

PC柱の破壊性状およびプレキャスト化に関する基礎実験

九州産業大学工学部 学生会員 朝生 行寿
 同 学生会員 池田 勇人
 同 正会員 佐藤 武夫
 同 正会員 宮川 邦彦

1. まえがき

PC構造は、RC構造に比べて部材の自重軽減や曲げ耐力の増強に有効であるため、主に曲げモーメントを受け持つ梁部材に利用されている。一方、軸圧縮力を受ける柱部材にPC構造を適用する場合、そのプレストレスングの原理自体と若干矛盾するため、実用化されておらず、通常はRC構造で設計・施工されている。しかし、兵庫県南部地震では、RC柱がぜい性的なせん断破壊を生じ、橋梁等の倒壊を招いた。

そこで本研究では、PC構造のせん断破壊に対する高耐荷力、可撓性や復元性、プレキャスト化による現場施工の省力化や迅速施工などの利点を、柱部材に適用できるか否かを検討するため、柱中間部に帯鉄筋を有しない各種のPC柱を作製し、地震力を想定した水平載荷時の破壊性状などを調べた。

2. 実験概要

本実験では、セメントに早強ポルトランドセメント、細骨材に海砂、粗骨材に輝緑岩砕石を用いた。コンクリートの配合および力学特性を表-1に、作製した柱部材の形状寸法を図-1に示す。軸方向鋼材には、SBPR 785/930のφ11を用いた。まず、PC鋼材付着の有無が破壊荷重やその形式に及ぼす影響を調べるため、PCIとPCII柱部材は、材齢7日にポストテンション方式により初期プレストレス力200kNを導入した。なお、PCI柱部材は導入直後に水セメント比45%のセメントペーストをシーす内にグラウトし、部材とPC鋼材を一体化した。次に、現場での迅速施工や省力化を目的とした柱部材のプレキャスト化を検討するため、PCIIIとPCIV柱部材は、材齢14日に高さ100mmのセグメント4個と高さ200mmのその順にコンクリート用エポキシ樹脂で一体化し、材齢28日にポストテンション方式により初期プレストレス力200kNを導入した。PCIとPCII柱部材およびPCIIIとPCIV柱部材は、それぞれ60日間と20日間大気中に静置し、その間のコンクリートの時間依存現象による部材の軸ひずみを計測した。その後、破壊試験直前に中心軸圧縮力(N)をPCI~PCIII柱部材には100kN、PCIV柱部材には50kNを載荷し、水平荷重が最大値に達するまで単調水平載荷を行った。

図-1 コンクリートの力学特性および配合

部材記号	f'c(N/mm ²)		Ec(kN/mm ²)		ft(N/mm ²)
	7日	試験時	7日	試験時	試験時
PCI	43.3	58.5	32.0	36.2	3.64
PCII					
PCIII	47.2	59.2	34.2	39.0	5.61
PCIV					

配合 : W=200kg/m³ C=420kg/m³ s/a=43%

注) f'c : 圧縮強度 Ec : ヤング係数 ft : 引張強度

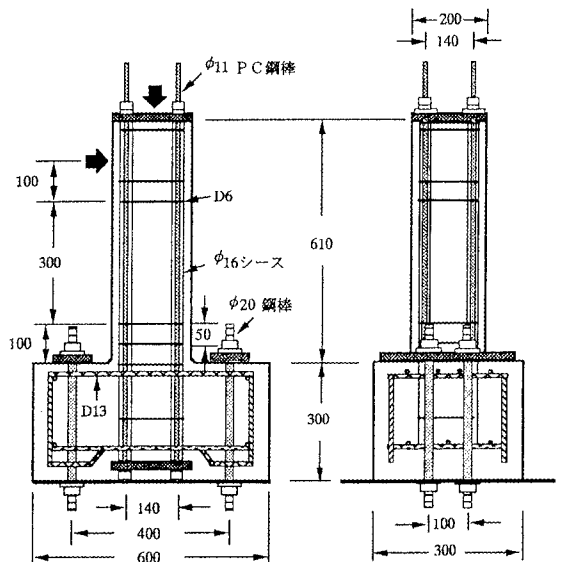


図-1 柱部材の形状寸法

3. 実験結果および考察

表-2に破壊試験および計算結果を示す。曲げひび割れ荷重の実測値(Hmc)は、部材に貼付したひずみゲージの値が急変したときの荷重範囲から求めた。また、同計算値(Hmca)は、破壊試験以前の荷重履歴から計算したコンクリート断面の軸圧縮応力度($\sigma'c$)を考慮して、水平載荷時の部材引張縁応力度がコンクリートの引張強度に達するときの値、斜めひび割れ荷重の計算値(Hvca)は、同様に荷重履歴の影響を考慮して、コンクリート標準示方書のコンクリート分担せん断耐力算定式から求めた。同表に示すように全ての柱部材において、曲げひび割れ荷重の実測値が計算値より大きくなっている。これは、本実験の場合、柱の付け根部から50mm上方にひずみゲージを貼付した関係上、その位置での曲げモーメントが柱付け根部より小さいことに起因している。また、斜めひび割れ荷重の計算値(Hvca)は、全て最大水平荷重の実測値(Hmu)以下であり、計算上は斜めひび割れが生じると考えられたが、全部材とも明瞭な斜めひび割れを確認することはできなかった。これはPC柱の場合、コンクリート断面の圧縮応力度($\sigma'c$)があまり低減しないため、斜めひび割れが発生し難く、曲げひび割れだけが徐々に拡大し、全部材とも最終的に曲げ圧縮破壊したと考えられる。

表-2 柱部材の破壊試験結果

部材	$\sigma'c$ (N/mm ²)	N' (kN)	Hmc (kN)	Hmu (kN)	δu (mm)	破壊形式	Hmca (kN)	Hvca (kN)	Hmua (kN)
PC I	6.96	100	45~50	92	17.0	曲げ圧縮	31.2	49.4	90.8
PC II	6.94	100	40~45	86	18.7		31.2	48.8	90.8
PC III	7.27	100	35~40	82	16.1		30.6	49.5	91.0
PC IV	5.66	50	40~45	73	17.8		25.8	47.1	85.2

表-2に示す曲げ破壊に対する計算値(Hmua)は、コンクリート標準示方書の曲げ耐力算定式から求めた値である。同表のようにPC I柱部材の最大水平荷重の実測値(Hmu)は、同計算値(Hmua)とほぼ一致している。なお、アンボンド柱部材(PC II~PC IV)に対する計算もボンド柱部材と同じ算定式を用いた。その結果、実測値の方が計算値より若干小さくなっているが、アンボンド柱部材でも、ボンド柱部材の90%程度の曲げ耐力が得られることがわかった。ただし、アンボンド柱部材の場合、ボンド柱部材と比較して、曲げひび割れの発生本数が少なく、終局時には柱付け根部の曲げひび割れだけが拡大した。また、プレキャスト化しても破壊性状などに全く問題ないことも判明した。また、最大荷重時の水平載荷位置における変位量(δu)に関しても、PC鋼材付着の有無やプレキャスト化による影響は全く見られなかった。本実験では、実験装置の関係上、水平載荷位置の変位量を30mm程度までしか測定しなかったが、その状態でも軸圧縮力を十分に受け持てることがわかった。このようにPC柱はじん性に優れており、しかも、水平荷重除去後にはほとんど元の状態に復元した。これらのことから、PC柱は帯鉄筋を配置しない部材でも、柱の崩壊原因に繋がる斜め引張破壊を生じ難く、可撓性や復元性にも優れていることがわかった。

4. まとめ

本実験では、PC柱部材の破壊性状に関する基礎的実験を行った。以下にその結果を要約する。

- (1). PC柱は、帯鉄筋を配置しなくてもRC柱にみられるようなぜい性的なせん断破壊を生じ難く、可撓性や復元性に優れている。
- (2). ボンド柱部材とアンボンド柱部材との曲げ耐力差は10%程度であり、曲げ耐力に余裕があるときは、グラウトを省略することも十分に可能である。
- (3). プレキャスト化しても破壊形式や耐力は、一体打ちのそれと同程度であり、現場施工の省力化や迅速施工を目的としたプレキャストPC柱の施工も十分に可能である。