

繰返し载荷履歴を受けた 不飽和火山灰質土の強度・変形特性

Effect of Cyclic Loading on Monotonic Shear Behavior of Unsaturated Volcanic Soils

白山 晴瑛

(2024年度 卒業論文概要)

東京大学 工学系研究科 社会基盤学専攻 土質・地盤研究室



THE UNIVERSITY OF TOKYO
GEOTECHNICAL ENGINEERING LAB.

研究の背景

近年、地震による緩斜面大規模崩壊が多数報告されている。そのすべり面の多くは火山灰質土であり、その保水性や地震前の降雨より、すべり面の飽和度は高かったものの不飽和状態であったと推測されている。しかし、火山灰質土および不飽和土に関する研究は、「火山灰質土は粒子破碎性より低いせん断強度を示す」、「不飽和状態においては、飽和度が高いほどせん断強度が低下する」といった定性的な知見に限られており、定量的な評価は不足している。そこで本研究では、不飽和三軸試験機を用いた実験を行うことで、これらの知見の定量化を試みた。



出典) アジア航測株式会社

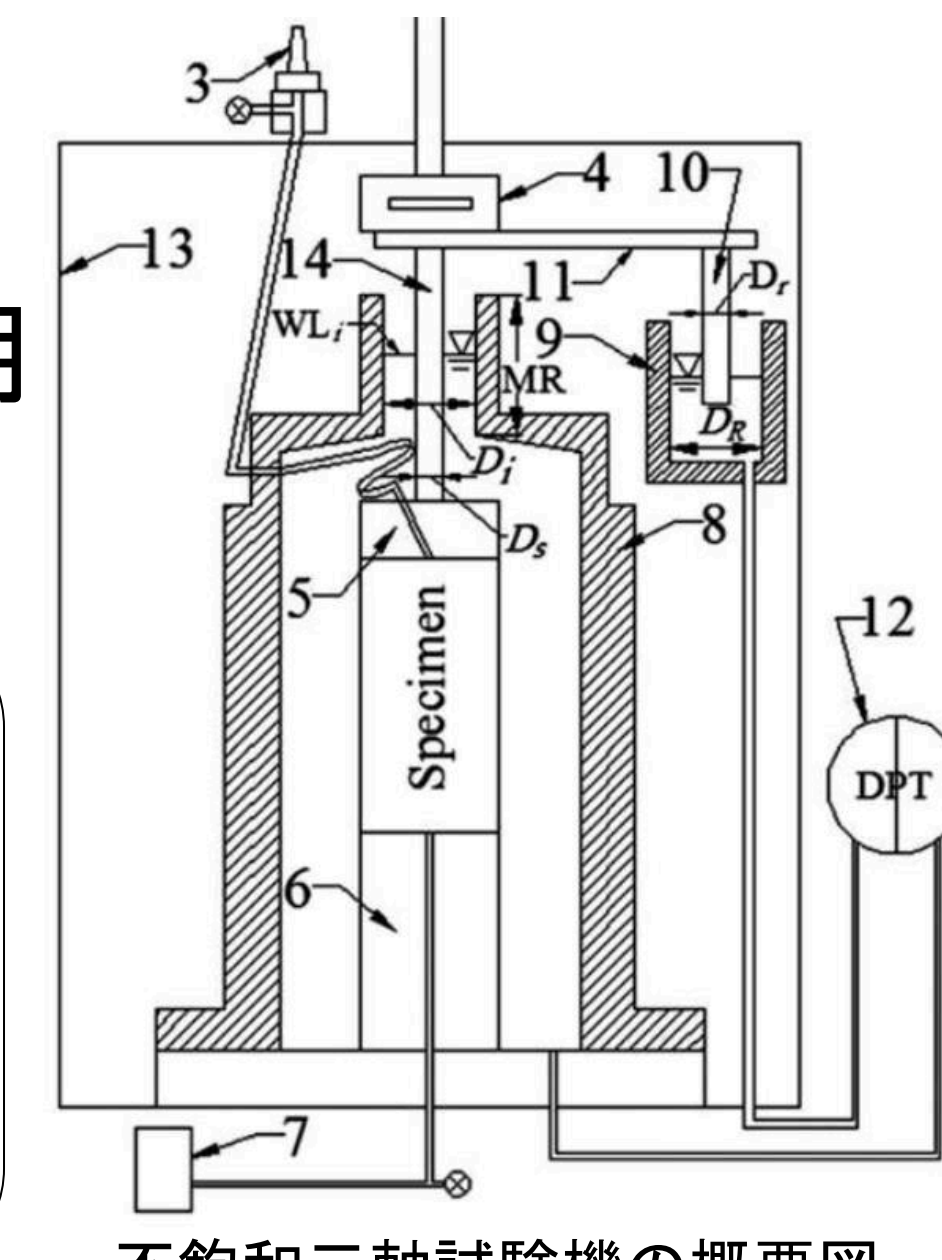
実験方法

不飽和非排気非排水条件での有効応力の変化 $\Delta p'$ には、平均主応力の変化 Δp とせん断力の変化 Δq が関与する(式1)。このうち、前者はB値(式2)により、後者はダイレイタンシー特性、つまりせん断力による体積変化 $\Delta \varepsilon_v^q$ (式3)より観察できる。そこで、不飽和三軸試験機を用いて非排気非排水条件で、せん断試験を行い、以上の方法よりせん断中のB値及びダイレイタンシー特性を評価した。試料には、北海道胆振東部地震ですべり面となった樽前降下軽石(Ta-d)を使用し、北海道厚真町で採取した。

$$\Delta p' = (1 - B)\Delta p + B(1/3 - A)\Delta q \quad (\text{式1})$$

$$B = \frac{1}{1 + nK(1 - S_r)/u_a} \quad (\text{式2})$$

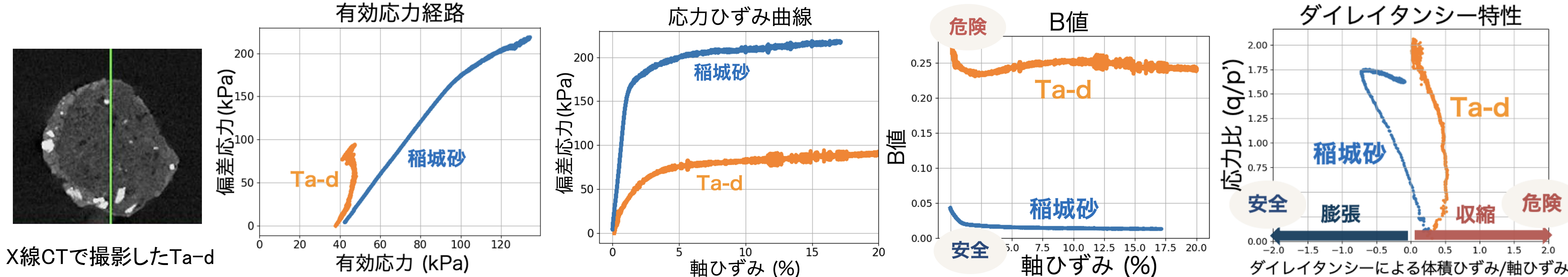
$$\Delta \varepsilon_v^q = \Delta \varepsilon_v - \Delta p'/K \quad (\text{式3})$$



不飽和三軸試験機の概要図

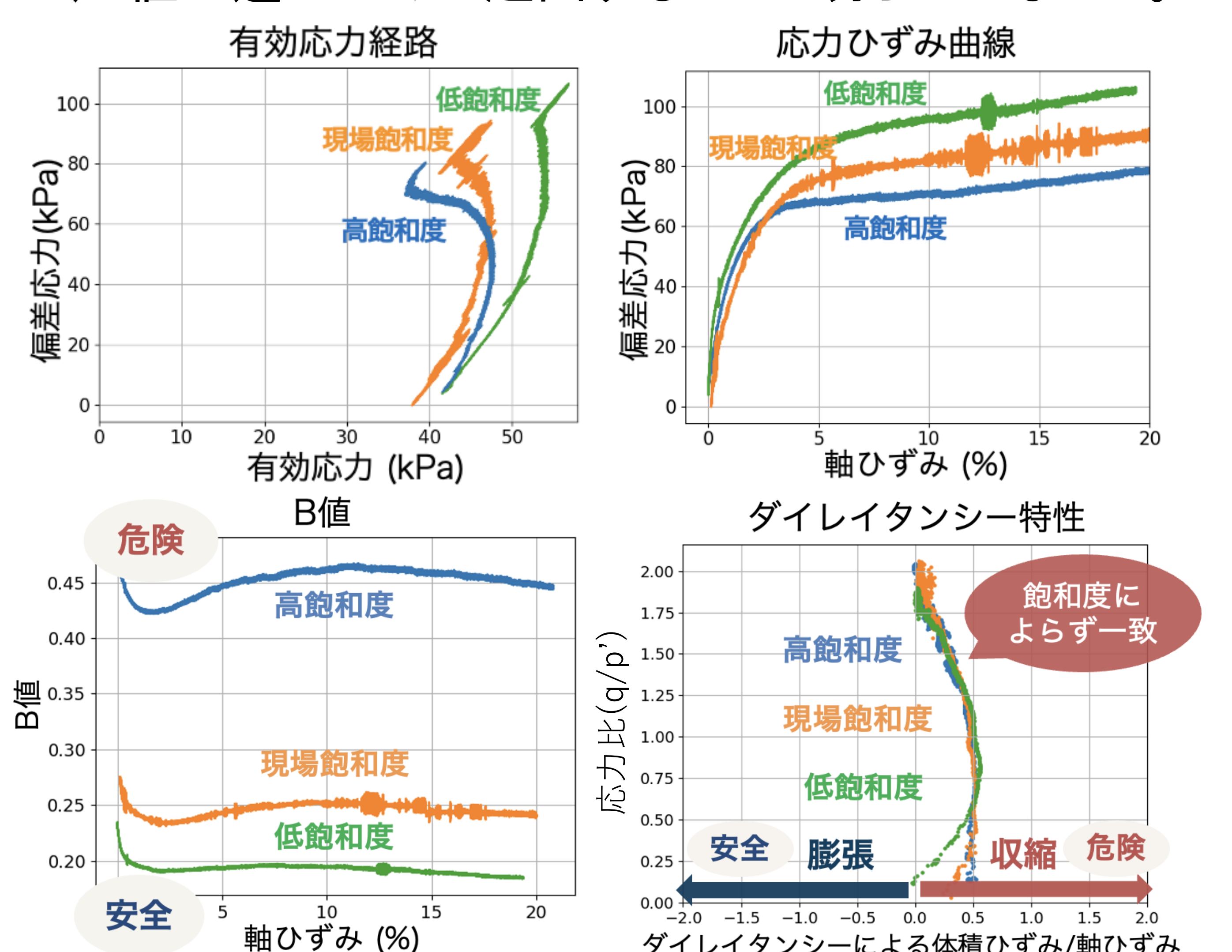
1. 火山灰質土の特性

火山灰質土の特性を調べるために、Ta-dおよび一般の砂の稲城砂を用いて単調载荷を行った。この際、X線CTより求めたTa-dの内間隙比を用いて、異なる試料間で粒子間の間隙比および飽和度を揃えた。その結果、Ta-dは稲城砂よりも著しく小さなせん断力を示したが、これは体積弾性率が低いためにB値が高く有効応力が低下しやすいこと、またダイレイタンシー特性の観点から非常に圧縮性が高いことに起因すると、定量的に示すことに成功した。



2. 飽和度の影響

Ta-dの飽和度を変化させて単調载荷を行った結果、飽和度が高いほどせん断強度が低下した。この際、ダイレイタンシー特性は飽和度によらず一致したが、これはダイレイタンシー特性が土骨格の構造のみに依存し、飽和度が異なる場合でも供試体の作製方法が同一であれば一致するためと考えられる。一方、B値は飽和度が高いほど大きくなり、飽和度が高いほどせん断強度が低下するのは、B値の違いのみに起因することが明らかになった。



3. 繰返し载荷の影響

Ta-dに対して、北海道胆振東部地震相当の繰返し载荷後に単調载荷を行った結果、飽和度が高いほどせん断強度が低下した。この際、繰返し载荷によってダイレイタンシー特性が変化し、飽和度が高いほど収縮傾向を示した。これは、飽和度が高いほど繰返し载荷による粒子破碎が顕著であるためと考えられる。一方で、B値については飽和度が高いほど大きくなった。以上より、繰返し载荷を受けると、B値およびダイレイタンシー特性の双方の観点から、飽和度が高いほどせん断強度が低下することが明らかになった。

