

2方向偏心圧縮柱の終局耐力

京都大学 正員 岡田 靖
 京都大学 学生員 平沢 征夫
 京都大学 学生員 米田 俊一

1. まえがき

一般に、角形断面を有する鉄筋コンクリート単柱が地震つとにより断面の対称軸を外れた斜方向に偏心圧縮力をうける場合には、荷重を受ける方向によって断面強度が異なるから、設計にあたっては任意方向の断面強度を検討しておく必要があると考えられる。

本研究は、上記の目的のために、正方形および長方形断面柱の2方向偏心荷重載荷実験を行ない、得られた終局強度結果を従来の計算法による計算結果と比較することによって、従来の計算法の適合性を検討したものである。

表-1 実験計画表

	供試体記号	荷重作用方向 (°)	偏心距離 (cm)
正方形断面供試体	SGO(9)	予備	中心軸圧縮
	SGO(18)		
	SI 9	I	0°
	SI 18		
	SI 9	II	22.5°
	SI 18		
	SI 9	III	45°
	SI 18		
	RG0(6)	予備	中心軸圧縮
	RG0(15)		
長方形断面供試体	RI 6	I	0°
	RI 15		
	RI 6	II	22.5°
	RI 15		
	RI 6	III	45°
	RI 15		
	RI 6	IV	67.5°
	RI 15		
	RI 6	V	90°
	RI 15		

2. 実験概要

実験計画—実験は正方形断面柱については荷重の作用方向を3方向、偏心距離を2種類とし、長方形断面柱では荷重作用方向を5方向、偏心距離を2種とした。表-1に供試体種別を、図-1に断面寸法および載荷位置を示す。同一種類の供試体を2ヶとし、試験には予備を含めて合計40ヶの供試体を用いた。

供試体と実験方法—セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、軸方向鉄筋には、SD30、公称径13mm(降伏強度 $\sigma_{sy}=36.3\text{kg/mm}^2$)を使用した。骨材は粗骨材最大寸法を20mmとし、粗・細骨材と砕石を用いた。柱供試体の断面の大きさは $18\times 18\text{cm}$ の正方形(軸圧縮筋8本、 $\rho=0.031$)および $18\times 12\text{cm}$ の長方形(軸圧縮筋6本、 $\rho=0.035$)で、高さはいずれも120cmの帯鉄筋柱である。試験は両端単純支持の偏心荷重載荷試験を柱毎4~6週で行なった。

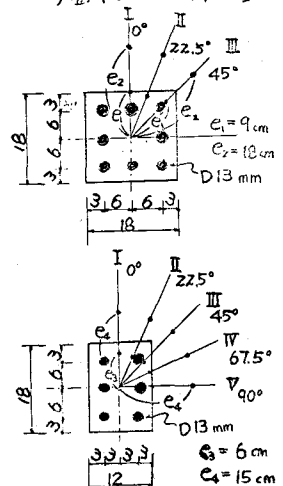
3. 実験結果と考察

現在諸外国で設計に用いられている終局強度算定方法は、

- 一般的な解析的方法で、繰返し試算による漸近法
- 柱の破壊曲面を近似的に仮定して求める近似法

に2大別して考えることができる。

ここでは、次に述べる3つの算定方法によって求めた終局荷重の計算値を実験値と比較することによって、これらの算定方法の適用性を検討してみた。オ1の方法は上記(a)に属する一般的解析法であり、オ2、オ3の方法は(b)に属する破壊曲面の近似による方法であるが、その近似の仕方が異なるものである。これらの方法による計算値はそれぞれ計算値(1)、(2)、(3)として表-2に示すとともに実験値と比較してある。

図-1
断面寸法および載荷位置

(単位: cm)

計算値(1)は、鉄筋コンクリートの基本仮定の他に、まずコンクリートの左縮最大ひずみと終局時の中立軸の位置を仮定し、力かひモーメントのつり合いから終局荷重と偏心距離を求める繰返し計算による漸近法の1方法で求めたものである。(最大左縮ひずみと2003 最大左縮ひずみとシリンダー強度の比と左縮ひずみと終局強度の比とを仮定)

計算値(2)は、1960年 Bresler が提案した算定方法で、中心軸左縮強度(P_0)とZの一方の方向偏心強度(P_{ux})(P_{uy})を用いて、任意方向の終局強度(P_u)を次式で求めた値である。 $\frac{1}{P_u} = \frac{1}{P_{ux}} + \frac{1}{P_{uy}} - \frac{1}{P_0}$ 従って P_0, P_{ux}, P_{uy} の算定は ACI Building Code に従って求めた値を用いた。

計算値(3)は、1967年 Ramamurthy が提案した方法で、斜方向の終局モーメント(M_u)と軸方向モーメント(M_{ux0}, M_{uy0})と偏心角度(α°)を用いて近似する方法に ACIの方法を適用して求めた値である。正方形断面柱に対し $M_u = M_{ux0}(1 - 0.1 \frac{\alpha}{45})$ 、長方形断面柱に対して、 $M_u = M_{ux0}[1 - 0.1 \frac{\beta}{45}] \sqrt{\cos^2 \beta + \frac{\sin^2 \beta}{K^2}}$ 、 $\therefore \tan \beta = K \tan \alpha$ 、 $K = M_{ux0}/M_{uy0}$ (以上、算定方法の詳細などは講演当日述べる。)

4. むすび

表-2 終局荷重実験値と計算値との比較

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
No.	試体記号	形状	終局荷重 実験値 P_{test} (ton)	終局荷重 計算値(1) P_{calc} (ton)	終局荷重 計算値(2) P_u (ton)	終局荷重 計算値(3) P_u (ton)	$\frac{P_{test}}{P_{calc}}$	$\frac{P_{test}}{P_u}$	$\frac{P_{test}}{P_u}$
1	SG0(9)-1	0	84.0	116.0(107.5)	103.0	103.0	0.724(0.781)	0.816	0.816
2	SI 9-1	95	32.2	36.5	32.5	32.4	0.882	0.991	0.991
3	SI 9-1	9	32.0	36.5	29.9	32.4	0.928	1.070	0.969
4	SI 9-1	9	27.6	31.5	30.0	30.7	0.876	0.920	0.899
5	SG0(9)-2	0	115.0	123.0(116.0)	112.6	112.6	0.935(0.991)	1.021	1.021
6	SI 9-2	9	38.5	38.5	32.8	37.0	1.000	1.174	1.041
7	SI 9-2	812	38.8	39.8	35.6	38.9	0.975	1.090	0.997
8	SI 9-2	9	35.0	35.0	31.0	33.3	1.000	1.129	1.051
9	SG0(18)-1	0	85.0	102.0(95.0)	92.0	92.0	0.833(0.895)	0.924	0.924
10	SI 18-1	18	11.65 *	16.5	16.0	16.0	0.706	0.728	0.728
11	SI 18-1	18	15.1	15.2	13.8	15.2	0.993	1.094	0.993
12	SI 18-1	18	14.1	14.9	13.3	14.4	0.946	1.060	0.979
13	SG0(18)-2	0	100.0	120.0(112.5)	107.5	107.5	0.833(0.888)	0.930	0.930
14	SI 18-2	18	14.1 *	18.5	17.0	17.0	0.762	0.829	0.829
15	SI 18-2	18	17.2	16.9	15.2	16.2	1.018	1.132	1.062
16	SI 18-2	18	17.45	16.0	14.5	15.3	1.091	1.203	1.141
1	RG0(6)-1	0	61.6	79.0(71.4)	71.3	71.3	0.780(0.863)	0.864	0.864
2	RI 6-1	6	33.7	36.0	34.0	34.0	0.936	0.991	0.991
3	RI 6-1	6	28.2	30.0	26.4	29.1	0.940	1.068	0.969
4	RI 6-1	6	20.7	25.5	22.5	24.7	0.812	0.920	0.838
5	RI 6-1	6	25.2	24.3	21.6	22.9	1.037	1.167	1.100
6	RI 6-1	55	28.2	27.5	24.5	24.5	1.025	1.151	1.151
7	RG0(6)-2	0	67.0	86.0(78.0)	77.7	77.7	0.779(0.858)	0.862	0.862
8	RI 6-2	6	37.8	39.4	34.1	34.1	0.959	1.109	1.109
9	RI 6-2	6	32.0	32.3	27.8	29.6	0.991	1.151	1.031
10	RI 6-2	6	24.0	28.0	24.0	25.0	0.857	1.000	0.940
11	RI 6-2	6	26.0	26.0	22.9	24.1	1.000	1.135	1.073
12	RI 6-2	6	22.2	27.0	24.0	24.0	0.822	0.925	0.925
13	RG0(15)-1	0	63.7	71.0(63.5)	64.1	64.1	0.897(1.003)	0.994	0.994
14	RI 15-1	15	13.7	13.7	13.0	13.0	1.000	1.024	1.024
15	RI 15-1	15	11.1	10.8	9.76	10.4	1.028	1.137	1.053
16	RI 15-1	15	9.20	8.8	7.87	8.33	1.045	1.169	1.104
17	RI 15-1	15	9.25	7.8	6.97	7.38	1.186	1.323	1.262
18	RI 15-1	15	7.65	7.5	7.20	7.20	1.020	1.063	1.063
19	RG0(15)-2	0	77.8	83.0(74.5)	74.3	74.3	0.931(1.044)	1.047	1.047
20	RI 15-2	15	14.1	15.0	14.8	14.8	0.940	0.953	0.963
21	RI 15-2	15	13.4	11.9	11.1	11.7	1.126	1.207	1.145
22	RI 15-2	15	11.2	9.8	8.89	9.33	1.143	1.260	1.200
23	RI 15-2	15	9.0	9.0	7.90	8.19	1.000	1.139	1.099
24	RI 15-2	15	8.2	8.3	8.00	8.00	0.982	1.025	1.025
* 局部破壊を起した。							0.977	1.086	1.015
() 内の計算値は中心偏心荷重を起した。							0.993	1.097	1.053
25cmの偏心距離を起して求めた計算値。							0.986	1.093	1.044