

ネットワーク型計測器と応力聴診器による簡易構造物計測システムの構築

名古屋大学 環境学研究科 都市環境学専攻 正会員 小塩達也

はじめに

道路構造物の維持管理の過程で、疲労き裂などの構造物の変状が発見された場合、現状の把握、原因の検証および対策の検討が必要となる。近年報告された疲労き裂の中には、2次部材から生じた疲労き裂が主部材に進展し、橋梁全体の耐荷力の低下が懸念されるなど、緊急性を要するものも見られる。現状では、定期点検や各種工事等で構造物に変状が発見されると、点検員による臨時の詳細点検が行なわれ、必要があると判断された場合には、測定業者によるセンサーの施工、ひずみ測定が行なわれる。しかしながら、目視による詳細点検のみでは、情報が不十分であることが多く、一方で、ひずみ測定を行なうには、測定計画から分析までの時間が少なからずかかり、また、その分のコストも小さない。本研究では、従来のひずみ測定に要する作業を簡素化し、短時間で簡易かつ低コストに構築が可能なひずみ計測システムを提案する。

小型動ひずみ計測器を用いた計測器のネットワーク

電子技術の発展により、大容量のメモリを有する小型動ひずみ測定器が比較的安価に市販されている。測定器にかかるコストは、デジタルデータを保存するまでに1チャンネルあたり10万円程度である。データ容量も大容量化し、72時間、1週間の連続記録も不可能ではない。また、計測器は単独で操作するものではなく、USBやEthernet(LAN)回線を通じて、PCから制御できるものが多い。LANに対応する計測器は市販の無線LANコンバータを使うことで比較的安価に無線LANのネットワークに組み込むことができる。つまり、市販の製品の組み合わせのみで計測器のネットワーク化が可能である。しかしながら、ネットワーク内の複数の計測器間の同期運転が必要な場合、LAN回線では正確な同期を取ることは技術的に困難である。

道路構造物における測定は、測定点が広い範囲に分布していることが多く、1つの計測器で測定を行なう場合、広く分布する各測定点から計測器までセンサーからのケーブルを延ばす必要があり、ケーブルの総延長が非常に長くなるケースも見受けられる。一方、多点の測定に際し、一つの計測器の測定点数よりも計測点数が多い場合、複数の計測器を同期のためのケーブルで結び、測定器内部のサンプリング信号やトリガ信号を共有することがある。この場合、同期ケーブルは数十cm程度と短く、結果的に、計測器を1箇所に集約して使うことになる。しかしながら、この計測器間の同期信号を何らかの形で延長できれば、計測器を分散して配置することができ、センサーから計測器までのケーブル長を短く取ることができる。さらに、制御やデータ転送を無線LANで行なえば、分散配置した計測器間のケーブルは同期ケーブルのみで済むため、現場に設置するケーブル類の総延長を飛躍的に短縮することができる。

そこで、従来の小型動ひずみ測定器の同期ケーブルの信号を増幅し、ケーブルを延長するための装置を共和電業に提案し、製作を依頼した。使用する小型動ひずみ測定器は共和電業社製EDS400Aである(図1)。この計測器は、Ethernet(LAN)により制御が可能で、体内蔵の最大1GBのCFカードに測定データを記録でき、4チャンネルの測定点を持つ。最大8機までの同期接続が可能であるが、提供される同期ケーブルは10cm程度である。この同期ケーブルの信号を増幅し、150m程度までの延長を可能にする同期ケーブル延長器(図2)を製作した。

応力聴診器の利用

図3に示す「摩擦型ひずみゲージを用いた応力聴診器」は、筆者が提案、検証を行い、東京測器研究所から市販されている^{1),2)}。このセンサーは、塗膜上から接着作業なしでひずみを計測でき、従来のひずみ測定器が適用できる。従来のひずみゲージによる測定と比べ、測定点の設置にかかる時間・装備を縮小できるだけでなく、任意点における測定や、測定結果を判断しつつ次の測定点を選定するなど、柔軟な測定が可能となる。応力聴診器は鋼構造物向けに開発されているが、筆者らはコンクリート構造物向けの応力聴診器も検討中である。



図 1 動ひずみ測定器
(共和電業 EDS400A)



図 2 同期ケーブル延長器
(共和電業)

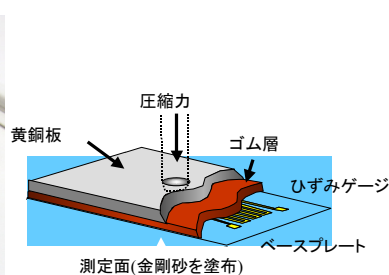


図 3 摩擦型ひずみゲージと応力聴診器
(東京測器研究所 FGMH-1)



簡易構造物計測システムの構築

ネットワーク型計測器および応力聴診器を用いた簡易構造物システムの概念図を図 4 に示す。無線 LAN コンバータ、動ひずみ測定器、同期ケーブル延長器を 1 モジュールとし、各モジュール間の同期を汎用 LAN ケーブルを介して行なう。各モジュールはそれぞれ独立の IP アドレスを持ち、無線 LAN ルータを介して制御用 PC からの信号で制御および測定データ転送を行なう。また、各モジュール最大 4 点の測定点には、従来のひずみゲージの代わりに応力聴診器を用いることで、設置作業を簡素化する。計測器を分散配置することにより、ひずみ測定点から計測器までのケーブル長を短くすることができる。同期のためのケーブルは汎用の LAN ケーブルを使うため、長さの調整等が容易である。また、装置はすべてバッテリーによる運転が可能で、大容量のリチウムイオンバッテリーを用いて長時間の連続運転を可能とした。

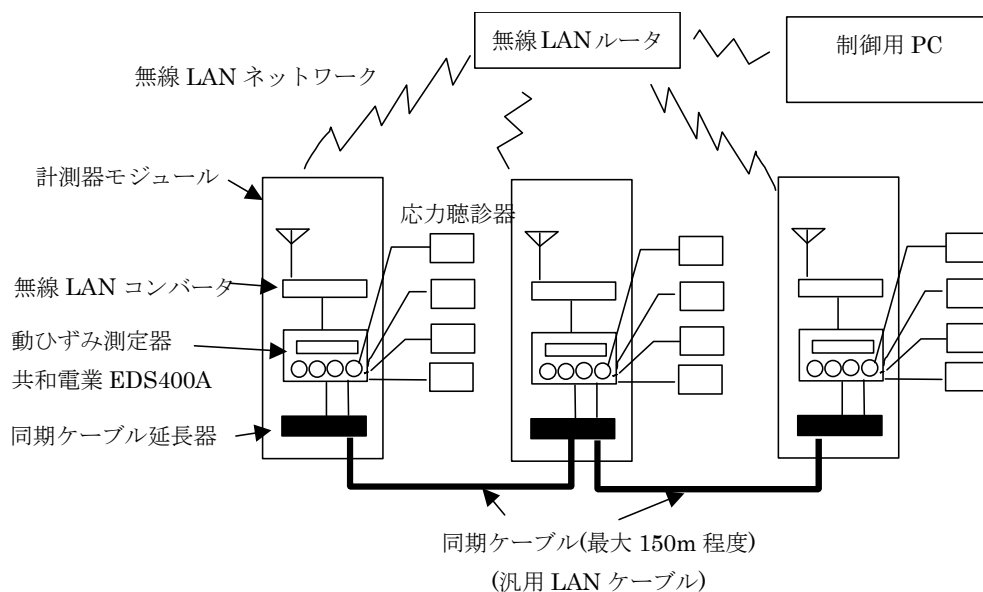


図 4 簡易構造物計測システムの概念

まとめ

本研究では、点検時や緊急時に簡易に構築が可能な構造物計測システムを提案した。実際の構造物への適用事例としては、例えば、① 疲労き裂発生要因の調査、② 長大橋や多径間における同期測定、③ 構造物音・構造振動の原因調査などが考えられる。今後、名古屋高速道路公社、愛知県、中日本高速道路会社の橋梁で適用性の検証を行う予定である。

参考文献

- 1) 小塩達也, 山田健太郎, 齋藤好康, 椎名政三, 摩擦型ひずみゲージによる応力聴診器の開発と構造物の健全度診断への応用, 第 60 回土木学会年次学術講演会概要集, 第 VI 部門, 6-128, pp.255-256, 2005.
- 2) 山田健太郎, Alian Nussbaumer, 小塩達也, 応力聴診器摩擦型ひずみゲージを応用した応力聴診器の活用—スイスでの事例—, 橋梁と基礎, 平成 18 年 8 月号