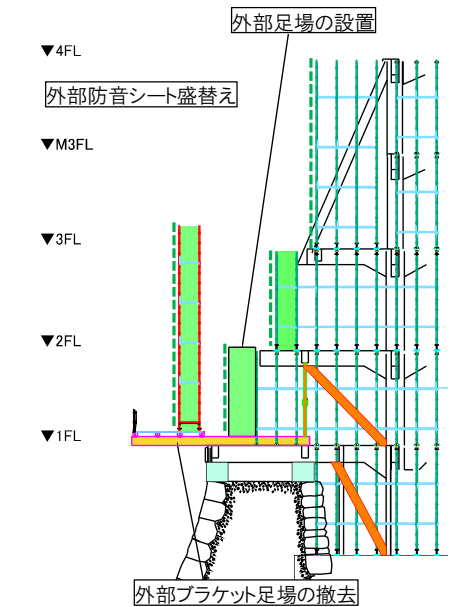
#### 【STEP-1】



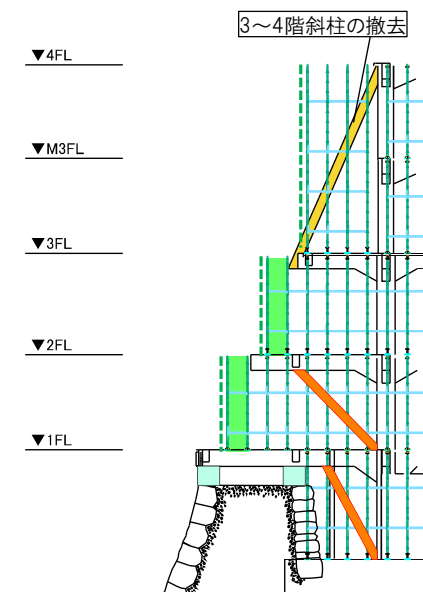
#### 【STEP-2】



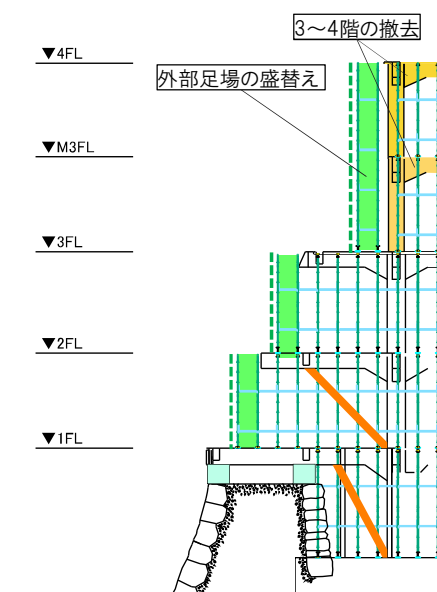
#### 【STEP-3】



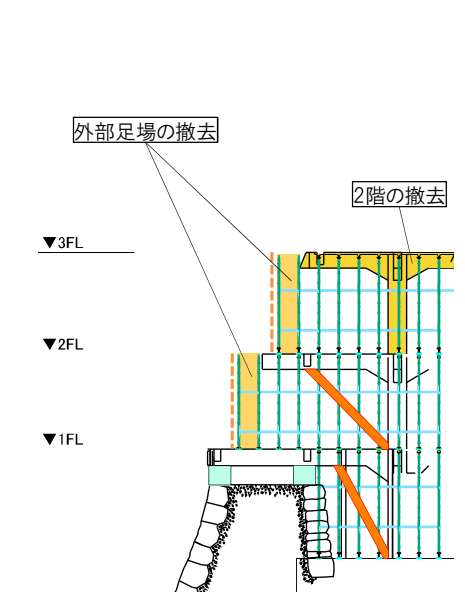
#### 【STEP-4】



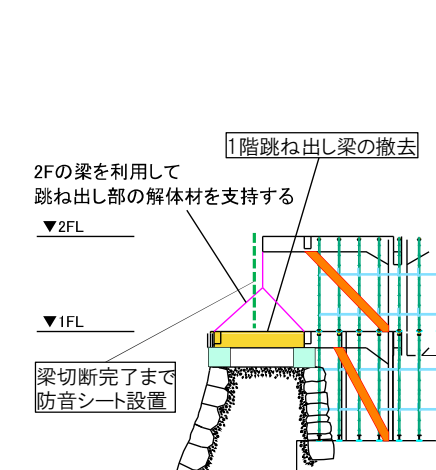
#### 【STEP-5】



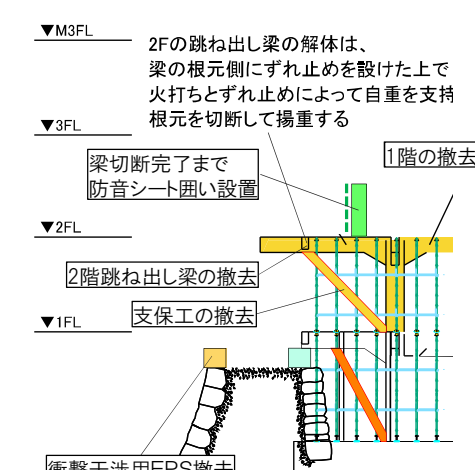
#### 【STEP-6】



#### 【STEP-7】



#### 【STEP-8】



#### 【STEP-9】

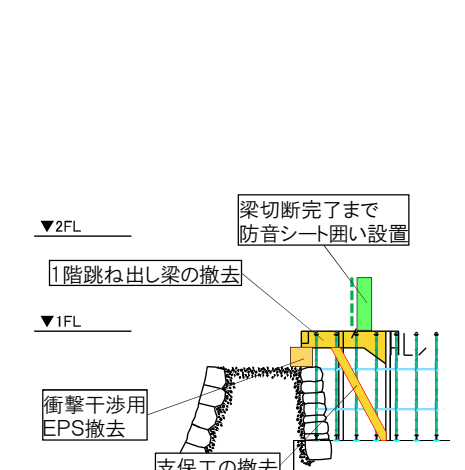


図2-5-2 外周跳ね出し部の解体ステップ図

現天守閣解体に伴う天守台石垣への影響が懸念される項目として、以下に示す内容について解析を行い、その影響の度合いを確認して対策を講じて工事を行うものとする。

- 1. 現天守閣解体に伴う除荷による地盤のリバウンド（浮き上がり）による石垣、遺構への影響
- 2. 現天守閣解体工事に伴う工事振動による石垣への影響
- 3. 現天守閣解体工事に必要な仮設物の設置による地盤変状による石垣、遺構への影響
  - (1) 大天守閣北側の内堀内および本丸内への重機設置と御深井丸への仮設構台設置による石垣、遺構への影響
  - (2) 鶴の首から内堀内および小天守西側石垣への工事車両通行および重機・仮設構台設置による石垣、遺構への影響
  - (3) 外堀養生と仮設栈橋設置による石垣、遺構への影響

#### 3-1 現天守閣解体に伴うリバウンドの影響評価

##### (1) 現天守閣解解除荷による天守台石垣への影響検証

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おり、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（基礎を含む。上部約8000 t、下部約4000 t）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。

##### [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。一方、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よる石垣の構造安定性に対する影響は軽微なものと考えられる。

（図3-1-3）

※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。

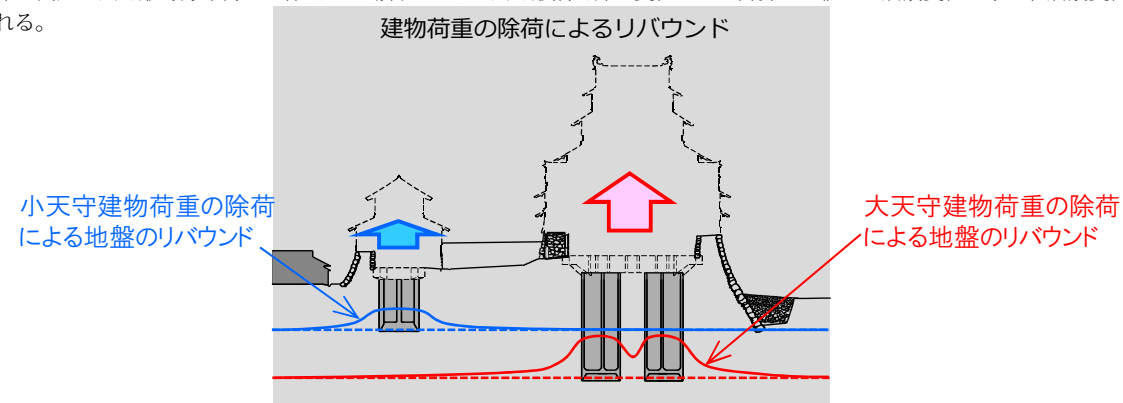


図3-1-1 リバウンドの概念図

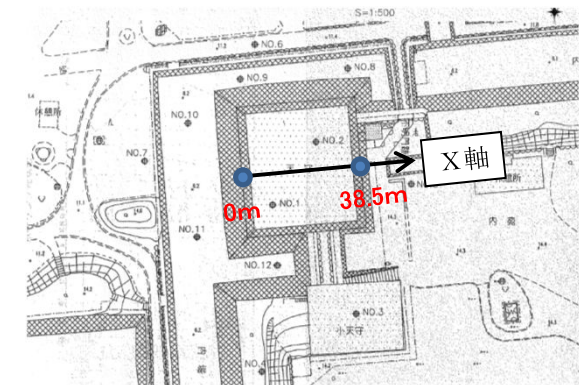


図3-1-2 リバウンドの試算位置（大天守）

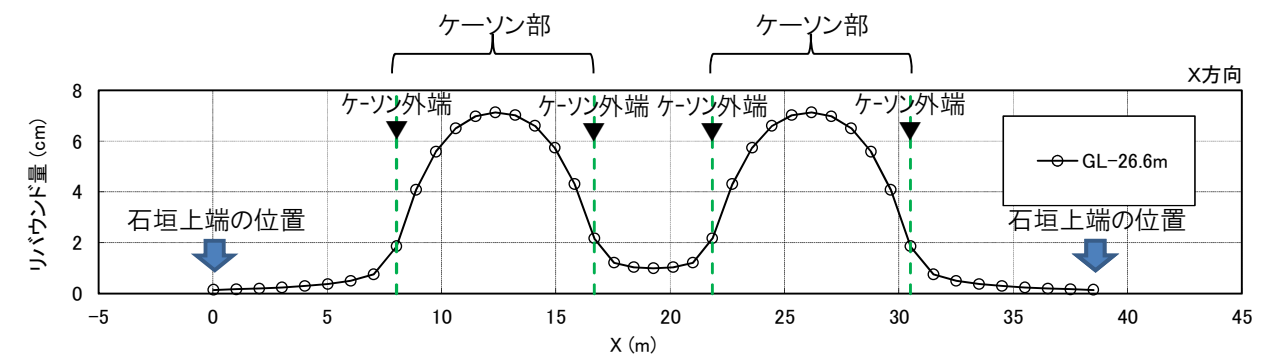


図3-1-3 多層近似解法によるリバウンドの試算結果（大天守）

##### (2) リバウンド影響への対策

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。

ただし、工事期間中は石垣のモニタリングを行うものとする。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。基本として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。また、割れている築石や孕み部分は計測対象として監視する。仮設構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）にも計測点を設けて監視する。

なお、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、孕み出し等、大きな変状が発生した場合には大型土のうによる押さえ込み等、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。

### 3 現天守閣解体に伴う天守台石垣への影響と対策

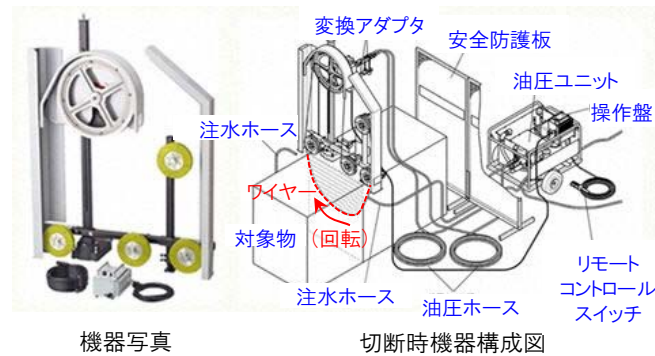
#### 3-2 工事振動による天守台石垣への影響評価と対策

##### (1) 振動による天守台石垣への影響を軽減する工法

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、石垣への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）によるブロック解体を採用する。

##### 1) ワイヤーソー工法（切断工法）

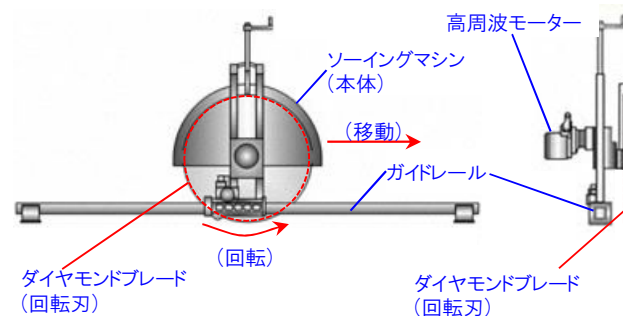
ダイヤモンドビーズをはめ込んだワイヤーを切断対象物に巻き付けて駆動機により張力を与えながら高速回転させて対象物を切断する工法である。ワイヤーソーは屈曲性に優れており複雑な形状物、高所等あらゆる場所で現場条件に合わせた施工が可能である。切断作業は低騒音、低振動、低粉塵である。



ワイヤーソーによるブロック解体揚重作業例

##### 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。



ウォールソーによる切断状況例

##### (2) 石垣に影響を与える振動レベル

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3-2-1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大型重機移動の際の振動を考慮して、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。

この基準を満たす工法として、振動レベルが60dB以下となるコンクリート圧砕機やコンクリートカッター（ワイヤーソーを含む）が挙げられる。

表3-2-1 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	

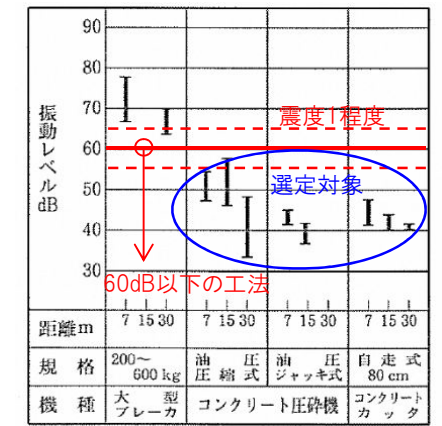


図3-2-1 解体工事による振動レベル例

表3-2-2 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3-2-3 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ヵ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)

##### (3) 工法の選定と対策

図3-2-2に切断工法、図3-2-3に大型ブレーカー工法による振動予測例を示す。

解体時の直近の石垣における振動レベルは、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、大型ブレーカー工法では87dB(震度4)が予測される。以上より、解体工事は切断工法によるブロック解体を採用する。

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振動が管理値内であることを常時計測しながら工事を行い、管理値は大型重機の移動時も配慮して震度1以下とするために上限を60dB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ものとする。



図3-2-2 切断工法の振動予測  
振動レベルの予測値 49dB(震度0)

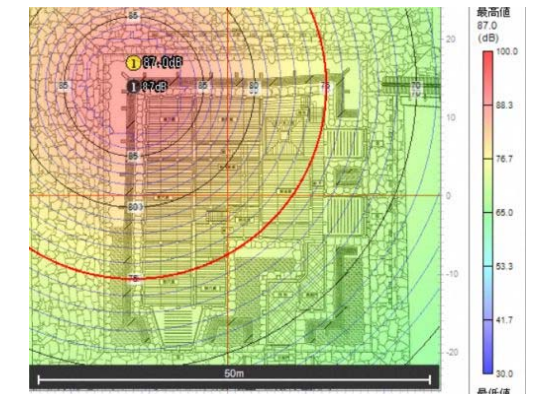


図3-2-3 大型ブレーカー工法の振動予測  
振動レベルの予測値87dB(震度4)

3-3 仮設物等設置に伴う天守台石垣への影響検証と対策

(1) 大天守閣北側の内堀および本丸内への重機設置と御深井丸への仮設構台設置による石垣、遺構への影響検証

1) 影響の検証

[検討内容]

構台や重機等の仮設物の設置等、現天守閣解体工事が内堀内の遺構および石垣に与える影響についてFEMによる解析により検討した。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ならびに今回の地盤調査に基づき定めた。内堀の表層には試掘調査とボーリングデータから、100cmの2次堆積土が存在するものとした。

[検討結果]

解析結果として、図3-3-4、3-3-5に沈下の影響度合い(コンター図)、図3-3-6に沈下量、図3-3-7に変形勾配を示す。

内堀の遺構面(堀底-100cm付近)について、沈下量は最大1.7mm、変形勾配は最大0.28/1000以下となった。これは、建築基礎等のコンクリートひびわれに対する限界値である1/1000~2/1000と比べて軽微であり、影響は極めて軽微と考えられる。

内堀の天守台石垣においては、石垣根入れ部の沈下は最大1.1mm、変形勾配は最大0.28/1000以下であり、仮設物設置による石垣への影響は極めて軽微なものと考えられる。また、石垣の孕み出しに対する警戒値(高さ10mで水平方向に60cm、60/1000)と比較しても極めて軽微なものと考えられる。

御深井丸側の石垣において位は、石垣根入れ部の沈下は最大1.6mm、変形勾配は最大0.12/1000以下であり、仮設物設置による石垣への影響は極めて軽微なものと考えられる。

本丸側の遺構面の沈下は最大1mm程度であり、天守台石垣についてはほとんど沈下せず、影響は極めて軽微なものと考えられる。

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さらに小さくなるため、影響は極めて軽微なものと考えられる。

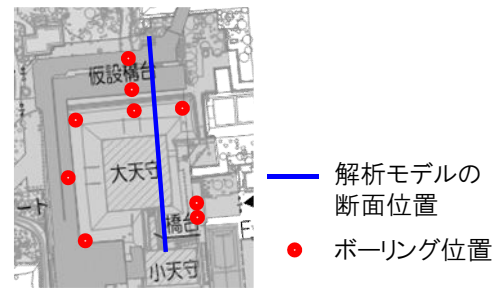


図3-3-1 ボーリング配置図と解析モデル位置

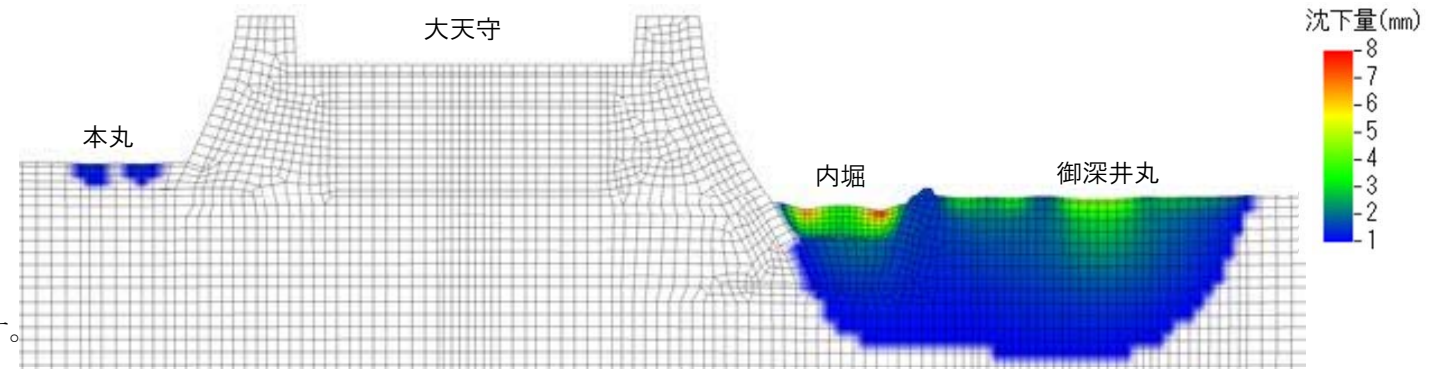


図3-3-4 断面モデルの沈下の影響度合い(全体)

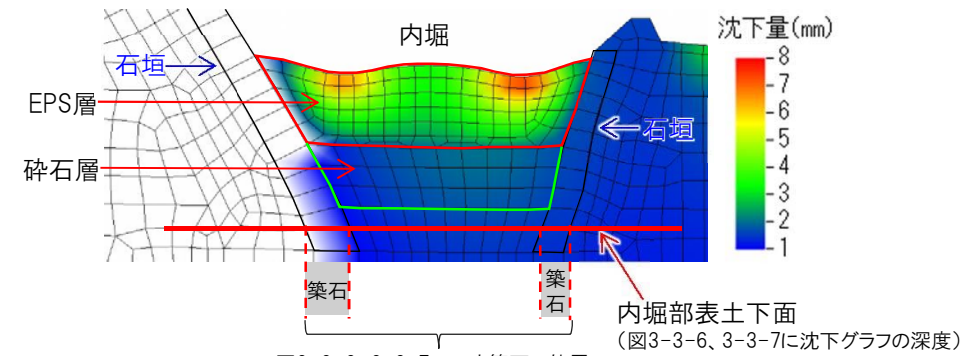


図3-3-5 断面モデルの沈下の影響度合い(内堀部の拡大図)

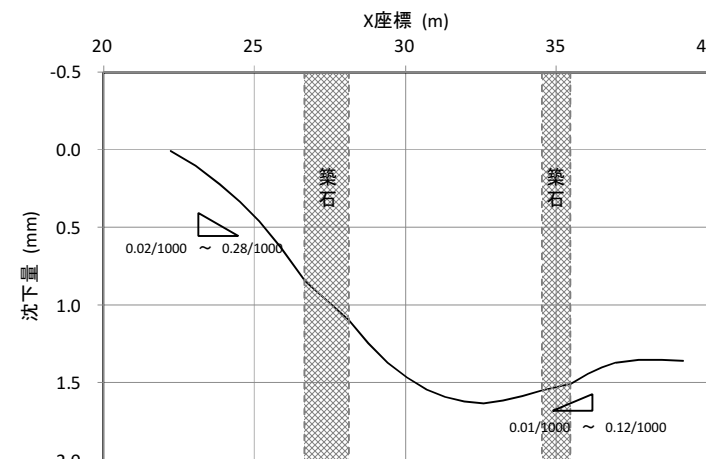


図3-3-6 内堀表土下面の沈下グラフ

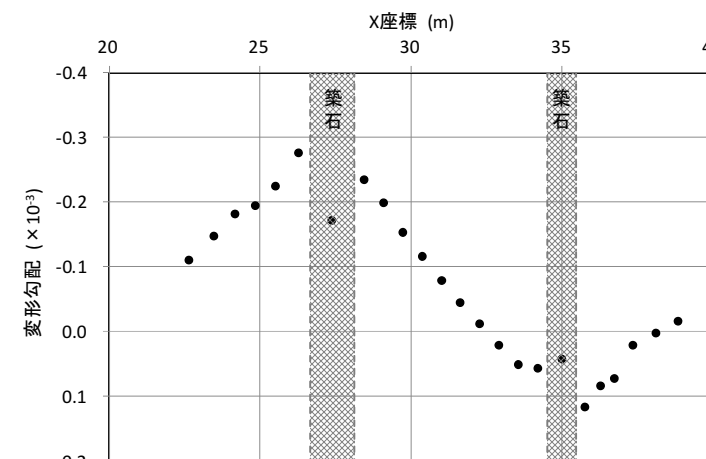


図3-3-7 内堀表土下面の変形勾配グラフ

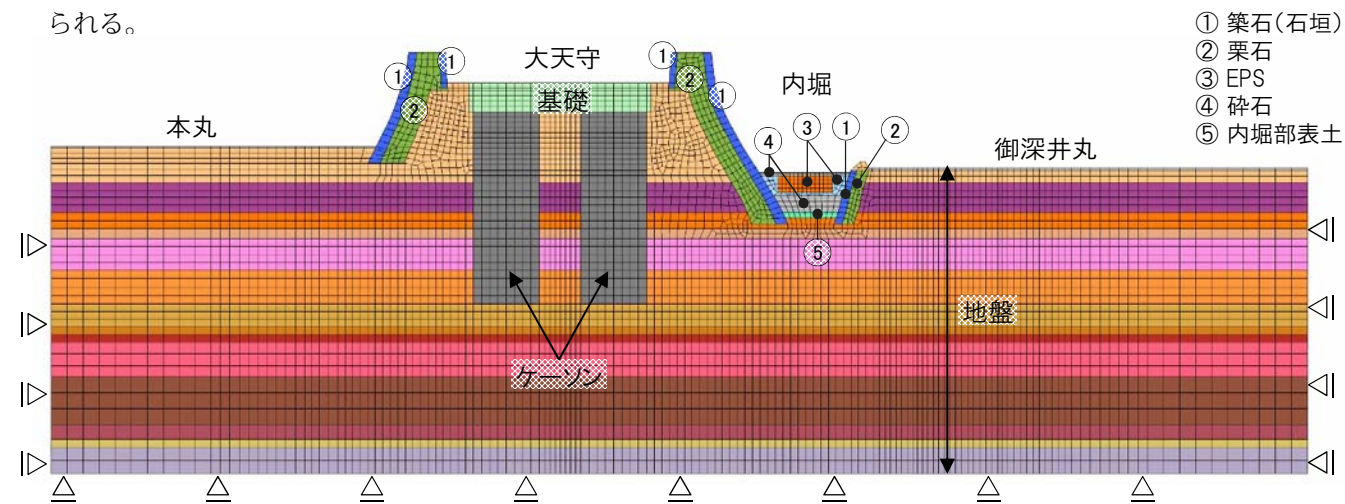


図3-3-2 解析モデル

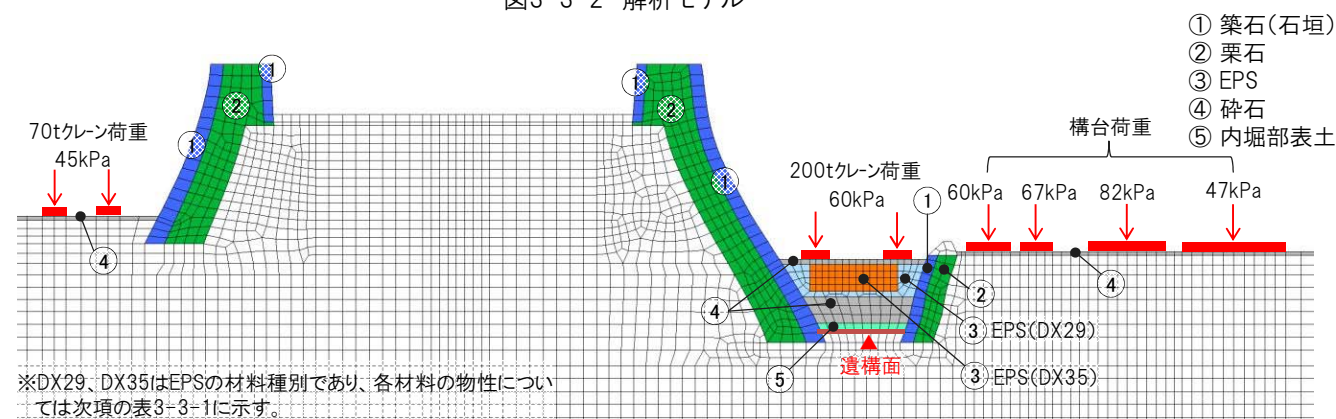


図3-3-3 EPS割付と上載荷重



2) 石垣の水平変位

水平変位の影響度合い(コンター図)を図3-3-8に、天守台南側の変形勾配を図3-3-9に、内堀天守台側の変形勾配を図3-3-10に、内堀御深井丸側の変形勾配を図3-3-11に示す。

内堀の天守台側石垣では、中央付近で0.29mm、根石部で1.30mm、石垣の内側に向かうほうに変位する結果となった。また、内堀の御深井丸側石垣では頂部で1.61mm、根石部で0.66mm、石垣の外側に向かうほうに変位する結果となった。

天守台南側の石垣では、頂部で0.64mm、根石部で0.11mm、石垣の外側に向かうほうに変位する結果となった。

石垣に影響を及ぼす変形勾配については、内堀の天守台側石垣では根石より約2m上部で0.18/1000、内堀の御深井丸側石垣では根石より約2m上部で0.13/1000、天守台南側の石垣では根石部で0.15/1000となった。

これらの値はいずれも、石垣の孕み出しに対する警戒値(高さ10mで水平方向に60cm、60/1000)と比較しても極めて軽微なものと考えられる。

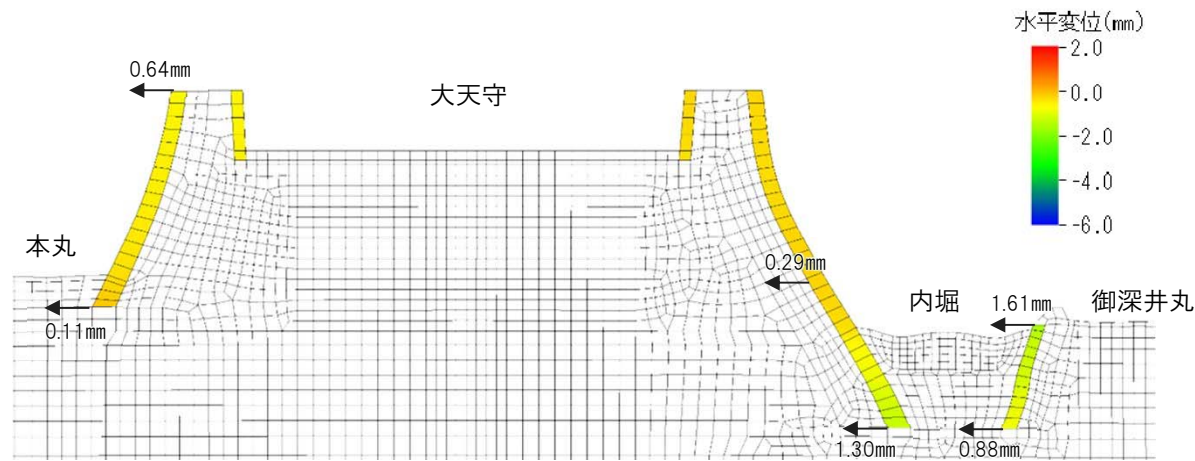


図3-3-8 水平変位の影響度合い(コンター図)

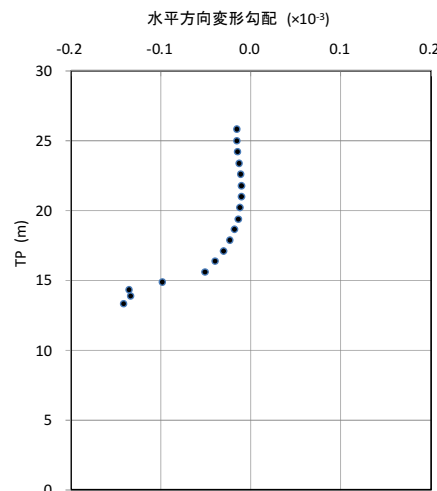


図3-3-9 天守台南側の  
変形勾配グラフ

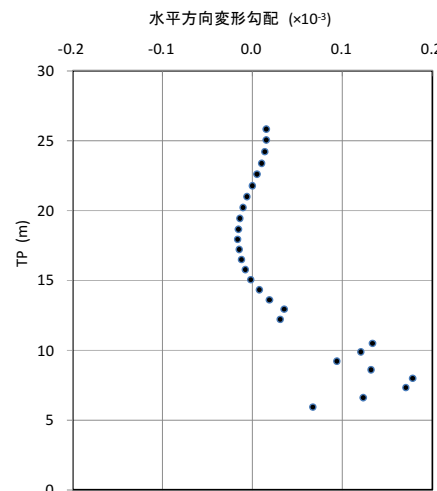


図3-3-10 内堀天守台側の  
変形勾配グラフ

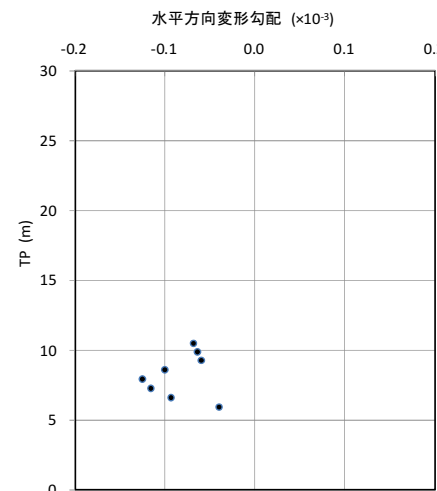


図3-3-11 内堀御深井丸側の  
変形勾配グラフ

3) 軽量盛土材の材料強度と地盤支持力の検証

[検討結果の応力状態]

EPS層では最大58.4kPa (=58.4kN/m<sup>2</sup>)程度、遺構面および内堀表土では最大61.3kPa (=61.3kN/m<sup>2</sup>)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30.1kPa (=30.1kN/m<sup>2</sup>)である。

※ミーゼス応力とは、鉛直応力とせん断応力から計算される応力

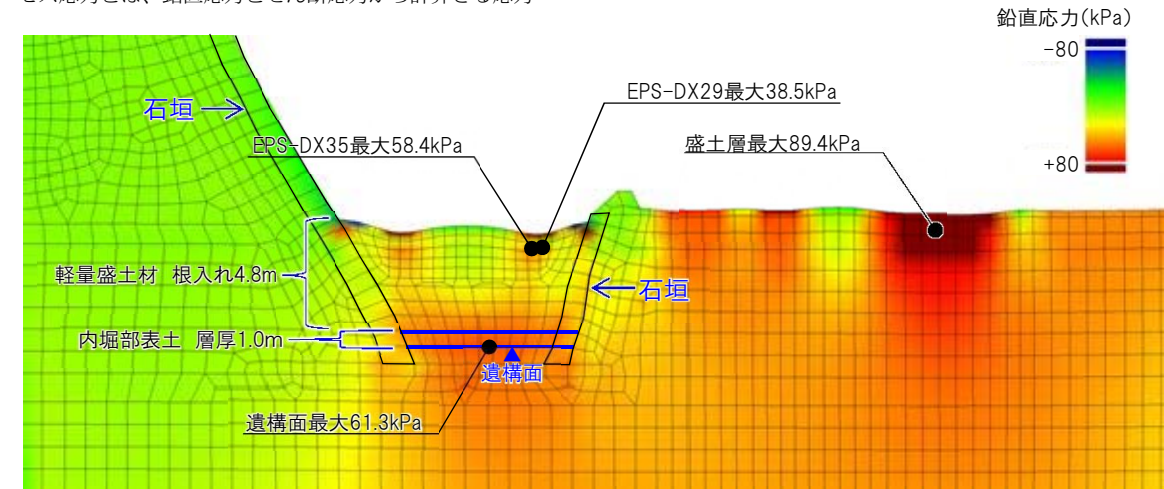


図3-3-12 鉛直応力の影響度合い(コンター図)-(内堀部~御深井丸)

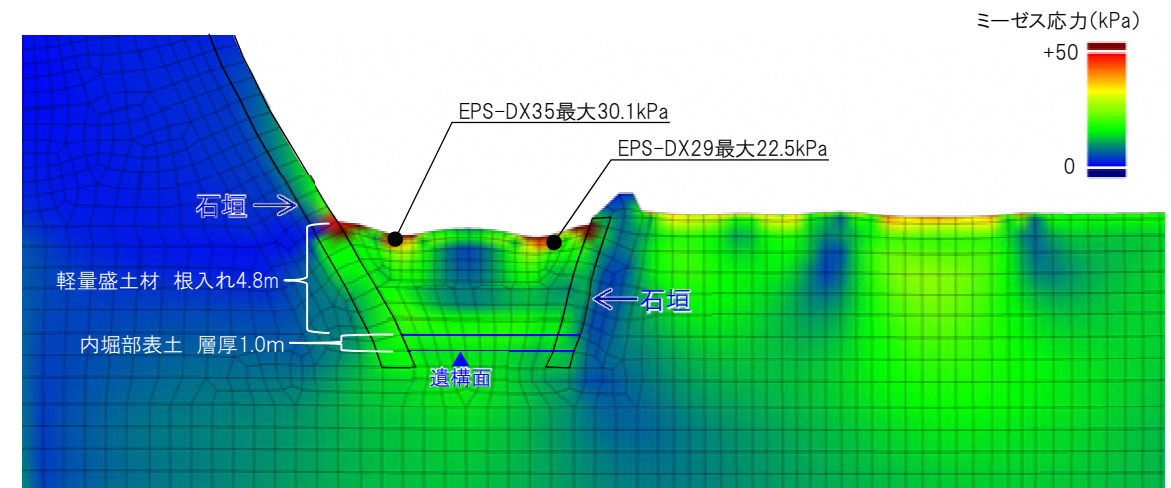


図3-3-13 ミーゼス応力の影響度合い(コンター図)-(内堀部~御深井丸)

[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3-3-1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3-3-1 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 <sup>3</sup>	0.35	0.29	0.25	0.20
許容圧縮応力	—	kN/m <sup>2</sup>	200	140	70	50
品質管理圧縮応力	JIS K-7220	kN/m <sup>2</sup>	400以上	280以上	140以上	100以上
許容せん断応力	—	kN/m <sup>2</sup>	100	70	35	25
最大鉛直応力	—	kN/m <sup>2</sup>	58.4	38.5	—	—
支持力判定	—	—	200 > OK	140 > OK	—	—
最大ミーゼス応力	—	kN/m <sup>2</sup>	30.1	22.5	—	—
せん断力判定	—	—	100 > OK	70 > OK	—	—

[内堀部表土下面（遺構面）の支持力について]

内堀部表土下の地盤はN値7程度の砂である。遺構面の根入れが5.8m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、

$$q_u = i_c \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c + i_\gamma \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma + i_q \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q = 1452.2 \text{ kN/m}^2$$

ここに、 $\alpha = 1.0$ （連続）、 $\beta = 0.5$ （連続）、

$$\gamma_1 = 18 \text{ kN/m}^3, \quad \gamma_2 = 18 \text{ kN/m}^3, \quad \text{平均N値} = 7, \quad \text{粘着力} C = 0 \text{ kN/m}^2$$

内部摩擦角  $\phi = \sqrt{(20 \times 7) + 15} = 26.8^\circ$  より、 $N_c = 23.8$ 、 $N_\gamma = 9.4$ 、 $N_q = 13.1$ 、

$$B = 1.0 \text{ m} \text{ と仮定、荷重傾斜による補正 } i_c = i_\gamma = i_q = 1, \quad D_f = 4.8 + 1.0 = 5.8 \text{ m}$$

中期支持力は  $q_u/2$  なので、

$$1452.2/2 = 726.1 \text{ kN/m}^2 > 61.3 \text{ kN/m}^2$$

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。

[内堀部表土（軟弱粘土層）の絞り出し破壊について]

内堀部の下面には、約100cm程度の表土があり、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。

$$q_u = \alpha \cdot c \cdot (4.14 + (B/2 H_c)) = 248.3 \text{ kN/m}^2$$

ここに、 $\alpha = 1.0$ （連続基礎）、 $c = 32.5 \text{ kN/m}^2$  ( $= q_u/2 = (40 + 5N)/2$ 、 $N = 5$ )、 $B = 7 \text{ m}$ 、 $H_c = 1.0 \text{ m}$

遺構面の鉛直応力は  $60 \text{ kN/m}^2$  であるから、中期支持力を  $q_u/2$  とすると、

$$q_u/2 = 248.3/2 = 124.2 \text{ kN/m}^2 > 61.3 \text{ kN/m}^2$$

よって、鉛直荷重に対して内堀部の表土（軟弱粘土層）は絞り出し破壊を起こさない。

[御深井丸遺構面の支持力について]

御深井丸の遺構面表土のN値7程度のローム混じり砂である。碎石養生の根入れが0.6m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、

$$q_u = i_c \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c + i_\gamma \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma + i_q \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q = 233.9 \text{ kN/m}^2$$

ここに、 $\alpha = 1.0$ （連続）、 $\beta = 0.5$ （連続）、

$$\gamma_1 = 18 \text{ kN/m}^3, \quad \gamma_2 = 19 \text{ kN/m}^3, \quad \text{平均N値} = 7, \quad \text{粘着力} C = 0 \text{ kN/m}^2$$

内部摩擦角  $\phi = \sqrt{(20 \times 7) + 15} = 26.8^\circ$  より、 $N_c = 23.8$ 、 $N_\gamma = 9.4$ 、 $N_q = 13.1$ 、

$$B = 1.0 \text{ m} \text{ と仮定、荷重傾斜による補正 } i_c = i_\gamma = i_q = 1, \quad D_f = 0.6 \text{ m}$$

中期支持力は  $q_u/2$  なので、

$$233.9/2 = 116.9 \text{ kN/m}^2 > 89.4 \text{ kN/m}^2$$

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。

### 3) 結論

軽量盛土材による内堀保護工事により、遺構面、石垣への影響が極めて軽微であることが確認できた。また、材料強度ならびに地盤の支持力についても問題がないことを確認できたので、重機や仮設構台等の仮設物の設置にあたり、内堀の保護として内堀を軽量盛土材で埋め戻す対策を講じて現天守閣解体工事を行うものとする。工事期間中は石垣のモニタリングを行うものとする。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。基本として石垣変動のバイオリズムを事前把握の上、石垣の変状の管理値とする。また、割れている築石や孕み部分は計測対象として監視する。仮設構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）にも計測点を設けて監視する。すでに孕み出しが確認できている部分には、なお配慮すべき部分として、事前に大型土のうによる側面養生を実施するものとする。

なお、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、孕み出し等、変状が発生した場合には大型土のうによる押さえ込み等、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。

(2) 鵜の首から内堀および小天守西側石垣への重機・仮設構台設置等による石垣、遺構への影響検証

1) 影響の検証

[検討内容]

構台や重機等の仮設物の設置等、現天守閣解体工事が内堀内の遺構および石垣に与える影響についてFEMによる解析により検討した。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ならびに今回の地盤調査に基づき定めた。内堀の表層には試掘調査とボーリングデータから、100cmの2次堆積土が存在するものとした。

[検討結果]

全体の解析結果として、図3-3-17に沈下の影響度合い(コンター図)、鵜の首の解析結果として図3-3-18に沈下の影響度合い、図3-3-19、3-3-20に沈下量、図3-3-21、3-3-22に変形勾配、内堀の解析結果として図3-3-23に沈下の影響度合い、図3-3-24に沈下量、図3-3-25に変形勾配、小天守西側の解析結果として図3-3-26に沈下の影響度合い、図3-3-27に沈下量、図3-3-28に変形勾配を、それぞれ示す。

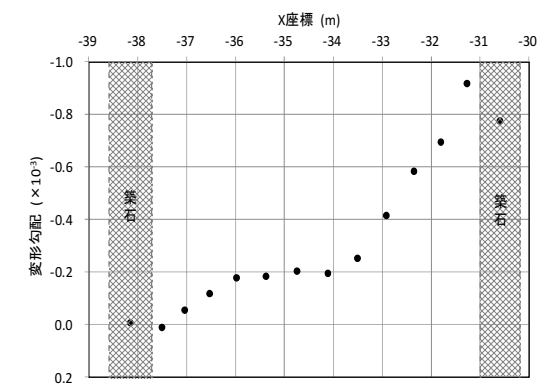
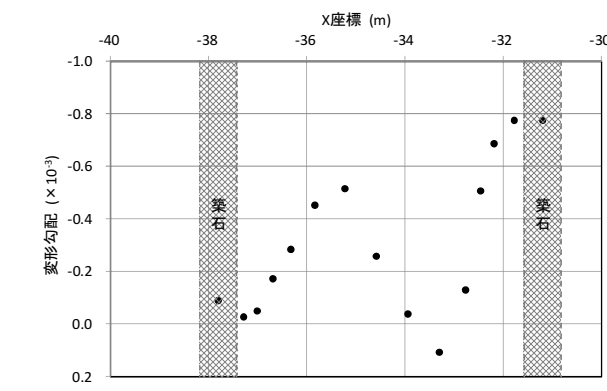
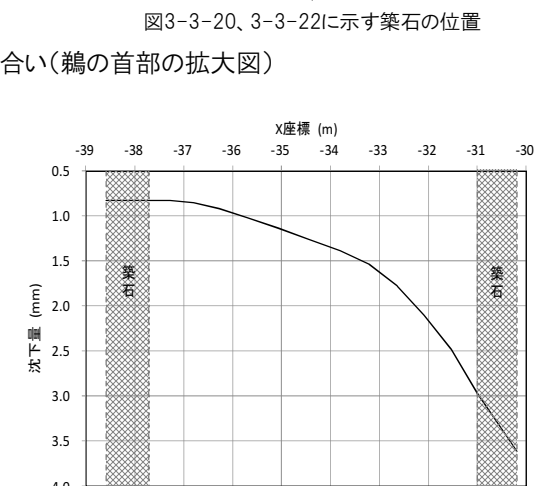
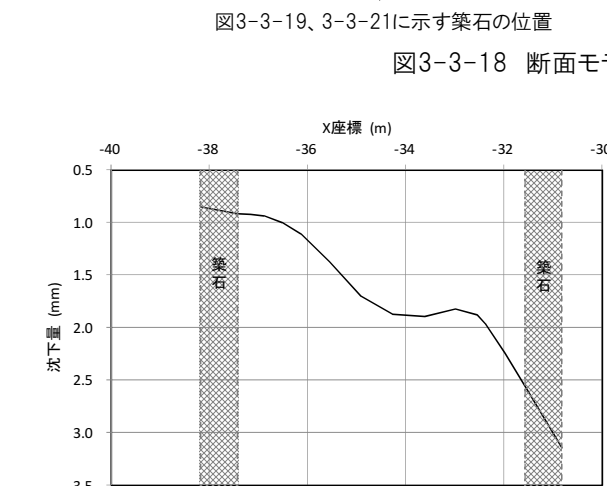
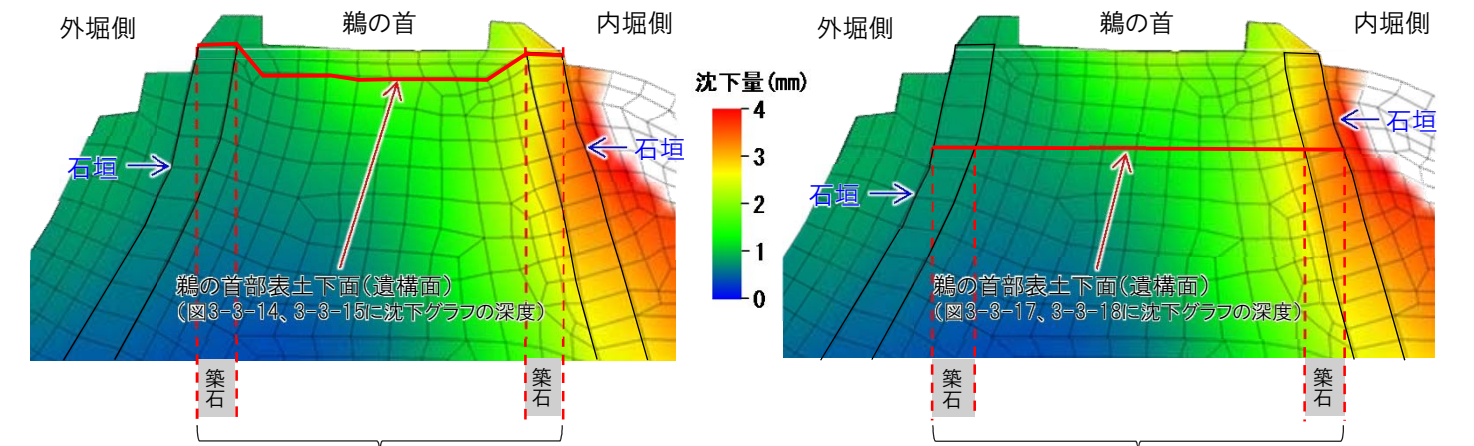
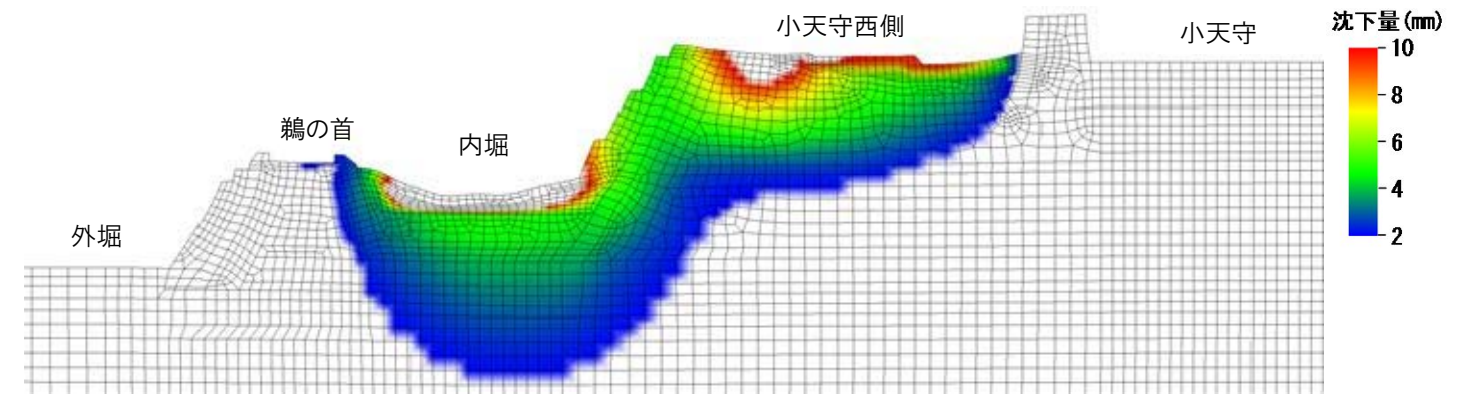
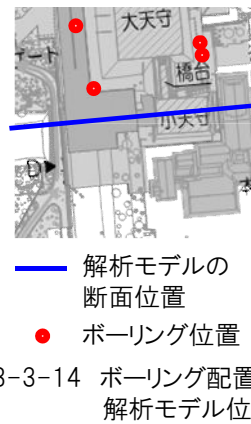
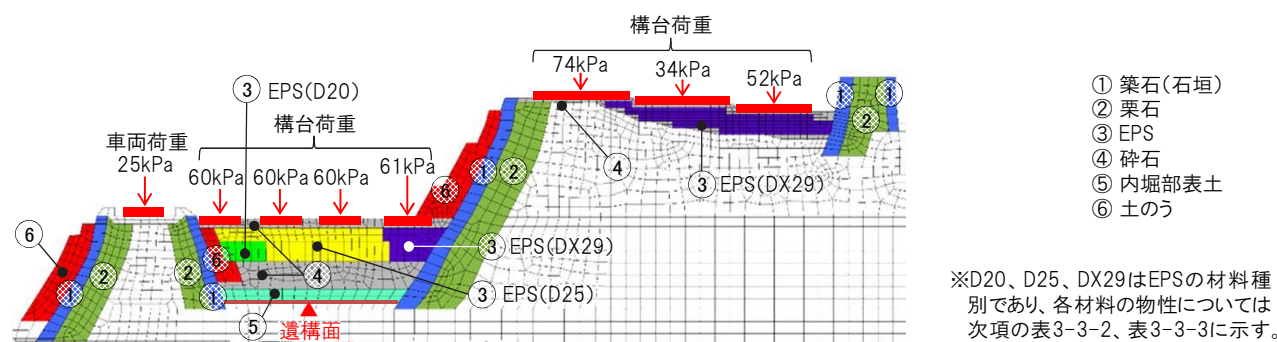
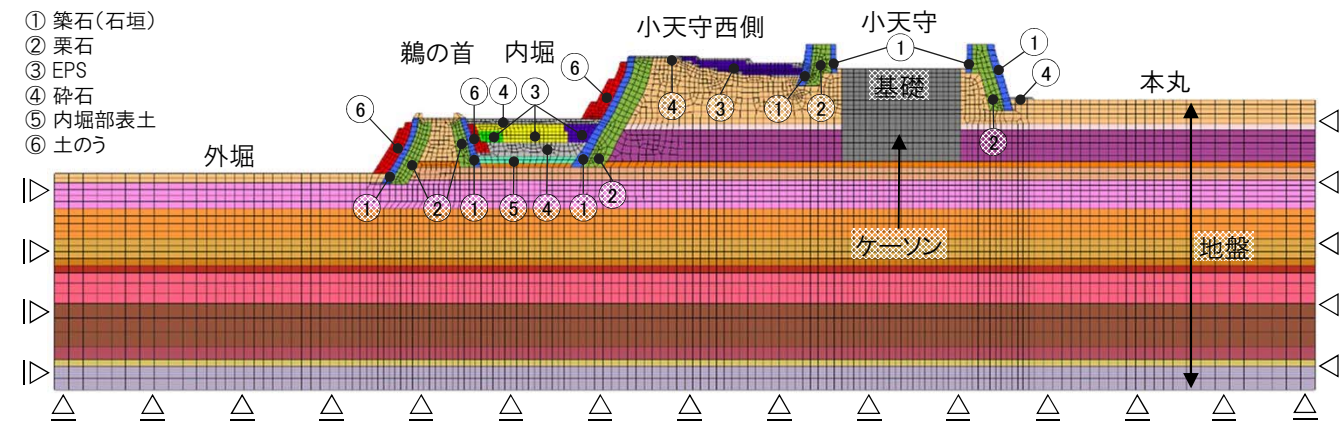
鵜の首の遺構面(表層-60cm付近)について、沈下量は最大2.6mm、変形勾配は最大0.8/1000以下であり、これは、建築基礎等のコンクリートひびわれに対する限界値である1/1000~2/1000、あるいは石垣の孕み出しに対する警戒値(高さ10mで水平方向に60cm、60/1000)と比べて小さく、影響は極めて軽微なものと考えられる。

内堀の鵜の首石垣においては、石垣根入れ部の沈下は最大2.8mm、変形勾配は最大0.67/1000以下であり、また、石垣頂部の沈下量は最大3.2mm、変形勾配は最大0.78/1000以下となった。また、石垣が最も沈下するのは鵜の首通路面から約1.9m下がった部分(T.P.+9.90)であり、その沈下量は3.6mm、変形勾配は0.92/1000となった。いずれも軽微な変形であり、仮設物設置による石垣への影響は極めて軽微なものと考えられる。

内堀の小天守側石垣においては、石垣根入れ部の沈下は最大3.9mm、変形勾配は最大0.43/1000以下であり、また、石垣頂部においては、沈下量は最大6.0mm、変形勾配は最大1.1/1000以下となり、いずれも仮設物設置による石垣への影響は極めて軽微なものと考えられる。

小天守台の西側石垣の沈下量は最大1.8mm、変形勾配は最大0.7/1000以下であり、仮設物設置による石垣への影響は極めて軽微なものと考えられる。

天守台西側の遺構面(表層-60cm付近)については、沈下量は最大11.2mm、変形勾配は最大1.3/1000となった。これは建築基礎等のコンクリートひびわれに対する限界値の範囲内であり、影響は軽微なものと考えられる。



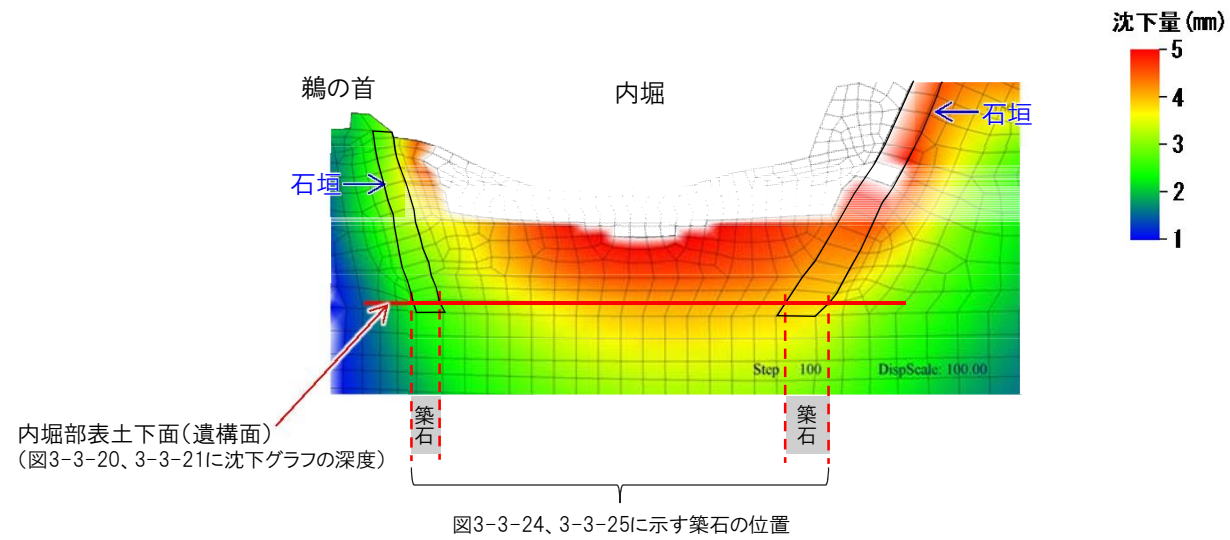


図3-3-23 断面モデルの沈下の影響度合い(内堀部の拡大図)

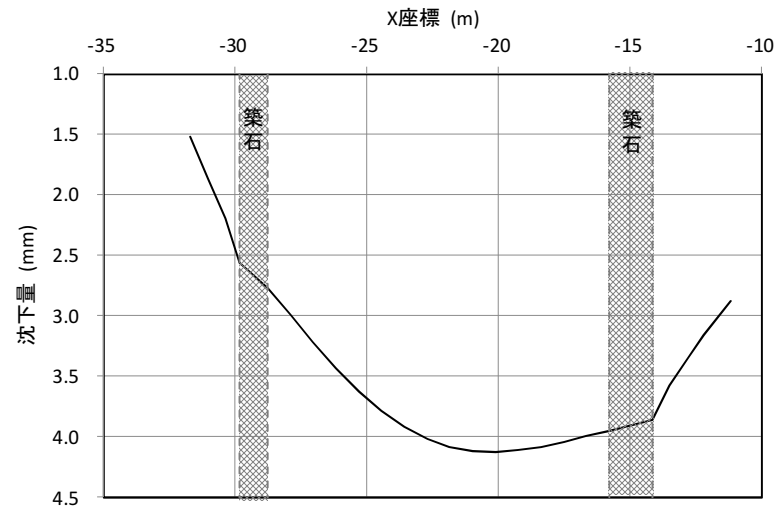


図3-3-24 内堀部表土下面(遺構面)の沈下グラフ

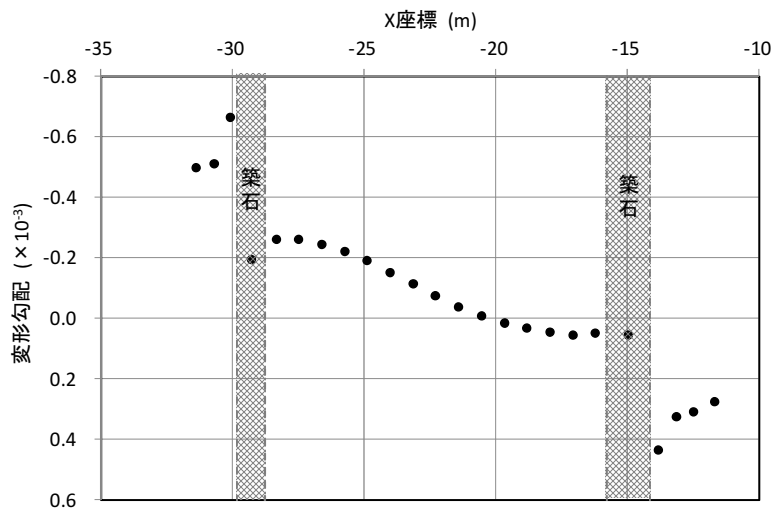


図3-3-25 内堀部表土下面(遺構面)の変形勾配グラフ

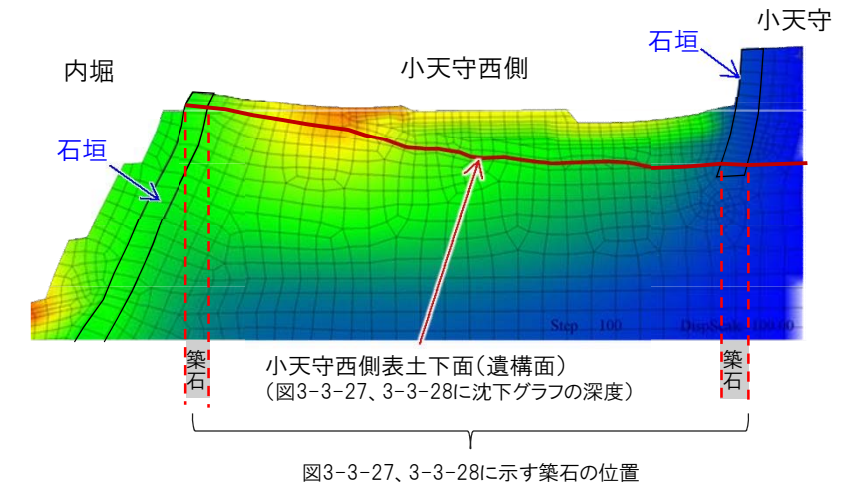


図3-3-26 断面モデルの沈下の影響度合い(小天守西側の拡大図)

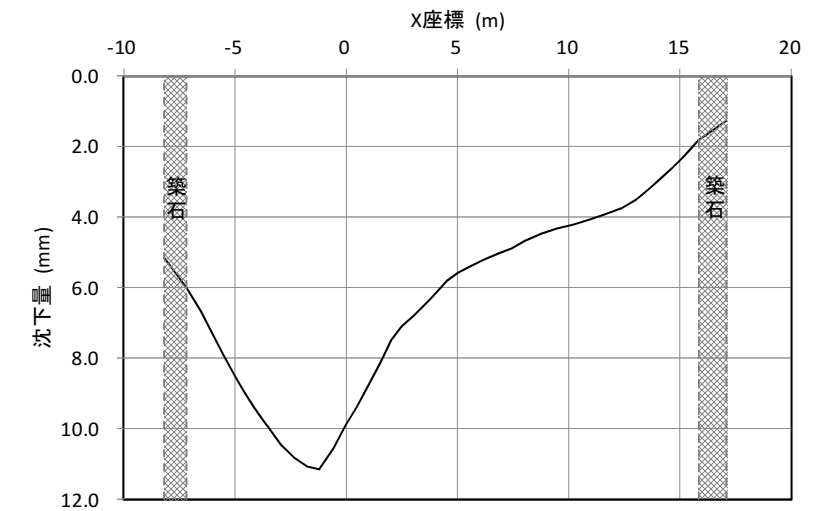


図3-3-27 小天守西側表土下面(遺構面)の沈下グラフ

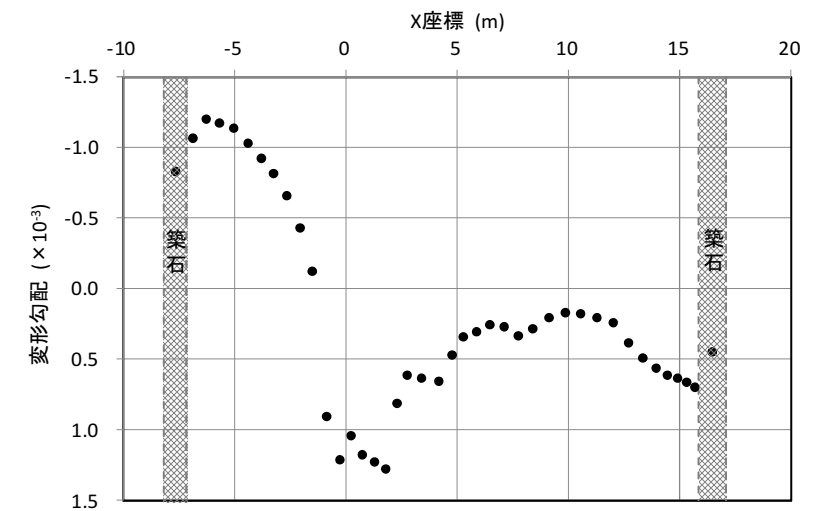


図3-3-28 小天守西側表土下面(遺構面)の変形勾配グラフ

2) 石垣の水平変位

水平変位の影響度合い(コンター図)を図3-3-29に、鵜の首外堀側の変形勾配を図3-3-30に、内堀鵜の首側の変形勾配を図3-3-31に、内堀小天守西側の変形勾配を図3-3-32に、小天守台西側の変形勾配を図3-3-33に示す。

鵜の首の外堀側石垣では、頂部で2.14mm、根石から約4m上部で2.49mm、石垣の外側に向かうほうに変位する結果となった。

内堀の鵜の首側石垣では、頂部で0.13mm、石垣の外側に向かうほうに、根石部では2.42mm、石垣の内側に向かうほうに、それぞれ変位する結果となった。また、内堀の小天守西側石垣では、頂部から約4m下部で5.79mm、根石部で0.66mm、石垣の外側に向かうほうに変位する結果となった。

小天守台の西側石垣では、頂部で0.65mm、石垣の外側に向かうほうに、根石部では1.86mm、石垣の内側に向かうほうに変位する結果となった。

石垣に影響を及ぼす変形勾配については、鵜の首の外堀側石垣では頂部と根石部で0.08/1000、内堀の鵜の首側石垣では頂部で1.25/1000、内堀の小天守西側石垣では根石より約6m上部の内堀保護工天端付近で1.22/1000、小天守台西側石垣では根石より約2.5m上部の現地盤面付近で0.90/1000となった。

これらの値はいずれも、石垣の孕み出しに対する警戒値(高さ10mで水平方向に60cm、60/1000)と比較しても極めて軽微なものと考えられる。

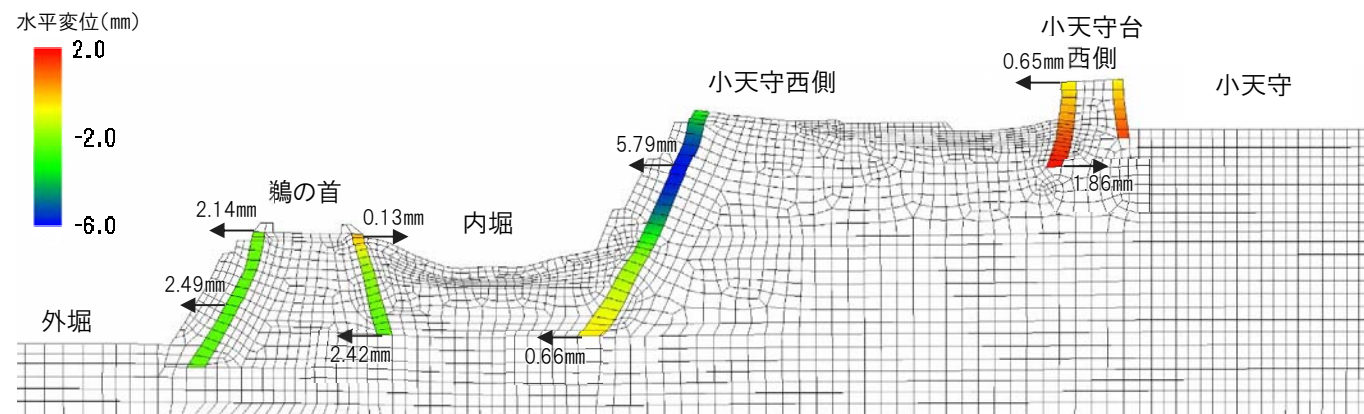


図3-3-29 水平変位の影響度合い(コンター図)

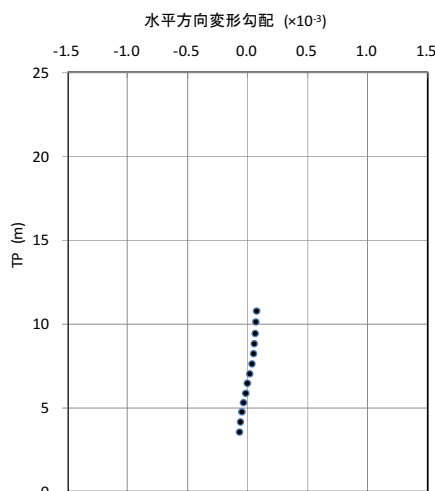


図3-3-30 鵜の首外堀側の変形勾配グラフ

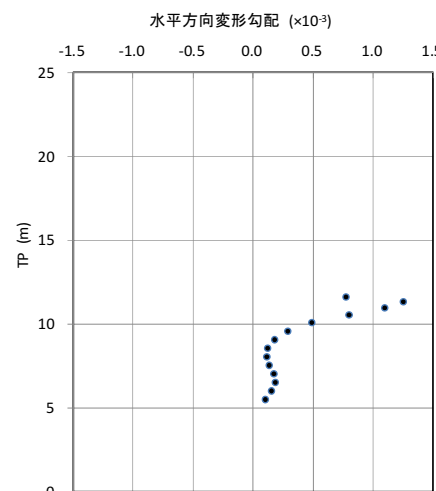


図3-3-31 内堀鵜の首側の変形勾配グラフ

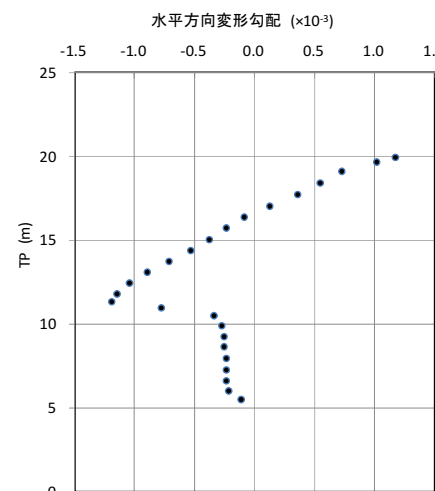


図3-3-32 内堀小天守西側の変形勾配グラフ

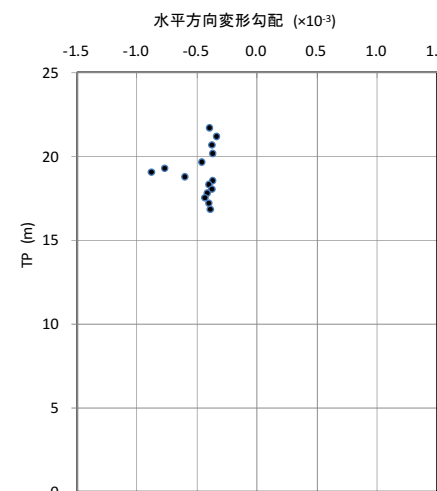


図3-3-33 小天守台西側の変形勾配グラフ

3) 内堀保護工材料強度と地盤支持力の検証

[検討結果の応力状態]

内堀側のEPS層では最大62.6kPa (=62.6kN/m<sup>2</sup>)程度、遺構面および内堀表土では最大103.4kPa (=103.4kN/m<sup>2</sup>)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29.9kPa (=29.9kN/m<sup>2</sup>)である。

小天守西側のEPS層では最大65.8kPa (=65.8kN/m<sup>2</sup>)程度、遺構面では最大95.8kPa (=95.8kN/m<sup>2</sup>)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36.8kPa (=36.8kN/m<sup>2</sup>)である。

鵜の首における遺構面では最大25.5kPa (=25.5kN/m<sup>2</sup>)程度の鉛直応力が発生することがわかる。

※ミーゼス応力とは、鉛直応力とせん断応力から計算される応力

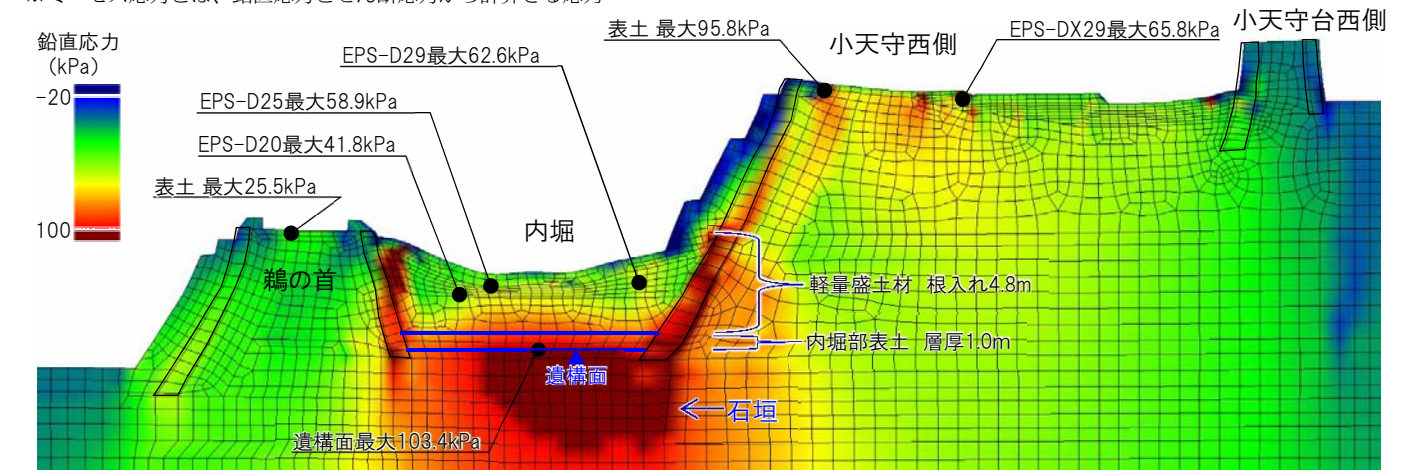


図3-3-34 鉛直応力の影響度合い(コンター図)

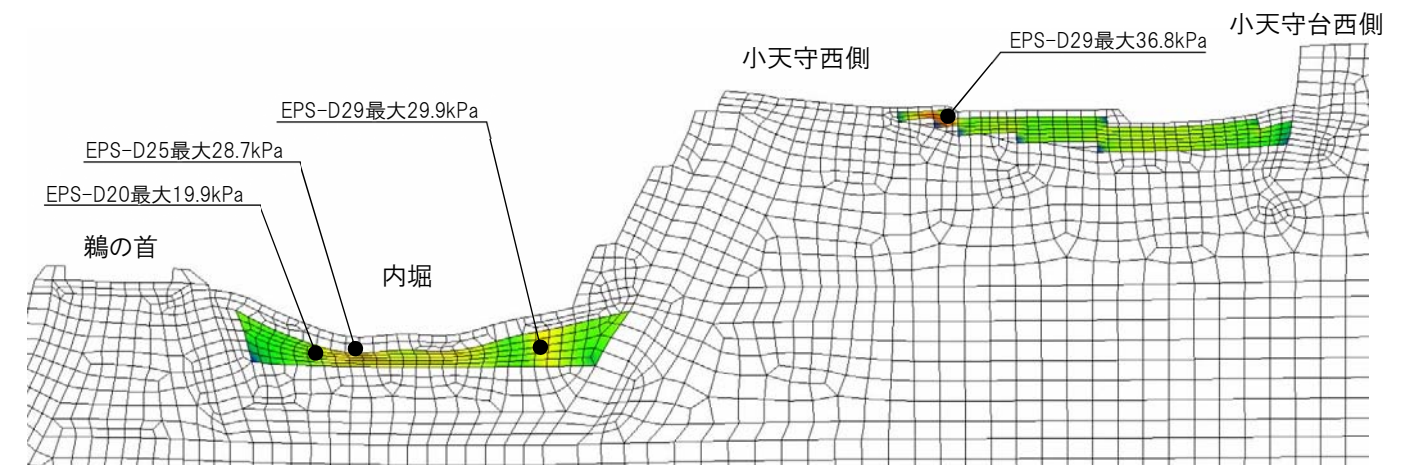


図3-3-35 内堀部のミーゼス応力の影響度合い(コンター図)

表3-3-2 EPS材料種別毎の各材料物性と最大応力(内堀部)

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 <sup>3</sup>	0.35	0.29	0.25	0.20
許容圧縮応力	—	kN/m <sup>2</sup>	200	140	70	50
品質管理圧縮応力	JIS K-7220	kN/m <sup>2</sup>	400以上	280以上	140以上	100以上
許容せん断応力	—	kN/m <sup>2</sup>	100	70	35	25
最大鉛直応力	—	kN/m <sup>2</sup>	—	62.6	60.7	41.8
支持力判定	—	—	—	140 > OK	70 > OK	50 > OK
最大ミーゼス応力	—	kN/m <sup>2</sup>	—	29.9	28.7	19.9
せん断力判定	—	—	—	70 > OK	35 > OK	25 > OK

表3-3-3 EPS材料種別毎の各材料物性と最大応力(小天守西側)

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 <sup>3</sup>	0.35	0.29	0.25	0.20
許容圧縮応力	—	kN/m <sup>2</sup>	200	140	70	50
品質管理圧縮応力	JIS K-7220	kN/m <sup>2</sup>	400以上	280以上	140以上	100以上
許容せん断応力	—	kN/m <sup>2</sup>	100	70	35	25
最大鉛直応力	—	kN/m <sup>2</sup>	—	65.8	—	—
支持力判定	—	—	—	140 > OK	—	—
最大ミーゼス応力	—	kN/m <sup>2</sup>	—	36.8	—	—
せん断力判定	—	—	—	70 > OK	—	—

[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3-3-2に内堀部分のEPS各材料物性と最大発生応力を、表3-3-3に小天守西側のEPS各材料物性と最大発生応力をそれぞれ示す。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。

[鵜の首部表土下面(遺構面)の支持力について]

内堀部表土下の地盤は御深井丸と同等と考えN値7程度の砂とした。表土の上には約20cm程度の舗装・路盤砕石があるため、表土の根入れが0.2m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、

$$q_u = i_c \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c + i_y \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma + i_q \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q = 134.4 \text{ kN/m}^2$$

ここに、 $\alpha = 1.0$  (連続)、 $\beta = 0.5$  (連続)、

$$\gamma_1 = 18 \text{ kN/m}^3, \quad \gamma_2 = 19 \text{ kN/m}^3, \quad \text{平均N値} = 7, \quad \text{粘着力} C = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{内部摩擦角 } \phi = \sqrt{(20 \times 7) + 15} = 26.8^\circ \text{ より、} N_c = 23.8, \quad N_\gamma = 9.4, \quad N_q = 13.1,$$

$$B = 1.0 \text{ m と仮定、荷重傾斜による補正 } i_c = i_y = i_q = 1, \quad D_f = 0.2 \text{ m}$$

中期支持力は $q_u/2$ なので、

$$134.4/2 = 67.2 \text{ kN/m}^2 > 25.5 \text{ kN/m}^2$$

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。

[内堀部表土下面(遺構面)の支持力について]

内堀部表土下の地盤はN値7程度の砂である。遺構面の根入れが5.8m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、

$$q_u = i_c \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c + i_y \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma + i_q \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q = 1452.2 \text{ kN/m}^2$$

ここに、 $\alpha = 1.0$  (連続)、 $\beta = 0.5$  (連続)、

$$\gamma_1 = 18 \text{ kN/m}^3, \quad \gamma_2 = 18 \text{ kN/m}^3, \quad \text{平均N値} = 7, \quad \text{粘着力} C = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{内部摩擦角 } \phi = \sqrt{(20 \times 7) + 15} = 26.8^\circ \text{ より、} N_c = 23.8, \quad N_\gamma = 9.4, \quad N_q = 13.1,$$

$$B = 1.0 \text{ m と仮定、荷重傾斜による補正 } i_c = i_y = i_q = 1, \quad D_f = 4.8 + 1.0 = 5.8 \text{ m}$$

中期支持力は $q_u/2$ なので、

$$1452.2/2 = 726.1 \text{ kN/m}^2 > 103.4 \text{ kN/m}^2$$

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。

[内堀部の表土(軟弱粘土層)の絞り出し破壊について]

内堀部の下面には、約100cm程度の表土があり、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。

$$q_u = \alpha \cdot c \cdot (4.14 + (B/2Hc)) = 345.8 \text{ kN/m}^2$$

ここに、 $\alpha = 1.0$  (連続基礎)、 $c = 32.5 \text{ kN/m}^2$  ( $= q_u'/2 = (40+5N)/2$ ,  $N=5$ )、 $B = 13 \text{ m}$ 、 $Hc = 1.0 \text{ m}$

遺構面の鉛直応力は $60 \text{ kN/m}^2$ であるから、中期支持力を $q_u/2$ とすると、

$$q_u/2 = 345.8/2 = 172.9 \text{ kN/m}^2 > 103.4 \text{ kN/m}^2$$

よって、鉛直荷重に対して内堀部の表土(軟弱粘土層)は絞り出し破壊を起こさない。

[小天守西側表土の支持力について]

小天守西側の遺構面表土は御深井丸同程度としてN値7程度のローム混じり砂とした。砕石養生の根入れが0.6m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、

$$q_u = i_c \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c + i_y \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma + i_q \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q = 233.9 \text{ kN/m}^2$$

ここに、 $\alpha = 1.0$  (連続)、 $\beta = 0.5$  (連続)、

$$\gamma_1 = 18 \text{ kN/m}^3, \quad \gamma_2 = 19 \text{ kN/m}^3, \quad \text{平均N値} = 7, \quad \text{粘着力} C = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{内部摩擦角 } \phi = \sqrt{(20 \times 7) + 15} = 26.8^\circ \text{ より、} N_c = 23.8, \quad N_\gamma = 9.4, \quad N_q = 13.1,$$

$$B = 1.0 \text{ m と仮定、荷重傾斜による補正 } i_c = i_y = i_q = 1, \quad D_f = 0.6 \text{ m}$$

中期支持力は $q_u/2$ なので、

$$233.9/2 = 116.9 \text{ kN/m}^2 > 98.3 \text{ kN/m}^2$$

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。

3) 結論

軽量盛土材による内堀保護工事により、遺構面、石垣への影響が極めて軽微であることが確認できた。また、材料強度ならびに地盤の支持力についても問題がないことを確認できたので、重機や仮設構台等の仮設物の設置にあたり、内堀ならびに小天守西側の遺構面の保護として内堀を軽量盛土材で埋め戻す対策を講じて現天守閣解体工事を行うものとする。工事期間中は石垣のモニタリングを行うものとする。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。基本として石垣変動のバイオリズムを事前把握の上、石垣の変状の管理値とする。また、割れている築石や孕み部分は計測対象として監視する。仮設構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)にも計測点を設けて監視する。すでに孕み出しが確認できている部分には、なお配慮すべき部分として、事前に大型土のうによる側面養生を実施するものとする。

なお、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、孕み出し等、変状が発生した場合には大型土のうによる押さえ込み等、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。

(3) 外堀養生と仮設栈橋設置による石垣、遺構への影響検証

1) 影響の検証

[検討内容]

外堀の養生や仮設構台等の仮設物設置による外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。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ならびに今回の地盤調査に基づき定めた。外堀底面は平成13年3月の現地調査結果から、平均T.P+1.20mとし、その上に約1.5mの堆積物があるものとした。解析上は堆積物はボトルユニットの間隙に食い込むことで置換されるものとした。

[検討結果]

解析結果として、全体の沈下の影響度合い(コンター図)を図3-3-39に示す。また、外堀部分の結果として、図3-3-40に沈下の影響度合い、図3-3-41に沈下量、図3-3-42に変形勾配を示す。御深井丸部分の結果は、図3-3-43に沈下の影響度合い、図3-3-44に沈下量、図3-3-45に変形勾配を示す。

外堀の遺構面(堀底付近)の沈下は最大で1.9mm、変形勾配は最大0.3/1000以下であり、建築基礎等のコンクリートひびわれに対する限界値である1/1000~2/1000と比べて小さく、影響は極めて軽微なものと考えられる。

外堀の御深井丸石垣においては、石垣根入れ部の沈下は最大で0.5mm、変形勾配は最大0.24/1000以下であり、建築基礎等のコンクリートひびわれに対する限界値である1/1000~2/1000と比べて小さく影響は極めて小さいと考えられる。また、石垣の孕み出しに対する警戒値(高さ10mで水平方向に60cm、60/1000)と比較しても極めて軽微なものと考えられる。

御深井丸の遺構面においては、沈下で最大4.0mm、変形勾配は最大1.04/1000以下であり、建築基礎等のコンクリートひびわれに対する限界値である1/1000~2/1000と比べて同等範囲内であり、影響は軽微なものと考えられる。

仮設物及び外堀養生の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さらに小さくなるため、影響は極めて軽微なものと考えられる。

名城公園側の石垣については、沈下は最大0.6mm、変形勾配は0.30/1000以下であり、御深井丸側と同様に影響は極めて軽微なものと考えられる。

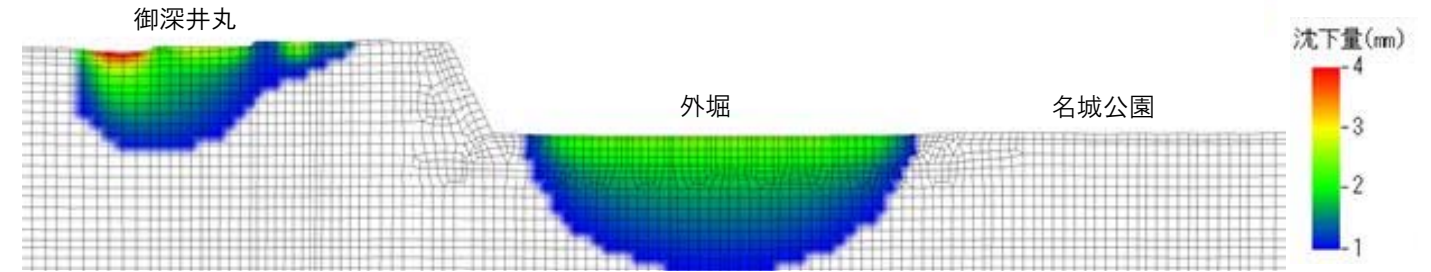


図3-3-39 断面モデルの沈下の影響度合い(全体)

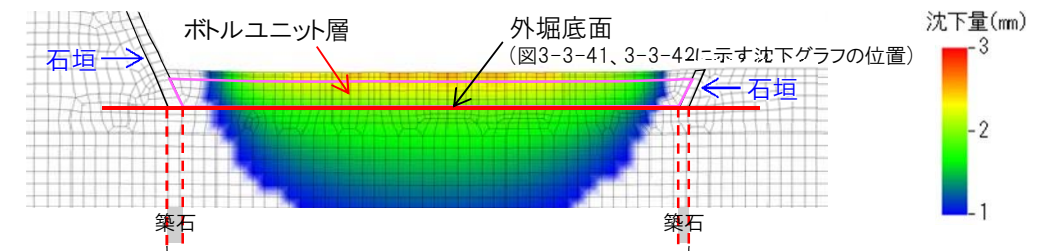


図3-3-41、3-3-432に示す築石の位置

図3-3-40 断面モデルの沈下の影響度合い(外堀部の拡大図)

- 解析モデルの断面位置
- ポーリング位置



図3-3-36 ポーリング配置図と解析モデル位置

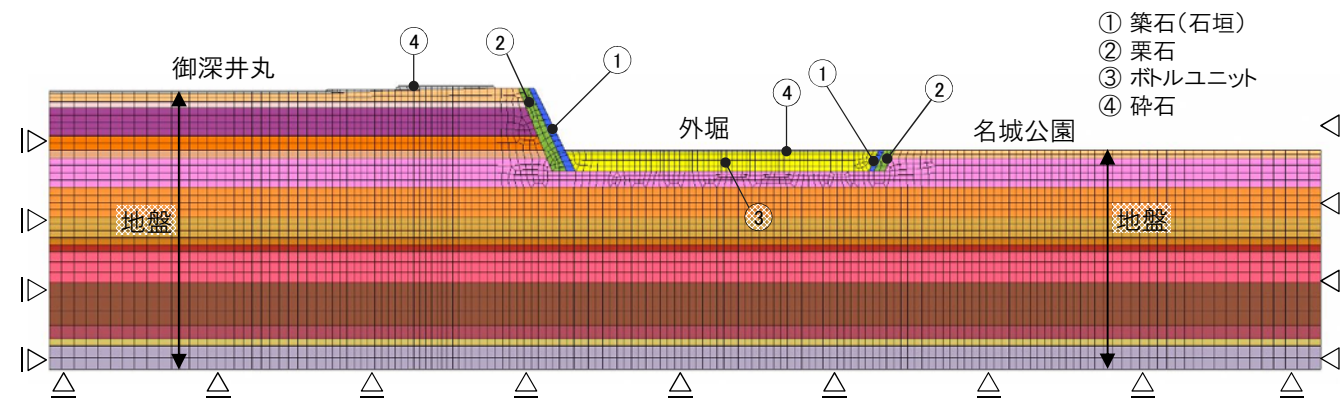


図3-3-37 解析モデル

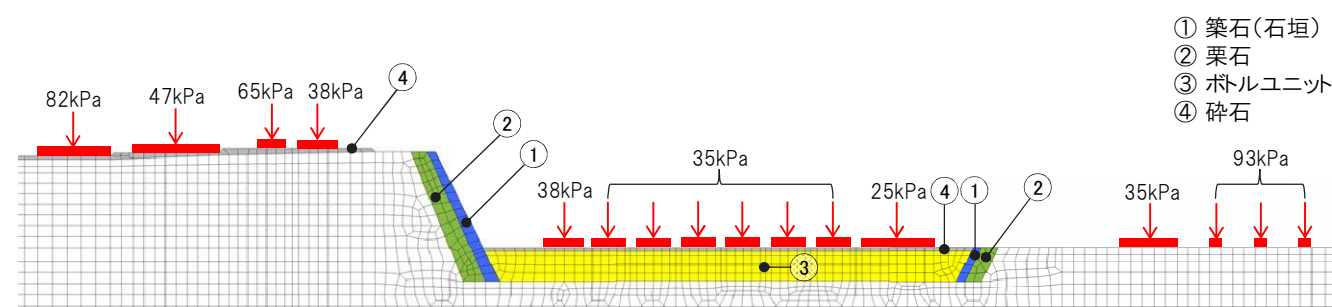


図3-3-38 構台・栈橋基礎配置と上載荷重

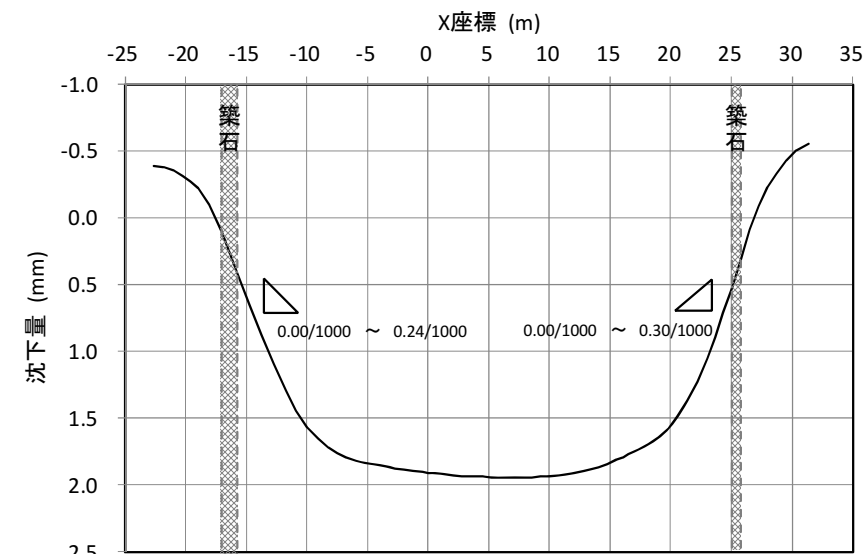


図3-3-41 外堀底面と石垣付近の沈下グラフ

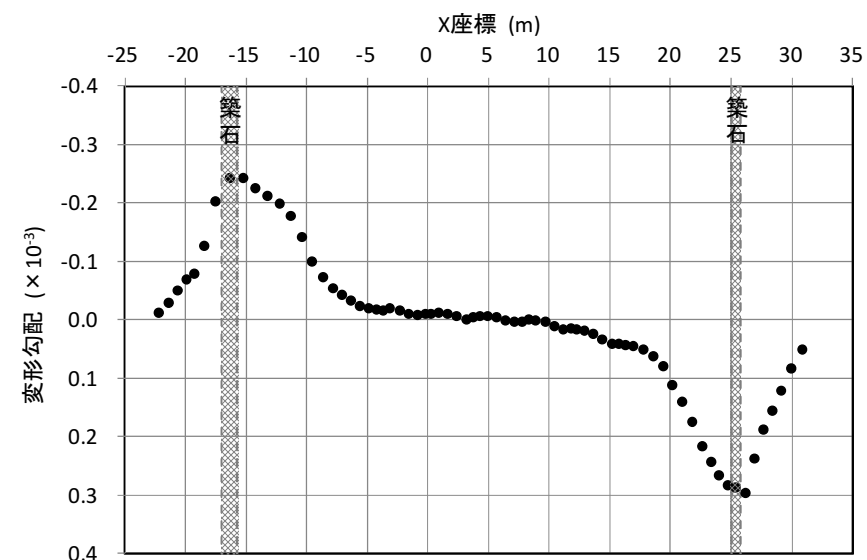


図3-3-42 外堀底面と石垣付近の変形勾配グラフ

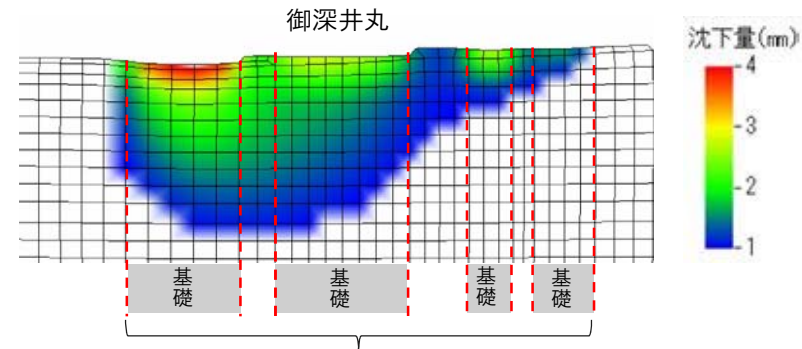


図3-3-37、3-3-38に示す基礎の位置

図3-3-43 断面モデルの沈下の影響度合い(御深井丸側仮設構台基礎部の拡大図)

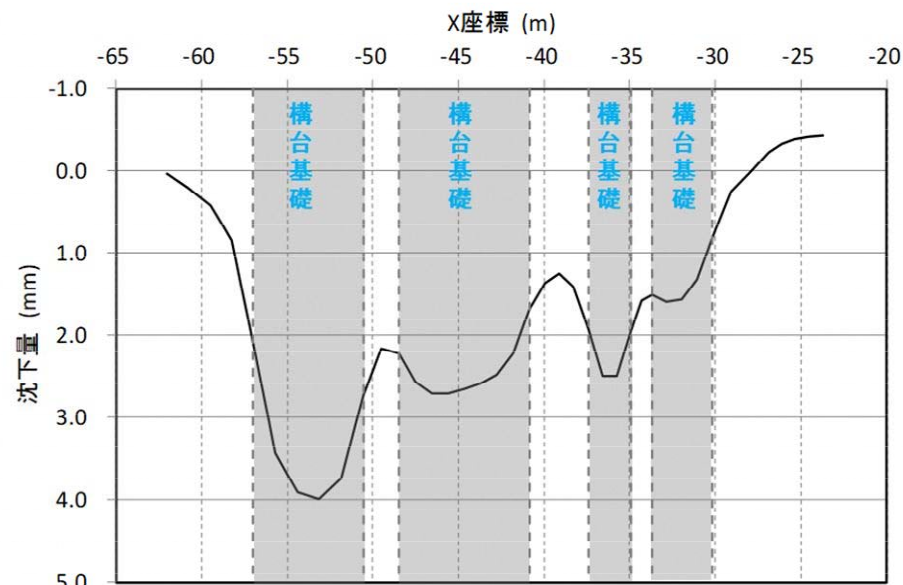


図3-3-44 御深井丸の仮設構台基礎の沈下グラフ

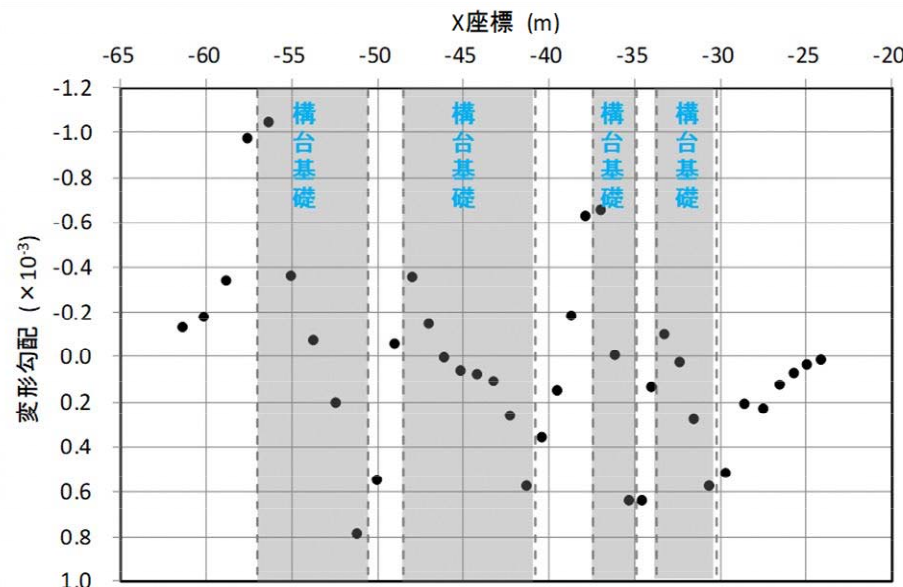


図3-3-45 御深井丸の仮設構台基礎の変形勾配グラフ

2) 石垣の水平変位

水平変位の影響度合い(コンター図)を図3-3-46に、外堀御深井丸側の变形勾配を図3-3-47に、外堀名城公園側の变形勾配を図3-3-48に示す。

外堀の御深井丸側石垣では、頂部から約3m下部で0.81mm、石垣の内側に向かうほうに、根石部では0.35mm、石垣の内側に向かうほうに、それぞれ変位する結果となった。また、外堀の名城公園側石垣では頂部で0.69mm、根石部で1.48mm、石垣の内側に向かうほうに変位する結果となった。

石垣に影響を及ぼす変形勾配については、外堀の御深井丸側石垣では根石より約1.5m上部で0.27/1000、外堀の名城公園側石垣では頂部で0.31/1000となった。

これらの値はいずれも、石垣の孕み出しに対する警戒値(高さ10mで水平方向に60cm、60/1000)と比較しても極めて軽微なものと考えられる。

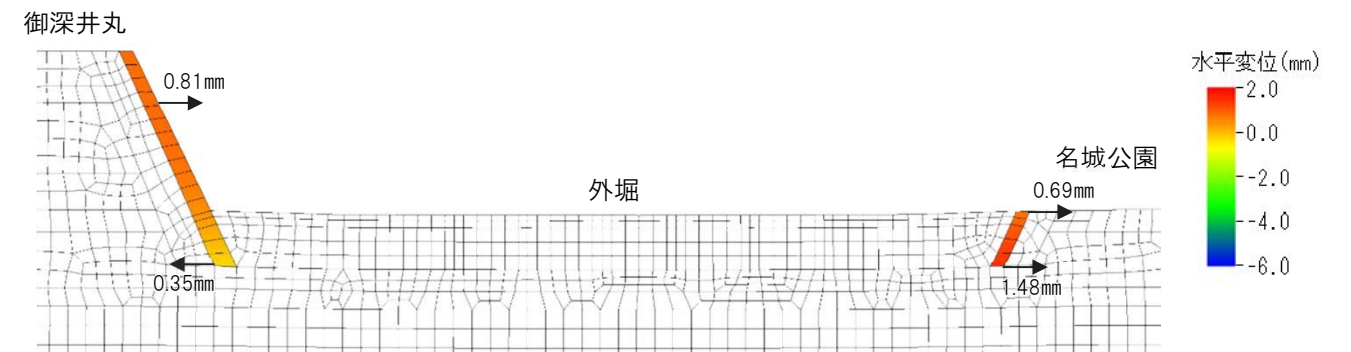


図3-3-46 水平変位の影響度合い(コンター図)

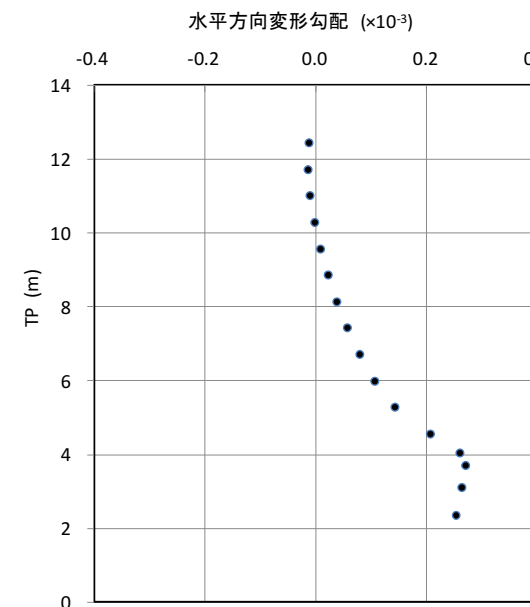


図3-3-47 外堀御深井丸側の变形勾配グラフ

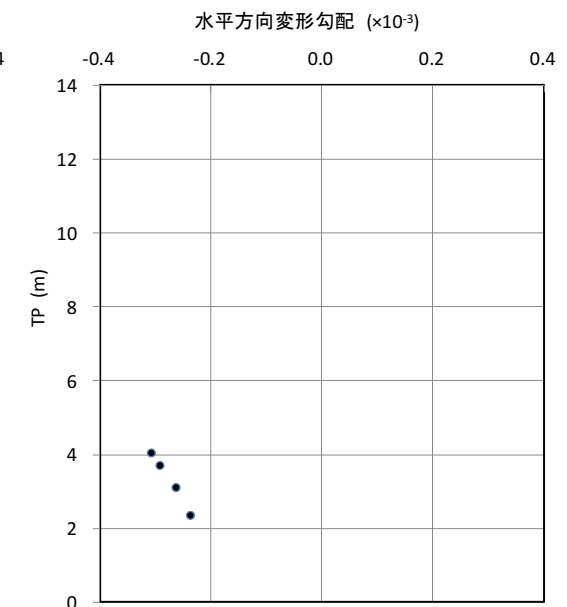


図3-3-48 外堀名城公園側の变形勾配グラフ



3) 地盤支持力の検証

[検討結果の応力状態]

外堀底面では最大92.2kPa (=92.2kN/m<sup>2</sup>)程度、御深井丸遺構面では最大104.6kPa (=104.6kN/m<sup>2</sup>)程度、名城公園の表層面では最大60.4kPa (=60.4kN/m<sup>2</sup>)程度の鉛直応力が発生することがわかる。

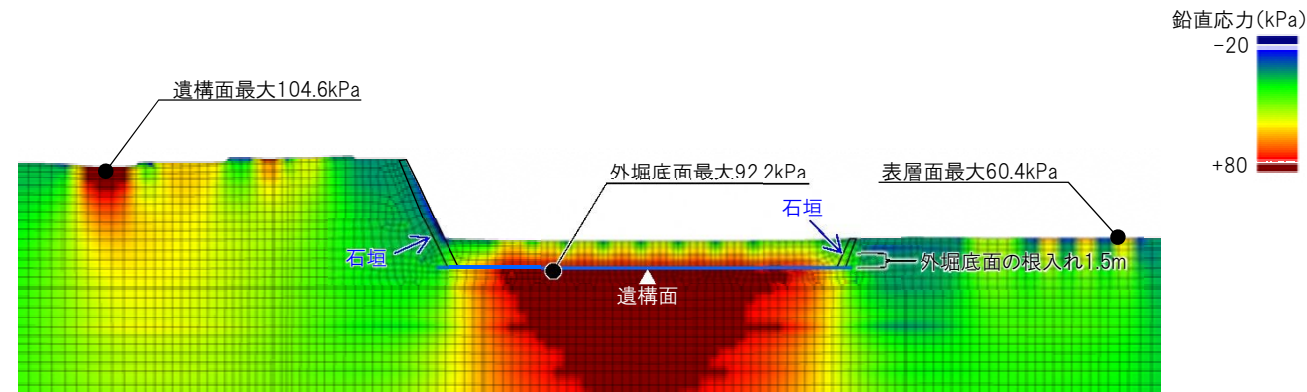


図3-3-39 鉛直応力のコンター図

[名城公園地盤の支持力について]

名城公園の表土のN値は御深井丸と同等程度の7と仮定した。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、

$$q_u = i_c \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c + i_y \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma + i_q \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q = 145.8 \text{ kN/m}^2$$

ここに、 $\alpha = 1.0$  (連続)、 $\beta = 0.5$  (連続)、

$\gamma_1 = 18 \text{ kN/m}^3$ 、平均N値=7、粘着力 $C = 0 \text{ kN/m}^2$

内部摩擦角  $\phi = \sqrt{(20 \times 7) + 15} = 26.8^\circ$  より、 $N_c = 23.8$ 、 $N_\gamma = 9.4$ 、 $N_q = 13.1$ 、

$B = 1.0 \text{ m}$ と仮定、荷重傾斜による補正  $i_c = i_y = i_q = 1$ 、 $D_f = 0.0 \text{ m}$

中期支持力は $q_u/2$ なので、

$$145.8/2 = 72.9 \text{ kN/m}^2 > 60.4 \text{ kN/m}^2$$

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。

[外堀底面（遺構面）の支持力について]

外堀底面の地盤はN値5程度の砂地盤である。ボトルユニットによる養生の根入れが1.5m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、

$$q_u = i_c \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c + i_y \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma + i_q \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q = 298.6 \text{ kN/m}^2$$

ここに、 $\alpha = 1.0$  (連続)、 $\beta = 0.5$  (連続)、

$\gamma_1 = 17 \text{ kN/m}^3$ 、 $\gamma_2 = 15 \text{ kN/m}^3$ 、平均N値=5、粘着力 $C = 0 \text{ kN/m}^2$

内部摩擦角  $\phi = \sqrt{(20 \times 5) + 15} = 25^\circ$  より、 $N_c = 20.7$ 、 $N_\gamma = 6.8$ 、 $N_q = 10.7$ 、

$B = 1.0 \text{ m}$ と仮定、荷重傾斜による補正  $i_c = i_y = i_q = 1$ 、 $D_f = 1.5 \text{ m}$

中期支持力は $q_u/2$ なので、

$$298.6/2 = 149.3 \text{ kN/m}^2 > 92.2 \text{ kN/m}^2$$

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。

[御深井丸遺構面の支持力について]

御深井丸の遺構面表土のN値7程度のローム混じり砂である。碎石養生の根入れが0.6m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、

$$q_u = i_c \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c + i_y \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma + i_q \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q = 233.9 \text{ kN/m}^2$$

ここに、 $\alpha = 1.0$  (連続)、 $\beta = 0.5$  (連続)、

$\gamma_1 = 18 \text{ kN/m}^3$ 、 $\gamma_2 = 19 \text{ kN/m}^3$ 、平均N値=7、粘着力 $C = 0 \text{ kN/m}^2$

内部摩擦角  $\phi = \sqrt{(20 \times 7) + 15} = 26.8^\circ$  より、 $N_c = 23.8$ 、 $N_\gamma = 9.4$ 、 $N_q = 13.1$ 、

$B = 1.0 \text{ m}$ と仮定、荷重傾斜による補正  $i_c = i_y = i_q = 1$ 、 $D_f = 0.6 \text{ m}$

中期支持力は $q_u/2$ なので、

$$233.9/2 = 116.9 \text{ kN/m}^2 > 104.6 \text{ kN/m}^2$$

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。

3) 結論

ボトルユニットによる外堀養生と仮設栈橋・構台の設置による遺構面、石垣への影響が極めて軽微なことが確認できた。また、地盤の支持力についても問題がないことを確認できたので、重機や仮設構台等の仮設物の設置にあたり、外堀遺構の養生としてボトルユニットを外堀に沈める対策を講じて現天守閣解体工事のための工事車両通路を整備するものとする。工事期間中は石垣のモニタリングを行うものとする。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。基本として石垣変動のバイオリズムを事前把握の上、石垣変状の管理値とする。また、割れている築石や孕み部分は計測対象として監視する。仮設構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）にも計測点を設けて監視する。

なお、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、孕み出し等、変状が発生した場合には大型土のうによる押さえ込み等、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。

3-4 石垣と遺構面のモニタリング

解体工事による石垣や遺構への影響を確認するために、工事期間中はモニタリングを行いながら監視するものとする。

(1) 石垣の定点測量によるモニタリング

石垣面にターゲットを貼り、3次元レーザによる定点測量を実施する。工事影響の確認のための計測として、天守台石垣と御深井丸外堀側の石垣を計測の中心に、既に孕み及びびびり割れがあるところについても計測点として追加し、計測の対象とする。測量点、測量頻度については有識者に意見を伺い策定する。

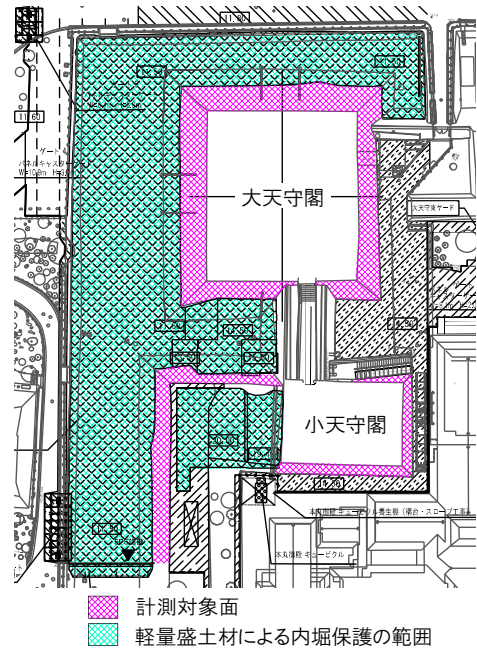


図3-4-1 天守台石垣測量点(草案)

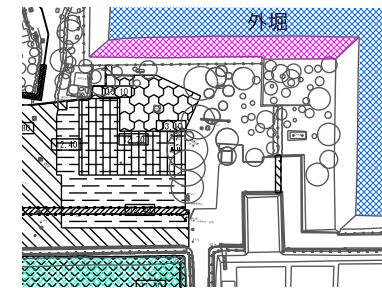


図3-4-2 外堀石垣測量点(草案)



図3-4-3 測量点のターゲットの例



図3-4-4 使用機材  
トータルステーション

(2) 軽量盛土による内堀保護部分の沈下計測

内堀保護工事として碎石、軽量盛土材により埋め戻した部分の沈下計測を行う。計測は周辺地盤との摩擦縁切りするため、二重管方式の沈下計測棒を1計測点につき①内堀底、②軽量盛土下面、③軽量盛土上面の3深度に設置し、レベル測定器で計測することで、埋戻して計測ができない石垣への影響確認として解析値と照らし合わせて総合的な判断材料とする。計測位置、計測頻度については有識者に意見を伺い策定する。

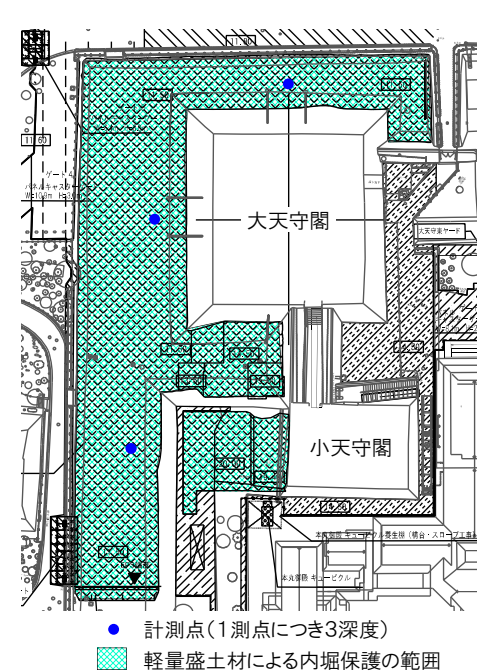


図3-4-5 天守台石垣測量点(草案)

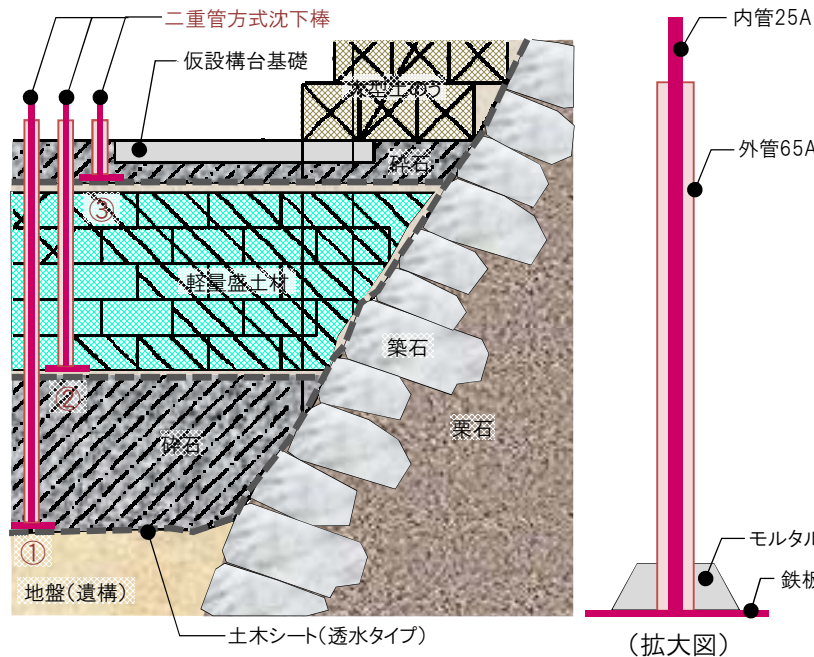


図3-4-6 二重管方式沈下計測棒のイメージ

(3) 穴蔵石垣における振動計測

解体工事期間中は大天守台、小天守台それぞれの穴蔵石垣、工事車両通行の影響を受ける鶴の首等において、振動の常時計測を行い、振動レベルが管理値内であることを確認しながら工事を進める。また、振動計には表示板を設置し常に振動レベルを目視確認できるようにする。

振動計の設置位置については有識者に意見を伺い策定する。



図3-4-7日 振動レベル計



図3-4-8 振動レベル表示板の例

## 名古屋城天守閣整備事業

平成31年3月26日

特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議  
[ 第17回 天守閣部会 ]

資料-2：壁板・床板について

資料-3：小天守地階・大天守地階の床, 橋台路面の仕上げについて

1. 壁について

- ・天守の間仕切壁の仕様について、「昭和実測図」、古写真、絵図などの各種史資料を分析し、復元原案の設定を行った。
- ・間仕切壁の仕様について記載されている史料として、右記の5点がある
- ・焼失前の史資料である「昭和実測図」「ガラス乾板写真」を主な根拠史料とし、その他の史資料については壁の仕様の情報が乏しい状況であることも踏まえ、参考史料とした。

①「昭和実測図」	昭和27年(1952)	(名古屋城総合事務所 蔵)	
②「ガラス乾板写真」	昭和15年(1940)～昭和16年(1941)撮影	(名古屋城総合事務所 蔵)	
参考	「名古屋城御天守各層間取之図」	宝暦 5年(1755) 原本成立 明治写	(名古屋中央図書館 蔵)
	『金城温古録』(御天守編)	万延 元年(1860)編纂	(名古屋市蓬左文庫 蔵)
	「名古屋離宮天守閣平面図」	大正 8年(1919)	(宮内庁公文書館 蔵)

1) 内部内法壁について[復元原案]

大・小天守の内法壁は基本的に両羽目板張であり、大・小天守の地階には片目板の内法壁もあった。また、大天守地階の内法壁には横厚板も使われていた。

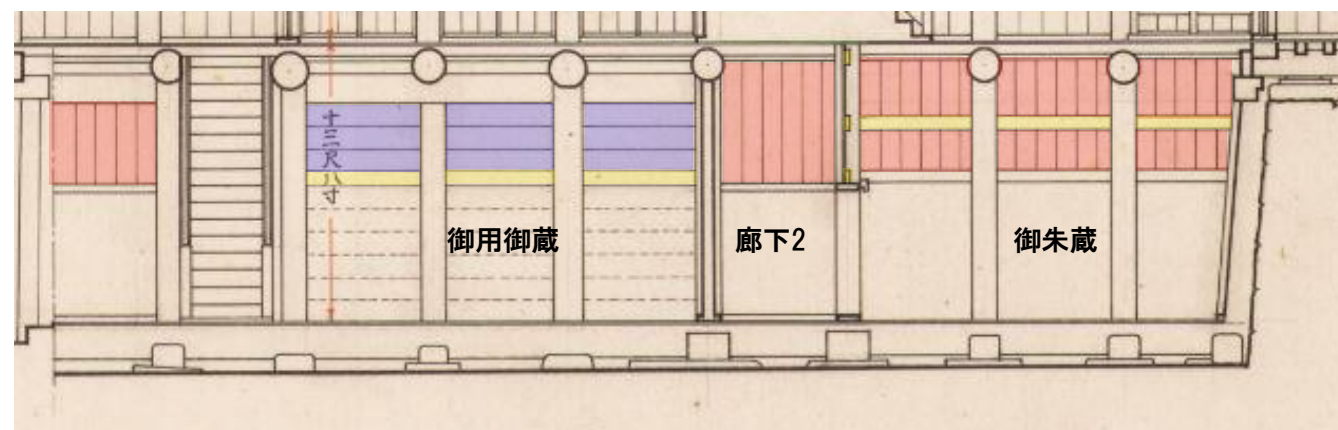
史料の記載状況

(1) 両側羽目板壁

実測図・古写真で確認できる限り、大・小天守の一階以上の全ての内部内法壁が両面羽目板縦張である。宝暦修理の「仕様之大法」には「三重目仕切羽目式拾ヶ所初重仕切羽目式ヶ所新規両羽目二仕置」とある。大天守には宝暦修理以前には片羽目の小壁があり、それらを宝暦修理で両羽目に変更したようである。また「長押上不残并間切羽目有之分は、長押下共貫間毎二筋違切込、」とあり、小壁の内部に筋違を追加したことがうかがえる。

(2) 片側羽目板壁

大・小天守地階の小壁には片羽目板壁の箇所がある。「昭和実測図 名古屋城縦断面図」より御朱蔵の内法壁は貫に縦羽目板を直接打つ片羽目板壁となっており、大天守地階の全ての壁に横板厚が使われているわけではないことが分かる。小天守地階の内法壁は、ガラス乾板写真及び実測図より貫に縦羽目板を直接打つ片羽目板壁のみが確認できる。



「昭和実測図 名古屋城縦断面図」を加工

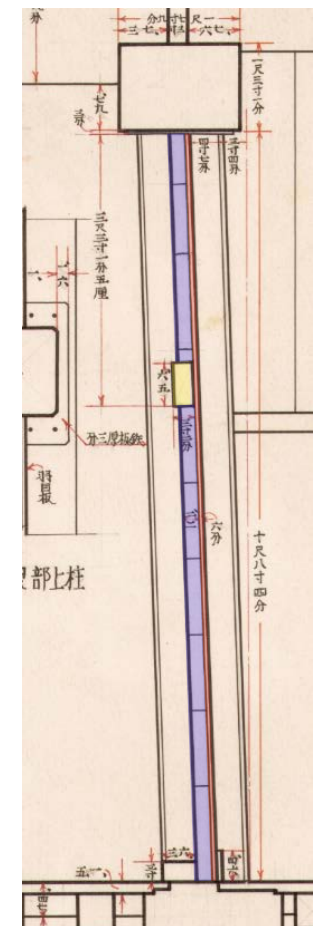
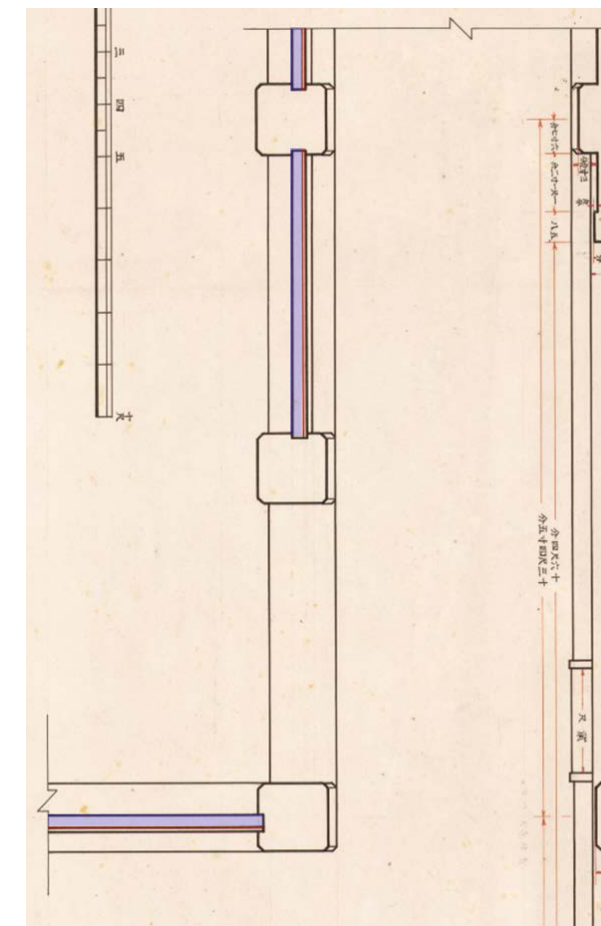
凡例	
厚板横張	■
羽目板縦張	■
貫	■

(3) 横厚板壁

大天守地階の内部内法壁には厚さ約2寸の横厚板が使われていた。また、横厚板の片側に厚さ六分程度の縦羽目板を打っていた箇所も確認できる。実測図・古写真に柱に壁の横板を嵌めた小穴が彫られており、落とし込んで納めていたことがわかる。



内法貫と飛貫の間に横厚板が2枚見える。  
「ガラス乾板写真 天守閣地階内南側窓(焼失)」を加工



横厚板に薄板が張られている。  
左:「昭和実測図 名古屋城天守地階東側出窓平面及断面詳細図」  
右:「昭和実測図 名古屋城天守地階及初層東側矩計詳細図」を加工

出典:特記なき限りはすべて名古屋城総合事務所蔵

1. 壁について

2) 内部間仕切壁【復元原案】

内部の間仕切壁は貫や胴縁に縦板張りとしている。片側にのみ縦板を打つ「片羽目」と、両面に縦板をうつ「両羽目」が混在し、昭和実測図平面図では両羽目板壁と片羽目板壁を描きわけている。また、小天守の片羽目内部間仕切壁には目板があり、大天守地階には横厚板の内部間仕切壁があった。

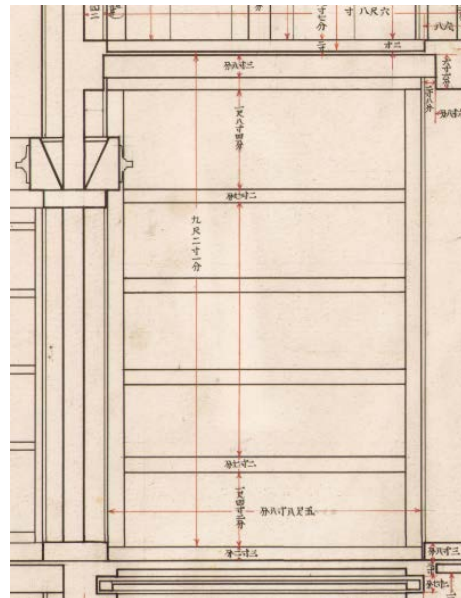
史料の記載状況

(1) 両羽目板壁

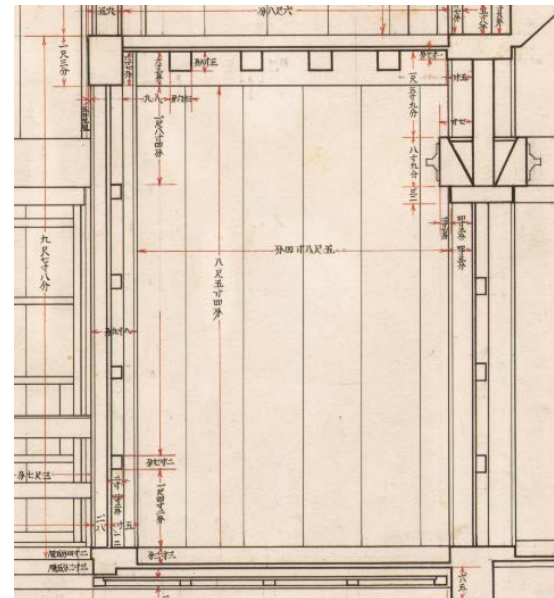
両羽目板壁の位置は昭和実測図平面図で知ることができるが、どのような下地になっていたかは史資料からは確認できない。

(2) 片羽目板壁

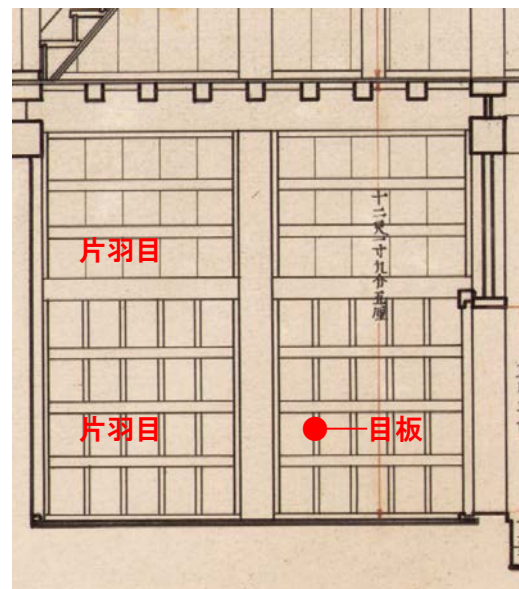
昭和実測図から詳細な仕様が確認できる。大天守・小天守ともに、縦胴縁が勝ち、内法間に横胴縁を3本打つのを基本とし、羽目板を無目敷鴨居に彫り込んで納めている。名古屋城隅櫓でも同様の片羽目板壁がある。実測図、写真から小天守の片羽目内部間仕切壁には目板があることが確認できる。



片羽目板壁の姿絵  
「昭和実測図 名古屋城天守初層及二層御成階段断面詳細図」を加工



片羽目板壁の断面  
「昭和実測図 名古屋城天守二層表階段断面詳細図」を加工

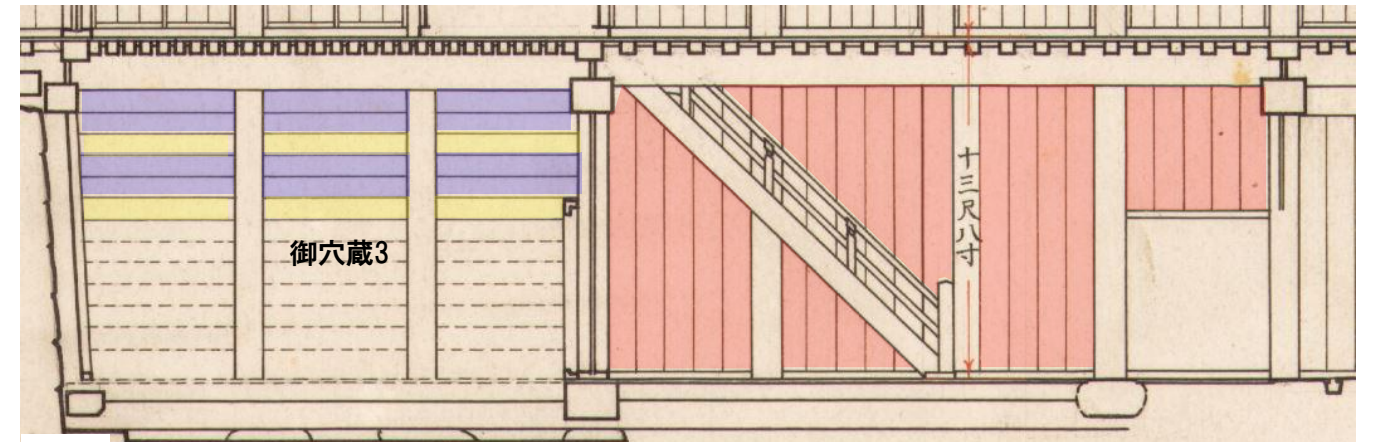


小天守の内法長押より下には目板がある。

左:「昭和実測図 名古屋城小天守横断面図」、右:「ガラス乾板写真 小天守閣内一階(焼失)南入側」を加工

(3) 横厚板壁

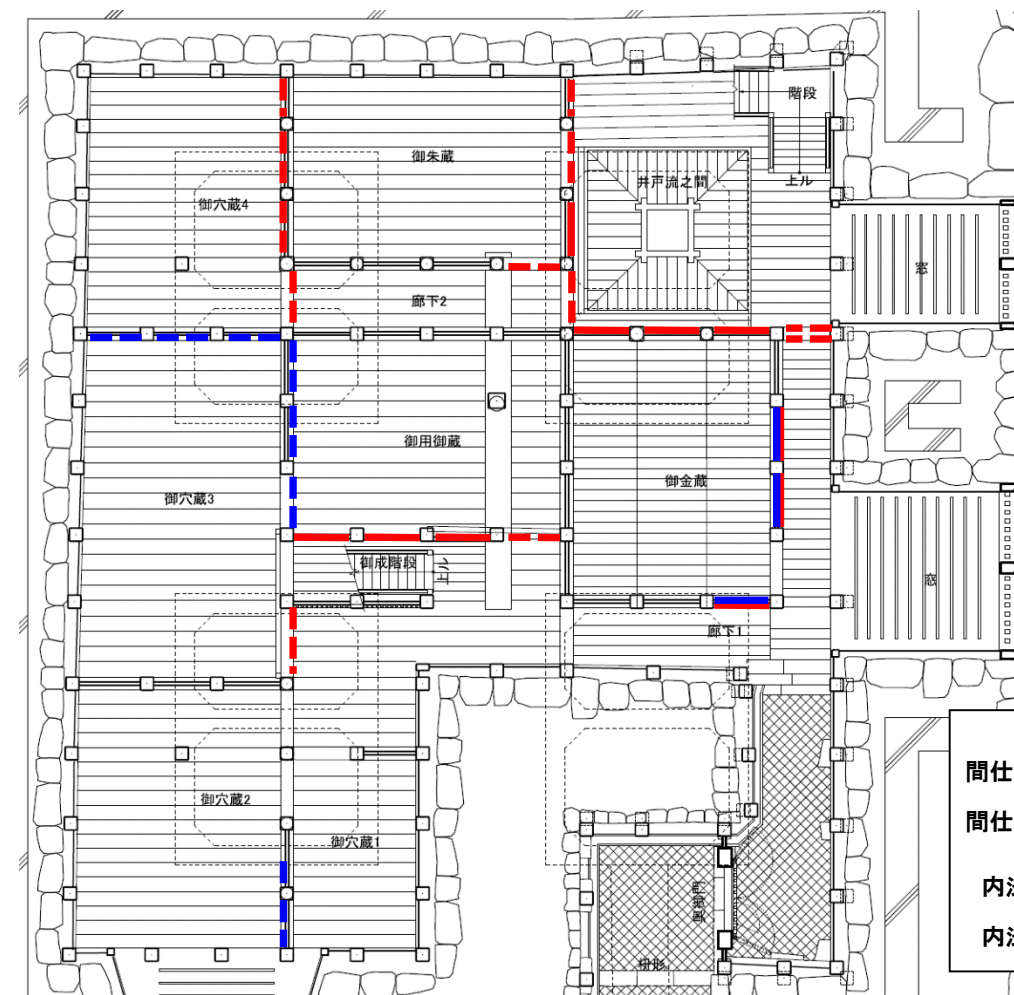
内法壁と同様、大天守地階には横厚板が使われていた。また、昭和実測図「名古屋城縦断面図」と「名古屋城横断面図」の間仕切り壁部で、点線で表現されている箇所は、横厚板壁を示していると思われる。地階の横板壁は柱に小穴を彫り込んで落とし込むので、横厚板が失われても柱に痕跡が残り、もともとの壁の位置が推測できる。同じように、実測時に失われていた大天守地階の床板も点線で表現されている。なお、横厚板の上に羽目板を縦張っていた箇所があることから、古写真・実測図で縦羽目板張りの箇所もその下地が何であるかはわからない。



凡例

厚板横張 羽目板縦張 貫

「昭和実測図 名古屋城横断面図」を加工



凡例

間仕切・内法壁 厚板横張  
間仕切・内法壁 羽目板縦張  
内法壁 厚板横張  
内法壁 羽目板縦張

大天守地階平面図 史資料より確認できる壁仕様

出典: 特記なき限りはすべて名古屋城総合事務所蔵

## 1. 壁について

## (4) 横厚板壁の遺物

徳川林政史研究所で保管されている古材が『大名古屋城展 図録』(徳川美術館 平成22年)で紹介されている。古材は半割された丸太材と板材があり、板材については解体された城内の御蔵で使用された羽目板とされているが、どの蔵の部材であるかは判っていない。「御蔵之内仕切羽め東表門御下 上より七 下ノ物」「此所筋鉄無」「ち七」「ち六」といった墨書の符丁があるため、再建時に再利用する予定だったと思われる、としている。

## ・ 旧御蔵羽目板(高36.2×幅166.3×厚5.7cm)の現物確認による分析

材種は檜。右端(ち七)は真持、左端(ち六)は真去。材の約半分が芯持であるため、それに起因する割れが

背面に見られる。腐朽などの目立った傷みは無い。釘穴などの痕跡は無い。

木(き)表(おもて)側に下記の墨書がある。

なお、『大名古屋城展』図録では「羽め東表門御下」と読んでいたが、今回徳川林政史研究所の藤田英昭

研究員により「羽め東表内法下」とも読める、との御指摘を頂いた。

墨書により「御蔵」の間仕切りの嵌板であると分かる。墨書のある木表面は蛤刃鉦仕上げとし、反対側は挽肌

とする。上の傍(そば)は本実(ほんざね)とし、下の傍は突付とする。墨書の記述をふまえると、「御蔵」の内法下に

は七枚の横板が嵌められており、各板の上下傍は本実継ぎで、一番下の板だった本資料は下端を突付としている

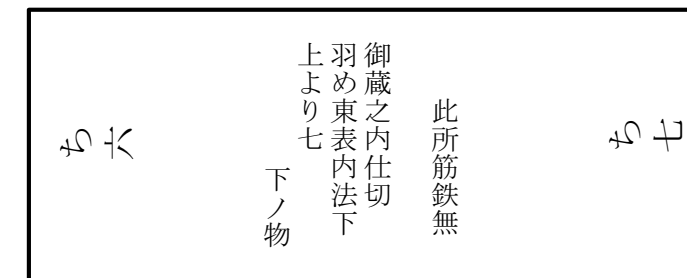
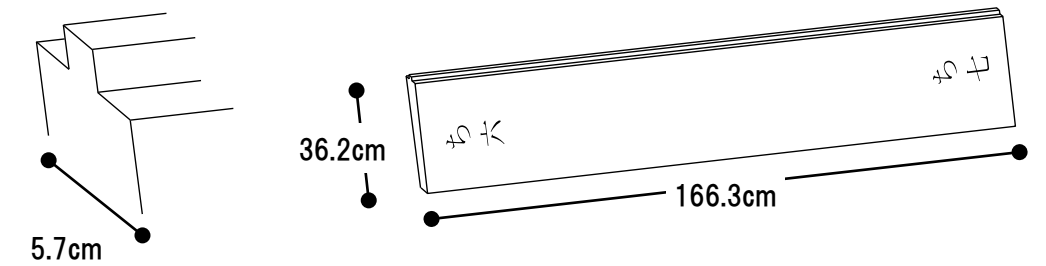
たものと思われる。

また、墨書の「ち六」「ち七」が柱位置に振られた番付だとすると、少なくとも7間×6間の柱間が想定され、非常に

大きい建物に使われた板だと推定できる。大天守のうち地階が「御用御蔵」「御朱蔵」「穴蔵」として使用されていた

事は『金城温古録』に見えており、地階の間仕切りに横嵌板が使用されていた事は昭和実測図にも描かれている。

従って本資料を、大天守地階の間仕切りの横嵌板と推定する事も可能である。



徳川林政史研究所所蔵の旧御蔵羽目板の実測図

1. 壁について

・大天守地階間仕切りの横厚板と推定した時の仕様位置の検証

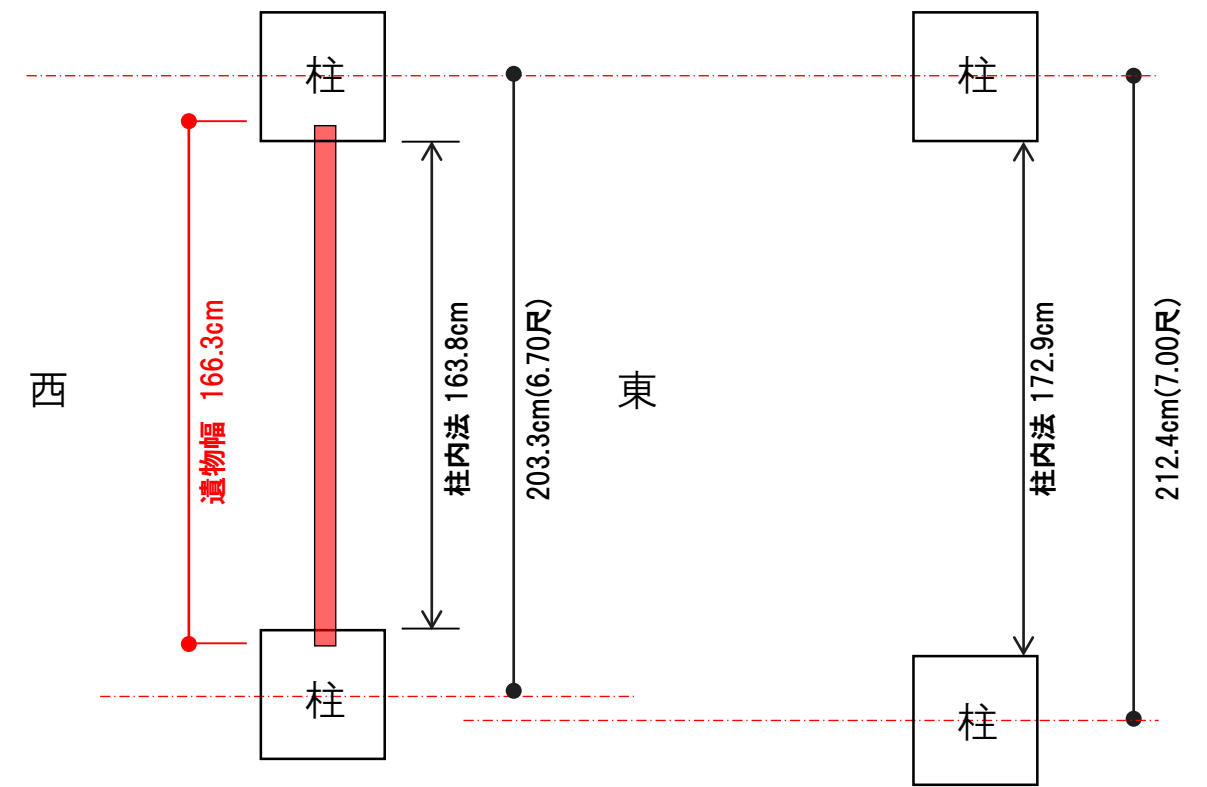
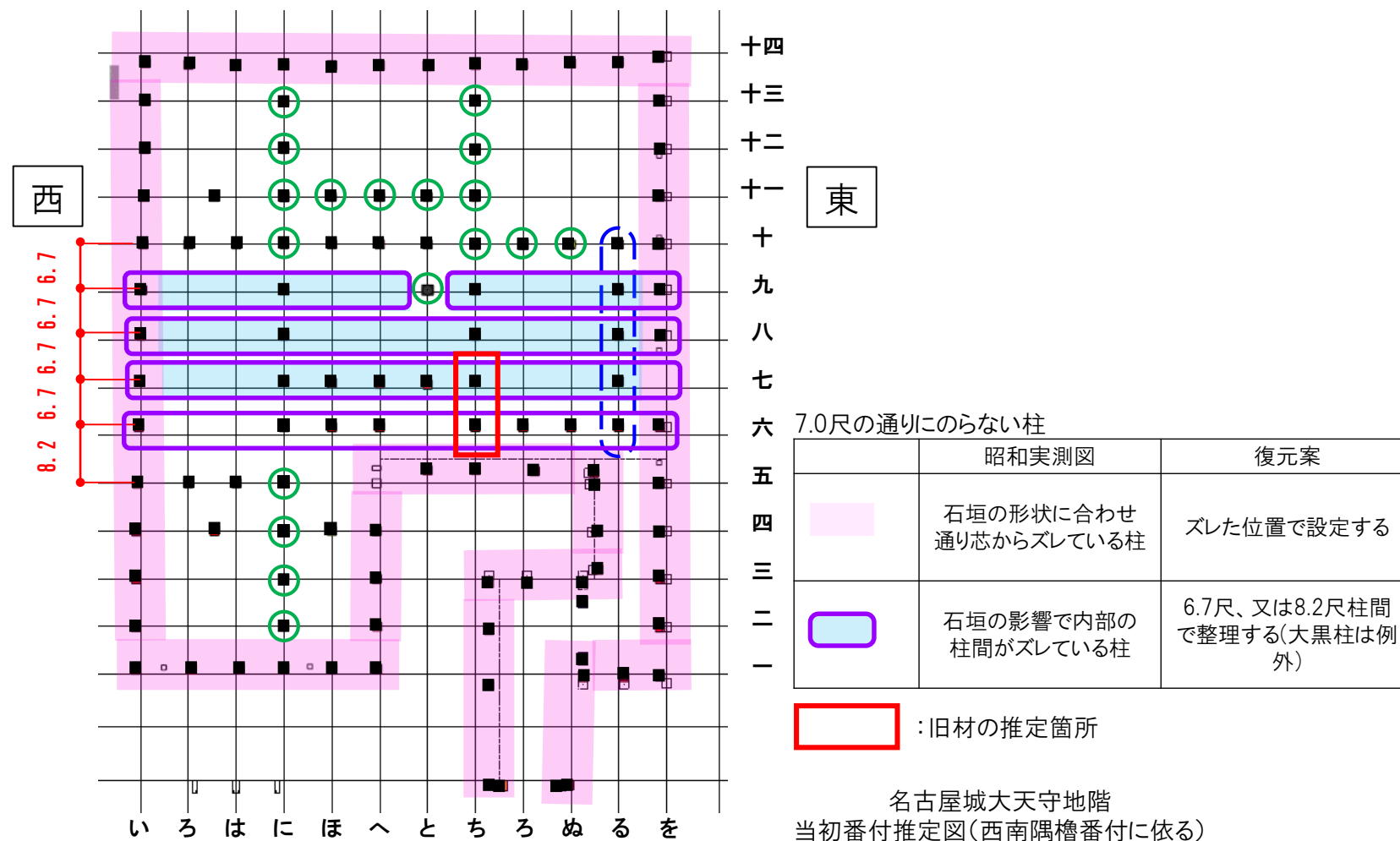
西南隅櫓では当初番付が確認されている。「漢数字」の組合わせ番付で、南西隅を起点とし、梁行方向（間口）を先番とする。従って「いろは漢数字」の組合わせ番付である伝名古屋城旧材の番付は、仮に大天守の番付だとしても、それは創建当初の物ではなく、後代にこの材を外した時に付けられた番付と思われる。

番付の付け方は西南隅櫓と共通として、仮に、大天守地階の西南隅を起点とし、梁行方向（間口）を先番として柱通りに番付を振ると下図のようになる。この場合、伝名古屋城旧材は図示した位置の羽目板となる。

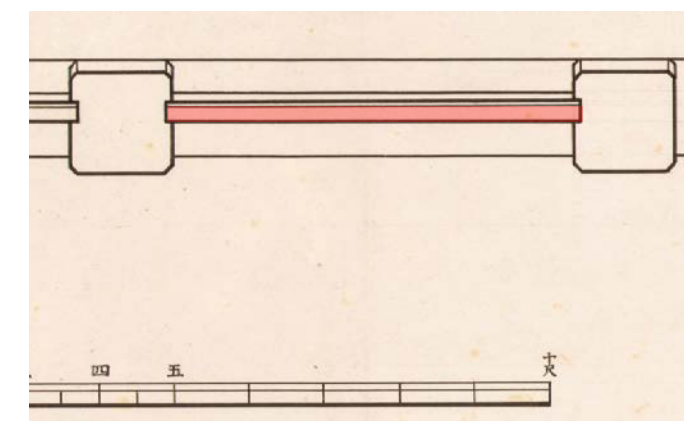
そして大正8年作図の「名古屋離宮天守閣平面図（其一）」（宮内公文書館20014-3）はこの部分が開口になっている。

従って、もしかすると伝名古屋城旧材は下図の位置にあった羽目板で、それが少なくとも大正8年までの間に外されて、徳川林政史研究所の所蔵となったのかも知れない。

当該位置は桁行の柱間真々が6尺7寸とされており、他の所よりも真々が短くなっている。柱間内々は5尺4寸程となる。一方の伝名古屋城旧材は長さ5尺4寸8分程で、ギリギリではあるが一応羽目板として入れる事が出来る。これに対し、柱間7尺の所では柱間内々は5尺7寸程となり、旧材では長さが足りず羽目板としては使えない。この点でも、旧材が納まる場所として下記の位置は蓋然性が高いと思われる。



遺物推定箇所と標準柱内法寸法の比較



横厚板と柱の納まり  
昭和実測図  
「名古屋城天守地階東側出窓平面及断面詳細図」  
を加工

1. 壁について

3) 外周壁 [復元原案]

外周壁は地階を含め、すべて縦羽目の板壁であった。

(1) 大天守地階

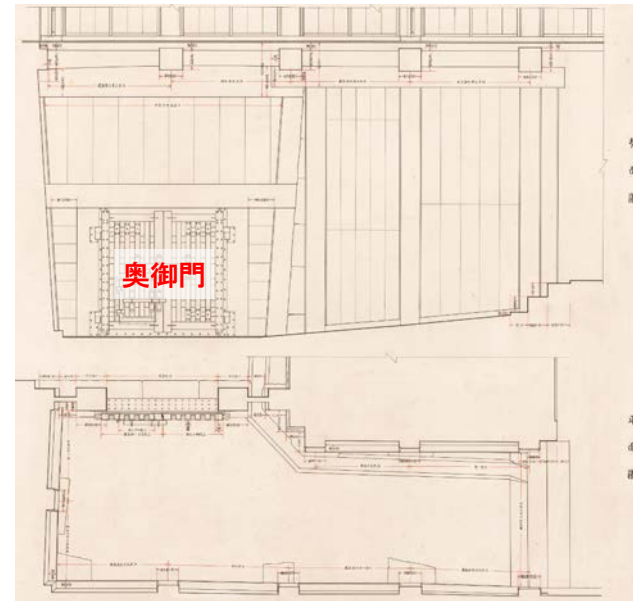
昭和実測図によれば、奥御門より奥の地階外周は縦板張りとなっており、口御門から奥御門への枡形部分の外周部のみが石垣を露出させていた。また、大天守外周の柱はすべて石垣に沿って斜めに立っていた。

地階外周部の柱は『金城温古録』に「御蔵の間」の項に「四方側の柱は、囲みの石垣、勾配に倣て建揚たれば、頭の方、外へ傾けるやうに見ゆるなり、其余の柱は尤直立なり。」とある。

実測図でも「地階奥御門平面及背面詳細図」に枡形部分の柱の傾きが表現されている。枡形以外の地階内壁については、「地階及初層東側矩形詳細図」が外周の柱の傾きを足元から柱頂で2寸7分としている。



奥御門を通った後の外周壁はすべて縦板張り。  
「ガラス乾板写真 天守閣地階入口(焼失)内側」を加工



「昭和実測図 名古屋城天守地階奥御門正面及断面詳細図(正面図・断面図)」を加工

(2) 小天守地階

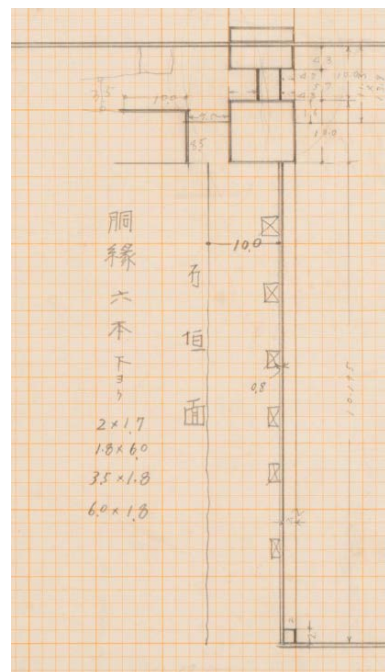
小天守地階でも、外周の壁は全て縦板張りである。

大天守地階では外周の柱が石垣に接していたのに対し、小天守地階では石垣と外周柱との間にはある程度の隙間があった。

野帳04-05-11「地層横断面」には地階南側の石垣断面が描かれているが、石垣面と地階外周の壁との間に1尺のクリアランスがあった事が分る。また石垣の上に土台が描かれている。この石垣上の土台は「小天守初層床伏図」に描かれており、これによっても地階南側・東側では柱位置より1尺ほど内側に石垣があった事がうかがえる。

一方、北側・西側では恐らく柱は石垣に接して立てていたと思われる。そのため柱位置は石垣位置に拘束される事になる。

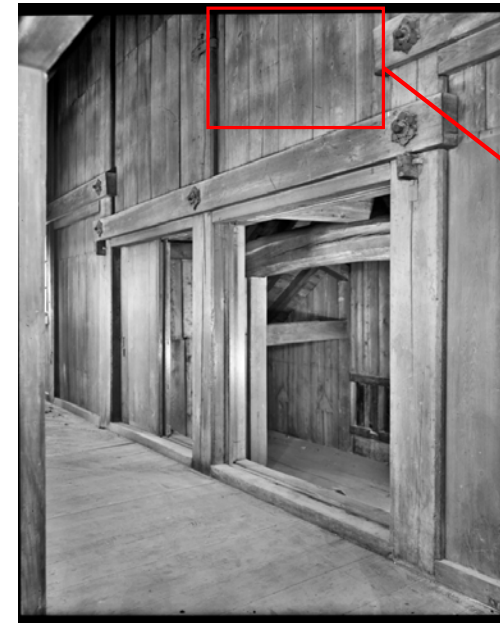
この様に、地階外周のうち南側・東側では柱と石垣との間に隙間があったため、外周柱の納まりは石垣に拘束される事が無かったと考えられる。そのため柱は垂直に立てる事が出来、柱位置も若干の調整が可能だった。またそれ以外の内部柱も位置を拘束する条件は無い。地階外周の板壁の納まりは野帳04-05-11「地層横断面」により分る。6寸×1寸8分の腰貫1段・内法貫1段を通し、更に胴縁を通して縦板を釘打ちする。野帳では貫2段と胴縁4段を描いているが、縦板の下端にも胴縁が必要だと思われるので、実際には胴縁は5段入っていたものと思われる。



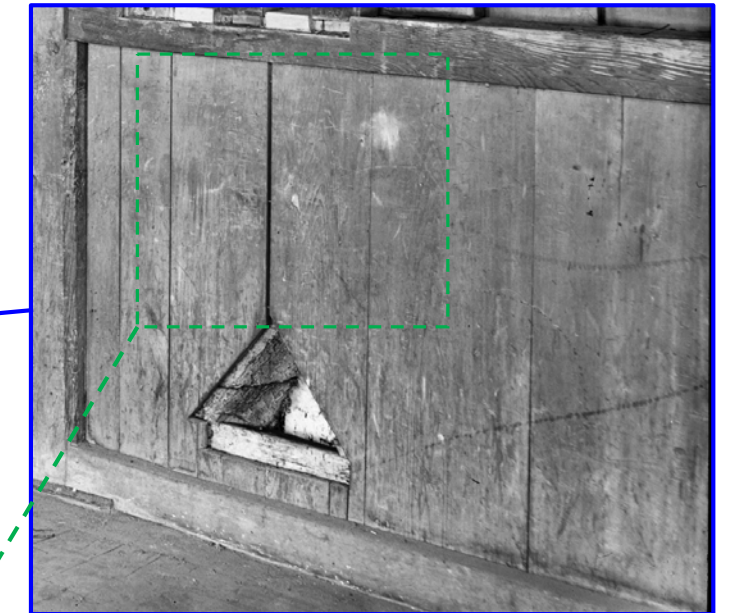
野帳04-05-11「地層横断面」を加工

(3) 大天守一～五階、小天守一～二階

大天守、小天守の外周内部側の壁はすべて縦羽目板壁である。板は基本的には下地に釘止めであるが、外周腰壁など釘跡が確認できない箇所は、合釘で納めていたと思われる。



外周内法壁には釘跡が見える。  
「ガラス乾板写真 天守閣四階内西側千鳥破風室内入口(焼失)」を加工



外周腰壁には釘跡が見えない。



〇部に合釘が見える。  
「ガラス乾板写真 天守閣一階内橋台上南側の石落及び鉄砲(焼失)」を加工

出典：特記なき限りはすべて名古屋城総合事務所所蔵



## 1. 壁について

## 壁板・床板の板幅について [復元原案・復元案]

## 【史資料の調査】

上松材木役所の上席手代を勤めた寺町兵右衛門著の『木曾山雑談』（※宝暦9年(1959)筆記した実地見聞録）の末尾に採録された『御材木諸品』は、木曾山の産地規格で、その中に板子と呼ばれる板を作り出すための角材の規格が記載されている。この板子の規格による板幅と昭和実測図及び昭和実測野帳、ガラス乾板写真を基に板割りの復元原案を検証する。後述の床板についてもこれらの史資料に基づき検証する。

## 『木曾山雑談』より『御材木諸品』に記載される板子の規格について

※引用文献：『近世林業史の研究』（所 三男著）

〈原文〉

板子 長七尺位、厚五寸・幅一尺己上、厚の方に切判切候を板子と唱申候

⇒板子（木曾山の規格）からとれる板は、長さ7尺位で、幅は1尺以上のものであったことがわかる。

## 【復元原案】

## 板の製材にかかった木挽き職人について

※『日本の名城集成 名古屋城』より図20『名古屋城作事大工組構成表（内藤昌）』を引用

名古屋城作事の最繁期である慶長17年(1612)の8月23日から9月までの記録（八月廿三日付慶長十七年尾州御作事木挽による）によれば、大工353名に対し、木挽き職人が190名もいたことが記録されており、板の製材に数多くの職人が関わっていたことがうかがえる。

## 板の製材について

慶長期の板子や板の製材に関する史資料は確認できていないが、近世の板子及び板の製材については、以下の史資料から板材のために板子（角材）を作り、板子より板材を製材していた往時の製材の様子がうかがえる。

〈板子の製材〉

板子などの角材は、山にて縦斧（タツキ）で製材し、川に流して運搬していたようである。

※参考文献

『官材図会』（富田禮彦（嘉永7年（1854））より『御山厘之図』（引用文献：木曾式伐木運材図会）

〈板の製材〉

板子など角材を、縦挽鋸（マエヒキ・カガリ）などにより製材していたようである。

※参考文献

『三芳野天神縁起絵巻』（三芳野神社所蔵（17世紀中頃））

〈板子・板の製材〉

宝永二年（1705）創建の『金剛峰寺大門』の化粧板の裏面には、斧や鋸の加工痕が残っており、板の側面には斧の加工痕が残っていたことが記録されており、斧により板子、鋸により板が製材されていたことがわかる。

※引用文献

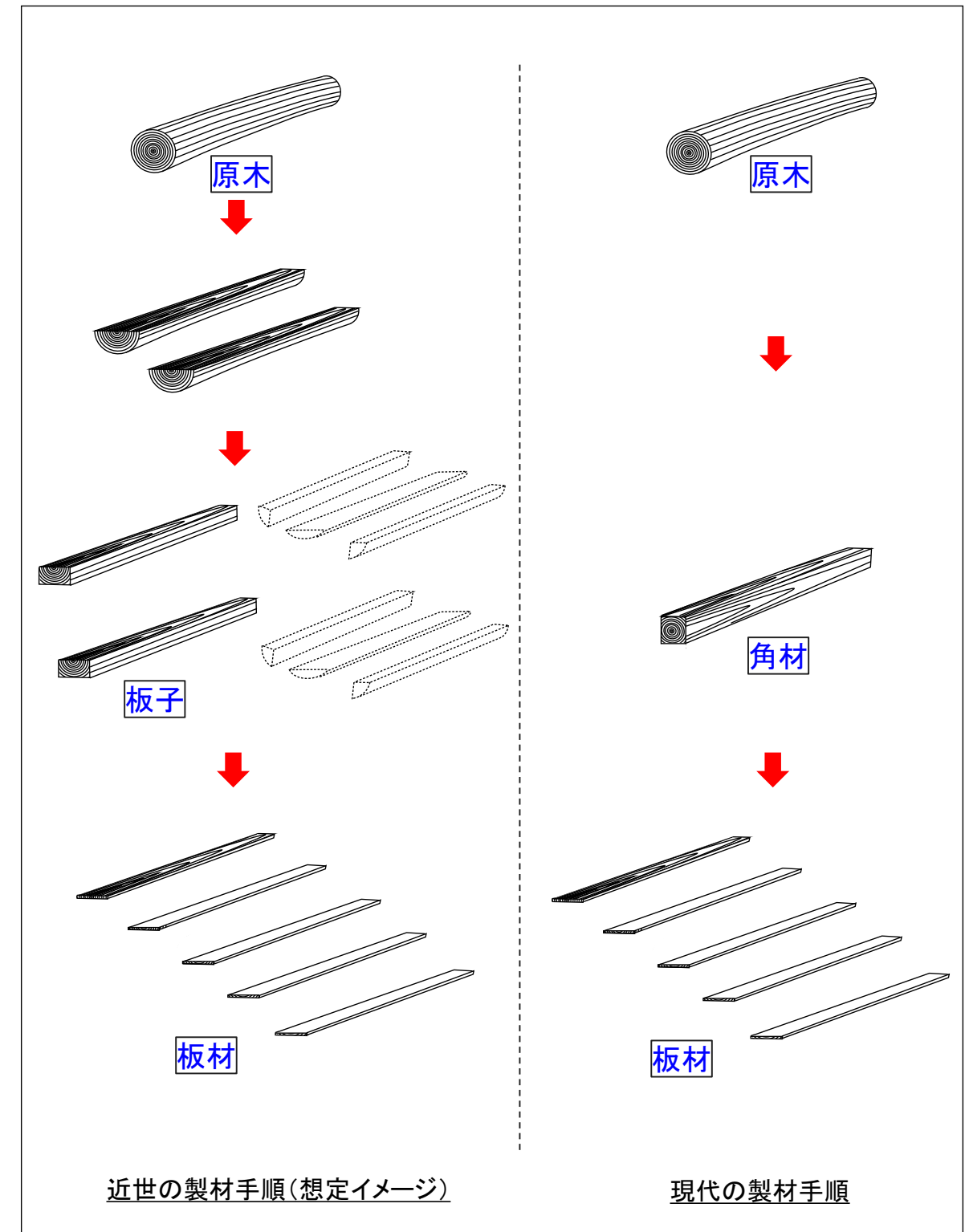
『重要文化財 金剛峰寺大門修理工事報告書』（財団法人 高野山文化財保存会 発行）

## 板の張り方(床板・壁板共)について

大径材が潤沢にあった創建時は、運搬方法も考慮した板子の製材においては廃棄していた部分も多かったと考えられる。

⇒天守復元の板材については、貴重な大径材の木材を有効に使うことができる現代の製材方法で板を製材し、ガラス乾板写真にもみられるような板幅にバラツキをもたせる計画とする。

## 【復元案】



1. 壁について

板割(板幅)について 【復元原案】

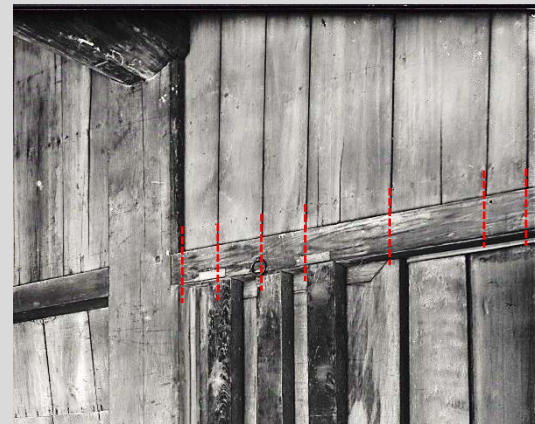
【史資料の調査】

昭和実測図に記載されている一般図と詳細図の板割りとガラス乾板写真に基づき、板割りを調査した。

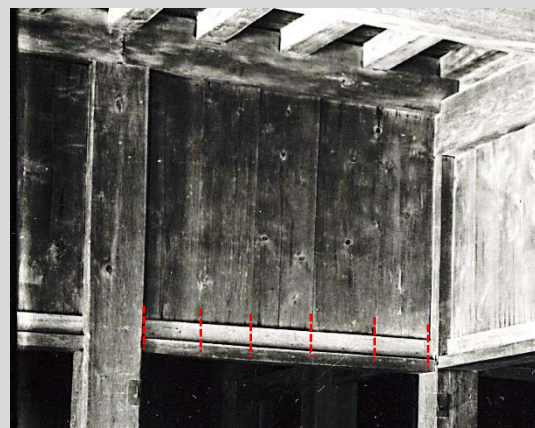
【大天守】※ガラス乾板写真による板割り



「天守閣五階内入側(焼失)」を加工



「天守閣一階内橋台上南側の石落及び鉄砲(焼失)」を加工

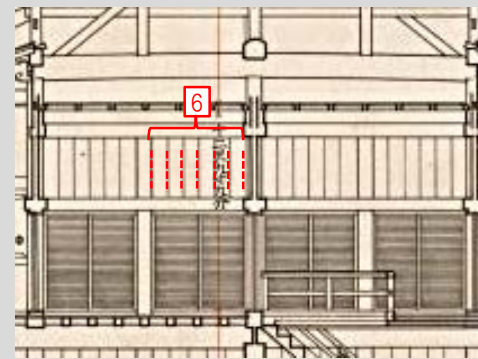


「小天守閣内地階(焼失)南東側」を加工

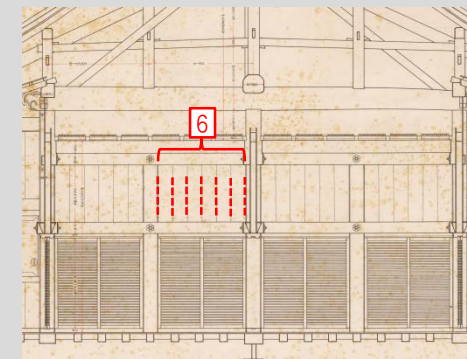


「小天守内二階(焼失)東北側」を加工

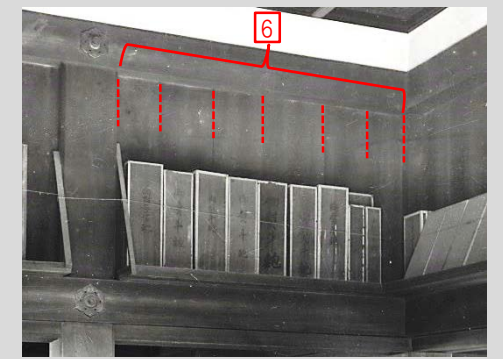
〈天守昭和実測図(一般図と詳細図)、ガラス乾板写真とが整合している箇所〉



「名古屋城天守横断面図」を加工

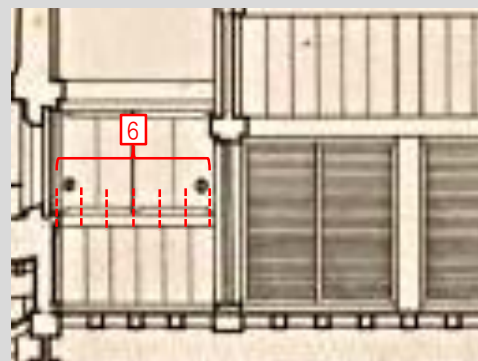


「名古屋城天守五層横断面図」を加工

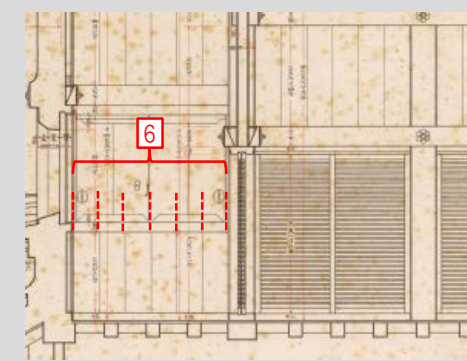


「天守閣五階内長押上(焼失)」を加工

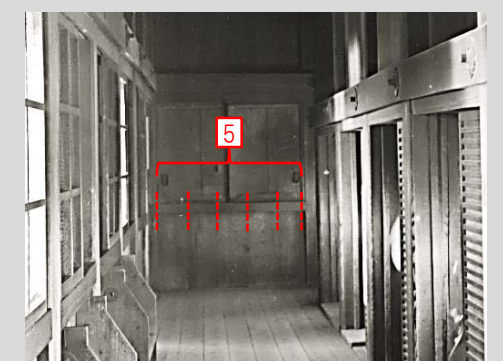
〈天守昭和実測図(一般図と詳細図)、ガラス乾板写真とが不整合している箇所〉



「名古屋城天守横断面図」を加工



「名古屋城天守五層横断面図」を加工



「天守閣五階内入側(焼失)」を加工

【検証結果】

- 昭和実測図内の一般図・詳細図に記載されている一間に対する壁板の枚数を比較すると、図面が少ない小天守の図面では不整合はなく、大天守図面では不整合している箇所(12/31箇所)が確認された。
- 昭和実測図とガラス乾板写真により、小天守の板割りは一間に対し5枚程度で割付けられているものが多く、大天守の板割りは5枚～6枚程度で割付けられたものが多く確認された。
- 昭和実測図内の一般図は柱間に対し板の割付けが均等割りで表現され、詳細図では、板幅がバラバラに表現されていた。ガラス乾板写真においても板幅がバラバラであることは確認でき、幅の狭い板も混じっていることも確認できた。昭和実測図の詳細図を確認すると、板幅は、1.0～1.2尺のものが多く、中には7寸未満のものも確認された。
- 階毎に板の品位は揃っているように見える。
- 壁板の割付けは、枚数を指定しているのではなく、板子から挽いた板を品位をみながら足らず部分は、半端な板を張っていたと考えられる。

大天守	地階		1階		2階		3階		4階		5階	
	箇所数	%	箇所数	%	箇所数	%	箇所数	%	箇所数	%	箇所数	%
0.7尺未満	1	2.7	1	0.7	1	1.0	1	2.0	6	5.4	0	0.0
0.7以上～0.8尺未満	1	2.7	1	0.7	1	1.0	3	6.1	2	1.8	0	0.0
0.8以上～0.9尺未満	0	0.0	6	4.3	3	3.1	8	16.3	9	8.1	0	0.0
0.9以上～1.0尺未満	2	5.4	15	10.7	11	11.2	11	22.4	4	3.6	24	44.4
1.0以上～1.1尺未満	5	13.5	38	27.1	36	36.7	14	28.6	18	16.2	30	55.6
1.1以上～1.2尺未満	15	40.5	75	53.6	44	44.9	0	0.0	51	45.9	0	0.0
1.2以上～1.3尺未満	3	8.1	4	2.9	2	2.0	8	16.3	18	16.2	0	0.0
1.3以上～1.4尺未満	2	5.4	0	0.0	0	0.0	4	8.2	3	2.7	0	0.0
1.4以上～1.5尺未満	7	18.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
1.5以上	1	2.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
合計	37		140		98		49		111		54	

昭和実測図(詳細図)の壁板の幅(計測値)

小天守	地階		1階		2階	
	箇所数	%	箇所数	%	箇所数	%
0.7尺未満	0	0.0	0	0.0	0	0.0
0.7以上～0.8尺未満	0	0.0	0	0.0	0	0.0
0.8以上～0.9尺未満	0	0.0	2	6.1	0	0.0
0.9以上～1.0尺未満	3	7.9	9	27.3	0	0.0
1.0以上～1.1尺未満	12	31.6	5	15.2	3	18.8
1.1以上～1.2尺未満	14	36.8	13	39.4	11	68.8
1.2以上～1.3尺未満	4	10.5	2	6.1	2	12.5
1.3以上～1.4尺未満	5	13.2	0	0.0	0	0.0
1.4以上～1.5尺未満	0	0.0	1	3.0	0	0.0
1.5以上	0	0.0	1	3.0	0	0.0
合計	38		33		16	

出典: 特記なき限りはすべて名古屋城総合事務所所蔵

1. 壁について

板厚について【復元案】

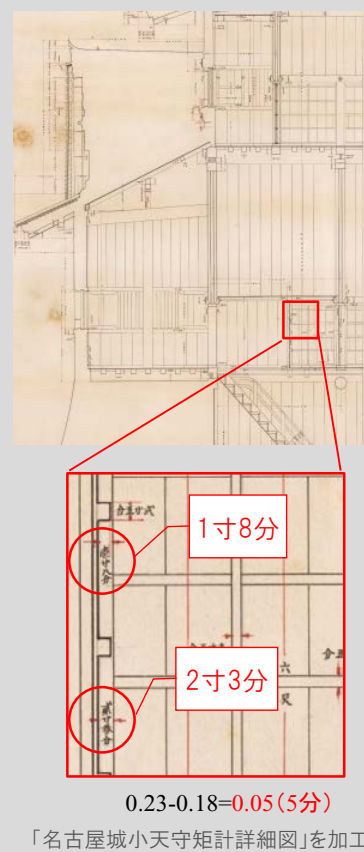
【史資料の調査】

昭和実測図及び昭和実測野帳、金城温古録と名古屋城御天守各層間取之図、遺物により板厚を調査した。

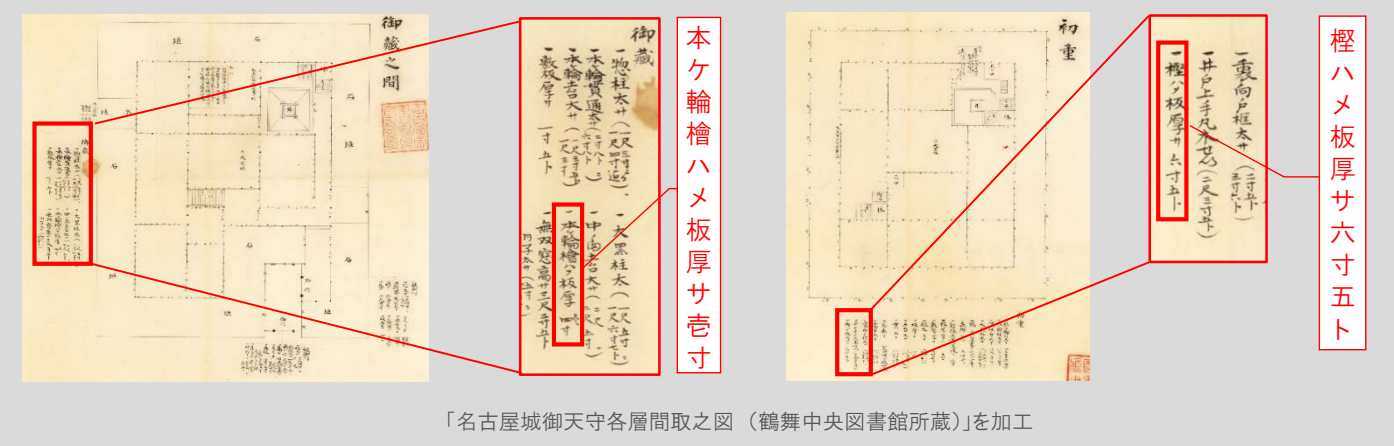
【大天守】※昭和実測図の記載  
〈地階〉



【小天守】※昭和実測図の記載  
〈1階〉



【大天守】※名古屋城御天守各層間取之図の記載  
〈地階〉



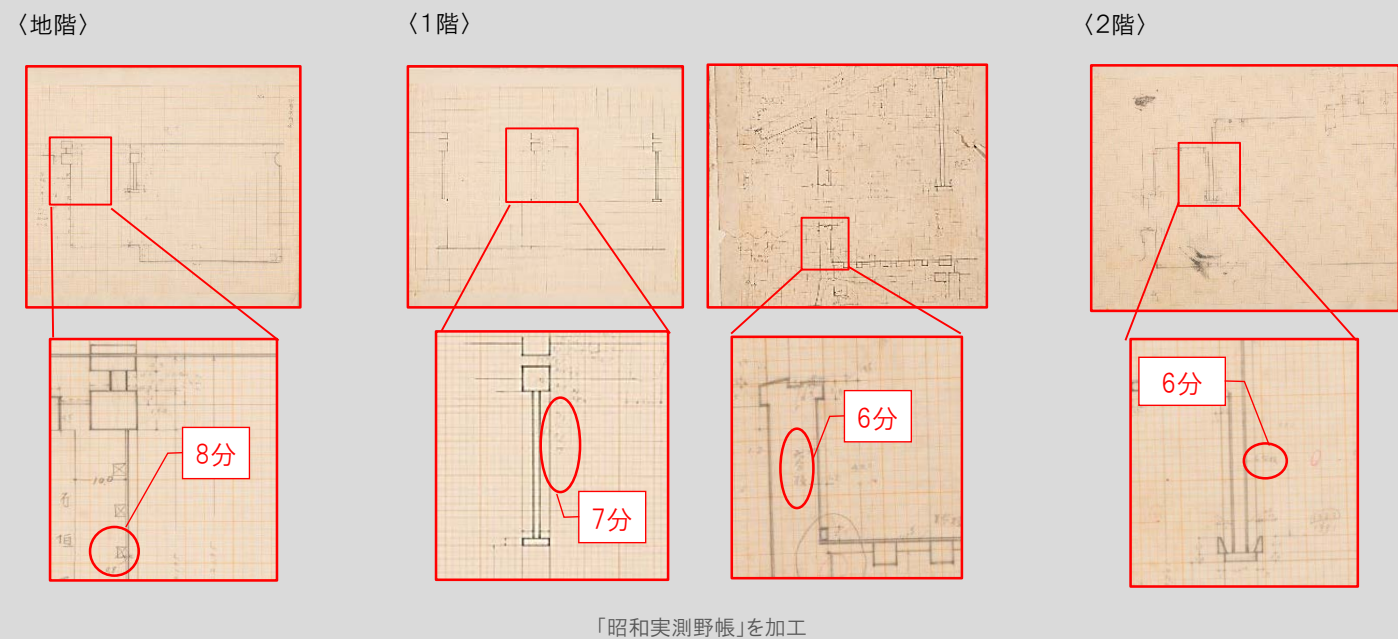
【大天守】※旧御蔵羽目板(徳川林政史研究所所蔵)

〈地階〉

・旧御蔵羽目板(高36.2×幅166.3×厚5.7cm(1寸9分))

材種は檜。右端(ち七)は芯持、左端(ち六)は芯去。  
本実が見られる。

【小天守】※昭和実測野帳の記載



【検証の結果】

壁板の板厚は、大天守で4分～1寸の範囲で、小天守で5分～8分でバラツキがあり、情報が少ないことから大天守に倣い、**大天守・小天守共に6分**とした。地階の横厚板の板厚は、遺物と昭和実測図の実測値を考慮し**2寸**とした。

箇所	史料名	内容(記述等)	壁板厚さ	復元原案計画法	
				壁板	地階横厚板
大天守地階	御天守地割図	本ヶ輪檜ハメ板厚サ壹寸	1寸	6分	2寸
	昭和実測図60	堅羽目板…6分、横厚板…2寸2分(入側)、	6分、2寸2分(横板)		
	昭和実測図69	堅羽目板…4分、横厚板…3寸2分(入側)	4分、3寸2分(横板)		
	徳川林政史研究所遺物	旧御蔵羽目板(檜)57mm(t)	1寸9分		
大天守1～5階	記述なし	記述なし	記述なし		—

箇所	史料名	部位	壁板厚さ	復元寸法
小天守地階	野帳04_05_11	壁(石垣側)	8分	6分
小天守1階	野帳04_05_13	垂壁	7分	6分
	野帳04_05_16	腰壁	6分	6分
	昭和実測図113	壁(階段脇)	5分	6分
小天守2階	野帳04_05_14	垂壁	6分	6分

出典: 特記なき限りはすべて名古屋城総合事務所所蔵

1. 壁について

材種について

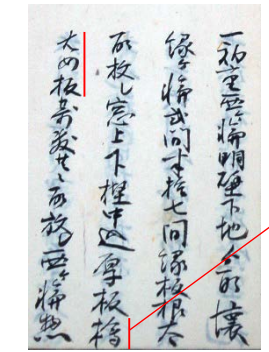
【史資料の調査】

材種は、国秘録 御天守御修復一（鶴舞中央図書館 所蔵）内の修復記録にある記述に基づき検証する。

◇材種について 【復元案】

宝永6年巳丑（1709）3月上旬から7月までの修復記録によると、大天守初重西側において窓の上下にある中込厚板と檜羽目板と寄せを共に取り外したことが記述されている。

⇒この記述より、内壁の壁板（縦羽目板）の材種は、小天守・大天守共に桧と設定する。前述の大天守地階の横厚板は、堅木類（樅・櫟）と設定する。



檜はめ板

「国秘録一 御天守御修復（鶴舞中央図書館 所蔵）」を加工

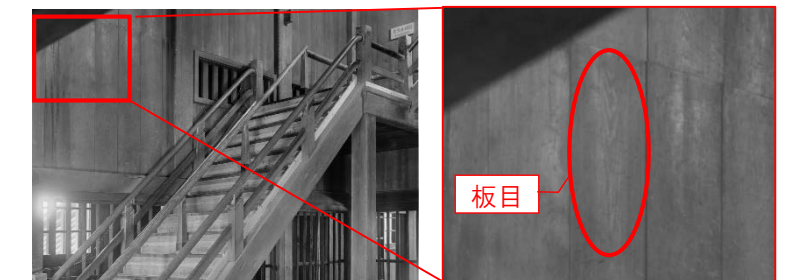
◇品位について 【復元原案】

- ・ガラス乾板写真により節の有無を確認した。木目・節の大きさについては、ガラス乾板写真での判断は難しいものが多かった。大天守・小天守とも上階と下階で明らかに品位の差をつけた傾向がみられる。小天守においては、全体的に大天守よりも品位は低い傾向がみられる。
- ・大天守一階石落とし部の垂れ壁において、源平材が確認できたが、基本的にガラス乾板写真での赤身割合の判断は難しい。
- ・破風室（3・4階）は、同階の室内よりも品位は低い傾向がみられる。
- ・大天守一階石落とし部の垂れ壁、地階井戸廻りの壁において品位が低い壁板があるが、何らかの改修による可能性があり、この部分については、品位の対象としない。（釘を打つ線や丸釘頭のような部分がみられる）
- ・ガラス乾板写真より、壁板の品位は以下の程度と考えられる。

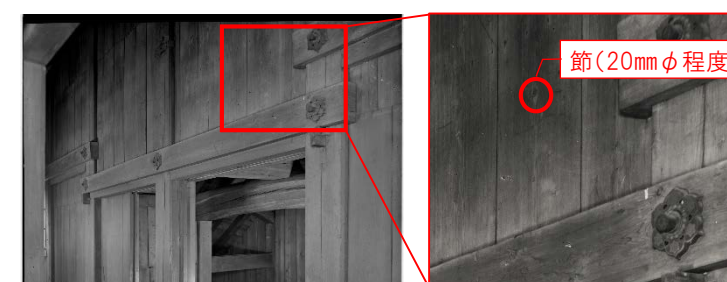
〈大天守〉	5階	品	等：無節・上小節程度	※室内で節を確認
		木	目：不明	※写真では判断できない。
	4階	品	等：小節以上	※階段廻り、破風室廻りの武者走りで確認
		木	目：板目	※階段廻り、破風室廻りの武者走りで確認
	3階	品	等：不明	※写真で判断できない。
	木	目：不明	※写真で判断できない。	
	2階	品	等：小節以上	※15mmφ程度の節（2つ）を確認
		木	目：不明	※写真で判断できない。
	1階	品	等：一等以上	※入側の垂壁で小節を超える径の節を確認
		木	目：板目	※一階石落とし部脇の腰壁で確認
	地階	品	等：一等以上	※品位のバラツキがある
		木	目：不明	※品位のバラツキがある
〈小天守〉	地階	品	等：一等以上（小節に近い）	※節径30mm以上（一箇所）を確認
		木	目：不明	※写真で判断できない。
	1階	品	等：一等以上	※抜け節を確認
		木	目：不明	※写真で判断できない。
	地階	品	等：一等以上	※抜け節を確認
		木	目：不明	※写真で判断できない。



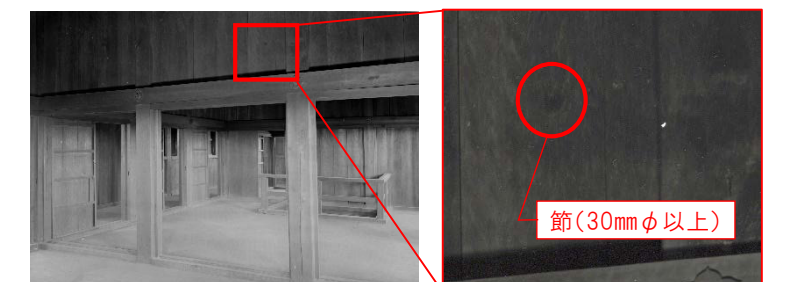
「天守閣五階内西入側（焼失）」を加工



「天守閣四階内階段（焼失）」を加工



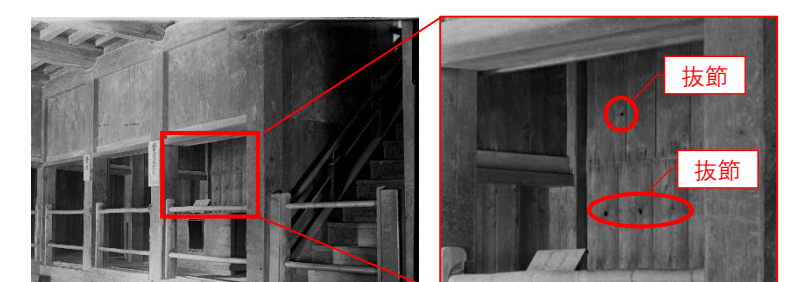
「天守閣四階内西側千鳥破風室内入口（焼失）」を加工



「小天守閣内二階（焼失）東北側」を加工



「天守閣二階内西入側（焼失）」を加工



「小天守閣内地階（焼失）南東側」を加工

出典：特記なき限りはすべて名古屋城総合事務所所蔵

2. 床について

- ・天守の床の仕様について、「昭和実測図」、古写真、絵図などの各種史資料を分析し復元原案の設定を行った。
- ・床の仕様について記載されている史料として、右記の4点がある
- ・焼失前の史資料である「昭和実測図」「ガラス乾板写真」を主な根拠史料とし、その他の史資料については床の仕様の情報が乏しい状況であることも踏まえ、参考史料とした。

①「昭和実測図」	昭和27年(1952)	(名古屋城総合事務所 蔵)	
②「ガラス乾板写真」	昭和15年(1940)～昭和16年(1941)撮影	(名古屋城総合事務所 蔵)	
参考	「名古屋城御天守各層間取之図」	宝暦 5年(1755) 原本成立 明治写	(名古屋中央図書館 蔵)
	「名古屋離宮天守閣平面図」	大正 8年(1919)	(宮内庁公文書館 蔵)

(1) 大天守の床板 【復元原案】

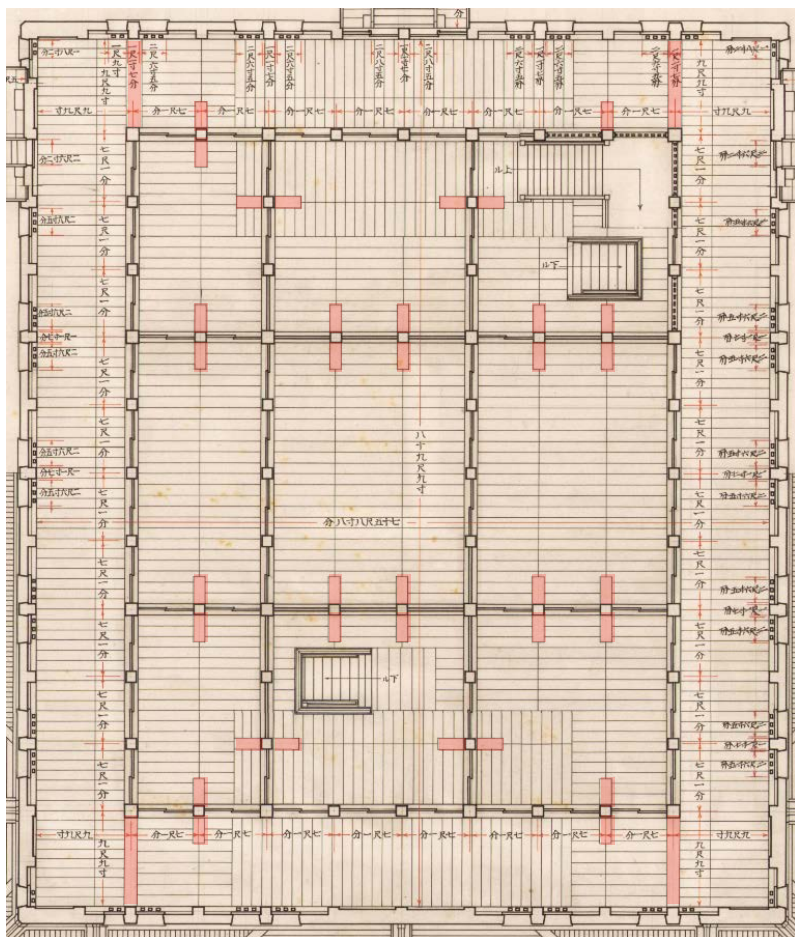
大天守の床割の全体像は昭和実測図の平面図で確認できる

大天守の柱を受ける「柱踏」の多くは上端を床板上端と面一としており、敷居が無ければ上端を視認できる。二階入側の床は一階繫梁上に根太を乗せ、その上に張られている。この二階入側の床板のうち、隅の部分では根太および床板は留めとなる。これは、大天守の中でここが唯一、隅行の梁材に根太を乗せる部分であるためである

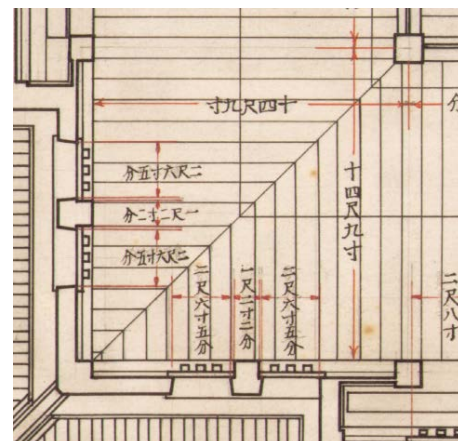
昭和実測図の地階平面には西半分の部屋には床板が描かれおらず、地階南側の窓を写したガラス乾板写真を見ると、実際に根太や大引が露出しており、恐らく図面通りに床板がはがされていたものと思われる。

大正8年の実測図では地階西側にも床板が張られており、大正から昭和の間に床板が失われたものと思われる。

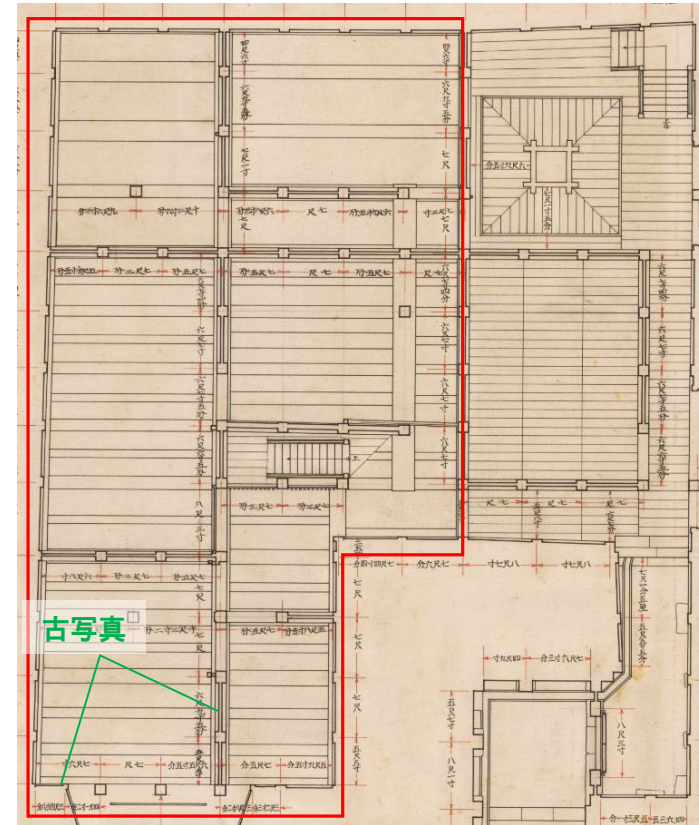
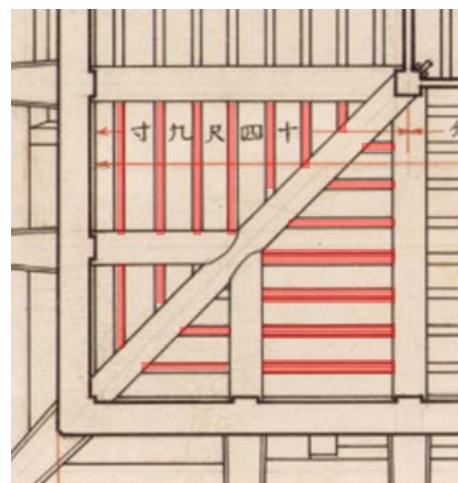
ガラス乾板写真により、床板は根太に脳天釘打ちだったと分る。



赤塗部：柱踏が床上端に現れている箇所。  
「昭和実測図 名古屋城天守三層平面図」を加工



上：「昭和実測図 名古屋城天守二層平面図」  
下：「昭和実測図 名古屋天守初層見上図」  
を加工



昭和実測時には地階西側の床板は失われ、土台が露出していた。  
左：「昭和実測図 名古屋城天守地階平面図」を加工  
右：「ガラス乾板写真 天守閣地階内南側窓(焼失)」を加工

(2) 小天守の床板 【復元原案】

小天守の床割の全体像は昭和実測図の平面図で確認できる。

大天守と違い、小天守は「柱踏」は床上端と面一としていない。

「蟻害調査写真帳 名古屋離宮 二条離宮(写真帳)」(宮内公文書館 46884-0)には大正6年の蟻害調査に際して小天守の床板をはがした様子が写っている。地階の床板は突付に見えるが、一二階の床板の傍は相欠にしている。

床板の厚さを8分とし、板傍を相欠として脳天釘打ちする例としては、姫路城大天守がある。



床板の厚さは8分で、傍は相欠としている現存類例。  
姫路城大天守三階床板(竹中工務店撮影)

出典：特記なき限りはすべて名古屋城総合事務所蔵

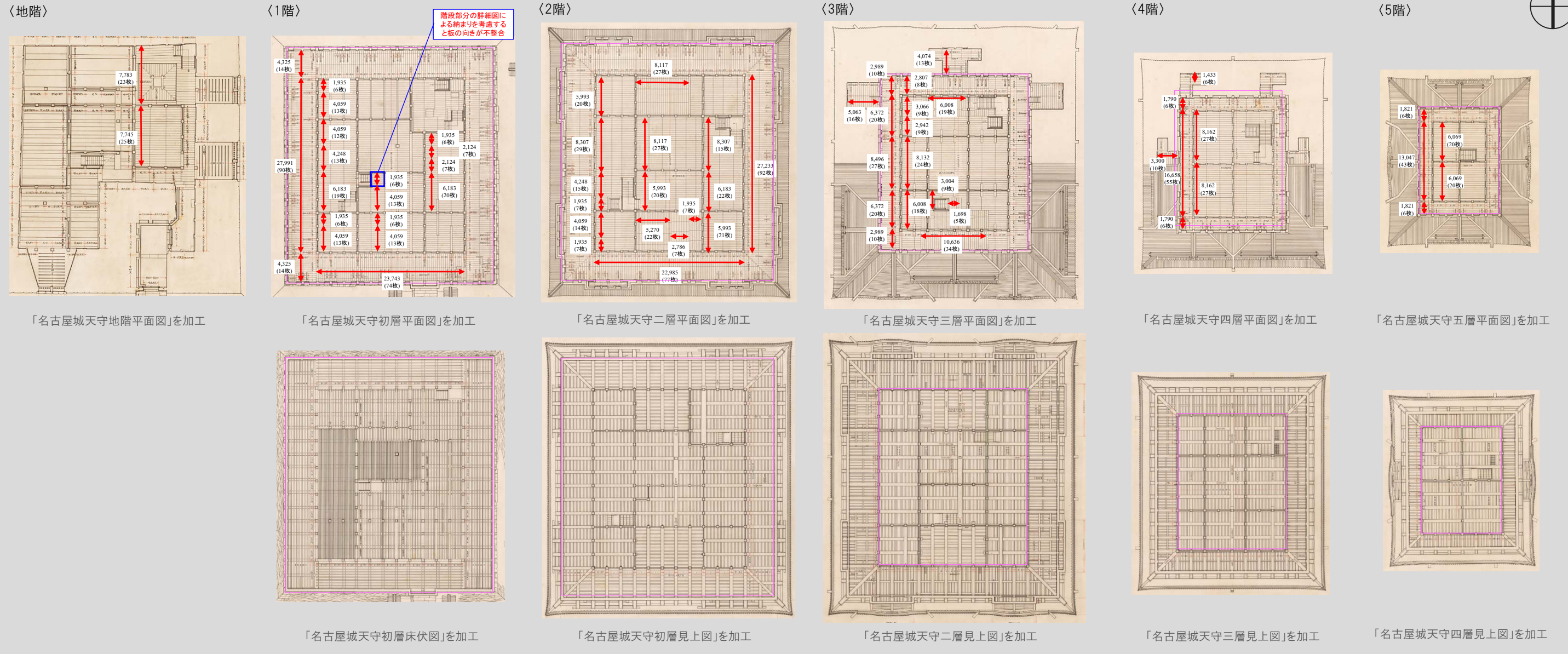
2. 床について

板割(板幅)について 【復元原案・復元案】

【史資料の調査】

昭和実測図及び名古屋離宮期の実測図である大正8年実測図（宮内公文書館 所蔵）、ガラス乾板写真に基づいて、実測時や撮影当時の床板の板割りについて調査した。実測図（昭和・大正）においては、根太の向き確認した。

【大天守】※昭和実測図による板割り



【調査結果】

〈昭和実測図 - 大天守〉

- 1階階段において、階段詳細図による納まりを考慮すると板の向きが不整合となる部分を確認した。（大正8年実測図では整合）
- 昭和実測図による床板の幅（換算値：有効寸法を板の枚数で除した値）を以下に示す。

- 地階：310～338mm（1.02～1.11尺）
- 1階：303～338mm（1.00～1.11尺）
- 2階：240～398mm（0.79～1.31尺）
- 3階：299～351mm（0.96～1.16尺）
- 4階：239～330mm（0.79～1.09尺）
- 5階：303～304mm（1.00尺）

〈大正8年実測図 - 大天守〉

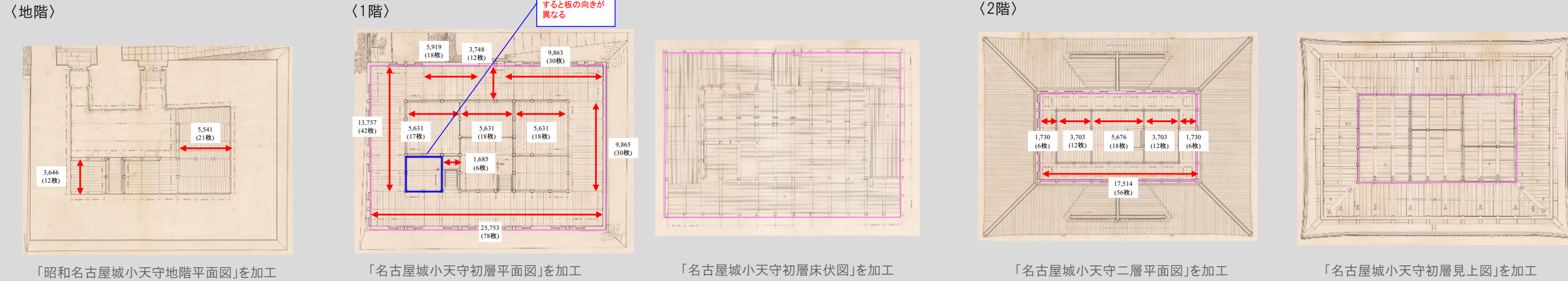
- 地階階段において、大引き土台の向きを考慮すると板の向きが不整合となる部分を確認した。（昭和実測図では整合）
- 二階部屋（北中央）において、根太の向きを考慮すると板の向きが不整合となる部分を確認した。（昭和実測図では整合）
- 三階階段において、階段詳細図による納まりを考慮すると板の向きが不整合となる部分を確認した。（昭和実測図では整合）
- 大正8年実測図による床板の幅（換算値：有効寸法を板の枚数で除した値）を以下に示す。

- 地階：298mm（0.98尺）
- 1階：258～322mm（1.00～1.11尺）
- 2階：261～310mm（0.86～1.02尺）
- 3階：294～337mm（0.97～1.11尺）
- 4階：238～308mm（0.78～1.01尺）
- 5階：303～304mm（1.00尺）

出典：特記なき限りはすべて名古屋城総合事務所所蔵

2. 床について

【小天守】 ※昭和実測図による板割り



【調査結果】

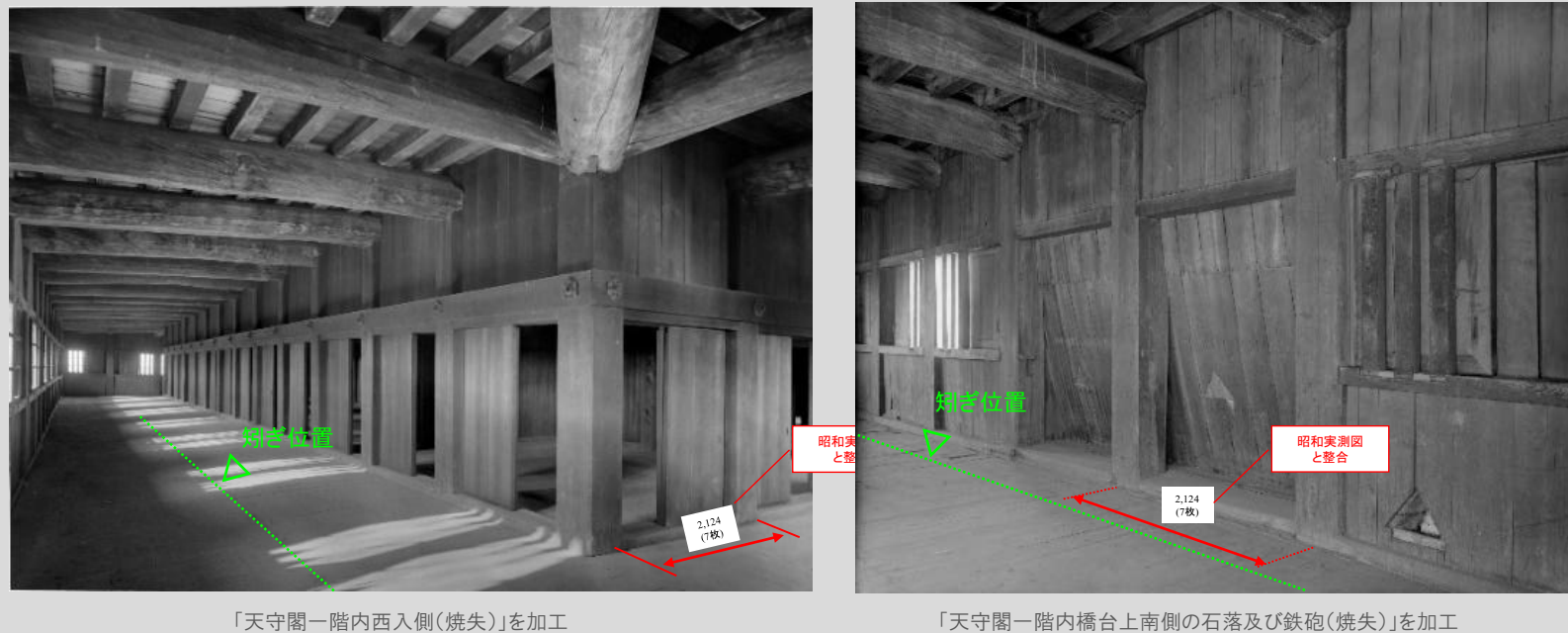
〈昭和実測図 - 小天守〉

- ・地階南西角の部屋において、根太の向きを考慮すると板の向きが不整合となる部分を確認した。（大正8年実測図も不整合）
- ・昭和実測図による床板の幅（換算値：有効寸法を板の枚数で除した値）を以下に示す。  
 地階：264～304mm（0.87～1.00尺）  
 1階：281～331mm（0.93～1.09尺）  
 2階：288～315mm（0.93～1.04尺）

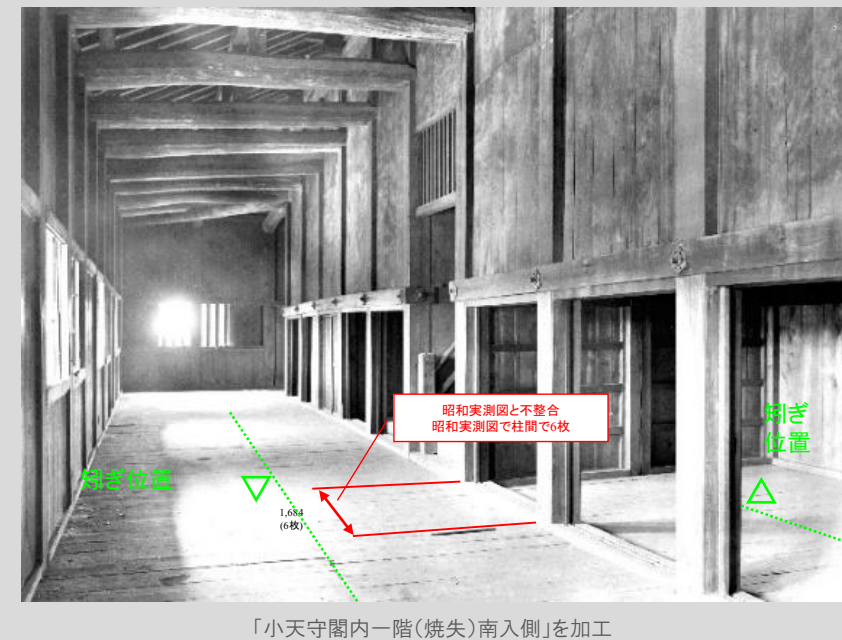
〈大正8年実測図 - 小天守〉

- ・地階南西角の部屋において、根太の向きを考慮すると板の向きが不整合となる部分を確認した。（昭和実測図も不整合）
- ・大正8年実測図による床板の幅（換算値：有効寸法を板の枚数で除した値）を以下に示す。  
 地階：252～331mm（0.83～1.09尺）  
 1階：308～348mm（1.01～1.15尺）  
 2階：307～337mm（1.01～1.11尺）

【大天守】 ※ガラス乾板写真による板割り  
〈1階〉



【小天守】  
〈1階〉



【調査結果】

- ・ガラス乾板写真で板割りの枚数を確認できる箇所は少ない。
- ・床板の長さ方向のつぎ位置は、ガラス乾板（14枚）で確認できる箇所においては、昭和実測図と整合していた。

2. 床について

【検証結果】

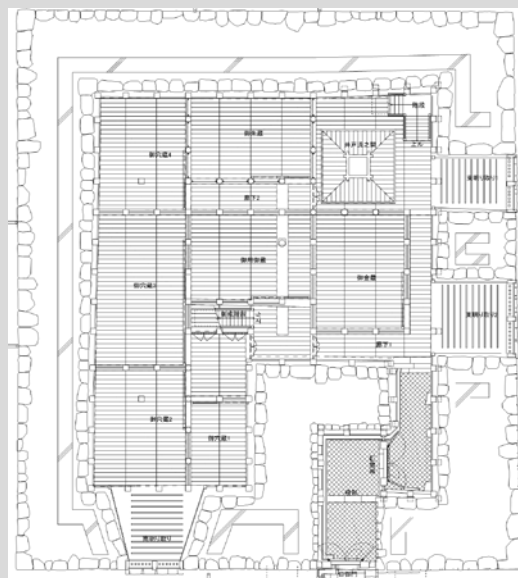
- ・昭和実測図と大正8年実測図の各階平面図に対し、昭和実測図の根太の向き（見上図）や階段納まりなどを比較すると昭和実測図と大正8年実測図共に不整合箇所が確認された。
- ・床板の割付けについて、昭和実測図と大正8年実測図を基に、有効幅に対し板の割付枚数を除し換算値（平均値）としての板幅を検証した結果、1尺以上のものが多く、8寸幅程度のものも混ざっていた
- ・壁板の割付け同様、枚数を指定しているのではなく、板子から挽いた板を張っていたと考えられる。
- ・板子の長さが7尺程度であったことを考えると、柱間に合わせて板を張っていたと考えられる。

[復元原案]

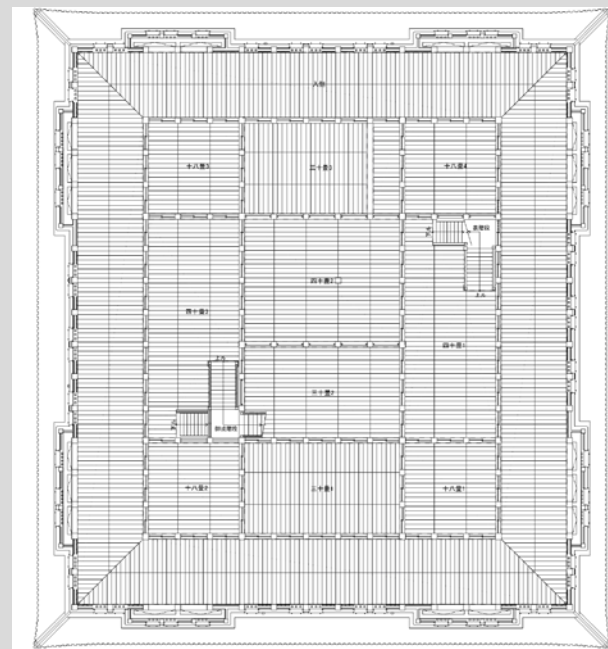
●板割[復元案] ※板幅は1尺以上を基本とし、長さは大天守は7尺程度、小天守は6.5尺程度とし、板の向き長さは以下の図面の通りと考えられる。

【大天守】

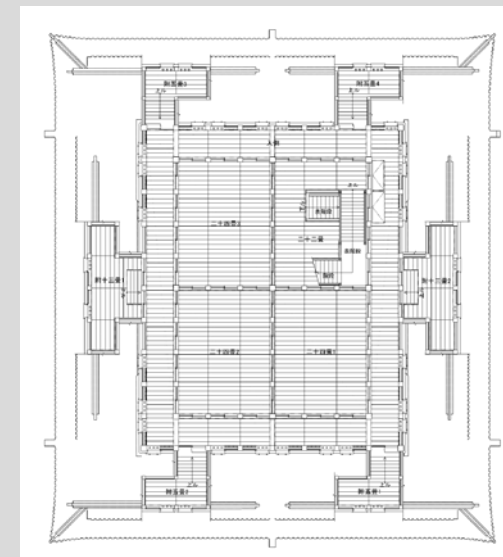
〈地階〉



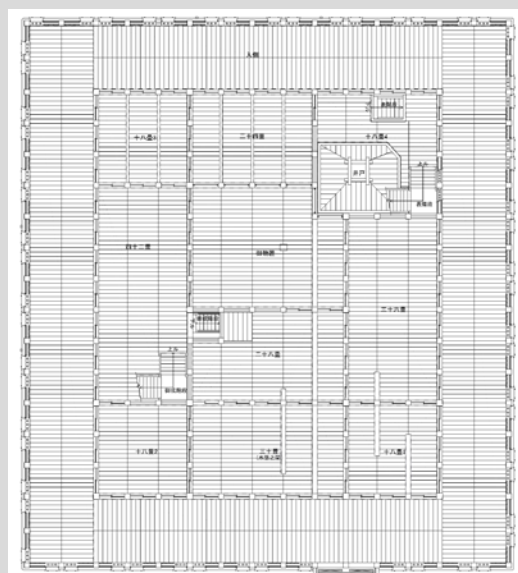
〈2階〉



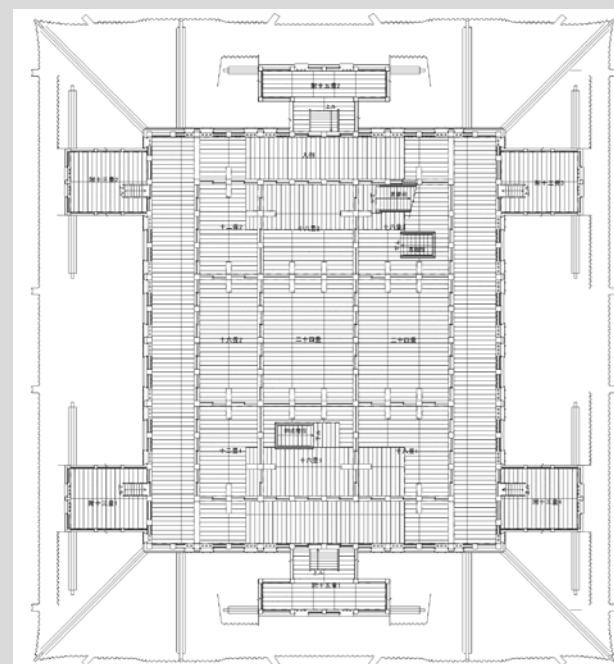
〈4階〉



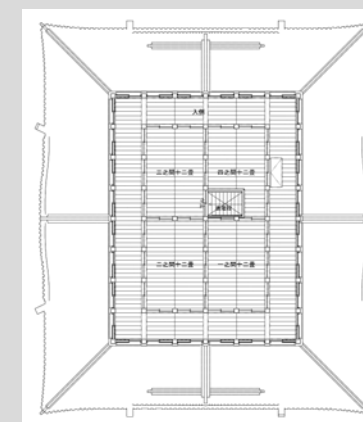
〈1階〉



〈3階〉

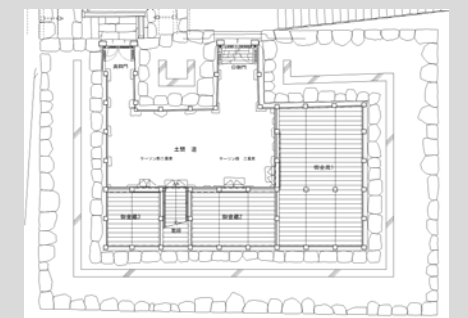


〈5階〉



【小天守】

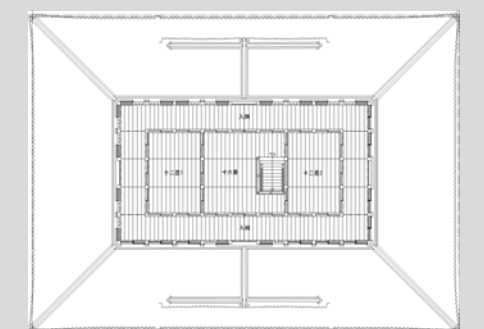
〈地階〉



〈1階〉



〈2階〉



出典：特記なき限りはすべて名古屋城総合事務所所蔵



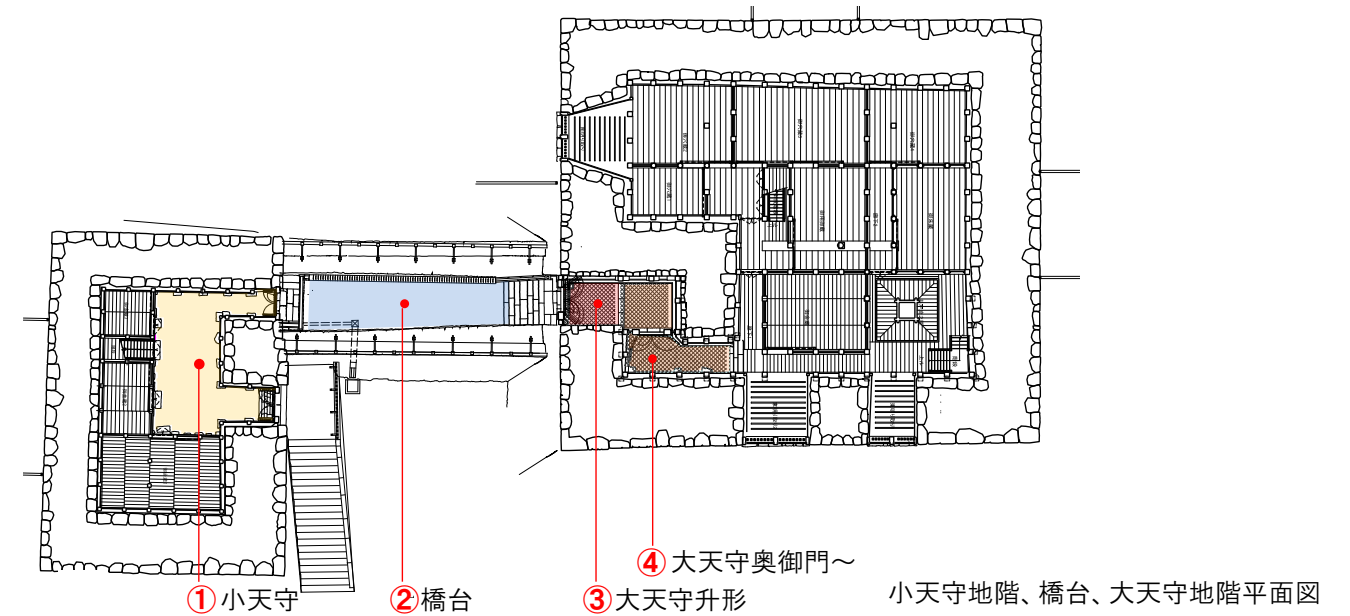


小天守地階・大天守地階の床、橋台路面の仕上について

今回、右図の

- ①小天守地階土間及び床下
- ②橋台路面
- ③大天守地階升形 (口御門～奥御門)
- ④大天守地階奥御門～廊下

の仕上げについて、復元原案及び復元案を示す。



(1) 復元原案根拠史料の概要

小天守地階土間、橋台路面、大天守地階升形・奥御門の床仕上についての記されている史料の概要を表1に示す。

(表1) 小天守地階土間、橋台路面、大天守地階升形・奥御門の床仕上について記された主な史料

史料名	成立年代	編纂・著者 撮影者・作成	所蔵	対象 エリア	概要
<b>古写真</b>					
・ガラス乾板写真	昭和15年～		名古屋城総合事務所	①	・小天守について2枚、大天守について1枚、今回の対象範囲が写されている。
・蟻害調査写真帳 名古屋離宮 二条離宮	大正6年		宮内公文書館	①	・全56枚のうち、4枚が小天守の写真であり、その内の1枚で、床下の状態が確認できる。
・国寶建造物第一期第一輯 (名古屋城天守及小天守)	昭和8年	国寶建造物 刊行会	名古屋市鶴舞中央図書館	②	・橋台について1枚、大天守について1枚、今回の対象範囲が写されている。
<b>建築図</b>					
・名古屋離宮西北櫓小天守平面図	大正8年		宮内公文書館	①	・小天守地階土間部分に「叩キ」と記されている。
<b>文献史料</b>					
・『金城録付属天守閣図面 御天守御修復取掛かり沿惣出来迄仕様之大法』		奥村得義	宮内庁 名古屋城総合事務所	③④	・宝暦の修復に際し、屋根各所の谷の鉛樋、多間櫓の屋根から出てくる鉛を使い、穴蔵入口の敷瓦253枚を鉛で鑄立して敷き込んだと書かれている他、サイズ、枚数、重量についても記されている。また敷いた鉛の形状についての記述から、四半敷であったことがわかる。
・『金城温古録 第六之冊 凡例編之六 名義部』 「栗石」	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	②③④	② ・「御天守橋台」の項 :路面の仕上げとして「栗石」を敷いていた、と記されている。
・『金城温古録 第十之冊 御天守編之二 御天守部』 「御天守橋台」「御天守升形」「御天守奥御門」「御蔵之間図」					② ・「栗石」の項 :「栗石」の説明として「瑠璃紺色の蒔石」と記されている。
その他に『金城温古録』内で「栗石」が出てくる箇所					② ・「栗石の御庭」の項 :本丸御殿の前庭は「紺青の栗石蒔」であったと伝えられているが、他の場所に移して用いたため今は無い、と記されている。
・『金城温古録 第十八之冊 御本丸編之三 御殿部』 「栗石の御庭」					② ・「向御屋敷大体」「弓場御殿大体」「弓場御殿」の項 :弓場御殿御覧所の前庭は「栗石を蒔」とあり、「向御屋敷大体」ではその部分に「青石蒔」、「弓場御殿大体」では「栗石蒔」と記されている。
・『金城温古録 第三十四之冊 二之丸編之三 向御屋敷部』 「向御屋敷大体」「弓場御殿」「弓場御殿大体」					② ・「御城表御殿大体」 :各所御庭に「栗石蒔」と記されている。
・『金城温古録 第三十九之冊 御城編之二 御表部』 「御城表御殿大体」「南御庭」	② ・「南御庭」の項 :「瑠璃色の栗石蒔」と記されている。				
				③④・「御天守升形」の項 :大天守口御門を入った「升形」の床仕上げが「磚」であり一段高いところは「土瓦の磚」、一段低いところは「鉛の磚」と記されている。「御蔵間図」にも、「鉛磚」「磚」と記されている。	

小天守地階:三和土について

(1) 三和土（たたき）の復元方針

床の三和土仕上げは、古写真と図面から確認できる範囲について、これを復元する。

(2) 三和土の史実資料

三和土の史料として、昭和実測図、ガラス乾板写真、「金城温古録」、「名古屋離宮西北櫓小天守平面図」（大正8年作図。宮内公文書館20014-7）、「蟻害調査写真帳 名古屋離宮 二条離宮（写真帳）」（大正6年撮影。宮内公文書館46884-0）を参照した。

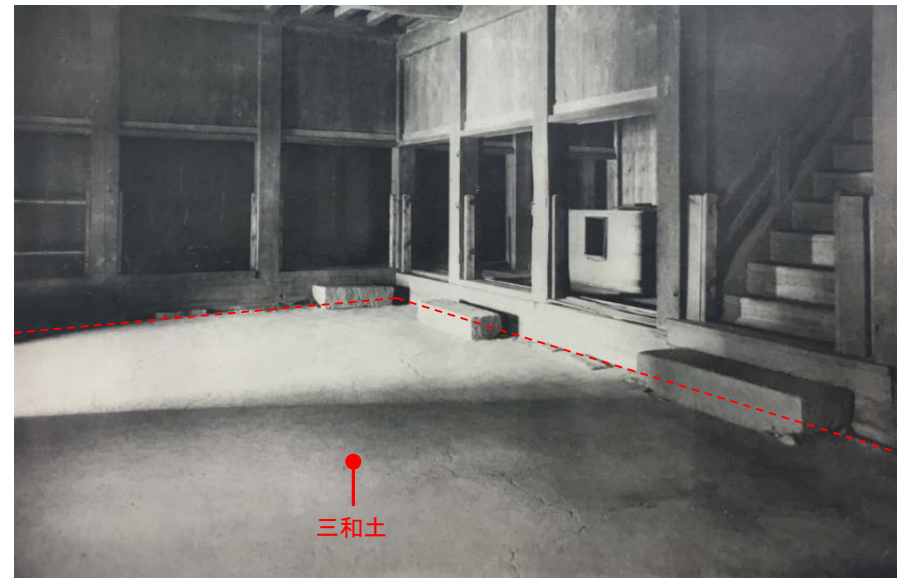


写真1 小天守地階の土間  
「二六名古屋城小天守地階内部」  
〔『國寶建造物第一期第一輯』名古屋市鶴舞中央図書館蔵〕

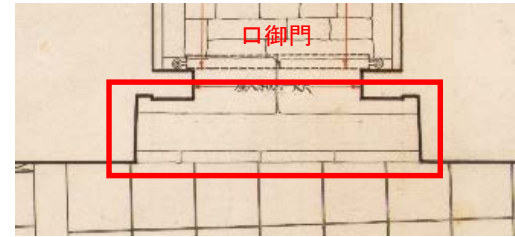


図1 小天守地階平面図  
昭和実測図より

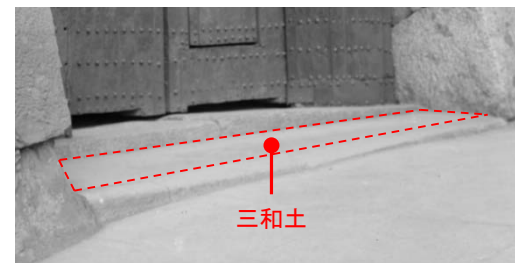


写真2 小天守口御門前 三和土部分  
ガラス乾板写真より

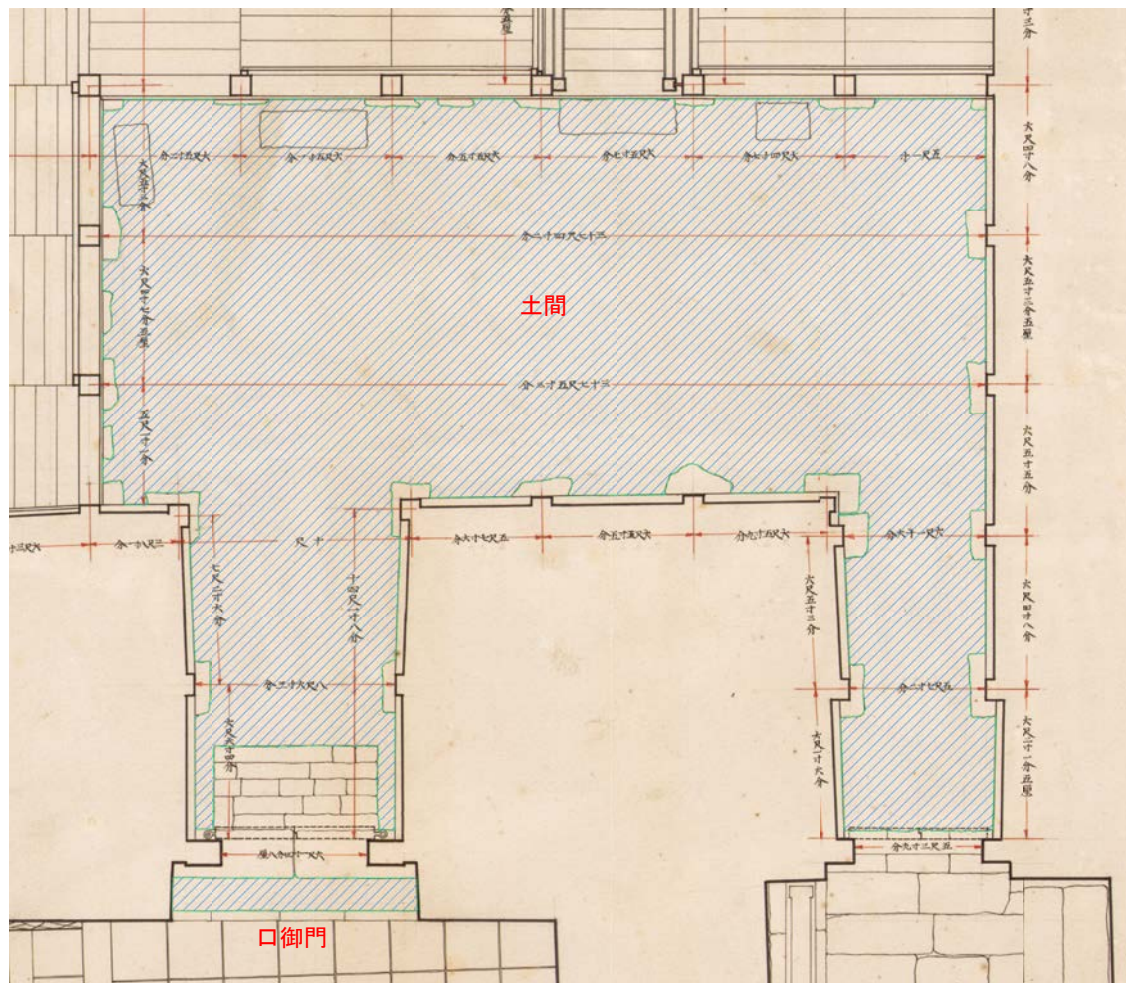


図2 小天守地階平面図  
昭和実測図より

小天守において、左図の青色のハッチング部分を三和土の範囲とする。

(3) 三和土の範囲

名古屋離宮西北櫓小天守平面図において小天守の内部土間に「叩キ」の表記がある部分と、昭和実測図において内部土間と口御門外部床で目地が表現されていない部分（図1）について、ガラス乾板写真にて三和土仕上げが確認できる（写真1、写真2）。大天守では、昭和実測図において口御門から奥御門周辺に床の目地が表現されていないが、金城温古録においてその部分に磚（せん）と鉛磚の表記がある（別項目で述べる）ので、仕上げとしての三和土はないと判断できる。これにより、三和土仕上げを復元する範囲は、小天守の地階の土間と口御門外部の一部とする（図2）。なお、土間に接する床下部分は、ある程度の範囲（30～60cm）を三和土とする。

小天守の床下については、蟻害調査写真帳により三和土でないことが確認できるが、大天守の床下については不明である。床下の仕上げは、今後、コンクリート底盤基礎の含水率と水分放出の具合、地下水の浸水等の影響による木材に対する環境をシミュレーションして確認することにより、防湿・集水の方式、そのメンテナンス方法を含め総合的に検討し設計に反映する。参考に、本丸御殿と隅櫓の三和土の範囲を表（右下表）にして示す。

(4) 三和土の材料・仕様

三和土の材料、仕様の復元原案は不明である。

復元案は、本丸御殿の仕様（材料、調合、工法）に倣う。材料は、花崗岩風化土（マサ土）、石灰（消石灰）、にがり（天然にがりもしくは塩化マグネシウム）とする。コンクリート基礎底盤の上に土を敷き締め固め、碎石の上、三和土としての仕上げ厚さは15～20cmと設定し（本丸御殿は15cm）、2～3層に分けて重ねて仕上げる。

(5) 三和土の運用上の課題

本丸御殿では、三和土は軒下にあるが主動線には存在しない。小天守の入口と土間は、参観者が必ず通る動線であるので、歩行による摩耗、傘などによる突き、雨水持ち込みによる軟弱化が考えられ、歩行部分にマットを敷く、板、すのこを敷く、傘・雨具をビニル袋に入れる等、三和土仕上げの保護のための運用上の対応が必要となる。（事例：写真3参照）

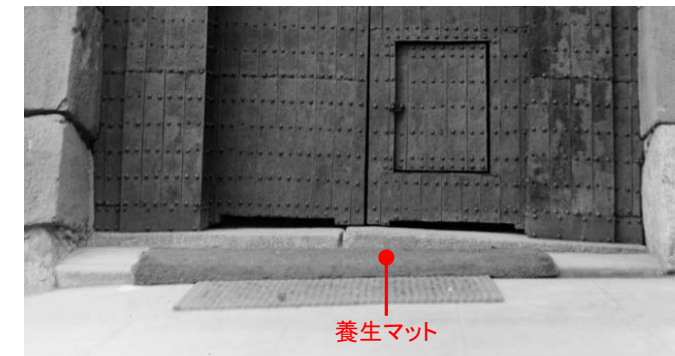


写真3 小天守口御門前 三和土部分の養生の様子  
ガラス乾板写真より

表 名古屋城 本丸御殿・隅櫓 三和土の有無

建物	本丸御殿	東南隅櫓	西南隅櫓	西北隅櫓
復元・修理	平成30年（2018年）	昭和28年（1953年）	平成27年（2015年）	昭和39年（1964年）
有無	あり	なし	あり	なし
名称	土間叩き	—	軒下叩き 雨落ち溝はモルタル塗り	—
材料	叩き土：花崗岩風化土（マサ土） 石灰：左官用消石灰 にがり：天然にがりもしくは塩化マグネシウム（工場製品）	コンクリート モルタル仕上げ	（記述なし）	コンクリート
厚さ	15cm	—	不明	—
有無	一部あり （外周約60cm幅のみ）	あり	なし	なし
名称	土間叩き	三州叩き	修理前は三和土	土間整地
材料	建物外周柱芯から約60cmの範囲 軒下と同仕様 その他の部分 コンクリートの上に砂敷き t 50程度	調合種土 石灰	コンクリート	根切によって出た土を敷き均し
厚さ	15cm	7.6cm（二寸五分）	—	—

※ 本丸御殿は設計図を、各隅櫓は修理工事報告書を参照した。

橋台の路面について

(1)史料より判明する事柄

1. 古写真より判明する事柄

『國寶建造物第一期第一輯 名古屋城天守及小天守』（國寶建造物刊行会 昭和8年7月）の「一六 名古屋城天守地階表入口」という写真には同じサイズの矩形のものを敷き並べた上に砂利敷きとし、その砂利敷が、轍状に除けられて敷き並べられた矩形のものが現れているように様子がわかるが、具体的な仕様はわからない。

2. 『金城温古録』より判明する事柄

「御天守編之二」の「御天守橋台」の項には、「中の道には栗石を敷、南勾配なり。」とある。「栗石」について、『金城温古録』の中では下記の項に色あるいは敷かれていた場所について記されている。

「第六之冊 凡例編之六 名義部」	「栗石」	「瑠璃紺色の蒔石を云ふ。元和以前、敬公御本丸御在城の頃、御殿御庭、多くルリ紺色の蒔石なりとて、今、纔かに残り伝ふ。されば今、二の丸方御城御殿庭、又、ルリ紺色の蒔石ある処は、御本丸以来の御うつし也。栗石といふは古名なり、今、ホンモク石といふ。謹按に、武州神奈川駅の辺、本牧のはなは海岸にて、栗石を取るに宜しき処なりしか。」
「第十八之冊 御本丸編之三 御殿部」	「栗石の御庭」	「御書院御対面所御広間の御前庭、凡そ塀重御門の内は境を立て御高塀を懸け、其御壺々々の内には紺青の栗石蒔なりと申伝ふ。元和移越の後、その御境塀は廃除せられても、その栗石は歴然と布て在りしと也。後、追々外へ移し用ひしにや、今は無し。」
「第三十四之冊 二之丸編之三 向御屋敷部」	「向御屋敷大体」	図1による。
	「弓場御殿」	「御石庭 御覧所の御前庭、栗石を蒔。此所御成の節は紺木綿の天幕を張る。」
	「弓場御殿大体」	図2による。
「第三十九之冊 御城編之二 御表部」	「御城表御殿大体」	図3による。
	「南御庭」	「瑠璃色の栗石蒔 古名、石の御壺、今の蒔石御庭、又栗石御庭とも云。」

上記のように「凡例編之六 名義部」の「栗石」について説明されているが、ここで記されている「瑠璃紺色」の石が橋台に敷かれていたかどうかはわからない。「御天守橋台」の項で色には言及しておらず、庭園に敷かれている場合にのみ「紺青」「瑠璃紺色」「青石蒔」と青系の色が書かれている。

(2)復元原案について

以上より、橋台路面の復元原案としては「栗石敷き」とし、色、石の大きさ、敷き方、等は不明とする。

(3)復元案について

- ・石種：石垣と同種の自然石  
 上述のように庭園で敷かれている場合のみ青系色の言及がある。庭園は何らかの表象等、意味を持たせ、それに合わせた素材で作庭されることが多いことから、ここでも何らかの表象、意味を込めて青系色の石が庭園には敷かれていたと考えることができる。従って庭園ではなく、動線の一部である橋台は、その範疇には含まれないと考え、青系色の石ではなく、石垣と同種の自然石とする。
- ・大きさ：10～20cm程度  
 史料の中で具体的な寸法のようなものは無いが、「栗石」という用語自体が大きさ感を伴う用語であり、現在「栗石」という場合の大きさから、10～20cm程度の大きさとする。  
 ＊尚、石垣の裏込石も「栗石」が使われるため、石垣の裏込石を確認できた時点で色、大きさについて再検証を行う。
- ・敷き方：橋台の前後、つまり小天守入口に至る階段の敷石、小天守入口前の石畳（『金城温古録』「石畳の壇」：「切石を以って敷たり」）、大天守入口内の敷瓦の仕上から、歩き難い路面とする意図は認められない。また「凡例編名義部」、や二の丸では「蒔石」「栗石を蒔く」「栗石蒔」「青石蒔」と「蒔く」という記述であるが、「御天守橋台」では栗石をあり「敷く」とある。この表現の違いから、橋台の路面では、栗石を基本的には平らに埋め込むように敷いたと推測した。



「十六名古屋城天守地階表入口」(『國寶建造物第一期第一輯』)

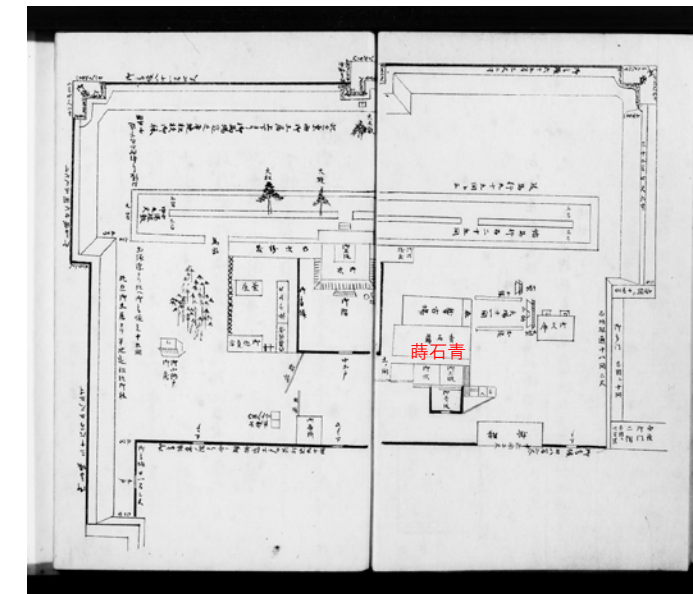


図1「第三十四之冊 二之丸編之三 向御屋敷部 向御屋敷大体」

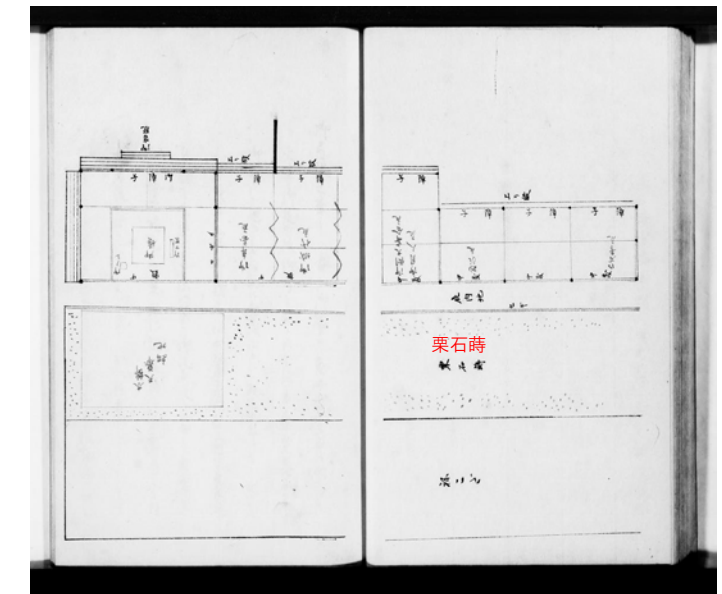


図2「第三十四之冊 二之丸編之三 向御屋敷部 弓場御殿大体」

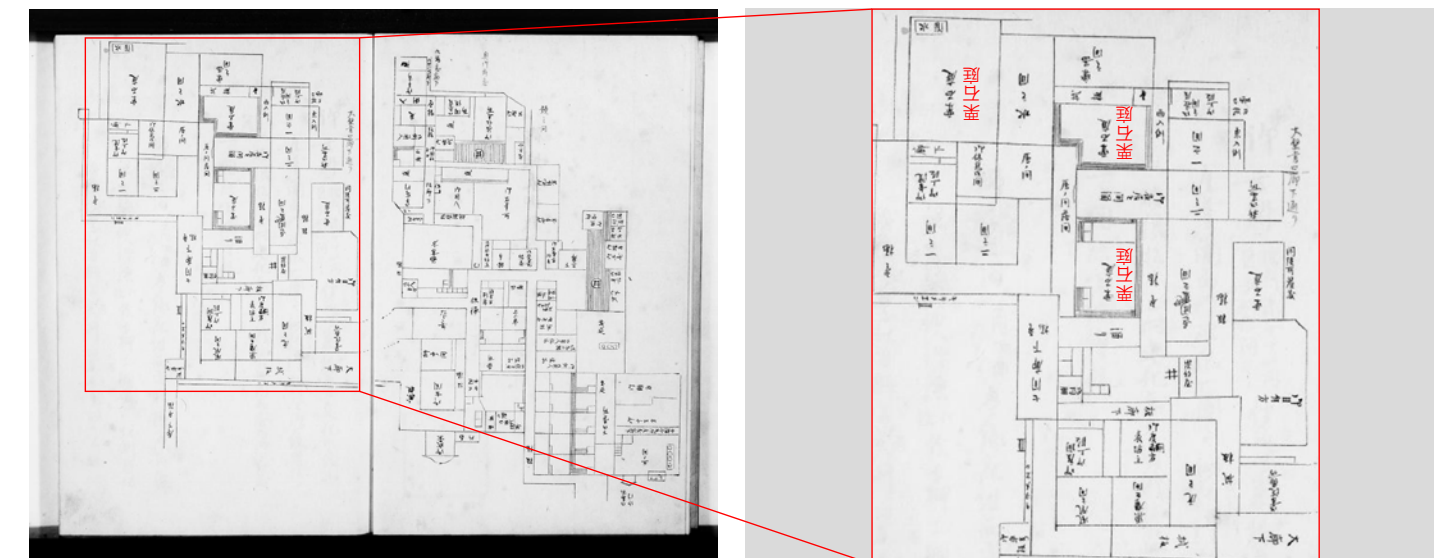


図3「第三十九之冊 御城編之二 御表部御城表御殿大体」

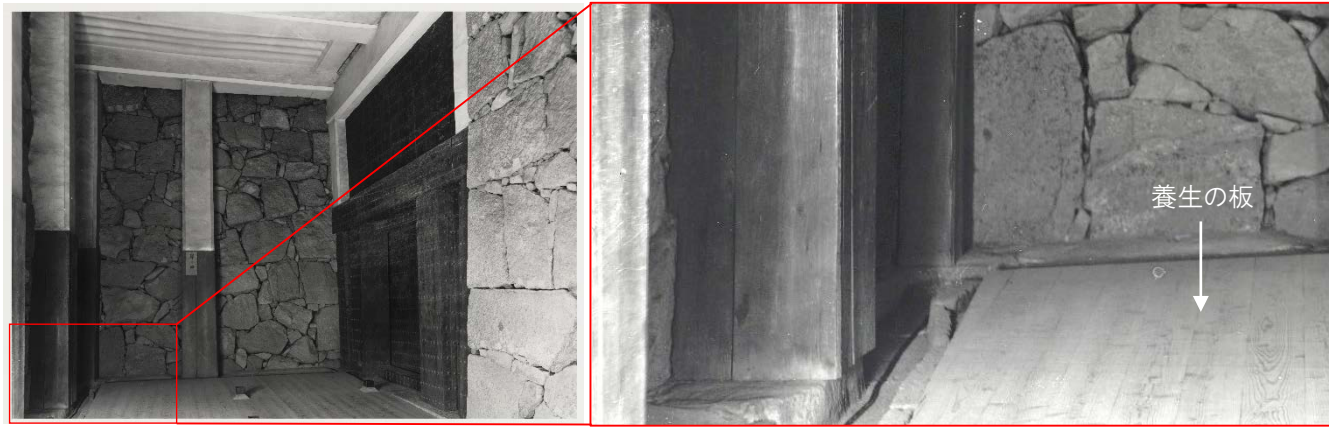
\*この項の図版、画像：特機無き限り、名古屋市立鶴舞中央図書館 蔵

大天守地階の枡形及び奥御門～廊下の床仕上について

(1)史料より判明する事柄

1.古写真より判明する事柄

ガラス乾板写真に枡形から奥御門を写したものがあがるが、床には養生の板が敷かれており床仕上げは、確認できない。



3.『金城録付属天守閣図面 御天守御修復取掛かり沿惣出来迄仕様之大法』より判明する事柄

	床仕上	寸法	厚さ	敷き方	備考
③	鉛	不明	不明	四半敷	・敷瓦253枚を鉛で鑄立して敷き込んだ。 ・宝暦修理に際して、屋根各所の谷の鉛樋、追って多間の屋根から出てくる鉛を、天守内に入れて置き、然るべき時に敷瓦に鑄直して敷き込んだ。 ・鉛角敷瓦:207枚、鉛三角敷瓦46枚、有り合わせの鉛で鑄立てた。 ・鉛角敷瓦:230枚、鉛三角敷瓦48枚、天守入口中御門前の敷瓦の鉛として、追って仰せつけられるべき分。

\* 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)

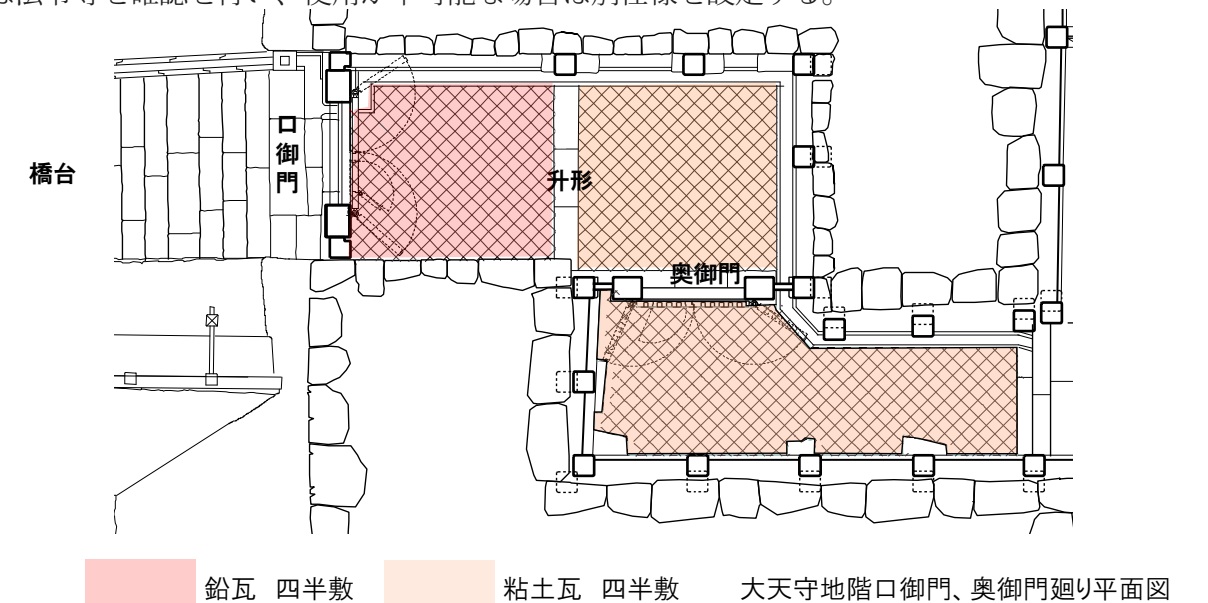
(2)復元原案について

以上より、大天守口御門～奥御門～廊下(板敷)までの床仕上げについて復元原案を下記とする。

- ・升形:段差より手前 鉛瓦敷(七寸五分角 厚さ約1寸)、四半敷  
段差より奥 土瓦敷(寸法、厚さ、敷き方不明)
- ・奥御門～廊下まで 土瓦敷(寸法、厚さ、敷き方不明)

(3)復元案について

- ・復元原案同様の範囲を鉛瓦敷、粘土瓦敷とし、今後、管理運営について検討の上、動線部の養生範囲を決定していく。
- ・鉛瓦は四半敷。
- ・粘土瓦の敷き方について:鉛瓦を敷く際、『仕様之大法』によると、一度鉛瓦を敷き込んだ後、それ以後に、各所の屋根から出た鉛を用いて残りの敷瓦も仕替えるように、遠山彦左衛門様から申し付けられた(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)、とあることから元々、土瓦が敷き込まれており、その敷き方を踏襲して四半敷としたと想定し、粘土瓦も鉛瓦と同じく七寸五分角の四半敷とする。
- \*尚、鉛について、金沢城での屋根瓦への使用等の事例はあるが、床仕上げとして用いることについては法令等を確認を行い、使用が不可能な場合は別仕様を設定する。



2.『金城温古録』より判明する事柄

「御天守編之二 御天守部」の下記の項に大天守地階口御門、奥御門廻りの床仕上げが記されている。

第十之冊 御天守編之二 御天守部	「御天守升形」	・「口御門を入て升形也。口元の場合より奥は一段高し、一面に磚を敷く、向ふ一段高き場は土瓦の磚也。其口の一段低き所、鉛磚也。此形は図に委し。重さは次に書出置。鉛磚の下、敷砂あり。…」 ・「升形磚(シキガハラ) 四方七寸五分、厚一寸程、傍の所には、此切半三角あり 右磚、四角成物 百九十五枚。三角三十一枚。以下略」
	「御天守奥御門」	「磚道(しきかはら) 奥御門の中へ入たる所、北へ姑くの間有之土瓦なり。」
	「御蔵之間図」	・図4による

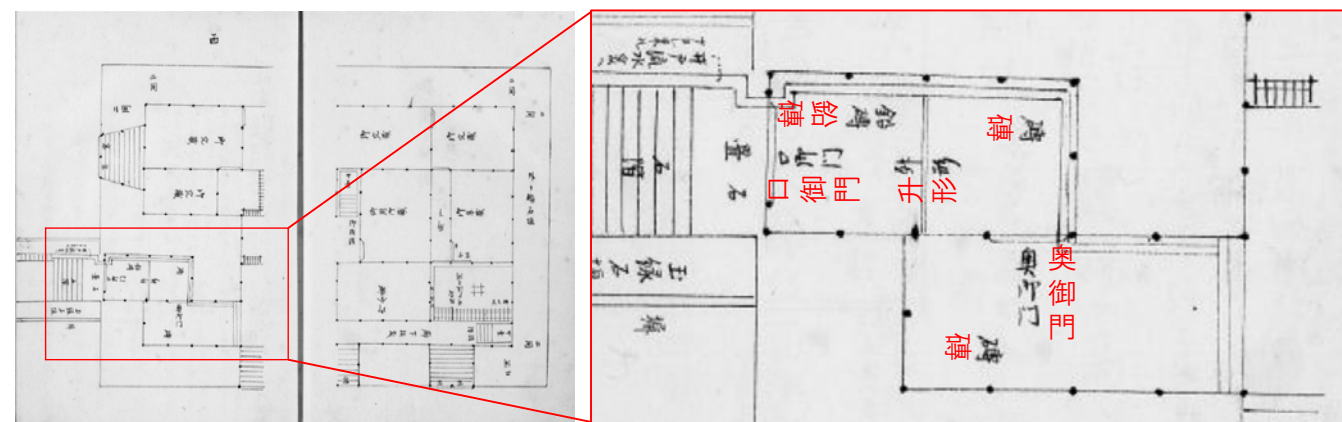


図4 『金城温古録』第十之冊 御天守編之二 御天守部「御蔵之間図」(名古屋市鶴舞中央図書館 蔵)

上記により、床仕上げについて、下記のことが確認でき、鉛磚の形状が四角と半切三角であることから鉛磚の敷き方が四半敷であることがわかる。

	床仕上	寸法	厚さ	敷き方	備考
③	升形(段差より手前)	鉛磚	七寸五分角	一寸程度	四半敷 四角:195枚、半切三角31枚 鉛の目方:1寸四方六面=95文 全体で1124貫859文 下地:敷砂
	升形(段差より奥)	土瓦の磚	不明	不明	
④	奥御門～廊下(板敷)	土瓦の磚	不明	不明	