

東京工業大学 正員 奥島 基良

〃 〇正員 大槻 茂雄

1. はじめに 水中の運動体に指向性の鋭い超音波ビームをあて、反射波を指向性の鋭い受波器で受信する。このときのドプラ効果による周波数変化を検出し、運動体の速度を測定する。このとき目的の信号以外に水槽の壁面による反射や電氣的直接波などの不要信号が受信されることがある。これらの信号は送信から受信までの信号の伝搬時間が異なるので、これを利用して目的の信号のみを取りだすためにM系列変調法を考案した。本報告では、M系列信号の発生例と試作M系列変調超音波ドプラ流速計のブロックダイアグラムを示したのち、往復運動をする金網による反射信号と抵抗による電氣的直接波とがある場合、M系列変調法によりそれぞれの信号のみを取りだせることを示す。この流速計によりランキン洞の流速分布を測定した結果を示す。

2. M系列信号とその発生回路例

(Maximum-length linear shift register sequence signal)は周期的な2値の擬似ランダム信号の一つで、それぞれの値をとる時間はほぼ等しく、 n 個のシフトレジスタを用いた場合の周期はシフトパルスの周期を t_s とすると $(2^n - 1)t_s$ となるなどの性質がある。 $n=5$ の場合、周期は $31t_s$ で、その発生回路例をFig.1(a)に示す。これにより発生する信号の一周期をFig.1(b)に示す。

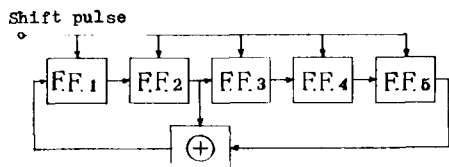


Fig.1(a). An example of M sequence signal generator.

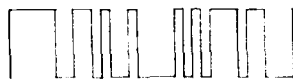


Fig.1(b). An example of M sequence signal.

3. M系列変調超音波ドプラ流速計の構成 (Fig.2)

送信側では2MHzの信号をM系列信号により変調し、受信側では送信側より一定時間遅延したM系列信号により復調する。これにより、信号伝搬時間がM系列信号の遅延時間に一致した場合は信号が通過し、異なる場合は $1/(2^n - 1)$ に減衰する。

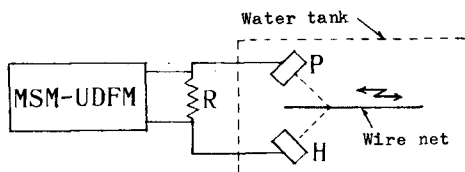


Fig.3. The system for the test of M sequence modulated ultrasonic Doppler flow meter.

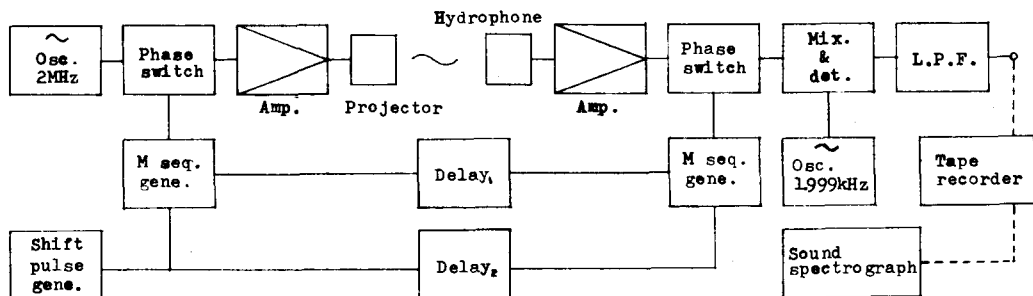


Fig.2. Block diagram of M sequence modulated ultrasonic Doppler flow meter.

4. モデル実験

4-11. 装置(Fig.3) 往復運動をする金網により反射した超音波による信号と、抵抗Rによる電氣的直接信号が流速計の入力信号となる。

4-2. 結果 M系列変調をおこなわないときは、金網による信号と抵抗を通った信号がえられる(Fig.4(a)). M系列信号の

遅延時間を、送波器から送られ、金網で反射し、受波器で受けられる超音波の伝搬時間に一致させると金網の運動によるド

プラ信号のみがえられる

(Fig.4(b)). 送信側と受信側のM系列信号を一致させれば電氣的な直接信号のみがえられる(Fig.4(c)).

5. ランキン渦の流速分布測定

5-11. 装置(Fig.5) 円筒水槽中のインペラによりランキン渦を発生させ、円筒水槽の外から超音波の送・受波をおこなう。送・受波器は超音波の伝搬距離を一定に保ちながら矢印の方向へ移動する。これにより、円筒水槽の直径上の円周方向速度成分の分布を測定する。

5-2. 結果 送・受波器の位置によりFig. 6(a)のように水槽の壁面による反射の信号が強く受信され、S/Nが悪くなることがある。この場合、M系列変調法を用いるとFig. 6(b)のようにS/Nを改善できる。1cmごとに流速を測定し、周波数分析をしたのち、つなぎ合せた結果をFig. 7に示す。水面形を同時に測定し、渦部分の深さと大きさから計算により求めた流速分布をFig. 7に白線で示した。これら2つの結果はよく一致している。なお、超音波ビームの広がりのため、周波数分析の結果も広がっている。

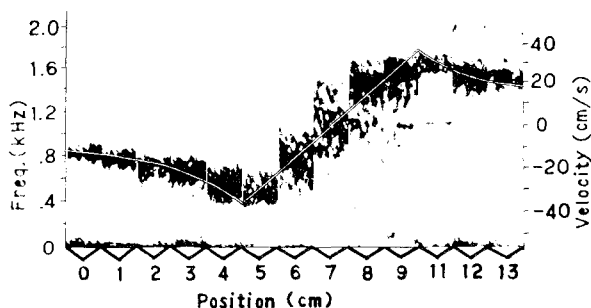


Fig. 7. An example of velocity distribution of Rankine vortex.

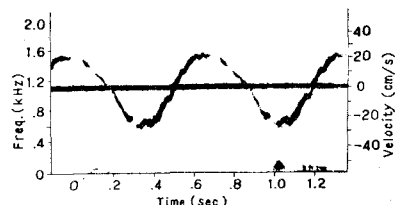


Fig.4(a) Doppler signal of wire net and signal through R without Msequence modulation.

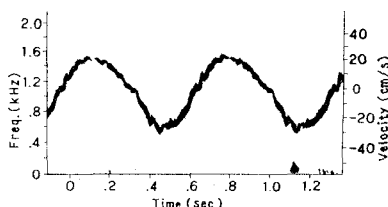


Fig.4(b) Doppler signal of wire net selected with M sequence modulation.

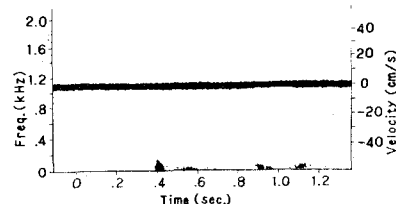


Fig.4(c) Signal through R selected with M sequence modulation.

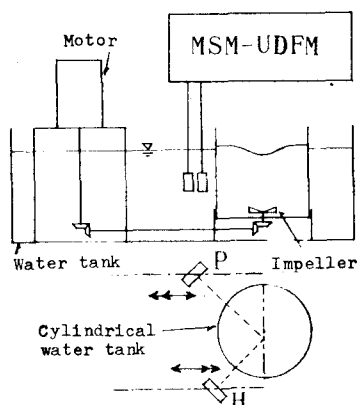


Fig.5. The system for the measurement of velocity distribution of Rankine vortex.

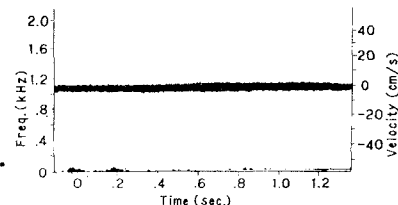


Fig.6(a) An example of measurement without M sequence modulation

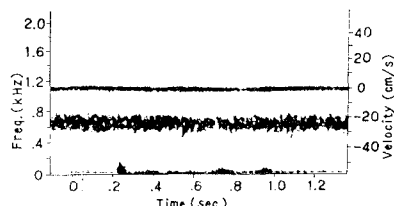


Fig.6(b) An example of measurement with M sequence modulation.