

東北学院大学工学部 学生員 ○ 守 聡志
 東北学院大学工学部 フェロー 大塚 浩司
 東北学院大学工学部 学生員 後藤 正裕

1. はじめに

コンクリートが破断する際に発生する巨視的クラックは、肉眼では確認できない微視的なマイクロクラックが発生し、それが累積、連結、成長することにより発生するものと考えられる。従って、破壊にいたるまでのマイクロクラックの進行過程を調べることにより、コンクリートの破壊性状が明らかにされると思われる。コンクリートのクラック性状について既往の研究は、主として、破壊した後のクラックについては行われてきている。しかし、それだけでは十分にコンクリートの破壊性状が明らかになったとはいえない。

そこで本研究は、Wet-SEMサーボバルサ（低真空走査型電子顕微鏡付き高温疲労試験器）を用いてモルタル供試体に引張荷重を加え、荷重の増加に伴うマイクロクラックの成長を、載荷前から破断するまでリアルタイムに観察しモルタルの破壊性状を明らかにすること目的としたものである。

2. 実験概要

図-1は、実験に使用した供試体を示したものである。供試体は、長さ80mm、幅12mm、厚さ7mmとし、その供試体の中央部は7mmとし破断が起こりやすいようにした。

図-2は、実験方法を示したものである。実験の手順としては、モルタル供試体を試験機に固定し、変位制御で引張試験を行い、その際の荷重と変位をデータロガーで記録し、荷重がある一定値上昇することに荷重をホールドし画像を撮影する。その撮影した画像をコンピューターに保存し、この作業を破断が起こるまで繰り返した。

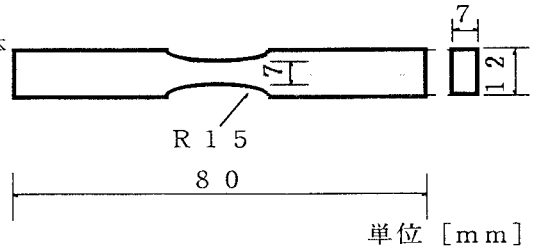


図-1 供試体寸法

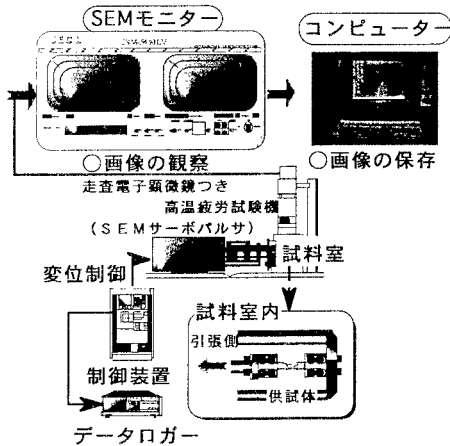


図-2 実験方法

3. 実験結果

図-3は、モルタル供試体を引張破壊させた際の荷重変位曲線の一例を示したグラフである。

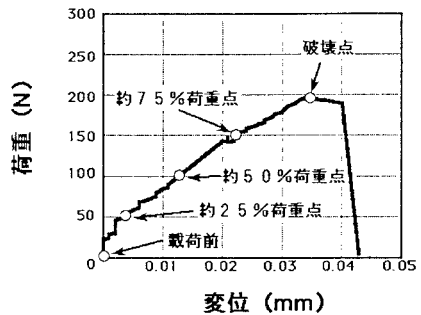


図-3 荷重変位曲線

図-4は、載荷前倍率35倍のSEM画像とトレースを示したものである。また、画像中の黒線は、観察範囲10mmを鉛筆で示したもので、マイクロクラックのトレースは、パソコン上で200倍まで拡大しマイクロクラックと確認できるものをトレースした。また、このトレース中の黒い丸で囲まれたものは骨材を表している。この画像からは、肉眼では確認できない10 μ m以下のマイクロクラックを確認することができ、また、主に乾燥によって発生したと思われるマイクロクラックがすでに発生していることがわかった。

図-5は、破断後のSEM画像とトレースを示したものである。このトレース中にある太い線が破断が起こったところを示している。このトレースより、マイクロクラックは、破断するところだけで成長するのではなく、全体的に成長することがわかった。

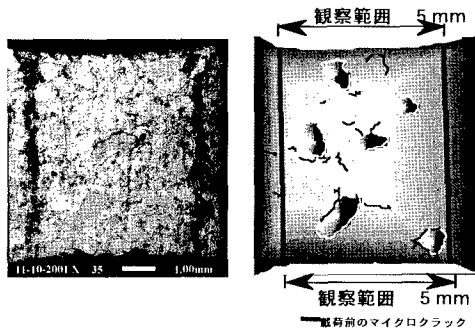


図-4 荷重とトレース（載荷前）

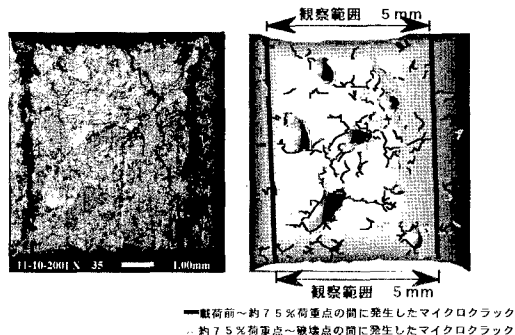


図-5 荷重とトレース（破壊点）

図-6は、トレースより求めたクラック長さを割合で比較したグラフである。このグラフより載荷前よりすでに約3割ほどのマイクロクラックが発生していることがわかった。

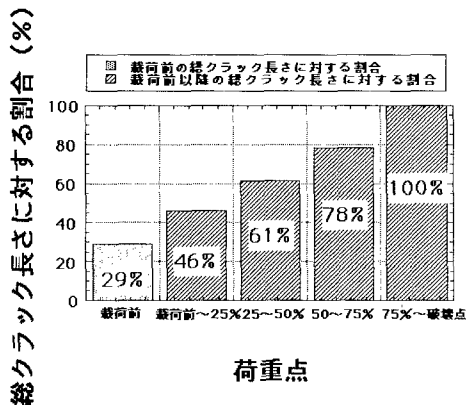


図-6 クラック長さの比較

図-8は、高倍率画像より求めたクラック幅を比較したグラフである。このグラフより破断したところのクラック幅は、荷重の増加に伴い増加する傾向が確認できたが、破断したところより遠かった場所では、そのような傾向が確認できなかった。

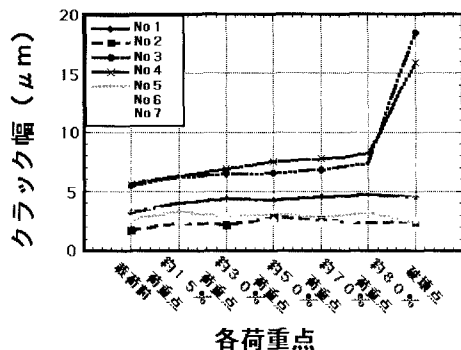


図-8 クラック幅の比較

図-7は、倍率35倍では確認できなかったマイクロクラックや、クラック幅を求めるために高倍率でモルタル供試体表面を確認した画像である。クラック幅は、骨材周辺に発生しているマイクロクラックに着目し7箇所の観察範囲で観察を行った。この画像より倍率35倍では確認できなかったマイクロクラックを確認することができた。

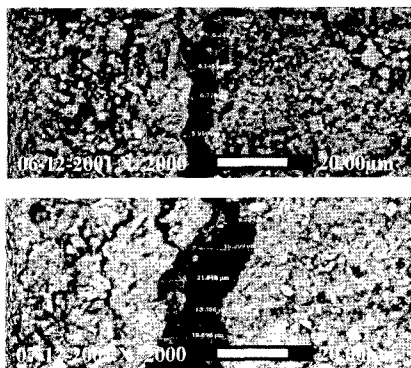


図-7 高倍率画像

4. まとめ

実験の範囲内で以下のことが言える。

1. モルタル供試体で引張試験を行いその性状を各荷重段階で比較した結果、荷重の増加に伴いマイクロクラックは、全体的に累積、連結、成長して破断に結びつく傾向が確認できた。
2. 載荷前に発生していたマイクロクラック長さの総和は、破断時におけるマイクロクラック長さの総和の約3割近くであった。
3. 高倍率でモルタル供試体表面のクラック幅を観察した結果、破断した所では最もエネルギーが消費され荷重の増加に伴ってクラック幅が増加し、また、破断した所から遠い所では、エネルギーの消費が少なくクラック幅の増加があまり確認できなかった。