

CFRP ロッドと波型 CFRP 板を用いた炭素繊維シート用端部定着方法に関する研究
(その2 定着体引張試験)

三菱化学産資株式会社 正会員 ○久部 修弘
同上 正会員 加藤 貴久

1. はじめに

炭素繊維シート（以下 CF シート）接着工法は、コンクリート部材の耐荷力及び疲労耐久性の向上を図る方法の一つとして、軽量で耐食性・施工性に優れている為、これまで多くのコンクリート構造物に適用されてきた。既存構造物を補強する場合その性格上、CF シートの必要定着長を確保できない場合もあり、その様なケースでは鋼製のアンカーやプレート等による機械式定着方法が採用されている¹⁾。しかし、鋼製の定着体は、①一般に CF シートより耐久性が劣る ②大径穿孔による既存構造物への影響 ③樹脂充填等品質確保の難しさ 等々の懸念が指摘されており、これらを解決する方法の一つとしてオール FRP による定着システムが挙げられる。

前報（その1）では炭素繊維ロッド（以下 CFRP ロッド）の充填材として CF シート工法に用いるポキシ樹脂パテが使用出来る事が確認された為、本報ではさらに波型 CFRP を介して躯体側に応力伝達が可能であるかどうかを実験的に確認する事とした。

2. 試験体及び試験方法

波型 CFRP 定着体の概要を写真-1 に示す。試験体は、まずコンクリート表面に CF シート（高強度品 300g/㎡目付け）を1層貼付し、CFRP ロッド（8 φ）を所定の位置に配した後にその上から凹部には予めポキシ樹脂を充填した波型 CFRP 定着体をポキシ樹脂を用いて接着した。定着体の幅は一律 150mm とした。CFRP 板を構成する CF シートの種類は高強度品 300g/㎡目付けとし、積層方向は縦、横、斜め、をそれぞれ組み合わせる事とした。定着体の長さは、100mm、150mm、200 mm の3ケースとした。試験体一覧を表-1 に示す。

載荷方法を図-1 に示す。CFRP ロッドは反力壁を介した端部をスリーブ固定し、300kN ジャッキによって CFRP ロッドに引張力を加えた。CF シートとコンクリート面で付着切れが発生した場合を想定し、CF シートの端部は鋼製のプレートとアンカーを用いてコンクリート底版部と定着固定した。図-2 に CFRP 板のひずみゲージの貼付位置を示す。

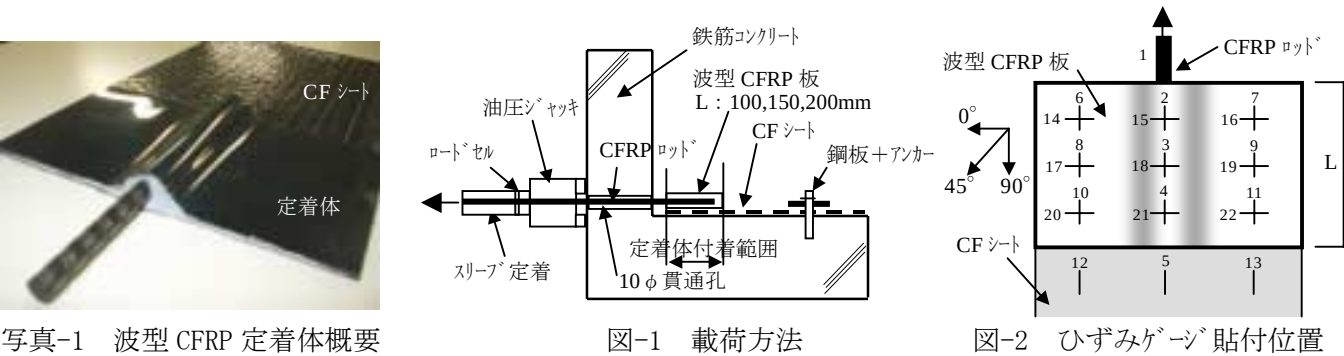


写真-1 波型 CFRP 定着体概要

図-1 載荷方法

図-2 ひずみゲージ貼付位置

表-1 試験体一覧

試験体名称	定着幅 (mm)	定着長さ L(mm)	炭素繊維の積層構成と層数			試験結果	
			0°	90°	45°	最大耐力(kN)	破壊状況 (図-3 参照)
100-h 1-v 1	150	100	1層	1層	—	31.59	A → C
100-h 2-v 2			2層	2層	—	33.18	A → B → C
100-h 1-v 1-d 1			1層	1層	1層	39.98	A → B → C
100-h 1-d 1			—	1層	1層	31.69	A → C
150-h 1-v 1		150	1層	1層	—	53.68	A → C
150-h 2-v 2			2層	2層	—	61.61	A → B → C
200-h 2-v 2		200	2層	2層	—	71.58	A → C

キーワード CFRP, ロッド, 炭素繊維, 定着体

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

3. 実験結果及び考察

破壊状況の模式図を図-3 に、最大耐力を表-1 に併記する。何れの試験体もまず図-3 に示すA部分のCFシートとコンクリート間で付着切れが発生した。その後、B部分のCFシートの付着切れが進行すると共に波型CFRP板がO点を支点として浮き上がるケースと、B部分の付着破壊がほとんどみられずにCFRP板が浮き上がるケースが見られた。最終的にはC部分に示すエポキシ樹脂パテとCFシート間で付着破壊が急速に進展し、破壊に至った。尚、CFRP ロッドの抜け出しや波型CFRP板の破壊は見られなかった。

波型CFRP板、CFシートひずみと引張荷重の関係（例）を図-4 に示す。軸方向（引張方向）、横方向（引張直角方向）のひずみは主にCFRP板の凸部を中心として発生しているが、平板部分の横方向ひずみは破壊直前から漸増している様子が観察された。破壊がA→B→Cの順序で進展した150-h2-v2試験体では、終局時にB部分のCFシートのひずみが急速に進展した。

又、最大荷重時の波型CFRP板表面主ひずみ方向と量の例を図-5 に示す。100-h1-v1-d1の方が軸方向（引張方向）に近い主応力の分布状況を示している。これは、斜め方向のCF繊維がCFRP板の平板部に効率的に応力を伝達させる事が出来る為、軸方向力に対する協力幅が広がる可能性を示唆していると考えられる。

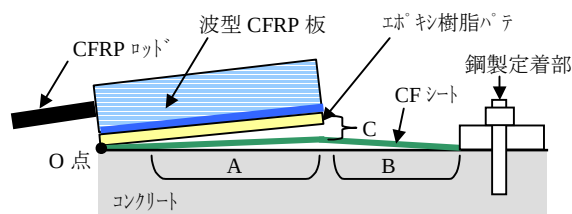
波型CFRP定着板を剛体と仮定し、図-3 に示すO点まわりのモーメントによる釣り合い条件から算出した定着板外縁の見かけの付着応力度と定着体の長さとの関係を図-6 に示す。この付着応力度には定着板の影響範囲（協力幅）を考慮していないが、ある程度の相関関係にあるであろう事が推察される。

4. まとめ

- ① エポキシ樹脂パテは、CFRP ロッドと波型CFRP板との充填材としても有用である事が確認された。
- ② 波型CFRP板を構成するCF繊維の配向によってCFRP板に生じるひずみの発生に差異が生じる。
- ③ 波型CFRP板を用いた定着方法における付着耐力は、波型CFRP板下のコンクリートとの付着性状に依存すると思われる。

5. 参考文献

1) 例えば、コンクリート部材の補修・補強に関する共同研究報告書（Ⅲ）-炭素繊維接着工法による道路橋コンクリート部材の補修・補強に関する設計・施工指針 平成11年12月



A: 波型CFRP板下部
B: CFシートのみ部分
C: 波型CFRP板下部

CFシート～コンクリート間付着破壊
CFシート～エポキシ樹脂パテ間付着破壊
エポキシ樹脂パテ～CFシート間付着破壊

図-3 破壊状況模式図

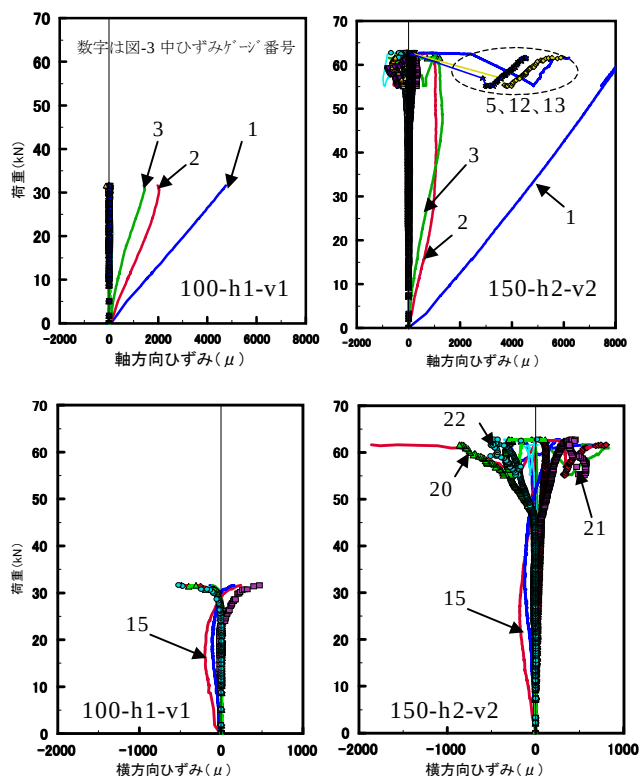


図-4 引張荷重－波型CFRP板ひずみ関係（例）

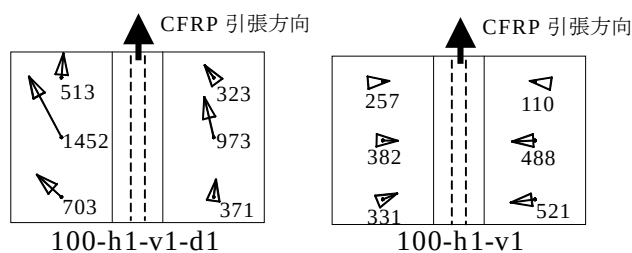


図-5 波型CFRP板発生主ひずみ量（例）

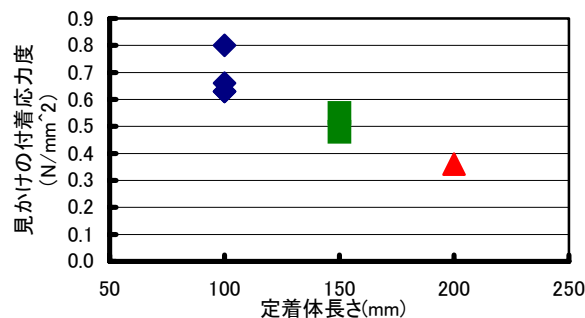


図-6 定着体外縁付着応力度と定着体長さの関係