

長期強度を考慮した強化プラスチック複合管の布設後12ヶ月の挙動

Behavior of Fiberglass Reinforced Mortar Pipes Buried for long-term strength

12months after Installation

○東 俊司* 竹田 誠* 久保田 健蔵** 木島 成直***

HIGASHI Shunji, TAKEDA Makoto, KUBOTA Kenzo, KIJIMA Shigenao

1. はじめに

フィラメントワインディング成形による強化プラスチック複合管(FRPM管)は、農業用水路に使用されてから50年以上経過している。2021年6月に土地改良事業計画設計基準「パイプライン」が改定され、樹脂管については長期特性を見込んだ構造設計の考え方が導入されたため、2021年(令和3年)8月に強度アップしたFRPM管の新規格「農業用水用強化プラスチック複合管FRPMK-111A」を制定した。長期に亘る供用期間中に安全に利用するためには、長期強度を適切に評価することが重要であるため、前報¹⁾と別地区北海道旭川に口径の異なる新しく開発したFRPM管を現場で埋設し、埋設時から1年間の変形を調査し、その安全性を評価した。

2. 長期強度と短期強度

FRPM管の長期性能を評価する方法として、ISO規格に準拠した長期極限曲げ歪み試験及び内圧クリープ試験がある。長期極限曲げ歪み試験は、供試管に静的荷重(外圧)を負荷して破壊ひずみと破壊時間を計測する試験である。一方、内圧クリープ試験は、供試管に内圧を負荷して破壊ひずみと破壊時間を計測する試験である。いずれの試験も複数条件で試験を行い、50年後の破壊性能を推定する。

新規格に基づく呼び径500の内圧4種管の長期極限曲げ歪み試験結果をFig.1に示す。Fig.1より、管の50年後の破壊ひずみは $10,074\mu$ となる。また、呼び径500の内圧4種管の内圧クリープ試験の結果をFig.2に示す。管の50年後の破壊ひずみは $7,590\mu$ となる。上記試験結果をもとに、管材の長期強度を考慮して設定した呼び径1800の内圧5種管の規格値をTable.1に示す。円周方向強度は、50年後の破壊強度を基とし、従来規格品より外圧強度の初期管理値を約30%近く向上させている。

3. 現地埋設評価

長期強度を考慮したFRPM管(呼び径1,800、管長6,000mmの内圧5種管)を旭川旭東地区にて埋設し、施工時から1年間、変形を調査した(2023年12月~2024年12月、通水開始は2025年4月の予定)。管のたわみ量と円周及び軸方向発生ひずみを計測した。管路の施工断面、ひずみゲージ貼付断面図及び施工写真をそれぞれ、Fig.3、Fig.4、Pic.1に示す。なお、管理設後1年間の間には場整備工事が行われ、管理用道路の竣工に合わせて、土被りが管理設時の約1.6mから約2.2mになっている。

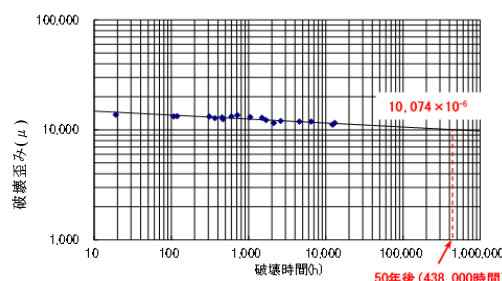


Fig. 1 破壊時間と外圧曲げひずみの関係

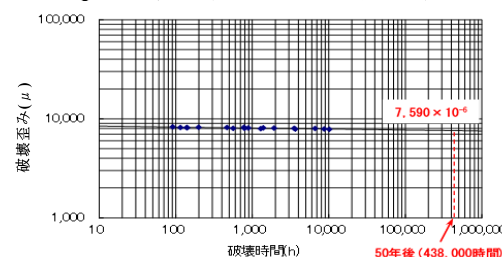


Fig. 2 破壊時間と破壊内圧ひずみの関係

Table.1 規格値の比較

項目	新規規格品	従来規格品
曲げ剛性 ($\text{kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$)	58.32	57.15
外圧強さ (kN/m)	163 (破壊外圧)	128 (試験外圧)

*強化プラスチック複合管協会 FRPM Pipes Association of Japan

長期性能, 性能設計, ISO

**積水化学工業株式会社 Sekisui Chemical Co., LTD

***国土交通省北海道開発局 Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism Hokkaido Regional Development Bureau

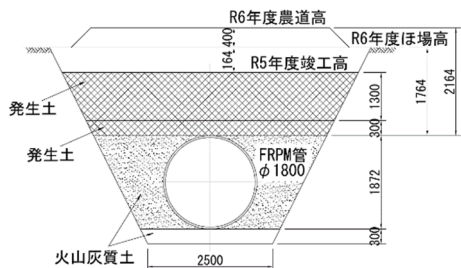


Fig. 3 施工断面

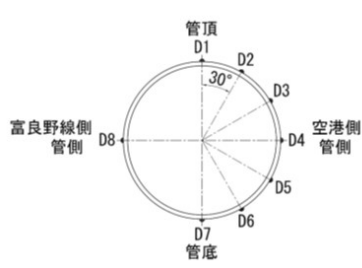


Fig. 4 管中央ひずみゲージ貼付断面



Pic. 1 施工写真(下流より)

3.1 たわみ率測定結果

たわみ率の計測結果をFig. 5に示す。管埋設後1ヶ月後の鉛直及び水平方向の最大たわみ率は、それぞれ-0.11%、-0.10%であった。1年を経て、たわみ率は、それぞれ0.00%(たわみ変化量は-2mm)、-0.16%(たわみ変化量は0mm)になり設計たわみ量33mmに対して非常に小さい推移であった。

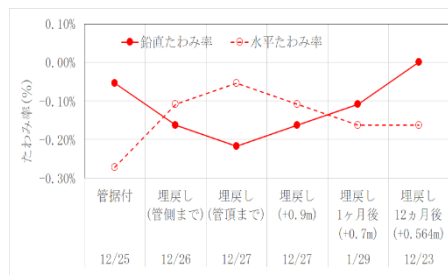


Fig. 5 たわみ量の経時変化

3.2 発生ひずみ測定結果

円周方向ならびに軸方向ひずみの経時変化をそれぞれFig. 6及びFig. 7に示す。施工期間は、管底側のひずみが12ヶ月後のD7の -289μ で最大である。50年後の極限曲げひずみ $10,074\mu$ と比較すると、1/30程度のレベルで推移している。軸方向の発生ひずみは、12ヶ月後の管頂部D1が 132μ 、管底部D7が -109μ であった。円周方向と比較して約1/2程度の値である。本数値を用いて、発生曲げ応力を算出した結果は 1.18N/mm^2 であり、FRPM管の軸方向許容応力 15.0N/mm^2 以下であることを確認した。ほ場整備工事に伴う1年間の管の変形を計測したが、たわみ量及びひずみは共に小さい範囲で推移した。なお、計測については、通水が始まる次年度以降も継続して実施し、データの蓄積ならびに管の長期安全性を検証していきたい。

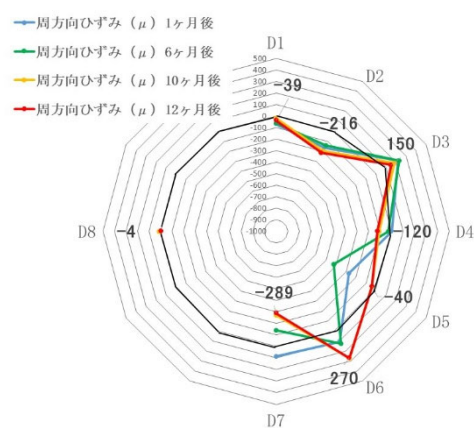


Fig. 6 円周方向ひずみの経時変化

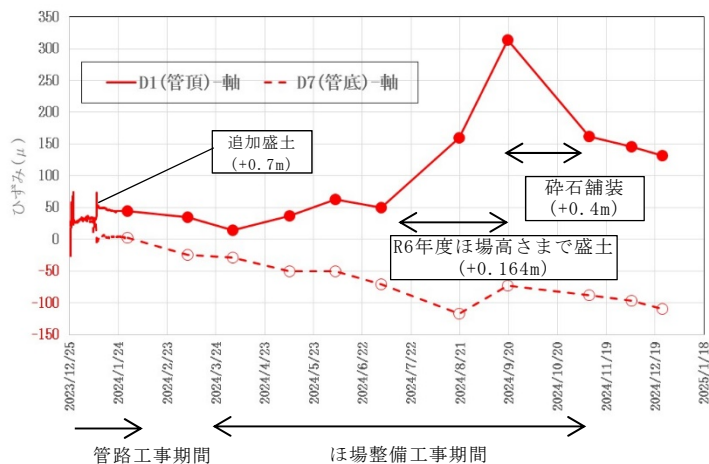


Fig. 7 軸方向ひずみの経時変化

4. まとめ

2021年(令和3年)8月に強度アップしたFRPM管の新規格の大口径埋設品の1年経過時の挙動(たわみ、ひずみ)を計測した。長期性能との比較において十分な安全性を確認した。

【謝辞】本評価実施にご指導頂いた農研機構農村工学研究部門の有吉充上級研究員に深謝申上げる。

【参考文献】1) 西堀、野中、有吉(2021)長期強度を考慮した強化プラスチック複合管の機能監視調査 2021年度農業農村工学会講演集要旨集p436～p437