

クリープひずみに及ぼす持続応力の影響に関する研究

岡山大学大学院 学生員○檜垣 智
岡山大学工学部 正会員 阪田憲次
岡山大学工学部 正会員 綾野克紀
香 川 県 庁 大西幸雄

1. まえがき

コンクリートのクリープひずみは持続応力に対して非線形であるにも関わらず、線形と仮定したクリープ係数またはスペシフィッククリープによって表される。この仮定は複雑なクリープ問題を単純化するための重要な仮定ではあるが、クリープのメカニズムに及ぼす持続応力の大きさの影響を考慮したクリープ構成方程式を確立する上での障害となっていることも事実である。

本論文は一定持続応力下のクリープひずみの非線形性を実験的に明らかにするとともに、非線形性を考慮したクリープ-時間関係式を求めることを目的とする。

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。なお、28日圧縮強度の10%または30%の持続荷重を受ける供試体は5本、20%または40%の持続荷重を受ける供試体は15本、50%の持続荷重を受ける供試体は20本である。

表1 コンクリートの配合

Max size (mm)	Slump (mm)	Air (%)	W/C (%)	S/a (%)	Unit weight(kg/m³)				Admix- ture
					W	C	S	G	
20	40~50	2.0	66.1	44.0	185	280	808	1083	—

3. 実験結果および考察

任意時間における応力／強度比の大きさによるクリープ係数の差を分散分析によって調べた結果を表2に示す。表2において、持続応力の大きさによってクリープ係数に差があるといえないのは載荷期間49日目における応力／強度比10%～30%の範囲においてのみである。また、応力／強度比10%～40%の範囲では載荷期間が長くなっても持続応力の大きさによる差に変化が少ないのに対し、応力／強度比10%～50%の範囲で

表2 分散分析結果

Commentary		Stress/strength ratio		
		10,20,30,40,50%	10,20,30,40%	10,20,30%
Time under load	3days	18.499	14.056	15.098
	14days	44.836	14.281	8.017
	28days	43.263	14.732	6.315
	49days	52.990	17.366	3.267
F-Value at $\alpha=0.01$ (Degrass of freedom)		3.720 (4,50)	4.437 (3,33)	5.926 (2,19)

は載荷期間が経つにつれて持続応力の大きさによる差が大きくなる傾向がある。すなわち、クリープひずみは応力/強度比40%を境にクリープひずみの増加割合が急激に増加することがいえる。

図1は載荷期間28日目におけるクリープひずみ ε_{cr} と初期ひずみ ε_0 の関係を1式(Bailey式¹⁾)で近似した結果である。

$$\varepsilon_{cr} = a \varepsilon_0^b \quad \text{--- (1)}$$

ここに、 a 、 b は載荷期間の関数である。載荷期間28日目において $b=1.41$ であり、クリープひずみが非線形な現象であることが示される。1式による近似は、実験値とある程度の一致を示しているが、応力/強度比40%を境にクリープの増加割合が急激に増加するというクリープ特性を表すことはできない。

そこで、新たな未定係数 c_1 、 c_2 を用い、Bailey式を修正した2式により、載荷期間28日目におけるクリープひずみと初期ひずみの関係を近似した結果を図2に示す。

$\varepsilon_0 < c_2$ の場合

$$\varepsilon_{cr} = a \left(\frac{c_2 - c_1}{c_2} \times \varepsilon_0 \right)^b$$

$\varepsilon_0 > c_2$ の場合

$$\varepsilon_{cr} = a (\varepsilon_0 - c_1)^b$$

--- (2)

ここに、 a 、 b 、 c_1 、 c_2 は載荷期間の関数で、最小2乗法によって求める未定係数である。載荷期間28日目において $b=1.11$ となった。また、 c_1 、 c_2 は載荷期間の長さに関係なく一定で、 c_2 は応力/強度比40%にはほぼ相当する初期ひずみに一致した。従って、 c_1 、 c_2 を用いることにより、分散分析結果を表すことが可能となったと思われる。

図3、図4はそれぞれ、1式、2式を用いて計算したクリープ係数と実験より得られたクリープ係数を比較した図である。 c_1 、 c_2 を用いることにより、さらに正確にクリープひずみと時間の関係が表されたことがいえる。

4. まとめ

持続応力が小さい範囲においてもクリープひずみは非線形な現象であり、応力/強度比40%を越えるとクリープの増加割合が急激に増加することが実験的に明らかとなった。また、実験結果を的確に表すクリープ-時間関係式を示した。

参考文献

- 1) 日本材料学会：固体力学の基礎，pp.153～154，日刊工業新聞社，1981

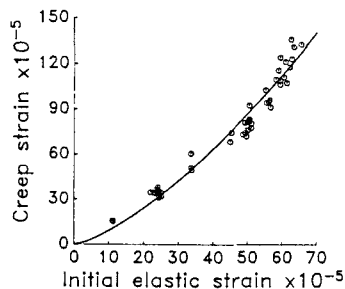


図1 Bailey式

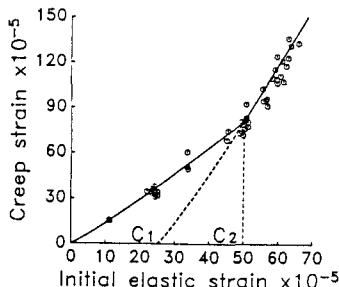


図2 修正式

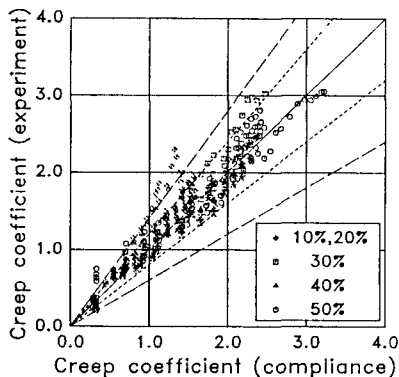


図3 Bailey式

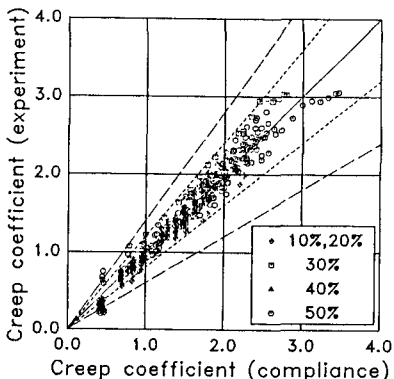


図4 修正式