

PBO 連続繊維シート緊張接着による RC 曲げ部材の補強法に関する研究

茨城大学工学部都市システム工学科 正会員 呉智深 大学院理工学研究科 学生会員 岩下健太郎
 (株)安部工業所技術本部開発部 林啓司
 (株)東邦アーステック建設事業本部調査設計部 樋口哲郎
 (株)日鉄コンポジット商品開発部開発企画部 村上信吉
 (株)東洋紡績機能材・メディカル事業本部ゼイロン事業部 平畑裕嗣

1、はじめに

都市インフラの維持管理・防災能力を高めるために、補修補強技術の高度化や革新的な構造施設の創造が期待されている。近年、コンクリート構造物の新しい補強方法として、既存構造物の表面に連続繊維シートを接着する工法が認知され、広く用いられるようになった。また、より有効に連続繊維シートの性能を活用し、補強効果の向上や構造物の性能の改善を目指すため、既存の P C 技術を発展させた連続繊維シートの緊張接着工法が茨城大や欧米などの研究機関によって考案され、その有効性が確認されつつある。しかし、既存の炭素繊維シートを用いた緊張接着工法に関して、1) エネルギー吸収能力が低い; 2) コンクリートひび割れ箇所の強度低下が大きい、などの問題が提起されている。以上の問題点を踏まえて、最近開発された炭素繊維シートと同等以上の強度や剛性を有しながら、かなり高いエネルギー吸収性状を有する P B O 連続繊維シートに着目し、その適応性や有効性を確認した。その成果を以下にまとめる。

2、緊張接着工法

緊張接着工法とは、連続繊維シートにあらかじめ緊張応力を導入し、コンクリート部材への接着を行う工法であり、これまでの研究により、耐力の改善、ひび割れの分散・抑制効果の向上などの補強効果が検証されている。[4]

緊張接着工法の流れとしては、図 2.1 に示す通り、エポキシ樹脂によりあらかじめ含浸しておいた連続繊維シートを緊張装置に設置し、緊張力を加える。所定の緊張応力が得られた時、接着剤としてエポキシ樹脂剤を塗り接着する。接着剤の硬化後は、所定の速度で緊張力を解放する。

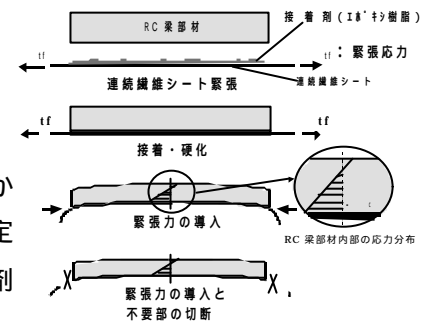


図 2.1 緊張接着工法の流れ

3、RC 供試体の製作

本研究で使用した RC 供試体の詳細寸法を図 3.1 に、材料の物性値一覧を表 3.1 にそれぞれ示す。

また、本研究において設定した実験変数は以下の通りである。

コンクリート圧縮強度(46.2MPa、65.9MPa)

導入した緊張応力度($f_{tf} / 3$ 、4、5、9)

(f_{tf} は繊維補強シートの引張強度)

連続繊維シートの種類

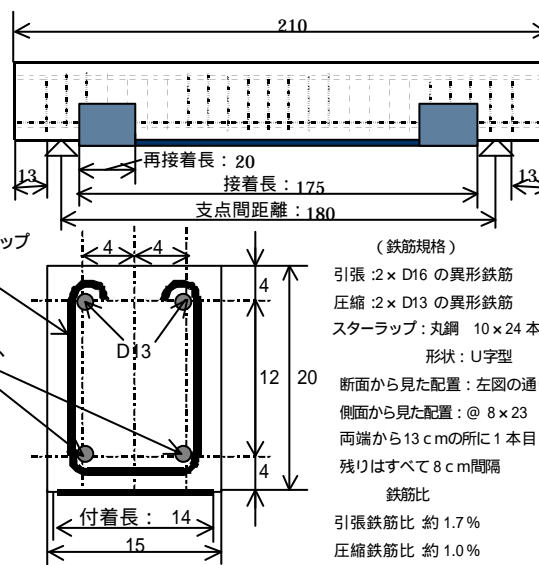


図 3.1 RC 供試体詳細寸法 (単位 cm)

表 3.1 物性値一覧

材料	特性	特性値
普通強度 コンクリート	ヤング係数 E_c [GPa]	26.7
	圧縮強度 f_c [MPa]	46.3
高強度 コンクリート	ポアソン比 ν_c	1.5
	ヤング係数 E_c [GPa]	30.3
鉄筋	圧縮強度 f_c [MPa]	65.9
	ポアソン比 ν_s	1.75
PBO連続 繊維シート	ヤング係数 E_s [GPa]	210
	降伏強度 σ_y [MPa]	0.36
	引張強度 σ_t [MPa]	0.42
	ヤング係数 E_{ef} [GPa]	270
CFRPシート	引張強度 f_{tf} [GPa]	4.7
	破断ひずみ ϵ_{cf} [%]	17400
	設計厚さ t_{cf} [mm]	0.128
	ヤング係数 E_{cf} [GPa]	235
エポキシ樹脂	引張強度 f_{ef} [GPa]	4.2
	破断ひずみ ϵ_{ef} [%]	17900
	設計厚さ t_{ef} [mm]	0.111
	引張強度 f_a [GPa]	3.43
	圧縮強度 f_e [MPa]	0.35

キーワード: PBO 連続繊維シート、緊張接着、RC 梁部材、CFRP シート、ひび割れ抑制効果、曲げ耐力

連絡先: 茨城大学 工学部 〒316 - 0033 茨城県日立市中成沢町 4 - 12 - 1 TEL 0294 - 38 - 5172 FAX 0294 - 38 - 5268

4、実験結果と考察

4.1 緊張接着工法の曲げ耐力に関する補強効果

緊張接着工法の補強効果の検証結果を図4.1、図4.2に示す。

各供試体の破壊性状は、無補強では曲げ破壊、1層無緊張補強や1層 $f_{tf}/9$ 、 $f_{tf}/5$ では供試体中央部付近の曲げひび割れ根元から端部への剥離進展破壊、そして

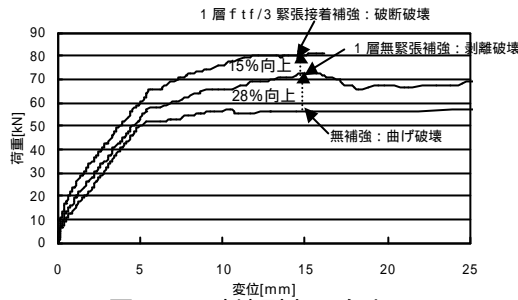


図4.1 破壊耐力の向上

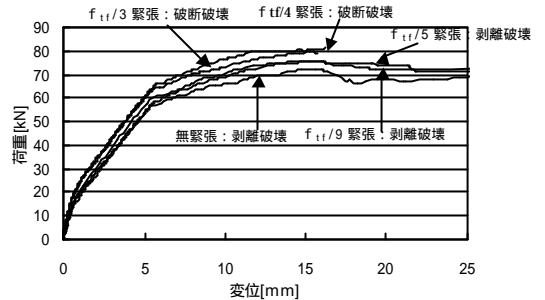


図4.2 緊張応力度の増加

て1層 $f_{tf}/4$ 、 $f_{tf}/3$ 緊張接着補強では供試体中央部でのPBO連続繊維シート破断破壊であった。破壊耐力向上の程度は、無補強を基準として、1層無緊張補強に関しては28%向上、1層 $f_{tf}/3$ 緊張接着補強に関しては43%向上と、PBO連続繊維シート緊張接着補強工法による曲げ耐力に関する補強効果が確認された。また、図4.2より、導入した緊張応力度の増加による破壊耐力の向上が確認された。

4.2、コンクリート引張部におけるひび割れの分散・抑制効果

コンクリートひび割れ本数のグラフを図4.3に、コンクリートひび割れ幅に関するグラフを図4.4に示す。

図4.3より、緊張接着によるひび割れの抑制効果が、図4.4よりひび割れの分散効果がそれぞれ確認された。

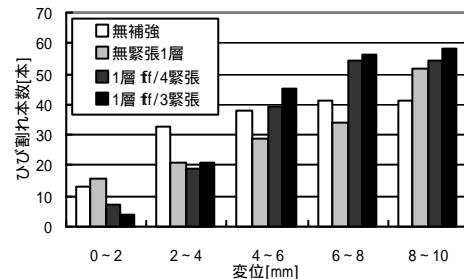


図4.3 ひび割れ本数 - 変位グラフ

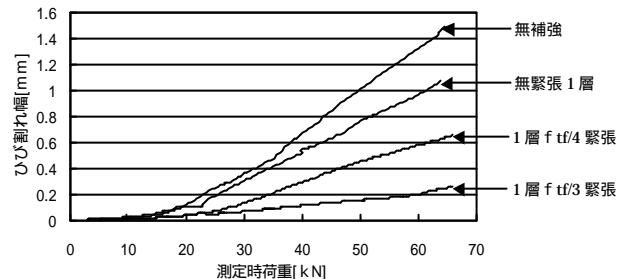


図4.4 ひび割れ幅に関するグラフ

4.3、コンクリート圧縮強度による補強効果の変化

コンクリート圧縮強度の変化と補強効果の関係に関するグラフを緊張、無緊張それぞれにおいて図4.5に示す。

無緊張時には補強効果の変化は見られなかったが、緊張接着により高強度コンクリート供試体は、普通強度コンクリート供試体に対し10%程度の耐力向上が見られた。

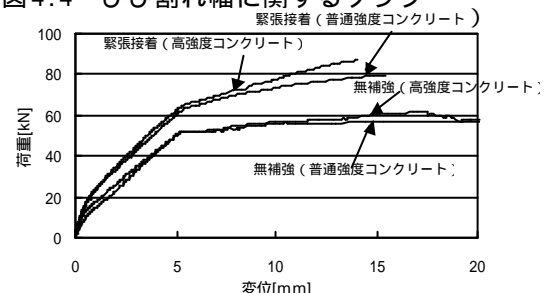


図4.5 コンクリート圧縮強度に関するグラフ

4.4、PBO 連続繊維シートとCFRP シートの比較検討

PBO 連続繊維シートの破壊靱性性能はCFRP シートの結果を基準として、図4.6に示すように28.5%の向上が確認された。その原因としては、PBO 連続繊維シートはコンクリートひび割れによる折り曲げの影響をほとんど受けず、ほぼ所定の引張耐力で破断しているが、CFRP シートでは折り曲げにより大きな引張強度の低下が生じたからである。

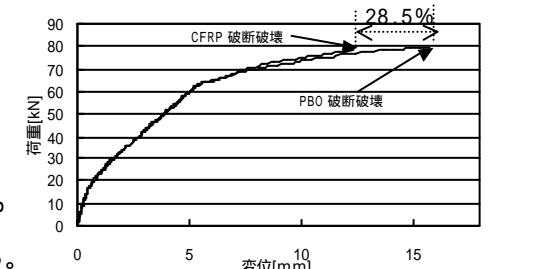


図4.6 連続繊維シートの種類に関する比較

5、終わりに

以上の通り、コンクリート強度、緊張応力度、連続繊維シートの種類に関する検討を行った結果、PBO 連続繊維シート緊張接着工法の有効性が確認でき、PBO 連続繊維シートは緊張接着に適した特性を有していることが明らかにされた。