

## エポキシ樹脂注入補修を施したRC橋脚の耐震性能に関する実験的研究

北海道開発土木研究所	構造研究室	正会員	渡邊 一悟
北海道開発局		正会員	畑山 朗
(株)長大	札幌支店	正会員	長谷川 正
室蘭工業大学	建設システム工学科	正会員	岸 徳光

### 1. はじめに

1995年に発生した兵庫県南部地震以降、RC橋脚の塑性変形性能に着目した地震時保有水平耐力法による耐震設計が本格的に導入され、RC橋脚の耐震性能は飛躍的に向上している。しかしながら、塑性領域における損傷を許容するという事は、被災後に構造物を供用するために、機能復旧を目的とした補修を行う必要があることを意味している。

著者らは、これまでに損傷後に補修を行ったRC橋脚試験体を用いた正負交番載荷実験を行ってきた<sup>1)</sup>。本論文では、損傷程度がエポキシ樹脂注入の補修効果に及ぼす影響について報告する。

### 2. 実験概要

本研究では、検討対象として道路橋で一般的に見られるRC壁式橋脚を想定し、実構造物の1/4程度となる躯体高2.0m、断面寸法0.38×1.14m（辺長比1:3）の長方形断面試験体を用いた正負交番載荷実験を実施した。なお、実構造物に極力近い条件を再現するため、上部工死荷重に相当する鉛直荷重150kNを軸力として一定に保持した状態で、水平ジャッキによる水平方向交番載荷を行うこととした。

図-1には試験体の形状配筋概要図を、写真-1には、実験装置の全景を示している。

交番載荷は、まず、軸方向鉄筋の降伏ひずみを材料試験から得られた $1,890\mu$ と設定し、橋脚基部の引張側鉄筋ひずみが降伏ひずみに達するまでひずみ制御にて載荷を行った。この時点における載荷点変位を降伏変位 $y$ 、水平荷重を降伏荷重 $P_y$ と定義し、その後の載荷では片振幅を降伏変位の整数倍で漸増させる変位制御として、各変位振幅毎に3回繰り返し載荷する方法とした。補修を行う試験体については、補修前の予備載荷として、正負交番載荷により所定の損傷を与えた後、除荷した状態でひび割れ部へのエポキシ樹脂注入を行い、再度正負交番載荷実験を行うものとした。

なお、補修後の載荷実験の際には、予備載荷で主鉄筋ひずみゲージが使用不可能となるため、補修を行わない基準試験体の降伏変位 $y$ を基準変位として繰り返し載荷を行うものとした。

補修を行う試験体は、補修前の損傷として、1)水平ひび割れのみが発生している段階、2)かぶりコンクリートが膨らみ出す前の段階、の2ケースを想定し、基準試験体の載荷実験結果より、それぞれ $3y$ 、 $5y$ まで予備載荷を実施するものとした。

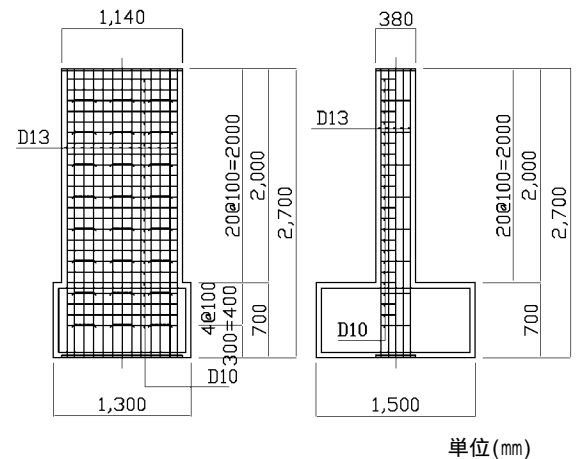


図-1 試験体の形状配筋概要図



写真-1 実験装置全景

キーワード RC橋脚，エポキシ樹脂注入，変形性能，正負交番載荷

連絡先 〒060-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目 TEL 011-841-1698 FAX 011-820-2714

表 - 1 には試験体の一覧を示している。表中の試験体名の第1項は躯体高，第2項は補修の有無（N：無補修，R：エポキシ樹脂注入），第3項は予備載荷時変位振幅である。

補修範囲は，ひび割れが顕在化している部分のみとし，基部から300mmの範囲とした。

### 3. 実験結果

表 - 2 には実験結果の一覧を，図 - 2 には荷重 - 変位関係の包絡線（繰り返し載荷1回目，押引平均）を示している。表中の Pa は載荷荷重の最大値（押引平均）を，u は終局時の水平変位を示している。表および図より，補修後の試験体の1 y 載荷時の荷重 Py は，2.0-R-3，2.0-R-5 とともに 2.0-N の 79～80%程度と小さな値を示しており，初期剛性が低下していることがわかる。これは，目視可能かつ樹脂注入可能なひび割れのみが補修され，ヘアクラック的なひび割れは無補修状態であることによるものと考察される。

2 y 載荷時には，2.0-R-3，2.0-R-5 の載荷荷重は 2.0-N を上回る値を示しており，最大荷重 Pa も 4～5%程度増加する結果が得られた。

また，終局変位 u を降伏変位 y で除して評価する終局塑性率は，2.0-N が 8 であるのに対して，2.0-R-3 では 11，2.0-R-5 では 13 を示し，補修前と比較して大きな変形性能を示す結果が得られた。

ここで，予備載荷時の変位振幅が大きな 2.0-R-5 の終局塑性率が大きな値を示しているのは，予備載荷におけるひび割れ幅が 2.0-R-3 より大きいことから樹脂注入量が多く，注入樹脂によるかぶりコンクリートの剥離防止効果が見られたものと考えられる。

図 - 3 には，各試験体の終局変位までの履歴吸収エネルギーの累積値と変位振幅との関係を示している。各試験体の履歴吸収エネルギーの累積値は，2.0-N が 200.2kNmm であるのに対し，2.0-R-3 が 366.6kNmm，2.0-R-5 が

531.8kNmm であり，基準試験体と比較して 1.8～2.6 倍と大きな値を示す結果が得られた。

### 4. まとめ

損傷を与えた後に補修を施した RC 橋脚試験体を用いた載荷実験において，以下の結果が得られた。

- 1) エポキシ樹脂注入補修を行うことで，変形性能およびエネルギー吸収性能は補修前以上に回復する。また，水平荷重についても 2 y 載荷以降では補修前以上の値を示す。
- 2) 予備載荷における変位振幅が大きい場合，損傷程度が大きくなるものの，エポキシ樹脂注入量が多くなることから，かぶりコンクリートの剥離が抑制され，終局塑性率が大きく向上する。
- 3) 降伏時剛性は，微細なひび割れが残留することから，補修前と比較して 79～80%に低下する。

### 参考文献

- 1) 渡邊，畑山，岸，長谷川：補修工法が RC 橋脚の耐震性能に及ぼす影響に関する一考察，平成 14 年度土木学会北海道支部年次学術講演論文集，第 59 号，pp746～749，2003.1

表 - 1 試験体補修一覧表

試験体	予備載荷	エポキシ樹脂注入量
2.0-N	-	-
2.0-R-3	3 y	845cc
2.0-R-5	5 y	2,460cc

表 - 2 実験結果一覧表

試験体	変位 (mm)		荷重 (kN)		終局塑性率
	y	u	Py	Pa	
2.0-N	12.2	97.6	94	126	8
2.0-R-3	12.2	134.2	76	131	11
2.0-R-5	12.2	158.6	74	132	13

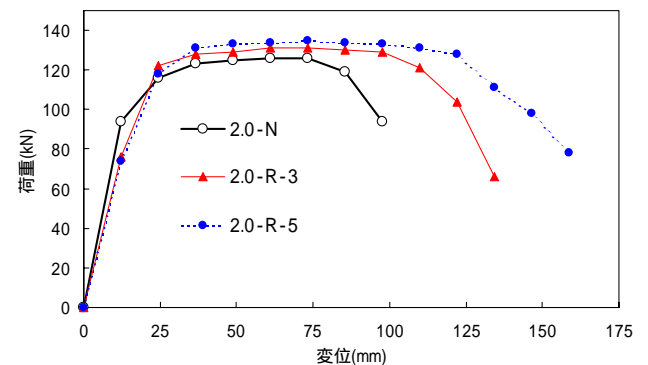


図 - 2 荷重 - 変位包絡線

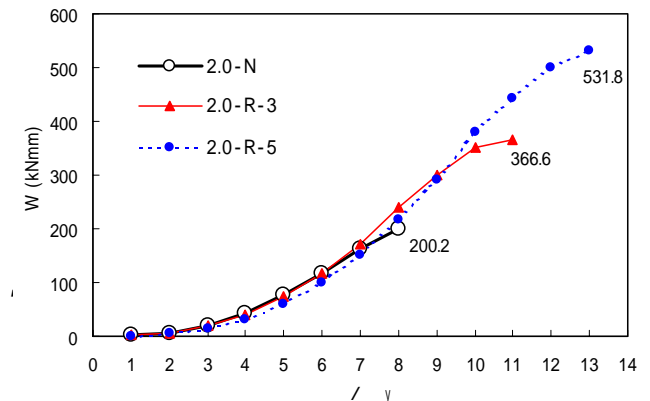


図 - 3 履歴吸収エネルギー量