

土木分野への熱可塑性 FRP 筋のニーズ調査と基礎的な耐久性評価

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
 金沢工業大学 非会員 土肥 一生

1. はじめに

塩害劣化により鉄筋が腐食すると、部材の性能は低下する。そこで、高耐食性の特長を有する FRP 筋が、注目されている。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 の高コストが汎用に際しての弊害になっている。そこで、図 1 に示すとおり、熱硬化性 FRP と比較して、製造工程の少ない熱可塑性 FRP の大量製造が可能になれば、生産性が向上し、コストの低減が期待される¹⁾。

また、温度、吸水(吸湿)および紫外線などの環境作用が FRP の物性に及ぼす影響を検討した事例は少ない。ここで、温度に着目すると、FRP シートの引張性状に及ぼす影響²⁾や、FRP 筋の一定な高温下におけるコンクリートと FRP 筋の付着性に及ぼす影響については検討されている³⁾が、温度の昇降繰返しに関する検討はされていない。また、吸水(吸湿)環境下における FRP 筋は、樹脂の劣化により引張強度が低下することを懸念されるが⁴⁾、その検討は少ない。

以上の背景を踏まえて、土木分野における熱可塑性 FRP のニーズを広く調査した上で、まずは補強材を対象に基礎的な耐久性評価を実験的に検討した。

2. 土木分野における熱可塑性 FRP 筋のニーズ調査

熱可塑性FRPの特長を土木分野で活用すべく、計56名の発注者(管理者)、施工者、製造者ならびに評価認証者が3ヶ月に1度の頻度で参集し、意見交換し、様々な立場からのニーズを調査した⁵⁾。研究会の様子を写真1に示す。

ここでは、板状、中空状および柱状の熱可塑性 FRP 材に対するニーズを除き、棒状のニーズを表 1 に示す。すなわち、コンクリート用補強筋、橋梁用外ケーブル、ガードケーブルなどへのニーズが明らかになった。ただし、数十年以上を目標供用期間として

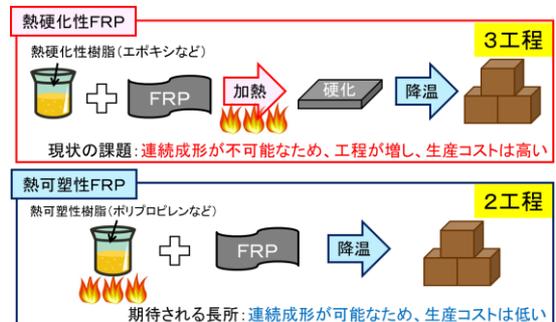


図 1 熱硬化性 FRP および熱可塑性 FRP の製造工程



写真 1 研究会の様子

表 1 熱可塑性 FRP における棒状のニーズ

分類	棒状のニーズ	供用中の環境作用			
		温度変動 単体	複合体	吸水 (吸湿)	紫外線
新設部材	ロックボルト			○	
コンクリート/鋼とのコンポジット	コンクリート用補強筋		○		
	橋梁用外ケーブル	○		○	○
仮設物・付帯物	ガードケーブル	○		○	○
	道路用標識	○		○	○
	検査路	○		○	
	仮設橋	○		○	○

表 2 実験ケース (補強筋種類)

種類	材質	径 (mm)	断面積 (mm ²)	表面形状	暴露環境	
					気中	水中
鉄筋	鋼材	6.0	28.3	異形	○	○
		10.0	78.5		○	—
PC鋼より線		9.3	66.9	7本より線	○	—
熱硬化性AFRP筋	アラミド繊維	7.4	42.4	異形	○	—
熱硬化性CFRP筋	炭素繊維	8.0	50.2		—	○
熱可塑性CFRP筋			7.1	49.7	7本より線	○

掲げる土木分野へ熱可塑性 FRP を実装するに当たっては、耐久性能を評価する必要がある。

キーワード 補強筋, 熱可塑性 FRP, ニーズ調査, 気温変動, 水温変化, 引張強度

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

3. 温度変動と水温変化が熱可塑性 FRP 筋の引張強度に及ぼす影響

実験ケースを表 2 に示す。補強筋は、熱可塑性 CFRP 筋を含め、6 種類を用いた。また、気温を変動させた気中暴露と、水温を変化させた水中暴露を行った。

気中暴露としては、常温(20°C)および昇降温の繰返し(5°C~60°C 図 2 参照)の 2 水準を設け、400 時間まで暴露した。気中暴露後の補強筋の引張強度を図 3 に示す。これによれば、常温および昇降温の繰返しの暴露条件に拘らず、それぞれの補強筋の引張強度は同等になることが確認できる。したがって、熱可塑性 CFRP 筋を含め、温度変動は引張強度に影響を及ぼさないことが明らかになった。

次に水中暴露としては、水温を常温(20°C)および高温(80°C)の 2 水準を設け、3 ヶ月間に亘り暴露した。水中暴露後の補強筋の引張強度を図 4 に示す。これによれば、常温および高温の暴露条件に拘らず、それぞれの補強筋の引張強度は同等になることが確認できる。したがって、熱可塑性 CFRP 筋を含め、水温の相違は引張強度に影響を及ぼさないことが明らかになった。

4. まとめ

- 1) 熱可塑性 FRP 筋の適用へ向けた整理により、多くのニーズが明らかになった。
- 2) 熱可塑性 CFRP 筋を含めて、気温変動および水温変化は、補強筋の引張強度に影響を及ぼさなかった。

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) J. Schäfer, T. Gries, R. Schuster, C. Lammel : Continuous Production of Fibre Reinforced Thermoplastic Composites by Braiding Pultrusion, 20th International Conference on Composite Materials, 2015
- 2) 呉智深, 岩下健太郎, 谷ヶ城俊, 石川隆司, 濱口泰正 : CFRP シートの引張性状に及ぼす温度の影響, 日本複合材料学会誌, 32, 3, pp.137-144, 2006

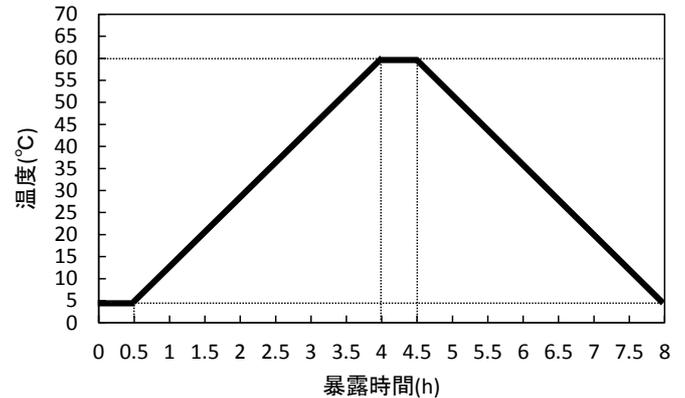


図 2 昇降温の暴露サイクル

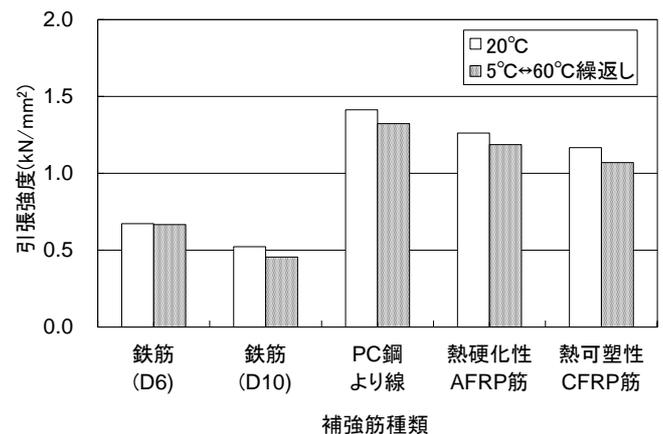


図 3 気中暴露後の補強筋の引張強度

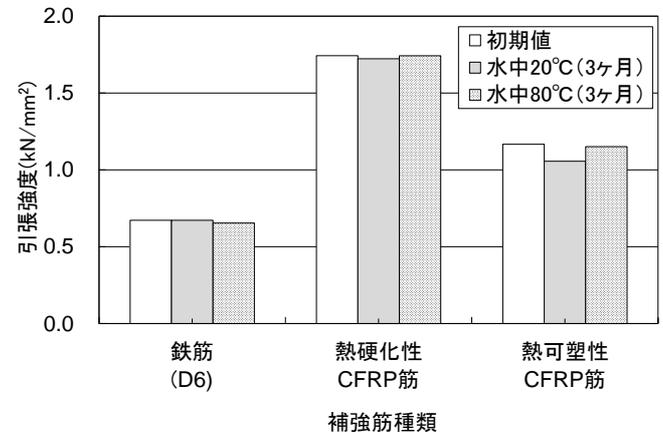


図 4 水中暴露後の補強筋の引張強度

- 3) 佐藤尚, 睦好宏史, 田邊一仁, 角田敦 : FRP を補強筋に用いたコンクリート部材の耐熱性状に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.25, No.1, pp.329-334, 2003
- 4) 小松田一樹, 中田政之, 宮野靖 : 一方向CFRPの長期強度に及ぼす吸水の影響, 第7回日本複合材料会議, 1C-01, 2016
- 5) Atsushi Hokura, Shinichi Miyazato : Survey of Needs about FRTP for Infrastructure and its Work, 14th Japan International SAMPE Symposium & Exhibition