

## 耐劣化性セグメント CR-ARMOR(シーアールアーマー)の開発&lt;セグメント曲げ試験&gt;

五洋建設(株) 正会員 ○白上 勝章  
 日本ジッコウ(株) 田島 秀希  
 日東紡績(株) 新居 隆  
 日本ポリエステル(株) 杉原 聡

## 1. はじめに

従来、下水道管渠に代表されるシールドトンネルは、その内面に施工する現場打ちコンクリート二次覆工により、汚水や雨水などの流水に対する「耐腐食性」、「耐摩耗性」を確保してきた。

近年、汚水を原因とするコンクリート腐食の問題、管渠の維持更新の課題が顕在化し、さらに、建設コスト縮減・工期短縮・施設の長寿命化などの社会的要請が一層高まりをみせている。

筆者らは、シールドトンネルの長寿命化を目指し、「二次覆工省略可能な高耐久性セグメント工法」である耐劣化性セグメント CR-ARMOR（シーアールアーマー）を開発した。本報では、開発工法の概要および実大セグメントによる性能確認試験—セグメント単体曲げ試験他—を報告する。

## 2. 耐劣化性セグメント CR-ARMOR の概要

耐劣化性セグメント CR-ARMOR は、新設のシールドトンネルを対象とし、セグメント製作時に、その内面に防食効果を有する耐薬品性の高い被覆材を設けたセグメントである。

内面被覆材は樹脂製 FRP ボードの裏面にある樹脂製ネットの全面アンカー効果により、コンクリートとの高い付着性を発揮する。写真-1、写真-2 に本セグメントおよび内面被覆材を、図-1 に樹脂製ネットを、表-1 に被覆材仕様をそれぞれ示す。被覆材にはビニルエステル樹脂製 FRP を採用した。



写真-1 CR-ARMOR セグメント

## 3. 性能確認試験

### 3.1 要求性能

本セグメントは、内面被覆材に着目した品質を確保する必要があるため、『内面被覆材の脱落、損傷、割れを生じない。』を品質目標とした。なお、被覆材の性能評価については参考文献を参照されたい。



写真-2 内面被覆材 (CR ボード)

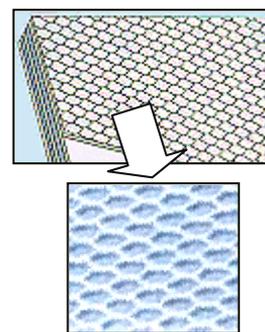


図-1 樹脂製ネット模式図

### 3.2 セグメント単体曲げ試験

#### (1) 試験状況

セグメントの設計耐力相当の荷重が作用した場合における内面被覆材の健全性および荷重載荷過程における変形追従性能を確認するため、セグメント単体曲げ試験を実施した。

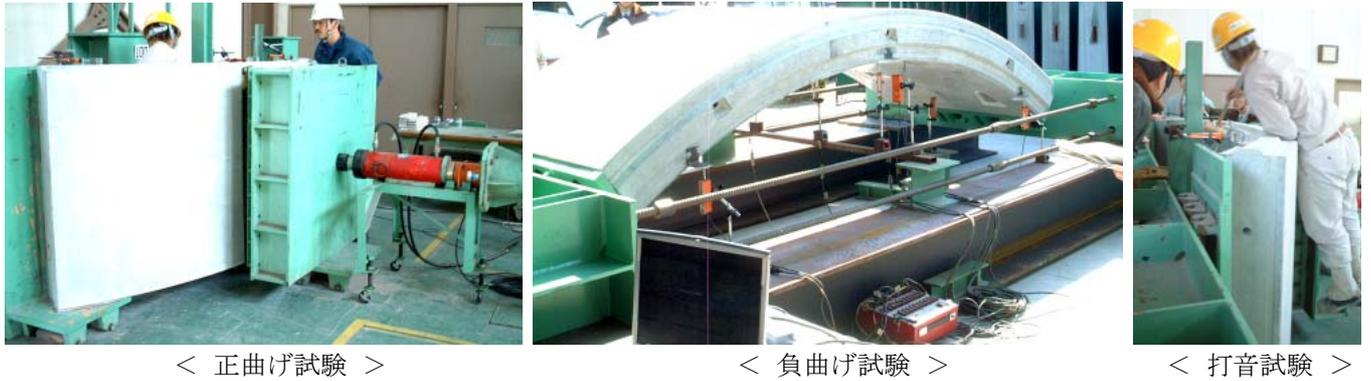
セグメント単体曲げ試験状況を写真-3 に示す。曲げ試験は正曲げ・負曲げ両試験を行った。また、各荷重載荷ステップにおいて、打音試験を実施し、内面被覆材の付着状態（剥離の有無）を確認した。

表-1 内面被覆材 (CR ボード) 仕様

試験項目	試験値	試験規格
厚 さ	2.0mm	—
引張強さ	58.8MPa	JIS K 6911
曲げ強さ	122.6MPa	JIS K 6911
曲げ弾性率	5.9GPa	JIS K 6911
比 重	1.3	—

キーワード シールドトンネル, 二次覆工省略, セグメント, 耐劣化性, 内面被覆材

連絡先 〒112-8576 東京都文京区後楽 2-2-8 五洋建設株式会社 土木部門土木本部土木設計部 TEL:03-3817-7803



< 正曲げ試験 >

< 負曲げ試験 >

< 打音試験 >

写真-3 セグメント単体曲げ試験状況

(2) 試験結果

表-2 に単体曲げ試験結果，図-2 に荷重-変位曲線（正曲げ試験），図-3 に曲げモーメント-ひずみ曲線をそれぞれ示す．変位グラフおよびひずみグラフから，コンクリート部と被覆材（図中，ボード）は同じ挙動を示しており，被覆材はセグメント破壊後においてもコンクリートと一体性を保持することを確認した．また，打音試験は正曲げ・負曲げ両試験において，240kN（設計荷重：174.5kN）までの各載荷ステップ毎と，試験終了後に行った．打音試験結果より，載荷中，試験後ともに空洞音はなく，被覆材に異常は見られなかった．

表-2 セグメント単体曲げ試験結果

		作用荷重(kN)	モーメント(kN・m)
初期ひび割れ発生荷重	設計値	96.7 (換算値)	48.8 (計算値)
	実測値	120.0 (計測値)	60.5 (換算値)
設計荷重 (本体抵抗モーメント)		174.5 (換算値)	87.9 (計算値)
破壊荷重		358.9 (換算値)	180.9 (計算値)
最終荷重		520.6 (計測値)	262.5 (換算値)

3.3 一体性確認試験

セグメント曲げ試験実施後に，コンクリート部と被覆材の一体性（付着状況）を確認するため，コア抜き機によりサンプリングを行った．計14本のコアサンプルを目視確認した結果，コンクリート部と被覆材の付着状況は良好で，ひび割れ部も含めて，いずれも一体性が確保されており異常は見られなかった．

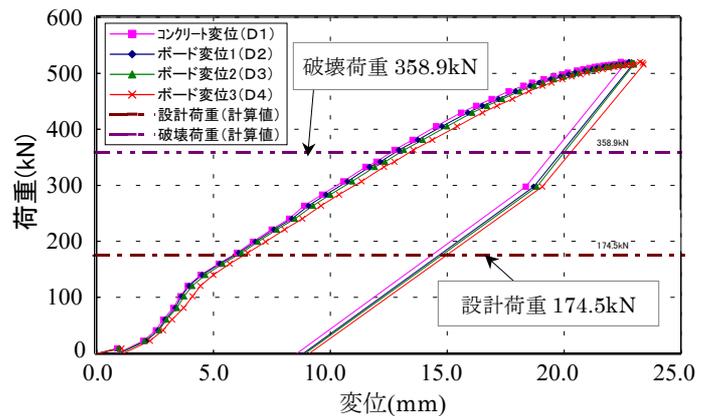


図-2 荷重-変位曲線（正曲げ試験）

4. 終わりに

今回，実大セグメントを用いた性能確認試験を紹介した．今後は，現場実験による実証を行い，実施工への適用を図る予定である．

参考文献

- ・白上 他：「耐劣化性セグメント CR-ARMOR の開発－被覆材の性能」（第41回下水道研究発表会 投稿中）
- ・五洋建設：「耐劣化性セグメント CR-ARMOR 技術資料（案）」



< コアサンプル 1 >

< コアサンプル 2 >

写真-4 コア抜きした被覆材状況

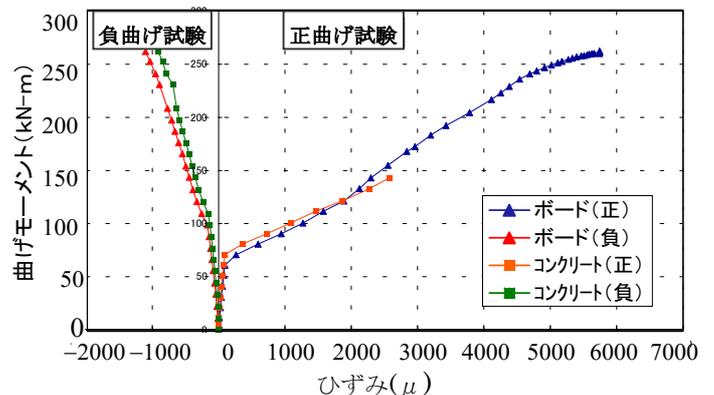


図-3 曲げモーメント-ひずみ曲線