

第Ⅲ部門

凍結融解による関東ロームの物性値変化と透水係数との関係

摂南大学 大学院 学生員 ○玉崎 千明
 摂南大学 工学部 正会員 伊藤 譲
 摂南大学 工学部 高田 頼行

1. 目的

汚染土壌の浄化修復方法として土壌洗浄が理想的な方法とされている。しかし、土壌洗浄では、シルト分以下の細粒分に対しては適用が困難であり、この問題を解決する方法の一つとして凍結融解を利用した土壌洗浄技術が提案されている。

本研究の目的は、この工法の適用性を検討するために、凍結融解による透水係数変化のメカニズムを探ることにある。今回は関東ローム(以下「ローム」)について土の物性値変化と透水係数との関係について一連の実験を行ったので報告する。

2. 実験方法

実験で使用したロームの物性値は $\rho_s=2.638\text{g/cm}^3$, $LL=151.3\%$, $PL=99.5\%$, 粘土分 29.5%, シルト分 64.5%, 細砂分 6% である。

試料土に前処理として凍結融解, 自然乾燥, 炉乾燥作用を与え, それぞれ A (自然含水比=処理なし), B (凍結融解), C (自然乾燥), D (炉乾燥) の計 4 種類の試料を準備した。このような前処理土に対して, 液性限界試験, 圧密透水試験, 一次元凍結融解実験, フォールコーン試験を行った。

圧密透水試験ではペースト状の脱気試料を圧密リング内で段階的に 100kPa まで载荷した。そして透水試験を行った後に 25kPa に除荷し, 再び透水試験を行った。

一次元凍結融解実験ではペースト状の脱気試料を段階的に 100kPa まで予圧密した後 25kPa まで除荷し, 高さ 80mm に整形し供試体とした。実験では载荷重は 25kPa 一定とし, まず, 上下部の温度を 6.0°C に保ち凍結前に変水位透水試験を行った。次に上部より給水可能な状態にして, 温度勾配 0.75°C/cm , 冷却速度 0.2°C/h , 融解速度 0.5°C/h の条件で, 下部から上部へと凍結を行った。最終的には上下部共に -10.0°C まで温度降下させた。そして, 融解後には凍結前と同様に変水位透水試験を行った。

3. 結果と考察

(1) 前処理による液性限界と透水係数への影響

図 1 に液性限界の変化を示す。前処理を与えたことにより液性限界は A, B, C, D の順に並んだ。このように, ロームは凍結融解作用を与えるだけで液性限界が低下することまた乾燥作用を与えると液性限界が著しく低下することが分かった。その後の経時変化は, A, B は低下傾向にあるが C, D ではほとんど変化はなかった。これより, A, B には長期的に変化する成分が存在していると考えられる。図 2 に圧密透水試験の間隙比と透水係数の関係

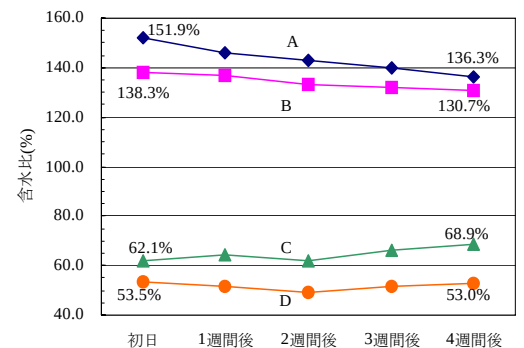


図 1 液性限界の経時変化

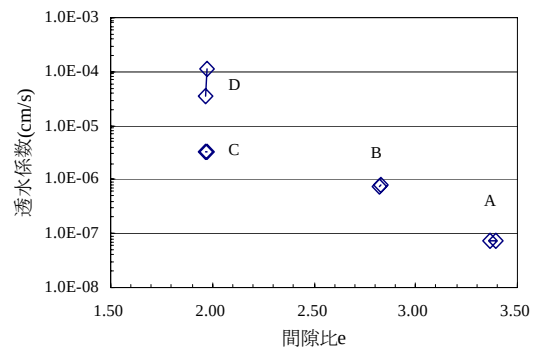


図 2 圧密透水試験の間隙比と透水係数の関係

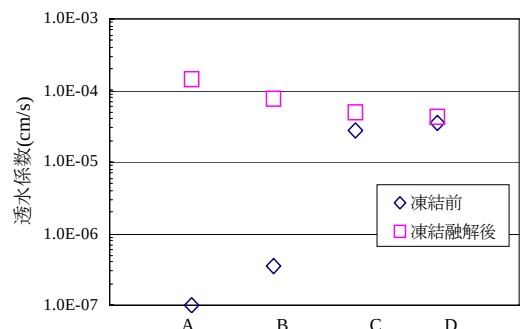


図 3 凍結融解実験の透水係数

係を示す。前処理を与えると間隙比は A, B, C, D の順に小さくなり、逆に透水係数は大きくなった。これは、一般に見られる間隙比と透水係数の関係と逆の関係である。

図 1, 2 より、凍結融解作用と乾燥作用はロームの表面状態を変化させ、その結果間隙比が変化し透水係数に影響が及ぶと考えられる。

(2) 前処理土における凍結融解実験前後の透水係数

図 3 に前処理土ごとの凍結融解実験による透水係数を示す。透水係数は凍結前においては、D, C, B, A の順に大きい、凍結融解後では透水係数の大小関係が逆転し A, B, C, D の順に大きくなった。また、A と B では凍結融解後の透水係数が大幅に増加したのに対して C と D では凍結融解後に透水係数の増加はほとんど見られなかった。このように、一度凍結融解作用や乾燥作用を与えた試料の透水係数は凍結融解後の透水係数に近づくことがわかる。

このメカニズムとして、ローム中のミクロな団粒構造が破壊されたこと、粘土鉱物や有機物の変質したことが考えられる。

(3) 凍結融解前後のフォールコーン貫入量

図 4～7 に各試料の練り返し状態での凍結融解前後でのフォールコーン貫入量と含水比との関係を示す。

図 4 に示す A では、凍結前は A の貫入ラインの延長上に位置していたが凍結融解を行うことにより B の貫入ラインの延長下へと移動した。特に供試体上部において B ラインより離れが大きい。図 5 に示す B は凍結融解前後でほとんど変化はなく B ラインの延長下に平行に移動した。またこのラインの延長上に A の凍結融解後上部がプロットされる。これらのことより、一度凍結融解作用を受けると液性限界が低下すること、2 回の凍結融解作用を与えても液性限界はそれほど低下しないことがわかる。なお、図 6, 7 に示す乾燥作用を受けた C, D ではラインのやや上側に位置した。

これらの結果より、凍結融解作用と乾燥作用が土粒子に与える影響は異なっていると思われる。

4. 結論

(1) 凍結作用と乾燥作用はロームの表面状態を変化させ、その結果間隙比が変化し、透水係数に影響がおよぶと言えよう。

(2) 凍結融解や乾燥作用を与えた試料は、透水係数が凍結融解後の透水係数に近づいた。これは、団粒構造が破壊されたこと、粘土鉱物や有機物の変質したことが考えられる。この原因の特定は今後の課題である。

(3) ロームに 2 回の凍結融解作用を与えても液性限界は低下しないことが分かった。また、凍結融解作用と乾燥作用が土粒子に与える現象は異なっていると思われる。

謝辞：本研究に協力いただいた摂南大学工学部都市環境システム工学科の岡田仁君、藤田雄三君に厚く御礼申し上げます。

参考文献 1)伊藤譲・新居和人・新本健司：凍結融解土の透水係数に及ぼす冷却方法の影響、第 40 回地盤工学研究発表会、2005

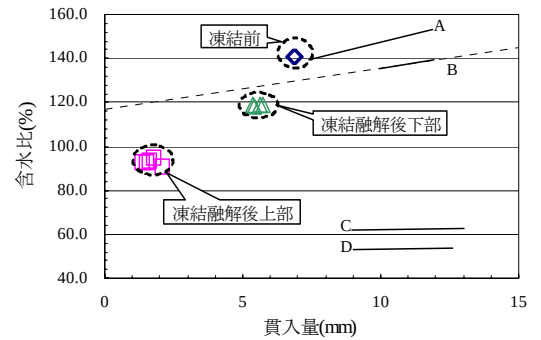


図 4 A の F 貫入量と LL の関係

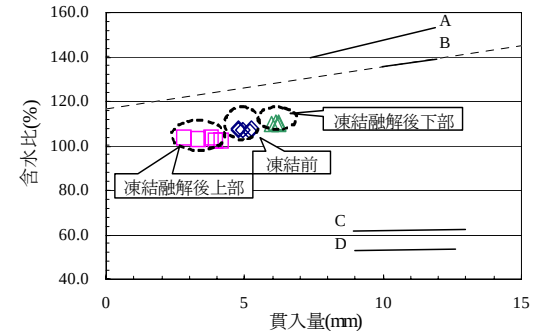


図 5 B の F 貫入量と LL の関係

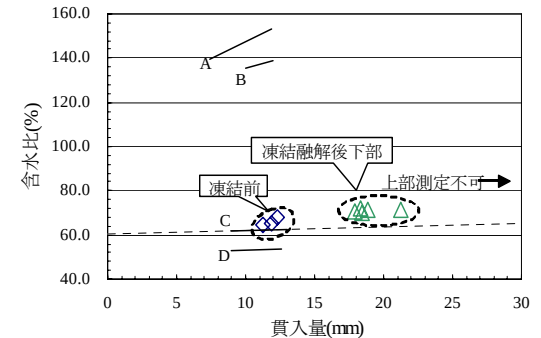


図 6 C の F 貫入量と LL の関係

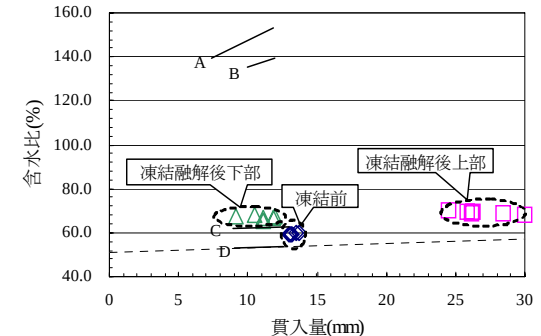


図 7 D の F 貫入量と LL の関係