

論文

[2057] 二軸曲げせん断力と変動軸力を受ける鉄筋コンクリート柱のせん断抵抗性状

正会員 ○溝口光男 (室蘭工業大学工学部)
 正会員 荒川 卓 (")
 正会員 荒井康幸 (")
 吉田 稔 (")

1. はじめに

鉄筋コンクリート造建物の1階外柱や隅柱のように、強震時に二軸曲げ剪断力や変動軸力を受ける場合の剪断抵抗性状は、通常の一軸曲げ剪断力と一定軸力とを受ける場合の性状とは幾分異なることが予想される。

本論文は、剪断破壊を生ずる正方形断面のRC柱を対象に、断面の中心を通るX、Y両軸のいずれか一方の軸に対する水平加力方向の角度が0°、22.5°及び45°の3種で、軸方向応力度係数ηの変動幅を4種に変化させた場合の剪断性状に及ぼす差異を実験により比較検討し、RC柱の剪断設計のための一資料とすることを目的とする。

2. 実験概要

2.1 試験体

図-1に示すように、柱の上下に加力用梁型スタップを有するI型試験体10体よりなる。柱の断面は、高軸圧縮応力度(σ_o=N/bD=150kgf/cm²)の载荷が可能となるよう試験機の容量を考慮して、全試験体とも一辺18cmの正方形断面とした。柱の内法高さは45cmで(h_o/D=2M/QD=2.5)、主筋にはSD30級のD13を8本配置し(P_g=3.14%)、コンクリートの設計強度を300kgf/cm²、帯筋には4φ鉄筋を用いてP_w=0.50%となるように全試験体とも同一配筋とした。

試験体の種類は、表-1に示すように柱断面の主軸に対する水平加力角度θを0°(記号0)、22.5°(記号2)及び45°(記号4)の3種とし、ηの変動幅を4種と定めた。

2.2 変動軸力の作用方法と繰返し方法

ηの変動幅は、長期荷重時の仮定値η=0.2(σ_o=60kgf/cm²)を基準に、軸力も水平力も共に正負漸増による繰返しを行って、正荷重時Q≥10tonでη=0.4、負荷重時Q≤-5tonでη=0となる場合(記号V04)と、正荷重時Q≥10tonでη=0.5、負荷重時Q≤-5ton

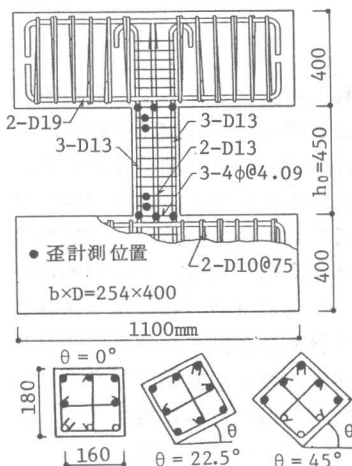


図-1 試験体詳細図

表-1 試験体の種類

繰返方法	(-) (0)	(+) (2)	(-) (4)	(+) (2)	(-) (4)	(+) (0)
ηの変動	0~0.2	0.2~0.4	-0.1~0.2	0.2~0.5	0~0.4	-0.1~0.5
θ=0°	0V04	—	0V15	—	0VA04	—
θ=22.5°	—	2V04	—	—	2VA04	—
θ=45°	—	4V04	—	—	4VA04	—

記号中、最初の数値はθの変化を、V、VAは軸力の変動を、04、15はηの変動幅を示す。

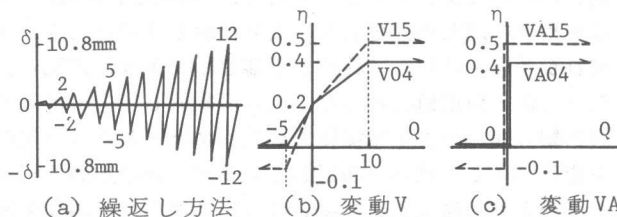


図-2 繰返しと軸力の変動方法

で η が-0.1となる場合(記号V15)の他に、 $Q=0$ の位置で η が正側で0.4と負側で0に変動する場合(記号VA04)と、 η が正側0.5と負側で-0.1に変動する場合(記号VA15)の合計4種類とした。尚、 $Q=-5$ 及び10tonは、 $\eta=-0.1$ と0.5における剪断耐力計算値の約2/3に相当する。

繰返し方法については、全試験体とも変位制御で行ったが、繰返し各回における水平変位量 δ は0.9mm(部材角で $R=2 \times 10^{-3}$ rad.)毎の漸増とし、繰返し数12回($\delta=10.8$ mm, $R=24 \times 10^{-3}$ rad.)で加力を終了させることを原則とした。

2.3 使用材料の性質と試験体の製作

表-2には使用材料の性質を示した。試験体の製作には、1200用ドラム型ミキサーを用いて混練し、メタルフォーム型枠内に平打ち込みとした。打設後3日目に脱型して所要強度の約70%を発揮するまでビニールシートで密封養生を行い、以後実験室内に放置して、材令29~39日で実験を行った。

2.4 加力装置

図-3に示すように、L型フレームを介して③号機アクチュエータによって柱の水平力を、②号機によって柱の軸力を加える。①号機は、水平加力中に上下両スタブの平行度を保持できるように、L型フレームの回転防止制御用のものである。柱に作用する剪断力には、①と②号機の角度変化による影響を考慮した。尚、L型フレームには、作用水平力の直交方向に振れ防止用の振れ止めを設けた。

2.5 計測方法

柱に作用する水平力や軸方向力の検出には、それぞれの装置に組み込まれたロードセルを用いた。柱の水平変位の計測には、加力用梁の両側に固定した上下二対のゲージホルダーの先端に取り付けた4個のデジタルゲージを用いた。又、柱の軸方向変位は、水平加力時に引張・圧縮となる柱内法の両側面に3個ずつ合計6個の変位計を固定し計測した。又、図-1に印した鉄筋の表面には、検長2mmのワイヤストレインゲージを貼付し、その歪度を計測した。これらの計測値は、パソコンを通じてフロッピーディスクに記録した。

3. 実験結果とその検討

3.1 破壊に至る経過

同一試験体でも、正荷重時と負荷重時における軸力がそれぞれ異なるために、ひび割れの発生・進展の状況も幾分異なる。図-3には、正負繰返しにおける最大荷重時と最終時のひび割れ状況の代表例を、そして、図-4にはこれら3試験体の荷重・変位曲線を示した。

正荷重時には、比較的高圧縮力となるために曲げひび割れの進展は遅く、曲げ剪断ひび割れの無いまま、繰返し2回目(2VA04柱と4VA04柱は3回目)に中段主筋沿いに勾配の急な斜めひび割れが発生した。次の繰返し3回目(上記2体は4回目)には、この斜めひび割れが進展・開口して柱の上下端を結ぶように連続し、図-3(a),(d),(g)に示す状態となって最大荷重値を示した。以後の繰返し加力によって更に斜めひび割れが伸展し、ひび割れ幅の開口を伴って保持力が徐々に低下した。上記の傾向は、軸力の変動方法や変動幅を変化させても互いに類似しているが、水平加力角度 θ を22.5°と45°とした場合には、0°の場合よりも最大荷重時における斜めひび割れの発生域が広いのみが異なる。

一方、負荷重時には軸力が0又は引張力に転ずるために、ひび割れの発生・進展状況が

表-2 使用材料の性質

種別	断面積 (cm ²)	σ_y (kgf/cm ²)	$E_s \times 10^6$ (kgf/cm ²)	コンクリート SL=18cm
4φ	0.123	2790	2.11	海砂 ≤2.5mm
D10	0.713	3600	—	川砂 利 ≤10mm
D13	1.267	3490	1.81	W/C=60%
D19	2.865	3630	—	1:2.65:3.46

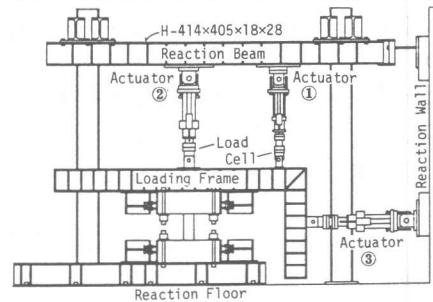


図-3 加力装置