

# 関門層群地山での切土に伴う斜面安定性に関する 2次元数値解析の適用検討

鈴木 素之<sup>1)</sup>・田中 亨昌<sup>1)</sup>・森本 真吾<sup>2)</sup>・岸田 展明<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 山口大学大学院創成科学研究科, <sup>2)</sup> ドボクリエイト株式会社

## 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.

本研究では, 当該法面において切土高さの異なる2断面を選定し, 切土後の応力解放により強度低下を生じる関門層群地山の安定評価について, 2次元数値解析の適用性を検討した.



図-1 法面のクラック発生状況

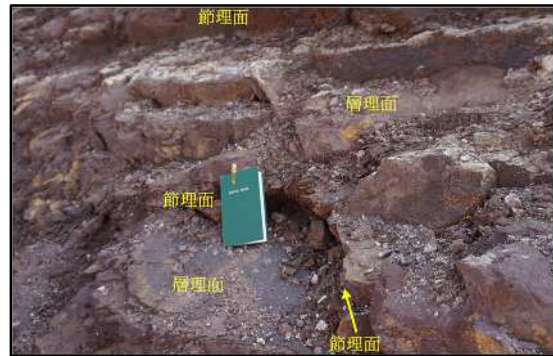
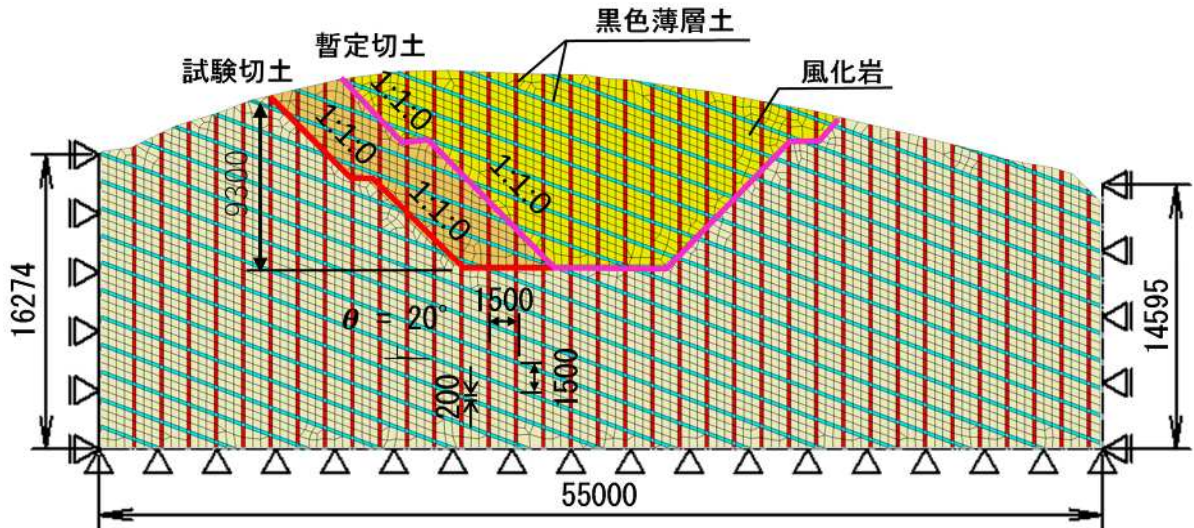


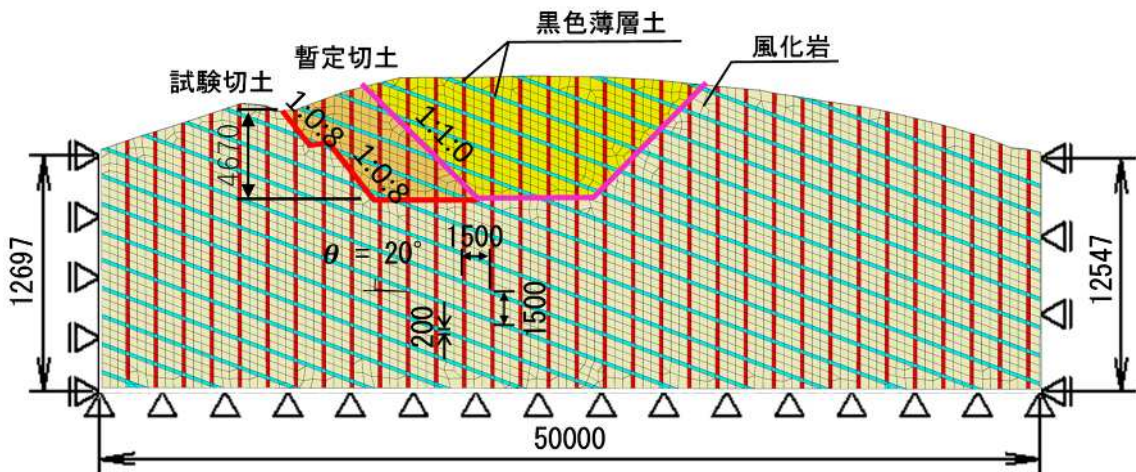
図-2 法面の分離面 (層理面および節理面) の状況

## 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で構成される数値モデルをモデル化し, 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. 黒色薄層土については, せん断強度のばらつきを考慮し, 既往研究<sup>2)</sup>から粘着力  $c=0, 4\text{kN/m}^2$  の2ケースについて検討した. また, 節理面の開口を模擬するため, 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模擬するため, ①初期応力解析, ②暫定切土, ③試験切土, ④関門層群風化岩の強度低下の順に4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的に評価できる有限差分解析コード FLAC3D (Itasca 社製, ver.7) を適用した.



(a) 断面① (試験切土高  $h=9.3$  m, 勾配  $n=1:1.0$ )



(b) 断面② (試験切土高  $h=4.7$  m, 勾配  $n=1:0.8$ )

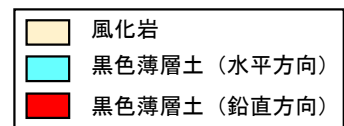


図-3 解析モデル

表-1 入力物性値一覧

	単位体積重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	変形係数 $E$ (kN/m <sup>2</sup> )	ポアソン 比 <sup>1)</sup>	粘着力 $c$ (kN/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)	引張強度 <sup>1)</sup> $\sigma_t$ (kN/m <sup>2</sup> )
黑色薄層土	16.58	$15 \times 10^3$	0.35	0 ( $\frac{c-\lambda(1-1)}{4}$ , $(2-1)$ ) <sup>2)</sup> ( $\frac{c-\lambda(1-2)}{4}$ ) <sup>2)</sup>	23.0 <sup>2)</sup>	$0.2 \times c$
関門層群 風化岩	16.58	$15 \times 10^3$	0.35	29.1 (強度低下時 20)	27.6	$0.2 \times c$

### 3. 解析結果

- ①-1 (図-4) から、ステップ④ (関門層群風化岩の強度低下を考慮) において、黒色薄層土の粘着力  $c=0\text{kN/m}^2$  のケースでは分離面に沿って変状が発生し、不安定化する可能性があること、また、その規模を確認した。
- ①-2 (図-4) から、ステップ④でも斜面は安定する結果となった。黒色薄層土の粘着力を見込んだことが安定化に寄与したものと考えられる。
- ②-1 (図-4) から、①-2 と同様にステップ④でも斜面は安定する結果となった。入力物性値は①-1と同様で、試験切土の勾配はより急傾斜であるが、断面①より切土高が低いので、斜面が安定化したと考えられる。

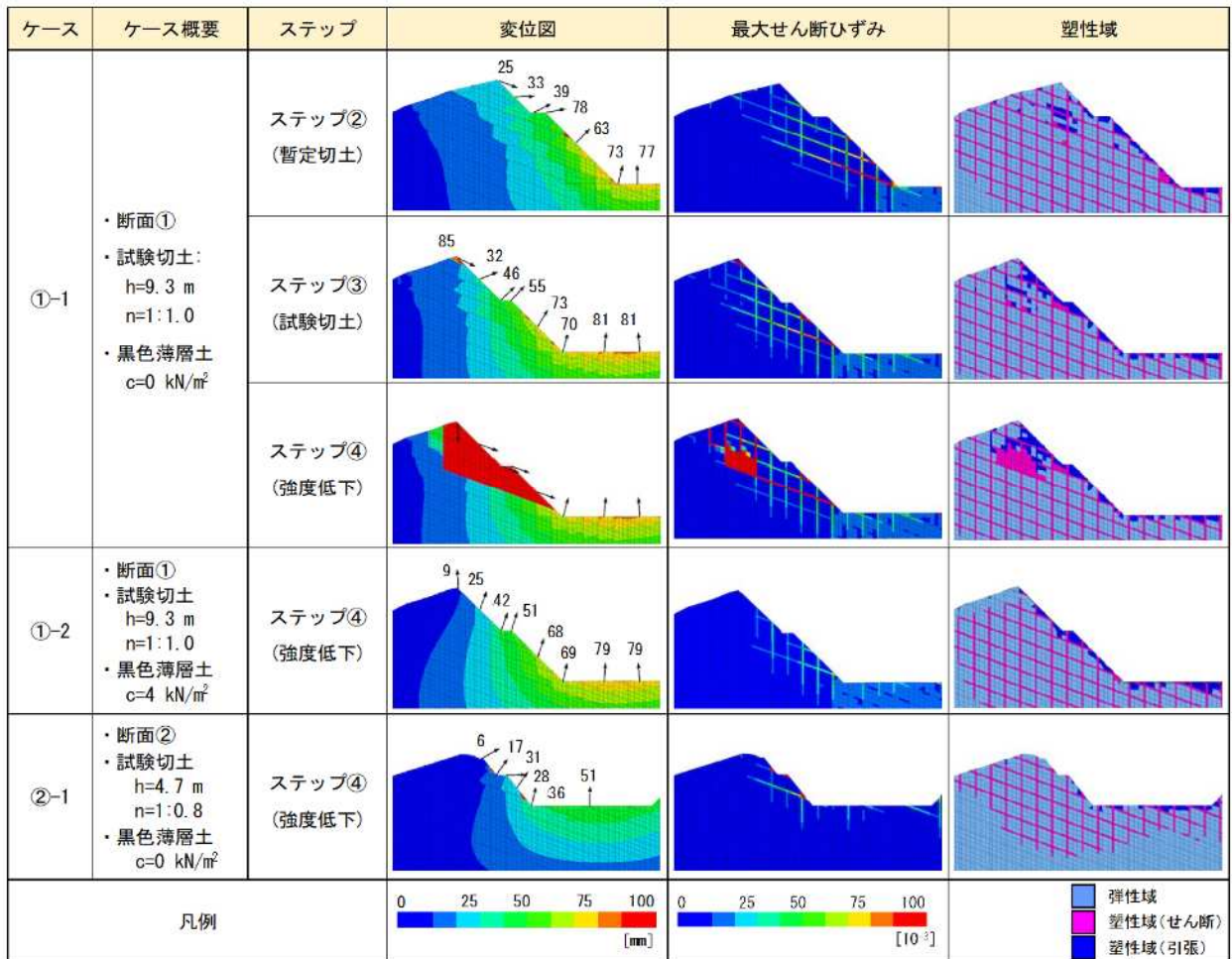


図-4 数値解析結果 (一部抜粋)

### 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について、数値解析による評価を行った。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を確認した。また、斜面崩壊時の挙動を安定的に評価できる有限差分法解析コードを適用することで、節理、黒色薄層土層が潜在する斜面崩壊のメカニズムや崩壊規模の推定も可能となると考えられる。

## 謝辞

本研究は、国土交通省中国地方整備局山陰西部国道事務所の受託研究の一環として実施したものである。地質構造の数値モデル化では応用地質・上野将司氏にご助言いただいた。ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構(2008)：山岳トンネル設計施工標準・同解説，p.310
- 2) 山本哲朗，鈴木素之，吉原和彦，宮内俊彦(2001)：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