

軽量コンクリートを使用したPC部材のねじり実験

泉 満 明*

まえがき

コンクリート構造物に軽量コンクリートを使用することによる重量低減は、支間の長大化、耐震性、さらに、立地条件によっては、工費の面での有利性等が認められてきている。一方、軽量コンクリートに関する研究は、材料そのものについてのほかに、部材の曲げあるいはせん断による挙動については相当数行われてきているが、ねじりに関する研究は数少なく、軽量コンクリートを使用したPC部材のねじり挙動の研究はあまり見当たらない。したがって、本実験は、以上の状況を考え、軽量コンクリート部材のねじり挙動に関する基本的な資料を得る目的で行ったものである。

なお、この実験の一部は、土木学会第28回年次学術講演会で発表している。

1. 実験の概要

実際の構造部材は、純ねじりに近い状態の応力を受けることは非常にまれであろう。しかしながら、プレストレス、補強鉄筋の有無等による基本的な軽量PC部材の挙動の差異を知るために、一様プレストレスを与えた部材と同一の形状寸法および同一配筋を行った軽量RC部材を供試体とし、純ねじりに近い状態の載荷を行った。

表-1 供試体一覧

記号	帯鉄筋比 (p_v) (%)	プレストレス ($p_l=12$) (kg/cm ²)	本数	コンクリート強度 (kg/cm ²)		鉄筋	
				圧縮	引張	鉄筋径	強度 (kg/cm ²)
CL-40-0	0	0	2	406	24	—	$\phi 6$
RL-40-2.1	0.21	0	1	401	23.4	$\phi 6$	$\sigma_{sy}=3700$
RL-40-5	0.5	0	1	414	21.5	$\phi 9$	$\sigma_{st}=5200$
RL-40-10	1.0	0	1	397	24.5	$\phi 13$	$\phi 9$
RL-40-20	2.0	0	1	401	24.4	スターラップ 軸筋 $\phi 13$ 筋 $\phi 16$	$\sigma_{sy}=3470$ $\sigma_{st}=4740$
PL-40-0	0	50	1	413	22	—	$\phi 13$
PL-40-2.1	0.21	48.5	1	406	23.7	$\phi 6$	$\sigma_{sy}=3550$
PL-40-5	0.5	46.7	1	396	22.2	$\phi 9$	$\sigma_{st}=4730$
PL-40-10	1.0	43.8	1	402	25	$\phi 13$	$\phi 16$
PL-40-20	2.0	39.0	1	408	24.2	スターラップ 軸筋 $\phi 13$ 筋 $\phi 16$	$\sigma_{sy}=3520$ $\sigma_{st}=4960$
CL-28-0	0	0	1	285	17	—	
PL-28-0	0	50	1	279	17.6	—	

(1) 供試体

供試体は、無筋および帯鉄筋比 (p_v) が 0.21~2.0% のもので、軸方向鉄筋比と帯鉄筋比の比率 ($m = \frac{p_l \sigma_{syl}}{p_v \sigma_{sy}}$) は約 1.0 とした。プレストレス力は 80 t を与えたもの

表-2 使用コンクリートの示方配合
(強度 400 kg/cm² 用)

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スラ ンプ (cm)	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
15	8	42	43.2	169	410	462	607

(骨材:メサライト)

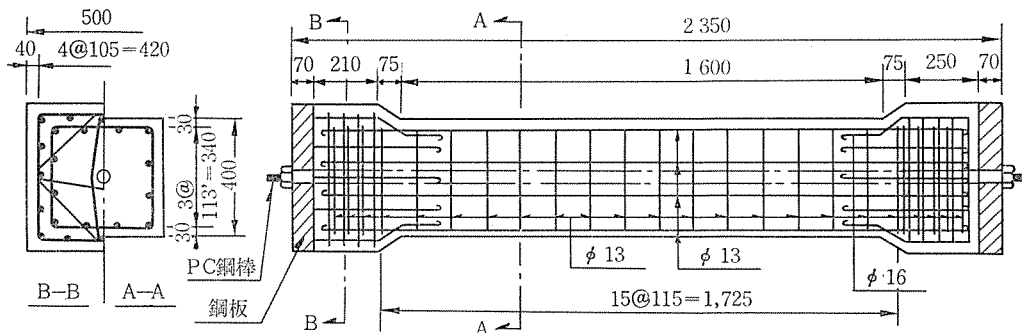


図-1 供試体 (PC)

* 首都高速道路公団神奈川建設局

(P C), 与えないもの (R C) があり, コンクリート強度は 400 kg/cm^2 , 280 kg/cm^2 の 2 種類とし, 表-1 に示すような組合せの計 13 体とした。

P C 供試体の代表的な形状寸法は 図-1 に示すものであり, R C 供試体では, 両端の支圧板および P C 鋼棒が除かれる。

コンクリートの示方配合 (400 kg/cm^2) の 1 例は 表-2 に示すものであり, 骨材は粗細骨材とも非造粒型膨脹頁岩, セメントは早強セメントを使用した。

鉄筋は SR 24, $\phi 6$, $\phi 9$, $\phi 13$ および $\phi 16$ で, 降伏点応力 $3470 \sim 3700 \text{ kg/cm}^2$, 引張強度 $4740 \sim 5200 \text{ kg/cm}^2$ のものを使用した。

プレストレス導入用の P C 鋼材は, $\phi 32$ (32.37 mm), 降伏点応力 117.6 kg/mm^2 , 引張強度 134.3 kg/mm^2 のものを使用した。

供試体は, 傾胴式 6 切ミキサで練ったコンクリートを打設し, 打設後, 約 4~5 時間放置した後, シートにくるんで湿布養生を 3 日間実施し, 材令 5 日で脱型し, 材令 10 日で塗膜を施した。

試験準備の前に乾燥収縮等によるクラックの有無の発見をかねて, サンドペーパーでコンクリートの表面をみがいた。

プレストレスの導入は, 荷重試験の直前に行い, グラウトの注入は行わなかった。

(2) 荷重および測定

純ねじりの荷重は, 写真-1 に示すような荷重装置を使用して行った。荷重は油圧ジャッキで行い, ロードセルにて荷重のチェックを行った。

計測は, ワイヤーストレインゲージ (WSG) によるコンクリートおよび鉄筋のひずみ, ダイアルゲージによる回転角およびコンタクトゲージによるひびわれ幅について行った。測定位置は 図-2 に示してある。

荷重荷重の段階は, 弾性範囲, ひびわれ発生荷重, 破壊荷重を重点として考慮し, $1.0 \text{ t} \sim 0.5 \text{ t}$ の間隔で決定

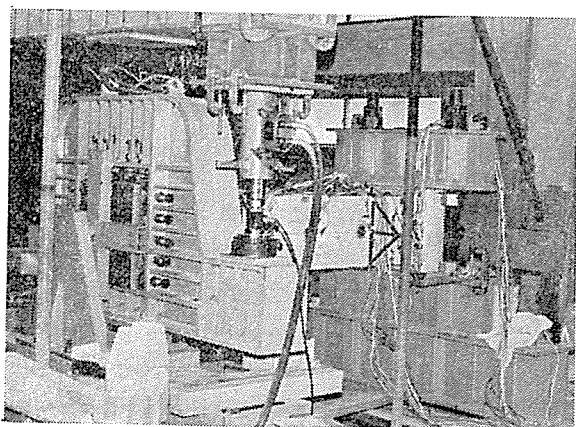


写真-1 ねじり荷重装置

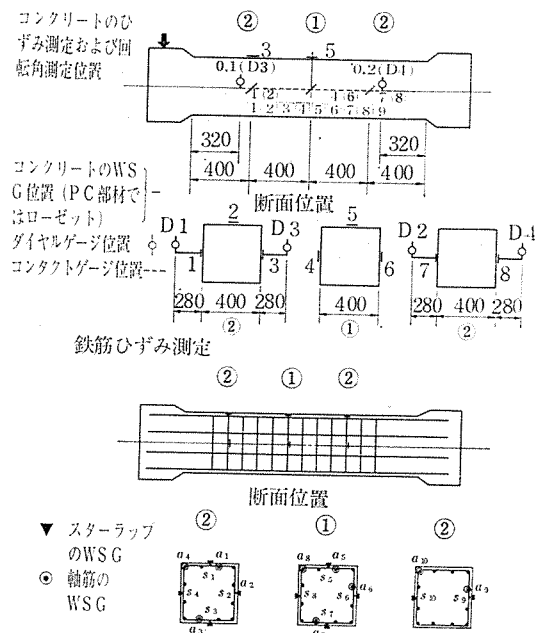


図-2 供試体の計測位置

した。なお, 荷重は, 弾性範囲で 1 回, 破壊までの荷重 1 回の 2 回繰返しの方法によった。

2. 実験の結果とその考察

ねじり荷重装置により純ねじりに近い状態での試験により, 以下に示す結果が得られ, これらの結果に多少の考察を加えた。

(1) 応力性状について

ひびわれ発生前

a) コンクリート応力 ひびわれ発生前のねじりモーメントによるコンクリート応力度は, 図-3 に示すように鉄筋量およびプレストレスの有無に関係なく, 鉄筋を無視したコンクリート断面について, 弾性理論による計算値とほぼ等しい。

b) 鉄筋応力 図-4 に示すように, ひびわれ発生前における鉄筋の応力は非常に小さい。しかしながら,

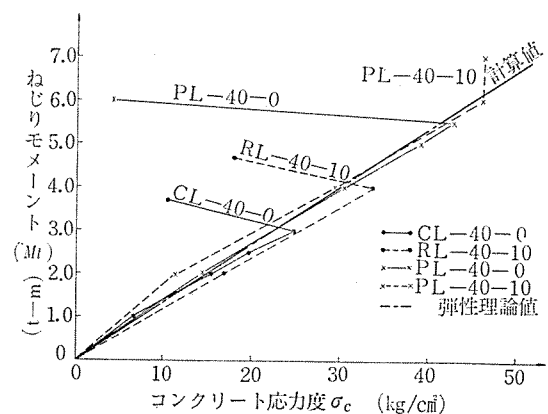


図-3 ねじりモーメントとコンクリート応力度

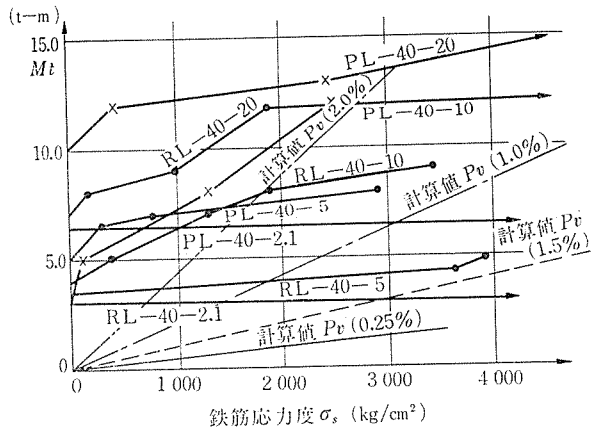


図-4 ねじりモーメントと鉄筋応力度

ひびわれ発生後、鉄筋（軸方向鉄筋、帯鉄筋）応力度は急激に増大している。ひびわれ発生後の鉄筋応力度の増加のねじりモーメントに対する割合は、鉄筋量の多いものほど少ない。計算値としては、Cowan が提案した鉄筋によるねじり抵抗モーメントの式 (1)

$$\sigma_s = \frac{M_t s}{1.6 A' a_v} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 σ_s ；鉄筋応力度、 M_t ；ねじりモーメント、 s ；帯鉄筋間隔、 a_v ；帯鉄筋の1本断面積、 A' ；ねじり有効断面積、 $(a')^2$ 、 a' ；帯鉄筋の一辺の長さ

によった。

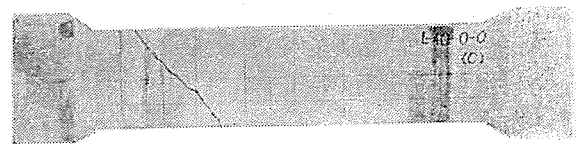
ひびわれ発生前の応力は非常に小さいが、ひびわれが発生すると式 (1) による鉄筋応力計算値に急速に近づく。しかしながら、プレストレスを与えた供試体についてはこの傾向は少ない。

p_v が 0.21% のものについては、 p_v が 0.5~2.0% のものと異なり、ひびわれ発生と同時に鉄筋が降伏していることが 図-4 より明らかである。

(2) ひびわれ性状

ひびわれはねじりモーメントの増大とともに、まず供試体中央部の面の中央に発生し、荷重の増加とともに辺に向かって延びると同時に、その本数も増加して行く。その終局状態は 写真-2~4 に示すものとなる。鉄筋の配置がなされていないものは、ひびわれは1本でこれが発生と同時に供試体は破壊した(写真-2 参照)。鉄筋の配置されたものについては、配筋量の多いものほどひびわれの分散が良好に行われている(写真-3, 4 参照)。プレストレスの有無によるひびわれの分散は差異がみられなかった。

a) ひびわれ発生モーメント 鉄筋が配置された PC 部材が純ねじりモーメントを受ける場合のひびわれ発生モーメント (M_c) を、無筋コンクリートのひびわれ

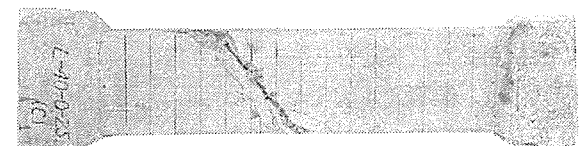


無筋コンクリート

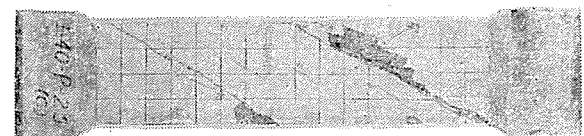


プレストレストコンクリート

写真-2



鉄筋コンクリート ($P_v=0.21$)

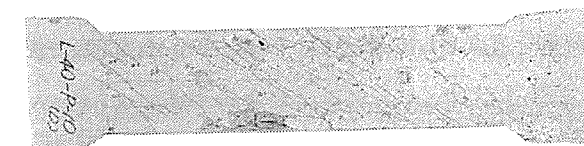


プレストレストコンクリート

写真-3



鉄筋コンクリート ($P_v=1.0$)



プレストレストコンクリート

写真-4

れ発生モーメント (M_{tc}) にプレストレスによる影響 (γ) を乗じたものと、鉄筋により抵抗されるねじりモーメント (M_{ts}) の和と考えることができる。したがって、

$$M_c = M_{tc} \cdot \gamma + M_{ts} \dots\dots\dots (2)$$

となる。

式 (2) において、 M_{tc} をコンクリートが一様な均質の弾性体とした場合のねじりモーメント

$$M_{tc} = K_t \sigma_{ct} \dots\dots\dots (3)$$

とする。次に、 γ を最大主応力度説によって誘導した

$$\gamma = \sqrt{1 + \frac{\sigma_p}{\sigma_{ct}}} \dots\dots\dots (4)$$

上式とする。鉄筋による抵抗ねじりモーメント (M_{ts}) をひずみエネルギーに基づいて誘導された Cowan, H.J. の式 (5)

$$M_{ts} = \frac{\lambda A' a_v \sigma_s}{s} \dots\dots\dots (5)$$

で与えられるものとする。したがって、式 (2) は

$$M_c = K_t \sigma_{ct} \sqrt{1 + \frac{\sigma_p}{\sigma_{ct}}} + \frac{\lambda A' a_v \sigma_s}{s} \dots\dots\dots (6)$$

ここで、 K_t ; ねじり定数, σ_{ct} ; コンクリートの引張強度, σ_p ; 有効プレストレス応力度, λ ; Cowan の定数

となる。式 (6) を本実験の正方形断面に於いての式に変形し、整理すると

$$M_c = \left[0.208 a^3 \sqrt{1 + \frac{17 \sigma_p}{\sigma_{cu}}} + 4.8 a^2 a' p_v \right] \sigma_{ct} \dots\dots\dots (7)$$

ここで、 σ_{cu} ; コンクリートの圧縮強度, p_v ; $\frac{4 a_v a'}{A s}$; n ; $E_s/E_c=12$, k_1 ; $\sigma_{cu}/\sigma_{ct}=17$, $A=a^2$, a ; 正方形断面の一辺の長さ

となる。

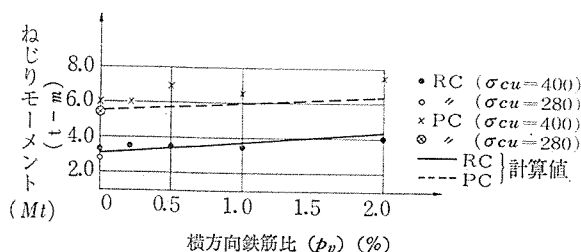


図-5 ひびわれ発生モーメント p_v との関係

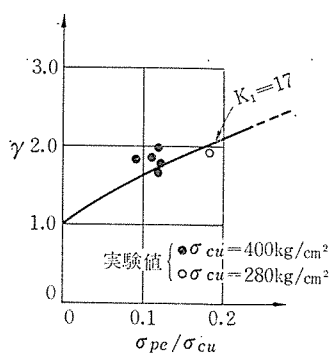


図-6 γ と実験値の比較

材料試験の結果より、 $K_t=17$ を式 (7) 中に採用したが、 γ と σ_p/σ_{cu} および実験値との関係について比較したものが図-6 である。この場合に式 (2) の M_{tc} は無筋の供試体の実験値を用い、鉄筋の影響は

無視して計算した結果を示したものである。

b) ひびわれ発生角度 純ねじりを受けた場合のコンクリート部材のひびわれの発生は、実験の観測より、まず辺の midpoint 付近に生じ、これがそれぞれの辺の方向へ伸展して行くもので、通常その角度変化はほとんどないものと考えられる。このことは、RC, PC 部材ともいへ、終局時のひびわれ発生を示した写真-3, 4 によっても明らかである。

ひびわれ角度の推定は、無筋、鉄筋あるいはプレストレスト コンクリート部材についても、ひびわれ発生前の応力度がその主要要素であるので、弾性理論が適用可能と思われる。

弾性理論によると、平面応力状態における任意の点の主応力の方向 θ_n は

無筋、鉄筋コンクリート部材で、純ねじりを受ける場合は、

$$\theta_n = \frac{\pi}{4} \text{ or } \frac{3\pi}{4} \dots\dots\dots (8)$$

となる。

PC 部材の場合で、一方向 (x 軸) のみのプレストレスを与えたものでは、

$$\tan 2\theta_n = \frac{2\tau_t}{\sigma_x} \dots\dots\dots (9)$$

となる。式 (9) を用いて PC 供試体のひびわれの供試体軸となす角 θ_n を求める場合には、 τ_t をひびわれ発生直前のねじりせん断応力度、 σ_x を有効プレストレス応

表-3 ひびわれ発生角度 (θ_n)

供試体	計算値	実測値
CL-40-0	45° 00'	43°00'~50°00'
RL-40-20		
PL-40-0	26° 20'	22° 30'
PL-40-2.1	29° 10'	27°00'~32°00'
PL-40-5	30° 50'	30°30'~35°30'
PL-40-10	31° 15'	31°00'~36°00'
PL-40-20	34° 30'	33°30'~35°30'

度として求めることができる。式 (8), (9) による θ_n の値と実験値の比較が表-3 に示してある。この表より、式 (8), (9) はコンクリート部材について

でも十分に適用可能であることは明らかである。

この実験においては、軸方向鉄筋と帯鉄筋量の比率 (m) は 1.0 としているので、ひびわれ角度 θ_n には鉄筋の影響が表われていないものと思われるが、 m が 1.0 より大幅にずれる場合には、この影響も考慮しなければならないものと思われる。

なお、写真-4 の RC, PC 部材の終局時の複雑なひびわれ形状は、破壊時の 2 次的な影響によるものと、軸方向鉄筋の Dowel Action によるひびわれと思われる。

c) ひびわれ幅 ねじりを受ける部材のひびわれ幅、その間隔、鉄筋応力度との関係を示す算定式は現在のところ提案されていない。ここでは、曲げを受ける部材に関する研究より導かれた式の中で、ひびわれ幅に関する Gergley-Lutz の式

$$w_b = 0.091 \sqrt[3]{t_b A'' \sigma_s} \times 10^{-6} (\text{in}) \dots \dots \dots (10)$$

ここで、 w_b ：部材下面のひびわれ幅、 t_b ：最下段の鉄筋中心より表面までの距離、 A'' ： A_t/n 、 A_t ：コンクリートの引張断面積、 n ：鉄筋本数、 σ_s ：鉄筋応力度 (psi)

を適用してその傾向を調べる。図-7 に式 (10) による計算値と実験値が示されている。RC 供試体についてはその傾向が大体つかめる程度であるが、PC 供試体については、その傾向も推定できない。

ひびわれ間隔については、既往の研究による式はいずれも一致が悪い。

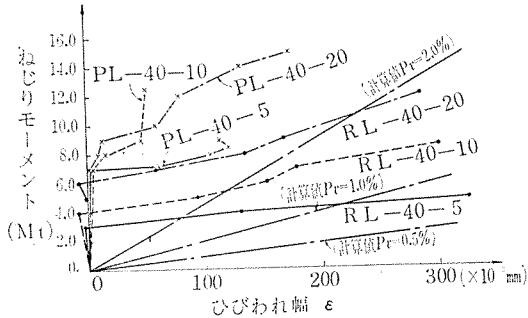


図-7 ねじりモーメントとひびわれ幅

(3) ねじり剛性

ひびわれ発生前におけるねじり剛性 (J_c) は、プレストレスの有無、補強鉄筋量の大小にほとんど影響を受けず、コンクリートの材質のみに支配されるものと考えてよい。図-8 には、コンクリートを完全弾性体と仮定し、コンクリート断面のみにより算定した値を実験値と比較してある。図よりひびわれ発生前においては、弾性

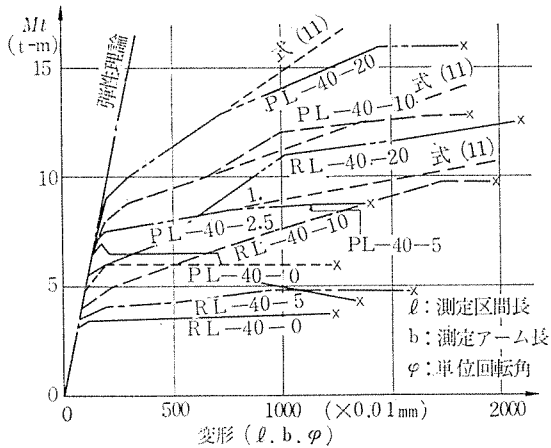


図-8 ねじりモーメントと変形

理論によりねじり剛性が推定できる。

ひびわれ発生後のねじり剛性は、既往の実験的研究によって全補強鉄筋比 (p_t) の関数として示されるとしたものもある。図-8 のひびわれ発生後の M_t と変形の間隔を検討すると、プレストレスの有無に関係なく同一の補強鉄筋が配置された供試体の変形は、破壊強度の 80% 程度まではほぼ同一の M_t ~ 変形 の関係にあるものと推定できる。そこで、ここでは、ひびわれ発生後のねじり剛性を、帯鉄筋比 (p_v) と a'/a の関数とした次式で近似的に示されるものとした。

$$J_{cr} = 0.094 p_v \left(\frac{a'}{a} \right)^2 J_c \dots \dots \dots (11)$$

ここで、 J_{cr} ：ひびわれ発生後のねじり剛性、 p_v ：%による表示

図-8 に式 (11) と実験結果が示されている。図によると、この実験の範囲では式 (11) により一応の推定が可能であると思われる。なお、この式で $(a'/a)^2$ は鉄筋の断面的にみた配置に関する係数である。

(4) 破壊性状

無筋コンクリート供試体の破壊は、ひびわれ発生と同時に発生した。プレストレスを導入したものの破壊は爆発的な様相を示した。帯鉄筋比 (p_v) が 0.21% 程度の配筋になると、PC 供試体の急激な破壊の性状は緩和される。

鉄筋量の増大とともに、ひびわれ発生後も荷重が増大し、ねばりのある破壊性状を示すようになる。

破壊強度は 図-9 に示すように、補強鉄筋量の増加とともに増大する。さらに PC 供試体においては、鉄筋による補強とプレストレスによる補強の和が供試体の終局強度を示しているように推定される。すなわち、無筋 ($p_v=0$) 供試体の PC と RC の強度差は、他の同一鉄筋量の供試体間の強度差とほぼ同一であることが、実験の結果 図-9 に示すようになっている。

上記のことを検討するために、図-10 に示す破壊面と以下に示す仮定を行って、終局強度式を導き、実験結

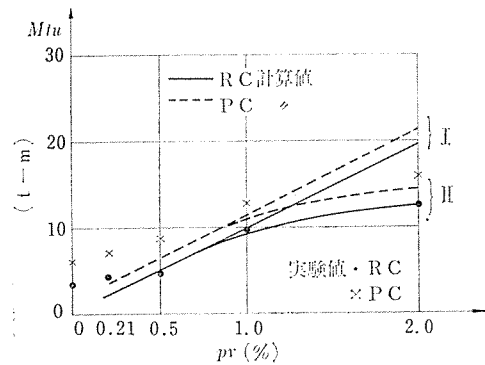


図-9 終局強度式と実験値

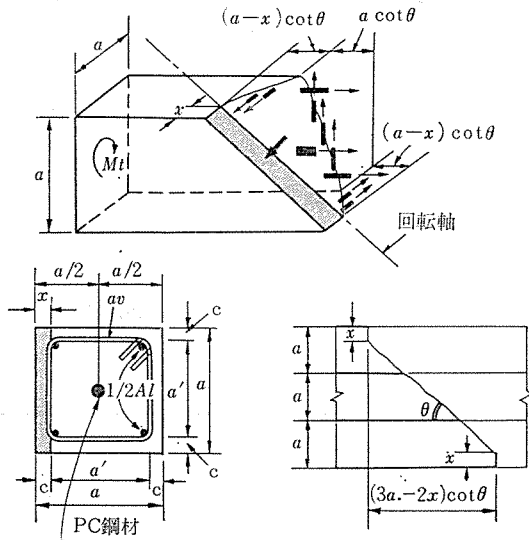
果との比較を行った。

終局強度式を導くに際して行った主な仮定は次のとおりである。

- すなわち、
- 1) ひびわれ面を横切っている鉄筋はすべて降伏点に達している。
 - 2) 鉄筋は引張力を受けており、作用しているせん断力は無視する。

3) コンクリートの圧縮部の高さ (x) は部材高に比して小さく、鉄筋のかぶりにほぼ等しい。

以上のような仮定を設けると、断面力と外力のつり合い式は簡単となり、終局ねじりモーメント (M_{tu}) は、以下のように導くことができる。



図—10 純ねじりモーメントを受けた場合の仮定破壊面

すなわち、
帯鉄筋 (スターラップ) による抵抗ねじりモーメント (M_{tus}) は

$$M_{tus} = \frac{a_v \sigma_{sy} a' \cot \theta}{s} (2a - 2x - 2c) \dots (12)$$

ここで、 a_v ; 帯鉄筋 1本の断面積、 σ_{sy} ; 帯鉄筋の降伏点応力度、 a' ; 帯鉄筋の一辺の長さ、 a ; 正方形断面の一辺の長さ、 c ; 部材表面から帯鉄筋の中心までの距離、 s ; 帯鉄筋の部材軸方向の間隔

となる。ここで、 $x=c$ とすると式 (12) は

$$M_{tus} = \frac{2 a_v \sigma_{sy} (a')^2 \cot \theta}{s} \dots (13)$$

表—4 実験値と終局ねじり強度式の比較

供試体	$p_v(\%)$	実験値 A(t-m)	計算値 (I) B(t-m)	計算値 (II) C(t-m)	A/B	A/C	備 考
RL-40-2.1	0.21	4.4	2.15	2.15	2.04*	— *	計算値(II)において、鉄筋応力度の低減率は $p_v=2.0\%$ 65% $p_v=1.0\%$ 95%
RL-40-5	0.5	4.8	4.80	4.80	1.00	1.00	
RL-40-10	1.0	9.7	9.80	9.30	0.99	1.04	
RL-40-20	2.0	12.6	19.51	12.69	0.65	0.99	
PL-40-2.1	0.21	7.0	3.34	3.34	2.10*	— *	としている。 *印は平均値の算定より除外
PL-40-5	0.5	8.8	6.23	6.23	1.41	1.41	
PL-40-10	1.0	12.8	11.22	10.78	1.14	1.19	
PL-40-20	2.0	16.0	21.13	14.21	0.76	1.12	
平均					0.99	1.13	

となる。

帯鉄筋の引張力によって発生する曲げモーメント (M_b) は、軸方向鉄筋とPC鋼材による内部曲げモーメント (M_b') とつり合うものとする、

$$\cot^2 \theta = \frac{A_l \sigma_{syl}}{a_v \sigma_{sy}} \cdot \frac{\left[(a-c)(1+k') - \frac{1}{2}(c+\phi_l) \right] S}{2(a')^2} \dots (14)$$

ここで、 A_l ; 軸方向鉄筋全断面積、 σ_{syl} ; 軸方向鉄筋の降伏点応力度、 ϕ_l ; 軸方向鉄筋径、 k' ; $A_{ps}\sigma_{sp}/A_l\sigma_{syl}$, A_{ps} ; PC鋼材断面積、 σ_{sp} ; ($\sigma_{sby}-\sigma_{spa}$) σ_{sby} ; PC鋼材の降伏点応力度、 σ_{spa} ; PC鋼材の使用応力度

となり、 $\cot \theta$ の関係式が求まる。

式 (14) を式 (13) に代入し整理すると、

$$M_{tu} = K A a' \sqrt{p_l \sigma_{sy} \cdot p_v \sigma_{sy}} \left\{ \frac{(a-c)(1+k') - \frac{1}{2}(c+\phi_l)}{2a'} \right\} \dots (15)$$

ここで、 $p_l = A_l/A$, $p_v = 4 a_v a' / AS$, $A = a^2$ となる。

式 (15) に供試体の形状寸法および材料強度値を入れて表わしたのが 図—9 に示す (I) の線である。(II) の線は実験の結果より破壊時の鋼材応力度を検討し、鋼材応力度を低減してその値を式 (15) に代入して求めた線である。

図—9 に示した、I, II の線および実験値の比較より式 (15) は式の誘導の仮定どおりでは実験値と相当の差異がある。したがって、特に鉄筋応力度を実験値のものと適合させると表—4 に示すように鉄筋量の多い所で相当によい一致を示す。式 (15) は実験結果にも表われているRCとPC補強の累加性を一応は説明しているものである。さらに、 p_v の小さい場合 ($p_v=0.21\%$) には式 (15) による計算値が実験値より相当に小さい値を示

報 告

している。この点については、鉄筋によるねじり補強についてはある程度以上の配筋、すなわち、無筋コンクリートの強度以上のものを配置しなければならないことを示しており、本実験ではこの限界は不明確であるが、 $m \approx 1.0$ の場合には $p_v > 0.21$ であることは想定できる。

む す び

実験の結果と簡単な検討を加えて述べてきたことから、本実験の範囲内で、以下に示すような結論と今後に残された問題点が明らかとなった。

(1) ひびわれ発生前

1) ひびわれ発生前の供試体の挙動は、鉄筋の有無、プレストレスの有無に関係なく、近似的に弾性理論を適用して推定できる。

2) プレストレスの導入により、供試体のひびわれ荷重は増大し、その値は最大主応力度理論によりほぼ推定できる。

3) ひびわれ発生角度も弾性理論により推定可能である。

4) RC, PC 供試体のひびわれ発生モーメントは、式 (7) によりほぼ算定できるものと思われる。

(2) ひびわれ発生後

1) 図-4 より明らかのように、ひびわれ発生後、鉄筋応力度は急激に増大し、式 (1) の値に急速に近づく。

2) ひびわれ発生後のねじり剛性については、終局強度の 80% 程度のモーメントまでは、式 (10) によって

推定可能である。

(3) 終局ねじり強度

1) 無筋の PC 供試体の破壊は、爆発的である。しかしながら、 $p_v = 0.21\%$ 程度の補強でもこの性状は緩和できる。

2) 鉄筋で補強された PC 供試体の終局ねじり強度は、鉄筋による補強とプレストレスによる補強の和と考えられるが、式 (15) によりその定性的なものは示される。実測の鉄筋応力度を用いると、鉄筋量が多い場合終局ねじり強度の推定値と実験値が比較的良好に一致する。

結論としては以上のことがらが述べられるが、次に示す問題点が残っている。すなわち

① ねじりひびわれ幅間隔の算定式の研究

② ひびわれ発生後のねじり剛性の研究

③ ひずみの条件を加味した終局ねじり強度式の研究が主なものである。そのほかに、コンクリート強度、プレストレス量の大小、断面形状、寸法、使用鋼材の品質、形状、寸法、軸方向鉄筋量と帯鉄筋量の比、補強形式の変化、鉄筋の Dowel Action 等に関しては不明の点が多く今後の研究が必要と思われる。

この実験を行うに際し、東京都立大学 村田二郎教授 により指導を頂き、首都公団 津野和男次長、東京都立大学村田研究室の方々および住友建設(株) 研究所 山本氏のご援助とご協力を得たことに感謝いたします。

1974.6.25・受付

工 事 ニ ュ ー ス 提 供 の お 願 い

工事ニュースは、現在どこで、どんな PC 構造物が作られているかを知る上で非常に参考になり、また関心をもって読まれていることは会員諸兄の知るところですが、編集委員の守備範囲内だけではすべての工事を網羅することができません。

現場におられる会員諸兄から、是非現在このような工事がここまで進行している、または完成したといったニュースを、簡単な文章と、写真・図面等を添付されたうえで協会誌編集委員会へお寄せ下さいようお願い致します。特にむづかしい規定はありません。採用の分には薄謝を呈します。

送付先：東京都千代田区麹町 1 の 10 の 15 紀の国やビル

(社) プレストレスト コンクリート技術協会 会誌編集委員会 電話 03 (261) 9151

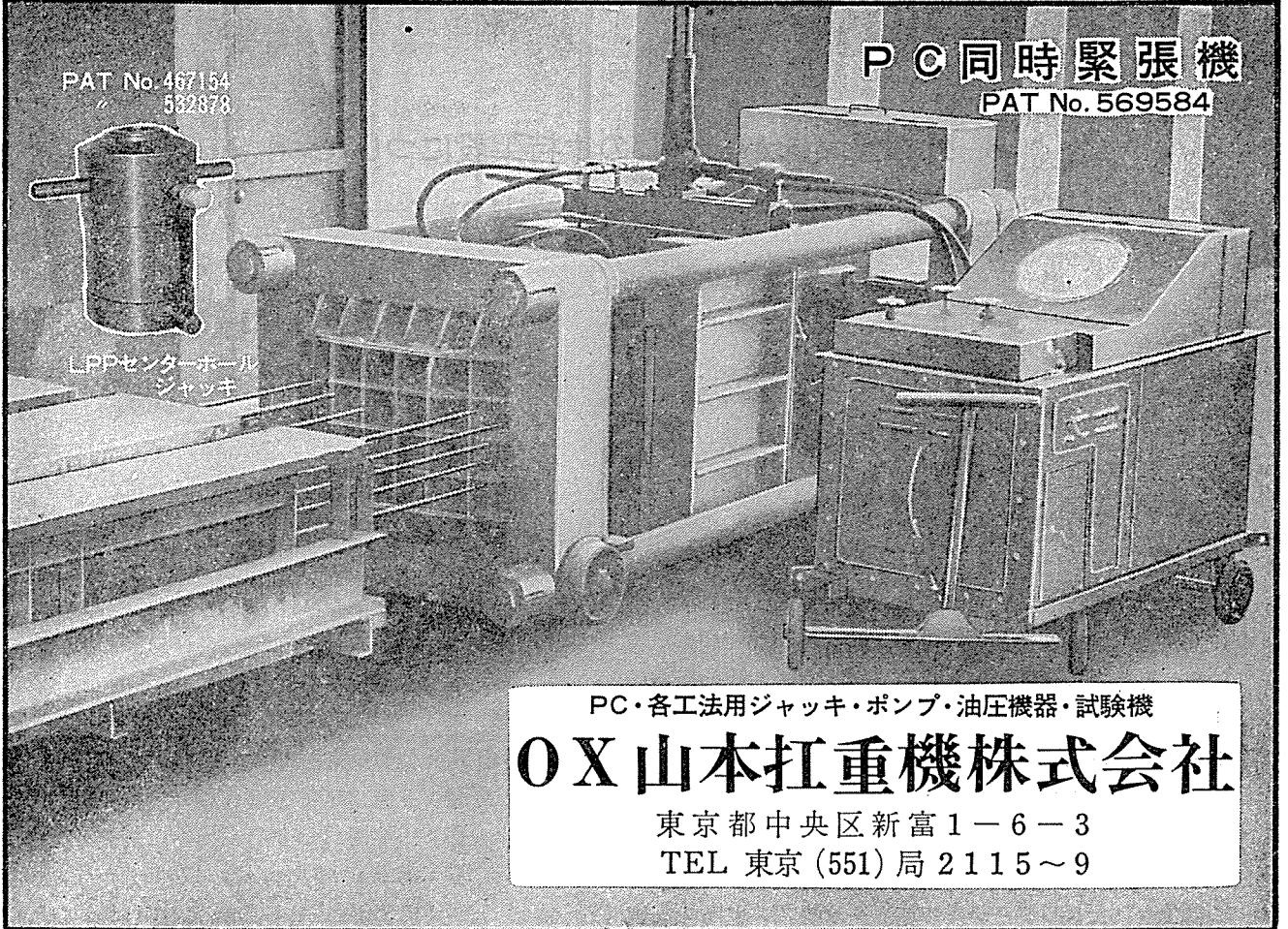
PAT No. 467154
532878



LPPセンターホール
ジャッキ

PC同時緊張機

PAT No. 569584



PC・各工法用ジャッキ・ポンプ・油圧機器・試験機

OX山本扛重機株式会社

東京都中央区新富1-6-3

TEL 東京(551)局 2115~9



PC長大橋梁に
豊富な経験

山陽新幹線

荻田川橋りょう



オリエンタルコンクリート株式会社

取締役社長 東 善郎

東京都千代田区五番町5番地 TEL (261)1471 (代)