

神戸大学工学部 正 藤井 学
大林組 (株) 正 黒坂敏正
住友建設 (株) 正 藤原保久

1. はじめに

本研究は、コンクリート部材に純ねじりが作用した場合の挙動と補強効果について、実験的に解明しようとしたもので、鉄筋量・プレストレス量、中空断面部材では、壁厚を変化させて実験を行った。すなわち、Under-reinforcement から Over-reinforcement に至る部材の挙動と釣合鉄筋比の存在、およびコンクリートコアの影響を実験的に確認しようとしたものである。

2. 実験概要

図-1 は、供試体の断面を示す。15×30 cm断面の供試体では、

表-1に示すように、スターラップの鉄筋比(R_s)と軸方向筋の鉄筋比(R_z)を8種類、有効プレストレス量(σ_{pe})を1~4種類に変化させた。30×30 cm断面の供試体(hollow)では、有効プレストレスを0, 50 kg/cm²、壁厚を4~15 cmに変化させた。実験に使用したコンクリートの示方配合は表-2に示す。またねじり載荷は、図-2に示すように供試体両端に偏心載荷アームを取り付け、静的載荷を行なった。

3. 実験結果

1) 15×30 cm断面(中央) 部材

図-3は、終局トルクと鉄筋量の関係を示したものである。これによると、RC部材(σ_{pe} = 0)の場合、I ($R_s=1.99\%$) 付近で終局トルクの増加率が低下し始めている。PC部材では、いずれのプレストレス量のものも、G~H ($R_s=1.58\sim1.77\%$) 付近で、終局トルクの増加率が低下し始めている。またプレストレスによる補強効果は、一般に鉄筋量の小さなもので大きく、鉄筋量が大きくなれば、効果は小さくなる傾向にある。鉄筋量が同一なら、プレストレス量が増加すると、終局トルクは比例的に増加するのではなく、プレストレス量が大きくなると、その増加率は小さくなる傾向にある。

図-3から釣合鉄筋比の大きさを明確に定め難いが、PC部材は、RC部材に比べ釣合鉄筋比が小さくなるのではないかと考えられる。釣合鉄筋比を鉄筋ひずみによって判断すると、RC部材では、スターラップ、軸方向筋の鉄筋比が3%を越えるK, Lは、いずれの鉄筋も最大荷重時に降伏していただいた。このことから、RC部材では、スターラップ、軸方向筋の釣合鉄筋比は3% ($R_{0sy}/\sigma_{sy}=0.23$) 付近に存在したと考えられる。PC部材の場合、プレストレスの影響をいずみから明確にすることはできなかったが、プレストレス量が大きくなると、複数の鉄筋ゲージのうち降伏ひずみを示すものが減ること、図-4に示すように軸方向筋のひずみの増加が

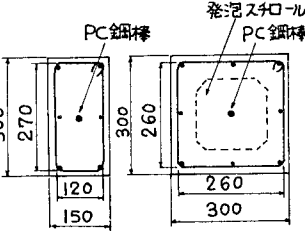


図-1 供試体の断面図(単位:mm)

表-1 供試体詳細

供試体 No.	断面形状 (cm)	鉄筋比 (%) P_s	鉄筋比 (%) P_z	有効プレストレス σ_{pe} (kg/cm ²)	壁厚 t (cm)
E	15×30	0.76	0.85	0, 25, 50, 75	Solid
F	15×30	1.27	1.46	0, 25, 50, 75	
G	15×30	1.58	1.77	0, 25, 50, 75	
H	15×30	1.77	1.77	0, 25, 50, 75	
I	15×30	1.99	2.01	0, 25, 50, 75	
J	15×30	2.33	2.33	0, 25, 50, 75	
K	15×30	3.14	3.04	0, 50	
L	15×30	3.85	3.82	0	
Hollow	30×30	1.10	1.13	0, 50	4, 6, 8, 15

表-2 示方配合

断面形状 (cm)	粗骨材最大寸法 (cm)	W/C (%)	細骨材率 (%)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)				
					W	C	S	G	減水剤 (g)
15×30	25	43	40.5	5.0	166	386	691	1023	965
30×30	15	43	43.1	7.0	154	358	736	979	895

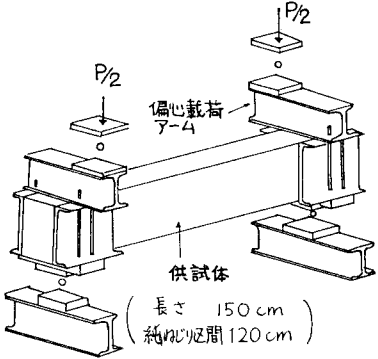


図-2 載荷装置

スターラップに比べ遅れること、さらに破壊時のコンクリート表面の状態(破壊程度)などから判断すると、RC部材に比べ、釣合鉄筋比は小さくなり、特に軸方向筋においてその傾向が強いと考えられる。

2) 30×30cm断面(中空)部材

図-5は、中空断面部材の壁厚と部材幅の比 t/b とひびわれトルフ、終局トルフの関係を示したものである。ひびわれトルフは、 t/b が小さくなるにつれ減少している。また終局トルフは、 $t/b=0.27$ の場合RC、PCIいずれも $t/b=0.5$ (中空)に比べ小さくなることはない。これはHsu¹⁾の“壁厚が部材幅の1/4以上

であれば、終局トルフは中空断面部材に一致する”を肯定するものである。 t/b が1/4より小さくなると、終局トルフは減少を始め、その様子は、ひびわれトルフの変化に非常に似ている。またこれらの部材では、ひびわれ後の鉄筋、コンクリートの

ひずみ、および剛性は壁厚の影響を受けているが

った。以上より本実験範囲内で判断すれば、鉄筋量、プレストレス量が一定の場合、 $t/b \leq 1/4$ の範囲における部材の終局トルフは、ひびわれトルフと密接な関係があるものと考えられる。

3. 実験値と理論値の比較

実験に使用したRC部材にMitchell, Collins²⁾およびChakraborty³⁾の理論を適用し、終局トルフ、補強状態を比較したものが表-3である。終局トルフは両者ともよく一致しているが、Chakrabortyの式は、釣合鉄筋比を実験と比較してかなり小さく予測している。表-4は、30×30cm断面部材にHsu¹⁾の理論を適用し、終局トルフを比較したものである。Hsuの式は全体的に、過小評価しており、 t/b が小さいとき、その傾向が著しい。

4. おわりに

本実験の範囲内で、釣合鉄筋比の存在と壁厚の影響について述べたが、コンクリート強度を変化させた実験、また中空断面部材では鉄筋比を変化させた研究(特に $t/b \leq 1/4$)が必要であろう。

参考文献 1) T.T.C. Hsu, E.L. Kemp 「Background and Practical Application of Tentative Design Criteria for Torsion」, ACI Journal 1973. 5
2) D. Mitchell, M.C. Collins 「Diagonal Compression Field Theory - A Rational Model for Structural Concrete in Pure Torsion」, ACI Journal 1974. 8
3) M. Chakraborty 「Ultimate Torque of Reinforced Rectangular Beam」, Journal of the Structural Division, ASCE, ST3, 1979. 3

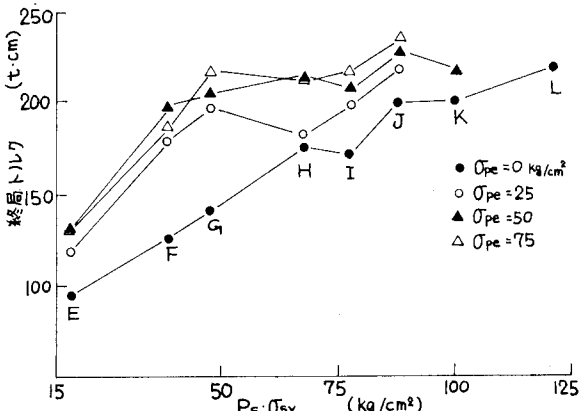


図-3 鉄筋量と終局トルフの関係

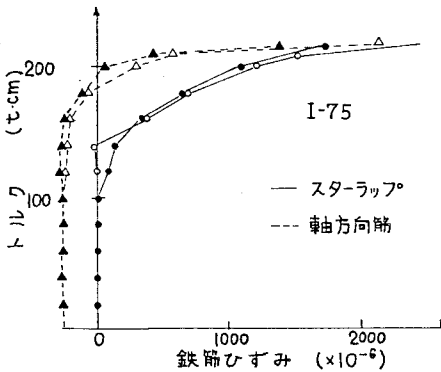


図-4 I-75の鉄筋ひずみ

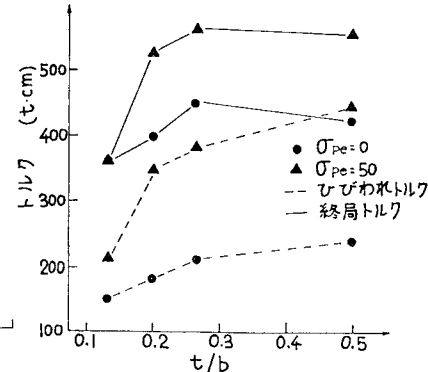


図-5 壁厚とひびわれ、終局トルフの関係

表-3 15×30cm断面の実験値と理論値の比較

供試体 No.	実験値 (t-cm)	Mitchell, Collins		Chakraborty	
		理論値 (t-cm)	補強状態	理論値 (t-cm)	補強状態
E-0	96.0	75.7 (0.79)	Under.	88.8 (0.93)	Under.
F-0	126.6	129.9 (1.03)	Under.	110.1 (0.87)	Under.
G-0	140.0	158.9 (1.14)	Under.	167.8 (1.06)	Under.
H-0	174.0	186.2 (1.07)	Under.	178.4 (1.03)	P. Over.
I-0	169.5	204.6 (1.21)	Under.	185.0 (1.09)	Over.
J-0	198.0	213.4 (1.08)	P. Over.	203.2 (1.03)	Over.
K-0	197.5	212.5 (1.08)	Over.	214.2 (1.08)	Over.
L-0	217.0	209.1 (0.96)	Over.	219.1 (1.01)	Over.

表-4 30×30cm断面実験値と理論値の比較

供試体 No.	実験値 (t-cm)	Hsuの理論値 (t-cm)
Hollow-15-0	422.3	336.1 (0.80)
Hollow-15-50	555.0	456.9 (0.82)
Hollow-8-0	449.7	338.5 (0.75)
Hollow-8-50	562.5	457.4 (0.81)
Hollow-6-0	400.5	267.2 (0.67)
Hollow-6-50	525.0	365.1 (0.70)
Hollow-4-0	360.0	177.8 (0.49)
Hollow-4-50	359.3	243.4 (0.68)