

V-530

RC柱の鋼板巻き補強における鋼板分割の影響に関する実験的研究

鉄道総合技術研究所 正会員 谷村幸裕
 JR西日本 宮村正博
 JR西日本 正会員 奥井明彦
 鉄道総合技術研究所 正会員 佐藤 勉
 鉄道総合技術研究所 正会員 渡辺忠朋

1. はじめに 鉄筋コンクリートラーメン高架橋の柱の耐震補強工法として、高架橋RC柱の外側に鋼板を巻き立てる補強工法が多く採用されている。この工法を施工する場合、鋼板の部材軸方向長さが運搬等の制約から柱全長より短くなるケースがあるが、鋼板を部材軸直角方向に分割した場合の補強効果は明らかにされていない。そこで、実物大供試体を用いた載荷実験を行い、耐力および変形性能の検討を行うことにした。

2. 実験概要 供試体は、鉄道RCラーメン高架橋の柱断面を実物大で模擬し、柱下端から加力点までの高さは3.0mとした。No. 2～4は柱端より400mmの位置に水平打ち継ぎ目を設けてRC供試体を製作し、載荷前に柱部の鋼板巻き補強を実施した。供試体の寸法および諸元を図-1および表-1に示す。鋼板は柱との間隔30mmを確保し、L形に加工したものを部材軸方向に溶接して角形鋼管形状とし、隙間に無収縮モルタルを充填した。No. 2および3は柱端部に100mmの無補強部分を設け、補強鋼板をNo. 2は300mm間隔、No. 3は800mm間隔で部材軸直角方向に分割した。No. 4は無補強部分を設けず柱全長にわたり鋼板を分割しないで鋼板巻き補強した。なお、鋼板の下端はいずれの供試体も基礎コンクリート部に定着していない。また、No. 1は柱部分を同一形状とし、水平打ち継ぎ目を設けず、鋼板巻き補強しない。使用したコンクリートおよび鋼材の材料試験結果を表-1および2に示す。

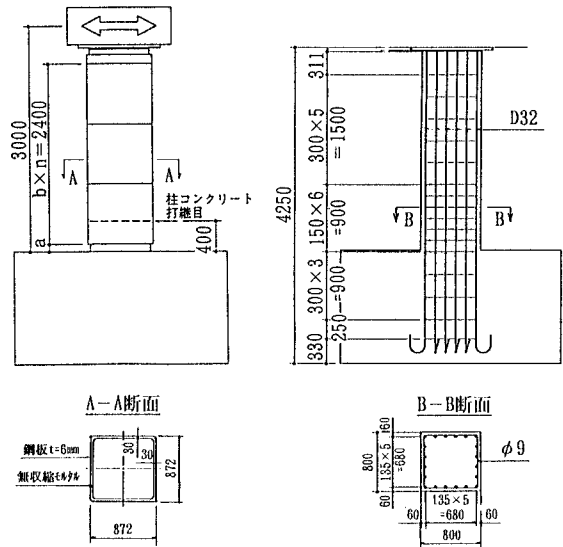


図-1 供試体の形状寸法

表-1 供試体の諸元

No		補強鋼板		f'_c ^{*1} kgf/cm ²
		a	b	
1	H1	無補強		338
2	W1	100mm	300mm	245
3	W2	100mm	800mm	272
4	W3	0mm	—	292

*1: コンクリート圧縮強度

実験は、鉛直方向に軸力（240tf）を載荷し、柱上部の回転変形を拘束しないようにして、水平方向に正負交番載荷する。加力サイクルは、No. 1は降伏変位（ δ_y ）の整数倍、鋼板巻き補強した供試体は $\pm 1\delta_y$ 、 $\pm 2\delta_y$ 、 $\pm 4\delta_y$ 、 $\pm 6\delta_y$ 、・・・とし、各 δ_y ごとに3サイクル行うことを基本とした。ここで、降伏変位は正負両方向でそれぞれ柱下端部の軸方向鉄筋が降伏ひずみに達したときの変形量とした。

3. 実験結果 (1) 破壊状況：No. 1は、 $-2\delta_y$ の1サイクル目のピークに達する付近でせん断破壊し、急激に水平荷重が低下した。鋼板補強したNo. 2～4は、柱下端部付近の鋼板のはらみ出しが顕著になるとともに水平荷重が低下した。試験終了時には、いずれの供試体も柱下端から約100mmの位置で鋼板のはらみ量が最も大きく100mm程度となった。No. 2は最下段の鋼板が大きくはらみ出したが、それ以外の鋼板には顕著なはらみ出しがなく、最下段と2段目の鋼板分割部分に大きな段差が生じた。また、この鋼板分

表-2 材料試験結果

鋼材の種類	降伏強度 (kgf/cm ²)	
	No	1 2～4
D32	3523	3570
φ9	3635	3240
PL6mm	3862	3140

割点は柱の打ち継ぎ目と同じ位置にあるが、柱が曲げを受けて引張側となる鋼板の分割部分が、変位量の増大とともに拡大する現象が見られた。No. 3および4は、柱下端から800mm程度の範囲の鋼板がラッ

表-3 実験結果

No	実験値(tf)		計算値(tf)		$\frac{P_y}{P_{yc}}$	$\frac{P_{max}}{P_{maxc}}$	δ_y (mm)	δ_u (mm)	μ
	P_y	P_{max}	P_{yc}	P_{maxc}					
1	80.8	86.9	68.4	83.8	1.18	(1.04)	21.0	43.6	2.1
2	75.3	95.5	66.9	79.4	1.13	1.20	18.5	173.2	9.4
3	75.7	95.0	67.6	81.1	1.12	1.17	18.9	159.2	8.4
4	79.5	105.2	72.1	87.9	1.10	1.20	17.0	209.0	12.3

（ ）は、せん断破壊したため参考値

パ状に広がった。No. 3の鋼板分割部分には、載荷前と大きな変化は生じなかった。

(2) 降伏荷重および最大荷重：表-3に降伏荷重 P_y 、最大荷重 P_{max} の実験値と曲げ耐力の計算値を示す。

No. 1は降伏後まもなくせん断破壊し、最大荷重は他の供試体よりも小さくなった。また、柱下端まで鋼板補強したNo. 4の降伏荷重および最大荷重は、柱の下端部分を補強していないNo. 2および3に比べて大きくなった。

(3) 荷重-変形関係：各供試体の荷重-変位履歴曲線を図-2に示す。

鋼板補強することにより変形性能が

大きく向上した。No. 3はNo. 4に比べて変形性能が小さいが、No. 3の鋼板分割部分に変化が見られなかったことおよび他の実験結果¹⁾から、No. 3の柱端部に無補強部分を設けた影響と考えられる。鋼板の分割長さを変化させたNo. 2と3の変形性能にはほとんど違いが見られなかった。

4. 鋼板補強効果の検討 各供試体の降伏変位 δ_y 、終局変位 δ_u 、じん性率 μ の実験値を表-3に示す。表の値は正負の平均値である。なお、 δ_u とは水平荷重が P_y を下回るときの変位量である。また、式(1)により求めたエネルギー吸収能力 A のNo. 1に対する比率 A/A_1 、補強効果をNewmarkのエネルギー一定則により式(2)で換算した耐力 P_e のNo. 1に対する比率 P_e/P_{e1} を図-3に示した。

$$A = 1/2 \cdot \delta_y \cdot P_y + 1/2 \cdot (\delta_u - \delta_y) \cdot (P_y + P_u) \quad (1)$$

$$P_e = P_y \cdot \sqrt{2\delta_u / \delta_y - 1} \quad (2)$$

柱を鋼板巻き補強することにより、大きな補強効果が得られることがわかる。柱端部に無補強部分を設けたNo. 3は、No. 4に比べて補強効果が小さい。また、鋼板分割長さを変化させたNo. 2および3の補強効果はほぼ同じであった。No. 2は、曲げを受けることにより柱の水平打ち継ぎ目と同じ位置の鋼板分割部分が拡大する現象が見られたものの、本実験では補強効果に大きな影響は生じなかった。

5. まとめ R/C柱を鋼板巻き耐震補強する際に部材軸直角方向に鋼板を分割した場合の補強効果は、実物大供試体を用いた載荷実験結果より、本実験の範囲内では分割長による影響は小さいと考えられる。なお、実験にあたりご協力いただいた東急建設(株)の増田氏、玉井氏に謝意を表します。

〔参考文献〕田畑、佐藤、渡辺、安原：鋼板巻き補強におけるディテールの影響に関する実験的研究，土木学会第51回年次学術講演会

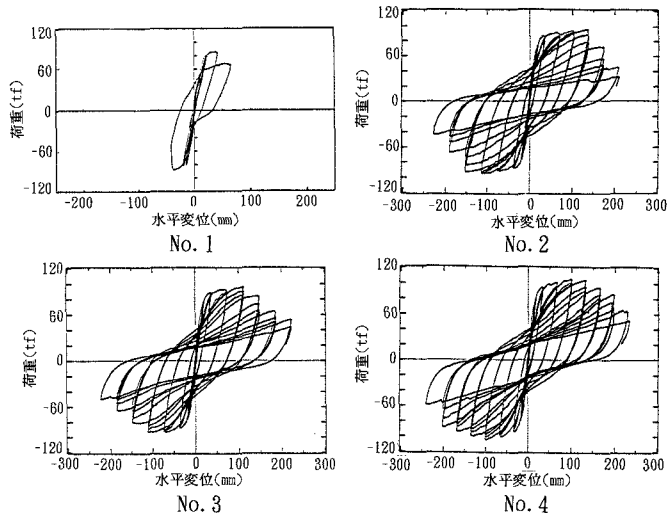


図-2 荷重-変位履歴曲線

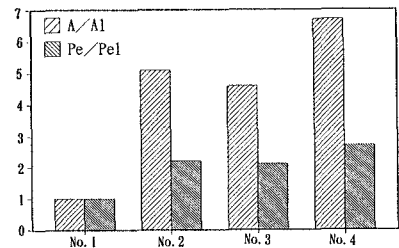


図-3 補強効果