

変動応力下におけるクリープひずみの予測

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
広島県庁 正会員 松垣 智

1. まえがき

コンクリートのクリープ特性を決定するクリープ試験の場合とは異なり、実際のコンクリート構造物に作用する応力や環境の湿度および温度等は、時間の経過とともに変化する。従って、コンクリート構造物の設計にクリープひずみの影響を考慮する場合には、一定持続応力、一定温度・湿度下において求められたクリープデータとともに、応力、湿度・温度が変化する下でのクリープ挙動を正確に表すことのできる非定常クリープ構成方程式が必要となる。

本研究は、変動応力下のクリープ挙動を表す非定常クリープ構成方程式を定式化するために提案されている、クリープひずみの重ね合せ則、時間硬化則、ひずみ硬化則および著者らの提案するクリープ硬化則の妥当性を検証することを目的とするものである。

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、粗骨材は砕石、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、3日間水中養生後、直ちに初載荷を行った。また、応力履歴は、載荷期間とともに単調に増加する場合と単調に減少する場合の2通りの方法で載荷した。なお、実験はすべて、温度 $19\pm1^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $68\pm7\%$ の恒温恒湿度室内で行い、ひずみの測定にはホイットモア式ダイヤルゲージ(検長250mm)を用いた。

表1 コンクリートの配合

Max size (mm)	Slump (mm)	Air (%)	W/C (%)	S/a (%)	Unit weight(kg/m^3)			
					W	C	S	G
20	76~97	2.0	60.0	47.7	200	333	842	963

3. 実験結果および考察

図1は、単調に増加する応力を載荷した場合のクリープひずみを、クリープの重ね合せ則、時間硬化則およびひずみ硬化則に基づき計算した結果と実験結果とを比較した図で、図2は、図1に示した従来のクリープ解析手法の内、最も実験データと適合性のあったひずみ硬化則に基づく計算値と著者らの提案する2つのクリープ硬化則に基づく計算結果(Model-1, Model-2)と実験結果とを比較した図である。また、図3は、単調に減少する応力を載荷した場合のクリープひずみを、クリープの重ね合せ則、時間硬化則およびひずみ硬化則に基づき計算した結果と実験結果とを比較した図で、図4は、図3に示した従来のクリープ解析手法の内、最も実験データと適合性のあったひずみ硬化則に基づく計算値と著者らの提案する2つのクリープ硬化則に基づく計算結果と実験結果とを比較した図である。

Model-1は、回復性クリープひずみがほとんど生じない条件下で行った実験結果を基に提案したクリープ硬化則¹⁾で、回復性クリープひずみの影響およびある持続応力を境に急激に増加するバージンコンクリートのクリープひずみの影響は、考慮されていない。これに対してModel-2は、これらのクリープひずみの影響を考慮し確立したクリープ硬化則である。

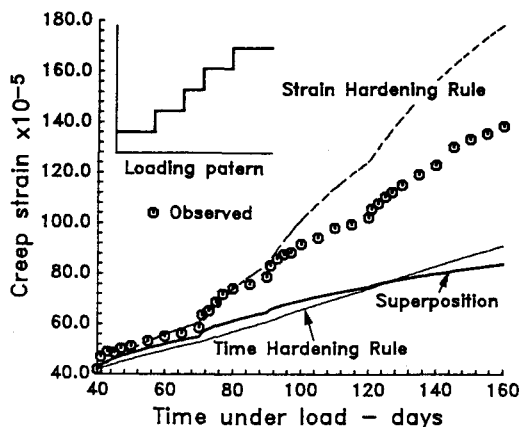


図1 従来のクリープ解析手法の妥当性

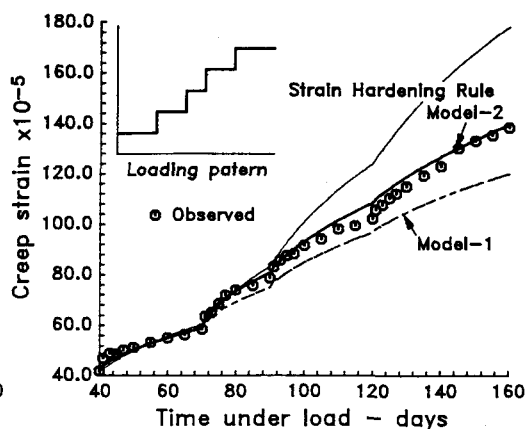


図2 著者らの提案するクリープ硬化則の妥当性

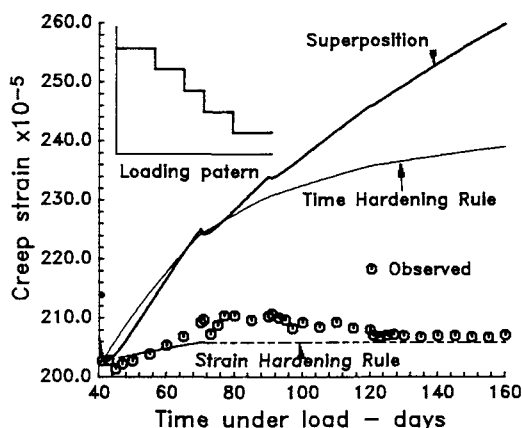


図3 従来のクリープ解析手法の妥当性

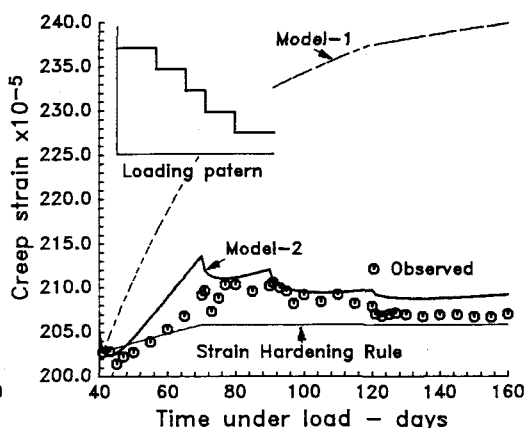


図4 著者らの提案するクリープ硬化則の妥当性

単調に応力が増加する場合、クリープの重ね合せ則および時間硬化則に基づく計算値が、実験値をかなり過少評価するのに対し、ひずみ硬化則に基づく計算値は、載荷応力が大きくなるに連れて実験値を過大評価することが分かる。また、著者らの提案するクリープ硬化則のうち、Model-1は、実験値を小さめに評価するが、Model-2は、実験値と非常によく一致を示していることが分かる。一方、単調に応力が減少する場合には、クリープの重ね合せ則、時間硬化則およびModel-1が、実験値を過大評価し、ひずみ硬化則が実験値を過少評価し、Model-2が、最も実験結果をよく表していることが分かる。

4. まとめ

クリープの重ね合せ則、従来のクリープ硬化則および著者らの提案するクリープ硬化則を用いて、初載荷時材令の若いコンクリートの変動応力下におけるクリープひずみの予測を行った。その結果、載荷期間中のコンクリートの"aging"の影響を考慮した著者らの提案するクリープ硬化則の妥当性が確認された。

参考文献

- 1) 綾野克紀・檜垣 智・大西幸雄・阪田憲次：応力履歴を受けたコンクリートのクリープ特性に関する研究、コンクリート工学、Vol.12、No.1、pp.167~172、1990、6