

港湾工事における“新技術カタログ” ～設計段階からの新技術導入検討のために～

(テーマ2: 吸い出し防止対策)

【令和6年3月版】

国土交通省港湾局
国土交通省国土技術政策総合研究所

(はじめに)

- 港湾分野では、激甚化・頻発化する自然災害や気候変動への対応、生産性向上、カーボンニュートラルの実現など、多様化・複雑化する政策ニーズへの的確に対応していくために、港湾工事における新技術の更なる導入促進が求められている状況にある。
- 従前より、港湾工事における設計段階からの新技術の導入に向け、地方整備局等における技術的な課題の克服に向けた取組み、大学・民間部門(建設会社等)における技術開発等が進められている一方、それら各取組みが必ずしも有機的に行われていないことから、現場ニーズに対応した更なる技術情報の共有化・活用を図る必要がある。
- このため、令和5年11月13日に「港湾工事における設計段階からの新技術導入促進委員会」を設置し、同委員会での議論等も踏まえ、“全国的に共通する現場ニーズ”を公表し、それら現場ニーズに対応する技術情報を募集の上、“新技術カタログ”として集約・公表し、設計段階からの新技術の更なる導入促進に向けた環境整備に取り組んでいるところである。

(本カタログの位置づけ等)

- 設計段階の関係者(地方整備局等の発注者、設計コンサルタント等)における新技術導入の検討に向けた参考情報として、また、新技術の開発者側(建設会社等)における技術開発テーマの選定の際の基礎情報として、活用されることを期待して策定するものである。
- 国土交通省港湾局及び国土交通省国土技術政策総合研究所(以下、「港湾局及び国総研」という。)において、“全国的に共通する現場ニーズ”に対応する技術情報を募集し、開発者から提出された応募資料について、募集要領及び応募資料作成要領に適合しているかを確認し、その資料をとりまとめたものである。なお、応募のあった技術情報について、港湾局及び国総研が評価等を行っているものではない。
- 新技術導入の検討は、現場毎の条件の適合性等による判断に応じて、設計段階等の関係者(地方整備局等の発注者、設計コンサルタント等)が連携し、適切に行うものである。
- 開発者は以下について、対応を行うものである。
 - ①個別の技術情報の問い合わせに関する対応
 - ②技術情報の掲載に伴う苦情、紛争等への対応
 - ③カタログの更新作業への対応(毎年、カタログの更新のタイミングに合わせて内容の更新を行うことが可能)
- 特許権等知的財産権については、関係法令に基づき取り扱われるものである。

(本カタログに掲載された情報の掲載中止について)

- 本カタログに掲載された技術情報に関して、次のいずれかに該当する場合、事務局は、当該技術情報の掲載を中止することがある。
 - ① 技術情報の内容に、虚偽・誇大表示若しくは他の技術の中傷表示が認められたとき又は疑いがあるとき
 - ② 技術情報に関して、他の技術の知的財産権等を侵害したと認められたとき又は疑いがあるとき
 - ③ 技術情報に関して、法律に基づく処罰等を受けたとき又は係争が生じたとき
 - ④ 技術情報を適用した工事等で事故及び不具合等が生じた場合において、技術情報が原因であると認められるとき又はその疑いがあるとき
 - ⑤ 本カタログに掲載する連絡先との連絡がとれないことを事務局が確認したとき
 - ⑥ その他事務局が必要と認めたとき

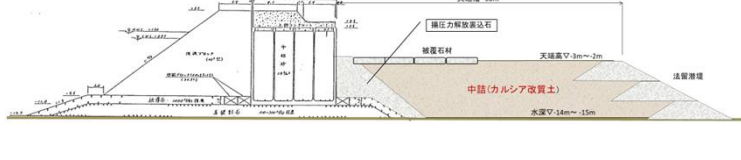
テーマ2: 吸い出し防止対策

技術番号	技術名	開発者窓口 団体・企業名	分類	従来技術との比較※1 経済性・工程 品質・安全性 施工性 環境への影響等	技術開発段階・採用実績				技術の登録状況等				留意事項※4	掲載時期 (更新時期)
					直轄港湾 工事での 採用実績	直轄港湾 工事以外で の採用実績	現地実証 段階	室内実験 段階	ECPAT※2 認定	NETIS※3 登録	特許 情報	その他		
2-1-1	カルシア改質土<落下混合船・カルシアバケット>	五洋建設株式会社	防砂シートの代替技術	○	○	○				○	○			令和6年3月
2-1-2	事前混合処理工法	事前混合処理工法協会	防砂シートの代替技術	○	○	○					○			令和6年3月
2-1-3	プレミックス船工法	東亜建設工業株式会社	防砂シートの代替技術	○	○	○								令和6年3月
2-1-4	吸い出し防止用アスファルトマット	日本海上工事株式会社	防砂シートの代替技術	○	○	○								令和6年3月
2-1-5	深層混合処理工法 (CI-CMC-HA 工法)	株式会社不動テトラ	防砂シートの代替技術	△	○					○	○			令和6年3月
2-1-6	分解安定型フィルター工法	前田工織株式会社	防砂シートの代替技術	△				○			○		室内実験段階であり、設計法・施工方法の取り纏めを含め、今後実証的な検証が必要である。	令和6年3月
2-1-7	フライアッシュ被覆材による吸い出し防止	五洋建設株式会社	防砂シートの代替技術	△				○			○		室内実験段階であり、設計法・施工方法の取り纏めを含め、今後実証的な検証が必要である。	令和6年3月
2-2-1	フレキシブル袋型枠「アドバンスフォーム」	太陽工業株式会社	防砂シートの補助技術	○		○					○	※5		令和6年3月
2-2-2	防砂シート引込軽減工法	太陽工業株式会社 有限会社キシムラ 大嘉産業株式会社	防砂シートの補助技術	○				○			○		現地実証段階であり、施工の確実性等も含め、今後施工実績による検証が必要である。※5	令和6年3月
2-3-1	NKストッパ(ケーソン目地止水工)	日本海上工事株式会社	既設防砂板の破損に対応した補修技術	△	○	○							※6	令和6年3月
2-3-2	円筒状差込式ゴム製シール目地材(DSI型)	西武ポリマ化成株式会社	既設防砂板の破損に対応した補修技術	△	○	○					○		※6	令和6年3月
2-3-3	吸い出し・陥没を抑止するケーソン目地透過波低減法	前田工織株式会社	既設防砂板の破損に対応した補修技術	○	○	○					○		※6	令和6年3月

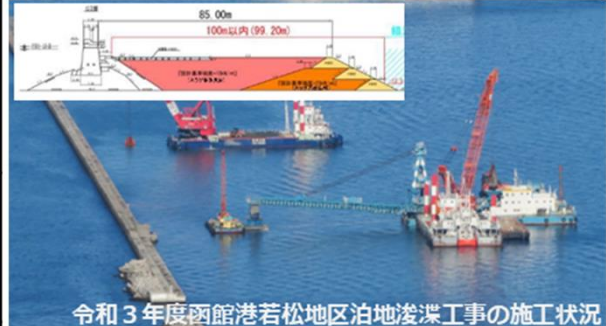
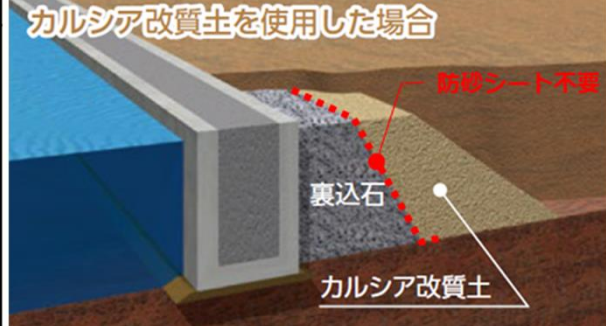
※1:【凡例】○: 定量的な評価有、△: 定性的な評価有、※2: 港湾関連民間技術の確認審査・評価事業の略、※3: 新技術情報提供システムの略
 ※4: 当該技術の開発者及び設計段階の関係者(地方整備局等の発注者、設計コンサルタント等)に対して、連携して検討することが望ましい事項を示したものである。
 ※5: 防砂シートやそれを補助する材料等については、現場条件等に応じた耐久性に関して検討することが望ましい。
 ※6: 補修で使用する材料等については、現場条件等に応じた耐久性に関して検討することが望ましい。

カルシア改質土<落下混合船・カルシアバケット>

【2-1-1】

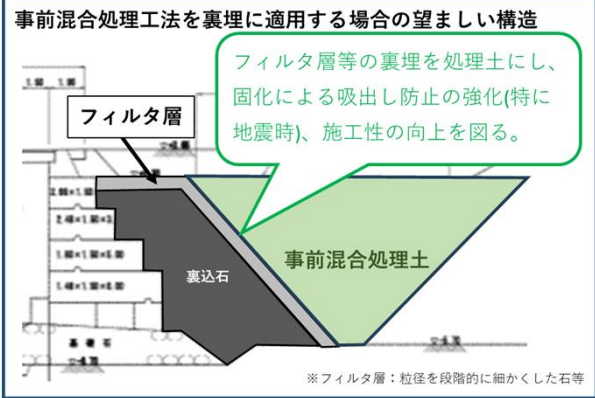
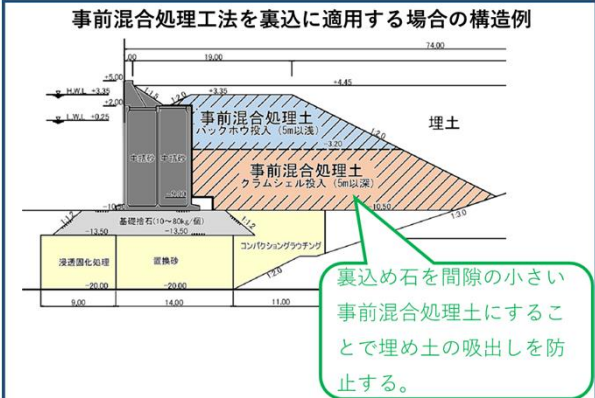
問合せ先	五洋建設株式会社 環境事業部 野中宗一郎			
	TEL:03-3817-7521	E-mail: souichirou.nonaka@mail.penta-ocean.co.jp		
技術開発段階 採用実績	①直轄港湾工事の採用実績	②直轄港湾工事以外の採用実績	③現地実証段階	④室内実験段階
	○	○		
技術登録状況 等	ECPAT認定番号	NETIS登録番号	特許情報	その他
		CBK-150001-VR、他	第5014961号、他3件	
学術論文等	浚渫土砂を活用した防波堤背後盛土の築造,土木学会論文集B3,海洋開発,76,2,2020 その他、他			
技術概要	<p>【概要】 カルシア改質土は、軟弱浚渫土にカルシア改質材を混合することで、物理的・化学的性状を改善し、有効活用を図る技術である。粘性土と同等の透水係数を持ち、護岸腹付材や潜堤中詰等に活用すると、防砂シート代替材として土砂の吸出しを防止する。カルシア落下混合船、並びにカルシアバケットは、カルシア改質土の製造時の生産性向上や、CO2抑制、コスト削減を可能とする技術である。</p> <p>* カルシア落下混合船は4~5万m3以上、カルシアバケットは4万m3以下の工事に適用性が高い。 * 岸壁や護岸、防波堤等の港湾構造物の「新設」や「改良」段階において広く活用が可能である。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>岸壁・護岸裏埋工の適用イメージ</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>防波堤背面築堤(粘強化)の適用イメージ</p>  </div> </div> <p>【従来技術との違い】~カルシアバケット適用時の比較~ 従来の裏込均しと防砂シートが省略されることで、以下の優位性がある 「経済性」: 32%削減、「工程」: 48%短縮、「品質」: 吸出防止の長期維持による向上、「安全性」: 潜水作業不要による向上、「施工性」: 工程の簡略化による向上、「周辺環境への影響」: 特になし</p>			
技術紹介URL	https://calcia.jp/ https://www.youtube.com/watch?v=ayLhXZL84rU https://www.youtube.com/watch?v=RaZJtIRVGGY			
対象工種	埋立工、裏込・裏埋工、基礎(潜堤)工(潜堤や中仕切り堤の裏埋め漏洩防止)			
適用範囲	浚渫土砂は、細粒分含有率20%以上で、液性限界値が確認できる粘性土系の土砂が利用される			
施工実績	直轄港湾工事 : 12件(令和4年度函館港泊地浚渫その他工事/北海道、他) 直轄港湾工事以外: 11件(令和4年度新海面処分場Dブロック東側護岸建設工事(その2)/東京都、他)			
施工可能地域	全国			

(技術イメージ)



問合せ先	事前混合処理工法協会 事務局 四宮圭三																							
	TEL:03-4361-1722	E-mail:prem@prem-gr.com																						
技術開発段階 採用実績	①直轄港湾工事の採用実績	②直轄港湾工事以外の採用実績	③現地実証段階	④室内実験段階																				
	○	○																						
技術登録状況 等	ECPAT認定番号	NETIS登録番号	特許情報	その他																				
			第5276858号、他1件																					
学術論文等	一般財団法人沿岸技術研究センター:事前混合処理工法技術マニュアル(改訂版)ほか、他																							
技術概要	<p>【概要】 事前混合処理工法(PREM工法)とは、土に少量の安定剤(セメント)と分離防止剤を事前に添加し、新材料(処理土)に改良した後運搬・投入して、そのまま安定した地盤を造成する工法である。 この工法は、新設岸壁・護岸背面の裏込め石の代替えおよび裏埋の改良に利用でき、固化後は吸出し防止効果がある。また、既設岸壁・護岸背面の改良にも適用できる。なお、吸出し防止に加えて液状化防止・支持力増加・土圧低減の効果があり、前記による岸壁・護岸におけるケーソンのスリム化や浚渫・掘削土砂のリサイクルが可能である。</p>																							
	<p>【従来技術との違い】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>裏込め石の代替え</th> <th>裏埋め材への利用</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>経済性</td> <td>同等程度 新設岸壁等の場合、ケーソンの縮小が可能で全体工事費を縮減できる。</td> <td>裏埋に購入材を使用する場合に比べ、浚渫土・発生土を事前混合処理土として再利用することで同等程度に抑えることができる。</td> </tr> <tr> <td>工程</td> <td>同等程度</td> <td>工程は事前混合処理工法の工程が増える。</td> </tr> <tr> <td>品質</td> <td>品質は間隙がなく吸出しがないため向上する。</td> <td>品質は固化による吸出し防止効果があるため向上する。</td> </tr> <tr> <td>安全性</td> <td>供用後の安全性は吸出しがなく陥没がないため向上 工事の安全性は同等である。</td> <td>供用後の安全性は吸出しがなく陥没がないため向上 工事の安全性は当工法等の施工が追加になるため低下する。</td> </tr> <tr> <td>施工性</td> <td>施工性は陸上での施工のため向上する。</td> <td>施工性は、当工法の施工が追加になるため低下する。</td> </tr> <tr> <td>周辺環境の影響</td> <td colspan="2">セメント等によって周辺環境への影響の懸念があるが、分離防止剤でセメントの拡散を抑制できる。</td> </tr> </tbody> </table>					裏込め石の代替え	裏埋め材への利用	経済性	同等程度 新設岸壁等の場合、ケーソンの縮小が可能で全体工事費を縮減できる。	裏埋に購入材を使用する場合に比べ、浚渫土・発生土を事前混合処理土として再利用することで同等程度に抑えることができる。	工程	同等程度	工程は事前混合処理工法の工程が増える。	品質	品質は間隙がなく吸出しがないため向上する。	品質は固化による吸出し防止効果があるため向上する。	安全性	供用後の安全性は吸出しがなく陥没がないため向上 工事の安全性は同等である。	供用後の安全性は吸出しがなく陥没がないため向上 工事の安全性は当工法等の施工が追加になるため低下する。	施工性	施工性は陸上での施工のため向上する。	施工性は、当工法の施工が追加になるため低下する。	周辺環境の影響	セメント等によって周辺環境への影響の懸念があるが、分離防止剤でセメントの拡散を抑制できる。
	裏込め石の代替え	裏埋め材への利用																						
経済性	同等程度 新設岸壁等の場合、ケーソンの縮小が可能で全体工事費を縮減できる。	裏埋に購入材を使用する場合に比べ、浚渫土・発生土を事前混合処理土として再利用することで同等程度に抑えることができる。																						
工程	同等程度	工程は事前混合処理工法の工程が増える。																						
品質	品質は間隙がなく吸出しがないため向上する。	品質は固化による吸出し防止効果があるため向上する。																						
安全性	供用後の安全性は吸出しがなく陥没がないため向上 工事の安全性は同等である。	供用後の安全性は吸出しがなく陥没がないため向上 工事の安全性は当工法等の施工が追加になるため低下する。																						
施工性	施工性は陸上での施工のため向上する。	施工性は、当工法の施工が追加になるため低下する。																						
周辺環境の影響	セメント等によって周辺環境への影響の懸念があるが、分離防止剤でセメントの拡散を抑制できる。																							
技術紹介URL	http://www.prem-gr.com/																							
対象工種	地盤改良、事前混合処理工																							
適用範囲	裏込、裏埋																							
施工実績	直轄港湾工事 : 56件(平成30年横浜港南本牧地区岸壁(-18m)(耐震)裏込等工事 / 神奈川県、他)																							
	直轄港湾工事以外: 26件(令和元年唐丹漁港漁港施設機能強化(-3m岸壁(改良))工事 / 岩手県、他)																							
施工可能地域	全国																							

(技術イメージ)



問合せ先	東亜建設工業株式会社 プレミックス船工法事務局 御手洗義夫			
	TEL: 03-6757-3840	E-mail: info@pre-mix.jp		
技術開発段階 採用実績	①直轄港湾工事の採用実績	②直轄港湾工事以外の採用実績	③現地実証段階	④室内実験段階
	○	○		
技術登録状況 等	ECPAT認定番号	NETIS登録番号	特許情報	その他
学術論文等	湯ら、セメント混合処理土の水中打設における海水環境への影響(土木学会論文集(708), 211-220, 2002)など、他1件			
技術概要	<p>【概要】 本工法は、専用船(プレミックス船)を用いて、軟弱な浚渫土砂などをリサイクルし、固化材と攪拌混合して、強度と流動性を有する固化処理土を製造し、埋立柱や護岸の裏込材として利用する工法である。処理土の強度と流動性は、含水比やセメント添加量を調整することで、任意に設定することが可能である。プレミックス船は、揚土設備、混合プラント、固化材貯留・供給装置、打設設備の一連を搭載しており、プラント製造能力は最大時間400m³、施工能力は最大時間300m³程度である。【写真1、図1】</p>			
	<p>【従来技術との違い】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 処理土は施工時には流動性を有するため、ポンプ圧送と水中打設が可能で、かつ締固めや均しが不要。固化後は、強度と難透水性を有する。護岸の裏込石表層に打設することで、遮水シートの代替となり、埋立柱土砂の吸出し防止機能を発揮できる。土砂漏出防止 または 護岸腹付けでの施工実績は8件。 ■ 加水量を低減し、処理土の流動性を小さくすることで、裏込石間隙への“食い込み量”を減らし、流動勾配を小さくすることが可能である。加えて、施工速度を連続埋立では時間300m³程度のところ、護岸腹付けでは時間50-100m³程度に低減し、打設勾配を1:3程度に施工した事例がある。【図2】 ■ 一般的な遮水シートは、敷設時や埋め立て時に破損することがあり、それらに配慮した施工が必要であるが、当工法では、施工時や埋立時に破損する危険性はない。比較として防砂シートに加えて、フィルター層による保護による吸出し構造とする工法があるが、「令和5年度八代港大築島土砂処分場護岸裏込工事」の断面を例に比較すると、プレミックス固化処理による吸出し防止では直接工事が130%となるものの工期が1/5程度に短縮できる結果となった(施工速度: 時間50m³で、固化処理土の平均勾配1:2で試算)。【イメージは写真2】 			
技術紹介URL	プレミックス船工法協会HP : http://pre-mix.jp/ (技術資料や積算資料をDL可能、Web 問合わせが可能)			
対象工種	裏埋工(埋立柱の吸出し防止対策)			
適用範囲	原料土は基本的に粘性土を対象だが、ベントナイトなどの粘剤添加し水中施工時の分離抵抗性を高めれば細粒分を含んだ砂(シルト質細砂)でも施工は可能			
施工実績	直轄港湾工事 : 3件(平成29年度清水港富士見地区泊地浚渫工/静岡県、他)			
	直轄港湾工事以外: 5件(平成16年度荻田港新松山地区埠頭用地造成工/福岡県、他)			
施工可能地域	全国			

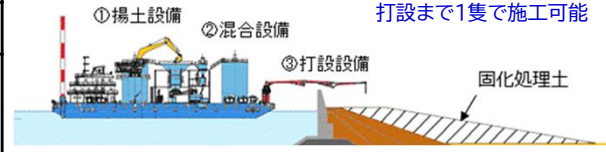
(技術イメージ)



写真1 プレミックス船

揚土設備、混合プラント、固化材貯留・供給装置、打設設備の一連を搭載

プレミックス船(専用船)



固化処理土の製造から打設まで1隻で施工可能

図1 施工イメージ図

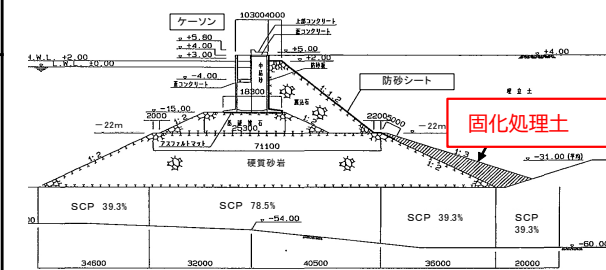


図2 護岸基礎捨石マウンド背面に施工した事例



写真2 護岸背面捨石表面への施工状況

(技術イメージ)



写真-1 アスファルトマット敷設状況



写真-2 敷設後のアスファルトマット



写真-3 捨石の凹凸へのなじみ

問合せ先	日本海上工事株式会社 技術部 星野太			
	TEL: 03-5802-6351	E-mail: hoshino@kaijyokouji.co.jp		
技術開発段階 採用実績	①直轄港湾工事の採用実績 ○	②直轄港湾工事以外の採用実績 ○	③現地実証段階	④室内実験段階
技術登録状況 等	ECPAT認定番号	NETIS登録番号	特許情報	その他
学術論文等	白老港における裏埋土の吸出し防止対策工の実証実験(第2報) (北海道開発局平成20年度技術研究発表会)			
技術概要	<p>【概要】 防砂シートの代わりに、アスファルト合材を使用した不透水性で高比重(2.2以上)かつ強度と耐久性のあるアスファルトマットを、護岸・岸壁等の基礎捨石上または裏込め石上に設置することで、裏埋土の吸出しを長期に亘り防止する。「新設」、「改良」、「補修」のすべての段階で活用可能。</p>			
	<p>【従来技術との違い】※従来技術:防砂シート ①品質:従来の防砂シート等と比べて、耐荷性に優れ、捨石投入時においても破損することなく、また長期耐久性により長期に亘って吸出し防止効果を発揮。 ②施工性:高比重(2.2以上)のアスファルト合材を使用しているため、施工中に作用する波に対しても動揺することなく安定し、容易かつ安全に敷設が可能。護岸・岸壁等の背後(写真-2)だけではなく、前面の捨石上に設置(写真-1)することで、埋立土砂の吸出しを防止できる。 ③経済性:50年間海中暴露した供試体で物性試験を行い、50年以上の長期耐久性が確認されているため、ライフサイクルコストに優れる。 高伸度タイプの土木シートとの比較では、m²当りの概算工費(材料費・敷設費)は、ほぼ同等である。 ④周辺環境への影響:環境庁告示第59号「人の健康の保護に関する環境基準」に準拠した溶出試験を行い、すべての項目において基準値を満足しており、周辺海域の水質に影響がない。 ⑤工程:1日当りの施工量は従来技術が516m²/日に対して、1,100m²/日を敷設可能※。 ※設置水深10m未満、アスファルトマット寸法(B)5.5m×(L)20.0m(110m²/枚)想定</p>			
技術紹介URL	https://www.kaijyokouji.co.jp/business/retainingmaterial/			
対象工種	港湾整備 - 護岸・岸壁・物揚場 - 裏込・裏埋工 - 裏込工 - 吸出し防止材			
適用範囲	設置する箇所の捨石の均し精度は±10cm以下を標準とする(±10cm以上の場合は、間詰めを行う)。			
施工実績	直轄港湾工事 : 20件(平成13年本渡瀬戸航路護岸改良工事/熊本県、他)			
	直轄港湾工事以外: 36件(平成26年苫前漁港東外防波堤その他工事/北海道、他)			
施工可能地域	全国			

(技術イメージ)

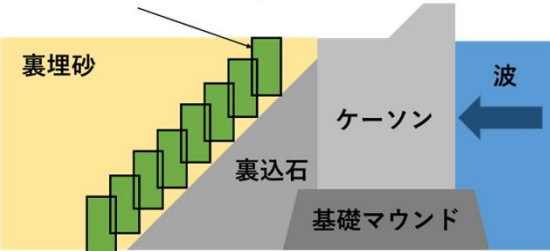


CI-CMC-HA工法施工機



エジェクター吐出状況

CI-CMC-HA工法改良体

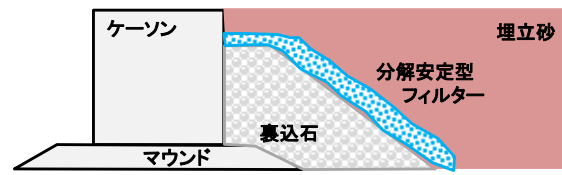


CI-CMC-HA工法による吸出し防止イメージ

問合せ先	株式会社不動テトラ 地盤事業本部 技術部 伊藤竹史			
	TEL:03-5644-8534	E-mail:takeshi.ito@fudotetra.co.jp		
技術開発段階 採用実績	①直轄港湾工事の採用実績 ○	②直轄港湾工事以外の採用実績	③現地実証段階	④室内実験段階
技術登録状況 等	ECPAT認定番号	NETIS登録番号 QS-160049-VE	特許情報 第5478460号、他7件	その他
学術論文等	液状化対策における地盤改良技術の変遷、土質基礎に関する「防災技術」技術報告会報告集、pp41-46、平成31年2月、他			
技術概要	<p>【概要】 従来のセメント系の固化材液(スラリー)を用いた機械攪拌式深層混合処理工法に、エジェクター吐出と呼ばれる特殊なスラリー吐出方式を組み入れることで、高品質かつ大径の改良体を造成する工法である。エジェクターとは攪拌翼に内蔵されている装置で、エアの流路にセメントスラリーを注入することで、固化材をエアに同伴させ霧状に放出させることができる。このため従来のスラリーを吐出口から流すだけの方式に比べ、改良域全体に固化材を散布することが可能であり、大径であっても高い攪拌能力を発揮する。なお本工法は、改良段階または補修段階で活用する工法である。</p>			
	<p>【従来技術との違い】 吸出し防止を目的とした地盤改良工は、従来技術として薬液注入工法で施工されることが多い。しかし、細粒分含有率が高い地盤への適用は、薬液の浸透が困難であるため、品質管理上の問題がある。それに対しCI-CMC-HA工法は、幅広い土質に対応可能であり、かつ硬質な地盤(N値15程度の粘性土地盤、N値50程度の砂質地盤)に適用することができる。また、強度のばらつきが小さい高品質な改良体の造成や攪拌翼径1,600mm2軸での大径の施工が可能であり、確実な吸出し防止とコストの削減が見込まれる。 なお、CI-CMC-HA工法は、鉛直に改良体を造成する工法であるため、改良厚さを確保するラップ長を設定する必要がある。</p>			
技術紹介URL	https://www.fudotetra.co.jp/solution/soil/ci-cmc/			
対象工種	陸上地盤改良工			
適用範囲	粘性土N値15程度 砂質土N値50程度			
施工実績	直轄港湾工事 : 1件(令和2年度 下関港(西山地区)岸壁(-12m)(改良)工事/山口県)			
	直轄港湾工事以外:0件			
施工可能地域	全国			

問合せ先	前田工織株式会社 企画推進グループ 石坂修			
	TEL: 03-6402-3944	E-mail: ishizaka@mdk.co.jp		
技術開発段階 採用実績	①直轄港湾工事の採用実績	②直轄港湾工事以外の採用実績	③現地実証段階	④室内実験段階
技術登録状況 等	ECPAT認定番号	NETIS登録番号	特許情報	その他
学術論文等			第7336092号	
技術概要	<p>【概要】 護岸の吸い出しや防波堤のマウンド下部の洗堀、洋上風力発電施設の洗堀対策として捨石フィルターが用いられる場合がある。捨石フィルターにはフィルターから砂が抜け出さないように十分粒径が小さいこと、捨石フィルター自体が施工中の波等の外力で散乱し、洗堀されないように粒径が大きい事が必要である。この2つの相反する性能を満足させるため、捨石フィルターの材料を袋詰め被覆工や土嚢の中に入れて、埋立土砂投入前の施工中に散乱しないようにすることも考えられる。しかし、この場合、袋詰め被覆工や土嚢どうしの隙間が大きく、その隙間を通して埋立土砂の吸い出しや海底土砂の洗堀が発生してしまう。本技術では、このような問題を解決するため、施工しやすいように捨石フィルターを入れたマット状の袋詰被覆工によって施工をする。その構造は、表層を従前より使用している防砂シート、下層を分解性のジオテキスタイルで、設置後、その下部材料(ジオテキスタイル)が分解、あるいは溶解して捨石フィルターが広がり、裏込め石の隙間を埋めてフィルター層が形成され、その表層の防砂シートによって施工時、放置時のフィルター材の安定、供用時の埋立土砂の吸い出し防止がなされ、相互にフェールセーフの関係となっている。</p> <p>【従来技術との違い】(従来技術:従来標準的な仕様に基づく防砂シートによる吸い出し防止対策) ①マット状の袋体を使用するので、フィルター層の施工が容易かつ放置期間中の安定化が図れる ②表層の防砂シートと中詰めフィルター材の間で、吸い出し防止機能のフェールセーフの関係が構築され、施工時・供用時の吸い出し防止機能の長期安定が図れる。</p>			
技術紹介URL				
対象工種	裏込・裏埋工			
適用範囲	国内外を含めた護岸・岸壁に適用可能			
施工実績	直轄港湾工事 : 0件			
	直轄港湾工事以外: 0件			
施工可能地域	全国			

(技術イメージ)

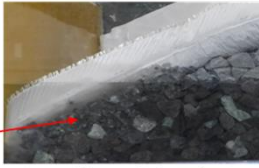
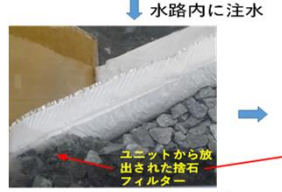


大型土嚢、大型ユニット
上部は分解しない防砂シート
+
下部が分解シート

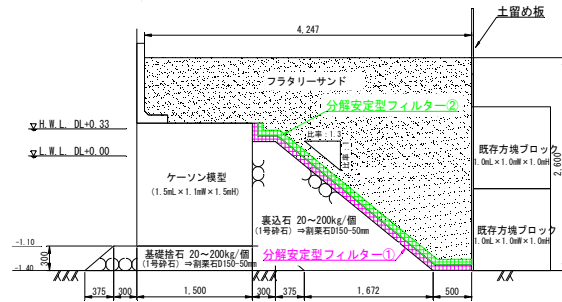
捨石フィルターを入れた大型土嚢



分解安定型フィルター工法の
小型検証実験



小型の検証実験



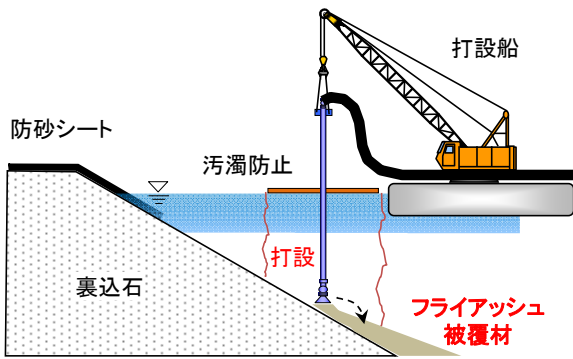
大型の検証実験断面図 (2024.2月実施)

フライアッシュ被覆材による吸出し防止

【2-1-7】

問合せ先	五洋建設株式会社 技術研究所 土木技術開発部 秋本哲平			
	TEL:0287-39-2116	E-mail: teppei.akimoto@mail.penta-ocean.co.jp		
技術開発段階 採用実績	①直轄港湾工事の採用実績	②直轄港湾工事以外の採用実績	③現地実証段階	④室内実験段階
技術登録状況 等	ECPAT認定番号	NETIS登録番号	特許情報	その他
			第6638937号	
学術論文等				
技術概要	<p>【概要】 護岸や岸壁の築造では、裏埋土の吸出し防止として防砂シートが敷設される。これらの施工では裏込均しやシート敷設等で潜水作業が必要となるため、大水深の護岸や岸壁の築造においては施工が困難である。フライアッシュ被覆材を用いることで、潜水作業を必要せず、護岸や岸壁の吸出し防止対策が可能となる。 本技術は、新設の構造物を対象としている。 本技術の特長を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・防砂シート敷設に比べ、潜水作業を大幅に削減できる。 ・硬化促進剤として塩化カルシウムを用いることで、硬化速度を調整できるため、裏込石斜面上に所定の厚さ(例えば、1m)での被覆が可能である。 ・ポンプ圧送、トレミー打設が可能な流動性を有している。 ・優れた材料分離防止性能により、水中打設時の濁りを防止できる。 ・不要な石炭灰を有効利用することができる。 ・固化材添加量の調整により一軸圧縮強さの調整(1~4MN/m²)が可能である。 ・施工は、裏込石斜面の法尻を岸壁法線方向に打設し、下部から仕上げていく手順で実施する。 			
	<p>【従来技術との違い】 ・従来技術として、防砂シートの敷設を想定しており、潜水作業の削減が可能である。 特に水深15m以深では、2人交代潜水作業で潜水士が多く必要となるため、本技術が有効となる。</p>			
技術紹介URL				
対象工種	裏込・裏埋工			
適用範囲	岸壁裏込石の背面			
施工実績	直轄港湾工事 : 0件			
	直轄港湾工事以外 : 0件			
施工可能地域	全国(フライアッシュが入手可能な地域)			

(技術イメージ)

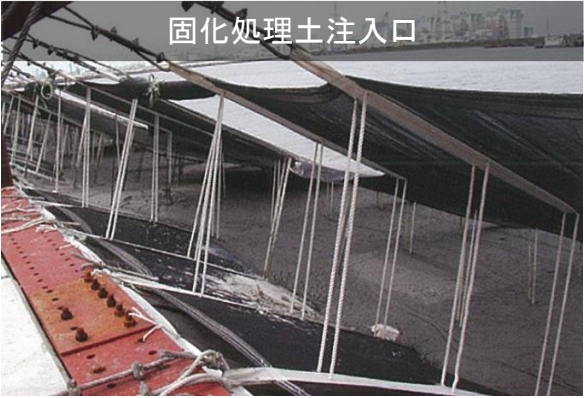
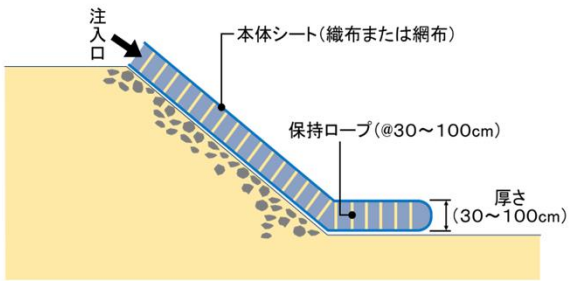


フレキシブル袋型枠「アドバンスフォーム」

問合せ先	太陽工業株式会社 国土事業本部 国土技術部 技術課 横山 美憲			
	TEL:06-6306-3096	E-mail: yy002887@mb.taiyokogyo.co.jp		
技術開発段階 採用実績	①直轄港湾工事の採用実績	②直轄港湾工事以外の採用実績	③現地実証段階	④室内実験段階
技術登録状況 等	ECPAT認定番号	NETIS登録番号	特許情報	その他
			第3751297号、他1件	
学術論文等	「広島港出島地区廃棄物埋立護岸工事」公益財団法人地盤工学会、中国支部論文報告集 Vol.No.1,2007			
技術概要	<p>【概要】 フレキシブル袋型枠(以下、袋型枠)は、織布やグリッドで構成された袋状の型枠で、保持ロープなどで一定の厚さになるように上下のシートが固定されている。防砂シートの新設時に、このフレキシブル型枠を敷設し、袋の中に充填材を注入することで均一の厚さの保護層(フィルター層)を構築することができる。保持ロープの長さを調節することで厚さ(30~100cm)を任意に設定可能。 充填材は、固化処理をした浚渫土やコンクリート、砂、礫など。</p> <p>【従来技術との違い】※比較対象:固化処理土直接打設 【経済性】一般的な流動性の高い固化処理土では、法面に打設すると緩勾配になってしまうが、袋型枠を使うことで急こう配でも施工が可能であり、固化処理土の使用量の低減が図れる。 【工程】固化処理土の使用数量が減ることにより工期の短縮が図れる。 【品質】一定厚の保護層(フィルター層)が構築できる。 【安全性】捨石の凹凸に追従、袋型枠自体の滑動は摩擦や吊り構造により支持され安定し安全性の向上が図れる。 【施工性】袋型枠を設置し、その中に中詰め材を注入するだけなので熟練工を必要としないため施工性の向上が図れる。 【周辺環境への影響】袋体で拘束されるため固化処理土の打設時の濁りを低減できる。</p>			
技術紹介URL				
対象工種	裏込・裏埋工			
適用範囲	法面勾配1:1.0よりも緩い勾配			
施工実績	直轄港湾工事 :0件			
	直轄港湾工事以外:3件(平成18年広島港港湾環境整備工事(出島地区17-11工区)／広島県、他)			
施工可能地域	全国			

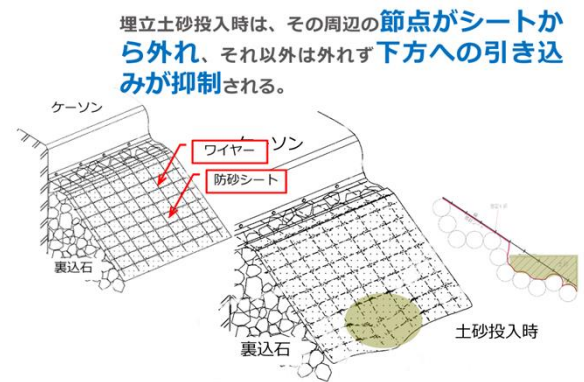
(技術イメージ)

◆概略断面形状

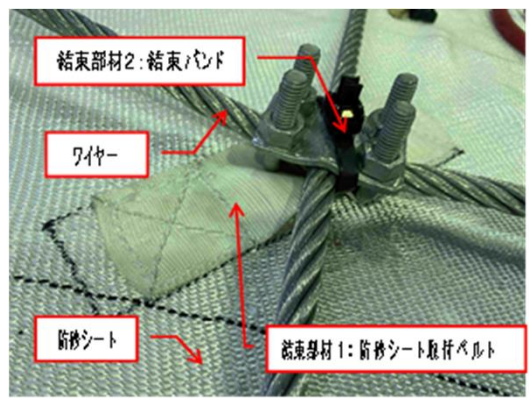


問合せ先	①太陽工業株式会社 国土事業本部 国土技術部 技術課 山本浩二、②有限会社キシムラ 岸村直登、 ③大嘉産業株式会社 産業資材事業部 繊維土木部 土木技術グループ 梶澤竜生			
	TEL: ①03-3714-3425、②045-831-9798、 ③03-6716-0887	E-mail: ①yk003478@mb.taiyokogyo.co.jp、②kishi888@jcom.zaq.ne.jp、 ③kabasawa.ryusei@daika.co.jp		
技術開発段階 採用実績	①直轄港湾工事の採用実績	②直轄港湾工事以外の採用実績	③現地実証段階	④室内実験段階
技術登録状況 等	ECPAT認定番号	NETIS登録番号	特許情報 第6309148号	その他
学術論文等	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B3(海洋開発), 第78巻2号, p.I_187-I_192, 2022.			
技術概要	<p>【概要】 ケーソン式護岸や岸壁等では、裏込石と埋立土砂間に敷設する防砂シートが破損する例が多く、吸い出しの要因となっている。主な破損要因は①防砂シートが波や風でばたつき揺動(フラッターリング)し裏込石と頻りに接触し摩耗損傷、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の付着による重量増加により裏込石上部の法肩部付近の防砂シートに異常緊張が発生、③埋立土砂投入により、防砂シートが徐々に引き込まれ、異常緊張が発生することがあげられる。 本工法は、これら破損要因「フラッターリングによる摩耗」「異常緊張」を抑制する「新設」段階で活用される技術である。格子状ワイヤー節点部で防砂シートを結束部材で結びつける構造であり、土砂投入までは各節点部で波や生物付着、土砂投入による下方への引き込みを抑制し、土砂投入時には該当節点部の結束部材がワイヤーから外れ防砂シートが破損することなく裏込石上に敷設される。 なお、本技術は、太陽工業株式会社、有限会社キシムラ、大嘉産業株式会社、国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所が共同で開発しているものである。</p> <p>【従来技術との違い】※従来の標準的な仕様に基づく防砂シートによる吸い出し防止対策 【経済性】格子状ワイヤーとの一体化等材料費が約3.8倍に増加するが、潜水作業は軽減され工期短縮・コスト縮減が図れる。埋立完了までのLCCでは従来工法より8%コスト低下が望める。 【工程】防砂シートが格子ワイヤーと一体構造となっているため、陸上での巻取りや海上での展張を容易にし、また潜水作業が軽減されるため従来技術と同等か短縮される。 【品質】埋立完了まで防砂シートに異常緊張の発生が抑制され、損傷することなく性能が維持される。 【安全性】水深の深い場所での潜水作業が軽減されるため、作業効率や安全性が向上する。 【施工性】潜水作業が軽減されるため、従来技術と同等か施工性が向上する。 【周辺環境への影響】周辺環境への影響はない。</p>			
技術紹介URL	http://www.kishimura.jp/bosa.html			
対象工種	裏込・裏埋工			
適用範囲	各種防砂シートに適用可能。ケーソン式護岸や岸壁等の港湾、河川海岸工事。			
施工実績	直轄港湾工事 : 0件 直轄港湾工事以外 : 0件			
施工可能地域	全国			

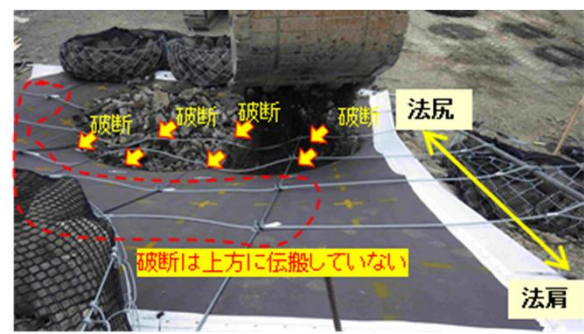
(技術イメージ)



防砂シート引込軽減工法の機能イメージ



防砂シート引込軽減工法の構造



陸上での実物大による実証実験

問合せ先	日本海上工事株式会社 技術部 星野太			
	TEL: 03-5802-6351	E-mail: hoshino@kaijyokouji.co.jp		
技術開発段階 採用実績	①直轄港湾工事の採用実績	②直轄港湾工事以外の採用実績	③現地実証段階	④室内実験段階
	○	○		
技術登録状況 等	ECPAT認定番号	NETIS登録番号	特許情報	その他
学術論文等	アスファルトマスチックの変形追随性の実験的検討(土木学会年次学術講演会2003)、他1件			
技術概要	<p>【概要】 埋立護岸のケーソン目地に袋状のNKストップパを建て込み、NKストップパ内部に中詰め材としてケーソンのずれに伴う目地幅の変動に追随するアスファルトマスチックを充填し、施工性、周辺海域の水質に影響を与えないことのない、ケーソン目地からの土砂の吸出しを長期間防止する工法。NKストップパ材料は促進試験後の強度試験や34年間供用しているケーソン目地においてモニタリングを継続し、その耐久性が確認されている。施設の重要度に応じてシングルタイプ、ダブルタイプがある。「改良」、「補修」の段階で活用可能。</p> <p>NKストップパの設計は、施工箇所の目地に作用する波力(供用中は土圧)に対して、目地幅とNKストップパの直径からNKストップパとケーソンとの接触長、内部のアスファルトマスチックの側圧と摩擦係数からNKストップパの摩擦抵抗力を算定し、必要な安全率を確保できるNKストップパの直径を選定することで行う。</p>			
	<p>【従来技術との違い】※従来技術:防砂板</p> <p>①品質:アスファルトマスチックは変形追随性があるため、ケーソン据付後のケーソンのずれに伴う目地幅の変動などに追随して、土砂の吸出し防止を長期に亘って保つ。</p> <p>②施工性:供用中のケーソンの改良・災害復旧工事において、施工箇所の目地幅が60mm以上であれば、施工可能。</p> <p>③経済性・耐久性:NKストップパを34年間供用しているケーソン式護岸の目地(水中部、気中部)から土砂の吸出しがないことを継続的な目視モニタリングにより確認している。また、防波堤で36年間供用されたアスファルトマスチック(NKストップパ中詰め材)を採用して試験を実施し、強度や変形追随性についての長期耐久性が確認されているため、ライフサイクルコストに優れている。</p> <p>④周辺環境への影響:環境庁告示第59号「人の健康の保護に関する環境基準」に準拠した溶出試験を行い、すべての項目において基準値を満足しており、周辺海域の水質に影響がない。</p>			
技術紹介URL	https://www.kaijyokouji.co.jp/business/nk/			
対象工種	港湾整備 - 護岸・岸壁・物揚場 - 裏込・裏埋工 - 裏込工 - 吸出し防止材			
適用範囲	目地にNKストップパを建て込む場合は、目地幅60mm以上が必要			
施工実績	直轄港湾工事 : 3件(昭和51~52年秋田港-13m岸壁ケーソン目地 / 秋田県、他)			
	直轄港湾工事以外: 16件(平成20~21年羽田D滑走路建設工事接続部 / 東京都、他)			
施工可能地域	全国			

(技術イメージ)

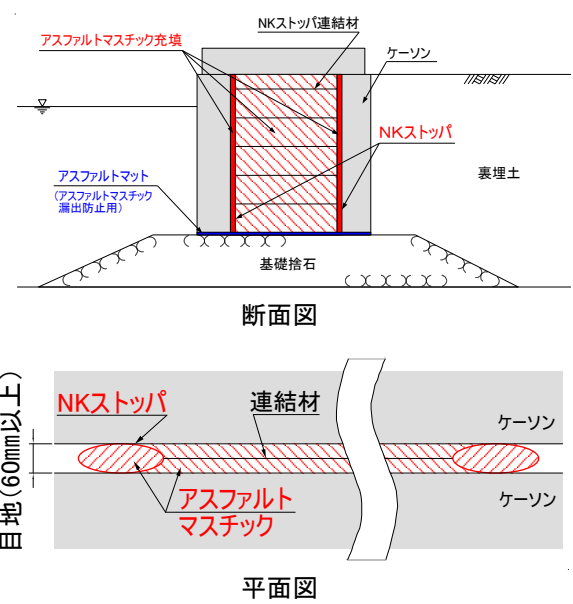


図-1 NKストップパ施工例(ダブルタイプ)



①NKストップパを目地に建て込み ③充填完了

写真-1 NKストップパ施工状況(ダブルタイプ)

円筒状差込式ゴム製シール目地材(DSI型)

【2-3-2】

(技術イメージ)

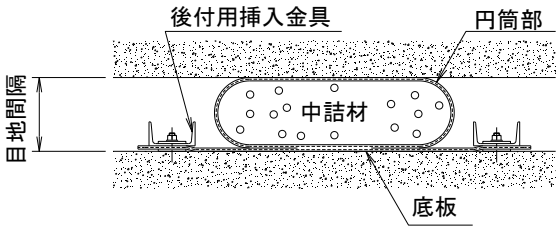


図1 取付概略図



図2 設置完了写真



図3 挿入状況写真

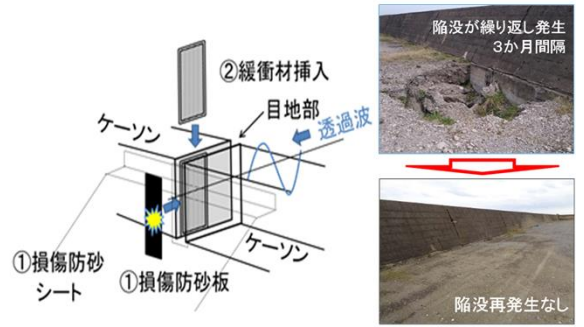
問合せ先	西武ポリマ化成株式会社 海洋資材部 川口 累			
	TEL: 0587-54-2136	E-mail: rui_kawaguchi@seibu-p.jp		
技術開発段階 採用実績	①直轄港湾工事の採用実績	②直轄港湾工事以外の採用実績	③現地実証段階	④室内実験段階
	○	○		
技術登録状況 等	ECPAT認定番号	NETIS登録番号	特許情報	その他
			第6838860号	
学術論文等				
技術概要	<p>【概要】 既設の護岸・岸壁等(改良・補修)において、ケーソン据付後にケーソン天端から目地間へ挿入し、ケーソン妻壁面に取り付けた円筒状差込式ゴム製シール目地材に、中詰材(洗い砂やアスファルトマステック等)を充填し円筒部を拡幅することで、対面する2つのケーソンの目地間をシールし、吸出しを防止する。護岸本体の挙動に対しては中詰内圧による円筒部の形状変形により追従する。既設の護岸・岸壁等の目地間に設置することが可能であるため、既設の防砂目地板との併用他、同防砂目地板機能喪失時の補修としても使用される。</p>			
	<p>【従来技術との違い】 ※比較対象:鉛直方向に連続したポリ塩化ビニル(PVC)やゴム製の平板状目地材。ケーソン据付完了後、海上又は海中にて目地間を跨いで後付けアンカーで固定することにより吸出しを防止する。施工日数は約5日/基。</p> <p>経済性:円筒状差込式ゴム製シール目地材を単体で比較した場合、従来技術と比べ材料費は高価である。 工程:円筒状差込式ゴム製シール目地材単体は、ケーソン据付完了後、目地材をケーソン妻壁面に天端から目地間に挿入・設置、その後に中詰材を充填するため、従来技術と比べて工程が増加する。施工日数は約4日/基。 品質:円筒部に中詰材を充填し目地材を拡幅して目地間を塞ぎ、下端部は内袋が中詰材によって押し出されケーソン底部の捨石に圧着し、吸出し防止が可能であるため、従来技術と比べて良好である。 安全性:目地開き発生時は中詰材圧による円筒部の形状変形、ケーソンと目地材が圧接しているためにケーソン法線直角方向の変位や沈下に左右されず、吸出し防止が可能であるため、従来技術と比べて良好である。 施工性:ケーソンのフーチング部やケーソン据付時の影響を受けないため、従来技術と比べて良好である。 周辺環境への影響:港湾に使用されているゴムであるため、従来技術と同等である。</p> <p>(耐久性について) 実施している耐久性試験:屋外暴露試験、耐オゾン性試験、耐海水性試験を実施し、耐久性を確認。 耐用年数に対する考え方:上記試験結果より推定し、経年30~50年は環境的要因によるゴムへの影響が少なく、ゴムは耐久性を有している。そのほかに波浪条件や土圧条件に対して強度を有していることを計算により確認可能。 現在のモニタリング方法を含めた製品の知見:施工後、問題なく使用していることを確認済。 モニタリング期間:福井県敦賀港にて3年経過、異常なし。広島県広島港出島地区にて16年経過、異常なし。</p>			
技術紹介URL	https://www.seibu-p.co.jp/product/marine/gseal_ds.html			
対象工程	護岸岸壁物揚場一裏込・裏埋工一裏込工一目地板			
適用範囲	ケーソン目地間隔75~400mm(圧力条件により適用目地間隔が変わる場合あり)			
施工実績	直轄港湾工事 : 3件(令和2年 敦賀港(鞠山南地区)岸壁(-14M)築造工事(その1) / 福井県、他)			
	直轄港湾工事以外: 3件(平成20年 広島港出島地区18-7工区工事 / 広島県、他)			
施工可能地域	全国			

吸い出し・陥没を抑止するケーソン目地透過波低減法

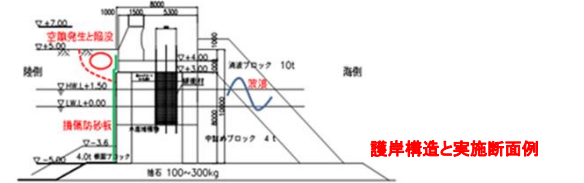
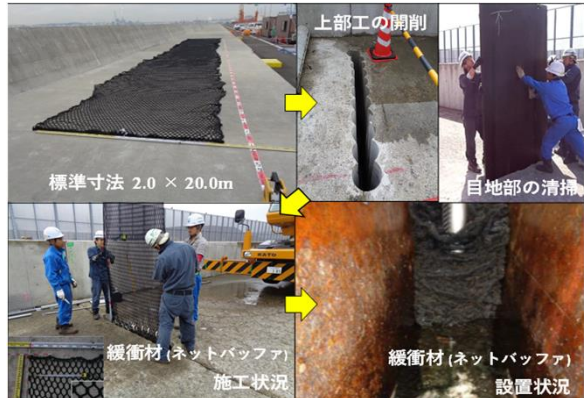
【2-3-3】

問合せ先	前田工織株式会社 企画推進グループ 石坂修			
	TEL: 03-6402-3944	E-mail: ishizaka@mdk.co.jp		
技術開発段階 採用実績	①直轄港湾工事の採用実績	②直轄港湾工事以外の採用実績	③現地実証段階	④室内実験段階
	○	○		
技術登録状況 等	ECPAT認定番号	NETIS登録番号	特許情報	その他
			第6283765号、他2件	
学術論文等	土木学会論文集3編、港空研資料、港湾技術基準・同解説掲載、他			
技術概要	<p>【概要】(『補修』段階での適用技術) 護岸・岸壁・人工海浜等の沿岸・港湾施設の陥没はかねてから全国各地で発生しており、近年も数多くの被災事例が報告されている。これらの陥没は、ケーソン間を透過する波の繰り返し作用等を主要因として、埋立土砂の吸い出しが生じ、これに伴う空洞が地中で生成・発達することによって突然発生する。従来の透過波対策は、高波浪の衝撃や地震等によるケーソン移動によって機能損失が生じる課題があった。本技術は、このような吸い出し・陥没を引き起こす透過外力を、繊維製網状の緩衝材をケーソン間目地部に挿入することで80%以上低減し、護岸・岸壁・人工海浜の陥没を抑止する新技術で重要港湾及び国際戦略港湾を含む多くの現場で有効性が実証されている。従来工法の課題を解決すると共に、全国のケーソン施設へ適応可能であり、既設・老朽化施設の予防保全・災害復旧・長寿命化対策として、地震や高波浪等の多様な外力下で安定的に吸い出し・陥没を抑止し、人命の安全性及び施設の信頼性と長寿命化に大きく貢献する。施工の容易性から、人材不足解消、働き方改革への寄与も大きい。 令和4年度土木学会技術開発賞、第3回インフラメンテナンス大賞特別賞、第22回国土技術開発賞受賞</p> <p>【従来技術との違い】(従来技術：従来の標準的な仕様に基づく防砂板による吸い出し防止対策) ① 従来工法では、高波浪の衝撃や地震によるケーソンの移動が抑止工の安定を阻み、破壊等の機能損失が生じるなどの課題があったが、本技術では繊維性緩衝材の柔軟性や追従性がそれらの問題を解決するとともに設置安定性も発揮していること。 ② 既存施設の予防保全・補修に際して、多様なケーソン目地間隔、水底堆積物、既存抑止工に対応し、老朽化施設を含む全国のケーソン護岸・岸壁・人工海浜に容易に適応・敷設が可能なこと。 ③ 大掛かりな工事の不要、損傷防砂版等を交換する事後保全と比較して、大幅な補修コスト・工期の縮減（施工期間・コスト共に8割以上削減）が可能となり、耐久性、耐候性、安全性が担保される。 ④ 気候変動による外力増大対策として、人命の安全性と施設の信頼性向上に貢献する。 (本技術の耐久性) 緩衝材は、耐久性試験としてロサンゼルス試験及びウォータージェット試験を実施し、国土交通省の性能規定相当(耐久性試験後、初期強度の30%以上維持)を満足すること、及び、耐候性50年が公的機関によって確認審査・評価されている。又、耐用年数は、現地の波浪条件からチャートにより想定可能でより確実な適用ができる。施工後72ヶ月間の追跡調査(鹿島港)では、高波浪下で吸い出し・変状が無く、60ヶ月後のサンプル採取試験でも、敷設当初の引張伸度の規格値及び強度を保持している。</p>			
技術紹介URL	資料: https://www.maedakosen.jp/products/544/ 動画: https://www.youtube.com/watch?v=6cC-2qLVuyI			
対象工種	裏込・裏埋工			
適用範囲	既設・老朽化ケーソン護岸・岸壁(目地幅4cm~40cm)の予防保全・災害復旧・長寿命化対策、事前清掃要			
施工実績	直轄港湾工事: 2件(令和3年横浜港南本牧地区付帯工事/神奈川県、他) 直轄港湾工事以外: 9件(平成30年鹿島港外港地区護岸改修工事/茨城県、令和元年相馬港維持管理工事/福島県、他)			
施工可能地域	全国			

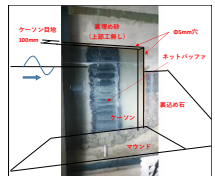
(技術イメージ)



ケーソン目地透過波低減法の概念図(右写真は適用事例)



護岸構造と実施断面例



現地1/4実験模型(港湾空港技術研究所)



完成断面例