室蘭工業大学
学術資源アーカイブ
Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive

実規模実験に基づく落石防護擁壁および防護柵基礎の合理的設計手法の確立に関する研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2023-11-29 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 山澤, 文雄 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.15118/0002000151

氏　　名	山澤　文雄
学位論文題目	実規模実験に基づく落石防護擁壁および防護柵基礎の合理的設計手法の確立に関する研究
論文審査委員	主査　教　授　小室　雅人
	教　授　溝口　光男
	准教授　菅田　紀之
	特任教授　岸　徳光

論文内容の要旨

本研究では，小規模な落石に対応する落石防護擁壁および落石防護柵基礎の耐衝撃設計法の確立に向け，擁壁の高さや入力エネルギーを変化させた実規模重錘衝突衝撃荷重載荷実験を実施し，各躯体の耐衝撃性能と転倒安定性を把握すると共に，現行設計法を基本にした合理的な設計法に関する提案を行った。本論文の構成は，以下のとおりである。

第１章では，本研究の背景や既往の研究，目的および現行設計法の考え方について述べている。

第２章では，本研究の実規模実験に用いた重錘形状や計測器の概要について述べている。

第３章では，落石防護擁壁に関する重錘衝突衝撃荷重載荷実験と実験結果について述べている。検討の結果，擁壁は設計入力エネルギーによって押抜きせん断破壊に至る可能性のあることを明らかにしている。

第４章では，第３章で実施した実験結果に基づいて現行の安定性照査法の妥当性や最大衝撃力算定法に関する検討について述べている。検討の結果，完全弾性衝突を仮定する現行設計法は著しく安全側の評価を与えることを明らかにしている。また，振動便覧式に基づく最大衝撃力算定法や照査せん断抵抗面と各せん断破壊レベルに対応したせん断強度の特定および各衝撃力評価について述べている。また，これらの結果に基づいた合理的な設計フローを提案している。

第５章では，落石防護柵の単支柱に重錘衝突衝撃荷重を載荷させた場合における基礎の安定性について述べている。検討の結果，支柱は基部において塑性変形に至ることや基礎は回転運動を起こすものの転倒には至らないことを明らかにしている。

第６章では，落石防護柵全体の間隔保持材に重錘衝突衝撃荷重を載荷させた場合における基礎の安定性について述べている。ここでは，支柱の定着形式を埋め込み式とベースプレート式を対象に検討を行っている。検討の結果，基礎はいずれの定着形式に対しても回転運動を起こすものの転倒には至らないことや，基礎の回転量は定着形式によって異なることを明らかにしている。

第７章では，落石防護柵基礎の安定性照査手法の確立を目的に，実験結果と比較すること

によって剛体運動に基づく照査手法の妥当性について述べている。検討の結果，剛体運動に基づく照査手法は現行の慣用設計法に比較して基礎の形状寸法を縮小化可能であること等，施工面や経済性の観点から有効であることを示している。また，これらの結果に基づいた合理的な設計フローを提案している。

第８章は本論文の結論であり，本研究で得られた知見を整理している。

ABSTRACT

Many rockfall protection structures have been constructed along the highways located in the mountain and/or coastal areas as one of countermeasures for rockfall disasters in Japan. However, since these structures have been designed based on the concept of statics and were sometimes severely damaged due to rockfall impacting, it is urgently requested to develop a rational impact resistance design procedure for the structures. From this point of view, in this paper, conducting full-scale steel-weight impact load testing of the rockfall protection walls and/or fences with foundation, an applicability of the current design specifications, development of an evaluation method for maximum impact force, verification method on those overturning stability, and damage level corresponding to the input energy were investigated. The results obtained from the study were as follows:

1. The rockfall protection walls designed following the current specifications may reach punching shear failure;
2. The current verification method on overturning stability of the walls may give significantly high safety margin because of not considering dynamic effects;
3. An appropriate Lame constant in the conventional prediction equation for the maximum impact force for the walls was determined and the evaluation procedure for the impact resistant shear capacity of the walls was proposed specifying the punching shear failure surfaces and the shear strength of concrete based on the experimental results;
4. Damage level of the rockfall protection walls subjected to lateral impact load were proposed corresponding to the wall height;
5. Overturning stability of the walls and/or foundations for the rockfall protection fences can be rationally verified by means of the method derived considering rigid body motion; and
6. A rational design procedure for the rockfall protection walls and the foundations of the protection fences subjected to lateral impact load was proposed.

論文審査結果の要旨

我が国の山岳部や海岸線の道路沿いには，落石による災害を防止するための落石防護施設が数多く設置されている。その中で最大衝突エネルギーが 200 kJ 程度以下

の小規模落石に対する対策工として，落石防護擁壁や落石防護柵が広く建設されている。これらの対策工は，落石対策便覧に基づく慣用設計法によって設計がなされているものの，現行設計法の場合には落石衝突時における詳細な動的挙動や限界状態などが十分に考慮されていないことや，局部損傷や基礎の安定性照査法において動的な効果が考慮されていないことなどの課題が指摘されている。

このような観点より，本研究では，最大衝突エネルギーが 200 kJ 程度以下の小規模落石に対応する落石防護擁壁および落石防護柵基礎の合理的な耐衝撃設計法の確立に向けて，種々の実規模重錘衝突衝撃荷重載荷実験を実施している。落石防護擁壁に関しては，擁壁の高さや入力エネルギーを変化させた衝撃荷重載荷実験を実施し，耐衝撃挙動と損傷状態を把握した。また，落石防護柵基礎に関しては，基礎の形式や入力エネルギーを変化させた衝撃荷重載荷実験を実施し，回転も含めた安定照査に関する検討を行った。

その結果，落石防護擁壁に関しては，(1)設計入力エネルギーが作用した場合においても押し抜きせん断破壊に至る可能性がある。(2)落石衝突の反発係数を 0 とすることで最大回転角を適切に評価可能である。(3)コンクリートのせん断強度を 1.9 N/mm^2 と仮定することで，押し抜きせん断破壊が生じる場合の最大衝撃力を安全側で評価できる。また，防護柵基礎に関しては，(1)基礎は衝撃荷重が作用することによって回転運動を起こすものの転倒には至らない。(2)剛体運動に基づく基礎の安定照査法の場合には，現行の慣用設計法に比較して基礎の形状寸法を縮小化できること，などを明らかにした。さらに，これらの検討結果を踏まえ，落石防護擁壁に関しては現行の安定性評価法に加えて落石衝突による損傷を考慮した健全性に関する設計フローを，また防護柵基礎に関しては動的挙動を考慮した基礎の安定照査に関する設計フローを提案した。

以上の研究成果は，落石防護構造物の合理的な耐衝撃設計法の確立に向けて寄与するところ大であり，本論文は博士（工学）の学位を授与される資格があるものと認められる。