

備讃瀬戸航路におけるサンドウェーブに関する検討

Examination about Dynamics of Sand Waves on the Bottom of Bisan Seto Traffic Route

市村正春*・小谷野喜二**・桑島隆一***

ICHIMURA Masaharu and KOYANO Yoshiji and KUWAJIMA Ryuichi

* 前 (財) 沿岸技術研究センター 調査部 主任研究員

** (財) 沿岸技術研究センター 研究主幹兼第一調査部長

*** 前 国土交通省 四国地方整備局 高松港湾・空港整備事務所 所長

At the Inosakinotsugai point of the Bisan Seto Traffic Route, the mechanism of sediment transport is complicated because of strong tidal currents and islands topographic features in the Seto Inland Sea. Several kinds of data have been obtained to make clear the dynamics of sand waves on the seabed. This paper reports some examination results about dynamics of sand waves.

Key Words : sand waves , the Bisan Seto Traffic Route , sediment transport

1. はじめに

瀬戸内海の備讃瀬戸航路イノサキノツガイ地区(図-1 参照)では、多数の島嶼、暗礁等からなる地形の中にあることや潮流が激しいことから、漂砂機構が複雑となっている。特に、海底面において波状に大きくうねって波高 5m、波長 100m 程度のサンドウェーブが形成され、航路埋没の大きな要因となっている。

1981 年から 1983 年にかけて航路維持浚渫が実施されたが、その後も埋没が進み、特に南北連絡航路では 1992 年に計画水深-13m 以浅となる-12.6m の最浅箇所が出現し、1996 年には最浅値-11.6m に達した。このため、2001 年から 2005 年にかけて再度航路維持浚渫が実施されている。

備讃瀬戸航路のサンドウェーブについては、小笹(1975)が深浅測量、底質調査、潮流観測を実施して、サンドウェーブとそれに関わる諸現象の解明を行っている¹⁾。また、加藤ら(1997)が 1984 年から年 1 回実施された深浅測量結果を用いて、イノサキノツガイ地区について航路(水深)維持の観点から検討を行い、維持浚渫について考察している²⁾。更に、伊福ら(2002)が深浅測量結果を詳細に解析し、イノサキノツガイ地区のサンドウェーブの形成等の解明を行うとともに、数値解析的な検討を行っている³⁾。

本稿は、その後に詳細に実施された深浅測量(定期-1984 年~2005 年、拡大-2001 年~2005 年、広域-2001 年、2002 年、2005 年;範囲は図-2 参照)、潮流観測(2001 年~2005 年;位置は図-3 参照)、底質調査(2001 年~2002 年:位置は図-4 参照)のデータ解析を実施して、イノサキノツガイ地区とその周辺における土砂移動(サンドウェーブの発達)について検討を行い、現浚渫計画の効果について確認した結果を報告するものである。



図-1 備讃瀬戸航路とイノサキノツガイ地区

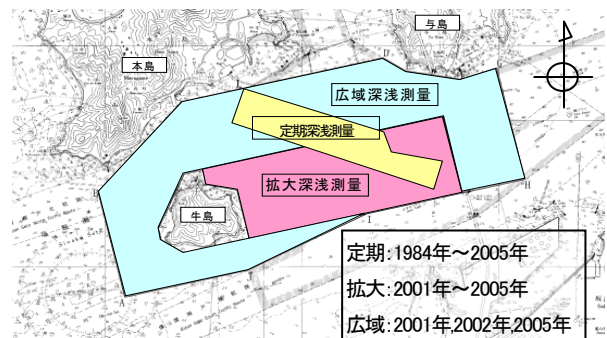


図-2 深浅測量範囲

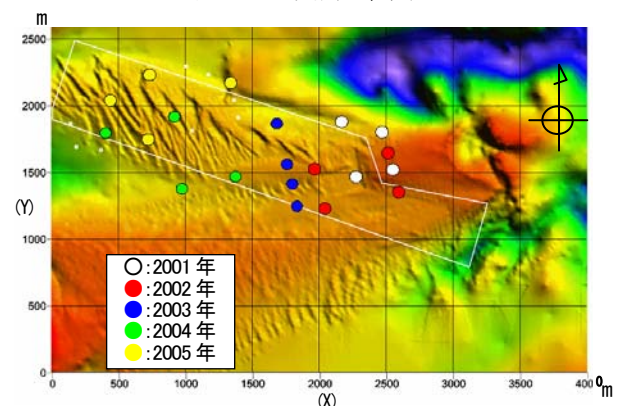


図-3 潮流観測位置

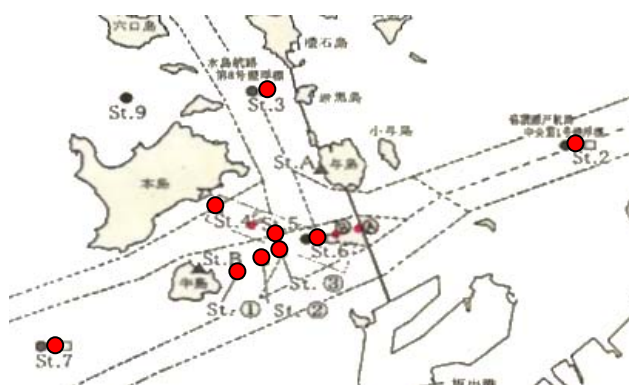


図-4 底質調査位置

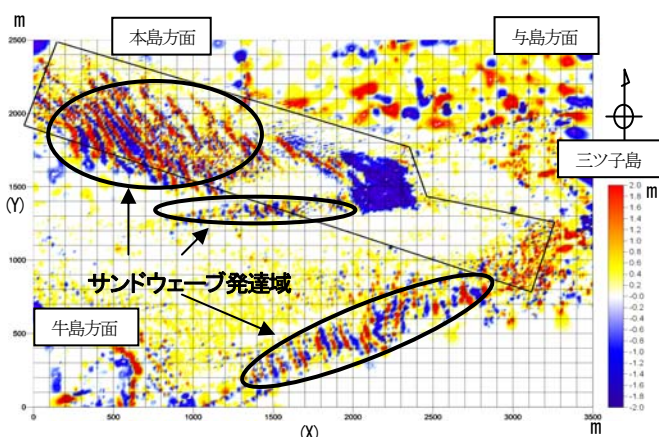


図-5 地形変動状況 (解析例：2002-2000)

2. データ解析結果

2.1 深浅測量データ

取得された深浅測量データを用いて、CG により海底地形を再現するとともに、測線を設定して断面図を作成して土砂移動について解析した。

CG による平面解析の例として、2000～2002 年の場合の地形変動状況を図-5 に示す。同様の解析は 2001～2005 年の場合も 1 年毎の変動が分かる様に実施しており、楕円で示した位置でサンドウェーブが南北方向に帯状に分布し、発達、移動している様子がうかがえる。

また、図-6 に示す測線を設定し、各年毎の断面を描いて重ね合わせ、地形変動の状況を確認した。断面解析の例として、サンドウェーブ発達域の 3 断面についての結果を図-7～9 に示す。

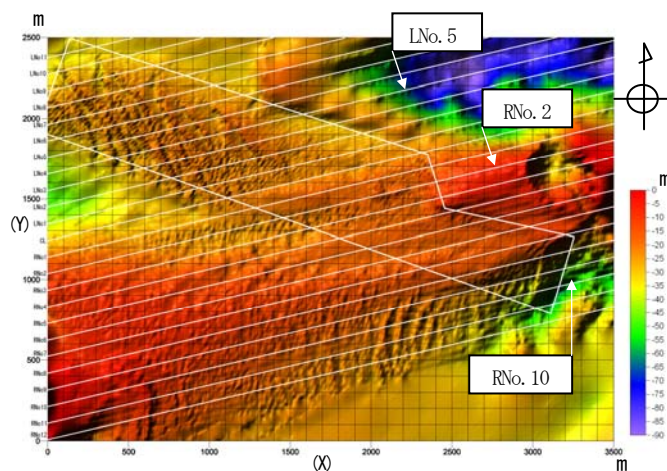


図-6 断面解析の測線

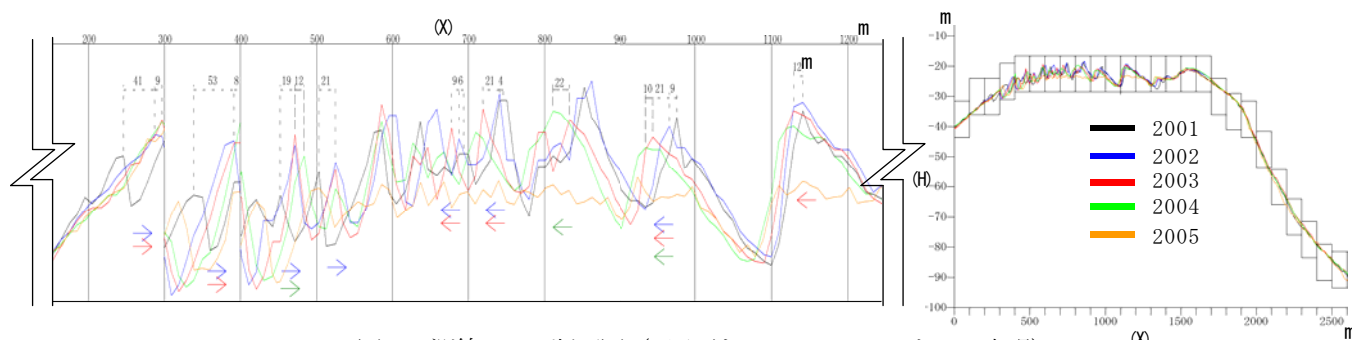


図-7 測線 LNo. 5 断面図 (1 区画を $X=100\text{m}$, $H=12\text{m}$ として表現)

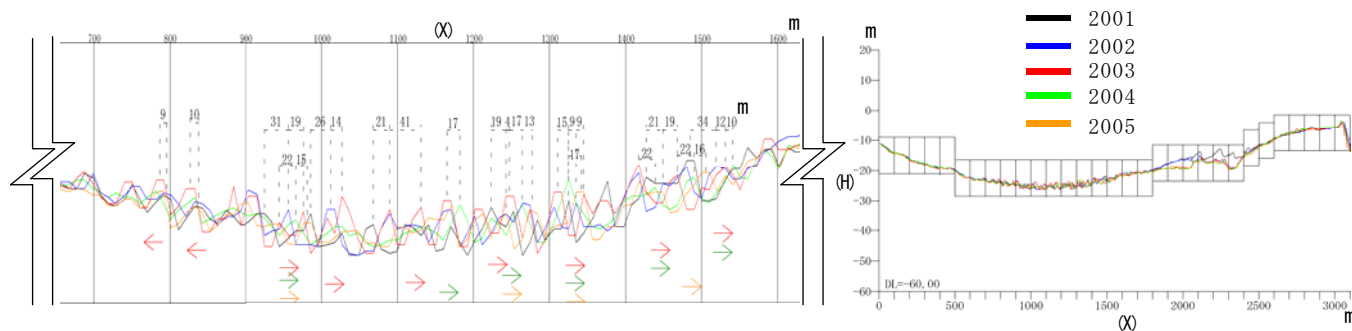
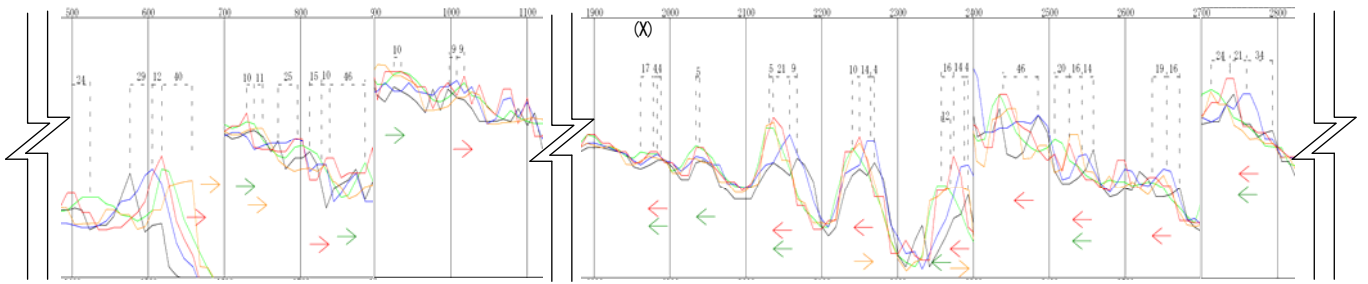
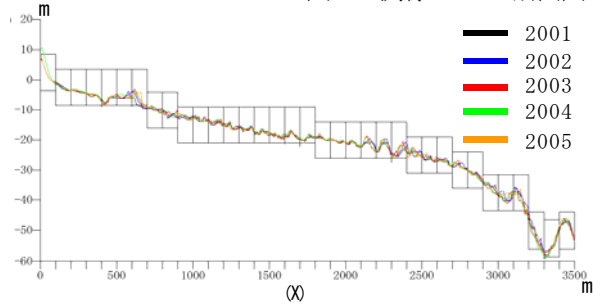


図-8 測線 RNo. 2 断面図 (1 区画を $X=100\text{m}$, $H=12\text{m}$ として表現)

図-9 測線RNo. 10 断面図 (1 区画を $X=100\text{m}$, $H=12\text{m}$ として表現)

(図-9 の付図)

測線 LNo. 5 では、サンドウェーブが左右から押し寄せて $X=600\text{m}$ 付近に収斂している様子が、測線 RNo. 2 では、サンドウェーブが $X=900\text{m}$ 付近から左右に広がって様子が、また、測線 RNo. 10 では、サンドウェーブが左右から押し寄せて $X=1000\sim 1800\text{m}$ 付近に収斂している様子が見える。

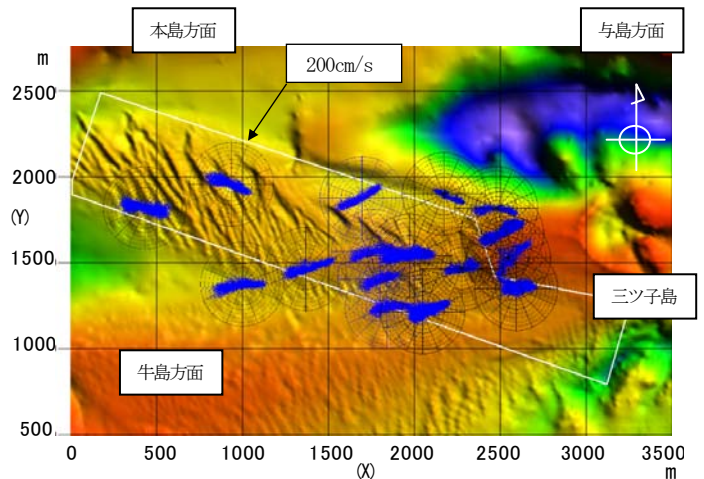


図-10 流向流速分布 (底層流)

2.2 潮流観測データ

潮流はADP ドップラー流速計を用いて、期間は1ヶ月半程度、それぞれの位置において上層、中層、底層について観測された。土砂移動に関する底層流の観測結果を図-10 に示す。

三ツ子島およびその北側の塩釜の影響で、下げ潮流(東流)は三ツ子島で南北に分流され、上げ潮流(西流)は三ツ子島西側で合流して乱流を生じ、流速は下げ潮流(東流)が卓越することが確認された。また、下げ潮流(東流)が本島-牛島間の塩釜の東側で合流した際、流速が大きくなることが確認された。

この底層流の観測結果から、15 昼夜についての掃流漂砂解析を実施した結果を図-11 に示す。前述の深浅測量データの断面解析の結果を裏付けるような傾向を示していることがうかがえる。

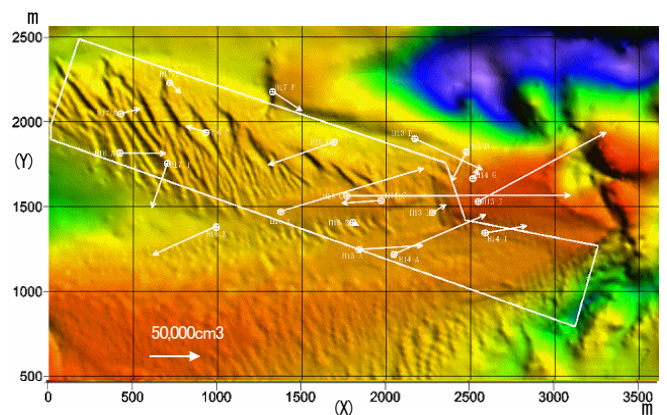


図-11 掃流漂砂量ベクトル (15 昼夜)

2.3 底質調査データ

底質の平面分布については、小笹 (1975) が詳細に調査している。ここでは、前述の調査位置において季節別にサンプリングを行ってふるい分け試験を実施した中から、St. ③の結果を図-12 に示す。本図の St. ③は典型的な例ではあるが、年別および季節別に粒度の変動が大きく、ここからも本海域での底質移動の激しさがうかがえる。

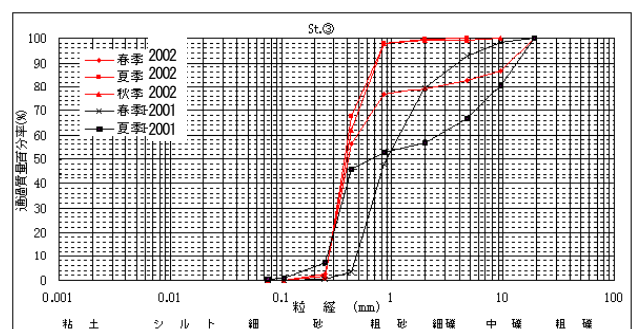


図-12 ふるい分け試験結果 (St. ③)

3. 土砂移動（サンドウェーブ）について

これまで、イノサキノツガイ地区では三ツ子島付近(方面)から供給された土砂が、砂嘴の斜面に沿って西側に輸送され、下げ潮流（東流）に押し戻され、サンドウェーブを形成しながら徐々に堆積すると考えられていた。

今回実施した深浅測量データと潮流観測データの解析により、これまでの知見に加え、土砂移動（サンドウェーブ）は三ツ子島砂嘴そのものからの供給によるものではなく、三ツ子島背後を収斂域とする土砂循環であると推定された。その模式図を図-13 に示す。

4. 現浚渫計画の効果の確認

2001～2005 年に実施された現浚渫計画の効果をも、南北連絡航路のポケット浚渫部および北航路の 5 工区収斂部について確認した。その結果を図-14 および図-15 に示す。

図-14 において、青の曲線は現浚渫計画立案時での計画の埋没速度を示しており、赤字の折れ線は 2 工区浚渫直後の 2002 年から最新の 2005 年までの深浅測量結果を示している。今後の推移を見守る必要はあるが、実績が計画を下回る傾向であり、現時点では計画は妥当であったと判断される。

図-15 において、ポケット浚渫は 2003 年の 3 工区浚渫で完了しているが、最浅水深はその翌年の 2004 年に下がり始め、平均水深はその前年の 2003 年から下がり始めていることが分かる。今回の浚渫（2001～2005 年）はイノサキノツガイ地区全体を浚渫するものであり、一概には言えないが、南北連絡航路でのポケット浚渫部で土砂を捕捉することにより、北航路でのサンドウェーブ発達を抑えることができると考えられる。

また、ポケット浚渫の位置は三ツ子島背後の収斂域となっており（図-13 参照）、一時的に土砂を捕捉して北航路への供給を遅らせるというポケット浚渫の目的に合致している。この点でも、計画は妥当であったと判断される。

5. おわりに

今回の維持浚渫（2001～2005 年）は昨年終えたばかりであり、その効果を確認するため今後も観測を継続する必要がある。また、塩釜等の大水深箇所での深浅測量は精度低下が避けられず、より高精度での測量を実施する必要がある。詳細な次期浚渫計画の立案は、それらを十分考慮する必要があるものと考えられる。

本報告は、「備讃瀬戸航路サンドウェーブ調査」（国土交通省四国地方整備局高松港湾・空港整備事務所発注）の成果を取りまとめたものである。調査に当たっては、技術委員会委員各位より多大なご指導、ご鞭撻をいただいております。ここに記して感謝致します。

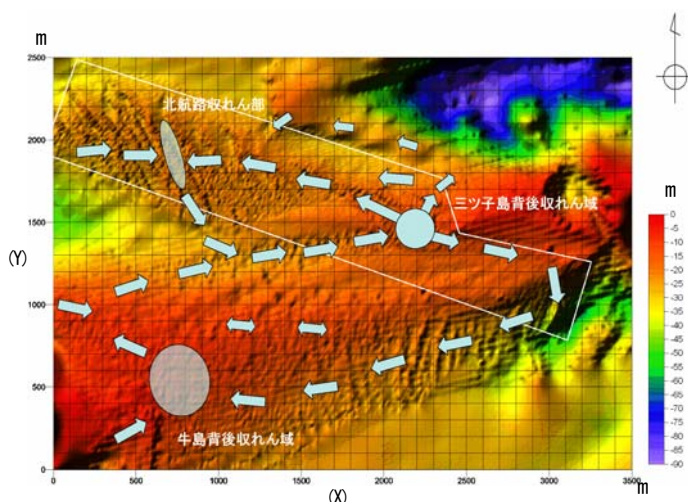


図-13 土砂移動（循環）経路の模式図

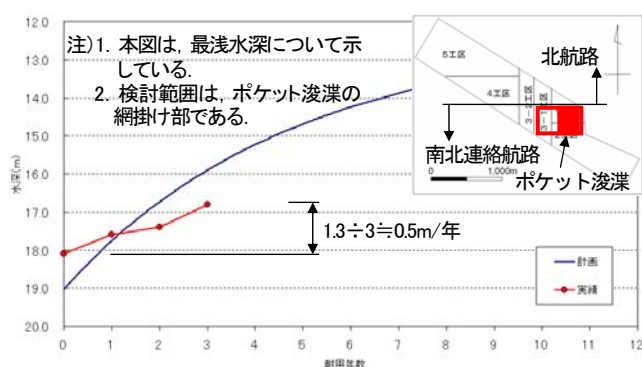


図-14 南北連絡航路（ポケット浚渫部）の埋没速度

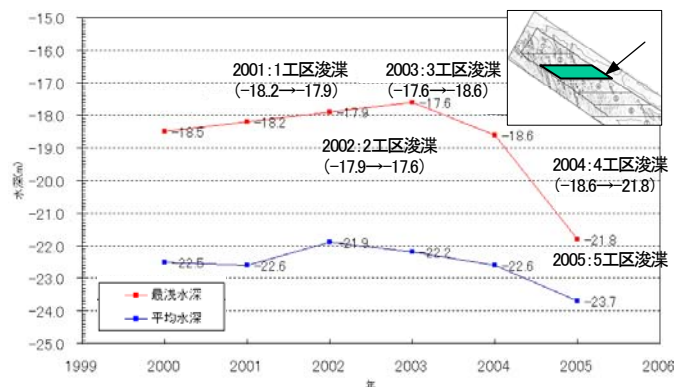


図-15 北航路（5 工区収斂部）の水深変化

参考文献

- 1) 小笹博昭：備讃瀬戸における海底砂州，サンドウェーブの調査，港湾技術研究所報告，第 14 巻第 2 号，1975. 6.
- 2) 加藤一正・久米秀俊・黒木敬司・長谷川準三：備讃瀬戸航路のサンドウェーブと航路保全，海岸工学論文集，第 44 巻，1997.
- 3) 伊福 誠・小林泰之・坂田健治・西本光宏・中田正人：深浅測量結果に基づく備讃瀬戸航路の地形変化，海岸工学論文集，第 49 巻，2002.