

脚柱基部リング補強による耐震性の向上

広島大学工学部 正会員 米倉 亜州夫

同上 学生会員 渡辺 実

同上 学生会員 ○川西 貴士

1. はじめに

先の兵庫県南部地震の被害を教訓として既設橋脚の耐震補強の必要性が高まっている。そこで本研究では、鉄筋コンクリート(以下 RC と称す)橋脚を想定した縮小模型を用い、その柱基部をリング補強する工法を新たに提案し、その補強・補修効果について検証した。また RC 橋脚の曲げ耐力と靱性をバランス良く向上する方法として基部リング補強と鋼板巻立の併用、あるいは RC 柱と基部ブロックの隙間に膨張性の材料を充填し、ケミカルプレストレスを発生させる方法を用いて、基部リング補強効果の向上を図るのが目的である。

2. 実験概要

2.1. 供試体の作製

実験にはフーチング付き矩形断面柱(27×27×145cm)を用いた。全ての供試体は、バイブレーターで十分締め固めし、6 時間で柱頭部をキャッピングし、24 時間で脱型した。養生は湿潤養生にて 14 日行った。無補強の供試体、RC 柱を基部リング補強したもの、及び RC 柱を鋼板巻立と基部リング補強したものの 3 種類とした。供試体一覧を表 1 及び補強・補修供試体図を図 1 に示す。

【鋼板巻立】 RC 柱と鋼板の隙間が均一となるように鋼板を設置し、接着剤として常温硬化アクリル系樹脂を充填して巻き立てた。大きな曲率変形が生じたとき鋼板がフーチングと接触し、予期せぬ圧縮力が生じるので、鋼板下端とフーチング上面の間に 1cm の間隙を設けた。

【基部リング補強】 拘束体として鋼管及び炭素繊維シート(以下 CFRP と称す)、充填材としてモルタル及び膨張材を使用した。膨張材には、静的破砕剤を使用した。

【損傷の有無】 表 1 の No.6 及び No.7 は、健全な基本供試体に鋼板巻立を行い、降伏変位を $1\delta_y$ とすると一次载荷として $4\delta_y$ まで損傷与えたものに、2 次载荷を行った。

2.2. 正負交番载荷試験

アクチュエーターを用いた 2 軸载荷試験により、軸方向には、想定した構造物の自重分の一定荷重を加え、水平方向は変位で制御し、降伏変位($1\delta_y$)の整数倍ごとに繰り返し荷重を加えた。载荷装置図を図 2 に示す。

3. 実験の結果及び考察

3.1. 鋼板巻立+基部リング補強の補強効果

図 3 より No.3 と No.4 を比較すると、No.3 は $6\delta_y$ まで耐力を維持し、 $8\delta_y$ で基部ブロック上部において軸鉄筋の座屈により、かぶりコンクリートが完全に剥落し、終局に至った。これは、

表 1 供試体一覧

名称	補修・補強方法		リング拘束体の種類	充填材の種類
No.1	—	—	—	—
No.2	補強	基部ブロック	鋼管	モルタル
No.3				膨張材
No.4		鋼板巻立 ＋ 基部ブロック	CFRP	
No.5			補修	鋼管
No.6	膨張材			
No.7				

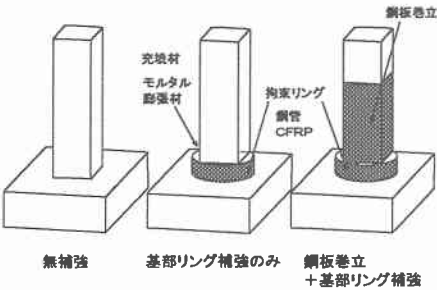


図 1 補強・補修供試体図

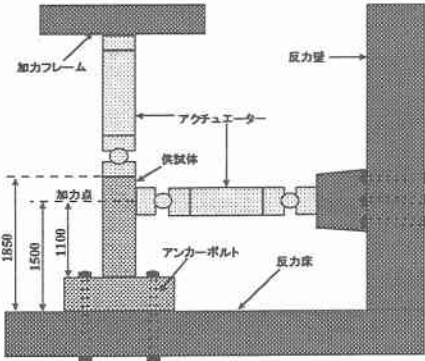


図 2 载荷装置図

基部リング補強により断面積が増え耐力は増加しているが、基部のみが強くなり RC 柱全体を補強していないため、基部ブロック上部で破壊したと思われる。No.4 は、11 δ_y で基部ブロック下部において軸鉄筋が破断して終局に至った。No.4 は No.3 に比べて耐力が 5%、靱性率が 57% 向上した。基部リング補強を行う場合、鋼板巻立を行うと、基部だけでなく柱全体が補強されるため、基部と柱部のバランスがとれ、耐力、靱性共に向上したと考えられる。

3.2. 鋼管及び CFRP の鋼板巻立+基部リング補強の効果

2 供試体とも基部ブロック下端で、軸鉄筋破断により破壊した。図 3 より No.4 は No.5 と比べて、変形性能にはほとんど変化は見られなかったが、耐力は大きいことが分かった。履歴曲線の面積から考えると、No.4 はエネルギー吸収性能が大きいと考えられる。鋼管と CFRP は剛度が異なるので、基部ブロック全体としてとらえた場合、鋼管の方が補強効果があると考えられる。しかし No.5 は、No.1 と比べると、耐力は 20%、靱性率は 89% 増加しており、CFRP の膨張圧は 0.05~0.1MPa と鋼管に比べて、20% 程度の膨張圧しか出ていなかったが、鋼板巻立+CFRP 一層巻付でも十分補強効果があると考えられる。

3.3. 充填材の相違が曲げ耐力に与える影響

No.2 と No.3 を比較すると、No.2 は 7 δ_y 、No.3 は 6 δ_y で終局に至っているため、変形性能は No.2 が大きい。これは、No.3 は膨張材を充填しているので RC 柱の基部の剛性が向上したため、変形性能が減少したと考えられる。耐力においては、あまり変化は見られなかった。2 供試体とも No.1 と比較すると、耐力はあまり変化が見られないが、変形性能が大きく上回っている。補強効果があると考えられるが、補強していない部分で破壊に至っているため、鋼板巻立と併用の方がよいと考えられる。

4 δ_y まで一次载荷した No.6 及び No.7 を比較すると、変形性能は No.6 の方が、1 δ_y 大きい、耐力は No.7 の方が、17% と大幅に上回っている。エネルギー吸収性能で比較すると、No.7 の方が大きいと考えられ、No.7 の方が補強効果があると考えられる。

モルタルと膨張材を比較すると、膨張材を充填した方が基部の剛性は高まるが、変形性能が小さい。しかし No.6、No.7 より、鋼板巻立と基部リング補強を併用すると、膨張材を充填した方が耐力及び靱性がバランス良く向上し、鋼板巻立と基部リング補強の効果を高めると考えられる。

4. 結論

- (1) 基部リングのみで補強すると、RC 柱基部の剛性のみが増加し、補強していない基部リング上部で曲げ破壊を起こしたが、鋼板巻立工法と併用すると、RC 柱全体の強度が増加し、耐力及び靱性が大幅に向上し、大きな補強効果が得られる。
- (2) 基部リングの拘束体として鋼管及び CFRP を使用したが、その剛度の差から鋼管の方が大きな耐力が得られた。しかし無補強の供試体と比べると、鋼管及び CFRP 共に十分な補強効果が得られた。
- (3) 損傷を与えた RC 柱に、基部コンクリートブロック+鋼板巻立補強し、充填材として膨張材を充填すると、その膨張圧によるケミカルプレストレスによって、RC 柱基部の剛性が向上し、耐力が 80% 増加した。

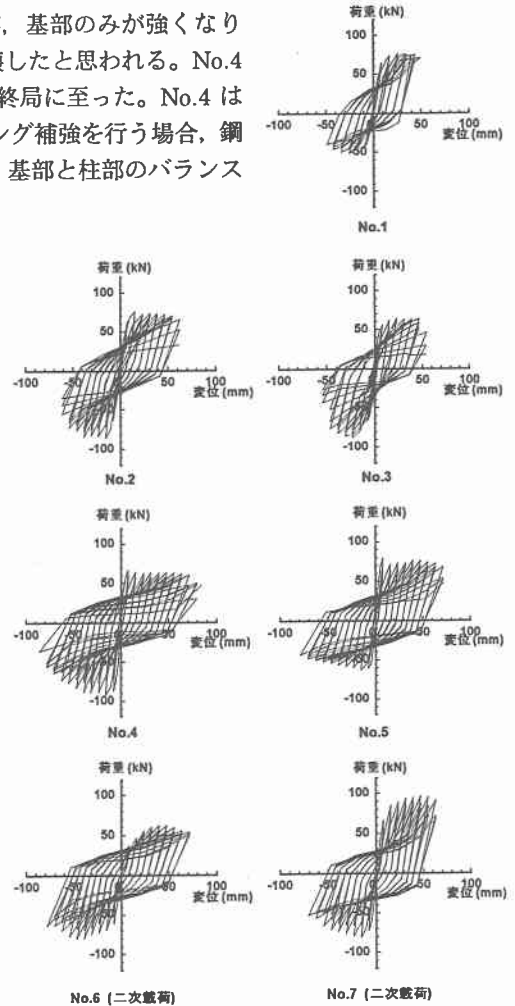


図 3 加力点位置の荷重－変位関係