

立命館大学理工学部 正員 児島孝之 立命館大学理工学部 正員 高木宣章
立命館大学大学院 学生員○山岸健治 (株)日本構造橋梁研究所 山岸光信

1. はじめに

ねじりを受けるPRC部材の合理的設計法を確立するための基礎的資料を得ることを目的として、軸方向鋼材量、横方向鋼材量、導入プレストレス量、かぶりなどを要因とした純ねじり載荷実験を行ってきた。本研究では、それらの実験データをもとにPRCはりの純ねじり耐力に及ぼす要因分析を行った。

2. 実験概要

純ねじり載荷は、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。実験要因を表-1に示す。土木学会「コンクリート標準示方書」における終局ねじり耐力算定時のせん断流 q_l と q_w の比、軸方向鋼材比と横方向鋼材比の組み合わせ、導入プレストレス量、かぶりなどを要因とした。スターラップ

表-1 実験要因

供試体 断面	種類	鋼材比(%)			終局時のせん断流(kgf/cm)			かぶり (mm)	σ_{pe} (kgf/cm ²)
		p_l	p_w	p_l/p_w	q_l	q_w	q_l/q_w		
小 断 面	RCはり	1.41	1.31	0.96	252.0	269.6	0.93	0, 10, 15	—
		—	1.47	1.08	308.3	300.5	1.05		
	PRCはり	0.44	0.37	0.32	252.0	269.6	0.93	0, 10, 15	0 80
		0.74	1.89	1.11	595.5	416.1	2.85		
大 断 面	RCはり	0.91	0.88	0.96	255.0	265.3	0.94	0, 10, 20	—
		1.77	1.76	1.12	552.3	559.1	1.16		
	PRCはり	0.58	0.58	0.35	445.8	265.3	0.86	0, 10, 20	5 50
		0.61	1.76	0.69	481.6	559.1	1.79		

$p_l = \sum A_{t1} / (b \cdot d)$ $p_w = A_{tw} \cdot u / (b \cdot d \cdot s)$ s : 横方向鉄筋の間隔
 $q_w = \sum A_{t1} \cdot f_{ld} / u$ $q_w = A_{tw} \cdot f_{wd} / s$ $u = 2(b_o + d_o)$ σ_{pe} : 有効プレストレス量
 b_o, d_o : 横方向鉄筋の短辺の長さ、長辺の長さ

高強度鉄筋(KSS80)を用いた。小断面(15×24cm)と大断面(25×35cm)のRCはりとはりで検討を行った。

3. 実験結果および考察

終局ねじり耐力と有効プレストレス量の関係を図-1に示す。ねじりに対する補強量が同じはりの終局ねじり耐力は、有効プレストレス量に伴い増加する。横方向鋼材中心線で囲まれる面積をねじり有効断面積として計算した終局ねじり耐力と

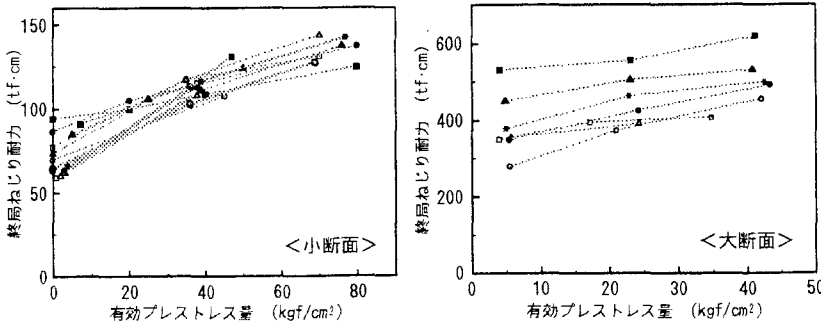


図-1 終局ねじり耐力と有効プレストレス量の関係

実験値の関係を図-2に示す。全体的に実験値は計算値より小さい。導入プレストレス量が少ないと、大断面においても実験値は計算値よりかなり小さくなる。この傾向は、小断面はりで鋼材量が多い場合に、より顕著になる。終局限界状態においてはプレストレスが消失するため、終局ねじり耐力はRCはりと同様に求めてよいことが、土木学会「コンクリート標準示方書(計算編)」に規定されている。しかし、図-2に示すように、導入プレストレス量が終局ねじり耐力に及ぼす影響が大きいので、PRC部材の設計にあたっては、その影響を考慮することが必要であると考えられる。

鋼材降伏時のねじり耐力は、ねじり有効断面積を横方向鋼材中心線で囲まれた面積とする場合が多いが、角部に配置された軸方向鋼材の中心線で囲まれた面積とする場合もある。図-3は、ねじり有効断面積を軸方向鋼材中心線で囲まれる面積として計算した終局ねじり耐力と実験値を比較したものである。計算値は実

Takayuki KOJIMA, Nobuaki TAKAGI, Kenji YAMAGISHI, Mitunobu YAMAGISHI

験値に近くなり、特に大断面においては計算値は実験値と良い対応を示す。ねじり有効断面積を横方向鋼材中心線で求めた計算値は、軸方向鋼材中心線で求めた計算値に比較して、小断面のはりで約30～50%、大断面のはりで約15～20%大きい値を示す。はり断面が小さいときには、終局ねじり耐力に及ばずねじり有効断面積の影響が極めて大きい。また、導入プレストレス量の少ないP R Cはりでは、同断面を有し、終局ねじり耐力の計算値がほぼ等しいR Cはりよりも終局ねじり耐力が小さくなることもあり、計算値が実験値よりかなり大きくなるので、ねじり耐力の算定には注意が必要である。

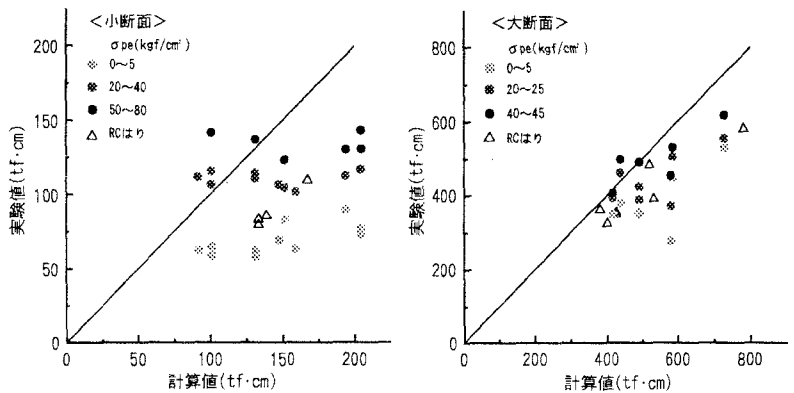


図-2 終局ねじり耐力(横方向鋼材中心線)

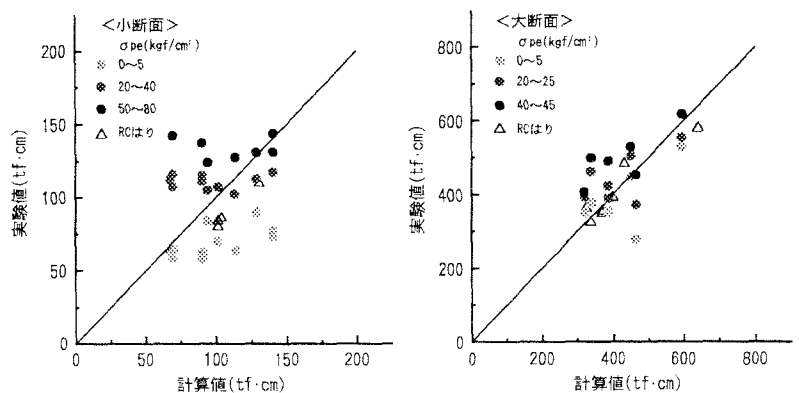


図-3 終局ねじり耐力(軸方向鋼材中心線)

終局時のせん断流の比(q_l/q_w)

と、実験値と計算値の比の関係を図-4に示す。土木学会式では、終局時のせん断流の比(q_l/q_w)を0.8～1.25に制限し、終局時には軸方向鋼材と横方向鋼材の両者が降伏すると仮定している。 q_l/q_w が1.25より大きい場合には、 q_l を q_w の1.25倍としているため、計算値は横方向鋼材量とねじり有効断面積から導かれることになる。通常、P R Cはりでは、P C鋼棒の降伏点が横方向鉄筋より大きいために、一般的な配筋においては q_l/q_w が非常に大きくなる。そこで、 q_l/q_w がほぼ1で、ねじり型配筋とするために q_w を大きくしたP R Cはりが、横方向鋼材に高強度鉄筋を用いたはり($q_l/q_w=0.93$)と横方向鋼材間隔を5cmと小さくしたはり($q_l/q_w=0.86$)である。ねじり型配筋としたP R Cはりの終局ねじり耐力時の実験値は、導入プレストレス量を多くし、ねじり有効断面積を軸方向鋼材中心で計算することにより、計算値とほぼ一致する。しかし、このようなP R Cはりの軸方向鋼材は終局時に降伏していない。また、横方向鋼材として用いた高強度鉄筋も降伏していない。更に、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と一致せず、立体トラスの耐荷機構が効果的に機能していないことが考えられる。

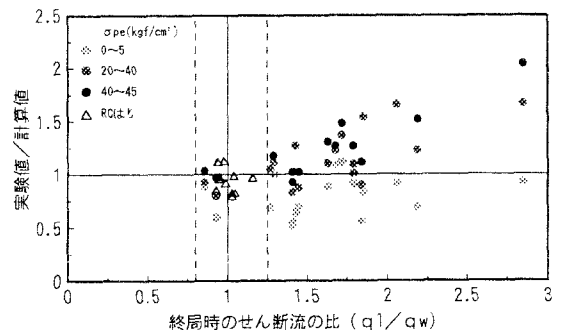


図-4 q_l/q_w と実験値/計算値の関係

P R C部材の終局ねじり耐力に関しては不明な点が多く今後のより一層の検討が望まれる。