

列車による振動特性を利用した擁壁の崩壊危険性の推移の可視化

富山県立大学	学生会員	○播磨	雄大
富山県立大学	正会員	兵動	太一
中央開発株式会社	正会員	王	林
富山市建設部	非会員	藤田	博樹

1. はじめに

高度経済成長期を境に数を増やしてきた橋梁やトンネルといった日本のインフラ設備は近年、老朽化問題が重大な社会問題となっている。インフラ設備の維持管理を行う上で、日常の点検・保守による状況把握は必要不可欠である。しかし、現状では目視点検が点検の主流である。目視点検は損傷個所がどれほどの危険因子を含んでいるのかを正確に把握することは困難である。今後のインフラ設備の維持管理には正確かつ迅速に構造物の状況を把握する技術が求められる。これには ICT 技術や AI といった最新技術を確立させ、様々な民間サービスと連携し、少人数、低コストで質の高いメンテナンスを実現させる必要がある。そこで、著者らは富山市センサーネットワークを活用し前述の問題箇所に IoT センサーを設置し、リアルタイムに現地の情報を収集する仕組み作りができないか考えた。

本稿は、前述のセンサーネットワーク内のモニタリングシステムを構築する前段階の計測結果について紹介する。具体的には振動センサーを使い、擁壁の振動特性を利用し、擁壁の健全度の評価を行った。また、既往の研究による緒方ら¹⁾の落石落下の危険度評価の手法を取り入れ、擁壁の崩壊の危険性を評価することを目的とした。

2. 対象擁壁および計測概要

観測対象は富山県富山市内の山間部の鉄道に隣接する擁壁である。擁壁は隣接する鉄道と道路の高低差を埋めるように建設されている。そのため、擁壁が崩壊するようであれば列車の運行に支障をきたす恐れがある。また、道路に沿うように荒れた山肌が連なっており、擁壁周辺では地すべりブロックと思われる個所も確認されており、擁壁の崩壊はこのような地すべり斜面の崩壊にもつながる恐れがある。写真 1 に観測対象の擁壁を示す。擁壁に大きく斜めの開口クラックが発達しているのがわかる。



写真 1 観測対象の擁壁



(a) 擁壁上部設置 (b) 擁壁下部設置

写真 2 振動センサー

また、ASR、凍害が原因と思われる細かいひび割れも確認されている。写真 2 に振動センサーを示す。擁壁が振動源である列車振動を受けると、擁壁に作用する加速度を検出する。振動センサーは三軸方向(NS, EW, UD)を計測する。本稿の計測では、当初富山市センサーネットワークの使用を検討したが、通信状況の関係から使用が困難だったため代替で LTE 通信を用いて実施した。

3. 擁壁の振動特性についての解析的検討

擁壁上部下部から各応答加速度時刻歴を求め、FFT 法によりフーリエスペクトルを求める。NS, EW では複数の卓越した振動数を確認した。その中でも、12Hz 付近で卓越した振動数を一次固有振動数とした。減衰定数はハーフパワー法により算定した。危険度評価では固有振動

キーワード 社会インフラ ICT 技術 擁壁 固有振動数
連絡先 〒939-0398 富山県射水市黒河 5180

数と RMS 速度振幅比および減衰定数と RMS 速度振幅比の関係から評価を行った。RMS 速度振幅比とは、浮石部が基盤部に対してどれくらい揺れているのかを表す指標である。

3 つのパラメータの閾値には緒方らの閾値を適用し、擁壁を落石と見立て、崩壊の危険度の評価を行った。

4. 解析結果

図 1 に固有振動数と RMS 速度振幅比の関係を示す。計測期間の 2022/4/25～8/1 では固有振動数の経時的な低下は確認できなかった。図 2 には減衰定数と RMS 速度振幅比の関係を示す。減衰定数および固有振動数は当初定めた閾値より大幅に低い数値を示している。RMS 速度振幅比は 5 月と 7 月を比べると数値が増加しているのがわかる。最大値は 1.5 に近い値となり、擁壁上部が下部より大きく揺れているということがわかった。

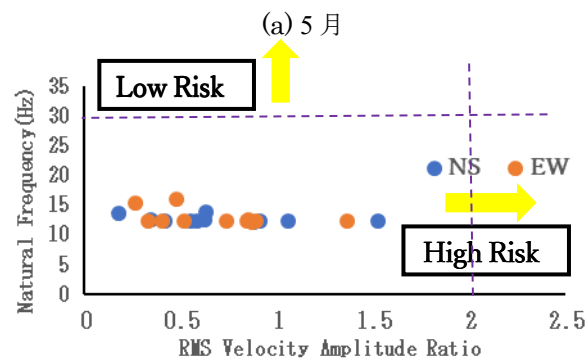
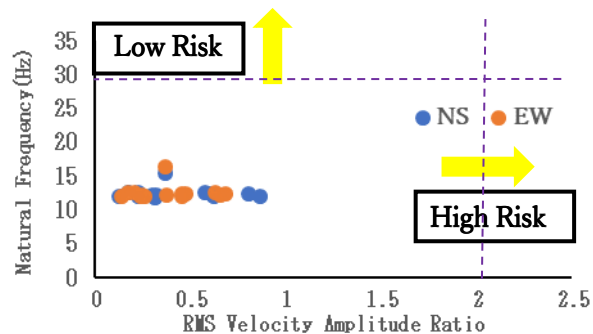
しかしながら、3 ヶ月間では擁壁の変状は確認できず、より長期的な観測が必要であると考えられる。固有振動数と減衰定数の閾値についても、検討する必要がある。また、本研究では、富山市センサーネットワークの通信が困難であったため、現地に赴き LTE 通信により、データの取得を行った。実用化に当たり通信問題を解決し、富山市センサーネットワークを活用できる環境の構築と、計測結果の簡略化をするために引き続きデータの構築および研究を継続する。

5. 結論

本研究では振動特性に 3 つのパラメータを使い、擁壁の健全度、崩壊危険性を評価した。その結果、擁壁の固有振動数の経時的な低下はなく、不安定化の進行はないと考えられる。減衰定数ではコンクリート系構造物における減衰定数の値と近い値となった。RMS 速度振幅比は 7 月を境に 1 を超え、1.5 に近い値も示した。これは擁壁上部の抵抗力の低下が原因ではないかと考えられる。簡易的ではあるが 3 つのパラメータから擁壁の危険度の推移を評価することは可能であるとわかった。

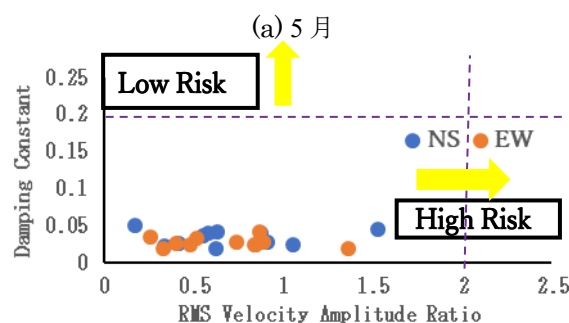
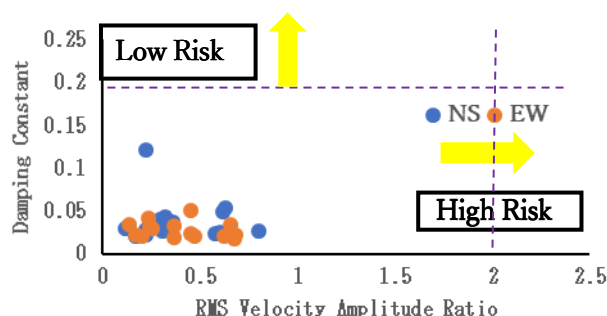
7. 参考文献

- 緒方 健治, 松山 裕幸, 天野 淨行: 振動特性を利用した落石落下の危険度, 土木学会論文集, No. 749, VI-61, pp123-135, 2003. 12



(b) 7 月

図 1 固有振動数と RMS 速度振幅比の関係



(b) 7 月

図 2 減衰定数と RMS 速度振幅比の関係

謝辞

本研究は、富山市センサーネットワーク利活用促進事業・富山市センサーネットワークを活用した実証実験のもと研究を行った。富山市企画管理部スマートシティ推進課にはここに感謝の意を表す。