

日本大学工学部 正員。藤田 龍之
 “ “ 安田 楨輔
 “ “ 古河 幸雄

まえがき 前報と同じような疑問，すなわち，円形管路の場合には，長さの代表としての物理量として，普通その直径 d を用いるのに対して，円形断面以外の管路に対しては，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 に置き換えるだけで，一方の式より他方の式を得ることが可能なのだろうかという疑問から，透明硬質塩ビ製の各種の長方形断面管路を用い，

本報においては特に，層流における実験を主として，その結果から平均流速，抵抗係数などについて考察を行った。

§-1 実験装置

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

§-2 レイノルズ数と抵抗係数

図-1は，各種長方形断面管路における，レイノルズ数 $Re = \frac{vR}{\nu}$ と抵抗係数 $\zeta = \frac{2gRI}{v^2}$ との関係であり，これより層流における $Re-\zeta$ 線は断面形状により異なり， R/b が小さくなるにしたがって ζ が大きくなること分かる。

また，正方形管と円管との層流における抵抗係数を比較すると，若干正方形管のほうが大きい目であるが，前報の乱流の場合と同様に，ほぼ一致する。したがって，図に示す正方形管の四隅の隅取りをした管は，より円管に形が近づくので，抵抗係数も円管の ζ により近づくものと予想したが，実際は予想に反し，かえって ζ は大きくなり，円管から離れた。

図-2は，径深 R が一定($R=0.25$)な場合の， Re と ζ との関係であり，これより，たとえ径深が一定な長方形管同種でも， R/b が異なるから， Re と ζ (すなわち， I と ν)との関係が異なり，従来の計算法によれば，とあるいは ν などが等しくなる。)の方法，すなわち断面形状を考慮せず， R のみで流れの現象を表現することは誤りである。

図-3は，各種正方形管路の Re と ζ との関係である。これより，管断面が相似形ならば， R の大小にかかわらず， Re と ζ の間には一定の関係が成立する。

本報においては，層流における正方形管路の実験式を求める。この場合も， $Re-\zeta$ 関係は両対数紙上で直線分布し，前報における安田の半理論式(1)，(2)

表-1 実験管路

	No	B	H	B:H	H/B	全長・有効長 (cm)
正 方 形	1	2.005	1.988	1:1	0.991	1200(1100)
	2	1.621	1.588		0.980	1200(1100)
	3	1.312	1.280		0.976	1000(900)
	4	1.005	0.999		0.994	600(510)
	5	0.822	0.784		0.954	800(690)
	6	0.515	0.514		0.998	400(220)

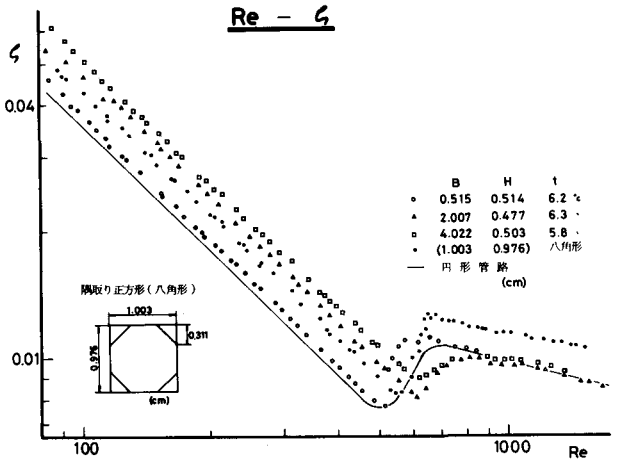


図-1 各種四角形管路

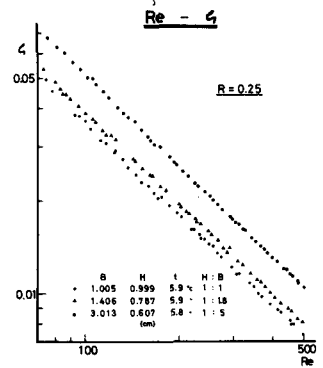


図-2 長方形管路

式の誘導仮定が成立する。

§-3 動水勾配と平均流速

図-4は、正方形管路における、 I と v との測定値であり、破線1より上側は乱流領域であり、破線2より下側は層流領域である。これより、 $I-v$ の関係は各領域において、それぞれ両対数紙上で直線分布していることが分かる。したがって、層流における I と v の関係も、式 $v = \alpha I^m$ で表わせる。この式の m を最小自乗法により求め、各々の平均値をとると、 $m = 0.996$ となる。図-4の破線1および2は遷移領域を示したもので、これらの破線は限界レイノルズ数を $Re_c = 500 \sim 650$ として、それぞれ

$$1 \quad v = 36110^{0.331} (500v)^{0.649} I^{0.320}$$

$$2 \quad v = 762.4^{0.564} (650v)^{0.436} I^{0.326}$$

として求めた。

図-5より、 m は R に左右されず、領域により固有の値を示すことが分かる。

§-4 層流における実験式

図-6より、 R と k との関係は、 $k = CR^n$ で示され、この関係より、 C と n とを求めれば、 $C = 36110$, $n = 2.021$ となる。

この n 値と安田の指数式 $n = 3m - 1$ より求めた $n = 1.988$ とを比較すると、相対誤差は約1.6%となり、この式が成立することが実証された。

以上のことがらより、暫定的な実験式として、

$$v = 36110 R^{2.02} I^{0.996} \quad (C \cdot G \cdot S)$$

$$Re \approx 35 \sim 500$$

$$\epsilon \approx 4.9 \sim 6.6^\circ C$$

を得た。また、図-4の層流における実験式は、上記実験式によるグラフであり、測定値とよく一致している。

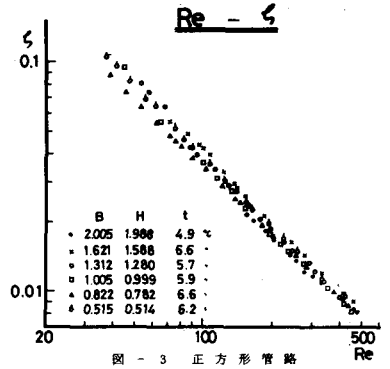


図-3 正方形管路

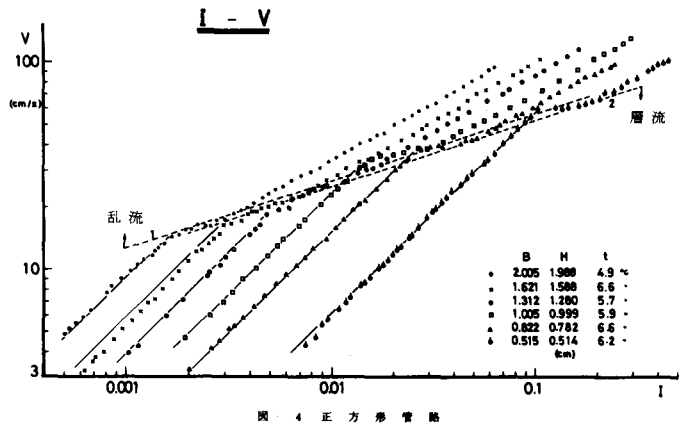


図-4 正方形管路

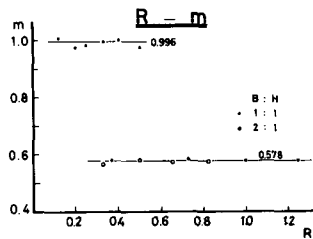


図-5 Rとmの関係

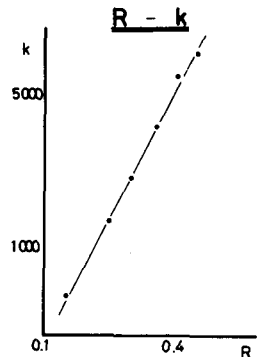


図-6 Rとkの関係

<参考文献>

- (1) 安田模輔：管路の平均流速に関する一提案（第1.2報） 土木学会年講 昭和48.49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 土木学会年講 昭和54年