

強熱減量に着目した宮崎泥岩風化度の評価に関する研究

九州大学 学 ○WANG XIANGYU

基礎地盤コンサルタンツ(株) 山下浩二

九州大学 F 安福規之 正 石藏良平

1.はじめに

泥岩の風化現象として、乾湿が繰り返された際に岩体構造の擾乱と亀裂の損傷が促進され細片化するスレーキングや、造岩鉱物の酸化褐色化などが特徴的なものとして挙げられる。

泥岩のスレーキングに関する既往の研究は多く、菊本らは一次元圧縮条件下で乾湿履歴を与える圧縮スレーキング試験を実施し、拘束応力を与えた条件下でのスレーキング特性と応力ひずみ特性への影響を考察している。また、平島は菊本らの研究を基にして開発した簡易スレーキング試験装置を用いて、温度変化と応力解放の影響を研究した。一方、泥岩の風化度を考慮した乾湿繰り返しおよび応力解放に伴う強度変化に関する研究は少ない。そこで今回、宮崎層群の泥岩の諸性質を把握することを目的として各種物理試験を実施し、乾湿繰り返し及び応力解放に伴う強度変化に関する研究の基礎資料とした。本稿では、これらの試験結果に基づき物理的な諸性質を整理し、特に強熱減量に着目した風化度の評価について考察したものである。

2. 泥岩試料

新第三紀の地層である宮崎層群は、砂岩・泥岩の互層状を呈し、宮崎市を中心に広く分布している。泥岩層のスレーキングが著しいため、風化の進行が通常の岩盤と比べて極端に速いという特性を持つものである。本研究は宮崎県の高鍋町と新富町を研究地点とし、泥岩の露頭で4種類の高鍋層泥岩試料を採取した。表1に、試料採取箇所及び試料写真を示す。

3. 風化度の区分指標

泥岩の風化は切土のり面の長期安定性等、土木工事で問題となることが多い。泥岩は、堆積環境の違いによる微細な粒度変化や風化程度によってその工学的特性が複雑に異なる。したがって、風化程度を区分できる指標を整理しておくことは、泥岩材料の工学的特性を評価するうえで非常に便利である。

既往の研究では、風化の指標として、長石比重、比表面積、吸水率、PF値、間隙比、有色鉱物含有量などが用いられる例がある。この

既往研究に倣って、今回風化を区分できる指標を見出すため、日本産業規格基準 JIS（規格）により、①土粒子密度、②乾燥密度、③間隙比、④吸水率、⑤自然含水比を測定し、NEXCO 試験方法より、⑥スレーキング率を測定した(表2)。「砂の最大最小密度試験」を参考にし、粒径 2 mm 以下の試料を用いて、乾燥密度を測定した。間隙比は乾燥密度と土粒子密度によって、計算した。「粗骨材の密度及び吸水率試験」によって、試料を 3~4 日水浸し、乾燥して、増加分を吸水率として算出した。スレーキング率は「岩石の促進スレーキング試験」によって、19 mm ~ キーワード 泥岩, 風化度の評価, スレーキング

連絡先

〒819-0395 福岡県西区本岡744 ウエスト2号館1108 TEL092-802-3378

表1 宮崎泥岩の採集地点

試料 No.	採集場所	試料写真
Mi1	 宮崎県高鍋町	 泥岩
Mi2	 宮崎県新富町	 砂質泥岩
Mi3-1	 宮崎県新富町	 泥岩
Mi3-2		 風化泥岩

26.5 mm 粒径区間の泥岩試料を用いて、5 サイクルの乾-湿繰り返しを実行し、9.5 mm ふるいを残す分をスレーキング率して算出した。また、比較的簡単に得られ、土の力学的特性に影響を与える結合水と結晶水の水分量を示すとされる強熱減量 L_i を測定した。一方で、通常の強熱減量 L_i は 420 μm 以下の試料 2 g を取り出して測定されるものであり、420 μm ふるいを通らない粗粒な土粒子を多く含む泥岩全体を評価することが困難な場合がある。そこで今回は、このようなばらつきを最小限とするために、村田他の研究を参考に、原試料の中から 5g を取り出して強熱減量を測定し修正強熱減量 L_{im} と称して区分指標とした(今回は強熱減量 L_i と同値)。そして、泥岩のスレーキング率を通して、泥岩のスレーキング特性を簡単に評価した。

4. 強熱減量に着目した風化度の評価についての考察

ここでは修正強熱減量 L_{im} について、土粒子密度、乾燥密度、間隙比 e 、吸水率 Q 等、他の風化度区分指標との関連性について調べた。

図 1 に示すとおり、土粒子密度は主として造岩鉱物等、母岩の性質に大きく依存することから、修正強熱減量 L_{im} との関係性がさほど見られない。一方で、乾燥密度 ρ_d が大きくなるにつれ、あるいは間隙比 e が小さくなる傾向が見られ、間隙比 e 及び吸水率 Q は修正強熱減量 L_{im} との関係性が良いと見られる。以上より、修正強熱減量 L_{im} から、泥岩試料に対して、新鮮な試料から風化の進んでいる試料順に並べると、「Mi3-2 → Mi3-1 → Mi2 → Mi1」であると判断される。なお、スレーキング率に関しては、砂質泥岩 Mi2 を除く他の全試料で 100% 近い値を示すことから、修正強熱減量 L_{im} との良好な関係性は見られなかった。

4. おわりに

本研究は修正強熱減量 L_{im} を評価基準にして、土粒子密度、吸水率、乾燥密度、間隙比との関係性を確認し、泥岩試料の風化度を評価した。また、砂の含有率が大きい泥岩はスレーキングしにくいことが判った。今後は簡易スレーキング試験装置を用いて、間隙比、粒径と強度変化から風化度とスレーキング特性の関連性を研究する。

謝辞：本研究を行うに際して技術職員の中島氏とアデル氏にご支援頂いた。ここに、心より感謝を申し上げる。

参考文献：1) Kikumoto M, Fukuda T, Kyokawa H. SLAKING PHENOMENA AND DEFORMATION BEHAVIOR OF CRUSHED MUDSTONE. Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser C (Geosphere Engineering). 2016;72(2):126-35.

2) 村田 秀一, 兵動 正幸, 安福 規之. 風化度に着目した乱さないまさ土の圧縮・せん断特性. 土木学会論文集. 1987;1987(382):131-40.

表 2 宮崎泥岩の物理指標

試料 No.	Mi1	Mi2	Mi3-1	Mi3-2
強熱減量 L_i (%)	6.10	4.54	4.38	3.77
修正強熱減量 L_{im} (%)	6.10	4.54	4.38	3.77
密度 ρ (g/cm^3)	1.422	1.446	1.538	1.636
土粒子密度 ρ_s (g/cm^3)	2.725	2.725	2.702	2.716
乾燥密度 ρ_d (g/cm^3)	0.913-1.145	0.970-1.220	0.989-1.251	1.067-1.356
間隙比 e	1.378-1.982	1.232-1.807	1.158-1.730	1.001-1.543
自然含水比 W_n (%)	27.3	21.6	26.2	23.9
吸水率 Q	28.736	26.075	27.868	25.84
スレーキング率	98.64	32.1	97.94	97.6

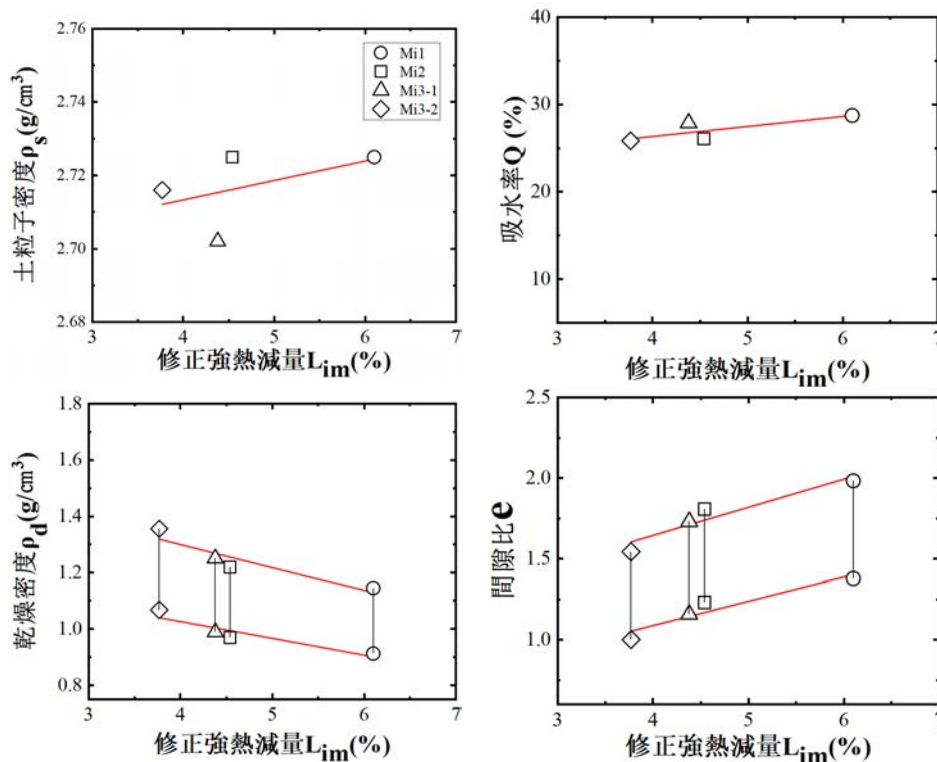


図 1 修正強熱減量と各指標の関係性