

ラッピングシールド工法の開発

五洋建設	正会員	飯尾正史
大成建設		金子迪式
五洋建設		原 修一
日立建機		前原信之

1. はじめに

大都市の地下は、さまざまなインフラ施設が構築され浅層部は非常に輻輳している。このため、今後構築されるシールドトンネルは大深度化される傾向にあり、高水圧や供用後の経年変化などによる漏水に対応できる止水技術や長距離掘進における高速施工の技術が要望されている。これらの要求を満たすため、トンネルのセグメント全体をすっぽりと包むように防水シートで巻き立てて、完全止水のシールドトンネルを構築することを第一の目的とする「ラッピングシールド工法」を開発した。

2. 工法概要

ラッピングシールド工法は、防水シート巻き立て装置・バリア機構・二次グラウト注入機構などから構成されている。工法を概念図-1に示す。

- (1) 防水シートの巻き立て装置は、掘進後セグメントを組み立てる前にシールドジャッキを張ったままで、収納されている巻き立てアームを引出し、ロール受けにセットした防水シートを把持してテールプレートとシールドジャッキ間に

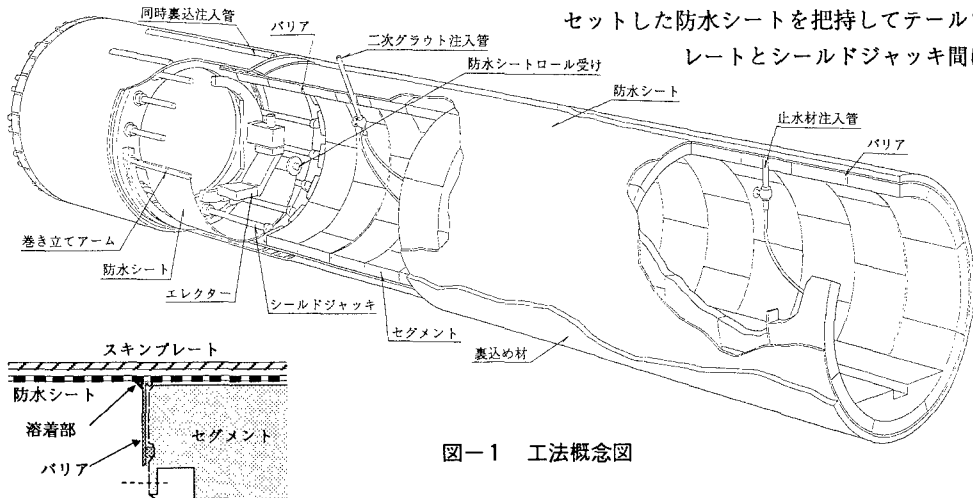


図-1 工法概念図

図-2 バリア機構

巻き立てたあと既設の防水シートに円周方向と軸方向を溶着し、

1リング分の防水シートを巻き立てる装置である。

(2) バリア機構は、図-1および図-2に示すように、数リング間隔でトンネル軸方向と直角にバリア材を防水シートに溶着したものである。万が一、防水シートが破損しても区間止水ができ、漏水箇所の発見と止水処置が容易にできる。

(3) 二次グラウト注入機構は、一般的なセグメントからの打設方式では防水シートの機能を損なうため、図-3に示すように打設位置のグラウトホールにインナーパイプを挿入し、先端部を防水シートに溶着することで止水性を確保し、インナーパイプの中央にグラウト注入管を貫通させることで補足注入や構造物周辺の地盤強化を行なうことができる機構である。

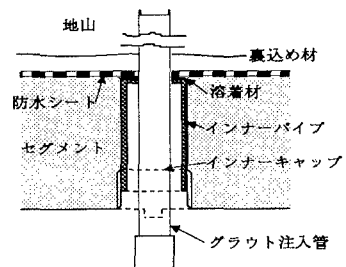


図-3 二次グラウト注入機構

3. 実験概要

（1）防水シートの巻き立ては、テールプレートとシールドジャッキロッド間の狭いスペースで行なうため表-1に示す実物大の実験機を用いて装置の機能・能力、および溶着機が規定のラップ代を確保し円滑で高品質な溶着ができるかを確認した。

（2）バリア機構においては、圧力容器を使用し故意に防水シートに穴を開け圧力5 kgf/cm²の水圧をかけバリアの区間止水機能を確認後、グラウトホールより止水材を注入し漏水の停止過程を確認した。なお止水材は透水係数が小さく実績のあるポリウレタン系を使用した。

（3）二次グラウト注入機構は、実際の施工に近い状態を想定して、水圧・水温・溶着時間などの設定を行ないインナーパイプの溶着方法と溶着強度の検査方法を確認した。

4. 実験結果

各実験とも下記の事項が確認できた。

（1）防水シートの巻き立てが完了した状況を写真-1に示す通り、円周方向全周に渡りラップ代を確保しながら均一で連続した仕上がりで十分満足できるものであった。こ

表-1 実験機仕様

マシン外径	φ 3,250mm
機長	4,100mm
巻立て速度	3 rpm (周速30m/min)
押上装置	前後ジャッキ2.7t×900st×3本 上下ジャッキ2.7t×900st×3本
自動溶着機	1500W, 2.5m/min, 220V
手動	1680W, 120V
防水シート	エチレン共重合体ビニル (ECB) W1,080×L10,000×T2 mm

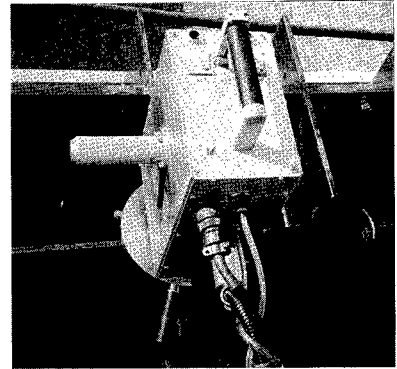


写真-2 電磁式溶着機による溶着

の時のサイクルタイムは23分/リングであり、このうち最も大きな比率を占めたのは、円周方向の溶着であった。

（2）バリア機構の実験は、表-2に示す通り高水圧下でもバリアの機能および止水処理が確実にできることが確認できた。

（3）二次グラウト注入機構におけるインナーパイプの溶着は、写真-2に示す電磁式溶着機と磁性シート溶着材を用いて適切な施工管理を行えば、地下水温5℃および水圧5 kgf/cm²の条件下であっても10 kgf/cm²の圧力に耐える溶着強度が得られた。

実証実験により深度50mまでの施工が可能となったが、今後巻き立て装置や自動溶着機の改良さらに検査の簡素化およびサイクルタイム短縮などを図り施工性に優れた工法として完成させて行きたい。

最後に完全止水が実現できるこの工法は、止水目的などの二次覆工が省略でき工期短縮やコストダウンに寄与できる。

5. おわりに

本開発は、大成建設、五洋建設、日立建機との共同研究で実施した成果である。また、実証実験に当たりご支援、ご協力をいただいた関係各位に対し、謝意を表します。

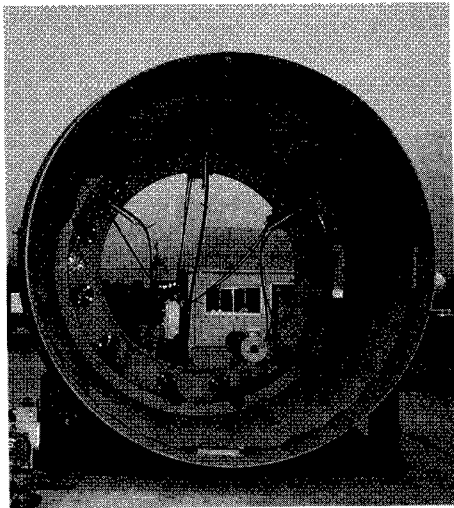


写真-1 実験状況

表-2 バリア実験結果

No	条件		漏水 拡散	止水剤注入		結 果
	状態	水圧		圧力	量	
1	土砂80% 水 20%	3~5 kgf/cm ²	無し	4~5 kgf/cm ²	6 %	注入後、1時間程度でキャップなどの漏水が停止、破損部は塞がれ、さらにサンドゲルが生成
2	水 100%	3~5 kgf/cm ²	無し	4~5 kgf/cm ²	10 %	注入後、30分程度でキャップなどの漏水が停止、破損部は塞がれ、さらに水槽側に侵入して反応
3	土砂60% 水 40%	3~5 kgf/cm ²	無し	4~5 kgf/cm ²	10 %	注入後、30分程度でキャップなどの漏水が停止、破損部は塞がれ、さらにサンドゲルが生成