

Ⅶ-272

汚染物質を含有する土の電気伝導度特性

戸田建設 正会員 ○西牧 均、関根一郎
建設省土木研究所 正会員 小橋秀俊、古田光弘
土木研究センター 正会員 山本親志

1. はじめに

建設省官民連帯共同研究「地盤環境の性状保全型建設技術の開発」では、建設用地で遭遇する土壌・地下水汚染に対する影響予測・調査・モニタリング技術、影響防止対策技術の開発に取り組んでいる。そのなかで電気・電磁探査技術は、汚染源や汚染範囲、影響防止対策の効果などを二次元・三次元的に把握する技術として期待されている。しかしながら、各汚染物質に適用可能な濃度レベル、地下水に侵入・溶解した場合の適用性、地盤の不均一性の影響などに不明点がある。本共同研究では、これらの点を明らかにする目的で室内基礎実験を実施しており、その結果を報告する。

2. 実験方法

本実験では、表-1に示すケース設定と測定条件で、アクリル製の試料箱（50×120×60mm）に土試料・水・汚染物質等を充填し、電気伝導度を計測した。汚染物質等は塩化ナトリウム、重金属類（塩化鉛・クロム酸カリウム）、軽油、有機塩素系化合物（1-1-1トリクロロエタン）、セメント系固化材の6種類とした。ケース設定では、地盤の不均一性を考慮して、砂（豊浦標準砂）に粘土分（カオリン：電気伝導度が大きい）を混合し、この粘土量を4段階に変化させた。また、汚染物質等が地下水中に存在する状況については、水の電気伝導度を20mS/m（通常の地下水電気伝導度を考慮）に調整し、濃度条件を変化させた汚染物質等を溶解・混合させたのち、混合土を水面レベルまで充填した。

表-1 電気伝導度の測定ケース及び測定条件

	濃度レベル (濃度範囲)	砂に対する粘土分の重量混合率			
		砂のみ	6.6%	13.1%	26.2%
塩化ナトリウム	8 (10~40,000mg/l)	○	○	○	○
<重金属類> 塩化鉛 クロム酸カリウム	4 (10~10,000mg/l)	○	○	○	○
<油類> 軽油	4 (1~40%)	○	—	—	○
<有機塩素系化合物> 1-1-1トリクロロエタン	4 (1~40%)	○	—	—	○
セメント系固化材	4 (30~33,000mg/l)	○	○	—	○
<測定法> アクリル製の比抵抗槽（試料箱）と4電極法比抵抗測定器を設置し、20℃の恒温室内にて測定。分極を防ぐため交替電流を使用。					

3. 実験結果

塩化ナトリウムは、イオン系の模擬汚染物質としての位置づけから実施したものである。粘土分の含有率（0～26.2%）によって試料自体の電気伝導度が8～40mS/m程度となることから、塩分濃度が低い場合（100mg/l以下）には、電気伝導度の変化から塩水を検知することは難しいと思われる。しかしながら、1,000mg/lを越える高いレベルの場合には、粘土分含有率の影響量を上回る高い電気伝導度（10,000mg/lで300mS/m程度）を示すことから、塩水の検知が可能と考えられる（図-1参照）。これと同じ傾向は、塩化鉛等の重金属類についてもあてはまり、数千mg/lの濃度レベルであれば、粘土分含有率にかかわらず

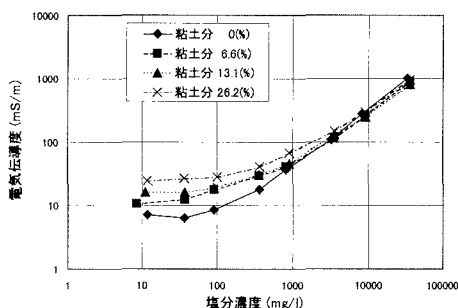


図-1 塩化ナトリウム混合土

キーワード：汚染土、電気伝導度

連絡先：〒104-0032 中央区八丁堀4-6-1 戸田建設(株)土木技術開発室 TEL 03(3206)7188 FAX 03(3206)7190

物質の検知が可能と考えられる（図－2参照）。このような数千mg/lの濃度レベルは重金属類の水質環境基準（百分の数mg/l程度）をはるかに上回るものであり、電気・電磁探査は汚染源周辺をはじめ、極めて高濃度の汚染領域の追跡・検知に対して有効な手段と考えられる。

軽油や有機塩素系化合物（1-1-1トリクロロエタン）は不導体であるため、重金属類とは逆に、電気伝導度の低下現象から検知を行う必要がある。今回対象の濃度レベルは、水に対する飽和溶解度（例えば1-1-1トリクロロエタンでは約0.1%）を大幅に上回り、原液状の物質が相当量混在している。濃度（正確には混入量）と電気伝導度の関係をみると、1～10%のレベルでは、電気伝導度の低下が認められず、40%で電気伝導度の値が半分程度に低下している。しかし、低下量が粘土含有率の影響量に比べて小さいため、定点観測など地盤の不均一性が問題にならない使用法が望ましいと考えられる（図－3参照）。

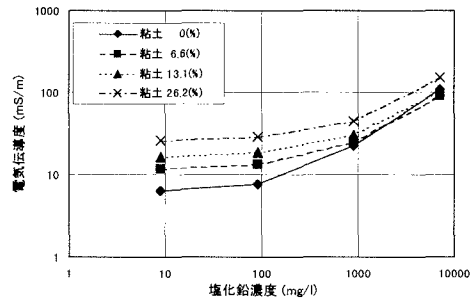
セメント系固化材については、固化・不溶化対策の効果の確認（固化材もしくは重金属類の再溶出の有無）などを想定している。固化材が固化する過程の電気伝導度の推移をみると、施工後10時間前後のところで微増し最大値を取ったのち、1ヶ月余り（1,000時間）経過の固化状態で、初期値より低めの値に落ち着いていることがわかる。電気伝導度は固化材量が数万mg/lのレベルで100mS/mを上回る程度であるため、このような高濃度レベルでないと、粘土等の不均一性のなかで固化材溶出を識別できないものとする。また、数十～数百ppmレベルでは、固化材の溶出を捕捉することは難しく、図－2でみられたように、重金属類の検知に主眼を置いた方がよいと考えられる（図－4参照）。

4. まとめ

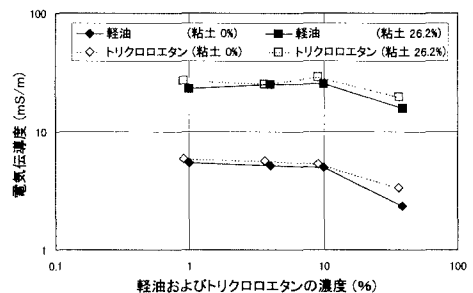
室内基礎実験から、電気・電磁探査の適用性について以下の知見が得られた。

- ①塩化鉛等の重金属類については、数千mg/lの濃度レベルであれば、地下水の存在や粘土分の混入等の不均一性のなかでも、物質の検知が可能と考えられる。したがって、汚染源周辺をはじめ、極めて高濃度の汚染領域の追跡・検知に主眼を置いた検討が、今後は必要と考えられる。
- ②軽油や有機塩素系化合物（1-1-1トリクロロエタン）については、水の重量に対して数十%が混入している状態でも、地下水や粘土分の不均一性のなかで、物質を識別検知することは難しいと考えられる。
- ③セメント系固化材については、数十～数百mg/lレベルでも、溶出現象を捕捉することは難しく、重金属等の不溶化対策の効果確認では、重金属類の検知に主眼を置いた方がよいと考えられる。
- ④油、有機塩素系化合物、セメント系固化材については、地盤の不均一性や地下水の影響を受けにくい継続的なモニタリングによって物質の濃度変化を検知することが可能と考えられる。

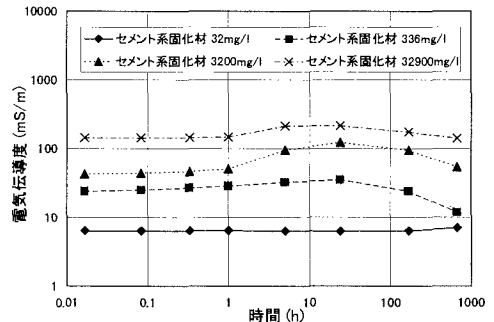
【参考文献】 福江正治、他：電導コーンの開発とその応用、土木学会論文集No.596/Ⅲ-43, 283-293, 1998.6



図－2 塩化鉛混合土



図－3 軽油、1-1-1トリクロロエタン混合土



図－4 セメント系固化材混合土（粘土分0%）