

VI-219

縦横連続シールド工法による立坑掘進（初期掘進）

東京都下水道局

野口幸英

佐々木宏光

大成建設（株）

正会員 野間一三

小林信明

1. はじめに

大都市における下水道工事では、地下空間の過密化により大深度地下空間の利用が求められている。このためには、大深度立坑を合理的に築造できる新技術の確立が不可欠である。そこで、立坑から横坑まで1台のシールド機械で連続して施工できる、縦横連続シールド工法に着目し、「足立区花畑七・八丁目付近枝線工事」に採用した。

本工法は、立坑規模の縮小、立坑の現場施工工期の短縮、さらに発進防護工、底盤改良工が不要であり安全な施工が可能といった特徴があげられる。

ここでは、立坑工事の概要と施工手順ならびに初期掘進結果について報告する。

2. 工事概要

2.1 立坑工事概要 本工事は、東京都足立区花畑七、八丁目付近の雨水ならびに汚水の排水を目的とする下水道主要枝線の発進立坑を構築するものである。発進立坑は縦横連続シールド工法による、外径5.7m、深さ38mの円形立坑であり、厚さ350mm、幅1,000mmのRCセグメントを使用している。縦横連続シールド機は、外径5,820mm、機長9,730mmで、内部の球体内には外径2,890mmの横シールド機が内蔵されており、泥水式シールド工法で施工される。

2.2 地盤概要 当工区は、東京低地と呼ばれる低地帯に位置し、立坑設置地点では、GL-10m付近までは沖積砂層、これ以深のGL-40m付近までは非常に軟弱なN値0～2の沖積粘性土層が堆積している。シールド機による立坑施工は全長にわたり沖積層での施工となる。

3. 縦横連続シールド工法の施工手順

縦掘進は以下に示す区間に分けられる。

①リフトダウン掘進（深度：0～4.0m）

地上で組み立てた縦横連続シールド機をガイドウォール内に吊り下ろす。

②初期掘進（深度：4.0m～14.72m）

ガイドウォール上の発進架台にシールド機を吊下げ、仮組セグメントに反力を取りながらシールドジャッキにより推進し、セグメントをガイドウォールに固定できる状態まで掘進する。

③本掘進（深度：14.72m～34.33m）

セグメントをガイドウォールに緊結し、推進反力をガイドウォールに直接取りながら掘進する。

④床付掘進（深度：34.33m～38.066m）

鞘管をセグメントに固定、鞘管と縦シールド機を分離した状態で掘進し、横シールド機の発進開口部を鞘管より引出し、床付けまで掘進する。

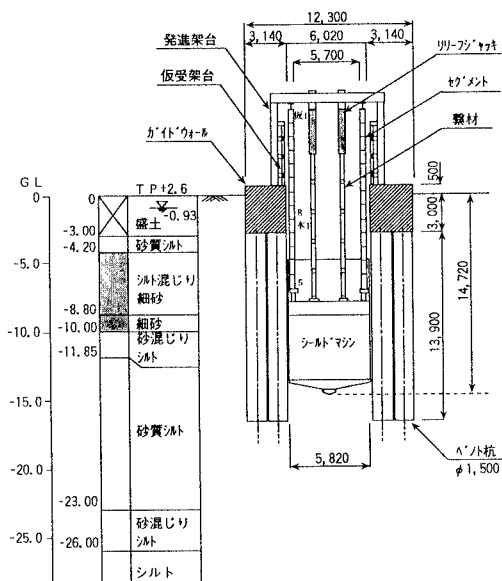


図-1 初期掘進時施工概要図

4. 初期掘進

4.1 掘進方法 図-1に初期掘進時施工概要図を示す。リフトダウン完了後マシンを仮受架台に支持

して発進架台を組替えた後、仮組セグメントを2リング組立ててから掘進を開始した。掘進は仮組セグメント6リング、本組セグメント5リングの計11リングである。切羽泥水圧は、1) リバース杭の実績値と2) ランキンの主動土圧+予備圧の両者の包絡値を設定圧とし、 $\pm 0.2 \text{ kgf/cm}^2$ の変動幅で管理した。

また掘削時のマシンの安定掘削を図るために、吊り下げ治具としてリリーフジャッキを使用した。

4.2 リリーフジャッキによる掘進 深度が浅い場合には、マシンの自重が浮力より常に大きいため引張っておく必要があるが、ある深度になると停止時には下向きの力が、掘進時には掘進抵抗力が生ずるために上向きの力が卓越する場合が生ずる。この場合、停止時にはマシンを吊り下げて自沈を防止し、かつ掘進時のシールドジャッキの推進に応じて伸びる、両者の機能を有する吊り下げ治具が必要となる。

そこで、どの深度においてもマシンに上向きの力が作用するように、リリーフジャッキにてあらかじめシールド機を引張っておき、常にジャッキ推力を作用させて掘進することにより、自沈防止、ローリング防止が可能な安定掘削工法を採用した。これはリリーフジャッキにある一定の値を設定しておき、これを上回る荷重が作用したときに油圧が抜けてリリーフ機構が働き、シールドジャッキに追従して伸びる機構となっている。このリリーフ荷重は、停止時にマシンが自沈しない荷重、すなわちマシン重量と静水浮力の差（水中重量）とし、掘削深度とともに変化させた。

掘進速度は、推力、カッタートルクおよび掘削抵抗力を低減するために、5～10mm/分とした。この結果1リングの掘進所要時間は平均160分であった。

図-2に推力、浮力、リリーフ荷重の推移を示す。リリーフ荷重は初期で235tf、最終リングで15tfとした。この結果、推力は掘進の初期では200～300tf、終了時点では450tfとなった。また掘進抵抗力は5～10tf/m²であった。またカッタートルクはGL-7～10m付近のN値10～15の砂層でやや大きく15tf・mとなったが、装備値の25%であった。

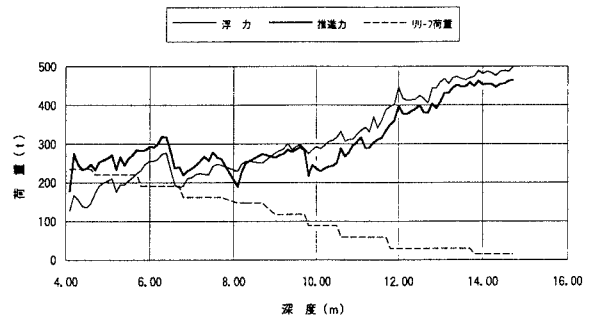


図-2 推力、浮力、リリーフ荷重の推移

4.3 セグメント組立 セグメントは1リング当たり8ピースの等分割（Kセグメントは軸方向挿入型）で、1リング15.3tfである。油圧クレーンにて1ピースずつ投入し、エレクターにて組み立てた。組立の際にはリリーフジャッキの繫材を盛替えながらの作業となったため、組立時間は1リング当たり平均240分費やした。組立精度は非常に良く、内径5,000mmに対し $\pm 2 \sim 3 \text{ m}$ であった。

5. まとめ

初期掘進では、リリーフジャッキを用いた掘削方法を採用した結果、自沈およびローリングのない安定した掘削ができた。なお、本工事の施工に当たり適切な助言を頂いた、トンネル技術協会の「縦横連続シールド特別委員会」の方々に深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 川上宏一：縦横連続シールドの施工計画と技術的課題、トンネルと地下、第25巻6号、1994.6
- 2) 小林信明：縦横連続シールド工法による立坑掘進（本掘進）、第50回土木学会年講概要集、1995.9
- 3) 前田教昭：縦横連続シールド工法による立坑掘進時の荷重伝達機構、第50回土木学会年講概要集、1995.9
- 4) 並木克之：縦横連続シールド工法による立坑掘進時の地盤挙動、第50回土木学会年講概要集、1995.9