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

実規模模型を用いたＲＣ製ロックシェッドの耐衝撃性に関する実験的研究

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2018-05-31
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 山口, 悟
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://doi.org/10.15118/00009629

氏　　名	山口　悟
学 位 論 文 題 目	実規模模型を用いたRC製ロックシェッドの耐衝撃性に関する実験的研究
論 文 審 査 委 員	主査　教　授　木幡　行宏 教　授　溝口　光男 准教授　菅田　紀之

論文内容の要旨

近年，異常気象による集中豪雨や大規模地震の発生により，岩盤斜面における落石災害の規模が甚大化する傾向にある．そのため，種々の防災構造物に対して，より高度な性能が要求されるようになってきている．落石防護工の1 つである鉄筋コンクリート製(RC) ロックシェッドは，設計耐力に対して高い安全余裕度を有していることが近年の研究において明らかになっている．現行の耐衝撃設計法は許容応力度法に基づいているため，RC ロックシェッドの塑性域における変形能を考慮した設計法とはなっていない．

そのため，ロックシェッドの耐衝撃性能を適切に評価可能な設計手法の確立が望まれている．これまでの検討では，最も基本的な構造要素であるRC 梁をはじめ，RC 版，骨組構造，およびRC ロックシェッドの縮小模型を対象とした実験的・数値解析的検討を行ってきた．その結果，ロックシェッドの弾塑性衝撃挙動特性を明らかにすると共に，耐衝撃挙動を適切にシミュレート可能な数値解析手法を提案するに至っている．ただし，最終的な性能照査に基づく実証的な研究として，実規模RC ロックシェッドを対象とした検討が必要とされていた．

このようなことから，本研究では，種々の条件下におけるロックシェッドの耐衝撃挙動を明らかにするため，緩衝材の種類，重錘質量，落下高さおよび落下位置を変化させた実規模ロックシェッドの重錘落下衝撃実験を行った．緩衝材には敷砂，砕石および三層緩衝構造(TLAS)を用いる場合について検討した．

その結果，(1) 各条件下におけるロックシェッドの断面力分布や応答変位分布およびひび割れ性状などを明らかにしている．(2) 現行設計法における設計入力エネルギーの30倍（3,000 kJ）程度のエネルギーが作用する場合においても，ロックシェッドは著しい破壊には至らない，またそのときには主に曲げひび割れが発生する．(3)三層緩衝構造を用いる場合には，3,000 kJ の入力エネルギーに対しても損傷は軽微である．(4) 砕石を緩衝材に用いる場合には敷砂を用いる場合に比べて局所性が大きい，等が明らかになった．

また，実規模ロックシェッドの重錘落下衝撃実験により得られた断面力包絡線分布を現

行設計法に基づく設計値と比較し，安全余裕度に影響を与えている要因について分析した．その結果，(1)緩衝材の設計ラーメの定数を設定する場合における設計抵抗曲げモーメントは，敷砂緩衝材を用いる場合は勿論のこと，砕石緩衝材を用いる場合に対しても大きな安全余裕度を有している．また，(2)実ラーメの定数を設定する場合においても，設計抵抗曲げモーメントは実作用曲げモーメントを上回る．従って，(3)緩衝材の種類や落下位置によらず，各部位の設計抵抗曲げモーメントは，有効幅を柱間隔(4 m) とすることで，安全側の設計が可能になる，等が明らかとなった．

ABSTRACT

Many rockfall protection works have been constructed for ensuring the safety of transportation networks in Japan. However, it is seen that reinforced concrete (RC) gallery which is one of the works, has a high safety margin of impact load-carrying capacity. Therefore, the establishment of an appropriate design method has been expected.

From this point of view, in order to clarify the impact resistant behavior of the RC gallery, full-scale falling-weight impact tests were carried out varying absorbing system, mass of falling weight, falling height of the weight, and location of the falling weight. As absorbing system, a 90 cm thick sand layer, 90 cm thick gravel layer, and three-layer absorbing system (TLAS) composed of a 50 cm thick sand layer, RC core slab and 100 cm thick expanded poly-styrene (EPS) block were considered.

From this study, following results were obtained: 1) the gallery has not reached yet the ultimate state due to inputting 30 times (3,000 kJ) larger than that for design energy and at this time flexural cracks were mainly developed; 2) when TLAS was used, damage of the gallery was very small for inputting 3,000 kJ impact energy; and 3) in the case of using gravel cushion, the gallery was more locally responded than the case of using the sand cushion.

Comparing with the sectional forces obtained based on the existing allowable stress design specifications and those obtained from the test results, it is confirmed that 1) design values for the sectional bending moment were greater than those from the experimental results, irrespective of cushion materials (sand and/or gravel) and location of the impacted point; 2) in the case of applying real Lame's constant, design values for sectional bending moment are greater than those from the experimental results; and 3) therefore, the design values should be evaluated taking 4 m of effective width irrespective of cushion materials and location of the impacted point.

論文審査結果の要旨

近年，異常気象による集中豪雨や大規模地震の発生により，種々の防災構造物に対して，より高度な性能が要求されるようになってきている．落石防護工の1つである鉄筋コンクリート製(RC)ロックシェッドは，設計耐力に対して高い安全余裕度を有していることが明らかになっているが，現行の耐衝撃設計法は許容応力度法に基づいているため，塑性域における変形性能を考慮した設計法とはなっていない．そのため，耐衝撃性能を適切に評価可能な設計手法の確立が望まれている．そこで，本研究では，種々の条件下におけるロックシェッドの耐衝撃挙動を明らかにすることを目的として，緩衝材の種類（敷砂，砕石および三層緩衝構造(TLAS)），重錘質量，落下高さおよび落下位置を変化させた実規模ロックシェッドの重錘落下衝撃実験を実施し検討した．本研究で得られた知見をまとめると．以下の通りである．

(1)各条件下におけるロックシェッドの断面力分布や応答変位分布およびひび割れ性状などが明らかにされた．(2)現行設計法における設計入力エネルギーの30倍（3,000 kJ）程度のエネルギーが作用する場合においても，ロックシェッドは著しい破壊には至らず，主に曲げひび割れが発生する．(3)三層緩衝構造を用いる場合には，3,000 kJ の入力エネルギーに対しても損傷は軽微である．(4)砕石を緩衝材に用いる場合には敷砂を用いる場合に比べて局所性が大きい，などが明らかにされた．

また，実規模ロックシェッドの重錘落下衝撃実験により得られた断面力包絡線分布を現行設計法に基づく設計値と比較し，安全余裕度に影響を与えている要因について分析した結果，(1)緩衝材の設計ラーメの定数を設定する場合における設計抵抗曲げモーメントは，砕石緩衝材を用いる場合でも大きな安全余裕度を有していること，(2)実ラーメの定数を設定する場合，設計抵抗曲げモーメントは実作用曲げモーメントを上回ること，(3)緩衝材の種類や落下位置によらず，各部位の設計抵抗曲げモーメントは，有効幅を柱間隔(4 m) とすることで，安全側の設計が可能になること，などが明らかにされた．

これらの成果から，本論文はRC製ロックシェッドの耐衝撃性に関する実験的研究に，大いに貢献するものである．よって，博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める．