

バサルト繊維複合ロッド材の引張クリープ特性に関する研究

名城大学 学生会員 松井 翔太, ○梶浦 拓馬
 名城大学 正会員 岩下 健太郎
 株式会社富士ピー・エス 正会員 八木洋介
 株式会社富士ピー・エス 正会員 吉田光秀

1. はじめに

耐腐食性に優れ高い引張強度を有する炭素繊維複合材（以後 CFRP と呼称）やアラミド繊維複合材（以後 AFRP と呼称）のロッド材を PC 材として適用する試みが過去に行われていた例がある¹⁾。本研究では、CFRP や AFRP より比較的安価であり、AFRP と同程度の引張特性を持つバサルト繊維複合材（以後 BFRP と呼称）のロッド材に着目し、そのクリープ試験により、引張クリープ性能を評価した。

2. 実験概要

連続繊維複合材のクリープ試験破壊試験方法(JSCE-E 533-1999)土木学会編コンクリート標準示方書 [規準編]²⁾に準拠した引張クリープ試験を実施した。供試体は、端部固定の為に図-1 のように 700mm に切断した BFRP ロッドに長さ 200mm の鋼管に入れ膨張セメントを充てんし、固定した。表-1 の引張強度はメーカー値である。本研究では、実験の都合上φ8mm の BFRP ロッドの引張試験を行い、引張特性を確認した。図-2 に引張応力ひずみ関係を、引張強度やヤング率といった物性値を表-1 に示す。引張強度およびヤング率の複合則により、バサルト繊維材および含浸・接着材のポリエステル樹脂のメーカー値から BFRP ロッドの引張強度およびヤング率を換算すると、表-1 に示す値となり、実験値はこれらの値と類似している。引張強度の実験値である 1308N/mm² の 60% の荷重を加え、1000 時間クリープ試験を実施した。1000 時間まではひずみゲージ 2 点とπ型変位計 (35mm) を中心部に接続し、ひずみの計測を行った。その結果、供試体が破断することがなかった為、実験を終了した。引張強度の 60% の荷重は油圧ジャッキと小型電動油圧ポンプを用いて維持した。実験は気温 20±0.1℃、湿度 50±1% に維持した恒温室内で行った。

3. 実験結果と考察

図-2. 3. 4. 5 は、クリープ試験における荷重、ひずみの経時変化を示したものである。±2kN 程度の荷重変動が見られ、それに応じたひずみ変動が見られたため荷重の平均値 P_{ave} と各荷重 P_m の比 (P_m/P_{ave}) で各荷重負荷時におけるひずみを除して平準化を図った。ここで、BFRP ロッドのクリープ後のひずみ値を式(1)より算出する。

$$Y = a + b \log T \quad (1)$$

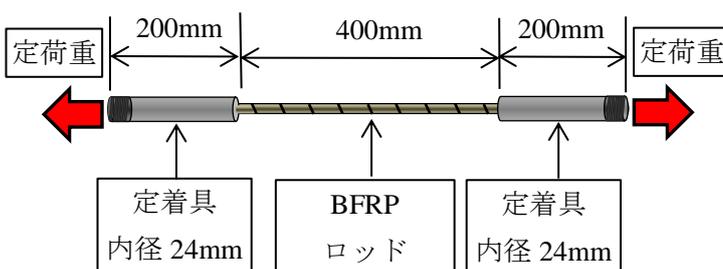


図-1 供試体寸法

表-1 BFRP ロッドの引張特性

	メーカー値 からの換算値	実験値
引張強度 σ (N/mm ²)*	1131	1308
ヤング率(kN/mm ²)*	53.6	55.0
破断ひずみ ϵ (%)	2.1	2.4
繊維含有率 V_f (%)	59.5	59.5

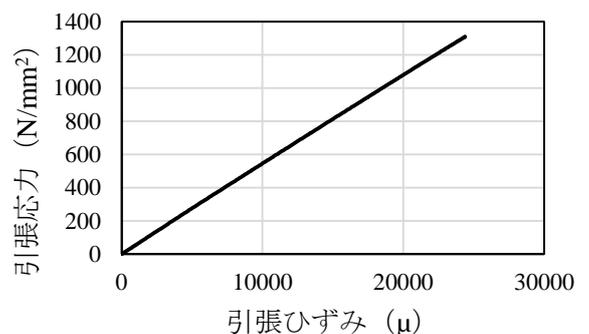


図-2 引張応力、ひずみ関係

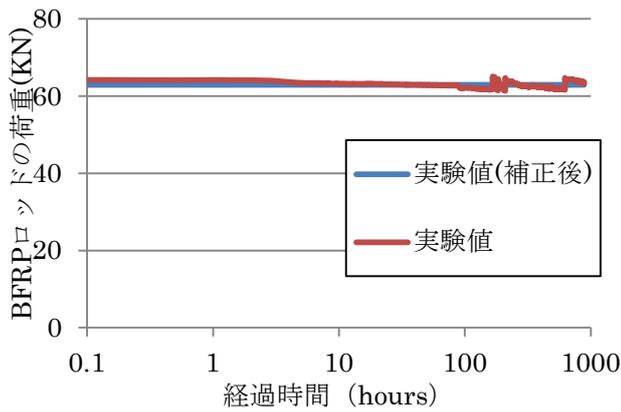


図-2 BFRP ロッドに生じる荷重の経時変化

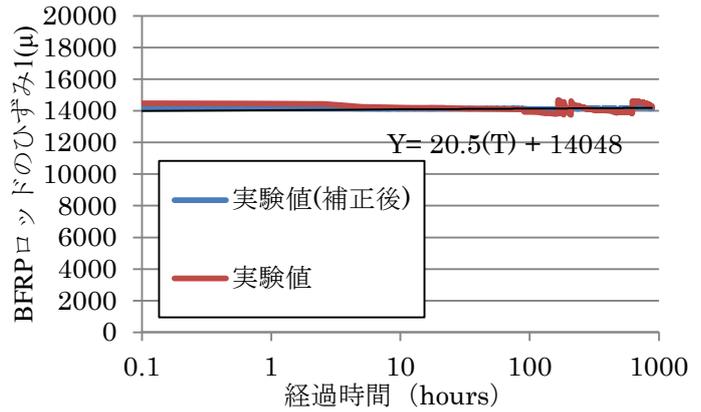


図-3 BFRP ロッドに生じるひずみの経時変化

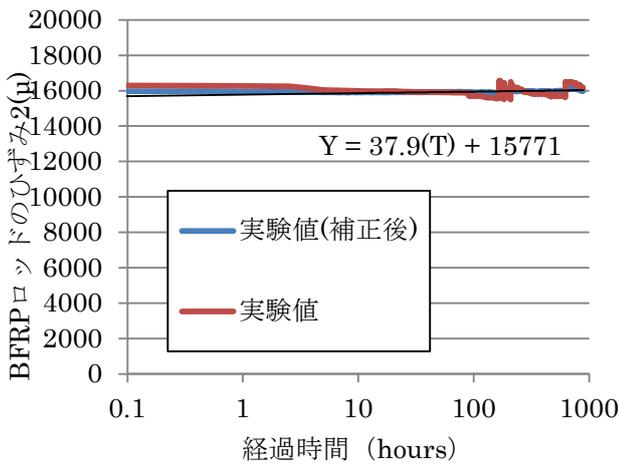


図-4 BFRP ロッドに生じるひずみの経時変化

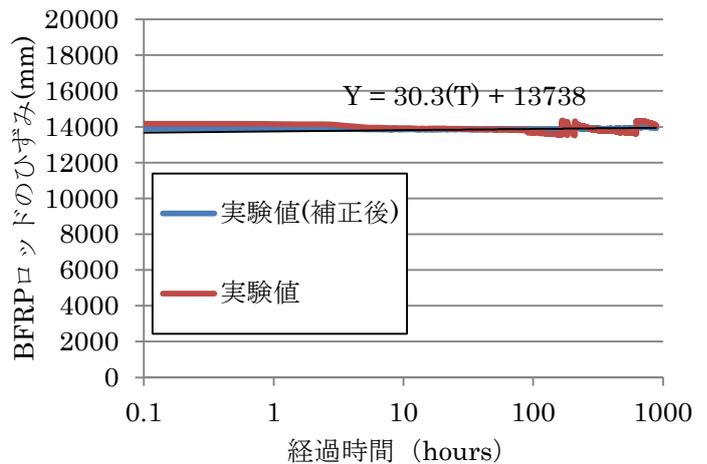


図-5 BFRP ロッドに生じるひずみの経時変化
(π 型変位計によるひずみ)

ここに、 Y :クリープ試験後のひずみ、 a :初期導入ひずみ(μ)、 b :単位時間あたりのひずみ増加量($\mu/\log(\text{hour})$)
 T :経過時間 (h) である。

本実験では a : 初期導入ひずみ=13738 μ ~ 15771 μ 、 b : 単位時間あたりのひずみ増加量=20.5 μ ~ 37.9 μ となった。実験開始直前と直後のひずみのグラフを比較すると、21~38 $\mu/\log(\text{hour})$ の速さでひずみが増加しており、クリープによる増加ひずみを初期導入ひずみで除することで得られるクリープ係数は 1000 時間後でも 0.4~0.7%、100 万時間後までグラフを延長した場合に 0.8~1.4%となった。クリープ係数は、PC 鋼棒で 1000 時間後に 0.4%程度、AFRP で 100 時間後に 8%~10%程度、CFRP のクリープは AFRP のそれよりかなり小さいという報告がある^{1), 3)}。したがって、BFRP ロッドはクリープ性能に優れていることが実験的に示された。

4. まとめ

本研究では、一定荷重下での BFRP ロッドの引張クリープ試験を行い、その引張クリープ特性を実験的に検証した。その結果、BFRP ロッドの引張クリープ係数は 1000 時間後でも 0.4~0.7%であり、PC 鋼棒や、他の FRP と比べて同程度かそれ以上の耐クリープ性能を有していることが実験的に示された。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 24760352 の助成を受けて実施されたものである。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリートライブラリー72，連続繊維補強材のコンクリート構造物への適用，1992
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書[規準編]，2013
- 3) 林成俊，西山峰広：高温における PC 鋼棒のクリープモデルに関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.31，No.2，pp.529-534，2009