

炭素繊維シートを用いた中空円断面コンクリート橋脚の補強について

日本道路公団 正会員 長田 光司
 日本道路公団 正会員 大川 征治
 日本道路公団 正会員 西 浩嗣
 横浜国立大学 フェロ-会員 池田 尚治

1.はじめに

兵庫県南部地震において、道路橋に大きな被害が生じたことから JH では既設橋脚を対象に緊急に耐震補強を実施している。これらの橋脚の中には高さ 50m を超す高橋脚も実在し、その多くは自重を軽くするために中空になっている。また、昭和 55 年以前に設計された橋脚のうち経済性を考慮して軸方向鉄筋を段落し（途中定着）している橋脚の中には段落し部が曲げ耐力不足となっているものも少なくない。しかし、これまでに段落しされている中空橋脚の地震時の挙動を確認するための実験はほとんど実施されていない。そこで、JH では耐震補強工事を実施するにあたり実橋脚をできるだけ再現した供試体実験を実施し、耐震補強に反映させることとした。

本文は、東名高速道路に実在する平均橋脚高さ 53m の中空円断面コンクリート橋脚を炭素繊維シートで補強するにあたり実施した供試体実験結果を報告するものである。

2.実験概要

(1)供試体の形状および配筋

供試体の寸法は、装置の制約上実橋脚の 1/20 とし、できる限り実橋脚の断面形状を再現した。また、配筋は実橋脚の H 形鋼および鉄筋をすべて鋼材の断面積に換算し、できる限り実橋脚の鋼材量を再現するように供試体の鉄筋量を決定した。

供試体の形状を図-1 に、供試体の鉄筋比を表-1 に示す。

(2)供試体種別

供試体種別を表-2 に、炭素繊維補強量を図-2 に示す。

供試体は無補強 1 体と炭素繊維補強 3 体の合計 4 体実施した。炭素繊維補強した供試体のうち、PS-CF-ST は主に柱軸方向の補強、PS-CF2-ST は柱軸方向とフープ方向の補強、PS-CF3-ST はフープ方向のみの補強である。

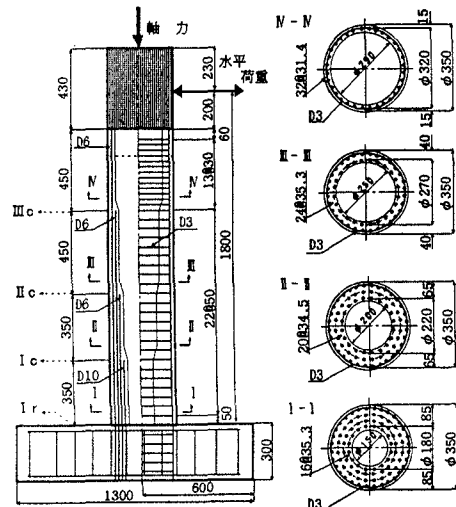


図-1 供試体の形状

表-1 供試体の鉄筋比

	I-I 断面	II-II 断面	III-III 断面	IV-IV 断面
柱軸方向鉄筋比	4.52%	3.71%	3.76%	3.36%
帯鉄筋比	0.14%	0.19%	0.28%	0.78%

表-2 供試体種別

No	供試体名	補強の有無	補強方向
1	PS-NC-ST	無補強	
2	PS-CF-ST	炭素繊維補強	主に柱軸方向
3	PS-CF2-ST	炭素繊維補強	柱軸方向・フープ方向
4	PS-CF3-ST	炭素繊維補強	フープ方向

キーワード：耐震補強、炭素繊維シート

〒216 神奈川県川崎市宮前区南平台 1-1 TEL 044-865-8247 FAX 044-866-3521

柱軸方向の補強量は PS-CF-ST が各段落し部の曲げ耐力の不足分を炭素繊維シートで補うために必要な炭素繊維量の100%、PS-CF2-ST が50～60%、PS-CF3-ST が0%である。7-7°方向の補強量は PS-CF-ST が $10\text{g}/\text{m}^2$ で実橋では、 $200\text{g}/\text{m}^2 \times 1$ 枚、PS-CF2-ST および PS-CF3-ST が $50\text{g}/\text{m}^2$ で実橋では $300\text{g}/\text{m}^2 \times 3$ 枚に相当する。

(3) 荷重方法

供試体の荷重は2本のアクチュエーターを使用して一定の軸圧縮力を荷重した状態で水平力または水平変位を作用させた。水平変位は最外縁鉄筋の計算降伏荷重時の変位を $1\delta y$ とし、荷重終了まで各変位段階で1回の正負荷重を行うのを基準とした。軸圧縮力は実橋脚を参考に、すべての供試体で73.5kNとした。この結果、応力度としては断面により $0.94\text{MPa} \sim 2.44\text{MPa}$ となっている。

3. 実験結果

実験から得られた荷重変位の包絡線を図-3に示す。

(1) PS-CN-ST

$1\delta y$ 荷重途中で全面にわたりひび割れが発生し、 $-2\delta y$ 荷重時にはⅢ-Ⅲ断面およびⅣ-Ⅳ断面で斜めひび割れが顕著になり、その後荷重直角方向のかぶりコンクリートがはく離し、徐々に耐力が低下した。

(2) PS-CF-ST

$-3\delta y$ 荷重までは、顕著な耐力の低下は見られなかったが、 $4\delta y$ 荷重途中 $3.5\delta y$ で柱全高にわたり炭素繊維が荷重直角面で柱軸方向に破断し、急激に耐力が低下した。

(3) PS-CF2-ST

$-5\delta y$ 荷重まで顕著な耐力の低下は見られなかった。実験終了後、炭素繊維をはがしたところ基部周辺以外のコンクリートは健全で、当初の補強目的を達成していることを確認することができた。

(4) PS-CF3-ST

$-5\delta y$ 荷重まで顕著な耐力の低下は見られなかった。実験終了後、炭素繊維をはがしたところ供試体全高にわたり曲げひび割れが発生していることを確認した。

4. 考察

実験結果より、以下の事項を確認することができた。

すなわち、

- ① 中空の円断面橋脚のうち極端にコンクリート断面が薄い部分は変形量が大きくなるとせん断に抵抗する7-7°筋の効果が低下する恐れがある。
- ② 段落し部は、各段落し部の曲げ耐力の不足分を炭素繊維で補うことにより十分な補強効果が得られる。
- ③ 炭素繊維シートで7-7°方向に補強することにより、せん断破壊の発生を防止し、変形性能を改善することができる。

実橋脚では、この実験結果を反映させ補強量を決定し、現在施工中である。

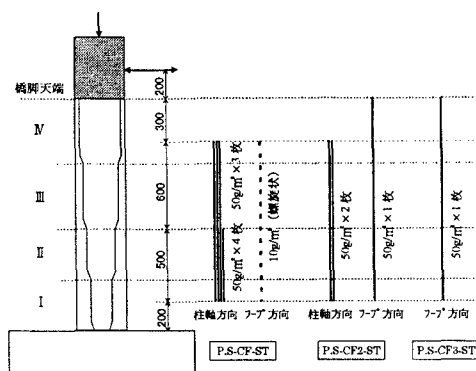


図-2 炭素繊維補強量

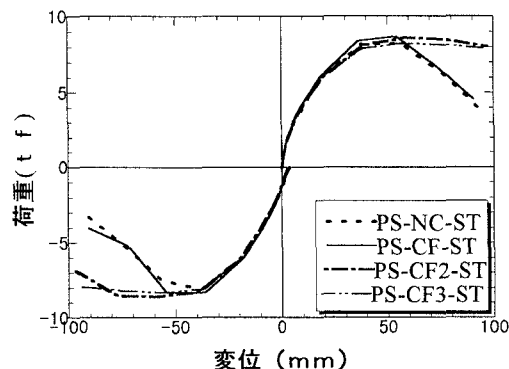


図-3 荷重変位包絡線