

千葉県佐倉浄水場沈殿池更新事業に関する民間意向調査（アンケート調査） 実施要領

【基本・詳細設計の概要説明】

佐倉浄水場更新・耐震化基本設計委託

平成30年2月

浄水場更新計画の検討

1) 事業方針の検討

本事業では、以下の点が要求事項として挙げられる。

- ・ 現有地での更新を前提とする。
- ・ 鹿島川の河川改修計画を考慮する必要がある。
（現状約36,500m2に対して、河川計画を考慮した場合は約30,600m2となる）
- ・ 工事期間中の給水量は370,000m3/日確保する必要がある、現在の横流式沈殿池の処理能力216,000m3/日の上乗せは行わない。

河川計画の範囲を強調した位置図を図6-1に示す。現状でも新たに施設を設けるスペースは送水井と着水井の間の空き地のみである上、河川計画ではその半分以上が計画範囲に入ることになる。

また、工事期間中の給水量370,000m3/日を現在の横流式沈殿池のみで確保することは避けるため、高速凝集沈殿池の更新時には、それに変わる凝集沈殿池が既に築造されている必要がある。

以上の条件を踏まえ、施設の配置計画の前段として事業の方針を検討する。

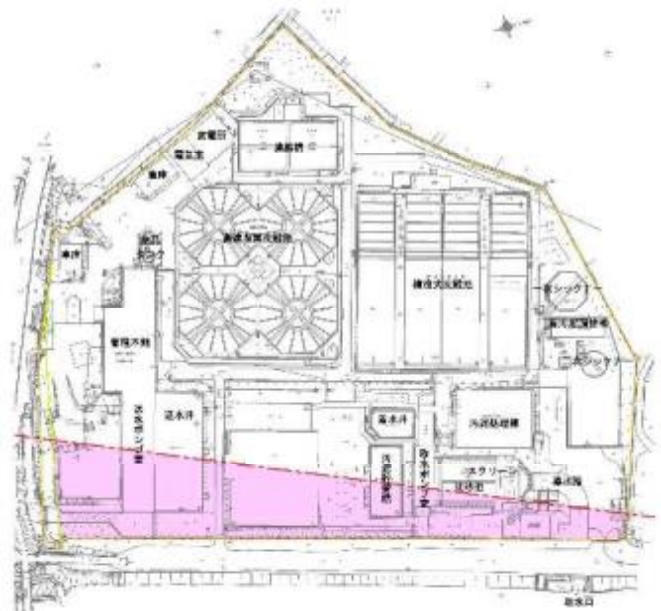


図6-1 河川計画範囲図

事業の方針としては、次の3案とする。

- 【現有地更新案】: 河川改修計画を考慮せず、現有の敷地内で更新する
- 【現有地拡張案】: 河川改修計画を考慮し、現有の敷地の他に不足分の用地を購入して更新する
- 【新天地移転案】: 河川改修計画を考慮し、取水以外の機能を現有地と羽鳥調圧塔の間のエリアに新設する

事業方針の比較表を表6-1に、各事業の事業ステップ図を図6-2、6-3、6-4に示す。

比較検討の結果、本事業では【現有地拡張案】を採用する。なお、【現有地拡張案】では用地の取得が前提となることから、【現有地更新案】を副案とする。主な選定理由は次のとおりである。

【現有地更新案】

用地買収が不要で最も早く更新に着手できるが、将来の河川改修計画を考慮できておらず、老朽化の進んでいる送水井に近接して超高速凝集沈殿池を築造するため工事の安全性に劣っている。また、超高速凝集沈殿池を採用することで、管理の負担が増える。

【現有地拡張案】

老朽化の進む送水井の更新が遅くなり不足する用地の取得が絶対条件となるが、【新天地移転案】よりも用地買収面積は少ないために見込みを立てられ、将来の河川改修計画にも対応でき、購入用地に新設の横流式沈殿池を設けることで送水井への近接工事が避けられ、【現有地更新案】に比べて安全に工事を行うことができる。

【新天地移転案】

取水以外の施設を新天地に建設するため、残置されている仮設構造物の影響を受けにくく工事の確実性は高い。また、将来の河川改修計画にも対応できるが、購入面積が広大なため買収完了時期が不透明で、建設完了まで長期間を要する可能性があり、現存施設の維持管理費等が嵩み、事業費と資産減耗費が一時期に集中するため料金の急騰につながるおそれがある。また、地中26mにあるシールド内の既設Ⅱ期送水管に接続するため、技術的な難易度が高い。

表6-1 事業方針の比較

	現有地更新案			現有地拡張案			新天地移転案		
事業計画の継続	◎			◎			△		
用地取得の必要	◎			○			△		
河川計画の対応	△			◎			◎		
施設配置	△			○			◎		
処理の安全性	○			◎			◎		
維持管理の負担	△			◎			◎		
設備の更新	○			○			○		
薬品の種類	△			◎			◎		
工事工期	○			△			○		
既設の安全性	△			○			○		
施工の確実性	△			△			○		
建設費	40,106,860千円	△		40,062,690千円	○		39,412,000千円	◎	
維持管理費	370,472千円/年	○		354,868千円/年	◎		382,527千円/年	△	
総費用	1.00	○		0.98～0.99	◎		1.00～1.01	△	
総合評価	△			○			×		

2) 配置計画の検討

事業計画の検討で決定した【現有地拡張案】について、施設の配置計画を検討する。

なお、新設する横流式沈殿池以外の施設については、既設を撤去したスペースに順次建設するため、ここでは新設する横流式沈殿池の配置について比較検討を行う。

現有地を拡張して横流式沈殿池を建設するにあたり、次の条件が挙げられる。

- ・新設する横流式沈殿池の建設予定地には家屋があり、この家屋が支障になった場合、補償額が折り合わない等の理由で、事業が成立しない可能性がある。
- ・山側の住宅に近付くと、フラッシュミキサー等からの騒音の影響を受ける。
- ・京成電鉄に近付くと、仮設等が近接の範囲に入るため留意する。
- ・建設予定地と現有地の間に市道があり、市からは付け替えは極力避けて欲しいとの要望を受けている。
- ・管理側としては、敷地が離れると管理がしにくくなるため同一敷地であることが望ましい。
- ・敷地が離れると、建設地に新たに受電設備が必要となる。

表6-2に配置計画の比較表を示す。

検討の結果、敷地を同一にして、新設する横流式沈殿池を横向きに配置する【B案】を採用する。
なお、宅地の補償が困難な場合は、宅地の補償が無い【A案】を採用する。

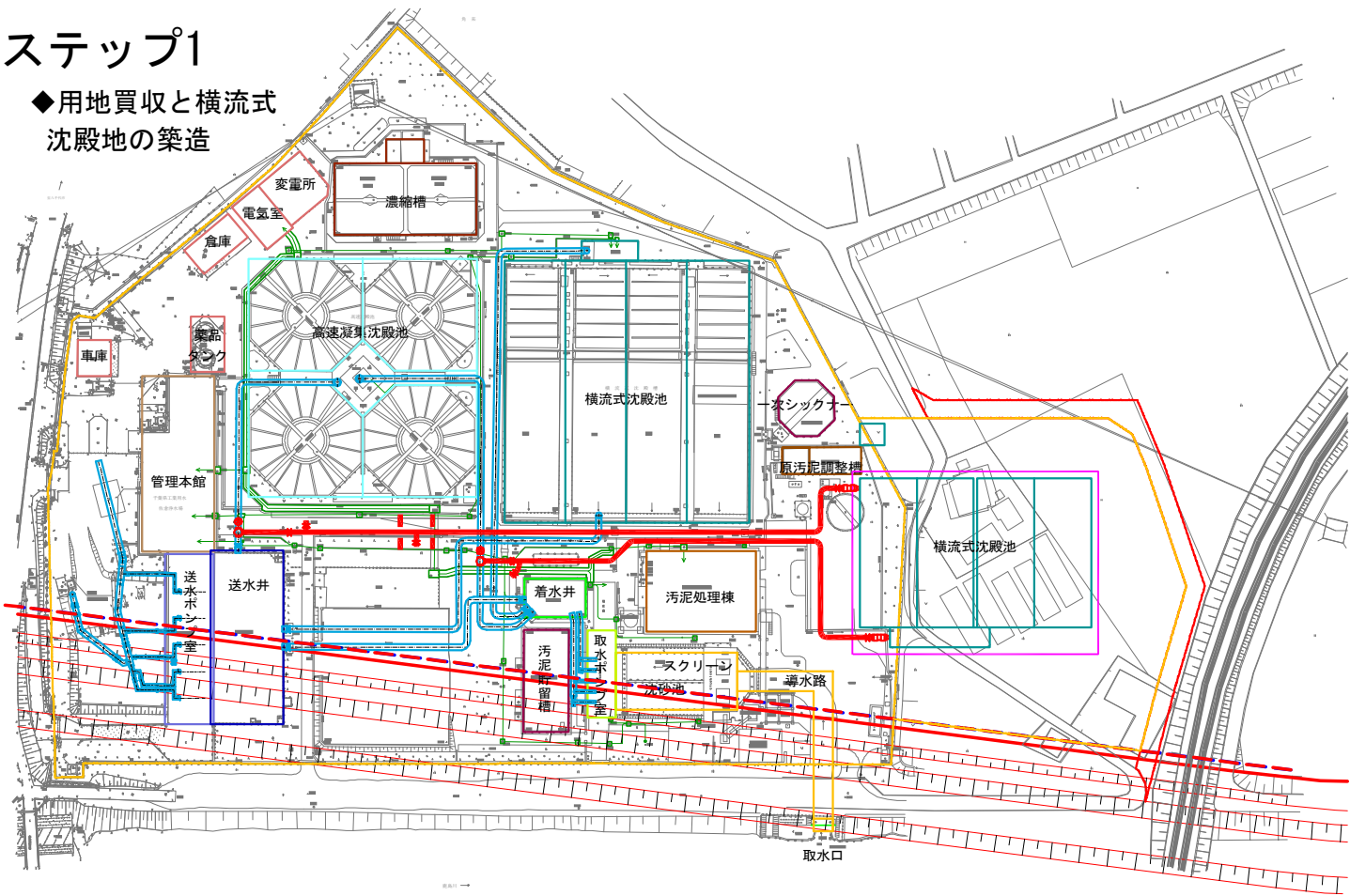
表6-1 事業方針の比較

	【A案】家屋の補償を避けた案	【B案】敷地を同一にした案
		
家屋の支障	○	△
購入用地面積	△	○
市道への影響	○	△
管延長	△	○
別途の受電設備	△	○
工事の作業性	△	○
管理の容易性	△	○
周辺への影響	△	○
総合評価	△	○

施設更新計画の検討

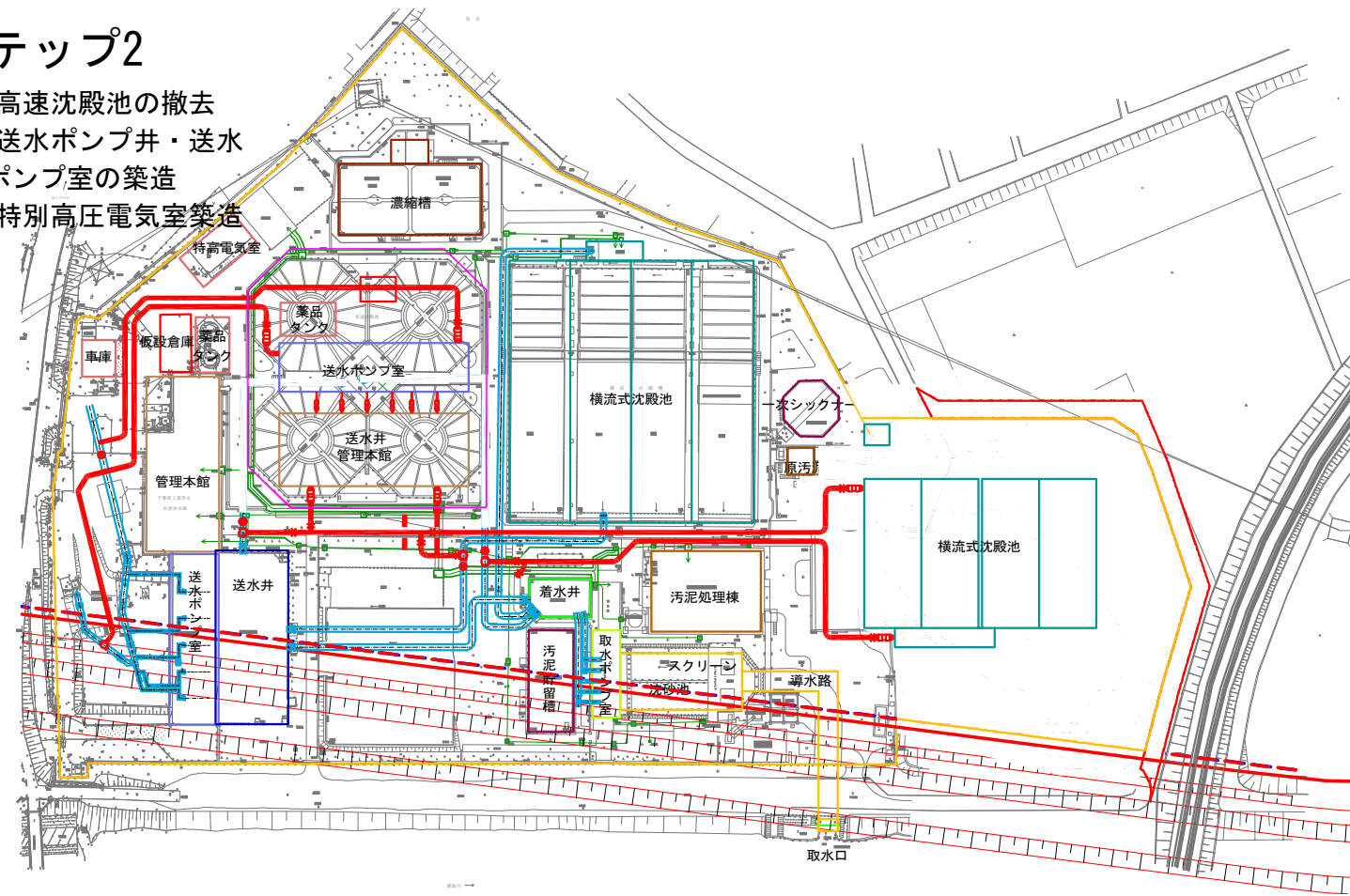
ステップ1

- ◆用地買収と横流式沈殿地の築造



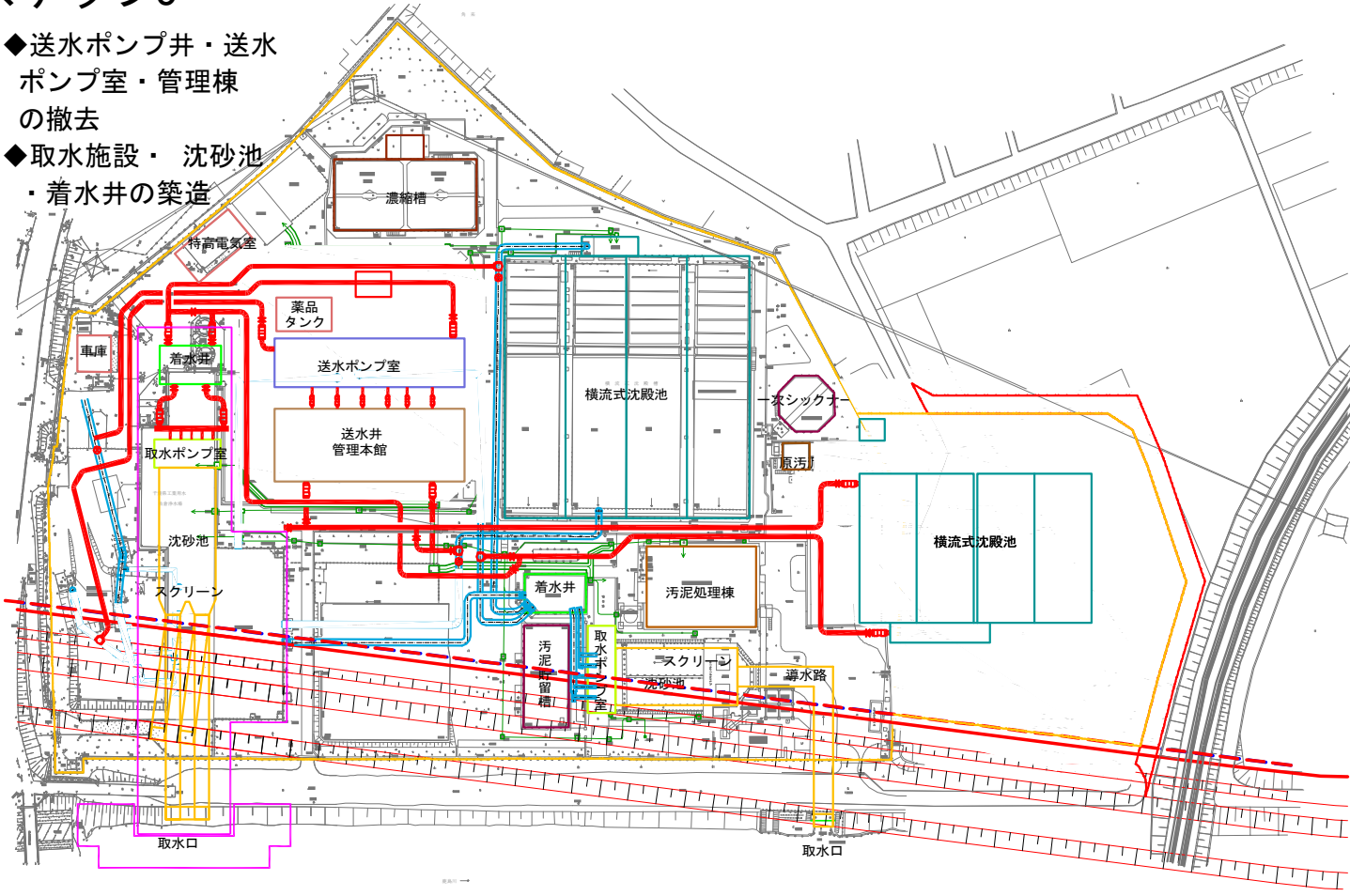
ステップ2

- ◆高速沈殿池の撤去
- ◆送水ポンプ井・送水ポンプ室の築造
- ◆特別高圧電気室築造



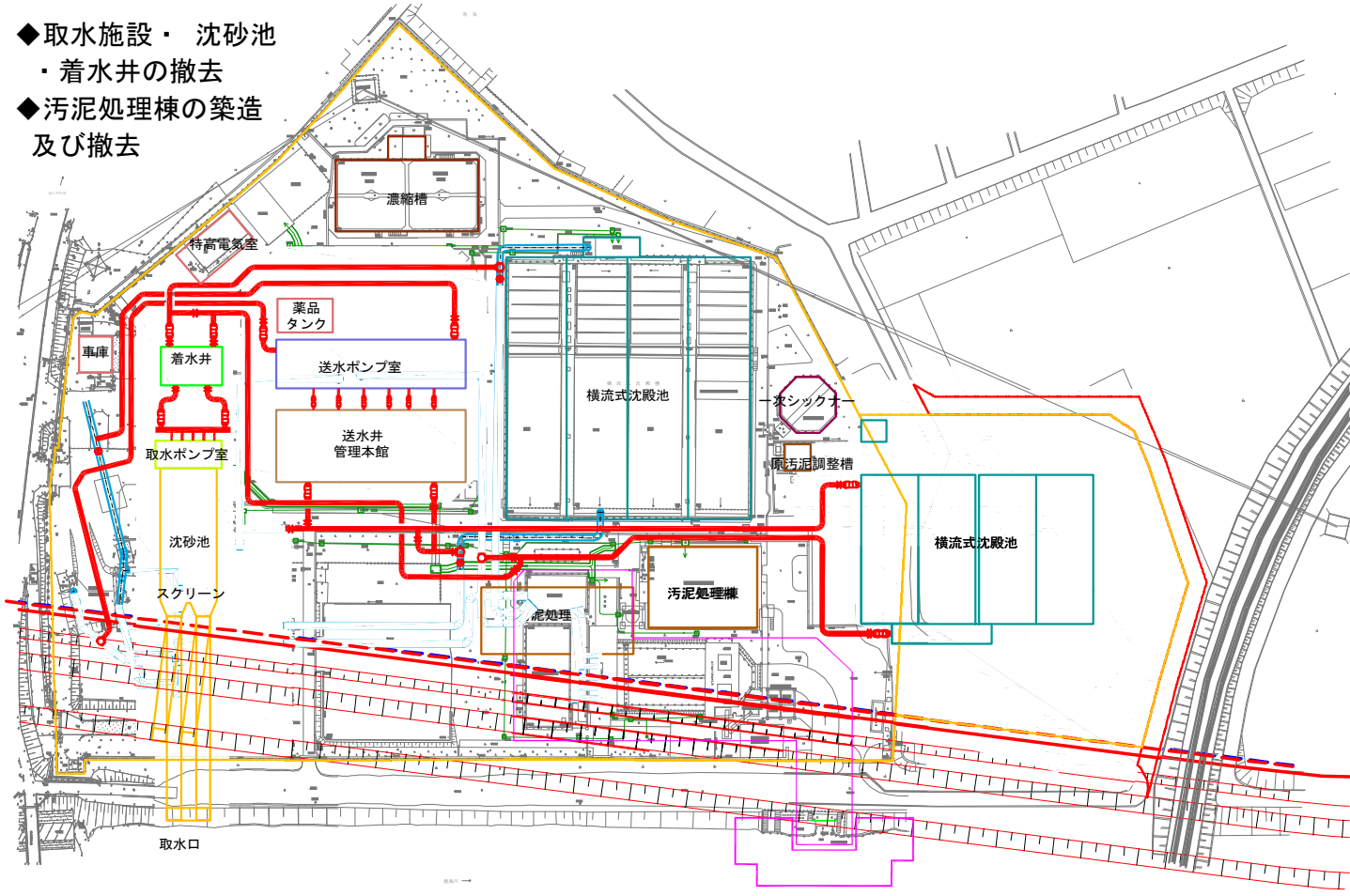
ステップ3

- ◆送水ポンプ井・送水ポンプ室・管理棟の撤去
- ◆取水施設・沈砂池・着水井の築造



ステップ4

- ◆取水施設・沈砂池・着水井の撤去
- ◆汚泥処理棟の築造及び撤去



施設容量の検討

7-1 土木施設

※既存施設能力で更新

(1) 構造形式

1) 取水施設

河川水位(4～8月)：Y.P+2.5m（T.P+1.66m）
河川水位(9～3月)：Y.P+2.3m（T.P+1.46m）
河川最小水位：Y.P+1.5m（T.P+0.66m）
取水形式：取水門方式（RC造）
取水ゲート高さ：H=1.5m（Y.P+1.50m）
取水ゲート幅：B=3.0m×2連
取水流入速度：0.56 m/s < 1.0 m/s …「工水指針 2004」

2) 導水施設

導水方式：（河川区域内）ボックスカルバート（RC造）
（河川堤内地）開水路（RC造）
導水路水深：H=1.5m（Y.P+1.50m）
導水路幅：B=3.0m×2連
平均流速：0.3m/s < 0.33m/s < 3.0m/s …「工水指針 2004」

3) 沈砂池

最大有効水深：H=3.0m（HWL；YP+2.50m～LWL；YP-0.50m）
最小有効水深：H=2.0m（HWL；YP+1.50m～LWL；YP-0.50m）
砂だめ：H=1.0m（WL；YP-0.50m～YP-1.50m）
池沈砂寸法：W7.8m×L26.00m×H3.0m×2連（RC造）

4) 取水ポンプ井

最小水深：H=2.3m（YP+1.30m）> 1.9m …「工水指針 2004」
ポンプ井寸法：W17.6m×L8.35m×H2.3m（RC造）

5) 着水井

着水井水位：HWL+7.26m（Y.P+8.10m）
着水井寸法：W8.0m×L10.0m×H5.3m×2連（RC造）
着水井容量：V ₀ =848m ³ （滞留時間 2.8 分 > 1.5 分 …「工水指針 2004」）

6) 既設横流式沈殿池

沈殿池寸法：W14.5m×L42.25m×H2.8m×4系（RC造）
沈殿池容量：V ₀ =1715m ³
傾斜板寸法：2段 22 列×4系（W14.04m×L23.10m×H1.67m×4系）

7) 新横流式沈殿池

沈殿池寸法：W12.3m×L17.0m×H5.5m×4系（RC造）
沈殿池容量：V ₀ =1150m ³
傾斜板寸法：4.5 段 12 列×4系（W11.84m×L12.60m×H3.75m×4系）

8) 超高速凝集沈殿池

沈殿池寸法：W9.2m×L9.2m×H6.88m×3系（RC造）
沈殿池容量：V ₀ =582m ³
傾斜装置寸法：2 箇所×3系（W3.9m×L7.2m×N2 箇所×3系）

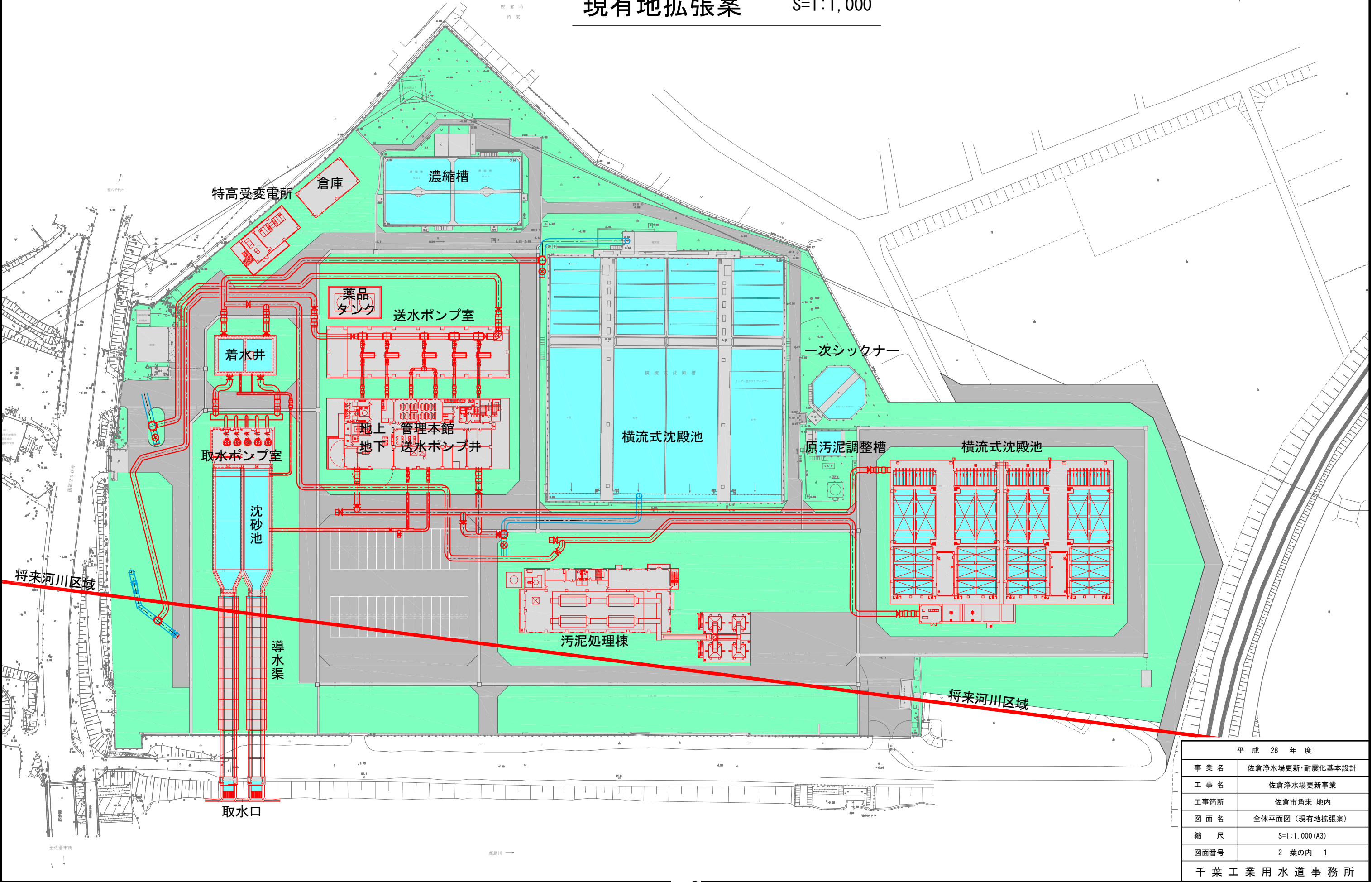
9) 送水井

送水井有効水深：H=3.0m（HWL+4.5m、LWL+3.0m）
ポンプ井寸法：W17.6m×L8.35m×H3.0m×2連（RC造）
有効容量：V ₀ =2,963m ³

(2) 基礎形式の検討

1) 地盤状況

佐倉浄水場の敷地は印旛沼にそそぐ鹿島川沿いに発達する沖積平地の一部分に位置している。印旛沼を中心とする沖積平野は、湿地帯として知られており、台地から鹿島川に向かって、軟弱化している非常に脆弱な地盤である。浄水場内では GL-20m 付近まで N 値が 0 の粘性土が堆積しており、GL-22m 付近から砂質土になり N 値も徐々に上昇して GL-26m 付近で N 値 50 程度の洪積層に到達する。



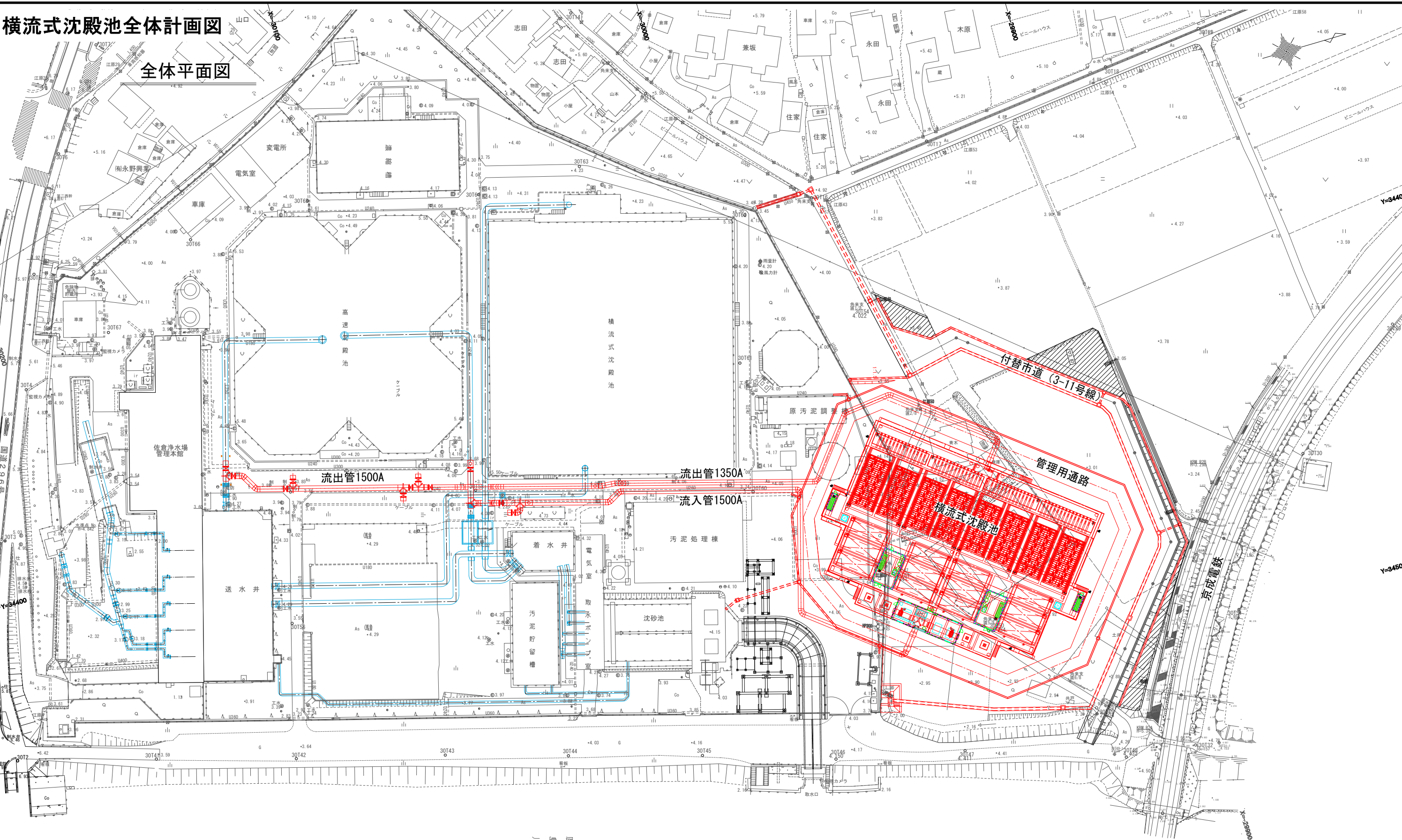
平成 28 年 度	
事業名	佐倉浄水場更新・耐震化基本設計
工事名	佐倉浄水場更新事業
工事箇所	佐倉市角栄 地内
図面名	全体平面図（現有地拡張案）
縮尺	S=1:1,000 (A3)
図面番号	2 葉の内 1
千葉工業用水道事務所	

佐倉浄水場更新・耐震化実施設計委託（新設沈殿池）

令和4年3月

横流式沈殿池全体計画図

全体平面図



令和 年度	
工事箇所	佐 倉 市 角 来 地 先
工事名	工 事
図面名	全体平面図
作成年月	令和 4 年 3 月
縮 尺	1 : 500 図面番号 /
会社名	株 式 会 社 東 洋 設 計
事業者名	千葉県企業局千葉工業用水道事務所

※令和 2 年京成敷内を鈴木測量株式会社にて測量。

施設配置の検討

1 章 配置計画

1-1 基礎条件

(1) 取得用地

基本設計では既存機場と平行に新設沈殿池を配置する計画で東京電力の送電線下を含む範囲を場内拡張用地として取得する予定であったが、送電線下には東京電力が地役権を設定していた。

千葉県基準では地役権を解除しない限り用地取得ができず、かつ、東京電力も地役権の抹消ができないため、送電線下の用地は拡張用地から除かれた。

このため、実施設計では付替市道のルートを変更し、横流式沈殿池の向きを変更した。



図 1-1-1 取得用地の変更

(2) 敷地条件

付替市道（詳細は 6 章を参照）は横流式沈殿池の築造前に建設されるため、横流式沈殿池は付替市道、鹿島川（河川区域）、既設浄水場に囲まれた範囲での築造となる。



図 1-1-2 横流式沈殿池の築造範囲

関係機関手続き

3-3 佐倉浄水場更新業務に伴う基準及び手続き

佐倉浄水場更新事業に伴い必要となる、各関係機関への申請や許可等を表3-3-1にまとめる。
また、それらの基準や帰省等について、以下に解説するものとする。

表3-3-1 法規制

項目	拡張区域	法令
住所		
敷地面積	8 千 m2	
都市計画区域	区域内	
市街化調整区域	調整区域内	
用途地域	用途区域外	
農地区分	第 2 種農地	
開発許可	・公益的事業にあたるため、許可申請は不要だが、500m2 以上の開発行為につき事前協議が必要。	市街化調整区域に係る 開発行為 (都市部 市街地整備 課)
雨水排水	クローズド化とすれば排水無し。場外排水の場合は雨水調整池が必要。	佐倉市条例 (土木部 治水課)
給水施設	給水量の増加はないため、施設内での設備工事で対応可。	佐倉市条例 (土木部 治水課)
消防水利	消防組合との協議により消火栓設置の必要性を確認。	佐倉市条例 (佐倉消防署、 危機管理室)
緑化基準	地方公共団体より協定不要。	千葉県自然緑化要綱 佐倉市緑化要綱 (都市部 公園緑地課)
市道移設	佐倉市との事前協議が必要。	佐倉市条例 (土木部 土木管理課、 土木部 道路維持課)
農地転用	都道府県による農地転用につき協議不要。	農地法 土地収用制度 (農業委員会事務局、 産業振興部 農政課)

項目	拡張区域	法令
埋蔵文化財	該当無し	佐倉市埋蔵文化財分布 図 (教育委員会 文化課)
工業立地	工業用水道は特定工場に該当しないため、手続き不要。	工業立地法
騒音・振動	昼間（午前8時～午後7時） 60dB(A) 朝 （午前6時～午前8時） 55dB(A) 夕 （午後7時～午後10時） 55dB(A) 夜間（午後10時～午前6時） 50dB(A)	騒音規制法 (環境部 生活環境課 環境部 廃棄物対策 課)
景観	高さ10m以上の建築物の新築と500m2以上の開発行為を対象とした届出が必要	景観法 (佐倉市 都市部 都市計画課)

施設容量計算

2 章 沈殿池(土木)

2-1 容量・水理計算

2-1-1 施設容量

佐倉浄水場の計画給水量

- ・計画給水能力： 401,760m3/日

佐倉浄水場の計画浄水量

- ・計画浄水量： 432,000m3/日

既存施設の計画浄水量

- ・横流式沈殿池： 216,000m3/日
- ・高速凝集沈殿池： 216,000m3/日

今回新設する横流式沈殿池は、既存高速凝集沈殿池の更新施設となるため、処理水量は次のとおりとする。

計画処理水量： 216,000m3/日

系列数

- (4 系列) フロック形成池、沈殿池： 54,000m3/(日・系列)
- (2 系列) 混和池、流入渠、流出渠： 108,000m3/(日・系列)

以下、1 系列毎の容量計算を行う。

(1) 混和池

系 列 数：2 系列

1 系列の処理水量：Q=108,000m³/日

混 和 池 幅：B=5.0m

混 和 池 の 長 さ：L=5.0m×2 池

有 効 水 深：H=3.0m（工水指針 P131：3～5m）

有 効 容 量：V₀=156.0m³

滞 留 時 間：T=2.08 分（工水指針 P131：1～5 分）

(2) フロック形成池

系 列 数：4 系列

1 系列の処理水量：Q=54,000m³/日

フロック形成池幅：B=4.4m ×3 池

フロック形成池の長さ：L=11.9m

有 効 水 深：H=5.039m

有 効 容 量：V₀=791.5m³

滞 留 時 間：T=21.1 分（工水指針 P135：20～40 分）

(3) 傾斜板沈殿池

系 列 数：4 系列（8 槽）

1 系列の処理水量：Q=54,000m³/日

沈 殿 池 幅：B=7.750m

沈 殿 池 の 長 さ：L=17.6m

有 効 水 深：H=4.185m

横向(水平)流沈降装置

装 置 幅：B=7.470m/槽

表 面 負 荷 率：V₀=8.4mm/分（工水指針 P142：4～9mm/分）

傾 斜 板 ピ ッ チ：P=100mm（工水指針 P142：50～100mm）

傾 斜 板 段 数：D=5 段

傾 斜 板 傾 斜 角：θ=60 度（工水指針 P142：60 度）

装置内平均流速：vf=0.60m/min（工水指針 P142：0.6m/min 以下）

装置内通過時間：T=22.8 分（工水指針 P142：15～40 分）

※ 水道施設指針および工水指針の基準により容量計算

新設沈殿池 構造図

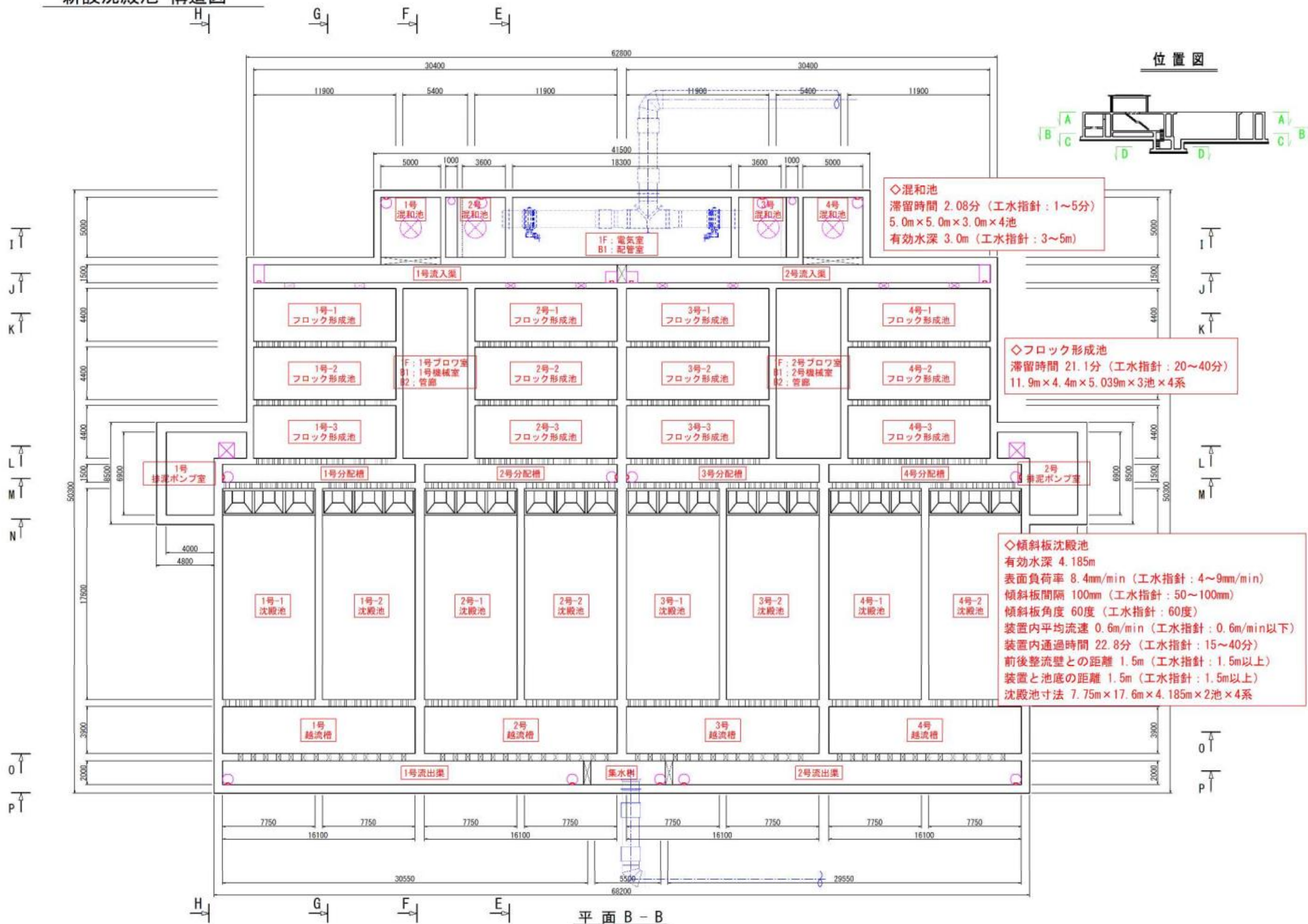


図 2-1-1 躯体寸法平面図

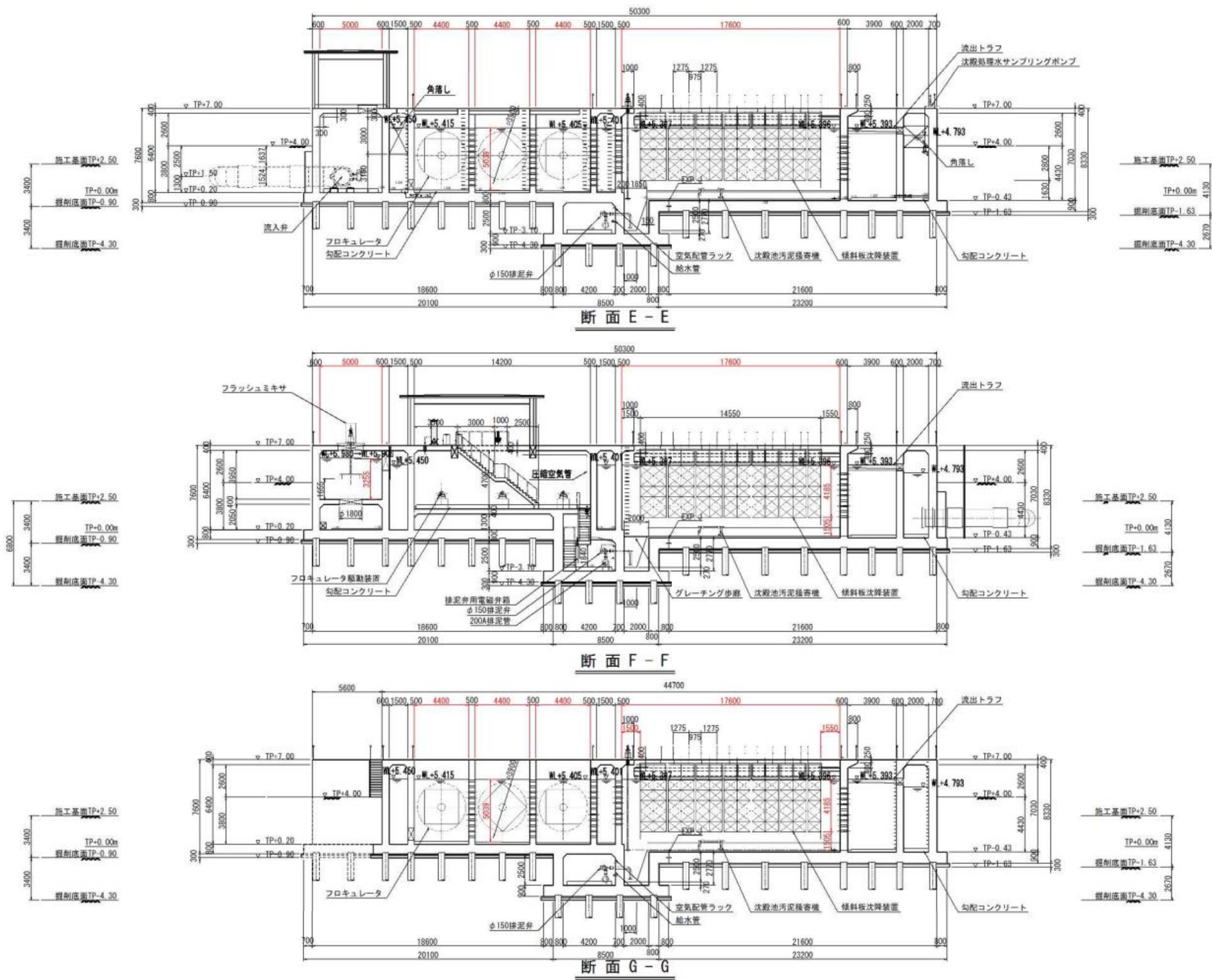


図4-1-2 横流式沈殿池の断面構造と施設容量

管路水理計算

2-1-2 管路水理計算

流入管は 1500A（混和池 2 系統への分岐後 1350A）、流出管は 1350A（既設横流式沈殿池流出管との合流箇所から既設送水井まで 1500A）とする。

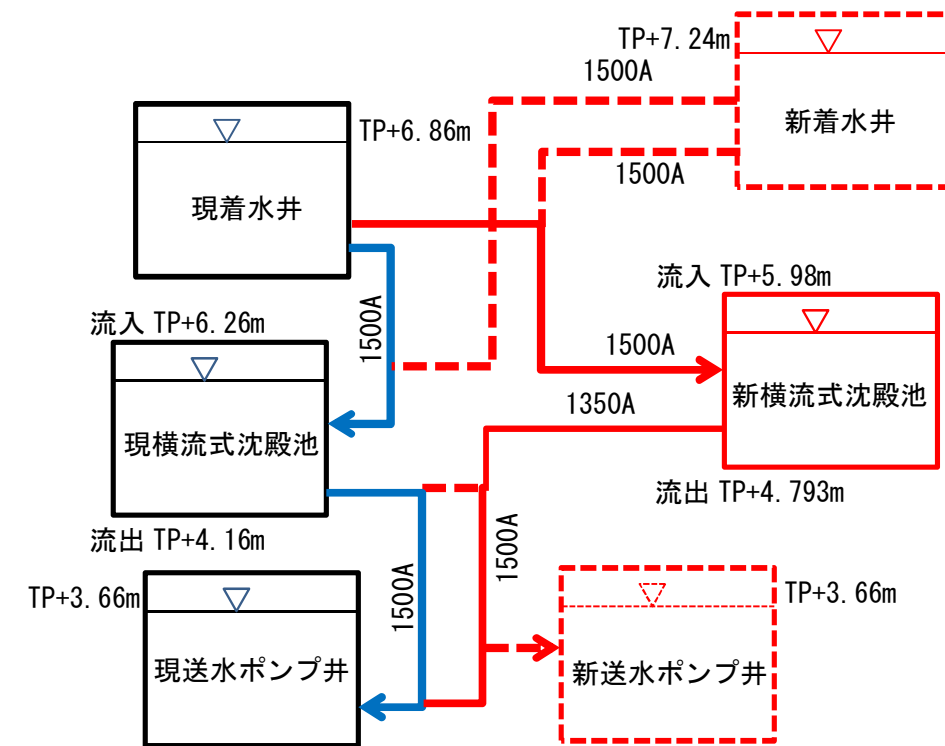


図 2-1-2 将来計画を考慮した必要配管口径

新設横流式沈殿池は既設着水井からの流入管と既設送水ポンプ井への流出管が必要で、各水槽の水位と管の損失水頭より、必要な流下能力を満たす管の口径を計算する。ただし、将来的に着水井と送水ポンプ井も更新するため、更新計画後でも流下能力を満足するように管の口径を設定する。

新設横流式沈殿池への流入管は、管路の水理計算より口径 1500A が必要となる。ただし、配管室内で 2 系統の混和池に分岐した後は口径 1350A とする。

新設横流式沈殿池からの流出管は、口径 1350A で流下可能である。ただし、既設横流式沈殿池から将来の新送水ポンプ井への流入口径に 1500A が必要となることから、将来合流予定の箇所より既設送水ポンプ井までは口径 1500A とする。

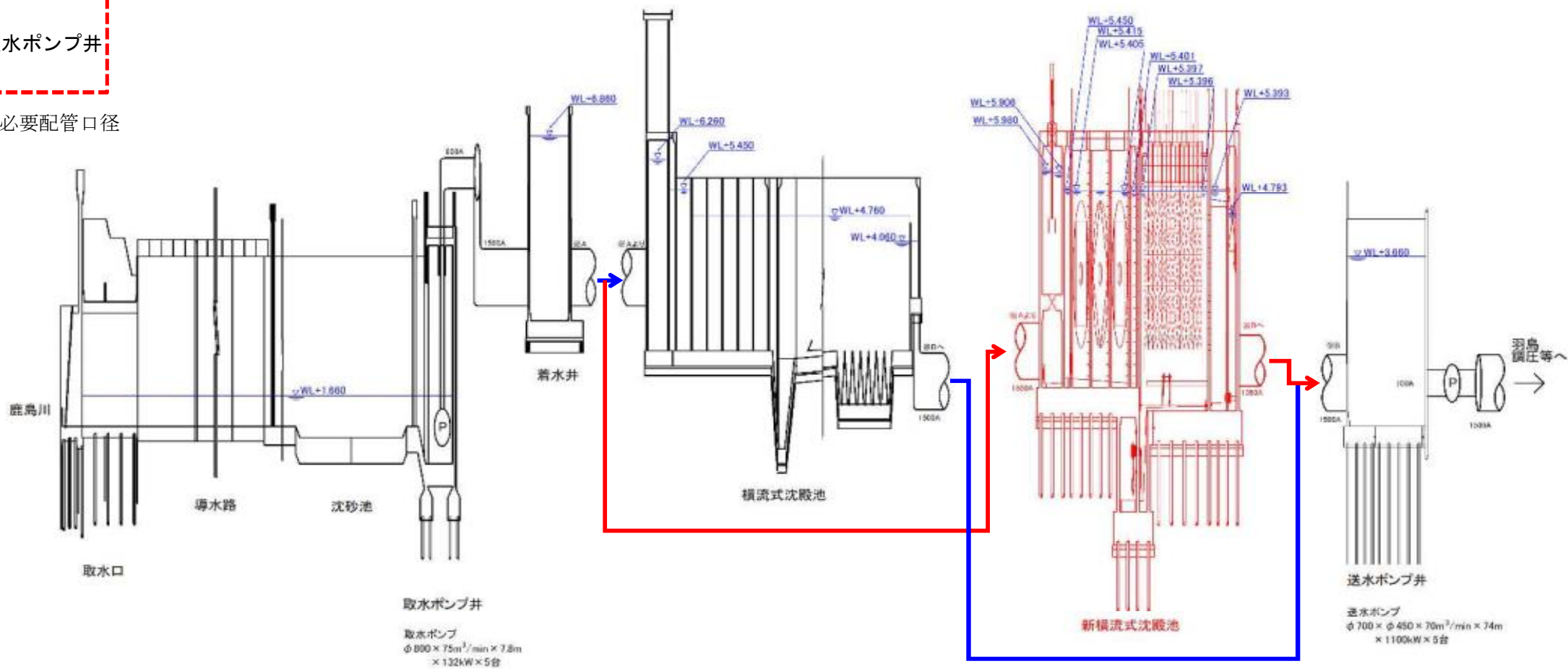


図 2-1-3 施設水位高低図

耐震性能の設定

(1) 施設の重要度

工業用水道施設の重要度は、表 2-2-5.1 に示す、ランク A1、ランク A2 及びランク B の 3 種類に区分される。浄水施設は、重要な工業用水道施設でありランク A1 とする。

表-2-2-5.1 工業用水道施設の重要度の区分

●ランクA1	重要な工業用水道施設のうち、ランクA2以外の施設
ランクA2	重要な施設(取水施設、貯水施設、導水施設、浄水施設、総帥施設及び配水施設)のうち、次の1)及び2)のいずれにも該当する工業用水道施設 1)代替施設がある工業用水道施設 2)破損した場合に重大な二次被害を生ずるおそれが低い工業用水道施設
ランクB	上記ランクA1、A2以外の工業用水道施設

(2) 地震時に保持すべき耐震性能

工業用水道施設の耐震性能を施設の重要度に応じて 3 つに分類される。本施設は、重要度の区分がランク A1 であるので、レベル 1 地震動に対しては耐震性能 1、レベル 2 地震動に対しては耐震性能 2 とする。

表-2-2-5.2 施設重要度別の保持すべき構造物の耐震性能(レベル 1 地震動)

重要度の区分	耐震性能1	耐震性能2	耐震性能3
ランクA1の工業用水道施設	○	—	—
ランクA2の工業用水道施設	△※1	○	—
ランクBの工業用水道施設	—	○	△※2

表-2-2-5.3 施設重要度別の保持すべき構造物の耐震性能(レベル 2 地震動)

重要度の区分	耐震性能1	耐震性能2	耐震性能3
ランクA1の工業用水道施設	—	○	—
ランクA2の工業用水道施設	—	—	○
ランクBの工業用水道施設	—	—	※

- ここで、
- 耐震性能 1：地震によって健全な機能を損なわない性能
- 耐震性能 2：地震によって生じる損傷が軽微であって、地震後に必要とする修復が軽微なものにとどまり、機能に重大な影響を及ぼさない性能
- 耐震性能 3：地震によって生じる損傷が軽微であって、地震後に修復を必要とするが、機能に重大な影響を及ぼさない性能

地質状況

2-2-6 地盤評価

地層想定断面図を下図に示す。

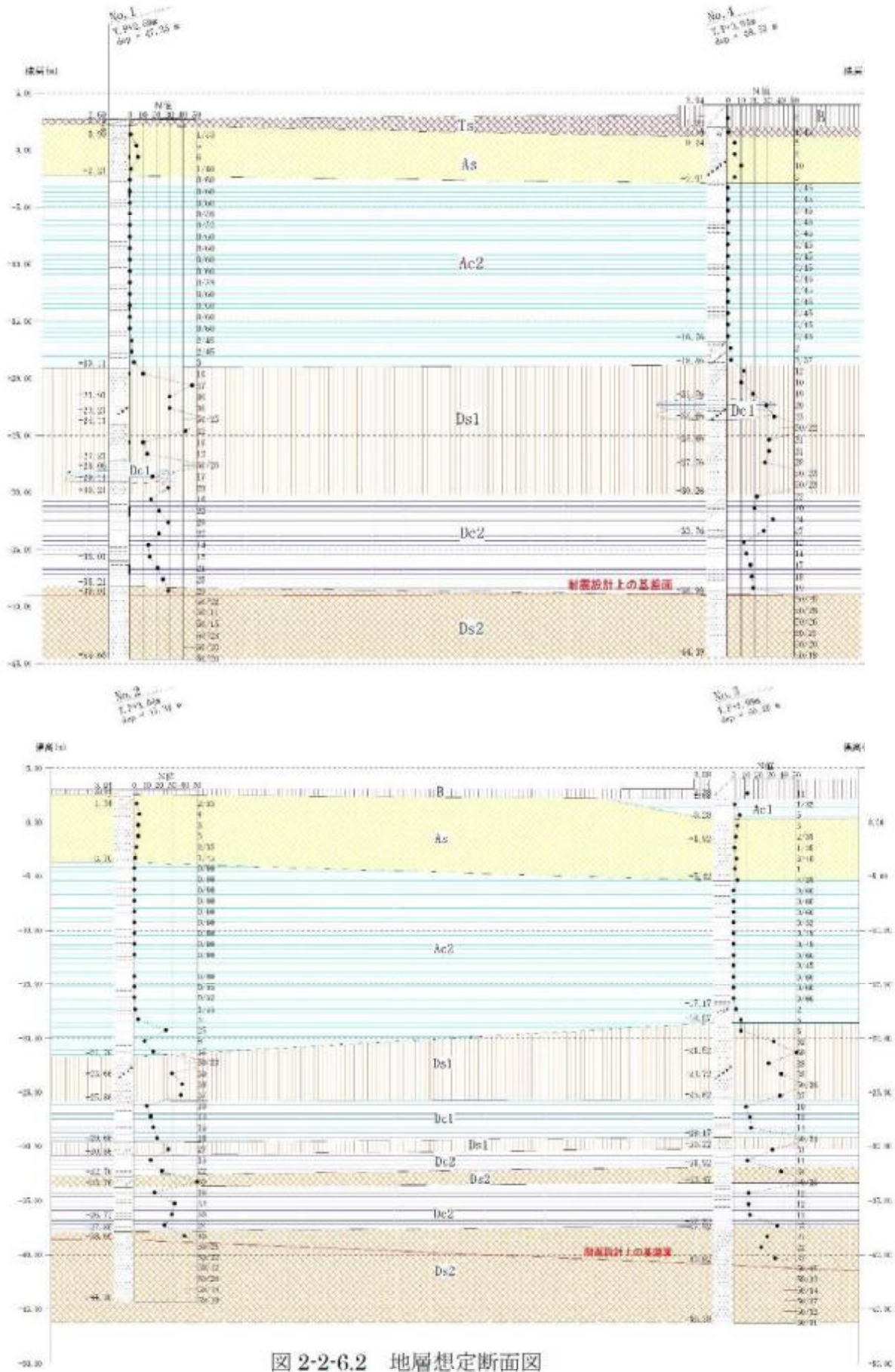


図 2-2-6.2 地層想定断面図

杭基礎

2-4 杭基礎の比較検討

(1) 躯体形状

当該沈殿池は、幅 68.2m×長さ 50.3m の水密を要する鉄筋コンクリート構造物であり、有害なひび割れの発生を防止する必要があるため、適切な位置に伸縮目地を設置する。伸縮目地は、水道施設設計指針 2012 を参考に 20～30m 程度の間隔に設けることとし、躯体を 4 分割となるよう配置した。

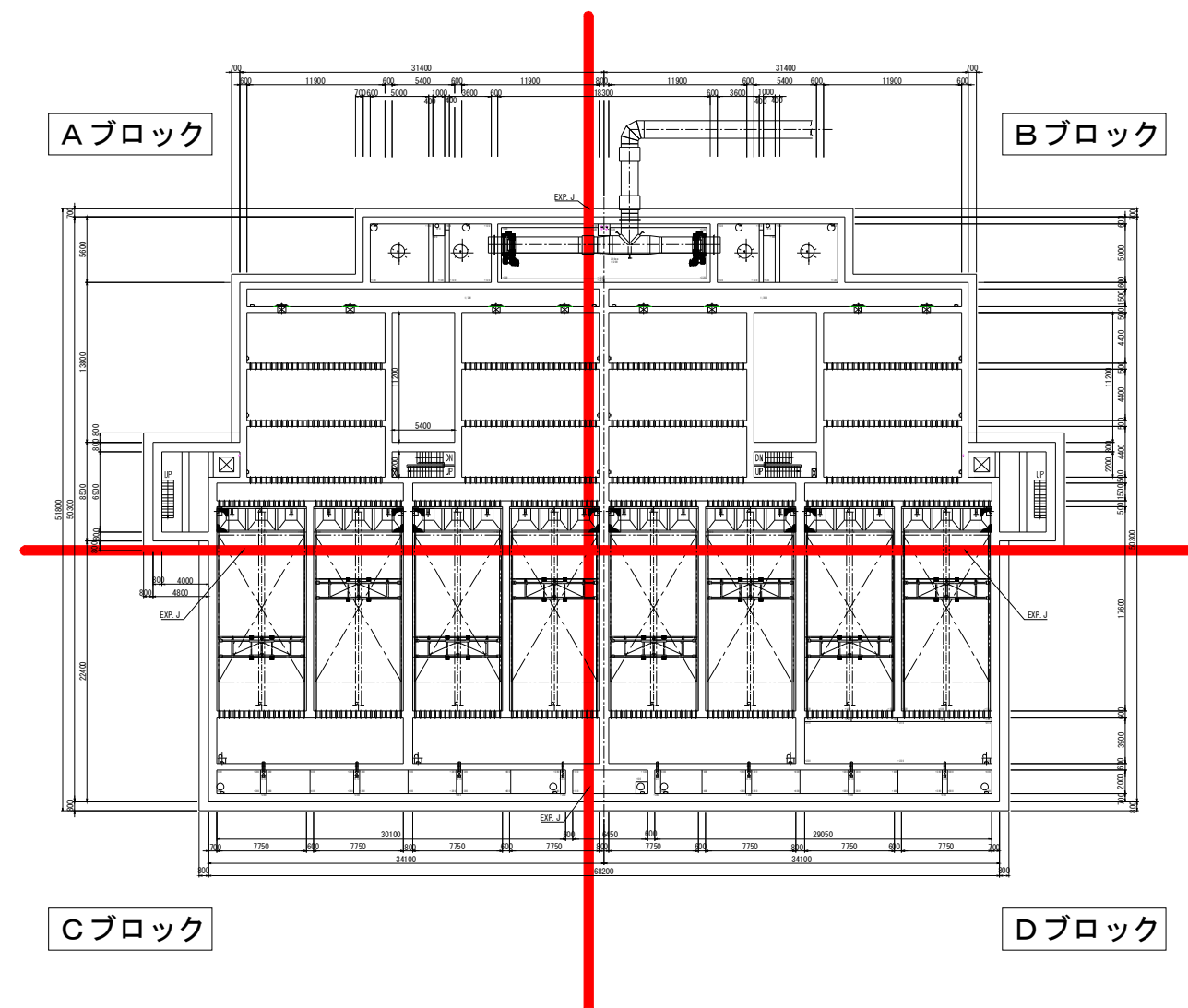


図 2-4.1 躯体形状、伸縮目地の配置

(2) 柱状図および杭長

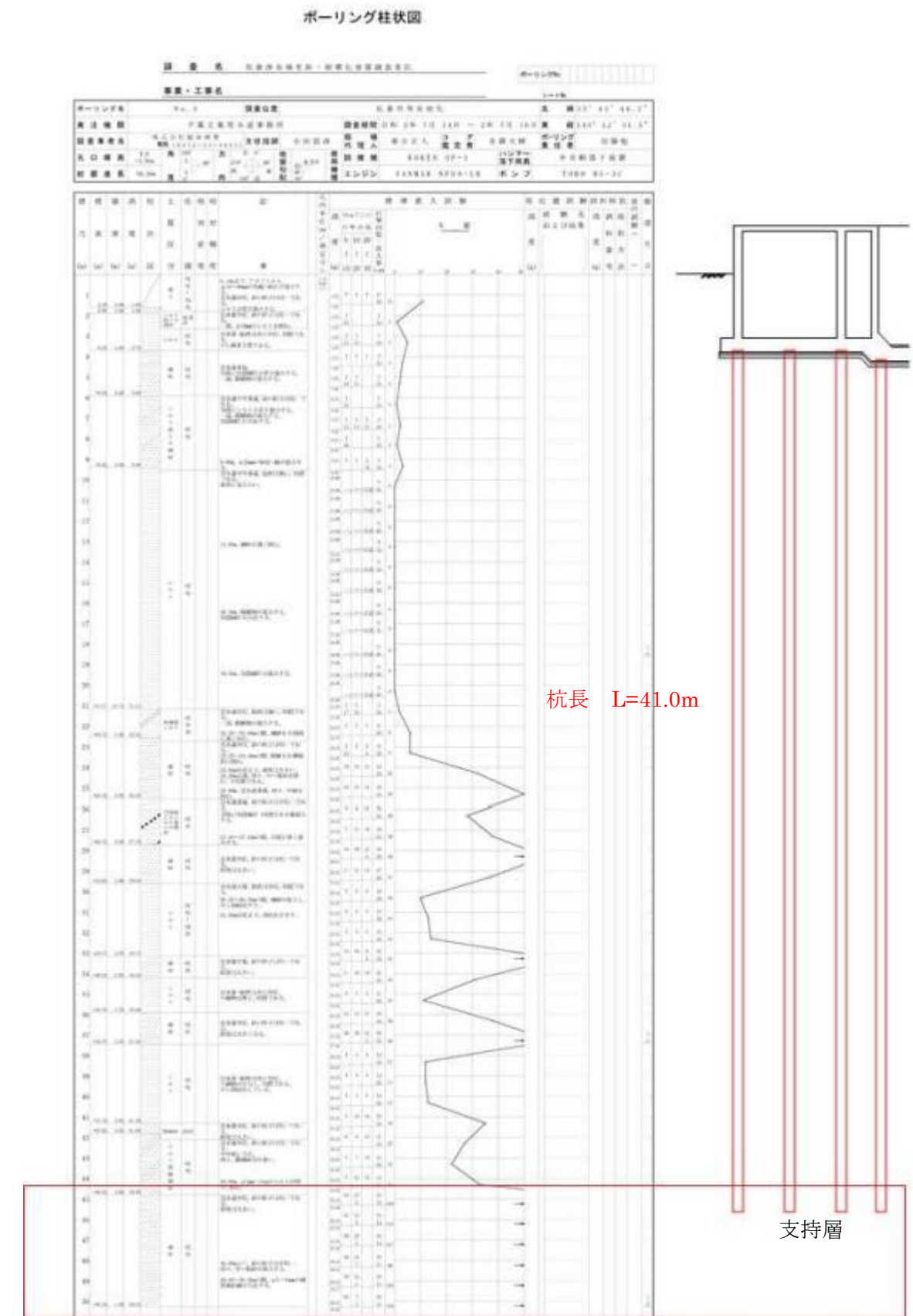


図 2-4.2 土質柱状図、杭長

液状化対策

(1) 液状化対策の必要性

液状化層（As 層）は杭頭に位置する。地盤が液状化すると突出杭の状態となり既成杭では杭基礎が成立しなかったため As 層を対象に液状化対策を行う。

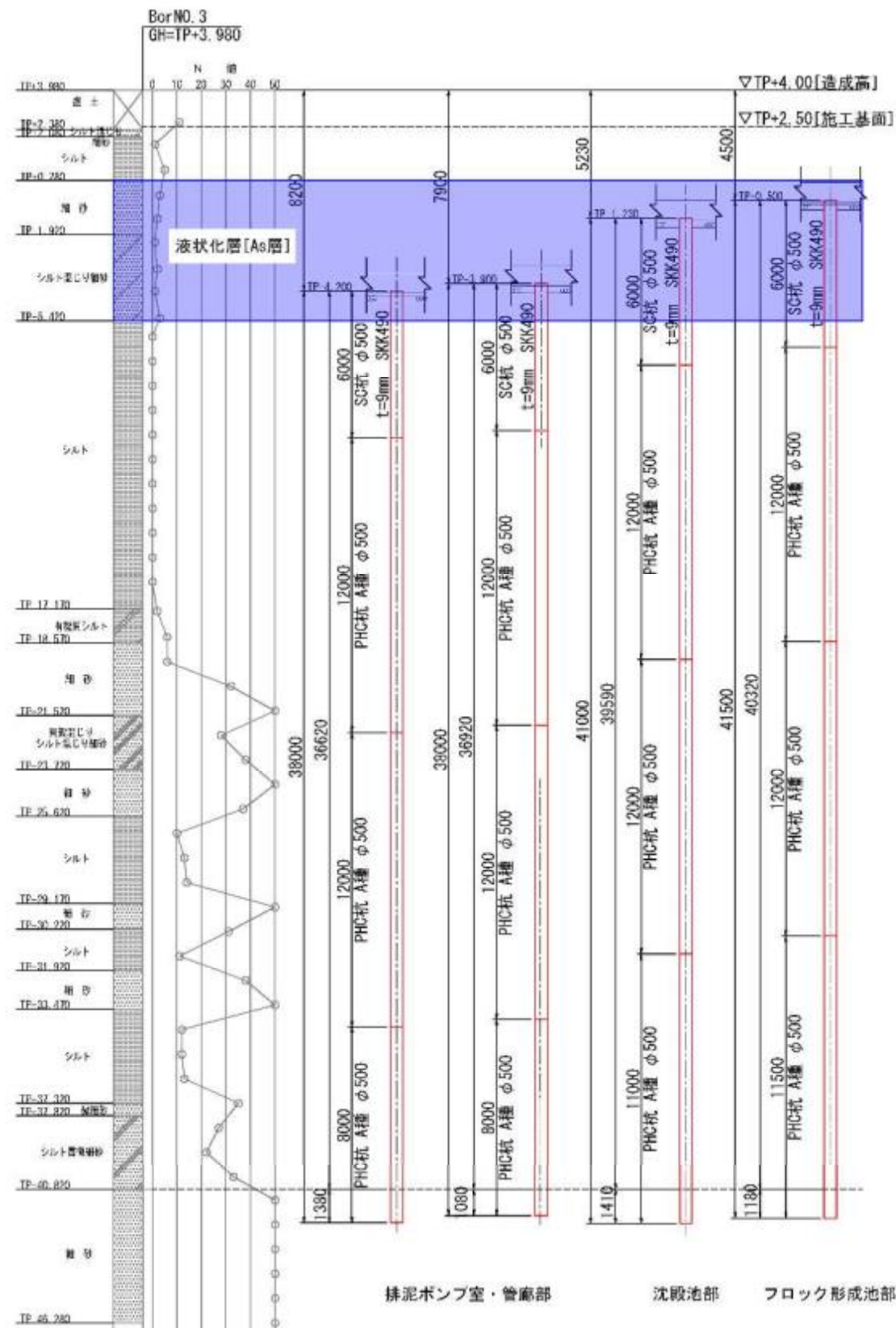


図 3-2-1 杭頭に対する液状化層の位置

(2) 液状化対策の範囲

横流式沈殿池では BorNo. 1～BorNo. 4 の N=4 箇所でボーリング調査が行われており、各ボーリングで液状化層の As 層（沖積砂質土層）が確認されている。

当該設計では掘削底面から As 層の深度が最も深い BorNo. 3 の As 層下端 TP-5.42m までを液状化対策の範囲とする。



図 3-2-2 ボーリング調査位置

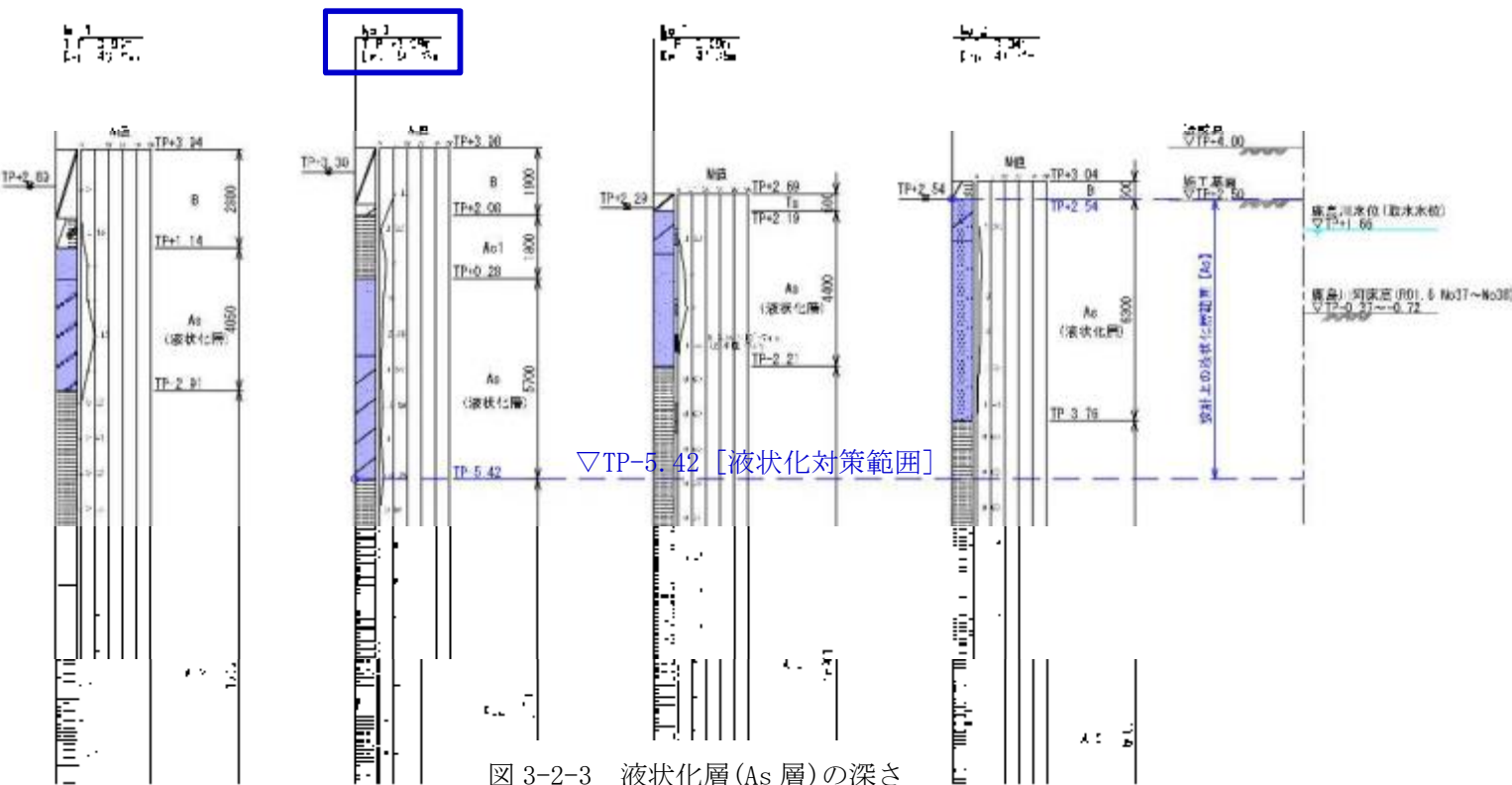
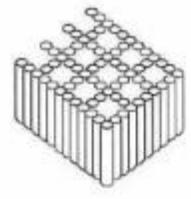
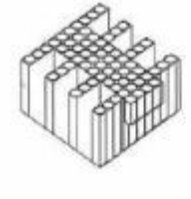
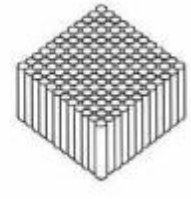


図 3-2-3 液状化層 (As 層) の深さ

(4) 固結工法の改良形式

前項の一次選定で選定した固結工法には表 3-2-2 に示す改良形式がある。

表 3-2-2 固結工法の改良形式

改良形式	概要		安定性	経済性	施工性
杭式		改良杭を平面的に群杭状に配置する。	水平外力が小さい場合は安定。	改良域に対して改良容積が小さく経済的で、工期も短い。	高い施工精度は要求されない。
格子式		改良杭をオーバーラップさせて格子状に配置する。	ブロック式に準じる。	ブロック式に比べて改良部分が少ないため安価。	改良体を相互にオーバーラップさせるため、高い施工精度が要求される。格子状に配置するため施工手順が煩雑となる。
壁式		外力に対してのり線方向に、改良杭をオーバーラップさせて配置する。長杭と短杭を組み合わせる。	各改良壁が一体として抵抗する場合は安定性が高い。	ブロック式に比べて改良部分が少ないため安価。	長杭と短杭のオーバーラップ部分に高い施工精度が要求される。
ブロック式		改良杭をオーバーラップさせて改良範囲全域を改良する。	改良域全体が一体となって外力に抵抗するため、安定性が高い。水平力に対する変形は小さい。	改良域に対して改良容積が大きくなり、工期も長い。	改良体を相互にオーバーラップさせるため、高い施工精度が要求される。

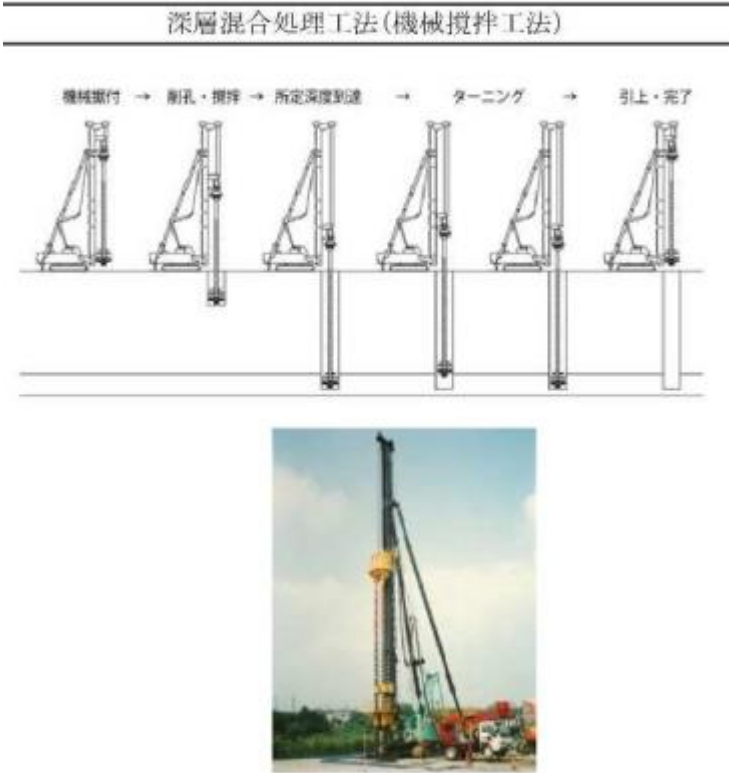
杭式および壁式は液状化した土砂が改良体間をすり抜けることが懸念され液状化対策としての効果が低い。ブロック式は液状化層を地盤改良で置換するため液状化対策としての効果は高いが費用も高くなる。

一方で格子式は、格子内の砂地盤のせん断変形が防止できるため液状化対策の効果が高く、改良率を50%程度に抑えることができることからブロック式に比べて経済性が優位である。

したがって、当該設計での固結工法は「格子式」の改良型式として液状化対策工法の二次選定を行う。

(5) 液状化対策工法の二次選定

次頁の表 3-2-3 に示す比較検討から経済性で優位である機械攪拌による深層混合処理工法を液状化対策工法として選定する。



土留め工法

(1) 土質条件

設計検討の土質条件はAc2層（沖積第2粘性土層）の上端が浅く受働抵抗が最も弱くなるBorNo. 1にて設定する。

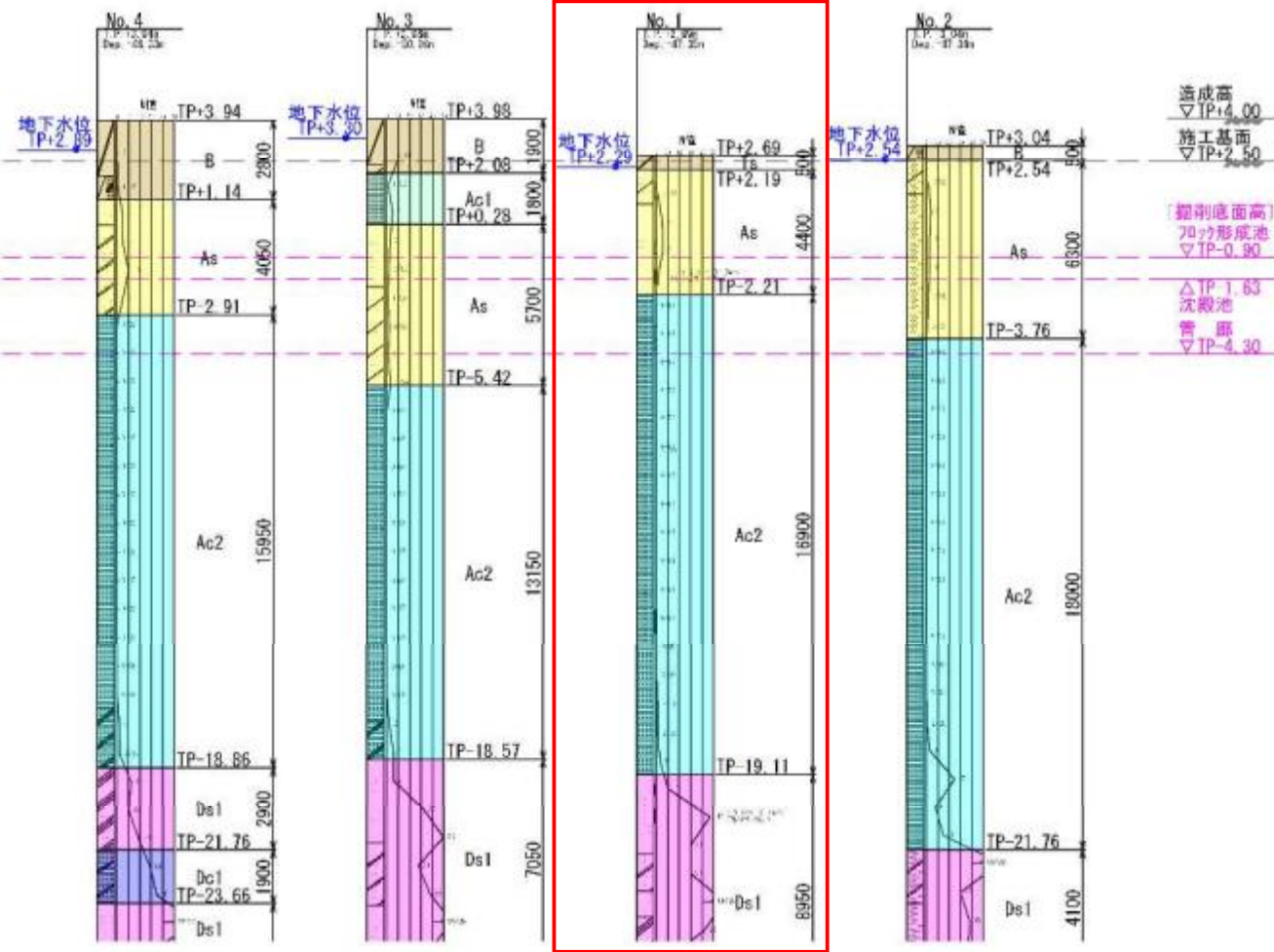


図 4-2-1 柱状図

(2) 土留め型式

掘削対象地盤が軟弱であり鹿島川近傍で地下水位が高いため、掘削背面土の安定と遮水性の確保ができる土留め壁を設置して土工事を行う必要がある。

土留め壁は施工規模（掘削深）から鋼矢板を採用する。

支保工型式は築造する構造物が水密性を要する水槽構造物であること、掘削深さから表 4-2-1 のとおりとした。

表 4-2-1 支保工形式の区分

CASE	箇所	施設用途	掘削深(m)	支保工形式
1	沈殿池部	水槽	4.13	自立式
2	ブロック形成池部	水槽	3.40	自立式
3	管廊部 [排水ポンプ室]	管理スペース	6.80	切梁式
4	管廊部	上部：水槽 下部：管理スペース	3.40※1	自立式

※自立式の適用は「道路土工 仮設構造物工指針 平成 11 年 3 月 日本道路協会」を参考に概ね掘削深 4m までとした。
※1 ブロック形成池部の床付高 TP-0.90 からの深さである。

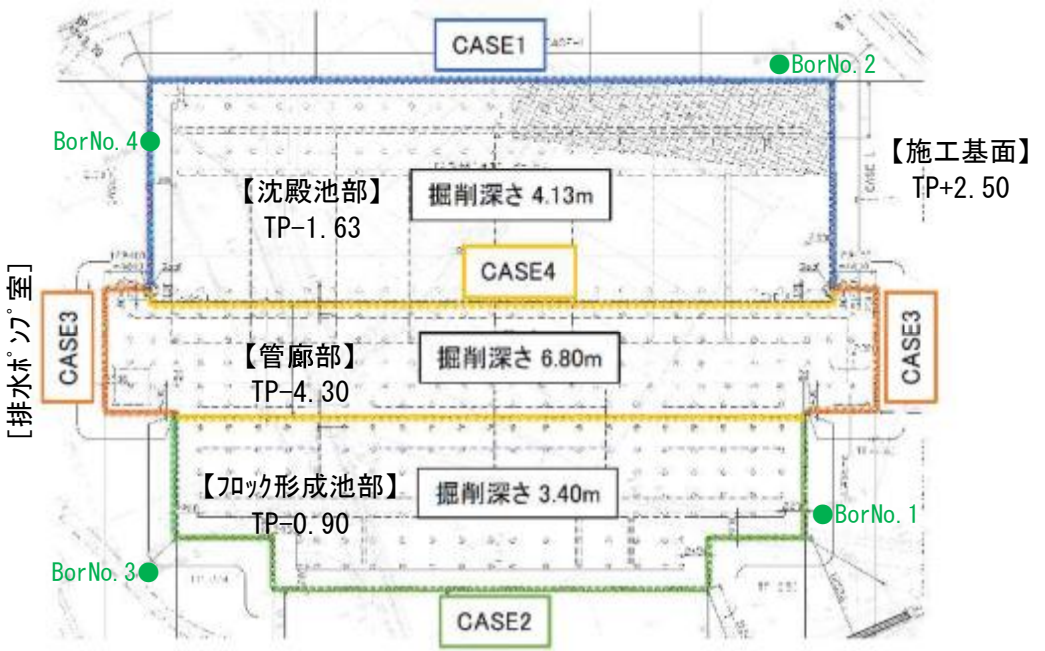


図 4-2-2 土留め型式の区分

表 2-1-1 土留めの設計手法の分類

支保工形式	掘削深さ	土留めの応力・変形の計算法
切 ば り 式 ア ン カ ー 式	$H \leq 3.0\text{m}$	小規模土留め設計法 (慣用法)
	$3.0\text{m} < H \leq 10.0\text{m}$	慣用法 ^(注1)
	$H > 10.0\text{m}$ ^(注2)	弾塑性法
自 立 式	$H \leq 3.0\text{m}$ ^(注3)	弾性床上的はり理論

注1) 慣用法では土留め壁の変形量を求めることができないため、近接構造物が存在し変形量を求める必要がある場合は弾塑性法によるのがよい。

注2) N値が2以下もしくは粘着力が20kN/m² (2t/m²) 程度以下の軟弱地盤においては掘削深さがH>8.0mに対して適用する。

注3) 良質地盤においては概ね掘削深さが4m以下に適用する。

出典：道路土工 仮設構造物工指針 平成 11 年 3 月

地盤改良

外周鋼矢板(CASE-1、CASE-2)で受働抵抗の増大を図るためのブロック式改良の幅は表 4-2-3 から「改良体下端から受働崩壊角（45° ）を包括する幅」で決定される。

表 4-2-3 ブロック式改良の必要改良範囲

	改良高(m)	改良幅(m)		
		受働崩壊角を包括する幅	滑動に対する安定幅	採 用
沈殿池部	3. 79	3. 79	3. 00	3. 79
ブロック形成池部	4. 52	4. 52	省略(L≤3. 00)※1	4. 52

※1：沈殿池部の掘削深 4. 13m でブロック形成池部の掘削深が 3. 40m のため沈殿池部に比べて主働土圧が小さくなるため計算を省略する。

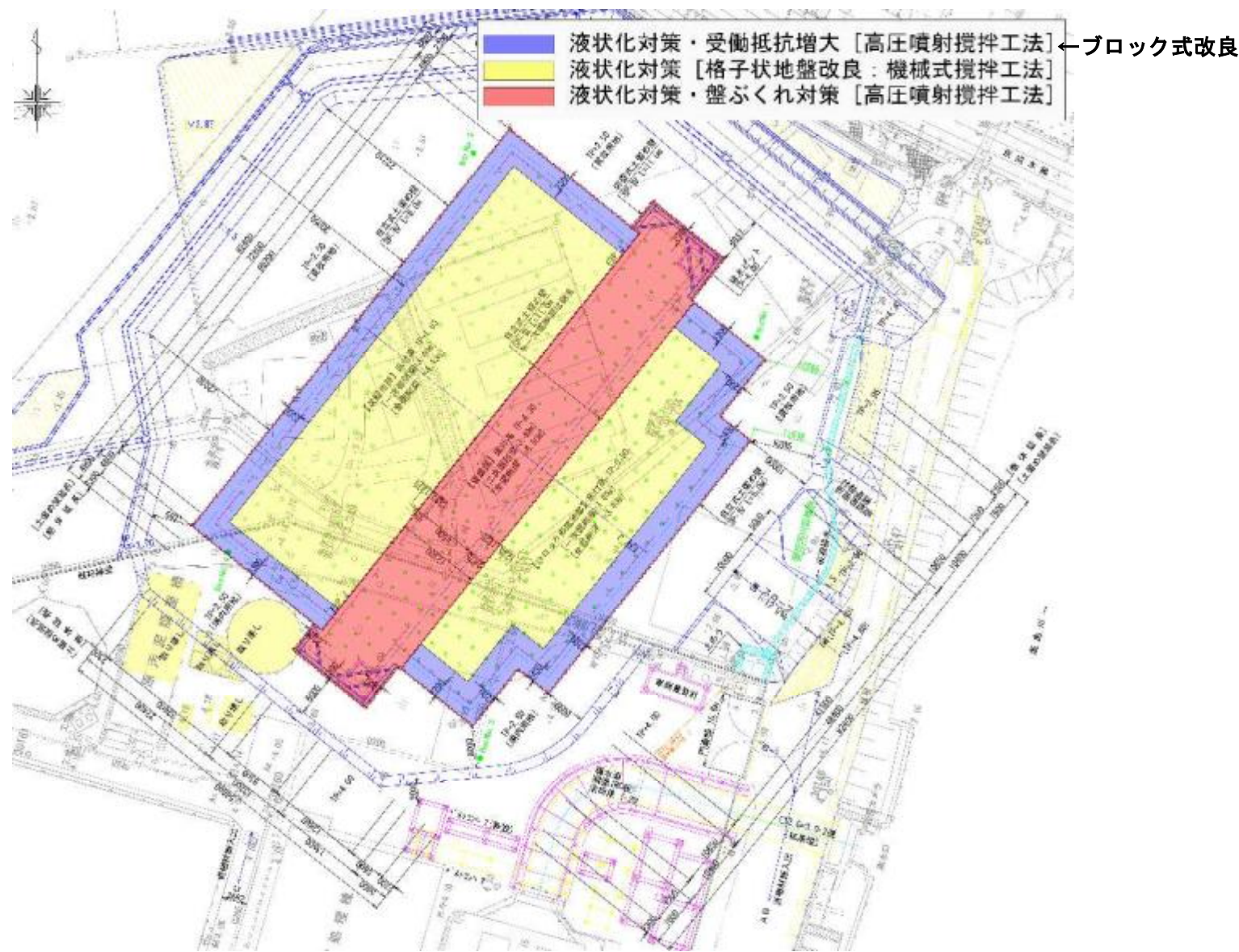


図 4-2-4 地盤改良範囲

5-2 占用位置

(1) 布設ルート

管路は高速凝集沈殿池の流入管、流出管より分岐して新設横流式沈殿池まで布設するルートとし、将来更新計画を考慮して分岐管等を設置しておく。

当該事業は佐倉浄水場の更新・耐震化を目的としており、今回の横流式沈殿池に続き、既存施設を随時更新していく予定で、基本設計を計画している。基本設計で計画した布設ルートをベースとするが、下記の点について見直しをした。

- ・新設横流式沈殿池配置向きの変更により、布設ルートを変更した。
- ・極力掘削深が深くないよう、管路交差箇所を減少した。
- ・空気弁（エア抜き管）設置箇所を減少した。
- ・断水接続可能な箇所について、高価な断水工法を減少した。

(2) 土被り

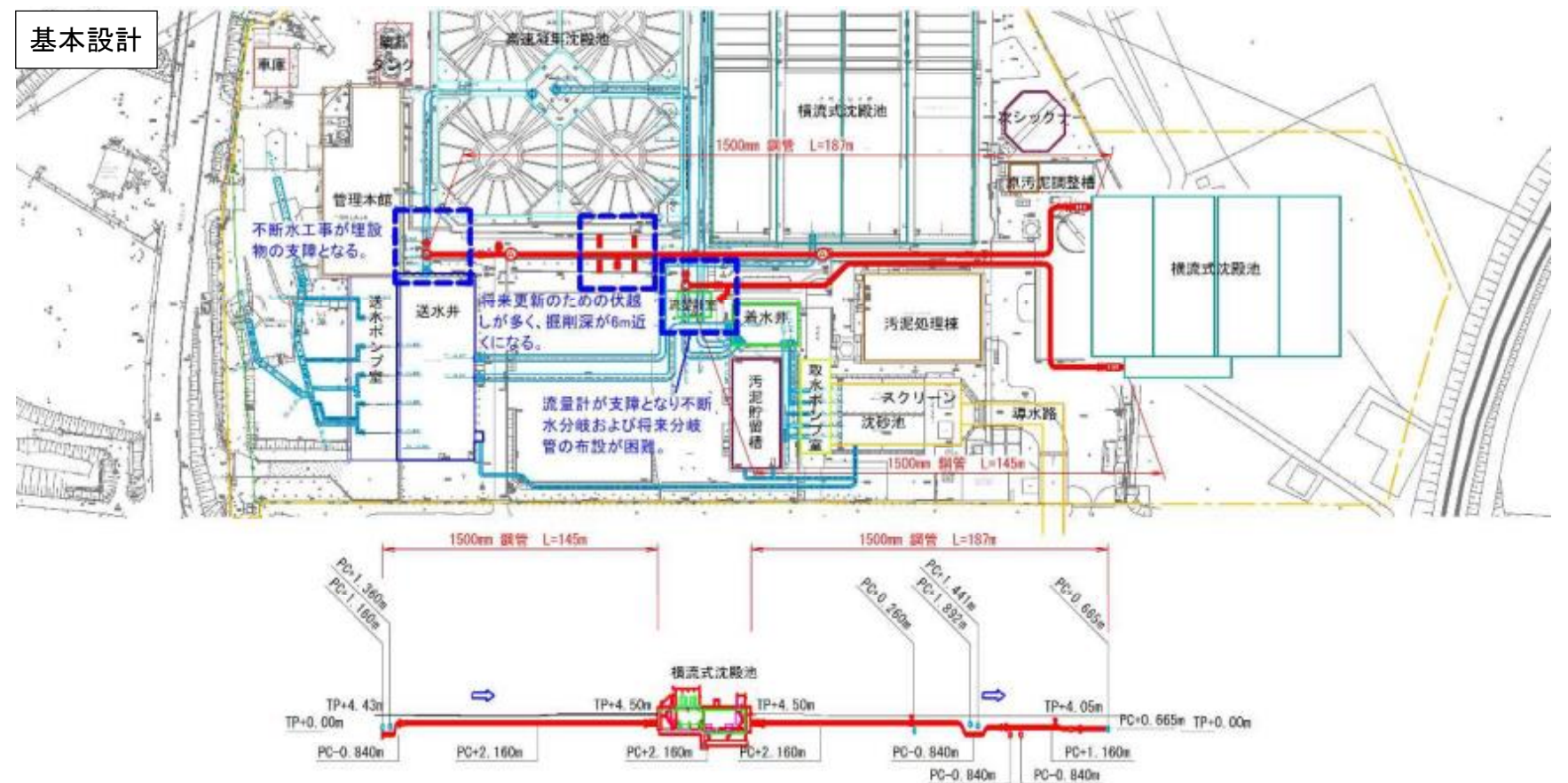
土被りは 1.50m 以上を確保する。また、管路勾配を 0.3%以上とする。

工水指針 P101 より、埋設管の深さについて、「管径 1000mm 以上は 150cm 以上を標準とする。」と記載している。これは土圧及び路面荷重に対して安全を考慮したものであり、道路種別によって異なるとある。今回の布設箇所は工業用水道用地内であり、通常の道路とは異なるが、重車両の通行もあることから、最低 1.5m の土被りを確保することとする。

ただし、当該地区は地下水が GL-0.95m と非常に高く、管内空虚時における管の浮上や液状化による管の浮上が懸念される。以降にこれらの検討書を添付するが、いずれも土被り 1.5m 以上を確保していれば安全であるという結果となったため、最小土被りは 1.5m とする。

また、管路の勾配は、圧力管のためレベルでも問題ないが、施工誤差により管路の凸部ができるのを防止するため、施工上管理できる最小勾配として 0.3%以上の勾配で布設することとする。凸部には空気が抜ける施設を設ける。

基本設計



実施設計

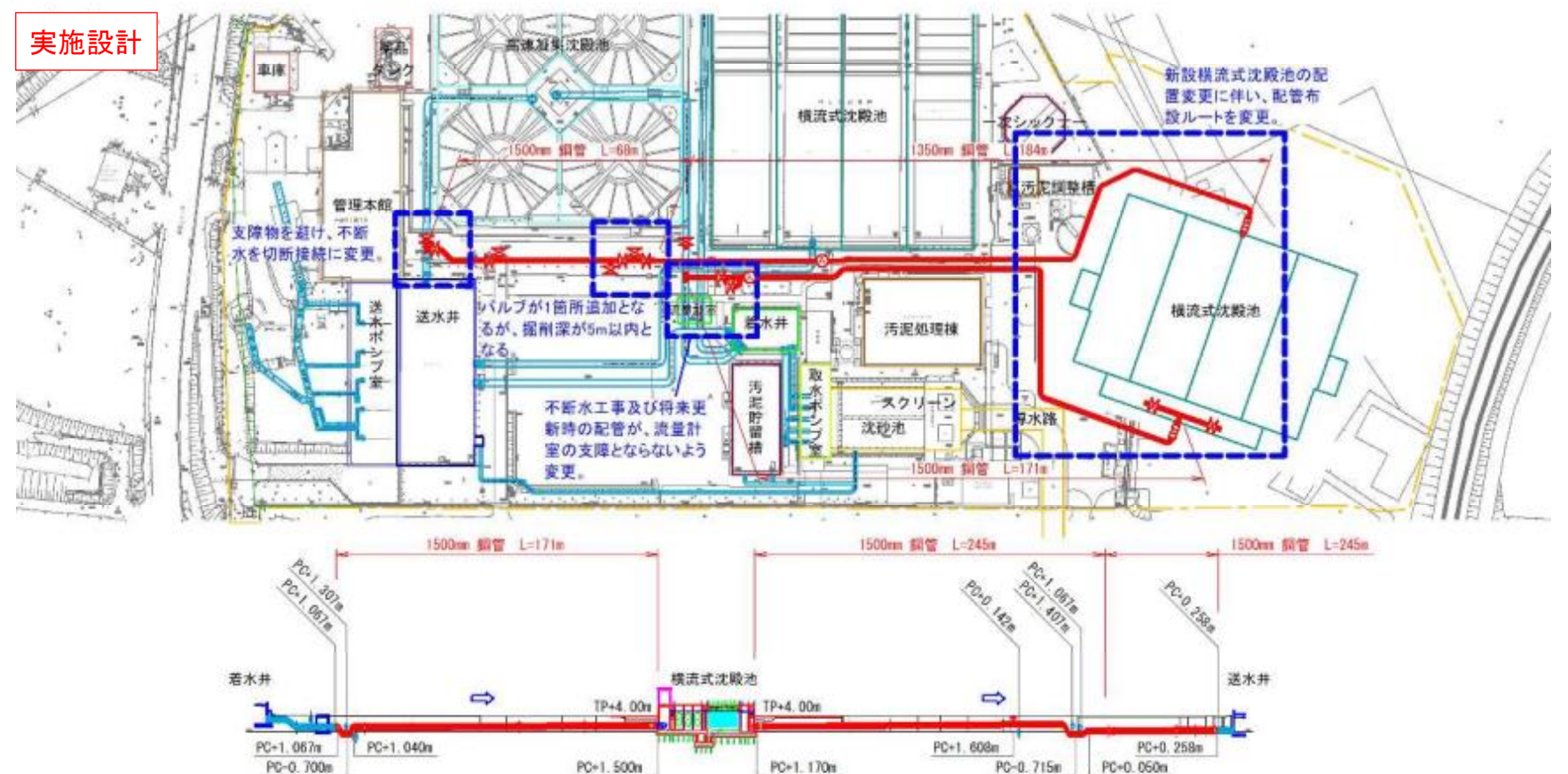


図 5-2-1 計画管路布設位置の見直し箇所

5-5 土工事

(1) 仮設土留め工

管布設は鋼矢板による土留め工とする。

管の土被りが 1.5m 以上のため、布設の際の土工事に土留め工の設置は必須である。また、地下水が高い（GL-0.95m）ため、止水性がある工法以外は薬液注入等の補助工法が必要となる。これらを考慮して比較検討した結果、補助工法を用いる工法は経済性で劣るため、止水性がある鋼矢板工法で土留めして施工する。

(2) 埋戻し工

管下は砂質土とし、粘性土層となる場合は再生砂で置き換える。また、管上 10cm までは周りは改良土で埋め戻す。

管下が砂質土層の場合は地耐力が確保できているため、掘削底面に管を据え付けることとする。ただし、粘性土層では地耐力不足となることから、粘性土層に限り再生砂で管下を置き換える。

当該箇所は地下水が高い（GL-0.95m）ため、管は地下水以下に設置することとなる。そこで管周りを砂で埋め戻すと液状化の危険性があるため、管上 10cm までの管周りは改良土で埋め戻すこととする。

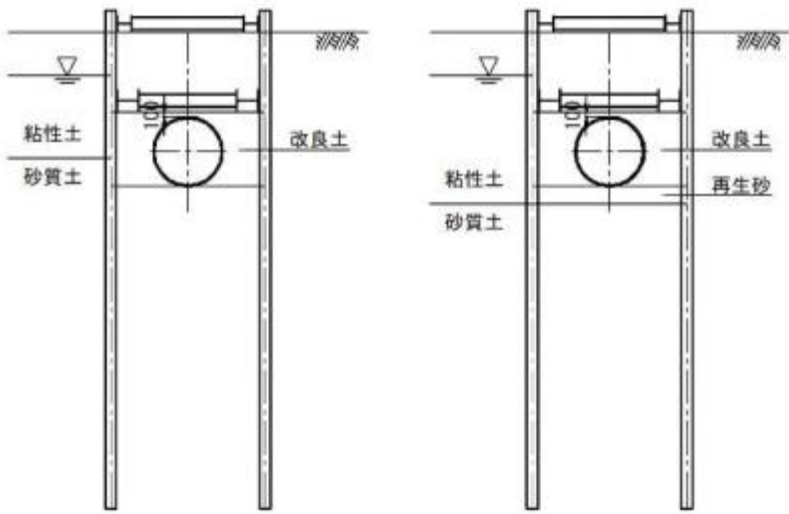
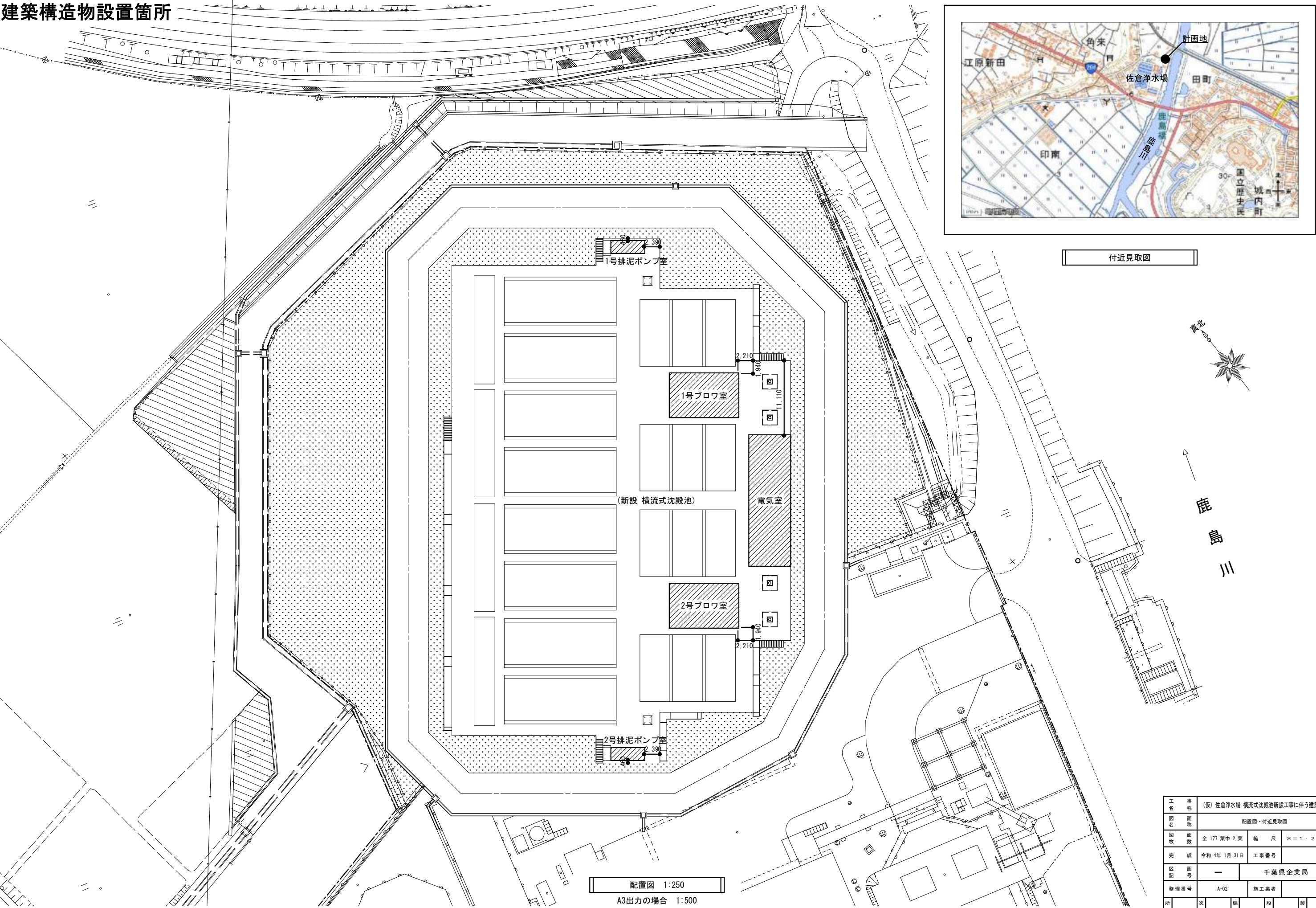
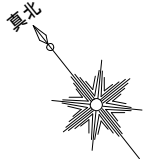


図 5-5-1 埋戻し層

建築構造物設置箇所

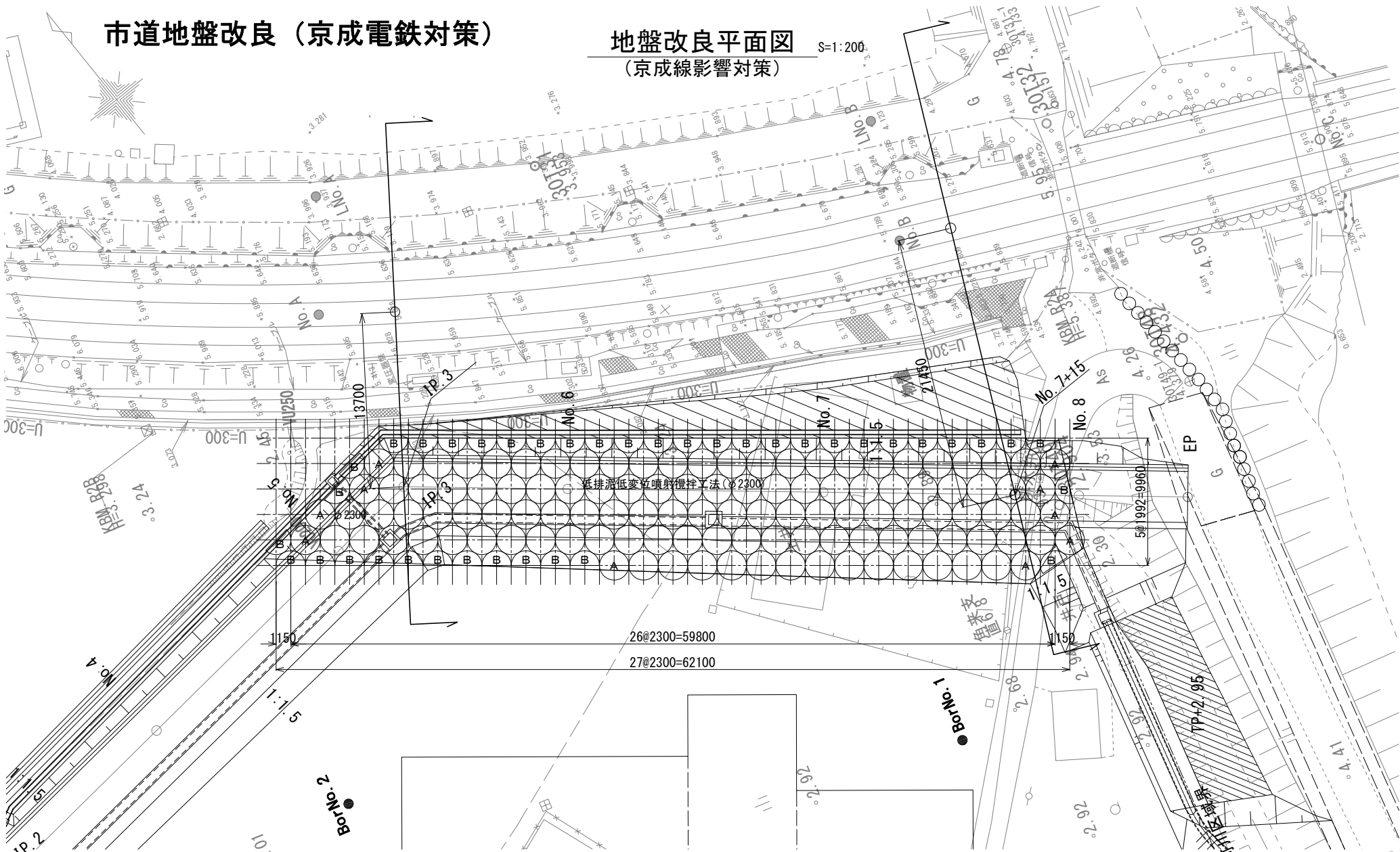


付近見取図



鹿島川

工 事 名	(仮) 佐倉浄水場 横流式沈殿池新設工事に伴う建築工事				
図 名	配置図・付近見取図				
図 枚	全 177 葉中 2 葉	縮 尺	S = 1 : 2 5 0		
完 成	令和 4 年 1 月 31 日	工事番号			
区 画 記	一	千葉県企業局			
整理番号	A-02		施工業者		
所 長	次 長	課 長	設 計	製 図	



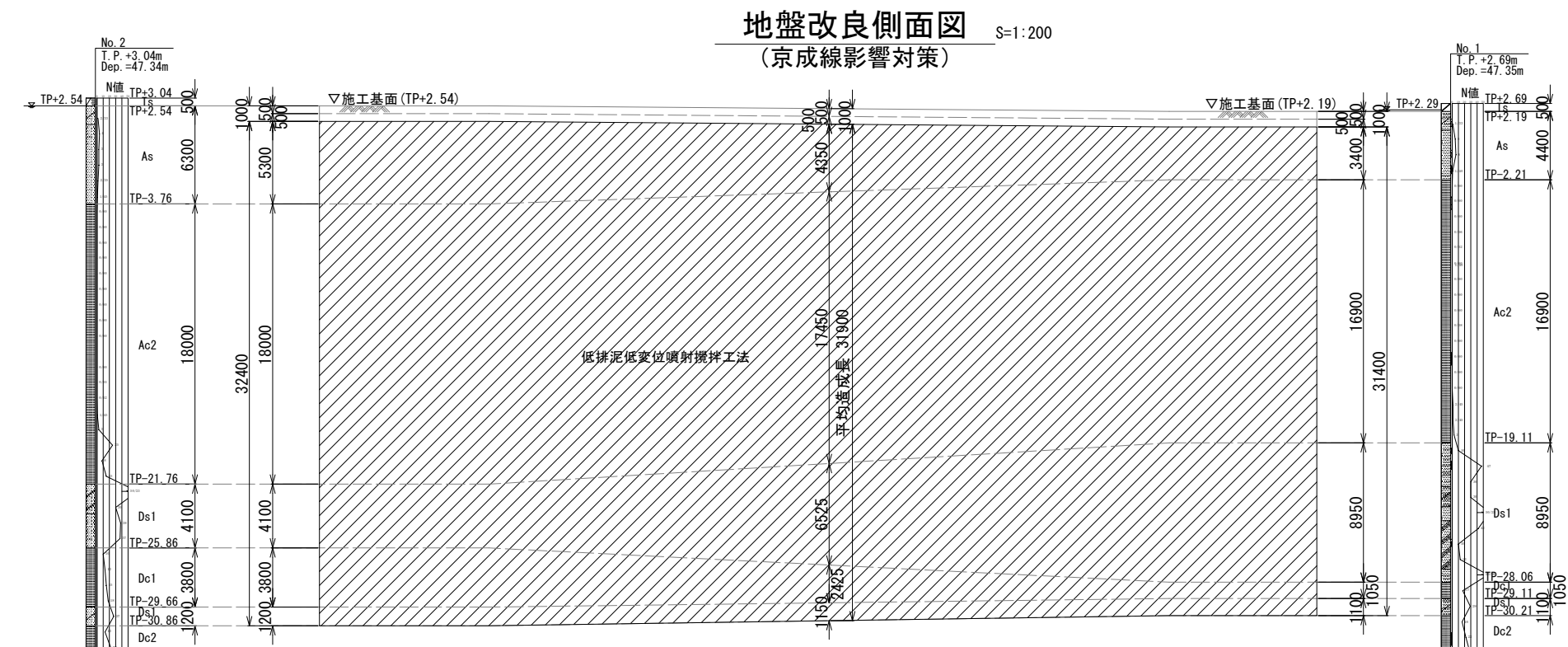
数量表

■高圧噴射攪拌工法(三重管)
設計基準強度 砂質土 2000kN/m² 粘性土 1000kN/m²

種 類	工 法	改良径	造成長 (平均長)	削孔長 (平均長)	本 数	備 考
A	低排泥低変位工法	φ2300	31.90m	33.40m	116本	接円配置 (改良率90.6%)
B	低排泥低変位工法	φ2300 (半円)	31.90m	33.40m	39本	

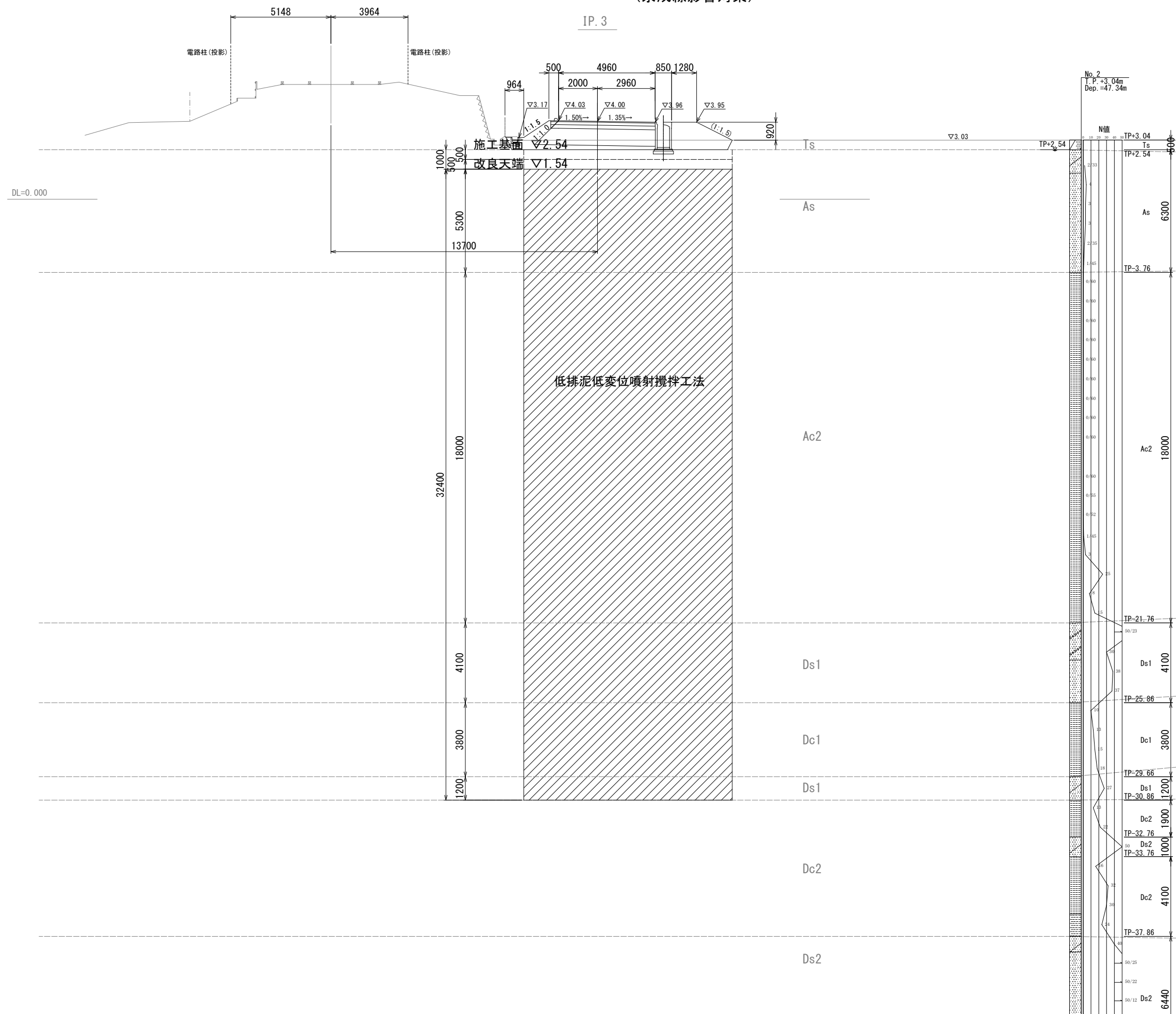
※削孔長には改良体下の余堀長(0.50m)を含む

※ 本業務後、別業務で京成電鉄への影響を別途検討



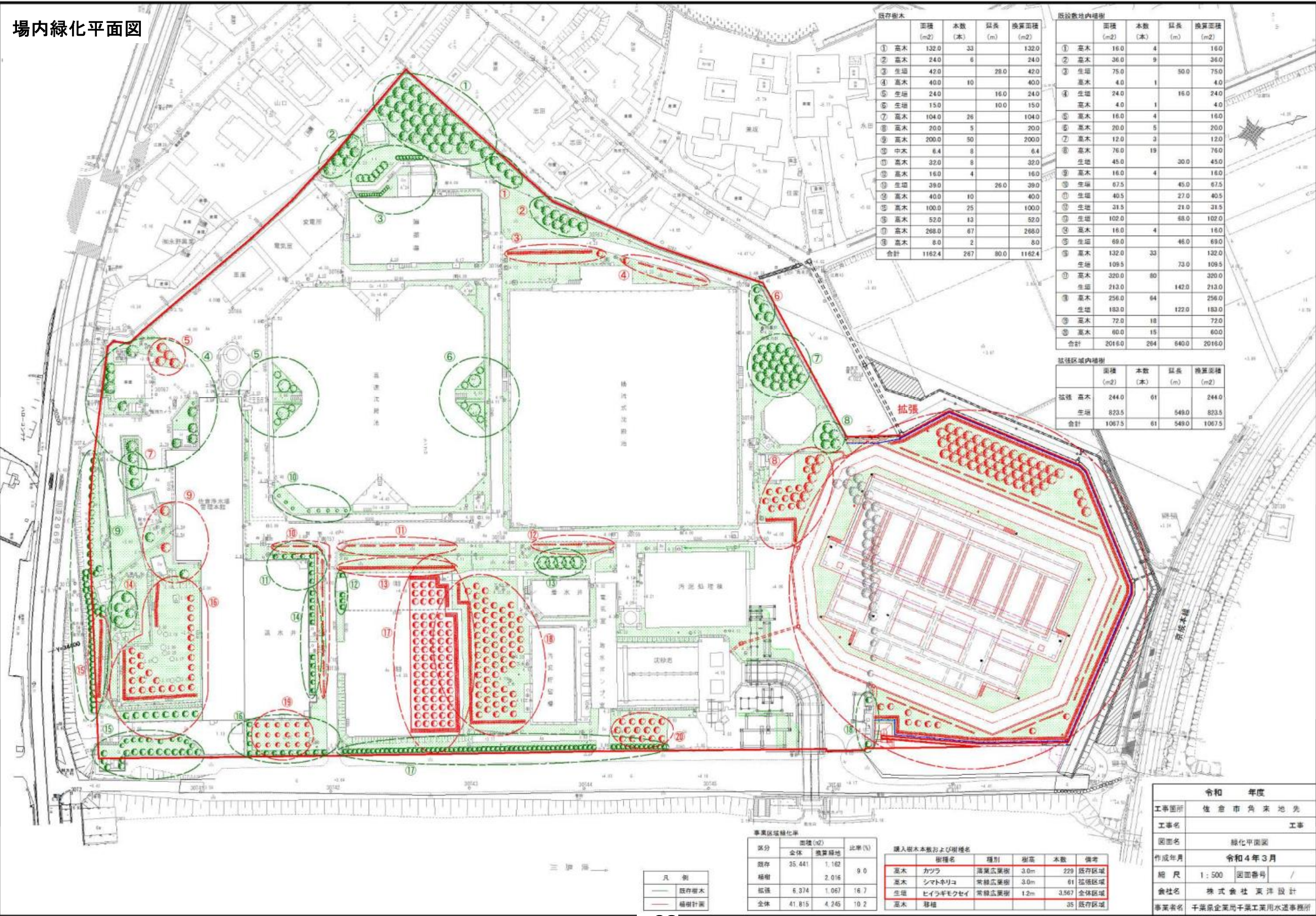
令和 年度		
工事箇所	佐 倉 市 角 来 地 先	
工事名	工 事	
図面名	地盤改良図(京成線影響対策)	
作成年月	令和 4 年 3 月	
縮 尺	図 示	図面番号 /
会社名	株 式 会 社 東 洋 設 計	
事業者名	千葉県企業局千葉工業用水道事務所	

地盤改良断面図(1) S=1:100
(京成線影響対策)



令和 年度			
工事箇所	佐 倉 市 角 来 地 先		
工事名	工事		
図面名	地盤改良断面図(1) (京成線影響対策)		
作成年月	令和 4 年 3 月		
縮 尺	図 示	図面番号	/
会社名	株 式 会 社 東 洋 設 計		
事業者名	千葉県企業局千葉工業用水道事務所		

場内緑化平面図



既存樹木				
	面積 (m ²)	本数 (本)	延長 (m)	換算面積 (m ²)
① 高木	132.0	33		132.0
② 高木	24.0	6		24.0
③ 生垣	42.0		28.0	42.0
④ 高木	40.0	10		40.0
⑤ 生垣	24.0		16.0	24.0
⑥ 生垣	15.0		10.0	15.0
⑦ 高木	104.0	26		104.0
⑧ 高木	20.0	5		20.0
⑨ 高木	200.0	50		200.0
⑩ 中木	6.4	8		6.4
⑪ 高木	32.0	8		32.0
⑫ 高木	16.0	4		16.0
⑬ 生垣	39.0		26.0	39.0
⑭ 高木	40.0	10		40.0
⑮ 高木	100.0	25		100.0
⑯ 高木	52.0	13		52.0
⑰ 高木	268.0	67		268.0
⑱ 高木	8.0	2		8.0
合計	1162.4	267	80.0	1162.4

既設敷地内植樹				
	面積 (m ²)	本数 (本)	延長 (m)	換算面積 (m ²)
① 高木	16.0	4		16.0
② 高木	36.0	9		36.0
③ 生垣	75.0		50.0	75.0
④ 高木	4.0	1		4.0
⑤ 生垣	24.0		16.0	24.0
⑥ 高木	4.0	1		4.0
⑦ 高木	16.0	4		16.0
⑧ 高木	20.0	5		20.0
⑨ 高木	12.0	3		12.0
⑩ 高木	76.0	19		76.0
⑪ 生垣	45.0		30.0	45.0
⑫ 高木	16.0	4		16.0
⑬ 生垣	67.5		45.0	67.5
⑭ 生垣	40.5		27.0	40.5
⑮ 生垣	31.5		21.0	31.5
⑯ 生垣	102.0		68.0	102.0
⑰ 高木	16.0	4		16.0
⑱ 生垣	69.0		46.0	69.0
⑲ 高木	132.0	33		132.0
⑳ 生垣	109.5		73.0	109.5
㉑ 高木	320.0	80		320.0
㉒ 生垣	213.0		142.0	213.0
㉓ 高木	256.0	64		256.0
㉔ 生垣	183.0		122.0	183.0
㉕ 高木	72.0	18		72.0
㉖ 高木	60.0	15		60.0
合計	2016.0	264	640.0	2016.0

拡張区域内植樹				
	面積 (m ²)	本数 (本)	延長 (m)	換算面積 (m ²)
拡張 高木	244.0	61		244.0
拡張 生垣	823.5		549.0	823.5
合計	1067.5	61	549.0	1067.5

事業区画緑化率			
区分	面積(m ²)	換算緑地	比率(%)
既存	35,441	1,162	9.0
植樹		2,016	
拡張	6,374	1,067	16.7
全体	41,815	4,245	10.2

購入樹木本数および樹種名				
樹種名	種別	樹高	本数	備考
高木 カツラ	落葉広葉樹	3.0m	229	既存区域
高木 シマトネリコ	常緑広葉樹	3.0m	61	拡張区域
生垣 ヒイラギモクセイ	常緑広葉樹	1.2m	3,567	全体区域
高木 移植			35	既存区域

凡 例	
—	既存樹木
- - -	植樹計画

令和 年度	
工事箇所	佐 倉 市 角 末 地 先
工事名	工 事
図面名	緑化平面図
作成年月	令和 4 年 3 月
縮 尺	1 : 500 図面番号 /
会社名	株 式 会 社 東 洋 設 計
事業名	千葉原企業局千葉工業用水道事務所

佐倉浄水場更新に伴う線路近接工事設計委託（その2）

（1）業務内容

履行期間 自）令和4年11月25日 至）令和5年12月15日（第4回変更）
発注者 千葉県企業局 千葉工業用水道事務所
受注者 株式会社エイト日本技術開発 東京支社

（2）業務目的

令和3年度の「佐倉浄水場更新・耐震化実施設計委託(新設沈殿池)（東洋設計）」において、佐倉浄水場更新に伴い必要となる付替え佐倉市道は、鉄道に近接した位置に計画されており、近接影響対策の観点から工事費が高価となっている。令和3年度業務に対してコスト削減の観点から、佐倉市道と鉄道との離隔距離をできる限り確保した設置位置へ変更するために必要な詳細設計及び軌道への影響検討を行い、最新の技術基準・条件を基に施工性・安全性・利便性を勘案の上、工事実施に必要な設計図面、数量のとりまとめ及び報告書を作成。

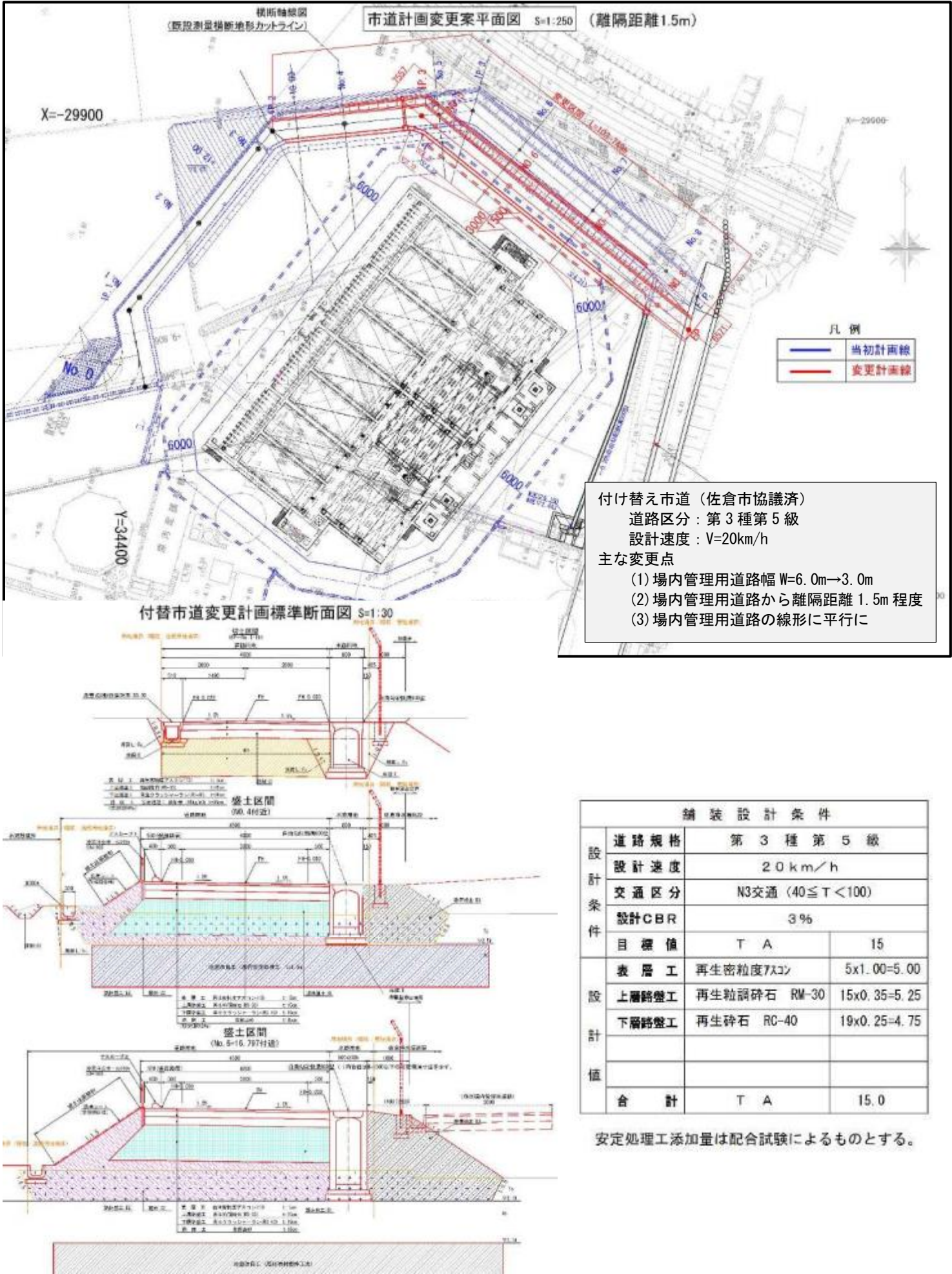
（3）実施項目

種別・細別	規格等	単位	設計数量	変更数量	出来高	増減
道路詳細設計		式	1	1	1	0
道路詳細設計（B）	L=0.07km	(km) 式	1	0	0	0
道路詳細設計（B）	L=0.10km	(km) 式	0	1	1	0
静的応力・変動解析		式	1	1	1	0
静的応力・変動解析	二次元弾塑性 F E M解析	断面	2	2	2	0
静的応力・変動解析	二次元弾塑性 F E M解析（解析ケース）	ケース	0	2	2	0
静的応力・変動解析	二次元弾性 F E M解析	断面	2	0	0	0
場内計画変更案等の検討及び資料作成		式	0	1	1	0
場内計画変更案等の検討及び資料作成	軌跡・緑化率，クレーン諸元，軽量材	式	0	1	1	0
協議用資料作成		式	0	1	1	0
協議用資料作成	2機関各1回（佐倉市、京成電鉄）	回	0	2	2	0
打合せ等		式	1	1	1	0
打合せ	全7回（着手時、中間5回、納品時）	回	7	7	7	0
関係機関打合せ協議	2機関各1回（佐倉市、京成電鉄）	回	2	2	2	0

（4）市道変更の検討条件

- 1）佐倉浄水場に計画されている管理用道路 W=6.0m（鉄道近接区間のみ）を W=3.0m に縮小する。
- 2）管理用道路を利用する設計車両は、普通自動車となっているが、幅員を縮小したことにより、コーナー部においては、一部未舗装部分の利用走行は OK とする。（常時利用でないため施設管理者了承）
- 3）できる限り京成電鉄との離隔距離確保のため、佐倉市道（可変側溝端）と佐倉浄水場施設管理用道路との離隔距離は、フェンスの設置や水路設置幅等を考慮して必要最小限幅として W=1.5m 程度とする。

（5）変更道路計画



(6) 近接影響検討

1) 解析手法

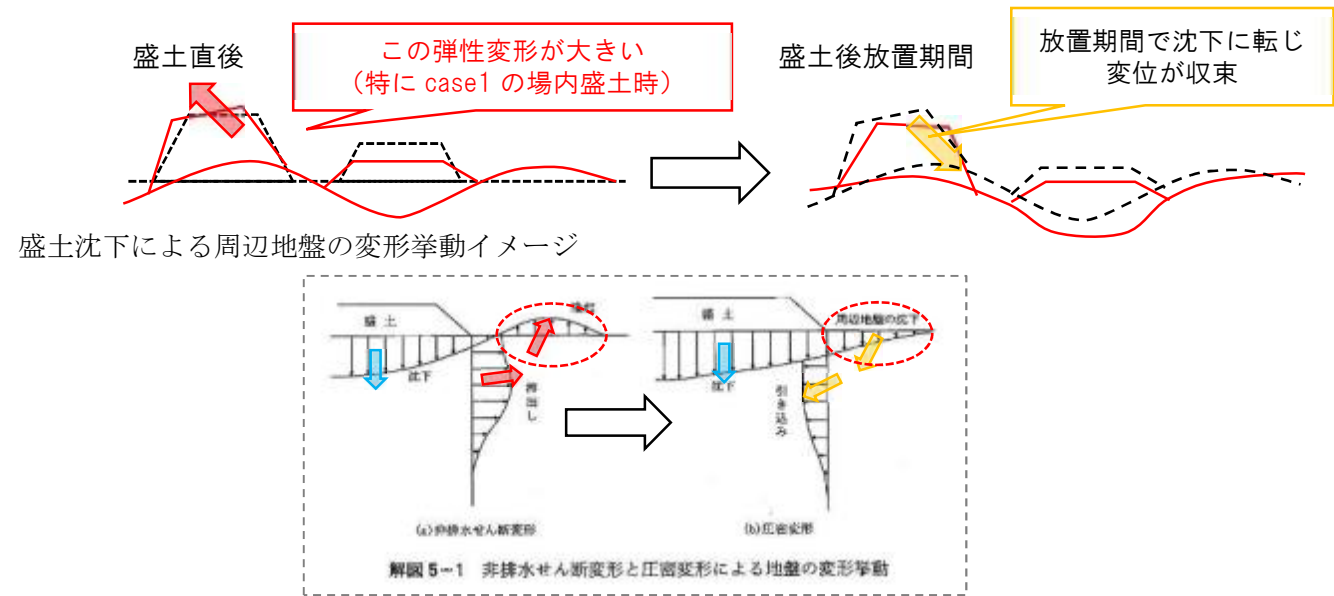
盛土（付替市道盛土、場内盛土）における近接する鉄道への影響検討を実施。評価手法は関口・太田モデルによる二次元弾塑性 FEM プログラム（DACSAR）により、新設盛土による基礎地盤の変位量を算出。解析ケースは、以下の 2 ケース

- Case1：盛土材を普通土とした場合（ $\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$ ）
 - Case2：盛土材を軽量土材とした場合（軽量盛土材（カルグリ相当）： $\gamma = 12.0 \text{ kN/m}^3$ ）
- 軽量盛土の対象範囲は、付替市道盛土および場内盛土。なお、付替市道盛土の軽量盛土を対象とする範囲は、表層工、路盤工以外とした。



2) 解析結果

表に盛土時における近接影響解析結果の一例（No. 7+16.8 断面）を示す。Case1 および case2 とも、場内盛土直後の隆起・押し出しの挙動による変位量が大きくなり、許容値を超過。case2 は、case1 と比較すると付替市道盛土時および場内盛土時の変位量が減少し盛土材を軽量化したことによる効果が確認されるが、軌道または電路柱位置の変位量が許容値を超過するため、適用する場合は別途何らかの変形対策が必要。



出典) 道路土工 軟弱地盤対策工指針 (H24. 8)、P. 114

■断面：No. 7+16. 8

ケース		case1：普通盛土				case2：軽量盛土			
対象ステップ	照査位置	増分変位量 (mm)			判定	増分変位量 (mm)			判定
			解析値	許容値			解析値	許容値	
付替市道盛土時	左側軌道	水平	5.3	5.0	NG	水平	3.8	5.0	OK
		鉛直	7.7	6.0	NG	鉛直	5.2	6.0	OK
	右側軌道	水平	5.2	5.0	NG	水平	3.8	5.0	OK
		鉛直	7.6	6.0	NG	鉛直	5.2	6.0	OK
	左側電路柱	水平	5.3	10.0	OK	水平	3.8	10.0	OK
		鉛直	7.6	10.0	OK	鉛直	3.7	10.0	OK
場内盛土時	左側軌道	水平	10.6	5.0	NG	水平	7.0	5.0	NG
		鉛直	12.2	6.0	NG	鉛直	7.8	6.0	NG
	右側軌道	水平	11.0	5.0	NG	水平	7.3	5.0	NG
		鉛直	12.8	6.0	NG	鉛直	8.2	6.0	NG
	左側電路柱	水平	10.0	10.0	NG	水平	6.6	10.0	OK
		鉛直	11.7	10.0	NG	鉛直	7.3	10.0	OK
	右側電路柱	水平	11.0	10.0	NG	水平	7.6	10.0	OK
		鉛直	12.9	10.0	NG	鉛直	8.3	10.0	OK

※増分変位量：盛土前の変位をゼロとしたときの変位量

Case1 よりも変位量減
⇒ 軽量材の効果確認

付替市道・場内盛土時で変位量超過
⇒ 適用には対策必要

場内盛土時で変位量超過
⇒ 適用には別途対策必要

(7) 軽量盛土に関する検討

近接する鉄道（盛土軌道）に与える影響を低減することを目的とするため、盛土材には軽量性が求められるが、当該地点は地下水の存在だけでなく鹿島川洪水時の浸水域となる可能性があるため、避溢水による浮力作用への対応が必要となる。

よって、一般盛土材（ $\gamma = 18 \sim 19 \text{ kN/m}^3$ ）より軽量で、比重 1.0 を超えるもの（ $\gamma = 11 \sim 12 \text{ kN/m}^3$ ）が求められ、耐久性・使用性の面から、地下水等の浸入により部材腐食や重量変化が懸念されるもの、沈殿池区間の埋設管等の再掘削、植栽育成への影響、および周辺田畑や河川への水質影響、材料調達面での冗長性を考慮し、人工軽量盛土材が有力と考えられる。

材料名等	発生材			気泡混合土		発泡一ズ混合土
	水砕スラグ	石炭灰	人工軽量材	FCB	EPS	SLS 等
耐久性（水/耐腐食性）	○	○	○	△	△	○
耐久性（耐流出）	○	○	○	○	○	△
使用性（再掘削）	○	○	○	×	×	△
使用性（植栽等）※1	△	△	△	△	△	△
環境影響（溶出）※2	△	△	○	△	△	○
調達性	△	△	○	○	○	○
総合評価			◎			

※1：植栽、特に高木の植樹には被覆客土を用いることが必要となると想定される
※2：△はアルカリ土壌となる可能性があり、水性動植物への影響が懸念される

佐倉浄水場更新に伴う軟弱地盤対策工設計委託

(1) 業務内容

履行期間 自) R5 年 7 月 1 日 至) R5 年 12 月 15 日 (第 1 回変更)
発注者 千葉県企業局 千葉工業用水道事務所
受注者 株式会社エイト日本技術開発 東京支社

(2) 業務目的

鉄道近接施工となる佐倉浄水場更新に伴う佐倉市道の道路築造に必要な軟弱地盤対策工設計及び軌道への影響検討を行い、最新の技術基準・条件を基に施工性・安全性・経済性・利便性を勘案の上、工事実施に必要な設計図面、数量のとりまとめ及び報告書を作成。

(3) 実施項目

種別・細別	規格	単位	設計数量	変更数量	出来高	増減
静的応力・変動解析		式	1	1	1	0
静的応力・変動解析	二次元弾塑性 F E M解析	断面	1	1	1	0
静的応力・変動解析	二次元弾塑性 F E M解析 (メッシュ作成無し)	断面	2	2	2	0
静的応力・変動解析	二次元弾塑性 F E M解析 (対策工ケース検討)	ケース	3	2	2	0
静的応力・変動解析	二次元弾性 F E M解析	断面	2	2	2	0
土留計算の実行		式	0	1	1	0
土留計算の実行	弾塑性計算	式	1	1	1	0
鉄道近接対策工設計		式	1	1	1	0
鉄道近接対策工設計	地盤改良工	式	1	1	1	0
関係機関協議資料作成		式	1	1	1	0
関係機関協議資料作成	2 機関各 1 回	式	1	0	0	0
関係機関協議資料作成	3 機関計 5 回 (佐倉市1, 京成3, 局内1)	式	0	1	1	0
打合せ等		式	1	1	1	0
打合せ	全4回 (着手時、中間 2 回、納品時)	業務	1	1	1	0
関係機関打合せ協議	2 機関各 1 回 (京成電鉄、佐倉市)	回	2	0	0	0
関係機関打合せ協議	1 機関各 2 回 (京成電鉄)	回	0	2	2	0

(4) 検討内容

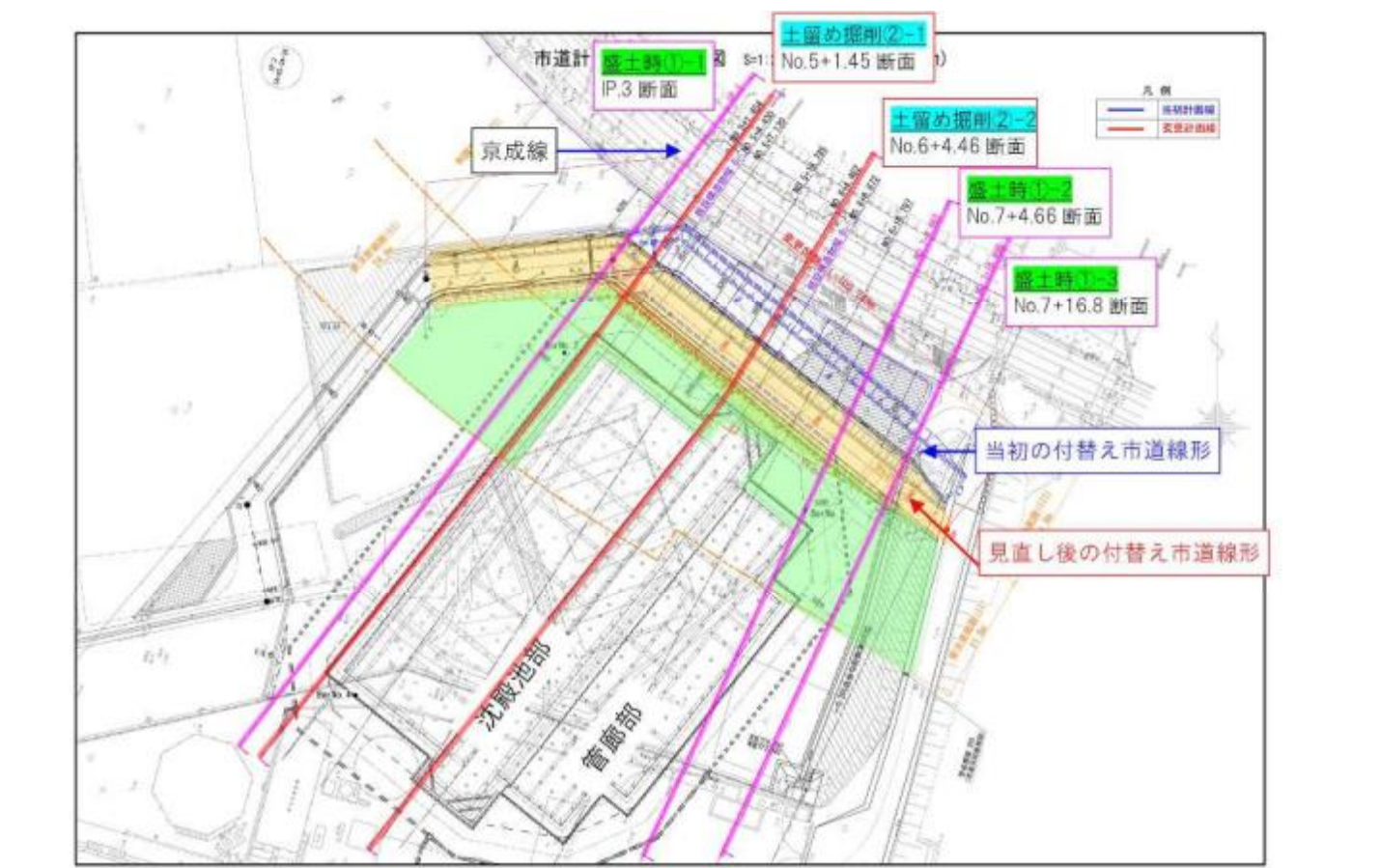
並行して実施する「令和 4 年度 佐倉浄水場更新に伴う線路近接工事設計委託 (その 2)」において、盛土時 (付替市道盛土および場内盛土時) に近接する京成本線への変形影響が確認された。
本編では、近接施工となる盛土 (付替市道および場内盛土) 工事における鉄道線への近接影響対策の検討、および付替市道築造後に予定される新設沈殿池開削工事による鉄道線への影響予測を実施。

【盛土時検討】

I. P. 3 : 京成電鉄に付替市道が最も近接する断面
No. 7+ 4. 66 : 付替市道盛土の盛土高が高く、かつ影響が懸念される場内盛土の範囲が IP. 3 断面、No. 7+16. 8 断面よりも小さい断面
No. 7+16. 80 : 盛土高が最も高い断面

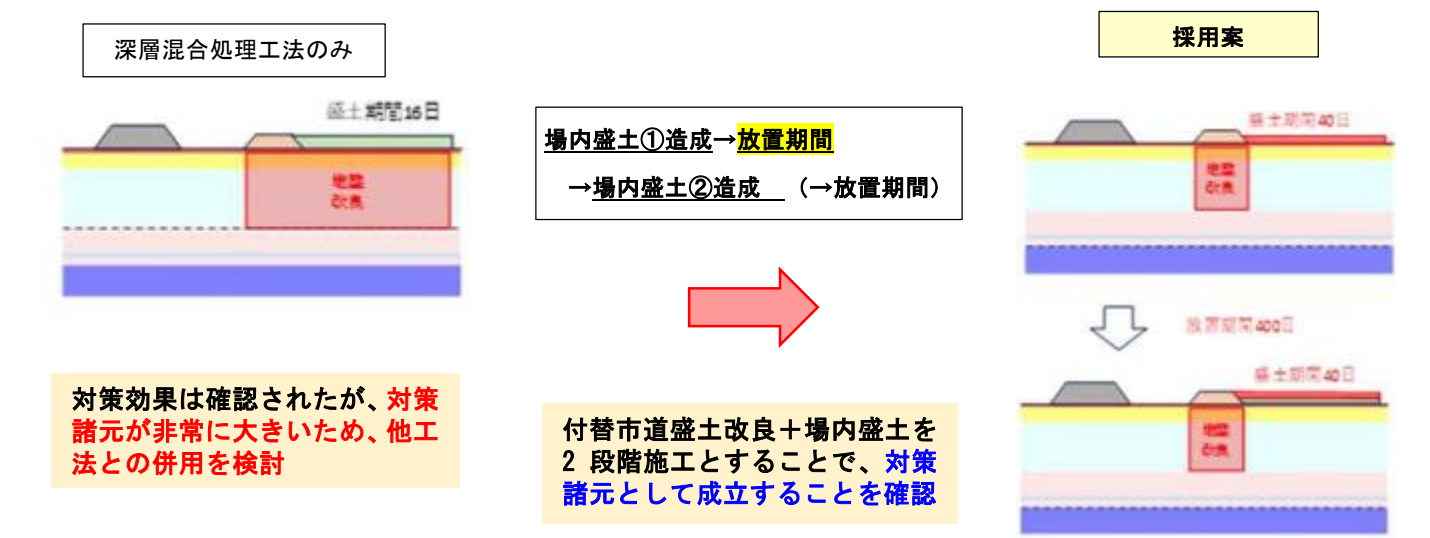
【仮設土留め工を用いた掘削時検討】

No. 5+1. 45 (沈殿池部) : 沈殿池部の土留め範囲で、付替市道盛土が京成電鉄に最も近接する断面
No. 6+4. 46 (管廊部) : 管廊部の土留め範囲で、付替市道盛土が京成電鉄に最も近接する断面
No. 7+16. 80 : 盛土高が最も高い断面



【盛土時の解析結果】

付替市道盛土については、IP. 3 断面よりも終点側の断面は軌道位置の変形量が許容値を超過する傾向であった。また、場内盛土時は、いずれの断面も軌道または電柱位置の変形量が許容値を超過する傾向であった。全体的な傾向として、盛土直後の押し出し・隆起の挙動による変形量が最も大きくなる見込みである。
対策工は、鉄道への影響対策工として有効と判断された深層混合処理工法 (高圧噴射攪拌工法) とし、他工法との組み合わせの可能性について検討。



【仮設土留め工を用いた掘削時の解析結果】

付替市道盛土が新設沈殿池側へ移動する計画となったことから、本検討では土留め計算による壁面変位量を算出し、得られた変位量を用いた２次元 FEM 弾性解析によって鉄道への影響を検討した。

前章で決定した対策工および過年度設計における掘削底面の地盤改良を解析モデルに反映し、土留壁に作用させる強制変位は、付替市道盛土位置を変更した土留計算を実施して得られた壁体変位量とした。

【対策工検討結果のまとめ】

一連の解析の結果、盛土時および土留め掘削時の近接影響対策として、下記の諸元が成立する。

【高圧噴射攪拌工法】

- ・改良強度 q_u : 砂 2.0MN/m²、粘 1.0MN/m²
- ・改良率 ap : 90.6%
- ・改良幅 B : 市道盛土幅 (IP3 断面 : 約 10.2m)
- ・改良深度 D : Dc2 層上端まで (IP3 断面 : 約 32.4m)

【高圧噴射攪拌工法】

- ・改良強度 q_u : 砂 2.0MN/m²、粘 1.0MN/m²
- ・改良率 ap : 90.6%
- ・改良幅 B : 市道盛土幅 (No. 7+4.66 断面 : 約 10.7m)
- ・改良深度 D : Ac2 層下端まで (No. 7+4.66 断面 : 約 21.3m)

【高圧噴射攪拌工法】

- ・改良強度 q_u : 砂 2.0MN/m²、粘 1.0MN/m²
- ・改良率 ap : 90.6%
- ・改良幅 B : 市道盛土幅 (No. 7+16.8 断面 : 約 11.3m)
- ・改良深度 D : Ac2 層下端まで (No. 7+16.8 断面 : 約 21.3m)

【場内盛土 緩速載荷工法 (段階載荷)】

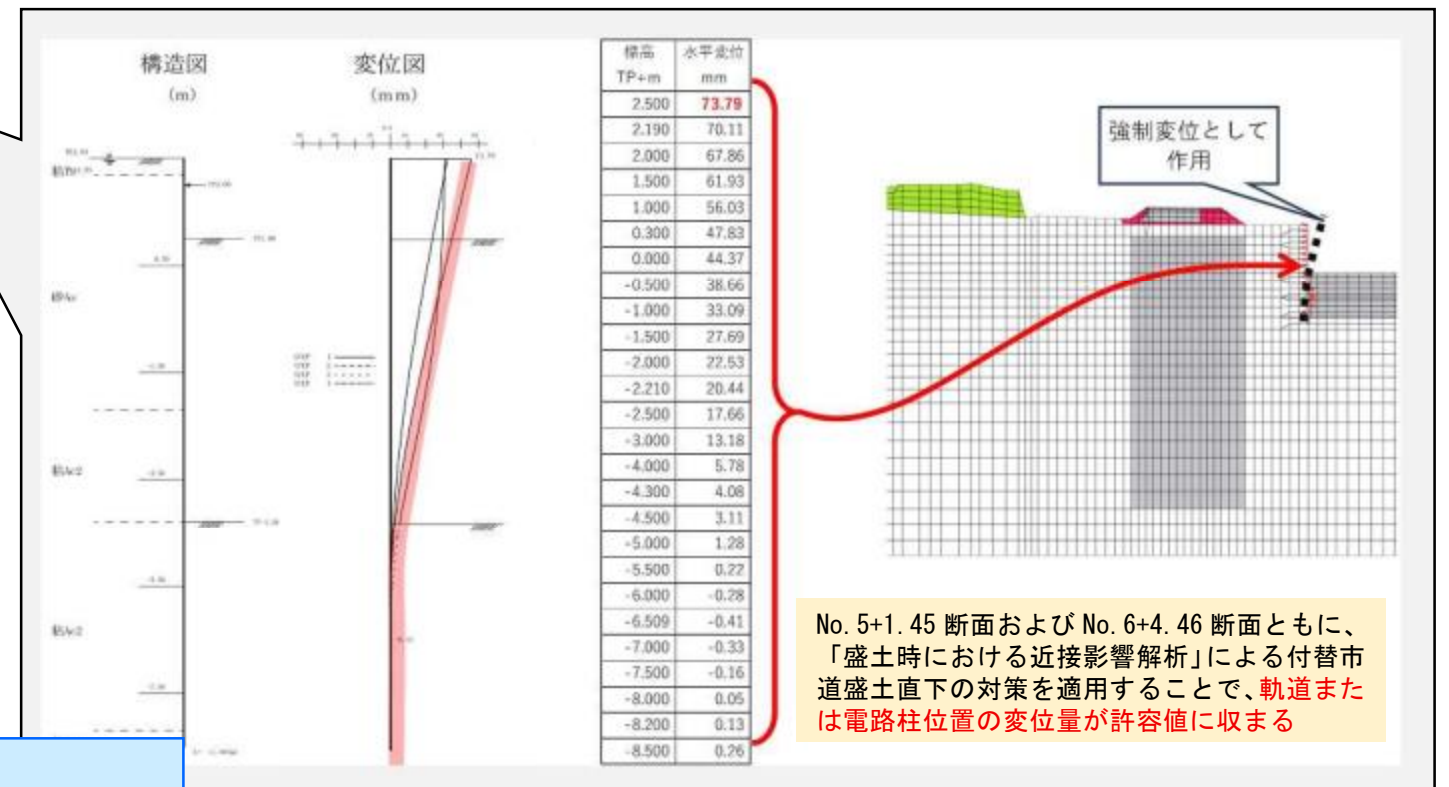
- ・盛土① : 盛土期間 60 日 (IP3 断面 : H=約 0.9m)
- ・放置期間 600 日
- ・盛土② : 盛土期間 60 日 (IP3 断面 : H=約 0.9m)

【場内盛土 緩速載荷工法 (段階載荷)】

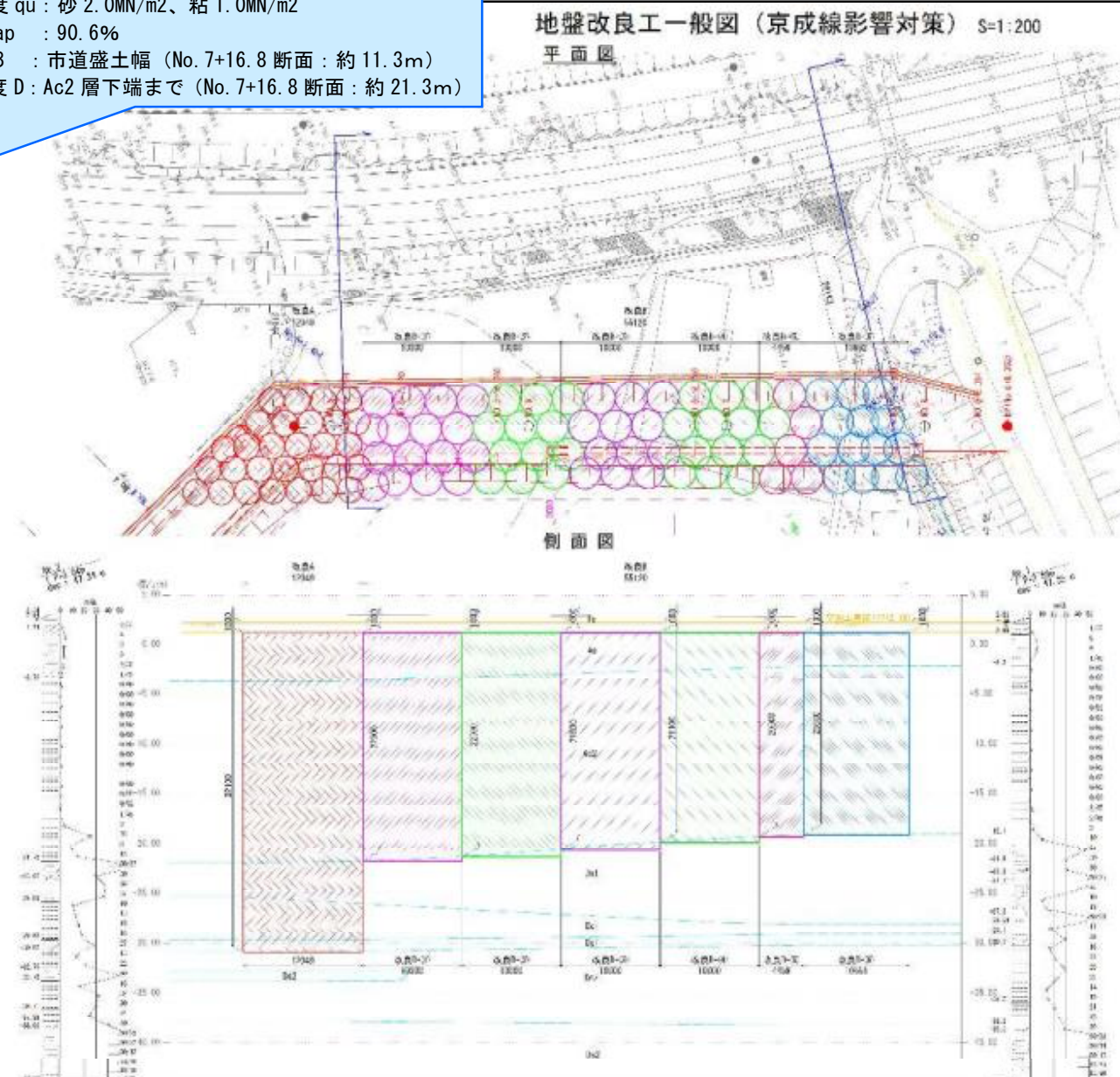
- ・盛土① : 盛土期間 40 日 (No. 7+16.8 断面 : H=約 1.2m)
- ・放置期間 600 日
- ・盛土② : 盛土期間 40 日 (No. 7+16.8 断面 : H=約 1.2m)

【コスト削減効果】

工種	数量	金額
高圧噴射攪拌工法	1式	649,543千円 (0.67)
高圧噴射攪拌工法 (過年度)	1式	974,853千円 (1.00)



No. 5+1.45 断面および No. 6+4.46 断面ともに、「盛土時における近接影響解析」による付替市道盛土直下の対策を適用することで、軌道または電路柱位置の変位量が許容値に収まる



工法比較結果より、施工費が安価で変位抑制に優れる「低排泥低変位噴射攪拌工法 (OPT ジェット工法)」を選定

