

V-333 アンボンドPCはり部材の曲げ耐荷特性に関する研究

大阪工業大学 正員 小林和夫
 " " " 仁枝 保

1. まえがき

本研究はポストテンションPCはりにおいて、ひびわれ分散・破壊性状、変形特性や荷重増大に伴うPC鋼材の引張応力増加量などに及ぼすPC鋼材付着の有無の影響を検討するとともに、最大耐力時のPC鋼材応力に着目してアンボンドPCはりの最大曲げ耐力について考察したものである。

2. 試験概要

供試体は幅×高×全長=15×20×200cmの長方形断面（PC鋼棒有効高さ $d_p=14$ cm）の単純はりとし、以下の要因を選定して荷重試験を実施した。

（a）PC鋼材付着の有無：PC鋼棒（神鋼鋼線工業社製のC種1号： $\phi 13$ ， $\phi 17$ ， $\phi 23$ ）とスパイラルシースとの空隙にセメントペーストグラウト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種類とした。なお、グラウトは高性能注入混和剤ボゾリスGF-700を用いてW/C=35%（早強ポルトランドセメント）とし、はり荷重試験時（プレストレス導入直後にグラウトし1週間後に試験）のその圧縮強度は360～380kg/cm²であった。

（b）コンクリート圧縮強度：目標強度（はり荷重試験時材令4週）を400，700kg/cm²の2種類とした。

（c）断面引張域付加鉄筋の有無： $A_s=2D6$ を配置したもの（有効高さ $d_s=17$ cm）とこれを曲げスパン内では切断し配置しないものの2種類とした。この付加鉄筋はアンボンドPC部材の過大荷重作用時のひびわれ分散性状や剛性低下の改善を目的とするものであり、本供試体の場合には2D6はACI-ASCE423の最小推薦量に相当する。

（d）荷重条件：スパン170cmの対称2点集中荷重載荷とし、せん断スパン長 $a=50$ ，75cmの2種類とした。これはスパン方向の曲げモーメント分布形状の相違による最大耐力到達時までのアンボンドPC鋼材引張応力増加量の差異を検討するためである。

なお、PC鋼棒緊張応力は実降伏点の60%であり、本試験はりでは有効プレストレスもこの値に等しいと考えてよい。

以上の要因の組合せによる供試体の種類を表-1に示す。

試験は静的単調漸増載荷とし、スパン中央と両支点位置の鉛直変位、曲率、上下縁コンクリートひずみ、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

表-1 供試体種類と最大曲げ耐力

No.	Type	f'_c (kg/cm ²)	A_p	A_s	a (cm)	Max. Load		
						Mea. P_u (t)	Cal. P_u (t)	P_u/P_u'
A 1	B	434	$\phi 13$	2 D6	75	7.45	7.24	1.03
A 2	U	416				6.98	6.59	1.06
A 3	B	434				10.01	9.60	1.04
A 4	U	416	$\phi 17$	2 D6	50	8.98	8.33	1.08
A 5	B	434				15.24	14.40	1.06
A 6	U	390				15.36	12.86	1.19
A 7	U	390	$\phi 23$	2 D6	50	13.21	11.94	1.11
A 8	B	690				10.50	10.30	1.02
A 9	U	654				9.76	9.85	0.99
A10	B	690	$\phi 23$	2 D6	75	15.50	16.35	0.95
A11	U	654				13.90	13.59	1.02
A12	B	690				25.70	24.52	1.05
A13	U	654	$\phi 23$	2 D6	50	24.40	21.96	1.11
A14	U	654				23.12	20.95	1.10

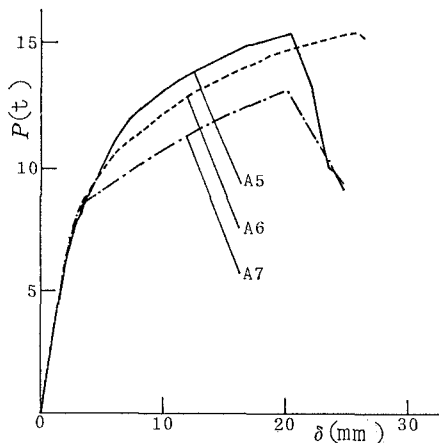
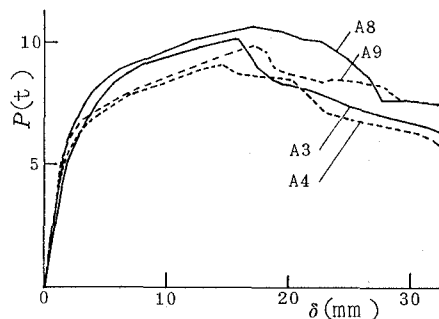


図-1 P-δ

両端部のロードセルによる）を測定した。

3. 試験結果と考察

図-1に示すように、荷重-スパン中央たわみ関係はP C 鋼材付着の有無に影響され、アンボンドタイプはボンドタイプに比べて曲げひびわれ発生以後から最大耐力時までの部材剛性は低下するものの、フォーリングブランチ領域での耐力低下勾配についてはむしろ緩やかである。また、アンボンドタイプでもボンドタイプと同様に700kg/cm²程度の高強度コンクリートの使用によって400kg/cm²程度のものより部材靱性はかなり向上する。さらに、断面引張域に全断面積の0.2%程度の付加鉄筋の配置はアンボンドP C 部材の曲げひびわれ発生に伴う剛性低下を軽減する上で有効である。

図-2に示すように、アンボンドP C 鋼材の荷重による最大耐力到達時までの引張応力増分 $\Delta\sigma_{pu}$ はボンドP C 鋼材に比べてかなり小さい。また、図-2と図-3からアンボンドP C 鋼材の $\Delta\sigma_{pu}$ は、 $p/f'c$ （ p :P C 鋼材比、 $f'c$:コンクリート圧縮強度）が増大すると減少すること、せん断スパン長 a が増大すると減少すること、適量の付加鉄筋を配置すると最大耐力の増大に伴って増大することが認められる。

次に、曲げ破壊時まで生ずるアンボンドP C 鋼材の総引張りひずみ ε_{pu} を変形適合係数 α によって式（1）で、また付加鉄筋のひずみ ε_{su} を式（2）で表わし、 $\alpha=0.1, 0.2, 0.3, 0.4$ と仮定して力のつりあい（圧縮応力ブロックの平均応力係数 $k_1 \cdot k_3=0.83$ ）より中立軸 χ を求め、 $\Delta\sigma_{pu}$ を算定した。

$$\varepsilon_{pu} = \varepsilon_p + \alpha \{ \varepsilon_{cp} + (d_p - \chi) \varepsilon_{cu}' / \chi \} \quad (1)$$

$$\varepsilon_{su} = (d_s - \chi) \varepsilon_{cu}' / \chi \quad (2)$$

ここに、 ε_p :P C 鋼材のプレストレスひずみ、 ε_{cp} :P C 鋼材位置のプレストレスによるコンクリートひずみ、 ε_{cu}' :コンクリートの終局圧縮ひずみ（0.0035）

図-3に示すように、曲げモーメント分布形によって適切な α 値は多少異なるが、本試験結果では $a=75\text{cm}$ のとき $\alpha=0.2$ 、 $a=50\text{cm}$ のとき $\alpha=0.3$ 程度の値を採用すると実測値とかなりよく一致している。一方、A I J 式（日本建築学会）とA C I 式はきわめて安全側の値を与える。

アンボンドタイプに上記の α 値を採用し、ボンドタイプでは $\alpha=1.0$ として算定した最大曲げ耐力の計算値 P_u' （圧縮合力位置係数 $k_2=0.42$ ）を表-1に示す。両タイプのP C はりとも P_u' は実験値 P_u とかなりよく一致している。

なお、曲げひびわれの分散性状については図-4のようにP C 鋼材付着の有無による影響が大きい、適量の付加鉄筋配置はその性状を改善する上で非常に有効である。

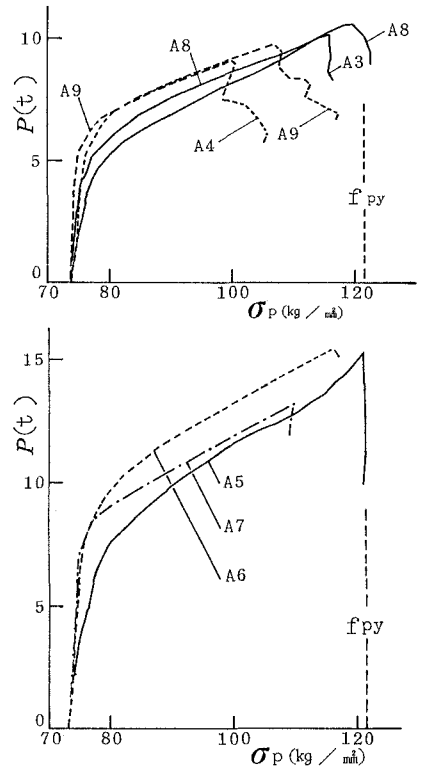


図-2 $P - \sigma_p$

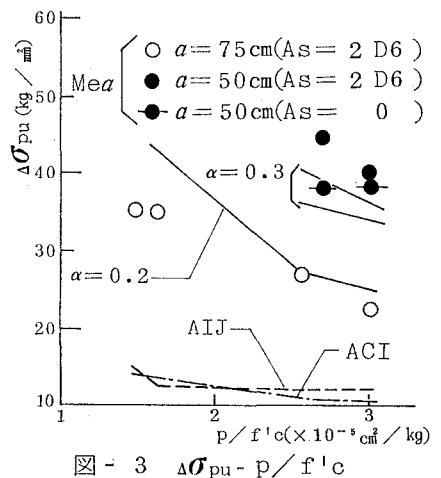


図-3 $\Delta\sigma_{pu} - p/f'c$

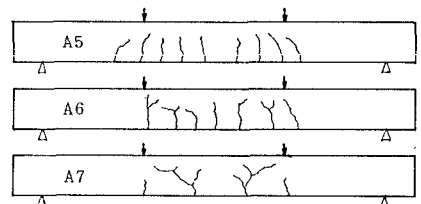


図-4 ひびわれ状況