

# 関門航路門司港地区におけるサンドウェーブの発達特性に関する研究

九州大学 学生会員 ○八尋蓮

九州大学 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 500~2,200m 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いる。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. 内容

### 2.1 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 (8,230 点) を抽出して検討を行った。

### 2.2 危険箇所の特定

期間平均水深 (ave) の分布を図 2-1 に、期間最浅水深 (ave) の分布を図 2-2 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。

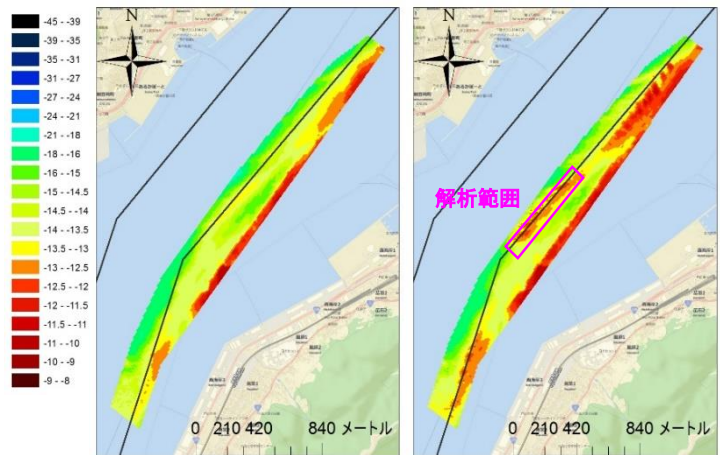


図 2-1 平均水深分布 図 2-2 最浅水深分布

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。

### 2.3 サンドウェーブの特性

図-3 は図 2-2 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/年程度のは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、高精度な深淺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。

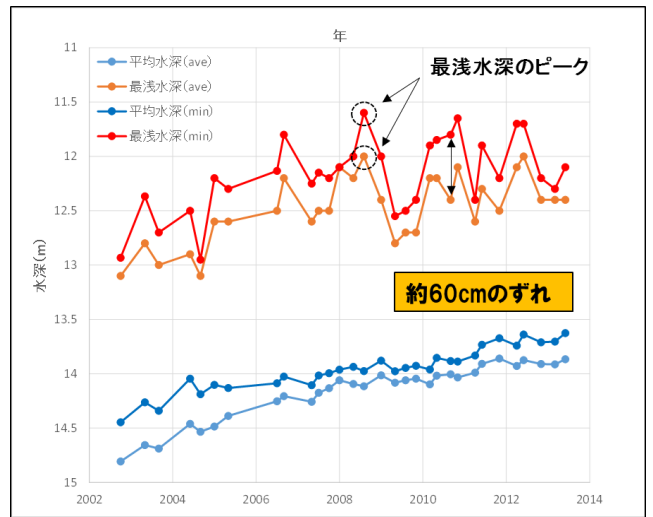


図-3 最浅水深と平均水深の時系列

図-4 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、潮流による平均漂砂量ベクトルを以下の式より求め、分布図を作成したものである。図を見ると、門司港前面地区において、図中の赤で示すように、漂砂量ベクトルの向きは変化せず大きさが小さくなるエリアは砂がたまりやすいと考えられるため、図中赤で囲まれた範囲で砂がたまりやすいことが推察される。また、サンドウェーブ発生エリアへの供給源は水深勾配や想定される底質の粒径をふまえると、門司港前面地区の南側（図中オレンジで囲まれた部分）と考えられる。

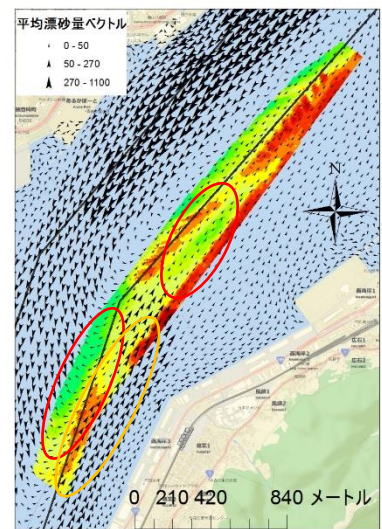


図-4 平均漂砂量ベクトル分布

$$q = \left( \frac{\sum q_x}{N}, \frac{\sum q_y}{N} \right) \quad q_x = A_c \frac{\tau - \tau_{cr}}{\rho_w g} U, q_y = A_c \frac{\tau - \tau_{cr}}{\rho_w g} V$$

$q$  : 漂砂量ベクトル(m<sup>3</sup>/m/day),  $q_x$  : x 方向 (m<sup>3</sup>/m/day),  $q_y$  : y 方向(m<sup>3</sup>/m/day),  $\tau$  : 流れによる底面せん断応力,  $\tau_{cr}$  : 移動限界せん断応力,  $N$  : データ数,  $A_c$  : 漂砂量係数(今回は 1.0 で計算),  $g$  : 重力加速度,  $\rho_w$  : 海水密度,  $U$  : x 方向流速(m/s),  $V$  : y 方向流速(m/s) (尚、底質粒子に関する十分な情報が無いため、粒径には実測値ではなく、全域で約 0.7mm を仮定している)

### 3. おわりに

本研究では、関門航路門司港前面地区のサンドウェーブ発生箇所における深淺測量データをもとに、最浅水深と平均水深の時系列を比較し、サンドウェーブの波高発達特性を明らかにした。さらに、潮流による平均漂砂量ベクトルを解析することで、堆積エリアと供給源を明らかにした。今後は、サンドウェーブの波高発達特性と潮流による底質移動の 2 つのメカニズムを組み合わせることで対策の検討に重要な最浅水深の予測が可能になると考えられる。