

I-2 流速測定器の一試作

九州大学工学部 正負

上田年比古

同上

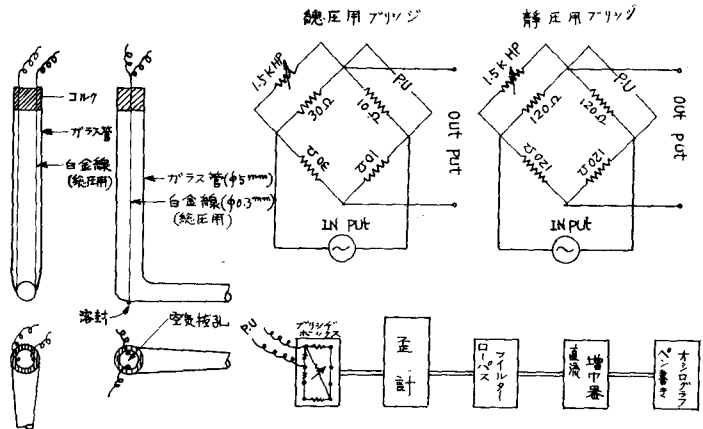
正負 ○ 崎山 正男

1. まえがき 非定常の流速の流速測定は水理実験においてしばしば必要となってくる。この測定については、さきに岩佐、橋本氏により差圧式流速計が発表され、その性能について検討されているが、ここでは流速 50 cm/s 程度以上のかなり速い流れの非定常の流速測定ができ、かつ、きわめて簡単に作製できることを目的とした測定器についての試作結果をのべる。

2. 構造 これは図-1 に示すように、ピトー管を電気絶縁体(内径 5 mm の硬質ガラス)で作成し、その中に2本の白金抵抗線をはって、総圧の変化すなわちピトー管内の水面変化を電気変換し、ローパスフィルターにより、その出力電流の変化のうち、水流の乱れ、水面変動などの高周波の波を Cut し、非定常にもとずく出力電流のみをとり出しオシログラフなどによって連続的に記録させるものである。

非定常の流速はこの総圧水位と、一般に用いられる抵抗線式液面計などで同時に測定した水路の水位の測定値との差から求めてゆくものである。この場合管内の水は外側の水と絶縁され、管内の抵抗は高い値となるから、図-1 に示すように総圧管用のブリッジは低抵抗を入れて感度を上げている。なお、本流速計の直線性については図-3 (a) に示すように、かなりの水位変化に対して良好であり、また増幅器、オシログラフなどの安定性とも相まって十分な安定性が得られた。

図-1 ピトー管と使用計器



すように、かなりの水位変化に対して良好であり、また増幅器、オシログラフなどの安定性とも相まって十分な安定性が得られた。

3. 管内の水面運動について 本流速計の作製にあたっては、非定常の流速変動に対するピトー管内の水面の応動時間、管内の水位の固有振動について検討する必要がある。

(a). 応動時間 図-2 に示すように、入口の断面積を a 、管径の断面積を A とし静止状態から急に流速 v を生じたとし、入口の流量係数を C とすれば、 v に相当する管径の水面上昇 $h = \frac{v^2}{2g}$ に達する時間 T_0 は、

$$T_0 = \frac{A}{Ca} \sqrt{\frac{2R}{g}} \quad (1)$$

いま $C=1$ とすれば図-3 の実線に示すようになる。図より静止状態から急に流速が 80 cm/s と昇したとき、それに対する水面上昇は 35 cm で、断面比 $\frac{A}{a} = 3$ の場合 0.25 sec かかることがわ

かる。

(b)固有振動周期 固有周期の概略を求めてみる。ピト管内の水面を静止水面から y とすれば、これについての運動方程式は

$$M \frac{d^2 y}{dt^2} + R \frac{dy}{dt} \pm \rho \frac{A}{a} \left(\frac{dy}{dt} \right)^2 + \rho g A y = 0 \quad (2)$$

ここに左辺第1項は慣性力、第2項は水の粘性による抵抗であり、第3項はピト管入口の流出量にもとづく抵抗で、流出または流入の速度を v とすれば、これは $\rho A v^2 = \rho A \left(\frac{A}{a} \frac{dy}{dt} \right)^2$ で表わされる。また第4項は重力である。(2)式において第2項、第3項を第1項、第4項に比して小さいとして無視し、 $M = \rho V + \rho A y \approx \rho V = \rho (AH + aL)$ 、(= V は静止水面から下のピト管内の水の容積、また H は図-2に示すように、静止水面までの管内の水柱の高さ、 L は断面積 a の流れ方向の管の長さ)として、一定とすれば、(2)式の解は $t=0$ で $y=Z$ 、 $\frac{dy}{dt}=0$ について

$$y = Z \cos \left[\sqrt{\frac{\rho g A}{M}} t \right] \quad (3)$$

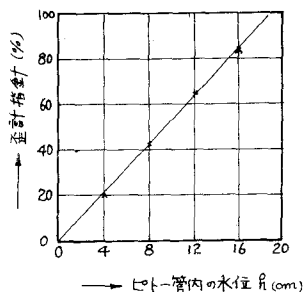
すなわち、ピト管内の水柱の固有振動数 n 、および周期 T は

$$n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{H + L \frac{a}{A}}}, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{H + L \frac{a}{A}}{g}} \quad (4)$$

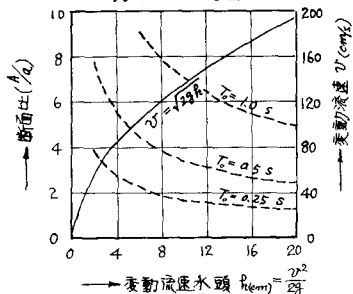
たとえば図-3(c)の n 線は、 $H=20$ cm、 $L=7$ cmとしたときの A/a と n との関係図である。

図-3

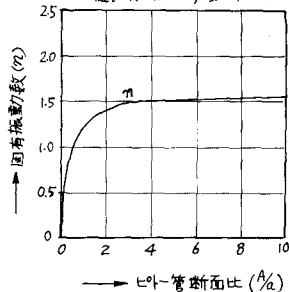
(a) ピト管検定図



(b) $A/a \sim T \sim n$ および $v \sim h$ 図



(c) 固有振動数 $n \sim A/a$ 値: $H=20$ cm, $L=7$ cm



4.検討 応動時間 T は(4)式より断面比 A/a が小さい程小さいが、(4)式より A/a が小さいと、 n が小となり、測定器として望ましくなく、水路の流れの水面の不規則な変動の振動数に近くなると共振状態を生ずる。ちなみに木製水路について、 1.5 m/s の射流状態で流したときの水流の乱れ、および水面変動の周期はほぼ 0.2 sec $\sim$ 1.0 sec程度であり、共振状態が部分的にあらわれた。(4)式からみて、ピト管内の水柱の固有振動をある程度以上大きくすることは不可能であり、この点および応動時間の問題点から、前述の差圧式流速計に非常に劣ると云える。しかし水流の乱れ、水面変動および本測定器の固有振動の波をCutするため、ローパスフィルターを用いれば、この周期よりある程度以上の非定常流の現象に対しては、非定常流の流速のみをとり出すことができ、この用途に対しては本測定器でも充分有効に用いられる。なお種々の非定常の流れに対する実測データについては講演時にのべる。

文献 1) 岩佐義朗, 榎木亨: 差圧式流速計について 第3回水理研究会講演会 前刷 昭33.5.