

摂南大学工学部 学生員 ○鳩 裕幸・大島 康慈・栢木 宏樹
摂南大学工学部 正会員 伊藤 譲

1. はじめに

近年、工場等からの廃棄物により重金属やダイオキシン、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。現在、吸引排水等による洗浄技術が用いられているが、これらの方法では透水係数の小さい地盤においては洗い残しが生じ、洗浄後に再び汚染物質が地下水に流れ出すことが報告されている。そのため、汚染物質を完全に除去できる洗浄技術の開発が急務とされている。

2. 目的

本研究では凍結融解作用を利用し、間隙水中に存在または土粒子に付着した汚染物質を洗浄除去することの可能性を検討する。そのため、今回 NaCl を含む土壌の洗浄実験を行なった。

凍結融解の利点は、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、これにより化学物質の洗い出しを効率的に行うものである。この洗浄技術のイメージを図 1 に示す。

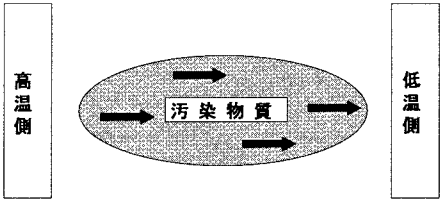


図 1 凍結融解による洗浄技術のイメージ

3. 実験内容

3-1 供試体の準備

本研究では試料土として、表-1 に示す 425 μm フルイ通過の藤の森粘土を使用した。本実験では試料土に化学物質として、2%NaCl 水溶液（蒸留水 100 g に対し NaCl を 2 g）を混合した。

試料土に液性限界の約 1.5 倍のこの NaCl 水溶液を加え、12 時間養生した後、ミキサー等で 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。

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

3-2 実験方法

実験では図-2 に示す 1 次元凍結融解装置を用いた。この装置では、装置中心の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により、供試体を凍結融解させる。また、供試体側面の温度はセル側面の熱電対により測定できる。給排水は、下部プレートに設置してある給排水管によりフラスコ内に集められ、電子天秤にて測定する。実験後に供試体内と排水中の NaCl 量を、藤の森粘土と蒸留水を用いた校正試験をもとに電気伝導度により求めた。

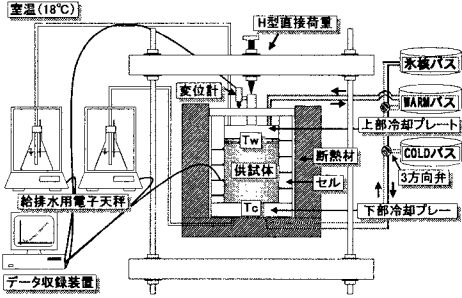
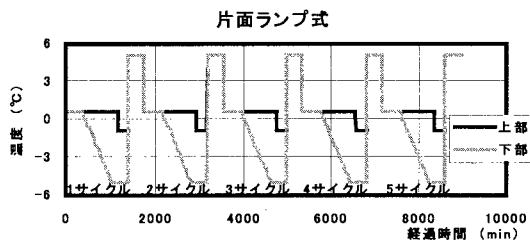


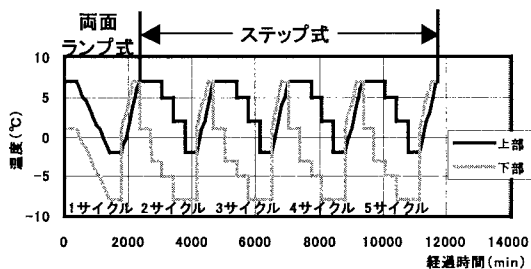
図 2 1 次元凍結融解装置

3-3 実験条件

今回報告する試験は上載荷重 20kPa、繰り返し回数 5 回で洗浄試験を行ったものである。給排水条件は、凍結時には上部のみを開いて給水し、融解時には上部を閉じ、下部のみ開いて排水を行なった。温度条件を図 3 に示す。S1 は片面ランプ式、S2 は 1 回目を両面ランプ式、2 回目以降をステップ式で行った。



(a) S1



(b) S2

図3 実験条件

4. 結果と考察

図4に凍上量変化を示す。S2において凍上量が安定しているのに対して、S1では2サイクル目以降の凍上量が減少している。

次に図5に排水量と排水中のNaCl量を示す。排水量においてはS2が2サイクル目以降多かった。一方、排出されたNaCl量はS2はS1の6倍以上多かった。

図6は5サイクル後の供試体内のNaCl量を示す。ここでもS1に比べS2の方が明らかに洗浄効果が見られる。S2においては高温側より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。これらの比較結果から、凍結融解方法により洗浄効果に大きな差が生じることが分かった。

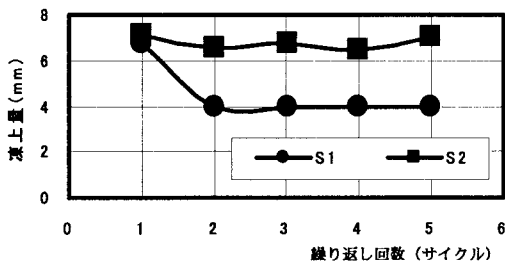
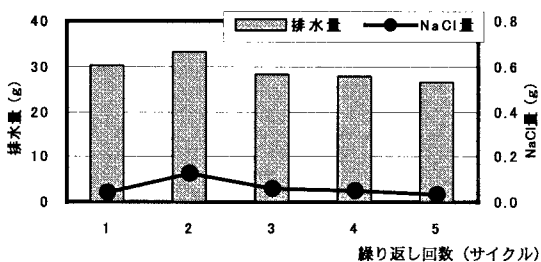
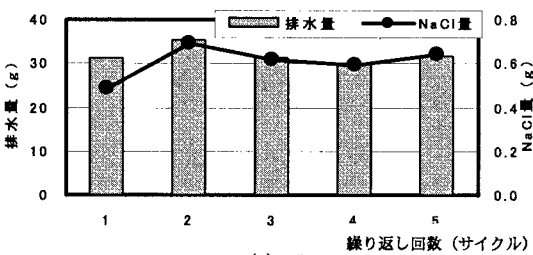


図4 凍上量変化

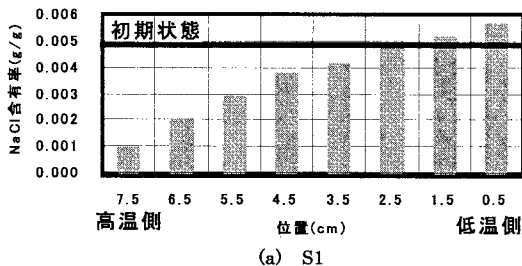


(a) S1

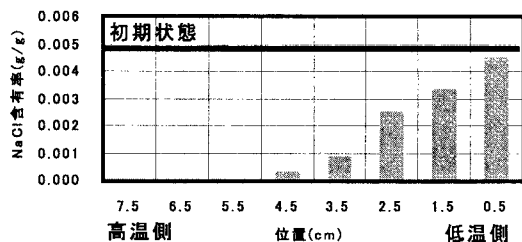


(b) S2

図5 排水量と排水中のNaCl量変化



(a) S1



(b) S2

図6 試験後供試体内NaCl量

NaCl含有率: $\text{NaCl} / (\text{粘土} + \text{NaCl}) \text{乾燥重量}$

5. まとめ

凍結融解によるNaClを含む土壌の洗浄実験の結果、S2において5回の凍結融解繰り返しより約80%の洗浄効果が得られた。また、凍結融解方法が大きく洗浄効果に影響することが分かった。今後は繰り返し回数が少なく洗浄効果の得られる効率の良い凍結融解方法の検討を続ける。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、感謝の意を表する。

【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