

## 長期極限曲げ歪み試験による FRPM 管の長期性能の評価

### Evaluation of the FRPM pipe by the long-term ultimate bending test

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

#### 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 40 年以上が経過している。今後、多くの施設が標準耐用年数を超えるため、長期的な安全性を把握することが急務であるが、FRPM 管の長期性能に関する研究は、ほとんど報告されていない。そこで、本稿では、長期極限曲げ歪み試験を実施し、FRPM 管の長期性能を評価した。

#### 2. FRPM 管

FRPM 管はガラス繊維、樹脂及び骨材を組み合わせた複合パイプであり、断面は内面及び外面が FRP 層で中間に樹脂モルタル層を配したサンドイッチ構造となっている。これにより、内外面の引張強度と中間層の圧縮強度が複合化されるため高強度な製品となり、内水圧及び土圧などの外力に抵抗する構造となっている。FRPM 管の断面構造を Fig. 1 に示す。

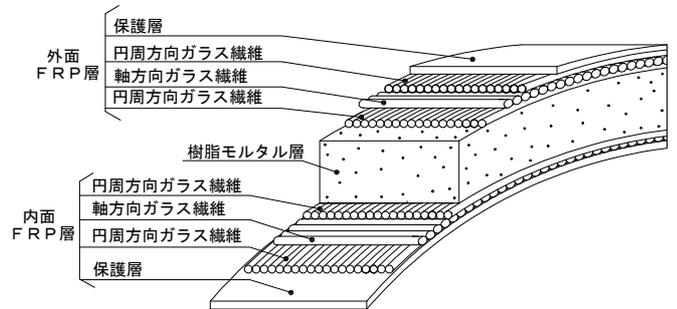


Fig. 1 FRPM 管の断面構造

#### 3. 試験

##### 3. 1 試験方法

長期極限曲げ歪み試験は、ISO10471 規格に準拠した方法で実施した。Fig. 2 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及び破壊時の円周方向歪みを測定する。破壊に至るまでの時間が異なるように、静的荷重を変更した 18 ケースの試験を実施した。18 ケースの試験結果から、ISO10928 規格に準拠して回帰直線を算出し、50 年後の長期極限曲げ歪みを求める。供試管には、Table. 1 に示す呼び径 500、内圧 3 種管を用いた。管幅は JIS A 5350 の外圧試験に準じて 300mm とした。

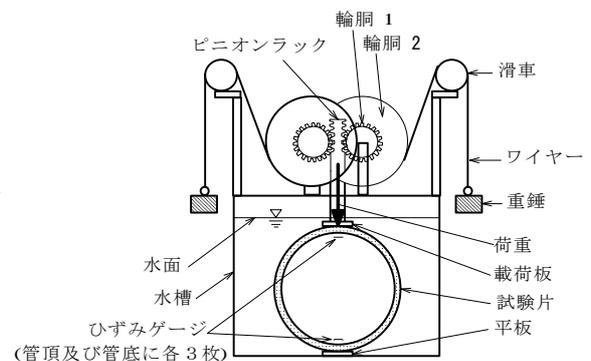


Fig. 2 長期限界曲げ歪み試験装置

Table. 1 供試管概要

呼び径	管種	基準たわみ 外圧 (規格値)	試験外圧 (規格値)
500	内圧 3 種	14.6kN/m	41.9kN/m

\* ㈱栗本鐵工所      Kurimoto Co., LTD      長期性能試験 性能設計 ISO  
 \*\* 農村工学研究所      National Institute for Rural Engineering

### 3. 2 試験結果

一例として 128.6 時間で破壊した供試管の歪み量及びたわみ量の経時変化を Fig. 3 に示す。

破壊時のたわみ量は 82.7mm(撓み率 16%)であり、  
 載荷時の初期たわみ量 36mm(撓み率 7%)の 2.3 倍であった。  
 一方、歪みについては、破壊時の歪みは、  
 13910 $\mu$  で、載荷時の初期歪み 7593 $\mu$  の 1.8 倍であった。  
 Fig. 3 から破壊直前に歪み量及びたわみ量が急増し、  
 破壊に至っていることが確認できる。なお、他の  
 ケースについても同様の傾向であった。

また、破壊の形態は Fig. 4 に示すように、管頂及び管底部の内面 FRP 層の圧縮破壊であった。層間剥離やその他の箇所での破壊は確認されなかった。

長期極限曲げ歪み試験は現在 17 点の破壊歪みデータを  
 得ている。残り 1 個の試験片については静的荷重を  
 負荷して 10,000 時間以上を超えているが破壊には  
 至っておらず経過観察中である。

17 点までの試験結果から求めた破壊時間と極限曲げ歪みの  
 関係を Fig. 5 に示す。また、回帰分析から得られた  
 結果を (1) 式に示す。

$$y = 0.19807 - 0.03910 \times x \cdot \cdot (1)$$

ここに、y : 観察特性値の常用対数(log)

x : 破壊時間の常用対数(log)

(1) 式から、50 年(438,000 時間)後の長期極限曲げ歪み  $S_b$  は下記のように算出される。

$$S_b = 10^{-0.02251} = 0.9495 \% = 9,495 \mu$$

FW 成形による FRPM 管では、外圧による破壊歪みを 14,900 $\mu$  に設定している。内圧管の試験外圧値は破壊外圧値の 80%であり、使用時の限界である設計外圧値は試験外圧値から安全率 2 で除した値に設定している。したがって、 $14,900 \mu \times 0.8 \div 2 = 5,960 \mu$  が使用時の限界歪みとなる。そのため、今回の試験から算出された長期曲げ歪みの安全率は 1.59 となる。

過去の報告例\*\*\*は $\phi 500$  内圧 4 種管での極限曲げ歪み試験が行われており、その回帰直線 (Fig. 4 一点鎖線で表記) による 50 年後の推定値 9830 $\mu$  と比較してもほぼ同等の性能であった。

### 4. 今後の課題

本試験は、多大な時間を要するため、長期極限曲げ歪み試験に温度を組み合わせることで、試験期間の短縮化を図った温度促進試験の実施を検討している。温度促進試験で得られた結果と本試験の結果から、パイプの性能に関する温度の影響を明らかにし、低コストで実施できるインフラストックの寿命予測に関する試験方法を提案していきたい。

【参考文献】\*\*\* 「FW 成形強化プラスチック複合管の長期性能試験」

井戸本靖史、宮崎徹、矢野博彦、中島賢二郎：水土の知 第 75 巻 第 2 号 121 頁

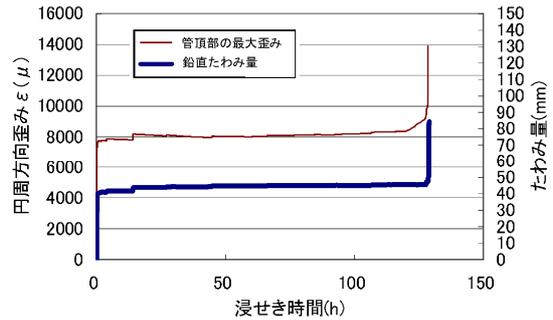


Fig. 3 歪み量及びたわみ量の経時変化

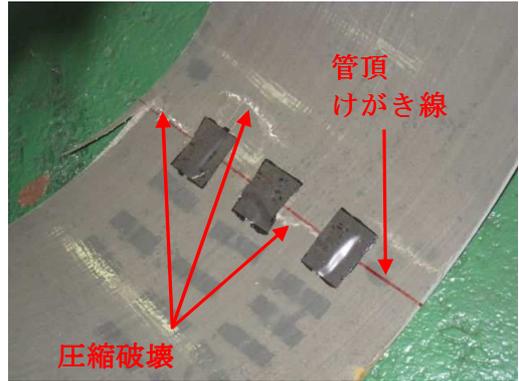


Fig. 4 供試管の破壊形状

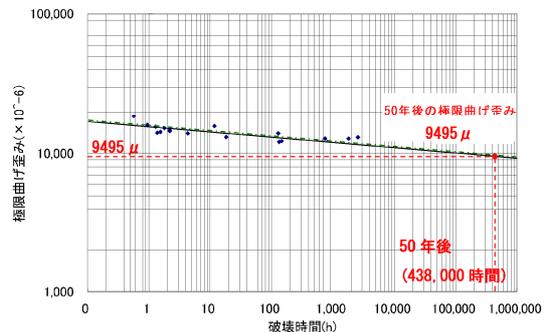


Fig. 5 破壊時間と極限曲げ歪みの関係