

中部工業大学 正 員 伊藤 和幸

中部工業大学 正 員 平澤 征夫

中部工業大学 学生員○加納 昌男

1. まえがき

鉄筋コンクリート長柱の終局強度を算定する場合、たわみ変形の大きさが終局強度に影響をおよぼすため、終局時のたわみ変形と強度を併せて決定することが重要な問題となる。特に、長方形断面を有する鉄筋コンクリート長柱が二軸偏心荷重を受ける場合には、軸荷重の大きさにより柱断面の二つの軸方向の曲げ剛性の大きさの関係でたわみ変形の方法が刻々と変化するため、終局強度と終局時偏心距離などを算定することは複雑となる。本研究は、鉄筋コンクリート長柱が二軸偏心荷重を受けた場合の終局強度と終局時偏心距離を二つの計算方法により算定し、10本の鉄筋コンクリート長柱の二軸偏心荷重載荷実験結果により、これらの計算方法の検討を行なつたものである。

2. 計算方法

本研究で用いた方法は、既報の方法(計算方法①)¹⁾と大略はF.N. PANNELL, J.L. ROBINSONの方法²⁾に従う方法(計算方法②)である。計算方法①は、柱断面をいくつかの要素に分割し、柱長方向にもいくつかのセグメントに分割して計算する方法であり、変形の決定は、繰返し計算による収束法による。終局強度と終局時偏心距離は、ある荷重のもとで柱長中央断面のコンクリート圧縮ひずみが終局ひずみ(0.0035)に達した時の荷重と偏心距離として定まる。

計算方法②は、中心軸載荷された鉄筋コンクリート長柱の終局強度と同断面を有する鉄筋コンクリート短柱の破壊曲面(軸力-モーメント関係)から、L.N. RAMAMURTHYの提案式³⁾を用いて二軸偏心荷重を受ける鉄筋コンクリート長柱の終局強度と終局時偏心距離を算定する破壊曲面の近似法である。

3. 実験による計算方法の検討

3.1 実験計画と供試体および実験方法

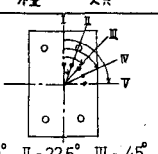
表-1に実験計画を示す。実験に用いた10本の供試体はすべて10×15cmの長方形断面を有する柱とし、柱長は230cmであり、両端に載荷位置固定の鋼板(厚さ2cm)を樹脂接着剤で接着し、試験機に供試体を設置した状態で上下ヒンジ間が250cmとなる。軸鉄筋には異形棒鋼D10mmを4本配し($\rho = 1.9\%$)、スターラップにはφ6mmの丸鋼を10cm間隔に配置した。図-1に

供試体の形状寸法および配筋位置を示す。

載荷方向は5方向、偏心距離は3cmの1種

類とした。載荷は両端ヒンジの偏心荷重載荷とし、測定は、柱長中央のx-y軸方向のたわみを変位計を用いて測定し、柱長中央の4隅角部に添付した電気抵抗線ひずみゲージ(G.L.=67mm)によりコンクリートの表面ひずみを測定した。なお、試験時材令は42±2日であり、コンクリート強度は345

表-1 実験計画

載荷方向	供試体本数	種 類
I	2	
II	2	
III	2	
IV	2	
V	2	

I-0° II-22.5° III-45°
IV-67.5° V-90°

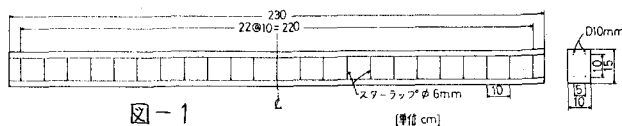


図-1

～458 kg/cm²であった。

3.2 結果と考察

表-2 に終局強度と終局時偏心距離の実験値と二つの計算方法による計算値を比較してある。これより、計算方法①(計算値①)によるほうが、載荷方向Ⅰの終局強度の算定に多少問題が残るものの、

載荷方向全般にわたり、実験値との適合性はよい。特に、引張側鉄筋の降伏が先行し、最終的にはコンクリートの圧潰により破壊するいわゆる引張破壊と考えられる載荷方向Ⅳ・Ⅴにおいては、計算方法②(計算値②)の適合性はよいとはいえない。また、図-2 に実験値と計算値①・②の終局時偏心位置を示す。この図から、終局時偏心位置についても、計算方法①のほうが初期偏心方向からのずれをよく表していることがわかる。ところで、一般に二軸曲げを受ける柱の設計に関しては、C

EB/FIPでは最も不利な方向に対して設計しなければならないとしており、ACIでは、それぞれの軸に関して求めたモーメントにモーメント拡大係数 δ をかけた値を設計に用いる方法をとっている。図-3は各載荷方向別に実験値と計算方法①による荷重と変形方向の付加たわみとの関係を示したものである。問題は実際の柱が二軸曲げを受けた場合、もちろん、断面形状・鉄筋量・鉄筋位置にもよるが、最も不利な方向は必ずしも、二軸のうちの曲げ剛性の小さい方の軸方向とは限らないことである。図-3に示したようにⅦ方向よりもむしろⅣ方向の方が最も不利となり得る。また、表-2・図-3から明らかなように、Ⅲ方向の計算値は、計算方法①のように最も一般的と考えられる計算方法によってさえも他方向と異なり過大な計算値を与える傾向がみられる。計算方法②では、Ⅶ方向の計算値と実験値との異なりを考慮してもⅢ・Ⅳ方向の終局強度に対してはなお2～6%の低減が必要と考えられる。以上のことから、二軸曲げを受ける鉄筋コンクリート長柱の設計には、二軸曲げの影響が短柱の場合よりも顕著に現われることになるので注意が必要であると思われる。

〈参考文献〉1)平澤征夫:第25回土木学会講演概要集5部 pp. 3~6 2)F.N. PANNELL and J.L. ROBINSON: MAGAZINE of C.R., DECEMBER, 1968, pp 195-204 3) L.N. RAMAMURTHY: ACI, SP-13, 1966, pp 263-298

表-2 終局強度と終局時偏心距離の検討結果

載荷方向	実験値		計算値①		計算値②		実験値/計算値			
	P_c (kg/cm ²)	P_{cst} (t)	P_{cst} (t)	P_{cst} (t)	P_{cst} (t)	P_{cst} (t)	P_{cst}/P_c	P_{cst}/P_{c1}	P_{cst}/P_{c2}	P_{cst}/P_{c3}
Ⅰ	345	27.5	4.55	22.0	4.62	26.2	4.70	1.25	1.05	0.98
	433	30.8	4.58	25.5	4.62	31.0	4.75	1.21	0.99	0.96
Ⅱ	380	20.7	4.62	20.4	4.69	21.6	4.58	1.01	0.96	0.99
	409	22.7	4.88	22.2	4.68	22.3	4.60	1.03	1.02	1.04
Ⅲ	406	15.7	5.33	16.6	5.34	17.7	4.81	0.95	0.89	1.00
	458	15.6	5.33	17.7	5.40	18.9	4.80	0.88	0.83	0.99
Ⅳ	415	12.5	5.71	11.6	6.85	15.3	4.98	1.08	0.82	0.83
	441	12.8	7.26	11.9	6.90	15.7	4.98	1.08	0.82	1.05
Ⅴ	402	13.0	7.34	11.6	7.15	14.2	5.07	1.12	0.92	1.03
	411	12.0	5.07	12.2	7.15	14.3	5.09	0.98	0.84	0.70
平均							1.06	0.91	0.96	1.12

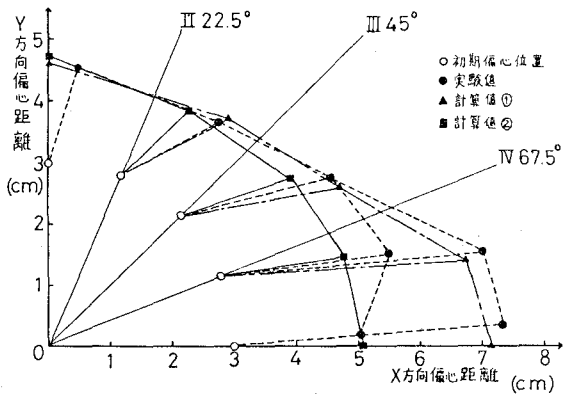


図-2 終局時偏心位置

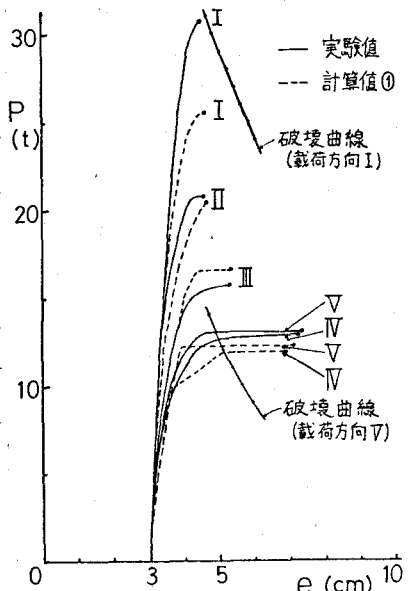


図-3 荷重-偏心距離図