

横方向筋で拘束されたコンクリートの応力-ひずみ曲線と
断面形状の関係について

近畿大理工学部 正員 ○柳下文夫
近畿大理工学部 正員 水野俊一

1. はじめに

曲げモーメントおよび曲げモーメントと軸方向力を受けるコンクリート系部材の断面破壊の終局限界状態に対する検討において、圧縮域に仮定するコンクリートの応力-ひずみ曲線は、一軸応力状態のものをモデル化（パラボラ・直線表示）して仮定している。しかし、実際の構造部材におけるコンクリートは複雑な応力状態下にあるといえ、現行の示方書においても“必要に応じて二軸および三軸応力状態下の影響を考慮するものとする”と記されている。そこで本研究は、偏心載荷と横方向筋による仮想三軸状態下での曲げ圧縮実験を種々の断面に対して行い、Newmark等¹⁾によって提案されている「構造解析の際に用いる $\sigma-\epsilon$ 関係」をベースにその傾向を検討した。

2. 実験概要

(1)試験体 コンクリートの設計目標強度は240, 350kgf/cm²の2種類とし、試験部の断面形状にAタイプ：長方形, Bタイプ：半円形, Cタイプ：台形, Dタイプ：三角形, Eタイプ：中空半円形の5種類を設定した。横方向筋にはD6（実降伏点応力度3200kgf/cm²）を用い、その間隔は各断面に対して無筋, 5cm, 3.5cm, 2cmの4種類である。なお、純かぶりは1cmとし、圧縮鉄筋は配筋していない。

(2)加力および測定方法 加力方法を図1に示す。加力は、軸力用主ジャッキにて $\Delta P1$ だけ載荷し、仮想中立軸面のひずみが零になるように副ジャッキにて $P2$ を与える。この作業を繰り返すことにより、断面に曲げ圧縮域の応力状態を再現しつつ、試験体が破壊に至るまで連続載荷した。試験区間の平均圧縮ひずみは、カンチレバ型ひずみゲージ変換式変位計（2000 μ /mm, 検長20cm）で測定した。

3. 実験結果と考察

(1)横補強効果

① 応力増分 Newmarkは「構造解析の際に用いる $\sigma-\epsilon$ 関係」を図2に示すような近似 $\sigma_a-\epsilon_a$ 線図として提案している。

$$f_c'' = 0.85 \cdot f_c' + \frac{\xi \cdot A_w'' \cdot f_y''}{s \cdot h} \quad \cdots (1)$$

ただし、

f_c' : $\phi 15 \times 20$ 円柱供試体の圧縮強度

A_w'' : 横方向筋の断面積

f_y'' : " の降伏点応力度

s : " のピッチ

h : " によって囲まれたコンクリートの長辺の長さ

式(1)の第2項がこ
こでいう“応力増分”
であり、各試験体に関
して求めたものを図3
中に示す。低強度半円
形断面は長方形断面に

	b	b*	c
A	150	-	130
B	300	-	150
C	300	150	130
D	300	-	150
E	300	150	150

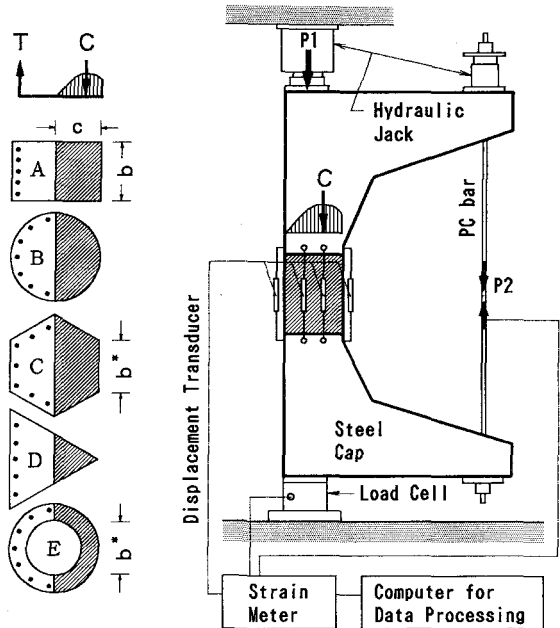


図1 加力方法と試験体断面形状

比して約50kgf/cm²程度高い応力増分を示している。しかし、高強度の場合にはほぼ同程度の値を示した。これらの傾向は“コンファインドコンクリート柱の一軸圧縮下のデータ”と若干異なることを示している。台形断面については長方形断面と同様な傾向を示した。一方、三角形断面（長方形断面の2軸曲げ時）や中空半円形断面の場合には、横方向筋の増量に対してほとんど応力増分が認められないのが特徴的である。

② 補強係数(ξ) 各試験体に対して求めた“応力増分”より、式(1)中の補強係数ξを求め図3に示した。Newmarkは、円形断面のスパイラル補強の場合にはξ=8.2、長方形フープ筋補強の場合にはξ=4.1という値を提唱している。この値と本実験結果による値を比較した場合、低強度長方形断面の場合のもののみ良い一致が見られた。しかし、高強度長方形断面や他の断面形状のものは、それぞれ特徴的な傾向を示しており、断面形状・補強筋比・コンクリート強度・補強方法等を要因とした係数の決定が必要とされる。

③ 終局ひずみ度(ε_{cu}) ε_{cu}は部材の終局限界点と密接に関係している。本項では、断面形状とε_{cu}の関係についてのみ言及する。なお、ε_{cu}はfalling branch上の0.9・f_{c,max}点のひずみと仮定した。三角形断面のε_{cu}は、他の断面形状の場合より著しく大きくなる傾向(30~60%増加)を示した。

4. まとめ

種々の断面形状に対する仮想三軸状態下での圧縮実験を行い、横補強効果と断面形状の関係を傾向的に明らかにできた。今後、諸数値の定量化に向けての資料の蓄積が必要と思われる。

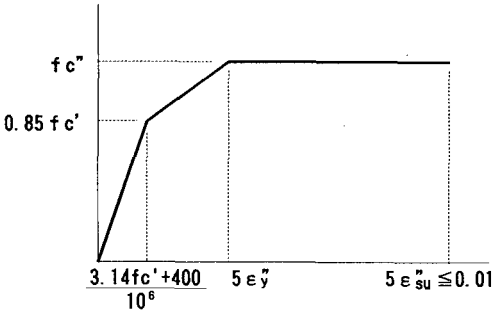


図2 σ-ε関係 (by Newmark)

Fc=240	Type	Fc=350
■	A	□
●	B	○
◆	C	◇
▲	D	△
◎	E	⊙

ε_{cu} : 終局ひずみ度
ρ^{*} : 横方向筋の容積比

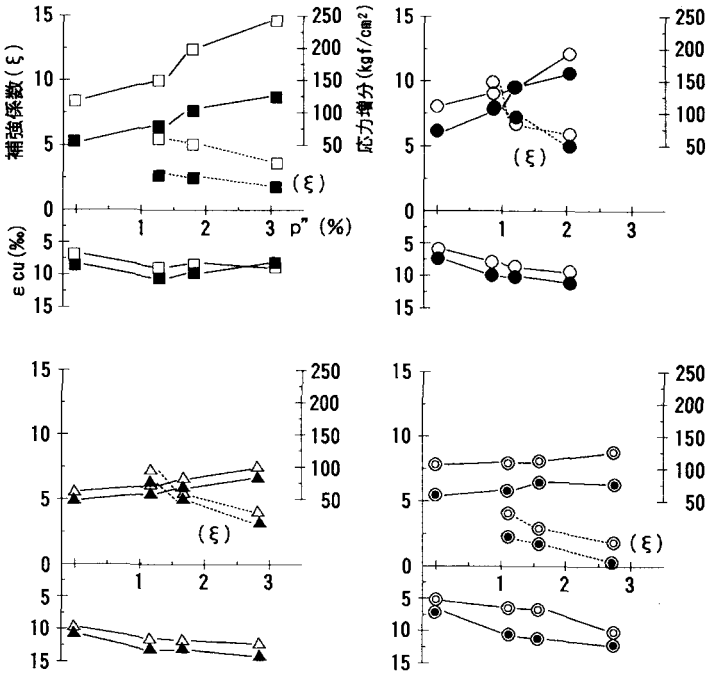


図3 各種断面形状に対する補強筋比と補強係数(ξ)、応力増分、終局ひずみ度(ε_{cu})の関係

[参考文献] 1) Blume J.A., Newmark N.M. & Corning L.H.: Design of Multistory Reinforced Concrete Buildings for Earthquake Motions, Portland Cement Association, Chicago