

V-503

帯鉄筋を密に配置したRC柱の破壊形状について

J R 東日本 建設工事事部 正会員 中 山 弥須夫

J R 東日本 建設工事事部 フェロー会員 石 橋 忠 良

J R 東日本 施設電気部 正会員 下 山 貴 史

1・はじめに

帯鉄筋量を増すことによりじん性が向上することは既往の研究より分かっているが、帯鉄筋比が0.6%を超える帯鉄筋を密に配置したRC柱の変形性能及び破壊形態については明らかにされていない。今回、帯鉄筋比0.6%以上のRC柱の水平交番載荷試験を行い、帯鉄筋を密に配置したRC柱の変形性能及び破壊形態を確認したので、ここに報告する。

2・試験概要

供試体形状・配筋の例を図-1に、供試体諸元を表-1に示す。パラメータとしては、RC柱のじん性向上に影響を及ぼすと考えられる帯鉄筋比 P_s 及びせん断耐力と曲げ耐力の比（以下耐力比とする）を考慮し、それぞれ帯鉄筋比 $P_s=100A_s/b_s$ （ A_s は帯鉄筋量、 s は帯鉄筋間隔）を0.507～2.270、耐力比（ $V_{yd} \cdot l_a / M_{ud}$ ）を1.63～3.91と変化させた。

試験は3シリーズに分けて行い、シリーズⅠ（基本シリーズ）では供試体1、2、3で P_s を変化させている。シリーズⅡはⅠに比べて軸方向鉄筋を小さくした実験で、供試体1、2で P_s を変化させている。シリーズⅢは柱寸法を変化させた実験で、供試体1で橋軸方向、供試体2で橋軸方向及び橋軸直角方向の柱断面を変化させている。

なお、鉄筋はSD345、コンクリートの設計基準強度は $\sigma_{ck}=270 \text{ kg/cm}^2$ とした。

載荷は一定軸方向応力度のもとで、柱頭部付近を載荷点とした正負水平交番載荷を行った。載荷パターンは、軸方向鉄筋降伏時の変位を 1δ とし、 2δ 、 4δ 、 6δ をそれぞれ1サイクルづつ載荷し、 8δ 以降は 9δ 、 10δ と 1δ 毎に3サイクルづつ載荷し、荷重が降伏荷重を下回った時点で実験を終了することとした。載荷サイクルをこのようにしたのは、繰返し載荷による軸方向鉄筋の低サイクル疲労による破断をできるだけ避けるためである。

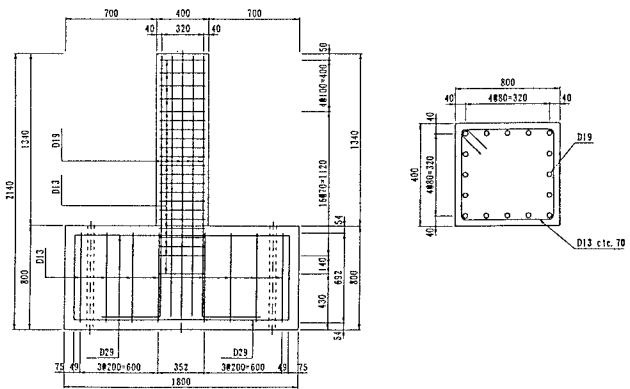


図-1 供試体形状・配筋の例

(シリーズⅠ-2)

表-1 供試体諸元

供試体 番号	柱断面寸法 $b \times h$ (mm)	せん断スパン l_a (mm)	せん断 スパン比 l_a/d	引張鉄筋配置 引張鉄筋比 P_t (%)	帯鉄筋配置 帯鉄筋比 P_s (%)	軸方向圧縮 応力度 σ_a (kgf/cm^2)	耐力比 $V_{yd} \cdot l_a / M_{ud}$	コンクリート強度 σ_{ck} (kgf/cm^2)
I-1	400×400	1150	3.19	D19×5(0.995)	D13-1 etc. 125(0.507)	10	1.63	283
I-2	400×400	1150	3.19	D19×5(0.995)	D13-1 etc. 70(0.905)	10	2.36	264
I-3	400×400	1150	3.19	D19×5(0.995)	D13-1 etc. 40(1.584)	10	3.55	302
Ⅱ-1	400×400	1150	3.19	D16×5(0.690)	D13-1 etc. 90(0.704)	5	2.67	268
Ⅱ-2	400×400	1150	3.19	D16×5(0.690)	D13-1 etc. 50(1.267)	20	3.64	298
Ⅲ-1	400×350	1250	4.17	D22×5(1.613)	D13-1 etc. 90(0.704)	10	1.84	309
Ⅲ-2	350×350	1150	3.83	D19×5(1.364)	D16-1 etc. 50(2.270)	50	3.91	324

3・試験結果

試験結果を表-2に、代表的な荷重-載荷点変位曲線の例を図-2に示す。また、荷重-載荷点変位曲線の包絡線を図-3に示し、代

表的な供試体の各載荷段階のひびわれ状況を図-4に示す。なお、最外縁の軸方向引張鉄筋が降伏する時を降伏時、荷重-載荷点変位曲線の包絡線が降伏荷重 P_y を下回る時を終局時とし、それぞれの変位を降伏変位 δ_y 、終局変位 δ_u とする。ここで、じん性率 μ は δ_y と δ_u との比 ($\mu = \delta_u / \delta_y$) から求めることとした。

シリーズⅠ、Ⅱ、Ⅲとも、曲げひびわれ発生後、引張側の軸方向鉄筋が降伏し、その後曲げひびわれの増加に伴い斜めひびわれが若干生じたがほとんど伸展せず、最終的には繰返し載荷による圧縮側コンクリートが剥落及び破砕され、耐力が低下し終局に至った。破壊形態は、曲げ破壊の形態を示した。また、終局変位に達する1～2 δ 前の変位においては柱の損傷は軽微であり、変位が大きくなると柱とフーチングとの接合部で水平方向の移動が若干見られた。

シリーズⅠ-3では10 δ 、Ⅱ-2では11 δ 、Ⅲ-2では9 δ の各々2サイクル目あたりで引張側の軸方向鉄筋が破断し、耐力が低下した。これらの供試体については最終的なじん性率は確認できなかったが、鉄筋の破断直前の変位を降伏変位で除した値が8以上となることから、これらの供試体についても8以上のじん性率が確保できると考えられる。

シリーズⅠを見ると、帯鉄筋比を大きくするとじん性が向上することが確認できた。また、鉄筋が破断しなかった4体の供試体について比較すると、耐力比を大きくするとじん性が向上する傾向が見られた。

全体として、帯鉄筋比が0.7%を超えるものについては8以上のじん性率が確保でき、帯鉄筋の増加によりじん性の向上が図れることが確認できた。

4・おわりに

本実験により得られた結果を以下に示す。

- ・帯鉄筋を密に配置したRC柱の破壊形態は、曲げ破壊の形態を示した。
- ・終局変位に達する1～2 δ 前の変位において柱の損傷は軽微であった。
- ・帯鉄筋の増加によりじん性の向上が図れ、今回の試験では帯鉄筋比が0.7%を超えるものについて8以上のじん性率が確保できた。

参考文献

- 1) 橋本忠良・吉野伸一：鉄筋コンクリート橋脚の地震時変形能力に関する研究，土木学会論文集，第390号，pp57～66，1988。2
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物設計標準・同解説，丸善，1992。

表-2 試験結果

供試体 番号	降伏荷重 P_y (tf)	降伏変位 δ_y (mm)	最大荷重 (tf)	終局変位 δ_u (mm)	じん性率 μ
I-1	23.74	6.50	30.94	47.97	7.38
I-2	24.84	7.56	30.67	66.76	8.83
I-3	24.71	7.14	31.12	(64.32)※1	(9以上)※2
II-1	19.31	6.19	23.7	56.76	9.17
II-2	21.92	5.93	26.76	(61.39)※1	(10以上)※2
III-1	20.96	9.76	28.01	87.04	8.92
III-2	21.97	9.03	28.09	(79.18)※1	(8以上)※2

※1 () は軸方向鉄筋破断時の変位

※2 () は軸方向鉄筋破断直前の変位を降伏変位で除した値

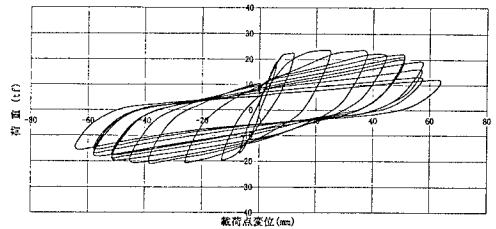


図-2 荷重-載荷点変位曲線
(シリーズⅡ-1)

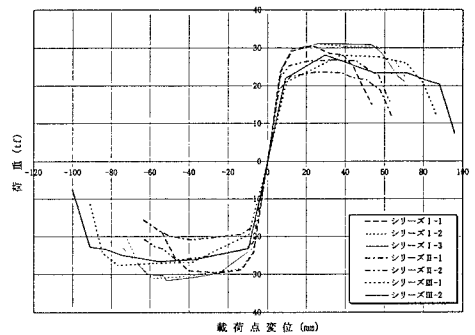


図-3 荷重-載荷点変位曲線の包絡線

載荷方向

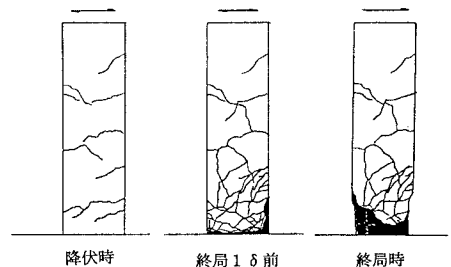


図-4 各載荷段階のひびわれ状況
(シリーズⅡ-1)