

大阪工業大学大学院 学生員 ○南野 伸彦 学生員 長井 大
大阪工業大学工学部 正会員 井上 晋 正会員 三方 康弘

1. はじめに

柱部材にプレストレスを導入することにより正負交番繰返し下のせん断耐力の低下や残留変位を抑制できることが報告されている。本研究では、プレストレス導入効果を活かし、かつ「施工の省力化」、「品質確保」という観点から柱部材にプレキャストセグメント工法を適用したハーフプレキャスト PRC（以下、PCaPRC と略記）柱部材の耐震性能について、RC 柱部材を比較対象として検討を行なうこととした。

2. 実験概要

供試体として図-1 に示すような幅×高さは $300 \times 300 \text{ mm}$ の断面を有する PCaPRC および RC 柱部材を用いた。PCaPRC 柱部材については、中空断面（内空部 $200 \times 200 \text{ mm}$ ）で高さ 360 mm のブロックをフーチングの上に 3 つ積み重ね、プレストレス導入による圧着接合を行なった後に、断面中空部にコンクリート打設を行なった（以下、コア部と略す）。なお、コア部にはフーチングから連続した主鉄筋が配置されている。PC 鋼材には $\phi 9.2$ ($f_{py} = 1281 \text{ N/mm}^2$) を 4 本用い、プレストレス導入レベルを変化させるために、引張強度の 30% および 50% で緊張した。帯鉄筋は、PCaPRC 柱部材ではブロック部およびコア部に配置し、ブロック部は 90 mm および 180 mm 、コア部は 180 mm とした。RC 柱部材においては、 40 mm および 50 mm とした。なお PCaPRC 柱部材と RC 柱の曲げ耐力はほぼ等しくなるように設計し、また、PCaPRC 柱部材のせん断耐力比はプレストレスの効果を見込んで RC 柱部材よりも低めに設定した。コンクリートの設計基準強度は PCaPRC 柱部材ブロック部 $f'_{ck} = 42.0 \text{ N/mm}^2$ 、コア部 $f'_{ck} = 24.0 \text{ N/mm}^2$ 、RC 柱部材 $f'_{ck} = 24.0 \text{ N/mm}^2$ （実強度は $f'_c = 53.4 \text{ N/mm}^2$ 、 $f'_c = 32.0 \text{ N/mm}^2$ 、 $f'_c = 43.7 \text{ N/mm}^2$ ）である。載荷方法は、静的正負交番繰返し漸増型載荷とした。載荷位置は基部より 900 mm ($L/H = 3.0$) とし、断面中央部に設けたダクト内に配置したアンボンド PC 鋼材により、一定軸力 1 N/mm^2 を作用させ載荷を行なった。載荷は変位制御であり、繰返し回数は RC s=40 供試体の降伏変位 δy (5 mm) を基準として、降伏変位の整数倍の変位で正負とも各 3 回とした。

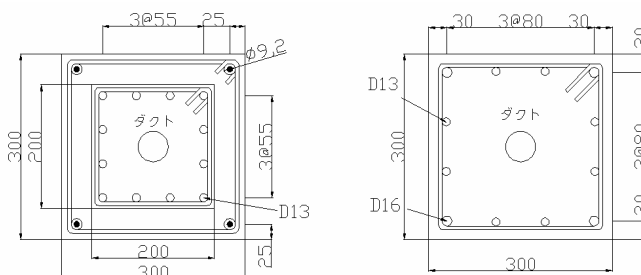


図-1 PCaPRC 断面 RC 断面 (単位: mm)

3. 実験結果および考察

(1) 破壊形式およびひび割れ状況

表-1 に各供試体の詳細および実験結果を示す。曲げ耐力ならびにせん断耐力の計算値は部材係数を 1.0 とし、土木学会コンクリート標準示方書構造性能照査編より算出した。図-2 に載荷終了時のひび割れ状況を示す。RC

表-1 供試体の詳細と実験結果

供試体名	プレストレス 導入量 (N/mm^2)	帯鉄筋 配置間隔(mm)	コンクリート標準示方書による計算値			最大荷重実測値 (kN)	
			曲げ耐力 (kN)	せん断耐力 (kN)	せん断 耐力比	正方向	負方向
PCa H-90	3.36	90	121.2	162.4	1.34	103.2	121.5
PCa L-90	2.01	90	122.1	153.8	1.26	120.0	122.2
PCa L-180	2.01	180	122.1	134.0	1.10	105.5	109.2
RC s=40	0	40	112.3	206.8	1.84	118.0	112.0
RC s=50	0	50	112.3	184.1	1.64	123.5	123.2

s=40 供試体と PCa L-90 供試体を比較すると、図に示すようにひび割れの発生状況が全く異なっており、RC s=40 供試体は多数のひび割れが発生するとともに、最終的に基部の損傷領域が大きくなる傾向が見られるのに対し、PCa L-90 供試体ではプレストレスを導入し圧着接合としているので、ひび割れ発生が接合部に集中するとともに、最終的には PC 鋼材に沿った付着割裂ひび割れが生じていることが伺える。なお、RC s=50 供試体は、RC s=40 供試体とほぼ同様のひび割れ発生状況であり、また PCaPRC シリーズの PCa H-90 供試体は PCa L-90 供試体とほぼ同様のひび割れ発生状況であったのに対し、PCa L-180 供試体では終局時近傍では多数のせん断ひび割れが見られると同時に、基部から 360mm 位置のブロック継ぎ目部にも圧壊が見られた。

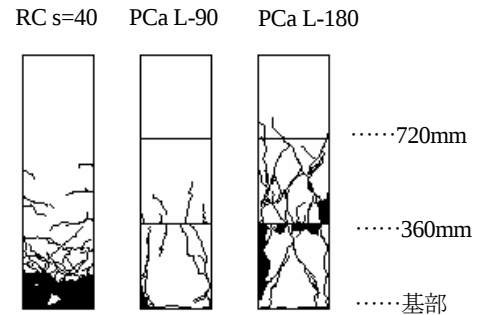


図-2 ひび割れ状況の一例

(2) 荷重－水平変位関係

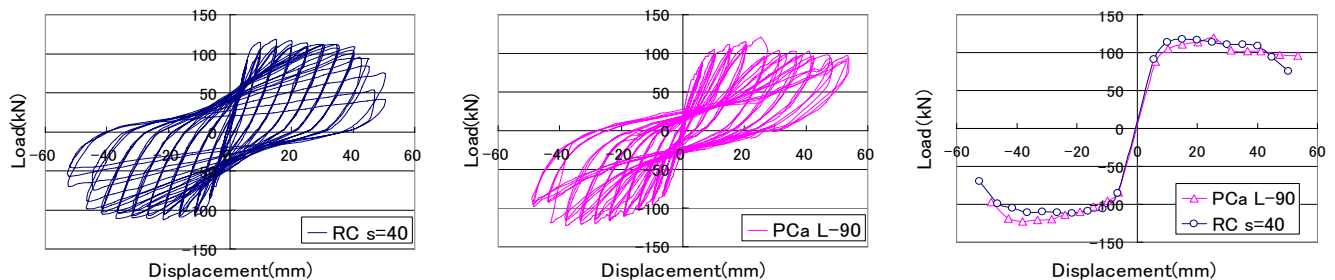


図-3 荷重－水平変位関係

図-3 に荷重－水平変位関係の一例を示す。RC s=40 供試体は正負方向共に同様の変形挙動を示しており、残留変位が大きくエネルギー消散が大きいことが伺える。対して PCa L-90 供試体は、プレストレスを導入しているため、原点回帰性が高く、残留変位が小さいことが伺える。しかしながら、包絡線を見た場合、両者の特性に大きな相違はなく、PCaPRC 柱部材はせん断補強筋量を相対的に小さくしても、RC 柱部材とほぼ同様の変形性能があると言える。また、RC s=50 供試体は RC s=40 供試体と同様の履歴ループを示したが、PCa L-180 供試体は PCa L-90 供試体と比較してより逆 S 字型の履歴ループとなり、エネルギー消散が小さくなった。また、PCa H-90 供試体は原点回帰性が高くなった。

(3) 水平変位の内訳

図-4 に全変位に占める曲げによる変位、せん断又はズレによる変位、基部開口または伸出による変位の内訳の一例を示す。図に示すように、RC s=40 供試体に比べ PCa L-90 供試体では、全変位のうち、開口による水平変位の占める割合が大きいことが伺える。これは PCaPRC 柱部材とは RC 柱部材とは異なり、圧着接合をする構造形式としているため、変形が基部の開口に集約された結果と考えられる。対して RC 柱部材では、曲げ変形が卓越しているため、曲げ変形の割合が PCaPRC 柱部材に比べ大きくなっている。

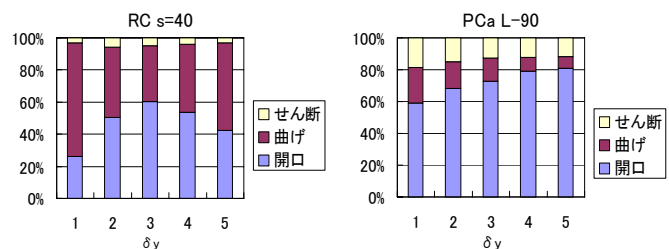


図-4 水平変位の内訳の一例

これは PCaPRC 柱部材とは RC 柱部材とは異なり、圧着接合をする構造形式としているため、変形が基部の開口に集約された結果と考えられる。対して RC 柱部材では、曲げ変形が卓越しているため、曲げ変形の割合が PCaPRC 柱部材に比べ大きくなっている。

4. まとめ

本研究では、ハーフプレキャスト PRC 柱部材の耐震性能を RC 柱部材と比較・検討した。ひび割れ状況、エネルギー消散特性は RC 柱部材と異なるものの、せん断補強筋量を相対的に少なくしても PRC 柱部材では RC 柱部材と同等の荷重－水平変位関係の挙動が得られたことから、プレストレス導入レベルやせん断補強筋量を適切に選定することにより、地震時での挙動をコントロールできる有効な構造であると言える。