

神戸大学大学院 学生員 津國 正一
 神戸大学工学部 正員 寛 源亮
 神戸大学大学院 学生員 石垣 恵三

1. まえがき: Schubauer と Skramstad(1943) は乱れ強度を0.0002にまで減少させた風洞を作り、初めてTollmien-Schlichting waves の観察に成功した。本研究においては、完全に発達する前の乱流中 ($Re = Uh/\nu \approx 8500$ h: 水深) にも規則的な波が存在するのではないかと考え、その波の抽出をボックスカーインテグレーター⁹⁾を用いたConditional samplingで行った。

2. 実験方法: 実験には長さ126cm, 幅10cmの開水路部を持った循環型水路を用い、開水路部には上流端より8mmの等間隔で直径3mmの塩ビ棒を流れと垂直方向に粗度として配列し、流速の測定にはホットフィルム流速計を用いた。

3. 測定方法と測定結果: ボックスカーインテグレーターはサンプリングと平均操作によって雑音に埋もれた繰返し性信号の検出を行なう計測機器であり、繰返し性信号の波形を求めるにはこれと同一周波数の参照信号を必要とする。このためホットフィルム流速計で測定した入力信号を一部分岐し、狭帯域Filter(B.P.F)に通したものをを用いてサンプリングする。また分解能は測定時間が長くなれば高められるため、入力信号として50分間のデータを使用した。ボックスカーインテグレーターで測定された波形はX-Yプロッターに出力され、以後この波形を平均波形と呼ぶことにする。

平均波形の測定結果について、ボックスカーインテグレーターで測定する場合のサンプリング条件の違いによる影響と測定地点・平均流速といった水理学的条件の違いによる影響に分けて考える。

3-1. サンプリング条件: 平均波形に影響を与える因子としては、sampling levelとB.P.Fの周波数の2つで、以下に示す平均波形は $U = 18\text{cm/sec}$, $L = 71\text{cm}$, $H = 0.6\text{cm}$ のデータより求めたものである。

・sampling level: sampling levelは入力信号中のsampling levelよりも小さな波をサンプリングしない働きをする。

入力信号中の全ての波をサンプリングするsampling levelの位置を0とし、sampling levelの位置を0から徐々に高くしていくとサンプリング間隔が長くなりやがて全くサンプリングを行わなくなる。このサンプリングを行わなくなるsampling levelの位置を1とする。図-1 ~ 3は B.P.Fを6.7HZに固定して、sampling levelを0, 0.5, 0.9と変化させて得た平均波形で、図-1ではランダムな波形しか抽出されていないが、sampling levelを高めた図-2では13.8HZの波が抽出され、さらにsampling levelを高めた図-3ではより低周波の波が抽出されているのが分る。この事からsampling levelが高くなるとより低周波の波が抽出されると言える。

・B.P.Fの周波数: 図-4はsampling levelを0.5に固定しB.P.Fの周波数を変化させた時に得られた平均波形で、B.P.Fの周波数が3.4HZ, 6.7HZ, 14HZのものは波形が全く同一ではないが全体的によく似た波形をしており、それぞれのB.P.Fの周波数の4倍、2倍、1倍に相当する13.8HZの波が抽出されている。それ以外の平均波形については、平均波形より求められる波の周波数とB.P.Fの周波数が一致もしくは倍数関係にあるものが

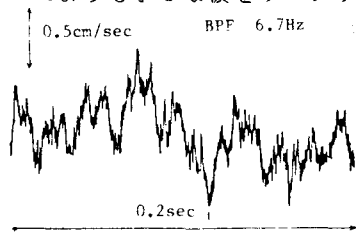


図-1 sampling level 0

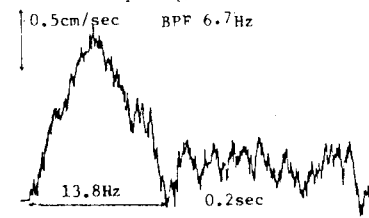


図-2 sampling level 0.5

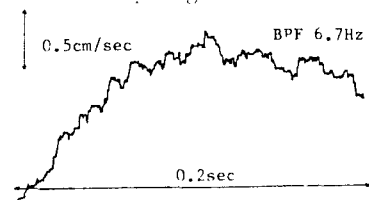


図-3 sampling level 0.9

ないことから、この測点における基本波は13.8Hzの波である。

図-5は9HzのB.P.Fで得られた平均波形に等間隔で出現している峰の部分に、点で示している様に6.7HzのB.P.Fで描出された13.8Hzの波をあてはめた図で、あてはめた波と元の波はよく一致しており、このことはB.P.Fが12Hzの時にも言えることから、高周波のB.P.Fをかけた時にはいくつもの波をサンプリングしていると考えられる。

3-2. 水理学的条件： 水理学的条件が変わった場合、平均波形にどのような影響を及ぼすかを調べるために、測定位置を水路中心線上で上流端より31cm・71cmの位置で、それぞれ水底より高さ0.4cm, 0.6cmの位置にとり、断面平均流速を12, 18, 24cm/secと変化させた。この各断面平均流速に対して $Re = 8580, 8760, 8340$ である。

sampling levelを0.5にし、B.P.Fの周波数を変化させて各測点における平均波形を求め、平均波形より求められる波の周波数がB.P.Fの周波数に一致もしくは倍数関係にあり、図-2に示されているように波形の崩れが少なく、孤立波的形状を示している波を基本波と考えた。

図-6より高さが同じであれば下流側の測点での基本波の方が上流側の測点での基本波に比べて周波数が高くなっているのが分る。また図-7より平均流速が速くなれば、基本波の周波数も大きくなる傾向があることが分る。

図-8の遷移点の周波数とは、FFT法によって算定したスペクトルが慣成領域に遷移する点の周波数である。図より基本波の周波数の方が遷移点の周波数よりも高くなっているのが分る。このことと乱流のバースティング現象はスペクトルが慣成領域に遷移する点の周波数で発生することから²⁾sampling levelを0.5にして得られたこれらの平均波形は、バースティングが起った後の波をとらえていることになるものと思われる。

参考文献 1) 寛・山崎：関西支部年講Ⅱ-39、1978

2) 浅井雅人：壁乱流の発生過程、特定研究乱流現象の解明と制御研究成果報告集、1981.11 中津川

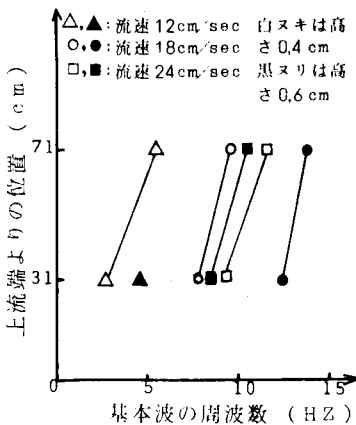


図-6 測点の位置と基本波の周波数の関係

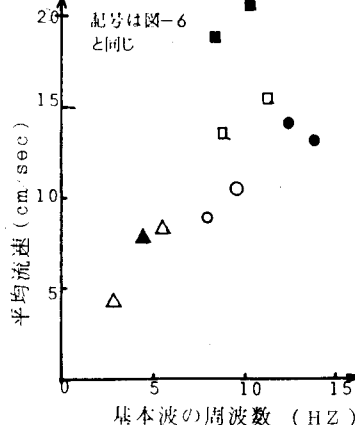


図-7 基本波の周波数と平均流速の関係

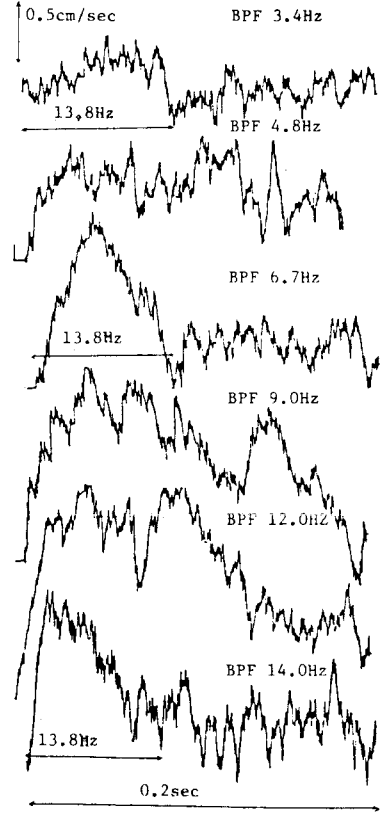


図-4 平均波形の変化
0.5cm/sec BPF 9.0Hz

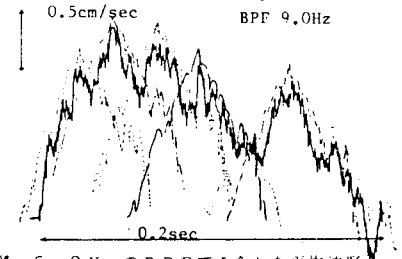


図-5 9 HzのBPFでえられた平均波形

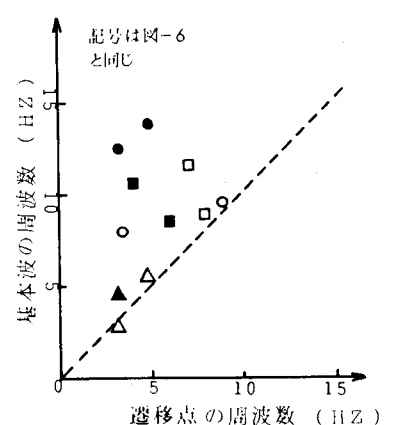


図-8 遷移点の周波数と基本波の周波数の関係