

V-422

両引き試験による CFRP 補強 RC 部材の付着機構に関する研究

九州大学大学院	学生会員	佐川康貴
九州大学大学院	フェロー	松下博通
ショーボンド建設㈱	正会員	岳尾弘洋
清水建設㈱	正会員	矢原輝政

1. 目的

近年、炭素繊維シート(以下、「CFS」と記す)を用いた既存コンクリート構造物の補修・補強工法が急速に広がっており、CFSとコンクリートの付着機構を把握するために CFS を貼り付けた角柱コンクリート供試体の両引き試験が行われている。しかしながら、実際に補強対象とするのは RC 部材であることから、RC部材を CFS で補強した場合におけるコンクリートとCFSの付着機構を明らかにすることが重要となってくる。本研究では、RC部材でのCFSの付着性状、鉄筋とCFSの応力の分担について把握するため、RC部材をCFSで補強し、両引き試験を行った。

2. 試験概要

2.1 供試体

図-1に供試体の形状寸法を示す。供試体は中心に異形鉄筋を配した長さ100cm、10cm×10cmの正方形断面の角柱RC部材である。CFSはエポキシ樹脂接着剤を用いて供試体の向かい合う2面(Front面、Back面とする)に、接着幅4cmで貼り付けた。CFSは繊維目付300g/m²、設計厚さ0.167mm、引張強度3480N/mm²、弾性係数 2.30×10^5 N/mm²のものを使用した。載荷時のコンクリート強度は36.6N/mm²であった。異形鉄筋は図-2のような手順でミリング加工を施し、内部に測定長2mmのひずみゲージ

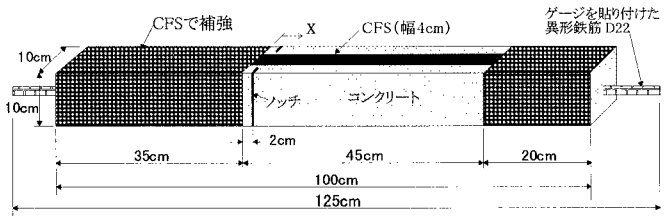


図-1 供試体形状寸法

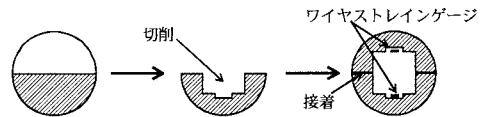


図-2 鉄筋の加工手順

を1cm間隔で貼り付けてある。ひび割れの発生位置を制御するため、ノッチを設け、コンクリート両端部をCFSで巻き付け(繊維の方向が軸方向、軸直角方向、軸方向になるような三重構造)補強した。なお、供試体はCFSを1層貼り付けたもの(TYPE I)と2層貼り付けたもの(TYPE II)の2体を作製した。

2.2 試験方法

図-3に示す180tf万能試験機を用い、変位制御(0.20mm/min.~0.60mm/min.)により軸方向引張力を与えた。供試体のつかみ部は以下の2方法によって行った。

- ①くさび型カップラーで鉄筋端部をつかみ、D字型の定着金具を取り付ける。
- ②供試体端部に鋼板をエポキシ樹脂接着剤で貼り付け、U字に曲げた丸鋼を溶接する。この場合、試験時に鋼板接着部分を万力で締め付ける。

2.3 測定項目

ロードセルから求めた荷重とCFS、鉄筋、コンクリートのひずみを測定した。また、載荷終了後にひびわれ状況を観察した。

3. 試験結果及び考察

まず、方法①でTYPE Iの試験を行ったが、載荷途中で鉄筋が付着すべりを起こ

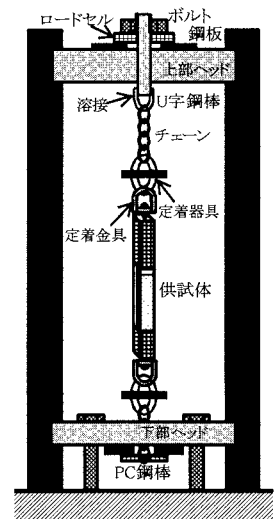


図-3 載荷装置

キーワード:炭素繊維シート, 付着, 有効付着域, 鉄筋と炭素繊維シートの応力分担

〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 Tel 092-641-3131 内線 8654 FAX 092-642-3271

し、CFS に引張力が伝わらなくなり荷重が伸びなくなった時点で除荷した。最大荷重は 90.2kN であった。

次に、方法②で TYPEⅡの試験を行った。つかみ部のコンクリートが圧壊し、軸方向引張力を与えることができなくなったので終局とした。終局時の荷重は 154.4kN であった。この供試体の CFS と鉄筋のひずみ分布（隣接3点の加重平均）及び付着応力分布をそれぞれ図-4、図-5に示す。ひび割れが発生するまでひずみは鉄筋、CFS 共に供試体全体に渡ってほぼ一定の値を取るが、 $x=20\text{cm}$ に一次ひび割れ (22.7kN) が、 $x=15\text{cm}$ に二次ひび割れ (70.7kN) が発生すると、ひび割れをはさんで約 10cm の区間で CFS のひずみが急に増加し、ひずみ分布の山を形成する。その後、荷重の増加につれて両者のひずみは増加し続けるが、多数の微細ひび割れにより CFS のひずみ分布はピークが多数発生し、鉄筋のひずみ分布はふしによる影響であろうと考えられるが、測点間のばらつきが非常に大きくなる。ひび割れ発生後 CFS、鉄筋共にひずみ分布は山型の曲線となるが、前者はひび割れ近傍に偏っており、後者は正弦曲線に近い形状になっている。既往の研究より CFS 貼り付け区間に鉄筋を有しない部材の両引き試験において CFS の有効付着域は 10cm 程度とされているが、図-4(a)からはひび割れ間隔の半分程度となる。これはひび割れが入ることにより有効付着域が横方向に広がるができないことによるものと考えられる。

図-5における付着応力は隣接したひずみゲージ間のひずみ差と、CFS の弾性係数、設計厚さの積をゲージ貼り付け間隔で割った値とした。鉄筋については降伏 (90.2kN) 前のみ示している。ひび割れが発生するとひび割れをはさんで対称に山が上下に2つ現れる。付着応力分布もひずみ分布と同様に CFS と鉄筋では形状が異なっている。

ひび割れ発生位置近く ($x=19\text{cm}$) における荷重と各応力の関係を表したものが図-6である。なお、鉄筋については降伏時までを示してある。ひび割れ発生時 (22.7kN) には鉄筋の応力が増加するの追従して CFS の応力も増加する。鉄筋が降伏し、120kN を越えると CFS の応力が急激に増加する。このことより、CFS により補強された部材は鉄筋降伏後も荷重を受け持つことができると言える。よって CFS の高弾性・高強度という特徴を十分に生かせるのは鉄筋降伏後であることがわかる。

4. まとめ

- (1) RC 部材に CFS を貼り付けると、ひび割れの影響により有効付着域は内部に鉄筋を有しない場合に比べて短くなる。
- (2) 鉄筋降伏前はもちろん、鉄筋降伏後においても CFS は RC 部材に対する補強効果を発揮することができる。特に、鉄筋降伏後にその効果は顕著に現れる。

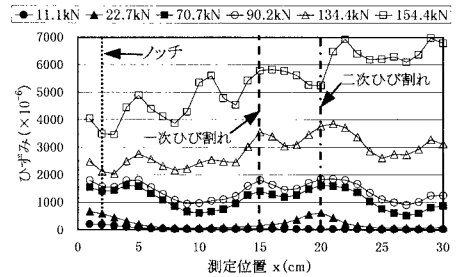


図-4(a) ひずみ分布(CFS Front面)

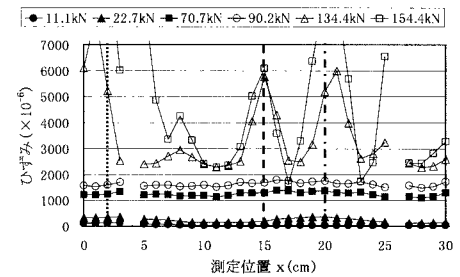


図-4(b) ひずみ分布(鉄筋)

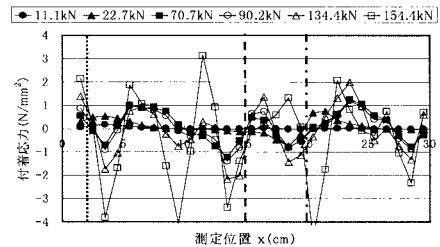


図-5(a) 付着応力分布(CFS Front面)

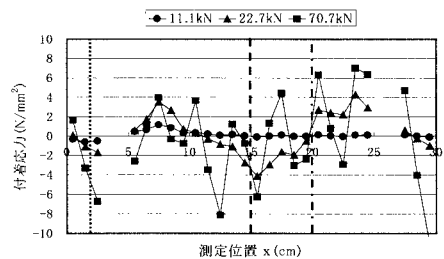


図-5(b) 付着応力分布(鉄筋)

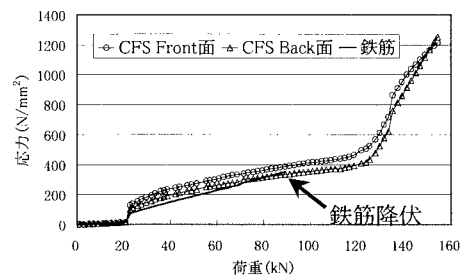


図-6 荷重と応力の関係