

V-243

耐力比が小さいRC柱の交番載荷実験

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 山内 俊幸
J R 東日本 東京工事事務所 正会員 古谷 時春

1. はじめに

鉄筋コンクリート柱部材の変形能力、せん断耐力に関する研究は、これまでに数多く行われてきた。その中では、変形能力が耐力比 $S_u \cdot a / M_u$ (S_u : せん断耐力, a : せん断スパン, M_u : 終局曲げモーメント) と最も密接な相関関係を示すことが確認されている¹⁾²⁾。しかしながら、耐力比が 1.0 を下回る場合の実験は数少ない。

本研究では、 $S_u \cdot a / M_u$ が 1.0 を大きく下回る供試体を製作し、水平交番載荷実験を行い変形性能と破壊過程とを確認した。

2. 実験概要

本実験に使用した供試体の形状および載荷状況の概念を図-1に示す。供試体は、実験の対象となる柱状部材とこれを固定するためのフーチング部とからなっている。加力は鉛直ジャッキにより所定の軸力 N を載荷しながら、アクチュエーターにより、水平力 P (P') を正負交番に与えた。載荷パターンは、まず最大曲げモーメントの生ずる柱部下端において、軸方向主鉄筋の引張りひずみが降伏ひずみに達するまでを荷重制御により載荷し、除荷後同様に反対方向の載荷を行った。この載荷により得られた正負の最大変位の絶対値を平均して $1 \delta y$ とし、以下 $1 \delta y$ の 20% ずつを増加させた変位段階 ($1.2 \delta y$, $1.4 \delta y$, ...) ごとに 1 サイクルの正負交番載荷を行った。

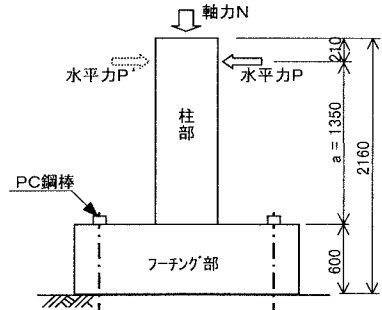


図-1 供試体形状および載荷状況

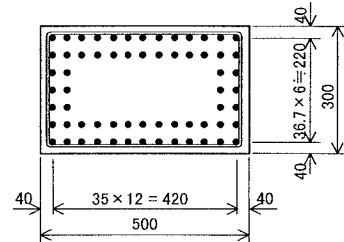


図-2 供試体柱部断面図

表-1 供試体諸元

供試体 No.	断面 b×h (cm)	せん断 スパン a (cm)	有効 高さ d (cm)	せん断 スパン比 a/d	引張鉄筋			帯鉄筋			側鉄筋 配筋 応力度 (MPa)	軸圧縮 応力度 (MPa)	コンクリート強度		引張鉄筋			耐力		
					配筋 鉄筋比 (%)	降伏 強度 (MPa)	降伏 ひずみ (μ)	配筋 鉄筋比 (%)	降伏 強度 (MPa)	降伏 ひずみ (μ)			配筋 鉄筋比 (%)	間隔 D (cm)	径 φ (cm)	D/φ	せん断 Su (kN)	曲げ Mu (kNm)	耐力比 Su・a /Mu	
																				柱
RC-T1	30×50	135	44.25	3.05	D16×14 2.09	382	2100	D10 ctc 70 0.68	400	2250	D16×18	4.9	39.3	39.1	36.7	16	2.29	487	808	0.81
RC-T2	30×50	135	44.25	3.05	D16×14 2.09	382	2100	D10 ctc 80 0.59	400	2250	D16×18	4.9	40.2	40.8	36.7	16	2.29	453	808	0.76

3. 実験結果および考察

(1) 破壊の過程 供試体には、交番載荷実験特有の曲げひび割れから進展した斜めひび割れが部材付け根付近においてX字状にはいり、その後、主鉄筋の座屈に伴う圧縮部かぶりコンクリートの剥落、せん断変形の増大に伴う側面かぶりコンクリートの剥落、圧縮部コンクリートの劣化による耐力の低下という破壊過程をたどった。

(2) 荷重-載荷点水平変位 (以下、 $P-\delta$ という) $P-\delta$ 関係を図-3に示す。いずれもせん断耐力が小さい場合に特徴的に見られる³⁾いわゆる逆S字型 (スリップ型) を示した。

(3) 変形性能 主に変形性能に関する実験結果を表-2に示す。耐力比が 0.81、0.76 と 1.0 をかなり下

キーワード: RC柱、耐力比、交番載荷、耐震、変形性能

連絡先: 〒151-8512 渋谷区代々木2丁目2番6号 TEL: 03-3379-4353 FAX: 03-3372-7980

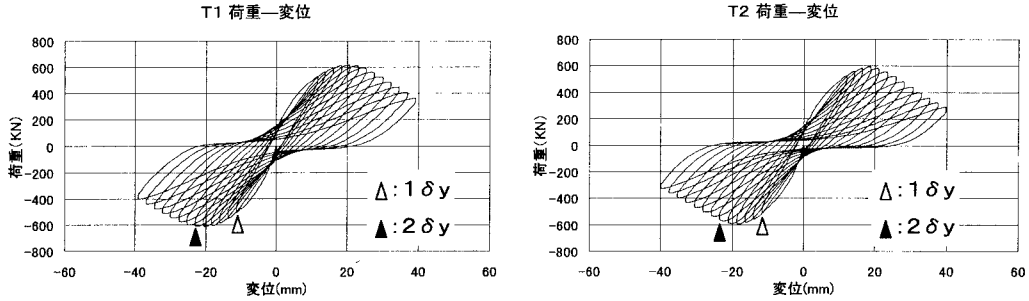


図-3 荷重—載荷点水平変位

回っているにもかかわらず、
く体じん性率 μ_0 は 2.5 お
よび 2.1 となった。

表-2 実験結果

供試体 No.	降伏時			終局時			変 形 & じ ん 性 率							
	荷重 Py (KN)	変位 δy (mm)	抜出量 Δly (mm)	荷重 Pu (KN)	変位 δu (mm)	抜出量 Δly (mm)	供試体全体			回転		< 体		
							δy (mm)	δu (mm)	μ	δy1 (mm)	δu1 (mm)	δy0 (mm)	δu0 (mm)	μ0
RC-T1	504	11.6	0.6	611 (最大時)	33.0	2.4	11.6	33.0	2.8	3.6	13.3	8.0	19.7	2.5
RC-T2	509	11.8	0.7	594 (最大時)	27.8	2.2	11.8	27.8	2.4	4.2	12.2	7.6	15.6	2.1

(4) 軸方向鉄筋のフーチン
グからの抜け出し

軸方向鉄筋のフーチング
埋め込み部のひずみ分布は、
図-4 に示すように、最大

耐力を示した直後の $2\delta_y$ 時以降はほとんど変化が見られず、 $2\delta_y$ 時、終局時、 $3\delta_y$ 時ともほぼ同じであ
った。なお、表-2 に示した軸方向筋の抜け出し量は、このひずみ分布を積分することにより求めたもので
ある。

(5) く体部分のじん性率 μ_0 評価式との対応 菅野ら⁴⁾は適用範囲
を $0.83 < S_u \cdot a / M_u$ 、 $0.28\% < P_t < 4.7\%$ 、 $P_w < 2.0\%$ としたじん性率評価式(1)
を提案している。

$$\mu_0 = -0.92 + 3.7 \cdot S_u \cdot a / M_u + P_w (2.9 - 0.12 \cdot P_w) \quad (1)$$

ただし、 P_t ：引張り鉄筋比(%)、 P_w ：帯鉄筋比(%)

本実験の諸元をこの式に当てはめ μ_0 を求めると、RC-T1 が 3.99、
RC-T2 が 3.56 となり若干大き目の値を与える。一方、上式中の帯鉄
筋によるせん断耐力以外に対する効果を表すとされる第3項を無視し
て μ_0 を求めると、RC-T1 が 2.08、RC-T2 が 1.89 となり、やや下回る
ものの実験値にかなり近い値となる。このことから、上式のせん断耐
力比の適用範囲である 0.83 を下回る場合は、帯鉄筋によるせん断耐
力以外に対する効果を小さく評価する必要があることがわかった。

4. まとめ

この実験結果より得られた知見を以下にまとめる。

軸方向筋を高密度に配置したRC柱において、耐力比 $S_u \cdot a / M_u$ が 0.76~0.81 と小さい場合であっても、
ある程度のじん性を持たせることができる。この場合、帯鉄筋によるせん断耐力以外に対する効果は小さい
と推定される。

参考文献 1) 豊田和彦・睦好宏史・町田篤彦：RC 部材の終局変位定量化に関する実験的研究，第 7 回コンクリート工学年次講演論
文集，1985 年 2) 石橋忠良・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/V-8，1988
年 2 月 3) 町田篤彦：鉄筋コンクリート構造物の耐震設計法に関する研究の現状，土木学会論文第 366 号/V-4，1986 年 2 月 4) 菅
野・石橋・堀江：高密度配筋RC柱の靱性評価に関する研究，第 17 回コンクリート工学年次講演論文集，1995 年

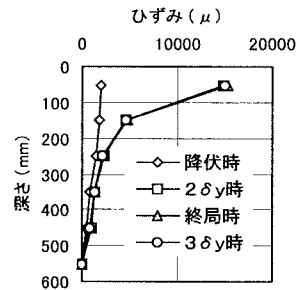


図-4 軸方向鉄筋フーチング埋
め込み部のひずみ分布(T1)