

III-36 ECL工法(鋼リング支保工方式)における実物大リング実験

佐藤工業(株) 正会員 鈴木克博
 (株)熊谷組 正会員 山本征彦
 西松建設(株) 正会員 野本 寿

1. はじめに

近年様々な場所でECL工法の開発および施工実績が積み重ねられてきている。この様な中で現状のECL工法の課題は多いがそれらの中に、覆工体に入れる補強部材の設置の難しさ、および早期脱型によるコンクリート妻面の自立に関する問題がある。筆者らは、これらの課題に対応するため、補強部材にリング状に組立てたI型鋼を使用する新しいECL工法(鋼リング支保工方式)を考え、地盤中に実物大のトンネル覆工を構築する実物大リング実験を行った。

本報告書では、鋼リング支保工方式の技術の概要とリング実験の結果およびその考察について述べる。

2. 技術の概要

本工法は、ECL工法において覆工の補強部材としてI型鋼を用いる。シールドの推進は、コンクリートのプレス反力と内型枠から反力を取る二段ジャッキシステム、またはコンクリートのプレス反力とトンネル軸方向に遊貫した反力支持鋼材に反力を取るプッシュロッドシステムの2種類の方法から選択することができる。各々のシステムの施工順序図を図-1に示す。

図-1 施工順序図

施 工 順 序	二段ジャッキシステム	プッシュロッドシステム
①掘進完了 シールドの推進が終了し、コンクリートの養生後ジャッキを引き戻す。		
②鋼リング支保工・内型枠の設置 鋼リング支保工を所定の位置に設置した後、内型枠を組み立てリングガーダーで固定する。		
③コンクリートの打設 スキンプレートと内型枠に囲まれた空隙にコンクリートを打設する。		
④推進、加圧 コンクリートを加圧しながらシールドを推進する。		

図-3 二段ジャッキシステムによる施工順序図

3. 実物大リング実験

3.1 実験条件

- (1) コンクリート: 270-18-25 普通ポルトランドセメント
- (2) 推進速度: 33 mm/min
- (3) 加圧速度: 4.8 mm/min (割増し率120%)
- (4) 最終加圧力: 5 kgf/cm²
- (5) 鋼リング支保工: [-150X65X9X6 (1リングを4分割しボルトで接合)]

3.2 実験装置

実験には二段ジャッキシステムを用いた。製作するリング供試体の設計形状は、内径2.0m、外径2.55m、覆工厚27.5cmである。実験装置を図-3に示す

3.3 計測工

計測項目を表-1に示す。

表-1 計測項目

	調査・計測項目	測定方法
打設時 加压時	コンクリートの挙動	土圧計（内型枠）、点検口
	プレスリングの挙動	変位計、土圧計
	スキンプレートの移動	変位計
	地表面の変位	レベル
品質調査	コンクリート調査	供試体・コアの圧縮強度試験
	コンクリートの充填度	供試体の形状寸法の測定
	リング構造体の性能	載荷試験

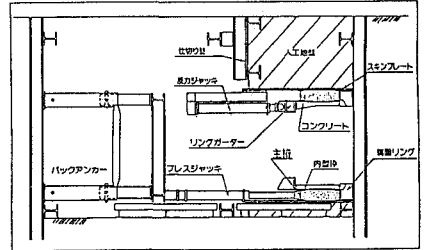


図-3 実験装置

3.4 実験方法

実験では1リング打設長を75cmとするリング供試体を2リング連続して打設する。実験手順は、端面リングに既設鋼リング支保工を想定した鋼リングをセットし、スキンプレートを所定の位置に設置した後、人工地盤を形成する。引き続き内型枠を組み、プレスリングにリング支保工を固定し、内型枠天端部に設けた打設口からコンクリートを打設し推進・加压を行う。推進終了後最終加压を行い、養生の完了を待って反力ジャッキを引き戻し、2リング目を施工する。

4. 実験結果

シールド推進中コンクリートの加压により内型枠に発生した圧力は約1 kgf/cm²、推進終了後のプレスジャッキによる最終加圧力は約5 kgf/cm²であった。出来上がったリング供試体を地盤中から取り出し形状測定を行った結果、テールボイドは完全にコンクリートで充填されていた。

コンクリートの強度に関しては、リング供試体から採取した8本のコアによる材令28日の圧縮強度の平均値が、標準養生の無加压供試体の値を上回っていることを確認した。さらにリング構造体としての性能を確認するため、リング供試体による載荷試験を行いトンネル覆工体として十分な耐力を持つことを確認した。

5. 考察

鋼リング支保工は、今回のような覆工外径 2.55mのトンネルでは、1リングを4分割しシールド内に持ち込み、組み立て後プレスリングに固定することで容易に施工することができた。また、推進加压中は局所的に異常な圧力が発生することも無く、コンクリートの流動性が保たれ、テールボイドは充填されていた。

以上のことから、シールド推進時のコンクリートの加压速度を適切に管理することで、コンクリートの流動性を確保できると考える。さらに、鋼リング支保工方式は、コンクリートの流動性を妨げる補強材が存在しないため、流動性の確保には有利と考えられる。

6. おわりに

ECL工法（鋼リング支保工方式）は、鋼リングの必要断面性能や設置間隔を地質条件に合わせて変更することが可能なため、適用地盤が広く、合理的な覆工体を設計することができる。また、鋼リング支保工を表面の型枠として利用することで、早期の妻面自立が期待できる。今回の実験を通して、本工法により地山に密着した密実で品質の良いトンネル構造体を構築できることが確認された。今後は、設計・施工面でこれまで未解決の課題に取り組み、工法として完成されたシステムを作るための努力をしていきたい。

最後に本実験に際し貴重なご助言、ご指導を賜りました東京理科大学松本嘉司教授に心から感謝します。

参考文献 1) ECL工法（鋼リング支保工方式）における構造実験 土木学会第44回年次学術講演会