

VI-53

F R P セ グ メ ン ト の 基 礎 研 究

ホクト工業株式会社
武田薬品工業株式会社
日本シビックコンサルタント株式会社
同
黒宮直樹
箱谷昌宏
正会員 団 昭博
正会員 斉藤正幸

1. はじめに

1970年代後半より下水道の整備が本格的に始まり、現在の普及率は全国平均で50%以上に及んでいる。

下水道用シールドトンネルにおいては、従来、蛇行修正、内面平滑性の確保および止水・防食等の機能を確保すべく二次覆工の施工が行われてきたが、近年の技術開発、施工技術等の向上も相まってコスト縮減策の一環として二次覆工を省略する事例が増加している。しかし、二次覆工省略の実績がある下水道トンネルのほとんどが雨水単独管路あるいは雨水貯留管路で、合流管路においては汚水の流下部にインポートコンクリートを施工するなどの対策を行い、汚水単独管路に至っては二次覆工を省略した事例は皆無である。

合流管路および汚水単独管路において二次覆工省略事例が少ない理由として、二次覆工を省略することで硫酸化細菌が生成する硫酸とコンクリート中のカルシウムの化学反応によって、セグメント表面が直接腐食の影響を受けることによる長期耐久性の低下が懸念されるためと考えられる。

そこで本報告は、合流管路および汚水単独管路において二次覆工の省略を図るための一手段として、汚水管路と同様の環境条件と考えられる浄化槽の材料に用いられているガラス繊維強化樹脂（FRP）をセグメント本体部材として使用した場合のセグメント基本構造および適用性について検討を行ったものである。

2. セグメント基本構造の検討

FRPをセグメント主部材に適用することで、コンクリートに比べて耐薬品性・耐久性の向上および内面平滑性の向上等が期待できることから、硫化水素によるコンクリートの腐食が懸念される合流管路および汚水管路に対して二次覆工を省略して適用することが可能であるとする。しかしFRPは、鋼材に比べて強度が低いため、FRPセグメントが常時荷重および施工時荷重等に対して構造上成立するかが問題となる。

そこで、FRPセグメントの適用範囲を汚水管路の需要が比較的多いと考えられる2m程度の小規模トンネルを対象として基本構造の検討を行った。

表 1 FRP材料特性

	機械的性質	許容応力度
弾性係数 kgf/cm^2	1.0×10^5	---
圧縮 kgf/cm^2	1800	600
曲げ kgf/cm^2	1800	600
せん断 kgf/cm^2	800	260

※安全率を3とした

表 2 セグメント構造諸元

	鋼製セグメント	FRPセグメント
セグメント外径 (mm)	2150	2150
セグメント内径 (mm)	1944	1944
セグメント幅 (mm)	1000	1000
主桁高 (mm)	100	98
主桁厚 (mm)	10	15
主桁本数 (本)	2	5
スキンプレート厚 (mm)	3	一般部5, 縦リブ間10
縦リブ厚 (mm)	7	12

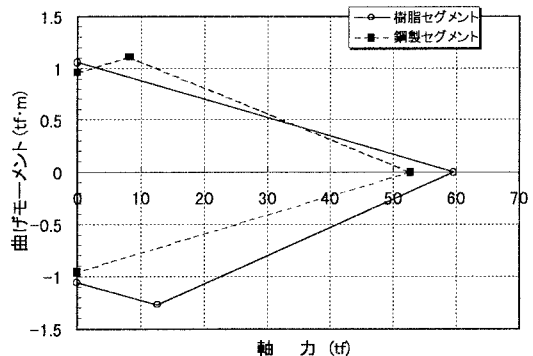


図 1 断面性能比較（許容耐力）

keywords : シールドトンネル, 下水道管路, 二次覆工省略, 樹脂性セグメント

連絡先 〒438-0806 静岡県磐田郡豊田町東名 80 TEL 0538-37-8711 FAX 0538-37-9111
〒251-8555 神奈川県藤沢市村岡東 2-26-1 TEL 0466-20-2881 FAX 0466-20-2889
〒116-0032 東京都荒川区西日暮里 2-26-2 TEL 03-5604-7527 FAX 03-5604-7558

基本構造は、鋼製標準セグメントと同等の断面性能（許容耐力）を確保するような各部材寸法を定めた。本検討では、セグメント外径 2,150mm（仕上り内径 1,500mm）の鋼製セグメント(M7-1)¹⁾に相当するFRPセグメントの構造を検討した。

なお、FRPセグメントに関しては、内面平滑性を向上させるためにスキンプレートを極力内面側に配置することとし、スキンプレートを配置していない部分に関しては、工場あるいは現場にて取付けを行うこととした。

図1に示す各セグメントの断面性能比較をみると、部材強度特性の違いからFRPセグメントは従来の鋼製標準セグメントよりも主桁本数および各部材厚は増加するものの、許容耐力を十分に満足できる結果が得られた。また、FRPセグメントはプレス成形による製造方法を検討しているため、脱型時の制約から、縦リブ構造はU型形状を採用することとし、ジャッキ推力の検討に用いる有効断面をU型断面で行うこととした。この結果、ジャッキ推力に対しては縦リブ厚を増加させるとともに、縦リブ間のスキンプレート厚も増加させることで対処した。FRPセグメントの基本構造を表2および図2に示す。

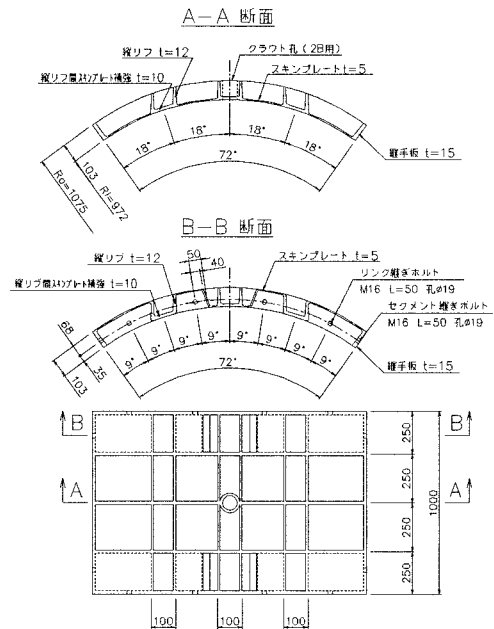


図2 FRPセグメント構造図

表3 経済性比較条件

		鋼製	FRP
モデル1	施工延長 (m)	1,000	
	シールド外径 (mm)	2,880	2,350
	セグメント外径 (mm)	2,750	2,206
	セグメント厚 (mm)	128(M23-1)	103
	二次覆工厚 (mm)	250	省略
	仕上り内径 (mm)	2,000	
モデル2	施工延長 (m)	1,000	
	シールド外径 (mm)	3,080	2,350
	セグメント外径 (mm)	2,950	2,206
	セグメント厚 (mm)	128(M29-1)	103
	二次覆工厚 (mm)	250	省略
	仕上り内径 (mm)	2,000	

表4 経済性比較

	鋼製	FRP	備考
モデル1	100	97	FRP:n=0.013
モデル2	100	92	FRP:n=0.010

3. 経済性の評価

FRPセグメントの適用性を評価するために、表3に示す施工条件を想定して、直接工事費に対する経済性の検討を行った。ここで、モデル1は仕上り内径を同一とし、モデル2については硬質塩化ビニール管及び強化プラスチック複合管の粗度係数 $n=0.010$ ²⁾を適用することによって必要内空断面を縮小している。

この結果、FRPセグメントを適用することにより、二次覆工を施工する条件に比べてモデル1では3%程度、また、モデル2に至っては8%程度のコスト削減効果を期待できる。また、二次覆工施工の省略に伴うシールド工事の大幅な工期短縮も期待できる。

4. まとめ

以上の検討結果より、FRPセグメントの有意性が確認できた。今後、FRPセグメントの実用化へ向けて材料に関する基礎試験を行うとともに、FRPセグメントの本体構造および継手部材に対する種々の実験等を進めていく予定である。

【参考文献】

- 1) 土木学会・日本下水道協会共編：シールド工用標準セグメント，平成2年4月
- 2) 日本下水道協会：下水道施設計画・設計指針と解説 前編，1994年版