

V-271 曲げ圧縮部コンクリートのコンファイン効果と断面形状の関係について

近畿大学理工学部 正会員 ○柳下文夫

近畿大学理工学部 正会員 水野俊一

1. まえがき 鉄筋コンクリート断面における変形能力改善策の一つとして、圧縮側コンクリートをコンファインの状態として圧縮側の“勢力”を増強する方法がある。これは“じん性率”は大きくなっても断面の抵抗曲げモーメントはそれほど増大しないので断面設計に際して再計算を必要としないなどの利点がある。

近年、コンファインドコンクリートに関する研究報告は数多い。しかし、それらの実験方法についてはほとんどが中心圧縮試験によるものであり、補強効果に対する真の指標とするには問題点が残る。一方、コンクリート系土木構造物にしばしば見られる矩形以外の断面形状を対象とした研究は若干見られる程度でなきに等しい。そこで本報告は、フープ筋により横拘束された種々の断面形状を有するコンクリート断面が、曲げ圧縮を受けた場合の終局状態における性質について述べる。

2. 実験概要

(1)試験体 試験部の断面形状は表-1に示す長方形(Aタイプ)、三角形(Bタイプ)、半円形(Cタイプ)、中空半円形(Dタイプ)、台形(Eタイプ)の5種類である。そして、各試験部にはかぶり1cmで横拘束筋($\phi 6$, $f_{sy}=2,600\text{kgf/cm}^2$)を5cm, 3.5cm, 2cmの間隔で配したものと無補強のものを1体づつ製作した(合計40体)。コンクリートの設計基準強度は $F_c=200\text{kgf/cm}^2$ および 350kgf/cm^2 である。

(2)試験方法および載荷装置 断面に曲げ圧縮部の応力状態を再現するような試験方法としてはHognestad¹⁾などの採用した方法があるが、本実験ではそれらに若干の変更を加えてものを用い、その概略を図-1に示す。すなわち、主軸力(P_1)の増分に対して副軸力(P_2)をコントロールし、常に中立軸仮定面のひずみが零になるように偏心圧縮力を加える方法である。縁ひずみの測定には検長200mmでセットしたカンチレバ型ひずみゲージ変換式変位形($\pm 2.5\text{mm}$, $2,000\mu/\text{mm}$)を用いた。さらに各試験体に配した横拘束筋の軸方向ひずみは、ひずみゲージを貼付し測定した。

3. 解析方法

(1)曲げ圧縮試験によるコンクリートの応力-ひずみ曲線 いま、断面内のひずみ分布において“平面保持の仮定”が満たされ、曲げ圧縮域のどの高さにおいても同じ応力-ひずみ曲線に従うものとするなら、次式(Aタイプの場合)が導かれるのは周知である。

$$C = \int_0^c b(x) \cdot f(\epsilon_x) \cdot dx \rightarrow \sigma_c = \frac{\epsilon_c}{b \cdot c} \cdot \frac{dC}{d\epsilon_c} + \frac{C}{b \cdot c} \quad \dots (1)$$

ここで、実験における荷重増分 ΔC と縁ひずみ増分 $\Delta \epsilon_c$ から、 $\Delta C / \Delta \epsilon_c \div dC / d\epsilon_c$ とおけば(1)式から $\sigma_c - \epsilon_c$ 曲線が求めることができる。

(2)ストレスブロックの形状係数 各計測ステップの軸力の和(P_1+P_2)を用いて次式により計算を行った。

$$k_1 k_3 = \frac{P_1 + P_2}{A_c \cdot f_c'} \quad , \quad k_2 = 1 - \frac{P_1 \cdot e_1 + P_2 \cdot e_2}{(P_1 + P_2) c} \quad \dots (2)$$

ここに、 f_c' :曲げ圧縮試験による最大圧縮応力

4. 実験結果と考察

(1)中心圧縮によるコンクリートの最大圧縮応力 試験体製作時に採取した各3本のシリンダー($\phi 10 \times 20\text{cm}$)の最大圧縮応力の平均値を表-2に示す。

(2)曲げ圧縮試験によるコンクリートの応力-ひずみ曲線 上記3(1)の方法で求めた応力-ひずみ曲線を

表-1 断面形状と寸法

					
	$\frac{1}{2}b$	$\frac{1}{2}b$	$\frac{1}{2}b$	$\frac{1}{2}b$	$\frac{1}{2}b$
A	150 mm	300	300	300	300
b	150 mm	300	300	300	300
b*	—	—	—	150	150
c	130	150	150	150	130
$e_1 = 5\text{ cm}, e_2 = 60\text{ cm}$					

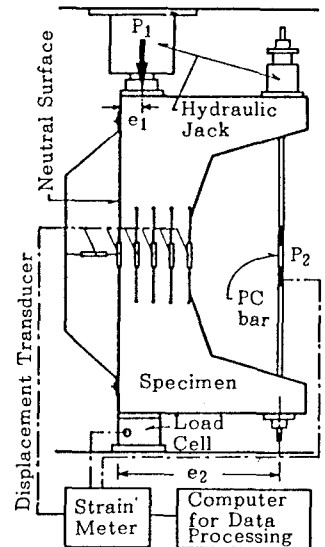


図-1 加力および測定図

表-2 コンクリート強度

$F_c(\text{kgf/cm}^2)$	200	350
s : 0 cm	203.17	341.00
5.0	226.87	343.01
3.5	262.23	340.51
2.0	267.51	350.74

図-2に示す。なお、同図は中心圧縮試験結果の値で無次元化されている。また、図-3は横拘束筋容積比(P_s'')，すなわち拘束筋の量と強度増加比およびひずみ増加比との関係を示したものである。Hognestadは“曲げ圧縮試験から求めた応力-ひずみ曲線は中心圧縮試験のものとはほとんど一致する”としているが、本実験結果では、断面形状・補強筋比等の影響による違いが大きく現れた。強度増分では断面形状による差が顕著である。このうち低強度の場合のAおよびCタイプは、過去の中心圧縮試験結果と同様な傾向を示した。しかし、三角形および中空半円形では低・高強度とも強度面で補強効果が認められないのが特徴的である。また、補強筋とじん性改善の関係で重要なポイントである最大強度時ひずみの推移やfalling branchの性状等から見れば、断面形状およびコンクリート強度によっても異なるが、相当量の効果が望めることが確認された。

(2) ストレスブロックの形状係数 図-4には、断面解析上の終局限界点を定めるいくつかの方法の内から[C=T]_{max}時を選択し、上記3(2)の方法により係数 k_1k_3 、 k_2 を求め、圧縮強度との関係を示した。同図より、 k_1k_3 および k_2 の値は断面形状によって大きく異なる。

5. まとめ 種々の断面形状に対する曲げ圧縮試験から求めた応力-ひずみ関係は中心圧縮試験によるものと相当異なることがわかった。したがって、終局域での部材の挙動を的確に把握するためには、この種の資料の蓄積が必要である。

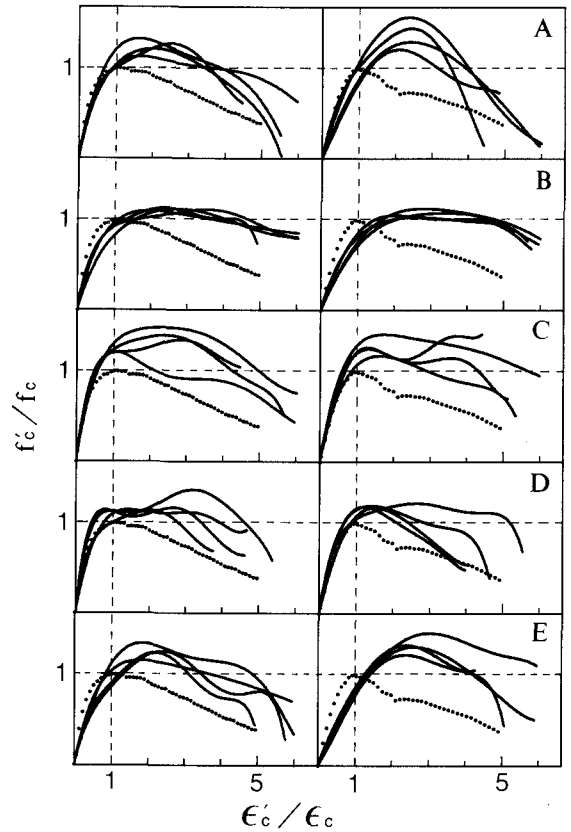


図-2 コンクリートの σ - ϵ 曲線

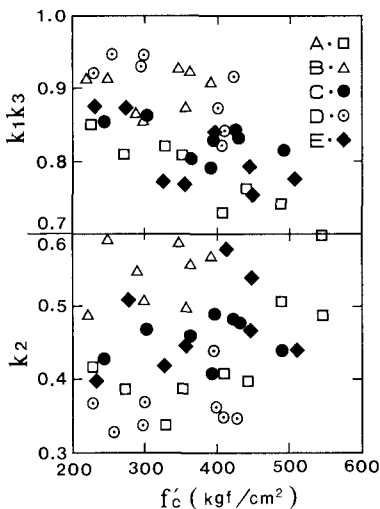


図-4 ストレスブロックの形状係数

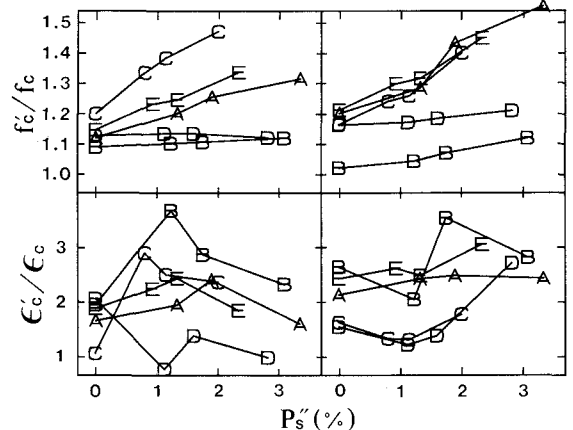


図-3 拘束筋容積比と補強効果の関係

参考文献 1)Hognestad E. etc.∴Concrete Stress Distribution in Ultimate Strength Design, ACI Journal, Vol. 27 No. 4, 1955, p. 455~478.