

2004年新潟県中越地震による斜面崩壊発生機構

独立行政法人森林総合研究所 ○落合博貴, 岡田康彦, 浅野志穂
松井琢郎, 吉永秀一郎

1. はじめに

2004年10月23日発生した新潟県中越地震により、震源域を中心に幅約30km、長さ約40kmの広範囲にわたり第三紀の脆弱な地形地質構造に影響され甚大な土砂災害が発生した。特に、1995年の兵庫県南部地震の際には見られなかった自然斜面における流動性崩壊・地すべりが発生した事が特徴的であり、また、19日20時から21日8時までの台風23号による先行降雨(長岡で約119mm)の影響も考えられる。以下、今回発生した特徴的な流動性崩壊事例の概況と地震動の影響についての解析について報告する。

2. 風口峠崩壊

山古志村と長岡市の境界に位置する猿倉岳(651.2m)から南南西にのびる尾根の末端に位置する風口峠付近に表層崩壊が発生した。崩壊深は1~4.5mと比較的浅く、東南東に傾斜した泥岩の明瞭な層理面から表層土が地震動により崩壊したと推定される。層理面は斜面下方で40度以上傾いている。層理面は複数枚の薄い地層が重なっており常時流水が見られ、表面は赤褐色に酸化していた。崩壊した表層土は泥濘状を呈し、流動性を保っていた。崩壊の右岸側の斜面は過去の崩壊地形を呈しており、その下方では別の再崩壊が発生し一体化していた。崩壊した土砂は頭部から約500m下流で停止しており、頂部からの等価摩擦角は約20度であった。表層土はシルト岩の風化物を主体とする比較的透水性の良い材料でありスメクタイトが検出された。

3. 羽黒山崩壊

山古志村役場の東の、羽黒山で発生した崩壊は、崩壊深が推定5m以上と比較的深く、堆積した土砂はレキ質で見かけの等価摩擦角は約22度であった。頂部滑落崖は40度近い急斜面を呈し、未固結の砂層にシルト質の薄層が挟在している。砂層にはパイプが認められ地下水が湧出しており、地震発生時に部分的に液状化を起こした可能性が考えられる。また、羽黒山は山頂から尾根が4方向に伸びており、山頂

付近は周囲四方に滑落崖を生じ、山体が地震時に大きく震動したと推定される。

4. 地震動の地形効果による影響の検討

本崩壊は、地震動が尾根等の凸地形において増幅されるいわゆる地形効果の影響を受けたと考えられたため3次元弾塑性応答解析による影響評価を試みた。

山体の地盤構造を推定するため各々の崩壊地について表面波探査を行いS波構造を求めた。羽黒山では山頂部に $V_s=0.1\sim 0.4\text{km}$ の柔らかい層が10m以上分布していた(図-1)。これに対し風口峠は浅い表層土の下に $V_s=1.0\text{km}$ の硬い層が確認され猿倉岳を構成する岩体の一部であると推定され、異なる地震時の応答が予想される(図-2)。以上の速度構造をもとに両崩壊について崩壊地を含む1km四方の区域についてレーザー測量から求めた50mメッシュのDEMをもとに崩壊前の3次元山体モデルを作成した(図-3, 4)。底面は標高100mとし表面に1層の薄層を設け、以深は5層に分割した。要素は8節点のアイソパラメトリック要素を用い4000要素のモデルを作成して基本的な応答を求めた。入力地震波は、最大加速度0.33Gのサインスイープ波をそれぞれx y z 3方向に加え、地形による増幅、地表付近の応力分布、降伏域の発生を把握し両崩壊に対する影響を検討した。風口峠崩壊の滑落崖に相当する地点の加速度応答を図-5に示した。山体の応答は地表に近いほど加速度の増幅が大きい傾向が見られ山体の地形効果が確認された。

5. おわりに

山古志村において発生した崩壊は基盤に入力した地震波が山体の地形効果により増幅した、その影響で規模が拡大したと推定される。

先行降雨の影響については、今後、飽和帯の分布、飽和・不飽和時の土の強度特性の違いを検討し、先行降雨と崩壊発生との関係を検討する。

本報告は、文部科学省科学技術振興調整費平成16年(2004)新潟県中越地震に関する緊急研究において実施中の課題によるものである。

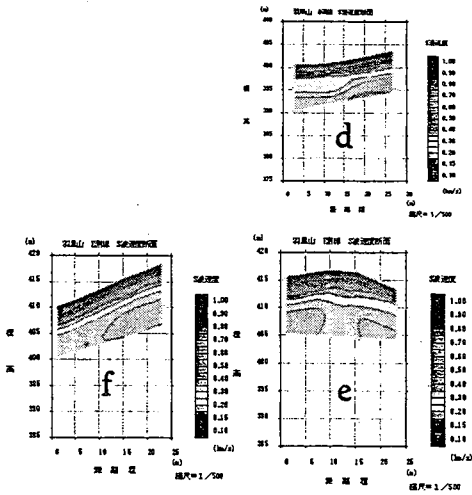
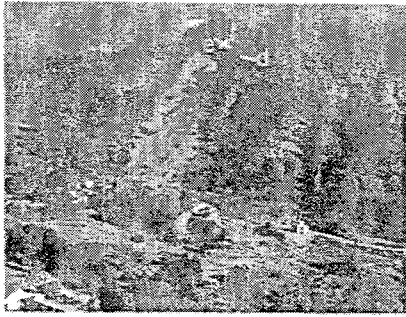


図-1 羽黒山のS波速度構造

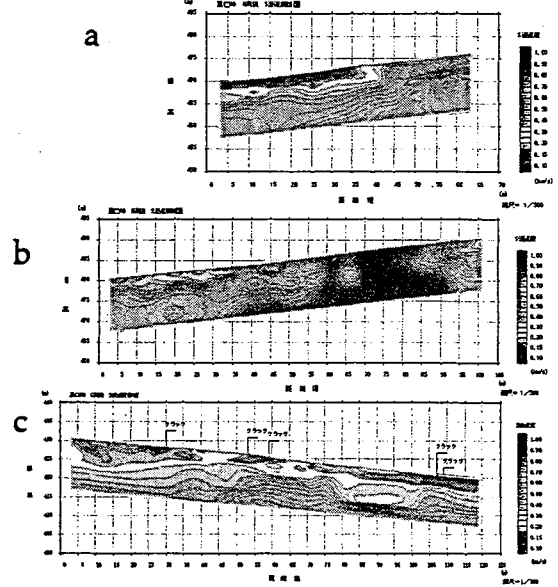
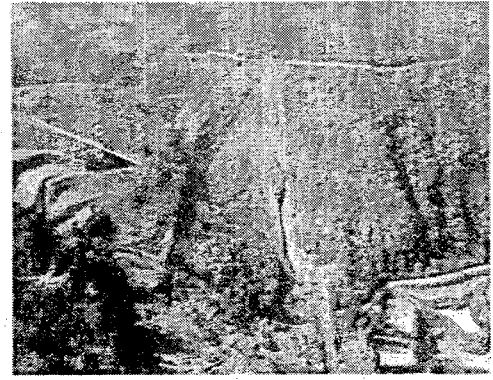


図-2 風口峠のS波速度構造

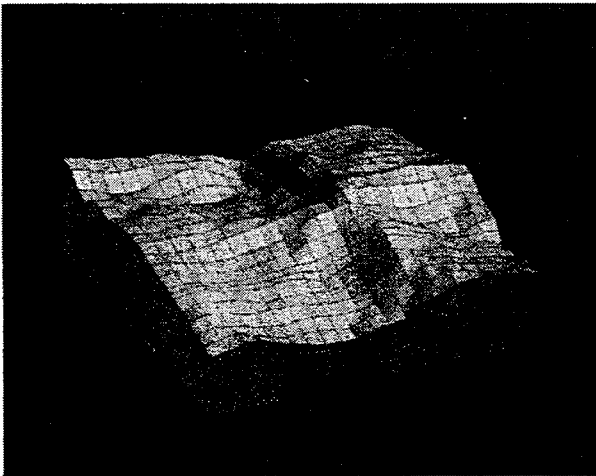


図-3 羽黒山の山体モデル

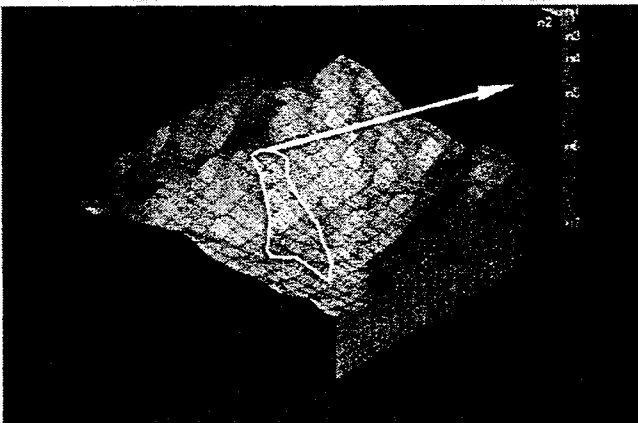


図-4 風口峠の山体モデル

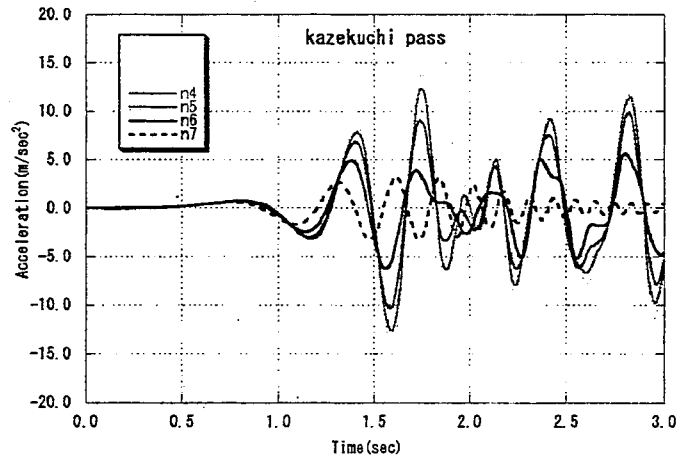


図-5 風口峠崩壊滑落崖における加速度応答
 基盤n7に入力した波形は点線、
 n6~n1は濃度の異なる実線で示した。