

特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議 石垣・埋蔵文化財部会(第45回)

日時：令和3年10月29日(金) 10:00～12:00

場所：名古屋国際センター 別棟ホール

会 議 次 第

1 開会

2 あいさつ

3 議事

(1) 本丸搦手馬出周辺石垣の修復について <資料1>

(2) 御深井丸側内堀石垣の調査について <資料2>

4 閉会

特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議 石垣・埋蔵文化財部会（第45回）

出席者名簿

日時：令和3年10月29日（金）10:00～12:00

場所：名古屋国際センター 別棟ホール

■構成員 (敬称略)

氏名	所属	備考
北垣 聡一郎	石川県金沢城調査研究所名誉所長	座長
千田 嘉博	奈良大学教授	
宮武 正登	佐賀大学教授	
西形 達明	関西大学名誉教授	
梶原 義実	名古屋大学大学院教授	

■オブザーバー (敬称略)

氏名	所属
中井 将胤 (リモート)	文化庁文化資源活用課文化財調査官
洲崎 和宏	愛知県民文化局文化部文化芸術課文化財室室長補佐



本丸搦手馬出石垣に関する議論経過

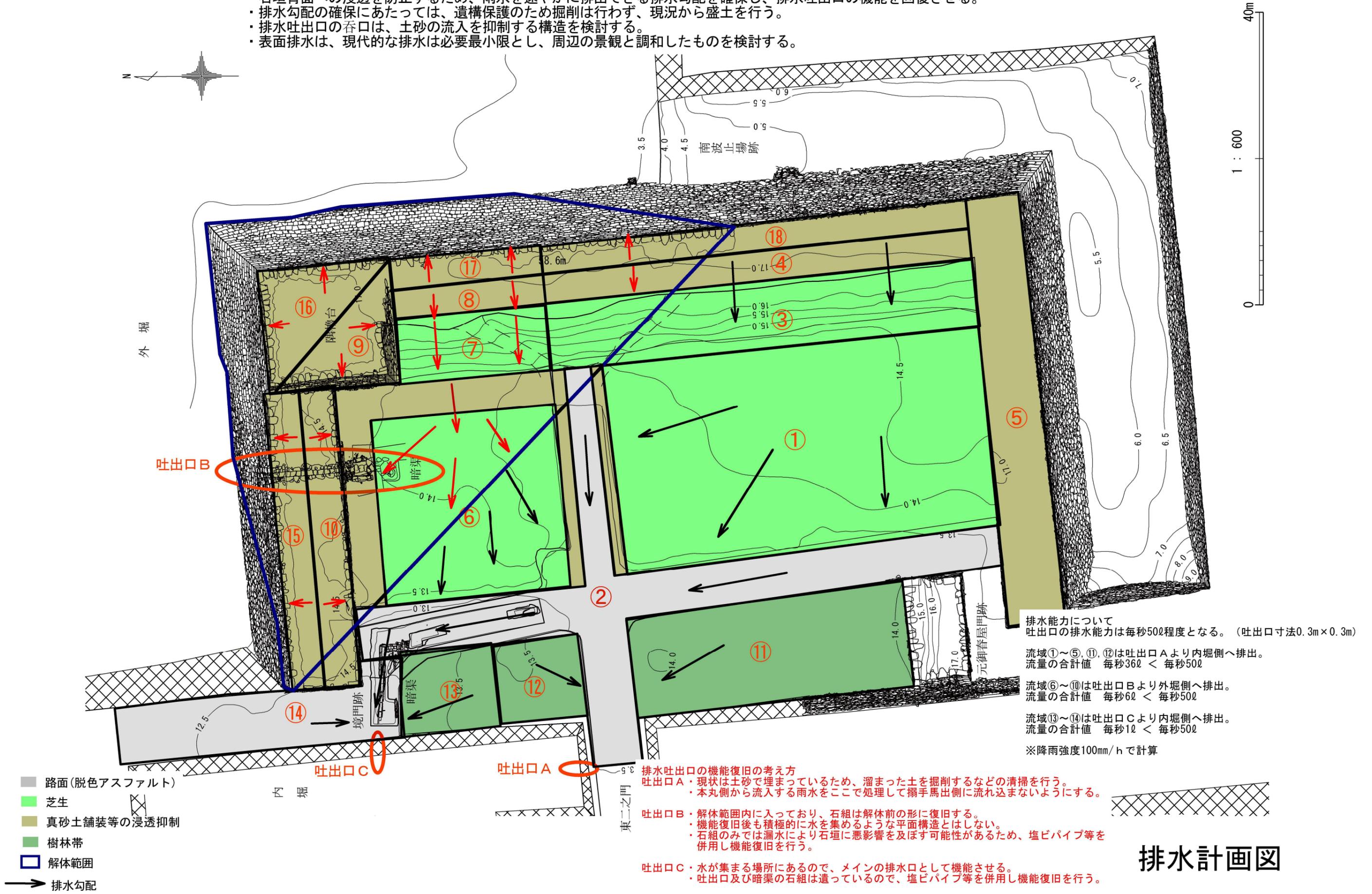
石垣・埋蔵文化財部会  
石垣検討会

項目	方針案	6/1	6/30	7/14	7/30	8/25	9/28	資料番号	
1. 平面計画									
(1) 排水計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>石垣背面への浸透を防止するため、雨水を速やかに排出できる排水勾配を確保し、排水吐出口の機能を回復させる。</li> <li>排水勾配の確保にあたっては、遺構保護のため、掘削は行わず、現況から盛土を行う。</li> <li>排水吐出口の呑口は、土砂の流入を抑制する構造を検討する。</li> <li>表面排水は、現代的な排水の設置は必要最低限とし、周辺の景観と調和したものを検討する。</li> </ul>		○	○	○		○	1-2 1-3	
(2) 修景イメージと観覧動線	<ul style="list-style-type: none"> <li>盛土上の修景にあたっては、江戸時代後期の様子が比較的詳細に記載されている金城温古録を参考にする。</li> <li>搦手馬出から北側の眺望や馬出の機能の紹介等のため、檜台天端周辺を観覧エリアに含める。なお、アプローチ施設等については今後検討する。</li> <li>観覧者の転落を防止するため、解体前のような鉄柵のほか、低木植栽を利用することも視野に入れて検討する。</li> <li>修景にあたっては、緊急車両の通行幅を確保する。</li> </ul>		○	○	○	○	○	1-4 1-5	
(3) 樹木管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>石垣の保全と馬出の空間性確保のため、影響が大きい樹木から段階的に整理する。</li> </ul>		○	○	○	○	○	1-6	
2. 石垣の構造									
(1) 根石部の安定化	<ul style="list-style-type: none"> <li>砕工が確実に機能を発揮するように、石材による間詰工を行う。</li> </ul>		○				○	1-7	
(2) 背面盛土の安定化	<ul style="list-style-type: none"> <li>修復後の短期強度確保のために石灰混合を行う。過去の調査より石灰添加量は施工上最低となる2%を基本とする</li> </ul>		○				○	1-7	
(3) 表層改良・表層排水	<ul style="list-style-type: none"> <li>石垣背面への急激な雨水浸透を抑制できる構造とする。(石垣天端：真砂土舗装、土塁：芝、馬出の平面：芝、十字路：脱色アスファルト)</li> </ul>			○			○	1-7	
(4) 水平排水層	<ul style="list-style-type: none"> <li>浸透水の傾斜硬化面への流入による石垣背面土の劣化を防止するため、水平排水層を設置する。</li> <li>傾斜硬化面直上に厚さ15cm～20cmの単粒碎石又は粒度調整碎石にて設置し、上から土砂が入るのを防止するため直上に不織布を敷く。</li> </ul>		○				○	1-7	
(5) 吸出防止層	<ul style="list-style-type: none"> <li>石垣背面土の細粒分の流出を抑止するため、栗石層の一部を吸出防止層として機能させる。(粒度調整碎石を用いて幅60cm程度)</li> <li>目詰まりした時のリスクを考え、栗石と盛土の間に不織布は使用しない。</li> </ul>		○				○	1-7	
(6) 傾斜硬化面の措置	<ul style="list-style-type: none"> <li>解体時の観察や工学的解析の結果より、安定性に及ばず影響が軽微であると推測されることから残置する。</li> <li>水みちになっていることを改善するため、傾斜硬化面に雨水等が浸入しないための上記排水対策を行う。</li> </ul>		○	○			○	1-7	
(7) 慶長と天和の接点の安定化	<ul style="list-style-type: none"> <li>石垣の安定性確保のため、逆石状の石材の角度補正を行う</li> <li>角度補正とともに安全性確保のための付加工法を併用する(工法1～5から設計時などに適宜選択)</li> <li>現地を確認して個別に判断しながら対策を決定する</li> </ul>		○	○	○	○	○	1-7 1-8	
(8) 栗石層の安定化	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震に対する安全性の確保のため、ジオテキスタイルを付加する方針とし、付加した場合の安全性について検討する。</li> <li>ジオテキスタイルを付加するものの解体前の栗石層幅が踏襲できる工法3を最有力の案として詳細を検討する。</li> </ul>			○	○	○	○	1-7 1-9 1-10	
(9) 檜台の安定化	<ul style="list-style-type: none"> <li>工学的解析の結果、檜台下部の栗石層が安定性に及ばず影響は軽微と推定されるため、解体前の形状に復する</li> </ul>		○			○	○	1-7	
(10) 背面検出石材	<ul style="list-style-type: none"> <li>安定性を損う要因になり得ることから、栗石に置き換える。</li> </ul>		○	○			○	1-7	
(11) 敷金の復元	<ul style="list-style-type: none"> <li>成分分析の結果を踏まえ、同成分の試作品を製作する</li> <li>複製品を元の位置へ設置することを基本とするが、想定する勾配にならない場合も考えられるので、積直し時に現場対応する。</li> </ul>		○				○	1-7	
3. 石材									
(1) 石材の再利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>石材の再利用は破損状況を元に段階別に判定する方針。</li> </ul>		○				○	○	1-11
(2) 新補石材調達方針	<ul style="list-style-type: none"> <li>岩質が同じものを調達することを基本として引き続き検討する。</li> <li>近隣の石材産地から砂岩の再調達が困難な状況にある。</li> <li>隅角石や角脇石は大きいため調達が困難になりやすい傾向があるため、調達方針を早期に確定する。</li> <li>背面検出石材や城内石材を使用することも視野に入れる。</li> </ul>	○					○	1-12	
(3) 城内石材の再利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>城内石材について現在調査中</li> </ul>	○							-

(1) 排水計画

本丸搦手馬出における排水計画の基本的な考え方

- ・石垣背面への浸透を防止するため、雨水を速やかに排出できる排水勾配を確保し、排水吐出口の機能を回復させる。
- ・排水勾配の確保にあたっては、遺構保護のため掘削は行わず、現況から盛土を行う。
- ・排水吐出口の呑口は、土砂の流入を抑制する構造を検討する。
- ・表面排水は、現代的な排水は必要最小限とし、周辺の景観と調和したものを検討する。



排水能力について  
吐出口の排水能力は毎秒50ℓ程度となる。(吐出口寸法0.3m×0.3m)

流域①～⑤、⑪、⑫は吐出口Aより内堀側へ排出。  
流量の合計値 毎秒36ℓ < 毎秒50ℓ

流域⑥～⑩は吐出口Bより外堀側へ排出。  
流量の合計値 毎秒6ℓ < 毎秒50ℓ

流域⑬～⑭は吐出口Cより内堀側へ排出。  
流量の合計値 毎秒1ℓ < 毎秒50ℓ

※降雨強度100mm/hで計算

**排水吐出口の機能復旧の考え方**

**吐出口A**・現状は土砂で埋まっているため、溜まった土を掘削するなどの清掃を行う。  
・本丸側から流入する雨水をここで処理して搦手馬出側に流れ込まないようにする。

**吐出口B**・解体範囲内に入り、石組は解体前の形に復旧する。  
・機能復旧後も積極的に水を集めるような平面構造とはしない。  
・石組のみでは漏水により石垣に悪影響を及ぼす可能性があるため、塩ビパイプ等を併用し機能復旧を行う。

**吐出口C**・水が集まる場所があるので、メインの排水口として機能させる。  
・吐出口及び暗渠の石組は遺っているので、塩ビパイプ等を併用し機能復旧を行う。

排水計画図

### 鳥瞰図

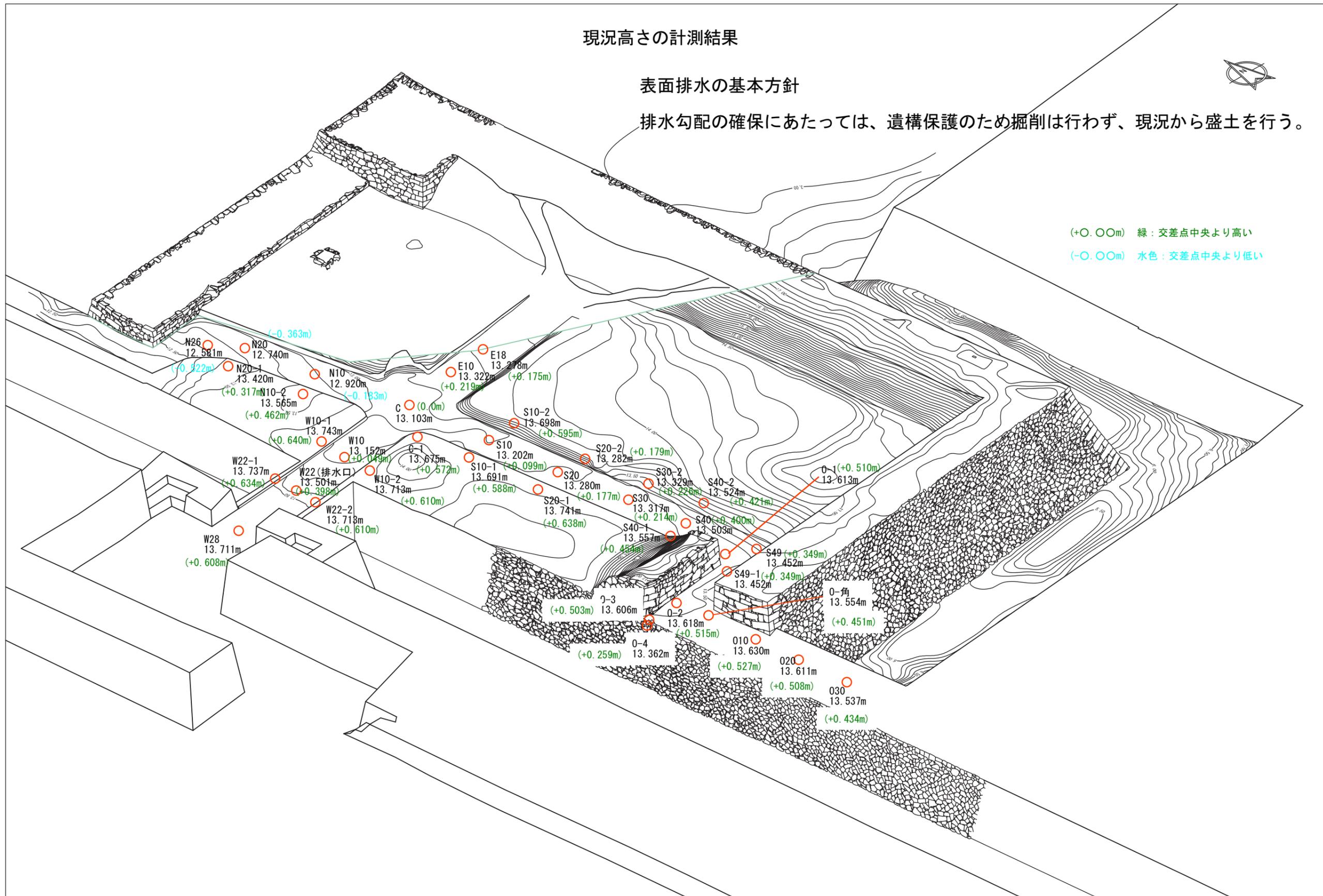
現況高さの計測結果

表面排水の基本方針

排水勾配の確保にあたっては、遺構保護のため掘削は行わず、現況から盛土を行う。



(+0.00m) 緑：交差点中央より高い  
(-0.00m) 水色：交差点中央より低い



0 20m 縮尺=1:400

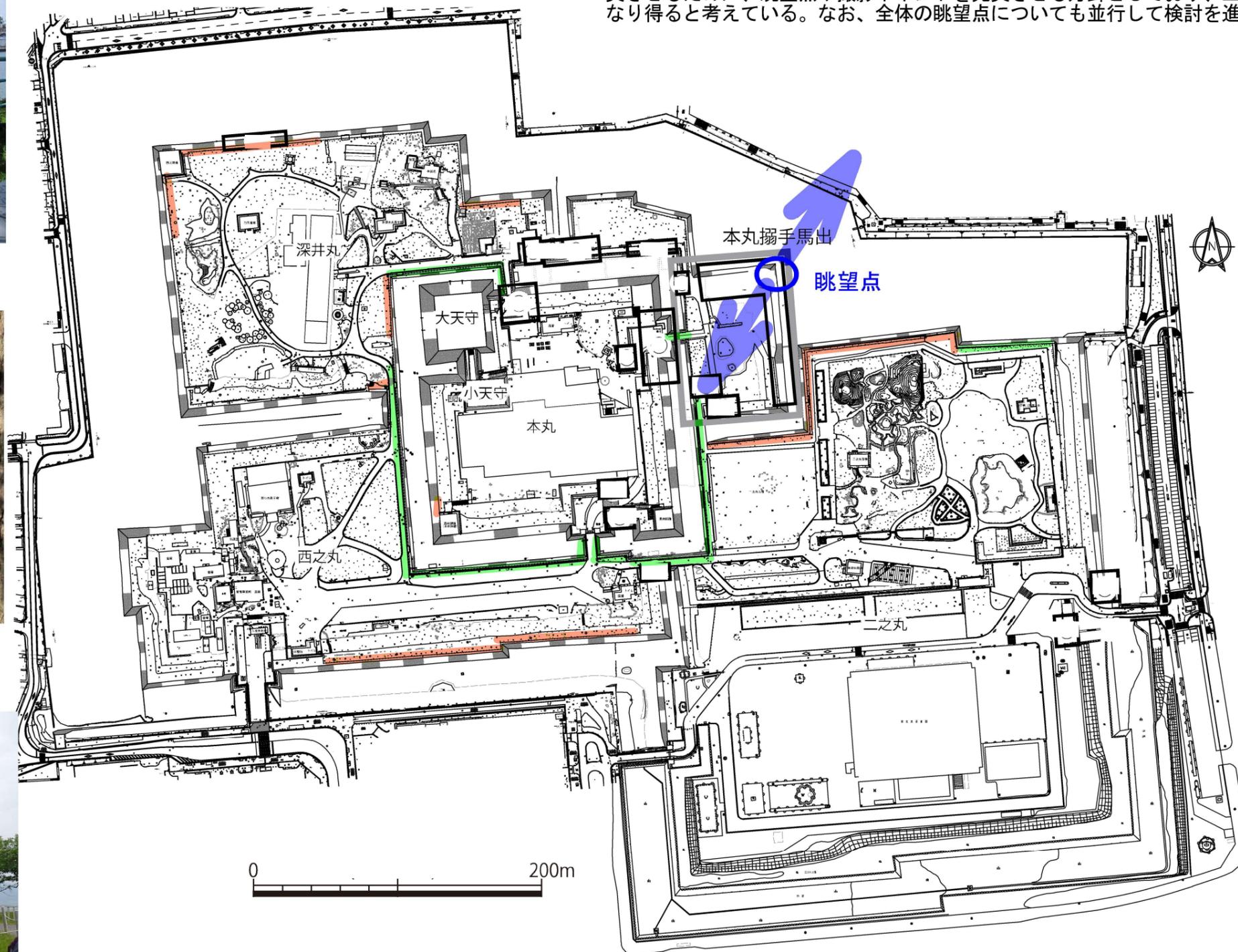
(2) 修景イメージと観覧動線

■ 櫓台公開の方針について

修復後には来場者に馬出の役割や歴史、今回の修理事業などについて理解を深めていただく説明表示や、台地のへりに築かれた石垣上面からの眺望を誰もが体感できるような展望施設（写真は一例）などの「活用」についても、名古屋城全体の状況を勘案しつつ継続検討していきたい。

なお、名古屋城全体の保存活用計画においては観光地として来場者の名古屋城の観覧を充実させるために、眺望点や撮影ポイントを充実させる方針としており、上記はその一環にもなり得ると考えている。なお、全体の眺望点についても並行して検討を進めていく。

来城者が石垣際まで立寄ることができる位置（現状）



- スチール柵
- 低木植栽



転落防止柵の例（名古屋城跡）



低木植栽による転落防止（名古屋城跡）



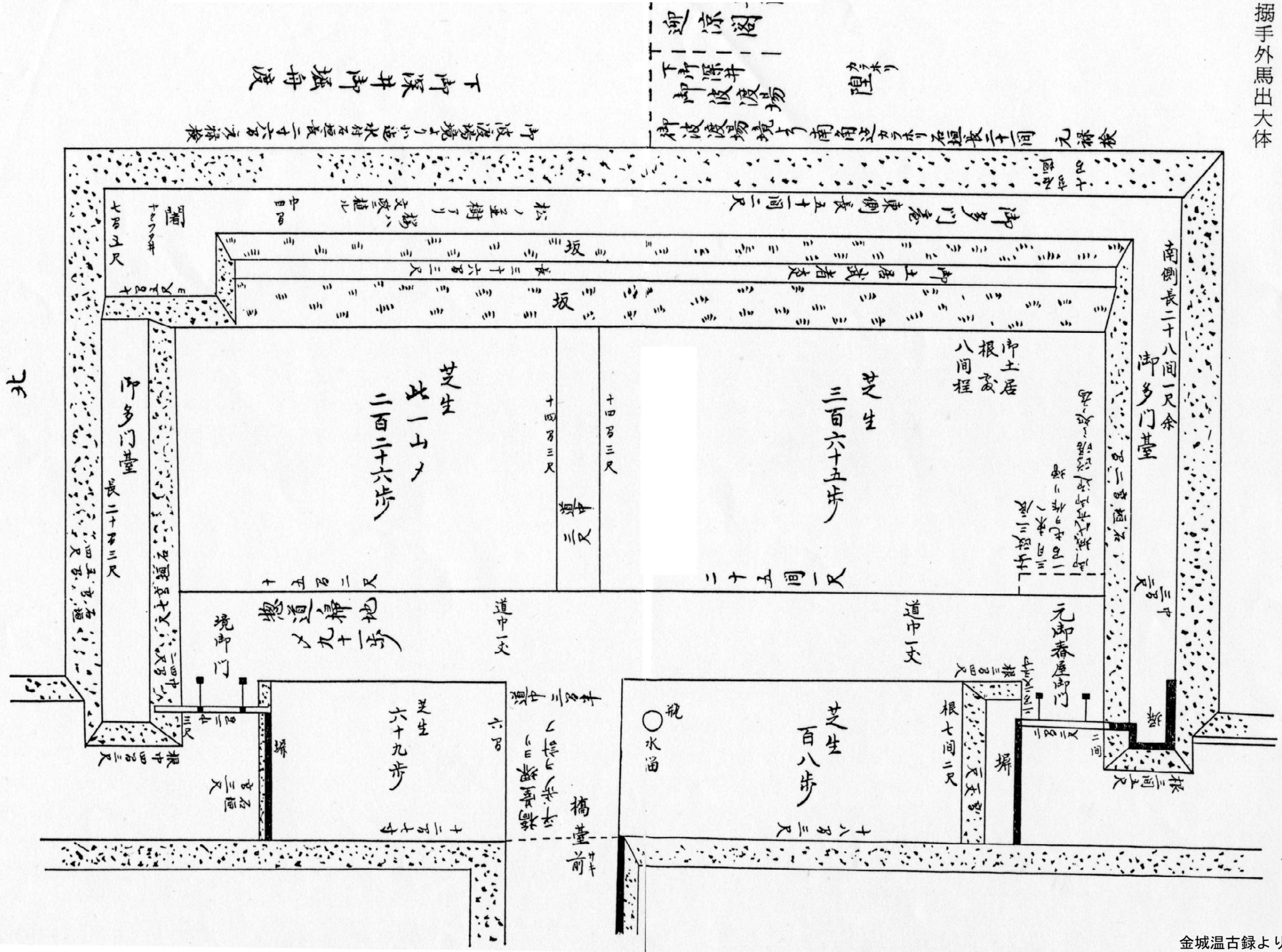
石垣を改変しない付加アプローチ施設事例（竹田城跡）

※写真は一例であり、より多くのお客様に楽しんでいただくため階段の他スロープ等についても検討する

修景イメージについて

・修景にあたっては、江戸時代後期の様子が比較的詳細に記載されている金城温古録を参考にする。

搦手外馬出大体



樹木管理平面図 縮尺1/250

(3) 樹木管理

凡例

- 速やかに撤去すべき樹木
- 将来的な撤去を視野に当面は剪定を優先（暫定）
- 当面は残す樹木

将来伐採せざるを得ないかも  
(石垣の状態次第)

今のうちに  
実生伐採

西側枝を  
剪定

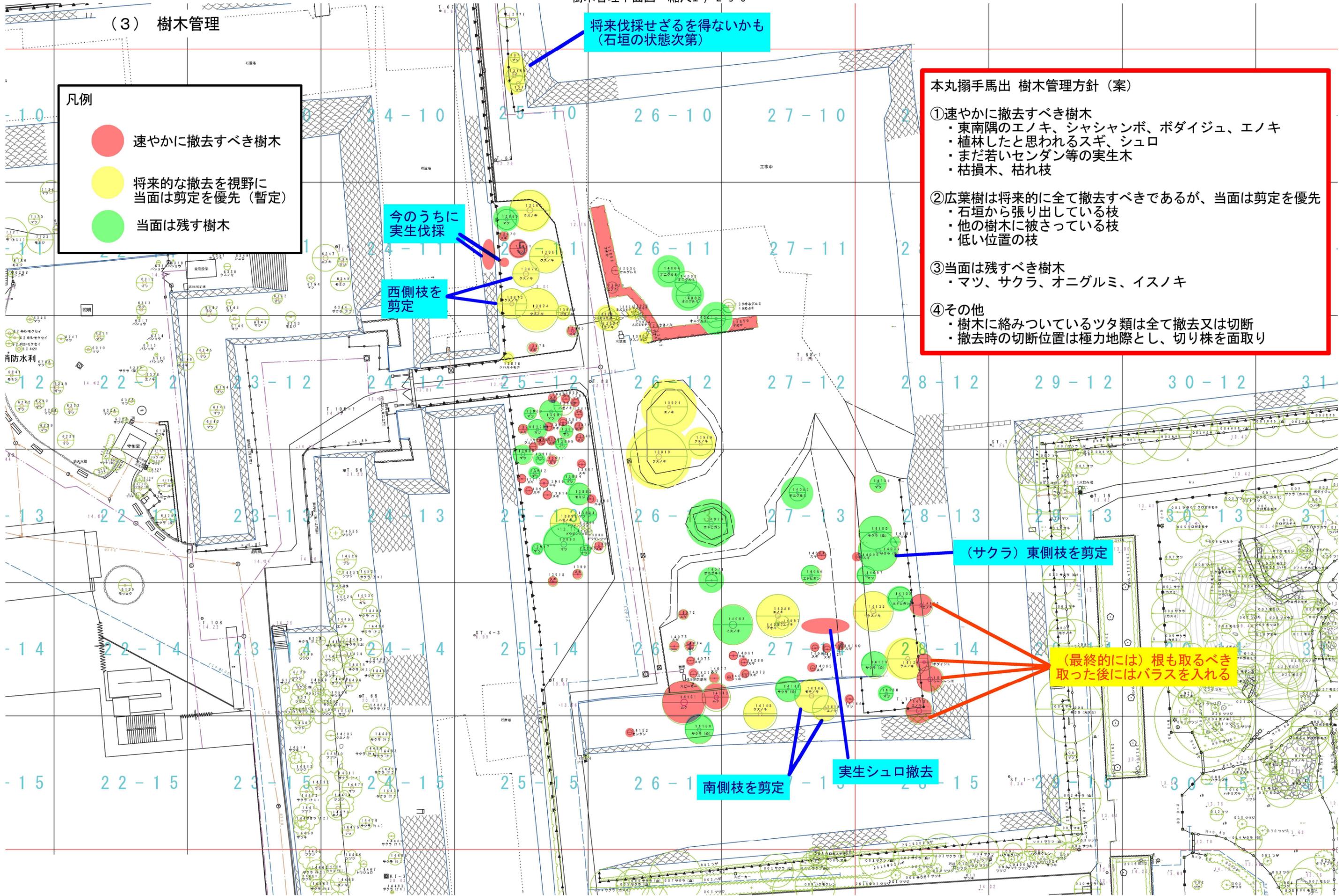
本丸搦手馬出 樹木管理方針（案）

- ①速やかに撤去すべき樹木
  - ・ 東南隅のエノキ、シャシャンボ、ボダイジュ、エノキ
  - ・ 植林したと思われるスギ、シュロ
  - ・ まだ若いセンダン等の実生木
  - ・ 枯損木、枯れ枝
- ②広葉樹は将来的に全て撤去すべきであるが、当面は剪定を優先
  - ・ 石垣から張り出している枝
  - ・ 他の樹木に被さっている枝
  - ・ 低い位置の枝
- ③当面は残すべき樹木
  - ・ マツ、サクラ、オニグルミ、イスノキ
- ④その他
  - ・ 樹木に絡みついているツタ類は全て撤去又は切断
  - ・ 撤去時の切断位置は極力地際とし、切り株を面取り

(サクラ) 東側枝を剪定

(最終的には) 根も取るべき  
取った後はバラスを入れる

南側枝を剪定  
実生シュロ撤去



2. 石垣の構造

(9) 檜台の安定化

○工学的解析の結果、檜台下部の栗石層が安定性に及ぼす影響は軽微であると推定されるため、解体前の形状に復する

(8) 栗石層の安定化

○地震時の安定性確保のため、ジオテキスタイルを付加する方針

(5) 吸出防止層

○細粒分の流出を防止するため幅60cm程度の粒度調整碎石層を設置

(10) 背面検出石材

○安定性を損う要因になり得ることから、栗石に置き換える

天和の積直し

(11) 敷金の復元

○成分分析の結果を踏まえ、同成分の試作品を製作する

水面

柵工の高さ

堀底

(1) 根石部の安定化

○柵工が確実に機能を発揮するように、石材による間詰を行う

(7) 慶長と天和の接点の安定化

○逆石状の石材の角度補正を行う  
安全性確保のための付加工法を併用する

慶長の根石

(3) 表層改良・表層排水

○石垣背面への急激な雨水浸透を抑制できる構造とする

(2) 背面盛土の安定化

○修復後の短期強度確保のために石灰混合を行う

(4) 水平排水層

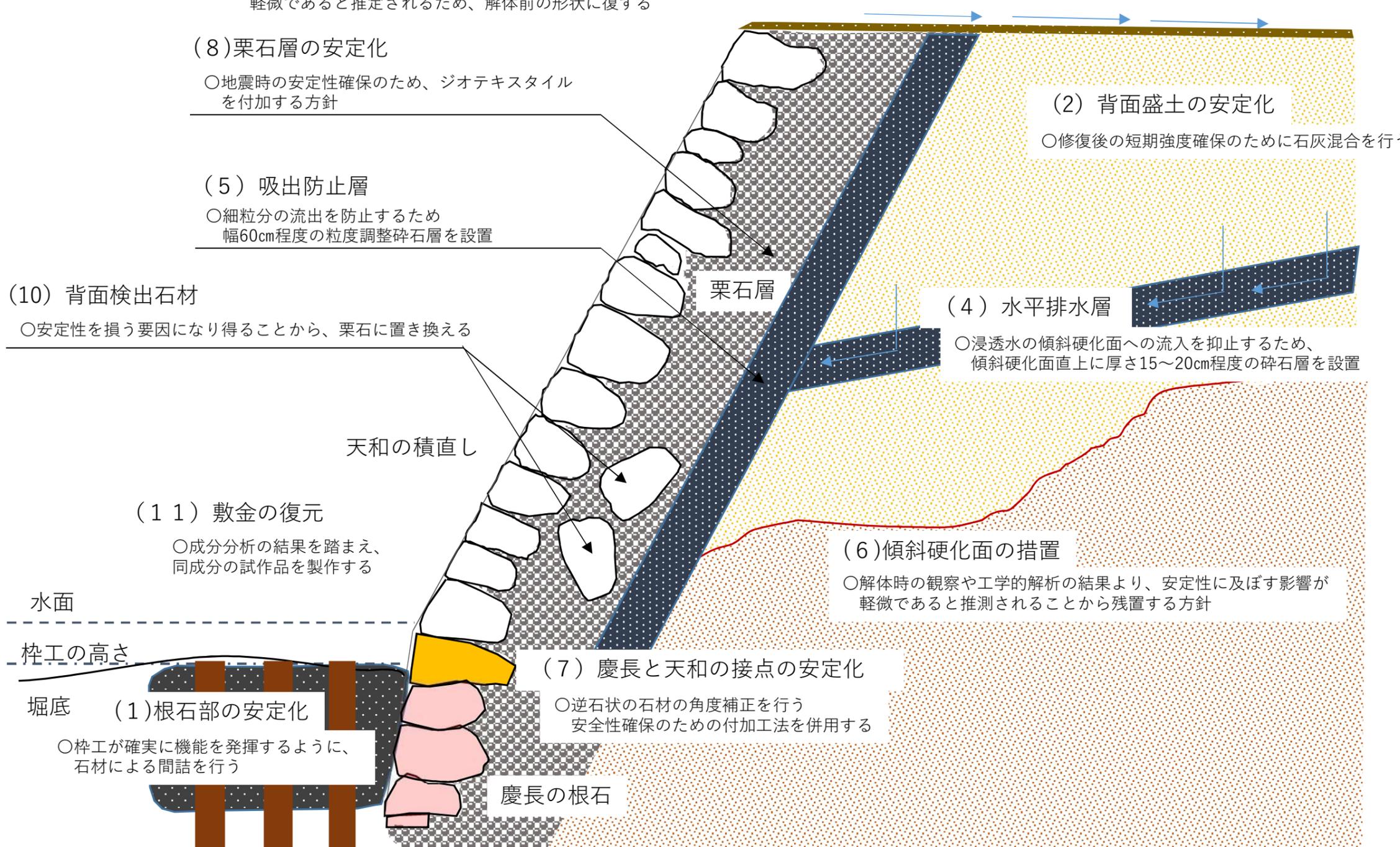
○浸透水の傾斜硬化面への流入を抑制するため、傾斜硬化面直上に厚さ15~20cm程度の碎石層を設置

(6) 傾斜硬化面の措置

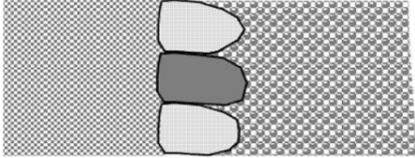
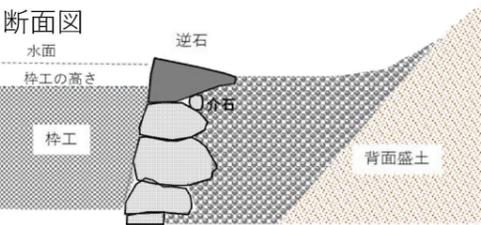
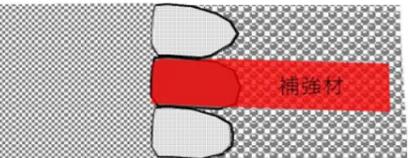
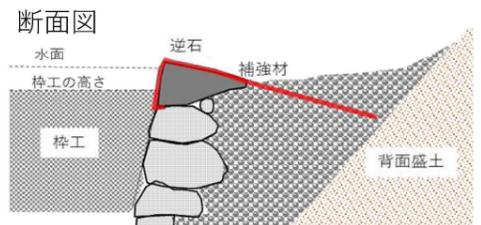
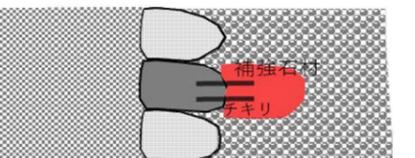
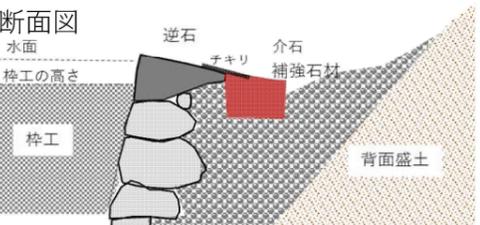
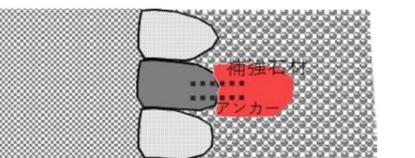
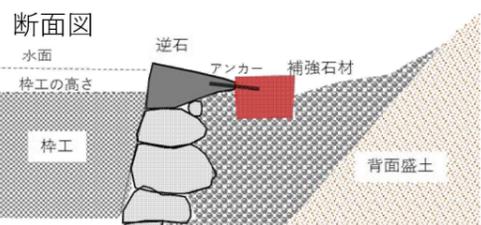
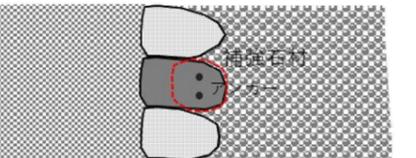
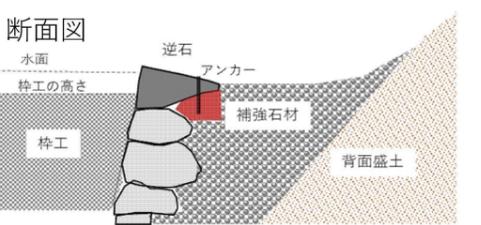
○解体時の観察や工学的解析の結果より、安定性に及ぼす影響が軽微であると推測されることから残置する方針

栗石層

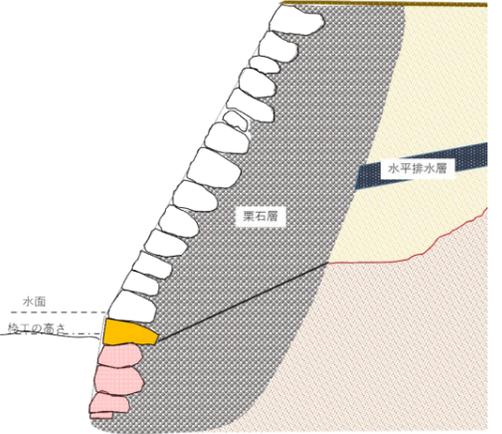
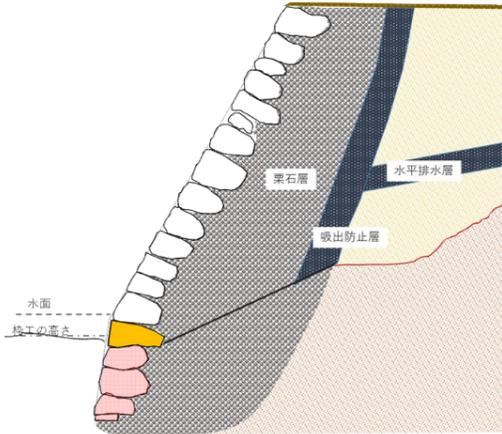
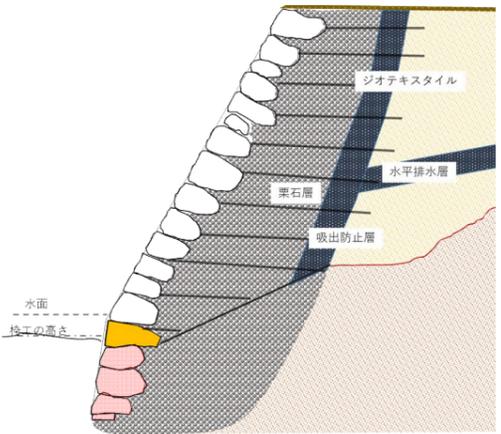
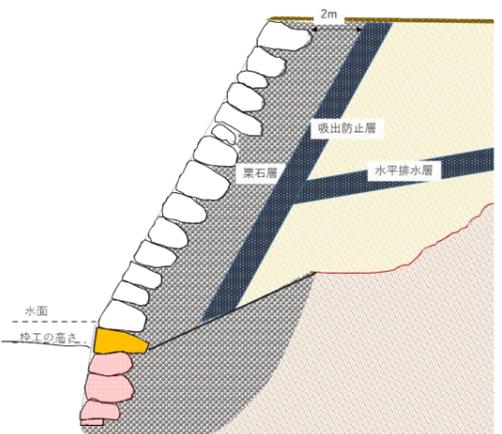
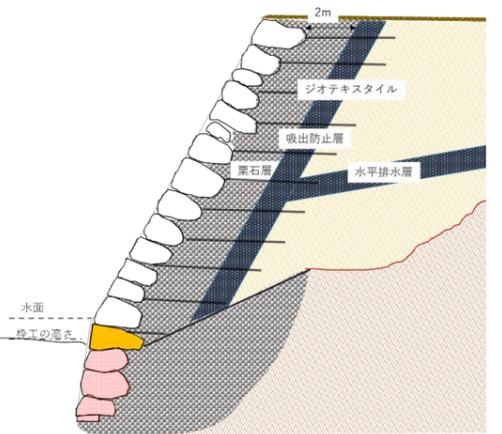
(概略図)



(7) 慶長と天和の接点安定化 逆石調整後の付加石材等対策について (それぞれの状況に合わせて1~5より適宜選択)

工法	1	2	3	4	5
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>付加工法なし (角度調整のみ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>逆石を鉤状の補強材で拘束し、背面の摩擦力で引き留めるため、補強材を栗石や背面盛土に埋め込む</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>逆石の角度調整に加え、逆石の後方に補強石材を設置してチキリで繋ぐ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>逆石の角度調整に加え、逆石の後方に補強石材を付加</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>逆石の角度調整に加え、逆石の下側に補強石材を付加</li> </ul>
イメージ図	<p>平面図</p>  <p>断面図</p> 	<p>平面図</p>  <p>断面図</p> 	<p>平面図</p>  <p>断面図</p> 	<p>平面図</p>  <p>断面図</p> 	<p>平面図</p>  <p>断面図</p> 
長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>天和期の積み直しの状態を再現できるため真正性が高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1案と比較して変位を抑えられる (3案には劣る)</li> <li>旧石材への穿孔等の加工が必要ない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1案と比較して変位を抑えられる (5案には劣る)</li> <li>4案と比較すると施工性が良い</li> <li>アンカーを設置する4、5案と比較して穿孔を最小限にできる</li> <li>チキリは江戸城等で確認された石を金属で繋ぐ伝統工法であり、暦期(1660年前後)より用いられている(石垣整備の手引き p141)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1案と比較して変位を抑えられる (5案には劣る)</li> <li>5案と比較すると施工性が良い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>逆石に土圧がかかっても補強石材が下側の石材に引っ掛かり、ストッパーの働きをして変位を防止する</li> <li>補強石材を付加することにより、重心が下がり安定性が増す</li> </ul>
短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震時の砕工の挙動によっては地震動に伴う逆石の変位を抑えきれなくなる可能性がある</li> <li>石材の重心が不安定であるため、背面土圧により前倒れするように再度変位する可能性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>補強材の長さによっては栗石層や背面盛土を追加で掘削する必要が生じる</li> <li>現代的な工法であり、石垣面に補強材が露出する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>チキリ設置のために旧石材を穿孔する必要がある</li> <li>地震時の挙動によっては逆石と補強石材が同時に前方に変位する可能性がある</li> <li>チキリはアンカーと比較して脆弱である可能性がある</li> <li>チキリは上部の荷重が少ない場所にやるのが多く荷重の大きな石垣下段の補強には適さない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アンカー設置のために旧石材を穿孔する必要がある</li> <li>地震時の挙動によっては逆石と補強石材が同時に前方に変位する可能性がある</li> <li>アンカーから逆石に引張力がかかる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アンカー設置のために旧石材を穿孔する必要がある。</li> <li>後方に補強石材を設置してつなぐ3案と比較するとやや施工が困難</li> <li>アンカーが変形するような大きな力がかかる</li> </ul>
所見	<ul style="list-style-type: none"> <li>旧石材 (逆石) 自体はそのままとなるため、地震等の条件によっては安定性に不安が生じる可能性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>石材を保護できるが、見た目 (景観) に影響が生じるほか、効果も未知数</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4案と比較して施工性が良く、伝統工法を応用したものであるが、4案より効果が低く、脆弱である可能性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工性以外は5案に劣る</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>旧石材を穿孔する必要があるものの、2案と比較して変位を起こす可能性が低い</li> <li>検証実験を行い、安定性の向上を確認済</li> </ul>

(8) 栗石層の安定化 安定化対策の付加について

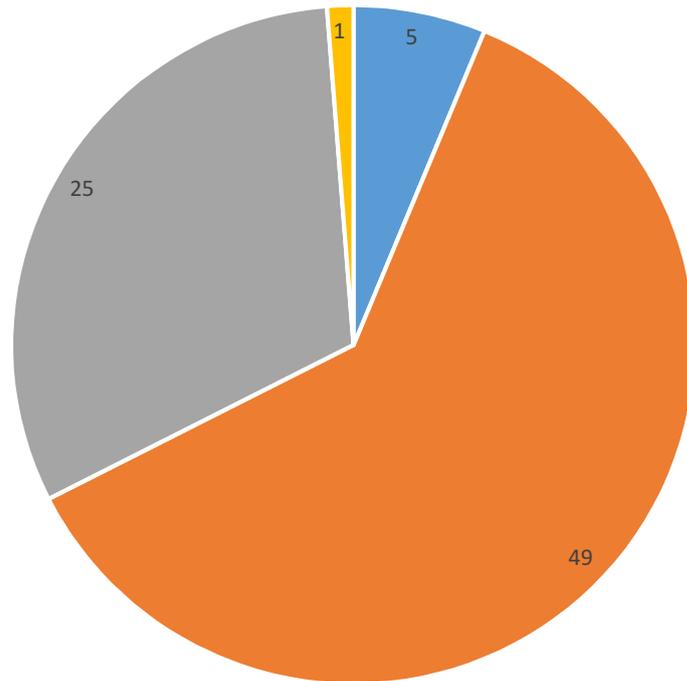
工法	1	2	3	4	5
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無対策</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工法1の栗石層の一部を吸出防止層と組み合わせる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工法2にジオテキスタイルを付加</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・栗石幅を2mまで縮小し、その背面側に吸出防止層(60cm)を設ける</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工法4にジオテキスタイルを付加</li> </ul>
イメージ図					
長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天和期の積み直しの状態を再現できるため真正性が高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・背面盛土との境界は変わらず、天和期の積み直しの状態を再現できるため、一定の真正性が保てる</li> <li>・栗石層内への細粒分の堆積を防止することで、健全性を保てる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・背面盛土との境界は変わらず、天和期の積み直しの状態を再現できるため、一定の真正性が保てる</li> <li>・栗石層内への細粒分の堆積を防止することで、健全性を保てる</li> <li>・地震時の安定性の向上を図ることができる(ソダ敷きという伝統工法に考え方が近い)</li> <li>・土圧による変状を抑えることが可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土圧による変状を抑えることができる</li> <li>・栗石層内への細粒分の堆積を防止することで、健全性を保てる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土圧による変状を抑えることができる</li> <li>・栗石層内への細粒分の堆積を防止することで、健全性を保てる</li> <li>・地震時の安定性の向上を図ることができる(ソダ敷きという伝統工法に考え方が近い)</li> </ul>
短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土圧による変状を生じやすい</li> <li>・地震時の挙動により不安定となる</li> <li>・細粒分の堆積による目詰まり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・吸出防止層の追加では変状を抑えることはできない</li> <li>・地震時の挙動により不安定となる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天和の積み直し時には無かった工法を付加することとなる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・背面盛土及び栗石層の幅は天和期の積み直しの状態を再現できないため、真正性が失われる</li> <li>・地震に対する安定性はジオテキスタイルを付加する案と比べて劣る</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・背面盛土及び栗石層の幅は天和期の積み直しの状態を再現できないため、真正性が失われる</li> <li>・天和の積み直し時には無かった工法を付加することとなる</li> </ul>
所見	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天和期の積み直しの状態を再現できるが、安定性は5案の中で最も低くなる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・健全性は保てるものの変形量や安定性は1案と同様に低いまま</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・健全性を保ちつつ安定性が向上する反面、変状を抑えることはできず、現代工法により真正性が低下する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・変状は抑えられるが、真正性が失われることのほか、地震時に不安定となる可能性が残されている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・構造物としての安定性は5案の中で最も高い</li> </ul>

F E M解析結果

ケース	概要	モデル図	塑性ひずみ	せん断応力	所見
1-1	【常時】静的解析 孕み出す前の状況				<ul style="list-style-type: none"> <li>・築石層と栗石層に変位量と塑性ひずみが大きい部分がありすべり面を形成している</li> <li>・せん断応力は築石に集中する</li> <li>・変形量は10.1cmとなっており、変形形状は現状とよく似通っている</li> <li>・幅の広い栗石層が不安定となることが分かった</li> </ul>
1-2	【常時】静的解析 杵工を追加				<ul style="list-style-type: none"> <li>・杵工の追加により変形量が減少している (10.1cm→3.6cm <b>64%改善</b>)</li> <li>・足元を押さえる杵工は効果が高い</li> </ul>
2-1	【常時】静的解析 栗石幅を2mに縮めた修復案				<ul style="list-style-type: none"> <li>・栗石層を2mに縮めることにより変形量がさらに減少する (3.6cm→0.4cm <b>89%改善</b>)</li> <li>・栗石幅の縮小は効果が高い</li> <li>・静的解析では地震時の栗石の挙動評価できないため、動的解析で照査する必要がある</li> </ul>
3-1	【地震時】動的解析 ケース2-1に地震波を入力 (東南海地震を想定)				<ul style="list-style-type: none"> <li>・静的解析と同様の変形形状となった</li> <li>・南海トラフ地震規模の地震発生時の変形量は相当大きいものと想定され、<b>崩壊も懸念される</b></li> <li>・櫓台内部は総栗状態であっても変形はごく小さい</li> </ul>



再利用不可石材の産地および岩石種  
(E判定)



■ 養老 (砂岩)   ■ 幡豆 (花崗閃緑岩)   ■ 岩崎山 (花崗岩)   ■ 産地不明 (花崗岩)

	隅角部	隅角以外
養老 (砂岩)	0	5
幡豆 (花崗閃緑岩)	3	46
岩崎山 (花崗岩)	6	19
産地不明 (花崗岩)	0	1
計	9	71

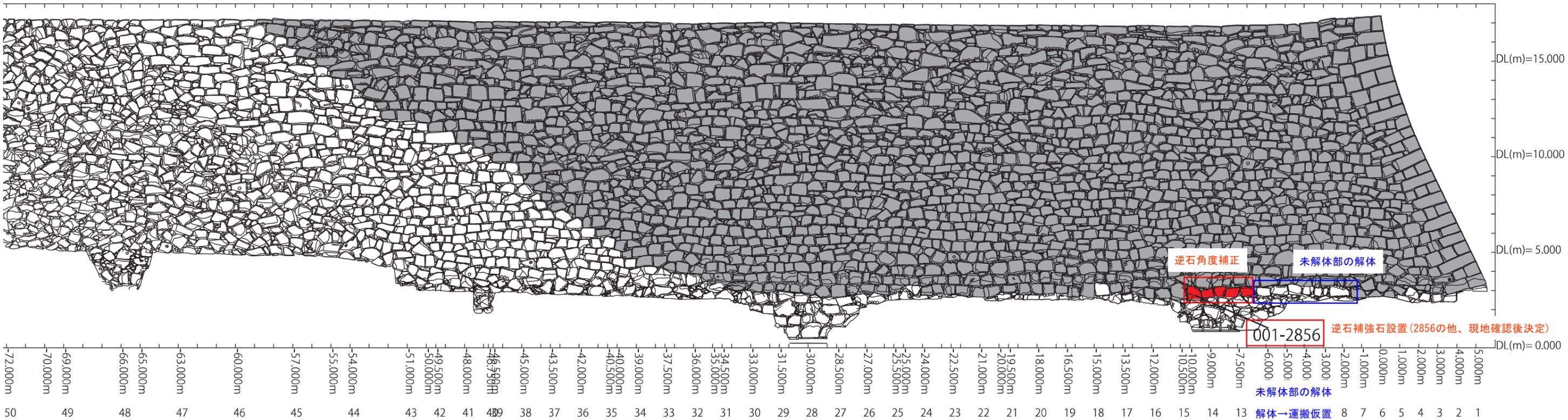
令和3年度の工事、委託内容

工事内容

- (1) 根石部の安定化：枠工が確実に機能を発揮するように石材による間詰工を行う。
- (7) 慶長と天和の接点の安定化：逆石の角度調整、逆石対策工、補強石の設置、未解体部（逆石から北側）の石垣解体及びそれらに伴う栗石掘削運搬仮置、石材運搬、仮置等
- 各種仮設工事：逆石対策のための排水工事、大型土のうによる足場設置、敷鉄板設置、除草、樹木伐採等

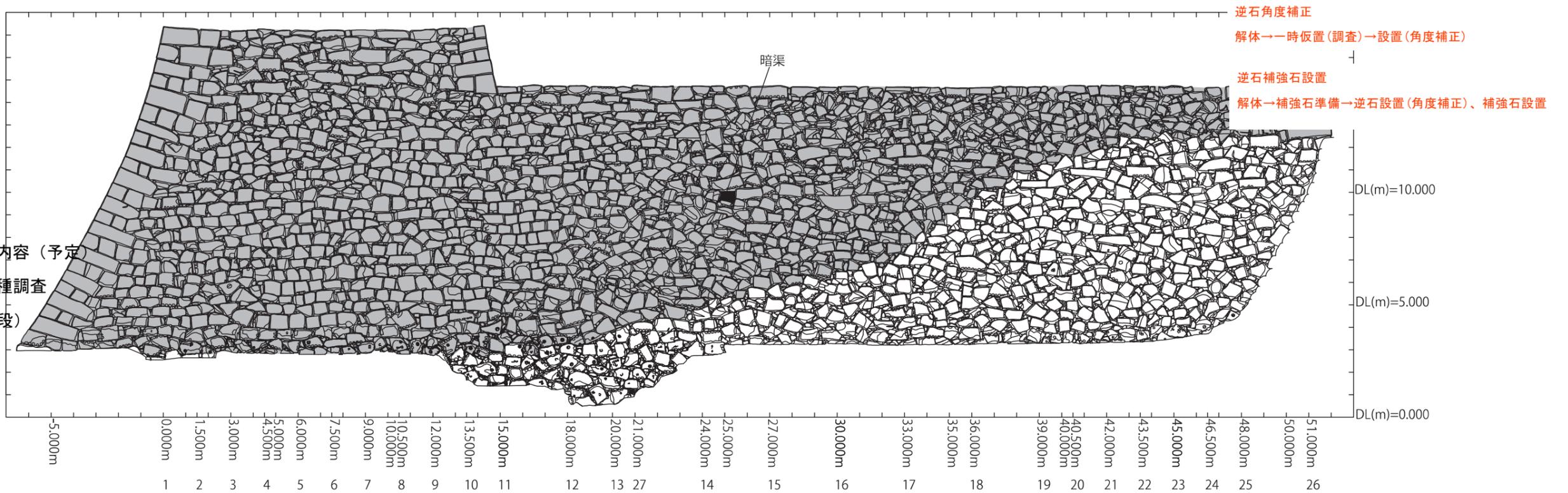
委託内容

- (7) 慶長と天和の接点の安定化：逆石の角度調整、逆石対策工、補強石の設置の設計、工事監理
- (8) 栗石層の安定化：栗石層安定化についての検討、設計
- 石垣取外しに伴う各種記録調査等



令和4年度の工事、委託内容（予定）

- 積直し計画に関する各種調査
- 石垣積直し設計
- 石垣積直し工事（最下段）



0 (S=1:200) 10m ※ 標高はT.P.値で表示

解体済範囲

## 御深井丸側内堀石垣の調査について

### 1 御深井丸側内堀石垣調査の概要

現天守閣解体の現状変更申請に対する文化庁からの指摘事項のうち、天守台以外の石垣についても石垣背面の空隙調査が必要との指摘に対応するため、御深井丸側内堀石垣について、築石背面の空隙、築石の控え長等を把握するためのレーダー探査を実施している。探査の対象は、石垣面及び石垣の天端部分である。探査は進行中であるが、現時点までの成果を報告する。

また、あわせて、御深井丸側内堀石垣について、今後の保存のために必要な処置を検討するための目視確認調査も行っている。今後何らかの対応策が必要な石垣の変状・劣化の把握状況を整理する。

### 2 石垣面のレーダー探査速報

今回計画したレーダー探査の位置は、下図1の通りである。石垣面についてのレーダー探査の内容は、石垣面の背面の空隙等を探る目的の連続測定及び個々の石材の控え長の探査である。

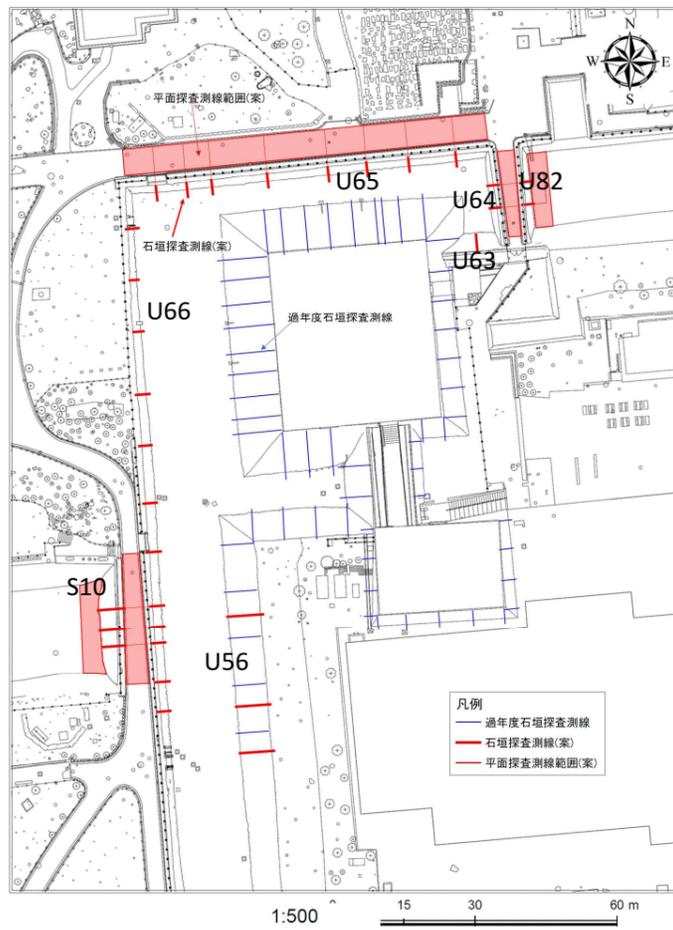


図1 レーダー探査実施位置図  
(測線位置は計画段階のもの。実際の測定位置は図2参照)

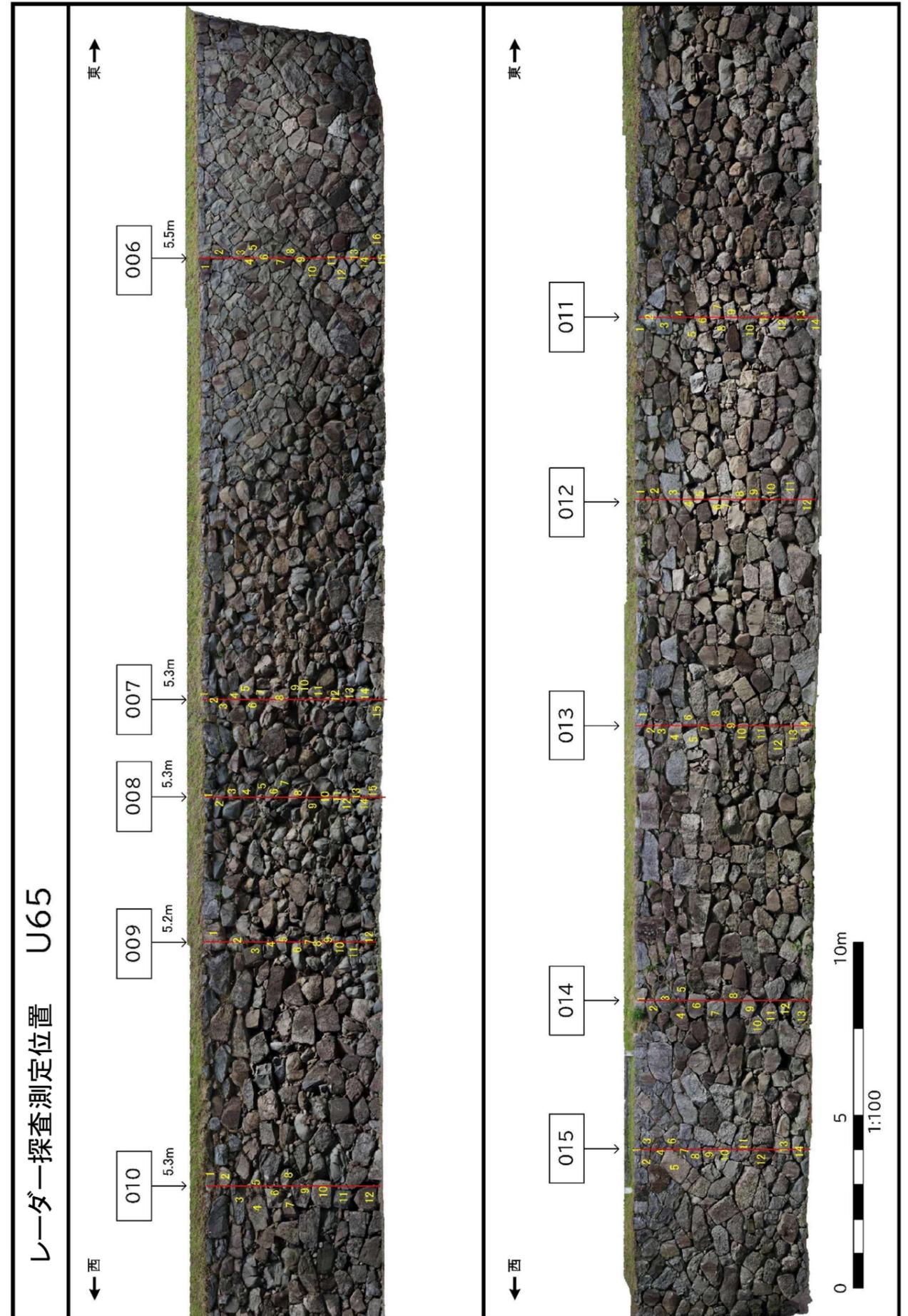


図2 御深井丸側内堀石垣U65 レーダー探査実施位置

### 3 石垣目視調査の概要

これまでの調査により、それぞれの石垣面の現況を把握し、その課題を整理してきた。そうした現状把握を踏まえ、今後、石垣を保存していく上で、修理等何らかの措置の必要性を検討するという観点から、石垣面の目視調査を進めている。

U65石垣の事例を中心に、調査状況を報告する。

<調査内容>

#### ○変形・破損状況の把握の方針

石垣面としての安定性を損なう可能性がある石垣の変形・変状、個々の石材の劣化、破損を優先的に把握する。石垣面の安定性に影響を及ぼす可能性は低いと考えられる風化や剥離が見られる個別石材の劣化については、顕著なもの、緊急性の高いものを中心に把握する。

この方針に従い、以下のA～Cの箇所を重点的に把握し、あわせて修理等の必要性についても検討する。

#### A 面的な変形・劣化

①孕み出し等、面としての変形が見られる箇所

②石材の割れ、間詰石の抜け落ち等が集中し、変形、劣化が面的に広がっている箇所  
個別の対応(石材補修、間詰補充)で対応できないものを把握する

#### B 個別石材、個別箇所の劣化の内、安定性に影響を与える可能性がある箇所

③間詰石の抜け落ち、あるいは抜けてはいないが、間詰石が利いていない箇所

④石材の割れが進み、石垣面の安定性に影響を及ぼす可能性がある箇所

安定性に影響の無い石材が割れることはある程度まではやむを得ないと考えざるを得ず、また現実的な対応可能性も踏まえると、対象を限定する必要があるため、面としての安定性に影響を及ぼすものにまずは限定する。

⑤個別石材の突出、回転等の変形

石材の突出、前倒れなどが、近接してまとまって見られる箇所

#### C 個別石材の劣化:面としての安定性には直接は関わらないと見られるが、劣化の進行を遅らすなど、石材保護が必要な箇所

⑥5mm以上の明確な開口部がある亀裂のある石材  
5mm程度の開口を目途とする。

⑦刻印などがある石材で、表面の劣化が進み、剥落の恐れがあるもの。

文化財としての観点から保護すべきものを中心に把握する。

#### A 面的な変形・劣化

①孕み出し



②石材の割れが面的に広がっている部分



U65-1063～1065周辺

#### B 個別石材、個別箇所の劣化の内、石垣の安定性に影響を与える可能性があるもの

③間詰石の抜け落ち、利いていない間詰石



U65-1206



U65-0964周辺

④石材の割れが進み、石垣面の安定性に影響のある場合



U65-0617

⑤個別石材の突出、回転等の変形



U65-1481

C 個別石材の劣化: 石垣の安定性には影響を及ぼさないと見られる箇所

⑥5mm以上の開口亀裂が確認できる石材



⑦刻印などがあり、文化財としての観点から保護すべきと判断される石材

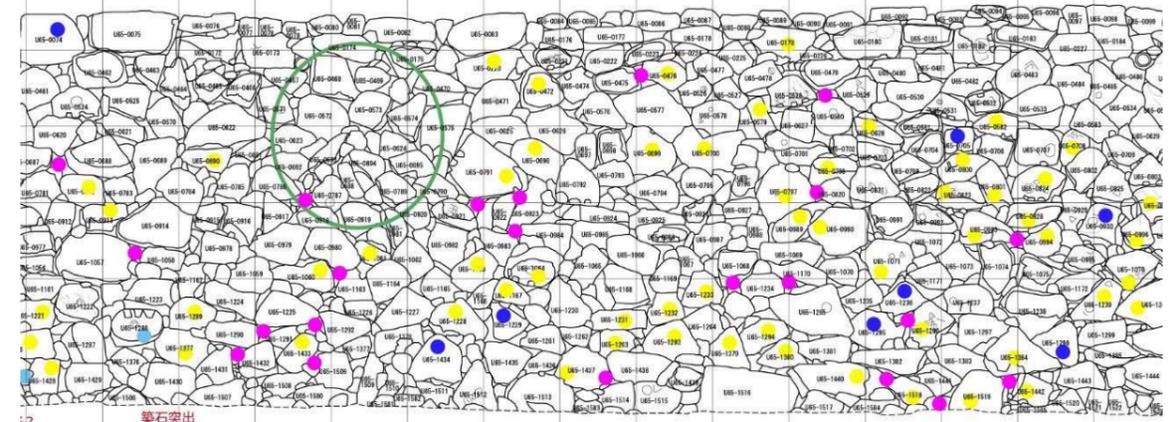


目視調査の実施状況

U65石垣面オルソ(部分)



U65石垣面立面図(オルソと同じ部分)



- 割れが観察される石材(④⑥)
  - 間詰石の抜け落ちが観察される箇所(③)
  - 表面の剥離が想定される石材(⑦)
  - 対応が必要な変状が生じている箇所  
(変形等の具体的な内容は個別に把握)
- 面としての変形が認められる箇所  
(分類①②に対応)

上図の把握状況は、目視調査の実施に先立ち、方針を確認するために示したものであり、現在はこれをたたき台として、文化財担当だけでなく、石積みの技術者・技能者の参加も得て、より正確な把握を進めているところである。

あわせて、具体的な処置の必要性、必要な場合の内容などの検討を行っている。

<今後の進め方>

目視調査の結果に基づき、必要な対応策を検討する。

具体的な対応策については、現在現地調査を進めながら同時に検討しており、全体の調査成果が整った時点で取りまとめを行いたい。