

## 照明と画像解析を用いた粗さ計測手法における外光の影響 Effects of Outside Light on Roughness Measurement Methods Using Lighting and Image Processing

○浦畑 夢, 岡島 賢治, 長岡 誠也

URAHATA Nozomu, OKAJIMA Kenji, NAGAOKA Seiya

### 1. はじめに

農業用水路では摩耗によるコンクリートの粗さの増大が問題となっているが、現状、粗さは定性的な目視評価に依存している。そこで筆者らは、定量的かつ効率的な粗さ計測手法の開発を目指して研究を行っている。これまでに照明光に角度(1.0~3.0°)をつけてコンクリートに照射し、コンクリート表面の凹凸によって生じた陰影の面積と粗さには高い相関があることを示している<sup>1)</sup>。しかし、これらの検証は照明光以外の光の影響を除くために、暗室環境下において行われている。将来的な実装を想定する場合、暗室環境の構築のために遮光装置を備えた専用の計測器が必要となる。そのため、外光(自然光)環境下において照明とカメラのみで計測を行うことができれば、より効率的で簡易的な計測が可能となると考え、まずは一定照度の外光環境下で実験を行った。

### 2. 実験方法

計測対象面として、算術平均粗さ  $R_a$  の異なる 13 種類 ( $R_a=0.04\sim 1.11\text{mm}$ ) のコンクリートを用いた。寸法は縦 150mm, 横 350mm であり、内部に縦 100mm, 横 300mm の解析領域を設定した。照明には、平行光を照射できるホロライト(パイフォニクス社)を用いた。外光には蛍光灯を用いた。なお、本研究では、照明光以外の光を外光と定義づける。コンクリート短辺(150mm)の側方からそれぞれ照明光を当て 2 枚の画像を撮影した。撮影画像より、解析領域(100×

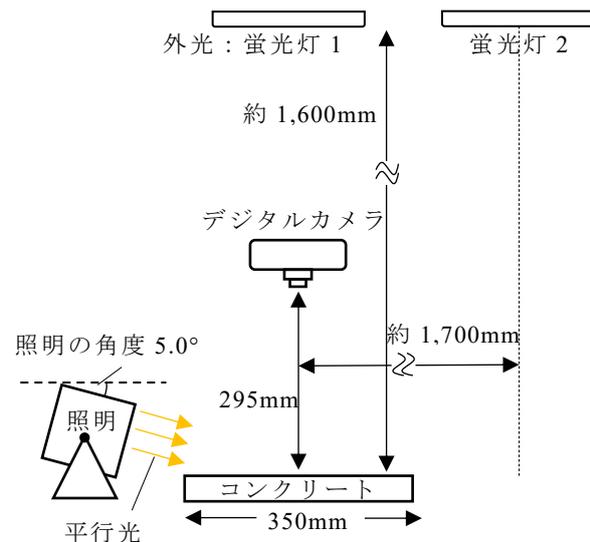


図1 実験概要  
Schematic of experiment

300mm)を1,200×3,650pxのサイズで切り抜き、二値化処理を行った。閾値の設定には、0~255までの256すべての閾値を設定した手動方法と、一般的に用いられる大津の方法による二値化処理を行い、二値画像中の黒色画素の割合を陰影の面積とした。実験の概要を図1に示す。図1より、まず暗室環境下において、これまでの研究<sup>1)</sup>で検討できていない照明の角度5.0°において実験を行った。次に、外光環境下における実験でも同様に照明の角度5.0°において実験を行った。照明光の反対側斜め上から外光が入射する状況を想定し、蛍光灯2のみを点灯させた外光環境A、コンクリート直上から外光が入射する状況を想定し、蛍光灯1と2の双方を点灯させた外光環境Bの2

\*三重大学大学院, Graduate School of Mie University

キーワード: 粗さ, 二値化処理, 陰影, 照明光, 外光

つの結果を比較した。また、照度についてそれぞれの環境で計測した。暗室環境下では、コンクリート中央部において、照明光に照度センサを正対させて計測した結果、1,850lx となった。外光環境下では、コンクリート中央部に照度センサを上向きにして計測した結果、蛍光灯のみ点灯させた場合、外光環境 A、B でそれぞれ 107lx, 421lx, 照明光と蛍光灯を同時点灯させた場合、それぞれ 301lx, 637lx となった。

### 3. 結果と考察

**3.1 暗室環境下** 図 2 に結果を示す。手動方法では、最も  $R^2$  が高くなったときの閾値の値を載せている。結果より、双方の手法で高い  $R^2$  を示した。

**3.2 外光環境下** 図 3, 4 にそれぞれ外光環境 A, B の結果を示す。図 3 より、外光環境 A では、図 2 と比較して手動方法において  $R^2$  の低下がみられ、また閾値も大きく異なる結果となった。一方で大津の方法では、 $R^2$  が大きい値を示す結果となった。図 4 より、外光環境 B の手動方法では  $R^2$  は高い値を示した一方で、閾値が大きな値を示し、近似直線の傾きが負の値を示した。また、滑面 ( $R_a = 0.04\text{mm}$ ) と最も粗い粗面 ( $R_a = 1.11\text{mm}$ ) の陰影の面積の差は約 3%と極めて小さくなった。大津の方法では  $R^2$  が 0.51 と著しく低下する結果となった。以上より、外光環境 B のような環境下では計測は不可能であることが明らかとなった。

### 4. 結論

暗室環境下では角度をこれまでとは異なる  $5.0^\circ$  にしても高い精度で陰影から粗さを計測できる可能性が示された。外光環境下においては、照明の反対側斜め上から一定照度で外光が入射する場合、計測できる可能性が示された。一方で、直上ならびに反対側斜め上から一定で外光が入射する場合、計測は不可能であることが示された。また、実際に屋外で想定される外光（自然光）の入射方向や照度は一定ではなく、時間によって変化する。そのため、今後外光環境下での計測を実現する場合は、画像解析手法の改良が必要である。

【参考文献】1) 浦畑夢他：二値化処理によるコンクリートの粗さ計測の可能性，農業農村工学会誌，2025，Vol.93，No.6（※投稿中）

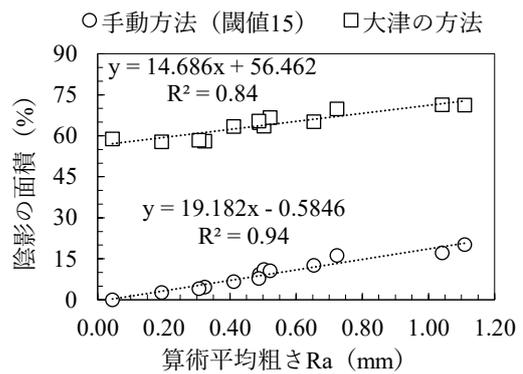


図 2 暗室環境下における結果  
Results in a darkroom environment

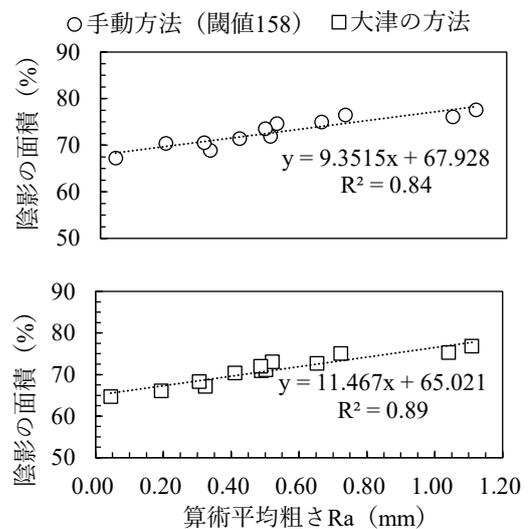


図 3 外光環境 A における結果  
Results for outside light environment A

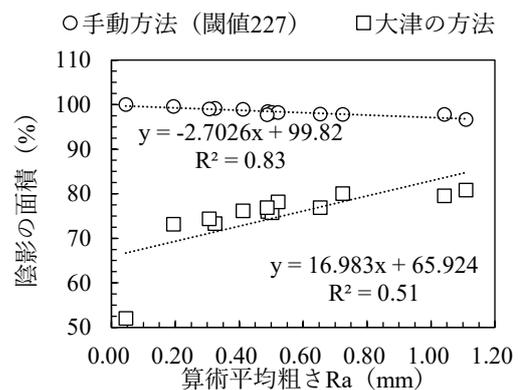


図 4 外光環境 B における結果  
Results for outside light environment B