

個別要素法の簡易モデルを土量評価へ適用するための実被害の再現解析

東電設計(株)	正会員	中瀬 仁
東電設計(株)	正会員	岩本 哲也
伊藤忠テクノソリューションズ(株)	非会員	曹 国強
鹿島建設(株)	正会員	田部井 和人
日本大学工学部	正会員	中村 晋

1. はじめに

想定を超える地震動に対しても、リスクに対する準備しておくことが求められている。筆者らは、斜面崩壊に対して、仮に崩壊するとした場合の崩壊土砂の到達距離を評価するための、個別要素法による簡易モデルを提案した¹⁾。そこでは、高さ0.8mの斜面から崩落する岩塊や岩塊群の到達距離の累積分布を、ほぼ同程度か安全側に再現することができた。

さてリスクに対する準備であるが、崩壊土砂によって閉塞されると想定したアクセスルートへの復旧計画のため、排出すべき崩壊土砂量を想定しなければならない。提案した簡易モデルでは、到達距離を安全側に評価することを示したが、崩壊土砂量の想定と言う観点からすれば、必ずしも安全側になるとは限らない。

本研究では、2011年東北地方太平洋沖地震で被災した福島県中通の地盤被害²⁾を対象に、提案した簡易モデルによる再現解析を行い、その再現性を確かめるとともに、転がり摩擦^{3),4)}によるパラメトリックスタディを実施し、崩壊の程度をコントロールする効果について確かめる。

2. 対象とした実被害とモデル化

福島県中通にあるあさひ台団地は、2011年東北地方太平洋沖地震により甚大な被害を受けた(図-1)。被害の中心は沢埋盛土部であった。崩壊土表面、地層境界、想定すべり面を図-2に、個別要素法三次元モデルを図-3にそれぞれ示す。簡易モデルの特徴は、崩壊土を表す球要素(茶色)と同じ粒径の球を、水平面上には粒径の間隔で格子状に配置することで、岩

塊の凹凸による斜面転動時の抵抗を表現するところにある。高さ方向は斜面と同じ位置に固定する。想定すべり面は球面とし、固定球を密に配置することで土塊モデルが必ず滑動するように工夫している。

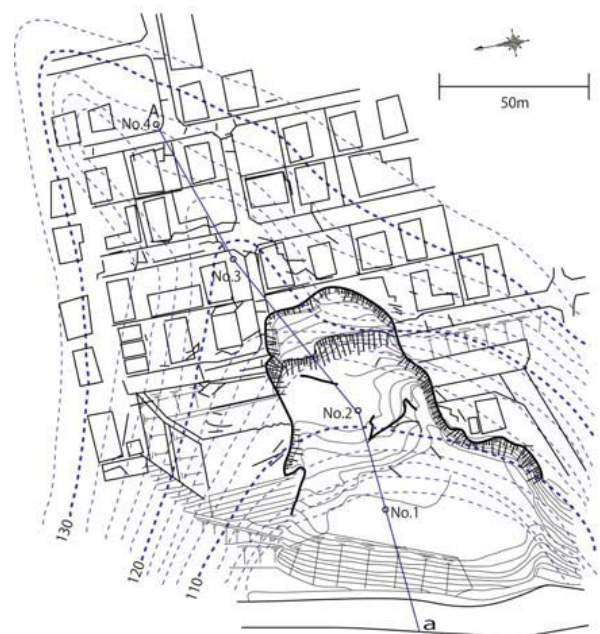


図-1 あさひ台団地の被害

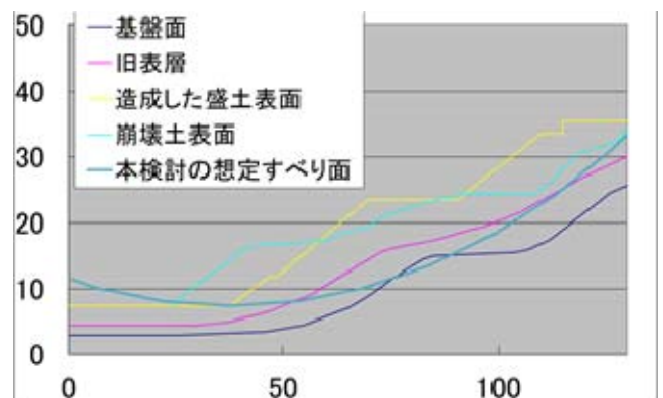


図-2 崩壊土表面、地層境界、想定すべり面(m)

キーワード 斜面崩壊, 崩壊土量

連絡先 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-7-12

東電設計株式会社 TEL 03-6372-5563

解析パラメータは、文献 1)を参考に、粒子の半径を、 0.625m 密度を (3411kg/m^3) 、バネ係数を $1.96 \times 10^9 (\text{N/m})$ 、減衰係数を $2.61 \times 10^6 (\text{N/m/s})$ 、摩擦角を 30° とした。

3. シミュレーション結果

シミュレーション結果を図-4 に示す。崩壊を表す球要素は、自重で滑動し、一部国道 4 号線を超えて落下している。シミュレーションにおける崩壊度表面は、実被害の崩壊土表面をおおむね包含する結果となった。

提案モデルは到達距離を安全側に評価するが、崩壊土砂量の想定と言う観点からすれば、必ずしも安全側になると言えない。崩壊を抑制するパラメータとして転がり摩擦 0.1 を考慮したシミュレーションを実施した。結果を図-5 に示す。図-4 に比べて崩壊が抑制されたことが分かる。実被害では、崩壊土が国道 4 号線を超えることはなかったので、転がり摩擦を考慮した方の再現性がより良いと言えるかもしれない。

4 まとめ

提案した簡易モデルを用いて、地震時斜面崩落シミュレーションを行った。シミュレーションにおける崩壊度表面は、実被害の崩壊土表面をおおむね包含する結果となった。これは排土すべき土量評価を安全側に実施できることを意味する。転がり摩擦を用いて、被害の程度を抑制した結果を得ることもできる。提案する簡易モデルによれば、1 週間程度で作業完了できるので実務的である。

参考文献

- 1) 中瀬仁, 曹国強, 田部井和人, 栃木均, 松島亘志, 個別要素法による原子力発電所周辺の地震起因性斜面崩落挙動のモデル化と適用性, 土木学会論文集A1(構造・地震工学), Vol.71, No.4, I_476-I_492, 2015.
- 2) 中村晋, 仙頭紀明, 梅村順, 大塚悟, 豊田浩史, 2011年東北地方太平洋沖地震による福島県中通およびいわき地域における地盤災害, 地盤工学ジャーナル, Vol. 7, No.1, 91-101
- 3) Sakaguchi, H., Ozaki, E. & Igarashi, T.,

Plugging of the Flow of Granular Materials during the Discharge from a Silo, Int. J. Mod. Phys. B, 7, pp.1949-1963, 1993.

- 4) Ai, J., J. F. Chen, J. M. Rotter, and J. Y. Ooi, "Assessment of Rolling Resistance Models in Discrete Element Simulations," Powder Technology, 206, 269-282, 2011.

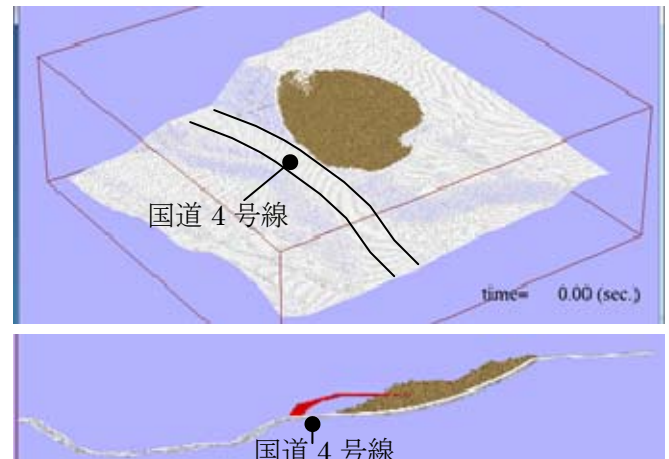


図-3 個別要素法三次元モデル(茶色は崩壊する部分, 白は固定球で崩壊部分との境界, 赤は実際の崩壊土表面を比較のために描画した)

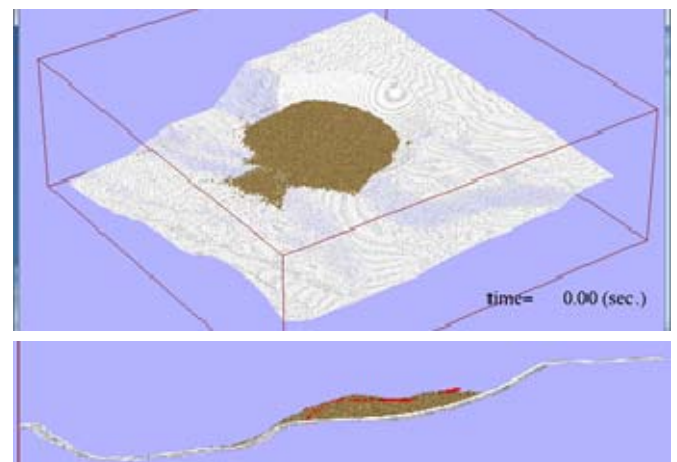


図-4 シミュレーション結果

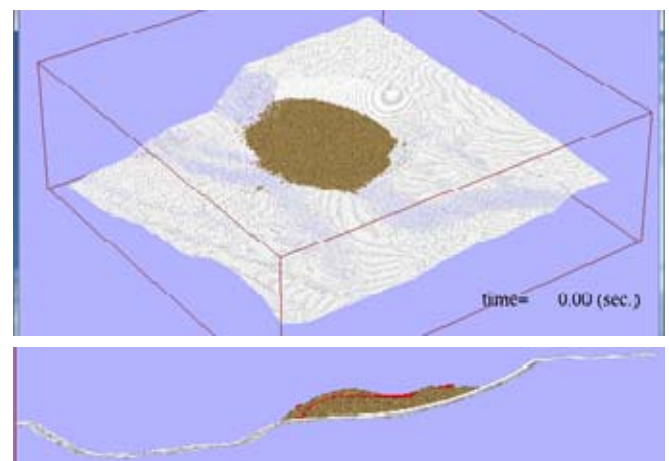


図-5 シミュレーション結果(転がり摩擦を考慮)