

新潟港海岸における海浜安定化対策の現地実証実験について

菊地洋二*・山本高士**・佐藤敏文***・澁谷 寛****

* (財) 沿岸技術研究センター 調査役

** (財) 沿岸技術研究センター 調査部 研究員

*** 国土交通省 北陸地方整備局 新潟港湾・空港整備事務所 海岸課長

**** 前 国土交通省 北陸地方整備局 新潟港湾・空港整備事務所 海岸係長

新潟港海岸（西海岸地区）では、離岸堤（潜堤）・突堤・養浜砂による面的防護工法を採用して海岸侵食対策が行われている。最近の調査で、汀線付近の砂が侵食されて潜堤付近まで移動し、そこから区画外へと流出している移動経路が明らかとなった。この砂流出の軽減策として、2009年度に汀線と潜堤の中間に砂止堤及び歪み砂れんマットの2工法による実験堤を築造し、砂移動の状況と地形変化をモニタリングして軽減効果の検証を行った。

キーワード: 海岸侵食, 面的防護, 潜堤, 歪み砂れんマット, 砂止堤

1. はじめに

新潟西海岸は、信濃川河口部から約6kmに及ぶが、新潟港西突堤から1,630mは直轄海岸として侵食対策事業が行われている。1987年には面的防護工法が採用され、沖合約500mの離岸堤（潜堤）と海岸から直角に伸びる突堤を組み合わせ、海岸線は養浜砂で砂浜を造成するものである。

2008年度までの調査で、潜堤背後の海浜勾配は1/35程度で安定しているものの、汀線付近の侵食により汀線の後退が進行していることがわかった。そのため、区画内の漂砂特性を把握するための調査を行い、汀線付近で侵食された砂の移動経路と区画外への流出経路を明らかにした。

2010年度には、汀線付近から沖向きに移動する砂を阻止するために、砂止堤及び歪み砂れんマットの2工法による実験堤を築造した。併せて、潜堤背後に形成されている洗掘溝沿いに移動して区画外へ流出する砂を阻止するために、潜堤端部等に潜突堤を築造した。

本報告では、これらの対策による砂の流出を軽減する効果について、2010年度に区画内の流況、砂移動の状況や地形変化をモニタリングした結果をもとに報告する。

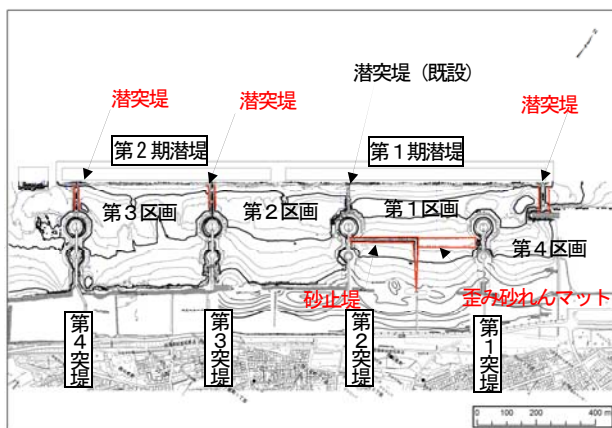


図-1 新潟西海岸（日和山浜）の施設配置

2. 日和山浜地区の地形変化の状況

日和山浜地区の面的防護は、第1期及び第2期潜堤（約1,400m）と第1～第4突堤により区分された4区画よりなっている。第1区画には2002年までに約40万 m^3 の養浜砂が投入され、それ以降にその他の区画にも養浜がされている（図-1）。

既往調査¹⁾²⁾等により、この間の日和山浜における潜堤背後の地形変化の特性を示すと、以下ようになる（図-2, 図-3）。

- ① 潜堤背後に洗掘溝（潜堤に沿って形成される帯状の窪み）が生じ、その水深は10m程度で平衡状態にある。
- ② 洗掘溝より岸側の水深5～10mの地形変化は起こらず、安定している。
- ③ 汀線付近の水深2m以浅の土砂が侵食され、水深2m付近に平坦な地形が形成されている。汀線付近の土砂の減少は、高波浪時に侵食され静穏時に回復しない非可逆的な沖向き移動で生じている。汀線の後退速度は、年当り2～3m程度である。
- ④ 第1区画内の土量変化量は、2001～2010年の測量結果から地盤沈下量と養浜量を除くと、汀線付近の土砂流出量が0.39万 m^3 /年、区画内の土砂流出量が0.92万 m^3 /年である。

また、2008年の既往調査²⁾では、汀線付近で侵食された砂がどのような経路をたどって流出するかを蛍光砂で調査した結果、以下のことが半明した。

- ① 汀線付近で侵食された砂は、沖向きの流れによって洗掘溝に落ち込んでいる。
- ② 洗掘溝内に落ち込んだ砂の区画外への主な流出経路は、第1突堤先端を通過する。

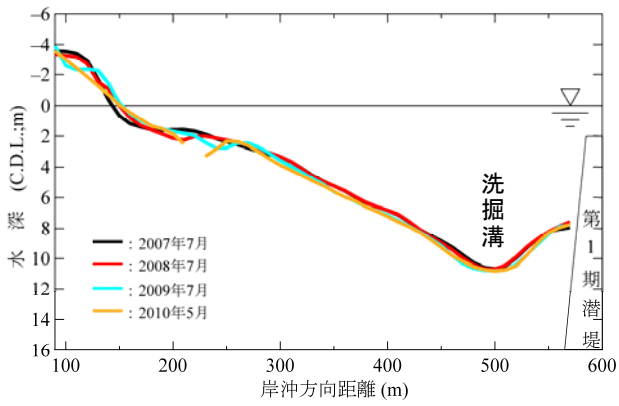


図-2 第1区画の断面地形変化 (2007~2010年)

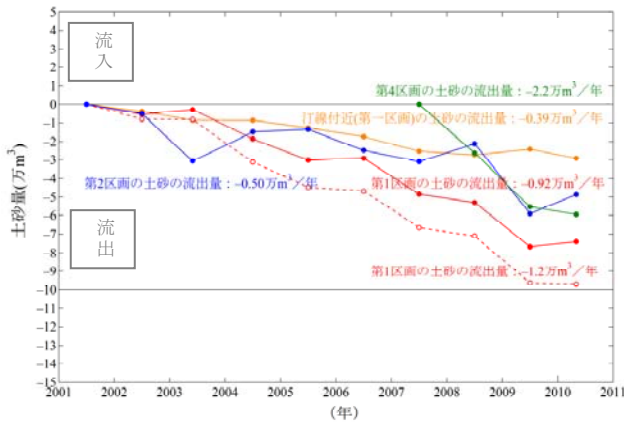


図-3 各区画の土砂流出量の累計 (2001~2010年)

3. 日和山浜地区における海浜安定化対策

3.1 対策工の目的と構造

前述したような日和山浜の面的防護における漂砂特性に対して、以下のような養浜砂の流出防止対策が図られた²⁾。

- ① 汀線付近で侵食された砂が洗掘溝に落ち込むことを防止するため、強制的に砂をトラップする「砂止堤」(天端高 C. D. L. -3m の捨石潜堤)，及び冲向きの流速を制御して砂の冲向き移動を阻止する「歪み砂れんマット」の2工法を対策工とした。
- ② 洗掘溝内に落ち込んだ砂が洗掘溝沿いに区画外へ流出することを防止するため、潜堤東端・第1突堤・第3突堤・第4突堤各先端と潜堤を結ぶ4個所に潜突堤(天端高 C. D. L. -5m の潜堤)を築造した。なお、第2突堤先端と潜堤間には潜突堤が設置済みであった。

3.2 現地計測方法

これらの対策工は、2010年に現地実証実験施設として第1区画に築造され、2010~2011年にかけて冬季波浪に対する対策効果を検証するための現地計測が行われた。

現地計測調査は、2010年12月に観測機器の設置と蛍光

砂の投入が行われた。観測機器は、波高計を潜堤沖合・潜堤背後・砂止堤背後・第4区画の4箇所、流速計を洗掘溝沿い・歪み砂れんマット上の12箇所、砂面計を砂止堤岸側・歪み砂れんマット岸側・潜突堤内側の11箇所、風速計を陸上に1箇所である(図-4)。蛍光砂の投入位置は、第1区画の洗掘溝中央・砂止堤側汀線・歪み砂れんマット側汀線の3箇所である。

なお、砂止堤と歪み砂れんマットの対策区域の境界は、両区域の海水・土砂の行き来を極力なくするため、砂止堤天端高 C. D. L. -3m から既設離岸堤に擦り付ける形で仕切り堤(捨石及び袋詰根固)を設けている。

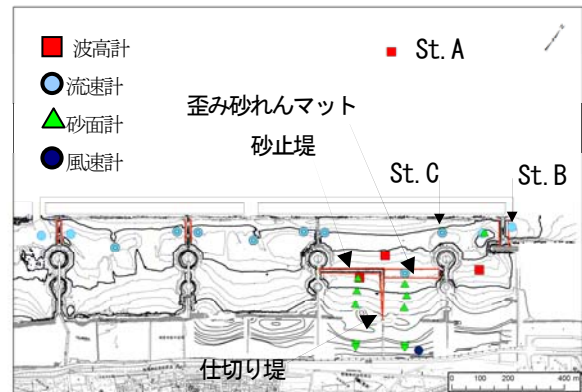


図-4 観測機器の種類と設置位置

3.3 潜突堤の効果検証

(1) 底層流速の制御効果

汀線付近で侵食された砂が洗掘溝へ落ち込み、沿岸流によって洗掘溝から区画外に流出するメカニズムのなかで、潜突堤を設置することにより、洗掘溝沿いの沿岸流速が低減して砂移動を抑制する効果が期待できる。洗掘溝の底層流速を2008年の調査で4箇所測定しており、この潜突堤設置前の底層流速と今回(2010年)設置後の底層流速とを比較することにより、砂移動の

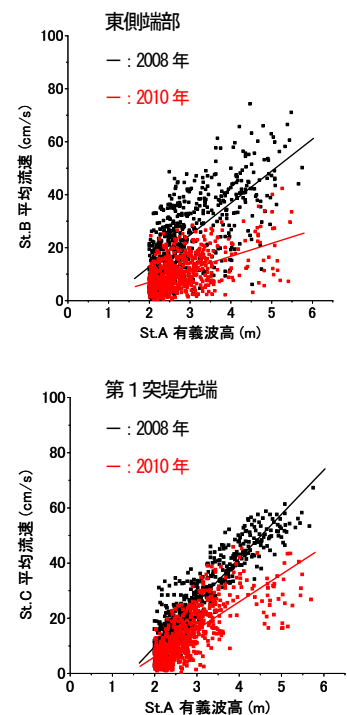


図-5 入射波高と底層流速

抑制効果を検証した。

2008年と2010年の底層流速を比較するために、潜堤沖合の波高計（両年とも同じ位置；St. A）で計測した入射波高と底層の平均流速の関係を比較した（図-5）。これによると、東側端部（St. B）、第1突堤先端（St. C）、及び西側端部の3箇所では、入射波高が増大すると底層流速も比例して増大するが、2010年の方が線形近似直線の傾きが小さくなっている。すなわち、潜突堤設置後に底層流速が低減していることを示している。なお、第2突堤先端の潜突堤は2008年以前に設置されており、線形近似直線の傾きに変化は見られなかった。

次に、2008年と2010年の潜突堤外側の流速の違いを見るために、第1突堤先端（St. C）と東側端部（St. B）の流速を比較した（図-6）。線形近似直線の傾きは、潜突堤設置後の2010年の方が小さくなっており、潜突堤外側でも底層流速が低減していることを示している。

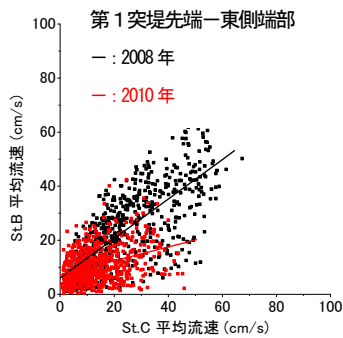


図-6 潜突堤外側の流速の変化

(2) 洗掘溝の砂移動特性

潜突堤の効果として、区画外に砂が流出しないことが期待される。そこで洗掘溝にある砂の移動を見るため、第1区画の洗掘溝中央に蛍光砂を投入した。12月6日に投入後、1回目採取（12月21日）までに有義波高3m程度の時化が4回あり、2回目採取（2月3日）までは有義波高5.7m（有義波周期11.7s）の時化の後に有義波高2m以上が続いた。3回目採取（2月23日）までは有義波高2m程度の比較的穏やかな期間が続いた（図-7）。

1回目採取では、岸側の砂流出対策工周辺や沖側の潜堤基部でも蛍光砂が検出されていることから、この期間は洗掘溝沿いの移動よりも岸沖移動が支配的であった。2回目採取では、沿岸方向では投入場所よりも西側で検

出数が多くなっており、西向きの移動が支配的であり、岸沖方向では汀線付近まで岸向きの移動が見られた（図-8）。3回目採取も同様の傾向を示しており、洗掘溝沿いに東側端部の潜突堤を越えた砂はほとんど見られない。

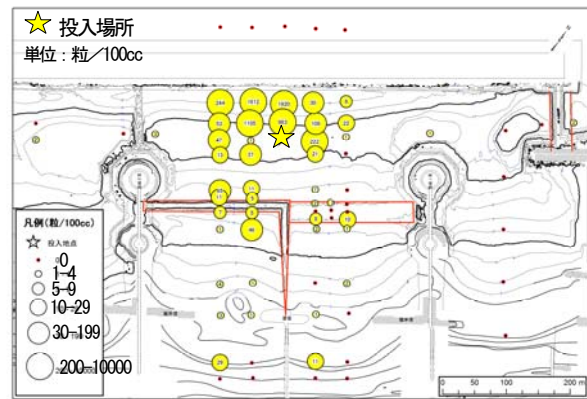


図-8 洗掘溝の蛍光砂拡散状況（2回目採取）

3.4 砂流出対策工の効果検証

(1) 第1区画の砂移動状況

砂止堤及び歪み砂れんマットの2工法は、汀線付近の養浜砂が侵食されて洗掘溝に落ち込むことを防止する対策である。第1区画の対策区域において、汀線付近の砂の移動状況を蛍光砂を投入して調べた。投入場所は、各対策区域中央の汀線付近であり、採取時期は前述の洗掘溝に投入した蛍光砂と同様である。

砂止堤区域の蛍光砂は、汀線から水深3m付近までの区域内に広く移動している。砂止堤付近では、岸側だけでなく砂止堤を越えて沖側にも移動している（図-9）。

歪み砂れんマット区域の蛍光砂も、汀線から水深3m付近までの区域内に広く移動しているが、隣の砂止堤区域にもかなりの量が移動している（図-10）。これは、東寄りの波向きによって仕切り堤上部の通水部から侵入したものと考えられる。歪み砂れんマット区域で特徴的なことは、マットを越えて沖側に流出する砂が極めて少ないことで、歪み砂れんで制御された岸向きの底層流による

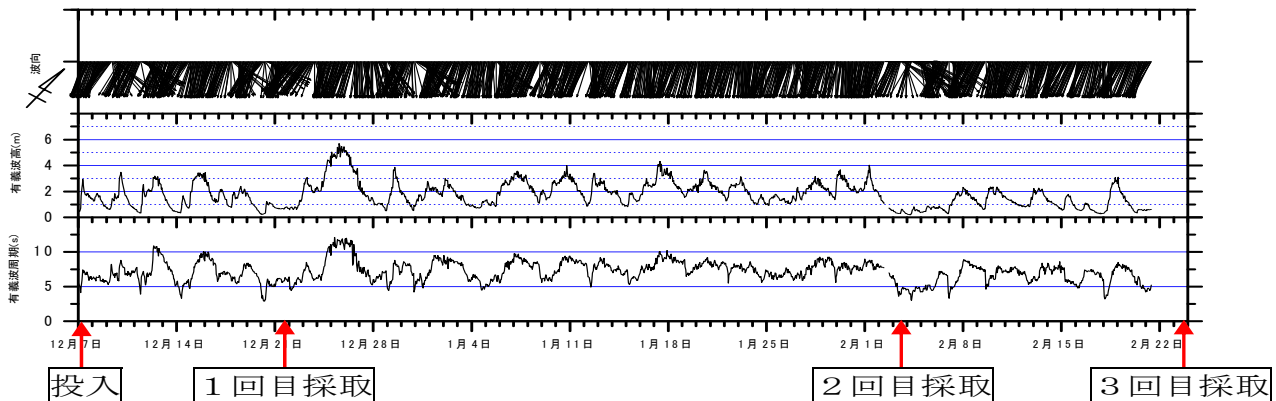


図-7 潜堤沖入射波（St. A）の経時変化

機能がうかがえる。ただし、今回の観測時期では有義波高 6m 程度の中規模の時化であり、本格的な冬季風浪に対する現象を捉える必要がある。

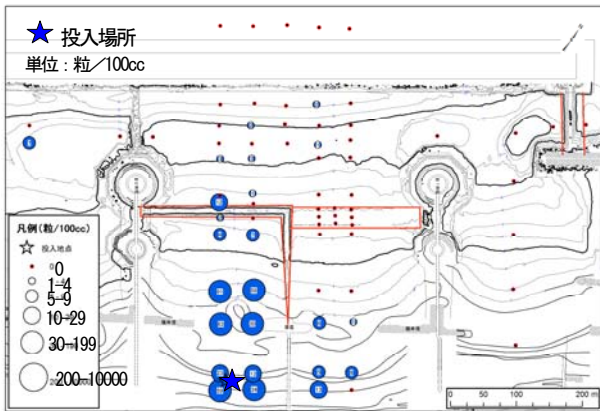


図-9 砂止堤区域の蛍光砂拡散状況（2回目採取）

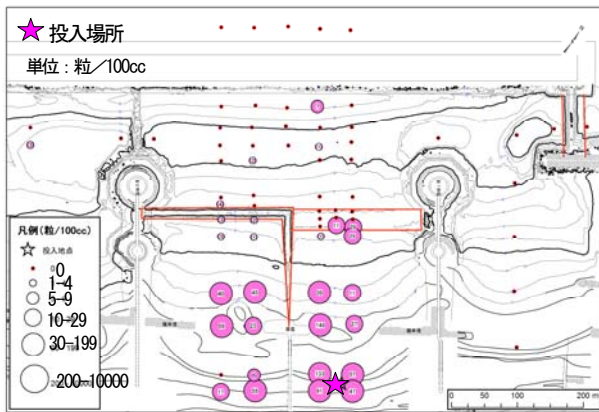


図-10 歪み砂れん区域の蛍光砂拡散状況（2回目採取）

(2) 砂面変動の状況

対策工の効果を検証するには、対策工による局所的な地形変化を把握することが有効であり、各対策工の岸側から汀線付近にかけて砂面計を設置して計測した。今回の計測期間では、12月25日の時化により後浜と前浜が0.5m侵食され、水深3m付近の沖浜が堆積した。その後は、後浜は変化しないが前浜は堆積傾向に変化し、それに伴って沖浜が元の地形に戻る変化を示した。各対策工の岸側背後に地形変化は見られなかった。

(3) 土砂収支の状況

第1区画の海浜安定化対策工の効果を検証するには、区画内の土砂収支を把握することが実際のである。対策工設置後の2010年12月初めと冬季風浪を受けた後の2011年2月末に、第1区画及び第4区画の深淺測量を実施している。その間の変化土量と平均厚を、第1区画の①洗掘溝部、②砂止堤区域、③歪み砂れんマット区域、及び第4区画の④洗掘溝部、⑤沖浜部の5区域に分けて集計した(図-11)。

第1区画の3区域を合計すると0.47万m³の堆積となっ

ており、図-3に示した2001～2010年の汀線付近の侵食量0.39万m³/年に近い値を示している。このことから、汀線付近で侵食された土砂が区画内に広がったものの区画外へは流出していないことがうかがえるが、2011年には汀線付近の測量を実施していないため、対策工の効果として評価するには今後の区画全体の土砂収支を把握することが必要である。

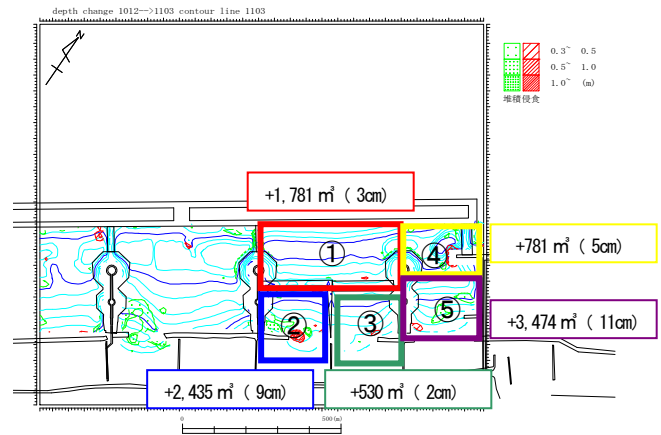


図-11 第1区画及び第4区画の土砂収支
(2010年12月～2011年2月)

4. まとめ

汀線付近で侵食された砂の区画外への流出防止に、潜突堤及び砂流出対策工を設置しモニタリング調査を行った結果、以下のことがわかった。

- ・ 潜突堤設置後に洗掘溝の底層流速が低減していることから、砂移動の抑制効果がみられる。
- ・ 洗掘溝にある砂は、潜堤外側までの沖向きと汀線付近までの岸向きに移動しているが、沿岸方向では潜突堤を越える砂は見られない。
- ・ 砂止堤区域の汀線付近の砂は、水深3m付近まで広く移動しているが、砂止堤を越えて外側に移動するものもある。
- ・ 歪み砂れんマット区域の砂も、水深3m付近まで広く移動しているが、マットを越えて沖側に流出する砂は極めて少ない。

今回の観測時期の時化は比較的小さかったため、本格的な冬季風浪に対する現象を掴む必要がある。今後、局所的な地形変化と区画全体の土砂収支を把握し、モニタリング調査を継続していく必要がある。

参考文献

- 1) 吉田秀樹・清水利浩・伊部知徳・山田貴裕・片野明良：大規模潜堤背後の海浜地形の特徴と地盤沈下による断面変化，海岸工学論文集，第55巻，pp.751～755，2008。
- 2) 金井実・菊地洋二・松井康彦・澁谷寛：新潟西海岸における海岸侵食対策について，沿岸技術研究センター論文集No.10，pp.33～36，2010。