

日本大学工学部 正員。安田 模 輔
 “ 藤 田 龍 之
 “ 古 河 幸 雄

まえがき 円管以外の管路の諸式においては、普通、長さの代表としての物理量として、円管の直径 d に対して径深 R が用いられ、 $d=4R$ として、 d を R 、 R を d に置き換え、一方の式より他方の式を自由自在に求めているのが現状である。

このように、 R には、ある程度断面の形状や大きさが表現されているからといって、断面の形状を考慮せず、ただ単に $d=4R$ として、円形管路の式よりそれ以外の管路の式を求めたり、 R のみを用いて、一般断面形の管路の式を表現したりすることが可能なのかという疑問から、硬質塩ビ製の各種の断面形状の管を用い、標記の実験を行った。

§-1 実験装置

実験装置は、透明硬質塩ビニール板（および同補強棒など）で製作した、正方形、長方形、正三角形、隅取り正方形（八角形）および十字形管の水平循環水路で、その寸法などを表-1に示す。

§-2 円管と長方形管路

図-1~3は、円管、正方形管、隅取り正方形管および各種長方形断面の管路のレイノルズ数 $Re = \frac{vR}{\nu}$ と抵抗係数 $\lambda = \frac{2gRI}{v^3}$ との関係であり、これより、 Re と λ との関係について、次のことがらがいえる。

1) Re と λ との関係は管の断面形状により異なる。

2) 層流における、長方形管路の Re と λ との関係は、 R/b が1よりだんだん小さくなるにしたがって、円管の λ よりだんだん離れ大きくなる。

3) したがって、図-3に示すように、例えば $R=const.$ でも、 R/b が異なるので、 $Re-\lambda$ 関係は同一とならず異なってくる。

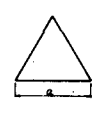
4) また、乱流においては、特に R/b が小さなものをのぞいて、 $R/b=1 \sim 0.5$ 位ならば円管の Re と λ との関係とほぼ一致し、 R/b が0.5より小さくなると、多少前着の場合より離れるが、大体一致する。

5) 特に、正方形管は、遷移区間をのぞいて、層・乱流の両領域において、ほぼ円管の $Re-\lambda$ 関係と一致する。

6) しかし、隅取り正方形管は、乱流領域においても、他の管と異なり、円管の $Re-\lambda$ 関係から大きく離れる。

7) 隅取り正方形は、幾何学的には正方形と円との中間の形であるから、 $Re-\lambda$ 関係も両者の中間的傾向を示

(cm)

No	B	H	H/B	H/B	全長・有効長	断面形状
1	2.005	1.988	1:1	0.991	1200(1100)	正三角形  a 2.696 cm
2	1.621	1.588	1:1	0.980	1200(1100)	
3	1.312	1.280	1:1	0.976	1000(900)	
4	1.005	0.999	1:1	0.994	600(510)	
5	0.822	0.784	1:1	0.954	800(690)	
6	0.515	0.514	1:1	0.998	400(220)	
1	4.022	0.503	1:8	0.125	1000(900)	長方形  a 0.311 cm
2	3.012	0.607	1:5	0.202	1000(900)	
3	2.007	0.477	1:4	0.238	600(510)	
4	1.608	0.790	1:18	0.485	1000(900)	
1	1.006	0.972			1000(905)	八角形  a 0.311 cm
1	1.198	1.196			1000(900)	十字形  a 0.293 cm

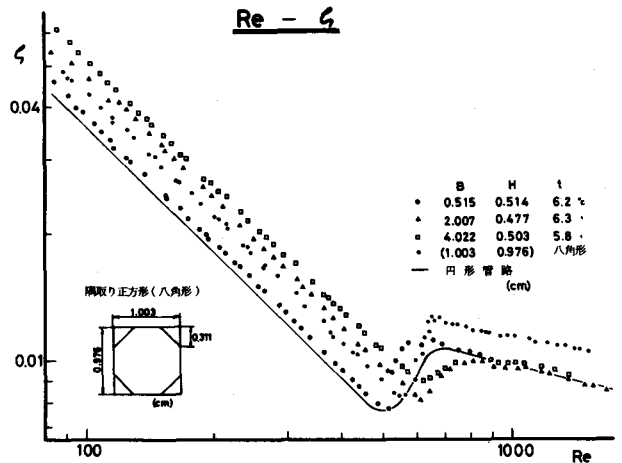


図-1 各種四角形管路

すものと予想したが、予想に反し、各領域において、両者から大きくはみ出した。

図-3 円形と三角形およびその他の管路

図-4は、各種断面の管路の $Re-\zeta$ 関係である。この図より、 $Re-\zeta$ 関係について、次のことがらうが

1) 円管より更に抵抗係数が小さな管路が存在する。十字管は層流において、正三角形管路は両領域において、円管の抵抗係数より小さい。

2) また、限界レイノルズ数も管の断面形状により異なり、遷移領域の状態も断面形状により、それぞれ特有な現象を示す。特に、十字管においては他の管と異なり、層流から乱流領域への移行過程が著しく異なり、さらに、もう一領域らしきものが存在する。

3) 現象的には、層流から乱流領域への移行過程において、長方形管における R/b が1に近づくほど不安定となり、逆に、扁平な管ほど安定する。

以上のことがらより、まえがきの疑問は否定せざるを得ず、管路の断面形状を考慮せず、径深のみで、断面の異なる全ての管路の式を処理することは困難であり、断面の形状係数などを考慮しなければならないことが考えられるし、また、管種によって、それぞれ固有な性質があることを考慮しなければならない。

つぎに、レイノルズ数も抵抗係数も、物理的にはかなり意味が明確な無次元量であるにもかかわらず、水理学的には最も分かり切ったと考えられている。滑面管路の流れの平均的取り扱いにおいてすら、その断面の形状がわずか違っただけでも、 $Re-\zeta$ 関係が様々に変化することは、水理学の常套手段である無次元化の処理方法にも、機械的に用いられることに若干疑問が感じられる。

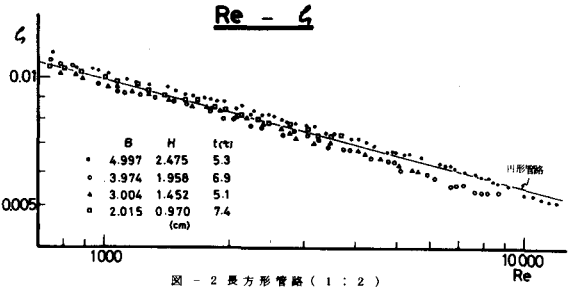


図-2 長方形管路 (1:2)

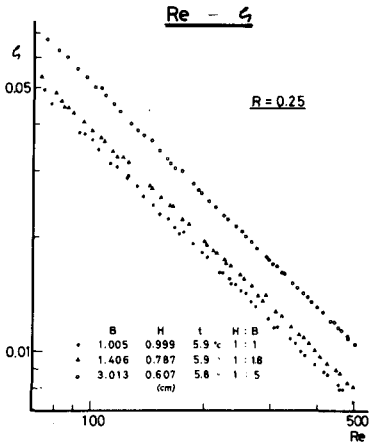


図-3 長方形管路

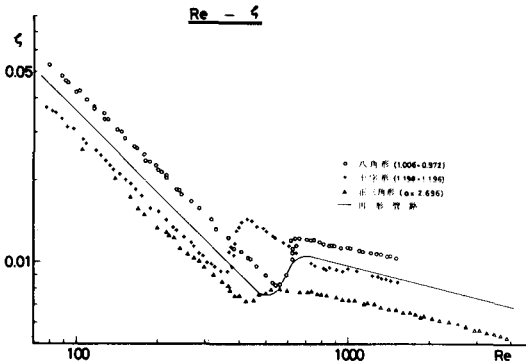


図-4 各種断面形管路

<参考文献>

(1) 安田頼輔：管路の平均流速に関する一提案（第1,2報） 工本学会年講 昭和42,49年
(2) 安田, 藤田, 古河：長方形管路の乱流における平均流速に関する研究
長方形管路の層流における平均流速に関する研究 工本学会年講 昭和54年