

膨潤性粘土の変形特性に及ぼすイオン濃度・種類の影響



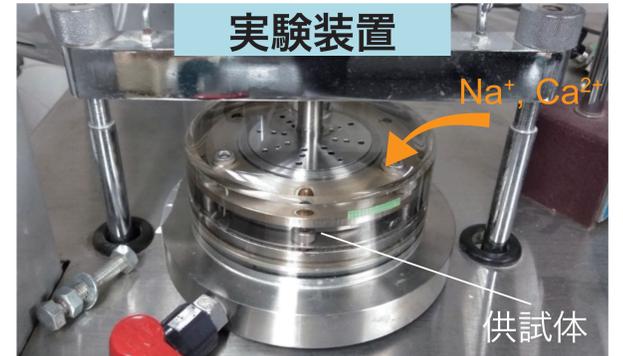
武藤康博
 東京大学工学部 社会基盤学科 土質地盤研究室
 2020年度 卒業論文概要

■研究の背景・目的

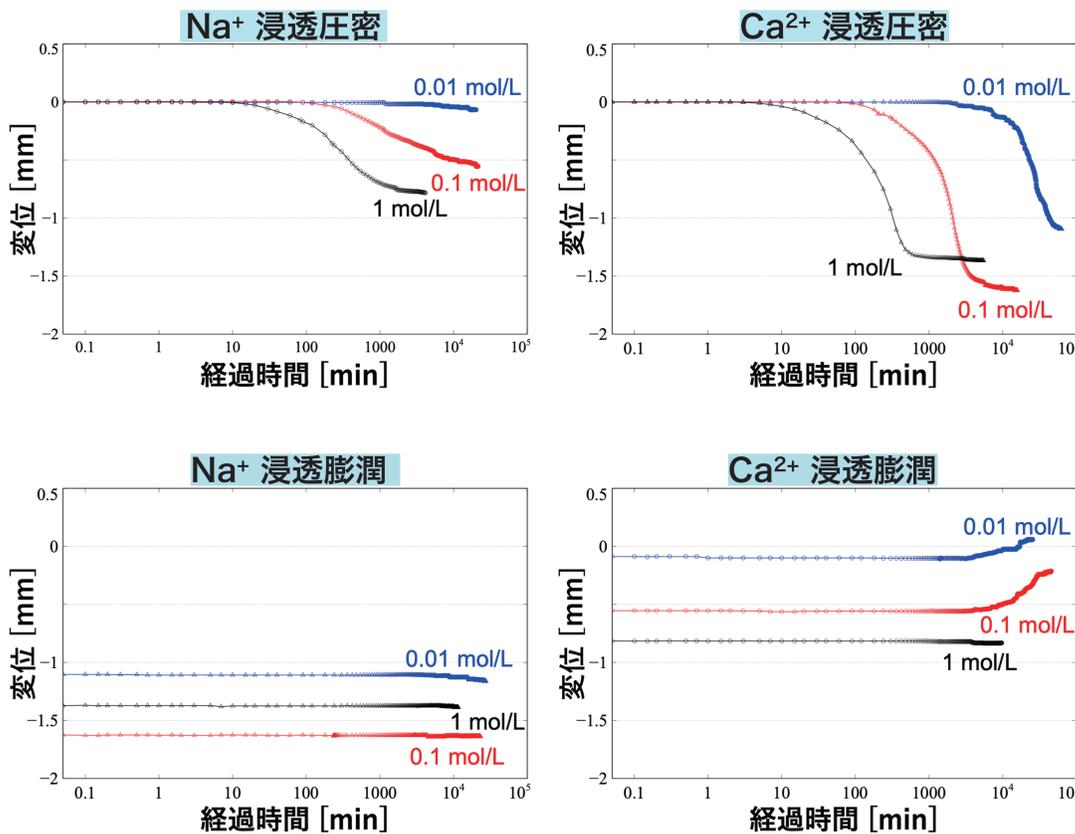
膨潤性粘土は放射性廃棄物処分における利用が期待されるなど工学的に重要であるが、その挙動は未解明の点が多い。特に、間隙水中の陽イオンの影響で体積変化すること（浸透圧密・膨潤）が知られているが、**イオン濃度・種類が及ぼす影響については十分に検討されていない**。本研究では、実験と解析の両面からその影響について調べた。

■実験の概要

膨潤性粘土の飽和供試体に対して**载荷一次圧密試験機を用いたイオンの浸透・溶脱試験**を行った。圧密容器内の間隙水をイオン溶液で置換し、その後、蒸留水で置換することで、浸透圧密・膨潤を生じさせ、各段階における体積変化を計測した。イオン溶液として、濃度 1, 0.1, 0.01 mol/L の NaCl、CaCl₂ 水溶液を用いることで、**イオン濃度・種類の影響を調べた**。さらに、イオン濃度を測定し、供試体中のイオンの移動について分析した。



変位の経時変化



■実験結果

浸透圧密時の特性

Na⁺ のケースでは**濃度が高いほど体積収縮量が大きい**関係がみられた。一方で、Ca²⁺ のケースではそのような関係は見られなかった。また、Na⁺ よりも Ca²⁺ のケースの方が変位が大きかった。すなわち、**イオンの価数が大きいほど体積収縮量は大きい**と言える。さらに、どちらのケースでも、**濃度が高いほど変位が生じるのが早い**傾向が見られた。

浸透膨潤時の特性

浸透させるイオンの濃度・種類によっては**浸透膨潤が生じない**ことがわかった。また、膨潤が生じたケースでは、濃度に関わらず変位が生じるのはほとんど同時であり、浸透圧密よりも開始が遅かった。これらの時間に関する特性は移流・拡散による供試体中のイオンの移動が関係していると考えられる。

■解析の概要

膨潤性粘土の粒子表面における電気化学的な現象を考慮した構成モデルを用いて実験のシミュレーションを行なった。その際、解析条件として、実験で測定したイオン濃度を用いた。

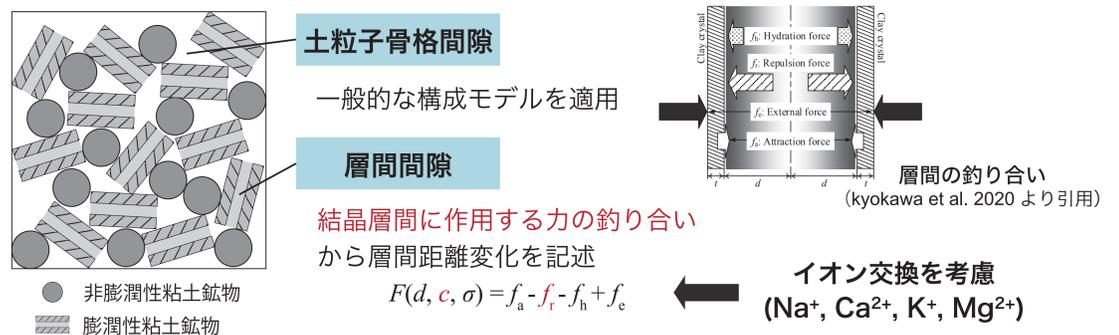
■解析結果

浸透圧密時の体積変化

実験において見られた傾向を解析でも概ね再現できた。すなわち、**層間作用力の釣り合いから浸透圧密のメカニズムを解釈**できることが示された。また、Ca²⁺ のケースでは濃度に対する圧密量の変化が頭打ちになっており、**体積収縮量の限界の存在**が示唆された。

浸透膨潤時の体積変化

実験では膨潤が見られなかったケースでも、解析では膨潤が示された。原因として、**密度や配向が透水性・拡散性に及ぼす影響**を解析では考慮していないことが考えられる。



実験と解析の比較

