

II-111 河川における乱子の広がりについて

信州工学部, 正, 余越 正一郎

1. フロペラ式流速計などの測器を用いて主流成分の変動速度を測定すると, 測器の慣性と測器の寸法による時間的・空間的平均化が行なわれて, 変動速度スペクトルの高周波端が切断される。慣性によるスペクトルへの影響は, 測器の時定数を T とすれば $1/[1+(2\pi nT)^2]$, (n : 周波数), 測器の寸法によるものは, 測器の主流方向の長さ l , 平均流速を U とすれば, $\sin^2(\pi n l/U)/(\pi n l/U)^2$ のようなもので表わめされて, いずれも測器の特性に平均流速だけからきまってくる。

しかし, 測器の中(フロペラの直径, 熱線の長さなど)により主流成分速度変動が受ける平均化の影響は乱流場の構造に関する知識がなくては理解できない。乱子の長さ l と巾の関係がわかれば, 測器と同じ巾の乱子の通過周波数がわかるので, その周波数以上の変動は, かりに慣性の小さい測器で検出できたとしても無意味なものと考えることができる。乱れの測定は, 乱れの構造を知るために行なうものではあるが, 上に述べたことや観測時間の問題からみれば, ある程度乱れの場の構造がわかっていないと正しい測定ができない。

本報告は, 奥河川と大型南水路において実測されたデータにもとづいて, 乱子の長さ l と巾の関係について調うべたものである。

2. 主流方向を x , 横断方向を y , 鉛直方向を z とする。同一高度で y 方向に η だけ離れた2点 P, Q における x 方向の速度を U_P, U_Q とすると, U_P と U_Q のスペクトルの相関係数は,

$$R(n, \eta) = \frac{|S_{PQ}(n, \eta)|}{[S_P(n) S_Q(n)]^{1/2}},$$

で与えられる。 $S_P(n), S_Q(n)$ は U_P, U_Q のパワースペクトル, $S_{PQ}(n, \eta)$ はクロススペクトルである。これより通過周波数 n に相当する長さ $L_x(n) = U/n$ の乱子の y 方向のスケールを

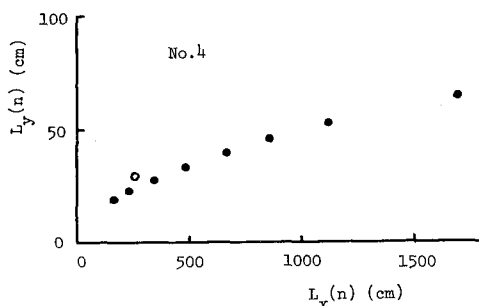
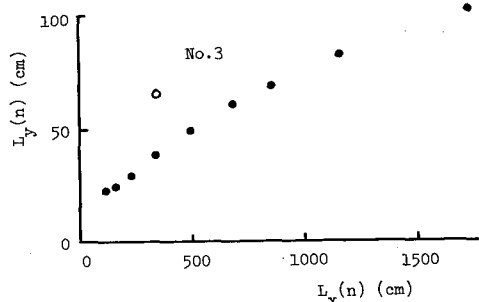
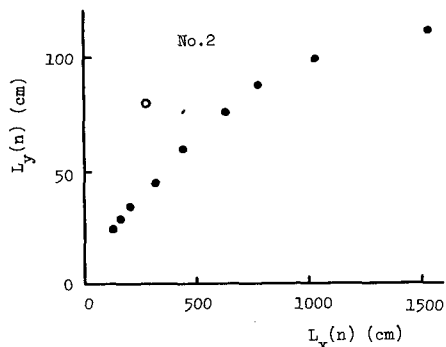
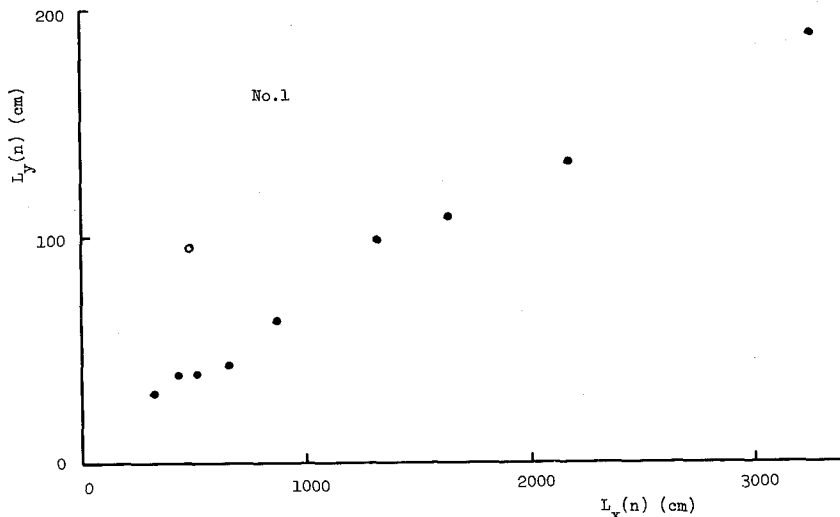
$$L_y(n) = \int_0^\infty R(n, \eta) d\eta$$

で定義する。 U は U_P, U_Q の平均値である。

3. 計算に用いたデータはいずれも直径 13 cm のフロペラ式流速計 ($T \approx 0.5$ sec) を用いて, 流れの中央部で測定されたもので, 測定条件を下の表に示す。 No.1 は奥河川, No.2~No.4 はコンクリー

	B(m)	H(m)	z(m)	U(m/s)	z/H	η (m)	T_* (sec)	$*T$ (sec)
No.1	100	2.7	2.4	1.30	0.89	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 7.0, 10.0	360	0.48
No.2	18	1.58	1.4	1.23	0.89	0.3, 0.8, 1.6	312	0.3
No.3	"	0.92	0.8	1.38	0.87	"	"	"
No.4	"	"	0.46	1.35	0.50	"	"	"

B = 水路巾, H = 水深,
z = 測点高度, U = 測
点平均流速, η = 測器
間隔, T_* : 観測時間,
 $*T$ = 読取り間隔。



ト製矩形断面用水路におけるものであり、鉛直な流場のレイノルズ数はいずれも 10^6 以上ある。
 なお、No.2~No.4は今本・上野の観測⁽⁴⁾によるものである。

計算の都合上、

$$R(n, \eta) = \exp\left(-\frac{\eta}{L_y(n)}\right)$$

と仮定した。計算結果を上図に示した。図

には参考のために、 $L_x = U \int_0^\infty R(t) dt$, $L_y = \int_0^\infty R(\eta) d\eta$ の平均が白丸で示してある。 $R(t)$ は $u_p u_p$ などの自己相関係数である。図から $L_y(n) \sim \sqrt{L_x(n)}$ の関係がうかがえる。スケールの大きいところでは、 $L_x(n)$ は $L_y(n)$ の10数倍程度になっている。 $L_y(n) \approx 20$ cmの平均通過周波数は1Hz程度であり、これは直径20cm程度の普通の回転式流速計の応答周波数より低い。したがって、このような測器による測定は、意味のある最高周波数は、測器の応答特性より、測器の寸法から決まるようである。(1) 今本・上野：京大防災研年報13B (B845.3)