

プレストレスを導入した RC 柱部材の正負交番荷重下の耐荷・変形特性

大阪工業大学大学院

学生員

○小田部 貴憲

大阪工業大学大学院

学生員

田邊 睦

大阪工業大学工学部

学生員

長井 大

大阪工業大学工学部

正会員

井上 晋

1. はじめに

プレストレスを導入した柱部材の破壊性能に関しては、近年研究事例が増加しつつあるが、プレストレスによる地震時せん断耐力の低下抑制効果に関しては必ずしも定量的評価がなされているとはいえない。そこで著者らは、プレストレスを導入した RC 柱部材の正負交番繰返し載荷実験を行い、破壊性状、変形性能、せん断抵抗の低下の抑制という観点から性能改善効果を検討し、昨年度報告した。ここでは、導入プレストレス量をさらに増加させた場合の結果について報告する。

2. 実験概要

供試体は図-1 および図-2 に示す 300mm×300mm の PRC 断面柱部材である。コンクリートの圧縮強度はいずれも $f_c=49.9\text{N/mm}^2$ であり、主鉄筋には D16($f_{sy}=338\text{N/mm}^2$)、D13($f_{sy}=367\text{N/mm}^2$) および D10($f_{sy}=422\text{N/mm}^2$) を用いた。導入プレストレス量を変化させるため、PC 鋼棒には C 種 1 号 $\phi 13$ ($f_{py}=1364\text{N/mm}^2$) および C 種 1 号 $\phi 11$ ($f_{py}=1362\text{N/mm}^2$) を用いた。帯鉄筋配置間隔は昨年と同様に、80mm と 120mm (帯鉄筋面積比 0.264%, 0.176%) の 2 種類とした。両供試体の曲げ耐力を同程度とするため、 $\phi 13$ 供試体には、軸方向鉄筋に D10 を側面に計 6 本、同様に $\phi 11$ 供試体には D16 を計 6 本用い、圧縮および引張側には D13 を各 4 本配置した。PC 鋼棒はそれぞれ対称に 4 本配置し、プレストレス ($\sigma_{cp}=5.4\text{N/mm}^2$ [$\phi 13$], 3.7N/mm^2 [$\phi 11$]) を導入した。載荷位置は基部より 900mm ($a/d=3.33$) とし、載荷中は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 (1N/mm^2) を作用させ正負交番載荷試験を行った。載荷は変位制御であり、繰返し回数は降伏変位 δ_y を 8mm として、降伏変位の整数倍の変位で各 3 回とした。

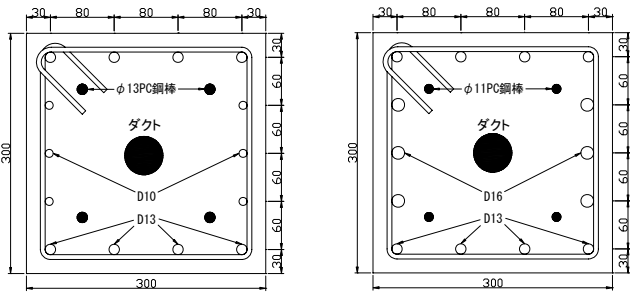


図-1 $\phi 13$ 断面 (単位:mm) 図-2 $\phi 11$ 断面 (単位:mm)

3. 実験結果および考察

表-1 に各供試体の詳細と実験結果より得られた破壊形式を一括して示す。なお、せん断耐力ならびに曲げ耐力の計算値は部材係数をすべて 1.0 として、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。

表-1 供試体の詳細と実験結果

供試体名	帯鉄筋間隔 (mm)	軸力 (N/mm ²)	プレストレス導入量 (N/mm ²)	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)	実際の破壊形式
				曲げ耐力 (kN)	せん断耐力 (kN)	曲げせん断耐力比	破壊形式		
$\phi 11-80$	80	1	3.7	174.3	219.2	1.26	曲げ破壊	182.9	曲げ破壊
$\phi 11-120$	80	1	3.7	174.3	193.1	1.11	曲げ破壊	180.7	曲げ破壊
$\phi 13-80$	120	1	5.4	172.6	215.1	1.25	曲げ破壊	178.2	曲げ破壊
$\phi 13-120$	120	1	5.4	172.6	189.0	1.10	曲げ破壊	182.2	曲げ破壊

キーワード プレストレス、破壊性能、せん断耐力、変形回復性能

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

(1)破壊形式と荷重—水平変位

図-3 に荷重—水平変位包絡線を示す。図-3 より、 $\phi 11-80$ と $\phi 13-80$ 、 $\phi 11-120$ と $\phi 13-120$ の両比較ともほぼ同様の挙動を示している。しかしながら両比較とも、導入プレストレス量が大きい $\phi 13$ 供試体の方が $\phi 11$

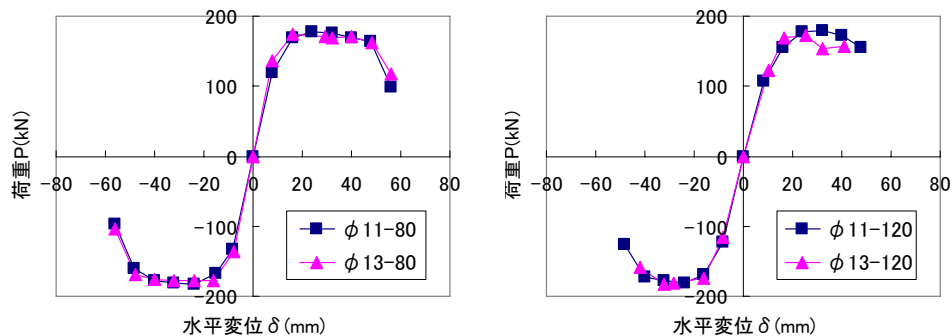


図-3 荷重—水平変位関係

供試体よりも、最大荷重に至るまでの変位が $1 \sim 2 \delta_y$ 程度小さくなっている。また、破壊領域については、 $\phi 13$ 供試体の方が $\phi 11$ 供試体よりも、ひび割れの発生範囲が狭く、より基部に近い位置での破壊が確認された。しかし、柱部材に対する導入プレストレス量が大きいため、かぶりコンクリート剥落後の軸方向鉄筋の座屈が助長され、基部付近のコンクリートの圧壊が顕著であった。

(2)変形の回復性能

図-4 に変形回復率（回復変位/最大変位）と変位の関係の一例を示す。 $\phi 11-80$ と $\phi 13-80$ の変形回復率について比較を行うと、正負方向共に $1 \sim 3 \delta_y$ 時ではほぼ同等の値を示したが、それ以後変位が大きくなるにつれ導入プレストレス量が大きい $\phi 13-80$ が $\phi 11-80$ よりも約 $5 \sim 10\%$ 程度上回る結果が得られた。これは、導入プレストレス量を大にすることによって、ひび割れの発生・開口が抑制されるとともに、プレストレスによる復元力によって残留変形が抑制された結果であると考えられる。

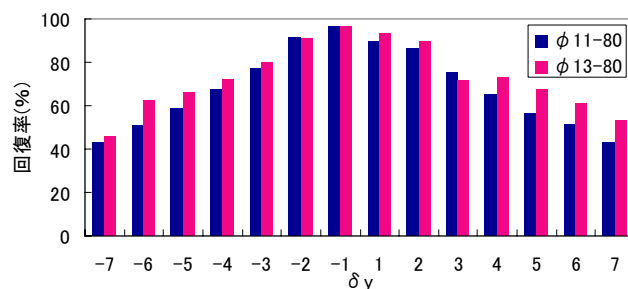


図-4 変形回復率と変位の関係

(3)帯鉄筋ひずみ

図-5 に帯鉄筋のひずみと変位の関係の一例を示す。このグラフは $\phi 11-80$ と $\phi 13-80$ の基部より 320mm 位置での帯鉄筋のひずみと変位の関係を表し、また、帯鉄筋に用いた D6 鉄筋の降伏ひずみ ($\epsilon_y = 2084 \mu$) も図中に併記している。 $\phi 11-80$ では正方向の $6 \delta_y$ 時に降伏ひずみに達し、負方向でも $3 \delta_y$ 時において降伏ひずみに近い値までに達している。しかし、これに対して、導入プレストレス量が大きい $\phi 13-80$ では終局時に至るまで 1500μ 以下の値を示している。導入プレストレス量を大きくすることにより、せん断ひび割れの開口を抑制することができたこと、またプレストレスと帯鉄筋による 3 次元的な拘束によりコアコンクリートが負担するせん断力の低下が緩やかとなり、せん断補強筋が負担するせん断力が抑制されたことによるものと考えられる。

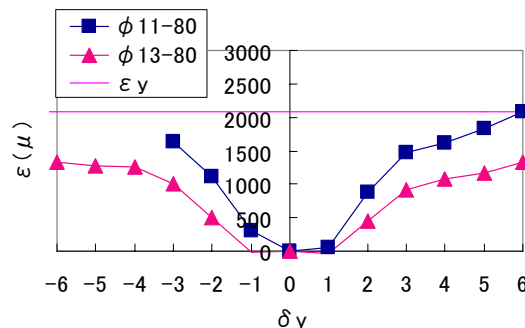


図-5 帯鉄筋ひずみと変位の関係

4. まとめ

今回得られた結果では、導入プレストレス量を大にすることにより、変形の回復性能、せん断抵抗の低下の抑制については高性能化が達成されたといえる。しかしながら破壊性状については、終局変位は等しくなるものの基部周辺の圧壊が顕著にみられ、また同一変位における消散エネルギー量も小さくなる傾向がみられた。昨年度の結果や本研究結果から総合的に判断すると、導入プレストレス量を 4.0 N/mm^2 程度（プレストレス度で 0.40 程度）にすることにより最も効果的に RC 柱部材の高性能化が達成されることが考えられる。

参考文献

1) 田邊ほか：プレストレスの導入による RC 柱部材の高性能化，平成 17 年度土木学会全国大会年次学術講演会概要，5, pp.995～996，2005 年度 9 月