

高知県須崎港における生物共生を考慮した港湾整備



須崎港湾口地区防波堤での海藻生育状況（令和4年6月撮影）

永友 繁 （三洋テクノマリン株式会社 東京支社技術部）【代表者】
榎並 万里子（一般財団法人 みなと総合研究財団 調査研究部）
小銭 貴一郎・谷定 大輔・大谷 侑也
（国土交通省 四国地方整備局 海洋環境・技術課）

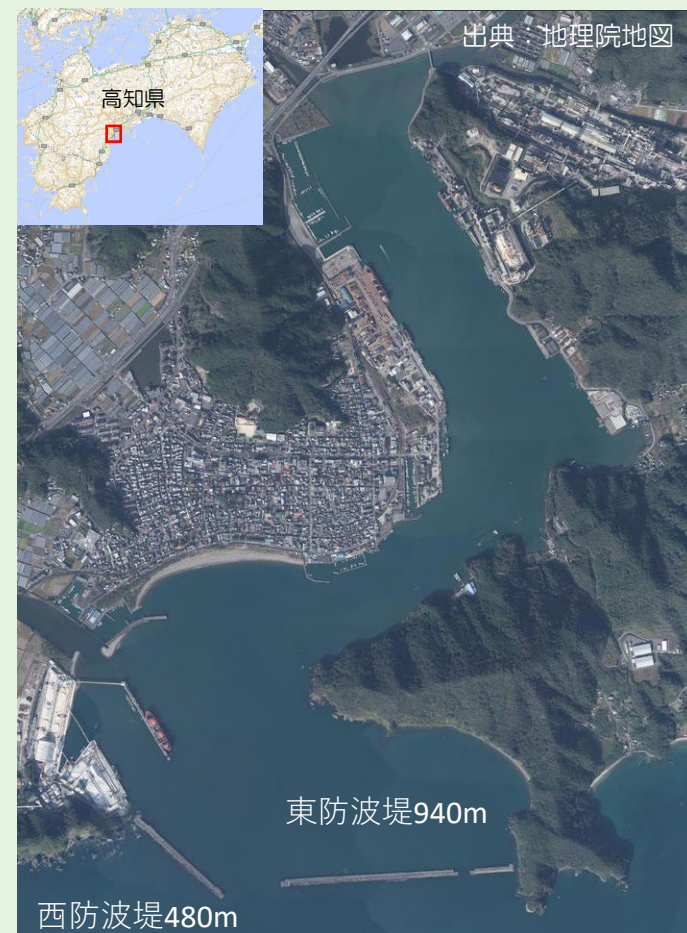
1. 高知県須崎港について

- 須崎港は、土佐湾のほぼ中央に位置し、県下最大の貨物量を取り扱っている。
- リアス式海岸の形状をした天然の良港である反面、津波の被害を受けやすく、過去幾度となく大きな津波被害を受けている。

⇒大規模地震等から背後住民の生命と財産を防護、港内の静穏性確保を目的に、昭和58年度～平成25年度にかけ湾口地区防波堤を整備。

⇒現在は、平成23年に発生した東日本大震災を契機に、大規模地震・津波に備えた粘り強い構造への補強の改良工事を行っている。

⇒防波堤背後の腹付け工の補強により創出された浅場において、平成26年から令和3年度にかけて藻場造成実証試験を行った（本プロジェクト）。



高知県須崎港

2. 藻場造成実証試験の実施場所について

- 藻場造成実証試験は、西防波堤基部及び標準部、東防波堤基部で行った。
- 実施場所は、防波堤背後という、通常、未利用の海域を有効活用。

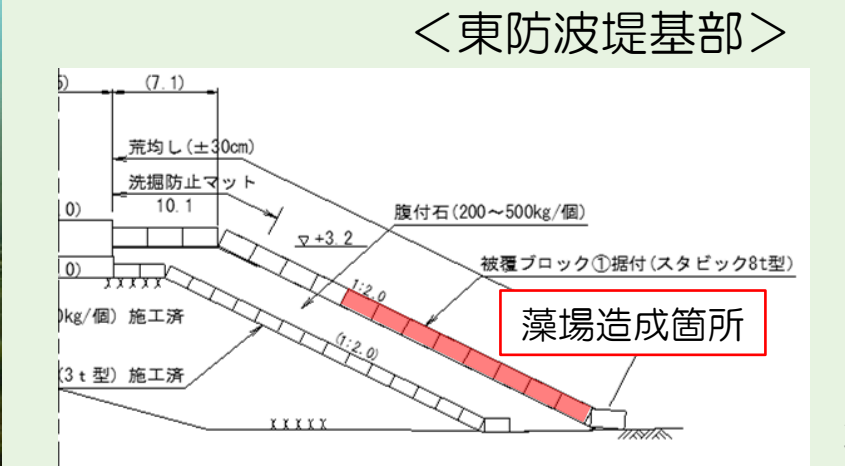
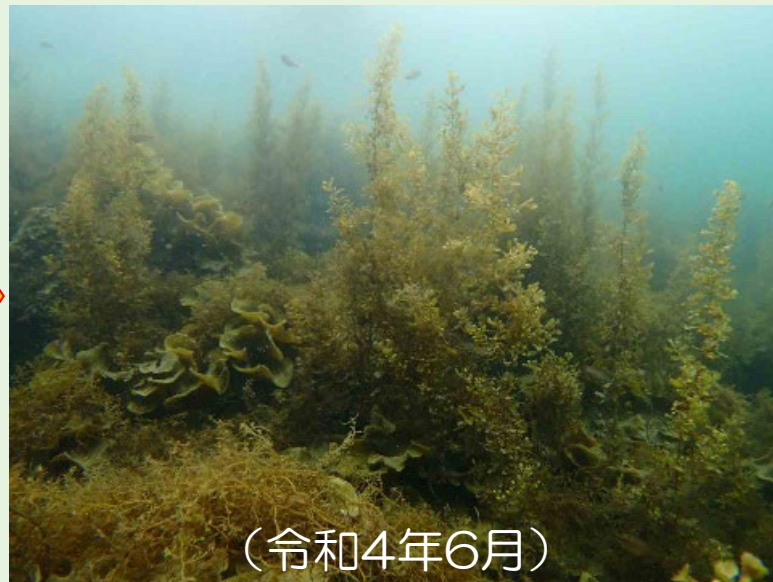
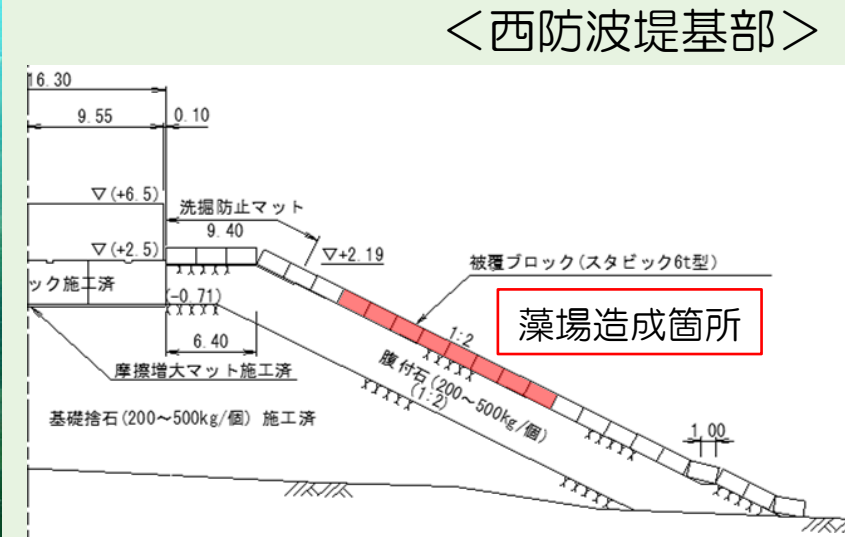


須崎港湾口地区防波堤における藻場造成実証試験実施場所

3. 藻場造成実証試験の成果

(1) 防波堤基部の腹付け工における藻場造成

腹付け工の補強により創出された浅場に南方系ホンダワラ類からなるガラモ場を造成した。



◎環境の保全・改善・創造への貢献度

- ・須崎港及び周辺の岩礁域のほとんどは、食害動物の摂食圧が大きく、藻場が形成されない磯焼け状態にあるため、**生物の生息場として重要な役割を果たす。**
- ・防波堤に造成された0.2haのガラモ場は、CO₂、窒素、リン等の栄養塩類の吸収源となる。
⇒**ブルーカーボン生態系として機能し、年間約1.3トンのCO₂を固定すると試算された。**
港湾構造物に藻礁の機能等を付加することにより、カーボンニュートラルポートの実現にも寄与。
- ・食害動物の摂食圧下における藻場造成手法を確立。
⇒南方系ホンダワラ類を藻場造成対象種とし、ウニ類の除去を主とした食害対策を継続して実施。



ウニ類（ガンガゼ）

防波堤の周辺は磯焼け状態



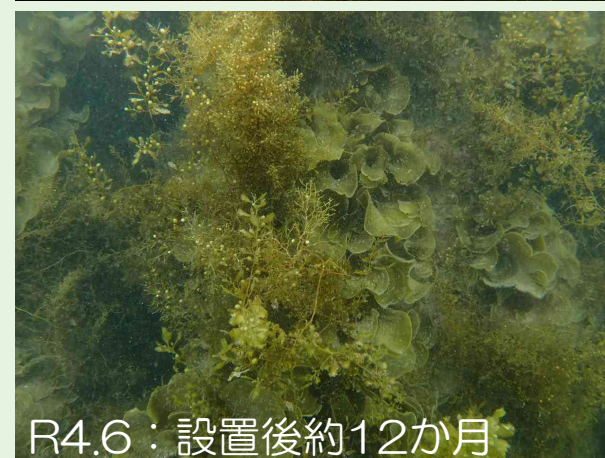
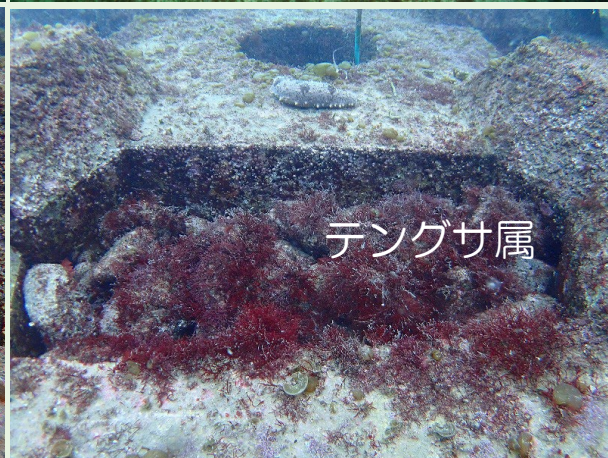
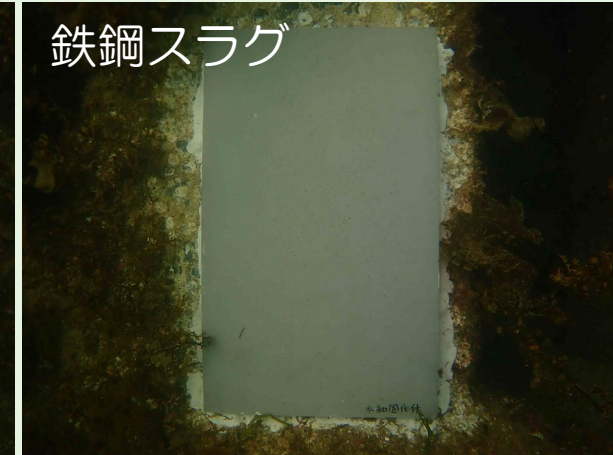
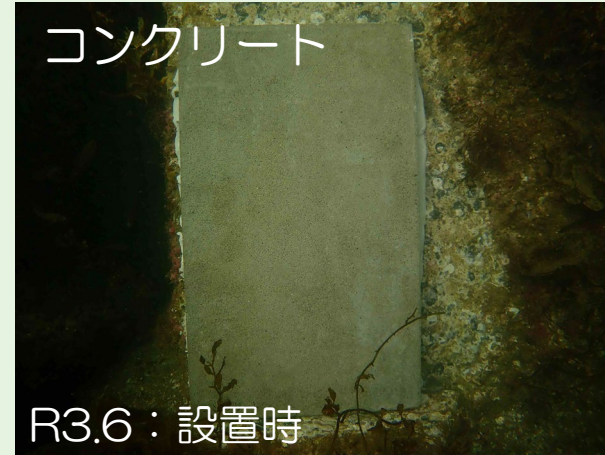
防波堤背後には有用魚種が蟄集



藻場はCO₂・栄養塩類の吸収源

(2) リサイクル材である鉄鋼スラグの港湾整備における効果的な活用方法

鉄鋼スラグ水和固化体の有効活用を目的とした海藻の着生試験を行い、砕石状では天然石と同程度、プレート状ではコンクリートと同程度の海藻（南方系ホンダワラ類及びテングサ属）の着生効果が確認された。



海藻類の着生状況（砕石状での検討）

海藻類の着生状況（プレート状での検討）

◎環境の保全・改善・創造への貢献度

・鉄鋼スラグ水和固化体※の着生基盤としての検討では、海藻の着生効果を確認。

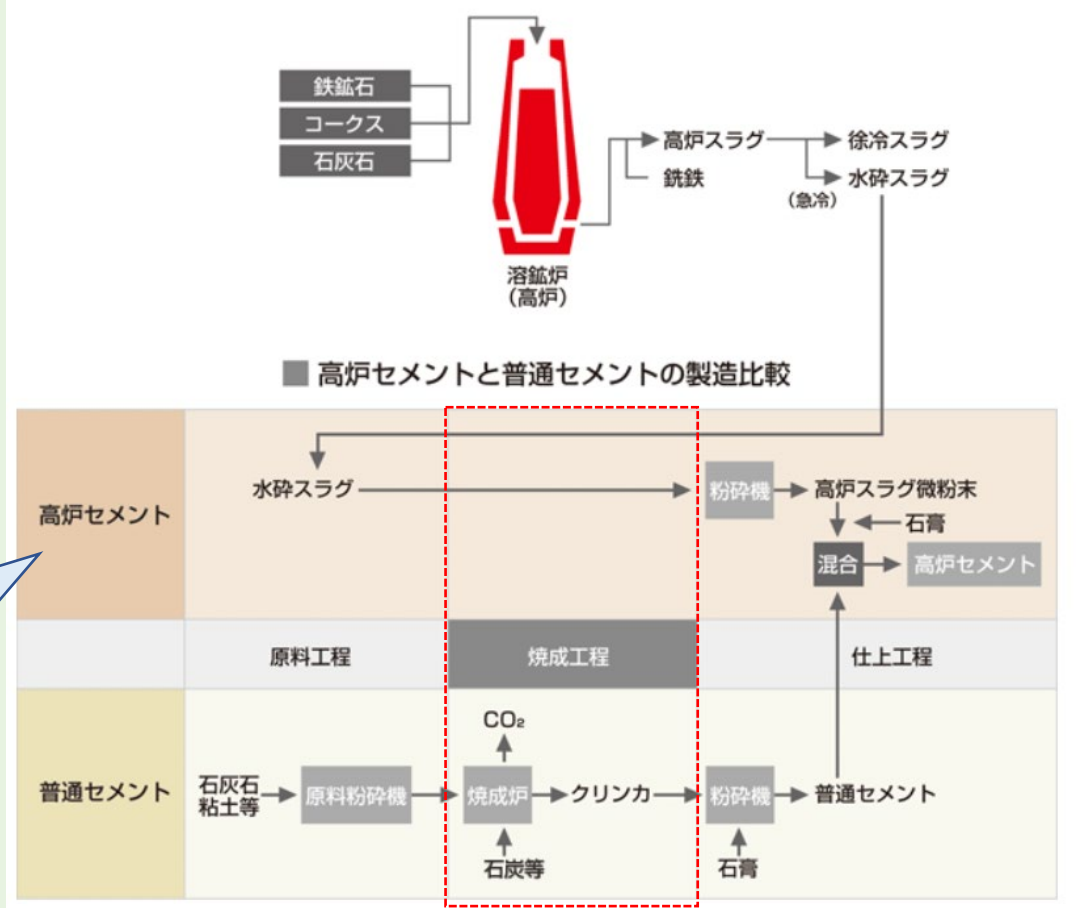
⇒港湾整備時のリサイクル材の有効活用、特に、被覆ブロック等においてコンクリートや天然石材の代替としての鉄鋼スラグの活用を期待。

・鉄鋼スラグを活用することによるコストは、規模等にもよるが、碎石状では天然石、ブロック状ではコンクリートと同程度。

⇒天然資源の節約、製造時のエネルギー節約・CO₂排出量抑制といった付加価値がある。

高炉セメントは、焼成工程が不要のため二酸化炭素（CO₂）の削減に効果があり、地球温暖化対策として活用が期待されている。

※鉄鋼スラグ水和固化体とは、結合材として高炉スラグ微粉末（セメントの代替）を、骨材として製鋼スラグ（天然石砂の代替）を材料として製造するリサイクル製品。



高炉セメントと普通セメントの製造工程の比較
(鉄鋼スラグ協会、環境資材 鉄鋼スラグより引用し一部改変) 6

4. 新規性及び優位性

本プロジェクトの新規性及び優位性として、以下の7点が挙げられる（黒字は再掲）。

- ① 東日本大震災を契機とした防波堤の粘り強い構造への補強の際、新たな生物共生機能（グリーンインフラ）を計画段階から取り入れたこと。
- ② 補強した防波堤自体を実証試験フィールドとして、リサイクル材である鉄鋼スラグ水和固化体の藻場造成を目的とした利活用方法を検討したこと。
- ③ 防波堤背後という、通常、未利用の海域を有効活用したこと。
- ④ 防波堤背後の腹付け工の補強により浅場が創出されたことで、海藻の生育に適した環境を広げたこと。
- ⑤ 他に例をみない、8年間に及ぶ長期間の藻場造成実証試験において、詳細かつ継続的なモニタリングを行ったこと。
- ⑥ 周辺海域が磯焼け状態という厳しい環境条件において、藻場の造成を成功させたこと。
- ⑦ 地元関係者（須崎市・漁業関係者）と継続的に連携したことにより、防波堤を活用した環境再生の取り組み（水産多面的機能発揮対策事業におけるアワビ稚貝放流）が行われるようになったこと。



地元関係者による防波堤へのアワビ稚貝の放流の様子

4. 信頼性・安全性・経済性

本プロジェクトの信頼性・安全性として、以下の4点が挙げられる（黒字は前項までで紹介）。

- ① 防波堤改良工事において、腹付け工の補強により浅場が創出されたことで強度が増したこと。
- ② 防波堤の腹付け工において活用方法を検討した鉄鋼スラグ＝リサイクル材は、一定の技術的知見、利用実績がある環境資材であること。
- ③ コンクリート及び天然石を鉄鋼スラグの比較対照とし、統計解析による有意差判定が可能なように複数サンプルによる現地実証試験を実施して効果を検証したこと。
- ④ 他に例をみない、8年間に及ぶ長期間の詳細なモニタリングを行ったこと。

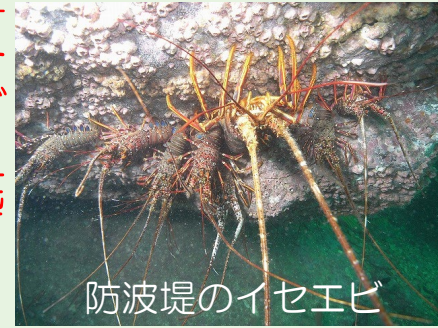
本プロジェクトの経済性としては、

代替材として鉄鋼スラグを活用することによるコストは、規模にもよるが、砕石状では天然石、ブロック状ではコンクリートと同程度であり、鉄鋼スラグの活用による天然資源の節約、製造時のエネルギー節約・CO₂排出量抑制といった付加価値があることを確認したことが挙げられる。

5. 社会での活用とその発信

本プロジェクトの成果の活用実績として、以下の3点が挙げられる（黒字は前項までで紹介）。

- ① 防波堤に造成した藻場が既に生物の生息場となっていること（防波堤には、春～初夏に藻場を形成する南方系ホンダワラ類のほか、テングサ属等が周年生育。なお、テングサ属の藻場には、須崎港周辺においても水産有用種となっているイセエビの幼生が着底することが知られている⇒防波堤は成体の生息場）。



- ② 防波堤に造成した藻場は、水産庁支援の水産多面的機能発揮対策事業において、地元漁業関係者を主体とした協議会によって利用され、アワビ稚貝の放流が行われていること。
- ③ 防波堤に造成した約0.2haの藻場は、CO₂吸収源として1.3トン／年（試算）を吸収していること。
- ④ 他に例をみない、8年間に及ぶ長期間の詳細なモニタリングを行ったこと。

本プロジェクトの発信としては、

過年度における添付書類に示す日経コンストラクション等への掲載のほか、令和4年度の第47回海洋開発シンポジウムにおける口頭発表「防波堤改良における藻場造成の取り組み」で行った。

また、令和4年10月14日に「みなと」で海の森が創出！～須崎港で藻場が創出。生きもの生息場、CO₂吸収源として期待！～をプレスリリース