

北工 正 眞 岸 力
 “ “ 森 明 巨
 “ 学生員 ○佐々木 哲 郎

自然河川における乱れの測定より得られた結果及び乱流強度に関する一つの定性的なモデルについて述べる。

1 自然河川における測定結果

図-1に北海道における12河川の測定より得られたマクロスケール L_x を示す。図より L_x が水深程度の大きさをもつことがわかる。平均的な値を取ると、図中に実線で示される通り

$$L_x = 1.5 H \quad (1)$$

である。図-2に、乱れの相対強度 u'/U が、両対数紙に横軸に相対水深 y/H を取って示されている。図中に示された実線は式(2)で与えられる。

$$u'/U = A \sqrt{y/H} \quad (2)$$

実験値は(2)式で比較的良く近似されている。図-3は、実験水路においてホットフィルム流速計によって得られた⁽¹⁾同様の関係を示したものである。図中○印は清水で、●印は浮遊物を含む流れである。図によると y/H が 0.1~0.2 より大きい所で、実験値は(2)式で比較的良く近似されている。流速分布を(3)式で与えると(2)式は、(4)式の形に変形される。

$$U/U_x = A + \frac{1}{2} \ln y/k_0 \quad (3)$$

$$u' = [\sqrt{2\tau_0} \cdot \sqrt{F_2}] \cdot \left[\left(\frac{1}{2} \ln y/k_0 + A \right) \sqrt{F_2} \right] \quad (4)$$

$$\text{そこで、} F_1 = \sqrt{2\tau_0} \cdot \sqrt{F_2} \quad (5)$$

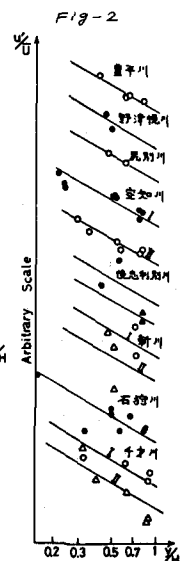
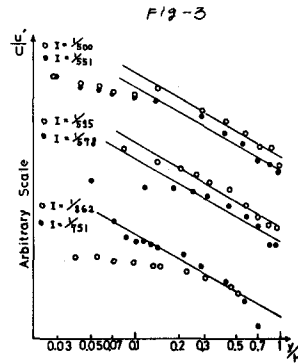
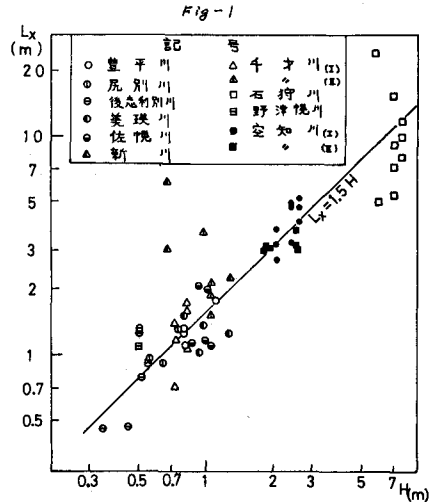
$$F_2 = \left(\frac{1}{2} \ln y/k_0 + A \right) \sqrt{F_2}$$

とおくと、 F_1 は河川の幾何学的形状のみにより決定され、 F_2 は y/k_0 、 y/H の関数で、乱流強度の y による減衰率を表わす。 A は、河川の幾何学的形状によって決まるが、河床材料に関する正確な資料がないため、 $\sqrt{2\tau_0}$ と I の関係のみを図-4に示しておいた。

2 乱流構造を説明する一つの定性的なモデル

最近、乱流境界層における $Bunst$ に関する研究が進められている。^{(2),(3)} $Bunst$ について明らかにされた事実をいくつか述べると次の様なものである。

- i 乱流強度が大きい⁽²⁾
- ii 乱流生成が大きい⁽²⁾
- iii $Bunst$ が発生している時に比べ、高い周波数帯で乱流エネルギーを持つ⁽²⁾
- iv $Bunst$ の発生回数 f_B は U_∞/δ に比例する。⁽³⁾ (δ : displacement thickness, U_∞ : free stream velocity)

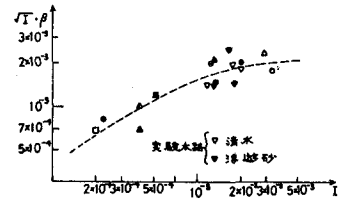


v f_B は γ に依存しない。

この様な Burst は 雨水路流れにおいても発生していると考えられ、 u の分布を説明する定性的なモデルとして次の枠組みものを考えた。

(5) 式における F_1 は f_B 及び Burst の強さによって決定される。 F_2 は Burst の上昇による乱流エネルギーの生成、減衰、Burst が発生していない時間帯での乱流エネルギーの消散を表わす。

Fig-4



3 実験記録による検討

今回、著者等は、雨水路流れにおける流速変動においても、前節に述べた i~iii の性質をもつ部分が存在するのを確認した。図-5 にホットフィルム流速計より得られた u の short time spectrum $\hat{S}(f)$ 、乱流強度 $\hat{u}'$ 、レイノルズ

Fig-5

ストレス $-\overline{uv}$ の変動が示されている。これらの値の平均に 1 を求められた。

short time spectrum

の切り取り巾は 0.32 sec で、ずらし間隔は 0.1 sec である。 $\hat{u}'$ 等も同じ切り取り巾で hanning の window がかけられている。

図中に B と示されているものは次の様なものである。ある周波数 f に関する $\hat{S}(f)$ の平均値を $S(f)$ とおくと、 $25 \text{ Herz} \leq f \leq 50 \text{ Herz}$ ($f = 2/0.32$ $\approx 8.9 \sim 16$) で $\hat{S}(f)/S(f) \geq 2$ とする個数の変化を示したものである。これらの計算では、iii の性質をより強調するために u の 2 周差分を取り低周波部分を取り除いた。

図によると、i~iii の性質を満足する部分が間欠的に存在するのが見られ Burst と考えられる。

図-6 は、自然河川において得られたものの一例である。切り取り巾は 2.13 sec で、ずらし間隔は 6.7 sec である。流速の γ -成分は測定されていないため、ii の性質は確かめられぬが、Burst と思われるものが存在するのがわかる。

本報告では、前節に述べたモデルに対する細かい検討は行われていないが、今後研究を進める予定である。

参考文献 1) 中山隆 ; 北工学部昭和 47 年度卒業論文

2) H.T. Kim, et al. ; J. Fluid. Mech (1971), vol 50, part 1 PP 130~160

3) K. Narahari Rao, et al. J. Fluid. Mech (1971), vol 48, part 2 PP 329~352

Fig-6

