

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

表題 火山性地盤の地質構造を考慮した地震時の地すべり発生機構の解明

研究代表者氏名 ハザリカ ヘマンタ 1)
研究分担者氏名 福岡 浩 2)
陳 光斉 3)
酒井 直樹 4)
石澤 友浩 4)

1) 九州大学大学院工学研究院 2) 新潟大学 災害・復興科学研究所 3) 九州大学大学院基幹教育院
4) 防災科学技術研究所

研究要旨

本研究の目的は、内陸直下型地震(平成28年熊本地震)によって連続した繰返し荷重(Mw6.2と7.0)を受けた火山性地盤の地すべり発生メカニズムの解明することである。本研究で地形・地質データ、測量データに基づく情報収集および詳細な現地調査・原位置試験などによる地質構造の確認を行い、崩壊斜面の地質構造を考慮した現地試料の繰返し荷重におけるせん断強度を把握した。研究結果から、草千里ヶ浜火山口から噴出で構成されたオレンジ色の軽石層の液状化が地すべり発生の原因であることを確認できた。

A. 研究目的

平成28年熊本地震のような内陸直下型地震によって連続した繰返し荷重(前震:Mw6.2と本震:7.0)を受けた火山性地盤の地すべり発生メカニズムの解明が本研究の目的である。目標を達成するため、本研究で次の2点について検討を行った。(1)現地調査(原位置試験)による地質構造の確認:非抵抗探査試験およびボーリング調査を実施し、地すべりが発生していない範囲の火山灰層基面の構造の解明。(2)2回の繰返し荷重による斜面崩壊の影響評価:現地で採取した攪乱・不攪乱試料の繰返し三軸試験、リングせん断試験の実施により直下型地震による液状化が発生する機構と条件の推定を行い、得られるせん断抵抗減少挙動から地震時地すべりの発生機構を明らかにした。

B. 研究方法

まず、熊本地震の特徴である2度の直下型トリ

ガーによる斜面崩壊の影響評価を行った。具体的には1回目(前震)と2回目(本震)の地震による斜面変動について、崖崩れの現場およびクラックが発生した箇所でのデータ収集・調査を行った。

ついで、本震(Mw7.0)時に地すべりが多発した阿蘇カルデラ内外の震央地域について地すべりサイトのみならず、亀裂が発生した程度で地すべりに発展しなかったサイトについても地形、地質、土質、含水比等の観点から地すべりサイトの特徴を抽出した。

次に、数箇所での非抵抗探査およびボーリング調査を行い、地形および地質構造の確認を行った。これらの分析結果に基づき、現地で試料採取を行い、次に室内実験を実施した。静的荷重における三軸圧縮試験(CD・CU)試験および繰返し荷重における非排水せん断試験を実施し、前震と本震による2度の繰返し荷重における地層の液状化特性を確認した。

C. 研究結果

熊本地震における高野尾羽根地域（以下、高野）の流動性すべり破壊および火の鳥温泉施設（以下、火の鳥）の土石流の現場の地質構造に着目した調査を行い、両箇所の地質構造の共通点（図1）から以下のことが分かった：1）表層には阿蘇山からの降下火山灰で形成された火山灰質粘性土（形成過程で赤ボクと黒ボク）に分類される土が比較的厚く分布している（図1のAC(Aso central cone tefra and pumice)とK-Ah(Kikai Akahoya ash)）。2）その下に白色の層（ATn:Aira Tn ash）があり、その下に草千里ヶ浜火山口から噴出したオレンジ色の軽石層(Kpfa:Kusasenrigahama pumice)が存在する。3）さらに、その下には有機質混じり黒色の透水性の低い溶岩（Tp:Takanoobane lava pumice）が存在する。4）上記の2箇所（高野と火の鳥）で、若干地質構造の層厚の違いがある。

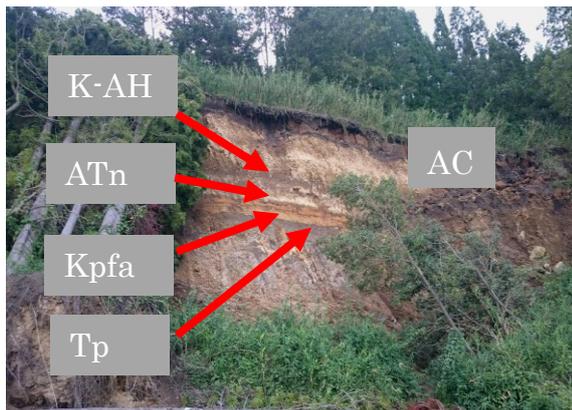


図1：崩壊した斜面の地質構造

また、非抵抗探査試験およびボーリング調査から地質構造がこのような斜面崩壊の原因であることが確認でき、飽和状態にある軽石層（Kpfa）の液状化がすべり破壊のトリガーであったことが分かった。

D. 考察

研究結果の総括は以下に示す。

1）オレンジ色軽石層、すなわち草千里ヶ浜降下軽石層（Kpfa）は、すべり面形成に関わっているものと推定される；2）オレンジ色軽石層上に分布するテフラ層は約8mの層厚を示す；3）オレンジ色軽石層の層厚は50cm程度（滑落崖付近）4）比較的浅いところにオレンジ色の軽石層

（Kpfa）が分布されている；5）地すべりが発生していない斜面では、Kpfa（草千里降下軽石）層は非常に薄い；6）kpfa層は低比抵抗であり、また、その下のTp層が透水性の低い溶岩であり、地下水の滞水層である可能性が高く、kpfa層が液状化する条件を満たしている；7）攪乱と不攪乱試料共に等方圧密状態で液状化しやすい。

E. 結論

本研究から得られた結論は以下のとおりである。

1. 比抵抗映像法による断面図では、草千里ヶ浜降下軽石層の分布深度の推定可能である。

2. この軽石層は低比抵抗であり、地下水の滞水層である可能性が高い。

3. 比抵抗映像法で推定した草千里ヶ浜降下軽石層（Kpfa）と基盤岩の溶岩の深度は、ボーリング結果を用いてキャリブレーションすると、ほぼ整合する結果となった。

4. 繰返し3軸試験結果からkpfa層が液状化する可能性が非常に高く、繰返しねじりせん断試験からも同様な結果が得られた。

したがって、高野尾羽根地域の緩い斜面の崩壊の原因はKpfa層の液状化によるすべり破壊であることが確認できた。

F. 研究発表

学会発表

1) Fukuoka, H., Hazarika H, Kokusho T, Sumartini W. O, Bhupendra, D. (2017): Characteristics of Volcanic Soils in Landslide during the 2016 Kumamoto Earthquake, Japan, Proceedings of the American Geophysical Union, 11-15 December, New Orleans, USA.

2) 河内義文, 假屋隆文, Hemanta Hazarika, 松本大輔, 弘瀬友隆 (2017): 比抵抗映像法を用いた高野野羽根溶岩ドーム斜面調査, 土木学会全国大会, 9月11日, 福岡.

3) Sumartini W. O, Hazarika H, Kokusho T, Ishibashi S, Matsumoto D, Chaudhary, B. (2017): Liquefaction Susceptibility of Volcanic Soil in Aso Caldera due to the 2016 Kumamoto Earthquake, Proceedings of the 19th International Summer Symposium, 11-12 September, Fukuoka, Japan.

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

特になし