

地盤のせん断破壊に関する非線形解析

外木場康将* 森田修二* 増井 仁**

Non-Linear Numerical Analyses of Shear Failure of Grounds

Yasumasa Sotokoba, Shuji Morita, Hitoshi Masui

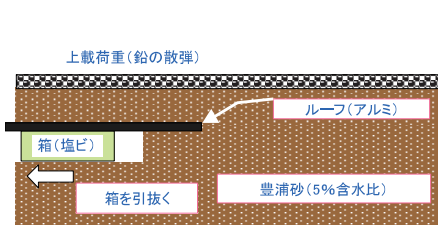
研究の目的

地中構造物の大規模化やWTO/TBT協定による技術基準の国際規格の遵守に伴い、地盤の設計にも性能設計への移行が求められている。特に従来の仕様設計では表現できない地盤の初期変状から崩壊までの連続した解析手法の確立が望まれている。そこで、本研究は高次のひずみまで考慮した弾塑性有限変形解析の確立を目指し、地盤の安定問題の一つである水平方向掘削問題に着目し、先受ルーフ工法を模擬した土質模型実験と数値解析を実施し、弾塑性有限変形解析法の適用性を検証した。

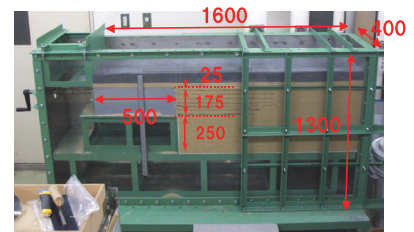
研究の概要

1. 土質模型実験

土質模型実験は、先受ルーフ工法を模擬した平面ひずみ条件下で実施した。実験の概要を以下に示す。



- ①試料を準備、箱天端まで土層を均一に敷設
- ②アルミ板設置、土層を地表面まで均一に敷設
- ③鉛の散弾を地表面に均一に設置
- ④塩ビの箱を引抜く（応力開放を模擬）
- ⑤地盤変形を測定



実験概要図

実験装置（単位：mm）

2. 数値解析モデル

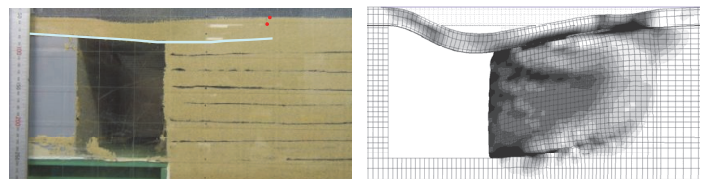
数値解析モデルは高次のひずみまで考慮した弾塑性有限変形解析（変形前の座標系状態を基準とする Total Lagrange 法）を採用した。以下に、本数値解析モデルの特徴を示す。

- i. 地盤の限界荷重解析に適している 1 点積分の 4 節点 1 次要素の使用
- ii. 構成式は地盤のひずみ硬化・軟化、異方性およびせん断帯の影響を考慮
- iii. 非線形解析には implicit-explicit 混合型の動的緩和法を採用

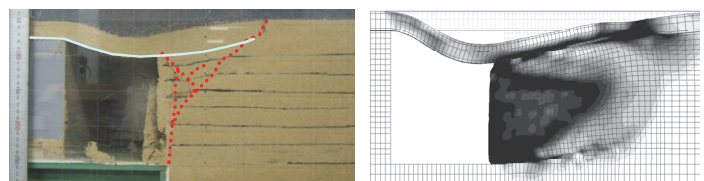
研究の成果

実験ならびに解析結果から、以下のことが確認できた。

- i. ルーフ先端と切羽からせん断帯が進行
- ii. ルーフの先受長の差異により、地盤崩壊荷重（ここでは応力開放を意味）に違いが生じる
- iii. 破壊モードには先受長の違いは影響を及ぼさない
- iv. 最大せん断ひずみの分布によれば、実験のせん断帯の発生機構をある程度模擬可能
- v. 有限変形解析の方が微小変形理論より、ルーフの変形モードの再現性が良好



地盤崩壊前



地盤崩壊時



せん断帯の発生と最大せん断ひずみ分布（先受長 15cm）

以上より、非線形性の強い水平方向掘削問題に対し、初期変形から破壊までを表現する数値解析モデルを提案することができた。

*技術本部東京土木技術部 **技術研究所