

繰り返し荷重下にあるコンクリートの変形特性に関する研究

岡山大学大学院 学生員○荒川 敏之
 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
 岡山市役所 上山 大輔

1. はじめに

コンクリート構造物に作用する荷重の中で、変動荷重の占める割合およびその作用頻度が大きい場合、疲労に対する安全性の検討は材料の疲労強度をもとに行われ、変形に対する検討は行われない。すなわち、クリープ硬化則または、クリープの重ね合わせ則等の解析手法が成り立つ周期の繰り返し荷重よりも、さらに短い周期によって載荷される繰り返し荷重下でのコンクリートの変形挙動は、設計においてこれまで考慮されることはなかった。

過去の研究により、上限荷重を一定として、振動数が0.4Hz以下で繰り返し荷重が載荷されたコンクリートのひずみの経時的変化は、下限荷重の大きさに関係なく、繰り返し荷重の上限荷重と同じ大きさの一定持続荷重が載荷されたコンクリートのクリープひずみの経時的変化にほぼ一致することが明かとなっている。

本研究においては、コンクリートに繰り返し荷重を20,000回載荷した後、上限荷重を変化させ、さらに20,000回載荷することにより、過去に受けた繰り返し荷重が、コンクリートの変形挙動に及ぼす影響を実験により明らかにする。

2. 実験概要

実験には早強セメントを使用した。粗骨材には碎石（比重；2.72，吸水率；1.03，F.M.；6.45）を、細骨材には川砂（比重；2.61，吸水率；1.89，F.M.；3.04）を使用した。コンクリートの配合は、水セメント比が50%で、単位水量が180kg/m³である。供試体は、φ10cm×20cmの円柱で、14日間水中養生した後、180日間以上気中養生を行った。なお、実験開始時材令における圧縮強度は53.9Mpaである。

荷重の載荷は島津製作所サーボパルサー（容量40t）を用いて行い、ひずみの測定は箔フェスチルゲージ（グリッド長さ10mm）を用いた。

繰り返し荷重の下限荷重は、応力強度比10%、振動数は0.04Hzとした。なお、繰り返し荷重の載荷方法は、図1に示す通りである。すなわち、繰り返し荷重を20,000回載荷した後に、上限荷重を変化させ、繰り返し荷重の上限まで静的荷重を2回載荷し、繰り返し荷重を1,000回（25,000秒間）載荷する過程を20回行った。なお、回復性のクリープひずみが発生し終えるように、第1サイクルの繰り返し荷重載荷後、30日間の荷重休止期間をおいた。

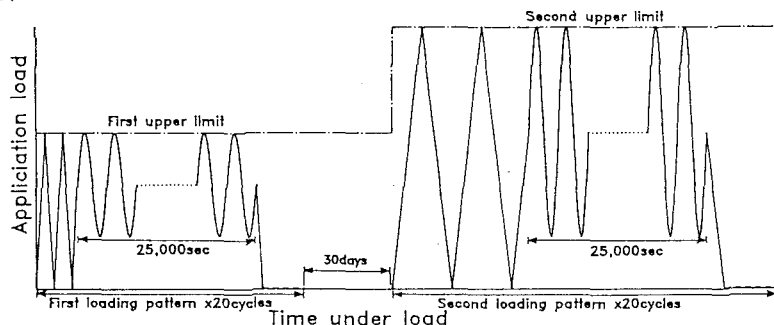


図1 荷重載荷方法

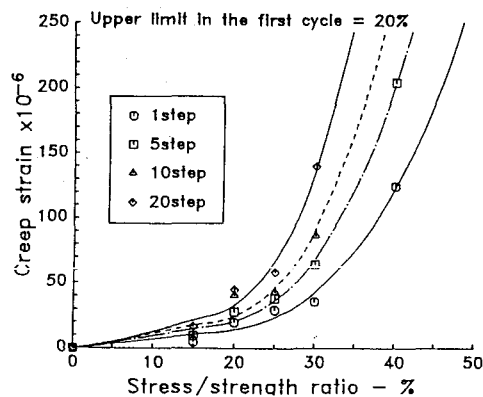


図2 第2サイクルにおける上限荷重の応力強度比とコンクリートのひずみの関係

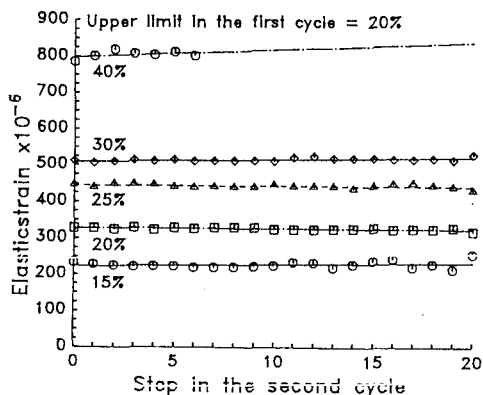


図3 第2サイクルにおけるコンクリートの弾性ひずみの経時的変化

3. 実験結果及び考察

図2は、第2サイクルにおける繰返し荷重の上限荷重の応力強度比と、コンクリートのクリープひずみとの関係を示したものである。この図の中で、○、□、△、◇は、それぞれ、第2サイクルにおける繰返し荷重1,000回、5,000回、10,000回、および20,000回載荷後のコンクリートのクリープひずみを示している。また、図中の曲線はそれぞれの結果を近似したものである。この図より、過去に繰返し荷重を受けたコンクリートのクリープひずみの変化は繰返し荷重の上限荷重の応力強度比に対して非線形な現象であることが分かる。また、曲線の勾配が変化する境は、第1サイクルにおける繰返し荷重の上限荷重の近辺であると考えられる。

図3は、第2サイクルにおける弾性ひずみの経時的変化を示したものである。図中の数字は、第2サイクルにおける繰返し荷重の上限荷重の応力強度比を示す。もし、繰返し荷重下にあるコンクリートの変形挙動が疲労の影響を受ける現象であるならば、コンクリートの弾性ひずみは時間の経過とともに増加すると考えられる。しかし、この図より、第2サイクルにおいて繰返し荷重下にあるコンクリートの弾性ひずみは、時間の経過に伴う大きな変化がないことが分かる。つまり、第2サイクルにおける繰返し荷重が、コンクリートの変形挙動に及ぼす疲労の影響は小さいと考えられる。

なお、第1サイクルにおいて上限荷重が応力強度比で20%で繰返し荷重が載荷され、第2サイクルにおいては上限荷重が応力強度比で40%、および50%で繰返し荷重が載荷されたコンクリートは、第2サイクル荷重載荷開始後、それぞれ約6300回（約43時間48分）、約2200回（約15時間15分）で破壊に至った。これは、非弾性ひずみの急激な増加によるものと考えられる。

4. まとめ

クリープ硬化則等の解析手法が適用可能な繰返し荷重よりも、さらに短い周期で繰返し荷重を載荷されたコンクリートのひずみの変化は、疲労の影響を受けない現象として扱うことができる。破壊に至ったものにおいては、非弾性歪の急激な増加のためと考えられる。

また、第2サイクルにおいて繰返し荷重が載荷されたコンクリートのひずみの変化は、過去の繰返し荷重の影響を受ける非線形な現象と考えられる。また、載荷回数が増すに従い、過去の繰返し荷重の上限荷重の近辺で、第2サイクルにおけるコンクリートのひずみの変化を示す曲線の勾配に、大きな変化が現れることが明かとなった。