

摩耗深さ計測におけるレーザー法と型取りゲージ法の精度比較検証

Comparative of Laser Displacement Meter and Contour Gauge in Abrasion Depth Measurement

○伊佐 彩華, 川邊 翔平, 金森 拓也, 木村 優世, 森 充広

ISA Ayaka, KAWABE Shohei, KANAMORI Takuya, KIMURA Yusei and MORI Mitsuhiro

1. はじめに

農業水利施設に生じる主要な劣化の一つに摩耗がある。耐摩耗性を評価する促進試験として、近年では、サンドブラストによる促進摩耗試験に関する検証がなされている（金森ら（2021）、上野ら（2023）など）。これらの試験では、促進試験による摩耗量の評価指標として摩耗深さをを用いている。摩耗深さは、レーザー変位計を用いて促進試験に供した供試体表面を走査して、摩耗した表面形状を取得し、そのプロファイルから求めている。しかし、これらの試験に用いるレーザー変位計は高価であり、また計測系の構築および解析には手間がかかり、実施が容易ではない。本稿では、サンドブラストによる促進摩耗試験における表面形状の取得と摩耗深さの算出に対して、レーザー法と2種類の型取りゲージ法を適用し、その精度を検証した。

2. 実験概要

2.1. 促進摩耗試験 2種類のモルタルを対象に、サンドブラストによる促進摩耗試験を実施した。一方のモルタルはJIS R 5201:2015に準拠した材料を用い、配合をW/C=50%, s/c=2とし、もう一方はポリマーセメントモルタルとした。どちらも材齢1日で脱型後、20°C、50%RHで気中養生し、材齢14日で促進摩耗試験を実施した。試験は金森ら（2021）、上野ら（2023）を参考に実施し、試験条件は、文献に則して吐出圧力を0.20MPa、ブラストガンから試験面までの距離を50mmとした。また試験時間は、5、15、30秒とし、各試験時間における摩耗深さを後述の3手法を用いて計測した。

2.2. 摩耗深さ計測 表面形状の取得方法として、レーザー変位計による手法（以下、LS法）と2種の型取りゲージによる手法（以下、CG-A法、CG-B法）の計3手法を用いた。機器の主な仕様をTable 1に示す。CG-A法とCG-B法は、針の形状、大きさが異なる。同一の供試体の同一測線に対してこれら3手法により最大摩耗深さを計測して比較した。測線は、促進試験後の各供試体に対し直交する2直線とし、その表面形状を取得した。最大摩耗深さは、促進試験によって生じた最も摩耗した点を中心として±2.5mm（計5mm）の範囲において、未摩耗領域（基準線）からの深さの平均値として求めた（Fig. 1）。CG-A法およびCG-B法では、表面形状の数値化に金森ら（2023）による画像処理プログラムを用いた。

Table 1 各機器の主な仕様
Main specifications of each device
レーザー変位計

スポットサイズ	0.9×1.5 mm
距離計測分解能	10 μm
移動距離	150 mm
移動距離分解能	0.1 mm

型取りゲージA

針直径	0.8 mm
距離計測分解能	0.1 mm
移動距離分解能	0.1 mm

型取りゲージB

針厚	0.36 mm
距離計測分解能	0.1 mm
移動距離分解能	0.1 mm

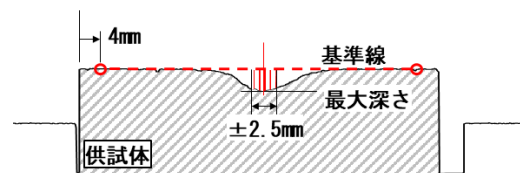


Fig. 1 最大摩耗深さの取得方法
Method of obtaining maximum Abrasion depth

3. 結果および考察

LS 法に対する CG-A 法及び CG-B 法の関係を Fig. 2 に示す. $y=x$ の直線を基準とし, その上側に存在するプロットは LS 法より大きい値を示したことを意味する. CG-A, B 法どちらにおいても LS 法より大きい測定値が得られた場合もあるが, それぞれの近似式は, 最大深さ 5mm の範囲では, いずれも基準線よりも下側にある, つまり CG-A, B 法は LS 法よりも過小に測定されると言える.

次に, 測定値の分布を確認するため, CG-A, B 法それぞれの測定値から LS 法の測定値を引いた「差」の分布を求めた結果を Fig. 3 に示す. CG-A 法では平均値 -0.15 , 標準偏差 0.16 , CG-B 法ではそれぞれ -0.06 , 0.14 であった. 本来, 型取りゲージによる計測は, 計測針が表面形状の細かな窪みには入らないため, レーザー法と比較して小さい値が得られるはずである. しかし, 一部のデータでは, この差が 0 より大きいデータも見られた. これは, ゲージを押し当てる際に傾きが生じ, 供試面に対して垂直に押し当てられず, 斜距離を計測している可能性が考えられる (川邊ら, 2024). 一方, Fig. 3 では, -0.5mm を越えて小さい値も計測されている. これらのデータを確認すると, いずれもサンドブラスト法により摩耗が進行した 15 秒以降のデータであった. また, 針直径が太い CG-A 法に見られることから, 型取りゲージの針の太さによっては, 摩耗量が大きくなったときにその形状を過小に型取る可能性があると考えられた.

4. まとめ

本稿では, 摩耗深さ計測におけるレーザー法と型取りゲージ法の精度を比較検証した. その結果, CG-A 法では LS 法と比較して標準偏差 0.16 で平均 -0.15mm の差, CG-B 法では LS 法と比較して標準偏差 0.14 で平均 -0.06mm の差で結果が得られた. ただし, 一部のデータで CG 法が LS 法よりも過大, あるいは大幅に過小な計測をされることもあることから, 最大摩耗深さ, 摩耗形状等によっては LS 法との差が大きくなる可能性があることが明らかとなった.

参考文献 1) 金森ら (2021): 可搬式サンドブラスト装置およびそれを用いたモルタル系材料の耐摩耗性評価試験法の開発, 農業農村工学会論文集, 313, I_271-I_278. 2) 上野ら (2023): Influences of test conditions of sandblasting on replicability of abrasion pattern of concrete subjected to hydrodynamic action, Case Studies in Construction Materials, 18. 3) 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. 4) 川邊ら (2024): 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 (今大会投稿中).

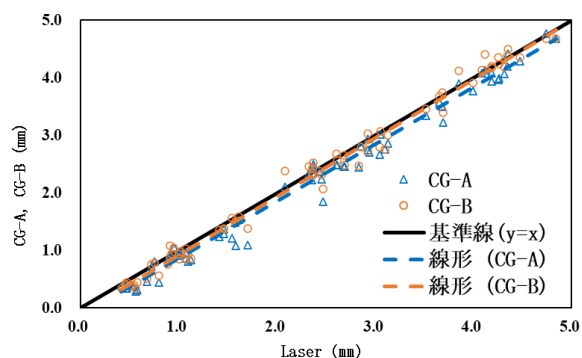


Fig.2 LS 法に対する CG-A 法, CG-B 法の最大摩耗深さ
Maximum depth of abrasion for
CG-A and B methods relative to the LS method

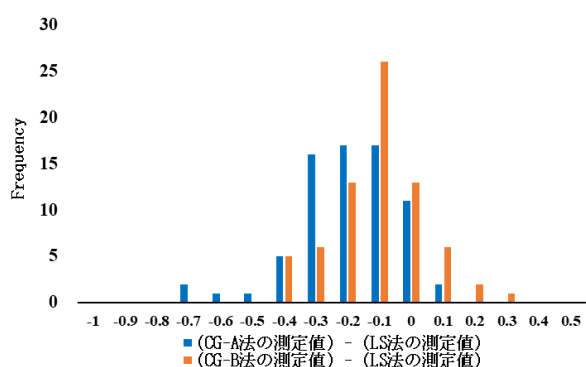


Fig.3 LS 法に対する最大摩耗深さの差の分布
Distribution of maximum abrasion depth
differences relative to the LS method