

汚染土壌の凍結融解を利用した洗浄技術に関する実験的研究

(研究課題番号 14550502)

平成 14 年度~平成 15 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 16 年 3 月

研究代表者 伊 藤 譲

(摂南大学工学部助教授)

はしがき

汚染土壌の凍結融解現象を利用した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。この方法は、化学薬品等に頼る方法と比較して、二次汚染の危険性がないなどの利点がある。土壌に凍結融解作用を与えると様々な現象が発生する。本研究では、このような現象の中で、主として、凍結時の「凍上現象」、融解後の「通水性の変化」に着目して研究を進めた。

まず、「凍上現象」について、粘土・シルト分など細粒分を多く含む、いわゆる凍上性の土壌において、間隙水中のイオン等水溶性物質の挙動が調べられた。実験の結果、これら水溶性物質は高温側から低温側方向にほぼ完全に分離除去できることが明らかとなった。これより、従来は浄化修復が困難とされる細粒分を多量に含む土壌において、「凍上現象」を利用することにより洗浄が可能になることが示された。

さらに、凍結融解後の「通水性の変化」について、土質条件と上載荷重の影響について検討された。室内要素実験によると、凍結融解の前後において数倍から数百倍に透水係数が増加することが示された。さらに、この結果等をもとに検証実験が行われた。これらの実験結果より、細粒分を含む土壌の洗浄において、前処理として凍結融解作用を与えることの有効性が示された。

これらの研究に加えて、「汚染物質と間隙水の凝固点の違い」及び「低温化と冷凍による揮発抑制」に着目した研究も進行中である。このような凍結融解に伴う様々な現象を有効活用することで、汚染土壌対策において浄化修復技術の選択枝が増えるものと期待される。

研究組織

研究代表者：伊藤 譲（摂南大学工学部・助教授）

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 14 年度	2,500	0	2,500
平成 15 年度	900	0	900
総計	3,400	0	3,400

研究発表

(1) 学会誌等

嘉門雅史：地盤汚染の修復，土と基礎，Vol. 50, No. 10, pp. 1-3, 2002.

伊藤譲・嘉門雅史・鳩裕幸(2002):凍結融解現象を利用した地盤洗浄の可能性，材料，第51巻，第1号，pp. 42-45.

伊藤譲・嘉門雅史・鳩裕幸・新居和人(2002):汚染土壌の凍結融解現象を利用した浄化修復技術の実験的研究，第5回地盤改良シンポジウム論文集，pp. 237-242.

M. Kamon(2002): Environmental issues of geotechnical engineering, Proc. 15th ICSMGE, Vol.4, pp.2629-2674.

M. Kamon, T. Inui, J. K. Endo, K. Ito & T. Katsumi(2002): Evaluating the effect of clay layer on the performance of composite liner having geomembrane defects, Geosynthetics –State of Art, Recent Developments -, Swets & Zeitlinger, Lisse, pp.519-522.

Ito, Y., Kamon, M. and Hato, H.(2002): Remediation of contaminated grounds by soil's ice segregation phenomena, Proc., Fourth International Congress on Environmental Geotechnics, pp.859-863.

嘉門雅史・乾 徹：地盤汚染とそのリスク(2003)：廃棄物学会誌，Vol. 14, No. 2, pp. 105-113.

土谷富士夫・伊藤譲・了戒公利(2003)：土の凍結と地盤工学 7. 寒さ利用による地盤凍結，土と基礎，Vol. 51, No. 9, pp. 39-45.

M. Kamon, M. Boutouil, J.H. Jeoung & T. Inui(2003): Microstructure and leaching characteristics of sludge treated with low alkalinity additives, Soils and Foundations, Vol.43, No.2, pp.105-114.

M. Kamon, T. Inui, & T. Katsumi(2003): Environmental risk assessment of a containment disposal facility at a contaminated site, Proc. 12 Asian Regional Conf. on SMGE, Singapore, pp.381-384.

M. Kamon, T. Inui, T. Katsumi, A. Doi & D. Miyagi(2003): Evaluation of remedial actions for a contaminated site using risk assessment approaches, Groundwater Engineering –Recent Advances, edited by Kono, Nishigaki & Komatsu, Swets & Zeitlinger, pp.351-357.

M. Kamon, T. Inui, T. Katsumi, & A. Doi(2003): Environmental assessment of a contaminated site by use of risk based methodologies, Proc. 13th European Conference on SMGE, Prague, Vol.1, pp.397-403.

M. Kamon, K. Endo & T. Katsumi(2003): Measuring the k-S-p relations on DNAPLs migration, Engineering Geology, Vol. 70, pp.351-363.

(2) 口頭発表

- 伊藤譲(2002)：冷凍技術の地盤改良への応用，平成 14 年度日本冷凍空調学会学術講演会講演論文集，pp. 81-84.
- 伊藤譲・新居和人・空谷一幸(2003)：凍結による粘性土中の DNAPL の動き，平成 15 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要，pp. III-9-1～2.
- 伊藤譲・新本健司・豊田俊介(2003)：1 次元凍結融解による土壌中のイオン状物質の挙動，平成 15 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要，pp. III-28-1～2.
- 伊藤譲・嘉門雅史・日置和昭・野村忠明・伊豆田久雄(2003)：凍結吸引と融解通水による VOC 汚染源の浄化方法，第 9 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. 150-153.
- 伊藤譲・新居和人・空谷一幸・新本健司(2003)：凍結と吸引による汚染土壌の浄化方法，第 38 回地盤工学研究発表会発表講演集，pp. 331-332.
- 伊藤譲・新居和人・新本健司・福島信吾・野村忠明・伊豆田久雄(2003)：凍結融解と通水による汚染土壌の洗浄，第 58 回土木学会年次学術講演会講演概要集，III-077.
- 伊藤譲(2003)：凍結と凍上現象の地盤改良技術への適用に関する研究会経過報告，凍結と凍上現象の地盤改良技術への適用に関するワークショップ資料，pp. 1-12.
- 伊藤譲・嘉門雅史・井口実・福島信吾・伊豆田久雄(2003)：凍結とボードドレーンによる地盤改良，凍結と凍上現象の地盤改良技術への適用に関するワークショップ資料，pp. 73-78.
- 伊藤譲・新居和人・嘉門雅史・福島信吾・石原廣士・大寺正志・伊豆田久雄(2003)：凍結吸引と融解通水による汚染地盤の洗浄，凍結と凍上現象の地盤改良技術への適用に関するワークショップ資料，pp. 79-84.
- 伊藤譲・嘉門雅史・日置和昭・野村忠明・吉田聡志・新海裕隆(2003)：凍結による汚染地盤の揮発抑制技術，凍結と凍上現象の地盤改良技術への適用に関するワークショップ資料，pp. 85-90.
- 伊藤譲・嘉門雅史・日置和昭・福島信吾・野村忠明・伊豆田久雄・吉田聡志(2003)：冷却・冷凍による汚染地盤からの揮発・臭気抑制技術，地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム発表論文集，pp. 83-88.
- 伊藤譲・嘉門雅史・福島信吾・日置和昭・野村忠明・伊豆田久雄(2003)：凍結融解後の透水係数の変化を利用した粘性土の通水洗浄技術，地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム発表論文集，pp. 111-114.
- 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（発表予定）
- 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（発表予定）
- 伊藤譲・嘉門雅史・新居和人・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（発表予定）
伊藤譲・新本健司・新居和人(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（発表予定）

工業所有権の出願・取得状況

凍結と吸引による汚染地盤の浄化方法及び浄化体，発明者：伊藤譲・嘉門雅史 他 4 名，
出願者：伊藤譲・嘉門雅史 他 4 名，特願 2003-091932，出願日：2003 年 3 月 28 日

凍結と吸引による汚染地盤の浄化方法及び浄化体，発明者：伊藤譲・嘉門雅史 他 4 名，
出願者：伊藤譲・嘉門雅史 他 4 名，特願 2003-161672，出願日：2003 年 6 月 6 日

研究成果（学会誌等報告）

(1) 凍上現象を利用した汚染土壌の洗浄技術に関する検討

伊藤譲・嘉門雅史・鳩裕幸(2002):凍結融解現象を利用した地盤洗浄の可能性, 材料, 第51巻, 第1号, pp.42-45.

Ito, Y., Kamon, M. and Hato, H.(2002): Remediation of contaminated grounds by soil's ice segregation phenomena, Proc., Fourth International Congress on Environmental Geotechnics, pp.859-863.

伊藤譲・嘉門雅史・鳩裕幸・新居和人(2002):汚染土壌の凍結融解現象を利用した浄化修復技術の実験的研究, 第5回地盤改良シンポジウム論文集, pp.237-242.

伊藤譲(2002):冷凍技術の地盤改良への応用, 平成14年度日本冷凍空調学会学術講演会講演論文集, pp.81-84.

伊藤譲・新本健司・豊田俊介(2003):1次元凍結融解による土壌中のイオン状物質の挙動, 平成15年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要, pp.Ⅲ-28-1~2.

(2) 凍結融解による土壌の通水性の変化を利用した洗浄技術に関する検討

伊藤譲・嘉門雅史・日置和昭・野村忠明・伊豆田久雄(2003):凍結吸引と融解通水によるVOC汚染源の浄化方法, 第9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.150-153.

伊藤譲・新居和人・新本健司・福島信吾・野村忠明・伊豆田久雄(2003):凍結融解と通水による汚染土壌の洗浄, 第58回土木学会年次学術講演会講演概要集, Ⅲ-077.

伊藤譲・新居和人・嘉門雅史・福島信吾・石原廣士・大寺正志・伊豆田久雄(2003):凍結吸引と融解通水による汚染地盤の洗浄, 凍結と凍上現象の地盤改良技術への適用に関するワークショップ資料, pp.79-84.

伊藤譲・嘉門雅史・福島信吾・日置和昭・野村忠明・伊豆田久雄(2003):凍結融解後の透水係数の変化を利用した粘性土の通水洗浄技術, 地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム発表論文集, pp.111-114.

伊藤譲・嘉門雅史・新居和人・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（発表予定）

伊藤譲・新本健司・新居和人(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（発表予定）

(3) 関連研究（凝固点の利用，揮発抑制効果・他）

伊藤譲・新居和人・空谷一幸・新本健司(2003)：凍結と吸引による汚染土壌の浄化方法，第 38 回地盤工学研究発表会発表講演集，pp. 331-332.

土谷富士夫・伊藤譲・了戒公利(2003)：土の凍結と地盤工学 7. 寒さ利用による地盤凍結，土と基礎，Vol. 51, No. 9, pp. 39-45.

伊藤譲(2003)：凍結と凍上現象の地盤改良技術への適用に関する研究会経過報告，凍結と凍上現象の地盤改良技術への適用に関するワークショップ資料，pp. 1-12.

伊藤譲・嘉門雅史・日置和昭・福島信吾・野村忠明・伊豆田久雄・吉田聡志(2003)：冷却・冷凍による汚染地盤からの揮発・臭気抑制技術，地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム発表論文集，pp. 83-88.