

引張を受けるモルタル供試体表面に発生するマイクロクラックの SEM 観察

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	大槻 法雄

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 サーボパルス（低真空走査型電子顕微鏡付き高温疲労試験機）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を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ご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。

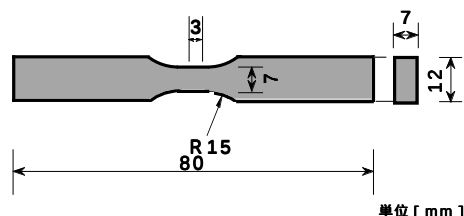


図-1 実験供試体

3. 実験結果

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

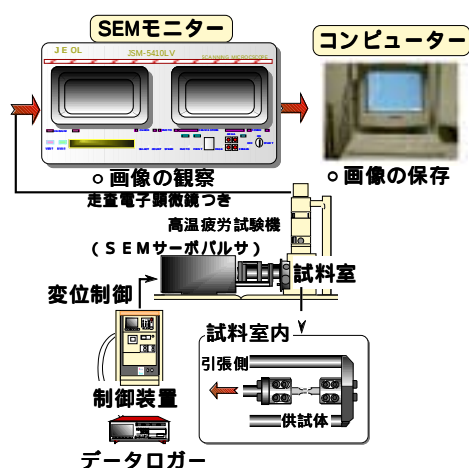


図-2 実験方法

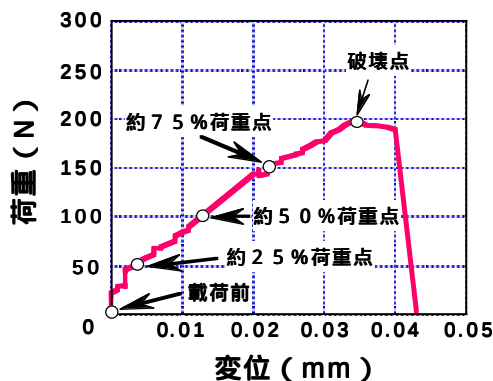


図-3 荷重変位曲線

キーワード マイクロクラック、モルタル、引張試験、破壊エネルギー

連絡先 〒985-8537 宮城県多賀市中央一丁目 12-1

東北学院大学工学部 TEL : 022-368-7449 FAX : 022-368-7449

図-4 は、載荷前倍率 35 倍の S E M 画像をトレースしたものである。また、トレース中の黒線は、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。このトレースからは、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、載荷後約 50% 荷重点の S E M 画像をトレースしたものである。このトレースより、載荷により発生したマイクロクラックを確認できた。

図-6 は、破断後の S E M 画像をトレースしたものである。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。

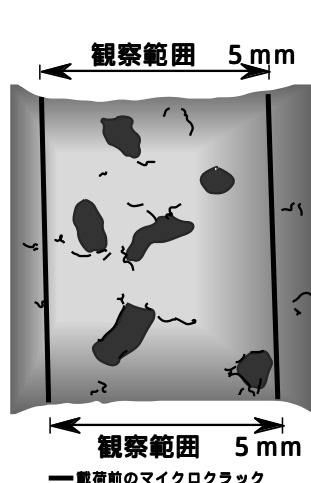


図-4 載荷前トレース

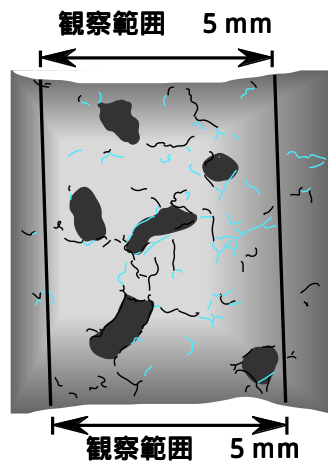


図-5 50% 荷重点トレース

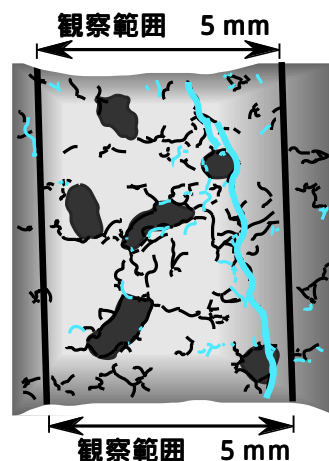


図-6 破壊点トレース

図-7 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 30% 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-8 は、実験で求めた荷重変位曲線より破壊エネルギー G_F を求めた表である。この表よりモルタル供試体での平均の破壊エネルギー G_F は、0.109 N/mm となった。

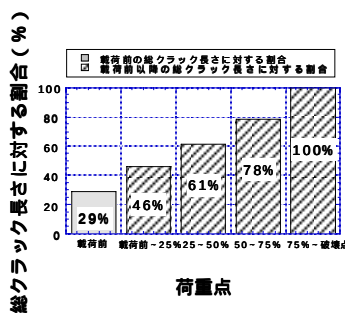


図-7 クラック長さの比較

供試体番号	破壊エネルギー G_F (N/mm)
1	0.074
2	0.038
3	0.269
4	0.045
5	0.307
6	0.047
7	0.073
8	0.207
9	0.092
10	0.092
11	0.129
12	0.049
13	0.105
14	0.068
平均値	0.109

図-8 破壊エネルギー G_F 表

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. 今回求めたモルタル供試体での平均破壊エネルギー G_F の値は、0.109 N/mm になった。

5. 今後

今後は、破壊エネルギー G_F を比較するために水セメント比の異なる供試体での性状や、高靱性モルタルでの性状による実験結果と比較していく予定である。