

## 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 正会員 ○芥川 真一  
 神戸大学大学院工学研究科 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。本研究では、特に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するシステムの開発を目的とし、磁石を利用したセンシングを試みた。

### 1. 可視化実験装置について

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。2本のファイバーの間に方位磁石の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、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。

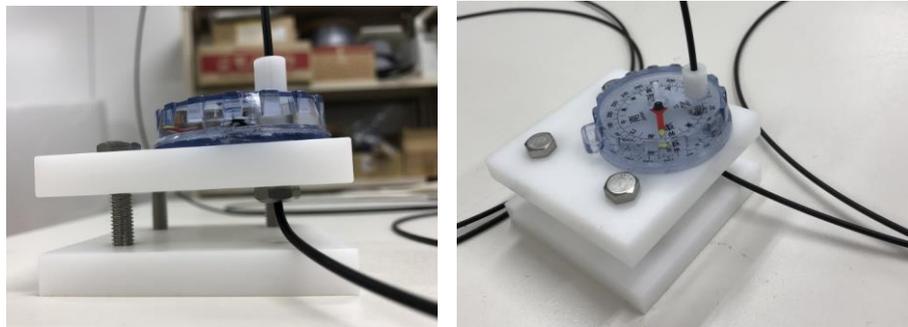


図1 実験装置

### 2. 簡易実験

簡単な実験として実験装置にネオジム磁石を接近させ、光の強さの変化を測定した。方位磁石の針が光を遮らない状態を初期状態とし、徐々に光を遮るような方向に針が動くような向きから磁石を秒速 1mm で近づけている。

図2のように磁石の移動に伴い光の強さが変化していることが見てとれる。また、磁場の変化は距離の2乗分の1に比例するため、ネオジム磁石がより近い点にあると針が急激に動き、光強度の変化もより急峻なものとなっている。

### 3. 指向性に関する実験

この装置の特性として指向性を調べるため、全8方向からそれぞれネオジム磁石を近づけた。磁針がファイバーの全光を遮った状態を各実験における初期状態とし、装置から1m離れた点からネオジム磁石を近づける。その際、磁石を方眼紙上で2mm接近させてそのたびに5秒間静止させる操作を繰り返す。

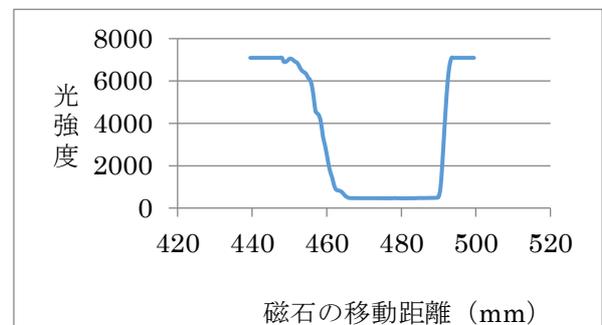


図2 光強度の変化

図3のように磁石を近づける向きでそれぞれ磁針の振る舞いが異なり、指向性が存在することが分かった。ただし、この指向性は方位磁石の特性であり、すべての方位磁石にこの結果が適用できるわけではない。

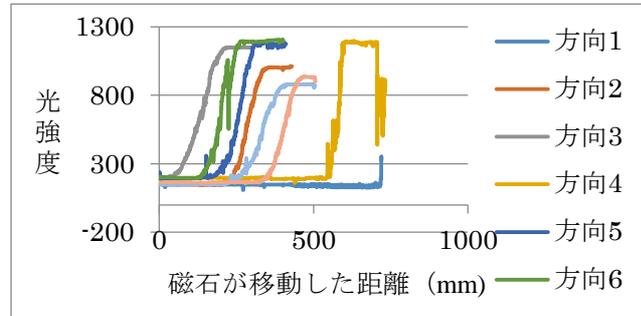
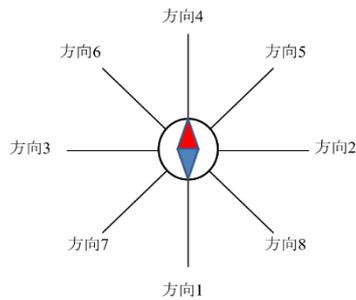


図3 指向性に関する実験

#### 4. 分解能に関する実験

コンクリート壁を隔てた状態で、装置にネオジム磁石を近づける。近づける方法は3. と同様である。その結果、ネオジム磁石が装置から 55.56cm の点に達した時から変化を始め、41.56cm の点で最大となった。すなわち変化は 14cm にわたって起きている。実験で用いた光源の光強度は暗所において磁針が光を遮った時に3、全く遮らない状態で712をとるため、この14cmの移動の間に710の光強度の目盛を打つことができる。磁石の移動量と磁針の動く量が線形関係にあるとすれば光強度1単位に0.197mmの磁石の移動が対応していると言える。ただし実際には両者は線形でなく、2. のように磁石が装置に接近するほど磁力の変化は大きくなり磁針は急激に動くため、光強度1単位が表わす磁石の移動量は距離が近いほど小さなものになると推察される。

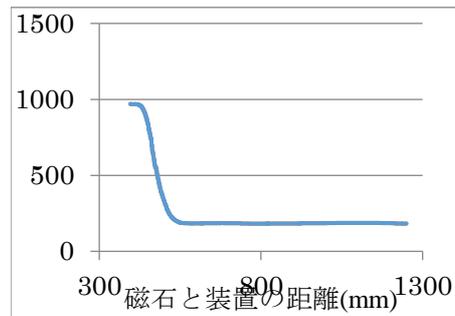
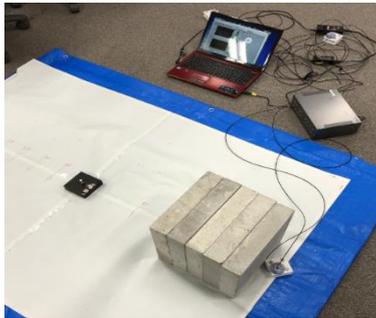


図4 実験の様子と結果

#### 5. 結論

方位磁石と光ファイバーを使うことで離れた点での磁石の移動を検知することができた。磁石を利用した新しいモニタリング手法はトンネル壁の背面のように今まで分かりづらかった遮蔽物がある環境下で、見えない点をモニタリング出来る可能性がある。また、光を組み合わせることで専門知識を持たない一般人であっても構造物を利用する際にモニタリングに参加でき、異変があれば誰でも気づくことが出来る。特に発展途上国においては工事従事者であっても危機管理への意識が低いことも多く、そのような環境下であっても光を使用することで異変を分かりやすくし、工事中の事故を防ぐなどの効果が期待できる。一方で、周辺環境が磁場の変化にどのような影響を与えるか定量的に評価しなければ、センサとしての精度などについて正確な議論が出来ない。また、本研究ではいずれの実験も方位磁石と同一平面上での磁石の二次元的な移動を測定したが、実際に起こりうる変位は三次元的なものである。そのため、縦の移動をどのように表すかについて検討が必要となる。

今後はより正確な精度分析のための情報収集を行うとともに、実際の土中やセグメントを隔てた状況での実験を行い、さらなる改善を図りたい。

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 TEL080-3136-2985