

V-318 R C 橋脚の補強効果について

日本道路公団試験所 正会員 多久和 勇
日本道路公団試験所 石田 博
日本道路公団試験所 正会員 ○東田 典雅
日本道路公団福岡建設局 正会員 安松 敏雄

1. まえがき

コンクリート (R C) 橋脚は、一般に軸方向鉄筋の段落し部 (鉄筋量の急変部) が設けられているがこの段落し部は、地震時にこの位置で靱性及び耐力の不足により破壊する原因となりやすい。従来、段落し部の耐震補強方法としては、鋼板補強や R C 巻立て補強が一般に行われており、その補強効果が実験等により確認されている。¹⁾ 本研究では、炭素繊維 (カーボンファイバー) を用いた土木構造物である橋脚の耐震補強について、これまで研究がほとんどなされていないことから、その効果について検討を行った。

2. 実験概要

(1) 供試体

供試体は、最も多い角柱橋脚を対象とし一般的な実橋の橋脚として断面 1.2m x 1.8m 高さ約 8m のものを想定し、この 1/3 の縮尺とした。

Na 1 供試体は既設橋脚モデルで、段落し部を基部より 90cm の箇所に設け同部で鉄筋量を 1/2 とした。

Na 2 供試体は鋼板補強で、鉄筋の段落し部より上側に 1 D (橋軸方向の橋脚幅 = 400mm) と下側に 0.5 D (200mm) の合計 1.5 D (600mm) の範囲に、エポキシ系の接着剤及びボルトで鋼板 (t=2.3mm, SS41) を配置した。

Na 3 供試体は、炭素繊維 (カーボンファイバー、以下 C F とする。) を用いた補強で、段落し部上下に約 1 D (余長 50mm を含み 450mm)、合計 900mm の範囲に C F を縦横 2 層ずつ (1 層当り 175g/m²、合計 350g/m²)、エポキシ系接着剤で貼り付けた。C F は、一方向に長繊維を配列しエポキシ樹脂を含浸した帯状のものである。

Na 4 供試体は、鉄筋の段落し部を設けていない供試体 (基部の鉄筋をそのまま上部まで延長) に、Na 3 供試体と同様の方法、材料を用いて躯体の基部から 600mm の範囲に横方向 2 層 (合計 350g/m²) の C F を貼り付けた。試験概要図、供試体断面図をそれぞれ図-1 及び図-2 に、供試体諸元を表-1 に示す。なお、軸方向鉄筋は D16, D10 (SD30) を、フープ筋は φ6mm (SR30) を 200mm ピッチで配置した。また、試験時のコンクリートの強度は、358~369 kgf/cm² であった。

(2) 載荷方法

載荷方法は、参考文献 1) と同様に水平正負交番載荷とした。

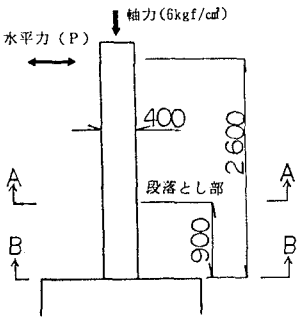
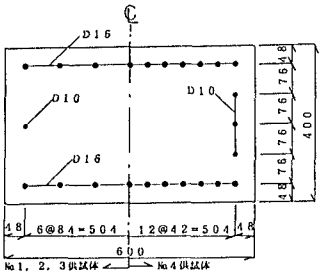


図-1 試験概要



A-A断面

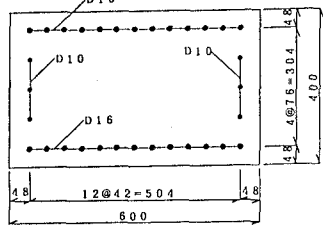


図-2 供試体断面図

表-1 供試体諸元

供試体 No	補強材料	補強区間			
		段落し部 上部	段落し部 下部	基部	合計
1	なし(基準)	—	—	—	—
2	鋼板	1D 400mm	0.5D 200mm	0.5D 200mm	1.5D 600mm
3	カーボンファイバー	1.1D 450mm	1.1D 450mm	1.1D 450mm	2.2D 900mm
4	カーボンファイバー	—	—	1.5D 600mm	1.5D 600mm

3. 実験結果および考察

(1) 载荷状況

実験結果を表-2に、荷重-全体変形包絡線を図-3に示す。

Na 1 供試体は、3 δy の負方向载荷時に段落し部においてコンクリートが圧壊し耐力が低下した。

Na 2 供試体は、2 δy の繰返し载荷時に補強部の直下の曲げひびわれが増大し、鋼板が降伏し耐力が低下した。

Na 3 供試体は、4 δy の载荷時に補強区間の下側のコンクリート部に曲げせん断ひびわれが発生し、ひびわれ幅の増大とともにCFの一部が破断し耐力が低下した。

Na 4 供試体は、1 1 δy （载荷装置の能力最大）まで耐力を保持した。橋脚基部のコンクリートは、圧壊の兆候がみられるが、CFで拘束され躯体の破壊には至らなかった。

(2) 曲率比

供試体の鉛直方向の変位量測定結果より各区間の曲率を求め、各変位段階での曲率比を図-4に示した。図の横軸は曲率比を、縦軸は供試体の高さである。

Na 1 供試体は、1 δy 载荷時には基部での曲率が最大であるが、2 δy 载荷時から段落し部の曲率が最大となっている。

Na 2 供試体は、2 δy 载荷時までは補強区間の曲率は最小であるが、その後3 δy 载荷時で補強区間の直下の曲率が最大となっている。補強鋼材の量を適度に配置すれば、この部位での曲率の急変を防止できると思われる。

Na 3 供試体は、2 δy 以降、補強区間の下側で曲率が変化していることがわかる。4 δy 载荷時以降は、この傾向が大きくなり破壊に至っている。段落し部はCF補強により破壊は抑制されるが、補強区間とその直下の箇所との剛性の違いによりこのような現象を示したものと思われる。

Na 4 供試体はほぼ基部の位置で、曲率が最大を示している。

4. まとめ

① CF、鋼板での段落し部の補強は、基部の方向に曲率の移行が確認されたことから、十分な補強効果があることが明らかになった。

② 本試験の結果、補強区間の下側のコンクリート部に、曲げせん断ひびわれが発生することが確認されており、鉄筋段落し部から基部までは、せん断耐力が若干不足していると考えられるので、曲げ破壊となるよう、せん断に対して補強するのが望ましい。

（参考文献）

1) 安松、他：『RC巻立てによる橋脚段落し部の補強効果』第44回土木学会年次講演会概要集 V-214

表-2 試験結果一覧表

供試体 No	ひび割れ発生時				鉄筋降伏時 (δy)				最大荷重	
	+		-		+		-			
	荷重 (tonf)	変形 (mm)	荷重 (tonf)	変形 (mm)	荷重 (tonf)	変形 (mm)	荷重 (tonf)	変形 (mm)	荷重 (tonf)	変形 (mm)
1	+2.8	+2.6	-2.8	-2.1	+10.4	+20.6	-10.7	-21.6	+11.5	+61.7 (38y)
2	+3.2	+3.3	-3.0	-2.1	+12.2	+26.7	-12.0	-24.4	+13.2	+53.4 (28y)
3	+2.9	+2.8	-2.5	-1.9	+12.6	+27.6	-12.4	-26.0	+13.9	+55.3 (28y)
4	+3.0	+2.2	-2.3	-1.8	+11.9	+22.0	-12.0	-23.4	+15.5	+244.2 (118y)

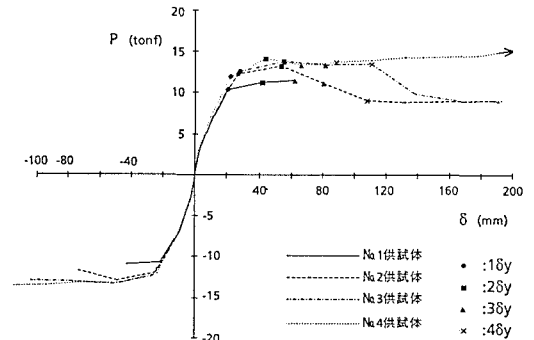


図-3 荷重-全体変形包絡線

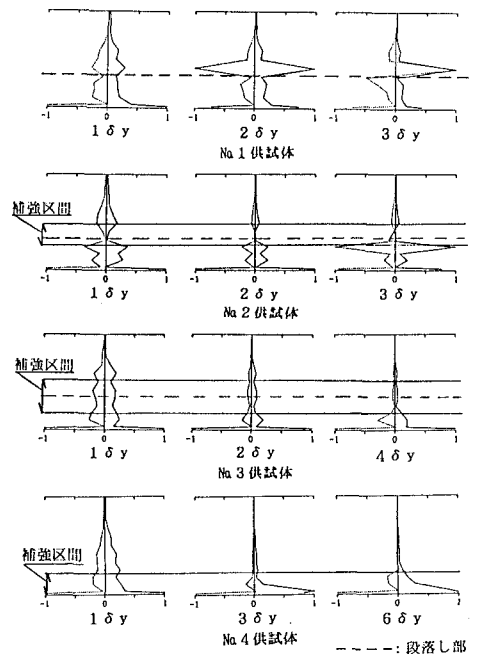


図-4 曲率比