

新潟西海岸における海岸侵食対策について

金井実*・菊地洋二**・松井康彦***・澁谷寛****

* (財) 沿岸技術研究センター 企画部 主任研究員

** (財) 沿岸技術研究センター 調査役

*** 前 国土交通省 北陸地方整備局 新潟港湾・空港整備事務所 海岸課長

**** 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 係長

新潟西海岸では、平成元年より面的防護工法による海岸侵食対策が実施され現在に至っている。平成 20 年度に実施した調査から、汀線付近で侵食された砂の移動経路及び区域外への流出経路が明らかになった。これに基づいて平成 21 年度の調査では、侵食された砂の流出を軽減・緩和する対策および対策の効果確認のモニタリングに関する検討を実施した。

キーワード：漂砂，海岸侵食，潜堤，洗掘溝，歪み砂れんマット，砂止堤

1. はじめに

新潟西海岸は、信濃川河口部から関屋分水路までの約 6 km の間に位置する。その中でも新潟港西突堤基部から 1,630m の区域は直轄海岸として侵食対策事業が行われ、1987 (昭和 62) 年には面的防護工法による侵食対策計画が決定された。

この面的防護工法は、沖合約 500m 地点の潜堤および海岸から直角に伸びる突堤等の構造物を複合的に築造し、さらに潜堤背後の海岸には、養浜砂の投入により砂浜を造成するという方法で海岸を保全するものである (図-1 a)。

当該区域は面的防護工法が採用された後も汀線の後退が続いたため、地形変化のメカニズムを解明するための調査を実施した。2008 (平成 20) 年度の調査では、汀線付近で侵食された砂の移動経路及び区域外への流出経路が明らかになった。さらに、この調査結果に基づいて、2009 (平成 21) 年度には海岸侵食対策の一方策として、汀線付近で侵食される砂の移動および区域外への流出を抑制する対策について検討を行った。

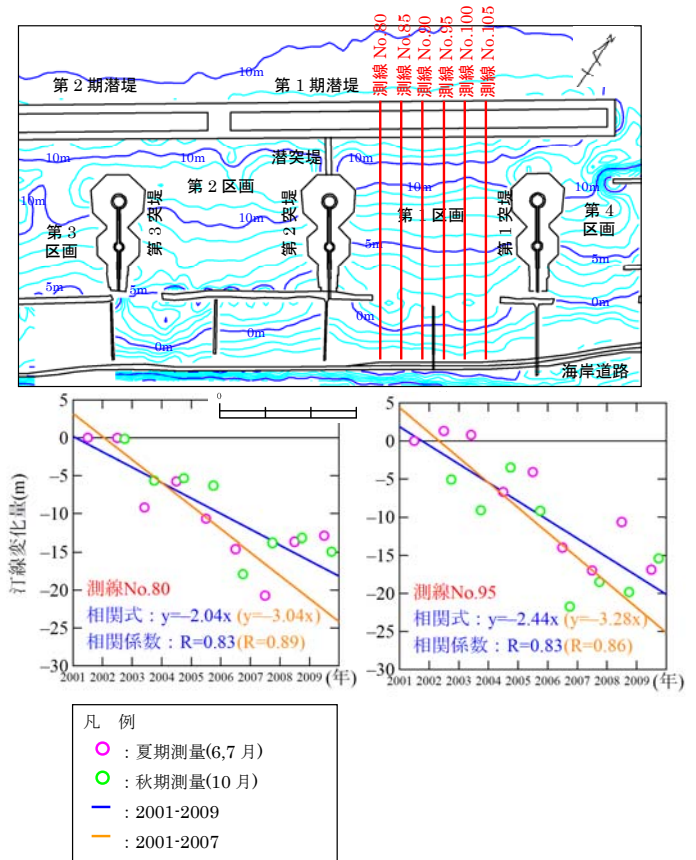
本稿は、新潟西海岸の現況ならびに侵食対策の検討内容について報告するものである。

2. 新潟西海岸の汀線変化状況

新潟西海岸では、例年 6 月頃の夏期測量と 10 月頃の秋期測量を実施し、侵食対策を実施する沿岸域の変化状況を追跡調査している。

図-1 に、深浅測量測線図ならびに第 1 区画における汀線位置の変化状況を示す。図-1 (b) は、代表的な測線 No. 80 および No. 95 における汀線位置変化量を表したものであり、2001 年の汀線位置を 0 とし、2001 年から 2007 年までの変化 (図-1 b・黄ライン) と 2001 年から 2009 年までの変化 (図-1 b・青ライン) を比較したものである。こ

こで、負の変化量は汀線の後退を、近似直線の勾配は変化速度を表す。直近 2 ヶ年の測量データを考慮した近似の方が変化速度は緩やかであり、近年は汀線後退の速度が減少の傾向にあることを示しているが、依然として年当たり 2 m 程度の速度 (測線 No. 80 における相関式： $y = -2.04x$) で汀線が後退している。なお、この傾向は No. 80, No. 95 以外の測線においても同様である。



(a) 上：深浅測量測線図，(b) 下：汀線変化量
図-1 汀線変化量

3. 洗掘溝を含む潜堤背後の漂砂調査

上記のとおり汀線付近の砂が侵食される傾向が続いているが、2008年には侵食された砂の区域外への流出経路を確認するために汀線および洗掘溝付近に蛍光砂を投入し、砂追跡調査を行った(図-2)。

汀線および洗掘溝(洗掘溝とは、図-3に示すような潜堤の岸側に形成される帯状の窪み地形のことであり、潜堤築造の延伸過程時に潜堤端部に発生する局所洗掘の残存および潜堤背後に発生する強い沿岸流の作用が原因と考えられる。)付近に蛍光砂を投入した後、調査期間中に観測された最大波高来襲後に実施した蛍光砂追跡調査結果から以下のことが判明した。

- 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域外への主な流出経路は、第1突堤先端を通過するものである。

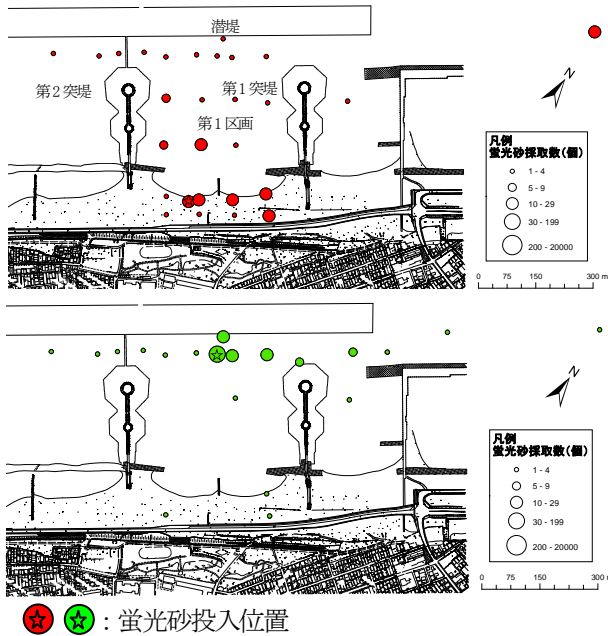


図-2 蛍光砂追跡調査

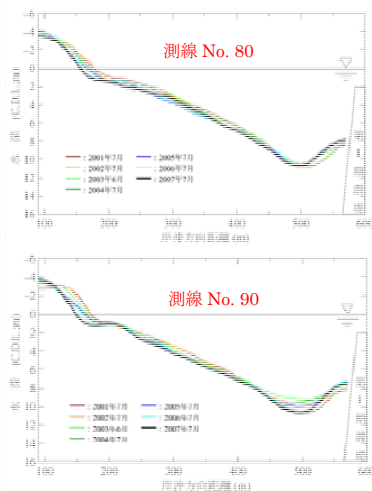


図-3 深浅測量断面図(2009年10月)

4. 養浜砂流出防止対策

4.1 養浜砂流出防止対策の基本方針

区域内で侵食された砂の流出経路が判明したので、砂の流出防止対策の基本方針は以下の2つが重要かつ有効であると考えた。

- 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こと。
- ② 洗掘溝に落ち込んだ砂が域外流出することを防止すること。

①に関しては、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対策として、以下の2つが考えられる。

- ・ 砂の落ち込み自体を強制的に阻止(砂をトラップ)する方法。
- ・ 対象区域の海底部付近で発生する沖向きの流速を制御することによって、汀線付近で侵食された砂の沖向きへの移動を阻止する方法。

前者については、構造物の例として実績が多数ある捨石式の「砂止堤」を、後者については海域での実証試験等で効果が確認されている「歪み砂れんマット」を提案した。そして、これらの対策の効果を検証するための実証試験計画の策定を行った。

以下、既往の研究等で確認されている歪み砂れんマットの概要を示す。

4.2 歪み砂れんマットの概要

歪み砂れんマットは、海底に形成される砂れん(砂紋)の形状を正弦波で近似したものを一方向に歪ませた断面形状をしたブロックで構成される(図-4、図-5)。ブロック波峰の岸側および沖側に形成される渦流の規模が非対称となるために底層流の方向が一方向に制御されるものである。図-5にこの原理を模式的に示す。

また、図-6は、2次元水路に固定床砂れんを敷設し、波高8cm、周期1.5sと2.0sの波を作用させた上で平均流の流速を測定したものである¹⁾。歪みなしの砂れん上では全ての高さで沖向きの流れであるのに対し、歪み砂れん上では底面から上方側20~30%の高さの範囲において岸向きの流れを発生させる。このため底質を岸側へ移動する効果があると言える。

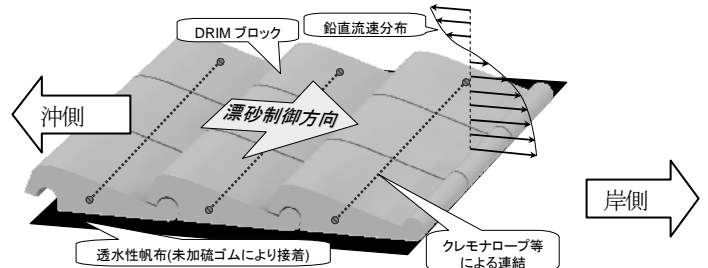


図-4 歪み砂れんマットの構造

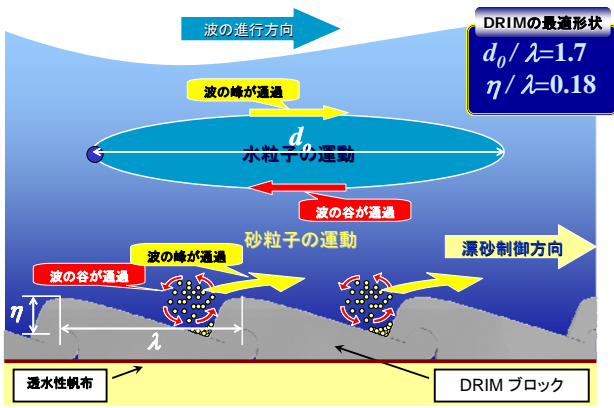


図-5 歪み砂れんマットの漂砂制御原理

ることを考慮すれば、対策対象海域に対して機能を発揮する水深は $h > 5m$ 程度であるといえる。

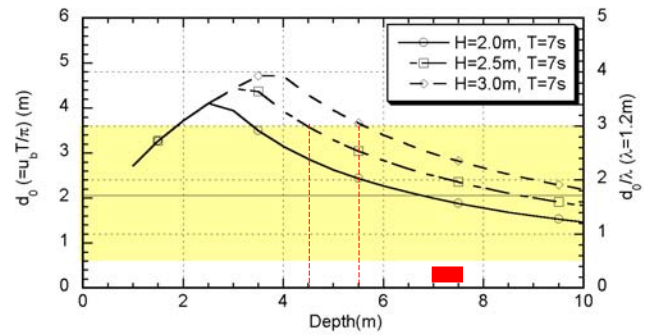
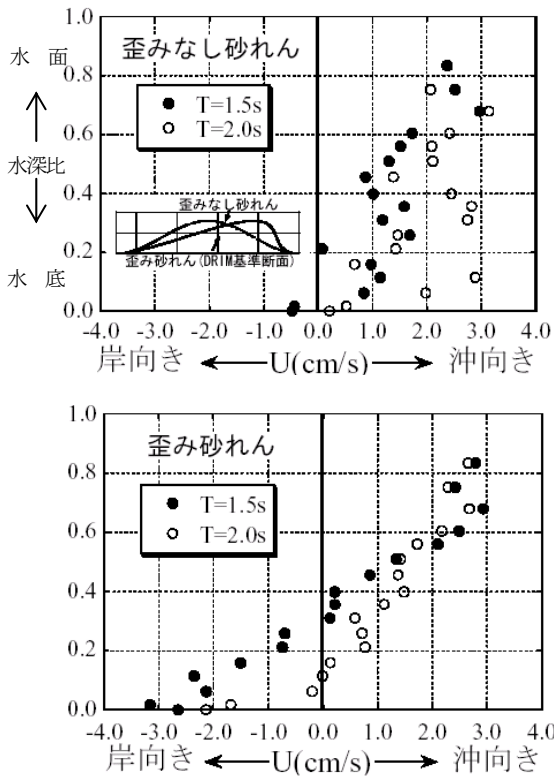


図-7 歪み砂れんマットの有効設置水深



(a)上：歪みなし砂れん，(b)下：歪み砂れん
図-6 歪み砂れん上の平均流速の鉛直分布¹⁾

歪み砂れんマット設置位置の目安になるもう一つの条件として、 $H/h < 0.5$ があるが、波高 $H=2.5m$ の波を対象とすれば水深 $h > 5.0m$ 、波高 $H=3.0m$ の波を対象とすれば水深 $h > 6.0m$ となる。また、現地養浜砂の中央粒径 $0.3mm$ から算定される移動限界水深は、 $H=2.5m$ に対して水深 $h > 6.0m$ 、波高 $H=3.0m$ に対しては水深 $h > 7.6m$ である。

波高 $3.0m$ 程度の大きな波浪に対しても機能が十分に発揮されること、直近数年間の地形観測の結果では水深 $7.0m$ 付近の地形変化は小さいためマットの安定性についても問題ないと判断したことから、歪み砂れんマットの岸側端部の設置水深を $7.0m$ と決定した (図-8)。

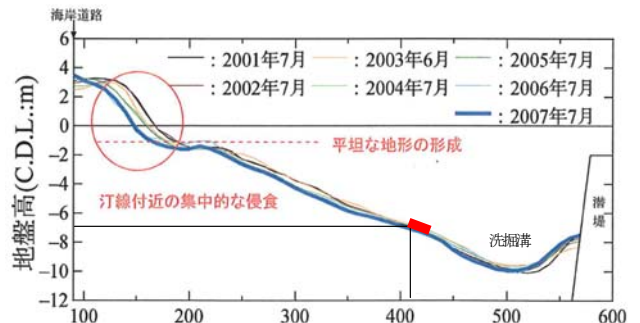


図-8 現地断面地形と歪み砂れんマット設置位置

4.3 歪み砂れんマット導入に関する検討

歪み砂れんマットを構成する最小単位であるブロックについては、製作型枠の数量が十分に揃っていることから $\lambda=1.2m$ タイプを用いることを前提とした上で、以下のように設置水深の検討を行った。

図-7に水深と d_0/λ の関係を示す (d_0 : 水粒子軌道直径, λ : ブロック長)。既往の検討結果によれば歪み砂れんマットが漂砂制御機能を十分に発揮する条件として、水粒子軌道直径 d_0 とブロック長 λ の比が $0.5 < d_0/\lambda < 3.0$ (黄着色部, 最適値 $d_0/\lambda=1.7$) の範囲内である。冬季風浪時に第1区画へ作用する波高は $2.5\sim 3.0m$ 程度であ

5. 養浜流出防止砂食対策と効果モニタリングについて

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2つの対策すなわち「砂止堤」及び「歪み砂れんマット」の効果を検証するための施設配置を検討した。図-9は、施設配置計画の最終案である。なお、図中には効果の検証を行うための調査範囲・計器類の設置位置を示した。

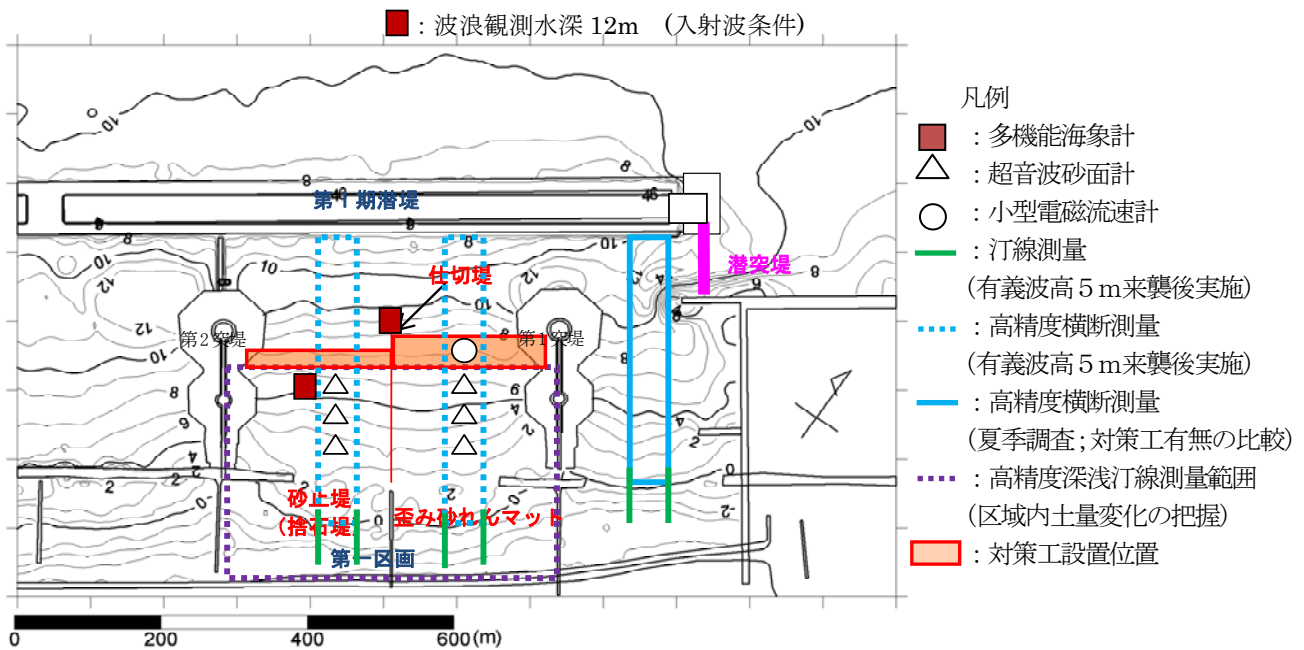


図-9 侵食対策工実証試験施設配置平面図

砂止堤及び歪み砂れんマットに期待する効果は、汀線付近で侵食された土砂を捕捉・貯留することで洗掘溝に土砂が落ち込むことを防止することである。また、この効果の結果として汀線付近から対策工までの区間で海浜断面形状が平衡状態に近づき、汀線付近で発生している侵食が軽減・緩和されることも期待している。

これらの効果を検証するため、配置計画の検討に際して以下の事項に配慮した。

- ・ 第1突堤と第2突堤に挟まれた第1区画で実証試験を行うこととしたが、1つの区画内で2つの工法の検証を行うため、区画の中央に仕切堤を設けてお互いに漂砂の移動が無いようにした。
- ・ 砂止堤の設置水深は、歪み砂れんマットと同じとしたが、汀線付近で侵食された砂をできるだけ多く捕捉し、かつ進入波が砂止堤を通過する際に碎波して砂止堤の岸側で大きな乱れを発生しないように設置天端水深は3.0mとした。
- ・ 対策工の土砂流出防止効果および地形安定化効果を確認するためには、低頻度の深浅測量のみでは評価・検証が困難である。そのため、特徴的な地形変化が生じると想定される地点(図-9 △地点)において砂面変動を連続的に観測し、深浅測量データとともに総合的な検討を行うこととした。

6. まとめ

海岸侵食対策(養浜砂流出防止対策)の一つとして砂止堤と歪み砂れんマットを提案し、設置位置、効果モニタリング方法などの検討を行った。

2010年度は対策工の実証試験の段階となる。実証試験の結果に基づいて2工法の効果について検証を行うが、自然条件下での試験であるため両者が位置する波浪場は必ず

しも等しいとはいえない。また、海浜の利用性、建設コストの理由から、仕切堤は水面下の底層部における漂砂の移動のみを抑える天端高さに設定したことから、仕切堤を越える浮遊砂および水塊の往来があると考えられる。そのため、対策工の効果を検証する際には、これらの評価方法についても事前に検討する必要がある。

また、汀線位置が後退するという地形変化傾向ではあるが、全体的な海底地形は平衡状態にある。そのため、構造物を築造することによって新たな堆積・侵食が発生することも考えられるため、既存構造物への影響を検討し、観察することも重要である。

7. 謝辞

本稿は、国土交通省北陸地方整備局新潟港湾・空港整備事務所発注の新潟西海岸に関する侵食対策技術の調査成果をとりまとめたものである。

調査にあたっては、新潟西海岸技術検討委員会の各委員、新潟港湾・空港整備事務所の関係者から貴重なご意見、ご指導を頂きました。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 入江功・小野信幸・村上啓介・橋本誠也・中村聡：歪み砂れんマットによる沖浜帯の岸沖漂砂の制御，海岸工学論文集，第40巻，pp.561-565，1993。
- 2) 吉田秀樹・金井実・山田貴裕・片野明良：潜堤背後の洗掘溝の漂砂特性，海岸工学論文集，第56巻，pp.701-705，2009。
- 3) 金井実・三井道雅・吉田秀樹・加藤一正：新潟西海岸における潜堤背後の漂砂特性，沿岸技術研究センター論文集 No.9，pp.1-4，2009。