

長期強度を考慮した強化プラスチック複合管の現場埋設挙動 (5 年間) Ground burial behavior of the FRPM pipe in consideration of long-term strength (Over a period of five years)

○宮里 昭太朗* 西堀 由章* 藤本 雅一** 有吉 充*** 毛利 栄征****

Shotaro Miyazato, Yoshiaki Nishibori, Masakazu Fujimoto, Mitsuru Ariyoshi, Yoshiyuki Mohri

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(以下、強プラ管)は、農業用水路に使用されてから 50 年以上が経過している。長期にわたって管を安全に使用するためには、長期強度を適切に把握することが重要である。そこで、長期強度を考慮した強プラ管を開発し、その管が埋設管として採用された現場で管のたわみ量及びひずみ量を計測している。

¹⁾ここでは、計測を開始した 2020 年から 5 年間の計測結果について報告する。

2. 計測結果

2.1 計測概要

長期強度を考慮した強プラ管(呼び径 900、管長 6,000mm の内圧 5 種管)を現地(岩手県一関市須川地区)にて埋設し、通水期間と落水期間を含む 5 年間にわたり、たわみ量及びひずみ量を計測した。計測回数は、たわみ量が落水期間に 2 回/年、ひずみ量が通水期間と落水期間にそれぞれ 2 回の計 4 回/年とした。管路の施工断面図及びひずみゲージ貼付断面図をそれぞれ、Fig.1 及び Fig.2 に示す。

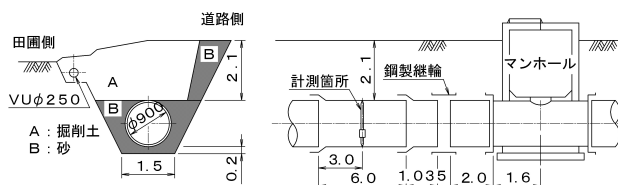


Fig.1 施工断面図 (単位: m)
Construction section diagram

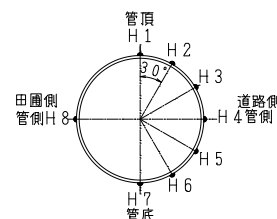


Fig.2 ひずみゲージ貼付断面図
Strain gauge attachment section drawing

2.2 たわみ量

たわみ量の経時変化を Fig.3 に示す。施工完了時の鉛直及び水平方向のたわみ量は、それぞれ 6.3mm(たわみ率: 0.7%)、6.7mm(0.7%)であった。5 年を経て、地震の影響もあり、最大たわみ量が、それぞれ 14.6mm (1.6%)、13.6mm(1.5%)に進行したが、たわみ率は 1.5%程度で推移している。

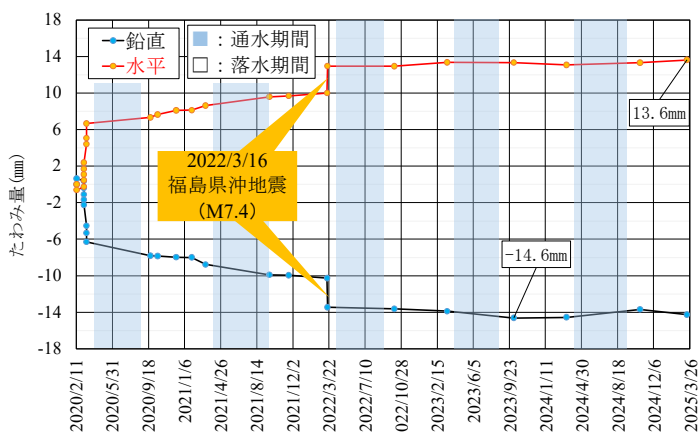


Fig.3 たわみ量の経時変化
Time-dependent deflection change

* 株式会社栗本鐵工所 Kurimoto, Ltd.

** 積水化学工業株式会社 SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.

*** 農研機構農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO

**** 毛利ジオテック研究所 MOHRI Geotech Institute

地震時挙動, FRPM 管, 現地計測

2.3 ひずみ量

円周方向ひずみと軸方向ひずみの経時変化をそれぞれ Fig. 4 及び Fig. 5 に示す。円周方向ひずみは、通水期間には全ての個所で引張方向に約 200×10^{-6} 増加しており、内圧により管が全体的に膨張した。2 年目までは徐々にひずみが増加したが、3 年目以降は概ね安定した。最大発生ひずみは管底部 (H7) の円周方向で $1,216 \times 10^{-6}$ であった。なお、管の破壊に対する指標となる極限曲げひずみは $9,866 \times 10^{-6}$ ¹⁾ である。

軸方向ひずみは円周方向ひずみの 1/2 程度であり、通水期間において圧縮方向に約 200×10^{-6} 増加しており、管底部のひずみは 492×10^{-6} であった。

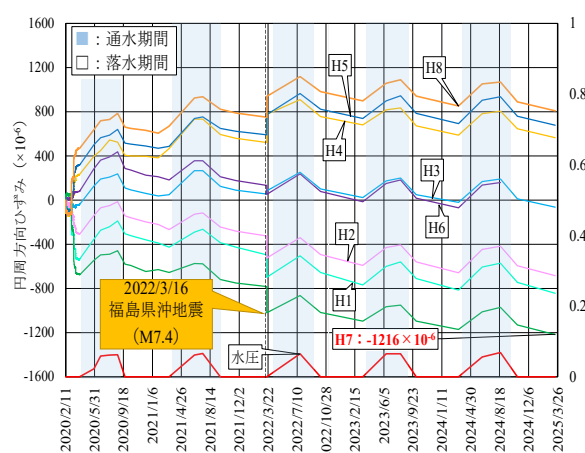


Fig. 4 円周方向ひずみの経時変化
Time-dependent change
in circumferential strain

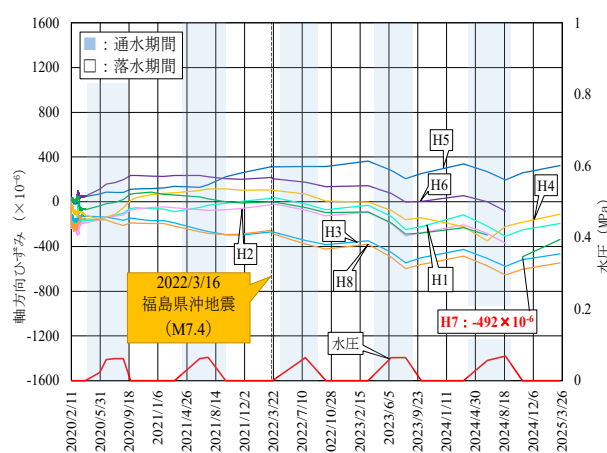


Fig. 5 軸方向ひずみの経時変化
Time-dependent change in axial strain

3. 地震時の挙動についての考察

強プラ管の埋設地である一関市では、計測期間中に震度 1 以上の地震が 680 回発生し、その内震度 5 以上の地震が 4 回発生した。特に、2022 年 3 月 16 日に発生した M7.4 の福島県沖地震では、地震発生前 (2022 年 3 月 16 日) の鉛直及び水平たわみ量がそれぞれ 10.3mm (たわみ率: 1.1%)、10.0mm (1.1%) に対して、地震が発生した翌日 (2022 年 3 月 17 日) は、13.5mm (1.5%)、13.0mm (1.4%) とそれぞれ約 3mm たわみが進行した。また、軸方向ひずみはほとんど変化がなかったが、円周方向ひずみは管頂及び管底が圧縮方向に約 200×10^{-6} 、管側部が引張方向に約 200×10^{-6} 増加した。この地震時の挙動は、管周辺の地盤の影響 (地震による一時的な剛性低下また揺すり込みによる圧縮) による管の変形と考察し、地盤状況を推定するため、計測したたわみ量から地盤の反力係数 e' を算出した。²⁾ その結果、地震前は $4,599 \text{ kN/m}^2$ 、地震後は $3,332 \text{ kN/m}^2$ と試算された。地震前後で反力係数は約 30% 低下しており、本現場の埋設条件 (素掘り施工、現地盤: 砂質土、基礎材料: 砂質土) での基準反力係数が 4000 kN/m^2 である²⁾ ことから地震後の周辺地盤の反力係数は基準を下回った。但し、構造設計において本現場条件で試算されるたわみ率は 2.1% であるため、許容たわみ率の 5% 以下には収まっている。計測は今後とも引き続き行い、データの蓄積ならびに管の長期安全性を検証する。

本評価の実施にあたり、ご協力頂いた東北農政局北上土地改良調査管理事務所及び須川土地改良区に深謝申し上げる。

【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
令和 3 年度農業農村工学会大会講演会要旨集 436-437
2) 農林水産省農村振興局: 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」 p. 318