

令和3年(2021)熊本城修復検討委員会第1回
重要文化財宇土櫓下石垣(続櫓)の復旧に関する報告・検討内容について

◆今回の委員会での報告・検討内容

1. 宇土櫓続櫓下石垣(H443)復旧措置の検討【検討】

これまでの検討経過(重要文化財宇土櫓)

【平成30年度】

10月18日:文化財修復検討部会 ○宇土櫓石垣の安定性について

→五階櫓直下石垣(北面・西面)の積み直しは不要だが、西面の部分的なはらみ部は補強を検討
続櫓下石垣(西面)については積み直しを含めた石垣の復旧を検討

【平成31(令和元)年度】

7月12日:石垣・構造合同WG ○宇土櫓周辺石垣履歴・被害状況の提示

9月13日:石垣・構造合同WG ○宇土櫓(五階櫓下)非解体による補強方法の工法比較
→非解体による補強方法は押さえ盛土工法に決定

11月7日:石垣・構造・建築合同WG ○重要文化財建造物宇土櫓五階櫓修理方針について
→宇土櫓五階櫓は全解体を見据えた解体修理で決定

12月25日:石垣・構造合同WG

○宇土櫓(五階櫓下)の押さえ盛土工法について
→盛土の影響範囲を再検討する

○宇土櫓続櫓下石垣(H443)の復旧措置(非解体または解体)の方針について
→盛土ではない非解体工法を再検討する

3月26日:文化財修復検討委員会

→宇土櫓(五階櫓下)、(続櫓下)ともに合同WGで検討し直す

【令和2年度】

6月8日:建築・構造・石垣合同WG(メール審議) ○宇土櫓(五階櫓下)の復旧方針について

→宇土櫓(五階櫓下)石垣の孕みは、盛土補強に代えて宇土櫓五階櫓解体保存・組立工事のため素屋根の仮設構台を用いて暫定的に押えることを承認
→五階櫓解体保存・組立工事完了(2032年度予定)までの間に変状調査結果等も踏まえながら、最終的な押さえ工法の検討を行っていくことを承認

7月3日:建築・構造・石垣合同WG ○宇土櫓続櫓周辺石垣の復旧措置

→宇土櫓続櫓周辺石垣(H443上部・H446・H456・H458・H461)の解体修理が必要

10月9日:建築・構造・石垣合同WG ○宇土櫓続櫓下石垣の復旧措置

→宇土櫓続櫓下石垣(H443)の復旧措置は外部補強(鉄骨等の構造物)と上部解体修理案を承認

12月15日:構造・石垣合同WG

→宇土櫓レーダ探査、発掘調査箇所を承認

2月22日:建築・構造・石垣合同WG ○宇土櫓復旧措置の再検討(大規模石垣解体修理案の再提示)

→継続審議

1. 宇土櫓続櫓下石垣(H443)復旧措置の検討【検討】

【資料5-2】石垣修理検討フロー

【資料5-3~4】復旧措置の工法比較表

【資料5-5~6】熊本城内のはばき石垣について(参考1)(参考2)

2. 今年度以降の予定

【令和3年度】

5月~8月頃 平左衛門丸確認調査

7月~令和4年度 石垣復旧設計業務委託(基本設計・実施設計)

7月~8月頃 令和3年度第2回熊本城修復検討委員会(確認調査現地視察)

12月~1月頃 令和3年度第4回熊本城修復検討委員会(確認調査成果報告)(石垣復旧設計案検討)

【令和4年度】

5月~7月頃 令和4年度熊本城修復検討委員会(石垣復旧設計案検討)

【令和5年度】

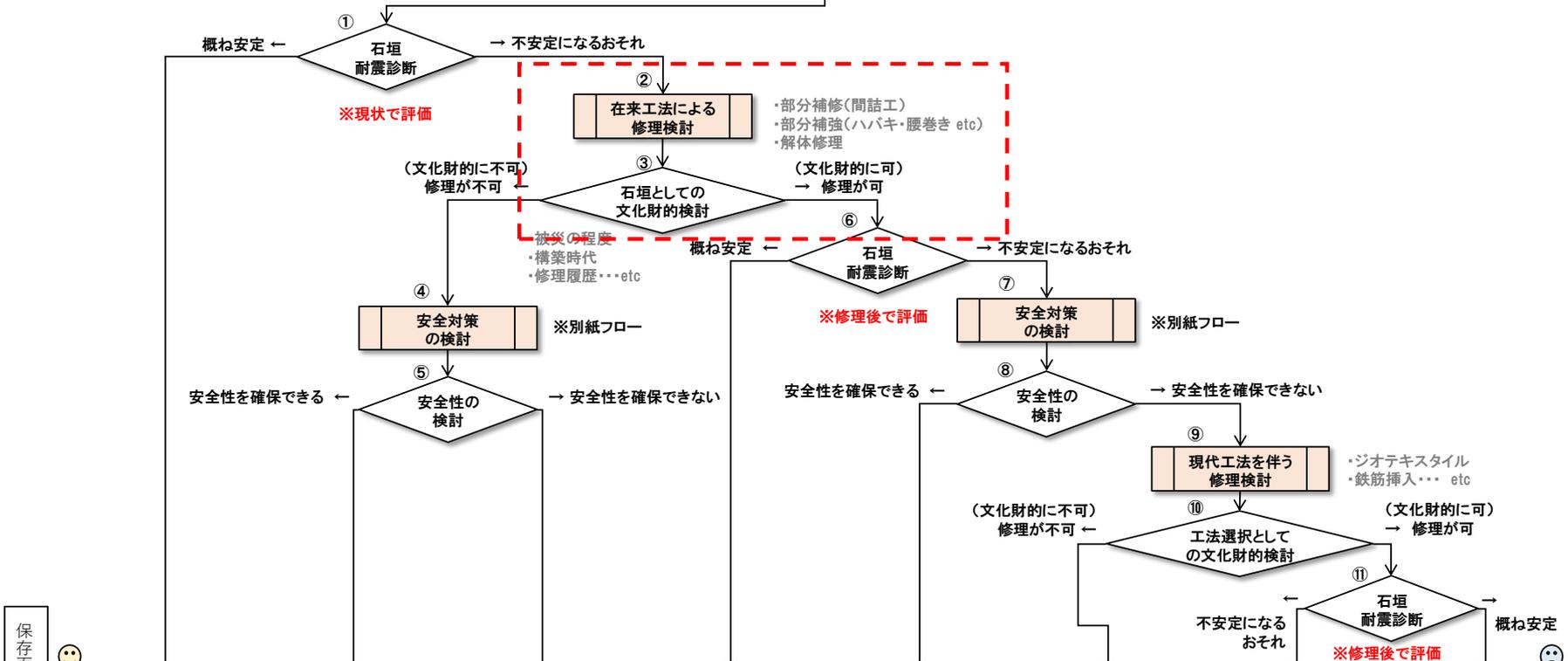
5月~2月頃 石垣解体工事

宇土櫓続櫓下石垣(H443)の復旧措置の検討

〈石垣修理検討フロー〉

※R3.3.25提示

修理検討



保存面での取り扱い

活用面(公開)	石垣のみ	公開可能	一定範囲の立入制限 石垣の崩落した場合、 落石が考えらえる範囲	公開エリア立入制限	公開可能	一定範囲の立入制限 石垣の崩落した場合、 落石が考えらえる範囲	公開エリア立入制限	公開可能
	建造物	公開可能	立入制限 立入り禁止柵など	立入制限	公開可能	立入制限 立入り禁止柵など	立入制限	公開可能

宇土櫓続櫓下石垣(H443)の復旧措置の検討

〈これまでの検討経過〉

【2018平成30年度 文化財修復検討部会】

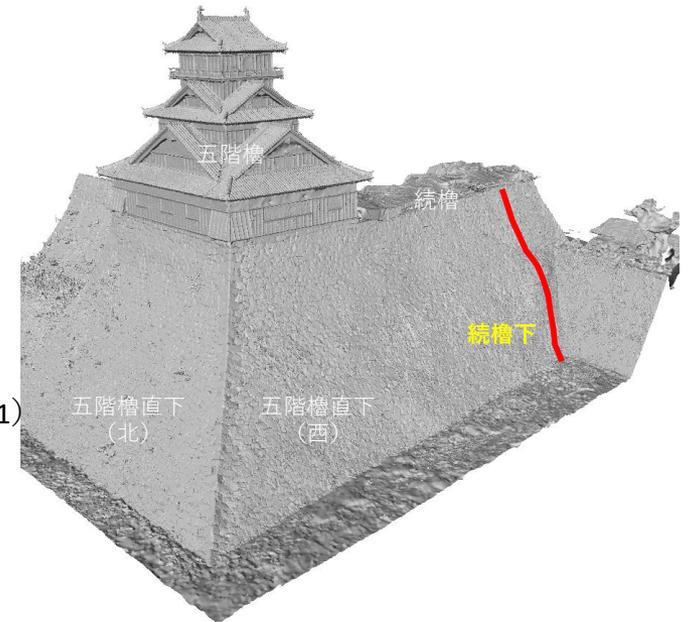
- ・ (10/18) 続櫓下石垣 (西面) は積み直しを含めた復旧を検討

【2019令和元年度 石垣・構造合同WG及び石垣・構造・建築合同WG】

- ・ (7/12) 続櫓周辺石垣履歴・被害状況の提示
- ・ (12/25) 続櫓下石垣の復旧措置は盛土ではない非解体工法を再検討する
- ・ (3/26) 続櫓下石垣の方針を合同WGで検討し直す

【2020令和2年度 石垣・構造・建築合同WG】

- ・ (7/3) 続櫓周辺石垣：解体修理が必要 (H443上部・H446・H456・H458・H461)
- ・ (10/9) 続櫓下石垣：外部補強 (鉄骨等の構造物) + 上部解体修理で承認
- ・ (12/15) 続櫓周辺レーダ探査・発掘調査箇所を承認
- ・ (2/22) 続櫓下石垣：大規模解体修理案の再提示⇒継続審議



審議事項

大規模解体案への賛成・反対意見の双方あり。それを受け解体範囲縮小案の検討について提言あり。

⇒事務局案として新たに、はばき石垣+解体修理案を提示したい

案	案1 外部補強 (盛土) 西面上部解体修理 内部補強検討 (解体範囲内)	案2 外部補強 (はばき石垣) 西面解体修理 内部補強検討 (解体範囲内)	案3 西面大規模解体修理 内部補強検討 (解体範囲内)
イメージ			

宇土櫓続櫓下石垣(H443)の復旧措置の検討

〈復旧措置の工法比較表〉

R 2.1 0.9 石垣・建築・構造合同WG提示↓

R 2.1 0.9 石垣・建築・構造合同WG提示↓

案 ※在来工法による検討		案1 外部補強（盛土） 西面上部解体修理 内部補強検討（解体範囲内）	案2 外部補強（はばき石垣） 西面解体修理 内部補強検討（解体範囲内）	案3 西面大規模解体修理 内部補強検討（解体範囲内）
概要		<ul style="list-style-type: none"> ・盛土ではらみ部を押さえる ・西面石垣は、南面石垣取り合い部、上部に建物を載せるために必要な範囲を解体修理 ・解体修理範囲内で石垣補強の検討を行う 	<ul style="list-style-type: none"> ・はばき石垣ではらみ部を押さえる ・西面石垣のはらみ部上部を必要な範囲で解体修理 ・解体修理範囲内で石垣補強の検討を行う 	<ul style="list-style-type: none"> ・西面石垣を必要な範囲で解体修理し健全化（はらみ部を解消するために必要な範囲） ・解体修理範囲内で石垣補強の検討を行う
文化財的検討	外観への影響	<ul style="list-style-type: none"> ×盛土の体積が極めて巨大となり、地形が変わり石垣が大きく隠れる（WGで否決） 	<ul style="list-style-type: none"> ○はばき石垣により地形が変わるが、在来工法による施工により景観性に配慮 △はばき石垣の規模、土橋への影響や西面石垣の解体修理範囲をどこまで小さくできるかが課題 	<ul style="list-style-type: none"> ○破損状況（はらみ部）が改善され、健全な状態に戻る ○補強はほぼ見えてこない
	材料・内部への影響	<ul style="list-style-type: none"> ○西面上部が解体修理となるが、オリジナル部分を大きく残すことが可能 △掘下遺構への重量増（盛土） △破損状況（はらみ部）の改善にはつながらない 	<ul style="list-style-type: none"> ○西面はらみ部上部が解体修理となるが、オリジナル部分を大きく残すことが可能 △掘下遺構への重量増（はばき石垣） △破損状況（はらみ部）の改善にはつながらない 	<ul style="list-style-type: none"> ○破損状況（はらみ部）が改善され、今後崩落の恐れが少なくなる ○西面石垣は外部押さえ等の補強が不用となる ×大規模解体修理が必要となり、広範囲においてオリジナル部分の本質的価値を失う
建造物との関係		<ul style="list-style-type: none"> ○西面石垣上部の解体修理により、建物を震災直前の元位置に復旧することが可能 	<ul style="list-style-type: none"> ○西面石垣のはらみ部上部の解体修理により、建物を震災直前の元位置に復旧することが可能 	<ul style="list-style-type: none"> ○西面石垣上部の解体修理により、建物を震災直前の元位置に復旧することが可能
性能、施工から見た利点、欠点		<ul style="list-style-type: none"> ○施工は大規模だが容易 ○地震前より強度が増す △建物を含んだ石垣全体のすべりが発生しないよう円弧すべりによる検討が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ○施工が容易 ○はばき石垣は伝統工法であるが新設のため、石垣内部等に補強を入れることが可能 △建物を含んだ石垣全体のすべりが発生しないよう円弧すべりによる検討が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ○地震前より強度が増す △費用、工期がかかる △解体時の綿密な調査、技法の再現等が不可欠 △建物を含んだ石垣全体のすべりが発生しないよう円弧すべりによる検討が必要

R 3.2.2 2 石垣・建築・構造合同WG提示↓

R 3.2.2 2 石垣・建築・構造合同WG提示↓

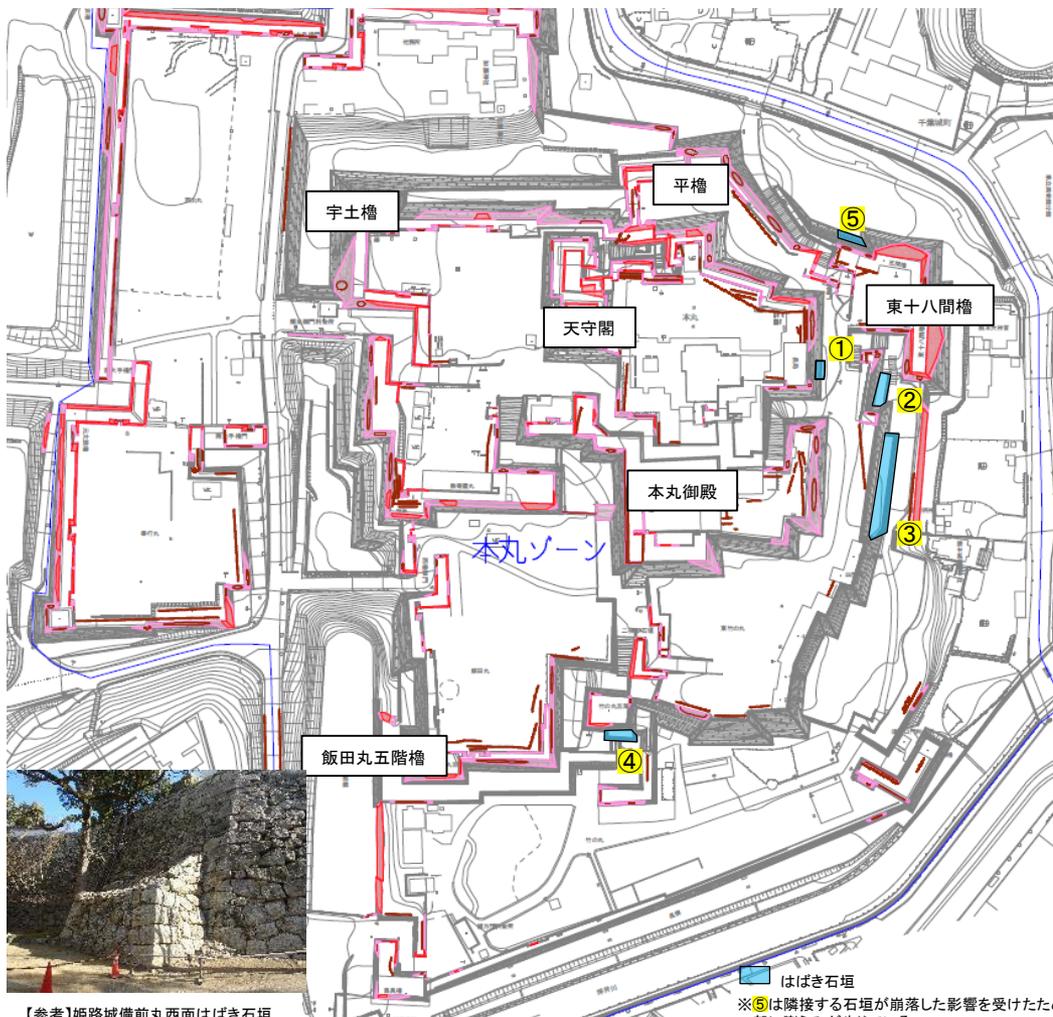
その他 熊本城保存活用計画に指定されている代表的な視点場	<ul style="list-style-type: none"> ・代表的な視点場に陸橋より高い盛土が見える ・熊本城最高の高石垣を望めなくなる 	<ul style="list-style-type: none"> ・代表的な視点場にはばき石垣が存在する ・熊本城最高の高石垣を部分的に望めなくなる 	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模解体による石垣内部の遺構の分布等の把握を含め、解体範囲内の石垣補強の妥当性について検証する必要があり、補強する場合、石垣面の広範囲に受圧板などの補強が見える異物感
---------------------------------	--	--	---

宇土櫓続櫓下石垣(H443)の復旧措置の検討

資料5 - 5

<熊本城内のはばき石垣について(参考1)>

- ・石垣が膨らみ出した場合、変状が進行して崩落を防止するために、設置する補強石垣
- ・はばき石垣の代わりに盛土、擁壁、布団籠等を設置することもある
- ・熊本城内でも石垣修理の手法として江戸時代より採用されており、現在まで石垣の崩落を防止している事例がある
- ・熊本城だけではなく、全国的に事例がある伝統的な補強工法
- ・はばき石垣設置箇所は今回の地震で被害はない



【参考】姫路城備前丸西面はばき石垣

はばき石垣
 ※⑤は隣接する石垣が崩落した影響を受けたため、一部に膨らみが生じている。

寛永17年(1640)

長短の複数石材で押える
 ※昭和時代にコンクリートで追加補強



①H415長局櫓台石垣

宝暦5年(1755)～明和6年(1769)頃

法量がほぼ均一な方形石材を用いた石垣で押える。隅角部は算木積



②H185,186東櫓門台石垣



③H188,189,190東櫓門～源之進櫓下石垣



④H235,236竹の丸五階櫓台石垣

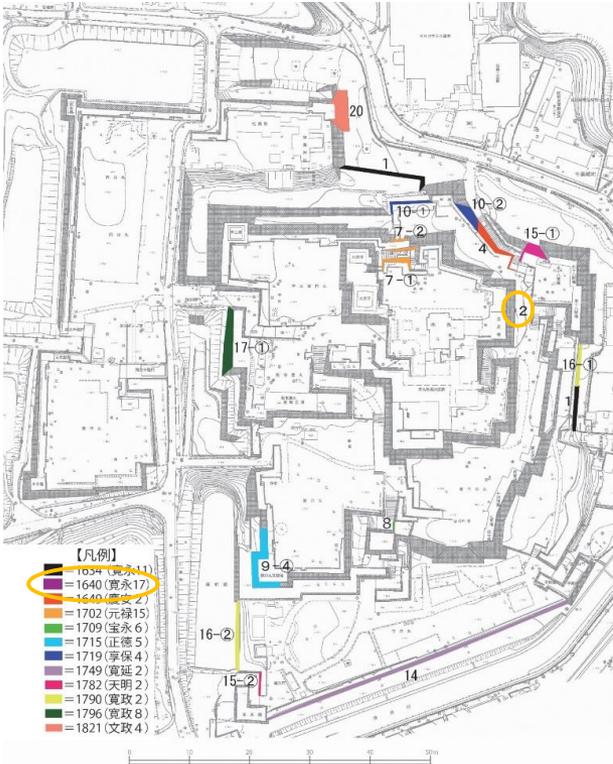
昭和34年(1959)

盛土とコンクリート擁壁で押える。



⑤H162,163北十八間櫓、五間櫓台石垣

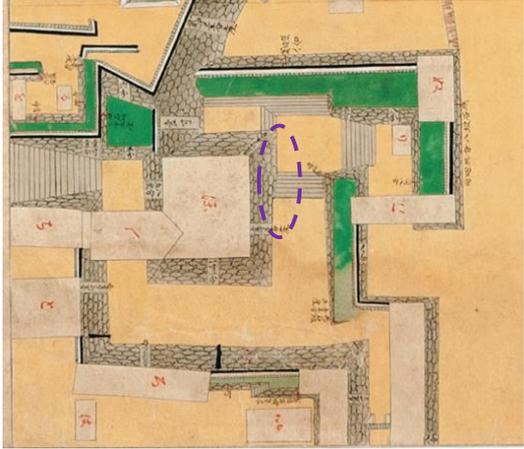
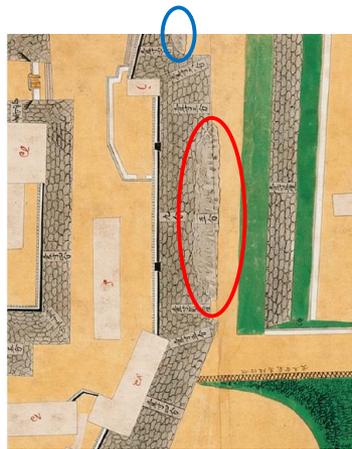
<熊本城内のはばき石垣について(参考2)>



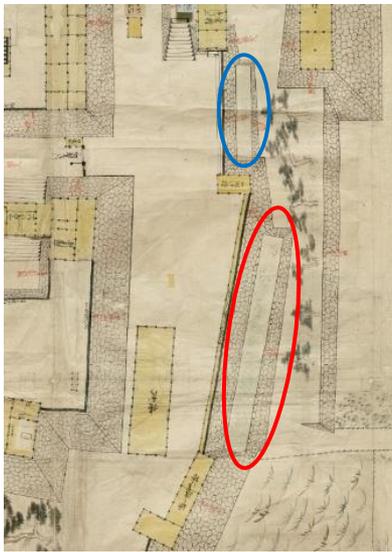
文献資料で推定できる熊本城石垣修復位置

嘉村哲也・木下泰素・下高大輔・関根章義「熊本城の江戸期修復石垣の様相一彦根城と仙台城との比較から修復石垣の変遷を考える」『熊本城調査研究センター年報5』2019より引用

御城図
宝暦5年
(1755)以前
永青文庫所蔵



御城内御絵図
明和6年
(1769)頃
熊本市所蔵

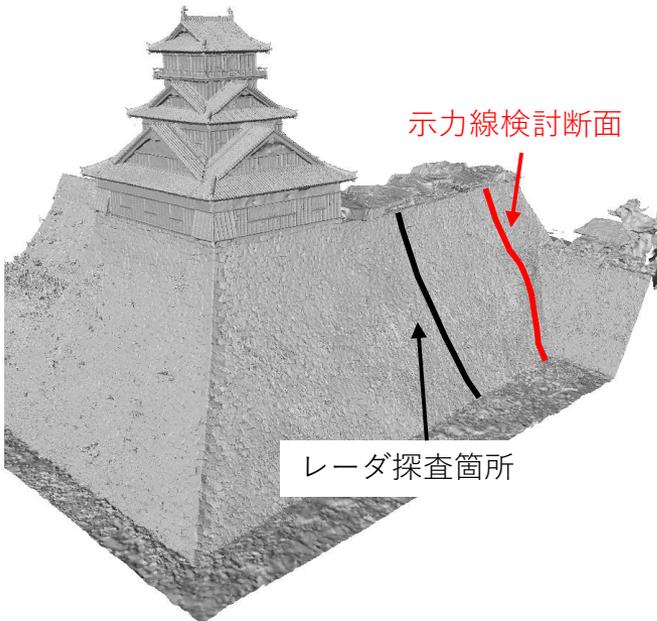


- ① H415長局櫓台石垣
- ② H185,186東櫓門石垣
- ③ H188,189,190東櫓門～源之進櫓下石垣
- ④ H235,236竹の丸五階櫓台石垣

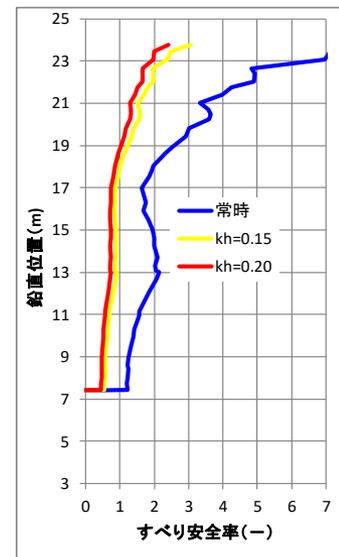
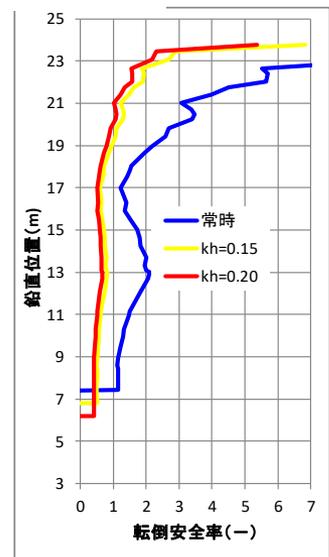
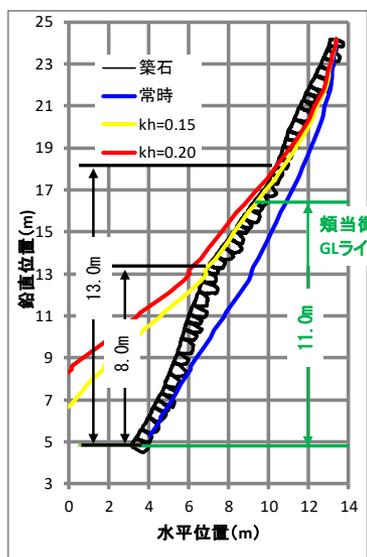


宇土櫓続櫓下石垣(H443)の復旧措置の検討

〈示力線による検討(概略)〉 ※概略検討であり今後の詳細設計で変更となる可能性あり



示力線OUT位置
(kh=0.20) H≒13.0m (kh=0.15) H≒8.0m



H≒8.0m高さまで押え、はらみ上部の解体修理範囲の検討 (内部補強の検討含む)

- 【示力線に用いる設計定数等】
- ・ 築石の密度： $\gamma = 26.5\text{kN/m}^3$
 - ・ 栗石の密度： $\gamma = 20.0\text{kN/m}^3$
 - ・ 栗石層の内部摩擦角： $\phi = 35.6^\circ$

※縦断図は孕み部断面の測量結果より図示
※築石形状は孕み部に近接する断面のレーダ探査結果を反映

