

異なる環境が FRTP あるいは FRP の引張強度やコンクリートとの付着強度に及ぼす影響

金沢工業大学 正会員 ○保倉 篤
 金沢工業大学 正会員 宮里 心一
 (元) 金沢工業大学 非会員 寺田 智

1. はじめに

塩害劣化により鉄筋コンクリート構造物の性能は早期に失われる。そこで、高耐食性の特長を有する FRP 筋が、コンクリートに埋設される鉄筋の代替品として注目されており、これまでに北陸地方の橋梁でも実装されている^{例え}。しかしながら、公共事業が主である土木工事においては、税金を収入源にしており、経済性が優先されるため、FRP の高コストが一部では弊害になっている。ここで、熱硬化性 FRP(以下、FRP と称す)と比較して、製造工程の少ない熱可塑性 FRP(以下、FRTP と称す)の大量製造が可能になれば、コストが低減される²⁾。したがって、FRTP は土木工事への適用を期待できる。しかしながら、FRTP に着目した研究事例は少なく、社会実装へ向けた検討は必要とされている。

以上の背景を踏まえ本研究では、異なる暴露環境が、FRTP および FRP の引張強度およびコンクリートとの付着強度に及ぼす影響を把握するため、基礎的な評価を実験的に検討した。すなわち、第 3 章では、補強筋単体を高アルカリ水溶液に浸漬した後の引張試験を行った。さらに第 4 章では、補強筋をコンクリート中に埋設し、温度変動を繰り返した後の引抜き試験を行った。

2. 使用材料

使用材料の種類を表 1 に示す。補強筋として、2 種類の FRTP および 3 種類の FRP を用いた。また熱膨張係数は、カタログ値の確認に加えて、TMA により測定した。

3. 高アルカリ水溶液に浸漬後の補強筋単体の引張強度

3. 1 実験手順

JSCE-E 538 に準じて高アルカリ水溶液中に浸漬した後、JIS A 1192 に準じて引張試験を行った。

3. 2 実験結果

図 1 に暴露前と高アルカリ水溶液に浸漬後の引張強度の関係を示す。これによれば、全ての種類の補強筋において、両者の引張強度は同程度になることが確認できた。

4. コンクリートとの付着強度

4. 1 実験手順

JSCE-G 503 に準じてコンクリートと補強筋の引抜き試験を行った。ここで、図 2 に供試体概要を示す。すなわち、コンクリートの内部にひずみゲージを貼り付けた。また、一定温度(-10℃および+65℃)を 2.5h、21.4℃

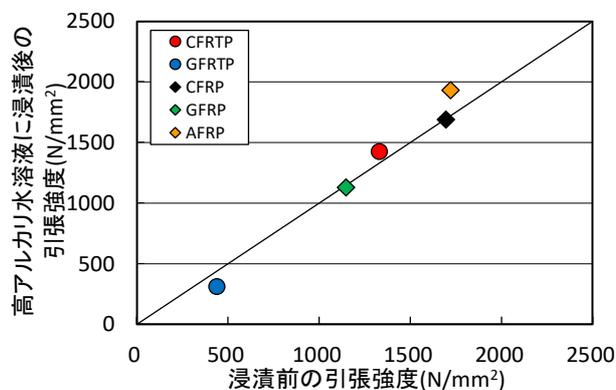


図 1 高アルカリ水溶液に浸漬後の引張強度

表 1 使用材料の種類

補強筋種類	材質(繊維/樹脂)	径(mm)	表面形状	熱膨張係数(10 ⁻⁶ /°C)	
				カタログ値	測定値
CFRTTP	炭素/熱可塑性エポキシ	9.0	7本より	0.5	0.0
GFRTTP	ガラス/ポリプロピレン	13.2	7本束	10.0	10.0
CFRP	炭素/エポキシ	8.0	異形	6.0	1.3
GFRP	ガラス/ポリエステル	9.0		9.8	-0.1
AFRP	アラミド/ビニルエステル	7.2		-3.0	-3.4

キーワード 熱可塑性 FRP, 熱硬化性 FRP, 高アルカリ水溶液, 引張強度, 温度変動, 付着強度
 連絡先 〒924-0838 石川県白山市八束穂 2-2 革新複合材料研究開発センター TEL076-274-7798

1h の温度変動(昇温および降温)を各 3.5h に亘り作用させる, 12h を 1 サイクルとして, 200 サイクルまで暴露した. なお, 暴露環境として, 湿潤気中および水中の 2 水準を設けた.

4. 2 実験結果

図 3 に気中環境下におけるコンクリート中に埋設した補強筋の暴露時間とひずみの関係を示す. これによれば, CFRTP のひずみ量に着目すると, 層内温度が上昇するにあたり, 20°C 付近から大きくなり, 40°C 付近に達すると, 緩やかに低下することを確認できた. 一方, GFRTTP, CFRP, GFRP および AFRP のひずみ量に着目すると, 層内温度の高低に連動することを確認できた. また, 図 4 に暴露前と気中環境下における昇降温の繰返し後の付着強度の関係, 図 5 に暴露前と水中環境下における昇降温の繰返し後の付着強度の関係を示す. これらによれば, 昇降温の繰返し後の引抜き試験では, CFRTP, CFRP, GFRP および AFRP の付着強度は低下することが確認できた. これは, 熱膨張係数に着目すると, コンクリートの $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ に対して差が大きいため, 昇降温の繰返しが, コンクリートとの付着力を低下させたと考えられる. しかしながら, 一部の補強材では熱膨張係数のカタログ値および測定値の結果が異なるため, さらなる検討が必要である.

5. 結論

全ての補強筋の種類において, 高アルカリ液に浸漬の有無に拘わらず, 引張強度は同等になる. また, コンクリートと補強筋の熱膨張係数の差が大きい場合, 温度変動を繰返した後の付着強度は低下する.

謝辞

本研究は, 文部科学省・科学技術振興機構による COI プログラム「革新材料による次世代インフラシステムの構築～安全・安心で地球と共存できる数世紀社会の実現～」により進められたものである.

参考文献

- 1) 神田博行, 木内武夫, 松本一昭: 新素材 PC 橋の実験試験桁の荷重試験報告, プレストレストコンクリート技術協会 第 5 回シンポジウム論文集, pp.529-532, 1995
- 2) J. Schäfer, T. Griesl, R. Schuster, C. Lammel: Continuous Production of Fiber Reinforced Thermoplastic Composites by Braiding Pultrusion, 20th International Conference on Composite Materials, 2015

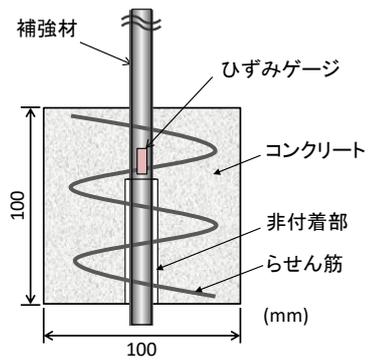


図 2 供試体概要

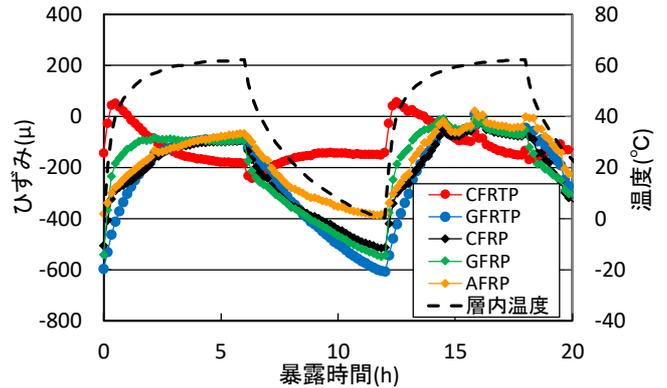


図 3 コンクリート中に埋設した補強筋の暴露時間とひずみ

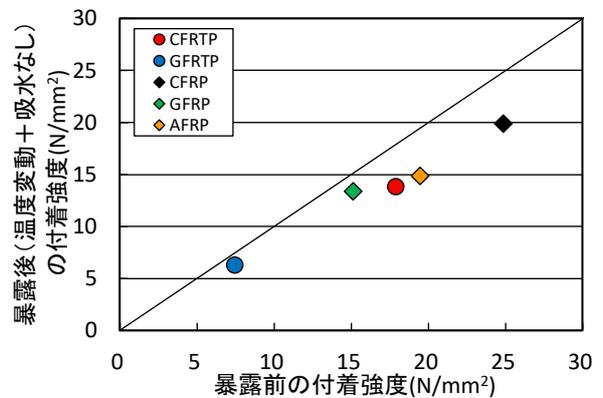


図 4 暴露前と気中環境下における昇降温の繰返し後の付着強度

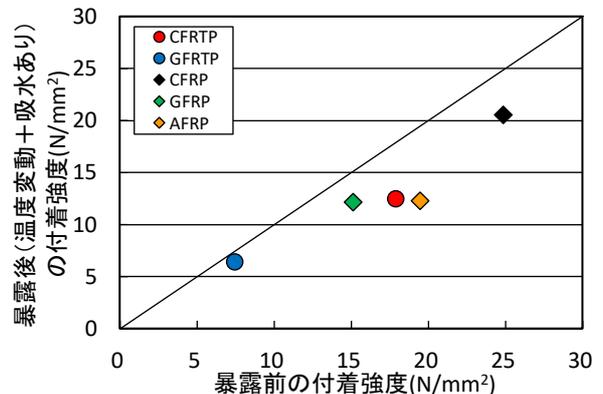


図 5 暴露前と水中環境下における昇降温の繰返し後の付着強度