

強化プラスチック複合管の長期性能評価 Long-term performance evaluation of FRPM pipes

○間宮 聡* 大塚 聡* 有吉 充** 毛利 栄征***
Satoshi Mamiya, Satoshi Otsuka, Mitsuru Ariyoshi, Yoshiyuki Mohri,

1. はじめに

フィラメントワインディング成形(FW 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始めてから 45 年以上が経過している。今後、多くの用水施設が標準耐用年数を超える中、長期性能およびその信頼性を明確に示す必要がある。本報では、FRPM 管の長期性能を確認するため ISO 規格に基づき外圧および内圧試験を行い、その安全性を評価したので報告する。

2. 外圧試験 (長期極限曲げ歪み試験)

2.1 試験方法

ISO10471 規格に準拠した方法で実施した。Fig. 1 に示すように水中に設置した供試管に静的荷重を負荷して供試管が破壊に至るまでの時間および破壊時の円周方向歪みを測定した。供試管については呼び径 500、内圧 3 種管を使用し、管幅は JIS A 5350(強化プラスチック複合管)の外圧試験に準じて 300mm とした。また、水温は、 $23 \pm 5^\circ\text{C}$ 、水槽の pH は 7 ± 2 とした。

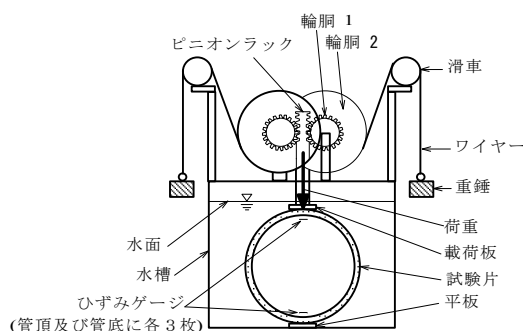


Fig. 1 長期極限曲げ歪み試験装置

2.2 試験結果

19 個の供試管についてデータを採取した。破壊時間と極限曲げ歪みの関係を Fig. 2 に示す。採取したデータから、ISO10928 に基づき回帰分析を行い、50 年後の長期極限曲げ歪みを算出すると $9,866 \times 10^{-6}$ となる。FW 成形による FRPM 管では、外圧による破壊歪みを $14,900 \times 10^{-6}$ に設定している。農水省設計基準では、外圧に対して試験外圧(破壊外圧の 80%)の 1/2 を使用条件の上限としている。従って、 $14,900 \times 10^{-6} \times 0.8 \div 2 = 5,960 \times 10^{-6}$ が使用時の限界歪みとなる。そのため、農水省設計基準に対して、本試験から算出された長期極限曲げ歪みの安全率は 1.66 となり、供用年数 50 年経過した場合でも安全側であると考えられる。

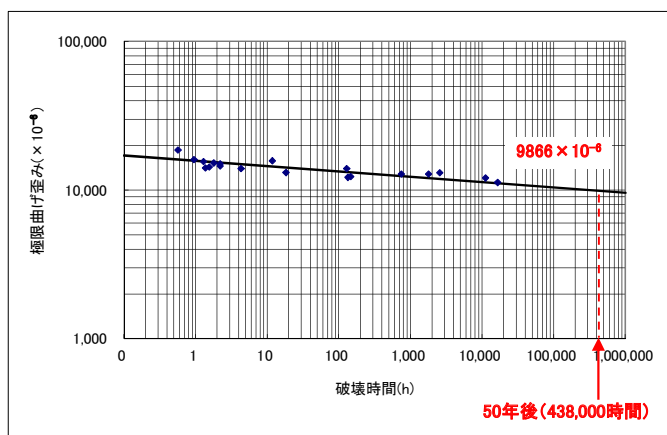


Fig. 2 破壊時間と極限曲げ歪みの関係

3. 内圧試験 (長期極限内圧歪み試験)

3.1 試験方法

ISO7509 規格に準拠した方法で実施した。Fig. 3 に示すように供試管に一定の内圧を負荷して、供試管が破壊に至るまでの時間および破壊時の円周方向歪みを測定した。供試管については、

* 榊栗本鐵工所 Kurimoto Co., LTD ** 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering
*** 茨城大学 Ibaraki University 長期性能, 性能設計, ISO

試験効率を考慮し、呼び径 200(管厚 7mm)の FRPM 管を製作した。なお、管の層構成は、JIS A 5350 に規定された FW 成形品の呼び径 500 以上(管厚が呼び径の 2%のもの)の内圧 3 種管と内圧による発生歪みが同等となるよう設計した。

3.2 FW成形品の設計値

FW 成形品(内圧 3 種管)の内圧と円周方向歪みの関係を **Table1** に示す。農水省設計基準では、内圧に対しては、試験水圧の 1/2 である設計水圧を使用条件の上限としている。FW 成形による FRPM 管では、内圧負荷時による限界歪みを安全側に $9,000 \times 10^{-6}$ に設定し、さらにクリープ係数 1.5 で除したものを試験水圧(1.4MPa：管体の内圧強さを確認する品質管理上の数値)時の歪み ($9,000 \div 1.5 = 6,000 \times 10^{-6}$)としている。従って、設計水圧時の限界歪みは、 $6,000 \div 2 = 3,000 \times 10^{-6}$ となる。また、試験水圧以上の内圧に対しては、**Table1** に示す発汗および破壊水圧の定義がされており、最終的に破壊水圧時においては、設計水圧時の歪みに対して 5 倍の安全率を乗じた $15,000 \times 10^{-6}$ の円周方向歪みを設定している。

3.3 試験結果

21 個の供試管についてデータを採取した。供試管の破壊については、発汗現象が確認され、且つ圧力低下が生じたときとした。破壊時間と極限内圧歪みの関係を **Fig.4** に示す。採取したデータから、ISO10928 に基づき回帰分析を行い、50 年後の長期極限内圧歪みを算出すると $7,607 \times 10^{-6}$ となる。本試験から算出された長期極限内圧歪みの安全率は、農水省設計基準より算出された使用時の限界歪み $3,000 \times 10^{-6}$ に対して、2.53 となり、耐用年数 50 年経過した場合でも安全側であると考えられる。

4. まとめ

FW 成形による FRPM 管は外圧および内圧ともに、供用年数 50 年を経過した場合においても、使用時の限界歪みが農水省設計基準値と比較して、外圧に対して 1.66 および内圧に対して 2.53 の安全率となり長期的にも信頼性の高い管路材料であることを確認した。

【参考文献】 1) 井戸本 宮崎 矢野 中島 (2007) :FW 成形強化プラスチック複合管の長期性試験, 農業土木学会誌, 75(2), pp121-124 2) 大塚 間宮 有吉 毛利(2013) : 長期極限曲げ歪み試験による FRPM 管の長期性能評価, 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, pp760-761 3) 農林水産省 農村振興局 整備部設計課 土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」

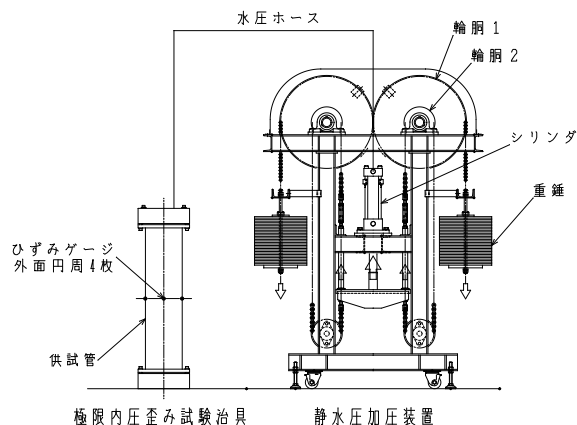


Fig. 3 極限内圧歪み試験装置

Table1 FW成形品の設計値

項目	円周方向歪み	内圧 (MPa)
(破壊水圧)	$(15,000 \times 10^{-6})$	(3.5)
発汗水圧	$10,000 \times 10^{-6}$	2.33
試験水圧	$6,000 \times 10^{-6}$	1.4
設計水圧	$3,000 \times 10^{-6}$	0.7

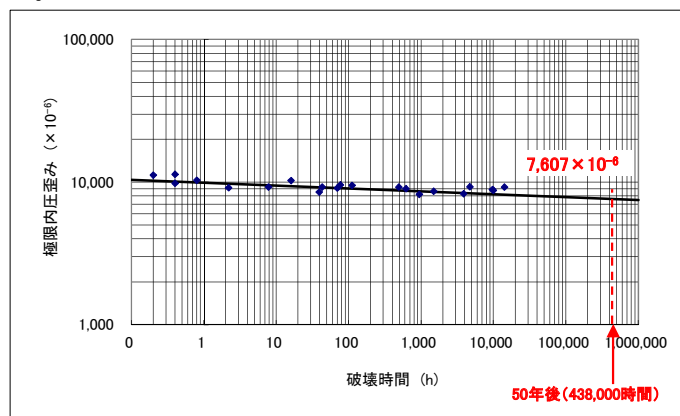


Fig. 4 破壊時間と極限内圧歪みの関係