

立命館大学理工学部 正 員 児島孝之 正 員 高木宣章

立命館大学大学院 学生員○采尾直久

1. はじめに

プレストレスト鉄筋コンクリート(P R C)部材の終局ねじり耐力は、導入プレストレス量の影響を受け、導入プレストレスの増加にともない、終局ねじり耐力は増加することが報告されている¹⁾。本研究では、スターラップ間隔を変化させたP R C部材の正負交番純ねじり載荷試験を、導入プレストレス量を要因として行い、終局ねじり耐力に及ぼすプレストレス量の影響、スターラップのせん断流の変化にともなう軸方向鋼材の応力配分状況などを、ねじり耐荷機構も含めて検討を行った。

2. 実験概要

表-1 実験計画

実験計画を表-1に、鋼材の機械的性質を表-2に示す。スターラップ間隔は5, 7.5, 10cmの3水準とし、導入プレストレス量は5, 20~25, 40~45kgf/cm²の3水準とした。P C鋼棒はφ13.0を4本配置した。供試体寸法は25×35×200cmである。ねじり載荷は、はりの両支点部に取り付けた偏心載荷用アームを直接載荷し、ねじり回転角による変位制御により行った。

3. 実験結果および考察

P R Cはりのひびわれ状況を図-1に示す。P R Cはりのねじりひびわれは導入プレストレス量の影響を受け、導入プレストレスの増加にともなってはり軸方向に対するひびわれ角度は小さくなった。

スターラップ間隔7.5cmと10cmのタイプB、タイプCはりでは、ほとんどのスターラップが最大ねじりモーメント時に降伏点ひずみに達していた。スターラップ間隔5cmのタイプAはりでは、タイプB、Cはりに比較して、最大ねじりモーメント時に降伏していないスターラップが若干多く観察された。

軸方向鋼材ひずみを図-2に示す。最大ねじりモーメント時のP C鋼棒ひずみは、導入プレストレス量の増加にともない、大きくなる。しかし、ねじりモーメントの増加にともないP C鋼棒ひずみは増加するものの、B-45-aはりを除き、最大ねじりモーメント時にP C鋼棒の降伏は確認されなかった。幾分の変動はあるものの、各々の導入プレストレス量で、スターラップ量が多いほど最大ねじりモーメント時のP C鋼棒ひずみが大きい傾向にあった。

終局ねじり耐力を表-3に、土木学会の終局ねじり耐力算定式によ

図-1 ひびわれ状況図

る理論値と実験値を図-3に示す。終局ねじり耐力は導入プレストレス量の増加にともなって大きくなった。

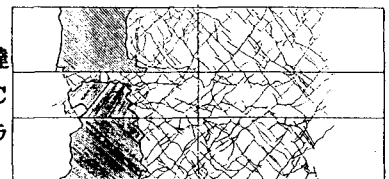
Takayuki Kojima, Nobuaki Takagi, Naohisa Uneo

供試体 タイプ	かぶり (cm)	軸方向鋼材 鉄筋	PC鋼棒	横方向鉄筋	鋼材比(%)			終局時のせん断流(kgf/cm)			σ _{pe} (kgf/cm ²)
					p _l	p _w	p _l /p _w	q _l	q _w	q _l /q _w	
A-a	1.0	—	4φ13	D10@50	0.61	1.76	0.34	479.6	559.1	0.86	5,25.45
B-a	1.0	—	4φ13	D10@75	0.61	1.17	0.52	479.6	372.7	1.29	5,25.45
C-a	1.0	—	4φ13	D10@100	0.61	0.88	0.69	479.6	279.5	1.72	5,25.45
C-b	0	—	4φ13	D10@100	0.61	0.95	0.64	481.6	269.6	1.79	5,25.45
C-c	1.0	—	4φ13	D10@100	0.61	0.88	0.69	483.1	265.3	1.82	5,20.40
ARC-a	1.0	4D22	—	D10@50	1.77	1.76	1.01	552.3	559.1	0.99	—
BRC-a	1.0	4D19	—	D10@75	1.31	1.17	1.12	366.7	372.7	0.98	—
CRC-a	1.0	4D16	—	D10@100	0.91	0.88	1.03	263.9	279.5	0.94	—
CRC-b	0	4D16	—	D10@100	0.91	0.95	0.96	255.0	269.6	0.95	—
CRC-c	1.0	4D16	—	D10@100	0.91	0.88	1.03	306.9	265.3	1.16	—

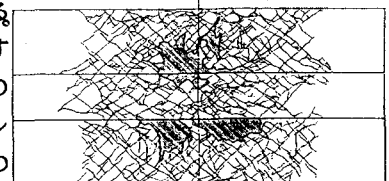
p_l=ΣA_{tl}/(b·d) p_w=A_{tw}·u/(b·d·s) u=2(b₀+d₀) s:横方向鉄筋の軸方向間隔(cm) b, d:25cm, 35cm
q_l=ΣA_{tl}·f_{ld}/u q_w=A_{tw}·f_{wd}/s q_l, q_w:軸方向鋼材とスターラップのせん断流
b₀, d₀:スターラップの短辺長さおよび長辺長さ σ_{pe}:有効プレストレス量(kgf/cm²)

表-2 鋼材の機械的性質

鋼材の 種類	規格	呼び名	降伏強度 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)
a	SD345	D10	3819	5717
b		D10	3780	5402
c		D10	3720	5533
a	SD345	D16	3588	5734
b		D16	3724	5750
c		D16	4172	6100
a	SD345	D19	3456	5345
a	SD345	D22	3852	5663
a	SBPR785/930	φ13.0	9759	10675
b		φ13.0	10524	11146
c		φ13.0	9065	9830



A-5-a



A-45-a

軸方向鋼材のせん断流とスターラップのせん断流をほぼ同じにしたタイプA(スターラップ間隔5cm)はりにおいても終局ねじり耐力は導入プレストレス量の影響を受け、プレストレス導入量の増加にともなう増大した。

ねじりひびわれ発生時と、終局時に形成されるコンクリートの圧縮ストラットの角度は一般に異なる。特にタイプA, Bはりでは、終局時の圧縮ストラットの角度は、ねじりひびわれの角度よりかなり大きくなる。そのため、鋼材が立体トラスの耐荷機構の中で効果的にねじりに抵抗しなくなり、実験値が土木学会による理論値よりかなり低下したものと考えられる。RCはりによる正負交番純ねじり載荷試験も同時に行った。タイプB, Cはりの終局ねじり耐力の実験値は、土木学会による理論値の80%~90%を示したが、タイプAはりでは土木学会による理論値よりもかなり低い値となった。

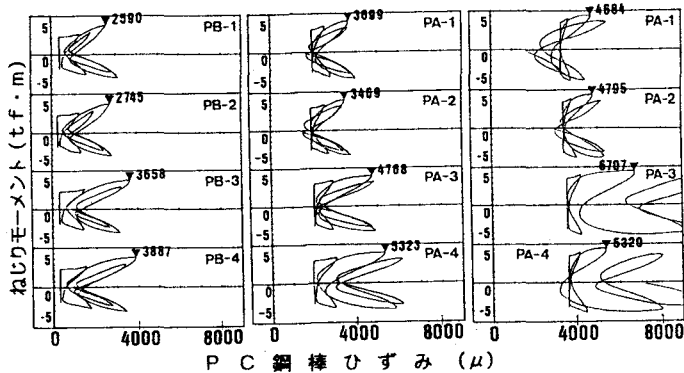
4. まとめ

プレストレスの導入により、P R Cはりの終局ねじり耐力は増加する。軸方向鋼材のせん断流とスターラップのせん断流がほぼ等しいP R Cはりにおいても、プレストレスは同じ効果を発揮する。

しかし、このよう

なP R Cはりでは、プレストレスを導入しても実験値は土木学会による理論値よりもかなり低い値になる。これは、終局時の圧縮ストラットの角度が、初期ねじりひびわれ角度に比較してかなり大きくなり、立体トラスの耐荷機構が効果的に機能していないためと考えられる。

参考文献 1)児島他, 大断面を有するP R C部材の終局純ねじり耐力に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, 第13巻第2号, pp.725-730, 1991



a) A-5-a b) A-25-a c) A-45-a
図-2 ねじりモーメントとP C鋼棒ひずみの関係(7000μ)

表-3 終局ねじり耐力

供試体	σ_{pe} (kgf/cm ²)	コンクリートの圧強度			γ	実験値	M _{LCU}	土木学会式 (tf・cm)
		f _c	f _t	f _b				
A-5-a	4.16	452	37.0	64.6	1.05	531 <1.00>	359	729 (0.73)
A-25-a	23.19	471	35.0	57.0	1.29	556 <1.05>	367	729 (0.76)
A-45-a	41.24	471	35.0	57.0	1.48	619 <1.17>	367	729 (0.85)
B-5-a	5.02	482	36.7	60.4	1.07	450 <1.00>	371	587 (0.77)
B-25-a	23.06	510	33.3	52.8	1.30	506 <1.12>	382	587 (0.86)
B-45-a	40.88	482	36.7	60.4	1.45	531 <1.18>	371	587 (0.91)
C-5-a	5.13	510	33.3	52.8	1.07	378 <1.00>	382	440 (0.86)
C-25-a	22.93	485	40.3	54.7	1.25	463 <1.22>	372	440 (1.05)
C-45-a	42.55	485	40.3	54.7	1.43	500 <1.32>	372	440 (1.14)
C-5-b	5.7	410	29.3	65.6	1.09	350 <1.00>	404	491 (0.71)
C-25-b	24.2	441	39.1	71.1	1.27	425 <1.21>	419	491 (0.86)
C-45-b	43.4	441	39.1	71.1	1.45	494 <1.41>	419	491 (1.00)
C-5-c	4.1	489	30.8	61.3	1.06	350 <1.00>	441	418 (0.48)
C-25-c	17.2	446	29.9	60.6	1.25	395 <1.13>	421	418 (0.95)
C-45-c	34.8	446	29.9	60.6	1.46	407 <1.16>	421	418 (0.97)
ARC-a	—	484	36.3	68.0	—	581	—	782 (0.74)
BRC-a	—	452	37.0	64.6	—	484	—	521 (0.93)
CRC-a	—	484	36.3	68.0	—	363	—	382 (0.95)
CRC-b	—	408	28.5	50.8	—	356	—	428 (0.83)
CRC-c	—	489	30.8	61.3	—	325	—	402 (0.91)

σ_{pe} : 有効プレストレス量(kgf/cm²) γ : プレストレス係数= $\sqrt{1+(\sigma_{pe}/f_t)}$
 f_c, f_t, f_b : 載荷試験時のコンクリートの圧縮、曲げ、引張強度(kgf/cm²)
 M_{LCU} : 斜め圧縮破断耐力= $K_1 \sqrt{f_c} \cdot K_2 b^2 \cdot d / (3.14 \cdot b/d)$
 $< >$: プレストレス5kgf/cm²の供試体に対する増加率
() : 安全率=実験値/理論値

図-3 終局ねじり耐力の実験値と理論値

