

VI-32

エイトディー

HD ライニングの開発（その3）ーパネル樹脂タイプー

鹿島建設(株)

正会員○山本 正嗣

同 上

正会員 中川 雅由

シーアイ化成(株)

荒木田武生

石川島建材工業(株)

正会員 染谷 洋樹

ジオスター(株)

正会員 藤野 豊

1. はじめに

近年、シールド工法の技術開発において一層の経済性が求められているが、本命題に関しては、材料・構造・施工方法等の改善により「①工費低減・②工期短縮・③耐久性向上（維持補修の低減）」を経てコスト低減が達成されるものと判断される。その具体的方策として長距離施工による立坑省略や二次覆工省略等が挙げられる中で、筆者らは二次覆工省略に着目した。二次覆工省略については、二次覆工費削減・工期短縮・掘削断面縮小によるシールドマシン費の低減・掘削土砂処理費の低減の効果が得られるが、下水道管渠（特に污水管）といった厳しい環境条件下ではその実施が困難とされてきた。

本報告では、こうした劣悪環境下での使用を目的として開発し、先程現場適用に至った樹脂被覆セグメントである、『HDライニング (*High Durability Tunnel Lining*; 高耐久性トンネル覆工)』の“パネル樹脂タイプ”に関し、性能確認試験を中心とした開発の続報について示す。

2. 構造及び特長

HDライニングの「パネル樹脂タイプ」について構造及び特長を以下に示す。

①被覆樹脂：熱可塑性樹脂のDCPD（ジシクロペンタジエン）

→RIM成型による大型パネルが比較的安価に製造可能

→セグメントの蒸気養生が可能（加湿・加熱に対する品質確保）

→要求品質（耐薬品性等で特に耐摩耗性）に応じた樹脂厚が製造可能

②品質管理：工場において被覆樹脂とRCセグメントを一体化させるため、安定した品質確保が可能

③樹脂一体化：樹脂パネルに組込まれた鋼製ジベルまたは樹脂製リブによりコンクリートとの一体化を確保

④セグメントタイプ：どのようなセグメントの形状及び継手タイプとの組合せも可能

⑤工費低減：劣悪な環境条件下においても二次覆工の省略が可能のため、全体工事費の低減が可能

⑥工期短縮：現場における一連の樹脂被覆工程が不要

→トンネル内の清掃・下地処理・樹脂被覆作業・硬化養生に関する工程が不要

⑦耐久性向上：従来の二次覆工に比べ、長期にわたる維持補修費が低減・省略可能

→污水管に代表される酸性環境や、流下物による摩耗環境においても一次覆工のみで高い耐久性を確保

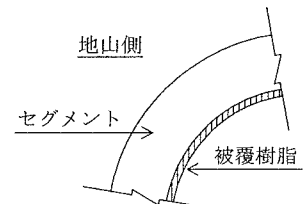


図-1 HDライニング概念図

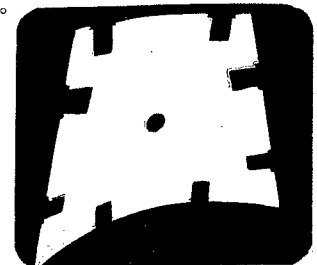


写真-1 樹脂パネル

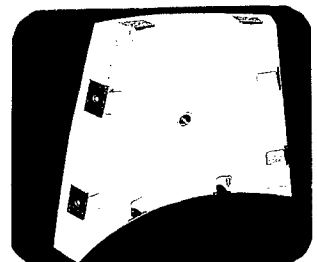


写真-2 HDライニング

キーワード：シールドセグメント、二次覆工省略、高耐久性覆工

連絡先：〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 TEL 03-5561-2111 FAX 03-5561-2155

3. 性能確認結果

(1) 寸法測定

HDライニングのパネル樹脂タイプは、表－1の製造工程であることから、当初、出来型寸法精度の確保が懸念された。試作品及び実施工において実施した寸法測定の結果、通常のRCセグメントと同様の厳しい製品精度が確保されていることを確認した。

(2) 単体曲げ試験

比較対象としての従来型RCセグメント、及びHDライニング（内面1面パネル樹脂タイプ；樹脂厚 $t=7.5\text{mm}$ ）の単体曲げ試験を図－2の载荷要領にて実施し、表－2の結果を得た。なお、HDライニングにおける樹脂パネルとコンクリートの一体化確保には鋼製ジベル（ $\phi 10\text{mm}$ 、 $\ell=50\text{mm}$ 、 $\text{ctc}100\sim 280\text{mm}$ ）を用いた。試験の結果、ひび割れ発生から破壊に至る過程において被覆樹脂に損傷は無く、HDライニングも従来型RCセグメントと同様の設計計算が適用可能であり、所要の安全率を確保できることが確認された。

表－2 RCセグメント単体曲げ試験結果

	① 設計荷重	ひび割れ 発生荷重	② 破壊荷重	安全率 =②/①
従来型セグメント(被覆なし)	108kN (注)	140kN	382kN	3.5>2.5
HDライニング(被覆あり)		157kN	394kN	3.6>2.5

注) 設計荷重は主鉄筋 $D13\times 6$ 本の複鉄筋断面として算定。また、HDライニングにおける樹脂パネルは応力部材とはしていない。

4. 一体化検討

要素試験として、HDライニングにおける樹脂パネルとコンクリートの一体化確保に用いている従来の鋼製ジベルに代り、樹脂製リブのコンクリート付着試験を実施した。試験は図－3に示すリブ間隔 20mm と 40mm の2種類の樹脂パネル(DCPD)試験片に対してモルタルを打設し、引張試験を実施した。その結果、樹脂製リブの付着力が鋼製ジベル(ctc100mm 相当)以上であることを確認した。これより、一体化機構として樹脂製リブを適用する際の基本性能が確認できたことで、今後は、本構造の実用化に向けた検討を実施していく予定である。

5. おわりに

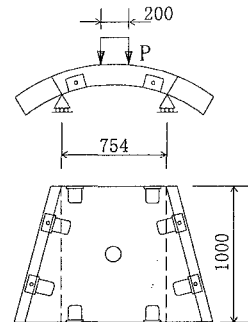
HDライニングは、鹿島建設(株)・シーアイ化成(株)・石川島建材工業(株)・ジオスター(株)にて共同開発し、神戸市狐川改修工事(地下河川)に部分適用した。本技術はあらゆるセグメントとの組合せが可能であるため、幅広い活用が期待される。開発目標の「①工費低減・②工期短縮・③耐久性向上」においては②及び③にて大きな成果を得たが、さらなる「①工費低減」が可能と考えている。今後、合理的構造の検討等により、さらなるコスト低減を図っていきたい。

参考文献

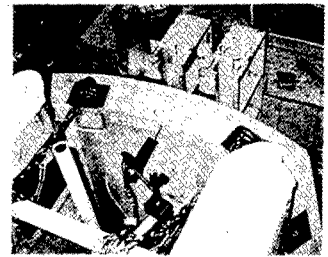
- 1) 中川 他：HDライニングの開発(その1)－HDライニングの概要－、土木学会第52回年次学術講演会、VI-83、1997.9
- 2) 山本 他：HDライニングの開発(その2)－実工事への適用実績－、土木学会第52回年次学術講演会、VI-84、1997.9
- 3) 名倉 他：HDライニングの開発(その4)－吹付け樹脂タイプ－、土木学会第53回年次学術講演会、1998.10

表－1 HDライニング製造工程

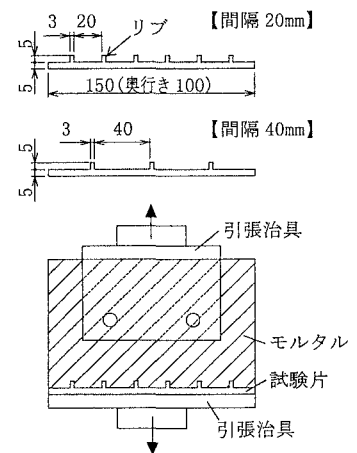
- ①樹脂パネル製造
- ②セグメント型枠内への樹脂パネル設置
- ③鉄筋籠・継手金物設置
- ④コンクリート打設
- ⑤脱型・養生



図－2 単体曲げ試験概要



写真－3 単体曲げ試験状況



図－3 樹脂パネル試験片断面及び引張試験概要