

# コンクリート開水路の表面形状測定による粗度係数の評価

Estimation of the Coefficient of Roughness for Irrigation Canals by Transcription Method for Concrete Surface

内田 晃一 石田 征男 小川 彰一

Koichi UCHIDA Masao ISHIDA Shoichi OGAWA

## 1.はじめに

我が国の農業用水路は、高度経済成長時に建設されたものが多く老朽化した施設が増加する傾向にあり、構造物の適切かつ効率的な劣化診断および補修方法の確立が急務となっている。

特に、コンクリート水路の経年劣化として、流水作用による水路内面の摩耗が挙げられ、平滑性が失われた水路は通水性の低下を招く。機能回復のために行われる補修に関して、その要否判断は難しく、補修による通水性の回復効果の定量的な把握ができない状況である。

通水性の定量的な性能指標のひとつである粗度係数は、水路の新設や補修に採用する材料の設計値として重要であるが、粗度係数を求めるためには、多大な労力とコストを必要とし、また、経年劣化した水路の粗度係数を求めることは、容易ではない。そこで、本研究では、各種材料の表面形状から、コンクリート水路の粗度係数を得る手法について検討した。

## 2.測定方法

表面形状測定では、文献<sup>1)</sup>により粗度係数が既知の5種類の材料を対象とした。まず、粘土を測定対象物に押付け表面形状を写し取り(図1,図2)、レーザー変位計(図3)を用いて粘土表面の形状を数値化した(図4)。測定は、写し取った粘土中心付近50mm×50mmの範囲について0.5mm間隔で行った。測定データは、各種手法で処理を行い、粗度係数との相関性を検討した。本手法の利点は、現場に測定装置を持たむ必要がなく、コンクリート表面形状を短時間で簡単に写し取りが可能なことである。

## 3.結果および考察

本検討のデータ処理の手法は、標準偏差、凹凸曲線長さ比、算術平均粗さの3種類であり、それぞれを性能指標値とした。標準偏差は、舗装路面の平坦性測定方法<sup>2)</sup>を参考とした。凹凸曲線長さ比は、測定対象物表面の凹凸曲線長さを測定基準長さで除したもの(図5(a))とした。また、算術平均粗さは、平均値と各測定点との差の絶対値の和を測定基準長さで除し



図1 表面形状写し取り状況  
Easy Method of Canal Surface

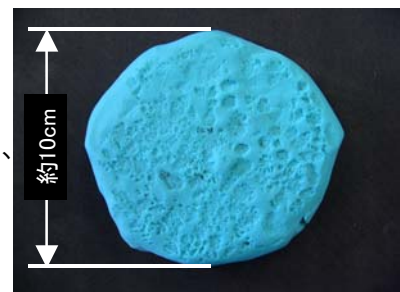


図2 転写した表面形状  
Copy of Canal Surface

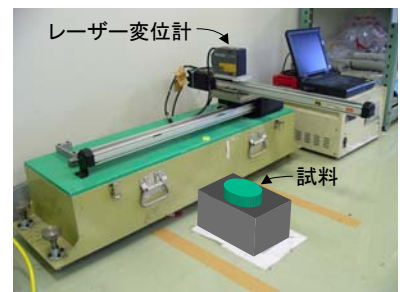


図3 表面形状測定装置  
Measuring Instrument of Surface

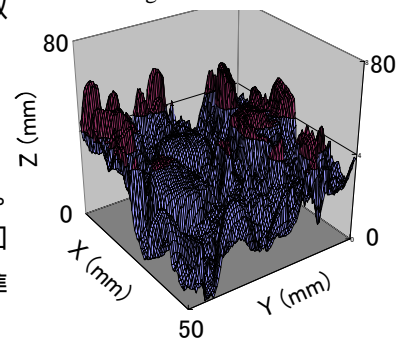


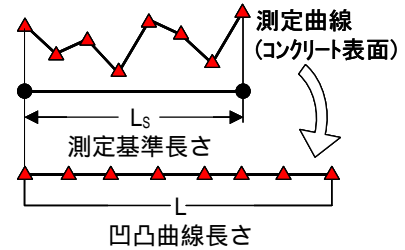
図4 表面形状測定例  
Measuring Sample of Surface

たもの(図 5(b))とした。

結果を表 1 に、各性能指標値と粗度係数との関係を図 6 に示した。粗度係数と高い相関が高いのは、標準偏差、算術平均粗さ、凹凸曲線長さ比の順であり、特に標準偏差は相関係数が 0.9285 で、コンクリート開水路の粗度係数の推測に有効な性能指標値であると考えられた。

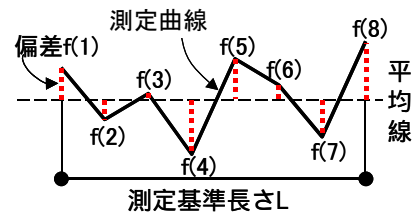
実際に、本手法を用いてポリマーセメントモルタルを用いた断面修復工法による補修工事を施した水路の測定結果を表 2 示す。当該水路は、供用後約 40 年が経過したコンクリート開水路であり、通水表面は粗骨材が露出している状況であった。

図 6 で最も相関の高かった標準偏差の近似直線から外挿して求めた粗度係数は、補修前で 0.026、補修後は 0.017 であった。詳細な計算が必要であるが、単純にマンシング式から補修後の流速は、補修前の 1.5 倍程度と計算され、補修による通水性の回復を定量的に表すことができると考えられる。



$$\text{凹凸曲線長さ比} = L/L_s$$

図 5(a) 凹凸曲線長さ比  
Definition of Surface Roughness



$$\text{算術平均粗さ } Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |f(x)| dx$$

図 5(b) 算術平均粗さ  
Definition of Arithmetic Average Roughness

表 1 測定結果  
Result of Measurement

測定対象物	粗度係数	標準偏差	凹凸曲線長さ	算術平均粗さ
ガラス板	0.009	0.2712	1.00148	0.4673
塩ビ板	0.009	0.2680	1.00160	0.4363
コンクリート製品 a	0.013	0.4006	1.00199	0.6792
コンクリート製品 b		0.3637	1.00220	0.5837
アスファルト	0.017	0.4394	1.02442	0.6849
吹付けコンクリート	0.017	0.5084	1.02660	0.7916

表 2 実水路の測定結果  
Result of Measurement for canal

	標準偏差	粗度係数 (外挿値)
補修前	0.714	0.026
補修後	0.473	0.017

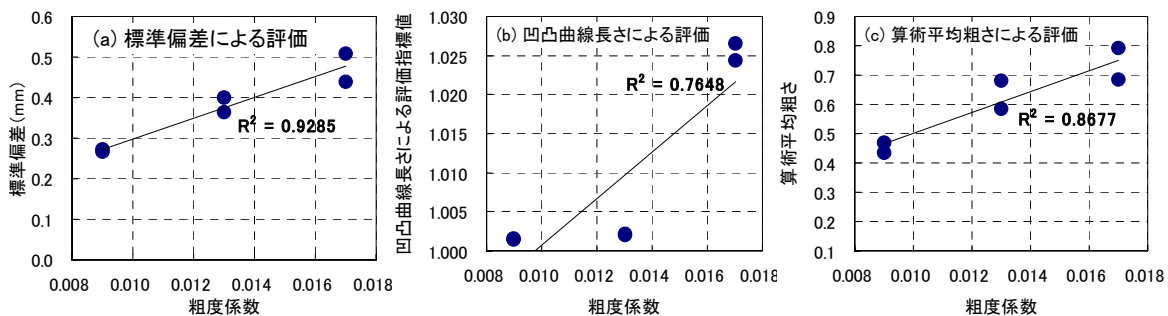


図 6 粗度係数と各性能指標値との関係

Relationship between the Coefficient of Roughness and the Indexes of Surface Roughness

#### 4.まとめ

本検討では、コンクリート開水路の表面形状測定から求めた性能指標値を用いて、水路の粗度係数の推定を行った。外挿による粗度係数推定の妥当性や、推定値の精度、さらに目地・湾曲部などを含めた水路全体の粗度係数の推定など、さらに検討する必要性はあるが、本手法により補修要否の判断や補修効果の評価が可能になると考えられる。

参考文献 1) Woodward Posey 著,水野 一明,後藤 寧郎訳: 開水路の水理学, 丸善株式会社, pp4,1959

2) (社)日本道路協会: 舗装調査・試験法便覧[第 1 分冊], pp[1]147-156, 2007