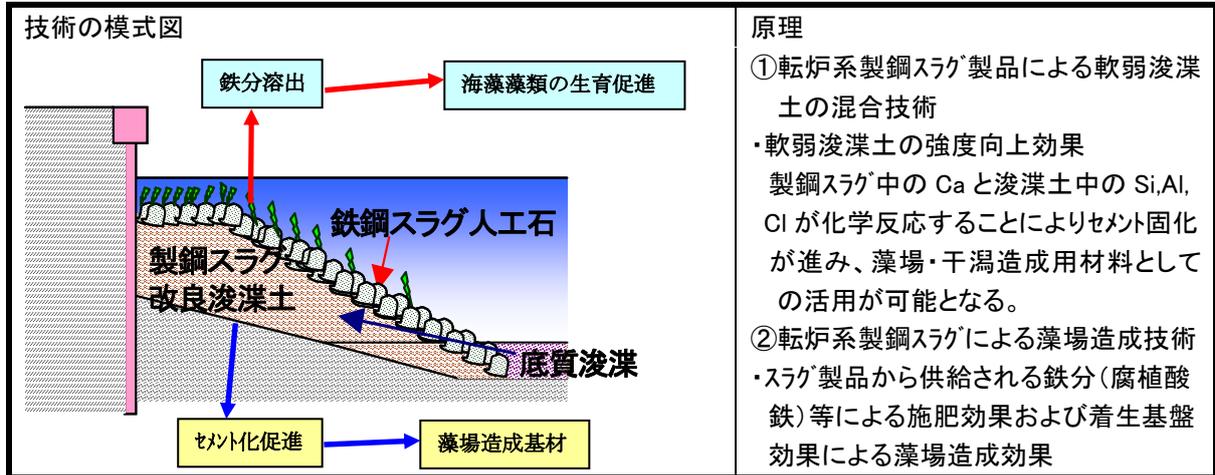


実証対象技術／環境技術開発者	転炉系製鋼スラグ製品による沿岸域の環境改善技術/新日本製鐵(株)・JFEスチール(株)
実証機関	(財)港湾空間高度化環境研究センター
実証試験期間	平成21年5月21日～平成22年3月31日
実証の目的	軟弱浚渫土の混合技術と鉄分の供給による藻場造成技術の複合効果による生物生息環境の改善

## 1. 実証対象技術の概要

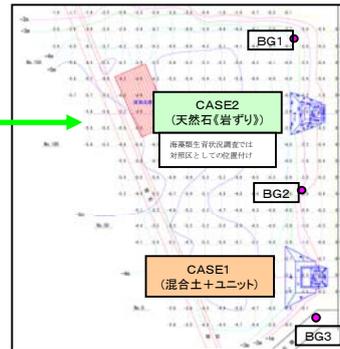


## 2. 実証試験の概要

### ○実証試験実施場所の概要

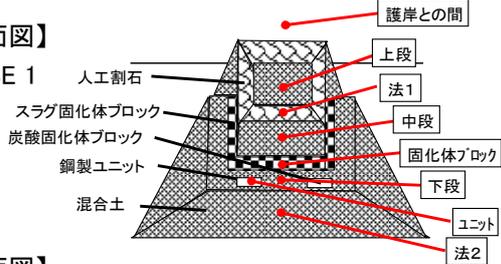
海域の名称 主な利用状況 規模	東京都大田区城南島地先 実証試験実証海域は京浜運河の出口に位置する城南大橋の内側に位置する閉鎖性の強い入り江部である。実証場所の入り口付近は工事交通船や漁船が往来する。 実証試験実施場所の規模は、面積約27,000m <sup>2</sup> 、水深2m程度(A.P.水深)である。	
海域の課題	実証試験場所が位置する城南島周辺水域は、河川や運河からの流入負荷や赤潮等の影響を強く受けるため、水質や底質が悪化しやすい状況にあり、効果の確認にあたってはこの点を十分に留意する必要がある。	
海域の状況	水質	運河の入り江に位置する海域は閉鎖性が強く、海水交換は悪い。H19年度公共用水域の水質測定結果(城南島周辺海域)によるDOは夏季(8月)の上層で8.5mg/L、CODは環境基準値(8mg/L)を上回る16.3mg/Lとなっている。
	底質	濁りの影響を強く受ける海域であるため、常に腐泥の堆積しやすい環境下にある。東京都の調査結果では城南大橋付近で粘土シルト分が75%以上であり、CODが15mg/L(基準値20mg/L)、強熱減量7%、全硫化物量2.3mg/g(基準値0.2mg/g)となっており、東京湾奥部の典型的な底質環境下にある。
	生物生育環境	【底生生物】東京都環境局の調査によれば、城南大橋においては富栄養化海域の指標種になるような多毛類のミズヒキゴカイ、 <i>Pseudopolydora</i> 、 <i>Armandia</i> 、 <i>Capitella</i> が優占的確認されている。これ以外ではホトギス、アサリ等の二枚貝類の生息が認められている。 【海藻藻類】実証試験海域および周辺海域における生息は確認されていない。

○実証対象技術の設置後の状況

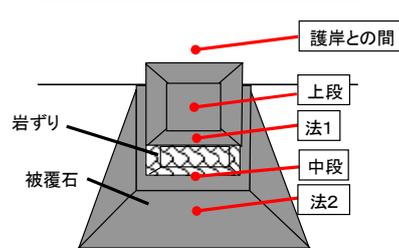


【平面図】

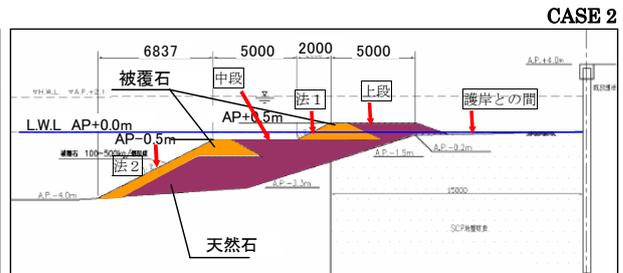
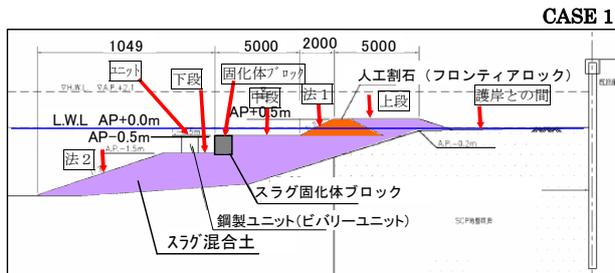
CASE 1



CASE 2



【断面図】



3. 維持管理にかかる技術情報

○使用資源量・生成物処理量

項目	単位(適宜設定)	結果
消耗品及び電力使用量	—	消耗品及び電量使用量はない
汚泥や廃棄物の物理化学的特性と頻度	—	汚泥や廃棄物の発生はない
薬剤	—	薬剤の使用はない

○維持管理項目

管理項目	技術者の必要性	一回あたりの管理時間	管理頻度
維持管理に必要な作業項目	<input type="checkbox"/> 要 <input checked="" type="checkbox"/> 不要	—	—
使用者に必要な維持管理技能	<input type="checkbox"/> 要 <input checked="" type="checkbox"/> 不要	—	—

○維持管理に係るその他の特記事項

特になし

4. 実証試験結果

○実証試験の目標と結果

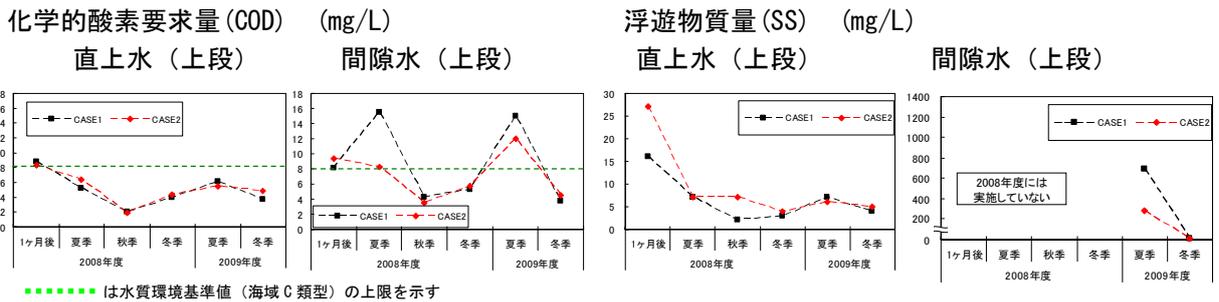
調査項目	目標水準
水質調査	水質汚濁に係る環境基準を満たすこと又は対照区、周辺水域データと比較して同等であること
底質調査	水産用水基準を満たすこと又は周辺海域データと比較して同等であること
溶出試験	海洋汚染及び海上災害防止に関する法律に準拠して水底土砂の海面埋立処分に係る基準に適合すること

調査項目	目標水準
溶出速度試験	鉄分の供給効果が認められること。りん酸態りん、硫化物等で溶出抑制または吸収効果が認められること
底質強度試験	施工直後よりも安定して試験区が保たれていること
生物調査	現存量や海藻の生育が対照区、バックグランドデータと比較して同等もしくはそれ以上であること

(1) 水質調査(平成 20 年度環境モニタリングと合わせて評価)

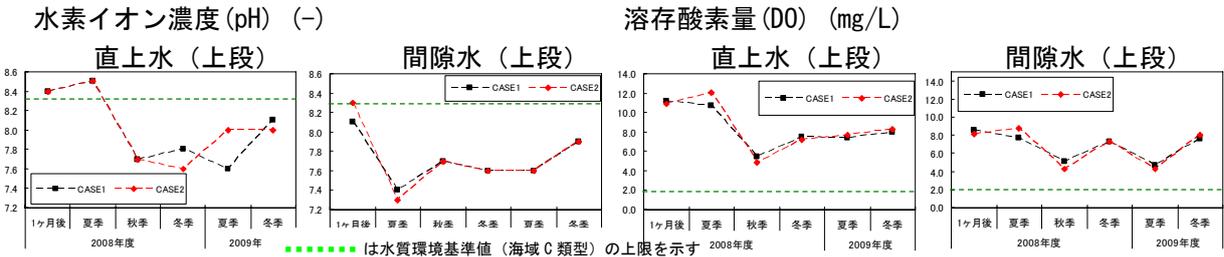
試験区：CASE1 (スラグ混合土+ユニットのマウンド)
対照区：CASE2 (天然石のマウンド)

○ 間隙水の調査結果(昨年度結果を含む)では、試験区において化学的酸素要求量(COD)、浮遊物質(SS)の上昇が認められたが、直上水への影響は認められなかった。

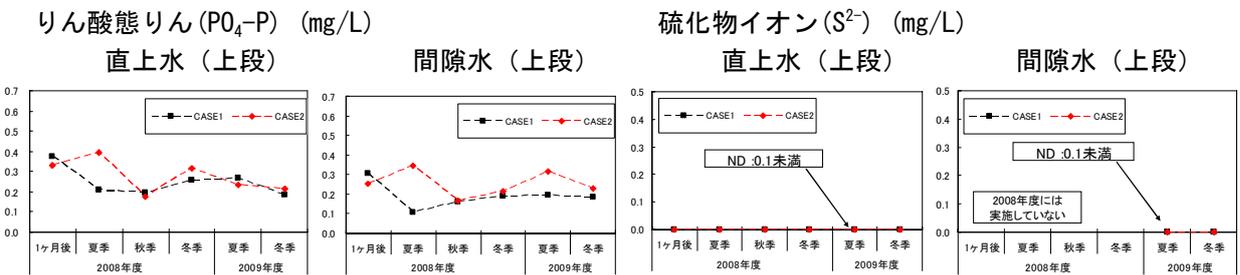


○ 試験区(CASE1)と対照区(CASE2)の比較において

- ・ 水素イオン濃度(pH)はスラグ製品中の石灰分の水和化に伴う上昇は認められなかった。
- ・ 溶存酸素量(DO)は試験区と対照区で差は認められず、同程度のレベルを維持した。

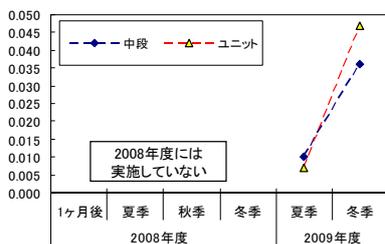


- ・ りん酸態りん(P<sub>04</sub>-P)は夏季調査時(間隙水)において、スラグ製品中の石灰分が遊離、水和化する過程で不溶性のりん酸アパタイトの生成によるりんの吸着効果が示唆された。
- ・ 硫化物イオン(S<sup>2-</sup>)は試験区と対照区で差は認められず、同程度のレベルを維持した。



・ 本調査とモニタリング調査より鉄分の供給効果が示唆されたが、対照区においても高い傾向にあった。

CSAE1(直上水) 二価鉄(微量分析)(mg/L)      表1 二価鉄(微量分析)のモニタリング結果(mg/L)



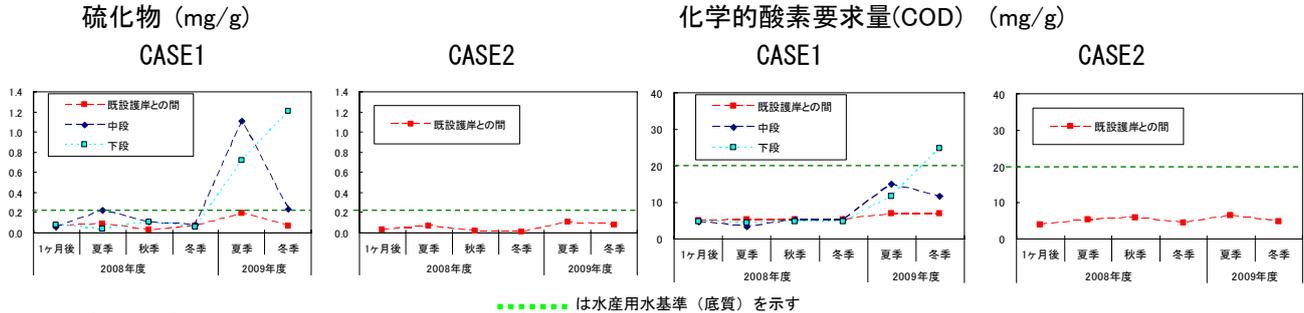
測定場所	平成 21 年			平成 22 年
	4 月	8 月(設置前)	11 月(設置後)	2 月
CASE1 鋼製ユニット	0.028	0.022	0.029	0.110
CASE2 中段	0.022	-	-	0.062

(データ提供: 新日本製鐵(株) 分析機関: (株)日鐵ケリサーチ)

(2) 底質調査(平成 20 年度環境モニタリングと合わせて評価)

試験区：CASE1 (護岸との間) 対照区：CASE2 (護岸との間)

○マウンド後背地である「既設護岸との間」については、試験区は対照区とほぼ同様の推移を示し、水産用水基準を満たしていた。



(3) 溶出試験

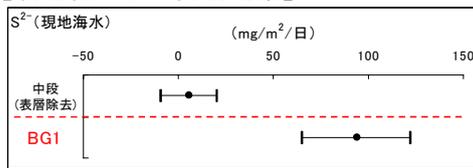
○対象とした重金属類 10 成分については水底土砂の判定基準を満足しており、着手時に実施した混合材の各材料 (製鋼スラグ製品及び浚渫土) の試験結果を裏付ける結果であった。

(4) 溶出速度試験

試験区 (CASE1) 中段 (表層の堆積物を除去した状態の試料を採取して実施)

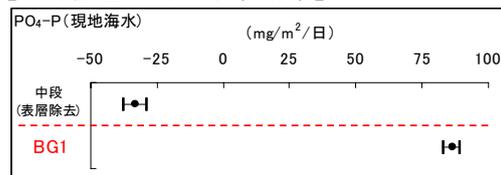
○硫化物、りん酸態りんについて、抑制あるいは吸着効果が認められた。

【硫化物イオン抑制効果】



試験区は対照区よりも明らかに硫化物イオン増加速度が遅く、硫化物イオンの抑制効果が認められた

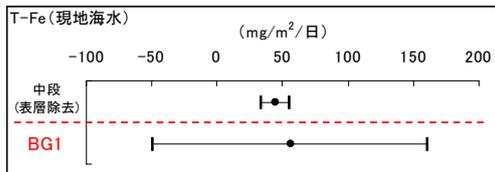
【りん酸態りんの吸着効果】



試験区は明らかにりん酸態りんも吸着効果が認められた

○鉄分の供給効果については、増加が認められたが対照区との明瞭な差は認められなかった。

【鉄分の供給】 (T-Fe)



試験区で鉄分の増加が認められたが、対照区と明確な差が認められなかった

(分析方法：ICP-AES 発光光度法 JIS K 0102 (2008))

(5) 底質強度試験

○試験区 (CASE1) 上段の強度試験においては昨年より強度が増加していたが、中段では昨年とほぼ同程度であった (表 2)。

表 2 混合材強度試験結果

城南島	一軸圧縮強度試験 (kN/m <sup>2</sup> )	
ケース1	上段	474.9
	中段	31.9



図 1 CASE1 の状況とスラグ混合土(一軸圧縮試験試料)

右:上段 左:スラグ混合土(中段)

(6) 生物調査

試験区:CASE1(スラグ混合土+ユニットのマウンド)	バックグランド:BG1、BG2 (底生物)
対照区:CASE2(天然石のマウンド)	バックグランド:BG3 (付着生物)

① 付着生物 (夏季、冬季における種類数、個体数及び湿重量についての検討結果)

○試験区 (CASE1) とバックグランドとの比較において、冬季の湿重量を除き試験区 (CASE1) で同等、あるいは増加傾向にあった。また、CASE1 と CASE2 との比較においては湿重量において、CASE2 で増加した (図 2)。これは、CASE2 では大型の付着生物のマガキで構成されていたためである。試験区

(CASE1)の上段においては、石積み護岸のバックグラウンド (BG3) とほぼ同様の生物相が形成されているものと考えられた。

種類数

個体数  
(個体/m<sup>2</sup>)

湿重量  
(g/m<sup>2</sup>)

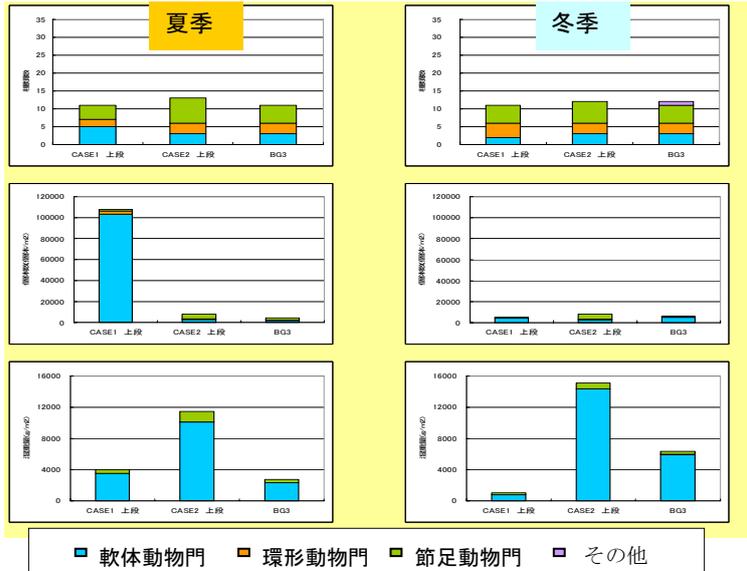


図2 バックグラウンド (BG3) とCASE1(試験区)で同じレベルにある付着生物群集の比較

②底生生物 (夏季、冬季における種類数、個体数及び湿重量についての検討結果)

○試験区 (CASE1 護岸との間) とバックグラウンドとの比較において、CASE1 護岸との間 (試験区) でほぼ同等であった。また、試験区 (CASE1 護岸との間) と対照区 (CASE2 護岸との間) の比較では試験区 (CASE1 護岸との間) で増加傾向あるいは同等であった (図3)。

種類数

個体数  
(個体/m<sup>2</sup>)

湿重量  
(g/m<sup>2</sup>)

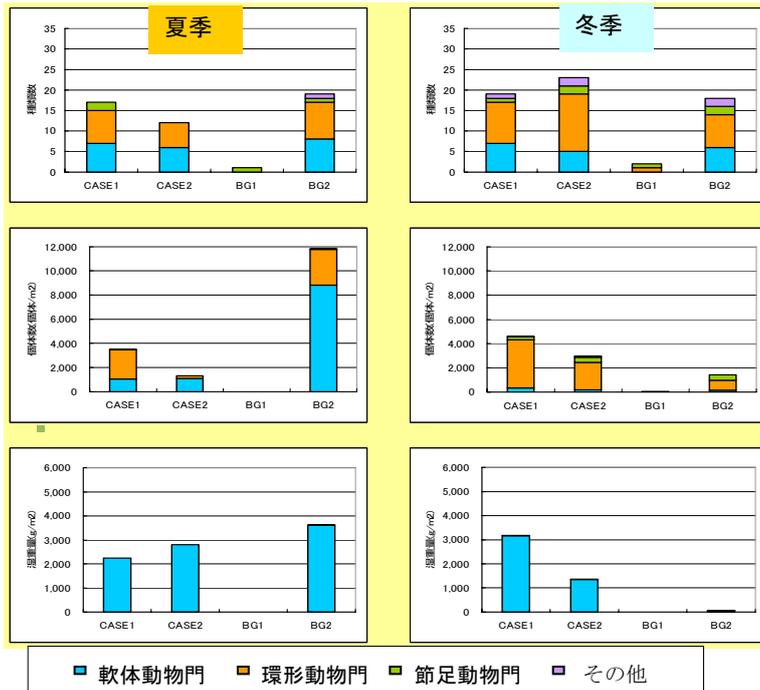


図3 CASE1 (試験区)、CASE2 (対照区) 及びバックグラウンドにおける底生生物群集の比較



図4 出現した代表的な種類

○試験区 (CASE1 護岸との間) と対照区 (CASE2 護岸との間) 及びバックグラウンドで出現した主な種類は、いずれも東京湾奥部にみられる代表的な種類であり (図4)、量的にも妥当であった。

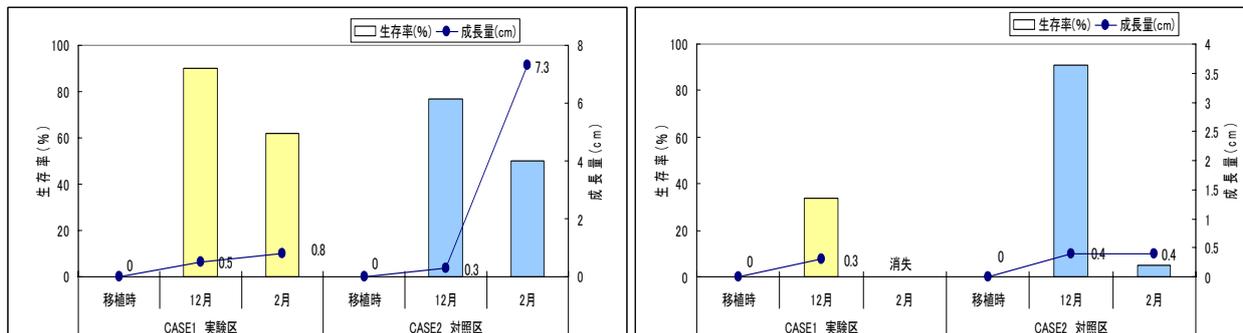
これらのことより、スラグ混合土を用いて造成したマウンドの後背部においては、バックグラウンド及び周辺の海域の底生生物と変わらない状況にあることが考えられた。

③海藻類生育状況調査

○コンブは試験区 (CASE1) と対照区 (CASE2) の比較で、生存率は試験区で高かったが、生長量は対照区で高かった (図5左)。対照区で生長量が高いのは、法2において特異的に成長した2株があったためである。12月以降、付着生物や浮泥の影響を受ける環境下において、対照区での成長量が増加し

たのは試験区よりも光条件が若干良かったためと推測される。

○ワカメは試験区（CASE1）と対照区（CASE2）の比較で、生存率、生長量ともに対照区で高かった。また、生長は微増であった（図5右）。成長量からは対照区、試験区ともにほとんど成長できない環境にあったものと推測される。



※成長量は、各調査日の全長の平均値から移植時の全長の平均値を引いた値

図5 コンブ（左）及びワカメ（右）の生存率と成長量の比較（ロープによる移植）

○アカモクについての結果は得られなかった。

移植藻体への生物付着、浮泥堆積などの条件が認められたため（図6）、藻類の生長を阻害した可能性が考えられた。一方、鉄分の供給は確認されているが、この条件を覆して藻体の生長に大きなインパクトを与える効果はなかったものと推測される。



図6 移植藻類の生育状況（左：ロープ移植のワカメ 12月、右：同 2月）

#### ○実証試験の結論

##### ①【転炉系製鋼スラグ製品による軟弱浚渫土の混合改良技術】

軟弱浚渫土の混合改良技術においては2年の実験後においても浚渫土スラグ混合マウンドからの溶出物質（重金属類10成分）については水底土砂の判定基準を満たしていることが確認された。また、浚渫土の強度増進効果が認められた。設置による水環境の悪化は認められず、りん酸イオンと硫化物イオンの溶出抑制あるいは吸着機能が確認された。

##### ②【転炉系製鋼スラグ製品による藻場造成技術】

閉鎖性海域における転炉系製鋼スラグ製品による藻場造成技術においては、浚渫土スラグ混合マウンドの造成後、基盤の安定化と共に鉄分の供給が示唆された。マウンド設置後、徐々に周辺海域と類似の生物相へ遷移したことが確認できた。なお、本海域においては鉄分が豊富に存在したため、鉄分供給による移植海藻類の生長促進効果は明確には認められなかった。

#### ○実証試験についての技術実証委員会の見解

##### ①【転炉系製鋼スラグ製品による軟弱浚渫土の混合改良技術】

環境負荷に配慮した干潟・浅場造成材として適用できる技術であると評価される。

○技術的課題や改善の方向性 特になし

○他の実水域への適用可能性を検討する際の留意点 特になし

##### ②【転炉系製鋼スラグ製品による藻場造成技術】

鉄分の供給による海藻類の生長促進効果は限定的であったが、鉄分が枯渇する海域等に展開した場合、報告書の鉄分に関する文献情報に示されるように、藻体の生長に寄与することが示唆された。

○技術的課題や改善の方向性 特になし

○他の実水域への適用可能性を検討する際の留意点

藻場造成材として本技術の効果を発揮させるためには、鉄分濃度等の海域の環境特性を考慮して適用すべきであると評価される。

(参考情報)

注意:このページに示された技術情報は、全て環境技術開発者が自らの責任において申請した内容であり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○技術データ

項目		環境技術開発者 記入欄			
技術名称		転炉系製鋼スラグ製品による沿岸域の環境改善技術 (軟弱浚渫土の混合改良技術、鉄分等の供給による藻場造成技術)			
企業名		新日本製鐵(株)・JFEスチール(株)			
連絡先	TEL/FAX	新日本製鐵(株) TEL(03)6867-6199 / FAX(03)6867-3586			
	Web アドレス	新日本製鐵(株) http:// www.nsc.co.jp/			
	E-mail	新日本製鐵(株) yokoo.masayoshi@nsc.co.jp			
設置方法		<ul style="list-style-type: none"> <li>・底質浚渫土と転炉系製鋼スラグを混合した混合土により浅場・干潟を造成(造成面積は約 600 m<sup>2</sup>、土量 1,200m<sup>3</sup>)</li> <li>・藻場造成基質として鉄鋼スラグ水和固化体製人工石材、炭酸固化体ブロックを設置するとともに鉄分供給用の鋼製ユニット(ビバリーユニット)を設置</li> </ul>			
設置・調整期間		—			
コスト概算  本コストは直接工事費で、現場諸条件(工事規模や対象水域の水深等)により変動するため範囲で記載		費目	単価(円)	数量	計(円)
		イニシャルコスト	2,400,000～12,000,000	1	2,400,000～12,000,000
		土木費	2,400,000～12,000,000	1	2,400,000～12,000,000
		資材費 ( )	上に含む	—	上に含む
		ランニングコスト(月間)	0	0	0
		薬剤費	0	0	0
		その他消耗品費	0	0	0
		生成物処理費・販売収入	0	0	0
		電力使用料	0	0	0
		維持管理人件費	0	0	0
円/(1m <sup>3</sup> ・1m <sup>2</sup> )あたり	0	0	0		

○その他 本技術に関する補足説明(導入実績、受賞歴、特許・実用新案、コストの考え方の補足 等)

◆導入実績【軟弱浚渫土の混合改良技術】

- ・大阪府堺浜北泊地にて混合土によるマウンド造成(H18年、H19年)
- ・愛知県三河湾にて混合土によるマウンド造成(H20年)

【鉄分等の供給による藻場造成技術】

- ・北海道増毛町(H16年)、寿都町(H18年)、函館(H18年)
- ・長崎県鷹島(H18年)、三重県志摩市(H20年)、東京都三宅島(H20年) 他多数

◆特許

- ・特願 2005-021874 浅場の造成方法 JFEスチール
- ・特願 2005-171032 製鋼スラグを利用した水質改善方法 新日本製鐵
- ・特願 2003-090733 スラグ硬化体の製造方法 JFEスチール 50、新日本製鐵 50
- ・特許 4069056 干潟、浅場用水域環境修復材料 新日本製鐵

◆受賞歴

- ・第11回国土技術開発賞・優秀賞(鉄鋼スラグ水和固化体製人工石材)