

橋梁振動計測に供する無線 LAN 加速度計の開発

Development of Wireless LAN type Accelerometer for Measuring Vibration of Bridges

(株)ケイジーエンジニアリング	正 員	伊藤有希恵 (Yukie Itou)
(独)北海道開発土木研究所	正 員	三田村 浩 (Hiroshi Mitamura)
(株)東京測振	非会員	石野 正志 (Masashi Ishino)
室蘭工業大学	フェロ - 岸	徳光 (Norimitsu Kishi)

1. まえがき

今までに整備・蓄積されてきた社会基盤施設の中には建設後数十年を経過したものも多く、老朽化や機能低下に伴って、これらの適切な維持管理手法の確立が望まれている。中でも橋梁構造物、特に長大橋の場合にはその更新に多額の費用が必要となることから、精度の高い劣化診断方法の開発と合理的な補修補強方法の確立が急務となっている。

橋梁全体の劣化度を診断する方法の一つとして、固有振動特性を用いた評価法がある。しかしながら、振動測定において、起震機により橋梁を強制的に振動させる場合には、長時間にわたる車両の通行規制が必要となり、供用後の実施は不可能に近い。

こうした状況から、筆者らは、簡易に橋梁の固有振動特性を評価する方法として、風や交通振動等によって生じている常時微動から評価する方法を提案し、実橋を用いた検討により、ほぼ妥当な評価が可能であることを明らかにしている^{1),2)}。

しかしながら、常時微動観測は簡易ではあるものの、

測定ケーブルの車道横断など配線上の処置で制約を受ける他、長大橋においては観測ケーブルの本数が多く配線延長が長くなる等の課題が依然として、残されている。

こうした課題を解決するため、第1段階として配線の合理化と精度の向上を目的とした光ケーブル式デジタルサーボ加速度計を開発して測定に活用した。

本論文では、さらに第2段階として近年進歩の著しいIT機器を活用し、ワイヤレス化を主眼とした無線LAN式サーボ加速度計を開発し、その実用性を確認したので報告する。

2. 無線 LAN 式サーボ加速度計システムの概要

2.1 システム構成

図 - 1 に無線 LAN 式サーボ加速度計システムのシステム構成を示す。3台のサーボ式加速度計が子機であるワイヤレス測定装置に接続され、測定データを高速で順次、無線LANを介してアクセスポイントに転送しパーソナルコンピュータに集録するシステムである。

表 - 1 に無線LAN部の仕様を示す。

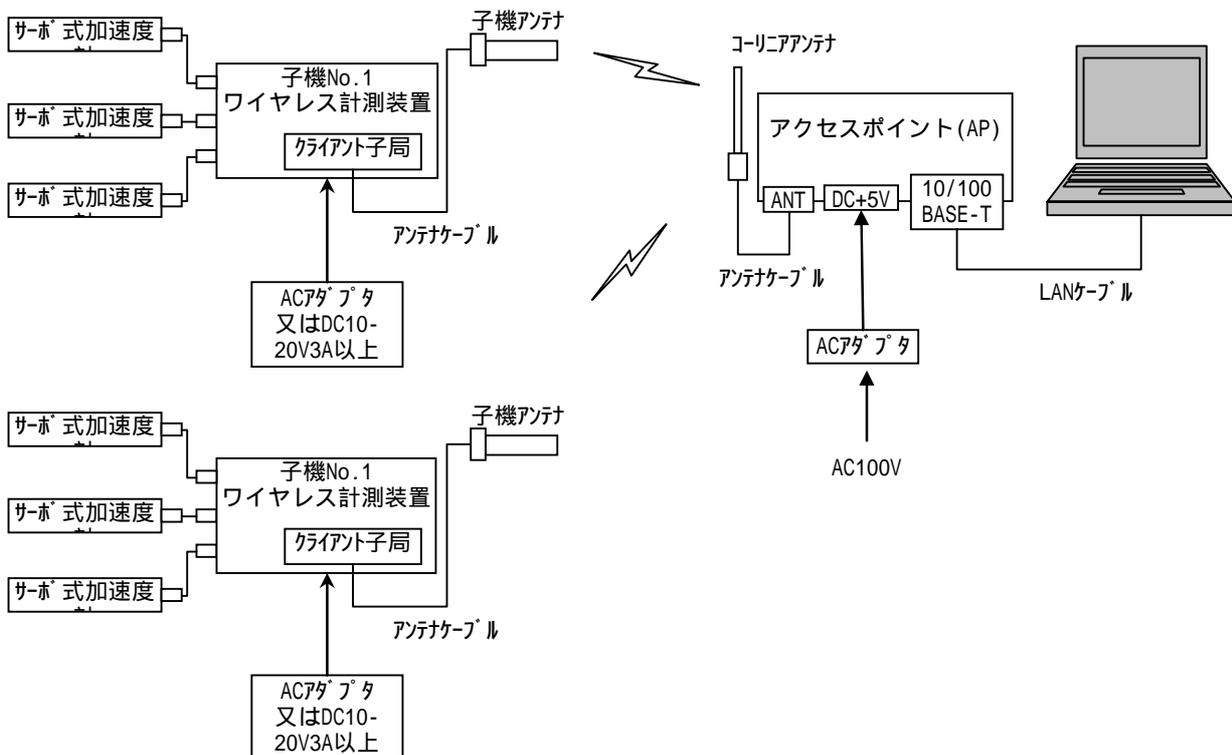


図 - 1 無線 LAN 加速度計システムの概要図

表 - 1 無線 LAN の仕様

周波数	2400 ~ 2483 [MHz] および 2471 ~ 2497 [MHz]
送信出力	3 [mW/MHz]
変調方式	直接拡散 (Direct Sequence SS) 方式
伝送速度	11/5.5/2/1 [Mbps]
インターフェース	IEEE802.11b (無線部) IEEE802.3 (有線部)
アクセス制御方式	CSMA/CA

2.2 システムの特徴

(1) ケーブル配線

無線 LAN で測定データを伝送することから、基本的には測定ケーブルの配線が不要である。

(2) 伝送距離

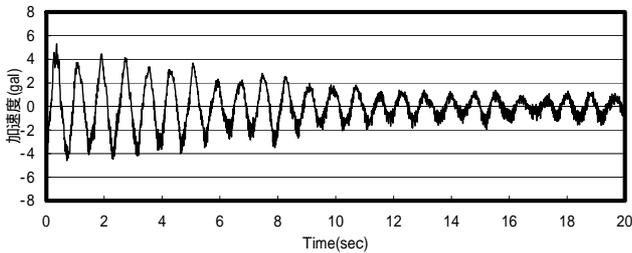
一般的には、無線 LAN の電波の伝送距離は 100m 程度 (IEEE802.11b) とされている。しかし、長大橋の加速度測定の場合ではさらに長い伝送距離を必要とすることが多いため、子機アンテナに指向性を持たせることにより伝送距離 400m を実現した。

(3) サンプリング速度および測定点数

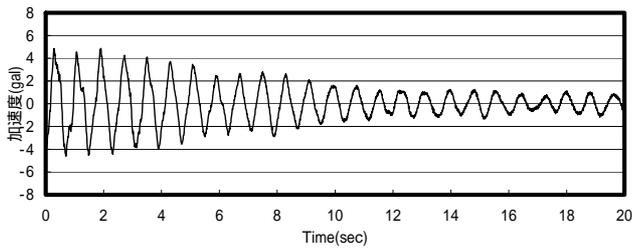
当初、親機 1 台で 6 台の子機 (計 18 点) との通信が可能なシステムとして設計した。本システムでは 100Hz, 200Hz 2 つのサンプリング速度の切替えが可能であるが、通常振動計測で行う 100Hz のサンプリング速度の場合には、親機 1 台で子機 12 台、計 36 チャンネルの加速度測定が可能である。

3. 長大橋における適用結果

開発した無線 LAN 式サーボ加速度計システムを、長大橋の常時微動測定に適用した結果を図 - 2 ~ 図 - 3 に示す。図 - 2 は無線 LAN 式サーボ加速度計システムにより測定した加速度波形であり、良好なデータが得られていることが分かる。図 - 3 は加速度波形のフーリエスペクトルであるが、無線 LAN 式サーボ加速度計システムにより測定した結果と通常の測定ケーブルを用いた加



a) デジタルサーボ加速度計による測定結果

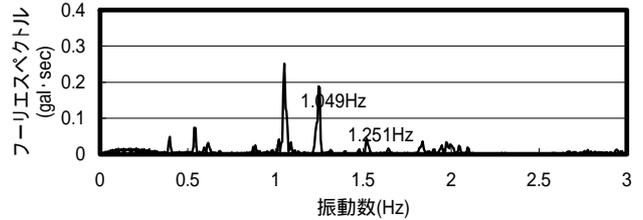


b) 無線LAN加速度計による測定生結果

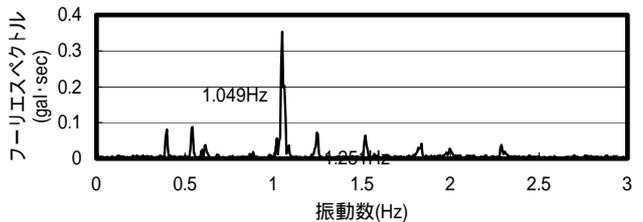
図 - 2 長大橋の常時微動測定における加速度波形の例

速度計による結果を比較して示している。低次固有振動数であると考えられる卓越振動数は、無線 LAN 式サーボ加速度計システムによる結果と通常の測定ケーブルを用いた加速度計による結果は一致している。

これらの結果から、開発した無線 LAN 式サーボ加速度計システムは長大橋の振動測定に適用可能であることが明らかとなった。



a) デジタルサーボ加速度計によるフーリエスペクトル



b) 無線LAN加速度計によるフーリエスペクトル

図 3 長大橋の常時微動測定における加速度波形のフーリエスペクトルの例

4. まとめ

橋梁における常時微動から固有振動特性を評価する方法は、橋梁全体の劣化度を診断する方法の一つとして有効な方法である。しかし、比較的測定が簡易ではあるものの、測定ケーブルの配線上の課題が残されていた。

このようなことから、基本的には測定ケーブルの配線が不要である無線 LAN 加速度計システムを開発し、長大橋の常時微動測定に適用した。その結果、良好な加速度波形が測定できており、加速度波形のフーリエスペクトルから求めた最低次卓越振動数も通常の測定による結果と一致しており、長大橋の振動測定に適用可能であることが明らかとなった。

今後は、さらに伝送距離、測定点数などの改良を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 新山惇, 岸徳光, 佐藤昌志, 池田憲二, 高橋朋代; 常時微動測定を用いた石狩河口橋の振動特性評価, 土木学会北海道支部研究論文報告集, vol.57, pp.116-129, 2001.2
- 2) 岸徳光, 池田憲二, 巽治, 堀越弘美; 観測波形を用いた神納橋の振動特性評価, 土木学会北海道支部研究論文報告集, 2002.1