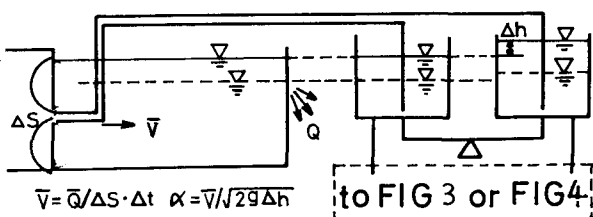


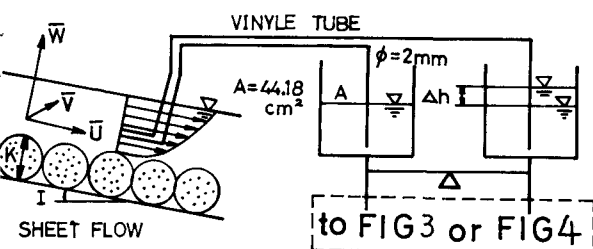
## II-174 天秤式差圧計によるヒトー管の検定

山口大学 正員 深田三夫  
山口大学 正員 斉藤 隆

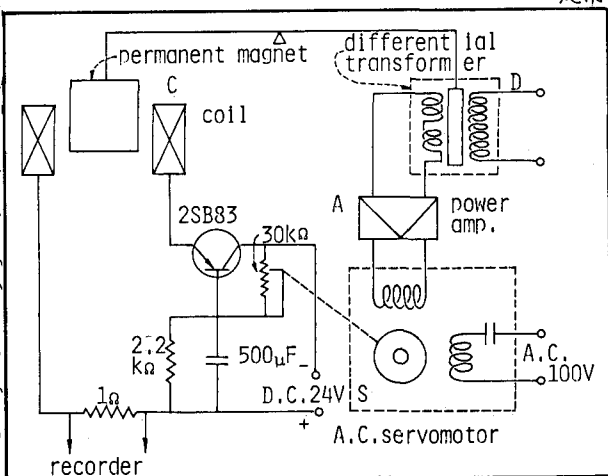
開水路や、管路内の平均流速測定には、各種のマノメーターと組み合わせてヒトー管が用いられている。通常使用されているU字マノメーターや、傾斜マノメーターなどの場合、管径の不均一、水の汚れなどによる表面張力の影響が差圧読み取りにおいて、誤差として入りやすく、水路壁面近傍の低速領域の測定には不向きといえる。天秤式差圧計の概要は以下のとおりである。静圧管、総圧管に接続した二本のマノメーターの管径を大きくし、上四天秤に載せたものであり、差圧の直接読み取りを止め、管内の水の重量差を天秤で読むようにしたものである。この方法によれば天秤の感量の範囲内で、差圧読み取りの精度をあげることができ、筆者らはこの差圧計を用いて、相面薄層流れにおける、相面近傍の平均流速分布の測定を繰り返した。初期の段階に製作、実測に用いたものは上に述べたような簡単な装置であったが、①測定円柱内への水の流入、流出量の変化が不明で定常状態の判定がむずかしい、②錘りでバランスをとる際に、天秤の中央針で判定するため、読み取りに誤差が入る。などの欠点が残っていた。この点を改良するために考案、製作されたものが図3、図4に概要を示している自動制御型天秤式差圧計と、小容量の荷重計を用いた天秤式差圧計でいずれも、測定円柱内の微小な重量変化も電気的に取り出し、記録計に指示連続記録させることができる。定常状態の判定が容易になった。開水路の平均流速分布の測定では、流れの中で測点とわずかつづずらしていくため、差圧の変化は微小であり、円柱内への水の流入、流出には長時間を要する。どの時点で定常とみなすかは、測定精度の問題とからんでくるが、差圧変化と連続記録させることによってこの判定が容易になった。本講演において発表している相面薄層流の測定データは、この自動制御型天秤式差圧計を用いてとられたものであり、ここでも一例として図7に示している。原理的には天秤の感量の範囲内



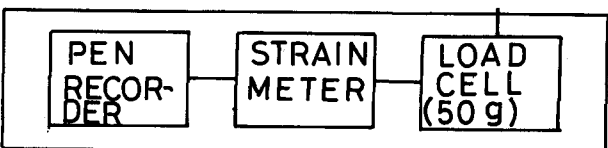
〈図1〉天秤式差圧計の検定方法



〈図2〉天秤式差圧計の薄層流平均流速分布測定への応用



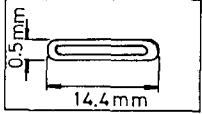
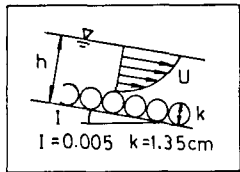
〈図3〉自動制御型天秤式差圧計回路図



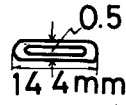
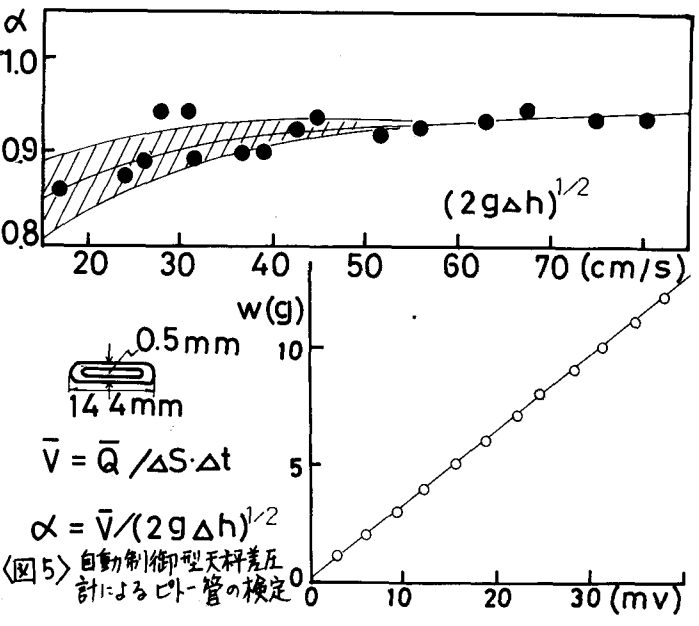
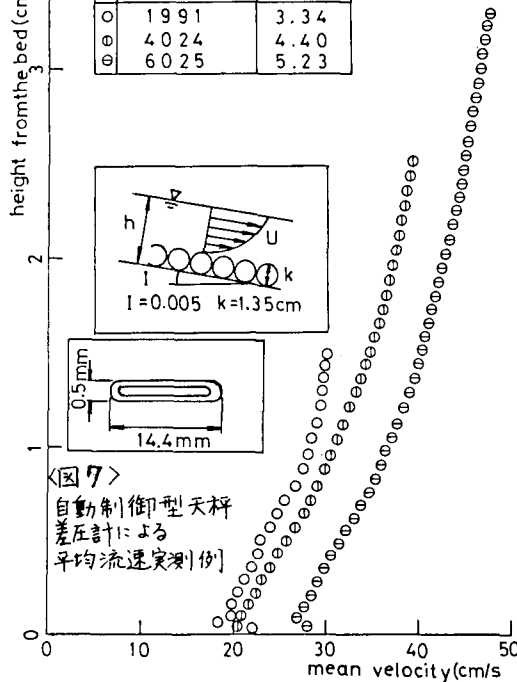
〈図4〉荷重計による測定方法

において任意の微小差圧の測定が可能であるが実際にはピトー管と一体で使用するため、ピトー管の仕上げの不備、接続ビニルチューブの特性の不明、零点バランスの際の誤差、水の汚れ、管壁の汚れによる表面張力の影響などが測定精度悪化の原因となる。ここでは表面張力の影響について誤差の評価を行ってみる。ピトー静圧管と実測で使用する場合に、図1に示すように検定の段階と踏まなければならない。この有限個の検定値から検定曲線と推測しこれを実測において使用する。このため図8に概観図と示すように表面張力による微小な重量変化分だけの誤差が入っているとみなされる。即ちピトー管係数 $\alpha$ には  $\Delta\alpha = \frac{\alpha_0 \times (S/D)/\Delta h}{\alpha_0} ; \alpha_0 = \bar{V}/(2g\Delta h)^{1/2}$  の誤差が入っていると考えられる。接触角 $\theta=0^\circ$ として水面形を計算し、使用した天秤についてこれをあてはめると  $\Delta\alpha = 3.53 \times \alpha_0 / (2g\Delta h)$ 、図5のピトー管検定曲線にこの当てはめを行った。表面張力の影響を考慮して流速測定において $\pi\%$ の精度と期待すれば  $D \times \Delta h > 100 \times S / \pi$  が導かれる。管径を大きくすれば、流速領域での精度向上は期待できるが一点の測定で2え長時間要することになる。現在使用中の天秤差圧計は平均流速20 cm/sと7~8%の精度で測定できるといえる。

| $Q$ (cm <sup>3</sup> /s) | $h$ (cm) |
|--------------------------|----------|
| 1991                     | 3.34     |
| 4024                     | 4.40     |
| 6025                     | 5.23     |

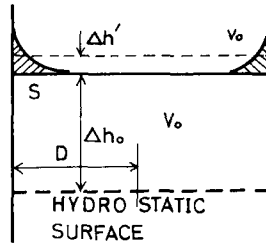
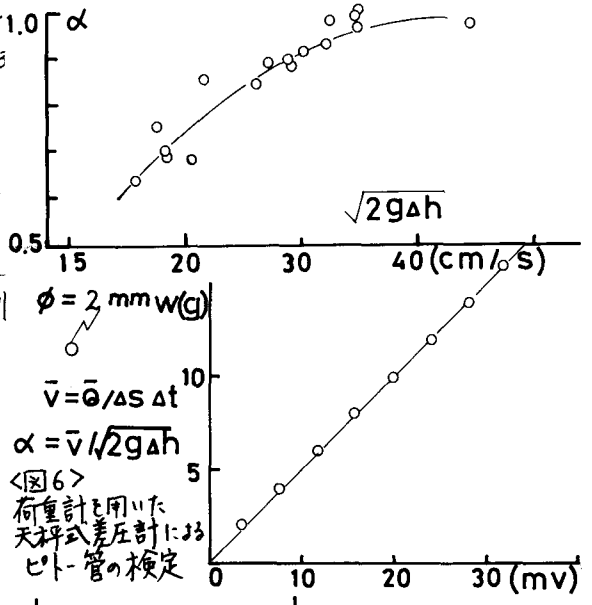


〈図7〉  
自動制御型天秤  
差圧計による  
平均流速実測例



$\alpha = \bar{V} / (2g\Delta h)^{1/2}$

〈図5〉自動制御型天秤差圧計によるピトー管の検定



$D = 3.80 \text{ cm}$   
sensitivity 100mg  
capacity 200g

〈図8〉表面張力によるピトー管係数 $\alpha$ の誤差

参考文献  
深田・青藤、天秤式差圧計の平均流速測定への応用  
山口大学工学部研究報告  
1981.

