

馬蹄形FRPM管パイプイントネル工法（F・PIT工法）施工実施例

Construction of FRPM Pipe in Tunnel Method

○奥谷 篤史* 毛利 栄征** 黒木 郁志*** 黒岩 英一郎**** 小山 智芳*****
Atsushi Okutani、Yoshiyuki Mohri、Ikushi kuroki、Eiichiro Kuroiwa、Tomoyoshi Koyama

1. はじめに

「富島幹線用水路」は宮崎県日向市内を流れる二級河川耳川を取水源とした全線約10km（一期事業は約4km）にもおよぶ長大な幹線用水路であり、築造後50年近く経過した現在でも農業用水路としてのみならず、上水道を含む生活用水路としても重要な役割を果たしている。しかしながら経年変化による老朽化や地形・荷重条件の変化等により「耐荷機能」の回復が必要であることが判明した。そこで上記機能の回復が可能でかつ施工日数の縮減が可能な工法として馬蹄形FRPMパイプイントネル工法（以下F・PIT工法）を実施したのでここに報告する。

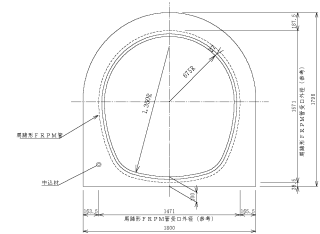


Fig.1 標準断面図
Standard section

2. 工事概要

「既設隧道仕様」：1円弧ほろ型トンネル(W:1800mm H:1800mm)

「FRPM管仕様」：縦長馬蹄形 2r1350mm-1450mm FRPM管 計69本（延長250m）
縦長馬蹄形FRPM曲管 計2本（ $\theta=24^{\circ}09'30''$, $24^{\circ}44'46''$ ）

「中込材仕様」：滞水施工型エアミルク 291.53 m³

3. 施工仕様

3-1. 既設隧道の状況

既設隧道はクラウン部の覆工が一部剥離しており、左右のスプリングラインには縦断方向に断続的なクラックが確認され、早急に耐荷力を回復させる必要があった。また線形は水平方向に約24°が4箇所、15°以下が10箇所と屈曲が多く複雑であった。



Fig.2 既設隧道状況
Decrepit tunnel

3-2. 縦長馬蹄形FRPM管の採用

内挿する管の形状を選定するにあたり流量と施工性について比較検討を行ったところ、既設隧道の線形により、通常の2r標準馬蹄形では通過は不可能であった。そこで管の形状を縦長馬蹄形にすることで既設隧道とのクリアランスが53mm拡大し通過が可能になると同時に必要流量を確保することができた。



Fig.3 縦長馬蹄形FRPM管及び曲管設置状況
Special shape pipe and bend pipe of FRPM

キーワード 更生工法、隧道改修、馬蹄形FRPM管

* 栗本化成工業(株)
** 農村工学研究所土質研究室
*** 日向市産業経済部農村整備課
**** (株)エステック
***** 住友大阪セメント(株)

Kurimoto Plastics Co.,LTD
National Institute for Rural Engineering
Agricultural District Coordination Division of Hyuga City
Estec Co.,LTD
Sumitomo Osaka Cement Co.,LTD

縦長馬蹄形管の安全性については FEM 解析を行い、発生たわみ率 1.2%、発生応力 10.2Mpa といずれも許容値を下回り、構造上問題ないことを確認した。また、既設隧道の屈曲部 ($\theta = \text{約 } 24^\circ$) については既設の屈曲と同等の角度を有した縦長馬蹄形 FRPM 曲管を新たに製造し、既設隧道内で接合することで既設の線形を損なわずに更生することができた。この結果、既設屈曲部でも直線部と同等の施工性を確保した。

3-3. 中込材の長距離圧送

中込材に使用した滞水施工型エアミルクの注入プラントは地形上の理由により施工区間の起点からおよそ 550m 上流に設置せざるをえなかった。従って最長圧送距離がおおよそ 800m 程度となり、これまでの施工実績である 540m を越える長距離圧送となった。そこで圧力損失計算を行った結果、圧送元の圧力は 2.5Mpa 程度となり、通常注入管の許容圧力 3Mpa を下回ることによって特別な設備を使用することなく注入できることが判明した。実際の施工においても計算とほぼ同等の圧力となり、吐出口の注入圧力も 0.08Mpa と許容値の 0.1Mpa を下回り問題なく注入できた。また品質面においても密度、フロー、一軸圧縮強度とも管理基準値を満足した。

Table.2 中込材の品質性能

Quality performance of Filling material			
項目	単位	規格値	実測値 (平均)
密度	t/m ³	1.1±0.1	1.10
フロー	mm	120±20	130
一軸圧縮強度	N/mm ²	1.0 以上	1.60

Table.1 馬蹄形管の比較検討

Examination of Special shape pipe		
項目 \ 形状	標準馬蹄形 (2r1400)	縦長馬蹄形 (2r1350-1450)
流量	○	○
曲点部の通過	×	○
施工日数	—	○
判定	×	○

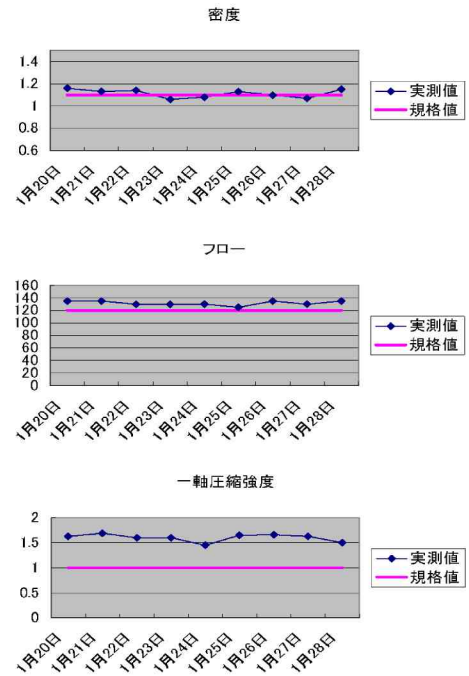


Fig. 4 中込材測定結果
Measurement result of Filling material



Fig. 5 中込材圧送距離概要図

Outline chart of Operating Mixing plant

4. おわりに

本件では隧道改修に F・PIT 工法を実施し、既設隧道を取り壊すことなく、効率的に機能を回復させることが出来た。また今回の試みでこれまで以上に F・PIT 工法の適用範囲が拡大したと判断できるが、今後はさらに改良を重ね、より既設隧道に近い断面形状の馬蹄形 FRPM 管や施工の効率化によるコスト縮減等の取組が必要であろう。