

Ⅲ－４ 和泉層群の切土のり面の崩壊機構に関する研究

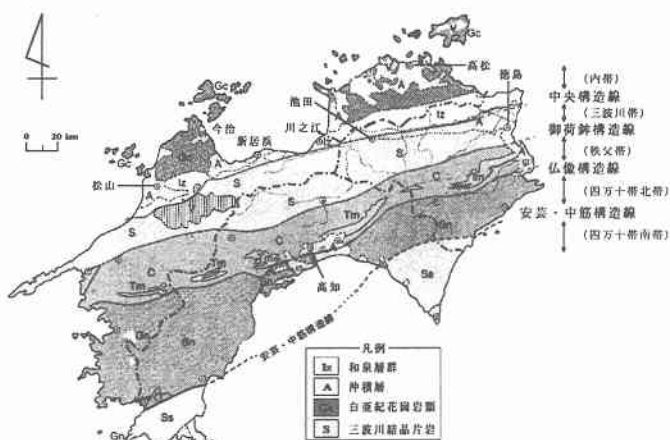
愛媛大学大学院 学生会員 ○高田 修三
愛媛大学工学部 フェロー 八木 則男
(株) 芙蓉調査設計事務所 正会員 須賀 幸一
国土総合建設 (株) 曽根 陽生

1. はじめに

和泉層群では、近年の四国縦貫自動車道の建設工事に伴う切土工事によって、頁岩層に沿ったのり面崩壊や地すべりがしばしば発生した。その崩壊機構を解明するためには、和泉層群を形成する頁岩層の強度特性を明らかにする必要がある。そこで、和泉層群ののり面施工現場より採取した頁岩および砂岩に対するスレーキング試験を実施し、頁岩層の強度特性を明らかにする。

2. 和泉層群の地質特性

図－1 に四国地方の地質分布図を示す。和泉層群は、近畿地方の紀伊半島から四国西部までの中央構造線北側に分布する白亜紀後期(約1億～6400万年前)の堆積岩である。四国における和泉層群は、中央構造線の北側に沿って阿讃山脈から高縄半島基部、さらに愛媛県長浜町沖の伊予灘に浮かぶ青島まで東西方向に細長く分布している。和泉層群は、領家変成岩類や花崗岩類を不整合に覆う基底礫岩にはじまり、主として砂岩と頁岩の互層からなり、数層の酸性凝灰岩を挟んでいる。頁岩は黒色から黒灰色を呈しているが、風化すると灰色から茶褐色となる。風化した頁岩はスレーキングを起こしやすく貝殻状に割れる。特に、砂岩層に挟まれる頁岩は軟弱であり、しばしば貝殻状に破碎されて黒色粘土化し、地下水の通路になっていることが多い。そのため、切土による応力解放と地下水位低下によって、頁岩の部分がすべり面となって、のり面崩壊や地すべりが数多く発生している。



図－1 四国地方の地質分布図

3. スレーキング試験による切土のり面の崩壊機構の検討

岩石の風化を進行させる要因として、スレーキング現象が挙げられる。スレーキングとは、不飽和状態または乾燥状態にある岩塊を水浸させた場合に、水は毛管現象によって岩塊内に進入し、造岩鉱物粒子の結合力を著しく低下させて、岩の細粒化と強度低下を引き起こす現象であると説明されている。本来、スレーキング試験は、盛土材料の強度特性を把握することを目的としておこなわれることが多い。しかし、切土のり面の頁岩は、切土による応力解放と地下水位変動の影響を受けて、吸水膨張による劣化と乾湿繰り返しに伴うスレーキングによる劣化をおこすことが予想される。そこで、それらの特性を検討するために、切土のり面施工現場(愛媛県伊予市三秋・徳島県板野郡・香川県引田町西)より採取した岩石(頁岩・砂岩)に対するスレーキング試験をおこなった。表－1 に試験に用いた岩石の母岩と含有鉱物を示す。

表－1 岩石の母岩と含有鉱物

試料名	母岩	記号	含有鉱物
三秋	頁岩	○	Mic, Qua, Fel
板野①	頁岩	▲	Mic, Qua, Fel
板野②	頁岩	□	Mic, Qua, Fel
引田西①	頁岩	◆	Mic, Qua, Fel
引田西②	砂岩	▽	Qua, Fel

Mic: 雲母, Qua: 石英, Fel: 長石

①試験方法

スレーキング試験は、自然含水状態の頁岩および砂岩を24時間水浸させ、110℃で48時間炉乾燥をおこな

う。これを1サイクルとして、この乾湿の繰り返しを10サイクルおこなった。1サイクルごとに、岩石のスレーキング指数の判定・吸水量(%)の算出・水浸24時間後の溶液の水素イオン濃度(pH)および電気伝導度(s/mm)を測定した。なお、早期崩壊したものは土砂状になった時点で試験を終了した。また、崩壊前後の含有鉱物の変化をX線回折により分析した。

②結果および考察

図-2にスレーキング試験結果を示す。砂岩(▽)は、最後まで崩壊しなかったが、頁岩は、早期崩壊したことが多い。崩壊の傾向として以下に示す事が指摘できる。

- (i) 吸水量の増加に伴い、崩壊が進行した。
- (ii) 浸水による崩壊に伴い、溶液のpHおよび電気伝導度が変化し、崩壊が起きた時点(スレーキング指数2~3付近)で最も大きい変化が見られた。
- (iii) 頁岩にも、早期に崩壊したもの(◆)、最終的に崩壊しなかったもの(○)がある。

(i)については、スレーキングは、岩石が水を吸水する過程で生じるものであるために当然の結果といえる。(ii)については、浸水に伴い岩石のセメンテーション物質が溶出し、岩石の固結力が低下し崩壊したと考えられる。電気伝導度の上昇は、溶液中へのイオン溶出、また、pHの低下は、酸性物質の溶出が指摘できる。これらから、溶出したセメンテーション物質は、酸性であり電気伝導度の高い物質であると考えられるが、解明するまでには至らなかった。今後の課題である。

(iii)については、X線回折結果より考察する。一般に、スメクタイトなどの膨潤性粘土鉱物を含む岩石は、スレーキングを起こしやすいとされているが、表-1より、そのような鉱物は含有されていない。そこで、崩壊前後の含有鉱物の変化に注目した。その結果を図-3に示す。早期崩壊した(サイクル数=1)引田西頁岩は、スレーキング前後で雲母(8°付近)の結晶構造の変化が確認できる。これについて、崩壊後に雲母のピークがはっきりと表れていることから、粒子配列が整ったと考えられる。それと比較し、三秋頁岩は、変化が見られないが、雲母のピークがはっきりしている。このことから、引田西頁岩は、試験中に雲母の結晶粒子が配列を変化する過程において、崩壊したと考えるのが妥当である。

4. おわりに

今回は、和泉層群の切土のり面の崩壊機構を解明するために、岩石のスレーキング試験をおこなった。その結果、スレーキングを起こしやすいことが明らかになった。その理由として、セメンテーション物質の溶出が明らかになったが、それらの物質を解明するには至らなかった。今後の課題である。また、スレーキング前後において、含有鉱物の結晶構造の変化がみられた。このことは、もう少し追求し、崩壊形態との比較をし、傾向をつかむ必要がある。

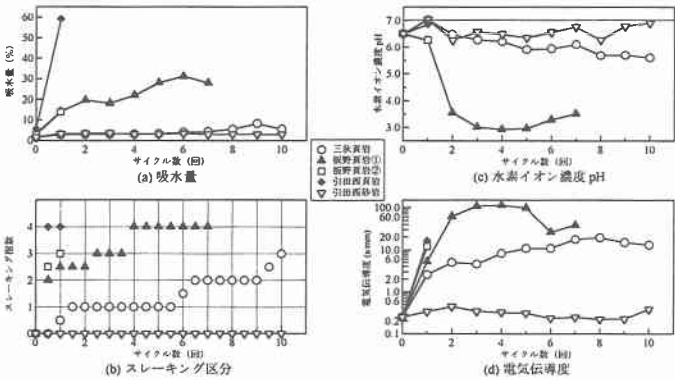


図-2 スレーキング試験結果

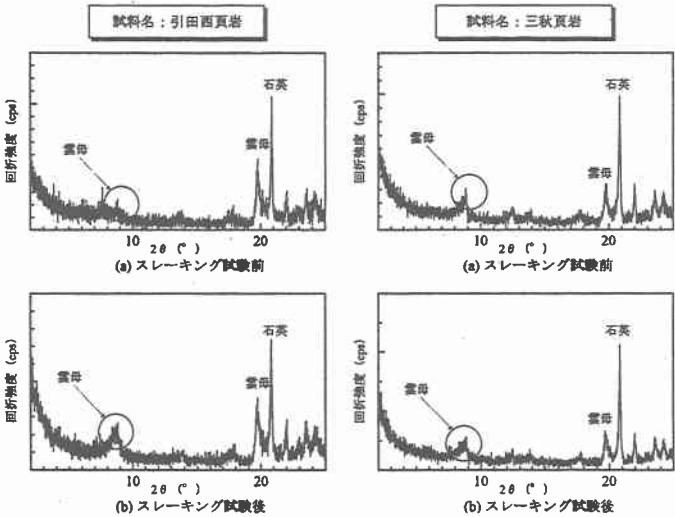


図-3 スレーキング前後の含有鉱物の変化