

PCa PRC橋脚に関する要素実験

(株)ピーエス三菱 正会員 ○中井将博
 ドービー建設工業(株) 正会員 丸山哲児
 日本ヒューム(株) 山中典幸

1. はじめに

今後さらに少子高齢化現象に拍車がかかり、日本経済・産業事態に大きな影響を及ぼすことが予測されその対策が検討されている。その一つとして都市再生基本方針が発表され、その中で都市内の交通渋滞の緩和が懸案事項として挙げられている。交差点部の立体交差化工事における最優先条件としては、人・物の移動・運搬に出来るだけ負荷をかけないために、いかに工期を短縮するかである。そのニーズに答える工法の一つとして、プレキャスト（以下PCa）橋脚が位置付けられる。

本稿は、PCa化されたプレストレスト鉄筋コンクリート橋脚（以下PRC）の耐震性能に関し、その性能向上を図る方法および施工の効率化を図るために主筋としてPC鋼より線を使用する方法について行った実験を報告するものである。

2. 実験概要

本実験は、PCa・PRC橋脚に関する耐震性能実験であり、1) 従来の場合打ちを想定した一体型とPCa構造を想定した分離型との比較、2) 短繊維混入グラウト材を使用した場合の靱性に及ぼす影響、3) ゴムを緩衝材として目地部に設置した場合の回転性能の向上、4) 圧着グリッパを一定間隔で設置したPC鋼より線を主筋として用いた場合（シングル配置、マルチ配置）の挙動、等を正および正負交番曲げ載荷試験により検証した。

2. 1 供試体の断面緒元および種類

図-1に載荷状況および供試体寸法を、表-1に供試体の種類を示す。分割型（PCa部材）は各ブロック単体で製作され、その後、接合面にエポキシ系接着剤を塗布し、供試体断面に約5N/mm²のプレストレスを断面中央のPC鋼棒を緊張することによって導入し、接合した。その後、接合された供試体を鉛直に建て、シース下端を塞ぎ上端よりグラウトホースをシース下端まで挿入し、モルタルグラウトを注入しながら引抜いた。最後に、主筋をその中に挿入し固定した。

載荷時にはPC鋼棒を開放・除去し、RC構造とした。

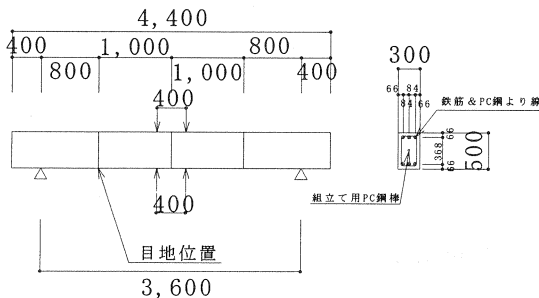


図-1 載荷状況・供試体寸法

表-1 供試体の種類

供試体	構造	主筋		繊維	その他	載荷方法
		種類	配置方法			
T	一体型					
T-NF	分割型	異形棒鋼 D13-SD345	シングル	含む	CRコマ	正負交番
T-F						
T-NF-R						
Y-NF-S1						
Y-NF-S2	分割型	PC鋼より線 1T12.4	マルチ (3本)	含む		単純曲げ
Y-NF-M1						
Y-NF-M2						
Y-F-M1						

T:鉄筋、Y:より線、NF:繊維なし、F:繊維、S:シングル、M:マルチ
 R:ゴム

2. 2 載荷方法

図-1に示すように中央2点載荷により正および正負交番曲げ試験を行った。載荷ステップは試験体の設計ひび割れ荷重(P_{cr})、設計降伏荷重(P_y)、その後 1/200rad、2/200rad、...で正もしくは正負方向に各3サイクル行った。載荷の終了は、最大耐力の80%程度に耐力が低下もしくは中央の最大変位が200mm生じた時とした。

設計ひび割れ・降伏・破壊荷重およびひび割れ時・降伏時・破壊時の載荷重を表-2に示す。

表-2 設計曲げモーメントおよび載荷重

主筋	断面寸法 (mm)	設計曲げモーメント (kN・m)			載荷重 (kN)		
		ひび割れ時	降伏時	破壊時	ひび割れ時	降伏時	破壊時
異形棒鋼 SD345	500*300	39.1	156.1	167.5	41.8	188.0	202.3
					56.0	202.2	216.5
PC鋼より線 SWPR7A	500*300	34.9	166.4	184.0	36.5	200.9	222.9
					50.7	215.1	237.1

載荷重の上段は正、下段は負方向の荷重値を示し、治具および供試体自重を考慮した。

2. 3 使用材料

使用材料の仕様を表-3に、短繊維の物性値を表-4に示す。

表-3 使用材料の仕様

コンクリート	$\sigma_{ck} = 40\text{N/mm}^2$
グラウト	$\sigma_{ck} = 50\text{N/mm}^2$
帯鉄筋	SD345-D13
圧着リップ	$\phi 25.5$
スパイラルシース	$\phi 26$ 、 $\phi 45$ 、 $\phi 60$
ゴム材	硬さ 60

表-4 短繊維(PVA)の主な物性値

繊維径 (μm)	引張弾性率 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	伸度 (%)	比重 kN/m^3
40	40000	1600	6	13

2. 4 計測項目

目地部にひび割れが集中することによる供試体の変形の差異を計測するために、各目地および支点位置に変位計を設置した。緩衝材による回転能の改善性を計測するために供試体中央部に曲率測定器を設置した。主筋とモルタルグラウトとの定着状況を観測するために、主筋に目地を中心としてひずみゲージを設置した。また、供試体側面にコンクリートひずみゲージを設置し、緩衝材・目地周辺の圧縮ひずみの計測を行った。図-2に計測機器位置図を示す。

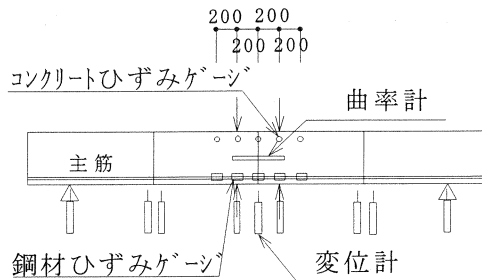


図-2 計測機器位置図

3. 実験結果

図化データは原則として各ステップの3サイクル目の値を抽出した。終局時3サイクル以前で破壊したステップにおいては、最終サイクルの値を抽出した。

3. 1目地の評価

TとT-NFの試験結果を比較することにより、目地の存在が変形、ひび割れ分布および荷重変位包絡線に及ぼす影響が無いことが確認された。図-3に変位分布図(6/200rad)、図-4に荷重変位包絡線、図-5にTの荷重変位履歴曲線および図-6にT-NFの荷重変位履歴曲線(下縁コンクリート破壊のため途中から正方向のみの載荷となった)を示す。T-NF(PCa)は終局時まで荷重の低下が見られず、圧縮側のシースに拘束されたモルタルグラウトおよび鉄筋の圧縮抵抗が増加したためと思われる。

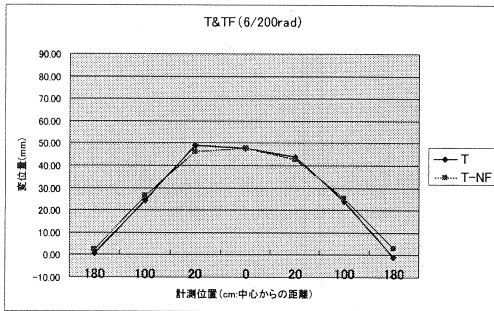


図-3 変位分布図

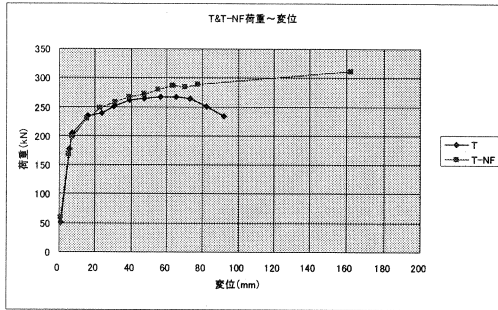


図-4 荷重変位包絡線図

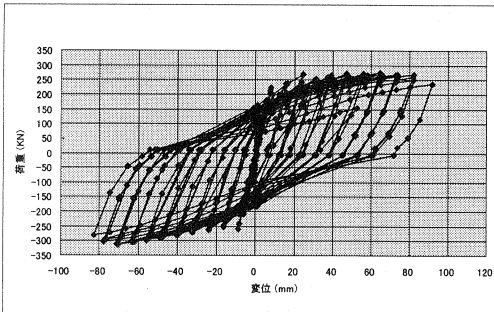


図-5 荷重変位履歴曲線図 (T)

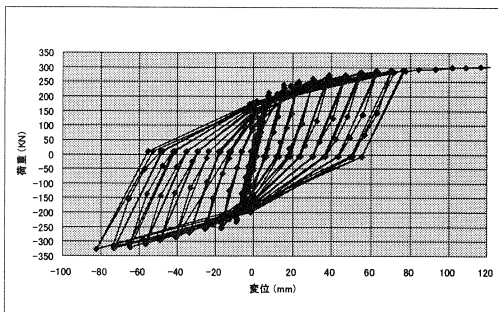


図-6 荷重変位履歴曲線 (T-NF)

3. 2短繊維をモルタルに混入することによる評価

T-FとT-NFおよびY-F-M1とY-NF-M1, M2の実験結果より変形性能が向上する傾向が見られた。図-7に主筋が鉄筋の場合の、図-8にPC鋼より線の場合の荷重変位包絡線を示す。

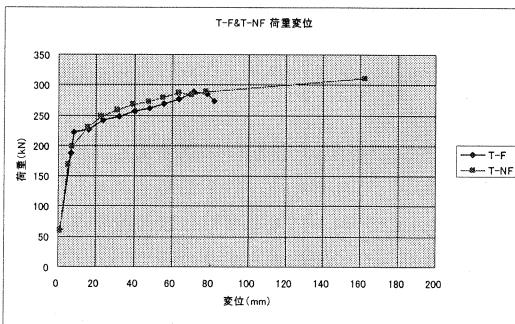


図-7 荷重変位包絡線図 (鉄筋)

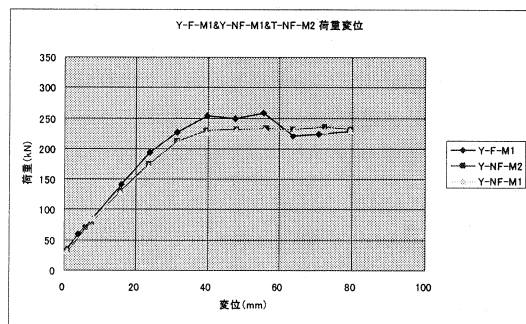


図-8 荷重変位包絡線図 (PC鋼より線)

3. 3 緩衝材の評価

ゴム材を中央の目地周辺に設置したことによる顕著な回転変形性能の向上は見られなかったが、中央目地周辺のひび割れおよび破壊状況は、他の供試体と比較して軽微であった。ある程度ゴム材が変形を吸収していたと思われる。図-9に荷重変位包絡線を、図-10に曲率履歴比較図を示す。

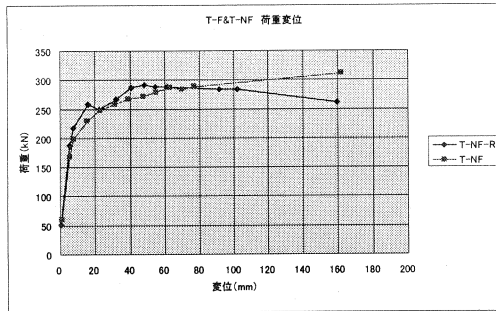


図-9 荷重変位包絡線図

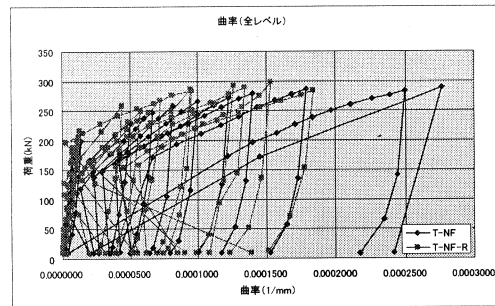


図-10 曲率履歴比較図

3. 4 PC鋼より線を主筋として使用した場合の評価

PC鋼より線および鉄筋を主筋とした供試体の曲げ耐力を同等としたため、より線の断面積は小さくなっており終局時には鋼材が破断した。

ひび割れは目地部に集中したのも、破壊荷重は計算値以上であった。シングルとマルチ配置では載荷方法が異なるため、終局変位が異なった。圧着グリップの間隔による大きい差異は生じなかった(図-11)。マルチ配置の荷重変位曲線はシングル配置に比較して復元性が少なかった。

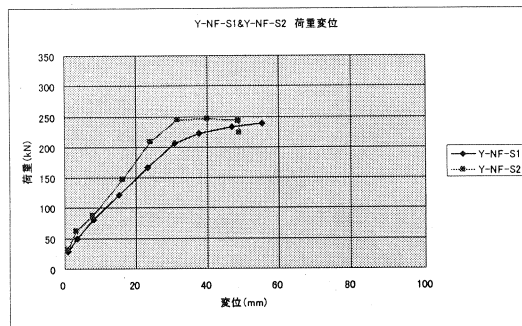


図-11 荷重変位包絡線図

(圧着グリップ間隔 S1:1m, S2:50cm)

4. まとめ

以上の結果より、下記の知見が得られた。

- 1) 主筋を鉄筋とした場合、PC a 構造の目地が変形および耐力に与える影響は無いことがわかった。また、ひび割れ発生状況も同様であった。
- 2) PVAの短繊維(長さ15mm)を1%vol混入したグラウトにより鉄筋が定着された供試体の靱性は、混入しないものより向上することが確認された。
- 3) 目地部周辺に緩衝材を設置した供試体は、変形が緩衝材に吸収されたことによりひび割れの発生が減少し、最終破壊変位が一体型のTより増加したものと思われる。
- 4) 圧着グリップの間隔が50cmと1mのPC鋼より線を主筋として使用した供試体の試験より、圧着グリップにより確実に定着できること、目地部にひび割れが集中しひび割れ幅が鉄筋の場合よりも大きくなること、圧着グリップの設置間隔には耐力は影響されないことおよび圧着グリップ位置を基点としてひび割れが発生することがわかった。PC鋼より線を主筋として使用する場合は耐力のみではなく変形および復元性能を考慮して設計する必要がある。

その他、シー・モルタルグラウト・鉄筋が1本の抵抗材となって作用している様子が観測された。この効果が部材耐力および変形性能の向上にどのように寄与するかを引続き検討する予定である。