

AE モニタリングによる酸化マグネシウム改良土の割裂破壊過程の定量評価

新潟大学 学生会員 ○島本 由麻
新潟大学 正会員 鈴木 哲也
新潟大学 正会員 森井 俊広

1. はじめに

地域環境の持続的な発展のためには、廃棄物の資源性を考慮した循環型社会の確立が必要不可欠である。農業農村環境に着目した場合、稲作地域において農業廃棄物である稲わら・もみ殻の処理が技術的課題となっている。例えば、新潟市の場合、稲わらの 80 % (138,075 t/年)、もみ殻の 60 % (27,615 t/年) が現状において廃棄処理されている¹⁾。

筆者らは、これら稲副産物を稲わら繊維・もみ殻灰として有効活用した酸化マグネシウム (MgO) 固化材による環境親和型構造材料の開発を試みている²⁾。稲わら繊維は脆性材料における引張強度の補足、もみ殻灰はポゾラン反応による組織構造の緻密化を目的として混和している。本報では、稲副産物の引張効果を、AE モニタリングを用いた割裂引張強度試験による破壊過程の評価から考察した結果を報告する。

2. 実験方法

本研究では、直径 50 mm、高さ 100 mm の円柱供試体を 4 シリーズ 5 本ずつ作製した。供試体 1 本あたりの配合を表-1 に示す。MgO は砂質土とバーミキュライトの合計質量の 20%，もみ殻灰は砂質土・バーミキュライトの合計体積の 5 %を外割り置換、稲わら繊維は砂質土体積の 5 %混和した。水分量は、細砂およびバーミキュライトの最適含水比である 25 %とした。水中養生 7 日の供試体において割裂引張強度試験を行った。割裂試験では、破壊過程における AE 発生挙動の計測および画像解析を実施した。AE センサには 150kHz 共振型センサを用い、しきい値を 40 dB、増幅値を 60 dB に設定し計測を行った。AE センサは 6 個設置した。計測装置は SAMOS (PAC 社製) である。実験概要図を図-1 に示す。

キーワード 酸化マグネシウム, AE, 割裂破壊

連絡先 〒950-2181 新潟県新潟市西区五十嵐 2 の町 8050 番地 新潟大学自然科学系 (農学部)

TEL : 025-262-7395 E-mail : suzuki@agr.niigata-u.ac.jp

表-1 配合設計

実験 シリーズ	砂質土 (g)	バーミ キュライト (g)	MgO (g)	もみ殻灰 (g)	稲わら 繊維 (g)	水 (g)
M	280.0	14.0	58.8	0.0	0.00	73.5
MF	280.0	14.0	58.8	0.0	0.35	73.5
MR	266.0	13.3	58.8	12.3	0.00	73.5
MRF	266.0	13.3	58.8	12.3	0.35	73.5

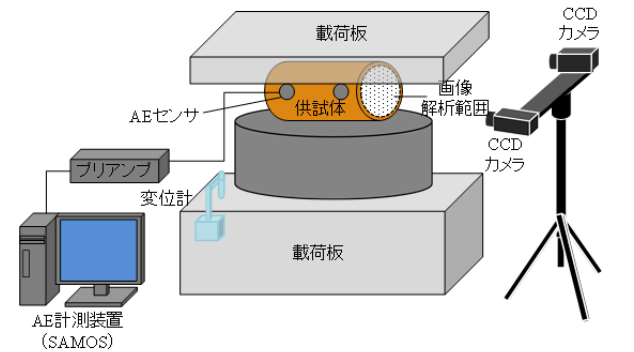


図-1 実験概要図

表-2 力学特性

シリーズ	割裂引張強度 (N/mm ²)				最大変位 (mm)			
	M	MF	MR	MRF	M	MF	MR	MRF
平均	0.08	0.11	0.25	0.26	0.70	0.78	0.40	0.57
標準偏差	0.01	0.01	0.04	0.06	0.18	0.16	0.02	0.15

3. 結果および考察

3. 1. 供試体の力学特性

力学特性を表-2 に示す。もみ殻灰を混和すると割裂引張強度が約 2.5 倍増加することが明らかになった。稲わら繊維混和においては、シリーズ MF はシリーズ M と比較して割裂引張強度が増加したが、有意な差は確認できなかった。XRD/Riteveld 解析より、シリーズ MR はシリーズ M と比較して、MgOH₂ が少なく、非晶質量が多いことが確認された。以上から、シリーズ MR・MRF においても、材齢初期からもみ殻灰に含まれる可溶性 SiO₂ と Mg(OH)₂ とが化合し、ポゾラン反応によって生成する水和物が組織を密にしていると推察される。

3. 2. AE ヒット数による割裂破壊過程の評価

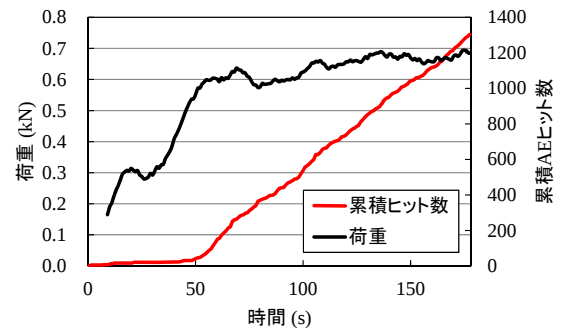
図-2にシリーズMFおよびMRの荷重と累積AEヒット数の関係を示す。AEの発生挙動は、微小ひび割れの発生過程と対応している。この過程は、発生するひび割れ総数に依存し、既存の破壊域が次の破壊域の進展を支配すると考えられる。使用するAEパラメータであるAEヒット数は、単位時間当たりのAE発生挙動を評価する指標であり、破壊試験などの载荷過程を定量評価するための優れた指標である³⁾。

図-2 よりもみ殻灰を混和することで最大応力後非線形挙動を有したのちに破断に至ることが明らかになった。もみ殻灰による破壊挙動の変化は、ポズラン反応による固結の進行に起因していると推察される。稲わら繊維を混和することで、累積AEヒット数の挙動が緩やかになることが確認された。これら累積AEヒット数の挙動の傾きを指標として用いることで、シリーズごとの破壊挙動の違いについて考察した。本実験では供試体ごとの载荷時間にはばらつきがあるため、図-2 を変位の割合に対する累積AEヒット数に置き換え、その傾きを指標とすることで評価を行った。傾きの評価は、変位10%から60%までの傾きを a 、60~100%までの傾きを b として評価した。引張強度と累積AEヒット数の関係を図-3に示す。検討の結果、傾き a はどのシリーズも変化が確認できなかった。傾き b では、シリーズMRとMRFを比較すると、MRFで傾き b が小さくなること有意差1%で確認された。繊維を混和することで、脆性破壊を顕著に示さなかったとともに、繊維の架橋効果によりき裂の伝播が遅くなったと推察され、繊維の引張効果の有効性が示唆された。

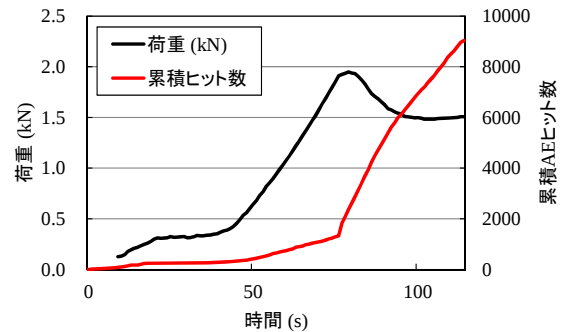
4. まとめ

稲副産物を混和したMgO改良土において割裂試験を行い、AE法により破壊過程を評価した。検討結果を以下に示す。

- 1) もみ殻灰を混和することで、割裂引張強度が約2.5倍増加することが確認された。
- 2) 稲わら繊維を混和することで、累積AEヒット数の発生挙動が緩やかになることが確認された。繊維の混和によって、脆性破壊を顕著に示さなかったと推察される。



(a) シリーズ MF



(b) シリーズ MR

図-2 荷重と累積AEヒット数の関係

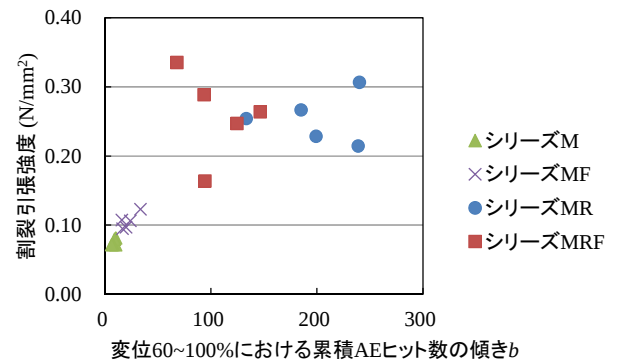


図-3 割裂引張強度と累積AEヒット数の関係

謝辞

本研究ではXRD/Rietveld解析において、新潟大学工学部佐伯竜彦教授、斎藤豪准教授に大変お世話になりました。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 新潟市バイオマス都市構想平成19年資料, 2007.
- 2) 島本由麻, 鈴木哲也: 稲副産物を混和した酸化マグネシウム改良土の材質評価, 環境情報科学学術研究論文集28, pp.257-262, 2014.
- 3) 日本非破壊検査協会: コンクリート構造物のアコースティック・エミッション試験方法, NDIS2421-2000, 2000.