

## FRPM管の長期性能評価に関する時間短縮の提案

### The proposal of the time crunch about longtime performance evaluation of a FRPM pipe

○ 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

強化プラスチック複合管(FRPM管)の長期性能を評価する方法としては、ISO10471 規格に準拠した長期極限曲げ歪み試験が挙げられるが、試験期間が10,000 時間以上を要するため、結果を得るためには1年以上の期間を要する。

そこで、プラスチックやゴム等の粘弾性材料は、温度による依存性があることに着目し、最も一般的な寿命予測方法である時間-温度換算則を適用して、FRPM管の長期性能評価に関する時間短縮について検証した。また、常温における長期極限曲げ歪み試験の結果と比較することで、時間短縮の妥当性を確認した。

#### 2. 時間-温度換算則

一般に多くの高分子材料は粘弾性を有しているため、時間依存性と温度依存性の間に相関関係があると言われている。このことから、常温で長期間にわたる力学挙動変化と高温で短期間にわたる力学挙動変化は同等と考えられるため、高温での試験結果から常温における長時間の力学挙動を予測することが可能となる。

種々の温度環境下で測定されたクリープ曲線を時間軸に沿って水平移動させると、広い範囲にわたるクリープ曲線を得ることができる。この手法で得られた曲線をマスターカーブと呼び、各温度における水平移動量をシフトファクターという。シフトファクターの概要を Fig. 1 に示す。

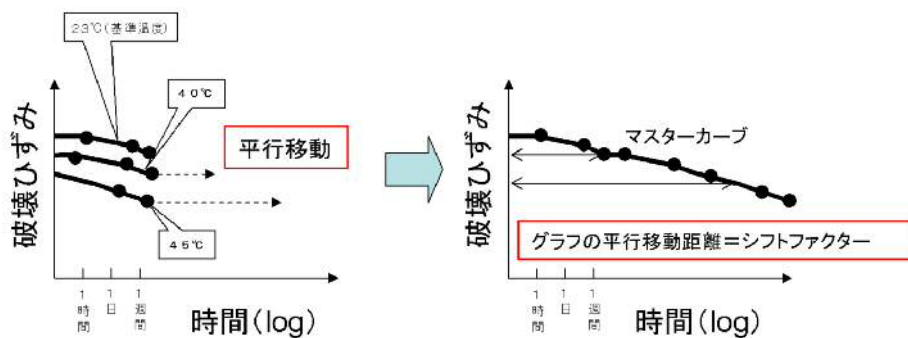


Fig. 1 シフトファクターの概要

シフトファクターの妥当性について、本稿では硬質プラスチック等の材料にも適合するとされているアレニウス式を用いて検討を行った。

$$\log a_{T_0}(T) = \frac{\Delta H}{2.303R} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)$$

$a_{T_0}$ : 時間-温度移動因子

R: ガス定数( $8.31 \times 10^{-3}$  kJ/mol·K)

$\Delta H$ : 活性化エネルギー(kJ/mol)

T: 試験温度(K)

$T_0$ : 基準温度(K) 長期極限曲げ歪み試験と同じ 23°Cに設定

\* 榊栗本鐵工所

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. 試験

#### 3.1 試験方法

試験片は、呼び径 500、内圧 3 種管を使用し、管幅は JIS A 5350 の外圧試験に準じて 300mm とした。試験は Fig. 2 に示すように、水中に設置した試験片に静的荷重を負荷し、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。

また、本試験では水温を 30℃および 40℃に設定し、破壊に至るまでの時間を 100 時間以上ばらつかせて、それぞれ 5 個のデータを採取した。

#### 3.2 試験結果

30℃および 40℃の状態で作られた破壊時間および歪みをプロットし、その回帰直線を算定して、常温のデータと比較したグラフを Fig. 3 に示す。

それぞれの破壊データを常温の回帰直線に沿ってシフトファクターさせたグラフを Fig. 4 に示す。この結果、30℃における平行移動量は  $\log_{10}(T)=1.1$  となり、40.3 時間が 3.2 時間まで短縮し、40℃における平行移動量は  $\log_{10}(T)=2.6$  となり、278.9 時間が 0.7 時間まで短縮することができる結果となった。

シフトファクターと絶対温度の逆数  $1/T$  との関係性を Fig. 5 に示す。また、シフトファクターの妥当性を確認するため活性化エネルギーを算定したところ、30℃では 270.0kJ/mol、40℃では 271.4kJ/mol と概ね一致する結果となり、試験期間の短縮に時間-温度換算則は有効であることが確認できた。

### 4. まとめ

FRPM 管における長期性能の評価手法として、時間-温度換算則による検討を進めた結果、常温で 10,000 時間を要する試験を 30℃の環境下では 33 日、40℃の環境下では 25 時間で評価できる結果となった。

今後は、本手法を活用し、インフラストックの寿命予測に関する技術の発展に貢献していきたいと考える。

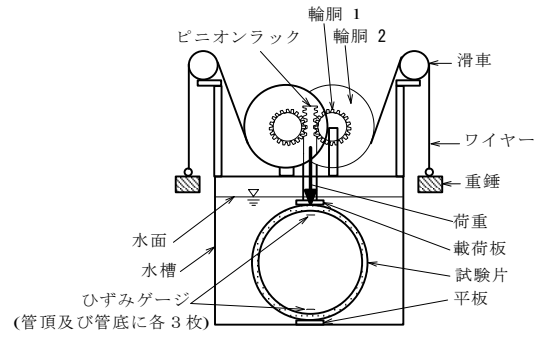


Fig. 2 試験装置

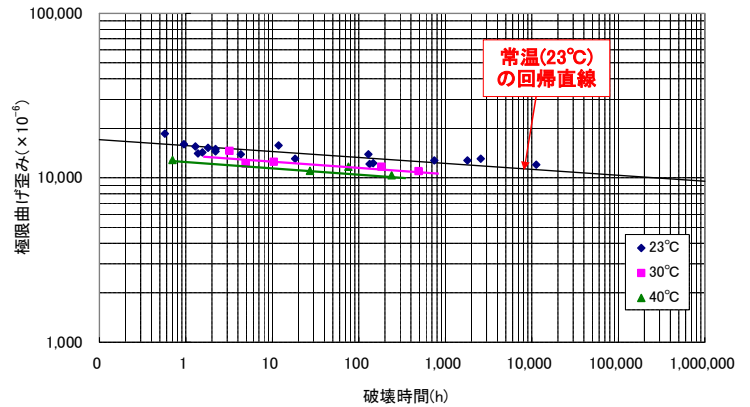


Fig. 3 試験結果および常温での回帰直線

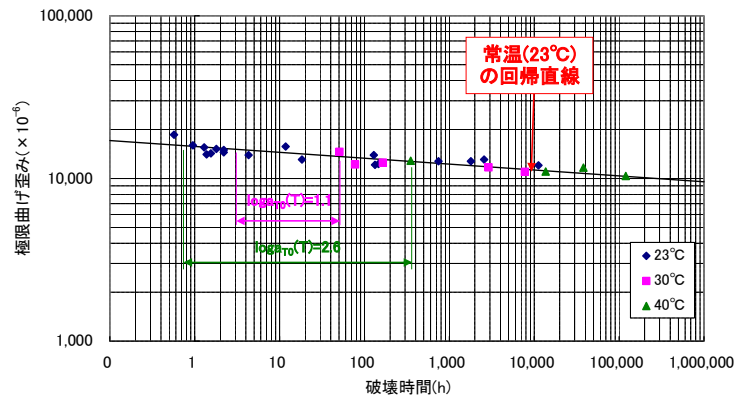


Fig. 4 シフトファクターさせた試験結果

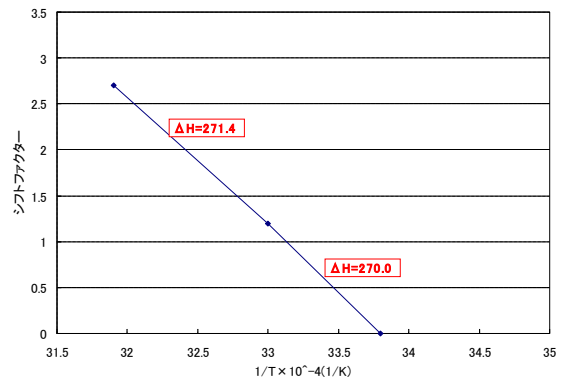


Fig. 5 シフトファクターと絶対温度の関係

【参考文献】「時間-温度換算則を用いた熱溶融エポキシ CFRP のクリープ特性の予測」 荘司 明子、邊 吾一、平山 紀夫  
「下水道更生管の長期試験簡略化に関する提案」 北川英二、藤井善通、溝口真知子、仲井朝美、濱田泰以