

第 6 編

土 木

第6編 土木

第1章 路線（施設）計画

第1節 施設概要

当線は、終端駅（浦和美園）付近を除き、全線がトンネルとなっている。赤羽岩淵～鳩ヶ谷駅間は道路下ルートとなっているが、公団工事区間（鳩ヶ谷駅終端～浦和美園間）については、道路にほぼ並行して民地下を通過している。鳩ヶ谷～浦和美園間の縦断図は、図6-1-1に示す。

公団施工区間の施設概要は、以下の通りである。

工事指示（P線認可）

：平成6年6月

区間

：鳩ヶ谷駅終端～浦和美園駅始端

：6k330m632～14k423m353

：延長 8k092m893

（Brm +0.176 m）

（Brm -0.004 m）

（ Brm+0.172 m）

地下駅（島式ホーム）

：新井宿駅

・ホーム幅員 7.5m（最大） L = 170m

・開削延長 L = 270m000

両端には桜町T及び赤山Tの発進立坑を設ける。

：戸塚安行駅

・ホーム幅員 7.5m（最大） L = 170m

・開削延長 L = 238m000

終点側に戸塚Tの発進立坑を設ける。

：東川口駅

・ホーム幅員 9.0m（最大） L = 170m

・開削延長 L = 265m000

両端には戸塚T及び大門Tの到達立坑を設ける。

大門開削トンネル等

：箱型トンネル（L = 206.5m）

：U型擁壁（L = 232.992m）

複線シールドトンネル（中間換気立坑含む）

：桜町T（鳩ヶ谷駅～新井宿駅間 9.5m

L = 1k026m368）

：赤山T（新井宿駅～戸塚安行駅間

9.5m L = 2k252m000）

：戸塚T（戸塚安行駅～東川口駅間

9.5m L = 1k948m000）

：大門T（東川口駅～浦和美園駅間

9.4m L = 1k654m033）

なお、上記以外に付帯施設として、後述する建設省（現・国土交通省）の河川事業による浄化用導水管をシールドトンネル内および開削トンネル下面の土中に敷設している。

第2節 平面・縦断線形

線路の平面および縦断線形は、基本的には認可時と変更していない。

しかし、戸塚T（戸塚安行St～東川口St間）は、日産自動車ビルの基礎杭（10k900m付近）が支障することから、最深度のRLを76.559m（TP - 23.441m）から約11m深度を下げて65.080m（TP - 34.92m）とした。

また、赤山Tの終端付近（9k600m）に位置する日通倉庫の事務所基礎杭は、線路線形の変更が不可能なため、建物移転後基礎杭を引き抜き撤去している。

参考として、埼玉高速鉄道株式会社区間（営団施工）と公団区間の民地比率は表6-1-1の通りである。

表6-1-1 民有地比率

区間	延長 (km)	民有地延長(km) ()内は比率
赤羽岩淵～鳩ヶ谷	6.2	1.0 (16.1)
鳩ヶ谷～浦和美園 (公団区間)	8.4	5.2 (61.9)

埼玉高速鉄道線（鳩ヶ谷・浦和美園間）縦断面図

L=8,092.893m

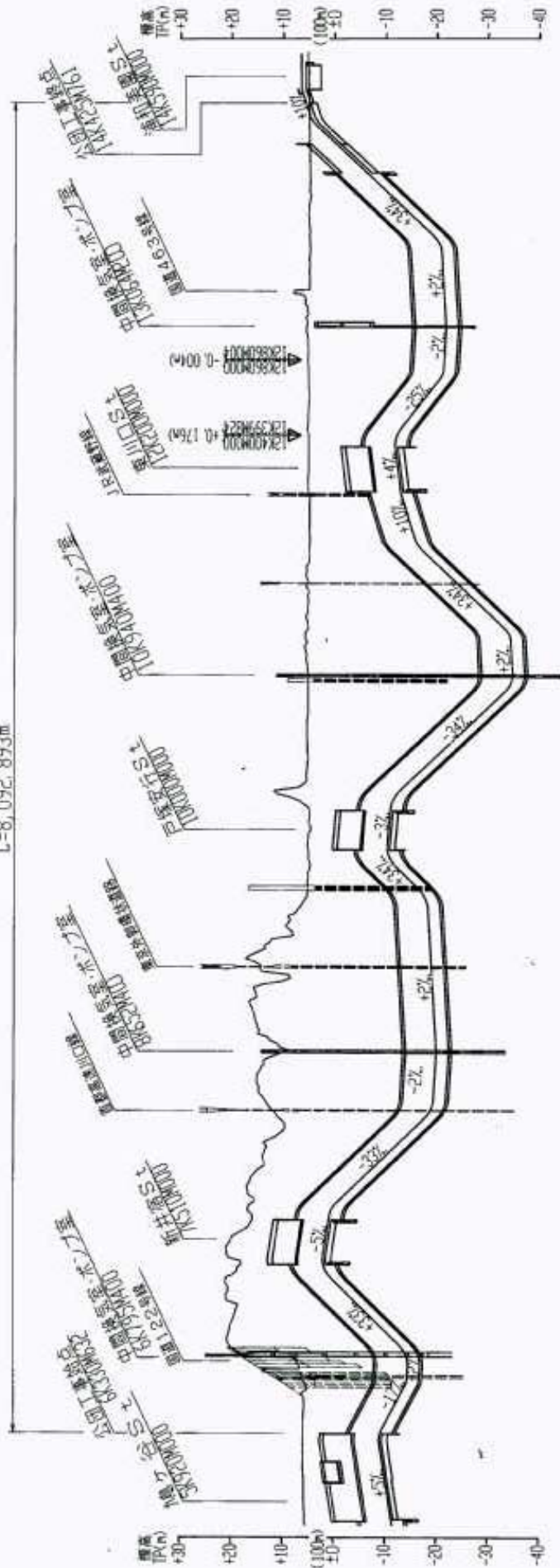


図 6-1-1 鳩ヶ谷～浦和美園間・線路縦断面図

第2章 シールド

第1節 シールド工区概要

公団施工のトンネル工区は前述の通り、桜町T、赤山T、戸塚T、大門Tの4工区である。トンネルの延長は約 1.0～2.3km であり、最長工区は 2252.000m である。

図 6-2-1 に標準断面図を示す。表 6-2-1 に工区毎の概要を示す。

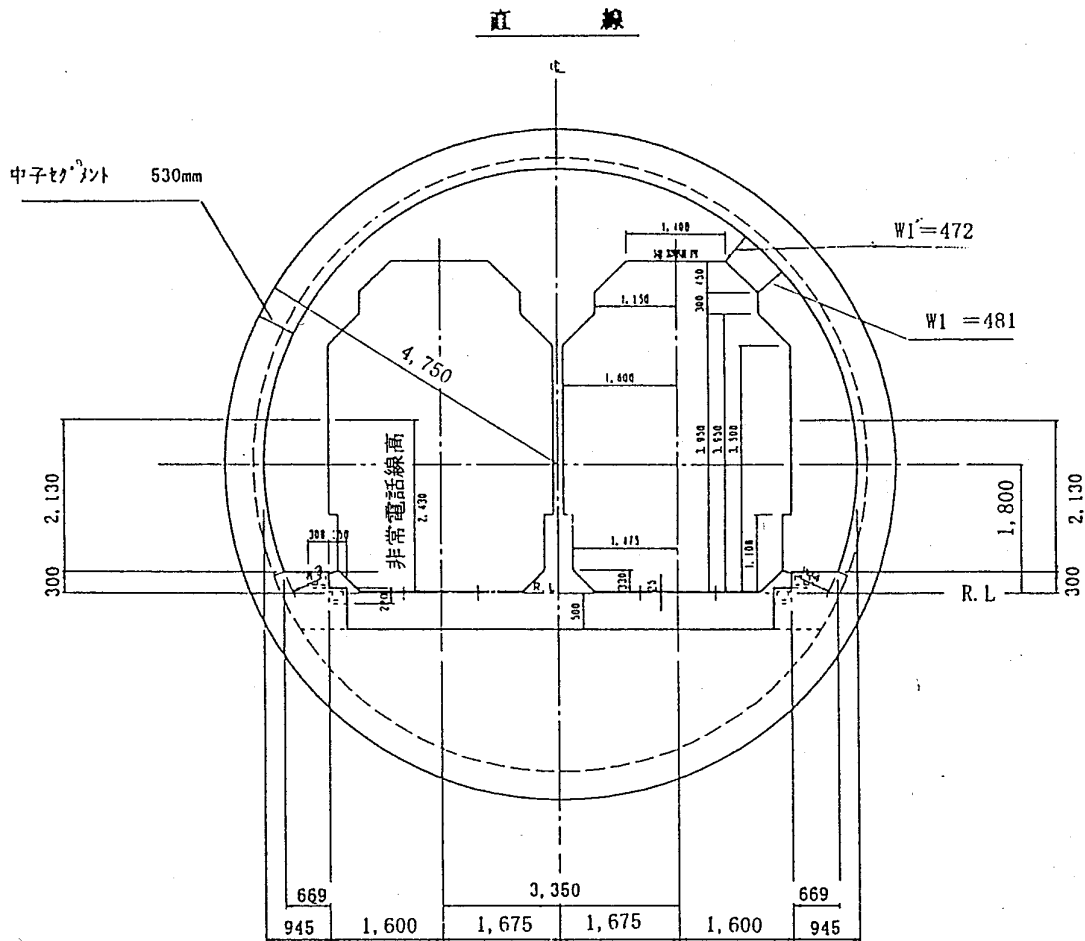


図 6-2-1 シールド標準断面

表 6-2-1 シールド工区の概要

工区名 項目	桜町T	赤山T	戸塚T	大門T
工区延長	1026m368	2252m000	1948m000	1654m033
土被り	8～27m	8～29m	9～34m	5～22m
主な地層	東京層粘性土・ 有楽町層粘性土	東京層粘性土・ 東京層砂質土	東京層粘性土・ 東京層砂質土	東京層粘性土・ 東京層砂質土
地下水頭	被圧最大 25m (断面下端)	被圧最大 30m (断面下端)	被圧最大 37m (断面下端)	被圧最大 27m (断面下端)
発進方式	NOMST 壁切削	NOMST 壁切削	NOMST 壁切削	SMW 芯材 H 形鋼の 引抜き + 高圧噴射攪拌工
到達方式	高圧噴射攪拌工 防護壁の掘削	高圧噴射攪拌工 防護壁の掘削	高圧噴射攪拌工 防護壁の掘削	高圧噴射攪拌工 防護壁の掘削
中間立坑	立坑・シールド間 連絡坑連結	NOMST 壁切削 立坑通過 (埋戻し外切削)	NOMST 壁切削 立坑通過 (埋戻し外切削)	SMW(芯材なし)の 防護壁 + 高圧噴射攪拌工の 併用防護壁切削 立坑通過 (埋戻し外切削)
二次覆工	民地下：366m	民地下：330m	-	民地下：236m
支障構造物	-	倉庫基礎杭： 事前撤去	-	-
近接構造物	国道擁護基礎杭 ：上部離隔 3m	首都高基礎杭 ：側部離隔 2m 外環道基礎杭 ：側面離隔：4m	中層建物基礎杭 ：上部離隔 7m J R 橋梁基礎杭 ：側部離隔 1m	-
発生土処理	発生土改良に よる再生利用	発生土改良に よる再生利用	発生土改良に よる再生利用	発生土改良に よる再生利用

第2節 セグメント

1. 概要

セグメントの適用条件は表 6-2-2 の通りである。

このほかに、トンネルルート直上に中間立坑を設けることのできない工区（桜町 T）の中間立坑とシールドトンネルを連絡横坑部分にダクタイル鋳鉄セグメントを採用している。

2. シールド外径断面

シールド外径は、最小半径から断面を決定する。桜町 T は、最小半径 $R=250\text{m}$ であり、次のとおりである。

埼玉高速鉄道普通鉄道構造規則の
実施細則（建築限界及び車両限界）参照

a. 外径 9,500（桜町・赤山・戸塚 T）

- ・最小半径 $R_{\min} = 250\text{m}$
- ・カント $C_{\max} = 105\text{mm}$
- ・保守余裕 = 150mm
- ・シールドだ行余裕 = 50mm
（建築限界外余裕 200mm）
- ・平板セグメント厚さ = 400mm
- ・二次覆工厚さ = 150mm
- ・外径 = 9,500mm

b. 外径 9,400（大門 T）

大門 T は、 $R = 850\text{m}$ 以上の曲線であり、将来の最高速度 100km/hr 考慮しても建築限界外に余裕があるため、この外の 3 トンネル（桜町、赤山、戸塚 T $= 9,500\text{m}$ ）より 100mm 縮小して外径 $= 9,400\text{mm}$

3. 中子形セグメント

従来の中子形セグメントは 1 ピースに 4 個の中子を設けていたが、縦リブの部材断面を大きくすることによって、1 ピース 3 個の中子形式として、リング継手ボルトを 1 リング当たり 58 本から 44 本に削減して経済化を図っている。

中子の個数が減少することによって縦リブ間の桁スパンが大きくなり、ジャッキ推力による断面力が大きくなるが、実物試験の結果 300 t 程度の推力に対応できることを確認している。

なお、中子形セグメントの継手形式は、セグメント継手・リング継手とも通常用いられているボルト接合である。

- * 中子セグメント（道路下）
 - ・ 1 ピース 3 中子（縦リブ 4）
 - ・ セグメント桁高さ：530mm
 - ・ ピース割付：K 型 + 7 ピース

・継手

- セグメント間： 5 本（長ボルト）
- リング間： 4 4 本（長ボルト）
- ：凹凸 key

4. 平板形セグメントについて

セグメント継手は、従来のボルト接合方式に替えてインサート式高剛性継手形式を採用した。

この継手形式は、片側にインサートを設け継手金物を省略することによって、継手プレートの変形を解消するとともに、ボルト側の継手プレートをアーチ上にするることによって変形を抑制するものである。

これにより、セグメント継手の剛性が従来の形式よりも 7~15 倍程度となり、セグメントリング全体の剛性を高めている。図 6-2-2 に略図を示す。

* 平板セグメント（民地下）

- ・セグメント厚さ：400mm
- ・ピース割付：K 型 + 7 ピース
- ・継手
- セグメント間：インサート式高剛性継手
- リング間：インサート継手

インサート式高剛性継手は、従来から用いられたダクタイル継手（ボルト + 鋳鉄板）より施工性・経済性が優位であり、セグメントの曲げモーメントや変形も減少することから採用した。

5. 二次覆工区間

二次覆工の区間は、平板及びダクタイルセグメント区間に施行している。施行区間は次のとおりである。

- ・桜町 T：122 号線 L 型擁壁直下等
- ・赤山 T：日通倉庫 ~ 戸塚駅到達付近
- ・大門 T：トンネル出口（土被り 2D 以下）

6. セグメント等の位置

シールドの内空断面の設定および待避所については、図 6-2-3 に示す。

また、セグメント形式の割付については、図 6-2-4 ~ 6-2-7 に示す。

7. シールドの蛇行

a. 地下占用幅の基本

シールドトンネルの道路地下占用(永久)または民地の地上権設定は、シールドセグメントの外径から左右に50cm加算して線路用地幅として概ね設定している。

当線では、シールドセグメント外径9.50m + 0.50m × 2 = 10.5m の幅としている。
(大門Tは、外径9.40)

b. 戸塚Tシールド

戸塚Tの終端に近い11k660m付近から到達する12k065m間約400mは、県道真下(東川口駅前通り線)を通過している。

しかし、Sカーブが続く県道である。このため、シールドは民地部の一部をかすめて通過することになる。

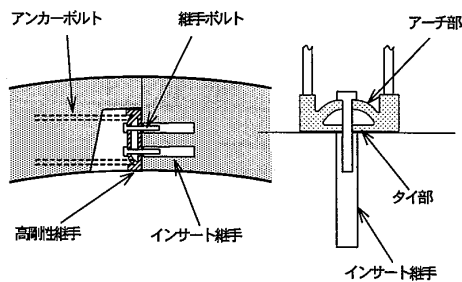
このことから、線形(列車速度の減速)に影響を与えず、かつシールドを道路真下に収める方法を実施した。

表 6-2-2 採用セグメントの適用条件

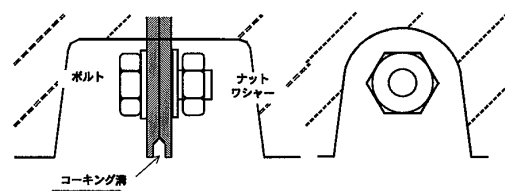
適用条件	セグメント形式	記 事
道路下一般部	R C 中子形	土被荷重により 型、型を適用する。
民地下一般部	R C 平板形	土水圧・建物荷重により 型、型を適用する。
構造物近接部	R C 平板形	建物、橋脚、基礎の伝播荷重を考慮している。

(注) 型：全土圧
型：ゆるみ土圧

インサート式高剛性継手



旧継手 (ボルト・ナット方式)



適用トンネル

埼玉高速鉄道線：桜町・赤山・戸塚・大門

常磐新線：弘道トンネル・臨海副都心線：天王洲トンネル(単線)

図 6-2-2 インサート式高剛性継手形式

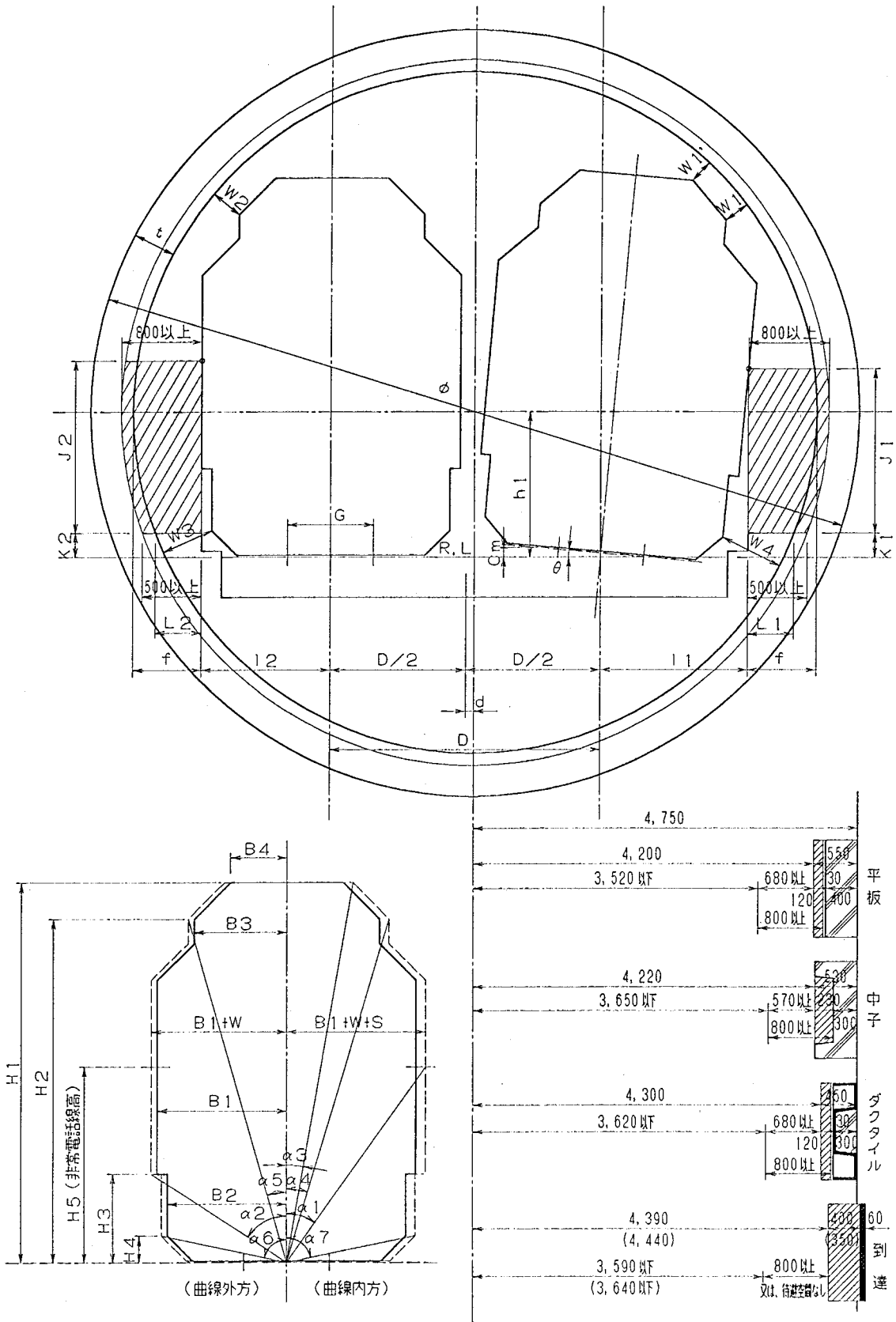


図 6-2-3 内空断面の設定および待避所

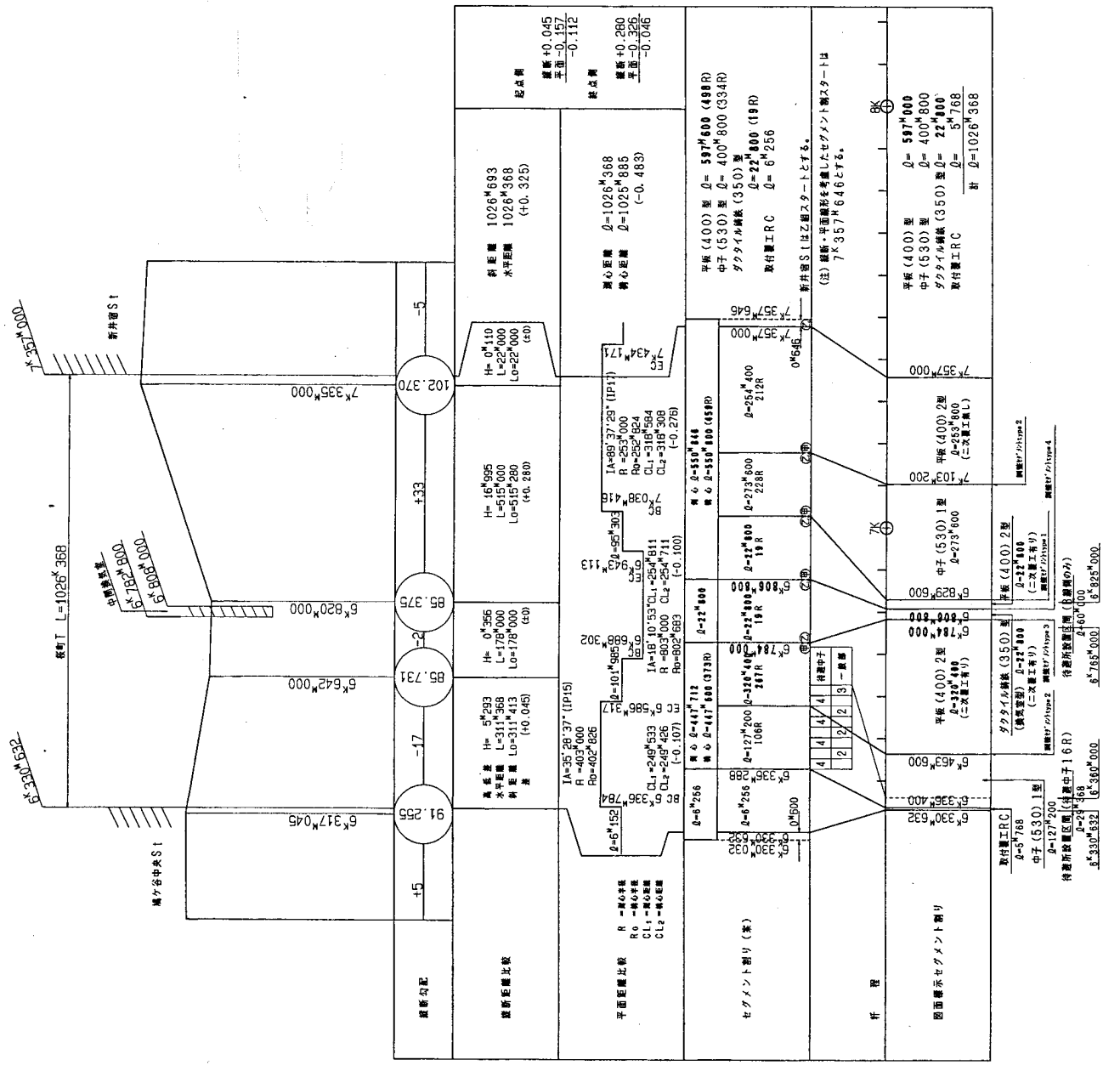


図 6-2-4 桜町 T・セグメント割付図

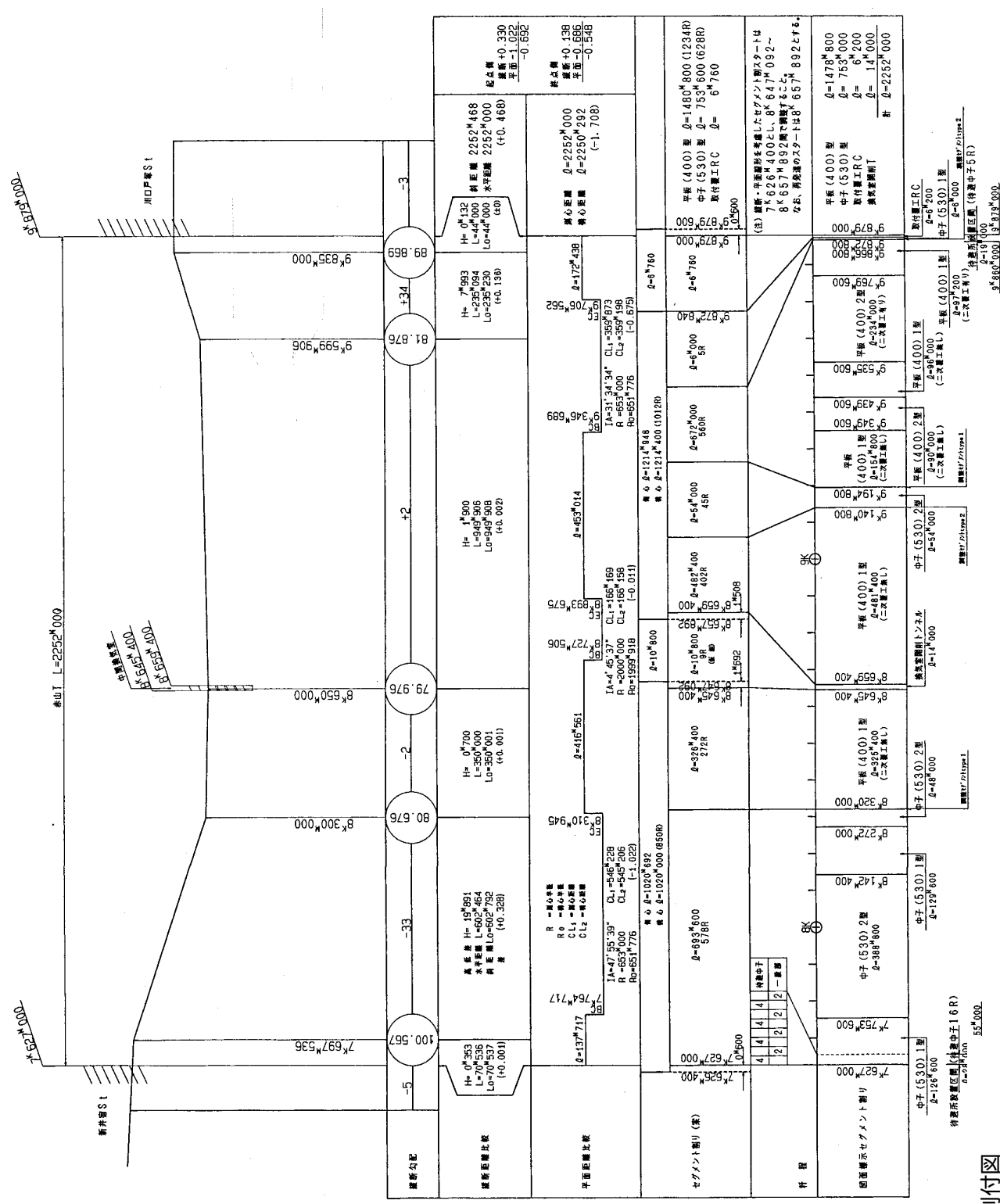


図 6-2-5 赤山 T・セグメント割付図

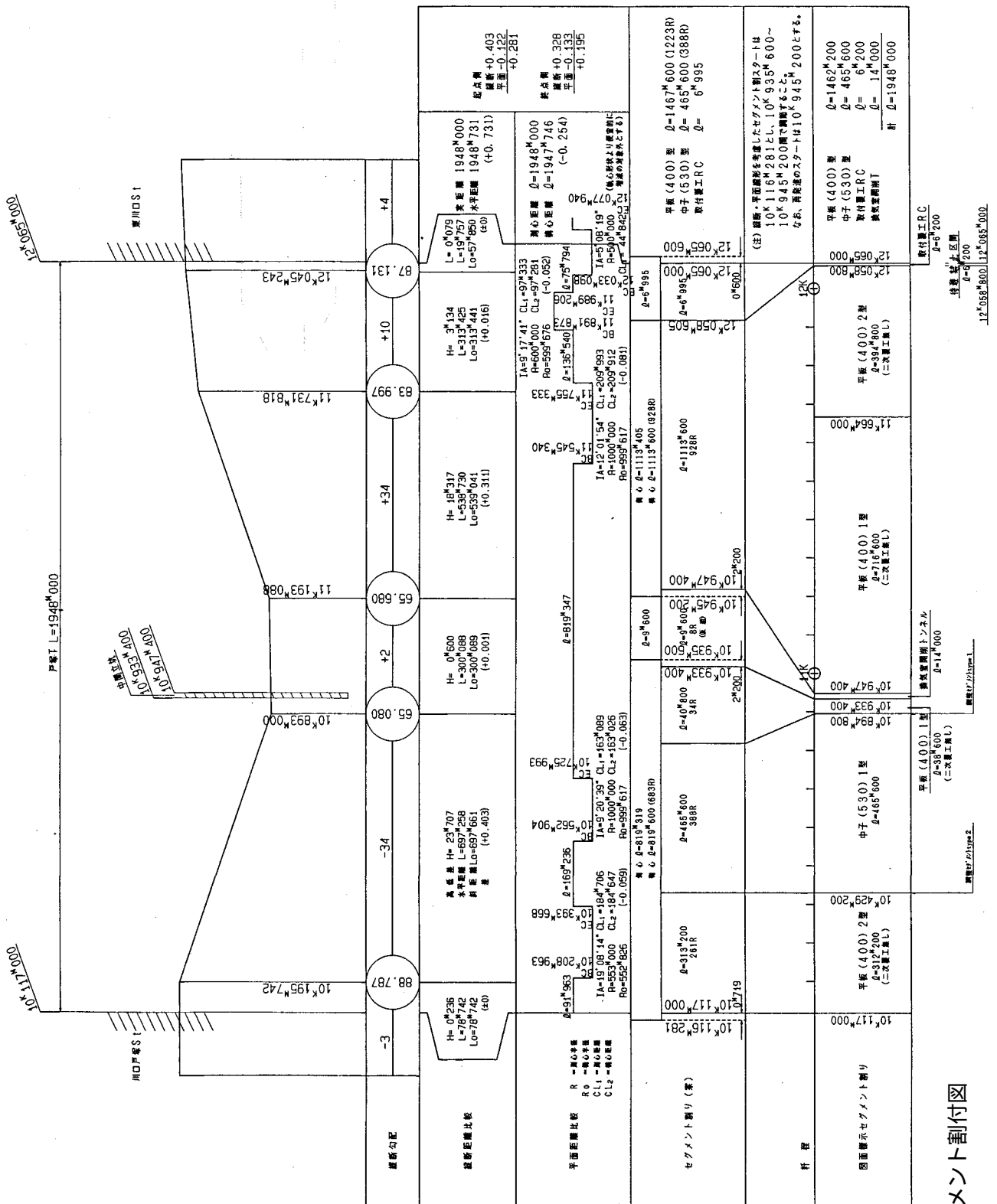


図6-2-6 戸塚T・セグメント割付図

第3節 シールド掘進

1. 泥水式シールドの採用理由について

当該4工区の地質状況は、東京層粘性土及び砂質土が卓越しているところから、泥水式及び土圧式のいずれも適用が可能であるが、泥水式はその開発経緯から土圧式に比べて十分な実績を持っており、後発の土圧式は鉄道複線断面(直径10m級)の実績が無く、最大で9m級であることが泥水式を採用した大きな理由となっている。

また、土圧式は泥水式に比べ発生土処理設備が小規模であるという特徴があるが、当該各工区の工事基地用地スペースの確保が可能であることから、泥水式を採用することに工事用地面からの制約はない。

なお、発生土を再利用するために高圧薄層型フィルタープレスによる低含水比の脱水ケーキの性質を活用して、効率的に改良土を製造する改良システムを開発したが、泥水式の泥水処理システムを前提としていることから、泥水式の採用が結果的に発生土処理の経済化につながっている。表6-2-3にシールド機の諸元を示す。

2. 長距離掘進対策について

延長1~2km級の工区を掘進するために、ビット、土砂シールド、テールシールドなどは耐久性に重点を置いた材質・形状を採用している。

(1) ビット種別

対象地盤のほとんどが東京層の粘性土・砂質土であるため、通常の材質の超硬チップ(E type)を装着したビットを用いているが、砂層が多く出現する工区(戸塚T)においては破損・摩耗対策のため新しい材質(SG type)の段差ビットを使用している。

ビット個数は200~290個であり、パス数は最外周で6~12である。壁体切削掘進を行う工区において、壁体切削用の先行ビットを装着するとともに、シールド鋼殻外側に装着している同時裏込め管の対応として、突起物対応先行ビットを装着しているところもある。

また、ビットの摩耗状況を検知するため、超音波式又は油圧式の摩耗検知ビットを装着している。

(2) 土砂シールド

カッター軸受部の土砂シールドは、多段リップ型のウレタン又はニトロゴムのシールドを、スラスト方向及びラジアル方向に複数段装着するとともに、異常検知のための温度検知装置や自動給脂装置を装備している。

(3) テールシールド

テールシールドは、板バネや発泡ウレタンを装着したワイヤーブラシ型の3段構造で、内側の1段は交換が可能な構造になっている。充填材の材質は、これまで多く用いられてきたパテグリース系のものが主流であるが、新規開発材料を使用している工区(赤山T)もある。全工区において自動給脂装置を装着し、充填材の供給を行うこととしている。

3. 推進管理システムについて

推進管理システム(ソフトウェア)は各社のオリジナルソフトがあり、集中管理システムにより、シールド機、流体輸送、泥水処理設備、裏込め注入設備の運転・制御及び自動測量・方向制御を行っている。

これらの集中管理システムに集約されるデータの内、切羽泥水圧、総推力、カッタートルク、ジャッキストローク、稼働本数、流体輸送状況、シールド機の姿勢などについては、建設所に設置したモニターによりリアルタイムに把握できる遠隔監視システムとしている。

4. 裏込め注入材料について

裏込め注入は非エア系の可塑状固結型を基本として示方しており、ゲルタイム5~20秒程度のBSバック、クリーンバックB及びTGSを使用している。

また、一部の区間において余剰泥水を利用するSSGを使用して、品質管理手法及び施工性などを確認し、適用の可能性を把握することを検討した。

5. 排泥ライン設備について

排泥ライン設備は、礫層を含む区間ではクラッシュャー設備を設けるとともに、礫が出現しない工区においても、壁体切削の大塊対応として礫取り装置を装備している。

また、先行する赤山Tについては、洪積粘性土塊が一次処理土として排出されることを防止するため、スラサーポンプを通過させて排泥水への溶解を促進する措置をとっており、後続する工区においても、類似した

洪積粘性土塊の解砕装置を排泥ラインに付加することを検討している。

なお、砂層が多く出現する戸塚Tにおいては、排泥管の摩耗対策として肉厚鋼管を使用した。

6．トラブル対策設備について

不測のトラブル対策設備として、チャンバー内に2.5～4kgf/cm²の圧気圧を確保し、2～4人が作業可能なマンロック設備を設けるとともに、上半または全断面を閉鎖できるスリット開閉装置を設けている。

また、シールドの地盤状況を把握するため、300～500mm ストロークの油圧シリンダーによる崩壊探查装置と、崩壊箇所充填のための注入管を装着している。

7．シールド機長・重量・装備出力・後続台車長などについて

シールド機長は7870～8400mm、重量は785～900t、装備総出力は960～1000kwであり、これまでの泥水式の複線鉄道シールドと大きな相違点はない。

シールドジャッキ総推力は、22～29本で7700～8700tとなっており、通常時の1.8～2.7倍の装備を持ち、カッターディスク装備トルクは1027～1131tf・mで通常時の1.2～2.5倍の装備を持っている。これら装備の余力の考え方は、各企業体及びシールドメーカーによって特色が出ている。

後方台車設備は、切羽から85～100mの延長に設備されており、シールド機とその直後の真円保持装置及びセグメント搬送仮置きスペースに、切羽から25m程度を有しているため、後続台車はその後方の60～75mにパワーユニット、クラッシャー、P0ポンプ、自動バルブ、P2ポンプ、トランス、裏込め注入、ホースドラム・ケーブルドラム、スライドバルブ、配管装置などが台車に搭載されて、シールド推進とともに牽引されていくものである。

シールドの初期掘進は、これらの後続台車設備が全てトンネル内に設備されるまでの延長を掘進するものであり、段取り替えを含めて2～3ヶ月を要しているのが通常である。

8．シールドの初期掘進について

初期掘進は、これらの後続台車設備が全てトンネル内に設備されるまでの延長を掘進するものであり、段取り替えを含めて2～3ヶ月を要しているのが通常である。

表 6-2-3 シールド機械諸元一覧 (1/3)

工 区		桜町T	赤山T	戸塚T	大門T
請負者		奥村・不動・ アイザワ	鹿島・西松・ 東亜	熊谷・鴻池・ 東洋	鉄建・大豊・ 地崎
製作メーカー		石川島播磨 重工	川崎重工	日立造船	日立建機
延 長		1026m	2252m	1928m	1654m
最 小 曲 線		R = 253m	R = 653m	R = 553m	R = 850m
最 大 縦 断 勾 配		下向 33‰ 上向 17‰	下向 33‰ 上向 34‰	下向 34‰ 上向 34‰	下向 34‰ 上向 25‰
設計条件	土被り	8.4~27.3m	8.4~29.0m	9.2~33.7m	4.7~21.9m
	地下水位	GL-1.0 ~8.6m	GL-1.5 ~8.3m	GL-0.5 ~8.3m	GL-1.0m
シールド 本体	セグメント外径	9500mm	9500mm	9500mm	9400mm
	テールスキン プレート厚	60mm (テールシールド部 25mm)	60mm (テールシールド部 25mm)	60mm テールシールド部 25mm)	60mm (テールシールド部 25mm)
	シールド 機長	8200mm	7870mm	8400mm	8120mm
	重量	800 t	900 t	785 t	810 t
テールシールド	材質	ワイヤブラシ + 板バネ	ワイヤブラシ + 発泡ウレタン	ワイヤブラシ + 板バネ	ワイヤブラシ + 板バネ
	段数	3	3	3	3

表 6-2-3 シールド機械諸元一覧 (2/3)

工 区		桜町T	赤山T	戸塚T	大門T
シールドジャッキ	所要推力	4404 t	3219 t	3778 t	3820 t
	装備推力	7700 t	8700 t	8700 t	8700 t
	形式・本数	350tf × 22 本	300tf × 29 本	300tf × 29 本	300tf × 29 本
	ストローク	1400mm	1400mm	1400mm	1400mm
	全数押出 最大速度	5.0cm/min	5.18cm/min	4.0cm/min	5.0cm/min
カッターディスク	所要トルク (通常時)	407tf/m	301tf/m	824tf/m	489tf/m
	所要トルク (NOMST 時)	検討無し	502tf/m	検討無し	検討無し
カッターディスク	装備トルク	1092tf/m	1131tf/m	1027tf/m	1031tf/m
	回転数 (最外周 速度)	0.53rpm (16.1m/min)	0.521rpm (15.9m/min)	0.61rpm (18.6m/min)	0.55rpm (16.6m/min)
	駆動方式	55KW × 4P × 11 台	55KW × 4P × 11 台	55KW × 4P × 12 台	45KW × 4P × 13 台
	スリット幅	250mm	300mm	300mm	250mm
	開口率	22%	28.2%	26.5%	25%
	カッタービット	超硬チップ付	超硬チップ付	超硬チップ付	超硬チップ付
	摩耗検知ビット	超音波式 2 個 油圧式 2 個	超音波式 4 個	油圧式 8 個	超音波式 3 個
	NOMST 対策	NOMST 用先行 ビット 215 個 同時裏込め注 入管 NOMST 対 策用ビット	NOMST 用先行 ビット 168 個	NOMST 用先行 ビット 68 個	検討無し
	余掘装置	北°-カッター方式 4 基 20tf × 150mm	北°-カッター方式 2 基 25tf × 100mm	北°-カッター方式 2 基 25tf × 150mm	北°-カッター方式 2 基 20tf × 140mm
	切羽崩壊探査 装置	油圧シリンダ 方 式 1 基	油圧シリンダ 方 式 2 基	油圧シリンダ 方 式 1 基	油圧シリンダ 方 式 3 基
	カッタースリット開閉 装置	リンク上半のみ 18 台	山留板式上半 のみ 16 台	スライド 式 36 台	山留板式上半 のみ 10 台

表 6-2-3 シールド機械諸元一覧 (3/3)

工 区		桜町T	赤山T	戸塚T	大門T
リク-装置	形式、押込力	リング方式 43tf	リング方式 20tf	リング方式 34tf	リング方式 33tf
	自動	-	-	空中把持～粗 位置決め	-
ア-ター		1200mm 4台	1200mm 4台	1000mm 4台	1000mm 4台
イ-ット		4B,5本	2B,4本	80A,1本	2B,4本
マンック		1400mm 定員4人	1100mm 定員3人	1100mm 定員2人	1100mm 定員2人
(設計圧)		内 3kgf/cm ² 外 6kgf/cm ²	内 4kgf/cm ² 外 4kgf/cm ²	内 4kgf/cm ² 外 4kgf/cm ²	内 2.5kgf/cm ² 外 5kgf/cm ²
送排泥主管		送泥管 12B 排泥管 12B	送泥管 12B 排泥管 14B	送泥管 12B 排泥管 12B	送泥管 12B 排泥管 14B
同時裏込め注 入装置	台数、スからの出代	2台 100mm	3台 60mm (テ-ル埋込式)	3台 100mm	3台 115mm
真円保持装置	形式、台数、 拡張力	上下拡張式 1台 80tf	上下拡張式 1台 60tf	上下拡張式 1台 84tf	上下拡張式 1台 64tf

第3章 近接構造物

第1節 位置

シールドに近接する重要構造物は、次のとおりである。

- ・桜町 T (6k370m) : 東電鉄塔近接
- ・桜町 T (6k813m) : 国道 122 号線擁壁真下
(里中間換気立坑付近)
- ・赤山 T (7k955m) : 塔電鉄塔近接
- ・赤山 T (8k298m) : 首都高川口線交差
- ・赤山 T (9k168m) : 外郭環状道路交差
(道路公園)
- ・戸塚 T (12k035m)
及び東川口 St 出入口 - 1 地下連絡通路
: JR 武蔵野線交差

重要構造物に対して、防護工対策が必要か否かを FEM 等により検討した。

JR 武蔵野線との交差以外は、シールド掘進管理を十分に行うことで特に防護工は不要であった。

第2節 JR 武蔵野線交差に伴う防護工

1. 工事計画

交差位置は、東川口 St 出入口 - 1 の地下連絡道路と戸塚シールドトンネル到達付近となっている。

これにともない、施行順序と施行方法と合わせた JR 防護計画を検討し、かつ詳細な FEM 解析を実施した。

- a. 地下通路部を先施行、シールドを後通過
 - ・SMW を架道橋 (PC 桁) 直下での施行
 - ・SMW 天端に変形防止のためのストラット (H 型鋼) を設置
 - ・先行地中梁 (高圧噴射攪拌工法・シールド天端部)
 - ・地下通路部の掘削・切梁施行
 - ・切梁プレロード
 - ・地下通路下端にコンクリートストラット
 - ・地下通路く体構築・切梁撤去、埋戻し
 - ・シールド掘進通過させて完了
- b. 地下通路部を先施行の良好点
 - ・SMW 芯材の傾斜度は、地下通路部の掘削時に全て詳細に確認でき、シールドの掘進管理上有効なデータとなる。
 - ・コンクリートストラットの施行前に SMW にプレロード载荷により SMW の変形修正が可能となる。
 - ・シールド通過時は、左右に SMW の防護壁、天井部には地下通路がストラット部材として利用でき、門型の防護構造となる。

- ・シールドは、密閉された構造中を掘進することになる。

2. 施工

(1) 概要

当線の戸塚トンネル工区は、延長 1,948m の泥水式シールド工事である。本シールドの到達部の JR 武蔵野線交差部には、地下連絡通路の仮土留め・JR 橋脚防護のため、あらかじめ SMW を延長 45m にわたり施工している。このような条件下で、営業線の安全運行を確保し、あわせて、近接する周辺構造物などに影響を与えることなく施工することが要求された。

JR 武蔵野線交差部の平面図を図 6-3-1 に、縦断図を図 6-3-2 に、横断図を図 6-3-3 に示す。

また、測定器の配置を表 6-3-1, 6-3-2 に示す。

このように、シールドが通過する両側に、ソイルセメント地下連続壁 (SMW : 650、芯材 H-488 × 300 × 11 × 18、@450mm) を延長 45m にわたって事前に施工した。この SMW は、新設駅舎の地下連絡通路を築造する際の土留め、及びシールド掘進の影響から既設の橋脚を防護するための遮断壁として、超低空頭用機械で施工した。

また、既設橋脚の基礎フーチングがあるため、SMW 芯材の H 形鋼からシールド機のスキンプレートまでのクリアランスが設計値で 185mm となっている。

SMW 心材の建込み精度については、地下連絡通路の床付け掘削時に推測した結果、クリアランスが設計値以下となる芯材が推定された。

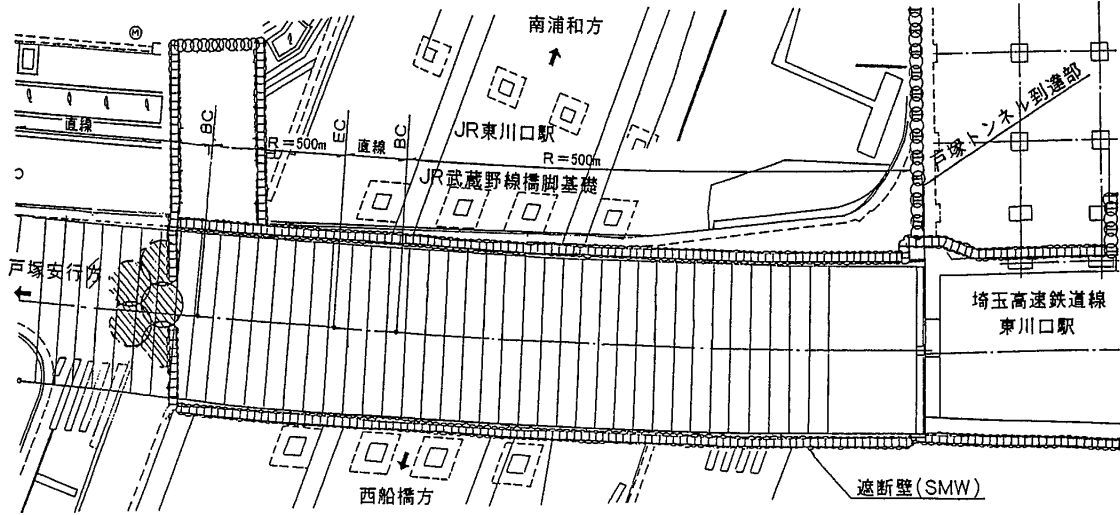


図 6-3-1 JR 武蔵野線交差部平面図

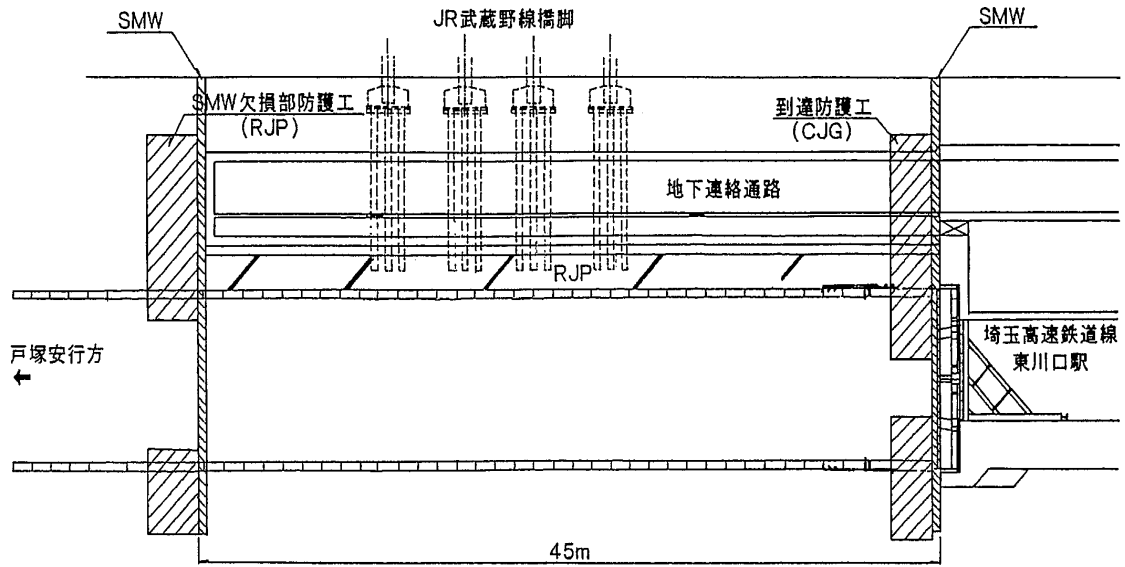


図 6-3-2 JR 武蔵野線交差縦断面図

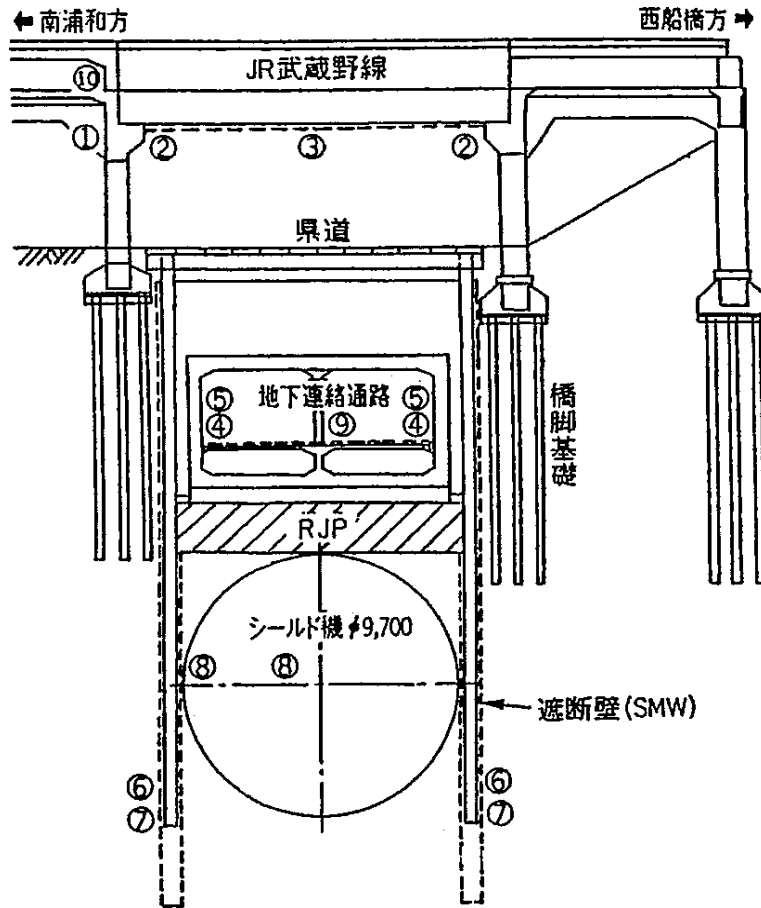


図 6-3-3 JR 武蔵野線交差横断面図

表 6-3-1 主要計測器配置表

設置箇所	番号	計測機器	数量
JR 橋脚 (ラーメン高架橋)		レーザー式水平変位計	4 台
		水盛り式沈下計	8 台
		橋脚間相対変位計	4 台
地下連絡通路		水盛り式沈下計	10 台
		傾斜計	8 台
SMW		芯材ひずみ計	2 式
		芯材傾斜計	2 式

表 6-3-2 振動測定器配置表

設置箇所	番号	計測機器	数量
シールド機		加速度計	2 台
地下連絡通路		振動レベル計	2 台
JR 橋脚 (ラーメン高架橋)		振動レベル計	2 台

(2) 交差部のシールド平面線形

交差部における平面線形は、建築限界を踏まえた上、SMW の芯材の建込み精度を考慮して、シールド機と芯材の左右のクリアランスが等しくなるように設定した。これにより、曲線半径 R=500m の単曲線をシフトさせた線形とした。この結果、SMW 芯材とシールド機スキムプレートとの最小クリアランスは 131mm となった。

また、曲線内ではコピーカッタを使用するため、このストローク（余掘り長）とシールドの蛇行量を考慮すると、最小クリアランスは以下のように 44mm（＝ - - ）となった。

シールド機と SMW 芯材との離隔 : 131mm
コピーカッタストローク(余掘り): 37mm
許容誤差(シールド蛇行量) : 50mm

なお、ここで使用するセグメントは平板形の RC セグメントであるが、R=500m の単曲線をシフトさせたことにより、曲線用のセグメントの使用方法が極めて限定され、なお一層のシールド機の姿勢制御、位置管理が要求された。

(3) 技術的課題

実施工に入る前に想定された技術的課題は、大きく分けて以下の 6 点である。

JR 武蔵野線の列車安全運行の確保
シールド直上にある（離隔：約 2.5m）地下連絡通路に変状を与えない。
シールド機と SMW 芯材を接触させない。
接触したかどうかの判断基準
万一、接触した場合の対処方法
その他の要因による影響

これらに対応できる施工方法を、安全、品質、工程面などから総合的に検討し、施工に反映した。

(4) 掘進管理制度の向上

1) 測量管理

トンネル延長が約 2km と長いため、発進部が測量だけでは到達部での誤差による基線のズレは避けられない。このため、近接施工区間の手前に観測孔を設置し、地上の基準点をトンネル内に導入して基線の精度向上を図った。

また、掘進中はリアルタイムで計画線とのズレを把握できる自動測量システムを用い、かつ、精度の向上を図るため、トランシット、レベルなどを使用してシールド機の位置、方向を、掘進中は繰り返し測定した。

トンネル延長が約 2km と長いため、発進部が測量だけでは到達部での誤差による基線のズレは避けられない。このため、近接施工区間の手前に観測孔を設置し、地上の基準点をトンネル内に導入して基線の精度向上を図った。

また、掘進中はリアルタイムで計画線とのズレを把握できる自動測量システムを用い、かつ、精度の向上を図るため、トランシット、レベルなどを使用してシールド機の位置、方向を、掘進中は繰り返し測定した。

そして、この成果を直ちに出力して、シールド機と SMW 芯材との離隔を常時把握しながら掘進することとした。

2) 姿勢制御

曲線内の施工であることと、両側の SMW によってシールド機が拘束されることのないように、コピーカッタで左右を均等に余掘りする。ただし、余掘り空間に裏込め材が回り込まないよう、かつセグメント周りは確実に充填して、十分な反力を確保できるように、裏込め材の品質管理や注入管理を徹底した。

3) 流体輸送及び掘進管理基準値

シールド直上部には、地下連絡通路築造時の先行地中梁として地盤改良（RJP）が施工されている。シールド掘進時には、この地盤改良体や SMW のモルタルを塊のままチャンバ内に取り込んで、排泥管が閉塞する可能性がある。この結果、切羽泥水圧を大幅に変動させてしまい、場合によっては、SMW の孔壁などに沿って泥水が逸流したり、また、地下連絡通路に変状などの影響を与えることが懸念された。このため、シールド機後方に新たに台車を増設し、クラッシャー、循環ポンプ、分流器を設置し、流体輸送の安定化を図った。

また、シールド機総推力や切羽泥水圧などの掘進管理基準値を、これまでの施工実績からフィードバックして設定した。主な掘進管理基準値を図 6-3-4 に示す。

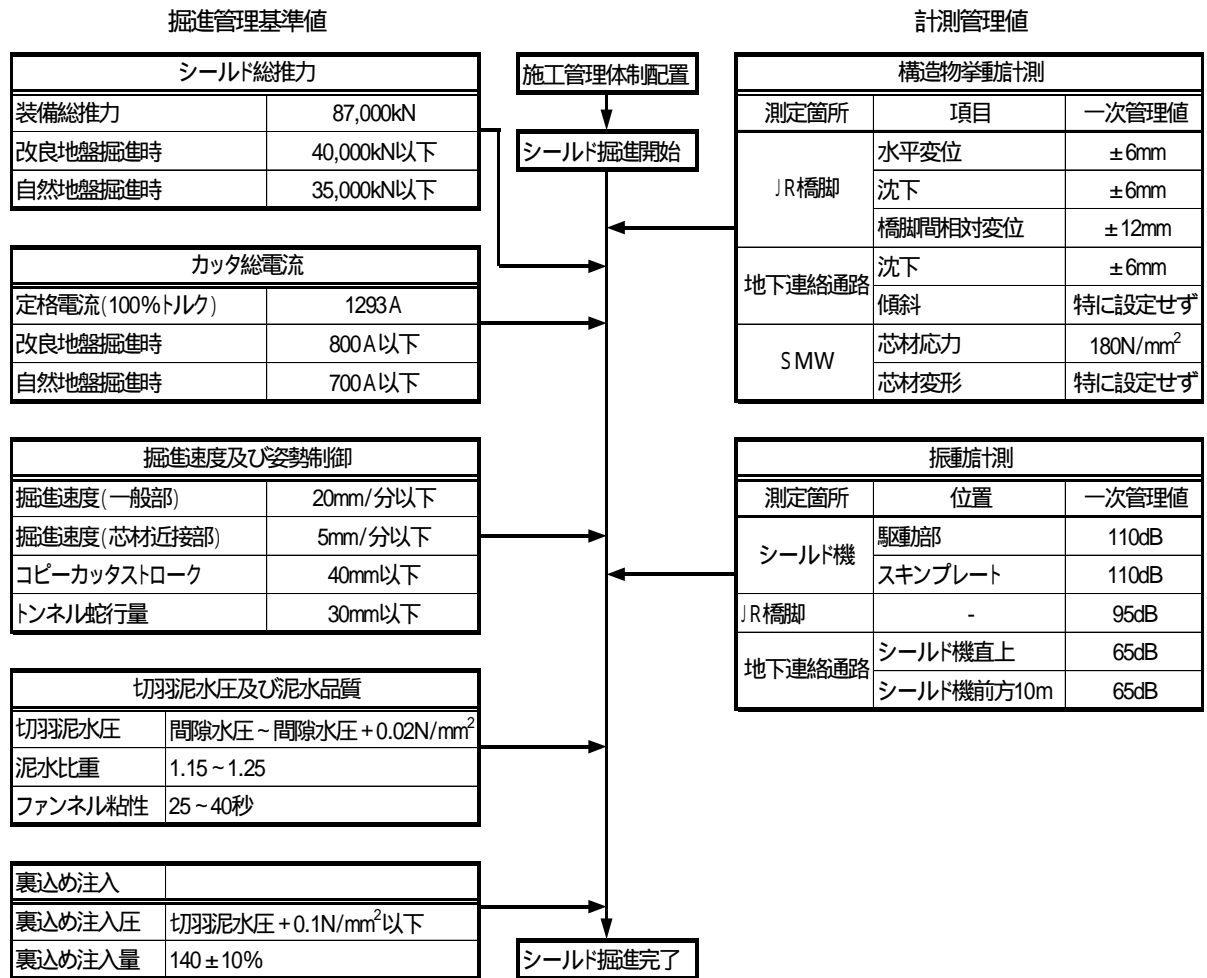


図 6-3-4 掘進管理基準値と計測管理値

(5) 施工経過

このような管理体制を構築して、平成 11 年 8 月 24 日(1999)に近接部の掘進に入った。掘進中は、シールド機の運転監視などを行う中央制御室には必ず複数名を配置した。切羽、地下連絡通路、地上などにも監視員を常時配置し、坑内 PHS システムを使用して、迅速な連絡が取れるようにするなど、監視体制を強化した。

掘進は、昼夜それぞれ 3 リング(3.6m)ずつのペースで進めた。シールド総推力とカット総電流は地盤改良施工部で若干の上昇が見られたが、ほとんど安定していた。コピーカッタによる左右の余掘りは、近接区間では終始行った。

この結果、シールド機の方角もスムーズに制御することができた。また、切羽泥水圧も基準値内で制御することができ、泥水の逸泥も全くみられなかった。

自動計測による構造物の挙動にも、シールド掘進の影響と思われるような変動は見られなかった。また、振動測定についても、事前計測結果と比較して大差はなく、増加傾向もないまま管理値を越えることはなかった。

JR 橋脚と地下連絡通路の振動についても、列車通過時の振動に比べて極めて小さいものであった。また、体感的にも、シールド機によると思われるような振動は全く感じられなかった。

このようにして、当初の最大の懸念であったシールド機が、SMW の芯材に接触するという兆候は認められず、近接施工区間を通過することができた。

なお、近接施工区間におけるトンネルの最大蛇行量は、計画線に対して 24mm であり、到達点でのズレは 7mm であった。

そして、平成 11 年 9 月 2 日、列車の運行や近接構造物などに何ら影響を与えることなく東川口駅に到達、無事掘進を完了した。

第4章 土捨（シールド発生土の再生利用）

第1節 概要

当線のシールドトンネル工区は、全て泥水シールドによる施工である。工事の際に発生する発生土は含水比が大きいため、「汚泥」として取り扱われているが、脱水すれば資源として再利用可能なものである。

そこで、当線の建設の方針として「産業廃棄物の処理及び清掃に関する法律」に基づき、「再生利用の目的となる産業廃棄物」として埼玉県知事の個別指定を受け、発生土を減量化し再生利用することにより、コスト縮減を図るとともに、環境保全に寄与すべく取り組んできた。

第2節 工事施工区分と発生土量

営団は、埼玉高速鉄道株式会社から施行委託を受け、赤羽岩淵駅終端～鳩ヶ谷中央駅までの3駅3トンネルの延長6.2kmを施行し、P線方式で施行する公団は、鳩ヶ谷中央駅終端～浦和大門駅までの3駅4トンネルの延長8.1kmを施行した。施工区分と発生土量を表6-4-1に示す。

トンネル名	延長	発生土量
荒川T（営団）	2.1 km	156,000 m ³
川口南T（営団）	1.6 km	121,000 m ³
鳩ヶ谷T（営団）	1.4 km	105,000 m ³
営団区間計	5.1 km	382,000 m ³
桜町T（公団）	1.0 km	76,000 m ³
赤山T（公団）	2.3 km	166,000 m ³
戸塚T（公団）	1.9 km	143,000 m ³
大門T（公団）	1.7 km	120,000 m ³
公団区間計	6.9 km	505,000 m ³
合計	12.0 km	887,000 m ³

表6-4-1 施工区分と発生土量

第3節 埼玉高速鉄道の方針

埼玉高速鉄道建設プロジェクトは、トンネル部のシールド工法による掘削土は、発生した時の状態が汚泥であり、産業廃棄物となるが、実態は、土の含水比が高いだけのことであり、脱水すれば資源として再利用でき、産業廃棄物の処分として中間処理業者等に委託する費用を節減するためには、自らが再生利用することとした。

また、このことは廃棄物の減量化につながり、環境保全に寄与することになる。

この背景には、次のようなことがある。

埼玉県下に管理型最終処分場がないこと。

中間処理工場の処理能力から大量の汚泥処理（約2年間で73万m³）は困難であること。

このため、中間処理を行うには遠方での処理等が必要なことからさらに費用がかかること。

埼玉高速鉄道線工事では、前述のように県内で廃棄物の最終処分場の確保が困難な状況等の基で建設廃棄物の減量化及び資源化を図るためには、積極的に再生利用することが必要である。このことは、今日の環境問題への的確な対応であり「環境の保全と創造」の役割を果たすことになる。

なお、再生利用を進めるのは次の方法がある。

有価で売却する。

排出業者自らが利用する。

再生利用の目的となる産業廃棄物として知事の個別指定を受ける。

- について：物と代金の取り引きが実質的になければならない。
- について：他人に有償売却できる性状のものを使用することである。有価性のない産業廃棄物を自ら利用すれば違法である。
- について：再生利用されることが確実であると知事が認めた特定の産業廃棄物の処理を行う者を知事が指定し、その者の産業廃棄物処理業の許可を不要とするものである。

以上、埼玉高速鉄道線では、フィルタープレス（建設省が開発した高圧薄層フィルタープレスを採用）後のケーキを廃掃法に基づく「個別指定制度」を適用させ再生利用するものである。

高圧薄層型フィルタプレスの導入経緯を表6-4-2に示す。

平成 9 年 1 月 (1997)

平成 4 年度 (1992) より建設省 (現・国土交通省) の総合開発プロジェクト「建設副産物の発生抑制・再生利用技術の開発」の一環として、「建設汚泥の高度処理再生利用技術の開発」に関する共同研究が、建設省土木研究所、財団法人先端建設技術センター及び民間企業 22 社により実施されていることを知った。

平成 9 年 3 月 (1997)

建設省関東地方建設局霞ヶ浦工事事務所、建設省土木研究所、財団法人先端建設技術センターによって実施された霞ヶ浦の浚渫汚泥を対象にした高圧薄層型フィルタプレスによる公開脱水試験を調査・見学する機会を得た。その際、埼玉高速鉄道線の泥水シールド工事から発生する泥水の処理に、高圧薄層型フィルタプレスが採用可能であるという感触を得た。

平成 9 年 4 月 (1997)

公団は建設省土木研究所、財団法人先端建設技術センターに対し、埼玉高速鉄道線の泥水シールド工事から発生する泥水の処理に、高圧薄層型フィルタプレスの利用の可能性を判定するための脱水試験の実施を相談したところ、高圧薄層型フィルタプレスを使用しての脱水試験実施の了承を得た。

平成 9 年 5 月 (1997)

赤山 T 工区において、従来型フィルタプレスと高圧薄層型フィルタプレスを並べ、工事において発生した泥水を用いて脱水試験を実施した。この結果、高圧薄層型フィルタプレスが低含水比、高強度の脱水ケーキを生成できることを確認し、泥水シールド工事から発生する泥水の処理に有効なものであると判断した。

平成 10 年 2 月 (1998)

当線の泥水シールド工事から発生する発生土の処理について、発注者が責任を持って高圧薄層型フィルタプレスにより生成した脱水ケーキに、一次分離した砂及び公団とメーカーが新たに開発した中性無機系の土質改良材を混合し、盛土材料としての条件を満たした改良土を、公共事業の盛土に使用することとした建設汚泥の再利用に関して、埼玉県知事の個別指導を受けた。

表 6-4-2 高圧薄層型フィルタプレスの導経緯

第4節 再生土砂の基準及び改質方法

(1) 基準

埼玉県では、産業廃棄物としての汚泥を再生利用するための土質基準を次のように定めている。

コーン指数 - 現場到着時点で4以上

含水比 - 搬入時点で50%以下

pH-5.8～8.6

金属等の含有量 - 「土壤汚染に係わる環境基準」の基準値以内

(2) 高压薄層型フィルタプレスの概要

フィルタプレスとは、両面を凹ました金属製の濾板に濾布を張り、これを数百枚並べて油圧シリンダーにより、密着セットした加压脱水方式の脱水機である。

濾過方法はポンプにより、濾板中央部よりスラリーを濾室内に加圧供給して濾過する。

濾過圧力は、従来型で5～6kgf/cm²程度、高压薄層型で約15kgf/cm²程度、ケーキ厚さは従来型で32～35mm、高压薄層型では20～21mm程度、また発生ケーキの含水比は従来型で55～65%、高压薄層型では40～50%程度と低い値が得られる。

高压薄層脱水システムは、フィルタプレスの濾板の間隔を従来型よりも狭めることにより、脱水ケーキの厚みを薄くし、更にスクイズ式ポンプの採用による高压脱水により、短時間で多量処理・高強度のケーキを生成する。概念図を図6-4-1に示す。

(3) 改質方法

処理工程は、脱水ケーキを破碎した段階で一次処理土とすべて混ぜ合わせ、さらに改良材を混ぜて改良する。再利用する現場(受入先)の要求として、コーン指数7kgf/cm²以上の強度が必要だったため、アルカリ溶出の心配がない中性無機の改良材を新たに開発した。

当現場では、脱水ケーキと一次処理土の比率はおおむね7対3だが、掘削する地盤状況によって変化する。これらの比率や、目的とする強度に応じて、改良材の量を調整している。

なお、再利用先は建設省、埼玉県、市が発注したスーパー堤防や土地区画整理事業、運動場の造成など13現場である。

第5節 個別指定制度について

個別指定とは、再生利用されることが確実な廃棄物を都道府県知事が指定し、廃棄物の再生利用を容易にする制度で、個別指定と一般指定がある。(今回は個別指定について報告する。)

個別指定とは、再生利用者の申請を受け都道府県知事が指定するもので、廃棄物の種類、発生場

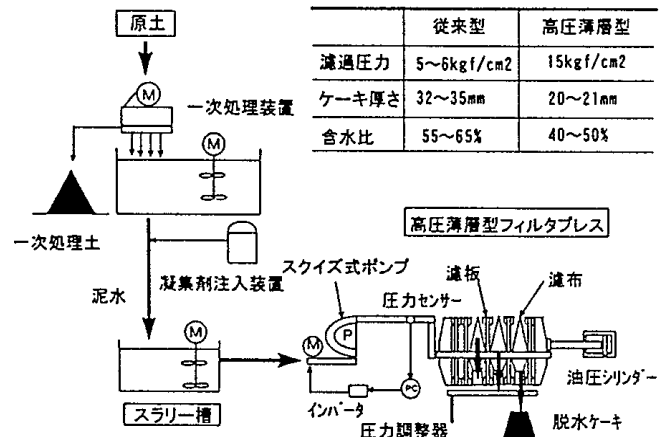


図6-4-1 高压薄層脱水システム概念

所と再生利用場所及び用途が指定される。指定を受けた場合は、その申請者は廃棄物処理業の許可をとらなくても、その廃棄物を再生利用することができる。

今回、前項の再生土砂の土質基準を満足する再生土を埼玉県の承認を受けた場所(公共事業)に処分することを条件として、排出側の工事発注者(鉄道公団)が個別指定の申請を行い承認を得た。

個別指定を受けるための提出書類については、次のとおりである。

建設工事汚泥の盛土利用についての事前協議書

産業廃棄物処分業許可不要者指定申請書

産業廃棄物処分業許可不要者指定書 - 許可書

第6節 泥水処理設備

赤山T工区の泥水処理設備は、当初の計画では従来型フィルタプレスを設置し、脱水されたケーキを汚泥として産業廃棄物処理業者に処理委託する計画であったが、今回、高压薄層型フィルタプレスおよび脱水ケーキと一次処理土を混合し、中性無機系の改良材を添加するための新たな混合設備を設置し、発生土を有効に再生利用するための設備変更を行った。

変更した主な内容は、

フィルタプレスを従来型から高压薄層型に変更

破碎機の新設

混練機(パドルミキサー)の新設

改良材供給設備の新設

などである。

大門T工区、戸塚T工区および桜町T工区の泥水処理設備の処理の流れは、ほぼ赤山T工区と同様である。

各工区の泥水処理設備フローシートを図6-4-2～6-4-5に示す。

第7節 まとめ

今回の個別指定に係る手続きの中で、再生利用するための土質基準を満足する再生システムの構築とともに73万 m³の発生土（再生土）の利用場所を県内に確保することが最も重要な課題であった。

これらが個別指定許可の取得及び発生土の処分に係るコスト縮減の大きな要因であり、システムの開発については施行主体である「鉄道公団関東支社」が、再生利用場所の確保については自治体との協議を含め事業主である「埼玉高速鉄道株式会社」が主体となって進めてきた。

今後、鉄道建設事業において、コスト縮減と環境負荷の軽減が最も重要な課題であると考えている。

今回の泥水シールド発生土を個別指定制度により再生利用する方式は、一度に二つの課題を解決できる可能性を持つものといえる。

これを実現するためには、行政の判断が最も重要な要素であり、施行主体である鉄道公団は、鉄道事業者と一体となって、行政の理解を得るための問題点の解決を進めていく必要がある。

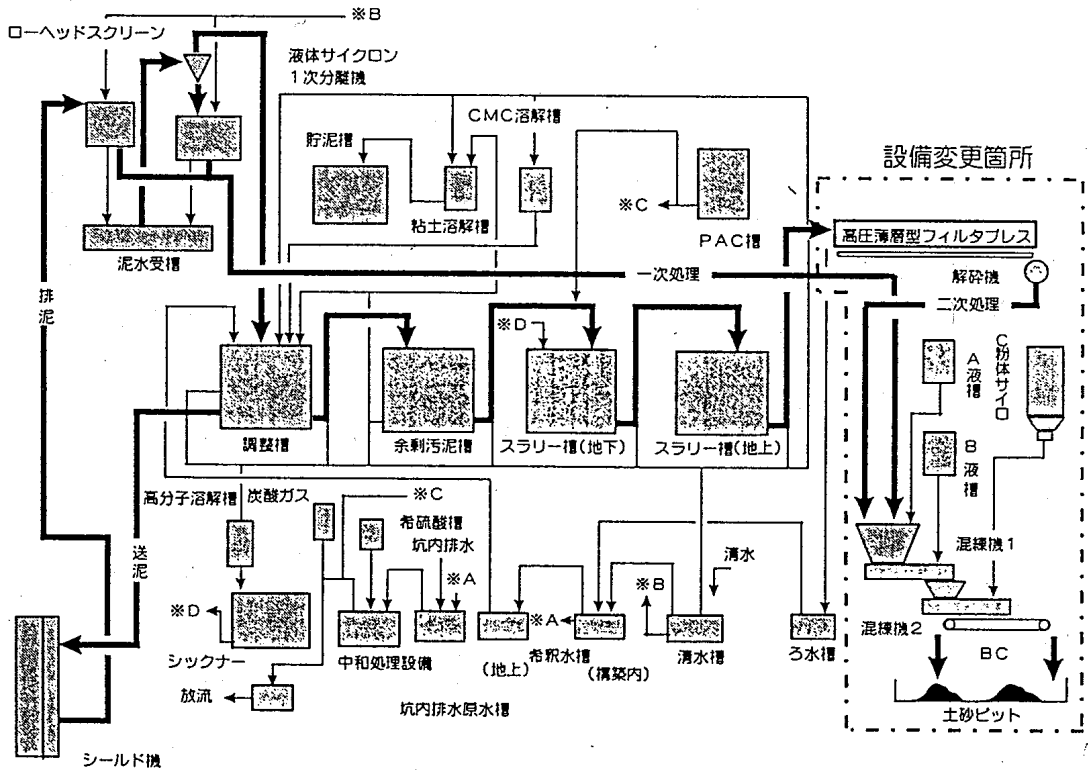


図 6-4-2 桜町T工区泥水処理設備フローシート

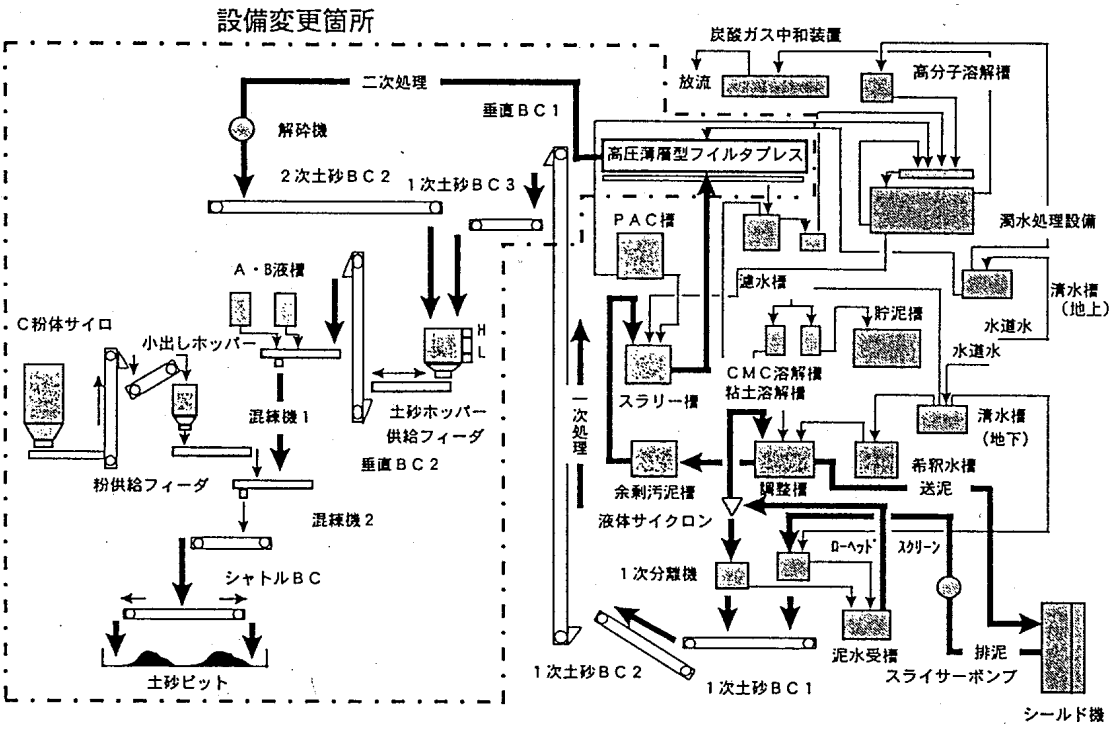


図 6-4-3 赤山T工区泥水処理設備フローシート

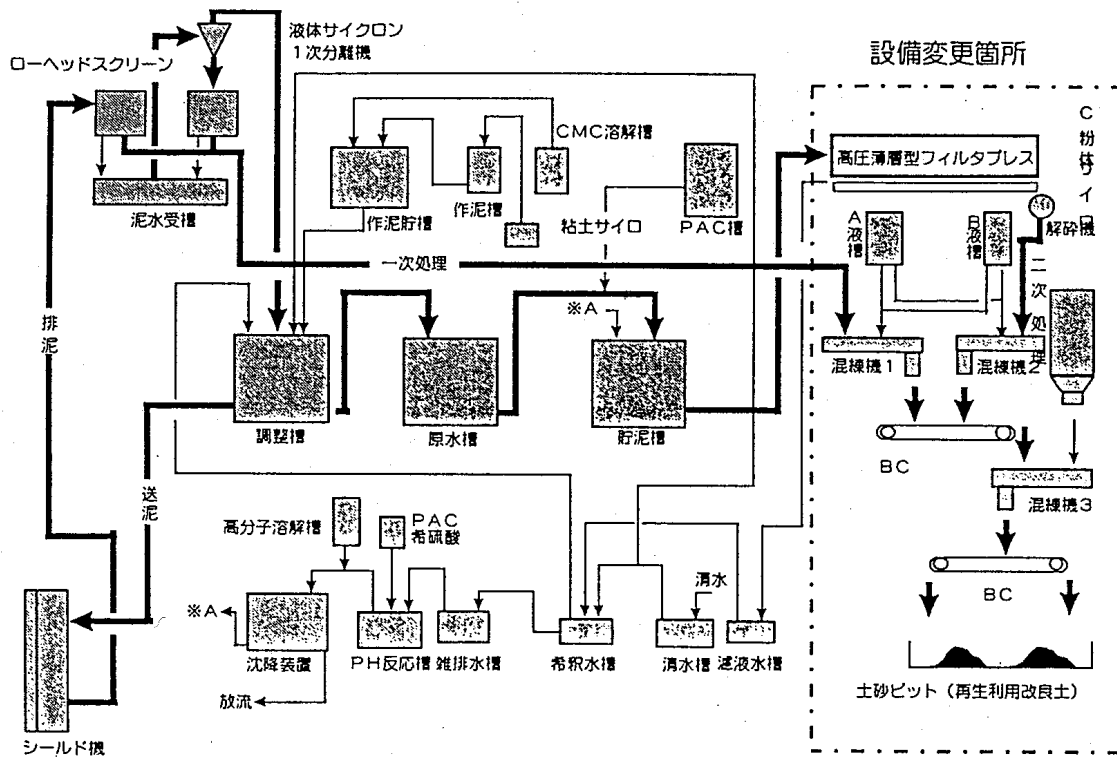


図 6-4-4 戸塚T工区泥水処理設備フローシート

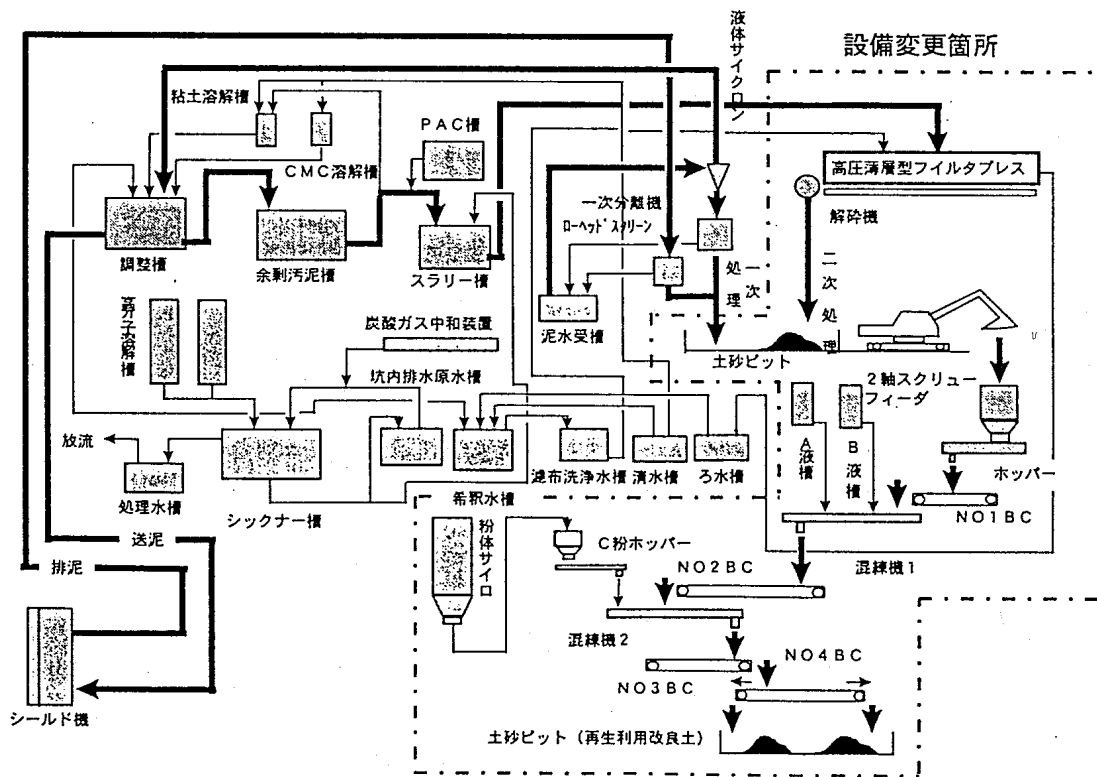


図 6-4-5 大門T工区泥水処理設備フローシート

第5章 立坑

第1節 発進立坑

a. 設置位置

発進立坑は、駅の諸設備スペース（換気塔・排水溝等）を兼ねた立坑であり、新井宿 St、および戸塚安行 St のシールド発進部に設置した。また、大門 T は開削箱型トンネル始端部に立坑を設置した。なお、この立坑は、終点方に続く U 型擁壁及び浦和美園駅付近までの降雨水を含めた排水溝及びポンプ室となっている。

b. 発進防護工比較

- ・ 高圧噴射攪拌工法
- ・ 仮壁切削工法（NOMST）
- ・ 芯材引抜工法

以上の工法について比較したが、2 駅共に立坑に高圧噴射攪拌工法の改良厚さでは近接している民家に支障となるため、仮壁切削工法（NOMST）とした。

なお、大門 T は地質、環境、工事用地等の条件から芯材引抜工法を採用した。

第2節 到達立坑

a. 設置位置

到達立坑は、駅の端部にソケット構造で設置した。

b. 到達防護工比較

- ・ 高圧噴射攪拌工法
- ・ 仮壁切削工法（NOMST）

以上の工法について比較したが、高圧噴射攪拌工法により防護した。

第3節 中間換気立坑

1) 桜町 T ・ 里立坑

a. 設置位置

立坑位置は、トンネルが国道 122 号線直下より国道見沼橋の基礎杭を避け一旦住宅地の下へ迂回したのち、再度国道下に戻る国道の盛土擁壁と住宅地との境界付近である。工事施工認可時では国道下に換気室を設ける計画であった。

換気塔は、国道をはさんで擁壁の反対側の民地部に設置し、シールドトンネル（ダクタイルセグメント覆工）との連絡は換気立坑と横坑方式によって連結することとした。

しかし、この地点の国道は約 4.5% の勾配と前後に曲線のある道路平面・縦横線形となり、盛土用の擁壁（高さ約 10m）下には民家が密集している。また、その後の調査

では擁壁の基礎部が支障となることが明らかになり、国道直下の換気室工事には夜間の交通規制や騒音・振動の諸問題をはじめ擁壁の変状防止対策等について、十分配慮する必要が生じた。

このことから、出来る限り夜間工事を避けるとともに、換気塔を設置する民地部の用地に注目し、その用地内に納まる換気室や開削工法について検討した。

この結果、同民地を含め国道 122 号線下り 2 車線のうち外側車線の直下に構造物を設置することとした。

b. 設計・施工比較

条件

- ・ 国道真下の路下施工
- ・ 盤ぶくれ対策
- ・ 浮力対策

立坑

- ・ ニューマチックケーソン（無人化）
- ・ 地下連続壁（本体利用）
鉄筋コンクリート構造
鋼製構造

連絡横抗（内空 = 2,600mm・3 列）

- ・ コンクリート管推進（シールド）
- ・ 鋼管推進（シールド）
- ・ URT・パイプルーフ他
- ・ 凍結工法
- ・ 高圧噴射攪拌工法

ケーソン工法は、路下施工・盤ぶくれ及び浮力対策からも優位であり、側壁を厚くでき、底詰めコンクリートもカウンターウエイトになる。さらに底盤改良も不要になる。また、連絡横抗の後方基地としても利用でき、凍結工法により鉄筋コンクリート管（内空 = 2,600mm・3 列）を設置した。

以上のことからケーソン工法を採用した。

2) 赤山 T ・ 赤山立坑

a. 設置位置

立坑位置は、埼玉県安行武南自然公園の指定地域内であり、県道越谷・鳩ヶ谷線と赤芝川が交差する民地部である。

なお、換気立坑とトンネルとの連結は、シールド機をそのまま通過させる貫通方式としている。

b. 設計・施工比較

条件

- ・ 民地内に設置

- ・ 県道の地下占用は不可
- ・ 赤芝川河川敷の地下占用は不可
- ・ 盤ぶくれ対策
- ・ 浮力対策

立坑

- ・ 地下連続壁（本体利用）
 - 鋼製構造
 - 鉄筋コンクリート構造
 - ・ ニューマチックケーソン（無人化）
- 立坑貫通方式に伴う到達・発進防護工
- ・ 仮壁切削工法（NOMST）
 - ・ 高圧噴射攪拌工法
 - ・ 中詰めモルタル（シールド貫通部）

地下連続壁（鋼製構造）は、構造断面が縮小できる。また、高圧噴射攪拌工法（シールドを貫通通過させるための到達・発進防護工）では設計上の改良厚さが近接家屋に支障する。

このため、仮壁切削工法（NOMST）を組み合わせた構造とした。

なお、戸塚安行 St から赤山 T シールドを発進する計画であったが、駅付近の用地及び日通倉庫事務所基礎杭撤去等の諸問題もあることからシールドを立坑内で待機させることも考慮して赤山 T のシールドは新井宿 St 発進に変更した。

3) 戸塚 T ・ 戸塚立坑

a . 設置位置

当初の立坑位置（工事施工認可時）は、11k214m 付近の第 1 種住宅専用地域内に計画されていた。また、その後のトンネルルート調査によって日産自動車ビル（10k900m）の基礎杭が支障することが明らかになった。

このため、ビルの移転や受替え（アンダーピンニング）等について検討したが、基礎杭先端の下を通過するルート案が工期・施工性及び経済性から優位であることから新位置に設置することとした。

このことから、戸塚 T は戸塚安行 St を発進後ただちに日産自動車ビルに向かって -34‰ で下り、杭先端の約 5m 真下を通過し、+2‰ と +34‰ の上り勾配となる。なお、換気立坑とトンネルとの連結は、シールド機をそのまま通過させる貫通方式とした。

b . 設計・施工比較

条件

- ・ 民地内に設置

- ・ 県道・市道の地下占用は不可
- ・ 盤ぶくれ対策
- ・ 浮力対策

立坑

- ・ 地下連続壁（本体利用）
 - 鋼製構造
 - 鉄筋コンクリート構造
 - ・ ニューマチックケーソン（無人化）
- 立坑貫通方式に伴う到達・発進防護工
- ・ 仮壁切削工法（NOMST）
 - ・ 高圧噴射攪拌工法
 - ・ 中詰めモルタル（シールド貫通部）

地下連続壁（鋼製構造）は、構造断面が縮小できる。また、高圧噴射攪拌工法（シールドを貫通通過させるための到達・発進防護工）では設計上の改良厚さが近接家屋に支障する。

このため、仮壁切削工法（NOMST）を組み合わせた構造とした。

4) 大門 T ・ 東大門立坑

a . 設置位置

立坑位置は、大宮台地東側斜面にあって、区画整理事業によって整備された浦和市大門坂下公園となっている。なお、換気塔は立坑真下には設置できないため、公園の斜面を利用し、かつ同事業を記念した石碑を避けて設置した。

換気立坑とトンネルとの連結は当初横抗接続方式であったが、換気室の位置および設置方向を検討した結果、シールド機をそのまま通過させる貫通方式に変更した。

b . 設計・施工比較

条件

- ・ 公園内に設置
- ・ 県道の地下占用は不可
- ・ 盤ぶくれ対策
- ・ 浮力対策

立坑

- ・ ソイルセメント壁（SMM・芯材）
- 立坑貫通方式に伴う到達・発進防護工
- ・ 高圧噴射攪拌工法
 - ・ ソイルセメント壁（SMM・芯材なし）
 - ・ 中詰めモルタル（シールド貫通部）

この立坑は、外 3ヶ所とは異なり、換気設備及び東電からの受電設備が必要な換気室（地下 2 階）と、シールドと連絡する立坑（鉛直シャフト）構造である。

また、換気塔は風洞トンネルを経由して設置した。

シールド天端と換気室の離隔（7.0m）が確保でき、換気室用の仮土留（SMW）先端はシールドに支障しない深度で可能となった。

このことにより、立坑部と換気室部の仮土留（SMW）の深度を変えた。

シールド貫通部の防護工は、芯材無しのソイルセメント壁（SMW）と高圧噴射攪拌工法の組合せにより防護した。

なお、シールド貫通部は、シールド断面内にあるSMWの芯材を事前に切断撤し中詰めモルタルを施工した。

里、戸塚および東大門中間換気立坑は、図6-5-2～4に示す。

なお、赤山中間換気立坑は、戸塚中間換気立坑と同様な構造となっている。

第4節 仮壁切削工法

シールド貫通方式のうち赤山T及び戸塚Tの中間立坑は、仮壁切削工法（NOMST）を採用した。

このうち、戸塚T立坑のNOMST設計は、コンクリート強度 $\sigma=700\text{kgf/cm}^2$ ・CFRP=10ケーブルであったが、VE提案によりコンクリート強度 $\sigma=500\text{kgf/cm}^2$ ・CFRP=8ケーブルに縮小できた。

これは、中詰めモルタルを $\sigma_4=30\text{kgf/cm}^2$ ・ $E_0=2.5 \times 10^4$ と強度アップが図れたためである。

このことから、シールド通過部は、切梁の撤去と中詰めモルタル打込みとのバランスが良好となり、さらにNOMSTの変形が少なくなったためである。

戸塚T立坑の仮壁切削工法（NOMST）の新旧比較は表6-5-1に、シールド貫通方式については図6-5-1に示す。

表 6-5-1 戸塚中間立坑部の仮壁切削工法（NOMST）の新旧比較

仮壁切削工法	単位	当初	変更後	記事
NOMSTのコンクリート強度	kgf/cm ²	700	500	28
CFRP（1本数）	ケーブル	10	8	1本数
モルタルのヤング係数	kgf/cm ²	1.5×10^3	2.5×10^4	
モルタルの強度	kgf/cm ²	10	30	4

CFRP：Carbon Fiber Reinforced Plastic

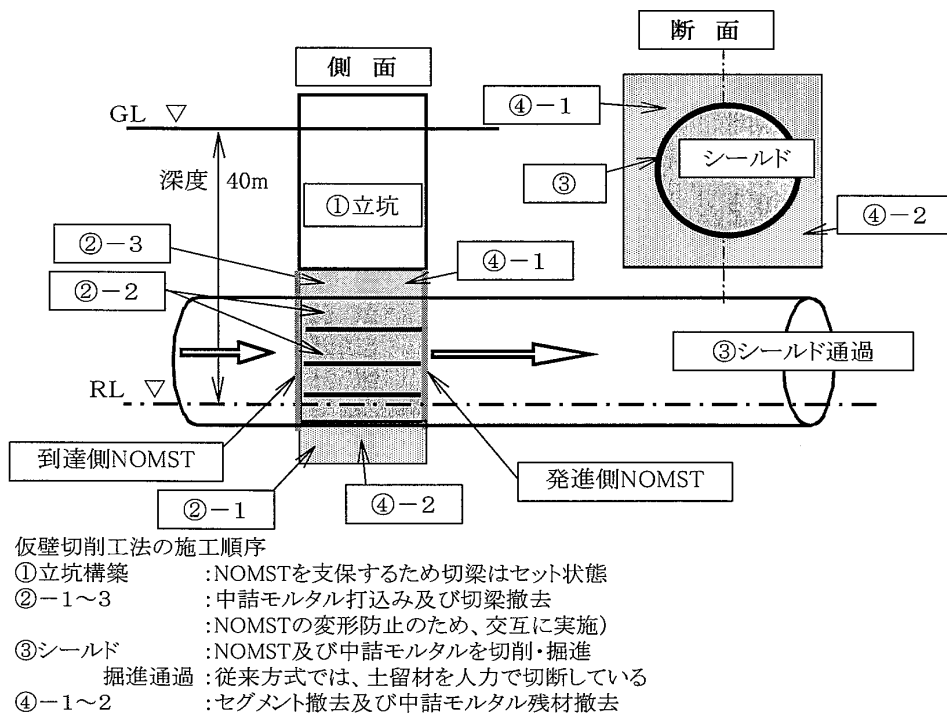
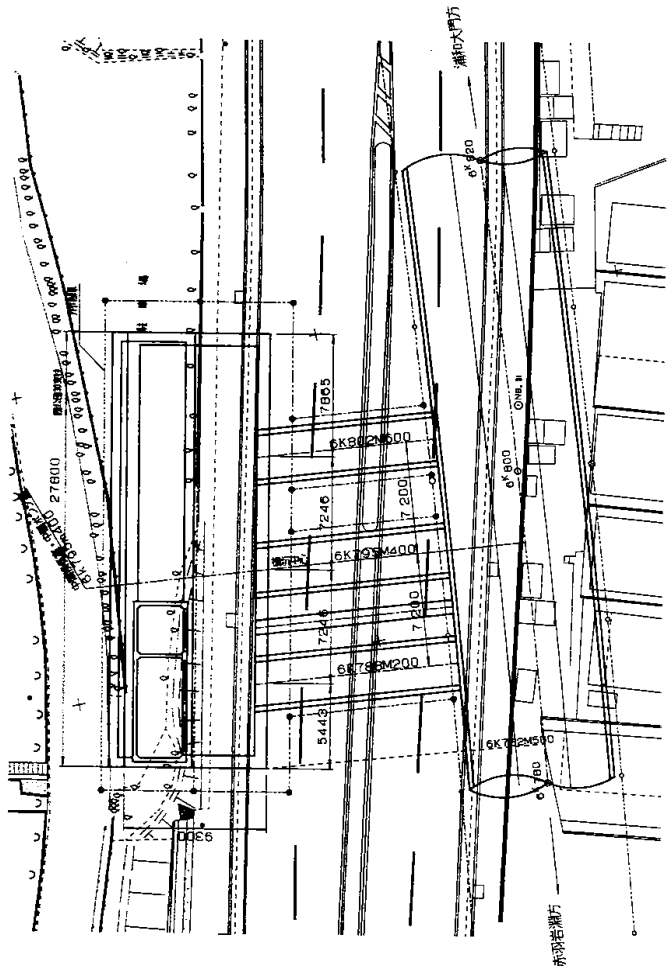
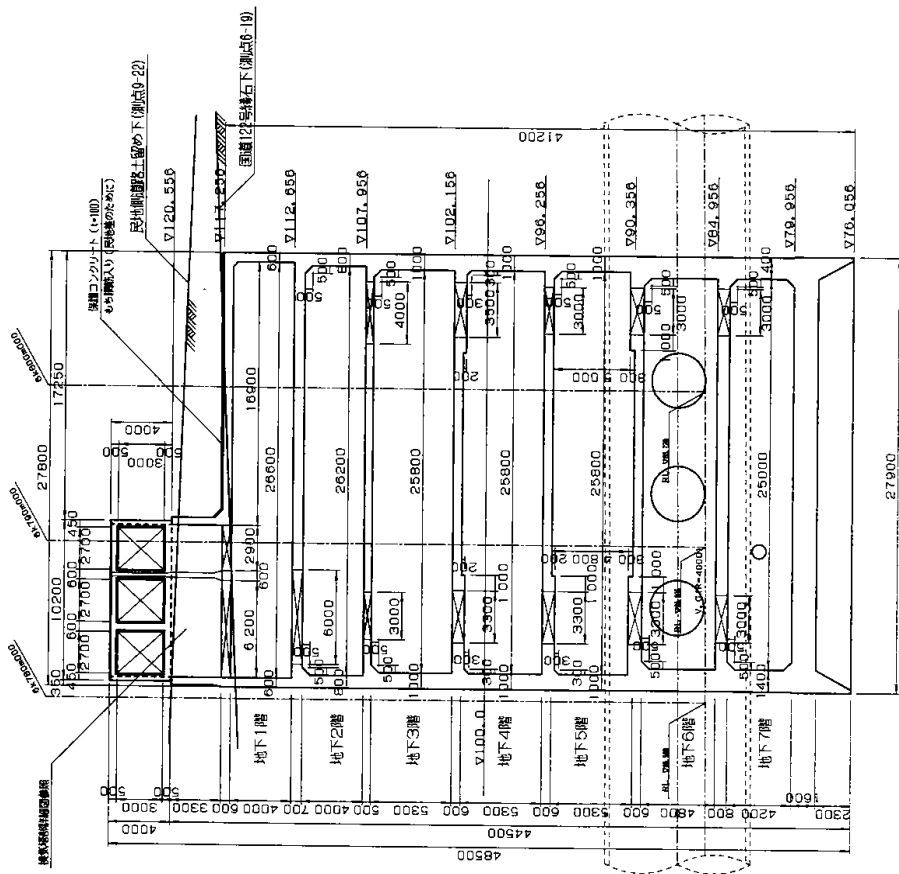


図 6-5-1 シールド貫通方式の施工順序

平面図 S=1/200



縦断面図 S=1/200



横断面図 S=1/200

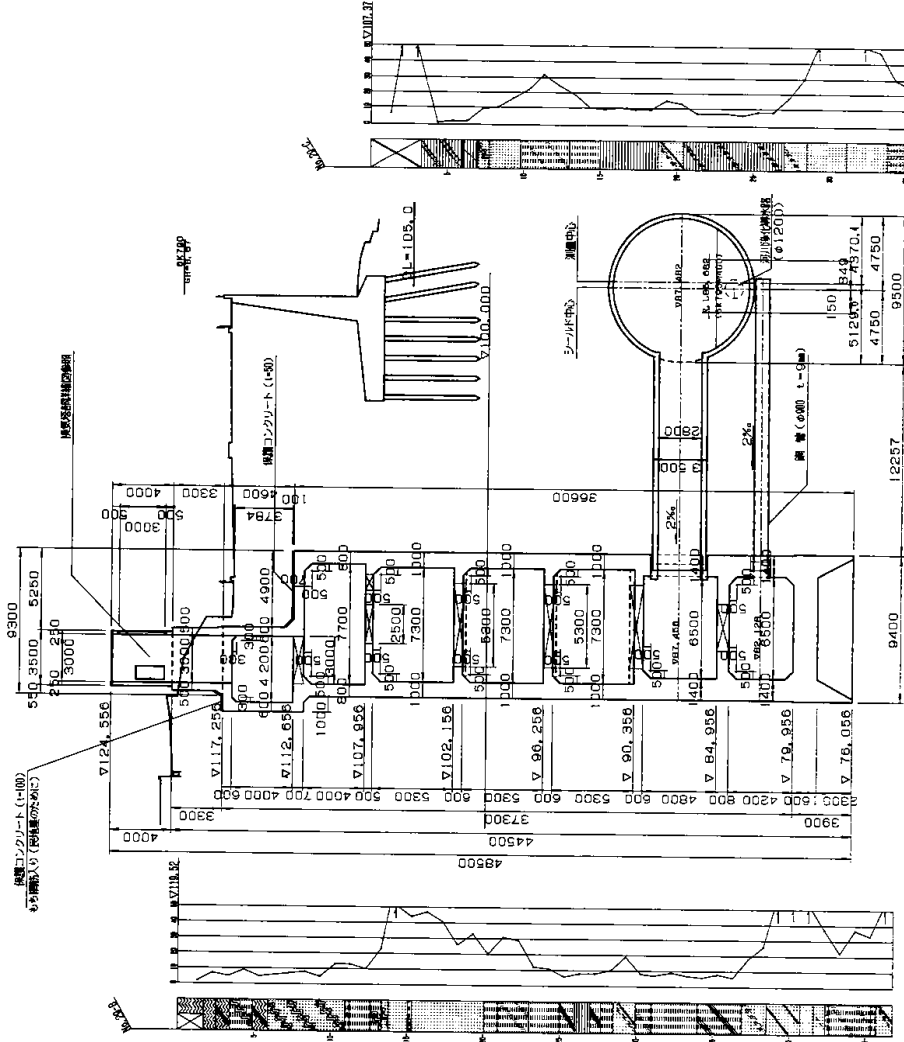


図 6-5-2 里中間換気立坑

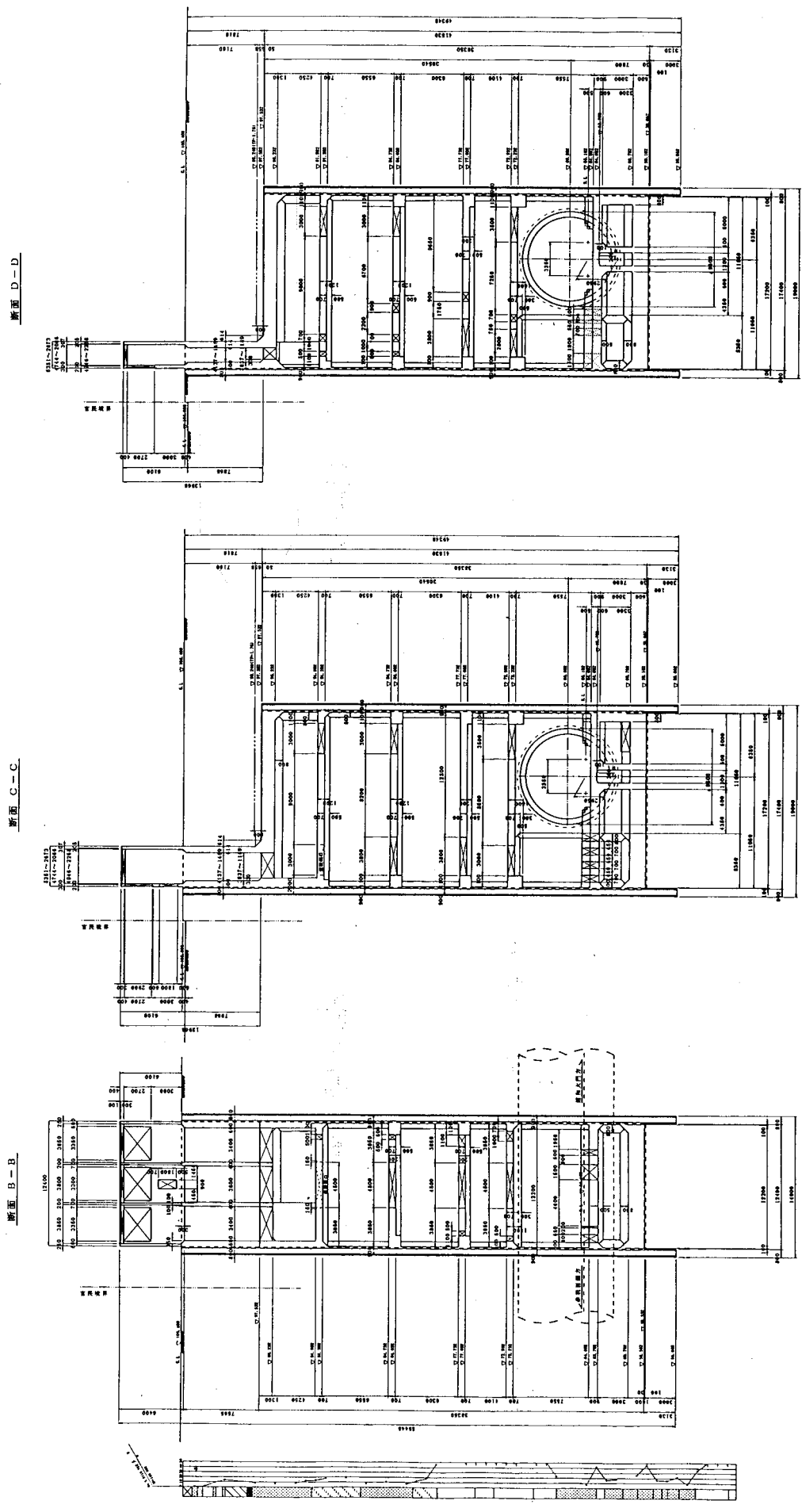


图 6-5-3 户塚中間換気立坑

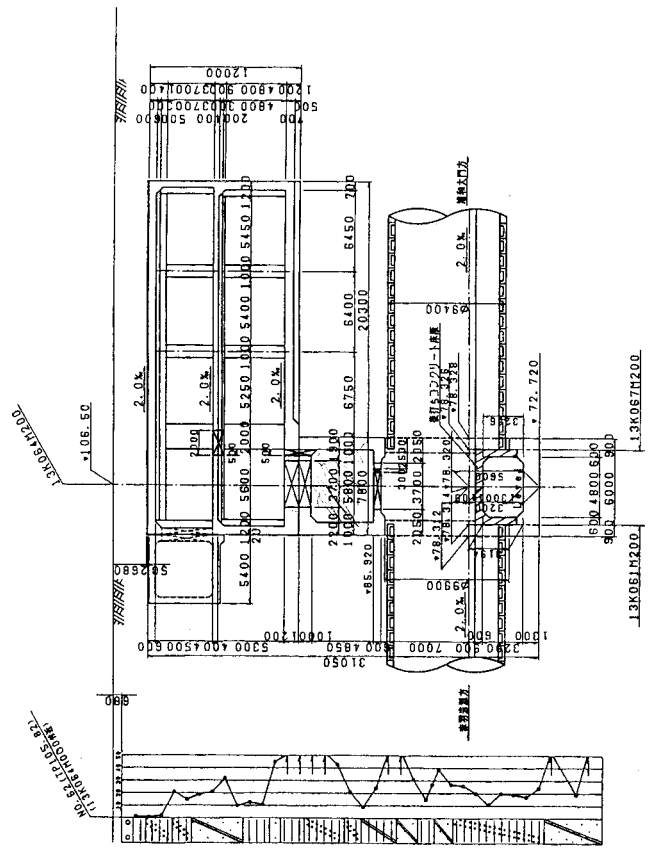
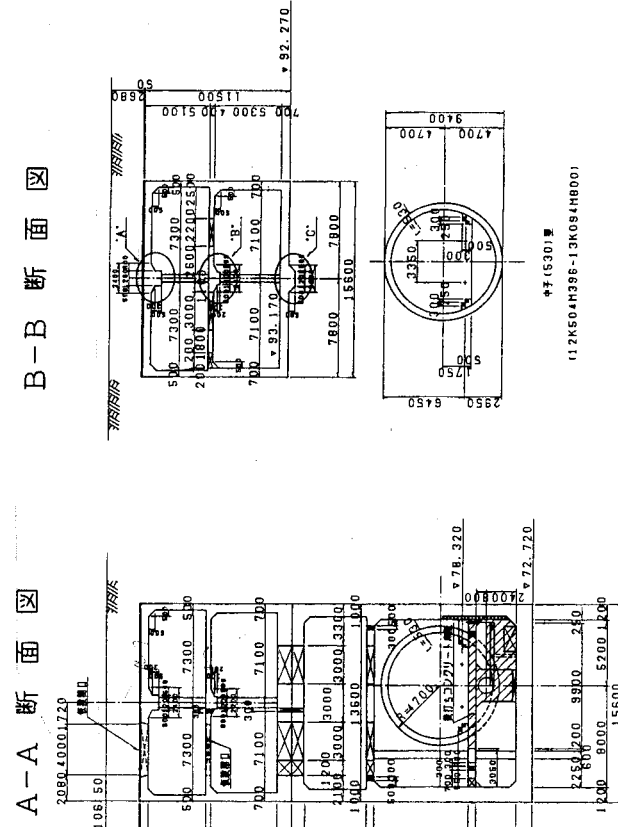


图 6-5-4 東大門中間換気立坑



第5節 凍結工法（里中間換気立坑）

（1）概要

桜町Tは、鳩ヶ谷駅と新井宿間に位置する延長 1,026m の泥水加圧式シールドトンネルである。

路線は、新井宿駅の起点側を発進基地として、鳩ヶ谷駅に向けて国道 122 号線及び民有地下を掘進するもので、その中間に里中間換気立坑を設置した。

里中間換気立坑は、国道 122 号線の直下に位置するため国道をはさんだ左側の民地をとした。

ケーソンは、長方形の函体（9.3m×27.8m×厚さ 1.4m×48.5m）をニューマチックケーソン工法で 33m 沈下させ構築した。

本坑との連絡横坑は、シールド（外径 9.5m）との間を土被り約 27m で、連絡部は外径 3.5m、 $t = 0.35m$ 特厚ヒューム管 3 連、及び導水管部は 1.2m 鋼管 1 本で接続される。接続部付近の地質状況は、洪積層 N 値 8 ~ 10 の粘土、砂質シルト、シルト混じり砂となっている。

里中間換気立坑の一般図を図 6-5-5 に示す。

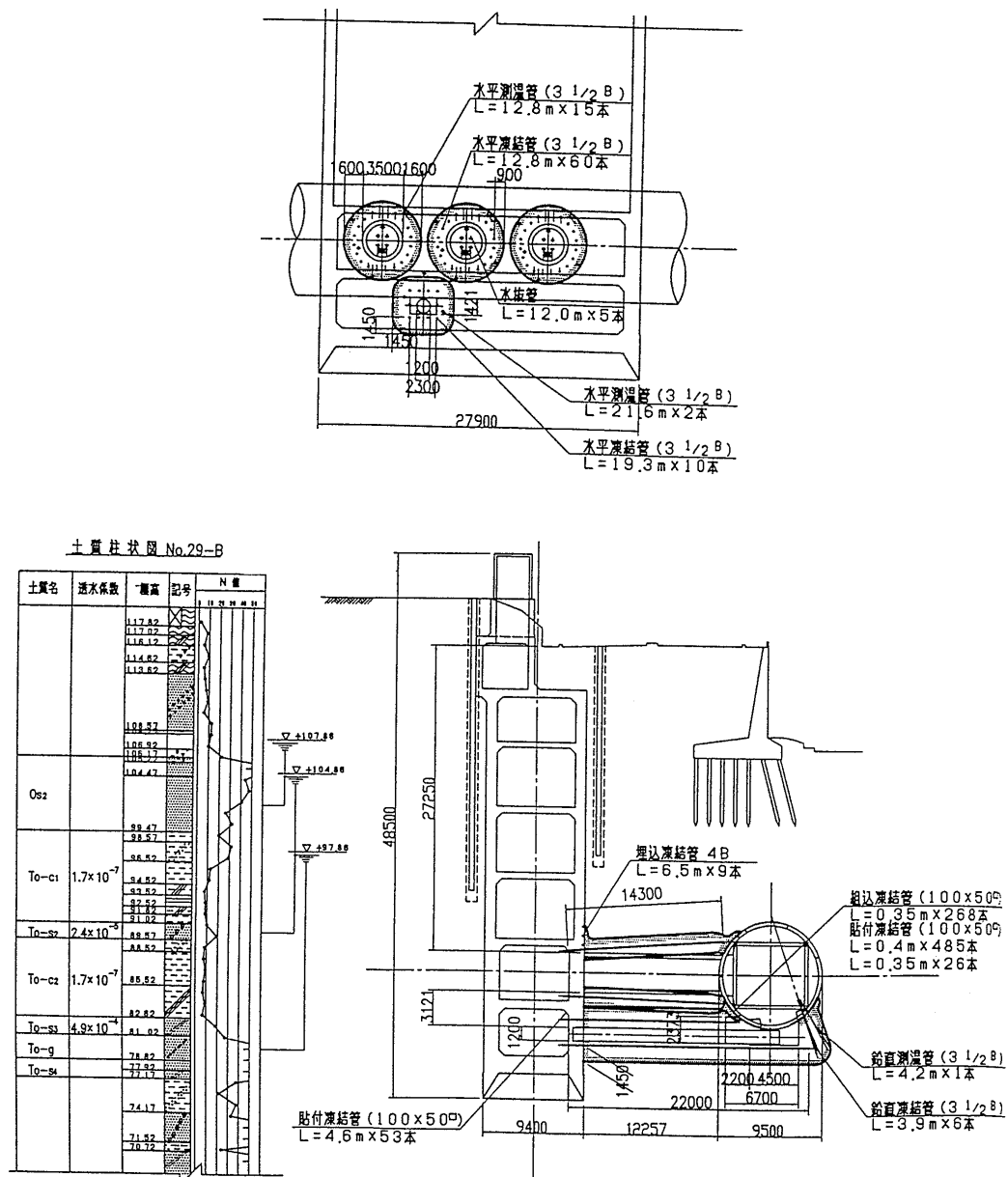


図 6-5-5 里中間換気立坑一般図

(2) 目的

今回採用した凍結工法は、シールドトンネルと換気立坑の接続部周囲に凍土壁を造成し、その優れた遮水性と強度を併せ持つ凍土で、推進時と接続時の止水及び土留めを行い、安全・確実にシールドトンネルと接続させることを目的とする。

(3) 採用の経緯

当該箇所は、交通量の非常に多い重要幹線道路直下での施工である。また、地下水が高く、なおかつ被圧された地盤(約2.2kgf/cm²)を掘削すると、湧水とそれに伴う地盤の崩壊現象が起こりやすく、工事の施工は極めて危険であり、困難である。以上の条件によりCJGなどの地盤改良では確実な効果が得られず、また、国道122号線を占有するため、作業時間に制約を受けるケーソン内からの注入などでも確実な地盤改良効果及び、止水性に問題があるため、ほとんどの地質に適用でき、安全で確実な施工が可能な凍結工法を採用し、良好な結果を得、無事に完成させた。

(4) 施工箇所の状況

a. 国道122号関連

- ・換気室の一部が国道を地下占用
- ・交通量は、約41,000台/日(H5.7)
- ・交通規制(下り線夜間1車線規制)の短縮(警察の指導)

b. 住宅地近接(騒音・振動の低減)

- ・一般住宅(1宅地)
- ・集合住宅(西鳩ヶ谷団地、シャルマンコーポ鳩ヶ谷)

c. 狭隘な施工箇所

- ・国道122号線、市道900号線及び民地に囲まれている。

d. 地質

- ・洪積層で大宮層(O)と東京層(To)の粘性土及び砂質土の互層
- ・大宮層(Os2) 東京層の砂質土及び礫質土は、被圧滞水層
- ・メタンガス ボーリング結果では認められていない

e. 施工法比較

施工箇所の状況を踏まえた(本体構造利用)工法については、平成8年度に比較検討を行った。その時の評価は下記の通りであり、ニューマチックケーソンが当該地の最適工法であると決定した。

オープンケーソン工法

オープンケーソン工法は、ケーソン内での掘削時の管理(安全、沈下など)が難しく、圧入桁の盛替など施工が煩雑であり、工期が長くなる。

RCもしくは鋼製地下連続壁工法

地下連続壁工法は、大深度連壁及び先端の地盤改良など、精度を確保しないと成立しない工法であり、制約(警察の指導)がある工法として現実的ではない。また、経済性の面でも劣る。

ニューマチックケーソン工法

ニューマチックケーソン工法は、周辺の地下水位を変動させることなく、交通規制機関が短いと、近接道路への影響が少ない。施工が確実であるため工程も短く、他の工法に比べて経済的である。

(5) 構築

里中間換気室は、交通量が多い国道122号を利用し、工事用車両などの出入りを行うため、交通安全の確保(国道への車両後退禁止、交通整理員の配置)並びに騒音対策など(コンプレッサー地中化、防音壁)を行いながら、ニューマチックケーソン工法の路下方式で構築した。

第7章 導水管
第1節 計画概要

(1) 建設省河川浄化用導水管の一体施工

埼玉高速鉄道線にほぼ並行して流れる綾瀬川と芝川は、家庭雑排水と工場排水による汚濁によって、環境基準を満足できない状態にある。

また、両河川流域の下水道普及率(平成4年度)は、綾瀬川流域については約50%、芝川については約70%となっているが、各々平成17年度、22年度を目標に下水道整備が計画されていることから、自然の水源を持たない両河川の流量の半減も懸念されている。

そこで、両河川の水質改善策、及び流量確保策として、埼玉高速鉄道線のトンネル内に導水管を設け、南部の起点方から流量豊かな荒川の水をポンプにより圧送し、北部の終点方にて放水することを計画した。図6-7-1に計画図を示す。

完成時には河川汚濁状況の指標であるBOD(生物化学的酸素要求量)について、現在の環境基準5~10(mg/l)に、またDO(溶存酸素量)については3(mg/l)以上を目標とし、鯉、鮎の生存が可能なレベルに水質改善されると予測されている。

計画では、川口元郷駅から大門立坑までのほぼ全線に、ダクタイル鋳鉄管(内径1.2m)を一体施工するものであり、図6-7-2に示すように駅部では構造物の下部に、また、シールド部ではインバート内に配置するというものである。

(2) 共同事業に至る経緯と課題

1) 河川法の改正

建設省(現・国土交通省)より事業への協力が依頼された平成5年当時、事業化にあたり「河川法」の改正が必要と判断された。当時の河川法では「河川区域の土地」(法第6条)により地下に河川構造物を建設すると、地上部まで河川区域として指定され、工作物の新築や土地の用途変更に厳しい制限を受けることとなる。そのため、導水管を地下鉄内に敷設すると地下鉄工事や完成後の維持管理において、常に建設省の認可といった制約を生じる。この対応策として、導水管が占める部分だけが河川構造物(河川立体区域)とすることで前述の問題解消を図ることとし、法律の改正が平成7年4月に行われた。

2) 協議経歴

事業化にあたっての協議経歴は、表6-7-1に示す。

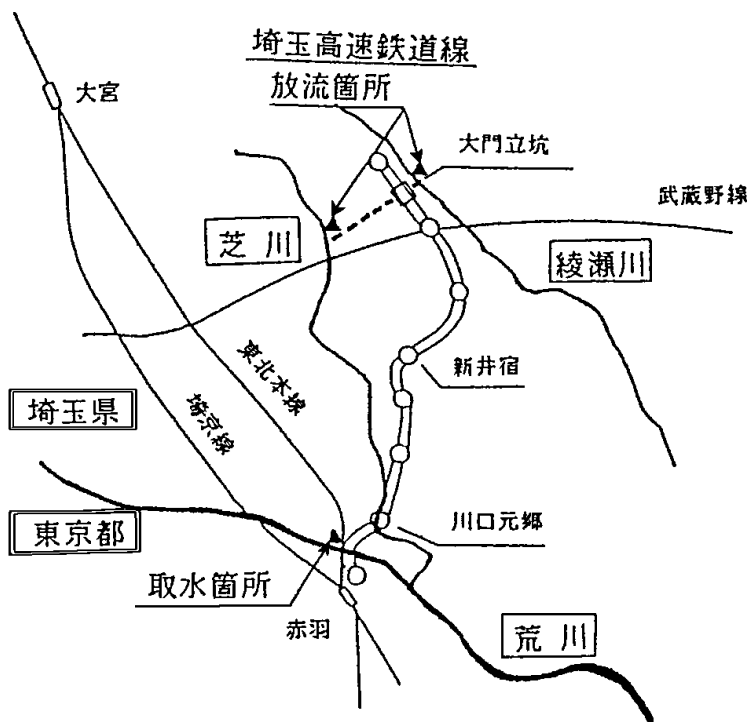


図6-7-1 導水管計画図

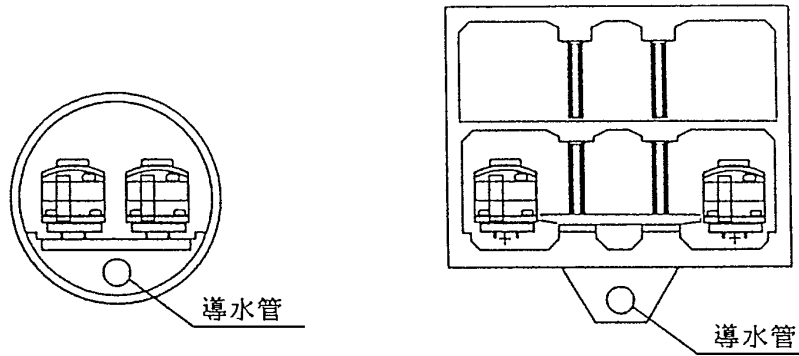


図 6-7-2 導水管敷設位置

表 6-7-1 協議経歴

平成 5 年 7 月	建設省荒川下流工事事務所より会社へ協力を依頼される。
平成 6 年 2 月	会社より運輸省に導水管設置協力依頼の説明。
平成 6 年 7 月	建設省河川局が運輸省・埼玉県に導水管計画を説明。
平成 6 年 11 月	荒川下流工事事務所が、鉄道施設内に導水管を設置することの安全性の検討を(財)鉄道総合技術研究所に委託。
平成 6 年 12 月	埼玉県が河川浄化用導水管敷設事業の推進を決定。
平成 7 年 1 月	荒川下流工事事務所長から会社社長あてに、「河川浄化用導水管の鉄道トンネル内敷設について」(協議)の文書を受ける。
平成 7 年 4 月	改正河川法(河川立体区域制度)が公布。
平成 7 年 11 月	建設省と会社との間で「綾瀬川、芝川等河川浄化導水路工事との一体工事に関する基本協定」を締結。
平成 8 年 2 月	建設省から公団へ「綾瀬川、芝川等河川浄化導水路工事との一体工事に関する協定書について」(協議)の文書を受ける。
平成 8 年 3 月	建設省と公団との間で「綾瀬川、芝川等河川浄化導水路工事との一体工事(公団区間)の施行協定」を締結。
平成 13 年 5 月	土木学会環境賞 受賞

第2節 導水管敷設工事

(1) 安全性評価

鉄道施設内に、高い内水圧が作用する比較的口径の大きい管路を敷設した事例は過去に無く、多くの乗客を安全かつ安定して輸送することが望まれる鉄道事業に支障を及ぼさないために、計画の実行に当たり十分な検討を行う必要があった。

このため、鉄道施設内に導水管を設置することの安全性の検討を、(財)鉄道総合技術研究所に委託し、安全性の確認を行った。

(2) 一体施工の概要

導水管敷設装置により施工を行う工区は、桜町T、赤山T、戸塚T、及び大門Tで、総延長5,390mであるが、ここでは、最初に施工に着手した赤山T工区について概説する。

赤山Tは、新井宿駅を発進し、戸塚安行駅に到達する延長2,252mの複線断面トンネルで、トンネル内空は中子形セグメント区間では8.44m、平板形セグメント区間では8.70mとなっており、インバート部に敷設する導水管は、長さ6mのダクタイル鋳鉄管(4種) 1,200mmで、管の継手構造は、モルタルの硬化時間などを考慮して、推進工法用のSB方式US形(ロックリング締付けをセットボルトで行う方法)を用いた。

また、新井宿駅では、埼玉高速鉄道線の間近に位置している。導水管の敷設工事は、工区全長270mのうち、両端の発進立坑部を除く240mで施工した。使用したダクタイル鋳鉄管は、1本あたり全長6mの直管で、数量は39本である。管の継手はS形耐震継手を用いた。図6-7-3に概要図を示す。

(3) 導水管敷設方法の選定

シールドトンネル区間の導水管敷設作業については、

- 1) シールド掘進作業と並行して施工するため、競合作業となる。
- 2) 仮軌道枕木(H鋼)下の狭隘作業であること。

以上二つの観点から、作業の効率性・安全性などを十分考慮し比較検討を行った結果、導水管敷設装置(パイプビルダ)を開発し採用することとし、平成9年8月11日に鉄道公団・熊谷組・熊谷テクノスの共有とする特許願いを提出した。また、平成10年1月30日に開発実験を行い、性能を確認した。

(4) シールド内の導水管敷設装置の概要

導水管敷設装置は、仮軌道枕木(H鋼)下を走行することから、セグメントと仮軌道枕木との間高さに制約されるため、図6-7-6により敷設した。

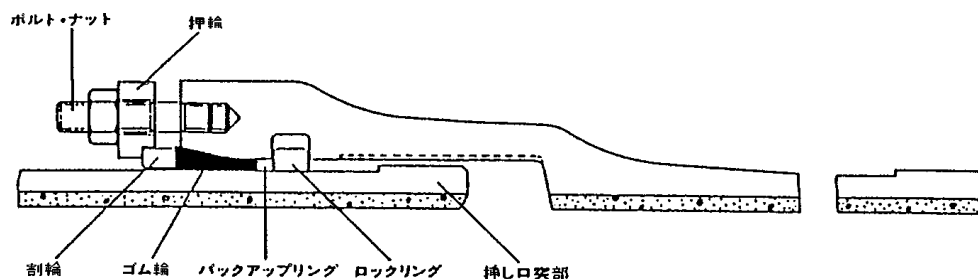
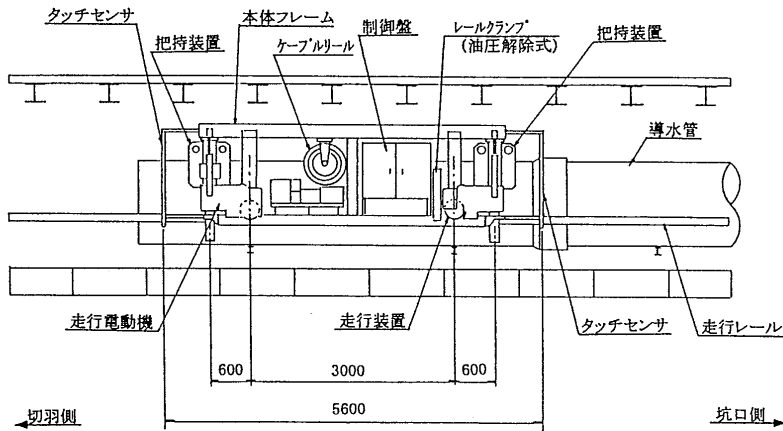


図6-7-3 S形耐震継手概要図

側面図



正面図

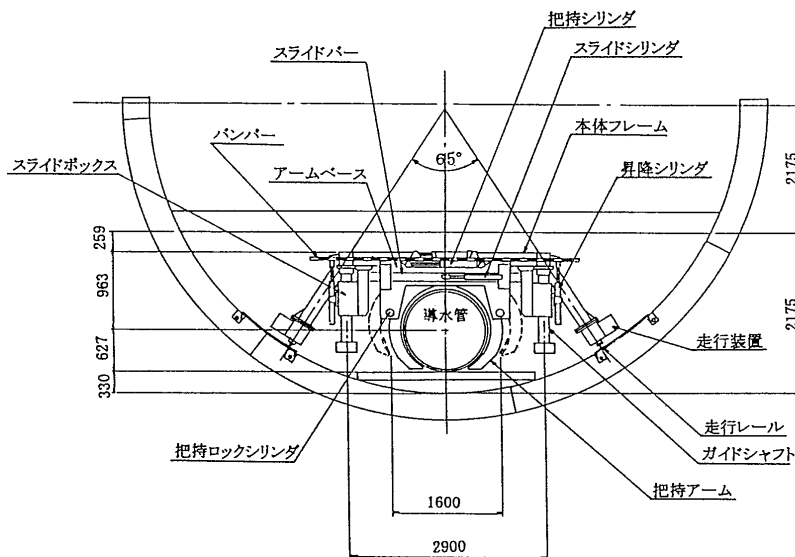


図 6-7-4 シールド内の導水管敷設

(5) 土木学会環境賞

導水管敷設工事にあたっては、土木学会より、地下鉄道トンネル断面を有効利用した日本初の河川浄化導水事業に関する表彰を受けました。

