

東京大学 ○ 学生会員 橋本 純
 東京大学 学生会員 上田 多門

1. はじめに

コンクリートは、温度応力や、乾燥収縮などのように、持続的に作用する応力によってひびわれを生ずる事がある。そして構造物によっては、このようなひびわれを避けねばならないことがあるが、そのためには持続的にかかる引張応力と、ひびわれ発生との関係を具体的に知り、それをふまえた上で設計を行なわなければならない。しかし、現在までのところ、こうした研究はあまり詳しくなされていない。本研究ではその点に注目し、コンクリートの引張応力-歪・荷重時間の関係を定式化する事を目的とした。

2. 実験の概要

無筋コンクリートの細長はり中央におもりを下げる事によって持続的な集中荷重をかけ、特定の断面における歪分布の時間的変化を測定した。供試体は、材令7日での圧縮強度が 500 kg/cm^2 で配合したコンクリートを用い、サイズは、幅 $b=10 \text{ cm}$ 、高さ $d=10 \text{ cm}$ 、長さ $l=240 \text{ cm}$ とした。そして、材令28日の場合は、外力モーメント $M=5775, 4683, 4212, 2502 \text{ kg}\cdot\text{cm}$ がかかっている断面で、歪分布の時間的変化を測定し、材令7日の場合は、 $M=4221, 2502, 2172 \text{ kg}\cdot\text{cm}$ の断面で測定を行なった。又、測定時間は、集中荷重の荷重開始から150時間程度とした。

3. 実験の結果

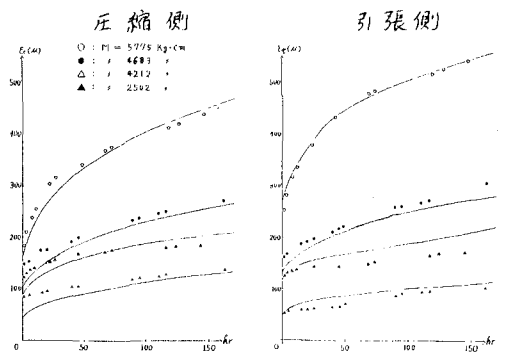
図1にプロットしたのが、材令28日の場合の、各モーメントレベルにおける、圧縮最外縁及び引張最外縁の歪の時間的変化であり、図2にプロットしたのが、材令7日の場合のそれである。

4. 応力-歪-荷重時間の関係の定式化

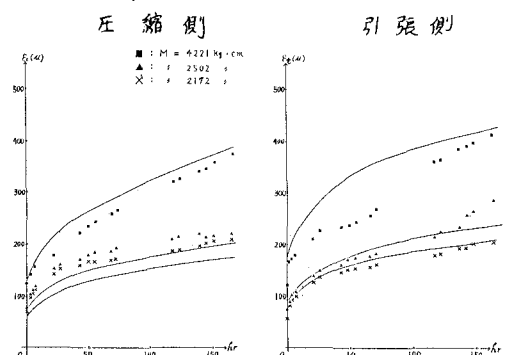
① 定式化の方針

まず、応力-歪-時間の関係を、「応力のレベルが高い程、弾性歪に対するクリープ歪の割合が大きくなる」「若材令である程、同じ応力レベルでの、クリープ歪が大きくなる」といった傾向をふまえた上で仮定する。そして、断面内で歪は直線分布するとして、各時刻において、断面での軸力のつりあい式とモーメントのつりあい式を解いて、圧縮最外縁と引張最外縁での歪の値を求める。そしてそれらが、測定から得られた圧縮最外縁と引張最外縁の歪の値にできる限り近くなる様に、定式化した、応力-歪-時間の関係を改良してゆき、最適のものを求める。以上の方針で定式化を行なった。

(図1) 材令28日



(図2) 材令7日



② 応力・歪・時間の関係のモデル

(i) 引張側 (図3参照)

引張側の応力・歪曲線は、上に凸の曲線でピークまで行って、それ以降は負の傾きをもった直線で表わす事とし、ピークまでの曲線の丸味、ピークにおける応力と歪の値、ピーク以降の直線の傾きの値と時間の関数で与える事によって、応力・歪・時間の関係をモデル化した。

$$\begin{cases} 0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{tc} \text{ のとき} : \sigma = P_{tc} \{ 2(\varepsilon/\varepsilon_{tc}) - (\varepsilon/\varepsilon_{tc})^{k_{tc}} \} \\ \varepsilon_{tc} < \varepsilon \text{ のとき} : \sigma = R_{tc}(\varepsilon - \varepsilon_{tc}) + P_{tc} \end{cases} \quad (P_{tc}, \varepsilon_{tc}, k_{tc}, R_{tc} \text{ は時間の関数})$$

(ii) 圧縮側 (図4参照)

圧縮側の応力・歪曲線は、上に凸の2次曲線でピークまでの部分を表わす事とし、ピークにおける応力と歪の値と時間の関数で与える事にした。

$$0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{tc} \text{ のとき} : \sigma = Q_{tc} \{ 2(\varepsilon/\varepsilon_{tc}) - (\varepsilon/\varepsilon_{tc})^2 \} \quad (Q_{tc}, \varepsilon_{tc} \text{ は時間の関数})$$

③ 定式化したモデルの評価

① で述べた方法により、② であげた時間の関数を改良して行った結果、材令28日の場合には図5に、材令7日の場合には図6に示した応力・歪・時間の関係を与えた場合に、それらに対して軸力とモーメントのつり合い式から計算によって求めた歪と、実験から測定によって求めた歪とが、各時刻において、かなり合う様になった。図1で実験で示したのは、図5で与えた材令28日の応力・歪・時間の関係から、各時刻でつり合い式を解く事によって得られた歪の値と結んだものであり、実験値と比較して、どのモーメントのレベルでもほぼ合っている事が分る。又、図2は材令7日の場合の両者を比較である。

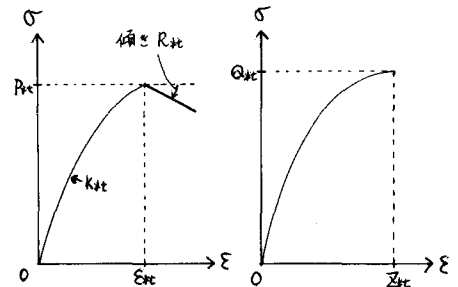
5. 応力・歪曲線の時間的変化の性状

- (i) 応力・歪曲線のピークは、時間経過と共に、応力の絶対値が減少し、歪の絶対値が増加する方向へ、双曲線と似た軌跡を描いて移動する。
- (ii) 応力・歪曲線(引張側)のピークまでの部分は、はじめのうちは直線に近いが、時間経過と共に丸味を帯びてゆく。
- (iii) ピークの鋭さは、はじめのうちはきつくて、時間経過と共になだらかになってゆく。
- (iv) 若材令の場合はピークにおける応力の絶対値の時間的減少のしかたが小さく、歪の絶対値の時間的増加のしかたが大きくなる。

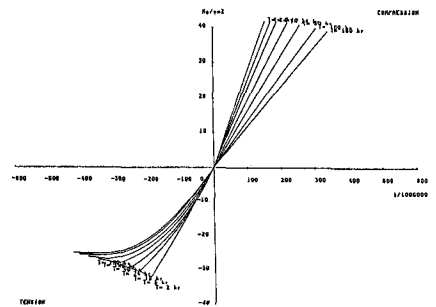
以上の事が、本研究で行なった、応力・歪・時間の関係の定式化によって分った、応力・歪曲線の時間的変化の性状である。

(図3) 引張側

(図4) 圧縮側



(図5) 材令28日



(図6) 材令7日

