

画像解析手法による無機系被覆工に生じた浮きの経年変化モニタリング

Monitoring method for measuring blisters occurred in a cementitious surface coating repair by image analysis

○浅野 勇\*, 川上 昭彦\*, 森 充広\*, 川邊 翔平\*

ASANO Isamu ,Kawakami Akihiko, Mori Mitsuhiro ,Kawabe Shohei

1. はじめに

無機系表面被覆工(以下被覆工と呼ぶ)は農業用開水路の表面補修の60%以上を占める。被覆工に発生する代表的な変状として「浮き」があるが、浮きの大きさや数などを定量的にモニタリングする手法は確立されていない。筆者らは被覆工に発生した浮きの面積をデジタルカメラ画像から求める手法を提案<sup>1)</sup>したが、提案手法により経年的な浮きの変化が把握できるかについては検証していない。

本報告では、ストックマネジメント高度化事業により被覆補修された栃木県真岡市の鬼怒川南部水路を対象に現地水路での浮きの調査とその面積を画像解析により求める手法について検証する。

2. 調査対象の被覆水路

鬼怒川幹線水路は1966年に施工、2016年で供用約50年が経過した現場打ち鉄筋コンクリートフルーム水路(内幅 3,600mm, 壁高 2,300mm, 壁厚(天端) 200mm)である。2012年3月に連続6スパン、延長72mの区間で無機系被覆工の試験施工が実施された。調査水路の位置を図1に示す。

3. 浮きの測定の概要

2013年3月および2016年3月に底版部(被覆厚10mm)の比較的大きな浮き3箇所(図2)を対象に本手法を適用し、浮きの面積変化を求めた。底版には3箇所以外にも多くの浮きが発生していた。特に大きな浮きは継目付近に見られた。継目付近に浮きが発生する原因としては継目からの水の侵入が考えられる。

浮きの画像撮影の手順を示す。最初に図3に示すように浮き周辺に調査の目安となる約5cm間隔の格子をチョークで描く。次に、格子点を目安に先端に回転子がついた打診棒を被覆面の水平・垂直方向に転がし(図の黄色矢印)、音が変わる点をチョークでマーキングする(赤丸)。慣れてくれば図の赤線のように浮きの境界線を予測し、境界線と垂直な方向に打診棒を転がすと効率上がる。探索終了後、音が変わった点をチョークで滑らかに結び浮きの範囲を描く。最後に浮きの上に10cm格子を描いた透明シートを

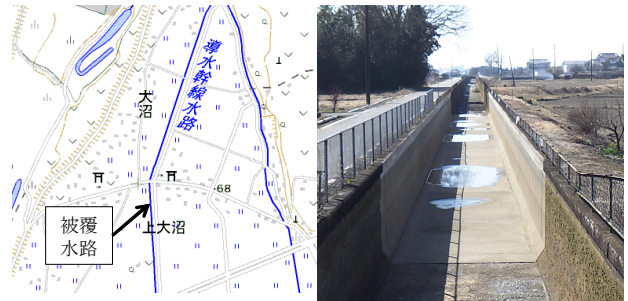


図1 対象水路の位置と概要

	1BL	2BL	3BL	4BL	5BL	6BL
下流 ←				No.2	No.1	→ 上流

図2 底版の調査対象とした浮きの位置

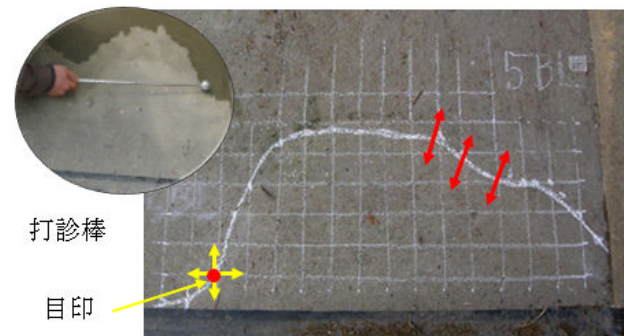


図3 浮きの範囲の探索・描画

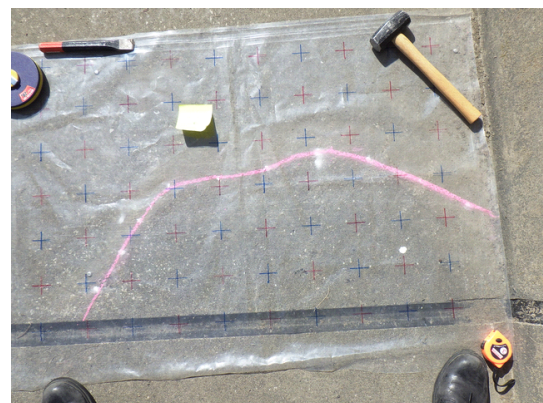


図4 画像撮影(格子点付き透明シートをかぶせている)

乗せ、解析用の画像を撮影する(図4)。この際、被覆面とできるだけ正対した画像を撮ること、日付・浮き番号などの付帯情報を撮しこむことが重要である。撮影した画像は画像解析ソフトを用いて面積を求める。画

\*農研機構 農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード 農業用開水路, 無機系表面被覆工, 浮き, 画像解析, モニタリング

像解析の詳細は文献 1)を参照されたい。

#### 4. 結果と考察

##### 4.1 浮きの経年変化

2013 年, 2016 年の調査で得られた浮きの面積とばらつきを表 1 に示す. No.1 では 2013 年に比較し 2016 年に浮きの面積が約 1.6 倍拡大したが, No.2~3 では顕著な変化は認められなかった. No.1 の浮きの変化を前回と今回の 2 つの画像の重ね合せ図 5 に示す.

表 1 浮きの経年変化とばらつき

浮き No.	1	2	3
面積 (2013 年) (cm <sup>2</sup> )	1,619	2,621	1,811
面積 (2016 年) † (cm <sup>2</sup> )	2,635	2,520	2,022
標準偏差 ‡ (cm <sup>2</sup> )	230	164	132
変動係数 ‡ (%)	8.7	6.5	6.1

†4 回の平均値

‡2016 年の 4 回の値 (No.3 は 3 回目測定値除外した 3 回)

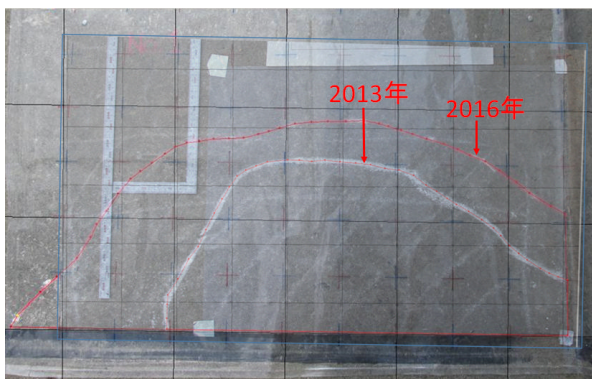


図 5 NO.1 浮きの変化 (3 年間)

##### 4.2 浮きの面積の測定精度

2016 年は現地で測定日を変え計 4 回の画像撮影を実施し, 繰り返し測定精度を検討した. また, 測定者の違いが測定値に及ぼす影響を検討するため, 1, 2 回目を測定者 N が, 3, 4 回目を測定者 M が浮きの描画と撮影を担当した. 画像解析はすべて同一の者が行った. なお, 画像解析者の違いによる浮き面積への影響を調べたが, 面積のばらつきは 1% 未満であった. また, 画像解析ソフトにより傾き補正を行えば画像を撮影する方向の影響は極めて小さい. このように, 浮きの面積測定結果のばらつきには, 探索・描画を行う測定者の影響が含まれると考えられる.

表 1 に示すとおり浮きによって測定面積の標準偏差および変動係数は異なる. すなわち, 浮きの状況によって測定難度に差が生じる. 3 箇所の浮きに対する繰り返し測定結果を図 6 に示す. 図 6 から, 測定者によって面積測定結果がばらつくことがわかる. 特に No.3 でその傾向が顕著であった. No.3 はコア採取後

の修復痕があり, 打診棒による浮きの境界の判定が難しかったことが原因と考えられる. 3 回目と 4 回目 (測定者 M) の測定結果を比較すると 3 回目の測定値のばらつきは大きい. これは, 測定者 M は 3 回目の調査を行うまで浮き調査の経験がなく, 測定の前にトレーニングは行ったが, 経験不足が原因で測定値のばらつきが大きくなったと推測する. 4 回目の測定値のばらつきが 3 回目と比較して大きく減少したことはそれを裏付ける. 面積測定の精度を高めるためには, 浮きの探索・描画のトレーニングが有効と考える.

表 1 から現地での浮き面積の変動係数は大きめに見積れば約 9% となる. 測定誤差を変動係数の 2 倍程見込めば, 今回の調査対象である 2,000cm<sup>2</sup> 程度の大きさの浮きに対しては, 面積が 20% 程度変化すれば, 本手法により浮きの大きさの経時変化の把握が可能と考える. なお, 直径 20cm 程度の浮きの面積は約 300 cm<sup>2</sup> と今回に比べ小さい. 面積の小さな浮きに対する測定精度については引き続き検証する.

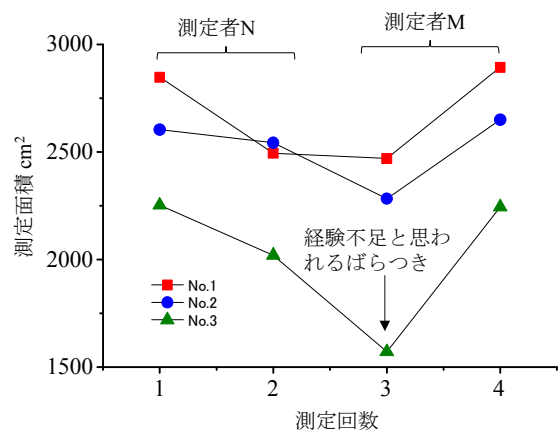


図 6 繰り返し測定結果

#### 5. おわりに

被覆工の耐久性設計や品質確保の高度化のためには被覆工に発生する変状の定量的なモニタリングが必要不可欠である. 本手法は, デジカメと格子点付き透明シートがあればデータが残せる簡易な手法であり, 現場での活用を期待する.

謝辞: 鬼怒川南部土地改良区, 利根川調査管理事務所, 関東土地改良技術事務所の関係各位にご協力を頂きました. ここに記して, 感謝の意を表します.

参考文献 1) 西原正彦, 浅野勇, 渡嘉敷勝, 森充広: (2013): 無機系表面被覆工法の施工後に発生する浮きの計測手法, H25 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, 740-741.