

CFラミネートと鋼材との接着せん断強度に関する試験

正会員 ○小島克朗\*1  
正会員 服部明生\*1

CFRP板 接着長さ 接着せん断試験  
接着せん断強度 定着 補修・補強

1. まえがき

炭素繊維強化プラスチック (Carbon Fiber Reinforced Plastics : CFRP) 板 (以下、CFラミネートと呼ぶ) を、接着剤で床スラブに貼り付けて曲げ補強する場合、その端部を定着金物とあと施工アンカーを用いて定着することがある。この試験の目的は、CFラミネートと鋼材との接着面の接着せん断強度の把握である。

2. 試験の概要

既往の接着せん断試験は、JIS K6850 (接着剤の引張せん断試験方法) に準じて、実際の接着長さ 100~250 mmと比較して 12.5 mmと非常に短い接着長さとなる。また、試験体を引張試験機の両側チャック部に取り付ける際、試験体にねじりなどの応力が生じて、試験片が損傷することもあり、良好な試験結果が得られない場合が多い。この試験では、接着長さが長い試験体でその両端を工夫した加力方法で試験を行った<sup>1)</sup>。

試験体は、図-1 (試験A) および図-2 (試験B) に示す 2 種類で、両方とも二面せん断型である。試験Bは、JCI 型付着試験法<sup>2)</sup>と同じとし、角形鋼管 (100mm×100mm、厚さ 9.0mm) を用いた。試験片のプレートおよび角形鋼管は、SS41 および SN41 を使用した。両試験体とも、CFラミネートを貼り付ける段階では、固定金物 (アルミアングル) で両側の試験片を繋いで固定している。

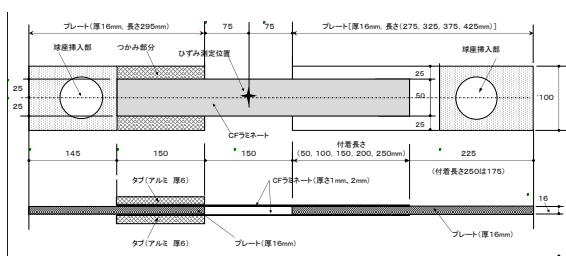


図-1 試験A (プレート使用) の試験片

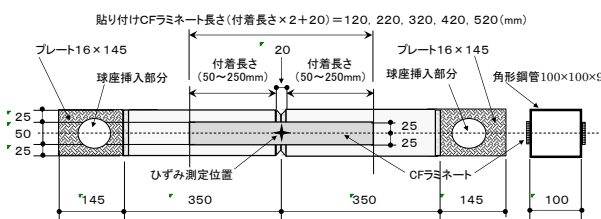


図-2 試験B (鋼管使用) の試験片

試験体は試験Aが 27 体、試験Bが 25 体の合計 52 体である。CFラミネート(呼び板幅 50 mm×呼び板厚 1 mm、2 mm) は、高強度クラス(引張強度 2801~3058N/mm<sup>2</sup>、ヤング係数 165~174KN/mm<sup>2</sup>)は 3 種類、中弾性クラス (引張強度 2167N/mm<sup>2</sup>、ヤング係数 298KN/mm<sup>2</sup>) は 1 種類で、接着剤は無溶剤タイプの 2 成分形エポキシ樹脂を使用した。

この試験の引張加力要領を図-3 に示す。試験体 (C) を引張試験機の両側チャック部 (A) に直接設置しないで、新規に製作した球座設置部 (B) を両側チャック部に取り付け、この球座設置部に試験体両側の球座挿入部に取り付けた球座を設置して行なった。この試験方法では、試験体の両側が球座となるため、CFラミネート試験部分にねじりなどの応力が作用しないため、良好な試験結果が得られた。なお、試験Aはタブ部分を金物で加力プレートに締め付けている。また、試験体は、固定金物 (アルミアングル) を付けた状態で設置し、この固定金物を取り外して加力した。試験体の加力状況を写真-1 および写真-2 に示す。なお、図-1 および図-2 に示した位置でCFラミネートのひずみを測定した。

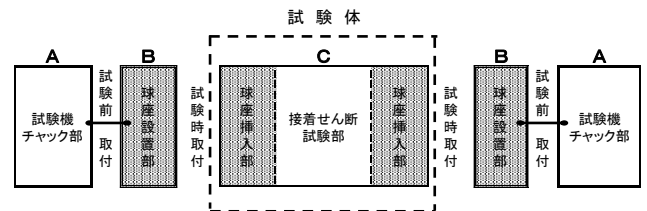


図-3 引張加力の要領

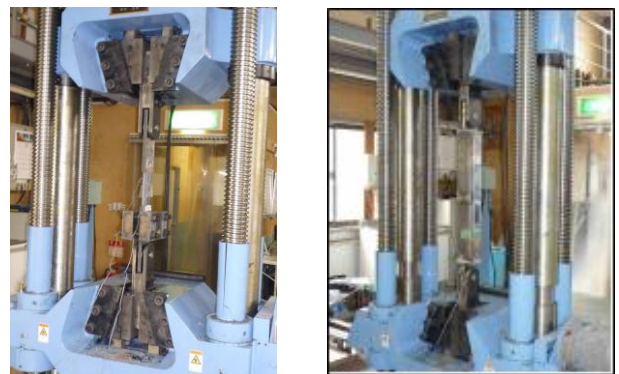


写真-1 試験A加力状況 写真-2 試験Bの加力状況

### 3. 試験結果の概要

試験体の鋼材(プレートまたは角型鋼管)とCFラミネートとの接着面の破壊状況を写真-3に示す。破壊面は鋼材とCFラミネートとの接合部であるが、高強度は接着剤との界面で中弾性はCFラミネート側の表層部であった。試験Aと試験Bの破壊状況に顕著な違いはない。



試験 A 高強度 試験 B 高強度 試験 A 中弾性  
写真-3 接着面の破壊状況

接着せん断試験の結果について、CFラミネート接着長さ(単位: mm)と接着せん断強度(単位:  $N/mm^2$ )との関係を、図-4(単位:  $N/mm^2$ )および図-5(単位: kN)に示す。図-4の既往文献1および2はJIS K6850に基づく試験結果である。JISによる試験結果はこの試験結果の延長線上にあるといえ、CFラミネートの接着長さが長くなるにしたがって接着せん断強度( $N/mm^2$ )は大きく低下している。一方、図-5の接着せん断強度(kN)は、接着長さが50 mm~100 mm間は強度が増大しているが、100 mm~250 mm間は強度が近似している。接着長さが100 mm以上となると、接着せん断強度は高くないといえる。高強度クラス呼び板厚1 mmは茶色で、高強度クラス呼び板厚2 mmは赤色で、および中弾性クラス呼び板厚2 mmは緑色で、それぞれ囲って各々の接着長さが100 mm~250 mmの平均値も示している。試験Aと試験Bの接着せん断強度は近似しているといえる。

接着せん断強度は、強度の評価方法( $N/mm^2$ またはkN)によって大きく相違しているが、高強度クラスは呼び板厚2 mmの方の強度が呼び板厚1 mmよりも高く、また、中弾性クラスの方の強度が高強度クラスの強度よりも高くなっている。CFラミネートの種別(高強度クラス呼び板厚1 mm、高強度クラス呼び板厚2 mm、および中弾性クラス呼び板厚2 mm)各々の接着せん断強度は近似している。CFラミネートと定着金物との接着面の強度は、kN単位で評価するのが良いといえる。図-5に示した平均値を表-1に示すが、これらの接着せん断強度に基づいて、接着面の許容接着せん断耐力を、接着長さの適用範囲を100 mm~250 mmとし、CFラミネートの種別ごとにkN単位で規定することができるといえる。

表-1 接着せん断強度  $Q_{fs}$  平均値 (単位:kN)

CFラミネート種別	高強度呼び板厚1 mm	高強度呼び板厚2 mm	中弾性呼び板厚2 mm
強度 $Q_{fs}$	28.8	42.4	55.7
標準偏差 $\sigma_{fs}$	1.48	2.97	2.90
$Q_{fs} - 1.5 \sigma_{fs}$	26.7	37.9	51.4

4. まとめ CFラミネートと鋼材との接着せん断強度に関する試験結果をまとめると次のようである。

- (1) プレート使用の試験Aと角形鋼管使用の試験B両方の試験法は、特に顕著な違いはなく同等といえる。
- (2) 接着長さが100 mm~250 mmのkN単位で評価した接着せん断強度は、近似した値となる。
- (3) 3種類の高強度CFラミネートの強度は同等といえる。
- (4) CFラミネートと鋼材との接着面の接着せん断強度はkN単位で評価するのが適切といえる。

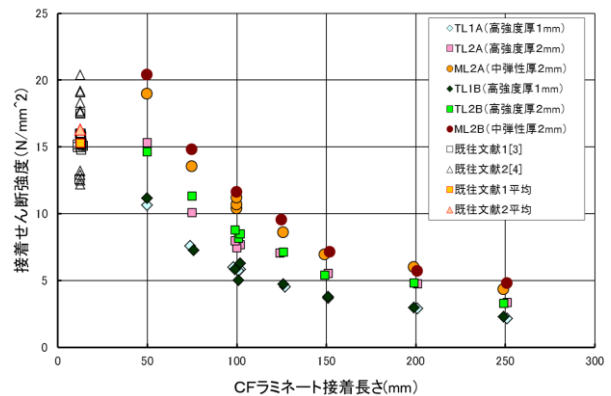


図-4 接着長さ~接着せん断強度( $N/mm^2$ )

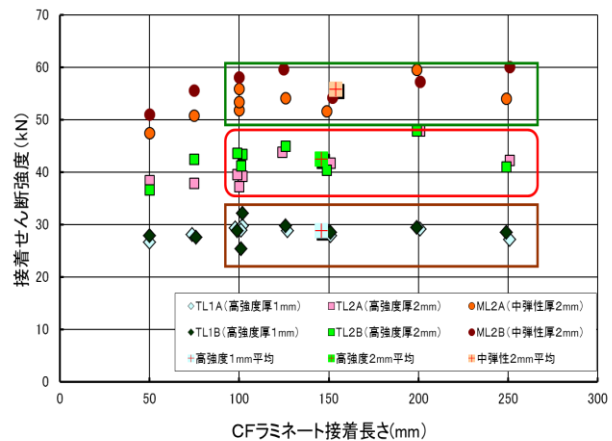


図-5 接着長さ~接着せん断強度(kN)

#### 【謝辞】

この試験は、(財)建材試験センター工事材料試験所 松井伸晃主任に実施していただいた。また、(株)大林組技術研究所 勝俣英雄副所長 萩尾浩也主任研究員にご指導いただいた。ここに記して謝意を表します。

#### 【参考文献】

- 1) CFRP ラミネート工法研究会：CF ラミネートと鋼材との接着せん断試験報告書，建材試験センター委託試験報告書，2011.12
- 2) 日本コンクリート工学協会：連続繊維補強コンクリート研究委員会報告書(II)，pp.66~70，1998.5
- 3) 4) 日本シーカ：シーカデュア 30 技術資料，2010.