■対象石垣

重要文化財東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣(17面)

■これまでの経緯

【2021令和3年度 文化財修復検討委員会】

- ・(5/31) 北十八間櫓ほか8棟の耐震診断結果の報告、耐震補強案の承認
- ・(8/6)石垣復旧工法案の承認
 - ⇒崩壊・変状度合が著しく、変状部を残した状態で重要文化財建造物を復旧できないため、 復旧措置として「解体工法」を選択・検討する。

石垣解体範囲検討のための復旧勾配基準設定案の承認

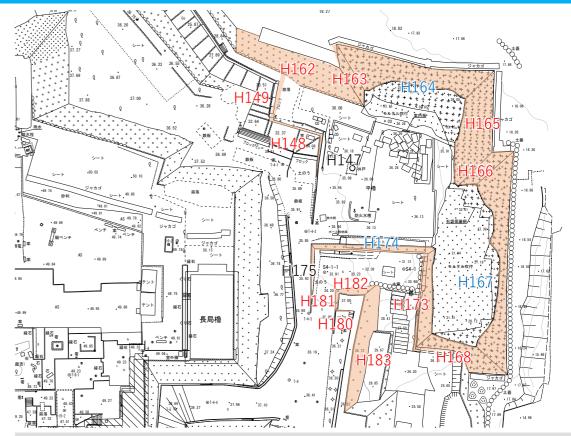
- ⇒石垣天端部の崩壊・変状が著しいため、重要文化財建造物の位置を手掛かりに復旧勾配 基準を設定し、石垣復旧勾配から解体範囲を検討する。
- (10/18)解体修理案の承認
 - ⇒復旧勾配と現況勾配が一致したH147·H175は地震被害なしのため「現状保存」とする。
 - ⇒上記を除いた残り15面は、変状解消ラインによる「解体修理」とする。
 - ※但し、H162下部前面のコンクリート押さえ補強の構造的・景観的検討が必要
 - ※但し、H164下部横断面の屈折点の再検討・再提示が必要

■今回の委員会での報告・審議事項

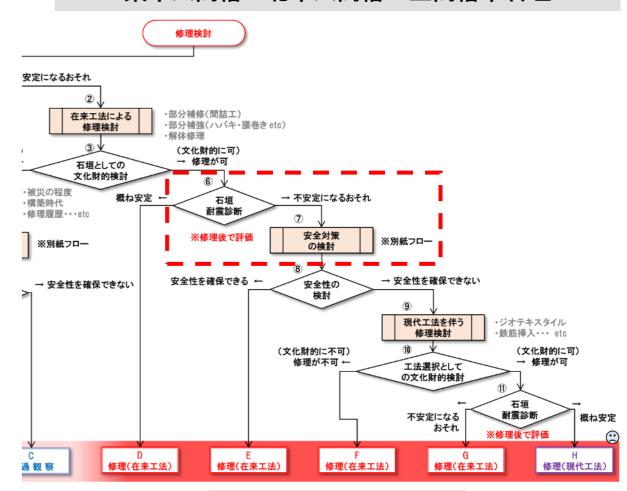
- ・前回委員会での指摘事項(H164)への対応【報告】
- ·石垣面の損傷状況及び復旧措置(H167·H174)【報告】
- ・熊本城石垣耐震診断指針(案)に基づく基礎診断結果【報告】

■令和4年度の審議予定

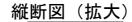
- ・H162下部前面コンクリート押え補強検討 ・崩落築石復元案
- ・石垣裏込め復旧案 ・石垣補強案 など

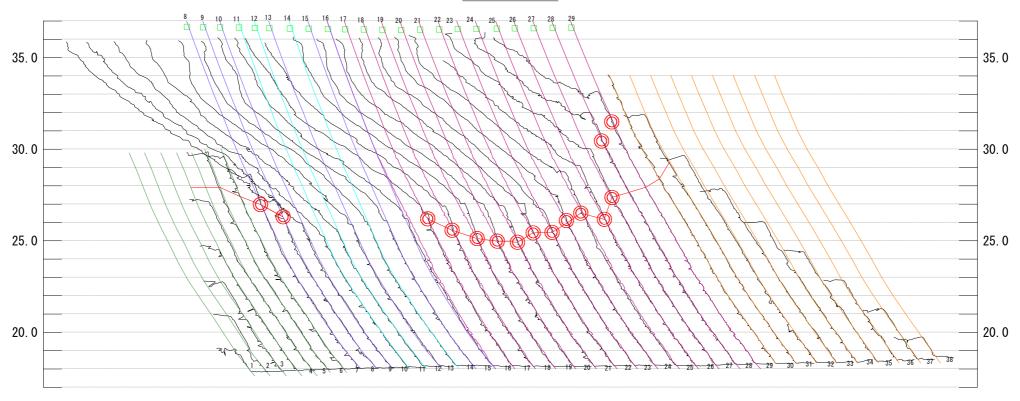


東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣

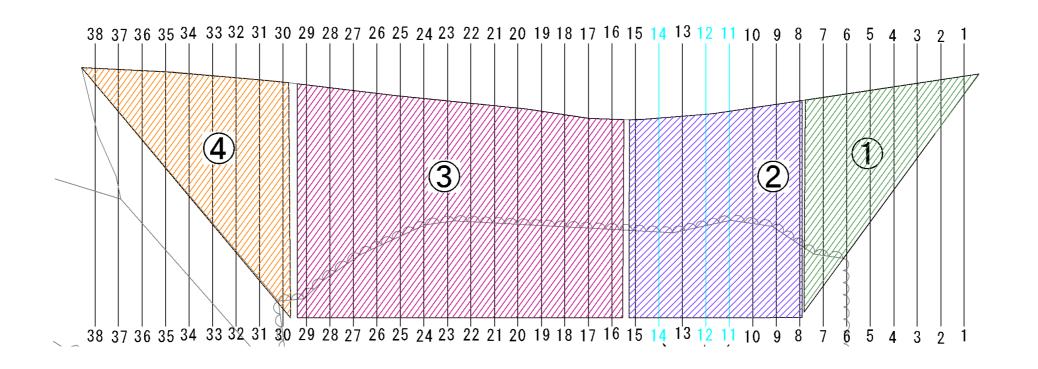


石垣の修理検討フロー



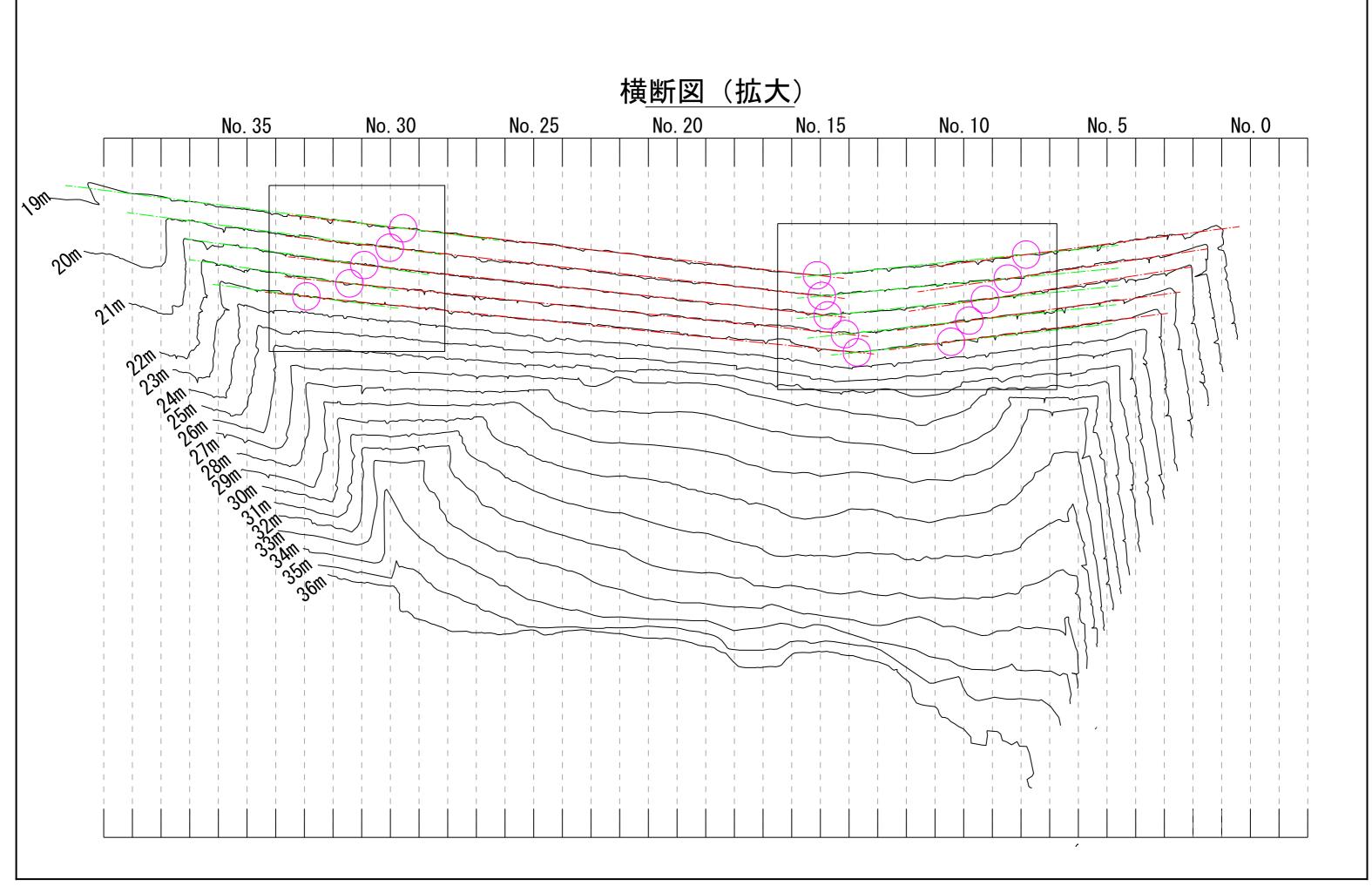


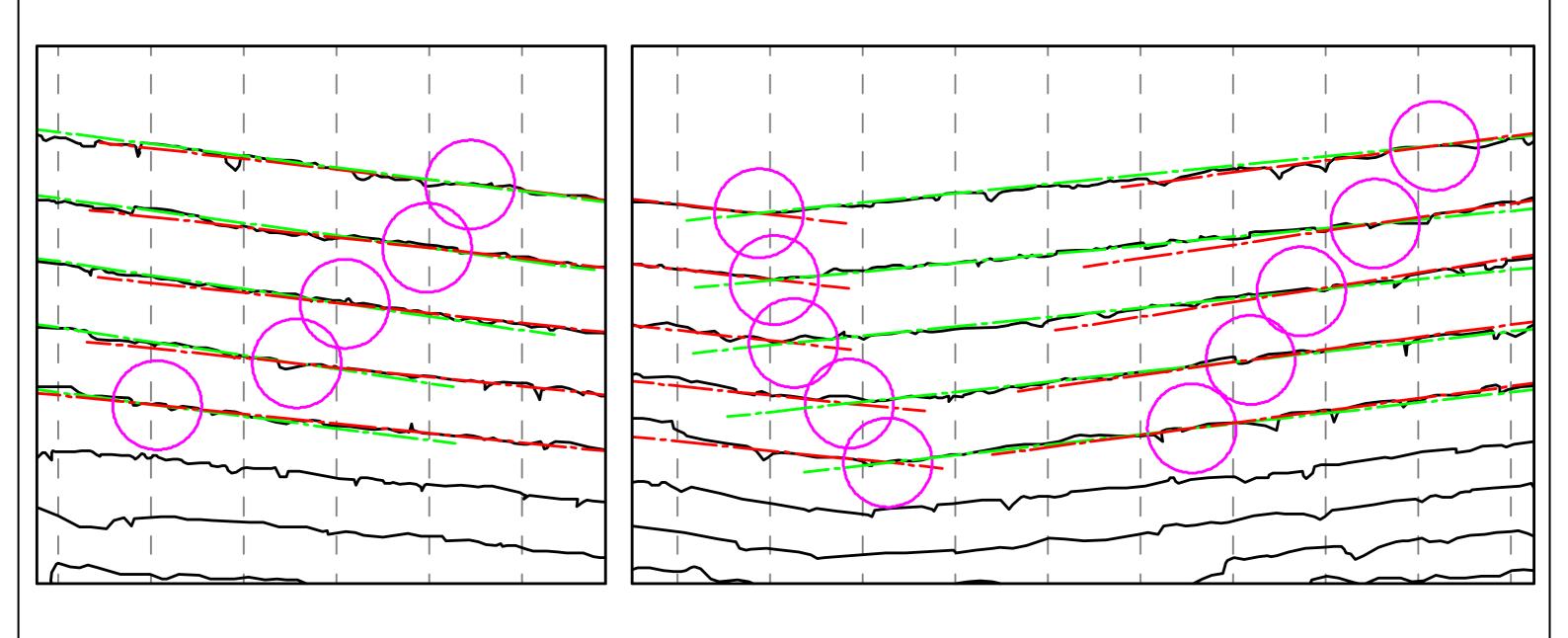
平面上の復旧勾配の区分け



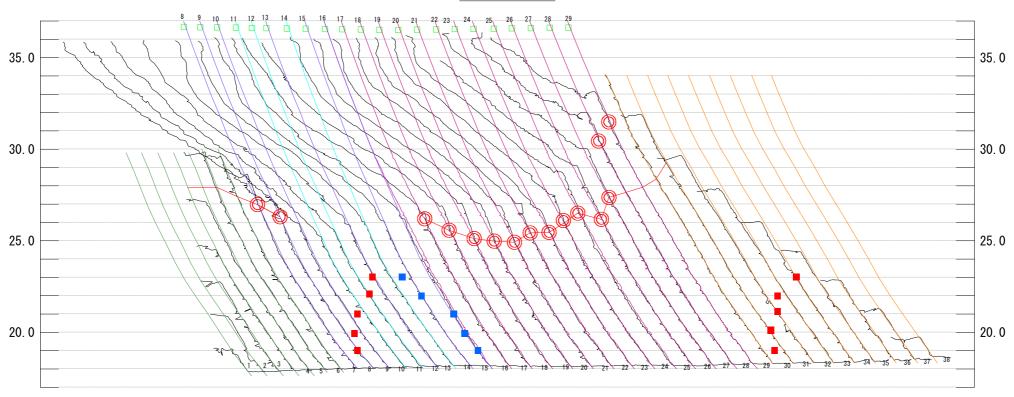
横断図(拡大)



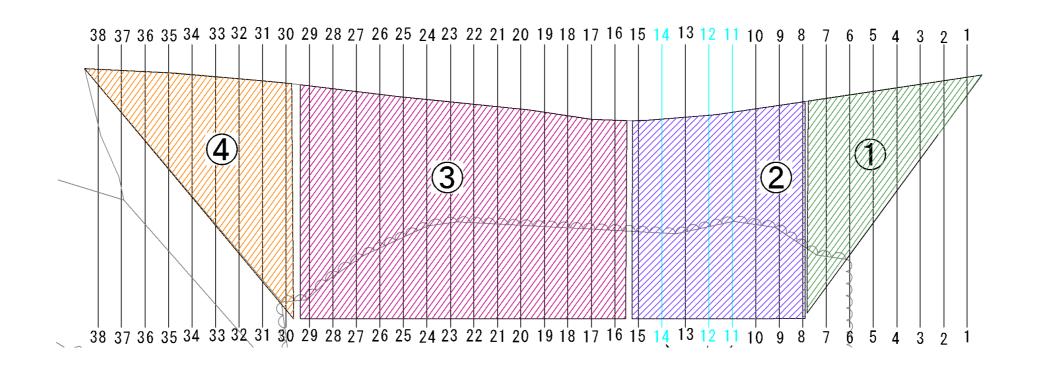






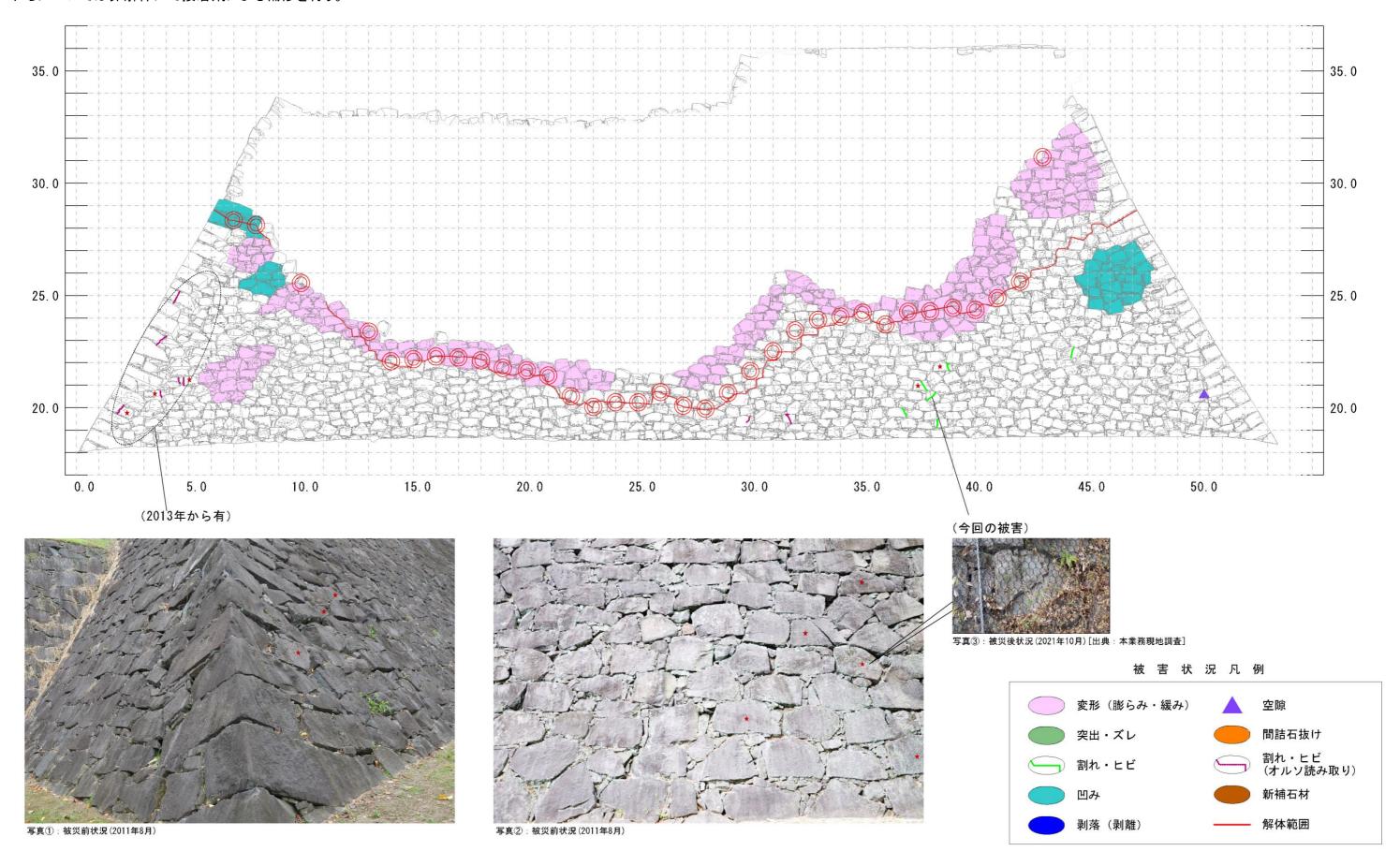


平面上の復旧勾配の区分け



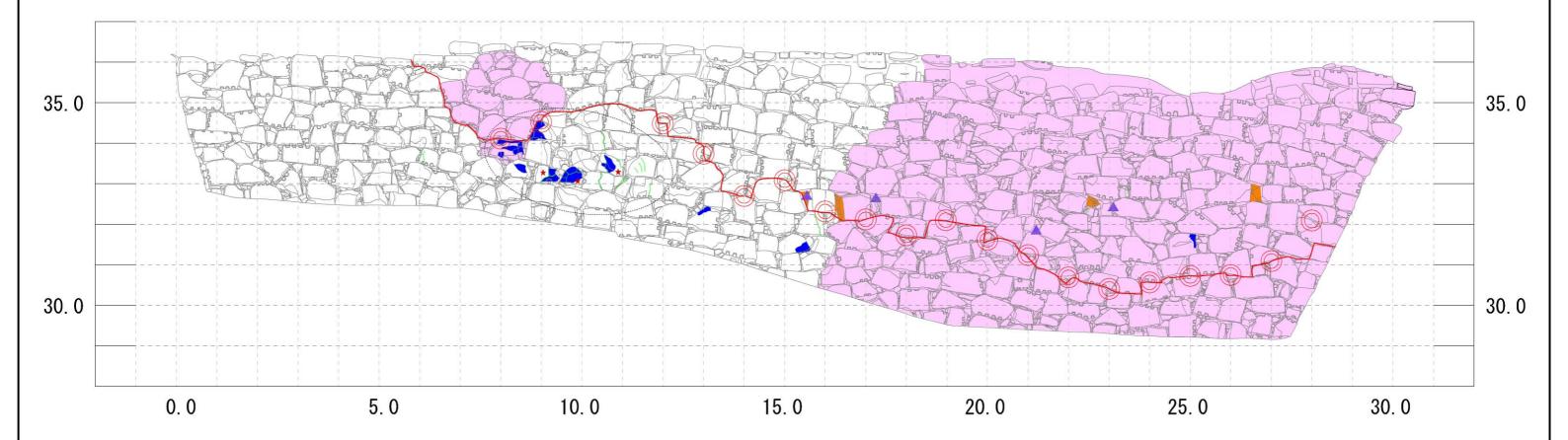
※2021年度第3回委員会以降に確認した石垣面の損傷状況及び復旧措置

- ・大きな割れ・ヒビは左側隅角部と右側下部に集中している。①②の通り大半が被災前(2011年8月)より存在していることが確認できる。
- ・しかし、一部今回の地震被害と見受けられる割れ・ヒビもある(写真③)。
- ・これらについては非解体にて接着剤による補修を行う。



※2021年度第3回委員会以降に確認した石垣面の損傷状況及び復旧措置

- ・東櫓門焼失時の焼け跡部分に集中して剥離(剥落)および割れ・ヒビが多く見られる。
- ・上記については写真①②の通り被災前(2013年4月)より割れ・ヒビが増加していることを確認した。(目印として同じ石材に★マークを付す)
- ・復旧後は通行人の動線でもあることから、これらについては非解体にて接着剤による補修を行う。





写真①:被災前状況(2013年3月)[出典:石垣カルテ]



写真②:被災後状況(2021年8月)[出典:熊本城北十八間櫓·東十八間櫓台石垣復旧設計業務委託]



東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 全体平面図/結果一覧

資料2-3-1

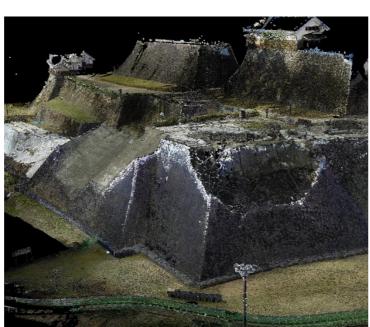
耐震診断結果一覧

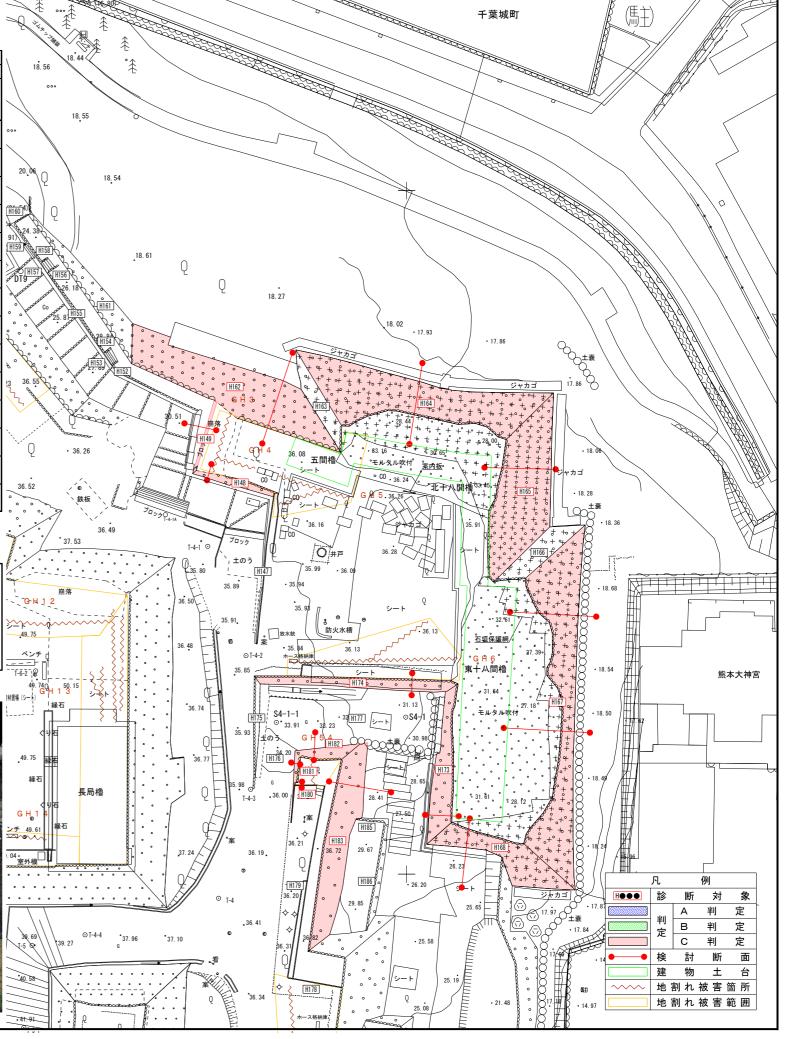
	石垣の取	り扱い					石垣	の修理検討フ	70-										
石垣				①現状での診断					⑥在来での診断										
番号	被災	取扱	背面			判定項目				判定項目									
田万	状況	4X1/X	構造	背面	示	力線	円弧すべり	総合評価	背面	示	力線	円弧すべり	総合評価						
					示力線位置	すべり安全率	安全率			示力線位置	すべり安全率	安全率							
H148	崩落	修理検討	盛土	栗石	-	-		_	栗石	NG (常時)	NG (常時)	OK	С						
11140	AA AE	沙土(火市)	五工	山砂	-	-			山砂	NG (常時)	NG (常時)	OK.	ı c						
H149	崩落	修理検討	盛土	栗石	-	-	_	_	栗石	NG (常時)	NG(地震時)	OK	С						
11143	AA AE	沙土(火市)	五工	山砂	-	-			山砂	NG (常時)	NG (常時)	OK.	ı c						
H162	変状	修理検討	地山	栗石	NG (常時)	NG (常時)	NG	С	栗石	NG (常時)	NG (常時)	NG	С						
11102	ZW.	沙土(大百)	УБШ	山砂	NG (常時)	NG (常時)	Nu	"	山砂	NG (常時)	NG (常時)	Nu	"						
H164	崩落	修理検討	地山	栗石	-	-			栗石	NG (常時)	NG (常時)	NG	С						
11104	別 冷	修理快刮	л ещ	山砂	-	-	_	-	山砂	NG (常時)	NG (常時)	NG	"						
H165	崩落	修理検討	地山	栗石	-	-				栗石	NG (常時)	NG (常時)	運用なし	С					
птоэ	朋冷	修生快韵	леш	山砂	-	-	-	-	山砂	NG (常時)	NG (常時)	理用なし	"						
H167	崩落	修理検討	盛土	栗石	-	-		_	栗石	NG (常時)	NG (常時)	NG (С						
No.23	朋洛	修理快副	(栗石)	山砂	_	-	-	-	山砂	NG (常時)	NG (常時)		L C						
H167	H ##	Mr.TED+∆.=.+	416. L.	栗石	-	_			栗石	NG (常時)	NG (常時)	NO	С						
No.40	崩落	修理検討	地山	山砂	-	-	-	-	山砂	NG (常時)	NG (常時)	NG	'						
11100	H ##	Mr.TED+∆.=.+	盛土	栗石	-	-		_	栗石	NG (常時)	NG (常時)	運用なし	С						
H168	崩落	修理快割	修理検討	修理快刮	修理快副	修理快刮	修理快刮	修理快刮	(栗石)	山砂	-	-	-	-	山砂	NG (常時)	NG (常時)	理用なし	'
11170	H ##	Mr.TED+∆.=.+	盛土	栗石	-	-				栗石 NG (常時) NG (常	NG (常時)	Wm+ I	С						
H173	崩落	修理検討	(栗石)	山砂	-	-		山砂	NG (常時)	NG (常時)	運用なし	'							
11474	変状	//r rm ↓ \ = ↓	Into 1	栗石	-	-			栗石	NG (常時)	NG (常時)	ОК	_						
H174	(一部崩落)	修理検討	地山	山砂	-	-	-	-	山砂	NG (常時)	NG (常時)		С						
11400	- 4.15	//r rm ↓ \ = ↓	盛土	栗石	NG (常時)	NG (地震時)	WELL !	_	栗石	NG (常時)	NG (地震時)	W.E.	_						
H180	変状	修理検討	(栗石)	運用なし (RBH) NG (地震時) 運用なし (MBH) (地震時)	С	山砂	NG (常時)	NG(地震時)	運用なし	С									
11101	-/- -1.15	(Ar TED +△ = +	盛土	栗石	NG (常時)	NG(地震時)	Э В + 1	_	栗石	NG (常時)	NG (常時)	運用なし	_						
H181	変状	修理検討	(栗石)	山砂	NG (常時)	NG (常時)	理用なし	運用なし C -	山砂	NG (常時)	NG (常時)		С						
11100		//r T□ +△ = ±	盛土	栗石	NG (地震時)	NG(地震時)	`₽ □ +. I		栗石	NG (常時)	NG (常時)	VP == +- 1							
H182	変状	修理検討	(栗石)	山砂	NG (常時)	NG(地震時)	運用なし	C	山砂	NG (常時)	NG (常時)	運用なし	С						
11400	 -115	Me mm ± Λ = 1	盛土	栗石	NG (地震時)	NG (常時)	WITH I		栗石	NG (地震時)	NG (地震時)	Went.							
H183	変状	修理検討	(栗石)	山砂	NG (常時)	NG (常時)	運用なし	С	山砂	NG (常時)	NG (常時)	運用なし	С						

<u>結果総括</u>

- ・変状している石垣を対象として「①現状での診断」を実施した。
- ・そのうち「C」判定になったものと崩落している石垣を対象として「⑥在来工法による修理時での診断」を実施した。
- ・その結果、全石垣が「C」判定となった。
- ・今後は「⑦安全対策の検討」に移行し、検討を行っていく。







東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 設計条件一覧

累積示力線法の設計条件

	項目			単位	値	備考					
設計水平震度	背面地山	中規模地震	地震 Kh		0.15	熊本城石垣基礎診断実施要領(案)p2					
	月田地山	大規模地震	Kh		0.20	熊牛枫石坦基啶矽削天肥安原(米)p2					
以可小干辰反	背面盛土	中規模地震	Kh		0.20	熊本城石垣基礎診断実施要領(案)p2					
	(総栗石含む)	大規模地震	Kh		0.25	熊牛枫石坦基啶矽削天肥安原(米)p2					
	滑動	常時			Fs>1.5	 擁壁工指針p113					
安全率	/H ±v/	地震時			Fs>1.2	が生土月別り113					
女王-	転倒	常時			d>B/2	 示力線の位置 擁壁工指針p162					
	料公[封]	地震時			d ≧ B/3	7707mm。2 位后 班王丁1151 b 105					
	築石	密度	γ	N/m3	26,500	城内他事例に準拠					
		底面摩擦角	ψ	度	35.0	栗石の内部摩擦角と同値					
		密度	γ1	N/m3	20,000	擁壁工指針p66(砂及び砂礫_密なもの)					
	裏込め	内部摩擦角	φ1	度	35.0	擁壁工指針p66、試験結果※(35.6度)					
物性値	(栗石)	背面摩擦角 (常時)	δ	度	23.3	2 φ ₁ /3					
りにに		背面摩擦角 (地震時)	δ	度	17.5	$1 \phi_1/2$					
		密度	γ2	N/m3	19,000	擁壁工指針p66(砂質土_密なもの)					
	裏込め	内部摩擦角	φ2	度	30.0	擁壁工指針p66(砂質土)					
	(山砂)	背面摩擦角 (常時)	δ	度	20.0	2 φ ₂ /3					
		背面摩擦角(地震時)	δ	度	15.0	$1 \phi_2 / 2$					
上載荷重	建物			kN/m	12.09	12.09=5009.1kN/414.44m²					
	群集荷重	*****/2 *** T T T T T T T T T		kN/m		土木構造物標準設計第2巻解説書(擁壁類)p5					

※熊本城天守閣復旧整備事業に伴う設計業務委託(その2)大型三軸圧縮試験 平成29年 株式会社大林組

円弧すべりの設計条件

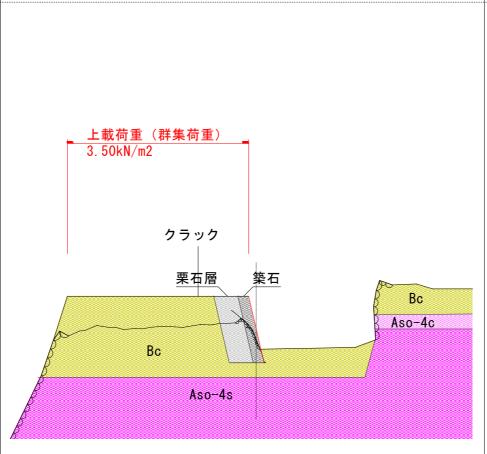
	項目			単位	値	備考
	背面地山	中規模地震大規模地震	Kh Kh		0.15 0.20	熊本城石垣基礎診断実施要領(案)p2
設計水平震度	背面盛土 (総栗石含む)	中規模地震大規模地震	Kh Kh		0.20	能本城石垣其礎診断軍施要領(案)n2
	現状	常時地震時			Fs>1.2 Fs>1.0	道路土工 盛土工指針p109 道路土工 盛土工指針p123
安全率	在来工法	常時			Fs>1.2	道路土工 盛土工指針p109
	現代工法	地震時 常時			Fs>1.0 Fs>1.2	道路土工 盛土工指針p123 ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアルp204
		地震時 密度	γ	N/m3	Fs>1.0 26,500	ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアルp204 城内他事例に準拠
	築石 	内部摩擦角密度	φ	度 N/m3	35.0	
	裏込め栗石	摩擦角	φ	度	35.0	擁壁工指針p66、試験結果※(35.6度)
	Bc 粘性土	単位体積重量 粘着力 内部摩擦角	γ c	kN/m3 kN/m2 度	18.0 43.7 0.0	
	Bs	単位体積重量 粘着力	γ C	kN/m3 kN/m2	19.0	
	砂質土 	内部摩擦角 単位体積重量	φ Υ	度 kN/m3	28.4 20.0	
	Bg 礫質土	粘着力 内部摩擦角	c ø	kN/m2 度	0.0	
	Aso-4c	単位体積重量 粘着力	γ c	kN/m3 kN/m2	14.0 37.5	
物性値		内部摩擦角 単位体積重量	φ Υ	度 kN/m3	0.0 15.3	
	Aso-4s	粘着力 内部摩擦角	с ф	kN/m2 度	39.4	設計要領第一集p1-52、試験結果(54.0kN/m2)
	Dc 固結粘土	単位体積重量 粘着力 内部摩擦角	γ c	kN/m3 kN/m2 度	17.0 100.0 0.0	
	WTb1 強風化凝灰角礫岩	単位体積重量 粘着力	γ c	kN/m3 kN/m2	16.5 96.4	
	WTb2	内部摩擦角 単位体積重量	φ γ	度 kN/m3	20.4 19.0	
	風化凝灰角礫岩	粘着力 内部摩擦角	С ф	kN/m2 度	235.7	
	Tb 凝灰角礫岩	単位体積重量 粘着力	C	kN/m3 kN/m2	20.1 356.2	
上載荷重	建物	内部摩擦角	φ	度 kN/m		12.09=5009.1kN/414.44m²
	群集荷重			kN/m	3.50	土木構造物標準設計第2巻解説書(擁壁類)p5

東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 H148 【フロー⑥(在来)】

資料2-3-3



平面図



断面図

診断内容、結果、設計条件等

診断内容

診断手法	運 用	理由	判定	総合 判定
(1)築石の安定性	\circ	必ず実施する。	NG	
(2)石垣根入れ部 の安定性	×	根入れ部の安定性に起因する破損変状 が確認されないため	-	С
(3)石垣背面全体 の安定性	0	背面盛土地形であり、栗石層より内側 のクラックが見られ、円弧すべりが懸 念されるため	OK	

設計条件 築石の安定性

成川木川 米日		
項目	区分	値
設計水平震度	中規模地震	0.20
(背面盛土)	大規模地震	0.25
安全率	常時	d>B/2
(転倒)	地震時	$d \ge B/3$
安全率	常時	Fs>1.5
(滑動)	地震時	Fs>1.2

設計条件 石垣背面全体の安定性

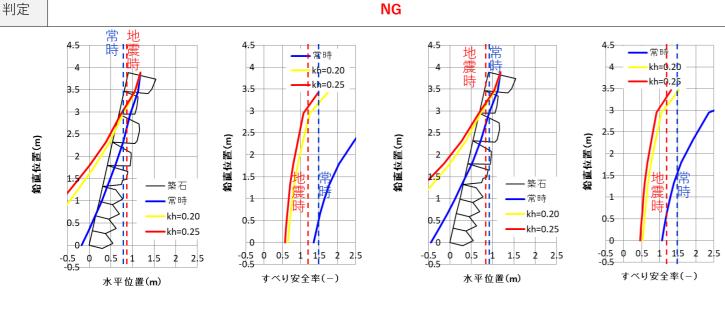
項目	区分	値
	中規模地震	0.20
(背面盛土)	大規模地震	0.25
安全率	常時	Fs>1.2
<u> </u>	地震時	Fs>1.0

d:擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

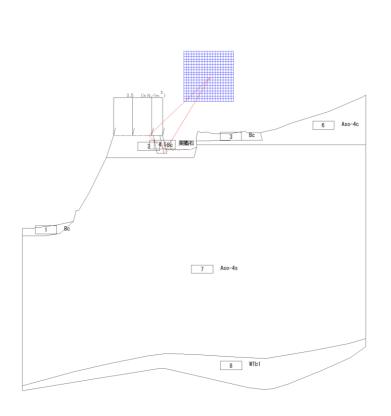
B:擁壁底面幅

築石の安定性評価(累積示力線解析)

	背面栗	石の場合	背面山砂の場合		
	示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率	
常時	安全率:d>B/2 判定:NG 2.5m以下	安全率:Fs>1.5 判定 : NG 0.5m以下	安全率: d>B/2 判定 : NG 3.0m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 1.6m以下	
地震時	安全率:d≥B/3 判定 : NG 3.3m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 3.2m以下	安全率: d≥B/3 判定 : NG 3.2m以下	安全率: Fs>1.2 判定 : NG 3.3m以下	
判定		N	G		



石垣背面全体の安定性評価(円弧すべり解析)



背面構造	周辺のボーリング調査結果より 盛土と判断
すべり面の設定	栗石層より内側のクラックを起 点とし、石垣基底部を終点とし たすべり面を設定

区分	許容安全率 (Fs)	安全率 (Fs)	判定
常時	1.2	1.961	OK
地震時	1.0	1.612	OK

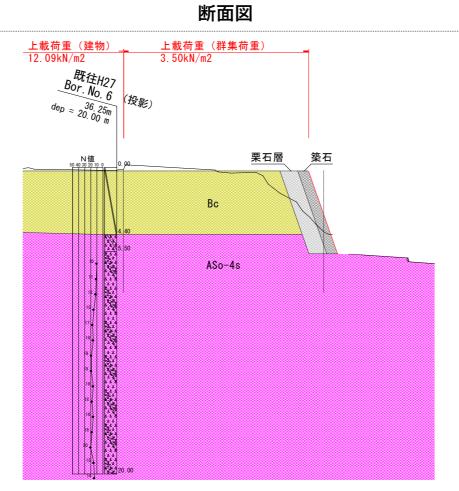
記号	地質名
Вс	盛土 (粘性土)
Bs	盛土 (砂質土)
Bg	盛土 (礫質土)
Aso-4c	火山灰質 粘性土

記号	地質名
Aso-4s	火山灰質 砂質土
Dc	固結粘土
WTb1	強風化 凝灰角礫岩
WTb2	
Tb	凝灰角礫岩

東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 H149 【フロー⑥(在来)】

資料2-3-4





1 Bc

5 ASo-4s

診断内容、結果、設計条件等

診断内容

診断手法	運 用	理由	判定	総合 判定
(1)築石の安定性	0	必ず実施する。	NG	
(2)石垣根入れ部 の安定性	×	根入れ部の安定性に起因する破損変状 が確認されないため	-	С
(3)石垣背面全体 の安定性	0	背面盛土地形であり、H28熊本地震で 崩壊したため	oK	

設計条件 築石の安定性

以前未行 未行の女だけ				
項目	区分	値		
	中規模地震	0.20		
(背面盛土)	大規模地震	0.25		
安全率	常時	d>B/2		
(転倒)	地震時	d ≧ B/3		
安全率 (滑動)	常時	Fs>1.5		
	 地震時	Fs>1.2		

設計条件 石垣背面全体の安定性

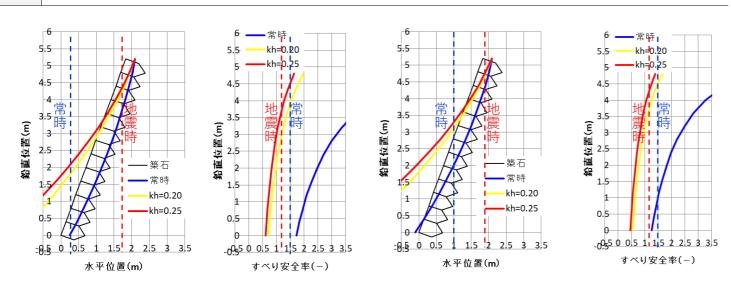
項目	区分	値
設計水平震度 (背面盛土)	中規模地震	0.20
	大規模地震	0.25
安全率	常時	Fs>1.2
	地震時	Fs>1.0

d:擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

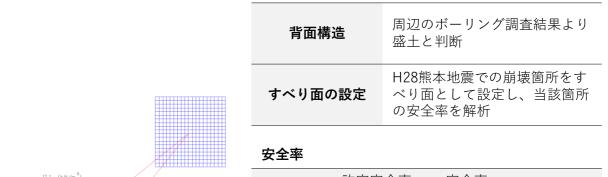
B:擁壁底面幅

築石の安定性評価(累積示力線解析)

	背面栗石の場合		背面山砂の場合		
	示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率	
常時	安全率:d>B/2 判定:NG 0.1m以下	安全率:Fs>1.5 判定 : OK	安全率: d>B/2 判定 : NG 2.0m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 1.0m以下	
地震時	安全率:d≥B/3 判定: NG 4.3m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 3.8m以下	安全率: d≥B/3 判定 : NG 4.8m以下	安全率: Fs>1.2 判定 : NG 4.3m以下	
判定		N	G		



石垣背面全体の安定性評価(円弧すべり解析)



区分	許容安全率 (Fs)	安全率 (Fs)	判定
常時	1.2	1.529	OK
地震時	1.0	1.267	OK

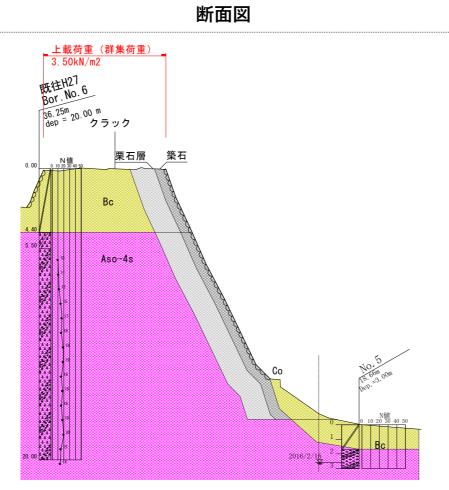
記号	地質名
Вс	盛土 (粘性土)
Bs	盛土 (砂質土)
Bg	盛土 (礫質土)
Aso-4c	火山灰質 粘性土

記号	地質名
Aso-4s	火山灰質 砂質土
Dc	固結粘土
WTb1	強風化 凝灰角礫岩
WTb2	風化 凝灰角礫岩
Tb	凝灰角礫岩

東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 H162 【フロー①(現況)】

資料2-3-5





診断内容、結果、設計条件等

診断内容

診断手法	運 用	理由	判定	総合 判定
(1)築石の安定性	\circ	必ず実施する。	NG	
(2)石垣根入れ部 の安定性	×	根入れ部の安定性に起因する破損変状 が確認されないため	-	C
(3)石垣背面全体 の安定性	0	背面地山地形であるが、栗石層より内 側のクラックが見られ、円弧すべりが 懸念されるため	NG	

設計条件 築石の安定性

以川木川・木石の女だは				
項目	区分	値		
設計水平震度	中規模地震	0.15		
(背面地山)	大規模地震	0.20		
安全率	常時	d>B/2		
(転倒)	地震時	d≧B/3		
安全率 (滑動)	常時	Fs>1.5		
	地震時	Fs>1.2		

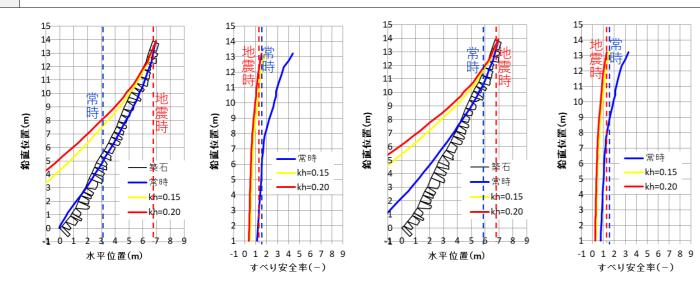
設計条件 石垣背面全体の安定性

項目	区分	値
設計水平震度 (背面地山)	中規模地震	0.15
	大規模地震	0.20
安全率	常時	Fs>1.2
女王华	地震時	Fs>1.0

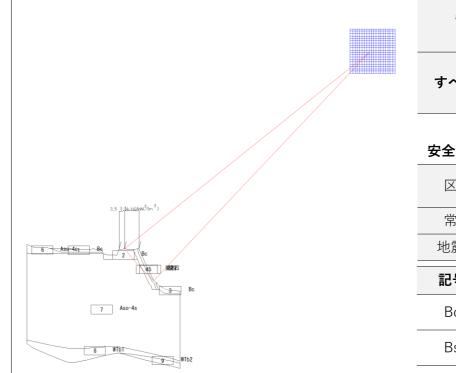
d: 擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

築石の安定性評価(累積示力線解析)

	背面栗	日の場合	背面山砂の場合		
	示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率	
常時	安全率:d>B/2 判定: NG 5.0m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 5.0m以下	安全率:d>B/2 判定 : NG 11.0m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 9.0m以下	
地震時	安全率:d≥B/3 判定 : NG 13.5m以下	安全率: Fs>1.2 判定 : NG 12.0m以下	安全率:d≥B/3 判定 : NG 13.5m以下	安全率: Fs>1.2 判定 : NG 13.0m以下	
判定		N	G		



石垣背面全体の安定性評価(円弧すべり解析)



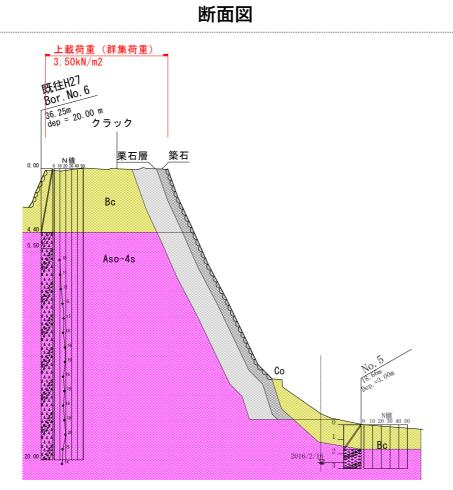
周辺のボーリング調査結果より 背面構造 地山と判断 栗石層より内側のクラックを起 すべり面の設定 点とし、石垣基底部を終点とし たすべり面を設定

区分	許容安全率 (Fs)	安全率 (Fs)	判定
常時	1.2	1.207	OK
地震時	1.0	0.934	NG
記号	地質名	記号	地質名
Вс		Aso-4s	火山灰質 砂質土
Bs	盛土	Dc	固結粘土
	(砂質土)	WTb1	強風化
Bg	盛土 (礫質土)		凝灰角礫岩 風化
Λ	火山灰質	WTb2	凝灰角礫岩
Aso-4c	粘性土	Tb	凝灰角礫岩

東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 H162 【フロー⑥(在来)】

資料2-3-6





診断内容、結果、設計条件等

診断内容

診断手法	運 用	理由	判定	総合 判定
(1)築石の安定性	\circ	必ず実施する。	NG	
(2)石垣根入れ部 の安定性	×	根入れ部の安定性に起因する破損変状 が確認されないため	-	C
(3)石垣背面全体 の安定性	0	背面地山地形であるが、栗石層より内 側のクラックが見られ、円弧すべりが 懸念されるため	NG	

設計条件 築石の安定性

版			
項目	区分	値	
設計水平震度	中規模地震	0.15	
(背面地山)	大規模地震	0.20	
安全率	常時	d>B/2	
(転倒)	地震時	d ≧ B/3	
安全率	常時	Fs>1.5	
(滑動)	地震時	Fs>1.2	

設計条件 石垣背面全体の安定性

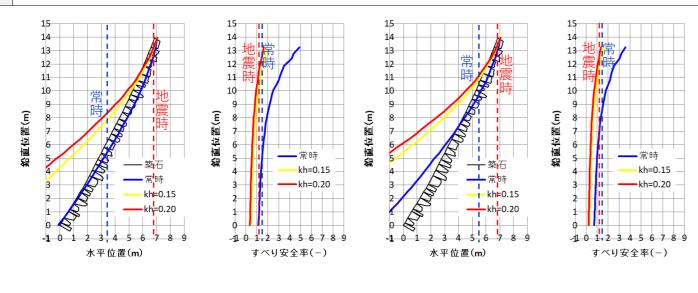
項目	区分	値
設計水平震度 (背面地山)	中規模地震	0.15
	大規模地震	0.20
安全率	常時	Fs>1.2
	地震時	Fs>1.0

d:擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

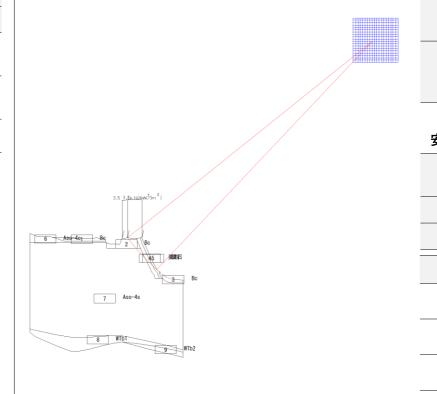
B:擁壁底面幅

築石の安定性評価(累積示力線解析)

	背面栗石の場合		背面山砂の場合	
	示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率
常時	安全率:d>B/2 判定 : NG 5.5m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 6.0m以下	安全率:d>B/2 判定 : NG 10.0m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 9.0m以下
地震時	安全率:d≥B/3 判定 : NG 13.5m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 11.5m以下	安全率:d≥B/3 判定 : NG 13.5m以下	安全率: Fs>1.2 判定 : NG 13.0m以下
判定		N	G	



石垣背面全体の安定性評価(円弧すべり解析)



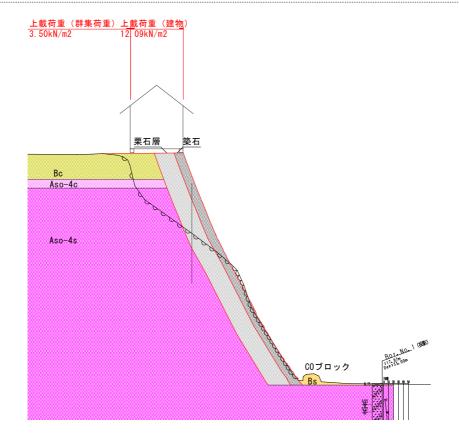
背面構造	周辺のボーリング調査結果より 地山と判断
すべり面の設定	栗石層より内側のクラックを起 点とし、石垣基底部を終点とし たすべり面を設定
9~~7回の放定	

区分	許容安全率 (Fs)	安全率 (Fs)	判定
常時	1.2	1.207	OK
地震時	1.0	0.934	NG
記号	地質名	記号	地質名
Вс		Aso-4s	火山灰質 砂質土
Bs	盛土	Dc	固結粘土
	(砂質土)	WTb1	強風化
Bg	盛土 (礫質土)		凝灰角礫岩 風化
Λ	火山灰質	WTb2	凝灰角礫岩
Aso-4c	粘性土	Tb	凝灰角礫岩

東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 H164 【フロー⑥】

資料2-3-7





断面図

診断内容、結果、設計条件等

診断内容

診断手法	運用	理由	判定	総合 判定
(1)築石の安定性	0	必ず実施する。	NG	
(2)石垣根入れ部の 安定性	×	根入れ部の安定性に起因する破損変状 が確認されないため	-	С
(3)石垣背面全体の 安定性	×	背面地山地形であるため	-	

設計条件 築石の安定性

MANUAL MANUEL			
項目	区分	値	
設計水平震度	中規模地震	0.15	
(背面地山)	大規模地震	0.20	
安全率 (転倒)	常時	d>B/2	
	地震時	$d \ge B/3$	
安全率 (滑動)	常時	Fs>1.5	
	地震時	Fs>1.2	

設計条件 石垣背面全体の安定性

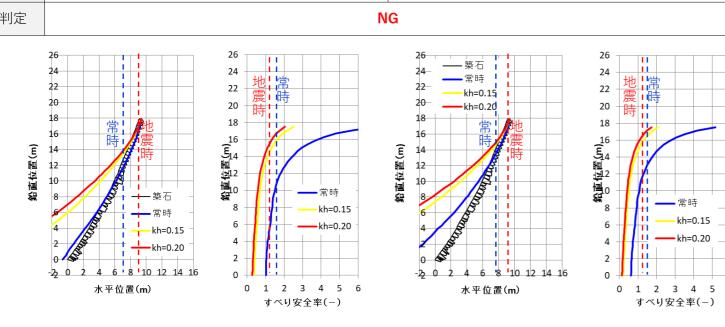
項目	区分	値
設計水平震度 (背面地山)	中規模地震	0.15
	大規模地震	0.20
安全率	常時	Fs>1.2
	地震時	Fs>1.0

- d:擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

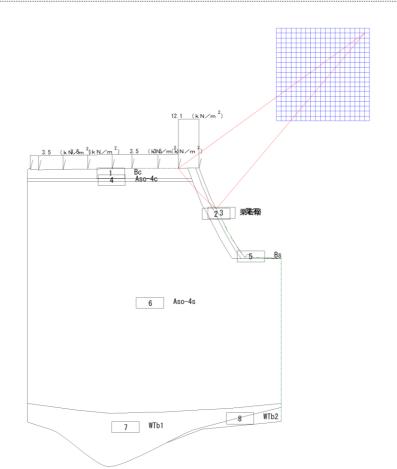
B:擁壁底面幅

築石の安定性評価(累積示力線解析)

	背面栗石の場合		背面山砂の場合	
	示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率
常時	安全率:d>B/2 判定 : NG 12.0m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 11.0m以下	安全率:d>B/2 判定 : NG 14.0m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 13.0m以下
地震時	安全率:d≥B/3 判定 : NG 17.0m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 16.0m以下	安全率:d≥B/3 判定 : NG 17.5m以下	安全率: Fs>1.2 判定 : NG 16.5m以下
判定		N	G	



【参考】石垣背面全体の安定性評価(円弧すべり解析)

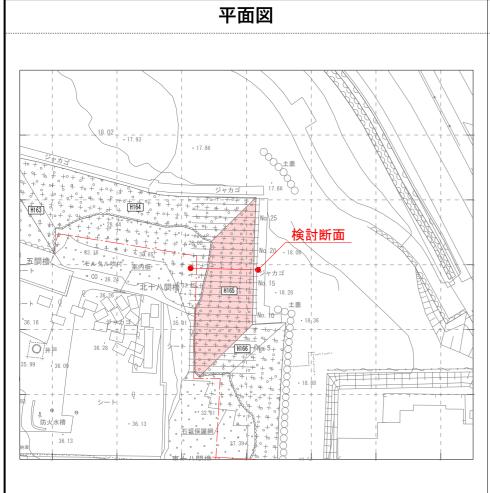


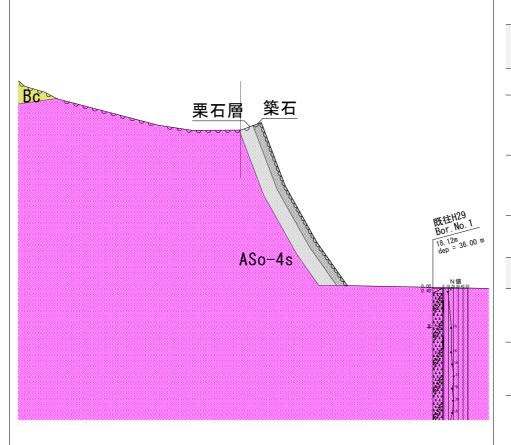
H28熊本地震で崩落した面の安全率を参考に算出		
背面構造	周辺のボーリング調査結果より 地山と判断	
すべり面の設定	H28熊本地震での崩壊箇所をす べり面として設定し、当該箇所 の安全率を解析	

区分	許容安全率 (Fs)	安全率 (Fs)	判定
常時	1.2	0.681	NG
地震時	1.0	0.491	NG

記号	地質名	記号	地質名
Вс		Aso-4s	火山灰質 砂質土
Bs	盛土	Dc	固結粘土
DS	(砂質土)	WTb1	強風化
Ra	盛土	VVIDI	凝灰角礫岩
Bg	(礫質土)	WTb2	風化
Aso-4c	 火山灰質	VV 1 D Z	凝灰角礫岩
	粘性土	Tb	凝灰角礫岩

資料2-3-8





断面図

診断内容、結果、設計条件等

診断内容

由判定料	理由	運 用	診断手法
NG	必ず実施する。	0	(1)築石の安定性
	根入れ部の安定性に起因す が確認されないため	×	(2)石垣根入れ部 の安定性
られないことから -	H164の崩壊により発生した 背面にクラックも見られな 円弧すべりが懸念されない	×	(3)石垣背面全体 の安定性

設計条件 築石の安定性

項目	区分	値	
設計水平震度	中規模地震	0.15	
(背面地山)	大規模地震	0.20	
安全率	常時	d>B/2	
(転倒)	地震時	d ≧ B/3	
安全率	常時	Fs>1.5	
(滑動)	 地震時	Fs>1.2	

設計条件 石垣背面全体の安定性

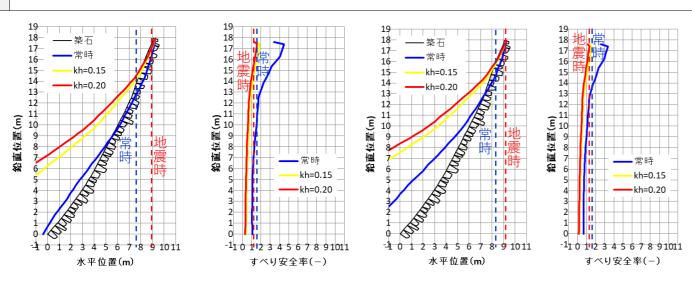
項目	区分	値
設計水平震度	中規模地震	0.15
(背面地山)	大規模地震	0.20
安全率	常時	Fs>1.2
女 土 平	地震時	Fs>1.0

d:擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

B:擁壁底面幅

築石の安定性評価(累積示力線解析)

	背面栗石	5の場合	背面山石	沙の場合	
	示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率	
常時	安全率:d>B/2 判定 : NG 13.0m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 10.0m以下	安全率:d>B/2 判定 : NG 15.0m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 14.0m以下	
地震時	安全率:d≥B/3 判定 : NG 17.5m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 15.5m以下	安全率:d≥B/3 判定 : NG 18.0m以下	安全率: Fs>1.2 判定 : NG 17.5m以下	
判定	NG				

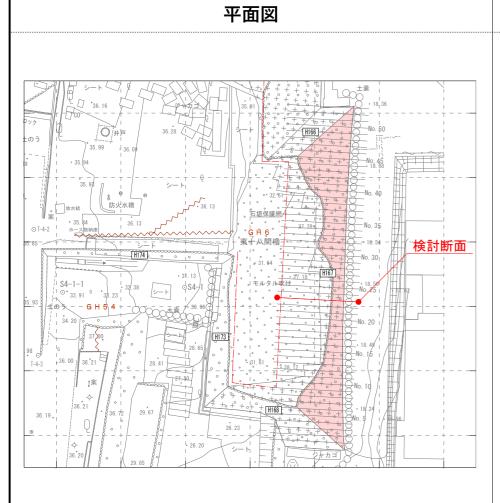


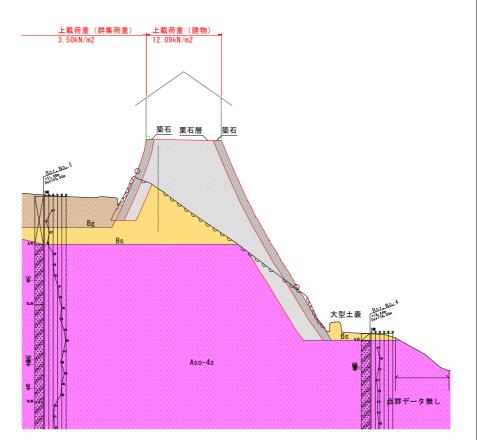
被災後状況写真



東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 H167_No.23 【フロー⑥(在来)】

資料2-3-9





断面図

診断内容、結果、設計条件等

診断内容

診断手法	運用	理由	判定	総合 判定
(1)築石の安定性	0	必ず実施する。	NG	
(2)石垣根入れ部 の安定性	×	根入れ部の安定性に起因する破損変状 が確認されないため	-	С
(3)石垣背面全体の 安定性	×	背面地山地形であるため	-	

設計条件 築石の安定性

項目	区分	値
設計水平震度 (背面盛土)	中規模地震	0.20
	大規模地震	0.25
安全率 (転倒) 安全率 (滑動)	常時	d>B/2
	地震時	d≧B/3
	常時	Fs>1.5
	地震時	Fs>1.2

設計条件 石垣背面全体の安定性

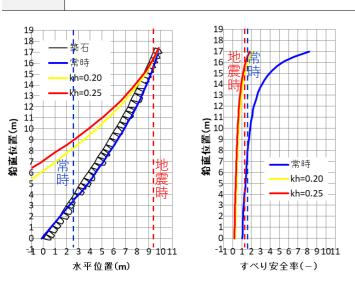
項目	区分	値
設計水平震度 (背面盛土)	中規模地震	0.20
	大規模地震	0.25
安全率	常時	Fs>1.2
	地震時	Fs>1.0

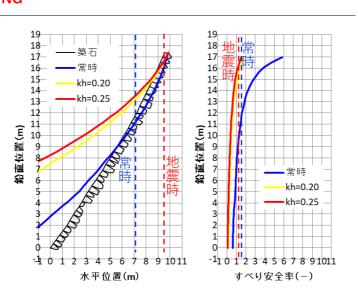
d:擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

B:擁壁底面幅

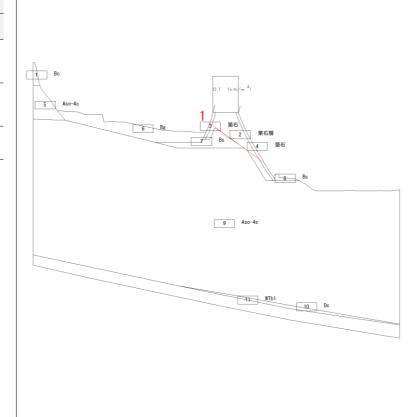
築石の安定性評価(累積示力線解析)

	背面栗石	日の場合	背面山石	沙の場合	
	示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率	
常時	安全率:d>B/2 判定:NG 4.0m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 8.0m以下	安全率:d>B/2 判定 : NG 11.5m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 12.0m以下	
地震時	安全率:d≥B/3 判定 : NG 16.5m以下	安全率: Fs>1.2 判定 : NG 16.0m以下	安全率:d≥B/3 判定 : NG 16.5m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 16.5m以下	
判定	NG				





【参考】石垣背面全体の安定性評価(直線すべり解析)



背面構造	総栗石
すべり面の設定	H28熊本地震での崩壊箇所(直 線すべり)をすべり面として設 定し、当該箇所の安全率を解析

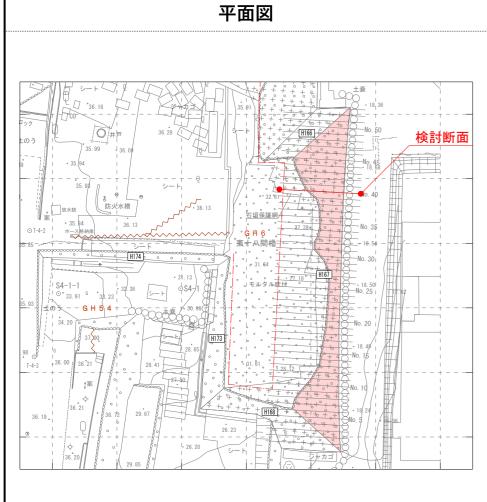
H28熊本地震で崩落した面の安全率を参考に算出

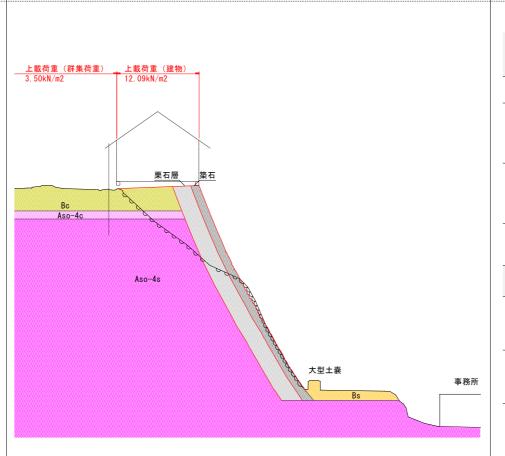
区分	許容安全率 (Fs)	安全率 (Fs)	判定
常時	1.2	0.968	NG
地震時	1.0	0.662	NG

記号	地質名	記号	地質名
Вс		Aso-4s	火山灰質 砂質土
Bs	盛土	Dc	固結粘土
	(砂質土)	WTb1	強風化
Bg	盛土	WIDI	凝灰角礫岩
Dg	(礫質土)	WTb2	風化
Aso-4c	火山灰質	VVIDZ	凝灰角礫岩
	粘性土	Tb	凝灰角礫岩

東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 H167_No.40 【フロー⑥(在来)】

資料2-3-10





断面図

診断内容、結果、設計条件等

診断内容

診断手法	運 用	理由	判定	総合 判定
(1)築石の安定性	0	必ず実施する。	NG	
(2)石垣根入れ部の 安定性	×	根入れ部の安定性に起因する破損変状 が確認されないため	-	С
(3)石垣背面全体の 安定性	×	背面地山地形であるため	-	

設計条件 築石の安定性

以川木川・木山の女だは				
項目	区分	値		
設計水平震度	中規模地震	0.15		
(背面地山)	大規模地震	0.20		
安全率	常時	d>B/2		
(転倒)	地震時	d ≧ B/3		
安全率	常時	Fs>1.5		
(滑動)	地震時	Fs>1.2		

設計条件 石垣背面全体の安定性

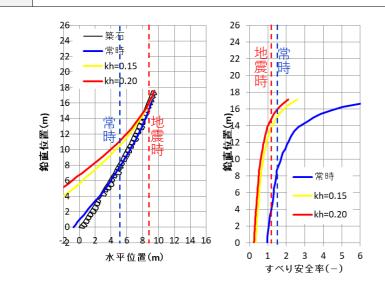
項目	区分	値
設計水平震度 (背面地山)	中規模地震	0.15
	大規模地震	0.20
安全率	常時	Fs>1.2
女 土	地震時	Fs>1.0

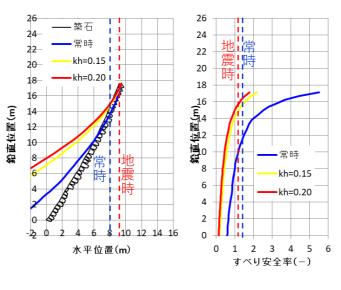
d:擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

B:擁壁底面幅

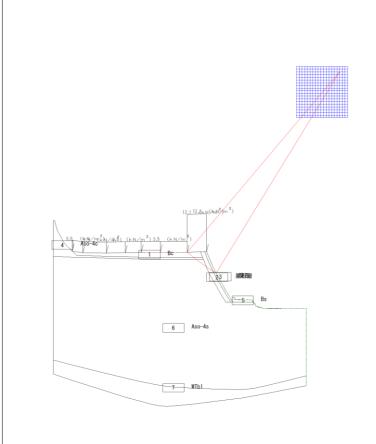
築石の安定性評価(累積示力線解析)

	背面栗	石の場合	背面山砂の場合		
	示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率	
常時	安全率:d>B/2 判定: NG 8.0m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 9.0m以下	安全率:d>B/2 判定 : NG 14.0m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 12.0m以下	
地震時	安全率:d≥B/3 判定 : NG 16.0m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 15.0m以下	安全率:d≥B/3 判定 : NG 17.0m以下	安全率: Fs>1.2 判定 : NG 16.0m以下	
判定		N	G	_	





【参考】石垣背面全体の安定性評価(円弧すべり解析)



H28熊本地震で崩落した面の安全率を参考に算出		
背面構造 周辺のボーリング調査結果よ 地山と判断		
すべり面の設定	H28熊本地震での崩壊箇所をす べり面として設定し、当該箇所 の安全率を解析	

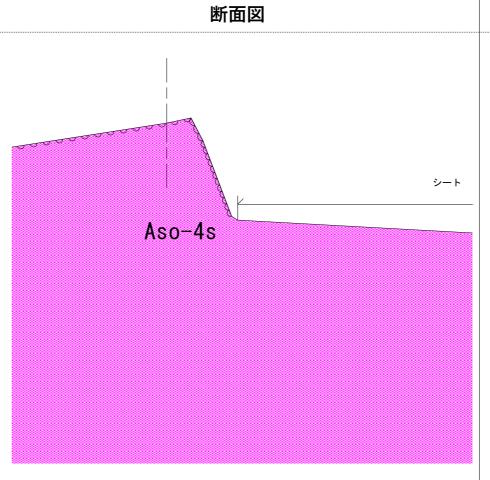
区分	許容安全率 (Fs)	安全率 (Fs)	判定
常時	1.2	1.350	OK
地震時	1.0	0.998	NG

記号	地質名	記号	地質名
Вс	盛土 (粘性土)	Aso-4s	火山灰質 砂質土
Bs	盛土	Dc	固結粘土
D3	(砂質土)	WTb1	強風化
Bg	盛土	WIDI	凝灰角礫岩
Dg	(礫質土)	WTb2	風化
100	 火山灰質	VV 1 DZ	凝灰角礫岩
Aso-4c	粘性土	Tb	凝灰角礫岩

東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 H168 【フロー⑥(在来)】

資料2-3-11





診断内容、結果、設計条件等

診断内容

診断手法	運用	理由	判定	総合 判定
(1)築石の安定性	0	必ず実施する。	NG	
(2)石垣根入れ部 の安定性	×	根入れ部の安定性に起因する破損変状 が確認されないため	-	С
(3)石垣背面全体の 安定性	×	背面盛土地形であり、石塁であるため、 円弧すべりが懸念されないため	-	

設計条件 築石の安定性

設計条件 衆省の女足性				
項目	区分	値		
	中規模地震	0.20		
(背面盛土)	大規模地震	0.25		
安全率	常時	d>B/2		
(転倒)	地震時	d ≧ B/3		
安全率	常時	Fs>1.5		
(滑動)		Fs>1.2		

設計条件 石垣背面全体の安定性

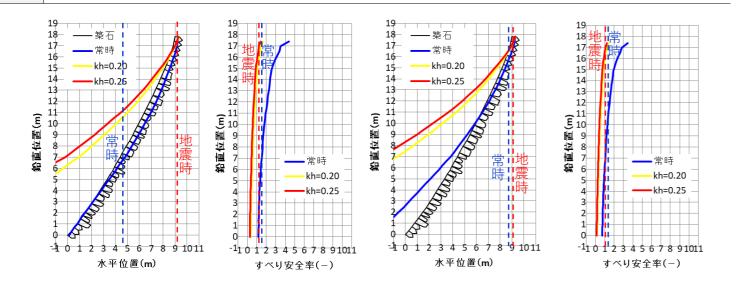
項目	区分	値
設計水平震度 (背面盛土)	中規模地震	0.20
	大規模地震	0.25
安全率	常時	Fs>1.2
女 土	地震時	Fs>1.0

d:擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

B:擁壁底面幅

築石の安定性評価(累積示力線解析)

	背面栗石	の場合	背面山砂の場合		
	示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率	
常時	安全率:d>B/2 判定:NG 7.0m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 9.0m以下	安全率:d>B/2 判定:NG 16.0m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 12.0m以下	
地震時	安全率:d≥B/3 判定 : NG 17.5m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 17.0m以下	安全率:d≥B/3 判定 : NG 17.5m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 17.0m以下	
判定		N	G		

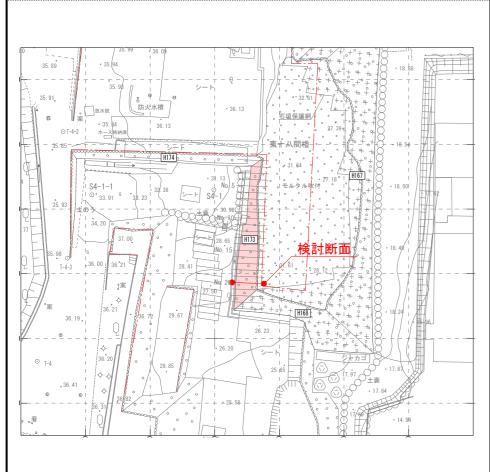


石垣背面全体の安定性評価(円弧すべり解析)

東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 H173 【フロー⑥(在来)】

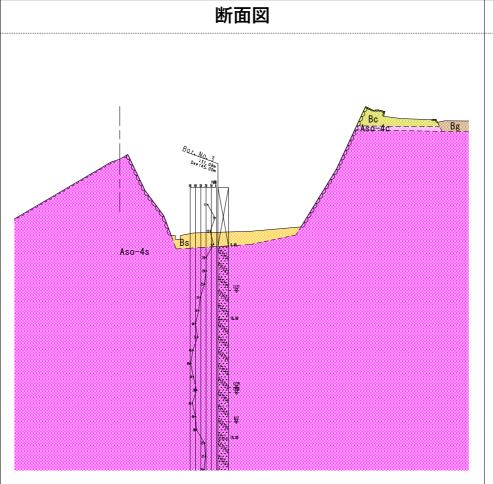
背面山砂の場合

資料2-3-12



背面栗石の場合

平面図



診断内容、結果、設計条件等

診断内容

診断手法	運用	理由	判定	総合 判定
(1)築石の安定性	0	必ず実施する。	NG	
(2)石垣根入れ部 の安定性	×	根入れ部の安定性に起因する破損変状 が確認されないため	-	С
(3)石垣背面全体の 安定性	×	背面盛土地形であり、石塁であるため、 円弧すべりが懸念されないため		

設計条件 築石の安定性

KHINH XHOXXE			
項目	区分	値	
設計水平震度	中規模地震	0.20	
(背面盛土)	大規模地震	0.25	
安全率	常時	d>B/2	
(転倒)	地震時	d ≧ B/3	
安全率	常時	Fs>1.5	
(滑動)	地震時	Fs>1.2	

設計条件 石垣背面全体の安定性

項目	区分	値
設計水平震度 (背面盛土)	中規模地震	0.20
	大規模地震	0.25
安全率	常時	Fs>1.2
	地震時	Fs>1.0

d:擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

B:擁壁底面幅

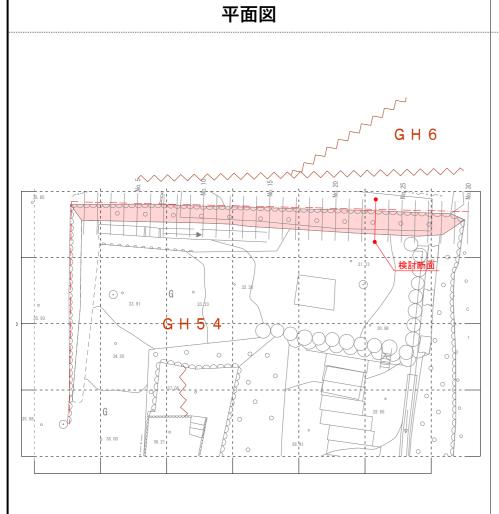
築石の安定性評価(累積示力線解析)

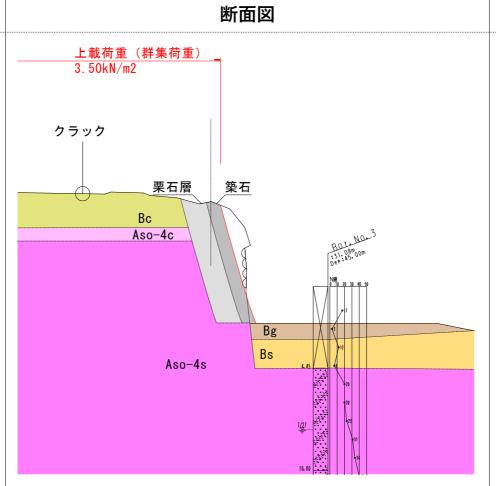
	示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率
常時	安全率:d>B/2 判定:NG 4.0m以下	安全率:Fs>1.5 判定 : NG 1.5m以下	安全率:d>B/2 判定:NG 6.5m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 4.0m以下
地震時	安全率:d≥B/3 判定 : NG 8.5m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 8.0m以下	安全率: d≥B/3 判定 : NG 8.5m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 8.5m以下
判定		7	NG	
10 9 8 7 6 5 4 2 1 1 1 1	常地震	(w) 回水	10 9 8 7 6 5 4 3 2 二 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	10 9 地震 8 震神 7 6 1 6 1 6 1 6 1 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8
	水平位置(m)	すべり安全率(-)	水平位置(m)	すべり安全率(-)

石垣背面全体の安定性評価(円弧すべり解析)

東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 H174 【フロー⑥(在来)】

資料2-3-13





診断内容、結果、設計条件等

診断内容

診断手法	運 用	理由	判定	総合 判定
(1)築石の安定性	0	必ず実施する。	NG	
(2)石垣根入れ部 の安定性	×	根入れ部の安定性に起因する破損変状 が確認されないため	-	С
(3)石垣背面全体 の安定性	0	背面地山地形であるが、栗石層より内 側のクラックが見られ、円弧すべりが 懸念されるため	OK	

設計条件 築石の安定性

以前未付 未行び女だは				
項目	区分	値		
設計水平震度	中規模地震	0.15		
(背面地山)	大規模地震	0.20		
安全率 (転倒)	常時	d>B/2		
	地震時	$d \ge B/3$		
安全率 (滑動)	常時	Fs>1.5		
	地震時	Fs>1.2		

設計条件 石垣背面全体の安定性

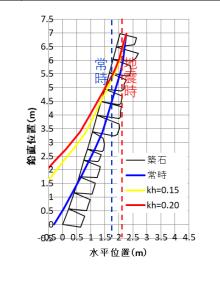
項目	区分	値
設計水平震度 (背面地山)	中規模地震	0.15
	大規模地震	0.20
安全率	常時	Fs>1.2
女王 学	地震時	Fs>1.0

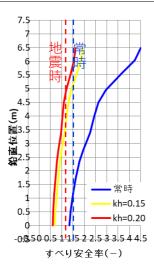
d:擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

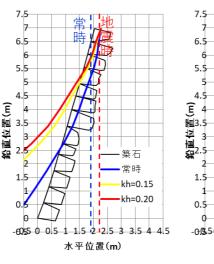
B:擁壁底面幅

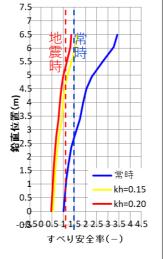
築石の安定性評価(累積示力線解析)

	背面栗	石の場合	背面山砂の場合		
	示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率	
常時	安全率: d>B/2 判定 : NG 4.5m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 1.5m以下	安全率:d>B/2 判定:NG 5.3m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 2.5m以下	
地震時	安全率: d≥B/3 判定 : NG 6.5m以下	安全率: Fs>1.2 判定 : NG 5.0m以下	安全率: d≥B/3 判定 : NG 6.8m以下	安全率: Fs>1.2 判定 : NG 5.5m以下	
判定	NG				

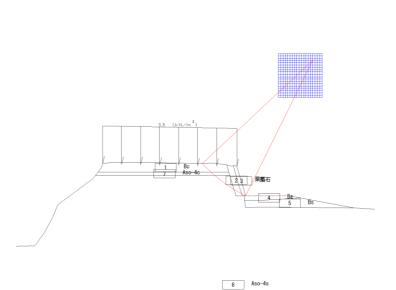








石垣背面全体の安定性評価(円弧すべり解析)



背面構造	周辺のボーリング調査結果より 地山と判断
すべり面の設定	栗石層より内側のクラックを起 点とし、石垣基底部を終点とし たすべり面を設定

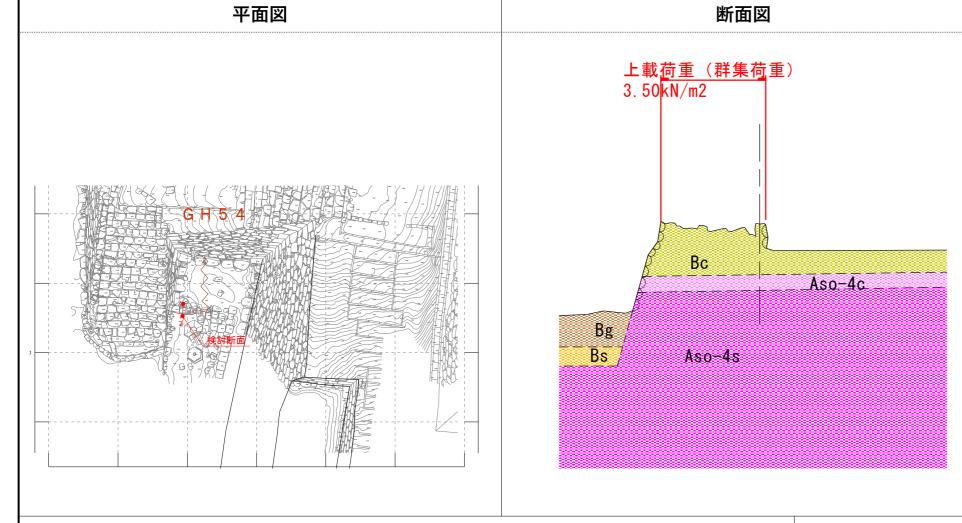
区分	許容安全率 (Fs)	安全率 (Fs)	判定
常時	1.2	1.959	OK
地震時	1.0	1.488	OK

記号	地質名	
Вс	盛土 (粘性土)	
Bs	盛土 (砂質土)	-
Bg	盛土 (礫質土)	-
Aso-4c	火山灰質 粘性土	-

	記号	地質名
	Aso-4s	火山灰質 砂質土
	Dc	固結粘土
_	WTb1	強風化 凝灰角礫岩
_	WTb2	風化 凝灰角礫岩
_	Tb	凝灰角礫岩

東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 H180 【フロー①(現況)】

資料2-3-14



診断内容、結果、設計条件等

診断内容

診断手法	運用	理由	判定	総合 判定
(1)築石の安定性	0	必ず実施する。	NG	
(2)石垣根入れ部 の安定性	×	根入れ部の安定性に起因する破損変状 が確認されないため	-	С
(3)石垣背面全体の 安定性	×	背面盛土地形であり、石塁であるため、 円弧すべりが懸念されないため	-	

設計条件 築石の安定性

(滑動)

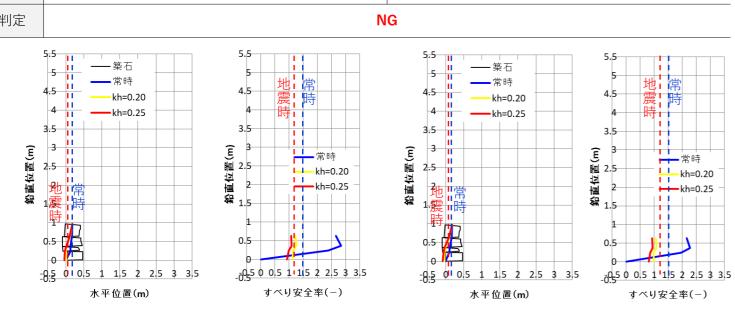
設計条件 築石の安定性			設計条件 石垣	背面全体の安置	定性
項目	区分	値	項目	区分	値
設計水平震度 (背面盛土)	中規模地震	0.20	設計水平震度	中規模地震	0.20
	大規模地震	0.25	(背面盛土)	大規模地震	0.25
安全率	常時	d>B/2		常時	Fs>1.2
(転倒)	地震時	d ≧ B/3	女 土	地震時	Fs>1.0
安全率	常時	Fs>1.5	- 4・按映へま生と	芦香 会も佐田/8	よ罢 の 野 蘇

d: 擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

B:擁壁底面幅

築石の安定性評価(累積示力線解析)

	背面栗	石の場合	背面山砂の場合		
	示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率	
常時	安全率:d>B/2 判定 : NG 0.8m以下	安全率:Fs>1.5 判定 : NG 0.2m以下	安全率:d>B/2 判定:NG 0.8m以下	安全率:Fs>1.5 判定 : NG 0.2m以下	
地震時	安全率:d≥B/3 判定 : NG 0.5m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG	安全率: d≥B/3 判定 : NG 0.7m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG	
判定		N	G		



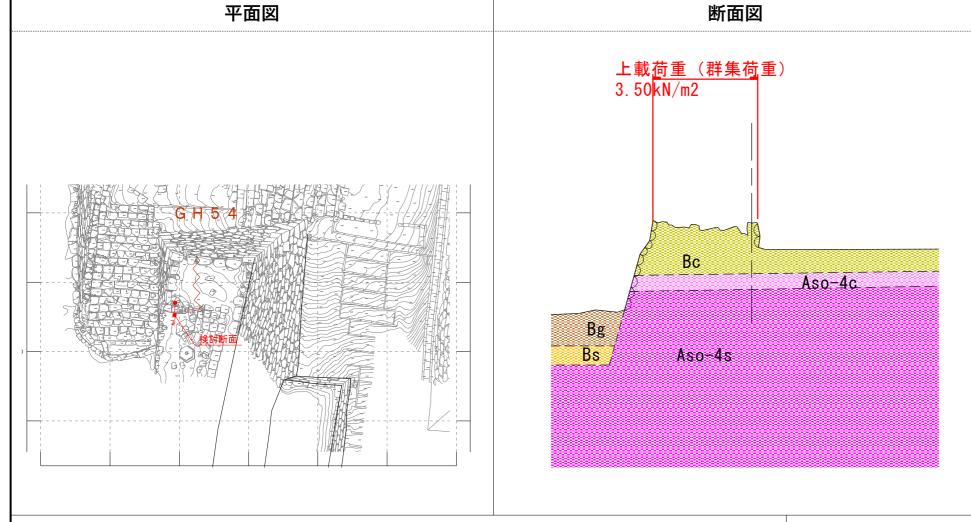
石垣背面全体の安定性評価(円弧すべり解析)

Fs>1.2

地震時

東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 H180 【フロー⑥(在来)】

資料2-3-15



判定 : **NG** 0.7m以下

判定 : NG

診断内容、結果、設計条件等

診断内容

診断手法	運用	理由	判定	総合 判定
(1)築石の安定性	0	必ず実施する。	NG	
(2)石垣根入れ部 の安定性	×	根入れ部の安定性に起因する破損変状 が確認されないため	-	C
(3)石垣背面全体の 安定性	×	背面盛土地形であり、石塁であるため、 円弧すべりが懸念されないため	-	

設計条件 築石の安定性

条件	築石の安定性		設計条件	石垣背面全体の安力	定性
項目	区分	値	項目	区分	ſi

設計水平震度	中規模地震	0.20
(背面盛土)	大規模地震	0.25
安全率	常時	d>B/2
(転倒)	地震時	d ≧ B/3
安全率	常時	Fs>1.5
(滑動)	 地震時	Fs>1.2

d: 擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

中規模地震

大規模地震

常時

地震時

0.20

0.25

Fs>1.2

Fs>1.0

B:擁壁底面幅

設計水平震度

(背面盛土)

安全率

築石の安定性評価(累積示力線解析)

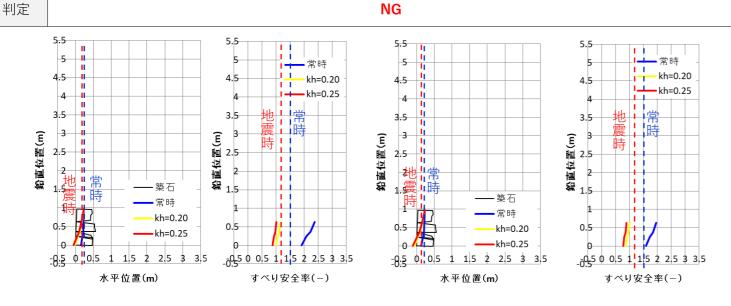
	背面栗	石の場合	背面山	砂の場合
	示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率
常時	安全率:d>B/2 判定 : NG 1.0m以下	安全率:Fs>1.5 判定 : OK	安全率:d>B/2 判定:NG 0.8m以下	安全率:Fs>1.5 判定 : OK
山市吐	安全率:d≧B/3	安全率:Fs>1.2	安全率:d≥B/3	安全率:Fs>1.2

判定

判定 : NG

判定 : NG 0.7m以下

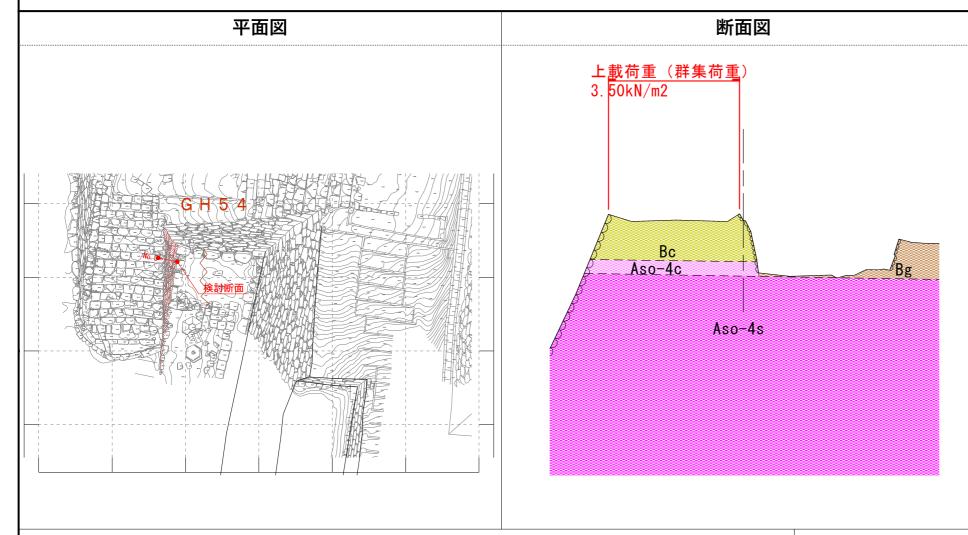
地震時



石垣背面全体の安定性評価(円弧すべり解析)

東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 H181 【フロー①(現況)】

資料2-3-16



診断内容、結果、設計条件等

診断内容

診断手法	運用	理由	判定	総合 判定
(1)築石の安定性	0	必ず実施する。	NG	
(2)石垣根入れ部 の安定性	×	根入れ部の安定性に起因する破損変状 が確認されないため	-	С
(3)石垣背面全体の 安定性	×	背面盛土地形であり、石塁であるため、 円弧すべりが懸念されないため	1	

設計条件 築石の安定性

以日本日 未日の女だは		
項目	区分	値
設計水平震度	中規模地震	0.20
(背面盛土)	大規模地震	0.25
安全率	常時	d>B/2
(転倒)	地震時	d ≧ B/3
安全率	常時	Fs>1.5
(滑動)	 地震時	Fs>1.2

設計条件 石垣背面全体の安定性

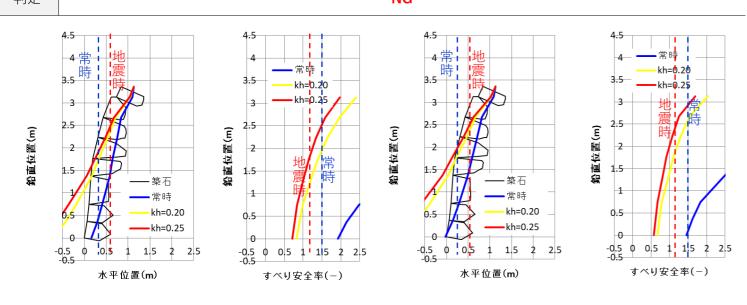
項目	区分	値
設計水平震度	中規模地震	0.20
(背面盛土)	大規模地震	0.25
安全率	常時	Fs>1.2
女王学	地震時	Fs>1.0

d:擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

B:擁壁底面幅

築石の安定性評価(累積示力線解析)

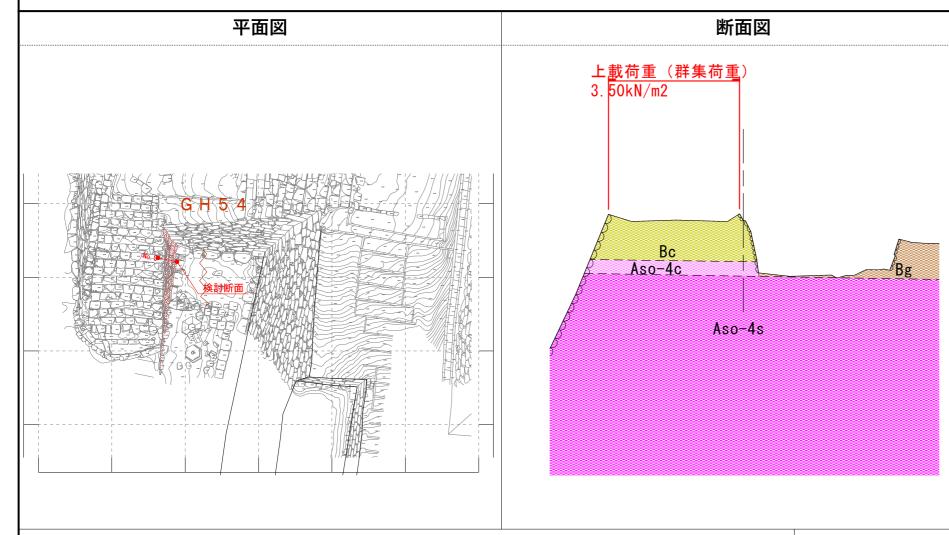
	背面栗	石の場合	背面山砂の場合		
	示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率	
常時	安全率:d>B/2 判定:NG 0.5m以下	安全率:Fs>1.5 判定 : OK	安全率:d>B/2 判定:NG 0.7m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 0.2m以下	
地震時	安全率:d≥B/3 判定 : NG 2.5m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 2.0m以下	安全率: d≥B/3 判定 : NG 2.5m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 2.5m以下	
判定		N	G		



石垣背面全体の安定性評価(円弧すべり解析)

東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 H181 【フロー⑥(在来)】

資料2-3-17



診断内容、結果、設計条件等

診断内容

診断手法	運用	理由	判定	総合 判定
(1)築石の安定性	\circ	必ず実施する。	NG	
(2)石垣根入れ部 の安定性	×	根入れ部の安定性に起因する破損変状 が確認されないため	-	C
(3)石垣背面全体の 安定性	×	背面盛土地形であり、石塁であるため、 円弧すべりが懸念されないため	,	

設計条件 築石の安定性

	双引木门 米省	の女だほ		F
	項目	区分	値	
_	設計水平震度	中規模地震	0.20	
	(背面盛土)	大規模地震	0.25	_
	安全率	常時	d>B/2	
	(転倒)	地震時	d≧B/3	_
	安全率	常時	Fs>1.5	اء
	(滑動)	 地震時	Fs>1.2	- a . R

設計条件 石垣背面全体の安定性

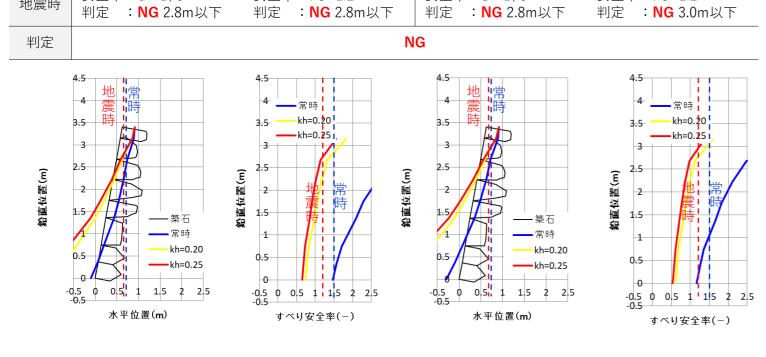
項目	区分	値
設計水平震度	中規模地震	0.20
(背面盛土)	大規模地震	0.25
安全率	常時	Fs>1.2
女王 学	地震時	Fs>1.0

|:擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

B:擁壁底面幅

築石の安定性評価(累積示力線解析)

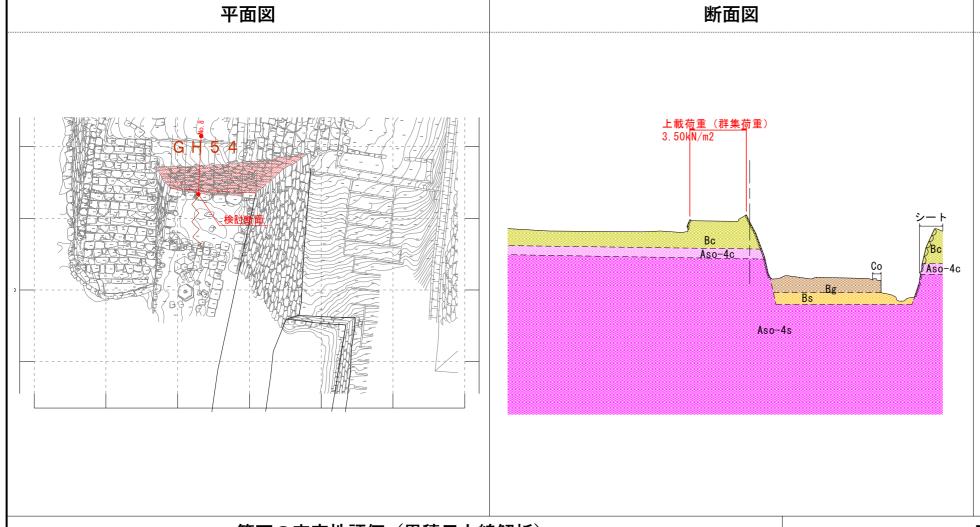
	背面栗石	石の場合	背面山砂の場合		
	示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率	
常時	安全率:d>B/2 判定 : NG 2.5m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 0.2m以下	安全率:d>B/2 判定 : NG 2.6m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 1.2m以下	
地震時	安全率:d≥B/3 判定 : NG 2.8m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 2.8m以下	安全率:d≥B/3 判定 : NG 2.8m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 3.0m以下	
判定		N	G		



石垣背面全体の安定性評価(円弧すべり解析)

東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 H182 【フロー①(現況)】

資料2-3-18



診断内容、結果、設計条件等

診断内容

診断手法	運用	理由	判定	総合 判定
(1)築石の安定性	0	必ず実施する。	NG	
(2)石垣根入れ部 の安定性	×	根入れ部の安定性に起因する破損変状 が確認されないため	-	С
(3)石垣背面全体の 安定性	×	背面盛土地形であり、石塁であるため、 円弧すべりが懸念されないため	,	

設計条件 築石の安定性

設計条件 架石の女正性				
項目	区分	値		
設計水平震度	中規模地震	0.20		
(背面盛土)	大規模地震	0.25		
安全率	常時	d>B/2		
(転倒)	地震時	d ≧ B/3		
安全率	常時	Fs>1.5		
(滑動)	地震時	Fs>1.2		

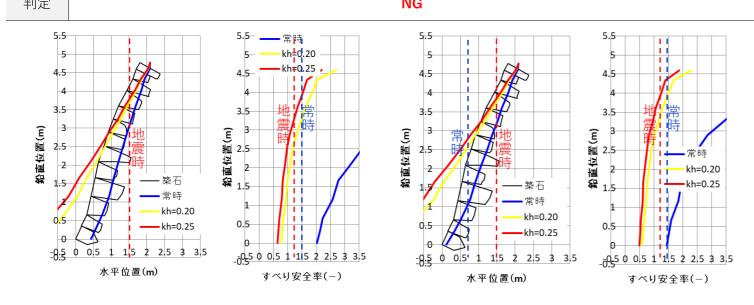
設計条件 石垣背面全体の安定性

項目	区分	値
設計水平震度	中規模地震	0.20
(背面盛土)	大規模地震	0.25
安全率	常時	Fs>1.2
女土 学	地震時	Fs>1.0

d: 擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

築石の安定性評価(累積示力線解析)

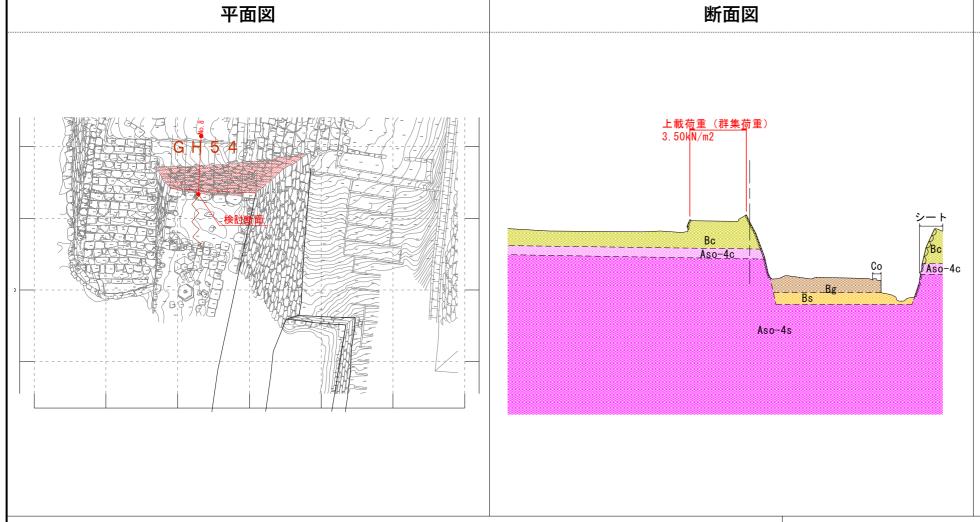
13	石の場合	背面山砂の場合		
示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率	
安全率:d>B/2 判定: OK	安全率:Fs>1.5 判定 : OK	安全率:d>B/2 判定: NG 1.2m以下	安全率:Fs>1.5 判定 : OK	
安全率: d≥B/3 判定 : NG 3.8m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 3.5m以下	安全率: d≥B/3 判定 : NG 3.9m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 4.0m以下	
	N	G		
	5.5常時 5kh <mark>-</mark> -0,20	5.5	5.5	
	安全率: d > B/2 判定 : OK 安全率: d ≧ B/3	安全率: d > B/2 安全率: Fs>1.5 判定 : OK 判定 : OK 安全率: d ≥ B/3 安全率: Fs>1.2 判定 : NG 3.8m以下 判定 : NG 3.5m以下	安全率: d>B/2 判定: OK 判定: OK 判定: OK 判定: NG 1.2m以下 安全率: d≥B/3 判定: NG 3.8m以下 判定: NG 3.5m以下 知定: NG 3.9m以下	



石垣背面全体の安定性評価(円弧すべり解析)

東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 H182 【フロー⑥(在来)】

資料2-3-19



診断内容、結果、設計条件等

診断内容

診断手法	運用	理由	判定	総合 判定
(1)築石の安定性	0	必ず実施する。	NG	
(2)石垣根入れ部 の安定性	×	根入れ部の安定性に起因する破損変状 が確認されないため	-	С
(3)石垣背面全体の 安定性	×	背面盛土地形であり、石塁であるため、 円弧すべりが懸念されないため		

設計条件 築石の安定性

以日本日 未省の文定日				
項目	区分	値		
	中規模地震	0.20		
(背面盛土)	大規模地震	0.25		
安全率	常時	d>B/2		
(転倒)	地震時	d ≧ B/3		
安全率	常時	Fs>1.5		
(滑動)	地震時	Fs>1.2		

設計条件 石垣背面全体の安定性

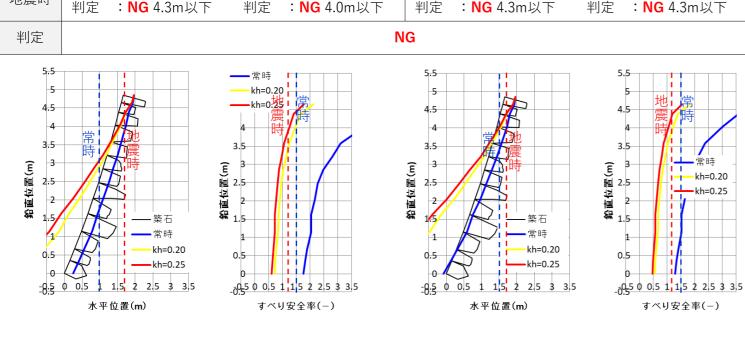
項目	区分	値
	中規模地震	0.20
(背面盛土)	大規模地震	0.25
安全率	常時	Fs>1.2
女王 学	地震時	Fs>1.0

d:擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

B:擁壁底面幅

築石の安定性評価(累積示力線解析)

	背面栗	石の場合	背面山砂の場合		
	示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率	
常時	安全率:d>B/2 判定: NG 1.8m以下	安全率:Fs>1.5 判定 : OK	安全率: d>B/2 判定 : NG 3.3m以下	安全率:Fs>1.5 判定 : NG 1.2m以下	
地震時	安全率: d≥B/3 判定 : NG 4.3m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 4.0m以下	安全率: d≥B/3 判定 : NG 4.3m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 4.3m以下	
判定		N	G		



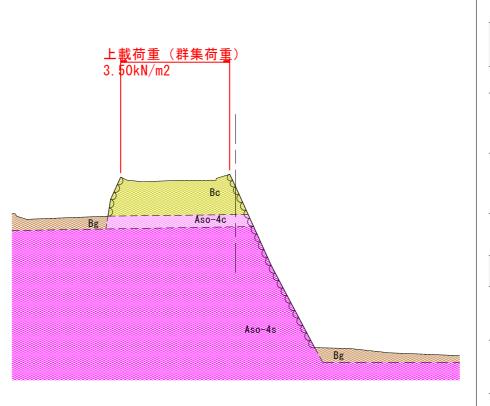
石垣背面全体の安定性評価(円弧すべり解析)

東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 H183 【フロー①(現況)】

資料2-3-20



平面図



断面図

診断内容、結果、設計条件等

診断内容

診断手法	運用	理由	判定	総合 判定
(1)築石の安定性	0	必ず実施する。	NG	
(2)石垣根入れ部 の安定性	×	根入れ部の安定性に起因する破損変状 が確認されないため	-	C
(3)石垣背面全体の 安定性	×	背面盛土地形であり、石塁であるため、 円弧すべりが懸念されないため	1	

設計条件 築石の安定性

以日本日 未省の文定日				
項目	区分	値		
	中規模地震	0.20		
(背面盛土)	大規模地震	0.25		
安全率	常時	d>B/2		
(転倒)	地震時	d ≧ B/3		
安全率	常時	Fs>1.5		
(滑動)	地震時	Fs>1.2		

設計条件 石垣背面全体の安定性

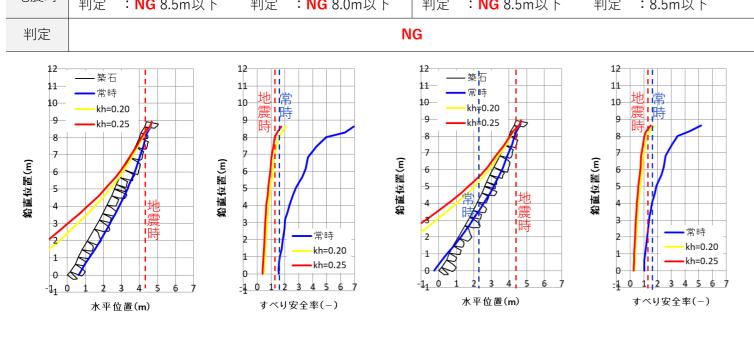
項目	区分	値
設計水平震度	中規模地震	0.20
(背面盛土)	大規模地震	0.25
安全率	常時	Fs>1.2
<u> </u>	地震時	Fs>1.0

d:擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

B:擁壁底面幅

築石の安定性評価(累積示力線解析)

	背面栗	石の場合	背面山砂の場合	
	示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率
常時	安全率:d>B/2 判定:OK	安全率:Fs>1.5 判定 : NG 0.2m以下	安全率:d>B/2 判定 : NG 3.5m以下	安全率:Fs>1.5 判定 : NG 4.0m以下
地震時	安全率: d≥B/3 判定 : NG 8.5m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 8.0m以下	安全率: d≥B/3 判定 : NG 8.5m以下	安全率:Fs>1.2 判定 :8.5m以下
判定	NG			
40			12	12



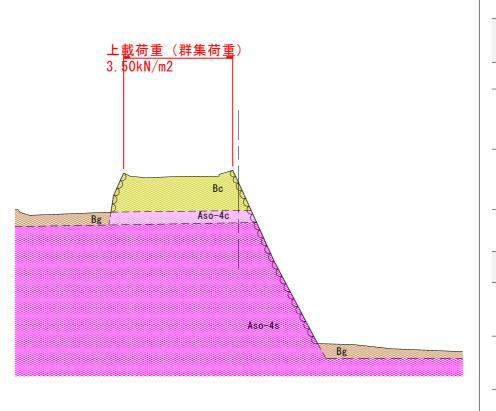
石垣背面全体の安定性評価(円弧すべり解析)

東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓下石垣 石垣耐震診断 H183 【フロー⑥(在来)】

資料2-3-21



平面図



kh=0.20

-kh=0.25

断面図

診断内容、結果、設計条件等

診断内容

診断手法	運用	理由	判定	総合 判定
(1)築石の安定性	0	必ず実施する。	NG	
(2)石垣根入れ部 の安定性	×	根入れ部の安定性に起因する破損変状 が確認されないため	-	C
(3)石垣背面全体の 安定性	×	背面盛土地形であり、石塁であるため、 円弧すべりが懸念されないため	1	

設計条件 築石の安定性

設計未付 栄行の女には			
項目	区分	値	
	中規模地震	0.20	
(背面盛土)	大規模地震	0.25	
安全率	常時	d>B/2	
(転倒)	地震時	d≥B/3	
安全率	常時	Fs>1.5	
(滑動)	 地震時	Fs>1.2	

設計条件 石垣背面全体の安定性

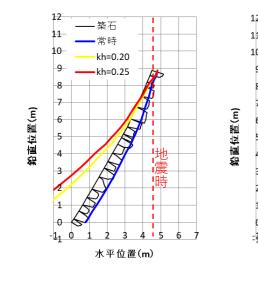
項目	区分	値
	中規模地震	0.20
(背面盛土)	大規模地震	0.25
安全率	常時	Fs>1.2
<u> </u>	地震時	Fs>1.0

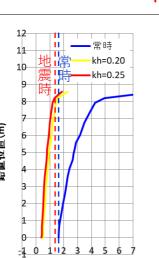
d: 擁壁つま先と荷重合力作用位置の距離

B:擁壁底面幅

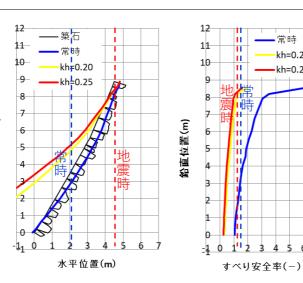
築石の安定性評価(累積示力線解析)

	背面栗石の場合		背面山砂の場合	
	示力線位置	すべり安全率	示力線位置	すべり安全率
常時	安全率:d>B/2 判定 : OK	安全率:Fs>1.5 判定 : OK	安全率: d>B/2 判定 : NG 3.0m以下	安全率: Fs>1.5 判定 : NG 3.5m以下
地震時	安全率:d≥B/3 判定 : NG 8.5m以下	安全率:Fs>1.2 判定 : NG 8.2m以下	安全率: d≥B/3 判定 : NG 8.5m以下	安全率:Fs>1.2 判定: NG 8.5m以下
判定	NG			





すべり安全率(-)



石垣背面全体の安定性評価(円弧すべり解析)