

樽前降下火砕堆積物(Ta-d)の水分特性が強度特性に及ぼす影響

基礎地盤コンサルタンツ株式会社 正会員 ○川村季実佳
 室蘭工業大学大学院 正会員 川村 志麻
 (国研) 港湾空港技術研究所 正会員 松村 聡

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囲に斜面崩壊が発生した。この地域では、降下火砕堆積物が厚く堆積しており、特に、樽前山を噴出源とする降下火砕堆積物(Ta-d)からなる地層において斜面災害が多発した。これらの地層では風化の進行によって、ハロイサイトのような粘土鉱物が生成され、災害の甚大化の一因となつたとされている。また、本災害の前日に日降雨量 13mm/day が観測されており、この降雨が斜面災害に影響したとの指摘もある。本研究では、はじめに Ta-d 試料の水分特性を明らかにし、水分特性がせん断強度や土粒子の脆弱性に及ぼす影響を調査するとともに、当時の斜面崩壊について考察を行った。

2. 調査地点及び試料について

本研究では、既報¹⁾と同様に、日高幌内川流域の表層すべりが発生した地点で試料採取を行った(図-1)。この地点で確認された Ta-d 試料は①～③の3種類に分類することができる(図-2)。特に②の試料は粘土化していることが確認され、特にハロイサイトの生成が顕著であることが示されている。ここでは、以降①Ta-d PR、②Ta-d VY、③Ta-d PG と称す。

3. 対象地点の現地観測結果

本研究では、斜面崩壊の発生以前の堆積状況における降雨など影響による水分状況の推移や先行降雨の影響を明らかにするために、現地観測を行った。図-3 に設置した機器とその地点の堆積状況を示す。特に、本調査地のすべり面となつたとされる 170cm 地点に設置したテンシオメータで測定した間隙水圧の挙動について着目し、考察した。今回報告する測定期間(年/月)は 2020/10～2022/3 である。深さ 170cm 地点の間隙水圧と日降雨量の関係を図-4 に示す。結果より 30mm/day 以上の降雨量の時に間隙水圧の上昇が確認されたが、一方で 2021/8/12 のように 30mm/day を超える降雨量でも間隙水圧が上昇しない期間も確認された。融雪状況などを踏まえ考察してみると、雪解け後の 2021/3/5～2021/6/15 の約3か月間飽和に近い状態を維持していることが伺える。また、2020年9月に着目してみると(図-5)、2020/9/5 に本災害前日と同程度の降雨量である 13mm/day が確認されたが、間隙水圧の上昇は確認されなかった。そのため、先行降雨の斜面への直接的な影響は小さいと考えた。

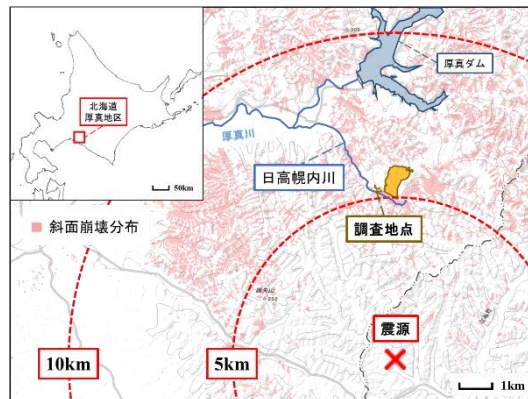


図-1 本研究における調査地点

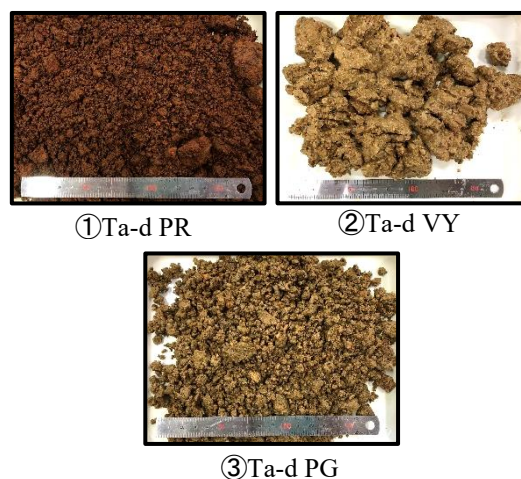


図-2 各 Ta-d 試料写真

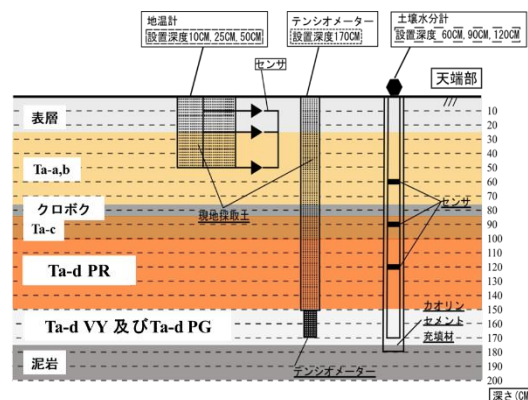


図-3 観測機器の設置状況と堆積状況

キーワード 降下火砕物, 現地観測, 風化, 粒子破碎

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

4. 各 Ta-d の水分特性

現地観測で観測された値における定量的な含水量を検討するため、保水試験を実施した。試験は砂柱法及び素焼板法を用いた。図-6 に本試験で得た各 Ta-d 試料の水分保持曲線を示す。結果より、災害前日の間隙水圧と推測される含水比は、Ta-d PR 試料は約 165%，Ta-d VY 試料では約 190%，Ta-d PG 試料では約 125% となり、降雨の影響というよりも、常時保水された地盤であることが伺える。

5. 各 Ta-d の力学特性と粒子破碎性

各 Ta-d 試料の強度特性及び脆弱性への貢献する要因を検討するために、定圧一面せん断試験及び粒度試験を実施した。供試体はかく乱試料で、原位置の粒度構成及び密度に調整し作製している²⁾。また、乾湿の比較を行うため、炉乾燥試料と自然含水比 w_n に調整した湿潤試料でそれぞれ試験を行っている。ここでは、特に風化が進行している Ta-d VY 試料について例示した ($\rho_f=1.2\text{g/cm}^3$, $w_n=190\%$)。図-7 に Ta-d VY 試料及び北海道の代表的な粗粒降下火砕物のせん断抵抗角と平均有効主応力の関係²⁾を示す。図より、Ta-d VY 試料は破壊時の平均有効主応力 p_f' の増加に伴うせん断抵抗角の減少が著しいことが確認できる。また、乾湿で比較すると、湿潤試料の方がせん断抵抗角が低い。加えて図-8 に示す乾湿それぞれの試験後における細粒分増加量 $\Delta F_c(\%)$ は、湿潤試料の方が細粒分増加量が著しく大きいことが確認できる。よって、Ta-d VY 試料は応力増加による強度低下が著しく、含水状態によって粒子自体の脆弱性が増加し、より粒子破碎が進行すると考えられる。なお、他の試料も同様であった²⁾。特に Ta-d VY 試料において試験前後の含水比の変化が著しかった²⁾。

以上の結果より、風化による粘土鉱物の形成や高含水態といった条件が斜面の強度低下の一因となったと考えられる。また、土粒子が脆弱なため、せん断応力の作用によって粒子破碎が生じ、粒子内に含まれていた水が解放され、本災害の一部であったような長距離流動を引き起こしたのではないかと推測される。

6. まとめ

- (1) 先行降雨による間隙水圧の上昇は確認できなかった。一方で観測された間隙水圧における含水状態はいずれも高い値を示しており、先行降雨の直接的な影響はなかったものの、常に高含水状態の斜面であることが伺える。
- (2) Ta-d VY 試料に強度低下が著しく、湿潤試料において特に粒子破碎性や試験前後の含水比変化が大きいことが確認された。粒子中に内包されている水が粒子破碎によって放出され、混ざり合い流動化したことによって、甚大化した恐れがある。

参考文献

- 1) 川村季実佳, 川村志麻, 稲葉匠: 第 56 回地盤工学研究発表会, 13-4-5-01, 2021.07.
- 2) 川村季実佳: 令和 3 年度室蘭工業大学修士学位論文, 2022.03.

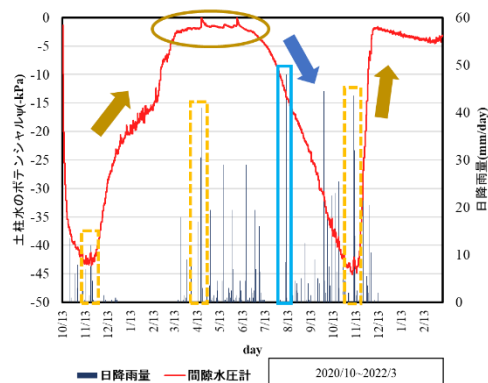


図-4 間隙水圧と日降雨量の関係

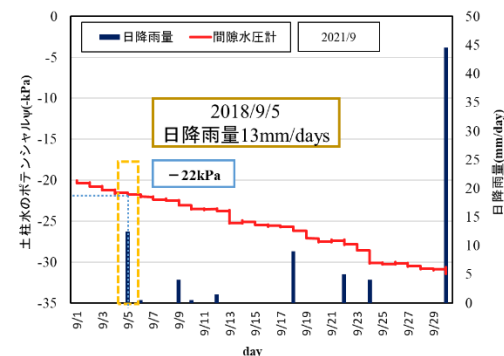


図-5 2021/9 の間隙水圧の推移

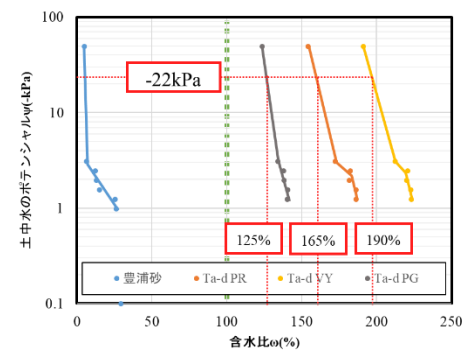


図-6 各 Ta-d 試料の水分保持曲線

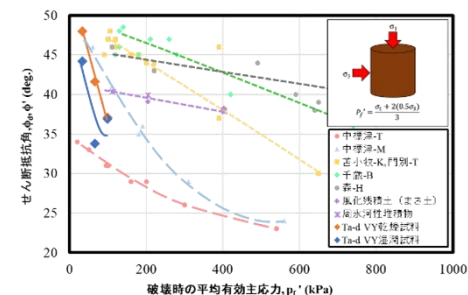


図-7 Ta-d VY 試料 P_f - ϕ 関係

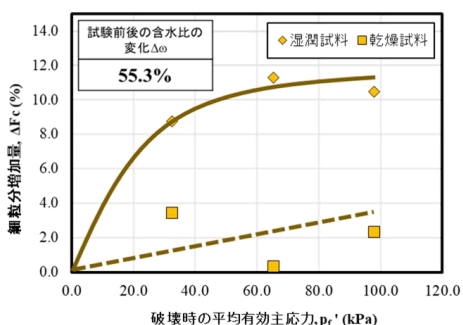


図-8 Ta-d VY 試料の細粒分増加量