

火山性軽石の三軸圧縮試験における軸ひずみと粒子破碎の関係

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 正会員 ○佐藤 樹
国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 正会員 毛利 惇士

1. はじめに

日本では毎年数多くの斜面災害が発生しており、熊本地震では南阿蘇村高野台の非常に緩い斜面が長距離流動し、5名の死者が出た。こういった緩斜面、不飽和、長距離流動などの特徴を持つ災害は多くあるが、現状の理論では説明がつかないことも多く、メカニズムの解明が社会的に求められている。過去の大規模な斜面災害例を調査していくと、多くの災害で破碎性を持つ火山性の軽石が起因層となっていた。筆者らは、これまで特殊土として個別に議論されてきた破碎性軽石について体系的な研究を行い、脆弱挙動の支配的要因および影響因子を抽出し、統一的な議論ができる下地を作ることを目指している。本論文では、粒度調整した自然の軽石を用いて、終了時の軸ひずみ量を変えた複数のCD試験及びCU試験を実施し、ひずみの進行に伴う粒子破碎発生量を調べた。

2. 実験手法

本研究グループは、北海道胆振東部地震による勇払郡・厚真町を中心とした大規模斜面崩壊に2018年10月12日に現地調査¹⁾を行い、10～20°の緩い勾配で約150mの流動が生じていた1つの崩壊斜面のすべり面(42°45'21.9"N, 141°59'00.9"E)の端面から、多くの地すべりの起因となった層であるTa-d軽石を採取した。本実験に用いたのは、このTa-d軽石である。Ta-d軽石を実験室で自然乾燥したのち手動で3分間ふるい分けを行い、粒径2mm～4.75mmのみを使って三軸圧縮試験を行った。三軸圧縮試験終了後、供試体を炉乾燥(100℃以下に設定)したのちに、再度手動で3分間のふるい分けを行い、粒子破碎量を調べた。行った実験の一覧を表1に示す。拘束圧は200kPaに設定し、終了時の軸ひずみを2%、5%、10%、20%と四種類に設定し、CDとCU試験をそれぞれ行った。

表 1 試験一覧

テスト名	材料	試験種類	拘束圧	終了時の 軸ひずみ	土粒子密度 ρ_d (g/cm ³)	締固め手法
AtsumaCD200Br2per	Ta-d 軽石(粒径2mm～ 4.75mm)	土の圧密排水(CD) 三軸圧縮試験	200kPa	2%	2.565	「土の三軸試験の供試体作製・設置方法(JGS 0520-2020)」に基づく。スプーンで金属モールド(φ50mm×高さ100mm)に試料を入れ、1匙ごとにモールド下部をハンマーなどで打突して振動を与え、試料の表面が目測で沈下しなくなるまで密実化した。
AtsumaCD200Br5per				5%		
AtsumaCD200Br10per				10%		
AtsumaCD200Br20per				20%		
AtsumaCU200Br2per		土の圧密非排水(CUbar) 三軸圧縮試験	200kPa	2%		
AtsumaCU200Br5per				5%		
AtsumaCU200Br10per				10%		
AtsumaCU200Br20per				20%		

3. 実験結果

三軸圧縮試験の結果を図2に示す。CU試験においては、軸ひずみ10%以上で、ひずみが進行しても軸差応力がほぼ上昇せず一定に収束する限界状態(Steady State)に至っていた²⁾。一方、CD試験は全てのケースで軸差応力の増加が続いており、限界状態に至ったとみなすことはできなかった。CD試験、CU試験共に緩い砂と似た非常に圧縮性の高い挙動(コントラクタンシー)となった。

図3は試験前後の粒径加積曲線の変化であり、試験前のoriginalとの比較から全てのケースで粒子破碎が発生していることが確認できる。図4と図5はハーディンの相対破碎量³⁾(B_r)を用いて、試験終了時の間隙比と

キーワード 三軸圧縮試験, 火山灰質土, 粒子破碎, 軽石
連絡先 〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1
港湾空港技術研究所 地盤研究領域 地盤改良研究グループ TEL 046-844-5055

平均有効主応力に対してそれぞれプロットしたものである。間隙比と破砕量の間には、CD 試験 CU 試験共に緩やかな相関がみられたが、破砕量自体は CD 試験の方が多い傾向となった。また、CD 試験は軸ひずみ量が増加するにつれて破砕量が増加し続けたのに対し、CU 試験は軸ひずみ 10%と 20%のケースで破砕量の差がほとんど出なかった。ここから、限界状態に達した破砕土においては、破砕がほとんど進展しない可能性が示された。

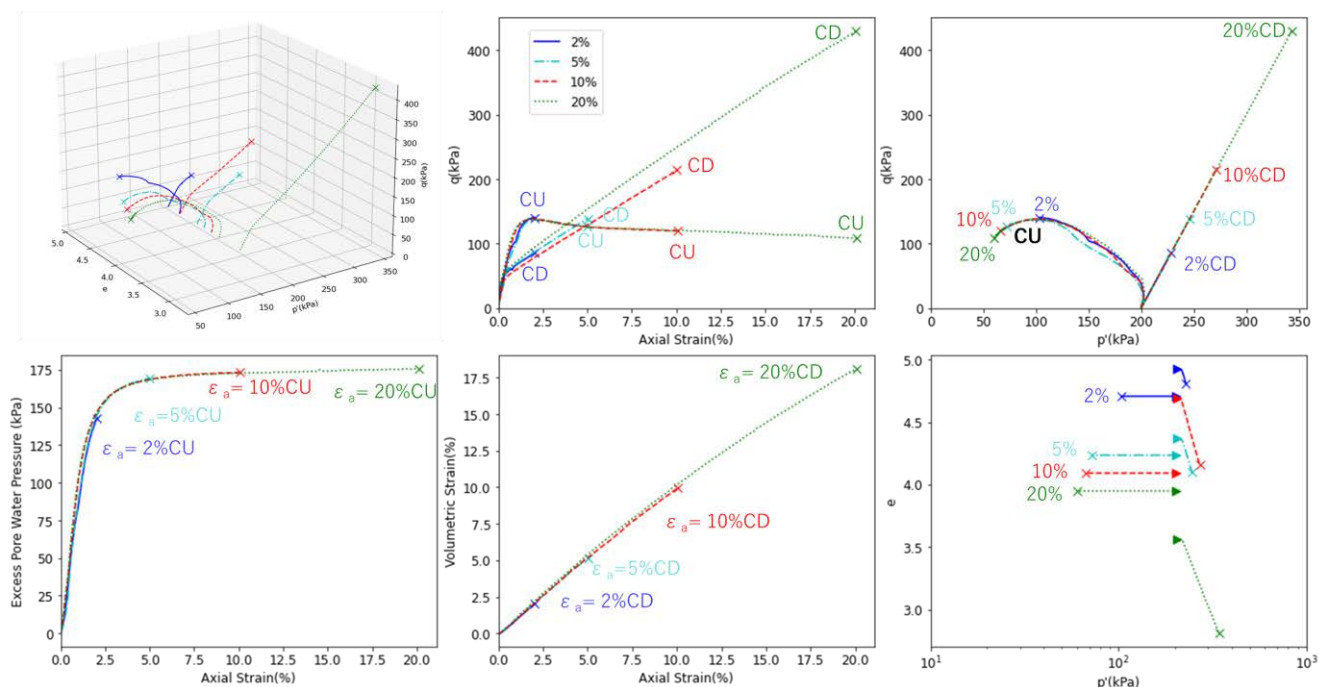


図2 三軸試験の結果

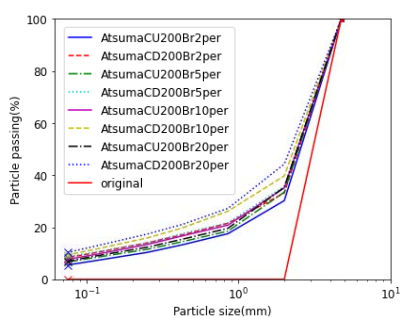


図3 試験前後の粒径加積曲線

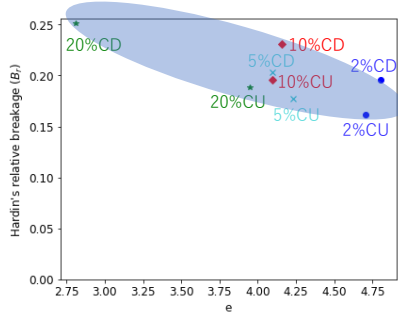


図4 破砕量と試験終了時の間隙比

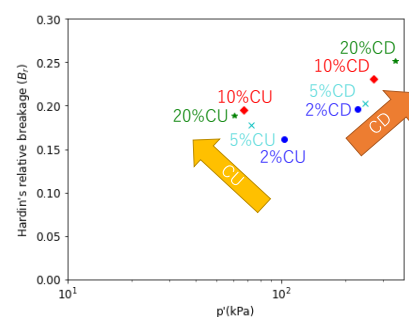


図5 破砕量と試験終了時の圧力

4. まとめ

以上より、粒子破砕量は平均有効主応力や間隙比との間に関係があることや、破砕量は限界状態に達した場合、増加しにくくなる可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 佐藤樹, 桑野玲子 (2019), 北海道胆振東部地震による厚真町の斜面災害現場から採取した火山性土の不飽和力学特性, 第74回土木学会全国大会, 埼玉, 2019年9月.
- 2) Ishihara, K. (1993). Liquefaction and flow failure during earthquakes. *Géotechnique* 43:3, 351-451.
- 3) Hardin, B. O. (1985). Crushing of soil particles, *J. of Geotech. Eng., ASCE*, 111(10), 1177-1192.