

軸圧を受けるPCくいの曲げ破壊実験報告

PCくい技術委員会 軸圧を受けるPCくいの曲げ試験小委員会

委員長 六 車 熙

個人委員 明石外世樹, 猪股俊司, 小沢義昌, 岡田 清, 富永 恵, 横田博臣, 吉田 巖
 法人委員 アサノボール(株), 出雲コンクリート工業(株), 関西コンクリート(株)
 ゼニスコンクリート工業(株), 高砂コンクリート工業(株)
 東急コンクリート工業(株), 日本コンクリート工業(株)

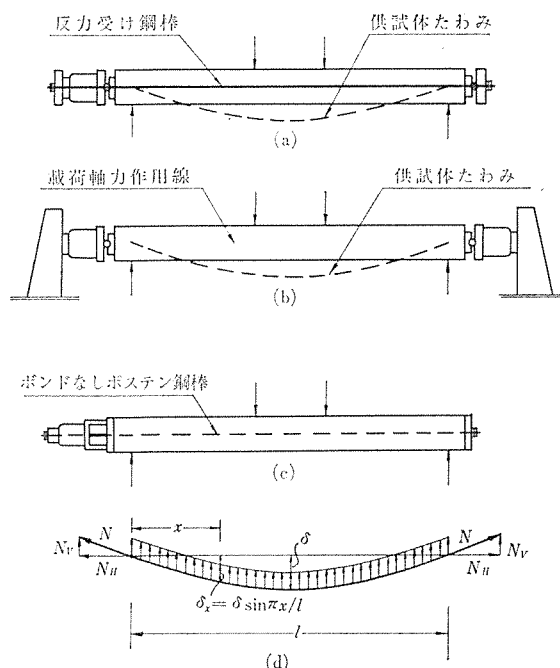
1. まえがき

軸力と曲げを同時に受ける場合のPCくい断面のひびわれ, および破壊耐力 Interaction Curve (I.C. と略記) は, 理論計算によって, これを画くことができる^{1)~3)}。このような理論曲線と実験値とが一致するかどうかを確かめるため, 種々の大きさの軸力をあたえてPCくいの曲げ破壊実験を行なった。プレストレスト コンクリートまたは鉄筋コンクリート断面のひびわれおよび破壊 I.C. は, 載荷軸力の増大とともに破壊時またはひびわれ発生時作用曲げモーメントは大きくなるが, 中心軸圧耐力のほぼ 1/2 の軸力付近でこれが最大となり以後は載荷軸力の増大とともに作用曲げモーメントは減少する。PCくい断面においても同様の I.C. を示すことは周知である。従来の研究では, 中心軸圧耐力の 1/3 程度までの軸力載荷の場合について主として曲げ載荷実験を行なったものが二, 三報告されているが⁴⁾, 上記の I.C. のピーク付近までを対象に行なったものは見当たらない。本研究では, このような I.C. のピーク付近をこえる部分までの範囲を対象に D 300 mm A 種 PCくいを用いて種々の軸力載荷のもとに曲げ載荷実験を行なった。載荷軸力の大きさが著しく大きい範囲までも含むので, 実験には危険を伴うため, これを避ける特別の軸力載荷法を考案して実験を実施した。

2. 軸力載荷法について

従来, この種の実験は供試体両端からジャッキで軸圧力をあたえ, この軸力を一定に保ちながら曲げ載荷を行なうのが普通である⁴⁾。この際, ジャッキの反力は図-1 (a) または (b) に示すように供試体側面に配置したPC鋼棒などの反力受け鋼棒でとるか, または, 供試体両端に別に設けられた反力受け支持台に受けさせるのが普通である。しかし, これらの方法は, 曲げ載荷による供試体のたわみが大きくなるにつれて材端の回転変形が大き

図-1 種々の軸力載荷法説明図



くなり, その結果, 軸力載荷用ジャッキ軸線と軸力作用線とが一致しなくなって, ジャッキおよび反力受けPC鋼棒に曲げが加わり, きわめて不安定となって, 場合によっては危険がともなう。さらには, 供試体のたわみとともに供試体各部の断面に作用する曲げモーメントは, 曲げ載荷モーメントの他に軸力作用線と供試体軸線とのずれによる付加モーメントが加算されることになるので, 上記の不安定状態をさらに助長する。とくに破壊直前の塑性変形の大きくおこる近傍では, 付加モーメントが大きくなって破壊は軸力が大きい場合ほど爆裂的破壊をおこして危険である。

筆者はこのような危険を避けるために, あらかじめ供試体中に埋込んでおいた軸圧載荷用ボンドなしPC鋼棒を緊張し, この引張力を一定に保ちながら曲げ載荷する方法を用いることにした。このような方法においては, 曲げ載荷とともに供試体はたわむが, これと同時に軸圧

載荷用PC鋼棒も同じだけたわみ、その結果、供試体には 図一1 (c) に示す鋼棒に沿う上向きの反力が生ずる。このような反力は曲げ載荷によるモーメントと逆向きの曲げモーメントを付加することになり、かつ、たわみが大きくなるほどこのような付加モーメントも大きくなり、破壊近傍の塑性変形の大きくおこる付近においても供試体のたわみが急速に増大して不安定になることが避けられ、最終耐力を正確に測定できるとともに爆裂的破壊もさけることができる。このような付加モーメントをそのとき供試体に作用する曲げ荷重モーメントから差引いたものが供試体に作用する真の曲げモーメントとなるが、この補正は供試体のたわみ曲線があたえられれば計算できる。弾性範囲においてはくいのたわみ曲線は、たとえば、本実験での2点載荷の場合には2次放物線形に近いが、ひびわれ発生以後は曲げスパン内における回転変形が大きくなって、次第に Sine Curve に近くなる⁵⁾。本研究においては、たわみ曲線を Sin Curve と仮定して供試体中央断面における曲げモーメント補正値を求める。すなわち、図一1 (d) において材端から x の位置におけるたわみを δ_x とすれば、

$$\delta_x = \delta \sin \pi x / l \dots\dots\dots(1)$$

δ : 中央たわみ, l : 支点間距離

したがって、材端回転角 θ は

$$\tan \theta = (d \delta_x / dx)_{x=0} = \pi \delta / l \dots\dots\dots(2)$$

したがって、軸力 N は材端において水平成分 N_H と垂直成分 N_V とに分割される。すなわち、

$$N_H = N \cos \theta = N \frac{l}{\sqrt{l^2 + (\delta \pi)^2}} \dots\dots\dots(3)$$

$$N_V = N \sin \theta = N \frac{\delta \pi}{\sqrt{l^2 + (\delta \pi)^2}} \dots\dots\dots(4)$$

垂直成分 N_V は PC 鋼棒曲線形に沿う上向き応力 w とつり合う。上向き応力 w は一般には等分布と仮定しても大差ない⁶⁾から、

$$w = \frac{2 N_V}{l} = N \frac{2 \delta \pi}{l \sqrt{l^2 + (\delta \pi)^2}} \dots\dots\dots(5)$$

これより、中央断面補正モーメントは

$$\begin{aligned} \Delta M &= N_V \frac{l}{2} - \frac{w l^2}{8} \\ &= \frac{l}{2} \left[N_V - \frac{N_V}{2} \right] = \frac{l}{4} N_V \\ &= \frac{N}{4} \cdot \frac{l \delta \pi}{\sqrt{l^2 + (\delta \pi)^2}} \\ &= \frac{\delta \pi}{4} N_H \dots\dots\dots(6) \end{aligned}$$

通常は l に比較して δ は著るしく小さいから

$$N_H \approx N \dots\dots\dots(7)$$

と見なすことができ、したがって、式 (6) は

$$\Delta M = N \delta \pi / 4 \dots\dots\dots(8)$$

となる。

3. 供試ぐい

図一2 に示す全長 4 m の D 300 A 種 PC くい 12 本を用いた。プレテンション プレストレス (公称 40 kg/cm²) は 4-D 9.2 mm 異形鋼棒 (1 本あたり公称断面積 0.64 cm², 公称降伏点応力 130 kg/mm², 公称破断強度 145 kg/mm²) によって導入されている。軸圧載荷用 PC 鋼棒は軸圧の大きさに応じてアスファルト塗布 PC 鋼棒 $\phi 17$ mm ~ $\phi 26$ mm を用いた。その配置は 図一2 に示してある。なお、くい断面の諸定数基本値は下記のとおりである。ただし、軸圧載荷用アスファルト塗布 PC 鋼棒の占める断面は控除していないので、それぞれの供試体についてこれらの控除を行なうことが必要である。本研究では、等価断面積の計算にはこれらを控除したが、断面 2 次モーメントに対しては、ほとんど影響しないので控除は行なわず、下記の基本数値を用いて諸種の計算を行なった。

外径 $D=30$ cm, 肉厚 $t=6$ cm

コンクリート断面積 $A_C=452$ cm²

プレテン鋼棒 (4-D 9.2 mm), 断面積 $A_S=2.56$ cm²

ヤング係数比 (仮定値) $n=5$

等価断面積 $A=A_C+(n-1)A_S=462.24$ cm²

コンクリート断面 2 次モーメント $I_C=34\,600$ cm⁴

プレテン鋼棒 (4-D 9.2 mm) 断面 2 次モーメント

$$I_S=184.32$$
 cm⁴

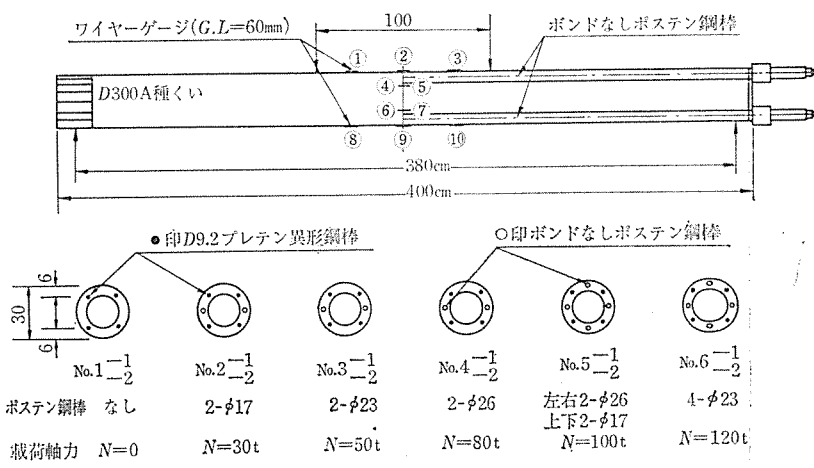
等価断面 2 次モーメント

$$I=I_C+(n-1)I_S=35\,337.28$$
 cm⁴

有効プレストレス力 $P=21.17$ t

(D 9.2 mm 鋼棒 1 本あたり 5.292 t)

図一2 供試体および載荷方法



報 告

コンクリート断面有効プレストレス

$$\sigma_p = P/A_c = 46.8 \text{ kg/cm}^2$$

なお、載荷軸力の大きさは、

$$N = 0, 30, 50, 80, 100, 120 \text{ t}$$

の6種である。

4. 曲げ荷重載荷方法

図-2 に示すように支点間距離 3.8 m, 中央曲げスパン 1 m の3点載荷により曲げモーメントを載荷した。載荷に先立って軸圧載荷用 ボンドなし PC 鋼棒を緊張し、軸力をくい断面に導入した。導入軸力はボンドなし PC 鋼棒両端に配置したロードセルによってチェックす

ると同時に、くい中央断面に貼布した検長 60 mm のワイヤーストレングージによるひずみ実測結果からもチェックした。なお、曲げ載荷にともなうボンドなし PC 鋼棒応力の増減は、常に両端のロードセルによってチェックして一定値に保つようにした。

荷重は 1 t ごとの荷重階で増大し、ひびわれ発生近傍および破壊近傍では 0.25~0.5 t ごとの荷重階とした。各荷重階において中央たわみおよび曲げスパン内相対たわみをそれぞれ 1/100 mm ダイヤルゲージで測定した。また、図-2 に示す位置において、検長 60 mm ワイヤーストレングージにより断面上下縁ひずみを測定した。とくに引張側 ひずみ 測定値は曲げ ひびわれ 発見に利用し

表-1 コンクリートの圧縮強度およびヤング係数実測結果

記号	材令 (日)	該当くい供試体	逸心力成形扇形供試体		φ10×20 供試体		
			圧縮強度 (kg/cm ²)*	ヤング係数 (kg/cm ²)*	圧縮強度 (kg/cm ²)	ヤング係数 (kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)
A	33	No. 2-1	534 (511)	3.77×10 ⁵ (3.60×10 ⁵)	601	2.98×10 ⁵	41.6
B	32	No. 6-1	527 (530)	3.36×10 ⁵ (3.36×10 ⁵)	549	2.95×10 ⁵	41.6
C	31	No. 4-1	532 (508)	3.79×10 ⁵ (3.61×10 ⁵)	554	3.17×10 ⁵	43.5
C'	31	No. 4-2					
D	30	No. 5-1	510 (503)	3.53×10 ⁵ (3.47×10 ⁵)	523	2.90×10 ⁵	41.2
D'	30	No. 5-2					
D''	30	No. 1-1					
E	29	No. 2-2	530 (524)	3.47×10 ⁵ (3.42×10 ⁵)	561	3.02×10 ⁵	44.4
F	28	No. 3-1	578 (568)	3.30×10 ⁵ (3.24×10 ⁵)	600	2.84×10 ⁵	47.0
G	28	No. 3-2	555 (547)	3.39×10 ⁵ (3.33×10 ⁵)	590	3.09×10 ⁵	42.2
H	26	No. 6-2	529 (510)	3.27×10 ⁵ (3.15×10 ⁵)	626	2.93×10 ⁵	43.4
I	25	No. 1-2	543 (527)	3.41×10 ⁵ (3.30×10 ⁵)	575	2.99×10 ⁵	41.9

* () 内数字は実断面積を用いて計算した。

表-2 コンクリートの曲げ強度実測結果

記号	材令 (日)	該当くい供試体	肉 厚		断面2次モーメント (I)		曲げ引張強度	
			実測値 (mm)	公称値 (mm)	肉厚実測値より (cm ⁴)	肉厚公称値より (cm ⁴)	実測 I より (kg/cm ²)	公称 I より (kg/cm ²)
A	33	No. 2-1	59.5~61.6 64.3~64.9	60.0	34 492~34 964 35 524~35 641	34 605	52.2 } 54.1 55.9 }	52.3 } 54.9 57.5 }
B	32	No. 6-1	73.6 62.5~63.0		37 085 35 157~35 261		54.0 } 53.9 52.9 }	57.9 } 55.9 53.8 }
C	31	No. 4-1 No. 4-2	77.9~80.3 99.1~103.6		37 639~37 907 39 234~39 396		48.9 } 53.6 58.3 }	53.4 } 59.8 66.1 }
D	30	No. 5-1 No. 5-2 No. 1-1	79.3~81.3 74.3~75.1		37 799~38 011 37 182~37 289		58.9 } 57.8 56.6 }	64.6 } 62.8 60.9 }
E	29	No. 2-2	79.8~81.3 73.1~75.8		37 853~38 011 37 014~37 380		50.5 } 50.5 50.4 }	55.4 } 54.8 54.2 }
F	28	No. 3-1	61.0~62.0 54.3~56.3		34 833~35 051 33 173~33 707		54.8 } 53.6 52.3 }	55.7 } 53.2 50.7 }
G	28	No. 3-2	62.0~63.5 60.1~60.8		35 051~35 364 34 631~34 789		53.5 } 53.6 53.6 }	54.5 } 54.2 53.8 }
H	26	No. 6-2	68.5~70.6 68.1~69.3		36 296~36 640 36 227~36 430		51.3 } 51.4 51.4 }	53.9 } 54.0 54.0 }
I	25	No. 1-2	73.6~74.6 67.4~68.3		37 085~37 222 36 105~36 262		54.1 } 53.4 52.6 }	58.1 } 56.6 55.0 }

た。なお、中央断面において上下縁の他に図-2に示すように断面上下縁から垂直距離で7.5cm上または下にはいった位置にも検長60mmのワイヤーストレンゲージを貼布し、曲げ載荷にともなう断面ひずみ分布の状況を調べる目的に使った。

5. コンクリートの品質

300×300mm遠心供試体を4分割した扇形供試体を用い、圧縮強度およびヤング係数(圧縮強度の1/3の応力に対するセカントモデュラス)を調べた。その結果を表-1にまとめて示す。扇形供試体強度は510~578kg/cm²の範囲にあり、計画強度 $F_C=500\text{ kg/cm}^2$ をいずれも満足している。ヤング係数は $E_C=3.27\times 10^5\sim 3.79\times 10^5\text{ kg/cm}^2$ の範囲にあり、公称値 $E_C=4\times 10^5\text{ kg/cm}^2$ をやや下まわっている。なお、φ10×20cmシリンダーによる圧縮および引張強度試験結果も表-1に併記してある。

表-2には外径300mm、肉厚60mm、全長2mの無筋コンクリート遠心供試体による曲げ引張強度試験結果が示してある。載荷は支点間距離90cm、曲げスパン30cmの3等分点載荷とし、全長2mの供試体の中央部でまず曲げ引張強度試験を行ない、次いで中央で折れた折片(約1mの長さ)を使って再び曲げ引張強度試験を行なって、3つの試験結果の平均値をもってその供試体の曲げ引張強度とした。これによると、肉厚の大小によって著しく曲げ引張強度が変動しており、真の曲げ引張強度を適確に知ることは困難であるが、 $F_C=500\text{ kg/cm}^2$ に対する公称値 $F_{tB}=60\text{ kg/cm}^2$ 程度であることが推論できる。

以上の材料試験の結果から、本研究におけるI.C.計

算には

$$\begin{aligned} \text{コンクリート圧縮強度} & F_C=500\text{ kg/cm}^2 \\ \text{コンクリート曲げ引張強度} & F_{tB}=60\text{ kg/cm}^2 \\ \text{コンクリート純引張強度} & F_t=40\text{ kg/cm}^2 \\ \text{ヤング係数比} & n=5 \end{aligned}$$

として行なった。

6. くい供試体の載荷軸力実測値

曲げ載荷に先立って各試体ぐいは軸圧載荷用ボンドなしPC鋼棒を緊張して所定の軸力を載荷した。軸力載荷によるくいの軸方向ひずみを図-2に示す位置に貼布したワイヤーストレンゲージで実測し、その平均ひずみから載荷軸力 N を次式から計算した。

$$N = E_C \epsilon_C A \dots\dots\dots (9)$$

E_C : 載荷軸力に対応する圧縮応力に対するコンクリートのヤング係数

ϵ_C : 平均圧縮ひずみ

A : 等価断面積(ボンドなしPC鋼棒断面積は控除する)

ひずみ実測結果および載荷軸力計算結果を表-3にまとめて示す。いずれの供試体もほぼ計画値どおりの軸力が載荷されていることがわかる。本研究では表-3の載荷軸力実測値をもって各供試体の載荷軸力とし、以後の計算にはこれを用いた。

なお、軸力載荷にともなう中央断面ひずみ分布の一例を図-3に示す。他の供試ぐいについても中央断面ひずみ分布は図-3にみられるようにほぼ一様分布を示し、軸力が正しく材軸に作用していることが確かめられた。また、ボンドなしPC鋼棒のフリクションはほぼ0であることが鋼棒両端に取付けてあるロードセルで確かめられ

表-3 載荷軸力実測結果一覧

供試体	ボステン鋼棒	載荷軸力 計画値 (t)	等価断面積* (cm ²)	コンクリートのヤング係数(載荷軸力に対する値) (kg/cm ²)	軸力によるコンクリート圧縮ひずみ平均 ($\times 10^{-6}$)	軸力によるコンクリート圧縮応力 (kg/cm ²)	載荷軸力 実測値 (t)
No. 1-1 1-2	なし	0	462.24	$3\ 770\times 10^5$	—	—	0 0
No. 2-1 2-2	2-φ17	30	457.68	$3\ 770\times 10^5$	162.7 176.4	61.4 66.4	28.1 30.5
No. 3-1 3-2	2-φ23	50	453.93	$3\ 770\times 10^5$	292.1 295.3	101.0 111.5	49.6 50.5
No. 4-1 4-2	2-φ26	80	451.62	$3\ 714\times 10^5$	428.7 441.8	159.1 164.0	71.9 74.0
No. 5-1 5-2	左右 2-φ26 上下 2-φ17	100	447.08	$3\ 570\times 10^5$	643.2 661.7	229.5 236.0	102.5 105.5
No. 6-1 6-2	4-φ23	120	445.62	$3\ 570\times 10^5$	770.9 794.4	275.0 284.0	122.6 126.2
予備 " 1 " 2 " 3	2-φ23 2-φ23 4-φ23	40 40 100	453.93 453.93 445.62	$3\ 770\times 10^5$ $3\ 770\times 10^5$ $3\ 570\times 10^5$	183.0 217.1 測定せず	69.0 81.9 —	31.3 37.1 —

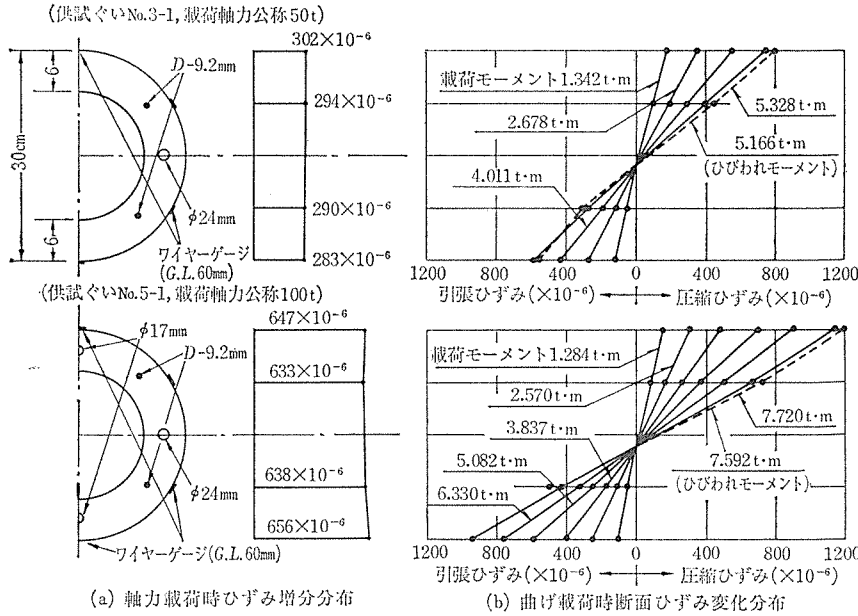
* ヤング係数比 $n=5$ と仮定して計算

報 告

ている。

表-3 には本研究実施に先立って行なった予備試験供試体についても実験結果を示してある。

図-3 軸力載荷時および曲げ載荷時の中央断面コンクリートひずみ変化量実測結果例



7. 曲げひびわれ耐力および破壊耐力

実験結果を表-4 にまとめて示す。試験機の荷重計の読み(実測モーメント)には式(8)の付加モーメント ΔM が加算されているので、これを補正したものが真のモーメントとなる。式(8)による補正モーメントおよび補正後の真のモーメントを表-4 にあわせて示してある。

表-4 にはひびわれおよび破壊耐力計算値も示してある。計算値は供試体公称寸法、および前述の材料公称強度を用い、かつ、P C 鋼棒の応力ひずみ曲線を公称降伏点応力を弾性限界とする完全弾塑性(ただし、ヤング係数は 2000000 kg/cm^2)、コンクリートの圧縮応力ひずみ曲線を公称圧縮強度に対応する圧縮ひずみを 0.125% とし、以後は圧縮応力を

表-4 実験結果一覧表

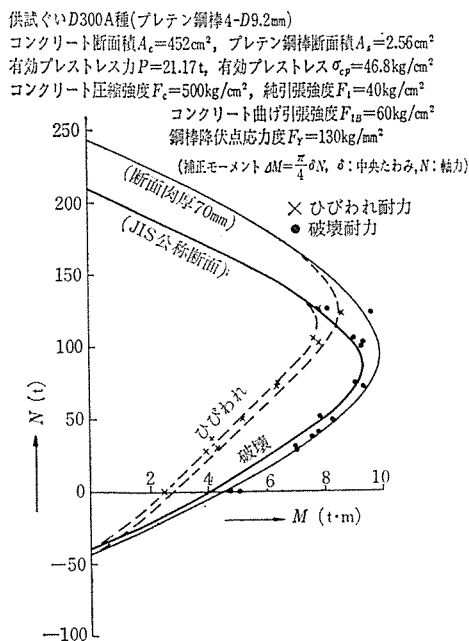
供試体	載荷軸力		実験時 材令 (日)	曲 げ ひ び わ れ					曲 げ 破 壊				
	公 称 (t)	実 測 (t)		実測モー メント (t·m)*	中 央 た わ み (mm)	補正モー メント (t·m)	真のモー メント (t·m)	計 算 値 (t·m)	実測モー メント (t·m)*	中 央 た わ み (mm)	補正モー メント (t·m)	真のモー メント (t·m)	計 算 値 (t·m)
No. 1-1	0	0	30	2.500 (3.25)	2.59	—	2.500	2.520	4.747 (6.46)	—	—	4.747	4.200
1-2		0	25	2.500 (3.25)	2.71	—	2.500	5.055 (6.90)	—	—	5.055		
No. 2-1	30	28.1	33	4.075 (5.50)	4.53	0.100	3.975	3.950	7.925 (11.00)	38.75	0.854	7.071	6.390
2-2		30.5	29	4.439 (6.20)	5.47	0.131	4.308	4.100	7.925 (11.00)	38.07	0.915	7.010	6.520
No. 3-1	50	49.6	28	5.650 (7.75)	6.66	0.259	5.391	5.050	9.500 (13.25)	31.15	1.218	8.282	7.950
3-2		51.5	28	5.475 (7.50)	6.57	0.260	5.215	5.100	8.940 (12.45)	27.26	1.080	7.860	8.050
No. 4-1	80	71.9	31	6.875 (9.50)	8.69	0.491	6.384	6.220	10.620 (14.85)	21.43	1.210	9.410	9.130
4-2		74.0	31	6.840 (9.75)	8.47	0.493	6.370	6.300	10.375 (14.50)	21.44	1.245	9.130	9.190
No. 5-1	100	102.5	30	8.800 (12.25)	12.21	0.983	7.817	7.610	10.900 (15.25)	18.92	1.522	9.378	9.050
5-2		105.5	31	8.625 (12.00)	11.41	0.945	7.680	7.700	10.550 (14.75)	17.00	1.407	9.143	8.950
No. 6-1	120	122.6	32	10.025 (14.00)	14.46	1.393	8.632	7.710	11.600 (16.25)	20.12	1.938	9.662	8.000
6-2		126.2	26	9.325 (13.00)	14.44	1.431	7.894	7.600	9.850 (13.75)	17.09	1.694	8.106	7.800
予備 1	40	31.3	29	実験前にひびわれ発生					9.185 (12.80)	44.10	(1.385)†	(7.800)†	7.360†
” 2		37.1	28	4.250 (5.75)	4.99	0.145	4.105	4.400	8.625 (12.00)	34.28	0.999	7.626	7.040
” 3		100	実測せず	28	実験前にひびわれ発生					10.655 (14.90)	17.30	(1.358)†	(9.297)†

* () 内数値は実測荷重(単位 t) † いずれも軸力は公称値を用いて計算した。

保持したまま塑性ひずみが 0.25% まで続く完全弾塑性 (ただし、ヤング係数は 400 000 kg/cm²), 引張応力ひずみ曲線を曲げ引張強度 60 kg/cm² まで完全弾性 (ただし、ヤング係数は 400 000 kg/cm²) とし、平面保持を仮定して計算したものである^{1),3)}。なお、計算式の詳細は省略する。

図-4 は Interaction Curve 上に実測結果をプロットして比較したものである。曲げひびわれ耐力について

図-4 Interaction Curve との比較



は実測値と計算値とがきわめて良い一致を示した。破壊耐力については実際のくい供試体が公称寸法よりも多少肉厚が大きく作られている関係で、軸力の小さい部分では実測値が計算値をやや上まわっている。しかし、全体としてはきわめて良い一致を示したといえる。なお、ひびわれおよび破壊モーメントの最大となる軸圧力 100 t 付近では、その前後の軸圧力の場合にはモーメントが減少する状況が実験結果においても明らかであり、したがって、計算による I.C. はひびわれおよび破壊耐力をそのまま表わすものと見なして、くいの終局耐力設計の基

図-6 中央断面曲げ剛性変化実測結果の一例

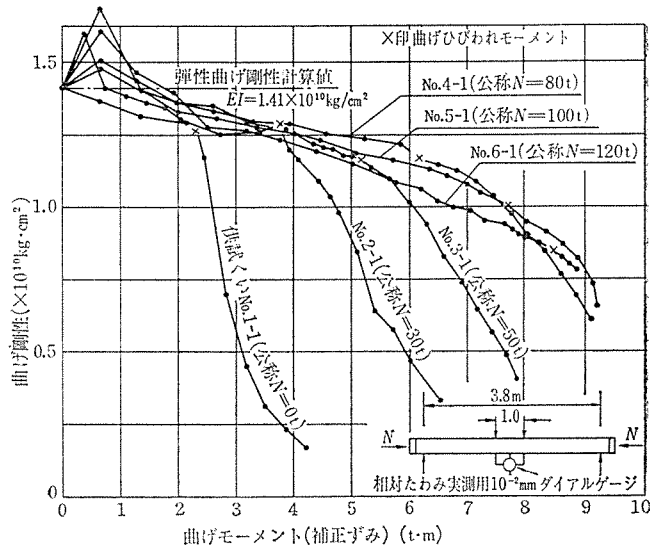
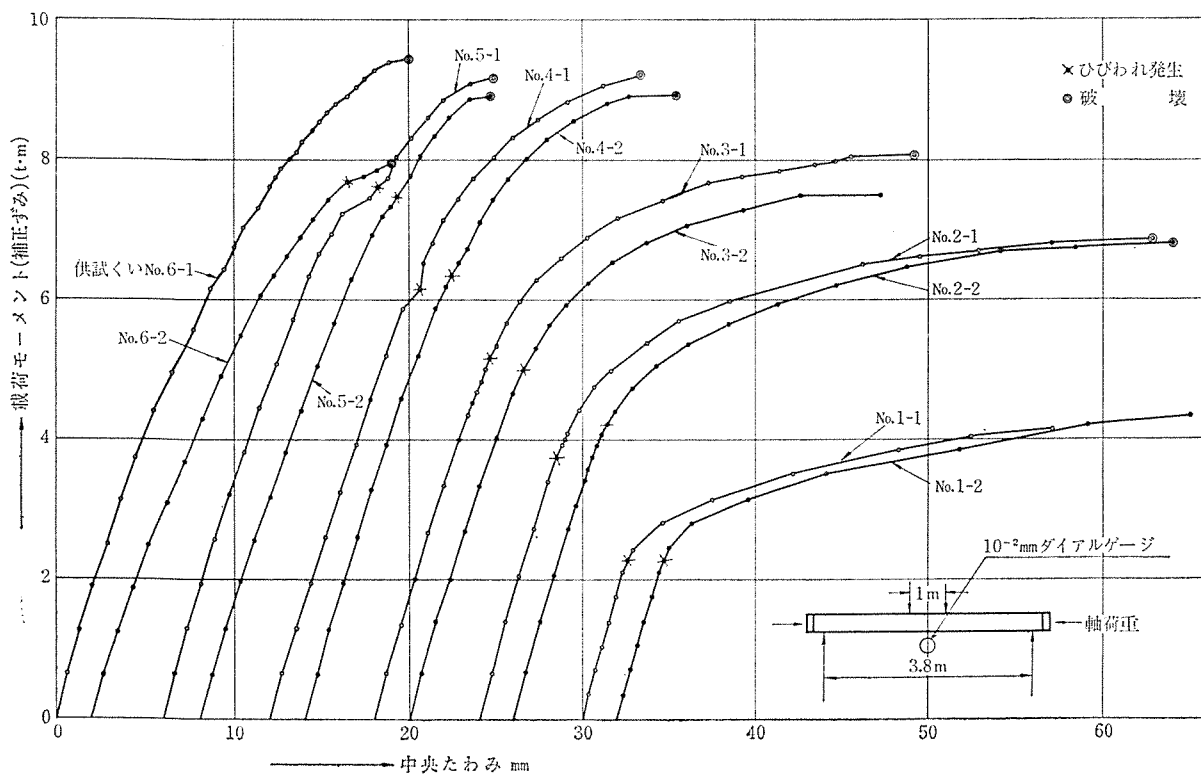


図-5 中央たわみ曲線



本数値に使用してよいと結論される。

なお、図-4には供試ぐいの実測肉厚 70 mm とした場合の I.C. も参考のために示してある。

8. 中央たわみ実測結果および曲げ剛性

参考のために各供試ぐいの中央たわみ曲線を図-5にまとめて示す。また、中央曲げスパン相対たわみ実測値から計算した曲げ剛性と載荷モーメント（補正後のモーメント使用）との関係の一例を図-6に示す。供試ぐい中央たわみは載荷軸力が大きくなるほどひびわれ耐力が大きくなるので弾性範囲が増加し、ひびわれ発生以後の弾塑性範囲が少なくなる。その結果、破壊時最終たわみは載荷軸力が大きいほど小さくなる。このことは曲げ剛性計算結果から明らかである。

9. 結 論

本実験の結果から軸力と曲げを同時に受ける P C くい断面のひびわれおよび破壊耐力は、理論計算 Interaction Curve とよく一致し、かつ、軸力が大きくなるにつれて曲げモーメント載荷能力が増大し、軸力がある限界に至ってピークとなって以後は逆に減少するという Interaction Curve の特性は正しいことを実証し得た。

なお、本実験で採用した軸力載荷方法はくいに限らず他の P C または P C 部材の実験においても適用し得るのであり、かつ著るしく大きい軸力範囲まで正確、かつ安全に実験を遂行できる点で興味深い方法と考える。

（謝辞） 本研究は当協会 P C 技術委員会内に設けられた軸圧力と曲げ耐力実験小委員会の協力を得て行なったものである。委員各位の御協力に深甚なる謝意を表す。また、供試体製作および実験に御協力を賜った関西コンクリート（株）に厚く謝意を表す。

参 考 文 献

- 1) 日本材料学会編：P C ぐいの使用。
- 2) 楨田：P C ぐいの破損荷重の計算，プレストレスト コンクリート，Vol. 8, No. 3, pp. 20~29, April 1966.
- 3) 六車：P C くい断面の力学的諸性質について，材料，Vol. 16, No. 167, pp. 596~604, Aug. 1967.
- 4) 坪井・末永・重信：基礎ぐいの径，長さ比に関する基礎的研究（その 1-2），日本建築学会論文報告集第 142 号，pp. 31~36, 昭 42.12.
- 5) G. Kani：Spannbeton in Entwurf und Ausführung, Verlag Konrad Wittwer, 1955.
- 6) C.B. Wilby：Prestressed Concrete Beams, Design and Logical Analysis, Elsevier Publishing Co., Ltd., 1969.

1971.9.17・受付



本 社	東京都中央区銀座 6-2-10	TEL (571)	8655~7
東京営業所	東京都中央区銀座 5-1-15	TEL (573)	0431~3
名古屋営業所	名古屋市中区矢場町 2 丁目 42 番地	TEL (262)	5 6 7 8
大阪営業所	大阪市北区芝田町 97 番地	TEL (372)	4 9 4 5
建 築	東京都中央区銀座 5-1-15	TEL (573)	0 4 3 4
大 月 工 場	山梨県大月市大月町駒橋 1278 番地	TEL 大月 (2)	1111~4
豊 橋 工 場	愛知県宝飯郡小坂井町小坂井	TEL 小坂井 (2)	2 1 2 1
神 戸 工 場	神戸市垂水区神出町字南菊屋谷	TEL 神出	2 2 0

プレストレスト

コンクリート

建設工事 — 設計施工

製 品 — 製造販売



建設省 西湘バイパス道路



日本鋼弦コンクリート株式会社

取締役社長 仙波 隆

本 社 東京都新宿区西新宿1丁目21番1号 電話 (343) 5281 (代表)

営業所 東京 Tel 03(343)5271 工場 多摩工場 Tel 0423(64)2681~3

大阪 Tel 06(371)7804~5 滋賀工場 Tel 07487(2)1212

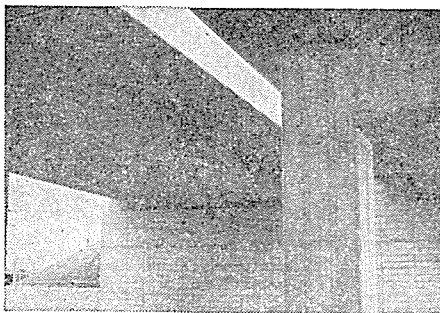
中部 Tel 07487(2)1212 相模原工場 Tel 0427(78)1351

仙台 Tel 0222(23)3842



最高の技術を誇る

鋼弦コンクリート用



是政第1橋

PC

ワイヤ
インデントワイヤ
ストランド
2本ヨリ，7本ヨリ

日本工業規格表示工場 B.B.R.V.工法用鋼線認定工場 P.C.I. (アメリカPC協会) 会員

興國鋼線索株式会社

本 社 東京都中央区宝町2丁目3番地 電話 東京 (561) 代表 2171

工 場 東京・大阪・新潟