

6 . 大規模岩盤斜面崩壊等に対応する道路防災水準向上に関する研究

研究期間：平成 18 年度～22 年度

プロジェクトリーダー：寒地基礎技術研究グループ長 高橋守人

研究担当グループ：寒地基礎技術研究グループ（寒地構造、防災地質）
技術開発調整監付（寒地機械技術）

1 . 研究の必要性

北海道では、平成 8 年の豊浜トンネル岩盤崩落を契機に道路斜面の調査、対策が鋭意実施されてきた。しかし、平成 13 年の北見市北陽の斜面崩落、平成 16 年のえりも町における岩盤斜面崩壊など、大規模な岩盤崩壊が依然として発生している状況にある。さらに、落石規模の斜面変状も数多く発生している。こうした斜面崩壊から道路を守るべく、適切な斜面对策が求められている。

2 . 研究の範囲と達成目標

本重点プロジェクト研究では、北海道内における道路沿いの斜面における大規模な岩盤崩壊について、調査・点検手法を明らかにしていくこと、さらに、防災工で対応可能な落石規模の斜面崩壊について、道路防災工の性能照査型設計手法を検討・提案し、既設の道路防災工の合理的な補修・補強工の開発を行うことを研究の範囲とし、以下の達成目標を設定した。

- (1) 大規模岩盤斜面崩壊等に関わる斜面調査・評価手法の提案
- (2) 北海道における岩盤斜面調査点検手法の策定
- (3) 地域別の斜面調査・評価技術の開発
- (4) 岩盤斜面災害時の緊急評価技術の開発
- (5) 道路防災工の性能照査型設計手法の提案
- (6) 既設道路防災工の合理的な補修補強工法の開発

3 . 個別課題の構成

本重点プロジェクト研究では、上記の目標を達成するため、以下に示す研究課題を設定した。

- (1) 岩盤・斜面崩壊の評価・点検の高度化に関する研究（平成 18～22 年度）
- (2) 道路防災工の合理化・高度化に関する研究（平成 18～22 年度）

4 . 研究の成果

本重点プロジェクト研究の個別課題の研究成果は、以下の個別論文に示すとおりである。なお、「2 . 研究の範囲と達成目標」に示した達成目標に関して、(1) 大規模岩盤斜面崩壊等に関わる斜面調査・点検手法の提案は平成 20 年度までに実施され、他の項目も平成 22 年度までに研究が進められることとなっている。平成 20 年度に実施した研究と今後の課題について要約すると以下のとおりである。

(1) 大規模岩盤斜面崩壊等に関わる斜面調査・評価手法の提案

岩盤斜面の安全性評価法検討の一環として、昨年度までに背面亀裂に着目した遠心模型斜面評価法について検討を行いその有効性を確認してきた。今回、北海道の実岩盤斜面で得られた物理・力学特性等をもとに作成した 3 次元模型を用いた遠心載荷装置による破壊実験を実施し、切欠き高さや浸食深さをパラメータにした岩盤の安全率の推定方法を考案した。また、広域調査・監視技術に関しては、国土交通省北海道開発局と共同で「北海道における道路防災点検の運用と解説（案）」を取りまとめた。

(2) 北海道における岩盤斜面調査点検手法の策定

点検・調査・監視手法の素案作成および現地斜面への適用性検討を目的として、近年、進展が著しい写真分野におけるデジタル化技術を取り込んだ道路斜面の点検調査システムについて検討した。具体的には市販ソフトウェアを用いた画像の補正・重ね合わせを行い、観察継続箇所における背景差分法により抽出された種々の変化差分について考察を行った。また、実際に当点検手法により斜面崩壊を平成 20 年度に捕捉でき、当該崩壊について変動量計測手法により、崩壊前後の地形モデルの作成および崩壊土量の算出に成功した。

(3) 地域別の斜面調査・評価技術の開発

現地における地質と災害履歴の調査、データ収集を行った。

(4) 岩盤斜面災害時の緊急評価技術の開発

岩盤斜面災害時の緊急評価技術の開発の一環として、ラジコンヘリコプターからの 3 次元写真計測とレーザースキャニングの適用性について検討した。レーザースキャニングでは、計測点のばらつきにより精度的には地上からのレーザースキャニングに及ばないが、災害時の緊急的な用途においては十分な精度があることを確認した。3 次元写真計測では、計測の原理上、詳細な地形形状を表現することは困難であるが、緊急時における地形の全体像の把握や体積の算出には十分な精度があることを確認した。また、作成モデルの代表点数の多少による精度差があまり見られなかったことから、作成モデルの簡素化による計測時間の短縮を望める結果となっている。

(5) 道路防災工の性能照査型設計手法の提案

実規模レベルの大型 RC 梁に対して耐衝撃挙動に及ぼす重錘質量の影響を検討するために入力エネルギーが同一で重錘質量の異なる衝撃実験を実施した。その結果、性能照査設計法の性能規定指標となりうる残留変位は、入力エネルギーが同一の場合には重錘質量の増加と共に対数関数的に増加することが明らかとなった。また、直接衝撃荷重を受ける大型 RC 梁の場合には、重錘重量を考慮した衝撃応答解析を行うことにより、その最大変位および残留変位を精度よく評価可能であることが分かった。これらの成果を、落石覆道等の耐衝撃挙動検討における数値解析に反映させることとしている。

道路防災工の終局耐力評価手法の開発においては、落石覆道の耐衝撃性能評価に先立ち、小型 RC ラーメン模型に対する静載荷実験および重錘落下衝撃実験、さらに数値解析を実施し、耐衝撃性能に関する検討を行った。その結果、RC ラーメン構造の有する耐衝撃挙動が明らかとなり、数値解析による精度の高い検討が可能となった。これらの結果を踏まえ、頂版上に敷砂等を有する落石覆道の性能照査型耐衝撃設計法の確立に向けた研究を進めることとしている。

さらに、道路沿いに設置される道路防災施設の新たな工法として、建設コストの縮減および施工性向上を目的とした杭付落石防護擁壁を提案してきたが、今回、コンクリート擁壁内の鋼管をH型鋼に置き換えるよう形式を改善し、耐衝撃性能を実験的・解析的に検討した。これらの結果を基に、「杭付落石防護擁壁設計施工要領(案)」を作成した。

(6) 既設道路防災工の合理的な補修補強工法の開発

道路防災工の補修補強工法のための調査および構造検討等を進めている。

RESEARCH FOR IMPROVING ROAD SAFETY STANDARDS AGAINST LARGE-SCALE ROCK SLOPE FAILURES

Abstract : Since the rock failure which caused the fatal collapse of Toyohama Tunnel in 1996, surveys of slopes along roads have been performed and safety measures have been conducted eagerly. Despite this, large-scale rock slope failures have continued, such as those in the Hokuyo district of Kitami City in 2001 and in Erimo Town in 2004, in addition to frequent rockfalls. It is necessary to implement measures for the safety and stability of roadside slopes.

To prevent such disasters by improving road safety standards, this research aims to develop a system for inspecting roadside slopes and for assessing their likelihood of failure by further incorporating geographical and geological data. In 2008, safety factor assessment method for rock slopes using centrifuge model test was studied as a part of proposal of estimation plan for rock slope failure. A new screening method for slope failure along national road was proposed as a part of study for application of survey and watch technique of wide area. Slope check method with digital camera was studied as a part of plan making of new system of research, watch and check of slope failure. Slope observation method by radio-controlled helicopter was studied as a part of development of immediate evaluation method for rock slope failure.

In order to establish performance-based impact resistant design procedure for RC rock-sheds, falling-weight impact test of large scale RC girders and its numerical simulation were performed by varying heavy weights under identical input impact energy condition. As a result, 1) the relationship between residual displacement and weight of heavyweights were formulated, 2) dynamic response characteristics of RC girders can be appropriately simulated by using proposed numerical analysis method by considering the weight of heavy weight.

In addition, fallingweight impact test of small Rahmen-type RC models with/without sand cushion and its numerical simulation was performed. From this study, dynamic response characteristics of the RC model are similar to those under static loading and it can also be simulated appropriately.

And the new retaining wall against rock fall, which has the two-layered absorbing system and steel pipe piles, was developed and improved in this research. As a result, it was found that the retaining wall had sufficient impact resistance performance and the draft of guideline for the design & construction method was made.

Keywords : large-scale rock slope failure, road disaster prevention inspection, road disaster prevention structure