

中央大学理工学部 正員 林 泰 造

中央大学理工学部 学生員 〇山 田 正

1. 研究概要

従来より、不規則変動現象のスペクトル解析には、Tukeyの方法が用いられて来た。当研究は、開水路の乱流解析にTukeyの方法を使用した場合の問題点と検討し、同一のデータから得られる自己相関関数のFourier変換に、do-nothing WINDOW, HanningのWINDOW, HammingのWINDOW, 赤池のWzの4種類のWINDOWをかけ、得られるスペクトルに関して若干の考察を行ったものである。

2. 実験装置及び実験方法

(a) 水路 長さ30m, 中1m, 壁面高さ0.8mの箱型水路であり、底面には、2×2×10(cm)の入工粗度を10cm間隔に敷き並べたものである。

(b) 各種水理量 右表に示す。

(c) 実験方法

乱れの測定には、HOT-FILM流速計を用い、直結された増磁スジ

水理量	水深 (cm)	径深 (cm)	勾配	動粘性係数 (cm ² /sec)	水温 (°C)	摩擦速度 (cm/sec)	レイルス数
	10.36	8.58	4.00 × 10 ⁻⁴	1.414 × 10 ⁻²	7.5	18.3	4.6 × 10 ⁴

ロググラフからの10秒間の出力を、0.01秒間隔でSamplingし、データ数は1000個とす。与え測定位置とし、今回の報告では底面より3cm上の粗度と粗度の中間点と採用している。

3. 自己相関関数とスペクトル密度関数

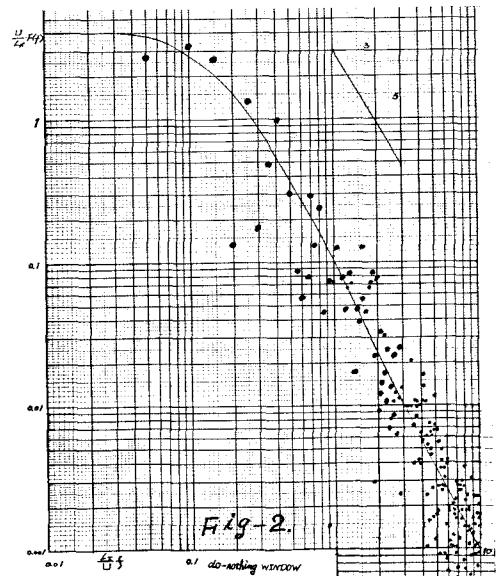
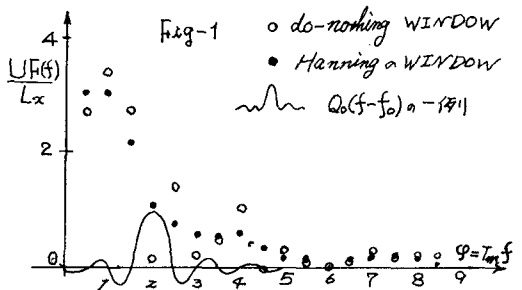
自己相関関数は式(1)により計算を行なう。

$$C(k\Delta t) = \frac{1}{N-k} \sum_{s=1}^{N-k} u(s+k)u(s) \quad \text{---(1)}$$

なお最大LAG TIMEは、 $\Delta t = 0.01 \text{ sec.}$
2.0秒とす。
 $k = 0, 1, \dots, m, m=200$
 $N=1000$
 $u(s)$; 変動流速成分

スペクトル密度関数 $F(f)$ は、式(1)より得られる $C(\tau)$ を数値的Fourier変換して得られる。しかし本来スペクトルは無限に長い最大LAG TIMEをもつ $C(\tau)$ のFourier積分として定義されている。よって有限の最大LAG TIME T_m で打ち切られ自己相関関数のFourier変換によるスペクトルは式(2)で示されるウィンドウ—do-nothing WINDOW $Q_0(f)$ が掛けられる。 $Q_0(f) = 2T_m \left(\frac{\sin 2\pi f T_m}{2\pi f T_m} \right)$ (2)
この $Q_0(f)$ のかわりに

スペクトルは、Fig-2に示してある。Fig-2で、実線は自己相関関数 $C(\tau)$ と $\exp(-\tau/T_e)$ と近似し、これとFourier変換し、Reference Curveがあり、式(3)



と表される。
$$\frac{U F(f)}{L_x} = \frac{4}{1 + 4\pi^2 \left(\frac{L_x f}{U}\right)^2} \quad \dots (3)$$

U ; Mean vel. (18.67 cm/sec)

L_x ; Turbulent Macroscale.

(3.68 cm)

Fig-2よりわかる様に, do-nothing WINDOWの掛けたスペクトルでは, 得られるスペクトルの値は Reference curveの上下に激しく変動している。次にWINDOWとして, HanningのWINDOWをかけたものをFig-3に, 赤池のWzをかけたものをFig-4に掲載している。又Fig-5にはそれらを, 両軸を変えて, プロットしたものである。Fig-4では, 低周波側のスペクトルの各値は, その変動が顕著に表れている。反面, 高周波側では, 値自身が小さいためWINDOWの相異なるスペクトルの差は明確には表れない。これは本来大きな値を持つ低周波側で, Fig-1に示す如く, WINDOWの肩の側波帯の由り, Fourier変換された値が入ったことによる大きな変動が生じていると考えられる。なお本報告中のスペクトルの自由度は約10となつてゐるが, 本来は, もう少し大きい自由度を持ったスペクトルに関して議論をすべきであらうと思われる。最後に今回提示した一次元スペクトルは, 慣性小領域の存在を示す $-5/3$ 乗則を明確に示しているが, 一ア架則は, はっきりとは認められなかった。

4. 結語

同一のデータにHanningのWINDOWをかけた場合と, 特別なウィンドウとかけない場合(do-nothing WINDOW)とを比較し, 後者では莫が小さくばらつくが, 前者では, ばらつきが非常に小さくなる事を確認した。そして後者の場合において, そのばらつきが大きくなる原因について, 若干の考察を行った。ここに行つたデータ処理の問題点の考察は今後乱れの計測のデータ処理上に生かすべくにいと考へてゐる。

5. 参考文献

Blackman and Tukey,

The Measurement of Power Spectra
from the Point of View of Communication Engineering

(Dover Publication), 1958

