

III-38

ECL工法で構築されたファイバーコンクリート覆工の強度特性

鉄道建設公団 正会員 鬼頭 誠 末永充弘

フジタ工業㈱ 正会員○青景平昌 笹谷輝勝 林 英雄

1. はじめに

高水圧下でかつ軟弱な地盤においても対応可能な直打ちコンクリートライニング工法（以下ECL工法）を構築するために、コンクリートの加圧脱水性を抑えた『粘性コンクリート』と『ジャッキ自動制御システム』の組み合わせを特徴とした施工システムを開発し、大型実験土槽に滞水砂層のモデル地盤を造成し、実物大施工実験を実施してきた。本報告は、 2.0kgf/cm^2 （天端）の水圧下において試験施工したファイバーコンクリート覆工リングの強度特性に関する試験結果をまとめたものである。

2. 実大施工実験概要

コンクリート打設の手順は、図-1に示す連続施工方式を想定して実施した。この方式は、鉄筋を必要としないコンクリート覆工を妻型枠の役割をするプレスリングを除去することなく、連続的なコンクリート打設が可能なシステムであるため、安定した止水性と施工速度を確保することができ、高水圧下での施工に有利な施工法である。使用コンクリートの配合設計上の対応として、加圧時の脱水による流動性の低下と地下水の浸透を抑制するためのセルローズ系特殊混和剤の使用、ワーカビリティを改善し耐久性を向上させるためのフライアッシュの使用、変形性能を改善するための鋼繊維の使用等の特徴としている。実大施工実験に使用したコンクリートの配合を表-1に示す。実大施工実験は、図-2に示す大型実験土槽を用いて実施した。この土槽内に、最大水圧 2.5kgf/cm^2 の滞水砂層を造成し、このなかで覆工コンクリート（内寸法 $2,000\text{mm}$ 、覆工厚 300mm 、単位リング長 900mm ）を3リング連続的に施工する実験を繰返し、製作した覆工供試体から採取したコア供試体による強度試験およびリング切断供試体の載荷試験を行なった。

表-1 配合

単位量 (kg/m^3)

水	セメント	細骨材	粗骨材	特殊混和剤	高性能減水剤	フライアッシュ	スチールファイバー
180	327	802	824	0.655	13.08	171	78

水セメント比: 55 (%)

細骨材率: 55 (%)

スランプフロー: 50 ± 5 (cm)空気量: 2 ± 1 (%)

粗骨材の最大寸法: 20 (mm)

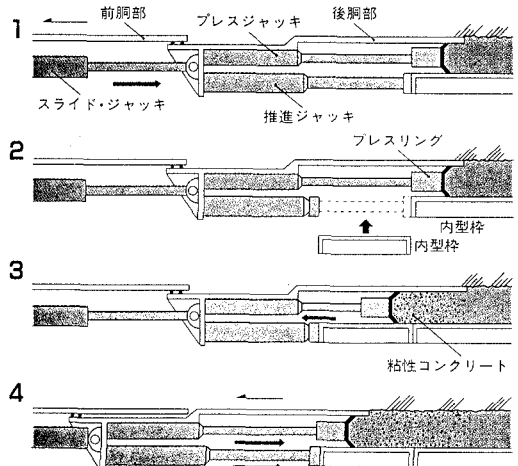
スチールファイバー: $0.5 \times 0.5 \times 30$ (mm)

図-1 連続施工方式による施工手順

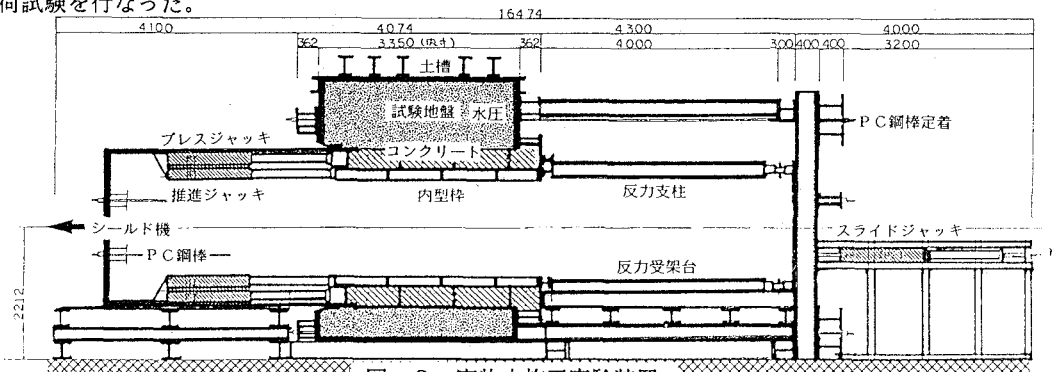


図-2 実物大施工実験装置

3. ファイバーコンクリート覆工の品質

(1) 強度分布

φ10×20のコア採取供試体(採取点1~4)による圧縮強度試験および図-3の荷重方法による分割切断した曲げ供試体(P1~P4)の曲げ強度試験の結果を供試体の採取位置別に図-4に示す。施工時のコンクリート自重の影響を受けて、下部の圧縮強度が上部より高くなる一般的な傾向が若干認められる。しかし、その傾向は非常に小さく、ほぼ均一な強度分布が確保されており、粘性コンクリートの分離抵抗性が均一な品質の覆工の構築に有効であることを示している。これらの傾向は、曲げ強度の試験結果についても認められる。

(2) リング載荷試験

本試験は、覆工コンクリートの構造的耐力、変形能力の確認を目的として行なった。試験方法は、JIS A 5303の遠心力鉄筋コンクリート管の外圧試験法に従った。リング載荷試験用の供試体は、連続的に構築した全長3.5mの覆工管体からワイヤーソーイング工法によってL=60cmをリング状に切断したものである。載荷試験体の寸法は、内径2.0m、覆工厚約33cmである。載荷試験体は、覆工管体を構築するときの天端から上下方向に加力するようにセットした。図-5に、曲げモーメントが最大となるリング下端部の支持点における見掛けの曲げ応力と加力点間の鉛直変位の関係を示す。ひびわれは、まず見掛けの曲げ応力度が39kg/cm²の時に下部の支持点に発生し、次に上部の加力点に、さらに最大荷重時に達する直前にスプリング部の順に発生した。見掛けの曲げ応力が48kgf/cm²の時に最大荷重に達し、その時点の加力点間の鉛直変位は約2mm、最大ひびわれ幅は1.4mmを示した。図-5に、ファイバーを用いない場合を『ノンファイバー』として示し、両者を比較すると、変位の増加に伴って曲げ応力は低下するが、ファイバーを用いることによって変形能力が大幅に改善され、急激な破壊には至らないことが認められ、覆工材としての優れた特性を持っていることが確認された。

4. まとめ

高水圧でかつ軟弱な地盤においても対応可能なECL工法を開発し、大型実験土槽を用いた水圧下における施工実験を実施し、製作したファイバーコンクリート覆工リングの品質を、採取した供試体あるいはリング切断した載荷供試体を用いて実験的に検討した。その結果、高水圧下でのECL工法には、セルローズ系の特殊混和剤により加圧脱水と外部からの水の侵入を抑制したコンクリートが極めて有効であること、またスチールファイバーを混入したコンクリートは、所定の流動性を確保すれば十分な施工性があり、硬化後においても覆工材としての優れた特性を持っていること等が認められた。

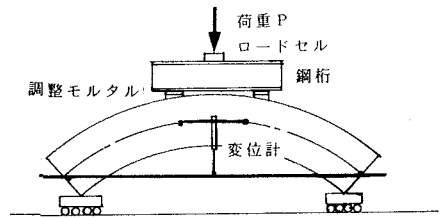


図-3 分割切断供試体による曲げ試験装置

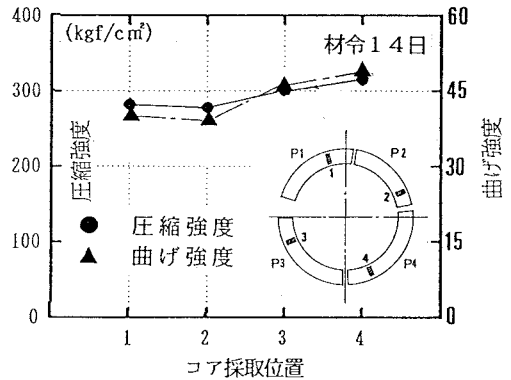


図-4 圧縮および曲げ強度試験結果

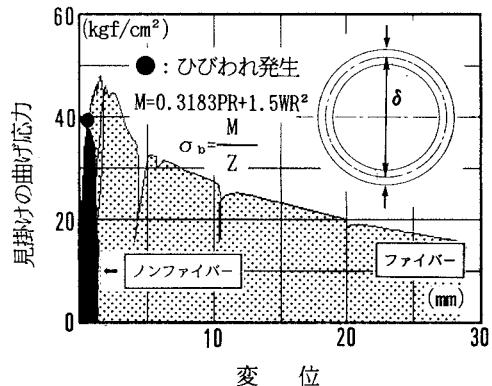


図-5 リング載荷による曲げ応力と変位の関係