

磁力を利用したインフラの変状検知に関する基礎的研究

神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 正会員 芥川 真一
 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 学生会員 ○大島 淳矢

近年の社会資本設備の老朽化に伴い、構造物の点検や変状のモニタリングに関する技術が担う役割はますます大きなものとなっている。著者らは磁石を用いたセンサーを作製し、地盤内や構造物内部のような直接見ることができない地点での変状をモニタリングできる可能性を見出すことができた¹⁾。本研究ではより実際の現場に近い環境でセンサーを使い、その適用可能性を確かめた。

1. 可視化装置について

磁石には周辺の磁場の強さ・方向を変化させる性質を持つ。そのため、磁石の移動により生じる磁場の変化を見ることで、見えない点での土砂移動や空洞の発生を検知できる。そこで、その点での磁場の向きを指す方位磁石を利用した実験装置を作成した。図1のように方位磁石の上下面に光ファイバー（プラスチック製、直径1mm）を対面させ、下面のファイバーから送光し、上面のファイバーで受光する。受光用ファイバーは光強度を計測する装置に接続しており、変化量を定量的に評価できるものになっている。



図1 可視化装置



図2 センシングの概念図

この装置を使ったセンシングのイメージを図2に示す。図2のように計測対象点にあらかじめ磁石を埋設することで、その点で生じる変状に伴う磁石の移動を装置で検知するという構造である。方位磁石の針（磁針）は磁場の向きの変化に対応してさす向きが変わる。そのため、埋設した磁石が動けば磁場の様子が変化し、磁針が回転する。2本のファイバーの間に磁針がないときには全ての光は受光用ファイバーに伝わり強い光が観測されるが、磁針が光を遮ると受光用ファイバーに届く光の量は減少し、観測される光は弱くなる。これまでの研究で、約300mmのコンクリート壁が間に存在する状況で変状を可視化できることが確認されている¹⁾。

2. 現場を想定した実験

この装置の現場での適用可能性を探るため、小規模なスケールで野外実験を行った。図3に示すように、厚さ150mmのコンクリート壁を介した状況を想定する。壁面上端から深さ100mmの地点に磁石を4つ（M1～M4）埋設し、周囲は盛土を想定して土で固めた。各磁石に対応する形で4つの装置（S1～S4）を設置した。

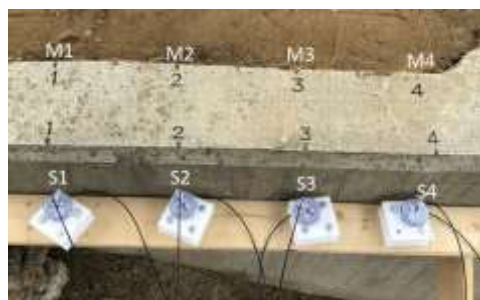


図3 磁石と装置の設置状況²⁾

キーワード 維持管理, 安全システム, センシング

連絡先 〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1 神戸大学大学院工学研究科芥川研究室 TEL 078-803-6484

図3のとき、装置はそれぞれ磁針がファイバーの光を遮った状態を初期状態とし、観測される光の強さはごく小さなものになっている。この状態を実験の始点とし、磁石 M1 側からバケツで水を少しずつ流して盛土を洗堀させた。M1 周辺の盛土が十分に流れた後に M2 周辺についても同様に水を流した。図4のように M3 周辺の土が半分ほど流れた時点で実験を終了した。実験の様子はビデオによる記録も行った。

図5は実験前後における各装置の方位磁石の様子である。実験を通しての光強度の変化を図6に示す。



図4 実験終了時

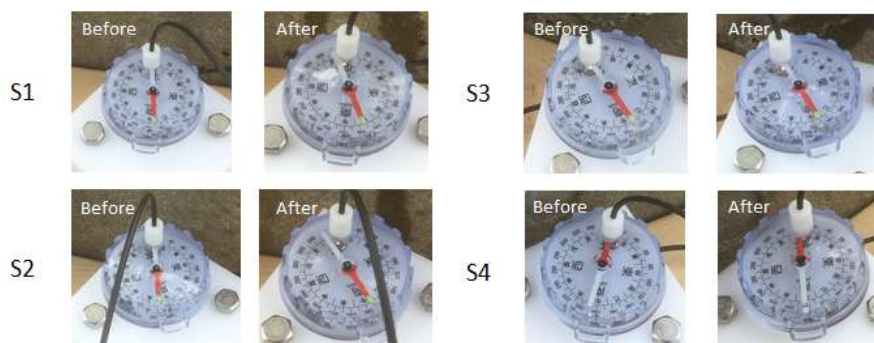


図5 終了時の各装置の様子²⁾

図5からわかるように、装置 S1 および S2 は磁針が大きく動いたことが分かる。実際に、磁石 M1 と M2 周辺の土は激しく洗堀しており、土の移動に伴って磁石が移動したと考えられる。図6を見ると S1 で計測される光強度は実験開始後 280 秒ほどで急激に増加していて、これはビデオ映像とも対応している。一方で S2 に大きな光強度の変化は見られなかった。磁針は初期状態から十分に動いていることから光ファイバーの接続に不備があった可能性がある。S3 は M3 を設置した点まで洗堀が進んでおらず、磁針の動き、光強度共に変化は見られなかった。対照的に S4 において急激な光強度の上昇が見られた。ビデオ映像では M4 周辺の土に水の影響があったようには見えず、その原因は不明である。考えられるのは水が地表面からではなく盛土内部から浸透し、M4 を移動させたということである。しかし、水を流し終わった後の磁石の位置についての確認を行わなかったため、この原因を明らかにすることができなかった²⁾。

3. 結論

磁石を利用したセンサーを使うことで、擁壁背面や地盤内で起こる変状の可視化について現場でもある程度可能であることが分かった。使用したセンサーは安価な材料を組み合わせでできたものであり、精度を高めることでより安価で取り扱いの容易な新しいセンシング手法となる可能性がある。一方で簡便な実験であるにもかかわらず予想とは異なる挙動を示したものもあり、今後さらなる実験を経てその不確実性を検証していく必要がある。

参考文献

- 1) 芥川真一, 大島淳矢: 磁石を利用したインフラの変状検知に関する基礎的研究, 神戸大学工学部市民工学科卒業論文, 2018
- 2) 芥川真一, 大島淳矢, 伊藤良介: Magnetic method for detection of soil erosion occurring behind a concrete wall, Proceedings of the 53rd US Rock Mechanics/Geomechanics Symposium, Paper No. ARMA 19-247, New York, NY, USA, 23-26 June 2019, (submitted)

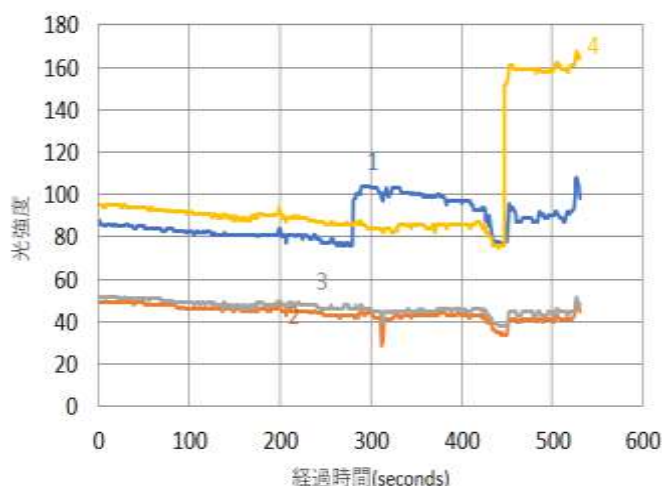


図6 光強度の推移