

海洋構造物の安定性に貢献する アスファルトマット

- ・ 洗掘防止用アスファルトマット
- ・ 摩擦増大用アスファルトマット
- ・ 吸出し防止用アスファルトマット

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

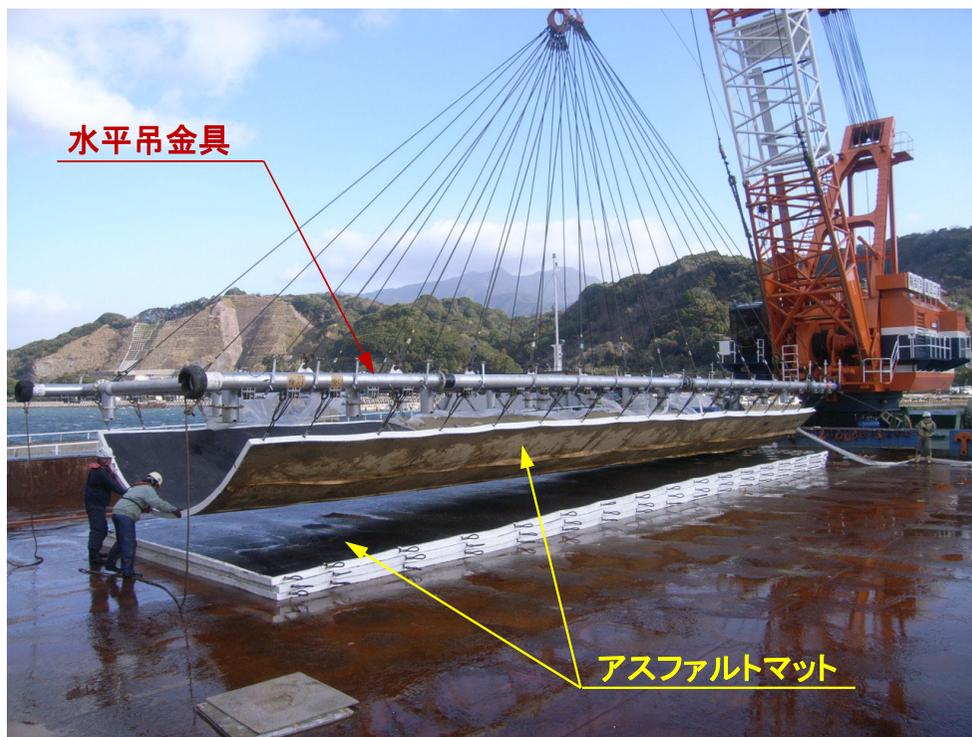


日本海上工事株式会社
Japan Sea Works Co.,Ltd.

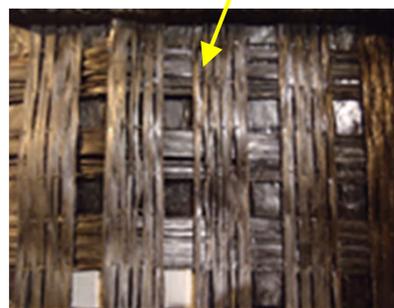


アスファルトマットの概要

アスファルト合材をマット状に成型



専用の「水平吊金具」を使用し、埋設したワイヤーロープでアスファルトマットを吊上げた状況



補強芯材
ガラス繊維にアスファルトを含浸

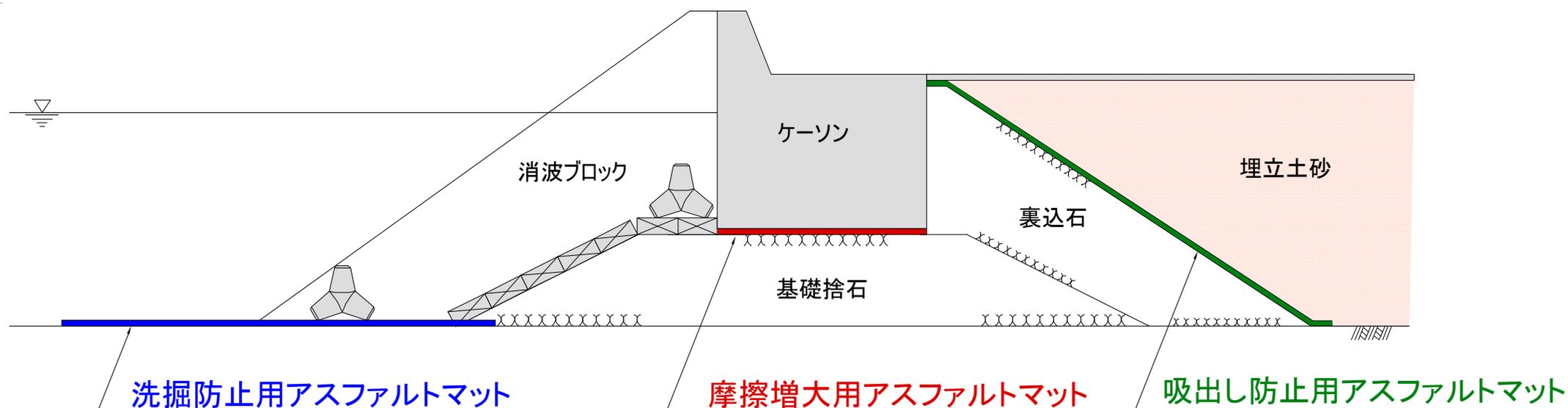
- ・アスファルト合材
アスファルト・石粉・砂・碎石を混合
- ・無空隙合材
As量10～12% (道路合材は5～6%)
- ・粘弾性体
低温で弾性、高温で粘性

アスファルトマットの主な種類と機能

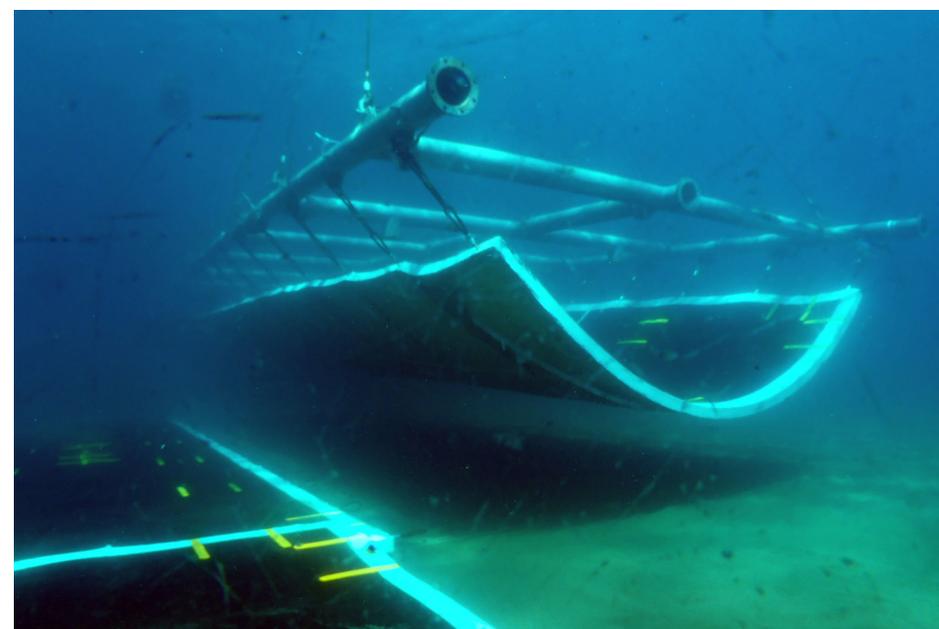
- ・洗掘防止用アスファルトマット
構造物法先に敷設して、法先に生じる洗掘孔の発達と底質の吸出しを抑制する。

- ・摩擦増大用アスファルトマット
重力式構造物底面と基礎捨石マウンド間に敷設して、構造物の滑動抵抗力を増大させる。

- ・吸出し防止用アスファルトマット
裏込め石上に敷設して、埋立土砂の吸出しを防止し、護岸背後の陥没を防止する。



海洋構造物の基礎洗掘防止技術



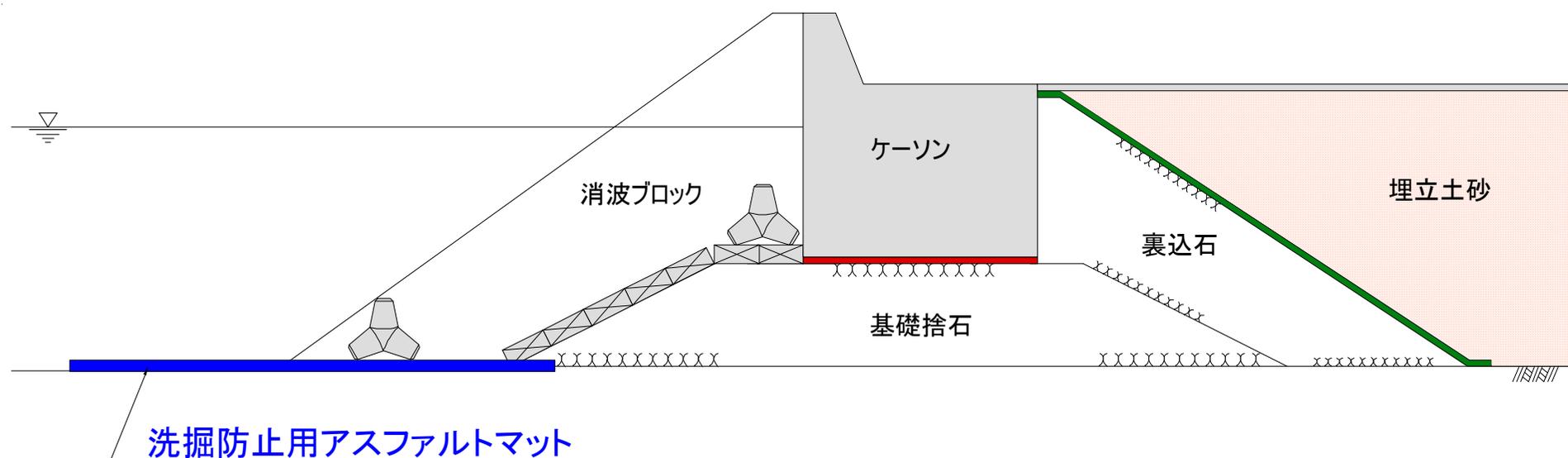
洗掘防止用アスファルトマット

国交省NETIS登録（掲載期限終了）登録No. SK-O10001-VE
水産公共関連民間技術 確認審査・評価報告書登録 第16-A-001号

- ・洗掘防止用アスファルトマット
構造物法先に敷設して、法先に生じる洗掘孔の発達と底質の吸出しを抑制する。

- ・摩擦増大用アスファルトマット
重力式構造物底面と基礎捨石マウンド間に敷設して、構造物の滑動抵抗力を増大させる。

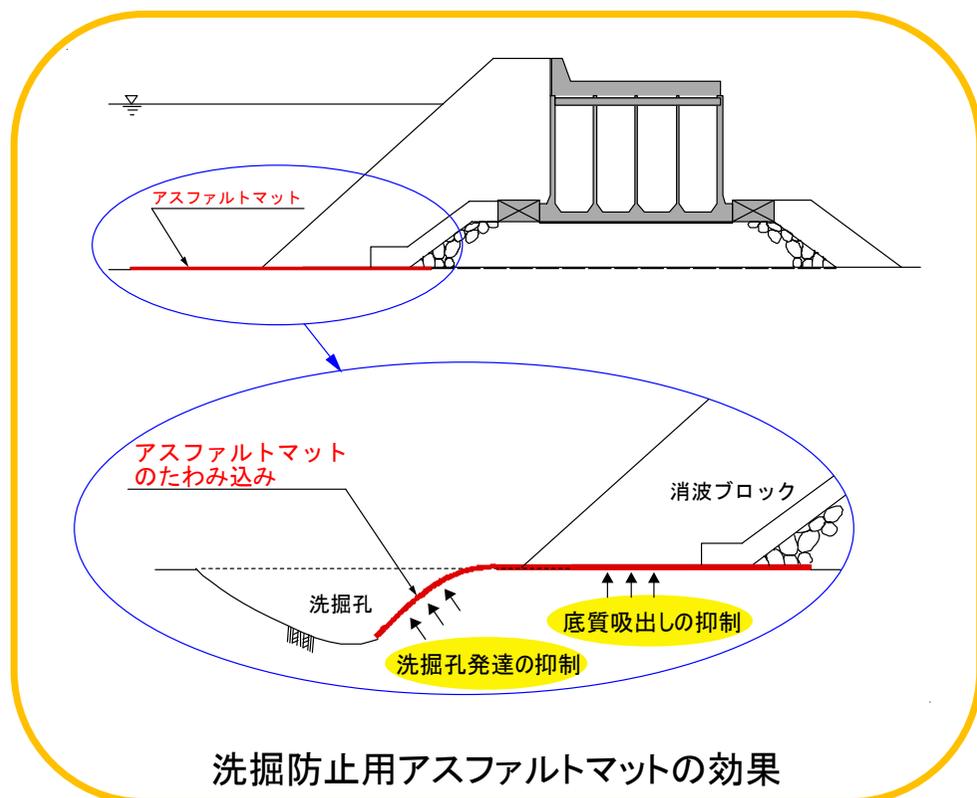
- ・吸出し防止用アスファルトマット
裏込め石上に敷設して、埋立土砂の吸出しを防止し、護岸背後の陥没を防止する。



洗掘防止用アスファルトマット

国交省NETIS登録（掲載期限終了）登録No. SK-O10001-VE
水産公共関連民間技術 確認審査・評価報告書登録 第16-A-001号

自重とたわみ性を利用して、波浪によってできる洗掘孔の斜面にたわみ込ませ、洗掘孔の発達を抑え、砂の吸出しを防止する海底面被覆工



特徴

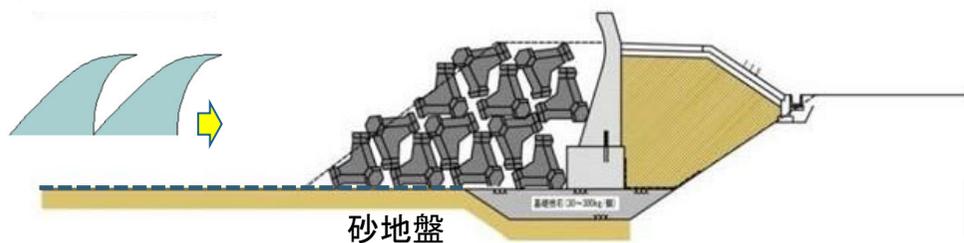
- ・設置箇所の条件により仕様の設計が可能
- ・消波ブロック直載時でも機能を損なわない耐荷性
- ・津波に対する“粘り強い構造”に適用可能



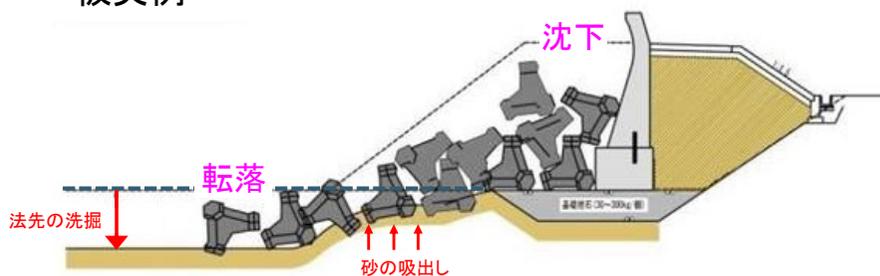
洗掘防止用アスファルトマット

国交省NETIS登録（掲載期限終了）登録No. SK-O10001-VE
水産公共関連民間技術 確認審査・評価報告書登録 第16-A-001号

従来工法

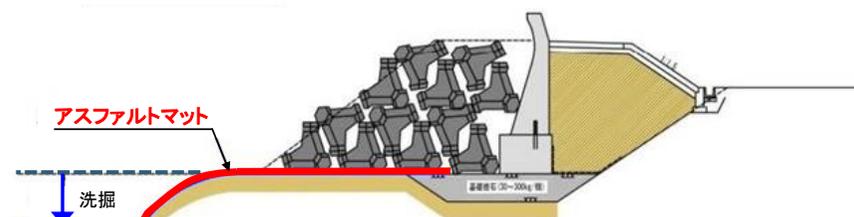


被災例



洗掘、吸出しによりブロック全体が崩落

改良工法



アスファルトマット敷設により
法先の洗掘、堤体下の砂の吸出しを防止



押し波時の砂の舞い上がり
引き波時の砂の舞い上がり
ブロック沈下現象の再現※

※港湾空港技術研究所実験

洗掘防止用アスファルトマット

国交省NETIS登録（掲載期限終了）登録No. SK-O10001-VE
水産公共関連民間技術 確認審査・評価報告書登録 第16-A-001号

アスファルトマットあり・なしの比較



マットなし(2006年度施工)



2009年
撮影

マットあり(2005年度施工)



洗掘防止用アスファルトマット

国交省NETIS登録（掲載期限終了）登録No. SK-O10001-VE
水産公共関連民間技術 確認審査・評価報告書登録 第16-A-001号

アスファルトマットあり・なしの比較

	<p>マットなし</p>  <p>消波ブロック設置時の天端位置</p>	2011年 撮影	<p>マットあり</p> 	
<p>沈下あり</p>		7月 台風6号 通過		<p>変化なし</p>
	 <p>消波ブロック設置時の天端位置</p>	9月 台風14号 通過	 <p>アスファルトマット</p>	<p>ブロック安定</p>

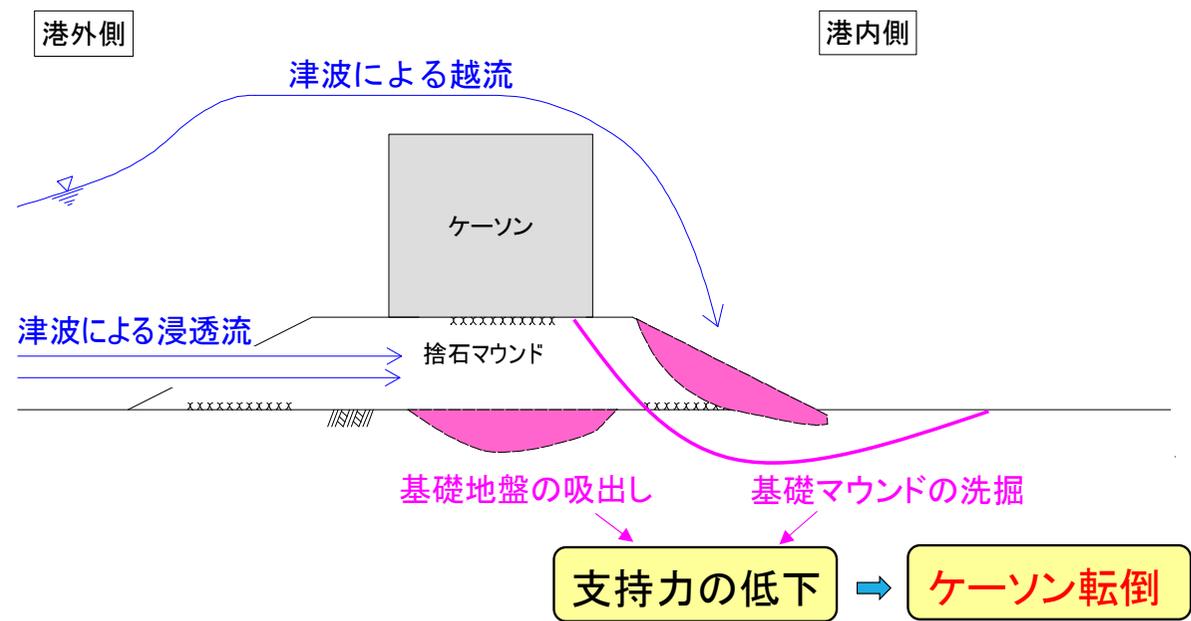
洗掘防止用アスファルトマット

国交省NETIS登録（掲載期限終了）登録No. SK-O10001-VE
水産公共関連民間技術 確認審査・評価報告書登録 第16-A-001号

アスファルトマットを使用した“粘り強い構造”

防波堤の“粘り強い構造”の洗掘防止工に適用
津波越流と浸透流から堤体を守る

防波堤の粘り強い構造



【効果】

- ・腹付工の洗掘防止
- ・腹付工法先の洗掘防止
- ・浸透流の抑制
- ・被覆ブロックの安定性向上



アスファルトマット吊上げ状況
(全面孔あきタイプ)

アスファルトマット敷設後の状況
(腹付工部)

【施工実績】

- ・牟岐漁港, 由岐漁港 (徳島県) ・高知港, 須崎港 (高知県)
- ・御前崎港 (静岡県) ・宮崎港, 油津港 (宮崎県)

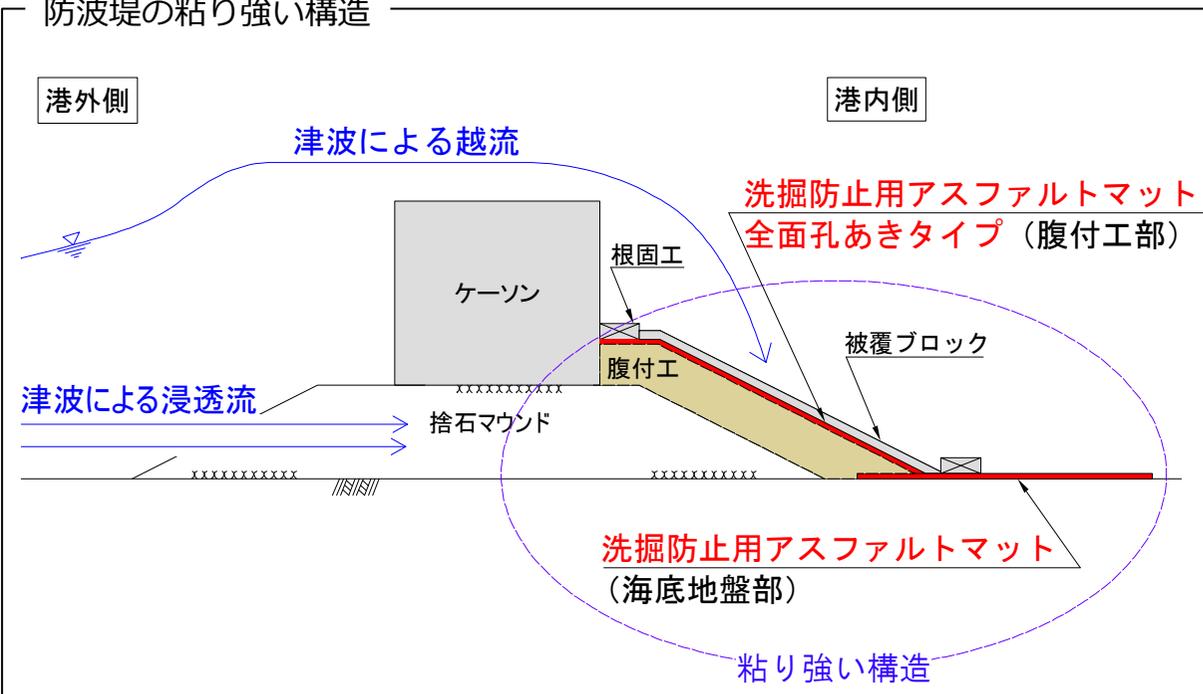
洗掘防止用アスファルトマット

国交省NETIS登録（掲載期限終了）登録No. SK-O10001-VE
水産公共関連民間技術 確認審査・評価報告書登録 第16-A-001号

アスファルトマットを使用した“粘り強い構造”

防波堤の“粘り強い構造”の洗掘防止工に適用
津波越流と浸透流から堤体を守る

防波堤の粘り強い構造



【効果】

- ・腹付工の洗掘防止
- ・腹付工法先の洗掘防止
- ・浸透流の抑制
- ・被覆ブロックの安定性向上



アスファルトマット吊上げ状況
(全面孔あきタイプ)



アスファルトマット敷設後の状況
(腹付工部)

【施工実績】

- ・牟岐漁港, 由岐漁港（徳島県）・高知港, 須崎港（高知県）
- ・御前崎港（静岡県）・宮崎港, 油津港（宮崎県）

洗掘防止用アスファルトマット

国交省NETIS登録（掲載期限終了）登録No. SK-O10001-VE
水産公共関連民間技術 確認審査・評価報告書登録 第16-A-001号

アスファルトマットを使用した“粘り強い構造”

- ①御前崎港防波堤(西)(改良)築造工事
- ②御前崎港防波堤(東)(改良)根固工事

発注者:国土交通省 中部地方整備局 清水港湾事務所

工事場所:静岡県御前崎市

工期:①2013年～2015年

②2017年～2021年

工事数量:洗掘防止用全面孔あき強化アスファルトマット

(空隙率20%程度、厚さ5cm)

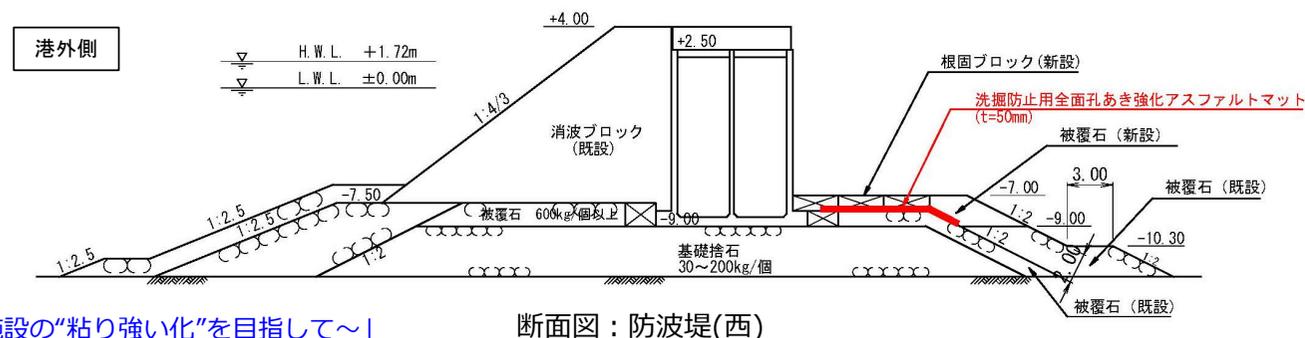
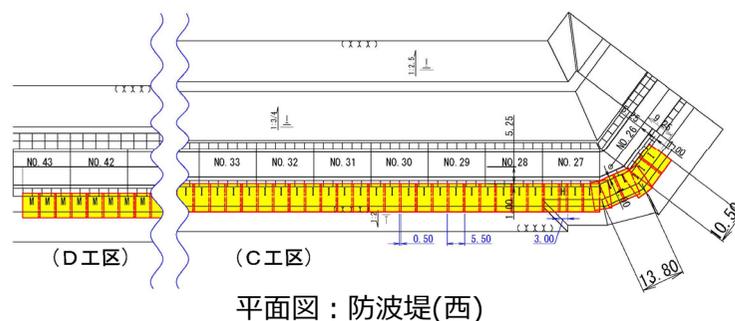
①S=9,578㎡

②S=12,209㎡

国内で初めて採用

水理実験によりアスファルトマットの効果を確認※

※「防波堤を越流する津波への対策～巨大地震・津波に対抗する港湾施設の“粘り強い化”を目指して～」
鬼頭孝明 富田健 (名古屋港湾空港技術調査事務所)



(現地盤の洗掘対策は岩盤のため実施していない)

洗掘防止用アスファルトマット

国交省NETIIS登録（掲載期限終了）登録No. SK-O10001-VE
水産公共関連民間技術 確認審査・評価報告書登録 第16-A-001号

溶出試験による安全性の確認

- ・検液の作成・溶出方法
環境庁告示第14号
- ・検査項目・基準値
環境庁告示第59号「人の健康の保護に関する環境基準」



「人の健康の保護に関する環境基準（健康項目）」とは？（参考）

健康項目は、人の健康に直接影響を与える項目として基準値が設定されています。しかし、非常に厳しく基準が設定されており、飲料水として用いた場合、生涯にわたり連続的に摂取（毎日2リットル）しても健康影響が生じない水準に設定された項目等があります。

（埼玉県・環境科学国際センターHPから抜粋）

計量の対象	計量の結果	基準値	合否	計量の対象	計量の結果	基準値	合否
カドミウム	0.001 mg/L 未満	0.003 mg/L 以下	合	1,1,2-トリクロロエタン	0.0002 mg/L 未満	0.006 mg/L 以下	合
全シアン	検出されず	検出されないこと	合	トリクロロエチレン	0.0002 mg/L 未満	0.01 mg/L 以下	合
鉛	0.005 mg/L 未満	0.01 mg/L 以下	合	テトラクロロエチレン	0.0002 mg/L 未満	0.01 mg/L 以下	合
六価クロム	0.02 mg/L 未満	0.05 mg/L 以下	合	1,3-ジクロロプロペン	0.0002 mg/L 未満	0.002 mg/L 以下	合
砒素	0.001 mg/L 未満	0.01 mg/L 以下	合	チウラム	0.0006 mg/L 未満	0.006 mg/L 以下	合
総水銀	0.0005 mg/L 未満	0.0005 mg/L 以下	合	シマジン	0.0003 mg/L 未満	0.003 mg/L 以下	合
アルキル水銀	検出されず	検出されないこと	合	チオベンカルブ	0.002 mg/L 未満	0.02 mg/L 以下	合
P C B	検出されず	検出されないこと	合	ベンゼン	0.0002 mg/L 未満	0.01 mg/L 以下	合
ジクロロメタン	0.0002 mg/L 未満	0.02 mg/L 以下	合	セレン	0.001 mg/L 未満	0.01 mg/L 以下	合
四塩化炭素	0.0002 mg/L 未満	0.002 mg/L 以下	合	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	0.02 mg/L 未満	10 mg/L 以下	合
1,2-ジクロロエタン	0.0002 mg/L 未満	0.004 mg/L 以下	合	ふっ素	0.1 mg/L 未満	0.8 mg/L 以下	合
1,1-ジクロロエチレン	0.0002 mg/L 未満	0.1 mg/L 以下	合	ほう素	0.01 mg/L	1 mg/L 以下	合
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.0002 mg/L 未満	0.04 mg/L 以下	合	1,4-ジオキサン	0.005 mg/L 未満	0.05 mg/L 以下	合
1,1,1-トリクロロエタン	0.0002 mg/L 未満	1 mg/L 以下	合				



27項目全て
基準を満足

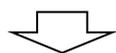


周辺海域の
水質に影響なし

洗掘防止用アスファルトマット

国交省NETIIS登録（掲載期限終了）登録No. SK-O10001-VE
水産公共関連民間技術 確認審査・評価報告書登録 第16-A-001号

実海域でのアスファルトマットへの海藻植生を確認



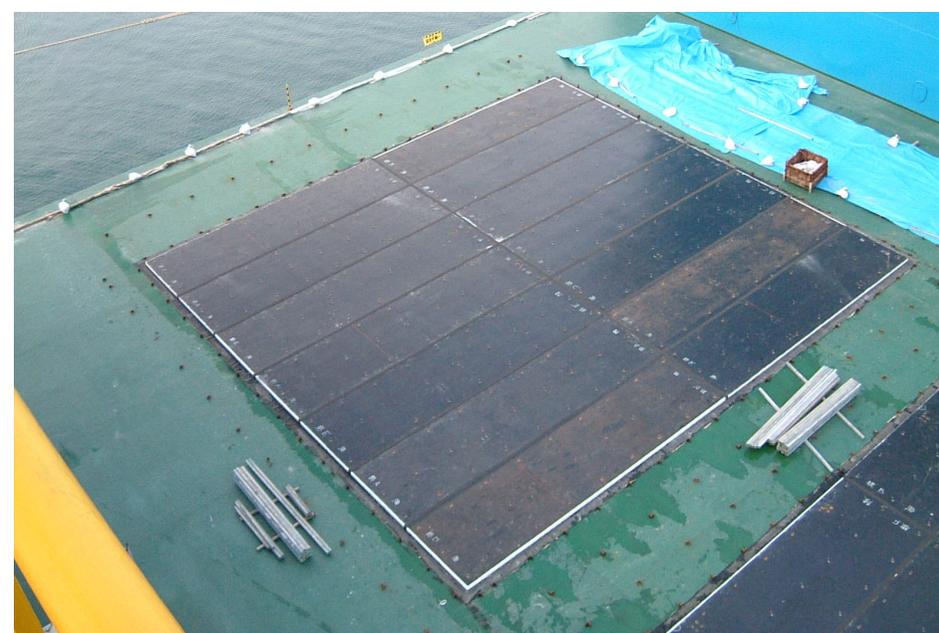
海藻の植生を確認

ブルーカーボンに寄与

アスファルトマット



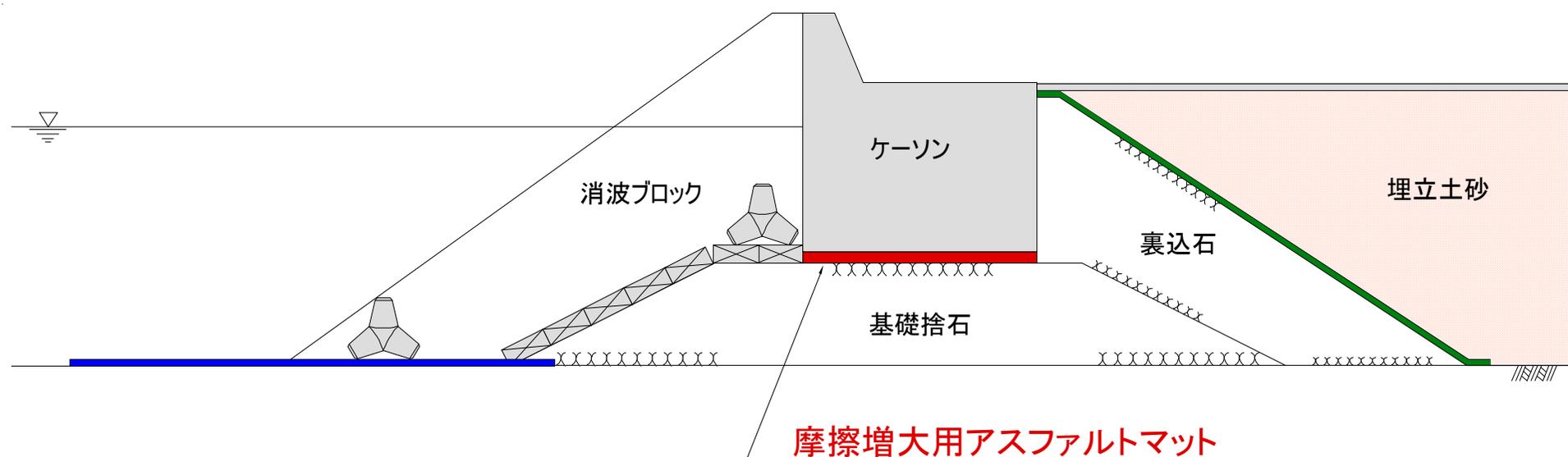
重力式構造物の安定性向上技術



摩擦増大用アスファルトマット

一財) 沿岸技術研究センター
港湾関連民間技術の確認審査・評価報告書登録 第09003号

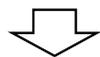
- ・洗掘防止用アスファルトマット
構造物法先に敷設して、法先に生じる洗掘孔の発達と底質の吸出しを抑制する。
- ・摩擦増大用アスファルトマット
重力式構造物底面と基礎捨石マウンド間に敷設して、構造物の**滑動抵抗力を増大**させる。
- ・吸出し防止用アスファルトマット
裏込め石上に敷設して、埋立土砂の吸出しを防止し、護岸背後の陥没を防止する。



摩擦(滑動)抵抗力の増大

コンクリートと捨石の設計摩擦係数 ; $\mu = 0.6$

アスファルトマット敷設



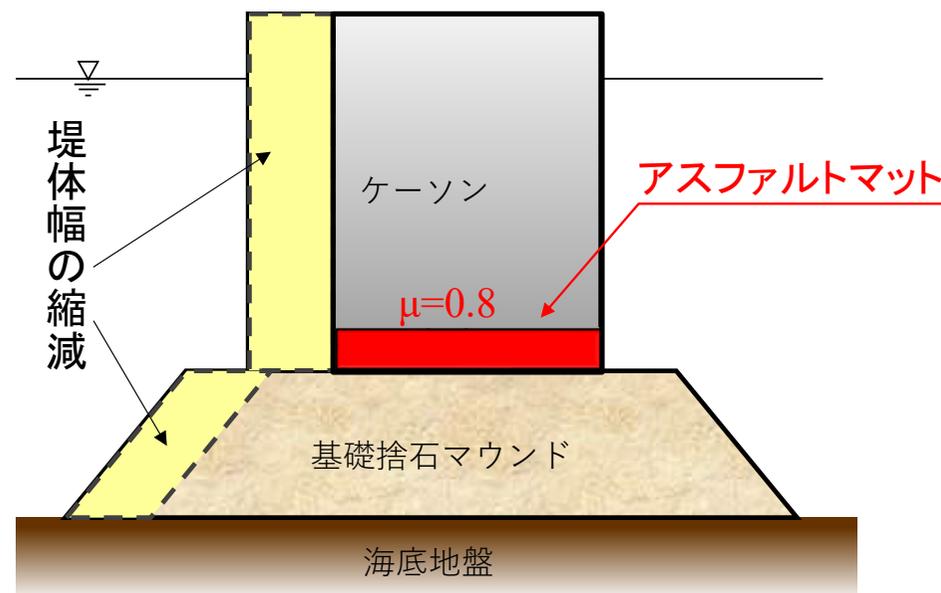
摩擦抵抗力増大により摩擦係数 ; $\mu = 0.8$



堤体幅を縮減



工期縮減・工費節減

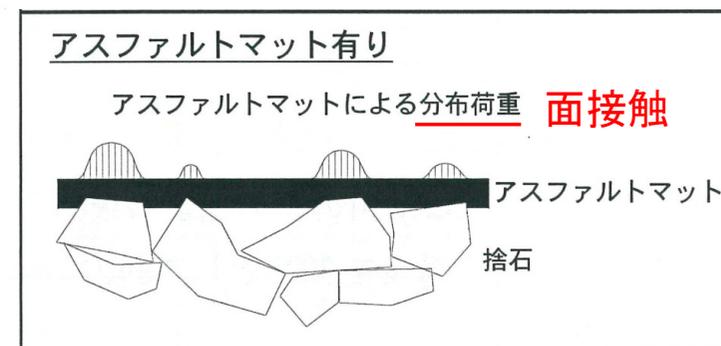
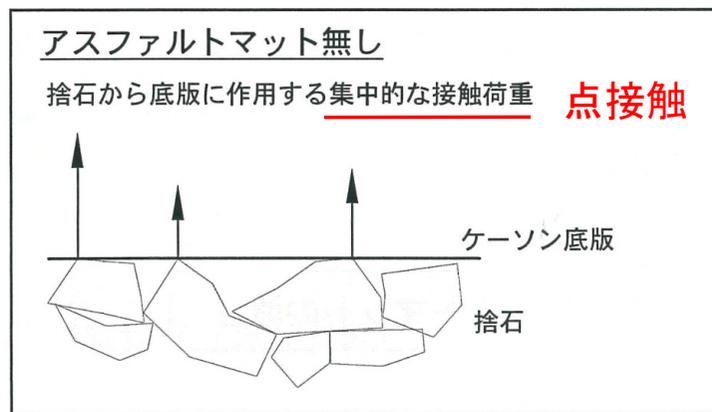


ケーソン底版への集中荷重分散効果

粘弾性体であるため捨石が
アスファルトマットに食い込み
集中荷重を分散



《集中荷重分散効果》



底版への曲げ応力を大幅(40~56%)に低減※

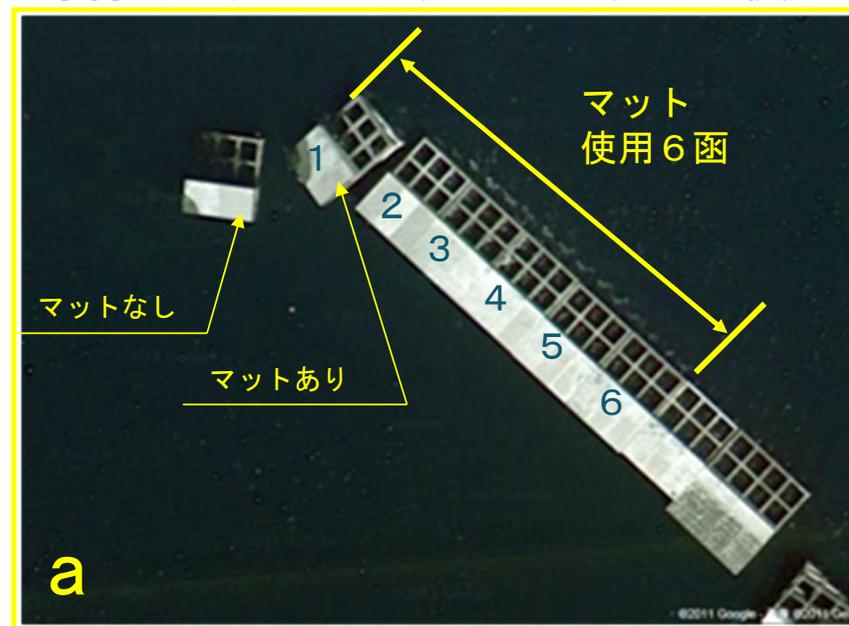
※ 宮田正史 長尾毅 ほか「防波堤アスファルトマットの集中荷重分散効果に関する実験的研究」
海岸工学論文集第49巻(2002年)

東日本大震災時の津波に対する効果 (岩手県・釜石港湾口防波堤)



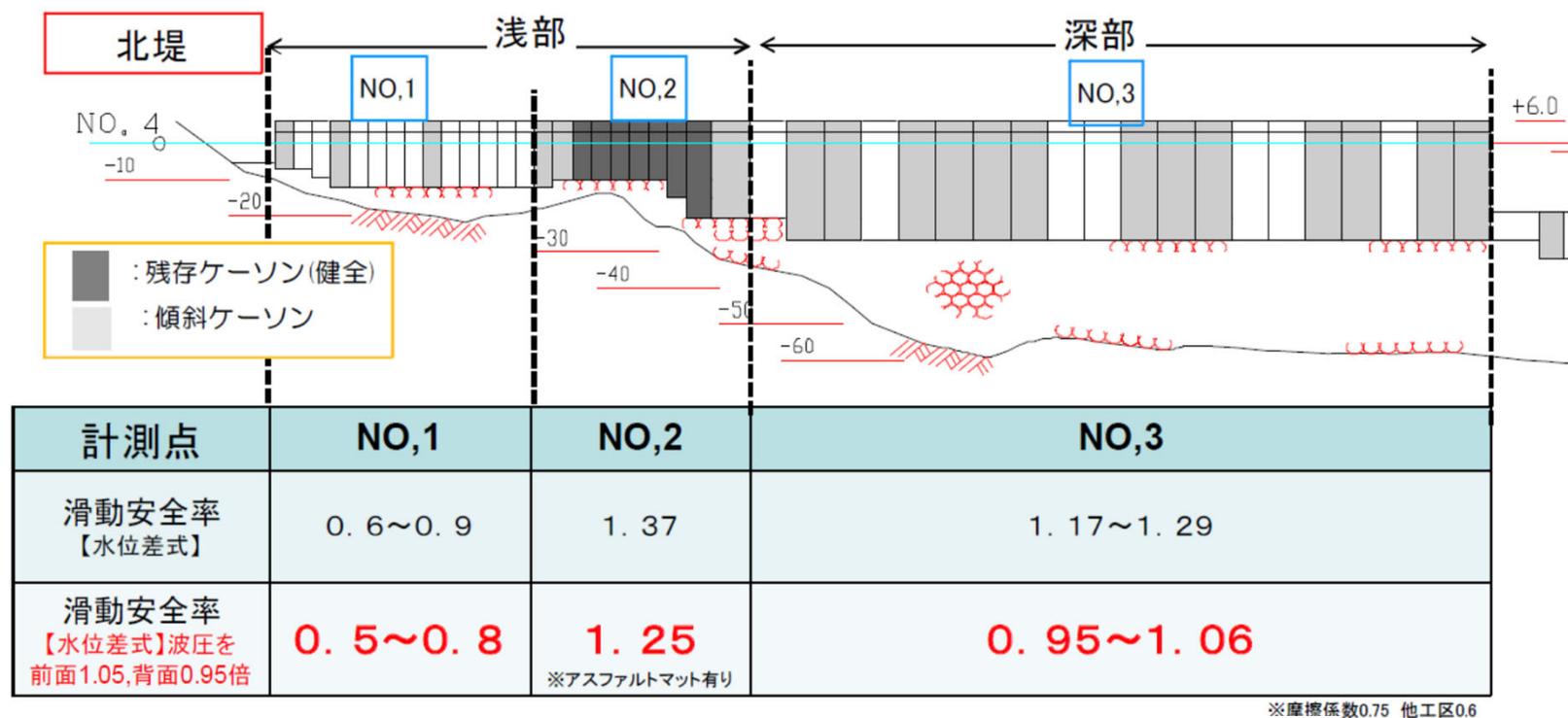
釜石港湾口防波堤・北堤全景

北堤44函中37函が被災。
無災害7函中5函に
摩擦増大用アスファルトマットを使用。



北堤・浅部にアスファルトマット使用(1~6函)

東日本大震災時の津波に対する効果 (岩手県・釜石港湾口防波堤)



図Ⅱ-2.14 釜石港湾口防波堤における津波来襲時滑動安全率

出典: 国土交通省港湾局「防波堤の耐津波設計ガイドライン」・参考資料Ⅱ

滑動安全率
の検証

摩擦増大用アスファルトマット

一財) 沿岸技術研究センター
港湾関連民間技術の確認審査・評価報告書登録 第09003号

北堤・南堤ともにアスファルトマットを使用して復旧

設計摩擦係数: **0.8** を採用

特記仕様書 (抜粋)

(3) 摩擦増大用マットの材質は、アスファルトマット(厚さ8cm以上)又はゴム系マット(厚さ3cm以上)とし、静止摩擦係数は0.8以上とする。

なお、事前に試験成績表及び(財)沿岸技術研究センターの「港湾関連民間技術の確認審査・評価事業制度」にて摩擦係数0.8を評価された評価証を提出し、監督職員の承諾を得なければならない。

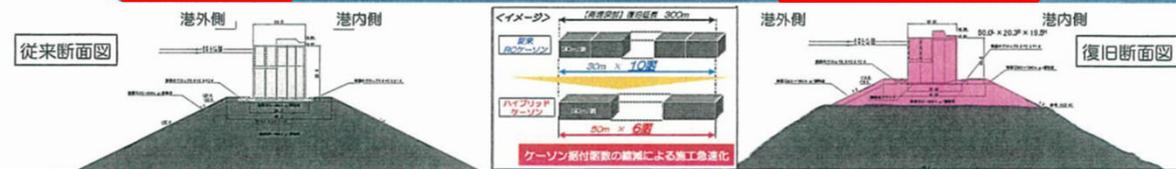
復旧における工夫・改善点

国土交通省東北地方整備局
釜石港湾事務所

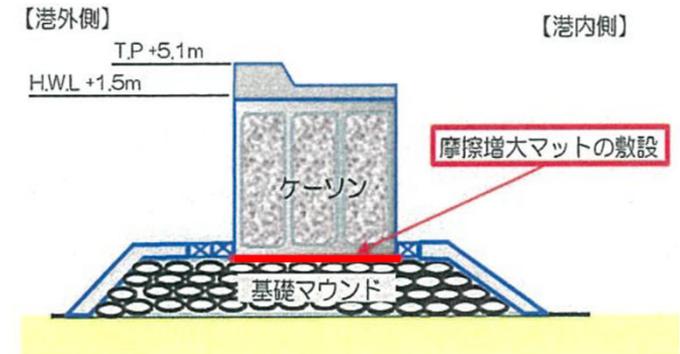
北堤
○復旧工程短縮: ケーソン規模を縮小【旧断面: 約1年/函 → 復旧断面: 約7ヶ月/函】
○粘り強い構造 (残存部) 港内側基礎マウンドの嵩上げ、拡幅 (新設部) 摩擦増大マット



南堤
○復旧工程短縮: ハイブリッドケーソンによる長尺化により、ケーソン据付函数の縮減
○粘り強い構造 (残存部) 港内側基礎マウンドの嵩上げ、拡幅 (新設部) 摩擦増大マット



新設部



粘り強い構造 (イメージ)

出典: 東北地方整備局・釜石港湾事務所
「釜石港湾口防波堤の復旧事業概要」

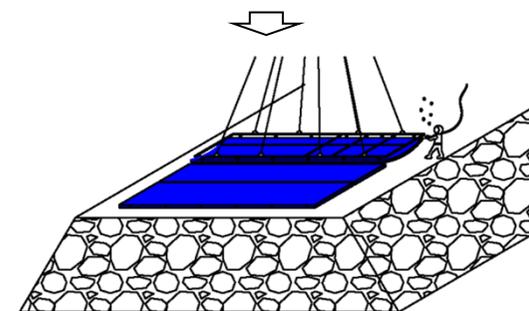
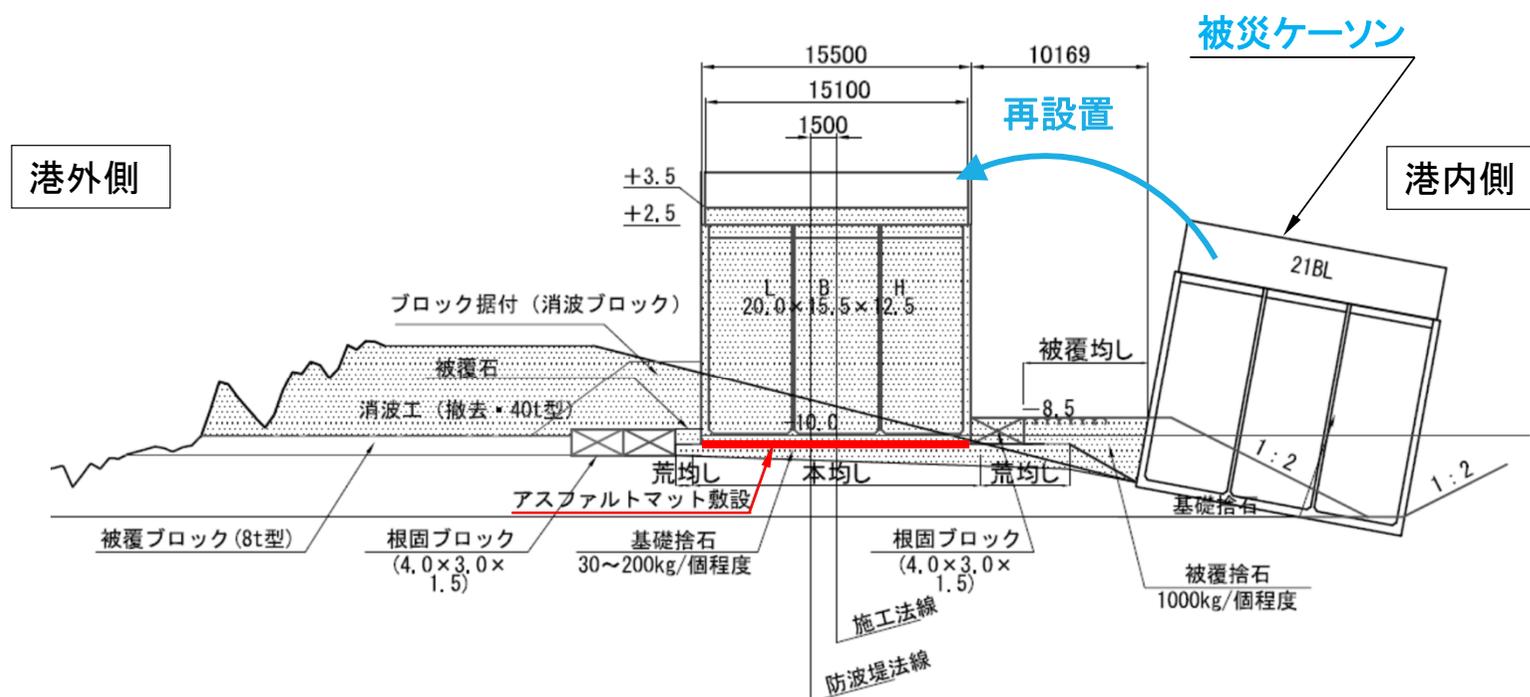
摩擦増大用アスファルトマット

一財) 沿岸技術研究センター
港湾関連民間技術の確認審査・評価報告書登録 第09003号

被災ケーソンの再利用 (福島県・相馬港沖防波堤)

マウンドにアスファルトマットを敷設してケーソンを再設置(被災ケーソン29函)

設計摩擦係数: **0.8** を採用



マウンド敷設イメージ

設計摩擦係数0.8採用例 (ハイブリッドケーソン)

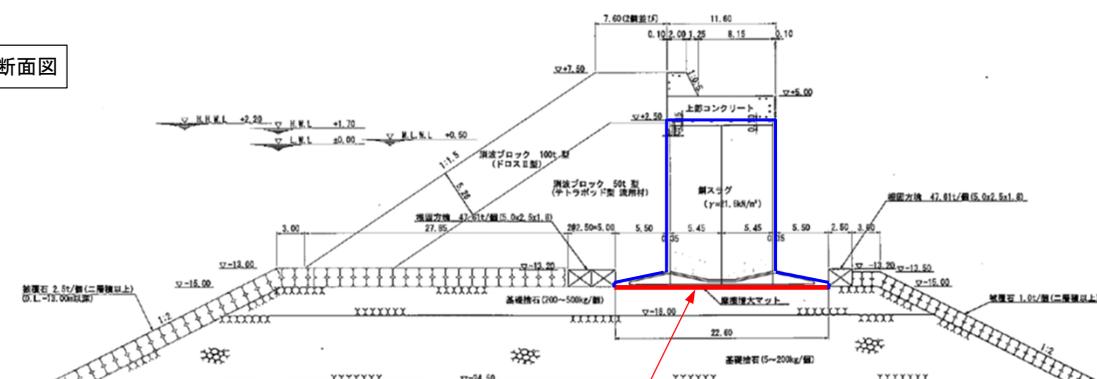
令和2年度 下田港防波堤(西)E区本体工事

特記仕様書抜粋

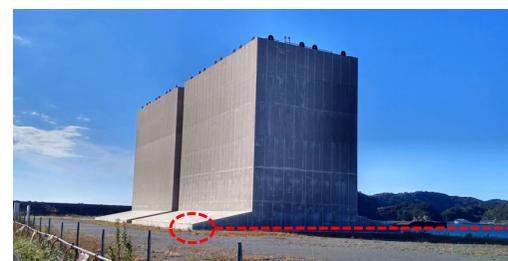
5. 工事内容

工種名称	規格・形状寸法	単位	数量	参考数量	摘要
防波堤(西)					
本体工(ケーソン式)					
摩擦増大マット取付		m ²	904	2 函	
ケーソン製作	(L) (B) (H) (22.60m) 20.00m×11.60m×17.50m	函	2	コンクリート 1,593m ³ 鋼材 710,188kg スタッド 16,412kg 鉄筋 230,802kg	2,393t/函

断面図



アスファルトマット
厚さ: 8cm



アスファルトマット
厚さ: 8cm

(5) 摩擦増大マットの材質は「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に規定するアスファルトマット(厚さ8cm以上)または再生ゴムもしくは新ゴムを使用したゴムマット(厚さ3cm以上)とし、静止摩擦係数は0.8以上とする。なお、事前に試験成績表を提出し、監督職員の承諾を得なければならない。

捨石均し精度緩和対応工法

NETIS登録 No:HRK-110003-A(掲載終了)

【従来】

捨石均し精度
 $\pm 5\text{cm}$ (本均し)

アスファルトマット
厚さ: 8cm

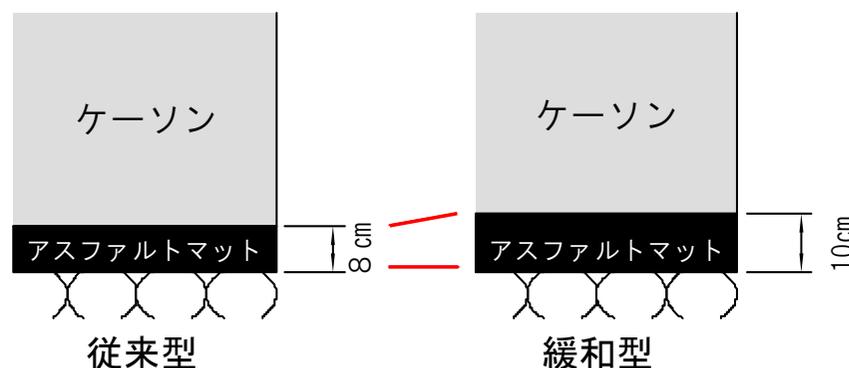
潜水士の高齢化、担い手不足…
構造物の大水深化…
コスト縮減、工期短縮…



アスファルトマット
厚さ: 10cm



捨石均し精度緩和
 $\pm 10\text{cm}$



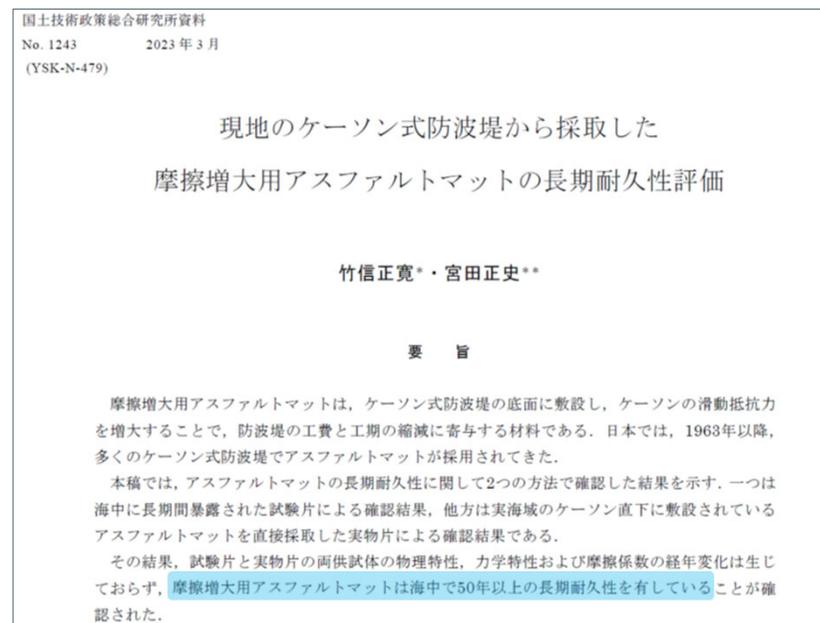
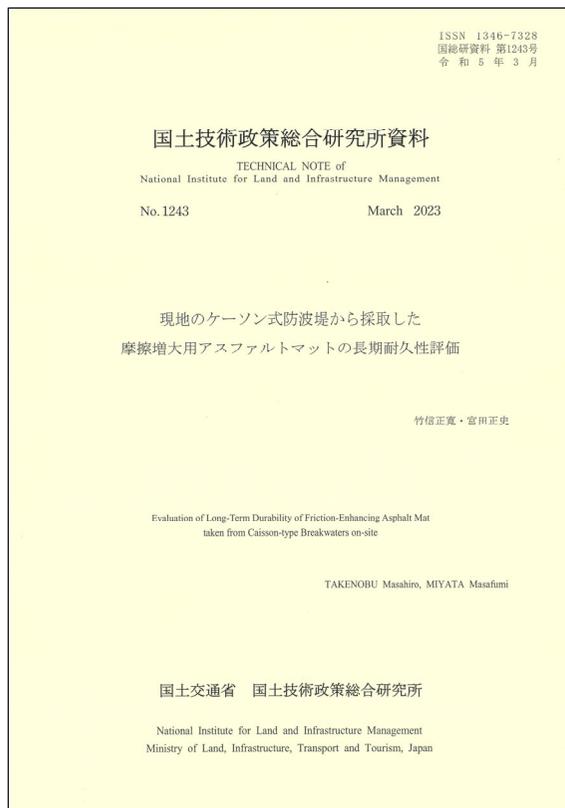
【捨石均し作業の短縮】

- 均し工程の短縮 (約30%減)
- 工費の節減
- 安全性の向上
- 周辺環境への負荷の低減

アスファルトマットの長期耐久性

国土技術政策総合研究所資料(2023年3月刊行)

「現地のケーソン式防波堤から採取した摩擦増大用アスファルトマットの長期耐久性評価」



採取した試料

実海域ケーソンで50年以上供用されたアスファルトマットを使用して試験を実施。
海中での**50年以上の長期耐久性が確認**された。

吸出し防止用アスファルトマット

護岸背後の埋立土吸出し防止技術

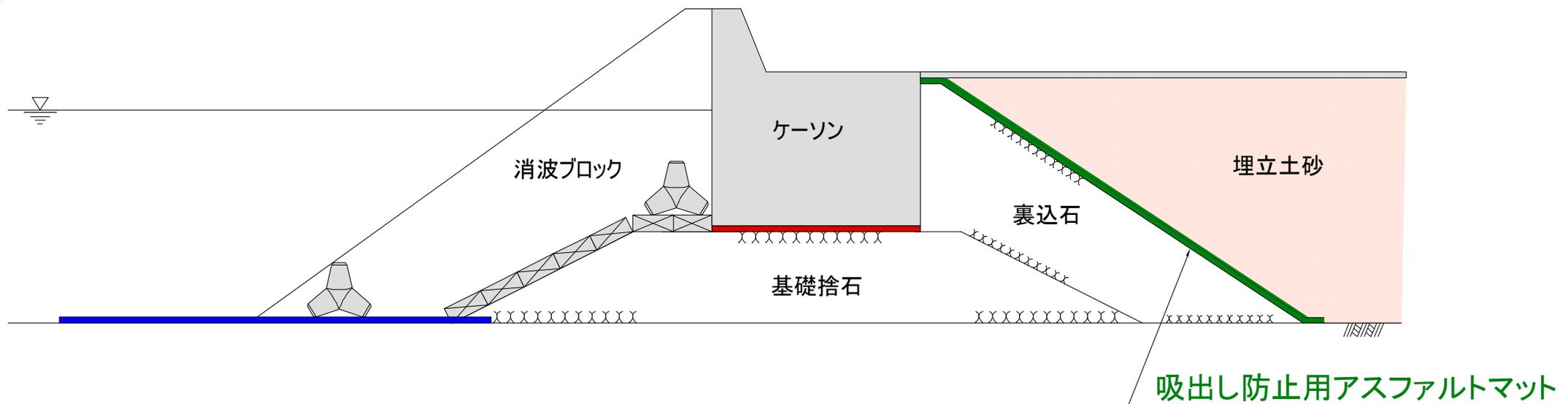


吸出し防止用アスファルトマット

- ・洗掘防止用アスファルトマット
構造物法先に敷設して、法先に生じる洗掘孔の発達と底質の吸出しを抑制する。

- ・摩擦増大用アスファルトマット
重力式構造物底面と基礎捨石マウンド間に敷設して、構造物の滑動抵抗力を増大させる。

- ・吸出し防止用アスファルトマット
裏込め石上に敷設して、埋立土砂の吸出しを防止し、護岸背後の陥没を防止する。



吸出し防止用アスファルトマット

吸出し防止材の種類

防砂シート(不織布・織布)
(厚さ:0.2~5.0(8.0)mm)

塩化ビニル系

ナイロン・ポリエステル系

アスファルトマット
(厚さ:50mm~)

アスファルト合材

シートの最小規格(実績)※

表-8.3.1 (a) 防砂シートのこれまで使用されてきた最小の規格(不織布)

種別	厚さ	引張強さ	伸び	質量	備考
不織布	4.2mm以上	880N/5cm以上	60%以上	500g/m ² 以上	JIS L 1908

注) 厚さ4.2mm以上の規定はJIS L 1908による荷重2kN/m²を載荷した時の厚さであり、載荷しない時の厚さは5mm以上とする。

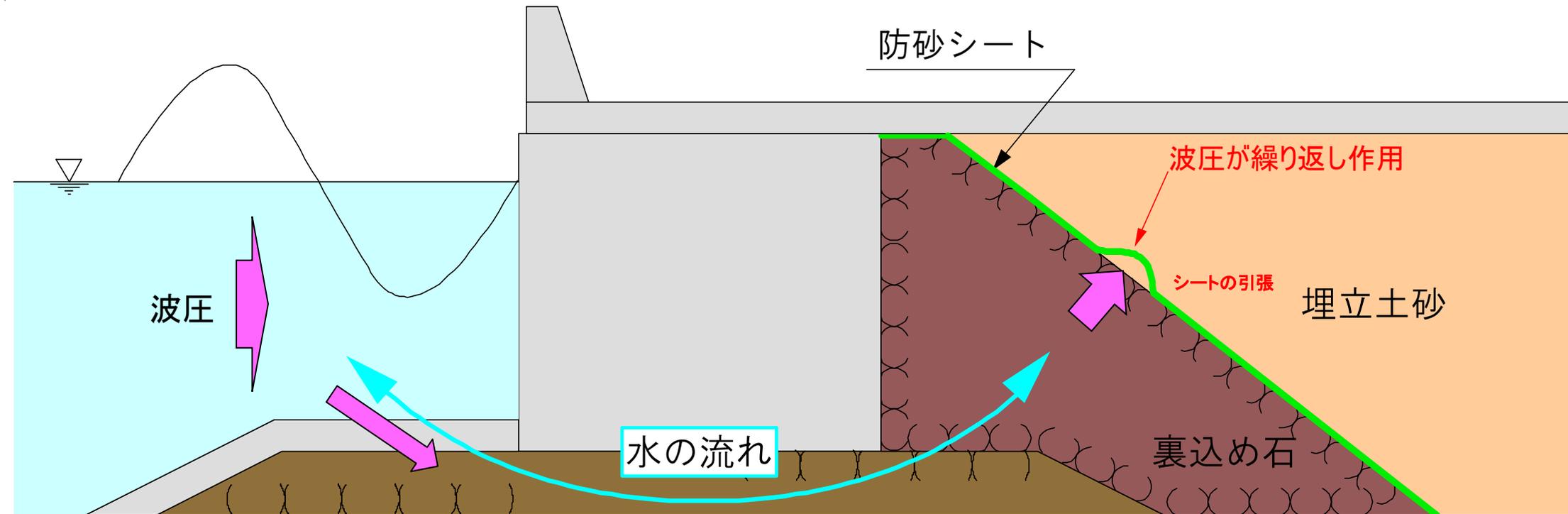
表-8.3.1 (b) 防砂シートのこれまで使用されてきた最小の規格(織布)

種別	厚さ	引張強さ	伸び	備考
織布	0.47mm以上	4,080N/5cm以上	15%以上	JIS L 1908

※「港湾の施設の技術上の基準・同解説(平成30年5月)」公社・日本港湾協会

吸出し防止用アスファルトマット

埋立土砂吸出しのメカニズム

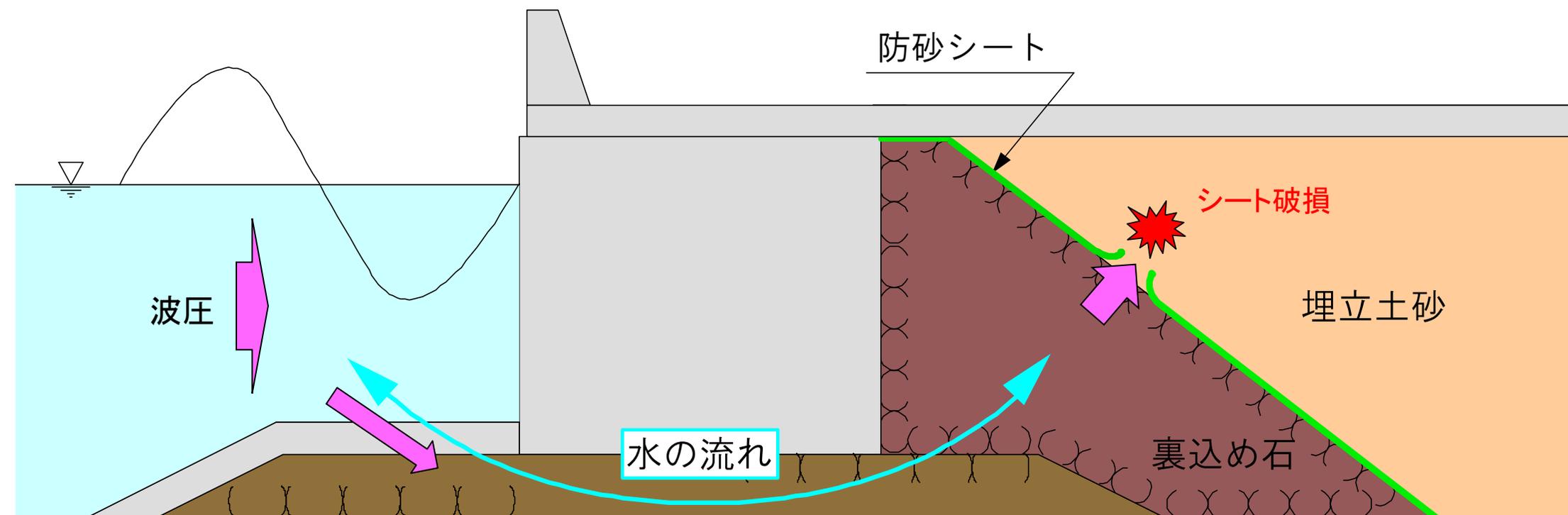


ケーソン前趾に作用する波圧は、減衰せずに埋立土砂、防砂シートに作用する。
(前面波圧の70～80%程度) ※

※「護岸の吸出しに関する水理実験」 港湾技術研究所報告Vol.035.1996

吸出し防止用アスファルトマット

埋立土砂吸出しのメカニズム

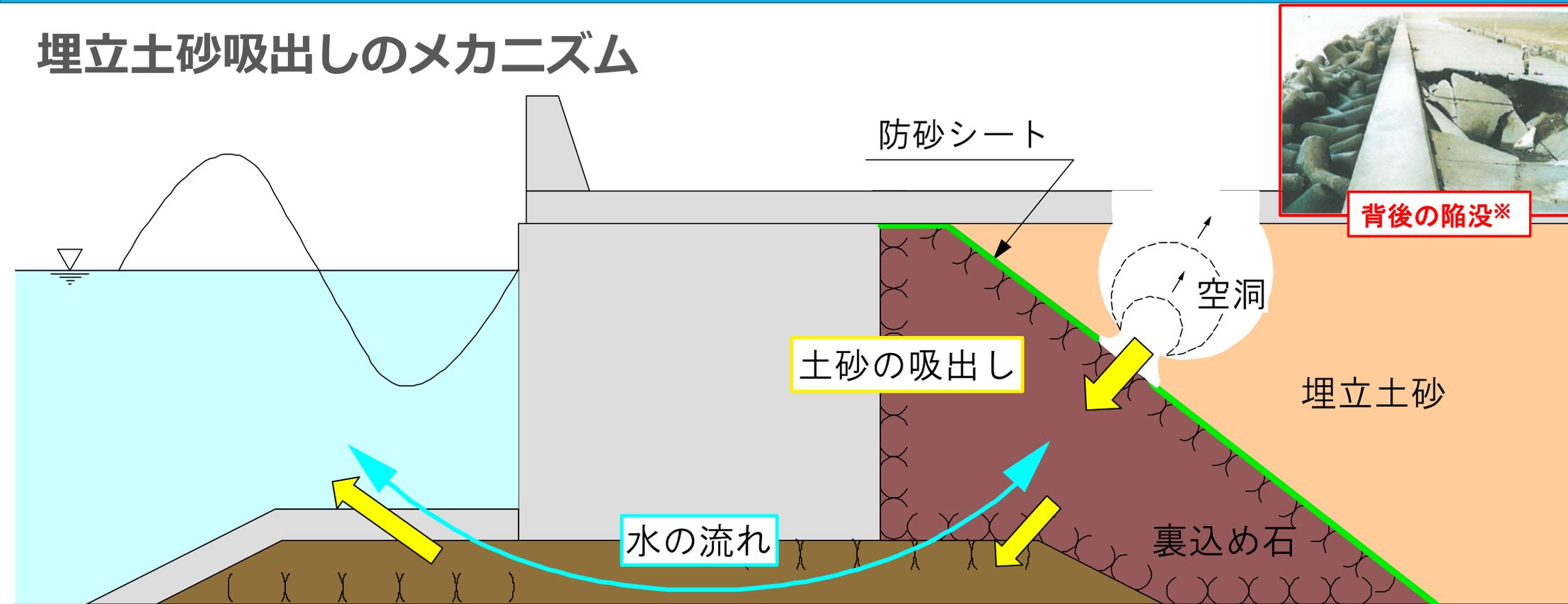


防砂シート破損の原因

波圧の繰り返し作用
埋立土砂投入時の引張
経年劣化による物性の変化

吸出し防止用アスファルトマット

埋立土砂吸出しのメカニズム

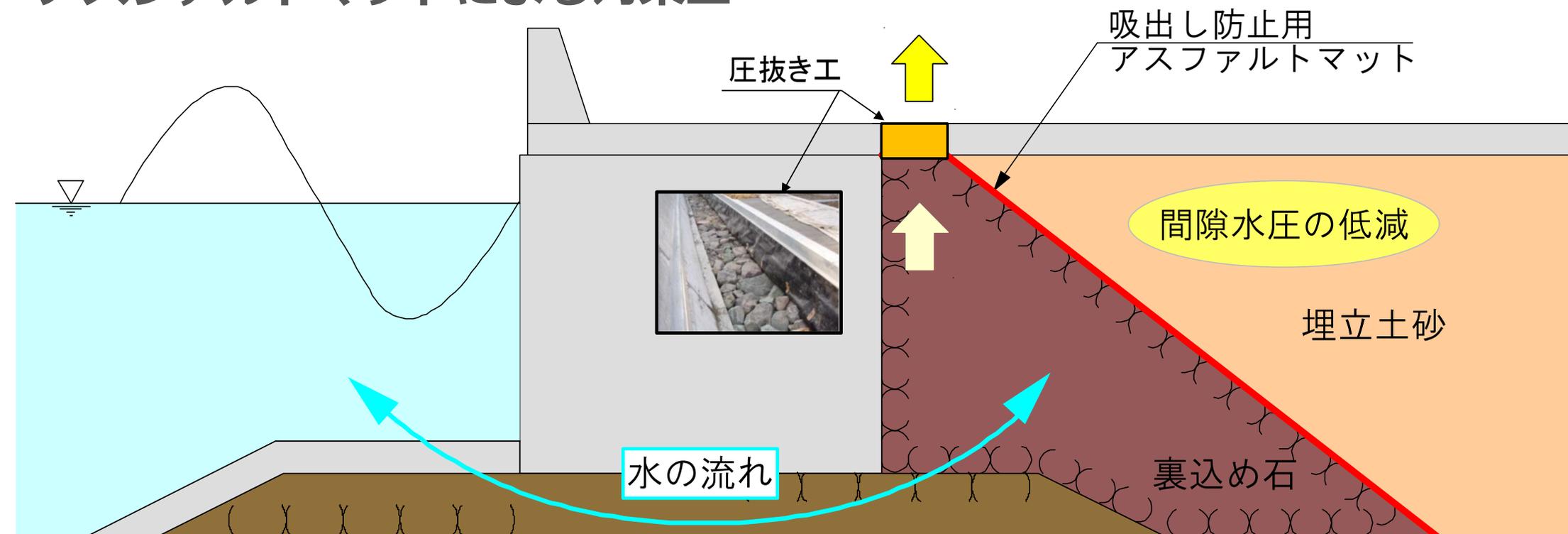


波の作用、越波、雨水、潮位などにより、土砂の吸出しが進み、空洞が拡大する。
背後の陥没は、全国各地で発生しており、現在でも1～2週間に1度の頻度で発生。*

※鈴木高二郎「海岸工学での地盤にまつわる事象について」 土木学会・水工学に関する夏期研修会講義集(2022)

吸出し防止用アスファルトマット

アスファルトマットによる対策工



波浪条件
・波高; 3.6m
・周期; 10.4sec
・作用波力; 119.4kN/m

シミュレーション結果
・作用圧力: 10.8kN/m² ⇒ **1.2kN/m²**
 圧抜き工なし 圧抜き工あり
・舗装コンクリート: 4.52kN/m² (t=0.2m)

吸出し防止用アスファルトマット

アスファルトマット施工例

長崎県・U地区広域漁港整備工事

台風来襲時に既設護岸の背後が吸出しを受け、道路が陥没。



護岸背面の土砂吸出しによる被災状況

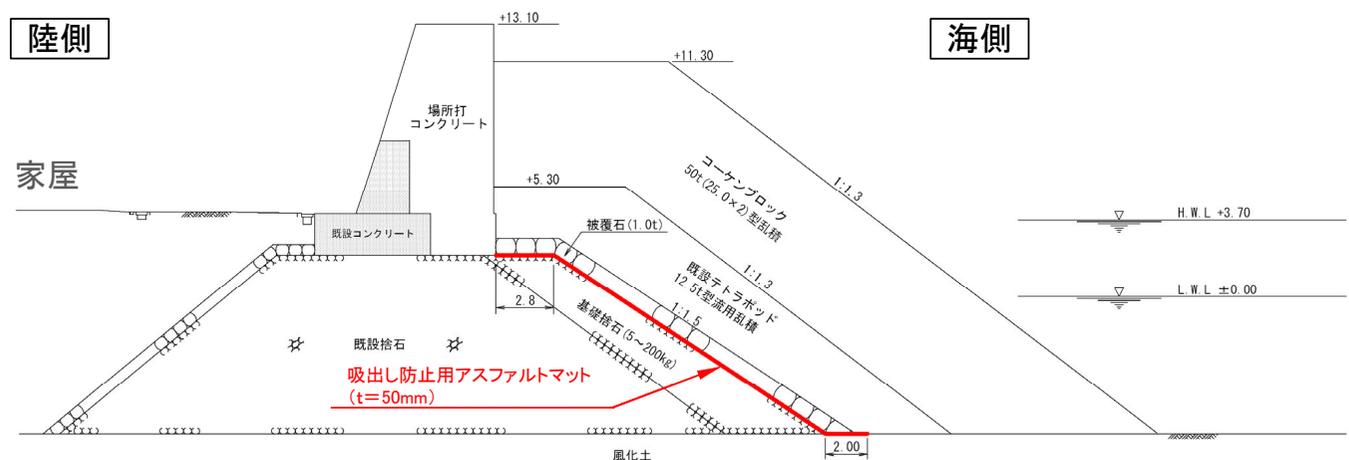
吸出し防止用アスファルトマット

長崎県・U地区広域漁港整備工事

護岸前面の捨石上にアスファルトマット(t=50mm)を敷設して復旧

2006年～2007年施工

施工数量: 2,094m²



標準断面図



吸出し防止用アスファルトマット

長崎県・U地区広域漁港整備工事

2023年(16年経過後)に追跡調査を行い、アスファルトマットの効果を確認。



16年経過後の供用状況
(2023年6月)

海洋構造物の安定性に貢献するアスファルトマット



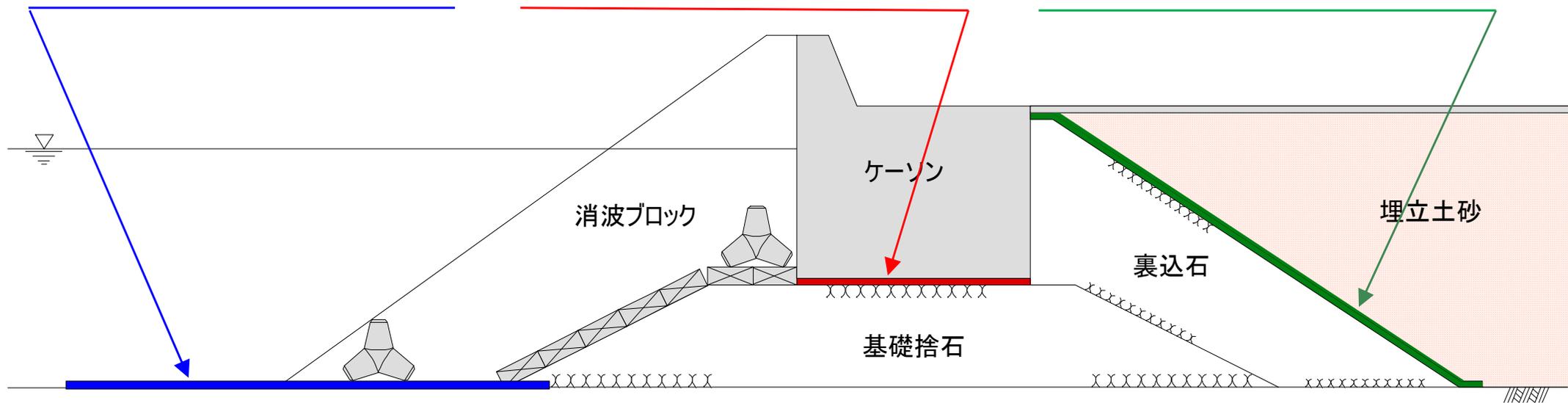
洗掘防止用アスファルトマット



摩擦増大用アスファルトマット



吸出し防止用アスファルトマット



海洋構造物の安定性に貢献する アスファルトマット

ご清聴ありがとうございました



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



日本海上工事株式会社
Japan Sea Works Co., Ltd.

お問い合わせ先
技術部 星野 03-5802-6351

添付資料（評価機関からの評価）

洗掘防止用アスファルトマット

一般社団法人 漁港漁場新技術研究会
水産公共関連民間技術確認審査・評価（第16-A-001-01号）

評価の結果

1. 不透水性で自重の大きなアスファルト合材を使用し、洗掘孔の発達、底質の吸出しを抑制できる事。
2. 先端に適切な開口率の孔を設ける事により、揚圧力に対する安定性が向上する事。
3. 長期耐久性を有する事。
4. 消波ブロック直載時においても洗掘および吸出し防止機能を損なわない十分な耐荷性を有する事。
5. 周辺環境に対して無害である事。
6. 設置箇所の使用条件や構造形式、波浪等の現地条件により、マットの必要厚さ、張出し長さを設計できる事。
7. 運搬条件や現場条件等に応じて、幅、長さを組み合わせたマットが製作できる事。



海洋構造物の安定性に貢献するアスファルトマット

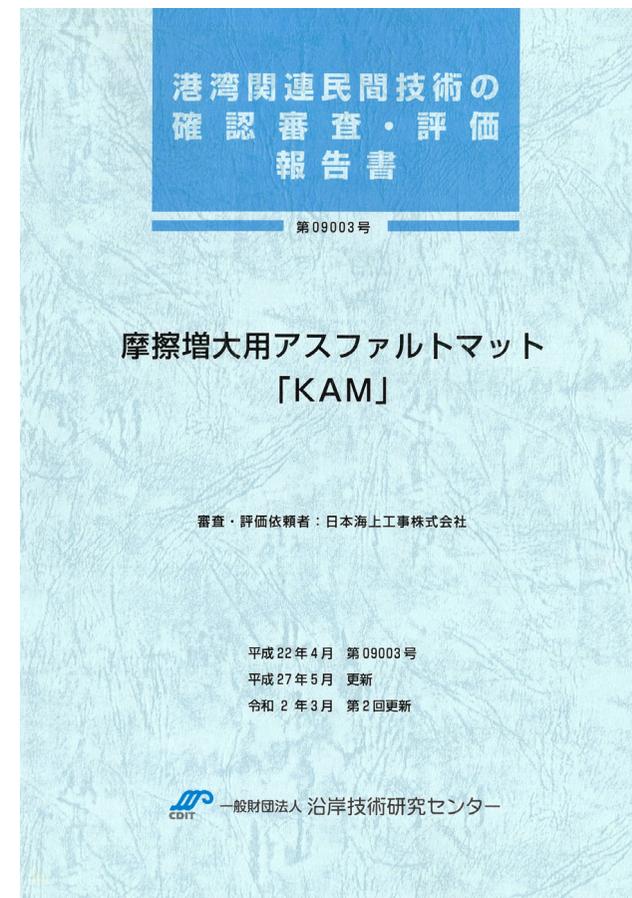
添付資料（評価機関からの評価）

摩擦増大用アスファルトマット

一財)沿岸技術研究センター
港湾関連民間技術の確認審査・評価(第09003号)

評価の結果

1. コンクリートとの滑動抵抗係数は0.8以上である
2. 水質汚濁防止法排水基準に準じた溶出試験において有害物質が検出されていない
3. 経年試験による耐久性(滑動抵抗係数は0.8以上, 曲げ強度, 圧縮強度は基準値以上)を有する



海洋構造物の安定性に貢献するアスファルトマット