

VI-44

泥水式ボックスシールドの姿勢制御

戸田建設株式会社 正会員 上原 央

1. はじめに

本工事は柏市が策定した雨水排水整備計画の一環で、柏市豊上町交差点から豊平町に至る計画街路下に、延長556m、仕上がり内形□3,600mm×3,000mmの矩形断面の雨水管を泥水式ボックスシールド工法で施工を行ったものである。

本工事は区間距離が537m、掘削区間の80%が小土被り（0.8D）であった。また、シールド上部に離隔64mm～300mmで汚水の横断管（φ250mm～500mm）を抱えていた。このため、シールドマシンの姿勢制御と異常時の対策が最大の問題点であった。

2. ボックスシールド工事概要

2. 1 ボックスシールド施工概要

泥水式ボックスシールド工法

シールド機外形□4,520mm×3,920mm

仕上が内形 □3,600mm×3,000mm

施工延長 556.063m

一次覆工 537.663m

二次覆工 538.639m

曲線半径 200m 2カ所

土被り 3.28m ～ 6.78m

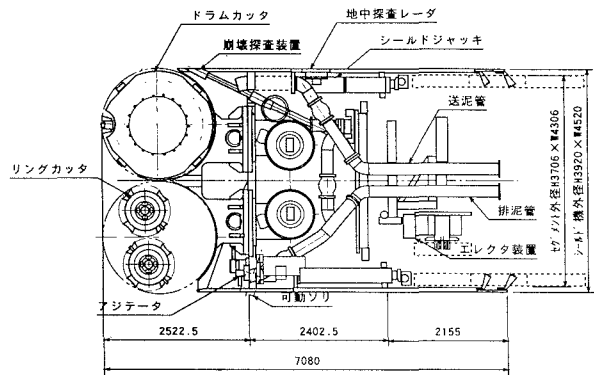


図-1 ボックスシールド機

2. 2 ボックスシールド機概略図

2. 3 本工事の解決すべき課題

上述した問題点に対し、次の施工上の課題を解決しなければならなかった。

①ボックスシールド機の姿勢制御方法

②低土被りであり且つ近接構造物のある区間での切り羽の安定方法

3. 課題解決方法

3. 1 姿勢制御対策

今回使用したボックスシールド機は、機体重量が約210tであり、機体の重心位置は機体前部に偏るため、軟弱な砂質土及び粘性土掘進中にしばしばシールド機の急激な前下がり状態になること、さらに通常の掘進状態において、ローリングが左下がりとなる傾向が強かった。

シールド機製作検討時の姿勢制御対策としては、①可動そり、②スタビライザー、③偏向ジャッキ、④カッタの回転方向制御等を考慮した。以下にこれらの検討項目について考察する。

①可動そり：可動そりはφ400mm、推力50t、ストローク100mmの円筒形油圧ジャッキで、必要に応じ伸縮可能である。

②スタビライザー：今回使用したスタビライザーは幅400mm、出代195mm、厚さ45mmである。これを85Rより最終リングまで連続して使用した。

③偏向ジャッキ：偏向ジャッキは、シールドジャッキに対し直角方向に取り付けた油圧ジャッキで、シールドジャッキの作用方向を最大2°偏心出来るものである。シールド機の機体重量のバランスが適切な

場合には、ボックスシールド機の姿勢制御装置としては有効と判断される。

④カッタ回転方向による姿勢制御： ボックスシールド機のカッタは4個のドラムカッタとリングカッタとで構成され、ドラムカッタの回転数と回転方向は変更可能である。カッタ回転方向による姿勢制御は、カッタの回転反力を利用して機体の姿勢を制御するもので、シールド機を移動させたいと考える逆方向に、カッタ回転方向を選択することで機体の向きを制御することができる。

⑤泥土注入工法による姿勢制御： 上記①から④の対策は、姿勢制御対策として施工前から検討していた対策であるが、施工中においてピッチング、ローリング対策として講じた泥土注入工法も有効であったので報告する。シールド機内部から適度に固結した粘土を、シールド機底面又は側面に強制注入し、注入圧力を利用して姿勢を制御するものである。

泥土注入工法とは、主材である高濃度の加泥材（TAC-β溶液）と、塑強調整剤であるB液（TAC-3s）を別々の配管で注入位置まで圧送し、注入口直前で2液を所定の配合で混合して、高粘度な塑性流動化ゲルに変化させて注入する工法である。

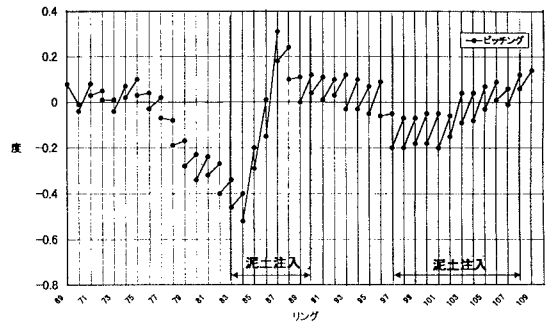
表－1 基本配合 ゲルタイム7～10秒

A 液		B 液
TAC-β	水	東洋ジェット
450 kg	826 L	40 L

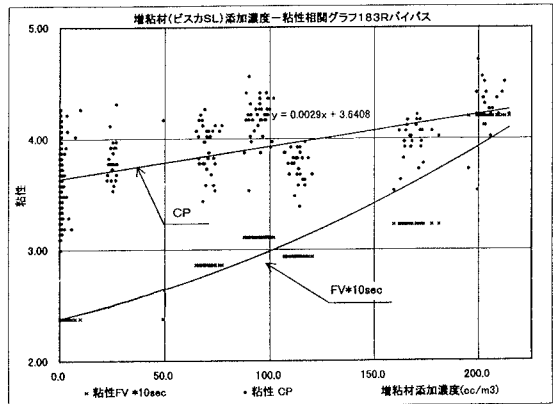
3. 2 切り羽の安定対策

3. 2. 1 泥水の性状と管理

当工事は省面積立坑システムの要素技術の1つであるリアルタイム切り羽安定管理システムにより、泥水性状の管理を行った。従来、泥水の性状については比重に重点を置いて泥膜形成により切り羽の安定を図るが、泥水の粘性管理に重点を置き、地山の透水性に応じて若干の逸泥を許しながら粘性により切り羽の安定を図るものである。図－3に、増粘剤添加量と粘性の関係を示す。



図－2 泥土注入工法によるピッチング修正効果



図－3 増粘剤添加量と粘性の関係図

3. 2. 2 リアルタイム切り羽安定管理システムの効用

シールドの上部、離隔 1.1m の位置に梯子胴木基礎で施工された HP φ 1500mm の雨水管が埋設されており、管の接合の不整箇所が多数確認された事から、事前に埋設管回りの充填を目的とした薬液注入を実施したが、掘進中しばしば急激な逸泥現象が発生した。その際、リアルタイム切り羽安定管理システムにより、液粘性を急激に増粘する事で対処出来た。

4. 考 察

本工事は、泥水式ボックスシールドを下水道工事に適用した初めての事例であり、横 4.52m、縦 3.92m の掘削規模及び掘進延長 L=537.6m は、ボックスシールド工事としては最大規模である。今回土被り H=3.2m ～ 3.5m で、さらにシールド直上に近接構造物を抱えた状況下で、無事掘進到達できたことは、ボックスシールドの姿勢制御技術、切り羽安定管理システムの実効性を検証できたとともに、今後の技術の改善及び水平展開に寄与できたと考える。