

V-281 パーシャルPC部材の正負交番繰返し荷重下の耐荷特性

京都大学工学部 学生員O以後 有希夫 正員 井上 晋
正員 小林 和夫 正員 藤井 学

1. はじめに 現在、フルプレストレストコンクリート（PC）と鉄筋コンクリート（RC）の中間領域をカバーするものとしてパーシャルプレストレストコンクリート（PPC）が注目されているが、その適用に当たっては、フォーリングブランチ領域までを含めた過大変形レベルでの耐荷力・塑性変形特性を把握することが必要である。著者らは前年度においてPPCはり部材の単調漸増正負交番載荷下（各変位での繰返し数1回）の諸特性について報告したが（参考文献参照）、ここでは漸増定変位正負交番繰返し載荷下（各変位での繰返し数10回）の基本的耐荷特性について検討した。

2. 試験概要 供試はりは図1に示すような形状・寸法を有するポストテンションタイプの単純はりとし、主要因として①緊張率 λ 、②コンクリート強度 f_c' 、③横拘束筋体積比 ρ_s 、④横拘束筋降伏点 f_{syh} の4種類を選定した。各要因のレベルは表1に示すとおりである。これら諸要因の組合せにより計29体のはりを作製した。ただし、緊張率は $\lambda = A_p f_{py} / (A_p f_{py} + A_s f_{sy})$ で定義される指標を用いた。なお、供試はりとは同一コンクリート強度間では最大曲げ耐力がほぼ等しくなるように設計し、いずれも土木学会コンクリート標準示方書（昭和61年制定）の規定により、D6スターラップをせん断補強筋として配置した。載荷方法はスパン中央たわみが降伏たわみ δ_y （5mm）の整数倍となる変位振幅のもとで各10回の繰返しを与える漸増定変位正負交番繰返し載荷とした。

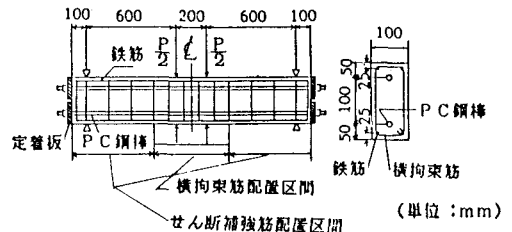


図1 はりの形状寸法、配筋の詳細

表1 試験要因

要因	レベル
緊張率	$\lambda = 0.4, 0.7, 1.0$
コンクリート強度	$f_c' = 400, 800 \text{ kgf/cm}^2$
横拘束筋量	$\rho_s = 0.7, 1.4, 2.8 \%$
横拘束筋降伏点	$f_{syh} = 3200, 14400 \text{ kgf/cm}^2$

3. 試験結果および考察 図2に荷重-たわみ（ $P-\delta$ ）

履歴ループの一例を、図3に δ_y （5mm）の1回目の最大荷重 $P(1)$ に対する各変位・繰返し数における最大荷重 $P(N)$ の比 $P(N)/P(1)$ と繰返し数 N および変位レベルとの関係の一例を、また図4に各変位レベルにおける平均消散エネルギー E_d （1ループ当りの面積）の一例を示す。さらに、図5に等価粘性減衰定数の繰返し数に伴う変化の一例を示す。

フォーリングブランチ領域で耐力が $\delta = \delta_y$ の初載荷時の80%以下に低下する変位レベル・繰返し数に着目すると、図3-(1)より、 λ の増大とともに軸圧縮応力が増大するため、その変位レベル・繰返し数が小さくなるのがうかがえ、比較的早期の段階からコアコンクリートの損傷が著しくなることが観察された。一方、図3-(2)より、耐力が $\delta = \delta_y$ の初載荷時の80%に低下する変位レベル・繰返し数は横拘束筋量の増加とともに増大するのがうかがえる。本試験結果では、横拘束筋の効果については、 $\rho_s = 0.7\%$ と1.4%の場合には無配置のものよりじん性はかな

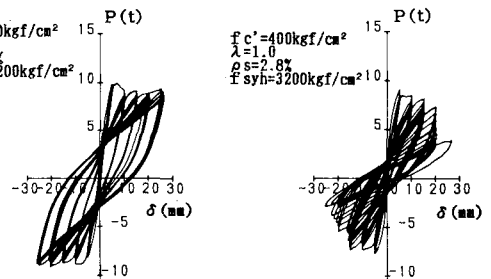
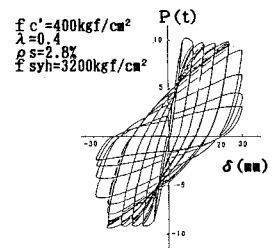


図2 荷重-たわみ履歴ループの一例

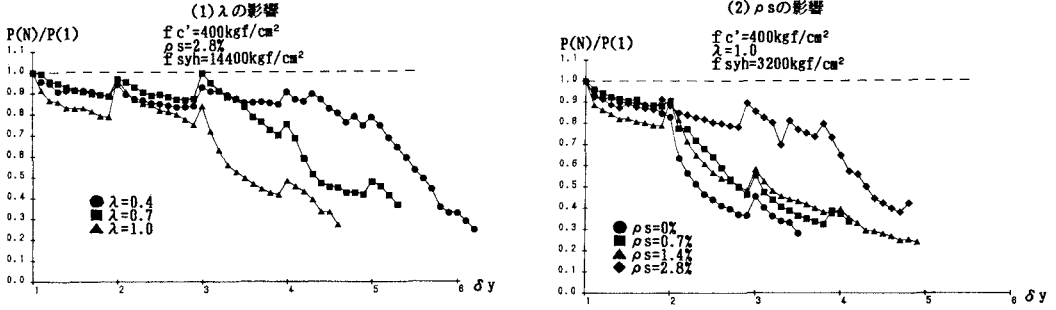


図3 P(N)/P(1)と変位レベル・繰返し数の関係

り向上するが、前2者間では大差のないこと、さらに2.8%で配置するとじん性は著しく改善されることが示された。一方、コンクリート強度による顕著な差異は認められなかったものの、 $f'c=800\text{kgf/cm}^2$ の高強度コンクリートを用いたものでは耐力の低下が始まると数回の繰返しにより残存耐力が著しく低下し、脆性的な破壊性状を示すことが明らかとなった。

また、図4-(1)より、同一変位レベルにおける平均消散エネルギー E_d は λ が小さいほど大きくなることわかる。これは前回の報告でも示したが、図2の履歴ループからもわかるように、 λ の増大とともに変形回復性が大きくなり、履歴ループが細くなるためである。一方、図4-(2)より、横拘束筋体積比 ρ_s が E_d 値に及ぼす影響は $2\delta y$ 以下の変位レベルでは顕著でなく、 $\delta \geq 3\delta y$ の変位レベルでは ρ_s が大きいほど大きくなることわかる。このことは横拘束筋によるじん性改善効果と密接に関連し、 ρ_s が大きいほど大きな変位まで最大耐力に近い耐力を維持するためである。

さらに、図5より、等価粘性減衰定数(h_{eq})は、 $3\delta y$ 以下の変位レベルでは最初の2、3回の繰返しにより減少した後ほぼ一定値を示し、部材劣化の進行とともに破壊近傍の変位レベルでは徐々に増大した後、再び減少し始めることがうかがえる。また、 h_{eq} 値そのものは λ 値が小さいほど全般的に大きくなり、特に $\lambda=0.4$ と 0.7 の間の相違が大きくなる。これは、 λ の増大とともに消散エネルギーが減少することに起因するものと考えられる。

なお、本研究に関する限り、横拘束筋降伏点による影響はほとんど認められなかった。これは、横拘束筋により有効な拘束が与えられる範囲には限界があり、特に配置量が $\rho_s=0.7$ 、1.4%と少なく配置間隔が粗い場合には、高強度横拘束筋の強度が有効に発揮される以前に横拘束筋間のコンクリートが圧潰してしまうためであると考えられる。したがって、高強度横拘束筋を有効に利用するためには、今後横拘束筋の径と配置間隔の両者を要因とした検討が必要であると思われる。

参考文献：井上晋，小林和夫，勝野由弘；正負交番作用荷重下におけるPPC部材の塑性変形特性について，土木学会第42回年次学術講演会講演概要集第V部，pp.232-233，昭和62年9月

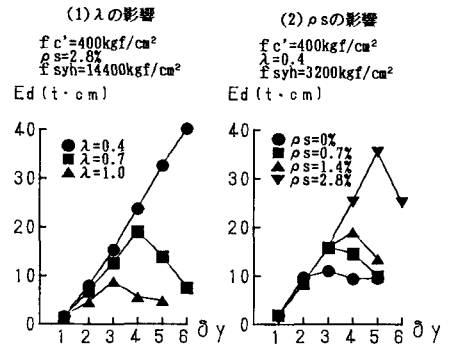


図4 平均消散エネルギー

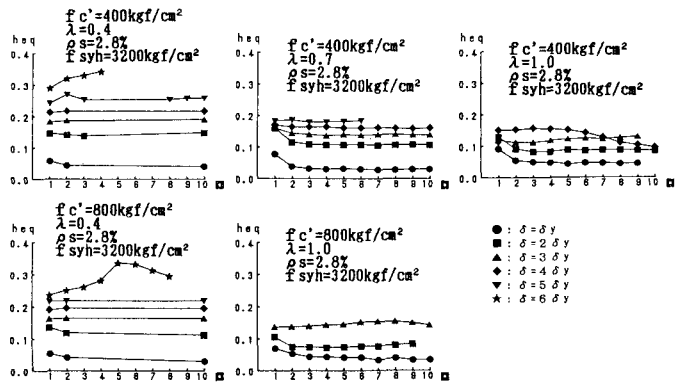


図5 等価粘性減衰定数の変化