

関門層群地山における層理面傾斜角が切土斜面の安定性に及ぼす影響に関する
数値解析的検討

ドボクリエイト 正会員 ○森本 真吾
山口大学大学院 学生会員 田中 亨昌
ドボクリエイト 正会員 岸田 展明
山口大学大学院 正会員 鈴木 素之

1. はじめに

山口県北西部から南西部に分布する白亜紀後期の安山岩、流紋岩、堆積岩からなる関門層群は深部まで風化し、切土による応力解放を受け、その後スレーキングの進行とともに徐々に強度低下を起こす特性を有している。図-1は、関門層群地山において暫定切土後の法面にクラックが生じた事例である。当該法面の地質は、風化した関門層群安山岩質凝灰岩（以下、関門層群風化岩）に黒色薄層土¹⁾が挟在し、流れ盤を呈する黒色薄層土の層理面とほぼ垂直に節理面が発達した状況であった（図-2）。法面のクラックは切土後の応力解放に伴う強度低下と節理面の開口等により不安定化しやすい状況において、降雨による節理への水の浸入が要因で生じたと考えられる。既往研究^{2),3)}では、当該地山における斜面の安定性評価に有限差分法解析コードを適用し、関門層群の強度低下特性が斜面安定への影響を確認した。

本研究では、層理面の傾斜角 α の異なる関門層群地山を想定した数値解析により、切土斜面の崩壊形態の違いについて検討を行った。

2. 解析概要

解析モデルは、図-3に示すように関門層群風化岩および黒色薄層土をモデル化し、いずれもソリッド要素として Mohr-Coulomb 構成則を適用した弾塑性体とした。境界条件は、側方を水平固定・鉛直ローラーとし、底面を水平・鉛直固定とした。ここで、奥行き方向は変位を拘束して、平面ひずみ状態とした。入力物性値は、現地調査結果等から表-1に示すように設定した。また、節理面の引張強度は考慮していない。本解析では施工過程を再現するため、①初期応力解



図-1 法面のクラック発生状況

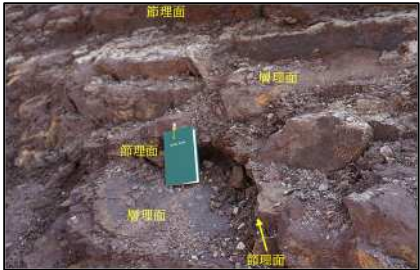


図-2 法面の分離面の状況

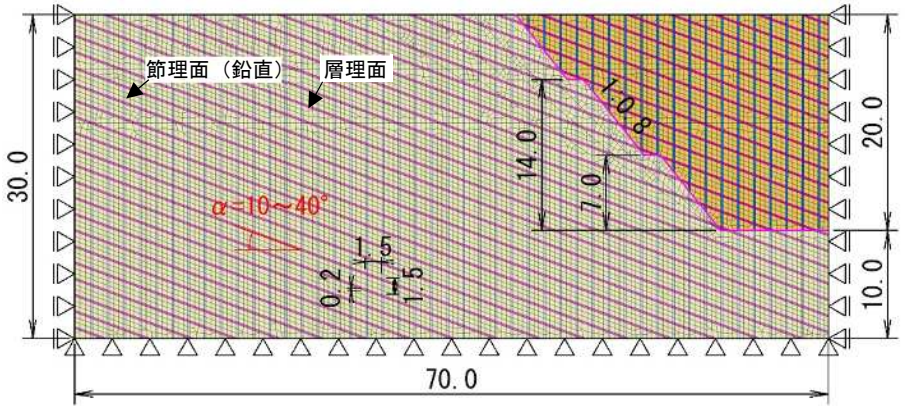


図-3 解析モデル

表-1 入力物性値

	単位体積重量 γ (kN/m ³)	変形係数 E (kN/m ²)	ポアソン 比 ³⁾	粘着力 ¹⁾ c (kN/m ²)	内部摩擦角 ¹⁾ ϕ (°)	引張強度 ³⁾ σ_t (kN/m ²)
黒色薄層土	16.58	15×10^3	0.35	8.0	23.0	$0.2 \times c$
関門層群 風化岩	16.58	15×10^3	0.35	29.1 (強度低下時 20.0)	27.6	$0.2 \times c$

析、②切土施工、③関門層群風化岩の強度低下の順に3段階の解析ステップを設定した。本研究では、解の収束が難しい斜面崩壊時の挙動を安定して評価できる有限差分法解析コードFLAC3D（Itasca社製, ver.7）を適用した。

キーワード 関門層群、切土法面、数値解析、有限差分法解析

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1 山口大学大学院創成科学研究科 鈴木素之 TEL 0836-85-9303

3. 解析結果

- ケース 1（図-4）では，層理面の傾斜角 $\alpha=10^\circ$ とした関門層群地山の切土（掘削高 20m）を想定した数値解析を実施した．その結果，切土後の関門層群風化岩の強度低下により分離面に沿って最大せん断ひずみが発達し，斜面が不安定化する可能性があることがわかり，崩壊形態は節理の開口部から法尻部の層理面を通過する複合すべりになると考えられる．
- ケース 2,3（図-4）では，ケース 1 の層理面の傾斜角を $\alpha=30^\circ, 40^\circ$ としたケースで，数値解析の結果，切土後に斜面が不安定化する可能性があり，崩壊形態は節理の開口部から層理面に沿って挙動する平面すべりになると考えられる．

4. まとめ

本研究では，関門層群地山において切土後の応力解放で強度低下が生じる斜面の安定性および崩壊形態について，数値解析による検討を行った．その結果，同地山の斜面安定には，分離面のせん断強度だけでなく，応力解放に伴う関門層群風化岩の強度低下も影響することが確認された，また，不連続面が潜在する斜面に対して有限差分法解析コードを適用することで，斜面が不安定化した際の崩壊形態を想定することができた．

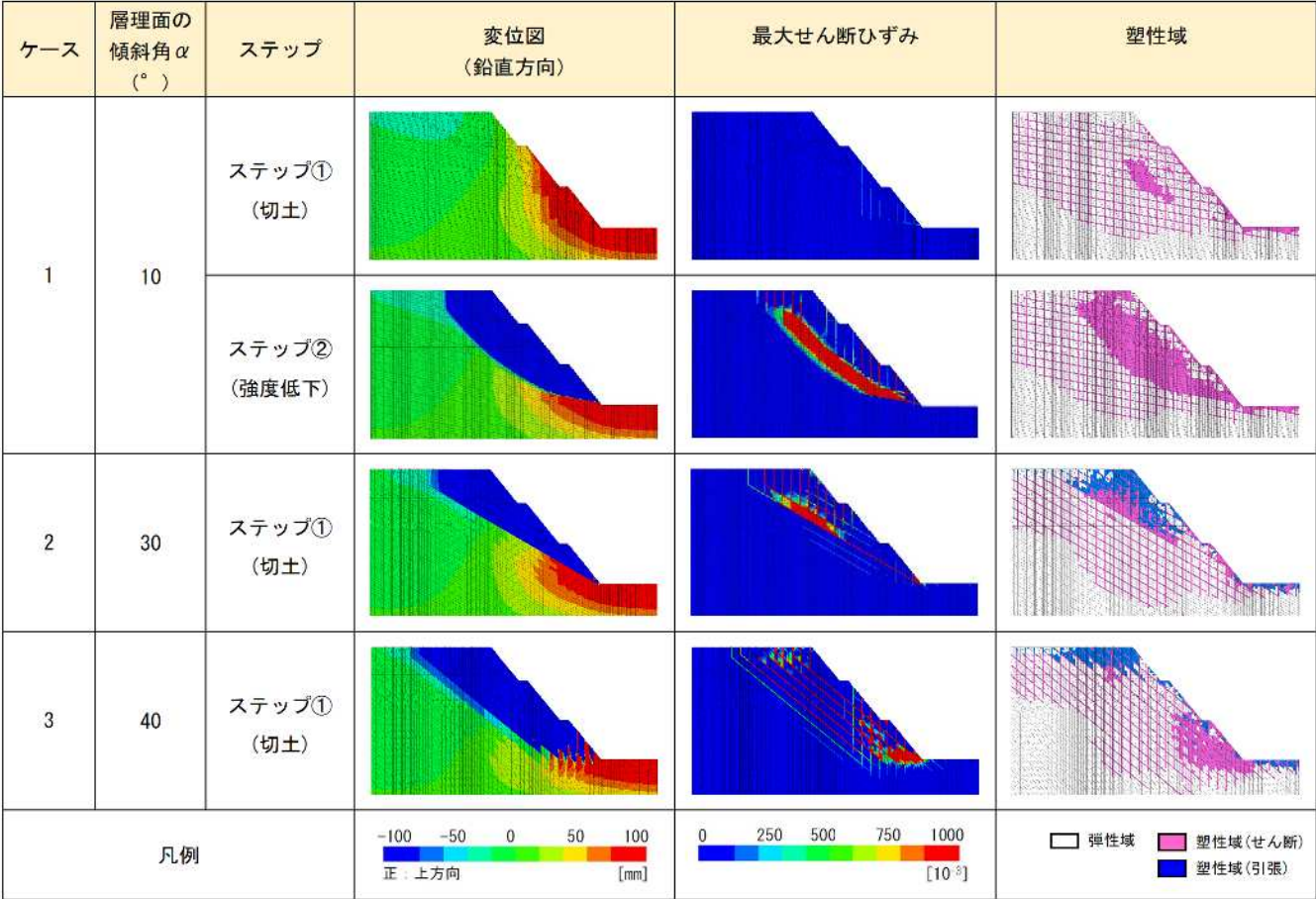


図-4 数値解析結果（一部抜粋）

謝辞：本研究は国土交通省山陰西部国道事務所の受託研究として実施したものである。ここに記して謝意を表す次第である。

参考文献

1) 山本哲朗，鈴木素之，吉原和彦ほか：不連続面上の光沢質黒色薄層土に起因した斜面崩壊と設計強度定数，地すべり，第 37 巻，第 4 号，pp.49-57，2001.

2) 鈴木素之，居石和昭，森本真吾ほか：関門層群地山における切土後の応力開放に伴う斜面安定性に関する解析的検討，第 77 回土木学会年次学術講演会，Ⅲ-193，2022.

3) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構：山岳トンネル設計施工標準・同解説，p.310，2008.