

建設省中部地方建設局 正会員 ○松山 康忠
名城大学 正会員 泉 満明
名城大学 正会員 清水 泰弘

1. まえがき

本研究は、円形断面を有するコンクリート部材に純ねじりが作用した場合のひび割れ発生モーメント、破壊モーメント、ねじり回転角を測定し理論値との比較検討を行ったものである。

2. 実験概要

図-1は供試体の断面を示したものである。供試体は円形断面を有し直径は30.5cm、全長220cmであり、無筋コンクリート部材、軸方向鉄筋のみを有し鉄筋比が0.5、1.5のもの、軸方向鉄筋と横方向鉄筋を有し鉄筋比が0.5、1.0、1.5のもの合計6種類を製作した。また全て載荷装置がセットされる部分は鉄筋比を増して補強した。実験に使用したコンクリートの示方配合はR-0.5D-I R-1.0D-I R-1.5D-I表-1に示す。ねじり載荷は図-2に示す原理に基づく載荷装置で行い諸測定を行った。

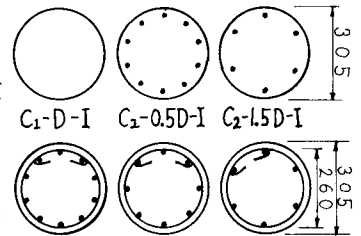


図-1 供試体断面形状

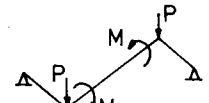
表-1 示方配合表

設計強度 kg/cm ²	粗骨材の最大寸法 mm	空気量 の範囲 %	水セメント比 w/c %	細骨材率 s/a %	単位量				
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和材料 AE剤(8/cm ³)
270	20	44	44	40	177	402	688	1010	121

3. 実験結果

(1)無筋コンクリート部材の場合
初期ひび割れ発生と同時に破壊した。破壊状況から斜め曲げ破壊

したものと考えられる。破壊モーメントは表-2に示すように、斜め曲げ理論に基づく理論値とは近似したが、塑性理論に基づく理論値とは大きな差が生じた。



(2)軸方向鉄筋のみを有する部材の場合

初期ひび割れ発生と同時に破壊した。破壊モーメントは表-3に示すように鉄筋比が異、図-2 載荷装置の原理

でもほぼ同様な値を示し、無筋コンクリートの破壊モーメントより約0.2tn大きな値を示した。

表-2 ひび割れ発生モーメントの理論値と実験値の比較表

供試体名	部材の種類	斜め曲げ理論		実験値 理論値	塑性理論 理論値	実験値 理論値
		実験値 t·m (kN·m)	理論値 t·m (kN·m)			
C1-D-I	無筋	1.24 (12.10)	1.41 (13.77)	0.88	2.08 (20.38)	0.60
C2-0.5D-I	軸筋のみ	1.41 (13.82)	1.24 (12.15)	1.14	1.81 (17.74)	0.78
C2-1.5D-I	"	1.46 (14.31)	1.36 (13.33)	1.07	1.98 (19.40)	0.74
R-0.5D-I	鉄筋	1.48 (14.50)	1.48 (14.50)	1.00	2.15 (21.07)	0.69
R-1.0D-I	"	1.69 (16.56)	1.48 (14.50)	1.14	2.16 (21.17)	0.78
R-1.5D-I	"	1.45 (14.21)	1.41 (13.77)	1.03	2.03 (19.89)	0.71

(3)軸方向鉄筋と横方向鉄筋を有する部材の場合

ひび割れ発生モーメントは、表-2に示すように無筋コンクリート部材の場合とほぼ同様で斜め曲げ理論による理論値とよい近似を示した。破壊モーメントは表-4に示すように鉄筋比が増すにつれて増大した。また、コンクリートと鉄筋の歪のグラフの一例を図-3に示し、ひび割れ状況の一例を図-4に示した。

(4)ねじり回転角

ひび割れ発生までの回転角はいずれの供試体も無筋コンクリート部材と同様の値を示し、弾性理論による理論値とよく一致した。破壊時における回転角は、軸方向鉄筋と横方向鉄筋を有する部材の場合、鉄筋比が増すにつ

れて回転角も増大した。ねじりモーメントと回転角の関係を表わすグラフの一例を図-3に示す。

4. 考察

鉄筋コンクリート部材のひび割れ発生モーメントはほぼ無筋コンクリート部材の破壊モーメントに等しく、斜め曲げ理論を用いたものでも実用的には問題はないと思われる。

ねじり補強鉄筋としては軸方向鉄筋のみではほとんど効果はなく、軸方向鉄筋と横方向鉄筋を併用した方が効果がある。

ここで実用式を提案するにあたって、

破壊モーメントの実測値と最も近い値を示したものは理論値Hであったが、これは正方形断面における理論の応用であるため、円形断面における理論である立体

図-3 R-1.0D-Iの歪と回転角のグラフ

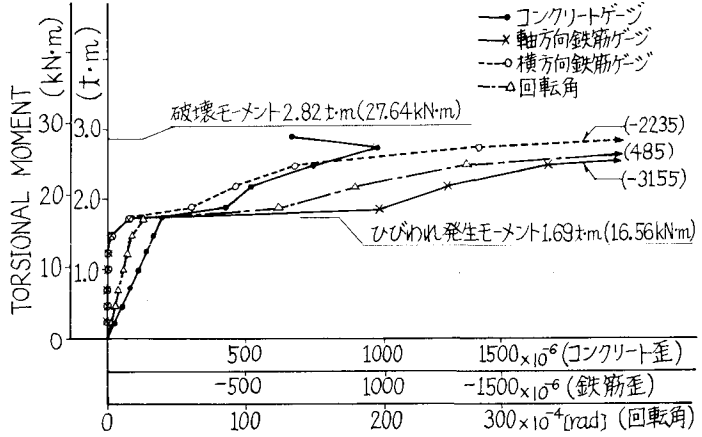


図-4 ひび割れ状況図 (R-1.5D-I)

表-3 破壊モーメントの理論値と実験値の比較 1

供試体名	実験値 A:破壊モーメント (kN·m)	理論値B (kN·m)	$\frac{A}{B}$	理論値C (kN·m)	$\frac{A}{C}$	備考
C ₁ -D-I	1.24 (12.10)	1.41 (13.77)	0.88	2.08 (20.34)	0.60	B:斜め曲げ理論値 C:塑性理論値
C ₂ -0.5D-I	1.41 (13.82)	1.39 (13.62)	1.01	1.84 (18.03)	0.77	B':斜め曲げ理論(鉄筋考慮) C':塑性理論値(鉄筋考慮)
C ₂ -1.5D-I	1.46 (14.31)	1.56 (15.29)	0.94	2.05 (20.09)	0.71	

$$M_{tu} = 0.88 \cdot \delta \cdot D^2 \sqrt{\frac{A_w \cdot \sigma_{svg} \times A_s \cdot \sigma_{se}}{s \cdot D}}$$

(δ : 横方向鉄筋比, D : 横方向鉄筋の中心間の直径, A_w : 横方向鉄筋1本の断面積, A_s : 軸方向鉄筋の総断面積, σ_{svg} : 横方向鉄筋の応力度, σ_{se} : 軸方向鉄筋の応力度, s : 横方向鉄筋の部材軸方向間隔, 低減係数: $\delta = -43.6R^2 + 1.31$, M_{tu} : 破壊モーメント) この実用式による算定値と実験値を比較したものを表-5に示す。以上の結果からも今後の研究が必要であると思われる。

表-4 破壊モーメントの理論値と実験値の比較 2

供試体名	実験値 A:破壊モーメント (kN·m)	理論値D (kN·m)	$\frac{A}{D}$	理論値H (kN·m)	$\frac{A}{H}$	理論値I (kN·m)	$\frac{A}{I}$	備考
R-0.5D-I	1.67 (16.37)	1.45 (14.21)	1.15	1.31 (12.84)	1.27	1.55 (15.19)	1.08	D:立体トラス類似理論 H:正方形断面を有するコンクリート部材の仮想壁厚を有する中空断面に関する理論(正方形と円と等断面積とする) I:福田武雄博士の理論
R-1.0D-I	2.74 (26.85)	4.04 (39.60)	0.68	3.64 (35.67)	0.75	4.95 (48.51)	0.55	
R-1.5D-I	3.99 (39.05)	5.39 (52.82)	0.74	4.86 (47.63)	0.82	6.78 (66.44)	0.59	

表-5 破壊モーメントの算定値と実験値の比較

供試体名	実験値 A:破壊モーメント (kN·m)	変換理論値D ₁ (kN·m)	低減係数 δ	$\frac{A}{D_1}$
R-0.5D-I	1.67 (16.37)	1.58 (15.45)	1.092	1.06
R-1.0D-I	2.74 (26.85)	3.35 (32.83)	0.830	0.82
R-1.5D-I	3.99 (39.05)	3.54 (34.69)	0.656	1.13

5. おわりに

本実験は、1983年に名城大学において行った卒業研究で、長谷川真司君、須賀幹夫君、鹿野功君、仙石伸彦君と共に研究したものである。また実験に際して安全講習や供試体の製作等において有効な提言を頂きました鹿島建設名城大学作業所の方々に謝意を表します。