

炭素繊維シートと CFRP 定着体による部材接合部の曲げ補強に関する研究

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

コンクリート部材の曲げ補強工法の一つとして、炭素繊維シート（以下 CFS）による補強工法が挙げられる。CFS を用いたコンクリート部材の曲げ補強への適用については、多数研究がなされており、その適用方法について示されている。しかし、部材接合部等 CFS の定着長が十分確保できない場合（図-1）についての研究事例は少なく、そのほとんどが鋼制定着体¹⁾によるものである。本研究では、この鋼制定着体より耐久性、施工性に優れたオール CFRP 定着体（写真-1）を開発し、コンクリート部材接合部の曲げ試験を行うことによって曲げモーメント作用下における本定着システムの妥当性について評価を行った。

2. 試験体及び実験方法

図-2 に試験体形状を示す。試験体種類は、図-3 に示す様に、無補強（No1）、CFS 貼付のみ補強（No2）、CFS+鋼材による端部定着補強（No3）、CFS+CFRP 定着体による端部定着補強（No4）の 4 体とした。CFRP 定着体の積層構成は、CFS を 0° 1 層、90° 1 層、45° 1 層、135° 1 層の計 4 層に積層した。CFRP 定着体に用いる CFS は、高強度品を用いる事とした。表-1 に使用材料を示す。No3、No4 試験体定着部アンカーは、高弾性 CFS 2 層の終局荷重時引張力（ $T_{cf}=65.2\text{kN}/150\text{mm}$ 幅）を上回るものとした。CFRP ロッド 10φ 終局荷重時引張力は、146.4kN、アンカーボルト M20 終局荷重時引張力は、107.8kN 以上である。

No3 試験体の鋼材と CFS の付着長は、鋼板と CFS の引張せん断試験²⁾ から付着応力度 $10\text{N}/\text{mm}^2$ とし CFS の終局荷重時引張力を十分負担できる付着長さを確保するようにした（付着力 $225\text{kN}/150\text{mm}$ 幅）。载荷試験は、図-4 に示す様にベース部分 4 ヶ所に配した PC 鋼棒に軸力（100kN/本）を導入することによって固定し、アーム長 900mm の位置を油

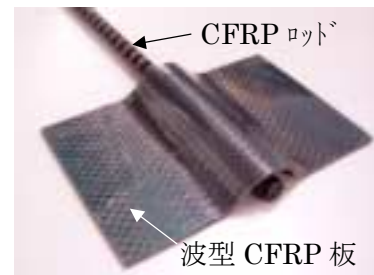
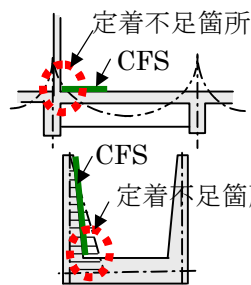


図-1 定着体必要部位

写真-1 CFRP 定着体

表-1 接合部曲げ試験使用材料

コンクリート	圧縮強度 42.9MPa 圧縮弾性率 30.5GPa
CFRP ロッド	外径 10mm 公称断面積 71.8mm ² 引張強度 2550MPa 弾性率 147GPa
エポキシ樹脂パテ 硬化物性	曲げ強度 50MPa 引張せん断強度 13MPa 圧縮弾性率 2400MPa 圧縮強度 64MPa
含浸接着樹脂	エポキシ樹脂(CFS 貼付用)
鉄筋・アンカーボルト	SD295A
CFS(高弾性品)	目付量 300g/m ² 引張強度 1900MPa 弾性率 640GPa

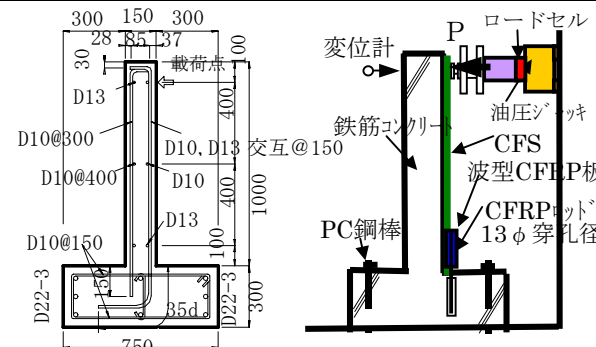


図-2 試験体形状寸法

図-4 接合部曲げ試験

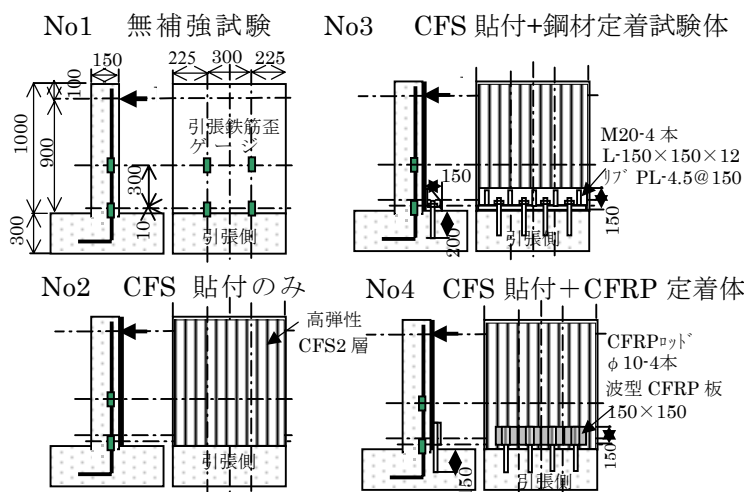


図-3 試験体種類、歪ゲージ位置

キーワード CFRP 定着体, 炭素繊維, 接合部, 曲げ補強

連絡先

〒100-0005 東京都千代田区丸の内 1 丁目 8 番 2 号 三菱化学産資（株） T E L 03-5293-6640

圧ジャッキにて加力した。実験では、鉄筋歪が 200μ 、 1000μ の時点で一旦除荷し、その後破壊に至るまで単調載荷を行った。また、載荷時に図-3、4に示す位置で変位、鉄筋の歪を測定した。

3. 試験結果

図-5に荷重－載荷点変位関係、図-6に荷重－鉄筋歪関係を示す。No1, No2 試験体では、引張側コンクリート接合部に曲げひび割れが発生し、引張鉄筋降伏後最大耐力に達した。No2 試験体は、鉄筋降伏後の試験体剛性が若干 No1 より大きかった。これは CFS の補強効果によってコンクリート部材の変形が小さくなった為と推察される。

No3 試験体は、鉄筋ひずみが、約 1000μ 発生時に CFS と鋼材背面（CFS との接着面）の部分的な剥離が起り急激に耐力が低下すると同時に鉄筋降伏に至った。その後、荷重の増加は見られたが、鋼材背面が完全に剥離し、荷重低下した。鋼材部分は、ほとんどコンクリート部材の回転変形に追随していない状況であった。

No4 試験体は、引張鉄筋降伏までは何ら破壊の兆候は観察されなかった。鉄筋降伏後、コンクリートベース部分に埋設された CFRP ロッド周辺を避ける様に接合部に曲げひび割れが徐々に入り、その後、ベース部分のせん断破壊によって最大耐力が決定した。この時、CFRP ロッドの抜け、波型 CFRP 板の剥離、割れなどはなく CFRP 定着体がスラブ部分の変形に十分追従していたことが確認された。従って、ベース部がせん断破壊に至らなければ更に荷重は増加したと推察される。

4. 考察

No3 試験体と No4 試験体を比較すると、載荷点位置の変位はほぼ同等であるのに対し、接合部分の鉄筋歪に差が生じる結果となった。これは、図-7の様に定着体の差によりコンクリート部材の変形に差が生じたことによるものと推察される。

5. まとめ

- 1) 鋼材定着体は、十分な定着長を確保したが、コンクリート部材の回転変形に追従できず、鉄筋歪 1000μ 程度で鋼材背面と CFS 間が剥離し耐力低下する結果となった。
- 2) CFRP 定着体は、鉄筋降伏まで剥離など発生せず、十分な補強効果を有した。

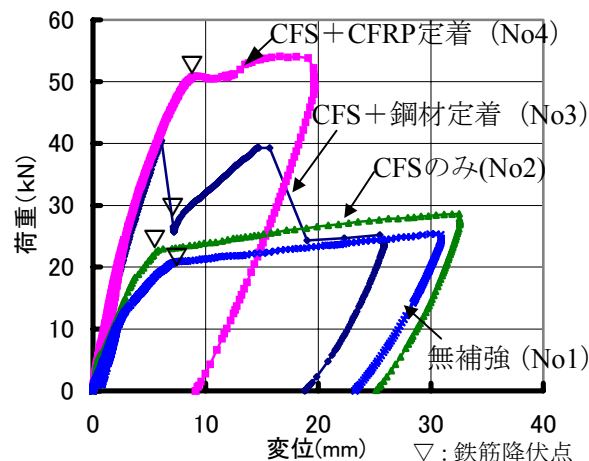


図-5 荷重－載荷点変位関係

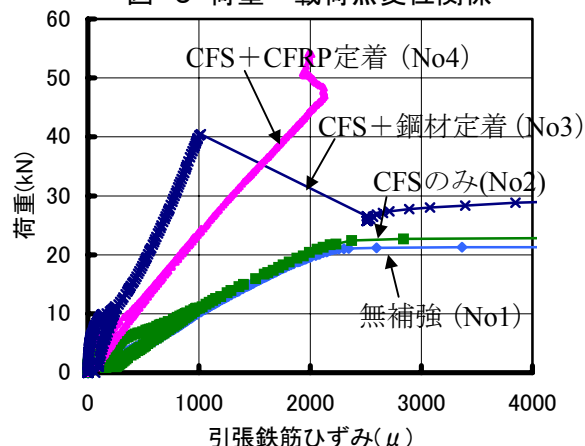


図-6 荷重－鉄筋歪関係

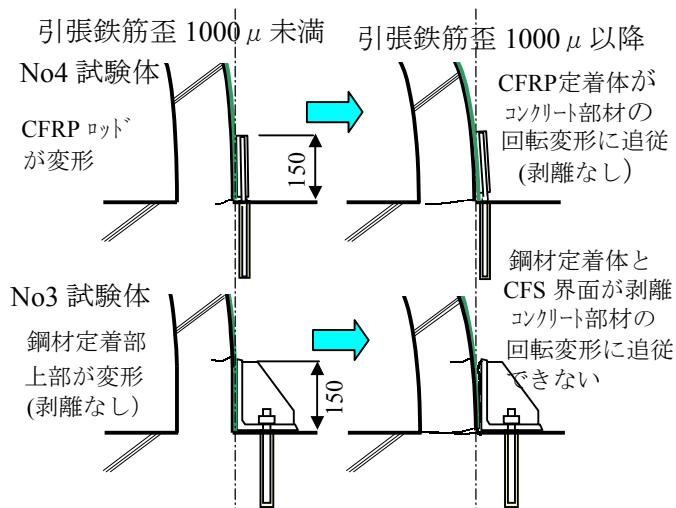


図-7 コンクリート部材接合部変形イメージ

参考文献

- 1) 有留義朗, 金久保利之ほか: 繊維シートによる RC 構造物の耐震補強におけるシート端部定着に関する研究, コンクリート工学論文集, 第 10 巻第 2 号, pp.119-130, 1999.5
- 2) 炭素繊維シートによる鋼製橋脚の耐震補強工法研究報告書, 炭素繊維シートによる鋼製橋脚の補強工法ガイドライン (案), 財団法人土木研究センター, 2002.7