

ネットワーク型計測装置を用いたインフラ環境モニタリングシステムの構築

長崎大学 学生会員 ○米澤裕基 長崎大学大学院 正会員 奥松俊博
長崎大学大学院 正会員 中村聖三 長崎大学大学院 正会員 西川貴文

1. はじめに

近年、高度成長期以降に整備された数多くのインフラが老朽化の一途を辿っており、メンテナンス費用の増加や維持管理を行う人材の不足が維持管理分野での大きな問題となっている。そのため、IoT や AI の技術を活かした新しいインフラモニタリングシステムの開発が必要不可欠である。しかし、モニタリング対象となる構造物が増加することを考慮すると、安価で多点的なインフラモニタリングシステムの開発が急務である。本研究では、市販のネットワーク型環境計測装置 NETATMO を用いた安価な計測システムを構築することを目的とし、橋梁振動計測のための各種デバイスを付加した計測システムの試作を行った。本報告では、当該装置のデータ精度、また時間分解能について、観測結果を基に評価し、維持管理への適用性について検討した。

2. ネットワーク型環境計測装置 (NETATMO) の概要

NETATMO は、主として、超音波型風速計、雨量計、カメラ等の各種計測モジュールより構成される安価なネットワーク型の環境計測用装置である。用途は、室内外の環境計測や農業、気象観測など様々である。安価ゆえに高精度計測や密な計測には向かないが、例えば橋梁構造物に作用する環境変動外力（風、温度）や画像（走行車両状況、維持管理が必要となる箇所）観測には有用であると考えられる。当該製品のユーザは多くデータがクラウドサーバに蓄積され、実時間に観測可能であることから、これらのデータを面的に把握できるなどの利点を有する。低精度ではあるが、初期フィルタリング機能を有する環境モニタリングデバイスとして有用と考えられることから、インフラ維持管理への適用を試みた。

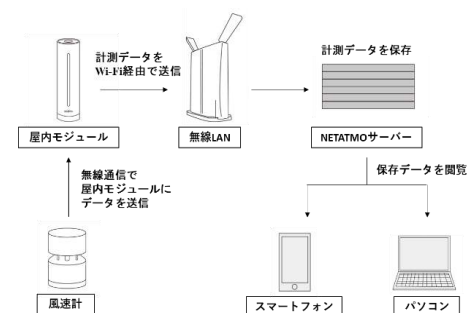


図-1 NETATMO ウェザーステーションの全体システム



図-2 NETATMO 風向風速モジュール

3. NETATMO 風向風速モジュール

NETATMO ウェザーステーションの全体システム（市販）を図-1 に示す。モジュールは風向風速計のほか、雨量計、室内外の温湿度計また、カメラ等により構成される。これらのセンサーはウェザーステーションの子機として機能するために単体では動作しない。

風向風速モジュールは、超音波により 3 方向から測定された音速によって、風向風速を計測する 3 次元超音波風向風速計である。外観を図-2 に示す。仕様は、風向測定範囲 $0\sim 360^{\circ}$ （測定精度： $\pm 5^{\circ}$ ）、風速測定範囲 $0\sim 45\text{m/s}$ （測定精度： $\pm 0.5\text{m/s}$ 、風速分解能： 0.277m/s （ $=1\text{km/h}$ 相当））である。当該風向風速モジュールの精度確認のため、より高精度の風向風速計測が可能な、三次元超音波風向風速計 WindMasterII（風向測定精度： $\pm 2^{\circ}$ 、風速測定範囲： $0\sim 45\text{m/s}$ （測定精度： $\pm 1\%\text{RMS}$ ））を使用した。

4. NETATMO 風向風速モジュールの測定精度

NETATMO 風向風速モジュールの計測精度を確認するため、高精度超音波風速計 WindMasterII を併用した観測を行った（計測期間：10月20日15時23分～21時18分）。図-3に実験状況を示す。NETATMO 風向風速モジュールはおおよそ5分間毎の風向風速値が記録され、NETATMO の専用サーバーからのみダウンロードできるようになっている。WindMasterII からの計測データは、仮想計測器ソフトウェア LabVIEW で計測プログラムを構築し、サンプリングレートを10HzとしてPC上にデータを保存した。風速および風向の時間的推移を図-4および図-5に示す。橙が

NETATMO、青が WindmasterII を表す。ここに WindmasterII のプロット値は、NETATMO の出力間隔に合わせ、5分間ごとの出力値を平均化処理したものである。風速については、より高精度風向風速観測が可能な WindmasterII の観測値 0.3～2m/s の間でばらついているのに対し、NETATMO の観測結果は、ある時間経過分に対し、ほぼ一定となる傾向であり、値自体も 20-30%程低めとなっていることがわかる。微細な風速の変化を表現できるものではなく、大まかな変動のみを対象とすべきことがわかる。風向についても同様で、ある時間経過分に対し、ほぼ一定となる傾向が見られた。測定精度を踏まえ、風向風速の概況をおおまかにとらえるための計測に限定する必要があるが、面的に広がるデータの多点データ処理法により、維持管理に関する外的環境の一時フィルタリングとして適用することは可能と考えられる。

5. 観測事例の検討と運用案

上述の計測システムを用いた維持管理適用事例について検討した。

(1) 強風時の橋梁通行・閉鎖等の情報提供

地方公共団体は、強風時の通行・閉鎖等の判断のため、特定の橋梁に対し、風向風速等の環境計測を実施している。環境計測システムそのものが高価であるため、現状ではその導入は限られる。安価で多点設置が可能である、ネットワーク型環境計測装置を適用することで、より多くの橋梁構造物に設置することが可能となる。

(2) 橋梁の環境外力に伴う動特性の同定

橋梁の環境外力データ（風向風速、温湿度、雨量等）および橋梁構造物の振動加速度を計測し、橋梁固有振動数の変動に影響を及ぼす因子を明示する手法として拡張する。

なお具体的な計測システムおよびその概要については発表時に報告する。

参考文献

- (1) 奥松ほか：遠隔モニタリングによる離島架橋の風速と振動数推定精度の検証，構造工学論文集，VoL55A，pp275-283，2009
- (2) 下妻ほか：橋梁振動遠隔モニタリングによる風速と振動数推定精度の関係についての考察，土木学会論文集，pp75-76，2008



図-1 風向風速実験の状況

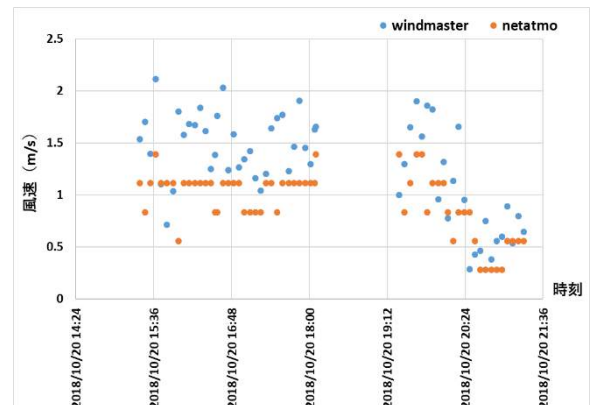


図-4 風速データの比較

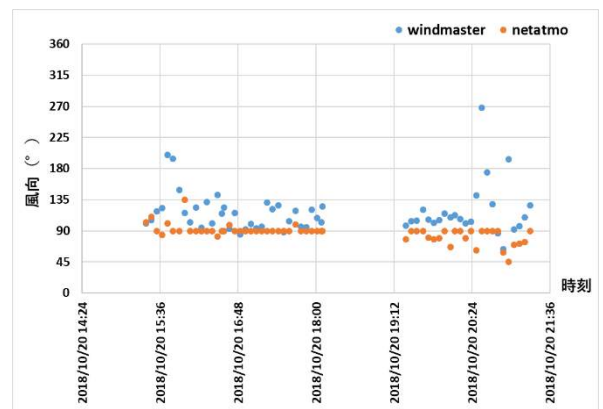


図-5 風向データの比較