

# 海外水力開発に係る斜面解析モデルに関する検討委託(2022年度)

岸田 潔\*・宮崎 祐輔\*\*

## 1. 研究の目的

斜面の安定性は、極限平行解析で考えられる。極限平行解析では、ある岩塊・土塊に対してすべり面を決め、すべろうとする力（滑動力）と抵抗する力（摩擦抵抗や対策工の効果）を超えた場合、一挙に崩壊すると仮定されている。一方、Rajamandala 地点で確認された斜面の変状は、時間をかけて局所的な地盤材料の降伏または破壊が逐次拡大し、最終的には全体的な変状（すべり）や崩壊を引き起こすものである。このような進行性破壊が発生する原因として、脆性的な軟岩や過圧密粘土などに見られる、せん断応力がピークを過ぎてひずみ軟化を生じ、残留強度に至るような場合、あるいは、地盤材料そのものがスレーキングやスエリングなど地化学的に反応を示して変形をしていくことが考えられる。

本研究では、Modified Cam Clay による土-水連成解析および膨潤損傷を考慮した Modified Cam Clay により Rajamandala 地点の斜面安定解析を実施した。ただし、今年度は膨潤損傷を考慮した Modified Cam Clay による解析は、要素解析を実施した。

## 2. 研究の方法

数値解析には 2 次元有限差分法（FLAC2D）を用いて実施した。

まず、対象地点の地質分類を行った。対象斜面は、褶曲構造を呈しており、泥岩、凝灰角礫岩と表層堆積物で構成されている。解析モデルは、弾性モデル、Mohr-Coulomb モデル、Modified Cam-Clay モデルを用いた。深部の泥岩や凝灰角礫岩のような強度や剛性が高い地層には弾性モデルを適用し、砂質で引張にほとんど抵抗しない段丘堆積物には Mohr-Coulomb 破壊規準を用いた弾完全塑性モデルを適用し、斜面掘削時に大きく変形した風化泥岩は、Modified Cam-Clay モデルを用いた弾塑性解析を適用した。解析は 2 ケース行い、Case-1 が全応力解析、Case-2 が土-水連成解析である。

また、現地では、掘削後じわじわと変形する変形が観測されており、膨潤損傷を考慮した Modified Cam-Clay モデルの検討も行った。解析に用いたメッシュを Fig.1 に示す。

## 3. 得られた成果

Fig.2 に斜面掘削後の変位ベクトル図を示す。本結果は、Case-2（土-水連成解析）の結果である。この図より、斜面上部では左下がりの変位（斜面傾斜側）が発生し、斜面下方に移動すると徐々に右上がりの変位に移行している。図を拡大して示している箇所において、原位置ではクラックの発生が報告されている。Fig.1 に示す CS-8 周辺の泥岩では、現地の観測では掘削に伴う右方向への変形のリバンドが顕著であり、Fig.2 に示す変位ベクトルが右方向に変位することと対応している。

Fig.3 に Case-2 での掘削完了後のせん断ひずみ増分のコンターマップを示す。ひずみは主に風化が進行した表層 DL 泥岩部で発生し、この部分に掘削の影響が顕著に表れていることが確認できる。

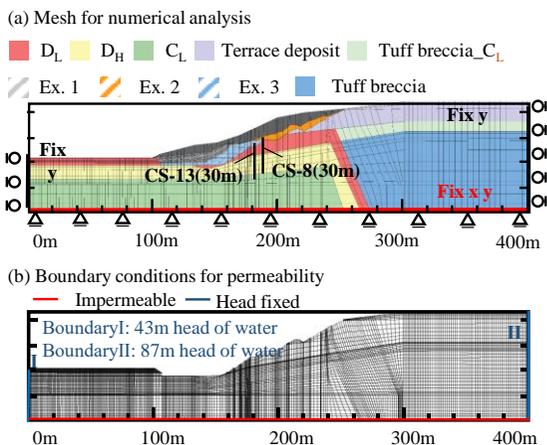


Fig.1 Numerical Mesh and boundary conditions for groundwater

#### 4. 謝 辞

本研究は、関西電力株式会社より委託されたものであり、関係各位に謝意を表す。

#### 発 表 論 文

Kaixuan YUAN, Yuusuke MIYAZAKI, Wataru KUNIMATSU, Kohei MIKI, Tomihiko OHISHI, and Kiyoshi KISHIDA: Excavation analysis on a large-scale slope considering effects of fold structure and in-situ stress, 3rd International Symposium on Risk Assessment and Sustainable Stability Design of Slopes (ISRSS-SENDAI 2022), 2022-3.

Kaixuan YUAN, Yuusuke MIYAZAKI, Naoto OYA, Kohei MIKI, Tomihiko OHISHI, and Kiyoshi KISHIDA: Soil-water coupled analysis on an excavated large-scale slope composed of folded geological structure Soil-water coupled analysis on an excavated large-scale slope composed of folded geological structure, CS-207, Japan Society of Civil Engineers 2022 Annual Meeting, 2022-9.

Kaixuan YUAN, Yuusuke MIYAZAKI, Naoto OYA, Kohei MIKI, Tomihiko OHISHI, and Kiyoshi KISHIDA: Soil-water coupled analysis based on a cut slope behavior under an anisotropic stress field induced by folding, Proceedings of 49th Japan Rock Mechanics Symposium, pp. 289-294, 2023-1.

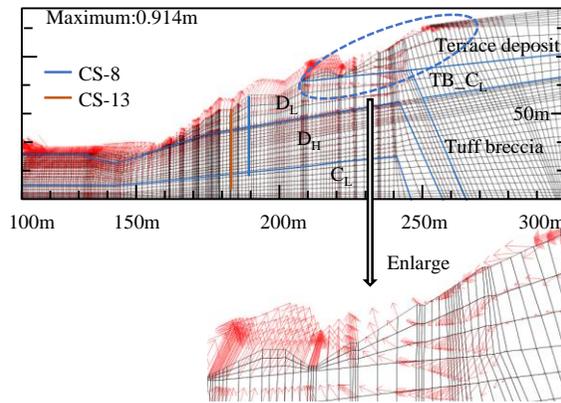


Fig.2 Displacement vector of objective slope in Case-2 condition after the excavation process

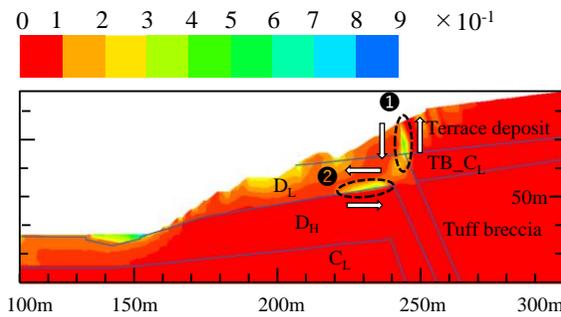


Fig.3 Contour map of increment of shear strain in Case-2 condition after the excavation process