

V-384

アンボンドPC連続はり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
 大成建設(株) 正員 政氏 信之
 大阪工業大学 正員 仁枝 保

1. まえがき

アンボンドPCの不静定部材の曲げ耐荷特性に関しては明確でない点が多い。そこで、本研究ではアンボンドタイプの2スパンPC連続はりを対象とし、荷重試験を実施し、変形特性、PC鋼材応力、最大曲げ耐力や曲げひび割れ発生以降から始まる曲げモーメント再分配挙動などをボンドタイプのものと比較検討した。

2. 試験概要

(1) 連続はり供試体の種類

供試体は、図-1に示すように幅 x 高さ x 全長 $=10 \times 16 \times 330 \text{ cm}$ の長方形断面の2スパン（ $2 \times 145 \text{ cm}$ ）連続はりで、PC鋼棒（ $\phi 13$ ）を用いて上下対称配筋断面とした。PC鋼材としては、グリース充填プラスチックシース被覆型のアンボンドPC鋼棒を用いたアンボンドタイプとスパイラルシース内にセメントペーストグラウト（ $W/C=35\%$ 、NMB社製の注入用高性能混和剤ボリスGF-700 使用）を注入して付着を与えたボンドタイプの2種類とした。なお、いずれもPC鋼材の緊張応力は $0.6f_{py}$ （ f_{py} :実降伏点で 123 kgf/mm^2 ）とし、コンクリート設計強度は 400 kgf/cm^2 （平均実強度 460 kgf/cm^2 ）とした。

荷重は各スパン1点の対称2点荷重とした。アンボンド部材のPC鋼材応力やモーメント再分配挙動への荷重点位置の影響を調べるため、端支点から荷重点までの距離を $a=95 \text{ cm}$ （タイプA）、 72.5 cm （タイプB）、 50 cm （タイプC）の3レベル選定した。タイプA、B、Cの全断面有効とした弾性式による荷重点モーメント M_B と中間支点モーメント M_A の比、 $M_B/M_A=1/1.81, 1/1.20, 1/0.88$ である。なお、断面は上下対称配筋のため、中間支点と荷重点の終局抵抗曲げモーメント M_{uA} 、 M_{uB} は等しい。

PC連続はり供試体の種類を一括して表-1に示す。

(2) 荷重試験方法

連続はりの曲げひび割れ発生以降のモーメント再分配挙動を検討するため、3支点位置にロードセルを設置して支点反力を測定するとともに、変位計により左右スパン中央位置のたわみ、ストレインゲージにより荷重点と中間支点位置でのコンクリートひずみを測定した。さらに、ボンドタイプでは上側PC鋼棒については中間支点位置、下側PC鋼棒は荷重点位置で防水ストレインゲージ（ 3 mm ）によってPC鋼材ひずみ（応力-ひずみ関係より応力換算）を、一方アンボンドタイプでは部材片端に配置した2枚の定着板間にロードセルを挿入した状態

表-1 供試体種類と曲げひび割れ荷重

はりの種類	鋼材付着 ¹⁾	荷重位置	荷重点下 ²⁾			中間支点上		
			実験値 P_{crB} (t)	計算値 P_{crB}' (t)	$\frac{P_{crB}}{P_{crB}'}$	実験値 P_{crA} (t)	計算値 P_{crA}' (t)	$\frac{P_{crA}}{P_{crA}'}$
C1	U	タイプA	10.95	10.94	1.00	7.00	6.04	1.16
C2	B	タイプA	14.50	10.89	1.33	7.50	5.99	1.25
C3	U	タイプB	8.75	7.24	1.21	5.00	6.03	0.83
C4	B	タイプB	8.55	7.24	1.18	6.50	6.02	1.08
C5	U	タイプC	7.55	6.67	1.13	6.50	7.61	0.85
C6	B	タイプC	8.80	6.24	1.41	9.75	7.26	1.34

1) U:アンボンドタイプ, B:ボンドタイプ

2) 左右スパンでの平均値を示す

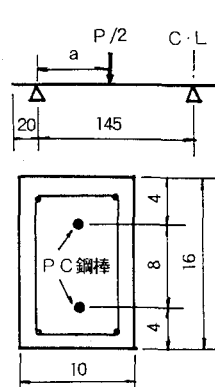


図-1 供試体寸法

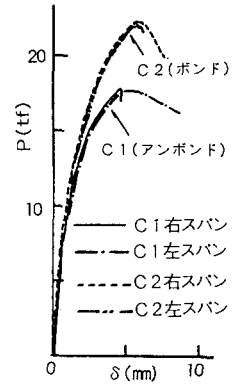


図-2 P-δ 関係

でナット定着し、P C鋼棒の作用応力を直接測定した。

3. 結果と考察

(1) 荷重－たわみ（P－ δ ）関係

図－2 に荷重－たわみ関係の一例を示す。曲げひび割れ発生荷重まではP C鋼材付着の有無による差異はみられないが、それ以降の荷重域でのたわみはアンボンドタイプの方が若干大きく、部材剛性の低下が認められる。

(2) 荷重－P C鋼材応力（P－ σ_p ）関係

図－3 に荷重－P C鋼材応力関係の一例を示す。図示のように、アンボンドタイプではボンドタイプに比べてP C鋼材応力が著しく小さく、後者の場合には終局状態においては降伏点近くまで達しているのに対し、前者では初期緊張時からの鋼材応力増加量が非常に小さい。

(3) 荷重－曲げモーメント（P－M）関係

図－4 に荷重－中間支点、載荷点モーメント関係を示す。荷重－曲げモーメントの増加曲線の形状に関してはP C鋼材付着の有無により特に顕著な差異はみられないが、終局時到達モーメントの値についてはボンドタイプに比べアンボンドタイプはかなり小さい。また、図－4 には、中間支点または載荷点のいずれかが終局抵抗曲げモーメントに到達するまでは弾性解析式に従い、それ以降は極限解析法による最大耐力計算値に至るまで折直線状の非線形挙動を呈すると理想化した場合の計算値を併記した。P C鋼材付着の有無によらず、理想化した曲げモーメント再分配挙動と類似した挙動が認められる。

(4) 曲げひび割れおよび最大耐力

表－1、2 に曲げひび割れ発生と最大荷重を示す。

曲げひび割れ発生荷重の計算値は弾性解析法による中間支点と載荷点モーメントの値が各々の曲げひび割れ発生モーメントの計算値に達したときの荷重を表す。

最大耐力の計算値 P_{u1} 、 P_{u2} は、中間支点と載荷点位置に塑性ヒンジを仮定して次式より算定した値である。

$$P_{u1}, P_{u2} = 2 \times [M_{uA}(1/b) + M_{uB}(1/a + 1/b)]$$

ただし、 M_{uA} 、 M_{uB} ：中間支点、載荷点断面の終局抵抗モーメント計算値で、 P_{u1} 、 P_{u2} はP C鋼材の変形適合係数を $\alpha = 1.0$ 、 0.2 とし M_{uA} 、 M_{uB} を算出した場合の値、 a 、 b ：載荷点から端支点、中間支点までの距離

一方、計算値 P_{ue} は弾性解析法による中間支点、載荷点の曲げモーメントがそれぞれ M_{uA} 、 M_{uB} に到達した時の荷重のうち小さい方の値を示す。

最大耐力実験値はボンドタイプ、アンボンドタイプに対しそれぞれ P_{u1} 、 P_{u2} より10%程度大きい値を示す。

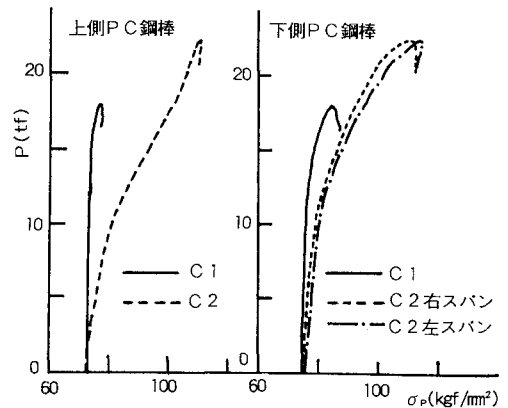
表－2 最大耐力の実験値と計算値

はり	実験値 P_u (t)	計算値(極限解析)				計算値(弾性解析)		限界断面 *)
		*) P_{u1} (t)	$\frac{P_u}{P_{u1}}$	*) P_{u2} (t)	$\frac{P_u}{P_{u2}}$	P_{ue} (t)	$\frac{P_u}{P_{ue}}$	
C1	18.01	20.17	0.89	17.09	1.05	14.72	1.22	A
C2	22.50	19.70	1.14	—	—	14.37	1.57	A
C3	15.90	16.42	0.97	13.97	1.14	14.60	1.09	A
C4	17.42	16.05	1.08	—	—	14.26	1.22	A
C5	15.03	16.03	0.94	13.62	1.10	12.30	1.22	B
C6	17.39	16.19	1.07	—	—	15.68	1.11	B

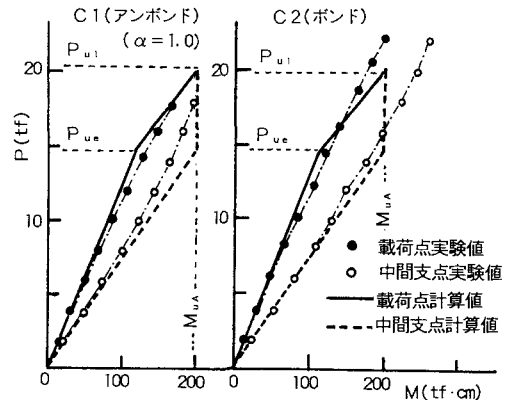
*) P C鋼材の変形適合係数を $\alpha = 1.0$

*) 変形適合係数 $\alpha = 0.2$ (アンボンド鋼材想定)

*) A: 中間支点断面, B: 載荷点断面



図－3 P－ σ_p 関係



図－4 P－M 関係