

III-33

場所打ちシールド(K-ECL工法)の開発(その2)

-SFRC覆工体の変形特性-

日本国土開発(株) 正会員 二宮 康治
 日本国土開発(株) 正会員 横田 季彦
 日本国土開発(株) 正会員 石田 智朗
 東洋大学 正会員 小泉 淳

1. はじめに

現在当社で開発中のコド・ECL工法は、コンクリートポンプにより圧送された鋼繊維補強コンクリート(以下、SFRC)の打設圧によって、シールド機の推進を行うことを大きな特色としている。

筆者らの研究によれば、SFRCをECL工法の覆工体として適用した場合、ポンプ圧送されたコンクリートが覆工体枠内では型枠に沿って移動するため、コンクリート中の鋼繊維は円周方向に卓越した配向状態となり、作用土圧に対して十分な補強効果が期待できることが確認された。

そこで、SFRCをECL工法に適用する場合の有効性を実証し、設計時の基礎データを把握する目的でSFRC覆工体のリング載荷実験を実施した。

本報告では、このうちSFRC覆工体リング載荷実験概要および覆工体の変形特性について報告する。

2. 実験概要

リング載荷実験で使用した供試体は、連続的に構築された全長1.2mの覆工体をウォルソーマシンによって幅B=750mmのリング状に切断したものである。

供試体寸法は、図-1に示すように外径1660mm、内径1000mm、覆工厚330mmである。

コンクリートの配合は、覆工コンクリートとして水密性が要求されること、繊維の混入によりワーカビリティが大きく低下することなどを考慮して表-1に示すように決定した。また、圧送性を改善する目的で増粘剤を使用した。表-2に使用材料を示す。

使用した鋼繊維の仕様を表-3に示す。また、繊維の混入率は予備実験の結果を基に体積比で1.0%とした。

覆工体の設計基準圧縮強度は300kgf/cm²、設計基準曲げ強度は65kgf/cm²である。

載荷方法は、図-2に示すように、PC鋼棒を使用しての4点集中載荷とし、覆工体構築時の天

端からセンターホールジャッキにより載荷するようにセットした。なお、この載荷方法は、土木学会第45回年次学術講演会「シールド洞道二次覆工の評価手法に関する実験について(その1~その3)」に発表されたものを参考とした。

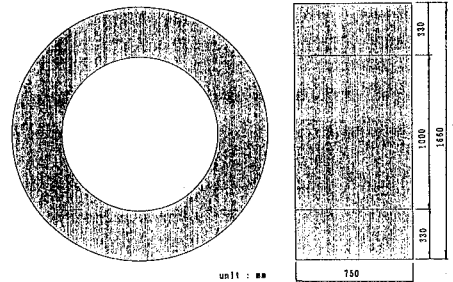


図-1 供試体寸法図

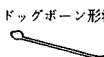
表-1 コンクリート配合表

骨材寸法 (mm)	スランジ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)								
				W	C	S	G	AE減水剤	増粘剤	流動化剤	鋼繊維	
25	20	49	65	215	439	1065	562	1.098	0.5	3.5	80	

表-2 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント
細骨材	相模川水系80%、市原産川砂20% (比重=2.60, FM=2.06)
粗骨材	相模川水系40%、津久井産砕石60% (比重=2.65, FM=6.80)
AE減水剤	リグニンスルホン酸系
流動化剤	メラミンスルホン酸系
増粘剤	セルロース系

表-3 鋼繊維の仕様

形 状	寸 法	アスペクト比	材 質	製 造 方 法
ドッグボーン形状 	φ0.45mm×30mm	67	ステンレス鋼 (SUS430)	メルトスピニング法

荷重は、1.0tf ピッチで載荷荷重50tfまで荷重制御で行い、それ以降は変位制御とし、載荷荷重72tfに達した段階で30tfまで除荷し、載荷点の全体変位が4.0mm まで載荷を続けた。

測定方法は、各荷重段階において覆工体のひずみおよび変形を測定した。測定項目を表-4に示す。

3. 実験結果

荷重とSFRC覆工体リングの直径変形量の関係を図-3に示す。この図から、載荷荷重が34tf程度で覆工体にひび割れが発生しており、その時点を変曲点として荷重と変形との関係が変化していることがわかる。

一般に、普通コンクリートの曲げ破壊過程では、ひび割れ発生とともに急激に破壊に達するが、SFRCの曲げ破壊過程は、ひび割れをブリッジしている繊維に引張力が伝達されて力の釣合いが保たれるため、さらに耐力が増加し最大荷重に達する。

今回行った実験においても、その傾向が載荷荷重34tf以降の荷重と変形量の関係から明らかにうかがえる。また、載荷荷重72tfで除荷し再び載荷を行った結果、荷重と変形量の関係は除荷前とほぼ同様の傾向を示しており、SFRCの特徴であるタフネス効果を顕著に示している。

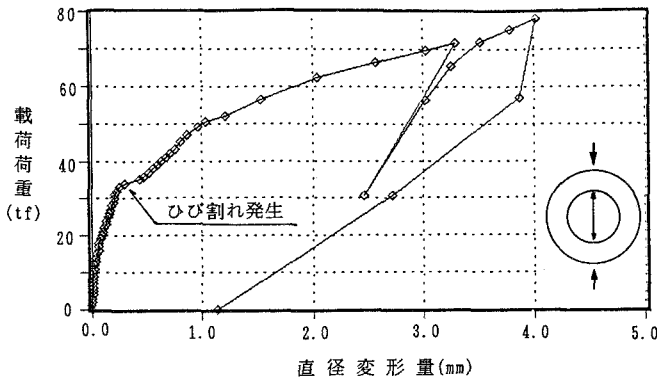


図-3 荷重と変形量の関係

4. おわりに

実験結果から、SFRC覆工体リングの変形特性を把握することができた。また、その変形特性から急激な破壊には至らないことが認められ、SFRCを覆工体に用いることの優位性が確認された。

今後、この実験結果に基づいて合理的な設計法の検討を行う予定である。

※参考文献：(1)「シールド洞道二次覆工の評価手法に関する実験について(その1～その3)」

土木学会第45回年次学術講演会概要集

(2)「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」

土木学会第45回年次学術講演会概要集

(3)「繊維補強コンクリート-特性と応用-」小林一輔 著 オーム社

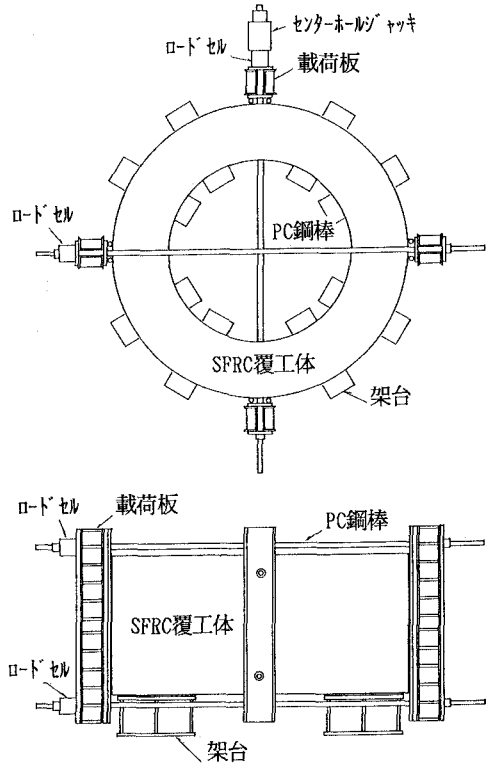


図-2 載荷方法概要図

表-4 測定項目

測定項目	使用機器	数量
荷重	KCH-50T	2
水平反力	KCH-50T	2
コンクリートひずみ	PFL-60-11	96
全体変位	CDP-50	8
PC鋼棒ひずみ	FLA-5-5LT-11	8