

変動応力下における若材齢高強度コンクリートのクリープ評価について

岐阜大学工学部 細井 陽介
岐阜大学工学部 正会員 小澤 満津雄 森本 博昭

1. はじめに

マスコンクリートの温度応力解析において、クリープ挙動を考察する場合、履歴理論による重ね合わせ法を適用するケースが多い。従来、応力の単調増加に対しては十分適用が可能であることが知られている¹⁾²⁾。また、普通コンクリートにおいては、除荷過程においても履歴理論の適用が可能であるとの報告がある¹⁾。一方、高強度コンクリートを用いた実験では、応力の除荷および反転過程において履歴理論の適用が難しいことが報告されている²⁾。本研究では、高強度コンクリートの除荷過程および反転過程におけるクリープ挙動について履歴理論の適用性を除荷応力と引張強度との大小関係に着目して検討した。

2. 基本クリープ関数

本研究で用いた基本クリープ関数²⁾を式(1)に示す。

$$\phi(\tau,t)=\gamma(\tau)\cdot\beta(t)=\gamma(\tau)\cdot\{1-\exp(-bt^c)\}$$
 (1)

ここで、 $\phi(\tau,t)$ ；単位クリープひずみ($10^{-6}/N/mm^2$)、 $\gamma(\tau)$ ；終局クリープ値($10^{-6}N/mm^2$)、 $\beta(t)$ ；クリープ進行関数、 t ；載荷期間(日)、 τ ；載荷時材齢(日)、 b,c ；クリープ進行関数の係数

基本クリープ関数を構成する終局クリープ値およびクリープ進行関数に関する係数を式(2)～(4)に示す。

$$\gamma(\tau)=44/\tau+26$$
 (2)

$$b(\tau)=0.612/\tau+0.210$$
 (3)

$$c(\tau)=0.55(1-\exp(-0.9\tau^{0.8}))$$
 (4)

3. 実験概要

表-1 に配合を示す。W/C は 30%とし、セメントは普通セメントを用いた。表-2 に圧縮強度と引張強度および弾性係数を示す。供試体は 100×100×200mmの角柱供試体とし、中央に埋め込み型ひずみゲージを配置し、クリープひずみを 30 分毎に計測した。また、自己収縮補正用に無載荷供試体を 1 本作成し、クリープひずみの補正を行った。載荷開始材齢は 1.5 日とした。応力パターンは除荷応力の大小により、2 パターンとする。すなわち、図-1 に示すような①引張強度<除荷応力と図-2 に示すような②引張強度>除荷応力とした。

表-1 示方配合

W/C	s/a	Unit weight (kg/m ³)				
		W	C	S	G	Ad
30	44.2	110	440	840	1060	22

表-2 強度試験結果と弾性係数

材齢(日)	1.5	3	7	14	28
fc(N/mm ²)	22.8	45.6	57.7	69	70.8
ft(N/mm ²)	1.6	4.4	4.5	5.6	6.5
Ec(kN/mm ²)	22.9	30.5	37.3	37.3	39.6

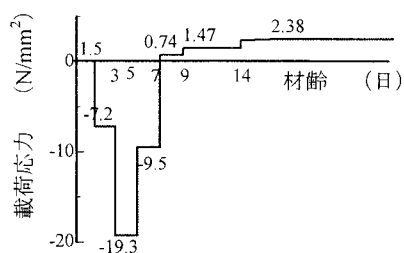


図-1 応力パターン(引張強度<除荷応力)

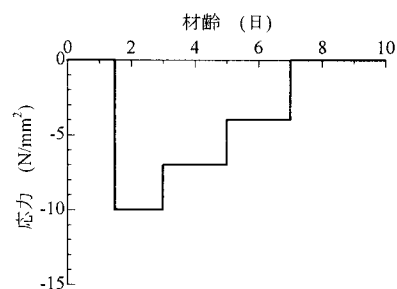


図-2 応力パターン(引張強度>除荷応力)

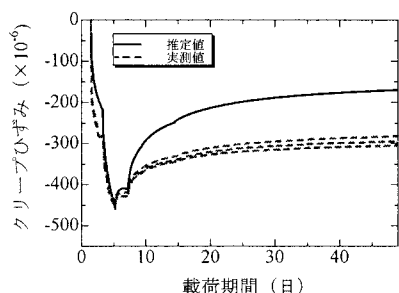


図-3 推定値と実測値の比較(引張強度<除荷応力)

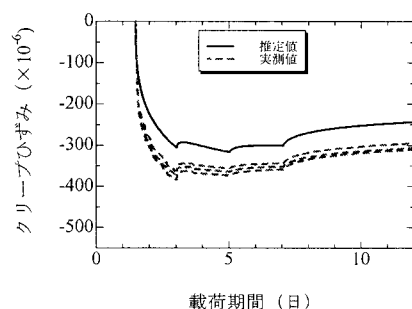


図-4 推定値と実測値の比較(引張強度>除荷応力)

4. 実験結果

図-3と4に図-1と2による載荷応力パターンにより載荷を行った場合の重ね合せ法によるクリープ推定結果と実測値の比較を示す。図-3より、圧縮応力の単調増加過程では、推定値は実測値の挙動をよくとらえている。除荷および応力反転過程においては、推定値は実測値を引張側に大きく評価する傾向にある。このとき除荷時の引張強度が約 4N/mm^2 以上に対して、2度の除荷は除荷応力が約 9N/mm^2 であり、約2倍以上の引張応力を載荷していることになり、重ね合せ法では矛盾が生じる。推定結果も実測値を引張側に大きく評価している。一方、図-4では、圧縮応力の単調増加過程で、基本クリープ関数は若干小さいものの、推定値は実測値の挙動をよくとらえている。また、応力の除荷過程においても推定値は実測値の挙動をよくとらえている。ここでは除荷時の引張強度が約 4N/mm^2 以上に対して、3度の除荷時の除荷応力がいずれも約 4N/mm^2 以下であり、引張強度以下で載荷していることになる。推定結果も実測値の傾向をよく捕らえている。一般に、履歴理論による重ね合せ法では、圧縮応力の除荷過程を引張応力の増加として評価するが、除荷応力の大きさが除荷時の引張強度以下であれば、推定値は実測値をよくとらえていることから、引張強度が除荷過程における履歴理論の適用限界の指標になる可能性があることが分かった。

5. まとめ

本研究で得られた結果を以下に示す。

除荷過程のクリープを評価する際、除荷応力と除荷時の引張強度の大小関係によって履歴理論の適用限界が判断できる可能性のあることがわかった。今後は、除荷過程のクリープ評価法について、検討する必要がある。

参考文献

- 1) 入矢桂四郎 他；若材齢コンクリートの除荷過程におけるクリープ挙動のモデル化に関する研究、土木学会論文集 No.613/V-42. pp165～174, 1999.2
- 2) 小澤満津雄，森本博昭：若材齢高強度コンクリートのクリープ推定法，日本コンクリート工学協会，コンクリート構造物のクリープおよび収縮による時間依存変形研究会報告書 pp185～187, 2001.7