

## 学 位 論 文 内 容 の 要 旨

学位論文題目	高速道路に対する溪流危険度評価と現地詳細調査に基づく計画流出土砂量に関する研究 (A Study on Risk Assessment of Mountain Stream for Expressways and Designed Sediment Discharge based on Detailed Field Survey)
氏 名	村上 豊和
<p>近年、梅雨前線の活発な活動や急激な積乱雲の発達などにより局地的集中豪雨の発生件数も、年々増加傾向をたどっており、局地的集中豪雨から引き起こる土砂災害件数も、土石流災害を含め全国的に増加傾向にある。このように気象条件が変化するなか、我が国の高速道路には、土石流が発生する可能性のある溪流を横過する箇所が多く存在し、その延長は今後も伸びていく。土石流は、のり面や斜面の崩壊に比べ流出する土砂量がはるかに多く、ひと度土石流が発生すると長期間の通行止めや復旧作業の長期化など高速道路の機能を著しく阻害する。近年では、平成21年7月21日、梅雨前線活動の活発に伴う集中豪雨により、山口県西部を中心に住宅などの浸水や道路への土石流の流れ込みによる土砂災害が多数発生した。この中には、高速道路に影響を及ぼしたものもあり、土石流等の土砂流入災害に対して高速道路の安全性の確保が課題となっている。このような高速道路に影響を及ぼすと考えられる溪流に対して十分な対策を講じることが必要であるが、その数は膨大であることから、効率的な調査であり、また、危険な溪流についてはより詳細な現地調査の必要性がある。そのため、危険溪流を事前にある程度絞り込むための評価手法が必要となる。以上のことから、本研究では、現地調査を効率的に進めるため、既往の資料調査に基づいて、高速道路への影響度を評価し、現地調査の優先度付けを行う資料調査に基づく溪流危険度評価を検討した。本研究では、高速道路と溪流の横過形式による被災のし易さや地形、地質による土石流の発生し易さに着目し検討した。この資料調査に基づく溪流危険度評価を西日本高速道路(株)中国支社管内の約1,000kmの高速道路沿線の溪流に対して実施した結果、4,037溪流を5つのカテゴリー区分に分類し、現地詳細調査を行う1,186溪流を抽出し、現地調査の優先度付けを行うことができた。また、資料調査に基づく溪流危険度評価の妥当性を確認するため、5つのカテゴリー区分後、西日本高速道路(株)中国支社管内における過去の土石流災害発生箇所との関連性について整理した。過去の災害履歴については、資料調査に基づく溪流危険度評価において、地質特性による溪流評価の検討時に用いた災害履歴の時期に合わせて、昭和61年～平成21年の災害までの約25年間の災害記録より、「自然斜面・土石流災害」に該当する13溪流について、関連性を確認した。その結果、資料調査に基づく溪流危険度評価において、最も危険なカテゴリーに位置づけたカテゴリー区分①(84溪流)に該当する溪流が1災害、次に危険としたカテゴリー区分②(1,102溪流)に該当する溪流が12災害となり、カテゴリー区分②以上に過去に災害が発生した溪流全てが該当する結果となった。よって、カテゴリー区分②以上に該当する1,186溪流については、局地的大雨や集中豪雨での異常降雨の際には、土石流災害の発生の可能性があり、高速道路へ影響を与える可能性がある溪流と考えられ、このことから、資料調査に基づく溪流危険度評価に用いた条件及び特性は、今後の現地調査箇所の優先度付けを行うことに対して、妥当であることを示した。</p> <p>また、溪流危険度評価を行うにあたり、基本的な事項となる計画流出土砂量の算定において、溪流内の浸食深さと侵食幅の想定は特に重要となる。資料調査段階では、現地詳細調査を行っていないため、各県の砂防課等から収集した土砂災害防止に関する基礎調査(区域調書)及び土石流危険溪流及び土石流危険区域調査要領(案)の基づいて作成された土石流危険溪流カルテから各県毎、谷次毎の浸食幅と浸食深さを算出した。</p>	

本研究では、西日本高速道路(株)中国支社管内約 1,000km の高速道路沿線にあり資料調査に基づく溪流危険度評価により抽出した溪流に対して、現地詳細調査を行った結果から、県別および地質別の侵食特性について把握し、今後の土石流の危険溪流調査に活用できる溪流の侵食深と侵食幅の想定基準値を提案するものである。検討の結果、資料調査で算出した計画流出土砂量に対し、提案した侵食想定基準値を用いた計画流出土砂量の方が、実際の現地少佐調査結果による計画流出土砂量に近い値を示す結果となった。また、その傾向は、県別より地質別の方がより強くなることが確認されたことから、本研究では、地質別による侵食想定基準値を提案するものである。

あわせて、現地詳細調査後の危険度評価は、国道等で一般的に実施されている道路防災総点検「安定度調査表（土石流）」と併せて、高速道路への影響度が判断できる溪流危険度評価を提案した。この手法は、土石流発生時に土砂等が高速道路へ達し影響を与える際、想定される事象から評価項目を整理しフロー形式で評価することで、高速道路への影響が高いか低いかについて判断できるものである。

この高速道路への影響評価による危険度評価の結果、高速道路への影響が高いと判断した溪流が 1,106 溪流のうち 780 溪流（71%）、高速道路への影響が低いと判断した溪流が 326 溪流（29%）となり、約 70%まで危険な溪流を絞り込むことが出来た。

# 学位論文審査の結果及び試験，試問の結果報告書

## (論文博士用)

山口大学大学院理工学研究科

報告番号	理工博乙 第 0142 号	氏名	村上 豊和
最終試験担当者	主査 中田 幸男 審査委員 鈴木 素之 審査委員 榎原 弘之 審査委員 吉木 憲正 審査委員 森 啓年		
<b>【論文題目】</b>			
高速道路に対する溪流危険度評価と現地詳細調査に基づく計画流出土砂量に関する研究			
<b>【論文審査の結果及び試験，試問の結果】</b>			
<p>局地的集中豪雨から引き起こる土砂災害件数が増加傾向にある。この中で、土石流災害は、のり面や斜面の崩壊に比べ流出する土砂量のはるかに多く、ひと度発生すると周辺地域の生活や経済等に及ぼす社会的影響も大きく、人的災害につながることもある。高速道路は、土石流が発生する可能性のある溪流を横過する箇所が多く存在し、効率的かつ効果的な調査手法が必要である。また、溪流危険度評価を行うにあたり、基本的な事項となる計画流出土砂量の算定において、溪流内の侵食深さと侵食幅の把握が特に重要となる。本研究では、土石流災害に注目して、高速道路への影響を考慮できる溪流危険度評価の手法を検討した。この手法は、高速道路と溪流の横過形式や土砂の移動形態による被災のし易さ、急峻な地形と脆弱な地質という素因による土石流の発生し易さに着目し提案している。また、現地詳細調査を行った結果から、地質別の侵食特性について把握し、侵食想定基準値を提案した。</p> <p>本論文は、全5章で構成される。</p> <p>第1章 序論</p> <p>第2章 資料調査に基づく溪流危険度評価</p> <p>第3章 現地詳細調査に基づく高速道路への影響評価</p> <p>第4章 現地詳細調査に基づく計画流出土砂量の算出</p> <p>第5章 結論</p> <p>第1章では、高速道路の管理段階における区域外からの土砂流入災害に対する現状と課題を示し、危険な溪流を判定する手法や溪流現地調査手法の過去の事例と研究について述べ、本研究の目的と意義を明確にした。</p> <p>第2章では、資料調査に基づく溪流危険度を評価する手法を、高速道路と溪流の交差形状による被災のし易さや地形や地質による土石流の発生し易さに着目して検討した。この手法を中国地方の約</p>			

1,000km の高速道路沿線の溪流に対し実施し、4,037 溪流を5つのカテゴリーに分類することができた。また、提案する手法の妥当性を確認するため、過去の自然斜面・土石流災害の発生箇所と今回の溪流危険度評価の結果との関連性について整理した。この結果、最も危険なカテゴリー①に該当する溪流が 1 災害、次に危険としたカテゴリー②に該当する溪流が 12 災害となり、カテゴリー②以上に全てが該当する結果となった。このことから、資料調査に基づく溪流危険度評価に用いた条件及び特性は、今後の現地詳細調査箇所の優先度付けを行うことに対して、妥当であることを示した。

第3章では、土石流発生時に土砂等が高速道路へ達し影響を与える、想定される事象について評価項目を整理し、高速道路への影響評価の手法の取りまとめを行った。現地詳細調査を行った全 1,106 溪流のうち、高速道路への影響が高いと判断した溪流が 780 溪流、低いと判断した溪流が 326 溪流となり、約 70%まで高速道路へ影響を与える可能性の高い溪流を絞り込むことが示した。

第4章では、現地詳細調査結果に基づいて、溪流危険度評価に用いた溪流内不安定土砂の侵食深さと侵食幅を評価した。また、中国地方の地質別と県別の侵食深さと侵食幅の谷次数毎の侵食想定基準値を検討した。その上で、資料調査で算出した計画流出土砂量と、検討した侵食想定基準値を用いた計画流出土砂量を比較した。その結果、計画流出土砂量の算出には、地質別想定基準値を用いることでより精度の高い溪流危険度評価および高速道路への影響評価ができることを示した。

第5章は、各章で得られた知見をまとめ、結論とした。

公聴会での主な質問内容は、

- ・砂防法および土砂災害防止法における公共施設の位置づけ
- ・溪流評価において採用とした土質区分について
- ・溪流危険度評価における評価項目に対する重みの考え方について
- ・西日本豪雨で発生した土石流と盛土の評価について
- ・溪流幅の谷次数への依存性および地質依存性について
- ・移動可能土砂量の地質依存性の要因について

いずれの質問に対しても発表者から十分な回答がなされた。

以上より、本研究は、高速道路に対する溪流危険度評価と現地詳細調査に基づく計画流出土砂量に関して多くの知見を与え、独創性、信頼性、有効性、実用性ともに優れ、博士（工学）の論文に十分に値するものと判断した。

論文内容及び審査会、公聴会での質問に対する応答などから、最終試験は合格とした。

なお、関連論文の発表状況は以下のとおりである（関連論文2編）。

- 1) 村上豊和・下野宗彦・中田幸男：高速道路に影響を与える土石流危険溪流の資料調査に基づく評価手法、地盤と建設, Vol.34, No.1, pp19-27, 平成28年12月。
- 2) 村上豊和・下野宗彦・柳迫新吾・中田幸男：現地調査による地質毎の移動可能土砂量および侵食特性の統計的評価、土木学会論文集C（地圏工学）, Vol.75, No.1, p.1-14, 平成31年1月。