

氏名（本籍）	Aminata DIOP（セネガル）
学位の種類	博士（工学）
学位授与番号	甲第 331 号
学位授与日付	平成 20 年 3 月 25 日
専攻	生産開発システム工学専攻
学位論文題目	Full scale field tests and numerical assessment of an economical protection wall against rockfall made with ductile cast iron panel ( <b>鋳鉄パネルで構成される新しい落石防護工の実大現場実験と解析</b> )
学位論文審査委員	(主査) 教授 八 嶋 厚 (副査) 教授 本 城 勇 介 教授 能 島 暢 呂 准教授 沢 田 和 秀

## 論文内容の要旨

In this research, a protection wall against rockfalls and soil flow made of ductile cast iron panel and using local ground material (boulders) has been proposed. This environmentally friendly new construction method permits the growth of vegetation and maintains the existing environment. However the behavior of the protection wall made of ductile cast iron panel under rockfall impact is not yet fully understood. Therefore, an assessment of the effectiveness of this new construction method is needed. In order to evaluate the performance of this structure, to enhance the comprehension of its mechanical behavior during impact and improve its design and repairing methods, a series of full-scale field tests were carried out in Gifu prefecture (center of Japan). However, understanding the behavior of the wall using conventional method requires a lot of resources because of the high amount of full-scale field tests. Numerical simulations now enable a more efficient development or optimization of new types due to reduce the number of expensive field tests. In addition the use of software provides the possibility to simulate projected barriers considering special load cases, which cannot be reproduced in field tests, as well as special geometrical boundary conditions for individual sceneries. For these reasons, numerical simulations were carried out using non-linear explicit finite element software. In this research, various energies of falling rocks were made to collide with real-scale protection structures in order to simulate rockfall impact. The content of this dissertation can be divided into six main parts, (1) mechanical properties of the ductile cast iron panel; (2) construction method of the wall made of ductile cast iron panel; (3) experimental methodologies and results of the full-scale field tests; (4) modeling and numerical simulations of the dynamical behavior of the protection wall under rockfall impacts; and at last (5) presentation of a proposed repairing method of the damaged parts of the panel after collision with rockfall.

## 論文審査結果の要旨

急峻な山岳地帯で構成される日本、特に岐阜県においては、毎年のように斜面上からの落石による災害が発生し、国民および県民の生命と財産を脅かしている。この災害を防ぐために、国や自治体は、ハードとしての防災対策を積極的に推進している。しかしながら、限られた予算の中で防災工事を推進していくためには、安価な工法の開発が待たれている。また、防災工事に伴う環境負荷をできるだけ少なくした環境共生型の新工法の開発も重要な課題である。

この目的のために、本論文では、鋳鉄パネルで構成される新しい落石防護工を提案している。提案する新工法の妥当性の確認とその適用範囲を明らかにするために、現場実大実験と数値解析を実施している。

まず、現場において実大スケールの提案防護工を製作し、実斜面から鉄球を降下させることによって、提案防護工の落石エネルギー吸収効果を把握している。提案防護工の存在により、落石エネルギーの大部分は防護工の変形により吸収され、非常に高いエネルギー吸収・分散効果が確認された。また、落石エネルギーを固定化して、エネルギー吸収量の定量的理解を得るため、別途2回にわたる大規模現場模擬落石衝突実験を実施している。これらの実験においては、現在実用されている補強土タイプの落石防護工との性能比較も実施されている。最大 100KJ という限られた落石エネルギーのもとではあるが、提案する落石防護工は、局所的な破損は示したものの、全体安定にはまったく問題なく、このレベルの落石エネルギーについては、実用的な落石防護工として機能することが確認された。また、従来の補強土タイプの防護工に比べて、落石衝突時の挙動が軟らかく、落石エネルギーをより吸収・分散させることがわかった。

実大実験において落石に対する防護効果は把握されたが、提案する構造体の適用限界および実設計提案のためには、さらなるケースについての検討が必要である。限られたプロジェクト予算のなかで、実大規模の実験を継続することは不可能であるので、より大きな落石エネルギーに対する機能評価のために、衝突現象を詳細に解析できる有限要素解析を用いて検討を加えた。その結果、用いた数値解析手法は、実施した実大実験現象を定量的にある程度再現できることがわかった。また、防護工の衝突位置、およびより大きな衝突エネルギーについて解析したところ、提案する防護工の適用限界を明らかになった。

実大実験においては、落石の衝突により、衝突面パネルの局所的損傷が見られたが、論文の後半では、局部的に破損したパネルの簡易修復方法についても提案している。

以上のように、本論文では、環境共生型の新しい落石防護工を対象として、1)実大現場実験の実施、2)有限要素法を用いた落石衝突解析の実施、3)局部的に破損したパネルの修復方法の提案、といった一連の非常に重要な研究が紹介されている。

## 最終試験結果の要旨

八嶋 厚、本城勇介、能島暢呂および沢田和秀で構成する審査委員会は、本論文および別刷りなどを慎重に検討した。本論文は学位論文として十分完成された内容を有していること、提出された学位論文および発表論文は、申請者により書かれていることを確認した。また最終試験（公聴会）を平成 20 年 2 月 4 日に開催し、審査委員会での審査の結果、合格と判定した。