

斜面点検のデータベース化とGIS（地理情報システム）を用いた防災マップの作成

神田紀子^{1*}・進士正人¹

¹山口大学大学院 理工学研究科社会建設工学専攻（〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1）

*E-mail: kanda@rock.civil.yamaguchi-u.ac.jp

斜面对策工は岩盤斜面の安定性を確保・維持していくため、斜面の状態と耐久性・対策工の設置状況を、「点検」、「調査」により経年的に把握し、必要に応じて適切な「対策」を講じていくことが重要である。特に、効率的な維持管理では斜面情報を単純に記録に保管するだけでなく、データベース化し、後の点検、調査、対策の中で活用しやすくする必要がある。本研究では、その例として紙媒体である山口県の道路防災総点検結果を、斜面点検データベースとして構築、GISと関連付けを行った。

Key Words : slope works, slope calamity, slope maintenance, inspection system for slope failure, GIS

1. はじめに

我が国は、複雑で脆弱な地質状況であると同時に、地震や台風などの自然災害が多く発生し、それらに伴う斜面に関する災害（斜面崩壊・落石・土石流）なども多い。斜面災害の発生は、それ自体が危険だけでなく、場合によっては道路、電力、水道、下水道などのライフラインが寸断され地域コミュニティの断絶や、交通網に支障をきたすのみならず、住民サービス全般の低下を引き起こす。

これらの被害を未然に予防・軽減することを目的に斜面对策工がされている。この構造物は突発的に発生する斜面災害に対応できるよう絶えず維持管理していかなければならないが、平成8年度道路防災総点検では、山口県が管理する道路近辺だけでも斜面对策工などの実施・対策・調査を必要とする斜面は約8000箇所超も存在することが明らかとなった。にも関わらず、斜面調査状況、災害および対策工の実施の有無等に関する斜面の全ての情報は紙媒体としてのみ保管され、その量はあまりに膨大な量であるため、データの円滑な蓄積・更新・検索・分析に問題が生じる可能性がある。この傾向は、今後、保管データが更に増加するとより顕著になると考えられる。

本研究は、山口県の御協力を得て、平成8年度道路防災総点検結果を斜面点検データベースとして構築し、GISによる地図情報とデータベースを統合することで地図上に道路斜面の現状の表示を行うことで、維持管理の

効率化を図ると共にデータの更新・検索などをさらに簡略化し、降雨情報、地震情報とを重ね合わせて表示することで斜面災害防災マップを作成することを目的としている。

なお、GISとは地理情報システム (Geographic Information Systems) の略で現実世界の現象や事物の多種多様な情報をコンピュータ上で時空間的に管理することにより、より効率的かつ合理的に現象を理解して意思決定を行なうための手法・ツールの総称である。

2. 斜面点検データベースの概要

(1) データベースとして構築した点検資料

山口県全体のうち、本研究では、平成8年度道路防災総点検（豪雨・豪雪）128箇所（山口県玖珂土木所管の斜面点検データが記載してある1冊{周東町・玖珂町}）を取り上げた。

(2) 本データベースの作成方法

データベースを構築する準備段階として、まず紙媒体で保管されている全128箇所の斜面点検データすべてをスキャンし、電子ファイルとして保管した。そして、データベース作成ソフトであるFileMaker社の“FileMaker”を用いデータベースの閲覧・編集用フォームとデータベースを作成し、スキャン結果から情報を抽出した。図-1にデータベースの入力画面を示す。図

からわかるように、このソフトウェアはデータ入力・編集フォームをユーザー自身が簡便に作成することができ、データベース作成が容易であることが特徴である。

地理情報システムはESRI社のArcViewを使用し、空間データのベースマップにはGISMAP25000V（北海道地図株式会社作成）を使っている。具体的には、まず、データベースの128箇所の斜面点検データをGIS上にそれぞれの属性を持ったレイヤとして表示した。しかし、直接、FileMakerのファイルを読み取ることができなかった。このGIS上での表示レイヤとFileMakerで作成したテーブルデータを結合させるため、Excelファイルの形式でデータベース上のテーブルデータを一旦エクスポートし、そのファイルをAccess形式に変換しArcViewで読み取ることができる属性データとした。このことによって、FileMakerで作成したデータベースでも、ArcViewで表示が可能となった。

次に、全128箇所のうち「対策が必要と判断される」46箇所について、ArcViewの定義検索機能を用いることにより、塗色した検討対象エリア内に▲印で表示するようにした。同図には山口県の道路網を合わせて表示している。図-2に、作成したArcViewの画面を示す。この図からわかるように、ArcView上で整理することで防災総点検箇所が道路に沿って分布している状況がよく理解できる。

点検ID	場所	点検日	点検結果
1	山口県	2005/05/05	点検済
2	山口県	2005/05/05	点検済
3	山口県	2005/05/05	点検済
4	山口県	2005/05/05	点検済
5	山口県	2005/05/05	点検済
6	山口県	2005/05/05	点検済
7	山口県	2005/05/05	点検済
8	山口県	2005/05/05	点検済
9	山口県	2005/05/05	点検済
10	山口県	2005/05/05	点検済
11	山口県	2005/05/05	点検済
12	山口県	2005/05/05	点検済
13	山口県	2005/05/05	点検済
14	山口県	2005/05/05	点検済
15	山口県	2005/05/05	点検済
16	山口県	2005/05/05	点検済
17	山口県	2005/05/05	点検済
18	山口県	2005/05/05	点検済
19	山口県	2005/05/05	点検済
20	山口県	2005/05/05	点検済
21	山口県	2005/05/05	点検済
22	山口県	2005/05/05	点検済
23	山口県	2005/05/05	点検済
24	山口県	2005/05/05	点検済
25	山口県	2005/05/05	点検済
26	山口県	2005/05/05	点検済
27	山口県	2005/05/05	点検済
28	山口県	2005/05/05	点検済
29	山口県	2005/05/05	点検済
30	山口県	2005/05/05	点検済
31	山口県	2005/05/05	点検済
32	山口県	2005/05/05	点検済
33	山口県	2005/05/05	点検済
34	山口県	2005/05/05	点検済
35	山口県	2005/05/05	点検済
36	山口県	2005/05/05	点検済
37	山口県	2005/05/05	点検済
38	山口県	2005/05/05	点検済
39	山口県	2005/05/05	点検済
40	山口県	2005/05/05	点検済
41	山口県	2005/05/05	点検済
42	山口県	2005/05/05	点検済
43	山口県	2005/05/05	点検済
44	山口県	2005/05/05	点検済
45	山口県	2005/05/05	点検済
46	山口県	2005/05/05	点検済
47	山口県	2005/05/05	点検済
48	山口県	2005/05/05	点検済
49	山口県	2005/05/05	点検済
50	山口県	2005/05/05	点検済
51	山口県	2005/05/05	点検済
52	山口県	2005/05/05	点検済
53	山口県	2005/05/05	点検済
54	山口県	2005/05/05	点検済
55	山口県	2005/05/05	点検済
56	山口県	2005/05/05	点検済
57	山口県	2005/05/05	点検済
58	山口県	2005/05/05	点検済
59	山口県	2005/05/05	点検済
60	山口県	2005/05/05	点検済
61	山口県	2005/05/05	点検済
62	山口県	2005/05/05	点検済
63	山口県	2005/05/05	点検済
64	山口県	2005/05/05	点検済
65	山口県	2005/05/05	点検済
66	山口県	2005/05/05	点検済
67	山口県	2005/05/05	点検済
68	山口県	2005/05/05	点検済
69	山口県	2005/05/05	点検済
70	山口県	2005/05/05	点検済
71	山口県	2005/05/05	点検済
72	山口県	2005/05/05	点検済
73	山口県	2005/05/05	点検済
74	山口県	2005/05/05	点検済
75	山口県	2005/05/05	点検済
76	山口県	2005/05/05	点検済
77	山口県	2005/05/05	点検済
78	山口県	2005/05/05	点検済
79	山口県	2005/05/05	点検済
80	山口県	2005/05/05	点検済
81	山口県	2005/05/05	点検済
82	山口県	2005/05/05	点検済
83	山口県	2005/05/05	点検済
84	山口県	2005/05/05	点検済
85	山口県	2005/05/05	点検済
86	山口県	2005/05/05	点検済
87	山口県	2005/05/05	点検済
88	山口県	2005/05/05	点検済
89	山口県	2005/05/05	点検済
90	山口県	2005/05/05	点検済
91	山口県	2005/05/05	点検済
92	山口県	2005/05/05	点検済
93	山口県	2005/05/05	点検済
94	山口県	2005/05/05	点検済
95	山口県	2005/05/05	点検済
96	山口県	2005/05/05	点検済
97	山口県	2005/05/05	点検済
98	山口県	2005/05/05	点検済
99	山口県	2005/05/05	点検済
100	山口県	2005/05/05	点検済
101	山口県	2005/05/05	点検済
102	山口県	2005/05/05	点検済
103	山口県	2005/05/05	点検済
104	山口県	2005/05/05	点検済
105	山口県	2005/05/05	点検済
106	山口県	2005/05/05	点検済
107	山口県	2005/05/05	点検済
108	山口県	2005/05/05	点検済
109	山口県	2005/05/05	点検済
110	山口県	2005/05/05	点検済
111	山口県	2005/05/05	点検済
112	山口県	2005/05/05	点検済
113	山口県	2005/05/05	点検済
114	山口県	2005/05/05	点検済
115	山口県	2005/05/05	点検済
116	山口県	2005/05/05	点検済
117	山口県	2005/05/05	点検済
118	山口県	2005/05/05	点検済
119	山口県	2005/05/05	点検済
120	山口県	2005/05/05	点検済
121	山口県	2005/05/05	点検済
122	山口県	2005/05/05	点検済
123	山口県	2005/05/05	点検済
124	山口県	2005/05/05	点検済
125	山口県	2005/05/05	点検済
126	山口県	2005/05/05	点検済
127	山口県	2005/05/05	点検済
128	山口県	2005/05/05	点検済

図-1 データベースの入力画面

また、図-3のように、ツールの個別属性表示をクリックした後に各ポイントをクリックすると、特定の箇所の点検情報を表示することができる。

3. データの分析と更新方法

(1) 従来のデータ分析

道路防災点検箇所128の内、現場技術者の総合的評価項目である「対策が必要と判断される」（以下「要対策」）箇所は46箇所、「防災カルテを作成し対応する」（以下「カルテ作成」）箇所は47箇所、「特に新たな対応を必要としない」（以下「対策不要」）箇所はそれぞれ35箇所であった。それぞれの箇所の全体に対する割合を示したものを表-1に示す。

次に、要対策・カルテ作成・対策不要をそれぞれ5・3・1点と点数化し、評点との関係を整理した結果を図-4に示す。図から、評点が高いほど対策の必要性は高くなるものの、評点だけで判断しているわけではないこともわかる。すなわち、対策の必要性の判断は現場技術者の判断より評点とは直接対応せず、そのため、100点と

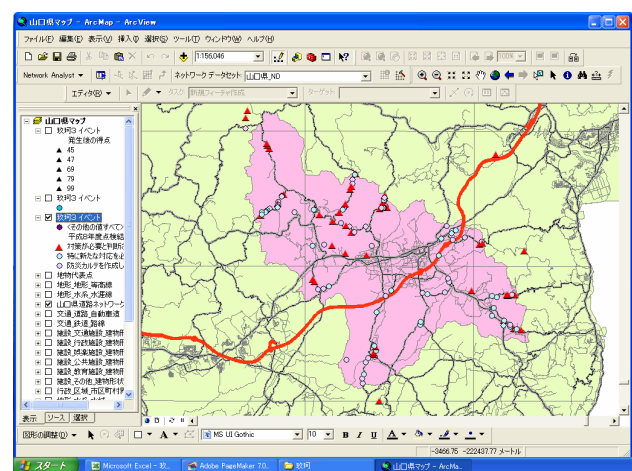


図-2 点検箇所表示画面

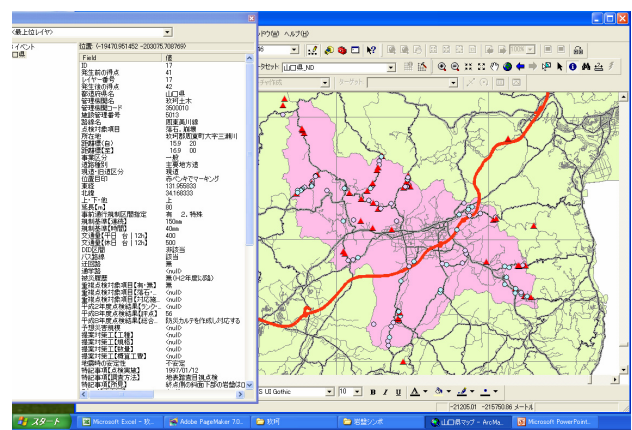
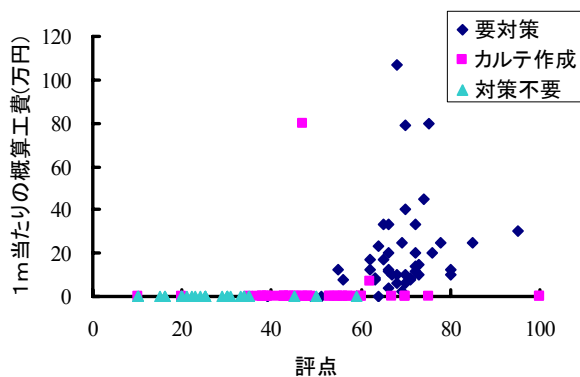


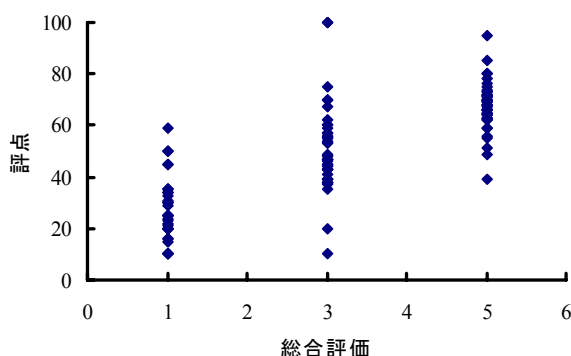
図-3 点検箇所表示画面

表－1 総合評価別割合

総合評価	箇所数	割合(%)
要対策	46	35.9
カルテ作成	47	36.7
対策不要	35	27.3



図－4 評点と総合評価の関係



図－5 評点と概算工費の関係

いう高得点でもカルテ作成としている箇所も見受けられる。

次に、この評点と1m当たりの概算工費との関係を図－5に示す。図から明らかなように、評点が60点以上になると、対策工の実施にコストが発生することがわかる。また、同じ要対策箇所で開催される場合においても工法の違いによりコストが大きく変化することもわかる。

(2) GISを用いたデータ分析

これまでの分析では、総合評価と評価点および対策コストとの関係はある程度明確にできたが、具体的にどの箇所を優先的に対策するかに関する検討は難しい。

そこで、本研究では被災する危険性が高い箇所、被災による影響が大きい箇所を描出するため、前者はデータ項目の

①評点・・・平成8年度道路防災総点検(豪雨・豪雪)中

に記されている安定度調査表に基づいて算出した点(100点満点評価で100点に近いほど危険性が高い)

- ②被災履歴・・・過去にその箇所では被災したかの有無
 - ③総合評価・・・上記に示したとおり、主に評点を基準にし「要対策」「カルテ作成」「対策無し」を判断したもの
 - ④概算工費・・・提案対策工での、予想災害規模に対する工費
 - ⑤延長・・・調査箇所の延長
- を用い、④、⑤についてはその値を用い、1m当たりの概算工費を算出した。後者は、
- ① 平日・休日の交通量・・・平日・休日とも半日に車両が何台通行したかの台数
 - ② バス路線・・・バスの走行路線に該当しているかどうか
 - ③ 迂回路・・・迂回路の有無
 - ④ DID区間・・・人口集中地区ともいい、国勢調査結果において、市町村の区域内で人口密度の高い調査区が互いに隣接して、その人口が5000人以上となる沿道状況の道路

の項目を用い、それぞれに危険性が高いほど高得点となるよう、点数化を試みた。この点数化においては、被災履歴のある箇所を被災していないと仮定し、その箇所の合計点が上位にくるよう、各項目に点数を配分し、その合計で順位付けするという方法で行った。以下にその配分式を示す。

式(a)は被災危険度、式(b)は被災影響度を算出する式であり、百点満点で百点に近づくほど危険度が高いと判断されるものである。式からわかるように、式(a)は各項目にそれぞれ25点を配分し、評点は百点満点で付けられているので1/4とし、被災履歴は被災していれば、その対策が施されているため、有りが-25点、無しが25点とした。総合評価では、要対策・カルテ作成・対策無しをそれぞれ25点・15点・5点とし、1m当たりの概算工費は最も高額な工費を25点とし、点数付けを行った。

式(b)では交通量の項目に重点を置き、最も多い交通量(平日)を45点換算し、最も多い交通量(休日)を15点換算した。また、DID区間は該当・非該当を、5点・0点、バス路線は該当・非該当を、20点・0点とし、迂回路は有り・無しを、それぞれ0点・15点とした。

$$\begin{aligned}
 \text{被災危険度} &= \frac{\text{評点}}{4} + \text{被災履歴} \begin{pmatrix} \text{有り} : -25 \\ \text{無し} : 25 \end{pmatrix} \\
 &+ \text{総合評価} \begin{pmatrix} \text{要対策} : 25 \\ \text{カルテ} : 15 \\ \text{対策無} : 5 \end{pmatrix} + 1\text{m当たりの概算工費}(25\text{点換算})
 \end{aligned}$$

(a)

$$\begin{aligned} \text{被災影響度} = & \text{交通量(60点換算)} + \text{D I D 区間} \begin{pmatrix} \text{該当 : 5} \\ \text{非該当 : 0} \end{pmatrix} \\ & + \text{バス路線} \begin{pmatrix} \text{該当 : 20} \\ \text{非該当 : 0} \end{pmatrix} + \text{迂回路} \begin{pmatrix} \text{有り : 0} \\ \text{無し : 15} \end{pmatrix} \end{aligned}$$

(b)

式(a)から順位付けした、この点数化により被災する危険性が高いと評価される箇所の上位 20 位までを表-2 に示す。この表をもとに GIS 上に、危険性が高い箇所を表示した結果が図-6 である。この図から、被災する危険性が高い地域は周東町の北部、東部に点在していることがわかる。またより詳しく特定すると、北部では蓮華山を通る相ノ谷と物見ヶ岳を通る田代～根笠にかけての

表-2 算出した危険箇所の順位

順位	レコード番号	得点
1	20	75
2	95	71
3	125	65
4	9	62
4	127	62
6	54	61
6	39	61
8	37	60
8	90	60
10	66	59
10	51	59
10	11	59
13	33	58
13	77	58
13	40	58
13	56	58
17	29	57
17	59	57
17	62	57
20	126	56
20	32	56
20	8	56
20	31	56
20	45	56
20	76	56
20	60	56

2本の道路であり、東部では高照寺山を通る、別東～畑と末東～寺迫の道路である。これらの道路は山間部通っており、急な斜面が多いことが原因の一つとして考えられ、このことから危険性が高いと判断されたといえる。

次に式(b)から算出した、後者の被災影響度の上位20位までを表-3 に示す。この表をもとにGIS上に、影響度が高い箇所として表示したものが図-7 である。この図から、斜面災害の影響度が高い地域は周東町の中中部、玖珂町の東部である。またより詳しく特定すると、周東町では小畑、西長野付近玖珂町ではきんめいじ駅付近の道路である。これらの道路は、町の中心部や駅とをつなぐものであるため、被災による影響が高いと考えられる。

今回用いた玖珂土木のデータの全128箇所の内、実際に被災があったのは4箇所で、その内訳をは表-4 に示す通りであった。この表から、評点が高く、要対策の箇

表-3 算出した危険箇所の順位

順位	レコード番号	得点
1	114	99
1	115	99
1	24	99
1	25	99
1	26	99
6	113	79
7	28	69
8	2	47
8	3	47
8	4	47
11	19	45
11	20	45
11	21	45
11	22	45
11	112	45
11	5	45
11	6	45
11	7	45
11	8	45
11	9	45
11	10	45
11	91	45
11	94	45
11	121	45

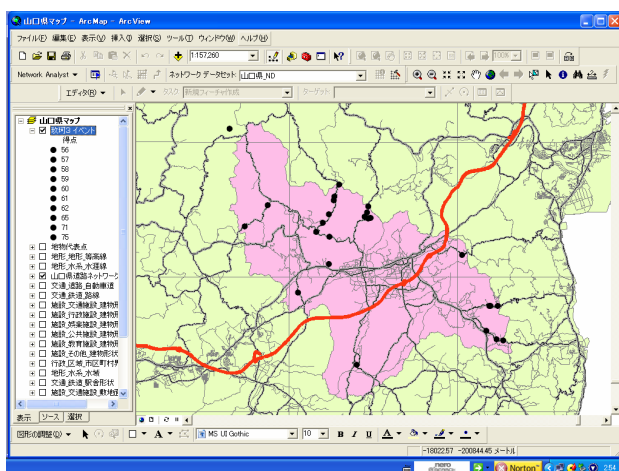


図-6 被災する危険性が高い箇所

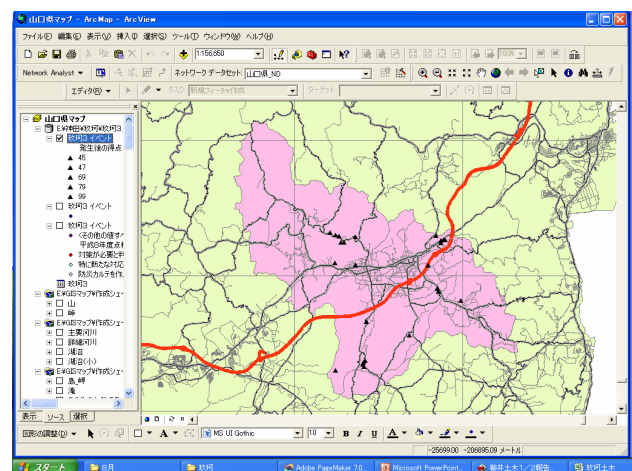


図-7 被災後の危険性が高い箇所

表－4 被災箇所割合

	被災履歴有り	全体に対する割合(%)
対策が必要	3	2.3
防災カルテ	0	0.0
対策不要	1	0.8

所が4か所中の3か所を占めているが、一方で、評点が低く、対策なしでも被災しているものもあり、評点が低いからといって、一概に安全であるとはいえない。

しかし、用いたデータでは被災した箇所が少なく、十分に分析ができたとはいえない。従って、より多くのデータ（例えば山口県全域）を用いて、データベース化を行い、分析を実施する必要がある。

(3) データの更新方法

データを紙媒体で保管していたのではデータの蓄積・活用・検索が効率的ではなく、保管に際しても劣化するなどの問題点が生じていたが、本研究で道路防災総点検の電子データベースとして再構築する効果はある程度明らかとなった。しかし、データを蓄積・更新することが重要で携帯端末などを利用した現場での点検データの更新が考えられる。これは、点検データを打ち込む作業を簡略化できるだけでなく、現場で把握した変状状態を速やかに記録することができるなど利点は多い。

4. 結論

斜面对策工は岩盤斜面の安定性を絶えず、確保・維持していくため、斜面の状態と耐久性・対策工の設置状況を、「点検」「調査」により経年にわたって把握し、必要に応じて適切な「対策」を講じていくことが重要である。特に、効率的な維持管理を行うには斜面情報を単純に記録に保管するだけでなく、電子化しデータベース化し、後の点検、調査、対策の中で維持・更新する事が必要である。

その適用例として、本研究では、その例として紙媒体である山口県の道路防災総点検結果（玖珂土木）を、斜面点検データベースとして構築、地図情報システムとの関連付けを行った。その結果、以下の活用が可能となった。

- ①データベース化することにより、斜面情報の維持管理が容易で、情報の劣化がなくなる
- ②斜面の状態の変化をチェックし、その場での修正・更新が可能となる
- ③データを迅速に検索でき、斜面履歴も簡単に調べることが可能となる

加えて、斜面の防災マップ作成を目指して、GISと斜面データベースをリンクさせ、地図上に斜面情報の表

示・分析を行うことも可能となったことから、

④GISを用いることにより、視覚的に危険性の高さや危険な場所が判断できるようになる

また今回行った分析方法により、被災する危険性が高い箇所、被災後に危険性が高い箇所の特定ができた。このような地域に密着した情報は、電子化することにより、その地域に住む人々の防災意識や危機管理の向上を図ることができる考える。

謝辞：本研究を実施するにあたり、斜面点検データをつかせていただいた、山口県土木建築部道路維持課に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 網村 憲輝, 中山 智裕, 進士 正人「地図情報を援用した既設トンネル維持管理システム」平成 18 年度土木学会中国支部研究発表会概要集, pp. 465-466, 2006 年 6 月.
- 2) 中山 智裕, 網村 憲輝, 進士 正人「GIS を援用したトンネル維持管理の効率化に関する研究」土木学会第 61 回年次学術講演会講演概要集, VI-125, 2006 年 9 月.
- 3) 伊野 勝和, 中山 智裕, 進士 正人, 「地理情報システム (GIS) を用いた斜面点検結果のデータベース化」平成19年度土木学会中国支部研究発表会概要集, pp. 403-404, 2007 年 6 月.

HAZARD ESTIMATION FOR ROCK SLOPE BY USING THE SLOPE CLASSIFICATION DATABASE

Noriko KANDA,Masato SHINJI

It is important to understand the installation situation of conditions and durability・prevention so that slope failure prevention may secure and maintain the stability of rock slope for years by "Check" and "Investigation" and to do appropriate if necessary "Measures". Especially, the thing made easy it not only keeps in the record but also to make slope information a data base simply, and to use in the following check, the investigation, and measures is necessary for efficient maintenance. In this research, a inspection result of road disaster of Yamaguchi Prefecture that was the paper medium as the example was made as a inspection for slope failure d ata base, and related to GIS.