

IV-9-2 道路防災マップを用いた道路斜面の評価技術の開発②

研究予算：運営費交付金（道路整備勘定）

研究期間：平 14～平 17

担当チーム：地質チーム

研究担当者：佐々木靖人，倉橋稔幸，矢島良紀

【要旨】

道路防災においては斜面の危険度評価に基づく合理的な対策の立案が求められているため、災害の要因、履歴、対策等の情報、対策の進捗を明示した道路防災マップを作成し、これらの情報に基づく斜面の危険度評価と防災計画の立案の枠組みを構築することを目的として、道路斜面における面的な危険度評価手法の開発ならびに道路防災マップの作成手法の開発を行った。

キーワード：道路斜面，道路防災マップ，ハザードマップ、フラジリティ、崩壊危険度分布

1. はじめに

道路災害の発生件数は防災対策の進展に伴って年々減少の傾向にある一方、事前通行規制の区間数・延長および事前通行規制回数は減少していない。このため本課題では事前通行規制の区間数・延長および規制基準の緩和について、従来の点検結果に加え、災害の要因、履歴、対策等の情報、対策の進捗を明示した道路防災マップを作成し、これらの情報に基づく斜面の危険度評価と防災計画の立案の枠組みを構築することを目的として、面的な危険度評価手法の開発ならびに道路防災マップの試行を行った。

2. 研究方法

2.1. 道路斜面防災技術体系の検討

斜面のハザードマップや道路斜面防災に関する既存の技術を収集解析し、道路防災マップを用いた道路管理、防災計画の立案に必要とされる道路斜面防災技術体系を検討した。

2.2. 道路防災マップの試作

地形・地質条件やレーザープロファイラによる地形データ等の高精度な基礎データの取得状況が異なる4つの事前通行規制区間において災害履歴や対策実績のデータベースを収集し、地形判読ならびに現地調査によって得られた情報と組み合わせて図化することにより道路防災マップの試作を行った。

2.3. ハザード評価支援ツールの開発

斜面のハザード評価を行うための支援ツールとして、崩壊発生危険度および崩土到達範囲を予測する手法について検討を行った。

2.3.1. 崩壊発生危険度予測手法

1) 災害履歴に基づく崩壊発生危険度の予測

地質区分の異なる3地域において豪雨災害時の斜面崩壊データと雨量データを基に、斜面崩壊に寄与する雨量指標の検討、地形量の多変量解析による崩壊箇所の予測を行い、雨量と崩壊確率の関係カーブによる崩壊確率算出手法の検討を行った。対象とした地域において1/1万および1/1.5万の空中写真を用い崩壊地を判読し、市販の10mメッシュDEMから地形量の解析を実施した。また、1/100万地質図のデータをもとに、地質区分毎の崩壊特性についても整理した。

2) 物性値に基づく崩壊発生危険度の予測

斜面の物性値をモデル化し、仮想のすべり体の安全率を計算し、その分布から斜面の崩壊危険度分布をシミュレーションするGISによる斜面ハザードマップ支援システム（以下3DslopeGIS）の開発を行った。プログラムの開発は九州大学に委託した。

2.3.2. 崩土到達範囲予測手法

表層崩壊と岩盤崩壊とに大別し、それぞれの崩土到達範囲を確率的に予測するプログラムの検討を行った。

1) 表層崩壊における崩土到達範囲の予測

過去の崩壊事例から統計的に求めた崩壊高と崩土到達距離で成す角度（見通し仰角）の確率密度曲線に乱数を与えることにより崩土到達範囲を確率的に求める手法を考案し、プログラムの開発を行った。

2) 岩盤崩壊における崩土到達範囲の予測

数量化理論を適用し、到達範囲を地形地質等の条件の違いから予測できる予測式を得た。その予測式を用いた到達範囲の確率的予測を解析・表示できるプログラムの開発を行った。

3. 研究結果

3.1. 道路斜面防災技術体系の検討

3.1.1. 道路防災マップ作成要領（案）の作成

道路防災マップ作成に関わる一連の調査・解析における手順や留意点を検討し、「道路防災マップ作成要領（案）」の素案を作成した（表-1）。本要領（案）は15年度に本研究において作成した「道路斜面ハザードマップ作成要領（案）」を基礎とした上で、平成18年度道路防災点検〔豪雨・豪雪〕における点検対象区間抽出方法、点検結果の整理方法にも満足するように標準的な手法について解説を行った。

表-1 道路防災マップ作成要領（案）の目次構成案

まえがき
1 総論
1.1 目的
1.2 用語の定義
2 対象
3 道路防災マップ作成の流れと準備
3.1 道路防災マップ作成の流れ
3.2 作成路線区間と範囲の設定
3.3 道路防災マップ作成に必要なデータ
4 地域特性の把握
4.1 資料収集
4.2 資料整理
5 プレスクリーニング
5.1 プレスクリーニングの目的と対象
5.2 プレスクリーニング対象区間の設定
5.3 災害地形等の判読
5.4 スクリーニング候補箇所の選定と基準
5.5 凡例
6 スクリーニング
6.1 点検箇所の抽出方法
6.2 点検箇所の抽出基準
6.3 点検対象項目の関係
7 現地調査による安定度調査と評価
7.1 安定度調査の流れ
7.2 調査結果の整理
7.3 調査結果のキャリブレーション
7.4 調査結果のとりまとめ
8 各点検対象項目による安定度評価
8.1 落石・崩壊
8.2 岩盤崩壊
8.3 地すべり
8.4 土石流
9 新しい技術を用いた調査・評価方法
9.1 DEMによる不安定土塊の抽出
9.2 フラジリティ解析
9.3 HES、SLSS
10 道路防災マップのとりまとめ
10.1 斜面の安定度評価結果の表記方法
10.2 道路への影響評価結果の表示
10.3 成果品
11 維持管理への反映
12 まとめと今後の課題
<参考文献>
<参考資料>
道路防災マップ作成事例
・国道41号神岡地区
・国道8号子不知地区
・国道161号マキノ地区
・国道55号佐喜浜地区

道路防災マップ作成の流れは、まず対象とする区間（原則として対象路線の全区間とする）において、既往災害箇所や防災点検箇所の確認、ならびに地形図や空中写真から災害地形等を判読することにより、道路斜面の区分とその災害形態を設定し、スクリーニング候補地点を選定する（プレスクリーニング）。選定されたプレスクリーニング結果に基づき、実際に周辺斜面や道路施設等、現地状況の確認をおこない、災害形態ごとに設定した点検箇所の抽出基準に従って点検対

象項目ならびに点検範囲とその区間を確定する（スクリーニング）。次にスクリーニングされた箇所について設定した災害形態（落石・崩壊、岩盤崩壊、地すべり、土石流）ごとに安定度調査表を作成して最終的に道路に対する影響度を評価する。このとき必要に応じて数値計算による安定解析をおこなってもよい。

道路防災マップは、「どのような箇所がどのような災害形態に対しての点検対象となっており、調査の結果がどうであったか」ということを明瞭に示すことが求められる。また結果の検証をおこないやすくするためには、評価に到達するまでの思考過程の透明化が重要である。したがって、作成するマップには道路への影響度評価結果のみならず、スクリーニングにおける抽出根拠、評価の判断基準なども記載することとした。

3.1.2. 道路管理における GIS 技術の活用性の検討

道路管理を効率化のために GIS を使用する場合は望ましい技術体系について検討し、以下に示す要領やシステムの作成を行った。防災マップ作成要領（案）においては、各現場事務所における情報の電子化やデジタルな高精度地形データの取得状況等をふまえ、GIS 技術の利用はオプションとしている。しかしながらデータの更新や二次的な利用等を考慮するとき、GIS の使用は管理の上で有効であると思われる。

1) 道路斜面ハザードマップ作成要領（案）の作成

面的なハザード評価システムを構築する前段階として、標準的なハザード評価の手順と手法を検討し、「道路斜面ハザードマップ作成要領（案）」を作成した。本要領案はハザードマップ作成の基礎資料として危険斜面抽出方法やハザードマップ表示方法等についてとりまとめたものであり、前述のとおり道路防災マップ作成要領（案）のベースとなっている。

2) 道路斜面防災 GIS データ整備標準仕様書（案）の作成

道路斜面防災 GIS を試作するために、道路斜面防災 GIS に格納すべきデータとその標準様式を検討し、「道路斜面防災 GIS データ整備標準仕様書（案）」としてとりまとめた。

3) 道路斜面防災 GIS 標準仕様書（案）の作成

道路斜面防災 GIS の有すべき機能を整理し、「道路斜面防災 GIS 標準仕様書（案）」を作成した。

本標準仕様書（案）を設定するためには、道路斜面防災 GIS の利用者や利用場面を規定する必要がある。本仕様書（案）では、利用者は主に道路管理者であるものの、一部の情報については、道路利用者、道路斜面防災専門家など、いくつかの利用者が利用するもの

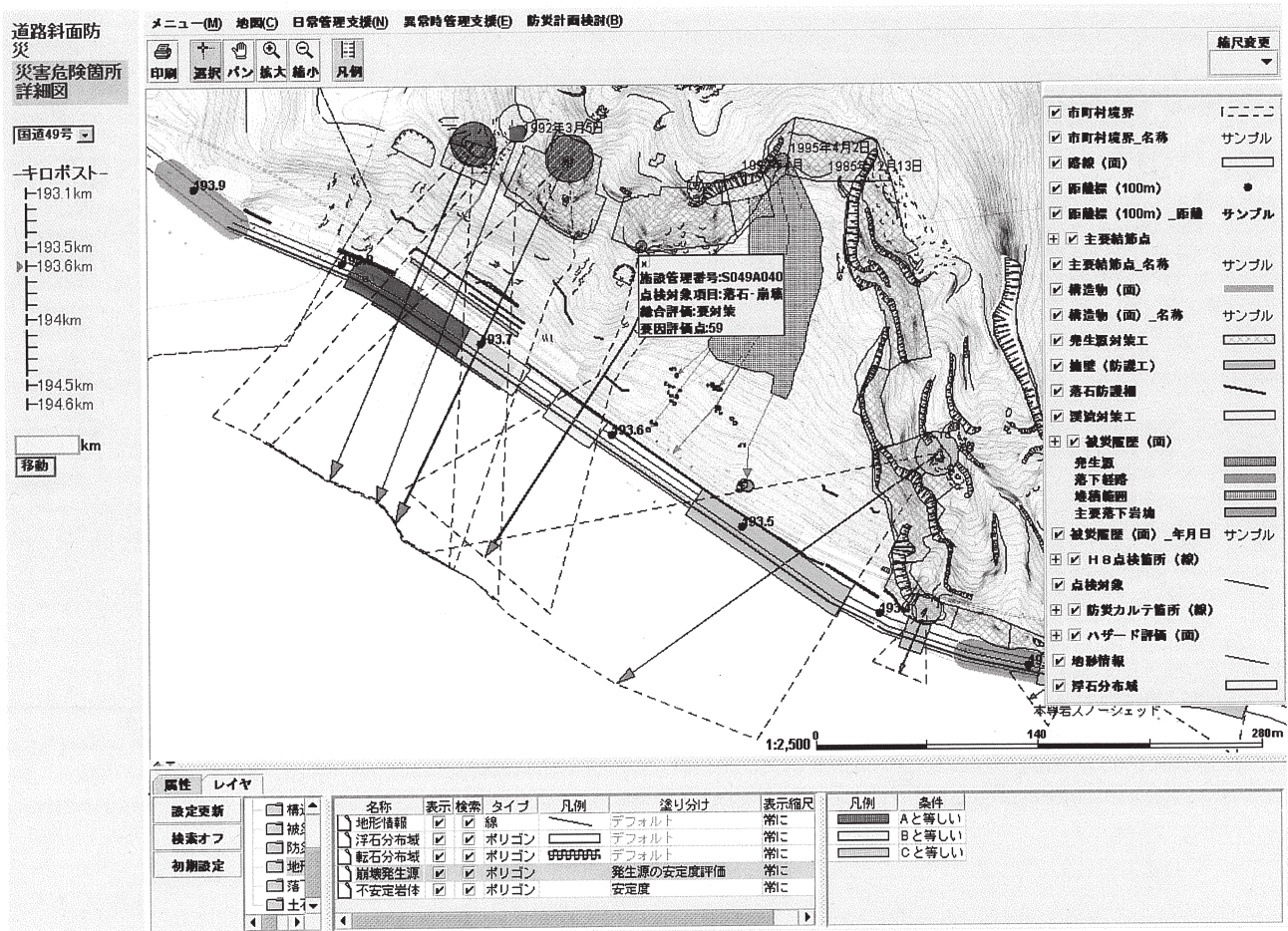


図-1 プロトタイプ道路斜面防災 web-GIS の表示例

と想定し、とりまとめた。

4) 航空レーザー計測による道路斜面基図作成要領(案)の作成

道路斜面防災 GIS の基図となる詳細な地形図の作成技術として、航空レーザー計測の適用性を検討し、「航空レーザー計測による道路斜面基図作成要領(案)」を作成した。

5) 「プロトタイプ道路斜面防災 web-GIS」の試作

上記の GIS 技術の利用にかかる各種標準仕様書(案)にはほぼ準拠する形で、「プロトタイプ道路斜面防災 web-GIS」を試作し、テストフィールドのデータ(危険箇所の評価などについては仮想データを含む)を格納した。基本となるデータベースおよびサーバーは各事務所(または局)に設置し、事務所単位でデータを管理する。GIS ソフトは、事務所に設置するサーバーに搭載する。クライアントは、事務所内(または局)および出張所の特定の PC であり、データへのアクセス権限の設定により、閲覧者を限定できる。クライアント PC には、特に専用ソフトをインストールする必要はなく、標準で搭載されている web ブラウザで閲覧や検索が可能である(図-1)。

3.1.3. 道路斜面防災総覧システムの作成

道路ネットワークの信頼性を確認するため、全国の直轄国道における斜面災害情報と平成八年度より実施している道路防災点検のデータを GIS 上で使用できるように座標付与等の整理をおこない、総覧が可能なシステム(直轄国道被災履歴検索システム)を作成した。

本システムは、路線名や災害種別、防災点検時の評価など複数項目にわたっての検索が可能のため、必要とする情報へのアクセスが容易である。また、各路線における単位区間ごとの被災数、防災点検対象数などを表示する機能を装備し、各路線・区間における特徴を把握できるようにした(図-2)。

3.2. 道路防災マップの試作

上記の「道路防災マップ作成要領(案)」の作成と並行して道路防災マップの試作を行った。試作過程における検討事項は同要領(案)にフィードバックをおこない、両者の整合がとれるようにした。図-3に作成したマップの例を示す。なお記載されている各区間における評価は、本研究で試行したものであり、実際の点検における評価と異なる場合もある。

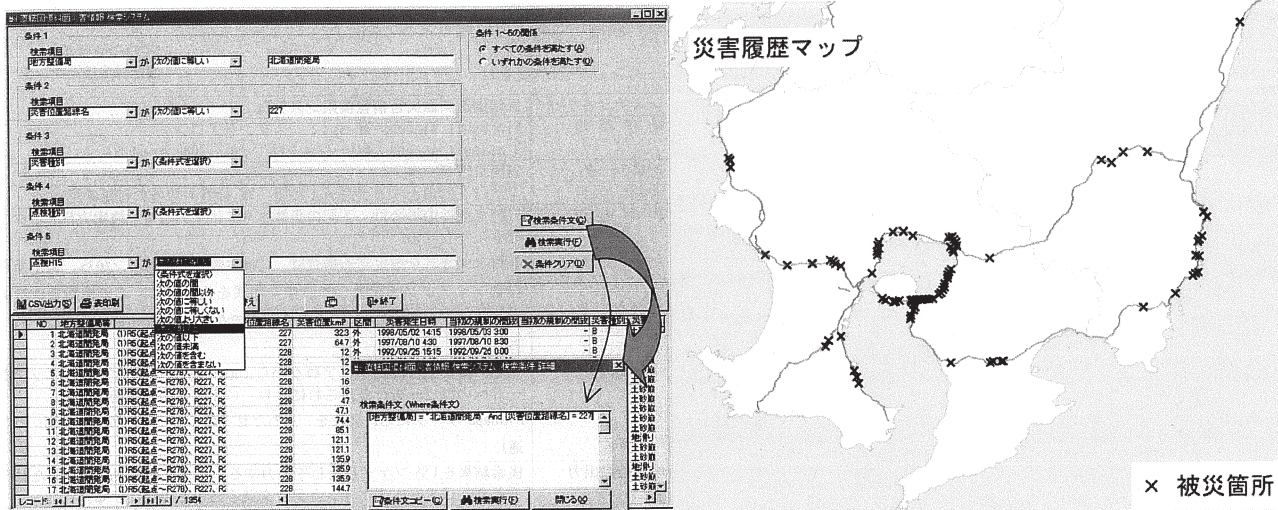


図-2 直轄国道被災履歴検索システムの検索例と表示例

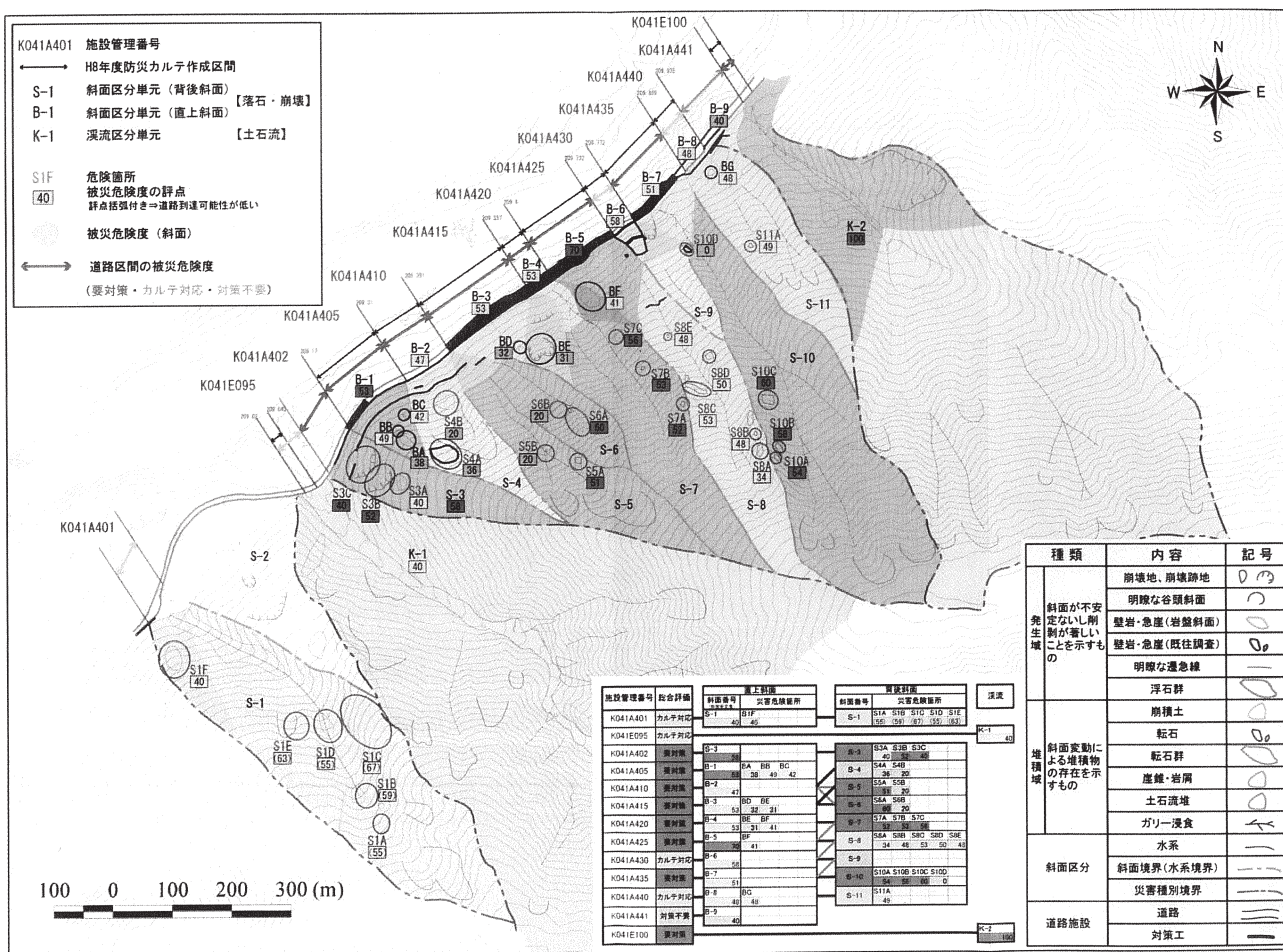


図-3 道路防災マップの作成例 (各区間の評価は今回の試行によるもの)

3.3. ハザード評価支援ツールの開発

3.3.1. 崩壊発生危険度予測手法

1) 災害履歴に基づく崩壊発生危険度の予測

調査地とした3地域における地質は、新第三紀堆積岩、中生代堆積岩、グリーンタフ、花崗岩類の4分類である。まず調査地内のDEMの各メッシュにお

る地形量(傾斜角, ラブラシアン, 平均曲率)を求め, 空中写真より判読した崩壊の頭部が位置するメッシュとそれ以外のメッシュについて地質区分ごとに比較を行った。その結果, 斜面崩壊発生率は傾斜角で25°~55°、ラブラシアンや平均曲率では凹地形で高い値を示した。

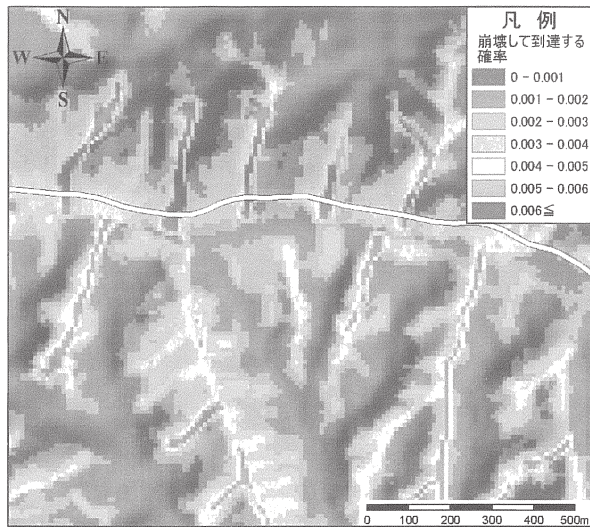


図-4 斜面が崩壊して道路へ到達する確率の GIS による表示例

崩壊予測ではこれらの地形量を重回帰分析によって斜面の壊れやすさ（フラジリティー）を区分し、それぞれの区分ごとに雨量に対する崩壊確率（フラジリティーカーブ）を算出する。求めた崩壊発生確率と後述する表層崩壊による崩土到達範囲予測手法（SLSS）を組み合わせ、斜面が崩壊して道路へ到達する危険性の評価を行った。解析結果の GIS による表示例を図-4 に示す。これによって道路に対する斜面崩壊の危険箇所を視覚的に把握することが可能となった。

2) 物性値に基づく崩壊発生危険度の予測

本研究で開発した 3DslopeGIS の解析手順を以下に示す。

- (1) 地形・地質に関する情報をモデル化（ラスターデータ化）して GIS 上にレイヤとして格納する。
- (2) DEM を用いて、水系を基準に斜面を斜面ユニットに細区分
- (3) 3次元の楕球体（楕円回転体）でモデル化した地すべり体をモンテカルロ法によってランダムに発生させる。
- (4) 発生させた地すべり体の安全率を(1)のパラメータを読み込んで計算し、最小となるものを探索する。このとき、降雨による地下水位の変化を浸透モデルを用いて解析することにより、降雨浸透を考慮した安全率を算出することが可能である。
- (5) 求めた崩壊発生危険度は以下の2通りの手法で表示する。
 - ①各斜面ユニット内における、最小の地すべり体の安全率を斜面ユニットの安全率として表示す

る。図-5 は、各斜面ユニットの最小となる安全率の地すべり体を表示したものである。

- ②任意の間隔のグリッド上に重なる地すべり体のうち最小となるものを、そのグリッドの安全率として安全率分布を表示する。

本プログラムの路線への適用結果を図-5 に示す。対象地域の地質は花崗岩や古生代堆積岩類を基盤とし、その上を風化層および泥流堆積物が覆っている。解析の結果、浅層崩壊の危険箇所は風化土層深の遷移帯（地形の遷急線とよく対応する）に多く分布することがわかった。

また、これらの解析に必要な斜面表層の物性値を測定するための新技術「土層強度検査棒（特許第 3 613591 号：土のせん断強度測定方法及び装置）を開発した。

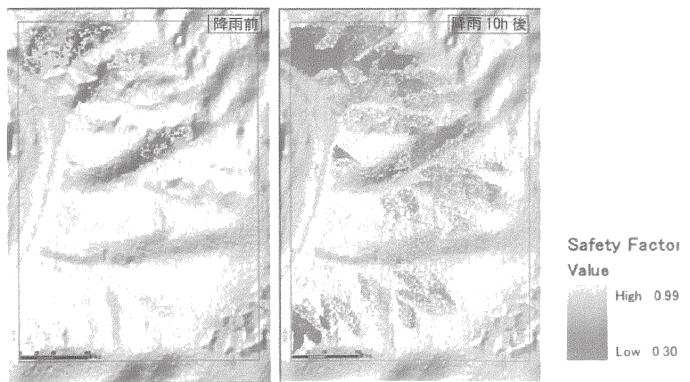


図-5 3DslopeGIS による斜面崩壊危険度表示

3.3.2. 崩土到達範囲予測手法

1) 表層崩壊における崩土到達範囲の予測

本研究で開発した表層崩壊による「崩土到達範囲シミュレーション（Shallow Landslide Simulation System, 以下 SLSS）」は、DEM を用いて崩壊源からの崩土の到達範囲を解析、表示、保存する機能を有するプログラムである。SLSS では見通し仰角をモンテカルロ法で確率的に導き、その見通し仰角に応じた Random Walk を崩壊源から十分に繰り返し計算する。次に、任意地点におけ通過回数をカウントし、これを崩土到達の確率として表示する。

SLSS の解析に必要な入力パラメータは、崩壊源の位置（X,Y 座標）、見通し仰角の平均値と標準偏差値、ランダムウォークの繰り返し回数の3つである。また、複数の崩壊源から崩土が通過する確率を算出することも可能とした。SLSS による一つの崩壊源からの崩土到達範囲予測に要する計算時間はおよそ 3 秒であり、崩土到達範囲の予測精度を保ちつつ計算速度の向上が実現可能となった。

2) 岩盤崩壊における崩土到達範囲の予測

予め 124 事例の岩盤崩壊に対して、統計的傾向から崩土到達範囲（見通し仰角と飛散角）と、これらに影響を与える要因（地形地質条件等）との関係を明らかにし、その寄与度から予測式を得た。予測式によって説明できない部分は、正規分布を示す残差のばらつき状況から得た到達確率曲線を用いて予測を行った。これらの数量化理論の結果を利用することからプログラムでの入力条件は簡便で、解析速度も比較的高速なものとするのが可能となった。

「岩盤崩壊崩土到達範囲予測システム(Hazard area Estimation System for rock mass failure 以下 HES)」の機能および解析手法の概要を示す。

- (1)DEM データを読み込み、地形地質などの斜面条件を選択する。
- (2)斜面条件から到達範囲である見通し仰角と飛散角の予測値を算出する。
- (3)算出された到達範囲を基に、確率的な予測値を求める。確率的な予測値は、正規分布を示す残差から得た到達確率曲線を基準に算出する。
- (4)得られた確率的な到達範囲を DEM 画面上に色分けし表示する (図-6)。

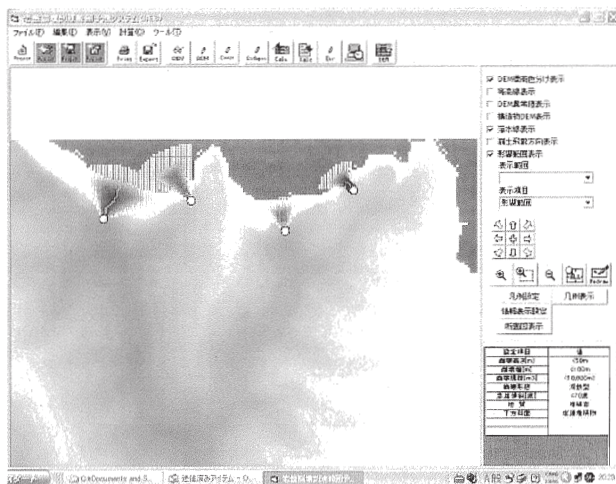


図-6 HESによる岩盤崩壊による崩土到達範囲予測の表示

4. まとめ

- 1) 事前通行規制区間の事例、災害履歴や対策実績のデータベースを収集し、道路防災マップの基本的な仕様を整理した上で、4つの事前通行規制区間において試作をおこなうとともに、道路防災マップ作成要領(案)を作成した。
- 2) 道路防災マップ作成に必要な技術体系の検討をおこない、特に GIS を用いる場合の有用性等に

着目して各要領・標準仕様書案を作成し、これをもとにプロトタイプ道路斜面防災 web-GIS を作成した。

- 3) ハザード評価の支援ツールとして、崩壊発生危険度予測手法ならびに崩土到達範囲予測手法を開発した。
- 4) これらの成果は既にいくつかの現場事務所において事前通行規制区間緩和、道路維持管理の業務に活用されているほか、平成 18 年度に行われる防災点検要領案に反映される予定である。

参考文献

- 1) SASAKI Y., Nikolai DOBREV, WAKIZAKA Y.: "The Detailed Hazard Map of Road Slopes in Japan", International Conference on Instability-Planning and Management, Instability-Planning and Management, Thomas Telford, London, pp.381-388, 2002.
- 2) 脇坂安彦:「道路斜面のリスク評価及びマネジメント技術の開発」, 新地盤技術研究会平成 14 年度第 1 回定例会発表論文集, 新地盤技術研究会, pp.27-30, 2002.6.
- 3) 佐々木靖人:「国土交通省における地盤関係 GIS の動向」, GIS の現状と地盤工学への利用講習会講演資料, 地盤工学学会, pp.18-27, 2002.7.
- 4) 佐々木靖人, ニコライ・ドブレフ, 脇坂安彦, 道路斜面 GIS 共同研究会:「GIS による道路斜面ハザードマップ作成の試み」, 第 109 年学術大会講演要旨, 日本地質学会, p.186, 2002.
- 5) 柴田光博, 佐々木靖人:「DEM データを用いた斜面崩壊の脆弱性解析」, 平成 14 年度研究発表会講演論文集, 日本応用地質学会, pp.351-354, 2002.10.
- 6) 福田徹也, 佐々木靖人, 脇坂安彦, 桑野健:「統計的手法を用いた斜面崩壊物質の到達距離の解析 - 土砂崩壊を例として -」, 第 109 年学術大会講演要旨, 日本地質学会, pp.187, 2002.10.
- 7) 桑野健, 佐々木靖人, 脇坂安彦, 福田徹也:「統計的手法を用いた斜面崩壊物質の到達距離の解析 - 岩盤崩壊を例として -」, 第 109 年学術大会講演要旨, 日本地質学会, pp.187, 2002.10.
- 8) 福田徹也, 佐々木靖人, 脇坂安彦:「斜面崩壊規模および崩土到達距離と周辺微地形の関連性」, 平成 14 年度研究発表会講演論文集, 日本応用地質学会, pp.355-358, 2002.10.

- 9) 高山陶子, 小野田敏, 沼田洋一, 豊山孝子, 佐々木靖人, 柴田光博:「航空機搭載型レーザ計測システムの精度評価と道路防災への活用」, 平成 14 年度研究発表会講演論文集, 日本応用地質学会, pp.231-234, 2002.10.
- 10) 佐々木靖人, 柴田光博, 福田徹也, 片山弘憲:「斜面の土層深とせん断強度の簡易試験法の開発」, 平成 14 年度研究発表会講演論文集, 日本応用地質学会, pp.359-362, 2002.10.
- 11) 佐々木靖人:“The Detailed Hazard Map of Road Slopes in Japan”, 韓・日建設技術 WORKSHOP 発表集, 韓国建設技術院・土木研究所, pp.83-97, 2002.11.
- 12) 福田徹也, 佐々木靖人:「個別斜面の土層分布特性と表層崩壊ハザードマッピングの特性」, 豪雨による表層崩壊発生危険度評価に関する新たな展開, 京都大学防災研究所, pp.105-116, 2003.6.
- 13) 桑野健, 佐々木靖人, 脇坂安彦:「地上型スキャン式レーザ測距儀による急崖岩盤斜面の計測 -道路斜面防災 GIS への適用性-」, 情報地質, 日本情報地質学会, Vol.14, No.2, pp.166-167, 2003.6.
- 14) 福田徹也, 佐々木靖人, 脇坂安彦:「表層崩壊による崩土到達範囲予測シミュレーションの開発 -GIS ハザードマップ作成にむけて-」, 情報地質, 日本情報地質学会, Vol.14, No.2, pp.138-141, 2003.6.
- 15) 柴田光博, 佐々木靖人, 阿南修司:「道路斜面防災 GIS -GIS による道路斜面防災情報の管理・表示システムの開発」, 土木技術資料, 土木研究センター, Vol.45, No.9, pp.102-107, 2003.9.
- 16) 佐々木靖人, 小野田敏, 高山陶子, 道路斜面防災 GIS 共同研究会:「詳細な DEM を用いた道路斜面災害発生危険箇所抽出の検討」, 平成 15 年度研究発表会講演論文集, 日本応用地質学会, pp.9-11, 2003.10.
- 17) 福田徹也, 桑野健, 佐々木靖人, 阿南修司, 柴田光博:「崩土到達範囲確率予測シミュレーションソフトの開発」, 平成 15 年度研究発表会講演論文集, 日本応用地質学会, pp.315-318, 2003.10.
- 18) 桑野健, 佐々木靖人, 脇坂安彦:「数量化理論による岩盤崩壊物質の到達範囲予測 -道路斜面 GIS ハザードマップ作成に向けて-」, 平成 15 年度研究発表会講演論文集, 日本応用地質学会, pp.285-288, 2003.10.
- 19) 桑野健, 佐々木靖人:「地上型スキャン式レーザ測距儀による道路斜面防災 GIS 用 DEM データの作成」, 情報地質, 日本情報地質学会, Vol.14, No.4, pp.311-318, 2003.12.
- 20) 佐々木靖人:「道路斜面防災 GIS について」, インターネット時代の地質情報(日本情報地質学会シンポジウム 2003), 日本情報地質学会, pp.35-38, 2004.2.
- 21) 桑野健, 佐々木靖人, 脇坂安彦:「多変量解析による岩盤崩壊物質の到達範囲の検討」, 応用地質, 日本応用地質学会, Vol.45, No.1, pp.31-41, 2004.4.
- 22) 桑野健, 佐々木靖人:「急崖岩盤斜面における崩土到達範囲確率予測の実斜面への適用」, 応用地質, 日本応用地質学会, Vol.45, No.3, pp.135-144, 2004.8.
- 23) 周国云, 江崎哲郎, 邱驕, 佐々木靖人:「GIS を用いた三次元斜面安定評価のための単位斜面(Slope Unit)の抽出」, 土と基礎, 地盤工学会, Vol.52, No.4, pp.26-28, 2004.4.
- 24) SASAKI, Y., ANAN, S., SHIBATA, M., Road Slope GIS Group: “Development of road slope GIS, Engineering Geology for Sustainable Development in Mountainous Areas”, Geol. Soc. of Hong Kong, Bull.7, pp.117-122, 2004.5.
- 25) KUWANO, T., SASAKI, Y., WAKIZAKA, Y.: “Estimation of hazard area for rock mass failure debris using multivariate statistical analysis in Japan: Making a GIS hazard map, Engineering Geology for Sustainable Development in Mountainous Areas”, Geol. Soc. of Hong Kong, Bull.7, pp.89-92, 2004.5.
- 26) 佐々木靖人:「道路斜面のハザードマップ -作成と活用に向けた検討-」, 斜面防災調査と対策に関する講習会資料集, 日本応用地質学会, pp.1-8, 2004.6.
- 27) KUWANO, T., SASAKI, Y., ANAN, S., FUKUDA, T.: “Development of hazard area estimation system for rock mass failure debris using multivariate statistical analysis: Making a GIS hazard map”, 32nd I.G.C. Abstracts, I.U.G.S., p.79, 2004.8.
- 28) SASAKI, Y., ANAN, S., SHIBATA, M.: “Development of road slope GIS”, 32nd I.G.C. Abstracts, I.U.G.S., p.81, 2004.8.
- 29) 三河輝夫, 佐々木靖人, 阿南修司, 柴田光博:「DEM データを用いた降雨によるハザード発生確率図作成の試み」, 平成 16 年度研究発表会講演論文集, 日本応用地質学会, pp.157-160, 2004.10.
- 30) 佐々木靖人, 阿南修司, 道路斜面防災 GIS 研究グループ:「道路斜面防災 GIS の開発と今後の展開」, 平成 16 年度研究発表会講演論文集, 日本応用地質学会,

- pp.165-168, 2004.10.
- 31) 桑野健, 阿南修司, 佐々木靖人: 「GIS を活用した岩盤崩壊の崩土到達範囲予測システムの開発」, 平成16年度研究発表会講演論文集, 日本応用地質学会, pp.161-164, 2004.10.
- 32) 佐々木靖人, 上野将司: 「ハザードマップの考え方—道路斜面防災を例に—」, 土木施工, 山海堂, vol.45, No.10, pp23-28, 2004.10.
- 33) 周国云, 江崎哲郎, 謝謨文, 佐々木靖人: 「GIS を用いた山地地形から三次元すべり危険斜面を抽出する方法の開発と適用」, 応用地質, 日本応用地質学会, Vol.46, No.1, pp28-37, 2005.
- 34) KUWANO T., SASAKI Y., ANAN S.: “GIS hazard management in rock mass failure debris: Development of hazard area estimation using multivariate statistical analysis”, Proceedings 3rd Asian Rock Mechanics Symposium “Contribution of Rock Mechanics to the New Century”, 2004.11.
- 35) ONODA S., TAKAYAMA T., SASAKI Y., ANAN S., UENO S., and Road Slope GIS Research Group Disaster Prevention Group: “ Experimental research and advancement of a Road Slope Hazard Map” , Geoline 2005 Abstracts, 2005.5.
- 36) UENO S., ANDO S., SASAKI Y., ANAN S., ONODA S., Road Slope GIS Research Group: “On the Making Guideline of Slope Hazard Mapping around Highway” , Geoline 2005 Abstracts, 2005.5.
- 37) SASAKI Y., ANAN S., UENO S., ONODA S., KUWANO T., FUKUDA T., and Road Slope Research Group: “GIS for slope hazard reduction of roads in Japan” , Geoline 2005 Abstracts, 2005.5.
- 38) 塩見哲也, 阿南修司, 佐々木靖人: 「降雨による斜面崩壊発生率の GIS を活用した予測手法」, 平成17年度研究発表会講演論文集, 日本応用地質学会, pp.45-48, 2005.10.
- 39) 福田徹也, 佐々木靖人, 脇坂安彦: 「表層崩壊による崩土到達範囲確率予測手法の開発」, 応用地質, 日本応用地質学会, Vol.46, No.5, pp265-279, 2005.
- 40) 桑野健, 阿南修司, 佐々木靖人: 「岩盤崩壊の崩土到達範囲予測システムの開発」, 情報地質, 日本情報地質学会, Vol.16, No.3, pp.199-208, 2005.
- 41) 佐々木靖人: 「地形・自然に配慮した道路設計—特に道路斜面防災について—」, 第20回日中道路交流会議資料, pp21-37, 2005.11.