

プレストレストコンクリート用FRP緊張材の特性 (12)

—凍結融解作用がFRP緊張材の引張特性に及ぼす影響—

Properties of Fiber Reinforced Plastic Rods for Prestressing Tendons of Concrete (12)

—Effect of Freezing and Thawing for Tensile Property of FRP Rods—

加藤 佳孝*・西村 次男*・魚本 健人*・森 弥広*

Yoshitaka KATO, Tsugio NISHIMURA, Taketo UOMOTO and Yahiro MORI

1. はじめに

コンクリート用補強材として用いられる繊維補強プラスチック (FRP) ロッドは高強度、高耐食性、軽量、非磁性体等の特徴を有することから、建設分野における利用の可能性があり種々の検討が成されている。著者らはこれまでに、各種繊維とそれを用いた各種ロッドの弾塑性的特性・引張強度特性・引張強度と試験本数との関係・耐アルカリ性・疲労性状等について検討を加えてすでに報告している^{1)~3)}。さらに、各種FRPロッドを塩分、紫外線、乾湿繰り返し、および温度変化などが異なる自然環境下において暴露し、環境条件が各種FRPロッドの引張強度に及ぼす影響に関しても、参考文献4)・5)において検討を行っている。

そこで本研究では、アラミド繊維、ガラス繊維、カーボン繊維で一方向強化されたFRPロッド (それぞれAFRPロッド、GFRPロッド、CFRPロッドと略記する) を自然環境で暴露した場合における、凍結融解作用に注目し、各種FRPロッドの引張強度特性に及ぼす影響に関して実験的考察を行った。

2. 実験概要

実験に使用したFRPロッドの補強繊維は、AFRPロッド、GFRPロッド、CFRPロッドの3種類であり繊維混入率 (V_f) はいずれも66%である。また、マトリックスは全てビニルエステル樹脂を用いている。いずれのFRPロッドも一方向強化された直径6mmの丸棒状である。

凍結融解試験装置は一般にコンクリートの凍結融解試験で用いられている水中凍結水中融解装置を使用し、試験体は図1および写真1に示すように、 $10 \times 10 \times 40$ のコンクリート供試体 (空気量約5%) の周りにFRPロッドを巻

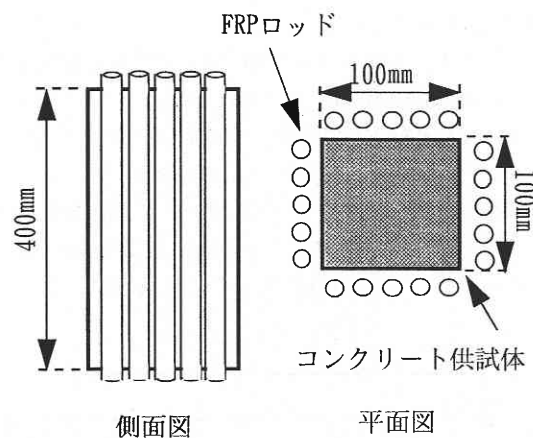


図1 試験体概要図

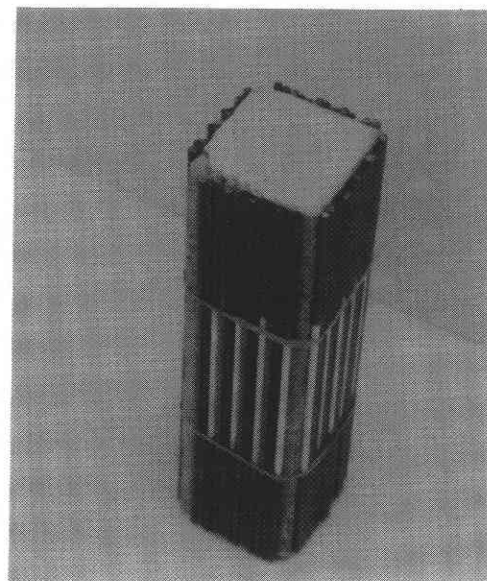


写真1 試験体写真

*東京大学生産技術研究所 第5部

研究速報

き付けて作成した。試験体の温度履歴は、 $-20^{\circ}\text{C} \sim 15^{\circ}\text{C}$ を目標として管理を行った。また、凍結融解試験は300サイクルまで行い、50,100,200,300サイクルごとに引張強度、質量の測定および0,200,300サイクルごとに外観の観察を行った。

引張試験は、土木学会の「連続繊維補強材の引張試験方法(案)」に基づいて実施し、定着具は小林らが開発した2つ割りチャック⁶⁾を用いた。試験は、変位制御型試験機(オートグラフ:10 ton)を用い、載荷速度は5 mm/min とし室温 $22 \pm 1^{\circ}\text{C}$ で行った。また各条件とも試験体本数は5本ずつ行った。

3. 実験結果と考察

実験における結果を以下に示す。

1) 各サイクルにおけるFRPロッドの質量変化を0サイクル時の質量を100%として図2に示す。図より明らかなように、凍結融解試験300サイクル中の質量の変化はほとんどなく、一定であることがわかった。

2) 各サイクルにおけるFRPロッドの引張強度変化を0サイクル時の引張強度を100%として図3に示す。AFRPロッドおよびCFRPロッド引張強度は、各サイク

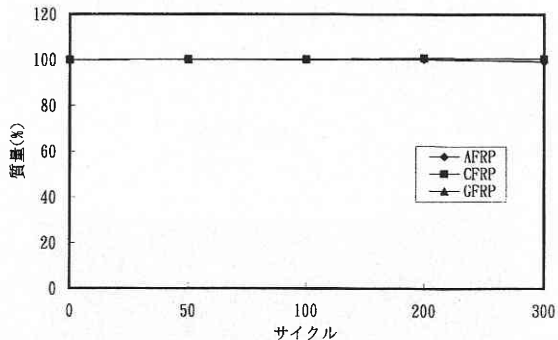


図2 質量の変動

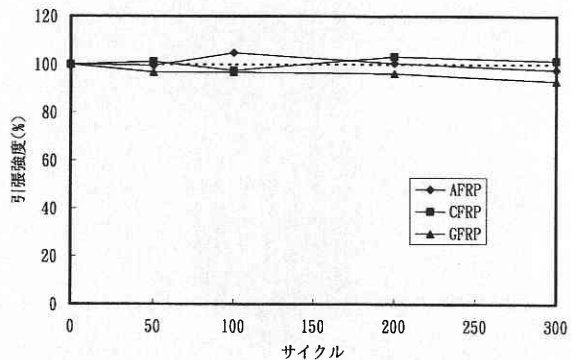


図3 引張強度の変動

凍結融解試験結果

(0 サイクル)

AFRP ロッド

CFRP ロッド

GFRP ロッド

凍結融解試験結果

(200 サイクル)

AFRP ロッド

CFRP ロッド

GFRP ロッド

凍結融解試験結果

(300 サイクル)

AFRP ロッド

CFRP ロッド

GFRP ロッド

写真2 各FRPロッドの外観写真

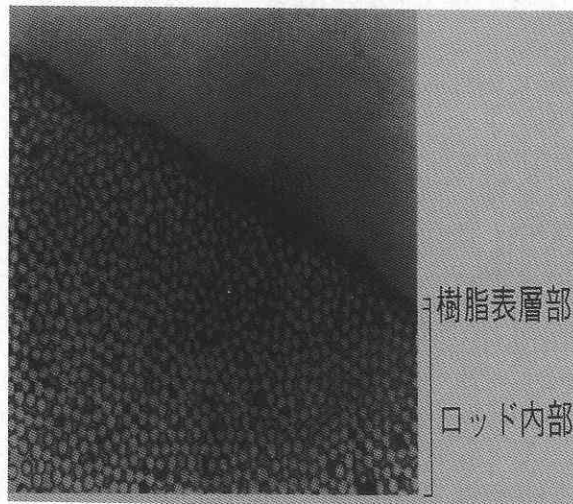


写真3 FRPロッドの断面写真

ルとも0サイクル時の引張強度付近を振動していることがわかる。また、GFRP ロッドは他のロッドに比してサイクルと共に減少傾向を示し、300サイクル後では約8%の強度低下が見られる。以上のことから、FRP ロッドは、凍結融解300サイクル程度では、強度的にはほぼ初期状態を保っており、劣化しないということが明らかとなった。

3) 0サイクル, 200サイクル, 300サイクル後の各FRP ロッドの外観を写真2に示す。FRP ロッドは繊維とマトリクスによって形成されており(写真3参照), ロッド表面は数 μm の非常に薄い樹脂によってコーティングされている。各ロッドの200サイクル後の状態を見ると, ロッドを形成している繊維自体に劣化現象は見られないが, 若干ロッド表面の色素が落ちていることがわかる。これは, ロッド周辺をとりまいている非常に薄い樹脂が, 凍結融解によって剥がれたものと考えられる。300サイクル後の状態を見ると, ロッドをコーティングしていた樹脂が剥離したために, 次段階として極表層部の繊維が剥がれ始めていることがわかる。以上のことは, 全てのロッドにおいて同様な変化が見られる。しかし, 先程示したように引張強度は各ロッド供0サイクル時とほぼ変化がないこと(図3参照)から考えても, 外観に見られるような劣化は極表層部においてのみ起こる現象であり, 凍結融解はロッド内部には劣化現象を与えていないと考えられる。

4. ま と め

本研究によって, 凍結融解作用(300サイクル程度)によってAFRP ロッドおよびCFRP ロッドの引張強度はほとんど低下せず, 最大で低下したGFRP ロッドにおいて

も300サイクル後で約8%の強度低下しか生じないということがわかった。また, 300サイクル後の各ロッドの表層部分は繊維が剥がれ始めているが, 強度に対する影響はほとんどないものと考えられる。FRP ロッドの引張強度はばらつきが多いため, 今後さらにデータを蓄積していくことにより, 今回得られた結果の検証を行っていく予定である。

謝 辞

本研究費の一部は平成7年度科学研究費(一般A:代表魚本健人)によるものであることを付記する。

(1955年12月14日受理)

参 考 文 献

- 1) 魚本, 西村: FRP ロッドの静的強度と弾性係数, 土木学会論文集, No. 472 V-20, pp 77-86, 1993.8.
- 2) 西村, 大賀, 魚本: FRP ロッドの疲労強度に及ぼす応力振幅と平均応力の影響, 土木学会第49回年次学術講演会講演概要集第5部, 平成6年9月.
- 3) 魚本, 西村, 宮崎: プレストレストコンクリート用FRP緊張材の特性(6) アルカリによる強度低下とバラツキ, 生産研究, Vol 45, No. 5, 1993.5.
- 4) 魚本, 西村: プレストレストコンクリート用FRP緊張材の特性(10) 内陸および海洋環境下に暴露した各種FRPロッドの引張特性, 生産研究, Vol. 48, No. 5, 1996.5.
- 5) 山口, 西村, 魚本: プレストレストコンクリート用FRP緊張材の特性(11) 紫外線によるアラミド繊維劣化のモデル化, 生産研究, Vol. 48, No. 5, 1996.5.
- 6) 小林一輔: FRP製プレストレストコンクリート緊張材用定着装置, 生研リーフレット, No. 158, 1987.