

V-39

PRC部材におけるクリープ・乾燥収縮の影響について

J R 東日本 東北工事事務所 正会員 石 橋 忠 良

J R 東日本 東北工事事務所 正会員 ○竹 内 研 一

J R 東日本 東北工事事務所 正会員 館 石 和 雄

1. はじめに

著者らは、PRC 術における応力度算定方法を検討するために、供試体の測定実験を行っている。このデータを基に検討を加えた結果、コンクリートの乾燥収縮及びクリープによる変形の予測式を適応すれば、鉄筋及びコンクリートに生じる応力度の算定が比較的精度良くできることが確認された¹⁾。しかし、供試体に与えるプレストレスが大きい場合、コンクリート応力度の計算値の誤差が大きくなる傾向が見られた。本研究は、以上の結果を踏まえ、鉄筋とコンクリートの付着応力による局所的なコンクリートの変形を考慮することにより、PRC 術におけるコンクリート応力度の算定精度の向上を図るものである。

2. コンクリート応力度計算値の算定方法

コンクリート応力度の算定は、供試体断面の鉄筋位置におけるひずみの適合条件を用いて行った。即ち、

$$\epsilon_s(t_n, t_0) + \sum \{ C_{sp}(t_n, t_i) \cdot \Delta \sigma_{ci} \} = -\sum \Delta \mu_{ci} \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここに ϵ_s, C_{sp} : コンクリートの乾燥収縮係数²⁾及び、単位応力当りのひずみ(弾性ひずみを含む³⁾)

$\Delta \sigma_{ci}$: 材令 t_i に鉄筋位置のコンクリートに付加される応力度(圧縮を正とする)

$\Delta \mu_{ci}$: 材令 $t_{i-1} \sim t_i$ の間に増加する鉄筋位置のコンクリートひずみ(圧縮を負とする)

ここで、断面の平面保持を仮定すれば、 $\Delta \mu_{ci}$ は、材令 $t_{i-1} \sim t_i$ の間に増加する鉄筋のひずみ $\Delta \mu_{si}$ (圧縮を負とする) に等しくなるから、次式が成り立つ。

$$\Delta \mu_{ci} = \Delta \mu_{si} \quad \dots \dots \dots (2)$$

また、 $\Delta \sigma_{ci}$ として材令 t_i で新たに導入される緊張力 (P_i) 以外に、材令 $t_{i-1} \sim t_i$ の間に増加する鉄筋の反力 ($-\Delta \mu_{si} \cdot A_s \cdot E_s$) の影響を考慮すれば、次式が得られる。

$$\Delta \sigma_{ci} = (P_i + \Delta \mu_{si} \cdot A_s \cdot E_s) / A_c \quad \dots \dots \dots (3)$$

(1) ~ (3) 式より、 $\Delta \mu_{si}$ (及び、 $\Delta \mu_{ci}$) が順次計算可能となり、これより材令 t_n における鉄筋及びコンクリートのひずみ ($\mu_{sn} = \sum \Delta \mu_{si}$, $\mu_{cn} = \sum \Delta \mu_{ci}$) が得られる。

供試体にプレストレスを与えている PC 鋼棒のレラクセーションを無視すれば、材令 t_n におけるプレストレスは、PC 鋼棒位置のコンクリートひずみ μ_{cpn} に等しい分だけ減少していると考えられる。従って、材令 t_n における供試体断面の力の釣合式は、

$$\int \sigma_{cn} \cdot dA = (P_0 + A_p \cdot E_p \cdot \mu_{cpn} + A_s \cdot E_s \cdot \mu_{sn}) / A_c \quad \dots \dots \dots (4)$$

ここに P_0 : PC 鋼棒初期緊張力

となり、これよりコンクリートに作用する平均の応力度が算定可能となる。

3. 付着応力による変形の定式化

本研究では、鉄筋とコンクリートの付着応力によるコンクリートの局所的な変形により、平面保持の仮定が成立しない場合を想定して、(2) 式を次のように修正した(図-1 参照)。

$$\Delta \mu_{ci} = \Delta \mu_{si} + \Delta \gamma_i \quad \dots \dots \dots (5)$$

ここで、 $\Delta \gamma_i$ は以下の仮定により求めた。

・ $\Delta \gamma_i$ は、材令 $t_{i-1} \sim t_i$ の間に増加した付着応力度 ($\Delta \tau_i$) によるせん断ひずみと考える。即ち、

$$\Delta \gamma_i = 2(1+\nu) \Delta \tau_i / E_{ci} \quad \dots \dots \dots (6)$$

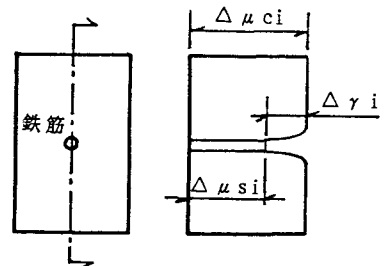


図-1 断面のひずみ分布

ここに E_{ci} : 材令 t_i におけるコンクリートのヤング係数

ν : コンクリートのポアソン比 (材令によらず一定と仮定)

$\Delta \tau_i$ は、鉄筋位置における鉄筋とコンクリートの応力度増加量の差に比例すると考える。即ち、

$$\Delta \tau_i = A_{so} \cdot (E_s \cdot \Delta \mu_{si} + \Delta \sigma_{ci}) / (\pi \cdot D_s) \quad \dots \dots \dots (7)$$

ここに A_{so} , D_s : 鉄筋1本の断面積及び直径

以上より $\Delta \tau_i$ を消去し、 $K_0 = 2(1 + \nu) A_{so} / (\pi \cdot D_s)$ とおき、 $E_{ci} = 1 / C_{sp}(t_i, t_i)$ と考えれば、(5)式は以下になる。

$$\Delta \mu_{ci} = \{ 1 + K_0 \cdot E_s \cdot C_{sp}(t_i, t_i) \} \cdot \Delta \mu_{si} + K_0 \cdot C_{sp}(t_i, t_i) \cdot \Delta \sigma_{ci} \quad \dots \dots (8)$$

(2)式の代わりに(8)式を用いることにより、付着応力によるコンクリートの変形を考慮した場合のコンクリート応力度の算定が可能となる。

4. 計算結果及び考察

図-2に示す断面の供試体について上記の方法でコンクリート応力度の計算値を求めた結果を図-3に破線で示す。なお、図中実線で示したのは、鉄筋及びP.C鋼棒の実際のひずみ測定結果を基に、力の釣合条件より求まるコンクリートの平均応力度の経時変化である(これを測定値と呼ぶ)。これによると、プレストレスが800t/■2程度以下の供試体(A-3, B-2)では、付着応力による変形を考慮しなくても測定値に近い値が得られている。これに対し、プレストレスが大きい供試体(A-5, B-5)では、一般に計算値より測定値の方が大きくなる傾向があるが、鉄筋が多い場合(B-5)付着応力による変形を考慮した方がより測定値に近い値となっている。

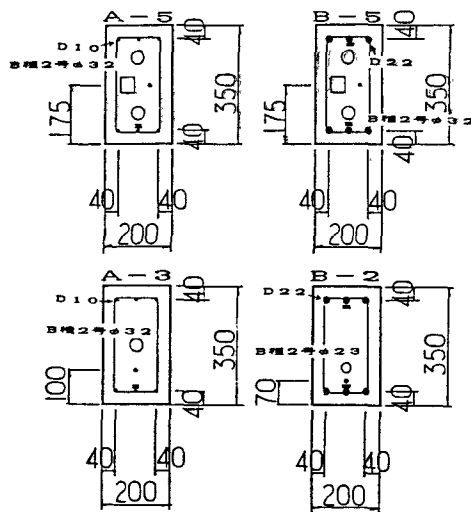


図-2 供試体断面

以上より、鉄筋量が多いP.R.C桁に大きなプレストレスを導入した場合、付着応力による変形を考慮すればコンクリート応力度の算定精度を向上できることがわかる。

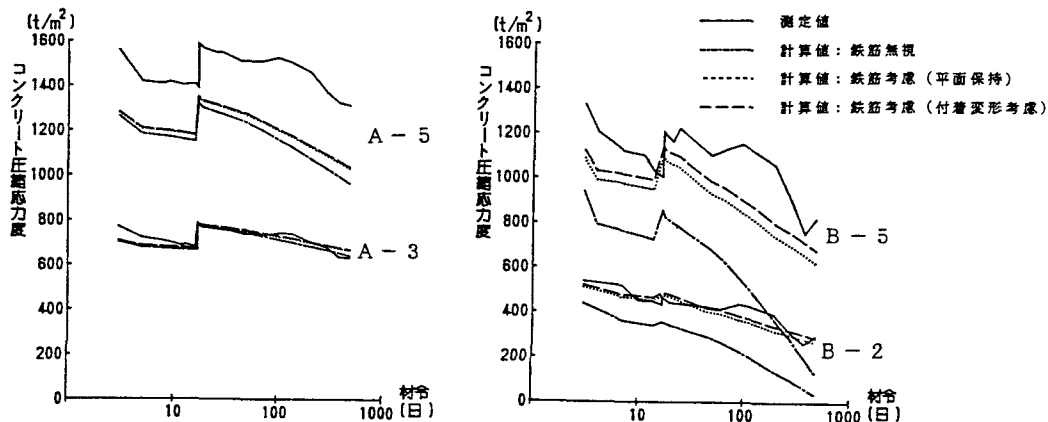


図-3 コンクリート応力度算定結果

参考文献

- 1) 竹内, 石橋, 米内: 供試体によるP.R.C桁の応力度測定実験, 土木学会第43回年講要集, 1988, pp. 560-561
- 2) H. リュッセル, D. イングベールト (百島祐信訳): コンクリート構造物のクリープと乾燥収縮, 1976, 鹿島出版会
- 3) 阪田, 池田: コンクリートのクリープの予測に関する研究, 土木学会論文報告集No. 340, 1983, pp. 185-191