

不規則現象に含まれる周期成分の測定について

神戸大学工学部 正員 篁 源亮
神戸大学大学院 学生員 山崎 平弥

1. まえがき

水工学に限らず、計測において信号と雑音の分離はきわめて重要な問題である。このためによく用いられるのは、平均法、相関法、フィルター法である。フィルター法はWiener以降華麗な理論展開が行なわれ、Kalmanに致つている。またこれは、予測理論と裏表の関係にあることから計測のみならず広く各方面において利用されている。しかしフィルター法は帯域幅と過渡現象時間の関係に見られるような不確実性が存在する。すなわちQの高い狭帯域フィルターではもと信号の波形は再現されなくなる。相関法は信号と雑音が無相関であることを利用したものであり、計測結果の資料整理には広く利用されるけれども、直接on line計測に用いるにはまだ問題がある。平均法は古くから行なわれている手法であり、定常流では暗黙のうちにこの手法を用いたものを結果としているが、非定常流の場合にこの方法により計測した例は以外と少ないように思われる。

ここで述べるのは、平均法による繰返し性非定常成分の計測である。使用した機材は、光計測等によく用いられるボックスカーインテグレーターである。入力信号は、周期は一定でなくてもよいが、繰返し性がなければならず、また繰返す信号の位相を合せて平均操作を行うため、これと同位相の参照信号も必要とする。水理計測ではセンサー、トランスデューサー等により水理量信号を流れから直接入力として得ることが多く、これにはすでに雑音が含まれている。従って平均操作を行う基準となる参照信号が得られない。このため入力信号の一部を狭帯域フィルターを通したものを参照信号とした。このフィルターの帯域中心周波数は入力信号中の周期成分の一致させることは当然である。周期成分はフィルターを通すことにより波形が異なるが、繰返しの位相は一致しているため、これを参照信号として用いることに問題はない。このため入力信号に含まれる周期成分の周期についてはあらかじめこれを予測しておかなくてはならない。もしこの予測があやまっている場合には出力信号は零となる。ここではこの手法を用い、風波に内存する規則波を検出し、浅海域における風波の規則成分の波形の変化を調べてみる。

2. 測定原理と測定方法

ボックスカーインテグレーターは図-1に示すように、入力した参照信号によりゲートパルスが発生し、ゲートが開く。ゲートが開いてから、遅れ時間 t_{d2} の後にサンプリングパルスが発生し、そのパルスの幅だけサンプリングを行なう。こうしてゲートパルス毎に繰返しサンプリングされた信号は、ある一定時間に渡り平均されその実

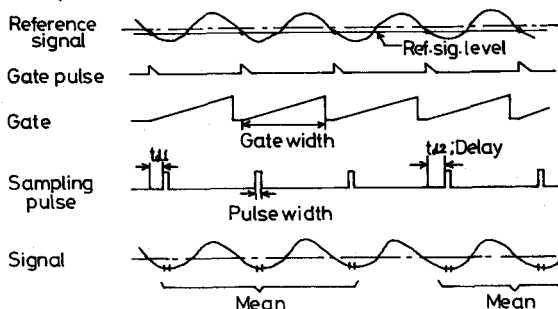


Fig.-1 測定原理

おける波形平均となる。この遅れ時間 t_0 から測定したい範囲以上に、連続的に走査すると出力として周期的な信号波形が再現されるのである。精度的には、測定時間および一実での平均時間が長いほどサンプリング

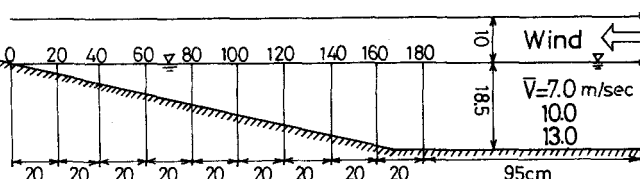


Fig-2 実験風洞水槽

数も多くなり、その実での雑音の平均が0に近づきS/N比が改善される。実験装置は図-2に示すように、一様勾配斜面を有する風洞水槽を用い、風速と汀線からの距離を変えて行った。測定は、風波を圧力センサーにより水圧変動として捉え、歪アンプにより増幅し、さらにその出力をボックスカーインテグレーターの入力信号と、フィルターを通した参照信号とした。その出力をX-Yプロッターに入れ、波形を図示させる。計測は一回10分の測定を4回繰返し、図示した波形を平均してその測定における規則成分波形とした。

3. 測定結果

図-3に風速7.0 m/secの場合の測定結果を示す。

この図から周期 T を読み取り図-4に、また汀線から180cmの波高で無次元化した波高を図-5に示す。周期 T と前面の谷から峯までの時間 t_b を読み取り、 t_b/T の変化を図-6に示す。この図から風波は、前かがみの非対称波形で発生し、漸次対称波形へと発達する。さらに斜面の影響は、波高が大きいほど水深の深い位置から現われ、再び前かがみとなる。また風速が大きいほど波形勾配が大きくなり、波高が大きいほど同一水深では、より非対称波形となる。

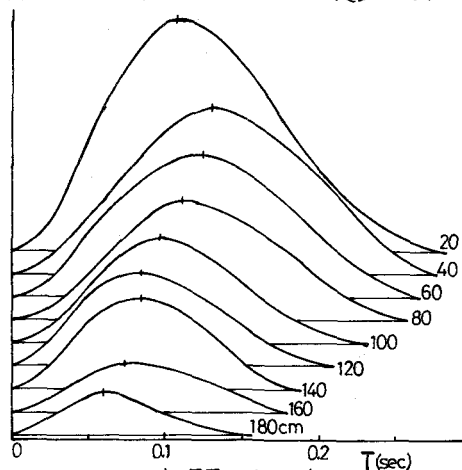


Fig-3 時間波形

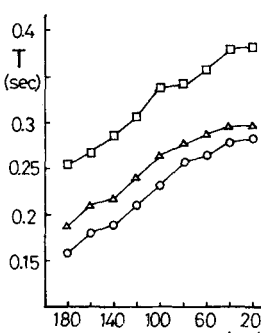


Fig-4 周期

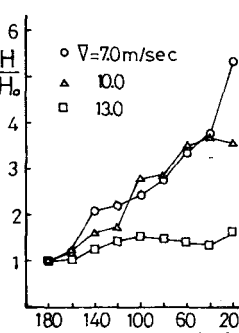


Fig-5 波高

4. あとがき

ここに示した計測例は、風波の周期成分の波形変化であるが、この方法を乱流にも応用し、流速変動の周期性の有無やその流速変動の周期波形についても測定が可能であろう。以上のようにより、位相を合わせて平均する測定法を用い、不規則現象をより詳細に研究することが可能であると思われる。

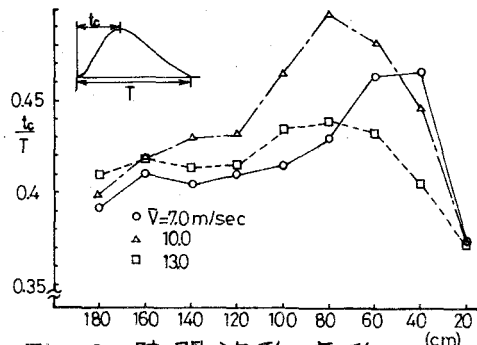


Fig-6 時間波形の変形