

PC 橋脚の破壊過程における軸方向鋼材の影響

九州大学大学院 学生会員 坂口 伸也 九州大学大学院 フェロー 松下 博通
(株)ピー・エス 正会員 中村 修 九州大学大学院 正会員 鶴田 浩章

1. 目的

本研究では柱部材の軸方向にアンボンド方式でプレストレスを導入したコンクリート橋脚の破壊過程を把握し、また従来の鉄筋コンクリート橋脚と比較することで新たな検討要因を抽出することを目的に、模型供試体を用いて静的水平正負交番载荷試験を行った。

2. 実験供試体

本実験で使用した供試体は、図-1に示すようにいずれも矩形断面を有する曲げ破壊先行型の単柱式高橋脚モデルとした。PC-NはPC鋼材を断面中心に配置し、ポストテンション方式で軸力を導入し、グラウトは未注入である。実験パラメータは断面寸法、軸力の有無、PC鋼材の有無とし、合計3体の供試体を用いて実験を行った。なお、各供試体は引張鉄筋降伏時耐力がほぼ同程度になるように設計されている。供試体諸元を表-1に示す。

3. 実験概要

実験は所定の一定軸力の下、押引用の油圧ジャッキを用いて静的水平正負交番载荷を行った。载荷スパンは実験装置上の関係から柱基部より1.05mとした。

载荷方法は引張鉄筋が最初に降伏するまでは荷重制御とし、その後は引張鉄筋降伏時変位の正負整数倍の変位制御とした。各変位段階における繰り返し回数は1回とした。

4. 実験結果および考察

図-2に各供試体の荷重-変位包絡線を示す。RC-0は引張鉄筋曲げ降伏後、柱基部に生じた貫通ひび割れが圧縮側となっても閉合せず柱部が浮き上がり、柱基部に生じるせん断力を軸方向鉄筋のダウエル作用のみで負担する状態となったため、曲げ破壊以前にせん断破壊したものと考え、実験を終了した。

RC-Nは引張鉄筋曲げ降伏後、圧縮部コンクリートが圧壊する曲げ破壊先行型であった。RC-0とは異なり最大耐力力に達した後、急激に耐力力は低下し、最大耐力力の80%まで耐力力が低下したため、終局とみなし実験を終了した。

PC-NはRC-Nと同様に引張鉄筋曲げ降伏後、圧縮部コンクリートが圧壊したが耐力力は増大し続けた。最終時点においてもPC鋼材はまだ健全であり、帯鉄筋に拘束されたコンクリート断面がまだ圧縮力を受け持つと考えられたが、载荷装置のストロークが限界値に達したため、実験を終了した。

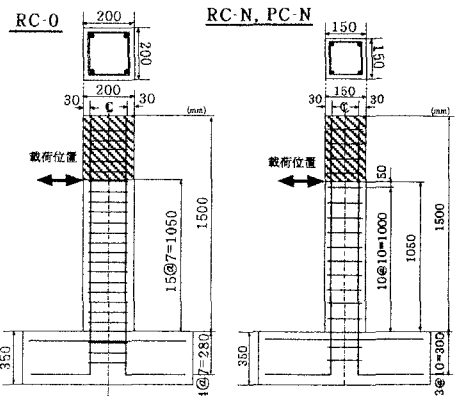


図-1 供試体形状

表-1 供試体諸元

供試体 名称	せん断 スパン 比	断面 形状 (cm)	引張鉄筋		帯鉄筋		PC鋼材 諸元	上部工反力 (軸力) (kN)	プレストレス (kN)
			本 数	鉄筋比 (%)	本 数	間隔 (cm)			
RC-0	6.2	20×20	2-D13	1.27	1-D10	7	2.53	—	0
RC-N	8.8	15×15	2-D13	2.25	1-D10	10	2.53	—	68.7
PC-N	8.8	15×15	2-D13	2.25	1-D10	10	2.53	PC鋼材 SBPR 930/1080 (φ17)	0

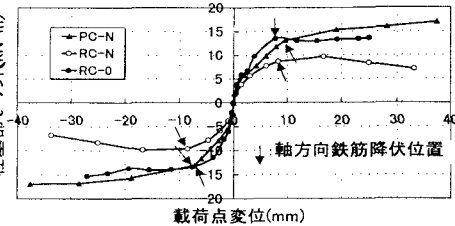


図-2 荷重-変位包絡線

図-3に軸方向鉄筋降伏直前におけるひずみ分布の実験値と計算値を示す。RC-N、PC-Nのひずみ分布は、曲げひび割れ発生の影響を受け多少のばらつきが見られるが、コンクリートの引張域を無視したひび割れ断面のひずみ分布に近い形となっている。これは軸方向鉄筋降伏以前においては単調荷重と同様の考えで、交番荷重における部材の挙動を推定できることを示していると考えられる。RC-NとPC-Nの違いは軸力の与え方であり、PC-Nの方が柱基部の鉄筋のひずみが平均化されているように見えるが、明瞭な差異とは言い難い。また、RC-0のひずみ分布では、柱基部直上部に突出したひずみが発現し、その上部は計算値よりもかなり小さなひずみしか発生しなかったことが確認される。この位置は目視観察による貫通ひび割れの発生位置と対応しており、損傷が一断面に集中しつつあるものと考えられる。この2者の違いは、軸力の有無に起因するものであり、軸方向鉄筋が降伏する以前であっても安定して交番荷重による荷重に対応するためには、ある程度のプレストレスを導入する必要があると考えられる。

各供試体の帯鉄筋の荷重-ひずみ曲線を図-4に示す。RC-0はひずみの増加はわずかであり、せん断補強鉄筋としての役割をほとんど果たしていないと考えられる。これは先述したように供試体柱部が浮き上がり、横ずれを生じたため、帯鉄筋への影響が減少したためと考えられ、このような現象を防止するためにも、ある程度のプレストレスによる軸力を導入する必要があると考えられる。つまり、地震時に軸圧縮応力が消失する部材にプレストレスを導入することは非常に有効であると考えられる。

RC-N、PC-NはRC-0に比べると帯鉄筋のひずみは大きく、またPC-Nが最も大きな値を示しているが、帯鉄筋の降伏ひずみ (2070×10^{-6}) に対して十分余裕があり、せん断力に対してまだ余力を残しているものと考えられる。

RC-NはPC-Nに比べて曲線的な履歴を描き、残留ひずみが大きいですが、これはPC-Nは断面中央に健全なPC鋼材が存在しているため、耐荷機構の復元性が良好であったものと考えられる。

5. まとめ

- ・曲げ破壊が先行する場合は軸方向鉄筋降伏以前において単調荷重と同様の考えで、交番荷重における部材の挙動を推定できる。
- ・橋脚柱部の横ずれを抑制し、軸方向鉄筋が降伏する以前であっても安定して交番荷重による荷重に対応するためには、ある程度のプレストレスによる軸力を導入する必要がある。

本実験を行った結果、以下のような検討要因が抽出された。

- ・本実験では、PC鋼材を断面中央に配置したが、補強材としての効果が顕著に現れる断面縁端部に配置したものについても検討を行う必要がある。
- ・本実験では、軸力の大きさによる影響を検討することができなかったため、軸力の大きさをパラメータとして検討を行う必要がある。
- ・内力(プレストレス力)と外力の与える影響について更に検討するために、PC鋼材を配置した同一の供試体に軸力を内力と外力で与え、実験を行う必要がある。
- ・最終的な終局状態までの挙動を把握するために、実験装置と供試体諸元の関係について再考する必要がある。

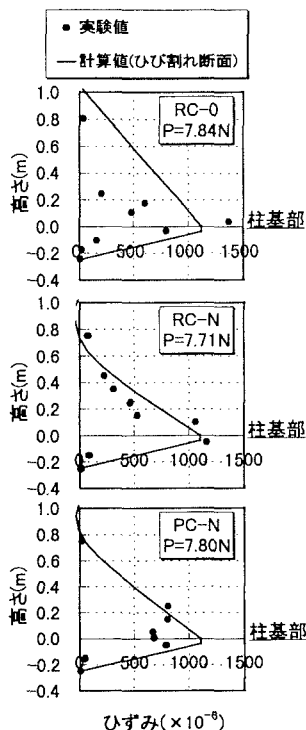


図-3 軸方向鉄筋ひずみ分布

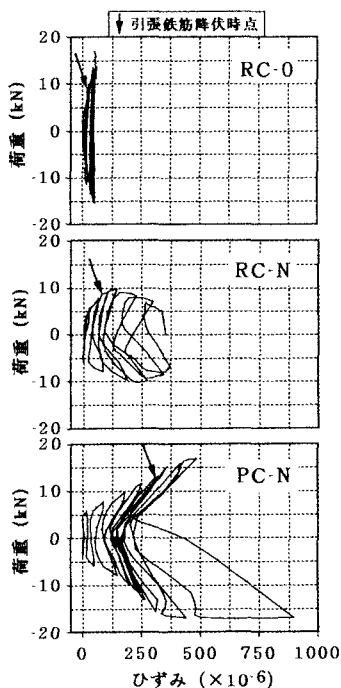


図-4 帯鉄筋 荷重-ひずみ曲線