

道路防災点検における定量的な危険度評価システムの高度化に関する提案

QUANTITATIVE EVALUATION OF THE SOUNDNESS AND MAINTENANCE PRIORITY OF DAMAGED ROAD FACILITIES

原田 紹臣
Norio HARADA
京都大学大学院農学研究科
(三井共同建設コンサルタント株式会社)
harada3@kais.kyoto-u.ac.jp

Introduction

■道路防災技術の海外への技術移転に向けて

昭和43年8月に発生した一般国道41号の飛騨川バス転落事故(104名死亡)¹⁾を契機に道路防災点検が開始され、現在もなお、引き続き実施されている。一方、海外の発展途上国においても、我が国における道路防災技術の適切な技術移転が望まれている。

我が国での道路防災点検における危険度評価システムは、安定度調査表(図-1)²⁾を用いて、対象箇所毎における現地状況に応じた対応方針がそれぞれ決定されている。ただし、これらの評価配点(図-1)は初期において試行的に設定されて以来、これまで一度も見直しがされていない。

そこで、本研究ではこれまで蓄積されてきた危険度評価結果の一部を用いて、対応方針(表-1)と最終評点(図-1)との関係について感度分析により、現行における評価システムの妥当性について考察する。次に、欧州における橋梁アセットマネジメント手法を基にした筆者らの先行研究⁶⁾を参考に、既往の安定度調査結果を対象にした統計解析により、対応方針の意思決定経緯を明確にした定量的な危険度評価システムを提案する。

地球温暖化の影響を受けて近年多発する土砂災害(写真-1)



道路防災点検の危険度評価時に運用されている安定度調査表様式の例²⁾(図-1)

表-10 安定度調査表(様式)

項目	評価	配点	備考
横断排水	良好	10	
地下水	良好	10	
基礎地盤	良好	10	
渓流状況	良好	10	
河川水	良好	10	
盛土材	良好	10	
盛土変状	良好	10	
対策効果	良好	10	
合計		100	

各要因と評価配点

最終評点(定量的な評価値)

対応方針の意思決定

Evaluation

■現行の危険度評価システムに関する妥当性検証

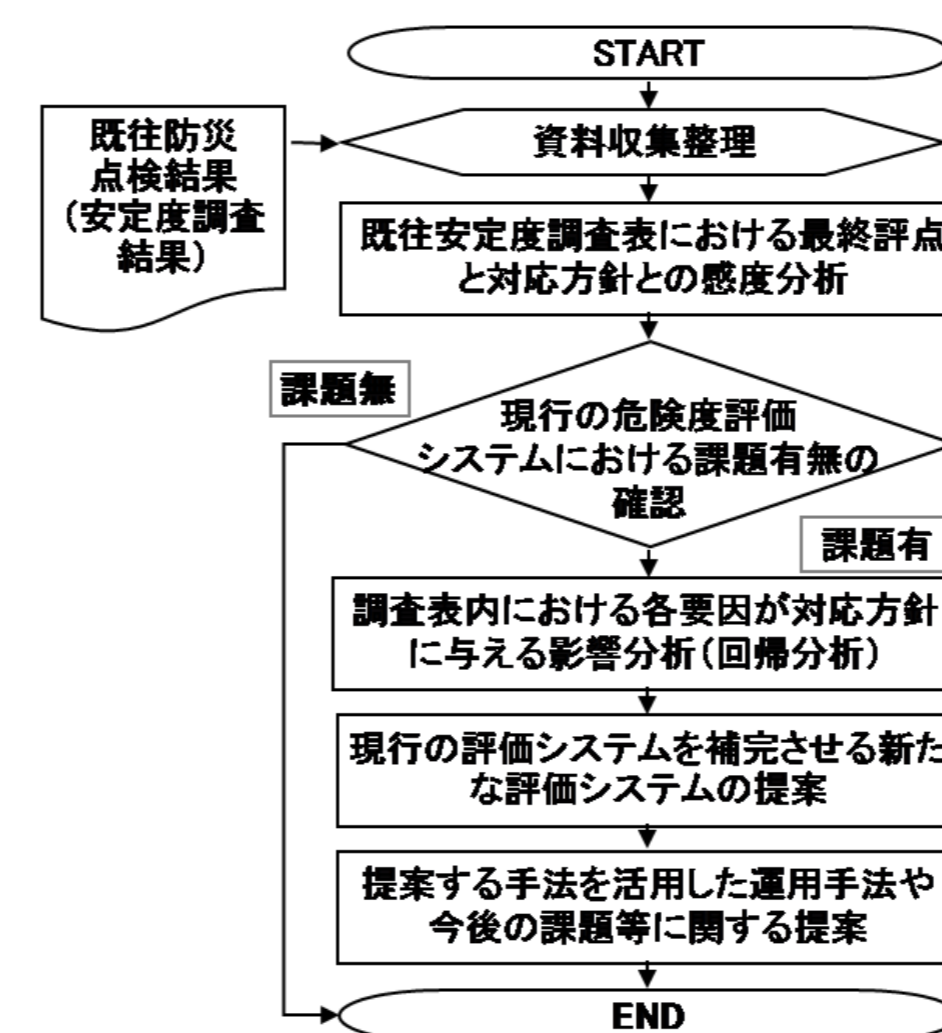
これまで道路防災点検時に運用されてきた現行の危険度評価システム(安定度調査表)の適用性や妥当性について考察するため、比較的に多くの災害が報告されているある管内における全道路(幹線道路)を対象に、これまで実施されてきた安定度調査

結果(主に、平成8年や平成18年に実施された結果;有効調査表数 404)を用いて分析し検証する。

点検箇所毎の危険度評価(安定度調査)における最終評点と対応方針(表-1)との関係に関して、現象毎に分析した結果を図-3に示す。図-3に示されるとおり、一部の現象(地すべり)を除いて、全体として関係性が低い結果であることが確認された(一般的に、相関係数は0.7以上で相関が高い)。これらの要因は、各点検者間や点検団体間において危険度評価水準の傾向が異なっていることに影響を受けていることによるものと考えられる。

以上の結果より、対象管内において運用されている安定度調査表(図-1)に関して、対応方針と最終評点との関係性を高めるための更なる高度化(工夫)が必要であることが確認された。

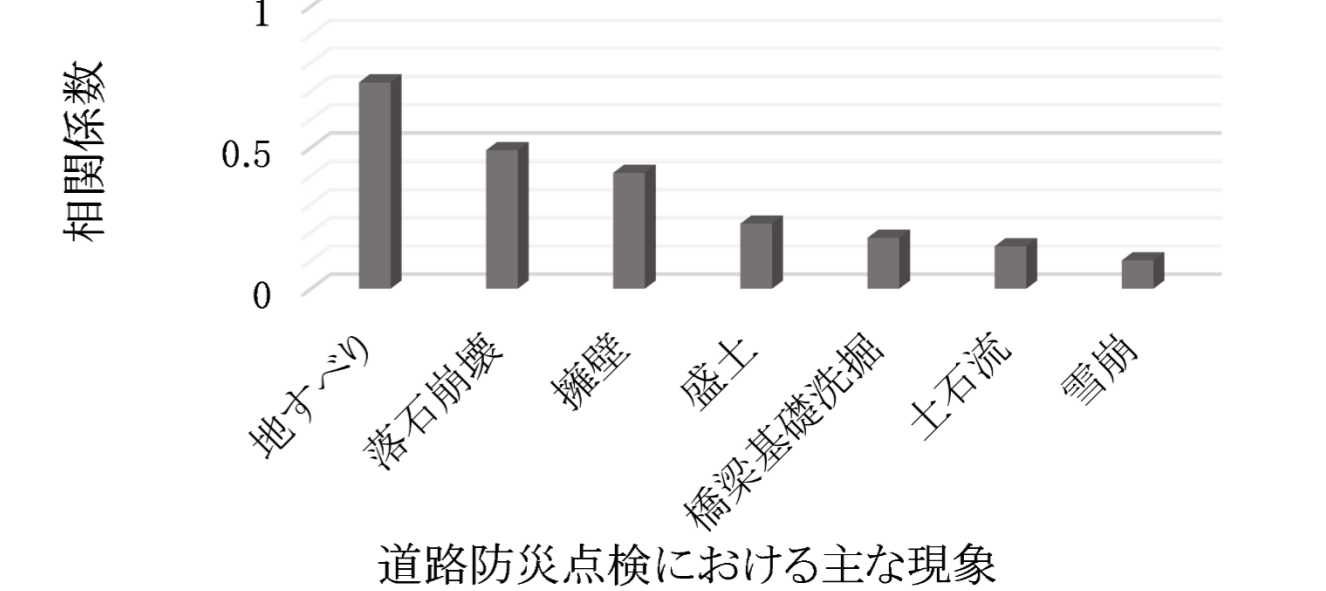
本研究の流れ(図-2)



危険度評価(安定度調査)における対応方針とそれらに対応した本稿における表記(表-1)

対応方針	本稿における
対策が必要とされる。	要対策
防災方策を作成し、対応する。	経過観察
特に新たな対応を必要としない。	対応不要

各現象における最終評点(安定度調査表)と対応方針(意思決定結果)との関係(図-3)



Proposal

■現行評価システムの高度化に関する提案

現行の安定度調査表(図-1)の更なる高度化に関して、前述で用いた同様の既往安定度調査結果(ただし、盛土)を活用して、新たに提案するものとする。安定度調査表(図-1)において記載されている現地での点検結果(変状)や、災害や変状に対して直接的に影響を与えようと考えられる主な各要因(説明変数)を表-2に示す。表-2に示されるこれらの要因は、これまで、我が国において蓄積されてきた技術知見²⁾に基づくものであるため、これらの要因の選定に関する妥当性については特に問題が無いと考えられる。そこで、安定度調査表(表-2)において設定されている各要因における各評価配点の重みに関して、対応方針に対して設定した定量価値(要対策:100、経過観察:50、対策不要:0)への影響度について、重回帰分析により検討する。

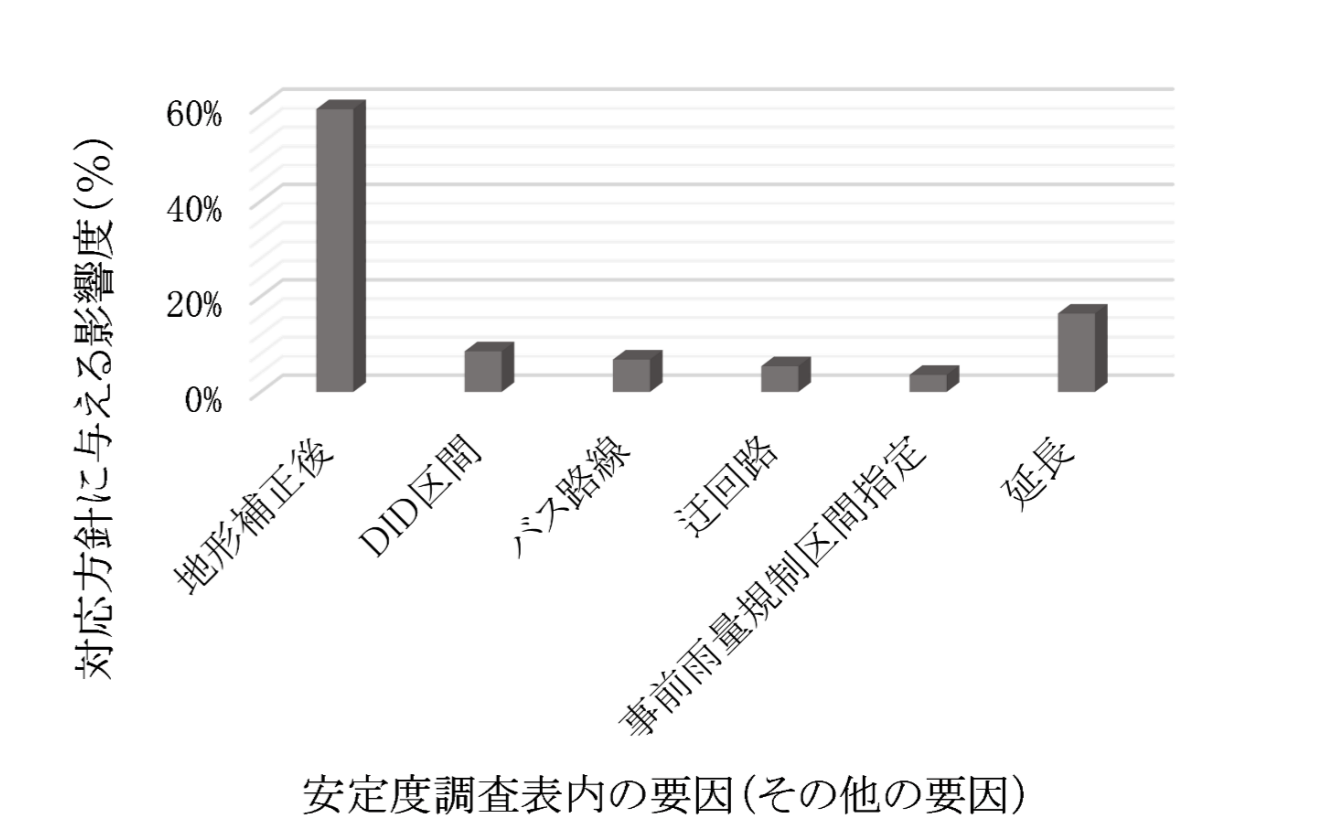
既往の各要因が対応方針(表-1)に与える影響(重み)の違いと現行の安定度調査表における各評価配点の重みの割合との対比を図-4に示す。図-4に示されるとおり、現行における危険度評価システムでは、対応方針の意思決定に関して、盛土変状の要因(表-2)に対して最も着眼されている。しかしながら、実際に運用されている点検や危険度評価においては一部異なっており、現地で把握された盛土の変状が最も対応方針に影響を与えていることが新たに分かった。一方、近年に発生した盛土崩壊の機構³⁾において、重要な要因の一つとして報告されている「盛土材料」は、実際の道路防災点検時の危険度評価に際して、あまり重要視されていないことが分かった。ただし、「盛土材料」に関しては、一般的に過去における施工の履歴や情報が管理されていないことも多く、現地での点検だけでは盛土材料の特定が困難であり、今後における課題であると考えられる。なお、本重回帰分析の有意度は 1.0×10^{-7} (一般的に、 1.0×10^{-2} 未満で有意である)で、相関係数は0.75(>0.7)であった。

次に、本重回帰分析より得られた対応方針(表-1)に対して影響を与えようと考えられる説明変数(表-2)に関して変数減少法により精査し、説明変数(各要因や社会的条件)と目的変数(対応方針)との関係に対応した新たな定量的な評価システム(重回帰式1, 2)を提案している。

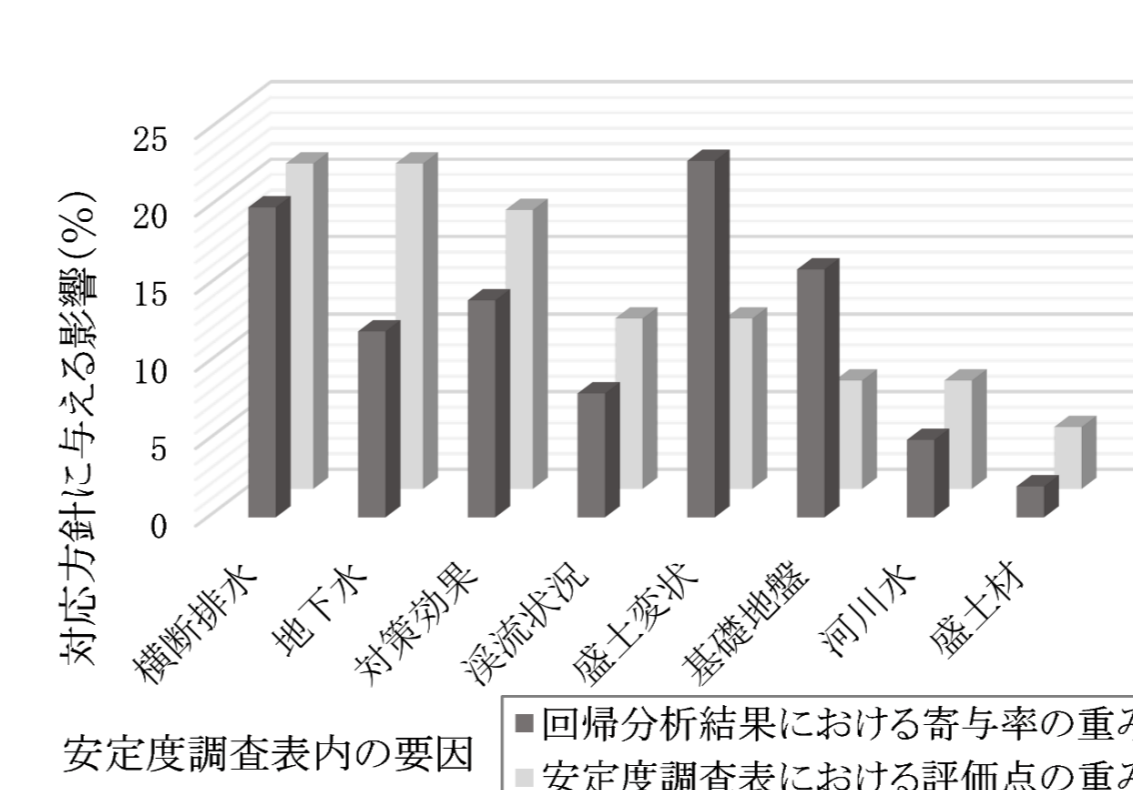
安定度調査表(盛土)における主な要因(説明変数)²⁾(表-2)

説明変数	概要
横断排水	盛土を横断する排水施設の異常が盛土崩壊等に影響を与えることが多いため、排水機能等により評価
地下水	地下水や表面水の浸透による盛土法周部のすべり等が多いため、排水施設や地山の湿潤状況等により評価
基礎地盤	盛土基礎が軟弱地盤や移動土塊等の場合、降雨時に変形等が生じるため、安定地盤の有無等により評価
渓流状況	渓流横断部での土石流による被害が最も多いため、横断する渓流内の土砂堆積状況等により評価
河川水	盛土のり面において、河川の流水による影響を受けて浸食するため、河川と盛土との位置関係等により評価
盛土材	盛土材はその性質により雨水の侵食を受けやすいもの等があるため、その材料の種類により評価
盛土変状	現地で確認された法面のほらみだしや擁壁の亀裂、盛土天端の路面におけるクラックや陥没等により評価
対策効果	災害要因に応じた対策状況により評価

防災対策箇所の規模や社会的要因等の違いが対応方針に与える影響度の割合(図-5)



安定度調査表における各要因の重みと分析により得られた実際の対応方針決定時に考慮されている重みの違い(図-4)



新たな定量的な評価システム(重回帰式1, 2)

$$y_1 = 16a + 8.4b + 36c - 3.3d + 4.0e + 6.1f - 48$$

$$y_2 = 1.1A + 17B + 7.0C + 8.8D + 5.7E - 0.02F - 19$$

ここに、 y_1 は目的変数(対応方針)の評価値(0~100: 評点が高くなるに伴って危険度が高い)、 a は「盛土変状(表-2)の有無(現行における安定度調査表における各評価配点を使用、以降同じ)、 b は「渓流の状況」の「横断排水(施設の現状)」、 c は「基礎地盤」、 d は対策効果(対策工の評価)、 e は「地下水(地下水や表面水の盛土への影響)」、 f は「渓流の状況」の「渓流状況」である。また、 y_2 は社会的要因等も考慮した最終評点、 A は上式で得られる y_1 (補正後の要素)、 B はDID区間の該当有無(該当:2.0、非該当:1.0)、 C は入交路線区間の該当有無(該当:2.0、非該当:1.0)、 D は迂回路の有無(該当:2.0、非該当:1.0)、 E は事前雨量規制区間の該当有無(該当:2.0、非該当:1.0)および F は規模(対象路線延長: m)である。

Conclusion

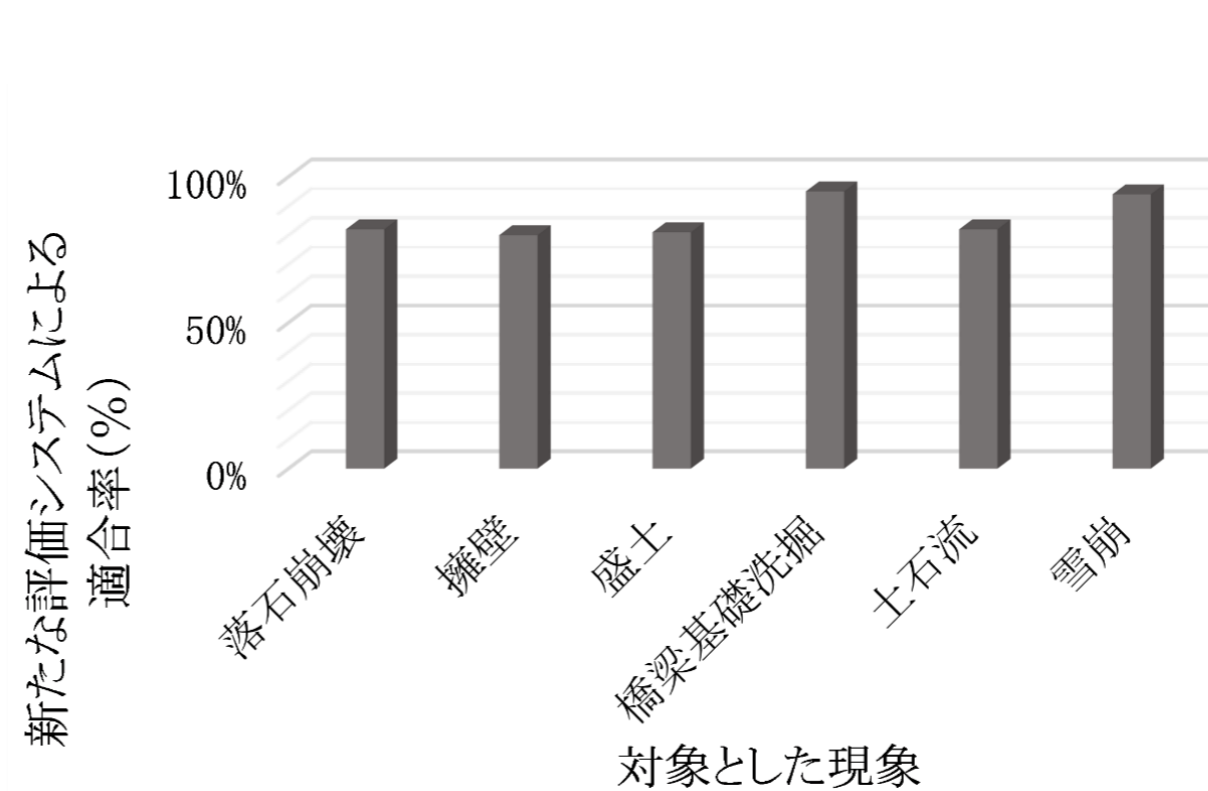
■新たな危険度評価システムの運用方法に関する提案

上記までの既往安定度調査結果を用いた分析によって得られた社会的要因等も考慮した新たな評価システムの妥当性(適合性)に関して、その他の現象についても検討した結果を図-6に示す。図-6に示されるとおり、各現象とも概ね8割程度以上の適合率が確保されていることが分かった。なお、適合しなかつた

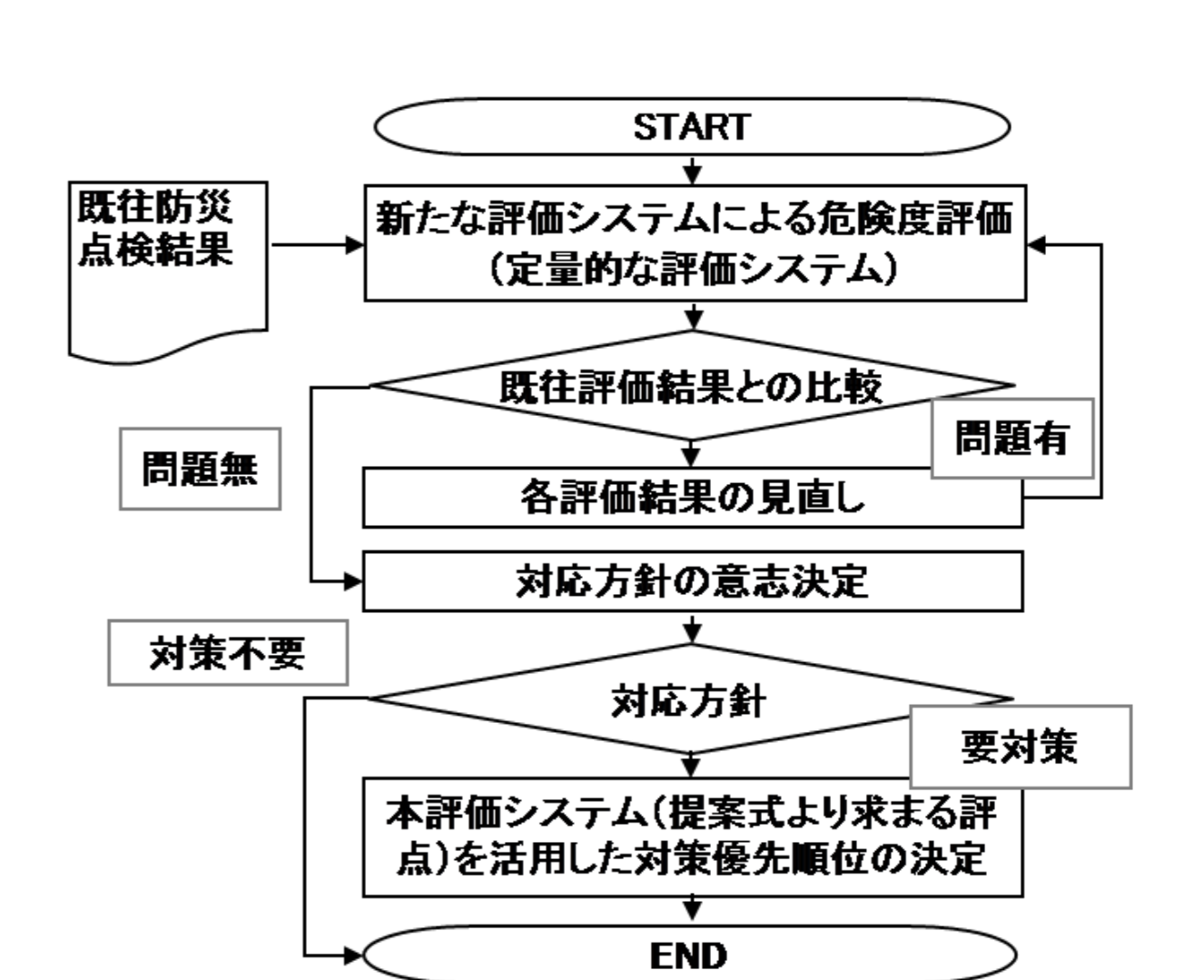
った主要な要因として、点検や安定度調査表の作成時における人為的エラー(例えば、対応方針決定に関する補足説明記事と評価配点加算との不整合)が確認された。これより、今回提案する評価システムは、安定度調査結果の精査においても有効な手段であると考えられる。また、適合しなかつたその他の要因として、対策効果に対する点検技術者間における評価水準の違いや、安定度調査表において考慮されていない新たな変状種類(例えば、斜面吹付モルタルの劣化)への対応に関して適合していないことが確認された。今後、これらの課題について、改良が望まれる。

これまで提案してきた新たな危険度評価システムの運用方法を図-7に提案する。提案する安定度調査表を用いて危険度(安定度)について評価し、得られた最終評点により、防災対策工事の対策優先順位について決定し、随時に工事を実施していくことが望まれる。

新たな評価システムによる各現象における対応方針との適合率(図-6)



新たに提案する危険度評価システムの運用方法(図-7)



Reference

- 1) 西畑勇夫: 飛騨川バス転落事故判決と公共施設の安全性, 土木学会誌, vol.60(5), pp.58-62, 1975.
- 2) 国土交通省: 点検要領, 道路防災点検の手引き(豪雨・豪雪等), 財団法人 道路保全技術センター, 2009.
- 3) 鶴田 舞・日下部毅明: 実用的な道路防災事業効果評価手法の開発, 土木技術資料, vol.48(12), pp.36-41, 2006.
- 4) 高木宗男: 東名牧之原地区における盛土のり面災害の実態, 地盤工学シンポジウム論文集, vol.55, pp.193-196, 2010.
- 5) 宮下祐介・村中和也・木村定雄: 地域道路リスクマネジメントのためのデータベース構築, 第63回年次学術講演会, pp.4-249-4-250, 2008.
- 6) 原田紹臣・小杉賢一朗・里深好文・水山高久: 老朽化した砂防関係施設の健全度及び対策優先度に関する定量的な評価手法の提案, 河川技術論文集, vol.21, pp.183-188, 2015.