

連続スペクトルの発生機構

種子田, 定俊
九州大学応用力学研究所 : 教授

<https://doi.org/10.15017/4743710>

出版情報 : 應用力學研究所所報. 59, pp.79-81, 1983-09. 九州大学応用力学研究所
バージョン :
権利関係 :



寄 書

連続スペクトルの発生機構

種子田 定 俊*

概 要

接近した周波数をもつ少数の矩形波電気信号を簡単な非線型回路の入力側に加えれば、その出力側には乱流のスペクトルに良く似た連続スペクトルをもつ信号が現われる。

Key words: Square-wave signals, Non-linear circuit, Power spectrum

図 1 は実験に使用した非線型電気回路を示す。入力信号はダイオードの作用で整流（検波）されたのち、出力側に現われる。出力信号の波形及びフーリエパワースペクトラムは FFT 方式のアナライザ（小野測器製 CF-500 デュアルチャンネル FFT アナライザ）により求められた。

図 2 は $f_1=860\text{ Hz}$ と $f_2=920\text{ Hz}$ の 2 つの振幅の等しい矩形波を入力側に加えたときの出力波形とそのパワースペクトラムを示す。また、図 3 は $f_1=860\text{ Hz}$, $f_2=930\text{ Hz}$, $f_3=1,000\text{ Hz}$ の 3 つの等振幅の矩形波を入力側に加えたときの出力波形とそのパワースペクトラムを示す。これらの図から、簡単な非線型回路を用いることにより、僅か 2 個又は 3 個の矩形波から連続スペクトルをもつ波形を作り出すことができることがわかる。

次に、図 4, 5 は風洞気流中におかれた平板に沿う乱流境界層の速度変動のシグナルとそのパワースペクトラムを示す。非常に興味深いことは、図 2, 3 のスペクトラムと図 4, 5 の乱流スペクトラムが良く似ていることである。

よく知られているように、1 つの正弦波のパワースペクトラムは 1 本の線であるが、1 つの矩形波の

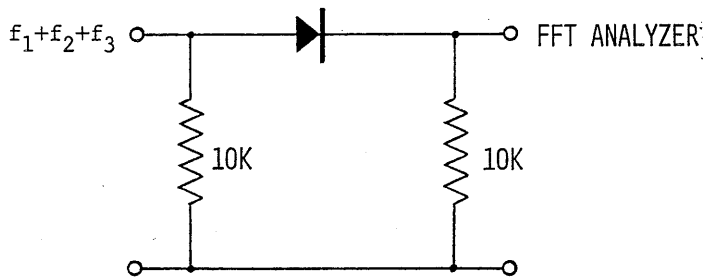


図 1 実験に使用された電気回路

* 九州大学教授応用力学研究所

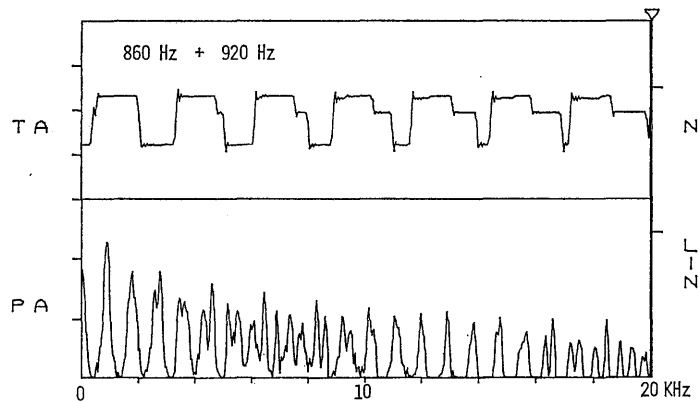


図 2 入力側に 2 つの矩形波 ($f_1=860$ Hz, $f_2=920$ Hz) を加えたときの出力波形 (TA) とそのパワースペクトラム (PA)

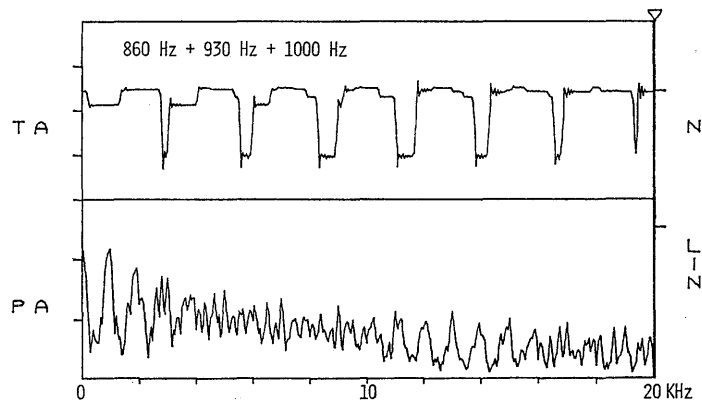


図 3 入力側に 3 つの矩形波 ($f_1=860$ Hz, $f_2=930$ Hz, $f_3=1,000$ Hz) を加えたときの出力波形 (TA) とそのパワースペクトラム (PA)

パワースペクトラムは多数の線から成る。増幅器を用いて 1 つの正弦波を増幅する場合、もし入力波の振幅が増幅器の許容範囲を越えて過大であれば、出力波形は矩形波に近づく。次に、2 つ以上の矩形波を整流回路 (片側飽和回路) に加えれば、その出力波は非常に広い周波数範囲をもつ連続スペクトラムを示す。

本実験により、接近した周波数をもつ少数個の正弦波は、飽和、混合、片飽和の簡単な過程を経て連続スペクトラムをもつ波へ変化することが明らかになった。このことは、乱流が少数個の不安定波の飽和現象から生成されることを示唆しているように思われる。なお、ここで注意しなければならないのは、飽和の特性が明らかでない限り、連続スペクトラムから逆にその原因である少数の正弦波を特定することは不可能であるということである。

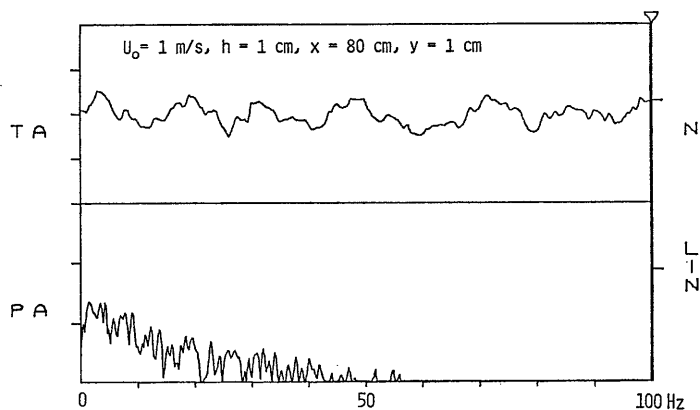


図 4 平板に沿う乱流境界層の速度変動の波形 (TA) とそのパワースペクトラム (PA)
 風速 $U_0 = 1 \text{ m/s}$, 乱流促進用フェンスの高さ $h = 1 \text{ cm}$, フェンスからの距離 $x = 80 \text{ cm}$, 平板表面からの高さ $y = 1 \text{ cm}$

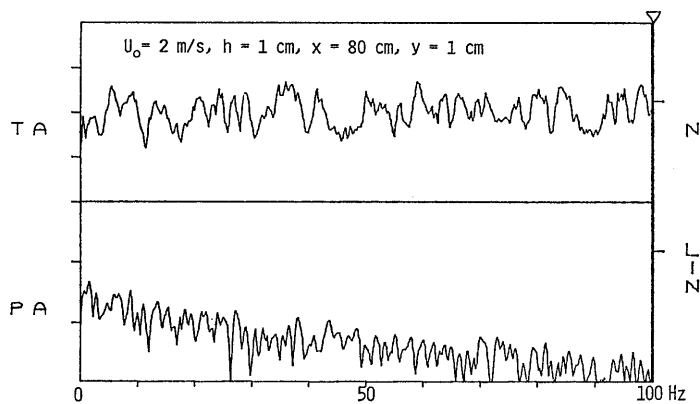


図 5 平板に沿う乱流境界層の速度変動の波形 (TA) とそのパワースペクトラム (PA)
 $U_0 = 2 \text{ m/s}, h = 1 \text{ cm}, x = 80 \text{ cm}, y = 1 \text{ cm}$

謝 辞

原稿の作製を手伝って下さった石村京子さんに感謝する。本研究は文部省科学研究費補助金により行われた研究の一部である。

(昭和 58 年 5 月 20 日 受理)