

技術報文

サンドパックを用いた突堤工の試験施工とその効果

前田工織（株）水環境保全推進部 土橋 和敬

1. はじめに

四ツ郷屋浜海岸は新潟県新潟市西区の西端、信濃川関屋分水路の南西約12km、新川の南西約4kmに位置する（図-1参照）。

四ツ郷屋浜海岸は、かつては海水浴場として賑わっていたが、海岸侵食が急激に進み、図-2に示すように前浜の無い状態になったことから、2013年から海水浴場としての利用を中止している。

新潟県は、2014年度から養浜工（国土交通省信濃川下流河川事務所との連携）を実施し、その効果を最大限発揮させるため、養浜材の流失を防ぐ試みとして2015年9月に試験的にサンドパックを用いた突堤工を整備した。これまで、サンドパックは宮崎海岸をはじめ浜崖後退抑止工に用いられてきたが、突堤工に用いるのは初の試みである。

そこで、本報文ではサンドパックを用いた突堤工の施工状況および施工後1年5か月の突堤工の経過を報告する。



図-1 四ツ郷屋浜海岸の位置

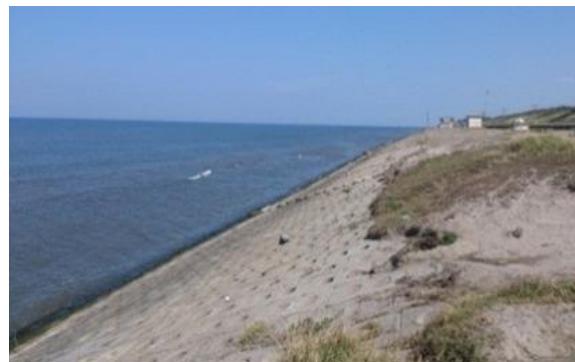


図-2 四ツ郷屋浜海岸の浸食状況

2. 設計施工

サンドパックを用いた突堤工は、図-3に示すとおり、過年度の養浜の影響で砂浜が回復しつつある100mの範囲を挟むように2箇所整備した。

突堤はこれまでに施工実績の多い、延長20m、1袋当たりの断面は図-4のとおり、高さ1.5m、幅4.2mのサンドパックを採用した。1袋当たりの中詰め土砂量は約110m³、重量は約160tとなる。

図-4に示すとおり、サンドパックの敷設高は、平均現況地盤高TP+0mから1m低いTP-1.0m、サンドパックの地盤からの突出高は0.5m程度とした。サンドパックは中詰め材を流出させないため目合いが細かい袋材が用いられ不透過構造となるため、サンドパックに衝突した波浪の反射によって前面で局所的な洗掘が起こりやすい¹⁾と考えられるため、根入れ1mを確保した。

さらに、サンドパックの敷設面には洗掘対策として、洗掘防止シート（帆布）を敷設した。サンドパックの敷設位置が、汀線付近となるため、図-4に示すとおり、洗掘防止シートの先端にア

ンカーチューブ（重しの袋）を設け、めくれ上がり対策を施した。

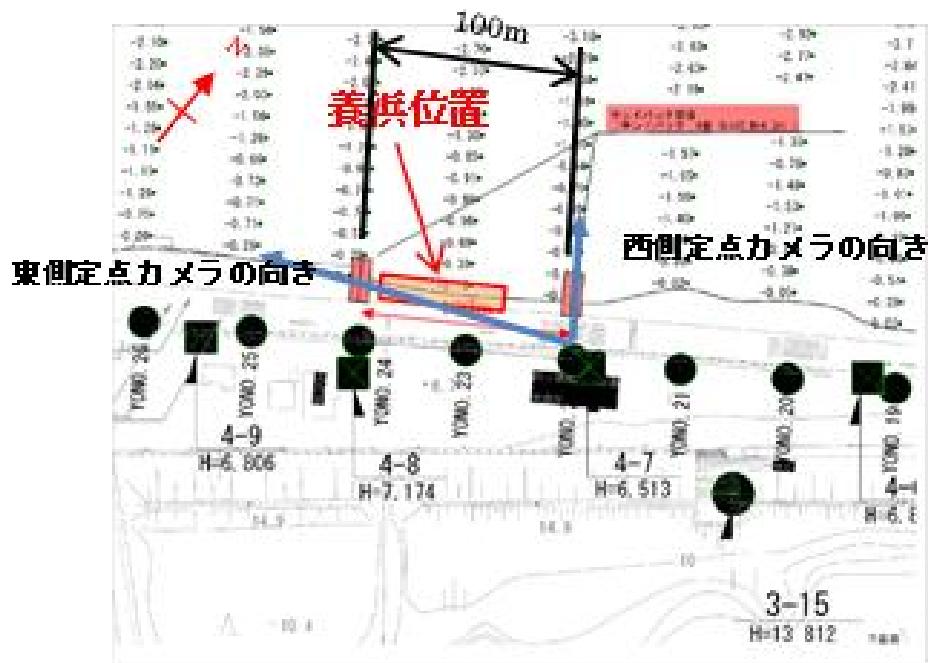


図-3 平面図

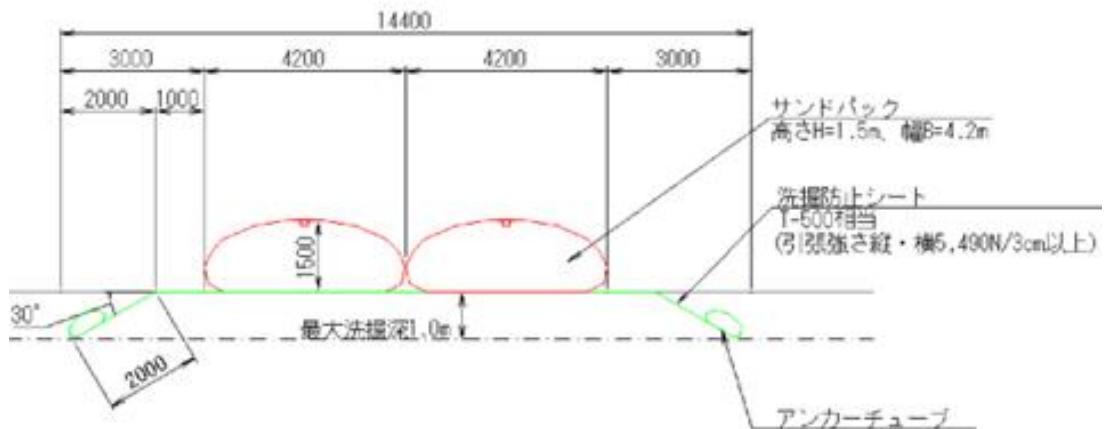


図-4 標準断面図

3. 施工状況

図-5 は施工状況を示したものである。

施工は、平均現況地盤高 TP+0m から 1m 低い TP-1.0m まで床堀りすることから、仮締切堤を要した。仮締切後、サンドバック敷設面を床掘し、洗掘防止シート（帆布）を敷設した。

敷設後、洗掘防止シート先端に設けたアンカーチューブに砂を充填した。次に、サンドバック袋材を展開した。

袋材の展開は、締切堤内の海水を排水しなかったため、水深約 1m の状態で袋材を展開した。袋材は素材の比重が小さく、袋内が中空であることから、海底に沈まなかったため、仮締切堤および敷設位置の周囲に並べた耐候性大型土のうをアンカーとし、ベルトを用いて袋材を固定した。

中詰め材の充填は、含水比の高いスラリー状にした中詰め材（現地砂）を、6 インチのサンド

ポンプによりサンドパック内に圧送した。仮締切堤上に設置した水槽内に6インチのサンドポンプを設置し、水中ポンプにより水槽内に海水を供給しながら、バックホウにて中詰め材を投入し、水槽内で含水比の高いスラリー状として袋内に圧送した。中詰め材は、サンドパック天端に設けた注入口から袋内に送るが、6インチのサンドポンプの流量が大きく、サンドポンプの運転を止めた際に、注入口付近に中詰め材が貯まらないため、小型のポンプを用いて補足充填を実施した。補足充填完了後、注入口のふたを閉めて、サンドパック周囲の埋戻しを行った。

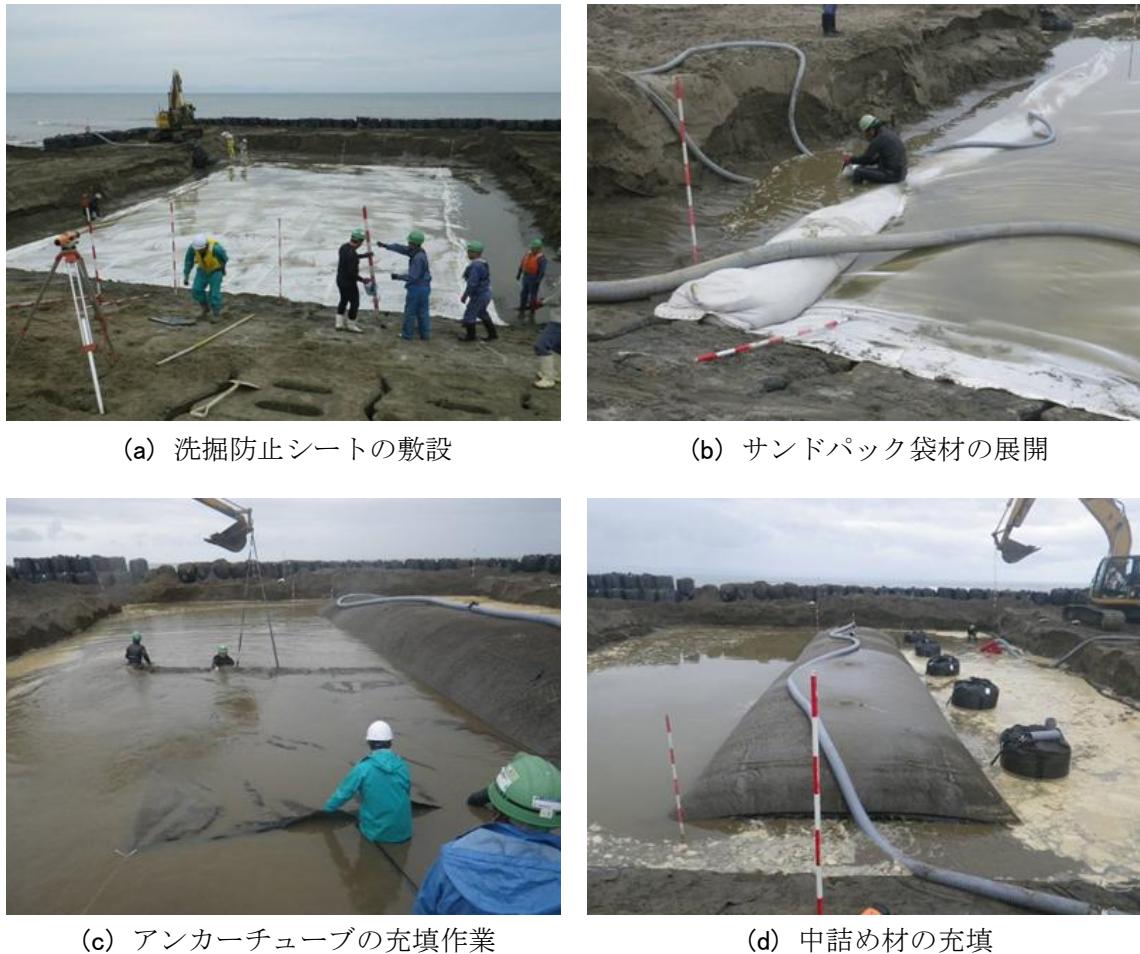


図-5 サンドパックの施工状況

4. 経過観察

サンドパックを用いた突堤工の経過観察を目的とし、施工現場付近にある建物（救護棟）に定点カメラを設置し、サンドパックの状況、海岸地形の変化状況をモニタリングした。また、高波浪を受けた後は、サンドパックの目視観察を行った。

(1) 主な海象の整理

サンドパックを用いた突堤工は2015年9月に竣工した。竣工後、2017年3月までの主な海象イベント（最高波5m以上）は表-1のとおりである。施工箇所付近に波高計が無いため、新潟沖（ナウファス）のデータを用いている。なお、新潟沖（ナウファス）のデータではあるが、最高波4mを越える波浪を83日間受けている。

表-1 主な海象イベント

| 年 | 月日 | 有義波 | | 最高波 | | 波向 (°) | イベント |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|
| | | 波高(m) | 周期(秒) | 波高(m) | 周期(秒) | | |
| 2015 | 10/2 | 3.78 | 10.9 | 5.74 | 11.3 | 323 | 台風21号 |
| | 11/27 | 4.56 | 10.9 | 7.81 | 10.4 | 323 | 低気圧通過 |
| | 12/5 | 4.38 | 10.9 | 7.38 | 11.9 | 331 | " |
| | 12/11 | 4.60 | 8.9 | 7.53 | 7.8 | 344 | " |
| 2016 | 1/20 | 4.44 | 8.9 | 7.33 | 8.7 | 335 | " |
| | 3/1 | 4.54 | 10.3 | 7.41 | 10.2 | 348 | " |
| | 11/9 | 3.83 | 9.4 | 7.10 | 9.4 | - | " |

(2) 経過観察

海象イベント毎に突堤周辺の浜の状況、サンドパックの状況を整理する。

a) 台風 21 号 (2015 年 10 月 2 日)

台風 21 号が温帯低気圧に変わり、大陸からの低気圧と一体化した爆弾低気圧が、10 月 2 日から 3 日かけて日本海を北上した。この爆弾低気圧に伴い、新潟地方でも波が高くなつた。

ナウファスのデータでは新潟沖で 10 月 2 日の午後に有義波高 3.78m、周期 10.9 秒、最高波高 5.74m、周期 11.3 秒を観測している。

図-6 は爆弾低気圧通過直後の写真である。波が突堤の根元まで到達している状況がわかるが、根本部の局所的な洗掘は見られない。なお、根本部の洗掘を考慮してサンドパック 2 袋で突堤を構築したが、現段階においては 1 袋とした場合でも根本部の洗掘は生じないものと推測される。図-7 は、爆弾低気圧通過後 (10 月 6 日) の状況である。突堤の東側 (上手側) に砂が堆積している状況がうかがえる。

高波浪の影響で、大木の幹等漂流物が近辺で確認できたが、サンドパックの損傷は見られなかつた。



図-6 爆弾低気圧通過直後の状況



図-7 爆弾低気圧通過後の西側突堤

b) 低気圧通過 (2015 年 12 月 5 日)

12 月 5 日に日本海を発達した低気圧が北上した。この低気圧に伴い、新潟地方でも波が高くなつた。12 月 5 日の明け方に有義波高 4.38m、周期 10.9 秒、最高波高 7.38m、周期 11.9 秒を観測している。図-8 は低気圧通過後の写真である。

図-9 は、洗掘防止シートの状況である。西側突堤の西側は洗掘シート上の埋戻し土が無くなり

洗掘防止シートが露出していたが、アンカーチューブにより洗掘防止シート端部のめくれが防がれていたものと考えられる。



図-8 低気圧通過後の西側突堤



図-9 洗掘防止シートの状況

(3) 突堤工の効果

突堤工の効果は、定点カメラの画像を基に護岸から汀線までの距離で評価した。沖側に汀線が移動した場合は、突堤の効果が発現しているものとして評価した。

図-10 および図-11 は、定点カメラの画像である。

四ツ郷屋浜海岸では 2015 年 11 月～2016 年 1 月に $9,600 \text{ m}^3$ 、2016 年 4 月～10 月に $18,400 \text{ m}^3$ の養浜を行っている。養浜は、両突堤の間付近に緩傾斜護岸天端から、緩傾斜護岸を覆土するように行われている。

定点カメラの画像は、2016 年 4 月～10 月の養浜 3 か月後および 5 か月後の状況を示している。いずれの写真も潮位は TP+0.1m である。

西側定点カメラの画像では、11 月と 3 月を比較すると汀線の位置はほぼ変わっていないことがわかる。東側定点カメラの画像では、養浜直後、突堤付近の汀線は突堤の先端位置にあったが、時間の経過とともに汀線が後退していることがわかる。特に、突堤先端の侵食が顕著で 11 月～2 月の間に汀線が大きく後退している。一方、浜全体に着目すると、若干の汀線後退は見られるが、突堤付近ほどの後退は見られない。表-1 からもわかるように、冬季の波向は $320\text{--}350^\circ$ で、北北西に卓越している。図-3 からもわかるように、突堤は北西方向に向いており、北北西の波に対して、突堤の西側は下手となり、砂が堆積しにくい環境にあるためと考えられる。



(a) 2016 年 11 月 13 日



(b) 2017 年 3 月 18 日

図-10 西側定点カメラの画像



(a) 2016年11月30日

(b) 2017年3月18日

図-11 東側定点カメラの画像

5. まとめ

モニタリングの結果、十分な定量的検証はできなかつたが、サンドパックを用いた突堤工は、養浜材の流失防止に少なからず寄与したものと考える。なお、効果の評価については、定点カメラの情報が不足していることや養浜砂の残留量の定量的な評価方法等課題も残つた。

今回の施工では、洗掘対策として根入れ1.0mを確保するとともにアンカーチューブ付洗掘防止シートを併用する際、仮締切を要したためコスト高となつたが、局所的な洗掘は、サンドパックを損傷させる恐れがあり、根入れや洗掘防止シートの効果を継続して検証することが肝要である。現段階では、沈下変形は見られないことから、洗掘防止シートの効果が発現していると考えられる。

海外では、サンドパックを護岸や潜堤等侵食対策に用いられた事例は数多い。一方で、日本国内では、サンドパックは新しい工法であり、実績も少ない。今後、モニタリングを継続し、サンドパックの耐久性について知見を積み重ねていくことが肝要であると考える。

参考文献

- 1) 国土技術政策総合研究所資料 第745号 「浜崖後退抑止工の性能照査・施工・管理マニュアル」、国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室、ナカダ産業(株)、前田工織(株)、三井化学産資(株)、2014.