

第V部門

軸方向プレストレスを制御したRC柱部材の破壊挙動

近畿大学理工学部 学生員 ○村本 温子

近畿大学理工学部 正会員 柳下 文夫

1. はじめに

橋脚の残留変形を制御するためにプレストレスを柱軸方向に導入する手法が提案され、その有効性が幾つかの実験的研究によって既に明らかにされている。¹⁾ しかしながら、プレストレスを導入する効果は、必ずしもプラス面ばかりでなく、“エネルギー吸収能”や“じん性能”に課題を残す場合もある。

そこで本研究では、プレストレスを制御したRC柱部材に対する載荷実験を行い、残留変形と上記課題の関連性を検討し、課題に対する改善の可能性を検証した。

2. 実験概要

試験体は単柱式RC橋脚を模したものであり、その形状寸法および配筋状態を図1に示す。実験には複動油圧ジャッキを用い、一定軸応力下(0.98N/mm²)において、部材角を漸増させる方法で静的正負交番載荷を行った。

試験体の主パラメータは軸方向プレストレスを制御することにあり、多層バネ要素(皿バネ)を配した試験体(PC-S)を中心に、比較対象として、他にRC柱(RC)とPC柱(PC-N)もあわせて作製した。なお、PC鋼棒は張力変動を制御する目的に合わせてアンボンドとしている。

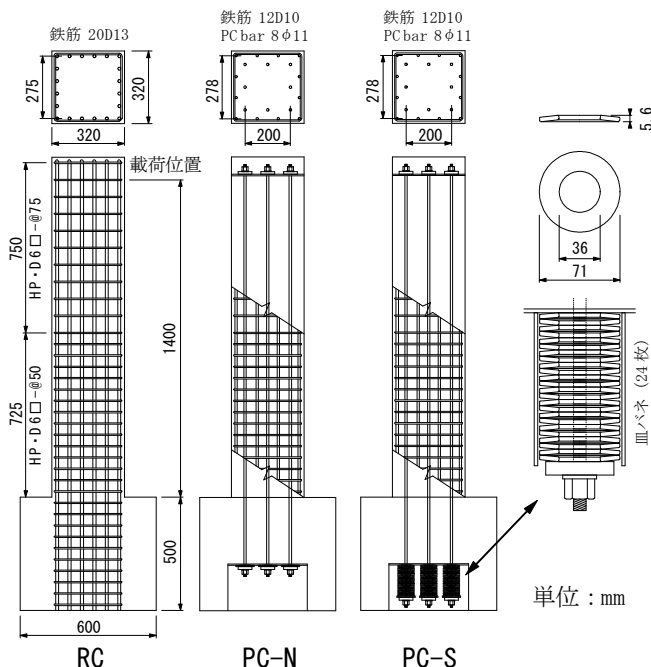


図1 試験体の形状寸法

3. 実験結果と考察

3.1 荷重－変形関係と破壊状況

図2、図3に各試験体の荷重－変形関係および最終ひびわれ状況を示す。試験体RCの場合、部材角1/20に至るまで耐力を保持して粘りのある挙動を示した。主筋の座屈域は17.5cmであるが、載荷終了まで鉄筋の破断は見られなかった。試験体PC-Nでは、部材角1/20の繰り返し中に鉄筋が一部破断して耐力が低下したものの、高じん性域まで復元力に優れた挙動を示した。損傷は柱根元に集中し、狭い範囲でのコアコンクリートのダメージ

表1 試験体の諸元

No.	試験体名	軸方向 鋼材比(%)		プレストレス 応力 (N/mm ²)
		鉄筋	PC鋼材	
1	RC	2.47	0	0
2	PC-N	0.84	0.74	3
3	PC-S	0.84	0.74	3

共通：軸方向応力度(一定) = 0.98 N/mm²
コンクリート強度 = 32 N/mm²
帯鉄筋比 = 0.4 %

表2 使用材料の機械的性質

呼び径	規格	降伏強度	引張強度	ヤング係数
		N/mm ²		kN/mm ²
D6	SD295A	392	557	208
D10		381	509	206
D13		375	519	206
PCφ11	B種1号	1076	1289	203

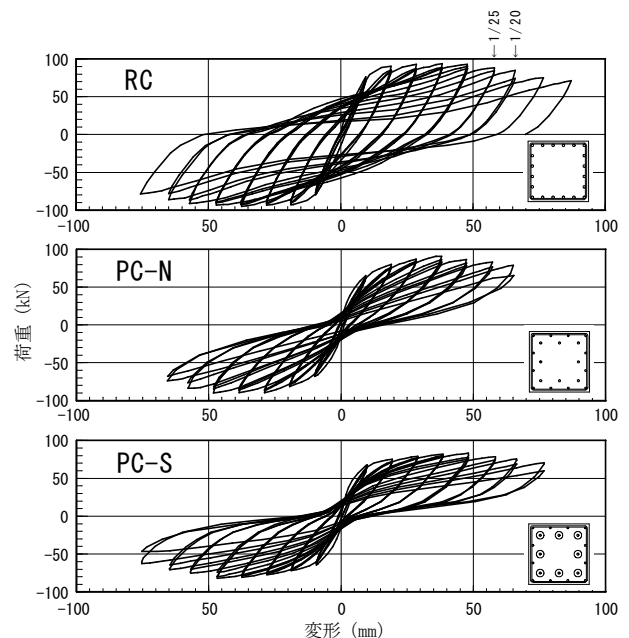


図2 荷重－変形関係

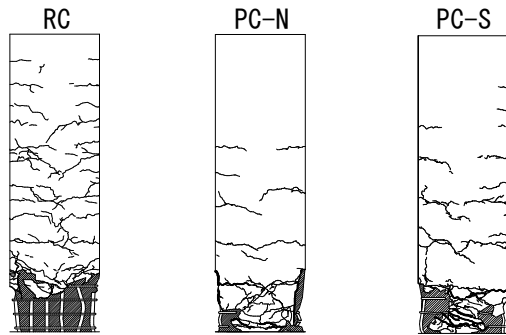


図3 各試験体の最終ひび割れ状況

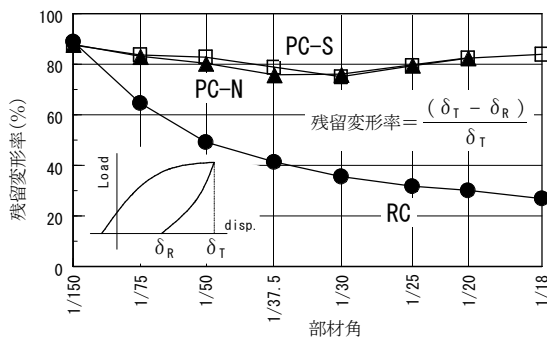


図4 各試験体の残留変形の推移

は顕著であった。試験体PC-Sでは、部材角1/18まで安定した挙動を示した。その後若干の耐力低下を示したが、残留変形が小さく復元力に優れていることが分かる。なお、ヒンジ領域はRCとPC-Nの中間程度であった。

3.2 残留変形率

図4に各試験体の残留変形の推移を示す。P C系の試験体では高じん性域に及ぶまでほぼ一定の極めて優れた復元性が示され、プレストレス導入の有効性が再確認された。なお、皿バネを配した場合(PC-S)と配さない場合(PC-N)を比較した場合、ほぼ同様な傾向が示された。

3.3 等価粘性減衰定数

図5に各変形サイクル1回目の履歴ループにおける等価粘性減衰定数 heq を示す。部材角1/150において、P C系試験体の heq 値はプレストレスによる初期ひび割れ発生の遅延が影響し、その値はR C試験体に比して25%程度大きな値を示している。しかし、その後の部材角の増加とともにこの傾向は逆転し、R C試験体の値がP C系試験体に比して平均63%程度大きな値を示す結果となった。なおこの傾向は、復元力に起因したものといえる。また、P C系試験体の比較において、皿バネを使用したPC-SはPC-Nに比して10～40%程度大きくなり、プレストレスの制御の効果が顕著に現れたといえる。

3.4 P C鋼材のひずみ履歴(試験体: PC-N, PC-S)

図6に同位置におけるP C鋼棒のひずみ履歴の一例を示す。両者を比較した場合、バネ設置の効果として、引

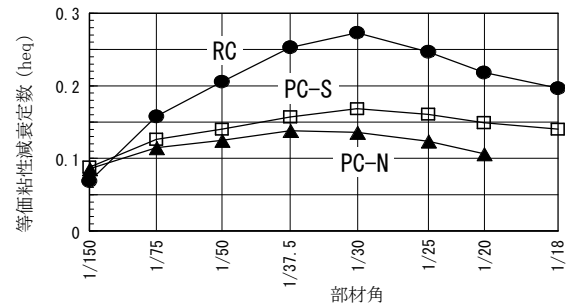
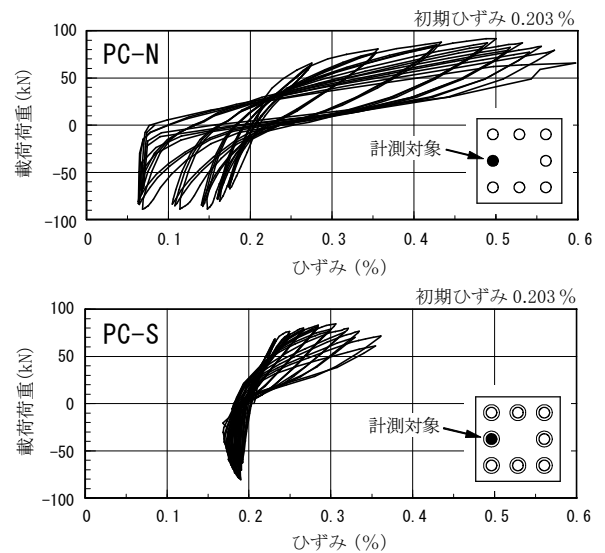

 図5 各試験体の等価粘性減衰定数 heq


図6 P C鋼棒のひずみ

張りひずみは約57%減じられ、圧縮ひずみに至っては約78%減じられる結果となった。なお、引張りひずみに関して、PC-NのP C鋼棒のひずみの最大値は、実降伏ひずみ0.73%(at 0.2% proof stress)には達していないものの、弾性限界ひずみ0.48%を超えている。

4. まとめ

以下に、本研究より得られた知見を示す。

- (1) 皿バネを設置した場合、引張側および圧縮側のP C鋼棒の張力変動が抑制されることになり、合力バランスの結果としてコアコンクリートを含めた圧縮域のダメージが軽減される。そのことにより、高じん性域での変形挙動の安定が示唆された。
- (2) P C鋼棒の張力変動を抑制することにより、終局域において適度のヒンジゾーンが確保され、あわせて、エネルギー吸収能にも好影響を与えた。
- (3) 本実験範囲内においては、皿バネを設置することによる残留変形への影響はまったく無かった。

参考文献

- 1) 睦好宏史, Wael A.ZATAR, 牧 剛史: プレストレスを導入した鉄筋コンクリート橋脚の耐震性状, 土木学会論文集, No. 669/V-50, pp. 27-38, 2001. 2.