

東京都立大学 正員 池田 尚治
 川崎市役所 正員 〇堀江 正敏
 ピーシー橋梁 正員 入江 晃弘

1. はじめに

膨張コンクリートの膨張量の推定式は、これまでに多くの提案がされている。しかしながら、これらの提案式はクリープ特性を他の要素の中に含ませたものが多かった。これは、クリープという現象に対する明確な理論が確立されておらず、特に若材令のクリープのデータが少ないためと思われる。本研究は、若材令のクリープ歪量を実験により確認し、このクリープを一つの要素として考慮した推定式を導いたものであり、さらに膨張コンクリートを鋼合成桁床版に適用する試みを報告するものである。

2. 若材令のクリープ

膨張材としてアサノジブカルを使用し、養生は恒温室内で濡れむしろによる湿布養生を行った。また、持続載荷試験中の水分蒸発を防ぐため、供試体の表面にはパラフィンを塗り、載荷荷重は、各材令の圧縮強度の約 $1/3$ に設定し、0～90分まで歪量を計測した。本研究の膨張コンクリートの示方配合を表-1に示す。

図-1に実験によって得たクリープ歪量を示した。若材令のクリープ量は、当初相当大的な値を示すように思われたが、図-1より明らかなように、実際には、載荷々重と圧縮強度の比がほぼ一定ならば、歪量というものは大きく変化しない。なお、必ずしも材令の経過とともにクリープ量が減少していない。

これは載荷々重と圧縮強度の比が完全に一定ではないことが原因だと思われる。そこで、これらの値を図-2に示すようにクリープ係数という表現で表わしてみた。クリープ係数で表示すると、載荷々重のばらつきが、かなり無視出来、材令が経過するに従いクリープが減少してくるのがわかる。クリープ歪量を基に、粘性係数の経時変化を示したのが図-3である。但し、ここで言う粘性係数というのは、クリープ試験で得た時間0～10分の間の歪量が線形的に増加するとして近似値である。

3. カ学モデル

クリープを一つの要素として評価しやすいように、本研究では図-4に示す様な自由膨張量を基にしたカ学モデルを用い、クリープはダッシュポット部で考慮することにした。

このモデルでは、一定荷重を載荷する時、硬化に伴って歪みと無関係にヤング係数が増加する現象を「コンクリートの成長」として考慮している。これを式に表わすと(1)式になる。

$$\frac{dc}{dt} K_c \cdot A_c = -K_s A_s \frac{dc}{dt} \quad \text{----- (1)}$$

(dc : コンクリート部の歪)

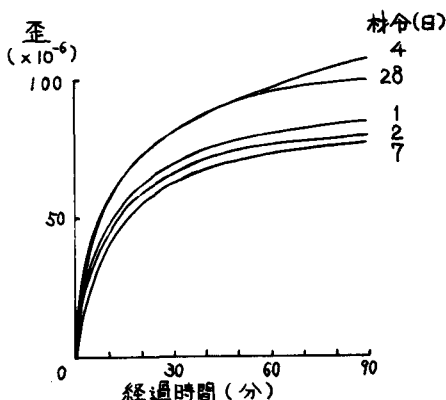


図-1 クリープ歪

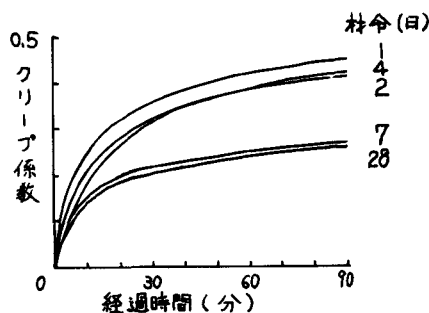


図-2 クリープ係数

表-1. 示方配合 (kg/m^3)

粗骨材の最大寸法	スラング	空気量	W/C	W	C	S	Gr	膨張材
10	8	3.0	60	195	293	1015	768	32.5

これより、モデルの微分方程式とその解は次のように表わされる。

$$\frac{d\delta}{dt} + \frac{K_s K_c A_s}{\alpha(K_c A_c + K_s A_s)} \delta = \frac{K_c A_c}{K_c A_c + K_s A_s} \cdot \frac{d\delta_0}{dt} \quad \text{----- (2)}$$

$$\delta(t) = e^{-\int \frac{K_s K_c A_s}{\alpha(K_c A_c + K_s A_s)} dt} \int \frac{K_c A_c}{K_c A_c + K_s A_s} \cdot \frac{d\delta_0}{dt} dt \quad \text{----- (3)}$$

ただし、 $P = \frac{K_s K_c A_s}{\alpha(K_c A_c + K_s A_s)}$ 、 K_s, K_c : 鉄筋及びコンクリートのバネ常数。

粘性係数は図-3より平方根に近い値に思われたが、クリープ量が大きくなり過ぎるため、(6)式を代入した。これは、クリープを考慮する際のモデルの簡略化による誤差を補正するためである。なお、測定された粘性係数は圧縮強度の $1/3$ の応力における値であり、実際のケミカルプレストレスと圧縮強度との比とは相当に異なると考えられるので、解析に当ってはこの点も考慮する必要がある。

4. 計算値と実測値

実測値と計算値を合わせることにはクリープを E_c の中に考慮して、 E_c に適当な値を使えば容易である。⁽¹⁾⁽²⁾しかし、 E_c として実際に測定された値と相当に異った値を用いざるを得ない。そのため実際の E_c を使うとすれば、クリープを正當に考慮する必要がある。クリープを考慮して本モデルによりシミュレーションをすると、 E_c の実測値は使えるが、鉄筋比 ρ の広い範囲には適用できない(図-5参照)。したがって、実用性は別として、膨張機構を厳密に把握しようとするれば、この程度のモデルのレベルアップでも十分とは言えず、更に高度のモデル化が必要と思われた。

5. 鋼合成桁床版への適用

鋼合成桁床版に膨張コンクリートを使用することにより、ひびわれの発生荷重を遅らせることは確認されているが、⁽²⁾繰返し荷重に対しても同様に有利であることが確認できた。

膨張によるケミカルプレストレスの応力推定にはクリープを考えないでも実用上は十分推定可能である。⁽²⁾クリープを含めたモデル化を行うことは、一軸拘束の場合でも相当に複雑にしないと十分な精度が得られないので、鋼合成桁床版に適用するには、現状では困難であると思われた。

6. おわりに

若材令のクリープを測定した結果、予想に反しその量は材令28日の値と極端に大きな差のないことが示された。若材令のヤング係数、クリープ係数を正當に評価することにより、膨張コンクリートの膨張機構の把握と膨張量の推定を合理的に行うことが出来ると思われる。(参考文献)

1. 池田尚治, 坂口武, 膨張コンクリートを用いた鋼合成桁床版の研究, 土木学会年次講演会第32回, V-121
2. 小宮敏裕, 膨張コンクリートの力学的挙動に関する研究, 昭和51年度 東京都立大学卒業論文

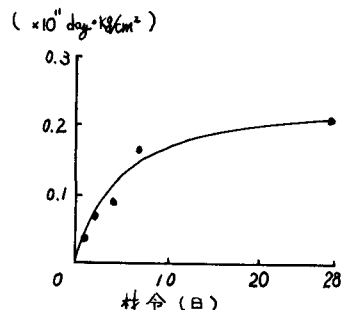


図-3 粘性係数経時変化

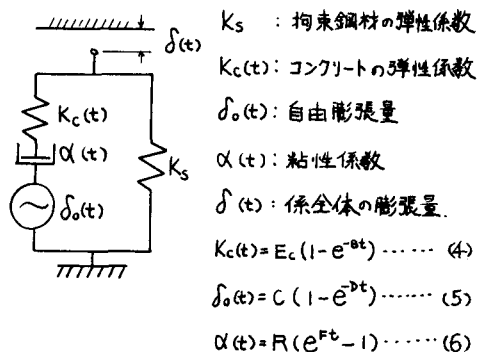


図-4 力学モデル

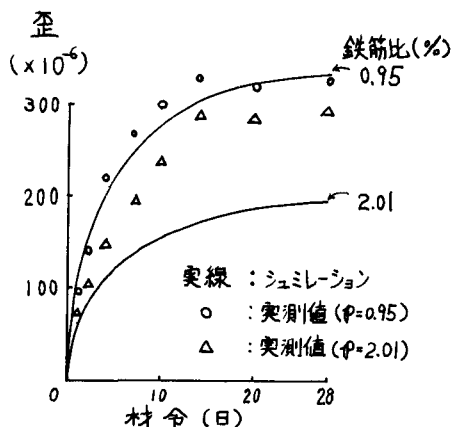


図-5 拘束膨張量