

物理探査による地盤改良体の把握手法の検討

応用地質株式会社 正会員 ○江波戸昌徳
 鹿島建設株式会社 正会員 白鷺 卓
 鹿島建設株式会社 正会員 伊達 健介

1. はじめに

地盤改良工法における改良体の範囲を確認するための合理的な手法が以前より求められている。現状はボーリングによる直接的な確認手法が主であるが、効率的な調査が可能である地表からのマッピング手法による物理探査に対する期待は大きい。

従来から、トモグラフィ手法（弾性波、比抵抗等）を改良効果の判定に利用しようという試みは行われてきている。たとえば、地盤改良の施工前後に測定を行い、測定結果の変化から施工範囲の抽出を行う試みがされてきた。しかしながら、上記の手法は測定効率や経済性に問題があり、試験的に行われているのが現状である。

そこで筆者らは、改良材にあらかじめ酸化スラグ材などの磁性材料を混入することにより、電磁法探査や磁気探査における検出能力を向上させ、従来の方法より簡便な探査法を用いて経済的に高精度化が達成できるのではないかと考えた。これらを検討するために室内試験及び原位置実験を行った。その結果、電磁法探査及び磁気探査により改良体の範囲を見出せる可能性があることを確認した。

2. 室内試験結果

室内試験ではコンクリートに酸化スラグの配合を変化させた供試体を7体作成し、磁化率、密度、弾性波速度（P波速度、S波速度）及び比抵抗を測定した。表1に各供試体の室内試験結果を示す。

表1 供試体の物性値一覧

供試体 番号	酸化スラグ 添加量 (kg/m ³)	磁化率 (SI)	密度 (g/cm ³)	弾性波速度		比抵抗 (Ωm)
				P波速度 (m/sec)	S波速度 (m/sec)	
1	0	0.0012	2.155	4360	2570	70
2	96	0.0176	2.197	4350	2580	70
3	191	0.0348	2.213	4350	2560	74
4	383	0.0687	2.304	4280	2430	68
5	766	0.1360	2.420	4290	2410	70
6	1340	0.2300	2.605	4300	2360	71
7	1914	0.3070	2.736	4410	2330	71

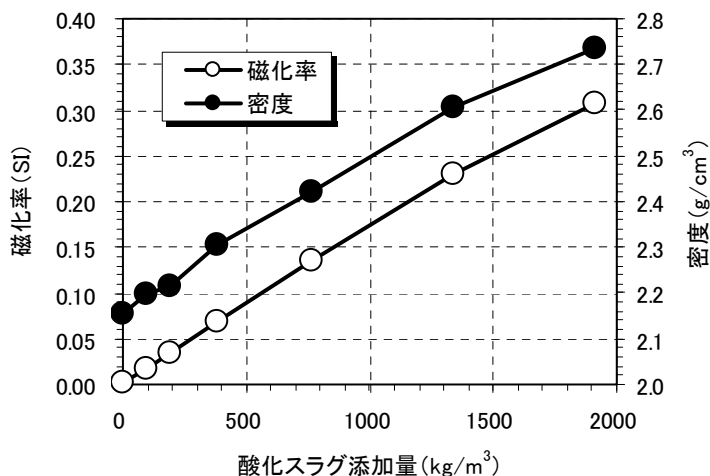


図1 酸化スラグ添加量との関係

図1に酸化スラグ添加量と磁化率及び密度との関係を示す。表1及び図1より、磁化率と密度は酸化スラグ混入量に比例して増加するが、弾性波速度と比抵抗に対してはほとんど変化が見られないことが分かった。このことより、磁化率に反応する磁気探査、地盤の比抵抗に加え磁化率にも反応する電磁法探査及び重力探査が有効な探査方法であることが推定された。

上記の室内試験結果を踏まえ、実際に供試体を原位置に埋設し、各種の物理探査を実施してその結果を検証することとした。

キーワード 地盤改良工法、物理探査、電磁法探査、磁気探査

連絡先 〒336-0015 埼玉県さいたま市南区太田窪 2-2-19 応用地質株式会社エネルギー事業部 TEL 048-882-5374
 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設株式会社 技術研究所 TEL 042-489-7020

3. 原位置実験結果

室内試験結果を確認するために原位置実験を実施した。図2に実験ヤードの平面図及び断面図を示す。作成した供試体は直径1m、厚さ0.3mの円柱状で、酸化スラグ添加量及び埋設深度を変えて5体埋設し、8種類の物理探査を実施した。表2に供試体の磁化率、表3に各種探査結果の一覧をまとめた。なお、埋設深度は地下水位よりも上であった。

室内試験結果と同様に原位置実験結果においても、比抵抗及び弾性波を用いた探査手法では供試体の位置は把握できなかった。電磁法探査及び磁気探査においては、検出精度の違いはあるが供試体の位置を特定できた。一方、重力探査では重力値に有意な変化は認められず、供試体の位置は特定できなかった。

図3に電磁法探査及び磁気探査の結果図を示す。供試体埋設位置の特定精度に関しては、電磁法探査が最も優れている。ただし、同手法は磁化率の変化に加え、掘削による地盤の比抵抗の変化にも反応していると思われる。磁気探査では埋設深度0.5mにおいて供試体の位置を特定できたが、それ以深の供試体では明瞭な結果が得られなかった。

表2 供試体の磁化率

供試体	磁化率(SI)	深度(m)
1	4.1×10^{-1}	1.0
002-(1)	1.8×10^{-1}	1.0
002-(2)	1.8×10^{-1}	0.5
002-(3)	1.8×10^{-1}	2.0
3	3.1×10^{-3}	1.0

表3 各種探査結果一覧

探査手法	供試体条件 供試体(001) 深度1m	供試体(002-(1)) 深度1m	供試体(003) 深度1m	供試体(002-(2)) 深度0.5m	供試体(002-(3)) 深度2m
磁気探査	×	△	△	○	△
IP探査	△	△	×	○	△
比抵抗探査	×	×	×	×	×
電磁法探査(周波数領域)	○	○	○	○	△

○：検出できた △：検出したが、磁化率及び深度との相関が不明瞭 ×：検出不可

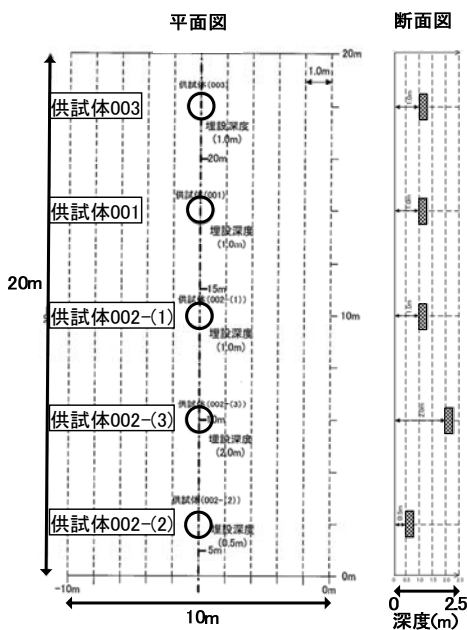


図2 平面図及び断面図

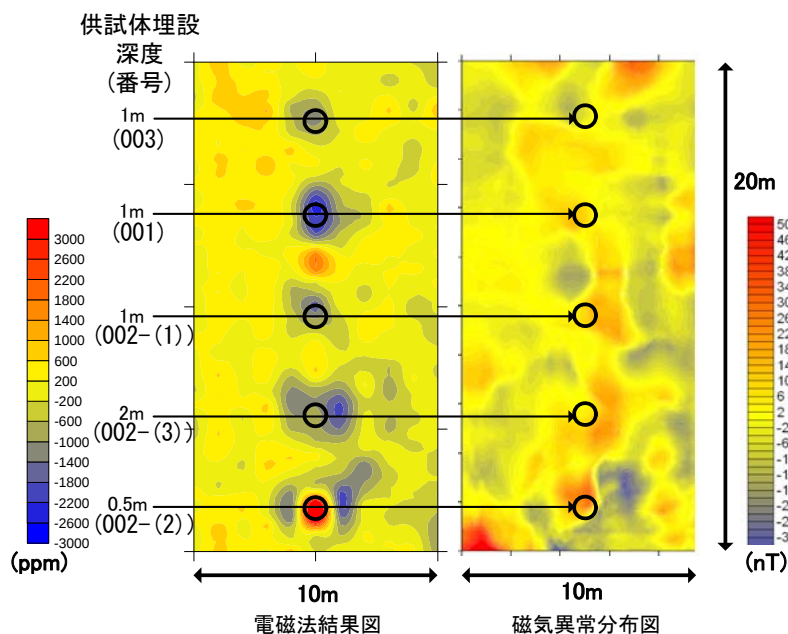


図3 探査結果図

4. まとめと課題

物理探査により改良体の範囲を効率良く確認する探査方法の基礎的な研究として、酸化スラグを混入した供試体を作成し、室内試験及び原位置実験を行った。その結果、電磁法探査及び磁気探査により改良体を把握できる可能性を見出した。しかしながら、電磁法探査に関しては、磁化率と掘削による地盤の比抵抗の変化を反映している可能性が高い。一方、磁気探査は磁化率に反応するものの浅い供試体しか明瞭に捉えることができなかった。これらの結果より、以下に示す課題が明らかになった。

- ・ 経済性、検出精度を考慮した場合の最適な酸化スラグ添加量の検討
- ・ 電磁法探査と磁気探査を主な手法として、測定効率化や精度の向上を目指した検討

今後は数値実験や施工現場での測定を実施し、上記の課題を解明していきたいと考えている。