

水中超音波を用いたコンクリート表面粗さ計測技術の開発 Development of Measurement Method for Abrasion Irrigation Channel Using Underwater Ultrasonic Wave

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

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

1 はじめに

農業用水路の主な補修要因は摩耗劣化による通水性能の低下が挙げられる。通水性能は粗度係数によって評価されることが一般的である。流量観測から直接的に粗度係数を導くことは難しく、センサを用いて粗さを求め、粗さを經由して粗度係数を導く方法が有効であるとされている。近年、粗さを求める様々な方法が研究されているが、非灌漑期に気中に露出した水路壁を対象とした方法である。しかし、生活用水、防災用水、維持管理の面などから非灌漑期であっても、一定量の水が通水されていることがある。従って、水中で計測可能であるセンサの開発が必要であると考えられる。本研究の目的は水中でのコンクリート表面粗さ計測技術の開発とした。そこで、岡島ら(2016)が提案した空中超音波の技術に着目をして、水中超音波(魚群探知機)を使用した。実験項目は、計測値のばらつき検討、粗さ計測への有効性の検証、である。

2 水中超音波センサと計測面

水中超音波センサには、NAKI610(YACHTING.inc)を使用した。魚群探知機として使用されており、周波数は83kHzと200kHzの可変型である。本研究では水中超音波センサから反射波をオシロスコープで取得して解析を行った。計測面は遅延剤を用い、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枚用いた。最大粒径は20mm、使用した骨材は砕石、寸法は700×700×50mmである。計測面の算術平均粗さは型取りゲージと画像解析ソフトAreaQで導き、1つの計測面につき9点計測をした。9点の平均値は0.04, 0.32, 1.11mmである(以後、0.04mmを滑面、0.32mmを粗面0.32, 1.11mmを粗面1.11と呼ぶ。)

3 粗さ計測原理について

Fig. 1に粗さの計測原理を示した。超音波は反射面の粗さによって乱反射をする性質を有する。岡島ら(2016)の研究では、反射強度を表す、算術平均粗さの増加につれて反射波の最大振幅が減少したと報告している。算術平均粗さと最大振幅との関係式から粗さの推定式を提案している。本研究は同様にして粗さと最大振幅の関係に着目をして実験を行った。

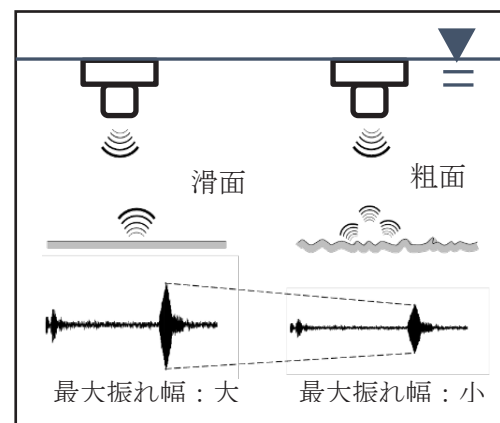


Fig. 1 粗さ計測原理

The principle of roughness measurement

* 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.

摩耗, ストックマネジメント, 水中超音波

4 計測値のばらつき検討

水中超音波センサで同一点に対して複数回計測を行った場合、どの程度のばらつきが生じるか検討を行った。検討データとして、119回の計測値から1~20回の移動平均を100サンプル取得し、100サンプルの標準偏差に対する平均値の割合を求めた。

Fig. 2に83kHzでの実験結果を示した。計測距離、粗さに関係なく平均回数10回で標準偏差に対する平均値の割合が0.5%以下になることがわかった。Fig. 3に200kHzでの実験結果を示した。計測距離、粗さに関係なく平均回数5回で標準偏差に対する平均値の割合が0.5%以下となることがわかった。83kHzと200kHzともに少ない回数で、ばらつきを抑えることができたことがわかった。以下の実験は計測値10回の平均値を使用した。

5 粗さ計測への有効性の検証

粗さの異なる3つの計測面に対してそれぞれ9点の水中超音波計測を行った。

Fig. 4に最大振幅と算術平均粗さの関係を示した。200kHzにおいては、粗さの増加につれて最大振幅が減少することが確認できた。一方、83kHzにおいては、粗さに関係なく最大振幅はほぼ一定の値を示した。この結果から、200kHzは粗さ計測への有効性が確認することができ、83kHzは粗さ計測への有効性を確認することができなかった。

まとめ

- ・83/200kHzともに少ない回数で計測値のばらつきを抑えることができたことがわかった。
- ・周波数200kHzは粗さ計測への有効性があることがわかった。

謝辞

本研究は、日本科学協会の笹川科学研究助成による助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 岡島ら (2016) : 空中超音波の最大振幅によるコンクリート面の粗さ計測, 農業農村工学会論文集, 84, pp.233-240

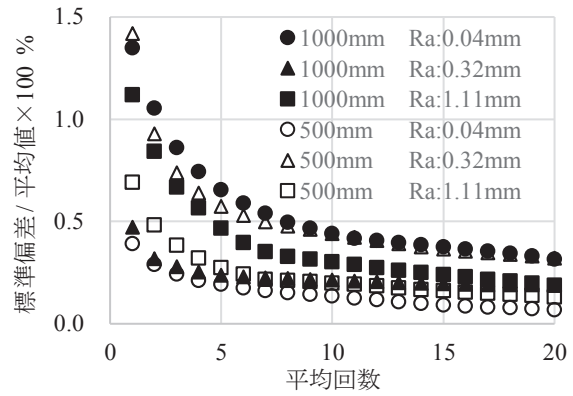


Fig. 2 計測値のばらつき 83kHz

The dispersion of measurement value with 83 kHz

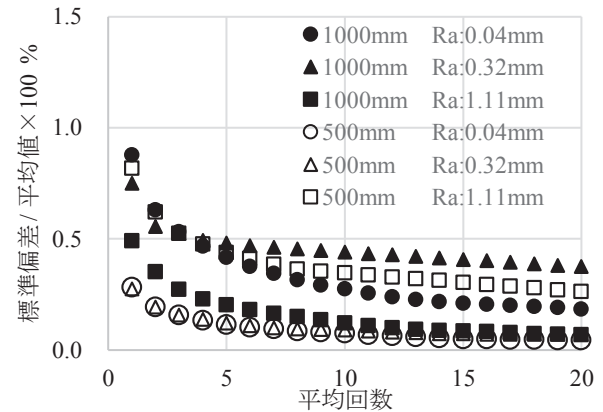


Fig. 3 計測値のばらつき 200kHz

The dispersion of measurement value with 200 kHz

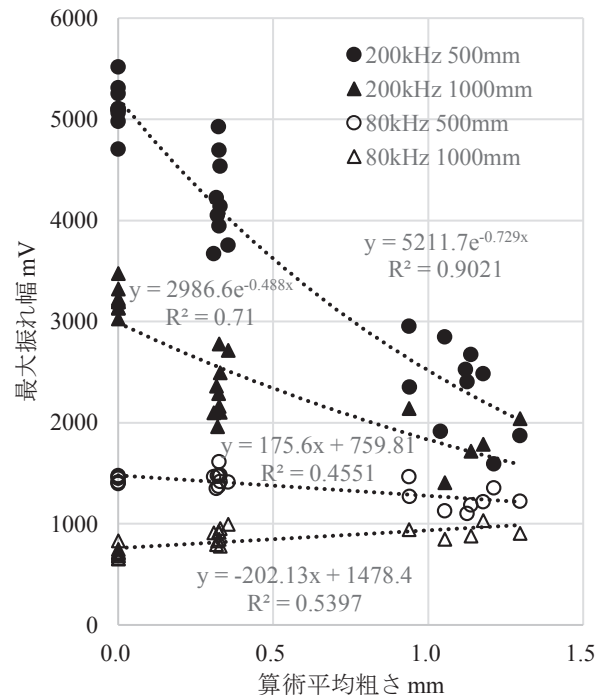


Fig. 4 最大振幅と算術平均粗さの関係

The relationship between peak to peak and roughness