

42. 都市部で施工の大断面シールドの泥水処理設備

佐藤工業㈱：*朝倉 猛、小俣 文良
酒井 孝治

1. はじめに

近年、大断面施工技術が進歩し、都市基盤整備にシールド工法（特殊）が採用されるようになってきている。また、大断面シールドでは泥水シールド工法を採用する場合が多い。設備は土圧式に比べ、泥水式では容量・占有面積が大きくなり、掘削断面が大きくなればなおさら大型化する。

ここで紹介するシールド工法は、鉄道単線（シールド外径 ϕ 7.26m）シールドの「臨海、第1広町T他2」工事と、引き続き施工される駅部トンネル（シールド外径 ϕ 10.3m）シールドの「臨海、大井町st他2」工事を、1台のシールドマシンで施工できる挿入式掘削泥水シールド機（MSD対応型）を使用するもので、シールド設備および泥水処理設備を共有し、全体コストの削減・工期の短縮を図っている。なお、このときの設備容量の大半は、径の大きい駅部施工に合わせて決定される。ちなみに ϕ 10.3mのトンネル2本の施工には、東京湾横断道路と同等の規模の設備が必要となる。また、都市部のシールド工事では、施工設備を設置する用地の確保が地価高騰などの理由で困難である。今回確保できた敷地面積は約3,000 m^2 と、東京湾横断道路の処理設備ヤードに比べ約半分であった。そのため、設備は立体的に設置することになり、これまでに類をみない大きさの巨大な防音ハウス（幅70m、奥行き50m、高さ24m、三階建て）が必要となった。本報告では、今回設置した巨大な防音ハウスと泥水処理プラントの紹介をする。

2. 施工条件

2.1 工事内容

子機シールド（ ϕ 7.26m）は第2広町立坑より発進し、単線鉄道トンネルを構築し、第1広町立坑に到達する。そこで待ち受けている親機シールド（ ϕ 10.3m）と挿入掘削工事をを行う。そして掘削シールド機が発進し、駅部トンネルを構築したのち、対抗シールド（ ϕ 7.26m）と異径の地中機械接合（MSD工法）を行うものである。

2.2 地質概要

図-2にしめす地層想定縦断図によると、地表から概ね埋土層、武蔵野礫層、東京粘土層、東京礫層、上総層の順で位置している。今回掘削するシールド断面は、上り線は主に東京粘土層を含む

断面から、徐々に東京礫層を主にする断面へと変化していき、拡径機の区間ではほぼ全断面が礫層であると予想された。また、下り線は全線東京粘土層が予想されている。

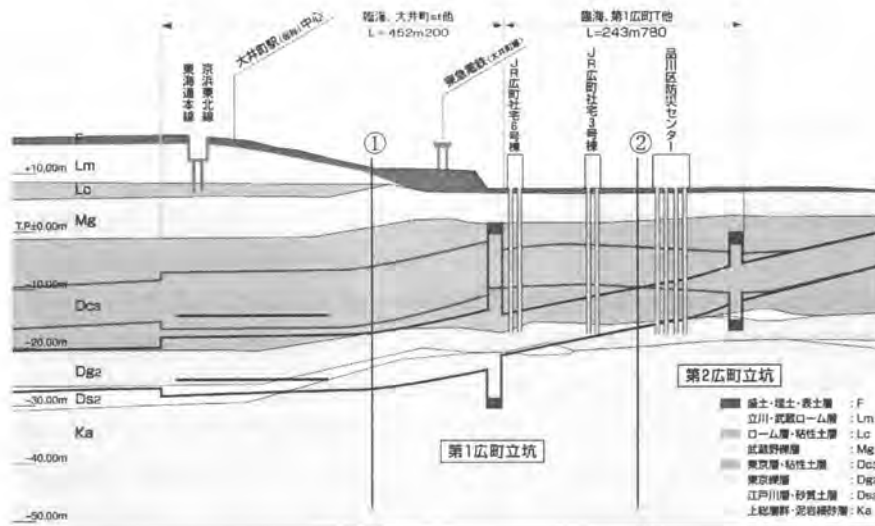


図-1 地質想定縦断面図

2. 3 計画条件

計画条件は、平均日進量は子機が 7.2m、親機 4.8mとし、設備日進量はその 1.5 倍とした。また、平均掘進速度は 30mm/min とした。シールドは 2ヶ月遅れで同時掘進を行い、設備計画はその進捗を考慮して、物質収支計算を行った。

3. シールド設備

3. 1 振動篩

振動篩の計画は、砂礫分が最大となるところで選定を行う。選定された断面は上り線が条件-①(図-1 参照)、下り線は全断面東京粘土層であるため、拡径機の断面である条件-①で検討を行った。その他設備を決定する条件として、①下り線は固結シルト対策として、前処理にローヘッドスクリーンを使用する、②シルトの固結回収率は 30%とする、③流体輸送の検討結果より、排泥流量は子機および拡径機下り線 12.0m³/min、拡径機上り線 15.0 m³/min とする。④振動篩の上下線の切換運転を可能とする。

物質収支計算により、条件-①のときの一次分離砂礫量は、上り線が 255 t、下り線が 69 tであった。

3. 2 タンク容積

タンク容積は、調整槽初期泥水量を 150m^3 として各種タンク容積の算定を行った。設計時は、シールド1基について1層の調整槽を設置し、その他のタンクについては共用する形で検討を行った。実施工時には、調整槽を大きなタンク1層とすることにした。この理由は、比重の濃くなる粘土層と、比重が薄くなり逸水の可能性がある礫層の断面の掘削を合わせることで、結果として泥水の希釈や作泥の削減を狙ったものである。

3. 3 フィルタープレス

今回の施工では、フィルタープレス台数の削減を図り、通過断面と工程を考慮して検討した。その結果、処理泥水量が最大となるのは条件-②（図-1参照）であり、この条件における処理泥水量を求め、必要なプレス容積の算定を行った。

今回のフィルタープレスの選定では、フィルタープレスの設置場所が防音ハウスの上層階となるため、重量が大きい高圧タイプが使用できなかったこともあり、圧搾型を選定することとなった。

フィルタープレスの一日の稼動時間を20時間とし、圧搾効率を考慮して計算すると、約 33m^3 の濾過容積が必要となった。この値に施工余裕を合わせて、フィルタープレスの台数を決定した。

3. 4 土砂ピット容積

土砂ピット容積は、敷地の確保が難しく、 500m^3 と 400m^3 の容積しか確保できなかった。今回の検討では、土砂ピットについても一日の掘削サイクルを想定し、必要量を求めた。この時使用した土砂ピットのサイクルのグラフを図-2に示す。本施工では、条件により一次処理土の土砂ピットが最大 700m^3 の容積が必要であった。そこで、ピット容積に問題が生じたときは、二次処理土のピットの一部を一次処理土用に切り替えて使用して対応することにした。

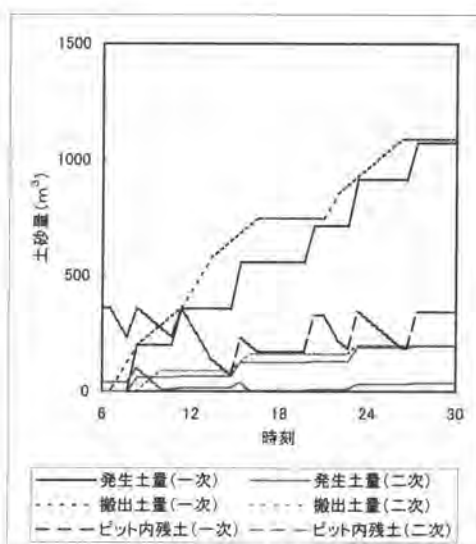


図-2 土砂ピットサイクル

3. 5 その他設備

裏込注入設備は上下線についてそれぞれ1基ずつ、また、逸泥対策として作泥設備を設置した。また、 150kN 天井クレーンも上下線に1基ずつ設置した。

4. 防音ハウスの設計

4. 1 防音ハウスの基本的構造

防音ハウスは、使用期間が約3年と長期間であったため、周辺住民に対する日照権を考慮し、24m以下とすることにした。また、隣接する品川区防災センターの公用車が場内1階を通行することと、周辺道路の渋滞対策として、既設の1階出入り口は土砂搬出専用とし、資材搬入用の出入り口をM2階に新たに設け、さらにトレーラーは場内にて転回できるように工夫した。

基本計画段階では、下階はタンク類と土砂ピット、上階に振動篩やフィルタープレスとセグメントヤードを設置する構想で計画を進めていった。

タンクの設置に関しては、配管延長の減少を図り、振動篩の下に調整槽、フィルタープレスの下に濾水槽が配置されるように考慮した。

各種検討の結果、今回設置した泥水処理設備を図-3に示す。

4. 2 構造設計

今回の防音ハウスは、設計荷重が $1,500\sim 1,900\text{kg/m}^2$ となったため、通常の防音ハウスと異なり、短編方向の中間にも主柱の入る、複雑な鋼構造物となることが予想された。そのため、仮設構造物ではあるが、この防音ハウスの設計には、建築の技術を取り入れている。

主柱の位置は、タンクの配置と、土砂搬出ヤードの作業性を考慮しなければならないため、主桁のスペンが10m前後となった。また、立坑部は中間に主柱を設けることができないため、約24mのスペンが必要となった。

解析の結果、主柱は□-850、主桁は最大のものでH-2200が選定された。これは仮設構造物としては異例の大きさであり、主柱の太さは超高層ビルに匹敵するものである。

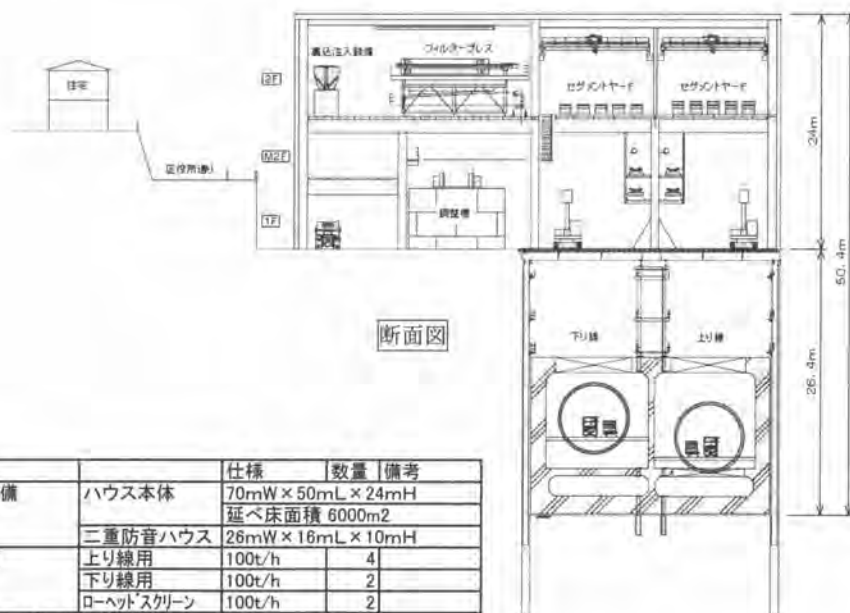
また、この荷重を支えるため、基礎はφ800~1300mmのリバース杭と高さ1500mmの地中梁にて支持された一体構造物となっている。

4. 3 防音の検討

防音に対する検討は、①地上基地設備計画からの全体防音、②振動篩超低周波音の防音、以上の2点について検討を行った。本施工においては、検討の結果、Bグレードのパネルの使用と、機械対策による低周波音対策が必要とされた。実施工時には、パネルのグレードアップのみを行い、問題が発生した場合には機械対策を設計変更対象項目とすることになった。

5. おわりに

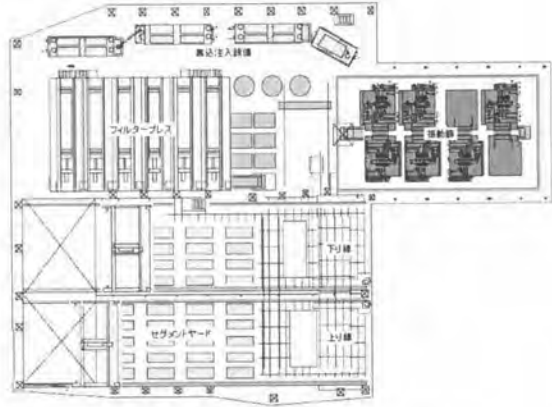
都市部における地上空間は過密化が進み、地下空間もまた、鉄道・道路などの都市基盤整備に利用され、非常に輻輳した状態となっている。そのため、シールド工法は「大口径」を含め、「大深度」「長距離」「自動化」「特殊断面」とますます発展するものと考えられる。また、それに伴い設備の設置スペースのための用地確保が困難となっている。今回の事例は今後の類似工事の施工計画の参考になればと考える。



		仕様	数量	備考
防音設備	ハウス本体	70mW×50mL×24mH 延べ床面積 6000m ²		
	二重防音ハウス	26mW×16mL×10mH		
振動篩	上り線用	100t/h	4	
	下り線用	100t/h	2	
	ローレットスクリーン	100t/h	2	
フィルタープレス	圧搾型	6.5m ³	2	
		7.3m ³	4	
土砂ピット	一次処理土	500m ³	1	
	二次処理土	400m ³	1	
泥水槽	調整槽	450m ³	1	有効率 70%
	余剰泥水槽	170m ³	2	有効率 80%
	スラリー槽	170m ³	2	有効率 80%
	PAC槽	20m ³	2	約4日分
	濾水槽	195m ³	1	有効率 60%
		85m ³	2	
	清水槽	195m ³	1	有効率 95%
裏込注入設備	良液槽	110m ³	1	
	裏込	20t	2	
	作泥	20t	1	
天井クレーン	セグメント搬送用	150kN	2	
	資材置場用	28kN	1	

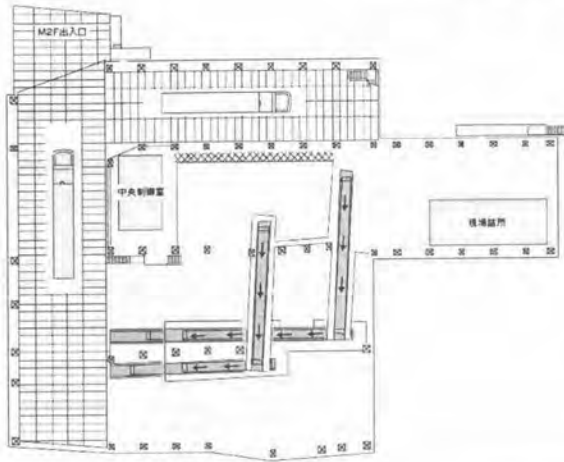
2 F

- ・セグメント
- ・振動篩
- ・フィルタープレス



M 2 F

- ・中央制御室
- ・資機材搬入ヤード



1 F

- ・土砂搬出ヤード
- ・泥水タンク置場

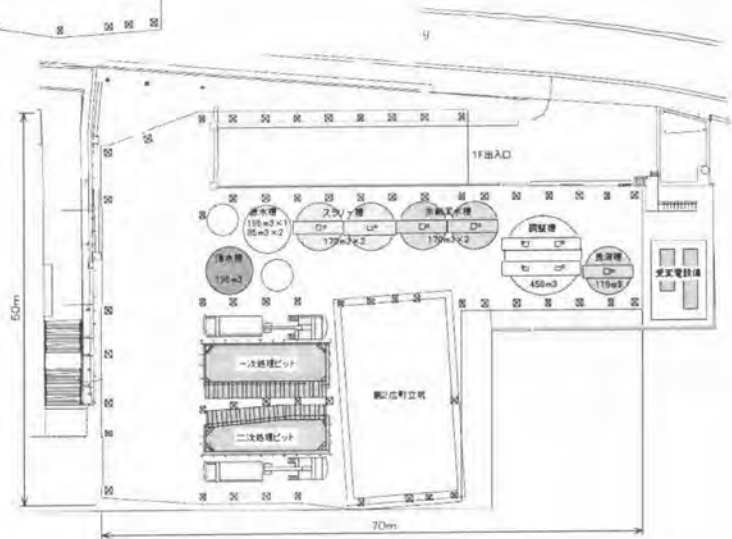


図-3 泥水処理設