

Ⅲ-27 玉石P上の水流の流速の変動に関する実験的研究

日本大学

正員 久 宝 保

徳島大学

正員 湯 浅 博 明

1. 概 説

筆者らは第十四回年次学術講演会に於て「玉石上の浅い流れについて」報告し等流で等方性の乱れでしかも十分に乱れている場合には流速分布 $\bar{U}$ 及び縦平均流速 U_w は

$$\frac{\bar{U}}{U_*} = 5.75 \log_{10} \left(1 + \frac{28.57}{k_0} y \right)$$

$$\frac{U_w}{U_*} = 5.75 \left(1 + \frac{k_0}{28.57 y_1} \right) \log_{10} \left(1 + \frac{28.57}{k_0} y_1 \right) - 2.5$$

とすることができることを示したが、ここで更に玉石上の流速の変動を実測し平均流速、混合距離などについてしらべたものである。ここに $\bar{U}$: y の高さの x 方向の時間的的平均速度、 $U_* = (gy_1 J)^{\frac{1}{2}}$, g : 重力加速度, y_1 : 全水深, J : 水面勾配, k_0 : 相当粗度である。

2. 玉石上の水流の乱れを測定するために図-1に示すようにピトー管を用いて水頭変化をストレインゲージをはった円形受圧板の歪に変えこれを電気的に測定した。一般にこの形式の固有振動数は

$$\nu = \sqrt{b^2 f_s^2 - \frac{c^2}{4}}$$

で表わされ、また周辺支持円板と考えた場合の変位 w は

$$w = \frac{2}{c^2} \int_0^x \frac{J_0(\xi_i r)}{[J_0(\xi_i a)]^2} \frac{1}{L} \int_0^x p(\tau) e^{-\frac{c}{2L}(x-\tau)} \sin \nu (x-\tau) d\tau d\tau$$

となり strain gauge の長さを $2l$ とすれば gauge の歪量 Δl は

$$\Delta l = \int_0^l \frac{dw}{dr} h dr = \frac{2}{c^2} \int_0^x \frac{1}{[J_0(\xi_i a)]^2} \int_0^x p(\tau) e^{-\frac{c}{2L}(x-\tau)} \sin \nu (x-\tau) d\tau d\tau \times \left[\frac{dJ_0(\xi_i r)}{dr} \right]_{r=0}^{r=l}$$

であらわされる。ここに

$b^2 = \frac{D}{2ph + 2p'h'}$, $c = \frac{fA}{(2ph + 2p'h')A'}$, A : 受圧板の面積, A' : 導圧管の断面積, p : 受圧板の密度, p' : 水の密度, f : 管内の水の移動による壁面との摩擦による係数, $D = \frac{2Eh^3}{3(1-\sigma^2)}$, $2h$: 受圧板の厚さ, h' : 管内の水の量と受圧板の全面積に換算したときの厚さ, σ : ポアソン比, a : 受圧板の半径, ξ_i : $J_0(\xi_i a) = 0$ を満足する値である。

3. 測定機の特性について

測定機として現象に忠実であるためにはその特性曲線が直線性があり周波数特性がフラ

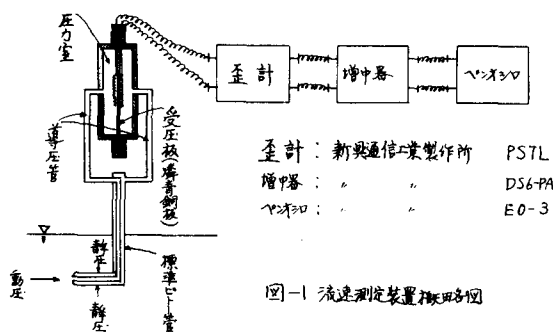


図-1 流速測定装置概略図

ットである必要がある。特に動的な測定に当っては周波数特性が重要な意味をもつ、そこでこれについて検定した結果を図-2、図-3に示してあるがこれらの特性曲線から考えて3~4 cycle 位までは記録できているものと考えている。

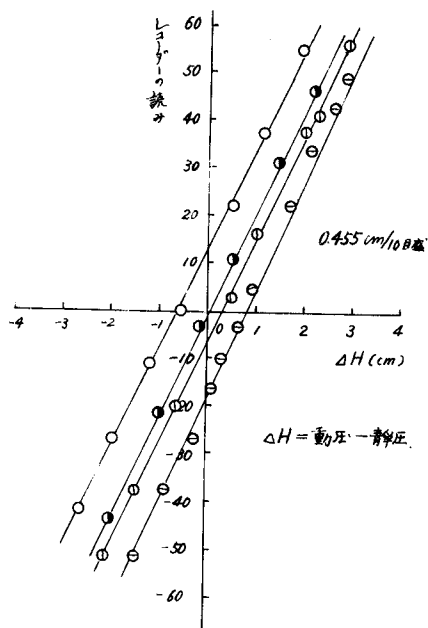


図-2 静的特性曲線

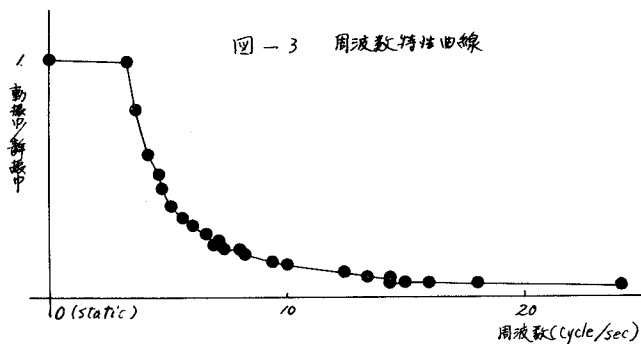


図-3 周波数特性曲線

4. 実験的考察

内幅1 mの水路に平均径127.2, 48, 23 mm, の石と $d_{50} = 8 \sim 10 \text{ mm}$ の砂利層に平にしき並べこれに水流を通じて水位、流量、流速などを測定した。流速は水路のほぼ中央で測定し単位時間(20~25秒)記録せしめてえた。図-4はその一例である。平均流速 $\bar{U}$ および変動流速 U' は記録の瞬時流速 $U(t)$ より

$$\bar{U} = \frac{1}{t} \int_0^t U(t) dt$$

$$U' = \sqrt{\frac{1}{t} \int_0^t \{U(t) - \bar{U}\}^2 dt}$$

としてえている。これらの実験結果より k_0 を求め流速分布と計算し

$$l = \frac{U'}{\frac{d\bar{U}}{dy}}$$

として混合距離 l を求めた。(詳細は講演時に述べる)。

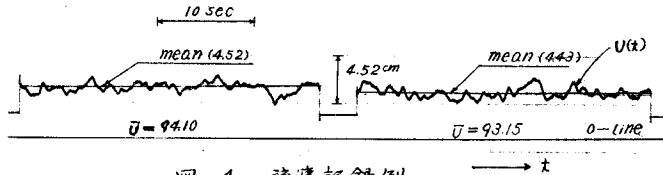


図-4 流速記録例

5. 結論

玉石上の流れでは水面付近での乱れに比べて底付近での乱れが相当大きいことと、底付近での混合距離 l は底質により明かに変る傾向が見られる。