

ハーフプレキャスト PRC 柱部材の正負交番荷重下の耐荷特性に関する基礎的研究

大阪工業大学大学院 学生員 ○長井 大 大阪工業大学大学院 学生員 南野 伸彦

大阪工業大学工学部 正会員 井上 晋 大阪工業大学工学部 正会員 三方 康弘

1. はじめに

柱部材に軸方向プレストレスを導入することによって、正負交番繰返し荷重下におけるせん断耐力の低下や残留変位の抑制できるという報告がされている。本研究においては、プレストレス導入効果を有効利用し、さらに「施工省力化」、「品質確保」を追求するために、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) 柱部材の静的正負交番荷重下の耐荷・変形特性に関して、RC 柱部材を比較対象として検討を行うこととした。

2. 実験概要

供試体としては図-1 に示すような、幅 300mm×高さ 300mm の断面を有する PCaPRC および RC 柱部材を用いた。PCaPRC 柱部材は、断面中央部に幅 200mm×高さ 200mm の中空断面を有する高さ 360mm 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った後に、断面中空部にコンクリート打設を行った(以下、コア部と略記)。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、 $\phi 9.2$ の引張強度の 30%および 50%で緊張を行った。帯鉄筋は、PCaPRC 柱部材においてはブロック部およびコア部に配置し、ブロック部は 90mm および 180mm、コア部は 180mm とした。RC 柱部材においては、40mm および 50mm とした。また、PCaPRC 柱部材と RC 柱部材の曲げ耐力がほぼ等しくなるように設計し、PCaPRC 柱部材のせん断耐力比はプレストレスの効果を見込み、RC 柱部材よりも低めに設定した。コンクリート設計基準強度は 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 $f'_{ck}=42.0\text{ N/mm}^2$ (実強度は順に $f'_c=53.4\text{ N/mm}^2$ 、 $f'_c=32.0\text{ N/mm}^2$ 、 $f'_c=43.7\text{ N/mm}^2$) である。荷重方法は、静的正負交番繰返し漸増型荷重とした。荷重位置は基部より 900mm($L/H=3.0$) 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 鋼材による、一定軸力(1 N/mm^2)下において荷重を行った。荷重は変位制御であり、繰返し回数は RC s=40 供試体の降伏変位 δy (5mm) を基準として、降伏変位の整数倍の変位において正負とも各 3 回とした。

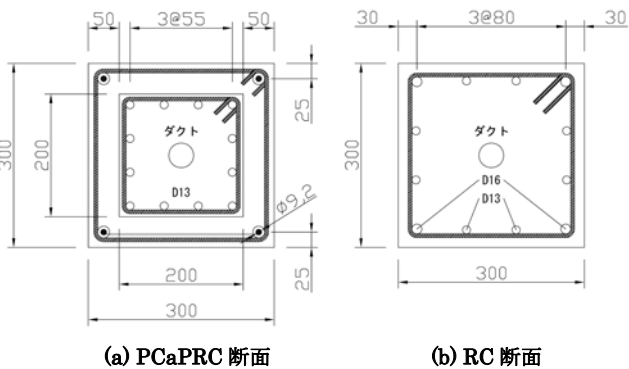


図-1 PCaPRC および RC 断面 (単位: mm)

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。曲げ耐力および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 に荷重終了時のひび割れ状況を示す。図-2 より、

表-1 供試体の詳細および実験結果

供試体名	プレストレス 導入量 (N/mm ²)	帯鉄筋配置 間隔 *1 (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

*1 PCaPRC 柱部材についてはブロック部の値を示す。(コア部はいずれも 180mm)

キーワード：ハーフプレキャスト柱、中空断面、圧着接合、正負交番繰返し荷重、
連絡先：〒535-8585 大阪市旭区大宮 5 丁目 16 番 1 号 大阪工業大学都市デザイン工学科 TEL 06-6954-4182

RC $s=40$ 供試体と PCa L-90 供試体を比較すると、ひび割れの発生状況が全く異なっていることがうかがえる。RC $s=40$ 供試体においては、多数のひび割れが発生しており、基部の損傷領域が大きくなる傾向が見られた。一方 PCa L-90 供試体においては、PCa ブロックをプレストレス導入によって圧着接合を行っているため、ひび割れが接合部に集中しており、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うかがえる。なお RC $s=50$ 供試体は RC $s=40$ 供試体と、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。しかしながら PCa L-180 供試体においては、多数のせん断ひび割れが見られ、基部より 360mm 位置の PCa ブロック継ぎ目にも圧壊が見られた。

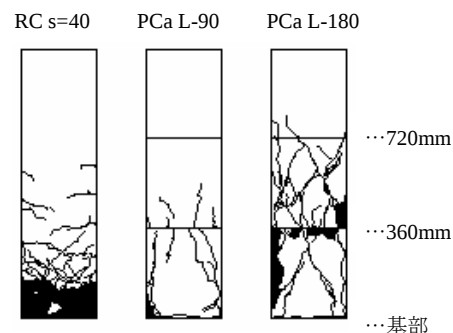


図-2 載荷終了時におけるひび割れ状況の一例

(2) 荷重-水平変位関係

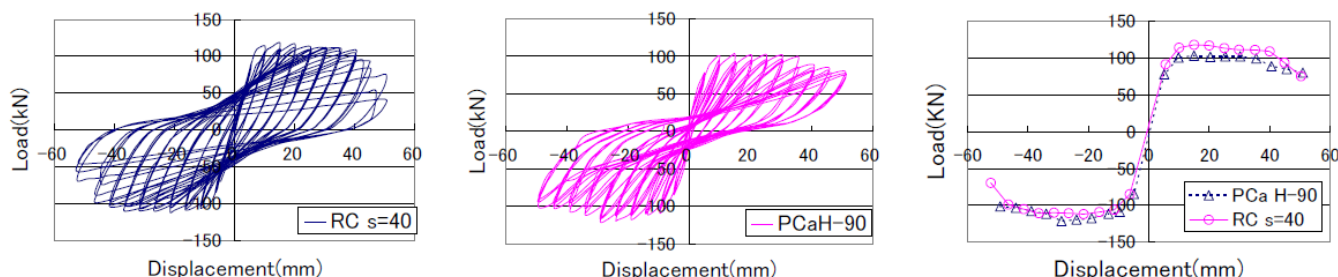


図-3 荷重-水平変位関係の一例

図-3 に荷重-水平変位関係の一例を示す。RC $s=40$ 供試体においては、正負方向とも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うかがえる。これに対し PCa L-90 供試体においては、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うかがえる。しかしながら包絡線で比較した場合、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を有しているといえる。RC $s=50$ 供試体は RC $s=40$ 供試体とほぼ同様の履歴ループを示した。PCaPRC シリーズにおいては PCa L-90 と比較すると、PCa L-180 供試体はエネルギー消散が小さく、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 に全水平変位に占める「曲げ」、「せん断またはブロックの相対ずれ」、「基部開口または伸出し」による各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 供試体においては、開口による水平変位の全変位に占める割合が大きいことがうかがえる。これは PCaPRC 柱部材が RC 柱部材とは異なり、プレストレスによる圧着接合を行った構造形式であるため、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 柱部材においては、曲げによる変形が卓越しているため、PCaPRC 柱部材に比べ曲げ変形の占める割合が大きくなっている。

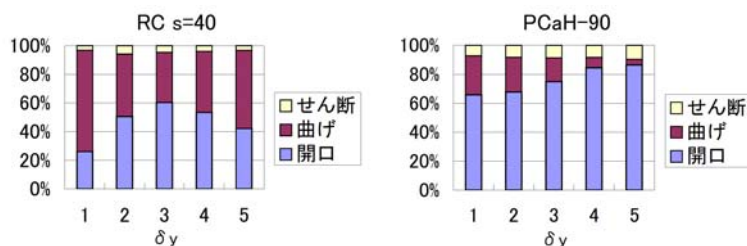


図-4 水平変位の内訳の一例

4. まとめ

本研究では、ハーフプレキャスト PRC 柱部材の静的正負交番荷重下の耐荷・変形特性を、RC 柱部材と比較・検討した。ひび割れ状況およびエネルギー消散特性に関しては RC 柱部材とは異なるものの、ハーフプレキャスト PRC 柱部材ではせん断補強筋を相対的に少なくしても、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およびせん断補強筋量を適切に選定することにより、正負交番荷重下における挙動をコントロールできる有効な構造であるといえる。