

VI-30

泥水シールドにおける被圧滞水砂層の急曲線施工について

NTT関西支社 土木技術部 正会員 鎌田 敏 正
NTT関西支社 土木技術部 秋山 泰 敏
協和エクシオ(株) 関西支店 土木部 松永 義 信

1. はじめに

NTTでは、電気通信の多様化、高度化に伴い防災上信頼性の高いトンネル(とう道)の建設を各都市で進めている。今回、大阪市内で高深度高水圧下において、地盤改良を施工せずに泥水式シールド工法による $R=18m$ の超急曲線トンネルを施工した。

本報告は、泥水シールドにおける被圧滞水砂層の超急曲線部の施工結果について報告するものである。

2. 工事概要

推進土層は、洪積砂層で N 値50以上の良く締まった地層である。

平面図と推進土層柱状図を図-1、図-2に示す。

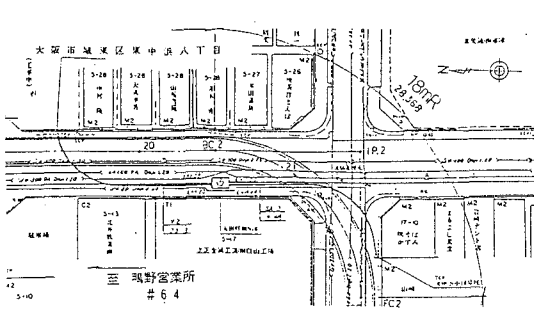


図-1 平面図

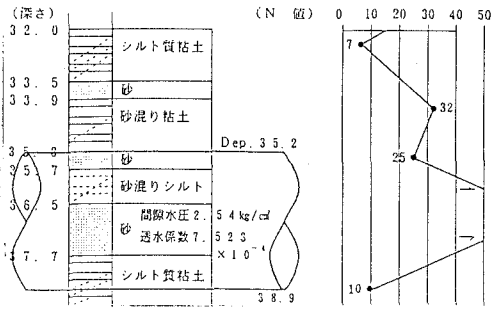


図-2 土層柱状図

3. 超急曲線区間の対策

3-1. 補助工法

補助工法については、下記に示す推進土層等の総合評価により実施しない。

- ①推進部の土質については流砂現象を起こすおそれがあるが、透水係数 ($7.5 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$) が低いため異常な流砂が発生することはない。
- ②推進軸力に対する地盤耐力の安全率は、1.5であり、十分と考えられる。
- ③シールドマシン側部は、泥水が充満されており、切羽掘削と同様に泥水圧が作用し、余掘り部は確保され、マシンの旋回に支障をきたさないものとする。
- ④ N 値 ($N \geq 50$) が高く、砂質土層が多く介在することからも、アーチング効果が高く期待され、地山の崩壊に伴う、地盤の沈下はないものとする。

3-2 シールドマシン

シールドマシンは、球面中折れ機構とし最大 10.5° の中折れ角度を設定した。セグメントとの偏心量が少なく、中折れ角度による変化がない後胴押しタイプを採用し、急曲線施工のためクリアランス増加による止水対策としてブラシ型3段長尺シールを採用した。

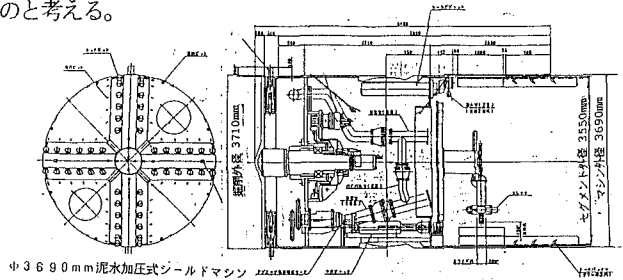


図-3 シールドマシン

3-3 セグメント

急曲線におけるセグメントは外径を標準部に比べ50mm小さくし、クリアランスを確保した。また、ボルトについてもハイテンションボルトを採用した。

3-4 裏込注入

強度発現が速く作業の簡便性な硬質発泡ウレタンを採用した。

4. 施工結果と諸対策の評価

これらの対策により超急曲線R=18mの施工については、無事施工できた。縮小セグメントについては急曲線施工に対し最も効果的でありセグメントとシールドマシンのセリ、セグメントの破損、マシン推力の増大等の物理的トラブルが解消できた。裏込注入材として発現強度の高い材料を使用したことにより、反力となるセグメントが固定され、セグメントの目開きが発生しなかった。線形においては、マシン装備としての中折れ角度を計算値の10.5%と余裕を持たせることにより、また、マシン内（前胴部）に取付けてあるジャイロコンパスにより線形管理することにより基線を保ち18Rを施工することができた。表-1に急曲線区間での推力等の最大値を示す。

表-1 施工最大値

推 力	1440 t
カッタートルク	19 t m
アジタートルク	75 kgm
中折角度	10.5°
コピー量	100 mm

5. トラブルと今後の対策案

施工でのトラブルは、カーブ脱出時に縮小セグメントから標準セグメントの変化点で、裏込材がマシンテールブラシ間に詰まりスキンプレートをはらますまでにいたり、最終的には摩擦力が増大し、マシン推力が不足し推進出来なくなった。三段目のブラシを取り替えることにより、トラブルを脱出した。

これは、マシンが急曲線を抜けるまでに縮小セグメントから標準セグメントに切り替えたため変化点の段差にテールブラシが追従できなかったため、裏込め材が回り込んだものと考えられる。今後の対策としては、縮小セグメントから標準セグメントへの切替時、セグメント外径が徐々に変化した円錐型タイプのセグメントを設置する（図-4）。または、マシンテール部がE点を通るまでは縮小セグメントを使用する（図-5）のが適切であると考ええる。

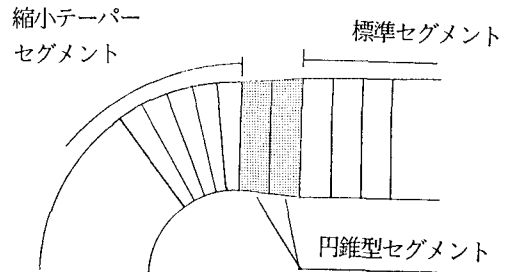


図-4 円錐型セグメント適用例

6. おわりに

急曲線施工は、機械的技術の進歩により施工例も数多くなっているが、今回報告した補助工法無しで高水圧高深度の施工は、数少ない施工例のひとつであると言える。マシン中折機構、縮小セグメント、裏込材等の対策により良好な結果が得られたが、今後の技術的課題では、今回のトラブル事例より曲線終点時における推進管理とマシンテールブラシ防護などの総合的な適合性について十分な計画、施工を実施していく必要があると考える。

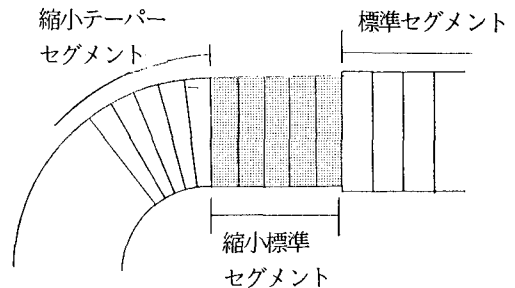


図-5 縮小標準セグメント適用例