山口大学大学院 学生会員 〇天藤翔太 市原翔 正会員 中島伸一郎 清水則一

価码計 B-2

ĨŧĨŦ

傾斜計 B-4

傾斜計 B-1

1. はじめに

地すべり斜面の直下にトンネルを掘削すると地 すべりが誘発されることがある.そのため、トン ネル掘削の影響を抑制するような適切な対策の検 討が必要である.しかし、トンネル掘削によって 地すべりが誘発されるメカニズムについてはいま だ明らかではない.今後の安全なトンネル施工の ためにも、地すべりが誘発されるメカニズムを解 明することが重要である.本研究は、現場計測¹⁾に 基づき、トンネル掘削による地すべり斜面の変位 挙動を数値解析によって再現し、そのメカニズム を考察することを目的としている²⁾.解析には粒 状体解析手法(PFC2Dver3.10,ITASCA)³⁾を用いる.

2. トンネル掘削による地すべり斜面の変位挙動

本研究では現場で得られた斜面の変位挙動¹⁾を 参考にする(図1). 図1には、地すべりが想定され る斜面の上部(B-1)、中央(B-2)、下部(B-4)の 3 箇所の孔内傾斜計で計測された地山の水平変位 の計測結果が示されている.いずれの傾斜計もト ンネル掘削により地山の水平変位が増加し、斜面 全体が下方に向かって変位している.

3. 粒状体解析による数値シミュレーション

3.1. 解析モデル

本研究では,弾性係数 E=100~200MPa 程度の地 山を想定する(図 2)²⁾.また,地山の入力パラメ

ータを表1のように設定する⁴⁾. 解析モデルの作成手順は以下の通りである²⁾. まず,縦 50m×横 120mの水平地山 を作成し,重力解析を行う. その後,斜面を作成する. 次に,地山のある一定の領域(限界状態領域と呼ぶ)の粒 子間強度(Contact Bond Strength)を徐々に低下させて地すべりが生じる直前の状態(限界状態)にする. 最後にト ンネル掘削を行う. トンネル掘削位置は,浅いところから深いところに位置する5箇所を想定する(図3).

3.2. 解析結果とメカニズムの考察

図4に変位ベクトル図と合成変位コンター図を示す.トンネル掘削によって,解析ケース2,3,4には地すべり挙動,解析ケース1にはトンネルに向かって変位する挙動が生じている.解析ケース4に関しては地すべり挙動が生じている他の2つのケースと比べて変位量が少ない.また,解析ケース5には変位挙動がほとんど生じていない.したがって,トンネル掘削によって生じる地すべり挙動には,トンネル掘削位置と限界状態領域の位置関係が大きく関わっていると考えられる.



図3 解析ケース



図4 変位ベクトル図および合成変位コンター図

図6 応力経路

次に,トンネル掘削による地山内部の応力の推移を調べるためにトンネル周辺の応力経路を求める.応力計算位 置と応力経路の凡例を図5,応力経路を図6に示す.応力経路2,7に注目すると,解析ケース1,2,3は、トンネ ル掘削に伴い応力が減少しており、解析ケース4では最大主応力が増加している.解析ケース5は、トンネル掘削 に伴う応力の変化がほとんどみられない.また、応力経路17、18に注目すると、解析ケース2、3は、トンネル掘 削後応力が破壊規準線に向かって推移し、その後増加して破壊規準線付近で収束している. 解析ケース4は、トン ネル掘削後応力が減少し、その後増加している.解析ケース5は、トンネル掘削による応力の変化がほとんどみら れない. 解析ケース1は、トンネル掘削によって応力経路17においては応力が増加し、応力経路18においては応 力の推移がほとんどみられない.以上の結果から、斜面の変位挙動と応力の変化に関係があることがわかる.また、 解析ケース 4 のような例外もあるが地すべり挙動が生じるものは、斜面下方の応力経路 2,7 においては応力が大 きく減少し、斜面上方の応力経路17,18においては応力が破壊規準線に向かって推移し、その後増加して破壊規準 線付近で収束するような傾向があると考えられる.

むすび 4.

トンネル掘削によって地すべりが誘発されるメカニズムについて考察し、トンネル掘削断面の斜面下方の地山の 応力変化が地すべりの発生の有無を決める重要なポイントであることが分かった.

参考文献

- 1) 田山聡, 竹國一也, 神澤幸司, 平野宏幸: 小土被りの大規模地すべり地帯を情報化施工で突破一第二東名高速 道路 引佐トンネルー,トンネルと地下,第36号巻3号,pp.207-218,2005
- 2) 市原翔,藤本崇人,中島伸一郎,清水則一:トンネル掘削による地すべり斜面の変位挙動のメカニズムの考察 土木学会第70回年次学術講演会講演概要集, III-148, 2015.9 (その5)、
- 3) PFC2D Theory and Background, ver.3.10, ITASCA, pp.3-8, 2002
- 4) T. Funatsu, T. Hoshino, H. Sawae, N. Shimizu : Numerical Analysis to Better Understand the Mechanism of the Effects of Ground Supports and Reinforcements on the Stability of Tunnels Using the Distinct Element Method, Tunneling and Underground Space Technology, 23, pp. 561-573, 2008