

大阪府 正会員 木村文憲 大阪大学工学部 正会員 松井繁之
 大阪大学大学院 学生会員 李 泳昊 日本建設コンサルタント 正会員 福島稔眞
 東燃 正会員 小林 朗 ケミカル工事 正会員 真鍋 隆

1. はじめに 平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震は、RC橋脚に関東大震災以来最大の被害を与えた。この地震を契機として、RC橋脚に対する耐震性の強化がますます重要な課題となっている¹⁾。

RC橋脚の補強には鋼板接着工法等の様々な工法が用いられているが、施工性やメンテナンスからその適用が限定される場合がある。そこで、今回の実験では、鋼板等に比べ施工性・メンテナンスに優れた炭素繊維シートを用い、RC柱の補強を行った。

2. 実験の目的 道路橋の耐震補強においては、構造部材の強度を向上させると同時に変形性能を高めて橋全体として地震に耐える構造系を目指す必要がある¹⁾。しかし、現在、炭素繊維シートを用い、橋脚の持つ曲げ耐力・じん性の改善を目的とした橋脚補強の研究はまだ途上段階であるといえ、より良い構造形式の提案が望まれている。そこで、本研究では炭素繊維シートを用いて橋脚の補強を行った場合の、橋脚の持つじん性および曲げ耐力をバランスよく向上させることを目的とする。

3. 実験概要

3.1 供試体 本実験では、既存橋脚をフチング付き独立一本柱にモデル化した供試体を用いた。供試体の概要図を図-1に示す。実橋に対する供試体の縮尺は1/5程度であり、柱部の断面寸法は300mm×300mmとし、フチング上面から載荷点の中心までの距離は1500mmとした。また、配筋時にあらかじめ鋼製シスを所定の位置に配置し、その鋼製シス内に挿入したPC鋼棒に引張力を与えることにより、供試体に軸力(10kgf/cm²)を導入した。

根巻きを行う供試体については、根巻き高さは450mm、根巻き厚さは60mm、根巻きコンクリート内には軸方向鉄筋を設置した。この供試体の根巻きコンクリートは後打ちで成形し、コンクリート面の接着はエポキシ樹脂を用いて行った。供試体を用いた鉄筋、コンクリート、炭素繊維シートの材料試験結果を表-1に示した。なお、供試体はせん断破壊ではなく、曲げ破壊で壊れるように設計した。

実験では、表-2に示すように補強状態の異なる供試体を7体(供試体名CC-1~CC-7)用意した。このうちCC-1は無補強の供試体と考えた。CC-2~7は、CC-1に対して表-2に示すような補強を行ったものである。

3.2 載荷方法 図-1の載荷点位置に治具を取り付け、押し引き両用の油圧ジャッキで載荷を行った。載荷方法には降伏荷重時の変位1δ_yから最終載荷までの変位を1δ_yずつ増加させながら、各変位で1回の正負載荷を行う方法を採用した。

4. 実験の経過および結果 図-2に各供試体の荷重-変位包絡線の関係を、表-3に各供試体の実験結果を示した。また、図-3で荷重-変位包絡線の実験値と解析値との比較を行った。

CC-1 供試体 7δ時に基部での主鉄筋座屈、かぶりコンクリートの剥離が生じ耐力が低下したので実験を終了した。
 CC-2 供試体 最大荷重は無補強の場合に比べ向上しているが、逆に終局変位は無補強の場合よりも低下している。また、この供試体では変位が増加するとともに、根巻きと柱部との付着切れが起り、破壊断面が低

表-1 材料試験結果

	強度	弾性係数
本体コンクリート	290	2.61×10 ⁵
根巻きコンクリート	398	3.09×10 ⁵
D13異形鉄筋	3550	1.91×10 ⁶
D10異形鉄筋	3770	1.91×10 ⁶
炭素繊維シート	30000	3.80×10 ⁶

(単位: kgf/cm²)

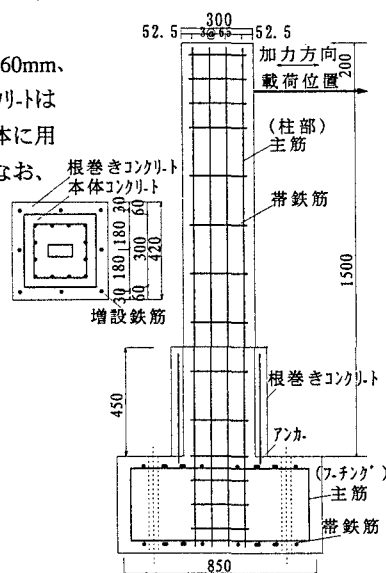


図-1 供試体概要図

下したため、それに伴い耐力も低下する傾向がみられた。
CC-3,4,5 供試体 いずれの供試体についてもフープ方向の炭素繊維シートの拘束効果により、耐力および終局変位ともに無補強の場合に比べ向上しているのがわかる。このうちCC-3,4では根巻き部直上でフープ方向の炭素繊維シートが破断し、その位置での主鉄筋の座屈が確認された。このCC-3,4ではじん性率、最大荷重等で多少の差が見られるが、シート補強量の違い程の明確な差は見られなかった。また、CC-5では根巻きとフーチングとの間に隙間を設けなかったため、根巻きコンクリートが圧縮力を受け持ち耐力も向上した。そのため、CC-5では根巻き部直上、柱基部の2箇所に破壊面が分散したため、最終破壊まで至らず実験を終了した。

CC-6,7 供試体 CC-6では+4δ 載荷中に引張側の軸方向炭素繊維シートが根巻き部直上位置で破断し、一気に荷重が低下した。CC-7では軸方向の炭素繊維シートが破断しなかったため、耐力の急激な低下も見られずじん性的な挙動を示していると言える。

今回の解析では炭素繊維シートに鉄筋と同じ要素を用いて計算を行った。CC-1,3,6 供試体については実験値と解析値もほぼ同様の傾向を示しており、解析の妥当性が証明されていると言える。

5. まとめ

- ① 根巻きコンクリートで補強を行う場合、本体と根巻きコンクリートとの付着が切れるとその効果は期待できない。
- ② CC-3 供試体のように柱部、根巻き部全体にフープ方向の炭素繊維シートで補強すると、その拘束効果により新旧コンクリートが一体化し、耐力力及びじん性が向上することがわかった。しかし、炭素繊維シートの補強量を増加させた場合、補強量の違いほどの明確な補強効果の差は現れなかった。
- ③ CC-6 供試体のように軸方向炭素繊維シート及び柱部、根巻き部全体にフープ方向の炭素繊維シートで補強すると、軸方向炭素繊維シートが引張材として機能し耐力力が大幅に向上した。しかし、軸方向炭素繊維シートが破断すると急激な耐力の低下がみられたため、CC-7 供試体のように根巻き部内の軸方向鉄筋量を調節し、軸方向炭素繊維シートを破断させないように設計する必要があると考えられる。

<参考文献>(1)社団法人 日本道路協会：道路橋示方書Ⅴ耐震設計編,1996.12

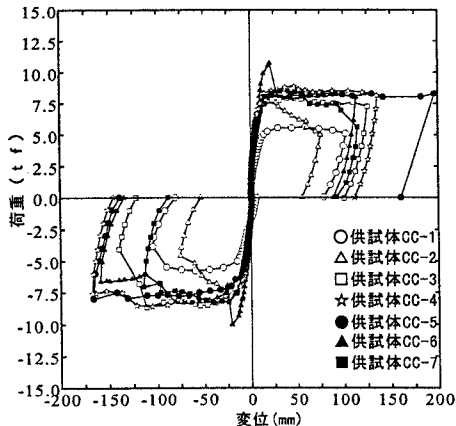


図-2 荷重-変位の包絡線

表-2 各供試体の補強状態

供試体	根巻き	根巻き軸鉄筋	軸方向CFS	フープ方向CFS	損傷
CC-1	×	×	×	×	×
CC-2	○	○	×	×	×
CC-3	○	○	×	○	×
CC-4	○	○	×	◎(2層)	×
CC-5	○	×	×	○	×
CC-6	○	○	○	○	×
CC-7	○	○(疎)	○	○	○

表-3 実験結果

供試体	破壊モード	じん性率	終局変位	最大荷重(そのδ)	破壊発生箇所
CC-1	柱部主鉄筋座屈	7.1	104.9mm	5.6tf (4δ)	柱基部
CC-2	柱部主鉄筋座屈	10.2	75.3mm	7.6tf (3δ)	柱基部
CC-3	フープ方向CFS破断	15.3	119.3mm	8.5tf (7δ)	根巻き直上
CC-4	フープ方向CFS破断	17.1	128.5mm	8.9tf (6δ)	根巻き直上
CC-5	破壊せず			8.3tf (7δ)	根巻き直上及び柱基部
CC-6	軸方向CFS破断 フープ方向CFS破断	3.4 11.7	27.1mm 94.3mm	10.8tf (3δ)	根巻き直上
CC-7	根巻き内軸方向鉄筋破断	13.1	106.0mm	8.4tf (5δ)	柱基部

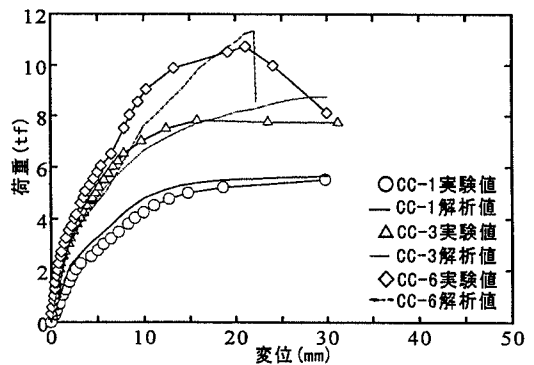


図-3 荷重-変位包絡線(実験値・解析値の比較)