

III-34 開水路に於ける乱れの測定

東大大学院 正員 日野幹雄

1 — 水理學上、乱れが重要な役割を演ずる問題が少くない。土砂浮遊流は古くから研究が行われているが、最近の問題としては、密度流・空気混入流が注目を集めている。

水粒子の変動の細部構造を知るには、① Droplets に依る方法・② 熱線流速計³⁾・③ 電磁誘導起電力による方法³⁾、④ Pitot tube に依り水頭変化を測る方法⁴⁾等がある。②は波の場合以外は適切でなく、③は未だ未解決の点があり、④の hot-wire による方法は、最近著しく実用とれて来ているが、水の純度の高いことが要求されるという重大な欠点故に、我々の問題には必ずしも適当とは云えない。④の total head tube による方法は、この点比較的に安定であり、MIT での研究がある。たゞ transducer として capacitance を利用しているが、湿度の高い我国には不向で、事実市販品にも十分なものがない。又、ダイヤフラムに直接 U-gage を接続した差圧式流速計が京大⁵⁾で製られている。乱れの研究のためには、感度の良さと共に、流速計の固有振動数の高いことが要求される。著者は、この点を考慮した Turbulence meter を試作も、その実験を行った。

2 — 構造は Fig. 1 の如くで、高い固有振動数を保持しつつ、受圧板に伝わる力が有効に U-gage に伝達される様、Rigid な受圧板と孔の間に膜を張る型式とした。試作したものの固有振動数は 200 位であるが、500 程度のもので作りぬよう。(Total head tube type の turbulence meter は、その構造上あまり高い固有振動数のものは不可能であるが、水の乱れの測定には十分と思われる。)

一般に、Total head tube type の固有振動数は、次式で与えられる。

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{\rho K} \left(A_0 \left\{ \int_{x_0}^x \frac{A_0}{A} dx + \frac{m A_0}{\rho A_1^2} \right\} \right)}$$

但し、 m は水以外の振動要素—膜・受圧板及び U-gage 利用の場合は resistance wire を支える浮島等の一質量であり、 K はバネ係数に相当し、 Δp の水圧変化によって tube に出入する水の容積を ΔV とするとき $K = \Delta V / \Delta p$ である。膜を周辺固定と仮定すれば、

$$K_f = \frac{8\pi R Z^5}{15 E t^3} + \frac{A_1 (\pi R Z + A_1)}{\left(1 + \frac{2\pi R Z}{\alpha e} \left(\frac{Z}{t}\right)^3\right)} \frac{l}{e \alpha} - \frac{\left[1 - \frac{e \alpha Z}{2 E A_1} \left(\frac{Z}{t}\right)^3\right] A_1 Z^4}{\left[1 + \frac{e \alpha}{2 \pi R Z} \left(\frac{Z}{t}\right)^3\right] 2 E t^3}$$

である。但し、 E ：膜の Young 率； t ：膜の厚さ、 Z ：膜の巾、 e ：U-gage の抵抗線の Young 率、 α ：抵抗線の断面積、 l ：抵抗線の長さ。更に、受圧板にかかる力のうち、U-gage に伝わる力の割合は次の様になる。

$$\delta = \frac{\left(\frac{1}{\pi R} + \frac{Z}{A_1}\right)}{\left[1 + \frac{e \alpha}{2 \pi R Z} \left(\frac{Z}{t}\right)^3\right]} \left(\frac{Z}{t}\right)^3 \frac{e \alpha}{2 E l}$$

測定は u -component についてのみ行ったが、2つの Pitot tube を主流方向に小さな角度傾けて取り付け、各々の水頭変化を夫々 W -Bridge の抵抗要素の一つとして組合せて増巾すれば、 v -component も測定することが出来るよう。

3-南水路に於ける測定結果の一例を、MIT に於ける測定及び Simmons と Salter⁶⁾ や Dryden⁷⁾ の風洞内の等方向の乱れの測定と比較して図示する。Fig.4 の Motzfeld の測定⁸⁾ は機械的共振フィルターによって直接測られた風洞壁面近くのスペクトル曲線である。図に表れる諸量は次の様に定義される。

$$R(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T \frac{u(t)u(t+\tau)}{\bar{u}^2} dt$$

$$W(f) = \frac{U}{L_x} \int_0^\infty R(\tau) \cos 2\pi f \tau d\tau$$

$$L_x = U \int_0^\infty R(\tau) d\tau$$

最後に、実験及びデータ整理に協力された東大工学部学生 須賀克三君(現に三井金属)に感謝する次第である。

- 1) Stevens, Borden & Strausser: D. Taylor Model Basin Report. (1956)
- 2) 田吉 他: 造船協会誌 98号 (1956)
- 3) Grossman, Li & Einstein: Proc ASCE HY5 (1957)
- 4) Ippen & Raichlen: Proc ASCE HY5 (1957)
- 5) 岩佐・榎木: 第3回 水理研究会講演会前刷.
- 6) Simmons & Salter: Proc. Roy. Soc. London. (1938)
- 7) Dryden: Proc. V. Int. App. Mech. (1938)
- 8) Motzfeld: ZAMM (1938)



Fig. 2 OSCILLOGRAPH RECORD

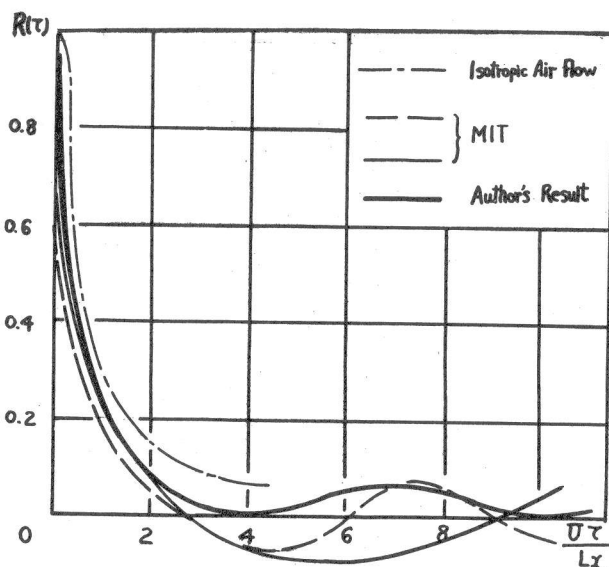


Fig. 3 AUTO-CORRELATION COEFFICIENT

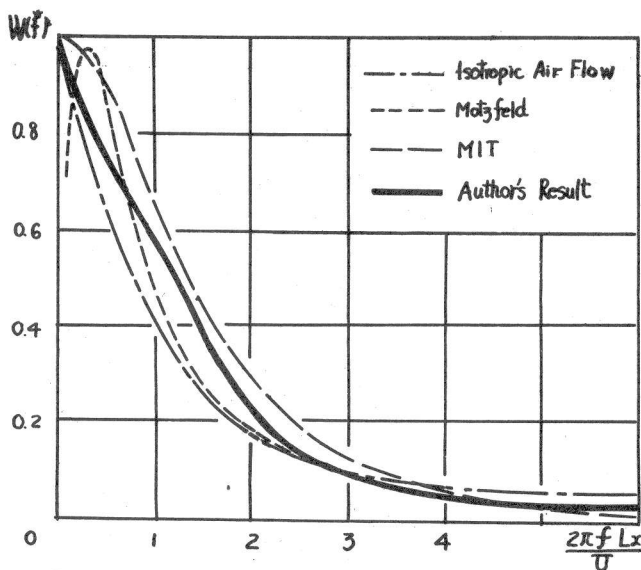


Fig. 4 SPECTRUM OF TURBULENCE