平成 24 年度　宇和島城保存整備事業現地説明会

平成 25 年 3 月 17 日（日）午後 2 時～
宇和島市教育委員会　文化課

宇和島城では近年、大雨や樹木の伸長といった自然現象から引き起こされたと思われる石垣や斜面が崩壊することが続いております。
しかしながら、地盤や石垣の構造そして日常管理の問題といった、単純に自然災害だけではない側面も認められています。
今回の現地説明会では 3 か所の崩落現場について、「災害」という視点から説明させていただき、今後どのような対策を講じていくかお話しいたします。

― 本 日 の 行 程 ―

1．開会あいさつ

2．本丸南隅矢倉下石垣崩落現場説明　（午後 2 時～午後 2 時 30 分）

3．二之丸二之門下斜面崩壊現場説明　（午後 2 時 35 分～午後 3 時）

4．代右衛門丸・式部丸跡調査発掘現場説明（午後 3 時 10 分～午後 3 時 30 分）

― MEMO ―

⑴ 本丸南角矢倉下周辺の石垣崩落

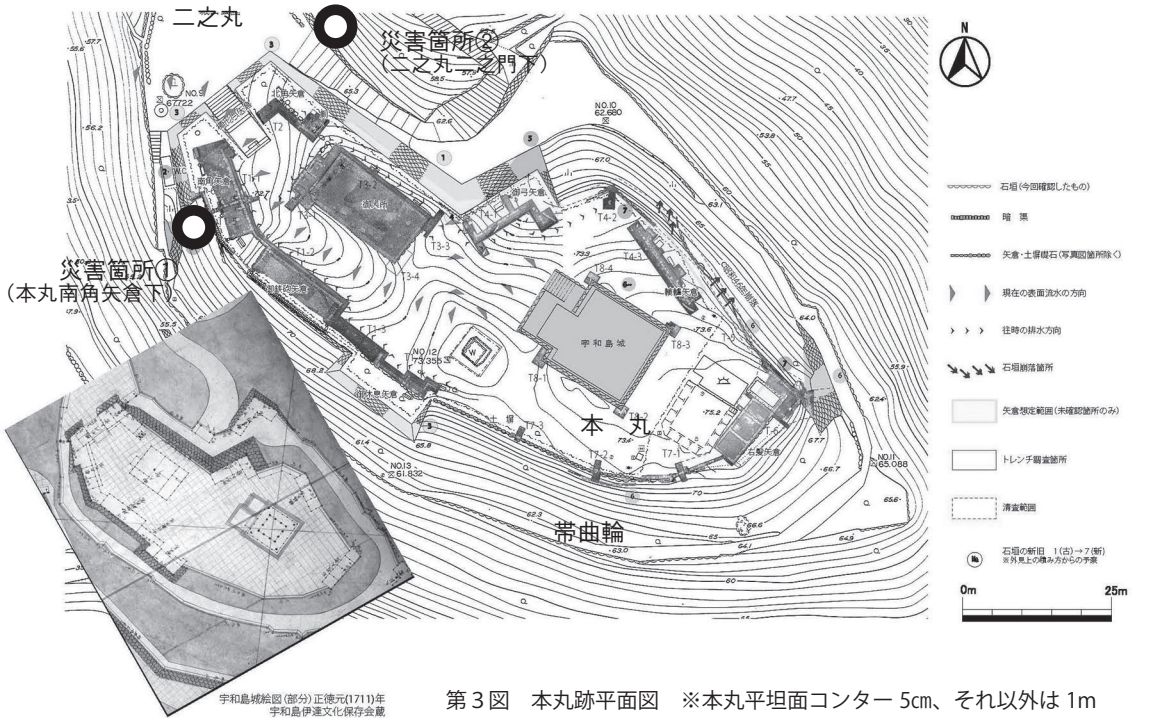
平成 23 年 7 月 20 日、崩落を現認。石垣の崩落規模は立面積にして約 30㎡となる。本箇所はかねてよりその石垣が不安定であったことを認めていた場所であり、その周辺の立ち入りは禁じていたことから、崩落日時は断定できないものの、前日の 19 日には総雨量 80mm、1 時間最大で 14.5mm を計り、さらにその前日では総雨量 111mm、1 時間最大 27mm と連日激しい雨が記録されており、この大雨により崩落が引き起こされたと考えている。

本現場の崩落は、平成 18 年度に実施した本丸の発掘調査成果と関係があるため、その概要に触れておきたい。

第３図は、その発掘調査成果をまとめたものである。二之丸跡の整備にあわせての調査であったが、その目的は図中の△印に示した二之丸への水の流れを防ぐために実施したのであった。

第２図　宇和島城保存整備計画図　※●は災害、き損箇所

本丸には天守をはじめとした11棟の建物やそれを巡るように塀が建てられており(第4図参照)、その当時は、降り注いだ雨水はこれらの建物がきちんと機能し、適切に排水されていたと想像される。しかし、明治以降管理が行き届かなくなってくると、建物は取り壊され、排水溝は埋まり、建物でふさがれていた石垣上面にも雨が降り注ぎ、雨水の流れは低いところへ低いところへと流れるようになる。そして、その流速も地面がえぐられることで早くなり、大雨の際には雨水

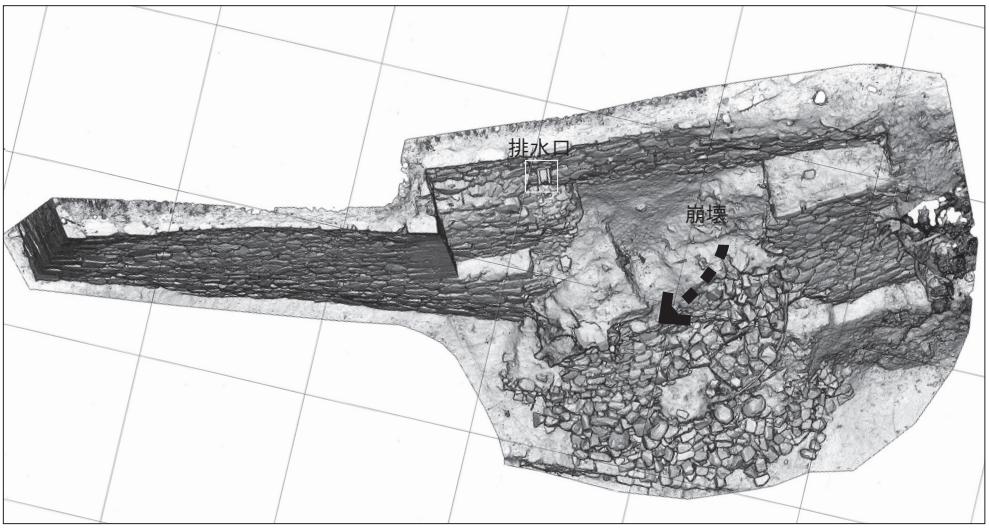


第３図　本丸跡平面図　※本丸平坦面コンター 5㎝、それ以外は 1m

写真１　本丸南角矢倉下の崩落状況（南西より）

第４図　宇和島城下絵図屏風 部分
※元禄６～８（1693～95）年頃

第５図　本丸南角矢倉下周辺石垣立面写真正射図（写真測量図）



第６図　本丸南角矢倉下周辺石垣平面陰影図（レーザー測量図）

が一気に特定の場所に集まるようになっているのが現状だ。調査では江戸時代に機能していたであろう排水設備の確認をして、その機能を回復させようと試みたが、唯一わかった排水口が崩落した南角矢倉下の石垣付近にあり、既に石垣が不安定な状況となっていたことから、盛土により水の流れを変えていく手法をとることとなった。

第５，６図は被災した場所の石垣の正面及び平面図となる。写真1は第５図の右手前方から写したものとなる。この場所は前後、上下に石垣が重なり合っていて、複数回にわたる修理が伺

える。今回崩れた石垣は最後に（幕末か?）に積まれたものとなり、第５図の四角で囲んでいるところが先述した本丸からの排水口となる。崩れた直後には分からなかったのだが、その後の経過観察で崩れた石垣の背後の斜面に幾筋にも水が流れ出した跡を確認、大雨時の浸み込んだ水がこの地点から土を押し流しながら一気に噴き出していることが想定され、これこそが今回の石垣の崩落の引き金となったことと判断している。

⑵ 二之丸二之門下の斜面崩落

平成 24 年 7 月 12 日、崩落を現認。幅 10m、高さ 15m にわたって斜面が滑落。本丸への唯一の登城道上に土砂が流れ込み、一時本丸への登城ができなくなる状態となる。この斜面崩壊は前日の夜半から発見当日の早朝までの間となるが、降雨量は 12 日では総雨量 69mm、1 時間最大 25㎜、前日では 60.5mm、1 時間最大 31.5㎜となっている。

写真２　二之丸二之門下の崩落状況（北西より）

この場所は平成10年に石垣修理を実施した箇所であった。その際に実施した調査で、石垣の背後に古い石垣が一部崩れた状況で発見され、それは谷状の窪地を埋めるように築かれ、谷状であったことから、しみこんだ水が集まり、土を押し流していた痕跡も確認することが出来た。そのため修理工事では、石垣の排水機能を高めるため、石材の背後に栗石をしっかりと敷き込み（もともとの栗石幅の倍以上）、軟弱な地盤でもあったため、塩・石灰・真砂土を混ぜ合わせた三和土でしっかりと突き固めて、積み上げて行く工法をとった。ただ、浸透して出てくる水については、石垣下の斜面に自然排水するようにしていたため、今回の大雨で排水機能が増したことで、水の通りがよくなり、石垣や改良土の下から水が吹き出し、岩盤面を走り、その表層の土が滑り落ちたと判断している。

写真３　二之丸二之門下石垣の埋没石垣

⑶ 過去の災害記録

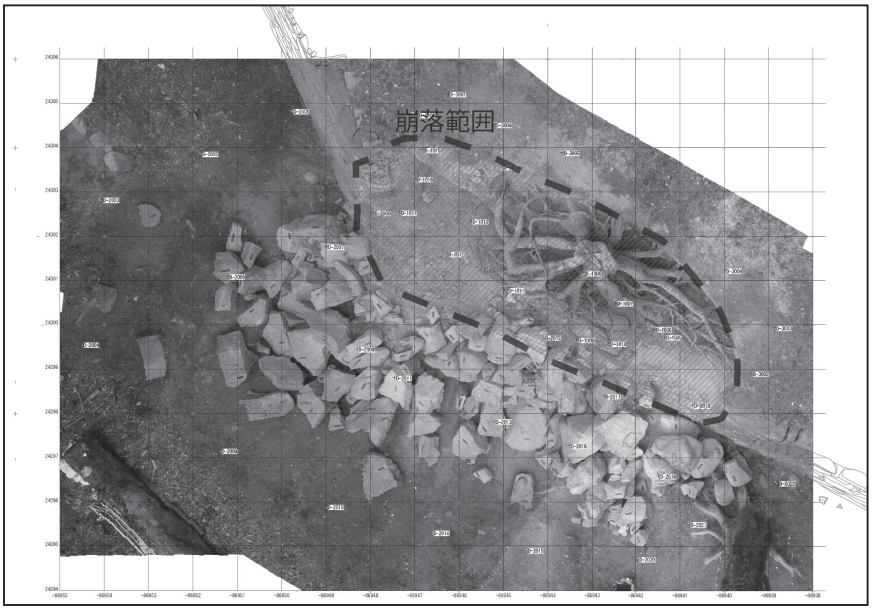
昭和51（1976）年6月25日にも今回と同じような場所が崩れている記録が残されている。その時の宇和島の降水記録をみると、1日の降水量は74㎜、1時間最大で24.5㎜もの雨が降り、また22日から4日間雨が降り続き、総雨量は170㎜を超えていた。さらに江戸時代でも、寛文４（1664）年５月３日、風雨により本丸で6カ所に渡って石垣や櫓が崩れたとの記録がある。さすがに降水量は不明だが、排水設備が機能していた当時でも対応できなかったほどの大雨だったことが伺える。そして、この年３月から７年がかりの

写真４　二之丸二之門下の現況（南東より）

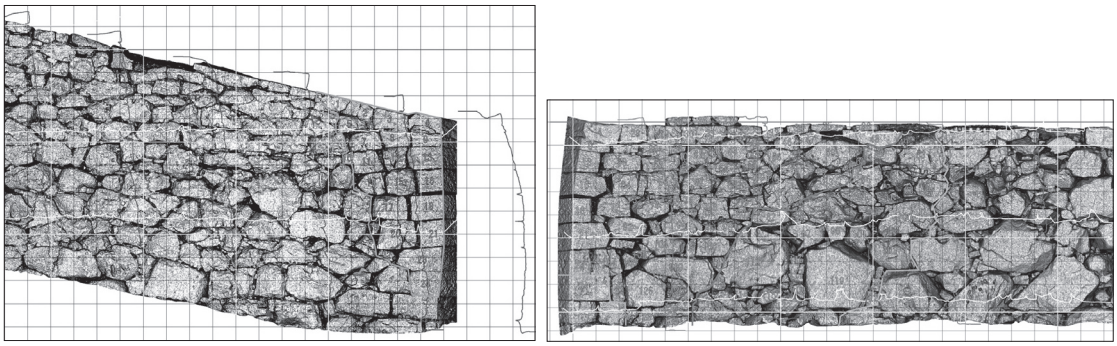
城の大改修が始まっており、着手後２か月のタイミングのでこの災害、本丸の改修計画にも少なからず影響を与えたことが想像している。

３．植生によるき損について（代右衛門丸）

この現場は、石垣の古式と新式が切り替わる鎬角を中心とした立面積にして約 40㎡に渡って崩落。その崩落を発見したのは平成 18 年 7 月 14 日だが、その直前に地震や大雨などがあったわけではなく、自然的な要因を考えるとすれば、梅雨時期の風雨と上面に大きく伸長したクス（幹周



第７図　代右衛門丸崩落石垣周辺平面図・正射投影写真図（写真測量図）



第８図　代右衛門丸下崩落石垣　立面陰影図及び断面図（レーザー測量図）

写真５　代右衛門丸石垣崩落前の状況

写真６　代右衛門丸石垣崩落状況

写真７　代右衛門丸石垣上面（天端）のクスの根方

写真８　崩落石材整理後の状況

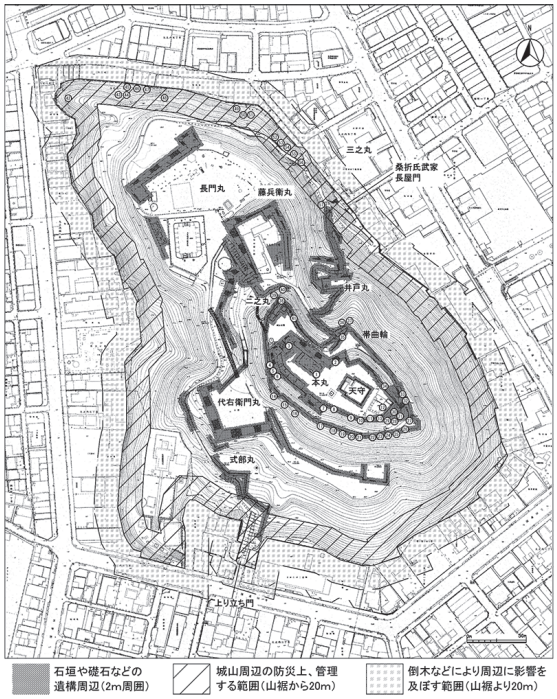
約２ｍ、高さや約 15m）の根方の影響ではなかったと考えている。根の伸びる力（伸長圧）は１平方センチ当り 10kg もあるとも言われている。またかねてより石垣法面の前面への孕み出しが認められていた箇所で、石垣本体の構造的な問題もあったと想定している。

４．今後の対策について

今回の災害やき損については、自然的要因や人為的要因が絡みながら生じている事がわかっている。

大雨災害については、局所的な対策を行うと、その箇所周辺で新たに災害が起こる可能性があるため、宇和島城全体での雨水の終末処理を十分に検討、見極めたうえでの対策が必要となる。

樹木によるき損については、平成 21 年度に愛媛大学の下條信行名誉教授（史跡保全）、江崎次夫名誉教授（森林保全）の指導のもと、文化財保護と危険防止に主点を置いた城山の樹木の管理計画を策定している。それを示したものが第 10 図となるが、当面はグレー（文化財保護）と斜線（周辺への危険防止）の範囲の管理を優先し、まず伸長しすぎた樹木を除間伐し、後継樹がきちんと育つよう環境整備を計画的に行っている。



第 10 図　宇和島城植生管理計画図

また石垣の構造の問題や地盤のもろさなど、江戸時代に克服されず、今日に至っているものについては、現代工法も取り入れながらも、その石垣が持つ歴史性を反映できる修理工法を個々に検討していくことも必要であり、この３点のバランスを図りながら、宇和島城の保存整備事業は実施していく予定である。

写真 9　平成 10 年度調査状況（埋没石垣検出状況）

写真　10　平成 11 年度調査状況（根石撤去状況）

写真　1　き損状況１（7 月 12 日　登城道への土砂流入）

写真　2　き損状況２（7 月 12 日）

写真 11　平成 11 年度施工状況 1 （岩盤掘削状況）

写真　12　平成 11 年度施工状況 2 （地盤改良工）

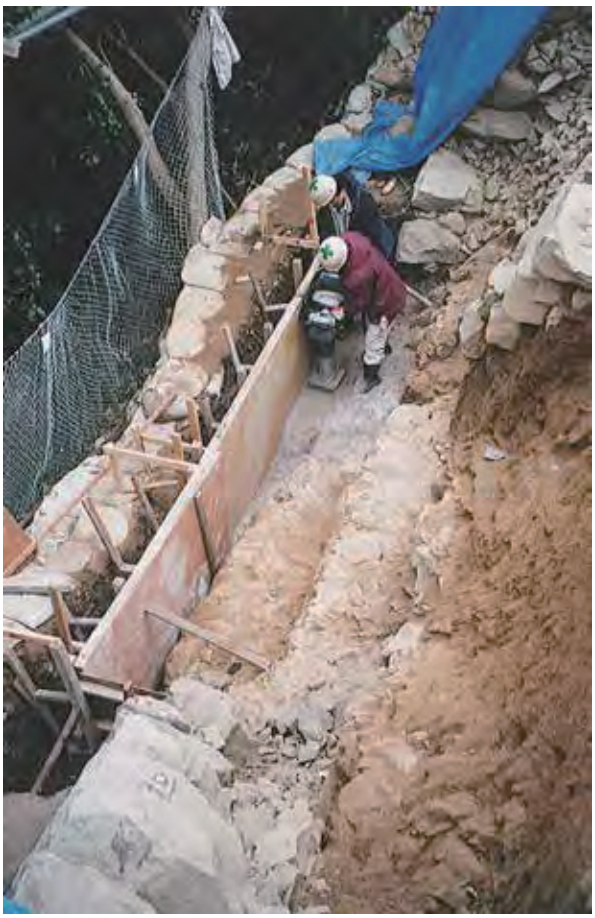
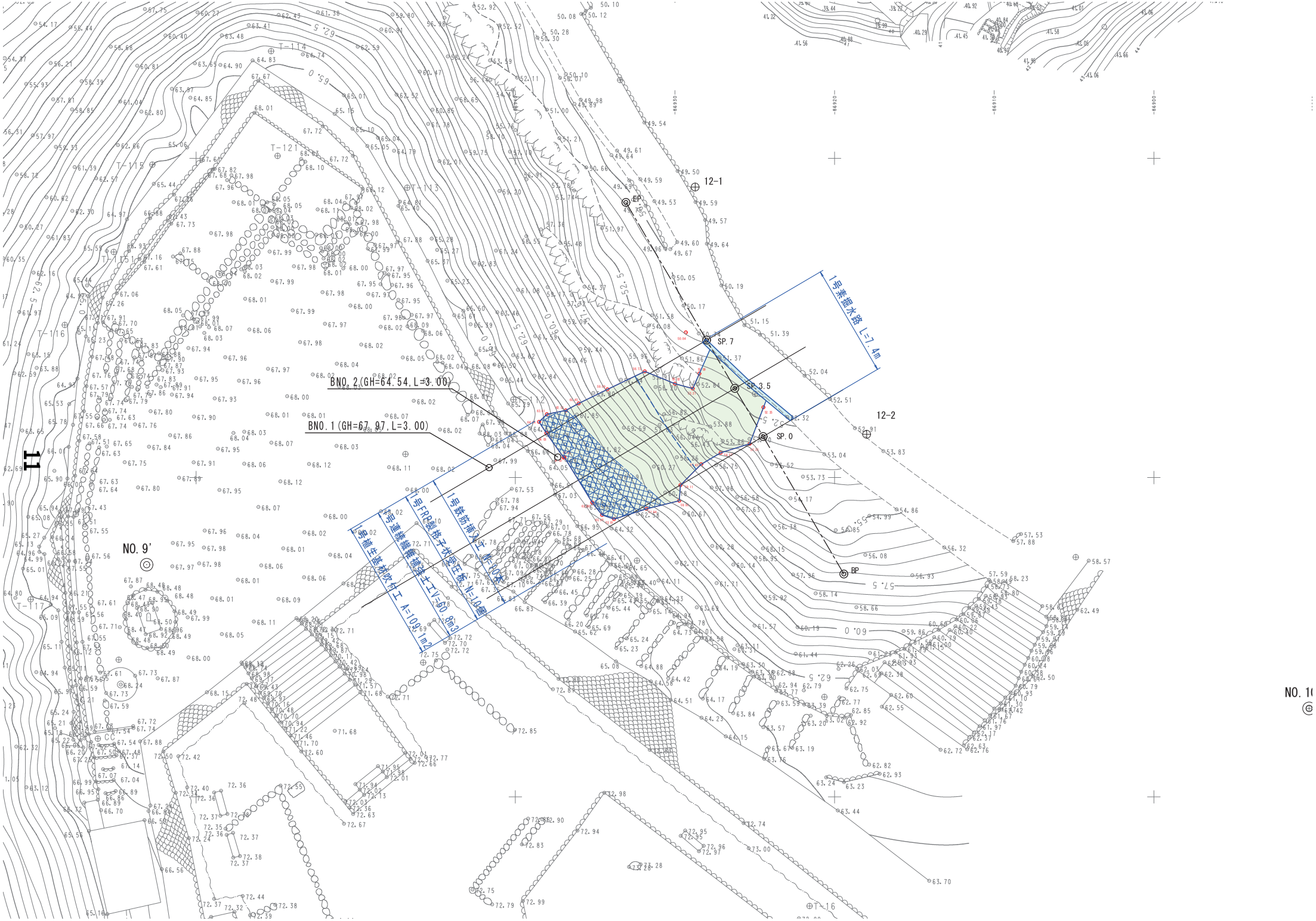
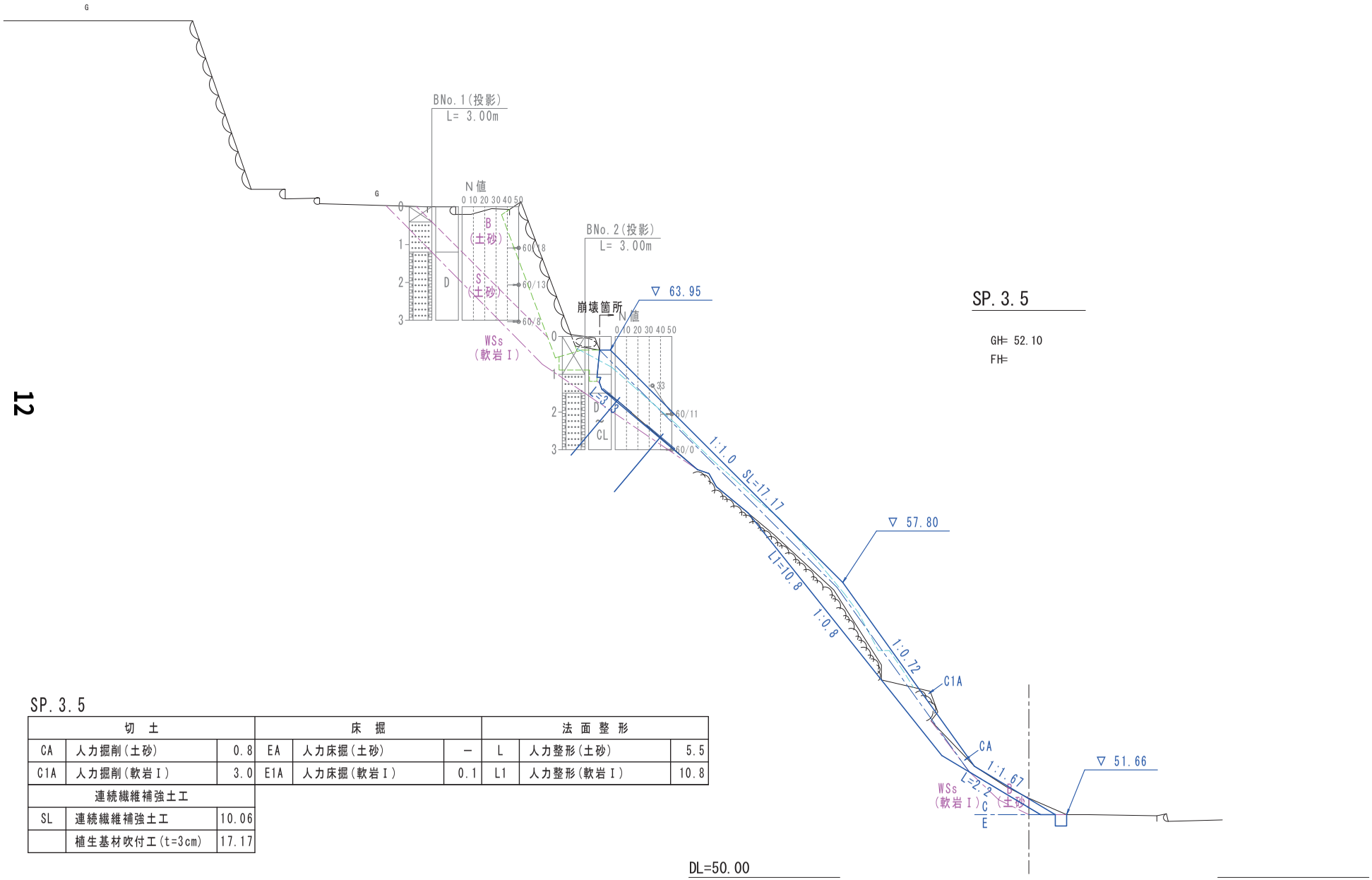


写真 13　平成 11 年度施工状況 3 （地盤改良工作業状況）

写真　14　平成 11 年度施工状況 4 （根石据え付け状況）


1号素掘水路 L=7.4m
1号FRP製格子状蓋付水路 L=10.0m
1号鉄筋補強土工 L=20.0m
1号産廃撤去補強土工 V=60.8m3
1号産廃撤去吹付工 A=109.1m2
BN0.2(GH=64.54,L=3.00)
BN0.1(GH=67.97,L=3.00)
SP.7
SP.3.5
SP.0
EP
BP
12-1
12-2
NO.9'
NO.10
T-114
T-121
T-115
T-113
T-116
T-117
T-16
11



SP. 3. 5

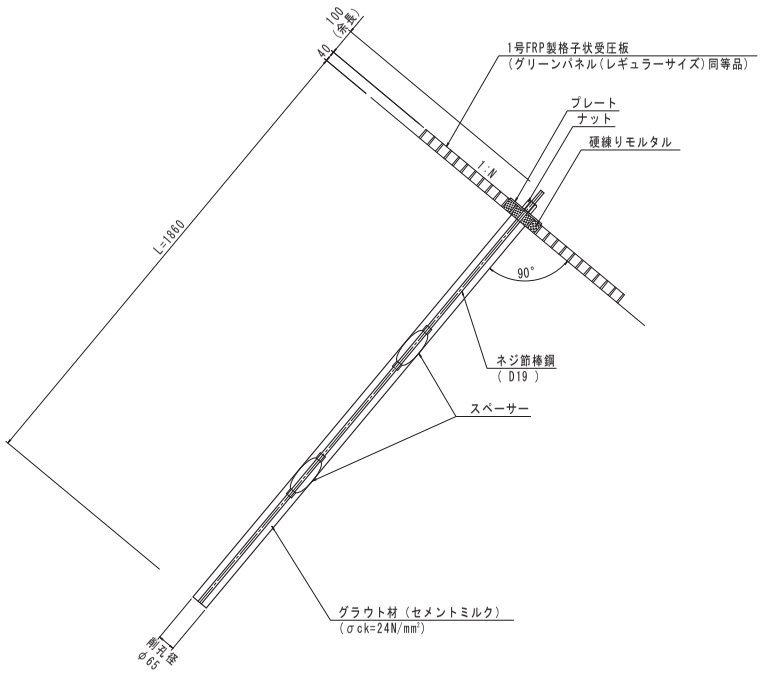
GH= 52.10
FH=

SP. 3. 5

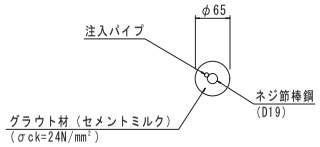
切　土			床　掘			法 面 整 形		
CA	人力掘削(土砂)	0.8	EA	人力床掘(土砂)	−	L	人力整形(土砂)	5.5
C1A	人力掘削(軟岩Ⅰ)	3.0	E1A	人力床掘(軟岩Ⅰ)	0.1	L1	人力整形(軟岩Ⅰ)	10.8
連続繊維補強土工								
SL	連続繊維補強土工	10.06						
	植生基材吹付工(t=3cm)	17.17						

1号鉄筋挿入工詳細図

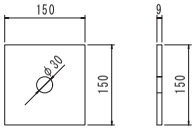
詳細図 S=1:10



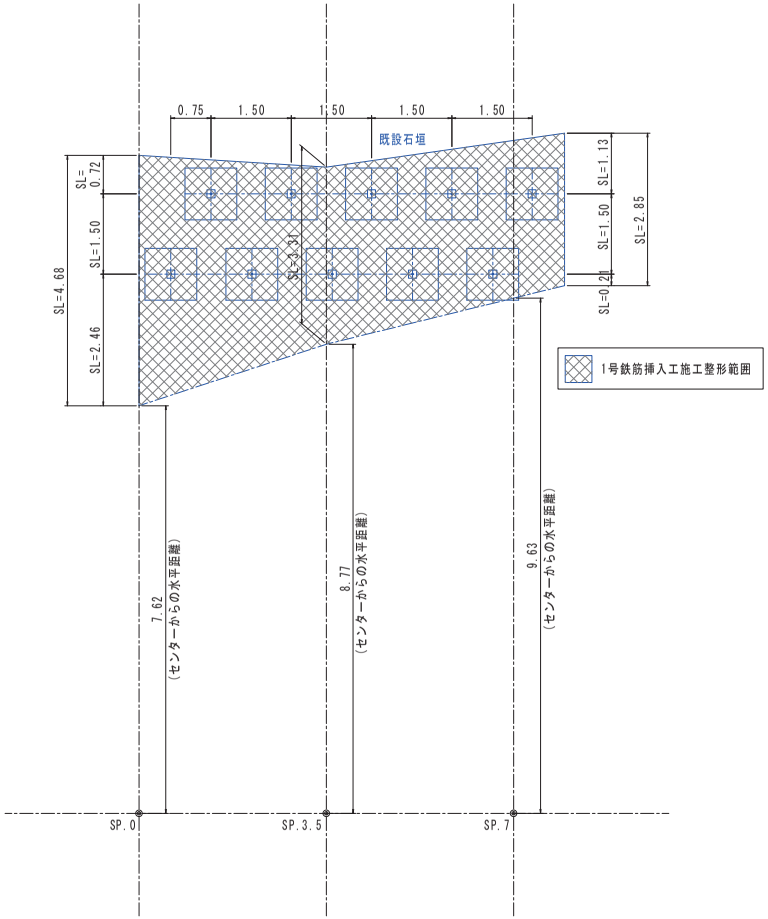
断面図 S=1:5



プレート S=1:5



展開図 S=1:50



1号鉄筋挿入工数量表 1本当り

種別	規格	単位	数量	算式
鉄筋挿入工	鉄筋長(D19)	m	2.000	
削孔	削孔全長(φ65mm掘削)	m	1.860	2.000-0.100-0.040
	砂質土(φ65mm掘削)	m	0.210	
	軟岩(φ65mm掘削)	m	1.650	
材料	鉄筋(D19)(SD345)(HDZ55)	kg(本)	4.500(1)	2.00×2.25
	プレート(150×150, φ30, t=9mm)	枚	1	
	ナット(HDZ35)	個	1	
	グリーンパネル(レギュラーサイズ)同等品	枚	1	
	硬練モルタル	m^3	0.017	(0.001×12+0.005)-(π/4×0.019²×0.040)
	注入ホース(軟質ポリエチレンIN20)	m	1.860	2.000-0.100-0.040
	グラウト材(セメントミルク)(σck=24N/mm²)	m^3	0.009	π/4×0.065²×1.860×(1+0.4)
	スペーサー	個	2	

項目	数値
設計アンカー力(kN/本)	36.1

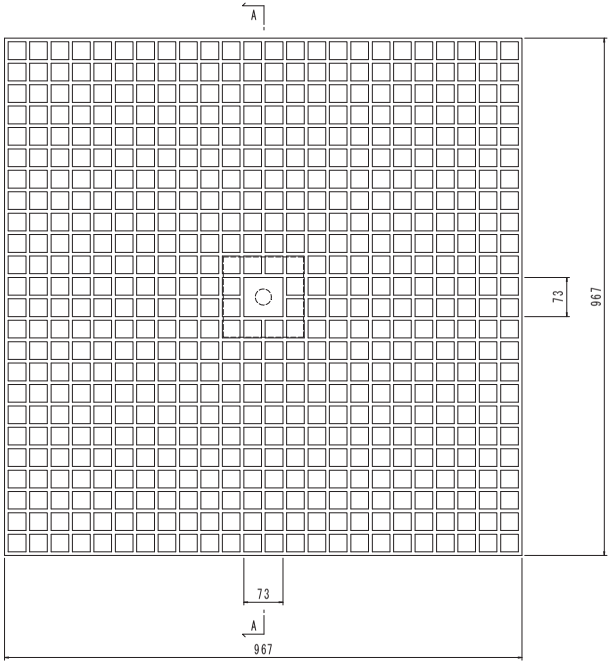
図面名	1号鉄筋挿入工詳細図
業務番号	
業務箇所	宇和島市丸之内1
所名	宇和島病院
縮尺	図示
業務名	宇和島城址整備工事に伴う実施設計等技術業務
作図	M.MM

1号FRP製格子状受圧板詳細図

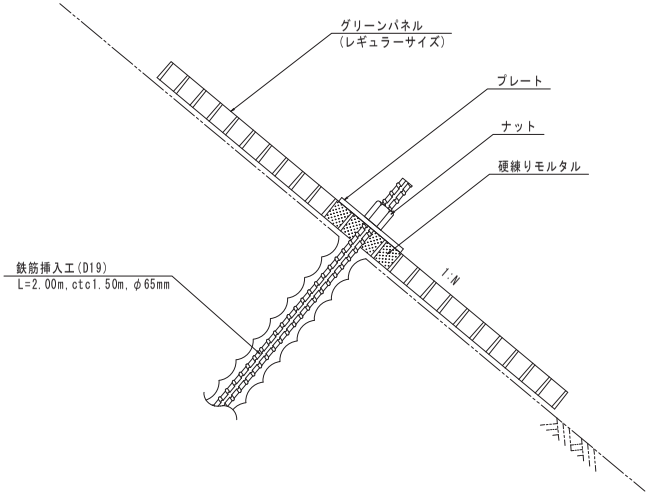
（グリーンパネル（レギュラーサイズ）同等品）

レギュラーサイズ　S=1:5

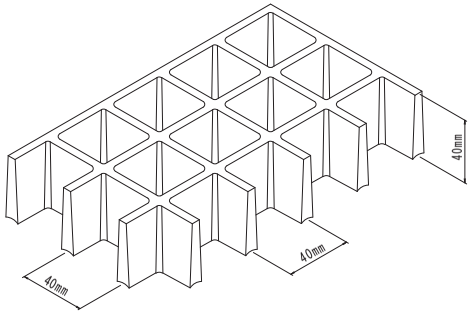
（967×967×40）



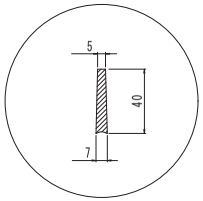
A-A断面



斜視図　S=3:1



バー断面形状　S=3:1



グリーンパネル　諸元

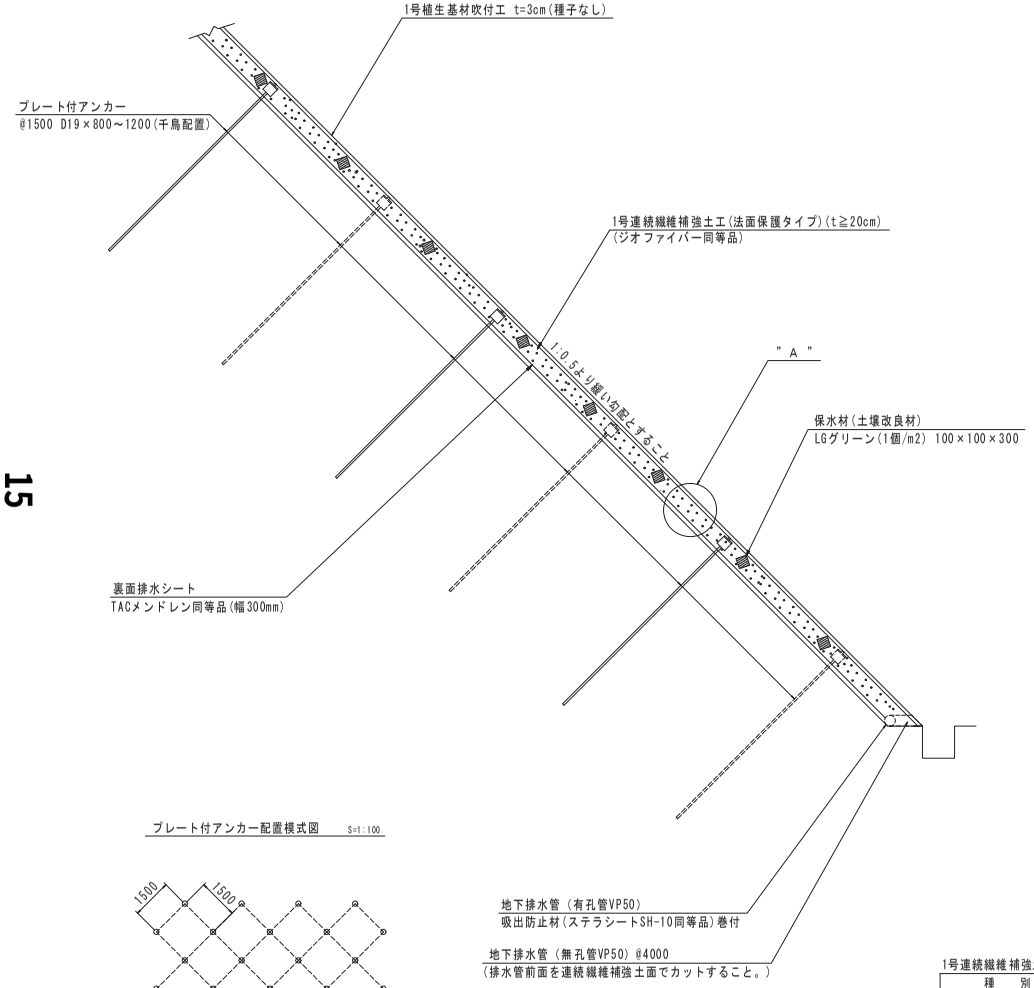
材　質	FRP（連続ガラス長繊維使用）
寸　法	967×967×40 mm
重　量	16.8 kg
面　積	0.935 m2
標準色	ダークブラウン
特　記	・バイオマスマーク適合製品とする。 ・「JIS K 6911 A法」耐燃性試験にて「不燃性」評価製品とする。

図面名	1号FRP製格子状受圧板詳細図	縮尺	図示
業務番号		業務名称	宇和島城北緊急自工事に伴う実施設計等計業務
業務箇所	宇和島市丸之内1	単位	MM
所属名	宇和島病院		

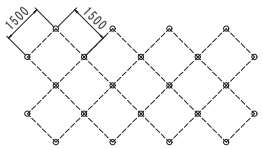
1号連続繊維補強土工詳細図

（ジオファイバー（法面保護タイプ）同等品）

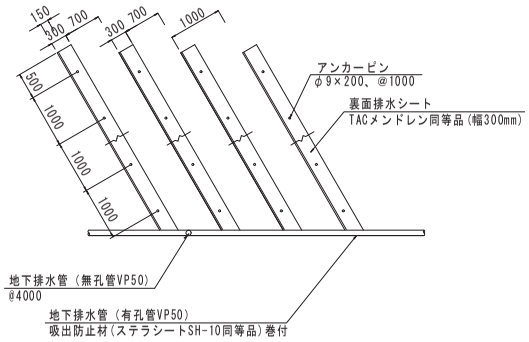
標準断面図　S=1:25



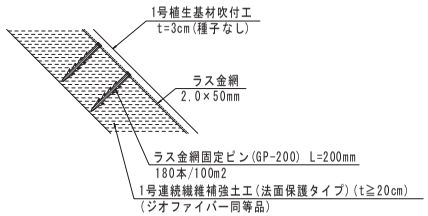
プレート付アンカー配置模式図　S=1:100



裏面排水シート敷設詳細図　S=1:50



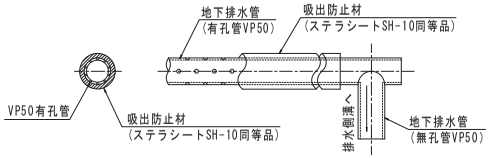
"A"詳細図　S=1:10



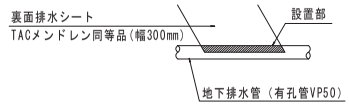
ラス金網固定ピン　S=1:5

(GP-200)

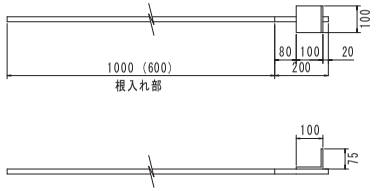
地下排水管　S=1:5



接続部詳細図　S=1:10



プレート付きアンカー詳細図　S=1:10

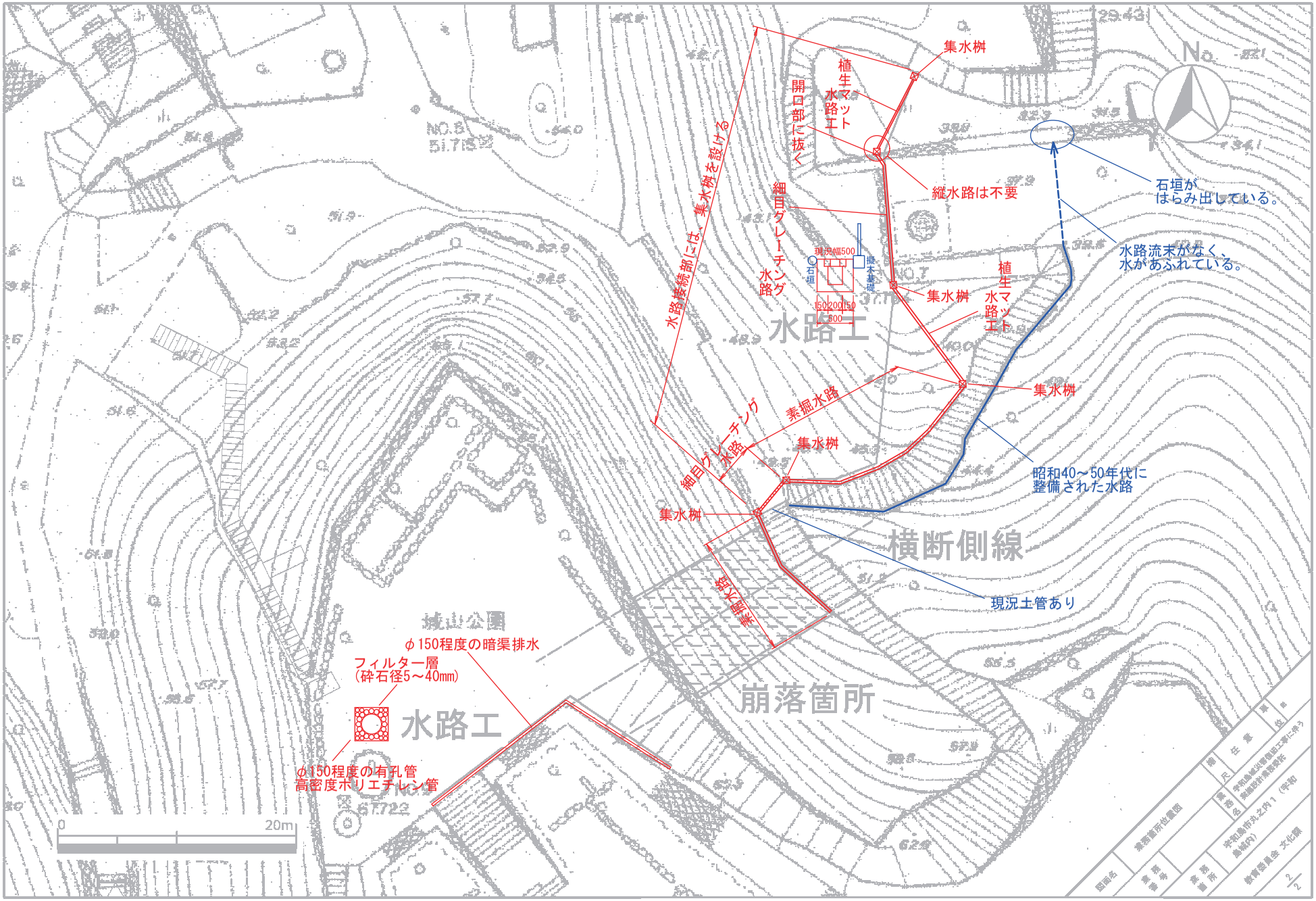


※ アンカーはプレート付きとし連続繊維補強土のずれ止め機能も兼ね、溶融亜鉛メッキ処理をした製品を使用する。
部の不等辺山形鋼（羽根）の溶接は、フレアK型グルーブ溶接とすること。
根入れ長は、土砂部1.0m以上、岩盤部0.6m以上とし、掘削面の状況により判断を行うこと

1号連続繊維補強土工数量表　　全体当り

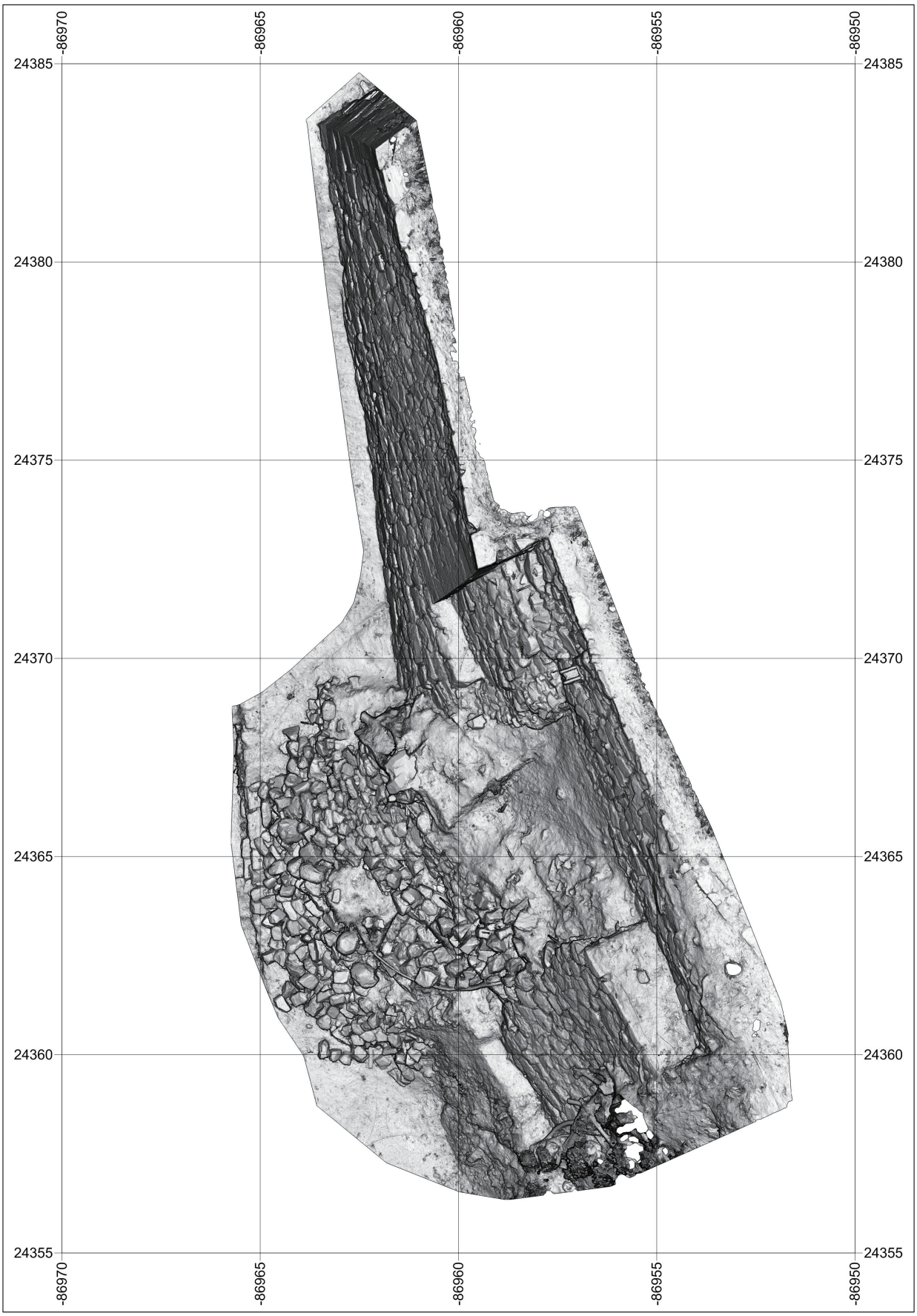
種　別	規　格	単位	数　量	適　要
補強土造成工	法面保護タイプ、ジオファイバー同等品	m3	60.8	法面積 109.1m2
プレート付きアンカー工	岩盤部 D19 L=800	本	39	109.1/2.25×0.8 = 39(岩盤割合80%を想定、掘削面の状況により適宜変更を行うこと。)
	土砂部 D19 L=1200	本	10	109.1/2.25×0.2 = 10(土砂割合20%を想定、掘削面の状況により適宜変更を行うこと。)
	注入打設工	m3	0.037	π/4×0.038²×0.60×(1+0.4)×39 (岩盤部のみ)
排水工 ※排水工については、掘削面の状況に応じ適宜追加検討を行うこと。	地下排水管(有孔管VP50)	m	4.7	法尻長さ 4.7×1.01(ロス率)
	吸出防止材(ステラシートSH-10同等品)	m2	0.96	0.05×π×4.7×1.3(ロス率)
	地下排水管(無孔管VP50)	m	0.6	0.30×2×1.01(ロス率)
	裏面排水シート(TACメンドレイン同等品)幅300mm	m	114.6	109.1×1.05(ロス率)
	アンカーピン(φ9×200、@1000)	本	115	1本/n
植生基材吹付工	t=3cm(種子なし)	m2	109.1	法面積 109.1m2

図面名	1号連続繊維補強土工詳細図	縮尺	図示
業務番号		業務名	宇和島城址整備工事に伴う裏面設計発注業務
業務箇所	宇和島市丸之内1	作成者	MM
箇所名	宇和島城内	作成日	


集水桝
植生マット工
開口部に抜く
縦水路は不要
石垣が
はらみ出している。
水路流末がなく、
水があふれている。
細目グレーチング
水路
現況幅500
撥木基礎
石垣
150200150
500
水路工
水路接続部には、集水桝を設ける
植生マット工
集水桝
集水桝
素掘水路
細目グレーチング
水路
集水桝
昭和40～50年代に
整備された水路
集水桝
横断側線
現況土管あり
空水暗渠
城山公園
φ150程度の暗渠排水
フィルター層
(砕石径5～40mm)
水路工
φ150程度の有孔管
高密度ポリエチレン管
崩落箇所
0
20m
No.8
51.715
67.722
29.43
34.1
34.5
37.9
40.7
42.3
42.1
48.3
51.9
52.9
53.2
54.4
57.1
57.7
58.6
61.8
62.9
65.5
67.9
32.0
32.5
33.6
34.2
34.6
35.8
36.8
37.7
38.5
39.8
40.0
42.9
44.4
45.3
46.5
51.6
51.8
52.2
53.2
54.6
57.9
61.8
62.9
N
図面名
崩落箇所位置図
業務番号
業務名
業務場所
常和島衍丸之内1（常和島地内）
発注者
常和島衍地整委託
担当
住宅
尺
縮
作成
2/2

宇和島城本丸跡南角矢倉下石垣測量業務

平面陰影図



計 測 日　平成 24 年 3 月
計測機器　Faro
計画機関　宇和島市教育委員会
作業機関　株式会社 四航コンサルタント

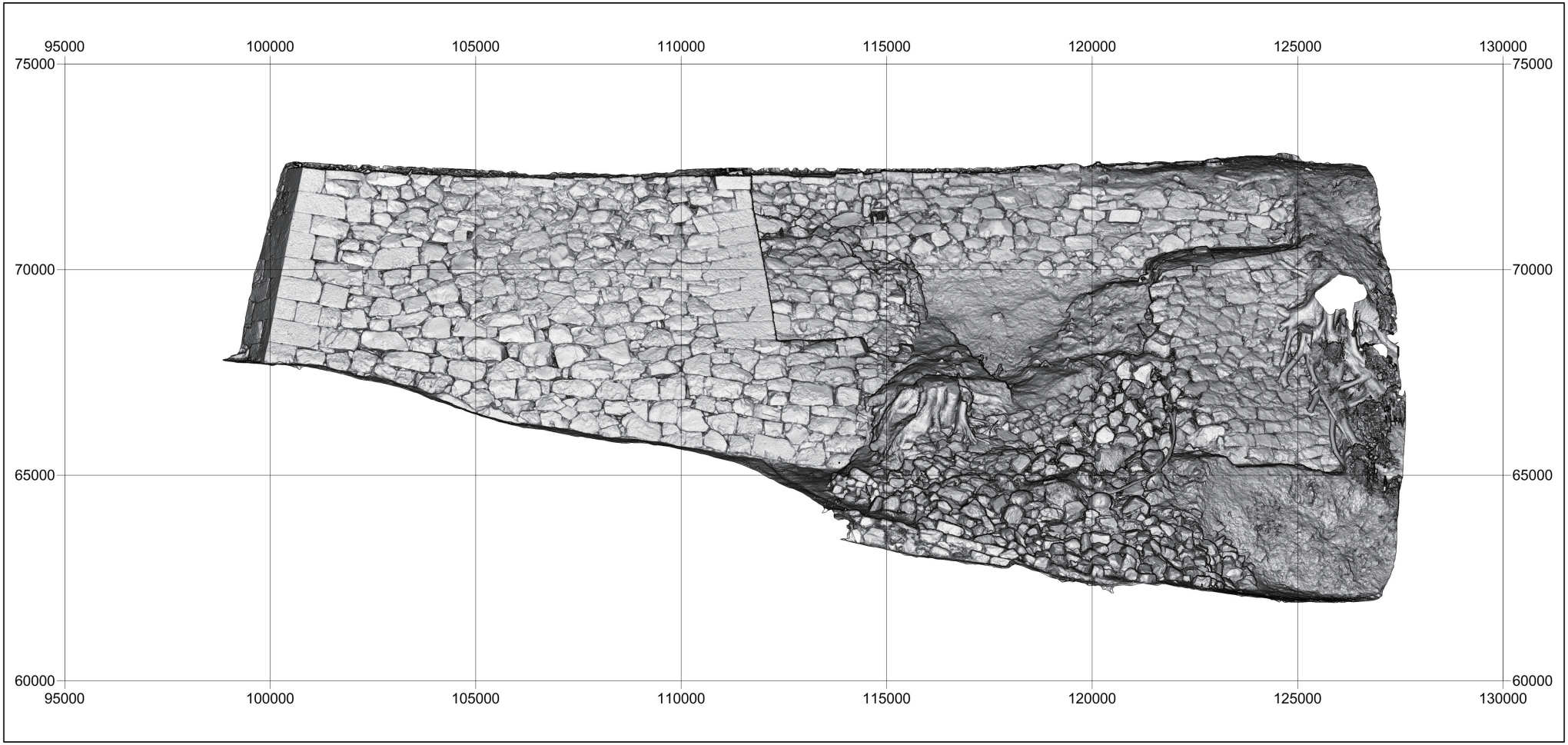
日本測地系　第Ⅳ座標系

S=1:100

0m　2.5m　5m　7.5m　10m

宇和島城本丸跡南角矢倉下石垣測量業務

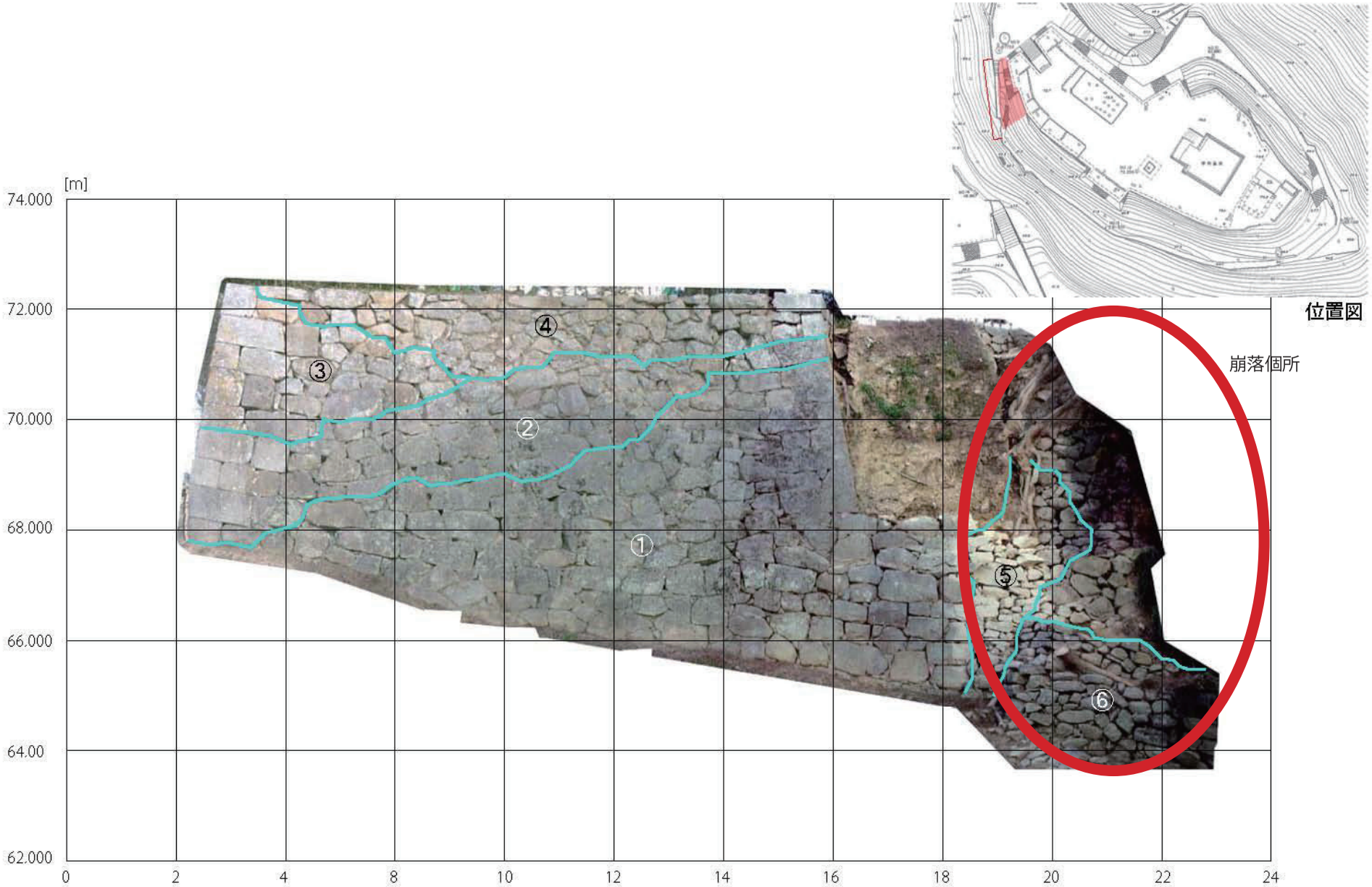
立面155



計 測 日　平成 24 年 3 月
計測機器　Faro
計画機関　宇和島市教育委員会
作業機関　株式会社 四航コンサルタント

S=1:100

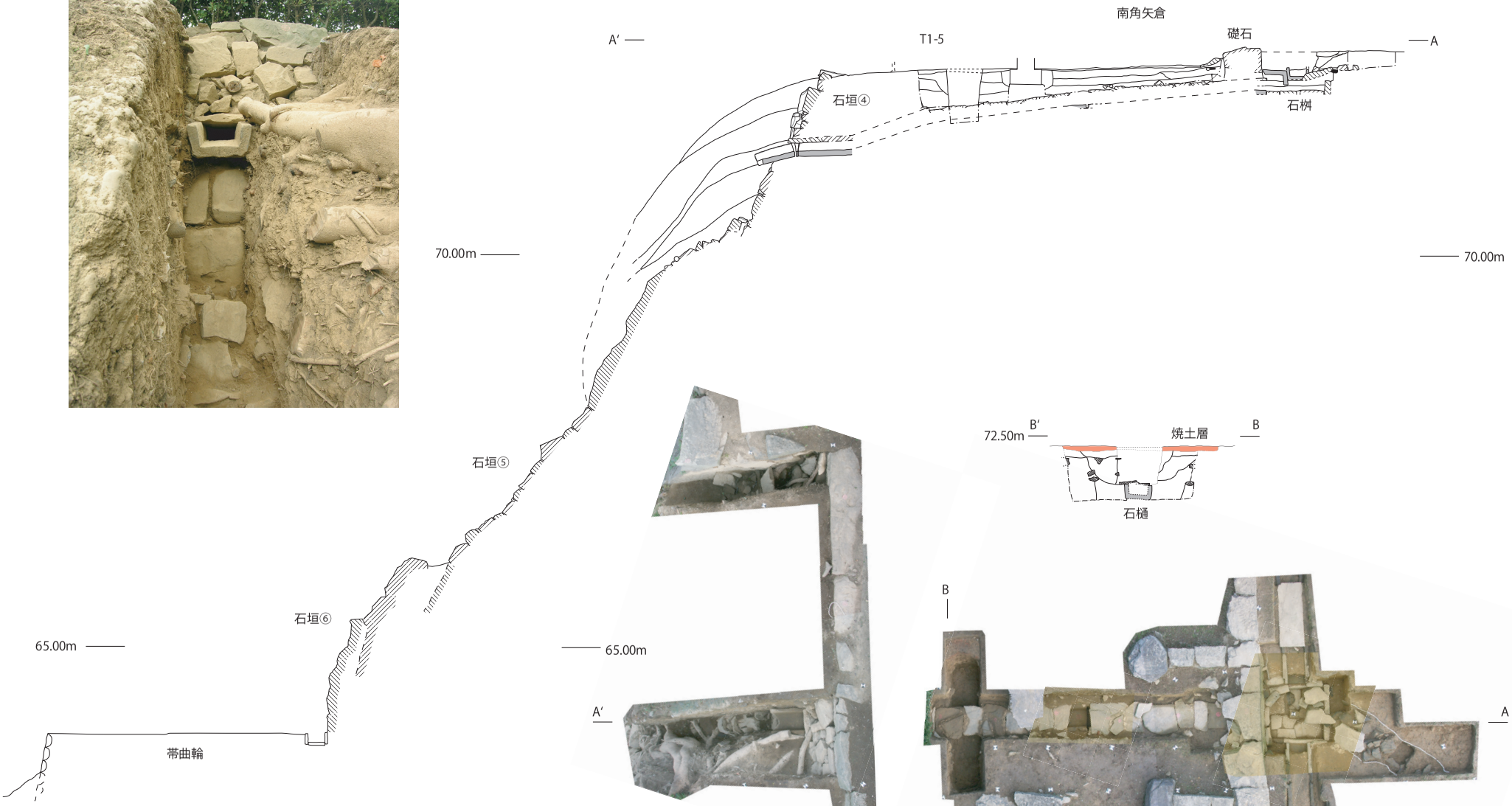
0mm　2000mm　4000mm　6000mm　8000mm　10000mm



①	１７世紀前半
②	１８世紀前半
③	１８世紀後半
④～⑥	１９世紀

宇和島城本丸跡南角矢倉石垣立面オルソ図

平成 23 年台風 6 号（7 月 19 日）による本丸石垣崩落個所位置図 2


南角矢倉
A′
T1-5
礎石
A
石垣④
石桝
70.00m
70.00m
石垣⑤
石垣⑥
65.00m
65.00m
帯曲輪
A′
B′
72.50m
焼土層
B
石樋
B
B′
A

0m 2m
1/50