

V-483

RC柱の柱筋座屈挙動に関する実験的検討

鹿島技術研究所 正会員 新保 弘 鹿島技術研究所 正会員 村山八洲雄
鹿島技術研究所 正会員 須田久美子 鹿島技術研究所 正会員 一宮 利通

1. はじめに RC柱の地震時変形性能を評価するためには柱基部で生じる柱筋座屈の挙動を予測することが重要である。しかし、土木構造物を対象とした、断面の各辺に多数の軸方向鉄筋(柱筋)が配置され、交番荷重を考慮している研究例は少ない。ここでは斜張橋タワーや高橋脚等を想定したRC模型試験体に交番加力実験を行い、柱筋の座屈挙動について検討を行った。

2. 実験概要 実験に用いた試験体の諸元を図-1に、試験体の配列と材料試験結果を表-1、表-2に示す。

すべての試験体で全断面に対する柱筋比を2.6%、載荷面に対する帯筋比を0.16%とし、柱筋にはD6、D10、D16鉄筋を、帯筋にはφ3mmの異形鉄筋(D3鉄筋)を用いた。またD10試験体では、局部的に高周波焼き入れを行った鉄筋(鉄筋ロードセル)を数本、隅角部以外の柱筋として用い、そのひずみ値から柱筋応力を計測できるようにしている。

加力には6自由度加力装置¹⁾を用い、軸力を応力度で60kgf/cm²、せん断スパン比(M/S・H)を10として断面の強軸方向に曲げせん断の漸増交番加力を行った。計算上の柱筋降伏荷重までは約1tf・mピッチの荷重制御で、降伏荷重以降は柱基部から高さ450mmまでの降伏時の平均曲率φy(約15×10⁻⁶/m)の整数倍の変形制御による加力を行った。また、同じ荷重(曲率)での繰返し加力は行っていない。

3. 実験結果と考察 図-2にD10試験体の降伏曲げモーメントで正規化した作用曲げモーメント(M/M_y)と基部の柱筋ゲージひずみ値の表裏平均値(軸ひずみ; εs)の履歴(M/M_y-εs)を、図-3～図-5に各試験体の正規化曲げモーメントと降伏時の曲率(φy)で正規化した曲率の履歴(M/M_y-φ/φy)を示す。曲げモーメントの増加に対して軸ひずみが増加しなくなる点、つまり、軸応力が増加しなくなる点で柱筋の座屈が開始していると考え、すべての試験体で、座屈はM-φループの第2、第4

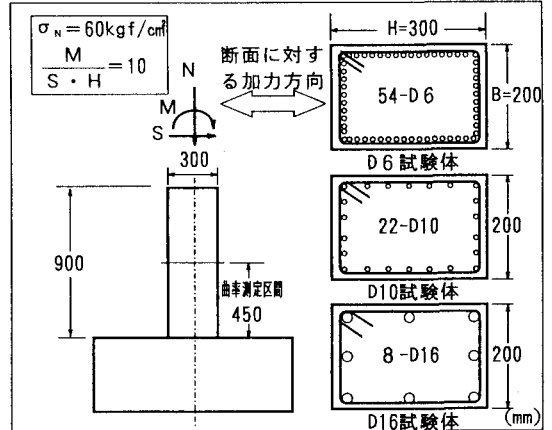


図-1 試験体の諸元

表-1 試験体配列

試験体	柱筋	帯鉄筋	Gmax
D6	56-D6		
D10	22-D10	D3ctc45mm	10mm
D16	8-D16		

表-2 材料試験結果

試験体	コンクリート		鉄筋		
	f _c	E _c	種類	σ _y	σ _u
D6	485	2.86×10 ⁵	帯筋D3	3185	4167
D10	438	2.95×10 ⁵	柱筋D6	3520	4890
D16	480	2.90×10 ⁵	柱筋D10	3722	5326
			柱筋D16	3550	4770

(単位:kgf/cm²)

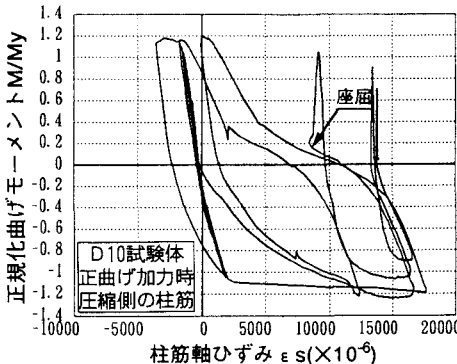


図-2 曲げモーメントと軸ひずみ(D10試験体)

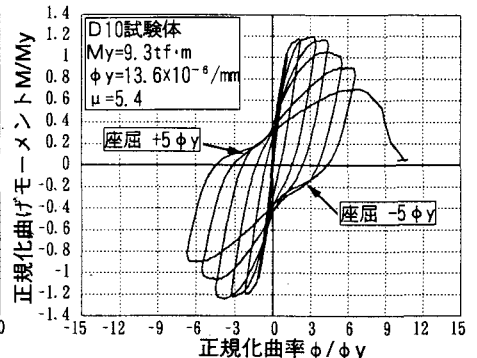


図-3 曲げモーメントと曲率(D10試験体)

象限、つまり残留変位が0に戻る前に起こっている。また、座屈が起こると柱筋の軸剛性が低下するためM- ϕ ループのくびれが目立つようになり、その後の耐力が低下していることがわかる。各試験体の靱性率(μ ;降伏変位に対する終局時変位の比)は5~7程度とほぼ同じであったが、柱筋が大きいものほど吸収エネルギーが大きくなっていた。

図-6に柱筋径と座屈時の柱筋軸応力(σ_{sb})の関係を示す。ここで σ_{sb} の概算値($\bullet$)は、柱筋の引張側の荷重ピークから除荷し圧縮側のピークに達するまで、曲げモーメントと柱筋軸応力(M- σ_s)の関係がほぼ直線であることに着目し、断面計算からM- σ_s 関係を求め、これに座屈時の曲げモーメント(M_b)を与えて得たものである。また、D10試験体については鉄筋ロードセルによる実測値($\circ$)も示している。これより、柱筋の座屈は、全ての試験体で、柱筋の降伏応力度 σ_y 以下で生じていることがわかる。

座屈開始時の座屈位置の柱筋周辺の力のつりあいを考えると、柱筋に作用する軸応力の曲率による水平分力は、以下の反力の和を越えていると考えられる。

- ①コンクリートの引張強度による反力
- ②帯筋を両端固定ばりと考えたときの曲げ抵抗による反力
- ③特に隅角部の柱筋に作用する、帯筋の軸剛性による反力
- ④柱筋の曲げ抵抗による反力

そこで座屈時の柱筋応力度と曲率(ϕ_b)から、単位面積当りの水平分力($\sigma_h = A_s \times \sigma_{sb} \times \phi_b / B$; A_s :圧縮鉄筋量, B :断面幅)を求めた。柱筋径と座屈時の σ_h の関係を図-7に示す。これより、柱筋径が大きいものほど σ_h が大きくなっていることがわかる。これは柱筋径が大きいものほど座屈時の軸応力と曲率が大きくなっているためであるが、本実験では①と②は試験体によって大差がないと考えられるため、 σ_h の違いは③と④が主な原因であると考えられる。今回の実験だけでは定量的な評価はできないが、③は柱筋の径と配置によって影響を受ける鉄筋量が異なること、④は柱筋径が大きいものほど大きくなることから、柱筋の座屈挙動はその径と配置に大きな影響を受けると考えられる。

4.まとめ 今回の実験の範囲では以下のことがいえる。

1. 柱筋の座屈はその径によらず、残留変位が0に戻る前に起こる。
2. 柱筋の座屈時の軸応力は降伏応力度以下である。
3. 柱筋の座屈挙動はその径と配置に大きな影響をうける。

参考文献 1)新保、村山/コンクリート柱部材の6自由度加力装置/コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 14, No. 2, pp. 815-818, 1992

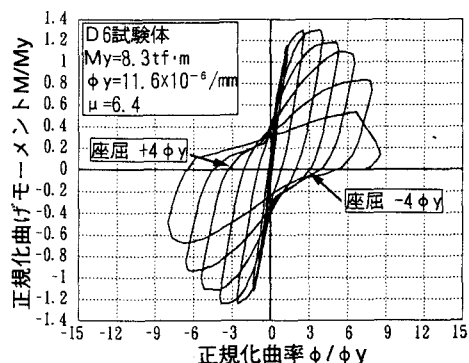


図-4 曲げモーメントと曲率(D6試験体)

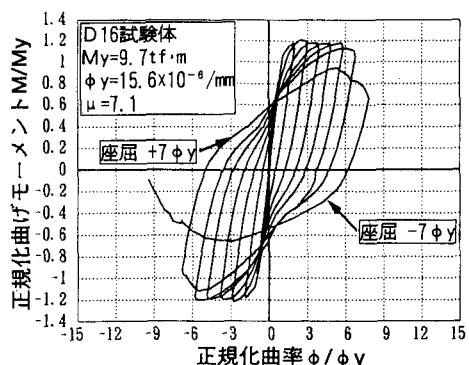


図-5 曲げモーメントと曲率(D16試験体)

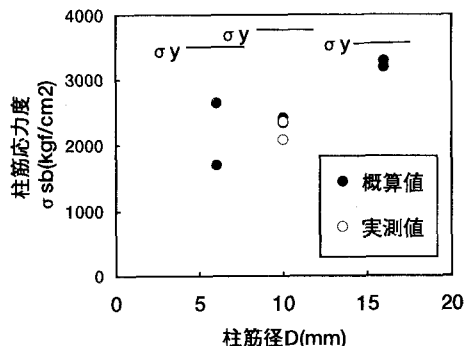


図-6 柱筋の径と座屈時の応力度

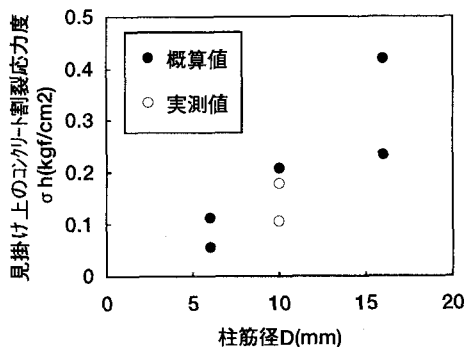


図-7 柱筋の径と σ_h