

## VI-15 地下水圧の高い地盤中における泥土圧シールドへの自動方向制御適用例

東京都下水道局

岡沢 哲夫

佐藤工業(株)

正会員 ○福元 福幸

田村 達夫

## 1. はじめに

都市機能の整備・拡充をはかるため地下空間の有効利用が進められている。これにともなって、新たに建設される施設は、既設の地下構造物を避けるため、年々設置深さが増大している。深層化するトンネルを安全に施工するためには、高地下水圧に適切に対応することが不可欠となる。

泥土圧シールド工法は、加泥材を加えることにより、地下水圧に対抗するとともに掘削土砂の流動性が維持できるため、滞水砂質地盤において有効な工法として多くの実施例がみられている。泥土圧シールドにおける切羽の安定確保は、加泥材の注入圧力・注入量および掘削土量と排土量のバランスを維持することによって得られる。この切羽安定管理の自動化が進められているが、現状では土質の変化への対応、あるいは高地下水圧下等の厳しい条件下への適用には限界が残されており、シールドオペレータの技術に依存せざるを得ないところがある。

本文は、これまでシールドオペレータにとって大きな負担となっていた、シールドの方向制御を自動化することにより、切羽安定管理に専念する事が可能となり、非常に厳しい条件下で安定したシールド掘進が得られた施工事例について報告するものである。

## 2. 工事概要

工事概要を表-1に、想定地質縦断図を図-1に示す。

表-1 工事概要

|         |                          |
|---------|--------------------------|
| 工 事 件 名 | 愛宕幹線その2工事                |
| 施 工 場 所 | 東京都港区                    |
| 発 注 者   | 東京都下水道局                  |
| 工 期     | 自 昭和63年12月<br>至 平成 2年 3月 |
| 工 法     | 泥土圧式シールド工法               |
| シールド延長  | L=310m                   |
| シールド機外径 | φ4,430 mm                |

施工地域付近は、利根川や荒川などの旧河川が形成した三角州に相当しており、発進立坑側から到達立坑に向かって洪積層が大きく落ち込む、変化に富んだ地形となっている。地質は、上部より沖積層である有楽町層から、洪積層である東京層、江戸川層へと変化しており、シールド通過位置付近は、東京礫層および江戸川砂層である。これらの層は、中礫(粒径1~2cm)と粗砂を主体として形成されており、豊富に地下水を滞水している。立坑ケーソン掘削時に確認された地下水圧は、2.3 ~ 2.5kgf/cm<sup>2</sup>であった。

## 3. シールド掘進管理の検討

切羽の安定管理および推進線形管理は、シールドの掘進管理のうちでも最も重要な管理項目であるが、これらはいずれもシールドオペレータの技量に負うところの大きいのが現状である。年々厳しくなる施工環境の中で、これらの品質を同時に維持していくことは、非常に困難となってきている。

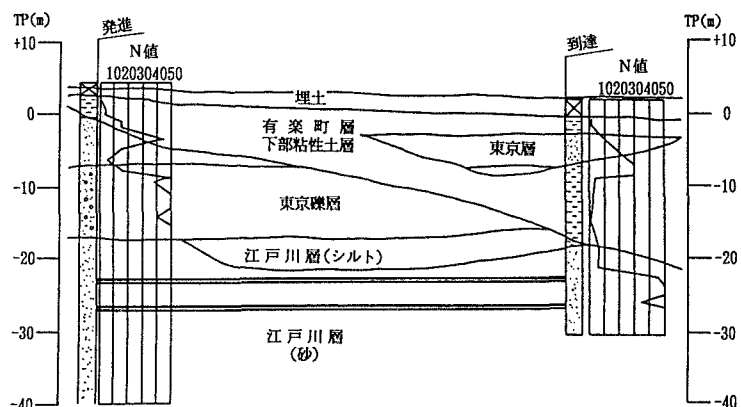


図-1 想定地質縦断図

本施工例においても、地下水圧の高い粗粒砂を主体とし、変化の激しい地盤条件であるため、加泥材の注入圧力・注入量、バルクヘッド土圧、掘削土量と排土量等、シールドオペレータに対する切羽安定管理の負担が非常に大きくなることが想定された。このため、自動方向制御システムを導入する事により、オペレータの大きな負担となっていた推進線形管理から開放し、切羽安定管理に専念できるよう検討を行った。

#### 4. 施工実績

シールド掘進開始当初より、自動方向制御システムにより掘進を行った。シールドオペレータは、掘進開始時と終了時にボタン操作をするのみで、線形管理から開放されることとなった。当初、操作が余りにも単純であったため、オペレータは半信半疑であったが、システムから表示される線形管理状況と、光学チェック測量値とが良く一致しており、さらにこれまで以上の線形精度の得られていることが判明し、切羽安定管理に専念するようになった。

地質条件で述べたとおり、地質変化が激しく、切羽の安定管理は想定以上に厳しいものとなった。とくに切羽の安定を保つため、計画した加泥材より高粘性の加泥材を必要としたうえに、推進速度、スクリー回転速度等を微妙に調整しなければならなかった。高粘性の加泥材に対応するため、作泥材プラントに改良を加えた。

#### 5. 考察

シールドの自動方向制御システムは、推進管理精度の安定・向上、シールド施工の全自動化を目的として実用化を進めてきた。数例の実施工現場へ適用したところ、当初の目的である線形管理精度において、熟練オペレータを上回る精度の得られることが確認された。さらに実施工より、切羽安定管理面においても大きな効果の得られることが明かとなってきている。その理由としては、本施工例のように、オペレータが推進管理から開放されて切羽安定管理に専念できることがあげられる。さらに、本自動方向制御システムでは、制御応答性を向上させるため常時全ジャッキを作動させているが、このことにより従来、ジャッキ選択（本数）時に変化していた推進速度が安定し、切羽安定管理に寄与していることも実績より得られている。

今後、ますます厳しくなるシールド施工環境に対応して、高品質で安定した施工を確保して行くための、有力なシステムになるものと確信しており、さらに、シールド施工の全自動化に向けて開発を進めていく所存である。

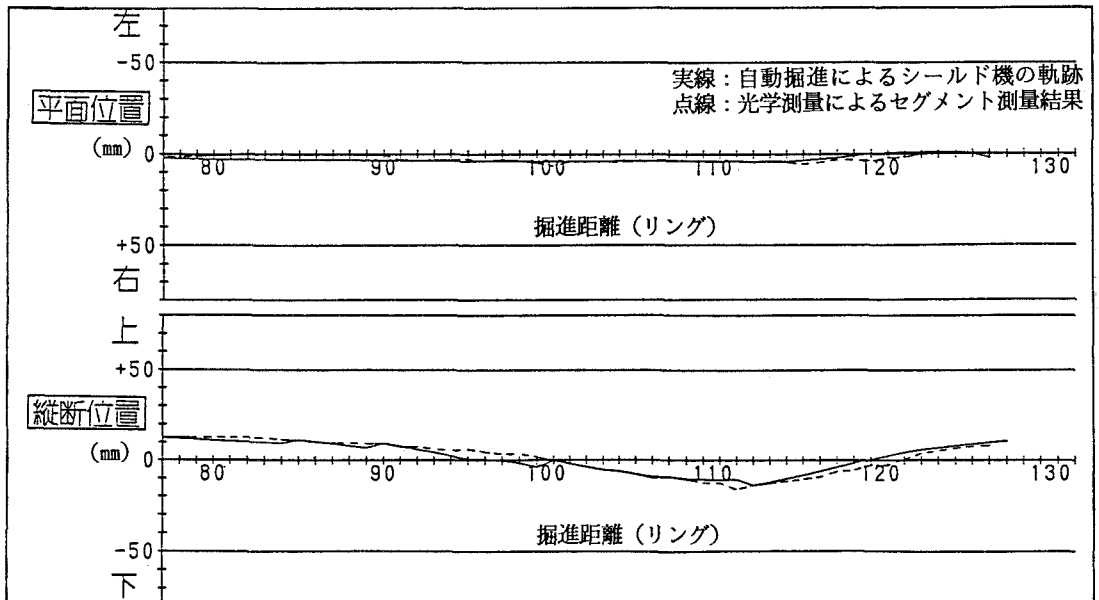


図-2 測定結果管理図例