

論文

[2070] RC造短柱の中心圧縮性状に関する実験的研究

正会員○佐々木聡 (フジタ工業技術研究所)
 正会員 狩野芳一 (明治大学理工学部)
 正会員 寺岡 勝 (フジタ工業技術研究所)
 正会員 藤原敏夫 (フジタ工業技術研究所)

1. はじめに

RC造短柱の曲げ強度やせん断強度は、特殊な形状の帯筋(田, 罫)などを使用した場合には普通の形状の帯筋(□)を使用した場合に比べて大きくなり、変形能は、増大することが知られている(例えば[1], [2])。それは、主として、コアコンクリートの力学性状が帯筋の拘束効果の影響を受け、その度合は帯筋形状などにより異なるためと考えられる。また、コンクリート圧縮強度や帯筋比、帯筋の降伏点によっても、コアコンクリートの力学性状は、異なると考えられ、特に拘束効果に与える帯筋の降伏点の影響と帯筋比の影響の違いについては、不明な点も多い。以上を考慮して、本研究は、短柱の中心圧縮性状に及ぼす帯筋の拘束効果に関する資料を得るために加力実験を行い、コアコンクリートの力学性状について示すものである。なお、本研究の一部は文献[3]に発表した。

2. 実験概要

2.1 試験体

試験体は、無筋の試験体を6体含む計31体で、その諸元を表1に、形状・寸法を図1に示す。断面は、20cm×20cm、高さは、60cm、主筋は、12-D10である。主な実験因子は、①コンクリート圧縮強度($\sigma_B \approx 350, 450, 550 \text{ kg/cm}^2$)、②帯筋比($P_w \approx 0.5, 1.0, 1.5\%$)、③帯筋形状(罫, □)、④帯筋の降伏点($\sigma_y \approx 3000, 8000, 13000 \text{ kg/cm}^2$)である。表2にコンクリートの力学的性質として、無筋の試験体の実験結果の平均値と素材試験結果を併せて示す。以後の考察には、無筋の試験体の値を使用する。表3に鉄筋の力学的性質を示す。コンクリートは、粗骨材の最大径が10mmの普通コンクリートで平打ちとし、養生は室内放置とした。

2.2 実験方法

加力は、アムスラー型試験機を用いて試験体の両端の回転を拘束して行った。測定は、荷重の他に、

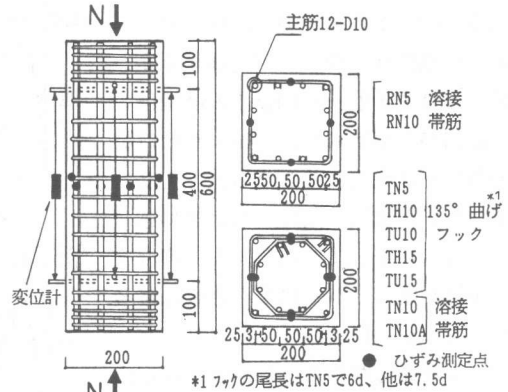


図1 試験体の形状・寸法

表1 試験体諸元

| 試験体 列ス 強度 | 無筋*1 | Pw=0.49% | Pw=0.62% | Pw=0.96% | Pw=0.98% | Pw=1.06% | Pw=1.61% |
|-----------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|--------------------------|
| | | □-5φ @40 | □-4φ @40 | □-7φ @40 | □-5φ @40 | □-D6 @60 | □-D6 @40 |
| RC3 (Fc 350) | RC3-0 | RC3-RN5 | RC3-TN5 | RC3-RN10 | RC3-TN10 | ---- | RC3-TN15 |
| RC4 (Fc 450) | RC4-0 | RC4-RN5 | RC4-TN5 | RC4-RN10 | RC4-TN10 | RC4-TN10A, -TH10,-TU10 | RC5-TN15, -TH15,-TU10 |
| RC5 (Fc 550) | RC5-0 | RC5-RN5 | RC5-TN5 | RC5-RN10 | RC5-TN10 | RC4-TN10A, -TH10,-TU10 | RC5-TN15, -TH15,-TU10 |

注)表中の罫の範囲は、帯筋の降伏点の違いによる影響を調べた試験体を示す。単位 Fc(kg/cm²)
 *1:無筋の試験体は各2体
 TN, RN→ $\sigma_y \approx 3000 \text{ kg/cm}^2$ を使用
 TH→ $\sigma_y \approx 8000 \text{ kg/cm}^2$ (HD6)を使用
 TU→ $\sigma_y \approx 13000 \text{ kg/cm}^2$ (UD6)を使用

表2 コンクリートの力学的性質

| 列ス | σ_B | ϵ_B | E | σ_{st} |
|-----|--------------|----------------|--------------|---------------|
| RC3 | 363 (356) | 2550 (2511) | 255 (275) | (42.1) |
| RC4 | 476 (442) | 2688 (2724) | 302 (294) | (40.8) |
| RC5 | 564 (572) | 3163 (3069) | 289 (304) | (47.3) |

注)単位: σ (kg/cm²), E(t/cm²), ϵ (10⁻⁶)
 表中の()の値はテリス値を示す

表3 鉄筋の力学的性質

| 鉄筋 | σ_y | σ_u | E | ϵ_y | 伸び |
|------|------------|------------|------|--------------|------|
| D10 | 3746 | 5308 | 1700 | 2200 | 26.3 |
| 4 φ | 3533 | 4864 | 2000 | 1790 | 32.8 |
| 5 φ | 2940 | 4690 | 2086 | 1410 | 35.9 |
| D6 | 3180 | 4390 | 1580 | 1990 | 29.3 |
| HD6* | 8427 | 10489 | 1917 | 6898 | 12.6 |
| UD6* | 13297 | 15714 | 1969 | 9255 | 9.8 |
| 7 φ | 3060 | 4600 | 1976 | 1550 | 30.1 |

注)単位: σ (kg/cm²), E(t/cm²), ϵ (10⁻⁶), 伸び(%)
 * 0.2% off set による

図1中に示した軸方向の変位、試験体高さ中央の主筋、帯筋のひずみについて行った。軸方向変位は試験体の4辺で測定し、その平均値を測定区間(400mm)で除した値を軸方向の平均ひずみ度($\bar{\epsilon}$)とした。

3. 実験結果の概要

3.1 実験結果

表4に主要な実験結果を一覧して示す。図2に破壊モードのモデルを示す[4]。図3a)-c)に普通強度帯筋($w\sigma_y \approx 3000\text{kg/cm}^2$)の試験体の荷重(N)-平均ひずみ度($\bar{\epsilon}$)関係をコンクリート強度別に示す。同図d), e)にRC4, RC5シリーズで破壊モードが、モードA, ABになった試験体の荷重-平均ひずみ度関係を示す。図4に帯筋のひずみ度(ϵ_h)-軸方向の平均ひずみ度関係の例を示す。

3.2 破壊性状と荷重-平均ひずみ度、帯筋のひずみ度-平均ひずみ度関係

最初のひび割れは、柱頭または柱脚の隅角部に発生した。その後、主筋は降伏し、荷重は、上昇し最大値に達した。最大荷重後は、試験体中央部付近に圧壊が生じ、滑りながら急激に破壊したものや、圧壊が生じ被りコンクリートが剥離しながらも緩やかに荷重低下して破壊するものが見られた。破壊は、いずれの試験体も主筋の座屈を伴っていた。また、 \square 型の試験体で帯筋の破断やフックの外れが幾つかの試験体で確認され、その時の軸方向の平均ひずみ度は、2.2~2.5%程度であった。

破壊モードは、図2に示すように斜に滑りを生じて破壊したモードB、コーン状に破壊したモードA、両者のモードが混在するモードABに大別された。モードBは、最大荷重以降に急激な荷重低下する圧縮靱性に乏しい性状を示した。モードAは、最大荷重以降に比較的緩やかに荷重低下する試験体や最大荷重時の平均ひずみ度が大きな値となる試験体に見られ、靱性に富む性状を示した。

図3に示すように荷重-平均ひずみ度関係は、コンクリート強

表4 実験結果の概要一覧

| 試験体 | 主筋初降伏 | | 最大荷重 | | 破壊モード | $\frac{N_{max}}{N_{c.a1}}$ |
|--------|-------|--------------|-----------|--------------|-------|----------------------------|
| | N_y | ϵ_y | N_{max} | ϵ_m | | |
| RC3-0 | -- | -- | 145.3 | -- | -- | -- |
| -RN5 | 155.2 | 1811 | 171.8 | 254 | B | 0.99 |
| -TN5 | 150.0 | 1926 | 174.1 | 3620 | B | 1.00 |
| -RN10 | 139.9 | 1491 | 176.9 | 3110 | B | 1.02 |
| -TN10 | 150.0 | 1637 | 183.1 | 3360 | AB | 1.05 |
| -TN15 | 149.9 | 1754 | 187.4 | 4622 | AB | 1.08 |
| RC4-0 | -- | -- | 190.4 | -- | -- | -- |
| -RN5 | 160.4 | 1581 | 218.8 | 3229 | B | 1.00 |
| -TN5 | 165.1 | 1719 | 222.9 | 3939 | B | 1.02 |
| -RN10 | 180.1 | 1916 | 215.3 | 2861 | B | 0.99 |
| -TN10 | 170.2 | 1877 | 218.7 | 3204 | B | 1.00 |
| -TN10A | 185.2 | 2186 | 219.7 | 3799 | B | 1.00 |
| -TH10 | 175.2 | 2047 | 218.0 | 4574 | AB | 1.00 |
| -TU10 | 165.3 | 1821 | 211.8 | 4546 | AB | 0.97 |
| -TN15 | 175.0 | 2026 | 221.9 | 4394 | A | 1.02 |
| -TH15 | 165.0 | 1770 | 228.7 | 13352 | A | 1.05 |
| -TU15 | 155.2 | 1549 | 245.8 | 23317 | A | 1.13 |
| RC5-0 | -- | -- | 215.7 | -- | -- | -- |
| -RN5 | 180.2 | 2483 | 253.1 | 3045 | B | 1.00 |
| -TN5 | 185.0 | 2835 | 248.0 | 2112 | B | 0.98 |
| -RN10 | 185.1 | 2364 | 254.0 | 3022 | B | 1.01 |
| -TN10 | 185.3 | 2469 | 252.0 | 2721 | B | 1.00 |
| -TN10A | 190.2 | 2456 | 248.9 | 4010 | B | 0.98 |
| -TH10 | 190.0 | 2704 | 254.7 | 3284 | AB | 1.01 |
| -TU10 | 190.2 | 2717 | 250.3 | 3726 | AB | 0.99 |
| -TN15 | 190.2 | 2400 | 262.8 | 4260 | AB | 1.04 |
| -TH15 | 185.4 | 2304 | 269.0 | 5167 | A | 1.06 |
| -TU15 | 185.0 | 2210 | 265.2 | 4615 | A | 1.05 |

注) 単位: $N(t), \epsilon (10^{-6})$
 $N_{c.a1} = A_c \cdot \sigma_c + A_s \cdot \sigma_y$ (A_c : コンクリート断面積, A_s : 主筋全断面積)
 σ_c は無筋の試験体の値 単位: $N(t), \epsilon (10^{-6})$

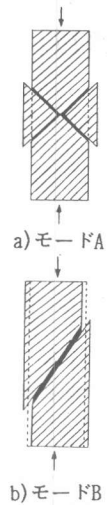


図2 破壊モード

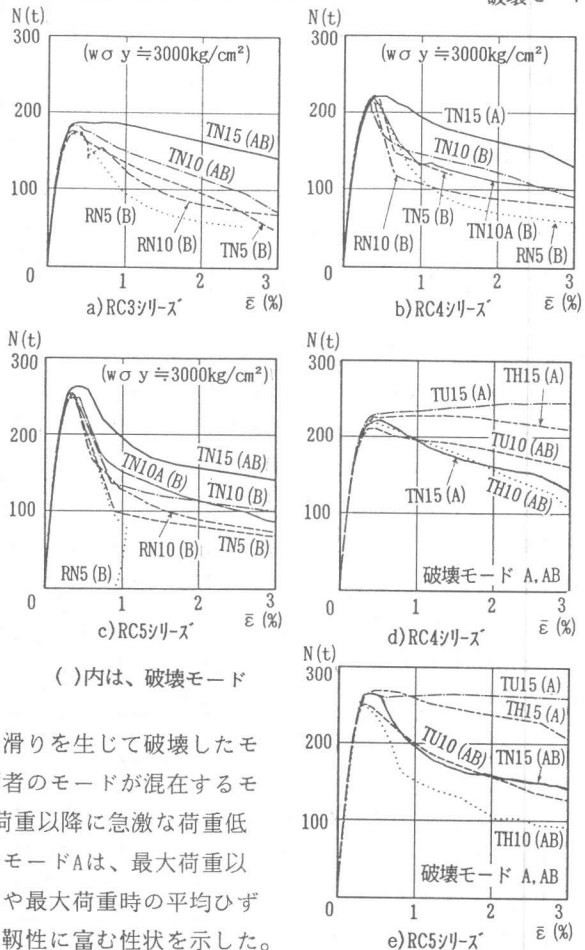


図3 荷重(N)-平均ひずみ度($\bar{\epsilon}$)関係

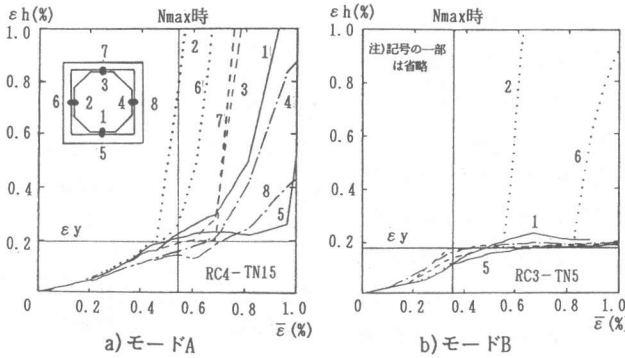


図4 帯筋のひずみ度(εh)と軸方向平均ひずみ度(ε̄)との関係例度が高くなると、最大荷重以降の荷重低下が急になる傾向を示した。Pwが増加すると、最大荷重以降の荷重低下は緩やかになり、破壊モードは、モードBからAに移行する傾向が見られた。wσyの違いによる影響は、Pw=1.5%の場合に顕著で、wσyが大きくなるにつれて、靱性に富む傾向が見られた。また、帯筋形状で比較すると□型は、□型よりも良好な靱性を示した。

帯筋のひずみ度は、ε̄=0.5%付近まではほぼ一様に増大した。モードAは、帯筋の各面で降伏が認められひずみは急増し、モードBは、部分的にひずみが急増したのみであった。

表5に破壊モードをPw、wσy、コンクリート強度で整理して示す。Pw=1.5%の試験体及びPw=1.0%の高強度帯筋を用いた試験体に、破壊モードBは見られなかった。破壊モードBは、概ね、Pw・wσy/σB<0.1の場合であった。破壊モードに与える帯筋形状の違いや帯筋強度の違いによる影響については、検討が必要と考えられる。

また、Pw・wσyの値が89.3kg/cm²のTH10(Pw=1.0%)と51.2kg/cm²のTN15(Pw=1.5%)の荷重-平均ひずみ度関係を比較すると最大荷重以降の荷重は同程度かTN15が上回っている。従って、Pw・wσyだけでは靱性に及ぼす拘束効果を一義的に規定できず、Pwの影響も考慮する必要が考えられる。

3.3 最大荷重

図5に最大荷重の実験値(Nmax)と計算値(Ncal)の比とPw・wσyとの関係を示す。なお、計算値は、無筋の試験体のコンクリート強度を用いた単純累加強度である。Nmax/Ncalの値は、RC3シリーズで0.99~1.08、RC4シリーズで0.97~1.13、RC5シリーズで0.98~1.06であった。Pwが増加するにつれてNmax/Ncalは、大きくなる傾向が見られた。この傾向は、コンクリート強度が低い場合に顕著であった。また、Nmax/Ncalは、RC5シリーズではwσyの違いによる影響は顕著に見られず、RC4シリーズではPw=1.5%の場合にwσyの増加に伴い大きくなる傾向が見られた。

表5 破壊モードの一覧

| | RC3 | RC4 | RC5 |
|-------|----------|----------|----------|
| RN5 | B(0.04) | B(0.03) | B(0.03) |
| TN5 | B(0.06) | B(0.05) | B(0.04) |
| RN10 | B(0.08) | B(0.06) | B(0.05) |
| TN10 | AB(0.08) | B(0.06) | B(0.05) |
| TN10A | — | B(0.07) | B(0.06) |
| TH10 | — | AB(0.19) | AB(0.16) |
| TU10 | — | AB(0.30) | AB(0.25) |
| TN15 | AB(0.14) | A(0.11) | AB(0.09) |
| TH15 | — | A(0.28) | A(0.24) |
| TU15 | — | A(0.45) | A(0.38) |

注) ()内はPw・wσy/σBの値

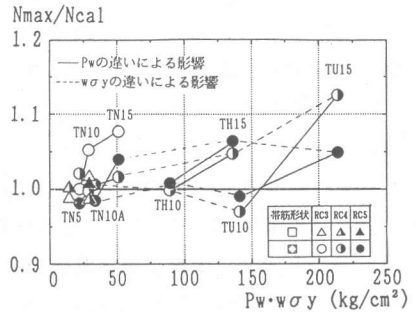


図5 最大荷重の実験値と計算値の比 (Nmax/Ncal) Pw・wσyとの関係

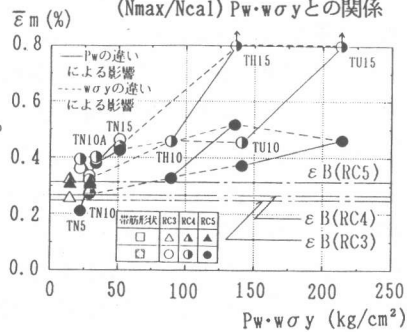


図6 最大荷重時の平均ひずみ度(ε̄m)とPw・wσyとの関係

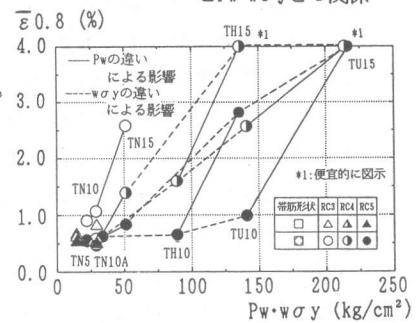


図7 ε̄0.8とPw・wσyとの関係
ε̄0.8:最大荷重の80%に荷重が低下した時の平均ひずみ度

3.4 変形能

図6に最大荷重時の平均ひずみ度($\bar{\epsilon}_m$)と $P_w \cdot w \sigma_y$ との関係を示す。図7に最大荷重の80%に荷重低下した時のひずみ度($\bar{\epsilon}_{0.8}$)と $P_w \cdot w \sigma_y$ との関係を示す。 $\bar{\epsilon}_m$ は、 P_w または $w \sigma_y$ の増加に伴い大きくなる傾向にあり、コンクリート強度が低い場合ほどその傾向は顕著であった。 $\bar{\epsilon}_{0.8}$ は、 P_w または $w \sigma_y$ が増加するにつれて大きくなる傾向を示し、 P_w の違いによる影響の方が $w \sigma_y$ の違いによる影響よりも大きかった。また、 $w \sigma_y$ の増大に伴う $\bar{\epsilon}_{0.8}$ の増大は、RC5シリーズに比べ、RC4シリーズで顕著であった。変形能に及ぼす拘束効果を検討する際には、 P_w 、 $w \sigma_y$ 、コンクリート強度の相互の影響を考える必要があると思われる。

4. コアコンクリートの性状

4.1 コアコンクリートの応力度の計算の諸仮定

図8に高剛性試験機[5]による素材の無次元化応力度-ひずみ度関係の実験値と既往の提案式による計算値[6]、[7]を併せて示す。最大強度付近までは、実験値と計算値に大きな差が見られないが、それ以降では、実験値と計算値は大きく異なっていた。従って、被りコンクリートの応力度-ひずみ度関係は実験値より図9 a)に示すように仮定した。また、主筋の応力度-ひずみ度関係は、座屈の影響を考慮せず同図 b)に示すように仮定した。表6に図9 a)に示した各定数を示す。これらの仮定を用いて、試験体全荷重から主筋と被りコンクリートの負担軸力を差引いてコアコンクリートの負担軸力を算定した。コアコンクリートの応力度は、その断面積を図10に示すように帯筋の中心によって囲まれた面積と仮定して求めた。

4.2 最大強度とその時のひずみ度

表7にコアコンクリートの最大強度($c \sigma_{max}$)とその時のひずみ度($c \bar{\epsilon}_m$)を一覧して示す。 $c \sigma_{max}$ は、RC3シリーズで364~496 kg/cm² (1.00~1.37 σ_B)、RC4シリーズで495~799 kg/cm² (1.04~1.68 σ_B)、RC5シリーズで578~872 kg/cm² (1.03~1.55 σ_B)であった。

図11に $c \sigma_{max}$ と $\rho_w \cdot w \sigma_y$ との関係を示す。 ρ_w は、図10中に示した被りコンクリートを除いた帯筋比である。 ρ_w または $w \sigma_y$ が増加に伴い、 $c \sigma_{max}$ は、大きくなる傾向が見られた。 ρ_w と $w \sigma_y$ の影響を比較すると ρ_w の違いによる影響の方が顕著であった。

図12に $c \bar{\epsilon}_m$ と $\rho_w \cdot w \sigma_y$ との関係を示す。 $\rho_w \cdot w \sigma_y$ の増加に伴い $c \bar{\epsilon}_m$ は、大きくなる傾向にあった。 ρ_w と $w \sigma_y$ の影響を比較すると、RC5シリーズでは両者の影響は同程度で、RC4シリーズでは、 ρ_w の増加による $c \bar{\epsilon}_m$ の増大の方が、 $w \sigma_y$ の影響による増大よりも顕著であった。 $\rho_w \cdot w \sigma_y$ の増加に伴う $c \bar{\epsilon}_m$ の増大は、コンクリート強

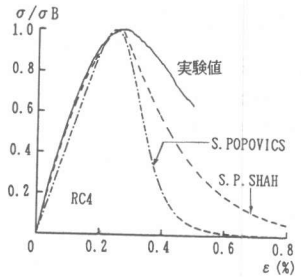
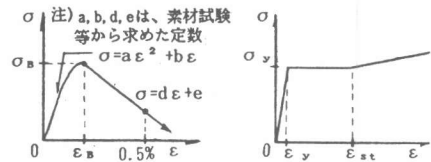


図8 コアコンクリートの無次元化応力度(σ/σ_B)-ひずみ度関係例



a) 被りコンクリート

b) 主筋

図9 応力度-ひずみ度関係の仮定

表6 仮定した被りコンクリートの応力度-ひずみ度関係の各定数

| | a ($\times 10^{-5}$) | b | d | e |
|-----|------------------------|-------|---------|-------|
| RC3 | -5.428 | 0.281 | -0.0222 | 419.6 |
| RC4 | -5.789 | 0.333 | -0.0805 | 692.4 |
| RC5 | -4.398 | 0.317 | -0.1185 | 938.0 |

注) 表の各値は、 σ (kg/cm²)、 ϵ ($\times 10^4$)の時

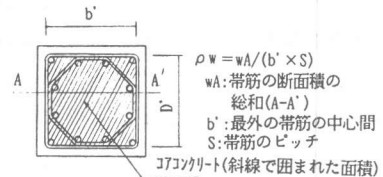


図10 コアコンクリートの断面積

表7 コアコンクリートの最大強度とその時のひずみ度

| 試験体 | $c \sigma_{max}$ (kg/cm ²) | $c \bar{\epsilon}_m$ ($\times 10^{-4}$) | $c \sigma_{max} / \sigma_B$ |
|---------|--|---|-----------------------------|
| RC3-RN5 | 376.6 | 4052 | 1.04 |
| | 363.6 | 4092 | 1.00 |
| | 380.8 | 4397 | 1.05 |
| | 405.8 | 3906 | 1.18 |
| | 496.1 | 16852 | 1.37 |
| RC4-RN5 | 507.1 | 4505 | 1.07 |
| | 547.4 | 4577 | 1.15 |
| | 504.6 | 3830 | 1.06 |
| | 494.9 | 3307 | 1.04 |
| | 519.8 | 3717 | 1.09 |
| | 625.0 | 7809 | 1.31 |
| | 613.3 | 10022 | 1.29 |
| | 639.6 | 8172 | 1.34 |
| | 735.4 | 13352 | 1.58 |
| | 799.3 | 26477 | 1.68 |
| RC5-RN5 | 592.9 | 3662 | 1.05 |
| | 578.3 | 3735 | 1.03 |
| | 590.2 | 3560 | 1.05 |
| | 589.1 | 3795 | 1.04 |
| | 616.1 | 4420 | 1.09 |
| | 594.6 | 4917 | 1.05 |
| | 678.9 | 7614 | 1.20 |
| | 716.5 | 5519 | 1.27 |
| | 799.5 | 6371 | 1.42 |
| | 872.1 | 14949 | 1.55 |

注) $c \sigma_{max}$: コアコンクリートの最大強度
 $c \bar{\epsilon}_m$: コアコンクリートの最大強度時のひずみ度

度が低いほど顕著に見られた。

4.3 コアコンクリートの応力度-ひずみ度関係

図13に□型の試験体のコアコンクリートの応力度-ひずみ度関係のモデル化曲線を示す。ここでは、□型はデータが少ないため、□型についてのみ検討する。図中のP1は、応力度-ひずみ度曲線の勾配が急変する点とした。P2は、P1以降に、応力度が低下するものについては剛性が変化する点、応力度が上昇しているものについては最大強度時とした。P3のひずみ度は、 $\bar{\varepsilon} \approx 2.2 \sim 2.5\%$ の時に帯筋の破断やフックの外れが幾つかの試験体で確認されていることから便宜的に $\bar{\varepsilon} \approx 2.2\%$ とした。P3以降は、上記の帯筋の破断などが見られたことから、ここでは扱わないことにした。各点の応力度及びひずみ度は、破壊モードの違いは考慮せずにコンクリート強度とその時のひずみ度、 ρ_w 、 $\rho_w \cdot \omega \sigma_y$ の関数とし、その式は、式(1)~(3)に示すように簡単な形とした。式の各定数は、試験体19体の実験結果を重回帰して求めた。表8に重回帰結果を示す。

$$\sigma_{(1)}/\sigma_B = a_0 + a_1 \rho_w + a_2 \rho_w \cdot \omega \sigma_y / \sigma_B \quad (1)$$

$$\bar{\varepsilon}_{(1)}/\bar{\varepsilon}_B = b_0 + b_1 \rho_w + b_2 \rho_w \cdot \omega \sigma_y / \sigma_B \quad (2)$$

$$\bar{\varepsilon}_{(3)} = 2.2\% \quad (3)$$

$\sigma_{(1)}$: Piの応力度, $\bar{\varepsilon}_{(1)}$: Pjのひずみ度 (i=1~3, j=1, 2)

コアコンクリートの応力度-ひずみ度関係は、最初に剛性が急変する点(P1)までは指数関数とし、その後は、直線と仮定した。また、弾性係数は素材の値を使用した。従って、応力度-ひずみ度関係は、次式で与えられる。

$$\textcircled{1} \sim P1 \quad c\sigma = \sigma_{(1)} \{1 - (1 - \bar{\varepsilon}/\bar{\varepsilon}_{(1)})\}^A \quad (4)$$

$$\textcircled{2} P1 \sim P2 \quad c\sigma = B \cdot \bar{\varepsilon} + C \quad (5)$$

$$\textcircled{3} P2 \sim P3 \quad c\sigma = D \cdot \bar{\varepsilon} + E \quad (6)$$

(A = $E_c \cdot \bar{\varepsilon}_{(1)} / \sigma_{(1)}$, E_c : 弾性係数、B, C, D, Eは定数)

図14にコアコンクリートの無次元化応力度($c\sigma/\sigma_B$)-平均ひずみ度($\bar{\varepsilon}$)関係の例を、文献[6]の提案式による計算値{計算値(1)}と式(1)~(6)により求めた計算値{計算値(2)}と併せてコンクリート強度別に示す。他の提案式(例えば[8])と実験値の比較も行ったが、帯筋形状などにより拘束効果が異なると考えられることから、便宜的に比較的傾向が一致した文献[6]を代表させた。なお、文献[6]の提案式は、 $\omega \sigma_y \approx 4200 \text{ kg/cm}^2$ の実験結果を基にしていることから、帯筋の降伏点が高くなると、その影響を過大評価する場合も考えられる。

実験値は、 ρ_w が増大するにつれ、靱性に富んだ性状を示す傾向にある。 $\bar{\varepsilon} = 0.5\%$ 付近までは、 ρ_w の違いによる影響が大きく、 $\bar{\varepsilon}$ の増大に伴い、 $\omega \sigma_y$ の違いによる影響は次第に

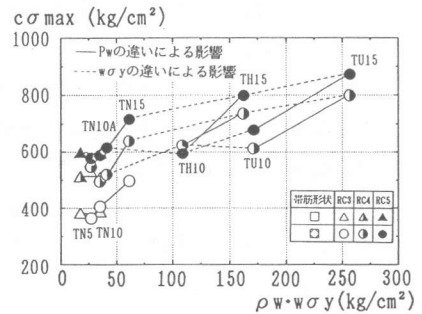


図11 コアコンクリートの最大強度 ($c\sigma_{max}$)と $\rho_w \cdot \omega \sigma_y$ との関係

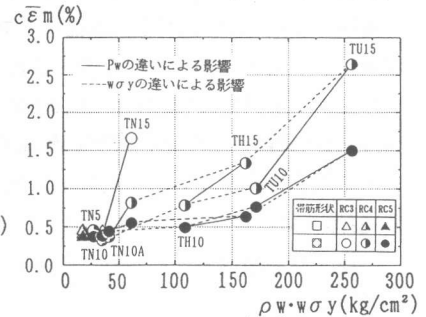


図12 コアコンクリートの最大強度時の平均ひずみ度($c\bar{\varepsilon}_m$)と $\rho_w \cdot \omega \sigma_y$ との関係

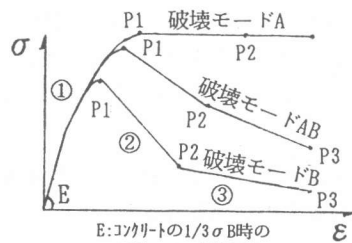


図13 コアコンクリートの応力度-ひずみ度関係のモデル化曲線

表8 重回帰結果

a) 応力度

| | a_0 | a_1 | a_2 | r |
|-------------------------|--------|-------|-------|-------|
| $\sigma_{(1)}/\sigma_B$ | 0.833 | 17.64 | 0.718 | 0.404 |
| $\sigma_{(2)}/\sigma_B$ | 0.251 | 36.91 | 1.360 | 0.405 |
| $\sigma_{(3)}/\sigma_B$ | 0.0043 | 40.70 | 1.610 | 0.372 |

b) ひずみ度

| | b_0 | b_1 | b_2 | r |
|---|-------|-------|-------|-------|
| $\bar{\varepsilon}_{(1)}/\bar{\varepsilon}_B$ | 1.080 | 15.50 | 3.976 | 0.633 |
| $\bar{\varepsilon}_{(2)}/\bar{\varepsilon}_B$ | 2.620 | 66.61 | 6.170 | 0.718 |

r: 重相関係数

顕著になっている。

実験値と計算値(1)を比較すると、RC3、RC4シリーズの普通強度帯筋の試験体では最大荷重以降の下降域まで比較的良く一致している。高強度帯筋の試験体では、計算値(1)は実験値を上回る傾向にある。これは、計算値(1)が帯筋の降伏点の影響を過大に評価しているためと思われる。

実験値と計算値(2)を比較するとコンクリート強度により差は見られるが、破壊モードBの急な荷重低下の傾向やモードAの靱性に富む傾向は、一致していると考えられる。また、計算値(2)に ρ_w や $\rho_w \cdot w \cdot \sigma_y$ の違いによる応力度-ひずみ度関係の傾向は、反映されていると考えられる。

5. まとめ

以上の検討結果をまとめると次のようになる。

- (1)破壊モードは、コーン状に破壊したモードA、斜に滑りを生じて破壊したモードB、両者の混在するモードABに大別された。破壊モードと荷重-平均ひずみ度関係は、強い相関性が見られた。また、モードBは、概ね $P_w \cdot w \cdot \sigma_y / \sigma B < 0.1$ の場合であった。
- (2)最大荷重は、帯筋比、帯筋強度などの影響を受け、コンクリートの圧縮強度を用いた単純累加強度よりも大きな値を示した。
- (3)変形能は、ひずみレベルが小さい時は、帯筋比の影響が大きく、ひずみが増大するにつれ、帯筋の降伏点の違いによる影響が現れていた。
- (4)コアコンクリートの力学性状は、帯筋比、帯筋の降伏点、コンクリート強度の影響を受けることが確認された。その中でも帯筋比の違いによる影響は、顕著であった。
- (5) \square 型帯筋を用いた試験体のコアコンクリートの応力度-ひずみ度関係を実験結果を基に簡単な形で定式化を行い、提示した。

【謝辞】

本実験に際し、御配慮を戴いた東京工業大学工業材料研究所助教授林静雄先生に深謝します。

【参考文献】

- [1] 小林勝巳、狩野芳一、寺岡勝、林和也、藤原敏夫、佐藤和彦：高軸圧下における鉄筋コンクリート柱の耐力及び変形能に関する調査及び検討(その1)、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅱ、1985、pp.445~446
- [2] 狩野芳一、寺岡勝、小林勝巳、藤原敏夫、林和也、佐藤和彦：高軸圧下における鉄筋コンクリート短柱の力学性状に関する実験的研究(その1)~(その3)、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅱ、1985、pp.435~438
- [3] 佐々木聡、狩野芳一、寺岡勝、田中清、藤原敏夫、林和也、内田和弘：鉄筋コンクリート造短柱の中心圧縮性状に関する研究(その1)、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅱ、1989、pp.491~492
- [4] Tanaka, R. and Park, R.: Prediction of The Ultimate Longitudinal Compressive Concrete Strain at Hoop Fracture Using Energy Considerations, Bulletin of the New Zealand National Society for Earthquake Engineering, Vol. 20, No. 4, DEC. 1987, pp. 290~305
- [5] 神田亮、山田茂：セメント量、混和剤添加量を抑えた高強度コンクリートの物性、コンクリート工学年次論文報告集、1989、第11巻1号、pp. 277~282
- [6] Shah, S. P., Fafitis, A. and Arnold, R.: Cyclic Loading of Spirally Reinforced Concrete, Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 109, No. 7, July 1983, pp. 1695~1710
- [7] Popovics, S.: A Numerical Approach to The Complete Stress-Strain Curve of Concrete, Cement and Concrete Research, Vol. 3 1973 pp. 583~599
- [8] 六車照、渡辺史夫、岩清水隆、光枝良：横補強による高強度コンクリートのじん性改善に関する研究、第5回コンクリート工学年次講演会講演論文集、1983、pp. 317~320

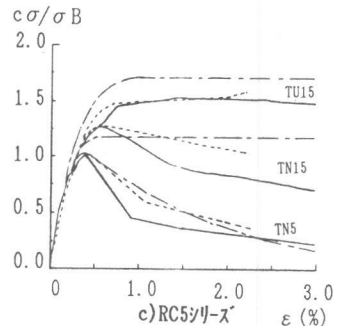
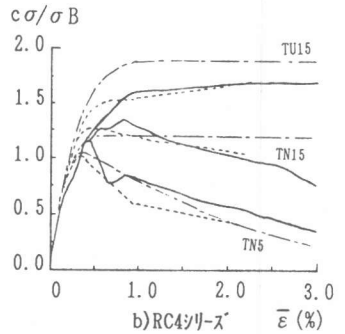
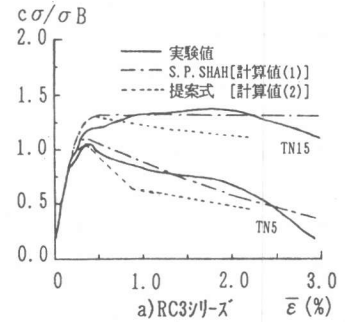


図14 コアコンクリートの無次元化
応力度($c\sigma/\sigma B$) - 平均ひずみ度($\bar{\epsilon}$)
関係例