

# R C 橋脚の震害補修後における復元力特性

— 損傷度と補修後の復元力特性との関係 —

徳島大学大学院○学生員 秋 林 鎬  
 徳島大学工業短期大学部 正会員 水口裕之  
 徳島大学工学部 正会員 島 弘  
 ㈱エイトコンサルタンツ 正会員 神原紀仁

## 1. はじめに

鉄筋コンクリート橋脚（以下、RC橋脚と呼ぶ）が地震によって被災した場合、震災後における復旧物資運搬の要請から早期復旧が望まれる。また、再建することに比べ時間的・経済的に有利な点から、軽微な被害に対してはエポキシ樹脂を用いた補修が行われる。そのため、震災補修マニュアルである道路橋震災対策便覧<sup>1)</sup>では、RC橋脚の被災の程度に応じた補修・補強の方法が提案されている。

エポキシ樹脂補修されたRC橋脚の性能回復については、これまでにいくつかの研究<sup>2)</sup>がなされている。しかし、これらの研究では、補修後の復元力特性については検討されていない。そこで、本研究は、震災による損傷程度が震害補修後のRC橋脚の復元力特性に与える影響を明らかにするために、単一柱式RC橋脚モデルを用いて、補修後の復元力特性について実験的に調べた。

## 2. 実験概要

**2.1 供試体** 供試体は単一柱式RC橋脚の模型とした。断面形状および寸法を図1に示す。供試体寸法および使用材料は、実物に対する模型の縮尺率を約1/8とし、相似則および寸法効果を考慮して決定した。主鉄筋比は2.17%、帯鉄筋比は0.049%、せん断スパン比は4.00とした。鉄筋として主鉄筋にはD4の異形棒鋼(降伏強度=377MPa, 引張強度=524MPa)、帯鉄筋には直径0.9mmの鉄線(引張強度=395MPa)を用いた。コンクリートには、骨材最大寸法2.5mmのモルタルを用い、強度は37~40MPaの範囲とした。

**2.2 载荷方法** 同一条件で作成した供試体5体について、一次载荷(一次地震)、エポキシ樹脂補修、再载荷(再来地震)の順序で行った。供試体柱頭部に合計1000kgfの軸力がかかるように重錘を取り付け、軸応力を0.98MPaとした。载荷は、図2で示すように供試体頭部をアクチュエータに接続して固定し、振動台を用いて行った。振動台の波形は、解析によって求めた供試体天端の降伏変位 $\delta y=1.5\text{mm}$ を基準として、変位振幅がその整数倍、すなわち、 $m\delta y(m=1, 2, 3, \dots)$ となるような正弦波の増幅波を用いた。各振幅での繰り返し回数は3回とし、载荷時の供試体の状況は2方向から連続的にビデオで記録した。

**2.3 一次载荷での損傷程度** 最大変位振幅 $m\delta y$ の $m$ の値を変えることによって一次载荷での損傷程度を変化させ、それぞれ無損傷のもの、曲げひびわれを生じた供試体、せん断ひびわれを生じた供試体、かぶりコンクリートの剝離を生じた供試体、主鉄筋の座屈を生じた供試体の5種類とした。

## 3. 実験結果および考察

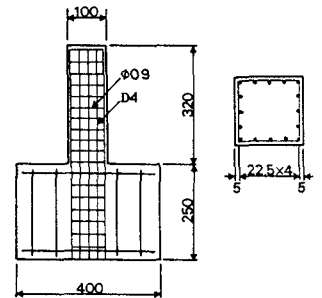


図1 供試体寸法

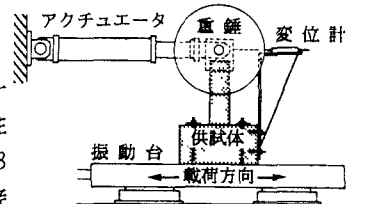


図2 载荷システム

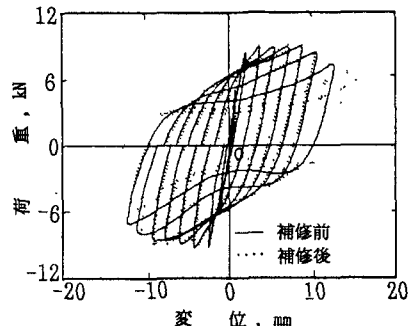


図3 荷重変位曲線

3.1 耐力低下過程 補修前後の荷重変位曲線の一例を図3に示す。耐力低下過程については、図4に示すように、二次載荷時の荷重変位曲線の包絡線の形状によって比較した。これによれば、補修後の耐力の低下点は一次載荷の損傷程度の違いによる影響はなく、各供試体ともほぼ同じであった。耐力低下点以降は、一次載荷の損傷程度が大きいほど耐力の低下が大きくなった。これは、主鉄筋の座屈によってかぶりコンクリートが剝離し、コンクリートが受け持っていた荷重が損傷を受けた鉄筋に集中したためであると考えられる。

3.2 最大耐力比 最大耐力比は、補修後の最大耐力を補修前の最大耐力で除して求めた。その結果を表1に示す。最大耐力比はいずれの供試体もほぼ1となり最大耐力は一次載荷の損傷程度に関係なく回復している。

3.3 剛性劣化過程 剛性劣化過程は、等価剛性の変化によって評価した。等価剛性は荷重変位曲線において荷重値が最大となる点と最小となる点を直線で結んだときの勾配を示し、損傷程度を定量的に表す指標である<sup>3)</sup>一次載荷時の塑性率 $\mu$ (=最大応答変位/降伏変位)との関係を図5に示す。初期剛性は無損傷のものよりも低下するものの、荷重増加とともに剛性も回復し、各供試体ともほぼ同じ剛性劣化過程をたどった。

3.4 エネルギー吸収能力 履歴吸収エネルギーを交番載荷1サイクルの間に吸収したエネルギーとすると、荷重変位曲線が囲む面積によって表される。それらを1サイクルごとに累加した累積吸収エネルギーと塑性率 $\mu$ の関係を、図6に示す。これによれば、 $8\delta y$ までの変位振幅では大きな違いはみられないが、主鉄筋の座屈によって耐力の低下が始まる $8\delta y$ 以降は、一次載荷の損傷程度が大きいほど補修後の累積吸収エネルギーは小さくなった。

4. まとめ

一次地震での損傷度が大きいほど、初期剛性および主鉄筋の座屈以後におけるエネルギー吸収能力は低下するが、一次地震での損傷程度が、曲げひびわれから主鉄筋の座屈程度であれば、エポキシ樹脂補修によって復元力特性は回復する。謝辞：エポキシ樹脂による補修は、ショーボンド建設(株)徳島営業所にご協力いただきました。厚くお礼申し上げます。

<参考文献>1)日本道路協会：道路震災対策便覧,1988. 2)

尾坂,鈴木,石田,宮本：RC部材の付着破壊とエポキシ樹脂注入による補修効果に関する実験,土木学会論文集, No.372/V-5, pp.121-130,1986. 3)H. Shima, H. Mizuguchi and N. Kanbara: Seismic Behavior of Repaired Concrete Bridge piers with Various Degree of Damage, Proc. of the Second East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction, Vol.2, pp.1653-1658, 1989.

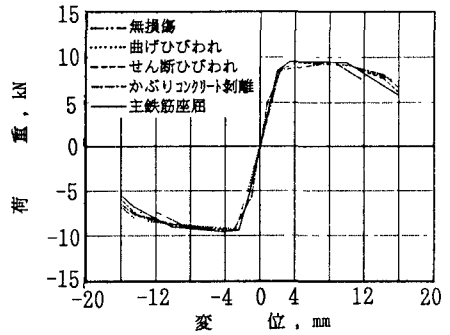


図4 荷重変位曲線の包絡線

表1 最大耐力比

一次載荷での損傷程度	無損傷	曲げひびわれ	せん断ひびわれ	かぶりコンクリートの剝離	主鉄筋の座屈
一次載荷時の最大耐力, kgf	989				
二次載荷時の最大耐力, kgf	989	935	1000	1012	1015
最大耐力比	1.00	0.96	1.01	1.02	1.02

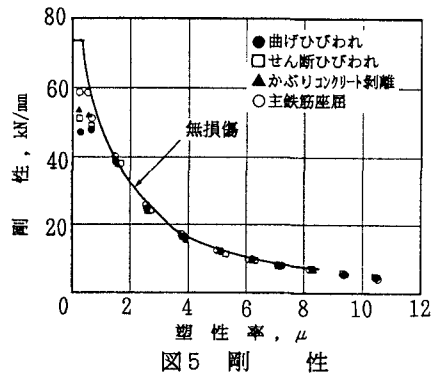


図5 剛性

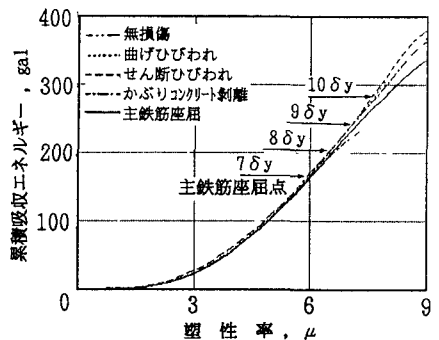


図6 エネルギー吸収量