

空中超音波センサによる農業用水路コンクリート表面粗さ測定における 風速による測定結果への影響

Influence of wind velocity in the measurement of the roughness of the concrete agriculture irrigation canal with the aerial ultrasonic sensor

○長岡 誠也*, 岡島 賢治*, 石黒 覚*, 伊藤 良栄*, 渡部 健**, 伊藤 哲***

NAGAOKA Seiya, OKAJIMA Kenji, ISHIGURO Satoru, ITO Ryoei, WATANABE Ken, ITO Tetsu

1 はじめに

農業用水路では摩耗劣化が主な補修要因として挙げられる。水路の特徴として延長距離が長いこと、照査において簡易で面的な測定法が不可欠であると考えられる。そこで、長岡ら(2015)が簡易で面的な測定が可能な空中超音波測定を提案した。空中超音波は粗さ面に対して波が散乱し、最大触れ幅が減衰する特徴を有する。これまでの研究では農業用水路コンクリート表面の粗さを測定するための基礎研究と位置付け、粗さ面測定への適用、測定範囲、センサ法線と測定面のなす角が及ぼす影響、最適なセンサ素子数の決定を行った。しかし、測定現場を想定した場合、環境的な問題が生じることが想定される。特に空中超音波センサは、風向・風速計に用いられることがあるため、風速による影響は無視することが出来ない。そこで本研究では、測定中に生じる風に着目し、風速による測定結果への影響を検討した。

2 空中超音波センサと測定面

本研究では長岡ら(2015)が使用したセンサと同様の LV-EZ1(MaxBotix.inc)を使用した。また本研究からホーンを装着することにより、超音波の広がりを制限し、測定範囲を明確にしている。測定面は遅延剤を用い、人工的に表面を洗い出した摩耗模型コンクリートパネルを3枚製作した。最大粒径 20(mm)、使用した骨材は碎石で、寸法は 700×700×50(mm)である。加藤ら

(2008)が、供用 40 年後の 2 水路の算術平均粗さは、0.4~1.0(mm), 0.3~1.0(mm)であると報告している。したがって、本研究では摩耗進行状況に合わせ、算術平均粗さ 0.04, 0.32, 1.02(mm)のコンクリートパネルを製作した。

3 実験概要

風速は開放型風洞実験装置により人工的に発生させた。水路内で発生する風の向きは、水路延長方向であると想定される。したがって、風洞装置に対して水平方向に超音波が照査されるようにセンサを設置した。実験の概略図を図 1 に示す。一般的に風速 10(m/s)を超える場合は、屋外での測定が困難であることを想定し、測定限界風速とした。測定は 2(m/s)間隔で 0~10(m/s)の測定を行った。

高さ 1.00(m)から測定面に対して鉛直方向に空中超音波を照射し、オシロスコープにより反射波の最大触れ幅(mV)・波形を取得した。最大触れ幅は 31 回平均の値を用いた。

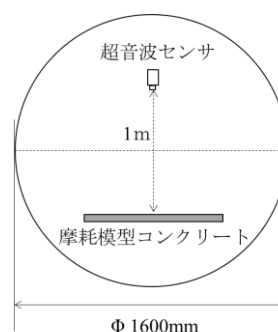


図 1 風洞実験正面図

* 三重大学大学院生物資源学研究所 Graduate school of Bioresources, Mie University

** 丸栄コンクリート工業株式会社 Maruei concrete industry Co., Ltd.

*** 株式会社クロスアビリティ X-ability Co., Ltd.

空中超音波, 粗度係数, コンクリート

4 実験結果と考察

実験結果のエラーバーは、測定結果のばらつきを表すため、31回の標準偏差を用いた。風速0(m/s)での最大振幅の値が異なるのは、測定面の粗さによる波の散乱による影響である。

風速4(m/s)以下の測定結果は、標準偏差の範囲内であるため、測定に影響は少ない。

風速4~6(m/s)は、標準偏差の範囲内ではあるが、図4のように減衰の傾向が見られるパターンもある。それは、無風条件下に比べ標準偏差が、平均して30(mV)程大きくなる。また、風速が強くなるにつれて、標準偏差が大きくなる傾向があるため、測定結果に測定誤差範囲内のばらつきが生じる可能性がある。

風速6(m/s)以上は線形に減衰を示した。表1より各パネルの減衰量は異なり、減衰率を比較すると、算術平均粗さが大きくなるにつれて減衰率が大きくなる傾向がある。したがって、風速の影響に対する補正について考えると、図2, 3, 4の近似式が示すように粗さごとの補正式が必要となる。しかし、上記でも述べたように風速が強くなるにつれ、標準偏差が大きくなるため、測定結果にばらつきが生じる可能性があり、高い精度での補正は困難であると考えられる。

5. まとめ

本研究では測定中に生じる風に着目をし、風速0, 2, 4, 6, 8, 10(m/s)の条件下で空中超音波センサを用いて、風速による測定結果への影響を検討した。

風速4(m/s)以下では、測定結果への影響は少ないことがわかった。

風速4~6(m/s)では、測定結果への影響は少ないが、測定結果に測定誤差範囲内のばらつきが生じる可能性があることがわかった。

風速6(m/s)以上では、線形に減衰を示した。しかし、標準偏差が大きくなるため、測定結果にばらつきが生じる可能性があり、高い精度での補正は困難であることがわかった。

以上より、風速が6(m/s)以下であれば、屋外での測定に影響は少ない。

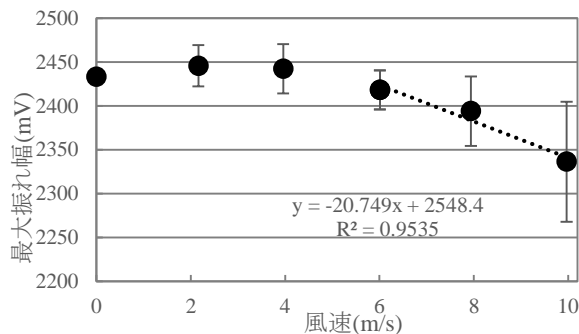


図2 算術平均粗さ 0.04(mm)実験結果

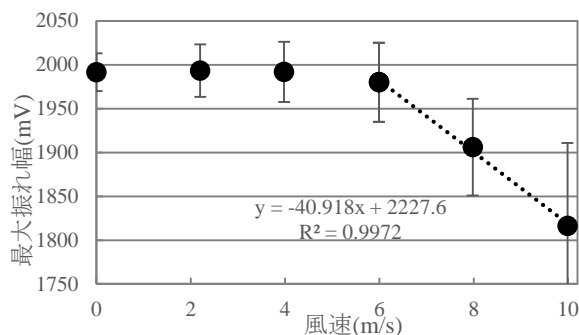


図3 算術平均粗さ 0.32(mm)実験結果

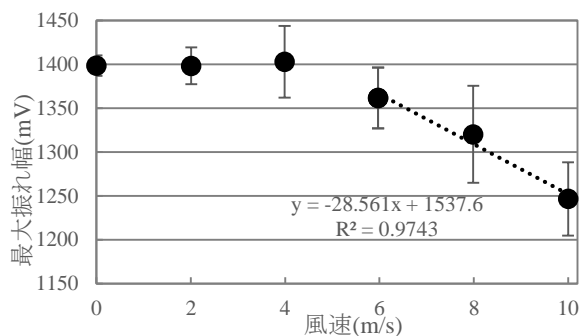


図4 算術平均粗さ 1.02(mm)実験結果

表1 0(m/s)~10(m/s)までの減衰量と減衰率

Ra(mm)	0.04	0.32	1.02
減衰量(mV)	96.94	175.10	151.97
減衰率(%)	3.98	8.79	10.87

謝辞: 本研究は平成 26 年度官民連携新技術研究開発事業により補助をいただきました。

参考文献

- 1) 長岡ら(2015): 空中超音波によるコンクリート表面粗さ測定を送信・受信素子数による比較検討, 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, p676-677
- 2) 加藤ら(2008): 農業用水路コンクリートに生じる摩耗に関する調査手法, コンクリート工学年次論文集, Vol31, No.1