

愛媛大学工学部 正員 伊福 誠
愛媛大学工学部 正員 神沼忠男
日立造船(株) 正員 栗原 薫

1. はじめに

従来、現地観測においてはポンプ式採水、sand trapなどにより浮遊砂を捕砂し浮遊砂濃度の特性を調べてきたが、底質が波によって誘起される流れによって浮遊されることを考えれば、より精度の良い測定法が必要となる。本研究は、愛媛県梅津海岸の平均水深2.0 m および1.7 m の地点で、1983年と1984年の冬期季節風時に2成分が測定可能な電磁誘導型流速計3台(内1台圧力計内蔵)と散乱光式濁度計によって得た流速、圧力変動および浮遊砂濃度の記録をもとに砕波帯での浮遊砂濃度についての基礎的資料を得ようとしたものである。

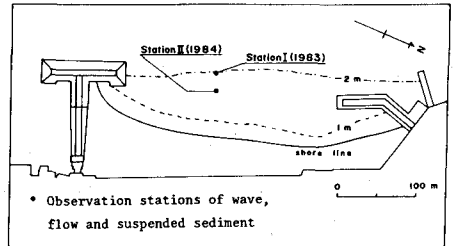


図-1 観測地点

1983年：流速計のセンサは海底から7, 65, 98 cmの高さにあり岸沖-沿岸方向の流速を測定し、濁度計は海底から4 cm, 圧力計は72 cmの高さにある。

1984年：流速計のセンサは海底から31, 45, 75 cmの高さにあり、岸沖-鉛直方向、岸沖-沿岸方向、岸沖方向の流速を測定し、濁度計は海底から34 cm, 圧力計は49 cmの高さにある。

2. 観測結果

兩年とも砕波型はspilling型である。

浮遊砂濃度と岸沖方向流速のパワースペクトル、コヒーレンシ、位相差

浮遊砂濃度のパワースペクトルは風波のピーク周波数付近(4 sec程度)に僅かなピークを示すものの低周波数領域(15~60 sec)に大きなパワーを有し、その勾配は風波のピーク周波数より低周波側で周波数の-0.5~1乗、高周波側で周波数の-3~-3.5乗に比例する。この勾配は、岸沖方向の流速や圧力変動が砕波の発生頻度が高いほどその勾配を小さくするのに対して、発生頻度に関係なく一定である。図-2は海底から34 cmの高さの浮遊砂濃度と31 cmの高さの岸沖方向流速のパワースペクトル、コヒーレンシ、位相差を示したものである。

浮遊砂濃度の経時変化と岸沖方向流速、浮遊砂濃度の物理スペクトル

図-3は海底から4 cmの高さで得た浮遊砂濃度の経時変化と海底から7 cmの高さで得た岸沖方向流速の物理スペクトルを示す。浮遊砂濃度の経時変化(図中最下段)をみると断続的に高い値を生じ、その時間間隔は40~60 sec程度である。物理スペクトルは上段より風波のピーク周波数の1/4周波数帯、1/2周波数帯、1倍周波数帯、2倍周波数帯の4

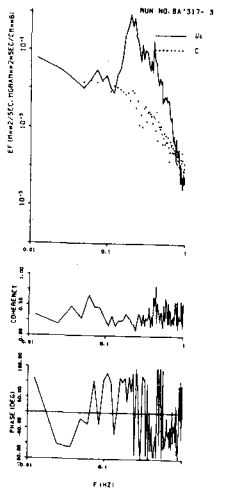


図-2 浮遊砂濃度岸沖方向流速のパワースペクトル、コヒーレンシ、位相差

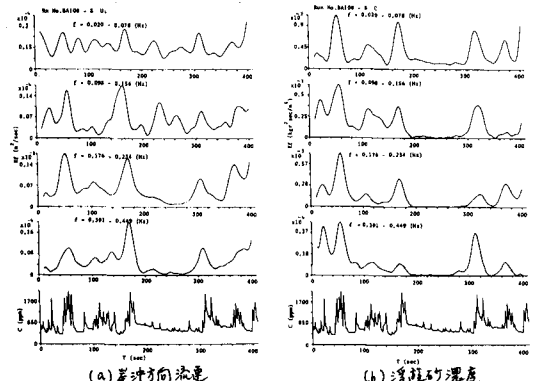


図-3 (a) 岸沖方向流速 (b) 浮遊砂濃度

であるが、こうした物理スペクトルと浮遊砂濃度の経時変化をみると比較的良好に対応している。岸沖方向流速の物理スペクトルは風波のピーク周波数帯のエネルギー密度が最も大きく、次が1/4周波数帯とその1/5程度、他の周波数帯は1/10以下である。こうしたことから、40～60 sec 間隔に生ずる高い浮遊砂濃度は低周波数領域中風波のピーク周波数付近の岸沖方向流速に関連しているようである。

浮遊砂濃度の物理スペクトルをみると、エネルギー密度が最も大きい周波数帯は1/4周波数帯、次が風波のピーク周波数帯と1/2周波数帯とその1/10程度、2倍周波数帯は1/20程度である。

浮遊砂濃度の最高値と岸向き流速の最大値との位相差

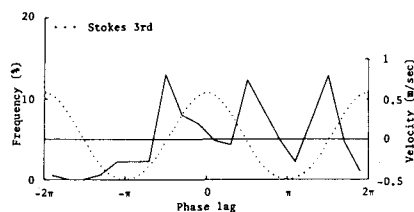
図-4は、ゼロ・アップ・クロス法によって1波ごとに岸向き流速が最大となる位相を基準にしてその位相と浮遊砂濃度が最高となる位相の差の確率分布を示したものであり、図中には有義波高、有義波周期から有限振幅波理論を用いて求めた岸沖方向の流速波形を点線を示してある。これらの図をみると、砕波の発生頻度が低い場合および高い場合とも、 $-(3/10)\pi$, $\pi/2$, $(3/2)\pi$ のところで高い値を示すことがわかる。有限振幅波理論による流速波形と比較すると、砕波の発生頻度が低い場合には $\pi/2$, $(3/2)\pi$ は流向が沖から岸、岸から沖へ変わるころ、すなわち岸沖方向流速が0になるころであり、 $-(3/10)\pi$ は $\pi/5$ だけ遅い。砕波の発生頻度が高い場合にはすべて $\pi/10$ 遅いところになる。

浮遊漂砂量

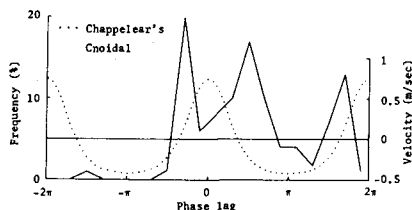
図-5は海底から7 cmの高さの岸沖-沿岸方向流速と4 cmの高さの浮遊砂濃度から算出した浮遊漂砂量のスカットリング図を示す。この図をみると、浮遊漂砂量は主方向(方向スペクトルから算出した風波の卓越方向)とその反射方向に卓越し、砕波の発生頻度が高くなると反射方向に沿って沖向きに浮遊砂が輸送される割合が大きくなることがわかる。

浮遊砂濃度の高周波数成分

高周波数成分分離法によって、流速と浮遊砂濃度の高周波数成分を抽出し、その関係を調べた。浮遊砂濃度の高周波数成分 c' (高周波数成分分離法における遮断周波数: 風波のスペクトルピーク周波数の3倍周波数, 0.75 Hz程度)の root mean square は時間平均浮遊砂濃度 $\bar{c}$ と正の相関がある。 $1-\overline{c'u'}$ (u' : 岸沖方向流速の高周波数成分)は $\sqrt{\overline{c'^2}} \cdot \sqrt{\overline{u'^2}}$ と正の相関がある。 $1-\overline{c'w'}$ (w' : 鉛直方向流速の高周波数成分)も $\sqrt{\overline{c'^2}} \cdot \sqrt{\overline{w'^2}}$ と正の相関があり、その大きさは $1-\overline{c'u'}$ の1/10程度である。

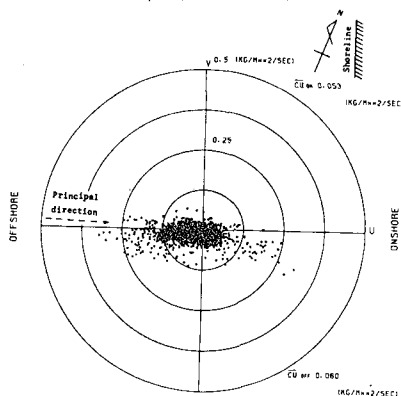


(a) 砕波の発生頻度: 低

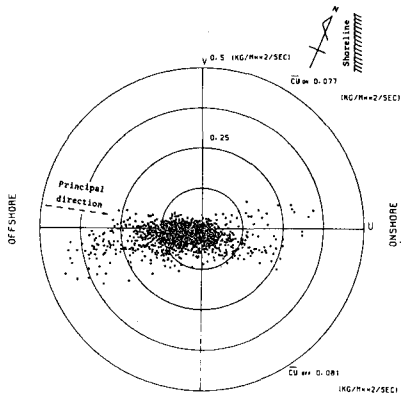


(b) 砕波の発生頻度: 高

図-4 浮遊砂濃度の最高値の岸向き流速の最大値に対する位相差の確率分布と流速波形



(a) 砕波の発生頻度: 低



(b) 砕波の発生頻度: 高

図-5 浮遊漂砂量のスカットリング図