

Title	DEVELOPMENT OF A NEW HIGH-STRESS DYNAMIC-LOADING RING-SHEAR APPARATUS AND ITS APPLICATION TO LARGE-SCALE LANDSLIDES( Abstract_要旨 )
Author(s)	Dang, Quang Khang
Citation	Kyoto University (京都大学)
Issue Date	2015-09-24
URL	<a href="https://doi.org/10.14989/doctor.k19285">https://doi.org/10.14989/doctor.k19285</a>
Right	許諾条件により要旨は2015-10-01に公開
Type	Thesis or Dissertation
Textversion	ETD

京都大学	博士（工学）	氏名	Dang Quang Khang
論文題目	DEVELOPMENT OF A NEW HIGH-STRESS DYNAMIC-LOADING RING-SHEAR APPARATUS AND ITS APPLICATION TO LARGE-SCALE LANDSLIDES (動的載荷高圧リングせん断試験機の開発と大規模地すべりへの適用)		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>本論文は、近年、世界各地で頻発する 100 m 以上の深さをもつ大規模地すべりの発生機構を解明するため、3MPa までの高圧載荷を可能とするリングせん断試験機を開発し、九州の雲仙眉山地すべりとベトナムのハイバン地すべりを対象に土質試験を行うとともに、同試験によって得られたパラメータを用いて数値シミュレーションモデルを構築してその精度を検証したものであって、5 章からなっている。</p> <p>第 1 章は序論であり、国内外において数百人以上の死者を出した大規模な地すべりを多数挙げてその特徴をレビューするとともに、本研究の背景と目的を述べている。</p> <p>第 2 章では、これまでに開発されてきたリングせん断試験機の経緯を述べ、各機器の特徴と、本研究で開発したリングせん断試験機 (ICL-2) の特徴を比較している。従来の機種 (DPRI シリーズ) はサンプル台の上方に設置したフレームと水平ビームを使って載荷していたのに対し、ICL シリーズではピストンで中央軸を引きあげる反力で垂直に載荷するようにして部材の変形を抑え、3MPa までの水圧を封じ込めることを可能とした。また可搬性を重視した ICL-1 (最大 1MPa) と比べて、載荷圧が大きく、かつ高速 (最大 50cm/s) のせん断速度を実現した。ICL-2 の設計概念、機械的構造、各種応力、間隙水圧等の制御システムについて説明し、ゴム部の摩擦、水による土質の飽和度、圧密、せん断などの重要な事項についてその性能を確かめている。</p> <p>第 3 章では、2 つの地すべりの実際の事例に ICL-2 を適用している。すなわち、1792 年に我が国で地震によって誘発された雲仙眉山地すべりと、もう一つは 1999 年、2005 年、2007 年に相次いで地すべりが発生しているベトナムのハイバン地すべりである。これらの地域から採取してきた試料に対して、種々の土質試験を行い、この新しいリングせん断試験機の性能を確認しつつ、両地域での試料に対する各種の物理パラメータを同定した。また、地すべりの発生と移動の過程を再現した。雲仙眉山地すべりに対しては、300 kPa から 3 MPa の範囲で載荷圧を変えながらせん断実験を行い、摩擦角度が <math>39.8^\circ</math> でほぼ一定となる一方で、運動時に発揮されるせん断抵抗は 37~120 kPa の範囲で変化することを示した。一方、ベトナム・ハイバン地すべりの試料には 1.5 MPa の載荷圧を与えて実験したところ、摩擦角度が <math>36.4^\circ</math>、運動時に発揮されるせん断抵抗が 70 kPa となることを示した。</p> <p>第 4 章では、リングせん断試験機において非排水条件で測定された全てのパラメータを、統合的な地すべりシミュレーションモデル (LS-LAPID) にの計算条件として用いた。眉山地すべりの事例では、誘発地震の前に 0.21 までの初期間隙水圧比を与えて、2008 年の岩手・宮城地震の震動記録を LS-LAPID の地すべり発生要因として用いてシミュレーションを行っている。ハイバン地すべりについては、間隙水圧比を 0.5 まで上昇させて地すべり発生要因として用いた。いずれの場合も、実際に発生した地すべり現象を良く再現することが分かった。本研究で開発した ICL-2 による土質試験と、その結果に基づく数値シミュレーションが、大規模地すべりの挙動解明に有効な方法であることを示している。</p> <p>第 5 章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。</p>			

氏名	Dang Quang Khang
----	------------------

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、近年、世界各地で頻発する 100 m 以上の深さをもつ大規模地すべりの発生機構を解明するため、3MPa までの高圧载荷を可能とするリングせん断試験機を開発し、雲仙眉山地すべりとベトナムのハイバン地すべりを対象に土質試験を行うとともに、得られたパラメータを用いて数値シミュレーションを行ったもので、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 既往のリングせん断試験機に比べてより大きな垂直応力を载荷できる新たなリングせん断試験機(ICL-2)を開発した。従来の機種(DPRI シリーズ)とは異なり、ICL シリーズではピストンで中央軸を引きあげる反力で垂直に载荷するようにした。これにより部材の変形を抑え、3MPa までの水圧を封じ込めることができるようになった。また可搬性を重視した ICL-1(最大 1MPa)と比べて、载荷圧力が大きく、かつ高速(最大 50cm/s)のせん断速度を実現した。
2. 雲仙眉山地すべりの土壌サンプルを用いて、300 kPa から 3 MPa の範囲で载荷圧を変えながらせん断実験を行った。その結果、摩擦角度が  $39.8^\circ$  でほぼ一定となる一方で、運動時に発揮されるせん断抵抗は 37 から 120 kPa の範囲で変化することを示した。一方、ベトナム・ハイバン地すべりのサンプルには 1.5 MPa の载荷圧を与えて実験し、摩擦角度が  $36.4^\circ$ 、運動時に発揮されるせん断抵抗が 70 kPa となることを示した。
3. 両サンプルで間隙水圧を制御しながら実験を行い、雲仙の事例では間隙水圧比が 0.4 を超えた場合に、またハイバンの事例では間隙水圧比が 0.49 を超えた場合に、地震動の影響が無くても地すべりが発生し得ることを示した。さらに雲仙の土壌サンプルを用いた非排水条件の実験結果より、この地すべりが  $216 \text{ cm/s}^2$  以上の加速度を有する地震動によって引き起こされたことを示した。
4. 実験で得られた土質パラメータを用いて雲仙眉山の地すべりを数値シミュレーションで再現した結果、崩壊後の被災域を妥当に推定できることを明らかにした。これらの結果より、新たに開発した ICL-2 リングせん断試験機による土質試験と、その結果に基づく数値シミュレーションが、大規模地すべりの挙動解明に有効な方法であることを示した。新たに開発した ICL-2 リングせん断試験機による土質試験と、その結果に基づく数値シミュレーションが、大規模地すべりの挙動解明に有効な方法であることを示した。

以上のように、本論文は、大規模地すべりの発生機構を解明するため高圧载荷可能なリングせん断試験機を開発し、我が国及びベトナムの地すべり事例を対象に土質試験を行ってその性能評価を行うとともに、得られたパラメータを用いて数値シミュレーションモデルを構築してその精度を検証したものであって、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 27 年 8 月 26 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。

要旨公開可能日：平成 27 年 10 月 1 日以降