

三次元画像解析によるコンクリート表面粗さの定量化に関する研究

Quantification on roughness of concrete surface using 3-Dimensional image analysis

佐藤 周之*, 山崎 周太郎**, 甲斐 健史*, 藤本 恵実***, 齋 幸治*
SATO Shushi*, YAMASAKI Shutaro**, KAI Takefumi*, FUJIMOTO Megumi***, and SAI Koji*

1. はじめに

コンクリート開水路における特長的な変状の一つとして、写真-1に示す骨材露出がある。骨材露出は特に長期供用された水路の喫水位以下に顕著に現れる現象であり、2008年に改訂されたコンクリート標準示方書〔維持管理編〕においては、新たに「摩耗」として劣化の一つに加えられている。農業用開水路における摩耗は、一般に粗度係数を増加させ、結果的には通水性能の低下を引き起こすと考えられているが、その詳細については定かではない。今後、コンクリート表面の状態と通水性能をはじめとする水利性能との関係を検証する上で、また、管理保全上、コンクリート開水路の表面状態を定量的に評価する上でも、簡便な評価技術の確立が不可欠である。

コンクリート表面の粗さ測定に関しては、原位置にてレーザー変位計で直接測定する方法や石膏・粘土等を用いて形取りする方法などが提案されている。しかし、測定位置を決定する際の妥当性や簡便性、あるいはサンプリング後のデータの処理・保管方法といった様々な課題がある。

本研究では、特に簡便さに注目し、原位置で撮影したデジタル画像を対象として、三次元画像解析ソフトウェアを利用することで、コンクリート表面粗さの定量評価の可能性について検討した。

2. 検討方法の概略

三次元画像解析には、専用のソフトウェアであるKuraves（倉敷紡績株式会社）を用いた。Kuravesは、デジタルスチルカメラ（以下、デジカメとする）で撮影した同一箇所の3枚の画像から、撮影対象物の立体構造を再現し、その表面積を三次元的空間座標系に数値化する機能を有する。特色としては、市販のデジタルスチルカメラであれば機種を特定せずに利用できる点、原位置での作業は画像の取得だけ



写真-1 コンクリート水路の骨材露出
Exposed coarse aggregate of concrete channel

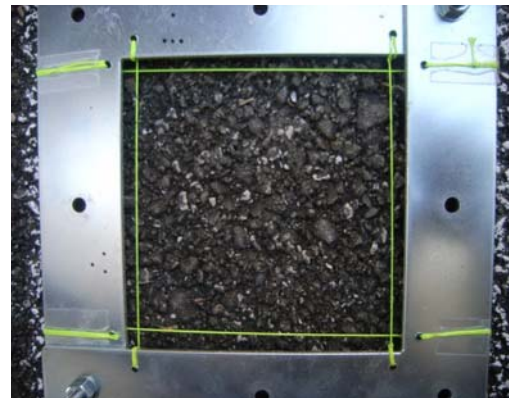


写真-2 アスファルト道路の表面
Surface condition of asphalt pavement

で済むという点に加え、現場にて希望する任意の箇所で簡便に撮影ができるという点である。

本来、Kuravesの適用対象は山地の土砂移動量の推定などマクロな対象物である。本報のようにミクロな対象に対する解析においては、解析精度が大きな問題と考えられる。そこで、模擬的なコンクリート水路表面として、対象を写真-2に示すアスファルト道路表面とし、その三次元的な再現が可能かを検証した。写真中の黄色い線は10×10cmの基準長

*高知大学農学部, Faculty of Agriculture, Kochi University, **高知大学大学院総合人間自然科学研究科, Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Kochi University, ***三井共同建設コンサルタント(株), Mitsui Consultants Co., Ltd., キ-ワ-ド: コンクリート開水路, 摩耗, 三次元画像解析

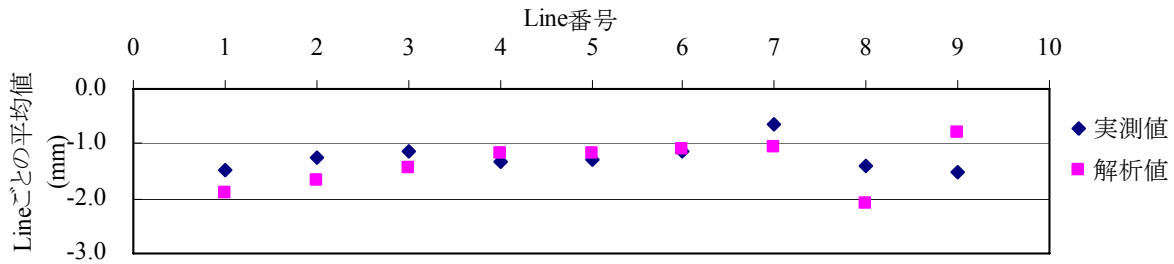


図-1 表面粗さの解析値と実測値の比較

Outline of 3-D image analysis

となっている。

まず、レーザー変位計（LK-G155，株式会社 KEYENCE）を用いて対象とするアスファルト道路の表面粗さ曲線 9 本の実測値を得た。続いて、レーザー変位計で測定した同じ場所の画像を取得し、Kuraves により解析した。三次元画像処理後の概況を写真 - 3 に示す。計測対象とした測線ごとに、凹凸の頂と谷の値を絶対値で表し、解析値に対応した位置の実測値を差し引いた値を誤差とした。実測値と解析値の両者を比較することで、Kuraves により取得する空間座標の妥当性を検討した。

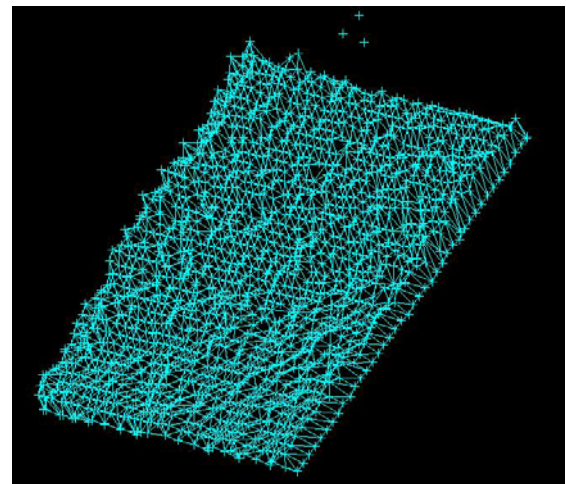


写真-3 三次元画像解析後の概要

Outline of 3-D image analysis

3. 結果と考察

測線ごとの誤差の平均値の差を図 - 1 に示す。

全体的な傾向として、誤差そのものは全測線において小さく、最大で 0.8mm 程度であることが確認できる。また、誤差は画像の中心に近い Line 5, 6 ほど小さくなり、画像の両端となる Line 1, 9 では特に大きくなる傾向を示した。本ソフトウェアでは、解析の事前準備として、デジカメのレンズの歪みを補正する機能がついている。本機能は、本来の用途である山地などでの適用では大きな問題とはならないが、本研究での利用のように非常にマイクロな三次元情報の取得には十分なレンズ歪みの補正が十分ではない可能性がある。したがって、画像解析上の注意点として、画像上の歪みが大きくなる周辺部ではなく、できるだけ中心部に近い位置の画像から解析をすることが望ましいと考えられる。

一方、全測線（9 測線）の平均誤差は 0.36mm（標準偏差 = 0.23mm）であった。実測値の最大の凹凸の差は 3mm 程度であることから、誤差は小さいといえる。特に、中央付近の 3 測線（Line 4～6）の平

均誤差は約 0.1mm であったことから、Kuraves を用いて解析を行えば、簡便かつ正確にコンクリート水路表面の状態を数値化できるといえる。

4. まとめと今後の展開

本研究の結果から、三次元画像解析ソフトウェアを用いれば、簡便に比較的精度よくコンクリートの表面粗さを推定できることが明らかとなった。また、本解析を実施する上では、取得した画像のできるだけ中心部を用いるほうが良いことも明らかとなった。

今回は二次元的な情報である縦断図からの評価であったが、本解析ソフトウェアの特徴である三次元数値情報を利用する方法について検討を進める予定である。さらに、マニングの粗度係数とコンクリートの表面粗さについても、画像解析結果と併せて検討を進め、水理性能の評価及び開水路としての性能評価に繋げた研究を進めていく予定である。