

R C のクリープと乾燥収縮について

大阪市立大学大学院 学生員 〇福田裕繁
大阪市立大学工学部 正 員 西堀忠信

1 まえがき 現在一般に行なわれている鉄筋コンクリート構造物の設計においては、ラーメンやアーチで乾燥収縮を考慮するように定められているが、その他の構造物では規定されていない。しかし、一方ではひびわれに対してかなりきびしい要求がなされる場合もある。鉄筋コンクリート部材においては、コンクリートの乾燥等による収縮を鉄筋が拘束することにより拘束応力が生ずる。これは鉄筋に圧縮応力をコンクリートには引張応力を生じさせ、コンクリートの引張によるひびわれの原因の一つとなる。

乾燥等による収縮に関する要因は多くあると考えられるが、本研究は(1)初期の養生期間が鉄筋コンクリートの収縮におよぼす影響を確かめ、検討を加えること、および(2)鉄筋量が収縮によるひずみにおよぼす影響ならびに鉄筋が収縮を拘束することによって生ずる応力を収縮量の時間的な変化および引張試験によって調べることを目的としたもので、円柱供試体の実験により検討したものである。

2 実験概要 実験に用いた供試体は図-1に示したように直径15cm、長さ60cm、中心に鉄筋1本を配した円柱である。鉄筋はSD35、弾性係数は $1.95 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ のものを用いた。コンクリートは表-1に示すものを用いた。実験(1)では初期養生期間を9種とし、恒温恒湿室内で1, 3, 5, 7, 10, 14, 21, 28, 91日間養生した後、実験室内(湿度50~70%)に設けた架台上に1年以上静置した。実験(2)では、使用鉄筋径をD10, D13, D16, D19, D22, D25, D29の7種とし、枚数3日まで恒温恒湿室内にて養生し、以後実験(1)と同様、実験室内に静置した。収縮による変形を供試体側面の中央部30cmの区間に貼付した標点間距離100mmのコンタクトストレインゲージにより測定した。実験室内に静置した期間が1年以上経過した後、両引試験を行ない、ひびわれ発生荷重について検討を行なった。

3 鉄筋の拘束によるコンクリートの引張ひずみの算出法 鉄筋の拘束によるコンクリートの引張ひずみを算出するに際して、次のような仮定をした。

①収縮ひずみ $\varepsilon_s(t)$ 、およびクリープ係数 $\varphi(t)$ には終局値が存在し、各々は次式であらわされるものとする。

$$\varepsilon_s(t) = \varepsilon_{s\infty} (1 - e^{-\alpha t}) \quad , \quad \varphi(t) = \varphi_{\infty} (1 - e^{-\alpha t})$$

②Davis Granvilleの仮定。

③重ね合わせの法則が成り立つものとする。

上のようない仮定をすれば、見かけ上の収縮ひずみ $\varepsilon_s(t)$ は次式であらわされる。

$$\varepsilon_s(t) = \varepsilon_{s0}(t) - \varepsilon_{\sigma}(t) - \int_0^t \varphi(t, \tau) \frac{\partial \varepsilon_{\sigma}(\tau)}{\partial \tau} d\tau$$

単位セメント量(kg)	水セメント比(%)	細骨材率(%)	圧縮強度(kg/cm ²)	引張強度(kg/cm ²)	弾性係数(t/cm ²)
159	53	41.0	232	24.7	244

表-1 使用コンクリートの配合・強度

上式を部分積分し、仮定①を用いれば、

$$\begin{aligned} \varepsilon_s(t) &= \varepsilon_{so}(t) - \varepsilon_r(t) \\ &\quad - \int_0^t \gamma_{oo} r e^{-r(t-\tau)} \varepsilon_r(\tau) d\tau \end{aligned}$$

上式はボルテラ型第2種積分方程式であり、Gaus の数値積分公式を用いて解ける。上式において、 $\varepsilon_s(t)$ は鉄筋コンクリート部材の時間 t における収縮ひずみ、 $\varepsilon_{so}(t)$ は無筋コンクリート部材の収縮ひずみ、 $\varepsilon_r(t)$ は鉄筋の拘束によるコンクリートの引張りひずみである。

4. 結果および考察 図-2 は鉄筋の拘束によるコンクリートの引張りひずみ $\varepsilon_r(t)$ と使用鉄筋径の関係を示すものである。コンクリートの引張りひずみは使用鉄筋径が大きくなるにともなって増大し、引張りひずみが最大となる枝令は鉄筋径が小さくなるにともない大となるようである。図-3 は D29 を配した供試体の引張りひずみと初期養生期間の関係を示すものである。図-4 は鉄筋の拘束によるコンクリートの最大引張りひずみと養生期間との関係を示すものである。図-5 は最大引張りひずみと鉄筋比の関係を示すものであり、最大引張りひずみと鉄筋比はほぼ一次関係にあるとみなせる。両引試験を行なった結果、鉄筋径が大きくなれば、ひびわれ荷重は減少することが判明した。これは図-4 の計算結果と一致するものである。また、図-2, 3 より明らかのように、引張りひずみが減少するのは枝令 300 日前後である。構造物を枝令 300 日に至るまで、無載荷状態に保つことは甚だ不経済である。したがって、設計段階において、コンクリートの最大引張りひずみを何らかの形で算入して安全の検討を計るべきであろう。

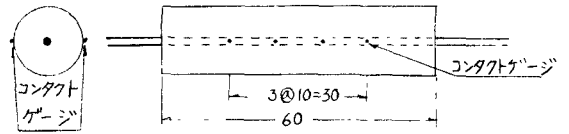


図-1 円柱供試体

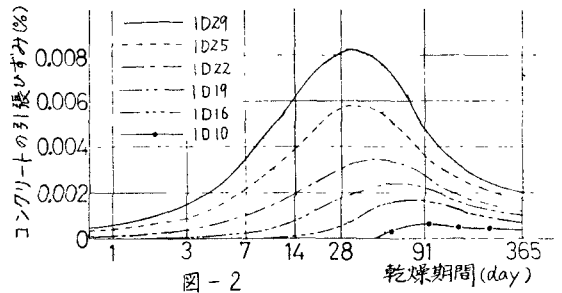


図-2

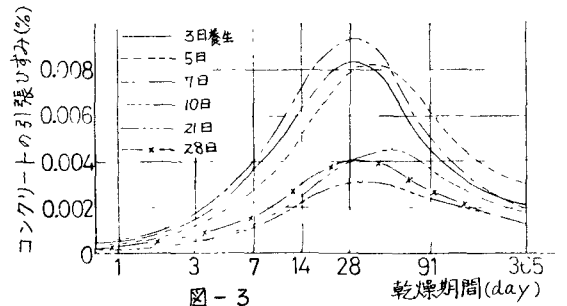


図-3

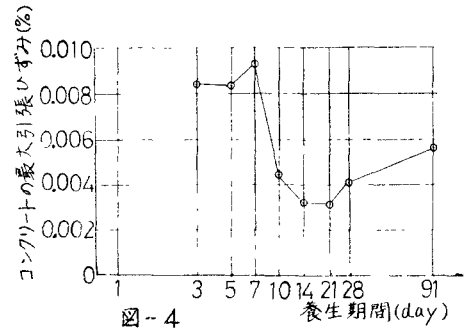


図-4

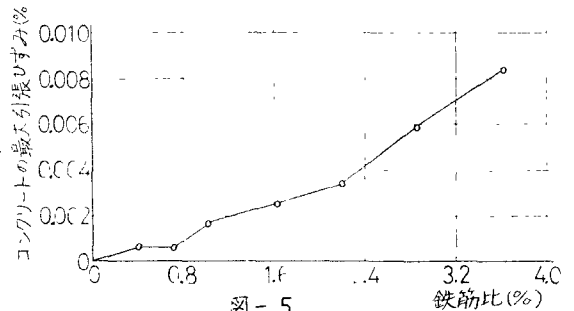


図-5