

型取りゲージによる摩耗調査のための画像解析プログラムの検証 Validation of Image Analysis Program for Abrasion Survey Using Contour Gauge

○川邊 翔平, 金森 拓也, 木村 優世, 森 充広

KAWABE Shohei, KANAMORI Takuya, KIMURA Yusei and MORI Mitsuhiro

1. はじめに

農業用コンクリート開水路の補修対策について示されている「農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路編】」(以下, マニュアル)には, モニタリング調査における定量的調査の項目に摩耗量調査が挙げられている。摩耗量調査は, 標点となるアンカーを2本設置し, 標点頂部を結ぶ基線から材料表面までの距離(以下, 平均距離)を指標とすることで経年による摩耗量をモニタリングできる。マニュアルには, 型取りゲージと画像処理を用いる手法(以下, CG法)とレーザー変位計を用いる手法(以下, LS法)が示されている。CG法はLS法よりも安価で現地作業が容易である一方で, その後の画像処理に手間がかかるなどの課題があった。

そこで, 金森ら(2023)はマニュアルに示されている手順のうち, 画像処理から平均距離の計算までを自動化するプログラムを開発し, その有効性を示した。しかしながら, LS法と比較して系統的な差が生じることも報告されている。本報では, 自動処理プログラムを用いたCG法とLS法との間に生じる差について検討し, CG法の適用範囲について示す。

2. 実験概要

2.1. CG法とLS法 自動処理プログラムを用いたCG法は, 金森ら(2023)に準じて行なった。型取りゲージによって対象の表面形状を写し取り, 専用の撮影用台座に型取りゲージを載せて撮影した後に, 自動処理プログラムによる解析を行なった。LS法は, 浅野ら(2014)と同等の装置を用いて行なった。なお, 両手法の主な違いは表面形状の取得方法であり, 表面形状を取得した後は, 標点頂部の検出から摩耗量調査に必要な指標である平均距離の計算までの方法は同じである。したがって, それぞれの手法で用いる道具あるいは装置の違いが, 表面形状の取得あるいは再現精度に与える主な影響となる。

2.2. 対象供試体 (Fig. 1) 両手法の比較のために, 表面粗さの異なる4種の供試体(A-D)を用いた。供試体Aは平滑な樹脂板, 供試体Bは無機系表面被覆材料の左官面, 供試体Cは摩耗した無機系表面被覆材料を模擬した洗出しのモルタル, 供試体Dは摩耗したコンクリートを模擬した洗出しのコンクリート, である。各供試体にはマニュアルに準じて標点を設置した。供試体A, Cには, アルミテープを表面に貼り付け, そこに□10×10mmのアルミ角パイプを切断したものを接着して標点とした。供試体B, Dにはマニュアルに示されているアンカーを打ち込んで標点とした。

2.3. 検証方法 4種の供試体それぞれに対して, 設置した標点頂部の中心を通るように測線を設定し(Fig.1), CG法とLS法にて100回ずつ計測した。基線に対して両側から正対して正反50回ずつとした(Fig.2)。なお,

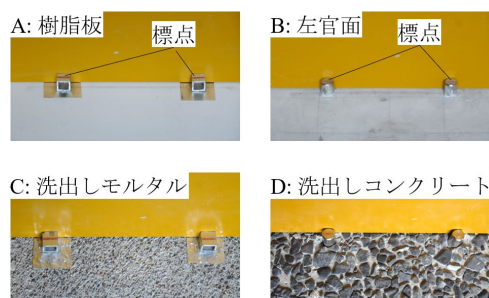


Fig. 1 供試体
Specimen

(国研)農研機構農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード: 摩耗調査, 型取りゲージ, 画像解析, 無機系表面被覆材料, コンクリート

CG 法では試験者を 3 人とし、型取りゲージは同型のものを用いた。型取り後の撮影には、試験者 3 人でそれぞれ機種異なる記録画素数 4,000×3,000 以上のコンパクトデジタルカメラを用いた。

3. 結果および考察

3.1. CG 法と LS 法との差 両手法で得た平均距離の箱ひげ図を Fig.3 に示す。供試体 A, B では、LS 法に比べて CG 法の値は大きい傾向がある。

一方、供試体 C, D では CG 法による値の方が小さい。供試体 A での LS 法の平均値は 10.36mm で妥当な値だが、CG 法の平均値は 10.41mm でわずかに大きくなった。その原因として、ゲージの傾きが考えられる (Fig.4)。これは、供試体 B についても同様と考えられる。

供試体 C では、表面に露出した細骨材によって型取りゲージの計測針がペースト面まで届かず小さい値となる。供試体 D では粗骨材間の谷部に計測針が届かない、または計測針先端が平面であるために粗骨材の表面形状を再現しきれていないことが主な理由として考えられる (Fig.5)。金森ら (2023) でも、LS 法との差は約 -0.2mm と報告しており、その主たる要因は表面形状取得の誤差と考えられる。

3.2. CG 法のばらつき 繰返し計測における測線のずれは両手法に共通するばらつきの要因であるが、CG 法は LS 法よりばらつきが大きい。LS 法ではレーザー変位計が装置のフレームに固定されているのに対して、CG 法では、Fig.4 に示したような傾きが毎回生じる可能性がある。また、CG 法で用いるカメラの画素数が十分である場合、走査方向の分解能は両手法で同等であるが、測距方向の分解能は CG 法が 10 倍程度低い。したがって、CG 法では表面形状取得の誤差 (Fig.5) の影響も大きくなる可能性がある。

4. まとめ

型取りゲージによる摩耗測定手法を効率化するプログラムで生じる誤差とばらつきの要因について検討した。型取りゲージの傾きによって過大評価する可能性があること、表面の粗さによっては過小評価すること、が分かった。ただし、摩耗量は平均距離の経年変化として得られるため、ある程度摩耗が進行した後は、系統的な差は相殺されモニタリングへの影響は少ない。また、ばらつきに対して想定される対象の摩耗量が微小でない場合、例えば数年ごとの調査などに対しては CG 法も十分適用可能と考えられる。

参考文献 1) 農林水産省農村振興局整備部設計課(2023): 農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路編】. 2) 金森ら(2023): 型取りゲージを用いた水路の摩耗測定手法の効率化に向けた画像解析プログラムの開発, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, 23, 313-318. 3) 浅野ら(2014): レーザ距離計による摩耗測定手法の開発, 農業農村工学会論文集, 82(5), 285-296.

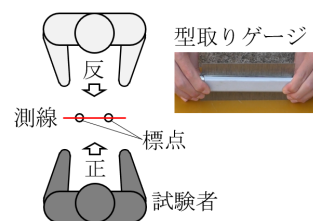


Fig. 2 計測方法
Measurement method

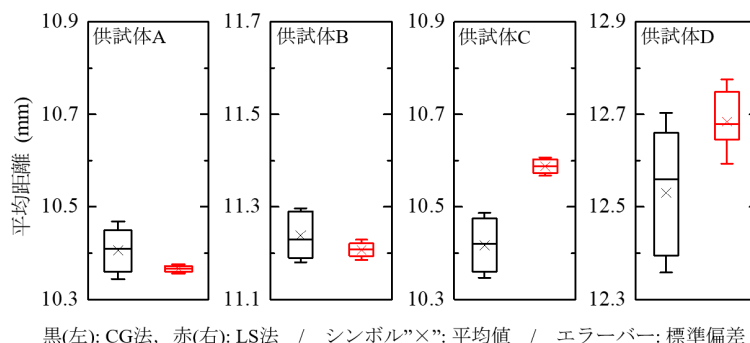


Fig. 3 CG 法と LS 法との平均距離の比較

Comparison of the Average distance measurement between CG method and LS method

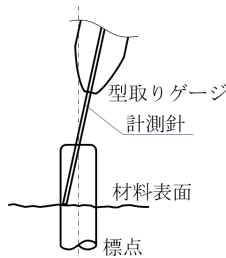


Fig. 4 計測中の傾き
Tilting in measurement

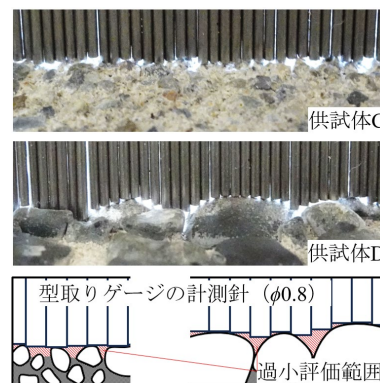


Fig. 5 表面形状取得の誤差
Error in tracing the surface shape