

樽前降下火砕堆積物（Ta-d）の圧密特性と粒子破砕

室蘭工業大学大学院

学生会員

○川村季実佳

室蘭工業大学大学院

正会員

川村 志麻

室蘭工業大学大学院

古賀 匠

1. はじめに

平成 30 年 9 月に発生した北海道胆振東部地震によって、厚真町周辺では同時多発的かつ広範な斜面崩壊が発生した．この地域は、樽前山、恵庭岳、支笏カルデラを噴出源とする降下火砕堆積物が厚く堆積しており、それが今回の斜面災害の素因となっている．本研究では、樽前山を噴出源とする降下火砕堆積物の中で Ta-d ユニット（層）の物理力学特性及び圧密特性を明らかにし、それらが斜面の安定性に及ぼす影響を考察した．

2. 試料の概要と採取場所について

本研究では、日高幌内川流域と東和川流域の 2 地点において樽前降下火砕堆積物（Ta-d）を採取した（図-1）．いずれも表層から 2m 以浅である．Ta-d は樽前山を噴出源とし、約 9000 年前に堆積した脆弱で粗粒な火山灰質粗粒土である．

3. 樽前降下火砕堆積物（Ta-d）の物理力学特性

行った試験は、土粒子の密度試験、土の粒度試験、液性塑性限界試験、強熱減量試験である．それぞれ地盤工学会基準に基づいて実施した．結果を図-2 と表-1 にまとめる．図-2 から、東和川流域の Ta-d の粒度分布は日高幌内川のものより左にシフトしており、東和川流域の Ta-d の方が、細粒化が進行していることが読みとれる．また、各流域の強熱減量試験結果（表-1）の比較では、東和川流域の Ta-d の方が日高幌内川流域のものより 3 倍程度高い値を示していることがわかる．この値は北海道の火山灰質粗粒土の平均値（10%以下）を大きく上回っており、このことは同じ Ta-d でも堆積場所の相違によって風化の進行の程度が異なることを示唆している．

4. 樽前降下火砕堆積物（Ta-d）の圧密特性

本試料は、せん断試験中に粒子破砕が生じ、せん断強度を低下させることが、既往の研究¹⁾より明らかにされている．本研究では、せん断過程と圧密過程での粒子破砕の違いを検討するため、圧密試験を実施した．

はじめに標準圧密試験結果について示す．図-3 は日高幌内川流域と東和川流域で採取した 2 種類の Ta-d 試料の e-logP 曲線を示したものである．圧密降伏応力 p_c は日高幌内川の Ta-d



図-1 試料採取した場所の表記（国土地理院より）

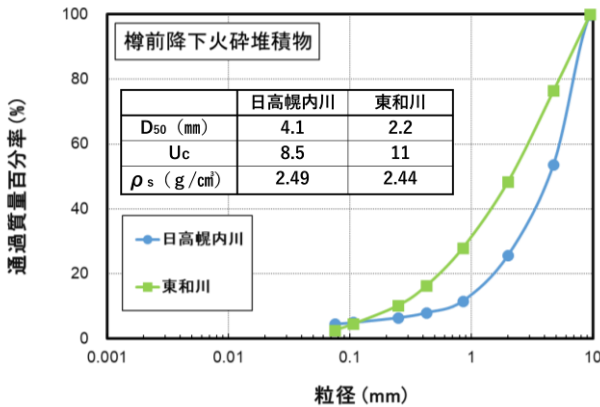


図-2 各試料の物理力学試験結果

表-1 各試料の物理試験結果

流域名	液性限界(%)	塑性限界(%)	強熱減量(%)
日高幌内川	93.9	N.P.	5.88
東和川	N.P.	N.P.	15.5

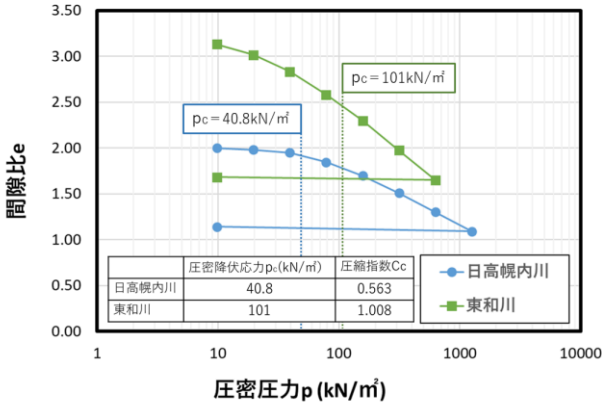


図-3 各試料の e-logP 曲線

キーワード 降下火砕堆積物，物理力学試験，風化，圧密，粒子破砕

連絡先 〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 国立大学法人 室蘭工業大学 TEL 0143-46-5282

では $p_c=101\text{kN/m}^2$ 、東和川では $p_c=40.8\text{kN/m}^2$ となった。両試料を比較すると、東和川の Ta-d の p_c が小さいことがわかる。また、間隙比の変化においても東和川周辺の Ta-d の方が大きく、圧縮指数 C_c もそれぞれ 0.56, 1.01 となった。このことより、東和川の方が圧縮性に富む試料であることがわかる。さらに、各流域の Ta-d の標準圧密試験後の粒度分布の変化では、日高幌内川流域で約 40%、東和川流域で約 60% の細粒分 (0.075mm 以下) の増加が確認される (図-4)。

次に、粒子破碎がどの圧密応力で増加するかを調べるために、日高幌内川流域を対象に $49\text{kN/m}^2 \sim 1256\text{kN/m}^2$ の 7 段階の荷重毎に行った圧密試験結果 (圧密 24 時間) を報告する (図-5)。 $49\text{kN/m}^2 \sim 196\text{kN/m}^2$ の間では原粒度と比較して変化は認められないものの、 196kN/m^2 以降では変化が現れてくる。

さらに、圧密時間の違いによる変化を調べるために、日高幌内川流域の試料を対象に、圧密時間を 2 時間、24 時間、5 日間に変化させ、一定圧密応力下でクリープ試験を行い、試験前後の細粒分の増加量 ΔF_c (0.075mm 以下の変化量：%) を調査した。図-6 は圧密時間と ΔF_c の関係を示したものである。図より、現地土被り圧と同程度の 19.8kN/m^2 では、あまり変化はないが、 1256kN/m^2 の荷重下において 24 時間以降で粒子破碎量が急増していることが確認できる。

最後に、圧密過程とせん断過程における粒子破碎特性の違いについて考察してみた。図-7 は標準圧密試験と各荷重段階 p での圧密試験、圧密非排水三軸試験 (CUB) 試験、圧密排水三軸試験 (CD) 試験後の ΔF_c と破壊時の平均有効主応力 p_f' の関係¹⁾を示したものである。図より、圧密過程 (網掛け部分) よりもせん断過程 (斜線部分) の粒子破碎量が多いこと、また圧密過程においても圧力・時間との関係により粒子破碎特性に変化が現れることが明らかである。以上のことから、常にせん断応力と圧密応力が作用する応力場では粒子破碎が進行し、斜面の安定性を低下させることが示唆された。

5. まとめ

- (1) 同じ樽前火砕堆積物 Ta-d 分布域においても場所の相違によって風化の度合いに変化が現れている。
- (2) Ta-d では応力レベルにもよるが、クリープによって粒子破碎が急増する点を確認された。また、せん断過程における粒子破碎量は圧密過程における粒子破碎量よりも多いことが明らかにされた。

参考文献

- 1) 岸田航平, 川村志麻：樽前山を噴出源とする降下火砕堆積物の力学特性とその評価, 地盤工学会北海道支部年次技術報告集, 第 59 号, pp.161-168, 2019.1.

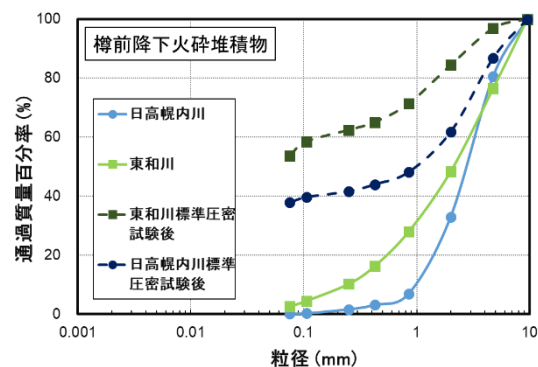


図-4 標準圧密後の粒度分布の変化

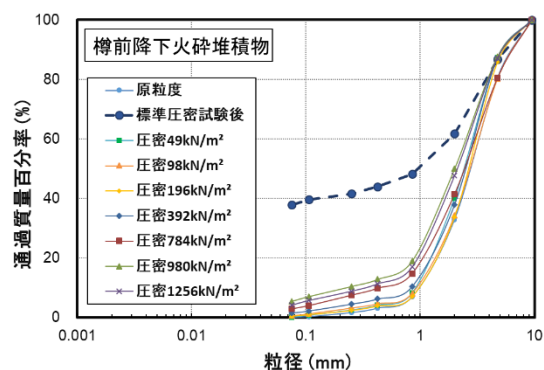


図-5 各圧密応力段階前後の粒度分布の変化

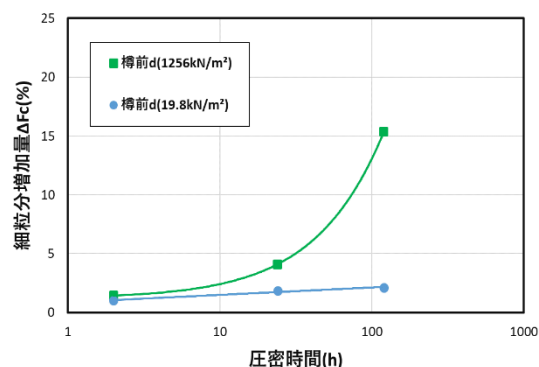


図-6 細粒分増加量と圧密時間の関係

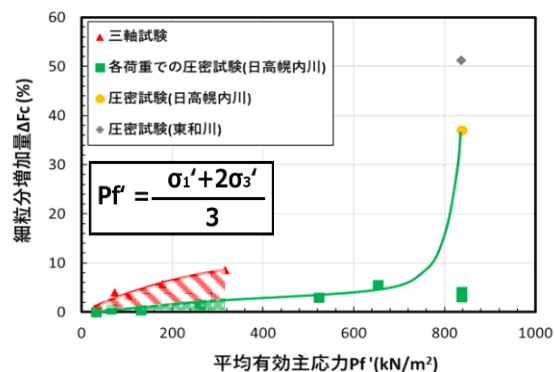


図-7 各試験における粒子破碎量の比較