

## 横拘束コンクリートの応力-ひずみ 関係に関する研究

大和ハウス工業(株) 正員○松本 利彦  
京都大学工学部 正員 井上 晋 正員 宮川 豊章  
正員 小林 和夫 正員 藤井 学

1. はじめに コンクリートの圧縮靱性を改善する方法の一つとして横拘束筋を配置することが挙げられ、その効果はいくつかの実験で確かめられている。しかし、靱性改善効果に影響を及ぼす要因は多く、これらの影響を定量的に把握し、それらを考慮した横拘束コンクリートの応力-ひずみ関係を求めることが必要である。

2. 試験概要 本研究では、種々の要因が横拘束コンクリートの基本特性に及ぼす影響を明らかにするため、図1に示すような円柱および角柱供試体に対し単調載荷試験を実施し、その結果から横拘束コンクリートの応力-ひずみ曲線のモデル化を行った。

取り上げた要因は、1. 横拘束筋量  $\rho_s$ 、2. 横拘束筋降伏点  $f_{syh}$ 、3. 横拘束筋配置間隔  $s$ 、4. コンクリート強度  $f'_c$  であり、これらの詳細を表1に示す。なお、いずれの供試体も軸方向鉄筋、かぶりはなしとし、横拘束筋には溶接したフープ筋を用いた。

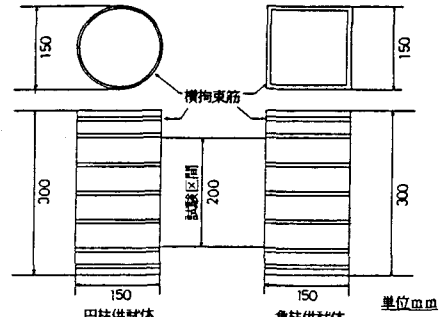


図1 供試体の形状・寸法

3. 試験結果 本研究ではモデル化に際して横拘束コンクリートの応力-ひずみ関係の特性値を表す指標として、プレーンコンクリートに対する最大応力の増加率  $f_c/f'_c$ 、最大応力時ひずみの増加率  $\epsilon_{co}/\epsilon_{co}'$ 、および応力降下域の降下勾配  $\theta$  を用いた。各指標と各要因の間には、本実験結果を文献1,2の考え方に従って整理した結果、表2に示す様な関係が得られた。

4. 応力-ひずみモデル 横拘束コンクリートの応力-ひずみ曲線のモデル化は文献1,2による拘束係数の考え方を本実験結果に適用して行った。すなわち、表2のような結果をもとに拘束効果を定量的に表す指標として拘束係数を

表1 試験要因

|       | コンクリート設計<br>基準強度<br>( $\text{kgf/cm}^2$ ) | 横拘束筋<br>降伏点<br>( $\text{kgf/cm}^2$ ) | 横拘束筋量<br>$\rho_s$<br>(%) | 横拘束筋径<br>(mm) | 横拘束筋配置<br>間隔比 $s/D$<br>D: 断面最小寸法 |
|-------|-------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---------------|----------------------------------|
| 円柱供試体 | 300, 500                                  | 3280~8630                            | 0.62~4.02                | 3.5, 6.0      | 0.086~0.753                      |
| 角柱供試体 | 300, 500                                  | 3280~8630                            | 0.62~2.50                | 3.5, 6.0      | 0.180~0.753                      |

表2 各指標と要因の関係

|    |                                | $\rho_s$       | $f_y$              | $f'_c$       |
|----|--------------------------------|----------------|--------------------|--------------|
| 円柱 | $f_c/f'_c$                     | $\rho_s$ と線形関係 | $\sqrt{f_y}$ と線形関係 | $f'_c$ と反比例  |
|    | $\epsilon_{co}/\epsilon_{co}'$ | $\rho_s$ と線形関係 | $f_y$ と線形関係        | $f'_c$ と反比例  |
|    | $\theta$                       | $\rho_s$ と反比例  | $\sqrt{f_y}$ と反比例  | $f'_c$ と線形関係 |
| 角柱 | $f_c/f'_c$                     | $\rho_s$ と線形関係 | $f_y$ と無関係         | $f'_c$ と無関係  |
|    | $\epsilon_{co}/\epsilon_{co}'$ | $\rho_s$ と線形関係 | $\sqrt{f_y}$ と線形関係 | $f'_c$ と反比例  |
|    | $\theta$                       | $\rho_s$ と反比例  | $\sqrt{f_y}$ と反比例  | $f'_c$ と線形関係 |

式1~2のように決定した。なお、 $k_i$  ( $i=1,2$ ) は  $s/D$  の値がそれ以上大きくなると拘束による効果が得られなくなる値を示すものである。(本研究の場合  $k_1=0.51$ ,  $k_2=0.95$ )

式1 円柱供試体

$$\begin{aligned} C_{cf} &= \rho_s (1 - s/k_1 D) \sqrt{f_{syh}} / f'_c \\ C_{c\epsilon m} &= \rho_s (1 - s/k_2 D) f_{syh} / (f'_c)^2 \\ C_\theta &= 1 / \rho_s (f'_c)^2 / f_{syh} \end{aligned}$$

式2 角柱供試体

$$\begin{aligned} C_{cf} &= \rho_s (1 - s/D) \\ C_{c\epsilon m} &= \rho_s (1 - s/D) \sqrt{f_{syh}} / (f'_c)^2 \\ C_\theta &= 1 / \rho_s (f'_c)^2 / f_{syh} \end{aligned}$$

Manabu FUJII Kazuo KOBAYASHI Toyoaki MIYAGAWA Susumu INOUE Toshihiko MATSUMOTO

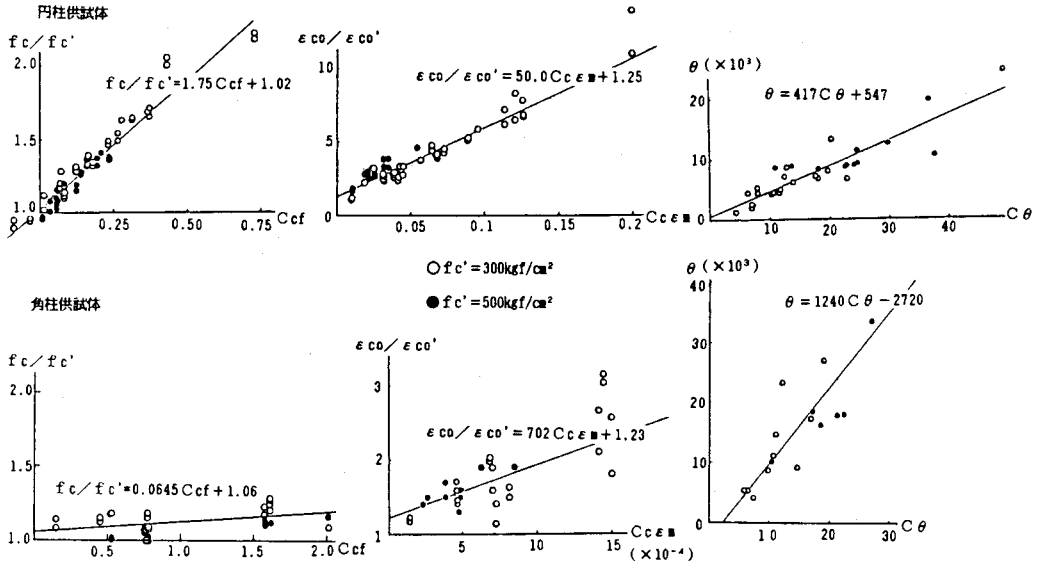


図2 拘束係数と各指標の関係

このようにして決定した拘束係数と各指標の関係を図2に示す。これらより拘束係数と各指標との間には式3～式4に示すような線形関係が得られた。

$$f_c/f_c' = 1.75 Ccf + 1.02$$

$$f_c/f_c' = 0.065 Ccf + 1.06$$

$$\text{円柱供試体 } \varepsilon_{co}/\varepsilon_{co'} = 50.0 Cc\varepsilon m + 1.25$$

$$\text{角柱供試体 } \varepsilon_{co}/\varepsilon_{co'} = 702 Cc\varepsilon m + 1.23$$

$$\theta = 417 C\theta - 574$$

$$\theta = 1240 C\theta - 2720$$

・・・式3

・・・式4

以上のような関係から図3に示すような応力-ひずみ関係のモデル化を行った。実験による応力-ひずみ曲線と本モデル曲線および代表的なモデルの一つである修正Kent&Parkのモデル曲線を比較したものを図4に示す。これらより、修正Kent&Parkのモデルは最大応力時ひずみを過小評価する傾向があり、一方、本研究によるモデル曲線は実験値とよく一致していることがわかる。

参考文献) 1. 六車 照ら 第5回コンクリート工学年次講演会講演論文集pp.317～320 昭和58年

2. 藤井 学ら セメント技術年報40巻pp.273～pp.276 昭和61年

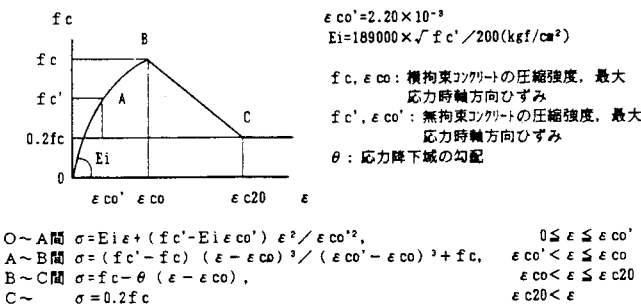


図3 応力-ひずみモデル曲線

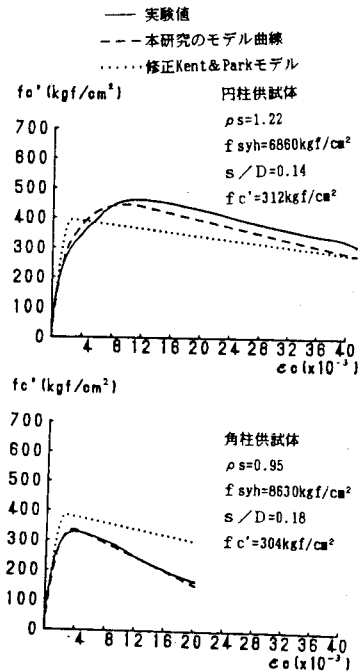


図4 応力-ひずみ曲線