

偏心軸圧縮力を受けるRC部材の耐力に及ぼすせん断力の影響

広島大学 工学部 正員 船越 稔
 “ “ “ 岡本 亨久
 “ “ “ 学生員 橋本 千代司

1. まえがき

本研究は鉄筋コンクリート柱部材の耐震設計上の一資料を得ることを目的とした実験研究で、コンクリートの強度、帯鉄筋の配置を変えて鉄筋コンクリート箱形ラーメン供試体を製造し、偏心距離および軸方向圧縮力とせん断力との比率を変えて静的な載荷による破壊試験を行ない、曲げモーメントおよび軸方向圧縮力を同時に受ける部材の耐力に及ぼすせん断力の影響を調べ、帯鉄筋のせん断補強材としての効果に検討を加えたものである。

2. 試験方法

供試体の形状、寸法および載荷方法は図-(1)に示すとおりである。ラーメンは軸線長で $145\text{cm} \times 80\text{cm}$ の箱形で、断面は図示の長方形である。軸方向鉄筋はSD-30、D-16を正負対称に4本配置し、帯鉄筋および組立鉄筋にはSR-24、 ϕ -9を使用した。載荷は図示のようにジャッキ4台を使用し、まず柱部に所定の軸力を与えた後これを一定に保持し、次に側方向ジャッキを作動させ破壊に到るまで荷重を増加させた。

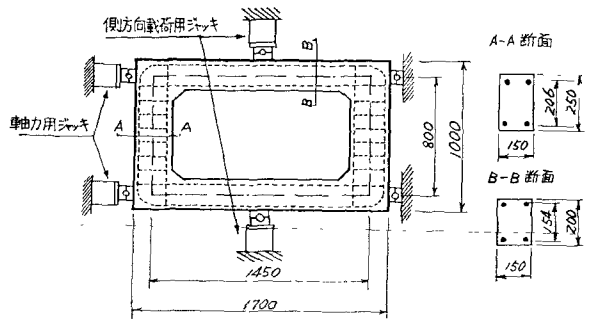


図-(1) 供試体の寸法、載荷方法

3. 試験結果と考察

表-(1)は試験結果の一覧表である。表中の $M_{u\text{ test}}$ は弾性理論により破壊荷重(P_u)から求めた柱部材中央断面の曲げモーメントであり、軸力(N)による変形の影響を考慮してある。 $M'_u\text{ test}$ は $M_{u\text{ test}}$ の修正値であり、 N 、コンクリートの強度(σ_c)およびせん断補強率(K_{r0sy})と P_u との関係が最も合理的になる様に図心的 P_u を求め、これより計算した値である。図-(2)は、 σ_c が180%と300%における供試体断面の曲げモーメントと軸方向力とを同時に

表-(1) 試験結果

供試体番号	軸力(N) (t)	σ_c (kg/cm^2)	せん断補強率 K_{r0sy} (kg/cm^2)	斜ひびくれ荷重 P_{ic} (t)	曲げひびくれ 荷重 P_b (t)	破壊荷重 P_u (t)	$M_{u\text{ test}}$ ($\text{t}\cdot\text{m}$)	P'_u (t)	$M'_u\text{ test}$ ($\text{t}\cdot\text{m}$)	偏心距離係数 $e' = M'_u / P'_u N$
F-20-180-0 (1)	20	233	0	9	7	10.7	2.40	10.4	2.33	0.12 (cm)
F-10-180-0 (1)	10	233	0	7	4	11.7	2.61	10.3	2.30	0.23
F-20-300-0 (1)	20	321	0	10	5	11.0	2.46	13.9	3.11	0.16
F-34-300-0	34	321	0	15	7	15.2	3.41	15.2	3.41	0.10
F-20-180-0 (2)	20	180	0	9	6	9.8	2.20	10.4	2.33	0.12
F-20-300-0 (2)	20	318	0	12	6	14.5	3.24	13.9	3.11	0.16
F-10-180-0 (2)	10	194	0	7	4	8.7	1.94	10.3	2.31	0.23
F-30-180-0	30	198	0	12	7	13.8	3.09	8.8	1.98	0.06
F-10-300-0	10	344	0	7	4	10.7	2.39	11.6	2.59	0.26
F-0-300-0	0	307	0	6	2	9.5	2.11	6.4	1.42	∞
F-15-180-20	15	218	30	9	4	14.2	3.17	14.3	3.19	0.21
F-25-180-20	25	218	30	11	5	16.4	3.66	15.4	3.45	0.14
F-20-180-40	20	202	60	11	5	16.4	3.67	15.8	3.54	0.18
F-30-300-40	30	318	60	14	7	20.9	4.68	19.5	4.38	0.15
F-25-300-20	25	325	30	11	5	18.8	4.21	18.2	4.08	0.16
F-22-300-10	22	294	13	9	4	16.4	3.67	15.8	3.54	0.16
F-12-180-10	12	181	13	7	3	12.4	2.76	12.0	2.67	0.22

受ける場合の耐力の相互作用線を示し、その内側に記入した破線は帯鉄筋のない供試体のN-Mu-testの関係を示している。この図より偏心軸方向圧縮力を受ける無補強の柱は、せん断力が作用することによって耐力が低減し、 $\sigma_c=180\text{kg/cm}^2$ の場合、引張破壊域で55~70%、圧縮破壊域で70~75%に低下し、 $\sigma_c=300\text{kg/cm}^2$ の場合、引張破壊域で60~80%、圧縮破壊域で80%に低下した。従って、帯鉄筋を配置しない柱の耐力の低下率は、引張破壊域で σ_c が小なる程大きく、圧縮破壊域では σ_c の相違による耐力低下率の違いはわずかであると思われた。図中に示した●印および▲印はそれぞれ帯鉄筋を配置した時の $\sigma_c=180\text{kg/cm}^2$ と $\sigma_c=300\text{kg/cm}^2$ のN-Mu-testの値を示し、各印の添字はせん断補強率($Kr\sigma_y$)の値を意味する。

$Kr\sigma_y=30\text{kg/cm}^2$ 以上になると $\sigma_c=180, 300\text{kg/cm}^2$ の場合とも試験値は相互作用線上、或いは、外側にあり、破壊性状は $Kr\sigma_y=0$ から 60kg/cm^2 と増加するとともに、梁の斜引張破壊状態からせん断圧縮状態に近い状態となった。図-(3)は、 N および σ_c をパラメーターとして柱における破壊時のせん断強度(τ_u)と $Kr\sigma_y$ との関係を示した。 $Kr\sigma_y$ が0から 30kg/cm^2 に増加すると、 τ_u は大幅に増えるが、 $Kr\sigma_y=30\text{kg/cm}^2$ (帯鉄筋を16cm間隔に配置)以上になると τ_u の増加割合は減少する傾向にあるのが認められた。従って帯鉄筋の合理的な配置により偏心軸方向圧縮力とせん断力を受ける鉄筋コンクリート柱における斜みびれ発生後の耐力は顕著に改善され、延性的な破壊を示すように思われた。図-(4)は、 $N=20t$ 、 $\sigma_c=300\text{kg/cm}^2$ 、 $Kr\sigma_y=0\text{kg/cm}^2$ の供試体において、柱部斜引張鉄筋に20cm間隔にひずみゲージを貼り、各荷重段階別のひずみを記入したものである。この場合の斜みびれ発生荷重は1/2tであり、斜みびれ発生後、曲げモーメント反曲点はラーメン節点に移動することが認められた。また、帯鉄筋を $Kr\sigma_y$ にして 60kg/cm^2 配置した場合、反曲点は、まず斜みびれ発生後ラーメン節点に、その後側方向載荷点断面に塑性ヒンジが発生すると柱中央部に移動することがわかった。従って、塑性設計においては、これらの事項を考慮し配筋その他に留意せねばならぬと思われた。

4. あとがき

偏心軸方向圧縮力およびせん断力を受けるRC柱に及ぼす σ_c 、偏心距離の影響、帯鉄筋を有しない場合の破壊耐力の低下の程度および変形状態に関しては傾向をほぼつかむことができた。今後帯鉄筋の合理的な配置方法、軸方向鉄筋比の及ぼす影響について、特に圧縮破壊域において研究を継続するつもりである。

なお、本研究は昭和54年度科学研究費補助金を受けたことを付記し、謝意を表します。

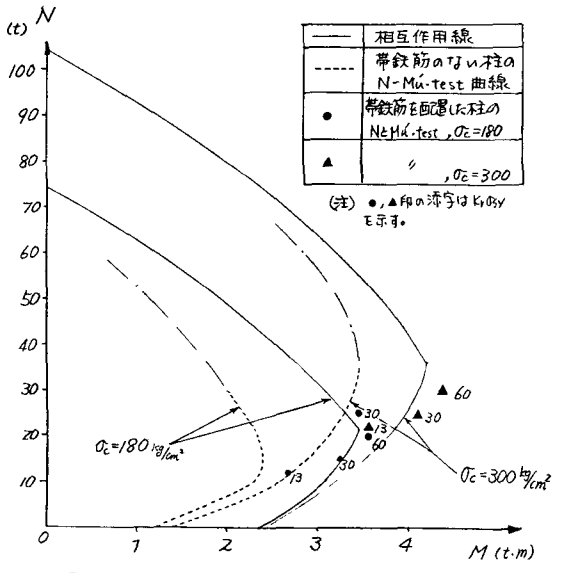


図-(2) 軸力(N)と曲げモーメント(M)の関係

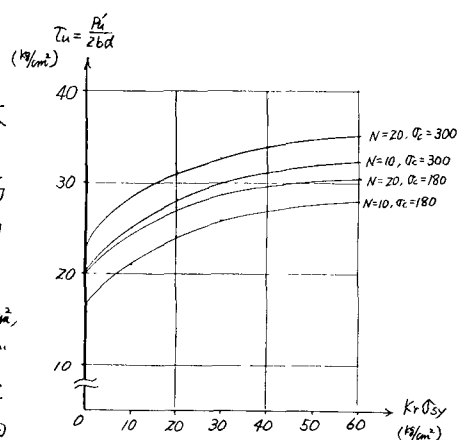


図-(3) せん断強度(τ_u)とせん断補強率($Kr\sigma_y$)との関係

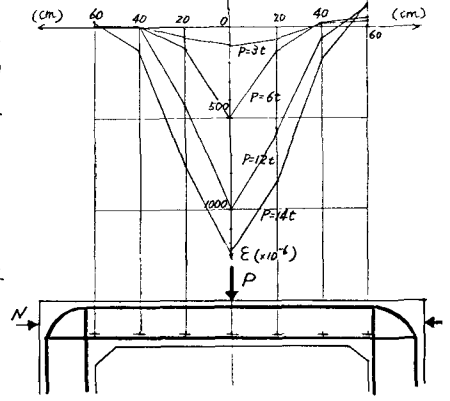


図-(4) 各荷重段階での柱部引張鉄筋のひずみ (供試体番号: F-20-300-0 (2))