

コンパクトシールド工法における土砂ポンプ圧送について — 後続低床台車への圧送ポンプの計画 —

佐藤工業(株)	正会員 ○早川 淳一
東京都下水道局	松井 邦恭
東京都下水道局	竹淵 耕一
(株)大林組	正会員 守屋 洋一
ジオスター(株)	正会員 宇田川徳彦

1. はじめに

コンパクトシールド工法は、『後方設備内包型3分割シールド』¹⁾を特徴の一つとしている。これは、大きなブロックのセグメントを取り扱うにあたって支障となる後方設備を取り除くために開発した技術である。後方設備を配置しないために掘削土砂の運搬はずり鋼車方式を基本とした。

その一方、この方式は掘進延長が長くなるに従い、施工サイクル中で掘削土の運搬時間がクリティカルとなる。掘進延長が1 km を超える長距離施工において一層の施工の効率化を図るために、セグメントの搬送に支障とならない「低床台車方式」の圧送ポンプ設備を坑内に配置すること及び中間立坑を利用した中継ポンプを配置すること²⁾で掘削土砂のポンプ圧送方式を計画した。本報告では「低床台車方式」の圧送ポンプの計画について概要を報告する。

2. コンパクトシールド工法における圧送ポンプの課題と対策

坑内に配置する圧送ポンプは、上部空間を配管及び切羽作業の通路として確保するために、図-1 に示すセグメント搬送の下部空間を活用して配置することとした。土砂圧送ポンプを設置する低床台車は、高さ方向および幅方向（最大スペース720 mm）に制約を受けるため、「低く・長く・高圧送能力」の条件を満たす圧送ポンプを選定する必要がある。

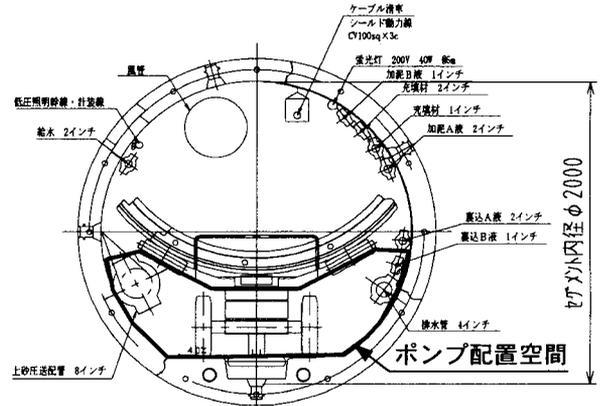


図-1 坑内セグメント搬送状況

(1) 圧送ポンプの選定

圧送ポンプにはピストンタイプ、スクイズタイプ、ロータリータイプがある。今回の選定条件である高さが低くできるという点からピストンタイプとした。ピストンポンプには、シングルシリンダーとダブルシリンダータイプの2通りがあり、図-2 に配置比較図を示す。ダブルシリンダータイプは並列配置であり、切替バルブ等構造のために所定の高さで格納することが難しい。シングルシリンダータイプは1本のシリンダーの前後スライド動作のみで圧送を行うシンプルな構造のため、高さ及び幅を小さくできる利点を考慮して選定した。

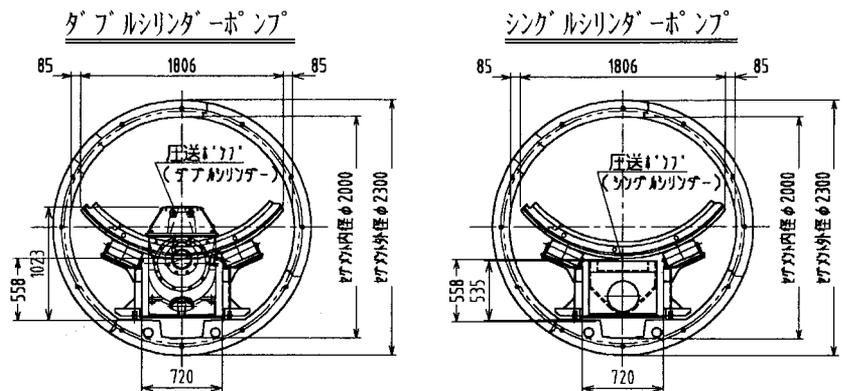


図-2 ダブルシリンダー-ポンプとシングルシリンダー-ポンプの配置比較

さらに、土砂圧送の連続性を確保するためにシングルシリンダーポンプを改良し、両端可動タイプのシングルシリンダーポンプ（以下、両端可動圧送ポンプと称す）を開発した。

キーワード：コンパクトシールド、長距離施工、土砂ポンプ圧送、低床台車

連絡先：〒103-8639 東京都中央区日本橋本町4-12-20 TEL03-3661-4794 FAX03-3668-9484

(2) 両端可動圧送ポンプの特長

両端可動圧送ポンプは、図-3に示すように第1ユニット及び第2ユニットと称する2つのポンプを直列に配置して、土砂の圧送・充填を連続的に行えることが特長である。表-1に示す①～⑥の手順により、第一、第二ユニットのシリンダー及びバルブの動作を相反する動きにすることにより、連続圧送が可能となる。

表-1 両端可動ポンプの手順内容

手順	内容
①	第一シリンダー内の土砂を吐出側に圧送すると同時にロータリーポンプの圧力で土砂を充填し、第二シリンダーは取込側に引戻しながら、土砂を充填する。
②～③	圧送が終了後、第一バルブを閉→開、第二バルブを開→閉の操作を行う。
④	第二シリンダー内の土砂を圧送と同時に、第一シリンダーを取込側に引き戻しながら、ロータリーポンプの圧力で土砂を充填する。
⑤～⑥	圧送が終了後、第一バルブを開→閉、第二バルブを閉→開の操作に引続き、①の手順に戻る。

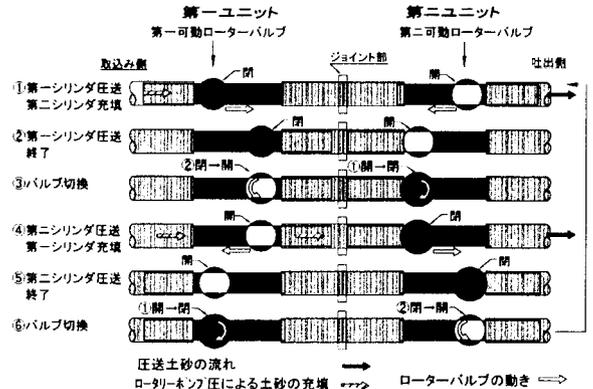


図-3 両端可動圧送ポンプの作動原理

連続圧送することで土砂の反動が生じ難いために、振動・騒音が低減でき、また、ユニット間のジョイント部をフレキシブルな構造にできるために曲線に対応できることも特長の一つである。また、従来のシングルシリンダーポンプと比較すると、2本のシリンダーの交互圧送による連続土砂圧送を行うため、シリンダー径を細くしても同等の圧送能力が得られることが挙げられる。

コンパクトシールド工法においては切羽土圧の制御機構として、短尺スクリュウ+ロータリーポンプを基本としている。両端可動圧送ポンプとの組合せにより、圧送サイクル中のタイムラグを極力小さくすることで掘削土砂を連続的に圧送でき、ロータリーポンプと圧送ポンプ間の配管閉塞等を防止できる。

(3) 急曲線 (R=15m) の対策

曲線半径 R=15mの急曲線施工に対応するために、ポンプ圧送に必要な装置を制御盤、動力盤、ポンプ駆動装置、ポンプ本体の各部位に分割して縦1列に配置する形式とした。

図-4に急曲線 (R=15)における台車内の圧送ポンプ状態図を示す。セグメントの搬送条件から、低床台車の長さを

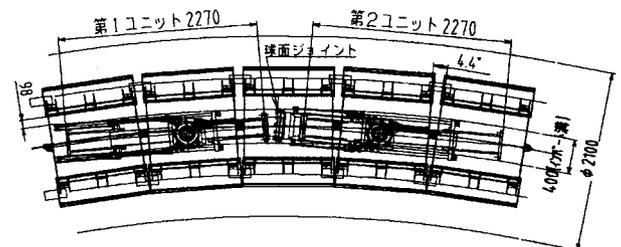


図-4 急曲線 (R=15) の圧送ポンプ状態図

1 mにすることでジョイント部の中折れ角度が4.4°となる。ポンプユニットの長さを2,270 mmにすることにより低床台車の幅スペース720 mmの範囲でクリアランスを確保した。また、ポンプは左右の急曲線に対応できるように中央配置とし、ポンプユニットは1台の低床台車にのみ固定し、球面ジョイントで接続する構造とした。圧送ポンプ方式の全体計画図を図-5に示す。

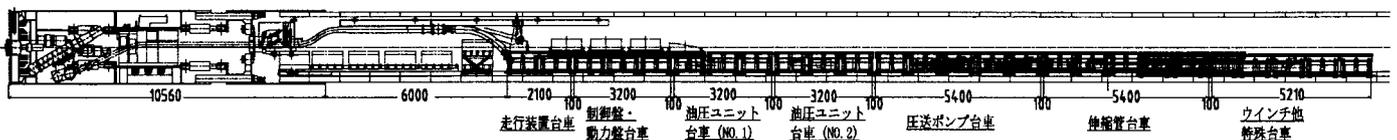


図-5 ポンプ圧送台車配置図

3. おわりに

本報告で述べた低床台車方式のポンプ圧送は、東京都港区の下水道局の工事において採用する予定である。今後、実施工により本計画の成果及び改善点を検証したいと考えている。

【参考文献】

- 1) 守屋、勝沼 他：後方設備内包型3分割シールドの開発；第56回年次学術講演会, 2001.10.
- 2) 金崎、松井 他：コンパクトシールド工法における土砂ポンプ圧送（中間立坑を利用した中継ポンプ配置計画）；第59回年次学術講演会, 2004.9.