

V-511

鋼繊維入りPca型枠を用いた柱部材の耐力・変形性能

鉄道総合技術研究所 正会員 築嶋 大輔 前田建設工業(株) 正会員 鈴木 顕彰
 鉄道総合技術研究所 正会員 渡辺 忠朋 前田建設工業(株) 正会員 中島 良光

1. はじめに

昨年1月に起きた兵庫県南部地震を契機に構造物、特に柱部材にはこれまで以上に優れた耐震性能が要求されることとなった。そこで、鋼繊維により耐震性能の向上を狙った鋼繊維入りプレキャスト型枠（以下Pca型枠という）を用いた柱部材の水平交番載荷試験を行い、その耐力・変形性能について検討した。

2. 実験概要

1) 供試体 供試体はラーメン高架橋の標準断面を模擬した1/2縮小モデルとし、柱下端から載荷点までの距離 $l_a = 1.35m$ 、せん断スパン比 l_a/d (d :有効高さ)=3.0とした。供試体NO. 1～3 をPca型枠タイプとし、比較のためNO. 4, 5を通常のRC柱タイプとした。軸方向鉄筋は各供試体の曲げ耐荷性状が同等となるよう配置し、帯鉄筋比、鋼繊維の混入量を変化させた（表-1、図-1）。なお、Pca型枠と柱体の付着性状の違いの影響を調べるため、供試体NO. 1および3には型枠内側に目荒らしを設け、NO. 2のみ目荒らしの無い構造とした。使用したコンクリート、Pca型枠用モルタルおよび鉄筋の材料強度を表-1に示す。

表-1 供試体一覧

タイプ	供試体	断面形状 $b \times h$ (cm)	主鉄筋 SD390 ϕ -mm	帯鉄筋 SD345 ϕ -mm	帯鉄筋比 (%)	鋼繊維 混入率 (%) ^{*1}	コンクリートの 圧縮強度 (kgf/cm ²)	型枠モルタルの 圧縮強度 (kgf/cm ²)	鉄筋の引張降伏強度(kgf/cm ²)		記 事
									主鉄筋	帯鉄筋	
Pca型枠	NO. 1	55×55	D22-10	D10-150	0.173	2.5	285	463	4509	3925	目荒らし有**
	NO. 2	55×55	D22-10	D10-75	0.346	1.5	380	587	4509	3925	目荒らし無
	NO. 3	55×55	D22-10	D10-75	0.346	2.5	398	545	4509	3925	目荒らし有
RC 柱	NO. 4	50×50	D22-10	D10-150	0.173	—	292	—	4292	3925	—
	NO. 5	50×50	D22-10	D10-75	0.346	—	291	—	4292	3925	—

*1：鋼繊維の混入率は体積比を示す。*2：型枠内側を遅延剤にて処理する。

2) 載荷方法 載荷方法は正負水平交番載荷とし、軸方向力の載荷は行っていない。載荷手順は正負それぞれの載荷について、引張縁の軸方向鉄筋のひずみをモニターしながら、鉄筋が降伏した時点の変位および荷重をそれぞれ降伏変位 δ_y 、降伏荷重 P_y と定義し、その後、変位制御で $\pm 1 \delta_y$ 、 $\pm 2 \delta_y$ 、 $\pm 3 \delta_y \dots$ と整数倍サイクルで各3ループずつ繰り返し載荷し、耐荷力が P_y の80%を下回るまで行うことを基本とした。

3) 計測項目 計測項目は、荷重、変位、軸方向および帯鉄筋ひずみおよびひびわれ状況とした。

3. 実験結果および考察

実験結果を表-2に示す。終局変位 δ_u とは耐荷力が降伏荷重 P_y を下回る時点の変位量である。また、表中の荷重および変位量は、すべて正負各載荷時の平均値である。

表-2 実験結果

タイプ	供試体	降伏荷重 P_y (tf)			最大荷重 P_u (tf)			降伏変位 δ_y (mm)	終局変位 δ_u (mm)	じん性率 δ_u / δ_y	計算値 μ_{calc}	μ / μ_{calc}
		実験値	計算値	実験値/計算値	実験値	計算値	実験値/計算値					
Pca型枠	NO. 1	21.7	22.7	0.96	31.7	27.2	1.16	5.94	56.5	9.5	10.5	0.90
	NO. 2	23.5	22.8	1.03	29.6	28.4	1.04	6.98	62.2	8.9	9.1	0.98
	NO. 3	23.1	22.8	1.01	30.4	28.7	1.06	6.38	70.2	11.0	12.7	0.87
RC 柱	NO. 4	25.0	25.1	1.00	28.9	34.8	1.12	7.91	35.5	4.5	4.6	0.98
	NO. 5	25.8	25.1	1.03	32.8	34.8	1.27	7.42	45.8	6.2	7.2	0.86

1) ひび割れおよび破壊性状 変形レベルの小さい載荷サイクルでは、Pca型枠タイプとRC柱タイプによるひび割れ発生状況に大きな違いは認められなかったが、Pca型枠タイプの供試体では載荷サイクルの進行に

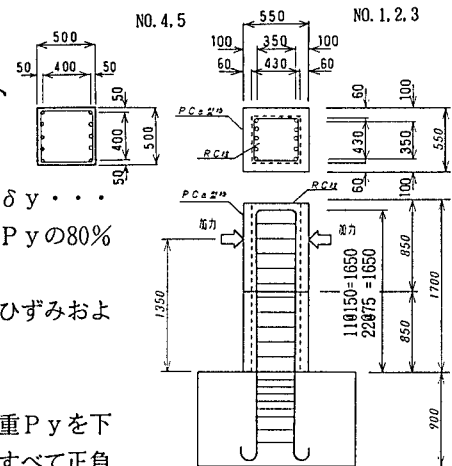


図-1 供試体形状寸法

に伴い、圧縮側の面に部材軸方向に伸展する割裂ひび割れが拡大し、型枠にき裂が生じる。き裂による耐荷力の低下はないが、き裂が広がり型枠の一部が柱く体から剝離すると急激に耐荷力を失い、RC柱タイプに比べやや脆性的な破壊性状を示した。なお、NO.3は型枠が剝離する前に、鉄筋が破断し、せん断補強鉄筋量の少ないNO.1供試体については、せん断ひび割れが型枠を貫通すると、急激に耐荷力を失う結果となった。

2) 耐力 表-2に示すPca型枠タイプの計算値は、Pca型枠の鉛直調整のために型枠下端とフーチング上面に若干の隙間を設けたため、降伏耐力に関しては、柱く体単体として、最大耐力に関しては、圧縮側の型枠がフーチング上面に接して抵抗するものと考え、Pca型枠と柱く体を一体構造と見なし、通常のRC部材と同様に平面保持を仮定して求めたものである。なお、耐力算定には、モルタルの圧縮強度を用い、鋼繊維の引張鋼材としての影響は無いものとした。最大耐力の計算値は、型枠内側の目荒らしの無いNO.2を含め、実験値を比較的精度良く評価しており、曲げ耐力は、本実験の範囲においては、型枠内側の目荒らしの有無に係わらず、型枠と柱く体を一体構造として、通常のRC部材と同様に算定できる結果となった。

3) 変形性能 せん断補強鉄筋量が同じPca型枠タイプの供試体NO.1とRC柱タイプの供試体NO.4の荷重変位曲線および全供試体の荷重変位曲線の包絡線を図-2、3に示す。

表-2にも示すように、じん性率は、供試体NO.1でNO.4の2.1倍、NO.2およびNO.3はNO.5のそれぞれ1.4倍、1.8倍となり、鋼繊維入り型枠を使用することにより変形性能が大きく向上する結果となった。

じん性率の実験結果と曲げ・せん断耐力比($V_y \cdot \ell_a / \mu$; V_y :せん断耐力 ℓ_a :せん断スパン μ :曲げ耐力)の関係を図-4に示す。曲げ・せん断耐力比の増加に伴いじん性率が増加する関係にあることがわかる。なお、せん断耐力は、せん断スパン比の影響

を考慮し、鋼繊維を全て帯鉄筋に換算して求めた値である。このせん断耐力を用いて既往のRC部材の算定手法[1]により求めたじん性率の計算値を表-2に示す。計算値は概ね実験値を評価できる結果となった。

4. まとめ

今回鋼繊維入りPca型枠を用いた柱部材の水平交番載荷試験から以下の事項がわかった。

1) Pca型枠を使用した部材の曲げ耐力は、本実験の範囲では型枠内側の目荒らしの有無に関係なく、型枠を部材断面に考慮し、通常のRC部材と同様の手法で算定できる。なお、鋼繊維の引張鋼材としての影響は無いものと考えられる。

2) 鋼繊維入りPca型枠を使用することにより、部材の変形性能は大きく向上する。しかし、型枠の剝離により急激に耐荷力を失うため、通常の曲げ破壊先行型のRC部材に比べやや脆性的な破壊性状を示す。また、じん性率は、本実験の範囲においては、鋼繊維を全て帯鉄筋に換算することで、既往の算定手法[1]により概ね評価できる。

参考文献

- [1] 石橋、吉野：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/V8, pp57-66, 1988.2

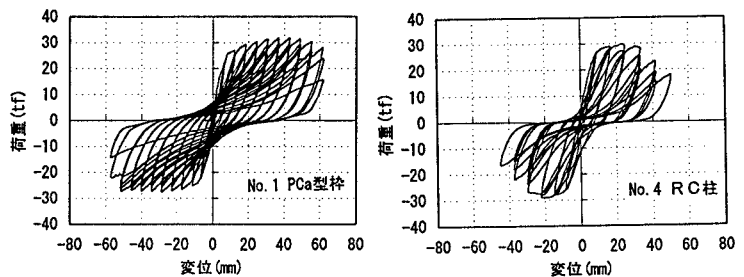


図-2 荷重-変位曲線

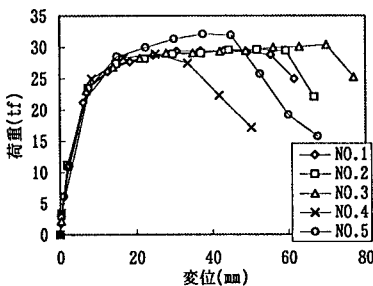


図-3 荷重-変位の包絡線

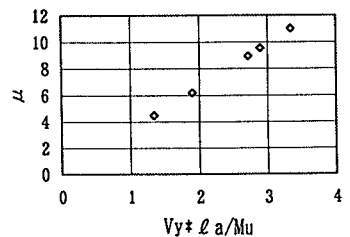


図-4 $\mu - V_y \cdot \ell_a / \mu$