

令和6年度全建賞 推 薦 調 書  
安全・安心確保に資する等の社会貢献活動並びに公共事業全般に係る広報活動・調査研究の部  
(安全確保・広報・調査研究の部 )

|                   |                                                    |
|-------------------|----------------------------------------------------|
| ふ り が な           | しゅんせつどをかつようしたふかぼりあとのかんきょうしゅうふくのためのかいしつ・せこうぎじゅつかいはつ |
| 1. 取組(活動)の名称      | 浚渫土を活用した深掘跡地の環境修復のための改質・施工技術開発                     |
| 2. 事業(施策)実施期間(和暦) | 平成 31 年4月1日 ～ 令和6年3月 31 日                          |
| 3. 事業費(調査費等)      | 367 百万円                                            |
| 4. キーワード          | 海域環境修復、浚渫土活用、カルシア改質土、濁り抑制                          |

| 5. 公共事業全般に関する取組の分類(下記3つの③のうち、いずれかに○印) |                   |                   |                                           |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------|
| 取組の分類<br>:該当に○印                       | ③-1 安全・安心分野       | ③-2 広報活動分野        | ③-③ 調査研究分野                                |
| アピールする<br>1)「手段」                      | ( )<br>( )        | ( )<br>( )        | (b)汚濁低減に着目したカルシア改質土の最適配合技術開発              |
| アピールする<br>2)「秀でた<br>成果」               | ( )<br>( )<br>( ) | ( )<br>( )<br>( ) | (g)浚渫土による深掘跡修復施工時の環境影響の低減<br>(j)海域環境再生の促進 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. 事業概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 港湾整備で発生する軟弱な浚渫土を有効活用して、水深、潮流条件の厳しい瀬戸内海の手砂利採取跡地の環境修復を行うため、製鋼スラグを活用して浚渫土を改質、活用する施工技術の開発を行った。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 7. 特にアピールしたい点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>【汚濁低減に着目したカルシア改質土の最適配合技術開発】</p> <p>これまで軟弱な浚渫土を地盤材料として利用するため、転炉系製鋼スラグと混合したカルシア改質土として強度特性を改善する技術についてはマニュアル類も整備され概ね確立されているが、海域への投入の際の汚濁低減に着目したカルシア改質土の最適配合については検討されておらず、浚渫土と改質材の配合比率、時間経過に伴う強度増加と汚濁低減の関係に着目した試験を行い、最適配合設計法を確立した。</p> <p>【浚渫土による深掘跡修復施工時の環境影響の低減】</p> <p>今回確立した配合設計をもとに一般的な汚濁防止膜による汚濁拡散対策の適用が困難な大水深、潮流の激しい実海域の深掘跡地において試験施工を行い、改質土による深掘跡修復施工時の環境影響低減効果を確認した。</p> <p>【海域環境再生の促進】</p> <p>本成果をもとに深掘跡の修復など環境再生の取組が推進し、海域環境の改善、水棲生物等の生息や水産資源の確保にも寄与することが期待される。</p> |

## 8. 事業を代表する写真及びキャプション

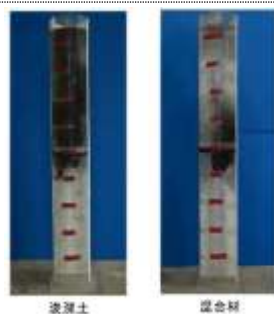


写真-1 浚渫土とカルシア混合材の  
水中落下時の汚濁実験状況



カルシア改質土の投入状況（起重機船400t吊）

写真-2 深掘跡地でのグラブバケット  
による改質土の試験投入の状況

## 9. 事業内容・添付資料〔特徴を示す写真、諸元（位置図、標準断面図、施策のフローチャート、P Iの方法 等）〕

### 【事業概要】

瀬戸内海では戦後の高度経済成長期に建設資材として大量の海砂利採取が行われ、瀬戸内海各地の海底に深掘りされた極端な窪地が生じ、貧酸素水塊発生等の海域環境悪化の要因となり、採取跡地の生物生息環境を改善するため環境修復（深掘跡地の埋め戻し、底質の改善）が望まれている。

一方で、物流コスト削減など我が国経済のグローバル化に対応する大型船による大量一括輸送に対応した港湾整備においては、発生する浚渫土の多くが軟弱なシルト質の土であり、その処分先確保が課題となっている。

このため、港湾整備で発生する浚渫土を深掘跡地の環境修復に活用することが計画されているが、瀬戸内海の見砂利採取跡地は水深が40m程度と深い箇所が多く、潮流も速いことから、海砂利採取跡地へのシルト質浚渫土の投入に際しては、投入時の浚渫土の分離による周辺海域への汚濁の拡散抑制と投入後の潮流による土砂の流動抑制の対策を講じる必要がある。

こうした軟弱なシルト系浚渫土の改質技術として、転炉系製鋼スラグを混合、安定化して環境修復等に活用可能なリサイクル材として改質する「カルシア改質土」の技術は既に技術マニュアルも整備され実用化段階となっている。しかしながら、施工時の汚濁拡散など周辺環境への配慮に着目した最適な配合の検討はなされていない。

このような背景から、有識者等による「瀬戸内海の環境修復技術に関する検討会」を令和元年度より設置し、瀬戸内海の見砂利採取跡地における、浚渫土と転炉系製鋼スラグを活用した海域環境修復技術の開発検討を行った。

### 【汚濁低減に着目したカルシア改質土の最適配合決定方法】

室内配合試験によりカルシア改質材の強度（若材齢のため通常の一軸圧縮強度の試験が困難なことから、ベーンせん断試験によって得られるベーンせん断強さを採用）と水中投入時の汚濁発生量（SS濃度）の関係を明らかにし、目標とする汚濁発生量を一般的な基準とされているバックグランド値+10mg/L以下となる2.0kN/m<sup>2</sup>以上と設定した。

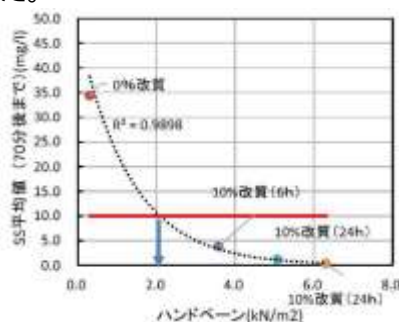


図-1 カルシア改質土の強度（ハンドベーン）と汚濁（SS）の実験結果

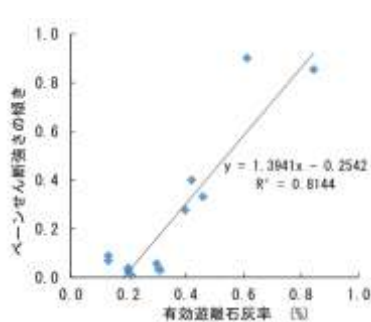


図-2 有効遊離石灰率に対する  
ベーンせん断強度の時間変化

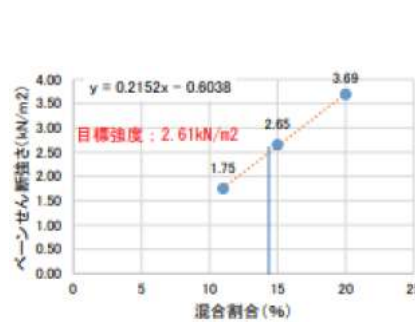


図-3 改質材の混合割合とベーン  
せん断強度の関係

また、カルシア改質土の強度はカルシア改質材の物性、浚渫土と改質材の相性、混合比、混合後の養生時間等様々な要因により変化するため、各種条件を変えた配合試験を行い、改質土の強度発現の特性を明らかにした。その結果、スラグに含まれる改質土の強度発現に影響する成分である遊離石灰（f-CaO）のうち、より寄与度が高い粒径5mm以下の割合：有効遊離石灰率（Le）に着目した配合を行った。

実海域での施工条件（浚渫土は土運船内でカルシア改質材とバックホウで混合して投入場所まで運搬）を想定したカルシア改質土の混合から現地投入までの時間（18時間想定）を考慮して、カルシア改質材の配合を決定した。

## 【実海域での試験投入】

2期の試験では、1,300m<sup>3</sup>積級の全開バージ船を使用して、投入場所にて船底を開いて土運船内の改質土の全量を一気に沈降させる方式で2回、計約 2,000m<sup>3</sup>の投入試験を行い、1期と同様にモニタリングを行い、所定の投入が行われることを確認した。

投入後に実施した生物モニタリング調査の結果、小規模な施工であるものの周辺箇所ではゴカイなど多毛類が卓越しているのに対し、試験箇所ではエビなど軟甲類が卓越しているなど、投入による底生生物の変化が確認された。



(渡瀬土)



(転炉系製鋼スラグ)



全開バース船1300m<sup>3</sup>積級  
(投入前の改質土：1回目)



(混合狀況)



(混合材 (ベーンせん断強さ供試体))



カルシア改質土の投入状況1回目  
(全開バージ船1300m<sup>3</sup>積級)

写真-4 カルシア改質土の投入状況

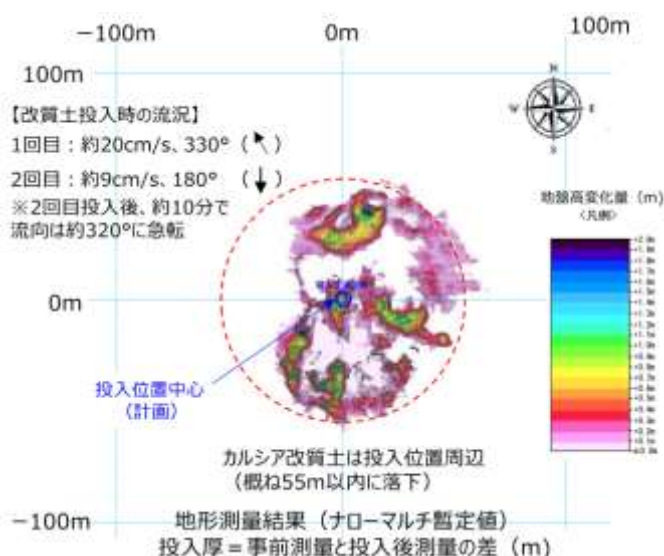


図-5 2期の投入後の測量結果(層厚)



9. 事業内容・添付資料〔特徴を示す写真、諸元(位置図、標準断面図、施策のフローチャート、P Iの方法 等)〕

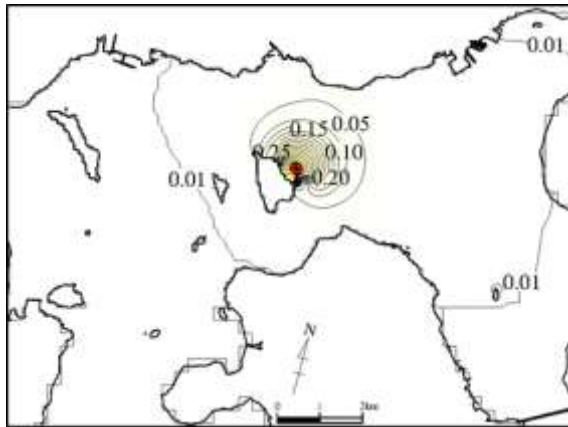


図-6 改質土投入時の濁り拡散予測結果  
(小潮期、全層最大包絡線)

船直断面図

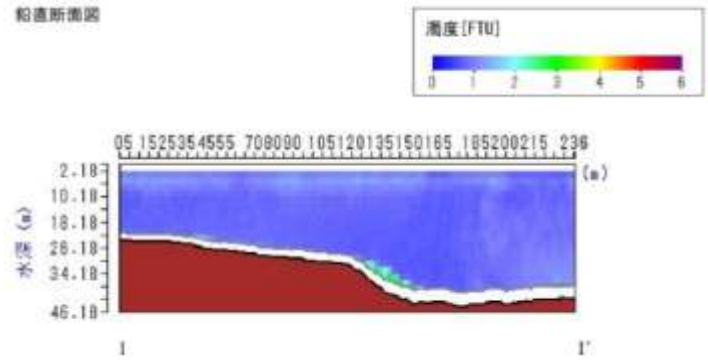


図-7 ADCPによる改質土投入箇所濁度の  
移動観測結果(投入後30分)

【海域環境再生の促進】

今回確立した軟弱な浚渫土を環境に配慮して海域投入する際のカルシア改質土の配合、並びに施工技術について、「浚渫土と転炉系製鋼スラグの混合材の海域利用のための技術マニュアル(環境修復版)(案)」としてまとめており、今後この技術を活用して浚渫土を有効活用した深掘跡地の埋め戻しなど海域環境再生の取組が促進することが期待される。

なお、今後の実施工への更なる適用拡大する上で課題となる浚渫土と改質材の混合時間短縮による施工能力改善を図るため、現状のバッチ式の土運船・バックホウ混合方式に代わり、効率的に連続混合が可能となる落下混合工法によるカルシア改質土の配合等について、海域での環境に配慮した検討を進めており、他海域での実証実験を行ったうえで技術の向上、普及を目指すこととしている。



図-8 落下混合工法(トレミー管投入)



写真-5 落下混合船