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

岐阜大学工学部　正会員　小澤満津雄　国森亮平　森本博昭

1.　はじめに

若材齢高強度コンクリートの変動応力下のクリープ挙動を、実験より得られたクリープ関数を用いた履歴理論、時間効果則およびひずみ硬化則の 3 つの方法で推定した。推定値と実測値から各手法の適用性を明らかにした。

2.　実験概要

供試体寸法は 100×100×260mm の角柱供試体と、ひずみ補正用（自己収縮ひずみ測定用）100×100×400mm を用いた。本研究で用いた高強度コンクリートの示方配合を表-1 に示す。環境条件は恒温恒湿（温度 20℃、湿度 60%以上）とした。実験には圧縮が最大 500kN、引張が最大 200kN の載荷が可能な油圧式クリープ試験装置を使用した [1)]。応力パターンを図-1 に示す。載荷応力の大きさは各材齢における強度の約 30%とした。

3.　クリープ推定方法

一定荷重載荷のクリープ実験より得られたの実測値をもとに土木学会式 [2)] を参考にして、次式のようなクリープ関数 式(1)を決定した。

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

ここに $\phi(\tau,t)$：単位クリープ($\times10^{-6}$/N/mm^2)、$\beta(\tau)$：載荷時材齢を考慮した最終クリープひずみ($\times10^{-6}$/N/mm^2)、$\beta(t)$：クリープ進行関数、t：材齢（日）、τ：載荷時材齢（日）、b,c：実験定数

実測値より求めた、式中の $\beta(\tau)$ および実験定数 b,c を表-2 に示す。なお、材齢 7 日および 14 日の $\beta(\tau)$ は CEB 式 [3)] より推定したものである。式(1)のクリープ関数を用いて履歴理論 [4)] とひずみ硬化則 [5)] および時間硬化則 [5)] により変動応力下でのクリープ推定を行った。なお、ひずみ硬化則および時間硬化則においては圧縮から引張に応力が反転した場合に蓄積されたひずみは影響を与えないものと考えた。

4.　結果

図-2～4 に履歴理論と時間硬化則およびひずみ硬化則それぞれの理論を適用し求めたクリープ推定値と実測値を示す。図より、履歴理論による推定値は応力反転以降、実測値よりやや大きな推定値を与える傾向にあるが全般的には実験値とよく一致している。時間硬化則、ひずみ硬化則とも全般的に実測値よりクリープをかなり小さく評価する傾向にある。特に応力反転以降のクリープが実測値よりも小さく評価する傾向となり、応力反転による材料の軟化を適切に評価する手法を確立する必要がある。また、本研究で設定した載荷応力パターンにおいては時間硬化則とひずみ硬化則の推定結果には大きな差異は認められなかった。

表-1　示方配合

W/C	s/a	単位量(kg/m^3)					
		W	C	S	G*1)		Ad*2)
%	%				大	小	
30	44.2	132	440	840	530	530	22

*1)Gmax:25mm　　*2)　高性能AE減水剤

表-2　クリープ関数の係数

材齢(日)	β（τ）	b	c
1	40	0.6	0.45
2	27		
3	27		
7	26		
14	23		

key words：高強度コンクリート、クリープ、履歴理論、ひずみ硬化則、時間硬化則

〒501-1193　岐阜市柳戸 1-1　TEL/FAX　058-293-2459　岐阜大学工学部土木工学科

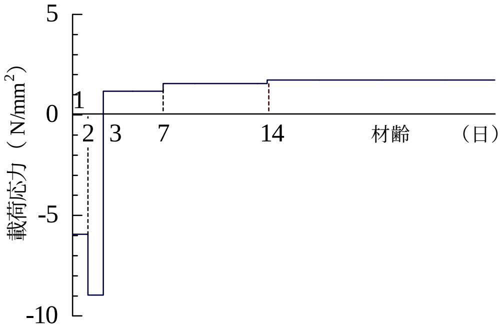

図-1　載荷応力パターン

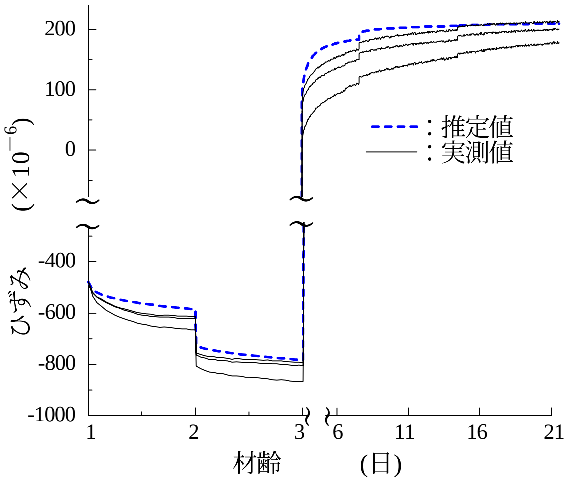

図-2　履歴理論による推定値と実測値との比較

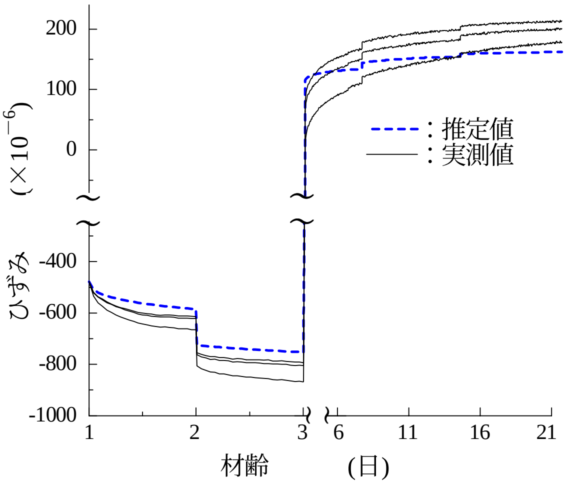

図-3　ひずみ硬化則の推定値と実測値との比較

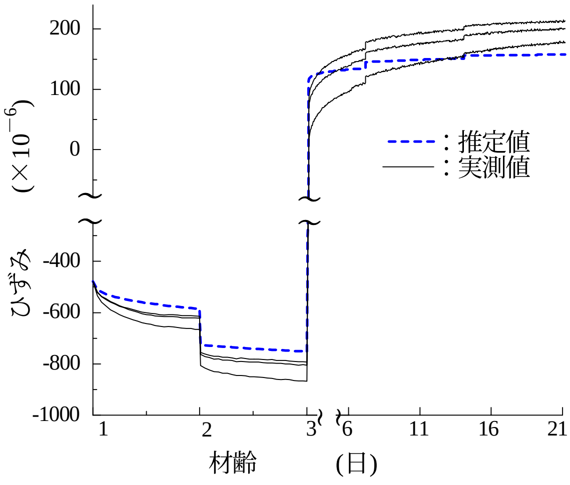

図-4　時間硬化則による推定値と実測値との比較

5.　まとめ

本研究のまとめを以下に示す。

1)　履歴理論によるクリープ推定値は、応力反転後において実測値よりやや大きな値となるが、全般的には推定値は良好であった。

2)　時間硬化則とひずみ硬化則によるクリープ推定値は、全般的に実測値よりも小さくなる傾向となった。また、本研究で設定した載荷応力パターンにおいては、時間硬化則、ひずみ硬化則のクリープ推定値に大きな差異は認められなかった。

【参考文献】

1)　小澤、森本、国森、車戸：若材齢高強度コンクリートの圧縮および引張クリープに関する研究、平成 12 年度土木学会中部支部研究発表講演概要集、pp.513-514、2000

2)　土木学会：コンクリート標準示方書（平成８年度版）設計編、1997

3)　CEB:CEB-FIP Model Code 1990.Thomas Telford,pp.53-57,1993

4)　石川靖晃：不飽和多孔質材料としての遷移材齢時コンクリートの構成則ならびに構造挙動に関する研究、名古屋大学学位論文、pp.15、1999

5)　矢川元基、宮崎則幸：有限要素法による熱応力・クリープ・熱伝導解析、サイエンス社、pp.59-65、1985