

構造物変状モニタリング警報装置の開発

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○内藤 孝和
東日本旅客鉄道株式会社 志村 佳範
坂田電機株式会社 須賀原慶久

1. はじめに

現在、鉄道土木構造物の変状を把握するための検査は2年周期で行われている。しかし、変状が急激に進行する落石や土砂崩壊については、発生予測や変状の進行把握が難しいという問題がある。このような事象に関しては、事象を事前に把握し、適切な処置をとる必要がある。

当社では防災のため、災害を検知するためのセンサー等を設置し、ネットワーク集約型の防災情報システム(PreDAS)を運用しており、適切な運転規制を行うための一助としている。しかし通信ケーブル等の整備が困難な急峻山間部の斜面や、設備投資のコストダウンが望まれる下級路線を対象として、低コストで構造物の変状をタイムリーに捉え、その情報を知得できる補助手段の一つとして構造物変状モニタリング警報装置を開発したので、本稿で報告する。

2. 開発イメージ

災害の中で落石を考えた場合、岩盤の変位が融雪期等に急激に進行するケースが多いため、変位をタイムリーに把握できない問題がある。そこで主に落石に焦点をあて、微小な変位進行を捕捉し、効率的な情報収集が可能な低コストのモニタリング装置の開発を行った。

3. 構造物変状モニタリング警報装置の構造

3.1 情報伝送部

従来センサーの伝送系は主にネットワーク集約型(例:PreDAS)か、携帯電話網を活用して情報送信する形式であるが、急峻な閑散山間部等では環境整備が困難な箇所もあるため、効率的な情報収集をするために営業列車でモニタリングが可能なシステムを目標とした。常時監視が可能なセンサーを開発し、岩塊の亀裂変位等が進行した場合には、付近を走行する営業列車内の受信器に警報電波を送信する仕組みにした(図1)。

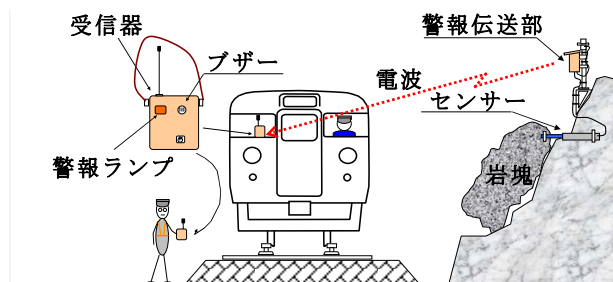


図1 全体イメージ

3.2 センサー

センサーはアンカー両端固定式で、メンテナンスを極力軽減するために、設定された検知量のみを捕捉する装置を考え、簡易なスライド方式を採用した。2点間の距離が検知設定量以上に伸びることにより、検知信号を伝送部に伝え、警報電波を発する仕組みである(図2、写真1、写真2)。

3.3 受信器

受信器は警報伝送部からの警報電波を受信して、ランプ表示とブザー音で警報を知らせる仕組みにした。また、列車の中に設置する他に、作業員の巡回時にも携帯できる軽量なものにした(写真3)。

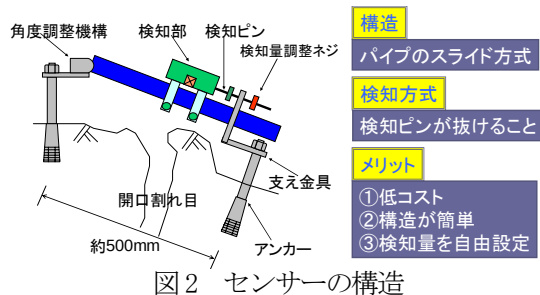


図2 センサーの構造

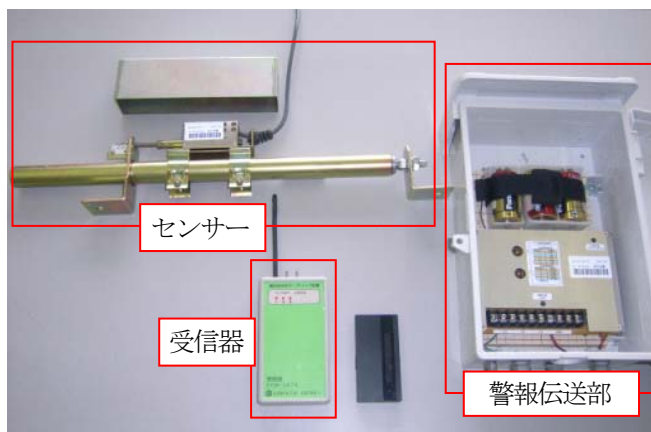


写真1 モニタリング警報装置

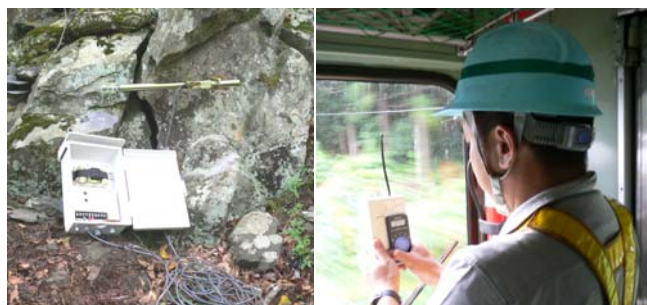


写真2 岩盤設置後

写真3 営業列車内の受信器

キーワード 鉄道、モニタリング、センサー、落石、営業列車

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目479番地 東日本旅客鉄道(株) JR 東日本研究開発センター TEL048-651-2389

4. フィールド試験結果

4.1 営業列車による電波試験

実際に山間部の落石が予想される箇所から警報電波を流し、その電波を営業列車内でどの程度捕捉できるか試験を行った(写真 3)。電波受信基準として試験値から以下の指標を採用し(表 1)、試験箇所は距離・植生等の基準から、電波環境が特に悪い4箇所を選定した(表 2)。

表 1 電波の受信基準

受信レベル	受信電圧	受信器感度
強受信	190mV 以上	連続受信
弱受信	150～190mV	断続する受信
反応なし	150mV 以下	受信不可

その結果、営業列車内に於いても 0.9～2.6km の線路延長で電波を受信できることが分かり、モニタリング性能を確認した(表 2・図 3)。

表 2 電波試験箇所と結果

試験箇所	A線①	A線②	B線①	B線②
試験日	H19 7/5	H19 7/6	H19 8/30	H19 8/31
斜長(m)	302	195	90	57
植生	密	疎ら	疎ら	密
障害条件 (環境等)	距離・植生	腕曲状地形	腕曲状地形・ トンネル	植生・ トンネル
電波受信延長(km)	1.1km	2.6km	1.4km	0.9km



図 3 電波受信延長(A線②)

4.2 施工性

モニタリング警報装置の設置時間は平均 61 分で取り付けられ(作業員 3 人)、施工性の良さを確認した。

4.3 冬季耐久試験

冬季降雪期の耐久性を試験するために、バッテリー試験と設置試験を行った(写真 4, 5)。バッテリー試験では若干の電圧低下は見られたものの、計算上約 3 年間モニタリング可能なことが分かった(図 4)。また設置試験も冬季に 1 ヶ月実施したが、誤動作等の不具合はなかった。



写真 4 バッテリー試験

写真 5 設置試験

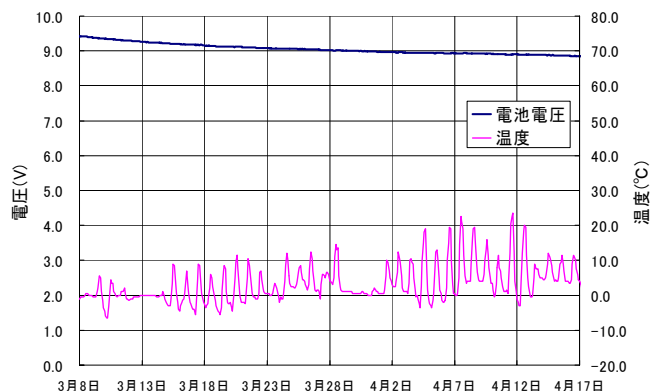


図 4 バッテリーの耐久試験結果

(実際の 5 倍の消費電流で促進試験)

5. まとめ

今回実施した試験結果より、モニタリング装置としての有用性を確認することができた。またセンサーは最大 3 台まで伝送部に接続でき、多箇所を同時にモニタリングすることが出来る。本装置を活用することにより、将来的に構造物の変状進行をタイムリーに捕捉することに繋がり、予防保全にも繋がると考えられる。今後の課題として以下のことがあげられる。

➤ 閾値の設定

構造物等によって変位進行性が異なるため、それぞれに応じた閾値を設定しなければならない。

➤ 自己診断機能

自己診断機能は、指定日時に機器の健全性を示す電波を定期送信する構造になっているが、さらなる機能に関しては今後の課題とする。

➤ 電池寿命

現状は市販のアルカリ電池で約 3 年運用可能な性能であるが、高性能電池を使用すれば約 5 年運用することも可能になる。

以上の課題を今後克服することにより、さらなる発展性があるものとする。

謝辞

坂田電機株式会社には本開発にあたり、多大なるご指導、ご協力をいただきました。ここに謝意を表します。