

V-551 既存RC柱の炭素繊維シートによる補強効果に関する実験的研究

大阪大学大学院 学生員 木村文憲 大阪大学工学部 フェロー 松井繁之
日本建設コンサルタント 正会員 福島稔真 東 燃 正会員 井上和夫
ケミカル工事 正会員 真鍋 隆

1. はじめに 平成5年11月の設計活荷重の改訂による耐荷力不足や、昨年起こった阪神大震災を契機として既存構造物の耐震性の強化が重要な課題となっている¹⁾。このような状況のもと既存コンクリート構造物に対し何らかの補強を行う必要がある。

橋脚補強に関しては様々な工法が提案されている。今回の実験では、その中でも最近注目されており、床版等の補強で試験的に実用化されている炭素繊維シートを用いた。この工法の特徴としては、①炭素繊維が高強度・高弾性であり少量でも効果が大きいこと②軽量であること③高い耐候性があること④施工性がよい⑤任意形状への対応が可能であること、等が挙げられる。

2. 実験の目的 橋脚基部をコンクリート巻きかたて工法と炭素繊維シート接着工法で補強することを想定する（図-1）。今回の実験の目的は、根巻きコンクリート周囲に炭素繊維シートを貼付し、新コンクリートを拘束することにより、新旧コンクリートの付着性の向上が期待できるか否かを確認し、炭素繊維シートを横巻きにすることの有効性を明らかにすることである。

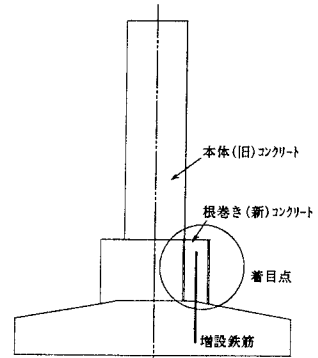


図-1 供試体のモデル

表-1 材料試験結果（単位：kgf/cm²）

	強度	弾性係数
本体コンクリート	283	2.32×10^6
増打コンクリート	443	2.81×10^6
D16異形鉄筋	3300	1.96×10^6
D10異形鉄筋	3800	1.99×10^6
炭素繊維シート	30000	3.80×10^6

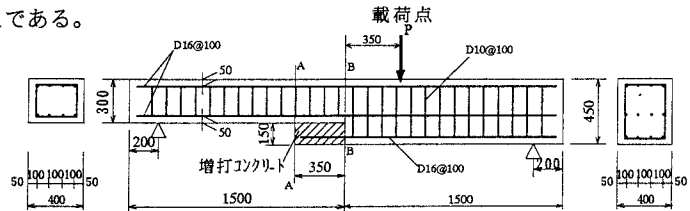


図-2 供試体概要図

表-2 供試体の補強状態

No	試験体形状	補強	確認項目
1	段差付き 根巻きコンクリート無し	補強無し	本体強度
2	段差付き 根巻きコンクリート	補強無し	シート無しの強度
3	段差付き 根巻きコンクリート	主筋シート補強	定着、応力伝達
4	段差付き 根巻きコンクリート	主筋シート補強 & フープ補強	定着、応力伝達 フープ補強の効果
5	段差付き 根巻きコンクリート	主筋シート補強 & フープ補強（根巻き上）	4+増し打ちコンクリート上 フープ補強の効果
6	段差付き 根巻きコンクリート	No2破壊後ひびわれ修復 & フープ補強（根巻き上）	修復した供試体における フープ補強の効果
7	段差付き 根巻きコンクリート	No3破壊後ひびわれ修復 & フープ補強（根巻き上）	No5、No6供試体との 比較

3. 実験概要

3.1 供試体 今回の実験では、橋脚基部補強の基礎的な実験として柱基部を段差付きRC梁でモデル化した供試体を用いた。増打ちコンクリートは後打ちで成形し、新旧コンクリート面の接着にはエポキシ樹脂を用いた。増打ちコンクリート部には主鉄筋を延長し、鉄筋による断面力伝達を期待した。供試体はいずれも支間長2600mm、断面はH300×B400、H450×B400の矩形のものを用いた。供試体の概要図を図-2に示す。また、供試体に用いた鉄筋、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、供試体の設計はせん断破壊ではなく曲げ破壊で壊れるように行った。

NO-1 供試体は供試体中央断面からの増打ちを行わない供試体であり、補強なしの供試体と考えた。NO-2～NO-5 供試体は、NO-1 供試体に対して表-2に示すような補強方法を与えたものである。また、NO-6、NO-7の供試体については、それぞれNO-2、NO-3 供試体の破壊実験終了後、供試体下面から載荷

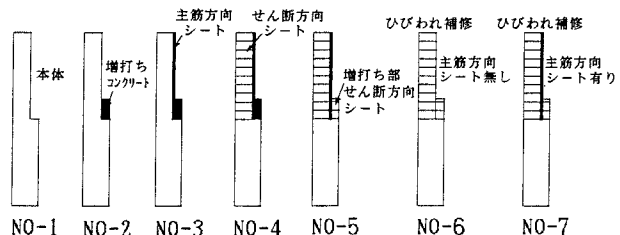


図-3 供試体の形状、補強状態

し形状を保持した状態でひびわれに樹脂注入し、その後フープ方向の炭素繊維を巻き、補修、補強を行った。供試体の形状、補強状態などについては表-2、図-3に示す。

3.2 載荷方法 図-2の載荷点位置に載荷板を用いて線荷重載荷を行った。加圧は油圧ジャッキで0.5tonピッチで行い、主鉄筋ひずみが降伏ひずみの1/3、2/3、1倍まで計3回繰り返すその都度除荷し、4回目に最終破壊まで載荷した。

4. 実験の経過および結果

NO-1 供試体 段差部から載荷点に向かって45°方向にクラックが伸びていき、載荷板付近のコンクリート上面圧潰をもって供試体の破壊とした。最大荷重は16.87tfであった。

NO-2,3,4 供試体 供試体の破壊性状は、いずれの供試体もまず増打ちコンクリートの接着切れが起こり、その後NO-1と同様に元の段差部から載荷点に向かい45°方向のひびわれが入り、上面圧潰での破壊に至るというものであった。各供試体とも最大荷重はNO-1とほぼ同等であった。

NO-5 供試体 27.7tfで最大荷重をとった瞬間、A-A断面（図-2参照）から約3cm外側にずれた位置で主筋方向の炭素繊維シートが破断した。その後は側面のフープ方向のシートが階段状にはがれ、その度に荷重が落ちた。この供試体の破壊断面は増打ちコンクリートの先端であった。

NO-6,7 供試体 載荷中16tfを超えると、新旧コンクリート境界面上のフープ方向シートがA-A断面付近から徐々に破断を開始した。

表-3に各供試体の最大荷重を示す。また、図-4にB-B断面の荷重とたわみの関係、図-5にB-B断面の荷重と主鉄筋ひずみの関係を示す。図-4中の理論値は変断面梁の理論により供試体の剛性を求め、終局耐力は等価応力ブロック法²⁾を用いて、計算した値である。NO-2～NO-4は図-4、図-5ともにNO-1と同様の傾向を示しており、それぞれの最大荷重もNO-1とほぼ同等であった。よって、樹脂の付着が切れると増打ち部は供試体全体の挙動に影響を与えないといえる。NO-5の耐荷力の向上に関しては、フープ方向の炭素繊維シートによって新旧コンクリートが一体化し、破壊断面がB-B断面からA-A断面に移動し、軸方向の炭素繊維シートが引張材として寄与していたことが確認できた。この軸方向のシートが破断した後はフープ方向のシートが有効に働き、18～20t程度の荷重を保持した。図-4のNO-6、NO-7の結果を見ると供試体の降伏荷重はNO-2、NO-3と比べ向上しており、一度破壊した供試体であっても樹脂及びフープ方向の炭素繊維シートで新旧コンクリートを拘束することによって補強が可能であると考えられる。

表-3 各供試体の最大荷重

供試体	最大荷重
NO-1	16.87tf
NO-2	16.87tf
NO-3	17.05tf
NO-4	17.47tf
NO-5	27.70tf
NO-6	17.95tf
NO-7	18.51tf

5. 結論

- ①根巻きコンクリートで補強をする場合、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。
- ②NO-5供試体のように本体、増打ち部全体にフープ方向の炭素繊維シートで補強すると、新旧コンクリートが一体化し、破壊断面が移動し、耐荷力が大幅に向上する。よって、このような根巻き補強部分と炭素繊維シートにより補強すれば耐荷力増が期待できることがわかった。
- ③NO-6,7の供試体のように一度破壊された構造物であっても、フープ方向の炭素繊維シートを巻くことによって、その部分が補強され、破壊断面が移動し、耐荷力の向上が期待できる。

<参考文献> (1)日本道路協会：「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様」の準用に関する参考資料，1995.6

(2)土木学会：コンクリート標準示方書（設計編），1991.3

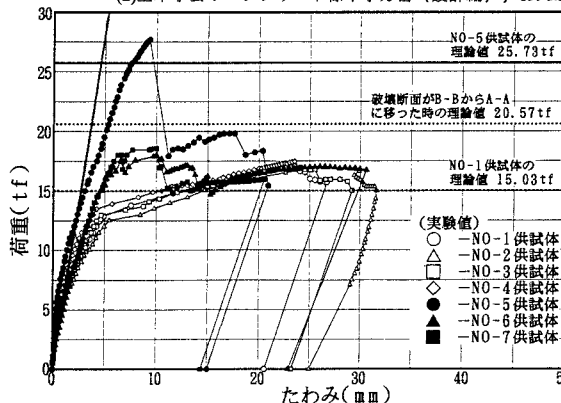


図-4 荷重-たわみ曲線（B-B断面）

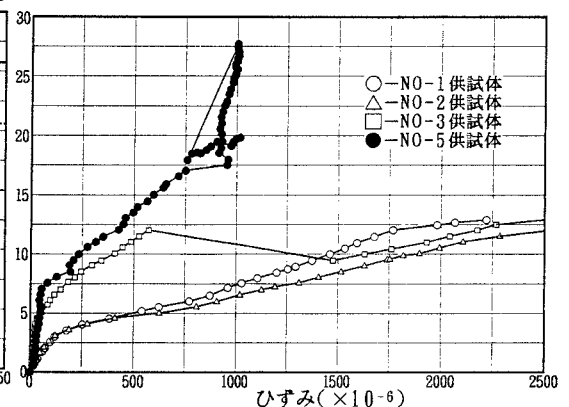


図-5 荷重-主鉄筋ひずみ曲線（B-B断面）