# 凍結融解による関東ロームの透水係数変化のメカニズム

(社)近畿建設協会		正会員	〇玉崎	千明
摂南大学	工学部	正会員	伊藤	譲
京都大学	大学院	フェロー	- 嘉門	雅史

#### 1.目的

細粒土を凍結融解させると透水係数が増加することは,古くから凍結時に発生するアイスレンズ(IL)に よるクラックが融解後にも残るためであると考えられていた.しかし,最近の研究では,ILの痕跡よりも土 粒子自体の変化が要因となるケースもあるという結果も報告されている.本研究では,凍結融解による透水 係数増加の要因について,土構造(ILの痕跡)と土粒子自体の変化と分けて評価するために,主として一次

元凍結融解実験と圧密透水試験を行ない,この結果より,土の凍 結融解による透水係数増加の要因について,土構造と土粒子によ るものに分けて定量的に評価する方法を提案する.

## 2. 実験方法

本実験では試料土に関東ロームを使用した.物性値は ps=2.64g/cm<sup>3</sup>, LL=169.8%, PL=99.5%, 粘土分=29.5%, シルト 分=64.5%, 細砂分=6.0%である.

(1) <u>試料土</u>

<u>凍結融解,乾燥処理</u>関東ロームに前処理として凍結融解と炉 乾燥処理を与え,それぞれKA(自然含水比=処理なし),KB(凍結融 解),KD(炉乾燥)の計3種類の試料を用いた.KBは-20 で24時間凍 結後,室温を19 にした恒温室にて融解した試料で,KDは110 の 乾燥炉で24時間乾燥した試料である.

<u>水洗い処理</u> KAを自然含水量の3倍と10倍のイオン交換水で 混合した後,24時間放置し上澄みを除去したものをK3,K10とする.

<u>実験荷重</u> KAの実験荷重を50kPaにしたものをKEとする. (2) <u>一次元凍結融解実験</u> 一次元凍結融解実験ではペースト状の脱 気試料を内径100mmのアクリルセル内で段階的に100kPaまで予圧 密した後25kPaまで除荷し,高さ80mmに整形したものを供試体と した.実験中の載荷重は25kPaを原則とし,上部より給水可能な状 態で,温度勾配0.75 /cm,凍結速度0.2 /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 まで温度降下さ せた.その後,融解速度1.0 /hで融解した.凍結融解前後には供試 体温度を6.0 に保ち,透水試験を行った.

これらの前処理と実験荷重の関係は表1に示す.

(3) <u>圧密透水試験</u> 圧密透水試験では,前処理を行なったペースト状の脱気試料を内径 60mmの圧密リングに流し込み,12 時間以上静置し,12.5kPa から 800kPa まで各段階で 24 時間圧密し,その後 24 時間の変水位透水試験を行った.

キーワード 凍結融解 透水係数 関東ローム 連絡先 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8 TEL 072-839-9701 表1 実験条件



#### 3-350

## 3.結果と考察

(1) <u>凍結・乾燥処理</u> 図1に透水係数と間隙比の関係を示す.凍結前の透水係数はKAよりKBの方が間隙比は低下する傾向にあり,透水係数は若干増加した.KDの間隙比は大きく低下して,透水係数が100倍大きくなった.融解後はKA,KB,KDほぼ同じ値まで増加を示した.処理土に凍結融解・乾燥作用を与えると全体的に凍結融解実験前の間隙比が低下し,透水係数は増加する傾向が見られた.

図 2 に凍結融解実験前後の液性限界の変化を示す.KA を凍結融 解すると液性限界は低下した.KA の融解後と KB の凍結前の液性 限界がほぼ同じとなり,KB は凍結融解してもさらに液性限界が低 下することはなかった.これより,凍結融解を繰り返しても液性限 界は1回目以上には低下せず,透水係数の増加も,それ以上は見ら れないと言える.

(2) <u>圧密透水試験</u> 図 3 に前処理を行った試料の圧密透水試験の e-logP 曲線の関係を示す.KA,KB,KD と e-logP 曲線は下方に移 動している 図4に圧密透水試験の間隙比と透水係数の関係を示す. 透水係数はKA,KB,KD の順に大きくなるが,間隙比はKA,KB, KD の順に小さく,一般的な透水係数と間隙比の関係とは逆を示す. (3) <u>粒度試験</u> 図5に前処理の違いによる粒度分布を示す.KAと比 較してKBとKDは粘土分が少なくなり,細砂分が多くなったよう に見える.また,K3とK10では粘土分が多くなり,細砂分が少な く見える.

(4) <u>透水係数変化の要因</u>図6にKA,KB,KDとKEについて図1と図4を重ね合わせる.KAは凍結融解実験での凍結前と融解後の値を結ぶと破線のように変化し途中で圧密透水試験のKBのe-k線と交わる.この交点から上部が土構造の変化,交点から下が土粒



子(要素)の変化に起因するものである.両者の割合は,KEの結果が示すように荷重が大きくなると土構造の 変化の影響は小さくなり,土粒子の変化が相対的に大きくなる.

次に KB については,凍結融解実験の凍結前の値がすでに KB の e-k 線上に位置するので,点線のように 透水係数の増分は全て構造変化に起因するものとなる. KD についても KB と同様に構造の変化によるもの である.これより,一次元凍結融解実験と圧密透水試験より土の透水係数増加の要因を土構造変化と土粒子 変化とに分けて評価できる.

4.まとめ (1) 関東ロームに凍結融解,乾燥処理を与えるだけで,間隙比は低下して,透水係数は増加する. (2) 関東ロームでは,土粒子自体の凍結融解をくり返しても,透水係数は1回目以上には増加しない.(3) 凍 結融解や炉乾燥処理を与えた関東ロームの e-logP 曲線は下方に移動する.これより,凍結融解や乾燥作用が 土粒子自体の性質を変化させていることが分かる.(4) 関東ロームに前処理を与えると粒度分布も変化する が粒度分布と透水係数の変化との関係は必ずしも明らかでない.(5) 土の凍結融解による透水係数変化の要 因を構造変化と要素変化とに分けて評価することができる.前処理を行なうと透水係数の増加は構造の変化 に起因するもののみとなる.

謝辞:この一連の実験は高橋慎二氏,谷真志氏,西村一陽氏が卒業研究で行なったものです.また本研究には日本学術振興会科学研究 費補助金基盤研究(C)(No.16560438,代表:伊藤譲)の一部が使用されています.ここに記して感謝の意を示します.<u>参考文献</u>1)玉崎 千明・伊藤譲・嘉門雅史:凍結融解による関東ロームの透水係数変化の諸要因,平成20年度土木学会関西支部年次学術講演会,2008