

115 崩土の流下・堆積モデルを用いた斜面崩壊現象事例の数値計算

アジア航測株式会社 ○福住 真仁 中島 達也
独立行政法人土木研究所 寺田 秀樹 浅井 健一

1. はじめに

これまで崩土の挙動を把握するため、固定床上を流下する濃度一定の連続流体として崩土を取り扱い、崩土プログラムを作成してきた。しかし、従来のプログラムでは勾配変化点で生じている土砂の堆積と、これ乗り越える土砂の移動・堆積・侵食を上手く再現できていない。そこで、勾配変化点での土砂の挙動に対応した崩土の堆積・侵食モデルを検討した（浅井ほか，2001）。

ここでは、実際の崩壊現象を対象に再現計算を実施することにより、新たに加えた堆積・侵食モデルを取り入れた崩土のプログラムの適用性を検討した。また、崩壊現象の再現計算を行う際、様々なパラメータが計算結果に影響するが、粒径データの取得法など調査方法が確立されていない。そこで、いくつかの方法で数値解析に用いる粒径データを取得した。

2. 現地調査

計算対象崩壊地として平成12年7月から断続的に発生した群発地震を誘因とする神津島の崩壊をとりあげた。この時期の崩壊には地震起源のものが多くあり、この一連の災害の中で地震により発生した崩壊を対象崩壊地として抽出し、乾燥粒子として取り扱った。なお、崩壊土砂は流紋岩質の火山砕屑物である。

①数値解析検証データの取得：再現計算を行い数値解析法の妥当性などを検討するため、対象崩壊地の地形データとして崩壊地形状と堆積形状を取得する。そのために、崩壊地の幅、崩壊長さ、崩壊深、堆積幅、堆積長、堆積深、流動幅、流動深、堆積勾配を調査する。このうち流動幅、流動深は痕跡から可能な限り把握する。

②数値解析に適用する粒径の調査方法の検討：数値解析に適用する粒径は調査法が確立されていない。どの粒径が支配的な流れであるかを推定しなければならず、次に示す粒径を計測し、収集した。①現地で実施した線格子法により作成した粒度分布曲線の50%粒径。②持ち帰った土砂の室内試験による粒度分析(JISA1204)結果の50%粒径。③現地観察による最大粒径。

現地調査を行った結果として、図1に崩壊地の模式図、表1に現地調査結果一覧を示す。なお、反発係数は持ち帰り測定した。

3. 数値計算

調査崩壊地を対象に、表2の計算条件を用いて、1次元崩土プログラム（浅井ほか，2001）で数値計算を行った。崩壊地模式図より崩壊前後の地形を1次元（単位幅）で推定した。計算に用いる代表粒径は現地観察・計測結果および室内試験結果を踏まえ、1cm（②粒度分析(JISA1204)の50%粒径を設定）、7cm（①線格子法からの50%粒径を設定）、80cm（③現地で計測した最大粒径を設定）、以上3種類を代表粒径とした。また、地震起源の崩壊ということで乾燥状態を想定した。崩土プログラムは、従来からのモデル、堆積・侵食モデル、河床変動モデル、以上の3モデルを用いた。計算結果を図2～4に示す。

従来モデルの結果を図2に示す。粒径が小さい場合には土砂のほとんどが平坦部の先まで到達しているが、

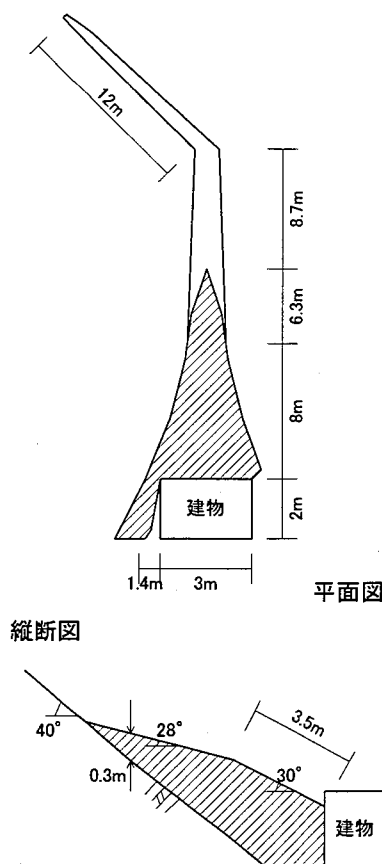


図1 崩壊地模式図

最大粒径で計算を行うと、停止形状は現状の堆積形状に近くなる。粒径の違いは粒子間の非弾性衝突より生ずる動的応力に表れ、粒径が小さくなれば抵抗が小さくなる。その結果、崩土の到達距離が大きくなると考えられる。堆積・侵食モデルの結果を図3に示す。粒径による差異はあまりなく、このモデルでは粒径の検討は重要でなくなるが、侵食式（江頭ほか，1988）は内部摩擦角に大きく影響するため、この取り扱いが重要となる。また、実績の堆積形状の再現性は3つのモデルのうち最もよい。河床変動モデルの結果を図4に示す。計算結果は安定していない。従来モデルほどではないが、粒径による違いが現れている。停止勾配は現状の堆積形状より緩くなっている。

4. まとめ

堆積・侵食モデルを導入した崩土プログラムの適用性を見るため、既往崩壊地を対象に検証を行った。ここでの計算結果では堆積・侵食モデルの再現性が一番良いという結果となった。

計算に用いるパラメータは、堆積・侵食モデルでは内部摩擦角の取り扱いが特に重要であり、従来モデル、河床変動モデルでは内部摩擦角の取り扱いとともに、粒径の取り扱いが特に重要であることが分かった。各モデルとも今後さらに適用性を検討していく必要がある。

参考文献

- 浅井・寺田・中島・福住（2001）：斜面勾配変化点での崩土の挙動を考慮した崩土の流下・堆積モデルの検討，H13砂防学会研究発表概要集（本概要集）
 江頭・芦田・佐々木（1988）：土石流の流動機構，水理講演会論文集，pp.485-490
 芦田・江頭・矢島（1988）：土石流の流動・堆積機構，京都大学防災研究年報，第31号，B-2，pp.411-422

表1 現地調査結果一覧

調査項目等	調査結果	単位
崩壊地の幅	1.8	m
崩壊長さ	20.7	m
崩壊深	1.0	m
堆積幅	3.0	m
堆積長	14.3	m
堆積深	2.0	m
流動幅	1.8	m
流動深	1.0	m
堆積勾配	30.0	°
崩壊土砂量および堆積土砂量	31.9	m ³
礫の密度	2.65 × 10 ³	kg/m ³
反発係数	0.83	
粒径（線格子法での50%粒径）	0.065	m
粒径（粒度分析での50%粒径）	0.007	m
粒径（最大粒径）	0.8	m

表2 数値計算条件

礫の密度	2.65 × 10 ³	kg/m ³
反発係数	0.83	
土砂濃度	0.6	
内部摩擦角	30	°
代表粒径（3ケース）	1, 7, 80	cm

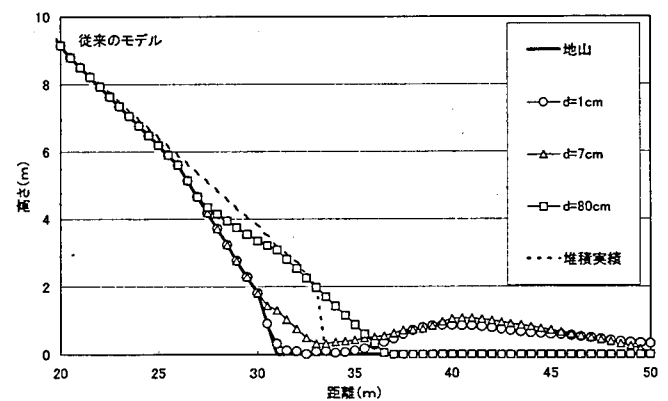


図2 従来モデルの計算結果（停止形状）

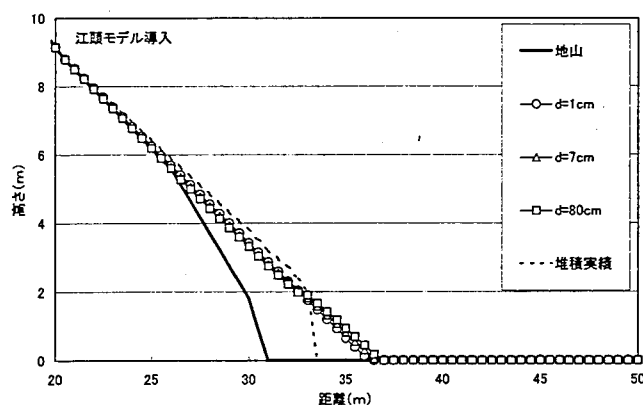


図3 堆積・侵食モデルの計算結果（停止形状）

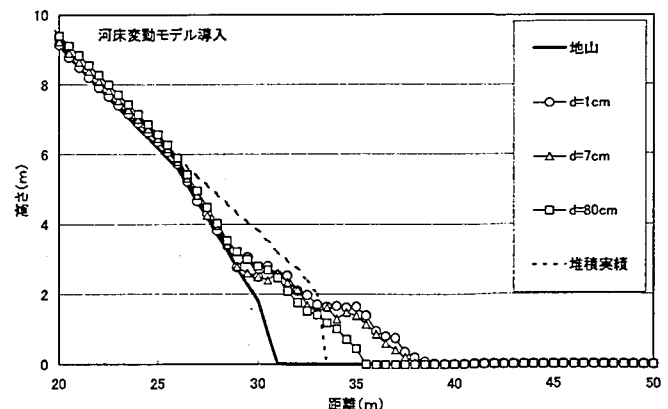


図4 河床変動モデルの計算結果（停止形状）