

ICT 技術を活用した道路付帯施設構造検査手法の研究

中日本高速道路(株) 正会員 ○山本 浩司
 中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株) 小島 崇行
 能美防災(株) 正会員 山岸 貴俊
 群馬大学 正会員 岩崎 篤

1. 目的

現在、高速道路には様々な付帯施設が設置されている。付帯施設の例としては道路情報板設備、照明設備等があるが、仮にこれらの施設が経年劣化し、道路上に落下した場合、重大な事故の発生につながる可能性がある。そのようなリスクを未然に防止するような構造検査が道路管理者により実施されてきているが、既往の検査手法は目視による定期検査が主流であり、早期に経年劣化を発見できる手法は確立されていない。

このため、高速道路における安全性向上に向けた取り組みとして、経年劣化が懸念される道路付帯施設を対象に、経年劣化に起因するリスクの想定、およびこの結果想定されたリスク源の評価に必要な計測データの収集・解析が進められている^{[1][2]}。懸念される経年劣化の一つとしては、疲労破壊が挙げられる。疲労破壊では、材料の弾性範囲内のきわめて小さな応力でも、繰り返し負荷されることにより材料内に微細な亀裂を多数生じ、それが進展して破壊に至る。疲労破壊の初期における損傷領域は極めて小さく、計測や通常の点検では検出が困難である。しかしながら、疲労破壊と作用外力との関係はS-N 曲線等の評価法が確立しているため、亀裂の発生、進展を計測するのではなく、外力を計測することで対象の疲労に関する寿命を予測可能と考えられる。疲労の予測にはき裂発生部位のひずみをモニタリングすることが最適であるが、ひずみの計測に用いられるひずみゲージの耐用年数は2 年程度であり、耐候性にも問題があり、疲労のような長期モニタリングには難がある。

そこで、本研究では耐候性が高く、長寿命な加速度計を用いたF 型支柱疲労監視システムの運用を開始したので報告する。

2. 調査計画 (計測・解析)

本研究は加速度センサでの計測から、疲労損傷発生部位のひずみ量、累積疲労度を評価する手法を活用している。経年劣化が懸念されている道路付帯施設のうち情報板F 型支柱実機を対象とし、支柱および情報板に設置された加速度センサデータから支柱下部リブ近傍の累積疲労の評価を行う。F 型支柱は路肩ないし、その外側に設置される。特に橋梁部では交通、風圧の影響により大きく振動し、かつ設置場所により、振動方向、作用外力が異なる。また、台風等の影響が大きく ICT を利用した常時モニタリングを行い、各個体の情報を収集することが保全業務には望ましいと考えられる。このため、データの収集はF 型支柱に設置した加速度センサの測定データを長期間記録することとし、この測定データからF 型支柱に生じている応力振幅を予測し、そこから疲労寿命の評価を行うこととした。

なお、本研究におけるF 型支柱の実験データから疲労の予測に至るまでの流れを図-1 示す。F 型支柱の累積疲労では加速度からひずみを予測し、レインフロー法によってひずみでの応力の振幅と頻度を求める。その後応力の振幅と頻度を使い、S-N 曲線と修正マイナー則から、累積損傷則を求めF 型支柱の疲労寿命を予測することとした。

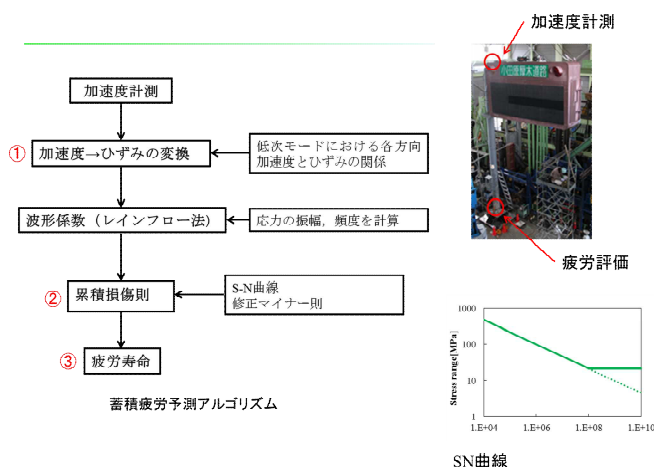


図-1 加速度からの累積損傷度評価フロー

キーワード 疲労監視システム, 道路情報板設備

連絡先 〒226-0026 神奈川県横浜市緑区長津田町 5509 東京支社 横浜 保全・サービスセンター TEL045-922-1141

3. 疲労監視システム

前章の研究成果を道路情報板設備の保全業務に適用するため、加速度計を用いた疲労監視システム仕様を作製した。作製に際しては、当該システムを運用することになる保管理業務従事者等にヒアリングを実施した。また、当該システムでは、道路付帯施設の劣化判断に必要な図面、写真、点検記録、構造計算書等の閲覧も可能なものとした。なお、本システムは、2018年より運用を開始している。(図-2, 3, 4, 5)。



図-2 マップ画面

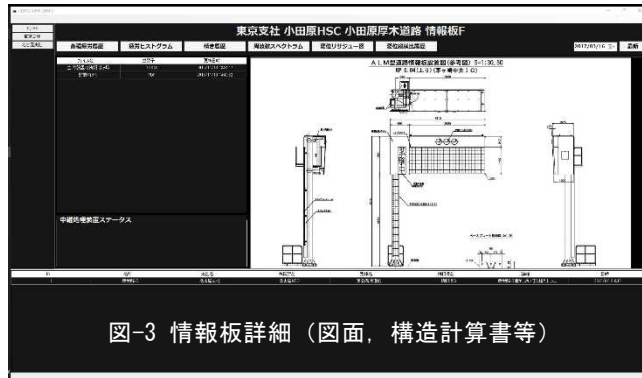


図-3 情報板詳細(図面、構造計算書等)

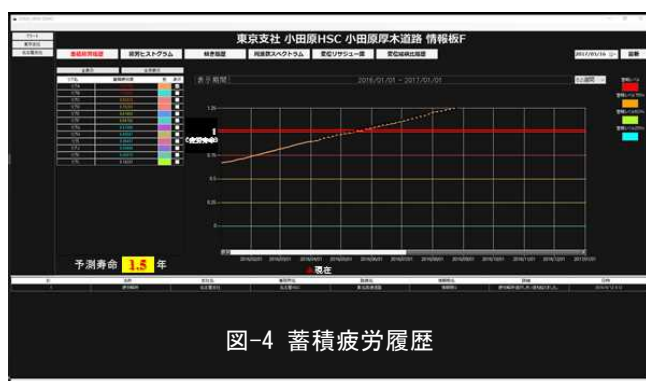


図-4 蓄積疲労履歴

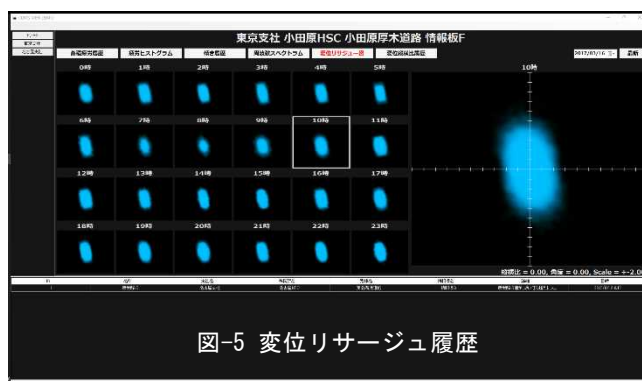


図-5 変位リサージュ履歴

4. おわりに

加速度からのひずみ推定は、各リブ方向加速度とひずみは高い相関を示しており、推定可能といえる。しかしリブ方向による偏差がある程度の割合を示しており、補正することで、ばらつきを押さえる事ができると考えられる。なお、ほとんどのサイトでは、情報板直交方向の振動が大きい傾向を示す。累積疲労は一部上側信頼限界ぎりぎりの結果があり、要因の解明および補正法研究が必要。

しかし、高進行箇所を含め、加速ひずみの相関に時間変化は無く加速からひずみを同一の手法で予測することが可能と考えられる。

今後は、ここで得た知見を活用し、疲労監視システムを活用することにより、高速道路利用における安全性向上に務めることとしたい。

参考文献

- ①緒方健治, 山本浩司, 岩崎篤他: ICT 技術を活用した道路付帯施設構造検査手法に関する研究 (その1: シミュレーション解析及び加振実験概要), 土木学会第 69 回年次学術講演会概要集, I-092, 2014.08
- ②山本浩司, 小林敦, 岩崎篤他: ICT 技術を活用した道路付帯施設構造検査手法に関する研究 (その2: 加振時挙動および応力振幅), 土木学会第 69 回年次学術講演会概要集, I-091, 2014.08

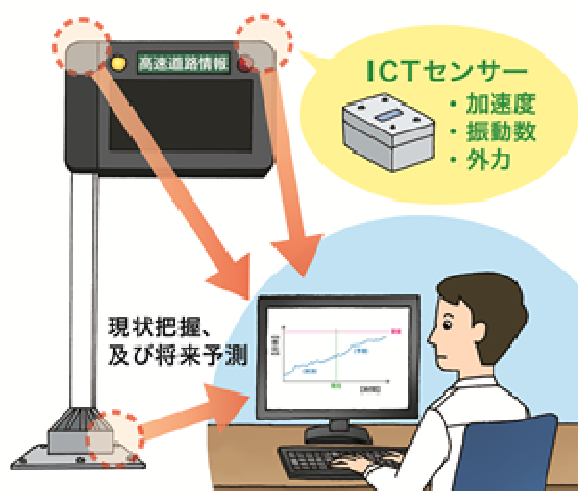


図-6 疲労監視システムの運用イメージ