

供試体寸法と骨材粒径の異なるコンクリートの 塑性変形挙動と応力度—ひずみ度曲線の表示式

小池狭千朗・大石 健次・奥藤 一夫・小林 尚

Size Effect on Strength and Inelastic Deformational Behavior and on Expression for Stress-Strain Curves of Concrete Prisms Made with Different Maximum Size of Aggregate under Uniaxial Compressive Load

Sachio KOIKE, Kenji OHISHI, Kazuo OKUHUJI and Nao KOBAYASHI

The purpose of this study is to propose the mathematical expression of the inelastic stress-strain relationships of concrete prisms made with different maximum size of aggregate and different size of specimen up to large Compressive strain. These are based on experimental data obtained by using a stiff compressive testing machine. Compressive strength and the inelastic stress-strain behaviors are examined in terms of the size of specimen and maximum size of aggregate.

The last is that the stress-strain curves of concrete based an experiments are subsequently compared with those calculated by the mathematical expression.

1. まえがき

水セメント比60%、骨材の最大粒径が25mmの多粒径の骨材からなるコンクリート角柱供試体の応力度—ひずみ度曲線の下降域の挙動に及ぼす供試体寸法の影響並びに応力度—ひずみ度曲線の表示式については、前報で報告した。今回、水セメント比60%でコンクリート中に入れる骨材の最大粒径をかえた多粒径のコンクリートについて、新たに作製した寸法精度のよい鋼製型枠を用いて一連の実験を行い、コンクリートの塑性変形挙動について再度検討するとともに、応力度—ひずみ度曲線の新たな表示式を作成し、供試体寸法の相違や骨材の最大粒径の相違がコンクリートの応力度—ひずみ度曲線に及ぼす影響について調べたので報告する。

2. 実験方法

2. 1 供試体

実験要因として供試体寸法の相違とコンクリート中の骨材の最大粒径の相違を取りあげた。実験の概要を表—1に示す。角柱供試体は横打ちとし、高さHと幅D（正

方形断面のもう一边はBとする）の比H/Dは3とした。供試体の寸法は、表—1に示すように幅Dが4.46, 5.55, 7.25, 9.68, 12.48および15.0cmまでの6種類とし、新たに作製した鋼製の型枠を用いた。鋼製型枠を用いて作成されたコンクリート角柱の供試体の上下端面の平行度は、前報で報告した供試体のそれに比して極めて良く、実験データのばらつきもかなり少なくすることが可能となった。実験要因として取りあげたコンクリート中の骨材の最大粒径は、10, 15, 20, 25および30mmの5種類とした。供試体の個数は各シリーズとも各20個、合計600個とした。

2. 2 コンクリート

コンクリートには天竜川産の川砂と川砂利を使用した。コンクリート中の粗骨材として用いた砂利は粒度調整を行い、実験要因にしたがい最大粒径が10, 15, 20および30mmとなるように調整した。いずれのシリーズのコンクリートとも、多粒径の骨材を用いて打設した。使用コンクリートの水セメント比は60%の一定とし、スランプは15cmとした。表—2にコンクリートの絶乾割合

表1 実験の概要

| 供試体の記号 | 水セメント比 (%) | 供試体の寸法 | | 骨材の最大粒径 ϕ (mm) | 供試体の個数 |
|--|------------|---------------------|-----------|---------------------|--------|
| | | 幅 (断面) D (: S) (cm) | 高さ H (cm) | | |
| 60-P R-C-9- ϕ 20 骨材の最大粒径 供試体の寸法 軸圧縮試験 角柱供試体 水セメント比 | 60 | 4.46 × 4.46 | 13.38 | 10 | 20 |
| | | 5.55 × 5.55 | 16.65 | 15 | |
| | | 7.25 × 7.25 | 21.75 | 20 | |
| | | 9.68 × 9.68 | 29.04 | 25 | |
| | | 12.48 × 12.48 | 37.74 | 30 | |
| | | 15.00 × 15.00 | 45.00 | | |

表2 コンクリートの調査

| 水セメント比 (W/C) | シリーズ | 粗骨材粒径 (mm) | 単位水量 (kg/m ³) | 重量 (kg/m ³) | | | 細骨材率 (s/a) (°/v1) | 計画値 | |
|--------------|--------------|------------|---------------------------|-------------------------|-----|------|-------------------|---------|-----------|
| | | | | セメント | 細骨材 | 粗骨材 | | 空気量 (%) | スランプ (cm) |
| 60(%) | 10Ag. series | 10-5 | 191 | 319 | 737 | 1092 | 41 | 1.0 | 15.0 |
| | 15Ag. series | 15-5 | 186 | 310 | 756 | 1094 | 42 | 1.0 | 15.0 |
| | 20Ag. series | 20-5 | 182 | 304 | 738 | 1133 | 40 | 1.0 | 15.0 |
| | 25Ag. series | 25-5 | 178 | 297 | 723 | 1162 | 39 | 1.0 | 15.0 |
| | 30Ag. series | 30-5 | 174 | 290 | 706 | 1196 | 38 | 1.0 | 15.0 |

表を示す。供試体は鋼製型枠に横方向にコンクリートを打設し、材令6週まで20±2℃、湿度60%の恒温養生室で空中養生し、その後、名古屋大学へ運び試験に供した。

2.3 載荷とひずみの計測方法

圧縮強度試験には、名古屋大学工学部建築学科の高剛性試験機を使用し、変位速度制御で一軸圧縮載荷試験を実施した。供試体の加圧面は鋼製型枠で打設したため表面の凹凸が極めて少なく平滑に作成することができ、加圧方向と加圧面の角度も正確に90度に作成できた。供試体の加圧面には、供試体の寸法と同一寸法の鋼製の載荷板を使用し、剛性試験機との間に球座を介して試験を実施した。図-1に角柱供試体のひずみの測定方法の一例を示す。材軸方面の圧縮ひずみの測定長は供試体の一辺の幅Dの2倍とし、供試体に鋼製枠を介して取り付けられた2個のひずみゲージ式変位変換器(感度1,000×10⁻⁶/mm)を使用して、動ひずみ計を介してY-Yレコーダにひずみを記録した。荷重は、試験機の高剛性ロードセルの電圧出力をX-Yレコーダに直接入力し、記録した。載荷は供試体の最大ひずみ量が約10×10⁻³に至るまで載荷し、ひずみは載荷中連続して計測した。載荷時のひずみ速度は毎分約1×10⁻³とした。

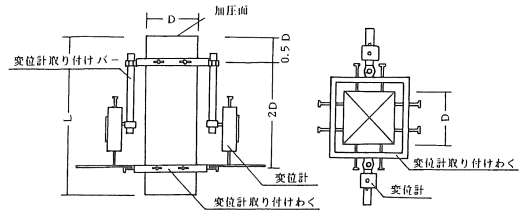


図-1 ひずみの測定方法

3. 実験結果とその考察

表-3に供試体の実測寸法の平均値、圧縮強度と圧縮強度時のひずみの上下限値と平均値およびこれらのデータの変動係数を示す。供試体数は各要因とも20体作成しており、圧縮強度と応力度-ひずみ度曲線のばらつきについてのデータを得られている。圧縮強度と応力度-ひずみ度曲線の変動については目下検討中であるため、以下の考察では、20体の供試体の平均値に基づく考察に限定する。

3.1 圧縮強度の寸法効果

図-2に角柱供試体の圧縮強度の平均値 prFc と供試

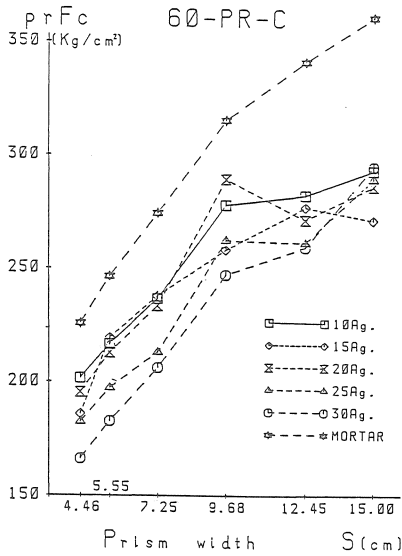


図-2 圧縮強度と供養体寸法Sとの関係に及ぼす骨材粒径の影響 (S:幅)

体寸法S (幅:SはDと同じ, 以下, 供試体寸法をSと呼称する) との関係に及ぼす骨材粒径の影響を示す。圧縮強度は供試寸法が小さくなるにつれて低下する傾向を示している。また, 供試体中の骨材の最大粒径の大きな供試体ほど低い強度を示している。このように供試体の寸法が小さくなるほど強度が低下し, かつ骨材の最大粒径が大きな供試体ほど強度が低下するのは, 供試体中の骨材の寸法と供試体の寸法の比が大きくなり, 幾何学的な非均質度が大きくなるためと考えられる。供試体の寸法の大きなものでは, コンクリート中の骨材の幾何学的非均質度は比較的小さくなることもあって, 強度が増加している。一方, 供試体寸法の最も大きな供試体では, 強度がやや低下する傾向を示すものもみられる。これは, 供試体寸法が大きくなると幾何学的非均質度の影響が小さくなる一方で, 供試体寸法が大きくなることにより欠陥の発生する確率が高くなることにより強度が低下するとする, 確率論に基づく強度の寸法効果が現われるためと考えられる。

3. 2 応力度-ひずみ度曲線

図-3に角柱供試体の応力度-ひずみ度曲線の一列を示す。図-3は供試体寸法Sが9.68cmの供試体の実験結果を, 骨材粒径別に示したものである。骨材粒径が大きくなると, 強度は低下するが応力度-ひずみ度曲線の応力下降域は延性的な性状を示している。一方, 骨材粒径が小さくなるにつれて強度は上昇するが, 応力度-ひずみ度曲線の下降域では耐力の低下が大きく, ぜい性的

な性状を示している。

図-4と5に応力度-ひずみ度曲線の平均値を示す。図-4はコンクリート中の骨材の最大粒径別に供試体寸法の影響をみたものである。いずれの骨材粒径シリーズとも, 供試体寸法が大きくなると強度は増加するが, 応力度-ひずみ度曲線の下降域がぜい性的になる傾向を示している。一方, 供試体寸法が小さくなると強度は低下する。これは, コンクリート中の骨材の寸法が相対的に大きくなるために, コンクリート中の骨材の幾何学的非均質度が大きくなるためである。さらに, 供試体中に占める骨材の寸法が相対的に大きくなるため, ひびわれ発生後の骨材のインターロッキング作用により, 応力度-ひずみ度曲線の下降域は延性的な性状を示している。図-5は供試体の寸法別に骨材粒径の影響を示したものである。供試体寸法の小さなものほど, 圧縮強度が低く延性的な性状を示していることがよく分る。さらに, いずれの供試体寸法シリーズにおいても, 骨材の最大粒径の大きな供試体ほど応力度-ひずみ度曲線のピークが早く現われ, 低い強度を示しているが, 最大耐力後の応力の低下率はやや低く, 延性的な性状を示している。

図-6と7に最大応力σ₀と最大応力時のひずみε₀で無次元化した応力度-ひずみ度曲線(σ̄-E曲線)を示す。図中の縦軸σ̄と横軸Eは, それぞれσ̄=σ/σ₀ (σ:圧縮応力)およびE=ε/ε₀ (ε:圧縮ひずみ)として求めた。図-6は供試体寸法の影響をみるために, 骨材粒径別にまとめた無次元化した応力度-ひずみ度曲線である。図-6によれば, いずれの骨材粒径を用いたコンクリートシリーズとも, 供試体寸法が大きなものほど最大応力後の応力下降域の応力低下が著しく, じん性に欠ける性状を示すようになる。一方, 図-7は骨材の最大粒径の影響をみるために, 供試体の寸法別にまとめた応力度-ひずみ度曲線である。図-7によれば, 骨材粒径の大きな供試体ほど最大応力後の応力低下がゆるやかで, 延性的な傾向のあることを示している。さらに, 供試体寸法の大きなシリーズのものほど骨材粒径の影響を受ける程度が低く, 応力下降域の曲線が接近する傾向を示している。

4. 応力度-ひずみ度曲線の定量化

4. 1 応力上昇域の応力度-ひずみ度曲線の表示

コンクリートの応力上昇域の応力度-ひずみ度曲線の表示式については多くの提案がなされているが, 本研究では式(1)に示すPopovicsの提案式¹⁾を使用した。

$$\bar{\sigma} = \frac{Na \cdot E}{(Na - 1) + E^{na}} \dots\dots\dots(1)$$

ここに, σ̄=σ/σ₀ (σ:圧縮応力, σ₀:最大応力)

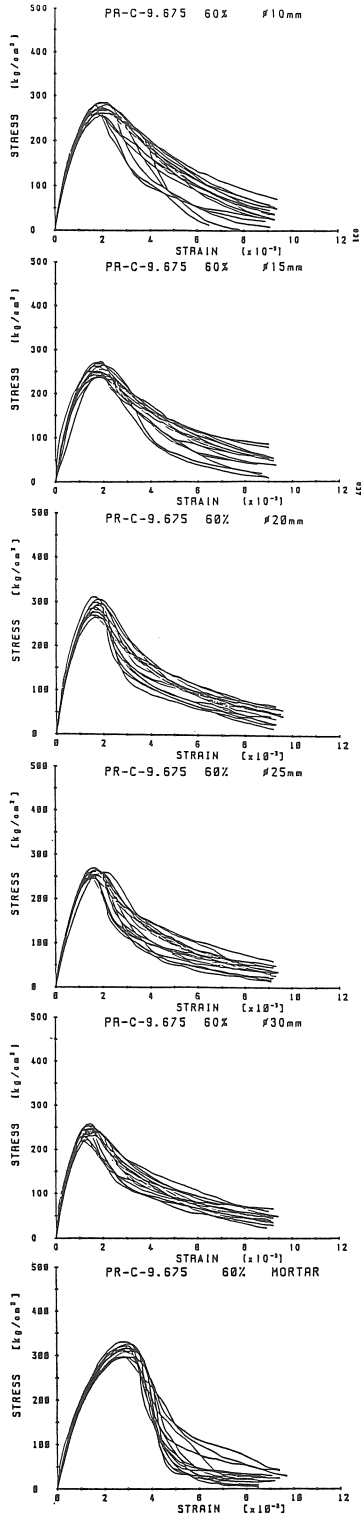


図-3 応力度-ひずみ度曲線の
実験結果

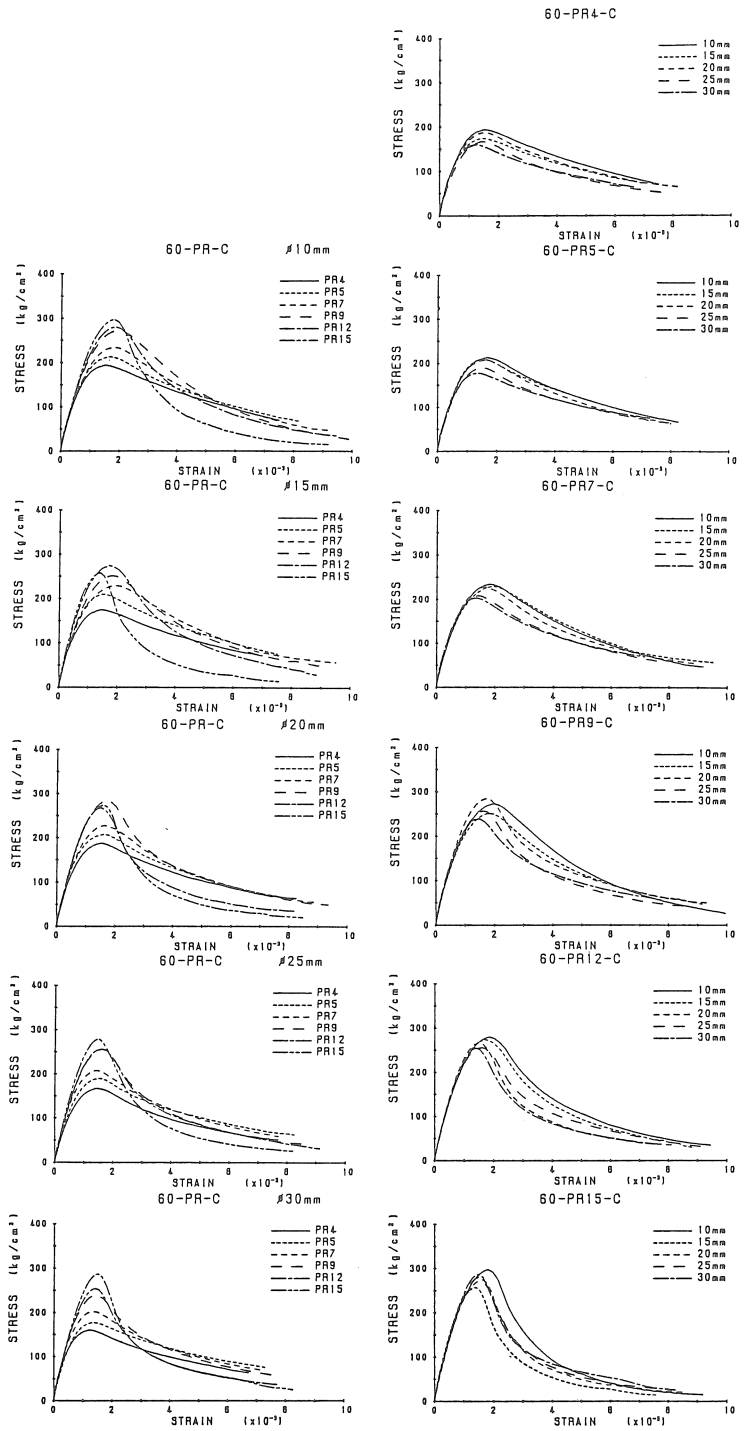


図-4 応力度-ひずみ度曲線の平均値
(供試体寸の影響)

図-5 応力度-ひずみ度曲線の平均値
(骨材粒径の影響)

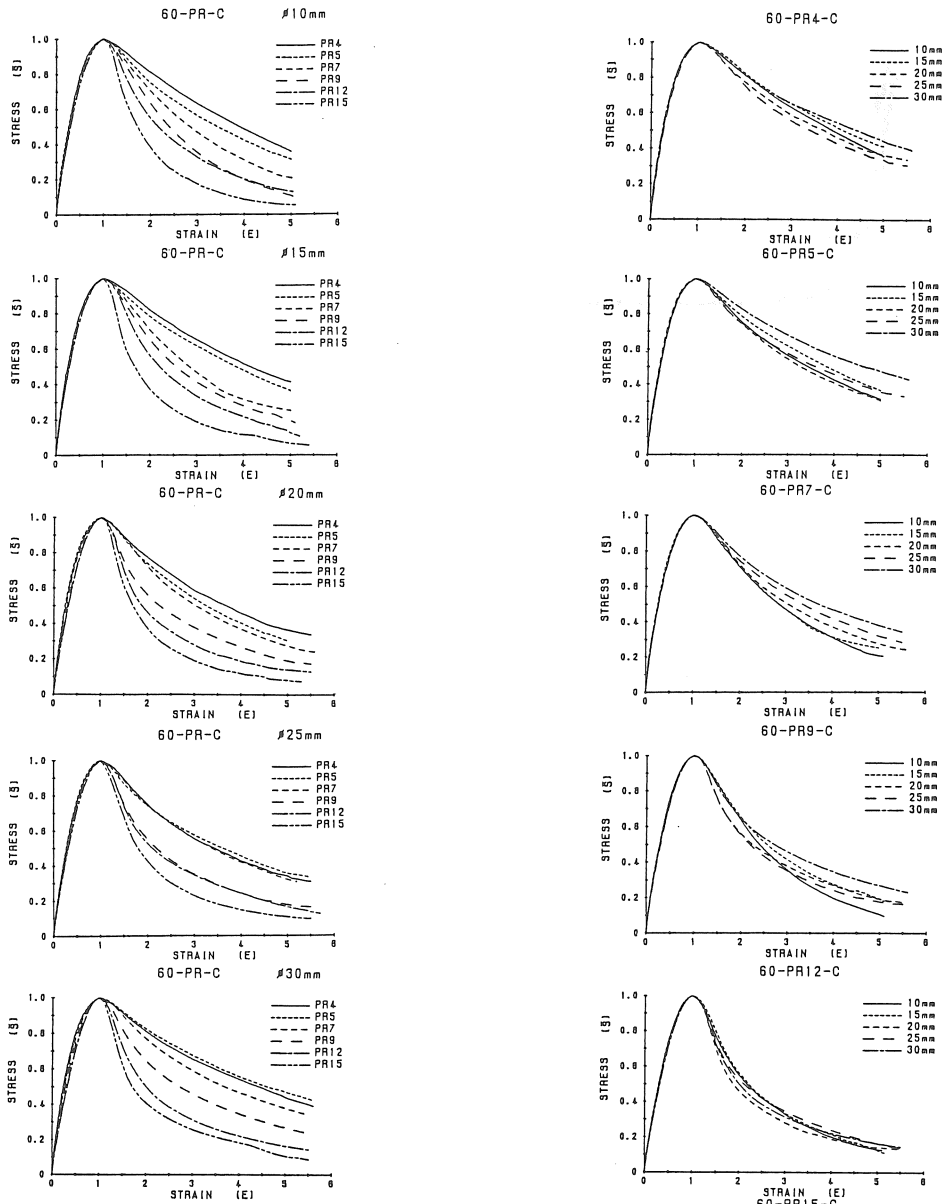


図6 最大応力 σ_0 と最大応力時のひずみ ϵ_0 で無次元化した応力度-ひずみ度曲線 ($\bar{S} = \sigma / \sigma_0, E = \epsilon / \epsilon_0$)

$E = \epsilon / \epsilon_0$ (ϵ : 圧縮ひずみ, ϵ_0 : 最大応力時のひずみ度)

$$Na = 1 + a(Fc/100)^b \dots\dots\dots(2)$$

ここに, a, b は実験定数で, a=0.57, b=1.0とする。
Fc は最大応力とする。

4. 2 応力下降域の応力度-ひずみ度曲線の表示

コンクリートの応力下降域の応力度-ひずみ度曲線については既に前報²⁾で報告したが, 前報の表示式は表示精

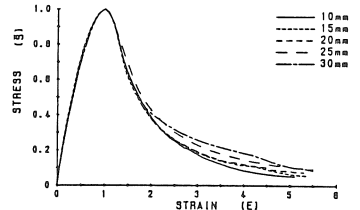


図-7 無次元化した応力度-ひずみ度曲線に及ぼす骨材粒径の相違の影響

度やがが悪く, さらに今回, 鋼製型枠に変更してコンクリートを作成したことも加わって, 本実験で求めた応力度-ひずみ度曲線とはなじまないことが確認された。そ

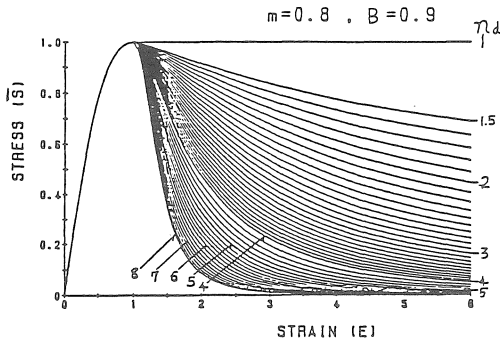


図-8 式(3)中の係数 n_d を変化させた場合の曲線の変化 ($m=0.8, B=0.9$ の場合)

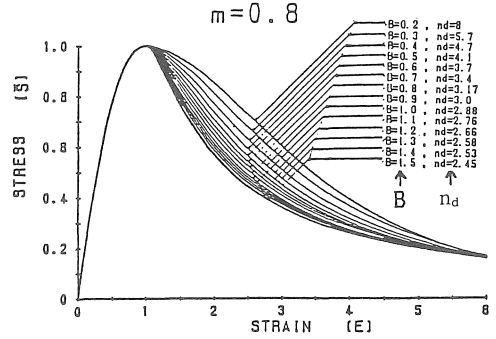


図-9 無次元化された応力度-ひずみ度曲線に及ぼす式(3)中の係数 B と n_d の影響 ($m=0.8$ の場合)

表3 実験結果とその表示式の係数(図10, 11対応)の一覧

| 供試体の記号 | 供試体の実測寸法 | 圧縮強度 | | | 圧縮強度時のひずみ | | | 図11中の表示曲線の係数(式(3)による) | |
|---------------|-----------------|------------------------|------------------------|------|----------------------|----------------------|-------|-----------------------|------|
| | | 強度の範囲 | 強度の平均値 | 変動係数 | ひずみの範囲 | ひずみの平均値 | 変動係数 | B | Nd |
| | | (kgf/cm ²) | (kgf/cm ²) | (%) | ($\times 10^{-6}$) | ($\times 10^{-6}$) | (%) | | |
| 60-PR-C- 4-10 | 4,509 × 4,502 | 147-225 | 202 | 8.93 | 1260-1740 | 1505 | 8.33 | 0.5 | 3.2 |
| - 5- | 5,612 × 5,508 | 188-237 | 217 | 5.98 | 1320-2030 | 1650 | 12.89 | 0.6 | 3.1 |
| - 7- | 7,304 × 7,300 | 215-255 | 237 | 4.59 | 1340-2030 | 1780 | 9.24 | 0.6 | 3.7 |
| - 9- | 9,707 × 9,676 | 263-292 | 278 | 3.16 | 1690-2220 | 1927 | 7.4 | 0.5 | 5.0 |
| -12- | 12,474 × 12,486 | 265-298 | 283 | 3.57 | 1670-2110 | 1842 | 6.3 | 1.8 | 3.7 |
| -15- | 15,050 × 15,053 | 242-321 | 293 | 8.17 | 1230-2140 | 1777 | 16.49 | 1.1 | 3.9 |
| 60-PR-C- 4-15 | 4,499 × 4,491 | 147-215 | 186 | 7.88 | 980-2240 | 1348 | 22.56 | 0.6 | 2.7 |
| - 5- | 5,580 × 5,575 | 185-235 | 220 | 6.26 | 1080-1890 | 1510 | 13.99 | 0.8 | 2.9 |
| - 7- | 7,276 × 7,283 | 211-258 | 238 | 4.36 | 1520-2300 | 1954 | 10.48 | 0.8 | 3.0 |
| - 9- | 9,717 × 9,697 | 240-277 | 258 | 4.73 | 1460-1950 | 1771 | 7.7 | 0.8 | 3.25 |
| -12- | 12,474 × 12,490 | 265-288 | 277 | 2.52 | 1590-1990 | 1725 | 6.74 | 0.9 | 3.4 |
| -15- | 15,003 × 15,046 | 230-306 | 272 | 7.20 | 950-1800 | 1577 | 14.17 | 1.4 | 3.3 |
| 60-PR-C- 4-20 | 4,506 × 4,506 | 171-221 | 196 | 6.96 | 1160-1900 | 1502 | 12.06 | 0.7 | 2.7 |
| - 5- | 5,605 × 5,613 | 193-227 | 213 | 5.00 | 1140-2020 | 1668 | 14.55 | 0.8 | 2.7 |
| - 7- | 7,303 × 7,266 | 214-248 | 234 | 3.95 | 1390-1840 | 1506 | 26.54 | 0.7 | 3.05 |
| - 9- | 9,720 × 9,712 | 263-316 | 289 | 5.02 | 1450-1940 | 1686 | 7.55 | 1.4 | 2.5 |
| -12- | 12,547 × 12,526 | 238-295 | 272 | 5.02 | 1240-1880 | 1554 | 10.62 | 1.4 | 2.85 |
| -15- | 15,058 × 15,075 | 250-327 | 287 | 7.20 | 1340-2510 | 1716 | 16.76 | 1.4 | 3.3 |
| 60-PR-C- 4-25 | 4,506 × 4,502 | 173-203 | 183 | 4.89 | 980-2000 | 1440 | 20.59 | 0.8 | 2.6 |
| - 5- | 2,580 × 5,593 | 174-213 | 198 | 5.75 | 1180-1810 | 1555 | 12.38 | 1.05 | 2.22 |
| - 7- | 7,293 × 7,298 | 190-244 | 213 | 5.66 | 1170-1810 | 1429 | 11.04 | 0.8 | 2.65 |
| - 9- | 9,706 × 9,704 | 250-276 | 263 | 3.15 | 1460-2060 | 1639 | 8.27 | 1.2 | 2.8 |
| -12- | 12,505 × 12,472 | 249-278 | 262 | 3.21 | 1320-1820 | 1606 | 8.02 | 1.3 | 2.75 |
| -15- | 15,087 × 15,053 | 254-324 | 290 | 7.52 | 1160-1740 | 1520 | 11.74 | 1.4 | 3.1 |
| 60-PR-C- 4-30 | 4,503 × 4,504 | 142-194 | 166 | 8.57 | 970-1530 | 1208 | 13.78 | 0.7 | 2.4 |
| - 5- | 5,582 × 5,591 | 148-206 | 183 | 8.25 | 910-1420 | 1203 | 12.53 | 0.7 | 2.3 |
| - 7- | 7,283 × 7,300 | 185-227 | 206 | 5.72 | 970-1530 | 1294 | 11.85 | 0.8 | 2.5 |
| - 9- | 9,709 × 9,678 | 220-264 | 247 | 4.77 | 1110-1820 | 1424 | 12.66 | 1.2 | 2.4 |
| -12- | 12,463 × 12,506 | 217-284 | 260 | 5.84 | 1260-1560 | 1421 | 6.04 | 1.35 | 2.75 |
| -15- | 15,099 × 15,080 | 247-319 | 295 | 6.78 | 1320-1770 | 1598 | 8.17 | 1.4 | 3.0 |

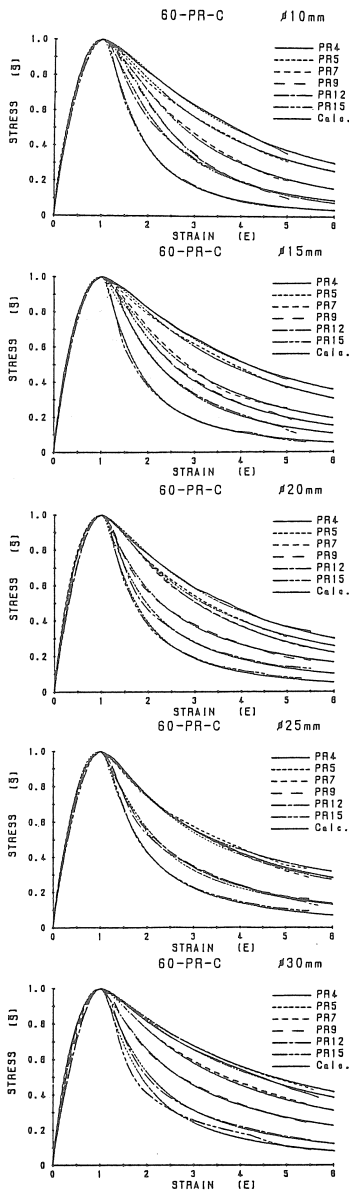


図-10 表-3に示した係数 B と n_d を式(3)に入れて求めた \bar{S} -E 曲線と実験値の比較 (m=0.8の場合)

のため、本研究では応力下降域の形状をかなり広範囲に変えることのできる三輪、畑中、谷川³⁾の提案した式(3)の実験定数 n_d 、B および m の値を今回の実験結果に合わせて求め、これらの定数に及ぼす供試体寸法および骨材の粒径の影響について調べた。

$$\bar{S} = \frac{n_d \cdot X}{(n_d - 1) + X^{n_d}} \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$X = B(E-1)^m + 1 \quad \dots\dots\dots(4)$$

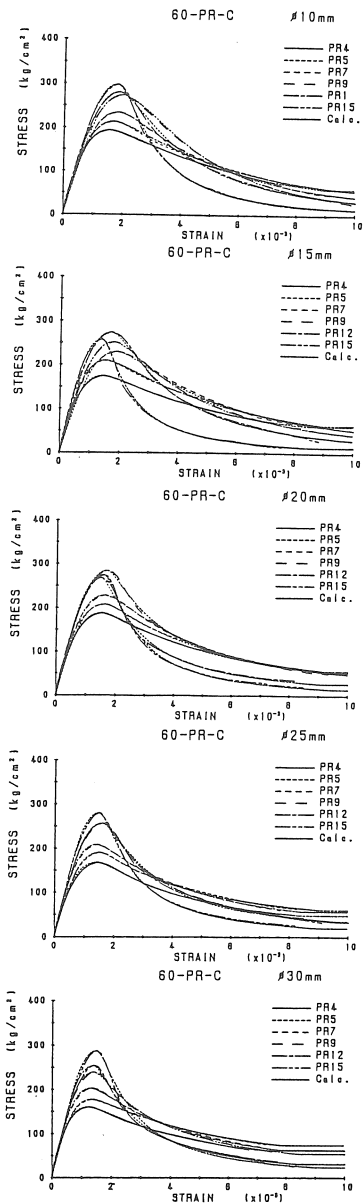


図-11 最大応力と最大応力時のひずみの実験値を用いて、図-10から求めた応力度-ひずみ度曲線の計算値と実験値の比較

ここに、 $\bar{S} = \sigma / \sigma_0$ (σ : 圧縮応力, σ_0 : 最大応力)

$E = \epsilon / \epsilon_0$ (ϵ : 圧縮ひずみ, ϵ_0 : 最大応力時のひずみ度)

n_d , B および m: 実験定数

図-8は式(3)中の係数 m および B を m=0.8, B=0.9として、係数 n_d を1から8まで変えた場合の式(3)から求める曲線の変化を示したものである。図-9は式(3)中の係数 m を m=0.8として、係数 B と n_d を変えた場合

の式(3)の曲線の変化を示したものである。図-8および9から、式(3)は係数 m 、 B および n_d を変えることによって、応力下降域の曲線のふくらみやへこみの異なる各種曲線をよく表示できるだけでなく、高ひずみ領域において応力レベルが異なる曲線に対してもよく表示できる特徴をもっていることが分かる。以下に無次元化したコンクリートの応力度-ひずみ度曲線の下降式の形状に比較的良好に一致する式(3)中の係数 m 、 B および n_d を求めることによって、コンクリートの応力度-ひずみ度曲線を式(3)で表示し、合わせて係数 m 、 B および n_d に及ぼす供試体寸法と骨材粒径の影響を調べる。

表-3 に今回の実験結果に最もよく一致する式(3)の係数 B と n_d の値を示す。なお、係数 m は $m=0.8$ の場合の式(3)の曲線が比較的实验値の応力下降域の性状をよく表示するものが多かったため、 m を定数とし、 $m=0.8$ とした。図-10に表-3 に示した実験結果に最もよく合う係数 B と n_d を式(3)に入れて求めた \bar{S} - E 曲線の計算値と実験値(図-6 に示した曲線)の比較を示す。図-10によれば、表-3 に示した係数を用いて式(3)より求めた曲線は、応力下降域の全領域にわたって \bar{S} - E 曲線の実験値と極めてよい一致を示している。図-11は最大応力と最大応力時のひずみ度の実験値を用いて、図-10から求めた応力度-ひずみ度曲線の計算値と実験値を骨材粒径別に比較したものである。実験値と計算値はよく一致している。

4. 3 表示式の係数 B と n_d に及ぼす供試体寸法と骨材粒径の影響

図-12は実験結果の応力度-ひずみ度曲線の特徴を残しながら、供試体寸法と骨材粒径の相違の影響が明白になるように式(3)の係数 B と n_d をやや修正した場合の B と n_d の関係を、 B を縦軸に、 n_d を横軸にとりて示したものである。供試体寸法が小さく、骨材粒径の大きな供試体シリーズでは、係数 B と n_d の相関図に乱れがみられる。この乱れは、供試体寸法に比べて粗骨材の寸法が相

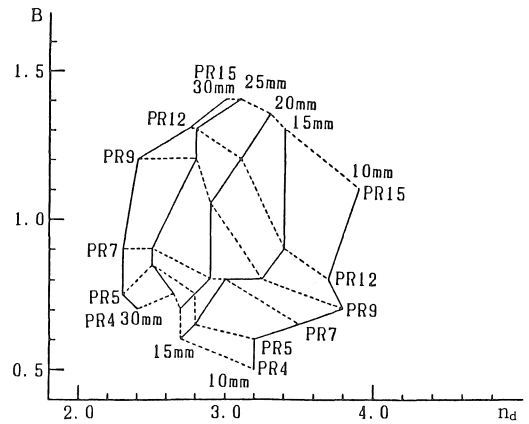


図-12 実験結果に比較的良好に一致する表示曲線の係数 B と n_d の値(表-3 に示す係数から求めた曲線よりやや悪い)

対的に大きなコンクリート供試体では骨材によりコンクリート中の骨材の幾何学的不均質度が大きくなり、実験結果にもこれが大きな影響を与え、ばらつきが大きくなったためと考えられる。

4. 4 係数 B と n_d の推定

表-4 は、応力度-ひずみ度曲線の実験結果の内、ばらつきのために誤差が出ていると考えられる曲線を過去の実験の傾向を参考にして修正し、供試体寸法と骨材粒径の影響が明白となるように係数 B と n_d を選び直したものである。図-13は表-4 に示す係数 B と n_d を、それぞれ縦軸にとり、横軸に骨材粒径をとって供試体寸法別に図示したものである。図-14はこれらの係数 B と n_d を、縦軸に B 、横軸に n_d をとって図示したものである。供試体寸法の相違および骨材粒径の相違が係数 B および n_d に及ぼす影響がよく表示されている。

図-15は、表-4 に示す係数 B と n_d を用いて式(3)から求めた応力度-ひずみ度曲線の計算値と実験値を比較し

表 4 修正した表示式の係数(図13, 14, 15 対応, $m=0.8$)の一覧

| 骨材粒径 (mm) | 供試体の寸法 (幅cm) | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | 4.465 | | 5.550 | | 7.245 | | 9.675 | | 12.450 | | 15.000 | |
| | PR 4 | | PR 5 | | PR 7 | | PR 9 | | PR12 | | PR15 | |
| | B | n_d | B | n_d | B | n_d | B | n_d | B | n_d | B | n_d |
| φ10 | 0.5 | 3.1 | 0.6 | 3.2 | 0.65 | 3.5 | 0.75 | 3.6 | 0.8 | 3.7 | 1.1 | 3.9 |
| φ15 | 0.6 | 2.8 | 0.65 | 2.9 | 0.75 | 3.1 | 0.8 | 3.25 | 0.9 | 3.4 | 1.3 | 3.5 |
| φ20 | 0.7 | 2.7 | 0.75 | 2.8 | 0.8 | 2.9 | 1.05 | 2.95 | 1.2 | 3.1 | 1.35 | 3.3 |
| φ25 | 0.75 | 2.4 | 0.85 | 2.5 | 0.9 | 2.55 | 1.2 | 2.75 | 1.3 | 2.9 | 1.4 | 3.1 |
| φ30 | 0.8 | 2.2 | 0.85 | 2.3 | 0.9 | 2.35 | 1.2 | 2.4 | 1.35 | 2.75 | 1.4 | 3.0 |

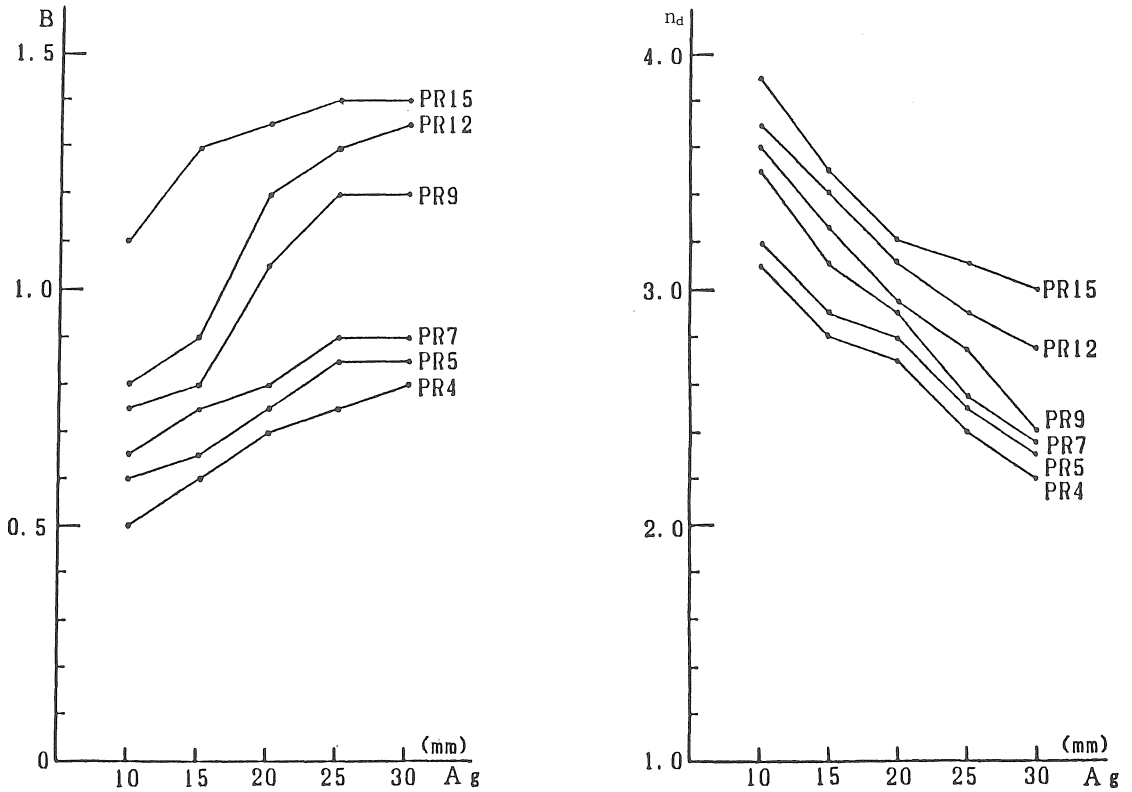


図-13 骨材粒径と供試体寸法の相違が係数Bと n_d に及ぼす影響 (表-4 に対応)

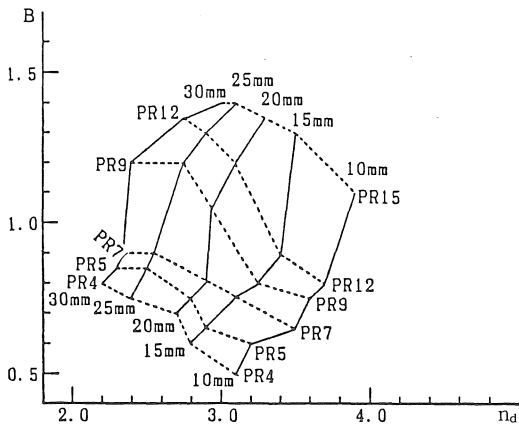


図-14 係数Bと n_d の関係に及ぼす供試体寸法と骨材粒径の影響 (表-4 に対応)

たものである。図-14に示すように、供試体寸法と骨材粒径の影響が明白になるように係数Bと n_d の値を推定し、修正したにもかかわらず、図-15に示す実験値と計算値はかなりよい一致を示しており、表-4に示す係数Bと n_d の値が実用に耐えるものであることを示している。

5. むすび

鋼製型枠を用いて供試体寸法の異なる横打ちコンクリート角柱供試体の圧縮強度試験を実施し、高ひずみ領域までの応力度-ひずみ度曲線を求めるとともに、これらの実験曲線の定量化を試み、応力度-ひずみ度曲線の表示式を求めた。コンクリートの圧縮強度と応力度-ひずみ度曲線に及ぼす供試体寸法と骨材粒径の影響並びに応力度-ひずみ度曲線の表示式について、次のような結論が得られた。

- (1) 圧縮強度は供試体寸法が小さくなるにつれて低下する傾向を示している。また、供試体中の骨材の最大粒径の大きな供試体ほど低い強度を示す。
- (2) 供試体寸法が大きくなると圧縮強度は増加するが、応力度-ひずみ度曲線の下降域がぜい性的になる傾向を示す。一方、供試体寸法が小さくなると圧縮強度は低下するが、応力度-ひずみ度曲線の下降域は延性的な性状を示す。
- (3) 骨材の最大粒径の大きな供試体ほど応力度-ひずみ度曲線のピークが早く現われ、低い強度を示すが、最大応力後の応力の低下率はやや低く延性的な性状を示す。

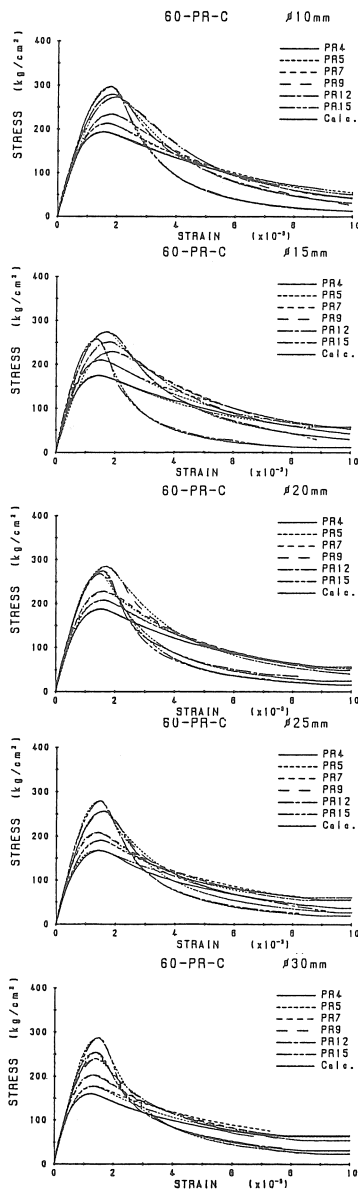


図-15 表-4 に示す係数 B と n_d を用いた場合の応力度-ひずみ度曲線の計算値と実験値の比較

す。

- (4) 応力度-ひずみ度曲線の表示式は、応力上昇域は Popovics の提案した式(1)を使用する。
- (5) 応力下降域の応力度-ひずみ度曲線の表示式は、三

輪, 畑中, 谷川の提案した式(3)の実験定数 n_d , B および m の値を今回の実験結果に合わせて定量化し, $m=0.8$ として, 実験結果に最もよく一致する係数 B と n_d を表-3 に示した。

- (6) 表-3 に示した係数 B と n_d を用いた式(3)の表示式は、応力下降域の全領域にわたって実験値と極めてよい一致を示す。
- (7) 供試体寸法が小さく、骨材粒径の大きなコンクリートでは、式(3)に合わせて求めた係数 B と n_d の関係に乱れがみられる。これらの供試体では、コンクリート中の骨材の寸法が供試体寸法に比べて相対的に大きいため、応力度-ひずみ度曲線にも乱れを生じさせ、誤差が出たものと考えられる。
- (8) 供試体寸法の相違と骨材粒径の相違が明白になるように係数 B と n_d を推定した表-4 に示す係数 B と n_d を用いて求めた応力度-ひずみ度曲線でも、実験値とかなりよい一致を示した。

以上、水セメント比60%のコンクリートについての応力度-ひずみ度曲線の実験値と表示式について示したが、目下、水セメント比45%と70%のコンクリートについても解析中である。これらのデータの解析が終了したい、今回の結果と合わせて報告する予定である。

謝 辞

本実験に際し、高剛性試験機を使用させていただいた名古屋大学工学部建築学科・小阪義夫教授、本学の卒研究生が高剛性試験機を使用する際に実験を指導していただいた山田和夫助手並びに表示式の作成に協力いただいた名古屋大学工学部土木工学科・畑中重光助手に深謝いたします。

参考文献

- 1) 小阪・森田：鉄筋コンクリート構造, 丸善, 昭50年, p.21.
- 2) 小池：愛知工業大学研究報告, No.21B(1986), pp.179-188.
- 3) 小阪・谷川・畑中・三輪：日本建築学会東海支部研究報告, 昭61年2月, pp. 113-116.
- 4) 伊藤(靖)・山田・米丸・鰐部・林：愛知工業大学工学部建築学科卒業研究, 昭61年2月.
- 5) 島田・中井・羽賀・岸本・宮崎：愛知工業大学工学部建築学科卒業研究, 昭61年2月.

(受理 昭和62年1月25日)