

第Ⅰ部門 FRP 製中空部材のクリープ特性評価

株式会社栗本鐵工所 正会員 ○築田 幸祐

1. はじめに

近年、耐用年数を超過した道路構造物が年々増加する中、メンテナンスの効率化は喫緊の社会課題となっている。平成 26 年 7 月 1 日施行された省令・告示により、5 年に 1 回近接目視を実施し、道路構造物の健全性を評価することが義務づけられている。橋梁の点検設備としては、鋼製検査路が一般的であるが、重量や腐食の問題があり、軽量かつ耐食性に優れた検査路が求められている。そこで、当社では、床版の形状が中空断面である FRP 製検査路を提案している。FRP 製検査路の長期的な安全性を評価するために、床版と同形状である FRP 製中空部材について静荷重を負荷したクリープ試験を実施した。本稿では、試験期間が 1 年半のデータを基に、50 年後のクリープ特性を評価した結果を報告する。

2. クリープ試験

2.1 試験体概要

試験体断面形状を図 1 に示す。本試験体は熱硬化性樹脂及びガラス繊維を用いた FRP 製であり、成形方法は引抜成形である。

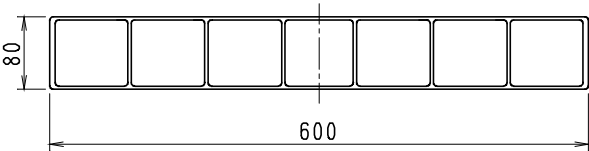


図 1 試験体断面形状

2.2 試験方法

試験概要図を図 2 に、試験条件を表 1 に示す。支持スパン 3100mm にて試験体を支持架台にボルトで固定し、初期たわみは  $L/600$ （FRP 製検査路の床版を支持スパン 6000mm とし、 $100\text{kg/m}^2$  の等分布荷重（90kg の作業員 4 名分）が作用した時の単純支持梁として設定）を狙い目として試験体中央にコンクリート平板（寸法： $300\times300\times60\text{mm}$ ）を用いて載荷した。試験体中央下部にひずみゲージを貼り付け、試験体の長手方向に発生する引張ひずみ（以下、ひずみという）を測定するとともに、ロッド形マイクロメータにて試験体のたわみを測定した。なお、本試験は施工現場を想定し、屋外にて実施した。

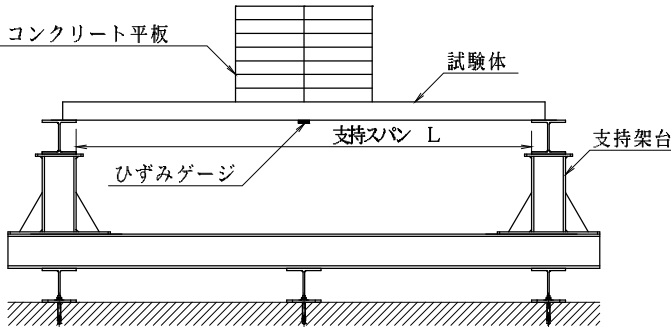


図 2 試験概要図

表 1 試験条件

| 試験環境       | 屋外                        |
|------------|---------------------------|
| 試験体長さ (mm) | 3220                      |
| 支持スパン (mm) | 3100                      |
| 初期たわみ (mm) | 5.344 ( $\approx L/580$ ) |
| 載荷荷重 (kg)  | 192                       |

### 3. 試験結果

#### 3.1 たわみの測定結果

たわみの測定結果を図3に示す。一般的に、たわみは時間経過に伴い増加するが、本試験においてはバラつきが生じていた。本試験は屋外にて実施しているため、試験体温度が変化することによる熱伸縮の影響であると考えられる。

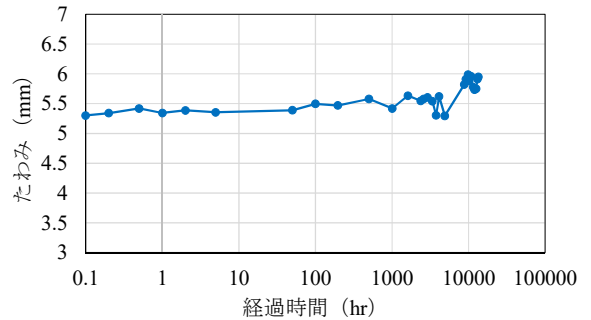


図3 たわみの測定結果

#### 3.2 ひずみの測定結果

ひずみの測定結果を図4に示す。「JIS K 7164 プラスチック-引張特性の試験方法-」に準拠し、本試験体から切り出した試験片を用いて引張試験を実施した結果、破壊ひずみは  $13000 \times 10^{-6}$  であった。1年半（13440h）経過時点におけるひずみは  $408 \times 10^{-6}$  と、破壊ひずみに対しておよそ 1/32 の数値であり、増加量は初期ひずみ  $215 \times 10^{-6}$  に対して  $193 \times 10^{-6}$  であった。

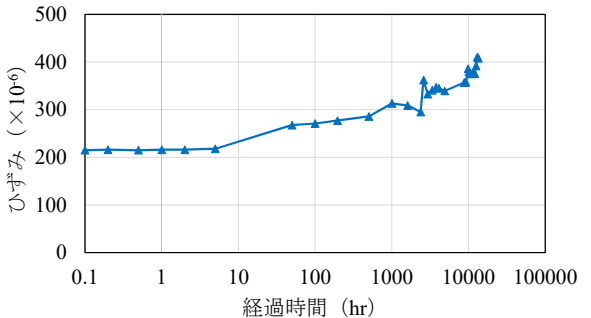


図4 ひずみの測定結果

### 4. 50年後におけるたわみ予測及びクリープ係数

50年後におけるたわみの予測結果を図5に、本試験体のクリープ係数算出結果を表2に示す。たわみについては「JIS K 7020 ガラス強化熱硬化性プラスチック（GRP）管及び継手-回帰分析法及びその使用」に記載されている「方法 A-相関分析法」を用いて回帰分析を行い、50年後のたわみを算出した。クリープ係数については図5、式（1）及び式（2）を用いて初期及び50年後における曲げ剛性の比率から算出した。曲げ剛性の算出に用いる P 及び L は、同一の試験体であるため同一値となることから、 $\delta_0$  と  $\delta_{50}$  の比率がクリープ係数である。なお、 $\delta_0$  は載荷時の数値を用いた。

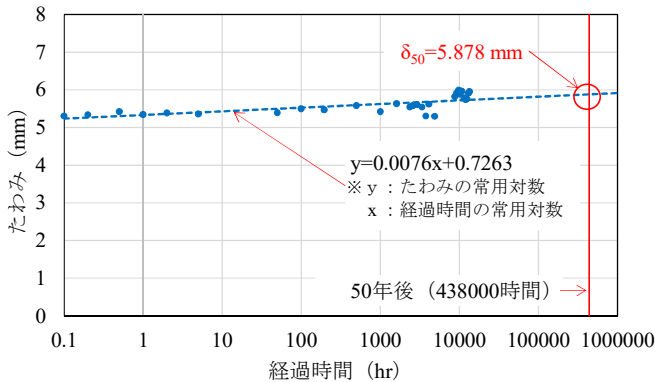


図5 50年後のたわみ予測結果

$$\delta = \frac{PL^3}{48EI} \cdots \text{式 (1)} \quad EI = \frac{PL^3}{48\delta} \cdots \text{式 (2)}$$

ここに、

$\delta$  : たわみ (mm)  
P : 荷重 (N)  
L : 支持スパン (mm)  
E : 曲げ弾性係数 (GPa)  
I : 断面二次モーメント (mm<sup>4</sup>)

表2 クリープ係数算出結果

| $\delta_0$ (mm) | $\delta_{50}$ (mm) | クリープ係数 |
|-----------------|--------------------|--------|
| 5.344 (≒ L/580) | 5.878 (≒ L/527)    | 1.100  |

### 5. おわりに

FRP 製中空部材に静荷重を負荷したクリープ試験を1年半実施した結果、試験体中央下部におけるひずみは  $408 \times 10^{-6}$  と破壊ひずみに対しておよそ 1/32 の数値であった。また、たわみの測定結果を基に、50年後におけるたわみを予測した結果、5.878mm と増加量は0.534mm であった。

以上から、FRP 製中空部材は、長期的に安全な製品であることが確認できた。