

CFRP ロッドと波型 CFRP 板を用いた炭素繊維シート用端部定方法に関する研究

(その1 CFRP ロッドとエポキシ樹脂パテの付着特性)

三菱化学産資株式会社

正会員○加藤 貴久

同上

正会員 久部 修弘

1. はじめに

コンクリート構造物の補修補強に用いられている炭素繊維シート（以下 CF シート）接着工法において、定着長不足などの対策として、鋼板とアンカーボルトを用いた定着工法が用いられている。しかし、CF シートの引張力を鋼材に置換した場合、鋼材寸法が過大となり既設構造物を傷めることや、耐久性等の問題点が指摘されている。本研究では、この問題点の解決と品質・施工性改善を目的として CF シートと同一材料である CFRP ロッドを用いた定着方法について検討を行った。基礎実験として、CFRP ロッドの付着特性を把握する為に、引張試験を行なった。FRP の定着用充填材として、無機系材料での試験結果¹⁾は数多く報告されているが、本用途では、CF シートとの付着性も要求される事から接着強度の高い、エポキシ樹脂パテを用いて行った。更に、CFRP ロッドの引張試験結果から CF シートへの応力伝達方法として、波型 CFRP 板定着体の提案を行った。

2. 試験方法

本試験に使用した CFRP ロッドの材料物性値を表-1 に、エポキシ樹脂パテの硬化物性値を表-2 に、試験体数及び形状を表-3、図-1 に示す。

表-1 CFRP ロッド 材料物性

終局強度	2,550Mpa
弾性率	147GPa
炭素繊維含有量	65%
引張破断伸び	1.6%

表-2 樹脂の硬化物性値

曲げ強度	50Mpa
引張せん断強度	13Mpa
圧縮強度	64Mpa
圧縮弾性率	2400Mpa

表-3 試験体数及び形状

タイプ	定着長	試験体数
縦溝	50mm	3
	100mm	3
	150mm	3
横溝 1 (溝幅小)	50mm	3
	100mm	3
	150mm	3
横溝 2 (溝幅大)	50mm	3
	100mm	3
	150mm	3
溝加工なし	50mm	3
	100mm	3
	150mm	3

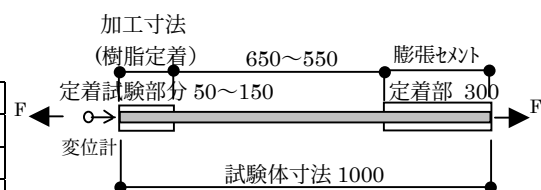


図-2 CFRP ロッド 引張試験

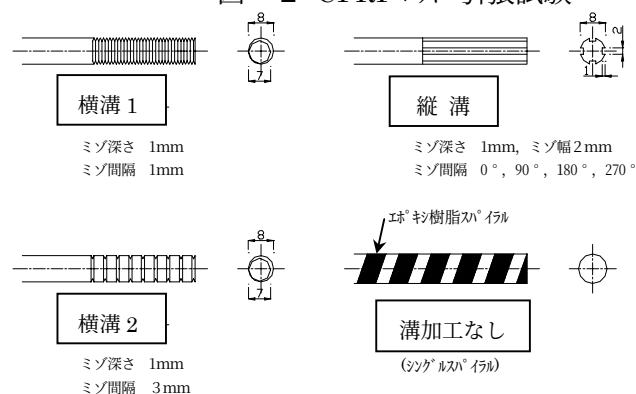


図-1 CFRP ロッドの加工形状図

試験は、万能試験機を用い、両端定着部を保持した状態で、一定速度で加力を行った（図-2）。CFRP ロッド表面は、定着力向上を目的として図-1 に示す4種類の加工を施し、定着長を3パターンとした。定着スリーブへはエポキシ樹脂パテを充填し、各3本ずつ引張試験を行った。

3. 試験結果

試験結果一覧を表-4 に示す。引張試験の結果、縦溝と溝加工なし（但し、エポキシ樹脂による表面凹凸有り）試験体は付着破壊により最大耐力に至ったのに対して、横溝1、2は、溝の凸部がせん断破壊し、最大耐力に至った。荷重-CFRP ロッド 抜け出し量の関係について、定着長100mm時の結果を図-3 に示す。最大耐力以降、溝加工を行った試験体は、急激な耐力低下を示したが、溝加工なしの試験体は、最大耐力後、緩やかな耐力低下を示した。これは、エポキシ樹脂スパイラル部分が、せん断ずれを起こす際に、大きな摩擦抵抗力を有しているためと考えられる。

キーワード：CFRP ロッド, 炭素繊維, 付着, 引張試験

連絡先 〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目8番2号 三菱化学産資（株）tel03-5293-6639 fax03-5293-9464

表－4 引張試験結果

	50mm 最大耐力 (kN)	平均値 (kN)	100mm 最大耐力 (kN)	平均値 (kN)	150mm 最大耐力 (kN)	平均値 (kN)
縦溝	33.55	32.2	60.20	63.1	74.56	74.3
	30.76		63.10		76.24	
	32.53		66.08		71.95	
横溝 1 (溝幅小)	13.79	13.7	33.36	31.5	38.95	38.8
	12.68		34.86		37.28	
	14.73		26.19		40.08	
横溝 2 (溝幅大)	15.65	14.7	31.96	25.5	35.23	34.8
	13.61		24.88		34.30	
	14.73		19.57		測定不可	
溝加工 なし	29.73	31.3	59.74	55.2	94.59	96.1
	32.25		50.98		95.81	
	32.06		54.99		97.86	

表－5 平均付着応力度

	周長(mm)	50mm 平均付着 応力度(Mpa)	100mm 平均付着 応力度(Mpa)	150mm 平均付着 応力度(Mpa)
縦溝	33.04	19.5	19.1	15.0
横溝 1	25.13	10.9	12.5	10.3
横溝 2	25.13	11.7	10.1	9.2
溝加工なし	25.13	25.0	22.0	25.5

各試験体の平均付着応力度を表－5、図－4に示す。平均付着応力度は、下記式により算出した。

平均付着応力度＝平均最大耐力/(CFRP ロッド 周長×定着長)

4. 波型 CFRP 板を用いた定着体

上記結果より、CFRP ロッドの表面に溝加工せずに、ある程度の定着長さを確保すれば、応力伝達できることが分かった。更に、簡便に CF シートへ応力伝達させる方法として、CF シート工法と同一材料を用いた波型 CFRP 板による定着方法が考えられる。波型 CFRP 板を用いた定着方法の概念図を図－5に示す。また、CFRP ロッドが引張られた際の応力伝達機構を図－6に示す。

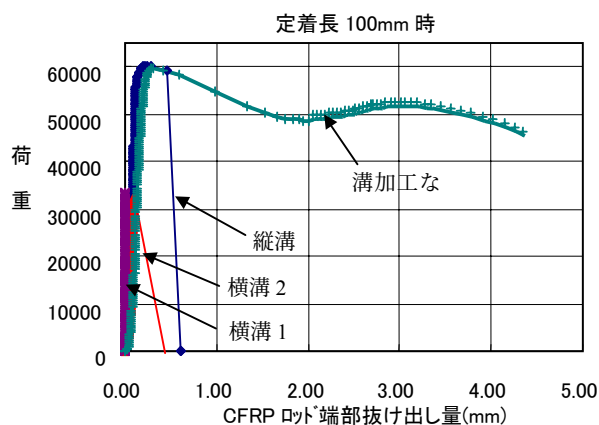
5. まとめ

本研究で、エポキシ樹脂パテを用いた CFRP ロッドの引張試験において以下の確認ができた。

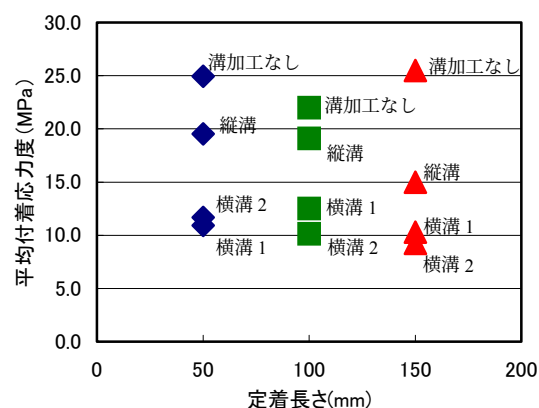
- 1) エポキシ樹脂パテは、CFRP ロッドの定着用充填材としての力学性能を有していると思われる。
- 2) CFRP ロッド表面に凹凸の溝加工を施さない方が最大耐力は大きくまた、最大耐力後の耐力低下が緩やかな性状を示した。
- 3) 横溝試験体は、エポキシ樹脂パテとの界面が付着破壊する前に凸部の CFRP がせん断破壊してしまうため付着耐力が低い値となった。

以上の結果より、CFRP ロッドと波型 CFRP 板による応力伝達方法を提案できると考えられる。

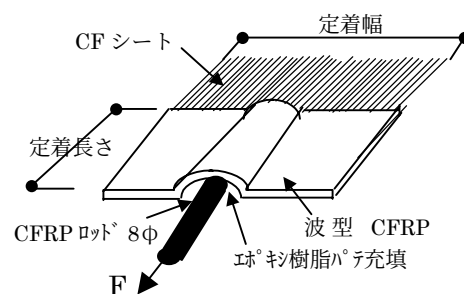
【参考文献】1)加藤他:CFRP ロッドと高強度コンクリートの付着特性に関する研究,土木学会第 58 回年次学術講演会 V-583,2003,9



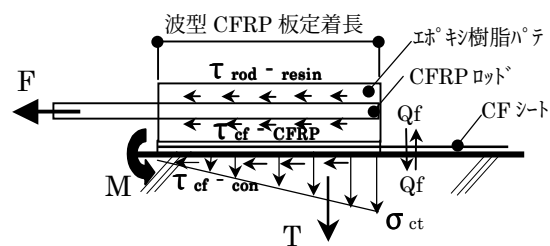
図－3 荷重－変位の関係



図－4 平均付着応力度分布図



図－5 波型 CFRP 板定着概念図



F: 引張力 M: 曲げモーメント σ_{ct} : コンクリートの引張応力度

Qf: CF シートのせん断力 T: コンクリートの引張力

$T_{rod-resin}$: CFRP ロッドとエポキシ樹脂パテ間のせん断応力度

$T_{cf-CFRP}$: CF シートと波型 CFRP 板間のせん断応力度

T_{cf-con} : CF シートとコンクリート間のせん断応力度

図－6 波型 CFRP 板による応力伝達機構