

砕波帯における浮遊砂の観測 (II)

愛媛大学工学部 正員 伊藤 誠
愛媛大学工学部 正員 神沼忠男
日直造船 (株) 正員 栗原 重

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、底質が硬いによって記録される流れによって浮遊されることを考えると、より精度の良い測定法が必要となる。本研究は、愛媛県海津寺海岸の平均水深 2.0 m および 1.7 m の地点で、1983 年と 1984 年の冬期季節同時の 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。

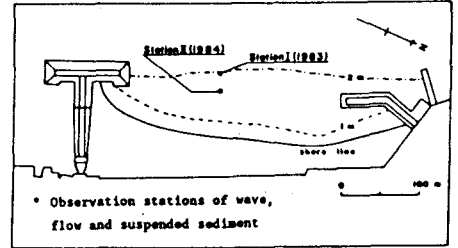


図-1 観測地点

1983 年：流速計のセンサは海底から 7, 65, 98 cm の高さであり岸沖-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 の高さであり、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

両年とも砕波型式は 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) に僅かにピークを示すものの他周波数域 (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他周波数側で周波数の $-0.5 \sim -1$ 乗、高周波数側は周波数の $-3 \sim -3.5$ 乗に比例する。この勾配は、岸沖方向の流速と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ものに対して、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。

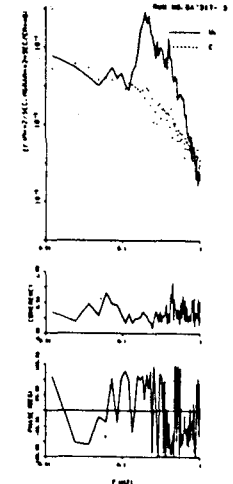
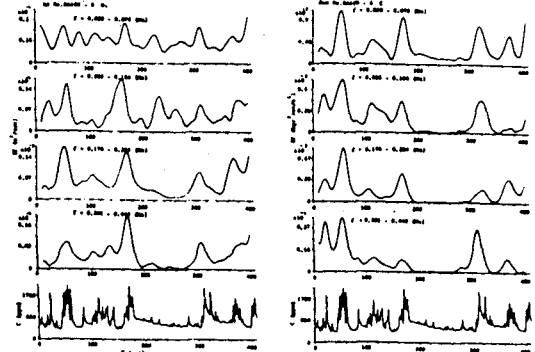


図-2 浮遊砂濃度、岸沖方向流速のパワースペクトル、コヒーレンシ、位相差

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。物理スペクトルは主として風波のピーク周波数の 1/4 周波数帯、



(a) 岸沖方向流速 (b) 浮遊砂濃度
図-3 浮遊砂濃度経時変化と岸沖方向流速、浮遊砂濃度の物理スペクトル

1/2周波数帯, 1倍周波数帯, 2倍周波数帯のものであるが, こうした物理スペクトルと浮遊砂濃度の経時変化とを比較検討している。本沖方向流速の物理スペクトルは風速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4/5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間隔で生ずる高い浮遊砂濃度は倍周波数領域や風速のピーク周波数付近の本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, 次が風速のピーク周波数帯と1/2周波数帯と4/5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本沖方向流速の最大値との位相差

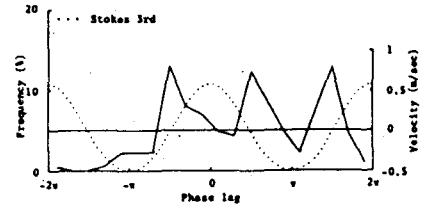
図-4は, ゼロ・ラップ・クロス法によって1通ごとに本沖方向流速が最大となる位相を基準にしてその位相と浮遊砂濃度が最高となる位相の差の確率分布を示したものであり, 図中には有義波高, 有義波周期から有限振幅理論を用いて求めた本沖方向の流速波形を点線を示している。これらの図をみると, 砕波の発生頻度が低い場合および高い場合とも, $-(3/10)\pi$, $\pi/2$, $(3/2)\pi$ のところで高い値を示すことがわかる。有限振幅理論による流速波形と比較すると, 砕波の発生頻度が低い場合には $\pi/2$, $(3/2)\pi$ は流向が沖から岸, 岸から沖へ変わるところ, すなわち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

浮遊砂濃量

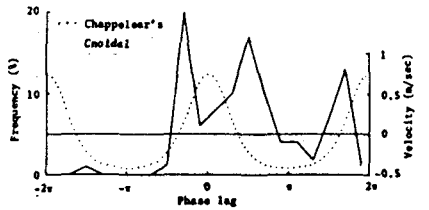
図-5は, 海底から7 cmの高さの本沖-沿岸方向流速と7 cmの高さの浮遊砂濃度から算出した浮遊砂濃量のスキャタリング図を示す。この図をみると, 浮遊砂濃量は主方向(方向スペクトルから算出した風速の卓越方向)とその反射方向に卓越し, 砕波の発生頻度が高くなると反射方向に沿って沖向きに浮遊砂が輸送される割合が大きくなることわかる。

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, その関係を調べる。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: 風速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 : 本沖方向流速の高周波数成分) は $\sqrt{c'^2} \cdot \sqrt{u'^2}$ 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 $\sqrt{c'^2} \cdot \sqrt{w'^2}$ 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。

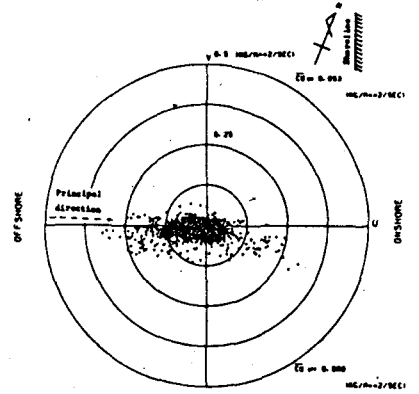


(a) 砕波の発生頻度: 低

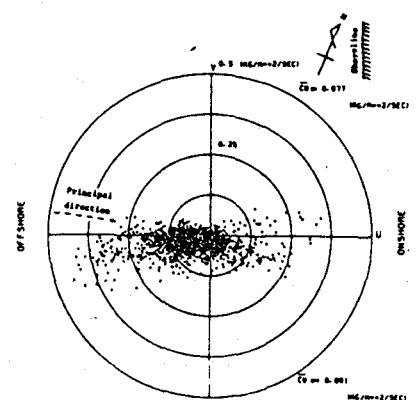


(b) 砕波の発生頻度: 高

図-4 浮遊砂濃度の最高値と本沖方向流速の最大値との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 浮遊砂濃量のスキャタリング図