

論文審査の結果の要旨

報告番号	博（生）甲第196号	氏名	山内 淑人
学位審査委員	主査 副査 副査	蔣 宇静 棚橋 由彦 埴田 彰秀	
論文審査の結果の要旨 山内淑人氏は、2004年4月に長崎大学大学院生産科学研究科博士後期課程に社会人学生として入学し、現在に至っている。同氏は、生産科学研究科に入学以降、環境システム科学を専攻して所定の単位を修得するとともに、斜面上岩塊の安定機構と遠隔モニタリングシステムの構築に関する研究に従事し、その成果を2009年7月に主論文「動的特性に基づいたオーバーハング状岩塊の安定性評価手法の開発に関する研究」として完成させ、参考論文として、学位論文の印刷公表論文8編（うち審査付き論文2編）、印刷公表予定論文1編（うち審査付き論文1編）、学位の基礎となる論文2編（うち審査付き論文1編）を付して、長崎大学大学院生産科学研究科教授会に博士（工学）の学位の申請をした。長崎大学大学院生産科学研究科教授会は、2009年7月15日の定例教授会において論文内容等を検討し、本論文を受理して差し支えないものと認め、上記の審査委員を選定した。委員は主査を中心に論文内容について慎重に審議し、公開論文発表会を実施するとともに、最終試験を行い、論文審査および最終試験の結果を2009年9月9日の生産科学研究科教授会に報告した。 提出論文は、道路や鉄道等の都市基盤の建設が山間部にも進められているため、岩塊崩壊の可能性のある岩盤斜面が増加し、岩塊挙動のモニタリングにより崩壊発生の前兆を検知し、事前に対策を講じる必要がある現状に対し、道路や鉄道の災害に対する安全性・信頼性を向上させるために変位に代わる新しいモニタリング技術の確立を目的として、定性的に評価されている岩塊の安定性の評価に関して、岩塊の動的挙動に基づく定量的な岩塊の安定性評価手法の研究・開発と実現場への適用を行ったものである。提出論文は全7章から成っており、その構成は以下のようになっている。 まず、岩盤斜面とオーバーハング状岩塊部を固着させている部分における亀裂の伸長が、岩塊の動的挙動に影響を与えるものと考え、オーバーハング状岩塊を有する岩盤斜面をモデル化し、動的有限要素法を用いたシミュレーションを行った結果、亀裂の伸長に伴いオーバーハング状岩塊部の動的挙動が変化することを解析的に明らかにした。 次に、岩塊切取施工時におけるオーバーハング状岩塊の静的挙動及び動的挙動についてモニタリングの結果を考察している。岩塊切取工事は、岩盤斜面上部からオーバーハング状岩塊部			

を切り取るため岩塊の不安定性を増大させることになる。従って、自然な状態であれば非常に長い年月を必要とされる、安定状態から岩塊崩落までの岩塊挙動を連続してモニタリングできたことにより、安定性評価に必要とされるデータを取得することができた。

上記の結果を受けて、オーバーハング状岩塊の静的挙動と動的挙動を検討することにより、岩塊の変位特性と振動特性を明らかにした。オーバーハング状岩塊における変位特性を検討した結果、定性的に不安定とされた岩塊においても、実際には安定した状態が保持されていることが明らかになった。そして、一旦岩塊に変位が発生すると急速に不安定化が進行することも判明した。一方、オーバーハング状岩塊の振動特性について、周波数と振幅に着目して検討した。周波数特性においては、3Hz 付近に 1 つの周波数のピークを有することが明らかになった。これは、検討対象岩盤斜面が錦江湾北部に位置しているため、桜島の火山活動に起因する火山性ガスの噴出と関係していることを示した。一方、振幅特性においては、フーリエスペクトルによる検討を行った。岩塊切取工事開始直後においては、基盤岩部でのフーリエスペクトルが、オーバーハング状岩塊部のものよりも大きいことから、岩盤斜面麓の基盤岩部に入力した振動が、オーバーハング状岩塊部に伝播することを確認した。そして、岩塊崩落直前では、基盤岩部でのフーリエスペクトルが、オーバーハング状岩塊部のものよりも小さいことから、岩盤斜面とオーバーハング状岩塊を固着している部分の弱体化と考えられる岩塊切取工事の進捗に伴い、オーバーハング状岩塊の振動特性に変化が生じることを確認することができた。

岩塊切取工事をモデル化し、さらに既存亀裂の存在も考慮した動的有限要素法による 3D パターンのシミュレーションを行った結果、岩塊切取工事進捗及び既存亀裂の伸長に伴い、オーバーハング状岩塊部の振動特性が変化することを解析的に明らかにした。

オーバーハング状岩塊の定量的安定性評価システムについての提案では、岩塊切取工事開始直後と岩塊崩落直前に、岩盤斜面麓の基盤岩部とオーバーハング状岩塊部で測定された振動波形の有するフーリエスペクトルの大きさが逆転していることから、岩塊切取工事の進捗に伴ってオーバーハング状岩塊の振幅特性が変化しているものと想定し、測定された振動のフーリエスペクトルを用いて、オーバーハング状岩塊部で測定された振動のフーリエスペクトルを基準化することによって算出される平均フーリエスペクトル比という新しい概念を導入することにより、振幅特性の時系列化を行った。また、この基準化により、入力振動の違いを除去することにもなり、基盤岩部からオーバーハング状岩塊部の間を伝播する振動の振幅変化のみを抽出していることになる。この平均フーリエスペクトル比を用いて、オーバーハング状岩塊の安定性を評価する閾値と、この閾値から必要とされるモニタリングシステムについての提案を行った。実現場への適用により、提案手法とシステムの有用性を検証した。

以上のように本論文は、道路や鉄道の災害に対する安全性・信頼性の向上に関して新しいモニタリング技術の確立により斜面災害発生抑制に多大の寄与をするものと評価できる。

学位審査委員会は、土木工学の分野において極めて有益な成果を得るとともに、斜面防災工学の進歩発展に貢献するところが大きく、博士（工学）の学位に値するものとして合格と判定した。