

P-6 “島原大変肥後迷惑”における眉山崩壊に関する考察

鳥取大学工学部 道上正規、植村慎、農学部 ○久保田哲也、地域共同研究センター
宮本邦明、砂防地すべり技術センター 松村和樹、高浜淳一郎、嶋 大尚

1. はじめに

本研究は、1792年（寛政4年）に有明海沿岸に発生した島原大変肥後迷惑と呼ばれる大災害の引き金となった長崎県島原半島に位置する眉山の崩壊について、特に、崩壊の力学的側面に着目して崩壊前の地形の復元と復元された山体の安定性とすべり面について検討を行ったものである。

2. 眉山崩壊前の地形の復元および崩壊土砂量の推定

図1は、現在の眉山およびその周辺の地形、崩壊面、崩壊土砂が堆積したと想定される範囲を示したものである。地形的な特徴として、眉山の未崩壊部分のコンターが、ほぼ同心円状をなしていること、崩壊斜面の標高200m付近に南北に連なる溶岩が見られること、また、海域には海岸線から数kmの沖合の海底に南北に走るほぼ平坦な溝状の地形が存在することがあげられる。その一部にコンターが乱れているところがあるが、この部分が先に記した崩壊土砂が堆積していると想定される範囲に相当する。



図1 眉山崩壊面及び推定される堆積土砂範囲

以上の地形的特徴から、眉山の崩壊前の地形はほぼ円錐形で、現在の崩壊面がほぼすべり面に相当するであろうと推定される。そして、崩壊土塊は海域の南北に走る溝状の地形の上にコンターが乱れている範囲に堆積したと考えられよう。

以上の仮定に基づいて、崩壊、堆積の両土砂量を求め比較すると、それぞれ、約1.2億m³、1.5億m³とほぼ同じ値をとっている。

図2は、図1中の断面A-A'に沿う現地形と復元された地形の比較を示す。

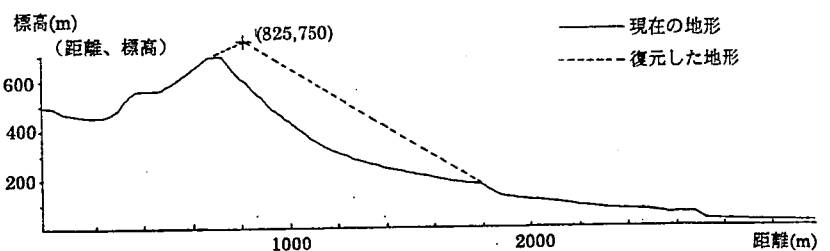


図2 直線A-A'に関する眉山断面図

図3は、土砂堆積の影響を受けていない断面（図1のC-C'）とそうでない断面（図1のB-B'）の比較を、図4に図1の断面B-B'に沿う復元された崩壊土砂堆積前の地形と堆積後の地形（現在の地形）の比較を示す。

図3は、土砂堆積の影響を受けていない断面（図1のC-C'）とそうでない断面（図1のB-B'）の比較を、図4に図1の断面B-B'に沿う復元された崩壊土砂堆積前の地形と堆積後の地形（現在の地形）の比較を示す。

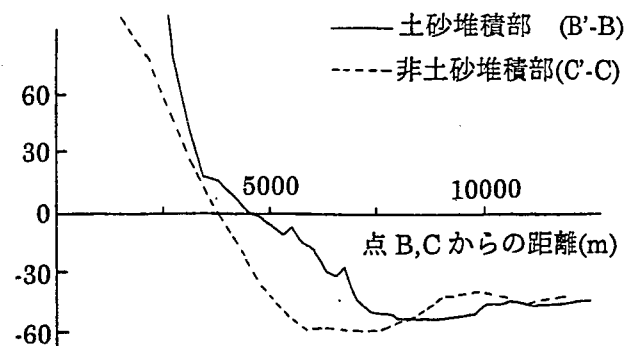


図3 土砂堆積部と非土砂堆積部の断面の比較

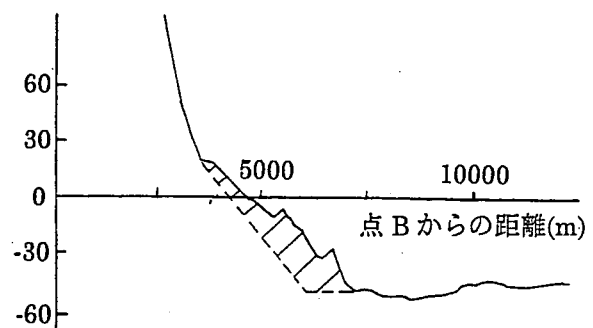


図4 直線B-B'に関する地形の復元

3. 安定解析による検討

1) 復元斜面の安定解析に用いる土質定数の検討：前章で復元した斜面の安定計算を行うため土質定数の推定を行う。基岩の露出状況（古谷 1983）など地質構造より、標高200m以上では、すべり面が現在の崩壊跡地表面と思われるので、すべり面=現地地形として、崩壊中央断面について $F_s = 1.0$ の時の C 、 ϕ （粘着力、内部摩擦角）を地震力(gal/g)を変化させて計算し、取り得る土質定数を検討する。

図5より、地震力なしでも $\phi = 30^\circ$ 以上あれば $C = 0(\text{tf/m}^2)$ で $F_s \geq 1.0$ が成立する。ただし、垂直震度 $F_{s,v} = 0.1$ 、水平震度 $F_{s,h} = 0.3$ となると $\phi = 40^\circ$ 、 $C = 40 \sim 50 \text{tf/m}^2$ が必要なが見えてとれる。従って、眉山の地質上部は熔岩ドームであり、凝灰角礫岩～安山岩質熔岩より成ることを考えれば、土質定数として雲仙普賢岳熔岩ドームの安定解析（砂防学会 1994）で用いられている $C = 2.5 \text{tf/m}^2$ 、 $\phi = 29 \sim 34^\circ$ （平均 32° ）、単位体積重量 $\gamma = 2.0 \text{tf/m}^3$ が妥当な値であることが判明する。

2) 臨界すべり面解析 (CSSDP) による安定解析：CSSDPは最小の安全率を持つすべり面を自動探査する。基盤岩は滑り面より下部なので、地層を凝灰角礫岩の一層として近似する。また、地震力は、 $M = 6.4$ （宇佐美 1987）及び震源を普賢岳と仮定して（震央距離5Km）土研式（土木研究所 1988）より推定した。結果は、水平加速度 約313.5gal，垂直震度88.3galとなり、これから求めた震度の概算値 $F_{s,h} = 0.3$ ， $F_{s,v} = 0.1$ （上向き）を用いる。

安定解析の結果は、図6に示す。地震力なしの場合は、安全率 $F_s = 1.198$ ，地震力有りでは、 $F_s = 0.583$ となる。また、臨界すべり面は現地地形とよく一致する（現地地形=すべり面）。

これらの結果より、この復元斜面と推定崩壊土量は妥当なものと思われる。

参考文献：1)宇佐美龍夫：日本被害地震総覧、東京大学出版会 1987、2)砂防学会：雲仙火山砂防研究報告 第1号 1994、3)土木研究所：地震に伴う大規模斜面崩壊に関する研究 土研資料第2544号 1988、4)古谷尊彦：雲仙・眉山崩れ 地理28-4 古今書院 1983。

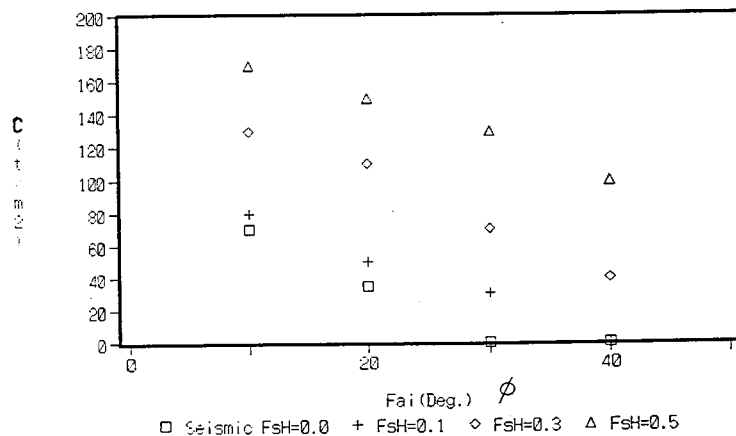


図5 $F_s = 1.0$ の時の震度と C 、 ϕ の関係（垂直震度 $F_{s,v} = 0.1$ ）

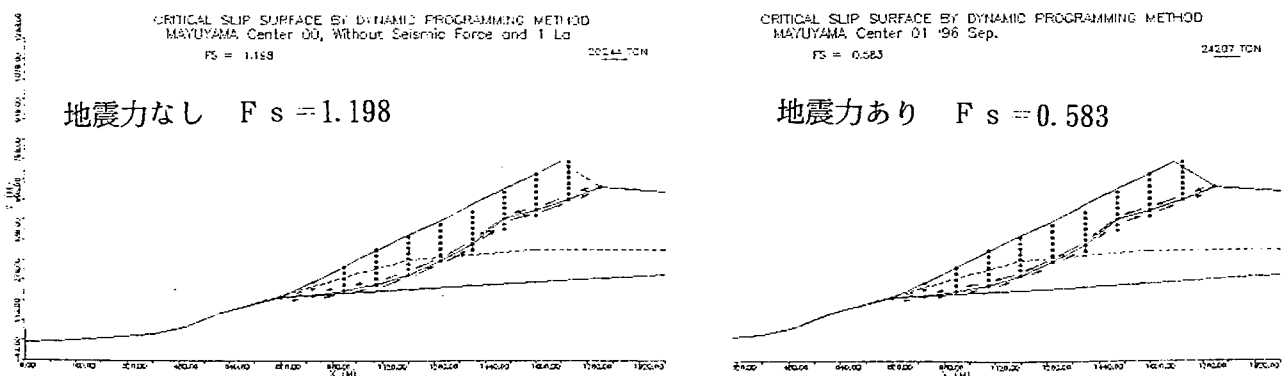


図6 復元地形の臨界すべり面解析結果