各種フリユームによる流量測定について

京都大学工学部　岩　佐　義　朗
○京都大学大学院　門　屋　　毅

フリユームによる流量測定法は，幾何学的形状が変化する開水路内における漸変流の遷移特性を応用したものである。とくに，常流より支配断面を通過して射流になる遷移現象をフリユーム内で惹起させると，遷移過程が射流より跳水現象を経て常流になるものよりもその位置は比較的変わらないので，水深測定したがつて流量測定もまた簡単に行われる。このようなcritical flow meter として分類されるフリユームは，水流が常流より射流へと遷移し，また測定すべき流量の範囲内ではsubmerged されないように設計されている。

このことは，フリユーム内の水流の水面形方程式に鞍形点があらわれ，またその点で，Bélangerの定理およびBÖSSの定理が成立することを意味している。したがつて，流量公式は

$$Q^2 = g\cos\theta_c\, A_c^2 \frac{\left\{\lambda_c + h_c\left(\frac{\partial\lambda}{\partial h}\right)_c\right\}}{\left\{\frac{\alpha_c}{A_c}\left(\frac{\partial A}{\partial h}\right)_c - \frac{1}{2}\left(\frac{\partial\alpha}{\partial h}\right)_c\right\}}$$

$$= -2g\cos\theta_c \frac{\frac{\partial}{\partial h_c}(\lambda_c h_c)}{\frac{\partial}{\partial h_c}\left(\frac{\alpha_c}{A_c^2}\right)} \tag{1}$$

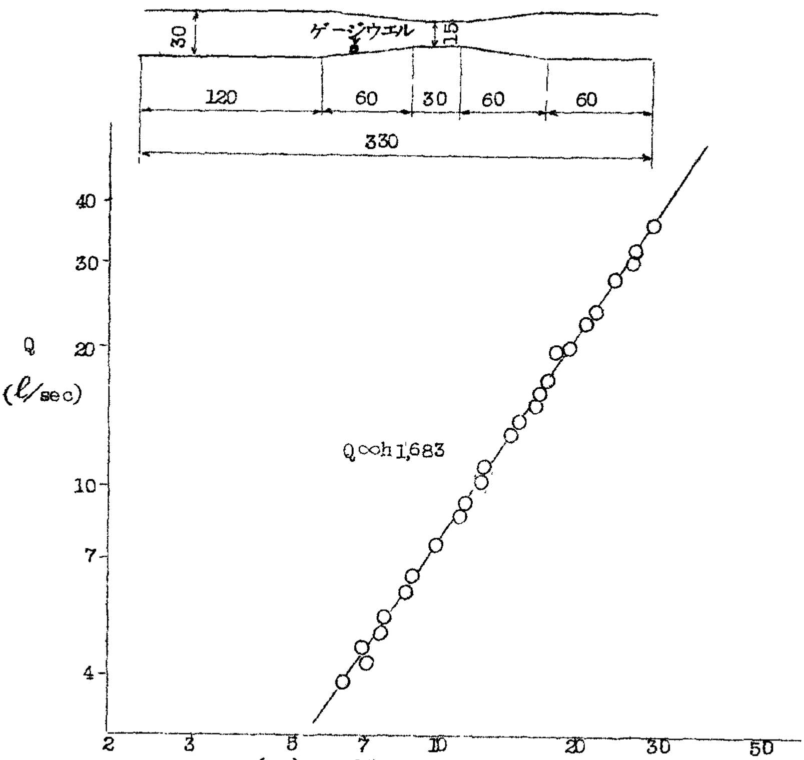
となる。ここに，αはCoriolisのエネルギー補正係数，λはJaeger の圧力分布による補正係数であり，また添字の c は支配断面である鞍形点における値を示している。矩形断面水路の平行流という仮定のもとに(1)式を近似化すると，いわゆる流量が水深の $3/2$ 乗に比例するという流量公式がえられる。

しかしながら，限界状態をあらわす支配断面は流量に応じてその位置を変えるから，流量測定のためには上流における一点で水深測定を行わなければならない。ところが，水流は非線型要素に支配されるから，(1)式で表わされる関係がそのまま用いられるかどうかという疑問があり，また実際にはCalibration を行わなければならなくなる。このようにして，流量係数C が導入されてくるのであるが，こうした事実は，図－1，2，3からもみられよう。

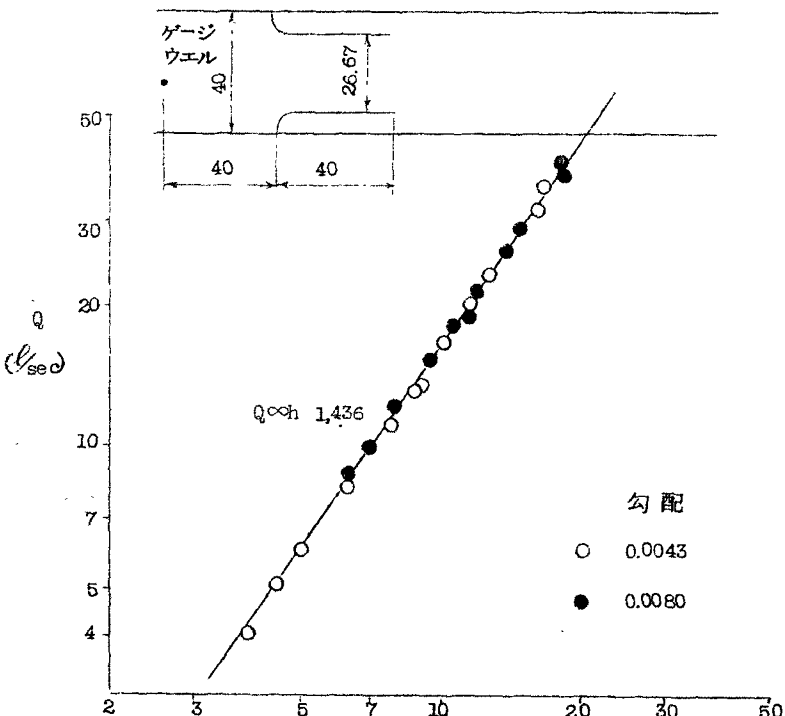
図－1は底勾配が一定で，断面形状のみが変化するフリユームにおける水位－流量関係を示し，また図－2はBalloffetの模型，図－3はParshall のものによる同様な関係を示して

いるが，水位と流量との比例関係はフリュームの幾何学的形状によつても異なることがわかる。

フリューム内の水流の力学的関係が完全に数式によつて表わされると，遷移特性の理論を応用して水面形状を正しく追跡することができる。



図－1



図－2

したがつて，水位－流量関係，すなわち，フリュームによる流量測定法を規定することができる。実際には，多くの規格化されたフリュームはその形状が不連続的に変化するから，支配断面の位置，したがつて，流量係数の理論的予知

がむずかしい。しかしながら，遷移水面形曲線は等流水深に漸近するから，近似的には十分の精度で流量係数を推定することができる。この点から比較すると，Inglis，Crump，De Marchi のフリユームは優れており，また逆に Balloffet のものは巾の変化率が有限でない点があるから，理論的にその特性を明らかにしえない種類のフリユームである。

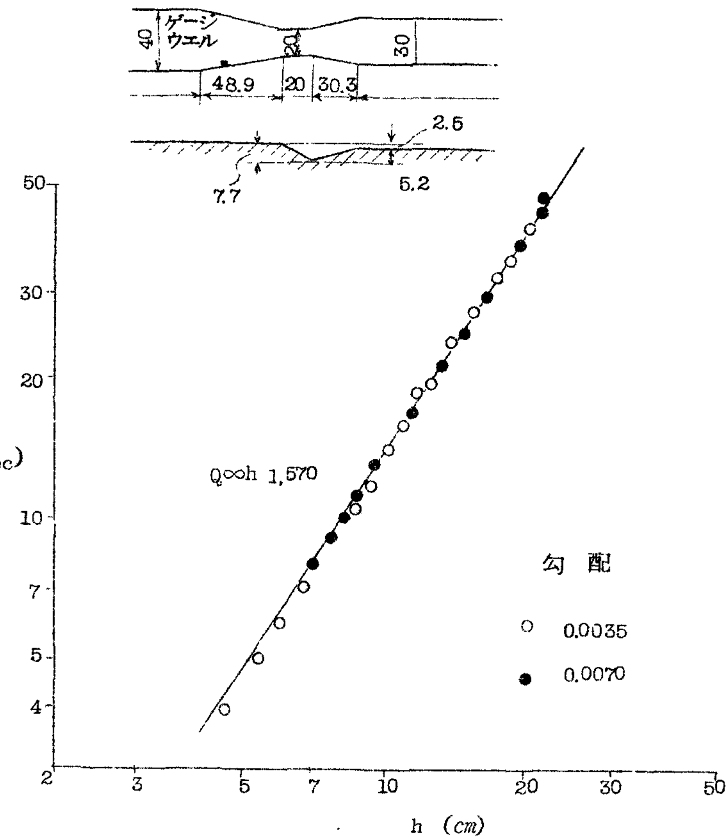


図 － 3

したがつて，製作上許容しうる限度内で，フリユームの幾何学的形状が連続的に変化し，また遷移水面形曲線が急速に等流水深曲線に漸近するようなものを用いれば，フリユームによる流量測定法は極めて簡単，かつ正確に行うことができる。

最后に，本研究を遂行するに当り，絶えず御懇切な指導を賜わつた石原教授に深謝の意を表わすものである。