

V-214

交番水平力を受けるPC橋脚の力学的挙動に関する実験的研究

九州大学大学院 学生会員 坂口伸也 九州大学工学部 フェロー 松下博通
 九州大学工学部 正会員 鶴田浩章 ピー・エス 正会員 中村修
 大林組 正会員 上原康之

1.はじめに

阪神・淡路大震災以後、鉄筋コンクリート構造物の耐震設計の再検討が求められている。

従来の橋脚の主な目的は、上部工の自重を支持することであったが、巨大地震時には想像以上の水平荷重が橋脚に作用するため、もはや橋脚は、上部工梁部材と同様、大きな曲げモーメントとせん断力に抵抗する曲げ部材として認識する必要があると言える。そして、これにはプレストレスの導入が極めて効果的であると考えられるため、本実験では曲げ部材として優れているPC部材を導入したPC橋脚モデルを用いて、まずはPC橋脚が耐震設計上有利であるか否か明らかにするために、せん断スパン比が比較的大きい曲げ破壊先行型の高橋脚を対象としてRC橋脚との比較・検討を行った。

2.実験概要

供試体は図2-1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であり、断面寸法、軸力の有無、PC鋼材の有無をパラメーターとしてTYPE I～Ⅲの全部で3体作製した。供試体断面図一覧として、表2-1に各供試体のパラメーターを整理する。

載荷には、二軸載荷装置を用い、一定軸力の下で、柱基部より105cmの位置を水平荷重の載荷点として静的水平正負交番繰り返し載荷を行った。

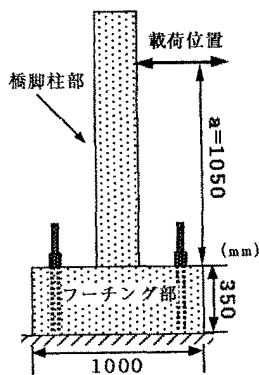


図2-1 供試体形状

表2-1 供試体断面図一覧

TYPE I 供試体	
RC断面	●RC橋脚モデル ●断面形状 $b \times d$ (cm) 20×20=400 (cm) ●軸力 $N=0$tf ●PC鋼材なし
TYPE II 供試体	
RC断面	●RC橋脚モデル ●断面形状 $b \times d$ (cm) 15×15=225 (cm) ●軸力 $N=7$tf (外力として導入) ●PC鋼材なし
TYPE III 供試体	
PC断面	●PC橋脚モデル ●断面形状 $b \times d$ (cm) 15×15=225 (cm) ●軸力 $N=5$tf (内力として導入) ●PC鋼材あり (図心位置)

載荷の手順は、まず各供試体に所定の軸力を導入し、水平力は、柱基部断面の引張鉄筋が最初に降伏するまでは、荷重制御により載荷し、引張鉄筋降伏後は、降伏時水平変位 δ_y の整数倍の変位を片振幅として、変位制御により終局状態に達するまで交番載荷を行った。

3.実験結果および考察

荷重-水平変位履歴曲線を図2-3に示し、以下に各供試体の破壊形態を述べる。

TYPE I 供試体の破壊形態は引張鉄筋の曲げ降伏後、柱基部のひび割れ開口量増大のため、柱基部断面のせん断耐力が低下し、軸方向鉄筋のダウエル作用のみでせん断力を受け持つ、せん断破壊であった。終局時点は目視観測により、柱基部のひび割れ位置で軸方向鉄筋の横ずれが確認できた $\pm 5\delta_y$ 載荷時点とした。

TYPE II 供試体の破壊形態は、引張鉄筋の曲げ降伏後、圧縮部コンクリートの圧壊による曲げ破壊であった。終局時点は図2-4より、荷重が低下した $\pm 2\delta_y$ 載荷時点とした。

TYPE III 供試体の破壊形態はTYPE II 供試体と同様、曲げ破壊であったが、耐荷力は下がらなかった。終局時点は、目視観測により、 $\pm 2\delta_y$ 載荷時点付近とした。また、図2-4からTYPE III 供試体は、復元力特性に優れた挙動を示していることが分かる。これは、PC鋼材の材料的性質より橋脚自体が比較的弾性体に近い構造となるためであると考えられる。すなわち、PC橋脚は、RC橋脚と比較して、残留変位が小さいため、地震によって部材の一部は耐荷力を失っても、構造物全体系が崩壊しない可能性を有していると言える。

次に等価粘性減衰定数と変位の関係を図2-4に示し、RC橋脚とPC橋脚のエネルギー消費能力の相違について検討する。

同変位における等価粘性減衰定数に着目すると、TYPE I, II 供試体の等価粘性減衰定数は、軸力や断面形状の相違があるにも関わらず、TYPE III 供試体のそれと比較して平均的に数段大きい値となっている。等価粘性減衰定数は、部材に与えられるエネルギーに対する消費エネルギーの比率であることから、一般に、RC橋脚はPC橋脚と比較してエネルギー消費能力、すなわち塑性変形能（じん性能）に優れた構造であると言える。

逆に、変位量を見ると、TYPE III 供試体は、変位量が相当大きい範囲においても、等価粘性減衰定数は比較的小さい値を示している。すなわち、PC橋脚は、塑性変形能に劣る反面、復元力特性に優れた構造であると言える。

4. 結論

- ① PC橋脚では、RC橋脚と比較して引張鉄筋降伏時水平変位 δ_y が增大するため、RC橋脚におけるじん性率 μ ($=\delta u/\delta_y$) という指標でその変形性能を評価することはできない。
- ② 橋脚軸方向にPC鋼材を用いて内力として軸方向圧縮力を導入することにより、部材の終局曲げ耐力 M_u およびせん断耐力 V_{yd} が増大する。
- ③ 同程度の引張鉄筋降伏時耐力を有するRC・PC橋脚を比較すると、PC橋脚では断面をスマートにすることが可能であり、RC橋脚と比較して回転角および変形量が増大する。
- ④ PC橋脚は、復元力特性に優れた反面、塑性変形能に劣るため、RC橋脚と比較してエネルギー消費能力、すなわち、じん性能に劣る構造である。

したがって、PC橋脚の設計手法を確立する際には、PC橋脚ではエネルギーの消費による脆性的な破壊が期待できないことを耐震設計手法の中で反映させる必要があると言える。

本研究は公益信託斉藤記念プレストレストコンクリート技術研究奨励基金（平成7年度 研究助成対象者：鶴田浩章）の援助を受けて行いました。ここに記して謝意を表します。

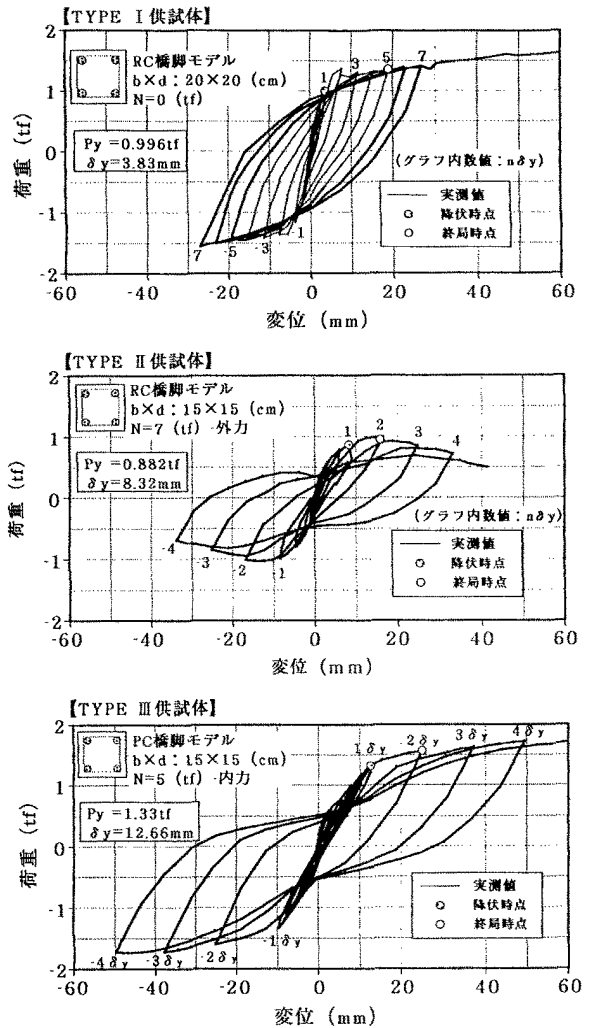


図2-3 荷重-水平変位履歴曲線

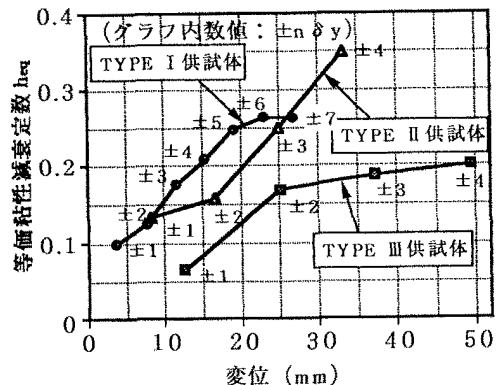


図2-4 等価粘性減衰定数と変位の関係