

大阪工業大学 正員 小林 和夫
 " 大学院学生 政氏 信之
 " 正員 仁枝 保

1. まえがき

本研究は、PC鋼材量と横拘束鉄筋量を要因としたアンボンドPCはり部材に対して静的曲げ載荷試験を実施し、コンクリート強度が最大耐力や終局域のPC鋼材応力・変形特性などの基本的曲げ耐荷性状に及ぼす影響をボンドPCはりとの比較のもとに検討したものである。

2. 試験概要

供試体は、図-1、図-2に示すように幅×高さ×全長=15×20×200cmの長方形断面(PC鋼棒有効高さ:14cm)の単純はりとし、以下の要因を選定した。

(a) PC鋼材付着の有無: PC鋼棒(神鋼鋼線工業社のC種1号-φ13, φ17)とシースとの間にグラウト(W/C=35%, 早強セメントペースト: NMB社の注入用高性能減水剤GF-700 使用)を注入したボンドタイプ(B)および同様のPC鋼棒をグリース充填プラスチックシースで被覆したアンボンドタイプ(U)の2タイプとした。

(b) コンクリート圧縮強度: 目標強度を400, 700kgf/cm²の2種類とした。後者には高性能減水剤レオビルドNL-400を使用した。

(c) 横拘束鉄筋量: 横拘束鉄筋(D6閉合型矩形スタラップ)の配置間隔sとして、s=∞, 7.0, 3.5cmの3種類を選定し、スパン中央部49cm区間に配置した。これらは、横拘束鉄筋比でそれぞれ0, 1.04, 2.07%に相当する。なお、本PCはり供試体は断面の寸法が小さいので、かぶりコンクリートの寸法効果の影響を除去するため、図-1に示すように断面の圧縮縁と両側面に対するコンクリートのかぶり厚が0となるように横拘束鉄筋を配置した。

PC鋼材の緊張応力はいずれも実降伏点の60%としたが、本供試体の試験条件下では有効プレストレスもこの値に等しいと考えてよい。また、コンクリート強度は目標の400, 700 kgf/cm²に対して、平均値でそれぞれ425, 690 kgf/cm²であった。

以上の要因の組合せにより、表-1に示す合計16体のPCはり供試体を作成した。

試験は、スパン170 cmの単純はりに対してせん断スパン75cm, 曲げスパン20cmとした対称2点荷重による単調漸増載荷とし、スパン中央と両支点位置の鉛直変位, PC鋼棒応力(Bタイプ: スパン中央のPC鋼棒ひずみ, Uタイプ: はり両端に設置したロードセルでPC鋼棒の引張力を直接測定), およびスパン中央の断面上下縁コンクリートひずみと曲率を測定した。

表-1 供試体種類と最大荷重

供試体記号	A _p	鋼材付着	有効高さ (cm)	拘束筋間隔 S (cm)	実験値		計算値 P _u /P _i		
					P _u (t)	P _i (t)			
G1	φ13	U	400	∞	6.57	6.44	1.02		
G2			700		7.55	6.95	1.09		
G3			400	7.0	6.65	7.13	0.93		
G4			700		8.34	7.60	1.10		
G5			B	400	∞	8.27	7.20	1.15	
G6				700		8.70	7.48	1.16	
G7		700		7.0	8.62	7.67	1.12		
G8		U		400	∞	8.69	7.95	1.09	
G9				700		9.76	8.85	1.10	
G10				400	7.0	8.98	8.98	1.00	
G11			700	9.73		9.95	0.98		
G12			φ17	U	400	3.5	10.04	9.50	1.06
G13					700		10.64	10.17	1.05
G14		B			400	∞	9.96	9.04	1.10
G15				700	10.50		10.11	1.04	
G16				700	7.0	10.90	10.16	1.07	

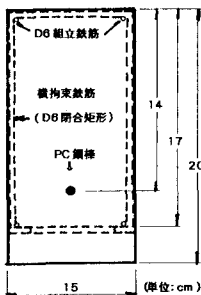


図-1 断面寸法

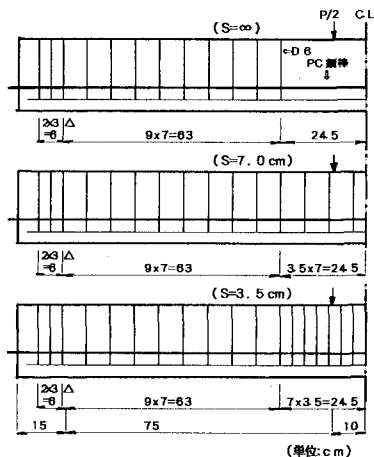


図-2 供試体配筋

3. 試験結果と考察

(1) 荷重-たわみ

PC鋼材付着の有無に関係なく、最大荷重時までの荷重域では、700kgf/cm²の高強度コンクリート部材は400kgf/cm²のものより高い部材剛性を示し、最大荷重以降のフォーリングブランチ領域では前者は後者に比べてP-δ曲線の低下勾配が緩やかとなる(図-3-(1))。コンクリート強度が最大耐力以降のP-δ曲線の低下勾配に及ぼす影響はボンドタイプの場合、横拘束鉄筋量が少ない場合、またPC鋼材量が多い場合ほど顕著である。アンボンドタイプはボンドタイプに比べ曲げひびわれ発生後の剛性は小さいが、無拘束の場合には最大耐力以降のP-δ曲線の低下勾配は後者よりやや緩やかとなる。前者の場合、1%程度の横拘束鉄筋比では、最大耐力の増加はさほど大きくないが、部材靱性は著しく改善される(図-3-(2),(3))。

(2) PC鋼材応力

曲げひびわれ以降の荷重の増大にともなうPC鋼材引張応力の増加率は、400kgf/cm²より700kgf/cm²のコンクリートの方が小さい傾向にある。しかし、最大荷重時のPC鋼材応力に関してはボンドタイプの場合はコンクリート強度の影響がきわめて小さいのに対して、アンボンドタイプの場合は高強度コンクリートの使用によりかなり増大する(図-4-(1),(2))。

アンボンドタイプでは横拘束を大きくするほど最大荷重時のPC鋼材応力が増大し、PC鋼材係数(pf_{py}/f_{ck})が0.3程度以下のアンボンド部材ではPC鋼材の有効プレストレスが $0.6f_{py}$ 程度でも2%程度の横拘束筋を配置した場合、終局時にPC鋼材応力は降伏強度 f_{py} に到達する(図-4-(3))。

(3) 最大耐力

供試体は最終的にはすべて曲げ破壊したが、コンクリート強度が最大耐力に及ぼす影響はボンドタイプに比べてアンボンドタイプの場合にはかなり顕著である(表-1)。

本供試体の場合、適当な横拘束コンクリートの応力-ひずみ関係¹⁾を用い、アンボンドPC鋼材の変形適合係数を0.25とすることにより、強度400~700kgf/cm²のPCはりの最大耐力やフォーリングブランチ領域を含めた曲げ耐荷性状を比較的よく推定できる(表-1, 図-3-(3), 図-4-(1))。

参考文献: 1) 藤井, 小林, 井上他”横拘束コンクリートの応力-ひずみ関係の適用に関する検討”セメント技術年報42巻

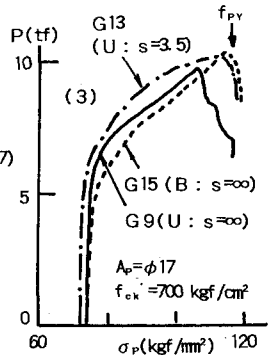
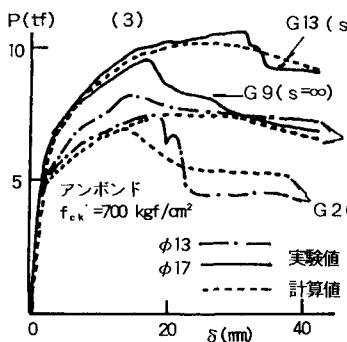
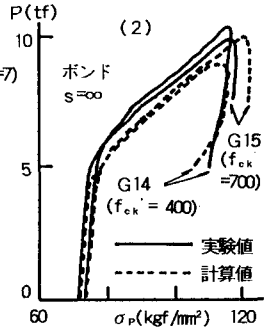
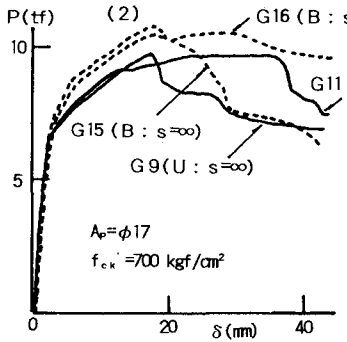
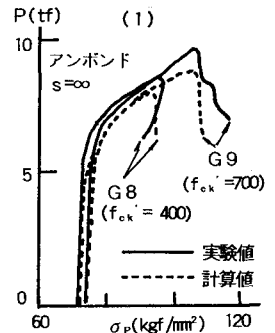
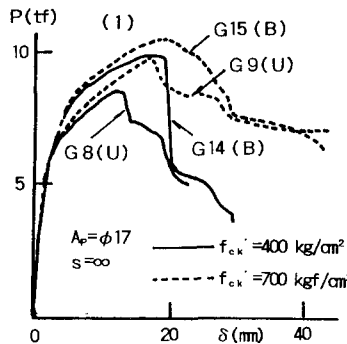


図-3 P-δ

図-4 P-σp