

# 東京湾港湾施設内における 防砂シート引込軽減工法実証実験報告書

有限会社キシムラ  
大嘉産業株式会社  
太陽工業株式会社

## 1. はじめに

港湾施設におけるケーソン式護岸や岸壁等では裏込石と埋立土砂の間に敷設される防砂シートは埋立完了までに破損する事例が多く、吸い出しの要因となっている。その主な破損要因は、①波や風でのばたつき揺動（フラッターリング）による裏込石との接触摩耗、②波や潮位差による防砂シートの浮き上がり後の沈降や生物付着の重量増加による引き込まれ（異常緊張 1）、③図-1のように埋立土砂投入により、防砂シートが徐々に引き込まれ、裏込石間の隙間や不陸にそって防砂シートがさらに伸び、累積引張力（異常緊張 2）が発生することがあげられる。

本研究は今までに「防砂シート引込軽減工法（以下、本工法という）」として、本工法にて使用する部材要素試験や荷重分散確認実験ならびに陸上に模擬捨石マウンドを造成した上に防砂シートを敷設し、埋立土砂投入による引き込み抑制効果を確認する実証実験等<sup>1)、2)</sup>を実施してきたが、港湾施設内での実証実験は未実施であった。

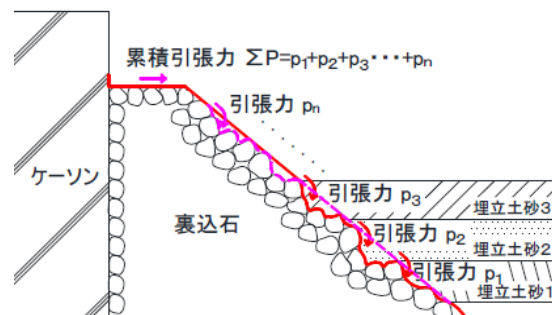


図-1 シート引き込みとシート上部の異常緊張

本報告は、東京湾港湾施設内の鋼管矢板端部土留袋詰玉石マウンド上に敷設する防砂シートにおいて、その一区画の防砂シートに本工法を施したシート（以下、対策有りシートという）を用いることで、埋立土砂投入時による防砂シートの引き込み抑制効果を比較確認するなど実証実験したものである。

埋立前に発生する波や風でのばたつきおよび潮位差による防砂シート浮き上がり後の沈降等における引き込まれについては、本現場がすでにシートの法尻部から法面部は埋立完了しているため、天端部付近のシートのばたつき等による変状のみ経過観察を継続していくこととする。

## 2. 本工法の概要

本工法は、上記に記載した「フラッターリングによる接触摩耗」と「異常緊張 1、2」を抑制する工法である。写真-1のように防砂シート上の格子状ワイヤー節点部と防砂シートに縫製したベルトを結束部材で結びつける構造である。土砂投入までは各節点部でフラッターリングや浮き上がりおよび生物付着による重量増加などの下方への引き込み

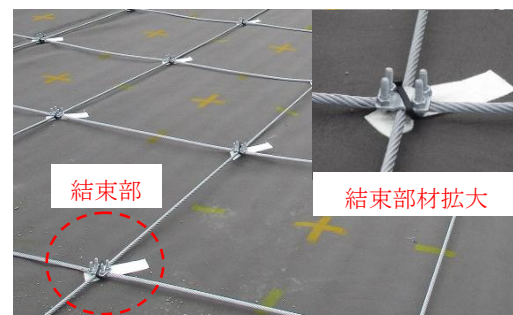


写真-1 格子ワイヤーと防砂シートおよび結束部材

を抑制し、土砂投入時には、写真-2のように、埋立土砂重量が結束部材の許容重量を超えると、その周辺の節点部の結束部材がシートから外れ、それ以外は外れず下方への引き込みが抑制される。よって繰り返し上方に土砂投入をしても、シートにかかる局所的荷重を格子ワイヤー結束部材にて分散することでシートの引き込みが抑制される。また、結束部材がシートから外れる際は防砂シート自体を損傷させない構造となっている。

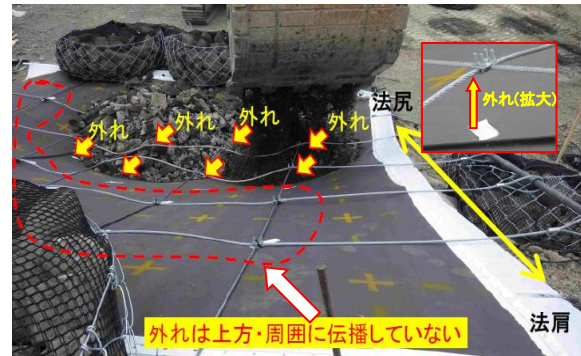


写真-2 本工法の引き込み抑制状況

### 3. 実験場所・実験日

- (1) 東京湾港湾施設内
- (2) 令和7年8月5日～令和7年8月18日

### 4. 実験のフロー

実験のフローを図-2に示す。

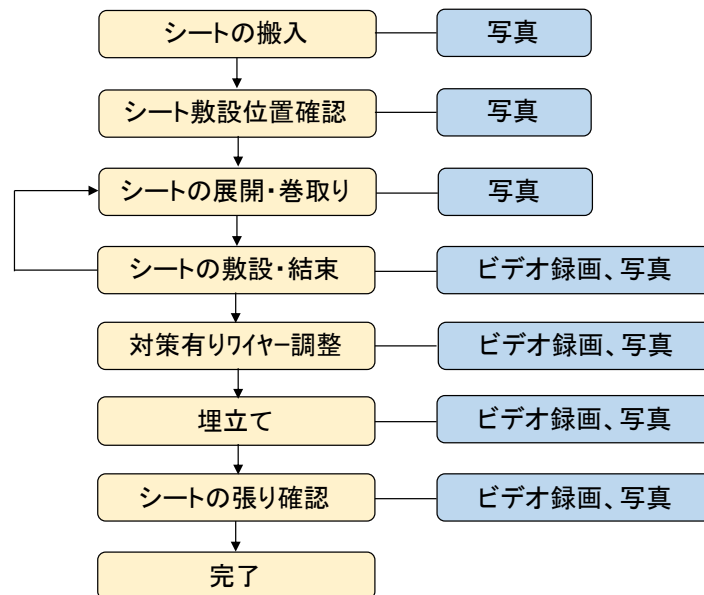


図-2 実験フロー

## 5. 実験概要

### (1) 実験概要

東京湾港湾施設内の鋼管矢板端部土留袋詰詰玉石（8t 型）マウンド上（直高 H5.0m程度、勾配 1 : 1.2~1.5 程度）に敷設する防砂シートにおいて、その一区画を対策有りシートとすることで、埋立土砂投入時における防砂シートの引き込み抑制効果を比較し確認する。対策有りシートは、法面長が大きく引き込み抑制効果が確認できるよう図-3 敷設平面図に示す No.6 と No.7 とした（No.6 と No.7 以外の防砂シートは以下、対策無しシートという）。

防砂シート搬入・検査後にシートをヤードにて展開する。特殊治具によりシートを巻取り後、所定箇所にてクレーンにて移動させ、防砂シートを敷設し重ね合わせ、シート端部同士を 500mm ピッチにて結束テープで接続する。今回は袋詰めマウンドの不陸が大きいいため、袋詰詰玉石の形状に沿うように敷設を行う。ワイヤー固定については、両端部アイ加工とし、タテ方向は最上段の袋詰詰玉石に固定し、シート下端部のワイヤーは土のうを重しとして固定する。ヨコ方向は、対策有りシート左右の対策無しシート上にシートを損傷させないように置き、緊張せずにフリー構造とする。格子状ワイヤー節点部の金具部はシート巻取り時等、ボルト先端でシートが損傷しないように、ビニールテープ等で養生を行う。ワイヤーは塩化ビニル被覆ステンレスワイヤー（ワイヤー部 6mm+被覆 2mm =  $\phi$  8mm）の為、さびにくく、かつ樹脂被覆によりシートが極力傷つかない構造とする。

土砂の埋立てはシート No.1 側からバックホウが走行できるように仮設道路盛土を造成しながら No.9 側に向かい、袋詰詰玉石マウンド法尻から順に上部まで埋立てを行う。

防砂シートの引き込み抑制効果の確認は埋立中、対策有無による防砂シートの緊張具合を確認する（対策無しシートについては異常緊張に注意しながら確認する）。また、本工法でのタテワイヤー緊張とシートの引き込み具合（ワイヤー節点部の結束部材がシートから外れるか）を確認しながら行う。

本現場は港湾一般施設護岸等の裏込め構造とは異なる。袋詰詰玉石の積層段差（800~1,000 mm 程度）と袋詰詰玉石の中詰材粒径（200~800 mm 程度）による不陸が、一般護岸裏込石の不陸を模擬しているため、引き込み抑制効果を確認するには問題ないとする。

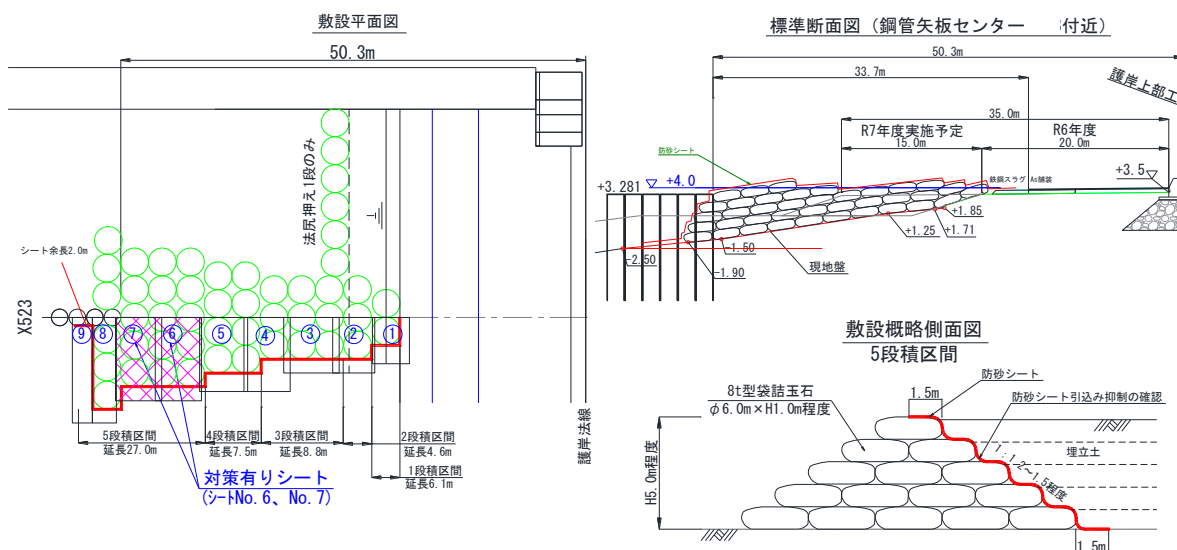


図-3 本工法のシート箇所敷設平面図と概略断面・側面図

(2) 対策有りシート仕様図

本実験にて使用した対策有りシートの仕様図を図-4、5に示す。

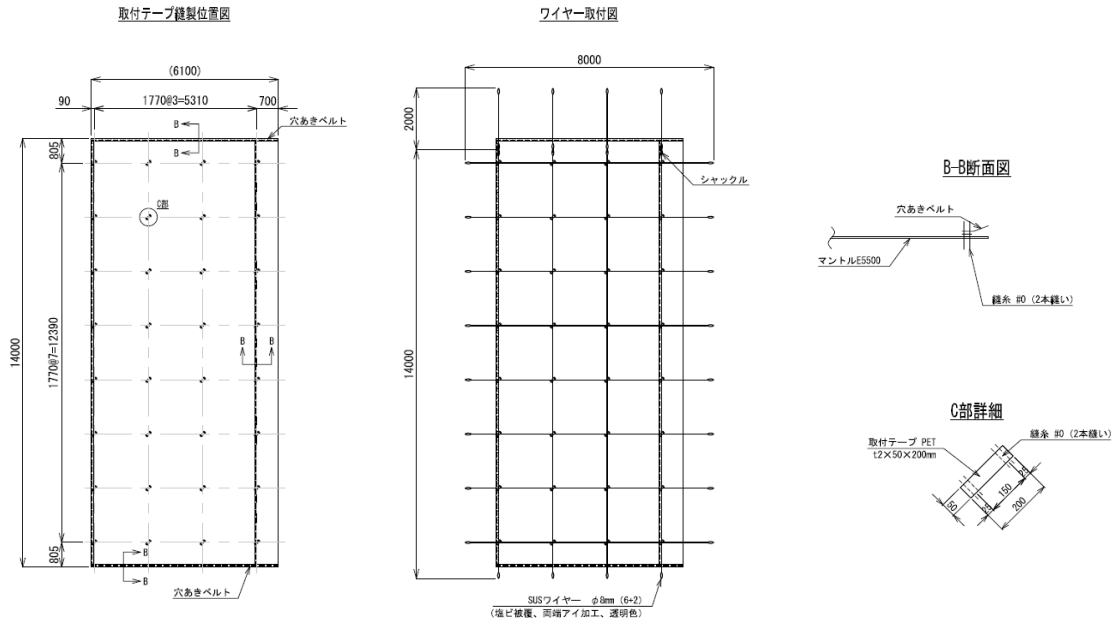


図-4 対策有りシート標準仕様図(シート No.6)

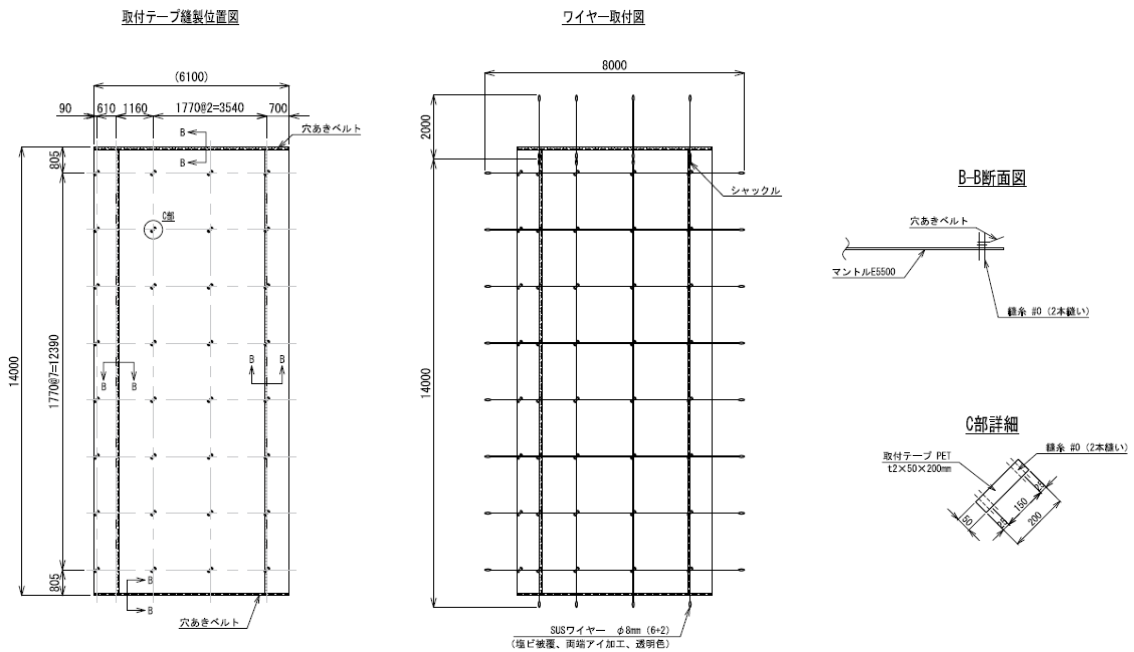


図-5 対策有りシート標準仕様図(シート No.7)

(3) 使用した防砂シートの諸元

本実験で使用した防砂シートの諸元を表-1に示す。

表-1 防砂シートの諸元(カタログ値)

種別	材質	厚さ	質量	引張強度(タテ×ヨコ)	伸び率(タテ×ヨコ)	備考
		(mm)	(g/m <sup>2</sup> )	(N/5cm)	(%)	
長繊維不織布	再生ポリエステル	≧5.0	≧500	≧1,765 × ≧1,177	≧60 × ≧60	港湾基準

## 6. 実験状況

### (1) 防砂シートの搬入・展開・巻取り

写真-3、4に防砂シートの搬入・展開・巻取り状況を示す。

対策有りシートの格子状ワイヤーは梱包搬入時や現地治具巻取り時において、シートが損傷するような問題はないことを確認した。



写真-3 防砂シートの搬入状況

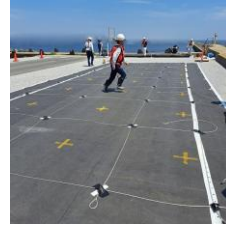


写真-4 防砂シート展開と巻取り状況



### (2) 防砂シートの敷設・結束

写真-5～8に対策有りシートと対策無しシートの敷設・シート同士の結束状況を示す。



写真-5 対策有りシートの敷設状況



写真-6 対策無しシートの敷設状況 (No.5)



写真-7 防砂シート同士の結束状況 (赤丸部)

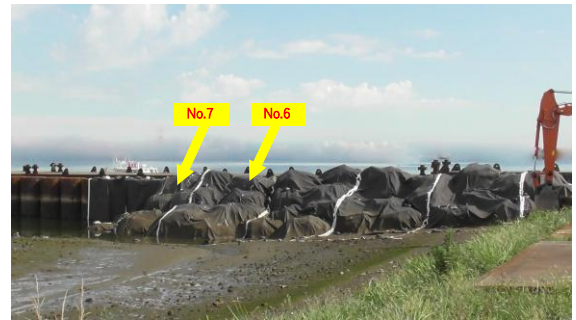


写真-8 敷設完了状況 (対策有りシート: No.6, 7)

### (3) 防砂シートのワイヤー部の調整

写真-9、10に対策有りシートのワイヤー部調整状況を示す。

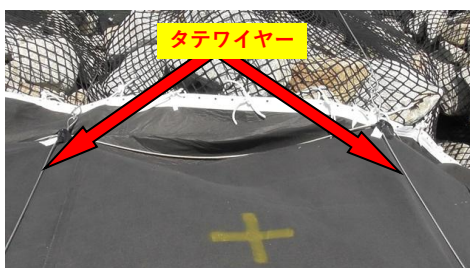
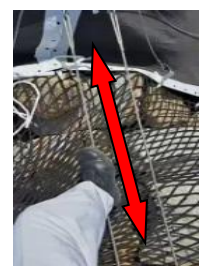


写真-9 タテワイヤー緊張確認 (本体部)



写真-10 タテワイヤー緊張確認 (上端固定部)



#### (4) 防砂シートの埋立て

写真-11 に対策無しシート部の埋立状況、写真-12 に対策有りシートの埋立て状況を示す。



写真-11 対策無しシートの埋立て状況



写真-12 対策有りシートの埋立て状況

### 7. 実験結果

#### (1) 対策無しシート

前述の通り、今回の袋詰玉石マウンドの不陸は比較的大きいため、シート敷設は袋詰め積層の形状に沿うように行い（5. 実験概要文中と図-3 参照）、バックホウにて順次、法尻側から埋立てを進めていたが、埋立土砂投入に伴い防砂シートが下方に引き込まれ、仮留め用の土のうが落下する様子が見られ、特にシート No.3 と No.4 間付近にてシート引き込みの大きい箇所が発生した。そのため、防砂シートが埋立土砂投入時に引き込まれ異常緊張とならないよう、写真-13 のように土砂を袋詰玉石平場部（小段部）に載せ、防砂シート上部の引き込みが抑制されるよう一時的な対応を行った。他箇所（No.4 と No.5 間等）も上記と同じような対応を行いながら埋立てを行い、シートを破損することなく埋立は完了した。

天端まで埋立完了後、防砂シートの緊張具合を確認したところ、No.3 のシートにて、写真-14 のように、シート表面に袋詰玉石のネット模様が出るくらいの引き込みの影響があった。模様上部（赤丸）の突起部もかなり引き込みの影響を受けていると思われるので波、風等による接触摩耗損傷は経過観察が必要と思われる。



写真-13 対策無しシート 引き込み対策状況

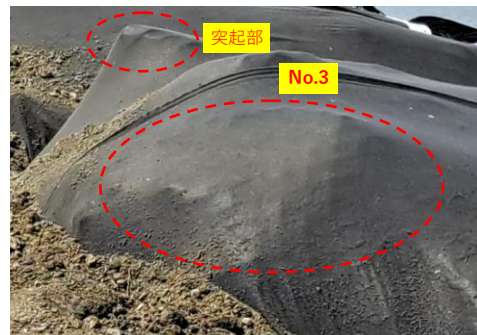


写真-14 対策無しシート 天端部シートの張り状況

(2) 対策有りシート

対策有りシート敷設も袋詰め積層の形状に沿うように行った。埋立ては、写真-15のように、前述の(1)対策無しシートと同様に、法尻から上方に順次埋立てを行ったが、防砂シートが引き込まれる様子はみられず、シートを破損することなく埋立ては完了した。本工法の有無による防砂シートの埋立て施工状況を比較すると、本実験の結果から、対策有りシートは防砂シートの引き込み抑制効果があることが実証された。

シートの張り具合は、写真-16、17より、対策有りシート天端付近 No.6 と対策無しシート No.3~No.5 を比較すると、No.6 の方は各ワイヤー格子枠内にゆとりがあり、No.3~No.5 は引き込みよる突起箇所が多数見られる。対策有りシートについては写真-18、19のようにワイヤー節点部の結束部材に一定の荷重がかかり、結束部材がシートから外れることで、シートにかかる荷重がワイヤー格子状に移行して分散され、シートの引き込みが抑制されていると考える。対策有りシート No.6 において、埋立時のワイヤー節点部の結束部材の外れ確認をした状況を写真 20~22 に示す。埋立土の投入は写真-20 に示すようにシート下から順に投入している。投入①に埋立てした際、タテワイヤーが下方に引き込まれ緊張し、その状態で投入②に埋



写真-15 対策有りシート No.7 付近 埋立て状況



写真-16 対策有りシートの張り具合、シート No.6



写真-17 対策無しシートの張り具合  
シート No.5、4、3

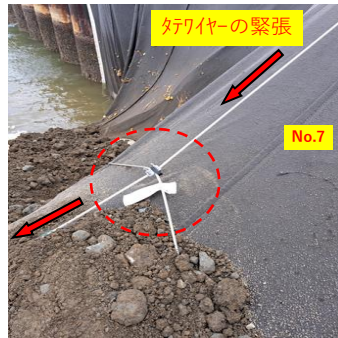


写真-18 結束部材の外れと  
タテワイヤーの緊張、シート No.7 部

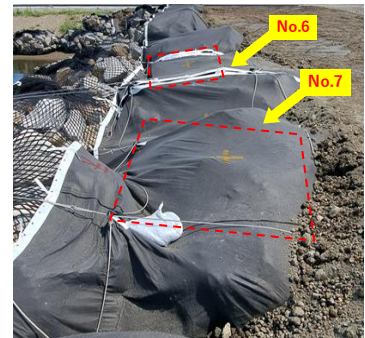


写真-19 ワイヤー格子状節点部  
による荷重分散、シート No.6、7 部



写真-20 対策有りシート



写真-21 埋立状況、シート No.6



写真-22 結束部材の外れ確認

め立てした後の状態を写真-21 に示す。ヨコワイヤー左右は固定しておらずフリー、且つ弛んだ状態にて埋め立て土投入時に防砂シートと一緒に埋設された。実際の敷設状態であれば、ヨコワイヤーも左右に緊張された状態であるため、埋め立て土投入時に節点部から固定部が外れて埋め立て土の上に残るか、写真-21 と同様に埋設されてしまう。この時、格子ワイヤーは埋立土砂により埋設されても問題とはならず、その周囲のワイヤー節点部の結束部材が外れずに引き込まれない状態であることが重要である。

写真-21 より、ヨコワイヤー左右はフリーな状態ではあったが、埋め立て土投入時にタテワイヤーが緊張し始めると、タテワイヤー間のヨコワイヤーがマウンドの突起部にハンモック状態のような形で掛かり、シート引込みを抑制していることが分かる。上記で述べたようにシートにかかる荷重がワイヤー格子状に移行して分散される他に、ヨコワイヤーの掛かりによるシート引込み抑制効果を確認できた。

写真-22 に埋設された節点部を掘り出し、結束部材が外れ防砂シートと節点部が離れているかを確認した。その結果、節点部の結束部材は土砂投入時の荷重により外れていることを確認した。

## 8. まとめ

本実験より、以下のことを確認した。

- (1) 対策有りシートにおいて土砂投入時に節点部から結束部材が外れ、土砂投入箇所の防砂シートが異常緊張無く袋詰玉石マウンド上に設置された。その際、土砂投入箇所周辺の格子状ワイヤーは緊張されるも各節点部の結束部材は外れず、防砂シートの引き込みが抑制されている状態であることを確認した。
- (2) 本実験条件にて埋立て中、埋立後のどちらにおいても対策有りシートは、防砂シートの引き込み抑制効果があることを確認した（上記、格子状ワイヤーの緊張、節点部の結束部材の状況および防砂シートの敷設状態から、総合的に抑制効果を確認した）。
- (3) 本現場条件と一般港湾護岸・岸壁等の裏込構造に違いはあるが、本実験の引き込み抑制結果を踏まえると、本工法は一般裏込石上の防砂シート引き込み抑制に有効と考える。

## 参考文献

- 1) 山本浩二・岸村直登・鈴木高二郎・椛澤竜生・岸村尚・藤城裕也・石金達也：防砂シートにおける引込軽減工法の実証実験、土木学会論文集 B2（海洋開発）、Vol.78、No.2、pp. I\_187-I\_192、2022.
- 2) 山本浩二・岸村直登・椛澤竜生・藤城裕也・岸村尚・石金達也、鈴木高二郎：防砂シートのフラッターリング損傷対策に関する効果検証、令和6年度土木学会全国大会第79回年次学術講演会、p. II-163、2024.

以上