

中山間地の地震時斜面崩壊リスクを評価するための 有限要素法に基づく広域被害予測システム

Large-area damage prediction system based on finite element method
for risk assessment of seismic slope failure in mountains area

若井明彦^{a)}*・田中頼博^{b)}・阿部真郎^{b)}・吉松弘行^{c)}・山邊康晴^{d)}・渡邊泰介^{e)}

Akihiko WAKAI, Norihiro TANAKA, Shinro ABE, Hiroyuki YOSHIMATSU, Kousei YAMABE and Taisuke WATANABE

Abstract

A simple finite element analysis system to evaluate the seismic slope stability in the mountains area is proposed. The time history of the dynamic ground response during strong earthquake can be estimated by an effective constitutive model of soil with appropriate soil parameters. A comparison of the calculated results with the observed damage distribution in old Yamakoshi village during Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004 is performed to validate the proposed analytical method. As a result, a few important conclusions, that will be useful to develop a more simple and effective method to evaluate the risk of seismic slope failure based on a local topographical and mechanical condition, are provided.

Key words : earthquake, slope, collapse, mountains area, elasto-plastic, finite element method

和文要旨

中山間地の地震時斜面安定性を評価するための簡易な有限要素解析システムが提案される。適切な土質定数と構成モデルに基づいて、強震動による地盤の動的応答が予測される。提案手法の妥当性検証のため、2004年新潟県中越地震の際の山古志村（当時）の被害分布と解析結果との比較を行った。以上より、局所的な地形・力学条件に基づく簡易で優れた地震時斜面崩壊リスク評価手法を開発するために有用ないくつかの重要な知見が得られた。

キーワード：地震，斜面，崩壊，中山間地，弾塑性，有限要素法

1. はじめに

2004年新潟県中越地震では、震央に近い中山間地域で数多くの斜面崩壊・地すべりが発生した。とりわけ震央に近い山古志村（当時）芋川流域では多数のがけ崩れや地すべりが発生し、それに伴い10箇所以上の深刻な河道閉塞が生じた。山岳地帯が国土の大半を占めるわが国において、中山間地の地震時斜面被害リスクを広域的に評価することは、地域防災の観点から極めて重要である。

中山間地が強震動を受けた場合、既に地すべりの危険性が指摘されている斜面が急激に運動を活性化させることが懸念される。このような斜面の危険度を厳密に評価するためには、山体をそのままモデル化した動的応答解析が望ましい。同視点の研究としては浅野他（2006）が先駆的である。一方、これら以外の急傾斜地においても数多くの小規模な崩壊の生ずることが予想される。このような事象に一貫した対処を試みる場合、ひとつの手法として、広域全体の地震時応答を事前に把握し、それらに基づいて個々の斜面の崩壊危険度を事前に評価しておくことが考えられる。広域減災対策を目的として地域全体を一括してモデル化するような大規模な数値計算は近

年しばしば行われる（例えば、堀他（2005））が、これはPCクラスタの登場など高度な計算機環境の構築が以前より安価になったことが背景の一つにある。本研究では実務での普及を想定して、1台の通常PC（現在の普及型計算機レベル）上で容易に稼動する簡易な広域被害予測システムの開発を試みた。

本研究に関連して、著者らはこれまで三次元動的弾塑性有限要素法（FEM）に基づき、中山間地の広域被害予測のための地震応答解析を実現するための基礎的検討を行ってきた。応答加速度波形のフィルタ出力（若井他（2005a））、広域的な地盤物性値の抽出の試み（田中他（2006））、入出力データ管理をGISで行いFEM独特の複雑な前後処理の省略を実現するためのプログラム仕様（若井他（2006））などである。本研究においてはこれらを総合化して、実務に適用可能な広域被害予測システムを提案するとともに、その妥当性検証のために、2004年新潟県中越地震の際の山古志村（当時）の災害状況図との比較を行った。弾塑性構成モデルには、土の動的変形特性（いわゆる $G-\gamma$ 、 $h-\gamma$ 関係）とせん断強度（ c 、 ϕ ）をともに考慮しうる簡易な繰返し載荷構成モデル（Wakai & Ugai（2004）；以降「UWモデル」と略）を採用した。以上の結果、実際の地震時被害の特徴がある程度説明されるとともに、地震時斜面崩壊に影響を与えるいくつかの地形および力学的要因が検討された。

* 連絡著者 / corresponding author

a) 群馬大学 Gunma University

〒376-8515 桐生市天神町1-5-1

1-5-1, Tenjin, Kiryu, Gunma 376-8515

b) 奥山ボーリング株式会社 Okuyama Boring Co., Ltd.

c) 防砂防・地すべり技術センター Sabo Technical Center, Japan

(現所属：株式会社アイエスター) (Institute of Slope Technology)

d) 防砂防・地すべり技術センター Sabo Technical Center, Japan

(現所属：株式会社興和) (Kowa Co., Ltd.)

e) 元群馬大学大学院生 Former Graduate Student of Gunma University