

新潟大学大学院 学生員 〇米内 弘明
新潟大学工学部 正 員 大熊 孝

1. 研究目的.

現在我々は流雪溝(流水を利用した排雪側溝)について研究を進めており、流雪能力(流雪溝内のある流量に対して、投入された雪塊が直ちに流下する時の最大投入雪量(kg)で表わす)を知る際に、現場において流雪溝の流量を正確に測定する必要がある。簡単な方法としては、現場で水深と水路勾配を測定し、マンニングの平均流速公式から求めることが出来る。しかし我々の実験結果からマンニングの式では流量(流速)を少なめに評価していることがわかった。このことは、流雪能力を過大に判定することになる。(流雪溝に関しては、第四部門道路工学「道路の消・流雪における地表水利用の調査研究」で発表しているので参照したい。)

・シェジ(1769)

$V = C \sqrt{R I}$, C : シェジの抵抗係数

・ガングレ・グッタ(G.K)(1869)

$C = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{I}}{1 + (23 + \frac{0.00155}{I}) \frac{n}{\sqrt{R}}}$ n : 粗度係数

・バザン(1897)

$C = \frac{87}{(1 + m/\sqrt{R})}$ m : 粗度係数

・マンニング(1889)

$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$ n : マンニングの粗度係数

表 1 平均流速公式

本研究は昨年行、た「円形断面開水路に関する平均流速公式の再検討」*に基づいて、矩形断面小型水路を用いた実験から、流雪溝について小型開水路における平均流速を正確に求めることを目的としている。

2. 実験装置及び実験方法.

昨年の円形断面開水路(塩化ビニル管製)に変えて、

本年は材質の違う2種類の矩形断面開水路(図1.2)を用いて、水路勾配、等流水深、流量を測定した。流量は

流末に桶(790×580×580)を用意し、水が一定重量とな

るまでの時間を測定して求めた。勾配はそれぞれの水路

について6通り、流量は7~10通りに変化させて、計102ケースの測定を行った。

3. 実験結果並びに考察.

鉄筋コンクリートU字溝に関する実験で得た V , R , I をマンニングの式に代入して n を逆算すると図3のようになる。これを見ると n は R と I によって変化していることがわかる。 n は R の増加に伴い2つの傾向を示している。常流では減少する一方であるが、射流ではある程度一定値($n \approx 0.013$)を取るかやや増加する。これはみ

ぞ型鋼や昨年の実験の場合も同様の傾向を示す。従って一般的に言われるように、ある水路の条件(水路の材質、表面の状態)の下で n が一定であるとは言えない。即ちマンニングの式で平均流速を正確に得るためには、前記条件の他に径深(水深)と水路勾配を考慮した上で、適当な n をその都度選ばなければならないことになる。(しかしU字溝に関しては一般に、 $n \approx 0.013$ としてマン

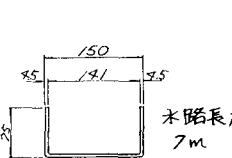


図 1 みぞ型鋼

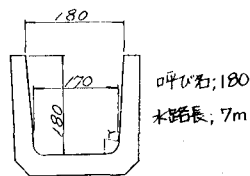


図 2 鉄筋コンクリートU字溝

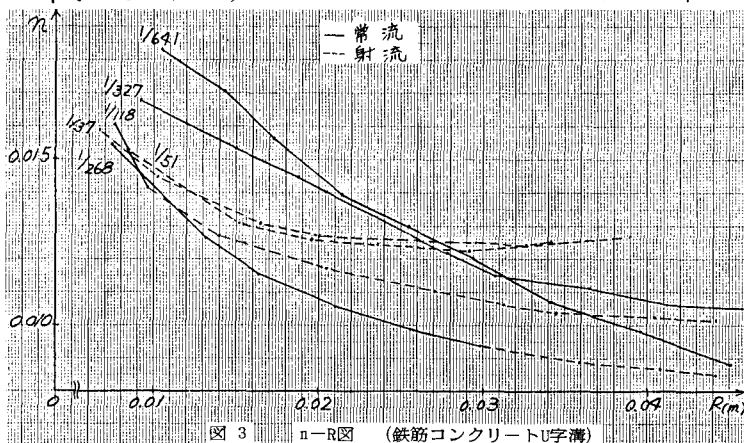


図 3 $n-R$ 図 (鉄筋コンクリートU字溝)

グの式が使われているのが実情である。)

4. 解析.

平均流速を $V = \frac{1}{N} R^\alpha I^\beta$... (1) 式, と指数型で仮定し, α, β, N の最適値を求める。尚, 小型開水路を対象としているので便宜上 $\text{cm} \cdot \text{s}$ 単位を用いるものとする。

ある勾配に着目すると, N が一定ならば (1) 式は, $N/I^\beta = R^\alpha / V = \text{const.}$ となるので, まず勾配毎に R^α / V が一定になるような α の最適値を求めて両対数グラフにプロットすると図4の如く直線関係が得られる。即ち α は I の関数であり, $\alpha = 0.255 I^{-0.158}$ となる。みぞ型鋼の場合も同様に, $\alpha = 0.275 I^{-0.129}$ と求められる。

次に R^α / V と I を両対数グラフに取り直線関係が得られたら,

$$R^\alpha / V = \alpha I^C \quad (C, d \text{ は定数})$$

これを变形して $V = \frac{1}{\alpha} R^\alpha I^{-C}$ となる。これは初めに仮定した (1) 式 と同形であり, $\beta = -C, N = \alpha$ である。

図5は R^α / V と I をプロットしたもので, 1本若しくは2本の直線で表わされる。前者をオ1解析, 後者をオ2解析とすると, β と N は表2の如くである。この結果から V を計算し, 更にマニング, G・K, バザンの各平均流速公式による値と実測値を比較したものが図6である。図3で示したマニングの粗度係数の変化により, 最大20%前後の誤差を生じている ($n=0.013$) のに対して, オ2解析の精度が非常に良いことがわかる。他の G・K, バザンの式もマニングと同様の理由から誤差を生じていると思われる。尚, みぞ型鋼においても同様である。

5. 結論.

2年間の実験を通して, 小型開水路におけるマニングの粗度係数の変化についての一定の傾向と, 平均流速を求める式を表わすことが出来た。これは径深あるいは勾配の変化による従来の

粗度係数の変化を補う形になっている。現場の流雪溝 (U字溝中50cm) においてポンプで流量を確定し上記実験式の検証の結果, フルードの相似則により縮尺 $R=1/50$ で変換して求めた式が良い計算値を与えることが確認された。

しかしながら現段階では, α, β, N はそれぞれの実験水路における固有の実験定数であり, これらを一般的に解析として表現するまでには至っていない。またオ2解析において勾配に適用範囲があり, しかも不連続である事等の未解決の部分がある。そういう意味では今回の結果は今後の研究の方向づけにもなるものである。従って今後は, 前述の未解決の問題を明らかにし, 相似則による式の変換が妥当であることを様々な大きさの水路で実験し, 確認する事等により, 一般化した総合的な表現形式を取るよう, 更に研究を深めたいと考えている。

○参考文献 * 笹川 清, 新潟大学工学部土木工学科卒業論文, 1981

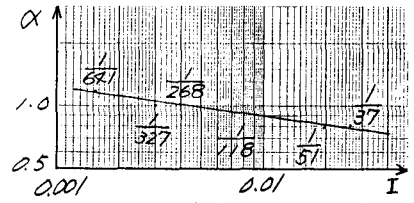


図4 $\alpha - I$ 図 (鉄筋コンクリートU字溝)

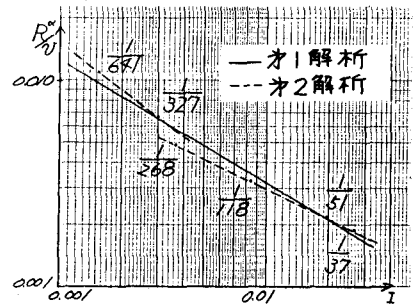


図5 $R^\alpha / V - I$ 図 (鉄筋コンクリートU字溝)

	みぞ型鋼		鉄筋コンクリートU字溝	
	オ1解析	オ2解析	オ1解析	オ2解析
β	0.293	i 0.332 ii 0.176	0.595	iii 0.727 iv 0.281
N	0.00211	i 0.00629 ii 0.00184	0.00211	iii 0.00101 iv 0.00333

i. $1/1048 \leq I \leq 1/463$, iii. $1/641 \leq I \leq 1/327$
ii. $1/324 \leq I \leq 1/50$, iv. $1/268 \leq I \leq 1/37$

表2 β, N の最適値

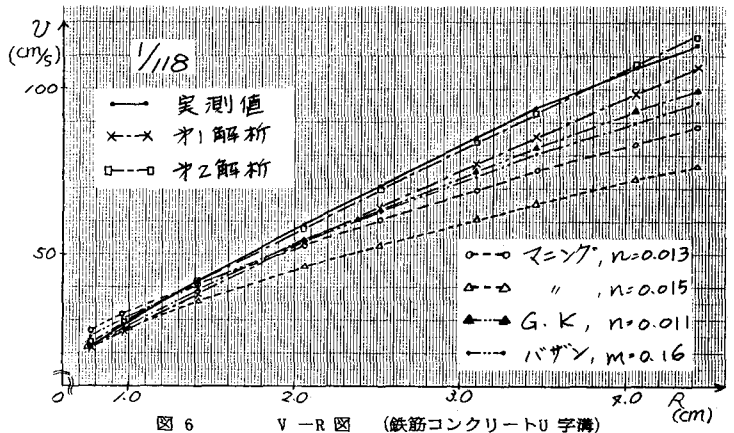


図6 $V - R$ 図 (鉄筋コンクリートU字溝)