

(V-14) Parabolic TendonをもつPCはりの静的曲げおよび曲げ疲労性状

木更津工業高等専門学校 正員 ○ 黒川章二
同上 正員 石垣慶次

1. まえがき

アンボンドPCは、施工性に優れているが、PC鋼棒を用いる場合に定着端緊張材の疲労破壊が懸念されている。PC鋼より線を用いたときの疲労特性については未知なようであり、ここで、それを放物線状に配置したアンボンドPCはりとはりとはりについて静的曲げおよび曲げ疲労試験を行ない、両種のはりについて比較考察し、さらにPCはりの疲労寿命について検討した。

2. 供試体の作製と実験方法

用いたコンクリートの材料は、早強ポルトランドセメント、富津産山砂、身延産碎石であり、表1に示方配合を示す。緊張材として表2に示すような7本よりPC鋼より線を用いた。アンボンド用は、鋼より線をグリースで被覆してポリエチレン製シースに入れた工場製品である。供試体は図1に示すようなポストテンションPCはりであり、その種類は、グラウト注入のボンドPCはり(記号B)、アンボンドPCはりではプレストレス力が、小さいはり(記号L U)、大きいはり(記号H U)である。プレストレスの導入は、ボンドPCはりでは材令7日、アンボンドPCはりでは試験の直前に実施した。コンクリートの乾燥収縮およびクリープひずみを実測し、メーカーの純リラクセーション試験結果を用いて見掛けのリラクセーションをG. D r e u xの近似式で計算して、有効プレストレス力を求めた(表4)。載荷方法は図1のとおりであり、疲労

試験においては最小荷重を0.30tfに固定して最大荷重を実験因子とした。

表4 ボンドPCはりのプレストレス力

PCはりの記号	B-S1	B-F1	B-F2	B-F3
導入プレストレス力 (tf)	14.12	13.81	13.48	14.88
経過時間 (h)	912	936	984	960
載荷試験時の有効率 (%)	90.12	91.21	91.40	89.47
有効プレストレス力 (tf)	12.72	12.60	12.32	13.31

表1 コンクリートの示方配合

スラ ンプ (cm)	粗骨 材の 最大 寸法 (mm)	水セ メント 比 (%)	細骨 材率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
				水	セメント	細骨材	粗骨材	ポゾリス No5L
4±1	20	40	41	143	358	735	1096	0.895

表2 PC鋼より線の性質

直 径 (mm)	断 面 積 (mm ²)	引張強さ (kgf/mm ²)	降伏点応力 (kgf/mm ²)	ヤング率 (kgf/mm ²)
15.17	138.7	180.2	162.2	19900

表3 用いたコンクリートの性質

PCはりの 種別記号	プレストレス導入時				載 荷 試 験 時			
	圧 縮 強 度 (tf/cm ²)	引 張 強 度 (tf/cm ²)	弾 性 係 数 (×10 ⁴)	材 令	圧 縮 強 度 (tf/cm ²)	引 張 強 度 (tf/cm ²)	弾 性 係 数 (×10 ⁴)	
B	7	489	34.3	3.71	45	497	36.7	3.41
UL	7	424	33.5	3.33	42	440	37.9	3.18
UH	7	428	34.8	3.68	38	458	32.3	3.18

表5 静的載荷試験によるおもな結果

PCはりの 種別	有効プレ ストレス 力 (tf)	ひびわれ 発生 荷重 (tf)	ひびわれ 最大 荷重 (tf)	極 限 荷 重 (tf)	ひび われ 本数	破 壊 形 式	スパン中央 を基準とし た破壊断面 の位置
B-S1	12.72	2.40	3.30	5.80	9	CB	0cm
UL-S1	11.89	2.40	3.16	4.48	5	CB	20cm
UH-S1	15.06	2.70	3.98	5.10	10	CB	15cm
破壊形式の記号 CB: コンクリートの圧縮破壊							

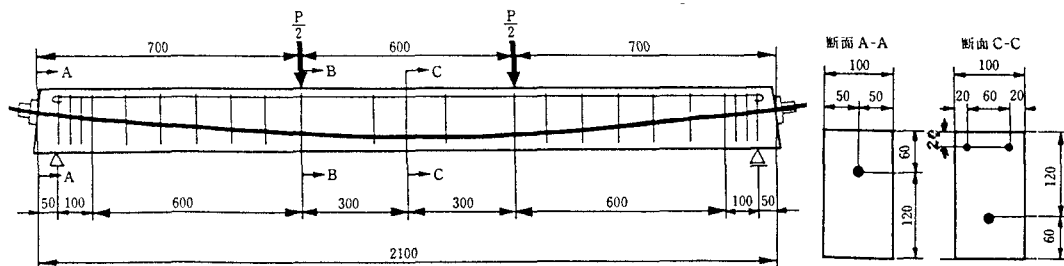


図1 PCはりの寸法と載荷方法

3. 実験結果

表6 疲労試験によるおもな結果

PCばりの種別記号	試験開始材令 (印)	有効プレストレス力 (tf)	処女載荷		疲 勞 試 験								破壊断面の位置
			ひびわれ発生荷重 Per (tf)	0.2mmひびわれ荷重 Po.2 (tf)	最小荷重 Pmin (tf)	最大荷重 Pmax (tf)	最大荷重比 $\frac{P_{max}}{P_{su}}$	破壊断面の圧縮ひずみ		疲労寿命 Nu ($\times 10^4$ c)	ひびわれ本数 (本)	破壊形式	
								最小荷重時 ($\times 10^{-4}$)	最大荷重時 ($\times 10^{-4}$)				
B-F1	46	12.60	2.40	3.27	0.30	4.64	0.800	75	1570	1.06	11	CB	スパン中央から20cm
B-F2	46	13.31	2.40	3.30	0.30	4.35	0.750	78	1558	0.28	11	CB	載荷点近傍のせん断部
B-F3	48	12.32	2.10	3.41	0.30	4.06	0.700	71	1277	40.48	9	TB	スパン中央から20cm
UL-F1	50	12.31	2.70	3.20	0.30	3.81	0.850	84	1284	39.05	9	CB	スパン中央
UL-F2	46	12.06	2.45	3.21	0.30	3.60	0.804	89	1196	119.39	8	CB	載荷点近傍の曲げ部
UL-F3	52	11.55	2.40	3.00	0.30	3.36	0.750	80	1100	223.52	8	CB	スパン中央から20cm
UH-F1	59	14.88	2.70	3.96	0.30	4.34	0.851	90	1435	11.19	9	CB	スパン中央から20cm
UH-F2	42	15.00	2.70	4.00	0.30	4.08	0.800	93	1146	414.78	9	CB	スパン中央から20cm
記 号	P _{su} , PCばりの極限荷重実験値		CB; コンクリートの圧縮破壊					TB; 緊帯材の引張破壊					

記号 P_{su} : PCばりの極限荷重実験値 CB: コンクリートの圧縮破壊 TB: 緊張材の引張破壊

コンクリートの性質を表4に示した。静的載荷試験により得られたおもな結果を表5に示す。表6は疲労試験によるおもな結果である。最大荷重比が0.70のポントPCはりで緊張材の疲労破壊が生じたが、その他のPCはりでは、すべてがコンクリートの曲げ圧縮破壊を生じた。最大荷重比と疲労寿命との関係を図2に示す。同一荷重比に対してアンボンドPCはりよりボンドPCはりによりはるかに多くの繰返し荷重に耐えることができる。

偏心圧縮を受けるコンクリートの疲労寿命は、圧縮合力の作用点を図心とし、その点の応力に等しい長方形応力ブロックに置き換えることによって、中心圧縮状態のコンクリートの疲労寿命に等しくなることが報告されている¹⁾。そこでコンクリートの応力 σ_c とひずみ ϵ_c との関係を次式で表わし

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{co}} = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co}} \left(2 - \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co}} \right) \quad \begin{array}{l} \epsilon_{co}: \text{コンクリートの最大圧縮応力時のひずみ} \\ \sigma_{co}: \text{コンクリートの極限強度} \end{array}$$

中心圧縮状態のコンクリートの疲労寿命を下式で表わす。

$$\log_{10} N_u = 17 \frac{1 - S_u}{1 - S_o}$$

N_u : 疲労寿命
 S_u : 最小応力と静的極限強度との比
 S_o : 最大応力と静的極限強度との比

実測した圧縮縁コンクリートのひずみを用いて、図3により計算したPCばりの疲労寿命推定値を図4に示した。

4. まとめ

- (1) 鋼より線を用いた緊張材の定着端破壊は生じなかった
- (2) アンボンドPCばりの耐力はプレストレス力を大きくとることにより増大した。
- (3) 最大荷重比が同一のとき、アンボンドPCはり、ボンドPCはりより多くの荷重サイクルに耐えた。
- (4) コンクリート疲労によるPCばりの疲労寿命をかなりの精度で推定することができた。

(参 考 文 献)

- 1) 松下、牧角：プレテンションPCばりの疲労に関する研究、セメント技術年報 XXXII、昭和53年

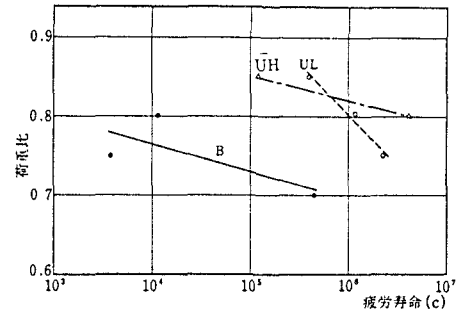


図2 最大荷重比と疲労寿命との関係

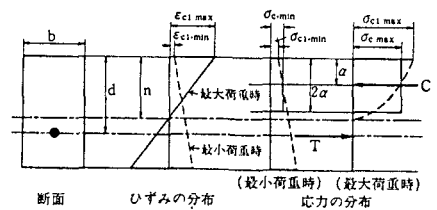


図3 断面におけるひずみおよび応力の分布

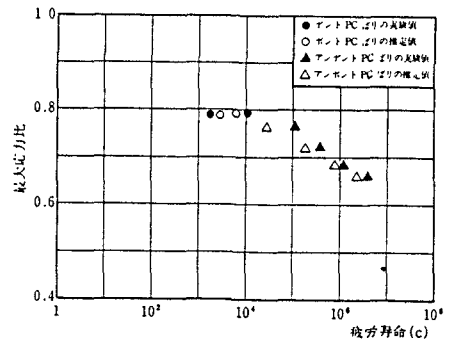


図4 コンクリートの最大応力比とPCばりの疲労寿命との関係