

(V-20) 急速一軸圧縮载荷を受けるクリートの応力—ひずみ関係に関する実験的研究

防衛大学校 学生会員 ○ 上林勝敏 防衛大学校 正会員 藤掛一典
防衛大学校 学生会員 篠崎敬一 防衛大学校 正会員 大野友則

1. はじめに

これまでに、急速一軸圧縮载荷試験を受けるコンクリート供試体の軟化領域も含めた応力—ひずみ関係を計測し、ひずみ速度効果を考慮した応力—ひずみモデルの定式化を行った。ただし、1種類の平均一軸圧縮強度に対する定式化であったため、コンクリート強度が応力—ひずみ関係に及ぼす影響については明らかではない。そこで本研究においては、コンクリートの平均一軸圧縮強度が異なる供試体について実験し、コンクリート強度及びひずみ速度効果を考慮した応力—ひずみモデルの定式化を行った。

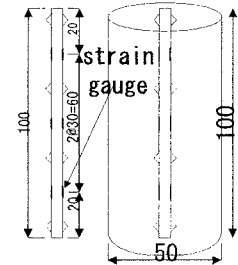
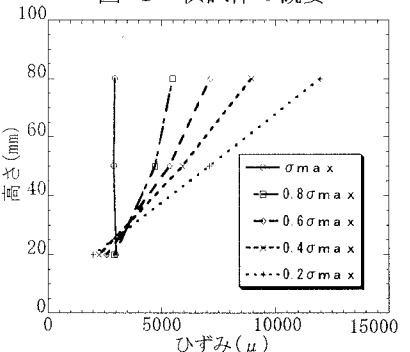


図-1 供試体の概要

2. 実験概要

実験には直径 50mm、高さ 100mm の円柱供試体を用い、両端には減摩パットを挿入している。コンクリート強度については普通強度シリーズ ($W/C=65\%$ 、平均一軸圧縮強度 30.3N/mm^2) と中強度シリーズ ($W/C=55\%$ 、平均一軸圧縮強度 47.5N/mm^2) の 2 種類とした。急速载荷装置を用い静的 [$\dot{\epsilon}_s = 1.2 \times 10^{-5} (1/\text{sec})$]、低速 [$\dot{\epsilon}_s = 1.7 \times 10^{-2} (1/\text{sec})$]、中速 [$\dot{\epsilon}_s = 4.5 \times 10^{-1} (1/\text{sec})$]、高速 [$\dot{\epsilon}_s = 1.5 \times 10^0 (1/\text{sec})$] の 4 種類の载荷速度で载荷している。[] 内の値はひずみ速度である。また、供試体の局所ひずみ、および全体変形を計測するために図-1 に示すノッチ加工したアクリル棒 (一辺 5mm) にひずみゲージを添付したものの (SMR) を供試体の中心に埋め込んでいる。



a) 普通強度

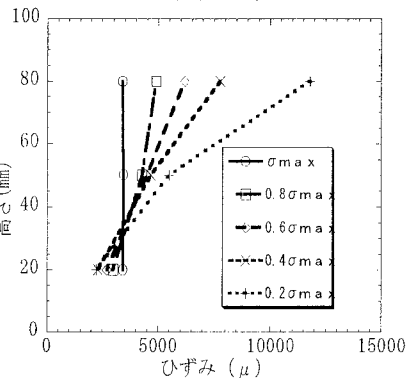
3. 実験結果および応力—ひずみモデルの定式化

(1) 各特性値とひずみ速度の関係

各载荷速度で得られた圧縮強度 (f_{cd})、圧縮強度時のひずみ (ϵ_{cd}) 及び初期弾性係数 (E_{cd}) と静的载荷におけるそれぞれの値に対する比とひずみ速度の関係はそれぞれ、藤掛ら¹⁾の既往の実験式にはほぼ一致した。よって各特性値とひずみ速度の関係には既往の実験式 (1) ~ (3) を使用した

$$\frac{f_{cd}}{f_{cs}} = \left(\frac{\dot{\epsilon}}{\dot{\epsilon}_s} \right)^{0.006[\text{Log}(\dot{\epsilon}/\dot{\epsilon}_s)]^{1.05}} \quad (1) \quad \frac{E_{cd}}{E_{cs}} = \left(\frac{\dot{\epsilon}}{\dot{\epsilon}_s} \right)^{0.002+[\text{Log}(\dot{\epsilon}/\dot{\epsilon}_s)]^{1.2}} \quad (2)$$

$$\frac{\epsilon_{cd}}{\epsilon_{cs}} = \left(\frac{\dot{\epsilon}}{\dot{\epsilon}_s} \right)^{-0.036+0.01\text{Log}(\dot{\epsilon}/\dot{\epsilon}_s)} \quad (3) \quad \left(\dot{\epsilon} = 1.2 \times 10^{-5} (1/\text{sec}) \right)$$



b) 中強度

(2) 供試体のひずみ分布状況

高速载荷に対する最大応力以降の軟化領域における普通強度、中強度それぞれの代表的な供試体の軸方向ひずみ分布状況を図-2 に示す。図-2 のひずみ分布から、コンクリート強度にかかわらず最大応力以降の軟化領域で応力の低下とともにひずみが増加する領域 (破壊領域) とひずみが減少する領域が存在していることがわかる。

図-2 高速载荷に対する供試体のひずみ分布

キーワード：急速一軸圧縮载荷，圧縮強度，载荷速度，応力—ひずみ関係

連絡先(神奈川県横須賀市走水 1-1 0-2 0 TEL 0468-41-3810 (EXT3521) FAX 0468-41-5913)

(3) 応力—ひずみモデルの定式化

圧縮試験の結果に基づいて、応力—ひずみ関係を求めるとき、通常供試体全体の変形から得られる全体変形ひずみを用いるが、破壊領域と非破壊領域が存在するもとで得られた供試体の平均ひずみに対して応力—ひずみ関係を定式化することは望ましいとは言えない。そこで、破壊領域の範囲における平均ひずみを SMR により計測された値から算定する。

破壊領域における応力—ひずみモデルの定式化は、式(4)に示す Popovics 式²⁾を基本式としている。ただし、式中の n 値は応上昇域、下降域ではそれぞれ別々に与えることにする。応力の上昇域では、初期弾性係数が一致するように式(5)で与える。また下降域に対しては、実験データを回帰したところコンクリートの平均一軸圧縮強度の相違にかかわらず、 n の値と最大応力の間に図-3 に示すような線形関係が認められたことから式(6)で与えている。式(1)～(6)を用いることで、任意のひずみ速度に対する応力—ひずみ関係を計算によって求めることができる。図-4 に実験及び計算によって得られた破壊領域の応力—ひずみ関係を示す。計算値と実験値は良い一致を示していることがわかる。

$$\sigma = \frac{n(\varepsilon / \varepsilon_{cd})}{(n-1) + (\varepsilon / \varepsilon_{cd})^n} f'_{cd} \quad (4)$$

(a) 応力の上昇域 ($\varepsilon \leq \varepsilon_{cd}$)

$$n = \frac{E_{Od}}{E_{Od} - f'_{cd} / \varepsilon_{cd}} \quad (5)$$

(b) 応力の下降域 ($\varepsilon \geq \varepsilon_{cd}$)

$$n = 0.056 f'_{cd} + 0.614 \quad (6)$$

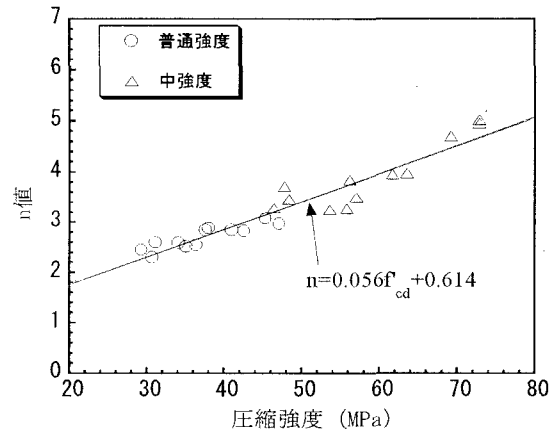


図-3 ポストピークにおける n 値と最大圧縮強度の関係

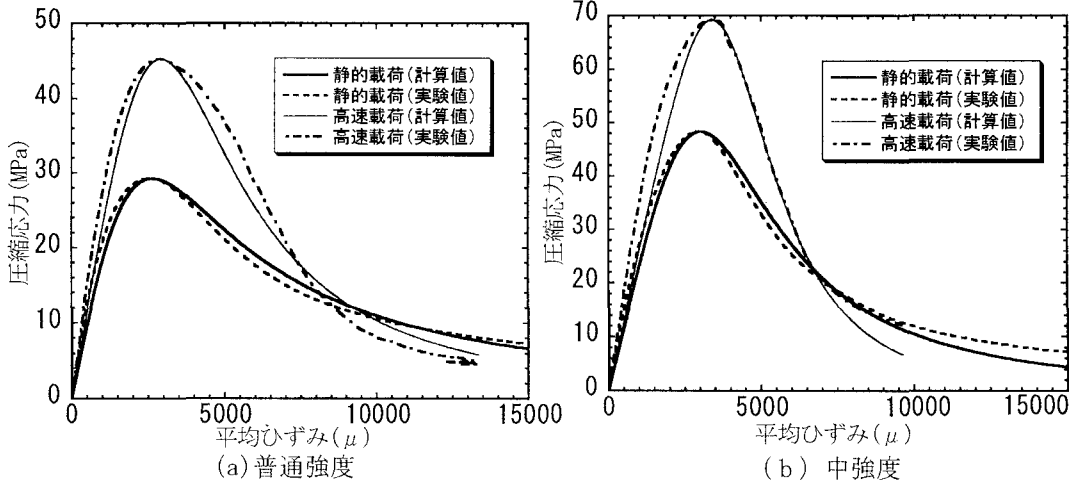


図-4 実験値と計算値の比較

参考文献

- 1) 藤掛, : 急速一軸圧縮を受けるコンクリートのポストピーク挙動に関する実験的研究
- 2) Popovics, S. Factors affecting the elastic deformations of concrete. Proc. of the Int. Conf. On Mechanical Behavior of Materials, Kyoto, pp. 172-183, Aug, 1971