

V-4

繰り返し軸圧縮载荷によるひびわれの伸展するメカニズムに関する研究

北海道大学工学部 学生員 氏家 禎男
北海道大学工学部 正 員 上田 多門
北海道大学工学部 正 員 角田 典史雄

1. はじめに

現在行われている設計方法では、コンクリートの疲労強度の算定方法は、多くの実験データに基づいた経験式から求められたもので、しかも、一定の繰り返し载荷をした場合のものである。したがって、過去に宅例のない材料、荷重条件で設計する際には、現在使われている経験式が適用できるという工学的判断か、新たな実験を行うしか算定方法が無いというのが現状である。

したがって、現在研究されているテーマの一つに、コンクリートの微視的視点からコンクリートの挙動のメカニズムの本質的な解明があり、実験ではなく、解析的に疲労性状等の予測を行う必要がある。そこで本研究では一軸繰り返し圧縮力がかかったときのひびわれの伸展する様子をレーザースペックル法を用いて微視的視点から観察し、疲労のメカニズムの解明の一助となることを目的としている。

2. 実験概要

2.1 供試体

本実験に用いた供試体は、縦200mm、横200mm、幅40mmの平板で、複合材料であるコンクリートをモデル化するために強度の違うモルタルを作り、低強度モルタルの中に高強度モルタルを図-1のように配したものをを用いた。低強度モルタルと高強度モルタルの配合、強度は表-1のようである。また、レーザースペックル法が行い易いように縦横に40分割の網目を供試体表面に描いた。

図-1 供試体

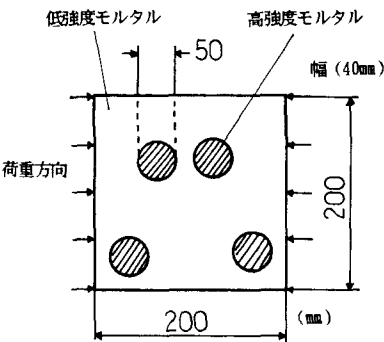
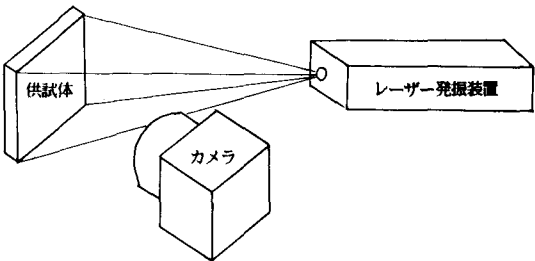


表-1 モルタルの配合、強度

	S/C	W/C	圧縮強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)
高強度モルタル	2.0	0.38	597	2.35×10^5
低強度モルタル	4.0	0.70	213	1.51×10^5

図-2 実験装置



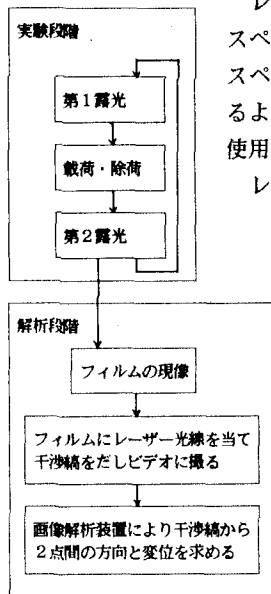
2.2 実験方法

2.2.1 実験装置

実験装置は図-2のように供試体の前方に、
xステージにのせたカメラを置き、その後方に、供試体にレーザー光線が一樣に当たるよう位置にレーザー

発振装置を配置した。試験機は、供試体に左右から一軸繰り返し圧縮荷重をかけた。また、余分な光の入射を防ぐために、実験装置の周囲を暗幕で覆った。

図-3 レーザースペックル法



2.2.2 測定方法

レーザースペックル法でひびわれの”ずれ”、ひびわれ幅を測定した。レーザースペックル法は図-3のような手順で行われる。第一露光をし、載荷・除荷した後、スペックルパターンがでやすいようにカメラと供試体の剛体変位が $250\sim300\mu\text{m}$ になるようxステージを使いカメラを動かす。フィルムは赤い光に感光しやすいものを使用し、(Kodak 6415) 撮影条件、現像条件は表-2のようにした。

レーザースペックル法の詳細に付いては参考文献(1)を参照してもらいたい。

表-2 撮影条件・現像条件

カメラと供試体の距離	絞り	シャッタースピード	現像液	現像時間
52cm	8.0	1.0秒	D-76	8分30秒

3. 実験結果及び考察

繰り返し荷重は図-4のように載荷し、最大荷重は静的破壊荷重(20400kg)の72~78%、最小荷重はその10%として実験を行った。その時の荷重-ひずみ曲線を図-5に示す。ひずみは、供試体中央部において、載荷方向と平行に測定した。また、実験終了後、破壊状況とひびわれの位置を確認するために供試体を破壊した。その時の破壊状況を図-6に示す。

本研究では、供試体上部のひびわれに着目して、繰り返し載荷によるモルタルひびわれの挙動について検討することにした。測点位置は、図-6に示すように右からNo. 1、No. 2、No. 3とし、各々の点において、変位、及び方向を求めた。図-7は各測定時ごとのひびわれ幅とずれを表したものである。この図はおおまかなひびわれの形状と伸展していく様子を表したものである。繰り返し載荷をかける度にひびわれでの変位が大きくなっていく様子がわかる。

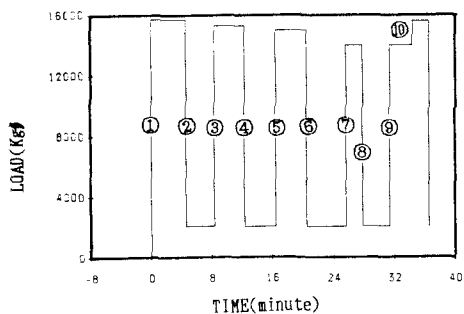


図-4 TIME-LOAD

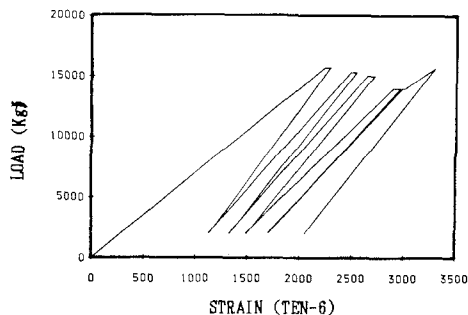


図-5 LOAD-STRAIN

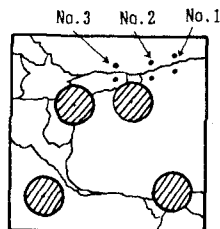


図-6 供試体の破壊状況

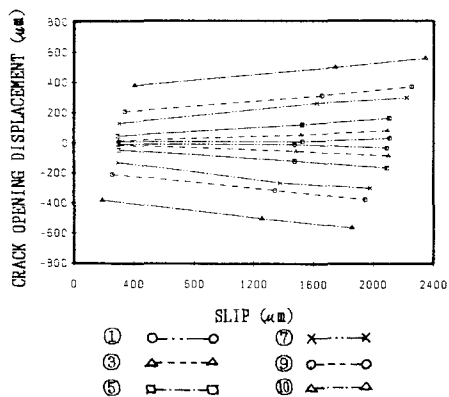


図-7 a COD-SLIP (LOADED)

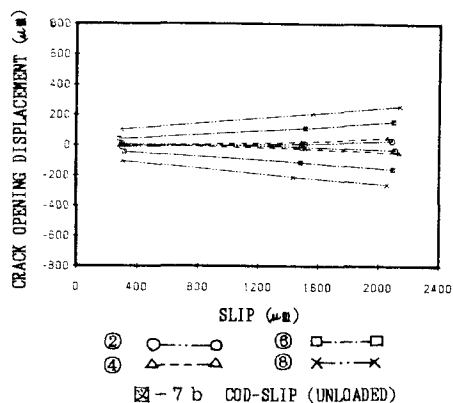


図-7 b COD-SLIP (UNLOADED)

(図-7、及び図-8の①②③・・・は、図-4の①②③・・・に対応している)

ここでそれぞれの測点位置における挙動を把握するために、それぞれの測点位置における変位の方向と大きさを示す(図-8)。載荷時はひびわれを挟んで、上辺が下辺に比べて右にずれ、除荷時は、上辺が下辺に対して左にずれている。また、測点位置が内部になるほどひびわれでの変位の絶対値は小さいことがわかる。

図-9は、それぞれの点における累積した変位量を表したものである。この図から、ある段階の載荷までは、除荷時に、ずれはよく回復するが、ひびわれ幅はほとんど回復しないことがわかる。また、実験中ひびわれを目視で観察することが出来たのは、図-4の載荷⑦からであるが、図-9を見るとそこからひびわれ幅、ずれが増大している。また、それ以降はずれもほとんど回復しなくなっている。

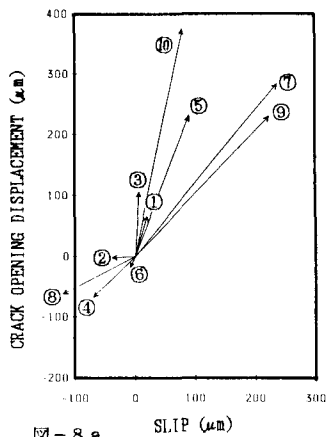


図-8 a DIRECTION OF DISPLACEMENT (No.1)

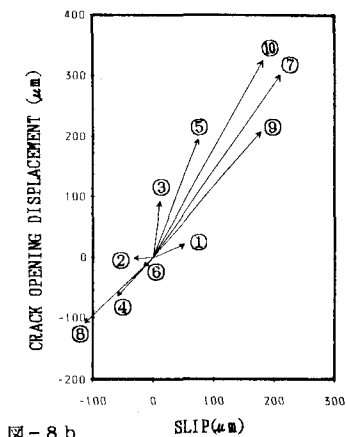


図-8 b DIRECTION OF DISPLACEMENT (No.2)

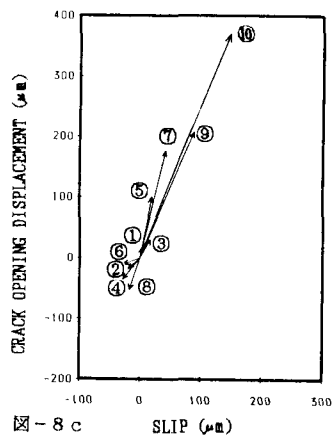


図-8 c DIRECTION OF DISPLACEMENT (No.3)

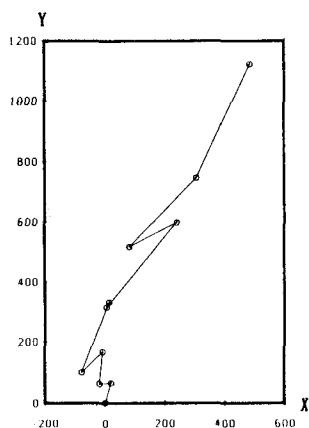


図-9 a DISPLACEMENT (No.1)

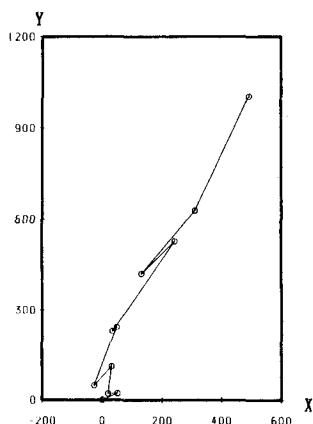


図-9 b DISPLACEMENT (No.2)

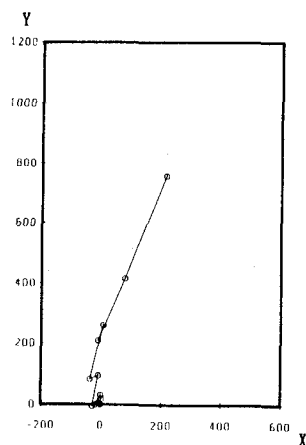


図-9 c DISPLACEMENT (No.3)

4. おわりに

本研究は、一軸繰返し圧縮力をかけたときのモルタル部分のひびわれの伸展の様子を観察したものである。今後このひびわれの伸展の様子をより詳細に観察し、また、高強度モルタルと低強度モルタルとの界面での変位も観察し、疲労のメカニズムの解明をはかっていく予定である。

謝辞：本実験を行うにあたり、北海道大学の木村勉技官、田端英顕君に多大な助力を得ました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- (1) Tirath Mnojya PALLEWATTA, Masaru TADA, Hideyuki HORII
MEASUREMENT OF SURFACE DISPLACEMENT FIELD OF CONCRETE BY LASER SPECKLE METHOD、
1990 コンクリート工学年次論文報告集 pp. 835-840