

V-379 変動応力下におけるクリープひずみの非線形特性に関する研究

岡山大学工学部 正会員 綾野克紀
岡山大学工学部 正会員 阪田憲次

1. まえがき

コンクリートのクリープひずみは、応力に対して非線形な現象であり、とくに、コンクリートに作用する応力が変化する下では非線形性が大きいことが知られている¹⁾。コンクリート部材は一般に、コンクリートと鉄筋の複合部材であるため、たとえコンクリート部材に作用する荷重が一定であっても、クリープと乾燥収縮によって、コンクリートに作用する応力は、時間とともに変化する。このような変動応力下におけるコンクリートのクリープひずみの計算には、クリープの重ね合せ則がよく用いられる。しかし、バージンコンクリート（一度も載荷されたことのないコンクリート）のクリープひずみがクリープ係数またはスペシフィッククリープで表されるため、クリープの重ね合せ則に基づく計算結果は、いかなる荷重履歴を受けたコンクリートのクリープひずみも線形となり、変動応力下のコンクリートのクリープひずみを的確に表わすことのできない場合がある。

本論文は、種々の応力履歴を受けたコンクリートのクリープひずみの持続応力に対する非線形性を実験的に明らかにし、変動応力下におけるクリープひずみの評価方法について検討を行うものである。

2. 実験概要

実験に使用したセメントは普通ポルトランドセメント、粗骨材は碎石、細骨材は川砂である。コンクリートの配合を表1に示す。供試体は10cm×10cm×38cmの角柱で、打設後3日間水中養生し、その後は材令28日まで気中養生し、初載荷を行った。実験はすべて、温度19±1℃、湿度68±7%の恒温恒湿度室内で行った。応力履歴は1サイクル63日（49日載荷後、14日荷重休止期間）とし、計3サイクルを図1、2に示す応力／強度比に従い載荷した。なお、図中の応力／強度比は、28日圧縮強度に対する応力比を示している。

表1 コンクリートの配合

Type of mix	Max size (mm)	Slump (mm)	Air (%)	W/C (%)	S/a (%)	Unit weight(kg/m ³)				Admix-ture
						W	C	S	G	
Mix I	20	112~158	2.0	52.6	44.0	200	380	754	1012	——
Mix II	20	183~215	2.0	65.1	44.0	215	330	755	1013	——
Mix III	20	40~50	2.0	66.1	44.0	185	280	808	1083	——

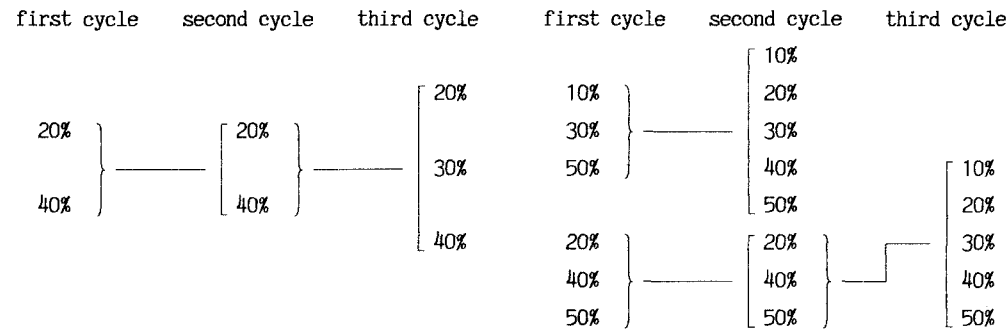


図1 持続荷重のかけ方 (Mix I, II)

図2 持続荷重のかけ方 (Mix III)

3. 実験結果および考察

図3は、配合Ⅲのコンクリートの第2サイクル14日目におけるクリープひずみと初期ひずみとの関係を示した図である。この図より、第1サイクルで載荷された荷重よりも第2サイクルで載荷された荷重が大きいコンクリートのクリープひずみと初期ひずみとの関係は、第2サイクルから載荷を開始したコンクリート、すなわち、バージンコンクリートのクリープひずみ-初期ひずみ曲線を横軸方向に平行移動した曲線に一致することが分かる。また、第1サイクルで載荷された荷重よりも第2サイクルで載荷された荷重が小さいコンクリートのクリープひずみと初期ひずみとの関係は全て、一つの曲線で表される。従って、持続荷重が変化した後のクリープひずみと初期ひずみの関係は、バージンコンクリートのクリープひずみ-初期ひずみの関係を用いて以下のように表すことが可能である。いま、バージンクリープが(1)式で表されるとする。ただし、 ε_{cr} は第2サイクルにおけるクリープひずみ、 ε_0 は第2サイクルにおける初期弾性ひずみ、 t は材令、 t' は載荷時材令である。

$$\varepsilon_{cr} = f(\varepsilon_0, t, t') \quad \text{--- (1)}$$

第1サイクルで載荷された荷重よりも第2サイクルで載荷された荷重が大きい場合： $\varepsilon_{cr} = f(\varepsilon_D + (\varepsilon_0 - \varepsilon_D'), t, t_2)$ --- (2)

第1サイクルで載荷された荷重よりも第2サイクルで載荷された荷重が小さい場合： $\varepsilon_{cr} = f((\varepsilon_D / \varepsilon_D') \times \varepsilon_0, t, t_2)$ --- (3)

ここに、 ε_D' は第1サイクルに載荷された荷重により生じる弾性ひずみであり、 ε_D は第1サイクルで載荷された荷重と同じ大きさの持続荷重を受けるコンクリートの第2サイクルにおけるクリープひずみと同じクリープひずみを第2サイクルより載荷を開始したコンクリートに生じさせる荷重による弾性ひずみである。

図4、5および6は、それぞれ配合Ⅲ、ⅠおよびⅡのコンクリートの第3サイクル28日目におけるクリープひずみと初期ひずみとの関係を示した図である。図中の実線は、(2)、(3)式の ε_D' を第3サイクル以前に受けた最大荷重によって生じる弾性ひずみとし、 ε_D を第3サイクル以前

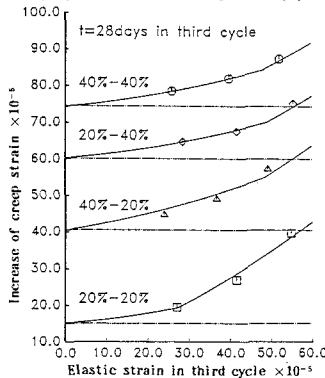


図5 配合Ⅰのコンクリート

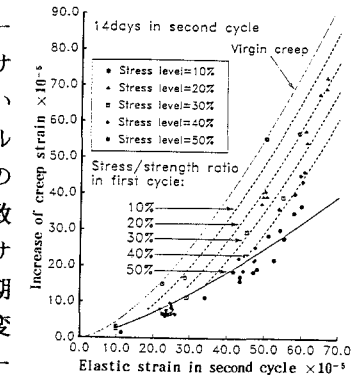


図3 クリープ-初期ひずみ曲線

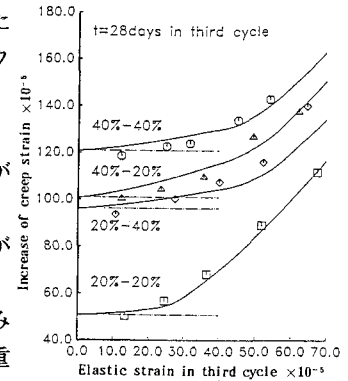


図4 配合Ⅲのコンクリート

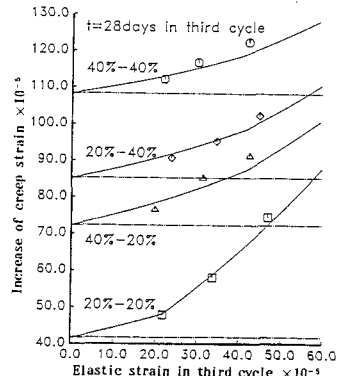


図6 配合Ⅱのコンクリート

に受けた最大荷重が第3サイクルにおいて再び載荷されるコンクリートのクリープひずみと同じクリープひずみを第3サイクルより載荷を開始したコンクリートに生じさせる荷重による弾性ひずみとし求めた曲線である。これらの曲線がコンクリートの配合に関係なく、実験結果と非常に一致を示すことが分かる。

4. まとめ

コンクリートのクリープひずみが過去に受けた最大荷重の影響を非常に強く受ける非線形な現象であることを実験的に明らかにした。また、変動応力下のクリープひずみと弾性ひずみの関係を示すことができた。

参考文献

- 1) W.H. Diliger; Private communication