

## 漁港港口における堆砂と侵食の発生\*

株式会社アルファ水工コンサルタンツ 堀江 岳人  
 北海道水産林務部水産局漁港漁村課 野坂 弥寿二  
 東北大学大学院工学研究科 田中 仁

### 1. はじめに

近年、内浦湾内に位置する漁港では、湾外の太平洋沿岸と比較して湾内での「来襲波のエネルギーは低い」にも関わらず、港口埋没が顕著に発生している状況にある。その内の1港である黒岩漁港は、内浦湾の奥部に位置している北海道二世郡八雲町の第1種漁港である(図-1)。本漁港は、平成10年度に供用を開始し、平成12年度に東防波堤(L=100m)を整備し、現在の港形に至っている。しかし、本漁港では、波高は小さいが港口周辺の循環流による砂の移動が起りやすく、また砂の堆砂が顕著であることから、浚渫の回数も年々増加している状況にある。本研究では、現地調査、既往の測量結果による地形分析ならびに数値シミュレーションを実施して、当該漁港の漂砂特性を把握することを目的とした。

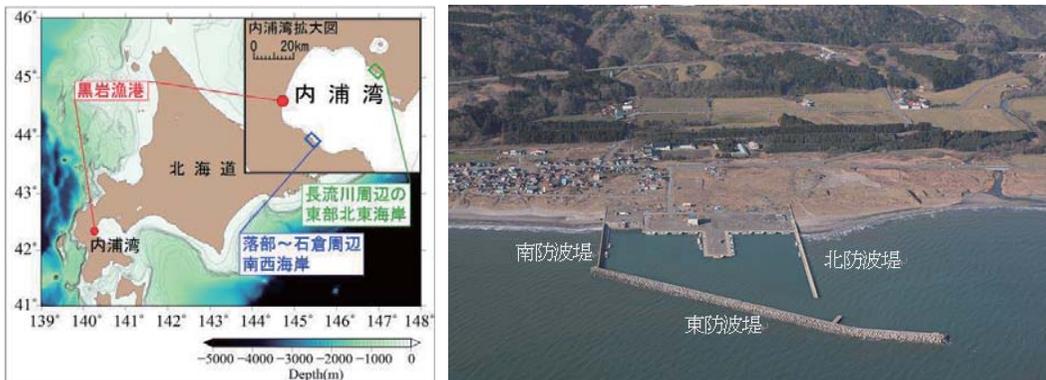


図-1 内浦湾と黒岩漁港の位置 (左図), 黒岩漁港の港形 (平成21年撮影) (右図)

### 2. 自然環境特性

本漁港周辺における波浪特性および後述する現地観測期間における地形変化を以下に示す。

#### (1) 波浪特性

内浦湾内では継続した波浪観測が行われていないため、気象庁 GPV 沿岸波浪データ (2009年1月~2013年12月) を用いた (図-2)。なお、本データは、3時間間隔の推算であるため必ずしも擾乱のピークの状況を捉えていないことに留意が必要である。波浪の卓越方向は ENE 方向であり、湾口方向と一致する。波浪エネルギーは台風期の秋季に最も大きく冬季に最も小さい。これより、本漁港沖については冬季の北西の風では波浪は発達しないと考えられる。

\*Channel Sedimentation at a Fishery port in FUNKA BAY, JAPAN by Takehito Horie, Yasuji Nozaka and Hitoshi Tanaka.

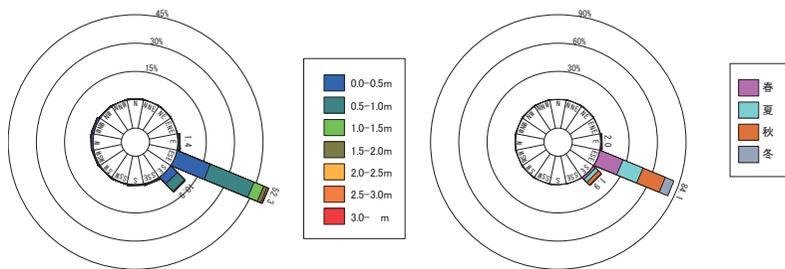


図-2 GPV 沿岸波浪データによる波高出現頻度(左), エネルギー出現頻度(右)

(2) 地形変化特性

後述する現地調査期間前後(平成 25 年 10 月→12 月)における地形変化特性を以下に示す(図-3)。漁港の右岸側・左岸側では、共に岸沖漂砂のような地形変化が確認された。また、航路・港内において、土砂の堆積が確認された。

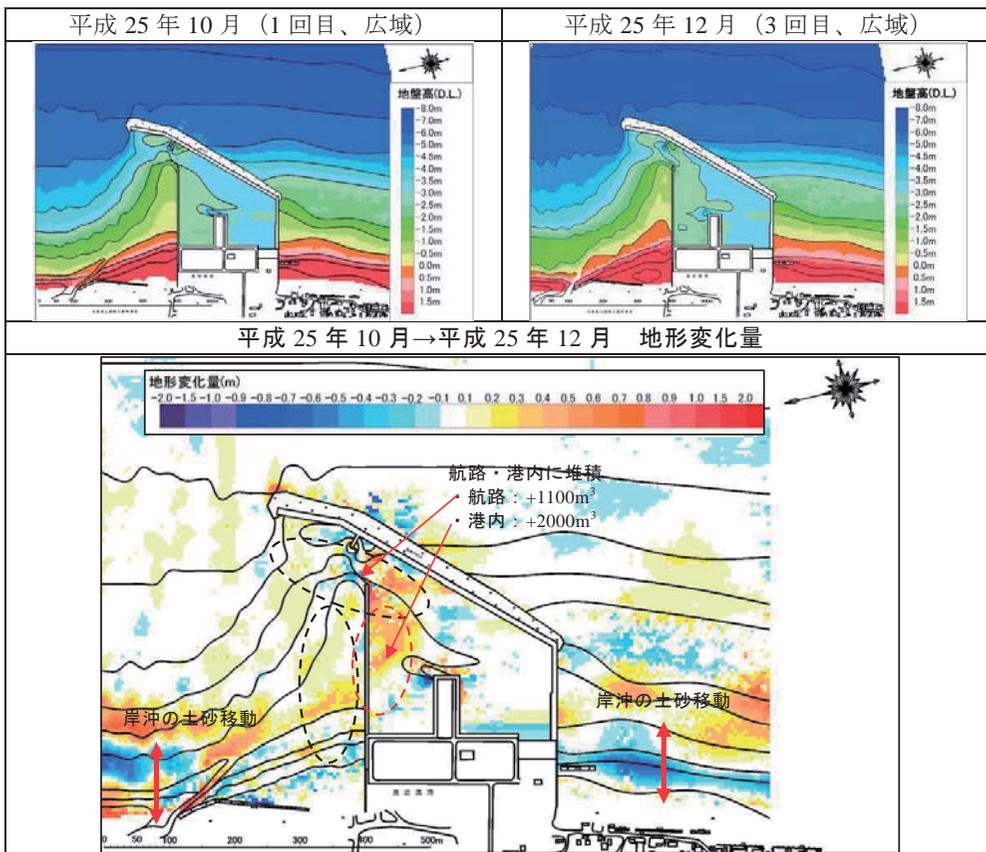


図-3 平成 25 年 10 月→平成 25 年 12 月の地形変化

### 3. 漂砂特性

黒岩漁港における港口での土砂堆積メカニズムを把握するため、波浪・流況観測、港口付近において砂面変動調査、粒径調査を実施した。調査期間は、台風の来襲頻度が高い 2013 年 9 月 27 日～11 月 2 日の約 37 日間である。観測期間の前後において、漁港周辺域を対象に深淺測量も実施した（図-3）。

#### （1）現地調査の概要

##### ①波浪流況調査

波浪流況調査は、St.1、St.2 及び St.4 の 3 地点で実施した（図-4）。本調査では、3 地点共に波浪と流況を同時に計測可能である波高計付電磁流速計を使用した。また、波高の観測方式は St.1 及び St.2 では水圧式、St.4 では超音波式を採用した。観測仕様は 0.5 秒間隔の連続観測とした。

##### ②砂面変動調査

砂面変動調査（St.3）で使用した超音波式砂面計は、底質の地盤高変動とともに流況観測が可能のため、両方の観測を併せて行った（図-4）。設置に際して、機器が転倒することが無いように架台を海底に打ち込み、その架台に機器を固定した（図-5）。観測仕様は、20 分毎に 3 分間の観測とした。観測中は 1 秒間隔で地盤高及び流速を記録し、3 分間の平均値を算出した。



図-4 波浪流況調査地点

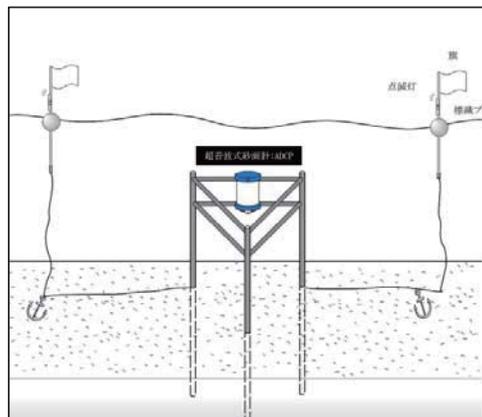


図-5 砂面計の設置模式図

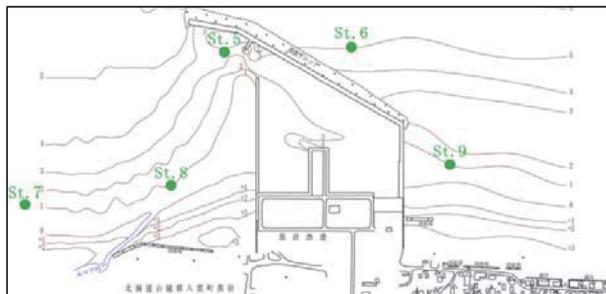


図-6 底質調査地点

### ③底質調査

底質調査は、平成 25 年 12 月 8 日に実施した（**図-6**）。採泥は採泥器を用いて底質の表層部を採取し、分析を行った。分析試験項目は粒度試験（ふるい沈降試験 JIS A 1204）と密度試験（JIS A 1202）の 2 項目とした。

#### （2）砂面変動に関する考察

##### ①流速と砂面変動

St.1 における流速と St.3 における地盤高の経時変化の関係について考察した（**図-7**）。

- ・ St.1 における流速の内、港口に向かう流速の発生時期と St.3 において地盤高の低下が発生した時期は良く一致していた。
- ・ St.1 付近で行った底質調査の結果と併せて、限界シールズ数（=0.07）を超える底面摩擦速度を算定したところ 0.02m/s 程度であることが分かった。この値を目安にすると、St.1 で流速が 0.1m/s を超えた場合には底質の巻き上げが起こっていたと推察され、またその時に流向は S・SSE・SE が高頻度で出現していたことから、土砂が港口方向へ輸送されていたと考えられる。

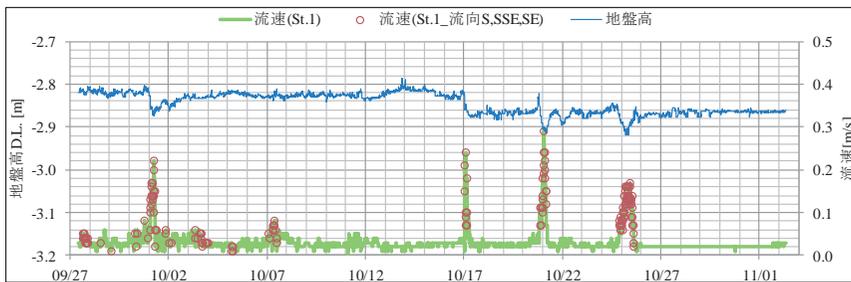


図-7 St.1 における流速と St.3 における地盤高の経時変化

##### ②波浪と砂面変動

上述の流速と砂面変動の関係より、沖合 St.4 で高波浪が発生した場合、底質が巻き上がり漁港側へ輸送されることが示唆された。そこで、高波浪時が発生した時に着目して、沖合 St.4 の波浪場と砂面変動との関係を整理した（**図-8**）。

- ・ 2m 以上の有義波高が観測された 10 月 1 日、10 月 21 日、10 月 25 日は、共通して高波浪が 2~3 日継続していた。これらの時期には、St.3 の地盤高は一度低下するものの、その後回復している状況が経時変化から確認できた。
- ・ 砂面変動の顕著な 10 月 17 日では有義波高は 1.0m を超えているものの、その継続時間は上述の 3 擾乱に比べ、短く半日程度であった。しかしながら周期を見ると、10 秒以上の周期が 3 日程度継続していることが確認できる。気圧配置から、太平洋側を大型の台風第 26 号が北上していることが確認でき、この台風通過により外海から内浦湾に「周期の長いうねり性の波浪が侵入」してきたと考えられる（**図-8**）。

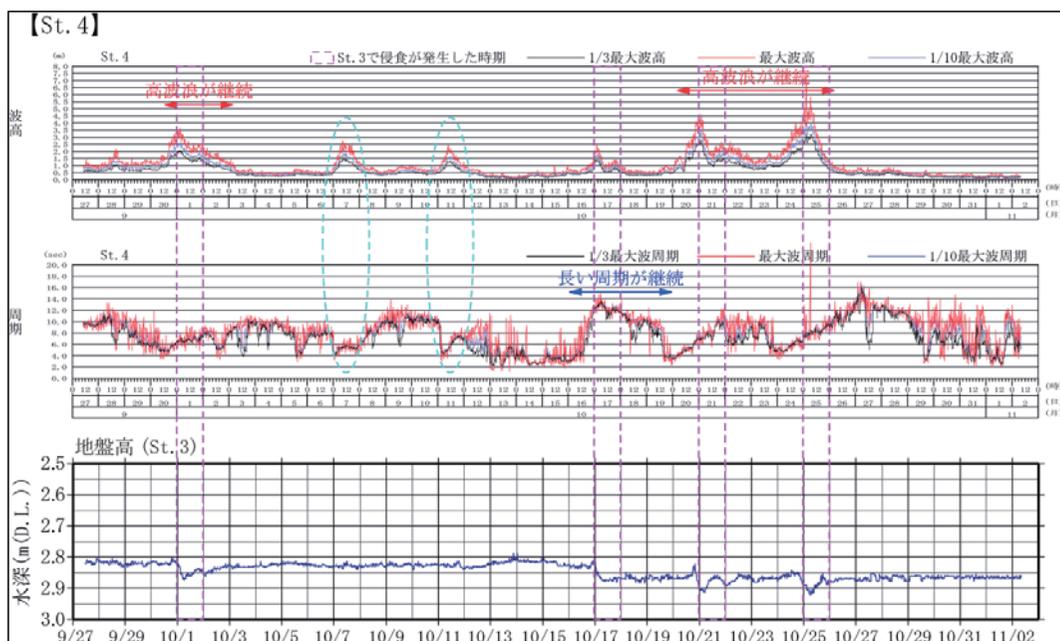


図-8 沖合 St. 4 の波高・周期の経時変化及び St. 3 の地盤高の経時変化

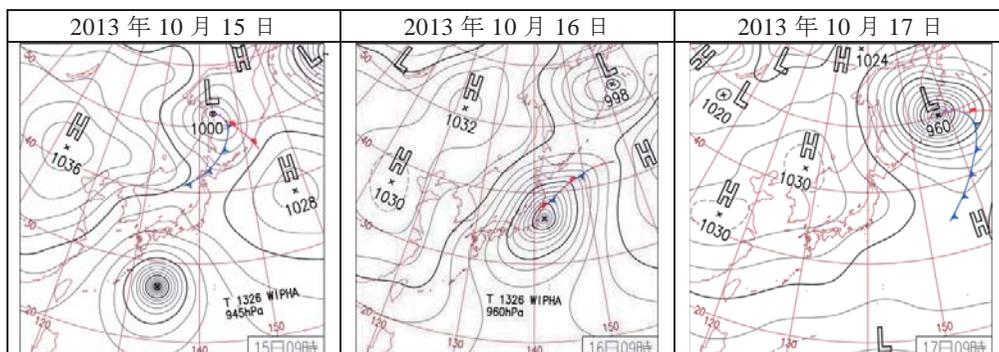


図-9 2013年10月15日～17日の気圧配置

#### 4. 港口埋没時の再現計算

うねり性波浪の来襲に伴う港口埋没時の地形変化について、現地観測結果を基に再現計算を行った。本再現計算では、平面波浪場の計算には多方向不規則性・分散性が精度良く計算が可能であり、波・流れ・地形変化が同時に再現可能なブシネスクモデルを用いた。

##### (1) 計算条件

再現計算での計算条件を表-1に示す。初期地形は、平成25年10月地形を用いた。波浪条件は、観測結果のうち「うねり性の波浪 (H25.10.17)」を対象とした。潮位条件は本漁港の平均海面 (M.W.L.=D.L.+1.0m) を用いた。漁港周辺の底質特性として、航路での中央粒径が周辺海

岸よりも小さかったことから、仮定の段階だが比較的粒径の小さな砂が選択的に航路まで輸送されていることが考えられる。本解析では航路埋没時の再現を目的としていることから、調査結果の内、航路 (St.5) での中央粒径を用いた。

表-1 再現計算の条件

再現期間	H25.10~H25.12
波浪条件	H=1.51m, T=12.5s, 波向 E (うねり性の波浪, H25.10.17)
潮位条件	M.W.L.=D.L.+1.0m (本漁港の平均海面(M.W.L.))
初期地形	H25.10 月地形 (測量結果)
底質条件	中央粒径 : $d_{50}=0.16\text{mm}$ , 土粒子密度 : $\rho_s=2.8\text{g/cm}^3$

表-2 黒岩漁港周辺の底質条件

2013/12/8 採取	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9
土粒子の密度( $\text{g/cm}^3$ )	2.776	2.783	2.784	2.728	2.666
中央粒径 $d_{50}$ (mm)	0.16	0.15	0.22	0.20	0.24
粒度分類	細砂	細砂	細砂	細砂	細砂

## (2) 再現計算結果

波浪観測を実施した St.1 および St.2 での有義波波高の観測結果 (St.1 : 1.31m, St.2 : 1.67m) と計算での有義波波高 (St.1 : 1.21m, St.2 : 1.41m) を比較した結果、概ね良好に再現できていると判断した (図-10)。また、流況分布についても、概ね良好に再現できていると判断した (図-11)。地形変化の計算結果は、漁港左岸側および右岸側での岸沖方向の土砂移動の傾向を再現できている。ただし、航路堆砂量は、実測の  $1100\text{m}^3$  に対して計算は  $500\text{m}^3$  と計算結果の方が小さくなっている。本計算は一時化を対象としたシミュレーションを実施しており、当該期間にはうねり性の波浪が 2 回来襲していることを勘案すると、堆砂量として概ね妥当なオーダーであると考えられる (図-13)。

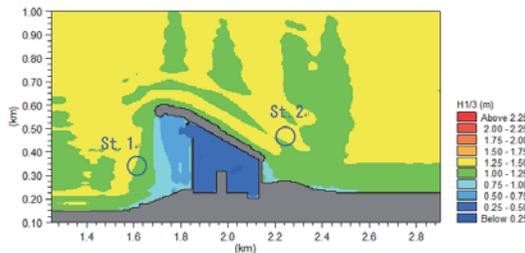


図-10 波高分布(計算)

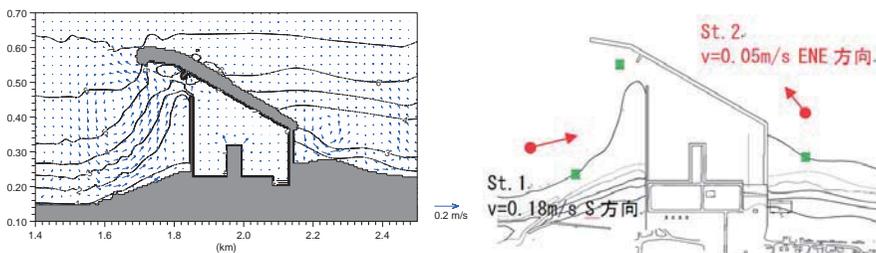


図-11 流速分布(計算)と流況パターン(実測)

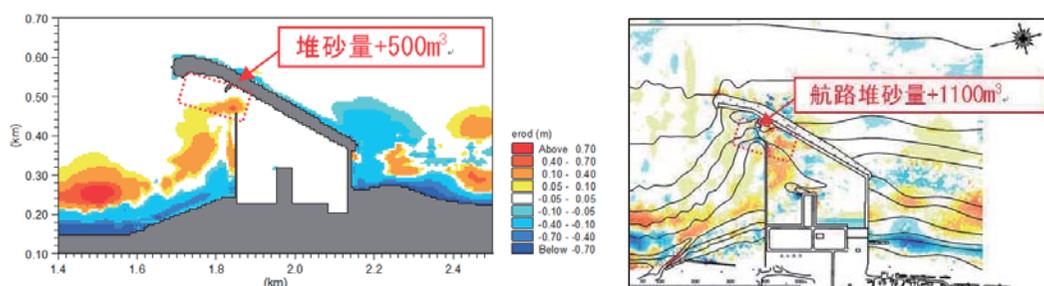


図-13 地形変化(計算)と地形変化(実測：H25.10～H25.12)

## 5. 主要な結論

本調査では、波浪流況観測、砂面変動観測、底質調査および漂砂シミュレーションを実施して、黒岩漁港における漂砂特性を把握した。主要な成果は以下のとおりである。

- ・ 波浪観測の結果、黒岩漁港への来襲波浪は波向 E～SE が卓越し、沿岸には屈折や回折の影響により一方向から入射する。
- ・ 砂面高観測の結果、高波浪の継続によって港口脇の砂面高が低下し、その後回復していた。また、「波高は小さくとも周期が長いうねり性の波浪」が継続していた時にも、砂面高が低下していた。
- ・ 底質調査の結果、漁港周辺の底質は細砂と中砂で組成されており、秋季と冬季の差異は小さかった。
- ・ 漂砂特性としては、高波浪来襲に伴って漁港左岸から港口に向かう循環流によって、北防波堤前面に堆積した土砂が港口に輸送され、埋没が発生していると考えられる。
- ・ 砂面変動量が大きくなるのは、主に秋季に代表される流況パターンによるため、うねり性の波浪を対象として再現計算を実施した。再現計算は、波高が小さく周期の長いうねり性波浪が、土砂変動に影響を及ぼす外力となることを確認できた。

## 参考文献

- 1) 北海道開発局土木試験所: 内浦湾における海岸侵食の現況とその成因について, 土木試験所報告, 第 43 号, 1966.
- 2) 堀江岳人, 小畑雄大, 橋本孝治, 野坂弥寿二, 田中 仁: 漁港航路の埋没時における波浪・流況特性, 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol.72, No.2, 印刷中, 2016.

