新潟港海岸における潜突堤等による海浜安定対策実証試験について

Verification test of coastal stabilization by submerged groin etc. in Niigata West Coast

岸 弘之¹・佐藤敏文²・水内邦夫³・親松康義⁴

Hiroyuki KISHI, Toshifumi SATOH, Kunio MIZUUCHI and Yasuyoshi OYAMATSU

In Niigata West Coast, decrease of nourished sand due to sand drift along the scour formed behind the submerged breakwaters has been a technical problem. In order to prevent the sand loss, two countermeasures of sand control dike and submerged groin have been experimentally installed to prevent nourished sand from falling into the scour and running off from the nourished zone. Effectiveness of the countermeasures has been verified by successive observations of current and seabed height. As the results, it is confirmed that the submerged groin is effective in preventing sand loss and decreasing current speed near the seabed. It is also confirmed that the sand control dike has a certain level of effectiveness in preventing the sand from falling into the scour.

1. はじめに

新潟港海岸は、信濃川河口に位置し、信濃川からの流下土砂が堆積することにより形成されたが、土砂供給量の減少等により、明治後半以降最大350mの汀線後退が生じた日本有数の侵食海岸である。1986年からは、潜堤、突堤及び養浜を組み合わせた面的防護工法により侵食対策を行っている。この内、日和山浜地区は、潜堤は沖合約500mの水深8m付近に天端幅40mで整備され、計画延長の1,630mが完成しているが、背後には帯状の窪み地形である「洗掘溝」が形成されていることが判っている。突堤は計画4基の内3基が完成、残りの1基も概成しており、養浜は第1・第4区画が概成し、現在は第2区画で実施中である。

第1区画では、2002年までに約40万m³の養浜が行われたが、約3m/年の汀線後退が生じていることが及び約8,000m³/年の養浜砂の区域外へ流出していることが明らかとなっている(吉田ら, 2008)。養浜砂流出のメカニズムは、汀線付近で侵食された砂が、洗掘溝に落ち込み、沿岸流により区域外へ運ばれていると推定されており(吉田ら, 2009a)、事業実施上の課題となっている(図-1)。

本稿は、この対策工として試験的に整備した「潜突堤」及び「砂止堤」の主に第1区画における効果について、各種現地観測結果より検証を行ったものである。

2. 実証試験及び現地観測の概要

(1) 実証試験の概要

沿岸流速を低減し養浜砂の区域外への流出を防止するため、東側端部及び各突堤先端に潜突堤を、洗掘溝への

※水深10m以深を洗掘溝として表示している

図-1 対策工整備前の施設配置及び土砂流出メカニズム

※○の中の数字は計測機器(St.)の番号を示している

図-2 第1区画周辺の対策工及び現地観測機器配置図

1 正会員	新潟港湾・空港整備事務所	所長
2	新潟港湾・空港整備事務所	海岸課長
3	新潟港湾・空港整備事務所	海岸係長
4	新潟港湾・空港整備事務所	海岸係員

砂の落ち込みを防止するため第1区画内に砂止堤を配置することとし、2010年に整備した(図-2)。第2潜突堤は、ブロック式であり、対策工整備前(以下「整備前」という)に整備済みである。

潜突堤の構造形式は、捨石式とし、過去の現地調査で浮遊砂の約75%が水深5m以深に分布していたこと等から、天端高は-5mとした(図-3)。

砂止堤は、養浜砂の洗掘溝への落ち込みを直接防止する捨石式(図-4)及び、底層流速を岸向きに制御することにより防止する歪み砂れんマット(図-5、6)の2種類の構造形式を選定した。整備位置は、養浜砂を保持出来る容量が大きくなるよう洗掘溝岸側の可能な限り沖側で、地形変化の少ない-7m付近とし、捨石式の天端高は碎波が生じないよう-3mとした。また、汀線直角方向には、2つの形式の間の沿岸方向の漂砂の移動を制限するため、捨石式の仕切堤を整備し、天端高は捨石式の砂止堤と同一の-3mとした。

(2) 現地観測の概要

現地観測は、図-2に示すとおり観測機器を配置し、対

図-3 東側端部潜突堤標準断面図

図-4 砂止堤(捨石式)標準断面図

図-5 砂止堤(歪み砂れんマット)標準断面図

図-6 歪み砂れんマット構造図

策工整備後(以下「整備後」という)の2010年12月～2011年2月の間、流況観測、砂面変動観測、波浪観測等を行った。

流況観測は、洗掘溝内の沿岸流分布の把握及び潜突堤による流速低減効果の確認を主な目的とし、海底面上約50cmの流速を計測した。砂面変動観測は、砂面の時系列変化を把握し、外力との関係を確認するとともに、東側端部潜突堤内側では、養浜砂の流出防止効果の確認を主な目的として実施した。また、蛍光塗料により着色した蛍光砂を洗掘溝内及び第1区画の汀線付近に投入し、追跡調査を行うことで砂の移動状況を把握することとした。これらの観測結果については、整備前に実施した2008年11月～2009年2月の観測結果と比較することにより、対策工の効果を検証した。

深淺測量結果は、整備前後の地形を比較することにより、養浜砂の流出防止効果を検証した。

この他、対策工の效果に影響を与える要素として、当海岸周辺で生じている地盤沈下がある。地盤沈下は、当海岸では汀線後退の要因であるとされており(吉田ら、2009b)、近傍では新潟西港内で毎年地盤高が観測されている。その結果によると、毎年1cm程度の沈下が生じており、2007年から数年間は収束する傾向を示したものの、2009年以降は再び沈下傾向が続いている。

3. 現地観測結果

(1) 波浪観測結果

整備後の当海岸への入射波高(波高計St.1)の内、観測期間中最大の有義波高は12月24日～26日の擾乱で観測された5.7mであり、5mを超える有義波高が観測されたのはこの1回であった。整備前の観測結果の最大の有義波高も5.7mであり、5mを超える有義波高が観測されたのは5.7mの擾乱を含めて2回であった。

(2) 潜突堤の効果

各種現地観測結果から、洗掘溝内の底層流速の低減効果及び土砂流出防止効果を確認できた。

整備後の洗掘溝内の底層の流向は、第1区画東側の観測地点では東寄り、西側の観測地点では西寄りの出現頻度が卓越し、第1区画を境に、東寄りと西寄りの流れになっていた。これは、整備前にも観測されていた傾向であり、整備前後で大きく変わっていないことが確認できた。

整備前後における入射波高(波高計St.1)と平均流速の関係の変化を図-7に示す。東側端部潜突堤外側及び第1突堤先端部の底層流速は、整備前後とも、入射波高に比例する結果となった。東側端部潜突堤外側では整備前には、50cm/sを超える平均流速が観測されていたが、整備後には一度も観測されず、流速が低下したことが分か

図-7 整備前後の入射波高と洗掘溝内の流速

図-8 整備前後の入射波高と東側端部潜突堤外側の流速

図-9 洗掘溝内の蛍光砂拡散状況

※流速計 St.3: 東側端部潜突堤内側, 流速計 St.4: 第1 突堤先端

図-10 東側端部における砂面変動等の経時変化

depth change 2010/12 -> 2011/07 contour line 2011/07

※○の中の数字は領域番号を示している

図-11 対策工整備後の土量変化

る (図-7 (a)). 第1突堤先端部においても, 東側端部潜突堤外側には劣るものの同様の傾向がみられた (図-7 (b)). 図-7 (a) の結果を沿岸方向と岸沖方向に分けたのが図-8である. 岸沖方向 (図-8 (b)) では違いがみられないが, 沿岸方向 (図-8 (a)) の流速が低下したことが判る.

洗掘溝内に投入した蛍光砂の拡散状況を (図-9) に示す. 整備前 (図-9 (a)) には洗掘溝沿いに東側に移動する傾向がみられ, 一部は区域外へ流出していた (図中の○囲み) が, 整備後は最大の有義波高5.7mの擾乱後にお

いても蛍光砂の重心移動は小さく, 大部分が投入箇所周辺に留まる傾向を示すとともに, 区域外ではほとんど検出されなかったことが判る (図-9 (b)).

東側端部における砂面変動 (St.7) からは, 有義波高5.7mの擾乱の約30cm土砂が堆積したことが判る (図-10). これは, 整備前には区域外に流出していたものが, 潜突堤の土砂流出防止効果により堆積したものと推察される.

整備後の2010年12月と2011年7月の地形変化を図-11に示す. 潜突堤内側 (領域7) では岸側に洗掘域も見られるが土量が若干増加 (1,600m³, 平均水深+10cm) し, その他の洗掘溝沿い (領域1, 4) では砂止堤背後に洗掘

図-12 汀線付近の蛍光砂拡散状況

域が見られるものの土量に大きな変化がなかった。これは、東側端部の砂面変動からも確認された土砂流出防止効果であり、現地観測後も効果が持続していることが確認できた。

なお、洗掘溝沿い（領域1, 4, 7）では、整備前後で約9,000m³の土量増加が確認された。この要因については、養浜を実施中の第2区画や区域外からの漂砂を捕捉したこと等が考えられるものの、特定できていない。

(3) 砂止堤の効果

各種現地観測結果から、洗掘溝内への一定の土砂落ち込み防止効果を確認できた。

整備後の蛍光砂の拡散状況を図-12に示す。蛍光砂の投入箇所は、潜突堤では洗掘溝内としたのに対して、洗掘溝への土砂落ち込み防止効果を確認するため、汀線付近とした。2つの形式で共通する傾向として、砂止堤の沖側での検出量は少なく、大部分が岸側に留まったことが判る。歪み砂れんマット側では、岸側直近で若干検出された（図-12 (b)）のに対して、捨石式での検出量は少なく（図-12 (a)）、歪み砂れんマットの流向制御効果によるものと考えられるものの、沖側での検出量に大きな差はみられなかった。また、中仕切堤を挟んで歪み砂れんマット側から捨石堤側へ蛍光砂の移動がみられたが、砂

図-13 第1区画の汀線後退速度

止堤岸側で西向きの流れが卓越していたことが要因と推察される。

砂面変動からは、有義波高5.7mの擾乱で陸域は約50cm侵食され、その後緩やかに堆積する傾向が確認できたが、構造形式の違いによる差は見られなかった。

整備後の地形変化（図-11）からは、砂止堤岸側の水域では、歪み砂れんマット側（領域5）が侵食され、捨石堤側（領域2）に堆積する傾向が見られ、西向きの流れが卓越していたことを示唆する結果となっている。砂止堤陸側には砂止堤の効果によると考えられる堆積域はみられないが、土量に大きな変化はなく、一定の洗掘溝への落ち込み防止効果が確認できた。これについて、2つの構造形式間での明確な差は見られなかった。陸域（領域3,6）では土量の増加が見られたが、第2区画からの飛砂や工事による影響が考えられるものの、要因は特定できていない。

第1区画の汀線後退速度を図-13に示す。捨石堤側（図-13 (a)）及び歪み砂れんマット側（図-13 (b)）ともに、2007年頃を境に安定しつつあることが判る。地盤が2009年頃から沈下傾向にある中で汀線が安定しつつあることは、潜突堤も含めた対策工による効果とも考えられるが、要因については引き続き検討が必要と考えている。

4. 結論

各種の対策工を整備したことにより、以下の効果を確認した。

- (1) 潜突堤の流速低減効果は、整備前後の洗掘溝内の底層流速を比較することにより確認できた。
- (2) 土砂流出防止効果は、砂面変動及び地形変化より確認できた。
- (3) 砂止堤による洗掘溝への落込防止効果は、蛍光砂の拡散状況及び地形変化より、どちらの構造ともに効果があることを確認できた。
- (4) 洗掘溝周辺の土量が増加し、汀線が安定しているこ

とが確認できた。要因の検証については引き続き行っていく。

謝辞：本検討にあたり「新潟西海岸技術委員会」の委員の方々から貴重なご意見を賜った。ここに記して、深く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 吉田秀樹・清水利浩・伊部知徳・山田貴裕・片野明良 (2008)：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.
- 吉田秀樹・金井 実・山田貴裕・片野明良 (2009a)：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.
- 吉田秀樹・二瓶 章・金井 実・長谷川 巖・片野明良・山田貴裕 (2009b)：汀線付近の集中的な侵食と地盤沈下について，海岸工学論文集，第56巻，pp.721-725.
-