

AFRP緊張材の一定引張応力下における強度特性に関する検討

住友建設(株) 正会員 浅井 洋
 住友建設(株) 正会員 中井 裕司
 住友建設(株) 正会員 水谷 淳

1. まえがき

FRPを建設構造物に使用するにあたり、数々の研究が行われ使用状態における引張応力度の限界値が決定しつつある。限界値を決定するには引張強度に安全率を考慮する方法や構造物の破壊形態にもとづき算定する方法が考えられる。しかし、材料面から決定する場合、引張強度以外に疲労強度やクリープ強度についても明らかにしておく必要がある。

本研究では、AFRP緊張材のクリープ試験を実施し、その変形挙動と破壊について論じるものである。

2. 試験方法

試験に使用したAFRPロッドの物理的性質を表-1に示す。定着方法は付着型定着とクサビ型定着の2種類とした。付着型定着は鋼管内を無収縮モルタルで充填しロッドを定着する方法であり、クサビ型定着はロッドの表面を樹脂で被覆して直径8mmとして2つ割りクサビにて定着する方法である。(図-1)

表-1 ロッドの品質

ロッドの径(母材)	6mm
繊維の種類	アラミド繊維 テクノーラ
マトリックスの種類	ビニルエステル樹脂
繊維の体積含有率(Vf)	65%
FRPロッドの理論強度	230kgf/mm ²

付着型定着具を使用した緊張材の平均引張強度は192kgf/mm²であり[1]、クサビ型定着具を使用した場合は218kgf/mm²である[2]。

試験装置にはテコ式クリープ試験機を使用し、試験温度は20℃とした。載荷応力度は142~195kgf/mm²の範囲で行い、クリープ変形量と破壊時間を測定した。クリープ変形量は試験部を変位計で測定した。

3. 実験結果および考察

弾性変形量に対するクリープ変形量の割合(以下、クリープ係数)と経過時間との関係を図-2に示す。

載荷応力度が152~180kgf/mm²の範囲ではクリープ係数の経時変化はいずれの試験体も同様な増加を示し、載荷応力度による違いは認められない。この場合、10時間後のクリープ変形量の増加量は弾性変形量の7~9%であった。しかし、より低い応力度によるクリープ変形量はさらに小さな値が報告されている。[3]

また、応力緩和式[4]を次式によりクリープ係数 $\alpha(t)$ に換算した値を図中の破線に示す。

$$\alpha(t) = 1 + \{S_0 - S(t)\} / S_0$$

ここに、 S_0 : 初期応力度($=\varepsilon_0 \cdot E_0$)、 ε_0 : 弾性ひずみ、 E_0 : 弾性係数

$S(t)$: t 時間後の応力度、 $S(t) = S_0 \cdot (0.95 - 0.031 \log t)$ 、 t : 経過時間(h)

応力緩和式は実験値に比べクリープ係数の増加の割合が大きく、クリープ変形量を過大評価する傾向にある。

AFRP緊張材の破壊時間と応力度の関係を図-3に示す。破壊時間は所定の応力度に至った直後からの経過時間であり対数で表示した。付着定着具を使用した場合、載荷応力度が152~180kgf/mm²の範囲では応力度

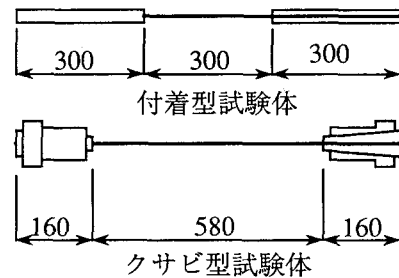


図-1 試験体形状図

が低下するにつれて破壊に至る時間は長くなる。しかし、 142kgf/mm^2 では4試験体のうち3試験体が1000時間を経過しても破壊に至らなかった。本実験からのみでは、この応力レベルがクリープ限界値であるとはいえず、さらに実験を重ねる必要がある。クサビ定着具を使用した場合のクリープ破壊曲線は、付着定着具を用いた曲線に比べ $10\sim 20\text{kgf/mm}^2$ 高い値を示し、それぞれの勾配はほぼ同じである。さらに、魚本らの研究[5]においても同様な勾配を示している。つまり、これらクリープ破壊曲線の勾配はAFRPロッドのクリープ特性によるものと考えられる。

また、ロッドの破壊は定着部近傍で生じており、引張試験時の破壊長が $10\sim 30\text{cm}$ であるのに比べ、 5cm 以下と比較的短いのが特徴的である。これより、AFRP緊張材のクリープ破壊は定着部付近に生じる応力集中が支配的な要因であると考えられ、それぞれの定着具の応力集中の度合いによってクリープ破壊曲線は平行に移動するものと推察される。

4. 結論

直径6mmテクノーラ製異形AFRPロッドに付着型定着具およびクサビ

型定着具を使用しクリープ試験をおこなった。その結果、載荷応力度が $142\sim 195\text{kgf/mm}^2$ の範囲で次の結論が得られた。

- (1) クリープ係数と経過時間の関係は荷重の影響を受けない。
- (2) クリープ破壊曲線は経過時間を対数表示した場合直線関係を示す。
- (3) クリープ破壊曲線は定着具によって異なるが、その勾配は定着具の影響を受けない。

参考文献

- [1] 迎, 中井, 浅井, 熊谷: アラミド緊張材の力学特性とその信頼性, 連続繊維補強材のコンクリート構造物への適用に関するシンポジウム講演論文報告集, 土木学会
- [2] 柿原, 神吉, 河崎: AFRPロッドの力学特性, 連続補強繊維のクリープ特性に関する研究, 連続繊維補強材のコンクリート構造物への適用に関するシンポジウム講演論文報告集, 土木学会
- [3] 三田, 梅原: 連続補強繊維のクリープ特性に関する研究, 連続繊維補強材のコンクリート構造物への適用に関するシンポジウム講演論文報告集, 土木学会
- [4] 浅井, 中井, 迎, 水谷: アラミド製FRPロッドの応力緩和特性, 土木学会第46回年次学術講演会講演概要集 (平成3年9月)
- [5] 魚本, 西村: プレストレストコンクリート用FRPロッドの静的および動的疲労特性, コンクリート工学年次論文報告集 12-1 1990

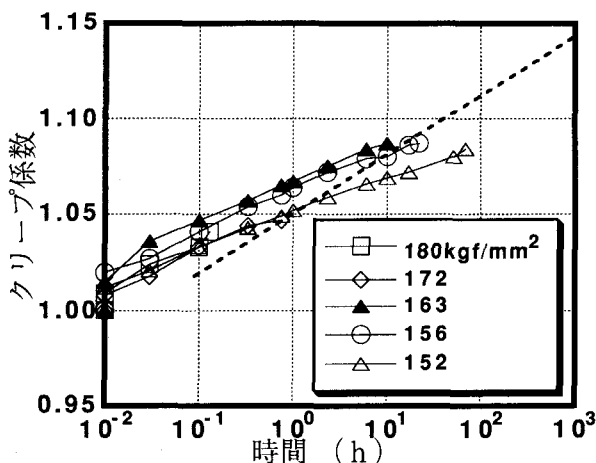


図-2 クリープ係数の経変化

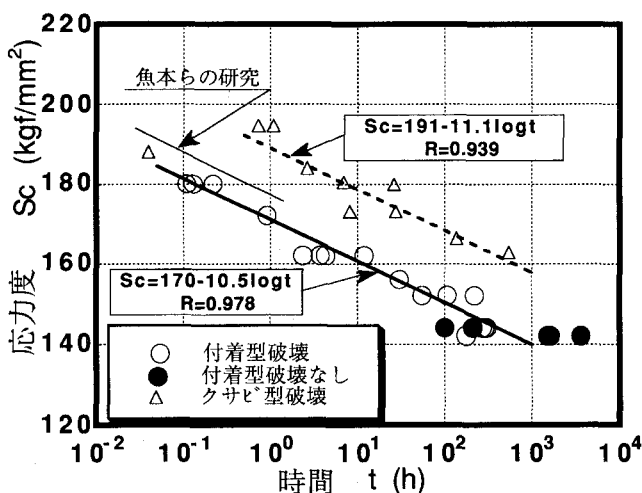


図-3 クリープ破壊曲線