

凍結融解による透水係数の変化を利用した汚染土壌洗浄技術に関する研究

(研究課題番号 16560438)

平成 16 年度～平成 17 年度
科学研究費補助金(基盤研究(C)(2))
研究成果報告書

平成 18 年 3 月

研究代表者 伊 藤 譲

(摂南大学工学部教授)

はしがき

土の凍結融解現象を利用した一連の汚染土壌の浄化修復技術が、研究代表者と研究分担者らにより提案されている。本研究の対象は、細粒分を多く含んだ汚染土壌に対して凍結融解による透水係数の増加に期待した技術である。本研究期間においては、透水係数の増加に影響を及ぼす冷却方法等の条件を明らかにすることであった。実験は、主として藤森粘土と関東ローム等の試料土を用いて、凍結方法、上載荷重、拘束条件、給水条件、土質条件などの影響を検討した。研究期間における主な成果は、以下のとおりである。

(1) 凍結融解後の透水係数の増加には、凍上作用の影響は小さいと考えられる。それは、温度降下速度、温度勾配、凍結速度と給水条件が異なっても融解後の透水係数には大きな違いが認められなかったことから推察される。

(2) 土質条件を除くと、凍結融解後の透水係数に影響を与えるのは冷却温度と上載荷重であった。冷却温度は、今回の実験に用いた土質においては $-5\sim-7^{\circ}\text{C}$ 程度の温度で凍結すれば十分な効果が得られることが分かった。また、上載荷重の影響を検討したところ、地下10-20mの深度でも、ある程度の効果が期待されるものと考えられた。

(3) 凍結融解による透水係数の変化は土粒子の表面状態に関する何らかの要因により生じるものと考えられる。これは、冷却温度がある一定温度($-5\sim-7^{\circ}\text{C}$ 程度)より高いほど融解後の間隙比が大きく、しかし、透水係数は逆に低くなる傾向があることから推察された。さらに、凍結融解前後での液性限界の違い、繰り返し試料の一軸圧縮強度圧縮強さと炉乾燥等の処理を行った試料の透水係数の挙動からも推察することができる。しかし、そのメカニズムの解明は今後の課題である。

(4) 透水係数の増加の原因を土粒子配列の変化や凍結吸引力による微細構造の発達などとする考えも現段階では完全には否定できない。

研究組織

研究代表者：伊藤 譲（摂南大学工学部・教授）

研究分担者：嘉門雅史（京都大学大学院・教授）

研究経費

（金額単位：千円）

	直接経費	間接経費	合計
平成16年度	2,500	0	2,500
平成17年度	1,000	0	1,000
総計	3,500	0	3,500

研究発表

(1) 学会誌等

- 嘉門雅史・乾 徹・佐々木和憲(2004)：重金属汚染土およびその固化体の溶出特性に関する実験的検討，材料，Vol.53, No.1, pp.45-48.
- 嘉門雅史(2004)：遭遇型地盤汚染対策への技術開発，土壤・地下水，新政策，政策総合研究所，pp.8-11.
- Y. Ito, M. Kamon & K. Nii(2004): Experiment to verify the effectiveness of freezing and thawing for washing contaminated fine-grained soils, Proc. 4th Japan-Korea Joint Seminar on Geoenvironmental Engineering, pp.67-70.
- M. Kamon, K. Endo, J. Kawabata, T. Inui & T. Katsumi(2004): Two-dimensional DNAPL migration affected by groundwater flow in unconfined aquifer, Jour. Hazardous Materials, Elsevier, Vol.110, pp.1-12.
- 伊藤譲(2004)：凍結融解現象を利用した汚染土壌対策，ケミカルエンジニアリング，Vol.49, No.5, pp.14-20.
- 伊藤譲・嘉門雅史・新居和人・福島信吾・日置和昭・野村忠明・伊豆田久雄（2004）：結融解による透水係数の増加現象を利用した汚染地盤の通水洗浄技術，第6回地盤改良シンポジウム論文集，pp.169-174.
- 伊藤譲・嘉門雅史・福島信吾・日置和昭・野村忠明・伊豆田久雄（2004）：凍結・凍上現象を利用した新しい浄化技術の提案，土と基礎，Vol.52, No.10, pp.12-14.
- 伊藤譲・嘉門雅史・新居和人・福島信吾・日置和昭・野村忠明・伊豆田久雄（2004）：凍結融解による透水係数の増加現象を利用した地盤洗浄技術，地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム論文集，pp.25-28.
- Y. Ito, M. Kamon & K. Nii(2004): The on-site remediation of contaminated fine-grained soils, Proc. Malaysia-Japan Joint Seminar on Geohazards and Geoenvironmental Engineering, pp.149-154.
- Ha Ik Chung & M. Kamon(2005): The coupled effect of electrokinetic and ultrasonic remediation for the treatment of contaminated sediments, Proc. 15th ISOPE, pp.652-657.
- Y. Ito, M. Kamon, K. Nii & K. Aramoto(2005): Influence of freezing method on the permeability of frozen-thawed soils, Proc. 5th Japan-Korea Joint Seminar on Geoenvironmental Engineering, pp.199-204.
- 嘉門雅史(2005)：廃棄物等の適正処理と地盤汚染対策、第6回環境地盤工学シンポジウム論文集，pp.1-14.
- 伊藤譲・嘉門雅史・新居和人・福島信吾・日置和昭・野村忠明・伊豆田久雄（2005）：結融と吸引による汚染地盤中 DNAPL の回収技術に関するモデル実験，第6回環境地盤工学シンポジウム発表論文集，pp.119-124.

Y. Ito, K. Nii & K. Aramoto(2005): The on-site remediation of contaminated fine-grained soils based on the effect of permeability change after freezing and thawing, Proc. 16th ICSMGE, pp.2383-2386.

(2) 口頭発表

伊藤譲・新居和人・新本健司(2004): 凍結融解作用による細粒土の透水係数の変化について, 平成 16 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要, pp.III-2-1~2.

伊藤譲・新居和人・嘉門雅史・福島信吾・野村忠明・伊豆田久雄(2004): 凍結融解作用を利用した汚染地盤の通水洗浄技術, 第 39 回地盤工学研究発表会, pp.2243-2244.

伊藤譲・新本健司・新居和人・西村新次郎・藤澤博規(2004): 凍結融解作用が細粒土の透水係数に及ぼす影響について, 第 39 回地盤工学研究発表会, pp.1117-1118.

伊藤譲・嘉門雅史・日置和昭・野村忠明・吉田聡志(2004): 冷却・冷凍による有害物質の揮発抑制および撤去技術, 第 39 回地盤工学研究発表会, pp.2213-2214.

伊藤譲・嘉門雅史・福島信吾・日置和昭・野村忠明・伊豆田久雄(2004): 凍結融解による透水係数の変化を利用した汚染土壌の通水洗浄技術, 第 10 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集, pp.271-274.

伊藤譲・嘉門雅史・新居和人・福島信吾・日置和昭・野村忠明・伊豆田久雄(2004): 凍結融解と通水による汚染土壌の洗浄, 第 59 回土木学会年次学術講演会講演概要集, pp.605-606.

伊藤譲(2004): 凍結融解現象を利用した汚染土壌の洗浄技術, JST 新技術説明会資料, pp.56-62.

伊藤譲・新居和人(2005): 冷却方法の違いによる凍結融解土の透水係数について, 平成 17 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要, pp.III-33~34.

伊藤譲・嘉門雅史・福島信吾・野村忠明・伊豆田久雄・新居和人(2005): 凍結融解を利用した土壌洗浄における凍結条件の影響, 第 11 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集, pp.784-787.

伊藤譲・新居和人・新本健司(2005): 凍結融解土の透水係数における冷却方法の影響, 第 40 回地盤工学研究発表会, pp.2679-2680.

伊藤譲・新居和人・新本健司(2005): 等方圧力下における凍結融解後の透水係数の変化, 第 60 回土木学会年次学術講演会講演概要集, pp.619-620.

工業所有権の出願・取得状況

なし

研究成果（学会誌等報告）

学会誌等

Y. Ito, M. Kamon & K. Nii(2004): Experiment to verify the effectiveness of freezing and thawing for washing contaminated fine-grained soils, Proc. 4th Japan-Korea Joint Seminar on Geoenvironmental Engineering, pp.67-70.

伊藤譲(2004):凍結融解現象を利用した汚染土壌対策, ケミカルエンジニアリング, Vol.49, No.5, pp.14-20.

伊藤譲・嘉門雅史・新居和人・福島信吾・日置和昭・野村忠明・伊豆田久雄(2004): 結融による透水係数の増加現象を利用した汚染地盤の通水洗浄技術, 第6回地盤改良シンポジウム論文集, pp.169-174.

伊藤譲・嘉門雅史・福島信吾・日置和昭・野村忠明・伊豆田久雄(2004): 凍結・凍上現象を利用した新しい浄化技術の提案, 土と基礎, Vol.52, No.10, pp.12-14.

伊藤譲・嘉門雅史・新居和人・福島信吾・日置和昭・野村忠明・伊豆田久雄(2004): 凍結融解による透水係数の増加現象を利用した地盤洗浄技術, 地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム論文集, pp.25-28.

Y. Ito, M. Kamon & K. Nii(2004): The on-site remediation of contaminated fine-grained soils, Proc. Malaysia-Japan Joint Seminar on Geohazards and Geoenvironmental Engineering, pp.149-154.

Y. Ito, M. Kamon, K. Nii & K. Aramoto(2005): Influence of freezing method on the permeability of frozen-thawed soils, Proc. 5th Japan-Korea Joint Seminar on Geoenvironmental Engineering, pp.199-204.

伊藤譲・嘉門雅史・新居和人・福島信吾・日置和昭・野村忠明・伊豆田久雄(2005): 結融と吸引による汚染地盤中 DNAPL の回収技術に関するモデル実験, 第6回環境地盤工学シンポジウム発表論文集, pp.119-124.

Y. Ito, K. Nii & K. Aramoto(2005): The on-site remediation of contaminated fine-grained soils based on the effect of permeability change after freezing and thawing, Proc. 16th ICSMGE, pp.2383-2386.

口頭発表等

伊藤譲・新居和人・新本健司(2004): 凍結融解作用による細粒土の透水係数の変化について, 平成16年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要, pp.III-2-1~2.

伊藤譲・新居和人・嘉門雅史・福島信吾・野村忠明・伊豆田久雄(2004): 凍結融解作用を利用した汚染地盤の通水洗浄技術, 第39回地盤工学研究発表会, pp.2243-2244.

伊藤譲・新本健司・新居和人・西村新次郎・藤澤博規(2004): 凍結融解作用が細粒土の透水係数に及ぼす影響について, 第39回地盤工学研究発表会, pp.1117-1118.

伊藤譲・嘉門雅史・福島信吾・日置和昭・野村忠明・伊豆田久雄(2004)：凍結融解による透水係数の変化を利用した汚染土壌の通水洗浄技術，第 10 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集，pp.271-274.

伊藤譲・嘉門雅史・新居和人・福島信吾・日置和昭・野村忠明・伊豆田久雄(2004)：凍結融解と通水による汚染土壌の洗浄，第 59 回土木学会年次学術講演会講演概要集，pp.605-606.

伊藤譲(2004)：凍結融解現象を利用した汚染土壌の洗浄技術，JST 新技術説明会資料，pp.56-62.

伊藤譲・新居和人(2005)：冷却方法の違いによる凍結融解土の透水係数について，平成 17 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要，pp.III-33～34.

伊藤譲・嘉門雅史・福島信吾・野村忠明・伊豆田久雄・新居和人(2005)：凍結融解を利用した土壌洗浄における凍結条件の影響，第 11 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集，pp.784-787.

伊藤譲・新居和人・新本健司（2005）：凍結融解土の透水係数における冷却方法の影響，第 40 回地盤工学研究発表会，pp.2679-2680.

伊藤譲・新居和人・新本健司(2005)：等方圧力下における凍結融解後の透水係数の変化，第 60 回土木学会年次学術講演会講演概要集，pp.619-620.