

日本大学工学部 正 員 ○古 河 幸 雄

安 田 損 輔

藤 田 龍 之

まえがき、円形管路以外の管路の平均流速に関する諸式においては、普通、長さの代表としての物理量として、円形管路の直径 d に対して径深 R が用いられている。このように、ただ単に $d=4R$ として、 d を R 、 R を d に置き換え、一方より他方の式を得るだけで、各種断面の管路の諸式を表現できるものかという疑問から、本報においては、透明硬質塩ビ製の各種の長方形断面管路の乱流領域における実験を行ない、平均流速、抵抗係数などについて考察を行なった。

§-1 実験装置

実験に使用した管路は、透明硬質塩ビにニール板で製作した、正方形および長方形管の水平循環水路で、その寸法などを表-1に示す。

§-2 レイノルズ数と抵抗係数

管路の平均流速に関する安田の半理論式⁽¹⁾

$$v = K C_A C_S \frac{g^m}{\nu^{2m-1}} R^n I^m \quad (1)$$

$$n = 3m - 1 \quad (2)$$

の誘導仮定は、レイノルズ数 Re と抵抗係数 ζ との関係が、両対数紙上において直線分布することである。図-1、2は、 $Re-\zeta$ の関係が、両対数紙上で直線分布することを示している。したがって、上記仮定が成立することが立証された。ここで、データの整理は $C.G.S$ 重力単位系を用い、また、 $Re = \frac{vR}{\nu}$ 、 $\zeta = \frac{2gRI}{v^2}$ とした。

§-3 動水勾配 I と平均流速 v

図-3、4は、 I と v の測定値であり、 $I-v$ 関係が両対数紙上において直線分布していることが分かる。したがって、 I と v の関係は、次式

$$v = K I^m \quad (3)$$

で示される。これより、(3)式の m を最小自乗法により求め、各々の平均値をとると、 $m=0.578$ となる。

表-1 実験管路

	No	B	H	B:H	H/B	全長有効長 (cm)
正 方 形	1	5.007	4.959	1:1	0.990	800(690)
	2	4.034	3.933	・	0.975	800(693)
	3	2.991	2.873	・	0.961	800(690)
	4	2.032	1.958	・	0.964	600(510)
	5	1.523	1.503	・	0.987	600(510)
長 方 形	1	4.997	2.475	2:1	0.495	800(690)
	2	3.974	1.958	・	0.493	・
	3	3.004	1.452	・	0.483	・
	4	2.015	0.970	・	0.481	・

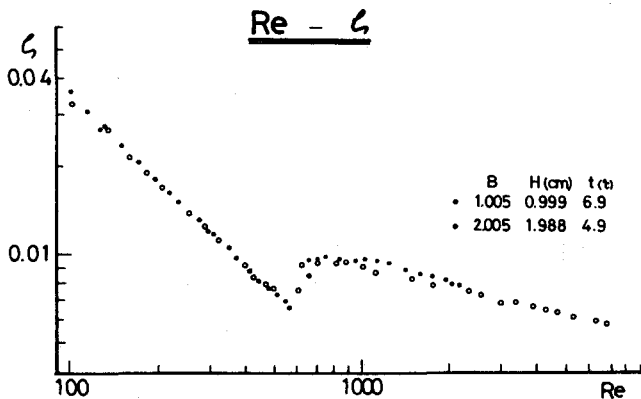


図-1 正方形管路

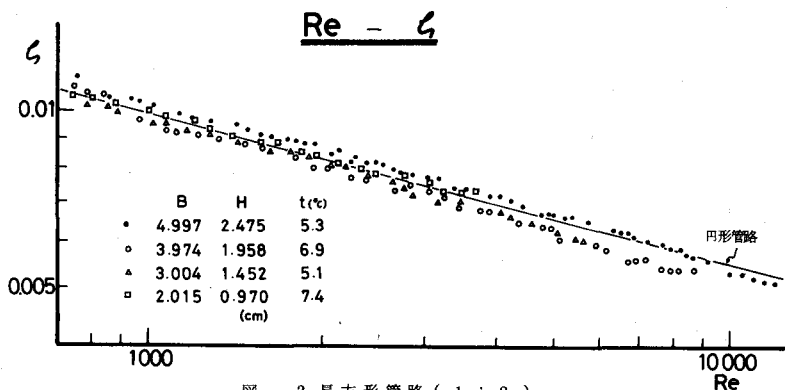


図-2 長方形管路(1:2)

図-5より、 m は R に左右されず、流れの領域により固有の値を示す。

§-4 実験式

図-6より、 R と n との関係は、次式

$$n = CR^n \quad (4)$$

で示される。この関係より、 C と n とを求めれば、 $C = 762.4$ 、 $n = 0.773$ となり、この値と、先に示した実験値 $m = 0.578$ を(2)式に代入して求めた値、 $n = 3 \times 0.578 - 1 = 0.734$ とを比較すると、相対誤差は約5%となり、 $n : b = 1 : 1 \sim 1 : 2$ の長方形管路において、(2)式が成立することが実証された。

以上のことから、本報における長方形管路の暫定的な実験式として、C.G.S単位系で次式を得た。

$$V = 762.4 R^{0.773} I^{0.578} \quad (5)$$

$$Re = \frac{VR}{\nu} \approx 700 \sim 18000 \quad n : b = 1 : 1 \sim 1 : 2$$

$$t = 4.2 \sim 7.4^\circ C$$

図-3, 4における実線のグラフは、実験式(5)によるグラフであり、測定値とよく合う。

図-1, 2より、乱流における Re - n 関係は、円管と正方形管、円管と1:2の長方形管

とはほぼ一致する。また正方形断面の管路と、その正方形に内接する円形断面の管路における、 I と V との関係もほぼ一致するが、紙面の関係上、図は省略する。

したがって、円管と正方形(または、1:2の長方形)管路の乱流においては、 $d = 4R$ として、 d を R 、 R を d に置き換えることにより、一方の式より他方の式を得ることができる。しかし、これは特殊な場合であり、

別報に示すように、もっと一般的な断面形の管路に対しては適用できない。管路の断面形状を考慮せず径深 R のみで、断面形の異なる全ての管路の式を処理することは困難であり、(1)式の断面形状係数 C_n を考慮しなければならないことが分る。

<参考文献>

(1) 安田禎輔：管路の平均流速に関する一提案

工本学会年講 昭和43年

(2) 安田、藤田、古河：長方形管路の層流における平均流速に関する研究 年講 昭54年

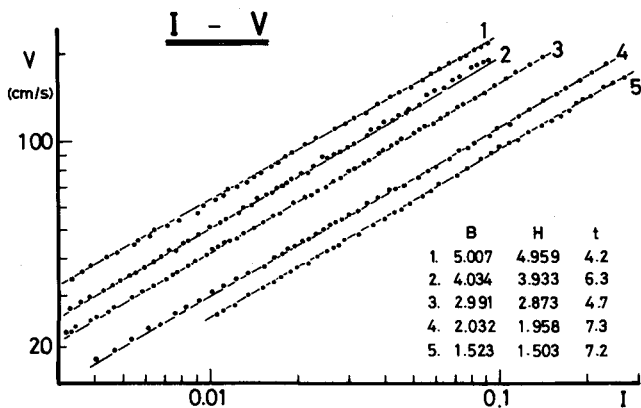


図-3 正方形管路

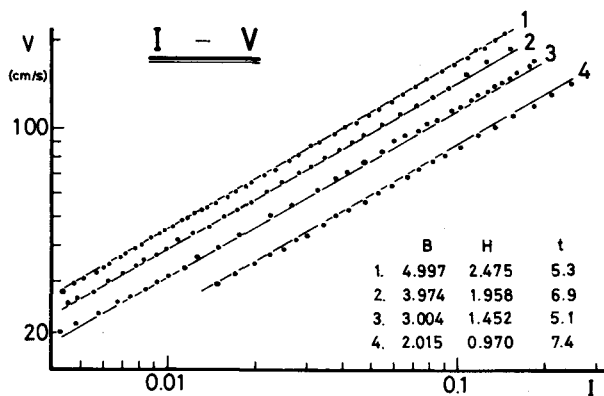


図-4 長方形管路

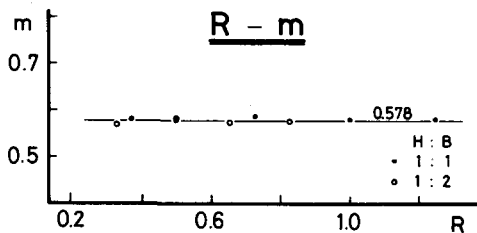


図-5 R と m の関係

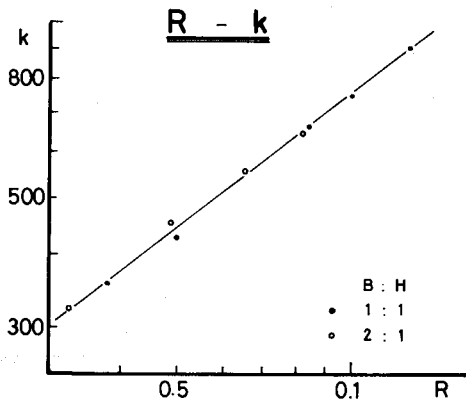


図-6 R と k の関係