

正会員 国鉄 構造物設計事務所 吉野伸一

正会員 国鉄 構造物設計事務所 石橋忠良

1. 概要

近年 鉄筋コンクリート部材の合理的な耐震設計を確立することを目的として、その変形性能に関する実験研究が数多く行われている。筆者達もせん断スパン比 λ 、引張鉄筋比 P_t 、せん断補強鉄筋比 P_w 、軸方向圧縮応力度 σ_c 等に着眼して脚柱供試体による水平力交番載荷試験を行い変形性能についての研究を行っている。今回の報告は引張鋼材に高強度鋼材(PC鋼棒)を用いた脚柱供試体で水平力交番載荷試験を行いその復元力特性等について検討したものである。

2. 実験概要

供試体は図-1に示すような柱状である。引張鋼材にPC鋼棒(SBPR 95/110)を用いている。供試体の諸元を表-1に示す。引張鋼材比の設定は、鉄筋比の大きいRC脚柱($P_t \approx 1.0\%$ および 1.66%)に対して、PC鋼棒を引張鋼材として用いることにより耐力を等しくし鋼材比を小さく($P_t = 0.38\%$ および 0.65%)したものである。帯鉄筋はSD 35。載荷試験時コンクリート強度は340~355 kg/cm^2 である。

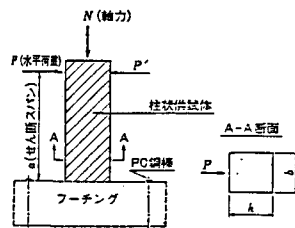


図-1 供試体形状

表-1 供試体諸元

	λ	$b \times h$	引張鋼材 $P_t (\%)$	帯鉄筋 $P_w (\%)$	軸力 $\sigma_c (\%)$
1	4.0	40×40	4φ13 0.38	1-D6 0.14	10
2	4.0	—	4φ17 0.65	1-D10 0.34	—
3	2.57	—	4φ13 0.38	1-D10 0.40	—
4	2.57	—	4φ17 0.65	1-D10 0.45	—

荷重載荷は一定軸力のもとで基準変位を設定し、その整数倍の変位を与える変位制御による水平力交番載荷である。基準変位は、RC脚柱供試体の実験では最大曲げモーメントを生じる断面(柱下端)における主鉄筋降伏時の変位を基準変位(降伏変位)としている。

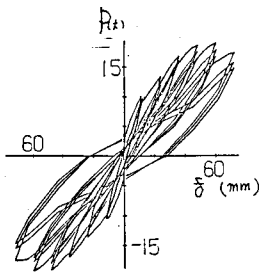
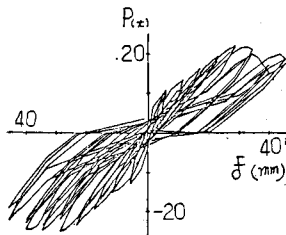
が、本実験の場合、PC鋼棒はその降伏点が明瞭でないこと、PC鋼棒は丸棒でありコンクリートとの付着が不十分であること等を考慮して、水平荷重載荷により柱下端においてPC鋼棒のひずみが2000 μ になった時の変位を基準変位とし、その整数倍の変位を振幅とする変位制御である。各変位段階での繰返し回数は最低3回とし、3回目の荷重変位曲線が前サイクルとほぼ同一とみなせる場合は次の変位段階へ進むこととした。

測定項目は供試体の変位およびPC鋼棒、帯鉄筋のひずみである。

3. 実験結果および考察

(1) 荷重-変位曲線

荷重-変位曲線の例を図-2に示す。PC鋼棒とコンクリートの付着劣化が著しくエネルギー吸収能力の小さいスリップ型となっている。図から明らかにように変位を増やすにしたがって荷重が連続的に増加して

図-2(a) P- δ 曲線 NO.2図-2(b) P- δ 曲線 NO.3

いる。これは、変位の増加とともにPC鋼棒とコンクリートの付着がきれてPC鋼棒に生ずる応力が鋼棒全長に分散して大きくなっていくためと考えられる。PC鋼棒は一部分の応力が大きくなるというのではなく、ある区

間あるいはPC鋼棒全体が高い応力状態になり終局状態になるようである。

(2). PC鋼棒のひずみ分布

各変位段階における最大荷重時のPC鋼棒の鉛直方向ひずみ分布の例を図-3に示す。PC鋼棒とコンクリートの付着劣化が著しく定着板近傍まで付着が劣化していると考えられる。初期プレストレスを導入していないにもかかわらずアンボンドPC柱のようにになっているものと考えられる。また、測定された供試体の変位にはPC鋼棒

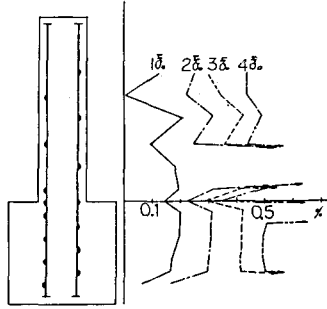


図-3(a) PC鋼棒ひずみ分布 No.2

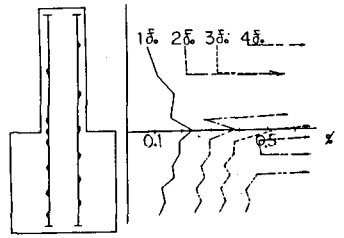


図-3(b) PC鋼棒ひずみ分布 No.4

とコンクリートの付着が劣化しPC鋼棒がフーチングから抜出すことによる回転変位量が含まれていると考えられる。異形鉄筋の抜出し量については幾つかの研究があるが、定着板付丸棒の場合についても定量的に把握する必要があると考えられる。

(3). ひびわれおよび破壊性状

ひびわれ性状の例を図-4に示す。異形鉄筋を用いたRC柱と異なり、ひびわれ本数が1～4本と非常に少ない。付着の劣化の影響もあり斜ひびわれが発生しにくい状況である。

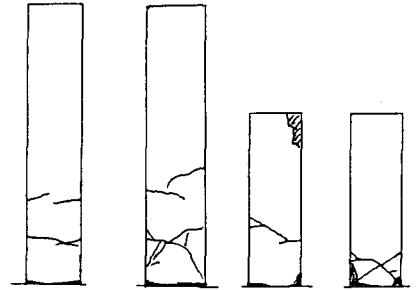


図-4 ひびわれ状況

破壊は圧縮部コンクリートの圧壊による。柱上部PC鋼棒定着部付近にも割裂ひびわれが発生し一部はく落するものもあった。これも、付着の劣化を示すものでPC鋼棒の応力が定着部にまぜ伝達されていることが明らかである。

(4) エネルギー吸収能力

等価粘性減衰定数 h_e は変位段階が大きくなっても0.01～0.07の範囲にあり、RC柱(筆者らの実験では $h_e=0.05\sim0.20$)に較べてエネルギー吸収能力が小さいことを示している。

(5). 最大耐力

表-3に各供試体の最大耐力の実験値と計算値の比較を示す。計算値はPC鋼棒とコンクリートには付着があるという条件で求めている。 ρ_d が大きく曲げが支配的で付着特性の影響が大きいNo. 1, 2供試体は実験値が15～20%小さくなっている。これは現行の土木学会PC示方書でアンボンドPC部材の設計耐力を付着がある場合の70%程度と規定しているのに対応するようである。せん断が支配的と思われるNo. 3, 4供試体は実験値と計算値がほぼ等しい結果となった。

表-2 最大耐力

	実験値	(Ton)	
		計算値	せん断
1	13.3	15.7	16.8
2	19.2	23.8	27.7
3	24.5	24.4	30.7
4	35.9	37.7	34.7

主鋼材にPC鋼棒(丸鋼棒)を用いた脚柱は、異形鉄筋を用いて耐力が等しいRC脚柱と較べると、PC鋼棒とコンクリートの付着劣化が著しくPC鋼棒がフーチングから抜出すことによる回転変形量が大きく、降伏剛性は小さくなり降伏変位が大きくなって終局変位も大きくなるがじん性は小さく評価される。

PC鋼材の抜出し量を定量的に把握することなど、また検討を要する事項は多いが高強度鋼材(PC鋼棒)を使用して脚柱断面を小さくし経済的な構造物を造ることが可能と考えられさらに研究を続けたいと考えている。

参考文献) 石橋外、水平力交番繰返し荷重を受ける脚柱の主鉄筋抜出し量、土木学会第59回年次学術講演会、等