

高波浪・暴風下の苫小牧西港付近における流動、漂砂特性

Characteristics of currents and littoral drift under high waves and storm around Tomakomaiishi port

北海道大学大学院工学研究院 正 員 山下俊彦 (Toshihiko Yamashita)
北海道大学工学部 ○学生員 佐橋優也 (Yuya sahashi)

1. はじめに

港湾において、漂砂による航路埋没は重要な問題となっている。そのため維持管理として適切な浚渫や堤防の建設をおこなう必要があり、地形変化予測の精度向上が課題である。港湾の地形変化予測をするにあたって、従来では港湾付近の高波浪と海浜流を用いて予測されてきた。しかし、海浜流の影響が弱い水深 15m 以上ある大規模港湾でも航路埋没が発生している。このことは海浜流だけでなく、風によって発生する吹送流が漂砂に影響を与えていることが考えられる。

そこで、本研究では大規模港として苫小牧西港を対象とし、2014 年 9 月 26 日～2014 年 11 月 1 日の流動と濁度の現地観測データ、1997 年～2014 年の勇払沖の波浪、流動データ、2000 年～2014 年の白老沖のナウファスの波浪、流動データと 2007 年～2014 年の GPV の風況データを用い波浪、流動、漂砂、風況の特性を把握し、相互の関連を検討する。また、将来予測のための代表波、代表風の設定をおこなう。

2. 現地データの概要

現地観測は 2014 年 9 月 26 日～11 月 1 日の約 1 か月間のデータを用いた。風速は A1、A2、A3 の 3 地点の平均、沖波波高は勇払沖（水深-24.5m）のものである。



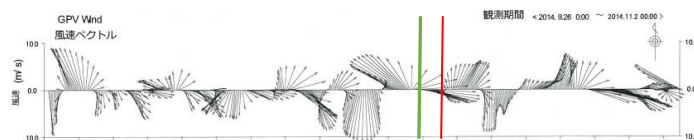
図-1 苫小牧沖データ観測地点

3. 現地観測による流動・漂砂特性

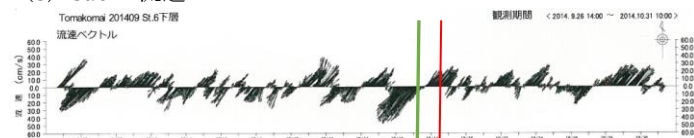
港湾付近の地点 St.1（水深 15m）, St.3、St.4、St.5、St.6（水深 12m）で流速を観測し、St.6 に LISST を設置し濁度を観測した（図-3）。観測地点はいずれも底面から約 1.0m の位置にある。図-2 (a) は A1～A3 の平均風速、(b) は St.6 の流動、(c) は St.6 の濁度を全観測期間（9/26～11/14）の結果を示す。(c) の沖波波高と水深 12m の St.6 での LISST による濁度を比較すると、当然であるが 2m 以上の高波浪の時に濁度が上昇していることがわかる。緑の線の観測期間中の最大波高約 2.5m が発生した時を見ると、数時間程度前に風速約

11m/s の南東の風が吹き、南西向きの約 80cm/s の強い流れが発生していることがわかる。一方、赤の線の数時間程度前に東向きの強い風が吹き北東への強い流れも発生しているが、波高は 0.5m と低く濁度はほとんどゼロである。よって、地形変化予測するには波高が高いときを代表波とすべきであることが確認できる。強風で強い流れが発生しても波高が小さい場合は多くの土砂移動は発生しない。St.6 の流動の方向はほぼ南西あるいは北東であるが、これは島防波堤の方向とほぼ一致している。

(a) 風速



(b) St.6 の流速



(c) St.6 の濁度 沖波波高

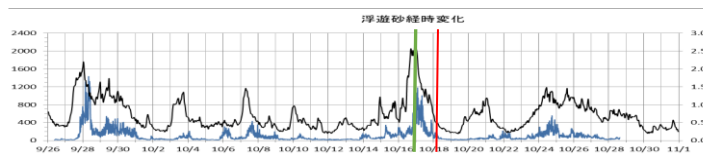


図-2 St.6 での流動、濁度の変化特性

図-3 (a) (b) に図-2 で緑（SW 系流況）と赤（NE 系流況）で示した時点の流動の空間分布を示す。また、図中には右下に勇払沖の流速ベクトル、左下にナウファスの流速ベクトルを示す。

(a) を見ると南東風により勇払沖、ナウファスでは海岸に沿う西向きの流れが発生し、西港の東側の防波堤によりその方向に沿う流れに加速されていることがわかる。一方 St.3、5 は航路に向かう流れ、すなわち西港背後に時計回りの循環流が発生していることがわかる。数値計算による流動の詳細な検討は実施していないが、St.1 の水深 15m 地点での 40 cm/s の強い流れや、循環流の発生は海浜流では説明できないことが予想され、吹送流を考慮する必要がある。St.3、5 の流れは St.1、6 に比較すると弱い、土砂の航路堆積には重要と考えられる。

(b) を見ると西風により勇払沖、ナウファスでは海岸線に沿う東向きの流れが発生し、St.3、5 では航路に向かう流れが発生していることがわかる。この時は前述の様に低波高のため航路の土砂堆積はほとんど発生してい

ないと考えられるが、St.6 で NE 系の流動で波高が高い場合（例えば SW～SSW 系の高波高）には航路に大量の土砂堆積が発生する可能性が考えられる。

図-3 (a) SW 系流況

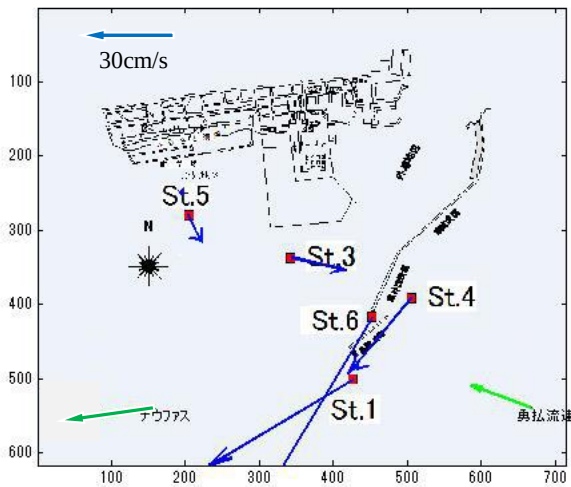


図-3 (b) NE 系流況

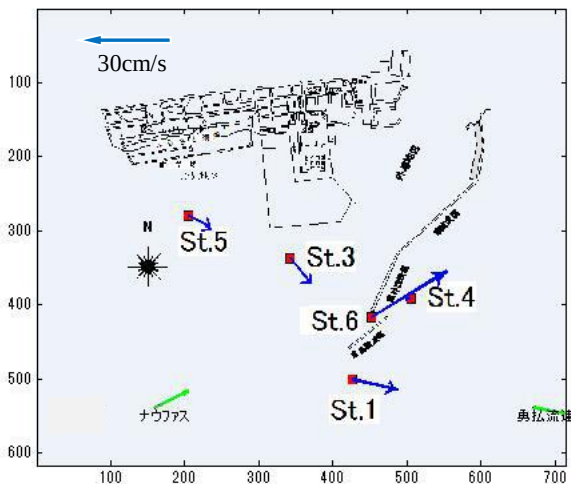


図 4 に西港周辺で大きな地形変化が生じた 1 年間に、前述の SSW 系波高 4.8m、周期 9.5 秒の高波浪が発生した 2012 年 12 月 6 日を含む 30 日間の風況、沖波波高の変化を示す。この時には現地観測は実施していなかったため詳しい港湾周辺の流動特性わからないが、今後の現地観測で流動特性を把握する必要があると考えられる。

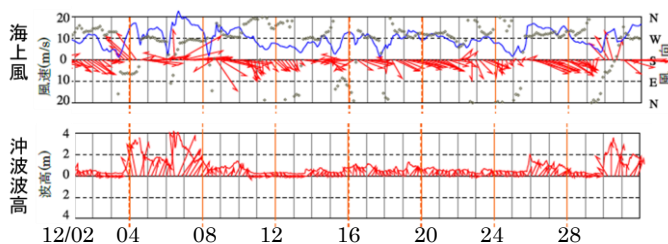


図-4 SSW 系高波高の風況、沖波波高

4. 外力としての代表波と代表風

漂砂による港湾周辺の地形変化予測の際には、通常外力として波と海浜流が用いられる。前述のように、特に航路水深が 15m 以上の大型港湾においては、風による吹送流も重要となると考えられる。しかし、長期の地形変化予測に吹送流を考慮した例はほとんどないのが現状である。そこで、長期の地形変化予測を前提として、2.5m 以上の高波浪時の代表波と代表風を検討する。

まず、波向きは角度 N をゼロ、時計回りを正とし、SE (175° 以下)、S (175° ～185°)、SW (185° 以上) の 3 つに分け、波高を 3m (2.5～3.5m)、4m (3.5m 以上) の 2 つのランクを考える。図-5 に 2007 年～2014 年の勇払沖の波高と GPV の 3 地点の風速平均を用いた場合の波向き SE の結果の例を示す。データ数が少ないが、波向き SE の波高 3m に対しては風速 12.6m/s の青のベクトルとなり、波高 4m に対しては風速 16.1m/s の赤のベクトルと求められる。

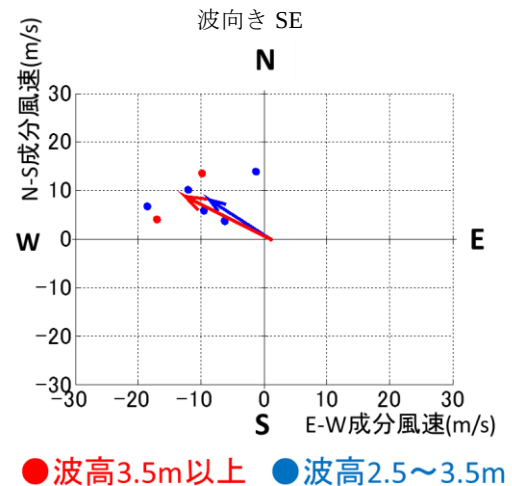


図-5 漂砂外力としての代表波と代表風

5. まとめ

本研究の結果をまとめると以下のようなものである。

- ① 苫小牧西港の漂砂機構を明らかにする第一歩として現地観測データ、既存の勇払沖と白老沖のナウファスの波、流動のデータ及び GPV の風速データを用いて港周辺の流動・漂砂特性を明らかにした。
- ② 西港のような大規模港湾では周辺、特に港口・航路等の地形変化を考える際には吹送流を考慮する必要があると考えられる。
- ③ 西港での航路埋没には SW～SSW 系の高波高が 1 つの重要な要因であることが推定されるため、今後現地観測等により周辺の流動・漂砂特性を詳細に把握する必要がある。

謝辞

本研究で用いた現地観測データ及び勇払沖の波浪、流動データは、北海道開発局苫小牧港湾建設事務所よりいただいた。ここに記し感謝の意を表します。