

(I -102) 既設鋼製橋脚の炭素繊維強化樹脂板による耐震補強

○明星大学 学生員 菊地健治 明星大学 正員 鈴木博之
 大阪大学 フェロー 西村宣男 阪神高速道路公団 正員 袴田文雄

1. はじめに

鋼製橋脚の耐震補強工事においては、狭隘な箱断面内部での作業のため、施工条件が課題の一つとして残されている。炭素繊維強化樹脂板(以下、カーボン板と呼ぶ)は、極めて軽量であり、パテ状エポキシ樹脂接着剤を用いて既設橋脚に接着するだけであり、現場施工に優れた特性を有している。

本研究では、耐震補強が必要と考えられる単柱式の矩形鋼製橋脚を対象として、その鋼板パネルにカーボン板を接着することにより、局部座屈の発生を防止して変形性能がどの程度改善されるのかを、縮小模型に一定軸圧縮力と繰返し横荷重を与える実験により確認し、矩形鋼製橋脚の耐震補強にカーボン板を用いることの可能性を検討する。

2. 実験方法

各供試体の主要諸元を表-1 に、供試体形状を図-1 に示す。BR7 および BR5 は、板パネルの幅厚比パラメータ R_R が、それぞれ 0.7 および 0.5 となることを目標に設計したものであり、CR7 および CR5 は、BR7 および BR5 にカーボン板を接着したものである。貼付したカーボン板の厚さは 1.2mm である。カーボン板は、供試体の基部から 2 段目までのパネルの内側に貼付し、横リブ位置で断続させた。カーボン板の貼付方向は、今回の実験においては供試体の軸方向に一致させることにした。また、各供試体の設計にあたっては、補剛材剛比は線形座屈理論より求まる最適剛比を確保するように断面寸法を決定した。なお、軸圧縮力比は、これまでの実績を考慮し、公称降伏軸力の 0.15 倍とした。供試体のかど継手は、L 型開先溶接とし、内面はすみ肉溶接とした。本実験では、かど継手にき裂が発生しないことを前提にしているため、溶接サイズのスケールダウンは行なわなかった。荷重にあたっては、供試体に上部工の死荷重に相当する軸方向圧縮力 N を PC 鋼棒により導入した後、水平変位制御による水平繰返し漸増正負交番荷重を載荷した。なお、本実験においては、水平変位が BR7 と CR7 および BR5 と CR5 で同一となるように載荷した。

表-1 各供試体の主要諸元

供試体記号	BR7	CR7	BR5	CR5
外形寸法および板厚 (mm)	600 × 600 × 6		600 × 600 × 6	
縦リブ寸法 (mm)	50 × 6		60 × 6	
横リブ間隔 (mm)	600		600	
補剛板全幅 (mm)	588		584	
縦リブで区切られるパネル数	3		3	
鋼種	SS400		SS400	
鋼材下降伏点 (MPa)	311		333	
断面積 (cm ²)	166.56		218.24	
断面 2 次モーメント (cm ⁴)	9.373 × 10 ⁴		1.220 × 10 ⁵	
細長比パラメータ λ	0.281		0.292	
幅厚比パラメータ R_R	0.667		0.516	
幅厚比パラメータ R_F	0.546		0.486	
縦方向補剛材剛比 γ_1 / γ^*	1.54		1.14	
CFRP 接着補強の有無	なし	あり	なし	あり

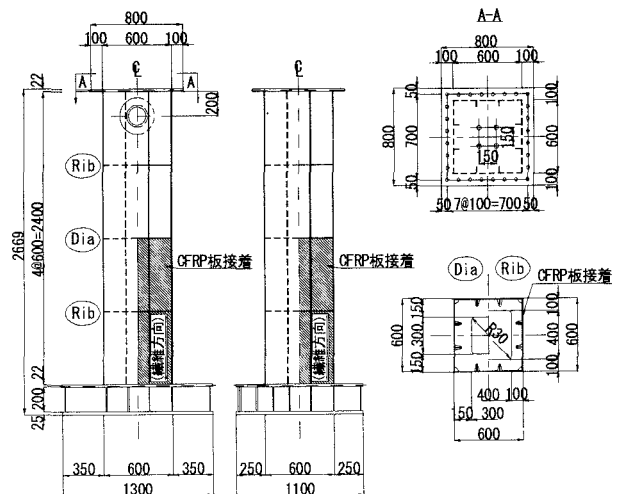


図-1 供試体形状

キーワード：カーボン板，省力化，鋼製橋脚，耐震補強

連絡先：〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1 明星大学理工学部土木工学科 TEL&FAX:042-591-9645

3. 実験結果および考察

水平変位-水平荷重関係のヒステリシスループを図-2, 3に示す。図-2より, BR7, CR7では最大耐力到達直後に急激に耐力が減少しているが, これは供試体基部のパネルに局部座屈による弾性座屈が生じたためである。CR7においては, この前後でカーボン板が剥離している音が発生していた。図-3より, BR5, CR5では第3ループの载荷中に荷重が低下しているが, これは供試体基部のパネルに全体座屈が生じたためである。CR5においても, この前後でカーボン板が剥離している音が発生していた。

次にヒステリシスループより求めた包絡線を図-4, 5に, 包絡線より求めた塑性率を表-2に示す。図-4, 表-2より, BR7, CR7では, 最大耐力に関しては10%程度の違いがみられた。水平変位に関しては, 本研究の算出方法によれば, 最大耐力時には違いは認められないが, その後の95%耐力時には15%程度変形能が改善されている。図-5, 表-3より, BR5およびCR5では, ほぼ等しい最大耐力となり, 水平変位に関しては, 最大耐力時には14%程度変形能が改善され, その後の95%耐力時には23%程度変形能が改善されている。

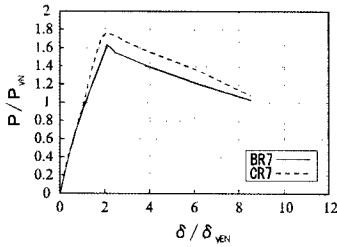


図-4 包絡線 (BR7, CR7)

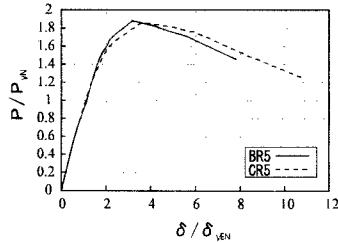


図-5 包絡線 (BR5, CR5)

表-2 塑性率 μ ¹⁾

供試体	μ_m	μ_{97}	μ_{95}	μ_u
BR7	2.10	2.34	2.46	3.21
CR7	2.06	2.62	2.82	4.99
比率(%) ²⁾	(98)	(112)	(115)	(155)
BR5	3.16	4.19	4.57	6.85
CR5	3.60	5.02	5.60	7.70
比率(%) ²⁾	(114)	(120)	(123)	(112)

*) 補強供試体/基本供試体×100

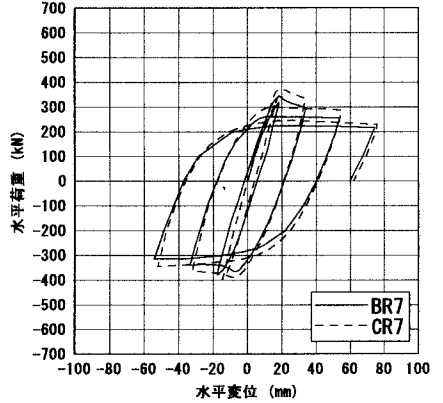


図-2 ヒステリシスループ (BR7, CR7)

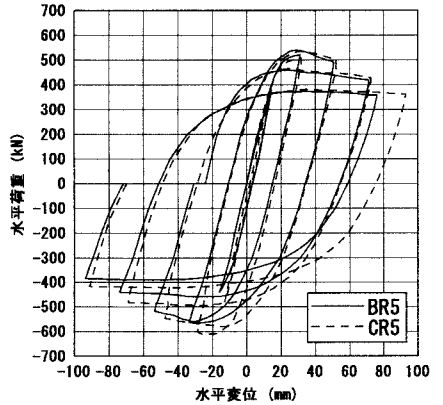


図-3 ヒステリシスループ (BR5, CR5)

$$\mu_u = \frac{\delta_u}{\delta_{yEN}} \quad \mu_m = \frac{\delta_m}{\delta_{yEN}} \quad \mu_{97} = \frac{\delta_{97}}{\delta_{yEN}} \quad \mu_{95} = \frac{\delta_{95}}{\delta_{yEN}}$$

δ_m : 包絡線において最大水平荷重のときの水平変位

δ_{97} : 包絡線において最大水平荷重×97%のときの水平変位

δ_{95} : 包絡線において最大水平荷重×95%のときの水平変位

δ_u : 包絡線において鋼材降伏荷重のときの水平変位

δ_{yEN} : 実験初期勾配において公称降伏荷重のときの水平変位

4. まとめ

本研究において, 今回の実験条件下で得られた結果は以下のとおりである。

- ① 幅厚比パラメータ R_R が 0.7 程度の矩形断面供試体にカーボン板を貼付することにより, 弾性座屈の発生を遅らせ, 最大耐力が 10% 程度, 塑性率が最大 55% 程度, 向上および上昇することが確認できた。
- ② 幅厚比パラメータ R_R が 0.5 程度の矩形断面供試体にカーボン板を貼付することにより, 最大耐力が増加することはなかった。塑性率に関しては, 最大水平変位をほぼ保持している状態 (μ_{95}) で, 23% 程度上昇することが確認できた。

今回は, カーボン板を橋脚軸方向に貼付したが, 現在, 橋脚軸方向, 橋脚軸直角方向の 2 方向に貼付した供試体の実験を進めているところである。また, 橋脚軸直角方向, 縦方向補剛材に貼付した実験も行ないたいと考えている。《参考文献》 1) 建土研: 道路橋橋脚の地震時限界状態設計法に関する共同研究報告書, 1997.3