

内部拘束鉄筋を有する RC 短柱の二軸曲げ偏心耐力

中部大学	正会員	平澤 征夫
中部大学	学生会員	○本山 茂希
名古屋工業大学	学生会員	河野 伊知郎

1. まえがき

拘束鉄筋を有する RC 柱が、二軸曲げの偏心载荷を受ける場合の終局耐力の算定において内部拘束鉄筋の効果の評価に関してはまだ問題があると考えられる。本報告はこの評価法を究明する目的で行った実験結果について述べる。実験は主として八角形の内部拘束鉄筋を有する正方形断面柱の二軸曲げ偏心载荷実験とし、その終局耐力に対する従来の 3 種類の提案式による解析値との適合性を検討するとともに、内部拘束鉄筋の形状の影響を検討する。

2. 実験概要

実験に用いた供試体の寸法および配筋は、図 1 に示すように四角形の内部拘束鉄筋を有する SAL-000 には軸方向鉄筋として D16 (mm) を 8 本、八角形の内部拘束鉄筋を有する SBL-000, 225, 450 には軸方向鉄筋として D13 (mm) を 12 本用い、いずれの場合も横拘束鉄筋には D10 (mm) を 10 cm ピッチで配置した。SCL-000, SDL-000 はそれぞれ SAL-000 と SBL シリーズのものから内部拘束鉄筋のみを取り除いた配筋となっている。偏心距離は 10 cm とし、SAL-000, SCL-000, SDL-000 は一軸曲げ偏心载荷、SBL シリーズは二軸曲げ偏心载荷で行いその方向は図 1 (a) に示す 3 種類とした。また図 2, 3 に示すような载荷方法および曲率の計測方法により計 6 体の供試体で载荷実験を行った。

3. 実験結果と考察

(1) 最大荷重の実験値と解析結果との比較

主な実験結果は表 3 に示す。表 1, 2 に各提案式による解析値と実験値の結果を比較して示す。耐力の算定には、従来からの 3 種類の提案式として Kent & Park, 修正 Kent & Park および土木学会の式を用い実験結果との適合性を調べた。表 1 は昭和 63 年度に行った比較結果であり¹⁾、表 2 は本年度行った実験の比較結果である。これら 2 表のうちほとんどの(実験値/計算値)の値が 1.0 を下回っている。また、表 3 中の一軸曲げ偏心载荷供試体で内部拘束鉄筋の有無による最大耐力を比較すると、四角形の内部拘束鉄筋の場合 14.8 %, 八角形の場合は 19.5 % の増加が認められた。

(2) ひずみ分布図

図 4 にひずみ分布図の一例を示す。この図より一軸曲げ偏心载荷された供試体は、すべて最大荷重時で軸方向鉄筋のみが降伏値に達し、横拘束鉄筋の降伏は認められなかった。しかし二軸曲げ载荷された供試体は一軸曲げとは異なり、まず軸方向鉄筋が降

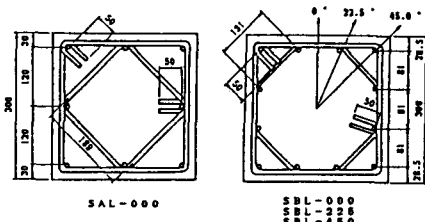


図 1 (a) 横拘束鉄筋の形状および载荷方向

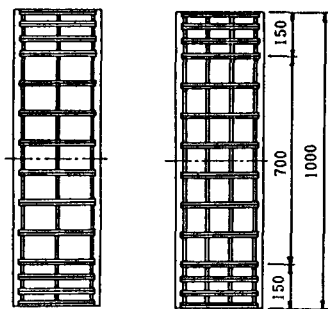


図 1 (b) 供試体の寸法および配筋

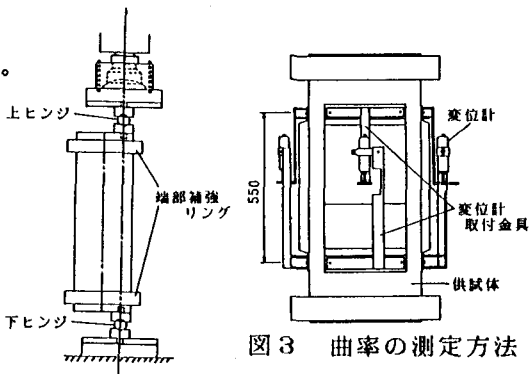


図 3 曲率の測定方法

図 2 载荷方法

(単位: mm)

伏値に達し、つぎに横拘束鉄筋が降伏した後に最大荷重を示している。また、内部拘束鉄筋の有無による違いを見ると、SCL-000, SDL-000 より、SAL-000, SBL-000 の方が最大荷重時の横拘束鉄筋に高いひずみ値を示すこともわかった。一軸曲げ載荷の場合は軸方向鉄筋の降伏が先行するので、最大荷重時の横拘束鉄筋のひずみが高い方が拘束の効果が大きいと考えられる。つぎに、二軸曲げ載荷供試体は、最大荷重時には横拘束鉄筋も降伏しており 22.5° より 45.0° のものの方が降伏した点が多く現れている。

(3) モーメント～曲率曲線

図 5, 6 より、内部拘束鉄筋の有無による最大耐力の増加ばかりでなく、靱性の増大もみられ、SBL-000 では約 2 倍近い増加が認められた。また図 7 より軸方向鉄筋比がほぼ同じ値である SCL-000 と SDL-000 には大きな違いは認められなかった。つぎに図 8 よりコンクリートの内部拘束面積の違いを SBL-000 と SAL-000 で比較すれば、内部拘束面積の大きいものの方が柱の靱性を増加させるということがわかる。さらに、図 9 より載荷方向の違いによる内部拘束鉄筋の効果を比較すると、最大耐力以降の曲線の減少傾向は SBL-450 が最も勾配が緩やかであるのに対して SBL-225 と SBL-000 がやや急な減少を示す。これは荷重を支える軸方向鉄筋が、載荷方向 45° の場合は隅角部の鉄筋から徐々に降伏するのに対し、 0° 方向の場合は一度に複数の軸方向鉄筋が降伏するためと考えられる。

(4) まとめ

一軸曲げ偏心載荷では軸方向鉄筋の降伏と最大耐力との間に密接な関係があり、二軸曲げ偏心載荷では偏心角度が大きくなる程、最大荷重時の横拘束鉄筋のひずみ値が大きくなることから、最終的に横拘束鉄筋の降伏によって最大耐力が決定されるものと考えられる。

参考文献：1) 土木学会第 44 回年次講演概要 V, p.474 - 475

表 3 実験結果

ファイル名	SAL-000	SBL-000	SBL-225	SBL-450	SCL-000	SDL-000
載荷方向	0°	0°	22.5°	45.0°	0°	0°
コンクリート強度 (kgf/cm^2)	402	391	415	414	378	404
軸筋本数 (本)	8	12	12	12	8	12
方鉄直径 (mm)	16	13	13	13	16	13
向鉄強度 (kgf/cm^2)	3503	3052	3052	3052	3503	3052
軸方向鉄筋比	0.018	0.017	0.017	0.017	0.018	0.017
横筋直径 (mm)	10	10	10	10	10	10
向鉄強度 (kgf/cm^2)	3050	3050	3050	3050	3050	3050
束筋ピッチ (cm)	10	10	10	10	10	10
横拘束鉄筋 体積比 (ρ)	0.018	0.010	0.010	0.010	0.011	0.011
偏心距離 (cm)	10	10	10	10	10	10
最大耐力	純距 (tf) 147.0 偏心 (tf-m) 14.70	150.6 15.06	150.0 15.00	130.0 13.00	128.0 12.80	126.0 12.60
鉄筋主引強	130	146	140	129	128	121
降伏時の鉄筋圧縮	110	116	95	81	115	100
鉄筋引強比	146	150	149	127	128	115
軸性率 $\psi_y (\times 10^{-3} \text{rad})$	11.8	11.3	12.2	15.5	10.4	11.0
軸性率 $\psi_x (\times 10^{-3} \text{rad})$	103.3	142.0	154.2	107.2	80.0	71.3
軸性率 ψ_y/ψ_x	8.78	12.53	12.66	12.72	8.57	6.51
軸性率 $A_y (\times 10^3 \text{rad})$	89.5	83.0	91.0	101.3	70.8	67.4
軸性率 $A_x (\times 10^3 \text{rad})$	1302.3	1870.6	2039.9	2288.8	900.7	758.0
軸性率比 A_y/A_x	14.54	22.85	22.42	22.50	13.99	11.25

表 1 解析結果との比較 (昭和 63 年度)

提案式	KenikPark	修正 K&P	土木学会	実験値
供試体名				
STEST1	172(0.950)	183(0.893)	177(0.923)	163.4(1.000)
A10-000	158(0.973)	170(0.905)	159(0.967)	153.8(1.000)
A10-225	166(0.879)	178(0.828)	157(0.929)	145.9(1.000)
A10-450	147(0.993)	156(0.938)	139(1.050)	148.0(1.000)
平均	(0.976)	(0.891)	(0.967)	(1.000)

() 内は実験値/計算値

表 2 解析結果との比較 (平成 2 年度)

提案式	KenikPark	修正 K&P	土木学会	実験値
供試体名				
SAL-000	160(0.919)	171(0.860)	161(0.913)	147.0(1.000)
SBL-000	159(0.947)	168(0.896)	158(0.953)	150.6(1.000)
SBL-225	185(0.909)	174(0.862)	157(0.955)	150.0(1.000)
SBL-450	154(0.844)	181(0.807)	149(0.872)	130.0(1.000)
SCL-000	154(0.831)	147(0.871)	153(0.837)	128.0(1.000)
SDL-000	182(0.778)	155(0.813)	162(0.778)	128.0(1.000)
平均	(0.871)	(0.852)	(0.885)	(1.000)

() 内は実験値/計算値

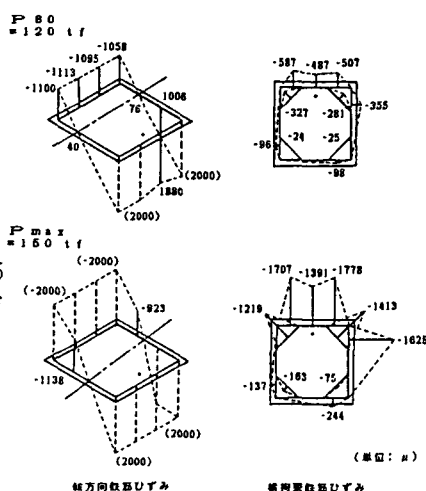


図 4 ひずみ分布図 (SBL-000)

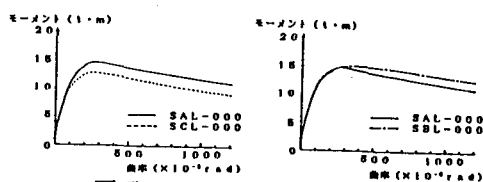


図 5

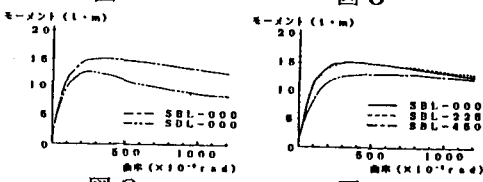


図 6

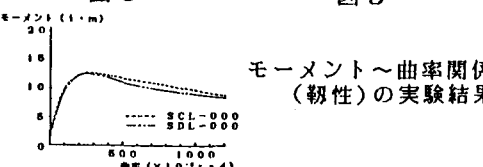


図 7

モーメント～曲率関係 (靱性) の実験結果