

地形・地質解析と有限要素解析の連携による地震時の地すべり危険度評価手法

Risk evaluation method for earthquake-triggered landslide enhanced by cooperation of topographical-geological analysis and finite element analysis

林 一成^{a)*}, 若井明彦^{b)}, 田中頼博^{a)}, 阿部真郎^{a)}

Kazunori HAYASHI, Akihiko WAKAI, Norihiro TANAKA and Shinro ABE

Abstract

The methods taken to evaluate extensively the vulnerabilities of mountain slope to earthquake-triggered landslide were examined. The landslides that occurred in associations with the Mid Niigata Earthquake in 2004 were chosen for the study as a good example of the incidents that occur in the Tertiary sedimentary rock region where a number of multiple landslides are identified. Topographical and geological data that are extensively obtainable in combination with result of seismic analysis response data derived from finite element method were scrutinized for distinctive features of the subjected area. Further considerations were given in addition, as to what extent organizing these available data of conditions that would predispose each recognized location to seismic slope disaster may facilitate prognostication of the size and magnitude of the danger. From this study, a considerable additions were gained to the knowledge that would lead to the extensive prediction of seismically induced multiple slope disaster.

Key words: The Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004, Landslide, Risk evaluation, GIS analysis, Finite element method

和文要旨

山地斜面における地震時の地すべり危険度を広域的に評価するための手法を検討した。近年地震に伴う地すべりが多発している第三系堆積岩地域での代表事例として、2004年新潟県中越地震により発生した地すべりを対象とした。広域に得られる地形・地質データの分析と有限要素法に基づく既往の地震応答解析結果の分析により、地すべり発生場の特徴を検討した。さらに、地震時に地すべりを発生しやすい条件を整理することで、個々の斜面で想定される地震地すべりの規模や危険度をどのように予測できるかを考察を加えた。以上の検討から、地震時における広域の斜面被害予測のための重要な知見が得られた。

キーワード: 2004年新潟県中越地震, 地すべり, 危険度評価, GIS分析, 有限要素法

1. はじめに

近年、主に第三系の堆積岩分布域において地震を誘因とする地すべり（以下、「地震地すべり」と略す）が多発している。従来の地すべり対策は降雨や融雪を誘因とするものを対象として考えられていたが、2004年新潟県中越地震（以下、「中越地震」と略す）時に地すべりが多発したことを契機として、地震地すべりの発生機構の解明や対応策の確立が求められるようになった。

一般に地震地すべりは震央付近で同時多発的に、短時間で大変位を伴って発生するので、事前に発生箇所を特定することは困難である。このため、個別の斜面における詳細な調査や解析に先立って、広域的に個々の斜面で想定される斜面災害の規模や様式、危険度等がある程度予測することが出来れば、その後の調査計画や対策立案の効率化において有効である。

個々の斜面の地形・地質条件は、斜面の向きや傾斜・形状、地下の地層の岩質や地質構造の違いにより様々であり、地震でより不安定化し易い素因をもつ斜面で選択的に地すべりが発生するものと考えられる。このような視点から、広域的に地震時の斜面崩壊の分布特性や発生場の地形・地質的な特徴を分析した研究としては、関口・佐藤（2006）や八木ほか（2007）、ハスパートルほ

か（2009）による中越地震を研究対象としたものが多く挙げられる。また岩橋ほか（2008）は、素因と誘因に関する各種パラメータを用いた判別分析によって2004年7月新潟豪雨と同年の中越地震による斜面崩壊に寄与した要素を比較している。阿部・高橋（1997）および阿部ほか（2006）は、東北地方を中心とした新第三紀層分布域における複数の地震事例から地震地すべり発生時の地形・地質的要因や地震地すべりの挙動、地震強度を指摘している。

一方、地震時の地盤の動的応答や応力状態を予測するには、有限要素法に基づく地震応答解析が有効である。若井ほか（2008）は中山間地の地震時斜面安定性を広域に評価するための簡易な有限要素解析システムを提案しており、中越地震によって大きな被害を被った芋川流域周辺において、観測された強震波形を用いた地震応答解析を実施している。ここで、地震地すべりの素因としての地形・地質条件と、誘因としての地震動およびそれによって生じる斜面の応力状態を併せて検討することは、広域的な地震時の斜面危険度評価を目指す上で重要であると考えられる。

本研究では、中越地震により発生した地すべりを対象に、特に三次元的な地質構造に着目して、地震地すべり発生場の地形・地質的特徴を検討した。さらに、既往の地震応答解析結果（若井ほか、2008）を分析することで地震時の地すべり発生場の動的応答特性を検討した。以上より、大規模な地震地すべりの発生を素因・誘因の両

* 連絡著者 / corresponding author

a) 奥山ボーリング株式会社

Okuyama Boring Co., Ltd

〒102-0093 東京都千代田区平河町2丁目12-2 藤森ビル4F

b) 群馬大学

Gunma University