

凍結融解現象を利用した地盤洗浄工法の室内実験

摂南大学工学部 学生員 鳩 裕幸・正会員 伊藤 謙
 京都大学防災研究所 フェロー 嘉門 雅史

1. はじめに

近年、工場跡地等の廃棄物中の重金属、ダイオキシンや有機塩素系溶剤等の化学物質による土壌と地下水の汚染が深刻化している¹⁾。そのため各種地盤洗浄技術が提案されている。しかし既存の洗浄技術では、透水係数の小さい地盤において洗い残しが生じる等の問題があり、より効率的な方法の開発が望まれている。

本研究ではこの問題を解決するため、地盤の凍結融解現象に注目し、地盤中の汚染物質の洗浄除去の可能性を検討した。凍結融解作用の利点は凍上による凍結面での吸引効果と融解時の透水係数の増大であり、これより化学物質の洗い出しが効率的に行えると期待された。この方法による新洗浄工法の適用例を図1に示す。

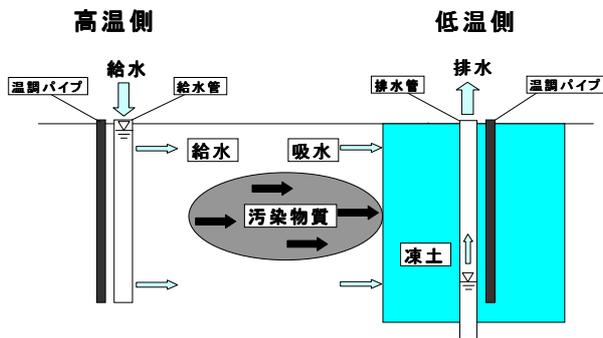


図1 凍結融解による洗浄技術の適用例

2. 試験内容

新工法の実現性を検討するため、1次元凍結融解試験を行った。

2-1 供試体の準備

試料土は、表-1 に示す 425 μm フルイ通過の藤の森粘土を使用した。試験では試料土に 2%NaCl 水溶液 (蒸留水 100g に対し NaCl を 2g) を混合した。試料土に液性限界の約 1.5 倍の NaCl 水溶液を加え、12 時間放置した後、ミキサーで 4 時間攪拌した。その後脱気を行い 100kPa まで予圧密した後、直径 100mm×高さ 80mm に成形した。

凍結融解, 凍上, 地盤洗浄, 地盤環境

大阪府寝屋川市池田中町 17-8 TEL072-839-9701 FAX072-838-6599

表1 試料土の物理特性

密度 ρ_s (g/cm ³)	2.71
砂分 (%)	7.2
シルト分 (%)	54.8
粘土分 (%)	38.0
液性限界 W_L (%)	53.4
塑性限界 W_p (%)	28.7

2-2 試験方法

試験は図-2 に示す 1 次元凍結融解試験装置を用いた。試験ではセルに供試体をセットし、WARM バス、COLD バスより所定の温度の不凍液を上下部プレートに流すことで供試体を凍結融解させる。給排水量は、上下部プレートに設置してある給排水管よりフラスコ内に集められ、電子天秤で測定する。試験後の供試体内と排水中の NaCl 量は、藤の森粘土と蒸留水を用いた電気伝導度の校正試験をもとに求めた。

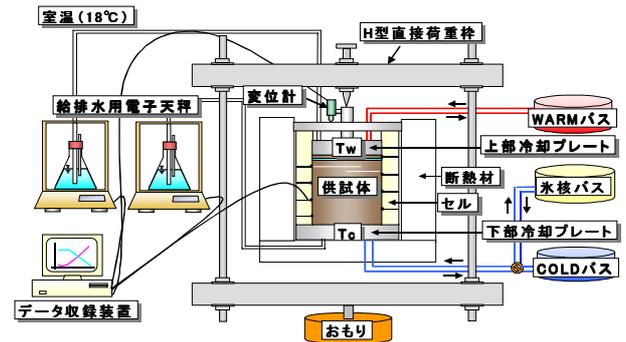


図2 1次元凍結融解試験装置

今回は凍結融解試験と比較試験として行なった加圧試験を報告する。試験条件を表2に示す。

表2 試験条件

(a) 凍結融解試験

試験番号	繰り返し(回)	凍結方法		凍結時		融解時		試験期間
		1回目	2回目以降	給水	排水	給水	排水	
S-2-1	1	両面ランプ式		上部	下部			1.2日間
S-2-3	3	両面ランプ式	ステップ式	上部	下部			3.5日間
S-2-5	5	両面ランプ式	ステップ式	上部	下部			6日間

(b) 加圧試験

試験番号	動水勾配	給水	排水	試験期間
S-3-5	5	上部	下部	6日間
S-3-20	20	上部	下部	6日間

加圧試験は図2の装置を用い、通常の変水位透水試験に準じた。両試験は上載圧力 20kPa で行なった。

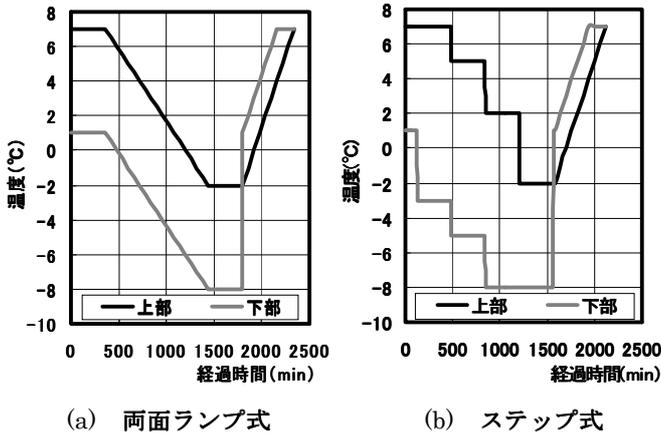


図3 凍結融解方法

凍結融解試験での両面ランプ式とステップ式の2種類の凍結方法の詳細は図3に示す。

3. 結果と考察

図4に変位量と給排水量変化の一例を示す。凍上と給水、沈下と排水がよく対応している。

図5にS-2-5における排水量と排水中のNaCl量変化を示す。排水量、NaCl排出量ともに2サイクル目が最も多く、以降ほぼ一定で、約2%濃度のNaCl水溶液を排出する結果となった。

図6は凍結融解試験と加圧試験との排水量とNaCl排出量の比較結果を示す。図に示すように、凍結融解試験では加圧試験と比較して、少ない排水量で多くのNaClを排出する傾向が分かる。

次に凍結融解試験と加圧試験後の供試体内のNaCl残留率変化を図7に示す。これより凍結融解の繰り返しにより、供試体中のNaClが上部より下部へと除去されていることが分かる。またS-2-5では、供試体の上部より3cm付近まで完全に洗浄され、全体的には約80%洗浄できた結果となった。なお、加圧試験ではS-2-3つまり3サイクル後の凍結融解試験の効果にも及ばない結果となっている。

4. まとめ

凍結融解によるNaCl含有土の洗浄試験の結果、凍結融解により供試体の上部から下部へ洗浄が進行していることが明らかとなった。試験では5回の凍結融解の繰り返しにより約80%の洗浄効果が得られた。比較試験の結果とあわせると、新工法は既存の技術に優る効果が期待できると思われる。最後に、本研究は科学技術振興事業団の助成によるものであることを記し、感謝の意を表す。

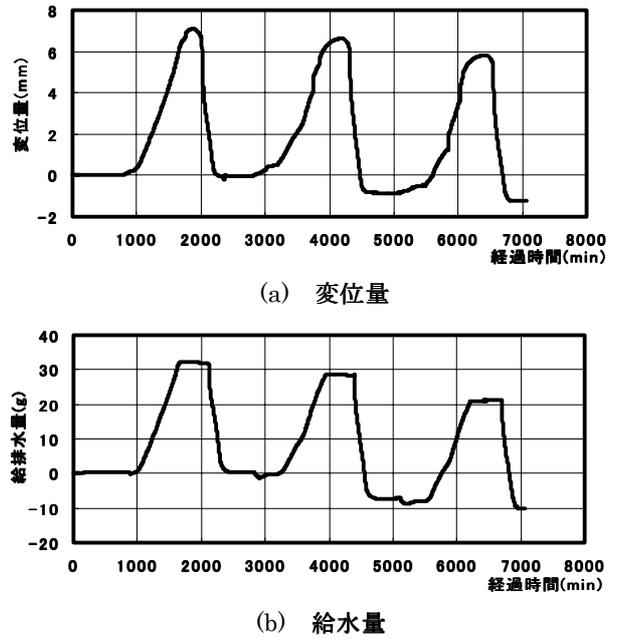


図4 変位量と給排水量変化(S-2-3)

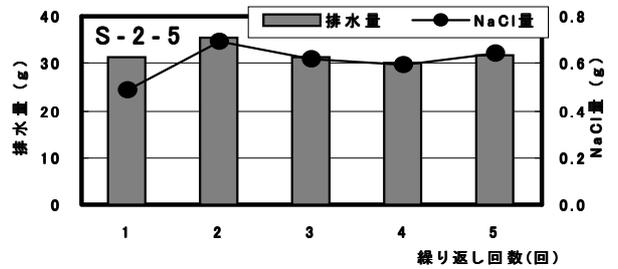


図5 排水量と排水中のNaCl量変化(S-2-5)

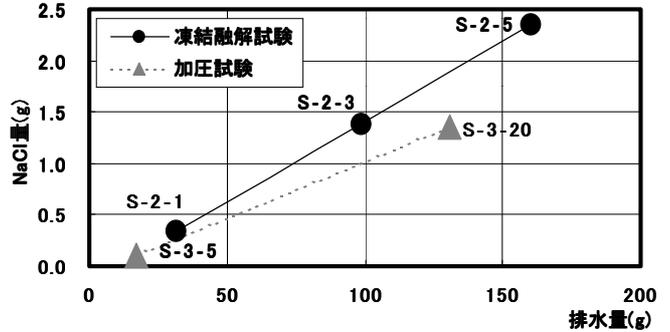


図6 総排水量とNaCl排出量の関係

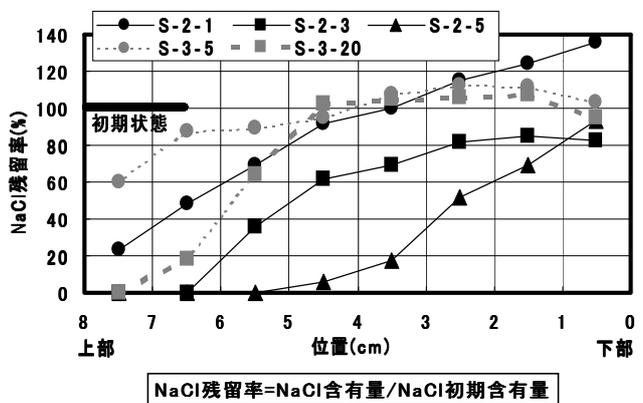


図7 供試体内NaCl残留率変化

【参考文献】1) 公害対策センター：土壌・地下水汚染対策ハンドブック，pp.45-46，1995