

◆特集：道路斜面崩壊のリスクマネジメント技術◆

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－

柴田光博* 佐々木靖人** 阿南修司***

1. はじめに

道路の安全を確保するために、道路管理者は道路防災点検を定期的に行っている。その一方で、平成8年度道路防災総点検以降に発生した道路斜面災害の約3割が、点検箇所以外の場所で発生している。現行の道路防災点検手法は、点検対象箇所の抽出を主に現地踏査で行うため、斜面地形の定量的な把握や上方斜面の面的な確認が不十分である。このため、道路に隣接する斜面が緩斜面だったため、道路防災点検対象箇所から外されてしまい、その上部の集水しやすい急斜面から斜面災害が発生してしまった例もある。

このような点検箇所以外の場所での災害を含め、道路への岩盤・斜面崩壊のリスクを正しく把握するためには、危険箇所の情報を面的に把握し、ハザードマップ（危険度マップ）として評価することが不可欠である。このためには、多くのデータを総合的に取り扱う必要があるため、データの取得・整理段階から解析・評価・管理までの全段階において、GIS（Geographic Information System：地理情報システム）を活用した体系（これを「道路斜面防災GIS」と仮称）を導入することで、一連の作業を効率的かつ効果的に行うことが可能となる。

本研究では、リモートセンシングなどの調査法による斜面の面的調査からGISによる整理手法、GISを用いた斜面ハザード評価ならびにハザードマップの作成手法について検討を行い、プロトタイプ道路斜面防災GISを試作するまでに至ったが、本論ではこのGISを活用した道路斜面防災に関する部分について詳しく述べるものとする。

なお、本研究成果は土木研究所と民間6社（アジア航測（株）、応用地質（株）、基礎地盤コンサルタント（株）、国際航業（株）、住鉦コンサルタント（株）、日本工営（株））との共同研究「GISを活用した道路斜面のリスク評価に関する共同研究」による成果の一部をとりまとめたものである。

2. 道路斜面ハザードマップ作成手法

道路斜面ハザードマップは、危険箇所の情報を面的に把握し、被害対象となる道路のリスクを評

価できるものとするのが理想である。しかしながら、現時点で入手可能なデータには限りがあり、一足飛びに面的なデータを整備することは困難である。

現実的なハザードマップの作成手順としては、被災履歴図等の既存の資料に、順次調査や解析を追加してハザードマップのレベルを高めていくことが考えられる。そこでハザードマップの整備レベルを、データの種類と評価項目によって表-1に示すように、0から5までの6つのレベルに分け、各レベル毎に段階的にデータを整備していくことで、初歩的な被災履歴図（レベル0）から、区間毎のリスク評価（レベル5）へとハザードマップの精度と機能を高めていくことを目指した。これらのレベルのマップを段階的に整備する手順として、各レベルのマップに必要な情報と各レベルで行える評価と表現の方法を整理し、表-2のような「道路斜面ハザードマップ作成要領（案）」としてとりまとめた。

表-1 ハザードマップのレベル一覧表

レベルと名称		主な必要情報※
レベル0	被災履歴マップ	被災履歴情報
		道路や管理の基本情報（線形や交通量等）
レベル1	既往点検箇所マップ	H8道路防災点検結果や防災カルテ等の既往点検情報
レベル2	防災地質図	大縮尺での地形／地質情報や変状の情報
		対策工の情報
レベル3-1	ハザードマップ	ハザード評価結果（簡易評価）
レベル3-2		ハザード評価結果（詳細評価）
レベル3'	ハザード確立マップ	ハザード発生確率
レベル4	リアルタイムハザードマップ	雨量や斜面モニタリングデータ、情報板表示等の異常時管理の関連情報
レベル5	リスクマップ	区間毎のリスク評価結果

※（主な必要情報） 表中の項目は、下位レベルの情報に追加する情報を示す【例：レベル1ではレベル0の情報に加え、表中の既往点検情報等を加えて表示する】。なお、レベル4やレベル5では、必ずしもレベル0～3'の全情報の表示を必要とはしない。

表-2 道路斜面ハザードマップ作成容領(案)の目次構成

1. はじめに
1.1 概論
1.2 本要領(案)の目的
1.3 道路斜面ハザードマップの定義
1.4 道路斜面ハザードマップの作成に必要な情報
1.5 道路斜面ハザードマップの作成に必要な解析・評価方法
1.6 道路斜面ハザードマップ作成の一般的な流れ
1.7 道路斜面ハザードマップの利活用
2. ハザードマップのレベル
(1) レベル0(被災履歴図)
(2) レベル1(既往点検箇所図)
(3) レベル2(防災地質図)
(4) レベル3(ハザードマップ)
(5) レベル4(リアルタイムハザードマップ)
(6) レベル5(リスクマップ)
3. ハザードマップ必要範囲の選定
3.1 対象区間の選定
3.2 既存資料の収集と整理
3.3 災害地形の判読
3.4 ハザードマップ必要範囲の抽出
4. 危険度評価
4.1 分類と評価レベル
4.2 崩壊
4.3 岩石崩壊
4.4 落石
4.5 土石流
4.6 地すべり
4.7 盛土
<参考資料>
ハザードマップ作成事例(レベル0、2、3、4)
標準的な仕様書、歩掛り
参考資料、調査手法

ハザードマップのレベルが進むほど情報の追加や更新は煩雑となるため、作成要領(案)はGISを利用することを前提とした。ハザードマップの初期のレベルにおいては、必ずしもGISを必要とするものではなく、GISによるシステムを整備していない段階でも適用可能である。

3. GISシステムの開発

3.1 道路斜面管理データの整理

2章で提案したハザードマップの段階的整備を実現し、ハザードマップの作成・管理を行うにはGISによる道路斜面防災情報の管理・表示システムが必要となる。ここでは、これまで各現場で蓄積してきた道路基本情報・被災履歴情報・防災カルテ等の基本データ(ハザードマップのレベル0～1に相当)をGISで取り扱うための仕様を検討した。

道路施設などの一般的な道路データについては

表-3 道路斜面防災GISデータ整備標準仕様書(案)の目次構成

1. 総則
1.1 適用
1.2 用語の定義
1.3 データ整備の目的および整備効果
1.4 データ整備方針
2. データ整備仕様
2.1 整備レベル
2.2 整備者・管理者
2.3 他システムとの連携
2.4 データ作成範囲
2.5 データ取得
2.5.1 データ入手作業
2.5.2 データ作成作業
2.6 データ更新
3. データ製品仕様
3.1 基本仕様
3.2 データ項目一覧
3.3 項目別製品仕様
道路斜面防災データパッケージ
基図パッケージ 基図、表層地質、リニアメント、指定地、河川、行政界、公共施設
路線情報パッケージ 路線、バス路線、DID区間、距離標、主要結節点、規制実績、迂回路、通行規制区間、交通量
管理者パッケージ 事務所、管理境界
災害対策パッケージ 備蓄資材、災害対策等基本協定業者、資材
施設パッケージ 施設、CCTV、道路情報モニター、通報装置、気象観測局、道路情報板、路側通信システム、VICS、交通遮断機
構造物情報パッケージ 構造物、トンネル、橋・高架、洞門、アンダーパス、踏切、発生源対策工、擁壁(防護工)、落石防護柵、溪流対策工、道路横過部
被災履歴パッケージ 被災履歴、発生源、落石経路、土砂堆積、落下岩塊
防災評価パッケージ 防災評価、H8点検、防災カルテ、ハザード評価、リスク評価
地形地質情報パッケージ 地形、遷急線、谷頭、0次谷、崩壊跡地、浮石、転石、不安定岩盤ブロック、崖錐堆積物、崩壊発生源
落下経路パッケージ 落下経路
土石流評価情報パッケージ 土石流危険溪流、土石流危険区域、土石流流下開始点、土石流到達域、土石流流下域
3.4 UMLクラス図
道路斜面防災データパッケージ構成
基図パッケージ
路線情報パッケージ
管理者パッケージ
災害対策パッケージ
施設パッケージ
構造物情報パッケージ

被災履歴パッケージ
 防災評価パッケージ
 地形地質情報パッケージ
 落下経路パッケージ
 土石流評価情報パッケージ

＜巻末資料＞〔参考〕道路斜面防災GISの概要巻末-1
 ＜別添資料＞データ整備参考歩掛

現在国土交通省で進められている道路基盤GISの標準仕様書に基本的に準拠するものとし、道路基盤GISでカバーしていない道路斜面防災関連情報、たとえば地形（道路管理区域外）・地質・空中写真判読結果・防災点検の結果・ハザード評価結果などについては、ここで規定した。また、斜面・のり面災害に関するデータのうち、防災カルテ・MICHI等の既往データベースや他のシステムで整備されるデータについては、そのシステムでデータ管理することを基本とし、道路斜面防災GISでは主管システムからデータを参照して運用することを想定した。

以上のような、道路斜面防災GISに格納すべきデータと、その標準様式を表-3のように、「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。

3.2 GISシステムの設計

次に道路斜面防災GISアプリケーションシステムを構築するにあたり、道路斜面防災GISの機能について検討を行った。その結果、

- (1) 道路斜面防災情報を一元的に蓄積・管理し、情報の統合化を図る。
- (2) 道路基盤GISに準拠したシステム整備を行う。
- (3) 関連するシステムとの連携を図る。
- (4) 道路斜面防災情報を積極的に公開する。
- (5) 最新技術の動向に合わせた段階的な整備・拡充を図る。
- (6) 道路利用者、道路管理者、道路斜面防災専門家が使いやすいシステムの整備を行う。
- (7) データおよびシステムは、更新・運用管理を考慮して構築する。

の7項目を基本方針とし、前述の「道路斜面ハザードマップ作成要領（案）」「道路斜面防災GISデータ整備標準仕様書（案）」を包括する内容で表-4のような「道路斜面防災GIS標準仕様書（案）」を作成した。

4. プロトタイプ道路斜面防災GISの作成

4.1 プロトタイプ道路斜面防災GISの概要

前記の各種標準仕様書（案）には準拠する形で、「プロトタイプ道路斜面防災GIS」を試作した。

この「プロトタイプ道路斜面防災GIS」は主に

表-4 道路斜面防災GIS標準仕様書（案）の目次構成

はじめに

1. 道路斜面防災GISの目的

1.1 はじめに

- 1.1.1 整備目的
- 1.1.2 整備効果

1.2 整備方針

- 1.2.1 基本方針
- 1.2.2 道路斜面防災GISの構成
- 1.2.3 道路斜面防災GISの利活用
- 1.2.4 道路斜面防災GISの運用・更新・管理のあり方

2. システム標準仕様

2.1 システム機能の全体構成

- 2.2 システム基本機能
 - 2.2.1 共通機能
 - 2.2.2 防災点検閲覧
 - 2.2.3 調査データ管理
 - 2.2.4 地図データ管理
 - 2.2.5 被災履歴閲覧
 - 2.2.6 迂回路検索
 - 2.2.7 ハザードマップ表示
 - 2.2.8 パトロール支援

2.3 システム拡張機能

- 2.3.1 他システムDBとの連携
- 2.3.2 ハザード評価・リスク評価
- 2.3.3 監視観測システムとの連携
- 2.3.4 情報提供システムとの連携

2.4 システムの仕様

- 2.4.1 システム構成
- 2.4.2 データベースサーバ
- 2.4.3 情報管理端末
- 2.4.4 情報利用端末

（参考資料）

日常管理時に使用する機能をまとめた「日常管理支援機能」メニュー、異常気象時に使用する機能をまとめた「異常時管理支援機能」メニュー、防災計画を検討する際に使用する機能をまとめた「防災計画検討機能」メニューの3つのメニューに分かれている。

4.2 システム構成概要

図-1には試作した「プロトタイプ道路斜面防災GIS」のシステム構成の概念図を示す。今回試作したのは道路管理者用の部分である。基本となるデータベースおよびサーバは各事務所（または局）に設置し、GISソフト等を用いて事務所単位でデータを管理する。クライアントは、事務所（または局）内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。クライアントには、特に専用ソフトをインストールする必要はなく、Webブラウザで閲覧や検索を行うので、将来的には一般の道路利用者も簡単に道路情報の閲覧や検索が出来るように考慮している。また、地方整備局の特定のPCでも、クライアントとして、各事務所のデータを

閲覧・検索可能である。事務所内での接続（サーバー・クライアント間）にはLANを用い、事務所と出張所あるいは地方整備局の間は、情報ボックスを利用したWANで接続することを想定している。

4.3 日常管理支援機能

日常管理支援機能は、災害危険箇所の管理・リスク基本情報の把握・カルテ点検情報の把握等に使用するための機能をまとめた。

実際の道路管理では、平成8年度道路防災総点検の結果に基づいて作成された防災カルテを用いて点検業務を行うことが多い。「防災カルテ箇所管内図」の画面（表-5の①）を例に挙げると、ここでは防災カルテ箇所の点検計画支援を行うための区間検索機能を使用することができる（図-2）。区間検索にあたっては、まず各事務所で設定している「点検区間」を選択し、その後「点検時期」「異常気象時」「地震時」「全て」のいずれかをチェックして検索を行うと、該当区間が下部のウィンドウに一覧で表示され、画面上の地形図にも該当区間が表示される。防災カルテ箇所一ヶ所ごとに点検に要する時間が入力してあれば、その合計を所要時間として計上し、点検計画を立案することも可能となっている。

4.4 異常時管理支援機能

異常時管理支援機能は、異常気象時・地震時・災害時等の支援に使用するための機

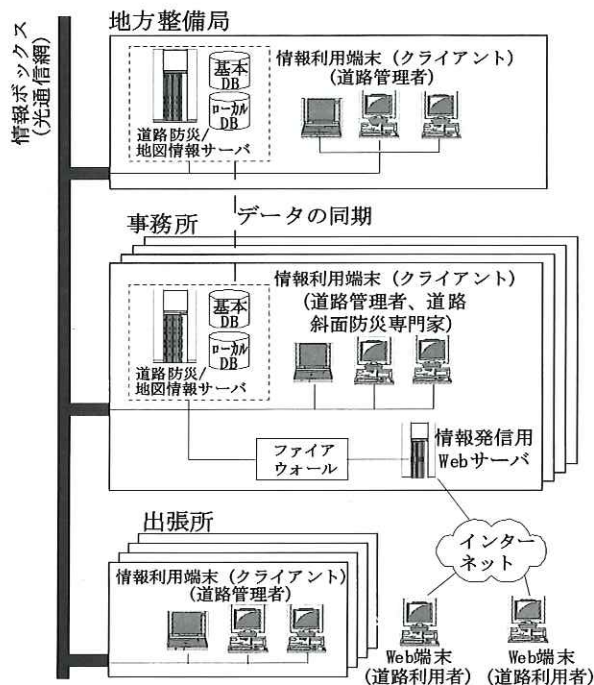


図-1 道路斜面防災GISシステム構成

表-5 システムの画面構成

		地図画面				特殊画面	図表 (bmp.jpg等)
		広域図 (50万～200万)	管内図(20万)	区間図 (2.5万～5万)	詳細図 (500～2500)		
日常管理支援	広域表示	広域図					
	ガイド図(初期画面)		ガイド図				
	災害危険箇所表示			災害危険箇所分布図	災害危険箇所詳細図		スケッチ、写真、H8点検結果等
	防災カルテ箇所表示		①防災カルテ箇所管内図	防災カルテ箇所箇所分布図	防災カルテ箇所詳細図	点検記録(随時更新)	スケッチ、写真等
	既往災害箇所表示		既往災害箇所管内図	既往災害箇所分布図	既往災害箇所詳細図		スケッチ、写真、雨量グラフ等
	規制実績表示		規制実績管内図	規制実績分布図			
	雨量情報表示		雨量観測点管内図			雨量グラフ	雨量統計
	災害危険箇所表示			災害危険箇所分布図	災害危険箇所詳細図		スケッチ、写真、H8点検結果等
	既往災害箇所表示		既往災害箇所管内図	既往災害箇所分布図	既往災害箇所詳細図		スケッチ、写真、雨量グラフ等
	規制区間および迂回路表示		②規制区間および迂回路管内図	規制区間および迂回路分布図		規制現況図	
異常時管理支援	情報収集/提供系表示		情報収集/提供系管内図	情報収集/提供系分布図			
	道路管理現状一覧表						各種図表
	体制一覧表						③体制一覧表
	連絡係一覧表						④連絡係一覧表
防災計画検討支援	災害危険箇所表示			災害危険箇所分布図	⑤災害危険箇所詳細図		スケッチ、写真、H8点検結果等
	対策整備検討			対策整備検討図			
	情報収集/提供系配置検討		情報収集/提供系管内図	情報収集/提供系配置検討図			

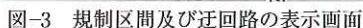
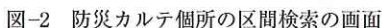


図-3は「通行規制区間および迂回路管内図」を表示した画面である（表-5の②）。図上の規制区間をクリックすると、通行規制の詳細な情報や、

あらかじめ設定しておいた迂回路の図を表示することができる。雨量データを参照しながら、各事務所の緊急時の連絡系統図・体制一覧表・道路管理状況一覧表等（表-5の③、④）を表示して、異

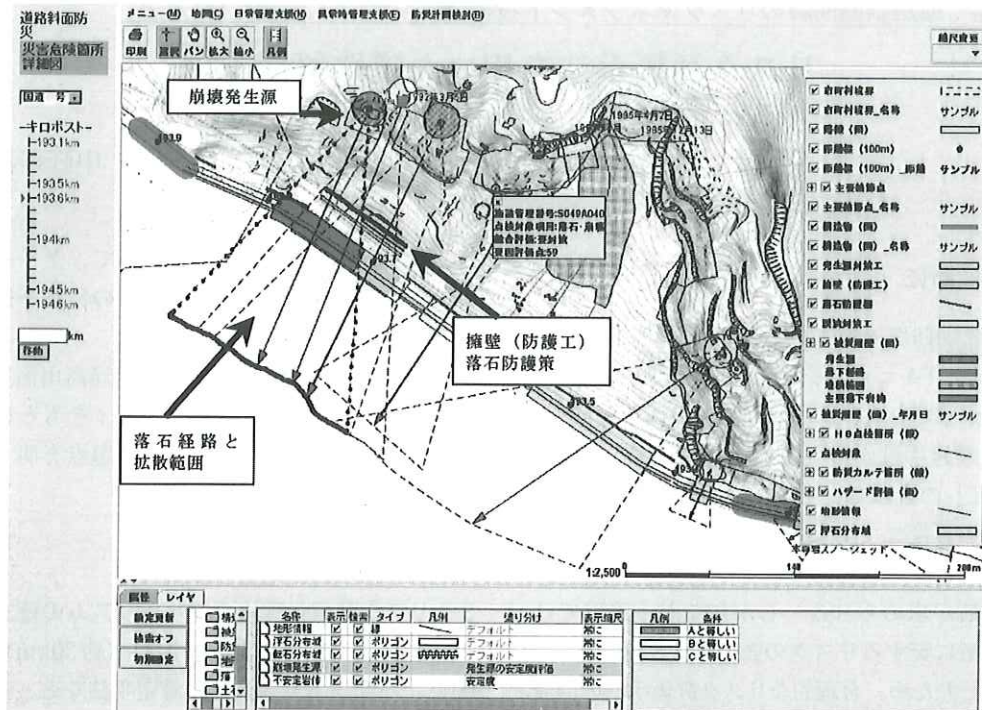


図-4 災害危険箇所詳細図の表示画面

常時の対応を支援することが可能である。

4.5 防災計画検討機能

防災計画検討機能は、対策整備計画検討支援・情報設備計画検討支援に使用するための機能をまとめた。

例えば、図-4は「災害危険箇所詳細図」を表示したものである(表-5の⑤)。画面上では、崩落の予想発生源と落石等の予想経路・予想拡散範囲、既設の防護工等を表示している。この様に、崩落の予想発生源と拡散範囲、既設の防護工等の位置関係を表示することにより、新たな防護工設置や規制区間設定の検討を支援するものとなっている。

5. まとめと今後の課題

今回作成した「道路斜面ハザードマップ作成要

領(案)」「道路斜面防災GISデータ整備標準仕様書(案)」「道路斜面防災GIS標準仕様書(案)」の3つの仕様書案に準拠したプロトタイプ道路斜面防災GISを構築した。

今後は、これらのプロトタイプ道路斜面防災GISを事務所等の現場において試験的に活用し、実務に使用できるように改良や修正を加え、またその結果を標準仕様書(案)等に反映する必要がある。さらに降雨量の予測データなどを活用したリアルタイムハザードマップ(予想雨量によって崩壊危険度が刻々と変化するハザードマップ)を構築する必要がある。

これら新たなGIS技術を活用することにより、膨大な数に及ぶ道路斜面の安全対策が、効率的かつ効果的に行えることが期待される。

柴田光博*



独立行政法人土木研究所
材料地盤研究グループ地質チ
ーム研究員
Mitsuhiko SHIBATA

佐々木靖人**



独立行政法人土木研究所材
料地盤研究グループ地質チ
ーム上席研究員
Yasuhito SASAKI

阿南修司***



独立行政法人土木研究所材
料地盤研究グループ地質チ
ーム主任研究員
Shuji ANAN