

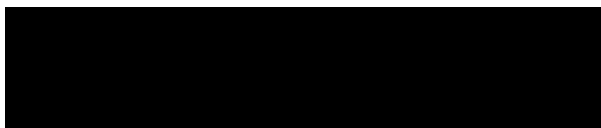
令和 4 年度

関東農政局管内国営事業外部技術者活用業務

手賀沼地区(手賀第二揚排水機場)

第 2 回打合せ資料

令和 4 年 12 月



－ 目次 －

■手賀沼地区（手賀第二揚排水機場）第1回打合せを踏まえて・・・	1
■施工順序	4
■施工手順図	5
■工程表	38
(参考資料)	
■地盤改良山留壁安定検討書	39
■CI-CMC 施工時の被圧の影響について	55

手賀沼地区（手賀第二揚排水機場）第1回打合せを踏まえて

第2回の資料作成にあたり、下記の方針とした。

基礎形式について

基礎形式について、手賀沼地区の地盤で杭基礎を採用することは、掘削以前の問題であり、耐震設計レベルをどのように設定しているか分からないが、横抵抗を取れるかという点に関して言うと、非常に重厚な杭構造になるのではないかな。

資料の第4案について、地盤改良基礎で深くはなるが、事例もあるため、掘削時においても地盤改良がマストと考える。資料を見る限り、地盤改良を利用した地盤改良基礎の方が、この地盤には適しているのではないかな。

ベタ基礎にしては深い計画であり、テルツァギーの式からすると、既にこれだけの土被りがあり、抑えの効果も期待できるため、支持力的には成立すると思われるが、少しでも浅く計画した方が良いのではないかな。

➡杭打設においては、杭打機のための表層地盤改良、掘削終了時の盤ぶくれ対策のための地盤改良が必要で、その強度は 600 kN/m^2 の強度で3mが必要である。施工順序として地盤改良⇒杭打設を想定しており、ケーシング併用ダブルオーガー工法（プレボーリング）等の特殊な工法選定が必要になる。また、被圧地下水を低下させる工法（ディープウェル工法等）を行ったうえでの杭施工が想定される。

被圧地下水を低下させた場合、地盤沈下等の周辺への影響が懸念されることから、施工の確実性の観点及び、打設費用も高価になることが想定されるので、杭基礎は不採用とし、地盤改良による基礎として設計を進める。

➡ベタ基礎の支持層については、Df 値が計算上有利に働くが、支持層は、土木構造物においては砂層 N 値 30 以上、粘性土 N 値 20 以上とする。

軟弱地盤土の減容化について

将来の沈下が見込まれる中で、軟弱土の減容化が必要ではないかな。自然含水比が液性限界を超えており、通常、掘削は不可能である。石灰処理するか、全て産業廃棄物扱いになってしまうため、搬出する土砂にお金がかかってしまう。

遊水地の掘削においても、効果は高いと思われる。減容化により、2.0m 程度圧密され、掘らずに掘削量の減少、強度増進が見込まれる。遊水池掘削に効果が大きい真空圧密では外から水を引っ張ってしまう。外周を鋼矢板で締切る必要がある。

➡鋼矢板での締め切り、撤去真空圧密などの施工期間が必要なことから、今後の発注者との協議事項とする。

土留め工について

鋼矢板（IV型 20m）の計画では、先行して地盤改良を行うと、通常、打設は難しい。一般に、鋼矢板の打設可能長さは、型の 5 倍までと言われるており、地盤改良の有無に関わらず、厳しい長さである。地盤改良で施工する場合、オーガー系のソイル壁工法が考えられる。全体の土留工の変形量が大きいことを考慮すると、検討に加えても良いのではないか。

機械攪拌プラス高圧噴射の施工で計画されているが、手賀沼地区の地盤は、粘性が非常に強く、均一な改良体を作りづらいのではないかとと思う。ダムになり、一様な改良体ができないので、使用する材料についても、特殊な高粘性土質用材料を設計段階から考えておく必要がある。後々、施工ができなくなるような特殊性を持つ地盤であることは間違いなく、機械攪拌系の地盤改良の方が確実と思われる。

オーソドックスに考えると、4 案は無いと思う。地盤改良が本当に均一に造成されるかどうかという点で、地盤改良の自立壁で本当に水を止められるのか、きちんとした仕様のものができるのか、信頼性が落ちると思われる。また、地盤改良すると大量の排泥が出るため、産廃費等により費用増となる。

意見としては、53 ページの 3-3 案を基本として、先行地中梁と底板改良があり、下に Dc3 層の安定した厚さが確認できているのであれば、ここを不透水層として水を遮断することが一般的である。

53 ページの 3-2 案を前提に、鋼矢板を下の Dc3 まで根入れを行い、水を止めることにより、格子状とすることができるのではないか。

➡盤ぶくれの防止のために、底版の地盤改良は必要であり、土留め壁との密着性が問題になることから検討の余地がないと考えた。土留め壁との密着のためには、高圧噴射による改良が良いが、現況の土質から困難と指摘を受けている。

➡Dc3（半固結状のシルト）の不透水層については、西側（B-1, B-3）は存在するが、東側（B-2, B-4）は B-2 は 30cm の厚さ、B-4 は存在しない。平面的に不透水層が存在しない条件で検討を行う。

➡土留め工については、農政局管内で実績のあるパワーブレンダー工法による造成、基礎については、深層混合工法により造成する計画とした。被圧地下水の影響と固い Dc3 層を抜くため、「CI-CMC-HG 工法」を採用した。

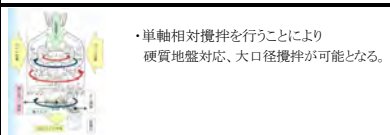
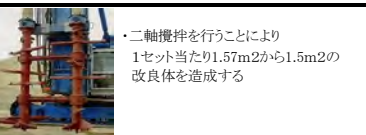
（次頁の工法比較を参照）

建築確認について

地盤改良体が建築確認の対象となる可能性もある。千葉県内で対象となるか未確認だが、地盤改良工法そのものが認定を受けていないと、確認が取れない場合があるかもしれない。

➡柏市の建築指導課に電話確認をし、改良体が建築確認の対象となるか否かを聞き取った。地盤改良工法の指定についてまでは、今まで確認をした事例はない。建築基準法に則った基礎の検討をして欲しい。

手賀第二揚排水機場 地盤改良 工法比較

工 法 名	深層混合処理工(大口径・硬質地盤対応)	深層混合処理工(低変位・硬質地盤対応)	深層混合処理工(スラリー攪拌工)
	エポコラム(TAF)工法	CI-CMC-HG工法	CDM工法(標準工法)
概 要	 120t級杭打機ベースマシンにφ1000～φ2500の単軸相対攪拌翼を装備した深層混合処理工法。従来工法と比較し大口径、硬質地盤対応が可能となり円柱状に改良体を造成する。	 杭径1600×2軸施工を行うことにより、経済性が高い施工が可能になる共に、固化材スラリーのエジェクター吐出により高品質かつ低変位な改良体造成が可能。	 二軸機φ1000、対象深度3m～40m地盤中にセメント系固化材をスラリー状で圧送、攪拌を行い、現地盤と攪拌することにより円柱状の改良体を造成する。
	 ・単軸相対攪拌を行うことにより硬質地盤対応、大口径攪拌が可能となる。	 ・高トルクモーターの使用により硬質地盤対応が可能	 ・二軸攪拌を行うことにより1セット当たり1.57m2から1.5m2の改良体を造成する
適用深度	50.0m未満	40m程度	40.0m未満
材料供給方法	スラリー	スラリー	スラリー
適用地盤	粘性土 N≦20 (φ1800 N=12) 砂質土 N≦40 (φ1800 N=40) ※着底層 N=50 程度	粘性土 N≦30 砂質土 N≦100	粘性土 N≦8(最大値N10程度) 砂質土 N≦15(最大値N30程度)
建設技術審査証明	有(低変位・硬質地盤対応・改良強度が均一)	有(低変位・硬質地盤対応)	標準工法
問題点	・施工機械が大型	・機械足場平坦性、トラフィカビリティの確保が必要	・施工機械が大型
	・被圧地下水への対応不可	・機械組立・解体ヤードが必要となる(45m×30m程度)	・被圧地下水・硬質地盤への対応不可
	・機械足場平坦性、トラフィカビリティの確保が必要		・機械足場平坦性、トラフィカビリティの確保が必要
	・機械組立・解体ヤードが必要となる(45m×30m程度)		・機械組立・解体ヤードが必要となる(45m×30m程度)
施工会社	エポコラム協会	株式会社不動産テラ	CDM研究会
積算基準	国土交通省 積算・施工管理基準(一部協会積算基準)	自社積算基準(見積)	国土交通省 積算・施工管理基準(一部協会積算基準)
経済性	施工費 ￥5,500/m3	施工費 ￥6,500/m3	施工費 ￥5,600/m3
	材料費 ￥3,100/m3	材料費 ￥3,100/m3	材料費 ￥3,100/m3
	共通仮設費 ￥7,500,000/1式	共通仮設費 ￥7,500,000/1式	共通仮設費 ￥5,000,000/1式
評価	×	◎	×

7.2 施工順序

本機場工事の全体施工順序を以下に示す。

STEP 1：準備工

施工基面造成・工事用道路設置

STEP 2：仮設工(1)

敷地内地盤改良工(地盤改良基礎・遊水池等)

STEP 3：基礎工

地盤改良基礎(吸込水槽・吐出し水槽・建屋)

STEP 4：仮設工(2)

地盤改良土留工(吸込水槽・吐出水槽)

STEP 5：躯体工

掘削工、吸込水槽・吐出し水槽躯体工(ポンプ吐出し管設置)
埋戻

STEP 6：機場建築工事

工事用道路設置(建築工事用)
地下室造成、建屋建築

STEP 7：設備工事

ポンプ設備設置(建屋建築後)
除塵設備設置

STEP 8：取付樋管工事

取付樋管杭基礎工
既設吐出し水槽締切り設置
掘削工、取付樋管躯体工
埋戻、既設吐出し水槽締切撤去

STEP 9：取付水路・遊水池工事

仮締切設置、掘削
取付水路、埋戻
遊水池盛土・護岸工
※ STEP8とSTEP9は同時施工。
※ 取付樋管、遊水池の既設との取付は非出水期に同時に行う。

STEP 10：場内整備工

※以降、新設機場供用、既設機場取壊工事

施工手順図 (1/17)
 S-1:250

STEP1-1 : 準備工
 既設水路撤去
 表土掘削 (遊水池計画部)

既設水路撤去・埋戻

表土掘削
(t=0.10m)

雨水管理設備位置 (指定)

遊水池計画

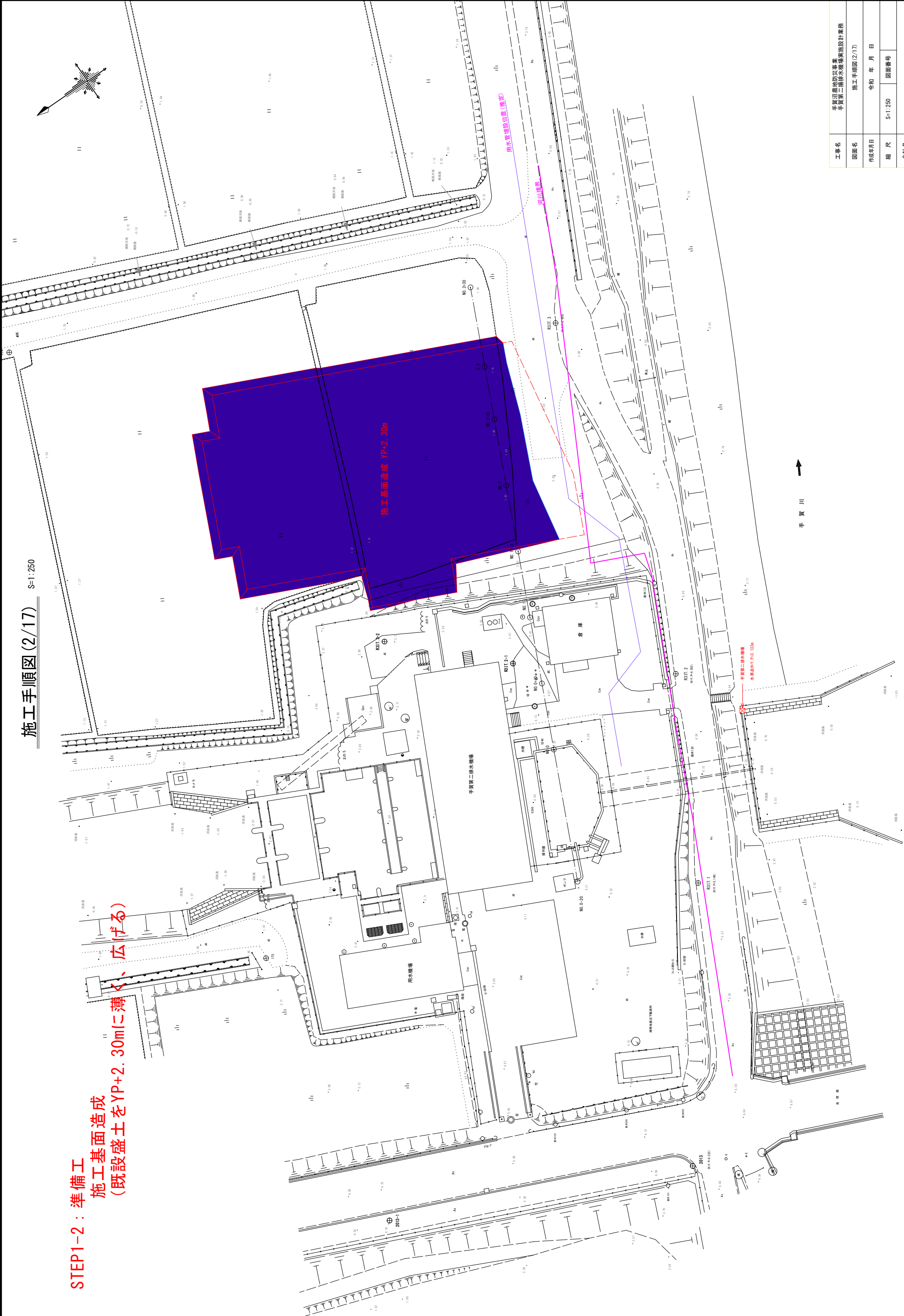
手賀第二排水機場
水深約H/P: P+0.12m

手賀川

工事名	手賀沼津中防犯工事 手賀第二排水機場施設設計業務				
図面名	施工手順図(1/17)				
作成年月日	令和		年	月	日
縮尺	S-1:250		図面番号		
会社名					
事務所名	関東建設局 手賀沼津中防犯事業所				

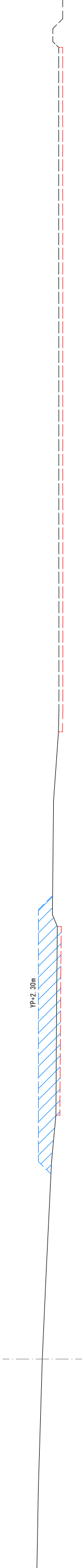
施工手順図 (2/17)
 s=1:250

STEP1-2：準備工
 施工基面造成
 (既設盛土をYP+2.30mに薄く、広げる)



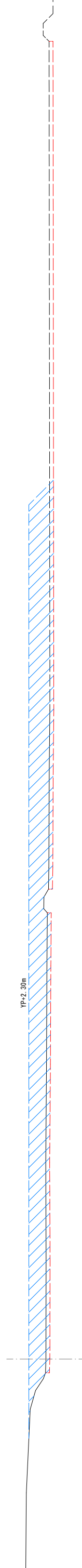
工事名	手賀沼津中防犯事業 手賀第二排水機場施設設計業務		
図面名	施工手順図 (2/17)		
作成年月日	令和	年	月 日
縮尺	S=1:250	図面番号	
会社名	関東建設局 手賀沼津中防犯事業所		

NO. 1+10
P/E
G/E+2.10



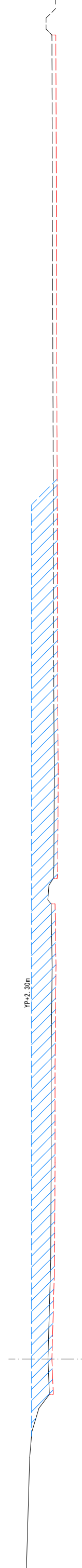
DL+2.000

NO. 2
P/E
G/E+1.42



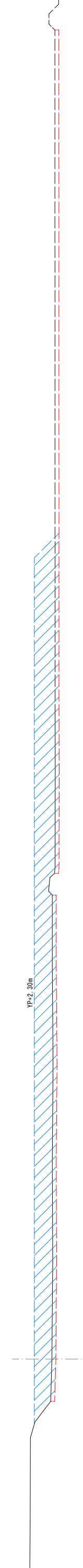
DL+2.000

NO. 2+10
P/E
G/E+1.46



DL+2.000

E.P
P/E
G/E+1.41



DL+2.000

赤線：表土剥ぎ
青線：造成基面 (YP+2.30m)

$S=1:250$

STEP2: 仮設工(1)



川
賀
手

水色：構造物基礎のための深層混合範囲
重機足場確保のための表層改良を行う
施工基面 YP+2.30m

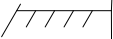
紫色：工事用道路の往来のための表層改良を行う。

施工基面 $YP+1.40m-0.20m=YP+1.20m$

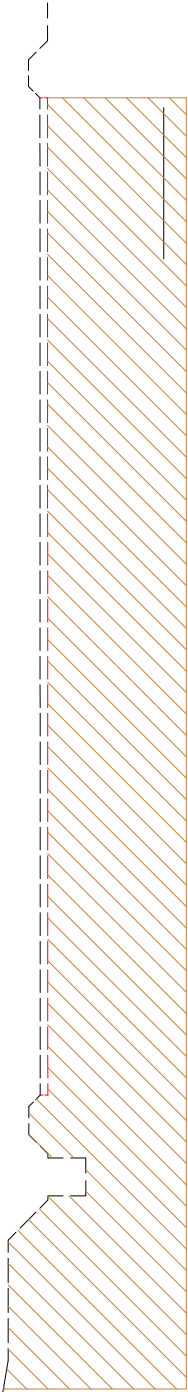
燈色：施工ヤーと遊水池の底盤改良のため中層混合処理を行う。

工 事 名	手賀沼埋め立て工事 手賀沼埋め立て工事 手賀沼埋め立て工事
図 面 名	施工手順図(3/17)
作成年月日	令和 年 月 日
縮 尺	S=1:250
会 社 名	図面番号
事務所名	関東建設局 手賀沼埋め立て工事所

NO. 1
FH:
GH=3.91



YP+4.50m



DL=-2.000

NO. 1+10
FH:
GH=2.19

地盤改良工
(地盤改良基礎)
(改良深さ2.0m, 設計強度180kN/m²)

YP+2.30m



DL=-2.000

NO. 2
FH:
GH=1.43

地盤改良工
(地盤改良基礎)
(改良深さ2.0m, 設計強度180kN/m²)

YP+2.30m



DL=-2.000

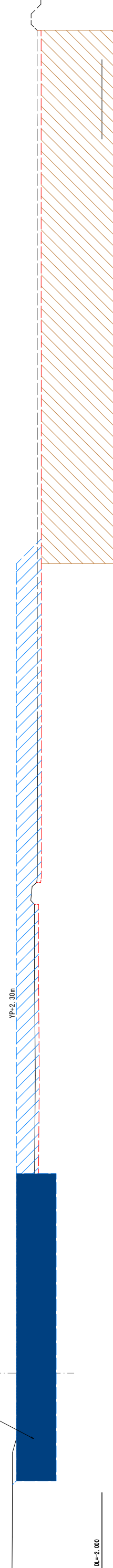
NO. 2+10
FH:
GH=1.46

地盤改良工
(地盤改良基礎)
(改良深さ2.0m, 設計強度180kN/m²)

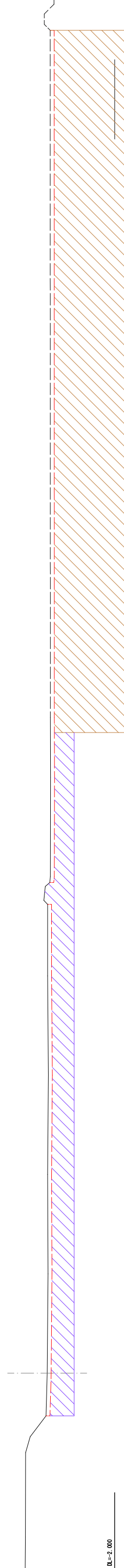


E. P
FH:
GH=1.41

地盤改良工
(地盤改良基礎)
(改良深さ2.0m, 設計強度180kN/m²)



E. P (NO. 2+24.5)
FH:
GH=1.41

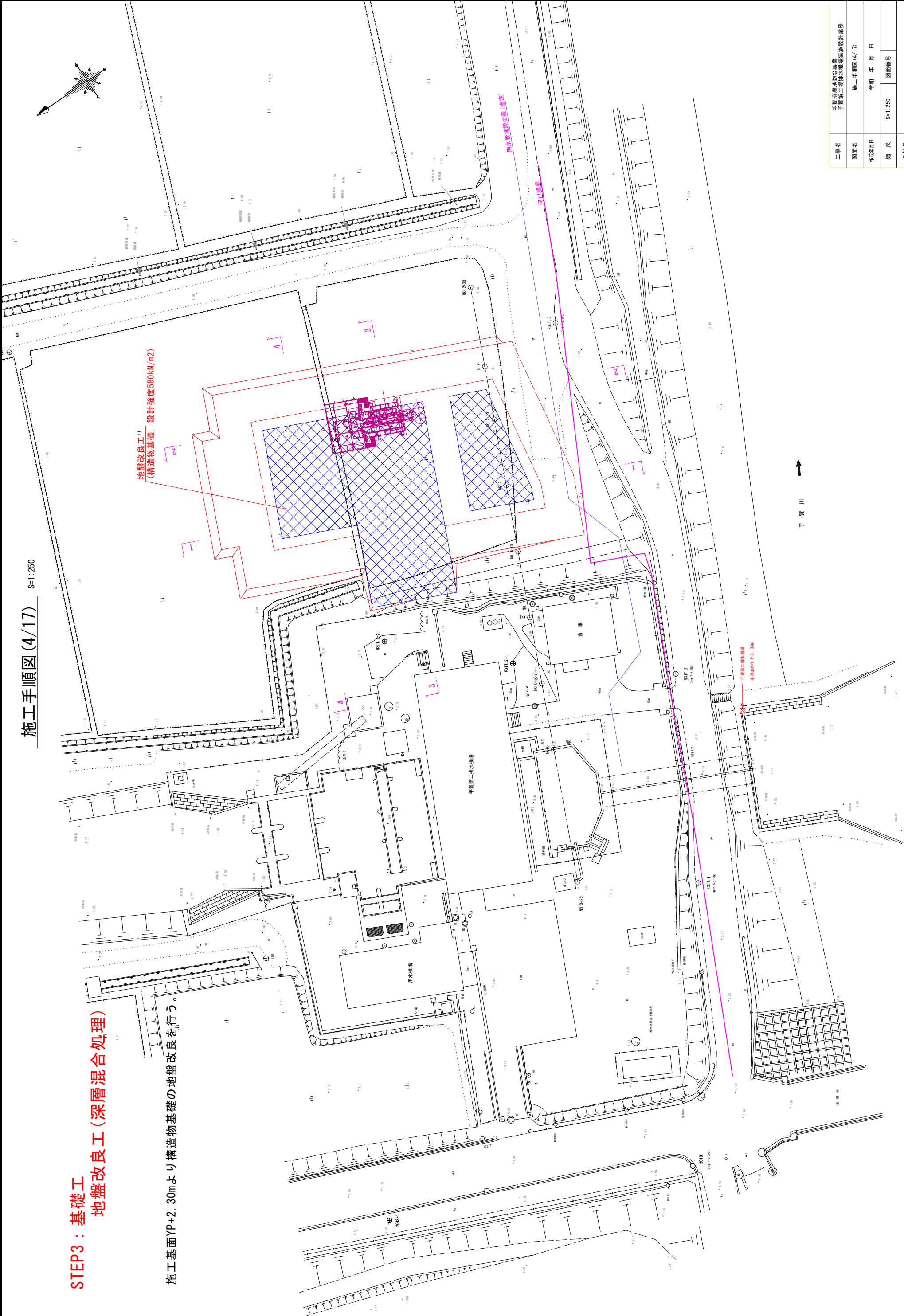


施工手順図 (4/17) S-1:250

STEP3：基礎工
地盤改良工（深層混合処理）

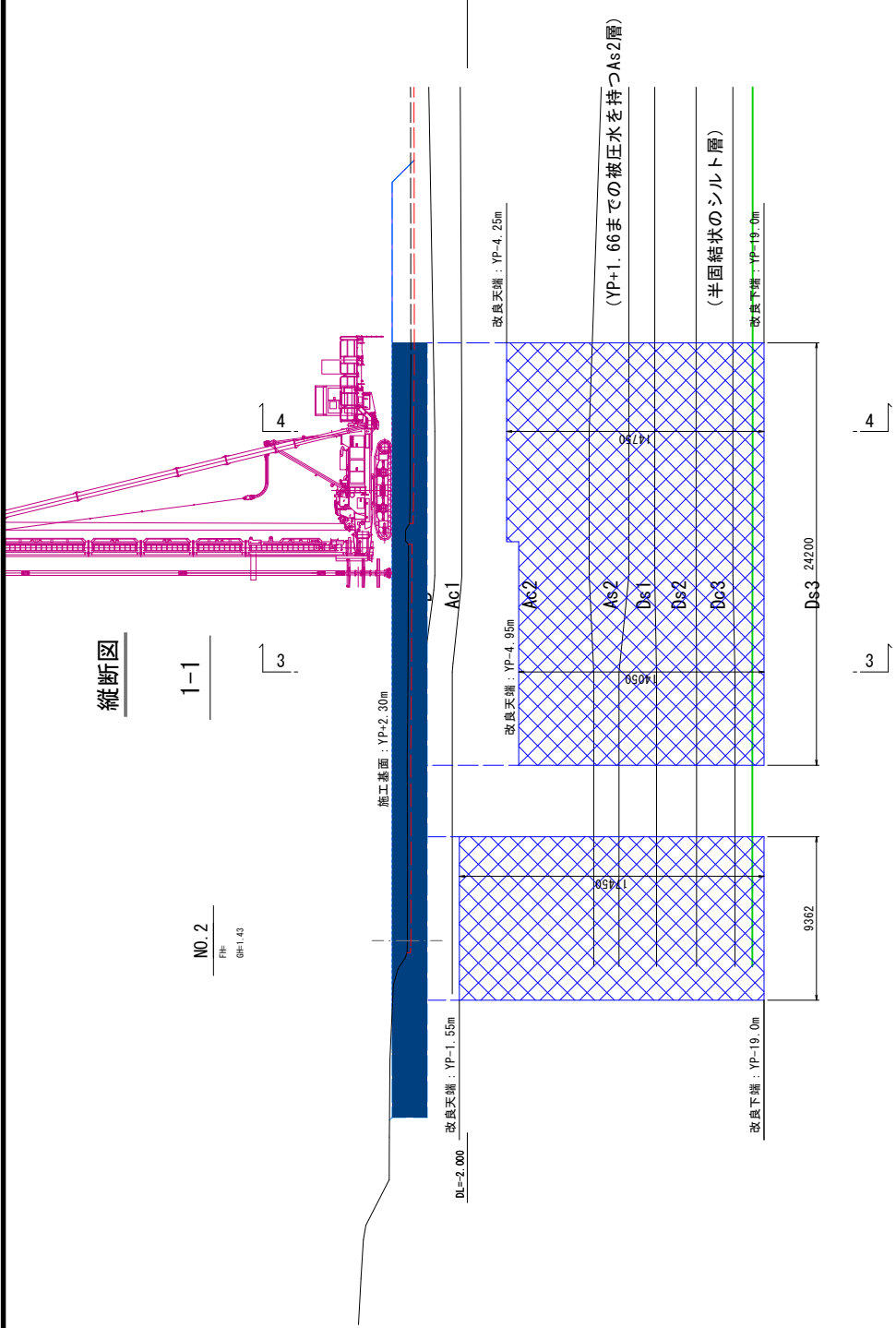
施工基面YP+2.30mより構造物基礎の地盤改良を行う。

地盤改良工
(構造物基礎 設計強度580kN/m2)



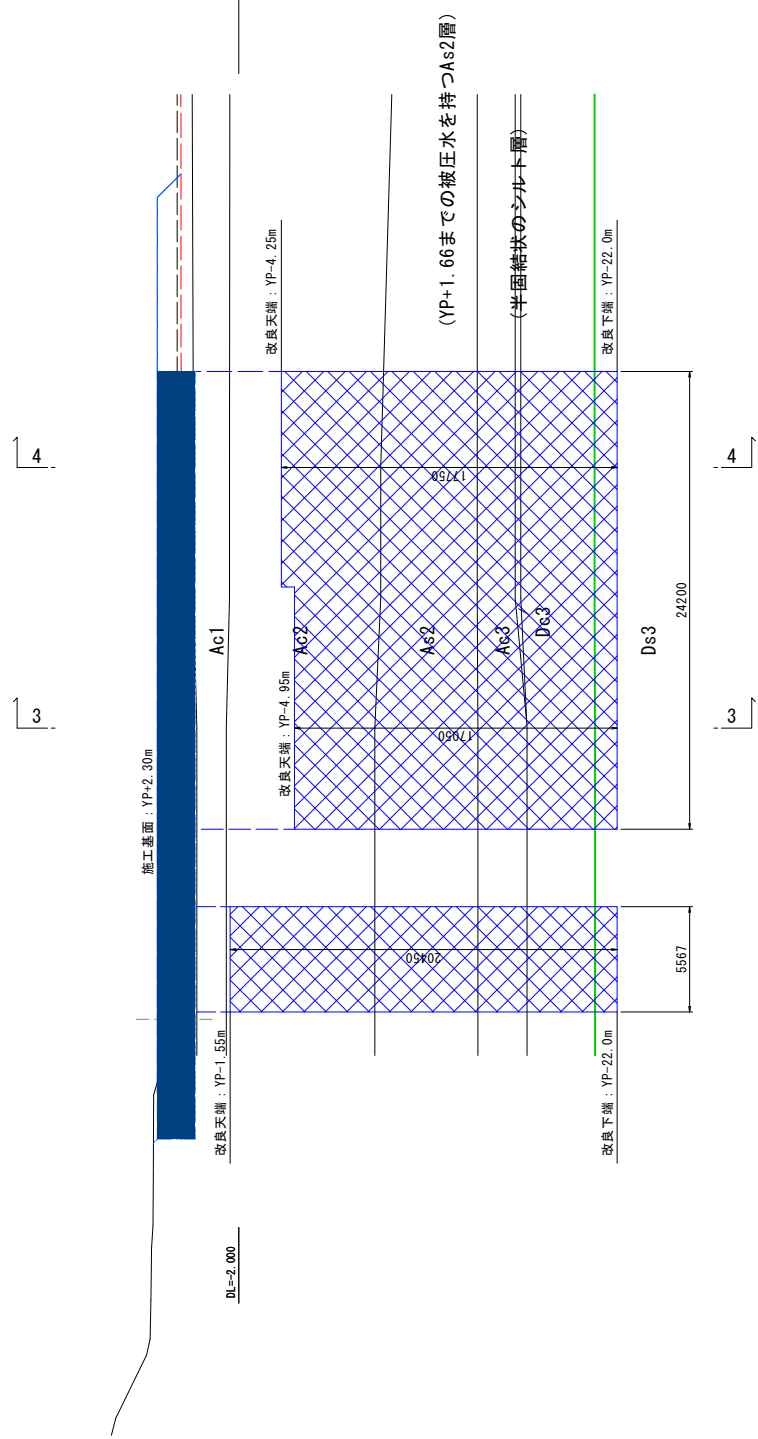
手 賀 川

工事名	手賀沼津地防犯事業 手賀第二排水機場施設設計業務			
図面名	施工手順図 (4/17)			
作成年月日	令和 年 月 日			
縮 尺	S-1:250		図面番号	
会社名				
事務所名	関東建設局 手賀沼津地防犯事業所			



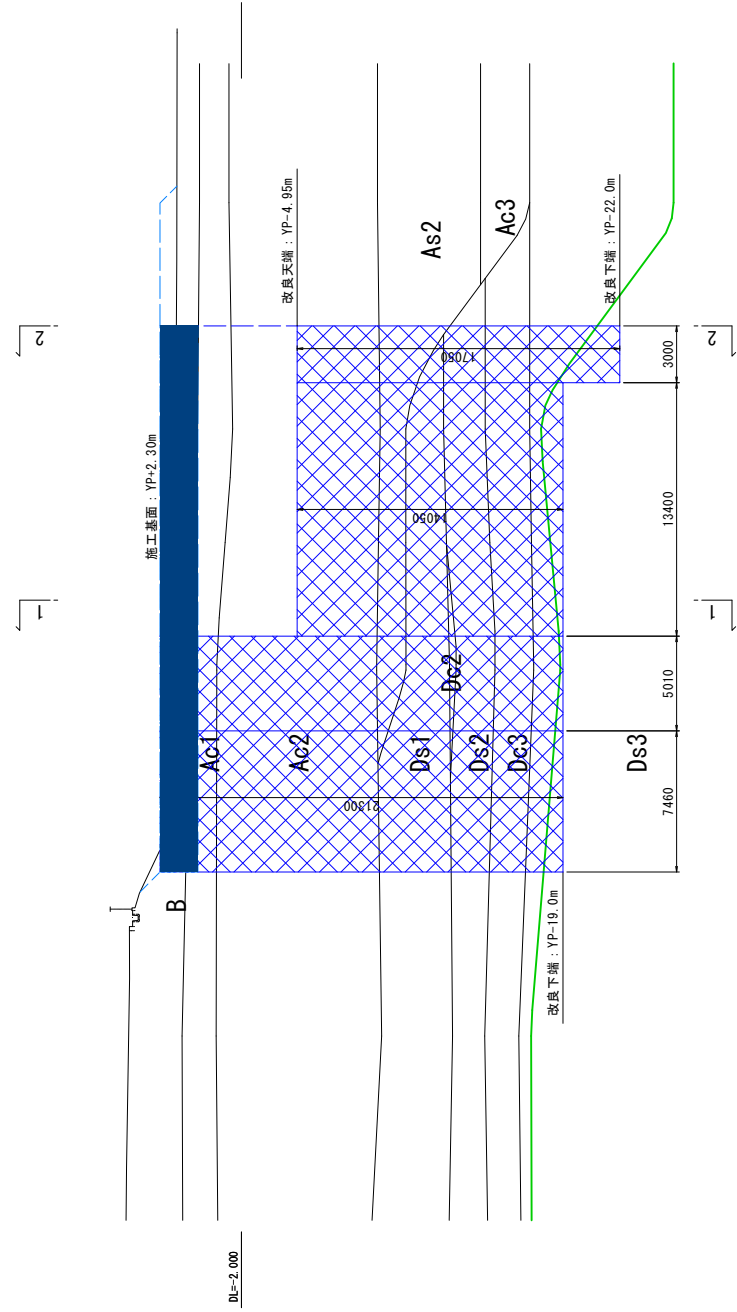
E.P (NO. 2+14.5)
F比
0m=1.41

2-2

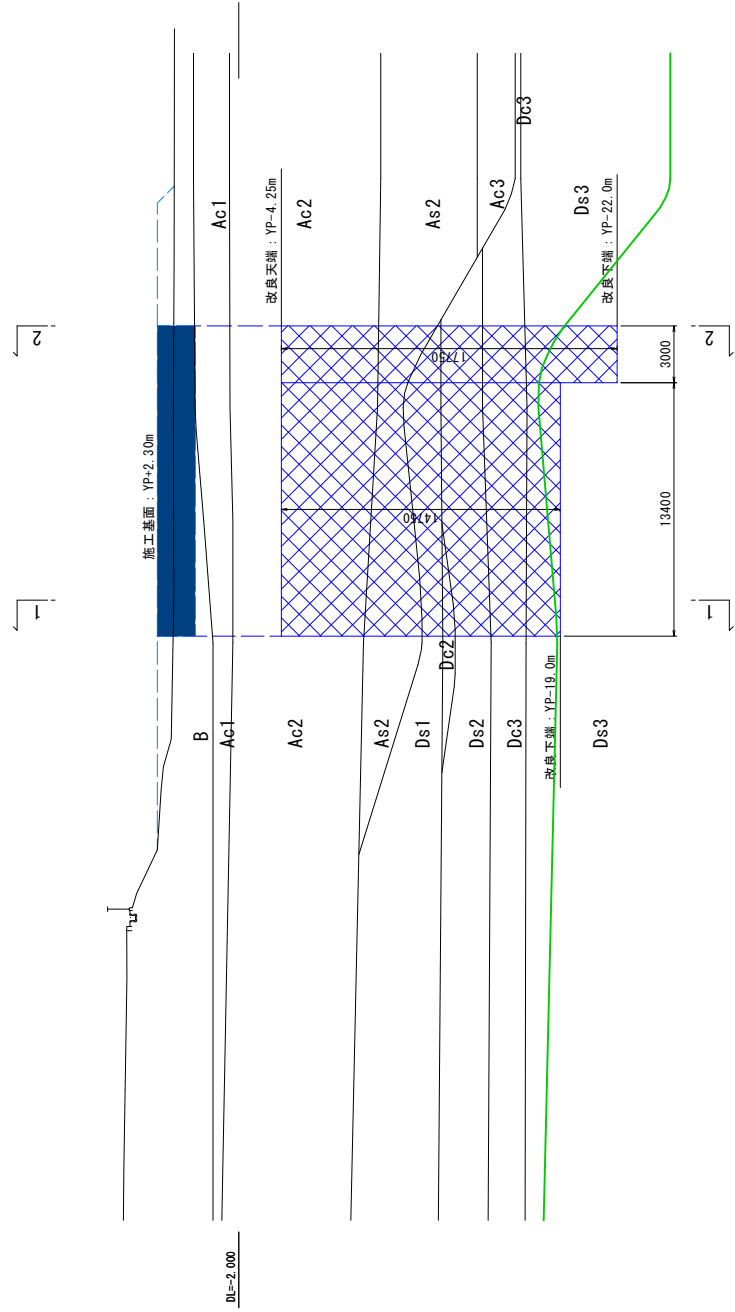


横断面
3-3

3-3



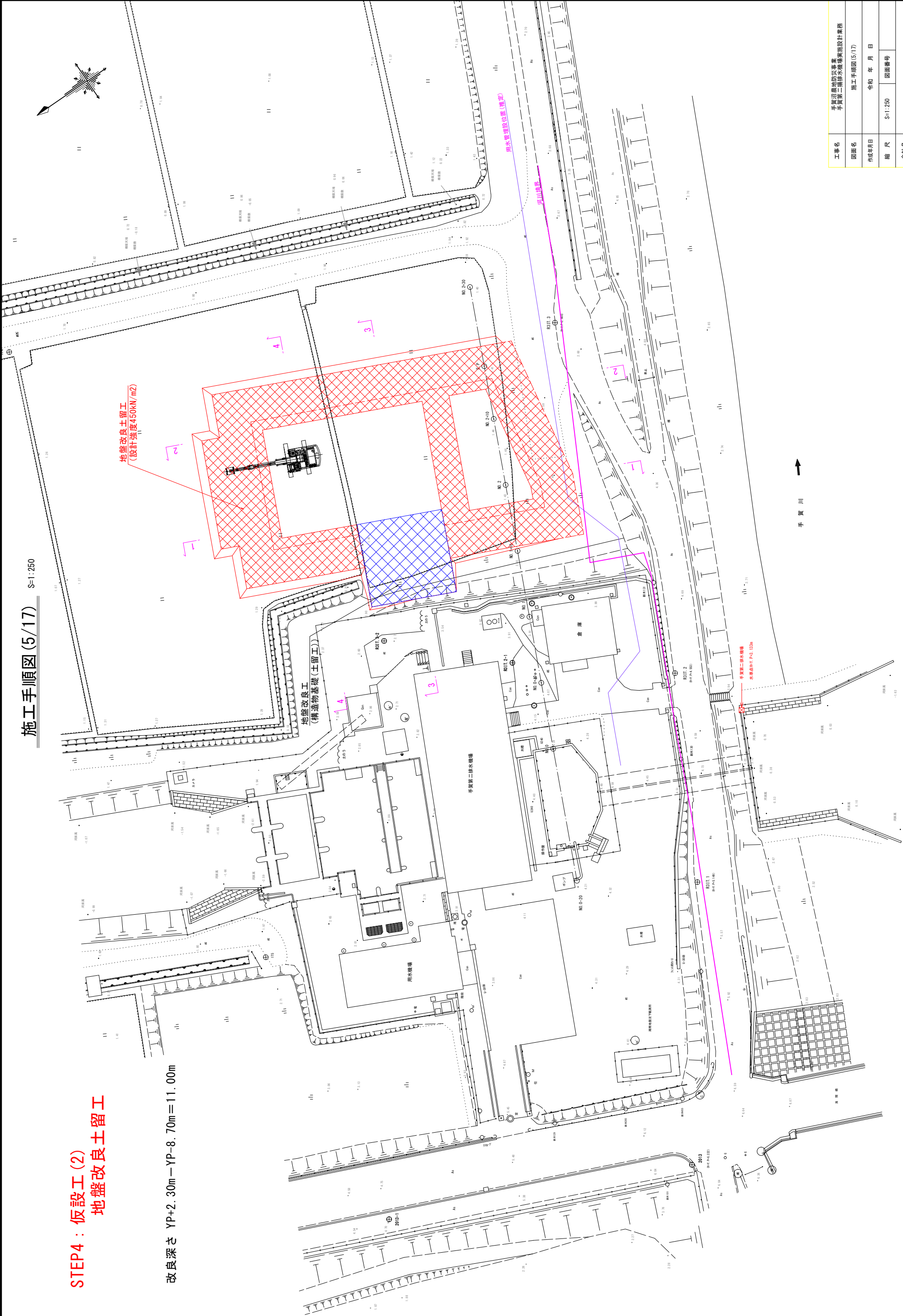
4-4



— 安定した支持層ライン
(N≥30)

STEP4 : 仮設工 (2)
地盤改良土留工

改良深さ YP+2.30m—YP-8.70m=11.00m

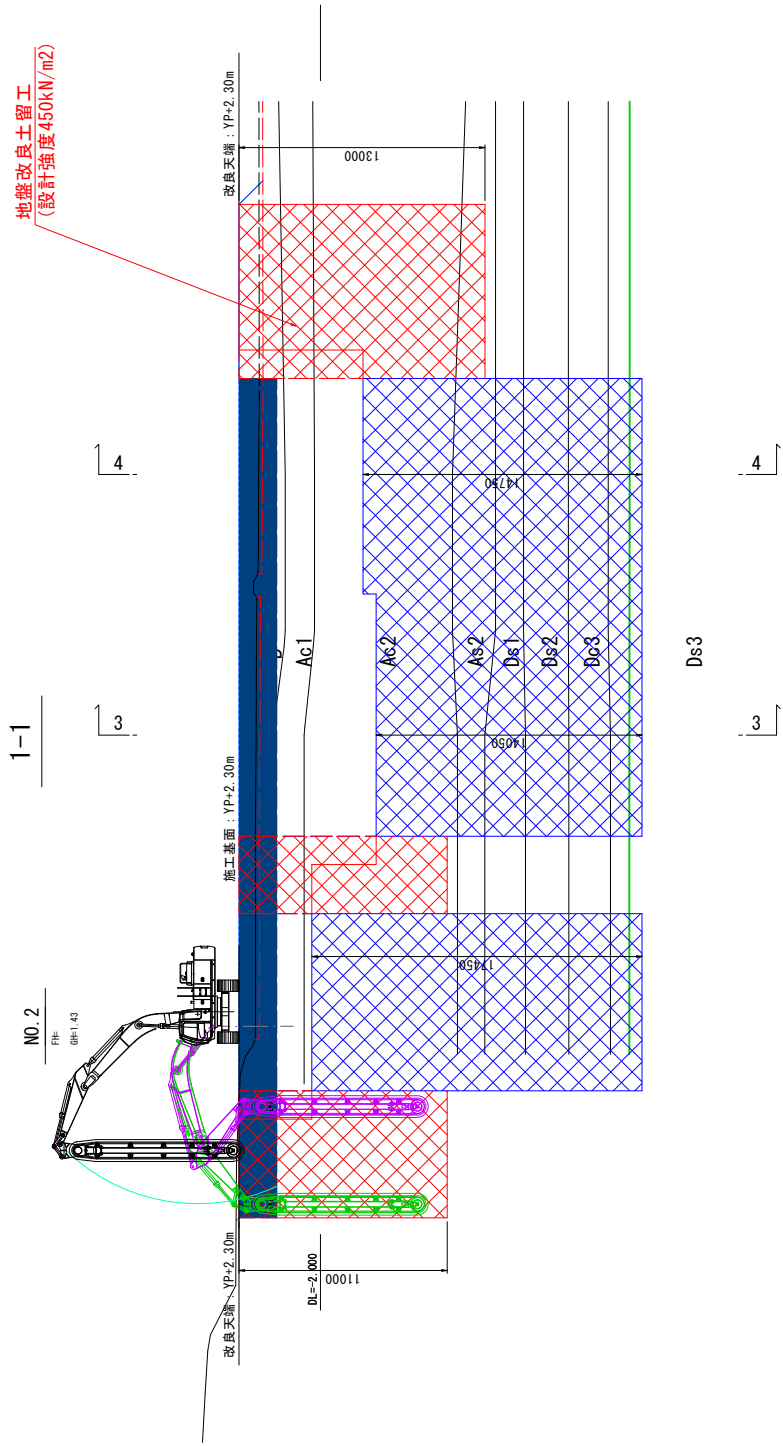


手 賀 川

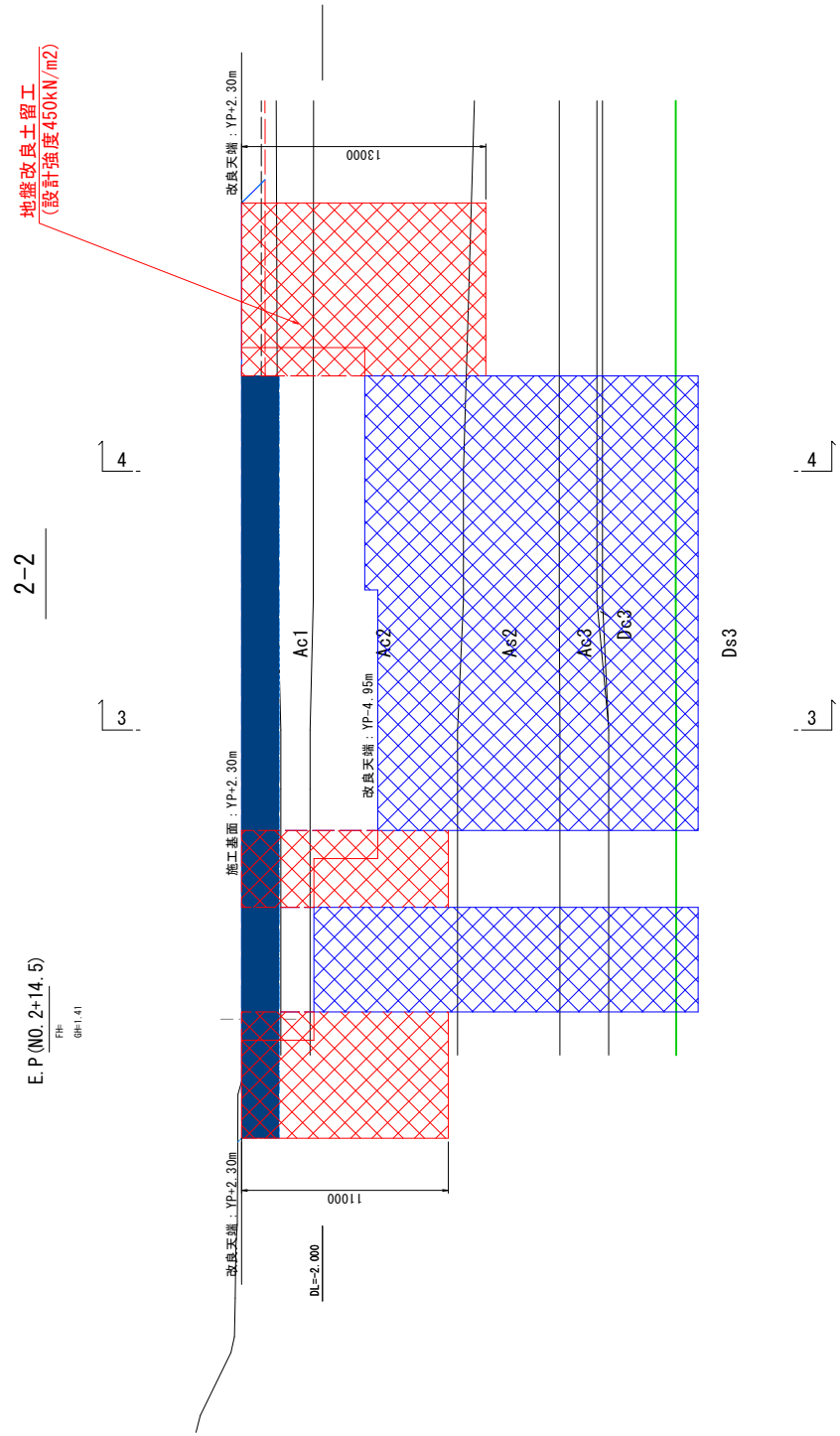
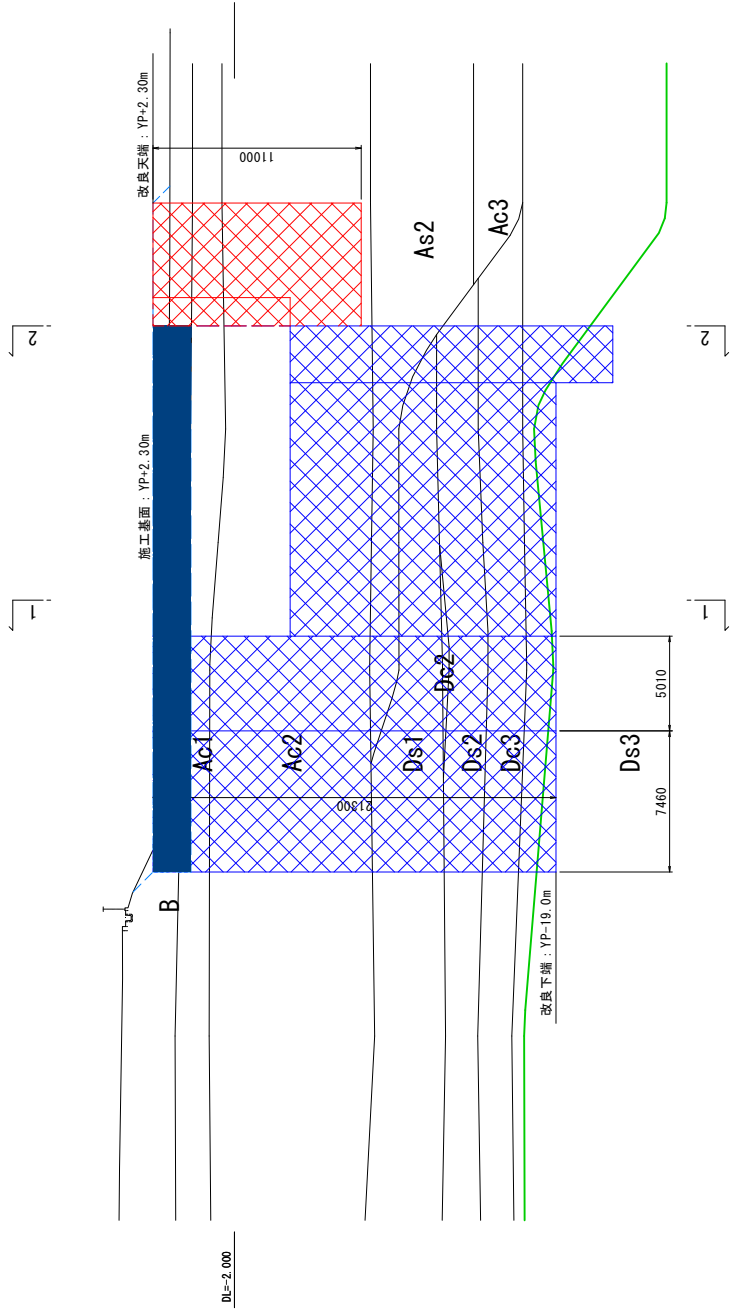
工事名	手賀沼津防犯工事 手賀第二排水機場施設設計業務			
図面名	施工手順図 (5/17)			
作成年月日	令和	年	月	日
縮 尺	S-1:250		図面番号	
会社名				
事務所名	関東建設局 手賀沼津防犯事業所			

縦断面

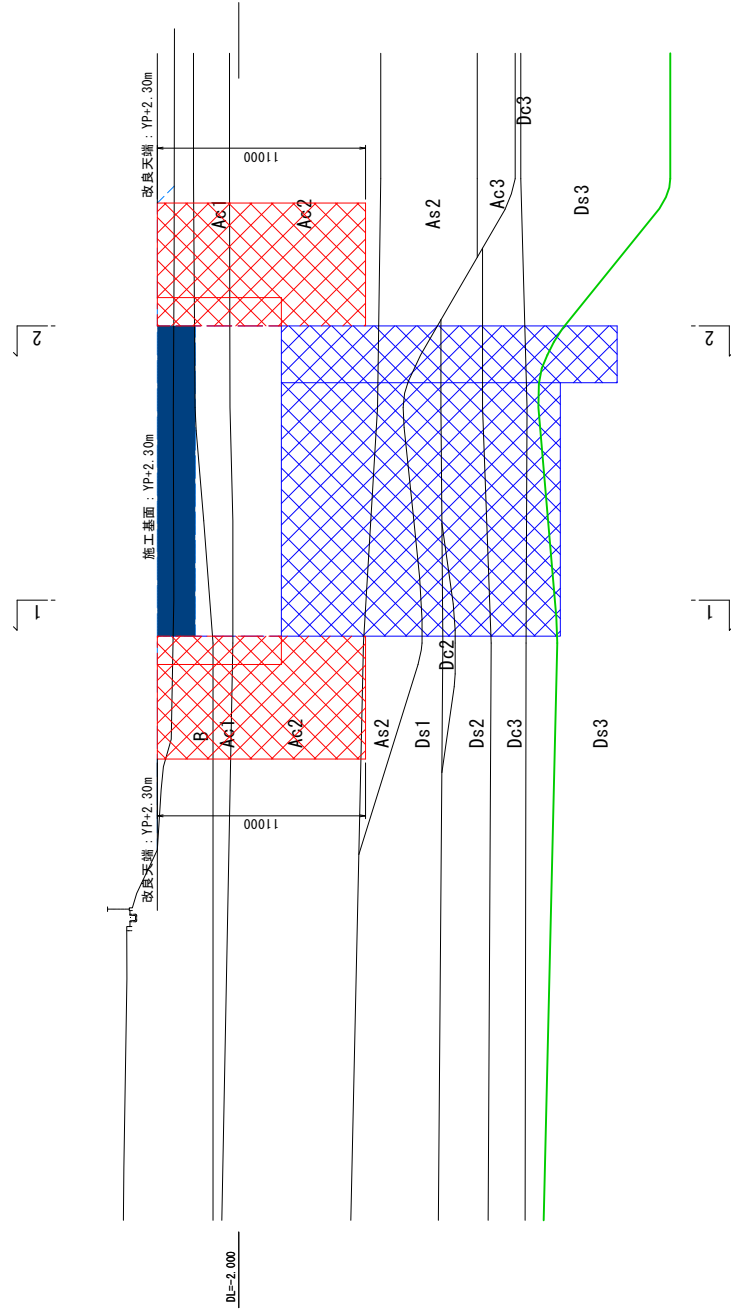
横断面



3-3



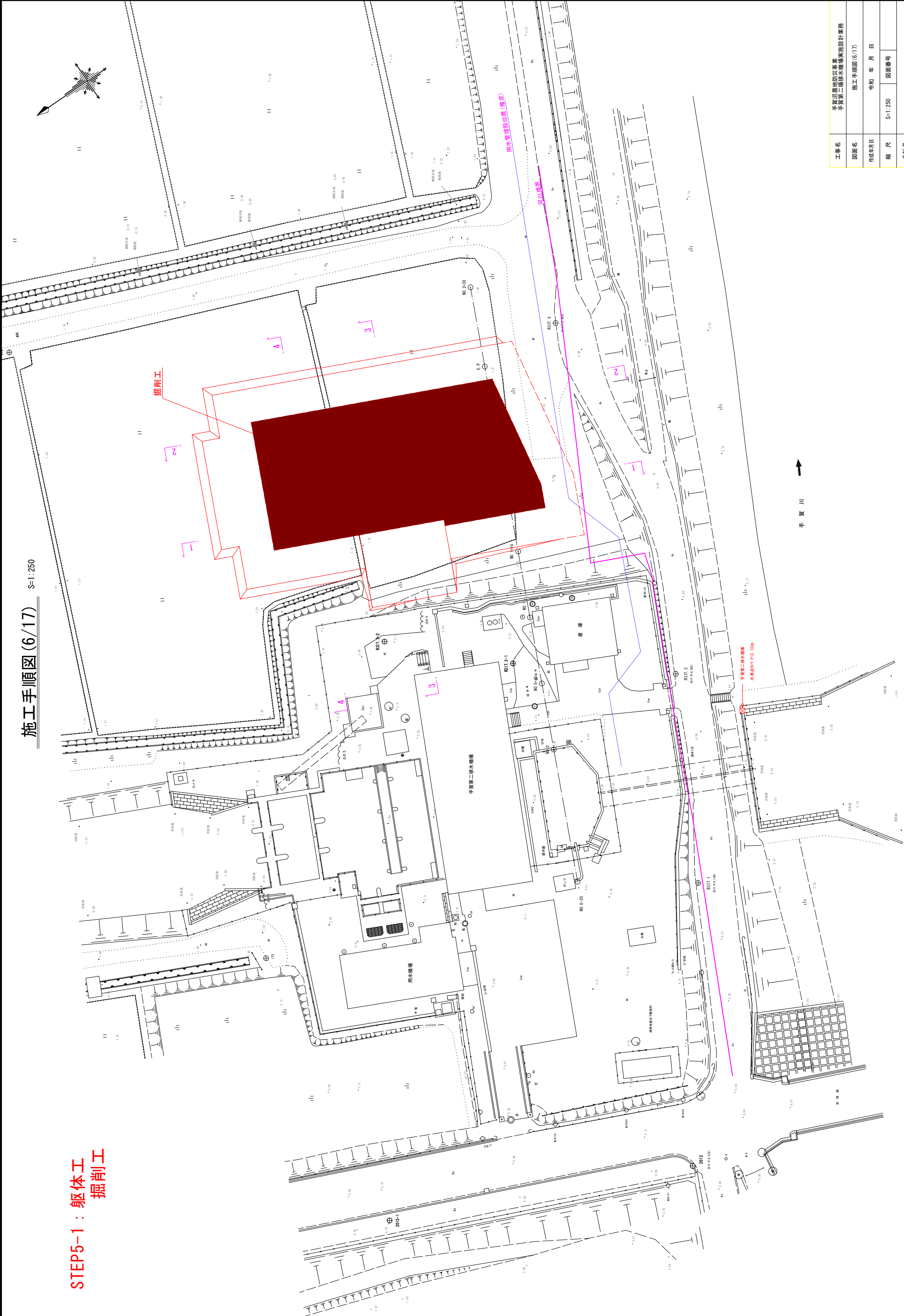
4-4



— 安定した支持層ライン
(N≥30)

施工手順図 (6/17)
 s=1:250

STEP5-1：躯体工
掘削工



工事名	手賀沼津中防犯事業 手賀第二排水設備施設設計業務		
図面名	施工手順図 (6/17)		
作成年月日	令和	年	月 日
縮尺	S=1:250	図面番号	
会社名	関東建設局 手賀沼津中防犯事業所		

縦断面

1-1

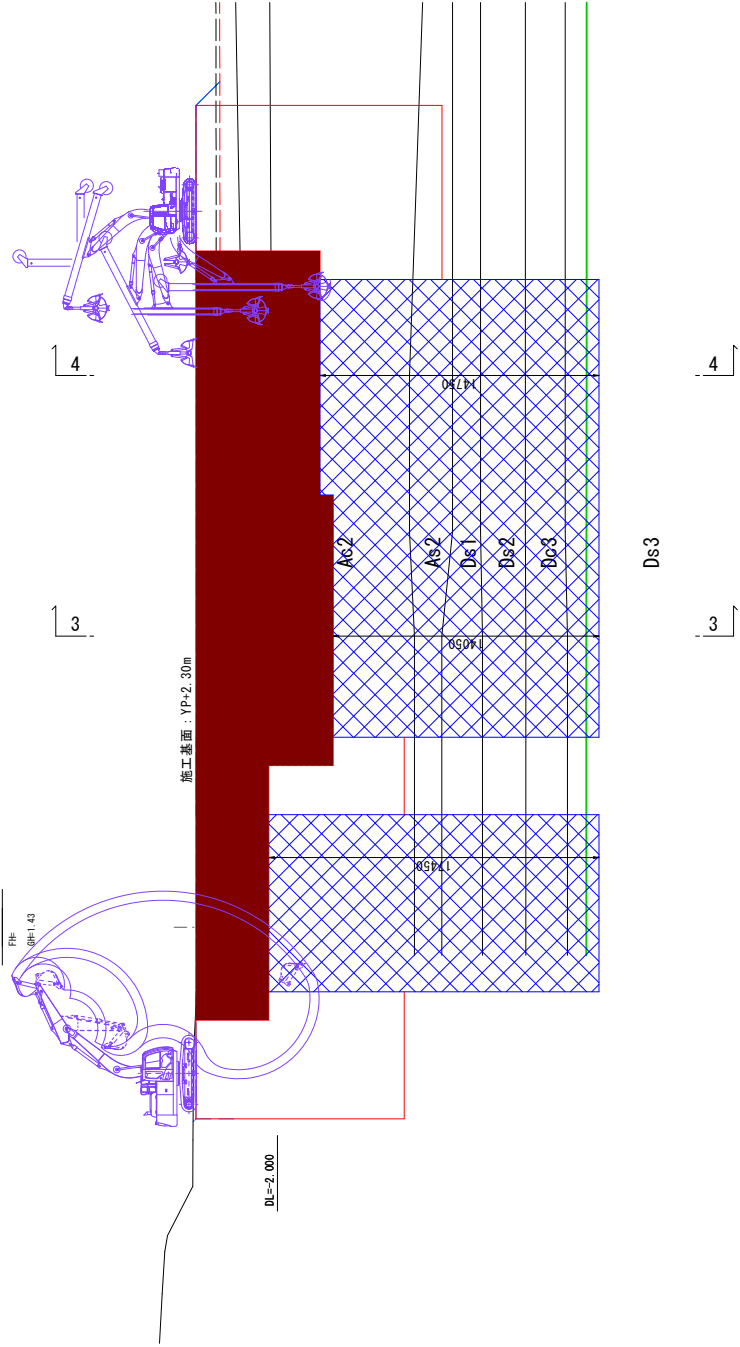
NO. 2

Fi=

G=1.43

3

4

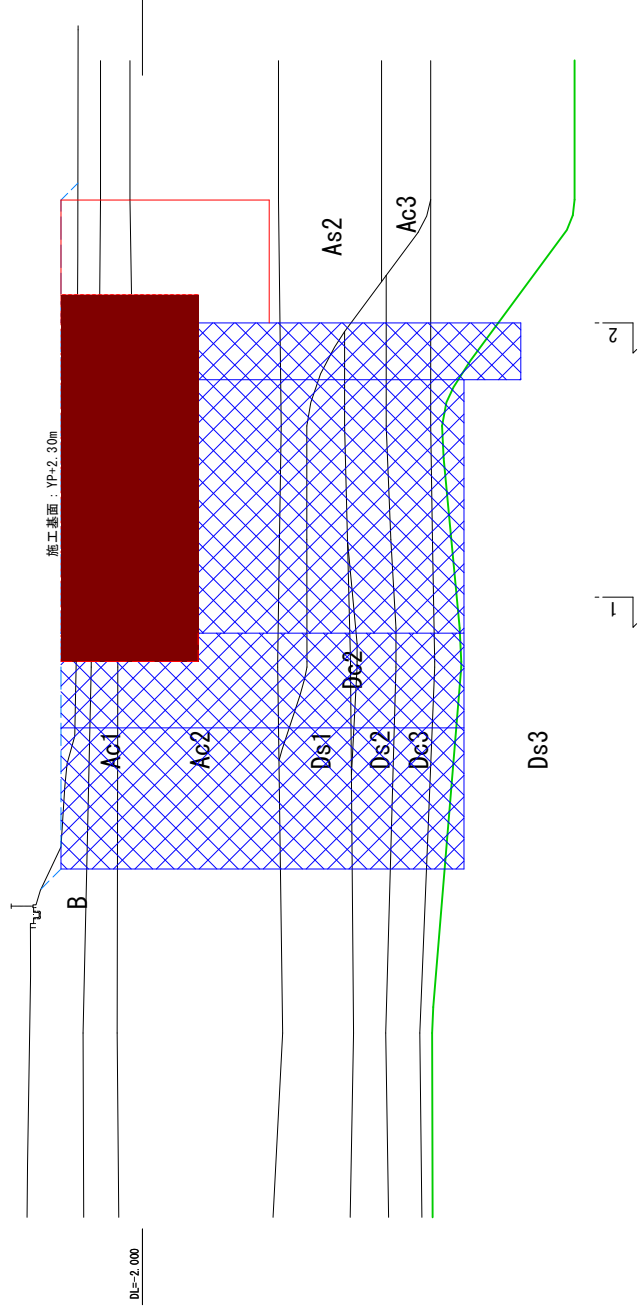


横断面

3-3

1

2



2-2

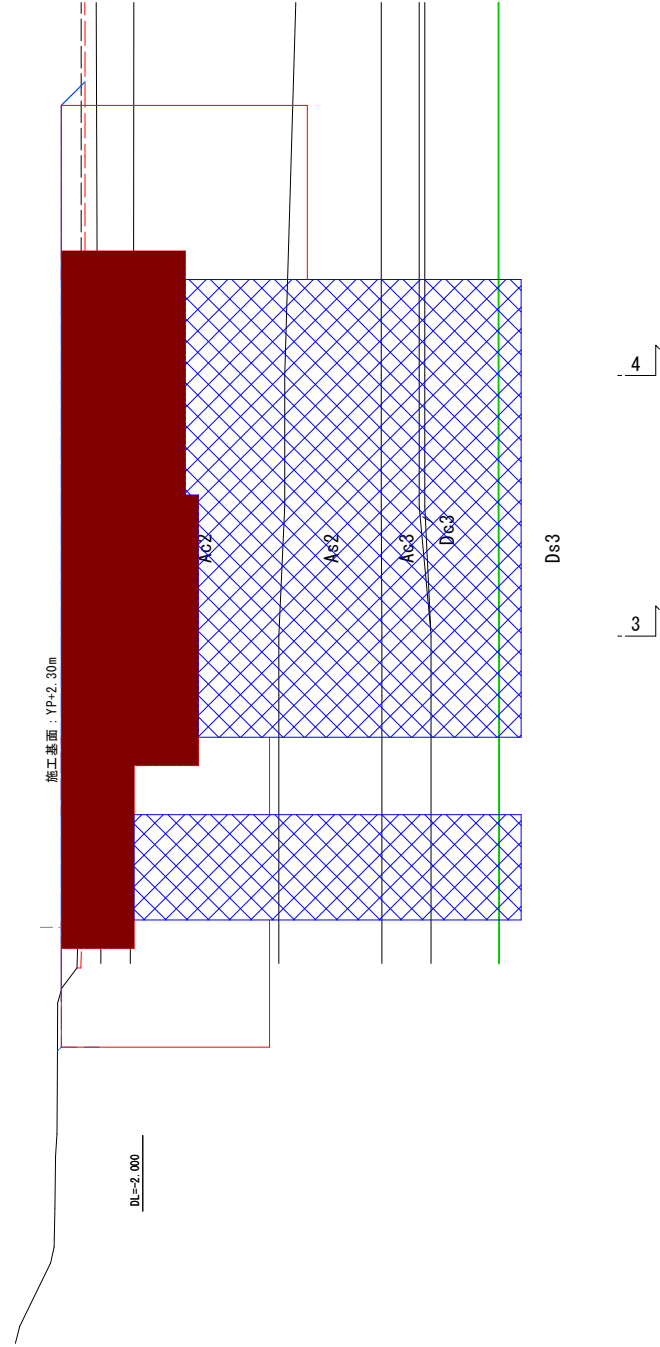
E.P (NO. 2+14.5)

Fi=

G=1.41

3

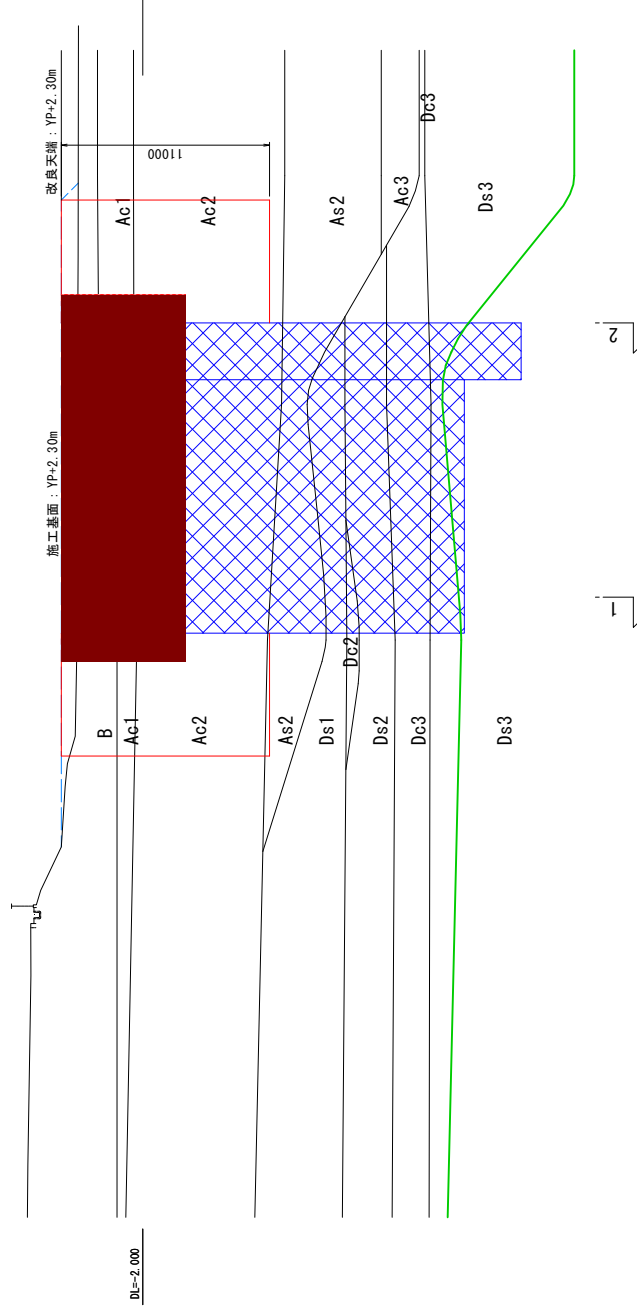
4



4-4

1

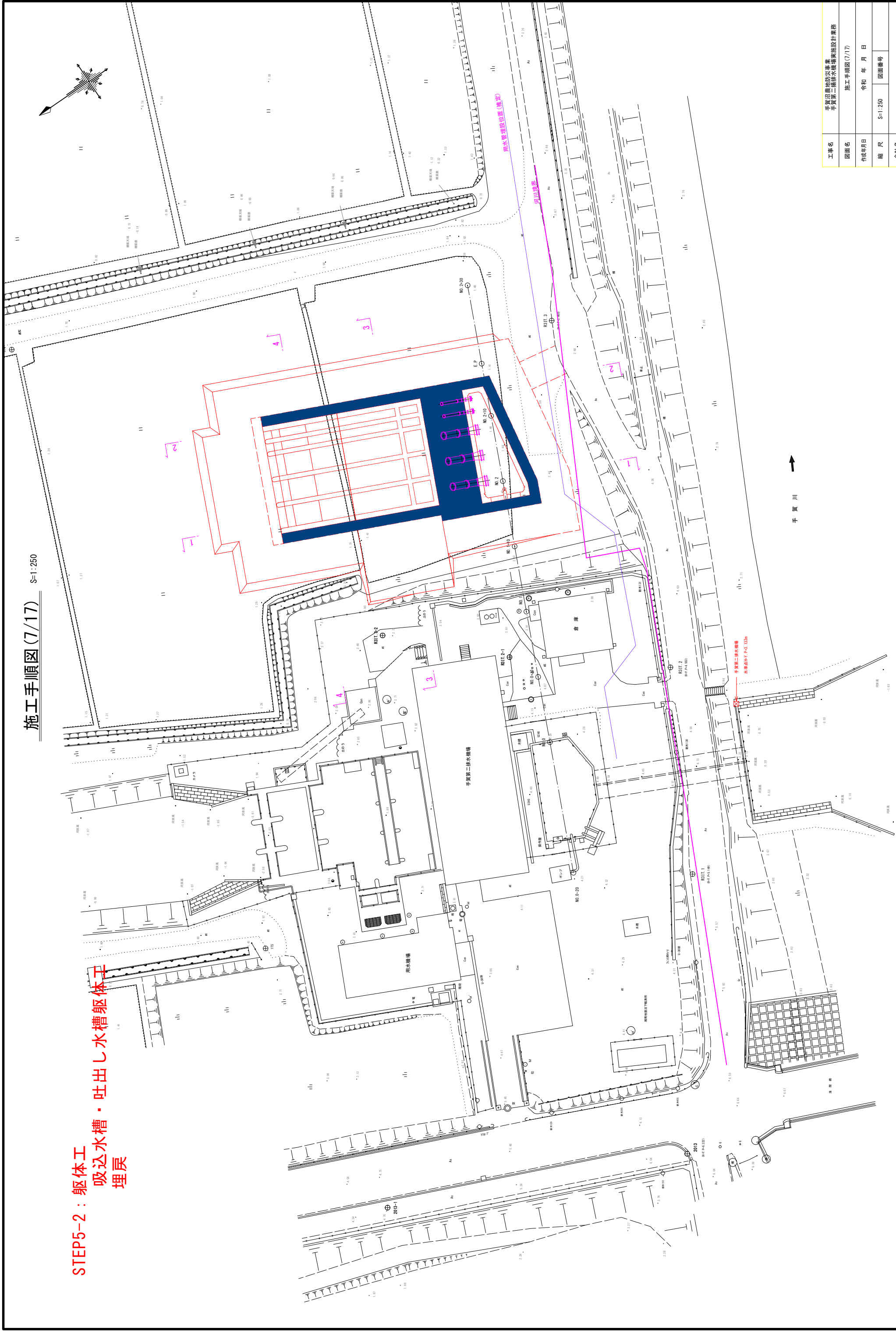
2



安定した支持層ライン
(N≥30)

施工手順図 (7/17) S-1:250

STEP5-2 : 躯体工
吸込水槽・吐出し水槽躯体工
埋戻

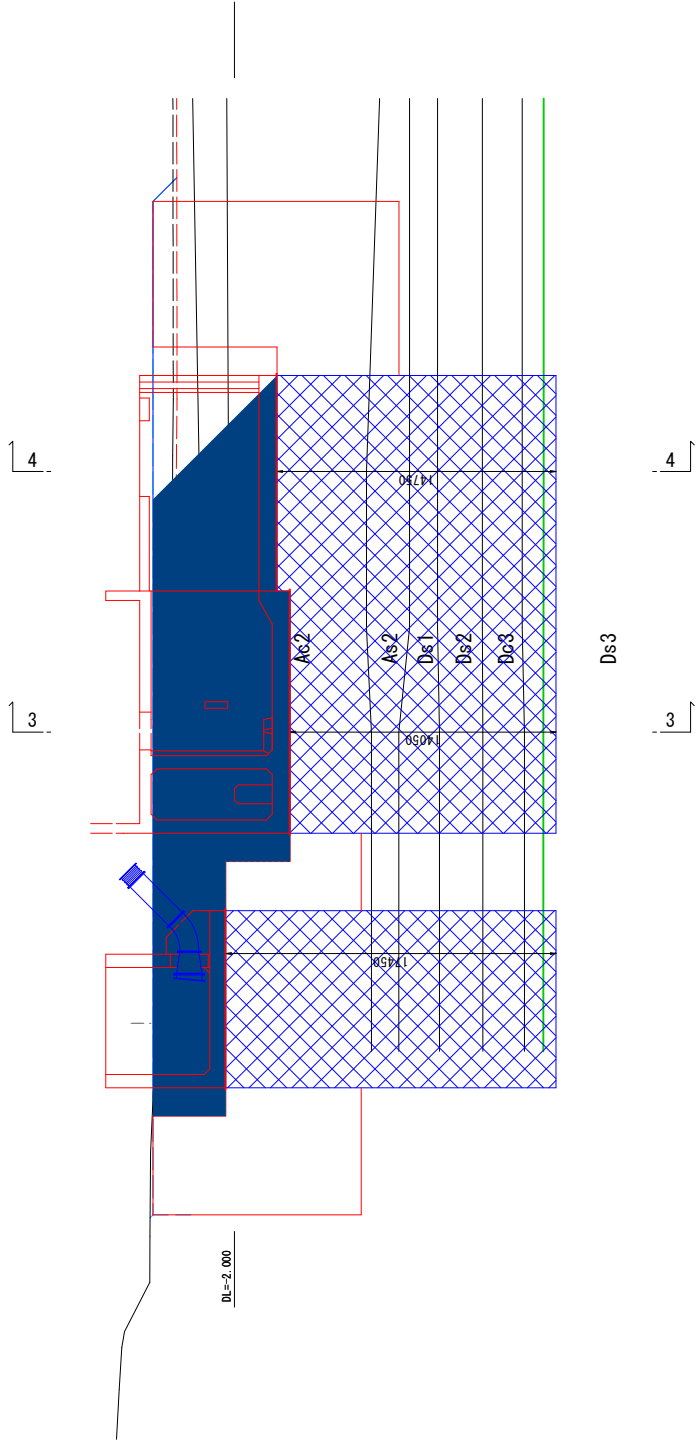


工事名	手賀沼津中防犯工事 手賀第二排水槽躯体工設計業務			
図面名	施工手順図 (7/17)			
作成年月日	令和	年	月	日
縮尺	S-1:250	図面番号		
会社名				
事務所名	関東建設局 手賀沼津中防犯事業所			

縦断面

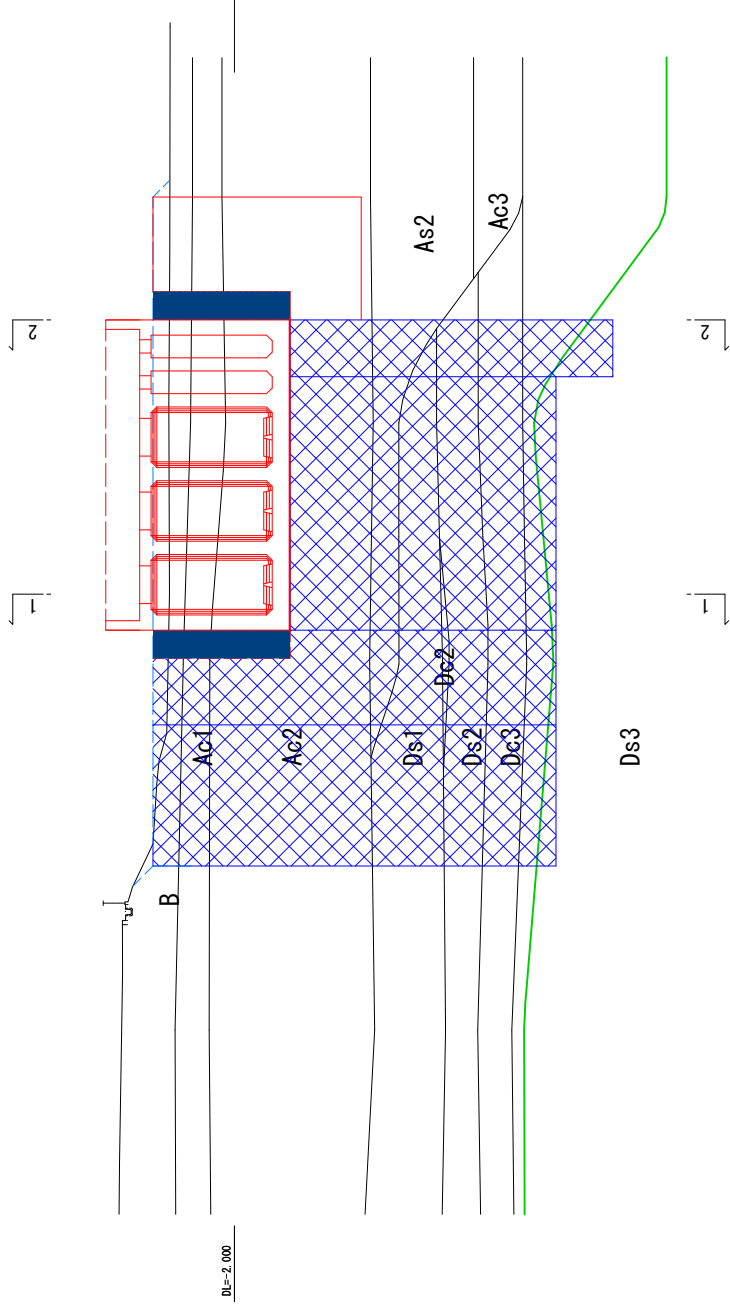
NO. 2
F10
G10=1.43

1-1



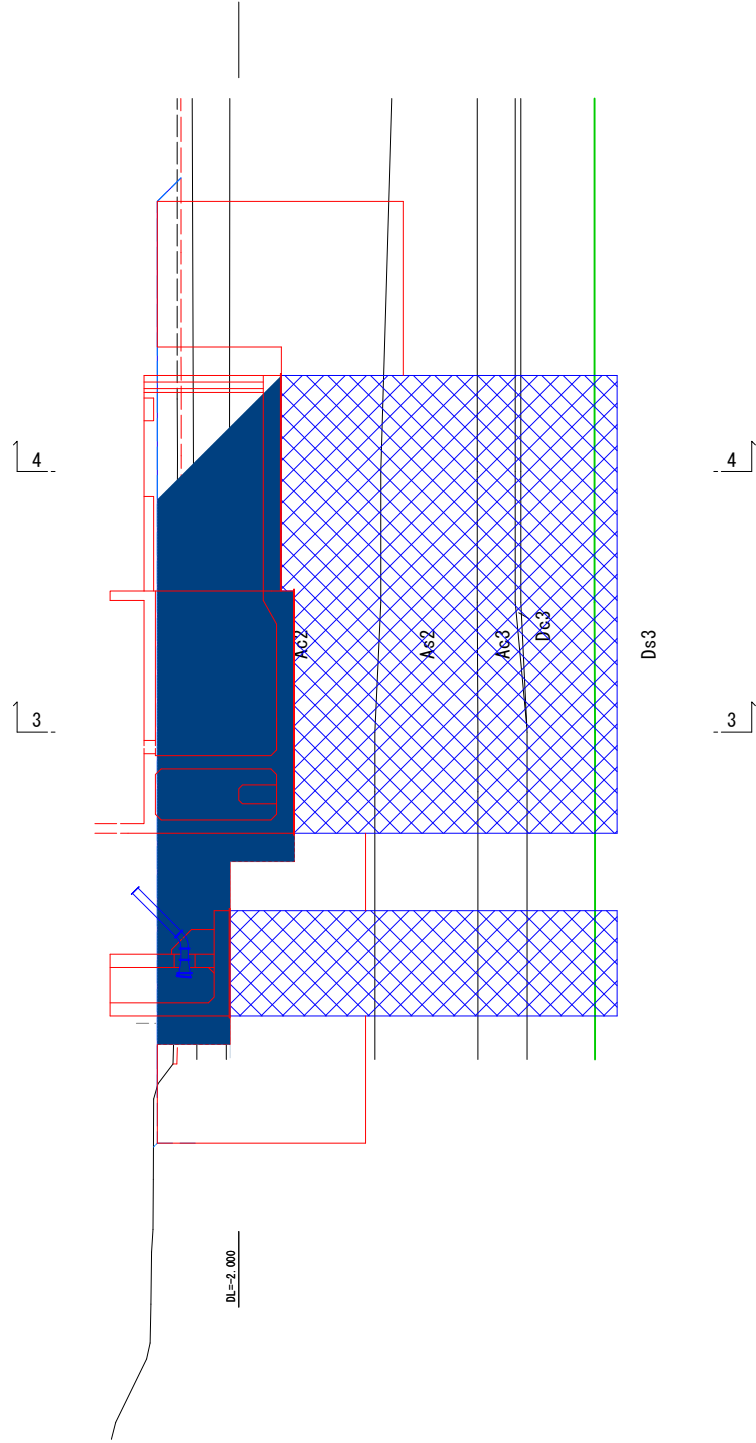
横断面

3-3

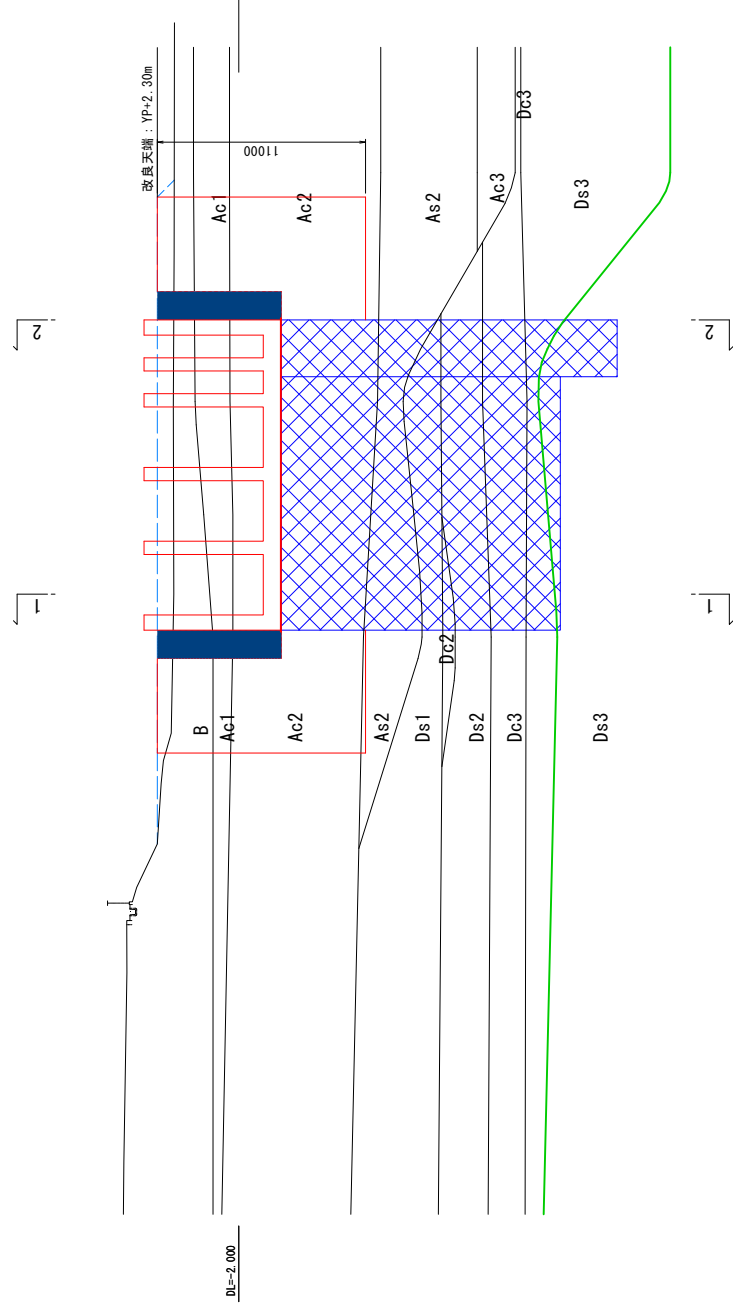


E.P (NO. 2+14.5)
F10
G10=1.41

2-2



4-4

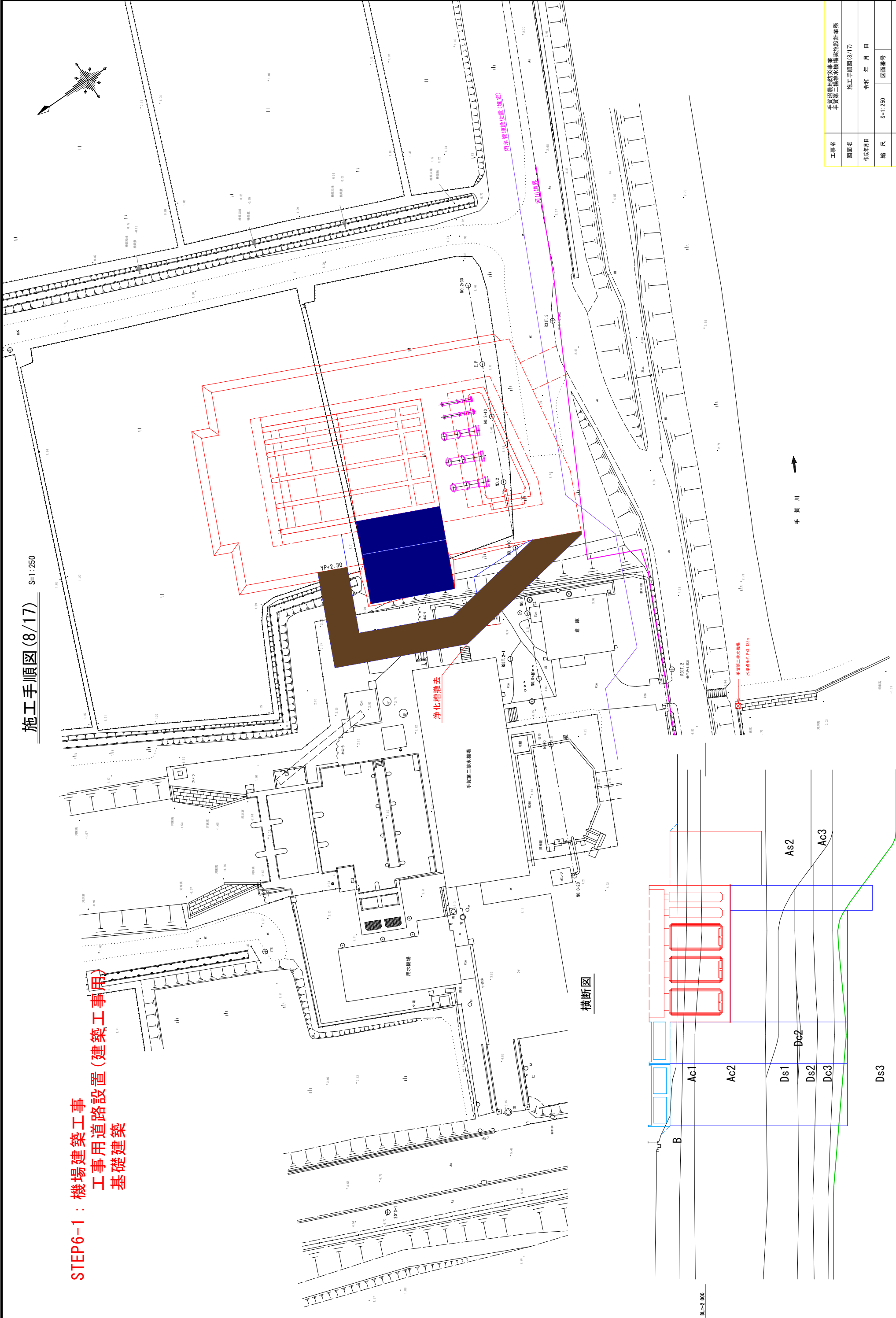


安定した支持層ライン
(N ≥ 30)

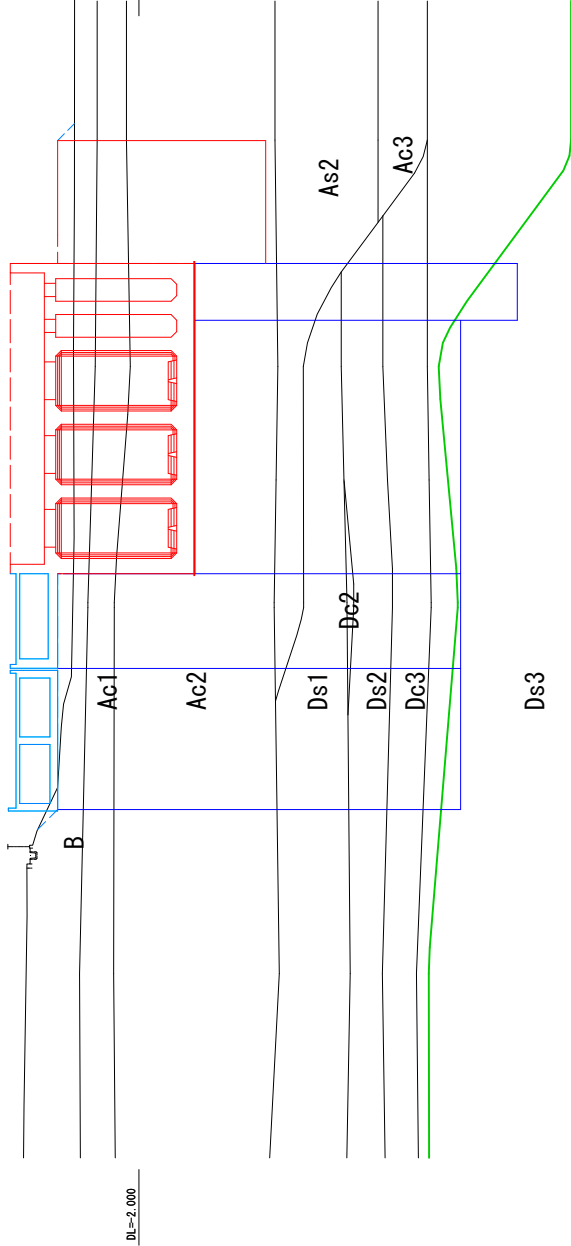
STEP6-1：機場建築工事
工事用道路設置（建築工事前）
基礎建築

施工手順図 (8/17)

S=1:250



横断面

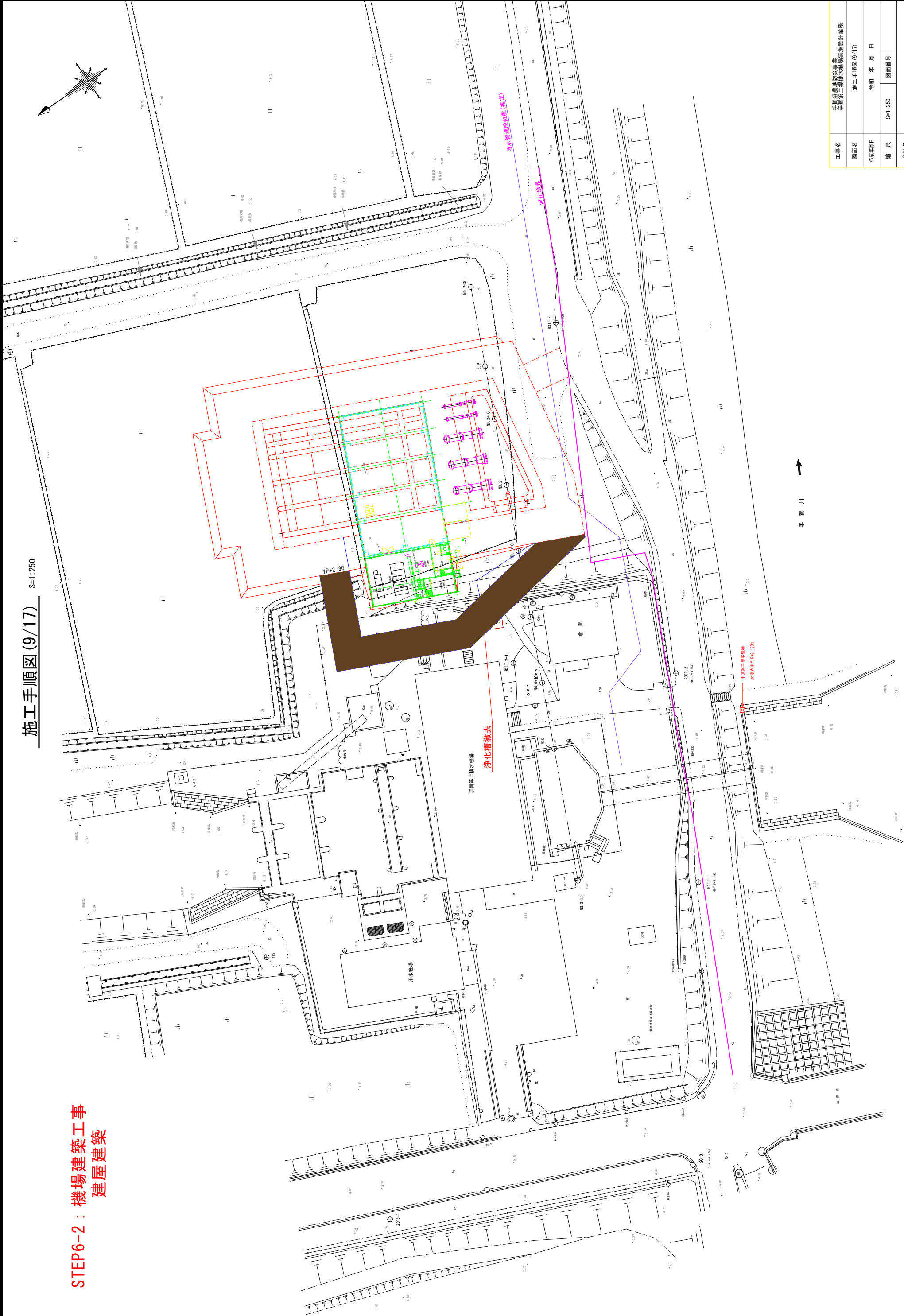


工事名	手廻り二排水設備工事 手廻り二排水設備施設設計業務		
図面名	施工手順図 (8/17)		
作成年月日	令和	年	月 日
縮尺	S=1:250	図面番号	
会社名			
事務所名	関東建設局 手廻り二排水設備施設設計事務所		

STEP6-2：機場建築工事
建屋建築

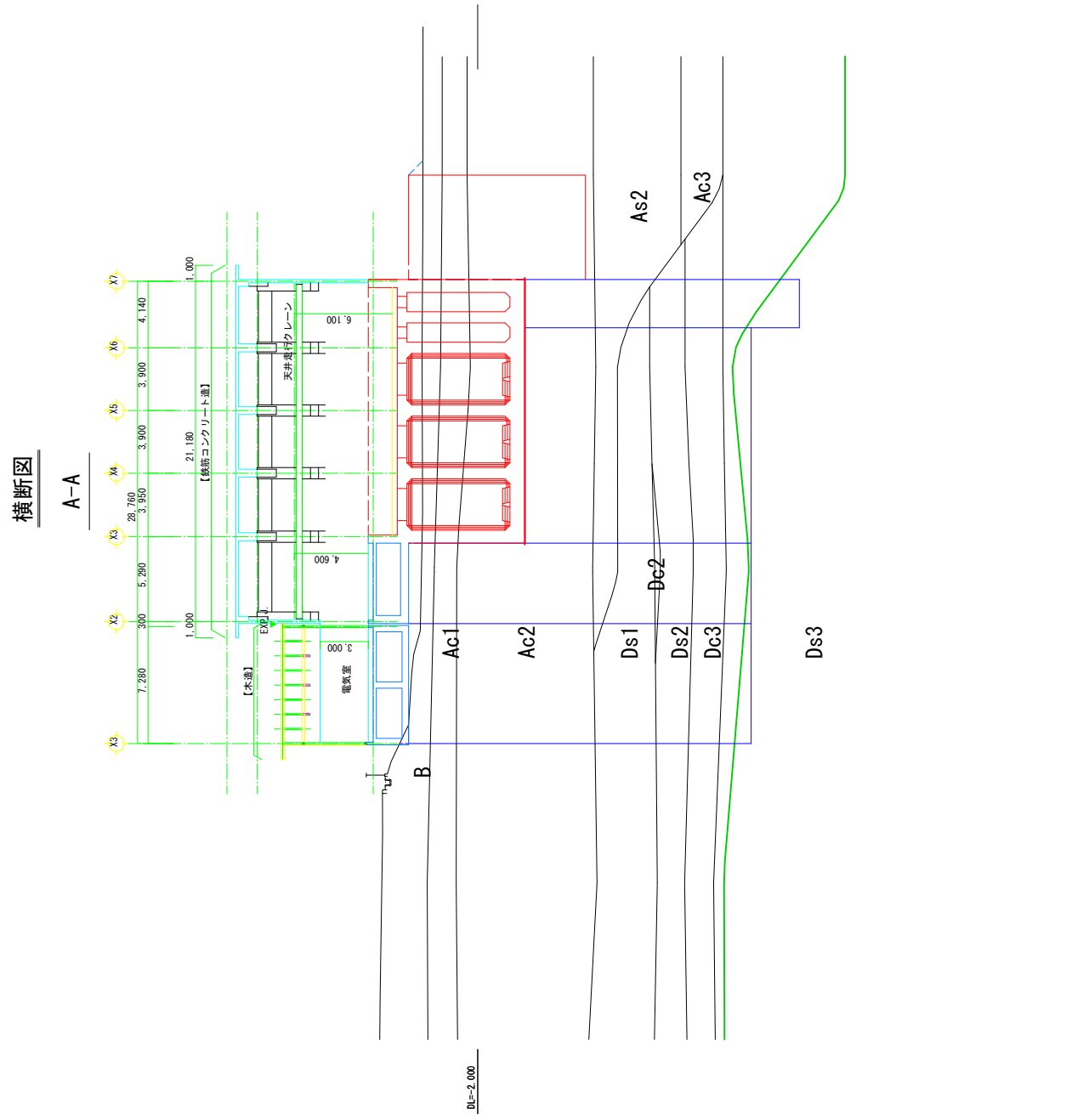
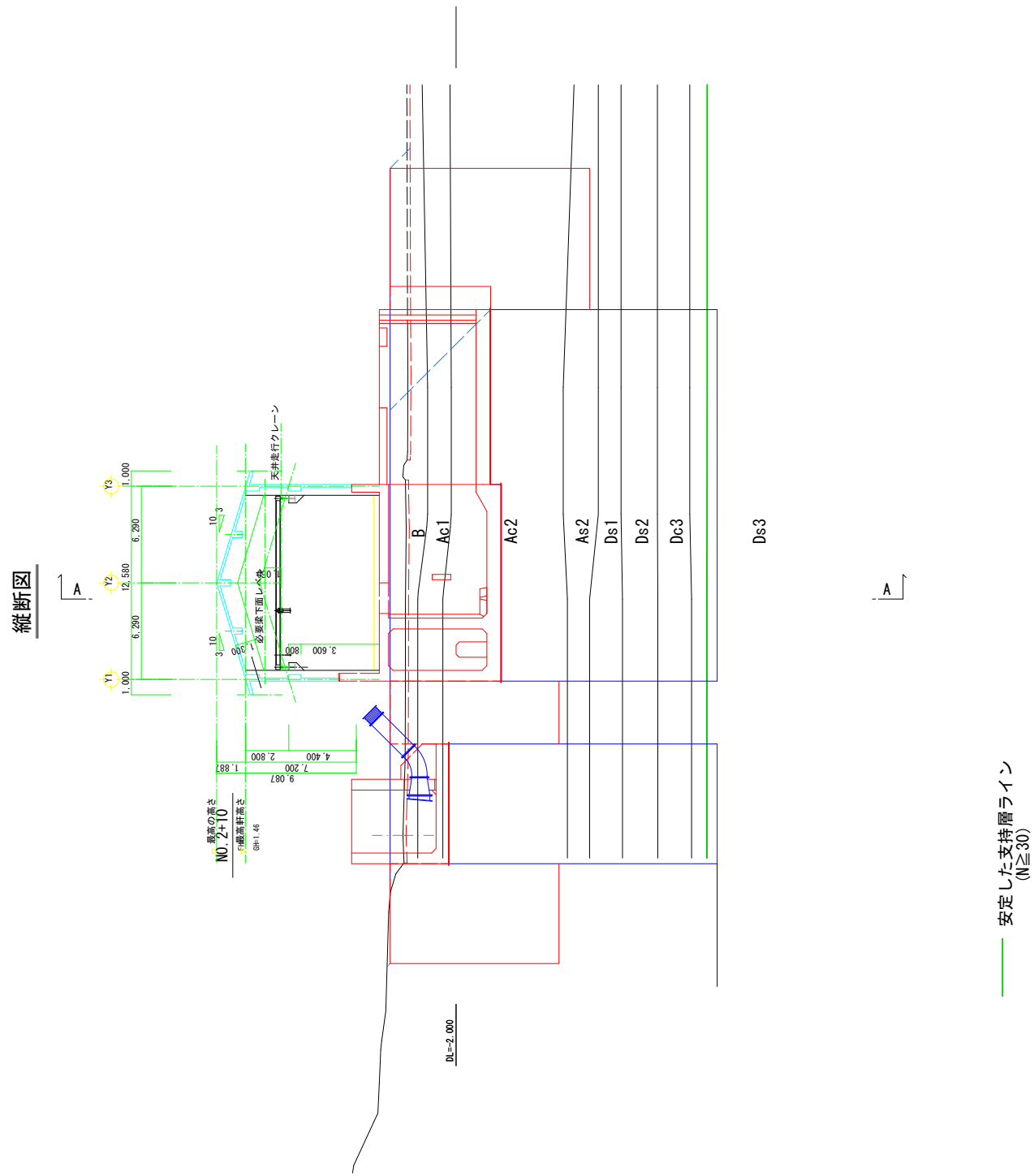
施工手順図 (9/17)

S-1:250

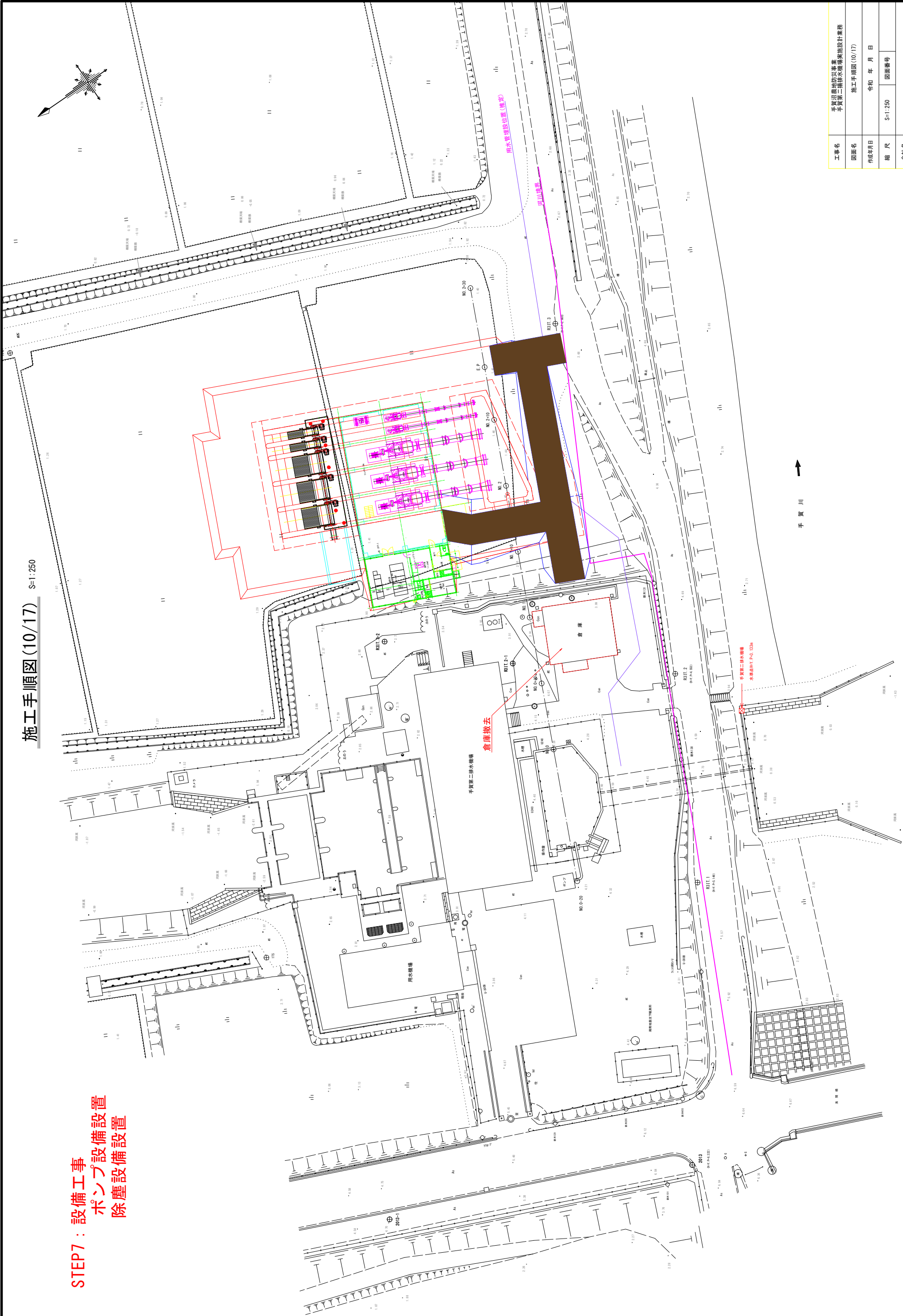


手賀川

工事名	手賀沼津中防犯工事 手賀第二排水機場施設設計業務			
図面名	施工手順図(9/17)			
作成年月日	令和 年 月 日			
縮尺	S-1:250	図面番号		
会社名				
事務所名	関東建設局 手賀沼津中防犯事業所			



STEP7：設備工事
ポンプ設備設置
除塵設備設置

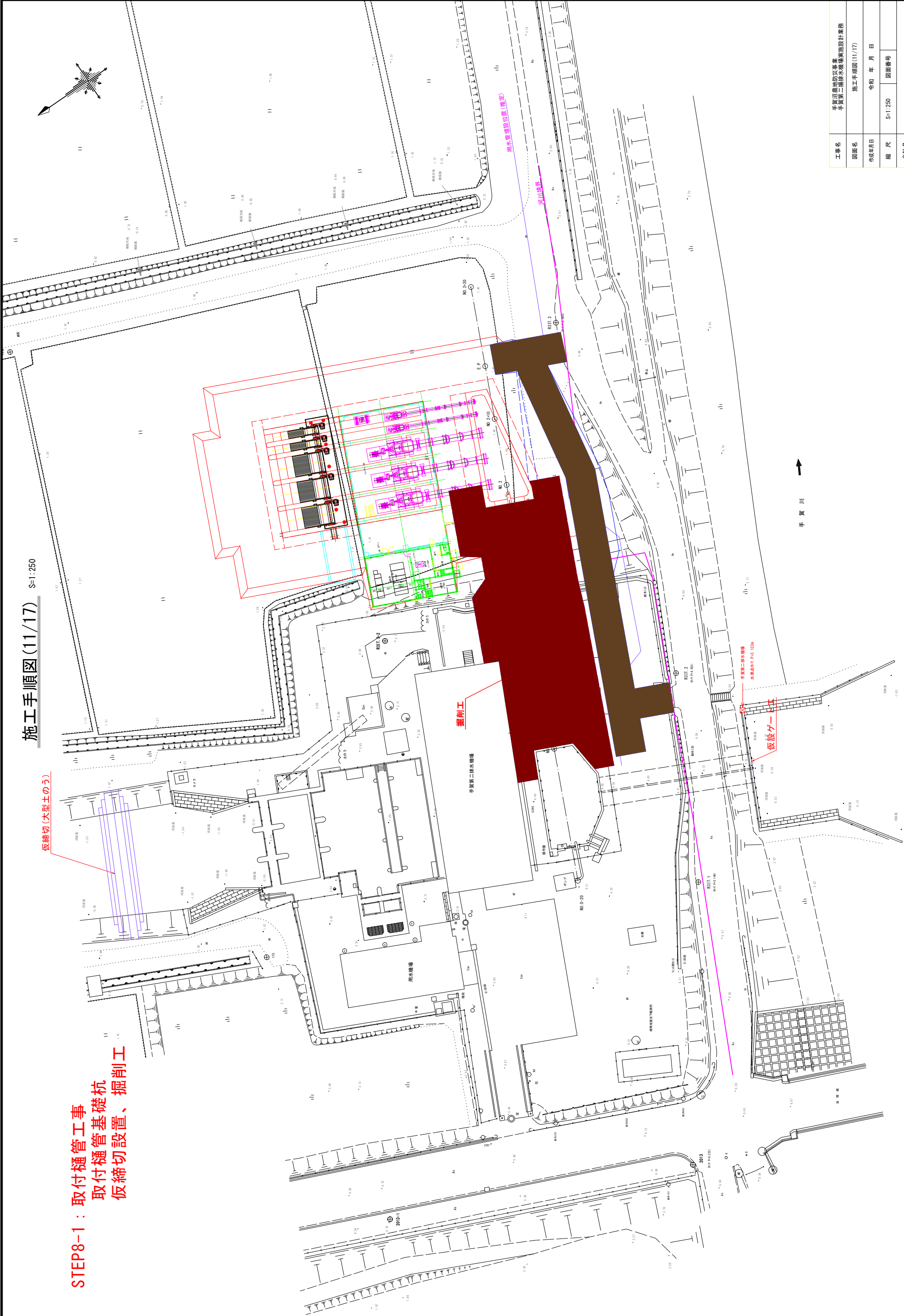


工事名	手賀沼津中防犯事業 手賀第二排水設備施設設計業務		
図面名	施工手順図(10/17)		
作成年月日	令和	年	月 日
縮尺	S-1:250	図面番号	
会社名			
事務所名	関東建設局 手賀沼津中防犯事業所		

施工手順図(11/17) S-1.250

仮締切(大型土のう)

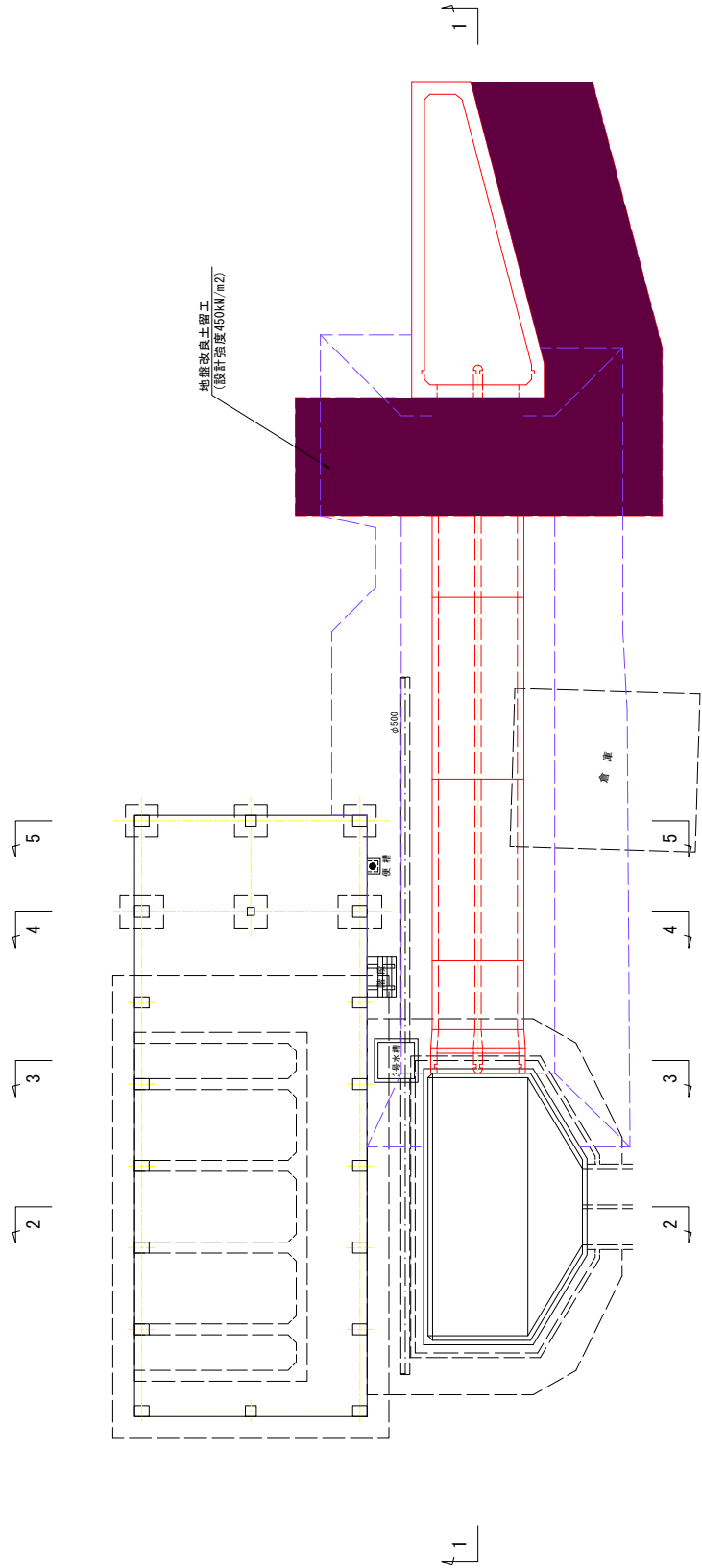
STEP8-1: 取付樋管工事
取付樋管基礎杭
仮締切設置、掘削工



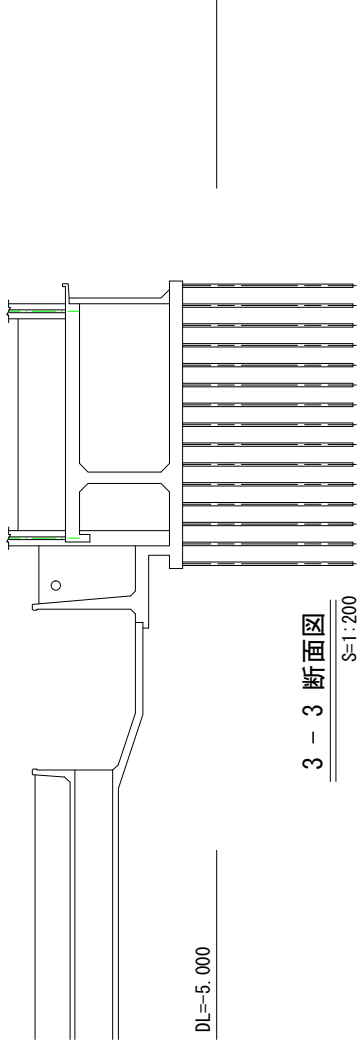
手 賀 川

工事名	手賀沼津防犯工事 手賀第二排水機場施設設計業務		
図面名	施工手順図(11/17)		
作成年月日	令和	年	月 日
縮 尺	S-1.250	図面番号	
会社名	関東建設局 手賀沼津防犯事業所		

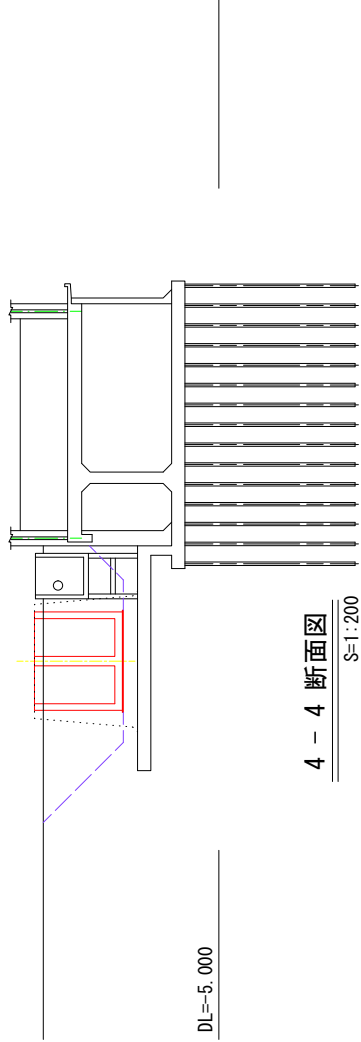
平面図
S=1:200



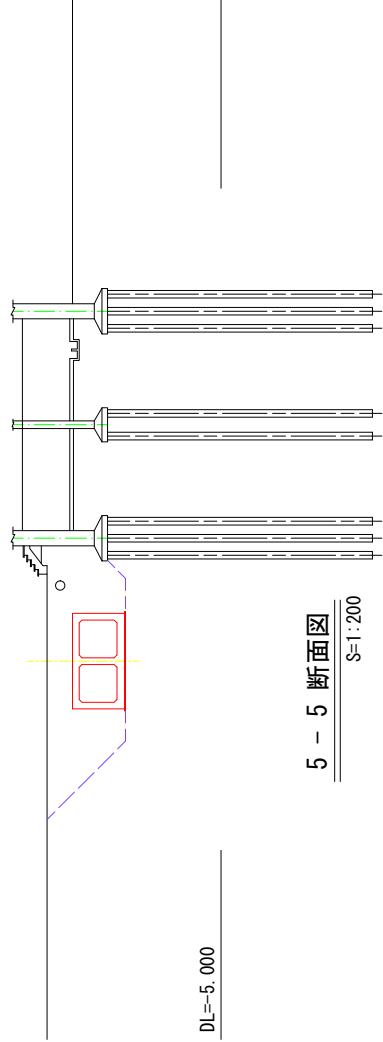
2-2断面図
S=1:200



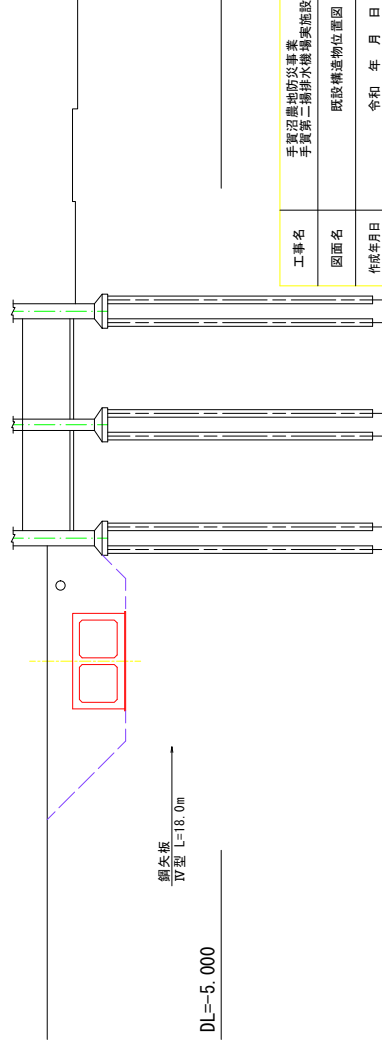
3-3断面図
S=1:200



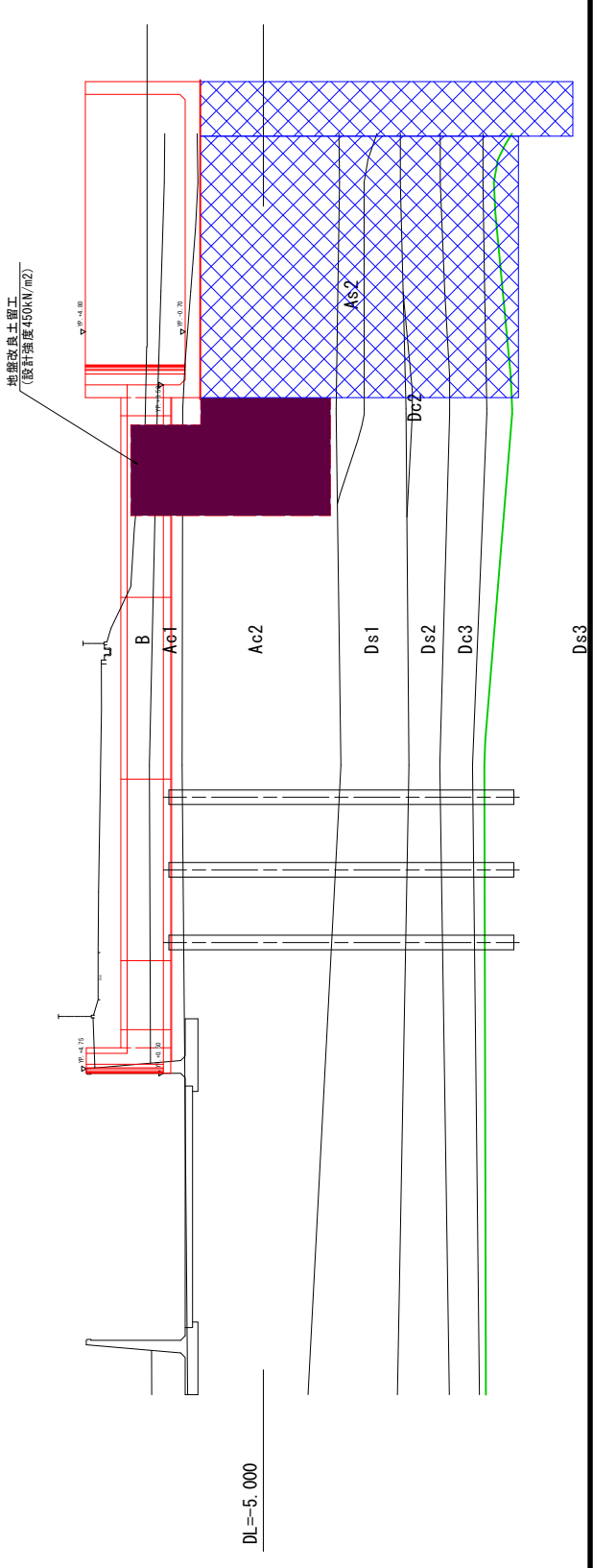
4-4断面図
S=1:200



5-5断面図
S=1:200



1-1断面図
S=1:200



工事名	手賀沼津中防犯工事 手賀第二橋排水機場施設設計業務		
図面名	既設橋造物位置図		
作成年月日	令和	年	月 日
縮尺	図示	図面番号	
会社名			
事務所名	関東建設局 手賀沼津中防犯事業所		

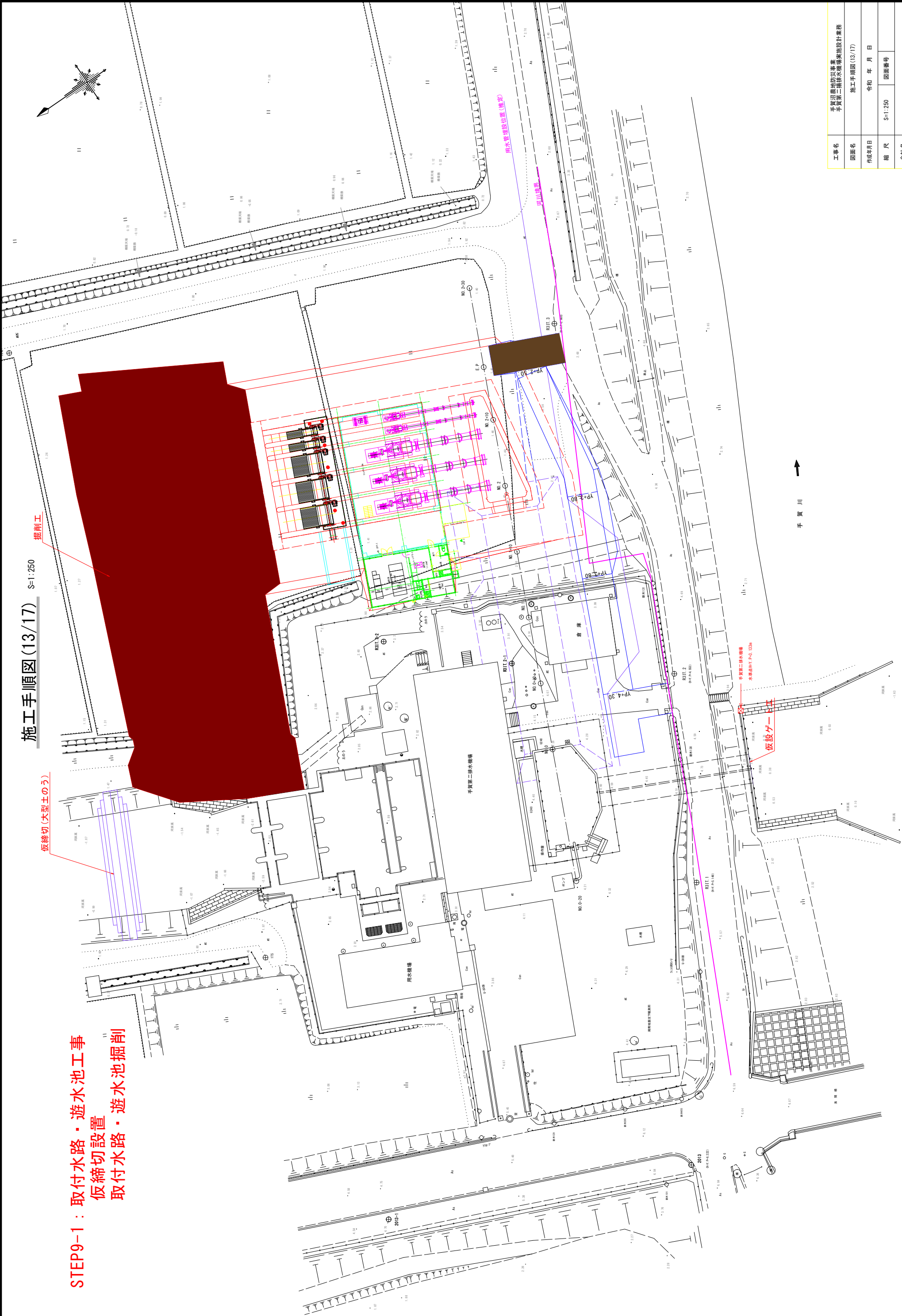
施工手順図(13/17)

S-1:250

掘削工

仮締切(大型土のう)

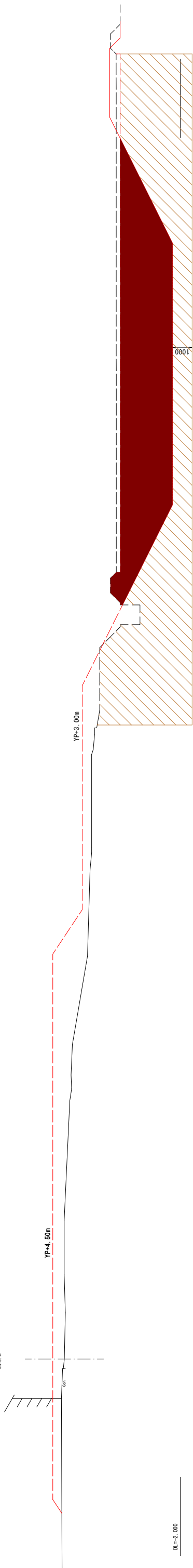
STEP9-1: 取付水路・遊水池工事
仮締切設置
取付水路・遊水池掘削



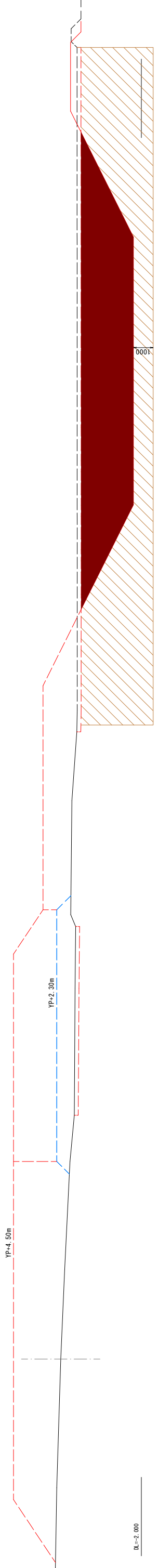
手 賀 川

工事名	手賀沼津中防犯工事 手賀第二排水設備施設設計業務		
図面名	施工手順図(13/17)		
作成年月日	令和	年	月 日
縮 尺	S-1:250	図面番号	
会社名	関東建設局 手賀沼津中防犯事業所		

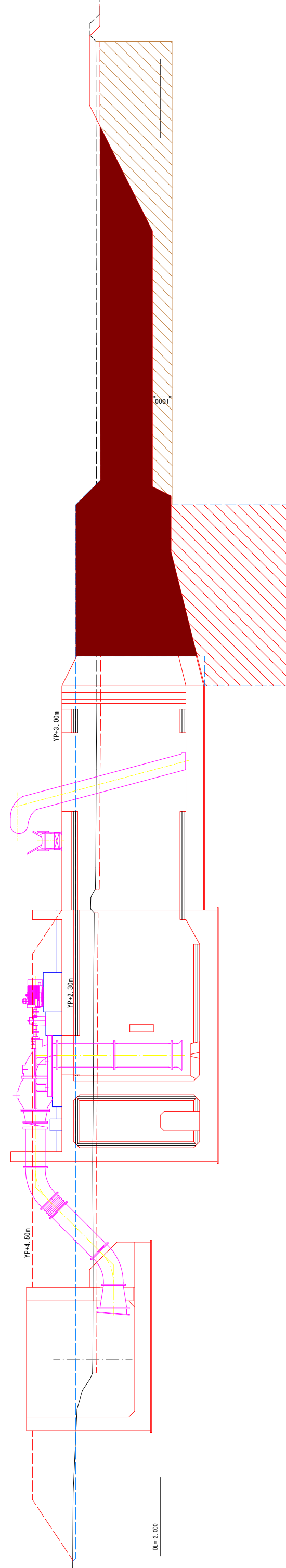
NO. 1
FH= 01
GH=2. 91

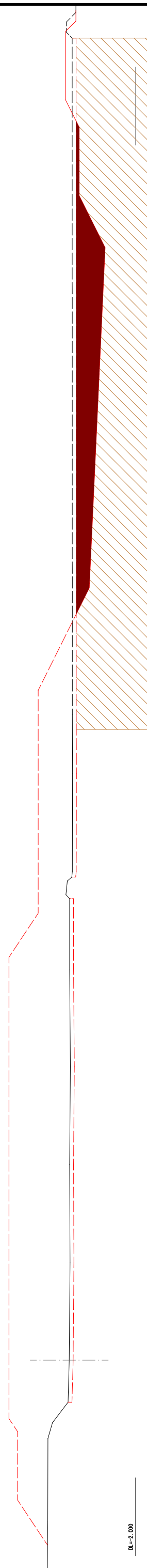
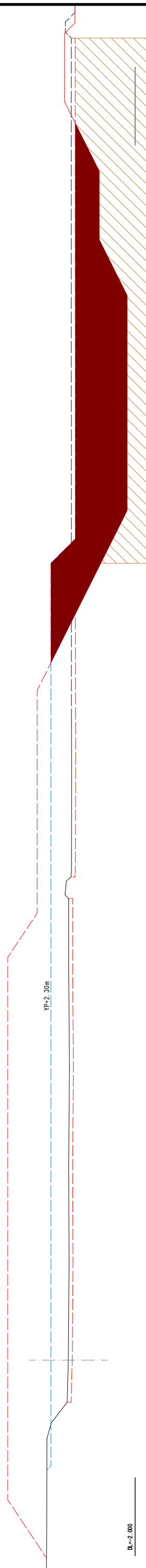
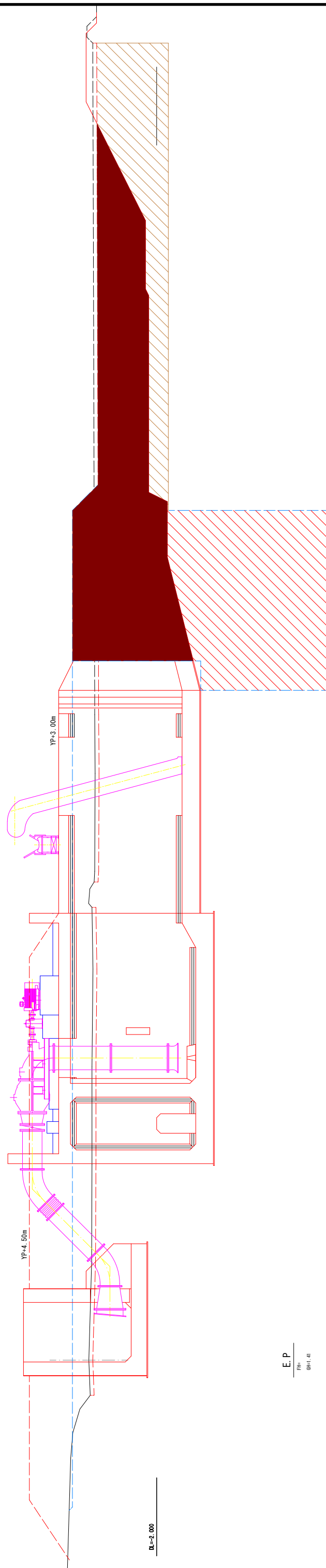


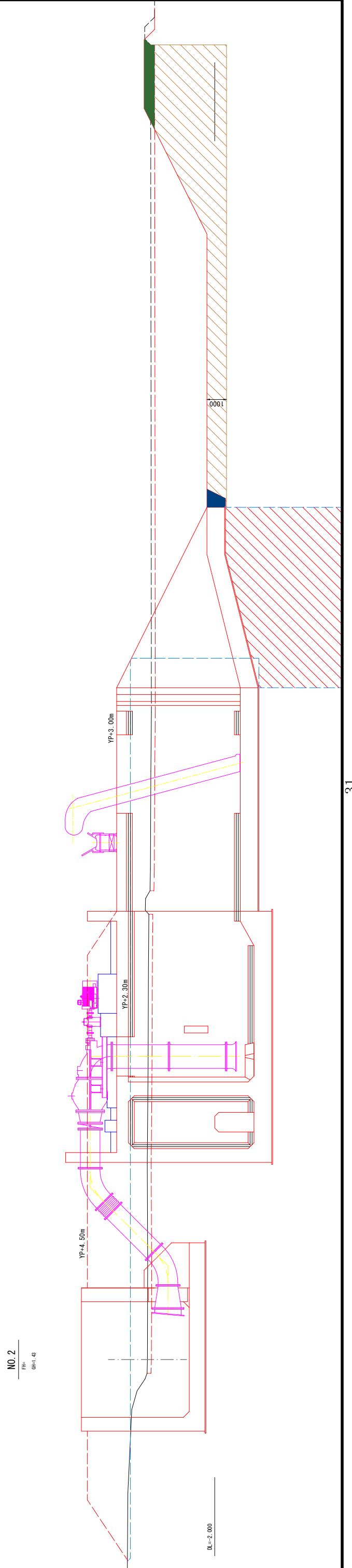
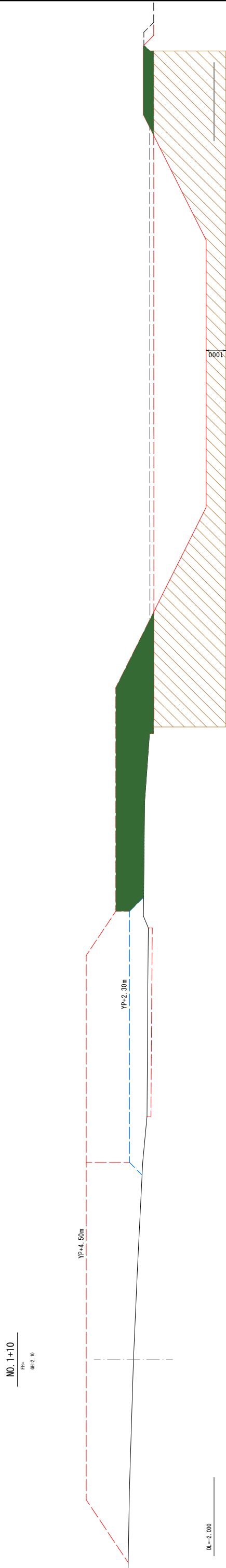
NO. 1+10
FH= 10
GH=2. 10



NO. 2
FH= 43
GH=1. 43





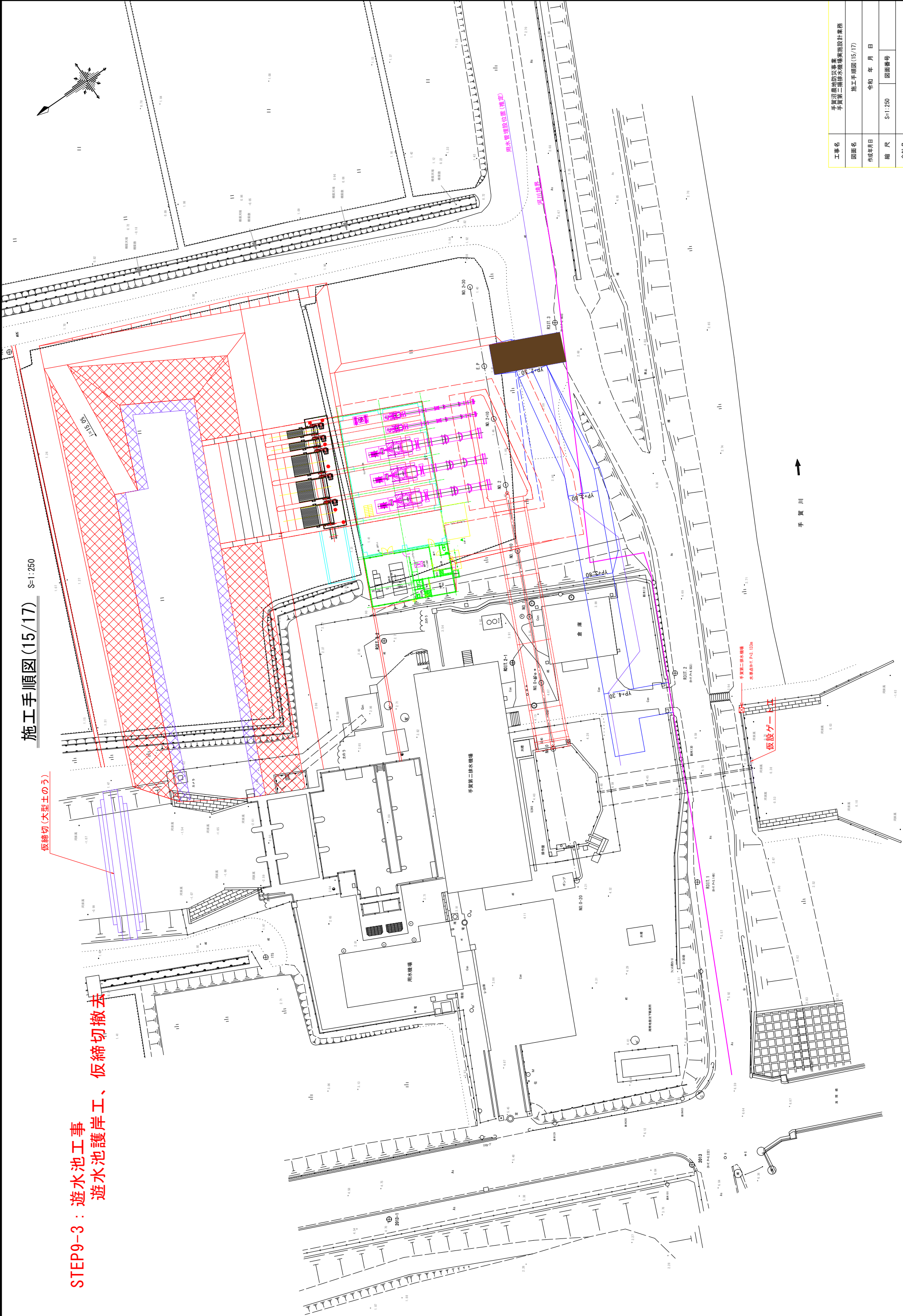




施工手順図(15/17) S-1:250

STEP9-3：遊水池工事
遊水池護岸工、仮締切撤去

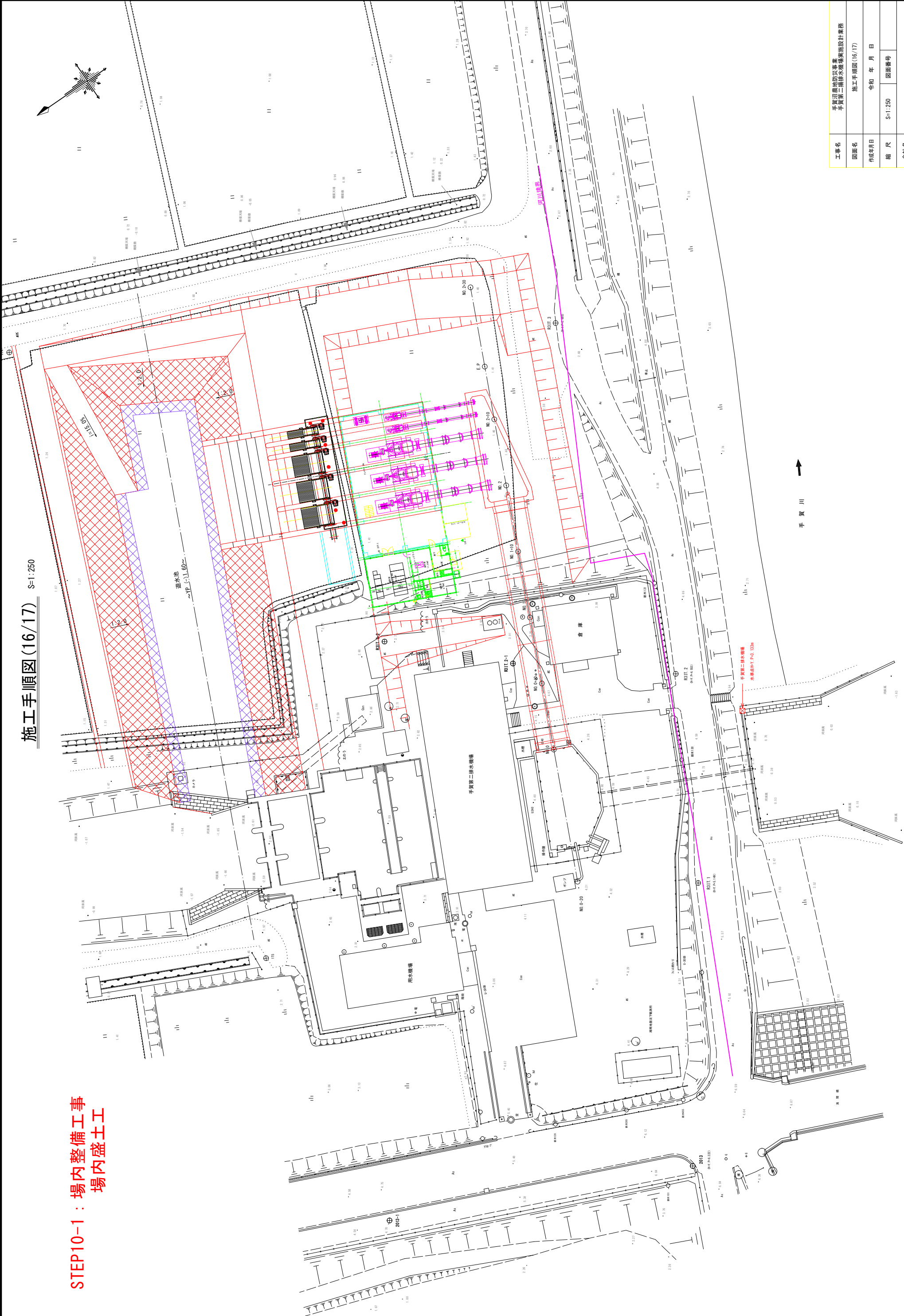
仮締切(大型土のう)



工事名	手賀沼地防犯工事 手賀第二排水機場施設設計業務			
図面名	施工手順図(15/17)			
作成年月日	令和 年 月 日			
縮尺	S-1:250	図面番号		
会社名				
事務所名	関東建設局 手賀沼地防犯事業所			

STEP10-1：場内整備工事
場内盛土工

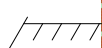
施工手順図(16/17) S-1:250



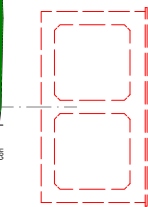
工事名	手賀沼農地の防災事業 手賀第二排水機場施設設計業務			
図面名	施工手順図(16/17)			
作成年月日	令和	年	月	日
縮尺	S-1:250	図面番号		
会社名				
事務所名	関東建設局 手賀沼農地の防災事業所			

NO. 1
FH=

GH=3.91



YP+4.50m



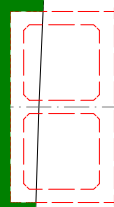
YP+3.00m

DL=-2.000

1000

NO. 1+10
FH=

GH=2.10



YP+2.50m

YP+4.50m

DL=-2.000

1000

NO. 2
FH=

GH=1.43

YP+4.50m

YP+2.50m

YP+3.00m

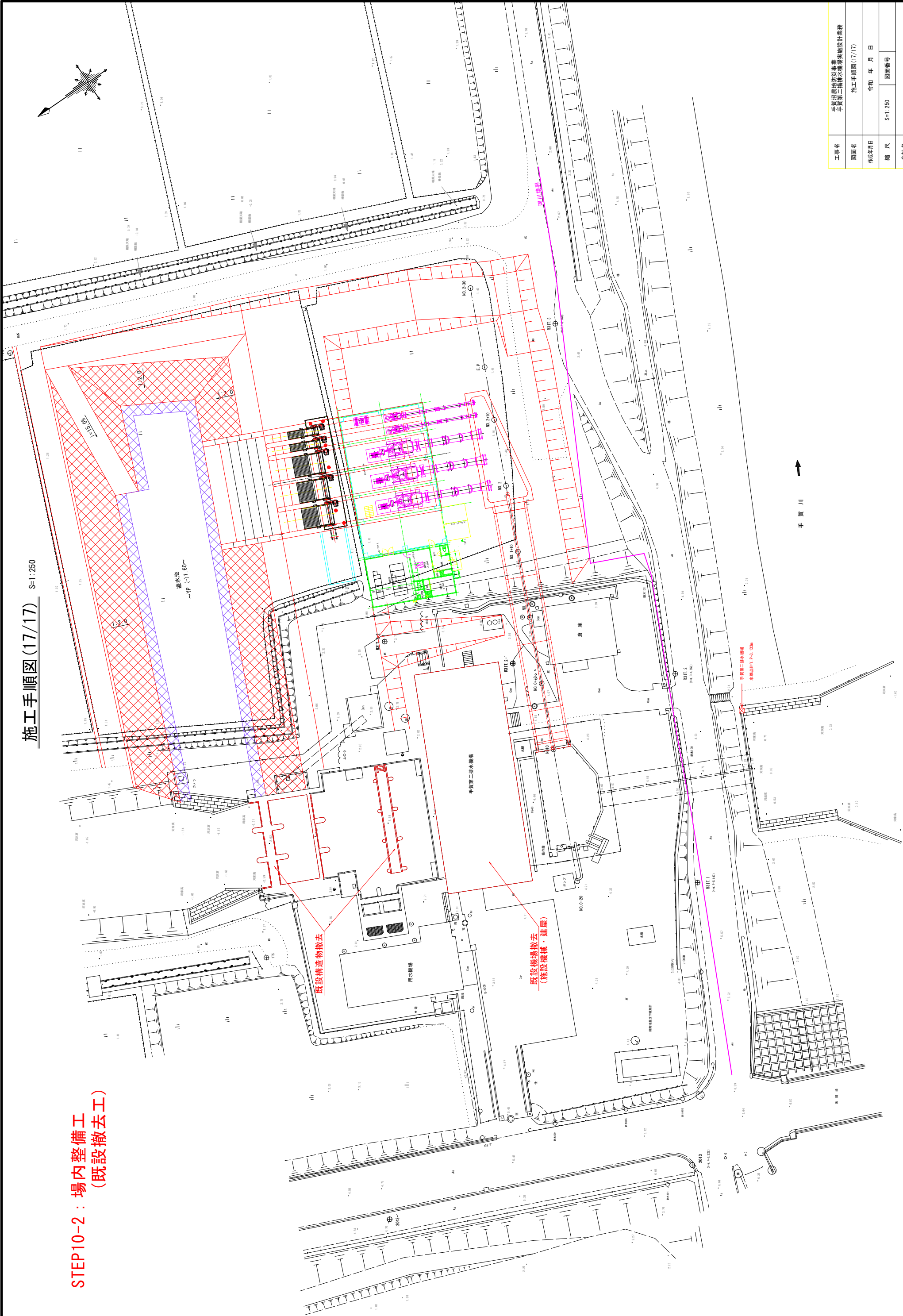
DL=-2.000

0001



施工手順図(17/17) S=1:250

STEP10-2：場内整備工
(既設撤去工)



工事名	手廻川排水防犯工事 手廻第二排水機場施設設計業務			
図面名	施工手順図(17/17)			
作成年月日	令和	年	月	日
縮尺	S=1:250	図面番号		
会社名				
事務所名	関東建設局 手廻川排水防犯事業所			

手賀第二揚排水機場 概略工事工程表

作 業 項 目	日 数	工 程 計 画																								備考			
		1 年 目												2 年 目													3 年 目		
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月				
		非出水期			かんがい期			かんがい期			非出水期			かんがい期			かんがい期			非出水期			非出水期						
機場建設工事																													
1. 準備工 (1)	40																												
2. 準備工 (2)	10																												
3. 仮設工 (1)	30 (70)																												
敷地内地盤改良																													
4. 基礎工	100																												
地盤改良基礎																													
5. 仮設工 (2)	45																												
地盤改良土留工																													
6. 躯体工 (1)	15																												
掘削																													
7. 躯体工 (2)	90																												
吸込水槽・吐出し水槽																													
8. 躯体工 (3)	30																												
埋戻																													
機場建築工事																													
9. 機場建築工事 (1)	10																												
工事用道路設置																													
10. 機場建築工事 (2)	30																												
地下室造成																													
11. 機場建築工事 (3)	180																												
建屋建築																													
12. 設備工事	120+30																												
施設機械据付																													
取付樋管工事																													
13. 基礎工 (2)	60																												
基礎杭打設																													
14. 仮設工 (3)	15																												
仮締切設置、掘削																													
15. 躯体工 (4)	75																												
取付樋管、埋戻																													
取付水路・遊水池工事																													
16. 仮設工 (4)	30																												
仮締切設置、掘削																													
17. 躯体工 (5)	50																												
取付水路、埋戻																													
18. 躯体工 (6)	20																												
遊水池盛土																													
19. 躯体工 (7)	50																												
遊水池護岸工																													
20. 仮設工 (5)	5																												
仮締切撤去																													
場内整備工事																													
21. 場内整備工 (1)	30																												
場内盛土工																													
22. 場内整備工 (2)	30																												
場内整備工																													
23. 後片付け	15																												

1. 検討条件

1.1 参考図書

「道路土工 仮設構造物工指針」 平成 11 年 3 月 社団法人日本道路協会

「地盤改良壁による山留め設計マニュアル 改訂版」 令和 4 年 1 月 パワーブレンダー工法協会

1.2 検討モデル図

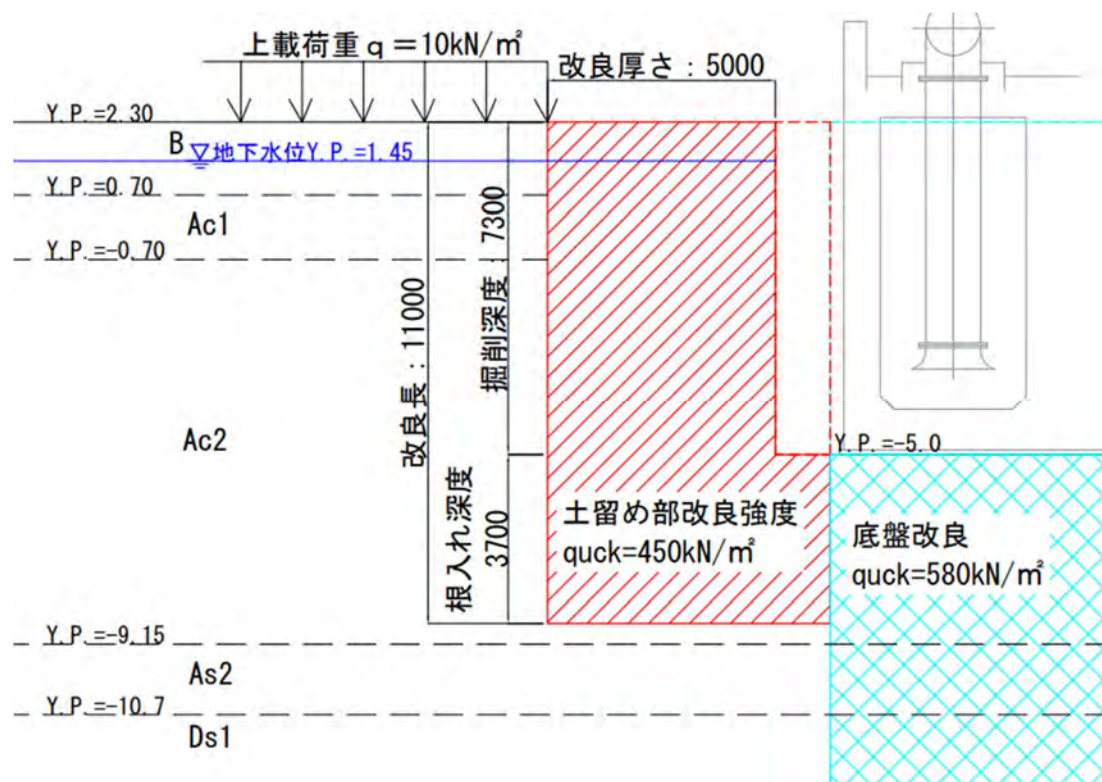


図-1.2 検討モデル図

1.3 土質定数

表-1.3 土質定数一覧表

土層名称	N 値	単位体積重量 γ t (kN/m³)	粘着力 c (kN/m²)	内部摩擦角 ϕ (°)
B	7.0	19.0	0.0	26.8
Ac1	0.0	14.4	13.0	0.0
Ac2	0.0	14.2	19.1	0.0
As2	0.0	17.0	0.0	17.8
Ds1	4.0	17.0	0.0	24.5

1.4 使用部材

表-1.4.1 改良仕様一覧表

項 目		自立式地盤改良体山留め壁
土留部	改良強度 $q_{uck}(\text{kN/m}^2)$	450.0
	曲げ剛性 ¹⁾ $EI_v(\text{kN}\cdot\text{m}^2/\text{m})$	279,970.00
	許容曲げモーメント ²⁾ $M_{av}(\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m})$	1,052.37
底盤部	改良強度 $q_{uck}(\text{kN/m}^2)$	580.0

1,2) 「地盤改良壁による山留め設計マニュアル 改訂版」より算出

表 2.2 地盤改良体型による等価鋼材の算定式

曲げ剛性	$EI_v = \{(2.1H + 0.6)B^{-0.018H^2+0.226H+1.5631}\} \cdot q_u$ $+ (13.627H^2 - 53.509H$ $+ 102.55)B^{(0.0206H^2-0.3613H+1.807)H}$ ここに、EI_v : 等価鋼材の曲げ剛性($\text{kN}\cdot\text{m}^2$) H : 根切り深度(m) B : 地盤改良壁厚(m) q_{uck} : 地盤改良体の設計基準強度(kN/m^2)
許容曲げモーメント	$M_{av} = \{(0.09H + 0.014)B - 0.021H^2 + 0.019H - 0.036\} \cdot q_u$ ここに、M_{av} : 等価鋼材の許容曲げモーメント($\text{kN}\cdot\text{m}$) H : 根切り深度(m) B : 地盤改良壁厚(m) q_{uck} : 地盤改良体の設計基準強度(kN/m^2)

図-1.4.1 等価鋼材算定式（地盤改良壁による山留め設計マニュアル改訂版より抜粋）

1.5 留意事項

- ・ 地盤条件、荷重条件などが異なる場合は再検討を行うこと。
- ・ 50t 以上の揚重機が近接する際は、山留め壁の影響範囲外にて作業を行うこと。

山留め解析プログラム

K A S E T S U - 5 X

for Windows

Version 13

Revision 7

件 名

手賀沼第二排水機場

〔 計算結果一覧 〕

計算項目・計算条件	単位	1) 計算値	許容値	2) 計算値	許容値	判定
根入れ長計算（最終掘削時） (1) 根入れ長、(2) 壁体長	m	3.500		10.800		—
決定根入れ長 根入れ長、全長	m	3.700		11.000		—
壁の種類：剛性直接入力						
変位計算 (1) 最大変位量、(2) 位置	mm , m	127.88		GL-0.000		
壁体断面力計算 (1) 最大モーメント、(2) 位置 (1) 最大せん断力、(2) 位置	kN・m , m kN , m	861.3 304.9	1052.37	GL-7.300 GL-0.000		OK —

〔 基本入力 データ ―― 慣用法の計算条件 〕

解法（土圧式）	道路土工－仮設構造物工指針 H 1 1 / 3
施工ステップ数	1ステップ
水圧の計算方法 背面側水位 水の単位体積重量 水中における土の浮力	静水圧（背面側・掘削側下端水圧は同値） GL -0.85 10.00 kN/m ³ 10.00 kN/m ³
上載荷重	主働土圧係数がかかる上載荷重： 10.00 kN/m ²

〔 山留め壁データ 〕

曲げ剛性E I（壁幅 1 m 当たり）	279970.00 kN・m ² /m
許容曲げモーメントMa（壁幅 1 m 当たり）	1052.37 kN・m /m
根入れ長の自動延長	慣用法は自動延長は関係なし

支保工材料およびバネ値	切梁などの支保工は使用されていません
-------------	--------------------

〔 土質定数および地盤バネ値 〕

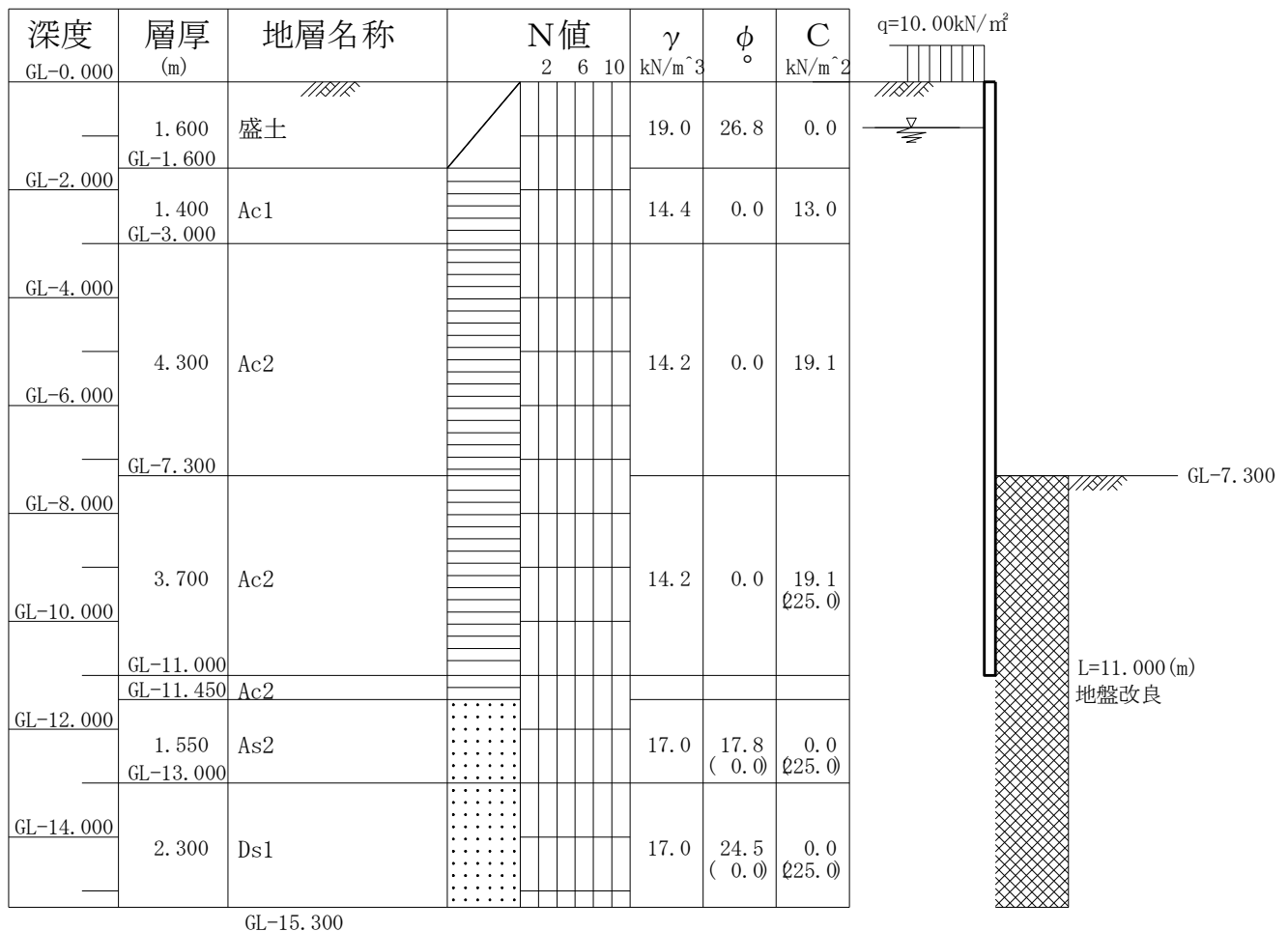
層	層名称	位置 上端 下端	層厚 m	側面	土質	γ kN/m ³	ϕ 度	δ 度	C kN/m ²	N値	地盤バネ値 kN/m ³
1	盛土	GL-0.000～ GL-1.600	1.600		砂質	19.0	26.8		0.0	7.0	4709.5
2	Ac1	GL-1.600～ GL-3.000	1.400		粘土	14.4	0.0		13.0	0.0	96.1
3	Ac2	GL-3.000～ GL-7.300	4.300		粘土	14.2	0.0		19.1	0.0	96.1
4	Ac2	GL-7.300～GL-11.000	3.700	主働 受働	粘土	14.2	0.0		19.1 225.0	0.0	96.1 21625.3
5	Ac2	GL-11.000～GL-11.450	0.450	主働 受働	粘土	14.2	0.0		19.1 225.0	0.0	96.1 21625.3
6	As2	GL-11.450～GL-13.000	1.550	主働 受働	砂質	17.0	17.8 0.0		0.0 225.0	0.0	3075.6 21625.3
7	Ds1	GL-13.000～GL-15.300	2.300	主働 受働	砂質	17.0	24.5 0.0		0.0 225.0	4.0 0.0	6247.3 21625.3

〔 地盤バネ値の算出 〕

$$K_h = 1 / 0.3 \cdot \alpha \cdot E_o \cdot [B / 0.3]^{-3/4} \quad B = 10 \quad [B / 0.3]^{-3/4} = 0.072$$

層	層名称	位置 上端 下端	層厚 m	側面	土質	α	E o kN/m ²	地盤バネ値 kN/m ³
1	盛土	GL-0.000～ GL-1.600	1.600		砂質	1.00	19600.0	4709.5
2	Ac1	GL-1.600～ GL-3.000	1.400		粘土	1.00	400.0	96.1
3	Ac2	GL-3.000～ GL-7.300	4.300		粘土	1.00	400.0	96.1
4	Ac2	GL-7.300～GL-11.000	3.700	主働 受働	粘土	1.00	400.0	96.1
						1.00	90000.0	21625.3
5	Ac2	GL-11.000～GL-11.450	0.450	主働 受働	粘土	1.00	400.0	96.1
						1.00	90000.0	21625.3
6	As2	GL-11.450～GL-13.000	1.550	主働 受働	砂質	1.00	12800.0	3075.6
						1.00	90000.0	21625.3
7	Ds1	GL-13.000～GL-15.300	2.300	主働 受働	砂質	1.00	26000.0	6247.3
						1.00	90000.0	21625.3

土質柱状図

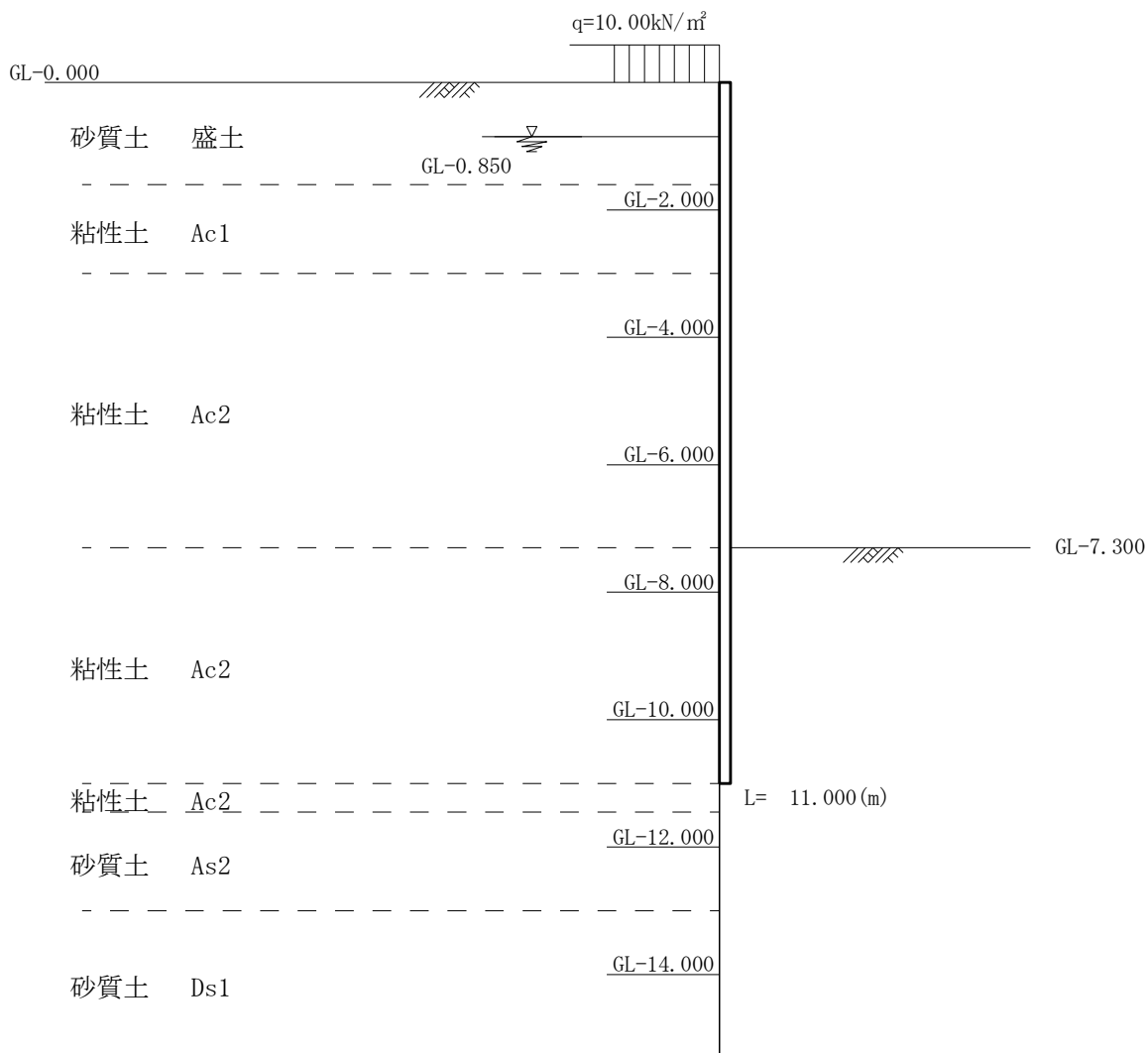


〔 施工ステップ情報 〕

(背面側水位 : GL-0.850)

施工ステップ番号	掘削深さ m	掘削側水位 m	切梁位置 m	切梁バネ値 kN/m/m	切 梁 材 料 mm	撤去 ステップ
ステップ 1	GL-7.300	GL-7.300				

ステップ情報図



[施工ステップ 1 の 慣用法根入れ長計算用主働側圧]

層番号	土質	位置 m	主 働 側 圧 内 訳							主働側圧
			K a	γ h kN/m ²	浮力 kN/m ²	$q + \gamma'$ h kN/m ²	$- 2 C \sqrt{K a}$ kN/m ²	水圧差 kN/m ²	主働土圧 kN/m ²	P a kN/m ²
1	砂質土	GL 0.00	0.378	10.000		10.000	0.000		3.785	3.785
		GL -0.85		26.150		26.150	0.000		9.897	9.897
		背面水位	0.378	26.150	0.000	26.150	0.000	0.000	9.897	9.897
		GL -0.85		40.400	-6.750	33.650	0.000	7.500	12.736	20.236
2	粘性土	GL -1.60	1.000	40.400	-6.750	33.650	-26.000	7.500	7.650	15.150
		GL -3.00		60.560	-19.350	41.210		21.500	15.210	36.710
3	粘性土	GL -3.00	1.000	60.560	-19.350	41.210	-38.200	21.500	9.363	30.863
		GL -4.75						0.000	51.039	
		GL -7.30		121.620	-58.050	63.570		64.500	25.370	89.870
		掘削深さ								
4	粘性土	GL -7.30	1.000	121.620	-58.050	63.570	-38.200	64.500	25.370	89.870
		GL-10.80		171.326	-89.554	81.772		43.572	43.572	

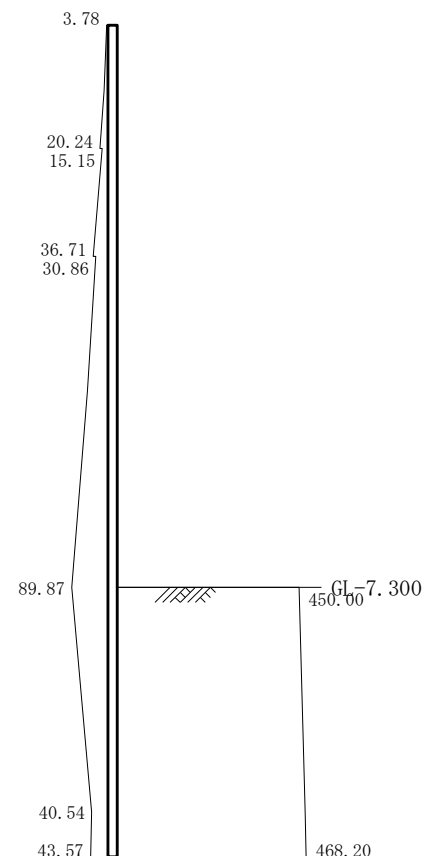
[施工ステップ 1 の 受働側圧・静止側圧]

層番号	土質	位置 m	受 働 側 圧 内 訳							受働側圧
			Kp	$\gamma \text{ h}$ kN/m ²	$\gamma \text{ h} - W_p$ kN/m ²	$2 C \sqrt{K_p}$ kN/m ²	Wp			Pp kN/m ²
4	粘性土	GL-7.300 GL-10.800	1.000	0.00 49.71	0.00 18.20	450.00 450.00				450.000 468.202

深度 GL-0.000	層厚 (m)	地質条件			
		γ (kN/m ³)	ϕ (度)	C (kN/m ²)	
GL-0.000	1.600	盛土 $\gamma=19.0$ $\phi=26.8$ C=0.0 N=7.0			
GL-1.600					
GL-2.000	1.400	Ac1 $\gamma=14.4$ $\phi=0.0$ C=13.0 N=0.0			
GL-3.000					
GL-4.000	4.300	Ac2 $\gamma=14.2$ $\phi=0.0$ C=19.1 N=0.0			
GL-6.000					
GL-7.300					
GL-8.000	3.700	Ac2 $\gamma=14.2$ $\phi=0.0$ C=19.1 N=0.0 受働側改良土			
GL-10.000					

GL-10, 800

主働・受働側圧図

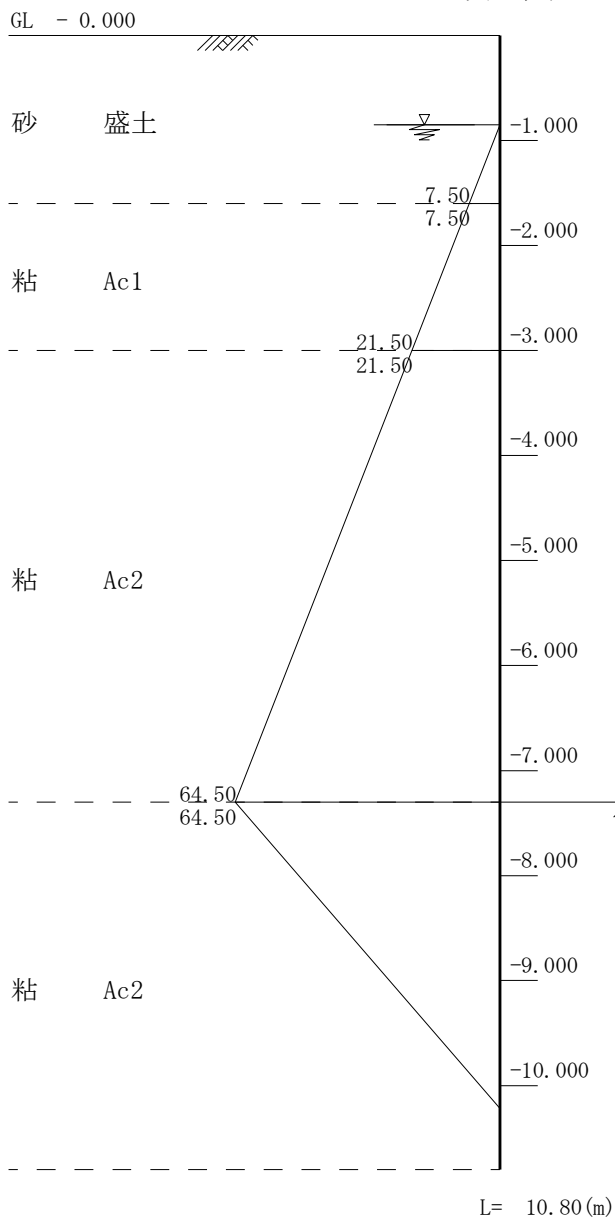


[水圧強度]

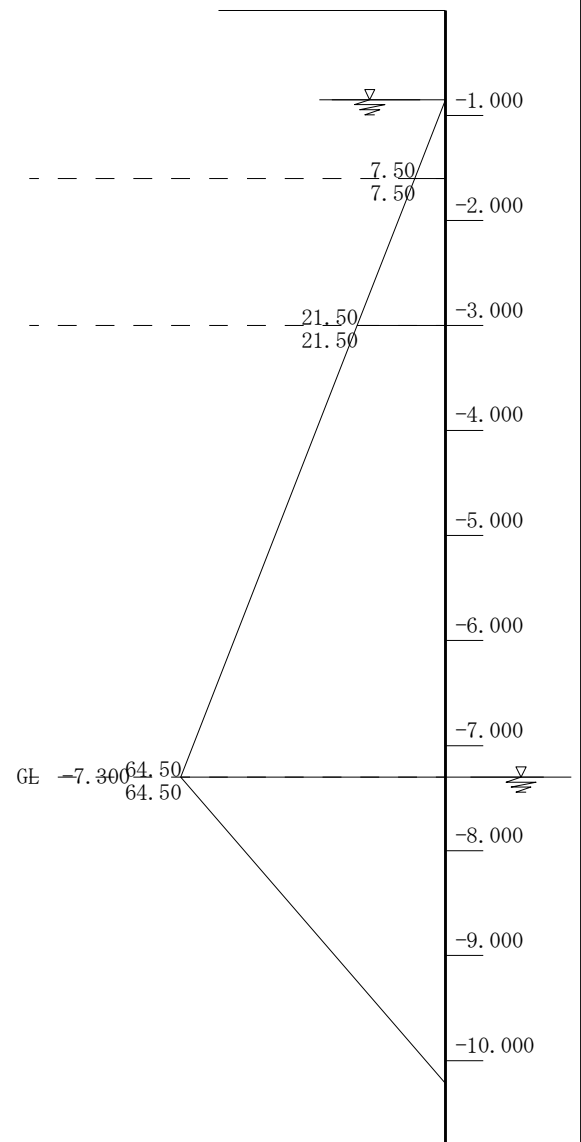
ステップ番号= 1

層番号	層名称	地質	位 置 (m)	背面側水圧 (kN/m ²)	掘削側水圧 (kN/m ²)	水圧差 (kN/m ²)
1:盛土		砂質土 砂質土	GL-0.000 ~ GL-0.850 GL-0.850 ~ GL-1.600	0.0 ~ 7.5		0.0 ~ 7.5
2:Ac1		粘性土	GL-1.600 ~ GL-3.000	7.5 ~ 21.5		7.5 ~ 21.5
3:Ac2		粘性土	GL-3.000 ~ GL-7.300	21.5 ~ 64.5		21.5 ~ 64.5
4:Ac2		粘性土 粘性土	GL-7.300 ~ GL-10.217 GL-10.217 ~ GL-10.800	64.5 ~ 0.0 0.0 ~ 0.0	0.0 ~ 0.0 0.0 ~ 0.0	64.5 ~ 0.0

水圧図



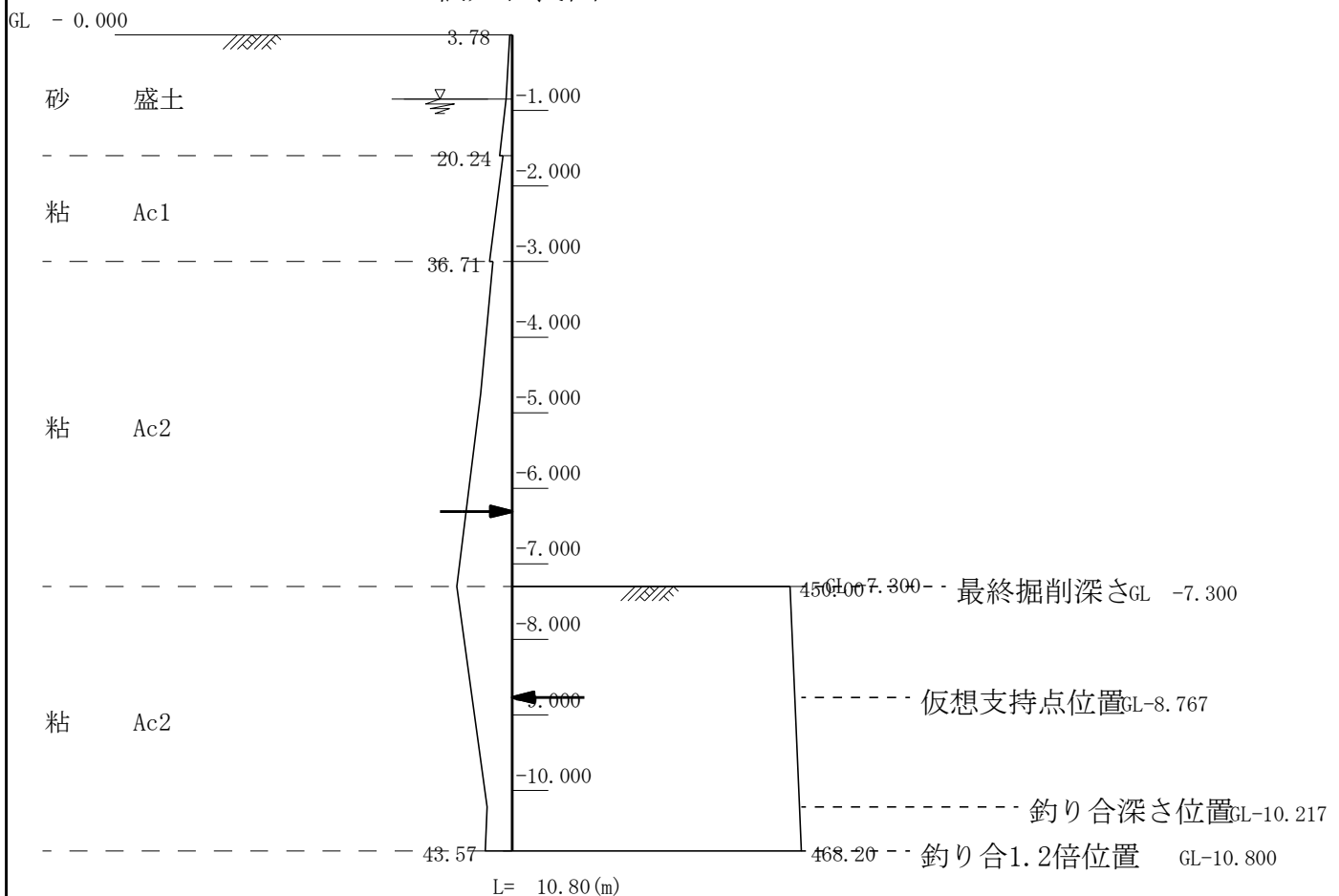
水圧差図



〔 側圧の釣り合いによる根入れ長の検討 〕

最終掘削時における自立式根入れ長の検討		
まず、主働側の作用力と受働側の作用力が釣り合う釣合深さを計算し、それを 1.20 倍します。		
回転作用力の計算の中心点＝釣り合い深さ	GL-10.217 (m)	
掘削深さ	GL -7.300 (m)	
仮想支持点深さ	GL -8.767 (m)	
	主働側	受働側
天端からつりあい深さまでの水平作用合力	495.078 (kN/m ²)	1334.770 (kN/m ²)
合力が作用する位置	GL -6.306 (m)	GL -8.767 (m)
釣り合い深さから合力作用位置までの距離 (回転アーム)	3.911 (m)	1.450 (m)
釣り合い深さ中心とした回転力	495.078 x 3.911 = 1936.098 (kN.m)	1334.770 x 1.450 = 1936.001 (kN.m)
天端位置での主働側圧強度	3.785 (kN/m ²)	
掘削面での受働側圧強度		450.000 (kN/m ²)
つりあい深さ位置での側圧強度	40.538 (kN/m ²)	465.168 (kN/m ²)
掘削面から安全率を考慮しない釣り合い深さまでの距離	2.917 (m)	
掘削面から安全率を考慮した釣り合い深さまでの距離	3.500 (m)	
半無限長としてみなせる根入れ長の最小値の指定はなし		
指定された最小根入れ長	3.000 (m)	
必要根入れ長	3.500 (m)	
根入れ長位置	GL-10.800 (m)	

根入れ長図



[根入れ長計算および底面の安定計算による山留め壁全長の決定]

	必要根入計算	必要山留壁長	安全率計算	必要安全率	計算安全率	判定
根入れ長計算	あり	10.800 m				

以上により、山留め壁の全長は $L = 10.800$ (m) となるが

設計壁体長（山留め壁の全長）は指定により $L = 11.000$ (m) とする。

〔 上載荷重による山留め壁への作用力図 〕

ステップ 1

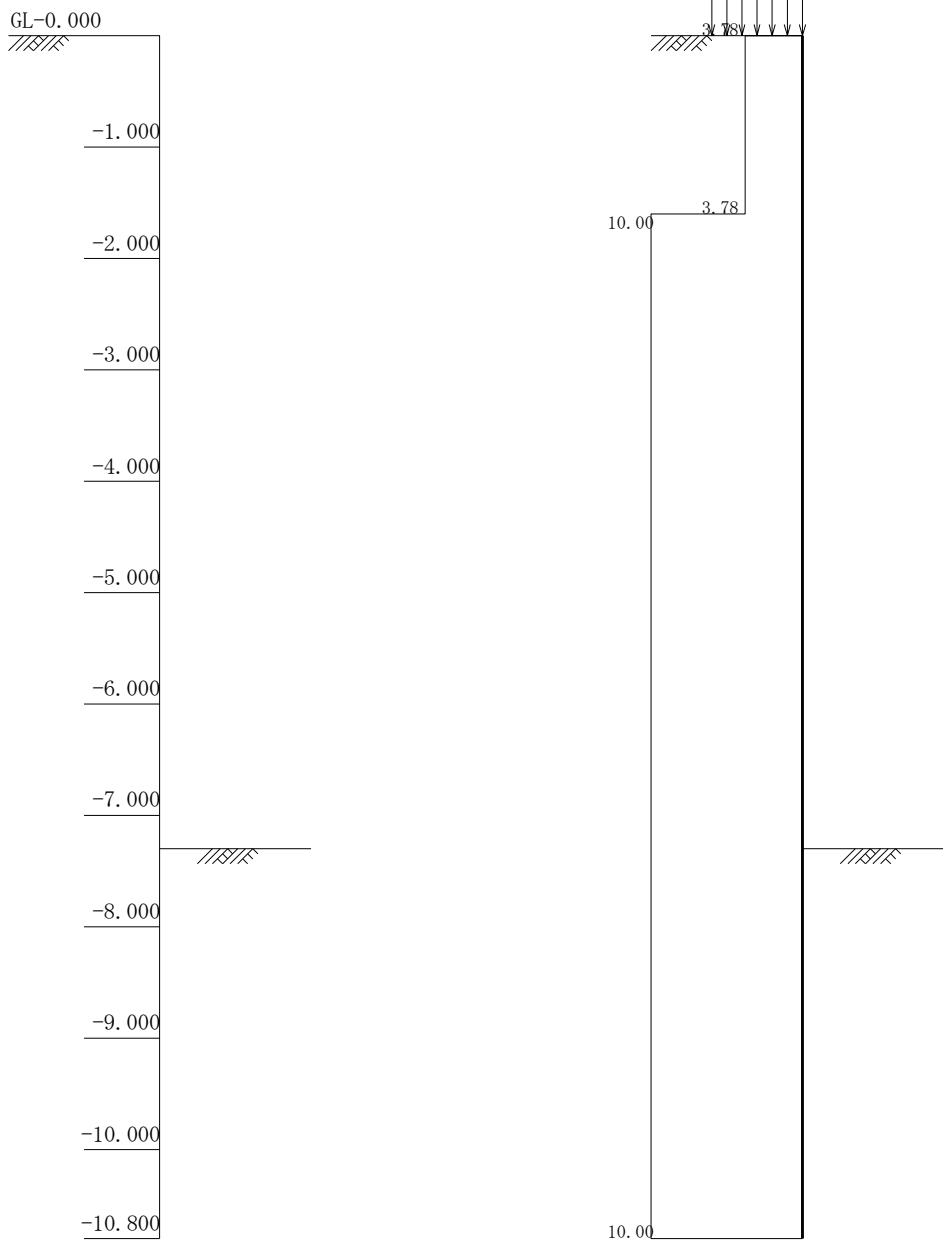
上載荷重による山留め壁への作用力の計算式

主働土圧係数が掛かる上載荷重： $K_a \cdot q$

上載荷重による作用力

主働土圧係数 $K_a \cdot q$

載荷始端深さ＝0.000 (m)

載荷終端深さ＝ ∞ 上載荷重強度＝10.000 (kN/m²)

(1) 断面計算用側圧

主働側圧：ランキン・レザール式 $P_a = K_a(q + \gamma h) - 2C\sqrt{K_a} + P_w$

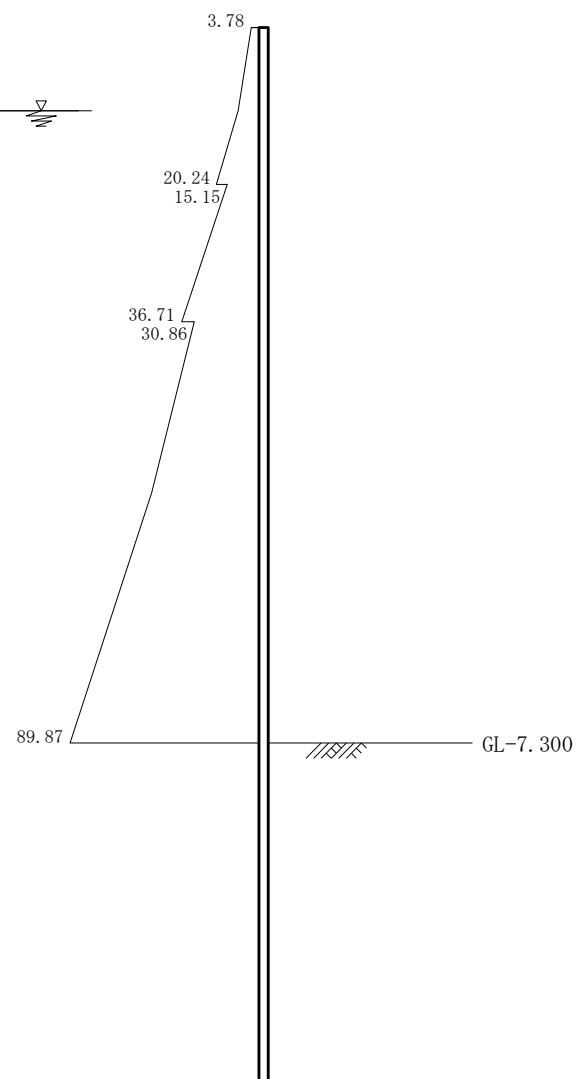
[施工ステップ 1 の 主働側圧]

層番号	土質	位置 (m)	主 働 側 圧 内 訳						主働側圧 P_a (kN/m^2)
			K_a	γh (kN/m^2)	$\gamma' h$ (kN/m^2)	$-2C\sqrt{K_a}$ (kN/m^2)	上載作用力 (kN/m^2)	追加側圧 (kN/m^2)	
1	砂質土	GL-0.000	0.378	10.0	10.0	0.0	3.8		3.8
		GL-0.850 背面水位		26.1	26.1	0.0	3.8		9.9
		GL-0.850	0.378	26.1	26.1	0.0	3.8	0.0	9.9
		GL-1.600		40.4	33.7	0.0	3.8	7.5	20.2
2	粘性土	GL-1.600	1.000	40.4	33.7	-26.0	10.0		15.2
		GL-3.000		60.6	41.2	-26.0	10.0	7.5 21.5	36.7
3	粘性土	GL-3.000	1.000	60.6	41.2	-38.2	10.0	21.5	30.9
		GL-4.745							51.0
		GL-7.300		121.6	63.6	-38.2	10.0	64.5	89.9

深度	層厚	地質条件
GL-0.000	(m)	γ (kN/m^3) ϕ (度) C (kN/m^2)
	1.600	盛土 $\gamma = 19.0$ $\phi = 26.8$ C=0.0 N=7.0
	GL-1.600	
GL-2.000	1.400	Ac1 $\gamma = 14.4$ $\phi = 0.0$ C=13.0 N=0.0
	GL-3.000	
GL-4.000	4.300	Ac2 $\gamma = 14.2$ $\phi = 0.0$ C=19.1 N=0.0
	GL-6.000	
	GL-7.300	
GL-8.000	3.700	Ac2 受働側改良土 $\gamma = 14.2$ $\phi = 0.0$ C=19.1 N=0.0
GL-10.000		

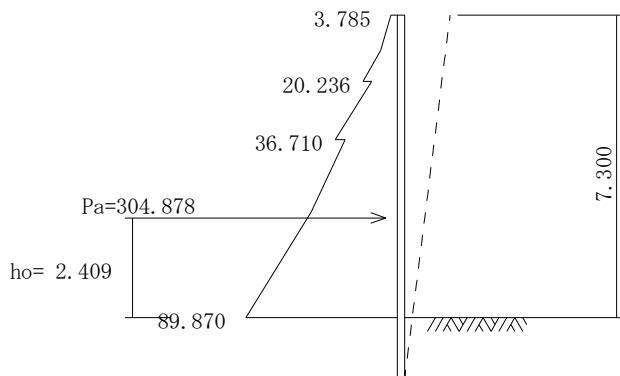
GL-10.800

主働側圧図



〔 自立の検討 〕

計算方法：山留め壁を半無限長の梁とみなし、側圧を集中荷重で置き換える



単位幅当りの分布荷重の合力 $P_a = 304.878 \text{ (kN)}$

P_a の作用点から根切り底面までの距離 $h = 2.409 \text{ (m)}$

P_a の作用点から山留め頭部までの距離 $L = 4.891 \text{ (m)}$

1次根切り深さ $H = 7.300 \text{ (m)}$

壁体の剛性 $E I = 279970.000 \text{ (kN} \cdot \text{m}^2 \text{)}$

$1/\beta$ の範囲の平均水平地盤反力係数 $K_h = 21625.3 \text{ (kN/m}^3 \text{)}$

$$\text{特性値 } \beta = 4\sqrt{(K_h/4EI)} = 4\sqrt{\frac{21625.3}{4 \times 279970.0}} = 0.3728 \text{ (m}^{-1}\text{)}$$

$$\text{最大曲げモーメント } M_{\max} = P_a \cdot A \cdot \exp(B) = 304.878 \times 3.983 \times 0.709 = 861.252 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$$

$$A = \frac{\sqrt{\{(1+2\beta h)^2 + 1\}}}{2\beta} = \frac{\sqrt{8.817}}{0.7456} = 3.983$$

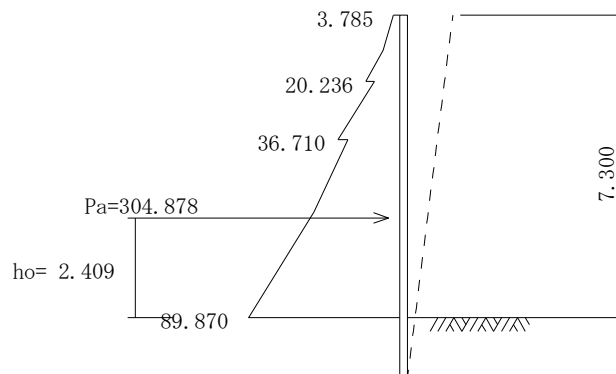
$$B = -\tan^{-1} \frac{1}{1+2\beta h} = -\tan^{-1}(0.358) = -0.343$$

$$\text{最大せん断力 } P_a = 304.878 \text{ (kN)}$$

[たわみの計算] ステップ番号 = 1

自立のたわみ計算をY. L. Changの方法にて行う。 自立の根切り深さ $H = 7.300$ (m)

単位幅で計算を行う。 計算幅 = 単位幅 = 1.00 (m)



- 1) 計算幅当りの分布荷重の合力 $P_a = 304.878$ (kN/m)
- 2) P_a の作用点から根切り底面までの距離 $h_o = 2.409$ (m)
- 3) P_a の作用点から山留め頭部までの距離 $L_a = 4.891$ (m)
- 4) 床付位置を固定とした片持ち梁の支点モーメント $M_o = 734.386$ (kN.m)

5) 特性値

壁体の剛性 $E I = 279970.0$ (kN.m²)

1/βの範囲の平均水平地盤反力係数 $K_h = 21625.3$ (kN/m³)

$$\text{特性値} \quad \beta = 4\sqrt{(K_h/4EI)} = 4\sqrt{\frac{21625.3}{4 \times 279970.0}} = 0.3728 \text{ (m}^{-1}\text{)}$$

6) 頭部のたわみ量

a) 掘削底面での変位量

$$\delta_1 = \frac{P_a \cdot (1 + \beta \cdot h_o)}{2 \times E I \times \beta^3} = \frac{304.88 \times (1 + 0.90)}{2 \times 279970.0 \times 0.373^3} \times 1000 = 19.95 \text{ (mm)}$$

b) たわみ角による変位量

$$\delta_2 = \frac{P_a \cdot H \cdot (1 + 2\beta \cdot h_o)}{2 \times E I \times \beta^2} = \frac{304.88 \times 7.30 \times (1 + 2 \times 0.90)}{2 \times 279970.0 \times 0.373^2} \times 1000 = 79.97 \text{ (mm)}$$

c) 片持梁としての変位量

$$\delta_3 = \frac{P_2' \times H^4}{30 \times E I} = \frac{82.69 \times 7.30^4}{30 \times 279970.0} \times 1000 = 27.96 \text{ (mm)}$$

$$P_2' = \frac{6 \times \Sigma M}{H^2} = \frac{6 \times 734.39}{7.30^2} = 82.69 \text{ (kN/m)}$$

$$\text{d) 合計 (頭部のたわみ)} \quad \delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 19.95 + 79.97 + 27.96 = 127.88 \text{ (mm)}$$

[山留め壁の応力度計算の詳細]

モーメント最大値 $M_{\max} = 861.252 \text{ (kN} \cdot \text{m/m)}$
軸力 $N = 0.000 \text{ (kN/m)}$
せん断力最大値 $S_{\max} = 304.878 \text{ (kN/m)}$

断面積 $A = 50000.000 \text{ (cm}^2\text{/m)}$
有効せん断面積 $A_w = 50000.000 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

$M_{\max} = 861.252 \text{ (kN} \cdot \text{m/m)} \leq M_a = 1052.37 \text{ (kN} \cdot \text{m/m)} \quad \text{OK}$

$\tau = S / A_w$
 $\tau = 60.98 \text{ (kN/m}^2) \leq \tau_a = 112.5 \text{ (kN/m}^2) \quad \text{OK}$

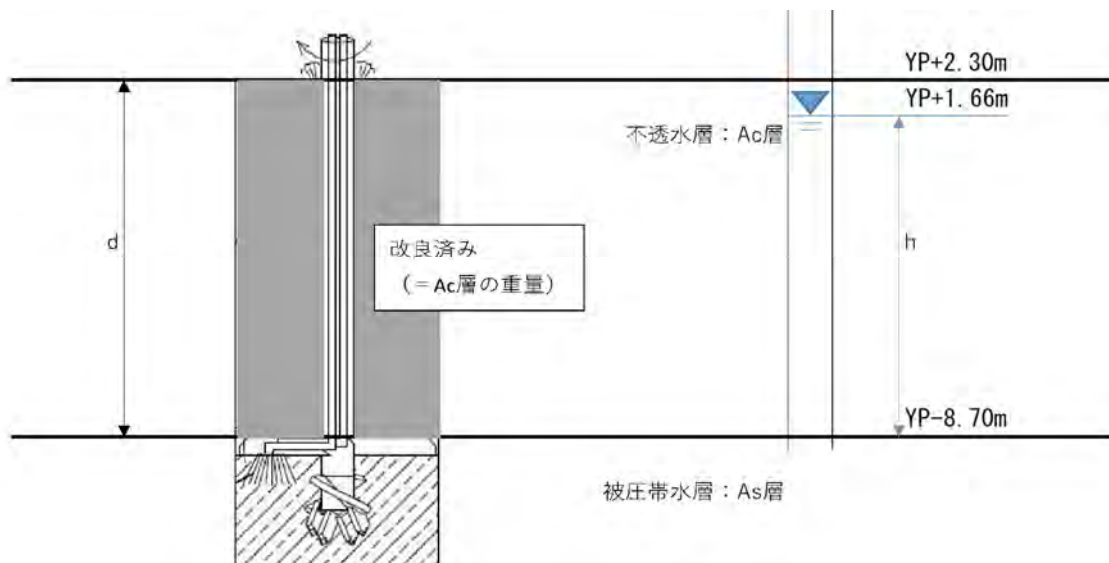
●改良時のスラリー重量（=Ac層の重量とする）

- ・ Ac層の単位体積重量： $\gamma_t = 15.0 \text{ kN/m}^3$ （想定）
- ・ Ac層の層厚： $d = 11.0 \text{ m}$
 - ・ 施工基面： $YP+ 2.3 \text{ m}$
 - ・ Ac層下端： $YP+ -8.7 \text{ m}$
- ・ 改良時のスラリー重量： $\gamma_t \cdot d = 165.0 \text{ kN/m}^2$

●Ac層下端に作用する水圧

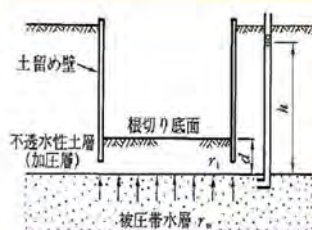
- ・ 水の単位体積重量： $\gamma_w = 10.0 \text{ kN/m}^3$
- ・ Ac層下端の被圧水頭： $H = 10.36 \text{ m}$
 - ・ 水頭： $YP+ 1.66 \text{ m}$
 - ・ Ac層下端： $YP+ -8.7 \text{ m}$
- ・ Ac層下端に作用する水圧： $\gamma_w \cdot H = 103.6 \text{ kN/m}^2$

●安全率=改良時のスラリー重量／Ac層下端に作用する水圧＝ 1.59 ……OK



【参考】

盤膨れに対する検討



- ・掘削底面付近の被圧滞水層
- ・被圧水圧が大きいと盤膨れ発生
- ・底盤の破壊
- ・土の重量から判定

$$F_s = \frac{\gamma_t \cdot d}{\gamma_w h} \geq (1.0) \sim 1.2$$

d : 掘削部の被圧滞水層までの層厚
 γ_t : 根切り底面下の単位体積重量
 h : 被圧水頭

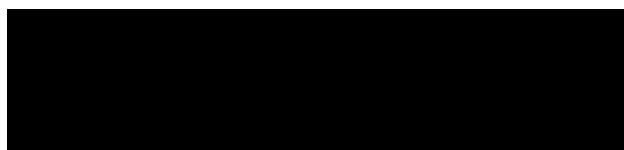
令和 4 年度

関東農政局管内国営事業外部技術者活用業務

手賀沼地区(手賀第二揚排水機場)

参考資料

令和 4 年 10 月



■ 地質調査結果

地質調査結果の抜粋を次頁以降に示す。

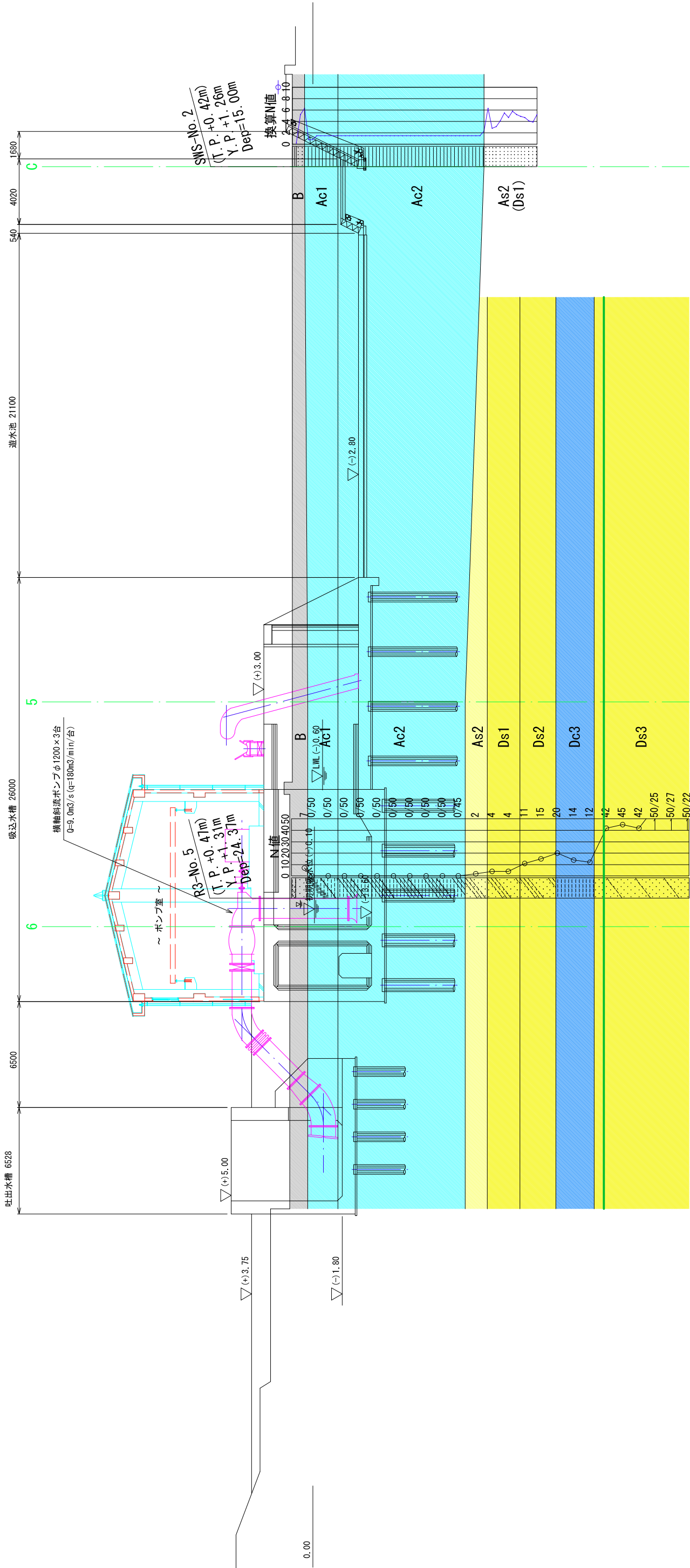
手賀沼農地防災事業 手賀第二揚排水機場地質調査業務 報告書（抜粋）

・ 調査位置図(手賀第二揚排水機場)		2
・ 調査地の土層構成	推定土層断面図 A-A	 3
	推定土層断面図 1-1	 4
	推定土層断面図 2-2	 5
	推定土層断面図 B-B	 6
	推定土層断面図 C-C	 7
	推定土層断面図 5-5	 8
	推定土層断面図 6-6	 9
・ まとめと考察	5-1 調査結果のまとめ	 10
	5-2 設計用地盤定数の提案	 18
	表5-2-1 検討に用いる地盤定数一覧表	 22
	5-3 液状化の検討	 23
	5-4 設計・施工上の留意点	 32
・ ボーリング柱状図	R3-No. 1 機場 GH=YP. +1. 31m Dep=25. 45m	 38
	R3-No. 2 機場 GH=YP. +1. 34m Dep=31. 44m	 39
	R3-No. 3 機場 GH=YP. +1. 30m Dep=30. 41m	 41
	R3-No. 4 機場 GH=YP. +1. 31m Dep=31. 45m	 43
	R3-No. 5 機場 GH=YP. +1. 31m Dep=24. 37m	 45
・ スウェーデン式サウンディング試験結果		
	SWS-No. 1 遊水池 GH=YP. +1. 50m Dep=14. 68m	 46
	SWS-No. 2 遊水池 GH=YP. +1. 26m Dep=15. 00m	 51
・ 地質想定断面図		56



$$\begin{pmatrix} A & -A \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

1 - 1

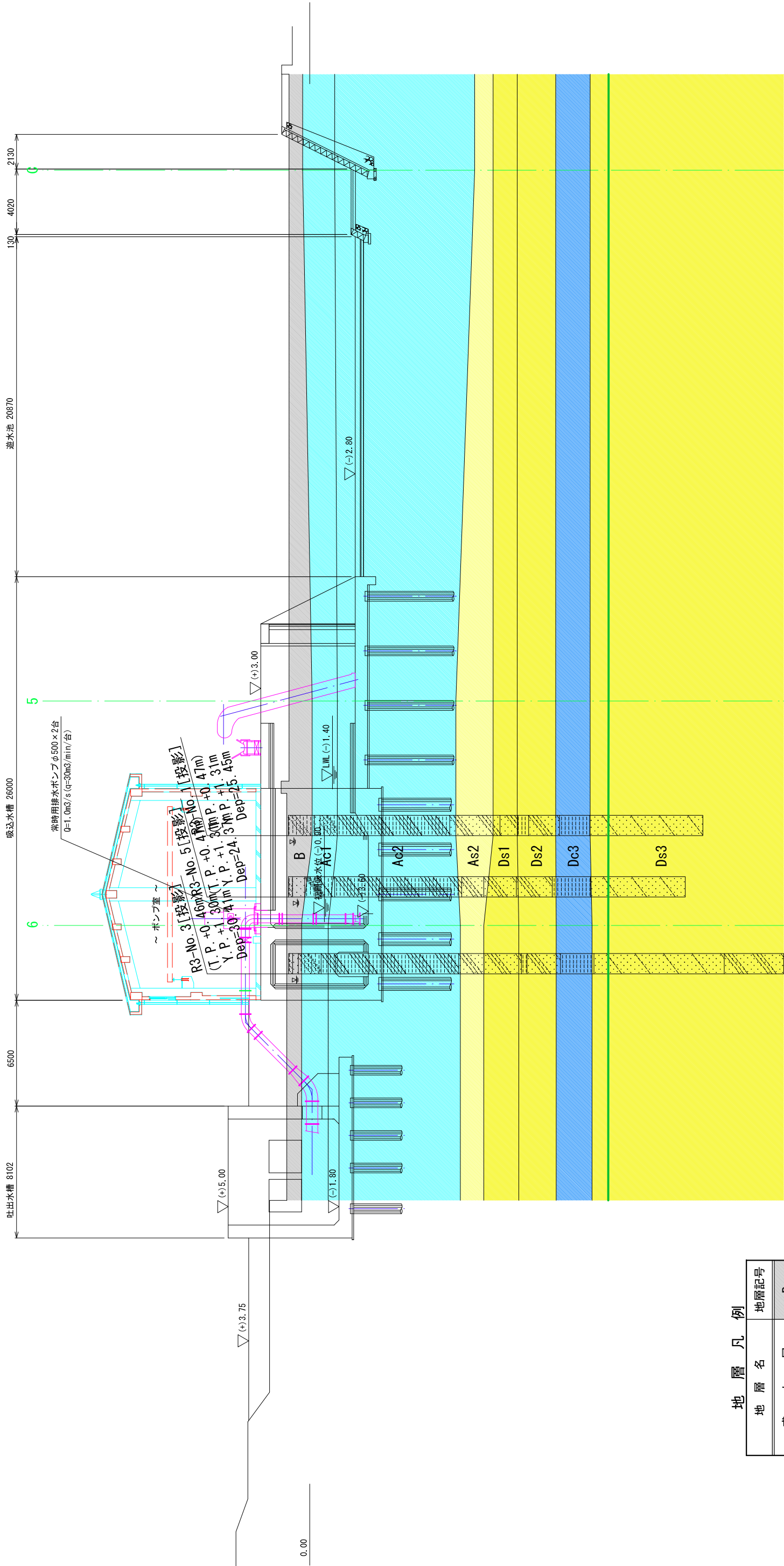


地層凡例		地層記号
盛土層	粘性土	B
	砂質土	Ac1~Ac3
沖積層	粘性土	As1~As3
	砂質土	Dc1~Dc3
洪積層	粘性土	Ds1~Ds3
	砂質土	Ds1~Ds3

安定した支持層ライン
(N≥30)

図面名	地質想定断面図	
縮尺	(A3) S=1:250	図面番号 図5-1-2

2 - 2



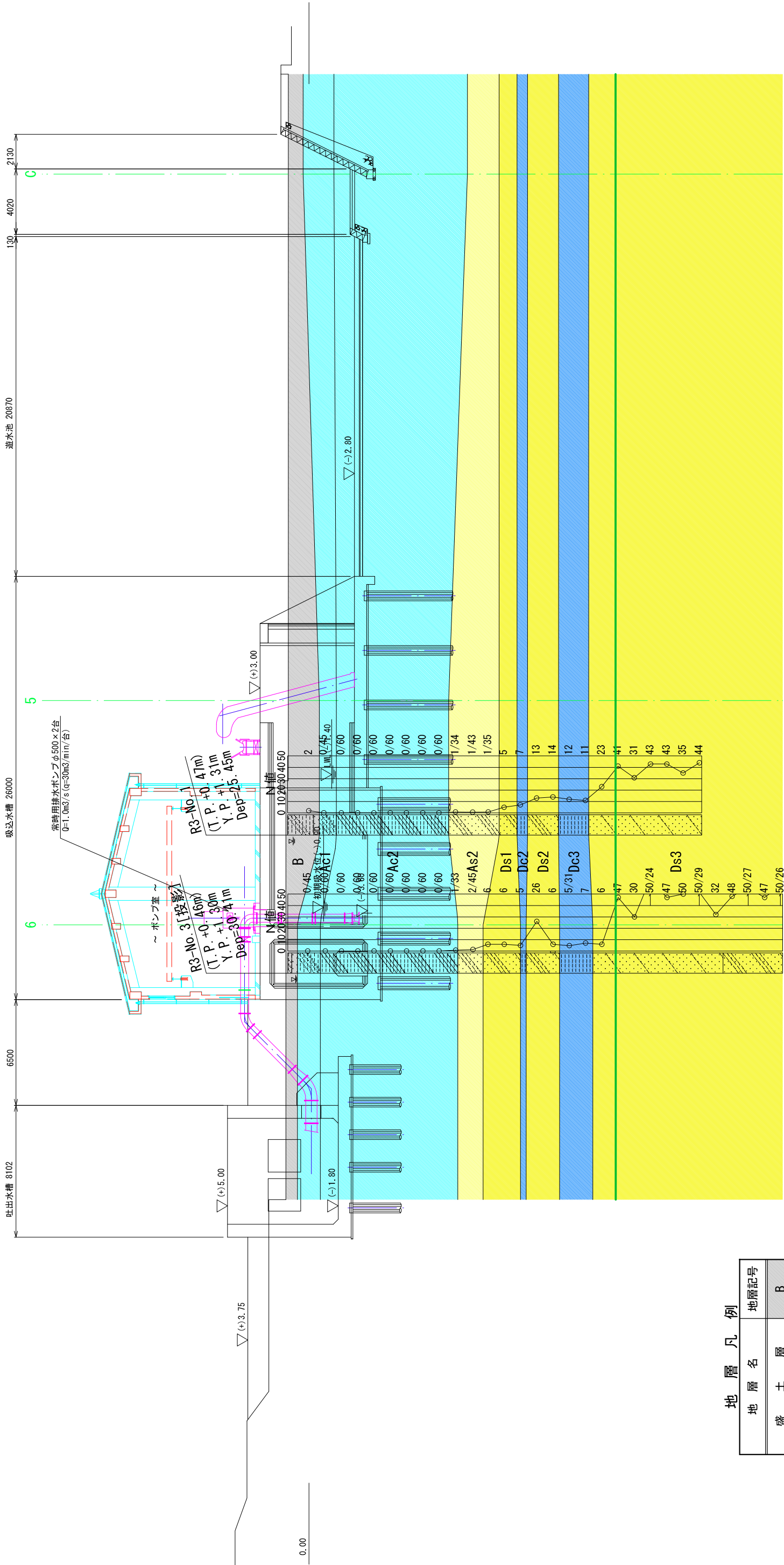
地 層 凡 例	
地 層 名	地層記号
盛 土 層	B
沖 積 層	粘性土 Ac1~Ac3
	砂質土 As1~As3
洪 積 層	粘性土 Dc1~Dc3
	砂質土 Ds1~Ds3

安定した支持層ライン
(N≧30)

図面名	地 質 想 定 断 面 図	
縮 尺	(A3) S=1:250	図面番号 図5-1-3

B - B
(2 - 2)

ボーリング位置付近での断面図
(地表線は2-2断面を用いる)

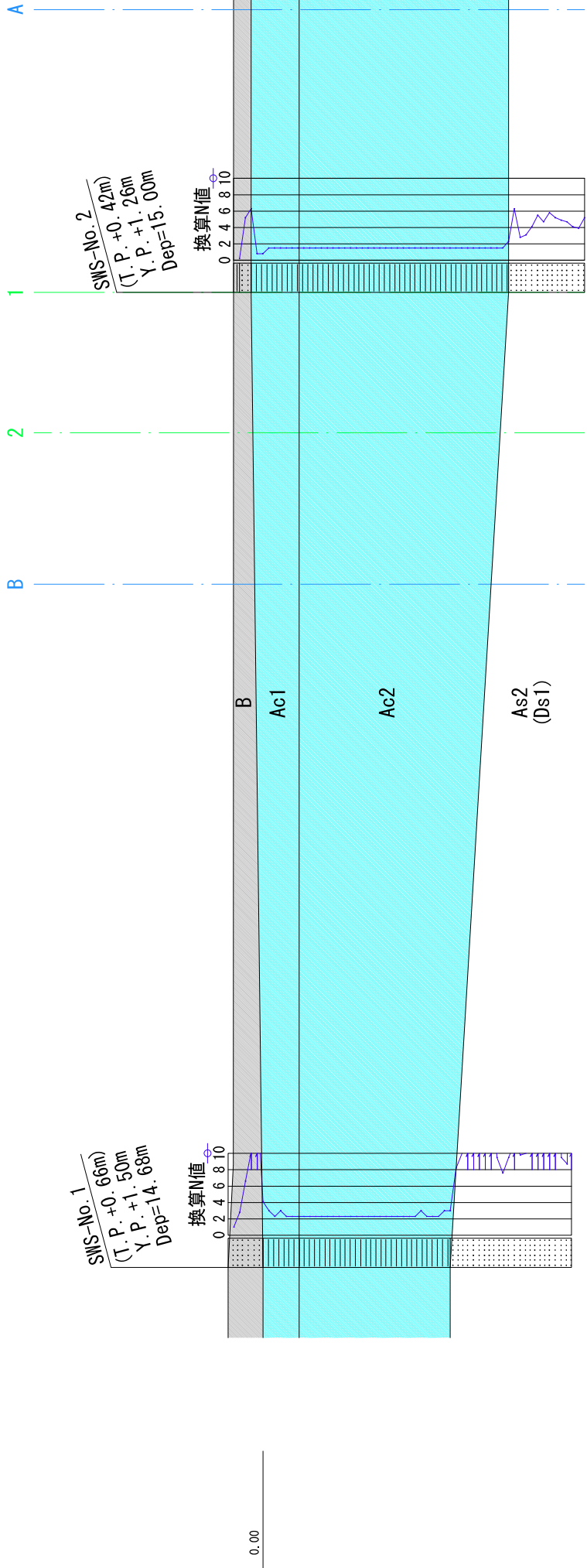


地 層 凡 例	
地 層 名	地層記号
盛 土 層	B
沖 積 層	粘 性 土 Ac1～Ac3
	砂 質 土 As1～As3
洪 積 層	粘 性 土 Dc1～Dc3
	砂 質 土 Ds1～Ds3

安定した支持層ライン
(N≥30)

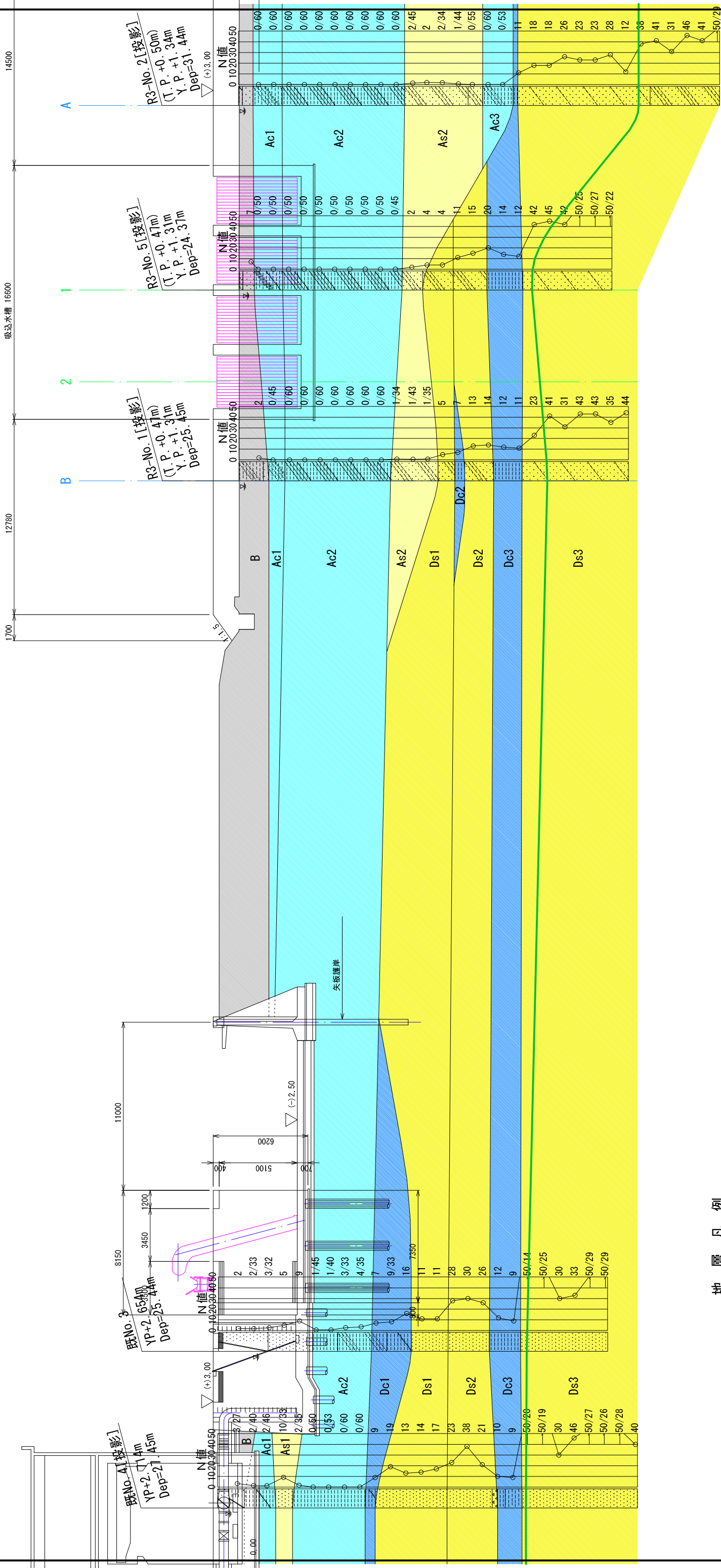
図面名	地 質 想 定 断 面 図	
縮 尺	(A3)S=1:250	図面番号 図5-1-4

C - C



地 層 凡 例	
地 層 名	地層記号
盛 土 層	B
冲 積 層	粘性土 Ac1 ~ Ac3
	砂 質 土 As1 ~ As3
洪 積 層	粘性土 Dc1 ~ Dc3
	砂 質 土 Ds1 ~ Ds3

図面名	地 質 想 定 断 面 図		
縮 尺	(A3) S=1:250	図面番号	図5-1-5



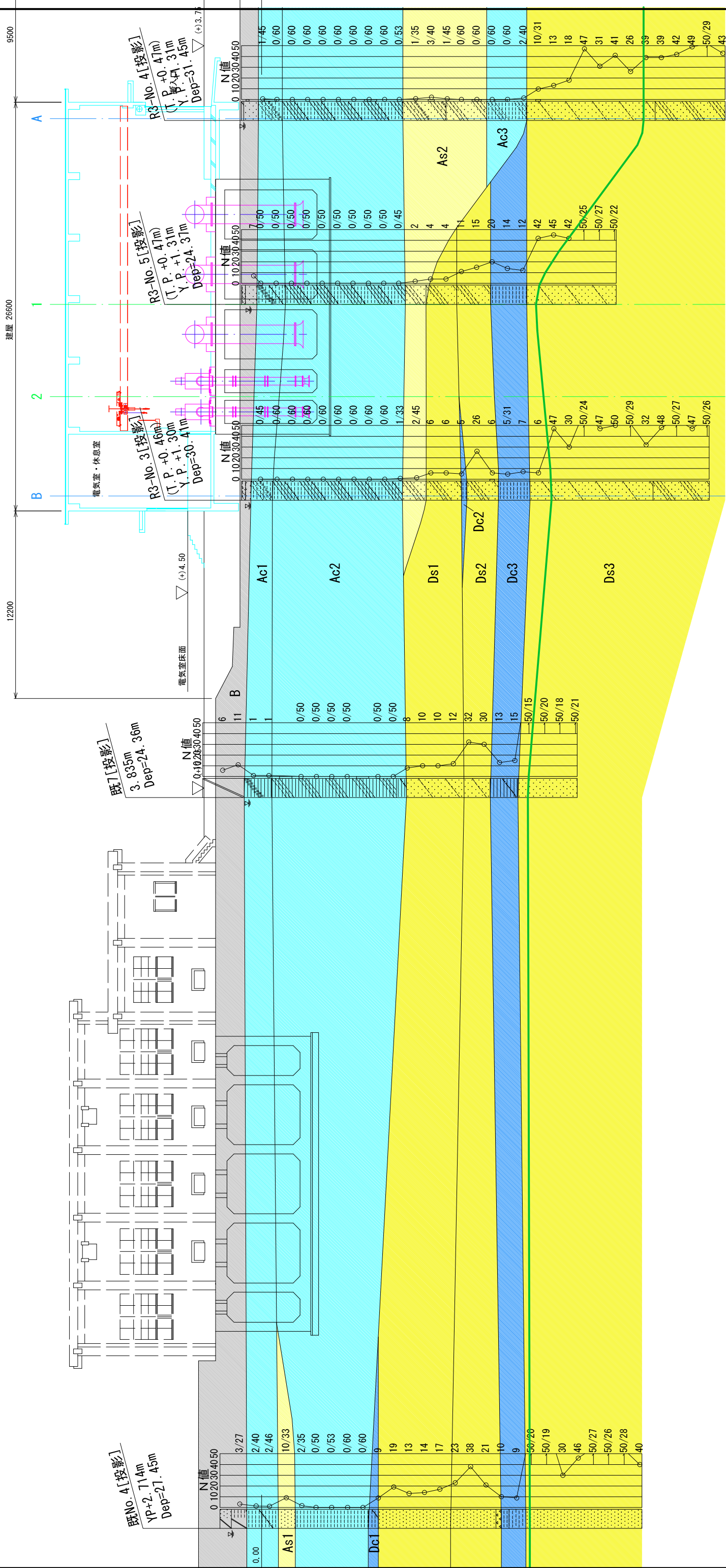
地層凡例

地層名		地層記号
盛土層	粘性土	B
	砂質土	Ac1~Ac3
沖積層	粘性土	As1~As3
洪積層	粘性土	Dc1~Dc3
	砂質土	Ds1~Ds3

安定した支持層ライン
(N $\geq$ 30)

図面名	地質想定断面図	
縮尺	(A3)S=1:250	図面番号 図5-1-6

6 - 6



地層凡例

地層名		地層記号
盛土層	粘性土	B
	砂質土	As1~As3
沖積層	粘性土	Dc1~Dc3
	砂質土	Ds1~Ds3

安定した支持層ライン
(N $\geq$ 30)

図面名	地質想定断面図	
縮尺	(A3)S=1:250	図面番号 図5-1-7