

1.3.3 立坑の設計

(1)立坑概要

立坑とは、推進工事における作業基地となる場所であり、発進立坑、到達立坑がある。立坑の構造は、土圧、水圧、上載荷重の反力受けとして長期間の施工に十分耐えうる構造でなければならない。また、接続柵を設置できる大きさを採用する必要もある。

1)発進立坑

発進立坑は、推進工法を行うための作業基地であり推進材料および管の充填閉塞等の搬出入、作業員の出入等に使用するものである。

立坑の大きさは、作業台の長さ、幅、施工基面によって定まり、長さ(管軸方向)は、坑口、作業台、および作業スペースを考慮し、幅(管軸直角方向)は、管材の両側に作業員が入り作業できるスペースを確保する。さらに、深さは、管の底面等より作業台の高さおよび基礎厚により決定される。

立坑の位置は、推進する道路上に設置するが、施工環境、交通状況、埋設物等を考慮し、材料の搬出入、掘削土砂の搬出や処理作業および、資機材の置場等が容易に確保できる場所を選定しなければならない。

2)到達立坑

到達立坑は、推進工法の機器を回収するための立坑である。下水では、施工後上下流を接続するためにマンホールを設置する。

立坑の大きさは、作業台の長さ、幅、施工基面によって定まり、長さ(管軸方向)は、坑口、作業台、および作業スペースを考慮し、幅(管軸直角方向)は、管材の両側に作業員が入り作業できるスペースを確保する。さらに、深さは、管の底面等より作業台の高さおよび基礎厚により決定され、上記マンホールの構造を設置できる大きさの何れか大なる方を採用する。

立坑の形状は、諸設備の設置の容易さから円形が多く採用されている。

(2)土留め工法規模及び形式選定

本業務の立坑は床付深度が 5.5m～6.0m と口径が小さい割には土被りが深いことや長期に亘って使用することから、推進工の施工のために立坑築造が必須である。

ここでは立坑築造のための土留め工について一般的な説明を行った後、本業務での適切な土留め工法を検討し選定する。

1)地質条件

本業務で行った地質調査における土質定数の提案値を下記に示す。立坑の底部は「Dg:硬質な玉石混じり砂礫」である。

次頁に土質定数の提案値を示す。

推進工区間 土質定数									
地層名	記号	N値 (平均値)	土質区分	設計 N値	単位重量 γ t(kN/m ³)	粘着力 c(kN/m ²)	内部 摩擦角 ϕ (°)	変形係数 Eo(kN/m ²)	透水係数 k(cm/s)
表土	Ts	—	粘性土	(1)	14	6	0	700	—
ローム	Lm	4～11 (7.0)	粘性土	7	15	29	0	4,900	—
洪積礫質土層1	Dg1	37～50+ (50+)	礫質土	53	21	0	40	37,000	7.3E-03
洪積礫質土層2	Dg2	33～50+ (50+)	礫質土	54	21	0	40	38,000	1.0E-03

※着色部は室内土質試験(R1実施設計業務)の値

上記-本業務の地質調査結果より抜粋

2) 立坑の規模

表 4－6 密閉型（泥濃式）推進工法の立坑寸法（鋼矢板）（参考）

呼び径		800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	2200
発進立坑内面寸法(m)	長さ(L)	7.5	7.5	7.6	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	8.0	8.0	8.0
	幅(B)	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	3.5	3.6	3.8	4.2	4.4	4.6
到達立坑内面寸法(m)	長さ(L)	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.9	4.1	4.1	4.1
	幅(B)	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	3.5	3.6	3.8	4.2	4.4	4.6

- 注 1. 支圧壁は、普通土の土被り 5m で標準的な推進延長を推進する場合のものとした。
2. 元押ジャッキは、多段式ジャッキ（プレスリングを含む）を使用した場合の寸法である。
3. 本表は推進に必要な最小寸法であり、施工の安全施設、マンホール等でこれを上回る場合は別途考慮する。
4. 本表は鋼矢板式立坑寸法で、内面寸法を示す。
5. 立坑寸法は、元押、中押とも同一寸法とする。
6. 両発進及び斜め発進の場合は、別途検討が必要である。
7. 到達立坑の長さ及び幅は推進管が直線的に到達し、掘進機を引き上げる場合の最小スペースである。
8. 斜め到達の場合は、別途検討が必要である。
9. 掘進機の分割搬出の場合であり、最大分割長を考慮している。一体搬出の場合は、機種毎に別途考慮する。

表 4－7 密閉型（泥濃式）推進工法の立坑寸法（ライナープレート）（参考）

呼び径			800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	2200
発進立坑中心寸法(m)	小判型	長さ(L)	7.439	7.439	7.582	7.739	7.925	7.925	7.925	8.425	8.425	8.925	8.925
		幅(B)	3.200	3.200	3.500	3.500	4.000	4.000	4.000	4.500	4.500	5.000	5.000
到達立坑中心寸法(m)	小判型	長さ(L)	5.712	5.712	6.012	6.012	6.512	6.512	6.512	7.012	7.012	7.512	7.512
		幅(B)	3.200	3.200	3.500	3.500	4.000	4.000	4.000	4.500	4.500	5.000	5.000
	円形		φ 3.5	φ 3.5	φ 3.5	φ 3.5	φ 3.5	φ 4.0	φ 4.0	φ 4.5	φ 4.5	φ 5.0	φ 5.0

- 注 1. 支圧壁は、普通土の土被り 5m で標準的な推進延長を推進する場合のものとした。
2. 元押ジャッキは、多段式ジャッキ（プレスリングを含む）を使用した場合の寸法である。
3. 本表は推進に必要な最小寸法であり、施工の安全施設、マンホール等でこれを上回る場合は別途考慮する。
4. 本表はライナープレート式立坑寸法で、ライナープレート中心寸法を示す。
5. 立坑寸法は、元押、中押とも同一寸法とする。
6. 両発進及び斜め発進の場合は、別途検討が必要である。
7. 到達立坑の長さ及び幅は推進管が直線的に到達し、掘進機を引き上げる場合の最小スペースである。
8. 斜め到達の場合は、別途検討が必要である。
9. 掘進機の分割搬出の場合であり、最大分割長を考慮している。一体搬出の場合は、機種毎に別途考慮する。
10. 円形の寸法は、掘進機長＋作業スペース（0.6m×2）を最小とする。

上記の鋼矢板は内寸法により、鋼矢板の高さ（有効高さ h）で補正する。

上記-「下水道用設計積算要領 管路施設(推進工編)（社）日本下水道協会」

(3)土留め工法の種別

土留め工法の種別に係る考え方は、土留め壁の有無、支保工の有無、土留め壁の材質・施工順序による分類など様々であるが、ここでは下記のように分類し、それぞれについて整理した。

下記に示すとおり本工事では、深度が 5m 程度であるため“ 1.土留め壁のないもの ”、“ 2.支保工のない土留め壁 ” は対象外となる。

表-1.3.3.1 土留め工法の種別と分類

種 別	分 類	概要	本工事への適用
1. 土留め壁のないもの	・法付きオープンカット工法	法切りの状態で掘削が可能な工法種別をいう	ヤードが狭く山に隣接し長大法面が発生するため適用不可。 ×
2. 支保工のない土留め壁	・自立式工法 ・アースアンカー工法	地下水位が低く地山が良好で、根入れだけで主働土圧に十分に抵抗できるものや、支保工の代わりに地山から土留め壁に作用する土圧・水圧を背面からアンカーで抵抗させる工法種別をいう	深度が大きく対象外 ×
3. 支保工のある土留め壁	・親杭横矢板工法 ・鋼矢板工法 ・柱列式地下連続壁(SMW) ・地下連続壁 ・ケーソン工法 ・深礎工法 ・鋼管矢板工法 ・小型立坑工	最も一般的に用いられる土留め工法であり、腹起し、切梁で壁を抑え、あるいはケーソンや鋼管矢板などの剛性の高い土留め材を使用する工法種別である。	採用工種 ○

上記-「下水道用設計積算要領 管路施設(推進工編)（社）日本下水道協会」

表-1.3.3.3 硬質地盤立坑検討（透水係数が小さい場合の適用）

名称		構成部材	普通地盤への適用	本工区立坑への適用性
親杭横矢板壁		木矢板 軽 量 鋼 矢 板	・ 止水性無し ・ 地下水位が高い場合等、補助工法必要 ・ 普通地盤の場合には、圧入、パイプロ方式	地下水位が高く止水補助工法を用いても打ち込み費が高む。実績もない。判定× 深度が大きく構造上不可
鋼矢板壁		鋼矢板	・ 止水性がある ・ 施工時の騒音、振動が問題となる場合がある ・ 普通地盤での採用は圧入、パイプロ方式で十分対応可能である。	一般的な立坑に良く採用されている。本工区採用案（選定）
柱列式地下連続壁	モルタル柱列壁	モルタル杭	・ 比較的止水性は良い(柱体オーバーラップ) ・ 振動、騒音が小さい ・ 芯材は引抜困難で残置する場合が多い ・ 土質的に適用可能である。	土質的に十分対応可能である。 鋼矢板壁よりは経済性に劣る。 判定× 工事費大
	ソイルセメント柱列壁	ソイルセメント柱体	・ モルタル柱列壁と同じ ・ ソイルセメントは地盤種別により性能の差が生じるため注意が必要	同上 判定× 工事費大
	泥水固化壁	泥水固化壁+鋼杭 or 鋼矢板	・ 地中連続壁と同じ ・ 地中連続壁に比べ剛性が小さいため適用範囲が限られる	同上 判定× 工事費大
地下連続壁		場 所 打 ち コンクリート	・ 止水性が良い ・ 騒音、振動が小さい ・ 施工期間が長く、広い施工スペースが必要 ・ 適用地盤が広く、施工機械により軟岩にも適用できる	適用地盤が多く、大深度大規模な構造に用いられる。本体構造に本来使用し仮設は二次的なもの。経済性には劣る。判定×
ケーソン		鉄 筋 コ ン ク リ ー ト	・ 土留め効果は副次的なものであり、基礎又は地下構造物が本来の用途である。 ・ 掘削深度が H=30 ～ 50m 程度の大規模工事に適用される場合がある	砂礫地盤では、ニューマチック及びオープンタイプで施工する。本体構造兼用であれば有利である。経済性には劣る。 判定×
深 礎 (ラ イ ナ ー プレート)		ラ イ ナ ー プレート	・ 止水性は無い ・ 施工性は高い ・ 土圧が小さく深度の浅い土留めに適している ・ 地盤条件により補助工法が必要	砂礫、岩地盤等で採用実績が多いが地下水位が高い場合には止水補助工法を併用する。構造規模が大きい場合には不利である。（選定）
鋼管矢板壁		鋼管矢板	・ 止水性がある ・ 施工時の騒音、振動が問題となる場合がある ・ 一般的に地下水位が高い地盤、軟弱地盤等の大規模立坑によく用いられる ・ 引抜は困難で残置する場合が多い	鋼矢板の応力超過時に採用されている。硬質地盤、砂礫等では打ち込み費、鋼材存置が高み経済性に劣る。判定×
小型立坑 (ケーシング)		鋼 製 ケ ー シ ン グ	・ 止水性が良い ・ 剛性が高く、補助工法を必要としない ・ 小規模立坑～φ2500 程度によく用いられる	小規模な場合のみ採用可能であり本工区では適用口径から外れている。 判定×

(4)土留め工法の特徴

この章では採用する土留め工法の一般的な特徴を説明し、次章で本業務での土留め工法の適性を検討し選定するものとする。

支保工のある土留め壁

支保工のある土留め壁は一般に以下のように分類される。

表-1.3.3.2 土留め工法の種別と分類 1

土留め壁の分類	親杭横矢板	-	親杭(H形鋼、I形鋼)、横矢板(木矢板・他)
	鋼矢板工法	-	鋼矢板、軽量鋼矢板（選定）
	柱列式地下連続壁工法	-	PIP工法、SMW工法、TRD工法
	地下連続壁工法	-	場所打ち鉄筋コンクリート
	ケーソン工法	-	圧入ケーソン、ニューマチックケーソン
	深礎工	-	ライナープレート（選定）
	鋼管矢板工法	-	鋼 管
	小型立坑	-	鋼製方式(ケコム工法)、コンクリート方式

ここでは、上記工法から、土被りの小さい立坑に使用されて工事費が安価となる、「鋼矢板、ライナープレート」を選択する（赤字）。

それ以外の場合は、大規模土留め工に使われる若しくは、小断面に使用される工法であることから除外をする。

次頁に各土留め工法の概要を示す。

(5)土留め工法の概要

1)鋼矢板工法

土留め工法としては、強度・耐久性・止水性及び反復使用材としての経済に優れていることもあり、最も一般的に採用される工法といえる。

軟弱地盤から地下水位の高い礫質土地盤までの幅広い適用が可能である。

ヒーピングやボーリング防止には根入れを大きくすることにより対処できるが、連続地中壁工法やケーソン工法に比べると剛性が小さく、軟弱地盤や掘削深度が大きくなるとたわみが大きくなる。また、砂礫層のような固い地盤では、直接的な打ち込みが困難であったりもする。

衝撃式や振動式での打ち込み・引抜きは、騒音・振動公害の原因となるため、施工環境をよく調査して打ち込み工法の選定を行う必要がある。

また、さらに引抜き時に構造物の共上がりや鋼矢板周辺部分の埋め戻しが不十分なことに場合があるため施工には十分留意する。



図. 鋼矢板工法

2)深礎工法(ライナープレート)

人力掘削を先行させ、波形鋼板とリングビームを用いた土留め材の組み合わせにて行う工法である。

大型機械を使用する必要がないため、機械の入らない狭い場所や傾斜地での施工が可能である。

しかし、地下水位があり、また、崩壊しやすい砂層やヒーピングを起こしやすい地盤では不適であり、このような条件下での採用には何らかの補助工法が必要である。

近年では、刃口を持ったリングを圧入して掘削する工法や、土留め材に強度の大きい鋼製セグメントを使用する工法なども開発されている。(小型立坑工法参照)



図. ライナープレート

(6)土留め工法の決定

1)地下水位がない硬質地盤での立坑築造の条件

土留工設置条件では最も適している。地下水位の影響から発生するボーリングなどの影響がなくなり土留工壁が小さくできる。

立坑の地盤は、本工区内で行われたボーリング調査結果から玉石混じりの砂礫層である。

2)本地区地盤での土留工

ケースA案：鋼矢板工法

ケースB案：ライナープレート工法・・・採用

立坑は、小判形と円形が選定表から得られるが、本地区においては、発進側は採用実績が多い小判形で施工する。

また、到達側は到達機器回収のみのため、構造が簡単な円形を採用する。

表-1.3.3.4 発進立坑の工事費比較表

項 目	ケース A 案 ：鋼矢板方式(硬質地盤クリア工法)	ケース B 案： ライナープレート
底樋推進立坑	矩形形状	同左
立坑の大きさ	内寸：B=2.8m×L=7.5m 鋼矢板割付 B=3.2m×L=8.0m	B=3.2m×L=7.439m
構造の特徴	一般的な鋼矢板で施工を行う。 矢板は硬質地盤対応の工法で行う。	薬液注入を予め行い、自立、止水を確保してライナープレートを構築する。 (本現場では薬液注入工は不要である)
施工実績	多い	多い
利 点	止水性が高く剛度が大きい。長期施工にも十分対応する。	地山が確認でき状況に応じた掘削工法を選定できる。無振動工法である。
欠 点	一般的な鋼矢板工法であり問題はない。	地下水以下の施工では補助工法の経費が嵩む傾向がある。
直接工事費	■■■■■ ■■■■■	■■■■■■■■■■ ■■■■■
評 価	鋼矢板工法では地盤が固いため鋼矢板打ち込み費用が高む。 底盤の止水性が高く釜場で対応可能。	工費的には、ライナープレートの土留工法が有利である。 透水係数が低く無く施工が最も適している。
採 否	×	○

以降に直接工事費の内訳を示す。

A案：鋼矢板立坑								
明細書：鋼矢板工法		B2.8m×L8m×D5.25m						
名 称 （ 規 格 ）		数 量	単位	単価	金額(円)	備 考		
鋼矢板Ⅲ型L=9m	硬質地盤クリア工法 打込み	54.0	本					
	引抜き	54.0	本					
特殊工法 引抜 フリクションカッター	鋼矢板塗布	1.0	式					
	近接対策工							
掘削	BH0.60m3	33.6	m ³					
	BH0.60m3	78.4	m ³					
	クラムシェル+ミニバック	0.0	m ³					
腹起切梁	設置工	2.9	m ³					
	撤去工	2.9	m ³					
埋戻	W<1.0m	28.4	ton					
	1.0m<W<4.0m	53.8	m ³					
インパートコンクリート		6.720	m ³					
基礎砕石		22.400	m ²					
鋼矢板	100 損料	29.160	ton					
	整備費	29.160	ton					
腹起	100 損料	2.870	ton					
	整備費	2.870	ton					
薬液注入工	底版止水	0.0	L					
合 計								
改 め								

$$B=3.2\text{m} \times L=7.439 \times D5.25\text{m}$$

69

(7)ライナープレート水替え工の設計

ここでは、立坑底部の排水量を行う。

1)透水係数

計算で使用する透水係数は、Dg 1、Dg2 層共に試験を行なっている過年度成果の下記の値を適用とする。

表-4. 4. 1 現場透水試験結果

調査 地点 (No.)	孔口 標高 (H：m)	現場透水試験条件				平衡水位		透水係数 k (m/sec)	
		試験深度 (GL-m)	地層名 (記号)	土質名	試験法	深度 (GL-m)	標高 (H：m)	試験値	平均値
B-1	92.37	2.00 ～ 2.50	洪積層 第1砂礫部 (Dg1)	砂礫	注水法	5.400	86.97	7.27E-05	-
B-2	97.22	3.00 ～ 3.50	洪積層 第2砂礫部 (Dg2)	粘土混じり 砂礫	注水法	5.450	91.77	8.25E-05	5.57E-05
B-3	97.68	3.50 ～ 4.50	洪積層 第2砂礫部 (Dg2)	粘土混じり 砂礫	注水法	3.380	94.30	2.88E-05	

上表より、洪積層第1砂礫部(Dg1)、第2砂礫部(Dg2)の現場透水試験による透水係数は、下記のように求められた。

- 1) 洪積層第1砂礫部(Dg1) $k=7.27\times10^{-5}(m/sec)$
- 2) 洪積層第2砂礫部(Dg2) $k=2.88\sim8.25\times10^{-5}(m/sec)$
Dg2層の平均値： $5.57\times10^{-5}(m/sec)$

上記-「R1 原宿・武蔵野用水路実施設計業務」第3編 V-33 より抜粋

2)計算結果

計算の結果、発進・到達立坑共に排水量は小さく、最も規模の小さいポンプでの対応が可能である。

発進立坑の排水量 Q=0.007m3/min
到達立坑の排水量 Q=0.005m3/min

ゆえに、ポンプ台数は各1台となる。

ポンプ台数

$N=Q/(n\cdot q)$

ここに、Q：全排水量 (m3/min)

q：ポンプ1台吐出量 (φ50、0.2m3/min) ---次頁参照

n：ポンプ効率 (平均値0.7) ----次頁参照

発進立坑のポンプ台数

$0.007/(0.2\times0.7)=0.05\rightarrow\phi50\quad1\text{台}$

発進立坑のポンプ台数

$0.005/(0.2\times0.7)=0.04\rightarrow\phi50\quad1\text{台}$

【解説】

1)ポンプの選定

ポンプは、揚水量及び排水揚程から表-9. 2. 3 のポンプの口径と吐出量の関係を参考に選定する。

2)ポンプの台数

ポンプの台数は、全揚水量をポンプ効率を考慮した1台当たりの吐出量で除した数量とし、(式-9. 26)により算定する。

$$N=\frac{Q}{n\cdot q}\quad\cdots\cdots\cdots\text{(式-9. 26)}$$

ここに、N：ポンプ台数

Q：全揚水量 (m³/sec)

q：ポンプ1台の吐出量 (m³/sec)

n：ポンプ効率 (一般に0.6～0.8)

表-9. 2. 3 ポンプ口径と吐出量の関係⁵⁾

仕 様 周波数 口径 (mm)	50Hz					仕 様 周波数 口径 (mm)	60Hz				
	最高 揚程	最 大 吐出量	全揚 程	吐出量	電動機 出力		最高 揚程	最 大 吐出量	全揚 程	吐出量	電動機 出力
	(m)	(m³/min)	(m)	(m³/min)	(kW)		(m)	(m³/min)	(m)	(m³/min)	(kW)
50	15	0.32	8.6	0.2	0.75	50	16	0.32	8.6	0.2	0.75
50	20	0.42	15	0.2	1.5	50	21	0.42	15	0.2	1.5
50	24	0.53	20	0.2	2.2	50	26	0.5	20	0.2	2.2
80	26	0.83	18	0.5	3.7	80	28.3	0.8	18	0.5	3.7
80	34	0.9	26	0.5	5.5	80	37	0.86	26	0.5	5.5
100	20	2.0	15	1.0	5.5	100	20	2.0	15	1.0	5.5
150	20	2.8	10	2.0	7.5	150	20.2	3.2	10	2.0	7.5
150	22	3.8	15	2.0	11	150	22.2	3.7	15	2.0	11
200	18	5.2	10	4.0	11	200	18	5.0	10	4.0	11
200	34	5.2	20	4.0	22	200	35	5.2	20	4.0	22

※ 吐出量：ポンプの呼び径により規定される基準吐出量
全揚程：ポンプの基準吐出量における揚程

上記-「土木工事 仮設計画ガイドブック ()平成23年改訂版」P185 より抜粋

以降に計算書を示す。

1) 発進立坑釜場排水工の検討

参考文献：「土木工事仮設計画ガイドブック(Ⅱ)」(社団法人全日本建設技術協会)

1. 設計条件

施工条件
地層状態
井戸形式

断面二次元浸透
被圧帯水層
完全貫入状態

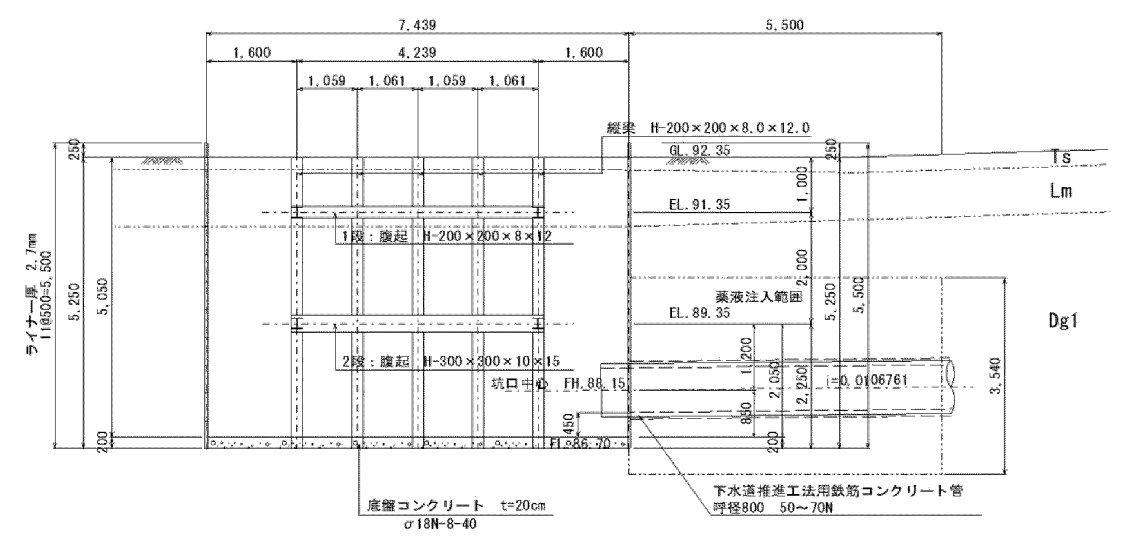
掘削寸法
幅 3.20 m × 深さ5.25 m × 延長 7.439 m

地層条件

NO.	深度 (m)	層厚 (m)	土質種類	記号	備考
1	0.24	0.24	粘性土	Ts	不透水層
2	1.80	1.56	粘性土	Lm	不透水層
3	5.25	3.45	砂礫土	Dg2	透水層
4					
5					

初期地下水位 GL - 3.90 m
※ボーリングよりGL-3.7~3.9mより安全を見て上方にラウンド
内水位 GL - 5.25 m
帯水層の透水係数 $k = 7.27 \times 10^{-5}$ m/s Dg1
※地質報告書 記載平均値

掘削形状概要



2. 排水量の計算

(1) 影響半径

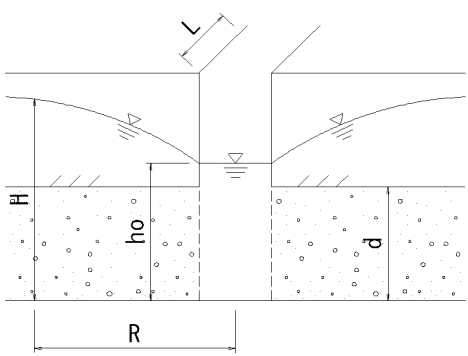
Seichardtの式より
 $R = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k}$

ここに、 R: 影響半径 (m)
s: 水位低下量 (m)
k: 透水係数 (m/s)

$$R = 3000 \times (1.35 - 0.00) \times \sqrt{(7.3 \times 10^{-5})} = 35 \text{ m}$$

(2) 断面二次元浸透における排水量

被圧帯水層、完全貫入状態の場合



$$Q = \frac{2kD(H - h_o)}{R} \cdot L$$

ここに、 Q: 排水量 (片側) (m3/sec)
k: 透水係数 (m/sec)
D: 透水層厚 (m) d= 1.35 m
H: 初期地下水位 (m) H= 1.35 m
ho: 内水位 (m) ho= 0.00 m
L: 延長 (m) L= 7.439 m
R: 影響半径 (m) R= 35 m

$$Q = \frac{2kD (H - h_0)}{R} \cdot L \times 2$$

ノブの選定

口径
全揚程 8.6 m
吐出量 $q = 0.2 \text{ m}^3/\text{min}$
ポンプ効率 $\eta = 0.7$

表-9.2.3 ポンプ口径と吐出量の関係⁵⁾

※ 吐出量：ポンプの呼び径により規定される基準吐出量
全揚程：ポンプの基準吐出量における揚程

2) 到達立坑釜場排水工の検討

1. 設計条件

掘削寸法 幅 3.50 m × 深さ 5.70 m × 延長 3.5 m

初期地下水位 GL - 3.10 m
 ※ボーリングより GL-3.1~3.2m より安全を見て上方にラウンド
 内水位 GL - 5.70 m
 帯水層の透水係数 $k = 5.57 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ Dg2
 ※地質報告書 記載平均値

掘削形状概要



2. 排水量の計算

(1) 影響半径

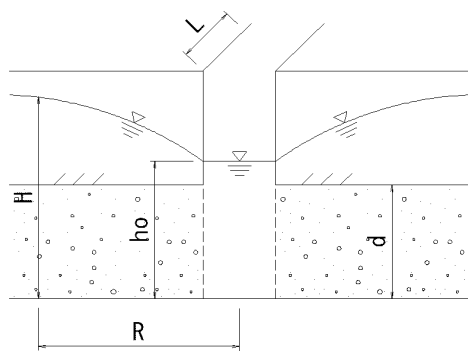
Seichardtの式より
 $R = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k}$

ここに、 R: 影響半径 (m)
s: 水位低下量 (m)
k: 透水係数 (m/s)

$R = 3000 \times (2.60 - 0.00) \times \sqrt{(5.57 \times 10^{-5})}$
 $= 58 \text{ m}$

(2) 断面二次元浸透における排水量

被圧帯水層、完全貫入状態の場合



$Q = \frac{2kD (H - h_o)}{R} \cdot L$

ここに、 Q: 排水量 (片側) (m3/sec)
k: 透水係数 (m/sec)
D: 透水層厚 (m) d= 2.60 m
H: 初期地下水位 (m) H= 2.60 m
ho: 内水位 (m) ho= 0.00 m
L: 延長 (m) L= 3.5 m
R: 影響半径 (m) R= 58 m

よって、両側では

$Q = \frac{2kD (H - h_o)}{R} \cdot L \times 2$
 $Q = \frac{2 \times 5.6 \times 10^{-5} \times 2.60 \times (2.60 - 0.00)}{58} \times 3.5 \times 2$
 $= 0.0001 \text{ m3/sec}$
(Q = 0.005 m3/min)
(Q = 0.30 m3/h)

3. ポンプの選定

ポンプは、水中ポンプとし、下表から選定し、次のとおりとする。

口径
全揚程 8.6 m
吐出量 q= 0.2 m3/min
ポンプ効率 n= 0.7

$n \cdot q = 0.7 \times 0.2 = 0.1 \text{ m3/min}$
 $Q = 0.005 \text{ m3/min} < n \cdot q = 0.1 \text{ m3/min OK}$

表-9.2.3 ポンプ口径と吐出量の関係⁵⁾

仕 様 口 径 (mm)	周波数	50Hz					仕 様 口 径 (mm)	周波数	60Hz				
		最高 揚程	最 大 吐出量	全揚 程	吐出量	電動機 出 力			最高 揚程	最 大 吐出量	全揚 程	吐出量	電動機 出 力
		(m)	(m³/min)	(m)	(m³/min)	(kW)			(m)	(m³/min)	(m)	(m³/min)	(kW)
50		15	0.32	8.6	0.2	0.75	50		16	0.32	8.6	0.2	0.75
50		20	0.42	15	0.2	1.5	50		21	0.42	15	0.2	1.5
50		24	0.53	20	0.2	2.2	50		26	0.5	20	0.2	2.2
80		26	0.83	18	0.5	3.7	80		28.3	0.8	18	0.5	3.7
80		34	0.9	26	0.5	5.5	80		37	0.86	26	0.5	5.5
100		20	2.0	15	1.0	5.5	100		20	2.0	15	1.0	5.5
150		20	2.8	10	2.0	7.5	150		20.2	3.2	10	2.0	7.5
150		22	3.8	15	2.0	11	150		22.2	3.7	15	2.0	11
200		18	5.2	10	4.0	11	200		18	5.0	10	4.0	11
200		34	5.2	20	4.0	22	200		35	5.2	20	4.0	22

※ 吐出量：ポンプの呼び径により規定される基準吐出量
全揚程：ポンプの基準吐出量における揚程

1.3.4 薬液注入工法

推進工法では、土質条件によって施工の難易度が大きく左右される。特に地山が不安定で切羽の崩落、地表面の陥没あるいは地盤沈下の恐れのある場合、または近接する地下構造物、埋設物等の防護や立坑、反力受を補強する場合には地盤改良が必要である。

補助工法としては、次の方法があり、本設計区間では (a) 地盤改良工法 が該当する。

(a) 地盤改良工法 (該当)

(a)-1 薬液注入工法

(a)-2 攪拌混合工法

(b) 地下水低下工法

(c) 圧気工法

(d) その他の工法

(1)地盤改良工法概要

1)目的

改良の目的は、次の4項目に大別される。

表-1.3.4.1 地盤改良の目的

止 水	土粒子の間隔や地盤内の亀裂の閉塞による。
地 盤 強 化	土粒子間相互の粘着力の増加や圧密効果による。
空 洞 充 填	空洞充填による土圧応力バランス保持、変状防止を計る。
荷 重 支 持	地盤中に固結体を造成することによる。

上記-「推進工法講座 基礎知識編 社団法人日本下水道管渠推進技術協会」P.331 より抜粋

2)種類

地盤改良工法には、 薬液注入工法 と 攪拌混合工法 とがある。

以下に工法の概要を示す。

薬液注入工法

薬液注入工法とは、凝固する性質を有する化学材料(いわゆる薬液)を地盤中の所定の箇所注入管を通じて注入し、地盤の止水性または強度を増大させることなどを目的とする工法である。

攪拌混合工法

攪拌混合工法は、高圧ジェット攪拌翼を単独または併用することによって強制的に、硬化材と現地盤とを混合、および置換により、地盤の強化、補強体の造成を図る工法である。

(2)補助工法の必要性の検討

補助工法の対象は下記の箇所が代表的であり、各部において補助工法の必要性を検討する。

(a) 一般推進部	{	支圧壁背面部 土留背面部 底板部 土留不連続部(鏡切部)
(b) 立坑部		

(a)一般推進部

本推進工(泥濃式推進工法)における一般推進部の補助工法は、「表 中大口径(密閉型)の工法別適用土質と補助工法の関係(参考)」より補助工法は不要とする。

(b)立坑部

本推進工における立坑位置では、下表のような理由から補助工法の要否を判断する。

表-1.3.4.2 補助工法の必要性

項目	発進側	到達側
支圧壁背面部	推進力に対しては現地盤と支圧壁で十分に耐え得るため不要 (構造計算書「支圧壁の計算」参照)	到達側のため対象外
土留側面部	立坑位置での地質調査結果(本業務)において、推進位置が地下水以下であるため排水量が大きければ必要。	同左
底板部	ライナープレート工法は、釜場排水で対応する。排水量が大きければ止水目的で薬液注入での止水が必要であるが排水量が微少である。 ライナー工法採用時点で、このような止水工法は不要である。	同左
土留不連続部 (鏡切部)	釜場排水の要否検討の計算結果より止水対策は不要。試掘で土留めなしで4m程度掘削したが、硬質で自立する地山であるため不連続部でも無対策で土留め工の構築が可能である。	同左

土留不連続部(鏡切部)について

発進・到達の鏡切時において全面が完全に開放状態となるため、地山の崩壊が生じ易い。また、切羽にカッターヘッドを密着発進できるまで、切羽は完全な安定状態が保持されなければならない、初期掘進の間、掘進機の姿勢を安定させることと、管のバックリングを起こす危険性を防止するため、十分な地盤安定のために地盤改良の必要が生じる可能性がある。次項に鏡切部における補助工法の検討書を添付し、要否の判定を行う。

(3)補助工法の検討

1)改良範囲の検討

改良範囲の確定に当たっては、次の様に行う。

- ・改良範囲の確定は最小改良範囲を基本とする。
- ・計算により改良範囲を求めて以下のようにする。
 - イ) 計算による範囲 > 最小改良範囲 → 計算による範囲を採用
 - ロ) 計算による範囲 < 最小改良範囲 → 最小改良範囲を採用
- ・特殊なケースでは特別な考慮により改良範囲を確定する。

2)最小改良範囲

最小改良範囲とは、注入効果が発揮される品質を確保するための複列の注入が可能になる厚みが確保される範囲をいう。

最小改良範囲は、(社)日本グラウト協会、日本推進技術協会の2協会で改良範囲が異なる。下記に土留不連続部(鏡切部)の2協会の最小改良範囲を示す。

表-1.3.4.3 最小改良範囲の相違表

	日本推進技術協会	日本グラウト協会
a : 管側面	1.5m	1.5m
b : 管頂部	1.0m	1.0m
c : 管底部	1.0m	1.0m
l : 改良厚さ	発進 : 掘進機長 + 推進管長 到達 : 掘進機長 ○ 採用	発進 : 2m 到達 : 2m × 過小

日本グラウト協会の範囲は最小で、推進工法の特殊性を加味していない。

推進工法の改良の目的は、

- ・坑口の止水、鏡切りの切羽保持
- ・推進工の方向性を確保するための地中内の定規の役割
- ・初期掘進の逸泥を防止

上記の範囲と計算による範囲を比べて大なるほうを採用する。

以降に各基準の抜粋を示す。

採用資料

泥濃式の掘削機外径は D=0.98mである。

表 1.4-24 改良範囲と最小値

改良範囲図

断面

延長 (薬液注入工のみの場合)

延長 (高圧噴射攪拌工のみの場合)

延長 (薬液注入工、高圧噴射攪拌工併用の場合)

最小値 (参考)

【薬液注入工のみの場合】

最小改良範囲 (m) D : 掘進機外径

D	D < 1.0m	1.0m ≤ D < 2.0m	2.0m ≤ D < 3.0m	3.0m ≤ D < 4.0m
B	1.0	1.5	1.5	2.0
H ₁	1.5	1.5	2.0	2.0
H ₂	1.0	1.0	1.5	1.5
L ₁ (発進部)	掘進機長 + 推進工法用管 1 本			
L ₂ (到達部)	掘進機長			

【高圧噴射攪拌工のみの場合】

最小改良範囲 (m) D : 掘進機外径

D	D < 1.0m	1.0m ≤ D < 3.0m	3.0m ≤ D < 5.0m
B	1.0	1.0	1.5
H ₁	1.0	1.5	2.0
H ₂	1.0	1.0	1.0
L ₁ (発進部)	2.5		
L ₂ (到達部)	2.5		

【薬液注入工・高圧噴射攪拌工併用の場合】

最小改良範囲

	薬液注入工	高圧噴射攪拌工
断面	上表による	
L ₁ (発進部)	L ₁₁ (薬液注入工長さ) + L ₁₂ (高圧噴射攪拌工必要長さ) = 掘進機長 + 推進工法用管 1 本	
L ₂ (到達部)	L ₂₁ (薬液注入工長さ) + L ₂₂ (高圧噴射攪拌工必要長さ) = 掘進機長	

注) 薬液注入工 設計資料 令和元年版 (一般社団法人 日本グラウト協会)
およびジェットグラウト工法 技術資料 平成29年9月 (一般社団法人 日本ジェットグラウト協会) に加筆

不採用資料（参考）

(3) 管路布設の場合の最小改良範囲の例（発進部・到達部などの鏡部）

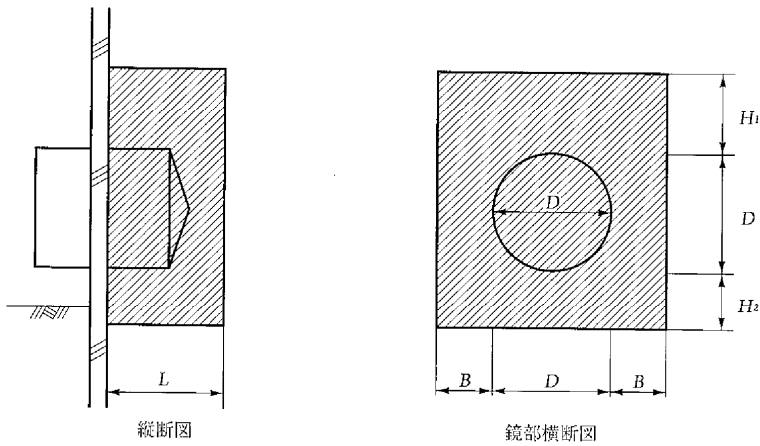


図2.2-10 管路布設の場合の最小改良範囲の一例（発進部・到達部などの鏡部）

表2.2-13 最小改良範囲（鏡部）：単位m

D	D<1.0	1.0≦D<2.0	2.0≦D<3.0	3.0≦D<4.0	4.0≦D<5.0	5.0≦D<6.0	6.0≦D<7.0	7.0≦D<8.0
B	1.0	1.5	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
H ₁	1.5	1.5	2.0	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0
H ₂	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
L	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0

注1) D：掘削外径
注2) Lの値は、切羽開放時の最小改良範囲である。
注3) 大深度の場合については、協会に問い合わせる。
注4) 推進機と管本体に差がある場合や止水区間が必要な場合は、(4)管路布設の場合の最小改良範囲の例（発進部・到達部などの挿入部・受入部）を使用する。

上記-「正しい薬液注入工法」日本グラウト協会 P15 より抜粋

管頂部、管下部及び管側部は両協会とも同じな寸法であるが、改良厚さ（管縦断方向）において、日本推進技術協会と日本グラウト協会に違いがある。

日本推進技術協会の改良厚さは、坑口部「掘進機長＋推進管長1本」、到達部も同様に改良厚さとしている。下記に改良厚さを示す。

日本推進技術協会(泥水式推進工法編 P.88 立坑寸法表内の機長)
発進部：3.0m(掘進機長)＋2.43m(推進管1本)＝5.43m 以上・・・採用

地盤改良工法は多大な工事費となるため、近年においては縮減の方向である。
本設計では、注入工法の施工性、信頼性を考慮して、日本推進技術協会の最小改良厚さとし、発進部：5.43→5.5m、到達部：3.0m 以上(開削立坑で坑口止水のみ：L2 掘進機長より)とする。

2) 改良範囲の計算

管路（シールド，推進）が発進する際は土留壁を切断して、地山へ入っていく。その際、切羽の自立と湧水防止のための薬液注入範囲については、天端，側部，底盤の厚さの検討を行う。

改良範囲の計算で求められた注入範囲が数十 cm と非常に小さくなるケースがあるが、薬液注入を効率的に行うには、基本的に複列（2 列以上）の注入孔が配置できる範囲を確保することが必要なため、本設計での計算値による最小改良範囲を 1.0m 以上とする。

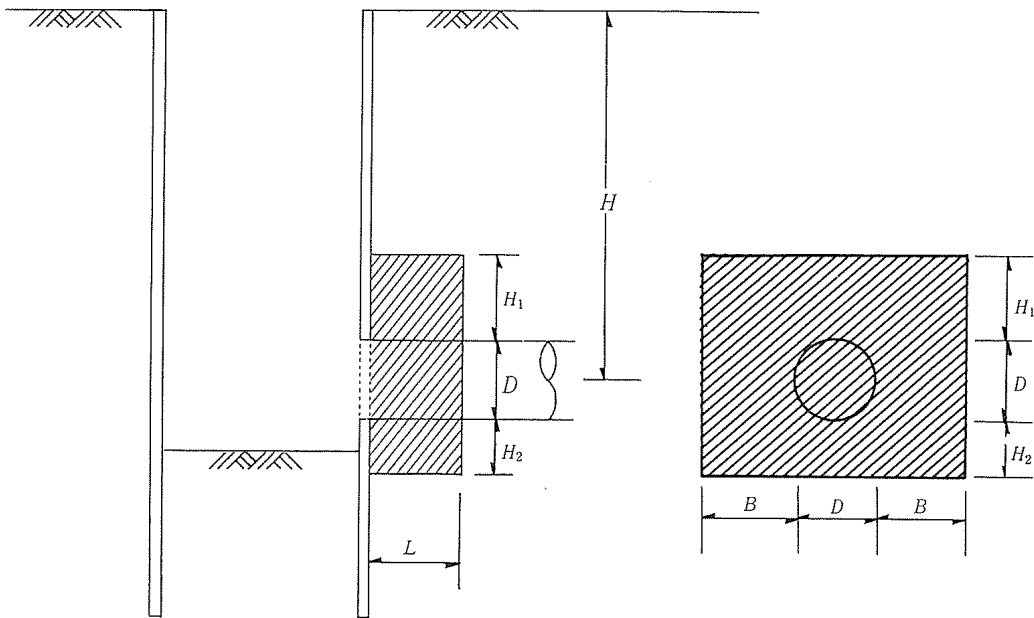


図-1.3.4.1 発進防護モデル

各推進を行う設計条件は下記の通りとする。

表-1.3.4.4 設計条件

	発進立坑	到達立坑
単位体積重量	20kN/m ³	20kN/m ³
内部摩擦角	41 °	44 °
土の粘着力	0kN/m ²	0kN/m ²
目標改良粘着力	80kN/m ²	
推進管外径	0.96m	
掘削外径	0.96+0.08＝1.04m	

検討の結果、全ての鏡切り部の寸法は下記の通りとなる。また、計算書を次項に添付する。

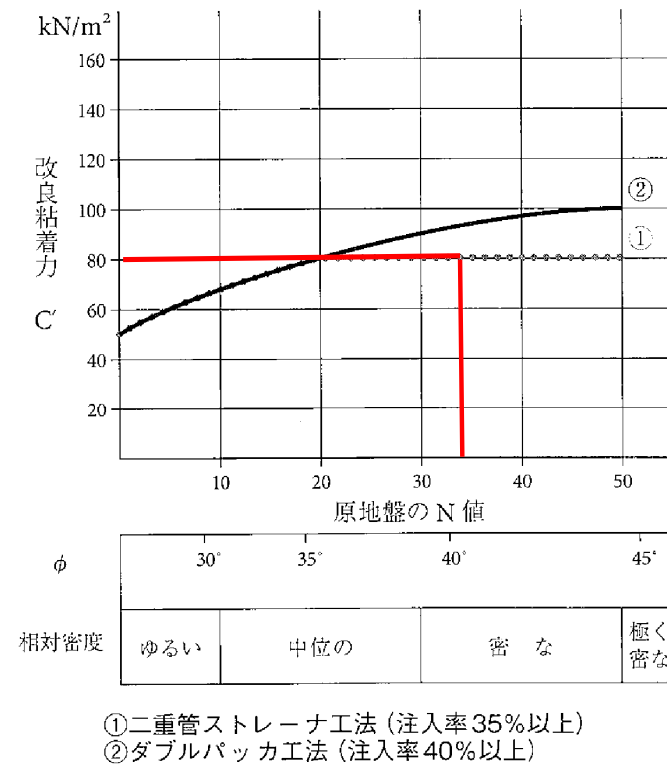


図2.2-4 砂質土での設計強度

図-1.3.4.2 発進側改良範囲図

【改良範囲】

改良範囲は、止水性の確保が主目的となるので最小改良厚とする。

(4) 立坑部薬液注入改良断面の検討

1) 発進立坑部

坑口部薬液注入改良範囲の計算は「薬液注入工設計資料(社団法人日本グラウト協会)」及び「薬液注入工法の設計・施工指針(社団法人日本薬液注入協会)」を参考に算出するものとする。

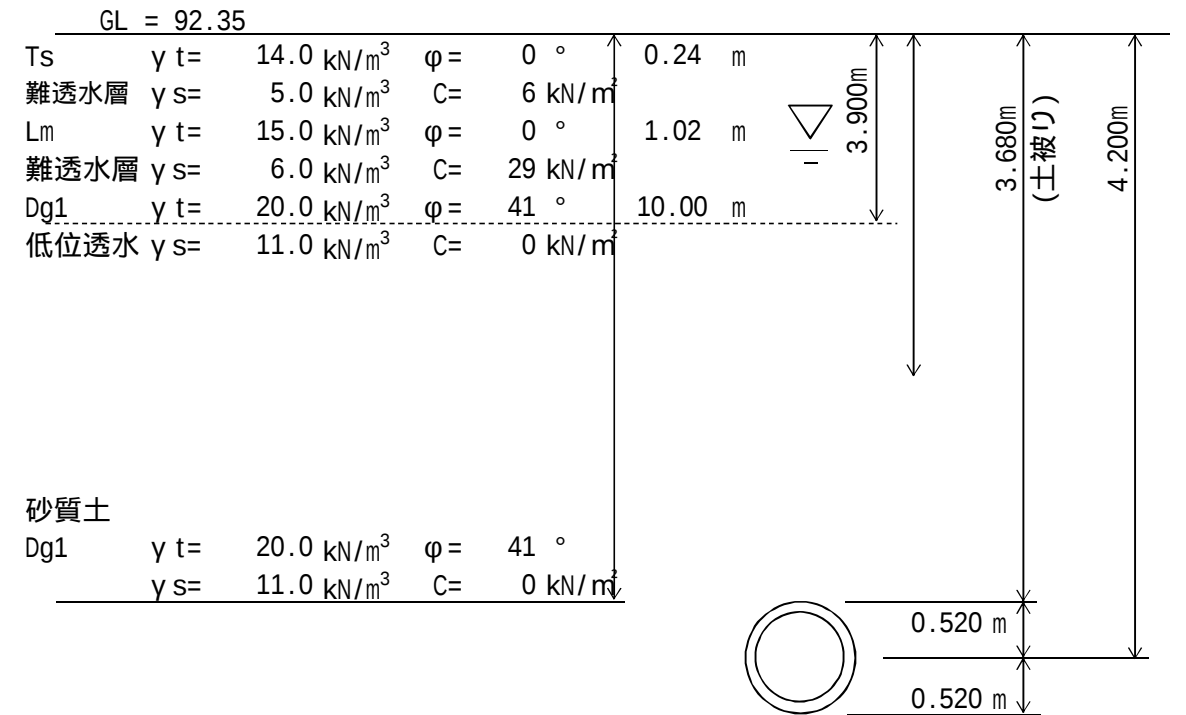


図.1 計算モデル

1) 設計条件

路線名	武蔵野用水路
立坑名	発進立坑坑口部
推進管呼び径	D = 0.800 m
推進管外径	Bc = 0.960 m
トンネル掘削外径	D' = 1.040 m
地盤高	: 92.35 m
管中心高	: 88.15 m
土被り	h = 3.68 m
土の内部摩擦角	φ = 41.00 °
現地盤の粘着力	C = 0.00 kN/m²
改良土の粘着力	C' = 80.00 kN/m²
上載荷重	q = 10.00 kN/m²
湿潤土の単位体積重量	γt = 20.00 kN/m³
水中土の単位体積重量	γs = 11.00 kN/m³
水の単位体積重量	γw = 9.80 kN/m³
地下水位 Hw	GL = 3.90 m
安全率	Fs = 1.50
最小改良厚さ (上部)	b = 1.50 m
(側部)	a = 1.00 m
(底部)	c = 1.00 m
最小改良延長	Lmin = 5.50 m

「推進工法用設計積算要領 泥濃式推進工法編」P95より
泥濃式推進機3.0m+管1本2.43m

2) 計算結果

	上 部	側 部	底 部	改 良 延 長
計 算 値	1.500 m	1.000 m	1.000 m	5.500 m
採 用 値	1.500 m	1.000 m	1.000 m	5.500 m

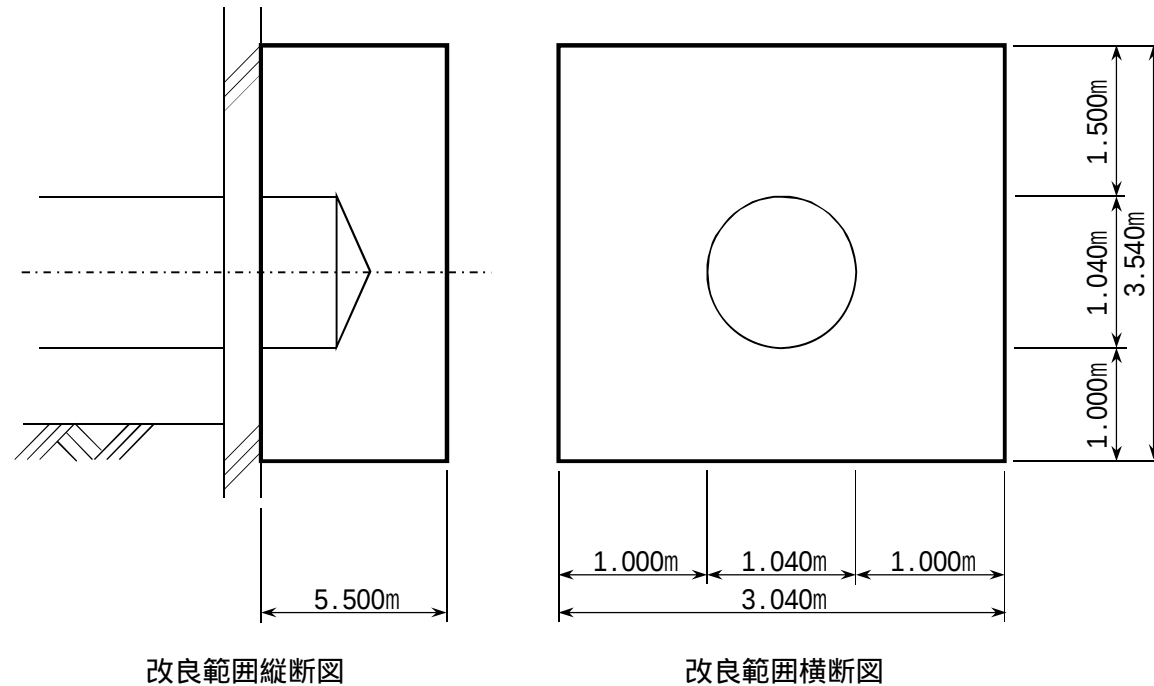


図.2 改良範囲図

3) トンネル天端の厚みの計算

シールド中心から地表面までの高さ

$$H = h + D' / 2 = 3.680 + 1.040 / 2 = 4.200 \text{ m}$$

塑性領域半径は、次式の試算により求める。

$$\ln R + \frac{R \cdot \gamma \cdot t}{2 \cdot C'} = \frac{H \cdot \gamma \cdot t}{2 \cdot C'} + \ln(D' / 2)$$

$$\ln R + \frac{R}{2} \times \frac{20.000}{80.000} = \frac{4.200 \times 20.000}{2 \times 80.000} + \ln(1.040 / 2)$$

$$\ln R + 0.125 \times R = 0.525 + (-0.6539)$$

この式より、試算で両辺が等しくなるRを求める。

$$R = 0.795 \text{ m}$$

従って必要厚さは、

$$t = F_s \times (R - D' / 2)$$

$$= 1.50 \times (0.795 - 1.040 / 2)$$

$$= 0.413 \text{ m} < 1.500 \text{ mより、}$$

t= 1.500 mとする。

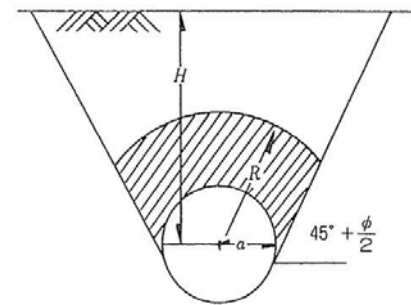


図5-9 天端の厚み

4) 側部の厚みの計算

塑性領域半径Rとトンネルの崩壊角が交わる点までの距離Bを求める。

$$B = (R' \sin \alpha - a) = (0.933 \times \sin 58.372 - 0.520)$$

$$= 0.274 \text{ m} < 1.000 \text{ mより、} B = 1.000 \text{ mとする。}$$

ここに、

$$\alpha = 360^\circ - (90^\circ \times 2 + \beta + \theta) = 180^\circ - (\beta + \theta)$$

$$= 180^\circ - (56.128 + 65.500) = 58.372^\circ$$

$$\beta = \cos^{-1} \frac{a}{R} = \cos^{-1} \frac{0.520}{0.933} = 56.128^\circ$$

$$\theta = 45^\circ + \phi / 2 = 45^\circ + 41.000 / 2 = 65.500^\circ$$

$$R' = R + a = 0.413 + 0.520 = 0.933 \text{ m}$$

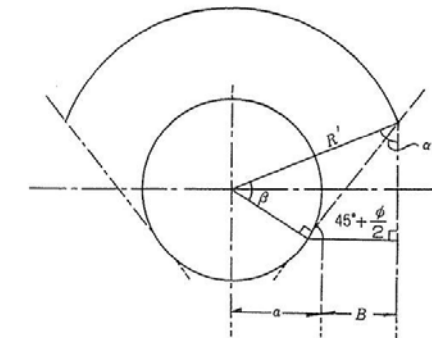


図5-10 側部の厚み

5) 底部の厚みの計算

底部の改良厚さは、改良体の底部に作用する揚圧力(U)と改良土重量(W)+改良土のせん断抵抗力(F)との平衡条件より求める。

$$F_s = \frac{W + F}{U}$$

ここに、

$$W = \gamma \cdot t \times D' \times H_2$$

$$F = 2 \times C' \times H_2$$

$$U = \gamma_w \times D' \times (h_w + D' / 2 + H_2)$$

以上の式より、必要改良厚は下記の通りとなる。

$$h_w = H - H_w = 4.200 - 3.900 = 0.300$$

$$H_2 = \frac{F_s \times \gamma_w \times D' \times (h_w + D' / 2)}{\gamma \cdot t \times D' + 2 \times C' - F_s \times \gamma_w \times D'}$$

$$= \frac{1.50 \times 9.800 \times 1.040 \times (0.300 + 1.040 / 2)}{20.000 \times 1.040 + 2 \times 80.000 - 1.50 \times 9.800 \times 1.040}$$

$$H_2 = 0.076 \text{ m} < 1.000 \text{ mより、} H_2 = 1.000 \text{ mとする。}$$

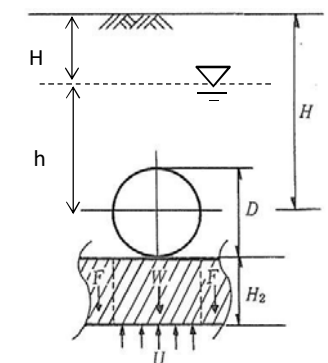


図5-11 底部の厚み

6) 改良延長の計算

発進部の鏡を切るだけに必要な改良長さは切羽全面に作用する土圧・水圧に対して改良土の押し抜きせん断応力で支持するものとして検討する。

Pa = (q + γt × Hw + γs × (h + D' / 2 - Hw)) × Ka
= (10.000 + 20.000 × 3.900 + 11.000 × (3.680 + 1.040 / 2 - 3.900)) × 0.2077
= 18.963 kN/m2

ここに、

Ka = tan(45 - φ / 2)^2 = tan(45 - 41.000 / 2)^2 = 0.2077

Pw = (h + D' / 2 - Hw) × γw = (3.680 + 1.040 / 2 - 3.900) × 9.800
= 2.940 kN/m2

L = (Pa + Pw) × π × D'^2 / 4 × Fs = (Pa + Pw) × D' / 4 × C'
= (18.963 + 2.940) × 1.040 / 4 × 80.000 × 1.50

L = 0.107 m < 5.500 m であるため、 L = 5.500 m とする。

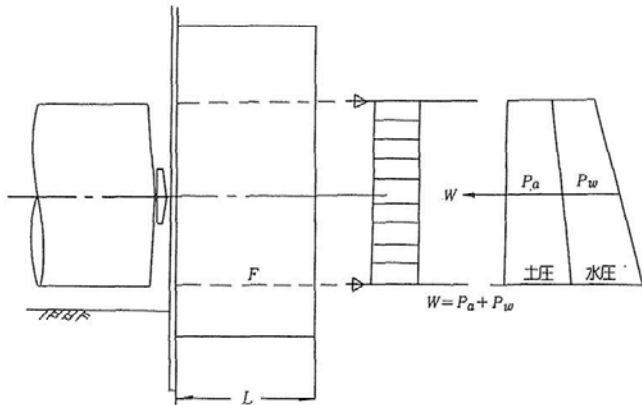


図 5-12 延長方向の厚み

2) 到達立坑部

坑口部薬液注入改良範囲の計算は「薬液注入工設計資料(社団法人日本グラウト協会)」及び「薬液注入工法の設計・施工指針(社団法人日本薬液注入協会)」を参考に算出するものとする。

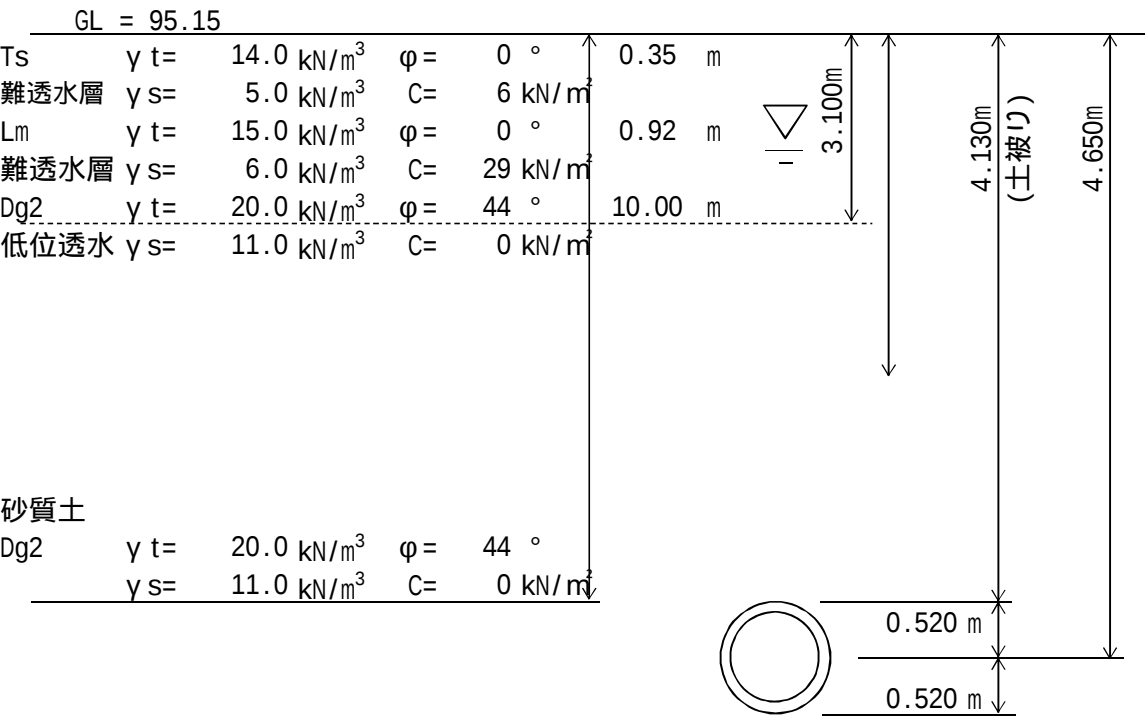


図.1 計 算 モ デ ル

1) 設計条件

路 線 名	: 武蔵野用水路
立 坑 名	: 到達立坑坑口部
推進管呼び径	D = 0.800 m
推進管外径	Bc = 0.960 m
トンネル掘削外径 Bc	D' = 1.040 m
地盤高	: 95.15 m
管中心高	: 90.5 m
土被り	h = 4.13 m
土の内部摩擦角	φ = 44.00 °
現地盤の粘着力	C = 0.00 kN/m ²
改良土の粘着力	C' = 80.00 kN/m ²
上載荷重	q = 10.00 kN/m ²
湿潤土の単位体積重量	γt = 20.00 kN/m ³
水中土の単位体積重量	γs = 11.00 kN/m ³
水の単位体積重量	γw = 9.80 kN/m ³
地下水位 Hw	GL = 3.10 m
安全率	Fs = 1.50
最小改良厚さ (上部)	b = 1.50 m
(側部)	a = 1.00 m
(底部)	c = 1.00 m
最小改良延長	Lmin = 3.00 m

「推進工法用設計積算要領 泥濃式推進工法編」P95より
泥濃式推進機3.0m

2) 計算結果

	上 部	側 部	底 部	改 良 延 長
計 算 値	1.500 m	1.000 m	1.000 m	3.000 m
採 用 値	1.500 m	1.000 m	1.000 m	3.000 m

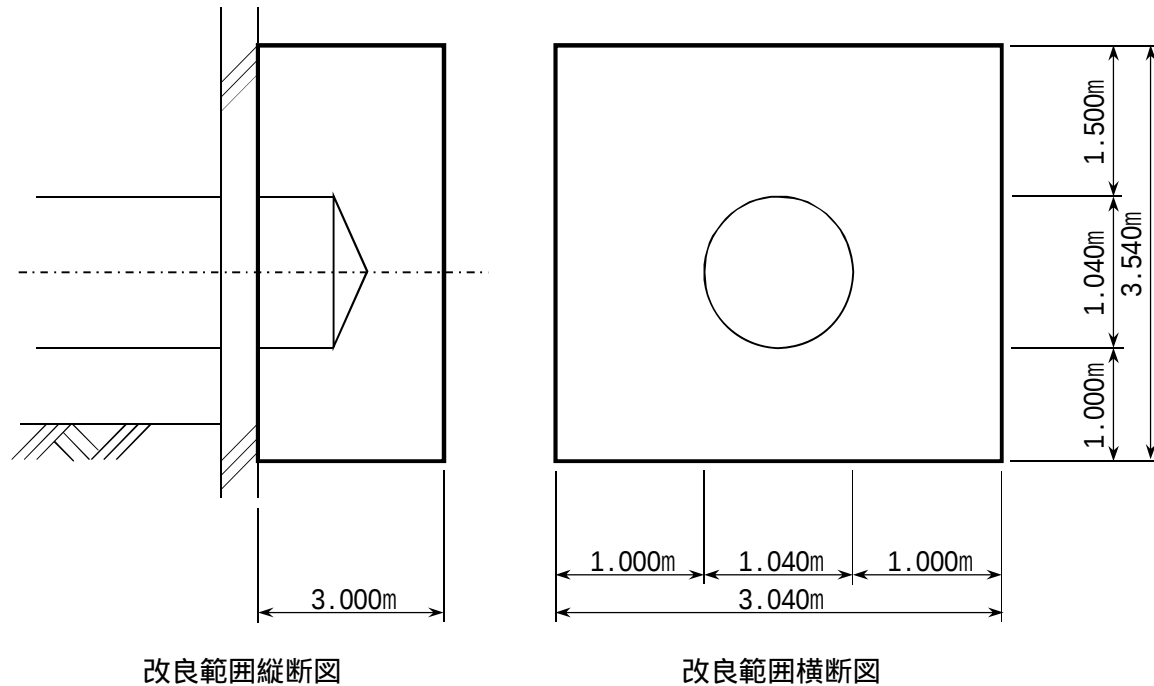


図.2 改良範囲図

3) トンネル天端の厚みの計算

シールド中心から地表面までの高さ

$$H = h + D' / 2 = 4.130 + 1.040 / 2 = 4.650 \text{ m}$$

塑性領域半径は、次式の試算により求める。

$$\ln R + \frac{R \cdot \gamma \cdot t}{2 \cdot C'} = \frac{H \cdot \gamma \cdot t}{2 \cdot C'} + \ln(D' / 2)$$

$$\ln R + \frac{R}{2} \times \frac{20.000}{80.000} = \frac{4.650 \times 20.000}{2 \times 80.000} + \ln(1.040 / 2)$$

$$\ln R + 0.125 \times R = 0.5813 + (-0.6539)$$

この式より、試算で両辺が等しくなるRを求める。

$$R = 0.837 \text{ m}$$

従って必要厚さは、

$$t = F_s \times (R - D' / 2)$$

$$= 1.50 \times (0.837 - 1.040 / 2)$$

$$= 0.476 \text{ m} < 1.500 \text{ mより、}$$

t= 1.500 mとする。

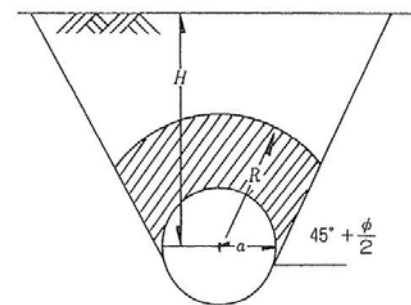


図5-9 天端の厚み

4) 側部の厚みの計算

塑性領域半径Rとトンネルの崩壊角が交わる点までの距離Bを求める。

$$B = (R' \sin \alpha - a) = (0.996 \times \sin 54.472^\circ - 0.520)$$

$$= 0.291 \text{ m} < 1.000 \text{ mより、} B = 1.000 \text{ mとする。}$$

ここに、

$$\alpha = 360^\circ - (90^\circ \times 2 + \beta + \theta) = 180^\circ - (\beta + \theta)$$

$$= 180^\circ - (58.528^\circ + 67.000^\circ) = 54.472^\circ$$

$$\beta = \cos^{-1} \frac{a}{R} = \cos^{-1} \frac{0.520}{0.996} = 58.528^\circ$$

$$\theta = 45^\circ + \phi / 2 = 45^\circ + 44.000 / 2 = 67.000^\circ$$

$$R' = R + a = 0.476 + 0.520 = 0.996 \text{ m}$$

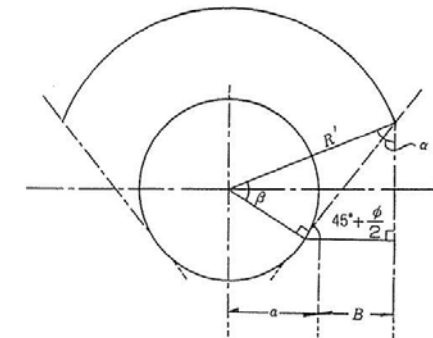


図5-10 側部の厚み

5) 底部の厚みの計算

底部の改良厚さは、改良体の底部に作用する揚圧力(U)と改良土重量(W)+改良土のせん断抵抗力(F)との平衡条件より求める。

$$F_s = \frac{W + F}{U}$$

ここに、

$$W = \gamma \cdot t \times D' \times H_2$$

$$F = 2 \times C' \times H_2$$

$$U = \gamma_w \times D' \times (h_w + D' / 2 + H_2)$$

以上の式より、必要改良厚は下記の通りとなる。

$$h_w = H - H_w = 4.650 - 3.100 = 1.550$$

$$H_2 = \frac{F_s \times \gamma_w \times D' \times (h_w + D' / 2)}{\gamma \cdot t \times D' + 2 \times C' - F_s \times \gamma_w \times D'}$$

$$= \frac{1.50 \times 9.800 \times 1.040 \times (1.550 + 1.040 / 2)}{20.000 \times 1.040 + 2 \times 80.000 - 1.50 \times 9.800 \times 1.040}$$

$$H_2 = 0.191 \text{ m} < 1.000 \text{ mより、} H_2 = 1.000 \text{ mとする。}$$

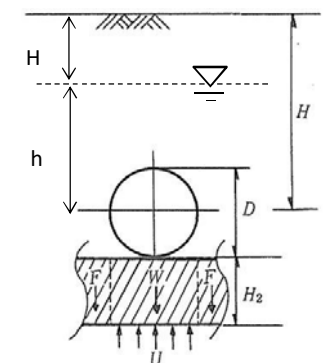


図5-11 底部の厚み

6) 改良延長の計算

発進部の鏡を切るだけに必要な改良長さは切羽全面に作用する土圧・水圧に対して改良土の押し抜きせん断応力で支持するものとして検討する。

$$\begin{aligned} P_a &= (q + \gamma t \times H_w + \gamma s \times (h + D'/2 - H_w)) \times K_a \\ &= (10.000 + 20.000 \times 3.100 + 11.000 \times (4.130 + 1.040/2 - 3.100)) \times 0.1802 \\ &= 16.047 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

ここに、

$$K_a = \tan(45 - \phi/2)^2 = \tan(45 - 44.000/2)^2 = 0.1802$$

$$\begin{aligned} P_w &= (h + D'/2 - H_w) \times \gamma_w = (4.130 + 1.040/2 - 3.100) \times 9.800 \\ &= 15.190 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= \frac{(P_a + P_w) \times \pi \times D'^2/4}{\pi \times D' \times C'} \times F_s = \frac{(P_a + P_w) \times D'}{4 \times C'} \times F_s \\ &= \frac{(16.047 + 15.190) \times 1.040}{4 \times 80.000} \times 1.50 \end{aligned}$$

$$L = 0.152 \text{ m} < 3.000 \text{ m} \text{ であるため、 } L = 3.000 \text{ m とする。}$$

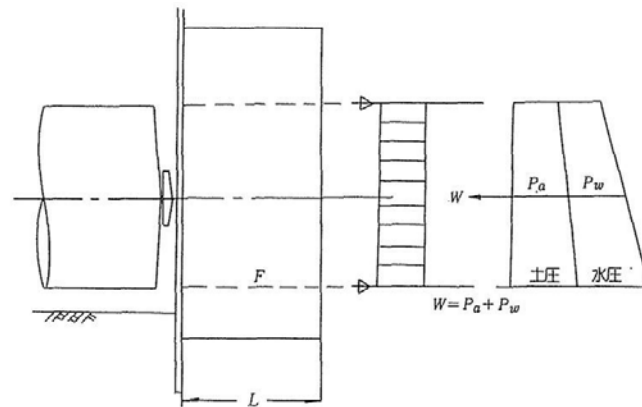


図 5-12 延長方向の厚み

(5) 配列の基本的考え方

地中に圧送された薬液の方向等を人為的にコントロールすることができないため 1 孔ごとの改良範囲は必ずしもきれいな円柱体を確保できるとは限らず、むしろ地盤の堆積の複雑性や不均等性により、不均等になるのが一般的である。

単相配置の注入を行った場合、下図のように浸透状況によっては改良範囲が連結せず、未改良の部分が発生するケースが多くみられる。この場合、この部分が未改良となり注入目的が達成できない。

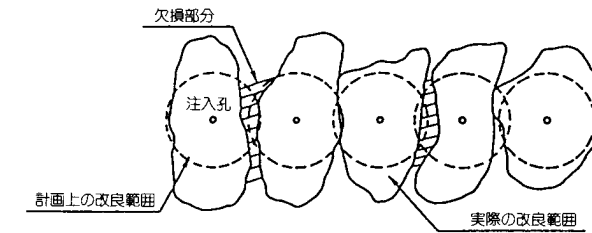


図-1.3.4.3 注入材の固結挙動

複列注入を行った場合には、次列の改良範囲が先列の未改良部分をカバーして一体となった改良体を形成する。(下図参照)

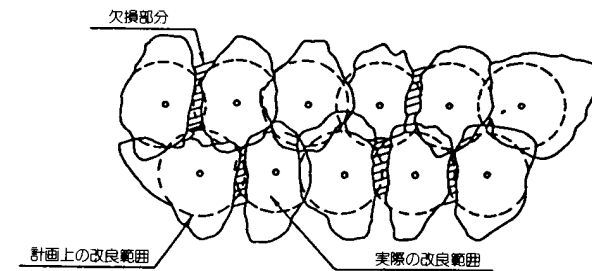


図-1.3.4.4 複列の注入状態

高圧噴射攪拌工法において、止水を図る場合はラップ配置にて壁体を造成するものとし、地盤補強のみを目的とする場合は、接点配置による配列を原則とする。

「推進工法体系 計画設計・施工管理・基礎知識編」P170

本設計においては、地盤補強のみを目的とするため、高圧噴射攪拌工法では接点配置による配列とする。

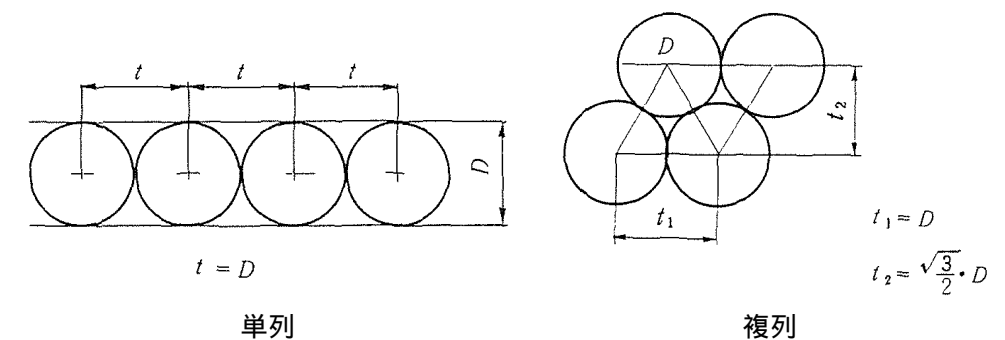


図-1.3.4.5 攪拌混合工法の配列図

(6) 地盤改良工法の選定

地盤改良工法を選定する場合は、標準として下図の手順で選定を行うこととする。

ここで、注入地盤は地下水高く、推進掘進時に生じた緩み箇所の改良を行い、且つ鏡切時の地山崩壊防止等を目的とすることから、現地条件、土質等を基に選定すれば「薬液注入工法」-「二重管ストレーナー工法（複相式）」が選定される。

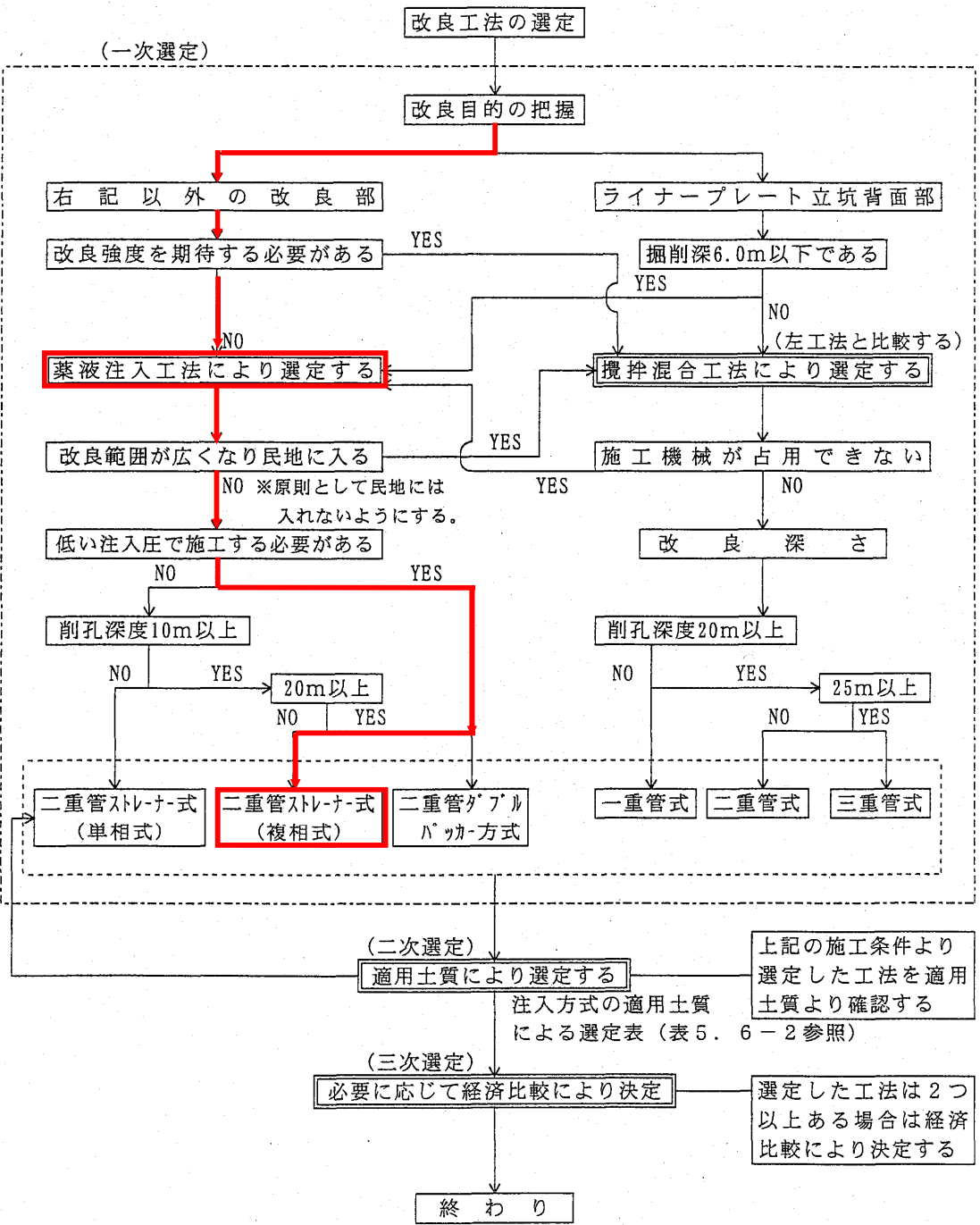


図-1.3.4.6 選定フロー

表 6-7 注入方式の適用土質による選定表（二次選定）

注 入 方 式	注 入 材 の 種 類	適 用 土 質	施 工 性	経済性(参考) ※直工事 円/m	使 用 区 分
大分類	中分類	小分類	混合方式 その他	適する土質	
薬液注入工法	二重管ストレーナー式	単相式 (二重管 ロッド工法)	2 ショット	瞬間型 (水ガ系)	・標準工法とする。 ・削孔深度 10 m 以上の場合は不適 ・細砂は不適 ・上記の工法で対応できない場合 ・下記の工法の条件以外の場合
		複相式 ・バスタード ・エバック ・リグアイズ	1, 5, 2 ショット	全 域 (水ガ系)	・特殊土の場合（細砂、大礫、腐食土等） ・重要構造物や地下埋設物の近接施工の場合 ・削孔深度 20m 以上の場合
攪拌混合工法	二重管ダブルバッカー式	・リグアイズ ・スリーパー	1 ショット	長 結 (水ガ系)	・低圧力で注入することが可能なため、重要構造物の地下埋設物の非常に近接した注入では最も影響が少ない。 ・スリーパー管が残置となるため、推進の障害となることがある。
		一重管式	CCP	セメント系 (1 周強度)	・薬液注入工法では改良厚が大きくなり不利な場合 ・改良土の強度を期待する必要がある場合
		二重管式	JSG	・砂質土(N ≤ 30) ・砂質土(N ≤ 5) ・粘性土(N ≤ 5)	・一重管では対応できない場合 ・一重管より経済的な場合
攪拌混合工法	高圧噴射式	二重管式	JSG	・砂質土(N ≤ 50) ・粘性土(N ≤ 5)	・専用大口径ボーリング機械となり一重管より 1 回り大きくなる。また、排泥処理が必要となる。
		三重管式	コバジェット	・砂質土(N ≤ 200) ・粘性土(N ≤ 9) ・砂礫土(N ≤ 50)	・上記に同じ ・二重管の場合 ・二重管より経済的な場合 ・地盤が硬く施工深度から 25m 以上の場合。

薬液注入工法は一般に以下の3工法に分けられ、各種注入方式による特徴は下表に示す通りである。

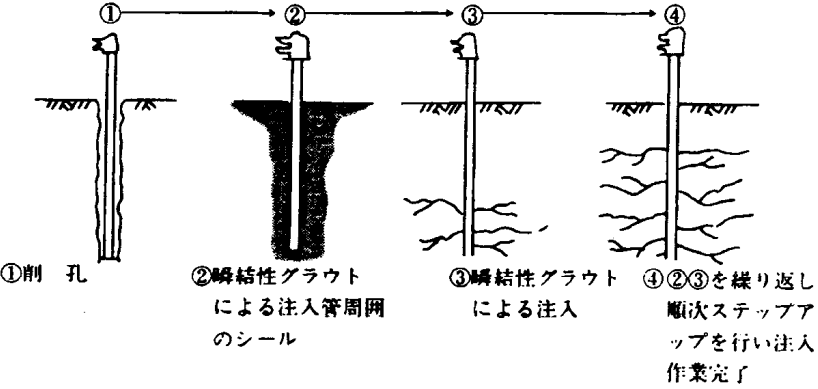
- 二重管ストレーナー工法（単相式）
- 二重管ストレーナー工法（複相式）.....採用
- 二重管ダブルパッカー工法

表-1.3.4.6 注入方式の選定基準

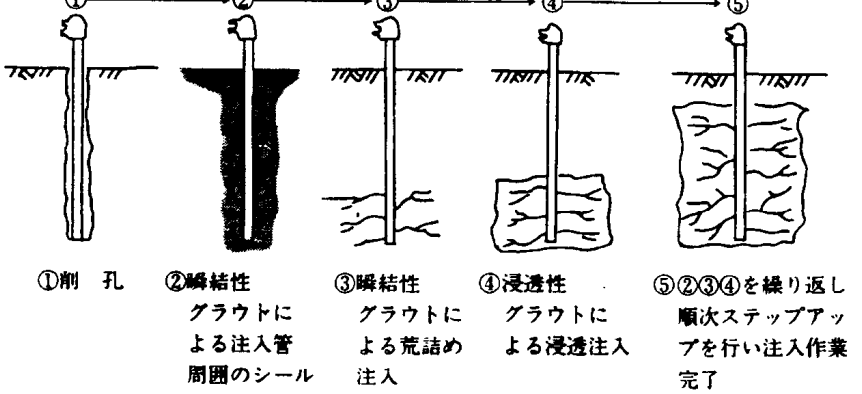
工法の分類	適する地盤	理 由
①二重管 ストレーナ (単相式)	地盤全域に適用できるが、特に緩い砂層および粘性土に適する。	所定の注入範囲外への拡散を防止し、限定された部分に薬液をとどめることを目指した短いゲルタイムの注入方式である。 軟弱で複雑な沖積地盤では、薬液の拡散を防止しつつ、密実にむらなく注入させることにより、より効果的な注入が可能となる。 このため、締め具合の弱い地盤や土被りの浅い箇所での注入に適するが、よく締った砂地盤等では、浸透性に限度がある。 混合方式は2ショット。
②二重管 ストレーナ (複相式)	地盤全域に通用できる。特に中位〜よく締った砂層や比較的粘性土を含む砂層等によく適する	この方式は短いゲルタイムで薬液の拡散を防止する一方、長いゲルタイムの薬液で地盤のより小さな間隔に浸透させるのを目的としたものである。比較よく締った地盤や粘性土を多く含む砂質地盤では、短いゲルタイムを使用した注入では、効果にむらが生ずるケースもあり、このような場合には、中位〜長いゲルタイムと短いゲルタイムとの組合せの注入がより効果的な注入ができる。混合方式は1、1.5、2ショットのいずれでも良いが、一般には短いゲルタイムを2ショット、長いゲルタイムを1ショットまたは1.5ショットで行っている。
③二重管 ダブル パッカ	砂質系地盤全域に適用	この方式は長いゲルタイムの薬液を小さな注入速度でゆっくり注入することにより、より均質な改良を可能とする。 ①、②の方式に比較して、注入工費が割高で、工期が長くなる問題はあるが、低い圧力で注入可能であることから、重要構造物の直下や埋設物に非常に近接した位置での注入では、最もそれらに対する影響を少なく施工できる。混合方式は、1ショットが普通。

採用

①二重管ストレーナ工法(単相方式)



②二重管ストレーナ工法(複相方式)



採用

③二重管ダブルパッカー工法

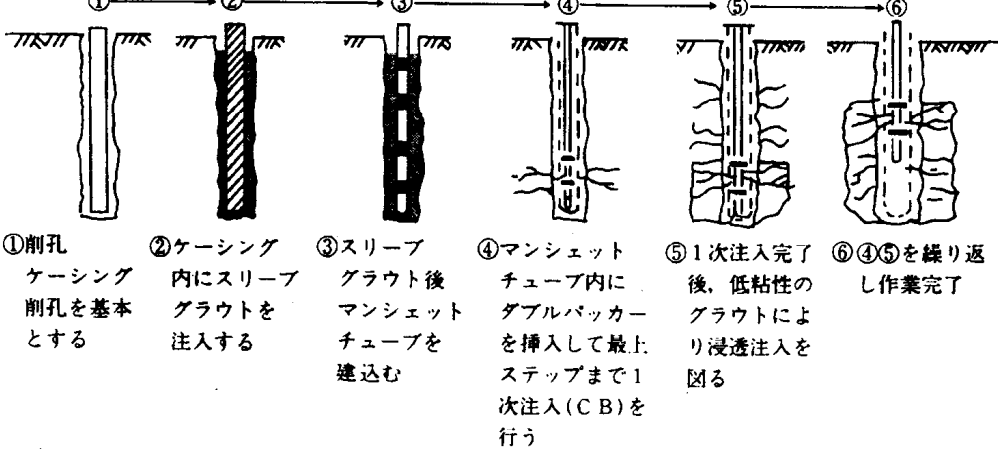


図-1.3.4.7 工法概要

選定においては、改良効果・施工性・経済性・重要度等を総合的に判断するものとし、以下の比較表に示すものとする。

本路線では、選定フローより透水係数が大きい砂礫、および、削孔深度及び改良の対象となる土質(礫質土)から確実な注入を行える“二重管ストレーナー工法-複相式”となる。

表-1.3.4.7 注入方式比較表

	注入効果	施 工 性	経 済 性	総合評価
二重管ストレーナー工法（単相式）		×	○	×
二重管ストレーナー工法（複相式）	○	○	○	○
二重管ダブルパッカー工法		○		

1) 注入材料

注入材料の選定に際しては、一般に下表を参考に選定される。

今回の対象土質が凝灰角礫岩（礫混じり玉石状）及び、改良目的から“溶液型”を採用する。

表-1.3.4.8 注入材料選定表

分 類	選 定 の 目 安	
液 態	溶液型	浸透注入を目的として、砂質系地盤に適用する。注入方式の多くは、この材料を使用している。湧水の防止と地盤の粘着力の増加を図るもので、切羽面の自立を目的とした注入等に利用されている。
	懸濁型	粘性土地盤中に割裂注入し、粘着力の増加を図る目的で使用する。その他として空洞や礫層などの大空隙への充填注入に用いる。
反応剤	無機系反応剤	多くの薬液がこの分類に属する。設計等で用いる改良効果はこの系統の薬液によって得られた値で示されるものである。
	有機系反応剤	無機系に比較して、ゲルの安定性が高く、強度が得られることから重要な目的に使用する場合には無機系より優位にたつ。 暫定指針による水質管理はp hと過マンガン酸カリウム消費量テストを行う必要がある。

（薬液注入協会：技術資料）

2) 注入量

<注入率について>

注入率の設定にあたっては、注入材料および対象地盤から国土交通省標準値を参考に設定されるのが一般的である。（泥水式推進工法編 2021 改定 日本推進技術協会より）

注入対象土質によるN値が4～10 程度（砂質土）であることから、上表の注入率の内、溶液型の砂礫（緩い～中位）を適用して注入率＝36.0％を採用する。

表-1.3.4.8 注入率表

土 質	N 値	間隙率 (%)	充填率 (%)	注入率 (%)	
砂礫	ゆるい～中位	0～50	40	90	36.0
	中位～締った	50 以上	35	90	31.5
砂	ゆるい～中位	0～30	45	90	40.5
	中位～締った	30 以上	35	90	31.5
粘性土	ゆるい～中位	0～4	70	40	28.0
	中位～締った	4～8	60	40	24.0

- 注 1. 注入率の決定にあたっては原則として間隙率から求める。
2. 上表の間隙率は標準値であるので、土質調査の結果定めるものとする。
3. 腐植土、埋め土、その他特殊土については別途考慮する。
(1、2、3 は土木工事積算基準マニュアルより)
4. 複相方式における瞬結・緩結の注入比率は次のとおり。
(日本薬液注入協会資料)

ゲル タイム	礫層における使い分け					砂層における使い分け					粘 性 土
	透水係数 cm/s					N 値					
	10 ⁻⁰	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10	20	30	40	50	
瞬 結	1					1					
緩 結	0～1		2～4			0～1		2～3		4 以上	0

(7) 薬液の耐久性

薬液注入工は仮設に主に用いられ強度も粘着力 C=70kN/m2 と小さいものである。耐久性は下記に示す「薬液注入工 設計資料 日本グラウト協会」記載によると、5 年程度は強度を確保できるような物である。

しかしながら、地下水位の移動により希釈、地盤の変動などが起こるような個所では短期的な仮設に留める必要がある。

薬液注入の改良体はセメント系のグラウト（同様な工法で恒久的なものとして恒久グラウト工法がある）とは違い、水ガラス系の薬液のため効果の持続は短期としてとらえる。

7－1 長期耐久性

(1) 長期耐久性の定義

薬液注入したものの耐久性については、数ヶ月でその機能がなくなるという説から、長期間その機能が持続すると言う説までさまざまな説が流布している。薬液注入の多くの使用目的がごく短期の地下工事に対する補助工法であることから今までは長期の耐久性を求められなかった。最近耐震補強や液状化防止、構造物の支持等の長期に耐久性を必要とする例が増えてきたことから、長期耐久性についての協会としての基本的な考え方をまとめた。

従来から一般に使用している種類の薬液でも長期（5 年）にわたり、初期に得られた注入効果がそのまま持続していることを原位置長期耐久性確認試験で立証したので、条件次第で十分耐久性は確保できる。

(2) 長期耐久性確認試験結果

当協会では2000年から一般に使用されている種類の薬液を地盤中に圧入して、サンドゲルとして固化した物がどの程度の期間まで初期の効果を保持しているかどうかを確認するために、大規模な「原位置長期耐久性確認試験」を実施し、注入直後から1年ごとに5年間にわたって時系列で計6回の効果確認を行って長期耐久性を確認した。

その結果は、表7－1のとおりであり、どの種類の薬液も5年間は耐久性を確保していた。

表 7－1 5 年間の耐久性試験結果

薬液の種類	5 年の耐久性
アルカリ系無機硬化材	初期値を下回らない
アルカリ系有機硬化材	年々強度が増加していた
中性・酸性系	初期値を下回らない

「薬液注入工 設計資料 日本グラウト協会」

1.3.5 工程計画

ここでは推進工区間の工程計画を行う。

(1)工事開始と終了時期

工程計画上の工事開始と終了時期は下記のとおりとする。
工事開始 7 月～（準備工開始）～工事終了 3 月末まで

(2)設計稼働日数

設計稼働日数は、荒川中部地区により 18 日 / 月（4 週 8 休）とする。
以上より、供用日数は実日数 × 30 ÷ 18 にて算出する。

(3)推進工日進量

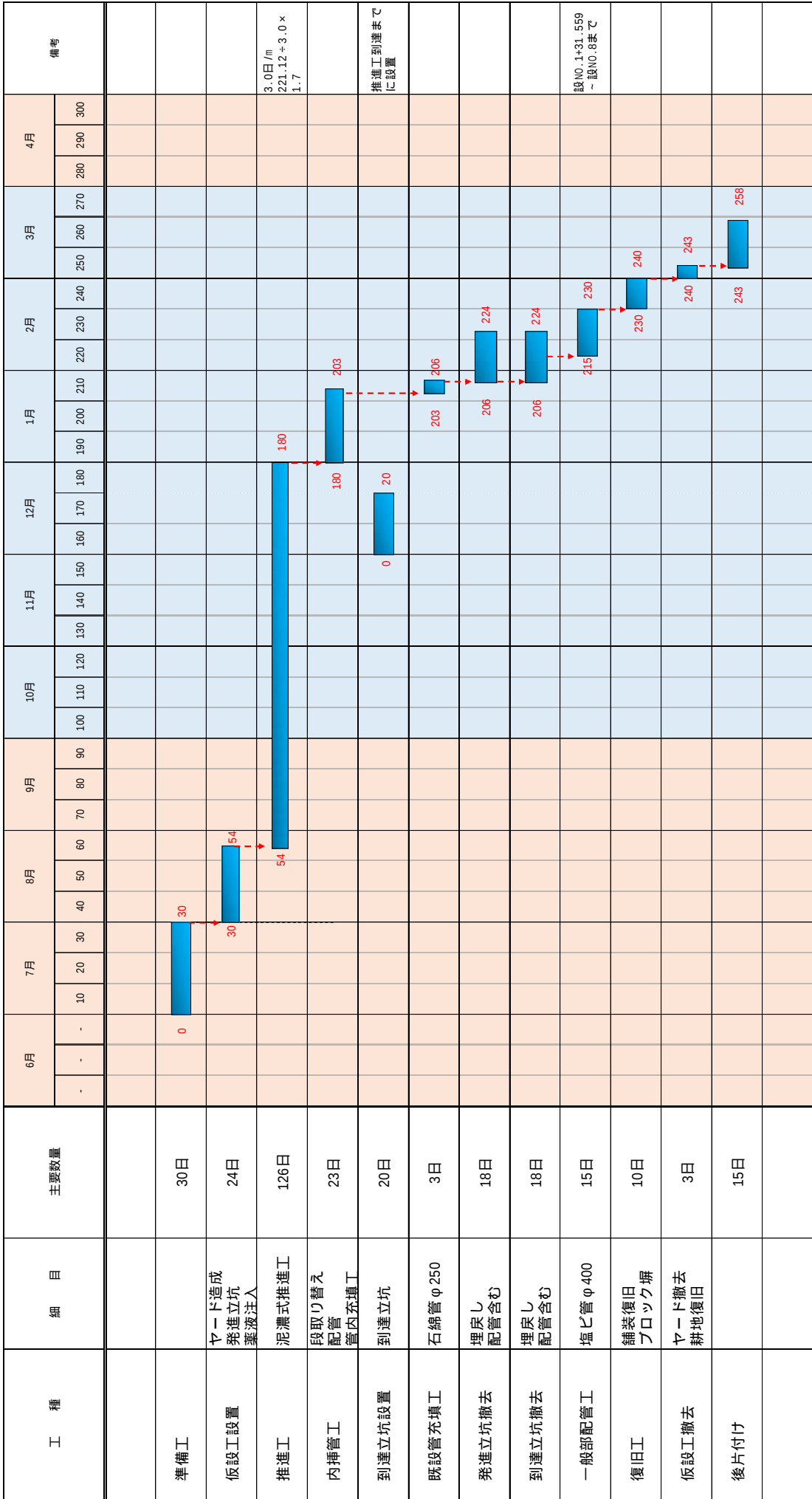
本区間は推進工事が主となるため、推進工の日進量が工程に大きく影響する。
本設計の地質条件は、各基準の土質区分外となることから、各工法（協会）に施工可否を確認し、その工事歩掛を積算に反映している。
下表に本現場の地質条件による各工法（協会）の日進量を示すが、設計上は安全を考慮し日進量の低い方の値を採用とし、工程計画を行う。

表-1.3.5.1 日進量一覧表

工法	日進量 (m/日)	設計稼働日数 (30/18)	日進量(補正後) (m/日) = ÷	備考
超斜バランスセミシールド 工法	4.23	1.7	2.49	
ハイブリッドモール 工法	3.50	1.7	2.06	
ベルスタモール 工法	3.00	1.7	1.76	採用
ラムサス 工法	3.50	1.7	2.06	
コマンド 工法	2.80	1.7	1.65	他工法と比べて低すぎるため棄却する
ECO SPEED SHIELD 工法	3.71	1.7	2.18	

次頁に工程表を示す。

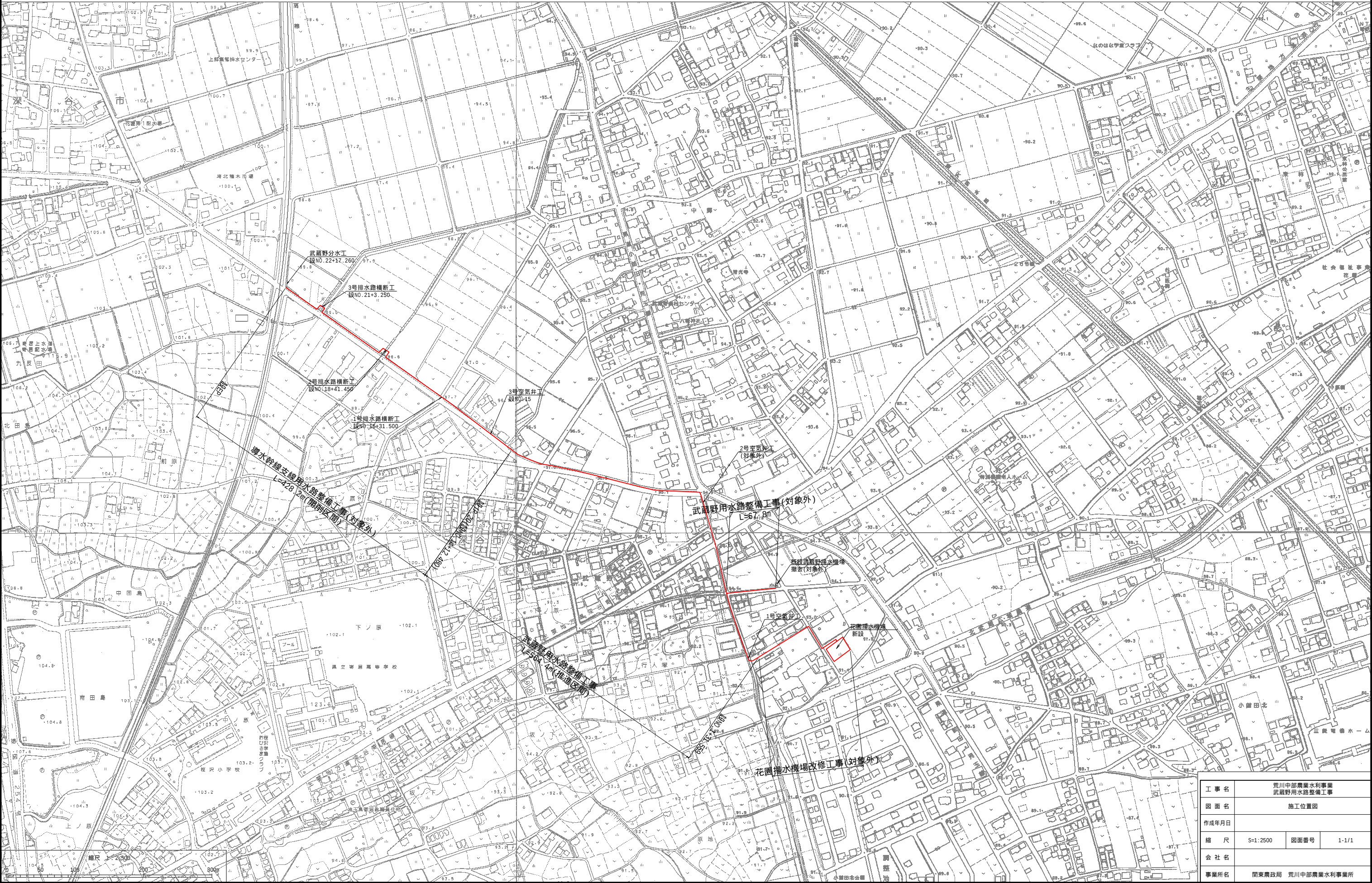
武蔵野用水路整備工事工程計画（泥濘式推進工 工事 HP φ 800 推進及び内挿管 Wφ 400 工事）： 設 NO. 1+31.559 ～ 設 NO. 8 区間



2. 図面

施工位置図

S=1:2500



工 事 名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路整備工事		
図 面 名	施工位置図		
作成年月日			
縮 尺	S=1:2500	図面番号	1-1/1
会 社 名			
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所		

深谷市

武蔵野

S=1/500

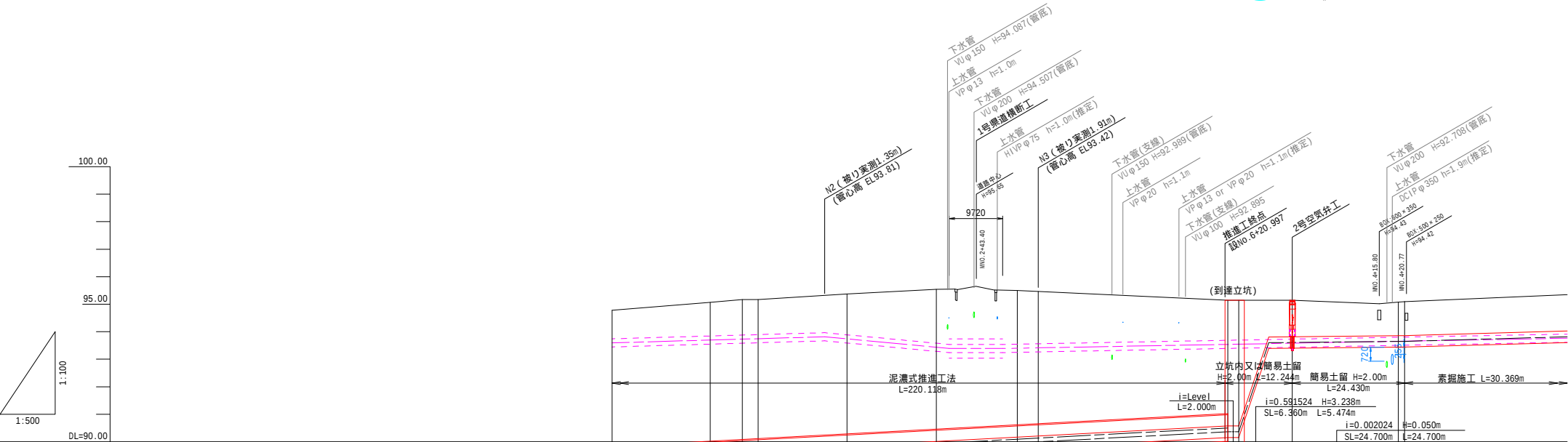
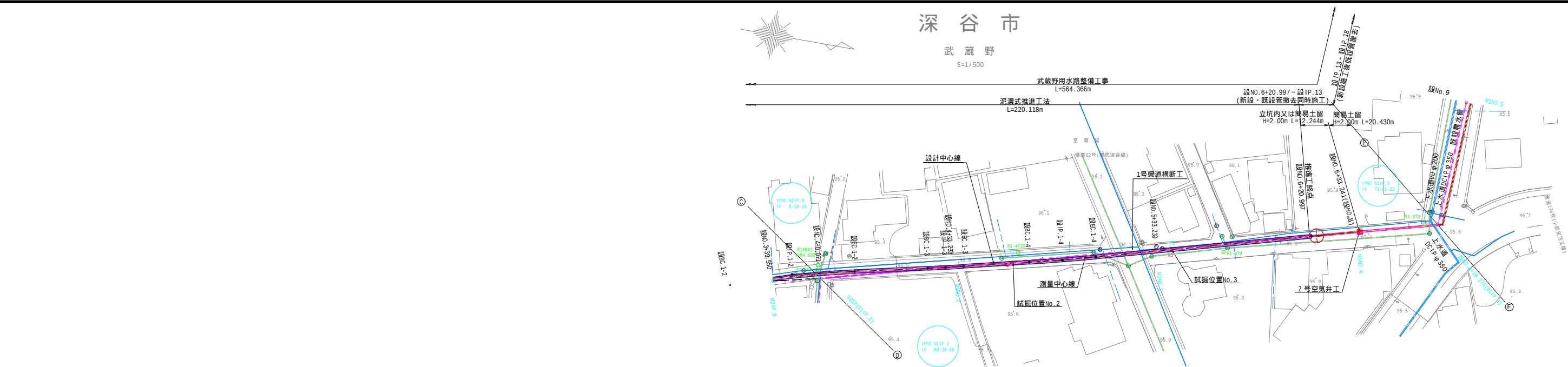


断面	勾配										
	管種管径	VM-RRφ400 L=79.675m SL=79.675m									
	土被り	1.25	1.25	1.87	1.25	1.21	1.19	3.69	3.75	3.96	3.82
	管中心高	90.070	90.072	90.167	90.230	90.255	90.260	88.056	88.012	88.107	88.103
既設管中心高											
現況地盤高		91.75	91.53	92.25	91.69	91.67	91.96	91.96	91.97	92.18	92.13
追加距離		0	1.884	90.000	81.559	93.852	96.268	98.338	98.975	100.875	108.966
単距離		0	1.884	47.116	31.559	12.283	2.416	2.070	0.041	0.500	8.090
測点		NO.0	NO.1		設IP.1	設IP.1-1	設IP.1-2	設IP.1-2	設IP.1-2	設IP.1-2	設IP.1-2
曲線		NO.0+1.884 IA=89°24'40"			IA=45°00'00"	IA=56°50'4"		IA=7°01'59"	IA=7°01'59"	IA=7°01'59"	IA=7°01'59"

地下埋設物凡例	
	上水道(既設)
	上水道(新設)
	下水道
	農水管
	農水管(既設)

平面図はH25年度全体実施設計荒川中部地区
地形図作成業務の成果を図化している。
既設農水管の平面・縦断線形は前図面および
試験結果を基に推定している。
土被り1.7m以下はVU管、1.7mを超える場合は
VM管を使用する。

工事名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路整備工事
図面名	平面縦断図(1/4)
作成年月日	
縮尺	図示
図面番号	2-1/4
会社名	
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所



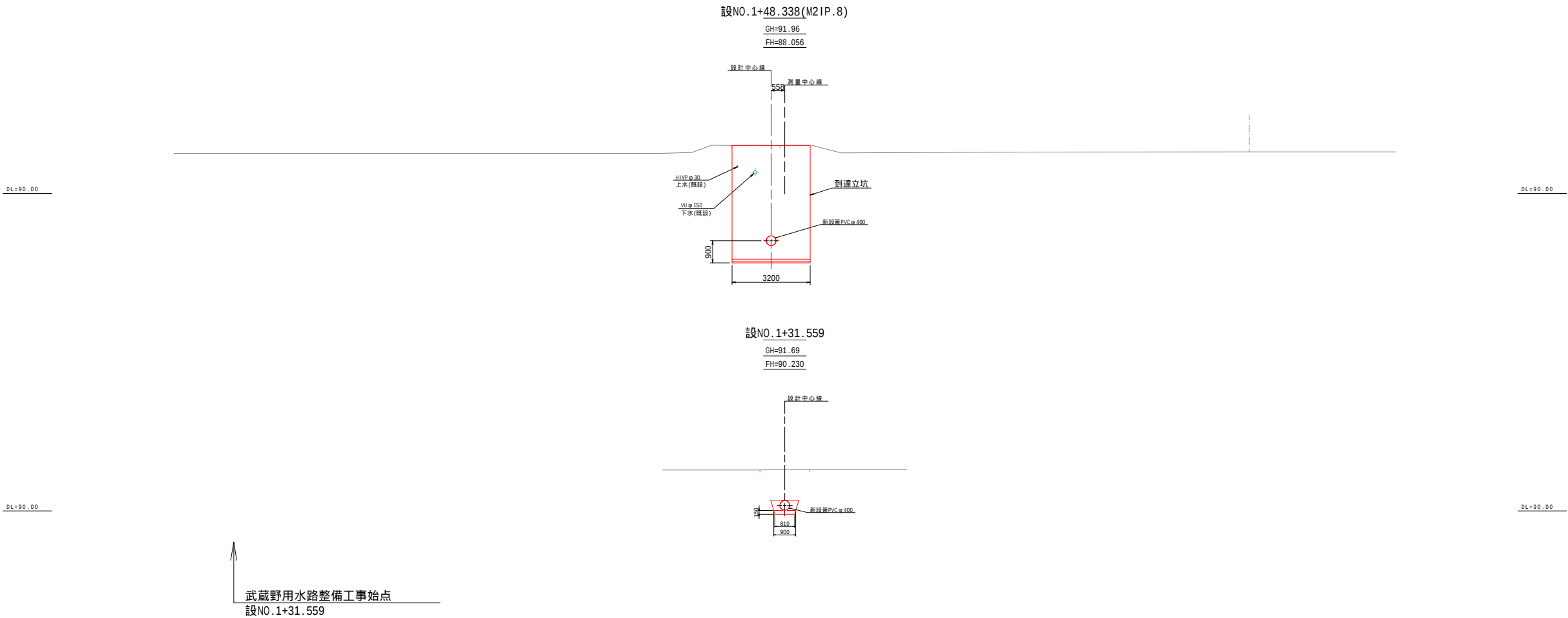
断面 土 地	勾配										
	管種管径	推進工法用鉄筋コンクリート管 (JSIWS A-6-2000) 1種管φ800 VM-RRφ400 L=220.118m SL=221.130m									
	土被り										
	管中心高	89.172	89.362	89.424	89.454	89.626	89.799	89.955	90.362	90.362	93.609
既設管中心高						93.81	93.39	93.39	93.41		
現況地盤高		94.77	95.07	95.17	95.17	95.37	95.54	95.50	95.14	95.14	95.09
追加距離		209.530	227.369	233.233	236.096	252.240	288.511	283.239	320.897	323.497	355.505
単距離		9.459	17.839	5.864	2.863	16.153	16.262	14.728	0.500	2.000	19.274
測点		設IP.1-2	設IP.1-3	設IP.1-3	設IP.1-3	設IP.1-4	設IP.1-4	設IP.1-4	設IP.1-4	設IP.1-4	設IP.13
曲線		設IP.1-3 IA=1-00-00 R=500.000 TL= 4.363 SL= 0.019 CL= 8.727 設IP.1-4 IA=1-51-49 R=500.000 TL= 6.132 SL= 0.066 CL= 16.262 設IP.13 IA=72°01'22" R=500.000 TL= 4.363 SL= 0.019 CL= 8.727									

地下埋設物凡例	
	上水道(既設)
	上水道(新設)
	下水道
	農水管
	農水管(既設)

工事名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路整備工事		
図面名	平面縦断面図(2/4)		
作成年月日			
縮尺	図示	図面番号	2-2/4
会社名			
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所		

注意事項

1. 既設埋設物の位置は試掘により事前に確認する。

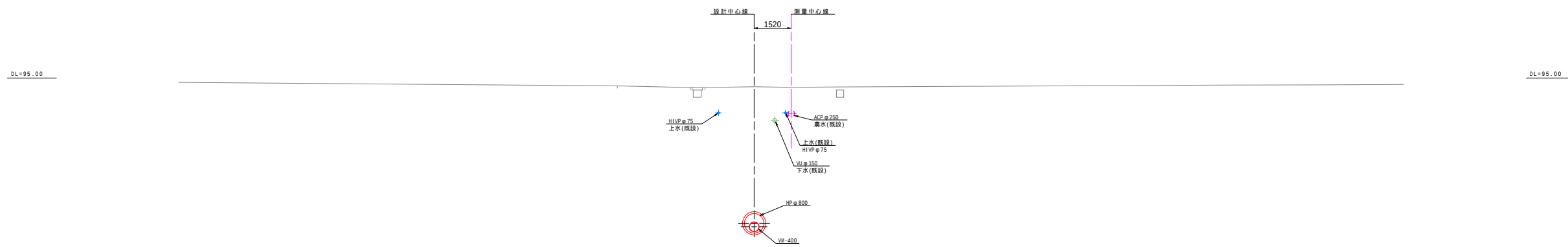


測量中心線は既設農水管(φ250)の線形を想定して中心線測量を行った結果

工 事 名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路整備工事		
図 面 名	横断面(1/3)		
作成年月日			
縮 尺	S=1:100	図面番号	3-1/3
会 社 名			
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所		

設NO.4+0.071(M1NO.2)

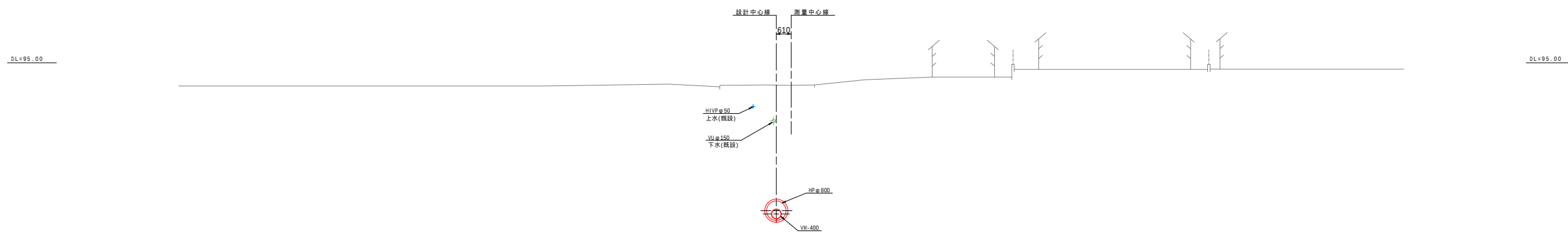
GH=94.62
FH=89.072



設NO.3+39.550(M2IP.9)

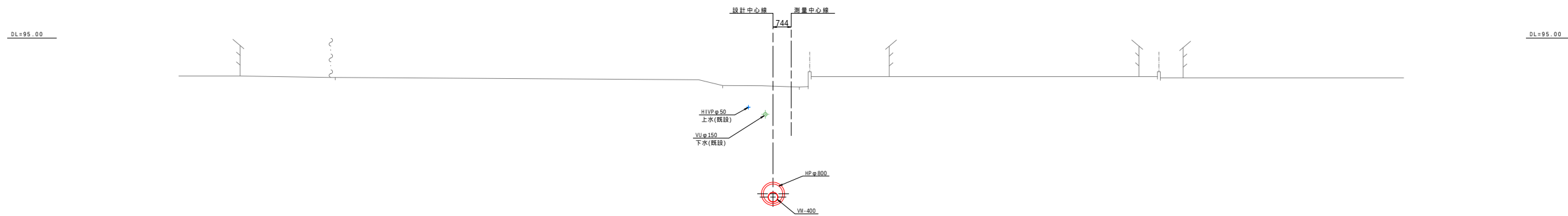
GH=94.08

FH=88.960



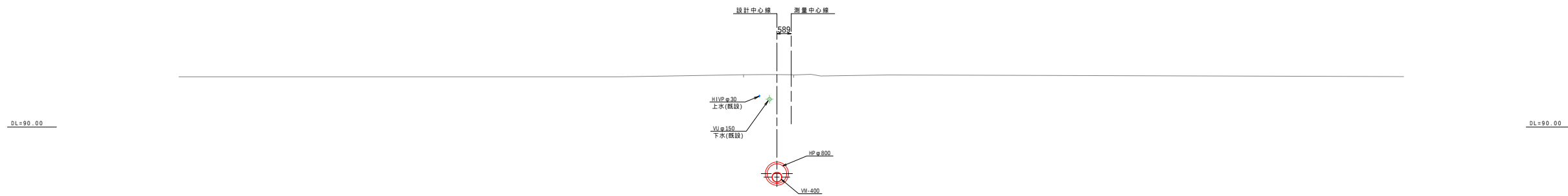
設NO.3+8.969(M2NO.5)

GH=93.01
FH=88.635



設NO.2+8.969(M2NO.4)

GH=92.13
FH=88.103

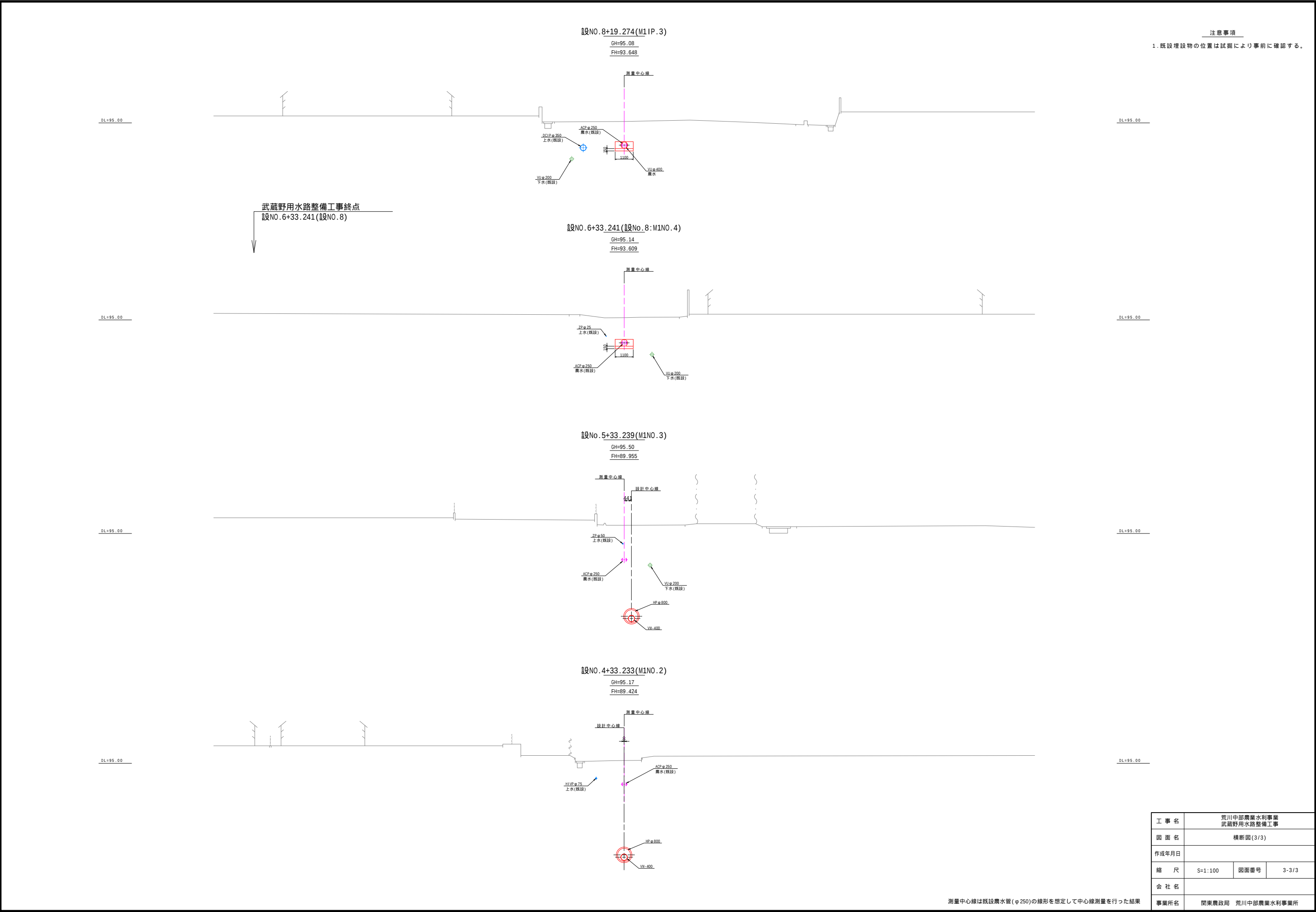


注意事項

1. 既設埋設物の位置は試掘により事前に確認する。

工 事 名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路整備工事		
図 面 名	横断面(2/3)		
作成年月日			
縮 尺	S=1:100	図面番号	3-2/3
会 社 名			
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所		

測量中心線は既設農水管(φ250)の線形を想定して中心線測量を行った結果



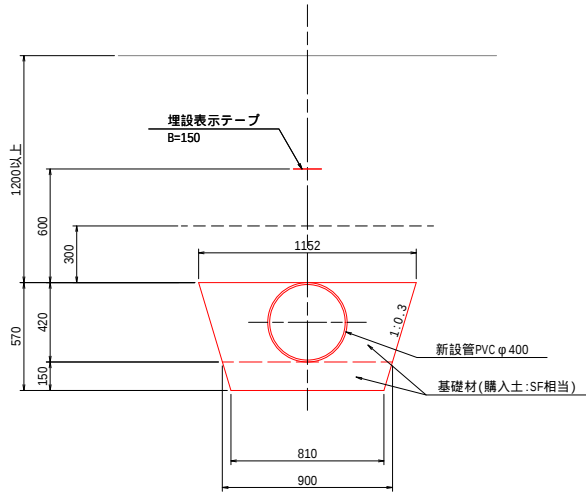
標準断面図

S=1:20

素掘区間

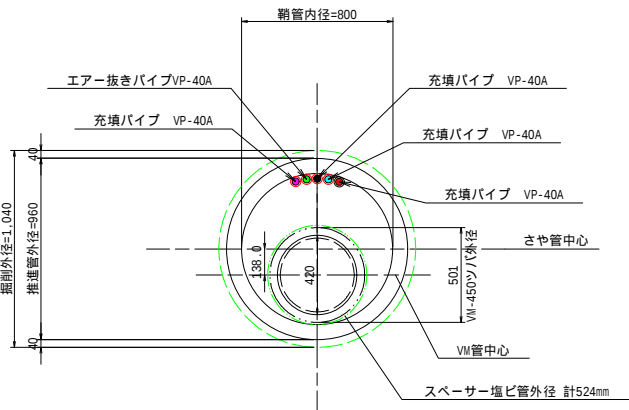
設NO.1+31.559～設NO.2+0.879

新設管敷設(掘削勾配1:0.3区間)



推進区間

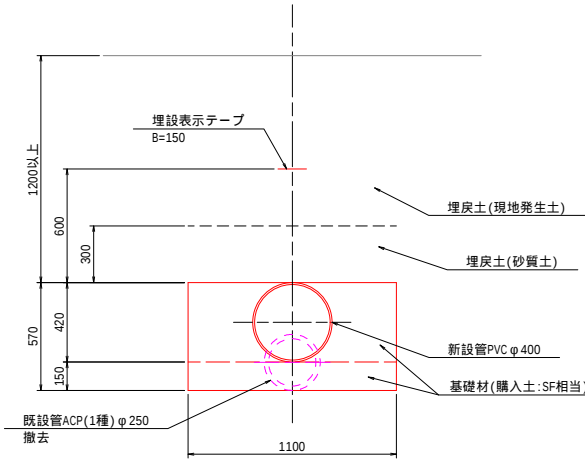
設NO.2+0.879～設No.6+20.997



簡易土留区間

設No.6+20.997～設NO.6+33.241(設NO.8)

(既設管撤去・新設管敷設区間)



注意事項

- (1) 基礎材及び管頂30cmまでの埋戻し材は砂質土（購入土）とする。
- (2) 既設埋設物(上水、下水、農水(ACPφ250))の位置は試掘により事前に確認する。
- (3) 建込み簡易土留工法のパネル材厚は、掘削深より以下を標準とする。
 - ・掘削深3.5m以下 56mm
- (4) 土被り1.7m以下はVU管、1.7mを超える場合はVM管を使用する。
- (5) 素掘区間の掘削法面勾配は、掘削高2m未満1:0.3、2m以上1:0.4とする。

工 事 名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路整備工事		
図 面 名	標準断面図		
作成年月日			
縮 尺	S=1:20	図面番号	4-1/1
会 社 名			
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所		

推進工計画図(1/2)

平面图

S=1:500

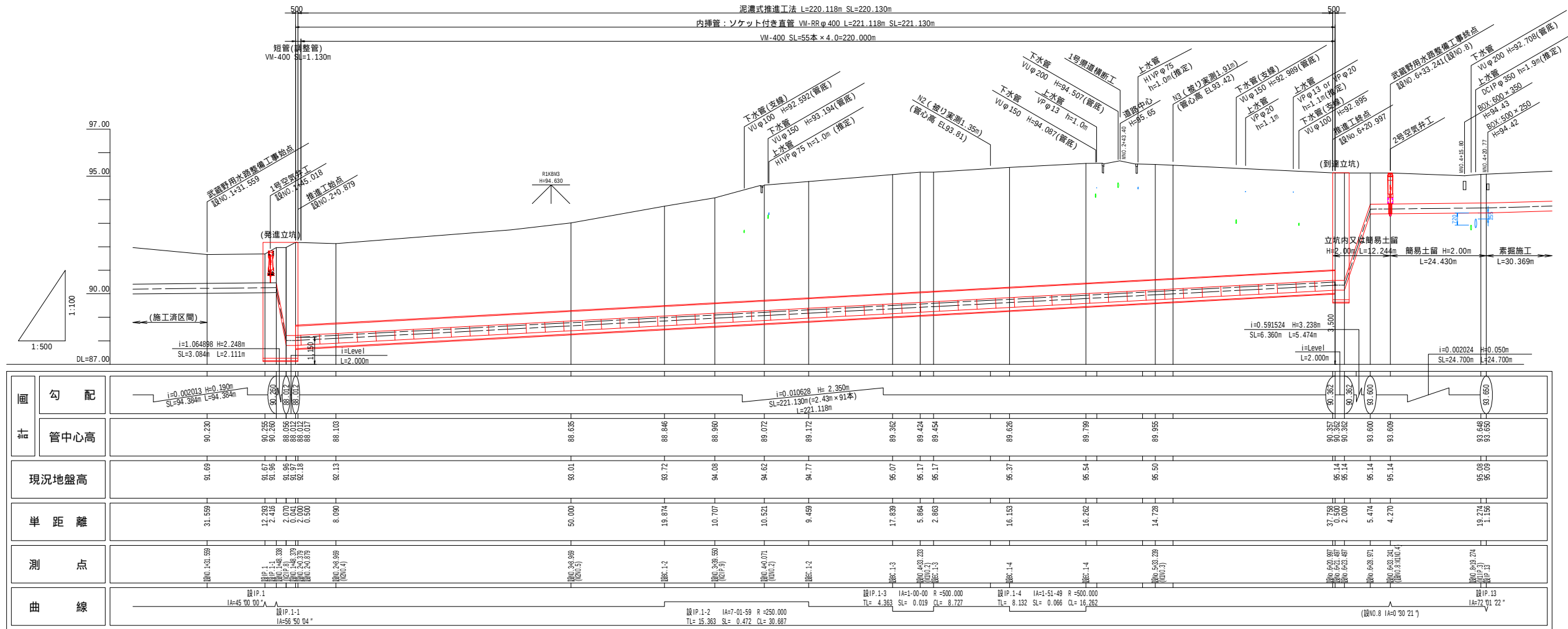
深谷市

武蔵野

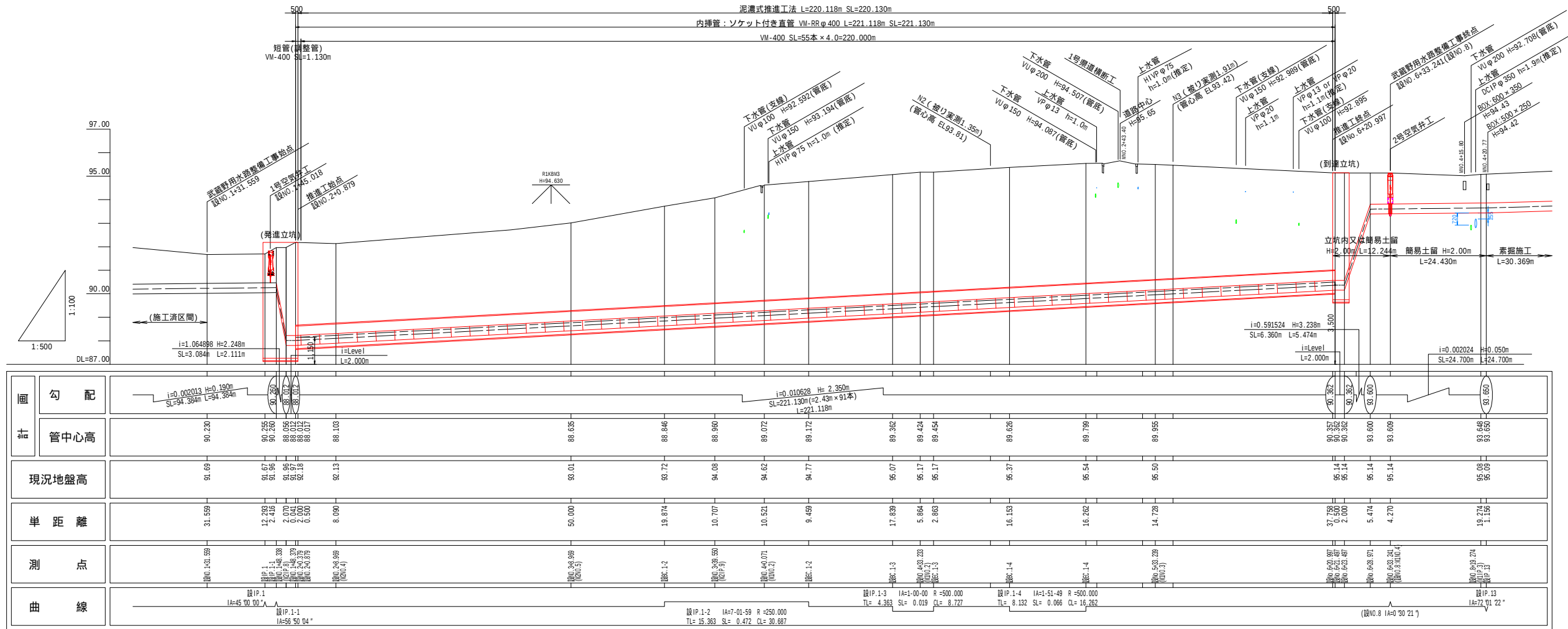
 $S=1/500$ 

工 事 名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路整備工事		
図 面 名	推進計画図(1/2)		
作成年月日			
縮 尺	S=1:500	図面番号	5-1/2
会 社 名			
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所		

$H=1:500$
 $V=1:100$



$H=1:500$
 $V=1:100$



	上水道(既設)
	上水道(新設)
	下水道
	農水管
	農水管(既設)

平面図はH25年度全体実施設計荒川中部地区地形図
作成業務の成果を図化している。

土被り1.7m以下はVU管、1.7mを超える場合はVM管
を使用する。

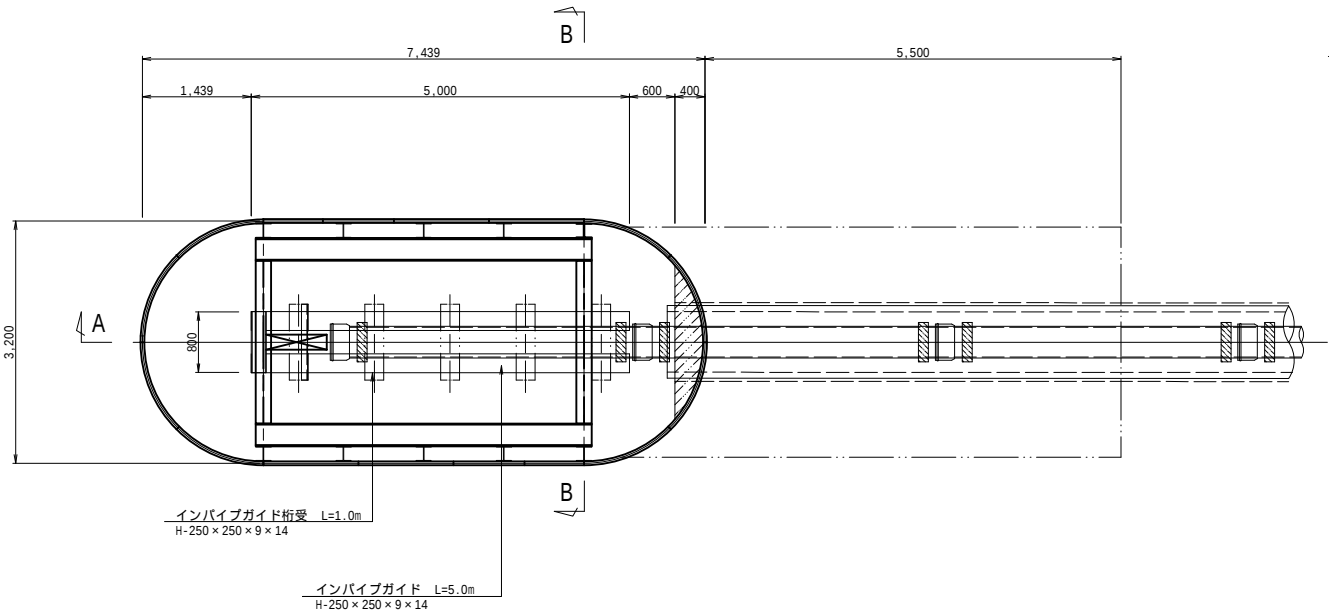
工 事 名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水水路整備工事		
図 面 名	推進工計画図(2/2)		
作成年月日			
縮 尺	図 示	図面番号	5-2/2
会 社 名			
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所		

発進立坑構造図(1/5)

推進工施工後配管計画図
内挿管施工時
(推進呼径φ800 / 配管VM形φ400)

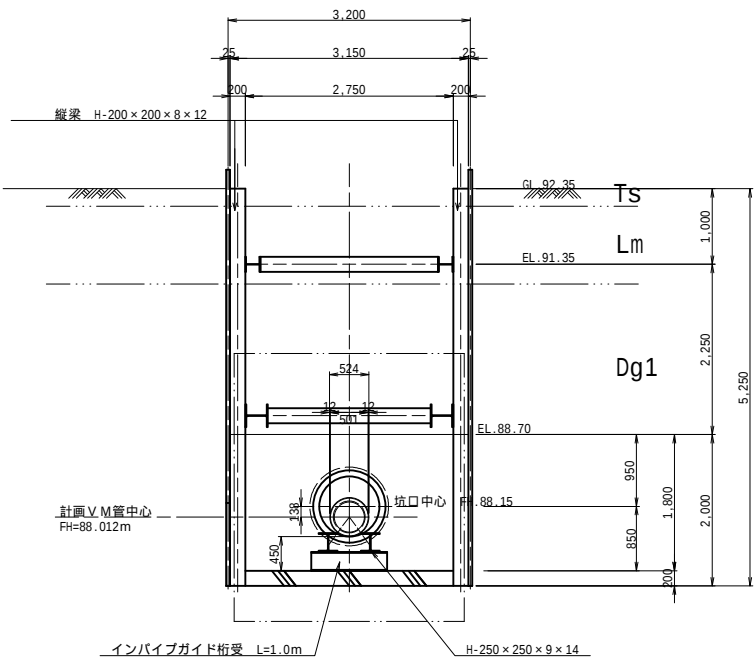
発進立坑土留工平面図

S=1:50



B - B 断面図

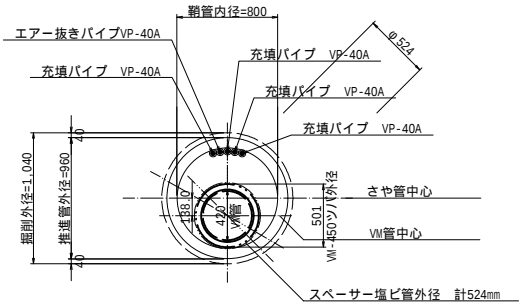
S=1:50



参考：鞘管800Aの時の配管概要図 VM形φ400

(さや管：HPφ800、ラチスパーサー：桁高50mm) S=1/30

VM-400挿入時

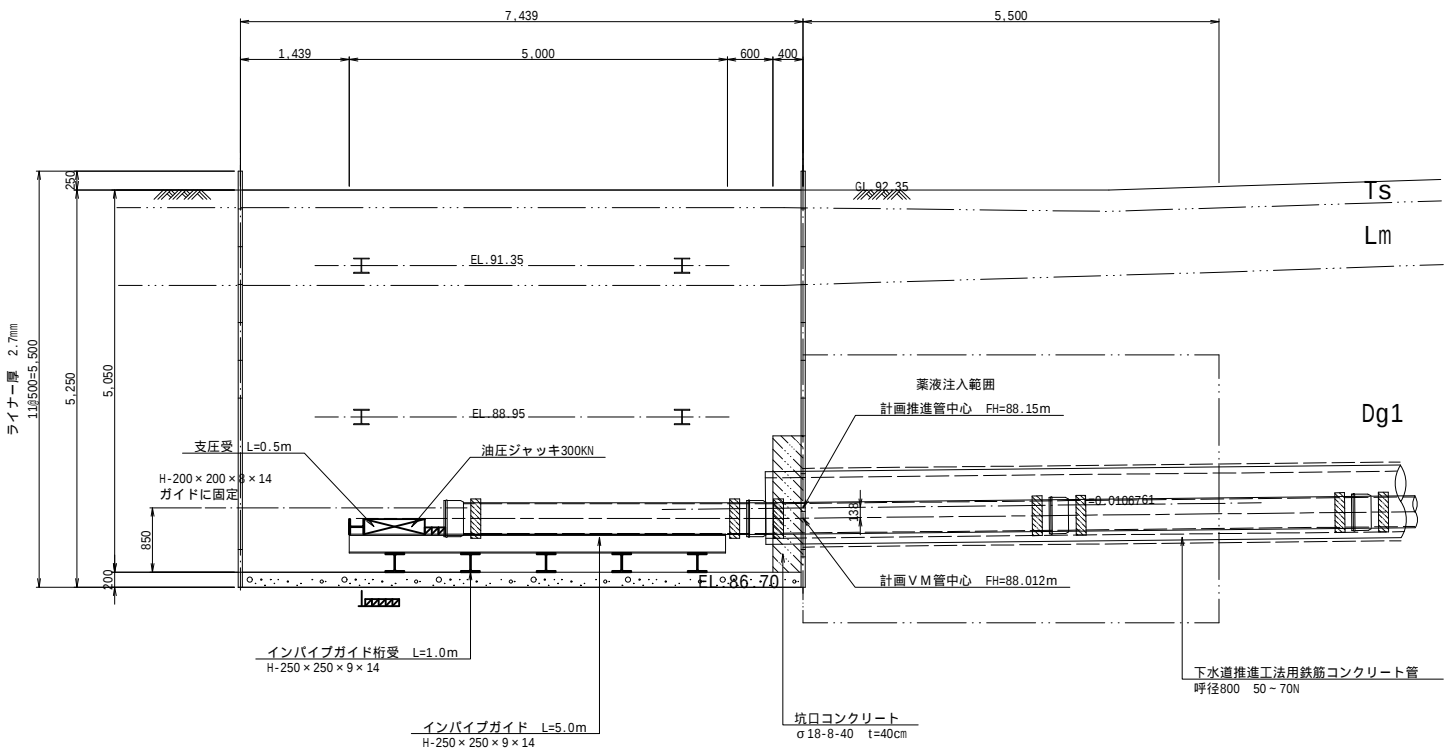


パイプインパイプの充填管確保OK

1. スパーサーは桁高種類が多いラチスパーサー(大成機工)を使用する。
 2. スパーサー塩ビ管外径420mm + ゴム板2mm × 2 + 50mm × 2 = 外径524mm
 3. 掘削外径は推進管外径+80mmとする。
- (下水道推進工法の指針と解説 P.22 日本下水道協会・2010年版下水道)

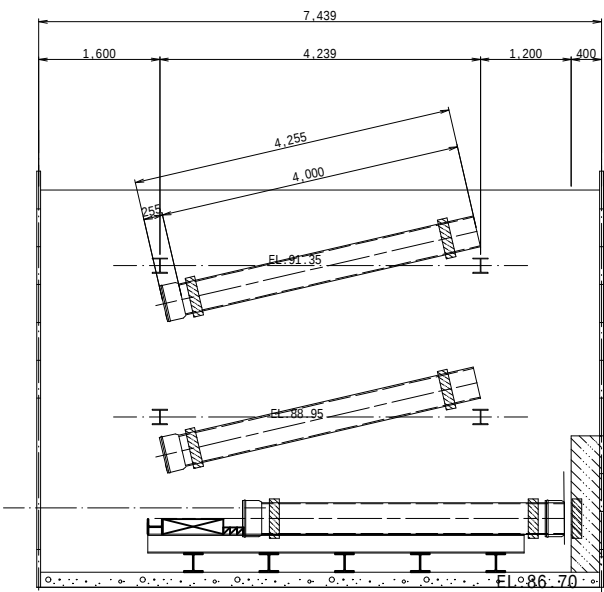
A - A 断面図

S=1:50



V M400 4m管搬入模式図

S=1:50



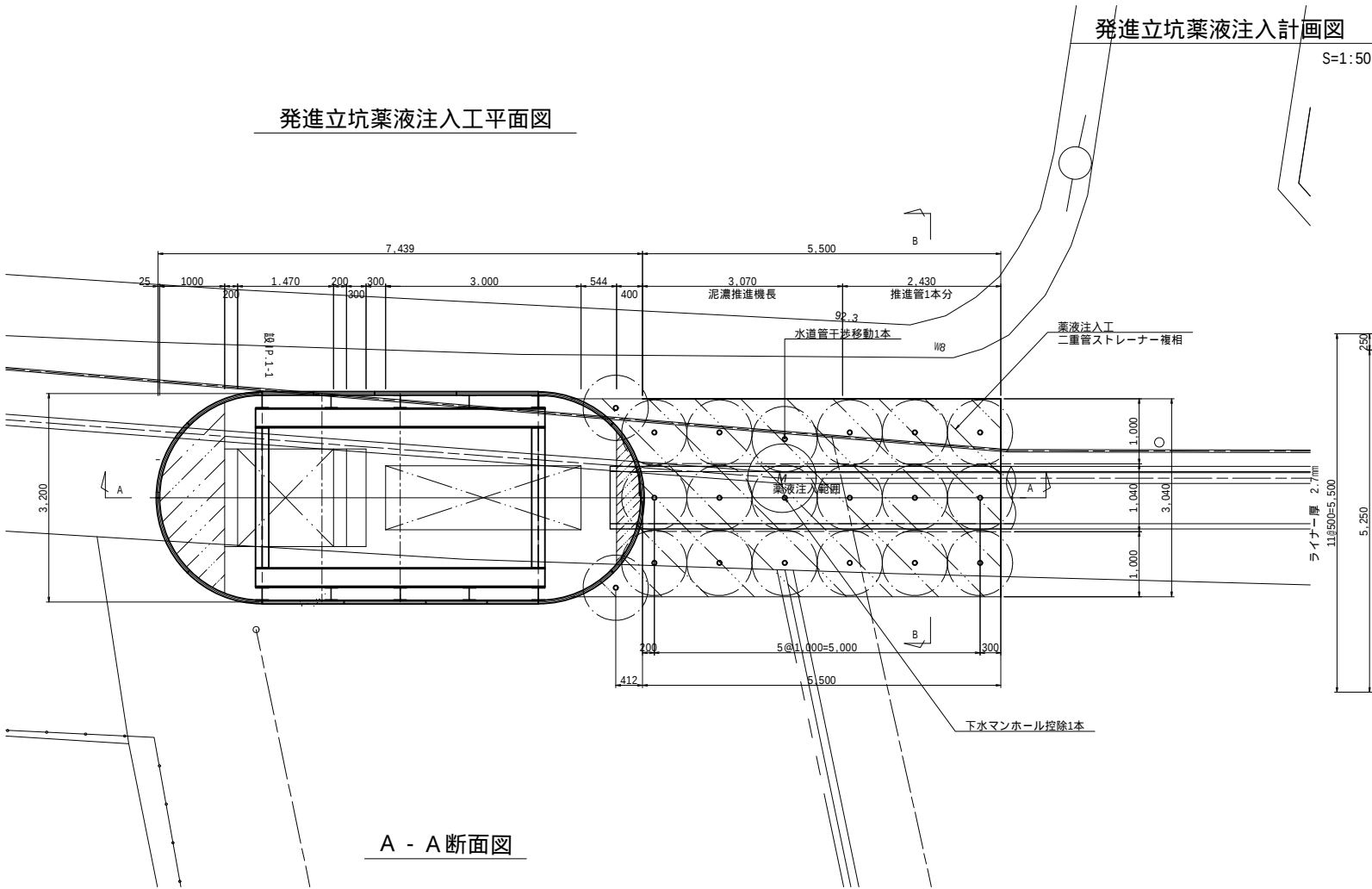
注意事項

1. 配管時のラチスパーサは管1本当たり2箇所を想定している。
2. 上記スパーサーを使わない場合には鞘管芯標高が変わるため監督職員と協議する。
3. エアミルクの充填は2回以上に分けて管の浮力が生じないように充填する。
4. エアミルク充填は両側から行う。上下流塩ビVP25Aから流出を確認したら終了する。

工 事 名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路整備工事		
図 面 名	発進立坑構造図(1/5)		
作成年月日			
縮 尺	図 示	図面番号	6-1/5
会 社 名			
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所		

発進立坑構造図(2/5)

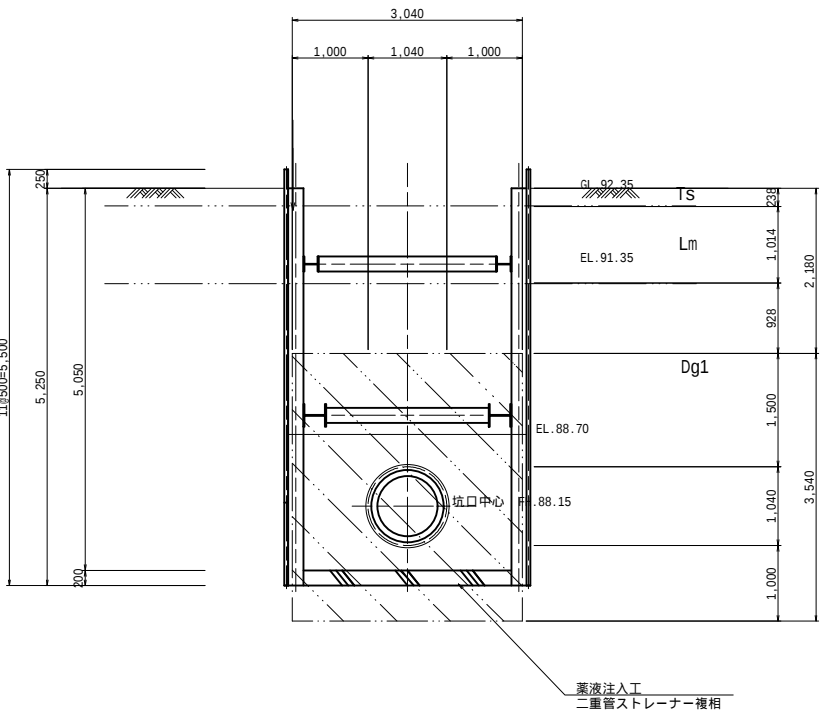
発進立坑薬液注入工平面図



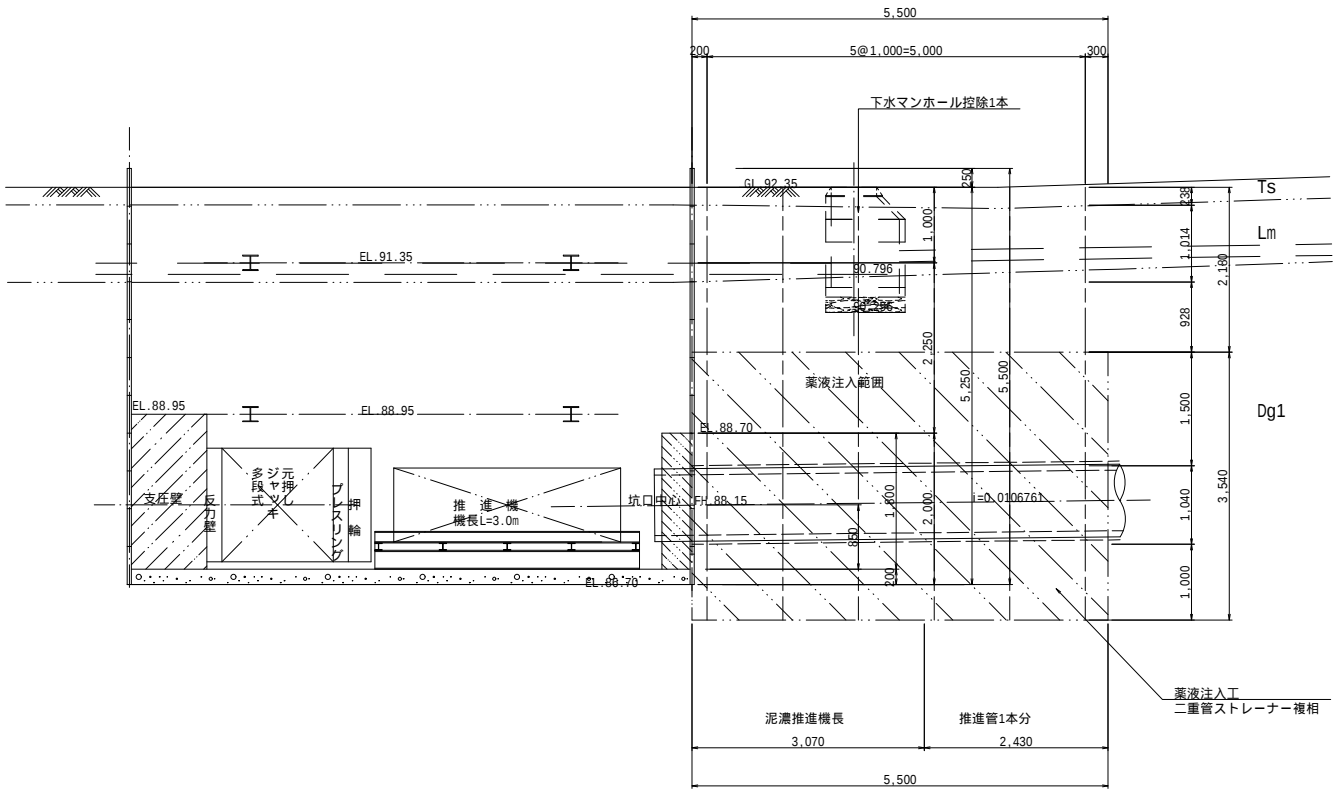
発進立坑薬液注入計画図

S=1:50

B - B断面図



A - A断面図



地 層 区 分					
地質時代	地 層 区 分	記号	主要土質	層 厚	N値分布 (平均値)
新 生 代 - 更 新 世 - 第 四 紀	現 世	表 土 層	Ts 表土 (粘性土)	0.40 ~ 1.20	-
	間 氷 期	間 氷 期 ローム層	Lm ローム	0.80 ~ 2.35	4 ~ 8 (5.3)
	洪 積 層	第1砂礫部	Dg1 砂礫	4.20	16 ~ 50以上 (40.6)
		第2砂礫部	Dg2 粘土混じり 砂礫	2.60* ~ 2.70*	35 ~ 50以上 (47.3)

【備考】*印は調査最終深度までの確認層厚を示す。
N値は50を上限とする。

注意事項

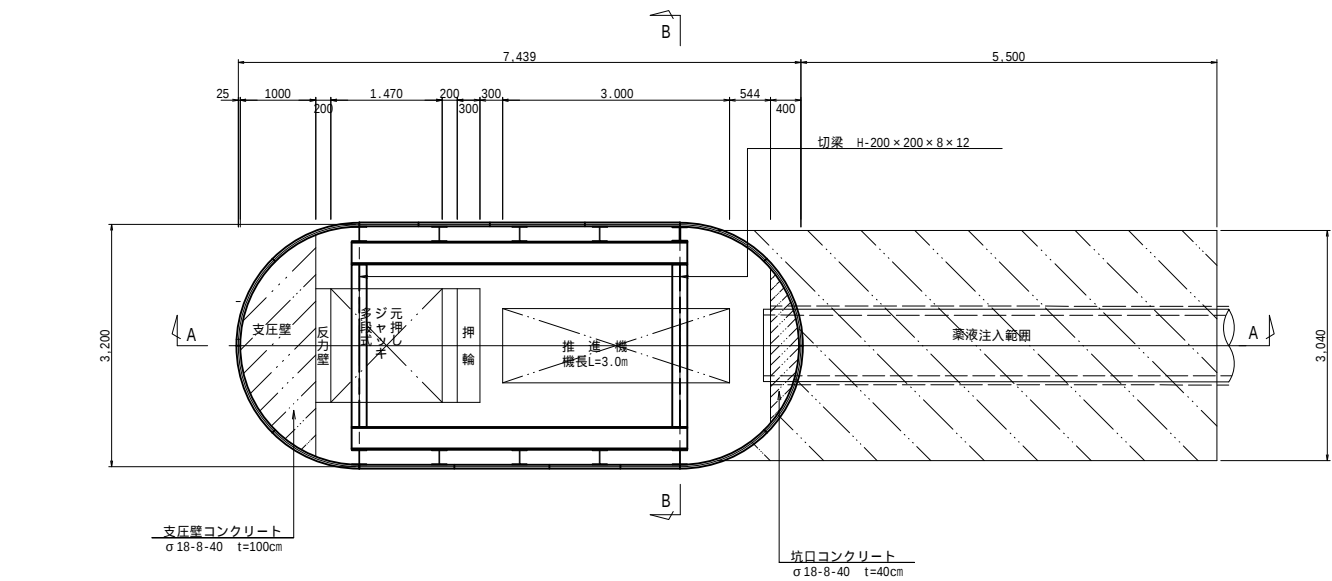
- 地質線は、全線縦断面図記載の地質線を引用
- 地下水位は、Dg2層内で縦断面図記載の水位線を引用
- 立坑掘削前に、監督職員と地質調査(ボーリング)の追加の有無を確認すること
- 水道管・下水道管及びマンホールの現位置を確認し削孔配置を調整すること
- 既設地下埋設構造物を含んだ範囲の改良のため、注入圧力を大きくしないこと

工 事 名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路整備工事		
図 面 名	発進立坑構造図(2/5)		
作成年月日			
縮 尺	S=1:50	図面番号	6-2/5
会 社 名			
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所		

発進立坑構造図(3/5)

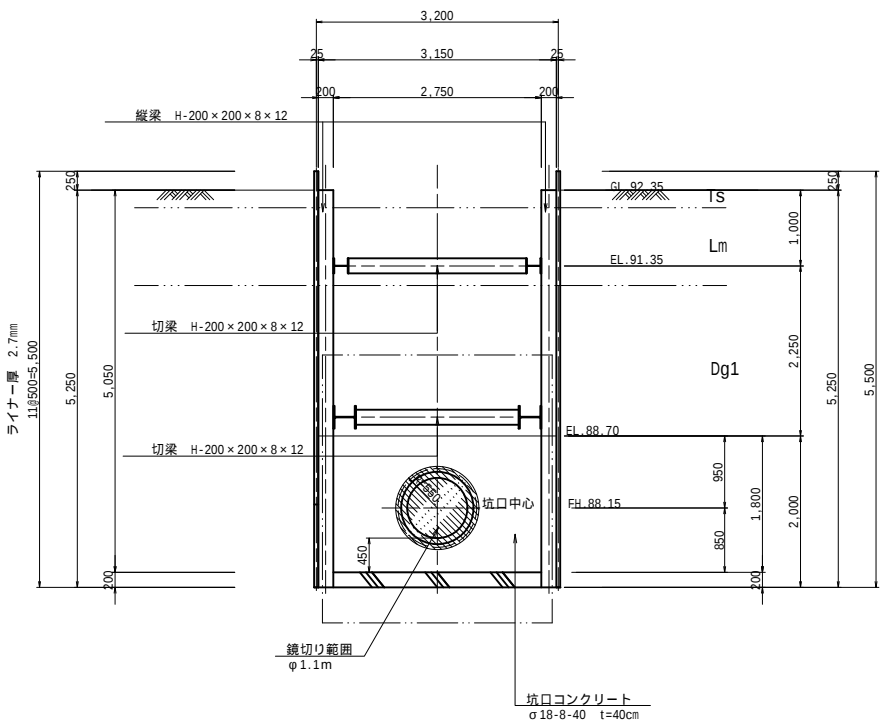
発進立坑土留工平面図

S=1:50



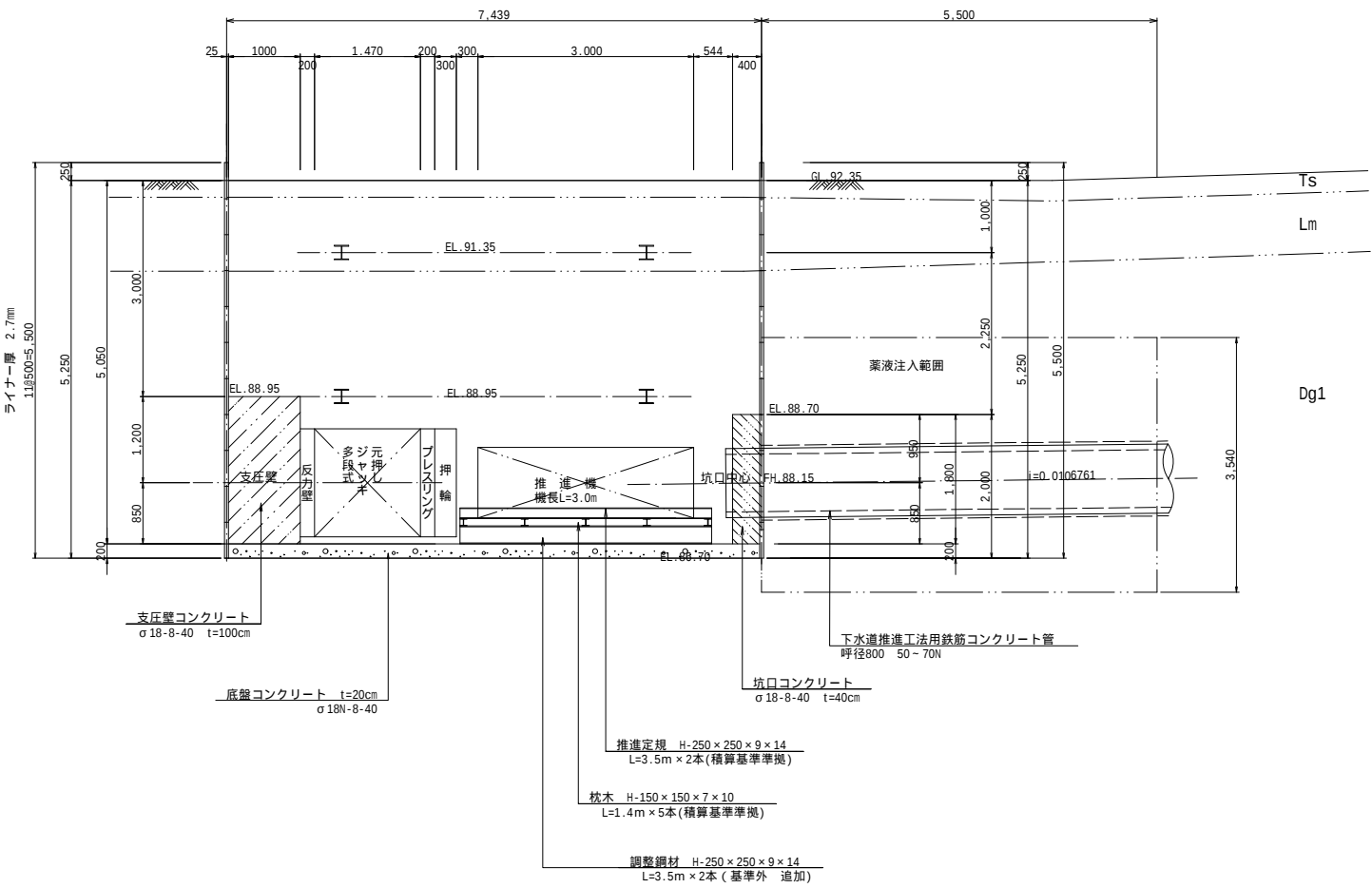
坑口鏡切範囲図

S=1:50



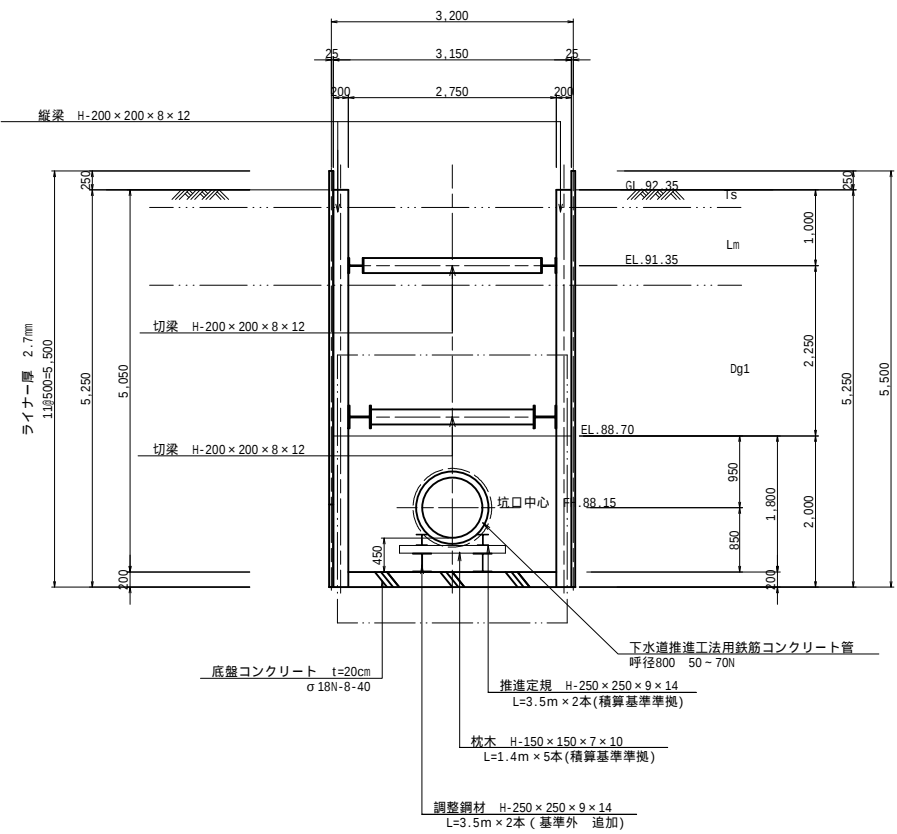
A - A 断面図

S=1:50



B - B 断面図

S=1:50

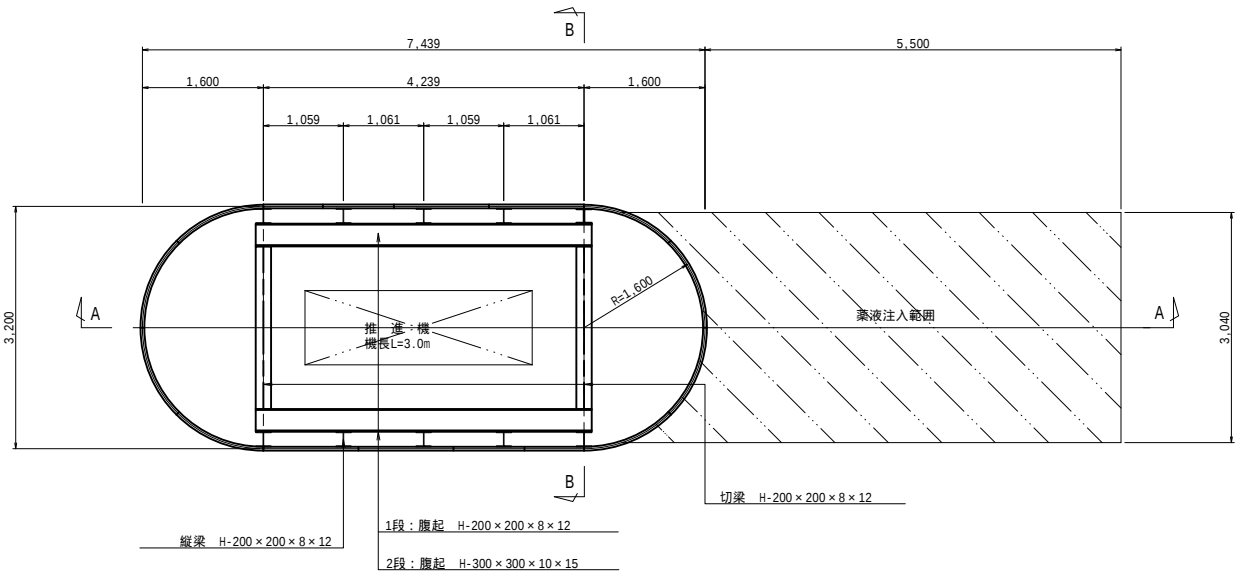


工 事 名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路整備工事		
図 面 名	発進立坑構造図(3/5)		
作成年月日			
縮 尺	S=1:50	図面番号	6-3/5
会 社 名			
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所		

発進立坑構造図(4/5)

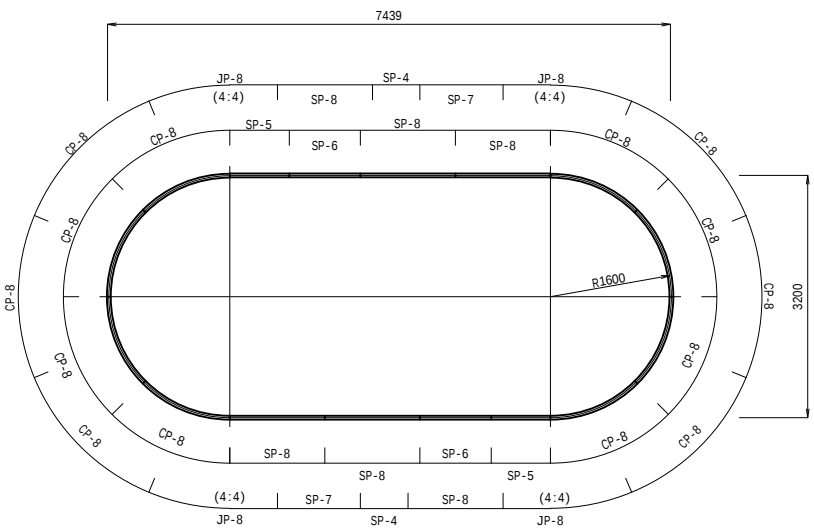
発進立坑土留工平面図

S=1:50



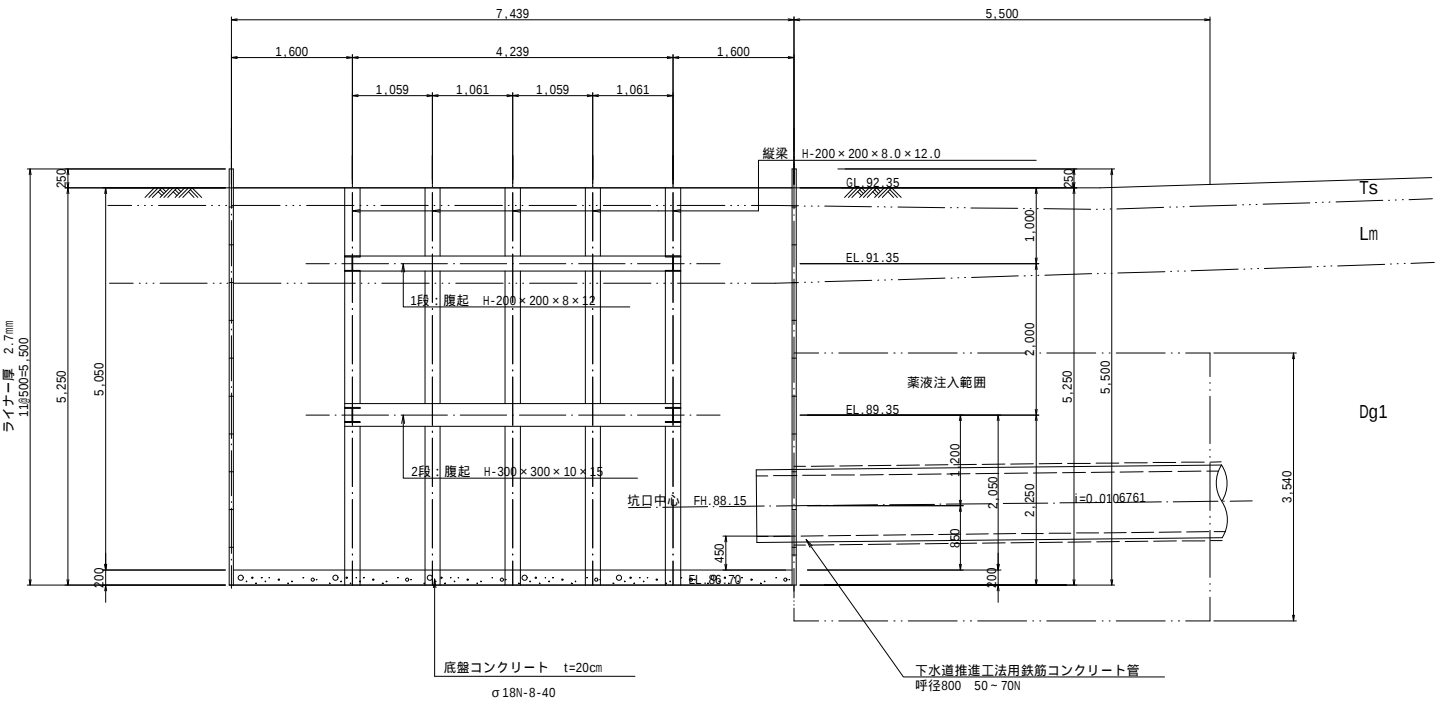
ライナープレート割付図

S=1:50



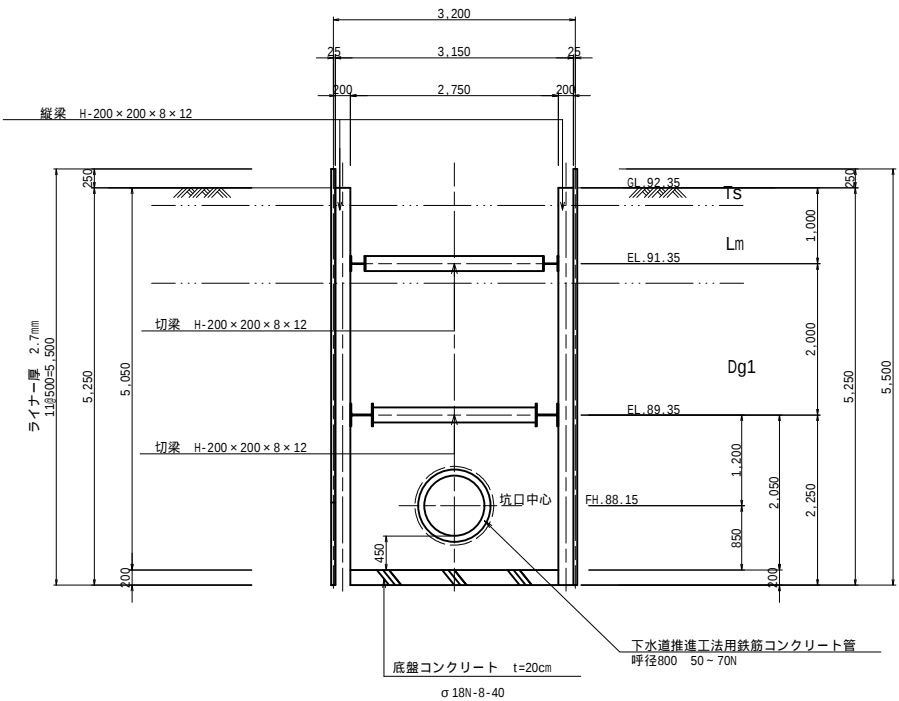
A - A断面図

S=1:50



B - B断面図

S=1:50



注意事項

1. 地質線は、全線縦断面図記載の地層線を引用
2. 地下水位は、Dg2層内で縦断面図記載の水位線を引用
3. 立坑掘削前に、監督職員と地質調査(ボーリング)の追加の有無を確認すること
4. ライナープレートと地山の間にはグラウト工により充填すること
5. ライナー部材は、民地内に入るため全撤去を前提とする

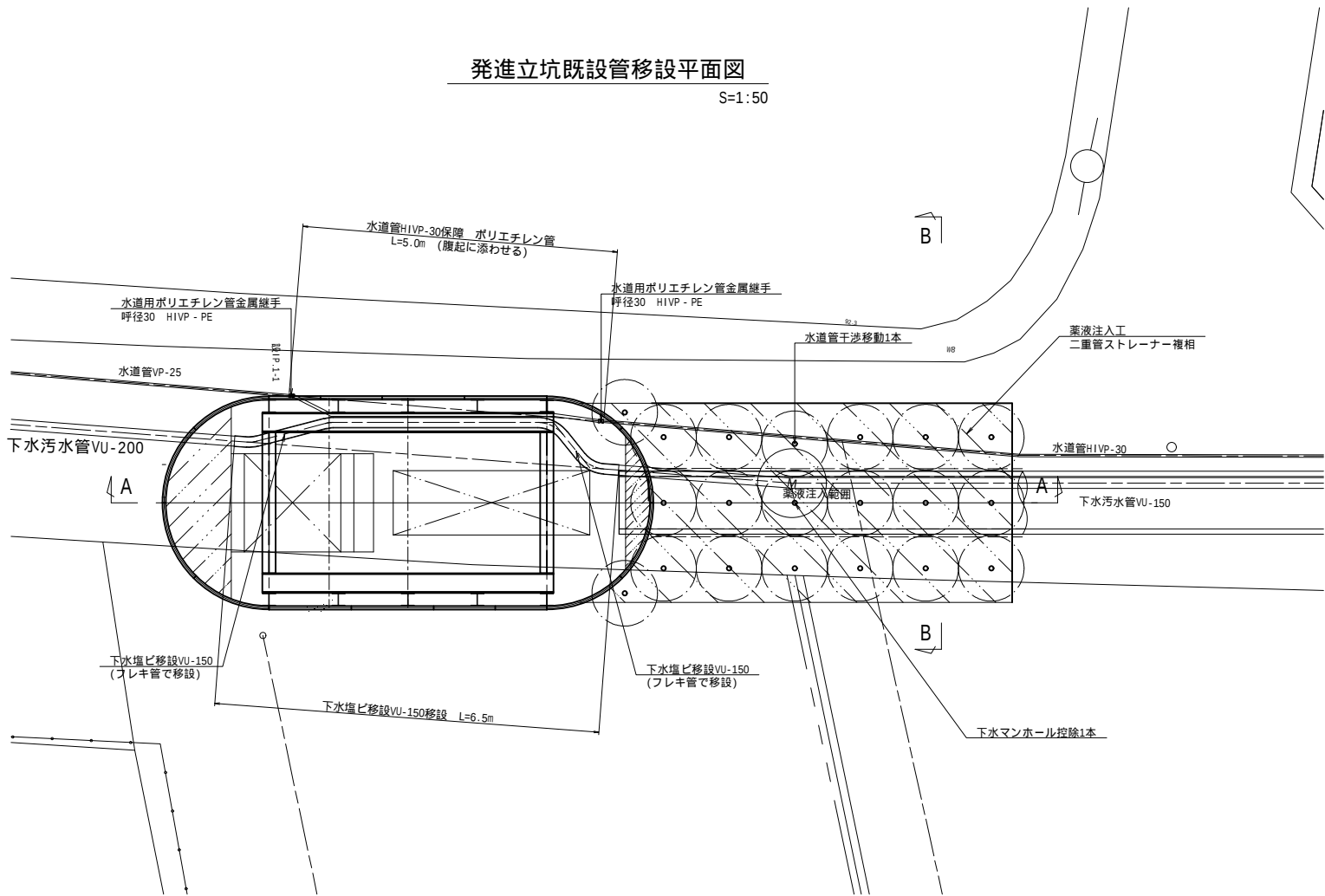
工 事 名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路整備工事		
図 面 名	発進立坑構造図(4/5)		
作成年月日			
縮 尺	S=1:50	図面番号	6-4/5
会 社 名			
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所		

発進立坑構造図(5/5)

発進立坑既設管移設計画図

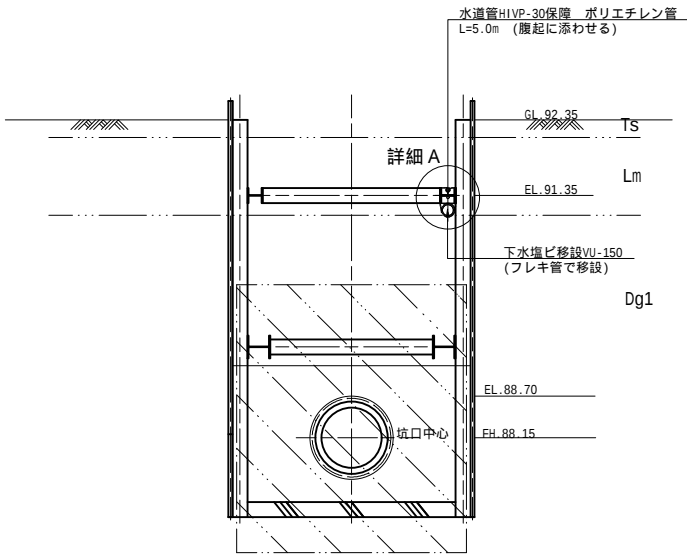
発進立坑既設管移設平面図

S=1:50



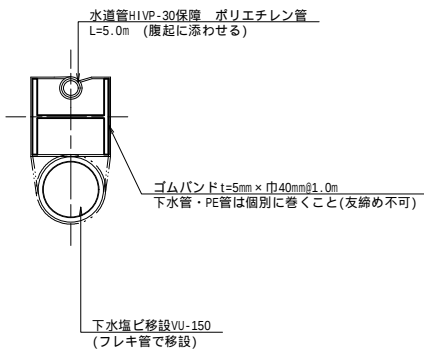
B - B 断面図

S=1:50



詳細 A

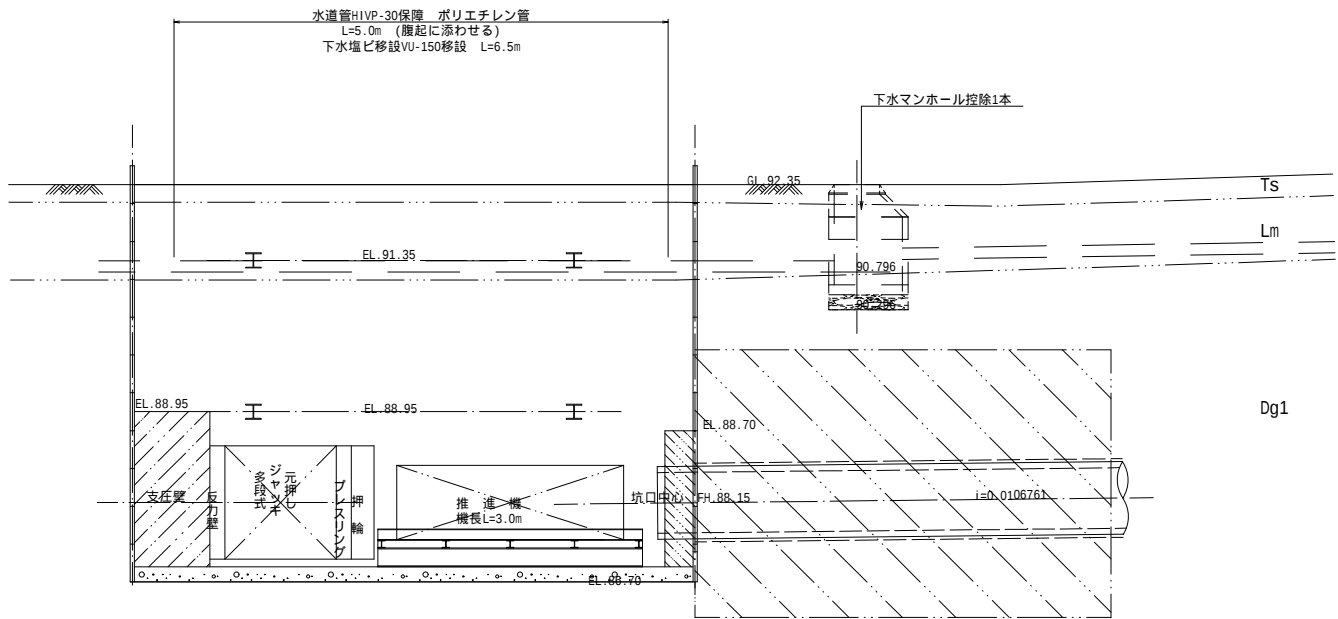
S=1:10



腰起しに仮返し管を添わせて各管をゴムバンドで巻いて
腰起し外周にバンドを回して固定する。
管振れ止め振動吸収を兼ねる。
バンド設置間隔は1m
下水管・PE管は個別に巻くこと(友締め不可)

A - A 断面図

S=1:50

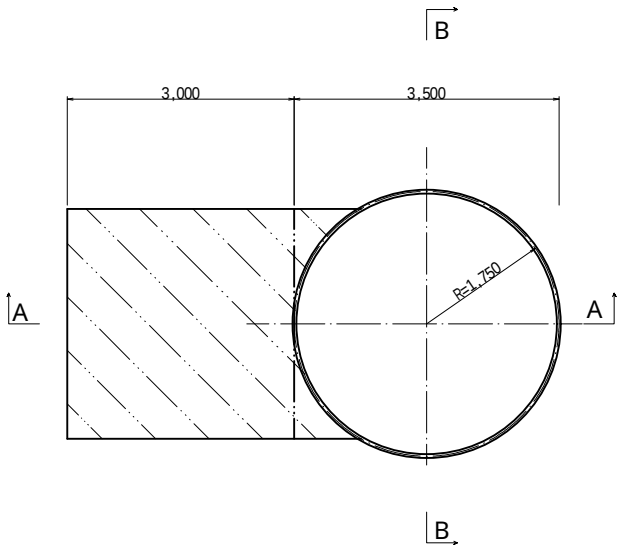


工 事 名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路整備工事		
図 面 名	発進立坑構造図(5/5)		
作成年月日			
縮 尺	図 示	図面番号	6-5/5
会 社 名			
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所		

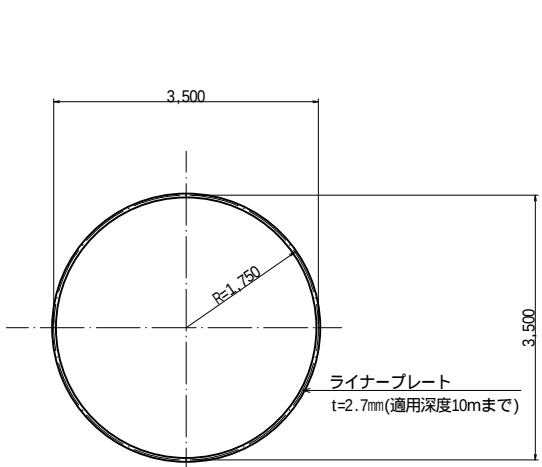
到達立坑構造図(1/5)

到達立坑土留工構造図
ライナープレート部材は全撤去

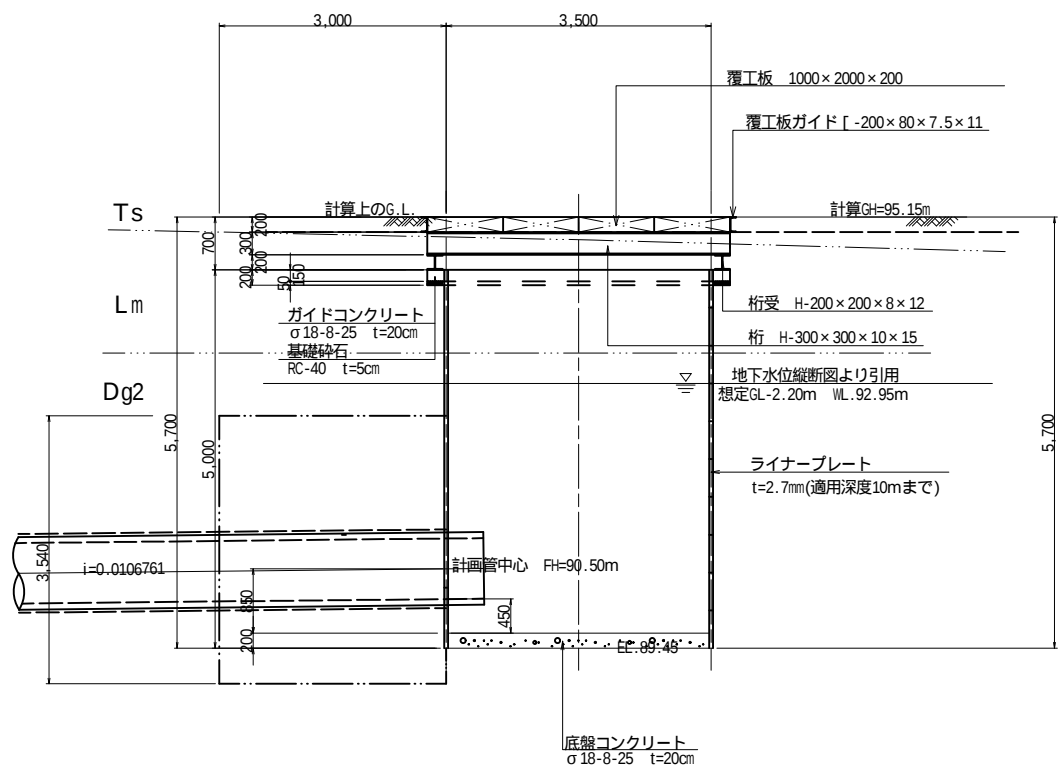
到達立坑土留工平面図
S=1:50



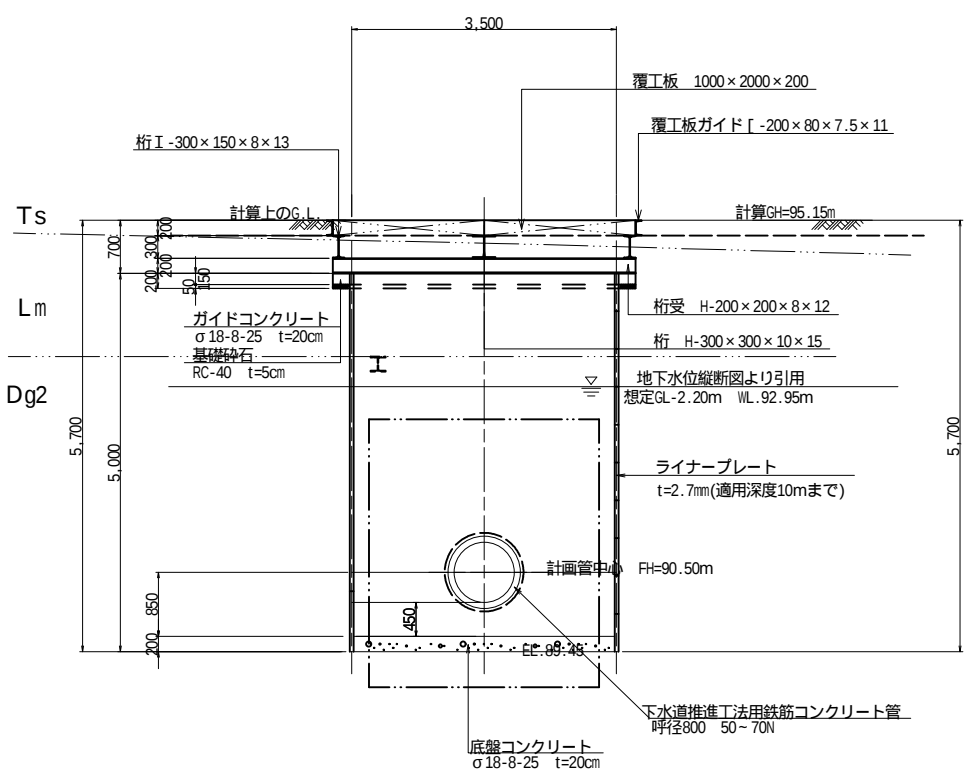
ライナープレート平面図
S=1:50



A - A断面図
S=1:50



B - B断面図
S=1:50



- 注意事項
1. 地質線は、全線縦断面図記載の地質線を引用
 2. 地下水位は、Dg2層内で縦断面図記載の水位線を引用
 3. 立坑掘削前に、監督職員と地質調査(ボーリング)の追加の有無を確認すること
 4. ライナープレートと地山の間にはグラウト工により充填すること
 5. ライナー部材は、民地内に入るため全撤去を前提とする

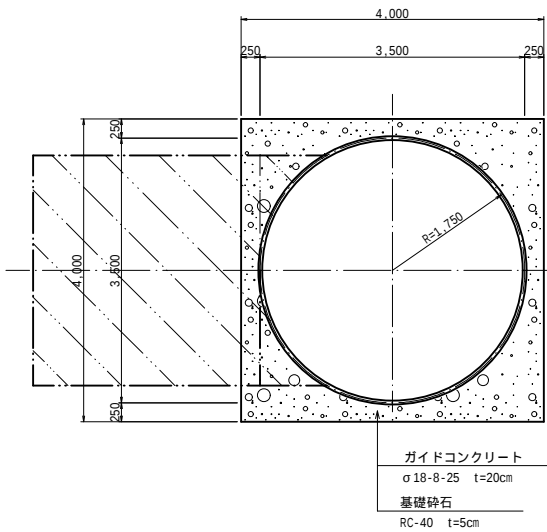
工 事 名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路整備工事		
図 面 名	到達立坑構造図(1/5)		
作成年月日			
縮 尺	S=1:50	図面番号	7-1/5
会 社 名			
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所		

到達立坑構造図(2/5)

到達立坑路面覆工構造図

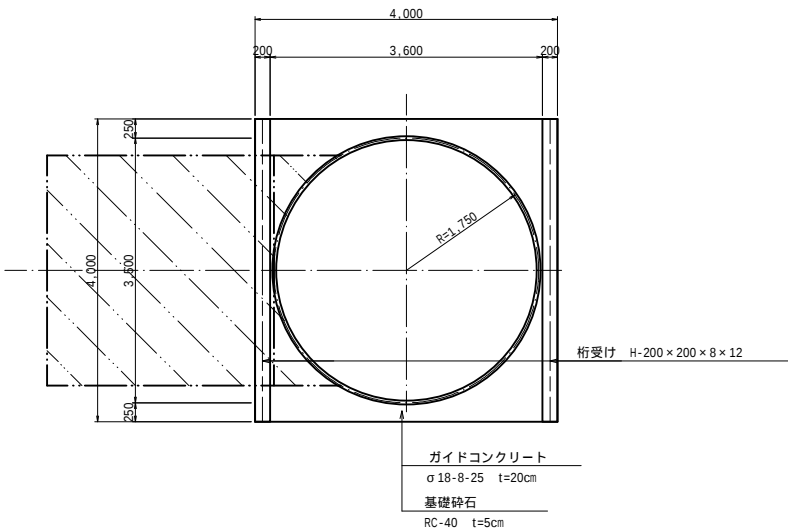
路面覆工基礎構造図

S=1:50



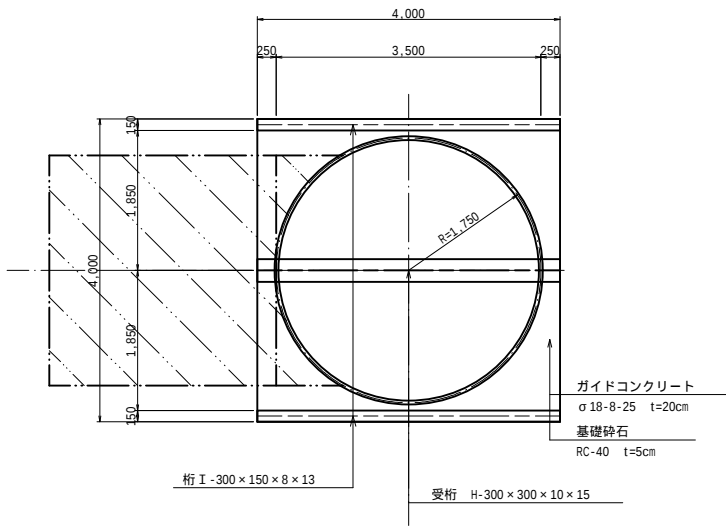
路面覆工桁受け構造図

S=1:50



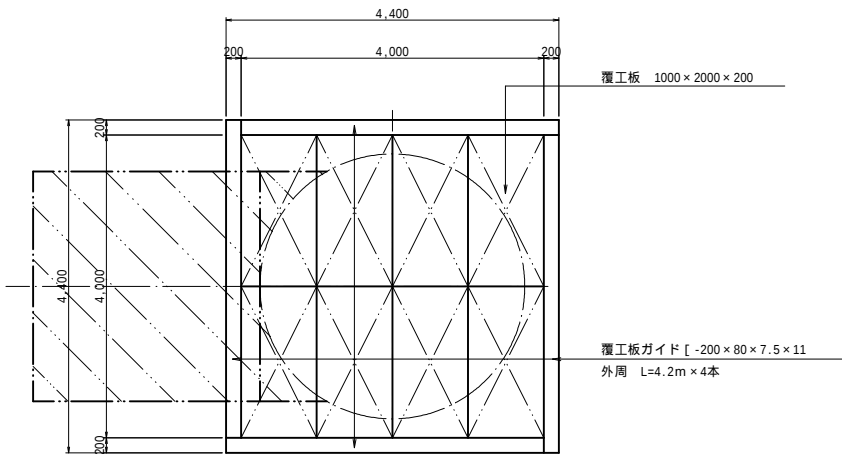
路面覆工桁配置構造図

S=1:50



路面覆工板構造図

S=1:50



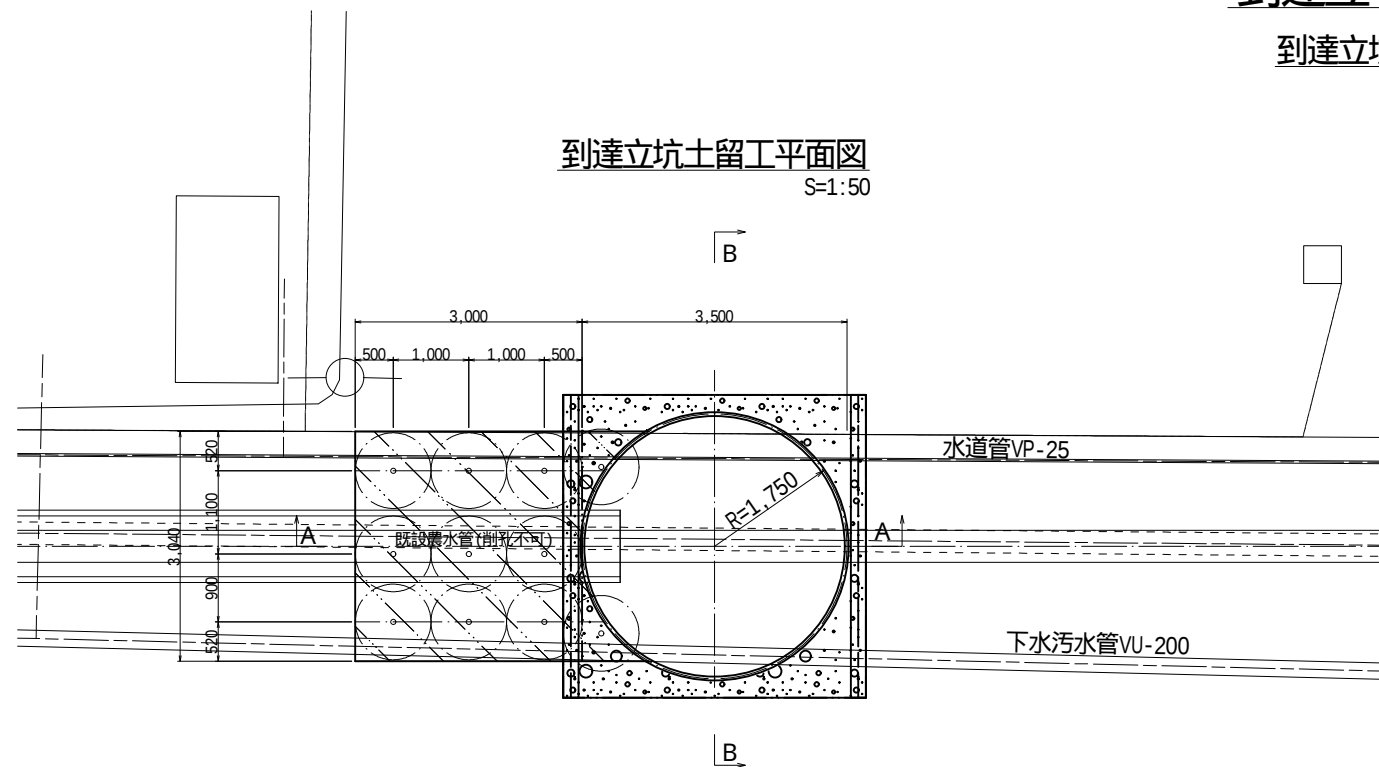
- 注意事項
1. 路面覆工は、A活荷重(T-25)対応である
 2. 覆工板・主桁H-300は着脱可能な構造とする
 3. 道路本復旧は、コンクリート破砕以降路盤舗装工を行う

工 事 名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路整備工事		
図 面 名	到達立坑構造図(2/5)		
作成年月日			
縮 尺	S=1:50	図面番号	7-2/5
会 社 名			
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所		

到達立坑薬液注入計画図

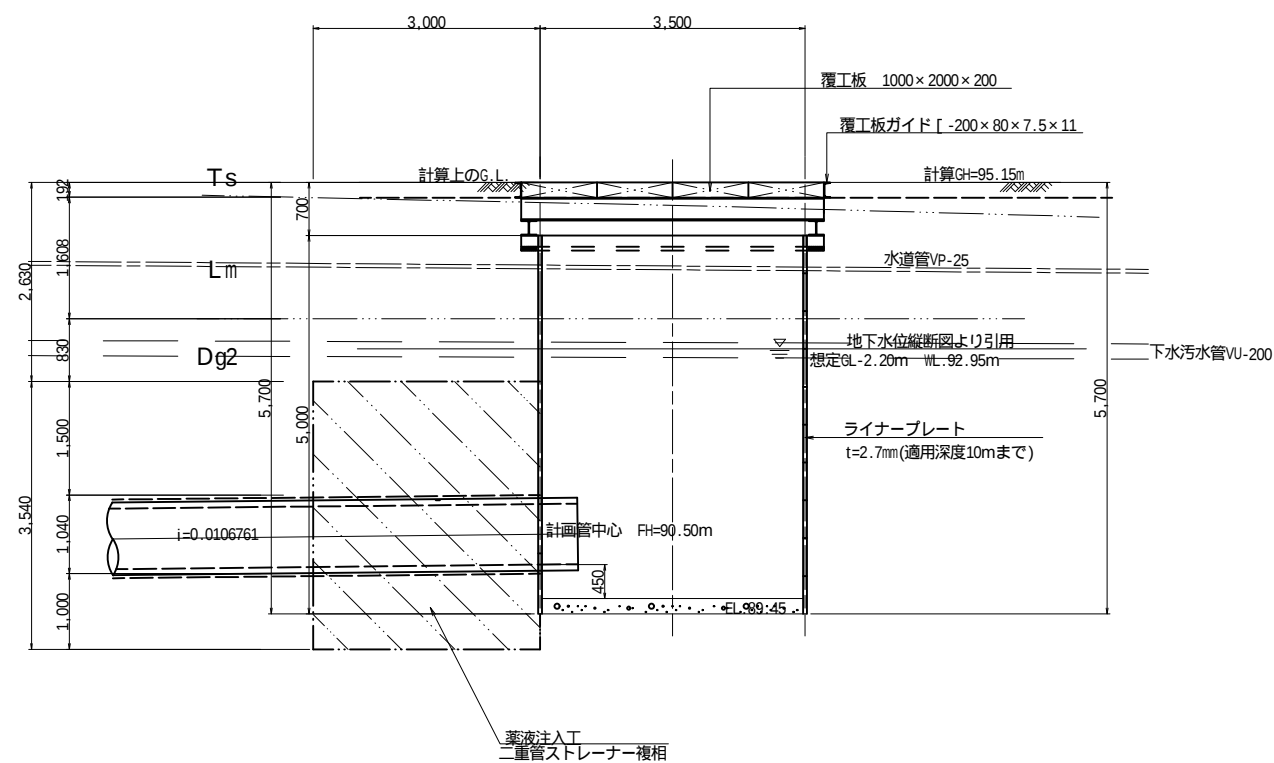
到達立坑土留工平面図

S=1:50



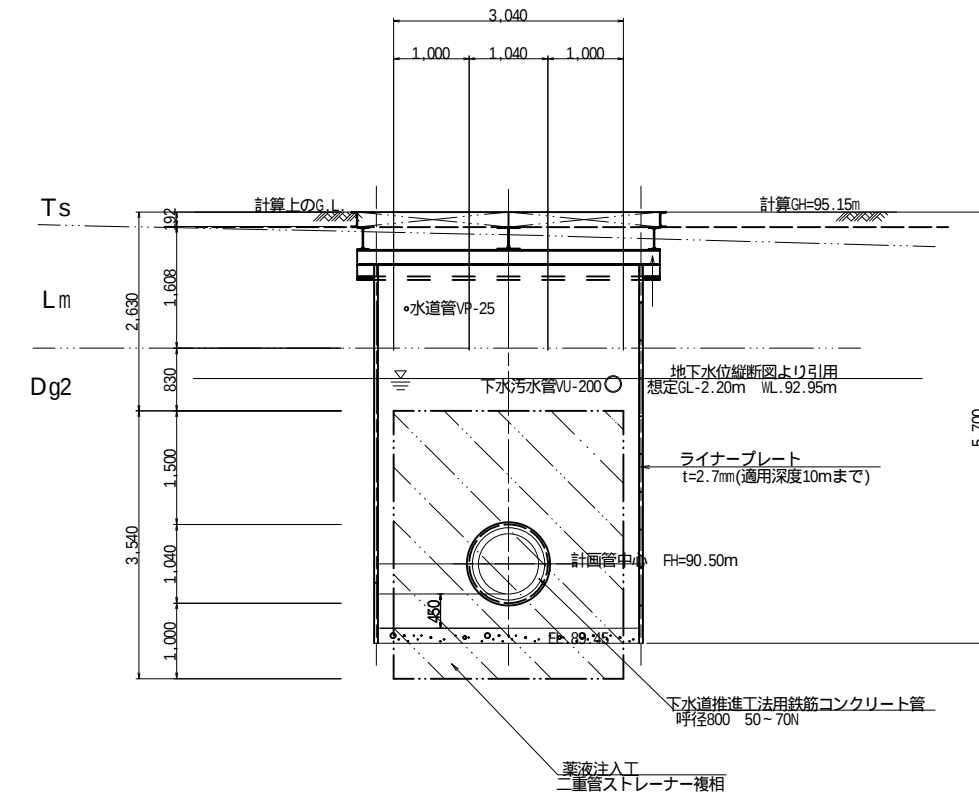
A - A断面図

S=1:50



B - B 断面図

S=1:50



地 層 区 分								
地質時代	地層区分	記号	主 要 土 質	層 厚	N値分布 (平均値)			
新 生 代 ・ 第 四 紀	現世	表土層	TS (表土 (粘性土))	0.40~1.20	-			
	更新世	関東ローム層	LR	ローム	0.80~2.35	4~8 (5.3)		
		洪積層	第1砂礫層	Dg1	砂礫	4.20	16~50以上 (40.6)	
		第2砂礫層	Dg2	粘土混じり砂礫	2.60*~ 2.70*	35~50以上 (47.3)		

【備考】*印は調査最終深度までの確認層厚を示す。
N値は50を上限とする。

注意事項

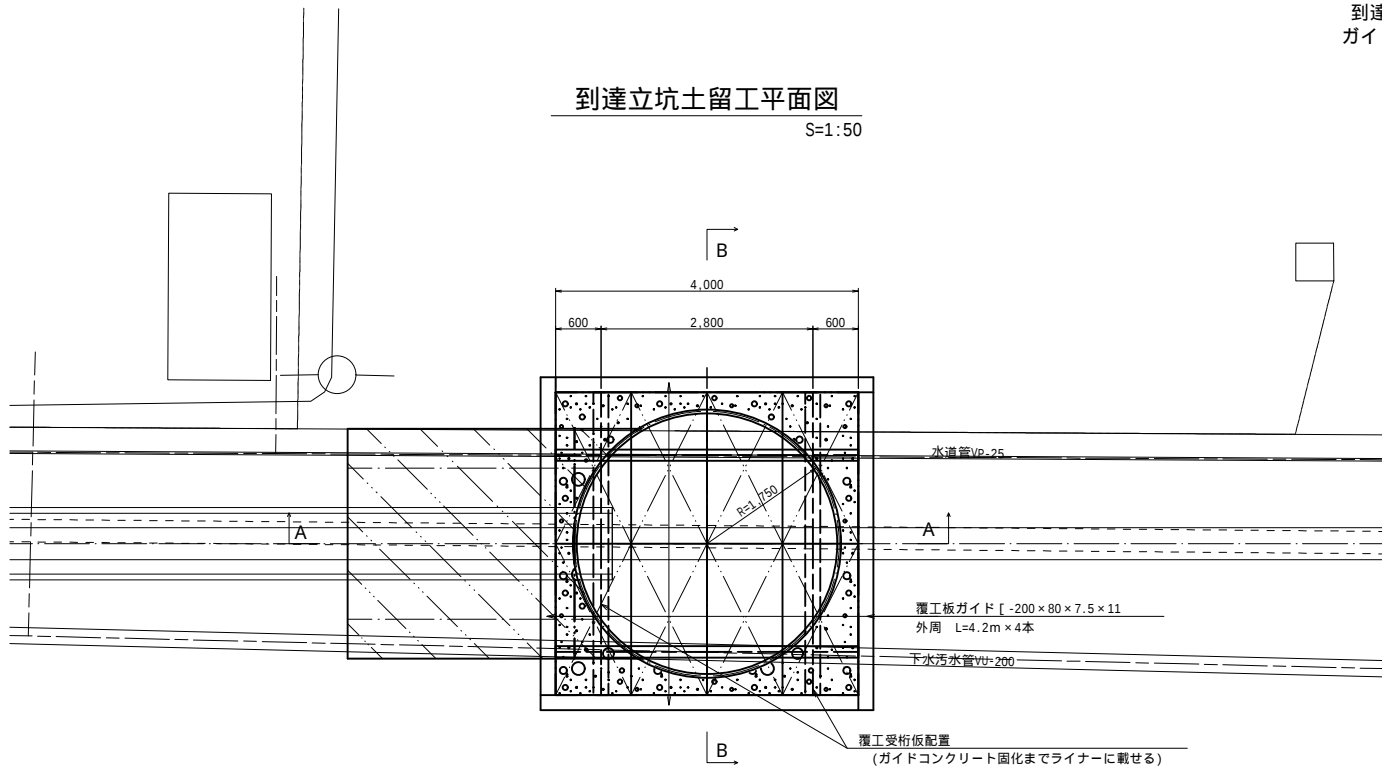
1. 地質線は、全線縦断面図記載の地層線を引用
2. 地下水位は、Dg2層内で縦断面図記載の水位線を引用
3. 立坑掘削前に、監督職員と地質調査（ボーリング）の追加の有無を確認すること
4. 水道管・下水道管及びマンホールの現位置を確認し削孔配置を調整すること
5. 既設地下埋設構造物を含んだ範囲の改良のため、注入圧力を大きくしないこと

工 事 名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路整備工事		
図 面 名	到達立坑構造図(3/5)		
作成年月日			
縮 尺	S=1:50	図面番号	7-3/5
会 社 名			
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所		

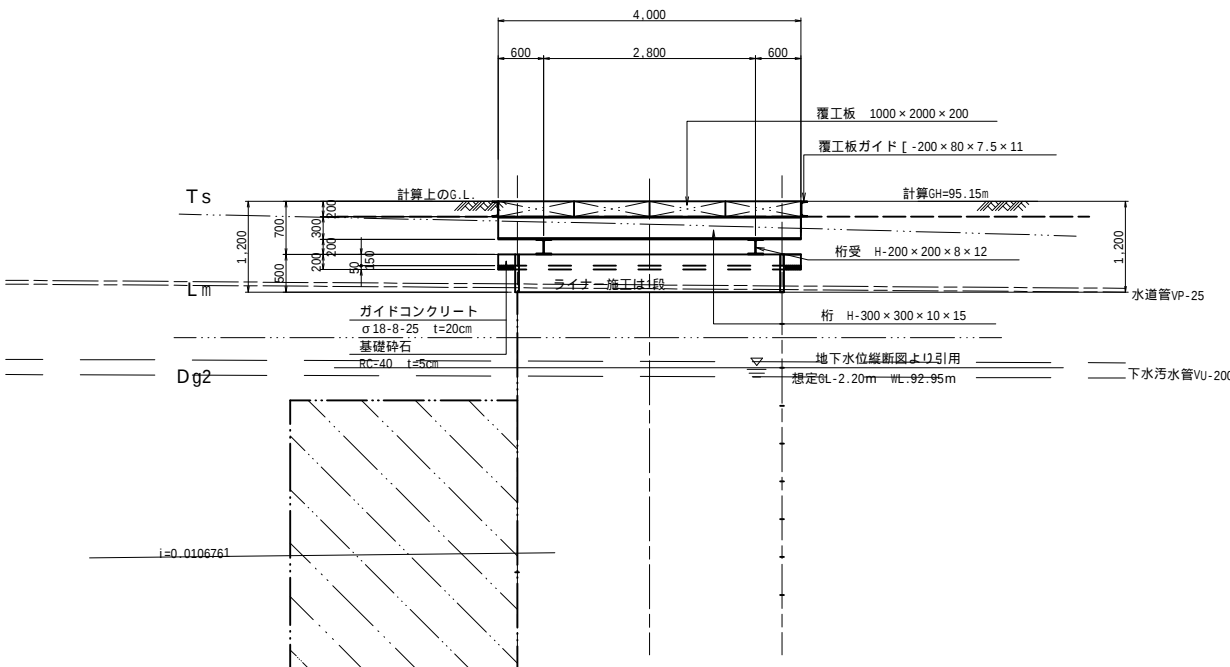
到達立坑構造図(4/5)

到達立坑施工中の通行保障
到達立坑築造時の夜間開放
ガイドコンクリート固化まで

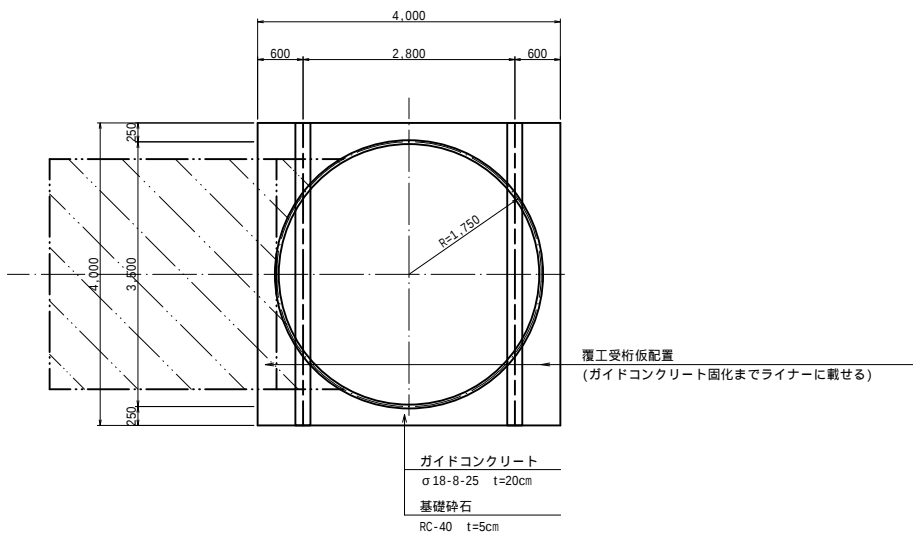
到達立坑土留工平面図
S=1:50



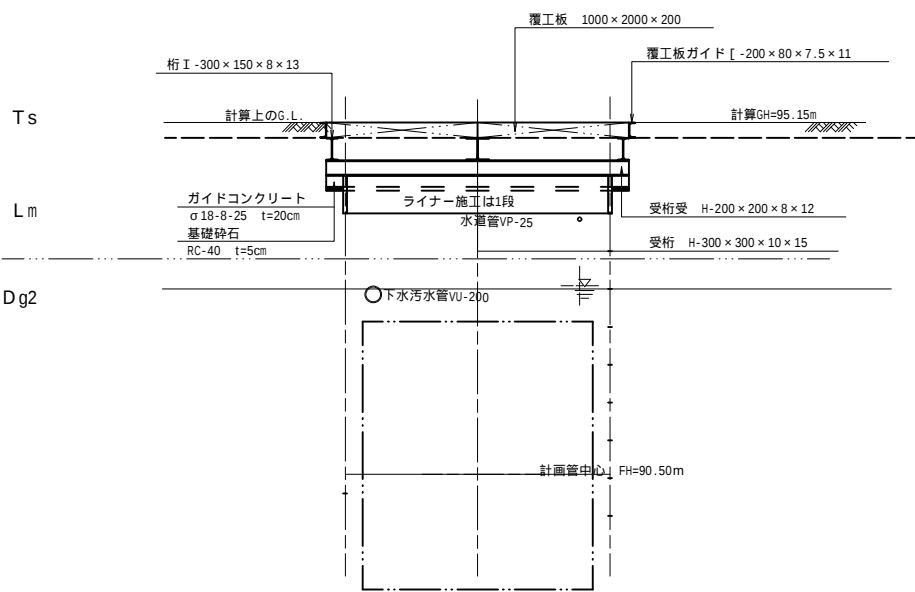
A - A 断面図
S=1:50



路面覆工桁受け板配置
S=1:50



B - B 断面図
S=1:50



- 到達立坑の通行確保
到達立坑の施工中の通行の確保のため、覆工板を併用する。
1. ガイドコンクリート固化までライナー上に桁受けを載せる
 2. ライナー施工は1段でガイドコンクリートも施工する。
 3. ライナーの内部掘削は1段施工の範囲までで止める。
 4. ガイドコンクリート固化後所定の位置に桁受けを設置する。
 5. 昼間のライナー施工後、覆工板を設置し夜間開放する。

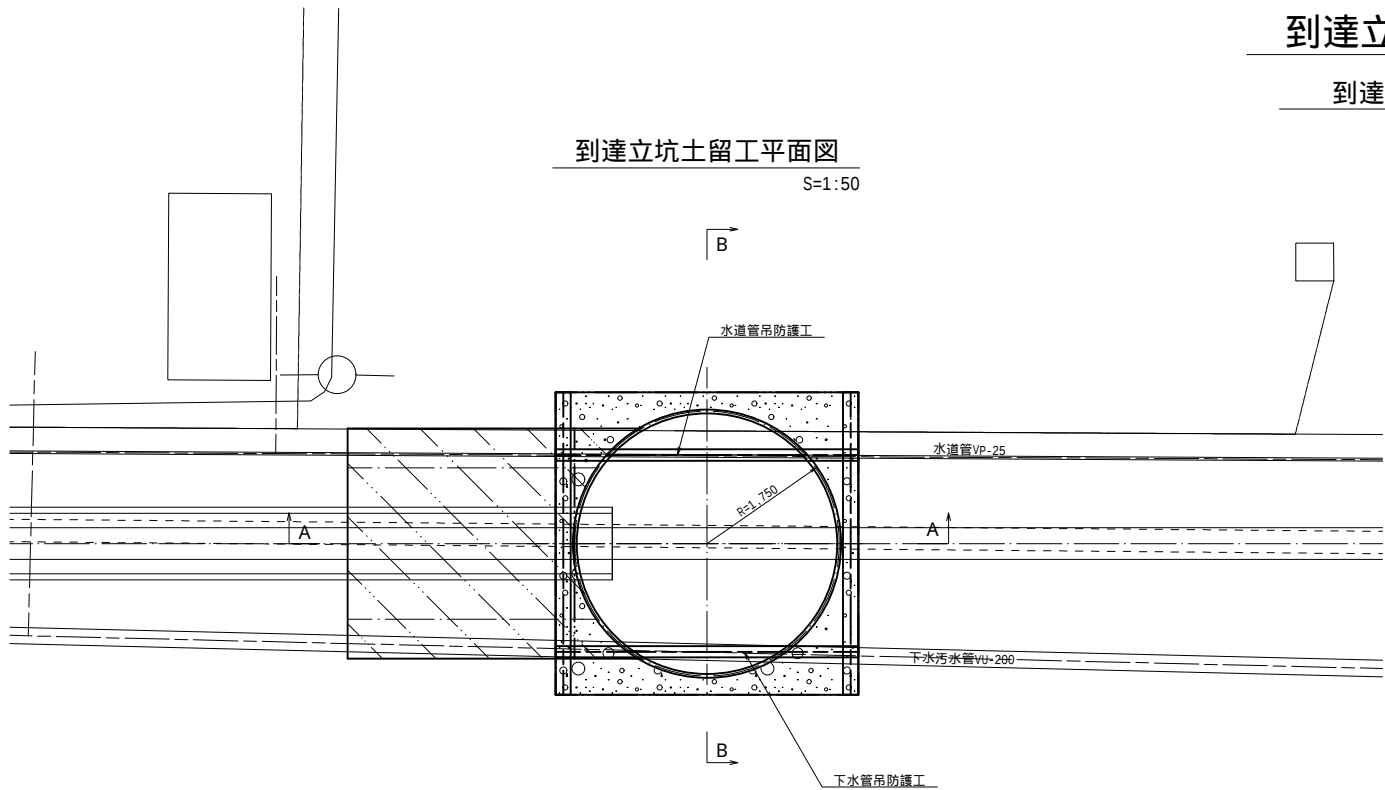
工 事 名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路整備工事		
図 面 名	到達立坑構造図(4/5)		
作成年月日			
縮 尺	図 示	図面番号	7-4/5
会 社 名			
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所		

到達立坑構造図(5/5)

到達立坑既設管防護工

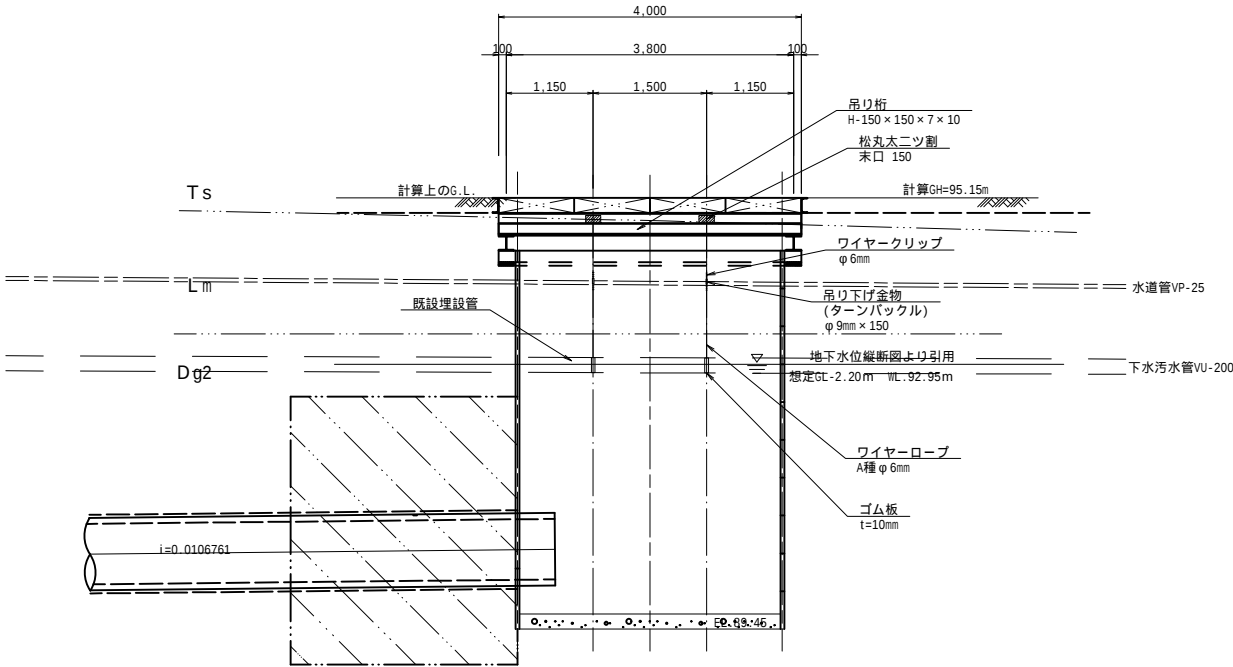
到達立坑土留工平面図

S=1:50



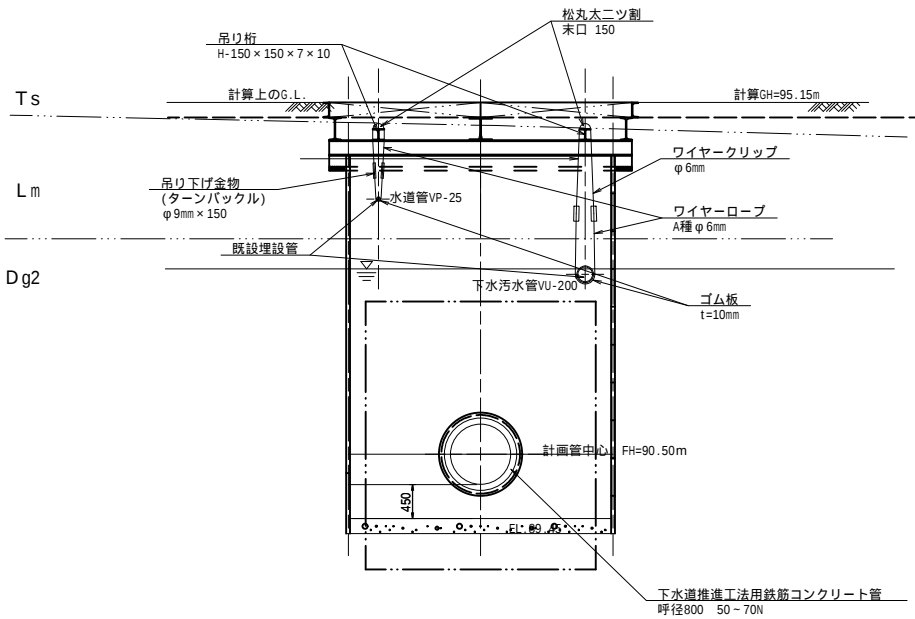
A - A 断面図

S=1:50



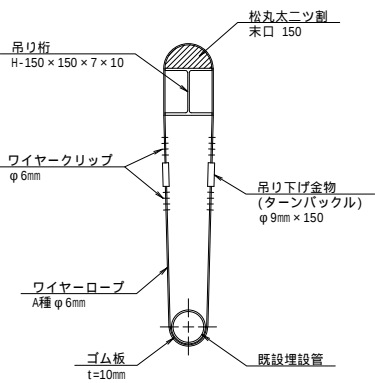
B - B 断面図

S=1:50



吊り金具詳細図

NONSCALE

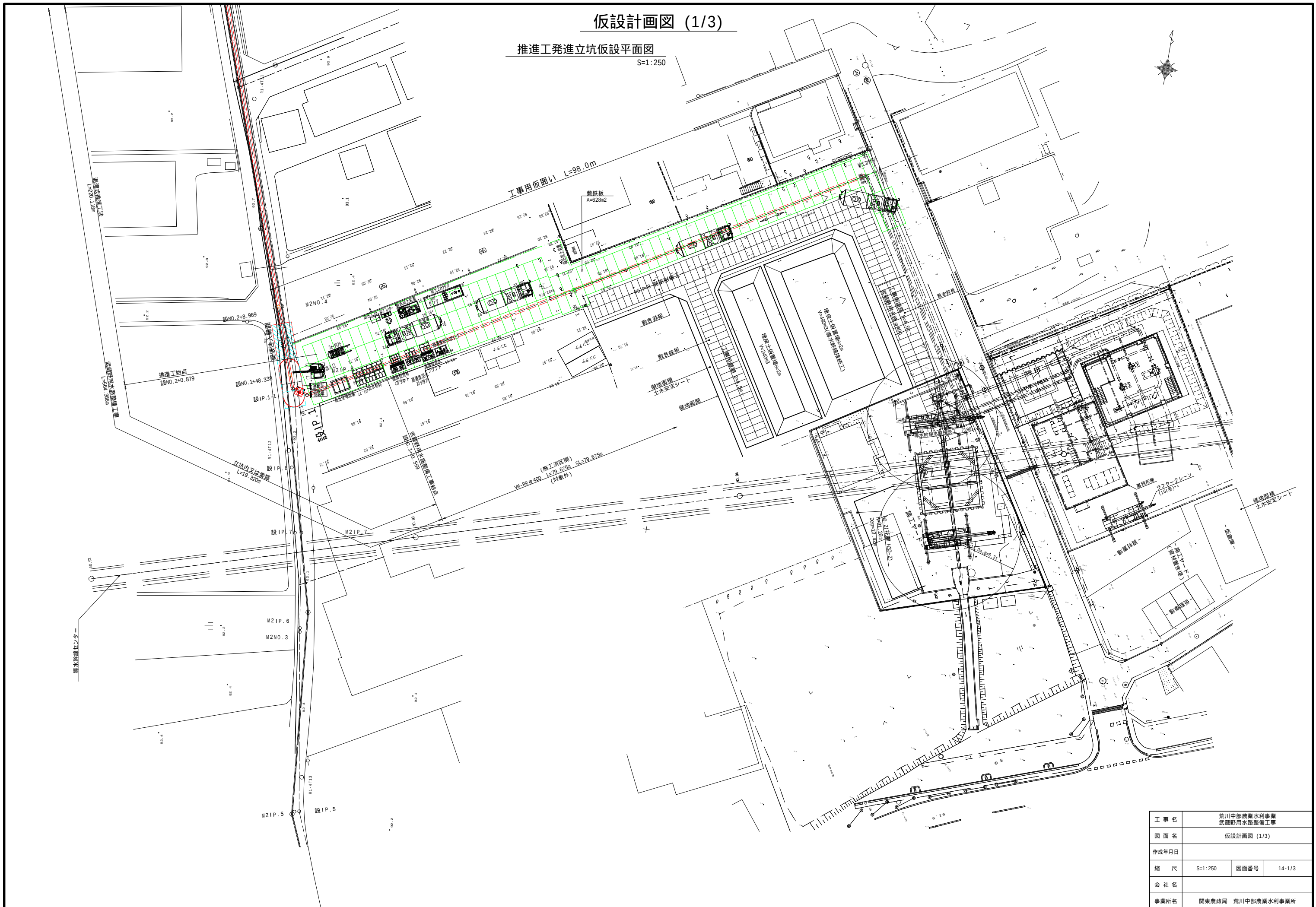


内 訳 表														
番 号	既設埋設管	土被り (m)	鋼 材					ワイヤーロープ A種 φ 6mm (m)	ターンバックル (本)	ゴム板 t=10mm、B=10cm (m)	ワイヤークリップ φ 6mm (個)	松丸太ニツ割 末口 L(mm) (個)	備考	
			位置	規格	延長 (m)	単位重量 (kg/m)	重量 (kg)							
到達吊防護工1	下水：VUφ200	2.15	吊り桁	H-150×150×7×10	4.00	31.10	124.4	8.00	φ 9mm × 150 - 4	2.71	8	150	2	到達立坑
到達吊防護工2	上水：VPφ25	1.25	吊り桁	H-150×150×7×10	4.00	31.10	124.4	6.00	φ 9mm × 150 - 4	0.33	8	150	2	到達立坑

工 事 名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路整備工事		
図 面 名	到達立坑構造図(5/5)		
作成年月日			
縮 尺	図 示	図面番号	7-5/5
会 社 名			
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所		

仮設計画図 (1/3)

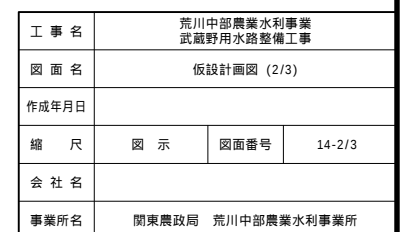
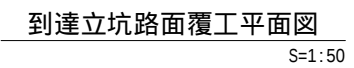
推進工発進立坑仮設平面図
S=1:250



工 事 名	荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路整備工事		
図 面 名	仮設計画図 (1/3)		
作成年月日			
縮 尺	S=1:250	図面番号	14-1/3
会 社 名			
事業所名	関東農政局 荒川中部農業水利事業所		

推進工到達立坑仮設平面図

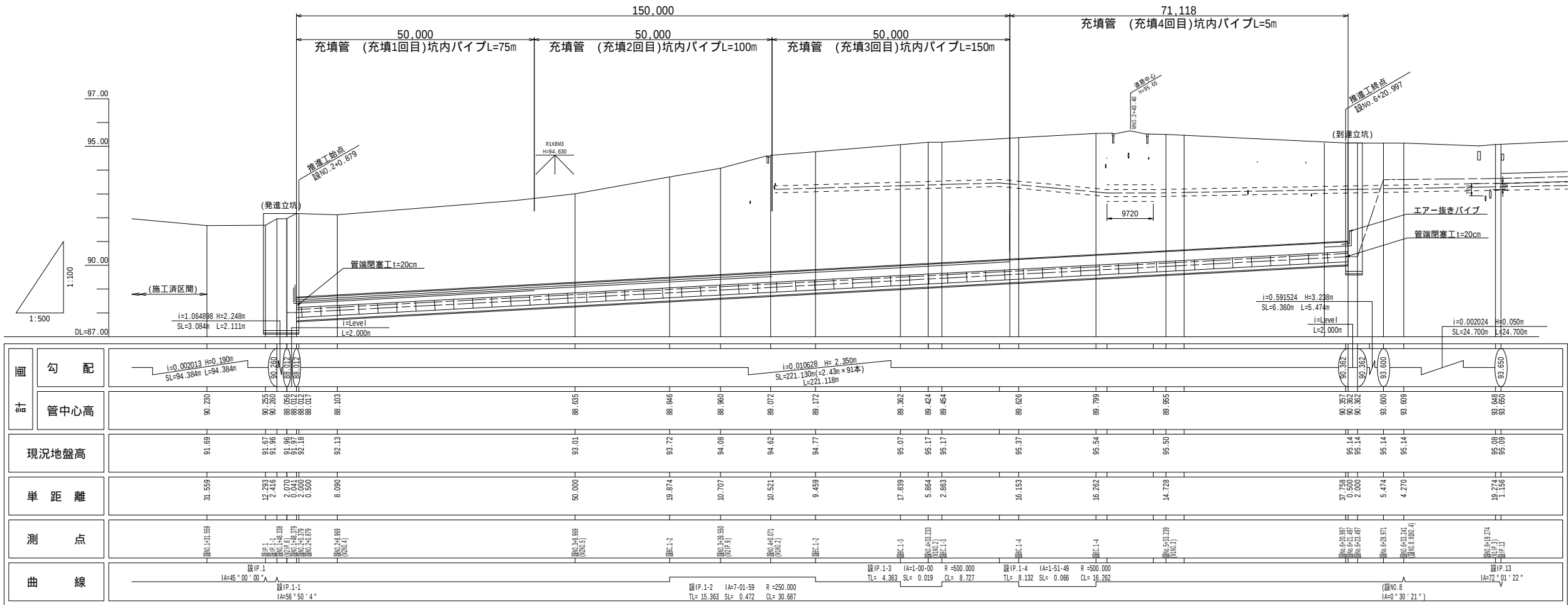
S=1:250



仮設計画図 (3/3)

充填工縦断面

H=1:500
V=1:100



3.地質概要

1 . 調査概要

- ・推進工発進立坑付近でボーリング R4-1 孔を実施した。
- ・ボーリング深度は、立坑深さ 5.2m + 基礎確認深度 5.0m = 10.2m を満たす 11m とした。
- ・ボーリングは礫の種類(硬さ)を判別するため、オールコアで実施した。
- ・標準貫入試験を GL-1m より 1m 毎に実施した。
- ・現場透水試験は、推進工法の方式選定に利用するため砂礫層(Dg2)で 1 回実施した。
- ・室内土質試験は、標準貫入試験試料を用いて土粒子の密度試験及び粒度試験を行った。
- ・砂礫層中の礫の大きさや硬さ、種類を把握するため試掘調査を行い、その時に採取した礫で、推進工法の選定に必要となる圧縮強度試験(3 試料)を行った。
- ・またピットの選定や摩耗の基礎資料とするため、石英含有率を把握するための X 線回析試験を試掘時の礫 2 試料とボーリングの標準貫入試験試料 3 試料の計 5 試料で行った。

地質調査数量表

項目		孔番	単位	計画	実施		備考
				R4-1	R4-1	計	
1	調査 ボーリング φ 66mm オールコア	粘性土・シルト	m	3.0	2.55	2.6	礫の種類判別
		礫混じり土砂	m	8.0	1.00	1.0	
		玉石混じり砂礫	m		7.45	7.4	
		計	m	11.0	11.00	11.0	
2	標準貫入試験	粘性土・シルト	回	3	2	2	GL-1mより 1m毎に実施
		礫混じり土砂	回	8	1	1	
		玉石混じり砂礫	回		8	8	
		計	回	11	11	11	
3	現場透水試験(ケーシング法)		回	1	1	1	GL-10m以内
4	土質試験	土粒子の密度試験	試料	1	1	1	標準貫入試験 試料を使用
5		土の粒度試験(沈降分析)	試料	1	1	1	
6	岩石試験	圧縮強度試験	試料	0	3	3	試掘時の玉石 試料を使用
7		試料作製費(ブロックサンプル)	試料	0	3	3	
8	X線回析試験(非定方位法)		試料	0	5	5	石英含有率
9	解析等調査		式	1	1	1	
10	足場仮設	平坦地・嵩上げ足場	箇所	1	1	1	0.3m超
11	準備及び跡片付け		式	1	1	1	
12	調査孔閉塞		箇所	1	1	1	
13	地盤情報検定(A検定)		本	1	1	1	

・ X 線回析は標準貫入試験試料(3試料)及び試掘時の礫(2試料)の計5試料

2 . 地形地質概要

2.1 地形概要

武蔵野用水路推進工対象地は、広義には荒川扇状地の左岸側に位置する。荒川は寄居町付近で関東山地を離れて関東平野に流れ出し、左岸側に櫛挽台地、右岸側に江南台地と呼ばれる扇状地起源の台地が発達する。

荒川左岸側(北側)の櫛挽台地は、高位の櫛挽面と中位の御稜威ヶ原面、低位の寄居面に分かれる。対象地は高位の櫛挽面上に位置する。櫛挽面の標高は 50～100m 程度であり、台地上は平坦で大地を刻む谷の発達が悪い。東京地域の武蔵野面に相当し、台地上は厚さ数 m のローム層で覆われている。なお、中位の御稜威ヶ原面及び低位の寄居面は東京地域の立川面に相当する。(寄居面は図 1 では沖積段丘面に区分されているが、現在は立川面の後期とされている)

対象地は櫛挽面の南端の扇状地頂部付近に位置し、南東側は御稜威ヶ原面及びの寄居面に接する。周辺は平坦な地形が広がり、標高は 90～100m 程度で、地形傾斜は緩くほぼ平坦地に近い。

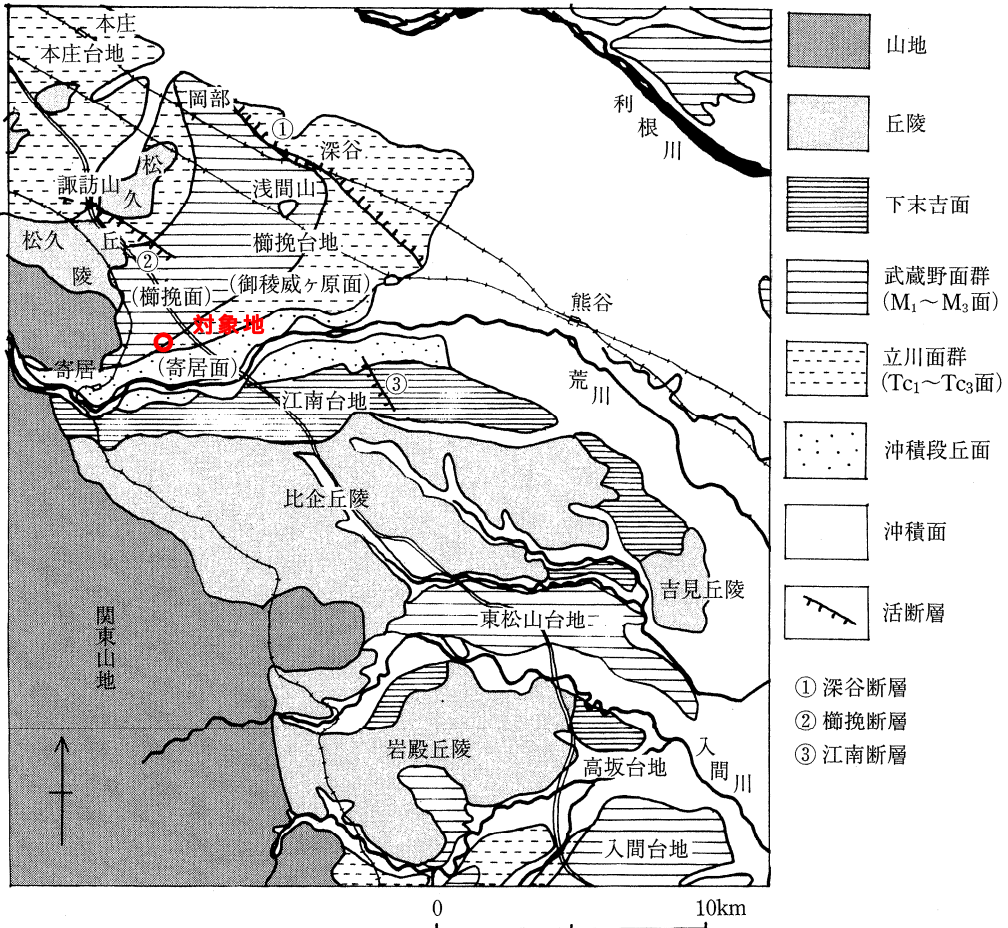


図 2.1 荒川扇状地付近の丘陵・台地・低地(東京大学出版会:日本の地形 4 関東・伊豆小笠原より)

2.2 地質概要

図 2.2 及び図 2.33 に調査地付近の地質図を示した。図 2.2 は 1992 年発行の地質調査総合センターの 5 万分の 1 地質図幅「寄居」、図 2.3 は 1999 年発行の埼玉県地質図編纂委員会(埼玉県農林部林務課)の埼玉県地質図(山地・丘陵地：1/5 万)である。

調査地である櫛挽台地の櫛挽面の表層部には、第四紀更新世後期のローム層が層厚 1～3m で分布している。東京地方の武蔵野ローム層及び立川ローム層に相当するローム層(関東ローム層)である。これらローム層は、箱根火山や古富士火山等の西方の火山噴火により供給された火山灰が堆積風化した、主にシルト～粘土粒子を主体とする黄褐色の風化細粒火山灰である。立川ローム層上部相当層は大里ローム層とよばれ、主に浅間火山起源とされている。

ローム層の下位には、荒川扇状地を構成する第四紀更新世後期の段丘堆積物(主に砂礫層)が分布している。図 2 では中位 段丘堆積物(記号 t_{m2})、図 3 では武蔵野段丘堆積物とされている。段丘堆積物(主に砂礫層)は、荒川の流路である関東山地を後背地とする、チャート、頁岩、砂岩、結晶片岩等の様々な岩種の礫を含む、最大礫径 10cm 程度の砂礫層である。層厚は、周辺の公開されたボーリングデータによると 3～15m 程度で、近隣でも層厚に大きな差異がある。荒川扇状地堆積物の砂礫層の下位には、南西方の山地や丘陵地を構成する、主に堆積岩からなる中古生層や新第三紀層が分布する。

2.3 対象地の地形及び地質

図 4 に令和元年度業務作成の地質断面図を示した。このとき実施したボーリング位置及び花園揚水機場の位置を図 2 及び図 3 に示した。

図 4 にある地質区分では、推進工対象地(R4-1 地点)には上位にローム層が層厚 2m 程度で分布し、その下位には洪積第 2 砂礫層(Dg2)が分布している。既存 R1B-2 孔及び R1B-3 孔地点は R1B-1 地点より 1 段高い面(標高で 3～5m)面に位置する。この Dg2 層がつくる高い面が櫛挽面(武蔵野面)に相当し、Dg1 層がつくる低い面が寄居面(立川面)に相当する。地質時代的には Dg2(5～6 万年前)の方が Dg1(2～3 万年前)よりやや古い、同じ荒川扇状地を構成する砂礫層であり、これまでの調査結果にもあるように Dg2 と Dg1 には層相や N 値に大きな違いはない。

対象地(R4-1 地点)は、櫛引面の南端部付近に位置し、既存地質断面図にもあるように地形的には寄居面に至る緩やかな斜面上に位置している。

なお Dg2 の層厚は 3～15m 程度と想定され、今回の予定深度(11m)では下位の基盤岩に達する可能性もある。この場合、図 2 の荒川河床部に分布している、中生代白亜紀末の寄居層(礫岩・砂岩)や新第三紀中新世の小間層(砂岩・礫岩等)・荒川層(泥岩砂岩互層)が分布していると想定される。

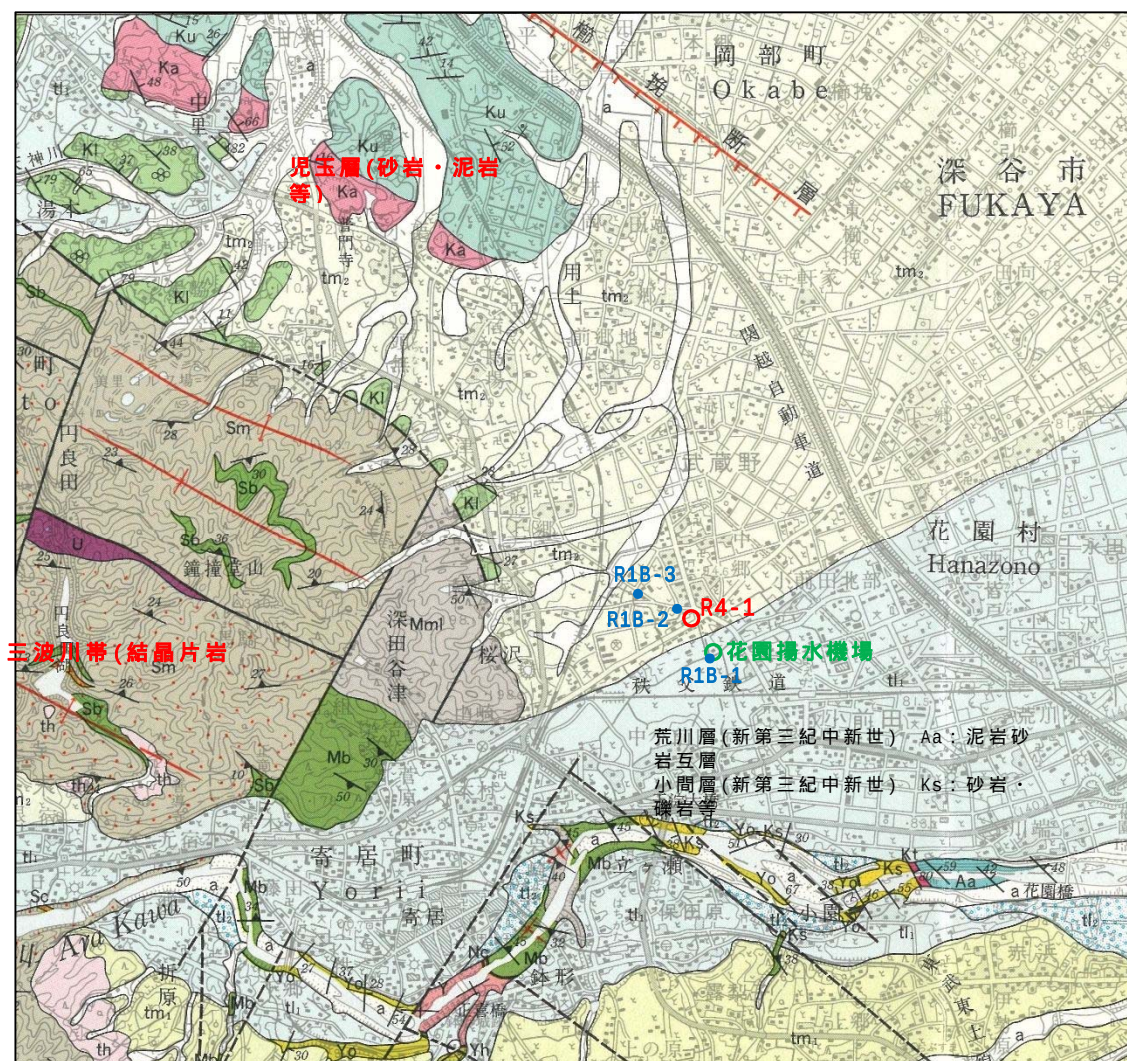
以下に斜面状況の写真を示す。



花園揚水機場(左側の青い門)から北北西側方向。写真上部の道路が緩い上り坂(比高 2～3m)になり、この付近が櫛挽面と寄居面(手前側)の境界。



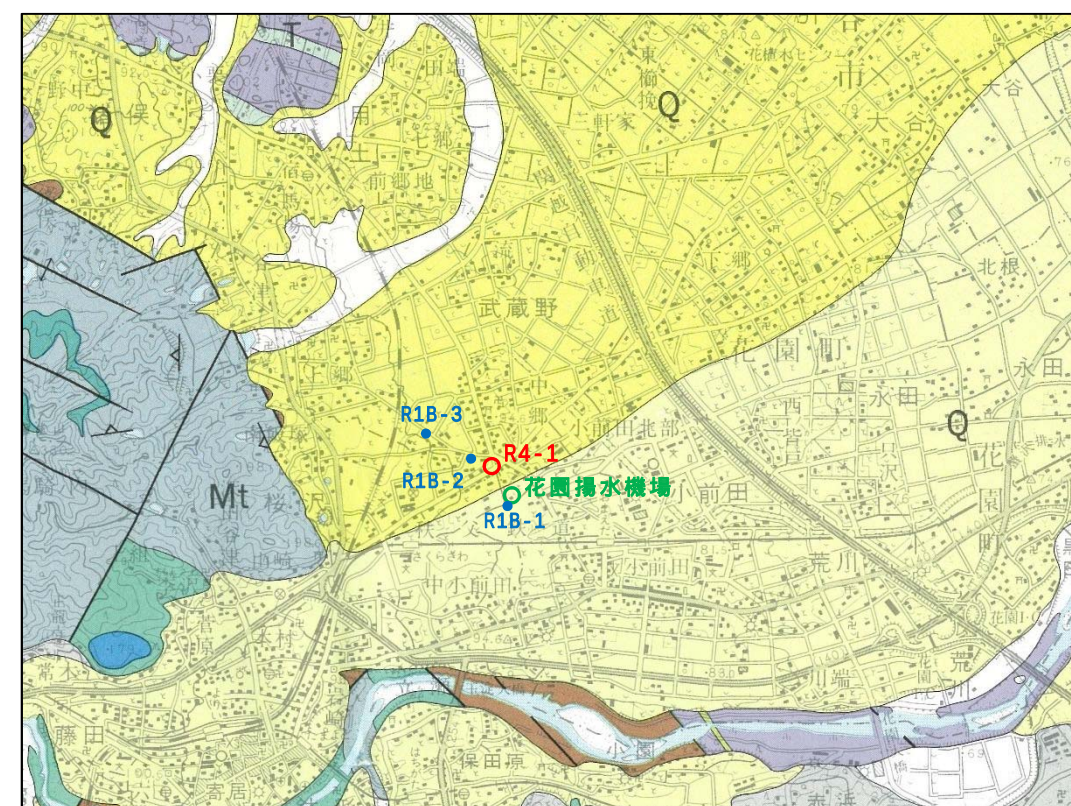
上部写真の櫛挽面側から道路反対側の南南西方向。緩やかな斜面で、図 2 や図 3 では写真右側の T 字路付近の手前(写真下)側を櫛挽面(手前側)と寄居面(写真奥)の境界としている。



(S=1 : 50,000)

第四紀 Quaternary	更新世 Holocene	谷底低地及び河床堆積物 Valley bottom plain and river bed deposits	a	礫・砂及び泥 Gravel, sand and mud
		低位II段丘堆積物 Lower II terrace deposits	tl ₂	礫・砂及び泥 Gravel, sand and mud
	更新世後期 Late Pleistocene	大里ローム層 Osato Loam	*	火山灰 Volcanic ash
		低位I段丘堆積物 Lower I terrace deposits	tl ₁	礫・砂及び泥 Gravel, sand and mud
		新期ローム層 Younger Loam	*	火山灰 Volcanic ash
		中位II段丘堆積物 Middle II terrace deposits	tm ₂	礫・砂及び泥 Gravel, sand and mud
		下末吉ローム層 Shimosueyoshi Loam	*	火山灰 Volcanic ash
		中位I段丘堆積物 Middle I terrace deposits	tm ₁	礫・砂及び泥 Gravel, sand and mud

図 2.2 対象地付近の地質図 1(地質調査総合センター1992・5万分の1地質図幅「寄居」より)



(S=1 : 50,000)

第四紀 Quaternary	沖積層
	低位段丘(山地部)堆積物
	立川段丘(平野部)堆積物
	武蔵野段丘(平野部)堆積物
	中位段丘堆積物
	高位段丘堆積物
第三紀 Tertiary	仏子層
	飯能礫層

図 2.3 対象地付近の地質図 2(埼玉県農林部林務課 1999・埼玉県地質図(山地・丘陵地)解説書より)

3.2 標準貫入試験結果

本調査の R4-1 孔、推進工区間にある既存の 2 孔(R1B-1・R1B-2)の計 3 孔の標準貫入試験より得られた *N* 値を孔別・地層別 *N* 値一覧表にまとめた。

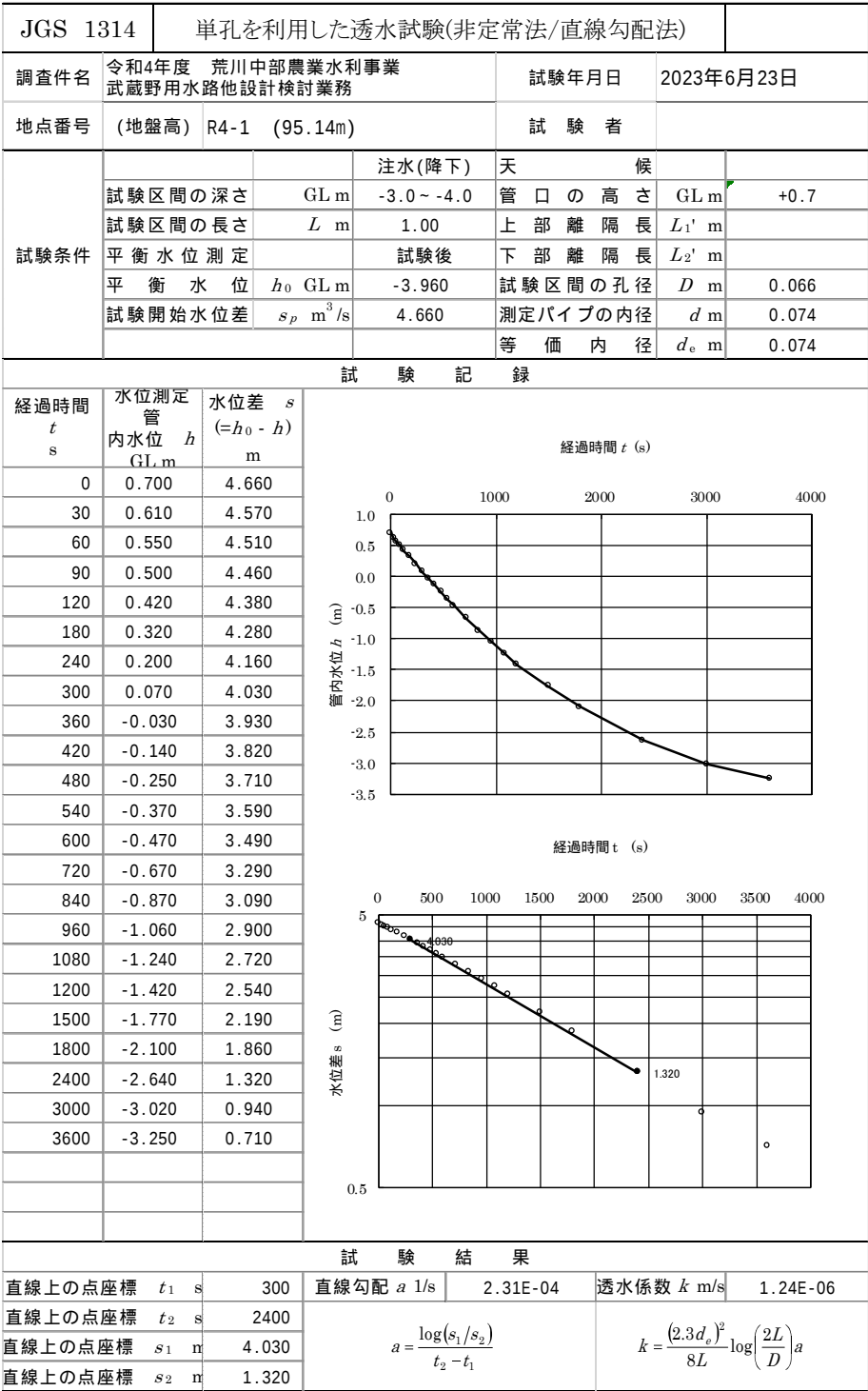
推進工区間 孔別・地層別 <i>N</i> 値一覧表									
地層名	記号	R1B-1	R4-1	R1B-2	個数	最小値 最大値	総和	平均値	標準 偏差
表土	Ts				0				
ローム	Lm	—	9 11	4 4	4	4 11	28	7.0	3.082
洪積礫質土層1	Dg1	37 50/24(63) 50/26(58) 50/25(60)	—	—	4	37 63 (60)	215	53.8	9.705
洪積礫質土層2	Dg2	—	50/15(100) 33 50/25(75) 50/12(125) 50/10(150) 50/13(115) 50/12(125) 50/15(100) 50/5(300)	35 50/22(68) 48	12	33 300 (60)	656	54.7	9.82
計		4	11	5	20				

- ・*N* 値 50 以上の () 内の値は換算値
- ・Dg1・Dg2 の換算 *N* 値 60 以上は、礫打ちの影響を考慮して *N* = 60 として計算した

3.3 現場透水試験結果

現場透水試験結果一覧

孔番	測定深度 (GL-m)	区間長 (m)	地質	地質 記号	透水係数 (cm/s)	試験方法
R4-1	3.0~4.0	1.0	玉石混じり砂礫 (洪積礫質土層)	Dg	1.24E-04	非定常法 (注水降下)



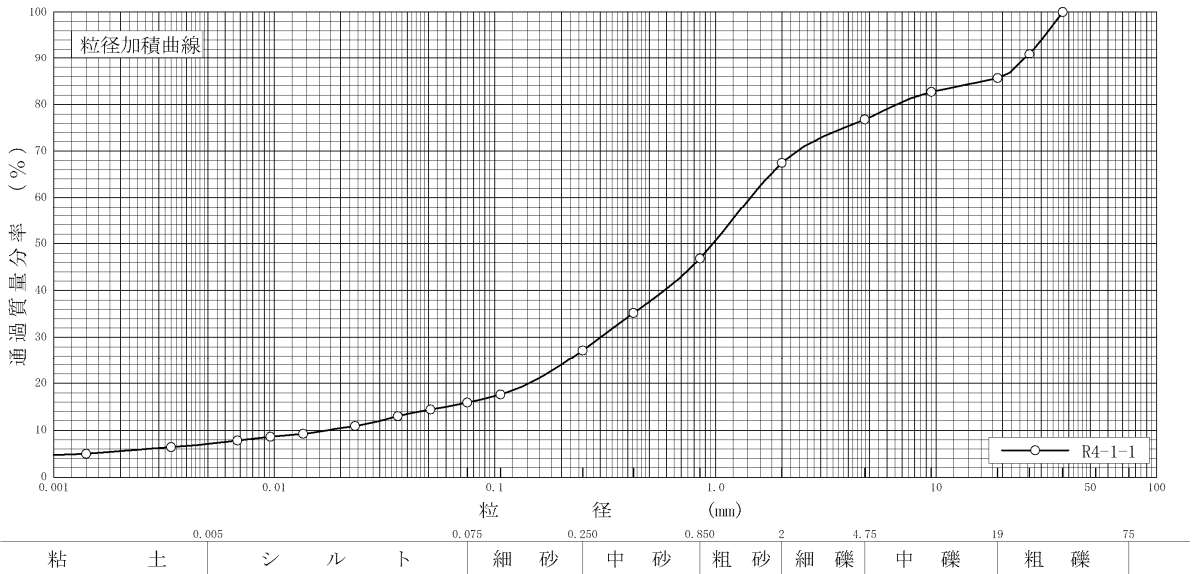
3.4 室内土質試験結果

			土 質 試 験 結 果 一 覧 表（基礎地盤）					
調査件名 令和4年度 荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路他設計検討業務			整理年月日		2023年 7月 10日			
洪積礫質土層 2(Dg2)：N値=50/20			整理担当者		倉持 淳			
試 料 番 号 (深 さ)		R4-1-1 (5.00～5.35m)						
一 般	湿 潤 密 度 ρ_s Mg/m ³							
	乾 燥 密 度 ρ_d Mg/m ³							
	土粒子の密度 ρ_s Mg/m ³	2.702						
	自然含水比 w_n %							
	間 隙 比 e							
	飽 和 度 S_r %							
粒 度	石 分 (75mm以上) %							
	礫 分 ¹⁾ (2～75mm) %	32.5						
	砂 分 ¹⁾ (0.075～2mm) %	51.6						
	シルト分 ¹⁾ (0.005～0.075mm) %	8.8						
	粘土分 ¹⁾ (0.005mm未満) %	7.1						
	最大粒径 mm	37.5						
	均等係数 U_c	82.9						
コン シ ス テ ン シー 特 性	液 性 限 界 w_L %							
	塑 性 限 界 w_p %							
	塑 性 指 数 I_p							
分 類	地盤材料の 分 類 名	細粒分質 礫質砂						
	分 類 記 号	(SFG)						
圧 密	試 験 方 法							
	圧 縮 指 数 C_c							
	圧密降伏応力 p_o kN/m ²							
一 軸 圧 縮	一軸圧縮強さ (平均値) q_u kN/m ²							
	一軸圧縮強さ (平均値) q_u kN/m ²							
	一軸圧縮強さ (平均値) q_u kN/m ²							
せ ん 断	試 験 条 件							
	全 応 力	c kN/m ²						
		ϕ °						
	有 効 応 力	c' kN/m ²						
ϕ' °								
特記事項								
1) 石分を除いた75mm未満の土質材料 に対する百分率で表す。								
[1kN/m ² ≒0.0102kgf/cm ²]								

JIS A 1204 JGS 0131	土 の 粒 度 試 験（粒径加積曲線）
------------------------	---------------------

調査件名 令和4年度 荒川中部農業水利事業 武蔵野用水路他設計検討業務 試験年月日 2023年 7月 6日

試 験 者 倉持 淳								
試料番号 (深 さ)	R4-1-1 (5.00～5.35m)				試 料 番 号 (深 さ)	R4-1-1 (5.00～5.35m)		
ふ い 分 析	粒 径 mm	通過質量分率%	粒 径 mm	通過質量分率%	粗 礫 分 %	14.3		
	75		75		中 礫 分 %	8.9		
	53		53		細 礫 分 %	9.3		
	37.5	100.0	37.5		粗 砂 分 %	20.7		
	26.5	91.0	26.5		中 砂 分 %	19.6		
	19	85.7	19		細 砂 分 %	11.3		
	9.5	82.7	9.5		シ ル ト 分 %	8.8		
	4.75	76.8	4.75		粘 土 分 %	7.1		
	2	67.5	2		2mmふるい通過質量分率 %	67.5		
	0.850	46.8	0.850		425μmふるい通過質量分率 %	35.2		
	0.425	35.2	0.425		75μmふるい通過質量分率 %	15.9		
	0.250	27.2	0.250		最 大 粒 径 mm	37.5		
	0.106	17.6	0.106		60 % 粒 径 D_{60} mm	1.45		
	0.075	15.9	0.075		50 % 粒 径 D_{50} mm	0.977		
沈 降 分 析	0.0510	14.4			30 % 粒 径 D_{30} mm	0.303		
	0.0363	13.0			10 % 粒 径 D_{10} mm	0.0175		
	0.0232	10.9			均 等 係 数 U_c	82.9		
	0.0135	9.2			曲 率 係 数 U'_c	3.62		
	0.0096	8.6			土 粒 子 の 密 度 ρ_s Mg/m ³	2.702		
	0.0068	7.8			使用した分散剤	ヘキサメタリン酸ナトリウム		
	0.0034	6.4			溶液濃度，溶液添加量	10ml		
	0.0014	5.0			20 % 粒 径 D_{20} mm	0.143		



粘 土	シ ル ト	細 砂	中 砂	粗 砂	細 礫	中 礫	粗 礫
特記事項							

3.5 試掘調査結果

ボーリング R4-1 地点で重機による試掘調査を行った。深度は 4.0m である。



試掘孔全景
北東側より



試掘孔全景
南東側より
ローム層の深度は GL-2.55m まで。以深、砂礫層 (Dg2) を 4.0m まで掘削した。



長さ 4.0m、幅 2.0m、深度 4.0m



試掘により掘り出された大きな礫
径 7 ~ 20cm
計 112 個の礫種を判定



岩石 一軸圧縮試験用の
試料(玉石)の試料名

- ①礫岩：試料名 TP-1
- ②チャート：試料名 TP-2
- ③閃緑岩：試料名 TP-3

径 15cm 以上で硬質な礫を
選定

試掘により掘り出された大きな礫の岩種別比率(112 個の礫)

- ・砂岩：31%
- ・チャート：20%
- ・頁岩：19%
- ・珪質頁岩：12%
- ・玄武岩：7%
- ・結晶片岩：4%
- ・閃緑岩：3%
- ・礫岩：2%
- ・凝灰岩：2%

3.6 室内岩石試験結果

試験調査で採取した礫にて、岩石の圧縮強度試験を3試料で行った。
玉石を径5cm円柱状の供試体に整形したのち実施した。

圧縮強度試験結果

試料番号	岩石名	記事	圧縮強度 (kN/cm ²)
TP-1	礫岩	クラックが多く割れやすい 供試体作成時に礫が割れる	0.33
TP-2	チャート	小さな潜在亀裂が多い	5.18
TP-3	閃緑岩	潜在亀裂なし	12.1

試料番号	TP-1			TP-2		
深さ (m)						
供試体No.	1	2	3	1	2	3
直径 D (mm)	50.0			50.0		
断面積 A (mm ²)	1963			1963		
長さ L (mm)	58.6			102.0		
体積 V (mm ³)	115060			200280		
質量 m (g)	277.79			529.94		
単位体積重量 ρ (Mg/m ³)	2.415			2.647		
破壊荷重 P _c (N)	6480			101700		
圧縮強度 q _u (MN/m ²)	3.30			51.81		

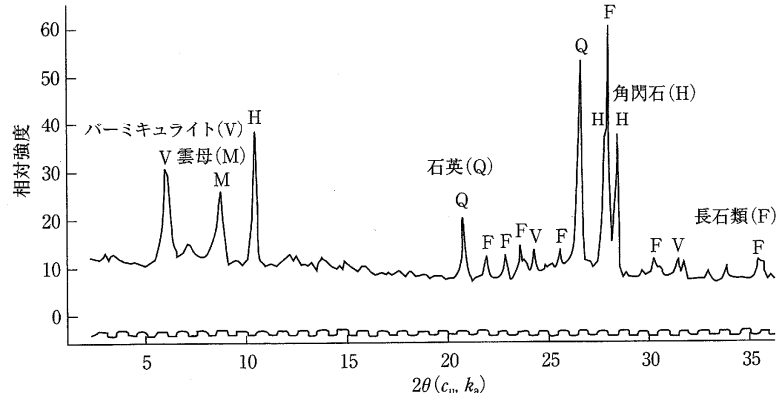
試料番号	TP-3					
深さ (m)						
供試体No.	1	2	3	1	2	3
直径 D (mm)	50.0					
断面積 A (mm ²)	1963					
長さ L (mm)	101.3					
体積 V (mm ³)	198900					
質量 m (g)	535.20					
単位体積重量 ρ (Mg/m ³)	2.691					
破壊荷重 P _c (N)	237400					
圧縮強度 q _u (MN/m ²)	120.94					

圧縮試験前と試験後の供試体写真



3.7 X線回析試験結果

推進工掘削時のビットの選定や摩耗の基礎資料とするため、硬い鉱物でビット摩耗大きな影響を与える石英の含有率を把握するため、X線回析試験を試掘時の礫2試料とボーリングの標準貫入試験試料3試料の計5試料で行った。以下、X線回析試験の試験方法を示す。

名 称	X線分析
概 要	(目 的) 細粒で未固結あるいは固結した泥質堆積物や変質した岩石中には粘土鉱物が含まれている。粘土鉱物を含む岩石は、含有する粘土鉱物の種類、含有量の違いによってその物理的性質を異にする。例えばモンモリロナイトや膨張性性質のある緑泥岩・パーミキュライトを含有する岩石は含水比の変化によって膨潤性を発揮し、岩石そのものの強度が低下するだけでなく、場合によっては細粒土に分解することもある。このような岩盤の性質は建設工学にとって不都合であり、X線分析によって事前に粘土鉱物の含有状況を把握しておくことが重要である。 (概 要) 分析は、粉碎など一定の処理をした岩石の試料にX線回折計を用いてX線を照射し、回折記録を作成するもので、標準鉱物の回折記録との比較検討した後に鉱物の同定、定量分析を行う。 (対 象 岩) 泥岩等粘土鉱物を多く含む岩石 (試験試料) 岩片試料
得られる値	粘土鉱物の同定とその含有量
試験結果の利 用	含水比によって変化する岩石は、岩石が膨張あるいは固結度が低下する現象を引き起こす要因になるだけでなく、岩石が含有する粘土鉱物の種類によっても同様の現象を引き起こす。このような岩盤上に建設される構造物は、岩盤の不等隆起を破壊したり、強い膨潤圧のためにトンネルの覆工や路盤が変形したり破壊に至るケースも少なくない。X線分析による粘土鉱物の含有量は、これら施工上の問題を事前に把握して、対策工検討の基礎資料として利用される。
試 験 の 留 意 点	岩石力学のための粘土鉱物の分析は、モンモリロナイトに代表されるような膨潤性粘土鉱物の存在を確認することにその主たる目的がある。しかし、力学試験とは異なり、X線分析の結果だけで施工上問題となる岩石の固結度の低下や膨潤性を論じることはなく、スレーキング試験や浸水崩壊度試験など、ほかの試験と併せて総合的に結果を判断する必要がある。
試験・測定装置モデル図	
 粉末X線回折記録の例¹⁾	
参 考 文 献	1) 土質工学会：岩の調査と試験, 1989

(地質調査要領 改訂3版 2015より)

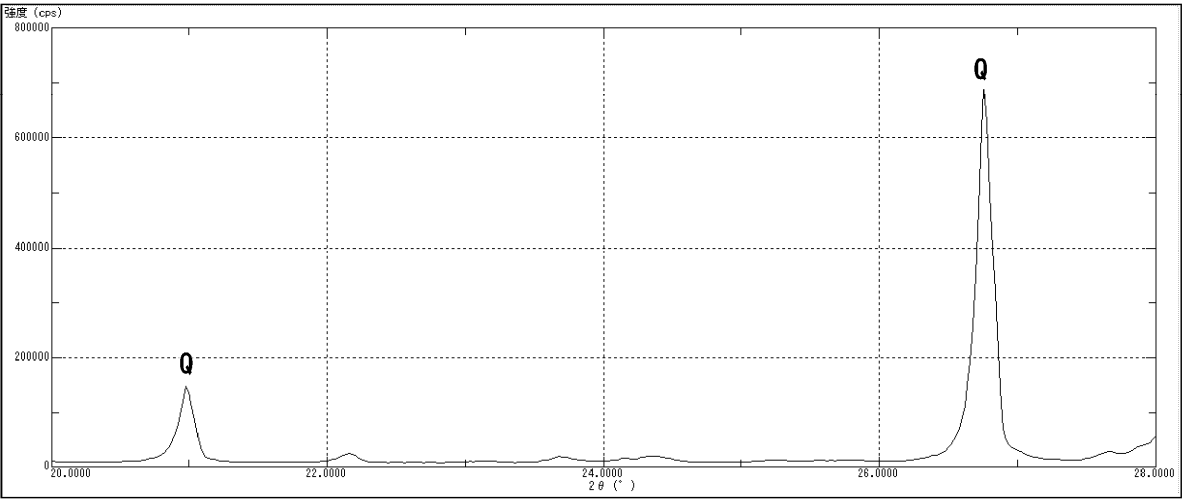
X線回析試験結果		
試料名	試料状態	石英含有量(w% t)
R4-1-4	R4-1 孔・GL-4m 標準貫入試験試料	42
R4-1-6	R4-1 孔・GL-6m 標準貫入試験試料	29
R4-1-8	R4-1 孔・GL-8m 標準貫入試験試料	41
TP-2	圧縮試験試料 TP-2・チャート	59
TP-3	圧縮試験試料 TP-3・閃緑岩	21

分析項目：X線回析による石英の定量分析。
試料粉碎：試験は粉末状にして測定するため、礫等は粉碎して試験試料とした。
試料調整：X線回析分析により確認された石英(Quarz：SiO₂)のピークについて、石英標準試料を用いた内部標準法にて定量分析を実施した。

石英含有率
礫のチャートが59%と最も多く、閃緑岩が21%と最も少ない。
礫や土砂の混合試料である標準貫入試験の3試料は29～42%の中間的な値であった。

以下分析した試料毎のX線回析チャートを示す。

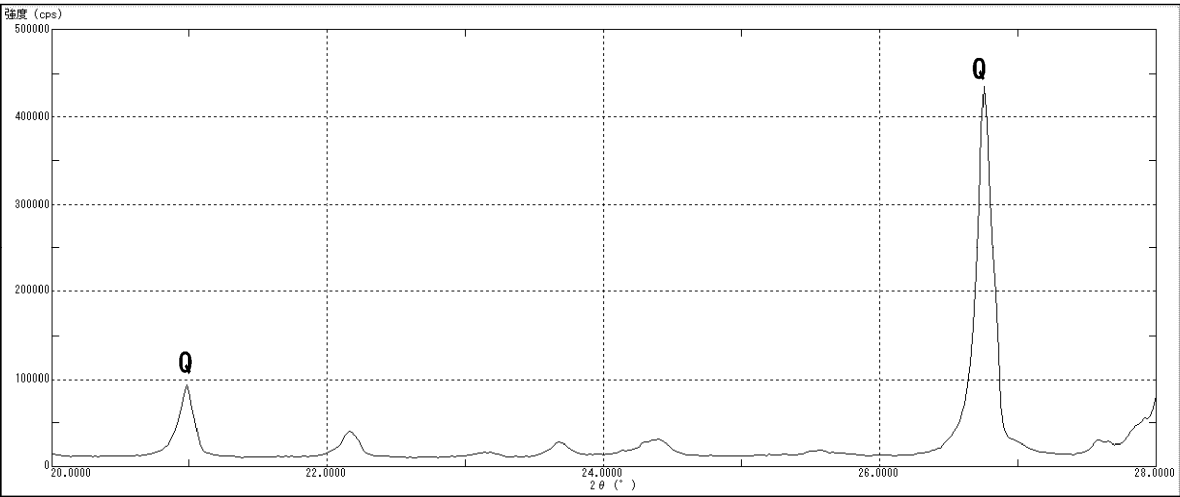
X線回折チャート (X線回折装置：リガク UltimaIV)



Q ： 石英
①R4-1-4

X線回折チャート

(X線回折装置：リガク UltimaIV)

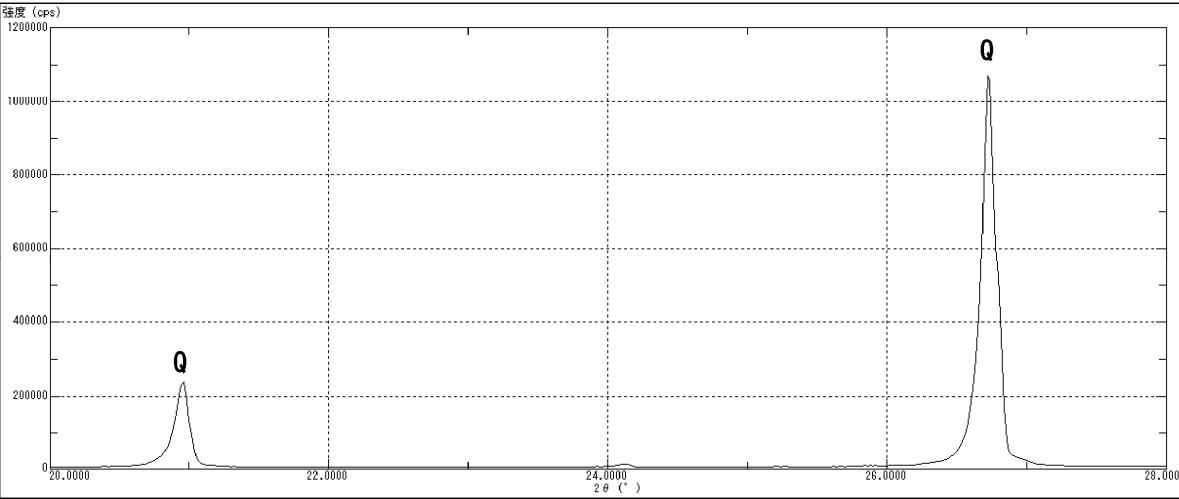


Q ： 石英

②R4-1-6

X線回折チャート

(X線回折装置：リガク UltimaIV)

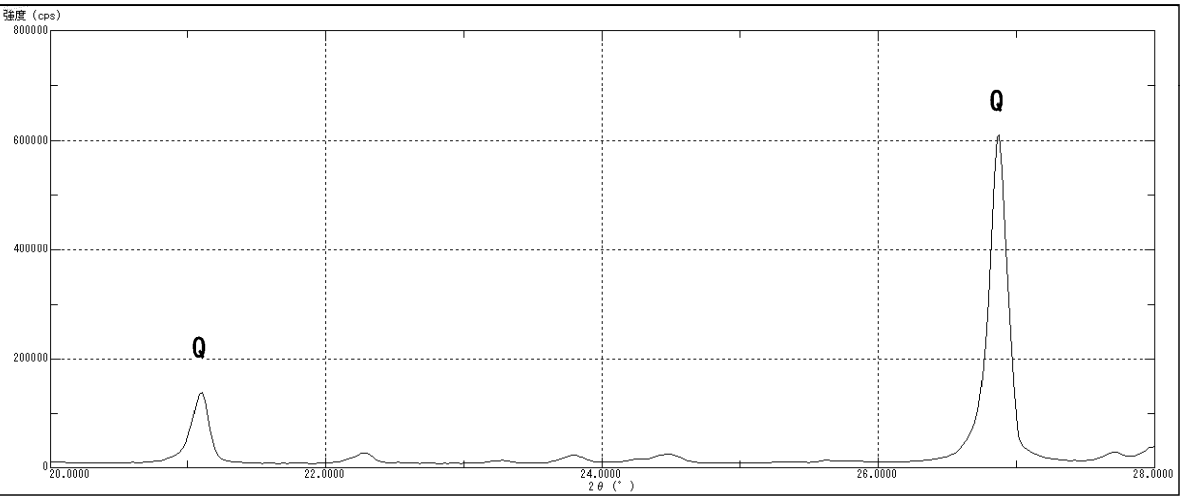


Q ： 石英

TP-2(チャート)

X線回折チャート

(X線回折装置：リガク UltimaIV)

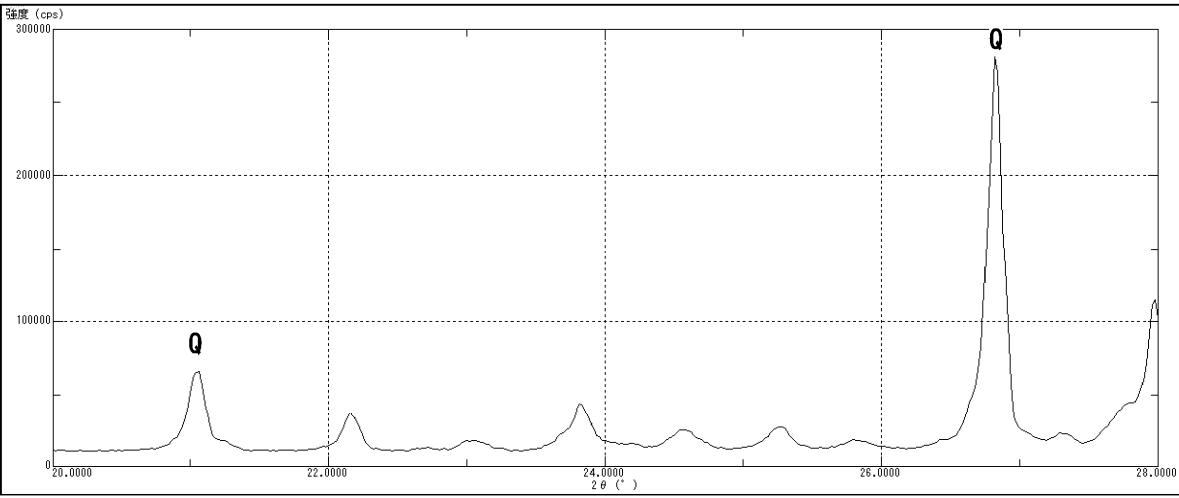


Q ： 石英

③R4-1-8

X線回折チャート

(X線回折装置：リガク UltimaIV)



Q ： 石英

TP-3(閃緑岩)

4 . 考察

4.1 調査地周辺の地形・地質状況
推進工区間の地質総括表を示す。

地質総括表							
地質時代		地層名	記号	層厚 (m)	層相	N 値 (平均値)	地層対比 備考
第四紀	完新世	表土	Ts	0.5	表土及び畑の耕作土。シルト 主体で砂分が混じる。	-	表土 畑の耕作土
	更新世 後期	ローム	Lm	2.9	シルト分主体で粘土分や極細 砂が混じる。上部は黄灰色の ローム、中下部は黄灰褐色の 礫混じり粘土質ロームで径2 ～10mmの礫が混じる。	4～11 (7.0)	関東ローム ：武蔵野ローム 及び立川ローム 櫛挽面上の層厚 は3～4m
		洪積礫質土層1	Dg1	5.4+	低位段丘面を構成する荒川の 旧河床砂礫。砂礫からなり径 2～50mmの亜円礫が主体。 基質は粘土混じり砂。	37～50+ (50+)	寄居面(立川面) を構成する低位 段丘堆積物。層 厚5～10m以上。 最大礫径20cm程 度
		洪積礫質土層2	Dg2	8.7+	中位段丘面を構成する荒川の 旧河床砂礫。玉石混じり砂礫 が主体で、コア長4～10cmの 玉石が混じり最大コア長は 20cm。基質はシルト混じり 粗砂。	33～50+ (50+)	櫛挽面(武蔵野 面)を構成する中 位段丘堆積物。 層厚5～10m以 上。最大礫径 20cm程度

4.2 地質断面の推定

次頁に推進工区間の平面図(位置図：S=1/1,000)と地質縦断図(V=1：200・H=1：1,000)を示す。
既存の2本のボーリングデータ(R1B-1・R1B-2)も参照し、地質縦断図に反映させた。
R4-1地点から約50m下流側で地形が緩やかな下り坂となり、この下り坂(斜面)は南北方向に連
続するため、この付近を櫛挽面と寄居面の境界とした。

4.3 土質定数の提案

推進工区間の土質定数の提案値を示す。

推進工区間 土質定数									
地層名	記号	N値 (平均値)	土質区分	設計 N値	単位重量 γt(kN/m³)	粘着力 c(kN/m²)	内部 摩擦角 φ(°)	変形係数 Eo(kN/m²)	透水係数 k(cm/s)
表土	Ts	—	粘性土	(1)	14	6	0	700	—
ローム	Lm	4～11 (7.0)	粘性土	7	15	29	0	4,900	—
洪積礫質土層1	Dg1	37～50+ (50+)	礫質土	53	21	0	40	37,000	7.3E-03
洪積礫質土層2	Dg2	33～50+ (50+)	礫質土	54	21	0	40	38,000	1.0E-03

※着色部は室内土質試験(R1実施設計業務)の値

- ・表土(Ts)はN値の値はないが、R1業務や目視観察からN値=1、軟らかいシルトとして想定。
- ・ローム(Lm)の単位堆積重量及び粘着力はR1業務の土質試験3試料からの提案値を採用。
- ・洪積礫質土層1(Dg1)の透水係数は、R1業務(R1B-1孔)の測定値。
- ・洪積礫質土層2(Dg2)の透水係数は、R1B-2孔とR4-1孔の測定値の相乗平均値。

- ・φ=15+(20N)^{0.5} (°)
- ・qu=12.5N、c=1/2qu、よってc=6.25N(kN/m2)
- ・Eo=700N (kN/m2)

深谷市
武蔵野



地層時代		地層名	記号	層厚 (m)	層相	N 値 (平均値)
第四紀	完新世	表土	Ts	0.5	表土及び畑の耕作土。シルト主体で砂分が混じる。	-
	更新世後期	ローム	Lm	2.9	上部は黄灰色のローム、中下部は黄灰褐色の礫混じり粘土質ローム。	4 ~ 11 (7.0)
		洪積礫質土層1	Dg1	5.4+	低位段丘面を構成する旧河床砂礫。砂礫からなり径2~50mmの垂平礫が主体。基質は粘土混じり砂。	37 ~ 50+ (50+)
		洪積礫質土層2	Dg2	8.7+	中位段丘面を構成する旧河床砂礫。玉石混じり砂礫が主体で、コア長4~10cmの玉石が混じり最大コア長は20cm。基質はシルト混じり粗砂。	33 ~ 50+ (50+)

推進工区間 地質縦断図 (V=1:200 H=1:1000)

4. 確認事項

2023年12月20日(水)

令和5年度
荒川中部農業水利事業
武蔵野用水路他設計検討業務
第4回打合せ次第

1. 確認事項

(1)設計計画

推進工の線形計画（立坑位置の決定）

推進工の施工方法の決定（小口径管推進工は不可→大口径管推進工を選定し1スパンと2スパンの比較）

推進工の工法選定（地質条件による施工可能な工法を選定）

(2) 構造計画

鞘管方式の採用（塩ビ管の挿入力の計算）

(3) 施工計画及び仮設計画

仮設ヤード

ライナープレートの形状（小判形、円形）

ライナープレートの寸法（推進工法に必要な寸法にて決定）

薬液注入（既設管を避けた注入管の配置）

工程計画

2. その他

メ毛