

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
 愛媛大学大学院 学生員 栗原 薫

1. はじめに 海浜の漂砂移動量はほとんど砕波帯において生じているといわれているが、砕波帯での水理現象の複雑さおよびその測定の困難さなどの理由により、現地観測に基づく浮遊漂砂に関する研究は極めて少ないのが現状である。こうしたことから本研究は、1983年1月8日、愛媛県松山市の梅津寺海岸で得た圧力変動、流速および浮遊砂濃度の記録から砕波帯における浮遊漂砂に関する基礎的資料を得ようとしたものである。

2. 観測方法 図-1 に示すように、電磁誘導型流速計3台(内1台圧力計内蔵)および散乱光方式濁度計を海岸堤防から沖合約120mに設置した。流速計は架台に取り付け、コンクリート製ブロックで海底に固定した。流速計センサーは、それぞれ、海底上7, 65.5および98.5 cmの高さにあり、圧力計および濁度計は、それぞれ、海底上72.5および4 cmの高さにある。なお、観測期間中の平均水深は2.03 mである。

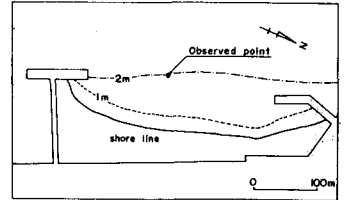


図-1 梅津寺海岸概略図

3. 解析結果 浮遊砂濃度: 図-2 は圧力変動、岸沖方向の流速、浮遊砂濃度および岸沖浮遊漂砂量の経時変化を示したものである。この図をみると、圧力変動が大きいところで岸沖方向の流速変動も大きくなり、それに伴い浮遊砂濃度および岸沖浮遊漂砂量も大きくなっている。また、観測期間中の浮遊砂濃度が海底上4 cmの高さで250 ppm以上であることから、シルトあるいは比較的粒径の小さい砂粒子が砕波帯では常に浮遊していると考えられる。圧力波形の1周期内での浮遊砂濃度の最大値と圧力波形の峰および海底上7 cmの高さでの岸向き流速の最大値との位相差は、それぞれ、 $\pi/4$ および $\pi/10$ 程度である。また、浮遊砂濃度の最大値は、近高水深比、摩擦速度および Komar - Miller (1973) が定義した non-dimensional relative stress と相関があるようであり、岸沖方向の水平水粒子の加速度が大きくなると浮遊砂濃度の変化率も大きくなる。

漂砂の移動様式、移動方向および漂砂量: Englund (1965) および Bijker - Wicher (1971) の定義した漂砂の移動様式と実測値を比較すると、移動様式は浮遊砂が卓越する範囲である。海底から7 cmの高さでの流速が濁度計の高さ4 cmのそれとほぼ等しいと仮定して、岸沖および沿岸浮遊漂砂量を式(1)および(2)で定義する。

$$q'_{cross} = \frac{1}{t_r} \int_0^{t_r} C u \, dt \quad (1)$$

$$q'_{long} = \frac{1}{t_r} \int_0^{t_r} C v \, dt \quad (2)$$

ここで、 t_r は記録の長さ、 u および v は、それぞれ、岸沖および沿岸方向の流速成分、 C は浮遊砂濃度である。図-3は上式で定義した岸沖および沿岸浮遊漂砂量の経時変化を示したものである。その移動方向は、それぞれ、沖向きおよび南向きであり、岸沖浮遊漂砂量は沿岸浮遊漂砂

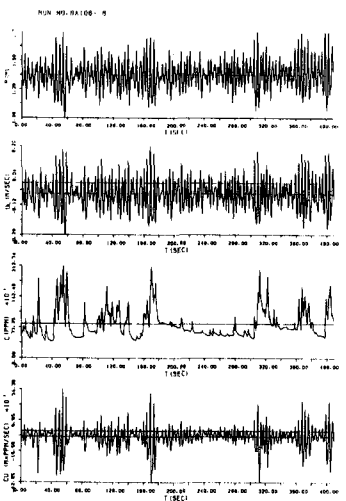


図-2 圧力変動、岸沖方向の流速、浮遊砂濃度および岸沖浮遊漂砂量の経時変化

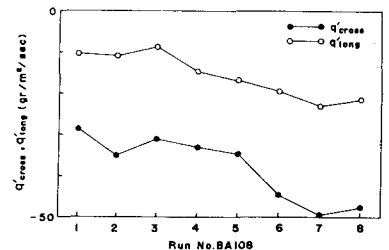


図-3 岸沖および沿岸浮遊漂砂量

量の2.1~3.4倍程度である。

鉛直拡散係数：本岡・堀川・小坂・渡辺(1966)は福島海岸で sand trap により、また野田(1967)は大湯海岸で sand trap と採水器で採取した浮遊砂量をもとに鉛直拡散係数を求めている。著者は、4方向から捕砂可能な捕砂器を製作し、それを得た浮遊砂量から鉛直拡散係数も求めると同時に、岸沖方向や沿岸方向の平均流速の鉛直分布からそれぞれ鉛直拡散係数を求めた。図-4中の△、⊕と○および▲、■、●と⊙は、それぞれ、沈降速度と浮遊砂の中央粒径および底質の中央粒径から得たものである。浮遊砂量および平均流速の鉛直分布から求めた鉛直拡散係数は両者とも本岡および野田のそれとよく似た値であり、とくに、浮遊砂の中央粒径の沈降速度を採用した鉛直拡散係数は、海底近傍で平面的なものによく似ているようである。また、平均流速の鉛直分布から求めた鉛直拡散係数と混合距離 l との間には

$\bar{E}_z = 0.025 l^{1.246}$ (m - sec単位)なる関係があり、two particle analysis からあるいは Richardson (1926) が大気において経験的に導いた拡散係数は現象スケールの $4/3$ 乗に比例するという関係はほぼ一致しているようである。浮遊砂濃度から求めた Kármán の定数と鉛直拡散係数：海底上4cmの高さでの浮遊砂濃度から志村(1957)に従って求めた Kármán の定数はほぼ0.26であり純水の場合のそれより10%小さい。岸(1964)によれば鉛直拡散係数は次式で表わされる。

$$\bar{E}_z = K \alpha \bar{u}_*^3 (z + z_0) \quad (3)$$

ここで、 K ：Kármán の定数、 α ：比例係数、 z ：海底からの高さ、 z_0 ：roughness length, $\bar{u}_* = \frac{\tau_0}{\rho \eta}$ (u_* ：海底での最大摩擦速度)である。式(3)中で Kármán の定数を上記の0.26, roughness lengthを Bakker (1973) に従い砂れん高の0.03倍、 α を0.25とすると本岡、野田および著者の観測結果と一致する。圧力変動、岸沖方向の流速、浮遊砂濃度および浮遊砂濃度のパワースペクトル：図-5は圧力変動、7cmの高さでの岸沖方向の流速および浮遊砂濃度のパワースペクトル, coherency および位相差を示したもので、ピーク周波数はいずれも0.2Hzであり、coherency は0.8以上である。0.2Hzのピーク周波数より高周波側では、圧力変動、岸沖方向の流速および浮遊砂濃度のエネルギー密度は、それぞれ、周波数の-5乗、-6乗および-3.5乗に比例し、浮遊砂濃度のエネルギー密度の減衰の割合が小さい。また、7cmの高さでの岸沖方向の流速と浮遊砂濃度から得られる浮遊砂濃度のパワースペクトルは、岸沖方向の流速のそれに似ており coherency も全周波数にわたってかなり高く位相差もほとんどないことから、浮遊砂濃度は岸沖方向の流速に関係している。岸沖方向の流速の physical spectra と浮遊砂濃度：図-6は上部より周波数が0.059, 0.195, 0.215および0.449 Hzの岸沖方向の流速の physical spectrum と浮遊砂濃度を示したものである。0.195および0.215Hzのエネルギー密度が大きいところでは浮遊砂濃度も高くよく似た傾向を示していることから、底質の浮遊は岸沖方向の流速のパワースペクトルのピーク周波数である0.2Hz付近の流速成分と関係しているようである。

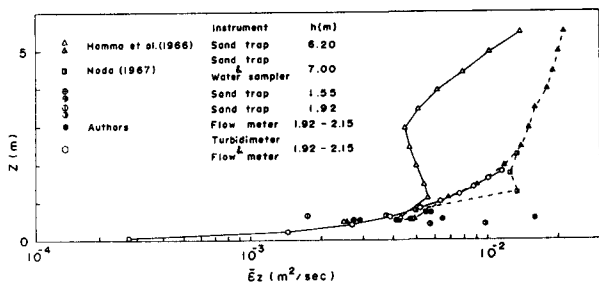


図-4 鉛直拡散係数

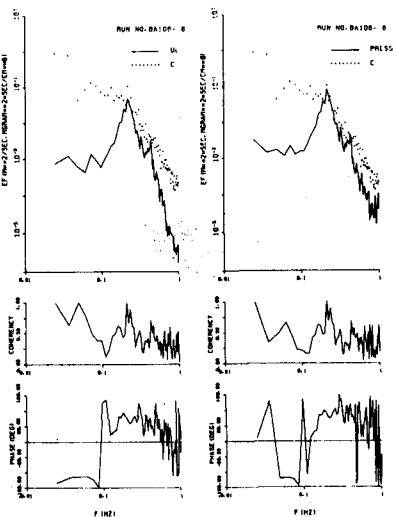


図-5 圧力変動、岸沖方向の流速および浮遊砂濃度のパワースペクトル, coherency および位相差

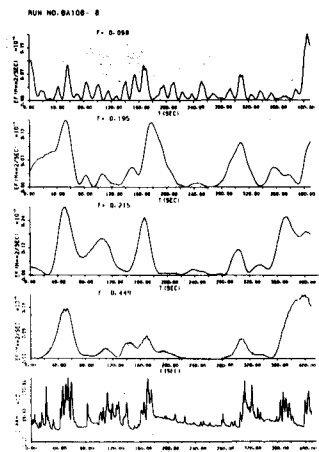


図-6 岸沖方向の流速の physical spectra と浮遊砂濃度