

# 漂砂による航路埋没モデルの能代港への適用

## Application of Numerical Sedimentation Model to Noshiro Port

田河祥一\*・志賀正夫\*\*  
TAGAWA Shouichi and SHIGA Masao

\* (財) 沿岸技術研究センター 企画部 研究員  
\*\* 国土交通省 東北地方整備局 仙台港湾空港技術調査事務所 所長

In Noshiro Port, persistent sedimentation in both the approach channel and the frontal area of the reclaimed land for Noshiro thermal power plant continues after the capital dredging works to deepen the main approach channel to -14m in 1992. The present paper mainly describes the result of numerical simulation to investigate the countermeasures against sedimentation within the approach channel.

*Key Words : numerical simulation model for sedimentation, Noshiro Port, approach channel*

### 1. はじめに

東北地方整備局管内の能代港では、近年、漂砂に起因する航路の埋没現象が見受けられ、船舶の入出港が阻害される懸念があり、その対策を講じることが急務かつ重要な課題となっている。一方、能代港においては、過去に航路埋没に関する再現・予測の数値シミュレーションを実施しておらず、埋没予測モデルの開発及びそれをふまえた埋没対策工の検討が必要とされた。このような背景から、平成16年度の事業実施を目指し、平成14年、平成15年の2カ年にわたり埋没対策の検討が行われた。能代港の埋没特性を把握するために、土砂の移動実態及び埋没に寄与する波浪・流況条件を整理し、流況再現モデルを構築し、ライフサイクルコストの観点から、効果的な埋没対策工法の検討・提案を行なった。

今回は一連の埋没対策工法の検討の中で、特に埋没シミュレーションの検討結果について述べる。対象地区は、図-1に示す。

### 2. 検討フロー

#### 2.1 埋没対策工法の検討フロー

埋没対策工法の検討フローは、図-2に示すとおりである。

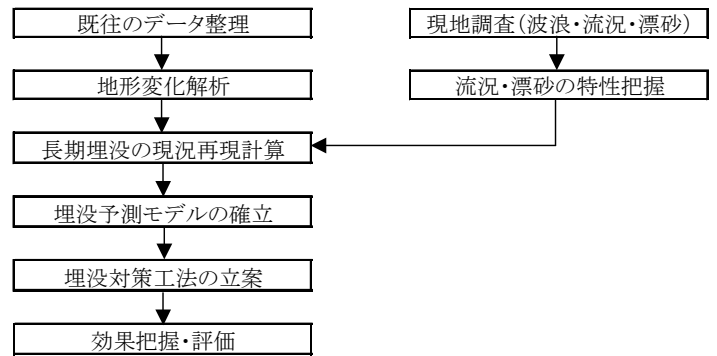


図-2 埋没対策検討フロー

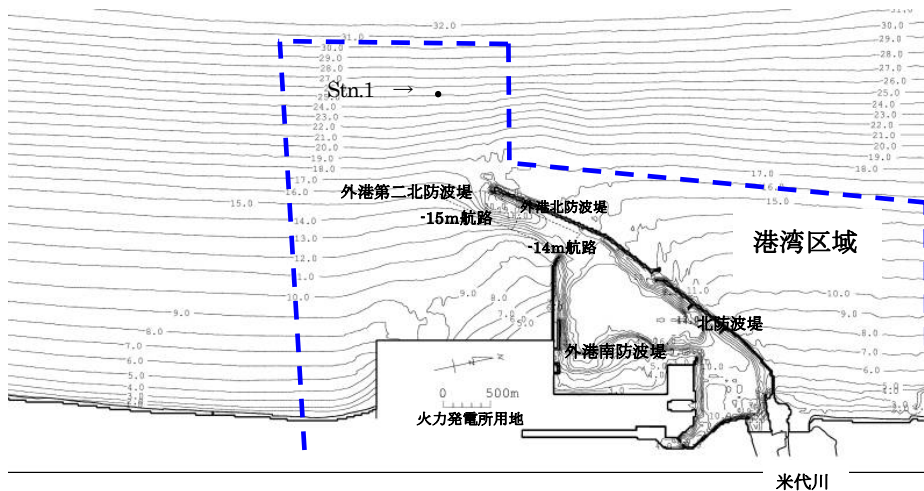


図-1 対象地区

### 3. 地形変化の解析<sup>1)</sup>

#### 3.1 地形の特徴

広域の水深変化特性として①火力発電所前面での堆積②北防波堤沖側での堆積③北防波堤堤頭部での局所洗掘が挙げられる(図-3)。

航路浚渫の期間(1992年10月～2001年11月, 9年間)においては, 南防波堤南側に顕著な堆積域が認められ, 舌状に航路まで堆積域が延びている(図-4)。

同期間の水深変化は図-5に示すとおりであり, 航路堆積域の堆積土砂量は13.3万 $m^3$ (年間約1.5万 $m^3$ ), 火力発電所用地前面の堆積土砂量は131.8万 $m^3$ (年間14.6万 $m^3$ )である(図-6)。

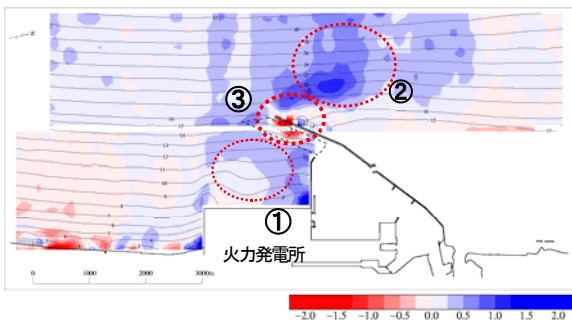


図-3 水深変化図(広域, 1986年～2001年, 単位:m)

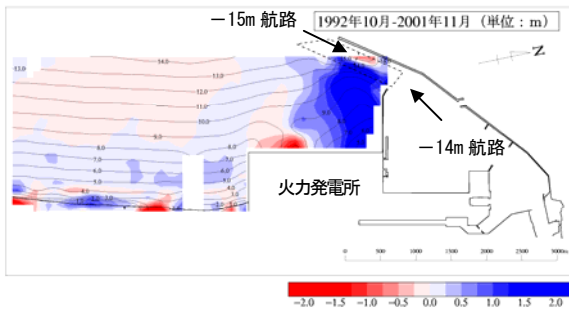


図-4 水深変化図(広域, 1992年10月～2001年11月, 単位:m)

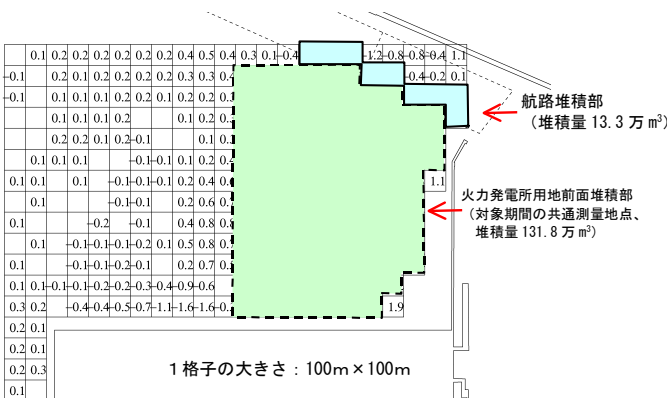


図-5 航路浚渫後の水深変化(1992年10月～2001年11月)

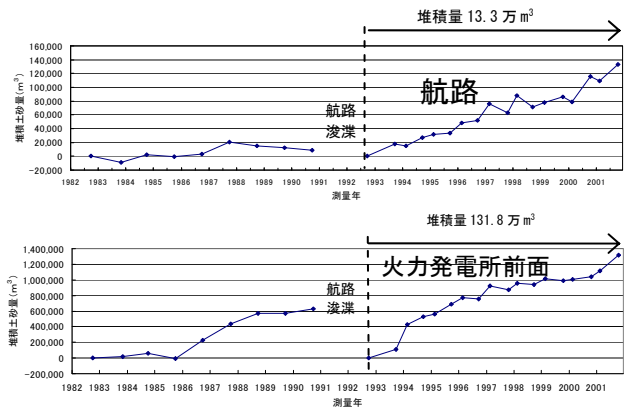


図-6 堆積土量(1982年10月～2001年11月)

### 4. 現地調査結果

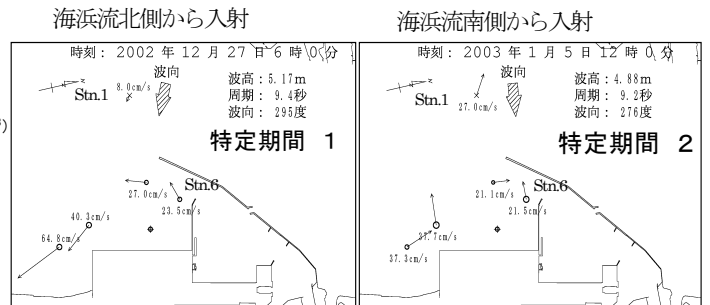
#### 4.1 現地調査結果

有義波高の最大値が5m前後の荒天が2回観測された。各荒天時を特定期間1(2002年12月26日～12月31日)及び特定期間2(2003年1月2日～1月8日)と設定した。(図-7)



図-7 港外波浪の観測値(能代港 Stn. 1)

海浜流(底上0.5m層)の流向は, 波向きと強い関係があり, 北側から波が来襲した場合には南向きの流れが発生し, 南側から波が来襲した場合には北向きの流れが発生する。ただし, -14m航路付近(Stn. 6)では, 波向に関係なく航路へ流入する流れとなっている(図-8)。



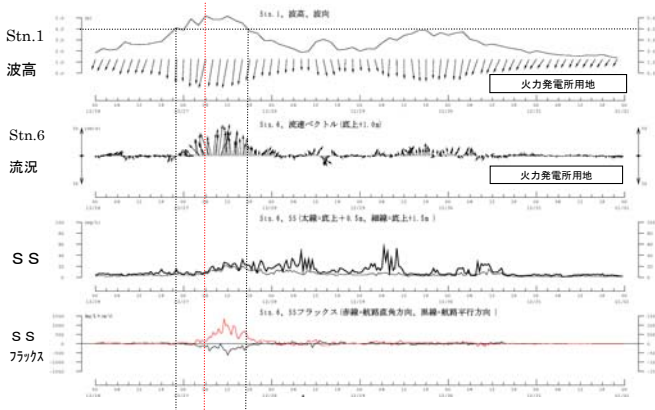
(注)北側・南側は火力発電所用地の法線に対する角度による

図-8 流況平面分布(有義波高最大観測時刻)

-14m航路付近の観測結果から, 波高が4.0mを超えると航路へ流入するSSフラックス(航路直角成分)が発生し4.5mを超えると顕著となる傾向がある(図-9)。

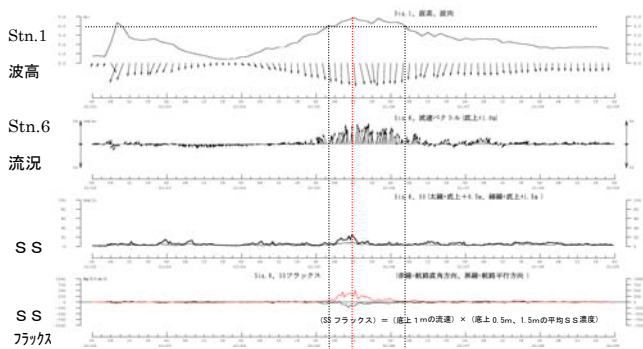
特定期間 1

海浜流北側から入射



特定期間 2

海浜流南側から入射



(注) 波向きと流向きは、火力発電所用地の法線に対する角度により表示

図-9 -14m航路への流入 SS フラックスと波浪・流況の関係

5. 現況の再現計算

5.1 埋没予測モデルの再現検討

埋没予測モデルの再現検討地形条件を表-1 に示す. 埋没予測モデルの再現検討及びモデルパラメータ調整は、今回の現地調査結果および能代港で航路浚渫の行われていた1992年10月～2001年11月(約9年間)の観測データを基に、長期埋没の現況再現計算において行なった。

表-1 検討地形条件 (波浪・海浜流計算)

項目	条件等	備考
計算範囲	能代港および周辺海域 (12.0km×4.8km)	
計算格子間隔	20m	600格子×200格子
港湾構造物	現況:防波堤(北)995m 防波堤(南)920m	
計算水位	2001年11月測量(能代港)	基準面D.L.0.0m
計算潮位	平均潮位D.L.-0.01m	平成7年1月～平成11年12月

6. 長期埋没の現況再現計算

6.1 計算方法

現地調査結果から高波浪時に航路へ流入してくる土砂は、浮遊砂が支配的であることが考えられる. よって埋没計算は主として浮遊砂の移流拡散現象を伴う移流拡散モデル<sup>2)</sup>を用い、漂砂量公式はバイカー公式<sup>2)</sup>を用いた. なお、埋没計算の過程においては地形変化を考慮した簡易フィードバック計算(水深変化を考慮した海浜流の流速値と海底軌道流速の算定)を行なった。

6.2 計算条件

長期埋没の現況再現計算の計算条件は、表-2 に示すとおりである。

表-2 長期埋没の現況再現計算の計算条件

諸元	条件等			備考	
再現期間	1992年10月から2001年11月			-14m航路・-15m航路浚渫後	
初期地形	1992年10月測量地形(能代港)			基準面D.L. 0.0m	
再現目標	2001年11月測量地形(能代港)			基準面D.L. 0.0m	
計算範囲	能代港および周辺地域(12.0km×4.8km)				
計算格子間隔	20m			600格子×200格子	
港湾構造物	現況:防波堤(北)995m,防波堤(南)920m				
計算水深	1992年10月測量地形(能代港)			基準面D.L. 0.0m	
計算潮位	平均潮位 D.L.-0.01m			平成7年1月～平成11年12月	
計算時間間隔	60秒				
代表波浪	波向き	WNW	W	WSW	高波高時の卓越波向き
	波高	5.5m			土砂が航路へ顕著に流入する
	周期	10秒			波高4.5m以上の平均値
	Smax	10			波高と周期から算定
作用日数	11.8日	38.3日	8.9日	合計(59.0日) 波高4.0m以上	
	38.9日	83.3日	29.8日	合計(152.0日) 波高2.0m以上	
漂砂量バイカー公式	定数B	波高4.0m以上の作用日数 最適値0.200 波高2.0m以上の作用日数 最適値0.085		航路部での埋没量が一致するように設定する	
	拡散係数	水平拡散係数: 1.0×10 <sup>9</sup> cm <sup>2</sup> /s 鉛直拡散係数: 概ね1~100cm <sup>2</sup> /s		鉛直拡散係数はバイカー公式 <sup>2)</sup> の与える値の1/100とする	
	マニング粗度係数	0.025			
	粗度長さ	0.18mm		既往の現地調査による中央粒径相当 <sup>3)</sup>	
	中央粒径	0.18mm			
沈降速度	1.96cm/s		中央粒径とルビーの式から算定 <sup>4)</sup>		

注) 地形変化解析では、-14m航路への土砂流入量が顕著となる波高4m以上の出現頻度が少ない春から秋にかけても、秋から春と同程度の航路内埋没量が認められた。そこで、波高4m以上と波高2m以上の作用日数を考慮した2ケースの現況再現計算を行なった。

### 6.3 埋没計算結果

埋没予測モデルのパラメータは、航路内の堆積土砂量が再現できるように調整しており、航路内の実績値（再現目標）と計算値（再現計算結果）はほぼ一致し、火力発電所前面の堆積域は、実績値の約80%の再現性が得られている（表-3）。等深線の変化傾向については、南防波堤南側と-14m航路での堆積パターン（等深線の舌状の張り出し）が再現されている（図-10）。なお、再現目標において堆積域となっている-15m航路東側及びその周辺域では、局所洗掘の影響が大きく、計算では侵食となっている。

表-3 堆積土砂量の再現性の検証

対象箇所	堆積土量 (万 $m^3$ )		割合 (%)
	再現目標値	再現計算結果	
a) 航路堆積域	13.3	13.4	100.8
b) 火力発電所 前面堆積域	131.8	110.5	83.8

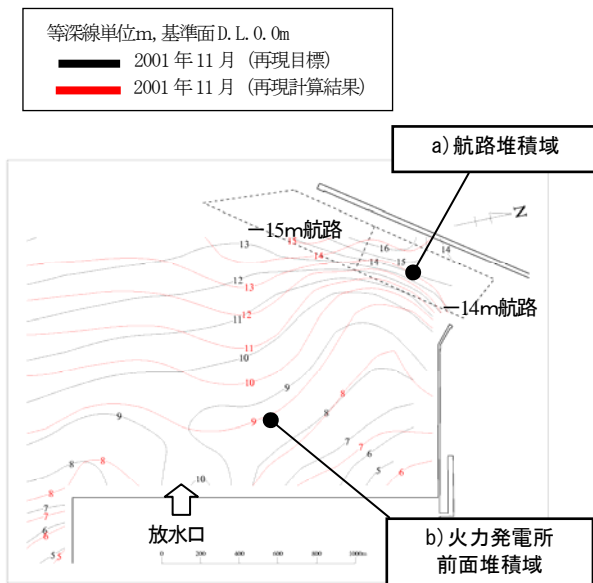


図-10 現況再現計算結果

(再現目標と再現計算結果の水深コンター、波高2m以上の作用日数の場合)

### 7. まとめ

本検討では、既存資料の整理及び現地調査を実施し能代港の埋没特性の把握を行うとともに、埋没シミュレーションモデルの検討を行った。その結果、現地調査から海浜流の波向きに関係なく航路付近においては、航路内へ流入する流れが発生することが判明した。また、-14m航路付近の観測結果から、波高4mを超えると航路内へ流入するSSフラックスが発生し、さらに4.5mを超えると顕著となる傾向にあることが判明した。これら現地調査結果を元に行った、長期埋没の現況再現計算においては、（再現目標値）と計算結果（埋没予測値）は航路堆積域においては100%、火力発電所前面堆積域においては83.8%とほぼ一致しており、埋没シミュレーションの検討結果が妥当であることが認められた。将来的には、この結果を用いて対策工法の検討を行うことが可能となった。

最後に、本検討は能代港埋没対策検討会（委員長 独立行政法人港湾空港技術研究所 海洋・水工部 漂砂研究室 栗山善昭室長）において、調査、解析方法等に関するご意見、ご指導を賜りました。ここに記して深く感謝いたします。

### 参考文献

- 1) 宇多高明：日本の海岸侵食，山海堂，pp. 51-56, 1997.
- 2) 入江 功，栗山善昭：底質の移流沈降過程を入れた航路・港内埋没の予測，港湾技術研究所報告，第24巻，第2号，pp. 157-204, 1985.
- 3) 土木学会海岸工学委員会（研究現況レビュー小委員会）：漂砂環境の創造に向けて，（社）土木学会，1998.
- 4) 河村三郎：土木水理学，森北出版，1982.