

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37回)

日時：令和2年9月11日(金) 13:00～15:00

場所：名古屋市公館 レセプションホール

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) 本丸内堀発掘調査について <資料2>

4 ご相談

現天守閣解体申請に対する文化庁からの指摘事項等への対応について <資料3>

5 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37回）

出席者名簿

日時：令和2年9月11日（金）13:00～15:00

場所：名古屋市公館 レセプションホール

■構成員

（敬称略）

氏名	所属	備考
北垣 聰一郎	石川県金沢城調査研究所名誉所長	座長
赤羽 一郎	前名古屋市文化財調査委員会委員長・ 元愛知淑徳大学非常勤講師	副座長
宮武 正登	佐賀大学教授	
梶原 義実	名古屋大学大学院准教授	

■オブザーバー

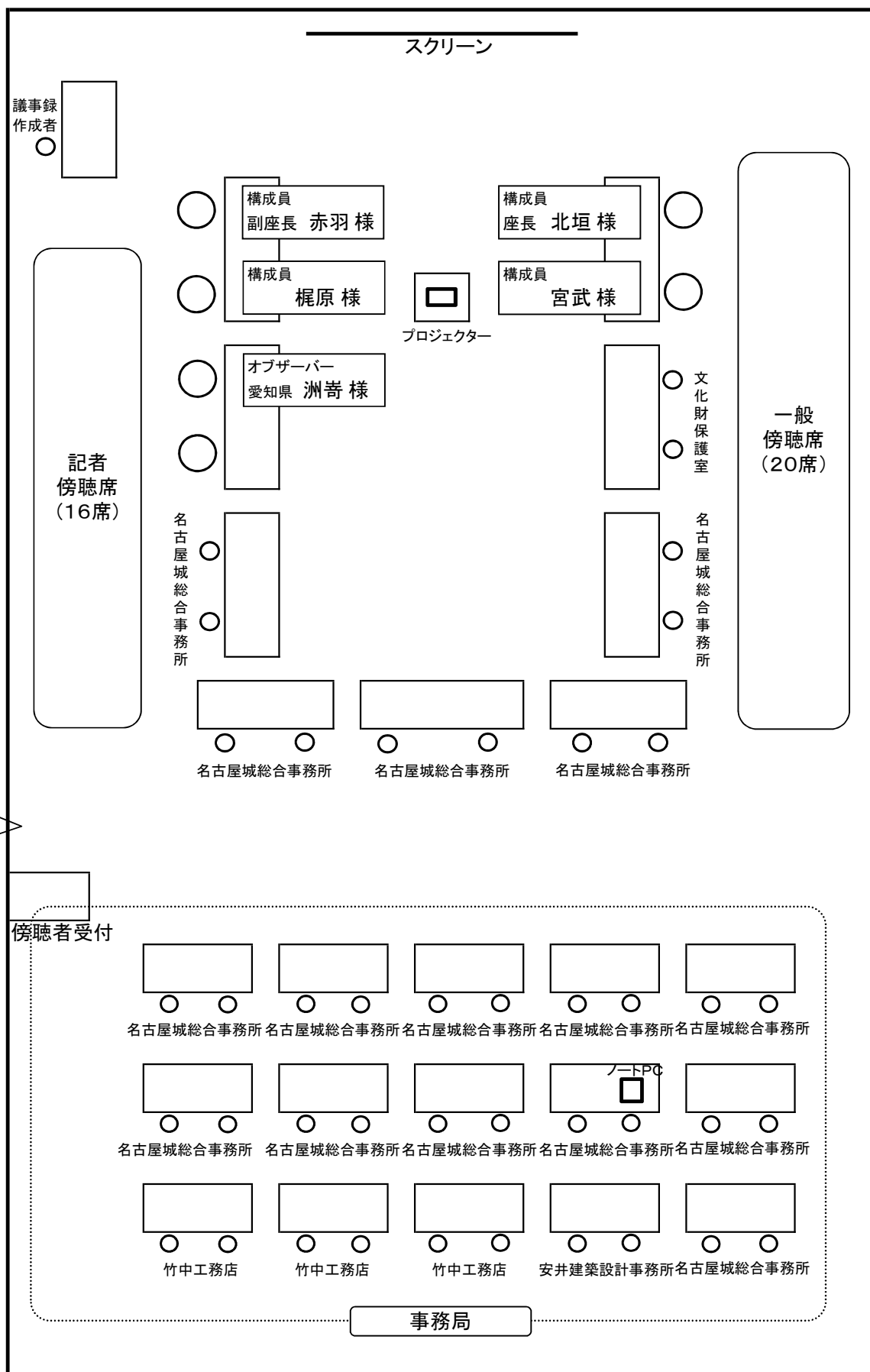
（敬称略）

氏名	所属
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

第37回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

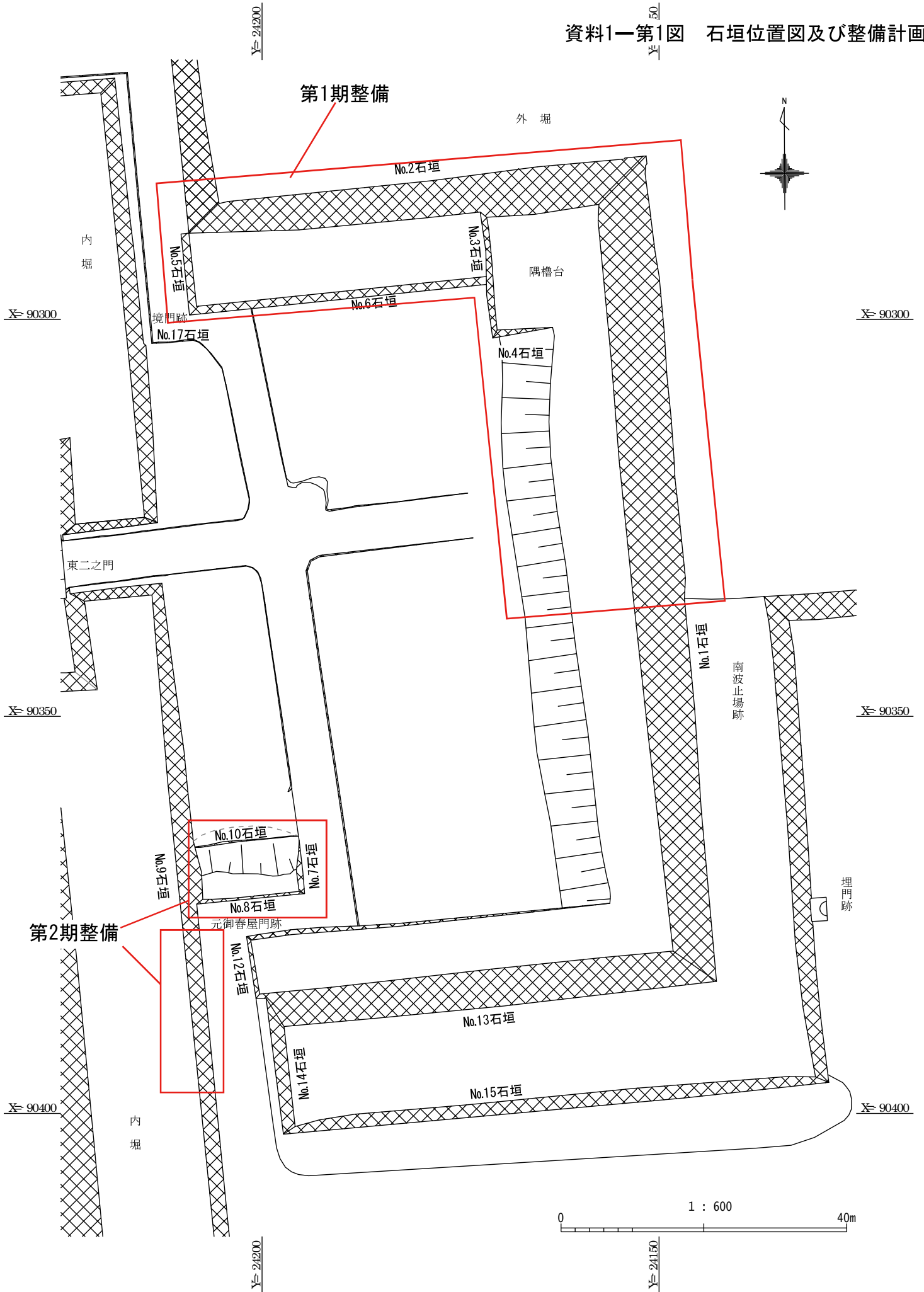
座席表

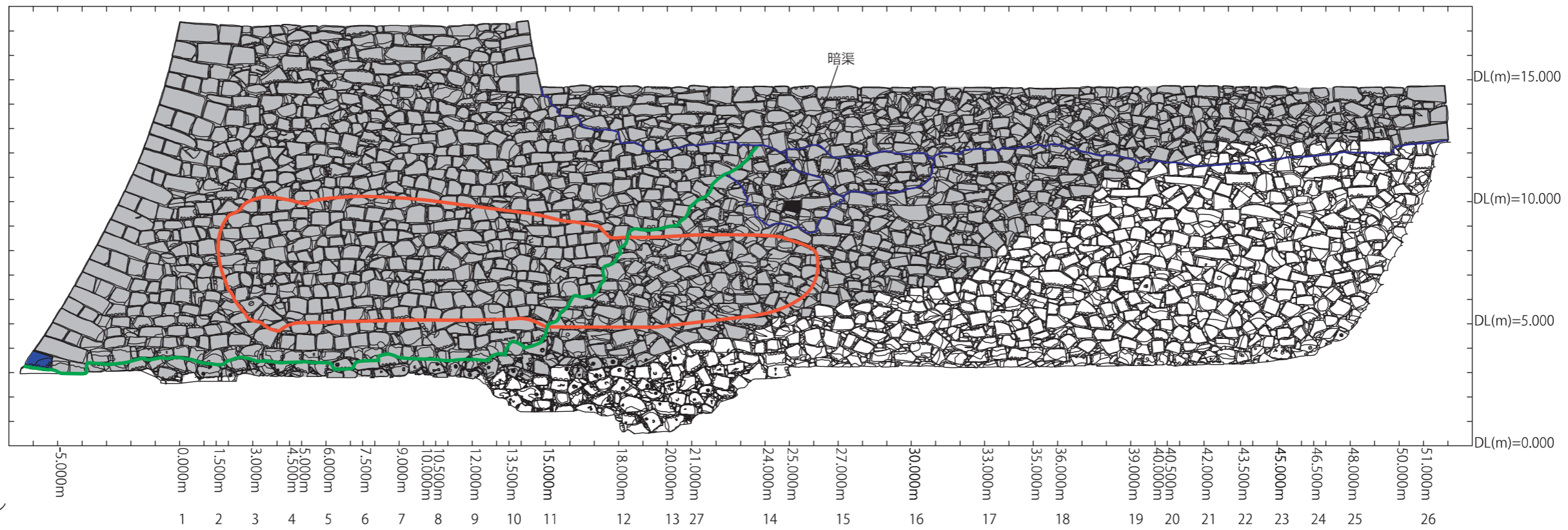
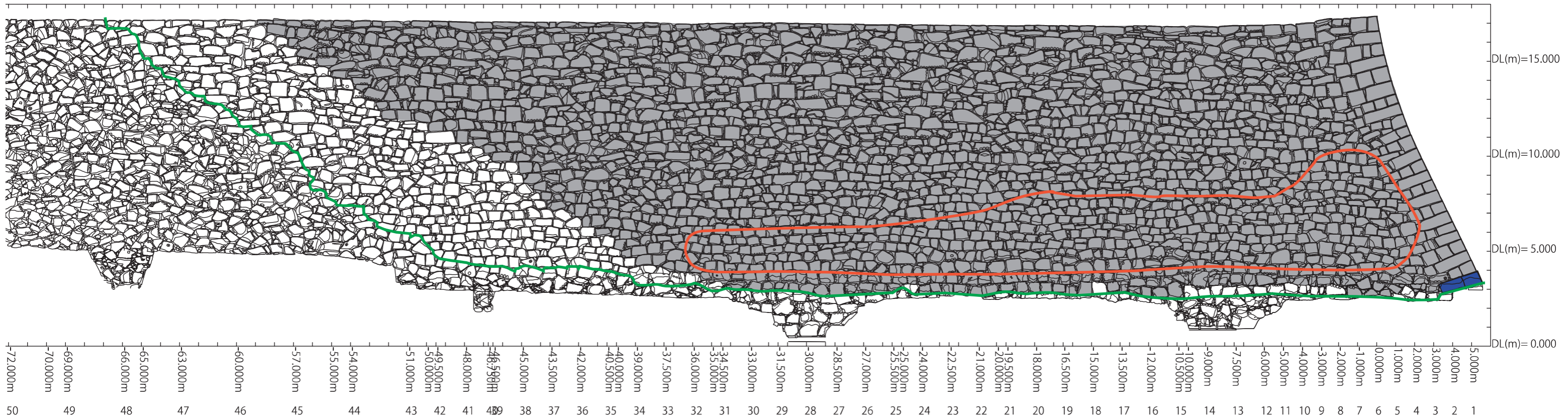
令和2年9月11日(金)
13:00~15:00
名古屋市公館 レセプションホール



	項目	検討状況	今後の検討
全体計画	解体からの経緯	<ul style="list-style-type: none"> 昭和45年以来、城内石垣の修復工事を行ってきた。平成12年度の調査で、本丸搦手馬出周辺石垣を一体として修復工事を行う方針を決定 平成14年度に整備のための調査を行い、15年度、名古屋城本丸搦手馬出周辺補修整備計画策定。平成16年度より搦手馬出北面石垣等の解体開始。平成17年度に全体計画書を作成。平成30年度に解体は逆石部を除きほぼ終了 この間、平成28年度及び平成29年度には北面及び東面の前面に、地盤の補強のための砕工を設置 	<ul style="list-style-type: none"> 名古屋城全体の石垣カルテ整備とともに、石垣の保存の方針を検討する
	整備の全体計画	<ul style="list-style-type: none"> 平成17年度作成の全体計画書の内容は以下の通り 平成16年度から石垣の解体を開始、平成26年度に解体終了、平成27年度から積み直しを開始。平成30・31年度に元御春屋門跡西側の石垣 (No.9) を解体し、平成32年度に元御春屋門跡西側石垣及び元御春屋門跡石垣 (No.7～9) の修復を行い、事業を完了 	<ul style="list-style-type: none"> 東面及び北面、櫓台石垣 (No.1～6) の積み直しを第1期として先行して行い、元御春屋門周辺の修復は第2期として、修復の方針も含めて別途検討する 第2期分としたNo.9は、現時点で石垣前面を押しさえており、応急的な処置をしている
	石垣修復の基本的な考え方 (コンセプト)	<ul style="list-style-type: none"> 積み出しを戻し、積み出す以前の姿 (天和期の修理後の姿を想定) に戻す 解体に際して行った調査の成果をできる限り反映させる 石垣の安定性、安全性を重視して積み直す 石材はできる限り再利用する 	<ul style="list-style-type: none"> 基本的な考え方に則して、個別の検討事項を判断する
積み直しに向けた検討事項	これまでの調査の成果	<ul style="list-style-type: none"> 報告書は一部を除き未作成 部会資料等で整理してきている 	<ul style="list-style-type: none"> これまでの調査成果の概要一覧を作成しようえ、積み直しに関連する遺構を中心に概要を整理する。 出土遺物の整理を進める 中期的に報告書の刊行を目指す
	櫓台	<ul style="list-style-type: none"> 発掘調査の結果、遺構は見つかっていない。櫓は復元しない。 北東隅櫓台は、慶長期の石垣は残っており、天和期の積み直しに伴って再構築されたと考えられる 	<ul style="list-style-type: none"> 櫓台石垣、特に西面 (No.3) 石垣と、南面 (No.4) 石垣の再構築についてが未検討。 背面を総票にするか検討が必要
	石垣背面	<ul style="list-style-type: none"> 調査の成果> 盛土はI層 (慶長期の盛土)、II層 (天和期の盛土)、III層 (上部構造の盛土) に大別され、3種類の土層がさらに細分される No.6石垣の南側のくくのみ林周辺ではIV層 (近現代の盛土) が確認されている No.1石垣及びNo.2石垣の背面盛土については平成25年度までの調査成果をもとに土層投影図を作成している 積み直しのための検討> 平成24年度に石垣背面盛土の施工検討、平成25年度に背面地盤改良試験を行っている。 背面盛土の石灰改良については新たに掘削するわけではなく、現状の排土のみに行うとしている 	<ul style="list-style-type: none"> 積み直しのための課題> 試験結果等から、実際の設計を決定する。特に円弧すべり解析の結果から、石灰改良は既掘削部分のみで十分であるかを検討する必要がある 現在、3種類に大別される盛土の取り扱いについて、1種類に統一する方針で検討中
	斜路状遺構・平坦面など	<ul style="list-style-type: none"> 調査の成果> 斜路状遺構の概要は別紙資料に整理 背面盛土中の平坦面 (硬化面) の概要の整理を行った 	<ul style="list-style-type: none"> 積み直しに向けての課題> 斜路状遺構の取扱いが未検討 平坦面の処理が未検討
	栗石	<ul style="list-style-type: none"> 平成23、平成25、平成30年度に栗石調査を実施している。その結果、慶長期の栗石は石垣加工の残材を利用したとみられる。天和期の (砂岩) の大ぶりの垂角礫であり、天和期の栗石は庄内川水系から搬入されたと考えられる。河川礫で小ぶりの垂角礫を用いていることが確認された。 	<ul style="list-style-type: none"> 平成30年度第29回石垣部会において、両者の接点をどう安定させるか検討するようにと指摘を受けている。 天和の修復時にも慶長期の栗石を再利用して混合して使用している状況が確認されていることから、基本的に栗石は区別せず粒度を調整しながら再利用する方針で考えている。 積み直しにあたって、栗石の幅の検討が必要。
	背面で検出された石材	<ul style="list-style-type: none"> 平成21年度から確認されるようになった。栗石と背面盛土の境界付近で確認されており、一部は背面盛土中に埋められたものも存在する。平成21年度及び平成22年度調査時には、重層かつ一列に等間隔に置かれていた栗石が、平成23年度と平成24年度に確認された。栗石大石材は栗石幅の広いところに集中して5、6石置かれていた。平成25年度には標高4.0～4.5m付近のNo.1石垣背面から隅角部にかけて石材の長手面を向けるようになり連続して並べられていた。No.1石垣ライン付近においては盛土内の東西方向に栗石大石材が連続して置かれる状況。平成30年度に確認された栗石大石材は隅角部付近及びNo.1石垣南側に集中して確認された。 栗石大石材の時期としては、平成25年度に確認された石材が斜路状遺構面に据え置かれていたため、天和期に設置されたものと考えられる 出土位置などに、一定の傾向が指摘できる 	<ul style="list-style-type: none"> 平成25年度までに確認された栗石大石材については、平成26年度に分布図が作成されている。しかし分布図は標高0.5mごとの石材の位置をおさえた概略図であり、正確な出土位置の記録はとられていないため、石材の戻し方を検討する必要がある

		暗渠	<ul style="list-style-type: none"> 北面石垣の中央中段部で暗渠排水口確認。暗渠全長14.9m、南端と開口部の比高さは約1m。 暗渠は積み直しに際し、復元する方針 	
	敷金		<ul style="list-style-type: none"> 北東隅角部から平成21年から平成30年度までに91点の敷金が出土している。1石につき1枚のみで使用されるものほか、複数個所に挟むもの、複数枚を重ねて使用するものもみられた。平成30年度に実測不能なものを除いた87点の実測・分類を行い、標準となる復元図の作成を行った。 	<ul style="list-style-type: none"> 積み直しに際して、復元して使用。材質の検討を行う。
	根石の状況・土台木		<ul style="list-style-type: none"> 根石調査は平成22、平成24、平成25、平成26、平成27年度に実施された。平成24、平成26年度はNo.1石垣、平成25、平成27年度はNo.2石垣の根石調査を行っており、調査区は一部重複する。平成26年度調査で土台木が確認された 調査の結果、根石付近には著しい破損はみられず、石の積み方の状況から根石が慶長期のものであることが推察されたため、根石までの取り外しは行わず、地盤を補強するために砕工を施工した 	<ul style="list-style-type: none"> 土台木の標高の差、土台木がない部分のこをどう考えるかを検討していく必要がある。天和期以前の修築（平成26年度現地視察時の教示）の可能性も含めて検討する
	孕み出しへの対応	原因分析	<ul style="list-style-type: none"> レーダー探査の実施 ボーリング調査の結果 主たる要因として、地盤、透水層の影響、逆石と推定。それぞれの要因に対して対策の検討を進める 	<ul style="list-style-type: none"> 原因に対する対応方針の検討
		逆石	<ul style="list-style-type: none"> 東面石垣の隅角付近にて8石程度連続して確認 逆石は、解体計画の範囲内 対応策として3案（新補石材へ変更、逆石補強工法、前面に押え盛土）提示しているが、再検討必要 	<ul style="list-style-type: none"> 逆石の取扱いについて検討が必要（今回、「慶長期と天和期の接点における工法」として考えられる案を提示）
		地下排水	<ul style="list-style-type: none"> 第29回石垣部会において、厚さ50cmほどの水平排水層を慶長と天和の盛土の境界面（みずみち）に設ける案を提示 	<ul style="list-style-type: none"> 築城期及び天和期の排水処理の方法についても検討する必要がある
		表層改良・表層排水	<ul style="list-style-type: none"> 第29回石垣部会において、表面に石灰改良を行い、不透水層とするか、不透水マットを敷いて石垣面と反対側で雨水処理を行うかとする案を提示した 	<ul style="list-style-type: none"> 築城期若しくは天和期の排水処理の方法についても検討する必要がある
スケジュール			<ul style="list-style-type: none"> 令和2年度の作業について別紙の通り 	
その他				



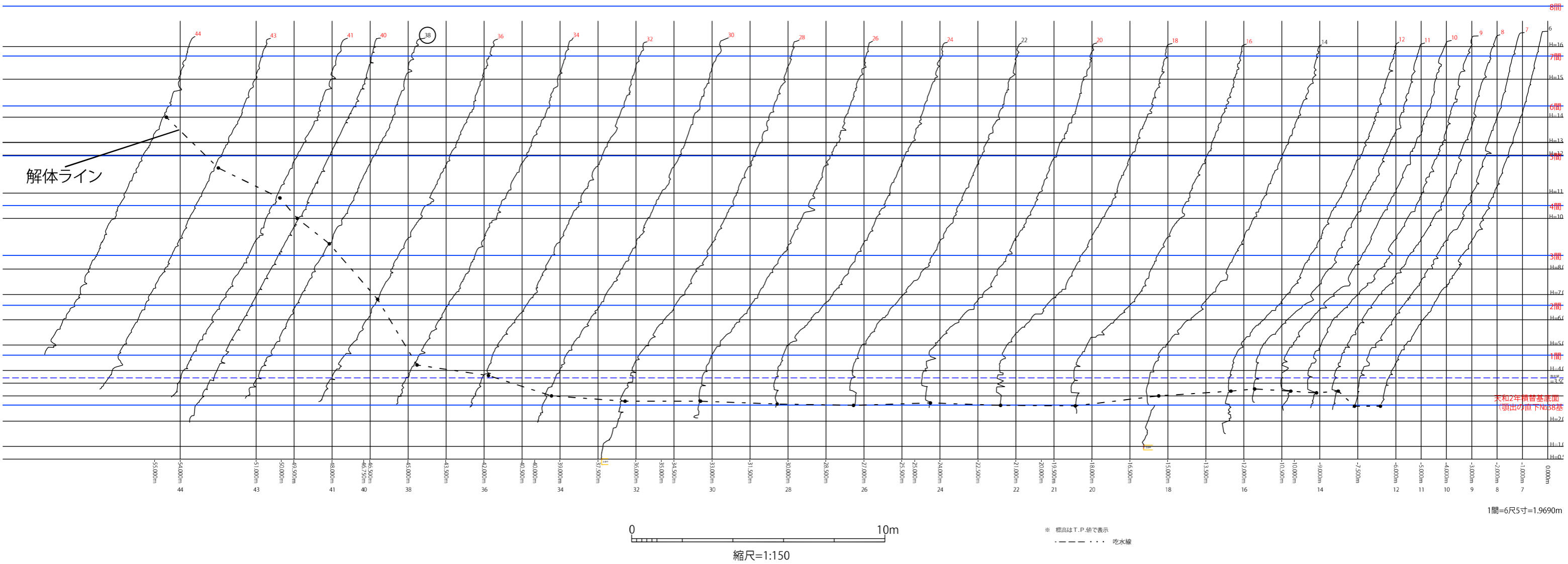


- 孕み出しの範囲
- 天和の積み替えライン
- 近世～近代の積み替えライン

0 (S=1:200) 10m ※ 標高は T.P. 値で表示

解体済範囲

資料1-第3図 名古屋城本丸搦手馬出No.1(東面)石垣断面図



資料1—第4図 名古屋城本丸搦手馬出No.2 (北面) 石垣断面図

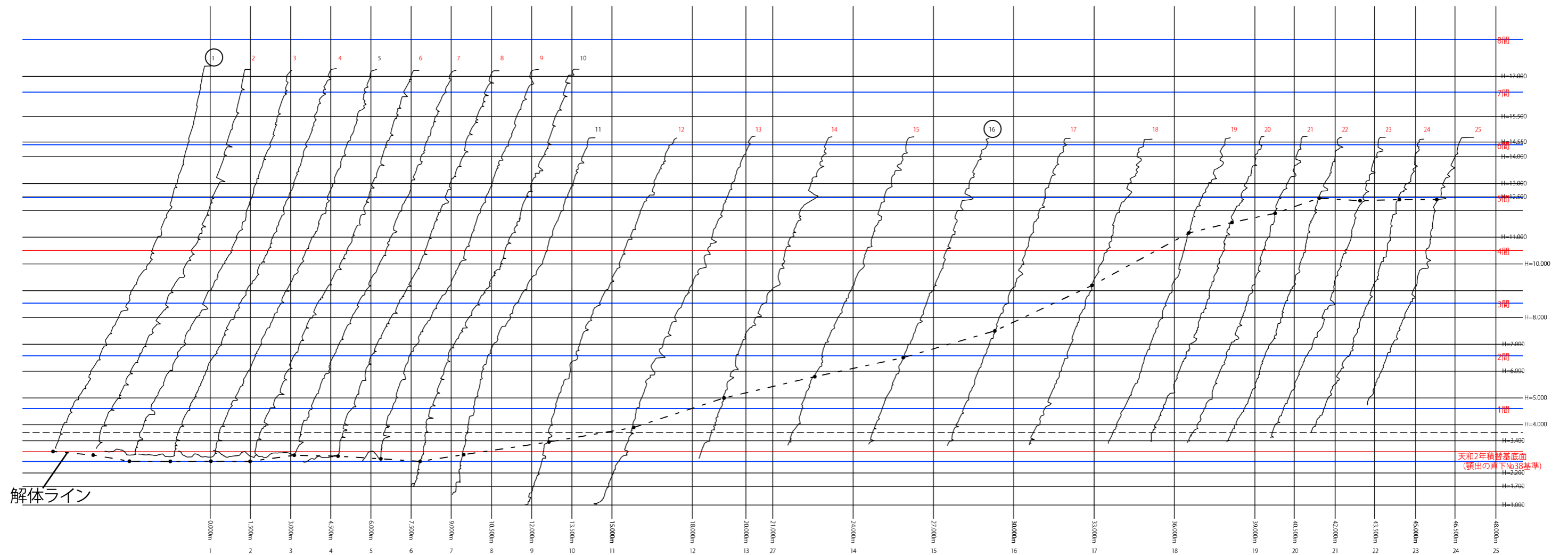


表1 これまでの調査概要

解体時の調査概要

調査年度	調査地点	調査目的	成果概要	検出遺構等	備考
平成15年度	元御春屋門跡及びその周辺トレンチ	遺構の有無と遺構の変遷の確認(解体前)	・元御春屋門跡北側石垣から門の礎石を検出。 ・標高12.5m付近で熱田層の地山を確認。 ・大竈期の遺物を含む、東西に走る溝SD0001を確認。中世・那古野城と関連か。	・元御春屋門の礎石 ・溝SD001(熱田層上面)	
	くろみ林周辺トレンチ	遺構の有無と遺構の変遷の確認(解体前)	・トレンチ北隅から旧陸軍時代とみられる防火用水跡を確認。名古屋空襲により被災した東門の瓦とみられる大量の瓦が廃棄されていた。 ・防火用水の下から石垣へ降下する硬化面を確認した。天和期以降の修理時のものと考えられる。 ・硬化面の下から水分を含んだ黒褐色の粘土質の層を確認した。修復時の盛土と考えられる。	・防火用水跡(旧陸軍時代か) ・硬化面(斜路状遺構)	
	No.6石垣上面・北東隅 櫓台上面	遺構の有無と遺構の変遷の確認(解体前)	・締りのない砂質層を検出。櫓に関連する遺構は確認できず	・無し	
平成16年度	No.6石垣上面	石垣解体に伴う、裏栗石・背面盛土の状況確認	・北東隅櫓台周辺のトレンチから標高12.5m付近で硬化面が検出される。この硬化面の下は版築状の盛土。 ・No.2石垣表面観察において確認された目地に沿って、No.6石垣の裏栗石に粒径の違いを確認した。修復時に使用された裏栗石の差異を示している可能性がある。 ・石垣上部東隅では約8mにわたって、裏込めや石の間に暗灰色の砂が目立って含まれ、板ガラスなど時代の下がる遺物も混入する。 ・No.6石垣の北東隅櫓台寄り7m部分の石垣は根石の深さが他に比べ約1m浅くなっている。北東隅櫓台を築造する際にこの部分を一旦撤去し再度積み直した可能性がある。	・硬化面(斜路状遺構)	・No.2、No.6で808個の石材を解体。
平成17年度	元御春屋門跡	元御春屋門跡石垣の解体に伴う調査	・北側の石垣(No.10)は創建期の姿をとどめていないが、盛土から創建期と考えられる根石を1石検出し、創建期においては桁形の石垣であったことを確認した。この部分の石垣は近世期に3回の改築が想定される。さらに近代に数回の改築を受けて現在の状況に至ったと考えられる。 ・平成20年度に報告書刊行。	・元御春屋門創建期と考えられる根石	・築石274個、隅石29個、予備石22個の計325個を解体。
	境門付近	遺構の有無と遺構の変遷の確認	・境門南側の石垣状遺構と暗渠を検出した。	・境門南側の石垣状遺構 ・暗渠	
平成18年度	北東隅櫓台	北東隅櫓台石垣解体に伴う調査	・深さ1.5mまで裏栗石中にスチール缶のプルトップやビニール袋等が含まれる。昭和40年代ごろの改修が考えられるが、修復の記録が存在しないため、後からの混入の可能性も考えられる。 ・下層からは熱田層や熱田層上の包含層を起源とする黄褐色・灰褐色・黒褐色シルトがブロック状に含まれる。 ・築石2～4石ごとに裏栗石に作業面と思われる土が斜め方向に入っており、この構造が連続することが確認された。 ・裏栗石には礫以外に瓦が多く用いられており、盛土中にも瓦層がみとめられた。	・作業面を土層中に確認	・天端から3段分、No.1石垣隅石から長さ約20m(3段分)解体。東面築石70個、北面築石70個、西面築石87個、南面築石36個、隅石12個、予備石等12個の計287個。
	元御春屋門跡南側石垣根石調査	根石の状況確認	・根石は地表面から2石目で現れる。根石は面の幅が0.5～1m程と、築石と比べるとかなり小型の石材が用いられていた。 ・根石の下には根固めとして拳大の礫が少量敷かれていた。	・根石、根固め石	
平成19年度	北東隅櫓台	北東隅櫓台石垣解体に伴う調査	・標高14m付近から盛土が無くなり、径5～20cm程の栗石のみが用いられていた。この状態は櫓台の根石部分まで続く。 ・北東隅櫓台南面No.4石垣の築石は北側の半分ほどしか積まれておらず、No.1石垣に接続しない。 ・櫓台の根石は盛土の上に直接据えられていた。 ・解体した築石のうち、岩崎山産と考えられる中粒花崗岩には数字を記した墨書が確認され、石材の数を示していると考えられる。	・築石に墨書を確認	・根石まで解体完了、計402個。
平成20年度	No.1石垣に並行する 南北トレンチと直交する 東西トレンチ	No.1石垣解体に伴う調査	・築石尻部周辺には裏栗石として径5cm程の円礫が詰められており、その後ろには破砕した瓦が敷かれていた。 ・小型の円礫の下には径20～30cmほどの礫が詰められており、粒径の異なる礫の互層ができていることから、石積み之際して、築石2ないし3段ごとに裏栗石及び背面盛土が積み上げられていることとなり、これが施行単位となると考えられる。 ・下層確認のため標高10mまで掘削したが、全て盛土層で地山は確認できなかった。 ・裁頭四角錐体に規格化された石材は岩崎山産と考えられる中粒花崗岩のものが多く、数字を記した墨書が目立つ。	・築石に墨書を確認	・長さ48m分、6段分を解体。石材は計517個。

解体時の調査概要

調査年度	調査地点	調査目的	成果概要	検出遺構等	備考
平成21年度	No.2石垣に並行する 東西トレンチと直交する 南北トレンチ	No.2石垣解体に伴う調査	・No.6石垣上のトレンチからは標高12mの地点で硬化面が確認され、No.6石垣に向かって降下していくことが確認された。 ・裏栗石と背面盛土の境界付近から抑え石が確認された。 ・暗渠の解体を行った。土層断面で複数の掘方が確認され、改築が行われた可能性がある。暗渠はすべて解体せず、底石および桁部は残置し、平成23年度に改めて行うこととした。	・硬化面(斜路状遺構) ・抑え石 ・暗渠	・隅石7個、築石555個、暗渠(蓋石・側石を除く)37個の計599個を解体。
平成22年度	No.1石垣に並行する 南北トレンチと直交する 東西トレンチ	No.1石垣解体に伴う調査	・地山は確認されず、砂質ないし砂の盛土層が石垣方向に傾斜する状況が確認された。 ・裏栗石と背面盛土の境界に抑え石が確認された。比較的等間隔かつ重層的に並ぶ。 ・No.1石垣の水堀部分(Aトレンチ)と空堀部分(Bトレンチ)の2か所で根石の確認を行った。	・抑え石 ・石垣根石	・隅石1個、築石544個、予備石6個の計551個を解体。
	その他	石材調査	・「天和貳年戌六月九日」と墨書のある石材が確認された。	・築石に墨書を確認	・天和2年改修を示す資料
	根石確認調査	基準勾配の検討のため、根石の位置を確定させるための調査	・No.1の水堀部分(Aトレンチ)、空堀部分(Bトレンチ)の2か所で根石の確認調査を行った。Aトレンチでは湧水のため、根石かどうか不明ではあるが、標高3.3m付近において石垣法面より約15～20cm張り出した石材を2個検出したため、この石材が根石である可能性が考えられる。Bトレンチでは標高1.5mで根石底部が確認された。根石底部には扁平な礫が多く敷かれていた。 ・両トレンチともに間詰石が多用される乱積みであったため、創建期の石垣面と考えられる。	・水堀部の捨石層 ・空堀部の捨石層 ・空堀部の根石	
平成23年度	No.2石垣に並行する 東西トレンチと直交する 南北トレンチ	No.2石垣解体に伴う調査	・平成21年度の続き。暗渠底部の調査を行い、解体した。		・角石3個、築石400個、暗渠石材33個の計436個を解体。
	第2トレンチ(東西トレンチ)	No.2石垣解体に伴う調査	・明瞭な盛土の境界面(切土の痕跡)や基盤層に関わる土層が確認されたため、平面的な調査を行ったところ、斜路状の遺構や作業面とみられる硬化面が確認された。 ・盛土I層を掘り込む盛土II層を切土面と考え平面的な調査を行ったところ、スロープ状となることを確認した。スロープ状の面には鉄分の沈降が著しく、極めて堅緻であることから改修時の斜路状遺構と判断した。斜路状遺構は3面認められた。	・斜路状遺構(硬化面)	
	第2トレンチ(東西トレンチ)及び第5トレンチ(南北トレンチ)	No.2石垣解体に伴う調査	・基盤層直上において硬化面を検出した。硬化面は基盤層上に灰褐色の砂質ないし砂質シルト層(第5トレンチ東側においては一部は黒色土)を敷き詰めており、部分的に径5cm程の円礫を敷いている。極めて堅緻であり、石敷きを伴うことや水平に面的な広がりがあることから、作業面として使用された硬化面と考えられる。標高は7.9mほど。 ・基盤層となる黄褐色シルト層及び黄褐色砂層が標高6～7mにおいて検出された。また基盤層を掘り込み構築される中世の溝、土坑が第2トレンチ土層断面において確認された。 ・基盤層は平面的に広がるため自然堆積層とみられる。中世の遺物を含む。 ・基盤層の下層から中世の遺物を含む下層遺構が確認されている。	・硬化面(斜路状遺構)	
	第5トレンチ及び第6トレンチ(南北トレンチ)		・背面盛土の南側で標高約12.5mに整地面があり、整地面から1.2mの厚さで盛土が確認できた。盛土中には棧瓦が含まれる。 ・盛土の上面から近現代の便所跡が検出された。この便所跡の上面に0.5m厚の盛土があり、表土となる。	・近現代便所	
	No.6石垣南側		・石垣南側下部で暗渠の集水樹と、集水樹へ南から接続する暗渠の一部を検出した。	・暗渠 ・集水樹	
	その他		・No.1背面第1トレンチにおいて、集石状遺構SX02が確認されたが、用途は不明。	・集石状遺構SX02	

解体時の調査概要

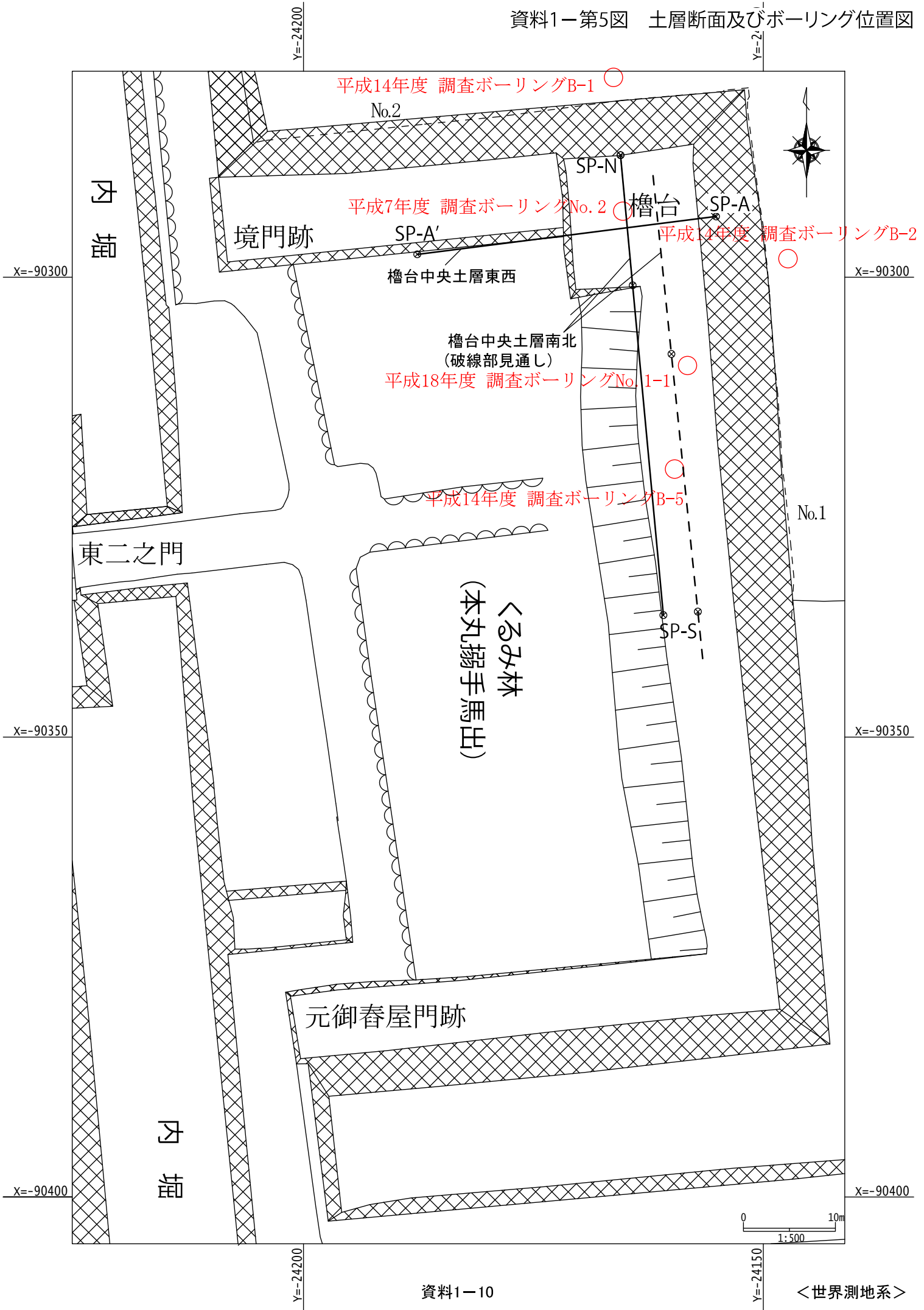
調査年度	調査地点	調査目的	成果概要	検出遺構等	備考
平成24年度	No.1石垣に並行する南北トレンチと直交する東西トレンチ		・抑え石は等間隔ではなく、栗石幅の広いところに集中して5、6石置かれる。背面盛土中に埋められたものも存在する。	・抑え石	角石3個、築石335個、後ろ石17個、抑え石47個の計402個を解体。
	西側斜面トレンチ		・上層で現代の攪乱及び戦時中の防火水槽の類と思われる水槽の構築物である粘土層が確認された。粘土層は瓦や板ガラス等を含む。 ・くろみ林直下の土層は近代の盛土が約1mなされ、その下は近世の盛土が堆積する。 ・標高約10m地点で地山と思われる黒色シルト層が現れる。この層はIラインでは傾斜角度19°で東側石垣の5段部分（標高5m付近）に一直線に傾斜する。	・防火水槽（戦時中）構築時の粘土層	
	Aライン（東側石垣と並行する南北トレンチ）		・中央付近で平場が形成され、北あるいは南に約15°傾斜していることが確認された。 ・傾斜面は鉄分の付着が著しく、厚さが2～3cm程ある箇所では硬度は50cm/kgの硬質面であり、H23年に確認された斜路に類似する作業用通路と考えられる。	・斜路状遺構（硬化面）	
	Iライン（東側石垣に直交する東西トレンチ）		・標高10m地点から東面石垣にかけてAラインと直交するラインを設定し、地山の傾斜及び栗石付近の地山と盛土の境の土層を確認した。 ・石垣背面盛土と地山の境には厚さ5～10mm程度の鉄分の堆積が確認された。傾斜角度は背面盛土から石垣面に向かって19°程度。 ・栗石から盛土側に2mほど入った地点で地山と盛土の境を中心に層位ごとにサンプルを採取した。		
	根石確認調査	根石の状況確認及び桐木の有無の確認調査	・No.1石垣突端から4～16m地点までトレンチを設けて掘削を行った。石垣から約2m離れた地点にて、地山の砂地と捨石の境界を築石と同等の石材が横に並べられているのが確認された。この内側には築石と同等の捨石がまんべんなく置かれ、捨石の隙間を埋めるように玉石が置かれていた。捨石の堆積厚は70cm前後。根石は確認できなかった。 ・石垣の北東突端より8mの地点で直径約10cmの杭が2本検出された。1本は築石とその前面に置かれた捨石の間に打ち込まれていたが、もう一本は捨石の上面より上の前栗石（捨石）層の上面から打ち込まれていた。その横に石垣に対して垂直に長さ191cm、幅14.5cm、厚さ3.2cmの用途不明板材が置かれていた。栗石の丁場境もしくは栗石の充填範囲を示す検竿の可能性が考えられる。	・前栗石（捨石）層 ・石垣前面の木杭 ・用途不明板材	

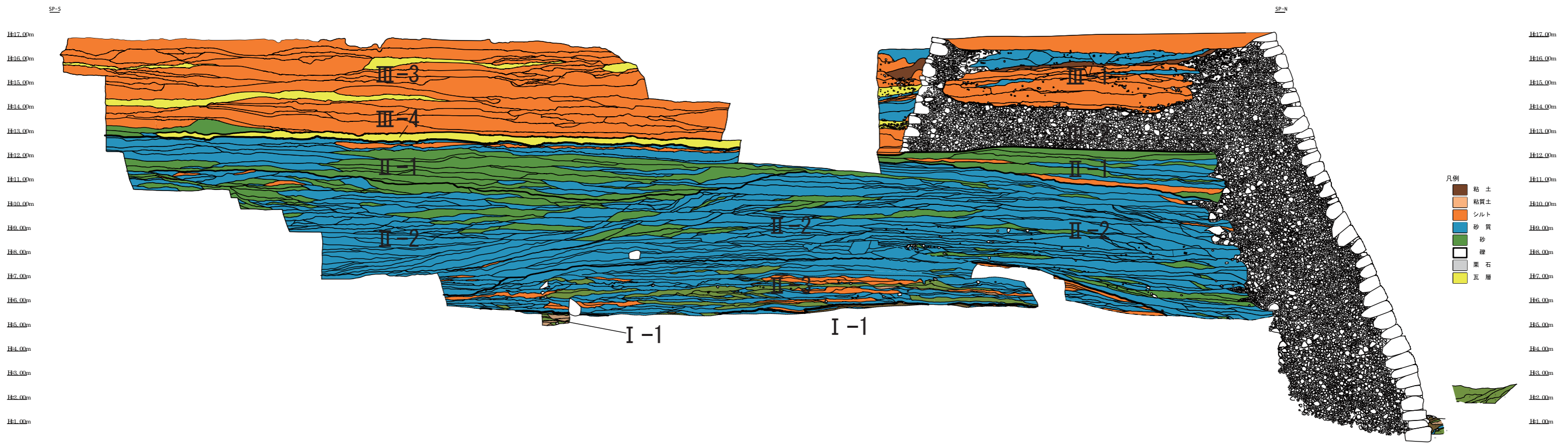
解体時の調査概要

調査年度	調査地点	調査目的	成果概要	検出遺構等	備考
平成25年度	No.1石垣		・明瞭な盛土の境界面において東側に傾斜する斜路状の硬化面が確認された。 ・斜路状硬化面よりも上位についてはH23年度に確認された盛土II層が確認された。盛土II層については天和の積替え時の盛土と考えられ、含まれる瓦片も17世紀代の所産である。 ・盛土の構築は概ね隅角部のある北側方向から見て南側に向かって乗せられる状況にあり、隅角部を起点に南側へ順次盛土が行われたことが確認された。これは石垣の構築についても隅角部を起点として行われた可能性を示唆する。 ・斜路状硬化面は散発的ではあるが、部分的に円礫が敷かれる。	・硬化面（斜路状遺構）	・角石3個、築石280個、後ろ石3個の計286個を解体。
	No.2石垣		・H23年度に確認された斜路1・斜路2と盛土II層の盛土境界面を確認した。 ・これより西側から地山が確認された範囲までは盛土Iに相当し、慶長期の盛土と考えられる。 ・地山が確認された範囲の西側については、暗渠積替え時に再掘削された範囲と考えられるが、やや深すぎるきらいがあるため再検討が必要。	・斜路状遺構（硬化面）	
	斜路状硬化面について		・斜路状硬化面は天和期とみられる盛土IIが直接被覆する。No.2平面調査区では北側に、No.1平面調査区では東側に傾斜する。No.2平面調査区内で傾斜の向きが変わる箇所が確認された。 ・沈鉄面は粗密（厚薄）がある。		
	抑え石		栗石と盛土の境界面に抑え石が確認された。標高4～4.5m付近のNo.1石垣背面から隅角部にかけて石材の長手面を向けるように連続して並べられている。 ・No.1石垣Hライン付近においては、盛土内の東西方向に抑え石が連続しておかれる状況。斜路状遺構面に据え置かれているため、天和期の所産と考えられる。		
	根石確認調査	根石の状況確認及び桐木の有無の確認調査	・No.2石垣で想定された天和期の積替え範囲の境界面を中心としてトレンチを設定し、調査を実施した。 ・この箇所では捨石が確認されなかったため、トレンチを東へ拡張したところ、002-1810前面以東において捨石が連続して確認された。平成24年度調査では重層的に捨石が確認されたが、今回は1段のみ確認された。 ・西限や置かれた標高が天和期の積替え範囲と一致すること、慶長期と思われる範囲では確認されていないことから、捨石は天和の積替え時に水堀部に補強を目的として施工された可能性が考えられる。 ・安全上の理由から掘削が制限されたため、根石も土台木も確認が出来なかった。	・捨石層 ・木杭	
その他		No.1石垣の背面において、No.1石垣に向かってのびる弧状のプランをもつ溝状の遺構内に、「集石状遺構」が確認された。幅0.9～1.1m、検出長は4.8m。斜路状遺構面において検出され、傾斜に沿って東側が低くなる。深さ0.3m程の溝状の掘方を持っており、慶長期の盛土を掘り込んでいる。掘方内には5～10cm程の円礫を主体として充填しており、間隙には砂が認められたことから流水があったことが窺われ、暗渠としての機能が想定される。遺構の時期については斜路状遺構の傾斜に沿って確認されたことから、天和期のものとみられる。	・集石状遺構		
平成26年度	根石確認調査	根石の状況確認及び桐木の有無の確認調査	・No.1石垣にトレンチを2箇所（北トレンチ・南トレンチ）を設置した。北トレンチは平成24年度調査の範囲とほぼ重複する。両トレンチで根石及び土台木が確認されたが、根石の設置状況や土台木の標高、加工状況が一部異なる。土台木の前面には木杭が打ち込まれて固定されていた。	・捨石 ・根石 ・土台木 ・根切り状落込	

解体時の調査概要

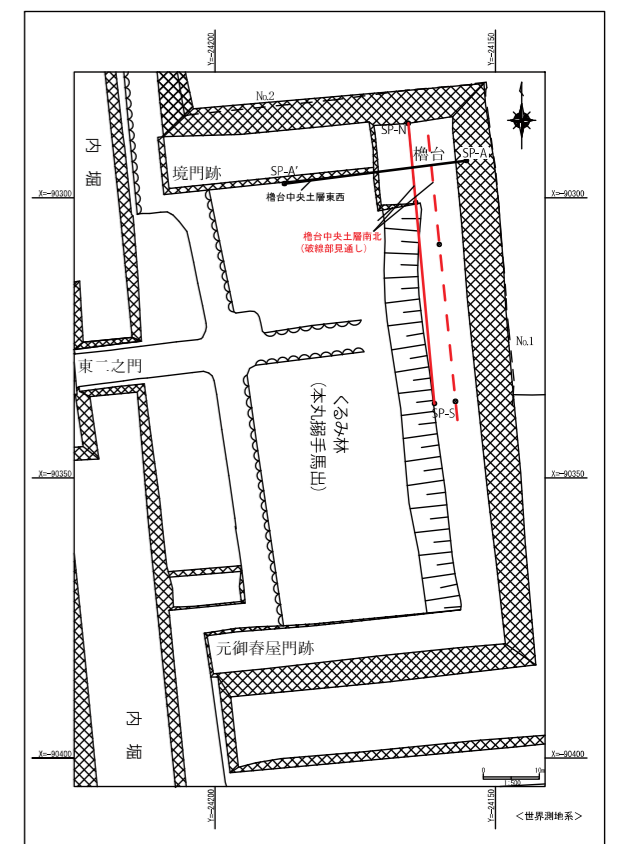
調査年度	調査地点	調査目的	成果概要	検出遺構等	備考
平成27年度	根石確認調査	根石の状況確認及び桐木の有無の確認調査	<ul style="list-style-type: none"> ・No.2石垣の現状の隅角部より南に26m程の位置を中心としたトレンチを設定した。トレンチの位置は平成25年度に実施した根石確認調査トレンチの西側に位置し、一部重複する。 ・標高1.3m付近で栗石大の礫の広がりを確認した根石とみられる石材（仮T28）はトレンチ内の西側で確認された。根石の下側をピンボール衝突により確認したが、石材や土台木の存在は認められなかった。 ・仮T28と同じ段の東側に仮T39、仮T30、仮T29があり、仮T30と仮T29の下に1石の新石を確認したが、湧水による土砂流出によりそれ以上の掘削はできなかったため、新石下部の確認をすることはできなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・捨石層 	
平成28年度	No.1石垣及びNo.2石垣前面(水堀部)	枠工設置に伴う掘削のための発掘調査	<ul style="list-style-type: none"> ・捨石は東面前面では大型石材の分布が粗く、捨石の間には栗石大の礫が充填される。北面前面では捨石がほぼ隙間なく密に並べられ、捨石や築石の間には大きめの栗石状の礫が隙間なく充填される。 ・石垣前面を3.4mの幅で枠工床付け面まで掘削したところ、北面石垣前面で捨石を据えるための掘方を検出した。捨石前面の掘方の外側で確認されたプランは平面で確認したのみではあるが、これまでの調査で確認されてきた創建時の根切の掘り込み上部でみられる堆積に類似するため、創建時の掘方である可能性が考えられる。しかしプランの外側(水堀側)は砂粒や植物遺体を含む黒色の粘質土であるため、天和の積替え時に水切のために外側に掘削された溝などのプランである可能性も考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・捨石 ・捨石施工に伴うとみられる掘方 ・創建期の掘方か天和の積替え時の溝と考えられる平面プラン 	
平成29年度	No.1石垣及びNo.2石垣前面(水堀部)	枠工設置に伴う掘削のための発掘調査	<ul style="list-style-type: none"> ・捨石は東面石垣前面ではH26年度南トレンチより南側では確認されず、北面石垣前面でも捨石60が西限とみられる。 ・東側石垣前面で基盤層とみられる砂層を掘り込むプランが検出された。捨石の範囲よりも南側まで続くことから、平成26年度のトレンチ調査で確認された石垣前面の根切状落込のプランと考えられる 	<ul style="list-style-type: none"> ・捨石 ・根切状落込のプラン 	
平成30年度		No.1石垣及びNo.2石垣の解体に伴う発掘調査	<ul style="list-style-type: none"> ・No.1石垣の取り外し最下段で逆石が連続する箇所が確認された。この箇所は取り外し前に孕み出しが顕著にみられた箇所である。 ・栗石と背面盛土の境界面から抑え石が確認されている。配置に特に規則性はみられず、背面盛土中に埋まる抑え石も認められた。 	<ul style="list-style-type: none"> ・逆石 ・抑え石 	175個を解体した。

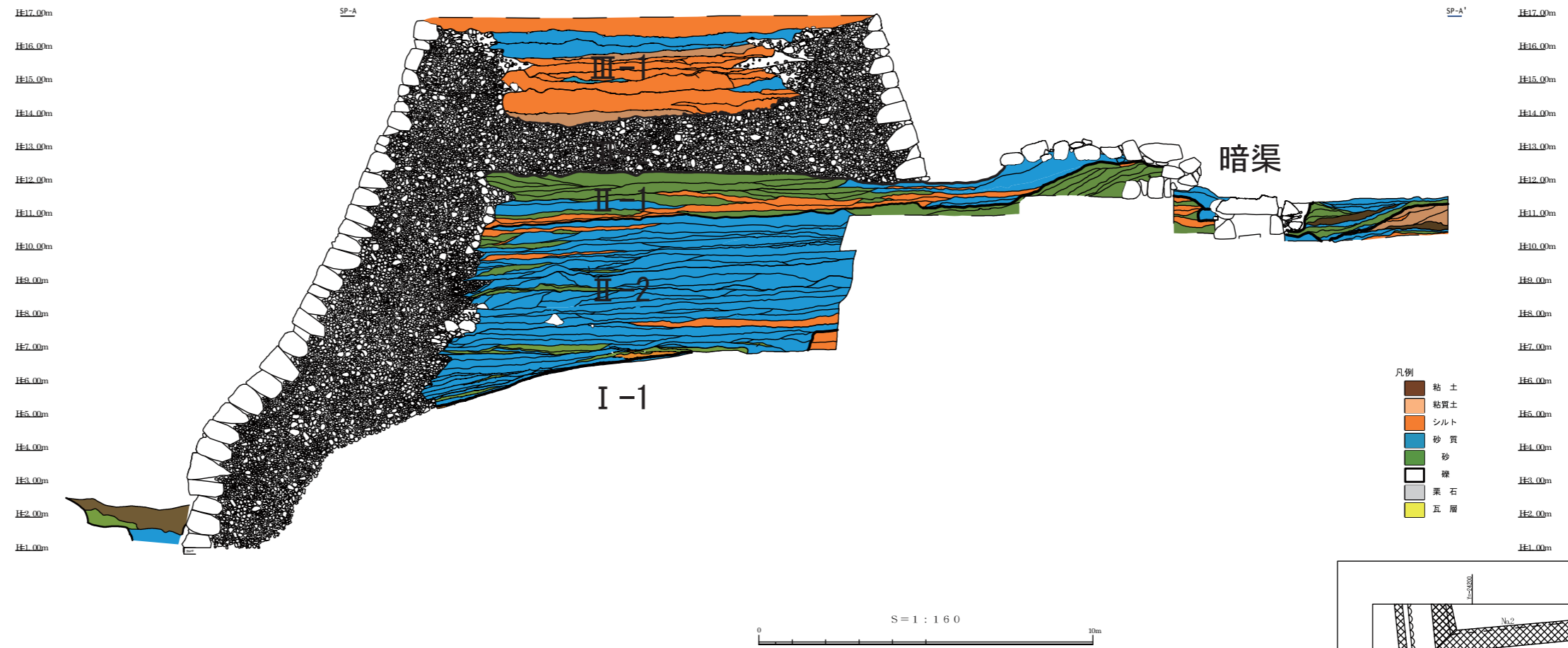




盛土大別表

大別層	土質	大別層	土質
III-1	檜台上部盛土(シルト質)	II-1	修復時盛土(砂質)
III-2	檜台下部盛土(栗石層)	II-2	修復時盛土(砂質)
III-3	土塁状部盛土(シルト質)	II-3	修復時盛土(砂質土・シルト互層)
III-4	土塁状部盛土(瓦層)	I-1	創建期盛土(粘土・シルト互層)

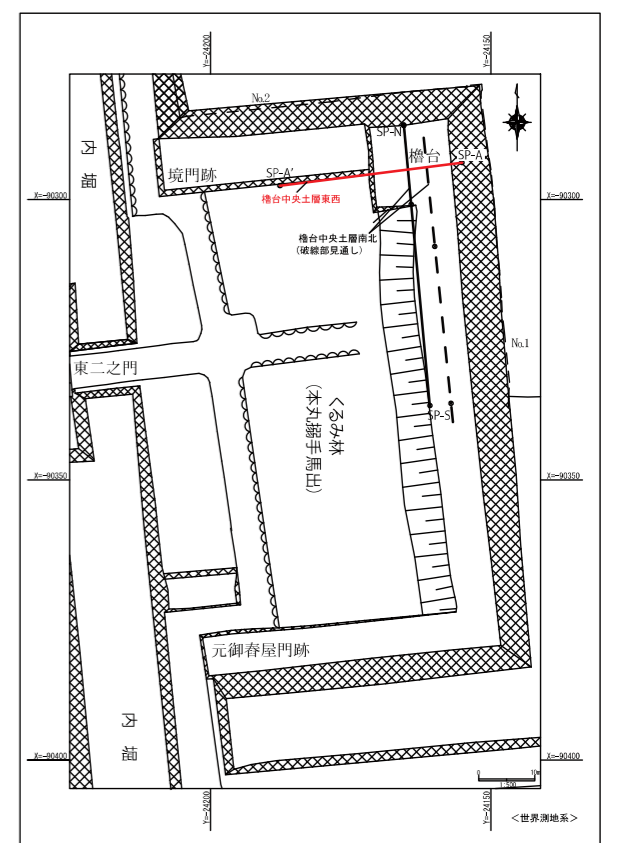




- 凡例
- 粘土
 - 粘質土
 - シルト
 - 砂質
 - 砂
 - 礫
 - 栗石
 - 瓦層

盛土大別表

大別層	土質	大別層	土質
III-1	檜台上部盛土(シルト質)	II-1	修復時盛土(砂質)
III-2	檜台下部盛土(栗石層)	II-2	修復時盛土(砂質)
III-3	土壘状部盛土(シルト質)	II-3	修復時盛土(砂質土・シルト互層)
III-4	土壘状部盛土(瓦層)	I-1	創建期盛土(粘土・シルト互層)

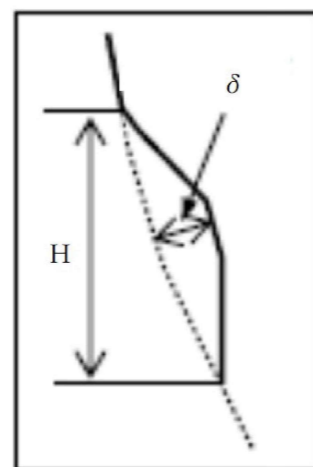


本丸搦手馬出石垣の地盤状況と孕み出し原因について

1. 石垣の変形状況

本丸搦手馬出東面及び北面は、第2図（資料1-4頁）・第3図（資料1-5頁）・第4図（資料1-6頁）に示す立面図、断面図の通り孕み出しが生じていた。特に東面 No9 付近で大きく孕み出しており、安定性が低下していることが懸念された。

このような状況から、本丸搦手馬出東面及び北面の変形状況を正確に把握し、合わせて復元設計に活用するために実施された測量結果を基に「孕み出し指数」による安定性の評価を実施した。この手法は、石垣の孕み出し部分の垂直距離 H (m)と孕み出し量 δ (cm)の比をもとに検討するもので、経験的に孕み出し指数が6を超えると不安定領域となることが知られている。この時、孕み出し発生前の当初断面が必要となるが、東面は No38 を基本とした勾配、北面は櫓台は No1 を、櫓台以外は No16 を基本とした修復断面を想定した。結果、東面 No.9 ラインで孕み出し指数が12.9程となることが分かった。この数値は大天守台北面の孕み出し指数よりも大きい。特に東面は石垣下部の堀の水面付近における孕み出しが著しく、根石を含めた安定性の検討が必要であると判断された。



2. 石垣背面の地盤状況

2.1 ボーリング結果

第8図（資料1-15頁）・第9図（資料1-16頁）に代表的な土層断面を示した。この図に示したように本丸搦手馬出石垣の内側は、GL-12.0mより上部は玉石混じり砂礫を主体とする最大礫径 $\phi 100$ 程度の盛土である（Bg）。N値は概ね20~30を示す。GL-12.0mより下側の盛土は、礫混じり細砂を主体とするものであり（Bs）、N値は概ね21~30を示す。GL-6.0mより下側の盛土は礫混じり細砂を主体とする粘性土であり（Bc）、N値は概ね21~31を示す。盛土の下位は洪積層の熱田層であり、細砂やシルト混じり細砂、シルト質細砂を主体とする砂質土であり（Ds）、N値はGL-5.0~1.0mでは12~17であり、GL-1.0mではN値が50以上を示す位置もある。

2.2 レーダー探査結果

石垣解体前に背面における空洞や緩み領域の有無等を確認するため、東面及び北面の第10図（資料1-17頁）に示す地点において地中レーダー探査を行った。地中レーダー探査は電磁波をアンテナから地中に放射し、地中の状況を把握するものである。一番孕み出しの大きい地点である東面③の探査結果について資料3（資料1-19頁）に示す。

結果、孕み出しが生じている部分の上側の石垣背面で強い反射が見られ、背面に空洞又は空隙が存在する可能性があるという結果となった。

しかし、レーダー探査にて確認した空洞の該当箇所の石垣を取外した平成24年度~平成25年度の石垣取外し時に注意深く石垣背面の観察を行ったが、空洞や緩みの跡を確認できなかった。これは、石垣取外し時には上部からの取外し作業に伴う荷重や振動等の影響により空洞周辺の栗石や土砂が移動するため、該当部分に空洞があったとしても確認できなくなるためではないかと考えられる。

2.3 土質調査

石垣の解体修理は、石垣及びその背面を直接確認できる発掘調査でもある。今回の工事においても、石垣解体時にはその背面状況を注意深く観察すると同時に背面地盤の地盤工学的な特徴を把握するために土の不攪乱試料のサンプリングを行って、密度、含水比、粒度組成及び締り試験結果等の室内土質試験を実施した。これらの結果は、今後の修復設計のための検討に反映していく。

3 変状要因

3.1 根石以深の地盤の状況

解体前現況の石垣について、地盤工学的な特徴と石垣の変状要因との関連性を把握するため、有限要素法による解析を本丸搦手馬出石垣解体初頭の平成17年度に行った。本丸搦手馬出石垣東面の孕み出しが著しい箇所について東西の横断をモデル化し2次元有限要素解析により力学的な状況を検討した。

解析の結果、石垣下部の根石周辺には大きなせん断ひずみが作用していることが分かった（資料4（資料1-20頁））また、孕み出しにより石垣が変形している部分にはせん断応力が集中している状況が示された。

根石付近の地盤状況はボーリング調査結果も参考になる。ボーリング調査結果（H14年度・B2、H18年度・B001-3）より、根石以下2m程度はN値0~10程度の砂質土又は粘性土であり、根石付近の強度が低い状況であった。

3.2 背面地盤の浸透水の影響

平成25年度石垣解体時における背面土の観察の結果、石垣前面に向かって傾斜した硬化面が確認された。これは、築城期の盛土と天和の積み直し時の盛土の境界と考えられる。表面が硬くなっていることから、積み直し時に施工面として使用されたことが考えられる。硬化面には鉄分の付着が見られ、この面を浸透水が流れ続けた可能性がある。

不攪乱試料による土質調査（関西地盤環境センター 西田先生により実施）の結果、硬化面付近ではCa、Na等の土粒子の結合に寄与する化学成分が溶脱しており、土粒子が分散することにより劣化が起こっていることが指摘されている。これは、硬化面上を浸透水が流れ

続けたことにより化学成分が溶脱したことによるものと考えられる。

石垣解体時に行った背面土のブロックサンプリングの結果を用いて、解体前・変状前想定断面の円弧すべり解析を行った。解析の結果、すべり面が栗石内に入ることとなった。(資料5(資料1-21頁)これは、背面土の土質が良好であるが故の結果と考えられる。ただし、この結果が安全率1を大きく下回っていることや栗石内ですべり面が形成されるのは栗石の粘着力を0としていることも影響していると考えられるため、条件を見直し、再度解析することが必要である。

3.3 逆石の確認

平成30年度における石垣解体時に地盤面付近において逆石※が確認された(第12図(資料1-22頁))。逆石は、東面の角脇の近傍にて14石程度横方向に連続して確認されている。この逆石より下は地盤面よりも下側となり、地盤面との境界にて逆石が連続している。石垣全体の中でもほぼ下端であることや角脇近傍であることから、この逆石が石垣全体の安定性に及ぼす影響はかなり大きいと言える(第13図(資料1-23~24頁))。

※逆石：石尻である艦を下げずに、艦の上端が石垣の正面側に面する石面の上端よりも上がった状態で積まれた石材のこと。

3.4 変状メカニズムの推察

(1) 東面石垣

東面石垣の変状は以下のように発生したと推察する。

- ① 現地盤上に軟弱地盤面が築城前から存在した。(FEM解析結果、ボーリング調査結果)
- ② 慶長17年(1612年)14m程度の高い石垣が構築された。
- ③ 石垣構築後、軟弱地盤の影響により石垣及び背面盛土が不同沈下を起こした。(東面断面図N○14とN○28の根石高さが異なるため、場所により沈下の状況が異なっていたと推定)特に、N○14付近は根石部も含めて勾配が立つような回転変状が生じた。
- ④ 天和2年(1682年)に破損したため、石垣修復(積み直し)を行った。根石部は修復せず慶長のまま保存して地面より上側を復旧した。③のようにN○14付近において慶長の元々の形から変状していたことから、慶長期石垣との境界でやむを得ず逆石として積んだ可能性が考えられる。
- ⑤ 慶長から天和に至る70年間に沈下がある程度収束したため、天和2年の石垣修復後は大きく沈下が起きることは無かったと考えられる。(天端の高さが揃っていることから天和期の修復後の沈下は限定的ではないか)ただし、軟弱地盤や地震等により天和期の修復後に沈下や前倒れするような変位が起こった可能性があり、それが原因となって逆石となっている石も存在する可能性がある。
- ⑥ 斜路状の硬化面を浸透水が通り、細粒分が緩みが起きた栗石層に流入した。⑦のプロセスとともにこの浸透水は流れ続け、栗石層に細粒分が流入し続けた。

- ⑦ 天和で積み直した逆石及び積み出しの影響を受け逆石状態となった石が影響し、石垣に積み出しが生じた。さらに、逆石という不安定要因がある東面は積み出しが大きくなっていった。積み出しにより背面に緩みや空隙(解体時には確認されず)が生じた。

(2) 北面石垣

北面石垣の変状は以下のように発生したと推察する。

- ① 慶長期~天和期修復前は東面石垣①~⑤と同様と考えられる。慶長から天和の時点での沈下の過程で根石部の変状が小さかった。そのため、天和の修復時に慶長期石垣との境界で逆石が生じなかった。
- ② 天和2年の石垣修復後、東面の逆石等の影響によりその下部石垣が外堀方向(東向き)に変状するのに合わせて、北面石垣も沈下に伴い前面(北向き)に変状する。
- ③ このとき、石垣全体としては東向きに変状する成分が大きく、北面石垣背面の盛土もこの動きに引きずられるように変状し、石垣と背面地盤との間にせん断的な力が作用し、石垣と背面地盤の連続性が断たれる部分が発生した。
- ④ こうして生じた空隙(解体時には確認されず)に主に斜路状硬化面より雨水が浸透し、細粒分を集出させた。

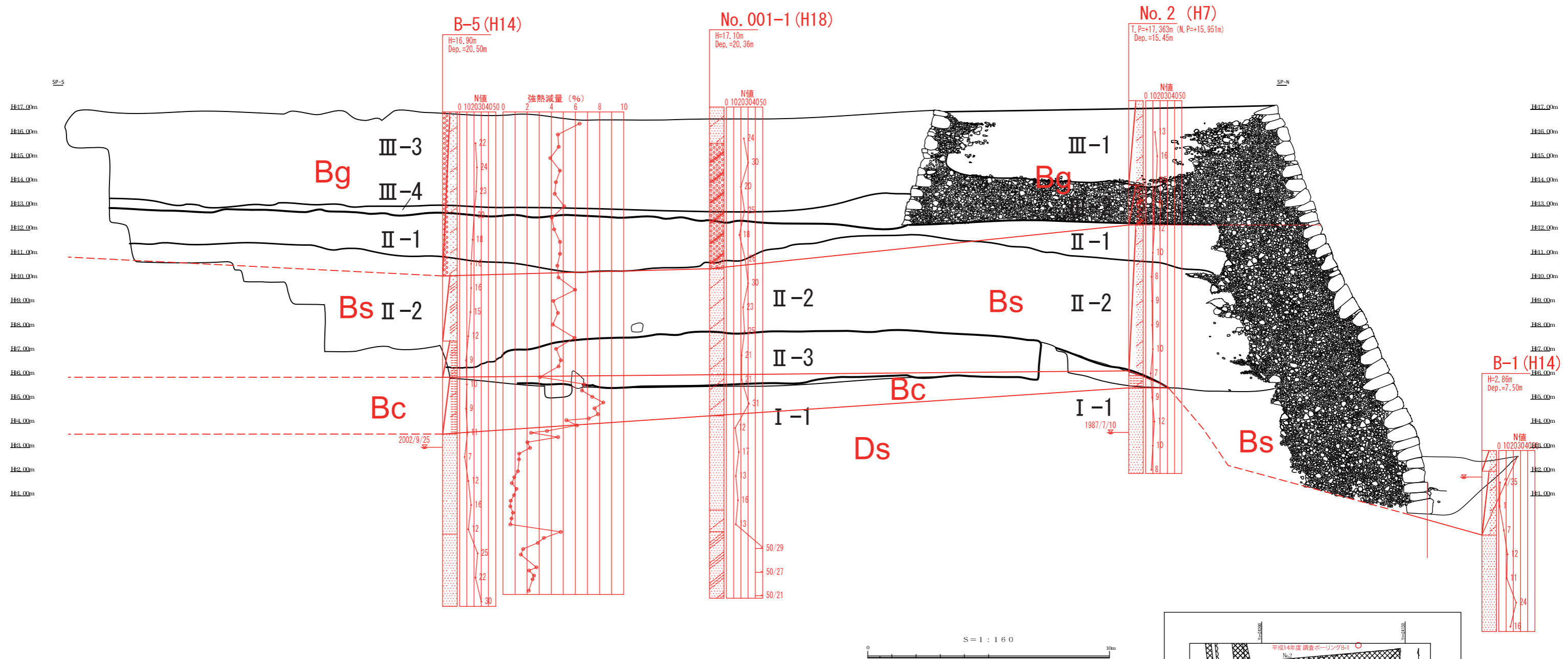
4. 本丸搦手馬出石垣の安定化の方針

以上から、本丸搦手馬出石垣が不安定となっている要因は軟弱地盤の影響、浸透水の影響及び逆石の影響が考えられる。慶長期に築造され、天和期に積み直しを行った本丸搦手馬出石垣の真正性を担保しながら石垣全体を安定化させるために、安定化方針を整理する。

まず、特別史跡名古屋城跡として本質的価値を有するものは江戸期の遺構であり、中でも築城期(慶長期)の遺構が最も重要視されるものである。本丸搦手馬出石垣の地盤より下の部分は築城期(慶長期)の遺構であると言える。解体修理過程での調査の結果、この遺構がおそらく過去の変状によって築城時よりも立った勾配のまま遺っている。

これを安定した勾配に修復するために解体修理すれば築城期(慶長期)の石垣が失われるために損失となる。したがって、この石垣を変状したまま安定させる必要がある。軟弱地盤への対応は、平成29年度までに実施した。これは、石垣前面に捨石を行いこれを松杭と木枠で緊結することで一体化して地盤を強化する工法である。

築城期(慶長期)の石垣を残しながらさらに安定化を図るためには、これと天和期石垣との境界に確認された逆石について安定化策を講じる必要があると考えられる。安定化策の比較検討を資料5(資料1-25頁)に示す。

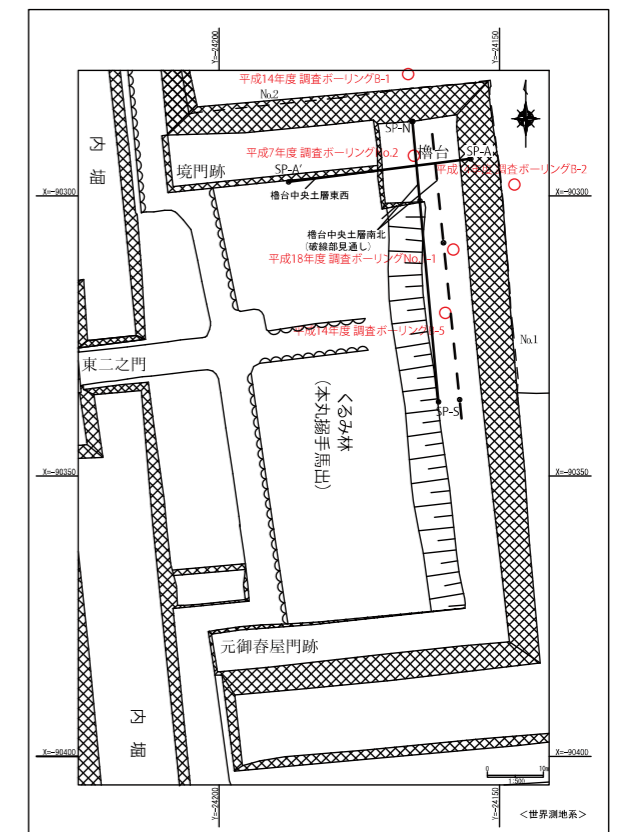


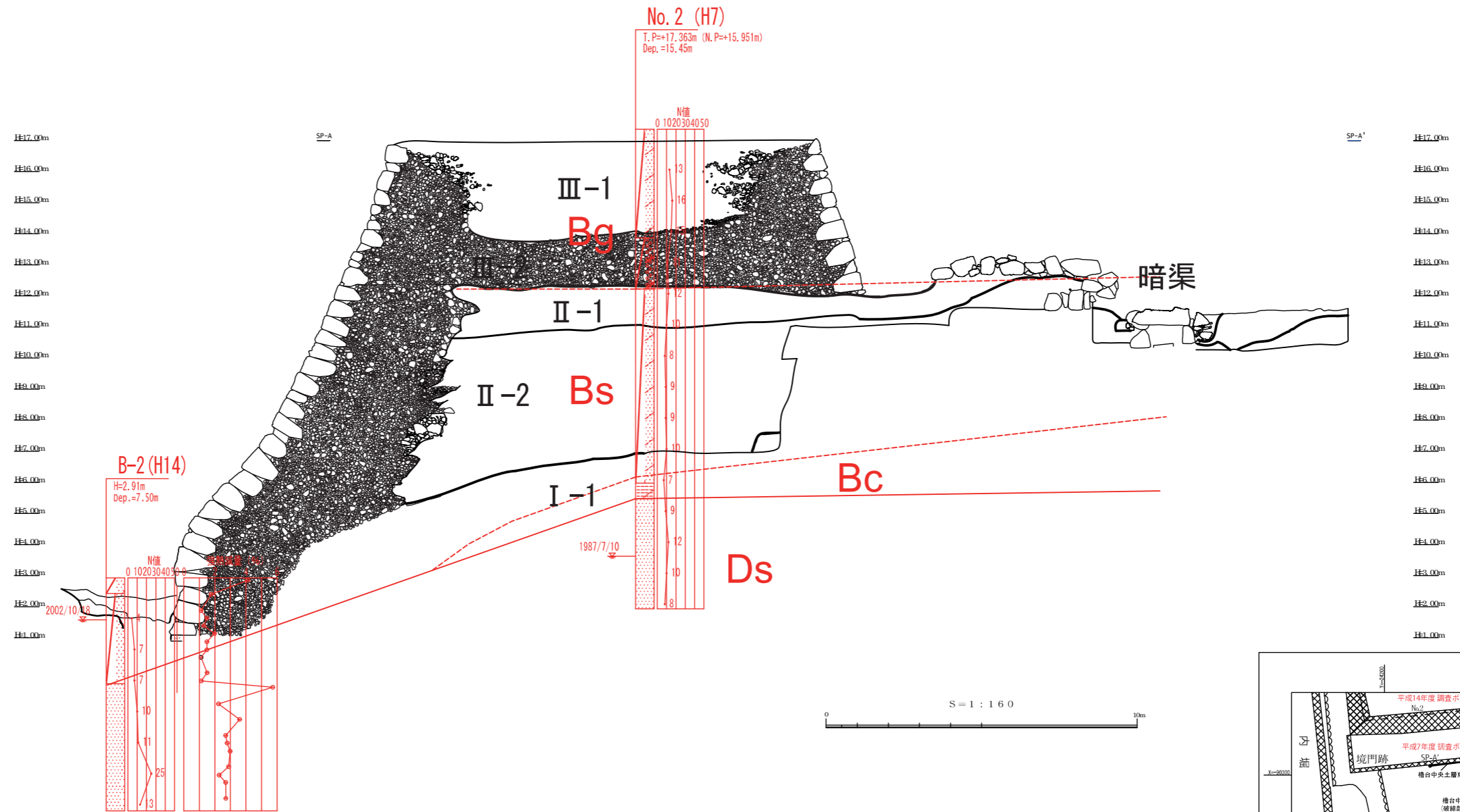
地層層序表

地質時代			地質系統	地質記号	土質
新生代	第四紀	完新世	埋土層	Bg	礫質土
				Bs	砂質土
				Bc	粘性土
	更新世	熱田層	Ds	砂質土	

盛土大別表

大別層	土質	大別層	土質
III-1	槽台上部盛土(シルト質)	II-1	修復時盛土(砂質)
III-2	槽台下部盛土(栗石層)	II-2	修復時盛土(砂質)
III-3	土塁状部盛土(シルト質)	II-3	修復時盛土(砂質土・シルト互層)
III-4	土塁状部盛土(瓦層)	I-1	創建期盛土(粘土・シルト互層)



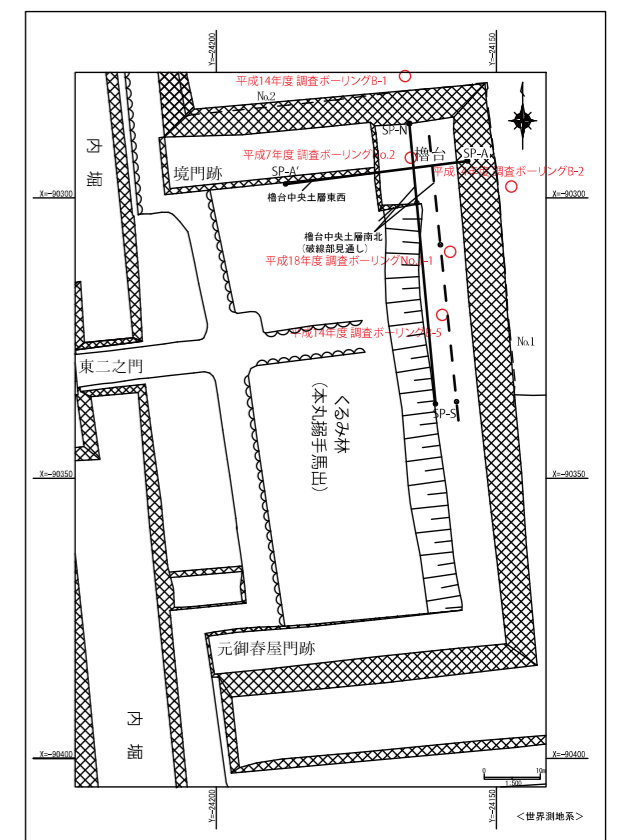


地層層序表

地質時代			地質系統	地質記号	土質
新生代	第四紀	完新世	埋土層	Bg	礫質土
				Bs	砂質土
				Bc	粘性土
		更新世	熱田層	Ds	砂質土

盛土大別表

大別層	土質	大別層	土質
Ⅲ-1	槽台上部盛土(シルト質)	Ⅱ-1	修復時盛土(砂質)
Ⅲ-2	槽台下部盛土(栗石層)	Ⅱ-2	修復時盛土(砂質)
Ⅲ-3	土壘状部盛土(シルト質)	Ⅱ-3	修復時盛土(砂質土・シルト互層)
Ⅲ-4	土壘状部盛土(瓦層)	I-1	創建期盛土(粘土・シルト互層)



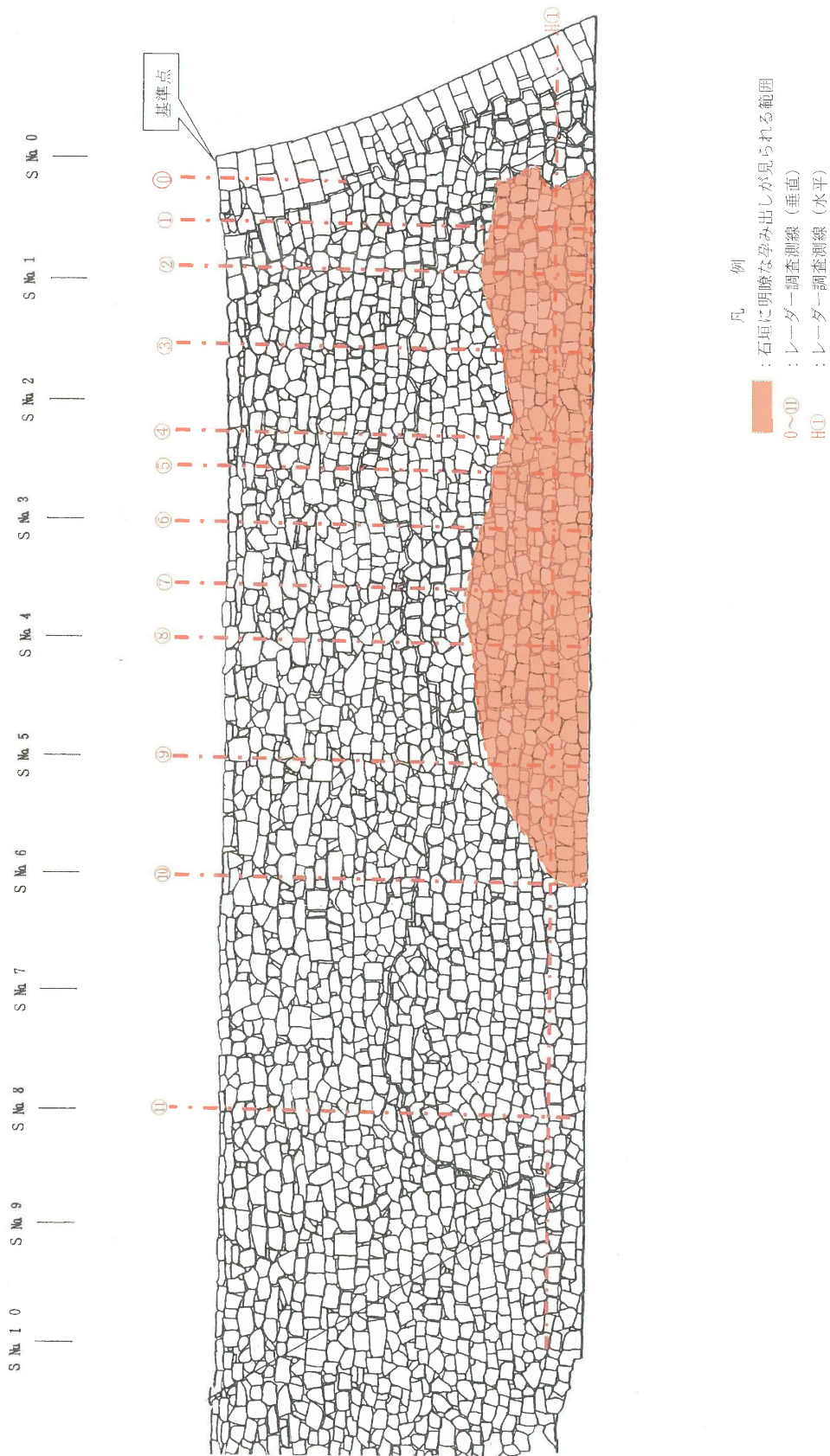


図-2.4 レーダー調査測線位置図 (本丸搦手馬出石垣東面)

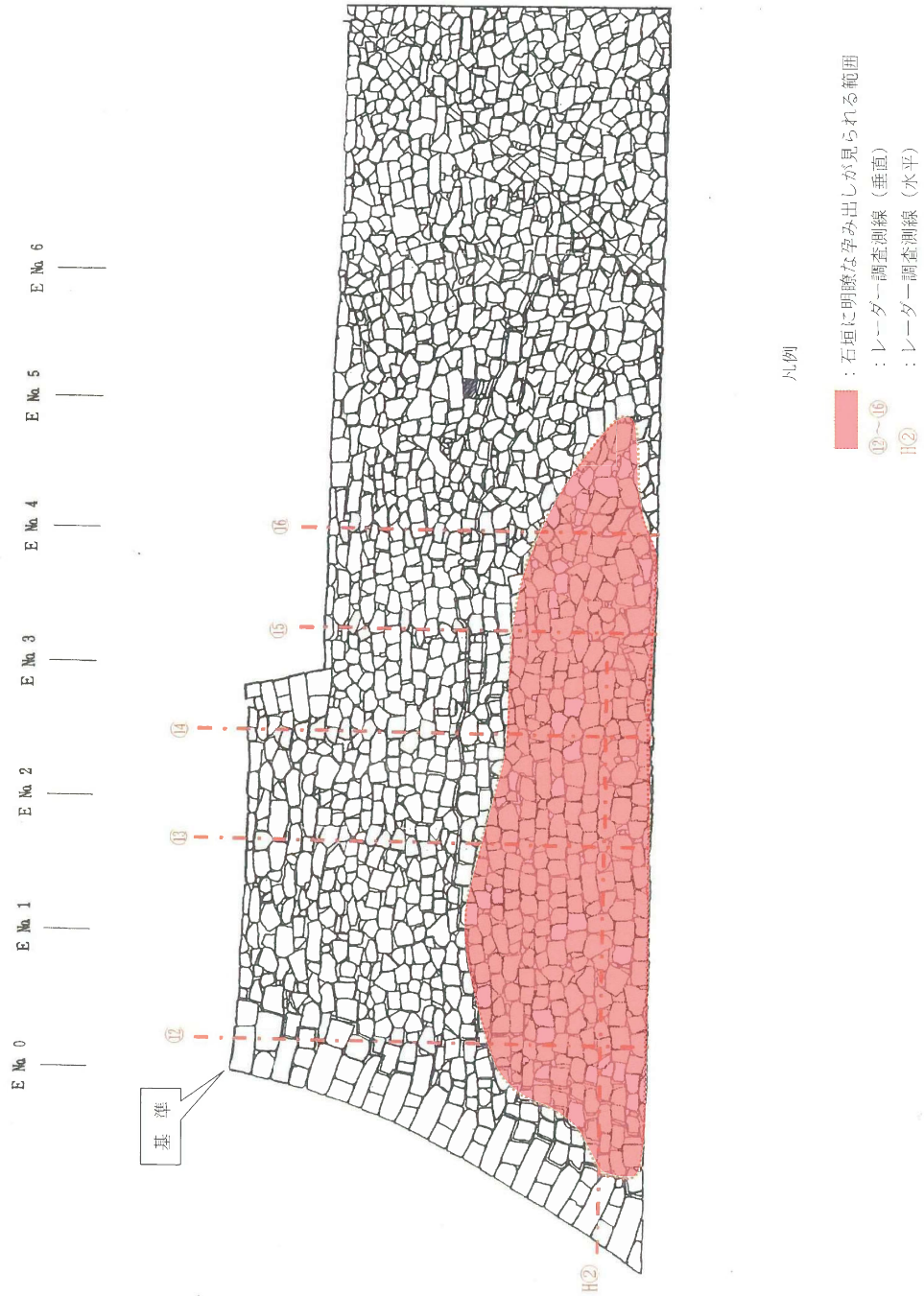


図 2.5 レーダー調査測線位置図 (本丸搦手馬出石垣北面)

4) No.③測線

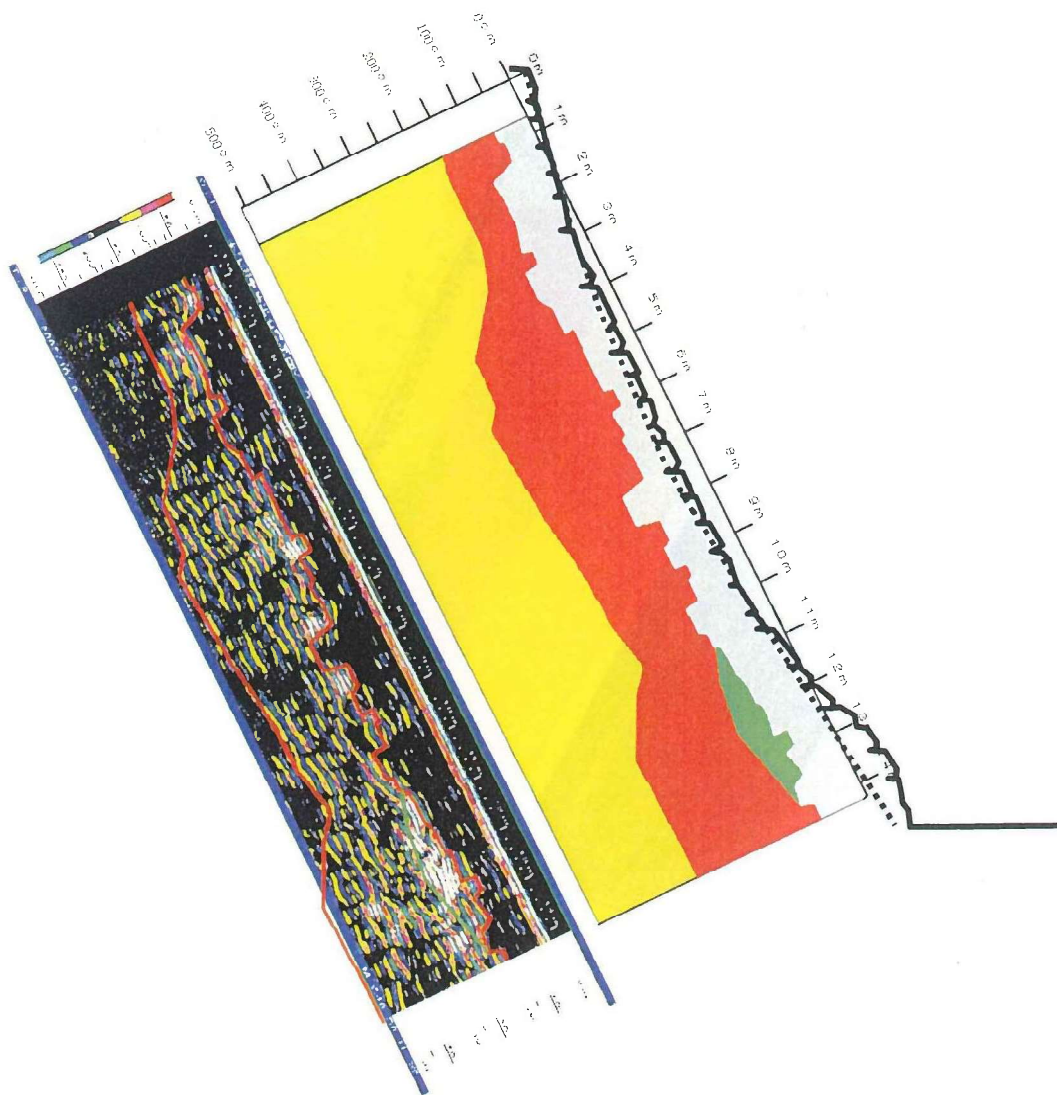


図-5.14 No.③測線

- ① 測線位置：本測線は、基準点から約7.5mの地点に位置している。
- ② 控え長：石垣を構成する石材は数カ所で1m以下となるが、極端に控えが小さいものは見当たらない
- ③ 裏込め層：裏込め層は上部3m程度で1m以下となり、その下部では2m程度で推移する。
- ④ 空洞・空隙：探査結果はNo.2測線とほぼ類似しており、上端より10.5m～13.5m付近の石垣背面には強い反射が見られ、背面に空洞または空隙が存在するものと考えられる。これに対して、孕み出しは、11m以下において見られ、13～14m付近で顕著となる。

表-7.5 H18年度解析における土質定数一覧

地層名	地層記号	平均N値	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (deg)	変形係数E (kN/m ²)	ポアソン比 ν	静止側圧係数 K_0
盛土(礫混り細砂)	Bs1	5	14	0	36	14000	0.29	0.41
盛土(玉石混り砂礫)	Bg	20	20	0	37	56000	0.28	0.40
盛土(礫混り細砂)	Bs2	15	20	0	34	42000	0.31	0.44
シルト(石垣外側)	Bc	1	14	6	0	2800	0.44	0.80
礫混りシルト	Ac1	10	18	60	0	28000	0.33	0.50
シルト質細砂	As	10	17	0	31	28000	0.33	0.48
粘土	Ac2	5	14	30	0	14000	0.38	0.60
シルト質細砂	Ds1	20	17	0	42	56000	0.25	0.33
シルト	Dc	15	18	90	0	42000	0.33	0.50
礫混り細砂	Ds2	35	20	0	35	98000	0.30	0.43
砂礫	Dg	35	20	0	36	98000	0.29	0.41

7.4 本丸馬出石垣解体に伴う応力・ひずみ解析

本解析は、本丸搦手馬出石垣の変状発生要因の検討と基礎(根石およびその下位の地盤)に作用する応力とひずみの状態を検討するために(株)間組が独自で行ったものである。解析結果を図-7.8~図-7.10に示す。この解析はH18-A断面において実施した。

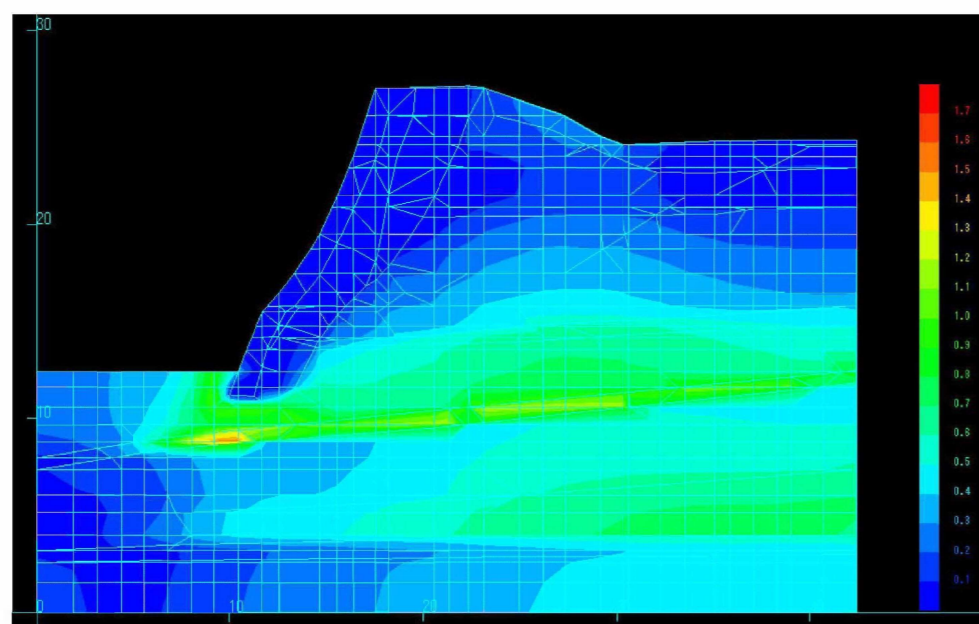


図-7.8 最大せん断ひずみの分布状況

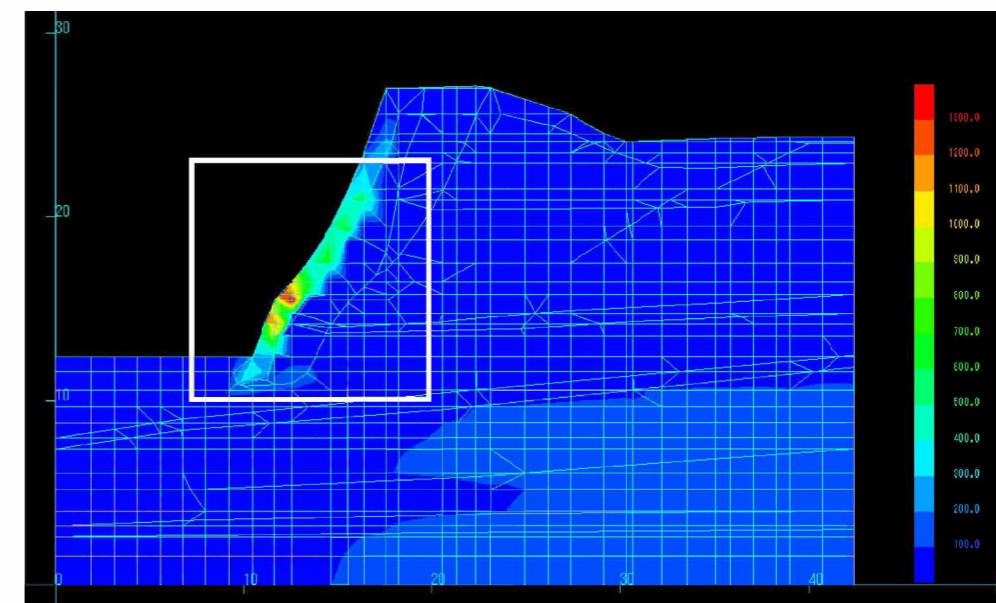


図-7.9 最大せん断応力の分布状況

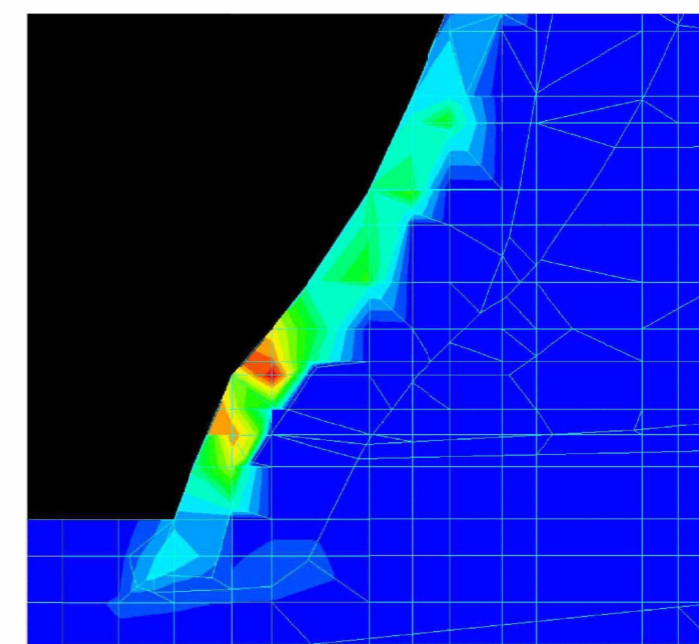


図-7.10 最大せん断応力の分布状況 (図-7.9中の石垣部分の拡大図)

この解析の結果、石垣下部の根石周辺には大きなせん断ひずみが作用していることと、孕み出しにより石垣が変形している部分にせん断応力が集中している状況が示された。このことは、本石垣の補修においては、根石およびその周辺の基礎地盤の十分な強度を確保する必要があることと、補修時には孕み出しを是正し、本来の反りを有する石垣とすることが石垣の安定性の確保の上でも重要なことが示された。

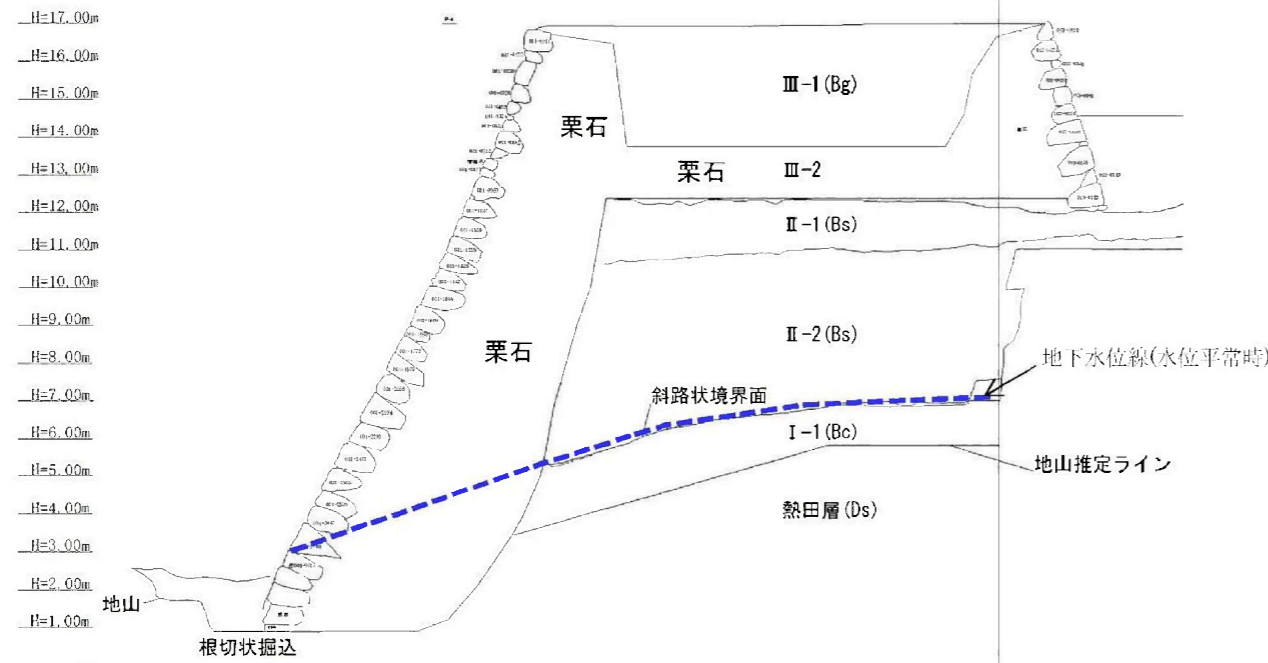
搦手馬出石垣修復 円弧すべり解析について

1 解析の目的と方法

名古屋城本丸搦手馬出石垣について、石垣の安定性を判断するために、円弧すべり解析を行う。解析方法は、「道路土工 切土工・斜面安定工指針」に示される安定解析式を用いる。

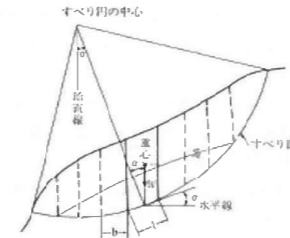
2 安定解析モデル

安定解析は、次図に示した解析モデルで実施した。なお、各地層の地盤定数は、過年度に実施した土質試験の結果より引用した。



土質定数		No.	地層	地質	湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	飽和重量 γ_{sat} (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角	
								ϕ (°)	$\tan \phi$
1	III-1	礫混じり粘土質	16.00	81.00	84.0	5.0	0.087459		
2	III-2	裏栗石(礫質土)	16.00	16.00	0.0	45.0	1.000000		
3	II-1	砂質粘土	17.00	17.00	95.0	16.0	0.286745		
4	II-2	砂質粘土	17.00	17.00	95.0	16.0	0.286745		
5	築石	築石	26.00	26.00	0.0	50.0	1.191754		
6	I-1	粘土質砂	18.00	18.00	70.0	28.0	0.531709		
7	Ds	粘性土	16.00	16.00	43.0	42.0	0.900404		

※ 水の単位体積重量 γ_w : 10.000 (kN/m³)



地すべり安定計算に用いるスライス分割の例

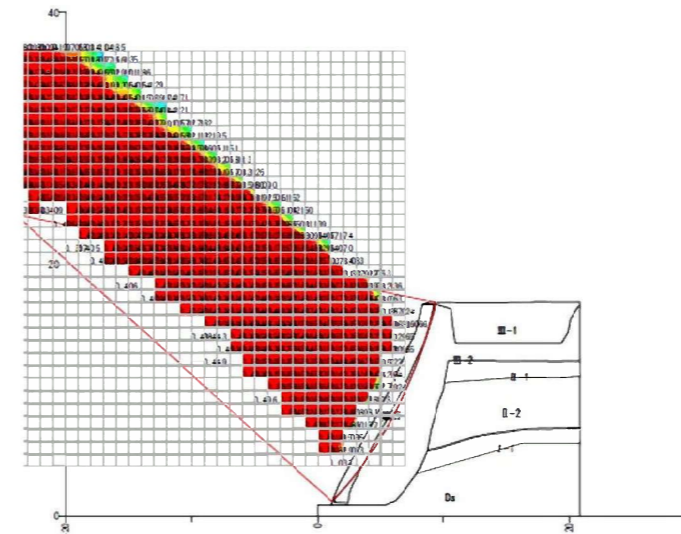
$$F_s = \frac{\sum (c + (W - u) \cdot b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi) / \sum W \cdot \sin \alpha}{\dots} \quad \text{〔解 11-2〕}$$

- ここに、 F_s : 安全率
 c : 粘着力 (kN/m²)
 ϕ : せん断抵抗角 (度)
 l : 各分割片で切られたすべり面の弧長 (m)
 u : 間隙水圧 (kN/m²)
 b : 分割片の幅 (m)
 W : 分割片の重量 (kN/m)
 α : 分割片で切られたすべり面の中点とすべり円の中心を結ぶ直線と鉛直線のなす角 (度)

日本道路協会発行「道路土工 切土工・斜面安定工指針」P399より引用

3 安定解析結果

安定解析の結果、設定した条件では裏栗石の範囲にすべり面が形成された。また、裏栗石内では平常時でも $F_s < 1.0$ となる円弧が発生し、最少安全率でも $F_s = 0.584$ と現実的でない値となった。(図1) これは、円弧すべり面となる栗石の粘着力の設定が現実的でないためと考えられる。

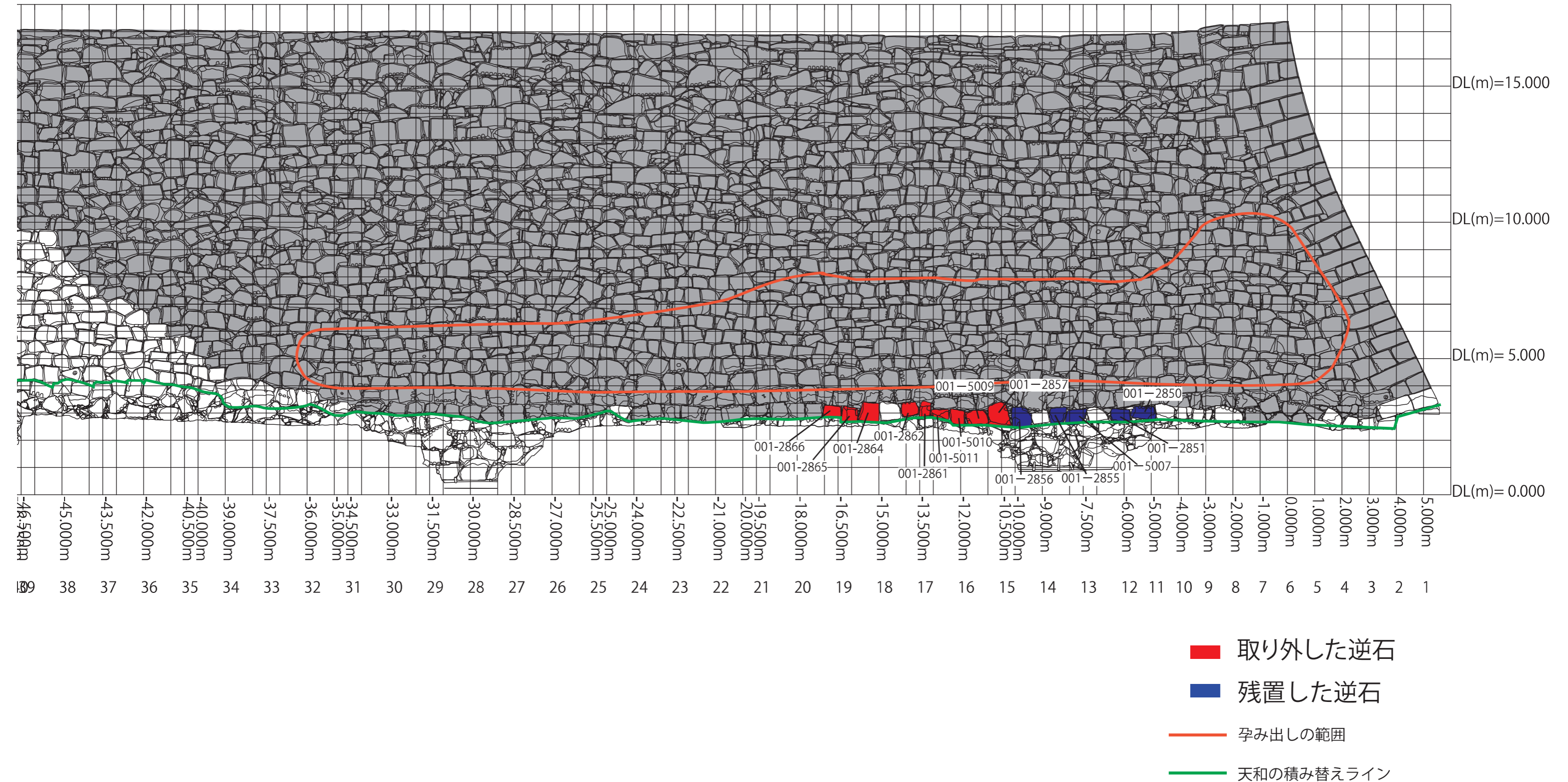


種別	記号	単位	条件と結果	
			常時	地震時
計算式	-	-	修正Fellenius法(道路土工式)	
地盤水平震度係数	K_h	-	-	0.150
安全率	F_s	-	0.584	0.397
計画安全率	$p.F_s$	-	1.200	1.000
抑止力	P_r	kN/m	221.5	232.6
円弧中心座標	X	m	-24.000	
	Y	m	24.000	
円弧半径	R	m	34.000	
すべり面長	L	m	17.961	
面積	A	m ²	16.68	
間隙水圧	U	kN/m	0.0	
法線力	N	kN/m	190.6	136.6
地すべり抵抗力	S	kN/m	210.177	153.491
地すべり力	T	kN/m	359.767	386.129

図1 安定解析結果(当初条件で計算し $F_s = 0.584$ となる場合)

4 考察

円弧すべり面が裏栗石の範囲内に入る結果となった。円弧すべり解析では、栗石層などの c, ϕ を適切に設定することが困難であることから、築石、栗石層ではすべり面は生じないなどの条件を追加して背面盛土構造についてのみ判定することが有効ではないか。



001-2866



001-2861



001-2865



001-2862



001-2864



001-5011



001-5010



001-5009



001-2857



001-2856 (南から)



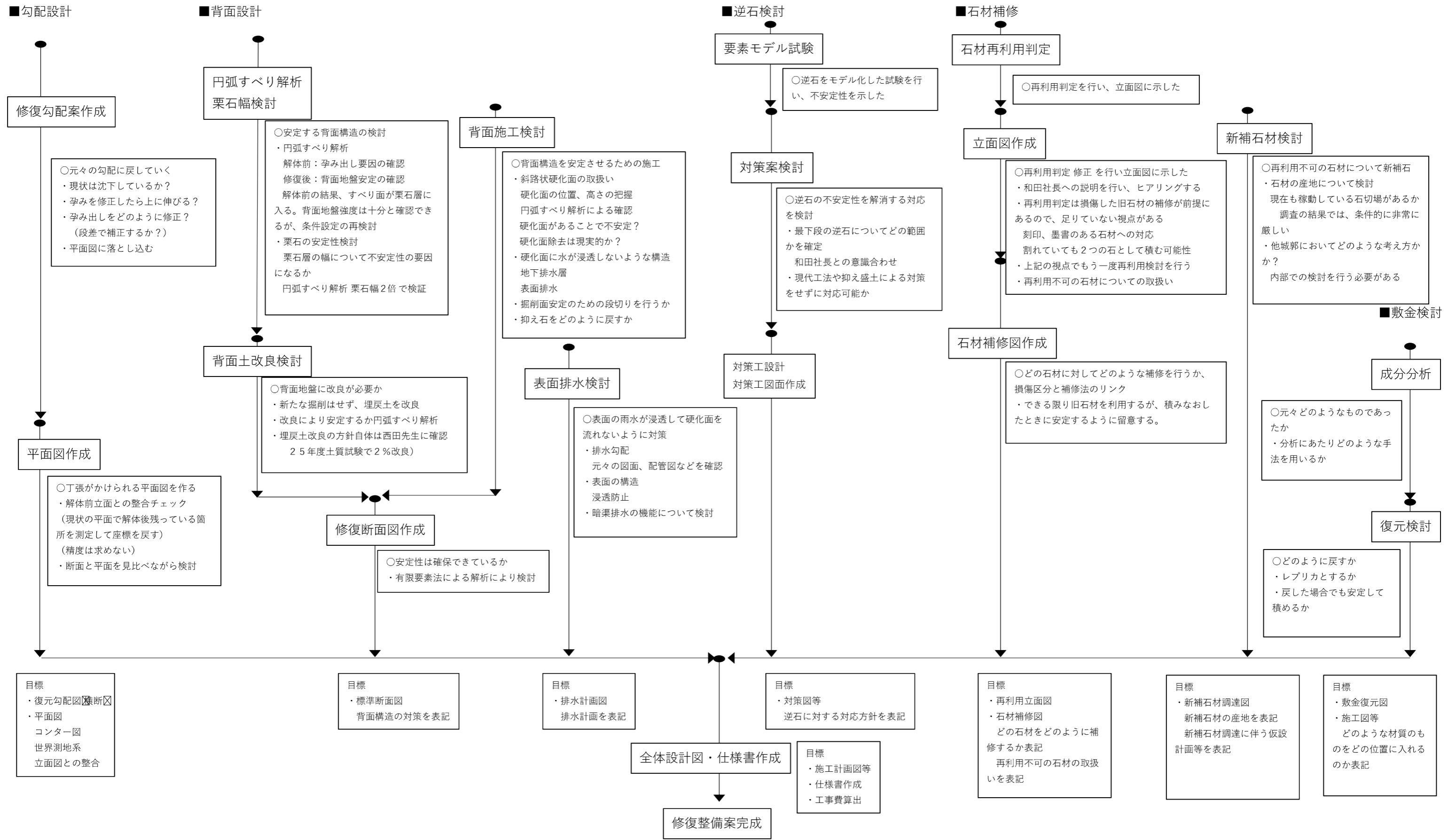
001-2855 ほか



○慶長期石垣と天和期石垣の接点における工法

	A	B	C	D	E
概要	<ul style="list-style-type: none"> 慶長の石垣及び逆石の現状を維持したまま天和期の石垣を復元する。 	<ul style="list-style-type: none"> 慶長の石垣及び逆石の現状を維持したまま前面に捨石・ふとんかごを設置して石垣を覆うことで安定化を図る。 	<ul style="list-style-type: none"> 慶長期石垣の現状を維持したまま逆石の角度補正等を行う。(角度補正が不可の場合は新補石材とする) 	<ul style="list-style-type: none"> 慶長期石垣の現状を維持したまま、逆石を全て新補石材とし、孕み出し前の勾配に復元する。 	<ul style="list-style-type: none"> 根石部の慶長期石垣についても安定が確保できるよう解体修理を行い、孕み出し前の勾配に復元する。
イメージ図					
長所	<ul style="list-style-type: none"> 天和期に逆石状態で積みあげられた築石について、その状態を残すことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 天和期に逆石状態で積み上げられた築石について、その状態を残すことができる。 A案と比較して安定性を確保できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 慶長期石垣の保存が可能である。 天和期石垣は当初勾配に復元し、安定させることが可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 慶長期石垣の保護が可能である。 天和期石垣は当初勾配に復元し、安定させることが可能。 逆石を全て新補石材とすることにより安定性の向上を図ることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 石垣を構造物として捉えた場合、最も安定したものとなる。
短所	<ul style="list-style-type: none"> 逆石がそのままの状態となるため、安定性や耐久性の面で非常に不安である。 	<ul style="list-style-type: none"> 石垣全体を安定させようとすると、巾木石垣及びふとん籠による対策が大規模となる可能性がある。 対策が大規模になると、景観が変化することとなる。 対策として行った巾木石垣及びふとん籠自体が沈下する可能性がある。 拝む方向に回転するような変状に対しては効果が限られる。 	<ul style="list-style-type: none"> 逆石の一部を新補石材に交換することにより、部分的ではあるが天和期に積み上げられた逆石は記録保存となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 天和期に逆石状態で積み上げられた築石は記録保存となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 築城期の石垣を一部とはいえ、解体することになる。 砕工を一時的に取外す必要がある。 解体に伴い水堀部を掘削するため施工で大規模な仮設が必要になるとともに解体及び掘削にはかなりの時間を要する。
所見	<ul style="list-style-type: none"> 石垣全体の安定化が図れない。 孕みの原因を残すこととなり、解体修理を行ったことと整合しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 安定性とが両立させられるものの景観が大きく変化する。 沈下、回転などの他の問題が生じる可能性がある。 解体修理を行ったことと整合しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 推定天和期の形状を一部残しながら石垣全体の安定化を図るとともに、慶長期石垣の保存が可能となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 慶長期石垣の保存が可能であり、全体の安定化を図ることができるものの、天和期の石垣が失われる。 	<ul style="list-style-type: none"> 石垣を安定した構造物とできるものの、慶長期の石垣は記録保存となる。 慶長期の石垣を残すために砕工を行ったことと整合しない。

本丸搦手馬出石垣修復 令和2年度の作業について



令和2年度本丸内堀発掘調査

発掘調査内容一覧

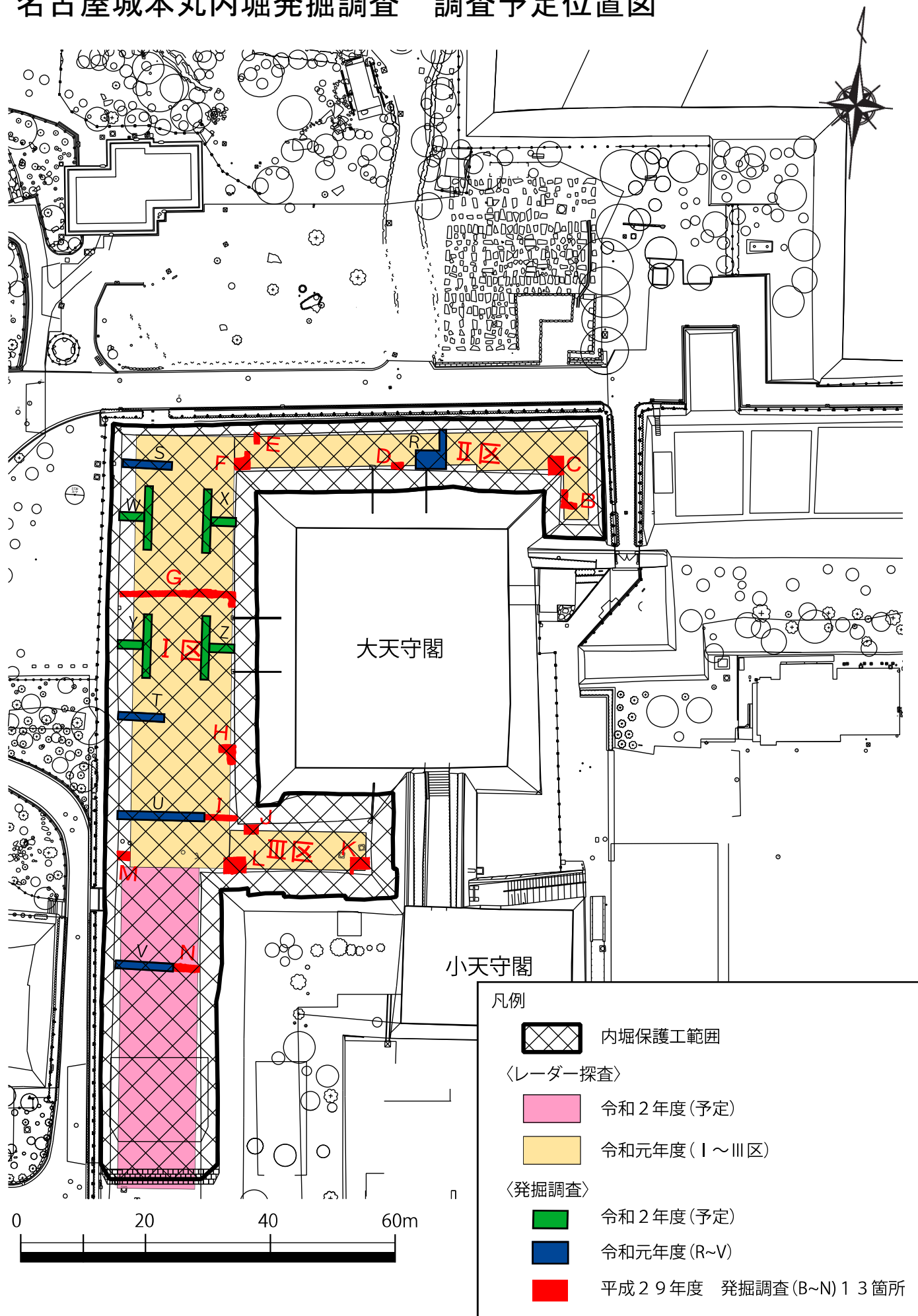
- ・令和元年度レーダー探査業務で強い反応を示した範囲を南北に縦断するよう4か所掘削し、地下遺構を調査する。
- ・上記4か所で、反応の強い範囲と石垣の接点における根石の状況を確認するため、東西方向の掘削を行う。

調査区名	調査規模		調査箇所	調査目的	掘削方法	調査手順	留意点	
	幅(m)	長さ(m)						面積(m ²)
W	東西	1.5	4.0	6.0	御深井丸石垣裾部及び内堀堀底	表土は小型重機にて掘削を行う。表土より下層は人力にて検出面及び掘削面を作成し、写真撮影を行う。(南北方向トレンチ)は、地下遺構の検出面までは掘削しない。掘削部(東西方向トレンチ)については、根石を掘り下げ、平面上及び石垣立立面図、土層断面図を作成し、写真撮影を行う。石垣面については三次元レーザー測量を行う。	石垣際の表土については石垣を傷つけないよう、人力で掘削を行う。 平成29年度及び令和元年度調査により判明している基本層を考慮し、遺構面を傷めないよう慎重に掘削作業を行う。近世の盛土については掘削しないものとする。	
	南北	1.5	10.0	15.0				
X	東西	1.5	4.0	6.0	大天守丸石垣裾部及び内堀堀底	①内堀堀底の堆積状況を確認する。特に令和元年度に実施したレーダー探査で強い反応を示した箇所について、戦後の擾乱の状況、遺構の残存状況を確認する。 ②レーザー探査の強い反応の部分と石垣の接する部分の状況を調査し、大天守台及び御深井丸石垣の土中部分の変状及び根石の安定性を確認する。	掘削を基本とし、遺構面までは掘削しない。掘削部(東西方向トレンチ)については、根石を掘り下げ、平面上及び石垣立立面図、土層断面図を作成し、写真撮影を行う。石垣面については三次元レーザー測量を行う。	石垣際の表土については石垣を傷つけないよう、人力で掘削を行う。 平成29年度及び令和元年度調査により判明している基本層を考慮し、遺構面を傷めないよう慎重に掘削作業を行う。近世の盛土については掘削しないものとする。
	南北	1.5	10.0	15.0				
Y	東西	1.5	4.0	6.0	御深井丸石垣裾部及び内堀堀底	表土は小型重機にて掘削を行う。表土より下層は人力にて検出面及び掘削面を作成し、写真撮影を行う。(南北方向トレンチ)は、地下遺構の検出面までは掘削しない。掘削部(東西方向トレンチ)については、根石を掘り下げ、平面上及び石垣立立面図、土層断面図を作成し、写真撮影を行う。石垣面については三次元レーザー測量を行う。	石垣際の表土については石垣を傷つけないよう、人力で掘削を行う。 平成29年度及び令和元年度調査により判明している基本層を考慮し、遺構面を傷めないよう慎重に掘削作業を行う。近世の盛土については掘削しないものとする。	
	南北	1.5	10.0	15.0				
Z	東西	1.5	4.0	6.0	大天守丸石垣裾部及び内堀堀底	表土は小型重機にて掘削を行う。表土より下層は人力にて検出面及び掘削面を作成し、写真撮影を行う。(南北方向トレンチ)は、地下遺構の検出面までは掘削しない。掘削部(東西方向トレンチ)については、根石を掘り下げ、平面上及び石垣立立面図、土層断面図を作成し、写真撮影を行う。石垣面については三次元レーザー測量を行う。	石垣際の表土については石垣を傷つけないよう、人力で掘削を行う。 平成29年度及び令和元年度調査により判明している基本層を考慮し、遺構面を傷めないよう慎重に掘削作業を行う。近世の盛土については掘削しないものとする。	
	南北	1.5	10.0	15.0				
4か所				84.0				

※注記

- ・掘削に伴う発生土は、調査区の脇に仮置きして、シートなどで養生を行う。
- ・調査終了後は遺構面を山砂で保護した後に埋め戻す。なお、埋め戻し材は掘削土に消石灰を重量比2%添加したものを使用する。
- ・石垣すぐそばについては根石・根石上の高さまで割栗石を組み叩き込み、掘削土に消石灰を重量比2%添加した改良土を充填する。
- ・調査規模は、堆積土及び盛土の厚みや土の締めや土の縮小することもあり得る。
- ・使用重機 バックホウ：山積0.11m³。

名古屋城本丸内堀発掘調査 調査予定位置図



現天守閣解体申請に対する文化庁からの指摘事項への対応について

(1) 現天守の解体・仮設物設置が石垣等遺構に与える影響を判断するための調査・検討について

指摘事項	内容	実施状況	有識者会議の協議状況
各分野の有識者による十分な議論と合意形成を行った上での必要な調査の実施			
外観総合調査の再検討	<ul style="list-style-type: none"> 天守台石垣の外観総合調査（石垣カルテ）の再検討・分析 天守台石垣の劣化状況の把握 	<ul style="list-style-type: none"> 実施済み 	<ul style="list-style-type: none"> 石垣部会 (R2.3.20) で調査・分析結果について審議。概ね了承
その他	<ul style="list-style-type: none"> 天守台周辺石垣の外観総合調査（石垣カルテ）を再検討・分析。 ※軽量盛土で埋め戻す部分に関係する内堀石垣及び仮設棧橋に関係する外堀石垣 石材の熱劣化についての調査実施 	<ul style="list-style-type: none"> 実施に向けて調整中 検中 	<ul style="list-style-type: none"> 石垣部会 (R2.3.20) で更なる現状把握の必要性指摘 再検討の方針、分析方法等について石垣・埋蔵文化財部会での方針確定が必要 今後相談
ア 内堀の地下遺構の把握、御深井丸側内堀石垣の状況及び安定性を確認するための追加発掘調査			
内堀底面の調査	<ul style="list-style-type: none"> 内堀内（堀底及び石垣根石）の発掘調査 	<ul style="list-style-type: none"> 実施済み 	<ul style="list-style-type: none"> 石垣部会 (R元.12.27) で調査結果について審議、概ね了承
御深井丸側内堀石垣の現状把握	<ul style="list-style-type: none"> 地中レーダー探査等に基づく内堀底面遺構の発掘調査（追加） 小天守西側堀底の地中レーダー探査（追加） 内堀内（堀底及び石垣根石）の発掘調査 	<ul style="list-style-type: none"> 今年度実施予定 実施済み 	<ul style="list-style-type: none"> 今回の審議事項 石垣部会 (R元.12.27) で調査結果について審議、概ね了承
イ 御深井丸の地下遺構把握のための発掘調査			
御深井丸等発掘調査	<ul style="list-style-type: none"> 御深井丸等の仮設構台、棧橋設置地点の地下遺構把握のための発掘調査 	<ul style="list-style-type: none"> 今年度実施予定 天守礎石の整備方針については今後検討 	<ul style="list-style-type: none"> 具体的な発掘調査内容について今後、石垣・埋蔵文化財部会で審議を予定 天守礎石の整備方針は全体整備検討会議で今後審議していく予定
ウ 大天守台北面石垣の孕み出しについての調査・検討			
孕み出し部分の裾部の発掘調査	<ul style="list-style-type: none"> 孕み出し部分裾部の石垣及び地盤の状況を把握するための発掘調査 	<ul style="list-style-type: none"> 実施済み 	<ul style="list-style-type: none"> 石垣部会 (R元.12.27) で審議。調査結果について概ね了承。
エ 天守台石垣背面等の空隙についての調査			
天守台の石垣背面等空隙調査	<ul style="list-style-type: none"> 大天守台北面石垣の孕み出し部分におけるより精度を上げた調査（レーダー探査） 	<ul style="list-style-type: none"> 実施準備中 	<ul style="list-style-type: none"> 石垣部会 (R2.3.20) で追加調査を提案し、了承を得た
天守台以外の石垣背面等空隙調査	<ul style="list-style-type: none"> 天守台周辺石垣の外観総合調査の再検討をし、空隙調査等の追加の必要性を検討 		

(2) 現状変更を必要とする理由について

指摘事項	内容	実施状況	有識者会議の協議状況
現天守解体理由の整理	<ul style="list-style-type: none"> 現天守解体の理由が耐震対策のみか、木造天守復元のためかの検討・整理 	<ul style="list-style-type: none"> 木造天守復元の基本構想として、作業中（精査・補強） 	<ul style="list-style-type: none"> 今後、全体整備会議、天守閣部会に諮り、基本構想(案)としてまとめる
木造天守復元に係る計画	<ul style="list-style-type: none"> 木造天守復元に係る計画の具体的内容（基礎構造の検討含む）の追加提出 		<ul style="list-style-type: none"> 基礎構造の検討については、全体整備検討会議での審議を踏まえて、調整会議による詳細な検討を想定

名古屋城木造天守閣 調査等のスケジュール予定

区分	令和2年度 (2020年度)								令和3年度 (2021年度)	
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
指摘事項に係るもの	各分野の有識者による十分な議論と合意形成を行った上での必要な調査の実施	総合外観調査票の再検討(必要に応じて追加調査・処置) 〔軽量盛土で埋め戻す部分に関する内堀石垣及び仮設栈橋に関する外堀石垣に関わるもの〕						◎ 有識者会議 〔調査結果に基づく影響の有無の判断と仮設計画の変更の可否について審議〕		
	内堀の地下遺構の把握、御深井丸側内堀石垣の現況及び安定性を確認するための追加発掘調査	◎ 有識者会議	◎ 現状変更許可申請	内堀堀底追加調査				◎ 有識者会議 〔調査結果に基づく影響の有無の判断と仮設計画の変更の可否について審議〕		
	御深井丸の地下遺構把握のための発掘調査		◎ 有識者会議 〔遺構確認調査実施について審議〕	◎ 現状変更許可申請	遺構確認調査			◎ 有識者会議 〔調査結果に基づく影響の有無の判断と仮設計画の変更の可否について審議〕		
	天守台石垣背面等の空隙についての調査	◎ 有識者会議	◎ 現状変更許可申請 〔市教委〕	レーダー調査			◎ 有識者会議 〔調査結果に基づく影響の有無の判断と仮設計画の変更の可否について審議〕			
	木造天守復元にかかる基本構想(遺構に配慮した基礎構造)	基本構想の検討・整理						◎ 有識者会議 (基本構想審議)		
その他			◎ 有識者会議	◎ 現状変更許可申請	天守台ボーリング調査			◎ 有識者会議 〔天守台石垣の工学的解析結果について審議〕		

文化庁への指摘事項に関する追加情報の提出

※ 来年度の早い段階で、天守台石垣の保存方針を作成し、継続的に石垣の応急対策を行っていく。