

稲副産物を利用した酸化マグネシウム改良土の割裂破壊過程評価

Evaluation of Splitting Process of MgO Improved Soil mixed with Rice Crop Residues

○岸直人*・島本由麻**・鈴木哲也***

Naoto Kishi, Yuma Shimamoto and Tetsuya Suzuki

1. はじめに

農業農村環境の持続的な発展のためには、地域資源を有効活用した資源循環システムの確立が不可欠である。稲作地域である新潟県では、農業廃棄物である籾殻および稲わらの処理が課題となっている。

本研究では、これら農業廃棄物を籾殻灰および稲わら繊維として有効活用した構造材料の開発を目的としている。稲副産物の利点は、地域資源の再利用だけでなく、稲わら繊維にはじん性の向上、もみ殻灰にはポズラン反応による基盤の安定¹⁾を可能にする機能が付加されると考えられる点である。

本報では、稲副産物を混和した酸化マグネシウム改良土を対象とし、割裂引張強度試験より力学特性を評価した結果を報告する。加えて、画像解析および AE・SiGMA 解析より破壊挙動を詳細に評価した。これらの検討から稲副産物の有効性と材料特性について考察した。

2. 解析方法

本研究では、取得した AE 波に対して、SiGMA 解析²⁾によって AE 発生源位置および破壊モードを評価した。初動振幅値と到達時間差から固有値解析を行い、せん断率を算出した。このせん断率からひび割れを引張ひび割れ・せん断ひび割れ・混合型ひび割れに分類した。なお、AE イベント定義時間は 100 μ s とした。

3. 実験方法

直径 50 mm、高さ 100 mm の円柱供試体を作製し、4 シリーズにおいて供試数 5 で

表-1 配合設計

Mix proportions.

実験シリーズ	砂質土 (g)	パーミキュライト (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
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
MF	280.0	14.0	58.8	0.0	0.35	73.5

表-2 力学特性

Material properties.

シリーズ	M	MF	MR	MRF
割裂引張強度 (N/mm ²)	0.08	0.11	0.25	0.26
最大変位 (mm)	0.70	0.78	0.40	0.57
P波速度 (m/s)	992	1082	1798	1866

実験を行った。配合を表-1 に示す。稲わら繊維は平均長さ：1.2 cm、平均幅：0.5 cm に切断し作製した。

水中養生 7 日の供試体において割裂試験を行った。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 の計測装置は SAMOS (PAC 社製) である。AE センサは計 6 個設置した。150kHz 共振型センサを用い、しきい値を 40 dB、増幅値を 80 dB とし計測を行った。

4. 結果および考察

4.1. 力学特性

材齢 7 日における MgO 改良土の力学特性を表-2、荷重変位曲線を図-1 に示す。検討の結果、もみ殻灰を混和した供試体において割裂引張強度が約 2~3 倍、P 波速度が約 1.5 倍増加することが確認された。荷重-変位曲線においては、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

*新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata University

**新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, Niigata University

***新潟大学自然科学系(農学部) Faculty of Agriculture, Niigata University

キーワード：割裂試験, AE 法, リサイクル

に破断に至ることが明らかになった。最大変位はもみ殻灰混和によって減少し、稲わら繊維の混和によって、増加する傾向にあることが確認された。このようなもみ殻灰による破壊挙動およびP波速度の変化は、ポゾ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。

4.2. 累積 AE ヒット数による破壊過程評価

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。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る。図-2にy軸変位60~100%における累積AEヒット数の変化率を示す。図-2よりシリーズMRFとMRを比較すると、シリーズMRF累積AEヒット数の挙動が緩やかになり、ヒット数の変化率が小さくなることが確認された。繊維を混和することで、脆性破壊から延性破壊へ変化すると推察され、繊維の引張効果の有効性が示唆された。

4.3. 画像解析およびAE-SiGMA解析における割裂破壊過程の評価

図-3はシリーズMR・MRFにおける最大応力前後のAEイベント位置標定結果と形成モードの関係を示したものである。SiGMA解析結果より、AE発生源位置は画像解析によって示されたx軸方向ひずみ量の増大位置とほぼ同位置であることが確認された。供試体中心部から0.1~0.2d(d:供試体直径)でAEが検出されたのちに、終局時に最終破断面方向に急激に引張ひび割れが進展することが確認された。

5. まとめ

MgO改良土において割裂試験を行った。検討の結果、もみ殻灰による引張強度の増加、稲わら繊維混和による延性破壊への変化が示唆された。画像解析およびSiGMA解析により、割裂破壊過程を詳細に評価できる可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 島本由麻・鈴木哲也：AE-SiGMA解析を援用した酸化マグネシウム改良土の割裂破壊特性評価、

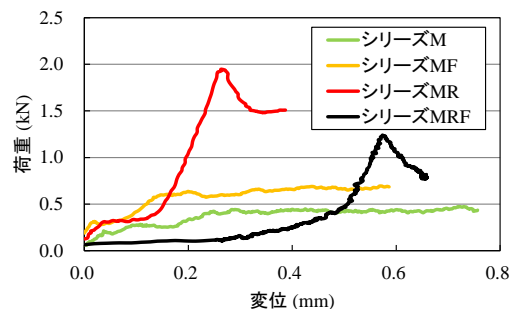


図-1 荷重変位曲線

Load-deformation curve.

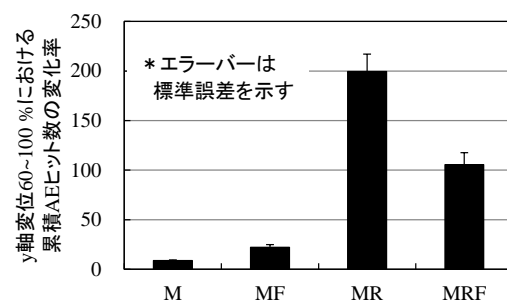


図-2 累積 AE ヒット数の変化率の比較

Comparison of the rate of total AE hits.

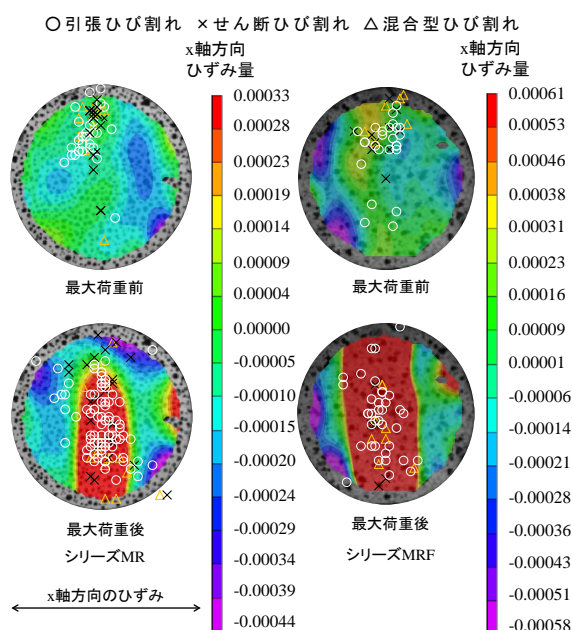


図-3 画像解析およびAE-SiGMA解析結果

Results of image analysis and AE-SiGMA analysis.

- 2) 土木学会論文集 A2 (応用力学), 70(2), pp.43-50, 2014.
- 2) 大津政康・野崎渉太・川崎佑磨：AE-SiGMA解析によるコンクリート割裂破壊の考察, コンクリート工学論文集, 22(3), pp. 27-34, 2011.