斜面表層崩壊の土砂到達予測における粒状体個別要素法解析の適用

株式会社 地層科学研究所	正会員	中川	光雄
株式会社 ドーコン	正会員	池田	泰之
株式会社 ドーコン	正会員	山	真典
北海道開発局札幌開発建設部千歳	道路事務所	谷口	拓也

1.はじめに

斜面の表層を構成する土粒子は粘土などが介在し極めて 薄く堆積している場合が多い.このように堆積の縦横比が 極めて大きく本質的に不連続な材料の崩壊挙動を,数値解 析を用いてより実際的に表現するには,土砂を数多くの粒 子(円形要素)の集合体としてモデル化する粒状体個別要 素法(DEM)の適用が有用である.しかしながら,粒状体個 別要素法では粒子間接触点でのミクロ的な力学特性と,粒 子集合体としてのマクロ的な力学特性は異なるため,堆積 土砂の力学特性を表現するためには粒子間接触点でのパラ メータをキャリブレーション等により求める必要がある¹⁾.

本報は,国道453号北海道千歳市支笏湖畔において道路 敷地外に確認される崩壊堆積地形が既知である斜面(図-1) を対象として,図-3に示す流れに従い,個別要素法パラメ ータをキャリブレーションにより求め,次に,付近の検討 対象斜面(図-2)に対してこれを用いた崩落シミュレーシ ョンを実施し,土砂到達の程度を予測したものである.

2. 堆積土砂のモデル化検討

2-1 要素粒径の検討

土粒子1粒1粒をモデル化することは 現実的ではないため,本報では図-4に示 すように1つの円形要素が複数の土砂粒 子を表すものと考えた.現実的な計算時 間を考慮して最小粒径4(cm),最大粒径 10(cm)の範囲で乱数発生させた. 2-2 初期堆積方法の検討

崩落前の表層土砂は自然物であるので,自由落下により 堆積させる方が土砂の生成に近いと判断した.粒径 4cm~ 10cmを斜面上空で乱数発生させ,それらを重力により自由 落下させて円形要素の配置を形成した.尚,堆積土砂の比 重は,土質試験の結果より14.0(kN/m³)が得られている. 2-3 土砂のせん断強度の実現

堆積土砂の既知のせん断強度を表-1 に示す.これを実現 する粒子間摩擦強度と粒子間固着強度を得るキャリブレー ションを以下に示す.

	表-1 土砂((降下火砕)()(降下火砕)()()()()()()()()()()()()()()()()()()()のせん断強度
--	---------	---	---------

粘着力(c)		(kN/m^2)	15.3
せん断抵抗角()	(deg)	29.0

キーワード 表層崩壊,到達予測,粒状体個別要素法,キャリブレーション

·連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島5丁目7-19 (株)地層科学研究所 <u>nakagawa@geolab.jp</u>

モデル化2)



図-1 堆積土砂モデル化検討および斜面摩擦角検討断面



図-2 検討対象斜面



(1) 粒子間摩擦強度

粒子間の摩擦角を 25°~35°の範囲で自由落下により 29。を与えた場合の要素集合体の安息角は図-5 に示すよ このような不確定な実現象に対する再現シミュレーション

(2) 粒子間固着強度

着強度を図-6 に示す二軸圧縮試験シミュレーションを実 おける効率的かつ効果的な対策検討が望まれる. 施した.Mohr 円の包落線より得られた粒子間固着強度 参考文献 1.071(kN)は土砂全体としての粘着力を実現する.

3.斜面摩擦角の検討

形状に合致する結果を得るには,斜面摩擦角を検討する必 要がある .そこで ,表-2および図-7に示すように ,土砂が 流下する区間Aと堆積する区間Bでは基岩の性状が異なる と考えて,斜面摩擦角を分けて逆解析により検討した.本 報では最も土砂堆積形状を良好に再現したケース3を採用 する.土砂の停止後の状況を図-8は,既存の土砂堆積形状 を近似する結果となる.

4.到達予測シミュレーション

前述までの堆積土砂のモデル化,および,斜面摩擦角の 検討で決定したパラメータを用いて,図-2に示した検討対 象斜面で土砂の崩落が発生した場合の到達程度を予測した. 土砂の停止後の状況を図-9に示す.





5.おわりに

本報では、粒状体個別要素法解析を用いた解析により、 堆積させてそれぞれの安息角を得た.粒子間の摩擦角に 検討対象斜面の到達シミュレーションを行った.著者らは うに概ね29°であり,土砂全体としての摩擦角を実現する.を行うことは,斜面防災上,有力な手法の1つと考えてい る.当斜面の現状では,斜面法尻に防護柵が設置され,安 全性は確保されていると判断されているところであるが、 粒子間の接触点における摩擦角を29°とし,粒子間の固 今後は本解析結果を活用した地形地質条件の類似箇所等に

- 1) 松島亘志: 技術手帳 DEM, 地盤工学会, 58-1, pp116-117 誌,58-1,pp116-117,2010.
- 崩落シミュレーションを実施して,図-1に示す土砂堆積2) 倉岡千郎,中島祐一:崩壊土砂および防護工の個別要素 法によるモデル化 土木学会 第4回土砂災害に関する シンポジウム論文集,pp137-142,2008.



図-6 二軸圧縮試験シミュレーション

土粒子と斜面の

29.0 40.0

45.0

35.0

区間B

道路

