

II-84

スキニングを施した開水路の粗度係数

東洋大学 工学部 ○ 学生員 田中 広和
清水建設 土木本部 正会員 菅沼 義則
東洋大学 工学部 " 福井 吉孝
清水建設 技術開発本部 正会員 竹中 久

はじめに

発電用の導水路や農業用水路には築造以来70年以上もの年月を経ても使われているものがある。それらの中には、長い間利用されてきた間に流水や流送砂礫の衝撃力を受けて、その表面が甚だしく痛んでしまっているものもある。そのような水路をそのまま使い続けると安全上好ましくない問題が生じる恐れがあり、1) 廃棄して新設する、2) 補修工事で安全性を再生させる、の2通りの対処の方法が考えられる。2) の補修の方法の一つとしては、水路内側の壁面及び床面をライニングすることが考えられる。その際に断面積は減少するが、粗度(係数)を調節することによって流下能力のダウンは避けられる。

我々は設計の上に常用されているマンニングの式中の粗度係数に焦点を絞って実験を行って検討を加えた。また、上記1) に対応する新しい材料を用いて製造された水路に対しても模型を用いて検討した。

1. 実験装置及び実験方法

実験は別表1に示す水路で行った。図1は表面粗さ測定器(東京精密製)で測った水路床の粗度の結果の一部である。ライニングすると表面の手触りは滑らかであるが、コーティングのむらが若干でる。実験は表1に示すように幅の小さいU字形水路と幅の広い長方形断面水路を用いて行った。境界層が十分発達した点を選んで流速、水深測定を行った。

表1 実験装置の諸元

	材質	形状	最大幅	流量
1	特殊セメント	U字型	18.5 cm	240, 360, 500 l/min
2	強化繊維シート	U字型	18.5 cm	240, 360, 500 l/min
3	普通セメント	U字型	18.1 cm	240, 500 l/min
4	アクリル	長方形	78.0 cm	10.6, 13.0 l/s
5	強化繊維シート	長方形	78.0 cm	10.6, 13.0 l/s

2. 粗度係数nの算出

等流の場合

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} \quad \text{--- ①}$$

でnを求めた。

また、不等流のときは、エネルギーの式を区間長lに適用して、

$$\begin{aligned} \frac{\alpha v_1^2}{2g} + h_1 + z_1 \\ = \frac{\alpha v_2^2}{2g} + h_2 + z_2 + f \cdot \frac{1}{R} \frac{v^2}{2g} \end{aligned}$$

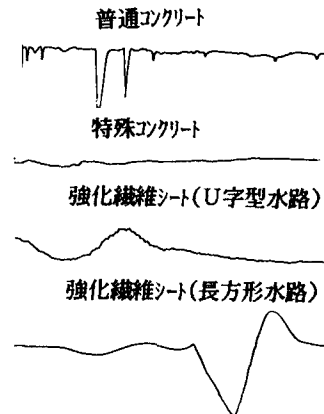


図1 水路床の粗さ

$$= \frac{\alpha v_2^2}{2g} + h_2 + z_2 + \frac{n^2 l}{R^{4/3}} v^2 \quad \text{--- ②}$$

②よりnを求めた。

実験の結果は図2に示す。

3. 結果について

1) 床面の材質の違いによる粗度係数の変化

ライニングした後も、ほぼ0.010～0.013の範囲内にはいつている。これは、ライニングをしても粗度係数は、不都合な値とは、ならないということを示している。

2) ライニング前後の流速分布

ライニング前後の流速分布を比較したのが図3であり、粗度変化の結果が、はっきり表れている。しかし、粗度係数の値に重大な影響を及ぼすには至っていない。対数分布則を用いて相当粗度を求めるとライニング後のksは、0.6 mmとなった。

3) 水路の規模の違いによる粗度係数

水路幅の大きな長方形水路を用いて求めた粗度係数の方が若干小さな値を示した。このことは、断面の流速分布式

$$\frac{v}{U_*} = 6.0 + 5.75 \log \frac{h}{ks} \quad \text{--- ③}$$

に①式を代入して求めた

$$n = \frac{h^{1/6}}{g^{1/2}} \frac{1}{(6.0 + 5.75 \log \frac{h}{ks})} \quad \text{--- ④}$$

を示す図4で説明できる。本実験では、同一流量Qで比べると、幅の小さいU字溝の場合に比べて長方形断面でのほうが、Rが小さくなっているため同一の相当粗度ksの時、幅の広い長方形の時の方がnも小となる。

4) 水路勾配を大きくすると僅かだが、粗度係数が小さくなった。（図2の○と◎）

5) 不等流になっても、算出した粗度係数の値には、等流の場合と際だった隔たりがない。（図2の⊗）

※ 卒論生の古沢悟、戎本康二の両君に記して謝意を表します。

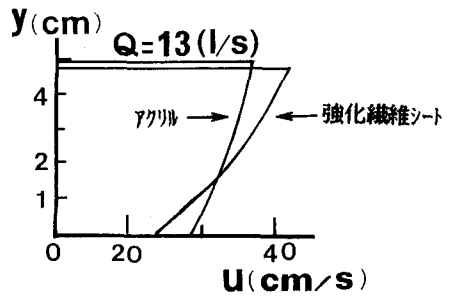


図3 長方形断面水路における流速分布

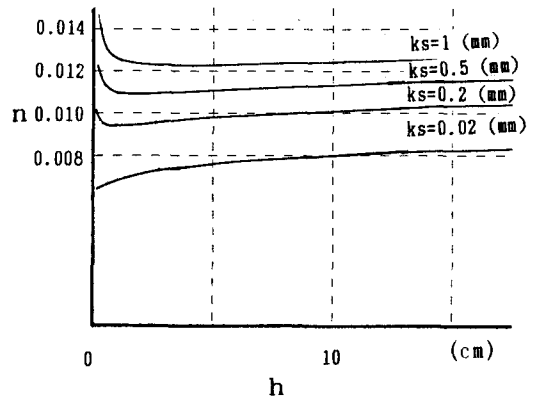


図4 nとhの関係

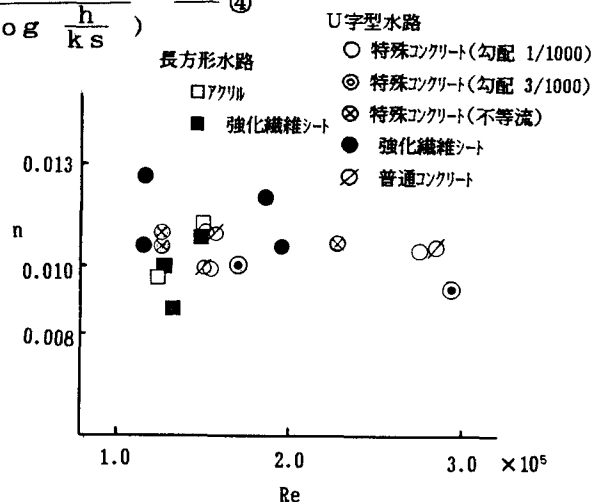


図2 nとReの関係