

V-204 若材令コンクリートの変形挙動に関する基礎的研究

名古屋大学工学部 学生会員 ○井上 健
名古屋大学工学部 正 会員 田辺忠顕

1. はじめに

コンクリート構造物の温度応力解析を行うには、コンクリートの諸物性を合理的に評価する必要がある。硬化後のコンクリートの諸物性に関する研究は、近年、大きな進歩を見せているが、一方、若材令コンクリートの諸物性に関する研究は、今までわずかな数の研究しか報告されておらず、極めて不十分な状態にある。そこで、本研究は、温度応力解析において特に重要となる若材令コンクリートを弾性体の骨材と弾粘塑性体としてセメントペースト部分にわけ、セメントペースト部分にDrucker-Pragerの降伏条件を導入して、Contiらが提案した解法により、多層不均質構造物質モデルとして、有限要素法解析を試みるものである。

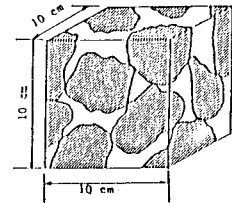


図 2.1 数値モデル

2. 弱材令コンクリートの数学モデル

若材令のコンクリートを次のようにモデル化する。まず、骨材は完全等方弾性体であり、骨材間を占めるセメントペースト部分は、水で飽和された空隙を有する粘塑性透水性体と考える。圧縮性を考慮して、これらの各部分に対して以下の有限要素法による定式化を行う。図2. 1 に示すペースト部分に対して、間隙水压を考慮した力の釣合式をたてると、(1)式のようになる。

$$K_T d\phi / dt - L dp / dt - A dT / dt - df / dt = 0 \quad (1)$$

一方、液相については、Darcyの法則に従うと仮定し、流れの連続方程式を離散化すると次式になる。

$$H p - S dp / dt - L^T d\phi / dt - W dT / dt - f_p = 0 \quad (2)$$

ここで、 ϕ は節点変位、 p は節点における間隙水压、 f は外力を示し、 K_T は剛性マトリックス、 L は力の釣合における間隙水压の影響と、要素中心点の流動における固相の体積変化の影響を示す2つのマトリックスとを組み合わせたマトリックス、 H は流れマトリックス、 S は液体と固体の圧縮性を示すマトリックス、 A 、 W は温度の影響を示すマトリックス、 f_p は間隙水の流出水量である。

式(1)と(2)を組合せてマトリックス表示すると、

$$\begin{bmatrix} [0] & [0] \\ [0] & [H] \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u \\ p \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} [K_T] & -[L] \\ -[L^T] & -[S] \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} du/dt \\ dp/dt \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} df/dt + A dT/dt \\ f_p + W dT/dt \end{Bmatrix} \quad (3)$$

この行列方程式の解は、次の差分行列方程式より求めることができる。

$$\begin{bmatrix} [K_T] & -[L] \\ -[L^T] & \Delta t/2[H] + [S] \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u \\ p \end{Bmatrix}_{(t+\Delta t)} - \begin{bmatrix} [K_T] & -[L] \\ [L^T] & \Delta t/2[H] + [S] \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u \\ p \end{Bmatrix}_{(t)} = \Delta t \begin{Bmatrix} df/dt + A dT/dt \\ f_p + W dT/dt \end{Bmatrix}_{(t)}$$

3. 実験

実験は、材令10時間及び24時間で型枠から供試体を取り出し一軸圧縮繰返し実験を行い、その応力-ひずみ関係を調べた。供試体寸法は、10cm×10cm×20cmの直方体である。強度の約1/4～1/3点、1/2～2/3点で、できるだけ短時間に繰返し載荷除荷を行った。

3.1 結果

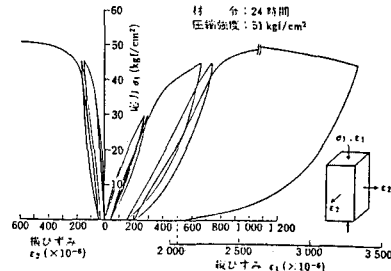
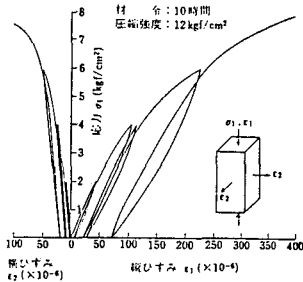


図3.1 材令10時間における応力ひずみ関係 図3.2 材令24時間における応力ひずみ関係

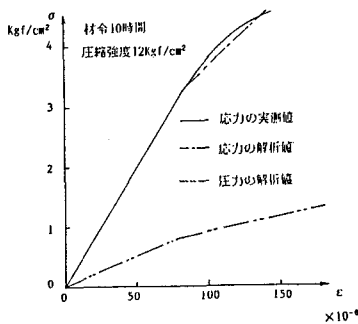


図4.1 材令10時間の数値解析結果

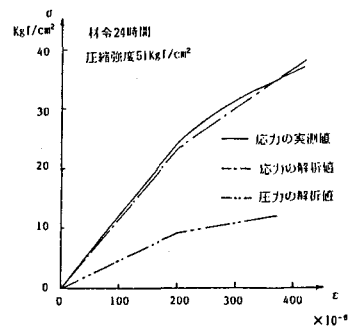


図4.2 材令24時間の数値解析結果

4. 数値解析結果とその考察

3の実験結果に対して、1要素の有限要素解析の例を示すと、例えば、ヤング率 $E = 4.0 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ 、透水係数 $\kappa = 6.7 \times 10^{-7} \text{ cm/min}$ 等の係数を用いたときに図4.1, 4.2に示すBilinearな直線を得た。もちろん、これは単なる数値モデルの当てはめであって、より厳密には、分割要素を多くし、境界条件に合わせて解析を行う必要がある。

5. 結論

本研究では、従来、研究の極めて少なかった若材令コンクリートに関する数学モデルに関して、基礎的検討を行った。数値解析自身は、まだ極めて不十分なので、そのパラメーターの同定も含めて、今後、研究していきたいと考えている。

参考文献

- 1). Contri, L., Majorana, C.E., et Schrefler, B.A. "Proceeding of International conference on concrete of early ages", Vol.1, 1982, pp.193-198, Ecole Nationale des Ponts et Chaussees, PARIS 6-7-8 AVRIL, 1982
- 2). Lewis, R.W., Schrefler, B.A. "A fully coupled consolidation model of the subsidence of Venice", Water Resources research Vol.14, n°2, 1978, pp.223-230