

# 広島城天守の復元等に関する検討について

## ・天守群の復元等に関する検討

[ 目 次 ]

1. 復元等の蓋然性の考証	
(1) 天守軒反りの検討	1
(2) 下見板の検討	2
(3) 創建時の一尺寸法について	3
(4) 天守の見直し	5
(5) 東廊下の見直し	6
(6) 南廊下の見直し	9
(7) 東小天守の復元検討	10
(8) 南小天守の復元検討	18
(9) 復元図面 (案)	20
2. 建築基準法、消防法、バリアフリー法等への対応に係る検討	
(1) 建築基準法	27
(2) 消防法	29
(3) バリアフリー法等	31
3. 施工条件の整理	
(1) 長尺木材等の搬入について	41
4. 文化財保護を踏まえた復元等の検討	
(1) 仮設計画の検討	42
(2) 使用木材の樹種選定、使用資材等の調達方法の検討	46
(3) 伝統技能技術者の抽出	46
(4) 基礎地盤の液状化対策の検討	47
(5) 耐震、耐風性能の検討	49
5. 工期・工事費等の検討	
(1) 工期の検討	58
(2) 工事費の検討	61
(3) 中長期的な改修工事費及び維持管理費の検討	61

令和7年度第2回

広島城天守の復元等に関する検討会議

令和7年10月30日

1. 復元等の蓋然性の考証

(1) 天守軒反りの検討

天守の軒反りを検討するに当たって、保存図において軒反りがどの程度正確に描かれているか検討した。

比較に適当な古写真(天守を正対し、かつ軒の状況が詳細に確認できるもの)が見当たらなかったため、保存図と現天守との比較をしたうえで、現天守のオルソ画像と古写真を比較して検討を行った。

〈手順〉

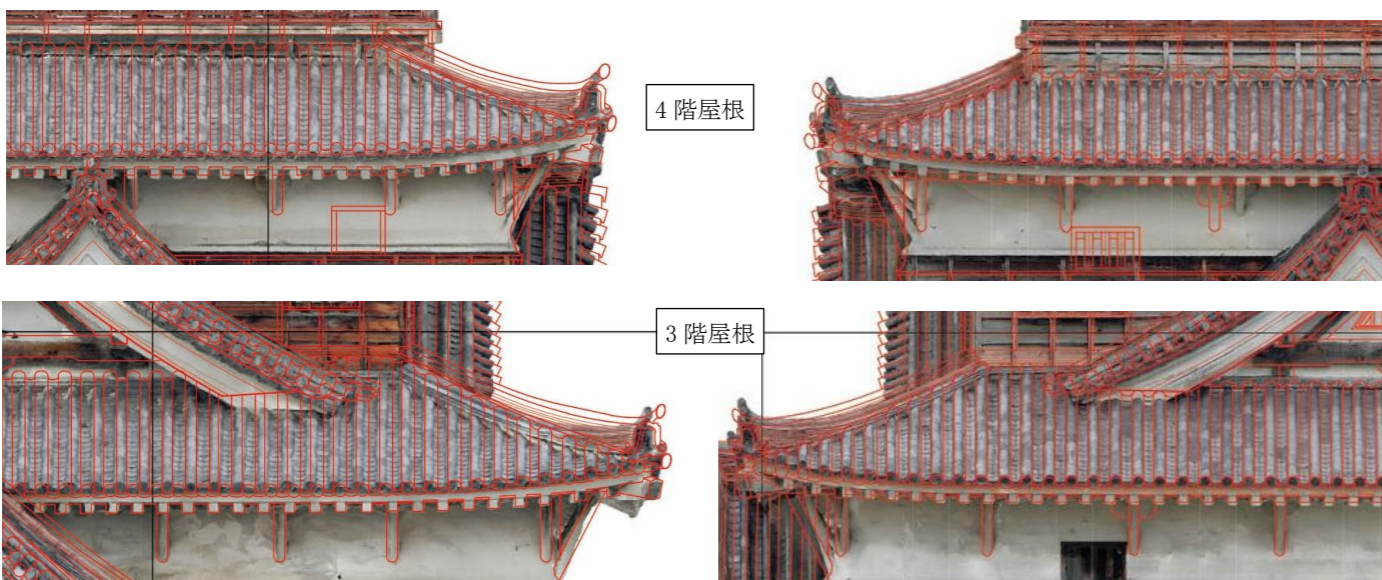
1. 保存図(CAD化)と現天守の正対したオルソ画像を重ね合わせる。

⇒軒反りの角度や起点はほぼ一致していた。高さに調整を加えるなどしているものの、現天守の軒反りは保存図にほぼ忠実に設計・施工されたと推察する。

2. 古写真と現天守の3Dデータを比較する。

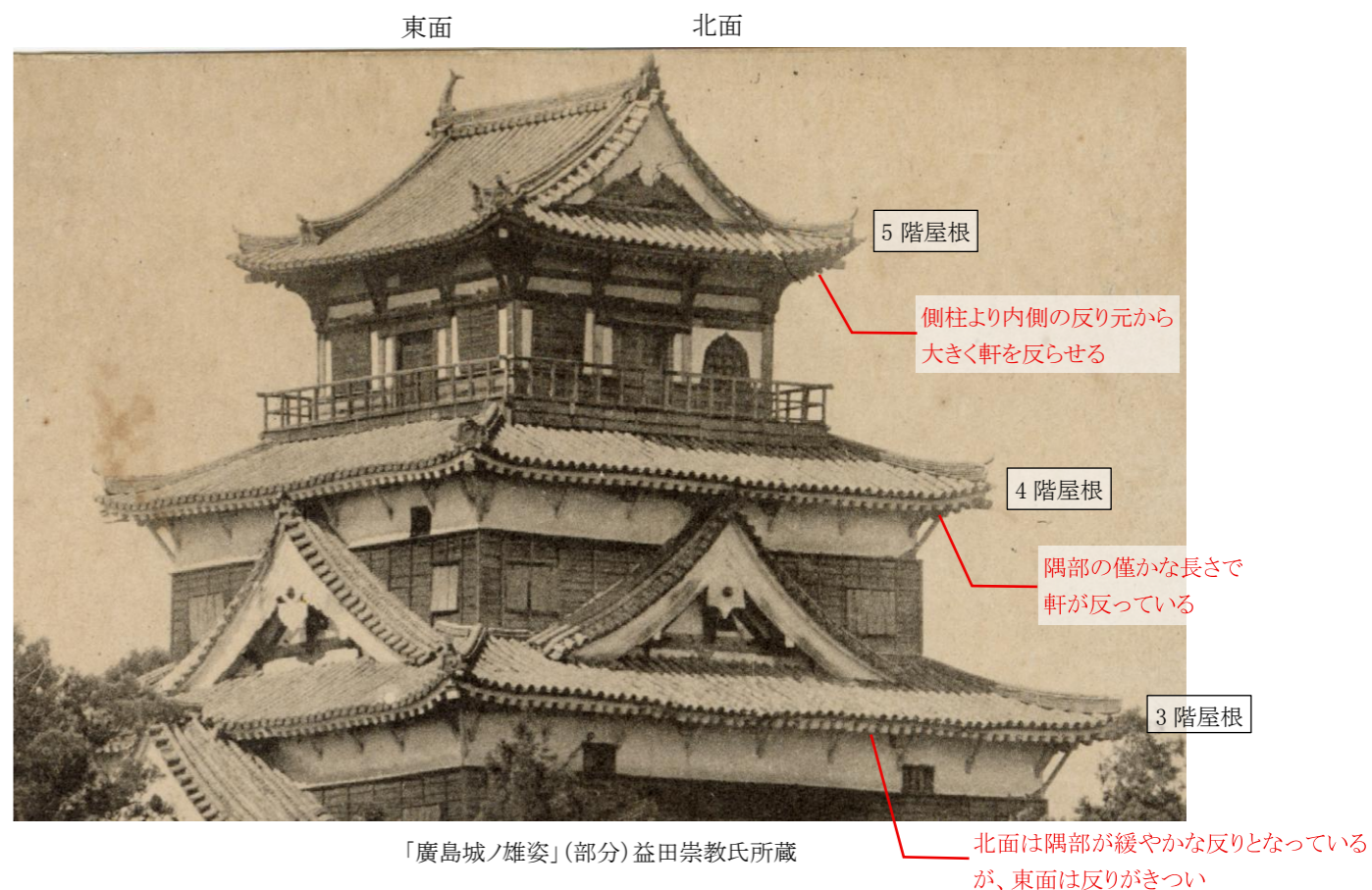
⇒両者を比較すると、4階屋根では古写真の方が軒が直線的で屋根隅部の狭い範囲を反り上げているが、現天守は側柱内側付近から反り上がる形状で反り元が古写真と異なる。5階屋根では古写真は側柱から1間ほど内側から隅に向かって大きく反り上がる形状であるが、現天守は軒の隅のみを反らせており軒反りの形状が異なる。3階屋根は古写真では北面軒反りは緩やかで東面屋根は反りがきつくなっているが、現天守では北面・東面とも同程度の軒反りとなっている。なお、3階屋根の東面と北面で軒反り形状が異なるのは屋根勾配が異なることに起因しており、保存図断面図では勾配が異なる様子が描かれている。(図上計測値:東西断面 5.34 寸勾配、南北断面 4.45 寸勾配)

以上の結果から、保存図の軒の描写は古写真とやや異なる可能性が高い。保存図では軒出寸法等の基本情報は実情を反映させているが、詳細な軒反りの曲線や反り元までは調整されていない可能性が高い。



天守 東面北側(部分)  
画像:現天守オルソ画像  
赤線:保存図(CAD化)

天守 北面東側(部分)  
画像:現天守オルソ画像  
赤線:保存図(CAD化) ※南面  
※保存図の立面図は東面と南面しかないので、南面で代用



現天守オルソ画像

## (2) 下見板の検討

4階平面について、北面と南面は千鳥破風を中心として、柱や窓の平面配置は左右対称になっている。  
一方で、簷縁の割付は、北面は左右非対称、南面は左右対称と相違がみられた。具体的な違いは以下のとおりである。

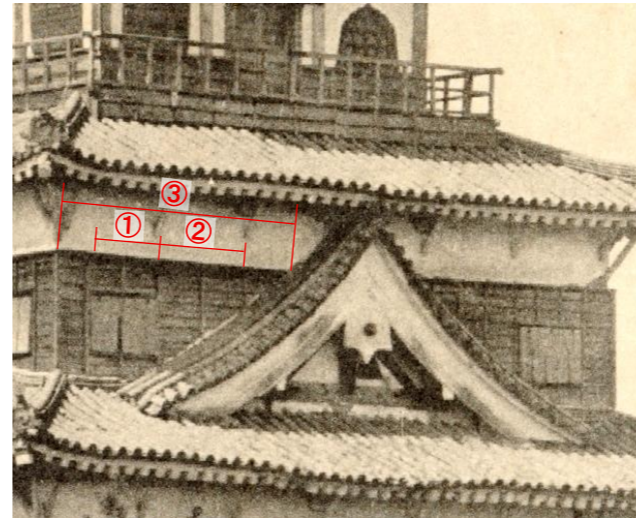
### 北面の壁面の簷縁割付状況

- ・千鳥破風から東側の外壁
  - ①窓上を2分割(窓下も同じ)
  - ②窓の隣の柱間1間を2分割
  - ③端部から千鳥破風までを6分割
- ・千鳥破風から西側の外壁
  - ①窓上を3分割(窓下も同じ)
  - ②窓の隣の柱間1間を3分割
  - ③端部から千鳥破風までを8分割

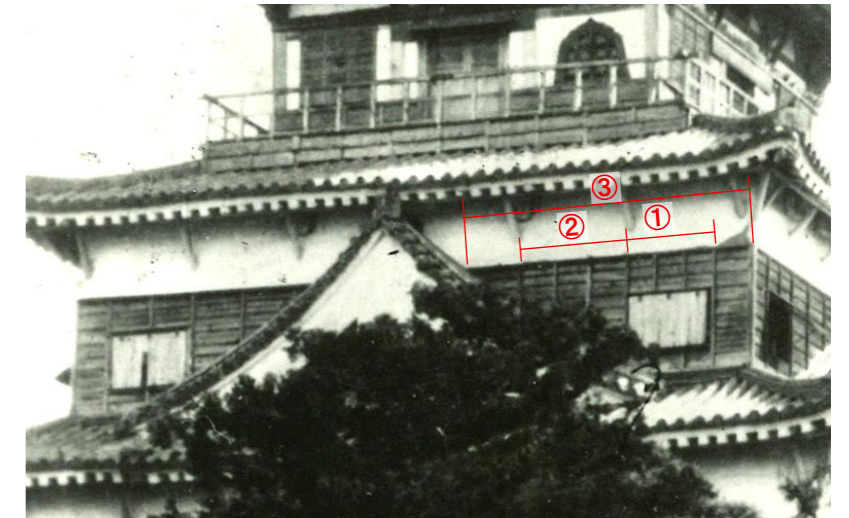
### 南面の壁面の簷縁割付状況

- ・千鳥破風から片側(左右対称)
  - ①窓上を2分割、①'窓下は3分割
  - ②窓の隣の柱間1間を2分割
  - ③端部から千鳥破風までを6分割(窓下は7分割)

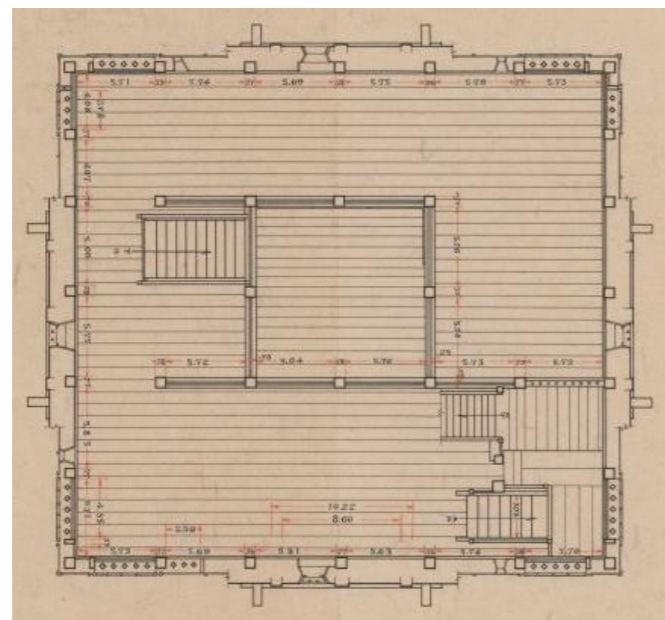
柱や窓の配置が同じ壁面であっても、上記のように3種のバリエーションがあり、これらは修繕に伴う形状の変更で生じた可能性が高いと考えられる。



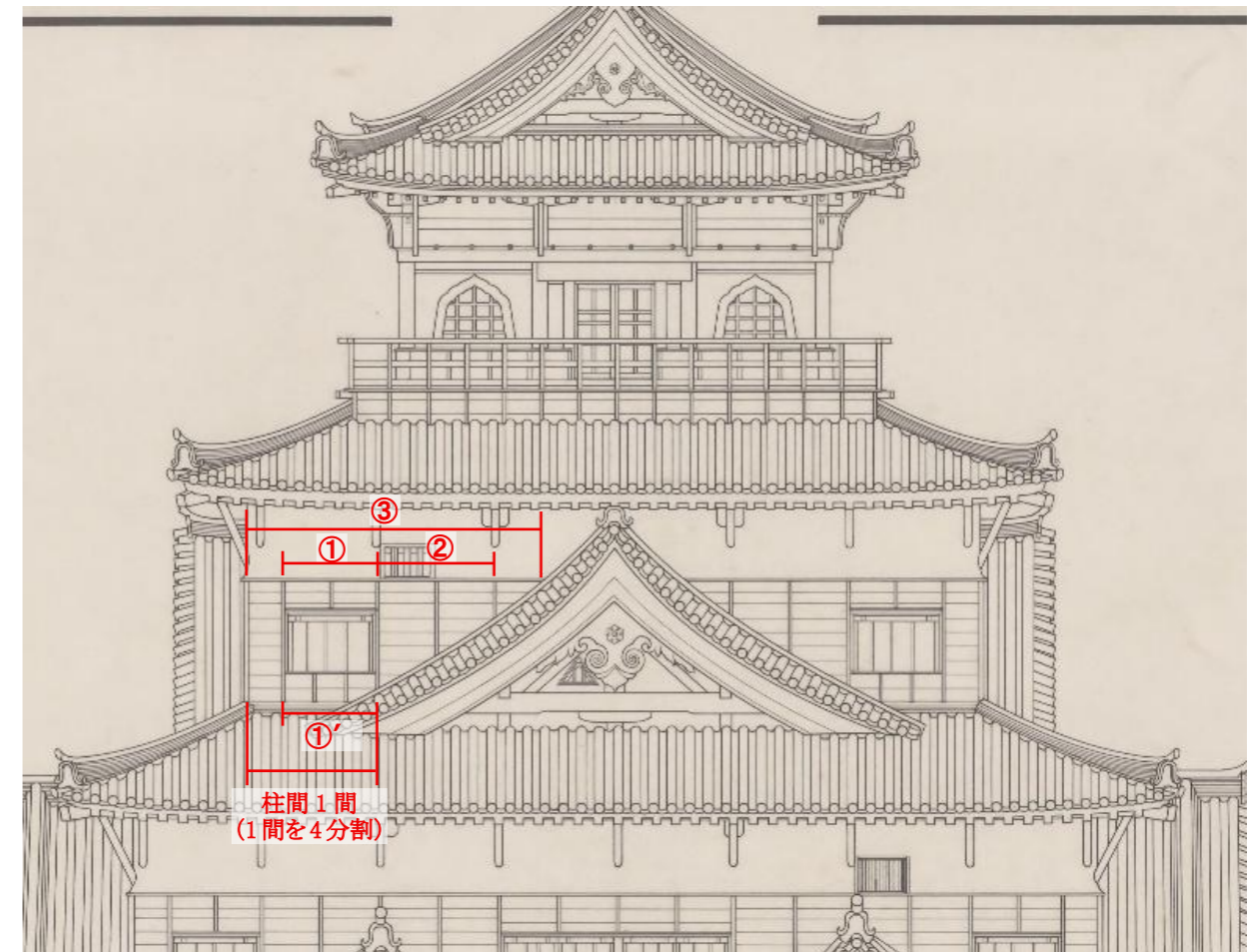
4階 北面の東側の簷縁割付状況  
「広島城ノ雄姿」(部分) 益田崇教氏所蔵



4階 北面の西側の簷縁割付状況  
天守北西面(ガラス乾板からの紙焼き写真)(部分) 広島城所蔵



4階平面図 姫路市立城郭研究室所蔵



4階 南面の東側の簷縁割付状況 天守南立面図(部分) 奈良文化財研究所所蔵

### (3) 創建時の1尺寸法について

保存図の寸法は尺貫法で記載されており、これは度量衡法によって定められた1尺=10/33m(=0.30303m)であるが、大天守の創建時には異なる基準尺が用いられていた可能性が高い。保存図では、1階身舎の南北延長寸法と2階身舎東西延長寸法、および2階～4階までの通減寸法は、1尺を上記の寸法とした場合に柱真々寸法が1間=6.5尺の整数倍に当たる。ただし、寸法が一定しない各柱間寸法の多くは、保存図作成時に実測した値をそのまま記載している可能性が高く、各柱間寸法から創建時の1尺寸法について検討を行った。

下表のとおり、近隣の事例からは僅かに伸び(1尺が長めの値となる)の傾向が認められる。広島城天守について、保存図に記載された各間の内法寸法と柱見附寸法から柱間真々寸法を計算し、基準柱間寸法6.5尺と比較した。保存図の柱間1間から求めた1尺寸法の中央値と現尺の値の比較からは、特に2階と3階寸法において保存図中央値がやや長めの傾向を示すことを確認したが、有意性のある傾向は判断できなかった。

#### 近隣の建造物の造営尺事例

建造物名	所在地	創建年	修理報告書記述概要	造営尺 (現尺換算)	造営尺 (mm)	現尺(1000/3.3mm) から伸び(mm)
常称寺本堂	尾道市西大久保	16世紀初頭	305.4545mm(301.5384との比較結果)	1.008	305.4545	2.424
常称寺観音堂	尾道市西大久保	室町後期(1467~1572)	0.5~1.3mmの伸び、実施では303.7272と判断	1.002	303.7272	0.697
厳島神社撰社大元神社本殿	廿日市市宮島町	大永3(1523)	16尺に対し4分~6分5厘長い	1.0025	303.7878788	0.758
				1.0041	304.2727273	1.242
竹林寺本堂	東広島市河内町	天文14(1545)	案1:6厘の伸び	1.006	304.8484848	1.818
			案2:1厘の伸び	1.001	303.3333333	0.303
厳島神社末社豊国神社本殿	廿日市市宮島町	天正15(1587)	造営尺に関する記載なし(昭和・平成の各報告書)			
吉原家住宅主屋	御調郡向島町	寛永12(1635)	0.1%程度の伸び	1.001	303.3333333	0.303
東照宮本地堂	広島市東区	慶安元(1648)	一校寸法の裏目を基準とする			

※厳島神社本殿(元亀2=1571)、廻廊(東廻廊)(永禄~慶長=1558~1615)、廻廊(西廻廊)(永禄6~慶長7=1563~1602)、朝坐屋(桃山=1573~1614)、撰社大元神社(室町後期)等は報告書に記載なし



(4) 天守の見直し

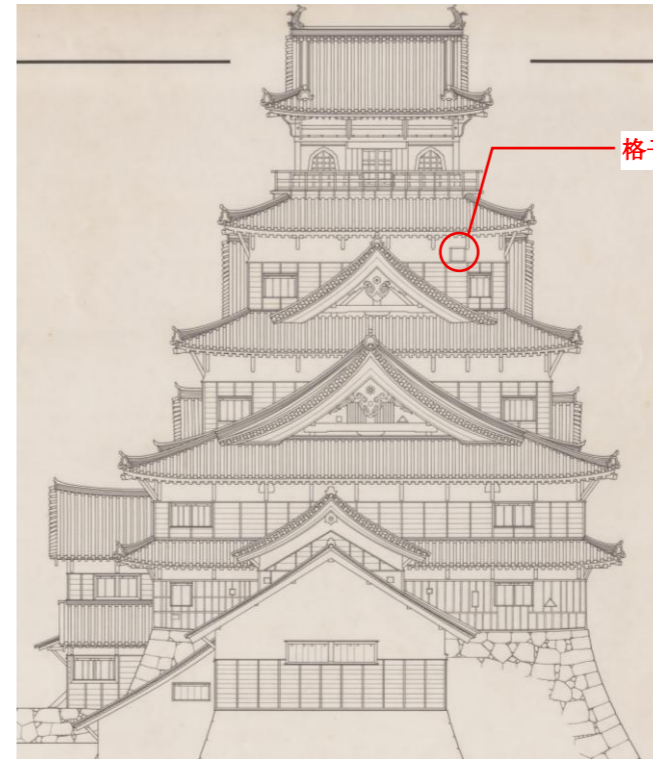
【高窓（排煙窓）の戸締まりについて】

保存図では、かつて存在したことが明らかな部分であっても、保存図作成時に存在しない場合は描かれていないものがある。これは、大天守 3 階の一部の鴨居は描かれるが、敷居は描かれず柱間装置の描写から明らかである。また、柱間装置の表現で特徴的なものとして、かつて建具が存在し、保存図作成時に建具がなかったもので、敷居の溝がしっかり描かれているものがある。これは、間仕切り戸と窓戸を問わず例外なく描かれている。

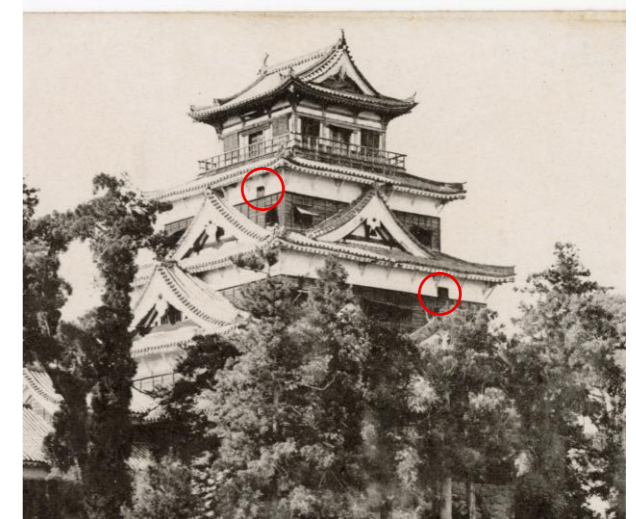
大天守では断面図に高窓（排煙窓）が描かれていない。東廊下では描かれたものがあるが、引戸の敷居は描かれていない。大天守、東廊下の平面図には高窓に関連した敷居が描かれていない。

大天守 2 階南東の高窓は、立面図を見ると高窓にある格子の様子とは異なる縦線が 2 本描かれている。平面図を見ると、室内側に引戸を示す敷居が描かれていないが、屋外側に他の高窓平面の描写と異なり板戸が描かれている。このことから、保存図作成時にはこの箇所へ突上戸の類の小型の扉が現存しており、それが描かれていると推測される。同様の描写は 2 階の南西隅高窓にも見られる。

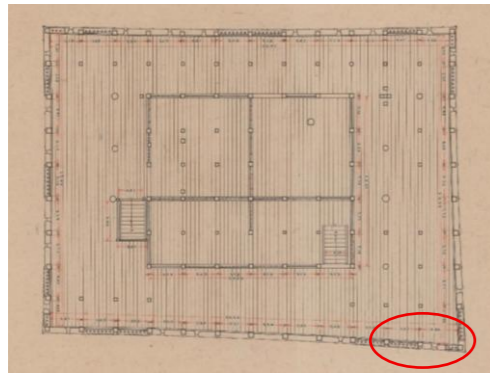
また、大天守 4 階東立面図では格子がない高窓が描かれており、これも同様に扉が描かれている可能性がある（ただし、この高窓は平面図では書き漏れている。）。これ以外の場所の高窓では高窓の格子が描かれているので、本来あったが、保存図作成時に存在しない扉は描かれず、保存図作成時の状態がそのままに描かれていると推測できることから、全ての高窓で小型の突上戸が存在していた可能性がある。



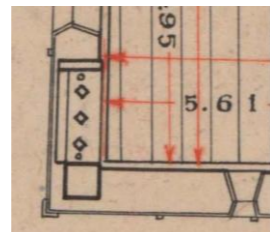
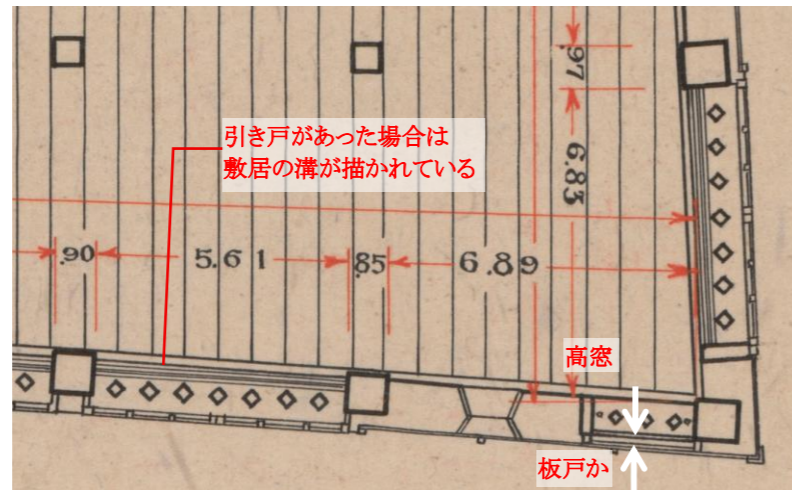
広島城 東立面図 奈良文化財研究所蔵



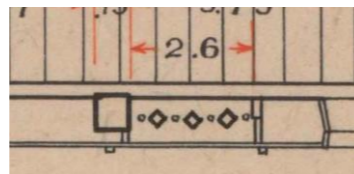
「広島 鯉城趾 天主閣」（北東面、部分）  
益田崇教氏所蔵



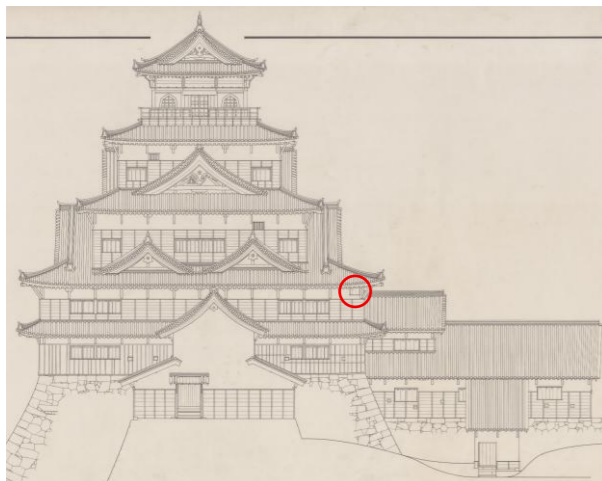
広島城 2 階平面図  
姫路市立城郭研究室蔵



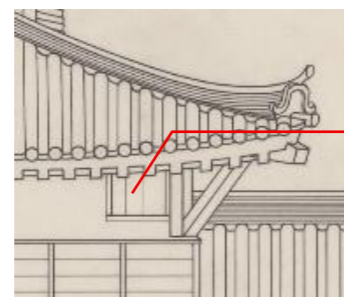
2 階南西隅の高窓の描写



参考:3 階南面の高窓の描写  
(敷居も戸も描かれていない)  
広島城 3 階平面図(部分)  
姫路市立城郭研究室蔵



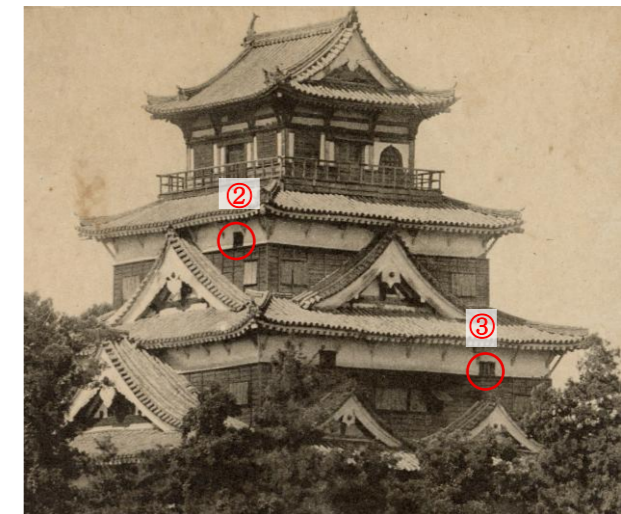
広島城 南立面図 奈良文化財研究所蔵



高窓だが  
格子が描かれていない



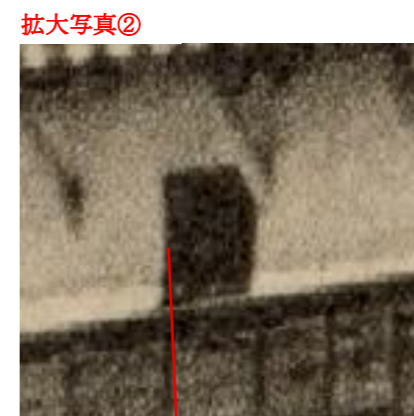
「(広島名勝) 広島城」(東面、部分) 益田崇教氏所蔵



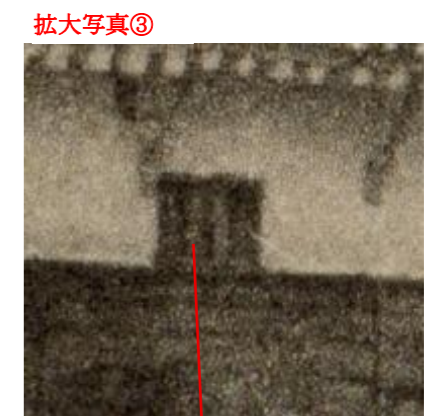
「広島城ノ雄姿」(北東面、部分) 益田崇教氏所蔵



拡大写真①  
板張りの突上戸



拡大写真②  
側面の曲線部は枠で納める  
(刀刃処理と推定)



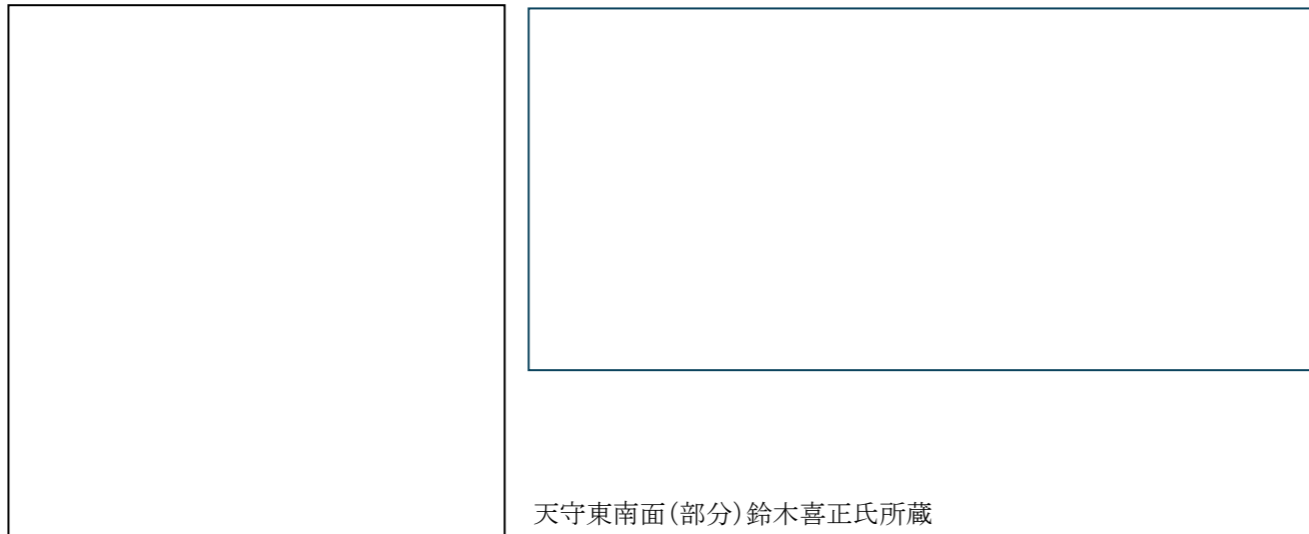
拡大写真③  
格子がある

(5) 東廊下の見直し (8 ページ修正図参照)

【高窓について】

東廊下 2 階北壁面の高窓が表現されていなかったため修正を行った。

古写真では東廊下玄関の片流れ屋根水上にある方杖付近に高窓のように見える陰影があるが、方杖の鉛直線上には必ず柱があるため、開口部があれば開口部の範囲と方杖付根の柱の部分で強いコントラストが生じるはずである。しかし、古写真からその状況は見られないため、この陰影部分に高窓がある可能性は低いと考える。

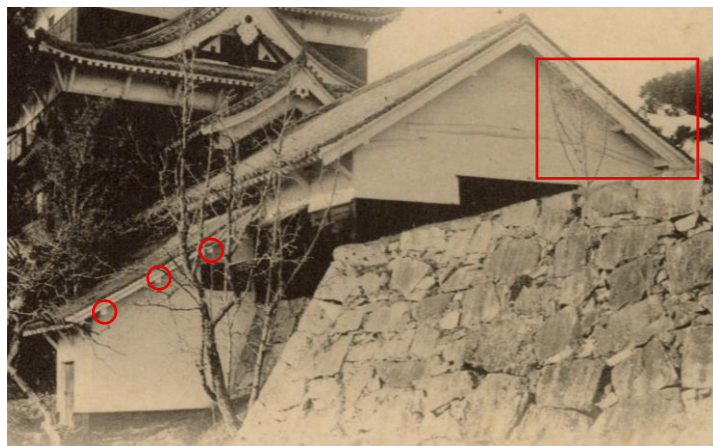


天守東南面(部分) 鈴木喜正氏所蔵

【東廊下の破風の桁隠し等について】

東廊下の保存図断面図と大天守東立面図に含まれる廊下東妻立面図を比較すると、母屋の桁鼻の木口は全て破風幅内に隠れる。古写真ではその様子が確認できるが、破風下に板を下げた簡素な形状の板隠しとなっている。これは、近代に廊下が切断された際に整えられた破風板と同時期に整備された造作であると判断できるが、立面図に追記した。

また、保存図では玄関東面の桁鼻を書き洩らしており、復元図に追記した。(左下図の赤丸部分)



「広島名所図絵 広島城」(東面、部分) 益田崇教氏所蔵



板状の簡素な桁隠し板  
(母屋高さとも一致しない)

【東廊下玄関の壁、床について】

倒壊後の古写真には東廊下玄関内部石垣面に板張りの形跡がなく、東廊下玄関の仕様が天守入口と同様であったことも確認できないことから、石垣面の板張りはないものとした。

また、土間については、床高が低く転ばし根太を用いる浜床であっても、土間床面を叩き仕上げとする場合があるため、真砂土による築造層の存在で床の有無を判断することは難しい。遺構調査(史跡広島城跡本丸遺構保存状況調査報告 2004 年)では、玄関入口付近石列背面の栗石敷は幅 1m 程度の範囲にとどまり、床形式が一様でなかった可能性がある。また、土間床に木製階段を設置しているものと仮定した場合、彫桁を受ける礎石か布石が検出されると考えられるが、調査範囲が狭く、彫桁設置に伴う遺構に関する報告は見られない。さらに、石垣側面の寄掛柱の柱間装置には板張りが無かった可能性が高いことから、床も土間であったと仮定した。



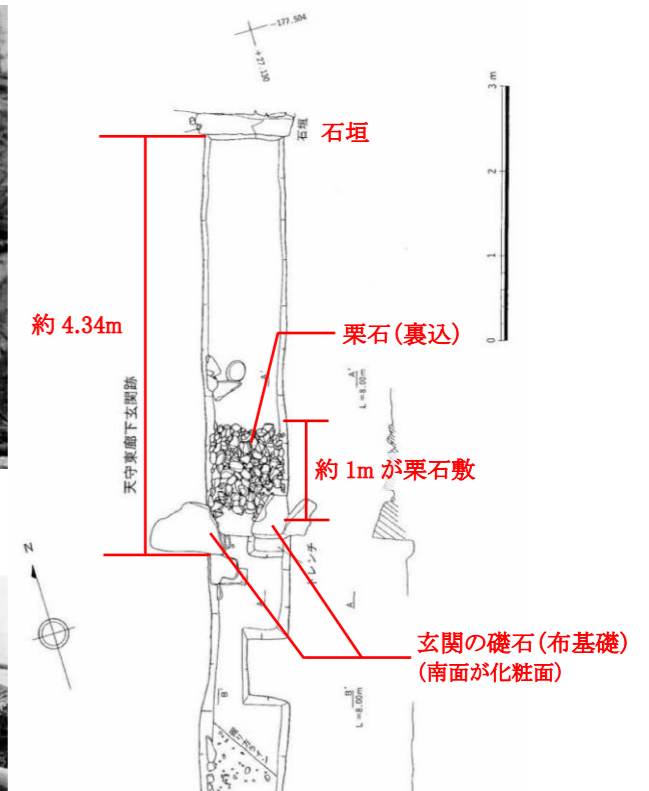
玄関付近  
石垣に寄り添う板張りは残っていない

倒壊後の写真(部分)  
林重男氏撮影 広島平和記念資料館提供

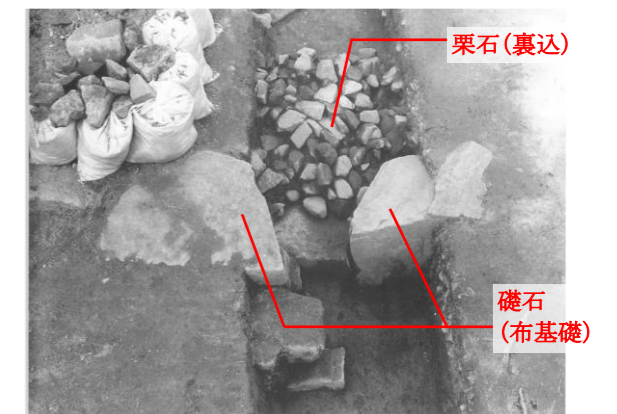


玄関付近  
石垣に寄り添う板張りは残っていない

倒壊後の写真  
林重男氏撮影 広島平和記念資料館提供



天守東廊下玄関跡 実測図(部分)  
『史跡広島城跡本丸遺構保存状況調査報告』



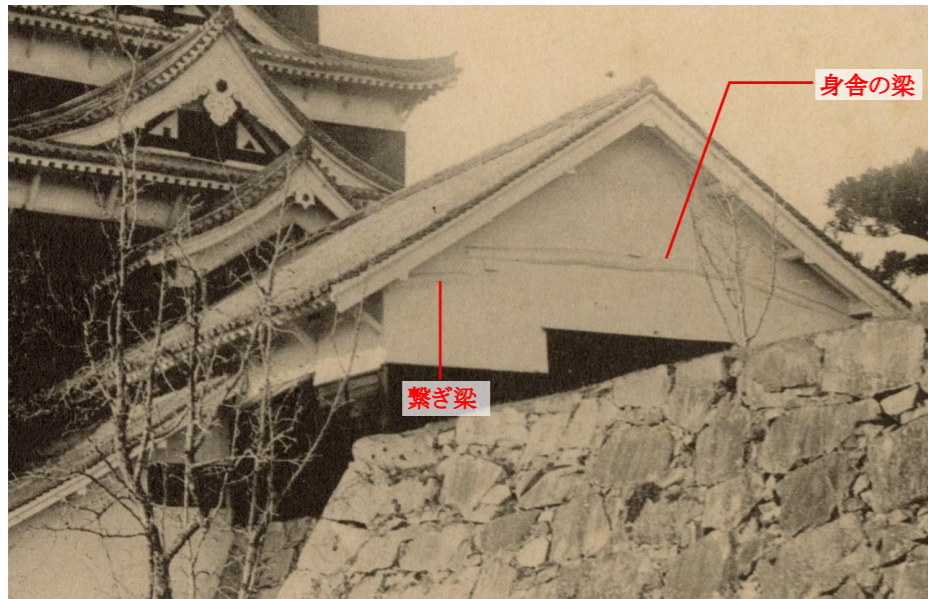
天守東廊下玄関跡 建物基礎  
『史跡広島城跡本丸遺構保存状況調査報告』

【東廊下の小屋組みについて】

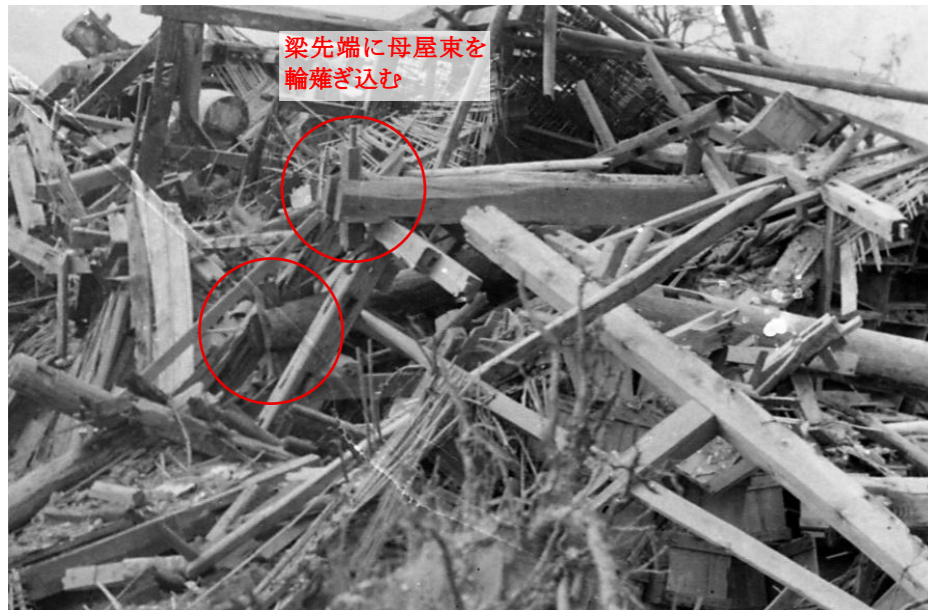
東廊下の小屋組みは、東面の古写真で確認出来る梁塗籠の形状や倒壊時の古写真が示す状況から判断できる。小屋組は上屋となる入側上部に梁を架け、入側柱から側柱方向に突出した梁小口に母屋束を輪薙ぎ込んで収め、入側は繋ぎ梁を架けている。

通常の書院造であれば梁間方向の小屋裏全体に梁を架ける場合が通例であり、この場合は、小屋組を構成する小屋束は居室平面の区分を無視して屋根の梁間全体で割付を行う場合と、居室の柱位置を考慮しながら配置するものがある。一方で、平面上の小屋・下屋区分を直接的に継承して上屋と下屋で分けて小屋梁を架ける場合にも小屋束の割付は居室の区分を無視して配置する事例と、柱位置を考慮しながら配置する事例がある。

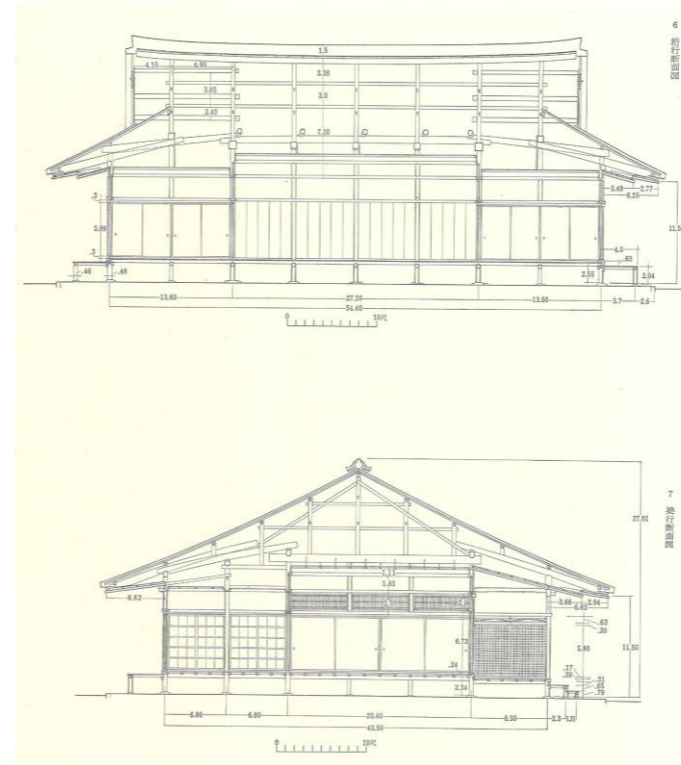
東廊下では、居室平面に近い区分で小屋梁を設けるが、小屋束は屋根全巾を等分して割付けており、時代は少し遡るが、類似する母屋割の事例に大仙院本堂(永正 10(1513)、京都)がある。



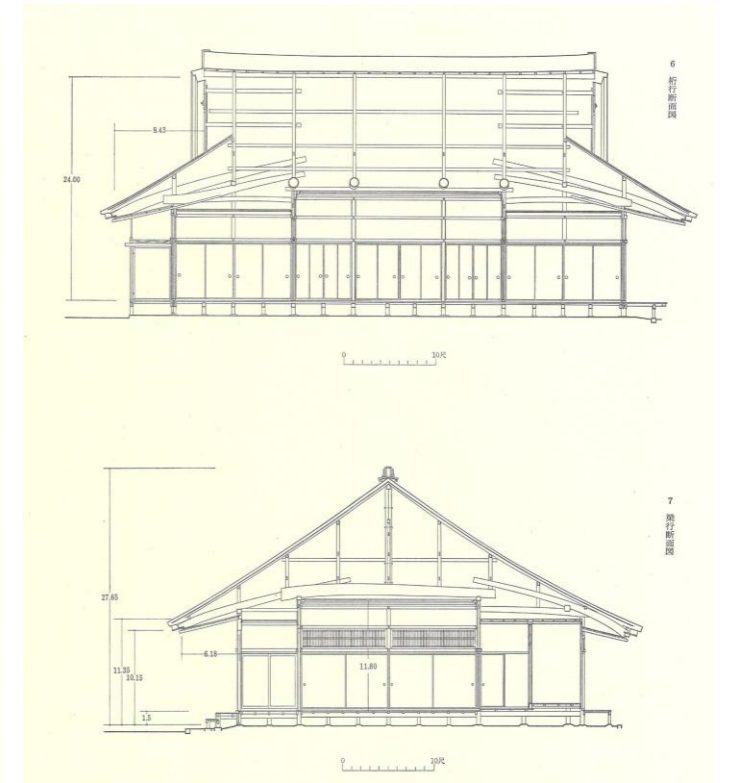
「広島名所図絵 広島城」  
(東面、部分)  
益田崇教氏所蔵



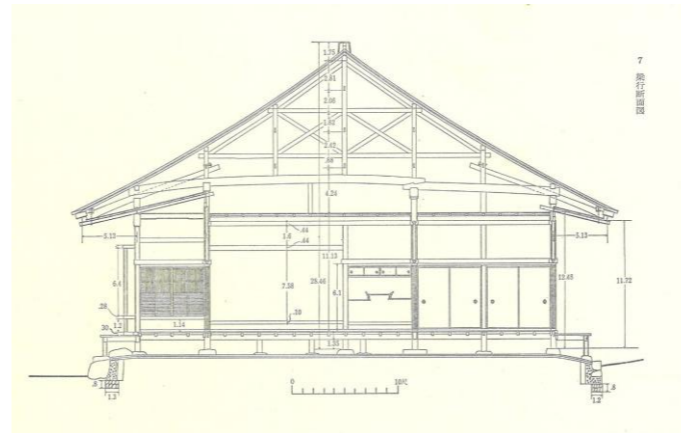
倒壊後の写真(部分)  
林重男氏撮影  
広島平和記念資料館提供



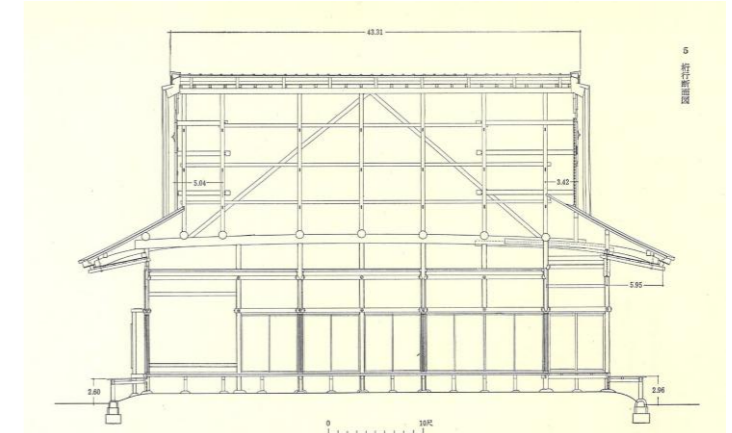
竜吟庵方丈(嘉慶元=1387、京都)  
桁行、梁間断面図 『日本建築史基礎資料集成』



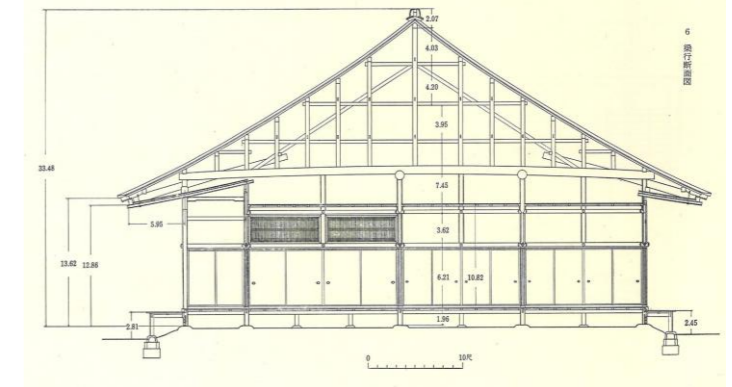
大仙院本堂(永正 10=1513、京都)  
桁行、梁間断面図 『日本建築史基礎資料集成』



光浄院客殿(慶長 5=1600、滋賀)  
梁間断面図 『日本建築史基礎資料集成』



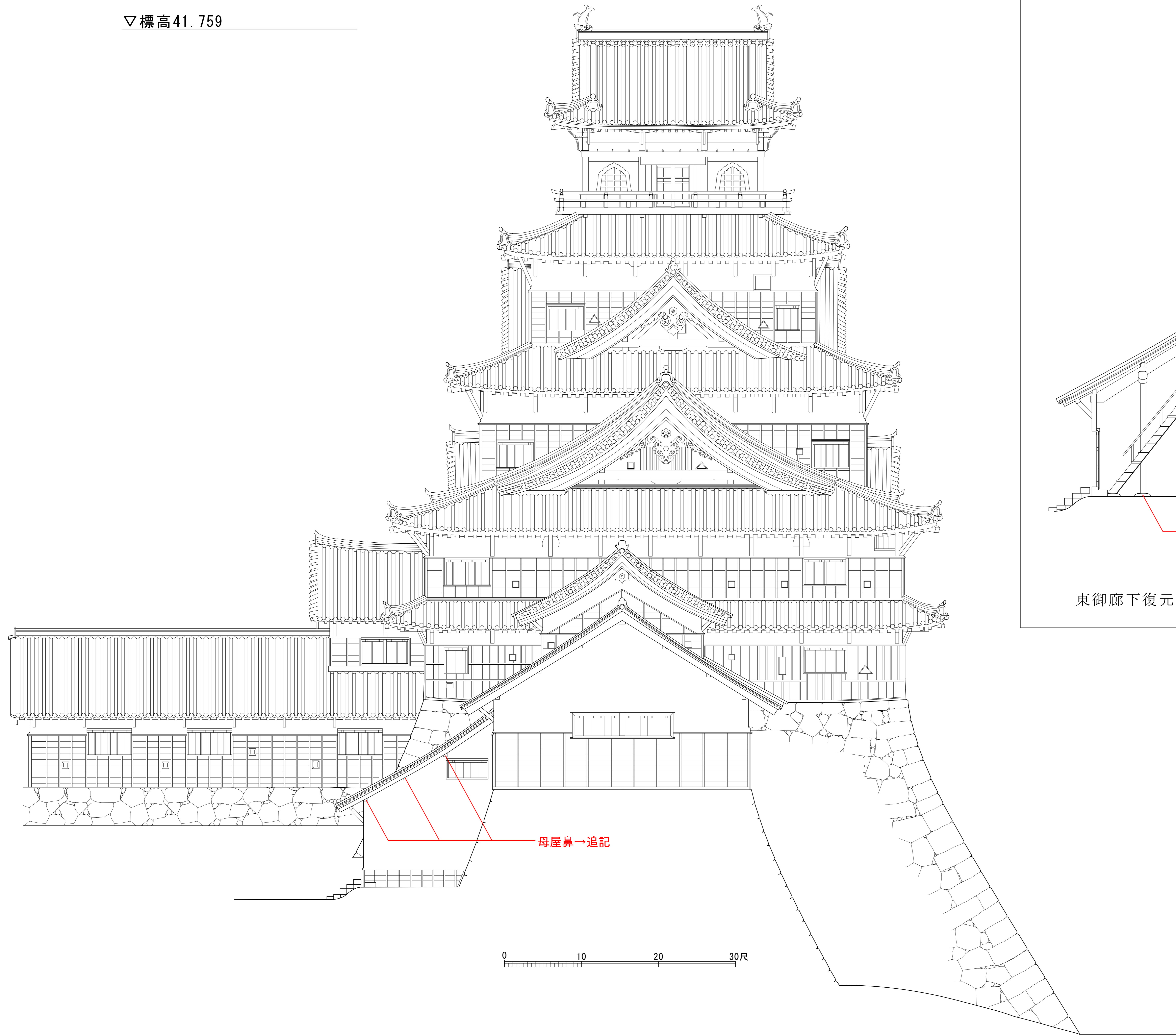
勸学院客殿(慶長 6=1601、滋賀)  
桁行、梁間断面図 『日本建築史基礎資料集成』



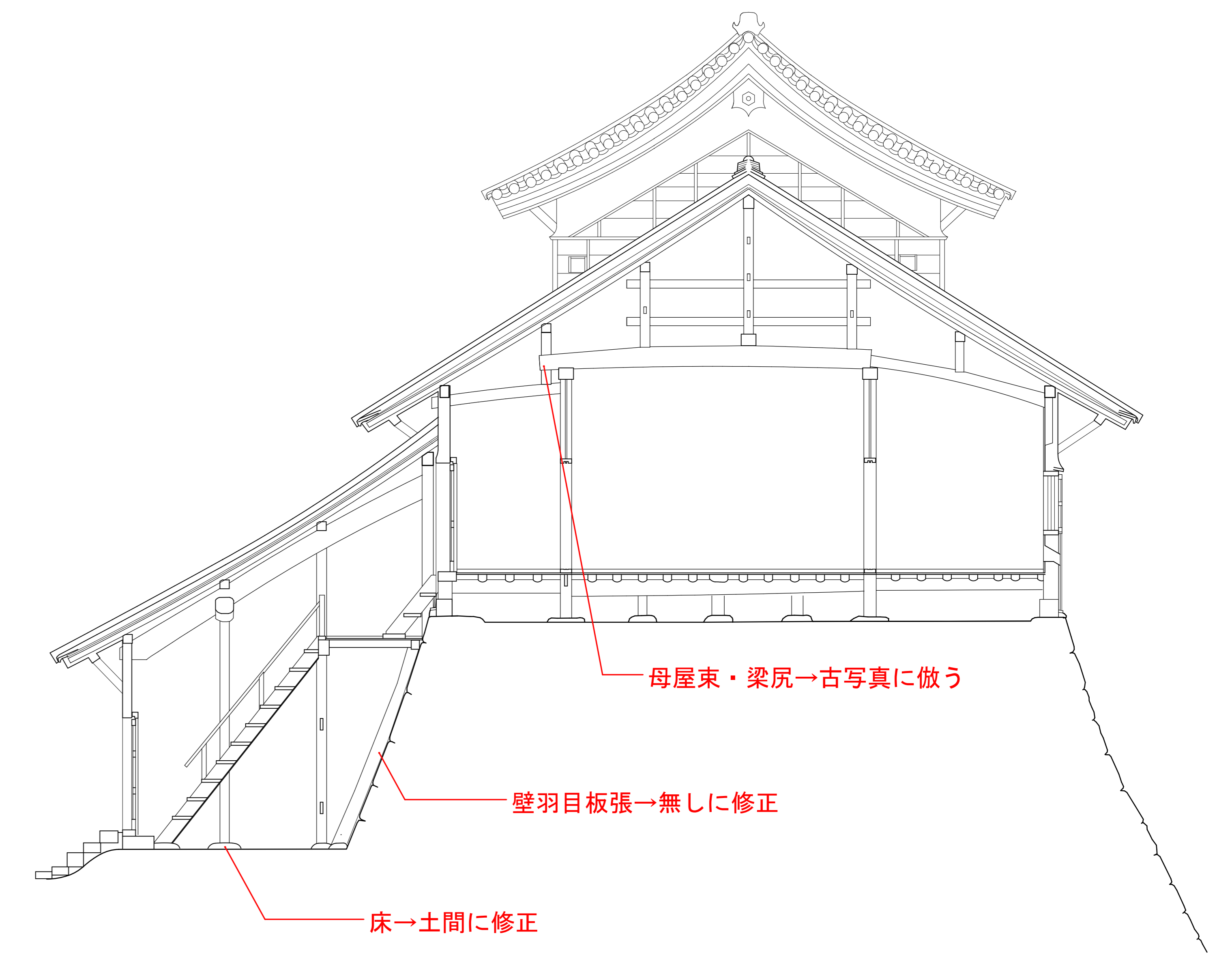
勸学院客殿(慶長 6=1601、滋賀)  
桁行、梁間断面図 『日本建築史基礎資料集成』

※前回指摘事項の修正

▽標高41.759



復元東立面図



東御廊下復元梁間断面図

## (6) 南廊下の見直し

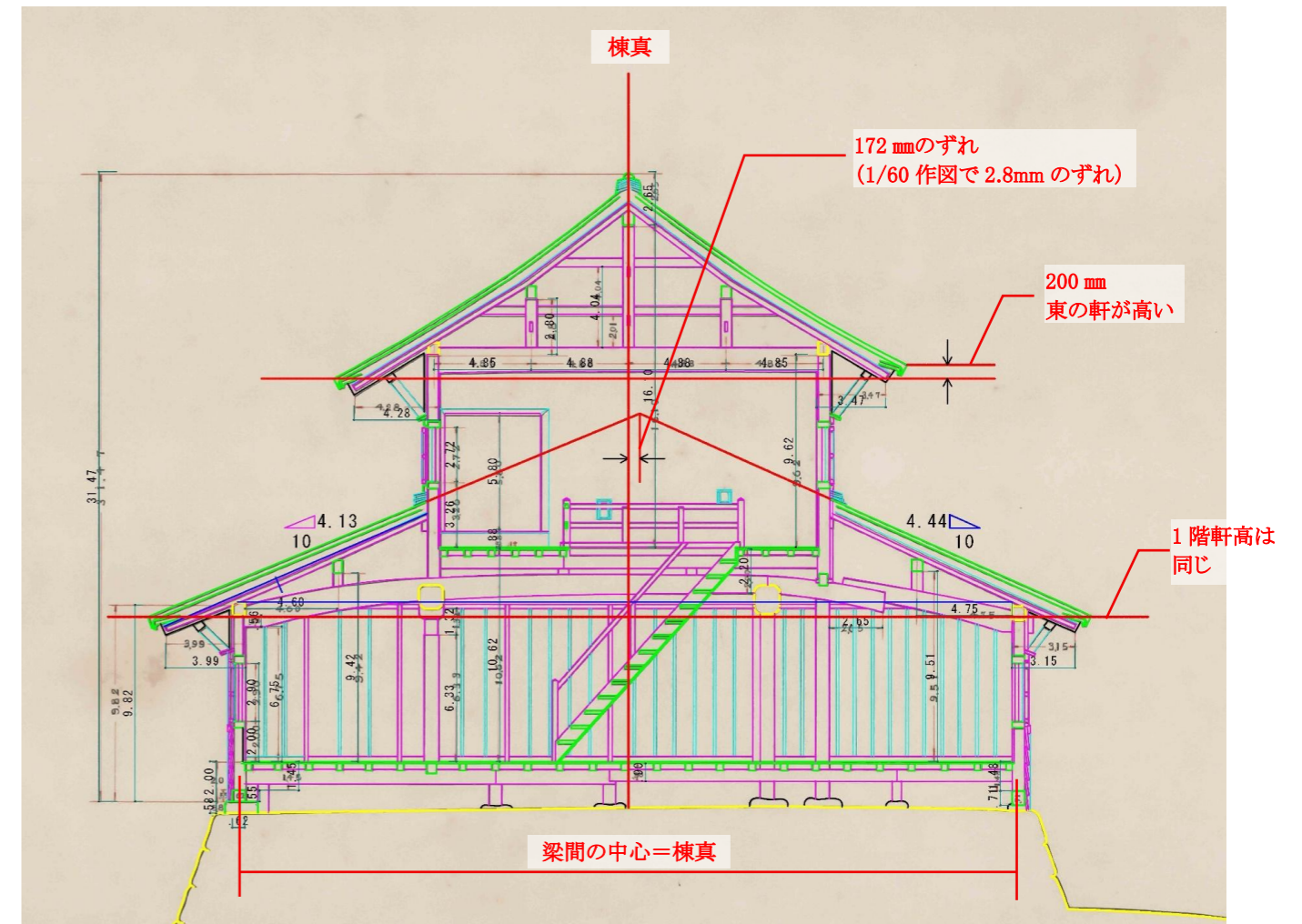
### 【南廊下の屋根について】

保存図をCAD化したデータから梁間断面図各部の寸法の傾向を挙げると、

- ・1階梁間中心と2階梁間中心は一致するので、2階の棟真は1階梁間中心と一致する。
- ・2階について、東西の軒出は異なり、軒先の高さは東が約200mm高い。桁高は東西とも同寸法を意図して描かれている。
- ・1階屋根について、西面の垂木勾配は4寸7厘、東面の垂木勾配は4寸4分6厘で、双方とも若干の撓みがある。瓦天端は直線勾配で、西面屋根勾配は4寸1分3厘、東面屋根勾配は4寸4分4厘であり、勾配差は3分1厘(=1.776°)となっている。桁高は東西で有意に異なり、西が東よりも66mm程度高い。
- ・1階の瓦面の屋根勾配を中心まで延長させると、交点は中心より西へ172mm(1/60の作図上の実寸で2.8mm)ずれた位置で交差する。なお、東廊下梁間断面図で同様の手法で1階東西屋根面の交点を求めると、交点は中心より南へ71mm(同:1.2mm)ずれる。

このように、南廊下では特に1階屋根で東西の寸法差が顕著である。保存図作成時点では南廊下は2階部分の南壁面直下で切断されており、本来あった1階の屋根の棟木が失われている状態である。保存図作成に当たり、復元的考察を踏まえた作図まで行われているとは考えにくく、1階東西の屋根面が本来は同じ棟木に収まっていたことが考慮されていない可能性が高い。また、垂木には若干の撓みがあり、東西の桁高や軒出は微妙に寸法が異なることや、経年劣化による軸部の不陸傾斜を生じた状態での実測であったこと、そもそも2階を挟んだ1階東西の屋根に対してそこまで高い精度で屋根勾配が施工されていない可能性などを考慮すると、東西の屋根勾配には実測上・作図上・施工上の僅かな誤差が含まれていることを考慮すべきと考えられる。

以上を踏まえると、垂木が交差する棟木が現存していた状態で上記誤差が発生していれば看過できないが、保存図を復元的に見て南廊下の1階屋根面の延長線は概ね梁間中央で交差することから、撤去された平屋部分の棟においても梁間中央に位置していたと想定して差し支えないものとする。

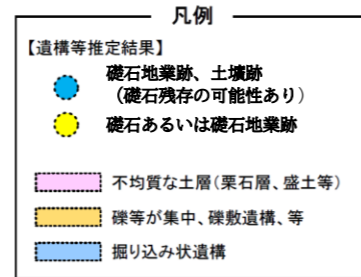
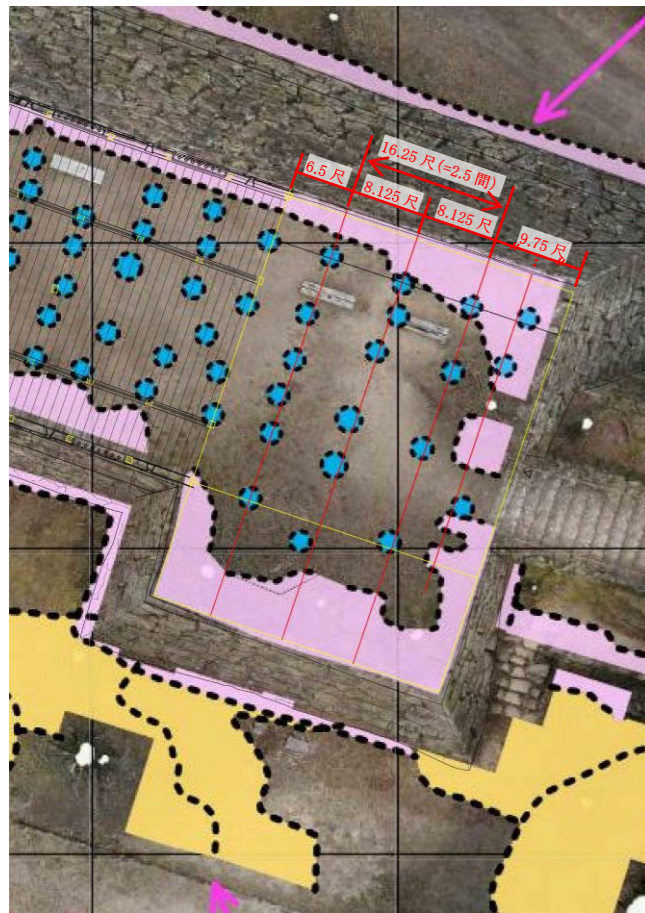


検証図 (保存図(南廊下断面図/奈良文化財研究所蔵)と復元断面図の重ね合わせ)

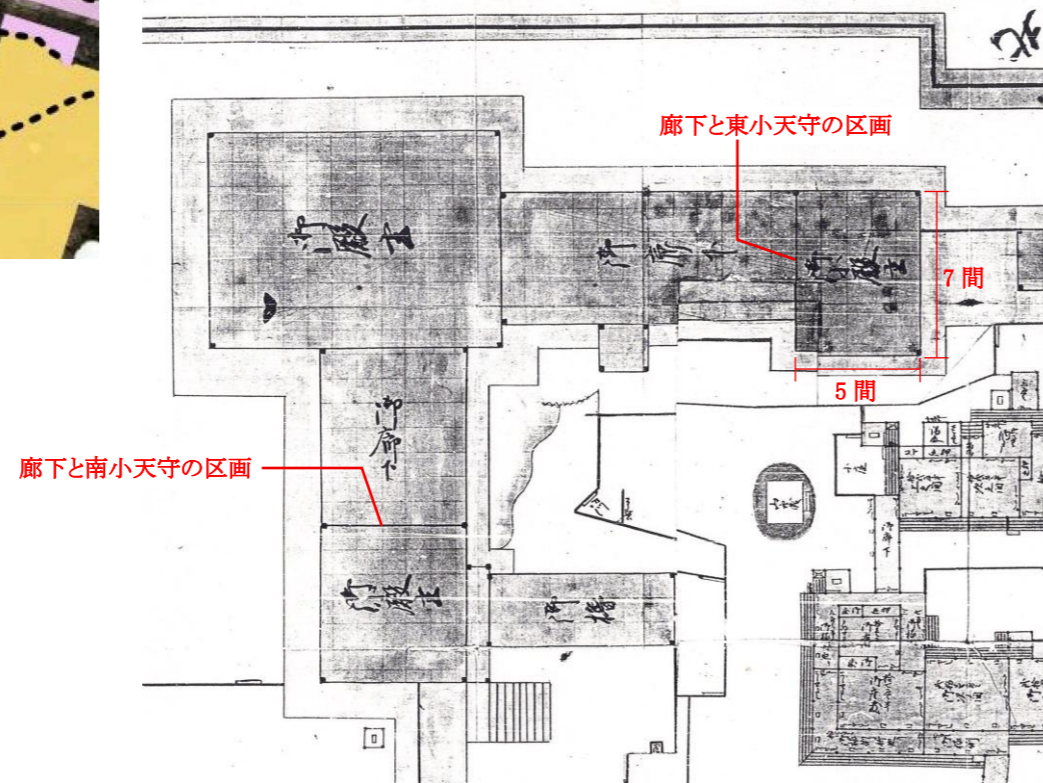
(7) 東小天守の復元検討

■遺構と平面形式の検討

東小天守付近のレーダ探査結果からは、南北に延びる3列の柱通りがあり、これらの幅は2間半で、東廊下の身舎と類似した平面形式であった可能性がある。また、東廊下の東小天守の折れ曲がり付近までは一律で比較的規則的な礎石配置であるが、折れ曲がり付近から礎石の配置が不規則になり、その連続性が希薄になっている状況が確認できる。これら礎石と思われる痕跡について、柱に対応するものと床組の東石に対応したものに区別した上で平面形式を検討する必要があるが、現時点では判断できる根拠がないため発掘調査によって検討を継続する必要がある。



レーダ探査結果  
(R6 年度第4回検討会議資料より抜粋、加筆)



「御城指図」(部分)『史跡広島城跡資料集成 第1巻』より

■指図、絵図について

【平面】

「御城指図」(『史跡広島城跡資料集成第1巻』所収)では、東小天守は大天守から東に接続した石垣の東端の東西5間、南北7間の一画に位置し、指図では東廊下と区画して範囲が示されている。また、南廊下と南小天守の東西幅が同寸法であったこと、折れ曲がり箇所でない部分が南小天守と廊下の区画であったことが描かれており、建築構造上の区分や内部利用の区分などに基づいた区画として描かれているものと考えられる。また、東小天守の四隅の柱位置が描かれているが、これは模式的な表記であると考えられる。

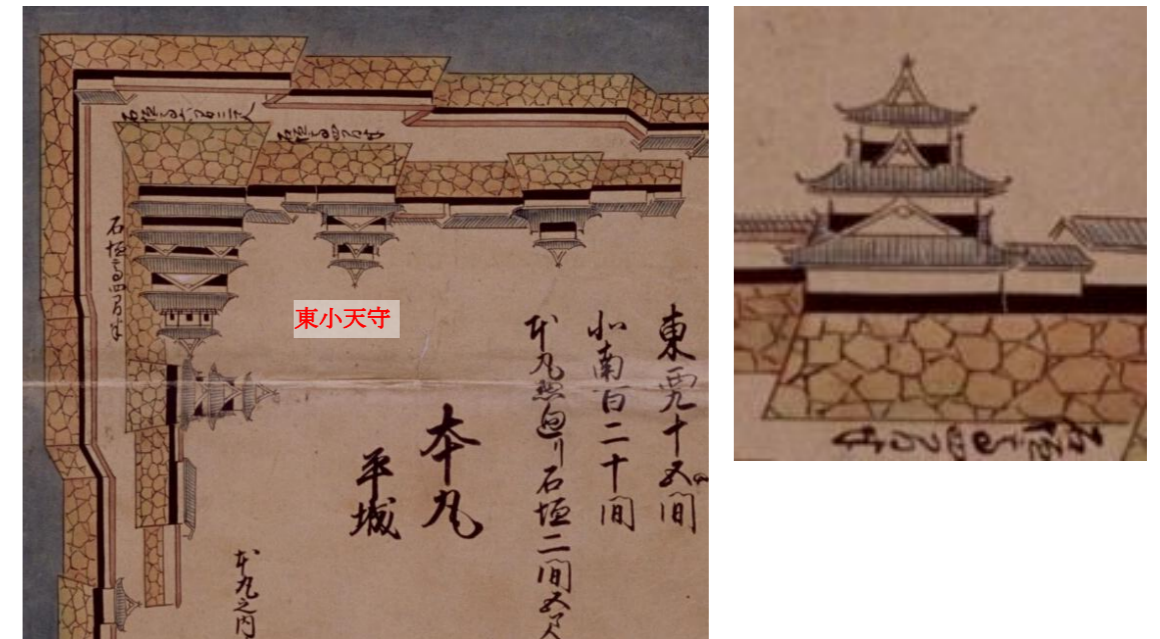
東小天守について、古写真の観察や解析の状況から、二重目以上は指図で示された範囲よりも西側に及んでいた可能性がある。指図が示す東小天守の区画は、建築的な構造による区画ではなく、内部利用上の区画として示された可能性が高い。

【立面】

正保広島城所絵図(国会図書館所蔵)から、以下の点が読み取れる。

各重の壁について、腰を板張りとする点は実態に沿ったものと考えられる。絵図では一部の特殊階・建物(天守最上階、太鼓櫓2階など)を除き、壁面の開口部(窓)が描かれておらず、絵図から窓の有無を復元的に判断することは出来ない。最上階に廻縁(例:大天守・太鼓櫓)があれば描かれているが、東小天守の最上階には廻縁が描かれておらず、縁の類はなかったものと判断できる。また絵図では、真壁と大壁が描き分けられており(例:大天守5階、各櫓門、太鼓櫓2階が真壁に該当)、東小天守に真壁はなかったものと判断できる。

大天守の破風配置は概ね実態に沿って描かれているが、本丸北東二重櫓など千鳥破風の有無が適切に描かれていないものもあり、個々の判断が必要である。東小天守北面では2重目屋根にも破風が描かれており、これは誤記である可能性と、城内から望見できる南立面を北面の代わりに描いた可能性が考えられるが、これらの判断は難しい。



「正保広島城所絵図」(部分) 国立公文書館所蔵、デジタルアーカイブ ※上が北

■古写真解析を含む東小天守の復元検討

古写真に写る東小天守は全体が樹木の陰に部分的に覆われており、全体の概形を把握することは難しい。このため検討に際しては、比較的鮮明に確認できる3重目の大棟について平面上の通り芯を特定し、その後に各階平面規模を想定しながら軒高さの解析を行い、東小天守の立面を検討することとした。

【大棟の通り芯の検討】

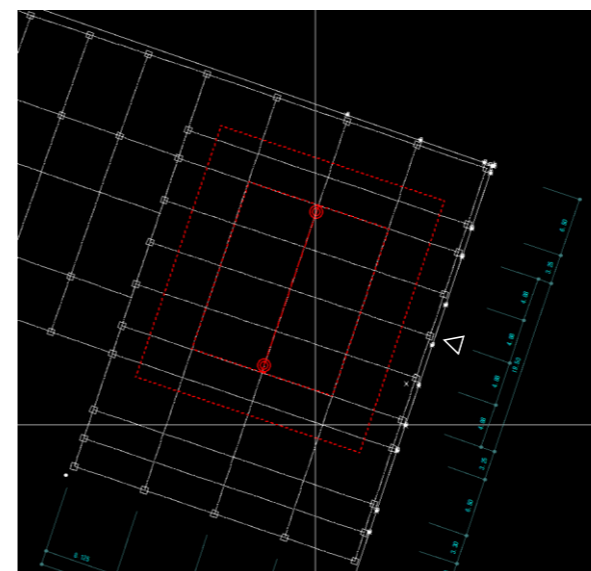
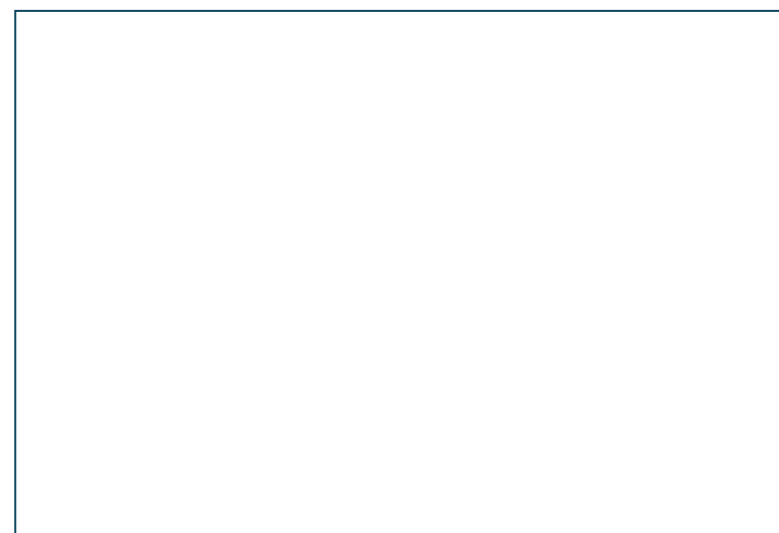
古写真の観察から2重と3重は東面唐破風の中心に位置すると考えられる。3重大棟の通り芯は古写真からは判断が難しいため、まず東廊下の東端に築造された東小天守石垣(東西5間、南北7間)の東西幅中心(東西5間の中央)に位置する配置について検討を行った。3重で各重通減する檼等の事例を確認すると、通常は最小のものでも桁行長さは3間以上であることから、この桁行長さを仮定として検討を行った。古写真解析では評価面(東小天守の桁行方向を軸線とする任意の面)から求めた3重大棟の両端部を平面座標の目安としてプロットし、3重大棟の中間付近が唐破風中心と一致する古写真の状況と比較して検討を行ったが、3重大棟の通り芯が東小天守石垣の東西幅中心に位置する可能性は低いことが判明した。

同様の方法で少しずつ3重大棟の通り芯の位置を変化させ、複数案を古写真解析により検証した結果、東小天守の3重大棟の通り芯が当初の想定より西側に位置すれば整合性が取れることが確認でき、案5の図の位置に3重大棟の通り芯があったと判断した。これは、東小天守古写真の初重北面千鳥破風の棟真に一致する配置となった。

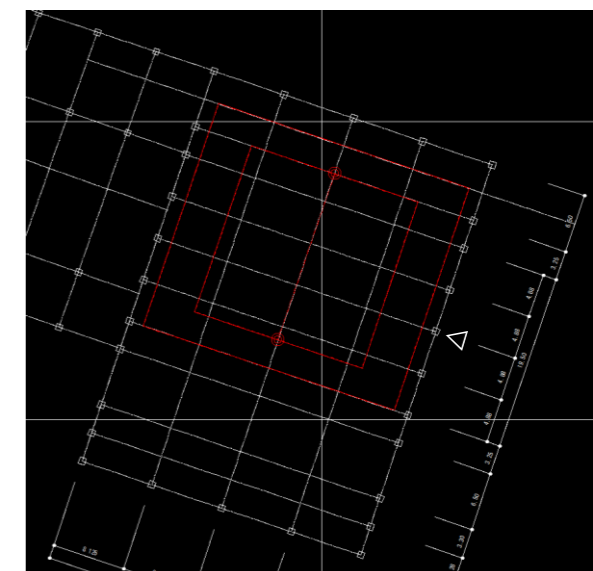
各重通減する3重檼等で3重目が小型の現存事例

城郭名	所在地	建造物名称	創建年	3重目梁間寸法	3重目桁行寸法	概算長さ・間 (梁間×桁行)	備考
				(単位は出典図面単位による)			
弘前城	青森県弘前市	天守	文化7(1810)	19.5尺	26.0尺	3間×4間	
松本城	長野県松本市	乾小天守	文禄元(1592)※諸説有	15.03尺	18.06尺	2.5間×3間	
彦根城	滋賀県彦根市	西の丸三重檼	慶長頃(1596~1614頃)	15.5尺	22.0尺	2.5間×約3間半	
明石城	兵庫県明石市	坤檼	江戸前期(1615~1660)	5.227m	7.016m	3間×4間	柱間は梁間と桁行で変則
		巽檼	江戸前期(1615~1660)	14.5尺	18.5尺	2.4間×3間	柱間変則の3間×3間
高松城	香川県高松市	旧東之丸良檼	延宝5(1677)	5.742m	5.742m	3間×3間	
		北之丸月見檼	延宝4(1676)	3.24尺×6間	3.24尺×6間	3間×3間	
丸亀城	香川県丸亀市	天守	寛永20~万治3(1643~1660)	20.82尺	13.78尺	3.3間×2.2間	※桁行が短い特殊形
宇和島城	愛媛県宇和島市	天守	寛文4~5(1664~1665)	7.31m	7.31m	3.7間×3.7間	1間=1970mm=6.5尺
姫路城	兵庫県姫路市	乾小天守	慶長14(1609)	19.5尺	19.5尺	3間×3間	1・2重が構造的に同規模
		東小天守	慶長14頃(1609頃)	16.25尺	19.5尺	2.5間×3間	〃
		西小天守	慶長14(1609)	16.25尺	19.5尺	2.5間×3間	〃

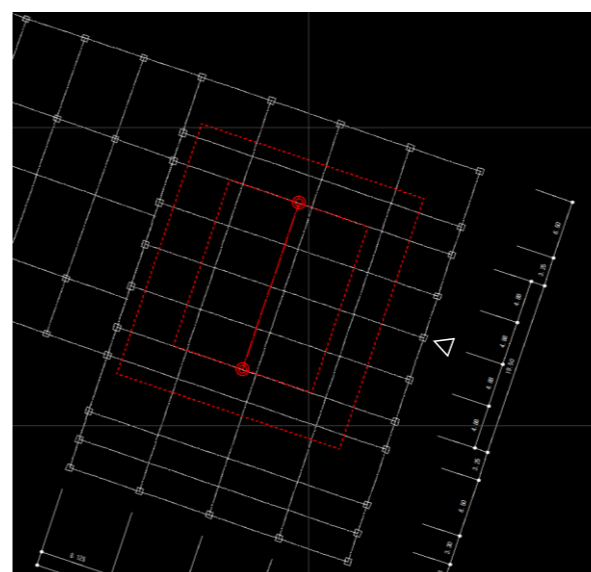
「広島旧城」(部分)  
『大日本全国名所一覽—イタリア公使秘蔵の明治写真帖』平凡社刊より



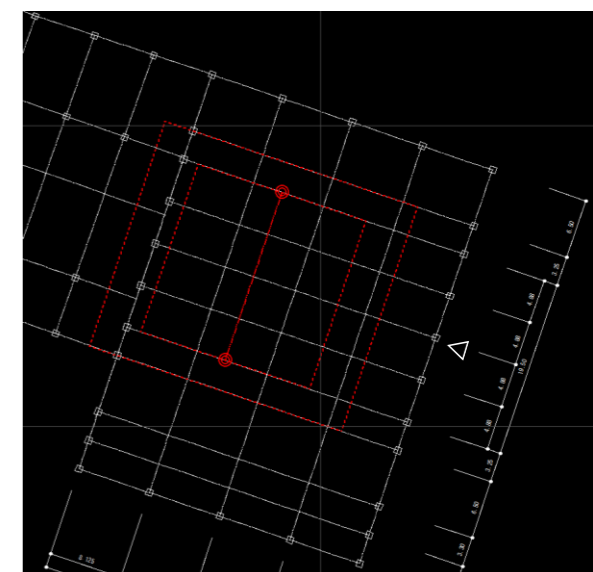
案1: 石垣東西幅中心と三重大棟の通り芯が一致



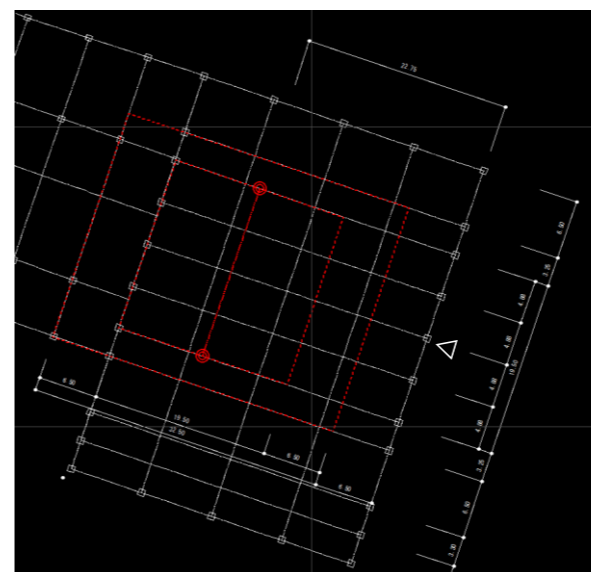
案2: 北寄せ、石垣隅部で上層を形成する棟位置



案3: 石垣東西幅中心と三重大棟の通り芯が一致せず、指図の範囲に上層を納める



案4: 石垣東西幅中心と三重大棟の通り芯が一致せず、さらに西寄りに大棟通り芯を配置



案5: 解析と古写真の見え方に整合

- 凡例
- ◁ : 東面唐破風の中心
  - ..... : 2階、3階の仮定平面
  - ◎ : 3階大棟の両端部想定位置

【軒出の検討】

古写真の観察から、東小天守の初重北面屋根は西側に接続する東廊下の屋根と似通った寸法体系であると考えられる。東廊下の保存図断面をモデル化して古写真解析を行った結果、解析値と保存図断面の軒先高さが一致するとともに、古写真に写る東小天守 1 階の腰板高さは、東廊下保存図断面図の窓上高さとも一致することを確認した。

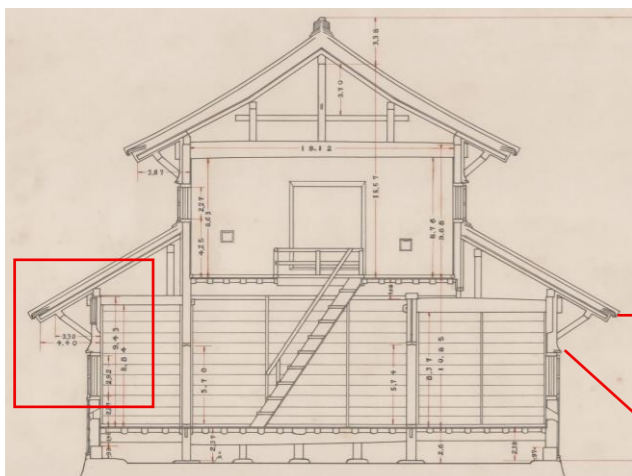
以上のことから、東小天守の 1 階北面軒出は東廊下保存図に記載された寸法である 4.4 尺(ただし、柱の室内側の面から垂木塗籠外下角まで)であったことが分かる。東廊下基準柱間寸法は 6.5 尺で、垂木は 6 枝(1 枝=1.08333...尺)より、軒出は 4 枝の 4.333 尺(ただし、柱真から茅負外下角迄)であった可能性が高い。

また、大天守 3 重目・4 重目屋根ではいずれも軒出を 4 尺程度としていることから、東小天守でもこれに倣い 2 重目と 3 重目の軒出寸法は初重軒出と大差ない寸法であったと推定し、それぞれ 4.333 尺であったと仮定する。

また、大天守 5 重目の軒出は下重と枝割を変えて軒出が抑えられている。塗籠となっていないためとも考えられるが、意匠上の措置として軒出が抑えられた可能性もあることから、東小天守の 3 重でもこの比率に倣い軒出寸法を仮定した。

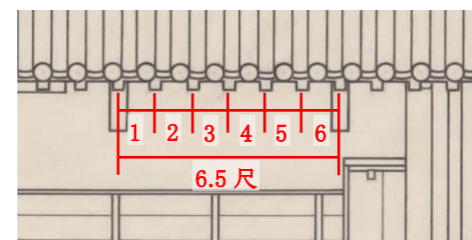
大天守	保存図	枝割	1 枝寸法	推定軒出計画寸法 (柱真～茅負外下角)
5 階	3.24 尺 (柱外面～茅負外下角)	22.75 尺 = 25 枝	0.91 尺	3.640 尺 (4 枝)
4 階	4.06 尺 (柱内面～垂木塗籠下角)	6.5 尺 = 6 枝	1.08333 尺	4.333 尺 (4 枝)
3 階	4.30 尺 (柱内面～垂木塗籠下角)	〃	〃	4.333 尺 (4 枝) か
2 階	5.37 尺 (柱内面～垂木塗籠下角)	〃	〃	5.417 尺 (5 枝)
1 階	5.55 尺 (柱内面～垂木塗籠下角)	〃	〃	5.417 尺 (5 枝) か

東小天守	推定軒出計画寸法 (柱真～茅負外下角)	枝割	1 枝寸法	備考
3 階	3.792 尺 (3.5 枝)	6.5 尺 = 6 枝	1.08333 尺	天守での最上階と下階の比率に倣う
2 階	4.333 尺 (4 枝)	6.5 尺 = 6 枝	1.08333 尺	大天守同様に下階と同寸法と判断
1 階	4.333 尺 (4 枝)	〃	〃	東廊下1階と同一寸法と判断

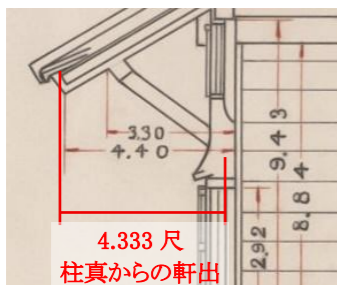


軒高:  
古写真と一致

腰板高さ:  
古写真と一致



東廊下の軒枝割  
(広島城天守 南立面図(部分)  
奈良文化財研究所蔵)



広島城東・南御廊下断面図(部分)  
奈良文化財研究所蔵

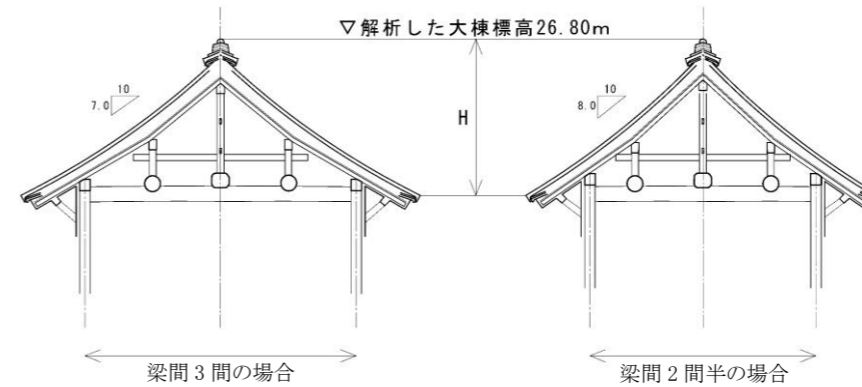
【2・3 重目の平面規模の検討】

想定した軒出寸法を用い、古写真解析により軒高さを検討した。現存する 3 重櫓について各階が逐次通減する 3 重櫓を中心に 3 重目の梁間寸法を確認すると、最小級のもは 2 間半～3 間である(P11 参照)。仮に東小天守の 3 重目梁間寸法(東西の長さ)が 2 間半(=16.25 尺)であった場合、解析した棟標高をもとに古写真の軒高との整合を取ると、屋根勾配は 8.0 寸必要となり、比較的緩勾配の広島城建造物群の中にあつて違和感のある屋根勾配となる(最も急勾配であったと考えられる広島城二の丸表門でも、戦前実測図によれば 7 寸 2 分程度の勾配である)。梁間寸法を 3 間とした場合には屋根勾配は 7.0 寸となり、大天守 5 重目屋根勾配(=6 寸 5 分勾配)と大差ない結果となることから、東小天守 3 重目の梁間寸法は 3 間(19.5 尺)が妥当であると判断した。また、一般的に、桁行寸法は梁間寸法と同寸かそれ以上であることから、3 間と仮定して検討を進めた。

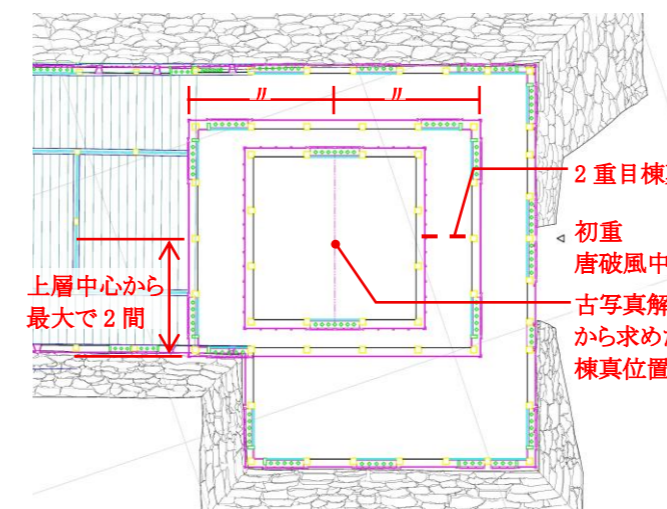
3 重櫓の場合、一般に最上重の平面はその下重の中心に位置する。古写真の観察から、2 重目東面妻破風の大棟は 3 重目の中心付近に位置するように見えるため、東小天守でも 3 重目平面は 2 重目の中心に配置されていた可能性が高い。3 重目の北壁面は 2 重目北壁面よりも少なくとも半間以上後退していることが古写真から観察できるため、2 重目平面の梁間寸法(南北方向長さ)は 4 間以上と想定される。古写真の観察から、2 重目梁間の中心にある妻破風大棟は初重の唐破風と千鳥破風の大棟と中心を揃えて意匠を整えているように見える。

この場合、初重の唐破風中心位置は古写真解析で判明した位置関係から、東廊下の南面壁面から北に 2 間の位置となる。これが 2 重目梁間の中心に位置し、これ以上 2 重目の梁間幅を長くすると廊下の南面壁を越えてしまうことから、2 重目の梁間寸法は 4 間であったと判断した。

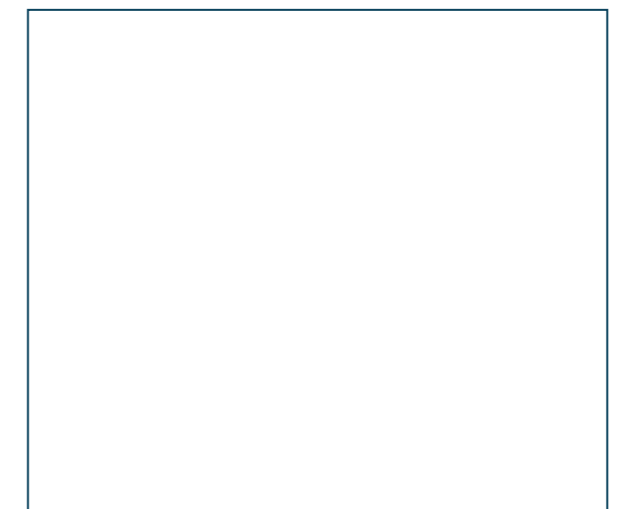
2 重目の桁行寸法は、少なくとも梁間寸法 4 間と同じかそれ以上に長いこと、初重東面の壁面との関係から 1 間程度は後退していると判断できること、既に古写真解析で求めた三重目の棟真通りの位置関係から 2 重目桁行は 3 重目棟の中央に位置する可能性が高いことから、2 重目の桁行寸法は 5 間であったと推測した。



東小天守 3 重目:梁間寸法による屋根勾配の差  
※高さ H は同じだが、勾配が異なる



東小天守平面模式図



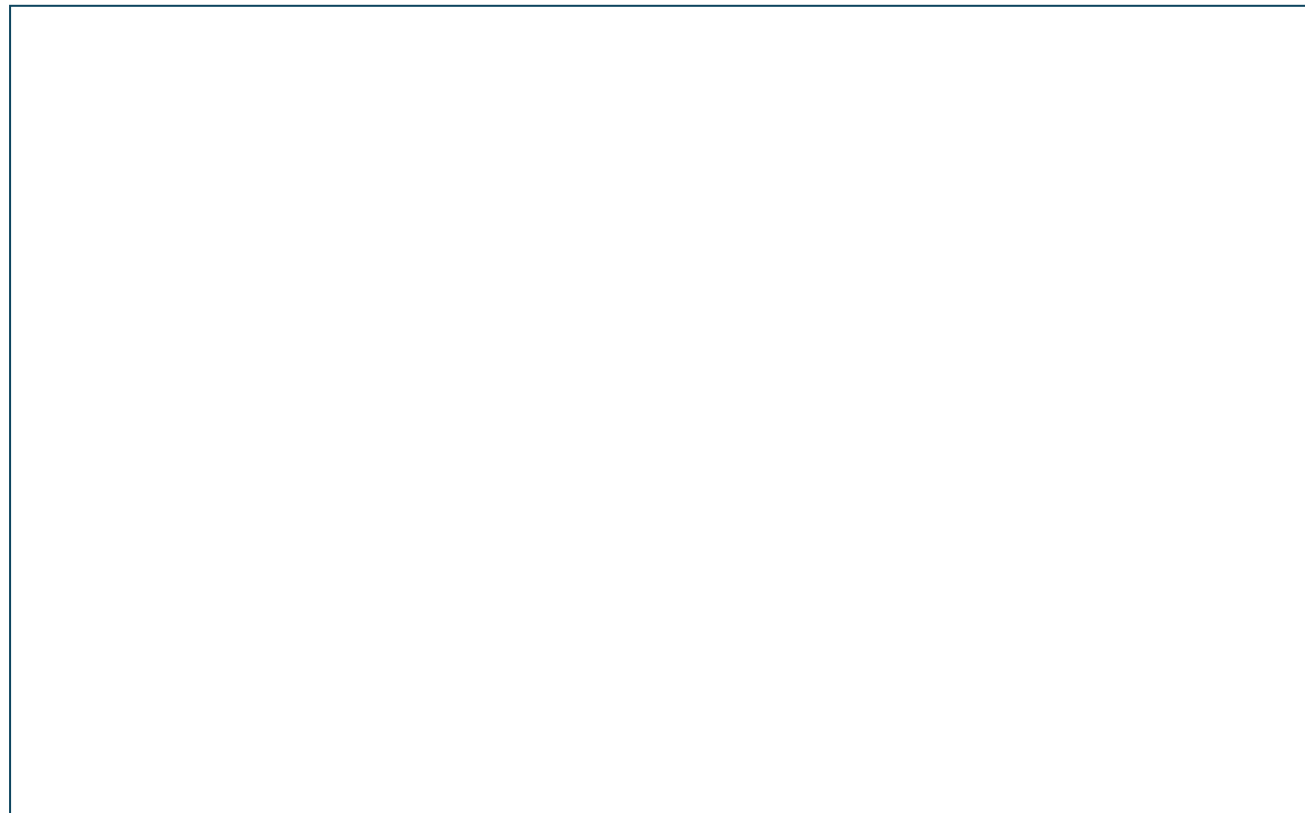
「広島旧城」(部分)『大日本全国名所一覽—イタリア公使秘蔵の明治写真帖』平凡社刊より

【東小天守の屋根形式の検討】

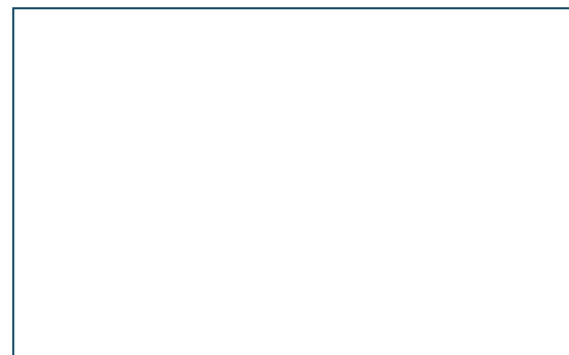
3重目屋根は北面に破風が見えることから入母屋と判断できる。2重目屋根は東面の妻破風が急峻に見え、狭く見える破風幅と相まって切妻にも見えるが、その形状は「広島城裏御門周辺」(大阪公立大学都市科学・防災研究センター所蔵)古写真に写る裏御門(櫓門、入母屋)の破風形状に酷似する。また、妻飾りの梅鉢懸魚の背面には縦に延びる影が見えるが、これは大天守遠景の4階東面千鳥破風の懸魚背面の間斗束と同じ見え方で、手前の樹影と判別がつきにくいものの、懸魚直下の虹梁と思われる影も確認できる。明確に判定できないものの、これらを考慮し、2重目の屋根は入母屋である可能性が高いと判断した。また、2重目屋根北面の3重目北壁面下方付近には円形が連続するような模様が見えるが、これは壁際に雨落瓦を葺き、周囲を漆喰で塗籠めたものである可能性が高い。

初重の屋根は北面が西の東廊下から連続した屋根が北東隅において寄棟で収められ、南面は相応に棟高がある入母屋であったと考えられる。初重北面の千鳥破風の奥行は大天守の千鳥破風の奥行と同様に丸瓦3本分程度に見える。東面は唐破風の上に密接した緩勾配の千鳥破風を設け、唐破風は腰壁との比率から2.5尺ほどの落差であったと考える。

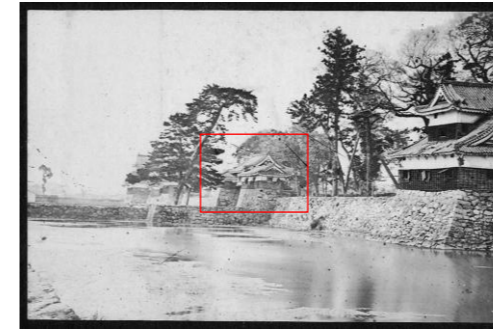
また、軒の方杖は古写真では初重の軒裏にのみ確認できるが、大天守と同様に各重軒裏にあったものとする。



「広島旧城」(部分)  
『大日本全国名所一覽—イタリア公使秘蔵の明治写真帖』平凡社刊より



拡大写真① 初重目千鳥破風

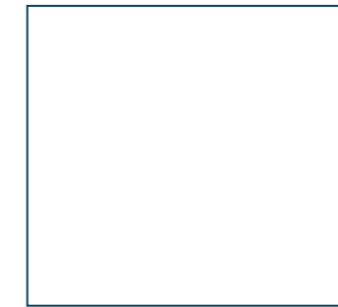


「広島城裏御門周辺」(大阪公立大学都市科学・防災研究センター所蔵)



裏御門櫓門(入母屋)

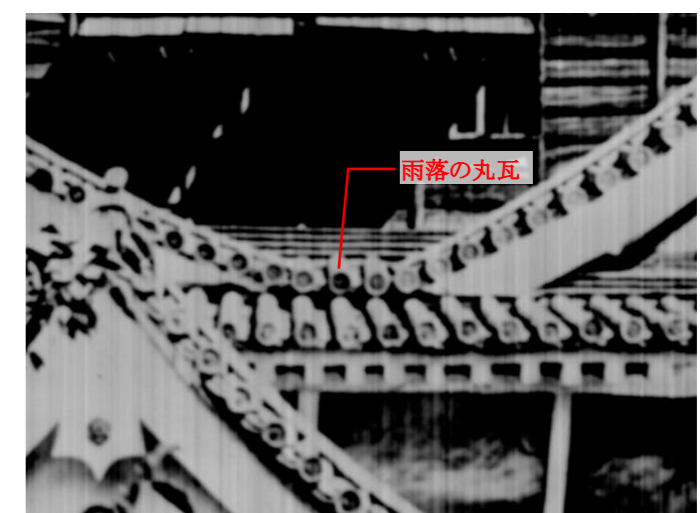
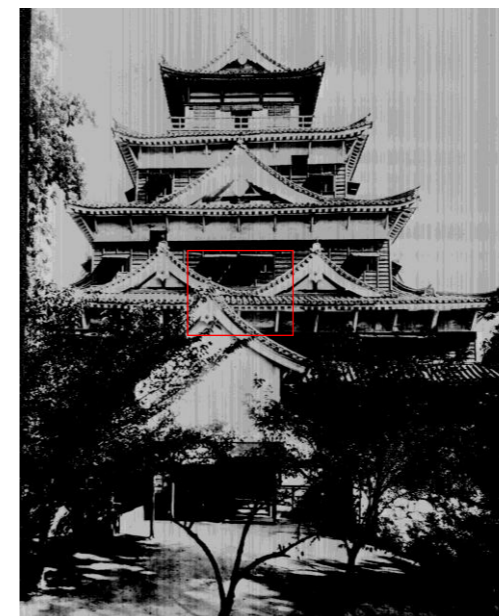
裏櫓門(写真を左右反転) 破風は入母屋



拡大写真③ 大天守4階東面千鳥破風



拡大写真② 2重目破風(裏御門に酷似)



雨落の丸瓦

天守南面写真  
『史跡広島城資料集成 第1巻』より

## 【1階東面柱配置の解析（東小天守（南北方向の桁行）の柱間寸法の検討について）】

### ①現状の東小天守石垣による検討

古写真に写る東小天守の東面桁行について、現存する石垣天端の長さは14.3mであり、これは47.2尺に相当する。(表の(a))

広島城天守では、実測図から推測すると6.5尺を基準柱間寸法としており、東小天守の桁行が基準柱間の7間相当(=真々寸法で45.5尺)であると仮定すると、石垣の余地は1.7尺であり、柱真～石垣端部の片側の余地は0.85尺となる(表の(b))。これは、大天守の3階壁厚(柱真～外壁面まで)が0.75尺であることから、矛盾なく石垣天端に収まる寸法であり、東小天守の桁行は概ね7間であったと考えて問題ない。

### ②東小天守の古写真の検討

古写真に写る東小天守の東面について、柱位置を特定するものとして、柱から斜め上方に延びる方杖と小屋梁端部を塗籠めたと思われるもの、窓際に存在する柱がある。31は手前樹木の葉にも見えるが、33～34のように半間程度で高窓の両脇を方杖で挟む箇所もあり、31も同様に方杖の可能性が考えられる。36は軒唐破風の中心棟木に相当する菖蒲棟(しょうぶむね)を支持する方杖に見え、37はその脇の菖蒲桁を支持する方杖、35はその反転位置にある方杖で、手前樹木枝の奥に方杖の先端が見える。なお、姫路城小天守の2階北面唐破風のように隣棟間隔の都合上から破風が左右非対称となる場合もあるが、その場合であっても基準柱間は等間寸法としている。38は上部に塗籠めた小屋梁端部らしきものが見える。大天守の梁端部は方杖背面の高さに納まっているため、小屋梁高さの妥当性については断面的に検証が必要である。39は窓脇の柱が想定される位置である。

### ③解析値の検証

古写真では石垣南端の隅柱位置が確認できず、解析が行えない。南端を除き、古写真から想定した柱位置について古写真解析を行い、平面座標にプロットした(31～40)。次に各座標間の延長距離(表の(c))(mm)を算出し、これを尺単位(表の(d))(尺)に換算した。

北(表の右欄)から区間ごとの長さを確認すると(表の(f))、38～40の解析値は概ね1間半(=9.75尺)に近い距離となっており、38が御廊下の入側境の柱筋に位置する可能性が高い。次に、33～38の解析値は70mm程度の誤差を含むものの、概ね3間半(22.75尺)に相当する可能性が高く、33は東廊下と東小天守が接続する入隅の位置に相当する可能性がある。東小天守の南端は解析できないものの、石垣天端遺構の寸法と、①の検討をもとに廊下から南方へ2間相当(13.0尺)の位置に隅柱があると推測できる。

### ④遺構との整合性について

古写真解析では、建物外観からおおよその柱位置を推定しているものの、壁内(大壁)に柱があることや柱幅は7～8寸程度(212～242mm程度)の太さが想定されることから、柱真への換算が難しく、全長の把握から一定程度の区間でまとめた寸法による柱配置の検討を優先的に行った。また、古写真解析自体も100mm程度の誤差を含む場合があるため、今後の発掘調査結果から柱位置を改めて検討し、これらの状況を踏まえた復元平面図を作成する必要がある。今回、古写真では36～37に比べて37～38が長く見えるが、軒唐破風直下の柱間は通常は等間とされていることから、図のような柱配置とした。

## 参考

### ・柱割りの事例

望楼式の場合、従来の書院造建築の方式を踏襲し、基準柱間のなかで平面寸法を決定する事例が多く、石垣上部に立地する場合で、石垣延長に端数が含まれる場合でも、端部で端数を含む柱間を設け、その他は基準柱間を踏襲して柱を配置する事例が多い。

例1 姫路城西小天守の1・2階寸法は、梁間:6.5尺×4間、桁行:6.5尺×3間+8.56尺(ただし、側柱は全体を均等割りに柱配置とする)であり、姫路城乾小天守も同様に基準柱間の整数倍+端数柱間の手法としている。姫路城東小天守は桁行・梁間ともに基準柱間6.5尺の倍数としている。

例2 犬山城天守のように、石垣が顕著な台形平面の場合は、中間に基準柱間とはかけ離れた柱間寸法とする場合があるが、それ以外は例1を基調とした柱間寸法としている。

例3 石垣が著しい台形平面である岡山城天守であっても、側柱筋の矩形部分や身舎部分にあつては、例1と同様の手法で柱を配置している。

### ・軒唐破風の直下の柱割り事例

基本的に左右対称とするため、直下の柱割りは等間割とした。

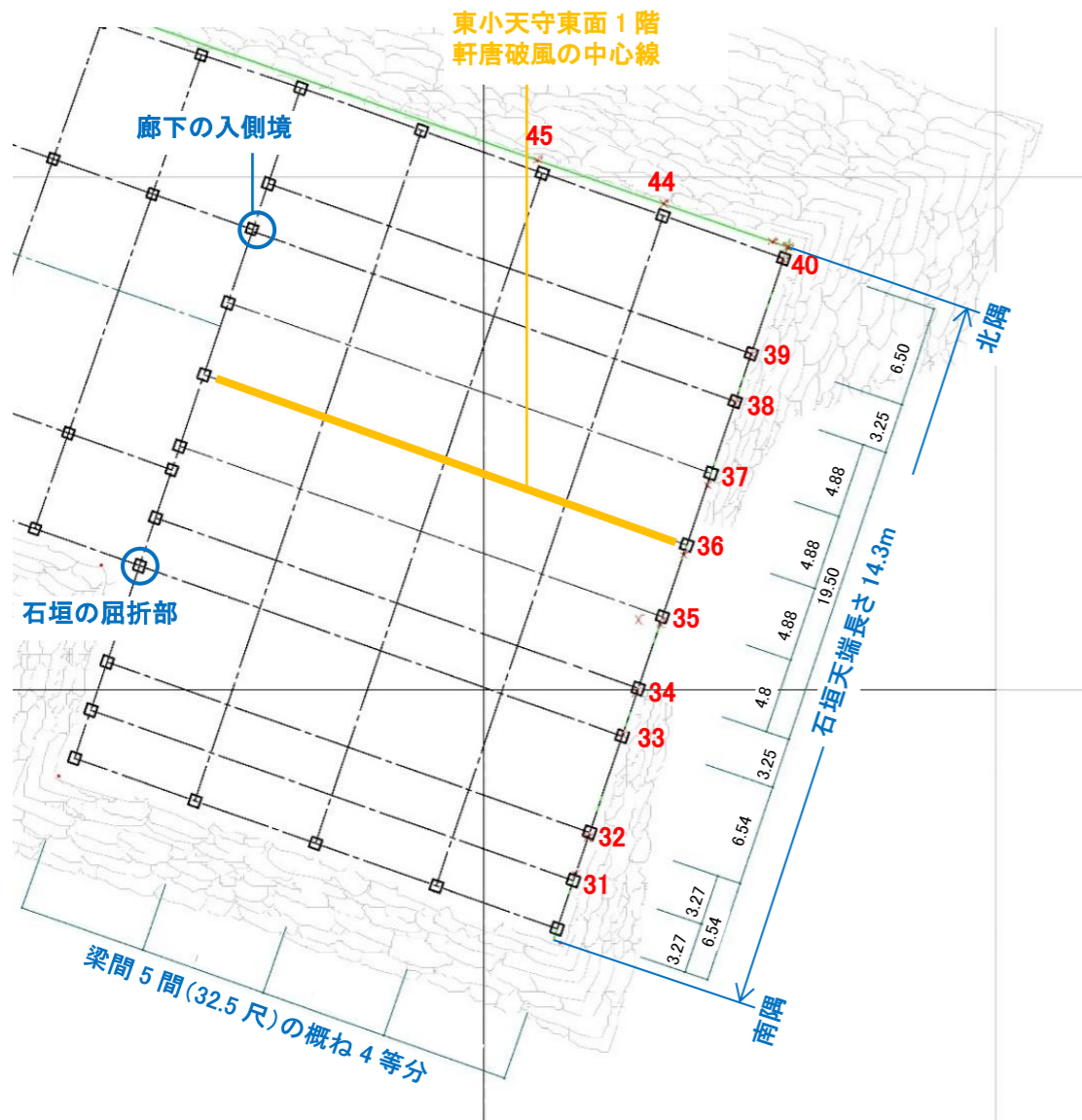
主な事例として(出窓に付属し単体で唐破風を形成するような場合を除く)、姫路城西小天守2階南は28.06尺を等間で割り、4.01尺×7としている。

姫路城乾小天守1階西面、姫路城大天守1階東西面・2階南面・5階南北面・6階南北面、姫路城ヨの渡櫓北面、ホの櫓、彦根城天守2階の西・東面軒唐破風など、多数の事例で柱割りを等間としている。

## 【1階北面窓配置の検討】

古写真から窓開口部の位置を解析した場合、概ね等間隔に配置されており、窓間隔は1階の梁間5間(=32.5尺)を概ね4等分(8.125尺)する位置であることが解析できる。

大天守と廊下の保存図では、突き上げ戸には幅1間の内法を2枚の突き上げ戸に分割する形式のものや、柱を挟んで半間の窓を2つ並べるものがある。古写真によると、東小天守台の東西幅5間のうち3か所の突き上げ戸が開かれており、残りの壁面は少なくとも開かれた窓の延長よりも長い。このことから、開いている突き上げ戸の各幅は1間ではなく半間であり、古写真解析の結果に近似する側柱と窓配置を想定した。



広島城東小天守 1階柱間寸法推定図 (単位:尺)

東小天守 1階付近の拡大「広島旧城」(部分)『大日本全国名所一覽—イタリア公使秘蔵の明治写真帖』平凡社刊より  
 ※31は樹木の枝である可能性がある

解析区間名称	石垣南端	南隅～31	31～32	32～33	33～34	34～35	35～36	36～37	37～38	38～39	39～40 (北隅)	40～石垣北隅	備考
(a)石垣の南北全長	14.3m ( ≒47.2尺 )												
(b)全体想定値	0.85尺	7間 = 基準柱間6.5尺 × 7間 = 45.5尺										0.85尺	参考: 天守3階壁厚: 約7.5寸
(c)解析座標間寸法 (mm)	-	解析できない	754	2119	879	1407	1416	1407	1715	1001	1940	-	
(d)上記の尺換算 (尺)	-	想定: 半間程度	2.49	6.99	2.90	4.64	4.67	4.64	5.66	3.30	6.40	-	
(e)31～40の延長 (尺)	-	想定: 半間程度	41.71									-	南隅～31: 45.5-41.71=3.79尺
(f)区間ごとの長さ (尺)	-	想定: 半間程度	9.48			22.52				9.71		-	
	-	-	2.90			19.62				-		-	
考察	-	想定: 半間程度	1間半=9.75尺 に近似? (想定値と解析値との差82mm)		【33～38】=3間半=22.75尺 に近似、【34～38】=3間=19.5尺に近似 (想定値と解析値との差: 【33～38】70mm、【34～38】36mm)				1間半=9.75尺 に近似 (想定と解析との差12mm)		-		
	-	-	この区間は2間で大きな矛盾は無い? (=13.0尺)			概ね解析値と想定値が近似している							-

▲石垣の屈折部  
(廊下と東小天守の入隅)

▲廊下の入側の境

■: 想定寸法と解析値で誤差が大きな柱間寸法  
(遺構との整合性で判断する必要がある)

【1階腰壁について】

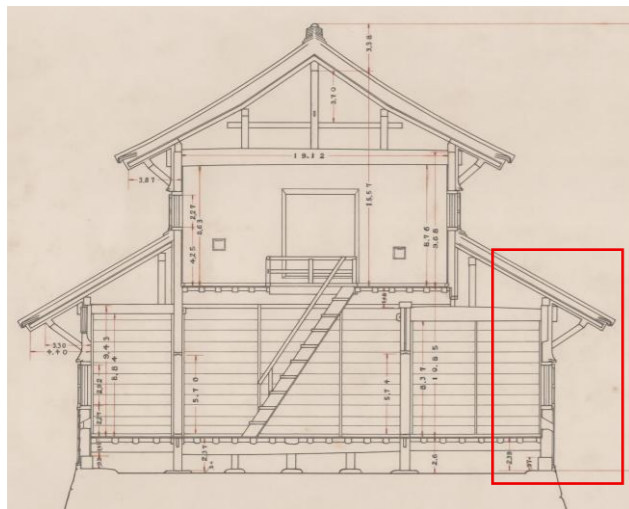
東廊下の梁間断面を用いて東小天守 1 階北面・東面と古写真解析により照合した結果、東小天守の腰板と軒瓦の高さは東廊下の窓上水切り寸法の高さと軒瓦高さにはほぼ一致すること、また、東小天守の北面と東面は西から続く廊下の断面寸法と共通している可能性が高いことを確認した。

東廊下では北面の立面図が無い。水切りと窓の高さの相関関係を整理すると、東廊下の保存図の梁間断面図（これは 2 階建部分の 1 階窓断面が描かれている）に描かれている北面の窓上水切り（図 A の①）は、東立面図に描かれた水切りの端部小口（図 B の①）と同じ高さであり、東廊下東面切断部の下見板上端部の水切り（図 B の②）及び図 D の②）よりもやや高い。東廊下南面下見板の上端部（図 D の④及び図 B の④）は東廊下東面の下見板上端部（前述図 B の②及び図 D の②）よりも低く、同面にある窓下端の水切り（図 B の③及び図 D の③）＝保存図寸法より高さ 6.28 尺よりも高い。これらの高さ関係から④の水切り高さは 7 尺には満たない高さであると推測できる。東廊下梁間断面に描かれた窓上水切り（図 A の①）の高さは、図上の計測では 7.84 尺で、④の水切りより明らかに高く、東小天守の腰壁高さは古写真解析上で①の水切り高さに近似している。

以上のことから、東廊下の腰壁高さと東小天守の腰壁高さととは段差が生じているものと判断した。

【窓と狭間の配置の推定】

窓の配置については、矩形平面となっている大天守の 3 階・4 階を参考として、各階平面の四隅には窓の配置を避け、隅に窓を配置する場合には窓幅を縮小して壁の余地がある配置とした。また、狭間の配置については、大天守と東廊下、各櫓の古写真を参考とし、大天守の窓下には基本的に狭間は設けられていないが、東廊下や古写真の櫓には窓下に狭間が設けられる事例がみられることから、これを参考に狭間を配置した。



広島城東・南廊下断面図(部分) 奈良文化財研究所所蔵

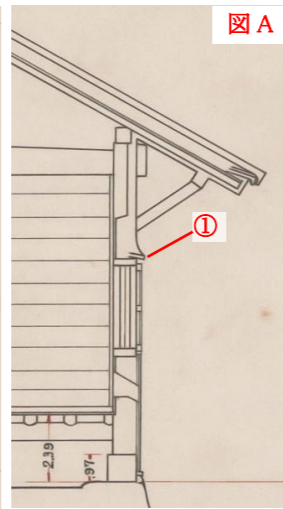
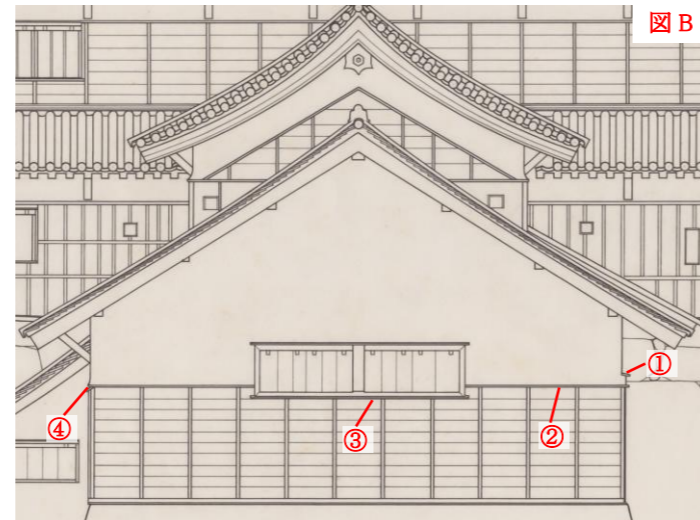
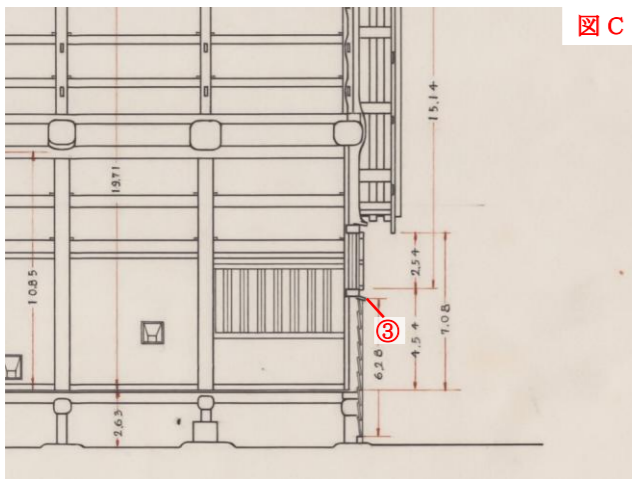


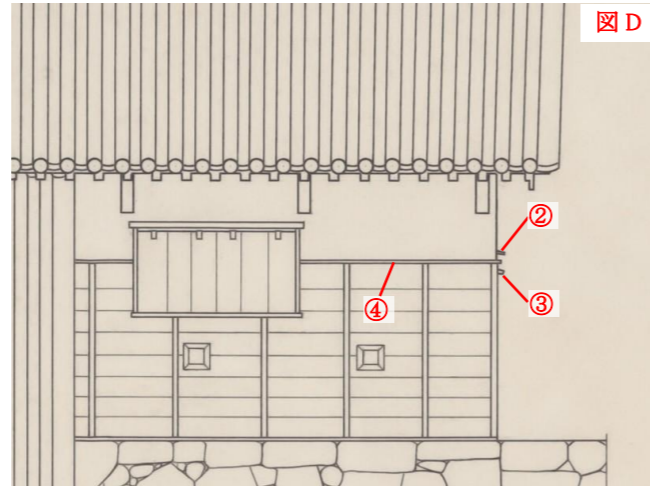
図 A



広島城 東立面図(部分) 奈良文化財研究所所蔵



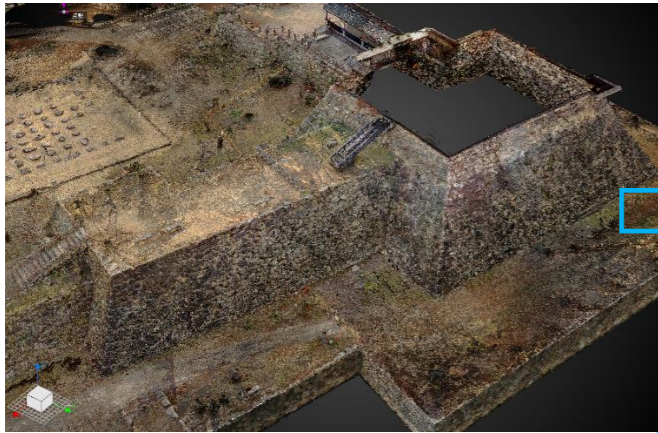
広島城 東西断面図(部分) 奈良文化財研究所所蔵



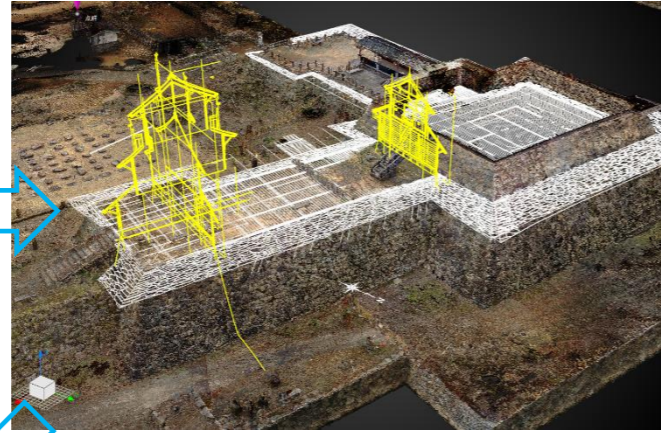
広島城 南立面図(部分) 奈良文化財研究所所蔵

【軒高さの検討】

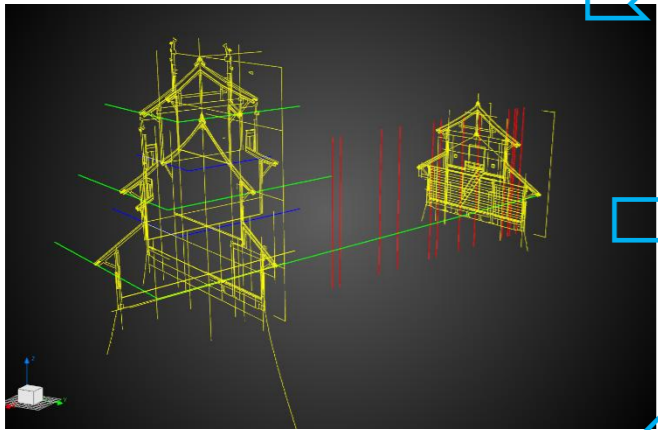
軒出寸法や平面寸法の検討を踏まえ、検討図面と3次元データを重ね合わせて、古写真の視点から東小天守がどのように見えるのかを検証した。平面位置を定めた3重大棟は、古写真と同様に見えるように断面図で棟高を調整し、3重目軒高さは先の検討断面(軒出および屋根勾配)で古写真と同様に見えることを確認した。また、2重目屋根も古写真と同様に見えるように屋根勾配と階高の断面寸法を調整し、2重目妻破風の大棟は古写真上で矛盾の無い位置での見え方になることを確認した。



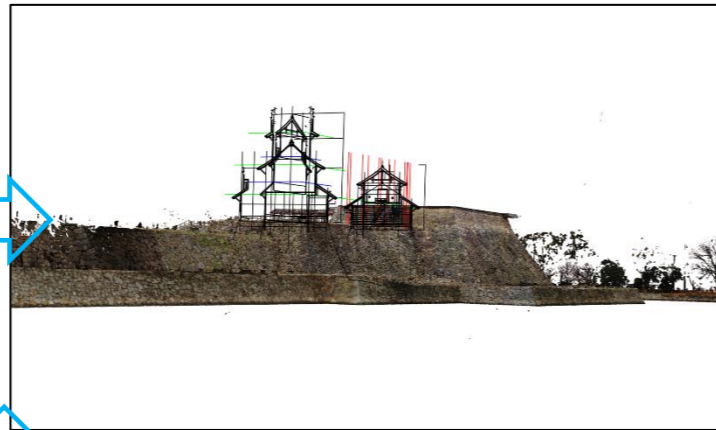
3D 点群データ



3D 点群と検討図面:  
検討図面を3次元データと重ね合わせ



部材の位置の図化:  
配置した図面から軒、窓の位置を図化

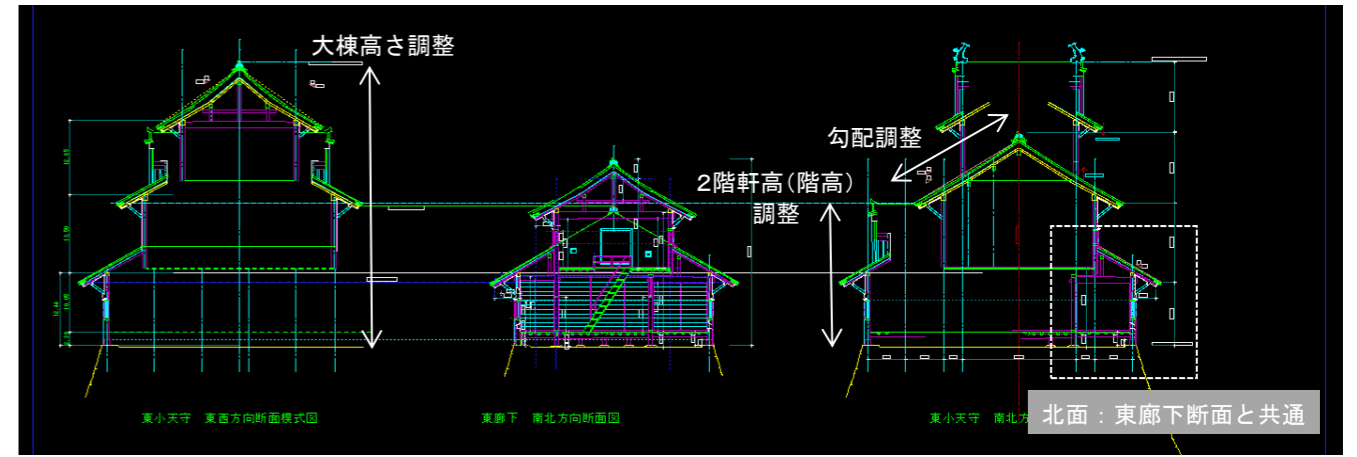


古写真の撮影位置から見た3D データ:図化したラインも含めて古写真撮影位置から3D データを見る

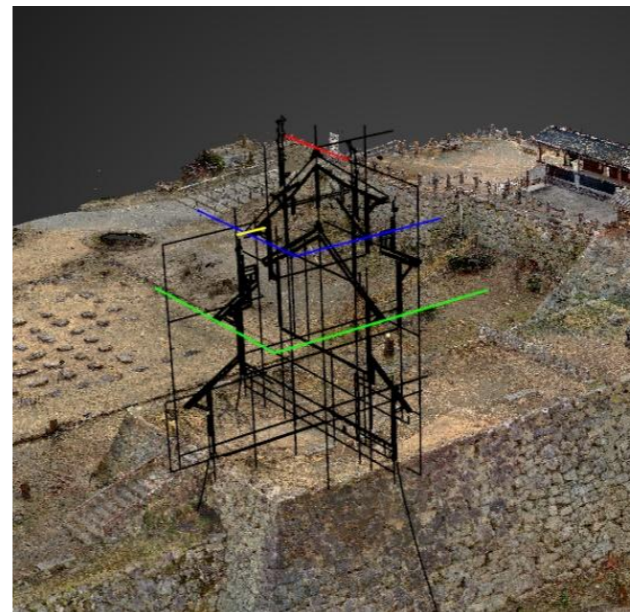
検討図面を3D 配置させ、古写真と同じ撮影位置から見た画像と古写真を重ね合わせた。図化したラインがどのように見えるか確認し、現在の検討値が妥当かどうかを判断する。  
※古写真解析上の誤差も含まれるためおおその位置把握にとどめるものとする

古写真と3D データの重ね合わせ

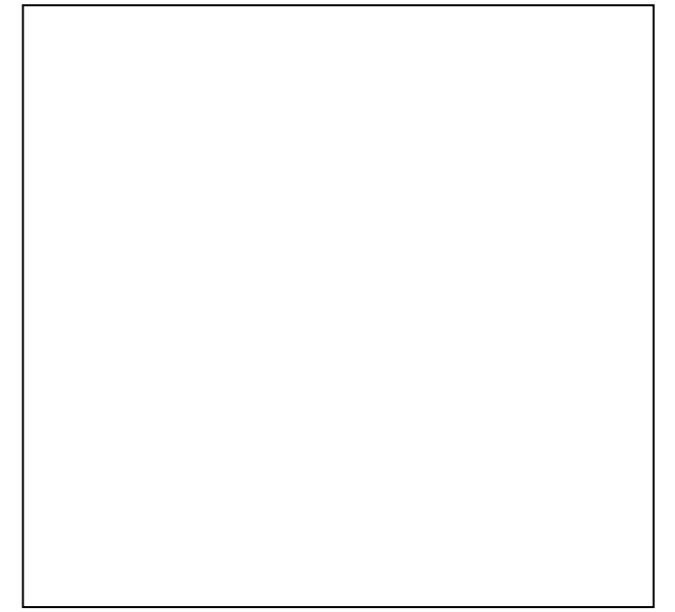
「広島旧城」(部分)『大日本全国名所一覧—イタリア公使秘蔵の明治写真帖』平凡社刊より



検証した古写真上の見え方を踏まえ、検討図面で各部高さの調整を実施



調整した検討図を再度3次元データと重ね合わせ



左データを古写真上に配置  
(これまでの流れを複数回繰り返す)



調整完了後の状況、これを復元図に反映

- :3 重目棟
- :2 重目軒先
- :3 重目軒先
- :2 重目大棟



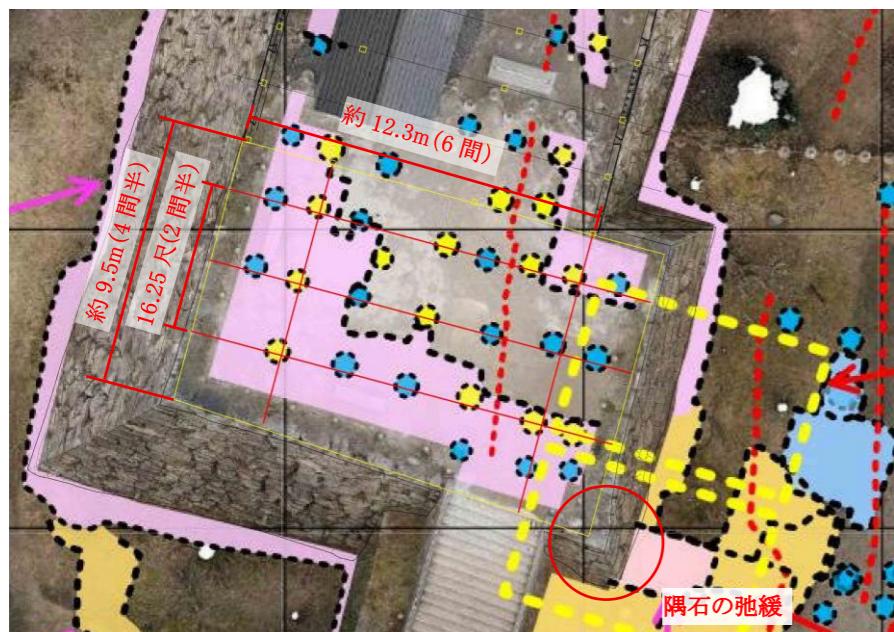
「広島旧城」(部分)  
『大日本全国名所一覧—イタリア公使秘蔵の明治写真帖』平凡社刊より

(8) 南小天守の復元検討

■遺構について

南小天守の石垣は、廊下梁間に接続する東西幅は約 12.3m(柱真々寸法で 39 尺、1 間 6.5 尺として 6 間相当)で、西辺は折れ曲がり箇所から南端までが約 9.5m(柱真々寸法で 29.25 尺、同じく 4 間半相当)となっている。石垣天端の南辺は南東方向に伸びているため大天守 1・2 階平面同様に台形平面となるが、石垣の南東隅は隅石周辺の間詰めが抜け、やや緩んでいるため、天端平面にも影響が及んでいると考えられる。また、南小天守東側の突出した部分(指図に下屋的な一面と注記した範囲)は、現存する石垣積石の状況から積足した部分であるとする説がある。

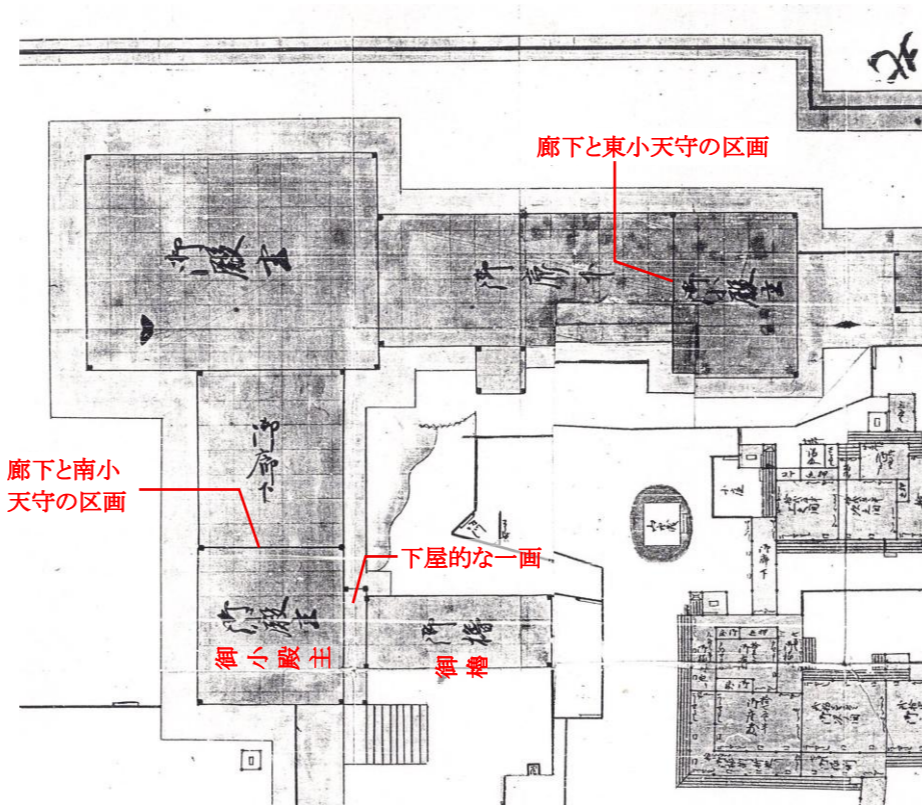
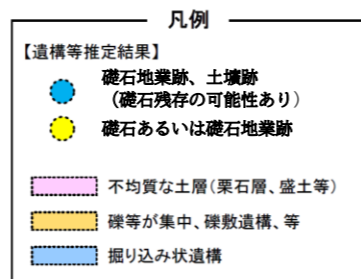
天端平面のレーダ探査では、東西方向に幅 2 間半程度で並列する礎石列に伴う痕跡と考えられるものが確認されている。これは、東廊下身舎の幅 2 間半と共通している。南廊下の保存図から、南廊下にも南北方向を軸とする幅 2 間半の身舎があったと考えられるが、南端石垣にも東西方向を軸とする幅 2 間半の身舎に相当する柱通りがあった可能性がある。



レーダ探査結果  
(R6 年度第4回検討会議資料より抜粋、加筆)



南小天守石垣の東面、南東隅石周辺の状況



「御城指図」(部分)『史跡広島城跡資料集成 第1巻』より

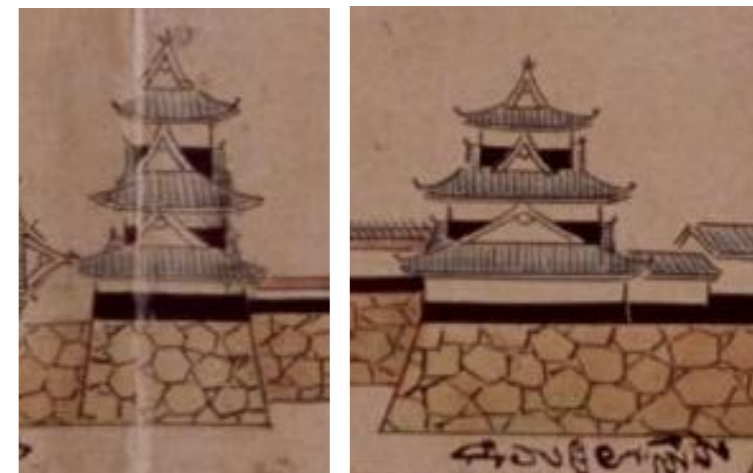
■指図、絵図について

【平面】

「御城指図」(『史跡広島城跡資料集成第1巻』所収)に描かれた南小天守は南北に延びる南廊下の南端に梁間幅が同寸で接続される様子が描かれている。東小天守と同じく廊下と小天守の境界を明記しているが、建築物の構造的区分か室内用途の区分であるのかは不明である。また、南小天守の東側には幅 1 間、南北 4 間半余りの下屋的な一面が接続されていたことが描かれている。さらに、その東には「御櫓」と称する梁間 3 間の櫓が接続される様子が描かれている。

【立面】

正保広島城所絵図(国立公文書館所蔵)では、描法上の都合で南小天守と大天守の間にある南廊下が描かれていない。また、東小天守では軒の各隅にある鳥龕が丁寧に描かれているが、南小天守では 3 重目軒に描かれるのみで、筆致に精緻さを欠いている。さらに、南小天守の立面では破風が 3 重に連なる様子が描かれているが、東小天守との大きな差は、東小天守では 2 重目屋根を明らかな千鳥破風として描かれているが、南小天守の 2 重目屋根は入母屋風に描かれている点にある。ただし、初重から 3 重目まで同じように描かれているため、単に定型化して描かれている可能性がある。



南小天守

東小天守



「正保広島城所絵図」(部分) 国立公文書館所蔵、デジタルアーカイブ ※上が北

## ■南小天守の復元考察

### 【復元形状の推定について】

南小天守は復元根拠が乏しいため、検討内容の大半は推定となる。

石垣の平面形状を見ると、廊下を介して接続する小天守台は東小天守と南小天守のいずれも御殿のある本丸側に折れ曲がる。大天守の南東隅から南東方向に軸線を考えたとき、東小天守と南小天守の構成は線対称の位置関係にある。また、南廊下と東廊下の保存図に記載された各部寸法を検討すると、高さ方向の断面寸法や身舎の両側に入側が想定される平面構成、城外側の入側幅など各部の基幹寸法は両者で類似し、それぞれ一定の規格に基づく類似性を備えていた可能性があることから、東と南の小天守についても同様の性質であったと想定した。

### 【平面形式】

遺構の傾向から、南小天守の1階梁間中央部分には幅2間半の身舎があり、そのまま北に折れ、東廊下の相関関係から想定される南廊下の身舎に接続していたものと考えられる。

指図では南小天守の東側に梁間3間の「御櫓」が接続するが、接続位置を身舎幅に対応する位置で想定すると、指図の位置関係と類似することがわかる。

指図に描かれた1階東面の1間×約4間半の区画は御櫓からの上り口であることを考慮し、土間を想定する。

また、絵図に描かれた南廊下と南小天守の境界線には、東廊下西端の大天守登り口との区画に用いられているような大壁の区画があったと想定した。

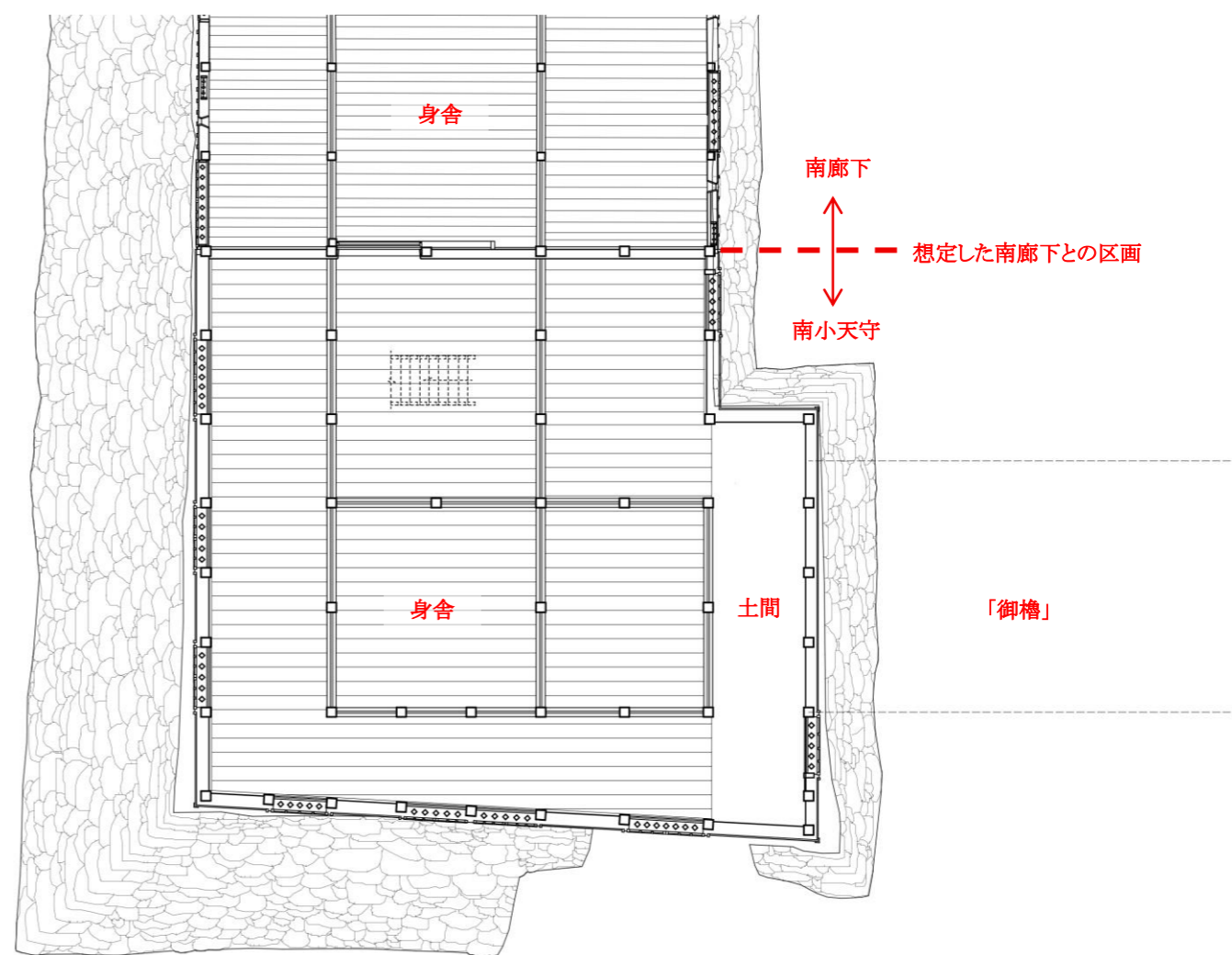
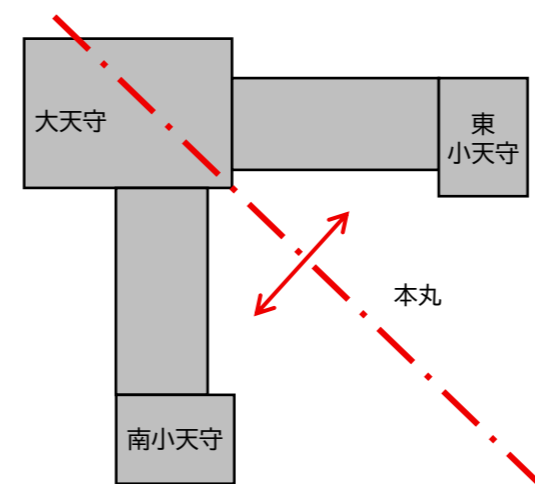
### 【屋根・壁の形式】

東小天守と東廊下の接続では、城外側となる北面の屋根を連続させていると考えられることから、南小天守の城外側となる西側においても南廊下と同じ軒先高さと屋根勾配で連続させていたものと想定した。南廊下の西面屋根勾配は保存図では約4寸1分とされており、大天守の2重目大入母屋の瓦面の勾配は妻側が4寸2分6厘、平側が4寸6厘(いずれも保存図の図上計測による)であり、これらと大差ない寸法となっている。東小天守同様に初重の屋根形式を入母屋と想定すると、大天守の入母屋形状に類似していた可能性がある。軒出は南廊下の西面屋根軒出が3.99尺(柱内面～塗籠垂木下端まで)で、南小天守1階西面の軒出は6.5尺/6枝×3.5≒3.79尺(柱真～茅負外下角迄)と想定した。

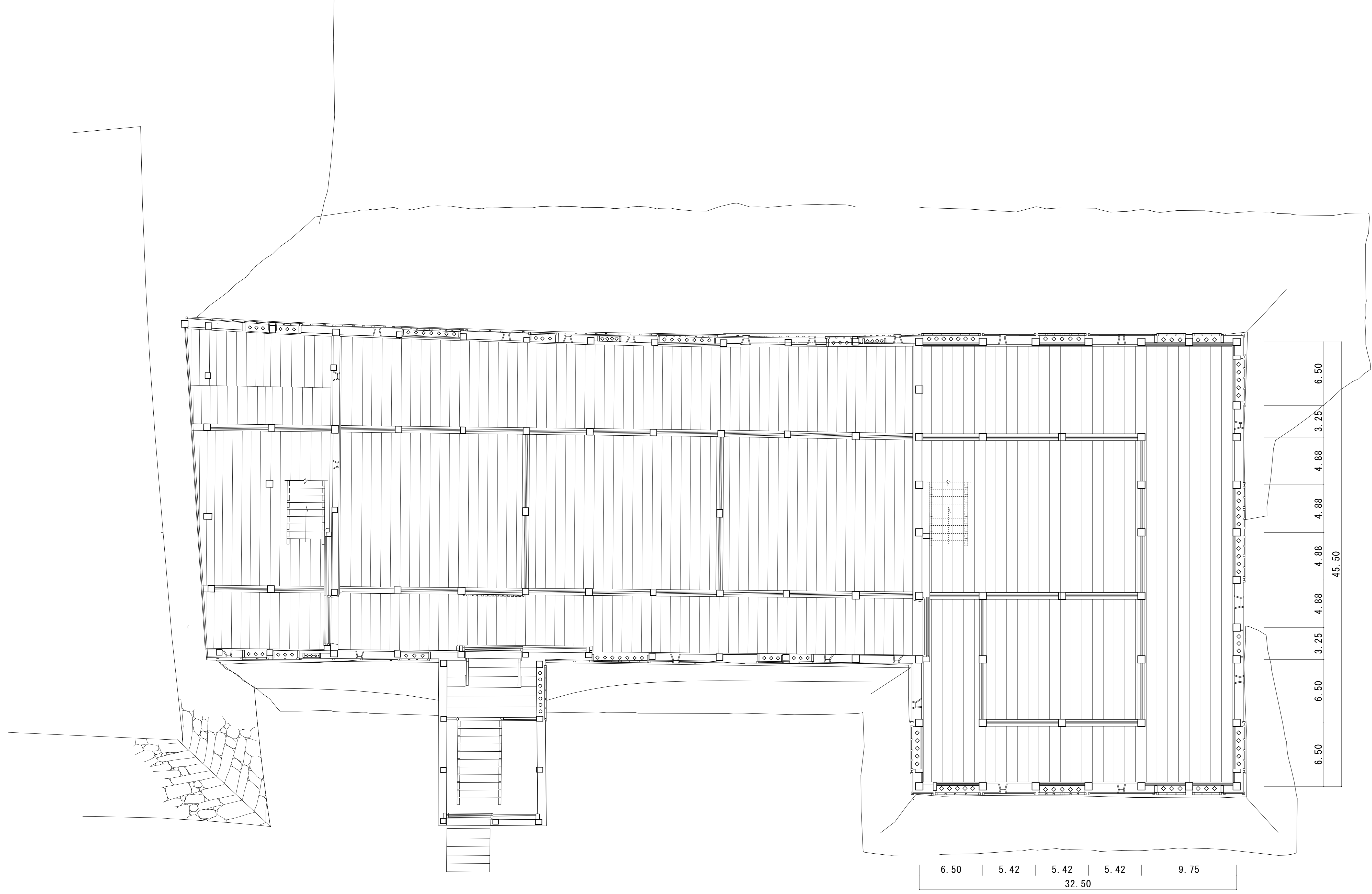
2重目、3重目は初重からの通減寸法を考慮しつつ、東小天守と同形式の平面を想定した。初重の屋根南面は台形平面のため大天守南面2重目屋根と同じような納まりとなるため、千鳥破風を設けて高さ調整を行うことを想定した。

また、西面は東小天守の北面に合わせて、大型の千鳥破風を1基設けた。

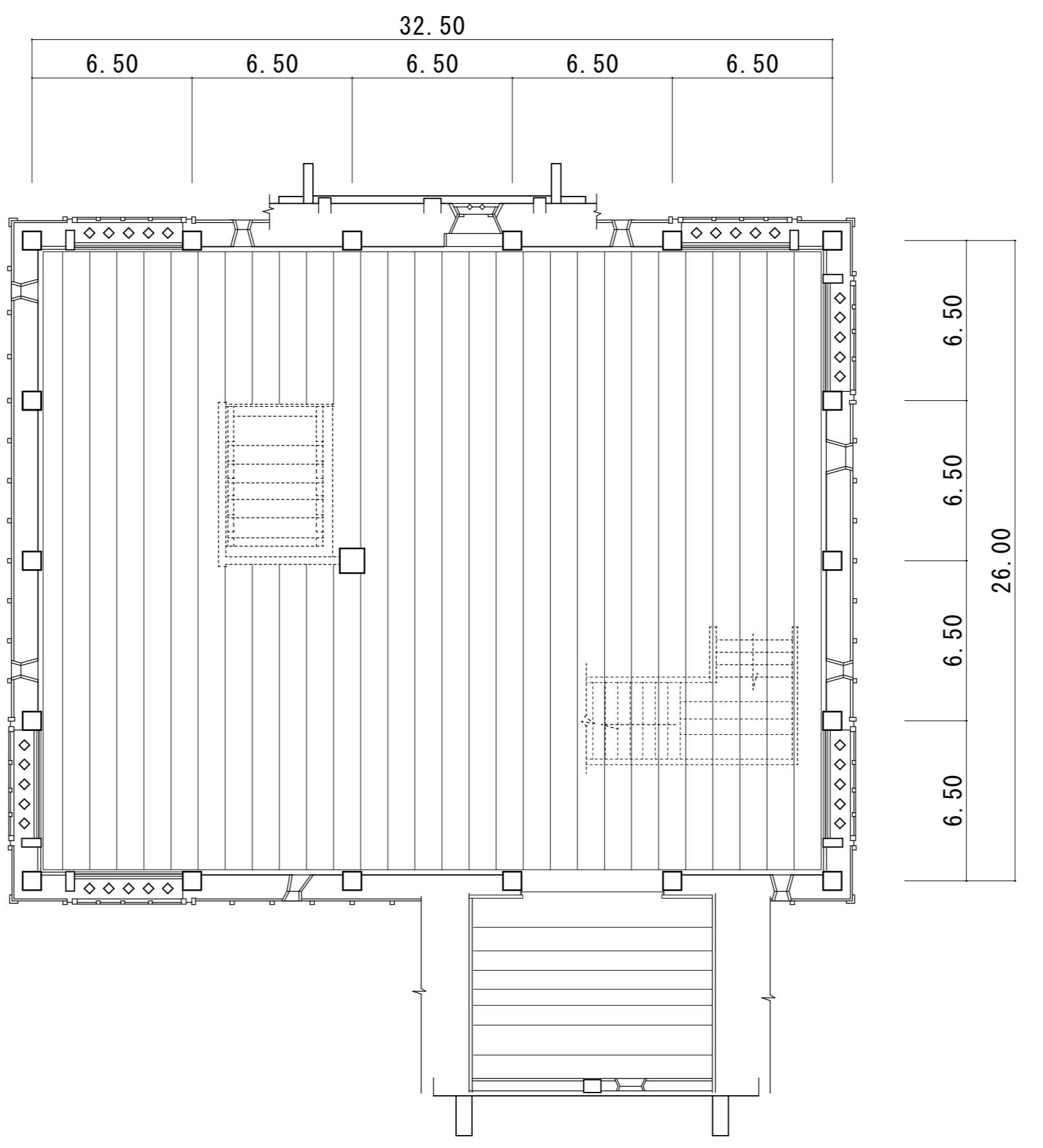
さらに、壁は東小天守と同形式を想定し、初重は前面を羽目板張り、2重目・3重目は下見板張りとした。



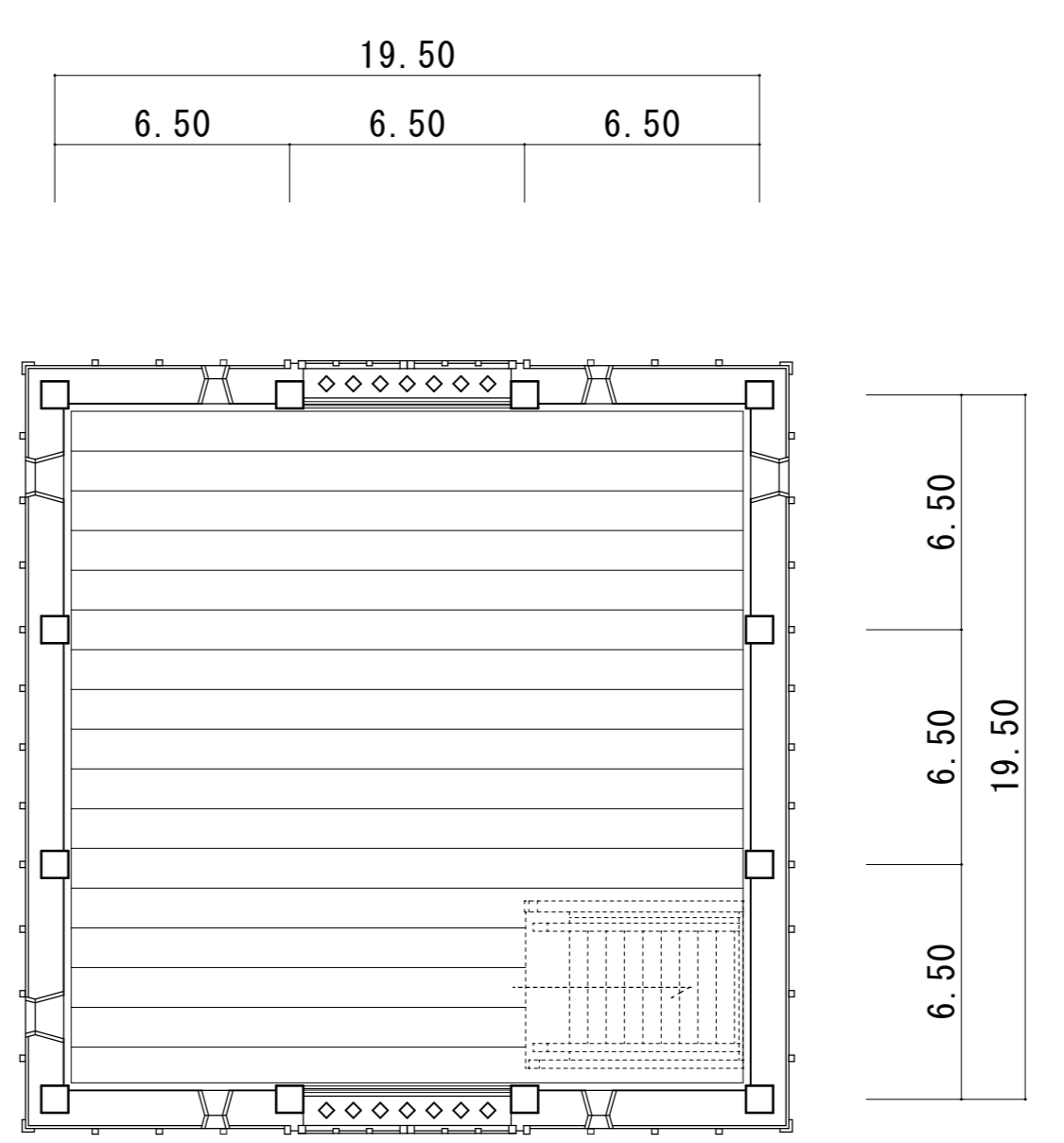
南小天守 復元平面図



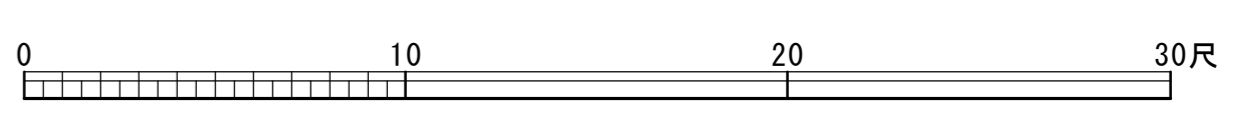
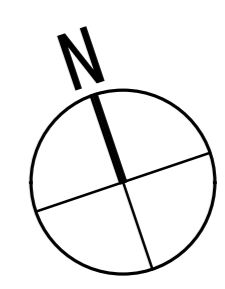
1階平面図

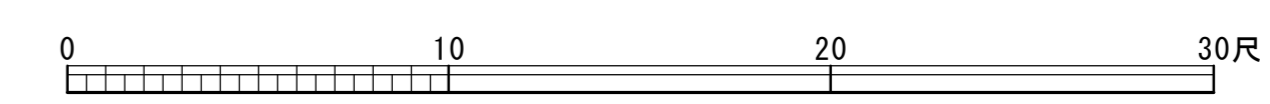
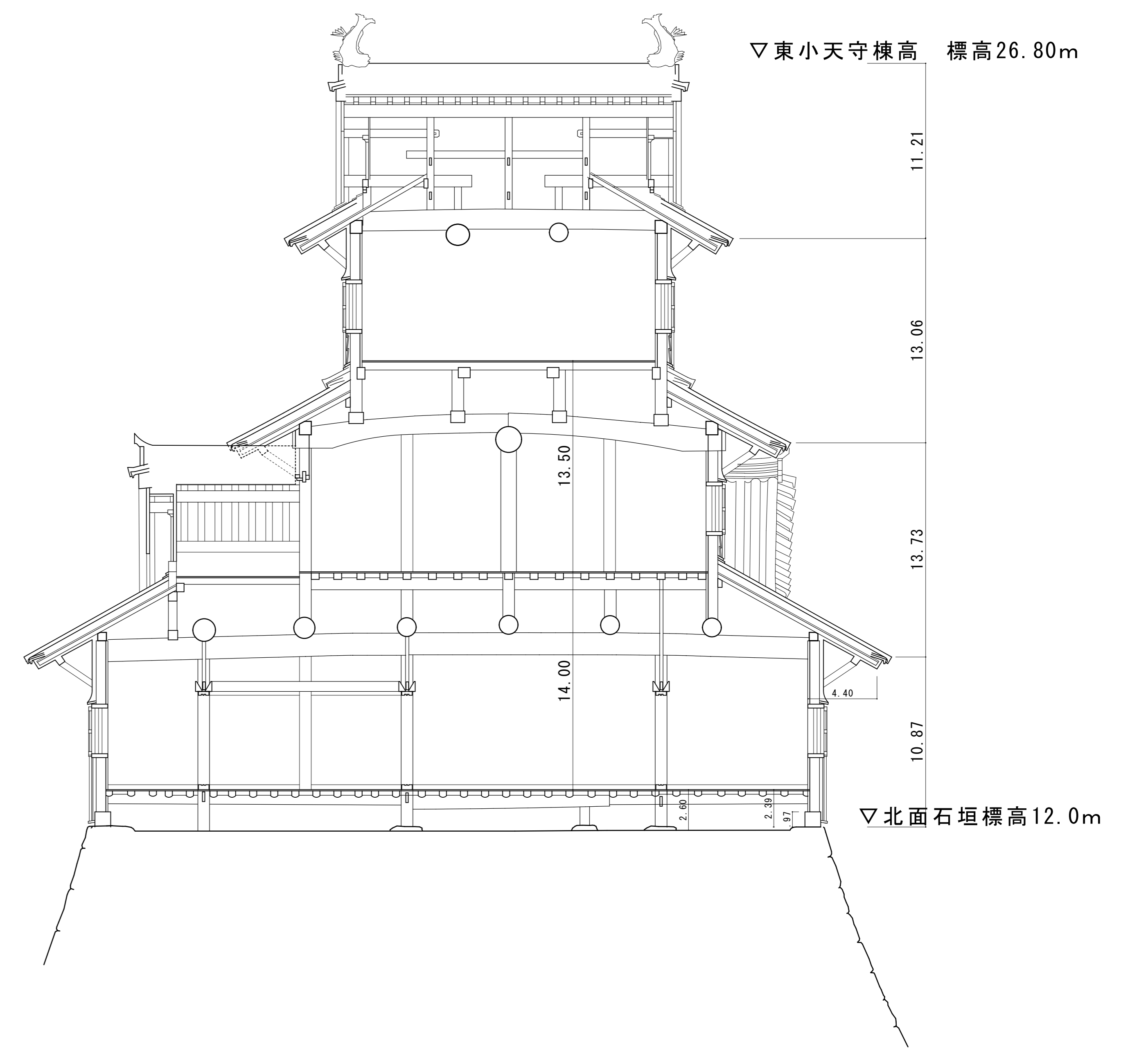
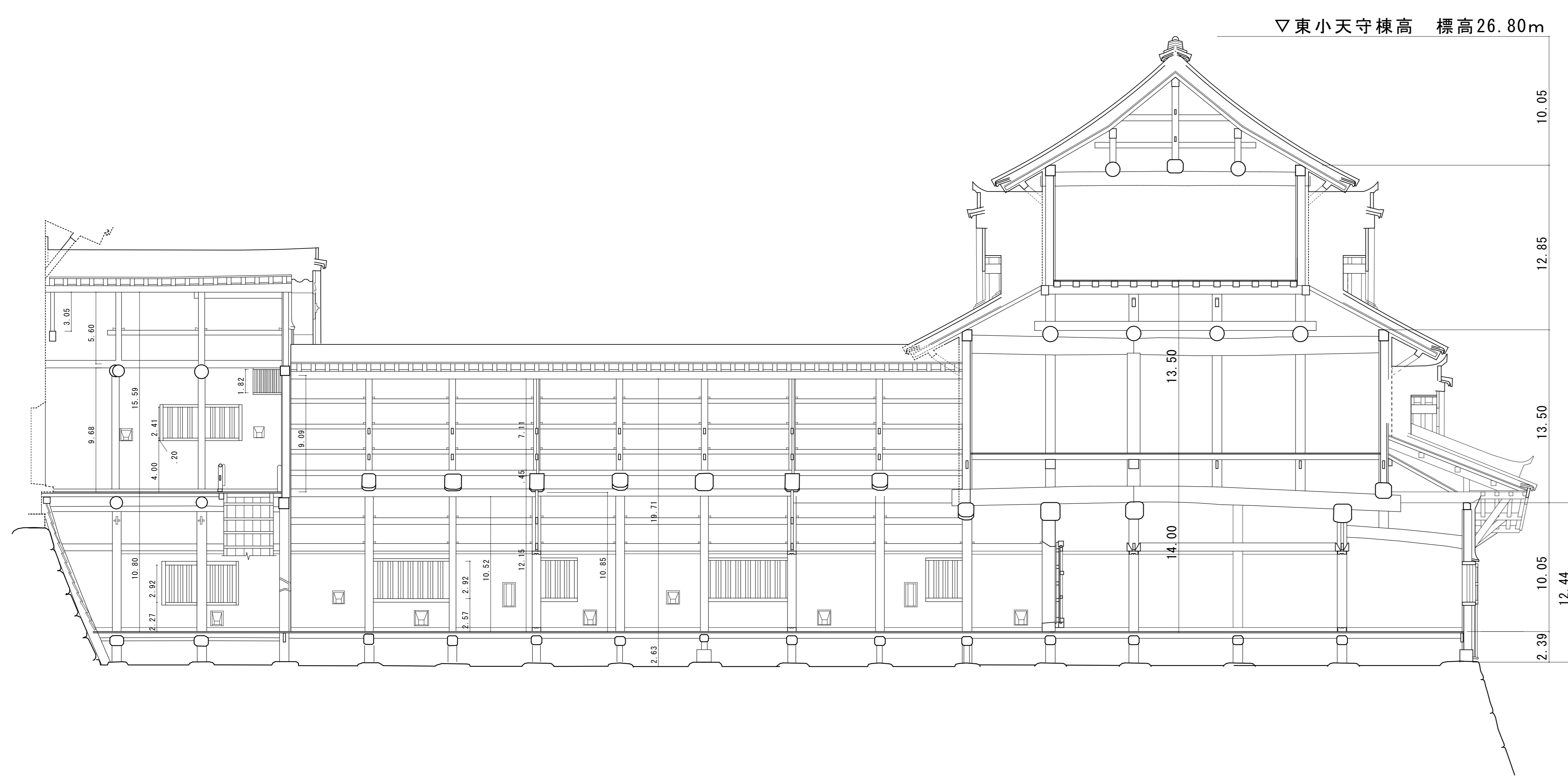


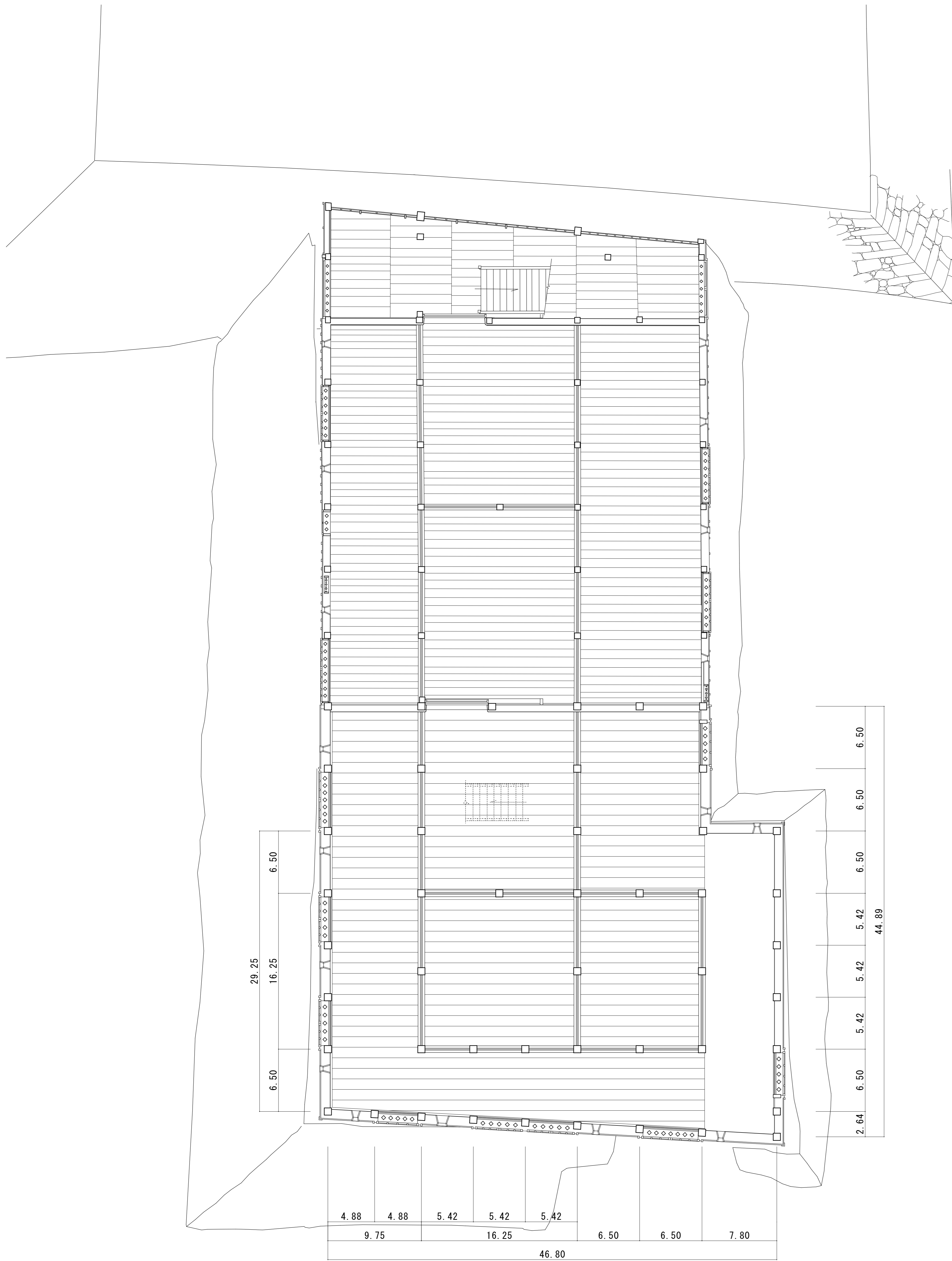
2階平面図



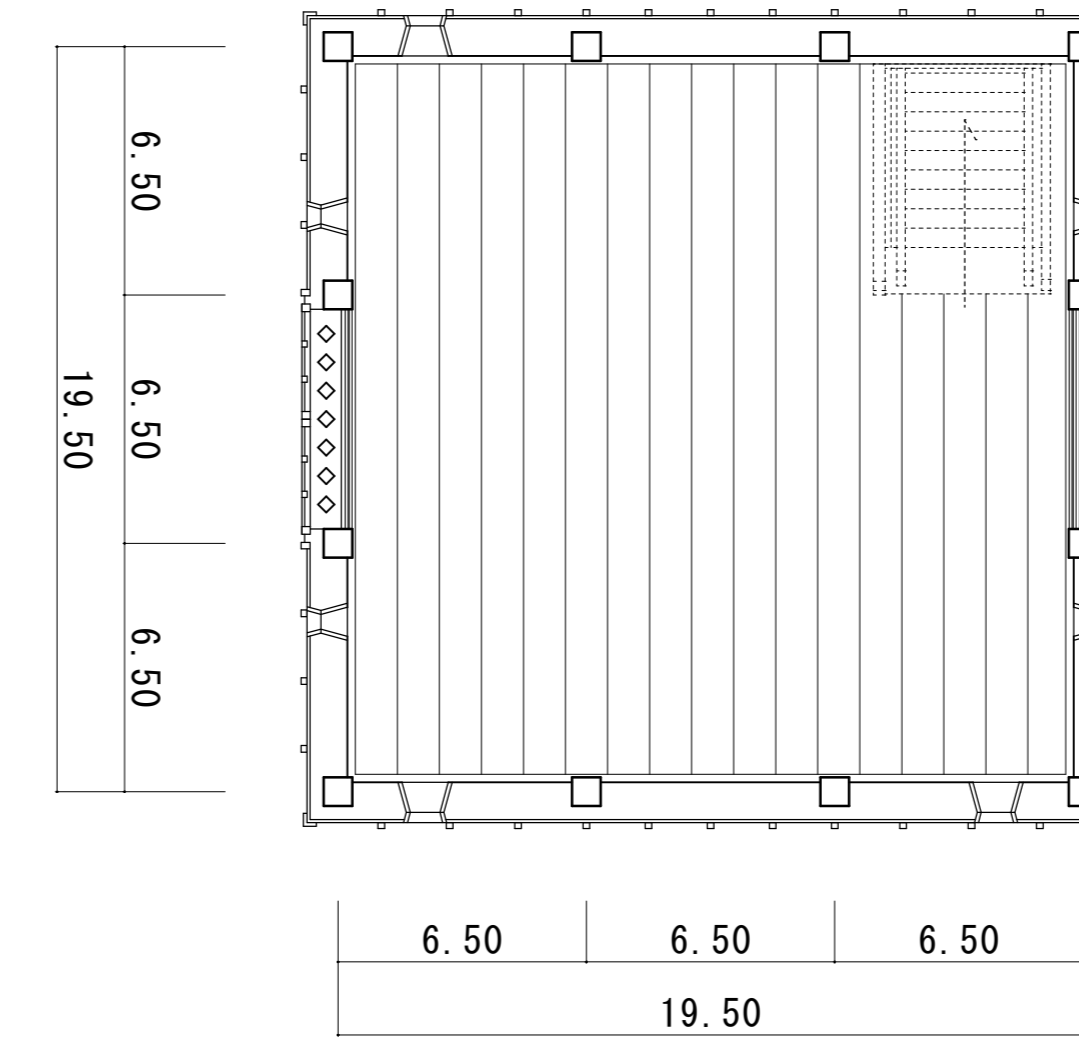
3階平面図



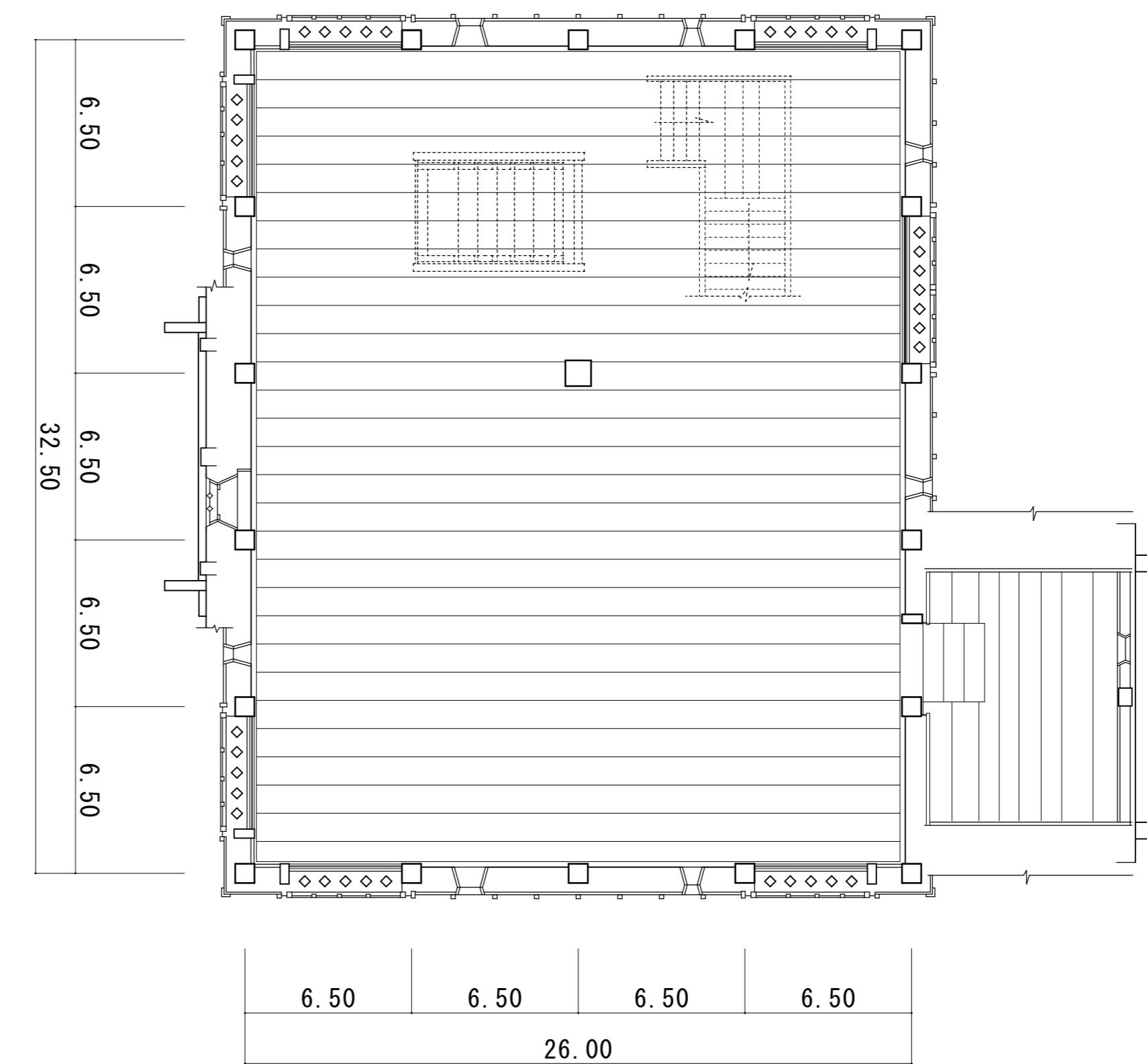




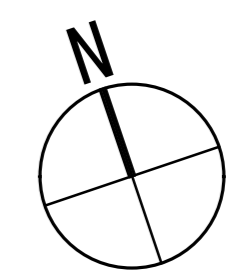
1階平面図



3階平面図



2階平面図



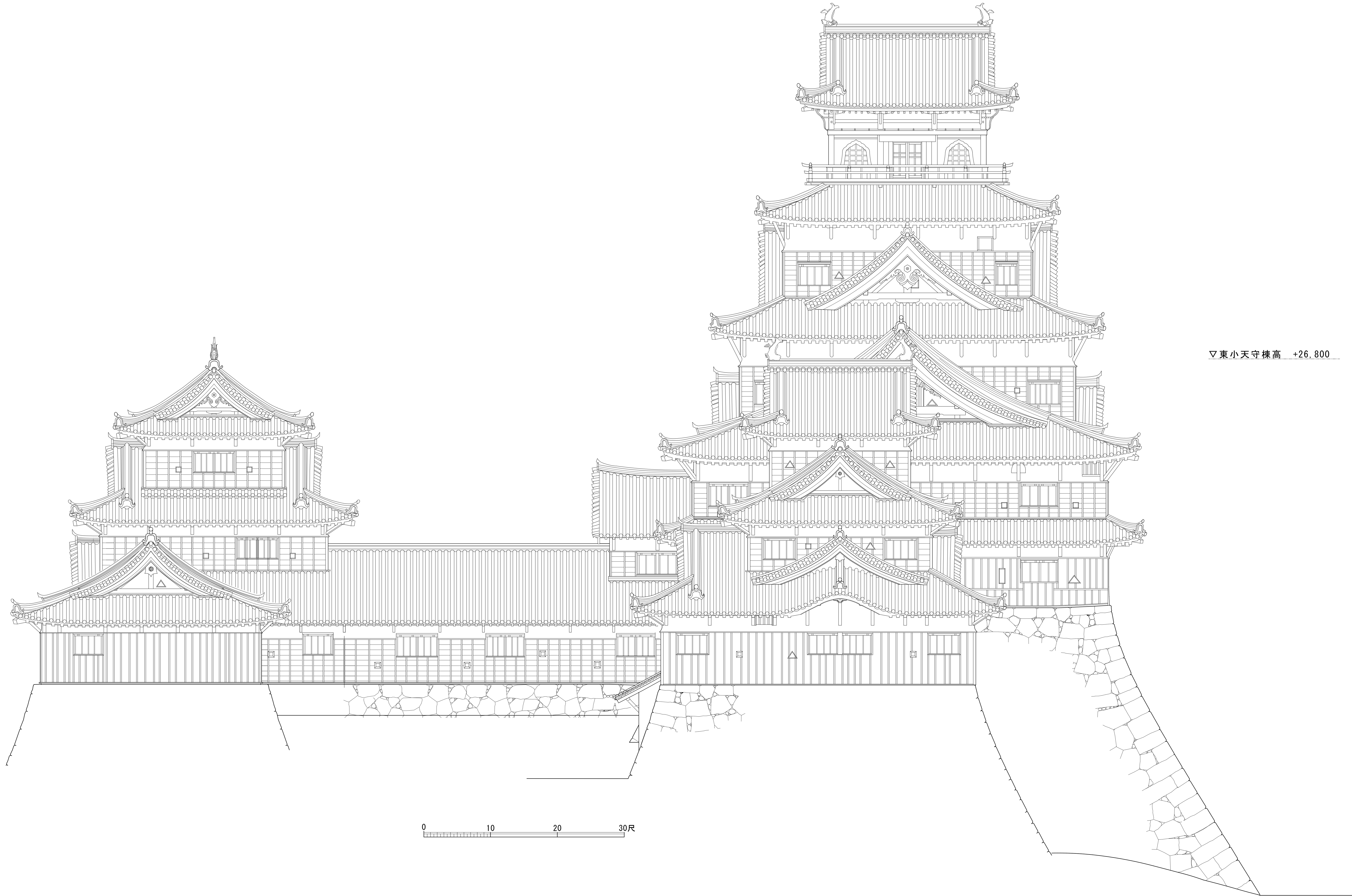
▽大天守棟高 標高 +41.733

▽南小天守棟高 +26.830

▽東小天守棟高 +26.800

▽大天守石垣天端 +15.210

▽南小天守石垣天端 +12.030  
△東小天守石垣天端 +11.930



▽大天守棟高 標高 +41.733

▽南小天守棟高 +26.830

▽東小天守棟高 +26.800

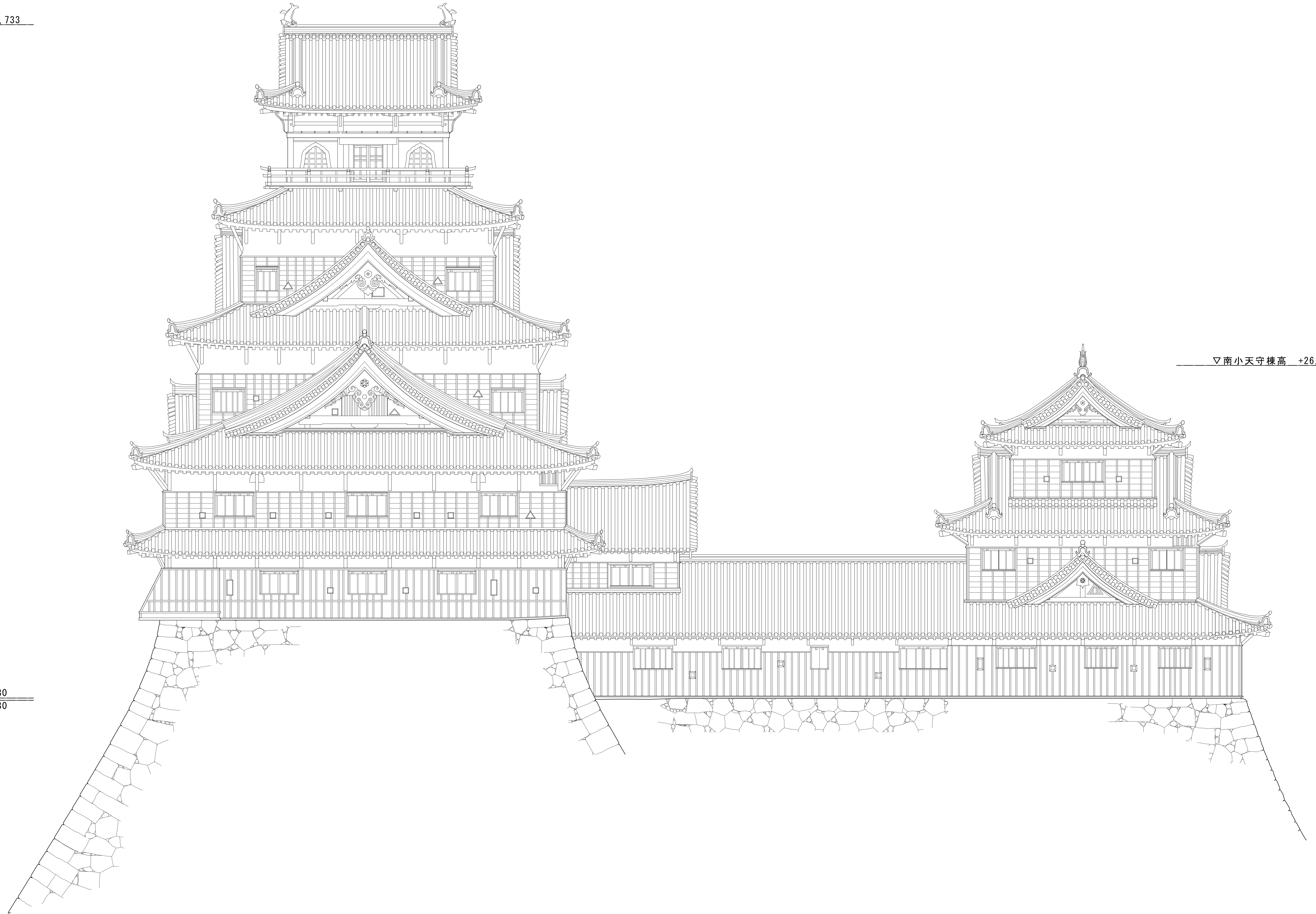
▽大天守石垣天端 +15.210

▽南小天守石垣天端 +12.030  
△東小天守石垣天端 +11.930

0 10 20 30尺

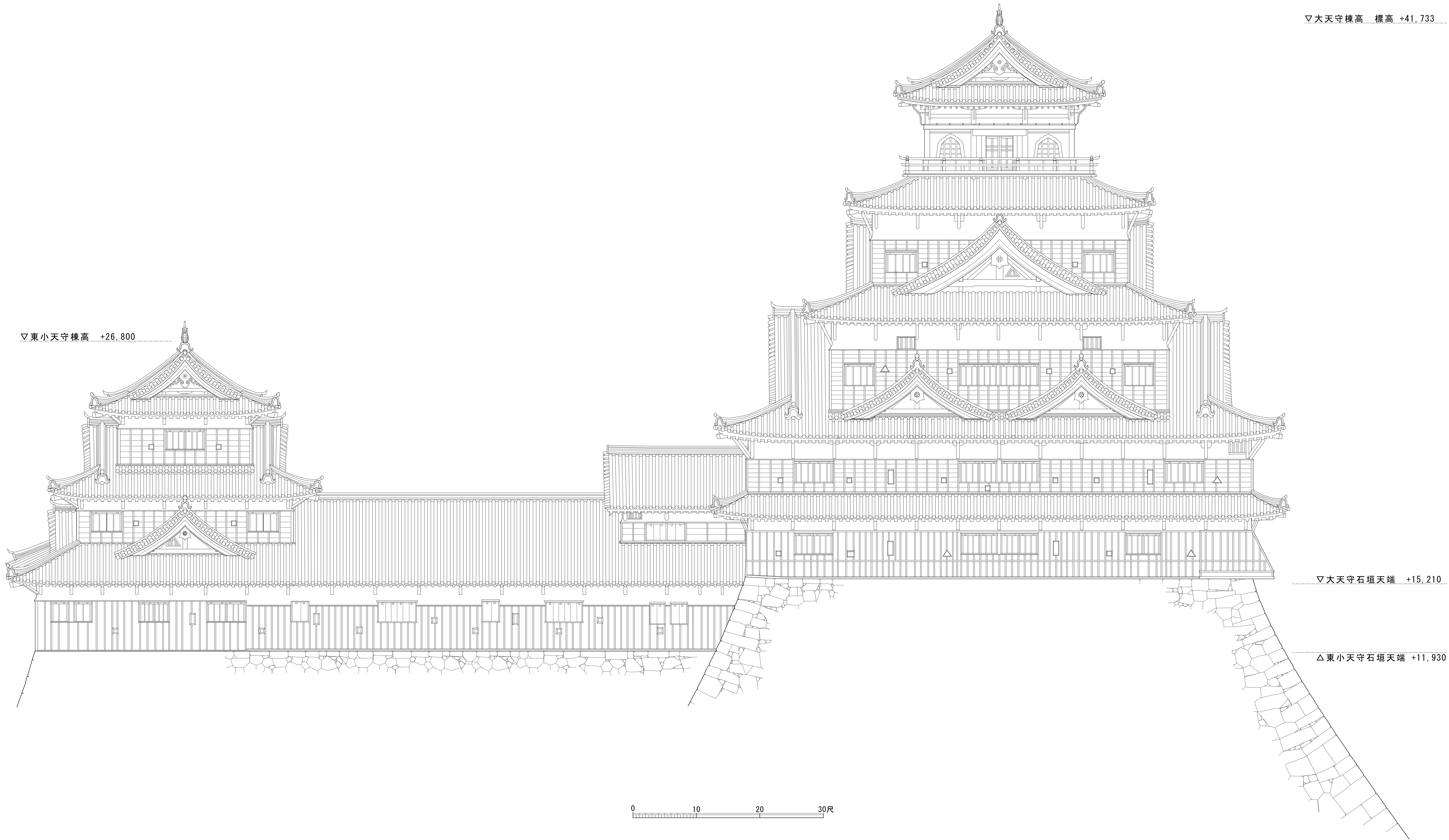
復元南立面図

▽大天守棟高 標高 +41,733



▽南小天守棟高 +26,830

▽南小天守石垣天端 +12,030  
△東小天守石垣天端 +11,930



復元北立面図

## 2. 建築基準法、消防法、バリアフリー法等への対応に係る検討

天守群の復元等において、その意匠や構造、機能等の検討に欠かせない建築基準法、消防法、バリアフリー法等への対応に係る検討を行う。

### (1) 建築基準法

#### 【基本方針等】

天守群の復元等に当たっては、建築基準法上の構造や避難等に関する規定に抵触することが考えられるが、史実に基づいた復元等を行うため、これらの規定に適合させることが困難となる場合は、建築物の安全性が確保できる範囲で、建築基準法第三条第1項第四号に該当する建築物とすることを基本とする。

#### 建築基準法 第三条（適用の除外）（抜粋）

この法律並びにこれに基づく命令及び条例の規定は、次の各号のいずれかに該当する建築物については、適用しない。

- 一 文化財保護法（昭和二十五年法律第二百四号）の規定によつて国宝、重要文化財、重要有形民俗文化財、特別史跡名勝天然記念物又は史跡名勝天然記念物として指定され、又は仮指定された建築物
- 二 旧重要美術品等の保存に関する法律（昭和八年法律第四十三号）の規定によつて重要美術品等として認定された建築物
- 三 文化財保護法第百八十二条第二項の条例その他の条例の定めるところにより現状変更の規制及び保存のための措置が講じられている建築物（次号において「保存建築物」という。）であつて、特定行政庁が建築審査会の同意を得て指定したもの
- 四 第一号若しくは第二号に掲げる建築物又は保存建築物であつたものの原形を再現する建築物で、特定行政庁が建築審査会の同意を得てその原形の再現がやむを得ないと認めたもの

#### 【建築基準法上の用途の設定】

復元天守について、内部の構造や機能など復元した建物そのものを空間体験できる展示物として見学し、史跡への理解を深める場とすることを想定し、建築基準法上の用途を「博物館」として検討を行う。

#### 【建築基準法各条項への適合状況】

復元原案に対する建築基準法各条項への適合状況を整理する（主な不適合条項は以下のとおり）。

##### 法 20 条（構造耐力）

使用が考えられる土壁の材料強度と木軸部材の接合部（継手・仕口）の仕様が規定に適合しない。

##### 法 26 条（防火壁）

延べ面積 1,000 m<sup>2</sup>毎に区画する防火壁が設置されていない。

##### 法 27 条（耐火建築物等としなければならない特殊建築物）

3階以上の階を「博物館」の用途に供するため、耐火建築物としなければならないが、耐火建築物ではない。

##### 法 28 条 2 項（居室の換気）

換気のために有効な開口部及び換気設備が設置されていない。

##### 令 23 条（階段及びその踊場の幅並びに階段の蹴上げ及び踏面の寸法）

基準を満たす階段が設置されていない。

##### 令 112 条（防火区画）

面積区画（耐火建築物で通常 1,500 m<sup>2</sup>毎）、竪穴区画（3階以上に居室がある場合）が形成されていない。

##### 令 113 条（木造等の建築物の防火壁及び防火床）

延べ面積 1,000 m<sup>2</sup>毎に区画する防火壁又は防火床が設置されていない。

##### 令 114 条（建築物の界壁、間仕切壁及び隔壁）

桁行間隔 12m以内ごとの小屋裏隔壁、又は小屋裏直下の強化天井の設置がされていない。

##### 令 120 条（直通階段の設置）

基準を満たす直通階段が設置されていない。

##### 令 121 条（2以上の直通階段を設ける場合）

基準を満たす2以上の直通階段が設置されていない。

##### 令 122 条（避難階段の設置）

基準を満たす避難階段が設置されていない。

##### 令 126 条の 2（排煙設備の設置）

排煙のために有効な開口部及び排煙設備が設置されていない。

##### 令 126 条の 4（非常用の照明装置の設置）

居室、廊下、階段などに必要な非常用の照明装置が設置されていない。

##### 令 126 条の 6（非常用の進入口の設置）

3階以上の階に必要な非常用の進入口が設置されていない。

##### 令 128 条の 5（特殊建築物等の内装）

居室、廊下、階段などの壁及び天井の室内の仕上げに燃えにくくなる材料を使用するなどの制限を受けるが、適合していない。

#### 【不適合条項への対応について】

不適合条項のうち、一部の条項については、復元天守の構造上の安全性の担保や運用の観点から、これに適合するよう復元原案を改変するなどの対応が考えられる。その対応案については、以下のとおり。

##### 法 20 条（構造耐力）

復元原案を基に、構造設計を行い、時刻歴応答解析による構造性能評価を取得する。

##### 令 23 条（階段及びその踊場の幅並びに階段の蹴上げ及び踏面の寸法）及び令 120 条（直通階段の設置）

復元原案を基に、建物内の動線とともに木軸構造部材を考慮した上で、規定の寸法を満たす直通階段を計画する。

##### 令 126 条の 4（非常用の照明装置の設置）

復元原案を基に、非常用照明設備の構造基準を満たす照明装置を設置する。

そのほかの不適合条項については、天守群の復元等に当たって、適合させることが難しいため、建築基準法の適用除外を受ける必要がある。

## 【建築基準法の適用除外を受ける場合における必要な安全性の確保について】

建築基準法の適用除外を受ける場合であっても、復元天守が社会的な存在である以上は社会に与える影響を考え、安全上、防火上及び衛生上支障がない構造にする必要がある。

以下、それぞれの考え方と復元天守における対応案について検討を行う。

### ◇安全上支障がない構造

#### ○構造安全性

(考え方)

復元天守の構造安全性の検討に当たっては、構法、利用形態、維持管理条件、周辺環境等に応じて適切な構造安全性の判断基準を設定し、構造計算又は実験によってその基準を満たすことを確認する。

(対応案)

- ・復元天守の材料、構法について、建築基準法の適合性を確認する。
- ・不適合の材料について、実験により性能を確認する。
- ・不適合の構法について、実験または構造計算により性能を確認する。
- ・材料及び構法の妥当性について、第三者の評価を受ける。

#### ○避難安全の確保

(考え方)

外部への開放性の度合いにより、屋外への避難が容易であることを評価した上で、その用途、規模等に応じて避難安全性が確保されていることを確認する。

(対応案)

- ・迅速に避難できるように、2方向以上の避難経路を確保する。
- ・内部の見学のための順路を設定する場合、その順路から緊急時に避難できる経路を適切に設定するとともに、避難経路を分かりやすく標示する。
- ・建物の管理者により一定数以上の見学者の入場制限を行う。

#### ○その他工事中の安全対策について

工事エリアと一般エリアは仮囲いで明確に区分し、一般エリアの安全を確実に確保する。

### ◇防火上支障がない構造

#### ○出火防止

(考え方)

復元天守の敷地内及び建物内では、出火原因となる行為等を極力制限するとともに、出火原因となる行為等が行われる場合においては、極力出火の可能性を低くするとともに、出火の想定される場所では火災拡大を防止する措置が講じられていることを確認する。

(対応案)

- ・敷地内・建物内において、原則、裸火の使用を禁止する。
- ・建物内を禁煙にするとともに、建物周辺の禁煙エリアを指定する。
- ・放火防止のため、人感センサーや炎感知器による機械警備や人的な巡回警備体制の整備を行う。
- ・消防法で設置が義務付けられた消防用設備に加え、スプリンクラー等を任意で設置する。

#### ○近隣への延焼防止

(考え方)

復元天守が火災になった場合を想定し、近隣建築物への延焼を防止する措置を講ずる必要がある。その際、屋根、外壁等の防火性能を向上させる、隣接建築物との距離を保つ、消火設備を活用する等により必要な延焼防止性能が確保されていることを確認する。

(対応案)

- ・近隣建築物とは十分な距離があるため、近隣建築物への延焼のおそれは少ないと考える。
- ・適切な消火設備を設置し、それらを使用して有効に消火することにより、一定規模以上の火災とならないようにする。

#### ○消防活動の確保

(考え方)

復元天守が立地している街区全体の状況も考慮して、十分な消防活動が確保されていることを確認する。

(対応案)

所轄の消防署と協議を行い、消防活動内容の確認を行う。必要に応じて管理者が消防計画の作成・更新を行うようにする。

### ◇衛生上支障がない構造

#### ○通風・採光の確保

(考え方)

快適で健康的な建物内環境とするため、その用途、規模等に応じて通風・採光が確保されていることを確認する。

(対応案)

各階にある外部開口部について、通風と採光が確保できるような構造で計画する。

## 【今後の課題等】

今後、復元天守の活用方法等を確定した上で、基本設計・実施設計時等において、上記観点を踏まえた具体的な復元計画案を作成する必要がある。

## (2) 消防法

### 【基本方針等】

消防法には、建築基準法のように適用を除外する規定がなく、各規定に基づく建築物とする必要がある。

### 【消防法上の用途の設定】

建築基準法上の用途同様、「博物館」として検討を行う。

### 【必要な消防用設備等】

復元天守の防火対象物としての用途や規模から、消防法及び広島市火災予防条例において設置が義務付けられる主な消防用設備等は以下のとおり。

- ・ 消火器具
- ・ 屋内消火栓設備
- ・ 自動火災報知設備（スプリンクラー等の一定の設備がある部分は設置免除）
- ・ 消防機関へ通報する火災報知設備（電話設備があれば免除）
- ・ 避難器具
- ・ 避難口誘導灯、通路誘導灯（消防法上の無窓階に設置）

なお、スプリンクラー設備については、広島市火災予防条例より地階又は無窓階で主たる用途に供する部分の床面積が 2,000 m<sup>2</sup>以上の場合、設置義務が生じる。今回復元原案では床面積は約 1,772 m<sup>2</sup>のため、設置義務はない。

### 【復元原案における消防用設備等の設置案】

図 2-1～図 2-6 に消防用設備等の設置案を示す。この設置案は復元原案を基に検討している案であり、今後、具体的な復元計画案の策定段階で、水源の確保なども含め、調整する必要がある。また、設置検討に当たり、前述の設置が義務付けられている主な消火用設備等は以下のとおり。

- ・ 消火器具：それぞれ 1 の消火器具に至る歩行距離が 20m以下となるように配置
- ・ 屋内消火栓設備：階の各部分への水平距離が 25m以内となるように配置
- ・ 自動火災報知設備（地区音響装置）：階の各部分から 1 の地区音響装置までの水平距離が 25m以下となるように配置
- ・ 自動火災報知設備（発信機）：階の各部分から 1 の発信機までの歩行距離が 50m以下となるように配置
- ・ 消防機関へ通報する火災報知設備（電話設備があれば免除）：電話設備の設置を前提とし免除
- ・ 避難器具：避難はしごを配置
- ・ 避難口誘導灯、通路誘導灯（消防法上の無窓階に設置）：各階を消防法上の無窓階として配置

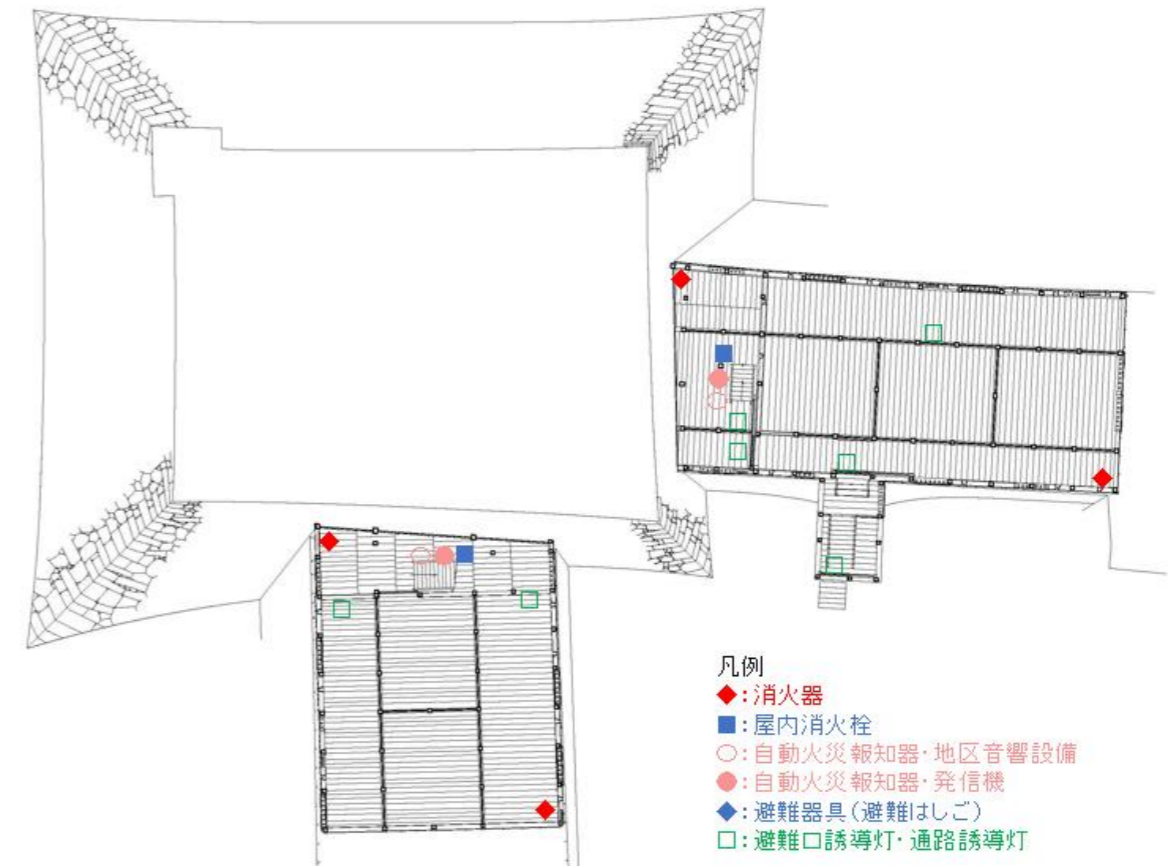


図 2-1 東廊下・南廊下 1 階平面図（復元原案）

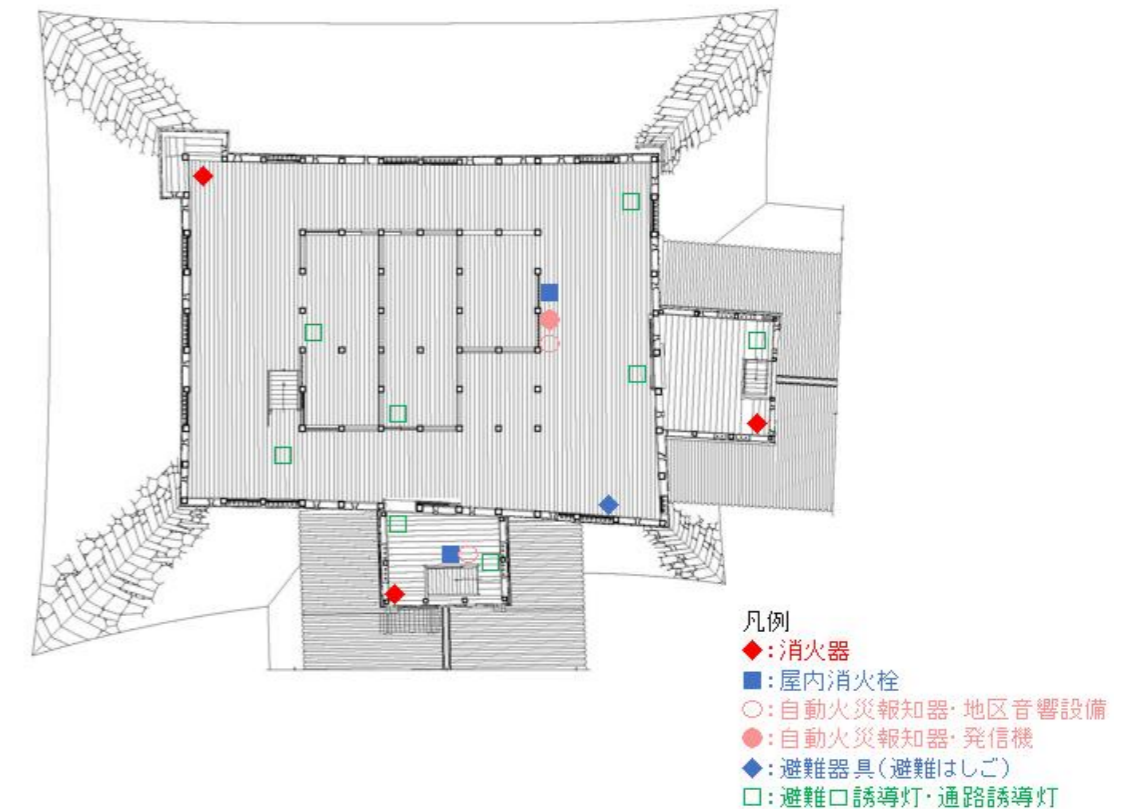
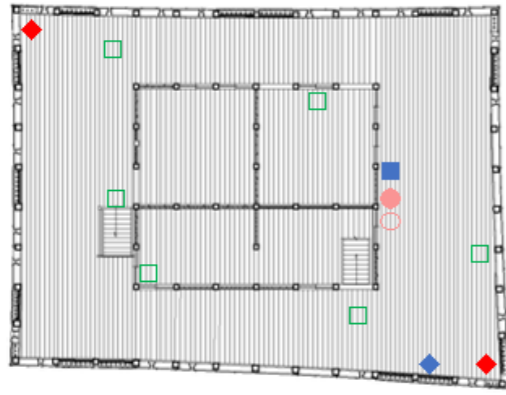
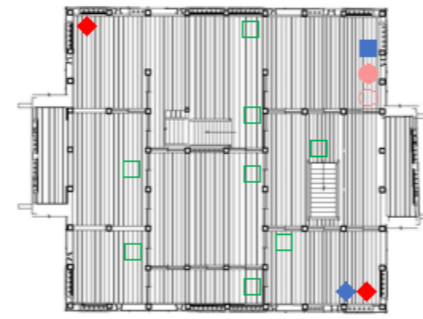


図 2-2 天守 1 階平面図及び東廊下・南廊下 2 階平面図（復元原案）



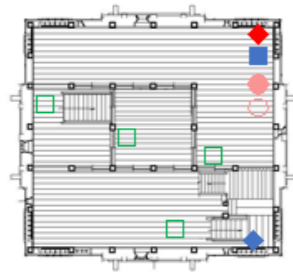
- 凡例
- ◆:消火器
  - :屋内消火栓
  - :自動火災報知器・地区音響設備
  - :自動火災報知器・発信機
  - ◆:避難器具(避難はしご)
  - :避難口誘導灯・通路誘導灯

図 2-3 天守 2 階平面図 (復元原案)



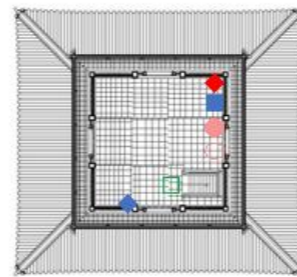
- 凡例
- ◆:消火器
  - :屋内消火栓
  - :自動火災報知器・地区音響設備
  - :自動火災報知器・発信機
  - ◆:避難器具(避難はしご)
  - :避難口誘導灯・通路誘導灯

図 2-4 天守 3 階平面図 (復元原案)



- 凡例
- ◆:消火器
  - :屋内消火栓
  - :自動火災報知器・地区音響設備
  - :自動火災報知器・発信機
  - ◆:避難器具(避難はしご)
  - :避難口誘導灯・通路誘導灯

図 2-5 天守 4 階平面図 (復元原案)



- 凡例
- ◆:消火器
  - :屋内消火栓
  - :自動火災報知器・地区音響設備
  - :自動火災報知器・発信機
  - ◆:避難器具(避難はしご)
  - :避難口誘導灯・通路誘導灯

図 2-6 天守 5 階平面図 (復元原案)

**【今後の課題等】**

建築基準法同様、今後、復元天守の活用の方法等を整理した上で、基本設計・実施設計等において、必要な消防用設備等や消防活動上の配慮事項を付加した具体的な復元計画案を作成する必要がある。

(3) バリアフリー法等

【基本方針等】

- ・広島城天守の復元等に当たっては、建築物としての構造安全性の確保を第一に、高い蓋然性を保ちつつ、多くの市民等に史跡広島城跡の本質的価値を感じ取ってもらえるよう、可能な限りバリアフリーに対応したものを基本とする。
- ・本市が設置する公共施設として必要な基準を定めた「広島市公共施設福祉環境整備要綱」（以下、「整備要綱」という。）に適合した広島城天守の復元等を目指す。

【史跡広島城跡及び復元原案における整備要綱への適合状況の整理及びバリアフリー対応の検討】

史跡広島城跡及び復元原案における整備要綱への適合状況を整理するとともに、不適合箇所については、可能なバリアフリー対応等の検討を行う。なお、整理・検討は以下のエリアに区分して行う。

- ①史跡入口から小天守台下まで
- ②小天守台下から小天守台上まで
- ③小天守台上から天守台上（天守）まで
- ④天守内部

①史跡入口から小天守台下まで

◇整備要綱への適合状況

現在の史跡広島城跡の整備状況から、障害者や高齢者などが史跡入口から小天守台下まで行くためのルートは、図2-7配置図の水色着色部分が考えられる。当ルートにおける主な設備の適合状況は以下のとおり。

(敷地内通路)

- ・スロープ部など、幅員200cm以上有しない箇所がある。
- ・踊場が設置されていないなど、整備要綱に適合しないスロープがある。

(トイレ)

- ・裏御門跡付近及び南小天守台付近の2箇所にトイレが整備されているが、いずれもバリアフリー機能はない（三の丸エリアにおいては、バリアフリートイレあり）。

(駐車場)

- ・史跡内に現天守来場者用の駐車場が整備されていない（三の丸エリアにおいては、車椅子使用者用駐車区画を有する駐車場あり）。

◇バリアフリー対応の検討

現在、史跡広島城跡全体の整備計画である「史跡広島城跡整備基本計画」の改定作業が進められている。今後、当該計画を踏まえ、バリアフリーに配慮した園路の再整備の検討が必要である。

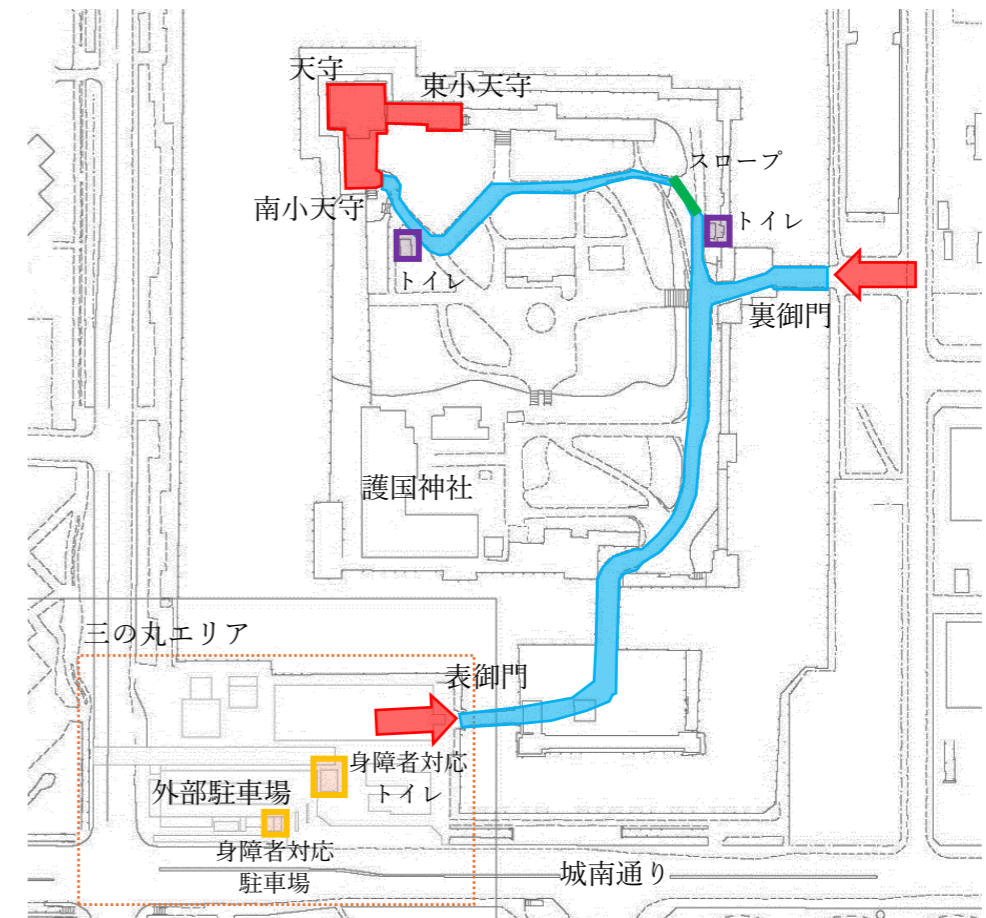


図2-7 配置図（史跡及び周辺）



写真2-1 トイレ（史跡内）



写真2-2 トイレ  
（三の丸エリア内）



写真2-3 駐車場  
（三の丸エリア内）



写真2-4 スロープ

②小天守台下から小天守台上まで

◇整備要綱への適合状況

主な設備の適合状況は以下のとおり。

(敷地内通路)

- ・小天守台下（本丸上段）及び東・南小天守台との高低差は、図 2-8 のとおり、約 4m である。
- ・南小天守台へは、南小天守台南側に整備された階段から、東小天守台へは、東小天守台東側に整備された階段から上がれるようになっており、これらは戦後に整備されたものである。
- ・階段のほか、スロープ等による高低差の解消は図られておらず、車椅子利用者等が小天守台上まで上がることは難しい。

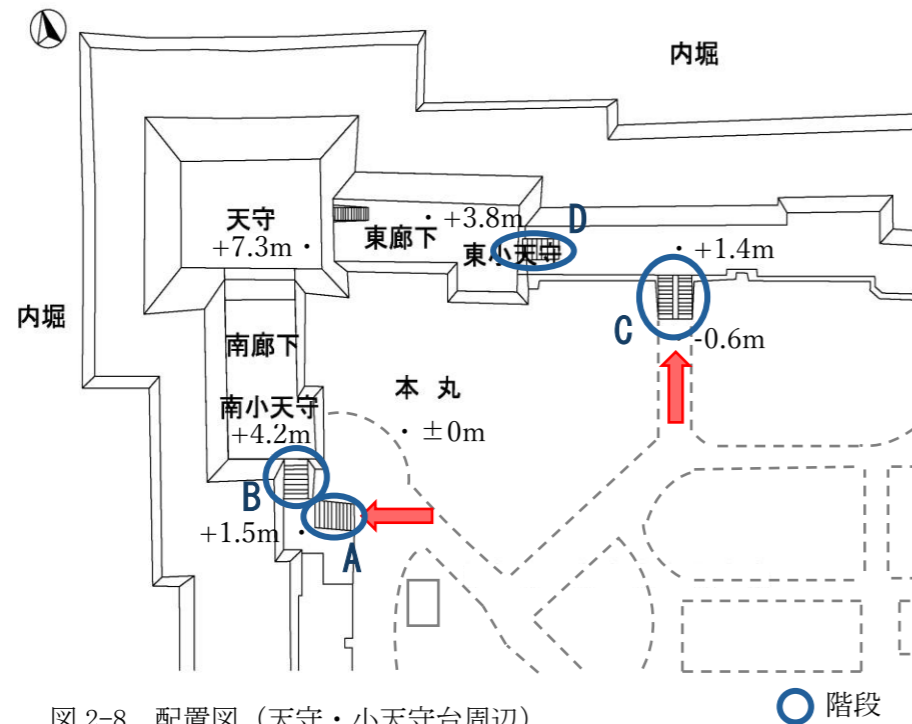


図 2-8 配置図（天守・小天守台周辺）



写真 2-5 南小天守台側階段 A



写真 2-6 南小天守台側階段 B



写真 2-7 東小天守台側階段 C



写真 2-8 東小天守台側階段 D

◇バリアフリー対応の検討

小天守台下（本丸上段）及び東・南小天守台との高低差解消の方法として、以下の 3 方法を検討する。

- 方法① 小天守等の復元的整備によるエレベーター等の設置
- 方法② 外付けエレベーターの設置
- 方法③ 外付けスロープの設置

(方法① 小天守等の復元的整備によるエレベーター等の設置)

- ・往時の広島城天守では、南小天守に付属する御櫓や東廊下に付属する玄関が内部への出入口として利用されていたと考えられる（写真 2-9、図 2-9 参照）。
- ・東廊下に付属する玄関は、保存図等から平面・立面の構成が分かっているが、その規模を考慮すると、内部にエレベーターや段差解消機といった設備を設置することは難しい。
- ・御櫓については、保存図等が残されておらず、形状等不明であるが、指図から、比較的規模が大きかったことが分かっており、内部にエレベーター等を設置出来る可能性がある。また、その規模から主要な出入口であったと考えられ、バリアフリー対応によって、御櫓から南小天守、南廊下を通して天守へと上られるようにすることが望ましい。今後、発掘調査結果等に基づく復元検討と併せてエレベーター等の設置について検討する必要がある。

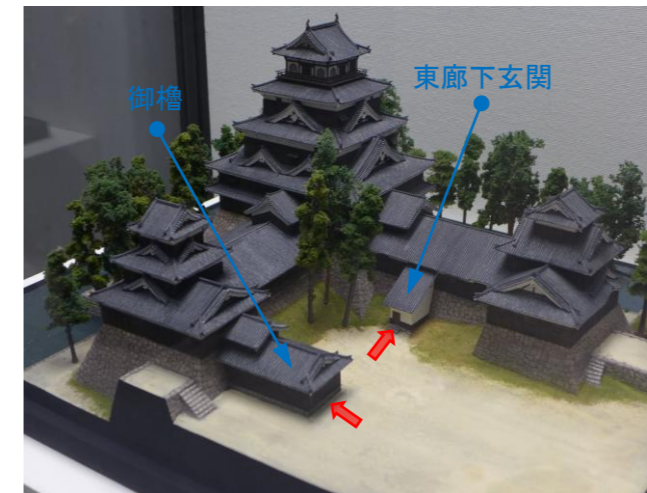


写真 2-9 広島城大小天守模型（島充氏作）

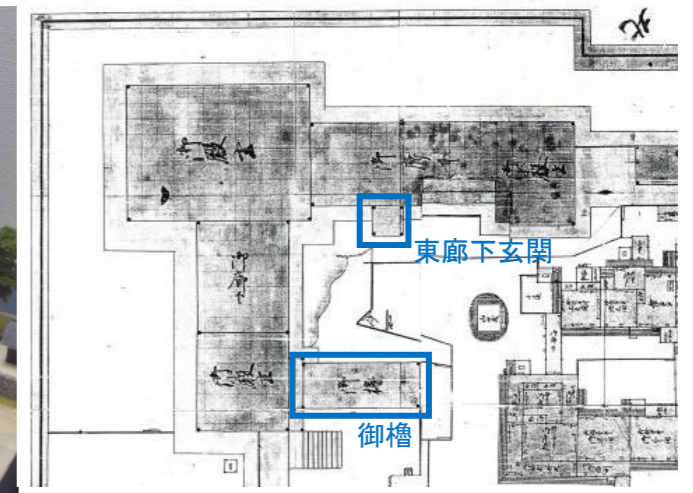


図 2-9 「御城指図」『史跡広島城跡資料集成 第一巻』より

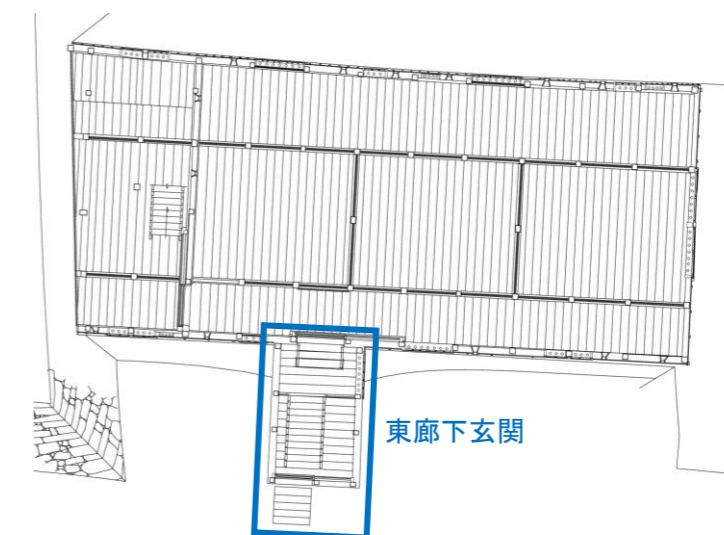


図 2-10 東廊下復元原案（平面図）

(方法② 外付けエレベーターの設置)

- ・ 図 2-11, 2-12 に外付けエレベーターの設置案を示す。
- ・ 往時になかった現代設備を外部に設けることから、外壁を石垣や漆喰外壁の色合いに合わせるか、透明ガラスとするなど史跡の景観に対する配慮が必要である。
- ・ 設置位置を確定するためには、地下遺構の状況を確認するための発掘調査を行い、エレベーター設置による地下遺構の損傷がないことを確認する必要がある。
- ・ 文化財保護の観点から、小天守台の石垣に対して、過度な荷重としない構造とする必要がある。

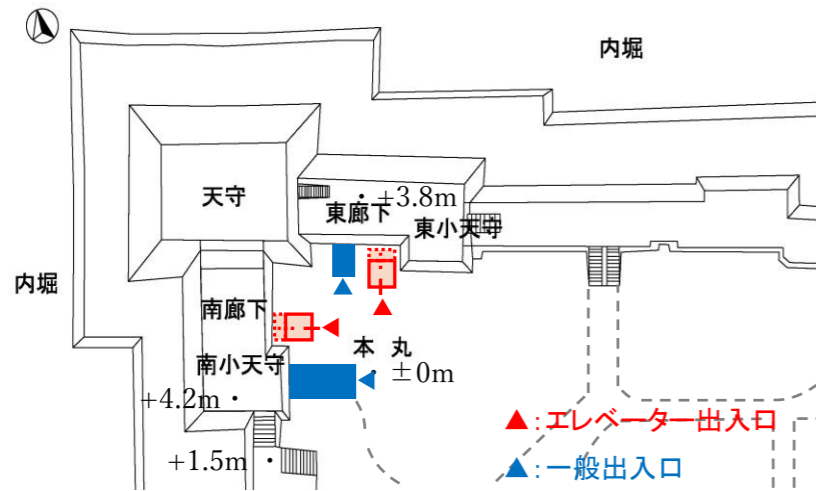


図 2-11 エレベーター設置位置

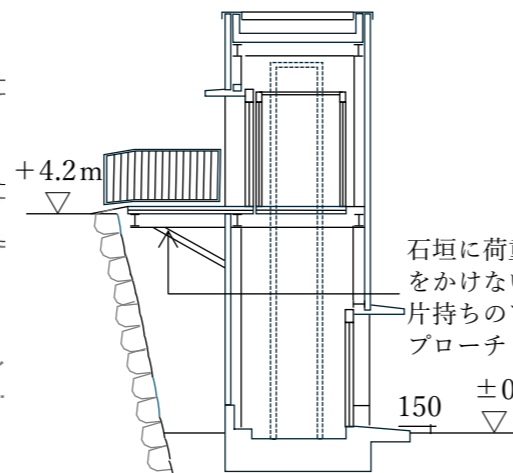


図 2-12 エレベーター想定断面図

(方法③ 外付けスロープの設置)

- ・ 図 2-13, 2-14 に外付けスロープの設置案を示す。
- ・ 整備要綱に適合したスロープとするためには、東小天守側で 66m、南小天守側で 72m の長さが必要となる。  
 東小天守 高低差：3.8m → 1/15 勾配+0.75m毎に踏幅 1.5mの踊り場設置 = 66.0m  
 南小天守 高低差：4.2m → 1/15 勾配+0.75m毎に踏幅 1.5mの踊り場設置 = 72.0m
- ・ スロープは史跡の景観に配慮し、木を使い調和を図ることなどが考えられる。
- ・ 文化財保護の観点から、仮設（取り外し可能）とすることや地盤掘削のない置基礎タイプのべた基礎とし、荷重の分散を図ることなどが考えられる。

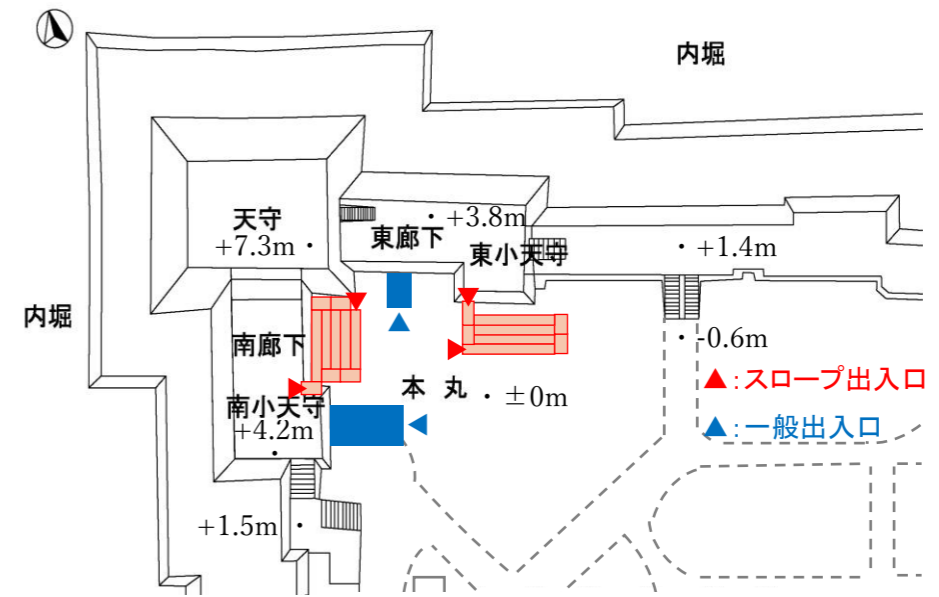


図 2-13 スロープ設置位置

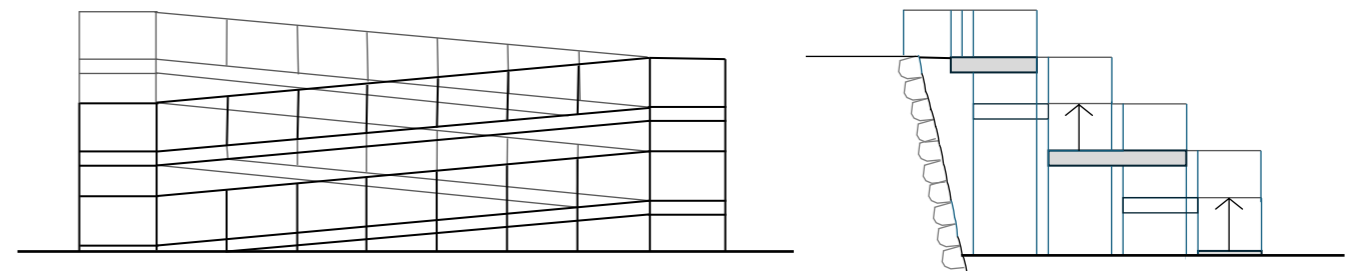


図 2-14 スロープ想定立面図



写真 2-10 スロープ事例（福山城）



写真 2-11 スロープ事例（金沢城）

### ③小天守台上から天守台上（天守）まで

#### ◇整備要綱への適合状況

主な設備の適合状況は以下のとおり。

#### (屋内通路・廊下)

- ・東廊下、南廊下の屋内通路の幅員は基準の 180cm 以上となっていない部分があるが、ただし書き（末端の付近及び区間 50m以内ごとの位置に 2 人の車椅子使用者がすれ違うことが可能なスペースを設けた場合、内法 140 cm 以上とすることができる）の基準は満たしている。
- ・2cm を超える高低差がある（部屋境に高さ 75mm 程度の敷居又は無目敷居あり）。

#### (階段)

- ・天守に上がる階段は東廊下、南廊下共に 1 箇所あるが幅員が狭く、急であり、整備要綱の基準を満たしていない。

#### (エレベーター)

- ・整備要綱では、エレベーターは、原則として、不特定かつ多数の者が利用する建築物で、床面積の合計がおおむね 500 m<sup>2</sup> 以上のものに設けることとしている。

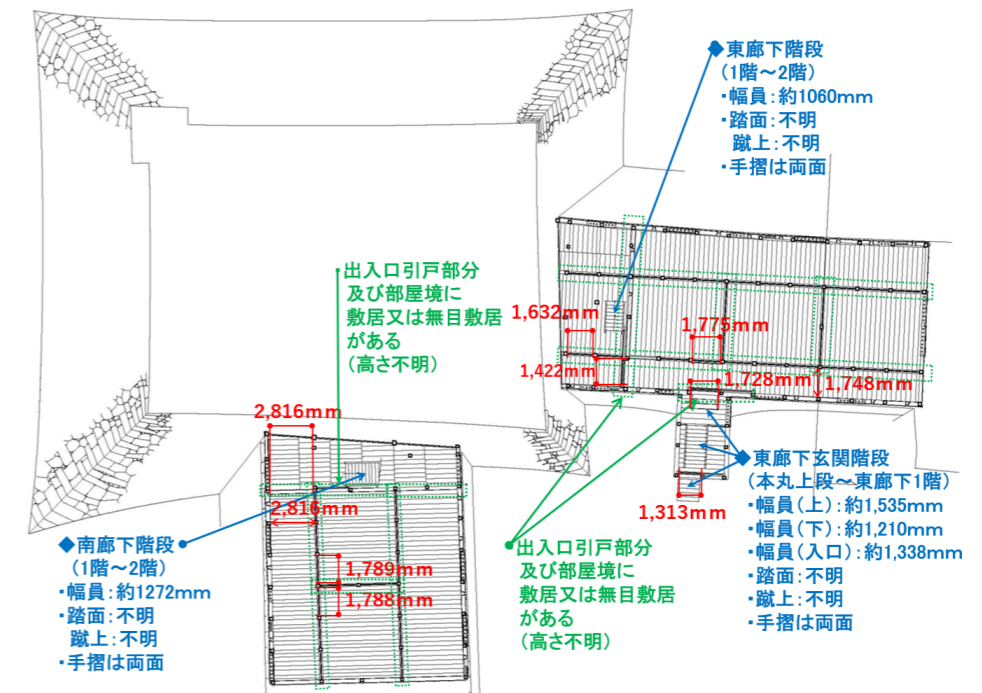


図 2-15 東廊下・南廊下 1 階平面図（復元原案）

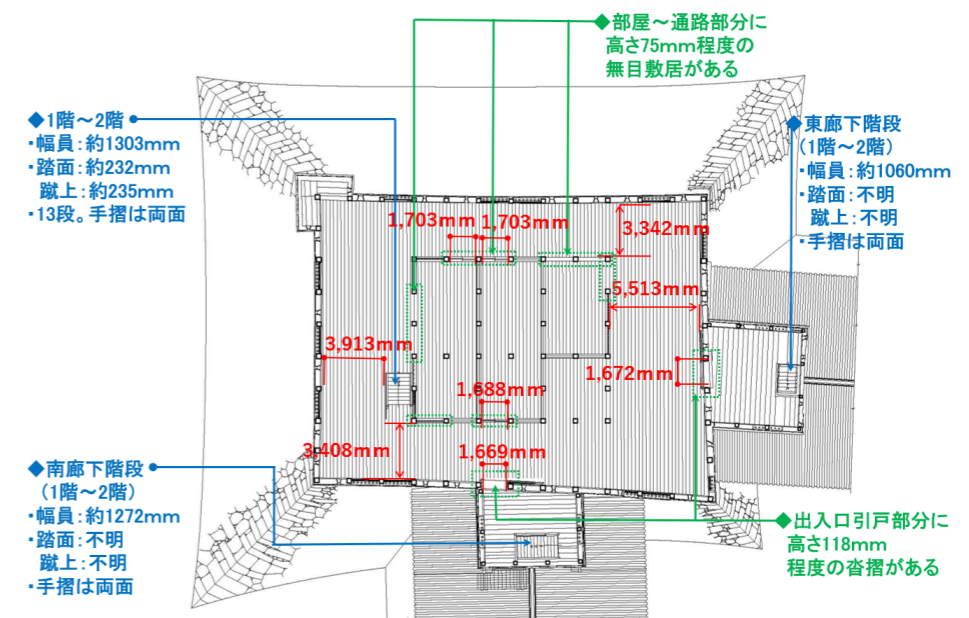


図 2-16 天守 1 階平面図及び東廊下・南廊下 2 階平面図（復元原案）

◇バリアフリー対応の検討

(屋内通路・廊下)

- ・敷居による高低差について、スロープ又は置床を設置することが考えられる。



写真 2-12 スロープ設置例 (熊本城本丸御殿)

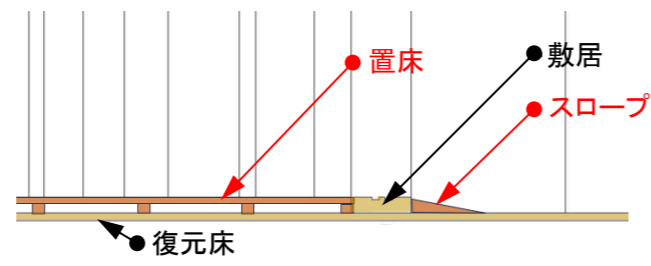


図 2-17 置床・スロープ想定図

(階段)

- ・復元階段とは別に、整備要綱の基準を満たす階段を新設することが考えられるが、東廊下、南廊下共に新たに階段を設置するスペースは無い。当該部分に整備要綱に適合する新たな階段を設置するためには、スペース確保のため史実と異なる姿になる。

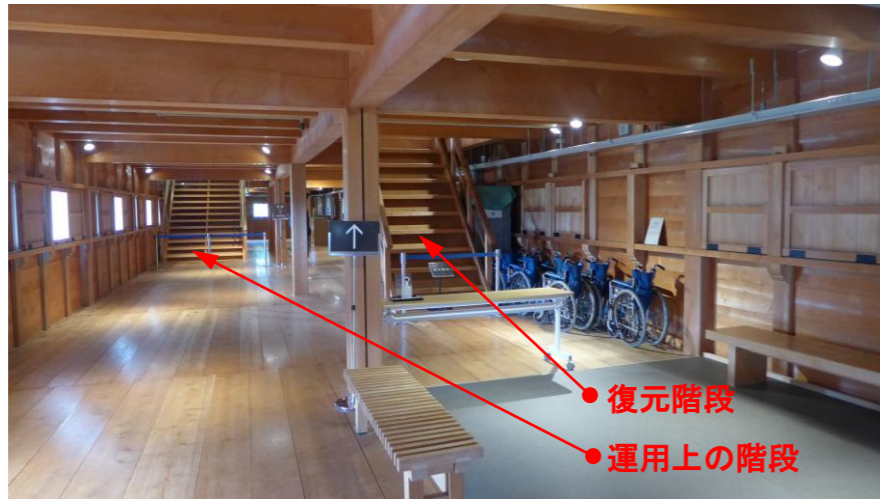


写真 2-13 復元階段とは別に運用上の階段を設置した例 (金沢城五十間長屋)

(エレベーター)

■整備要綱上のエレベーターの設置に関する検討

東廊下、南廊下の構造安全性を確保しつつ (主要構造部を欠損せずに) 整備要綱の基準を満たすエレベーターを設置することが可能か検討する。

- ・東廊下については、梁と梁の間の有効寸法が、1,650mm である。一般の動線を考慮するとエレベーターの設置に使用可能なスペースは幅 1,650mm×奥行 1,800mm である。一方、整備要綱の基準に適合している 11 人乗りエレベーターの最小昇降路内法寸法は幅 1,800mm×奥行 2,000mm であり、設置可能スペース内には設置することが出来ない。
- ・南廊下については、幅 1,000mm×奥行 1,800mm 程度と使用可能なスペースが更に狭い。

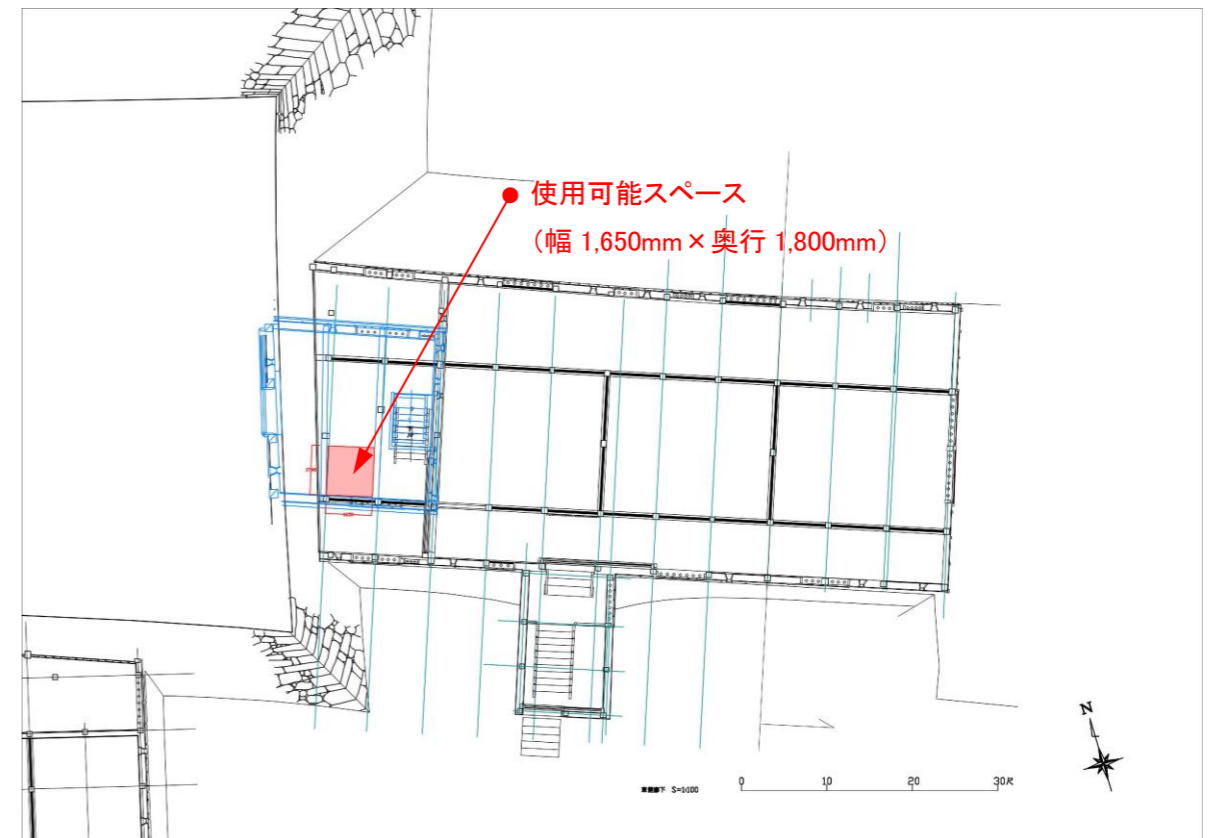


図 2-18 東廊下 1 階・2 階重ね合わせ図 (復元原案)

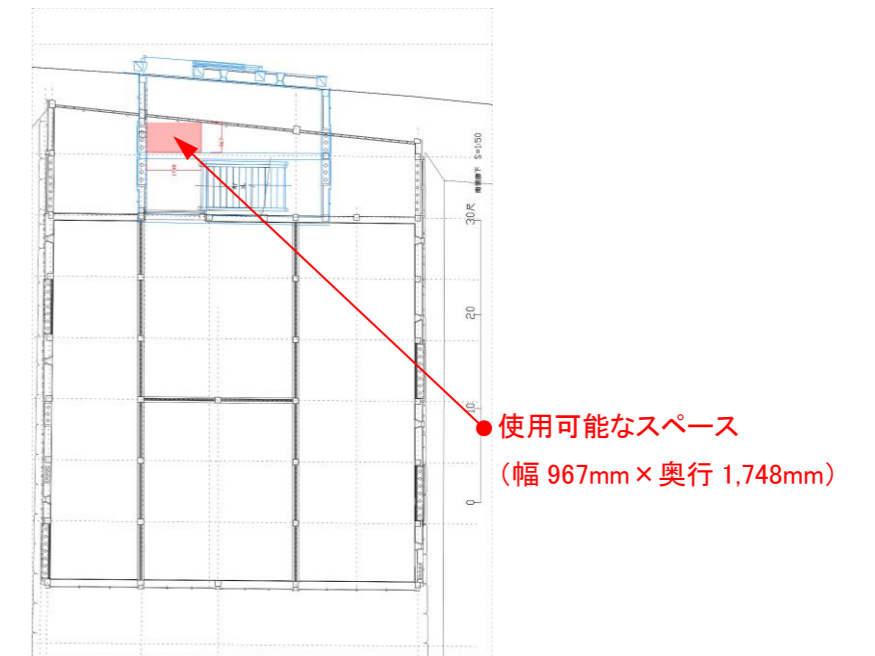


図 2-19 南廊下 1 階・2 階重ね合わせ図 (復元原案)

■鉛直型段差解消機の設置に関する検討

整備要綱上のエレベーターに代わるバリアフリー対応として、特殊な構造又は形態のエレベーター（鉛直型段差解消機）の設置を検討する。

○鉛直型段差解消機に関する規定

旧建設省告示において、構造方法が定められている（主な内容は以下のとおり）。

- ・かごの定格速度 15m/min 以下
- ・かごの床面積 2.25 m<sup>2</sup>以内
- ・昇降行程 4m 以下

○今回検討対象とする鉛直型段差解消機の特徴等

- ・かご下部にある特殊なチェーンが下からかごを突き上げることで昇降する機構。
- ・荷重全てが下部にかかることから、独立した耐震構造を実現することが可能。
- ・昇降速度 6m/min
- ・かごの床面積 1.2~2.25 m<sup>2</sup>
- ・最大積載荷重 300kg
- ・最大定員は車椅子使用者 1 名とその介添者 1 名の計 2 名

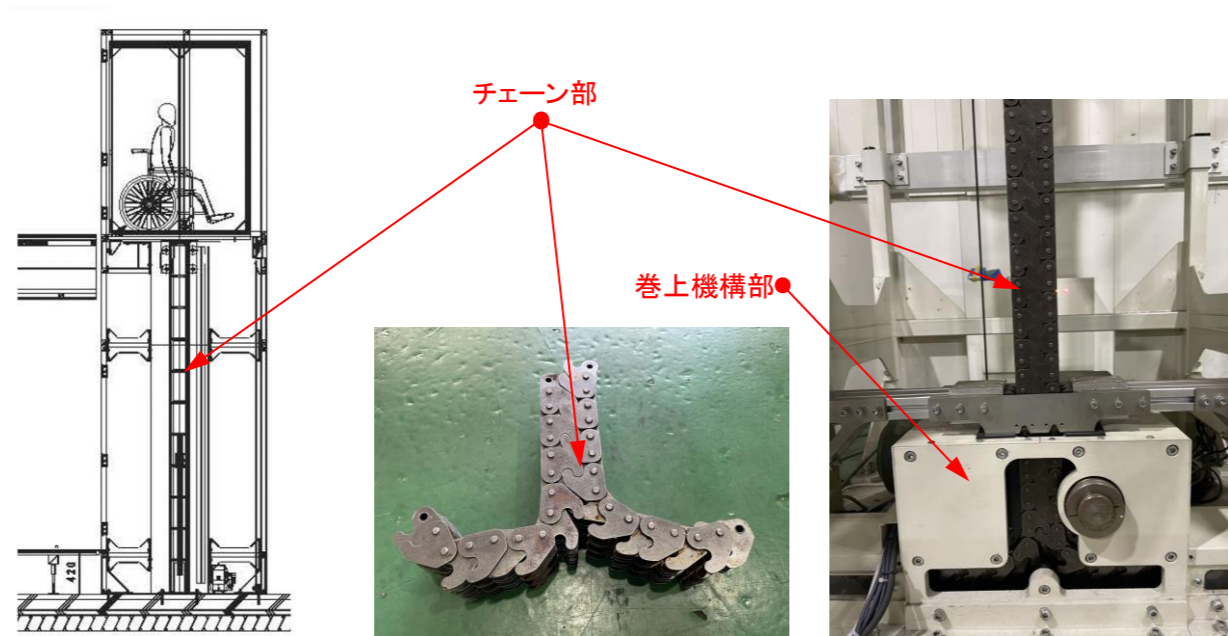


図 2-20 鉛直型段差解消機断面図

写真 2-14 鉛直型段差解消機チェーン部及び巻上機構部

○東廊下、南廊下における設置箇所等の検討

- ・図 2-21, 2-22 に鉛直型段差解消機の設置案を示す。
- ・東廊下については、架構を踏まえ、梁等の主要構造部を欠損させない計画とするため、鉛直型段差解消機の設置に必要なスペースを幅 1,390mm×奥行 1,660mm で想定する。この場合、かごの寸法は幅 900mm×奥行 1,300mm で大型車椅子 1 台が乗ることができる。
- ・南廊下については、使用可能なスペースの幅が狭く、鉛直型段差解消機も設置することができない。主要な出入口である御檜から天守まで上がれるようにするためには、2 階部分を拡張するなど一部便益施設として整備することについて検討する必要がある。

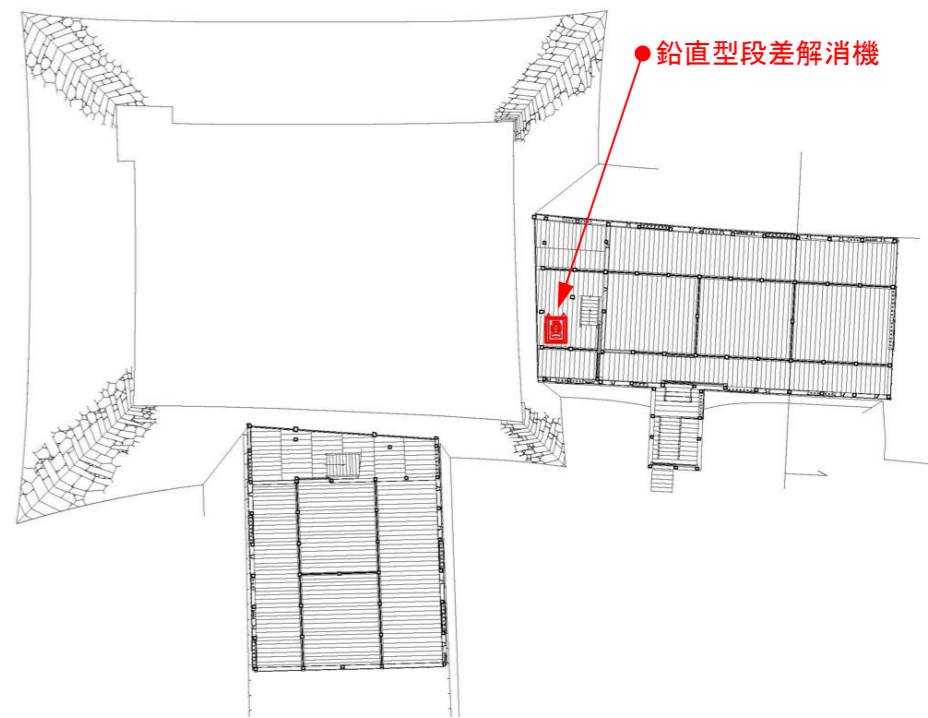


図 2-21 東廊下・南廊下 1 階平面図（復元原案）

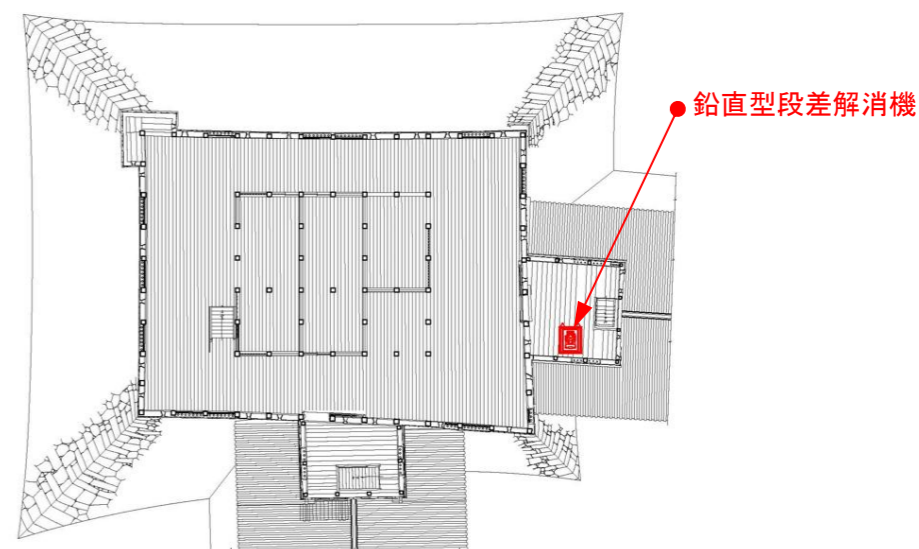


図 2-22 天守 1 階平面図及び東廊下・南廊下 2 階平面図（復元原案）

#### ④天守内部

##### ◇整備要綱への適合状況

主な設備の適合状況は以下のとおり。

##### (屋内通路・廊下)

- ・天守の屋内通路の幅員は基準の 180cm 以上となっていない部分があるが、ただし書き（末端の付近及び区間 50m以内ごとの位置に 2 人の車椅子使用者がすれ違うことが可能なスペースを設けた場合、内法 140 cm 以上とすることができる）の基準は満たしている。
- ・2cm を超える高低差がある（部屋境に高さ 75mm 程度の敷居あり）。

##### (階段)

- ・各階に上がる階段は幅員が狭く、急であり、整備要綱の基準を満たしていない。

##### (エレベーター)

- ・整備要綱では、エレベーターは、原則として、不特定かつ多数の者が利用する建築物で、床面積の合計がおおむね 500 m<sup>2</sup> 以上のものに設けることとしている。

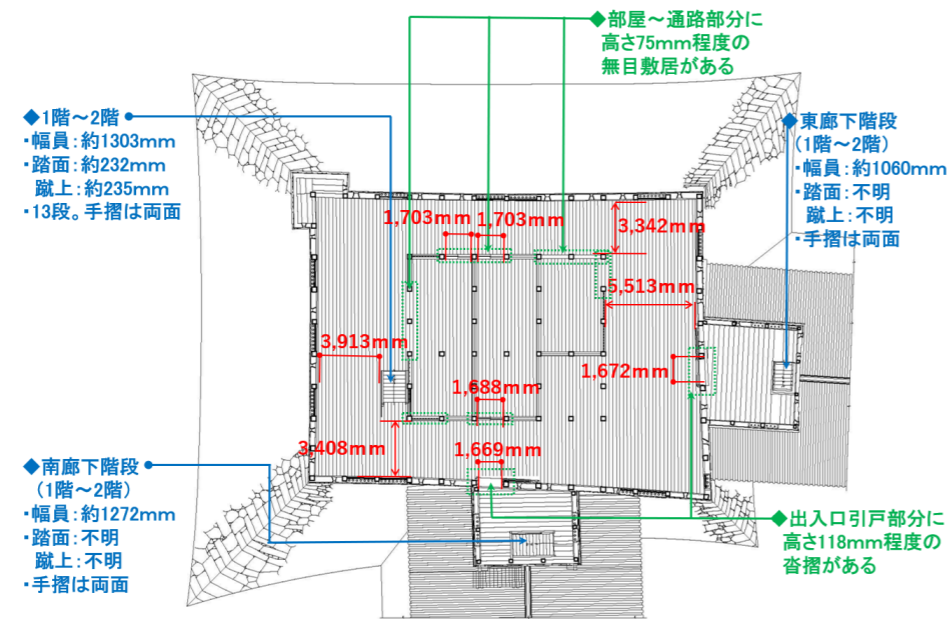


図 2-23 天守 1 階平面図及び東廊下・南廊下 2 階平面図（復元原案）

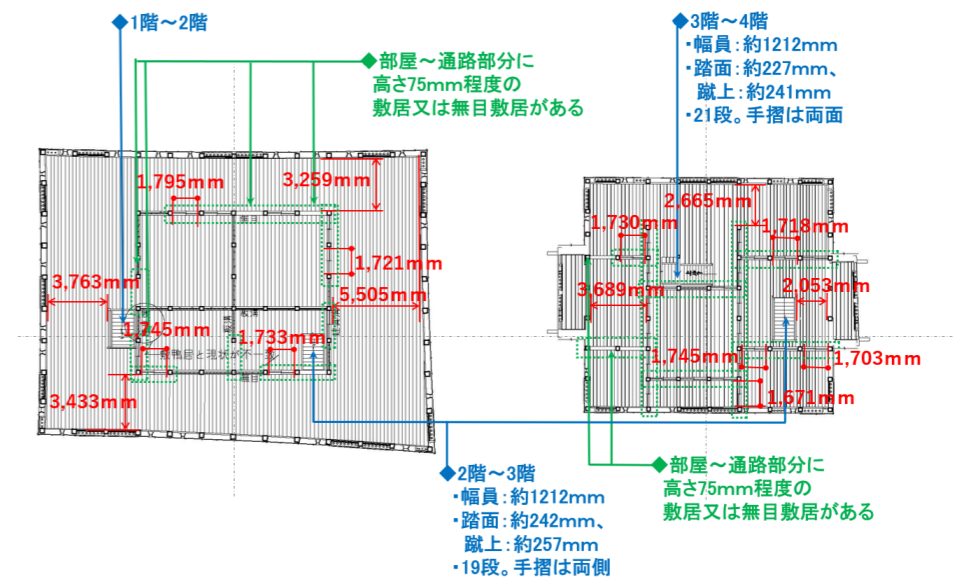


図 2-24 天守 2 階平面図及び天守 3 階平面図（復元原案）

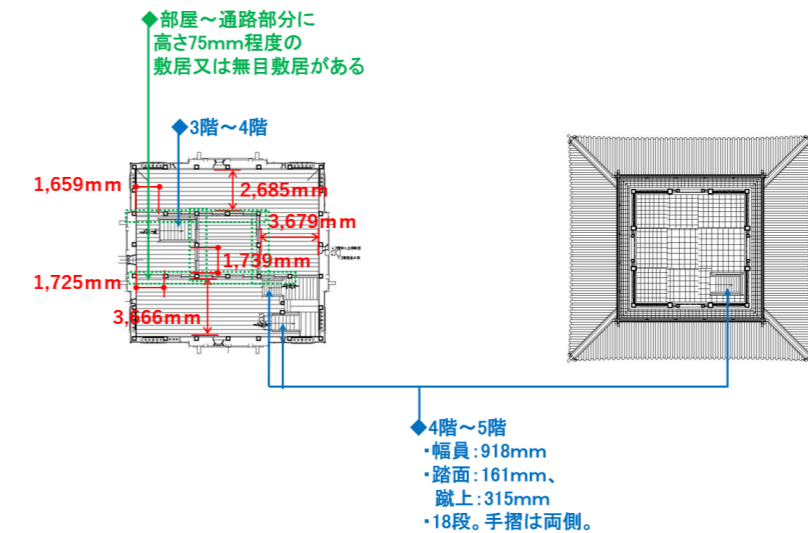


図 2-25 天守 4 階平面図及び天守 5 階平面図（復元原案）

◇バリアフリー対応の検討

(屋内通路・廊下)

- ・敷居による高低差について、東廊下、南廊下と同様にスロープまたは置床を設置することが考えられる。

(階段)

- ・東廊下、南廊下と同様に復元階段とは別に、整備要綱の基準を満たす階段を新設することが考えられ、今後、その位置等について検討する必要がある。

(エレベーター)

■整備要綱上のエレベーターの設置に関する検討

天守の構造安全性を確保しつつ（主要構造部を欠損せずに）整備要綱の基準を満たすエレベーターを設置することが可能か検討する。

- ・復元原案の1階梁伏図から3階梁伏図の重ね合わせ図にてエレベーター設置場所を探る。
- ・1階から3階の梁に囲まれた部分の有効面積は、大きいところで約1,500mm×1,500mmであり、整備要綱の基準に適合している11人乗りエレベーター（最小昇降路内法寸法 幅1,800mm×奥行2,000mm）を設置することができない。

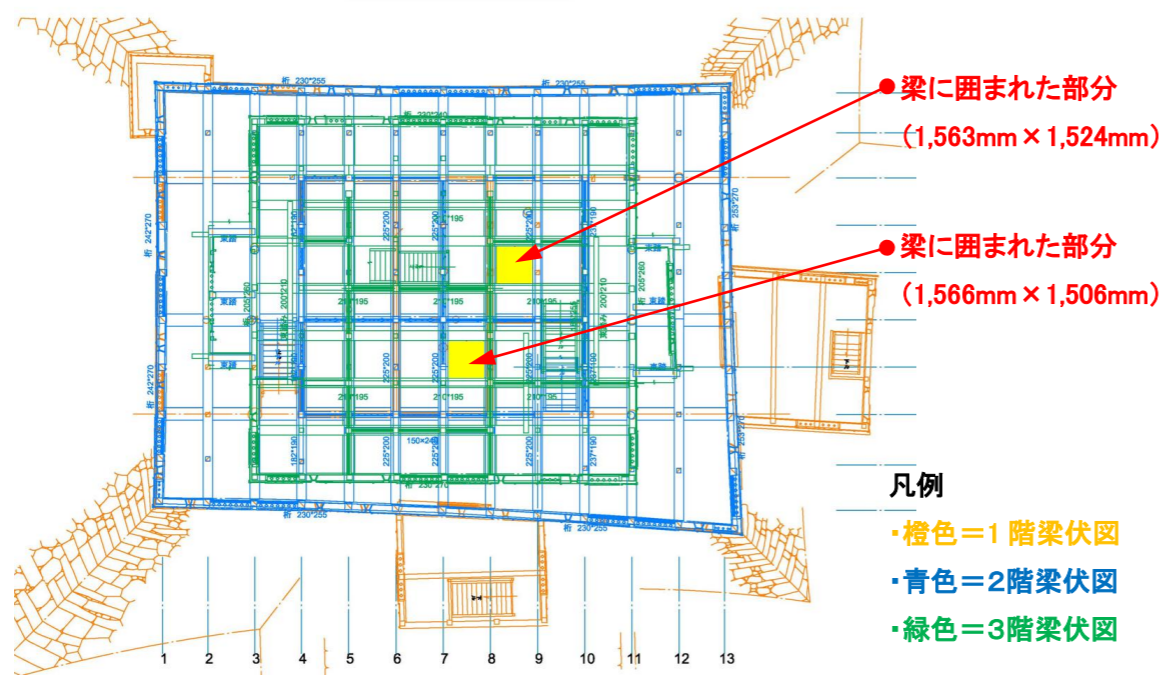


図 2-26 重ね合わせ図（1階～3階梁伏図）

■鉛直型段差解消機の設置に関する検討

整備要綱上のエレベーターに代わるバリアフリー対応として、東廊下、南廊下と同様に鉛直型段差解消機の設置を検討する。

○天守における設置箇所等の検討

- ・図 2-27～2-33 に鉛直型段差解消機の設置案を示す。
- ・天守の架構を踏まえ、梁等の主要構造部を欠損させない計画とするため、東廊下と同様に鉛直型段差解消機の設置に必要なスペースを幅1,390mm×奥行1,660mm（かごの寸法は幅900mm×奥行1,300mm。大型車椅子1台が乗れる広さ）で想定する。
- ・階高が4mを超える、2階～5階については、上階床から4m下がった位置に乗り換えステージを設け、2台で乗り継いで昇降することが考えられる。

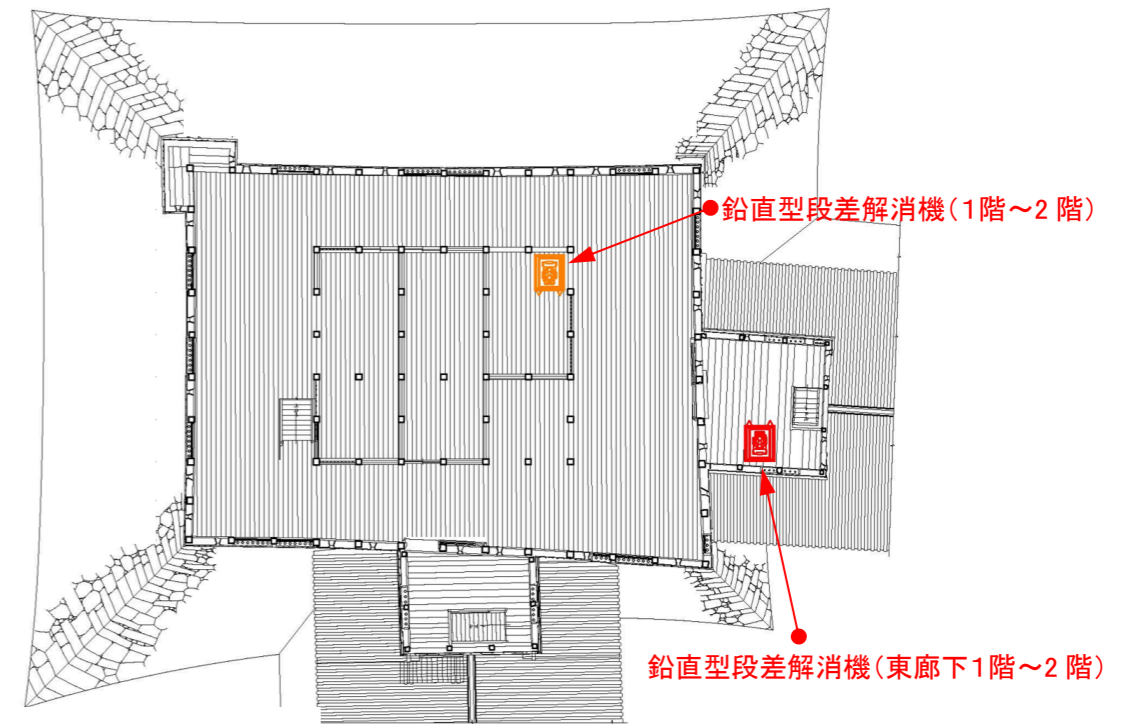


図 2-27 天守1階平面図及び東廊下・南廊下2階平面図（復元原案）

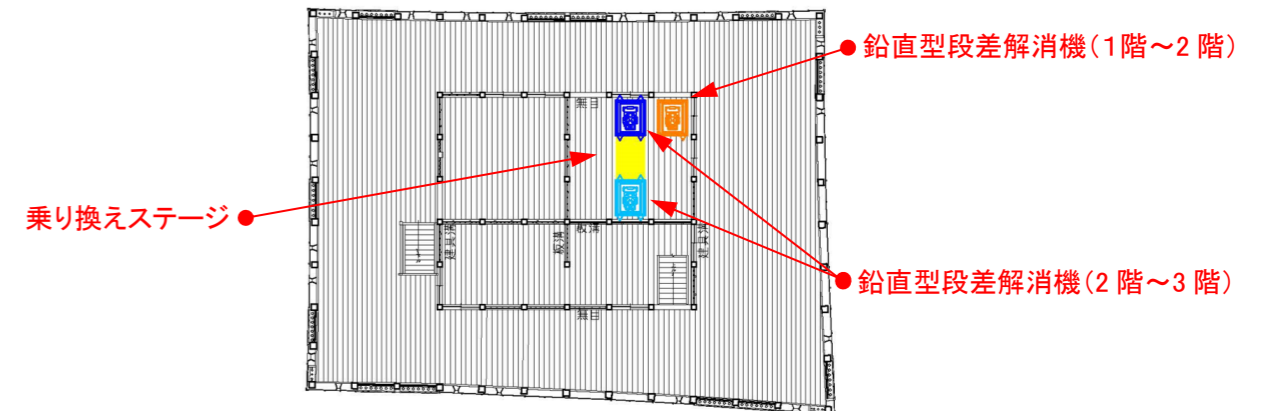


図 2-28 天守2階平面図（復元原案）

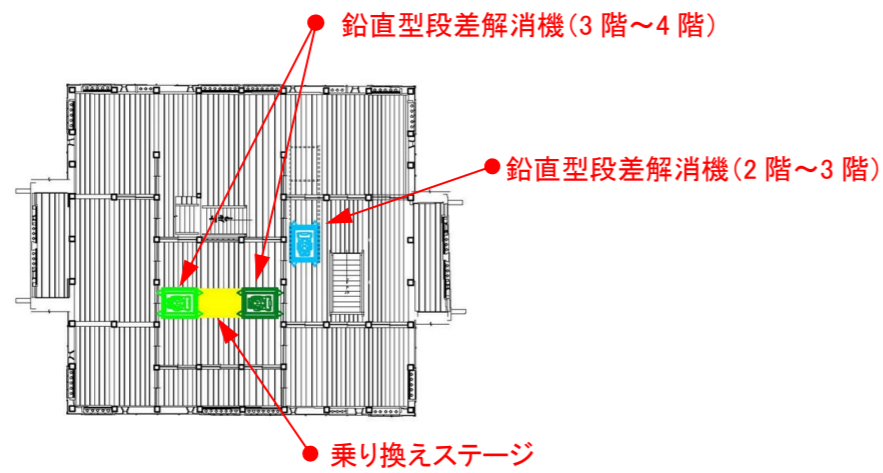


図 2-29 天守 3 階平面図 (復元原案)

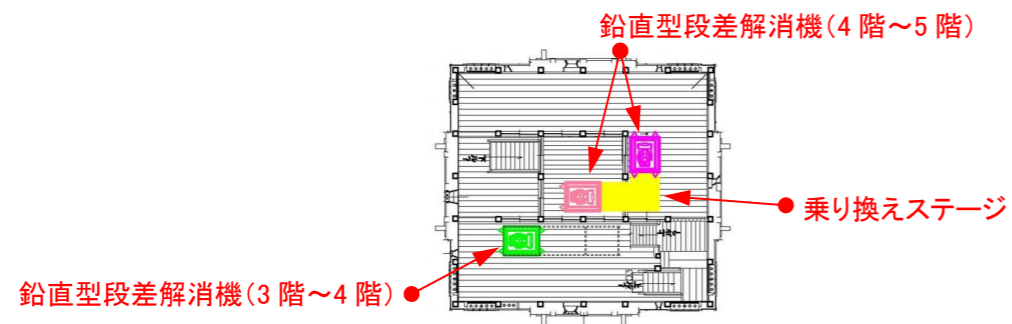


図 2-30 天守 4 階平面図 (復元原案)

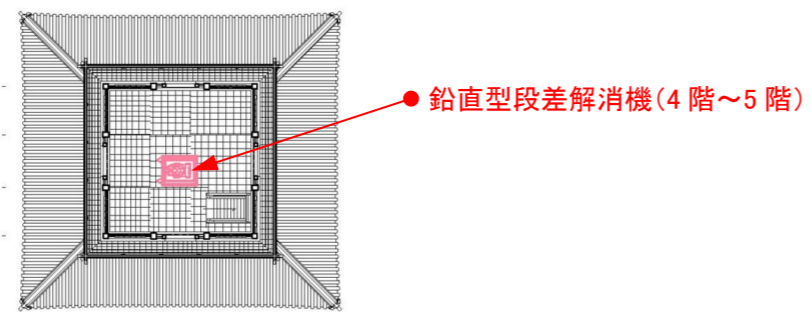


図 2-31 天守 5 階平面図 (復元原案)

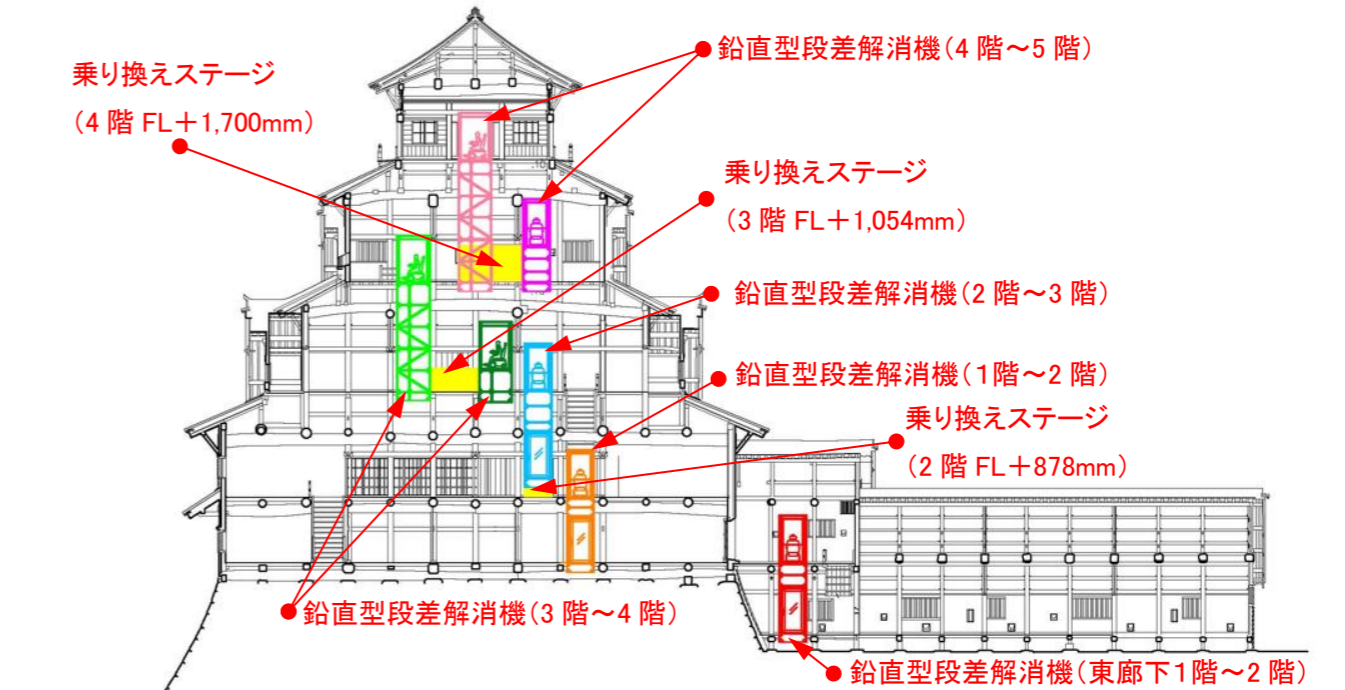


図 2-32 東西断面図 (復元原案)

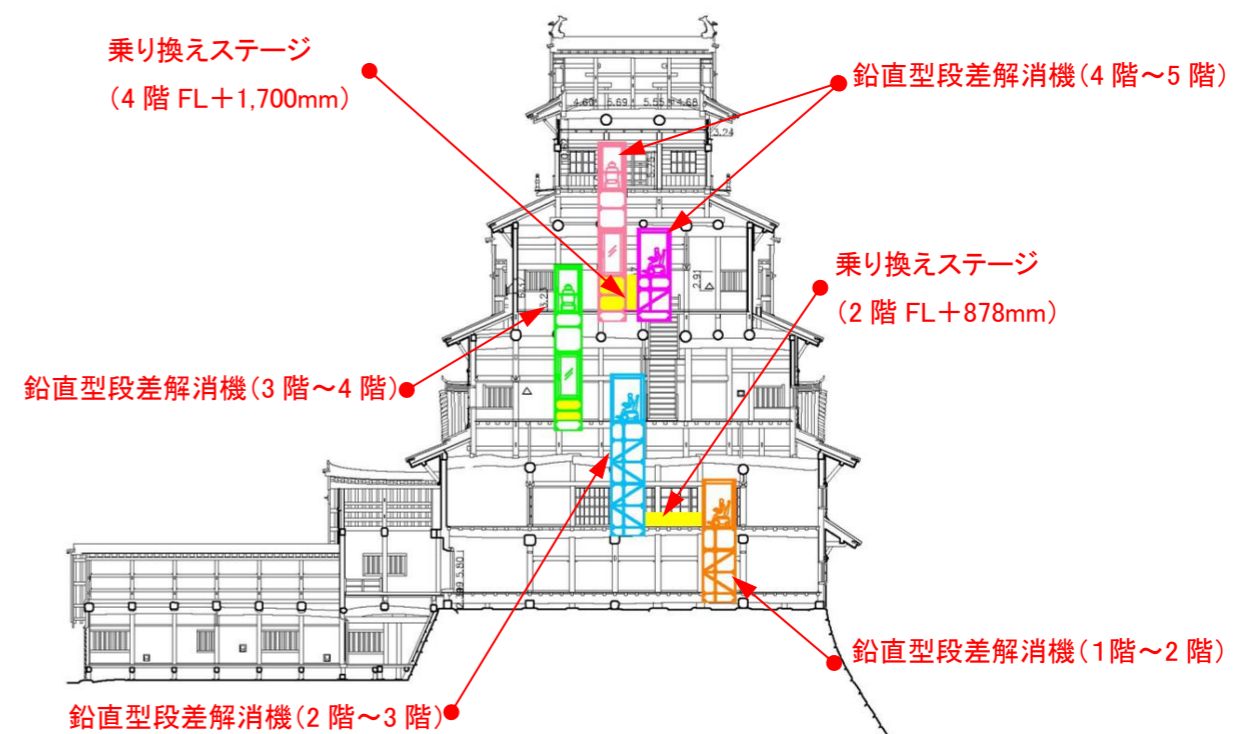


図 2-33 南北断面図 (復元原案)

■今後の課題等

- ・広島城天守の復元等に当たって、多くの市民等に史跡広島城跡の本質的価値を感じ取ってもらえるよう、今後も引き続き、昇降機に関する検討を行う必要がある。
- ・建築物としての構造安全性の確保等を図るべく「広島市公共施設福祉環境整備要綱」等に適合するエレベーターの設置が困難な箇所について、エレベーターに代わる昇降設備として鉛直型段差解消機が考えられるが、復元天守への設置に当たっては、実機を使った静的加力試験、加振試験等による性能検証を行うとともに、以下について検討する必要がある。

- ①木造建築物の層間変形および揚程に対応する安全性
- ②支持架構と建物とを接続して建物の層間変形に追従できる仕組み
- ③鉛直型段差解消機のフレームと木造軸組との衝突を避けるためのダンパー機構
- ④鉛直型段差解消機の荷重の受け方と設置方法

### 3. 施工条件の整理

天守群の復元等に関する施工計画を検討するための施工条件について、現天守の解体に関する検討時に整理した以下の3項目に加え、新たに長尺木材等の搬入について整理する。

文化財（石垣をはじめとする史跡の遺構）の配置状況・・・現天守解体時と共通。

搬入ルート・・・同上

関連法令等・・・同上

#### (1) 長尺木材等の搬入について

天守群の復元等に当たっては、長尺木材や素屋根等の仮設構造物に用いる鉄骨材の搬入が必要となる。仮設構造物に用いる鉄骨材については、搬入可能な長さで設計すれば良いため、ここでは長尺木材の搬入について整理する。

#### 【長尺木材の特定】

保存図を基に天守群の復元等に当たって使用する長尺木材を特定する。大型車両の長さ 12mを超える長尺木材は以下のとおり。

一階床梁	末口 400φ	× 長 12.4m	4本
同上	同上	× 長 14.3m	1本
二階敷梁	末口 505φ	× 長 12.7m	2本
同上	同上	× 長 14.5m	2本
			計9本

#### 【搬入ルート】

天守群の復元等における搬入ルートは、現天守の解体と同様、裏御門から腰曲輪を通してアプローチするルート(腰曲輪ルート)と内堀北側から堀を横断してアプローチするルート(堀横断ルート)の2案が考えられる(図3-1参照)。このうち狭小で条件が厳しい既存の車両ルートを使用する腰曲輪ルートにおいて、長尺木材の搬入について整理する。

なお、堀横断ルートについては、すべての区間が新設となり、必要な条件を満たすルート設定とするため、ここでは整理しない。

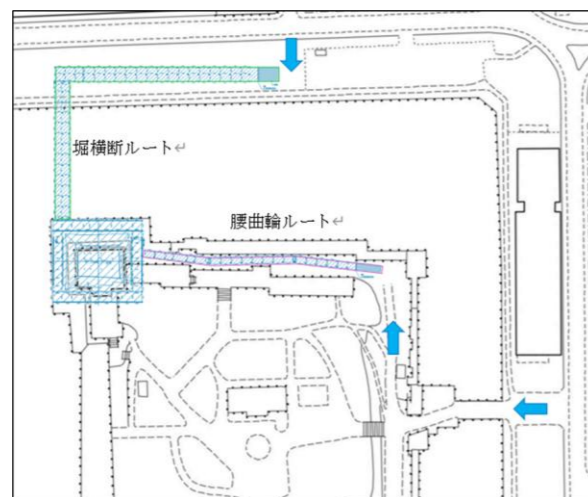


図 3-1 腰曲輪ルートと堀横断ルート

#### 【大型トラックの進入】

長尺木材の搬入車両としては、大型トラックが考えられる。

車長 12m の大型トラックが右左折時に必要とする通路幅員は以下のとおり。

A 路	⇒	B 路(右左折先幅員)
5.0m		8.0m
6.5m		6.5m
8.0m		5.5m

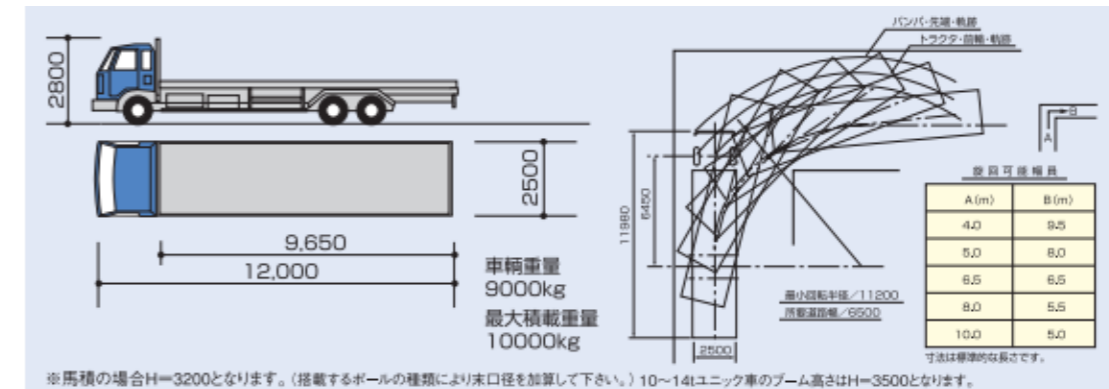
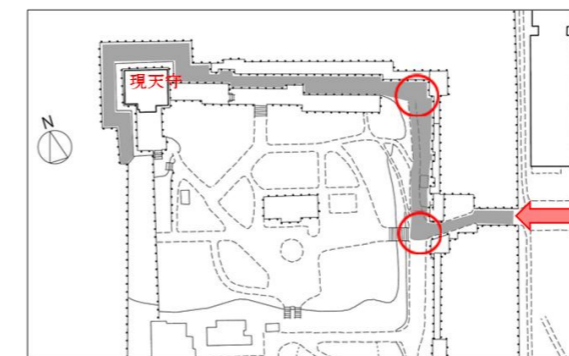


図 3-2 大型トラック右左折時必要幅員図

腰曲輪ルートにおける右左折か所は以下の2か所である。



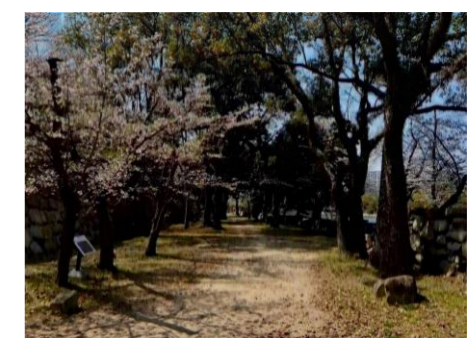
○ 右左折か所

図 3-3 腰曲輪ルートの右左折位置図

この付近の状況及び通路の幅員は写真 3-1、写真 3-2 のとおりであり、大型トラックの進入が可能であると考えられる。



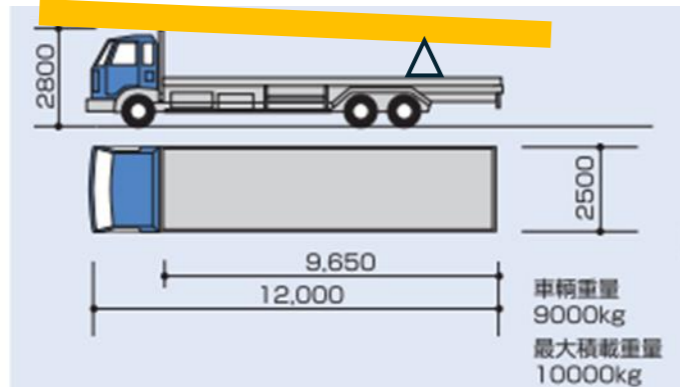
石垣～石垣間 9m 右折先5.5m  
写真 3-1 裏御門跡



石垣～石垣間 11.9m 左折前8m  
写真 3-2 北側腰曲輪東側

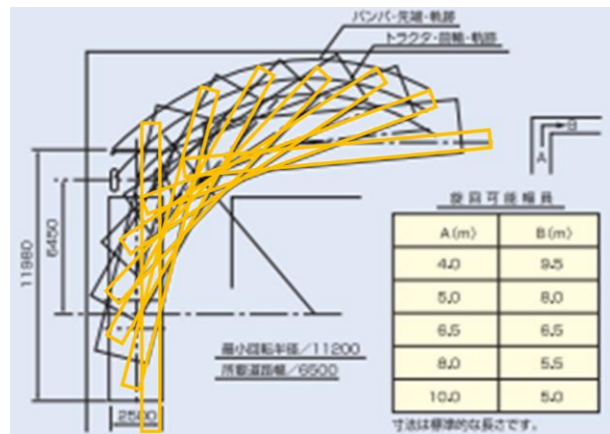
**【長尺木材を積載した大型トラックの進入】**

保存図から想定される最長の木材は 14.5m である。本数も 2 本であることから、図 3-4 のとおり、大型トラックに馬積の積載とすることが考えられる。この場合、図 3-5 のとおり、長尺木材を大型トラックの片側に寄せて積載することで車両の軌跡内で搬入できることが分かる。



長尺木材 14.5m

図 3-4 馬積積載のイメージ図



14.5mの長尺木材を大型トラック右側に積載

図 3-5 大型トラックの右折時の軌跡図

**4. 文化財保護を踏まえた復元等の検討**

文化財保護を踏まえた天守群の復元等について以下の検討を行う。

- (1) 仮設計画の検討
- (2) 使用木材の樹種選定、使用資材等の調達方法の検討
- (3) 伝統技能技術者の整理
- (4) 基礎地盤の液状化対策の検討
- (5) 耐震、耐風性能の検討

**(1) 仮設計画の検討**

文化財保護を前提として現天守解体時の仮設計画を基本に、周辺環境への影響、環境保全に考慮したものとするため、下記ア～エの項目を追加検討する。

- ア 木材の乾燥・保管・加工場所・運搬等を考慮した仮設計画
- イ 文化財（石垣、遺構）を保護する養生、防護方法
- ウ 文化財（石垣・遺構）に影響のない搬出入ルート及び機械の配置
- エ 情報公開方法、見学方法（ルート・施設等）、第三者の安全確保方法

**ア 木材の乾燥・保管・加工場所・運搬等を考慮した仮設計画**

天守群の復元等に当たっては、木材の乾燥・保管・加工場所が必要である。

**【木材の乾燥】**

本工事着手前に木材の調達を行うとともに、最短でも 2 年程度の乾燥期間を設ける必要がある。城郭建築に用いる木材は基本的に立木を伐採した直後の丸太を製材した調達であるため、含水率が高く、そのままでは使うことができない。特に大径木となる軸部材の調達を早期に行い、できるだけ木材に負担の少ない自然乾燥で含水率を下げる必要がある。期間内に含水率が下がらない木材については、低温乾燥機による機械乾燥を併用する。なお、蒸気式高温乾燥機及び高周波乾燥機は割れその他の不具合が生じやすいため使用しない（写真 4-1 参照）。



写真 4-1 低温乾燥機の例

**【木材の現地保管と加工場所】**

近年の類似工事では丸太を製材後、製材業者が保管して既定の含水率まで下げた（含水率 25%～30%程度）後に納入している事例があり、この納入手法は、保管管理を木材の専門家が行うため、効率的で不具合が少ない。また、現場にも加工までの間、平衡含水率まで下げる保管庫が必要である。天守群全てを木造復元する場合、約 1,400 m<sup>3</sup>の木材が必要であることを考慮すると、組立手順や工期にもよるが、概ね 2,800 m<sup>3</sup>の木材保管庫と 1,400 m<sup>3</sup>の木材加工場が必要である。

**【木材保管庫・加工場配置案】**

保管庫と加工場の配置は現場に近い方が効率的であるが、文化財保護や広大なスペースの確保の観点から本丸内に設けることは難しい。そのため、周辺の北外郭や堀底（堀横断ルートを選択する場合、堀の水を抜くことになるため、仮設進入路を設けることにより堀内のスペースを利用することができる。）に設けることが考えられる。

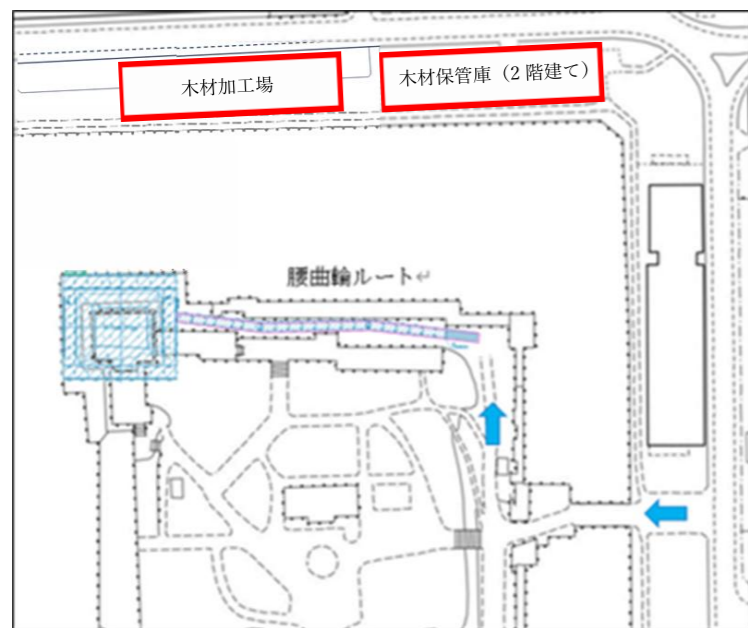


写真 4-2 木材保管庫のイメージ

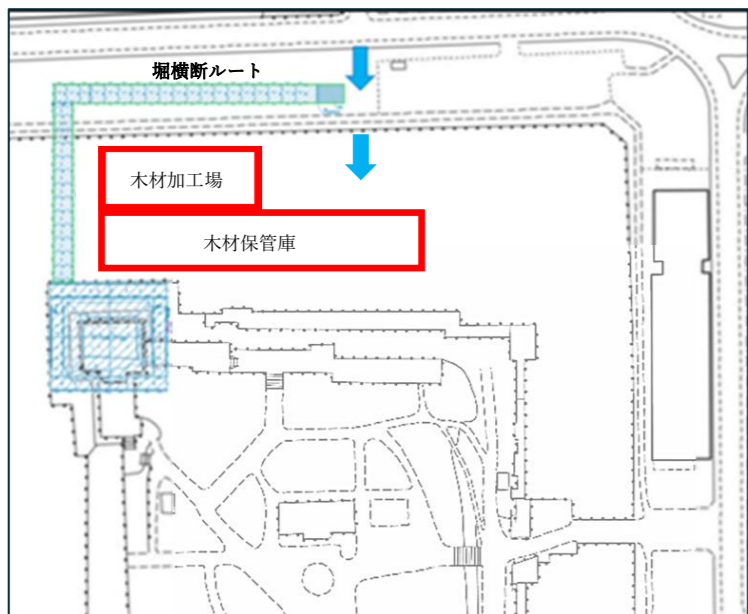


図 4-1 腰曲輪ルートにおける配置案

図 4-2 堀横断ルートにおける配置案

**イ 文化財である石垣、遺構を保護する養生、防護方法**

**【素屋根の架設及び現天守解体時の作業構台等の再利用】**

天守群の復元等では、工事が長期にわたるため、木材等を風雨から守るとともに、全天候で作業ができるように素屋根を架設する。なお、現天守解体時の作業構台、防護構台及びアプローチとなるスロープ構台については、引き続き使用することで文化財である石垣、遺構の保護を図る（図 4-3 参照）。

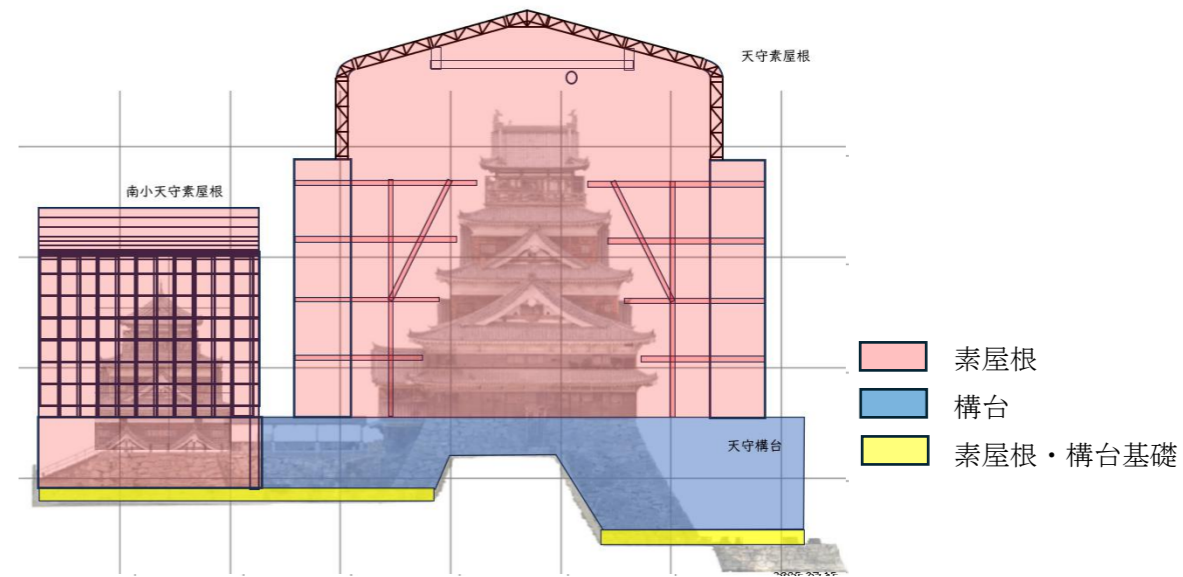


図 4-3 素屋根計画図

上記計画において、腰曲輪ルートでは大型の重機が通行できないため、60t ラフタークレーンを用いており、揚重能力の関係から、天守素屋根については、壁面を構台上に鉄骨で組み立てた後、上部屋根面を壁面片側に載せスライド方式で組み立てる必要がある。堀横断ルートでは搬入の制約が少ないため、大型の重機を用いることが可能となり、門型に組み立てたトラスをスライド方式で組み立てることが可能となる（写真 4-3 参照）。なお、天守及び小天守を同時に施工するに当たり、小天守素屋根の組み立て作業を天守構台から行う必要があり、小天守の素屋根を先行して組み立てる必要がある。



写真 4-3 仮設トラスによる素屋根架けのイメージ

**【小天守及び廊下周辺の石垣保護策】**

構台等は石垣の保存に影響が無いよう設置する必要がある。影響範囲境界となるすべり勾配は 44 度であり、影響範囲に基づく構台基礎の設置可能範囲（図 4-4 黄色部分）は小天守及び廊下周辺において特に狭くなっている。

このため、当該範囲においては、石垣上部及び下部全体にべた基礎を設置して荷重を分散するとともに、石垣面には石垣の勾配に合わせて鉄骨を 3m 程の間隔で配し、石垣と鉄骨との隙間にシート養生の上で袋詰めの無収縮モルタル充填等の処置をすることで、石垣上部と石垣面及び石垣下の基礎の一体化を図るとともに、石垣を取り囲むことで石垣の孕み等が起こらないようにする（図 4-5 参照）。

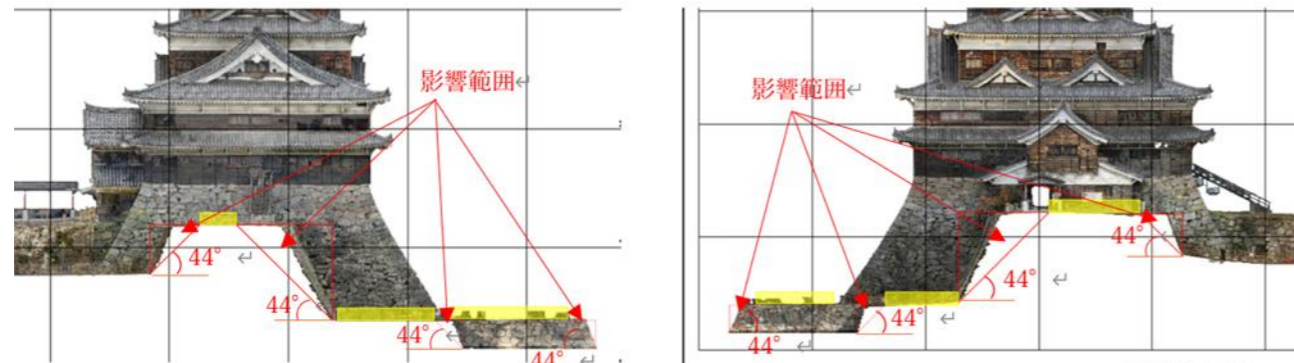


図 4-4 石垣のすべり勾配と影響範囲（左：東小天守・廊下側、右：南小天守・廊下側）

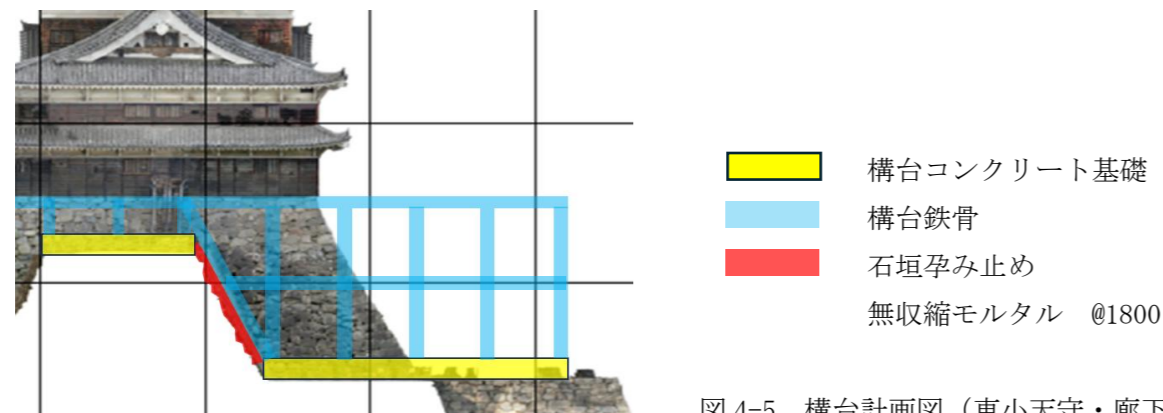


図 4-5 構台計画図（東小天守・廊下側）

**ウ 文化財（石垣・遺構）に影響のない搬出入ルート及び機械の配置**

**【搬出入ルート】**

搬出入ルートには、現天守解体時と同様に「腰曲輪ルート」と「堀横断ルート」が考えられる。天守群の復元等に当たっての長尺木材や素屋根等の仮設構造物に用いる鉄骨材の搬入については「3. 施工条件の整理」で支障等がないことを確認した。その他復元等に当たって新たに通行・使用する車両及び重機は、生コン車、コンクリートポンプ車、鉄筋材・型枠材・瓦材・左官材・各種仕上げ材等の搬入車両とクレーン等の揚重機であるが、現天守の解体で検討した車両や重機の幅員や重量を超えるものはないと考える。

**【機械の設置】**

天守台周辺に設けた天守台高さの作業構台上から、60t ラフタークレーンを使用して天守、南小天守、東小天守の素屋根の施工が可能である。天守と各小天守を繋ぐ廊下の素屋根は、天守及び小天守の素屋根を解体した後、腰曲輪部分の作業構台を残すことで設置が可能である。

なお、堀横断ルートで構台基礎部及び堀底部において必要な地耐力を有することが確認できれば、腰曲輪より掘側に構台を拡大することにより 120t クラスのクローラークレーンの設置が可能となり、南廊下及び東廊下に工事車両や揚重機を乗り入れずに腰曲輪上で全域の揚重作業が可能となる（図 4-7 参照）。この場合、天守台周辺に設ける構台に重機が乗らないため、地下遺構に対する負担は軽減することになる。

また、各素屋根には天井クレーンを設置し、建方や屋根瓦・左官材料等仕上げ材の揚重を行う。廊下の素屋根は小規模であるため、天井クレーンの設置が難しい場合は、重量のある軸部材の組立を素屋根のない状態で外部からクレーンで行い、その後の作業は素屋根架設後に人力で行うことが考えられる。

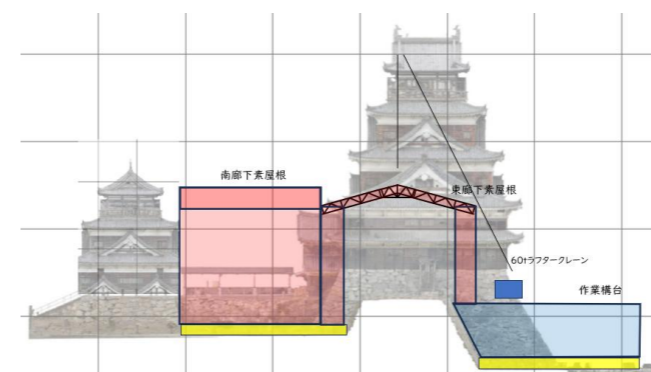


図 4-6 廊下素屋根計画図

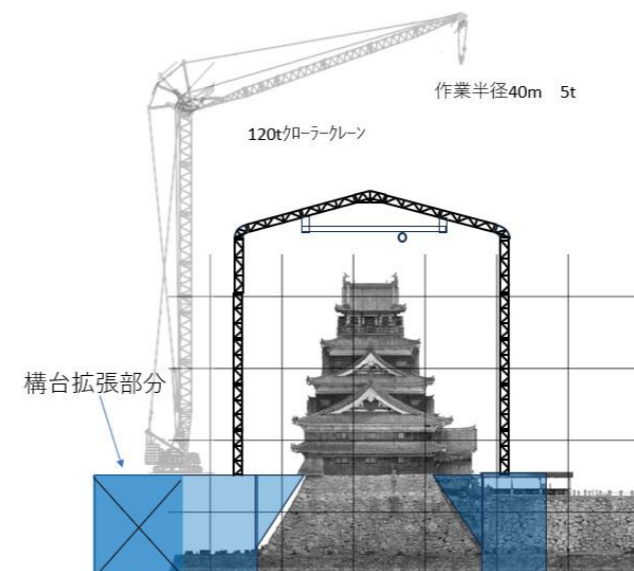


図 4-7 120t クローラークレーンでの作業イメージ

エ 情報公開方法、見学方法（ルート・施設等）、第三者の安全確保方法

伝統技術による作業風景など復元に関する情報を施工段階から積極的に公開することにより、広島城を知る機会が増えるとともに、史跡に対する学びや理解の促進につなげることができる。このため、復元工事中的情報公開を目的とした展示・見学施設を工事現場付近に設置することを検討する。なお、展示・見学施設の設置に当たっては、見学者等の安全の確保から、工事エリアと第三者エリアを明確に区分する必要がある。

腰曲輪ルートにおける展示・見学施設の設置案を図4-8に示す。本案では、展示・見学施設を工事動線から離れた位置に設置するとともに、構台や素屋根等の仮設物を利用し、工事エリアと第三者エリアを明確に区分することで見学者等の安全を確保している。また、堀横断ルートにおける展示・見学施設の設置案を図4-9に示す。本案では、複数階で構成する建築物を設置し、見学施設と展示施設を集約する案としており、天候に左右されず、見学者等の安全も確保される。

展示施設は広島城の沿革や工事進捗に応じた解説パネル・映像、工事材料等の実物を展示し、見学施設はガラス張りの区画壁等から現場内部が見えるようにすることが考えられる。

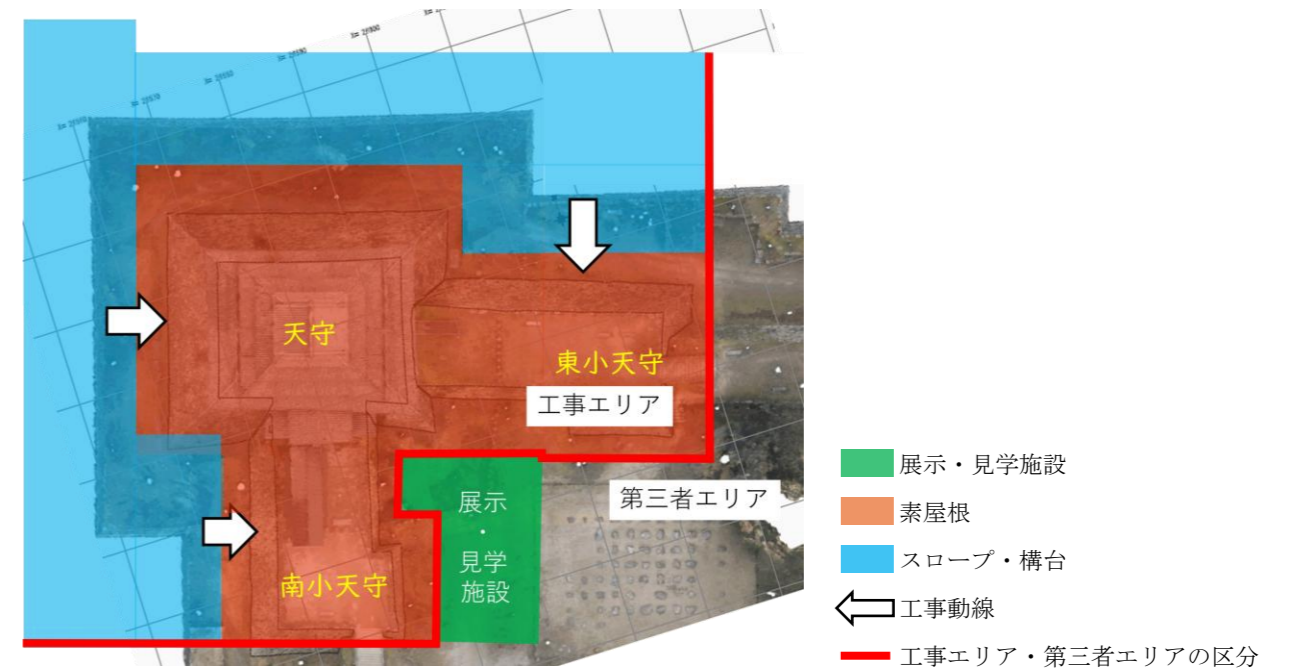


図4-9 展示・見学施設の設置案（堀横断ルート）

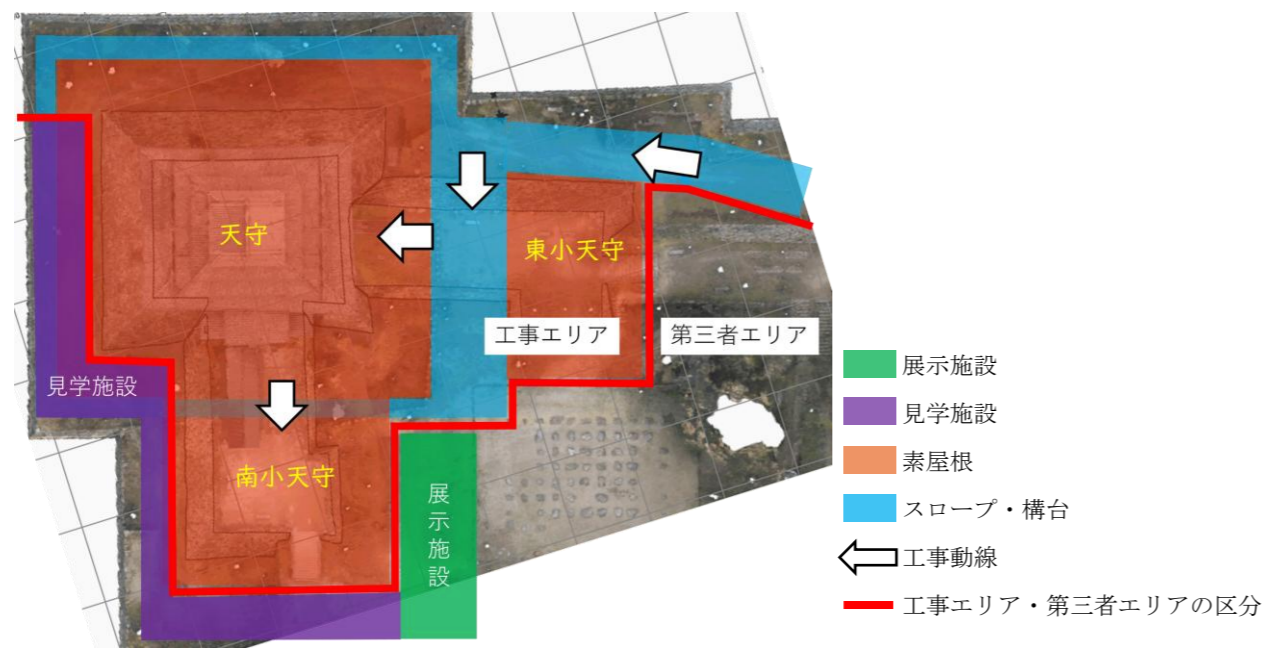


図4-8 展示・見学施設の設置案（腰曲輪ルート）



写真4-4 展示施設のイメージ



写真4-5 見学施設のイメージ



写真4-6 解説パネルのイメージ



写真4-7 実物展示のイメージ

(2) 使用木材の樹種選定、使用資材等の調達方法の検討

古川重春氏の著書「日本城郭考」には、広島城天守の柱・梁材とも、そのほとんどに松が使用されていると記載があるが、木目のよく似た榿であった可能性も否定できない。

現在、国内の松材立木の状況は、全国的に松くい虫による被害が甚大であり、唯一岩手県以北に大径材が残されているが、その地域にも被害が出始めており、供給の観点から復元天守の大径材等に松を使用することは難しい。さらに、松材は癖が強く、曲がり、割れ、白太も多いことから柱材には向かないだけでなく、脂も多く出るため、将来的にも扱いが難しい。榿に至っては、現在、ほとんど流通が無い。

以上のことから、復元に当たっては代替材の検討を行う必要があると考える。

復元に必要な大径材、長尺材について、復元原案をもとに天守の木拾いを行い（表 4-1 参照）、現時点での国内供給状況を確認する。柱材の代替材を国内産桧、梁・桁組を国内産松とした場合、大径材・長尺材の特殊なものは立木も混じり、全般的に無節・上小節等の等級や白太の混在を許容すれば、国内で調達することが可能であると考えられる。

そのほか、桧・松以外の国内産針葉樹の代替材としては青森県産のヒバが大径材・長尺材の取れる立木が残っている。

また、天守五層の造作材については、木柄も小ぶりであることから等級に拘ることも可能である。

なお、復元図を見る限り、破風材以外に曲がり材は見当たらなかった。

左官材料や屋根瓦材、石材については、以下のとおりである。

【左官材料】

土壁材料:地方によって荒木田土、黄土、赤土等を使うが、広島地方では赤土を原材料としていることが多い。赤土は現在でも採れているが、流通が少ないため、醗酵期間も考慮すると早めに調達する必要がある。

漆喰材料:左官用石灰 流通があるため問題ない。

藁苳 同上

朝苳 同上

海藻(角叉) 同上

【屋根瓦材】

いぶし本瓦は現在でも愛知(三州)、奈良、淡路等で生産されており特に問題はない。

【石材】

石垣や礎石で使われている材種は広島県近郊の花崗岩と思われる。現在でも採掘されており調達は可能と思われるが、大きさや形状等により調達に時間がかかる可能性があるため、早めの手配が必要と思われる。

(3) 伝統技能技術者の抽出

天守群の復元に当たっては、伝統工法の施工技術や技能が必要であるため、必要な職種等を抽出した。

文化財保護法では伝統的な文化財の保存技術のうち「選定保存技術」を選定しており、建造物分野では建造物木工、屋根葺、鋳金具、漆・彩色、屋根本瓦葺、左官(日本壁)等があげられる。保存団体は次の団体であり、天守群復元での対象工事は下表のとおり。

表 4-2 選定保存技術

職種	選定技術保存団体	対象工事
建造物木工	(一社)日本伝統建築技術保存会	木工事
屋根葺	(公社)全国社寺等屋根工事技術保存会	土居葺
左官	(一社)全国文化財壁技術保存会	土壁 漆喰壁
屋根瓦葺	(一社)全国文化財壁技術保存会	本瓦葺
建造物装飾	(一社)社寺建造物美術保存技術協会	鋳金具 鉄金具 塗装

表 4-1 広島城天守木材数量表 軸組(柱)抜粋

階層	部位種別	部材名称	場所	化粧野物	仕上寸法			調達寸法			材積	員数	合計材積
					幅	厚	長	幅	厚	長			
初層	軸組	側柱(通し)い-壹		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)い-貳		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)い-参		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)い-肆		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)い-伍		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)い-六		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)い-七		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)い-八		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)い-九		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)い-十		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)い-拾壹		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)い-拾貳		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)い-拾参		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)ろ-拾参		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)は-拾参		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)に-拾参		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)ほ-拾参		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)へ-拾参		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)と-拾参		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)ち-十三		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)り-拾参		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)ぬ-拾参		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)ぬ-拾貳		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)ぬ-拾壹		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)ぬ-九		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)ぬ-八		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)ぬ-七		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)ぬ-六		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)ぬ-五		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)ぬ-四		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)ぬ-参		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)ぬ-貳		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)ぬ-壹		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)り-壹		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)ち-壹		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)と-壹		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)へ-壹		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)ほ-壹		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)に-壹		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)は-壹		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		側柱(通し)ろ-壹		化粧	288	288	7.10	294	294	7.30	0.6310	1	0.6310
		管柱	ろ-貳	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414
		管柱	ろ-参	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414
		管柱	ろ-肆	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414
		管柱	ろ-伍	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414
		管柱	ろ-拾壹	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414
		管柱	ろ-拾貳	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414
		管柱	ろ-拾参	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414
		管柱	ろ-拾肆	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414
		管柱	ろ-拾伍	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414
管柱	ろ-拾陸	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414		
管柱	ろ-拾柒	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414		
管柱	ろ-拾捌	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414		
管柱	ろ-拾玖	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414		
管柱	ろ-廿	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414		
管柱	ろ-廿一	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414		
管柱	ろ-廿二	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414		
管柱	ろ-廿三	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414		
管柱	ろ-廿四	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414		
管柱	ろ-廿五	化粧	182	182	3.43	188	188	4.00	0.1414	1	0.1414		

(4) 基礎地盤の液状化対策の検討

これまでの基礎地盤解析結果では液状化による天守台等への影響は小さいと考えられる。しかし、今後の詳細調査等の結果によっては、液状化による影響も懸念されることから、天守群の復元等における液状化対策工について検討を行う。

広島城跡は国の史跡に指定されており、石垣等の地上遺構や建造物の基礎等の地下遺構、旧軍施設、被爆樹木等が存在する。このような条件の下、どのような液状化対策工が可能であるか検討する。

【液状化対策工と文化財への影響】

表 4-3 に液状化対策工と文化財への影響を示す。

液状化対策工は、

①液状化現象を抑制する工法

②液状化の発生は許すが施設の被害を軽減する工法

に大別される。

①で大型機械（3点式杭打機等）を用いる場合、広大かつ平坦な作業ヤードが必要となり、施工規模、数量（削孔本数等）が多くなるため、文化財への影響が甚大で、国の史跡である広島城跡において採用することは難しい。一方、液状化層の規模、範囲が限定的で施工規模、数量が小さく小型機械による施工が可能な場合には広島城においても選定候補とすることができる。

②は小型機械による限定的な範囲での施工を可能とし、液状化の発生は許すが、その影響を限定的に抑制し、建造物等への被害を軽減することに主眼を置いた工法であり、広島城において選定候補とすることができる。

こうしたことから、天守群の復元等においては、対策工による影響を最小限とするため、小型機械による施工が可能な工法を採用する必要がある。具体的な工法としては、静的圧入締固め工法、高圧噴射攪拌工法、薬液注入工法、矢板工法、杭工法等が考えられる。工法の選定、計画に際しては事前に基礎地盤、天守台・小天守台内部の詳細な調査が必要となる。

表 4-3 液状化対策工と文化財への影響

原理	対策工法	液状化発生防止対策						文化財（石垣・遺構）への影響 《○：影響が小さい △：影響がある ×：影響が大きい》							
		砂地盤の性質改良				有効応力の増大	過剰間隙水圧の消散	せん断変形の抑制	①液状化現象を抑制する工法	②液状化の発生は許すが施設の被害を軽減する工法	施工時の振動	施工後の地盤沈下	施工方法・機械	広島城への適応性	備考
		密度増大	固結	粒度の改良	飽和度の低下										
圧密・排水	地下水位低下工法				○	○			○		○	×	△	×	揚水井戸設置による地下水位低下地盤沈下の危険性がある
締固め	振動締固め工法	サンドコンパクションパイル工法	○						○		×	×	×	×	大型機械による施工、振動大
		振動棒工法	○						○		×	×	×	×	大型機械による施工、振動特大
		パイプフローテーション工法	○						○		×	×	×	×	大型機械による施工、振動大
		パイプロタンパー工法	○						○		×	×	×	×	大型機械による施工、振動特大
		重錘落下締固め工法	○						○		×	×	×	×	大型機械による施工、振動特大
	静的締固め工法	静的締固め砂杭工法	○						○		○	×	×	×	大型機械による施工
	静的圧入締固め工法	○						○		○	○	△	△	小型機械による施工（CPG工法）	
固結	表層混合処理工法	表層混合処理工法		○					○		△	○	△	×	表層地盤の地盤改良
		深層混合処理工法（機械攪拌）		○					○	○	△	○	×	×	大型機械による施工
	深層混合処理工法	高圧噴射攪拌工法		○					○	○	○	○	△	△	小型機械による施工
		石灰パイル工法	○	○					○		△	○	×	×	大型機械による施工
	薬液注入工法		○					○		○	○	△	△	小型機械による施工	
掘削置換	掘削置換工法			○				○		△	○	△	×	表層地盤の置換、地盤改良	
間隙水圧消散	間隙水圧消散工法							○		△	×	×	×	大型機械による施工	
構造物による対策	押え盛土工法	押え盛土工法							○	△	△	△	×	地形の変更が必要	
		地中連続壁工法								△	○	△	×	大型機械による施工	
	矢板工法	矢板工法							○	△	○	△	△	小型機械による施工の場合は可能	
		杭工法							○	△	○	△	△	小型機械、深礎による施工の場合は可能	



大型機械  
（3点式杭打機）



小型機械  
（高圧噴射攪拌工法）



小型機械（薬液注入工法）



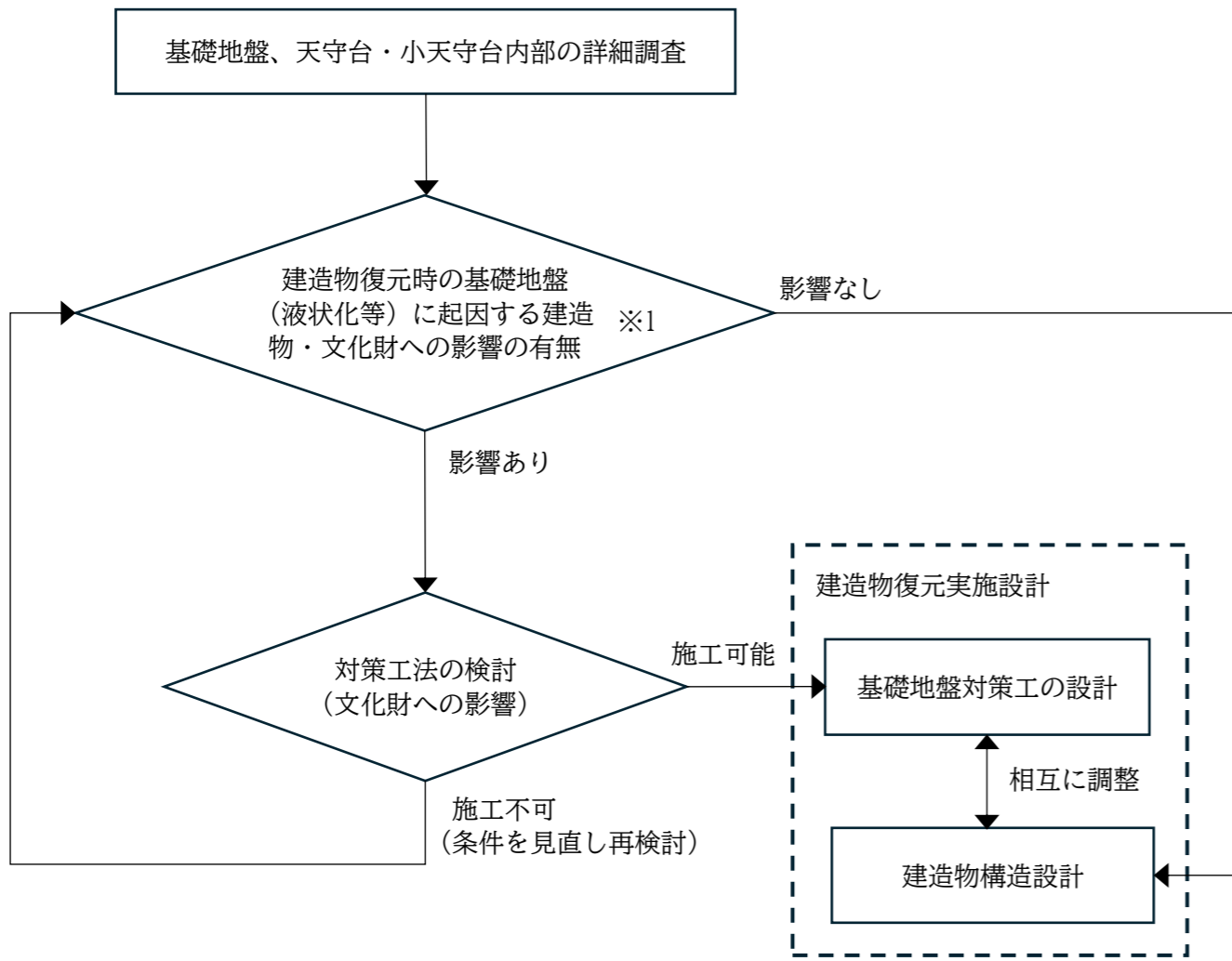
小型機械（杭工法）

※文化財への影響【△】においても施工範囲が大きくなる場合は、施工数量（削孔本数等）が多くなるため文化財への影響が懸念される。

※矢板工法、杭工法については、使用機械の選定等により文化財への影響に大きく差が出る。

【液状化対策工の選定手順】

液状化対策工の選定手順を下図に示す。選定に際しては、文化財への影響と建造物の安全性のバランスを考慮し選定する。



※1 基礎地盤の検討は、液状化による影響の他、支持力、不同沈下等に対する検討を含む。

図 4-10 液状化対策工の選定手順

(5) 耐震、耐風性能の検討

復元原案に基づき、想定される建物の構造性能（耐震性能・耐風性能）について、構造計算・構造解析による検討を行う。

ア 復元等の範囲と構造検討の方法

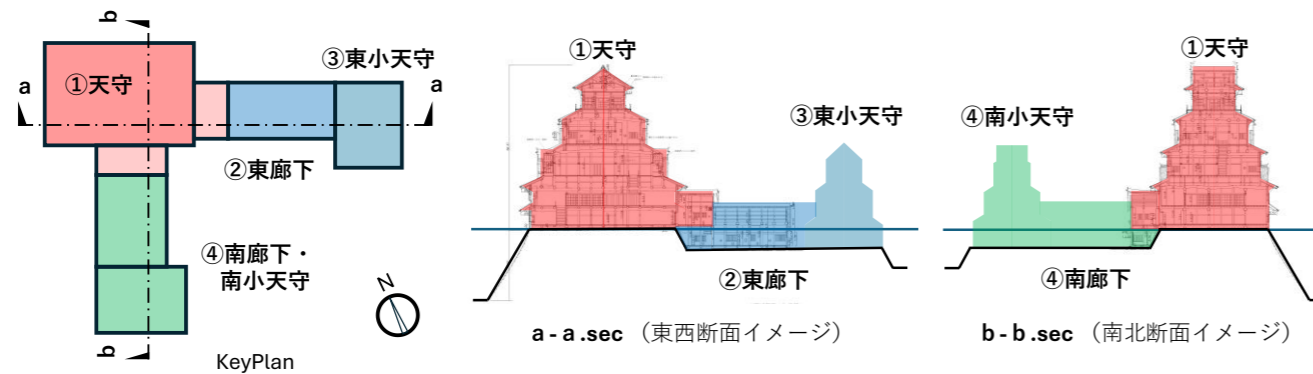
天守群の復元エリアに関する構造検討方法を表 4-4 に示す。復元原案において構造に関する情報量に応じた区分けとしている。天守については構造軸組の特徴を反映した詳細な立体骨組モデルを構築し、天守台の基礎地盤解析により得られている天守台上面の加速度波形を入力地震動として木造天守骨組の時刻歴応答解析を行う。なお、天守は東廊下、南廊下と建築的に接続しているため、荷重・耐力への影響を考慮し、それぞれの建物の一部（二階範囲）を解析モデルに含める。

東廊下については、当該範囲の主要な軸組を構成する耐力要素（柱、貫、土壁等）を抽出・加算して建物の保有耐力を推定、建物重量と伝統構法の一般的な変形特性とを考慮して必要保有水平耐力を算定し、それらを比較検証する。

東小天守、南廊下・南小天守については復元原案の情報が一定範囲に留まるため、今回の構造検討の対象とはしない。

表 4-4 天守群の復元エリアと構造検討方法

対象とするエリア	復元原案の資料イメージ	検討方法	備考
① 天守	平面図・断面図等	時刻歴応答解析	立体骨組モデル (東・南廊下二階を含める)
② 東廊下	平面図・断面図等	構造計算	主要な軸組の保有耐力 (一階範囲を対象とする)
③ 東小天守	外観図等	考察	資料読み取り範囲で
④ 南廊下・南小天守	②③に基づく検討資料	考察	資料読み取り範囲で



イ 天守の耐震性能検討

(7) 基本検討方針

a 構造概要

広島城天守は平面規模が一階で長辺十二間、短辺九間（六尺五寸間）、高さが土台から五階の梁組までで約 22.6m という規模を有する。構造型式は二重二階の入母屋造基部の屋根上に、三重三階を上げる五重五階の望楼型である。

軸組架構の特徴を図 4-11 断面図に示す。また、各階軸組のアイソメを図 4-12 に示した。各重の梁

が入側と身舎とで段違いになることなく同じ高さで組まれていて、層ごとの平面的な一体性が高く、また、望楼部の三階、五階で階高の約 1/3 の高さに床組が設けられている点も特徴の一つである。

主要な構成部材の断面寸法は表 4-5 に示すとおりで、水平力に対しては、太径の柱の剛体回転により生じる柱傾斜復元力、貫等横架材の柱仕口部でのめり込み抵抗、および土壁のせん断抵抗が主な耐力要素となっている。土壁は、外周の塗籠壁と内部には主に垂れ壁（真壁）がある。五階は外周のみの垂れ壁（真壁）架構となっている。樹種については、軸組を桧または榿、野物は松材で想定した。

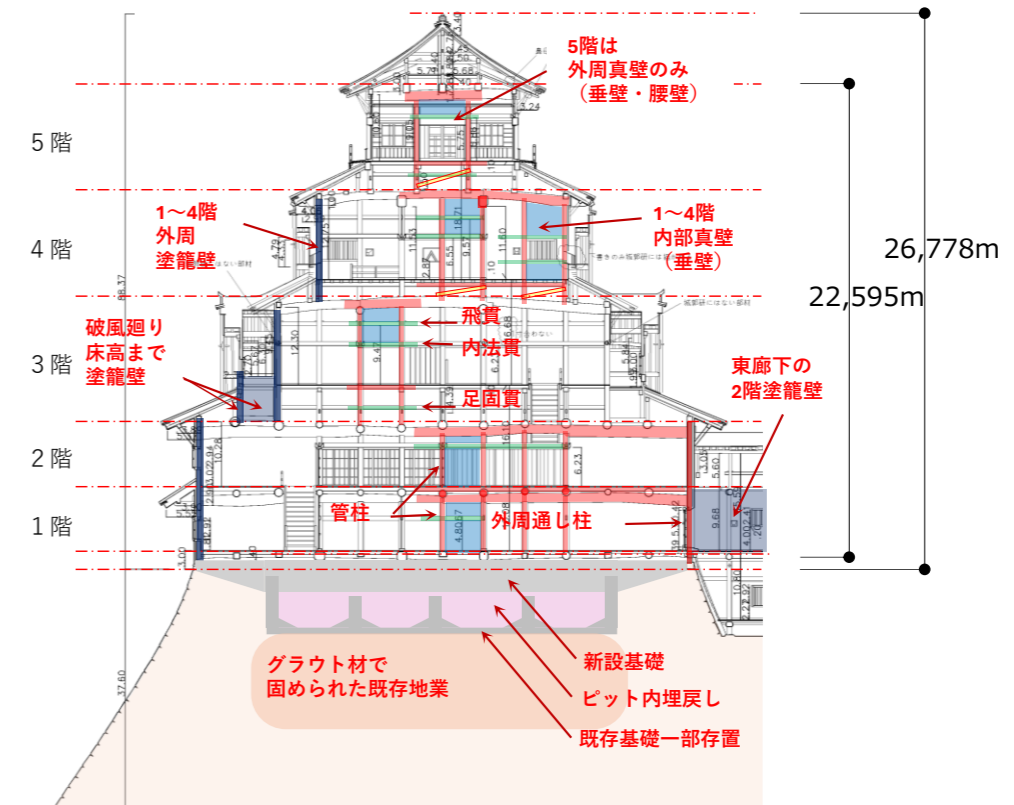


図 4-11 軸組架構の特徴

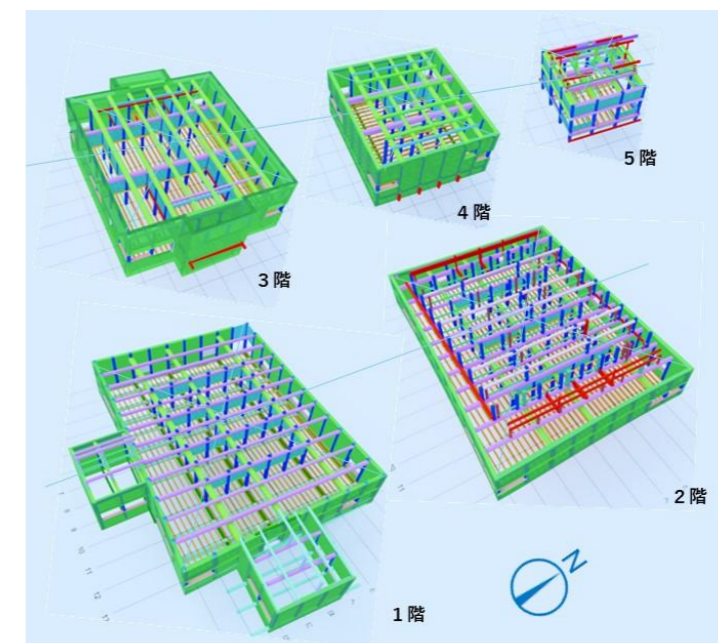


図 4-12 各階の軸組（アイソメ）

表 4-5 部材断面

(単位mm)

階	柱	梁	貫	壁厚
5	□252	410×410、420×320、200×280、200×260	80×175,65×165,60×190	105
4	□235	410×530、370×370、330×255、250×255、230×255	60×270,60×205,50×180、60×180	315,105
3	□240	405×405、355×355、230×270、230×240、205×260	80×215,80×170,70×165、60×195,50×185,50×175	315,105
2	□280,267	410×410、355×355、250×270、240×270、230×255	60×210,55×215	315,105
1	□280,267,188	430×430、310×310、250×320	75×205	315,270,175,105
土台	—	400×400、365×365、335×335、305×320	—	—

表 4-6 評価項目

評価項目		目標性能 (例)
層せん断力係数	最大層せん断力を当該層の支持する上部建物重量で除した高さ方向の外力分布	—
最大層間変形角	最大変位を階高で除した値	1/30以下
柱の倒れ	最大倒れ量を柱径で除した値	2/3以下 <sup>*1</sup>
土壁のせん断応力	土壁のせん断破壊	終局強度程度 (亀裂を生じるが大きく崩落しない)
木部材応力	通し柱、または垂壁付柱の曲げ破壊	終局強度以下

※1：設計者判断にて安全率1.5を考慮する場合を想定。柱径までは復元力は保持される。

b 構造性能の確認方法

伝統木造架構は、仕口のめり込み抵抗に代表される変形性能の高さが特徴の一つであるが、広島城天守の架構は、外周部の厚い土壁（塗籠壁 厚さ 300 mm程度）と内部の小壁ラーメン（真壁 厚さ 100 mm程度）がせん断力の多くを負担する仕組みとなっている。土壁の構造性能が建物の構造特性に与える影響は大きい、厚い土壁と軸組からなる架構については、今後、詳細に仕様を定めた上で実験等を行い性能を検証する必要がある。現段階では、標準的な土壁の性能（文献1）を外周の塗籠壁にも適用し、その有効壁厚を 300 mm、150 mmとした場合、比較のために塗籠壁を考慮しなかった場合の 3 ケースの解析を行い、結果を比較考察するものとする。

また、復元原案のままでは所要の耐震性能が得られない可能性があるため、見え掛かりへの影響が少ない部位を補強する一案（広島城天守の特徴である床下に耐力壁を追加）の補強効果を示すことで、今後の構造計画に資するものとする。

これらの内容を適切に評価できる解析モデルとして立体骨組モデルを採用する。個々の柱、梁・貫等の横架材、壁を線材（ブレース置換）で模擬し、接合部の性能も部材端バネとしてモデル化する。

地震力については、立地条件（河口のデルタ地帯の地盤）や天守台の影響を考慮した2次元FEM解析の結果（天守上面中央の時刻歴波形）を用いる。

（文献1：重要文化財（建造物）耐震基礎診断実施要領 H24.06.12 改正）

c 設計クライテリア

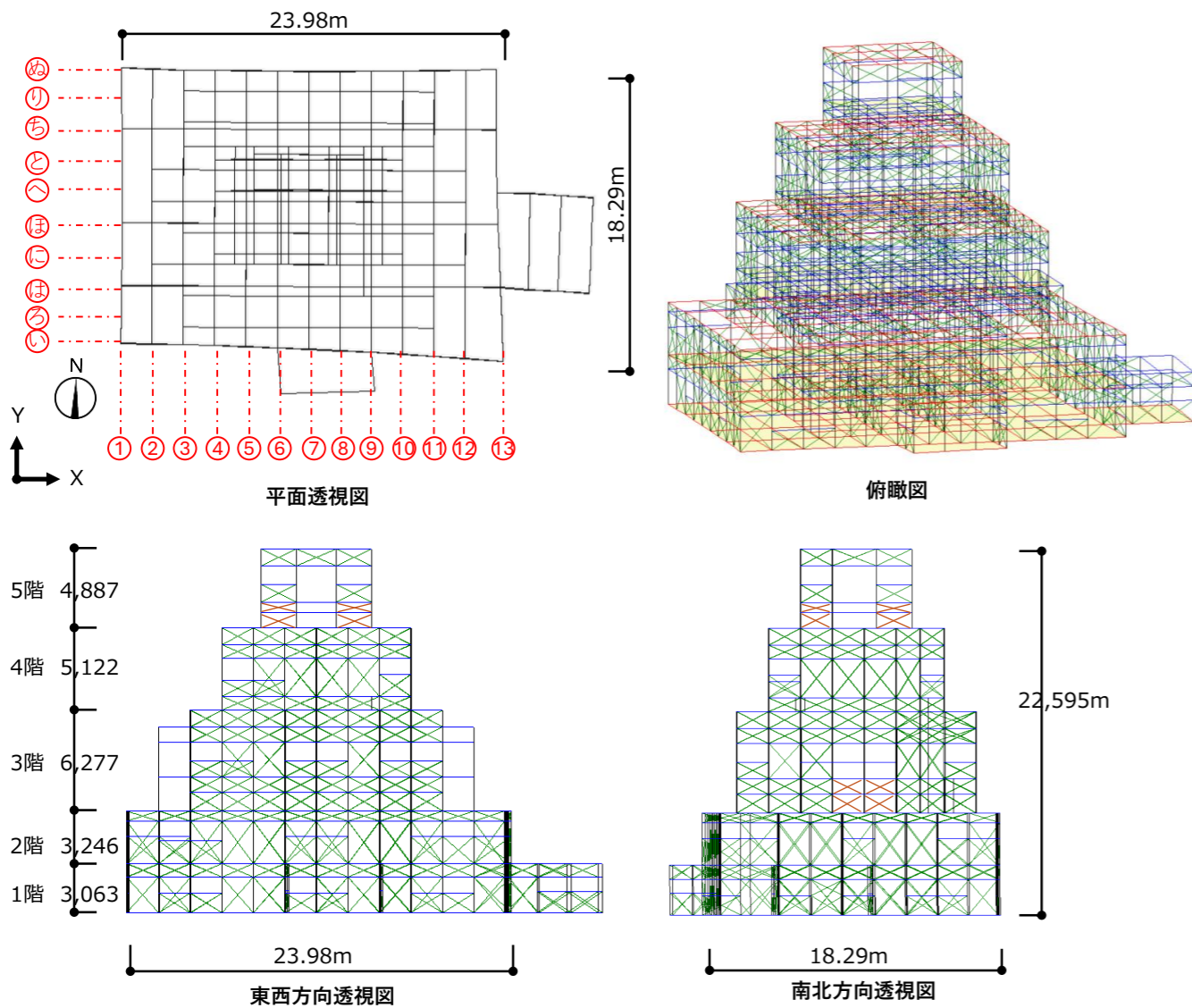
上記解析モデルと地震力を用いて天守骨組の時刻歴応答解析を行い、表 4-6 に示す項目に着目して構造性能を評価する。天守は伝統構法木造の一般的な構造特性である初期剛性は低い、大変形まで耐力を保有するという性能を有する。また、表中の目標性能は、大地震時（極めて稀に発生する数百年に1度程度の地震動で震度6強程度）に、人命に被害を及ぼすような倒壊を防ぐための目標値の一案である。実施設計において、第三者の性能評価における協議内容も踏まえ、その妥当性を判断する。

(イ) 天守軸組の特徴を捉えた構造解析モデル

a 架構モデルの形状と耐力要素の配置

図 4-13 に解析モデル図を示す。基部の平面形状は天守台の歪みに合わせた復元原案のと通りの形状としている。各階の軸組構面は高さ方向に 3~6 分割して開口部や横架材を配置し、柱と横架材で分割された矩形のエリアにブレース置換した土壁を設ける。部材や壁・小壁の配置は前述の図 4-12 俯瞰図に示す 3 次元モデルを復元原案に添って作成した上で構造解析のモデル化を進めた。なお、モデル化する上で工学的な判断を加えて設定したいくつかの事項を以下に付記する。

- ・外周塗籠壁の壁脚は壁重量の支持、地震力の伝達を考慮し下階の梁組までとした。
- ・五階外壁（腰壁）の壁脚は地震力の伝達を考慮し下階の梁組までとした（図 4-13 中の赤色）。
- ・狭間は小面積のため壁の剛性耐力への影響は考慮せず、煙抜き開口のある壁は壁無しとした。
- ・梁組レベルを剛床とした。天守骨組の基本的な構造性能を把握するための仮定だが、セットバックする外壁の負担せん断力を下層の壁に円滑に伝達するために構造計画において何らかの水平構面を措置する必要がある。
- ・解析モデルに含めた東廊下、南廊下の二階範囲のそれぞれ妻部分の塗籠壁は、天守地震力負担には寄与しないため剛性耐力から除外。
- ・三階の東西外周軸組の中央間（破風前）の床下範囲に、地震力の伝達を考慮し塗籠壁を設けた（図 4-13 中の赤色）。
- ・梁組は方向によりレベル差があるが、水平方向の解析に与える影響は小さいので簡略化し、モデル上は同一レベルとした。



解析ソフト：SNAP ver.8  
 節点数：1334  
 部材数：4001 (柱964+横架材1783+壁置換ブレース1294)

図 4-13 解析モデル図

**b 荷重設定**

建物の想定総重量は約 1,748t (17,124kN) で、1 階の床面積で均すと 3.65t/m<sup>2</sup> (35.7kN/m<sup>2</sup>) となる。これは、展示施設を想定した積載荷重 240 kg/m<sup>2</sup> (2.4kN/m<sup>2</sup>、建築基準法施行令 85 条の店舗売り場相当) を含む。また、地震時の上屋想定重量は 1,478t (14,481kN) で、総床面積で均すと 1.09t/m<sup>2</sup> (10.7kN/m<sup>2</sup>) となる。これは、上記同様に地震用の積載荷重 130 kg/m<sup>2</sup> (1.3kN/m<sup>2</sup>) を含む。固定荷重の内訳については表 4-7 の要素小計に示すとおり、壁自重 51.0%、屋根 25.5%、その他軸組等 23.5%の割合となり、土壁の総重量に占める割合が大きい。

表 4-7 建物重量 (構造解析用)

固定荷重Wi	1 基礎レベル	2 一階	3 二階	4 三階	5 四階	R 五階	要素小計Wi (kN)	総重量比%
床面積Ai (m <sup>2</sup> )	479.4	479.4	421.8	250.6	128.0	76.7	1356.5 (一~五階)	-
屋根		611	1,135	683	449	369	3,248	25.5
壁	801	1,354	1,635	1,728	807	161	6,486	51.0
床自重	153	153	102	49	17		474	3.7
柱自重	43	83	95	79	33	9	341	2.7
梁自重	252	255	302	169	124	46	1,147	9.0
その他(廻り縁、破風等)			649	360	12		1,021	8.0
層小計Wi (kN)	1,249	2,455	3,918	3,069	1,442	585	12,717	100.0
総重量比%	9.8	19.3	30.8	24.1	11.3	4.6	100.0	-

軸組等小計  
 1,962 kN  
 15.4 %

一~五階床面積均し (kN/m<sup>2</sup>)

重量合計 (kN)	固定荷重 (一~五階)	12,717	9.4
地震用 (一~五階)	14,481 床積載荷重 1.3kN/m <sup>2</sup> 考慮	10.7	
架構用 (GLレベル含)	17,124 床積載荷重 2.4kN/m <sup>2</sup> 考慮 35.7 kN/m <sup>2</sup> (一階床面積均し)	12.6	

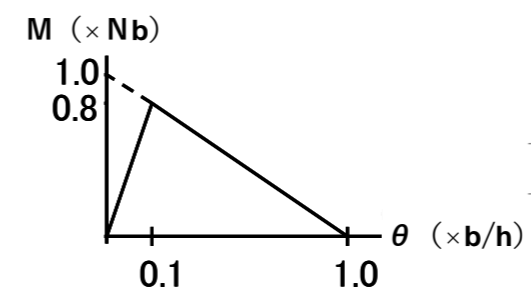
**c 耐力要素のモデル化**

主要な耐力要素とそのモデル化の概要を以下に示す。

**(a) 太径の柱の剛体回転により生じる柱傾斜復元力**

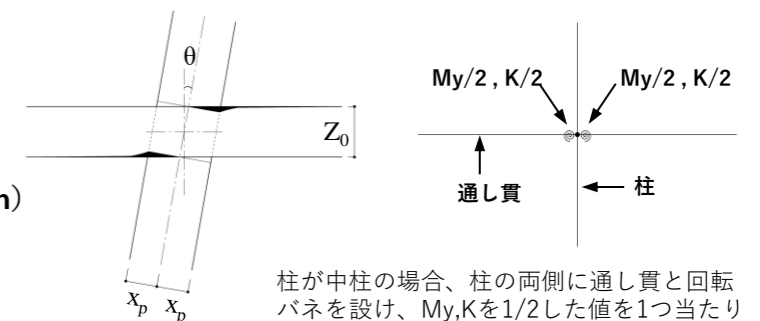
傾斜復元力は図 4-14 に示すように、第二勾配が負となるバイリニア型復元力特性により模擬する (文献 2)。柱の倒れ量が柱径の約 1/10 で最大となりその後は負勾配となって、柱径に達すると復元力を失う、エネルギー吸収のない弾性非線形の履歴でモデル化する。個々の柱の耐力は柱径と軸力に応じて定められる。地震時には柱軸力は変動するが、階全体としては圧縮側、引張側で相殺し変動を考慮する必要はないため、復元力の合計は各階・柱径ごとの長期軸力の平均値に応じて設定する。モデル化上は柱脚に回転バネとして設定する。なお、1~2 階外周は通し柱につき回転バネは 1 階柱脚にのみ設定する。

(文献 2：日本建築学会大会梗概集 1993, pp. 1021~1022 河合他、日本建築学会大会梗概集 1998, pp. 269~270 軽部他)



柱脚回転バネ M-θ 特性において、  
 最大耐力時 My=0.8Nb、同 θy=0.1b/h、  
 抵抗力喪失時 θu=b/h、  
 ここに、N：軸力、b：柱幅、h：柱高さ

図 4-14 柱傾斜復元力 荷重-変形関係



柱が中柱の場合、柱の両側に通し貫と回転バネを設け、My,Kを1/2した値を1つ当たりの回転バネの特性とする。

図 4-15 貫端部回転バネ

(b) 貫等横架材の柱仕口のめり込み抵抗

貫は通し貫を基本に外端は片側貫（柱径の半分まで）として稲山式を適用する（図 4-15 参照）。  
 （文献 3）。なお、横架材 3 間ごとに柱内継手があるものと仮定して仕口の剛性・耐力を 0.9 掛けに低減する（継手 1 か所辺りの低減率を 0.7 とし継手箇所総数/仕口個所数で重みづけして各所一律に設定する）。3 階、5 階の床束と足固貫の仕口も同様に考慮する。1 階・2 階の梁外端（柱勝ちとなる）柄差し（幅 0.25D×梁成×深 D、D は柱径）も片側貫として考慮する。

（文献 3：木質構造接合部設計マニュアル 2009 p. 252～、木質構造基礎理論 2010 p. 101～）

(c) 柱頭柱脚部柄の梁仕口のめり込み抵抗

柱頭柱脚の柄形状寸法を想定し（幅 0.25D×成 0.8D×深 200 mm、D は柱径）、片側貫としてモデル化する。柄短辺方向はピン接合とする。

(d) 土壁のせん断抵抗

土壁の構造特性は文化庁手引き（文献 1）に準拠して設定する（図 4-16 参照）。塗籠壁の構造実験事例（文献 4）によれば、既往式は、初期剛性については壁全体厚さから漆喰、砂漆喰分を除いた厚さを有効厚さとした場合に近似し、最大せん断力については裏返し面から柱に直接留めている竹小舞までの厚さを有効厚さとすることで、繰返し加力時のせん断低下も含めて、実験結果を安全側に評価できるとしている（図 4-17 参照）。今回検討では、前述のとおり有効壁厚を 150 mm、300 mm とした場合の結果を示し、ある幅をもって結果を評価する。なお、履歴特性は大変形時の土壁の損傷によるエネルギー吸収を考慮しない安全側の設定（弾性非線形）とする。

（文献 4：日本建築学会大会梗概集 2020, pp. 579～578 上角他、大規模伝統木造建築における構造要素の性能評価に関する研究 その 5 土壁試験体の施工および実験結果）

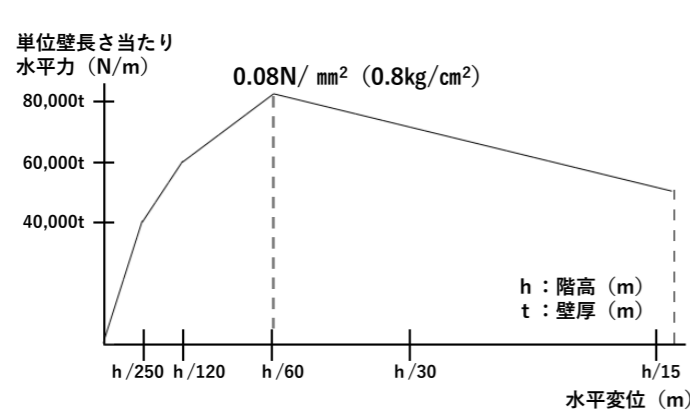


図 4-16 土壁のせん断耐力 荷重-変形関係（文献 1）

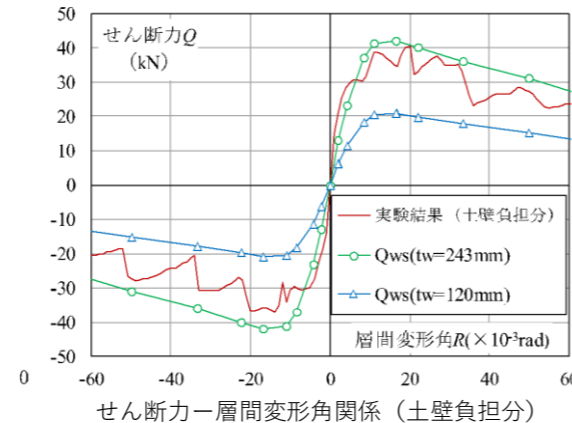


図 4-17 塗籠壁の構造実験結果の事例（文献 4）

d その他条件設定

- 減衰定数は 5% 粘性減衰（瞬間剛性比例型）とする。伝統工法骨組の一般的な設定値よりもやや大きめの値だが、土壁の履歴特性を弾性非線形としていることを勘案して設定した。
- 床面は、水平構面としての性能に応じて、柱脚の固定度を高める効果が期待されるが、厚 1 寸、幅 8 寸～1 尺、長 2 間の板を和釘 4 本で大引に留め付ける程度の復元仕様においては、その効果は薄いと考えられるため非剛床とした。

(ウ) 入力地震動

入力地震動については、立地条件（河口のデルタ地帯の地盤）や天守台の影響を考慮した 2 次元 FEM 解析の結果（天守上面中央の時刻歴波形）を用いる（文献 5）。なお、図 4-18 に示す天守台基礎地盤モデルは、石垣・基礎地盤の工学的傾向を把握することを目的に、限られた条件（予備調査の土質調査ボーリング 1 本）で作成されたもので、今後の詳細調査により見直しが図られるべきものである。

図 4-19 に当該モデルによる立ち上げ波（天守台上面での加速度波形）を示す。基盤波は告示波レベル 2（神戸位相：兵庫県南部地震 1995 神戸気象台記録）を用い、立ち上げ波は As2 砂質土層の液状化による免震効果の影響による減衰が認められる。また図 4-20（左）の加速度応答スペクトル（減衰定数 5%）に示すとおり、卓越振動周期は 1.3 秒前後となっている。

検討用の入力地震動については、観測波（図 4-20（右））のほか、後述する建設地におけるサイト波を作成し、今後複数ケースについて検討を行う必要があるが、今回検討においては、天守骨組の基本的な構造特性を把握することを目的として、標準的な基盤波と木造に対し影響の大きい 1 秒超の周期特性を有する地盤の液状化の影響が考慮された地震動（以降、立ち上げ波）を採用する。

（文献 5：石垣・基礎地盤解析等について（令和 6 年度第 4 回広島城天守の復元等に関する検討会議 資料 3 令和 7 年 2 月 6 日））

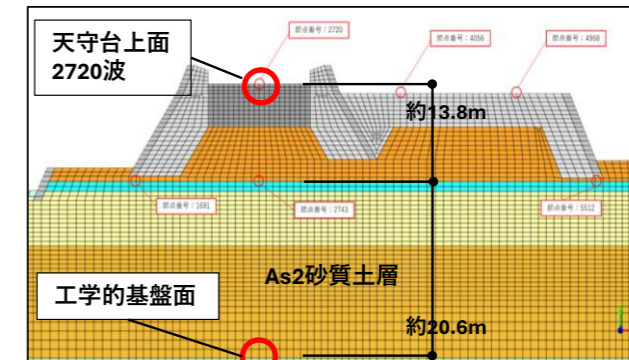


図 4-18 天守台基礎地盤モデル

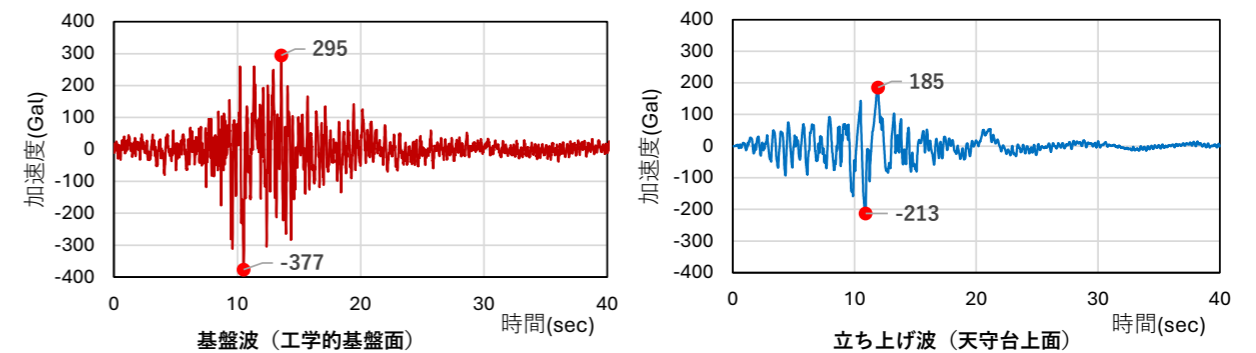


図 4-19 地震動波形（加速度）

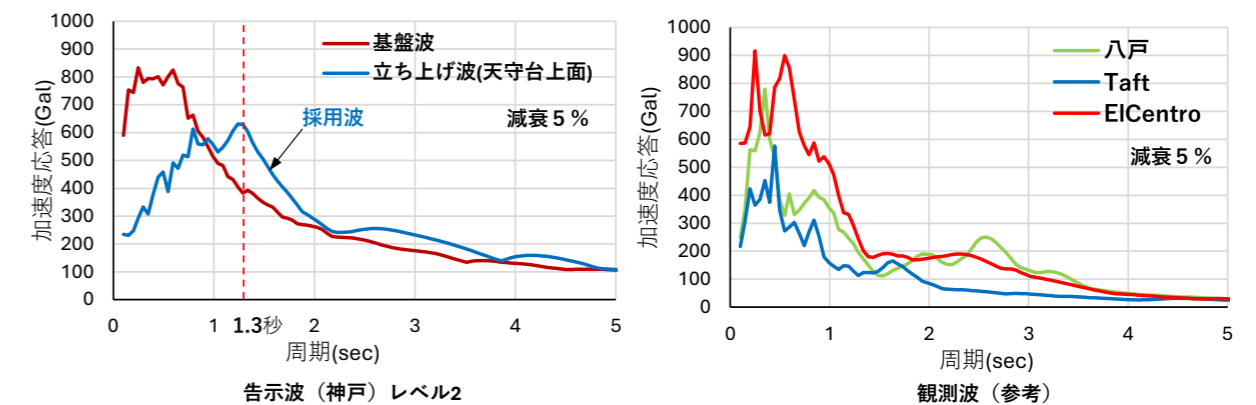


図 4-20 加速度応答スペクトル

ウ 解析結果

(7) 周期特性と応答層せん断力係数

a 周期特性

天守骨組の固有値解析の結果を表 4-8 及び、図 4-21 に示す。また、前述の加速度応答スペクトルに天守骨組の 1 次・2 次固有周期を記入したものを図 4-22 に示す。1 次固有周期は 1.8~2.1 秒程度、2 次固有周期は 0.8~0.9 秒程度の範囲にあると想定される。液状化の影響も含めた天守台・地盤の周期特性に対して、高次モードの振動が励起される可能性があると考えられる。なお、大地震時には土壁の損壊により周期が伸びることが想定されるが、1 次モードで振動が増幅する可能性は低い。

b 応答層せん断力係数

最大応答層せん断力係数を図 4-23 に示す。1 階における地震力の大きさ（ベースシア係数）と、作用する地震力の高さ方向の分布を示す。ベースシアは 0.12~0.14 程度で、規定の 1 次設計時の設計用標準せん断力係数 0.2 を下回り免震構造に近い値となっている。層せん断力係数は上部ほど大きくなるが、5 階では 0.36~0.51 となり、グラフ中に黒点線で示した  $A_i$  分布（耐震規定に準拠）と比較して、上部で 1.0~1.4 倍程度大きくなる。剛性との兼ね合いもあるが、天守の重量分布が通常の建物と異なり上部に向かって漸減する影響と考えられる。

表 4-8 固有周期

次数	周期(s)		
	t300	t150	t000
1	1.771	2.109	4.155
2	1.746	2.076	3.820
3	1.085	1.389	3.479
4	0.797	0.926	1.751
5	0.779	0.880	1.734

・t\*\*は外周の塗籠壁厚 (mm) を示す。  
 ・背景色は卓越する振動モードの別を示す。  
 (青：X方向(東西)、赤：Y方向(南北)、緑：捻れ)

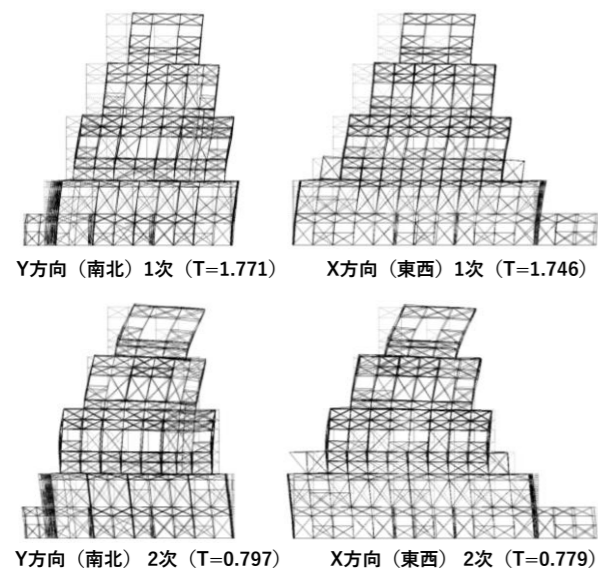


図 4-21 有効壁厚 t300 モデルの固有モード

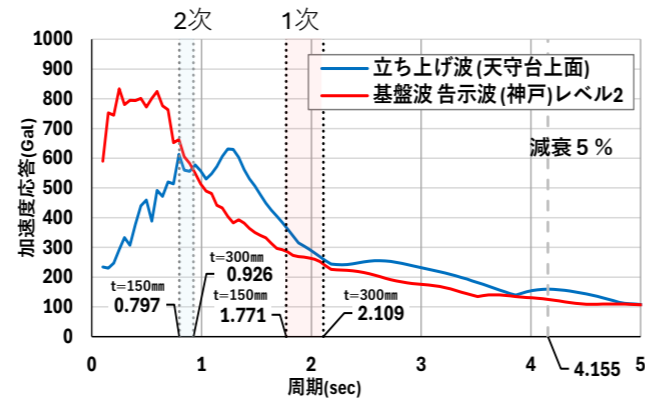


図 4-22 応答スペクトルと天守の固有周期

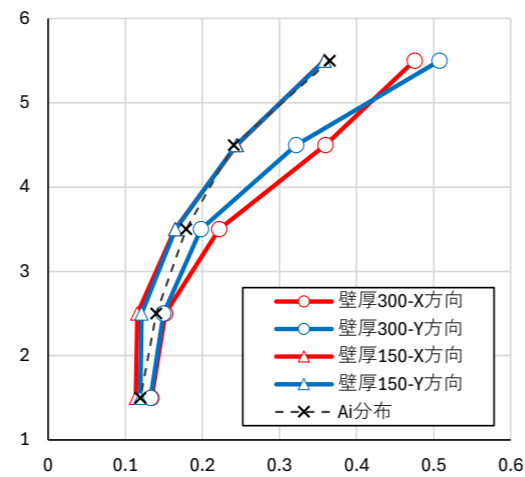


図 4-23 最大応答層せん断力係数【復元原案】

(イ) 変形

a 層間変形角

最大応答層間変形角を図 4-24 に示す。有効壁厚 300 mm では各方向各階とも概ね目安とする 1/30 程度以内となっているが、有効壁厚 150 mm では階高の高い 3 階、4 階で倒壊限界変形と言われる 1/15 を上回り、倒壊に至るオーダーとなる。

b 柱の傾斜

柱の最大応答傾斜を図 4-25 に示す。横軸は柱の倒れ量を柱径で基準化した値、色違いの線は軸力に応じて異なる各階外柱の傾斜復元力を示す。線上の丸印は最大応答変形時をプロットしたものである。有効壁厚 300 mm では Y 方向（南北方向）の 4 階を除き各方向各階とも概ね目安とする柱径の 2/3 程度以内となっているが、有効壁厚 150 mm では概ね柱径を超える倒れ量が生じており、鉛直荷重支持能力を失うオーダーとなる。

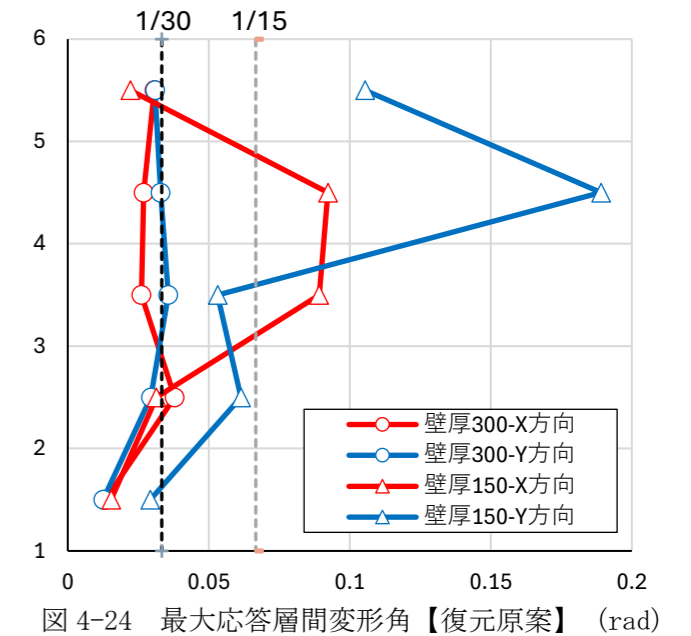


図 4-24 最大応答層間変形角【復元原案】 (rad)

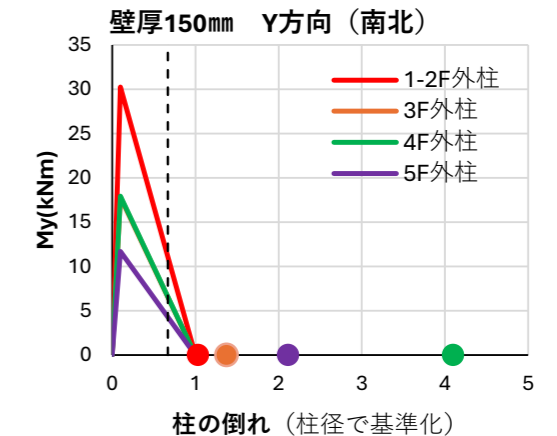
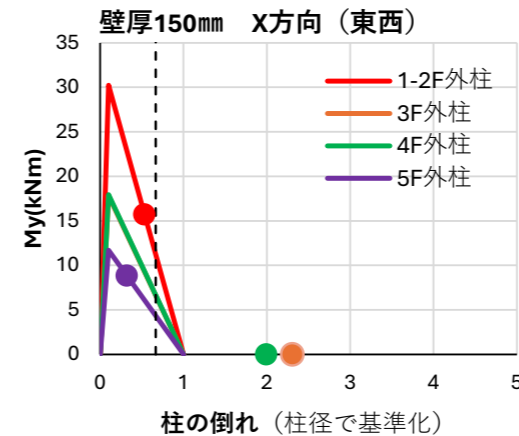
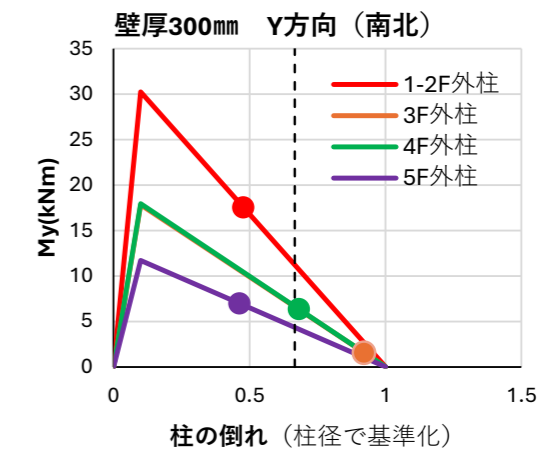
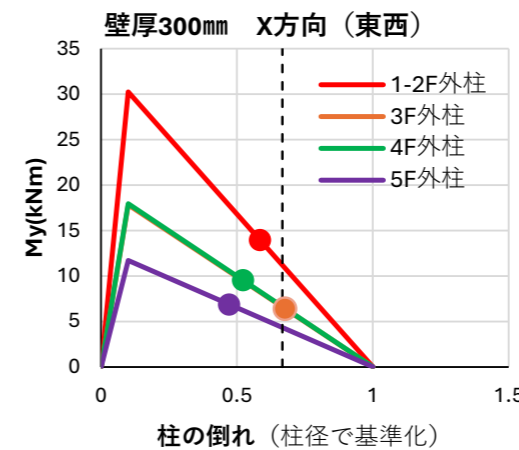


図 4-25 柱の最大応答傾斜【復元原案】 (柱径で基準化した傾斜復元力上に丸印でプロット)

(ウ) 応力

a 土壁のせん断力

有効壁厚 300 mm のケースについて、1, 3, 5 階で最大応答せん断力の生じる壁を選び（1 階は内部小壁、3 階は塗籠壁、5 階は真壁の外周小壁）、せん断応力度の時刻歴応答を図 4-26 に示す。各方向各階とも想定する終局強度（ $0.08\text{N/mm}^2$ ）を一部超過するものの（赤色で示した部分）前述のとおり層間変形角が  $1/30$  程度であるため、崩落に至るような土壁のせん断破壊は生じないものと考えられる。

b 柱の曲げモーメント

有効壁厚 300 mm のケースについて、1, 3, 5 階の南西隅柱の最大応答曲げ応力度の時刻歴応答を図 4-27 に示す。各方向各階とも想定する終局強度（ $25.2\text{N/mm}^2 \times 0.75$ ：ツガ材の曲げ基準強度×貫仕口の断面欠損率）の概ね範囲内となるため、通し柱または小壁ラーメンを構成する柱の曲げ破壊は生じないものと考えられる。

(イ) 結果の考察と補強について

a 結果の考察

以上のとおり、広島城天守骨組の構造特性に影響の大きい土壁のせん断耐力に着目し、有効壁厚として一定の幅を持たせた検討を行った。解析の結果は、実際の壁厚さ相当をそのまま考慮した有効壁厚 300 mm のケースについては、変形、応力とも概ね目安とするオーダーに収まることが確認できた。しかし有効壁厚 150 mm のケースについては、3, 4, 5 階において柱の鉛直荷重支持能力が失われ、土壁の崩壊も想定されるレベルの過大な変形量となることが認められた。

塗籠壁は厚い土壁に木造軸組がくい込み、真壁と大壁の中間的な構成となっている。その構造性能は壁厚と柱との重なり代に応じて有効壁厚 300~150 mm の範囲にあるものと推定される。よって、所要の構造性能を確保するためには、復元原案に対して耐力要素を付加する等の対応が必要であることが想定される結果となった。土壁の復元仕様・構成を詳細に定めた上で、土壁と軸組とからなる架構実験を行いその結果を反映する必要があると考えられる。

b 補強について

構造性能を向上させるために付加すべき耐力要素の方法や数量の検討は、復元原案の性能評価の精度向上と合わせて行う必要がある。ここでは広島城天守架構の特徴である床下（見え掛かりへの影響が少ない）に、耐力壁を仮に追加した場合の補強効果を示し、今後の構造計画に資するものとする。

補強壁は、5 階の外周中央間床下、3 階、4 階の垂れ壁を有する内部軸組の柱間の床下にそれぞれ配置する。補強壁の仕様は土壁 t300 mm と同等の性能を有すると仮定する。

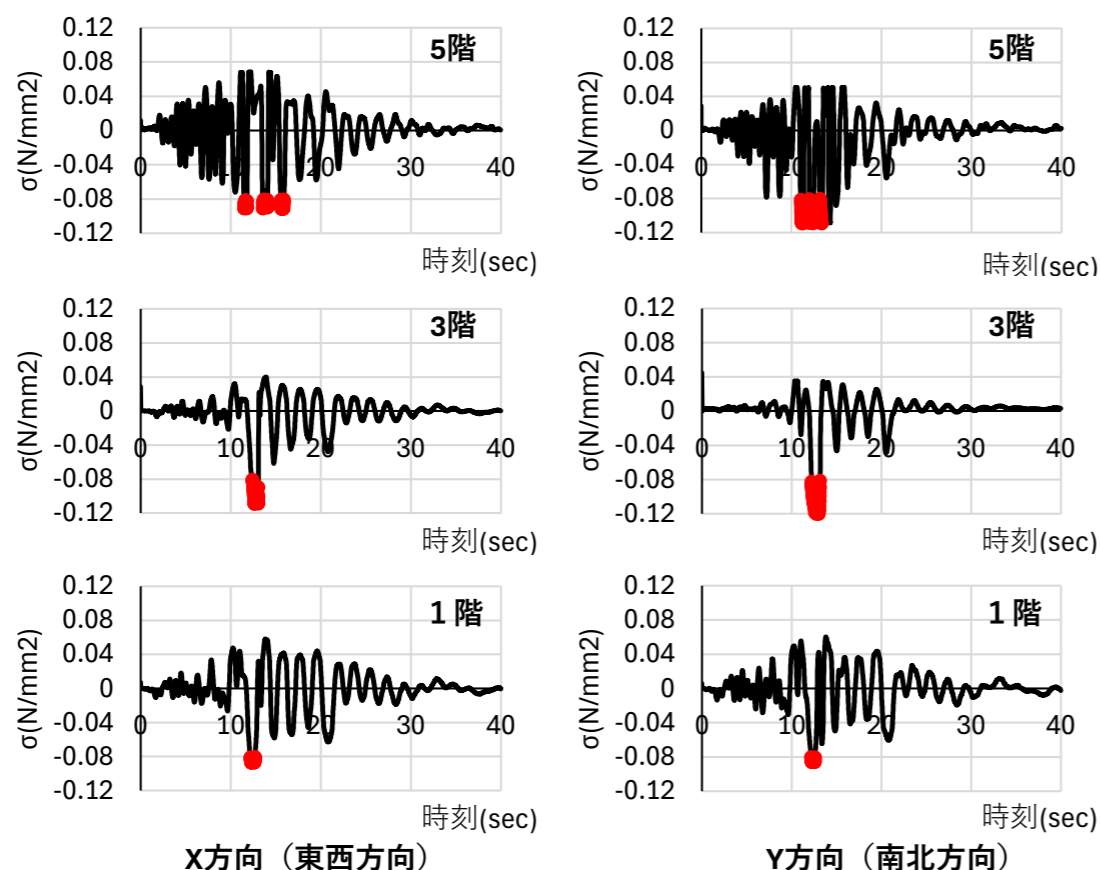
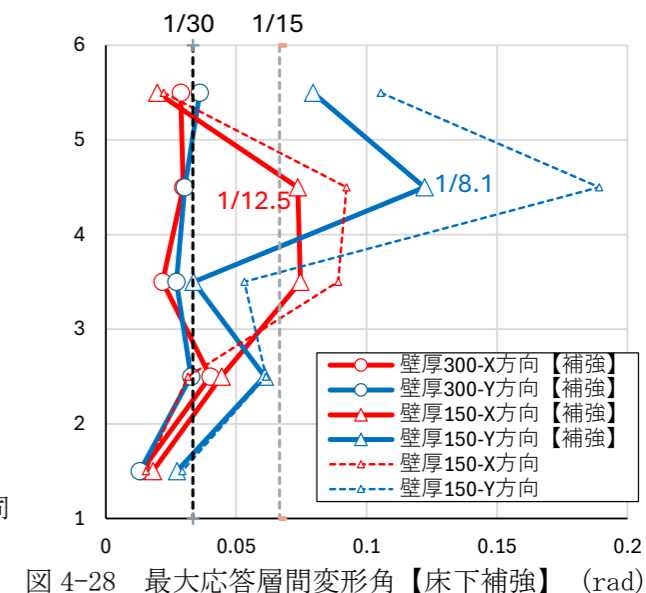


図 4-26 土壁せん断応力度の時刻歴応答（塗籠壁厚 t300 の場合）  
終局強度（ $\tau_u=0.08\text{N/mm}^2$ ）超の応答値に着色

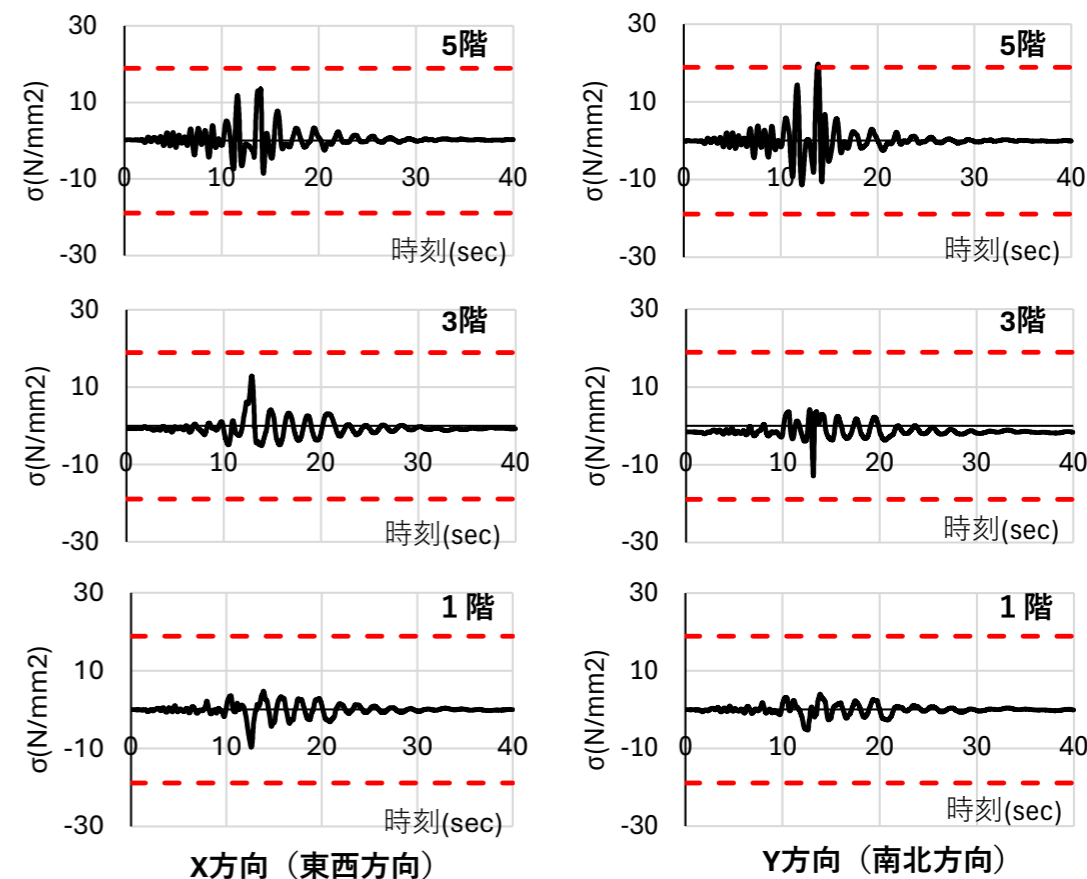


図 4-27 隅柱曲げ応力度の時刻歴応答（塗籠壁厚 t300 の場合）  
柱の終局曲げ強度（ $\sigma_b=25.2\text{N/mm}^2 \times 0.75$ ）を図中の赤破線で示す

図 4-28 に最大応答層間変形角を示す。比較のため有効壁厚  $t150\text{ mm}$  の補強前の値を破線で示した。有効壁厚  $t150\text{ mm}$  の結果は、最大値は 4 階 Y 方向（南北方向）の  $0.123$  ( $1/8.1$ )、それ以外は  $0.080$  ( $1/12.5$ ) 以内となる。

図 4-29 に柱の最大応答傾斜を示す。有効壁厚  $t300\text{ mm}$  では概ね柱径の  $2/3$  程度以内の値となるが、有効壁厚  $t150\text{ mm}$  では補強のない場合に比べて値は小さくなるものの、3~5 階で柱径を超える。なお、補強案は剛性への影響が僅かであるため応答せん断力はあまり変化せず、壁や柱応力の変化も若干であることを別途確認している。

変形の大きな 3~5 階の床下の一部に耐力壁を追加した場合の試案について補強効果を検討したが、柱脚の固定度を上げる等の補強措置の必要性、または地震力を低減するための制震構造の検討などが示唆される結果となった。

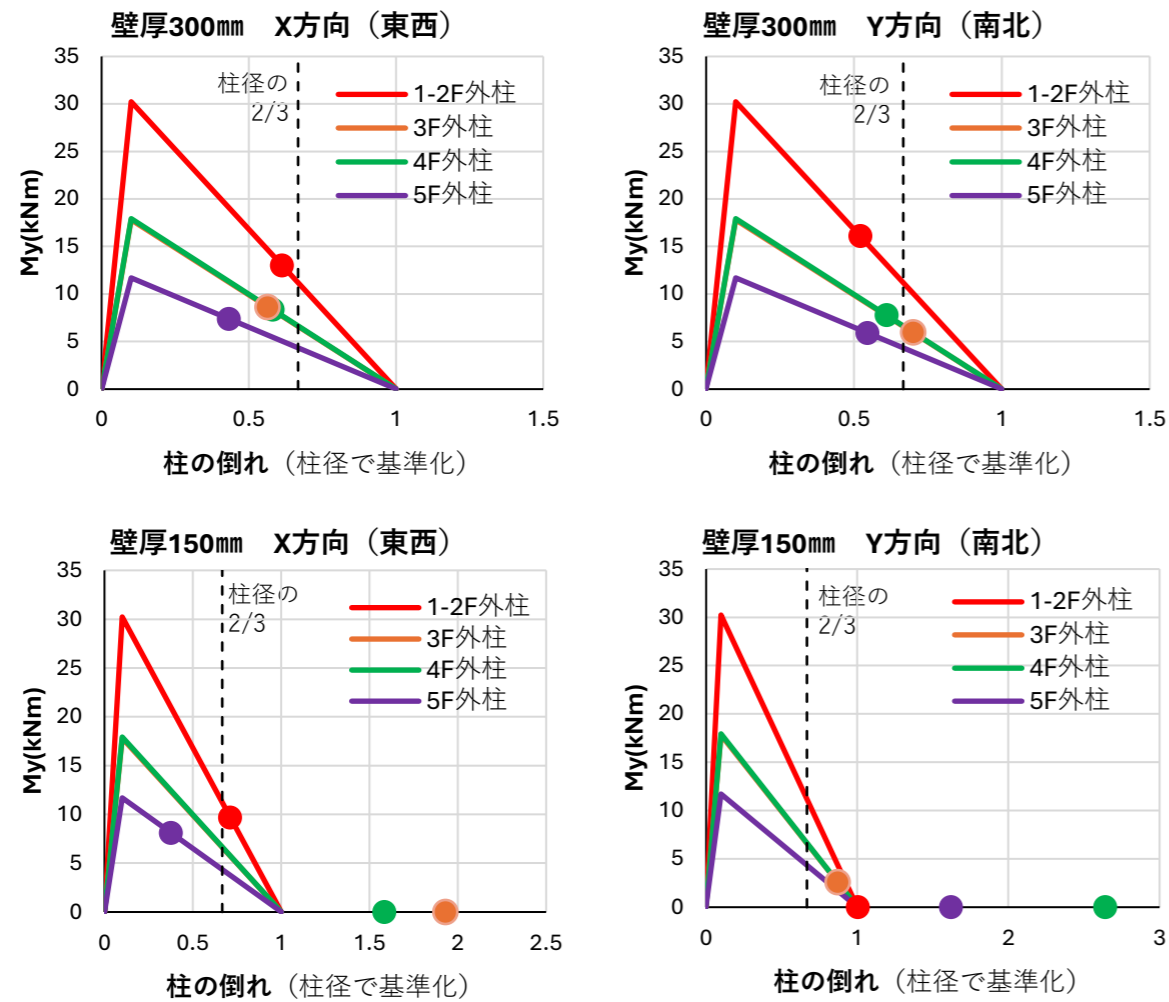


図 4-29 柱の最大応答傾斜【床下補強】（柱径で基準化した傾斜復元力上に丸印でプロット）

## エ 建設地におけるサイト波について

今回の検討においては、天守骨組の基本的な構造特性を把握することを目的に標準的な基盤波（告示波レベル 2）を検討用入力地震動とした。今後、想定地震（サイト波）を含む複数ケースについて検討を行う必要がある。想定地震の選定においては、周辺の地震環境、確率的なハザード解析結果、特定行政庁の地震被害想定等を考慮して選定する必要がある。ここでは、地震・地震動ハザード評価の結果概要を参考に示す。

図 4-30 は地震・地震動ハザード評価結果（J-SHIS 2024 年版）より、想定される海溝型地震と活断層などの浅い地震の影響度を、工学的基盤上の最大速度との関係で示したものである。影響度とは、ある地点で値を超える地震動が生じる場合に、それがどこで発生した地震によってもたらされたものである可能性が高いかを示す指標で、影響度が大きい地震ほど重視すべき地震といえる。

広島城の立地で想定される影響度の大きい地震を表 4-9 に示す。最大速度が  $50\text{ cm/s}$ （告示波レベル 2 程度）の場合、その地震は海溝型地震による可能性が高く、海溝型地震の中ではフィリピン海プレートの、震源を予め特定しにくい地震である可能性が高い。それに次いで南海トラフ地震である可能性が高い。活断層沿いの地震の中では、岩国-五日市断層帯の地震である可能性が高い。告示波レベル 2 を超えるような地震動レベルにおいては海溝型地震よりも活断層沿いの地震による可能性が高い。

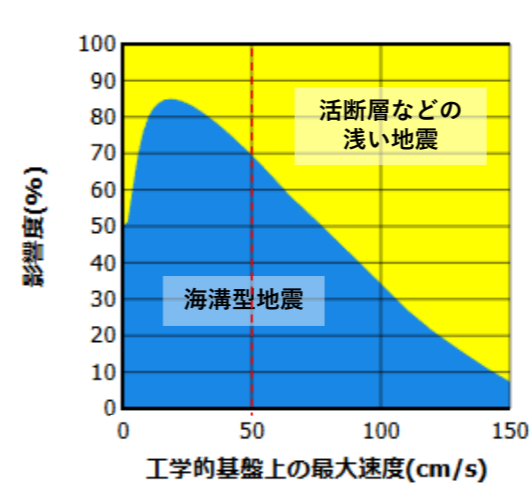


図 4-30 地震・ハザード評価 J-SHIS 2024 年版より

表 4-9 震度に応じた影響度の大きい地震

地震分類	順位	震度6弱以上		震度6強以上	
		地震グループ	影響度	地震グループ	影響度
海溝型地震	1	南海トラフ沿いで発生する大地震	49.2%	フィリピン海プレートのプレート間およびプレート内の震源を予め特定しにくい地震	38.8%
	2	フィリピン海プレートのプレート間およびプレート内の震源を予め特定しにくい地震	29.9%	南海トラフ沿いで発生する大地震	21.3%
	3	日向灘のプレート間地震	0.0%	—	0.0%
活断層などの浅い地震	1	陸域で発生する地震のうち活断層が特定されていない場所で発生する地震	6.6%	岩国-五日市断層帯に発生する地震	22.8%
	2	岩国-五日市断層帯に発生する地震	6.2%	陸域で発生する地震のうち活断層が特定されていない場所で発生する地震	6.3%
	3	安芸灘断層帯に発生する地震	3.2%	広島湾-岩国沖断層帯に発生する地震	6.0%

オ 天守の耐風性能について

(7) 風荷重の算定条件

暴風時に天守に作用する外力を建築基準法に準拠して算定する。検討用の基準風速を 1.25 倍に割り増し、極めて稀に発生する（再現期間 500 年相当の）地震外力と比較する。表 4-10 に風圧力の算定条件を示す。検討高さ H は、天守台高さを含め、堀底（水面-0.75m）から天守 5 階勾配屋根の平均高さまでの約 40m とする。検討用風圧力を算定する際の地表面粗度区分（建物の立地に関して都市化や周辺の障害物の程度によってその影響を考慮）はⅢとする（表 4-11 参照）。

(4) 地震力との比較

算定した風荷重と地震力との比較を図 4-31 に示す。図中の破線は地震時の時刻歴応答解析結果（有効壁厚 300 mm のケース）の最大応答層せん断力を示したものである。算定した風荷重は地震力の約 0.7 ~ 0.9 倍程度となり、天守に作用する水平力は地震力がやや優勢となる。

ただし、同規定に「局地的な地形や地物の影響により平均風速が割り増されるおそれのある場合においては、その影響を考慮しなければならない」とあるように、天守の立地が市街地とはいえ堀に囲まれて周辺建物まで距離があり、また、天守台を含めた特徴的な形態の影響について、検討をするべきと考えられる。天守と天守台および周辺地形の模型を用いた風洞実験を行い、風力分布を時刻歴で把握し天守骨組の構造解析に反映する等が検討手法の一つとして挙げられる。

表 4-10 風荷重の算定条件

H (m)	39.54	$\alpha$	0.20
粗度区分	Ⅲ	Gf	2.11
V0 (m/s)	32	Er	1.05
Zb (m)	5	q (N/m <sup>2</sup> )	2209
ZG (m)	450	風速割増	1.25

表 4-11 地表面粗度区分

地表面粗度区分 (告示 平12建告第1454号 第1の2項の表)	
I	極めて平坦で障害物がないものとして特定行政庁が規則で定める区域
II	地表面粗度区分I若しくは地表面粗度区分IVの区域以外の区域のうち、海岸線若しくは湖岸線 <sup>*1</sup> までの距離が500メートル以内の地域 <sup>**2</sup> 又は当該地域以外の地域のうち、極めて平坦で障害物が散在しているものとして特定行政庁が規則で定める区域
III	地表面粗度区分 I, II 又は IV 以外の区域
IV	都市化が極めて著しいものとして特定行政庁が規則で定める区域

※1:対岸までの距離が1,500メートル以上のものに限る。以下同じ。  
 ※2:建築物の高さが13メートル以下である場合又は当該海岸線若しくは湖岸線からの距離が200メートルを超え、かつ、建築物の高さが31メートル以下である場合を除く。

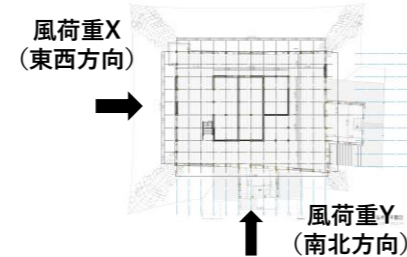
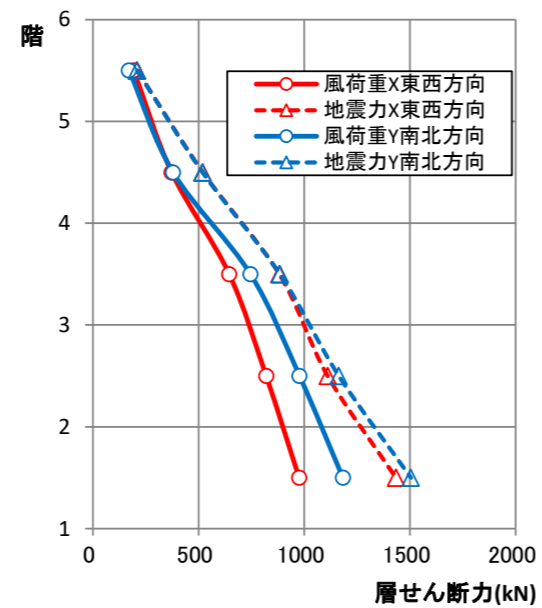


図 4-31 風荷重と地震力の比較

カ 東廊下の構造検討

(7) 耐力要素と保有水平耐力

東廊下は天守と建築的に接続している建物だが、ここでは東廊下の一階範囲を独立した構造と仮定した場合の検討を行う。検討は軸組を構成する耐力要素（柱、貫、土壁、土小壁付き軸組等）を抽出し、地震力に対する保有水平耐力の確認を行う。図 4-32 に東廊下の構造概要（規模・耐力要素配置）を示す。水平力に対しては、柱の剛体回転により生じる柱傾斜復元力、土壁のせん断抵抗、および桁行方向中通りの軸組については貫-柱仕口部でのめり込み抵抗を考慮する。開口のある塗籠壁については、開口部を除く壁高さ比で全面壁耐力を低減する。中通りの垂れ壁は板壁の可能性もあるが、ここでは厚 100 mm の土壁と想定する。

主要な耐力要素である土壁の耐力は、図 4-33 に示すように天守の検討と同様の荷重変形関係を用い、図中赤線のバイリニア型に置換して適用する（有効壁厚 200 mm の壁倍率が 7.5 倍相当になる）。

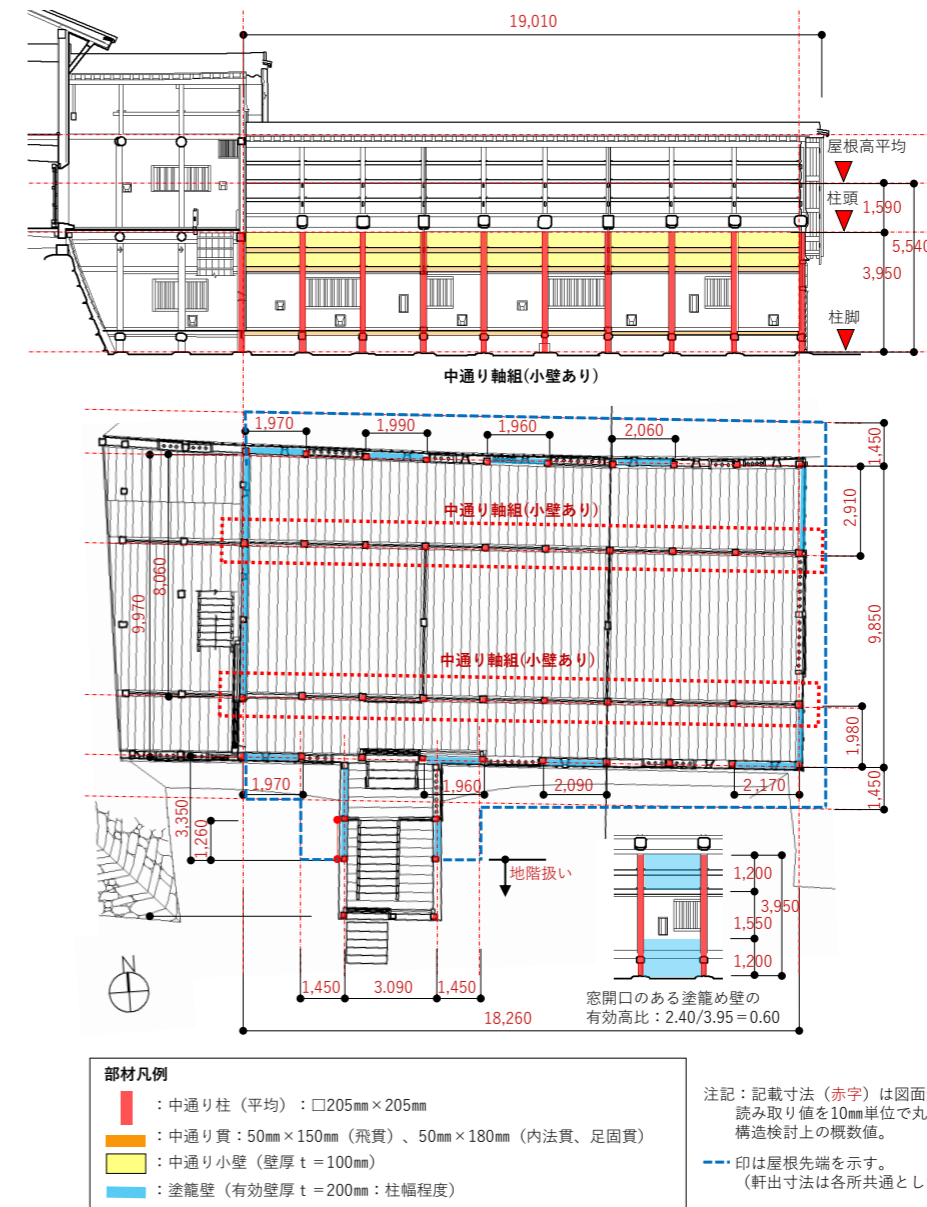


図 4-32 東廊下の構造概要（規模・耐力要素の配置）

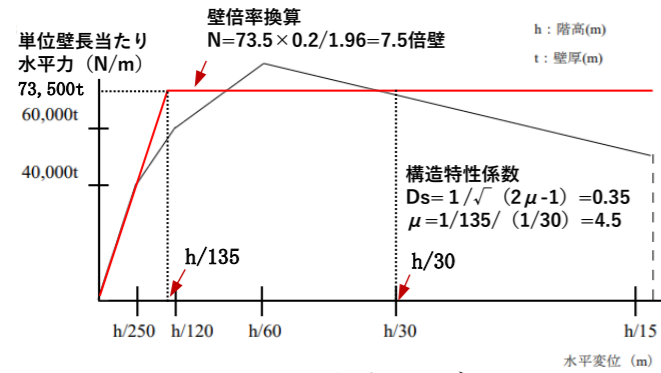


図 4-33 土壁のモデル化

以上より算定した保有水平耐力は、図 4-34 の層間変形角 1/30 時の値を採用すると以下のとおり。

- ・ 桁行方向： $Q_{ux} = 337\text{kN}$
- ・ 梁間方向： $Q_{uy} = 192\text{kN}$

(イ) 地震力に対する保有水平耐力の確認

必要保有水平耐力は以下のとおり。

$$Q_{un} = D_s \times F_{es} \times Q_{ud} = 0.35 \times 1.0 \times 1172 = 410\text{kN}$$

$D_s$ ：架構の粘り強さに関係。木造は 0.25~0.55 の範囲で設定（図 4-33 に示すように 0.35 とする。）

$F_{es}$ ：形状係数。整形につき 1.0。

$$Q_{ud} = W \times Z \times R_t \times C_0 \text{ (平屋の場合)}$$

$$= 1302 \times 0.9 \times 1.0 \times 1.0 = 1172\text{kN}$$

$W$ ：建物重量（表 4-12 参照）、 $Z$ ：広島地域係数、 $R_t$ ：振動特性係数、 $C_0$ ：標準せん断力係数

算定結果は以下のとおり。

- ・ 桁行方向： $Q_u / Q_{un} = 337 / 410 = 0.82 < 1.0$
- ・ 梁間方向： $Q_u / Q_{un} = 192 / 410 = 0.46 < 1.0$

各方向とも想定した土壁性能の場合には、耐力が不足する。

屋根、壁の軽量化や構造要素を付加する等の対応が必要になると考えられる。

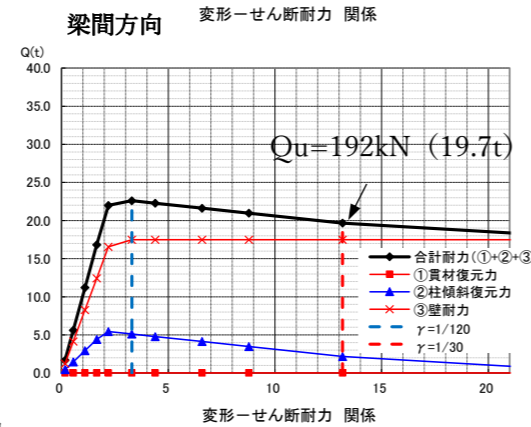
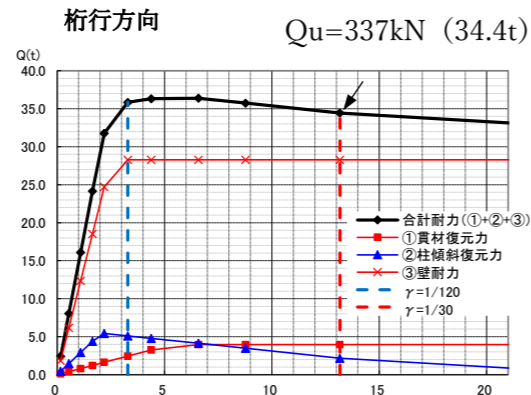


図 4-34 保有水平耐力 (耐力要素の荷重-変形関係)

表 4-12 建物重量の算定

<p><b>単位重量</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 屋根 = 2.0kN/m<sup>2</sup> (瓦, 葺土, 野地板, 垂木の屋根水平投影面積均)</li> <li>・ 小屋梁・軸組等 1.0kN/m<sup>2</sup> (床面積均)</li> <li>・ 塗籠壁自重 = 8.0kN/m 18.0(比重) × 0.25(厚) × 3.95(壁高) × 0.45(上半)</li> <li>・ 小壁自重 = 2.2kN/m 18(比重) × 0.10(厚) × 1.2</li> </ul> <p><b>合計We (地震時重量) = 1302kN</b>            = 2.0 × 262.9 + 1.0 × 191.4 + 8.0 × 63.04 + 2.2 × 36.52            床面積均し w = 6.80kN/m<sup>2</sup> (We / Af)            柱平均軸力 N = 29.6kN (We / 44本)</p>
---

## 5. 工期・工事費等の検討

### (1) 工期の検討

腰曲輪ルートと堀横断ルートそれぞれの工期を以下に掲げる条件に基づき検討する。

#### 【共通事項】

- ①施工範囲は天守、南小天守、東小天守、南廊下、東廊下で全て木造復元とする。
- ②設計期間、行政等への申請期間は考慮しない。
- ③樹木の剪定・移植・伐採・伐根について準備期間が3か月以上かかるものについては考慮しない。
- ④現天守の解体工法はブロック解体とする。
- ⑤木材の調達、乾燥、加工期間を合計で30か月とする。
- ⑥木材の樹種を国内産針葉樹（軸部柱：桧、横架材：松）とする。
- ⑦木材の乾燥は自然乾燥及び低温乾燥機によるものとする。
- ⑧本瓦葺は空葺仕様とする。

#### 【腰曲輪ルート】

- ①揚重重機に60tラフタークレーンを使用する。
- ②天守、両小天守を同時に施工する。
- ③天守、両小天守の素屋根及び本丸上段の構台を解体した後に南廊下、東廊下を施工する。

#### 【堀横断ルート】

- ①揚重重機に120tクローラクレーンを使用する。
- ②天守、両小天守、南廊下を同時に施工する。
- ③上記の素屋根及び本丸上段の構台を解体した後に東廊下を施行する。

それぞれの工期は以下のとおり。

腰曲輪ルート 約9年

堀横断ルート 約9年

それぞれの工程は表5-1、表5-2のとおり。

表 5-1 腰曲輪ルート of 工程

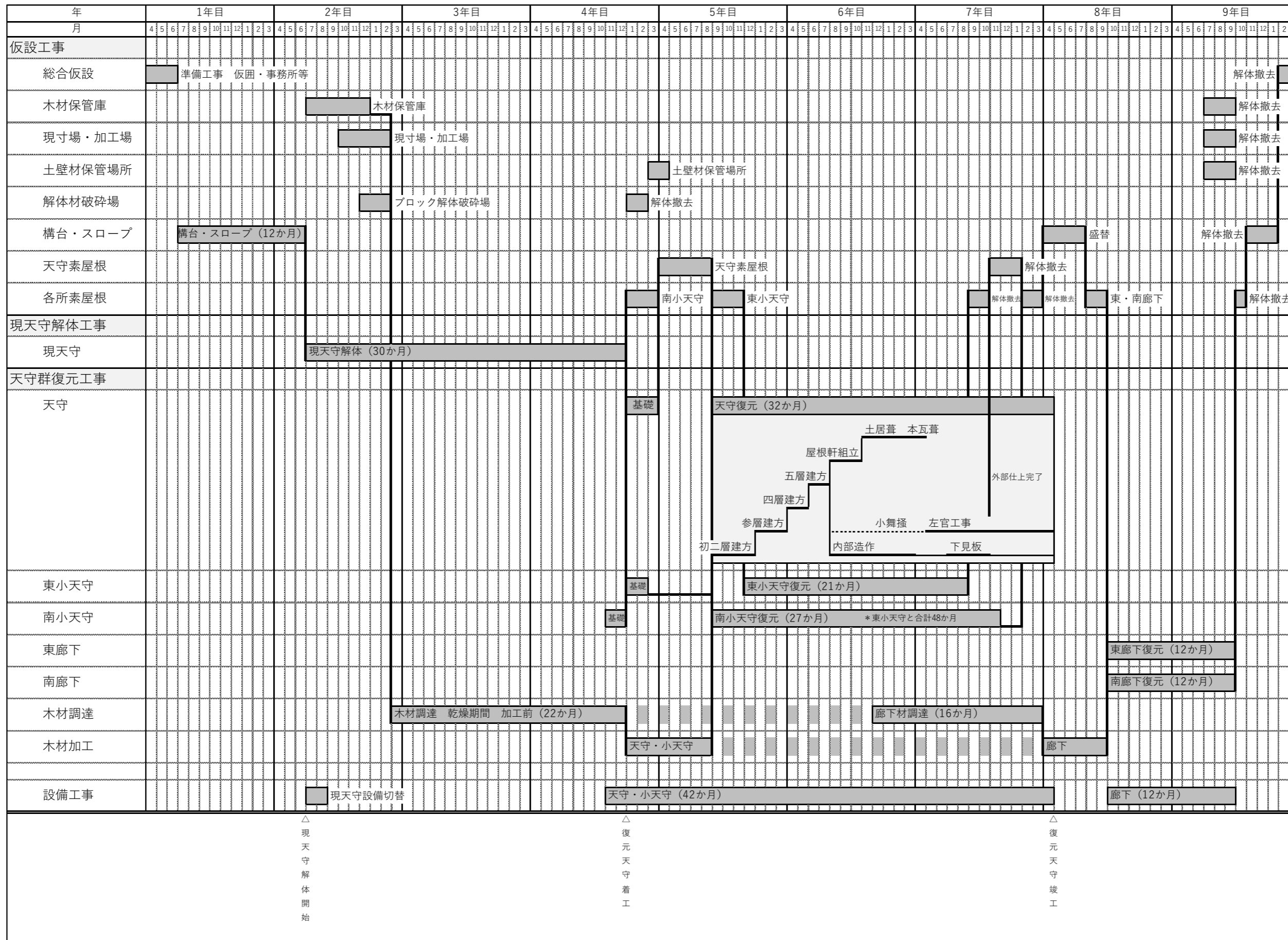


表 5-2 堀横断ルートでの工程

年	1年目			2年目			3年目			4年目			5年目			6年目			7年目			8年目			9年目																																																											
月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
仮設工事																																																																																				
総合仮設	準備工事 仮囲・事務所等																														解体撤去																																																					
木材保管庫							木材保管庫																														解体撤去																																															
現寸場・加工場							現寸場・加工場																														解体撤去																																															
土壁材保管場所													土壁材保管場所																														解体撤去																																									
解体材破砕場							ブロック解体破砕場						解体撤去																																																																							
掘水替	水替																											水替																																																								
仮設進入路	進入路																											解体撤去																																																								
構台・スロープ	構台・スロープ (12か月)																														本丸上段構台解体撤去			構台・スロープ解体撤去																																																		
天守素屋根													天守素屋根						解体撤去						本丸上段構台解体撤去																																																											
各所素屋根													東南小天守及び南廊下						解体撤去						東廊下						解体撤去																																																					
現天守解体工事																																																																																				
現天守							現天守解体 (22か月)																																																																													
天守群復元工事																																																																																				
天守							基礎						天守復元 (32か月)																																																																							
東小天守							基礎						東小天守復元 (24か月)																																																																							
南小天守							基礎						南小天守復元 (24か月)																																																																							
東廊下							基礎																		東廊下復元 (12か月)																																																											
南廊下													南廊下復元 (12か月)																																																																							
木材調達							木材調達 乾燥期間 加工前 (22か月)												南廊下材調達						東廊下材調達 (16か月)																																																											
木材加工							天守・小天守						南廊下						東廊下																																																																	
設備工事							現天守設備切替						天守・小天守 (40か月)												廊下 (12か月)																																																											
						△ 現 天 守 解 体 開 始												△ 復 元 天 守 着 工												△ 復 元 天 守 竣 工																																																						

(2) 工事費の検討

腰曲輪ルートと堀横断ルートそれぞれの工事費を以下に掲げる条件に基づき検討する。

【共通事項】

- ①素屋根は仮設材既製トラス・テント屋根製とする。
- ②その他工期検討の与条件と同一とする。また、下記の費用は積算の対象外とする。
  - ア 設計費用、行政等への申請費用
  - イ 各種事前調査費用
  - ウ 現天守解体に伴うアスベスト等の対策撤去費用
  - エ 現天守内の展示品等の移設費用
  - オ 外構工事及び樹木の剪定・移植・伐採・伐根費用
  - カ 堀内の生物等の移転に関する費用及び湧水が生じた場合の処理費用
  - キ 見学施設・展示施設の整備費用

【腰曲輪ルート】

- ①工期検討の与条件と同一とする。

【堀横断ルート】

- ① 工期検討の与条件と同一とする。

それぞれの工事費（税込）は以下のとおり。

<b>腰曲輪ルート</b>	<b>1 式</b>	<b>17,820 百万円</b>
＜内訳＞		
仮設工事	1 式	2,860 百万円
現天守解体工事	1 式	759 百万円
建築工事	1 式	9,790 百万円
設備工事	1 式	451 百万円
共通仮設工事	1 式	1,980 百万円
現場管理費	1 式	1,100 百万円
一般管理費	1 式	880 百万円
<b>堀横断ルート</b>	<b>1 式</b>	<b>19,470 百万円</b>
＜内訳＞		
仮設工事	1 式	3,740 百万円
現天守解体工事	1 式	759 百万円
建築工事	1 式	9,790 百万円
設備工事	1 式	451 百万円
共通仮設工事	1 式	2,530 百万円
現場管理費	1 式	1,210 百万円
一般管理費	1 式	990 百万円

(3) 中長期的な改修工事費及び維持管理費の検討

文化庁の「国宝・重要文化財建造物保存修理強化対策事業」では、根本修理を150年周期で実施することが適切であるとし、根本修理の間に30年周期で屋根葺き替え等の維持修理を行い、建造物の価値を損なうことなく次世代へ継承することとされている。広島城天守の木造復元においても、この考え方を踏まえ、定期的な修理を行う必要がある。

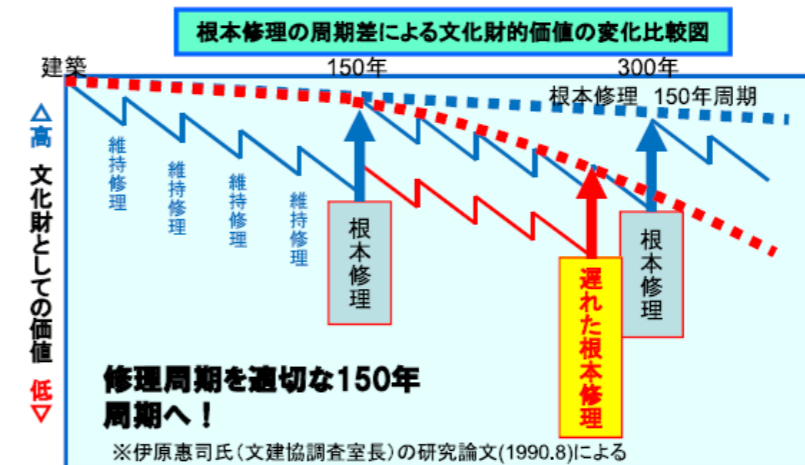


図 5-1 文化財の匠プロジェクト(素案)概要から引用

【維持修理費】

30年毎に屋根及び外壁の部分修理を行う。

費用は堀横断ルートの新築工事費の1割を見込む。

費用 1 式 1,947 百万円

60年毎に素屋根を架けた屋根葺き替えと外壁の修理を行う。

費用は堀横断ルートの新築工事費の2.5割を見込む。

費用 1 式 4,867 百万円

【根本修理費用】

150年毎に半解体又は全解体といった根本修理を行う。

費用は堀横断ルートの新築工事費の8割を見込む。

費用 1 式 15,576 百万円