

荒天時の断面変化および岸沖漂砂

加藤 一 正*・栗 山 善 昭**

1. ま え が き

荒天時における海底地形変化の把握は海浜変形予測の精度を向上させるうえで重要な課題の一つである。しかしながら、今までは荒天時における断面測量が困難なために、その調査がほとんど行われてこなかった。

そこで、今回、荒天時において観測栈橋に沿って断面測量を行い、さらに観測栈橋下の一点において流速と浮遊砂濃度を測定した。本報告は、荒天時の断面変化と岸沖漂砂を調べた結果を述べるものである。

2. 海象状況および観測方法

観測は、図-1 に示す茨城県鹿島港の南約 10 km の長さ約 400 m の波崎海洋研究施設 (Hazaki Oceanographical Research Facility, 以後 HORF) において 1986 年 3 月 12 日から 3 月 19 日にかけて行った。

観測期間中の海象状況は 図-2 に示す通りである。

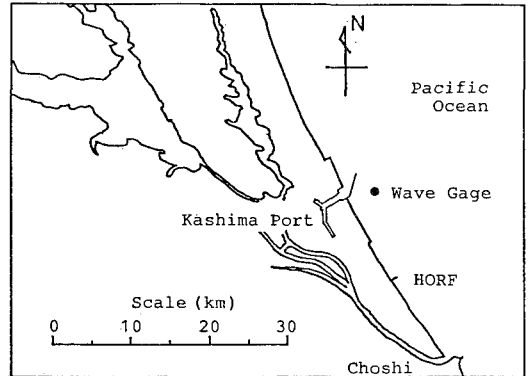


図-1 HORF 位置図

$H_{1/3}$, $T_{1/3}$ は鹿島港の沖、水深 22 m の地点に設置された超音波式波高計のデータより求められた値である。3 月 13 日 20 時頃から波高が増大し始め、3 月 15 日 18 時には $H_{1/3}$ が 4 m となった。その後波高が減少し、3 月 19

日 0 時には $H_{1/3}$ が 1 m となった。黒丸印は目視観測による砕波位置 (図-4 の座標を使用) を示したものであり、図の下段は鹿島港内の検潮所において記録された潮位を、鹿島 D.L. (T.P. -91 cm) を基準として示したものである。

断面測量は HORF 銚子側において、図-2 の矢印で示す時間に 5 m 間隔で行った。陸上部 (図-4 の -115 ~ -5 m の領域) ではレベルを用いて測量を行い、それ以外の領域 (図-4 の 0 ~ 385 m の領域) では 3 ~ 5 kg のレッドを用いて測量した。

水平 2 成分の流速測定と浮遊砂濃度測定は、電磁流速計および光学式濃度計とポンプを用いて行った。3 月 13 日に測定された各計器の海底面上の位置は 図-3 に示す通りである。流速データ、浮遊砂濃度データは 0.25 s で収録し、光学式濃度計の浮遊砂データについてはポンプによる採水法で測定された平均浮遊砂濃度で校正した。

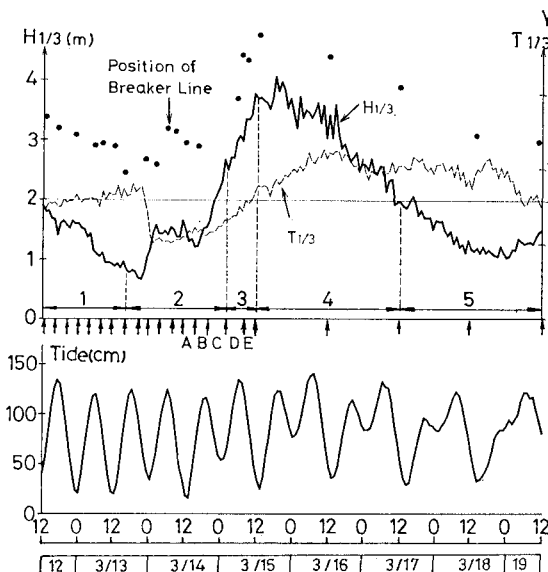
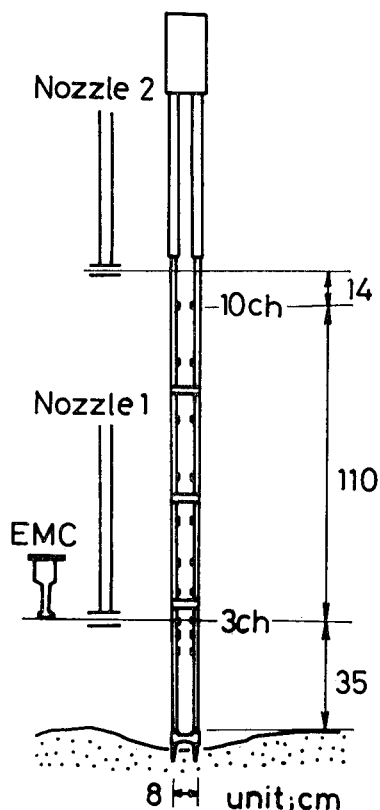
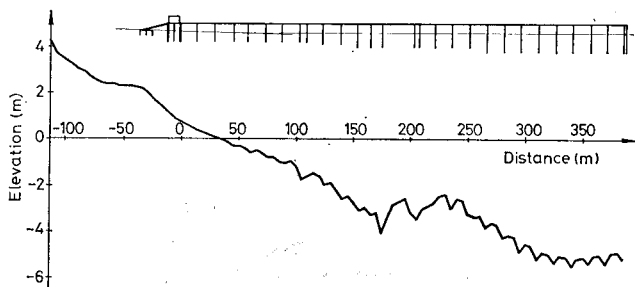


図-2 観測期間中の海象状況

* 正会員 工修 運輸省港湾技術研究所 水工部 漂砂研究室
 ** 正会員 運輸省港湾技術研究所 水工部 漂砂研究室



図—3 各計測器の位置



図—4 観測期間中の平均断面

量用に設けられたもので、沖側を正としている。断面測量は特に支障がない限り 385 m まで行ったけれども、沿岸流の大きかった 3 月 15 日 8 時から 3 月 16 日 12 時までは 160 m より沖側の測量ができなかった。そこで、解析領域を 150 m より岸側の領域とし、岸側端を地形変化がほとんど起こらなかった -50 m とした。図—2 より、3 月 13 日 12 時から 3 月 14 日 4 時にかけての期間以外は解析領域全体が碎波帯内であったことがわかる。

図—5 は現地観測とほぼ同時期の 3 月 18 日から 3 月 22 日にかけて行われた深浅測量の結果を示したものである。150 m より岸側の海底地形は二次元性を有していることから、断面変化に対する沿岸漂砂の寄与率は小さいと考えた。

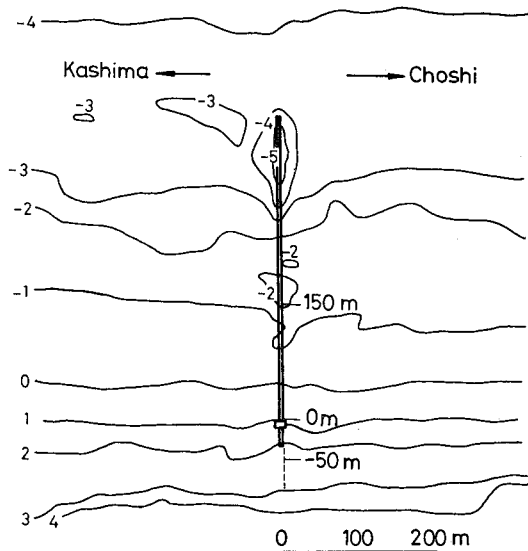
(2) 3 月 12 日から 3 月 19 日にかけての断面変化と岸沖漂砂

3 月 12 日から 3 月 19 日にかけての断面変化と岸沖漂砂を図—2 に示す期間 1 から期間 5 までの 5 つの期間に分けて調べた。図—6 (1)～(5) はそれぞれの期間の断面変化と岸沖漂砂量を示したものである。横軸は岸沖方向の距離を示し、縦軸は水深値および沖向きを正としたときの岸沖漂砂量を示している。岸沖漂砂量は断面データをもとに底質の連続式

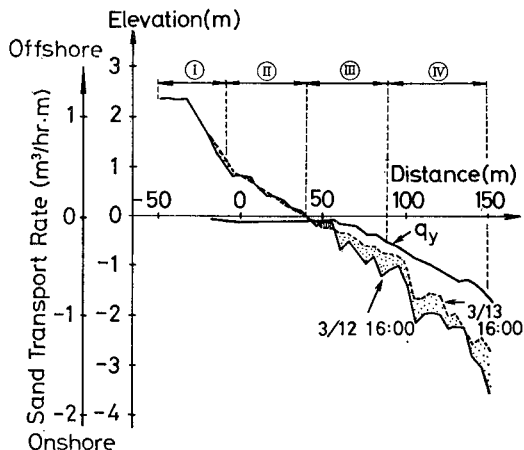
3. 断面変化と岸沖漂砂

(1) 解析領域

観測期間中の平均断面を、波崎 D.L. (T.P. -68.7 cm) を基準として図—4 に示す。図中の横軸の座標は断面測



図—5 HOF 周辺の深浅図



図—6 (1) 期間 1 の断面変化

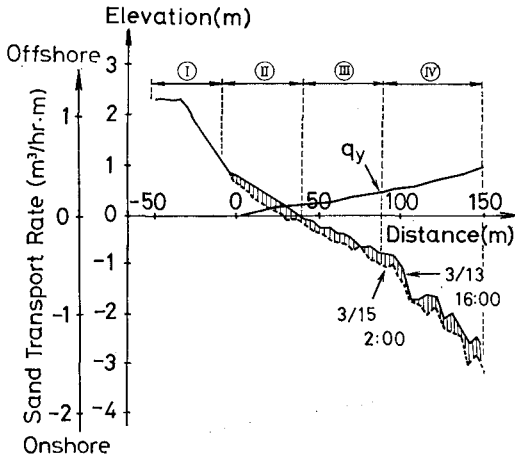


図-6 (2) 期間2の断面変化

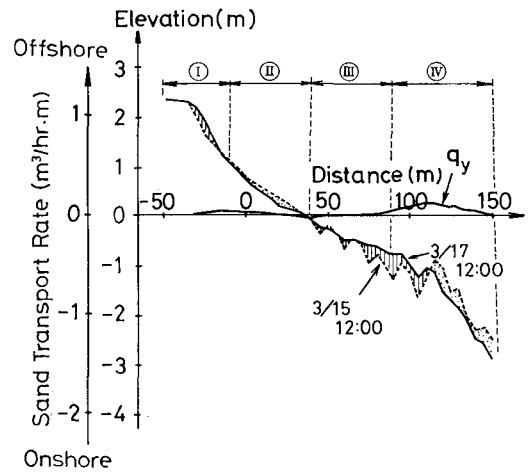


図-6 (4) 期間4の断面変化

$$-\partial z/\partial t = 1/(1-\lambda) \cdot q_y/\partial x \dots\dots\dots (1)$$

より求めた。ただし、 z ；水深値、 t ；時間、 y ；岸沖方向の距離、 λ ；空隙率(=0.40)、 q_y ；単位幅・単位時間当たりの岸沖漂砂量、である。

図-6 (1) より、 $H_{1/3}$ が 1.8m から 0.8m に減少している期間1では解析領域全域で岸向き漂砂となっていることがわかる。堆積が -50~10m の領域 ($z=2.3 \sim 1.2$ m, 以下領域 ①) と 40~90m の領域 ($z=0.0 \sim -1.0$ m, 以下領域 ③), 90~150m の領域 ($z=-1.0 \sim -2.6$ m, 以下領域 ④) で起こっている。特に領域 ③, ④ において堆積量が多い。

$H_{1/3}$ が 0.8m から 2.5m に増大している期間2では、図-6 (2) より -10~40m の領域 ($z=1.2 \sim 0.0$ m, 以下領域 ②) と領域 ③, ④ において沖向き漂砂となり、侵食の発生していることがわかる。

図-6 (3) で示される期間3では、 $H_{1/3}$ が 2.5m から 3.5m に増大し、期間2では地形変化の起こっていなかった領域 ① において沖向き漂砂による侵食が発生して

いる。一方、期間2において沖向き漂砂による侵食が発生していた領域 ②, ③, ④ では、依然として波高が増大しているにもかかわらず逆に岸向き漂砂による堆積が発生している。特に沖側の領域 ③, ④ における堆積量が多い。

$H_{1/3}$ が 4.0m から 2.0m に減少している期間4 (図-6 (4)) では、領域 ① において期間3と同様に沖向き漂砂による侵食が発生している。領域 ② では岸向き漂砂による堆積が発生しているものの、領域 ③, ④ では沖向き漂砂による侵食が発生している。この期間における漂砂量は、期間1, 2, 3の漂砂量に比べて非常に小さい。

$H_{1/3}$ が 2.0m から 1.0m に減少している期間5 (図-6 (5)) における断面変化と岸沖漂砂は期間4と全く逆である。すなわち、領域 ①, ② において岸向き漂砂による堆積が発生し、領域 ③ において沖向き漂砂による侵食が発生している。

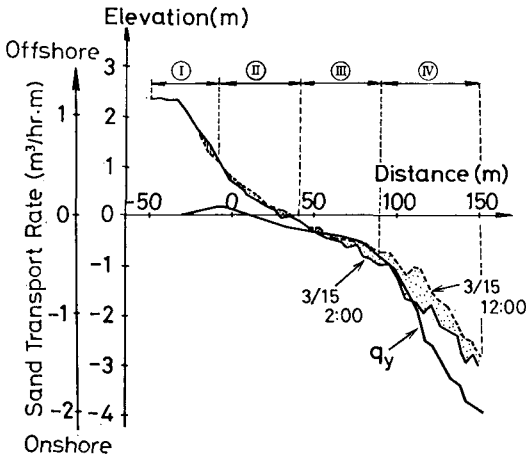


図-6 (3) 期間3の断面変化

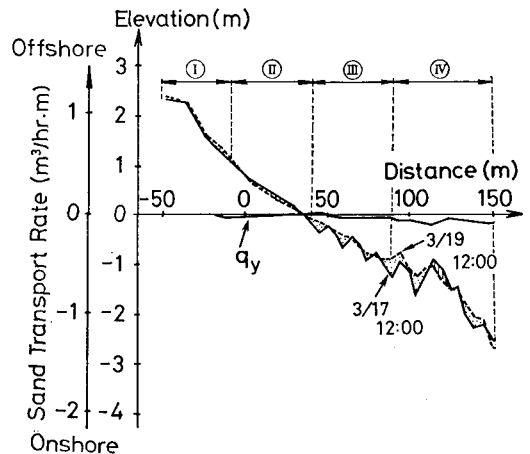


図-6 (5) 期間5の断面変化

(3) 波高増大期における断面変化と岸沖漂砂

$H_{1/3}$ が 1.0m から 3.5m に増大している 3 月 14 日 12 時から 3 月 15 日 12 時までの断面変化と岸沖漂砂量を、約 4 時間おきに行われた断面測量の結果をもとに調べた。

図-7 は、-50, -30, ..., 150m 地点の水深の経時変化を示したものである。横軸が時間を、縦軸が水深値を示している。図より、期間 A, B, C では解析領域ほぼ全域において侵食傾向にあることがわかる。しかしながら水深変化のパターンは領域によって異なり、-30m から -10m の領域では侵食量がすぐに小さくなり侵食が落ち着くのに対して、10m から 50m の領域では侵食量は小さくなりつつも侵食がしばらく続いている。50m より沖側の領域では水深変化がはげしく平衡状態に近づく様子は見られない。

続く期間 C, D では全体的に堆積傾向にあり、特に水深の大きい領域で堆積量が大きくなっている。

図-8 は、期間 A から期間 E の岸沖漂砂量の岸沖分布を示したものである。縦軸が沖向きを正としたときの岸沖漂砂量を示しており、横軸が岸沖方向の距離を示している。期間 A では解析領域全域にわたって沖向き漂砂となっている。やがて、波高が大きくなるにつれて水深の小さい領域から沖向き漂砂量が小さくなり、水深

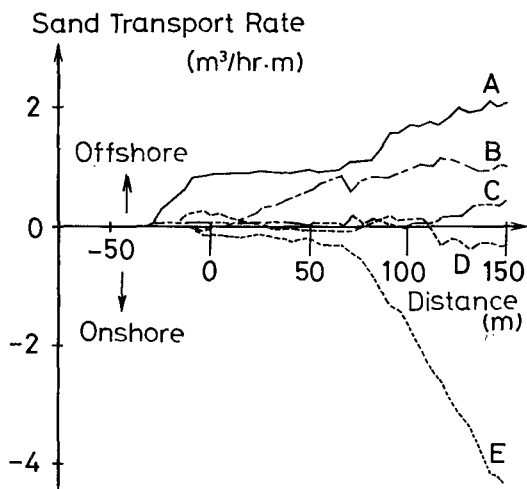


図-8 岸沖漂砂量の岸沖分布

の大きい領域からしだいに岸向き漂砂となる。期間 E では特に 80m より沖側の領域で岸向き漂砂量が大きくなっている。

図-7, 図-8 の結果より、水深 -3.0m より浅い領域における波高が増大しているときの断面変化をまとめると以下ようになる。

① $H_{1/3}$ が 1.2m から 2.6m に増大する期間では、まず沖向き漂砂によって侵食が発生する。その後、水深の小さい領域における沖向き漂砂量がしだいに小さくなることによって、水深の小さい領域から侵食が落ち着く。

② $H_{1/3}$ が 2.6m から 3.8m に増大する期間では、水深の大きい領域から漂砂の方向が岸向きとなる。特に水深 -0.8m より深い領域において岸向き漂砂量が大きくなり、堆積量も大きい。

4. 波高増大期における流速と浮遊砂量

図-9 は、145m 地点での 3 月 14 日 12:00 から 3 月 15 日 12:00 にかけての底面近傍の岸沖方向の 20 分平均

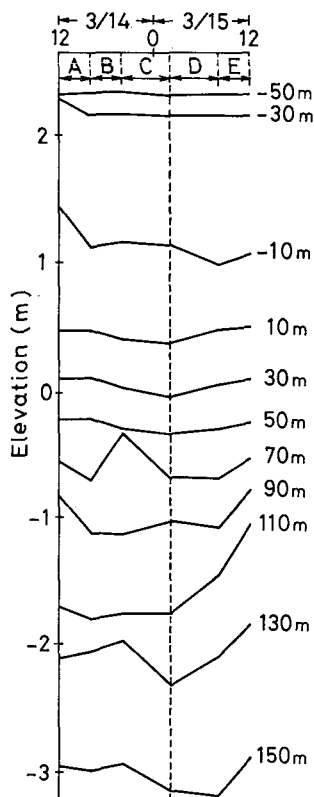


図-7 水深の経時変化

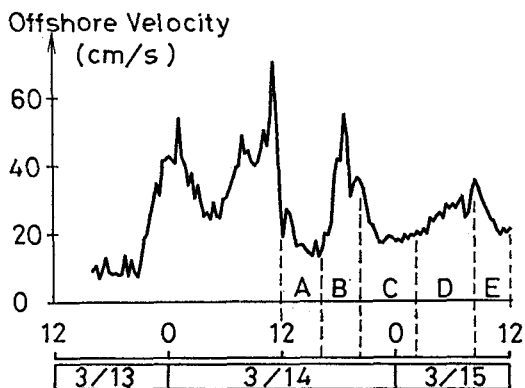


図-9 岸沖平均流の経時変化

流速を示したものである。図では冲向きを正としている。流速測定的位置は断面変化に従って変化し、観測期間中は底面上 20~50 cm であった。図より、期間 A から期間 E にかけては常に冲向きの流れとなっていたことがわかる。

続いて 145 m 地点の浮遊砂量を岸沖方向流速と浮遊砂濃度の瞬時値 $v(t)$, $c(t)$ を用いて

$$q_s = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) \cdot c(t) dt \quad \dots\dots\dots (2)$$

より求めた。計算は 3 月 15 日の 8:30~9:30 のデータについて行い、浮遊砂濃度として海底面上 20 cm の光学式

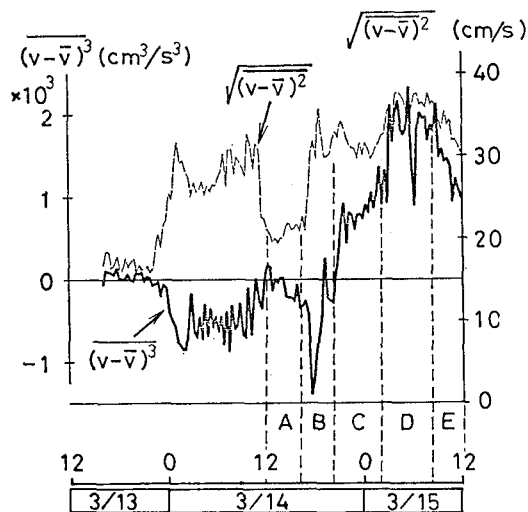


図-10 $(v - \bar{v})^3$ と $\sqrt{(v - \bar{v})^2}$ の経時変化

濃度計の 3 ch (電磁流速計と同じ高さ) のデータを用いた。計算の結果、式 (2) より求まる浮遊砂量 q_s は冲向きに $0.2 \text{ (m}^3/\text{hr} \cdot \text{m}^2)$ であり、期間 E において断面変化より求まる岸向き漂砂とは逆の方向となった。

図-10 は、20 分平均の $(v - \bar{v})^3$ と $\sqrt{(v - \bar{v})^2}$ の経時変化を示したものである。ただし、今度は波の進行方向である岸向きを正とし、 $\bar{v}$ は平均流速を示している。流速波形の振幅を代表する $\sqrt{(v - \bar{v})^2}$ は期間 B で急激に増加するものの、その後はそれ程変化していない。

一方、 $(v - \bar{v})^3$ は期間 B から期間 D にかけて負から正へしだいに増加しており、岸沖漂砂量の変化に対応している。

5. 結 語

荒天時において断面測量を行ったところ、波高が増大している期間において、波高の小さい時には冲向き漂砂による侵食が発生するものの、波高がある値以上になると岸向き漂砂によって堆積の発生する断面変化が観測された。しかし、今回の観測では断面変化の機構を十分に明らかにすることができなかった。

今後は、同様の現地観測を行い現地データの蓄積に努めるとともに、漂砂量の鉛直分布を測定することによって断面変化の機構を明らかにしていきたいと考えている。

最後に、現地観測に参加した、当所入江 功海洋水理部長他、漂砂研究室の方々に謝意を表します。