

4. 豪雨・地震による土砂災害に対する危険度予測と被害軽減技術の開発

研究期間：平成 18 年度～平成 22 年度（一部の研究については平成 17 年度より着手）

プロジェクトリーダー：土砂管理研究グループ長 原義文

研究担当グループ：土砂管理研究グループ（火山・土石流、地すべり、雪崩・地すべり）、
材料地盤研究グループ（土質・振動、地質）

1. 研究の必要性

豪雨や地震により多くの土砂災害が発生し、甚大な被害が生じている。また、平成 16 年の中越地震では、地すべり、斜面崩壊等の多発、大量の不安定土砂の堆積、大規模河道閉塞の発生など、新たな災害形態が生じ、社会的な注目を集めるとともに、緊急対策の実施が迫られた。さらに、今後も集中豪雨の頻発化や発生が懸念されている大規模地震等により、土砂災害による被害の頻発化、甚大化が懸念されている。

一方、膨大な土砂災害の危険箇所に対して、ハード対策の整備水準は 2 割程度という状況にあるが、財政上の制約もあり、急激な整備水準の向上は困難な状況にある。このため、重点的・効率的な土砂災害対策の実施と発災後の被害拡大の防止軽減に向けた技術開発が求められている。

2. 研究の範囲と達成目標

豪雨による土砂災害の発生場所や時期を絞り込むための災害危険度の予測手法の高度化・実用化、中越地震による地すべりの発生機構の解明とそれに基づく危険度評価手法の開発と大規模地震後の流域からの生産・流出土砂量の変化予測手法の開発、さらに発災後の被害拡大防止のための地すべり等に対する実用的な監視手法・応急対策手法の開発を研究範囲とし、以下の達成目標を設定した。

- (1) 豪雨に対する土砂災害危険度の予測手法の開発
- (2) 地震に対する土砂災害危険度の予測手法の開発
- (3) 土砂災害時の被害軽減技術の開発

3. 個別課題の構成

本重点プロジェクト研究では、上記の目標を達成するため、以下に示す研究課題を設定した。

- (1) 高精度空間情報を用いた崩壊・土石流発生危険度評価手法に関する研究（平成 17～19 年度）
- (2) 道路斜面災害等による通行止め時間の縮減手法に関する調査（平成 18～20 年度）
- (3) 地震に伴う地すべり土塊の強度変化特性に関する研究（平成 17～19 年度）
- (4) 地震時における再滑動地すべり地の危険度評価に関する研究（平成 20～22 年度）
- (5) 地震動による山地流域の安全度評価手法に関する研究（平成 18～21 年度）
- (6) 地すべり災害箇所の応急緊急対策支援技術の開発（平成 17～20 年度）
- (7) すべり面推定手法の活用による地すべり発生後の移動形態推定手法に関する研究（平成 21～22 年度）

このうち、平成 21 年度は、(4)、(5)、(7) の 3 課題を実施している。

4. 研究の成果

4 豪雨・地震による土砂災害に対する危険度予測と被害軽減技術の開発

本重点プロジェクト研究の個別課題の成果は、以下の個別論文に示すとおりである。なお、「2. 研究の範囲と達成目標」に示した達成目標に関して、平成 21 年度に実施してきた研究と今後の課題について要約すると以下のとおりである。

(1) 地震に対する土砂災害危険度の予測手法の開発

「地震時における再滑動地すべり地の危険度評価法に関する研究」について、平成 21 年度は逆断層型地震である中越地震、中越沖地震、能登半島地震、岩手・宮城内陸地震、善光寺地震で発生した地すべりについて、震源断層と地震により発生した地すべりとの関係及び地震による地すべりの危険度評価判定法について検討した。その結果をまとめると以下のとおりとなる。

- (1) 地震による地すべりの発生は震央よりも震源断層に強く影響されると考えられることから、内陸における逆断層型地震による地すべりの多発範囲は、断層モデルなどの震源断層に基づいて予測することが有効と考えられる。
- (2) 地震 (M7.0 前後) による逆断層周辺における地すべりの多発範囲は、震源断層上盤側において震源断層上端からの距離 20km と震源断層両端を走向方向に各々 10km 延長してできた矩形範囲とすることで、発生する地すべりの約 95% 近くを含む範囲の設定ができることが示された。
- (3) 危険度評価要因として、縁辺侵食率が不明瞭な地すべり地形を含めても、地すべり発生率が縁辺侵食率の増大とともに大きくなる傾向があり、有用であると考えられる。
- (4) 危険度評価要因として地すべり地形の縦断的凸度、下端勾配、縁辺侵食率を用い、各要因の範囲を区分し配点して、その合計得点により危険度判定を行う方法を提案する。
- (5) 明瞭な地すべり地形を呈する場合、縁辺侵食率 40% を境に地震による地すべりの発生の危険性の有無を区分できる可能性があり、縁辺侵食率による危険度評価法を提案する。

今後は、第三紀層地すべり地域における地すべり危険箇所マップ作成法の検討と、新潟県上越地区での試案の作成を行う予定である。

(2) 土砂災害時の被害軽減技術の開発

「地震動による山地流域の安全度評価手法に関する研究」について、平成 21 年度は、砂防えん堤の耐震性を評価する手法を提案するために、砂防えん堤で観測された中・小規模の地震波形を用いて有限要素法による地震応答解析を実施した。その結果をまとめると以下の 4 点となった。

- (1) 貯水ダムに対して確立されてきた地震応答解析の手法を砂防えん堤に適用し、その適用性を確認した。また、解析に用いるパラメータが外力に大きく依存しないことを確認した。
- (2) 地震 B の最大加速度を増幅させた検討では、地震の最大加速度が 2000gal になると、砂防えん堤の引張応力が引張強度を超過し、被災する可能性があることがわかった。2000gal は気象庁の震度に換算すると、震度 7 相当である。
- (3) 最大加速度が大きくなると、砂防えん堤の堤体における引張応力の主たる分布箇所が変わることがわかった。それは外力が大きくなることによって、砂防えん堤の並進方向の応答に、砂防えん堤天端の回転方向の応答が加わることが影響していると考えられる。
- (4) 一般的に用いられている範囲で物性値を変化させた場合、地盤の弾性係数による違いは引張応力をもっとも明瞭に現れた。地盤の減衰定数、弾性係数は一般値を用いると、えん堤内に発生する引張

4 豪雨・地震による土砂災害に対する 危険度予測と被害軽減技術の開発

応力の最大値は1割程度差が生じることがわかった。

平成21年度から、「すべり面推定手法の活用による地すべり発生後の移動形態推定手法に関する研究」を開始した。平成21年度は、崩落に至った地すべりの特徴を把握するために、近年発生した崩落型地すべりの諸元を収集し、分析を行った。その結果、崩落型地すべりの素因的な特徴として以下のことが挙げられた。

- (1) 地すべり末端部が谷や河川の攻撃斜面であるなど、末端部付近に崩壊、侵食されやすい条件があること
- (2) 斜面の傾斜が比較的急であり、土塊・岩盤のクリープが生じやすい場にあること。検討した事例からは、斜面勾配40°以上で発生した地すべりは規模にかかわらずほぼ全てが崩落に至った。
- (3) 軟岩分布地帯よりも中硬岩分布地域であること。
- (4) 常時は地下水がないか水位が低い、降雨時に地表から供給される水による裂か水で急激に満たされ間隙水圧が急激に高まる岩盤状態であること

これらの事項は地すべりが崩落に至る危険度を判断する上での十分条件ではないが、現地において崩落に至る危険度を評価する際の目安になるものと考えられる。

また、いくつかの事例を対象として斜面安定解析による検討を行った結果として、末端崩落による土塊やすべり面の欠損により、その規模は小さくとも安全率の低下がもたらされることを斜面安定計算により示した。

今後検討が必要な事項として以下の2点が挙げられ、これらについて検討を進める予定である。

- (1) 崩落に至らない地すべり事例も含めた統計的解析により、地質や地すべり土塊の性状、すべり面形状などの視点から崩落に至る地すべりの特徴を整理する必要がある。
- (2) 二次元斜面安定解析では、地すべり側部など主測線から外れる部分の崩落の影響を評価できないため、三次元的斜面安定計算等により、地すべり末端部や側方崖の小規模崩壊の影響を評価する必要がある。

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR PREDICTING OR MITIGATING SEDIMENT-RELATED RISKS POSED BY SEVERE RAINFALLS OR EARTHQUAKES

Research Period : FY2001-2005

Project Leader : Director of Erosion and Sediment Control Research Group

YOSHIFUMI Hara

Research Group : Erosion and Sediment Control Research Group (Volcano and Debris Flow,
Landslide, Snow Avalanche and Landslide)

Material and Geotechnical Engineering Research Group (Soil Mechanics
and Dynamics, Geology)

Abstract : In this study the following studies have been executed 1) The advancement and the practical application of the risk evaluation method to predict the time and the area where rainfall-induced sediment-related disasters occur; 2) the clarification of the mechanism of landslide at the time of the Chuetsu earthquake and the development of the risk evaluation method and the development of the method to predict the temporal change in the sediment yield and discharge from the seismically-disturbed watersheds based on the clarified mechanism; 3) the development of the practical monitoring method and the emergency response method for the prevention of the secondary disasters after landslides and other hazardous phenomena.

Key words : sediment-related disaster, risk evaluation method, regulation time for the road traffic, earthquake-induced landslide, remote monitoring technique, emergency response technique