

V-534 炭素繊維シートを用いた橋脚の耐震補強について

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 フェロー会員 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平成9年度をめどに緊急に耐震補強を実施することとなった。

JHでは、RC橋脚の基部の靱性を改善し耐震性を確保する工法として、RC巻立て工法および鋼板巻立て工法を標準的に採用している。しかし、急峻な地形に位置し工事用進入路の確保できない箇所や交差条件もしくは河川の阻害率が問題となる箇所では、これらの工法だけでは不経済になる場合がある。そこで、炭素繊維シート（以下Carbon Fiber Reinforced Plastics Sheetを略してCFRPと呼ぶ）を使用したCFRP巻立て工法の採用を検討している。

CFRP巻立て工法の補強効果確認試験は、各関係機関により計画されており、その一部は実施中のものもある。しかし、これらの多くは高速道路の橋脚をモデル化したものではないので、実施工にあたり実橋脚をモデル化した供試体で補強効果を確認する必要があった。

本文は、高速道路の橋脚をCFRP巻立て工法で補強した場合の補強効果の検討のうち静的正負繰返し載荷実験で確認した結果を述べる。

2. 実験概要

供試体の形状を図-1に、コンクリート、鉄筋、CFRPの力学特性を表-1、表-2および表-3に示す。供試体の形状は東名高速道路の橋脚のうち半数以上を占める独立2本柱を1/4スケールにモデル化し、引張鉄筋比および帯鉄筋比がほぼ同様になるように決定した。なお明確な実験結果を得るために柱軸方向鉄筋の段落しは行わないものとした。

また、CFRPの補強量は実橋脚で試設計を実施し、決定した。この結果、フープ方向はCFRPの体積比 $\rho_{cf}=0.1\%$ （1層）と $\rho_{cf}=0.2\%$ （2層）とした。柱軸方向は実橋での最低補強量1層をスケールダウンして1/4層とし、1cm幅のテープ状に4cm間隔で配置した。

表-4に供試体の種別を示す。供試体は無補強、CFRP1層補強、およびCFRP2層補強の3体である。

載荷は2本のアクチュエーターを使用して図-1に示すように柱頭部に実橋とほぼ同じ0.59MPaの軸

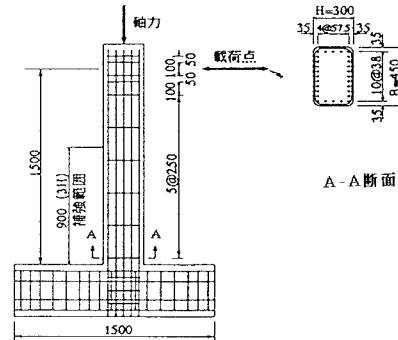


図-1 供試体の形状

表-1 コンクリートの力学特性

圧縮強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	弾性特性 (GPa)
23	2.0	18

表-2 鉄筋の力学特性

種 類	規格	降伏強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	弾性特性 (GPa)	摘 要
呼び径					
D6	SD345	360	530	175	帯鉄筋
D10	SD295	350	500	172	側方鉄筋
D13	SD345	380	560	172	主鉄筋

表-3 CFRPの力学特性

設計厚み (mm)	繊維目付量 (g/mm)	引張強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
0.110	200	4220	243

表-4 供試体種別

No	供試体名	断面形状 B×H (mm)	せん断補強鉄筋		曲げ補強鉄筋	
			帯鉄筋 体積比	CFRP 体積比	引張鉄筋	CFRP量
1	ST-N-1.5	450×300	0.1%	—	1.23%	1/4層
2	ST-CF-1.5	450×300		0.1% (1層)		
3	ST-2CF-1.5	450×300		0.2% (2層)		

圧縮力を载荷した状態で水平変位を作用させた。

水平変位は計算降伏荷重時の変位の正負平均値を $1\delta y$ として $1\delta y$ ずつ増加させながら、载荷終了まで各変位段階で1回の正負载荷を行うのを基準とした。

3. 実験結果

実験より得られた荷重－変位曲線を図－2に示す。また、実験終了時の各供試体の損傷状況を写真－1に示す。

①無補強(ST-N-1.5)

無補強のST-N-1.5の降伏変位($1\delta y$)は13.9mmであり、 $4\delta y$ 付近で斜めにひび割れが進展し、変位が大きくなるとともに主鉄筋の座屈やかぶりコンクリートの剝離が生じ耐力が低下した。最終的に残存耐力は16kNと零に近い値となった。破壊は広い範囲にわたっており、载荷点近くまで主鉄筋に沿った付着ひび割れがみられた。

②CFRP補強1層(ST-CF-1.5)

フープ方向にCFRPで1層補強したST-C-1.5は、 $-5\delta y$ の载荷途中で基部から1Hの範囲で圧縮側のコンクリートに変状が生じCFRPにも部分的な破損がみられた。これに伴い $-6\delta y$ 付近から耐力の低下がみられた。

③CFRP補強2層(ST-2CF-1.5)

フープ方向にCFRPで2層補強したST-2CF-1.5は、 $-7\delta y$ の载荷まで明確な耐力の低下は見られなかった。また、内部のコンクリートの損傷は基部から1Hまでの範囲に集中していた。

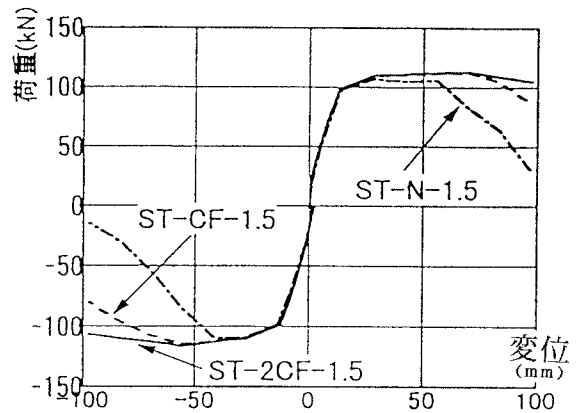
4. 考察

実験結果より、以下の項目が確認できた。

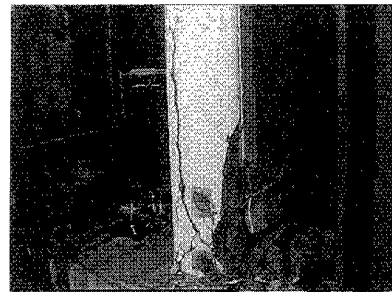
- ①補強後の供試体はCFRPを鉄筋換算した試算結果よりも高い靱性を得ることが確認出来た。
- ②鋼板で巻き立てた場合に生じる基部の塑性ヒンジ域における補強部材の塑性変形によるめくれあがりは生じなかった。

この結果を踏まえJHでは、基部をRCで巻き立てず、CFRPを鉄筋換算して試験施工を実施し、良好な施工性を確認している。

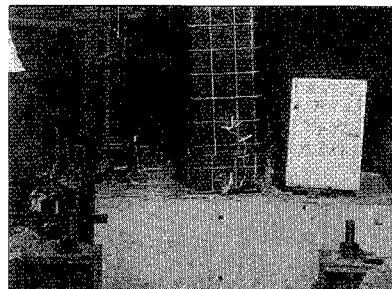
今後、別途実施している壁式橋脚の試験結果もあわせ、CFRP巻き立て工法の設計・施工手法の提案を目指したい。



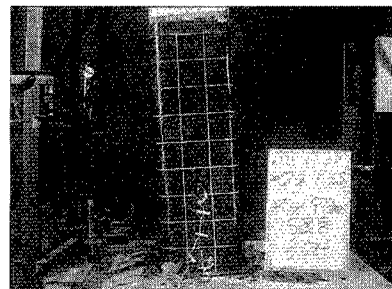
図－2 荷重－変位包絡線



ST-N-1.5
(無補強)



ST-CF-1.5
(CFRP 1層)



ST-2CF-1.5
(CFRP 2層)

写真－1 各供試体の実験終了時の状況