

鋼橋監視装置の開発について

東海旅客鉄道株式会社	正会員	○西田 良和
東海旅客鉄道株式会社	フェロー会員	鎧坂 勝則
東海旅客鉄道株式会社	正会員	伊藤 裕一

1. はじめに

近年、土木構造物に対する経年劣化対策はますます重要度を増している。土木構造物の安全を確保していくためには定期的に目視検査がなされることが多い。しかし、従来の手法では見落とし等も起こり得るため、これを補完するべく最新のモニタリング技術等を用いた設備管理手法の構築も重要となる。

モニタリング対象としてまず鋼橋の疲労に着目した。鋼橋の部材には疲労により亀裂等変状が発生する場合があるが、応力変動が部位毎に定まる一定値（以降「疲労限」という）以下であれば応力変動の回数に関わらず亀裂が発生しないことが分かっており、発生応力と疲労限の大小関係のみから容易に照査が可能なためである。これを長期監視することにより鋼橋の安全性を継続的に確認可能となる。

一方、長期にわたり疲労亀裂発生可能性を監視しようとする、電源ケーブル敷設も含め設置・運用に非常に多くの費用を要し、東京ゲートブリッジなどのいくつかの長大橋りょうにて研究目的で行われたのみであった。そのため、より多くの鋼橋を監視することを可能とするため、安価なモニタリング装置の開発が必須と考えた。

今回、鋼橋部材へ加わる応力を長期継続監視することで疲労亀裂の発生可能性をモニタリングする安価で使いやすい装置を開発した。これは応力長期監視に付随するトータルコストの大幅な低減を実現するものである。本論文では本装置の開発に当たっての基本構想および開発品について述べる。

2. 基本構想

本装置を開発するにあたり、必要条件を以下の通りとした。

- ① 一か所当たり十数万円で長期監視を可能とする
- ② 鋼橋応力監視装置は電池駆動させ、10年程度連続して電池交換無で稼働可能とする。
- ③ 専門的な技能を必要とせず容易に取り付け可能とする。
- ④ 疲労亀裂発生可能性評価結果は管理者が監視装置付近を訪れて、LEDや近距離無線通信等によって取得することを可能とする。

①に関しては多くの鋼橋を長期監視可能とするべく価格制約を取り除くためにこのように設定した。②に関しては屋外での電源ケーブル敷設等設置コストを抑え、かつ安定した電源供給を実現するために電池を採用した。また連続稼働10年としたのは、鋼橋の塗装の際に仮設足場をかける周期を10年と想定したためである。③に関しても②と同様に設置コストの低減を目指したものである。④に関しては、防音工等足場の無い箇所装置を取り付けた場合、遠方からでも応力データの確認を可能とするためである。

3. 装置開発

これらを満たす鋼橋疲労亀裂の発生可能性を長期監視する装置を開発するにあたり、まず長期稼働を実現するために電気回路の作りこみを一から行った。具体的には図1の右下にあるような機器構成とし、測定部による応力測定を間欠的に起動して応力を計測するという限定的な形とした。標準的な電池本数の場合、1

キーワード 鋼橋, 疲労限, 応力, 長期監視, モニタリング,

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 総合技術本部技術開発部 TEL (0568)47-5385

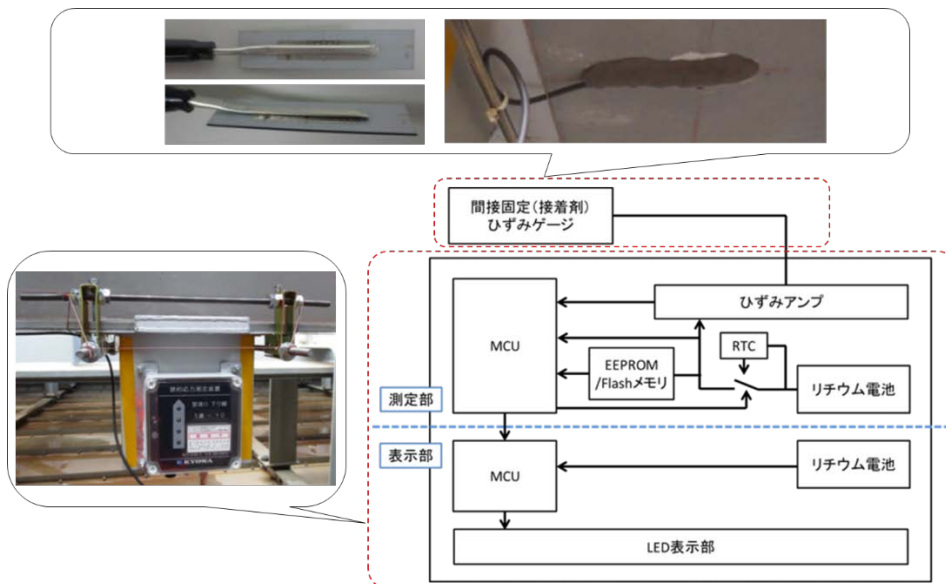


図1 鋼橋監視装置 機器構成 (LED版)

週間に1度20分間応力を測定した場合、電池の自己放電を考慮しても10年以上動作が可能である。また、更なる省電力化を図るため、通常MCUによるスリープ機能を用いる代わりに、RTCを用いて周辺回路を起動させる方法により更に省電力化を図っている。

また、ひずみゲージ貼り付け部(図1上図)に関しても、溶接ひずみゲージと薄い鉄板を一体化させたものとし、現場におけるゲージ貼り付け作業を容易とした。これは伝達応力の損失がほぼ皆無であることを室内試験により確認している。また、図1上図右側にあるように、貼り付け箇所を樹脂によりコーティングすることにより本体と同等の耐久性も実現している。

表示部に関しては3種類用意した。最初に開発したのはLEDの発光パターンにより計測開始後の最大応力の疲労限に対する超過有無が遠方から判別できるLED表示版である(図2-左)。但し、利便性の観点では1台の確認に手待ち時間が発生し、複数台以上を順次確認する作業に膨大な時間を必要とするため、レーザー光を照射することによりLEDを点灯させるレーザースイッチ版も開発した(図2-中央)。そしてまた更なる負担軽減を目的として、検査員が直接アクセス可能な箇所に受信機を設置し、各装置からの応力データをそこに送信、蓄積し検査員がその受信機からデータを参照可能とする無線伝送版も開発した(図2-右)。



図2 各種鋼橋監視装置

4. おわりに

この鋼橋監視装置は平成25年度から平成26年度にかけて実際の鋼橋に数百台単位で導入しており、これまでほぼ正常に稼働している。これだけの規模で、一般橋梁をモニタリングすることは国内の道路・鉄道においても例のない取り組みと考える。今後も継続して状況を確認すると同時に、更なる省電力手法等を開発・導入していきたい。