

コンクリート充填と炭素繊維巻立補強を併用した
大型中空断面 RC 橋脚模型の正負交番载荷実験

京都大学 学生会員 ○野村 一貴
京都大学 正会員 植村 佳大
京都大学 正会員 高橋 良和

1. 研究背景・目的

平成 24 年以降の中空断面 RC 橋脚の耐震設計 1)では、橋脚基部を充実断面とするように規定されているが、それ以前の基準で設計された中空断面 RC 橋脚が依然として数多く存在し、それらの橋脚の中には、せん断破壊の発生が懸念されるものも存在する。そのため、このような橋脚に対しては、コンクリート充填補強に加えて別途せん断補強を施す必要があると考えられる。

本研究では、せん断破壊先行型の中空断面 RC 柱の载荷実験を通して、コンクリート充填と炭素繊維巻立補強を併用した場合の補強効果について検討する。加えて、終局以後の急激な軸沈下を抑制することを目的として、アンカーにより充填コンクリート部と既設中空部とを結合した場合の補強効果についても検討する。

2. 実験概要

本実験では、既存中空断面 RC 橋脚の地震時挙動を適切に把握するため、実橋脚の配筋や断面性状を正確に

再現できる約 1/6 縮尺の大型試験体に対して正負交番繰返载荷を実施する。図-1 に供試体概要を、表-1 に各供試体の諸元を示す。せん断破壊先行型の中空断面 RC 橋脚を想定した無補強供試体(無補強)、無補強供試体に対してコンクリート充填と炭素繊維巻立補強を施した供試体(巻立+充填)、および巻立+充填に対してアンカーにより充填部と既設部を結合した供試体(巻立+充填(アンカーあり))の 3 供試体を作製する。载荷試験では、最外縁の軸方向鉄筋が初めて降伏した時点の水平変位を基準振幅 δ_{y0} (=16mm)とし、その整数倍の水平変位において繰返し回数 3 回の正負交番载荷を実施する。载荷終了は、鉛直変位-水平変位関係において上に凸な曲線を描きながら鉛直変位が減少し、かつ鉛直変位が負となり、柱倒壊の危険性があると判断した時とする。

3. 実験結果および考察

(1) 破壊モードおよび終局変位

図-2 に各供試体の荷重-変位関係および鉛直変位-水平変位関係を示す。なお、 $7\delta_{y0}$ までの結果を黒色、 $8\delta_{y0}$ 以降の結果を赤色の線で示している。無補強では曲げせん断耐力比が 1 を下回っていたにも関わらず、曲げ破壊で終局を迎えた。これは供試体の設計式では、せん断耐力を安全側に評価されていたためだと考えられる。供試体の曲げ終局時の変位(载荷面および载荷側面の軸方向鉄筋がともに座屈した時の変位)を、表-2 に示す。

(2) 荷重-変位関係および鉛直変位-水平変位関係

無補強では $7\delta_{y0}$ において急激な軸沈下が発生したが、巻立+充填では $7\delta_{y0}$ 時点で軸沈下および荷重低下の傾

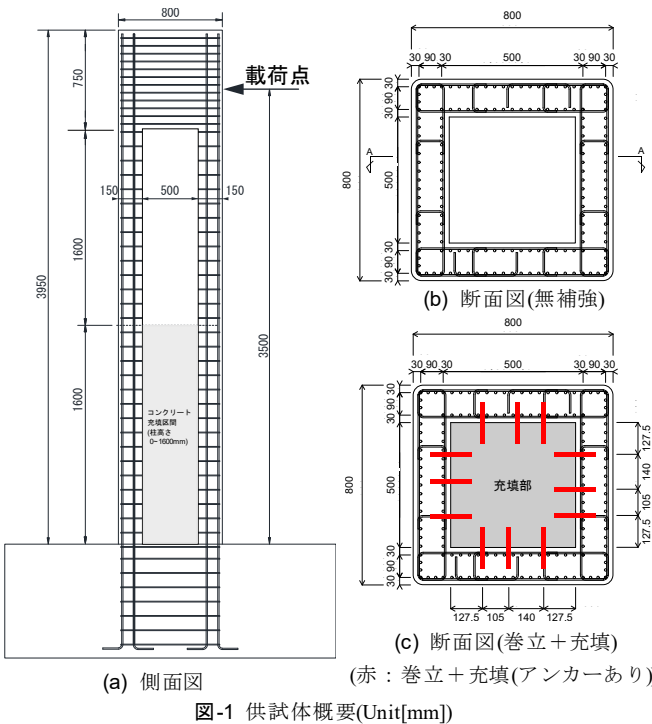


表-1 供試体諸元

供試体	無補強	巻立+充填	巻立+充填 (アンカーあり)
軸方向鉄筋	種別	D10(SD345) 152本	
	鉄筋比	2.78	
帯鉄筋	種別	D6(SD345) 110mm	
	鉄筋比	0.38	
アンカー筋	-	-	D10(SD345) 132本
軸応力(MPa)	2.95	2.95(既設部のみで軸力を支持すると仮定)	
曲げせん断耐力比	0.77	-	-

キーワード 鉄筋コンクリート橋脚, 中空断面, せん断補強, コンクリート充填, 炭素繊維巻立
連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1-139 TEL : 075-383-3246 FAX : 075-383-3243

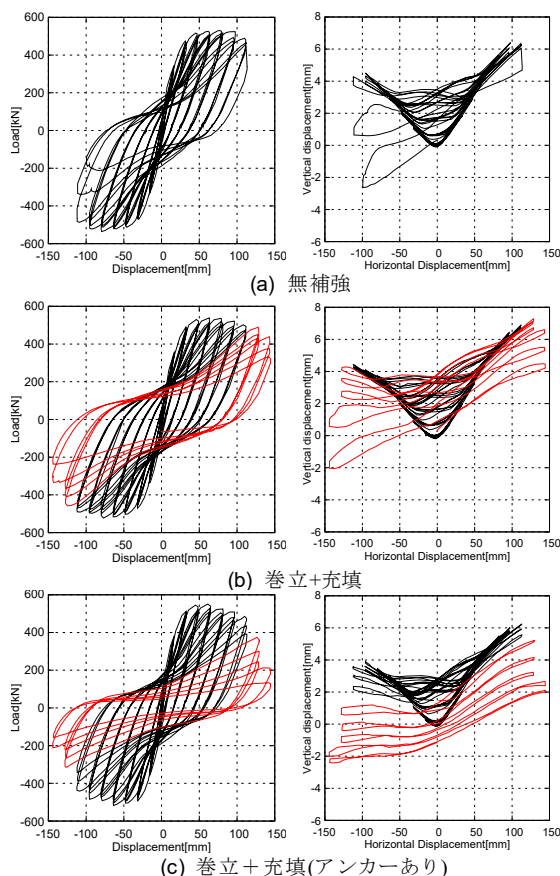


図-2 荷重一変位関係および鉛直変位一水平変位関係

表-2 各供試体の終局変位

供試体	無補強	巻立+充填	巻立+充填 (アンカーあり)
終局変位	$6\delta_{y0}$ (96mm)	$7\delta_{y0}$ (112mm)	$5\delta_{y0}$ (80mm)

向は見られなかった。これはコンクリート充填と炭素繊維巻立補強を併用したことで耐荷性能が向上したためだと考えられる。また巻立+充填では、 $9\delta_{y0}$ にて上に凸な曲線を描きながら鉛直変位が減少し、かつ鉛直変位が負となっているが、巻立+充填(アンカーあり)では、上に凸な曲線を描くことなく漸次的に鉛直変位が減少している。このことから、アンカー補強により終局以後の急激な軸沈下の抑制することができたと考えられる。但し巻立+充填(アンカーあり)では、 $7\delta_{y0}$ の負荷荷時点で軸沈下および荷重低下が発生していることや、表-2に示すように、終局変位が小さくなっていることから、アンカー補強による悪影響が確認されている。

(3) 柱全体の水平変位量に占める各変形成分量

図-3 に柱の水平変位量に占める各変形成分量を示す。巻立+充填のせん断変形量は無補強と比べて減少した。これは炭素繊維巻立によりせん断抵抗性が向上したためだと考えられる。また、巻立+充填(アンカーあり)の曲げ変形量は巻立+充填と比べて減少し、一方で回転変形量が増加している。これは、炭素繊維巻立とアンカー補強により補強区間の柱の剛性が高まり、その結果柱

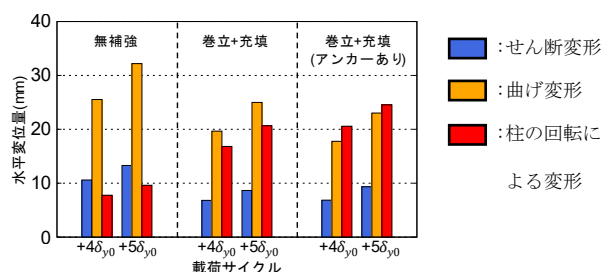


図-3 柱全体の水平変位量に占める各変形成分量(DIC 計測により算出)

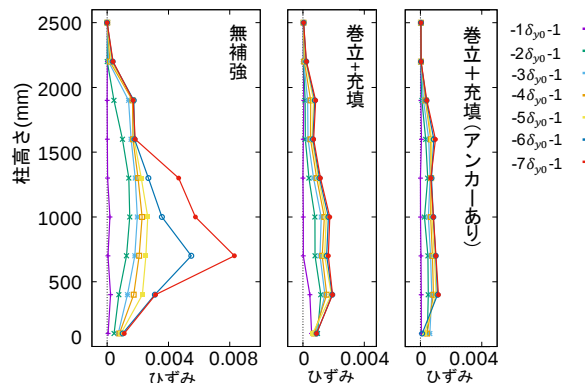


図-4 帯鉄筋ひずみ分布

基部と柱上部とで柱の剛性に大きな差異が生じ、柱基部が構造上の弱面となったことで、変形が柱基部に集中してしまったためだと考えられる。そして柱基部に変形が集中してしまった結果、表-2に示すように巻立+充填(アンカーあり)では終局が早まったと推測できる。

(4) 帯鉄筋の高さ方向ひずみ分布

図-4 に各供試体の帯鉄筋の高さ方向ひずみ分布を示す。無補強の帯鉄筋は柱の広範囲で降伏ひずみを上回っている。一方、巻立+充填および巻立+充填(アンカーあり)では、無補強ほど降伏ひずみの値を大きく上回ることにはなかった。これは炭素繊維巻立補強によりせん断抵抗性が向上したためだと考えられる。

4. まとめ

せん断破壊先行型の中空断面 RC 柱の載荷実験を通して、コンクリート充填と炭素繊維巻立補強を併用した場合の補強効果について検討した結果、巻立+充填ではせん断抵抗性や耐荷性能の向上が確認された。また、巻立+充填(アンカーあり)では終局以後の急激な軸沈下の抑制を確認した。一方巻立+充填(アンカーあり)では、柱基部が構造上の弱面となったことで変形が柱基部に集中し、終局変位が小さくなってしまった。

謝辞：本研究は、西日本高速道路株式会社との共同研究として実施した。謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，Ⅴ耐震設計編，2012。