

門司港におけるサンドウェーブの発達特性の把握に関する研究

九州大学工学部

学生会員

○八尋蓮

正会員

山城賢 横田雅紀

フェロー

橋本典明 平澤充成

関門航路事務所

企画調整課

有吉直明

1.はじめに

関門航路は九州北端と本州西端の間に位置し、日本海と響灘と瀬戸内海の周防灘を結ぶ国際航路であり、国内の各港湾を結ぶ国内幹線航路としても重要な役割を果たしている。全長約 50km、航路幅 500~2200m の狭く細長い水路で、響灘海域と周防灘海域で生じる潮位差により潮流の向きが 1 日 4 回変化する流況特性を有している。今後の船舶の大型化を見据え、現在の航路水深 12m から 13m への増深が進められており、国土交通省関門航路事務所では、航路維持のため航路全体で年 1 回の深浅測量を実施している。また、海峡部では図-1 中に示す 4 箇所においてサンドウェーブによる局所的な浅所が発生するため、大型船舶の通行が制限されるなど大きな問題となっており、サンドウェーブ発生箇所においては年数回の深浅測量が実施されている。本研究は今後のサンドウェーブの発達予測と効果的な対策の検討に資することを目的として、門司港前面地区を対象に深浅測量データを解析することにより、サンドウェーブの発達特性の把握を試みたものである。



図-1 関門航路サンドウェーブ発生箇所

2.深浅測量データ

データは 10m×10m 格子の平均水深（以下 ave）および、最浅水深（以下 min）があり、門司港前面地区では測量開始年の 2002 年から 2013 年までに計 31 回の測量が実施されている。本研究では、このデータの内全ての測量時期に共通してデータがあるポイント（8230 点）を抽出して検討を行った。

3.危険箇所の特定及び、発達特性の把握

期間平均水深（ave）の分布を図-2 に、期間最浅水深（ave）の分布を図-3 に示す。黒実線は航路境界を示しており、平均水深分布をみると航路内の水深は 13m 以上となっているが、航路外には航路に沿って 13m よりも浅いエリアが広がっていることがわかる。一方、最浅水深分布をみると航路内に 13m よりも水深が浅いエリアが一時的に存在していることが示されており、サンドウェーブの発生による危険箇所が確認できる。

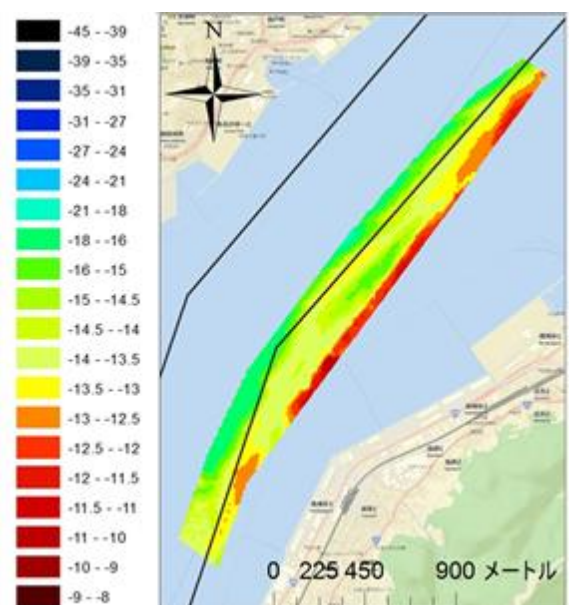


図-2 平均水深図

図-4 は図-3 中に示した解析範囲における最浅水深と平均水深の時系列を示したものである。まず、ave を用いた結果をみると、平均水深は調査期間を通して 8cm/年程

度のほぼ一定の速度で浅くなっている。このことから解析範囲は潮汐流による底質（砂）の移動により堆積が進むエリアであると考えられる。これに対して、最浅水深は増減しながら浅くなり、2008年7月ごろに最も浅くなっている。この最浅水深と平均水深の偏差は解析範囲におけるサンドウェーブの発達の様子をとらえているものと考えられ、2008年7月ごろにおおむね最大偏差に達し、その後、サンドウェーブの頂部は移動により平均水深の低い範囲に移動したものと考えられる。ただし、解析範囲の平均水深はその後増加傾向にあることから、最浅水深は更新されることを想定する必要があるといえる。なお、マルチビーム音響測深機を利用し、高精度な深浅測量が実施されるようになったとされる2006年度以降について、aveとminの結果を比較すると、平均水深では平均16cm程度、最大24cmの差が、最浅水深では平均31cm程度、最大60cmの差が生じていることが確認できる。通常の土砂収支解析や水深分布図においてはaveが適切と考えられるが、最浅水深の予測に活用する際には注意が必要といえる。

図-5は関門海峡の潮流シミュレーション結果から12時間（10分間隔）のデータを抽出し、底質の輸送に寄与することが想定される底層流の3乗平均流速を以下の式より求め、分布図を作成したものである。図より、サンドウェーブの発生海域は航路に沿って北東方向の流速となっており、サンドウェーブも同一の方向に移動しているものと考えられる。

$$\sqrt[3]{V^3} = \left(\sqrt[3]{\frac{\sum V^3 \cos \theta}{N}}, \sqrt[3]{\frac{\sum V^3 \sin \theta}{N}} \right)$$

V：流速(cm/s)，N：データ数

4.おわりに

本研究では、関門航路のサンドウェーブ発生箇所における深浅測量データをもとにサンドウェーブの特性について検討した。その結果、最浅水深と平均水深の変化速度は異なっており、サンドウェーブの発達を予測する際には、両方を考慮しなければならないことを明らかにすることができた。今後は、定量的な解析を行うことで、サンドウェーブの発達を予測する手法を検討する予定である。

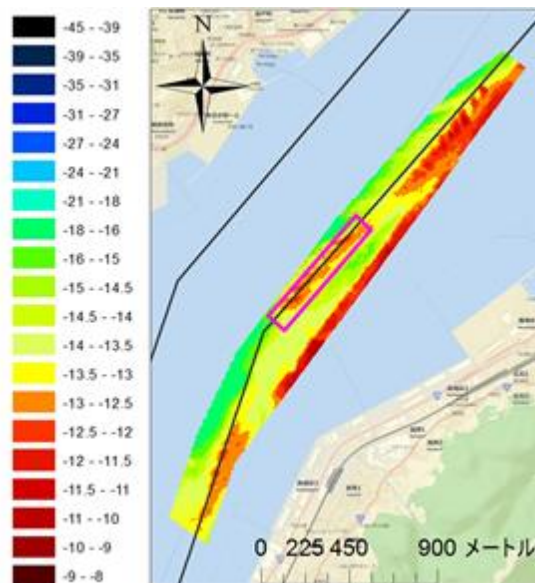


図-3 最浅水深図

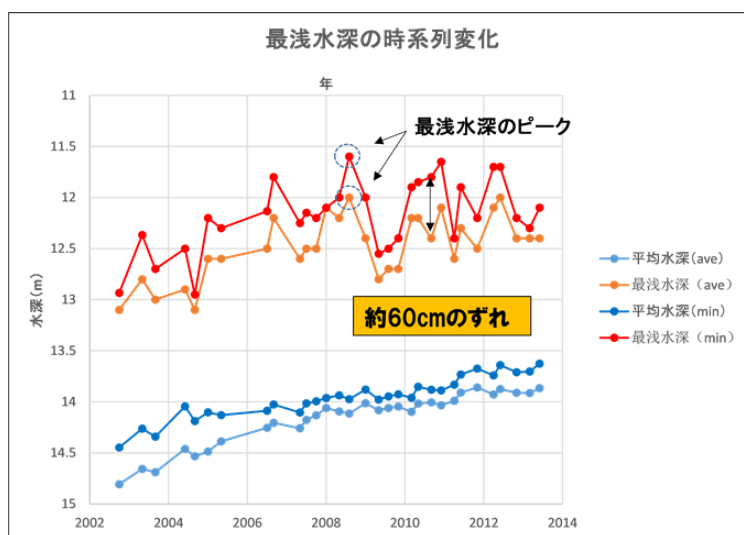


図-4 最浅水深の時系列変化グラフ

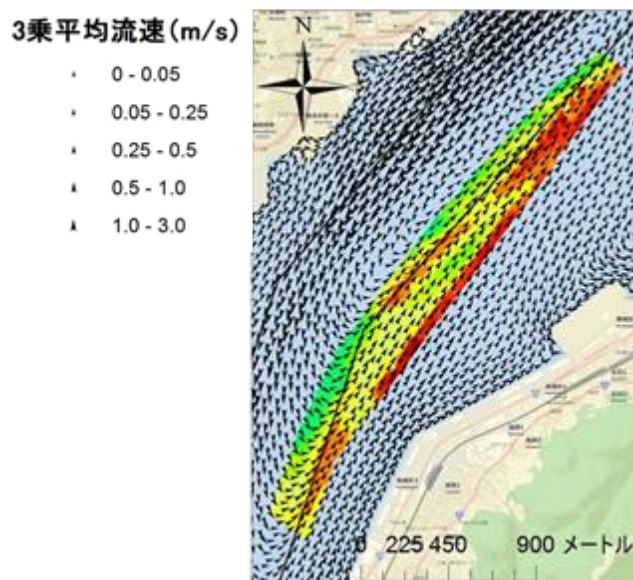


図-5 3乗平均流速図