

## 空中超音波を用いたコンクリート面の粗さ測定 Measurement of roughness of concrete surface using airborne ultrasound

○長岡 誠也, 多湖 優汰, 岡島 賢治, 石黒 覚

NAGAOKA Seiya, TAGO Yuta, OKAJIMA Kenji, ISHIGURO Satoru

### 1. はじめに

コンクリート水路の補修では、通水性能の低下が補修要因に挙げられることが多い。実際、東海農政局管内で平成13年から22年までに行われた水路補修工事の8水路の事例のうち6水路において通水性能が要求性能を満たしていないという理由で補修している。しかしながら、通水性能は定量計測されておらず目視調査に依っているのが現状である。

水路の凹凸による通水性能の低下を定量的に検討した事例は少なく、中矢ら(2008)が摩耗による凹凸を算術平均粗さで表し、算術平均粗さ  $R_a$  とマンシングの粗度係数との関係式を提案している。また、この算術平均粗さは、レーザー変位計(内田ら, 2008)や3Dカメラ(長谷川ら, 2011)により計測されている。しかし、算術平均粗さを求めるのに時間とお金がかかるのが問題となっている。そのため、面的な情報をより安価で簡便な手法で測定する技術が望まれている。

本研究では、安価で簡便に計測できる空中超音波を用いて算術平均粗さを計測する手法を開発することを目的とした。

### 2. 測定原理と測定項目

空中超音波によるコンクリート壁面の粗さ測定法の原理を図1に示す。図1は粗さの異なる2つの面に対し空中超音波を発信すると、滑らかな面に対し、粗い面では超音波が乱反射し超音波の最大振幅が低下する様子を表している。本研究では、この最大振幅の低下量と算術平均粗さ  $R_a$  との関係を検討した。

検討項目として、(1) 粗さの異なる面での

最大振幅の測定、測定距離と最大振幅の関係、(2) 測定範囲の検証の2点を検討した。本研究では、最大振幅は10回程度の平均値を取った。(1)では、 $R_a$  が0.052mmから1.1mmの間で12箇所を選定し、高さを0.55m, 1m, 1.5mで測定を行い、比較した。(2)では、粒径の異なる3種類の砂利を用いて測定範囲の直径を変えることで、測定範囲を明らかにした。

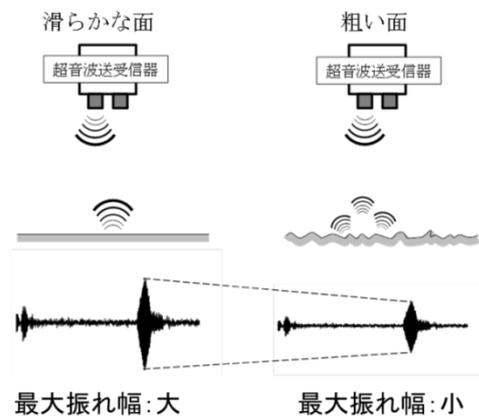


図1 空中超音波による粗さ測定原理

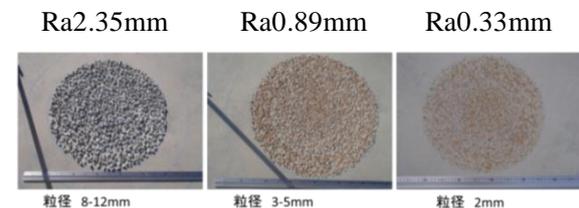


写真1 検討項目(2)で使用した砂利

### 3. 空中超音波測定器

本研究で使用した空中超音波センサは発信器・受信器として日本セラミック(株)製T/R40-16(直径16.2mm高さ12.2mm)を使用した。通常空中超音波は周波数が高くなるほど空気中での減衰が大きくなる。このため

本研究では、比較的低い 40kHz の周波数のセンサを使用した。本研究で使用したセンサの指向角は 50 度である。発信超音波はセンサに 9V の電圧を 42kHz で 5 回印加させて発信した。受信した反射超音波はオペアンプ NJM4580 で 1MΩ/10kΩ の反転増幅により 100 倍した値をデジタルオシロスコープ (Tektronix TBS1152) で印加電圧とともに測定した。測定間隔は 1μ秒間隔で測定した。

#### 4. 実験結果および考察

(1)最大振幅と算術平均粗さの関係は図 2 のような曲線近似となった。高さ 1m では  $R^2 = 0.939$  となり、高い相関性があると言える。また、コンクリート構造物の耐用年数のときの Ra の平均は約 0.7mm であるので、高さ 1m からの計測で最大振幅が 530mV 程度より小さくなったときに補修を検討するとよいと考えられる。図 3 にあるように高さを 0.55m から 1.5m の範囲で変えた場合でも、 $R^2$  値が 0.7~0.9 程度で定量的な粗さの測定が可能であることが分かった。

(2) 図 4 に測定範囲の検証結果を示す。図 4 より、直径 0~60cm までは徐々に値が下がっていき、直径 60cm 以降は最大振幅が安定していることが分かる。これより、1m の高さからの計測では、直径 60cm までの範囲の粗さを計測できると考えられる。また、本研究で使用したセンサの指向角 50 度は 1m の高さで直径 93cm であるので、実際の測定範囲はカタログの指向角よりも狭い範囲を測定していることが分かった。

#### 5. まとめ

摩耗した水路壁の粗さの定量的な測定法として、空中超音波の最大振幅が有効であることが確認された。測定は 0.55m から 1.5m の距離まで行うことができ、距離が 1m の場合は測定範囲が直径 60cm 程度になることが分かった。コンクリート構造物の耐用年数は 40 年であり、Ra の平均は 0.7mm となる。このとき、距離が 1m で最大振幅が 530mV

程度になることが分かった。

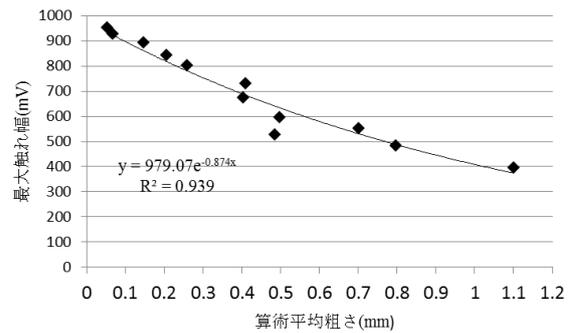


図 2 高さ 1m の最大振幅と算術平均粗さの関係

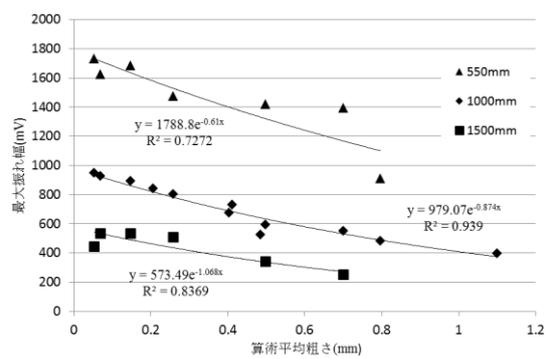


図 3 最大振幅と算術平均粗さの関係

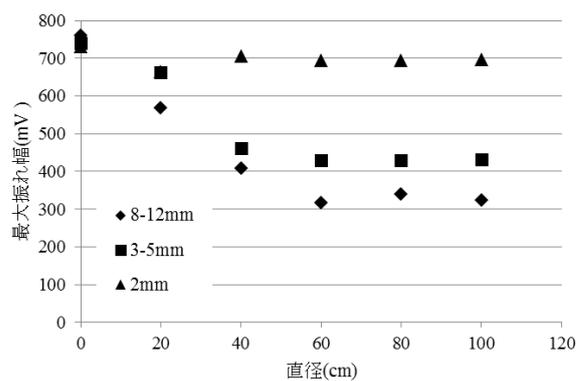


図 4 測定範囲の検証

#### 参考文献

中矢ら(2008) 摩耗したコンクリート水路の表面形状からの粗度係数推定手法 農業農村工学会論文集第258号pp501-506  
 内田ら(2008) コンクリート開水路の表面形状測定による粗度係数の評価 農業農村工学会全国大会講演要旨集 pp432-433  
 長谷川ら(2011) コンクリート水路の表面粗さの評価に関する基礎的研究 農業農村工学会全国大会講演要旨集 pp.756-757