

軟弱浚渫土の有効活用技術

カルシア改質土

沿岸技術ライブラリー No.47 港湾・空港・海岸における カルシア改質土利用技術マニュアル

NETIS 登録 CBK-150001-VR

環境省 環境技術実証事業 090-0901

漁場環境修復技術基本認定（一社 全国水産技術協会）第 26001 号

水産公共関連民間技術 確認審査・評価事業（一社 漁港漁場新技術研究会）第 16-A-002 号

カルシア改質土研究会

正会員

日本製鉄株式会社 (事務局会社)

スラグ事業・資源化推進部 〒100-8071 東京都千代田区丸の内2-6-1
TEL:03(6867)6199 FAX:03(6867)3586 <https://www.nipponsteel.com>

JFE スチール 株式会社

スラグ事業推進センター 〒100-0011 東京都千代田区内幸町2-2-3 日比谷国際ビル
TEL:03(3597)4568 FAX:03(3597)3415 <https://www.jfe-steel.co.jp>

菱科神戸製鋼所

鉄鋼アルミ事業部門 技術企画部 〒651-8585 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通り2-2-4
TEL:078(261)5405 FAX:078(261)5410 <https://www.kobelco.co.jp>

五洋建設株式会社

土木部門 環境事業部 〒112-8576 東京都文京区後楽2-2-8
TEL:03(3817)7521 FAX:03(3817)7286 <https://www.penta-ocean.co.jp>

東亜建設工業株式会社

技術研究開発センター 〒230-0035 神奈川県横浜市鶴見区安善町1-3
TEL:045(503)3741 FAX:045(502)1206 <https://www.toa-const.co.jp>

東洋建設株式会社

土木事業本部 機械部 〒101-0051 東京都千代田区神田神保町1-105 神保町三井ビルディング
TEL:03(6361)5465 FAX:03(3518)9479 <https://www.toyo-const.co.jp>

若築建設株式会社

建設事業部門 技術部 〒153-0064 東京都目黒区下目黒2-23-18
TEL:03(3492)0285 FAX:03(3492)0681 <https://www.wakachiku.co.jp>

株式会社 不動テトラ

土木事業本部 技術部 〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町7-2
TEL:03(5644)8565 FAX:03(5644)8528 <https://www.fudotetra.co.jp>

みらい建設工業株式会社

技術本部 技術部 〒108-0014 東京都港区芝4-6-12
TEL:03(6436)3719 FAX:03(6436)3744 <https://www.mirai-const.co.jp>

あおみ建設株式会社

技術事業本部 技術管理部 〒101-0021 東京都千代田区外神田2-2-3 住友不動産御茶ノ水ビル
TEL:03(5209)7876 FAX:03(5209)7887 <https://www.aomi.co.jp>

りんかい日産建設株式会社

土木本部 技術部 〒105-0012 東京都港区芝大門二丁目11番8号 住友不動産芝大門二丁目ビル
TEL:03(6897)4814 FAX:03(6897)4818 <https://www.mcc.co.jp>

日本海工株式会社

海環境事業推進部 〒650-0032 兵庫県神戸市中央区伊藤町119 大樹生命神戸三宮ビル
TEL:078(391)1790 FAX:078(332)1432 <https://www.nipponkaiko.co.jp/>

賛助会員

関門港湾建設株式会社

〒750-0017 山口県下関市細江新町3番54号
TEL:083(234)3411 FAX:083(223)8462 <http://www.kanmon-const.co.jp>

五栄土木株式会社

土木部 〒135-0063 東京都江東区有明3-7-26 有明フロンティアビルB棟8階
TEL:03(5564)2413 FAX:03(5564)2424 <https://www.goeidoboku.co.jp/>

〈ご注意とお願い〉

本資料に記載された技術情報は、製品の代表的な特性や性能を説明するものであり、「規格」の規定事項として明記したもの以外は、保証を意味するものではありません。本資料に記載されている情報の誤った使用または不適切な使用等によって生じた損害につきましては責任を負いかねますので、ご了承ください。また、これらの情報は、今後予告なしに変更される場合がありますので、最新の情報については、担当部署にお問い合わせください。本資料に記載された内容の無断転載や複製はご遠慮ください。

カルシア改質土の特長

カルシア改質土

～軟弱浚渫土の有効活用技術～

カルシア改質土は、軟弱な浚渫土にカルシア改質材を混合することにより、物理的・化学的性状を改質した材料です。



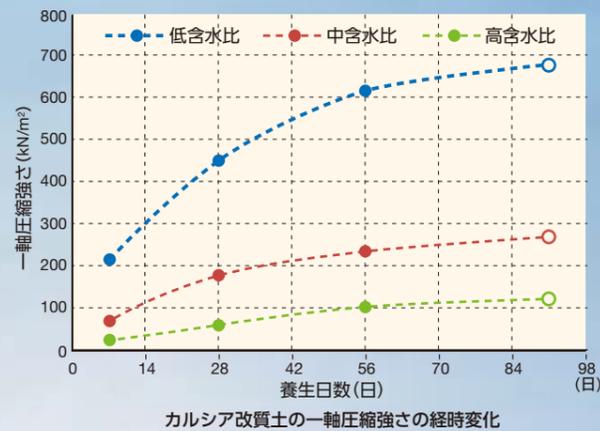
特長① 軟弱な浚渫土の強度が改善されます

浚渫土のシリカ分・アルミナ分とカルシア改質材からのf-CaOが水和固化して、カルシウムシリケート系水和物 (C-S-H) やカルシウムアルミネート系水和物 (AFm) が形成されて固化します。

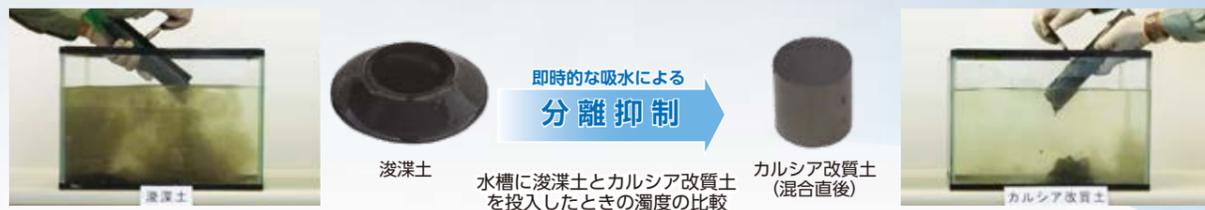


強度発現は以下の要因により変動します。詳細設計の検討には、事前使用する材料を用いた配合試験を行うことが望まれます。

- 浚渫土の
 - ・含水比
 - ・細粒分含有率
 - ・有機分含有量
 - ・シリカ溶出量
- カルシア改質材の
 - ・カルシウム溶出量
 - ・粒度分布
 - ・配合量
- 養生条件 (時間、温度、気中/水中)
 - 強度増進材の添加



特長② 濁りの発生が抑制されます



特長③ 法面勾配の形成が可能です

特長④ 液状化に抵抗できます

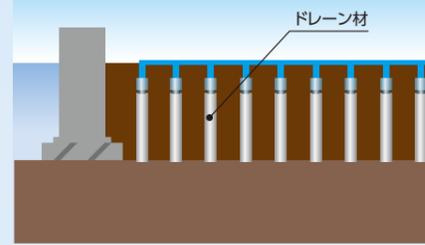
特長⑤ 安全性が確保されています (環境安全品質、pH 上昇抑制、生物影響)

特長⑥ 耐久性を有します (海水中において長期的な劣化が生じません)

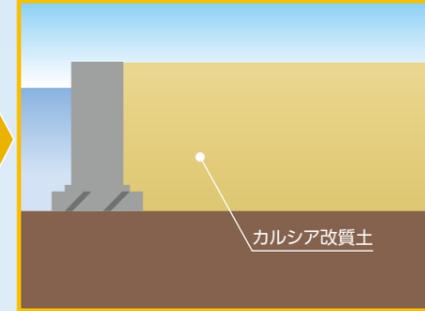
カルシア改質土の特長が活かされる用途

■ 埋立柱

浚渫土を使用する場合



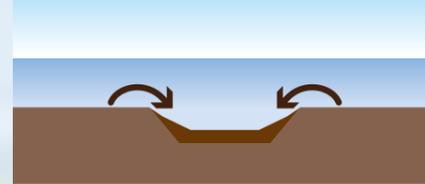
圧密促進による強度改善に長期間を要する



- 強度発現が早く、圧密沈下も小さいため、埋立柱工期の短縮が可能です。
- 早期に強度を必要とする裏埋部や非液状化を要求する箇所に適用すると効果的です。
- 重金属の溶出のない安全な地盤が形成できます。

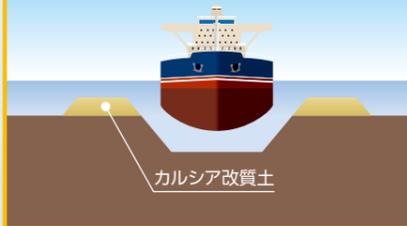
■ 航路埋没対策用材

現状



航路に周辺の土砂が流入
土砂処分場への投入ができないと浚渫が不可能

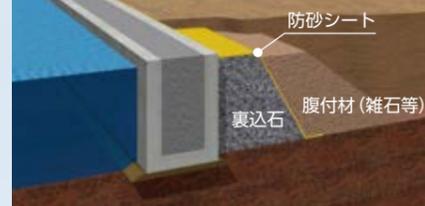
カルシア改質土で潜堤を築造



- 航路の浚渫で発生した土砂処分場への搬送が不要となり、潜堤材に活用することにより、航路への土砂の流入を防止することも可能です。
- 潜堤の表面に石や砂を載せ、生物との共生の場を設けることもできます。

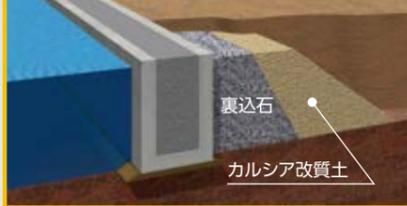
■ 腹付け材

現状



埋立柱の吸出し防止のため、防砂シートが必要。防砂シートの劣化にともない、埋立柱が吸出され、陥没等の問題が発生する恐れあり。

カルシア改質土を使用した場合

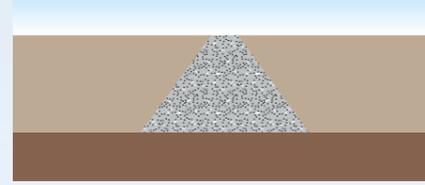


裏埋部に適用することで、安価で高性能の埋立柱地盤が造成可能。

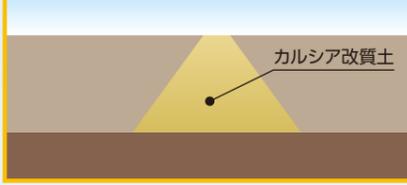
- 裏埋部の液状化が抑制されます。
- カルシア改質土は難透水性のため、裏埋土の吸出しが生じません。
- 裏込石均しや防砂シートが不要になり、安価な施工が可能です。

■ 中仕切り堤材

現状



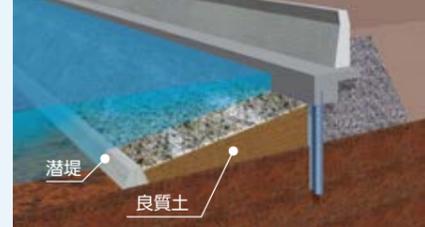
カルシア改質土を使用した場合



- 埋立の中仕切り堤材にカルシア改質土を使用することで、浚渫土を有効活用することができます。

■ 環境修復用材 (浅場・干潟基盤材、深堀窪地埋戻し材)

現状

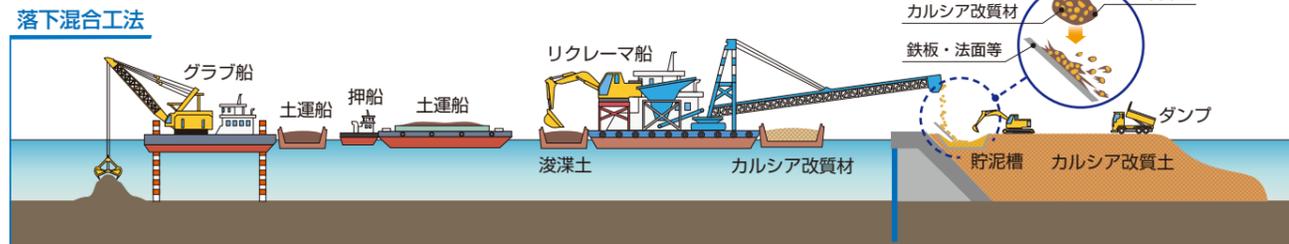
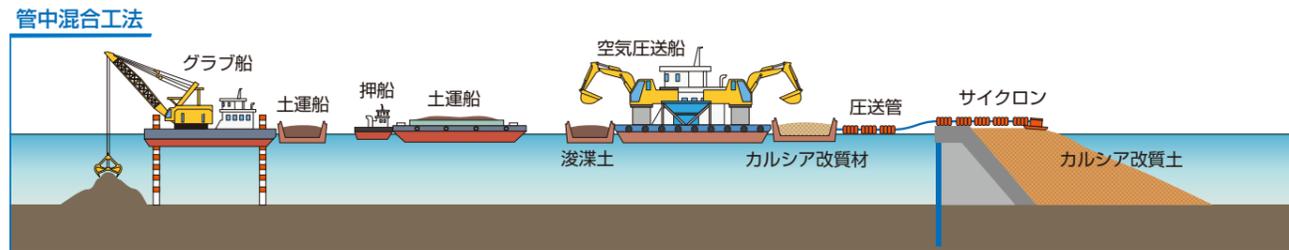
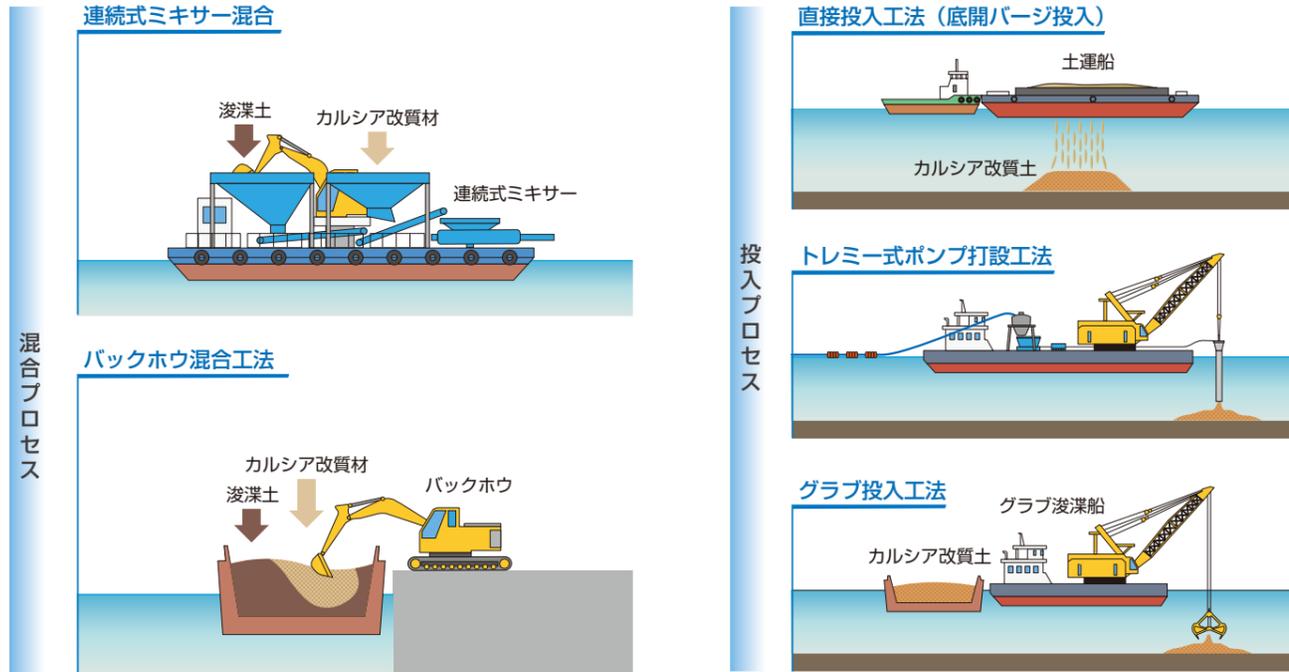


カルシア改質土を使用した場合



- 法面の形成が可能です。
- 中詰め材や深堀窪地埋戻し材にカルシア改質土を使用することで、浚渫土を有効活用することができます。
- 天然砂や天然石は表層部のみに使用することで、天然資源の保護に寄与できます (天然資源を保護)。

カルシア改質土の施工方法



● 施工状況



バックホウ混合工法



管中混合工法



落下混合工法

カルシア改質土の 公的評価

マニュアル類



- 港湾・空港・海岸等におけるカルシア改質土利用技術マニュアル (一財)沿岸技術研究センター 2017年2月



- 水産公共関連民間技術確認審査・評価報告書 カルシア改質技術 (一社)漁港漁場新技術研究会 2017年10月



- カルシア改質土工法 積算マニュアル (第2版Ver.2.1) カルシア改質土研究会 2021年8月

環境省 環境技術実証事業 (ETV 事業)

- 実証番号 090-0901 転炉系製鋼スラグ製品による沿岸域の環境改善技術 (2010年)

【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、浚渫土の強度増強効果が認められた。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。

- 実証番号 090-0902 製鋼スラグを用いた藻場造成・水質改善技術 (2010年)

【実証試験の結論】

① 製鋼スラグを用いた藻場造成水質改善技術 鉄イオンの溶出 (東扇島入り江)

製鋼スラグと浚渫土の混合材による複合的效果については、設置による水環境の悪化は認められず、浚渫土の強度増強効果が確認され、りん酸イオンの吸着効果と硫化物イオンの捕捉効果が示唆された。また、冬季の試験区で二価鉄が高くなる傾向となり、大型海藻類のアカモクやワカメの生長促進効果が限定的に確認された。

② 製鋼スラグを用いた藻場造成水質改善技術 DOの低下抑制 (浅野運河)

製鋼スラグ製品を閉鎖性海域の海底に設置した場合、直上水のpHに影響を及ぼしていないことが確認された。また、水質調査、溶出試験により、製鋼スラグ製品によるりん酸イオンの吸着効果と硫化物イオンの捕捉効果が示唆されたが、明確なDOの低下抑制効果の確認には至らなかった

新技術登録・その他認定

- NETIS (国土交通省 新技術情報提供システム) 登録 CBK-150001-VR カルシア改質土 (2015年)
- 東京都港湾局新材料・新工法 DB 登録 30002 カルシア改質土 (副題: 浚渫土活用技術) (2018年)
- (一社) 全国水産技術者協会 漁場環境修復技術基本認定 第26001号 (2014年)

■ 施工実績一覧

| | 名称および実行者 | 施工時期 | 施工場所 | 施工数量 (m ³) | 施工概要 |
|----|--|-----------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 1 | 経産省補助金事業スラグ利用による研究開発 (日本鉄鋼連盟) | 2007年10月 | 大阪府堺北泊地 | 3,600 | 浅場造成 連続式ミキサ混合・トレミー投入 |
| 2 | 阪南二区実海域実験 (鉄鋼スラグ協会) | 2008年1月 | 大阪府阪南二区 | 3 | 干潟材料設置 バックホウ混合・バックホウ投入 |
| 3 | 城南島 ETV 実証 (新日本製鐵 (株)、JFE スチール (株)) | 2008年4月 | 東京都城南島 | 910 | 浅場造成 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 4 | 川崎東扇島 ETV 実証 (JFE スチール (株)、JFE ミネラル (株)) | 2009年8月 | 神奈川県川崎市東扇島 | 14 | 浅場造成 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 5 | 東京湾藻礁石材設置工事 (国土交通省関東地方整備局) | 2009年11月～2010年3月 | 千葉県安房郡鋸南町保田 | 12,500 | 藻礁の基盤材造成 パッチ式ミキサ混合・トレミー管投入 |
| 6 | 味野湾環境改善試験工事 (国土交通省中国地方整備局) | 2010年7月～10月 | 倉敷市児島沖合 | 5,000 | 窪地埋戻し バックホウ混合・グラブ投入 |
| 7 | 伊雑ノ浦干潟試験 (伊雑ノ浦地区漁場再生協議会) | 2011年2月 | 三重県伊雑ノ浦 | 70 | 干潟造成 バックホウ混合・バックホウ投入 |
| 8 | 博多湾港堤築造工事 (国土交通省九州地方整備局) | 2011年3月～9月 | 福岡市東区西戸崎地区地先 | 400 | 潜堤造成 グラブ混合・グラブ投入 |
| 9 | 君津西護岸沖浅場造成工事 (新日本製鐵 (株)) | 2011年6月～8月 | 千葉県君津市 | 16,540 | 窪地埋戻し、および浅場造成 バックホウ混合・直接投入 |
| 10 | 水島港玉島ハーバーアイランド沖土砂処分場試験工事 (国土交通省中国地方整備局) | 2011年8月～9月 | 岡山県水島港玉島ハーバーアイランド沖 | 3,100 | 浅場造成 バックホウ混合・直接投入 |
| 11 | 東海元浜ふ頭公有水面埋立工事 (新日本製鐵 (株)、新日鐵住金 (株)) | 2012年4月～5月、2013年4月～9月 | 愛知県東海市 | 473,000 | 埋立地造成 管中混合および落下混合 |
| 12 | 名古屋港鍋田ふ頭航路泊地 (-12m) 浚渫工事 (国土交通省中部地方整備局) | 2012年8月～9月 | 愛知県常滑市鬼崎漁港地先 | 67,500 | 埋立地造成 管中混合 |
| 13 | 堺2区 (北泊地) 海域環境改善実験事業における盛土にカルシア改質土を活用した実験 (日本鉄鋼連盟) | 2012年10月 | 大阪府堺市堺浜 | 200 | 人工海浜の基盤材造成 管中混合 |
| 14 | 君津西護岸沖浅場造成工事 (千葉県漁業協同組合連合会、君津市、新日鐵住金 (株)) | 2013年5月～8月 | 千葉県君津市 | 40,022 | 窪地埋戻し、および浅場造成 バックホウ混合・直接投入 |
| 15 | 君津西護岸沖浅場造成工事 (千葉県漁業協同組合連合会、君津市、新日鐵住金 (株)) | 2014年5月～8月 | 千葉県君津市 | 57,113 | 窪地埋戻し、および浅場造成 バックホウ混合・直接投入 |
| 16 | 君津西護岸沖浅場造成工事 (千葉県漁業協同組合連合会、君津市、新日鐵住金 (株)) | 2015年5月～8月 | 千葉県君津市 | 53,467 | 窪地埋戻し、および浅場造成 バックホウ混合・直接投入 |
| 17 | 姫路市網干地区カルシア浅場実験区造成工事 (その1) (新日鐵住金 (株)) | 2015年7月～10月 | 兵庫県姫路市網干沖 | 10,100 | 浅場造成 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 18 | 君津西護岸沖浅場造成工事 (千葉県漁業協同組合連合会、君津市、新日鐵住金 (株)) | 2016年5月～8月 | 千葉県君津市 | 50,348 | 窪地埋戻し、および浅場造成 バックホウ混合・直接投入 |
| 19 | 航路埋没対策用潜堤築造実験 (国土交通省九州地方整備局) | 2016年5月～9月 | 大分県中津港 | 850 | 浅場造成 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 20 | 君津西護岸沖浅場造成工事 (千葉県漁業協同組合連合会、君津市、新日鐵住金 (株)) | 2017年5月～8月 | 千葉県君津市 | 46,097 | 窪地埋戻し、および浅場造成 バックホウ混合・直接投入 |
| 21 | 姫路市網干地区カルシア浅場実験区造成工事 (その2) (新日鐵住金 (株)) | 2017年5月～9月 | 兵庫県姫路市網干沖 | 52,600 | 浅場造成 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 22 | 東予港中央地区岸壁 (-7.5m) 築造工事改良工事 (国土交通省四国地方整備局) | 2017年8月～9月 | 愛媛県西条市 | 12,000 | 埋立地造成 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 23 | 君津西護岸沖浅場造成工事 (千葉県漁業協同組合連合会、君津市、新日鐵住金 (株)) | 2018年5月～8月 | 千葉県君津市 | 42,802 | 窪地埋戻し、および浅場造成 バックホウ混合・直接投入 |

| | 名称および実行者 | 施工時期 | 施工場所 | 施工数量 (m ³) | 施工概要 |
|----|--|------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 24 | 姫路市網干地区カルシア浅場実験区造成工事 (その3) (新日鐵住金 (株)) | 2018年7月～9月 | 兵庫県姫路市網干沖 | 37,100 | 浅場造成 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 25 | 鹿島港外港地区南防波堤築造工事 (関東地方整備局) | 2018年9月～2020年6月 | 茨城県鹿嶋市 | 31,842 | ケーソン中詰材 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 26 | 姫路工場南棧橋付近浚渫工事 (民間) | 2019年4月～9月 | 兵庫県姫路市 | 14,700 | 増殖礁マウンド造成 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 27 | 君津西護岸沖浅場造成工事 (千葉県漁業協同組合連合会、君津市、日本製鐵 (株)) | 2019年5月～8月 | 千葉県君津市 | 43,206 | 窪地埋戻し、および浅場造成 バックホウ混合・直接投入 |
| 28 | 函館港若松地区 -10m 泊地浚渫工事 (北海道開発局) | 2019年6月～2020年2月 | 北海道函館港 | 50,060 | 水中盛土造成 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 29 | 函館港 -10m 泊地浚渫工事 (北海道開発局) | 2019年10月～2020年3月 | 北海道函館港 | 36,250 | 水中盛土造成 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 30 | 鹿島港外港地区南防波堤築造工事 (関東地方整備局) | 2019年10月～2021年3月 | 茨城県鹿嶋市 | 32,076 | ケーソン中詰材 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 31 | 函館港若松地区泊地浚渫工事 (北海道開発局) | 2019年11月～2020年3月 | 北海道函館港 | 24,614 | 水中盛土造成 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 32 | 函館港泊地浚渫工事 (北海道開発局) | 2020年4月～8月 | 北海道函館港 | 58,230 | 水中盛土造成 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 33 | 君津西護岸沖浅場造成工事 (千葉県漁業協同組合連合会、君津市、日本製鐵 (株)) | 2020年5月～8月 | 千葉県君津市 | 43,804 | 窪地埋戻し、および浅場造成 バックホウ混合・直接投入 |
| 34 | 函館港若松地区 -10m 泊地浚渫工事その他工事 (北海道開発局) | 2020年6月～12月 | 北海道函館港 | 60,000 | 水中盛土造成 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 35 | 新本牧ふ頭建設工事 (その13) (横浜市) | 2021年1月～3月 | 神奈川県横浜市中区本牧ふ頭地先 | 87,240 | 潜堤造成 落下混合・グラブ投入 |
| 36 | 新本牧ふ頭建設工事 (その14) (横浜市) | 2021年1月～4月 | 神奈川県横浜市中区本牧ふ頭地先 | 73,098 | 潜堤造成 落下混合・グラブ投入 |
| 37 | 福山港箕沖地区航路・泊地 (-10m) 浚渫等工事 (中国地方整備局) | 2021年3月～11月 | 福山市箕沖地区地先 | 8,361 | 裏埋工 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 38 | 函館港若松地区泊地浚渫工事 (北海道開発局) | 2021年4月～10月 | 北海道函館市 | 66,448 | 水中盛土造成 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 39 | 徳山下松港土砂処分場付帯施設工事 (中国地方整備局) | 2021年4月～11月 | 山口県周南市開成町地先 | 12,499 | 干潟潜堤造成 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 40 | 君津西護岸沖浅場造成工事 (千葉県漁業協同組合連合会、君津市、日本製鐵 (株)) | 2021年5月～8月 | 千葉県君津市 | 43,683 | 窪地埋戻し、および浅場造成 バックホウ混合・直接投入 |
| 41 | 函館港若松地区 -10m 泊地浚渫工事 (北海道開発局) | 2021年8月～2022年1月 | 北海道函館市 | 51,709 | 水中盛土造成 バックホウ混合・グラブ投入 |
| 42 | 函館港 -10m 泊地浚渫工事 (北海道開発局) | 2021年10月～2022年3月 | 北海道函館市 | 53,414 | 水中盛土造成、落下混合・トレミー投入 バックホウ混合・グラブ投入 |

カルシア改質土 施工事例

施工事例 1 埋立用材としての適用事例 東海元浜ふ頭公有水面埋立工事

| | |
|-----------|---|
| 1. 目的 | 埋立地盤造成 |
| 2. 発注者 | 新日鐵住金(株) |
| 3. 施工場所 | 愛知県東海市 |
| 4. 施工時期 | 東地区 平成 24 年 4 月～5 月 西地区 平成 25 年 4 月～9 月 |
| 5. 施工数量 | 東地区 38,000m ³ 西地区 427,000m ³ |
| 6. 配合・材料 | カルシア改質材混合割合：容積混合率25% 浚渫土：名古屋港浚渫土 カルシア改質材：新日鐵住金(株)名古屋製鉄所製造 |
| 7. 設計基準強度 | q _{UCk} =30kN/m ² (現場)、現場/室内強度比=0.5、不良率25% |
| 8. 施工方法 | 管中混合および落下混合 |



■ 原料土の物理特性 (事前混合試験時の平均値)

| 土粒子密度 (g/cm ³) | 含水比 (%) | 液性限界 (%) | 塑性指数 | 細粒分含有率 (%) | 強熱減量 IL (%) |
|----------------------------|---------|----------|------|------------|-------------|
| 2.65 | 122 | 84.2 | 49.0 | 60.1 | 10.1 |

■ カルシア改質材 (3工事平均値)

| 表乾密度 (g/cm ³) | 最大粒径 (mm) |
|---------------------------|-----------|
| 2.63 | 3.8 |

■ カルシア改質材の一軸圧縮強さ (西地区工事、28日後室内強度、N=245)

| 平均一軸圧縮強さ (kN/m ²) | 変動係数 | 不良率 (%) |
|-------------------------------|------|---------|
| 107 | 0.48 | 16 |

施工事例 2 埋立用材としての適用事例 名古屋港鍋田ふ頭航路泊地浚渫工事

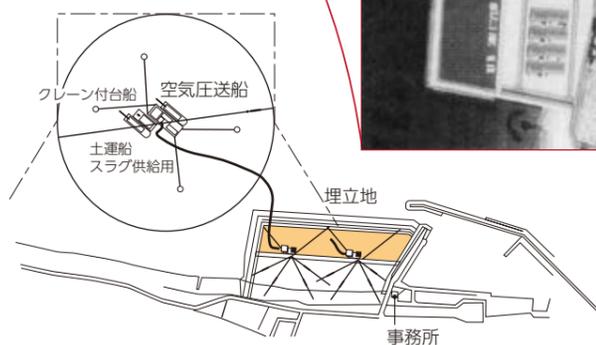
| | |
|----------|---|
| 1. 目的 | 埋立地盤造成 |
| 2. 発注者 | 国土交通省中部地方整備局 |
| 3. 施工場所 | 愛知県常滑市鬼崎漁港地先 |
| 4. 施工時期 | 平成 24 年 6 月～9 月 |
| 5. 施工数量 | 約 67,500m ³ |
| 6. 配合・材料 | カルシア改質土混合割合：容積混合率 30% 使用土砂：名古屋港鍋田ふ頭航路泊地浚渫土 |



■ 浚渫土の物理特性

| 湿潤密度 (g/cm ³) | 自然含水比 (%) | 土粒子密度 (g/cm ³) | 細粒分含有率 (%) | 液性限界 (%) |
|---------------------------|-----------|----------------------------|------------|----------|
| 1.681 | 45.4 | 2.660 | 82.1 | 43.9 |

| | |
|---------|------|
| 7. 施工方法 | 管中混合 |
|---------|------|



施工事例 3 埋立用材としての適用事例 東予港中央地区岸壁(-7.5m)築造工事

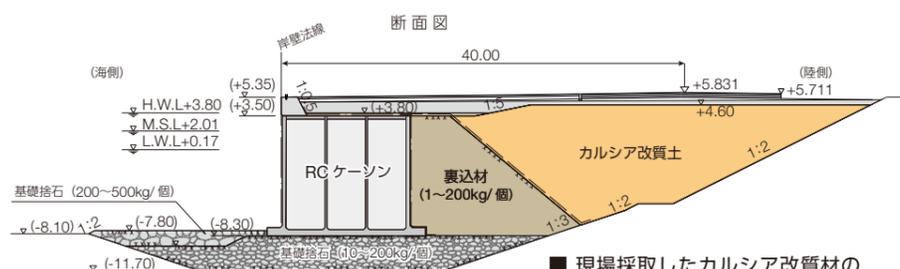
| | |
|-----------|---|
| 1. 目的 | 耐震強化岸壁の裏埋部地盤造成 |
| 2. 発注者 | 国土交通省四国地方整備局松山港湾・空港整備事務所 |
| 3. 施工場所 | 愛媛県西条市 |
| 4. 施工時期 | 平成 29 年 8 月～9 月 |
| 5. 施工数量 | カルシア改質土 12,000m ³ |
| 6. 配合・材料 | カルシア改質材混合割合：容積混合率30% 浚渫土：東予港浚渫土 カルシア改質材：新日鐵住金(株)八幡製鉄所製造 |
| 7. 設計基準強度 | q _{UCk28} =100kN/m ² (現場)、現場/室内強度比=0.5、不良率25% |
| 8. 施工方法 | バックホウ混合・グラブ投入 |



施工状況



施工状況



■ 現場採取したカルシア改質材の一軸圧縮強さ (施工3ヶ月後、N=10)

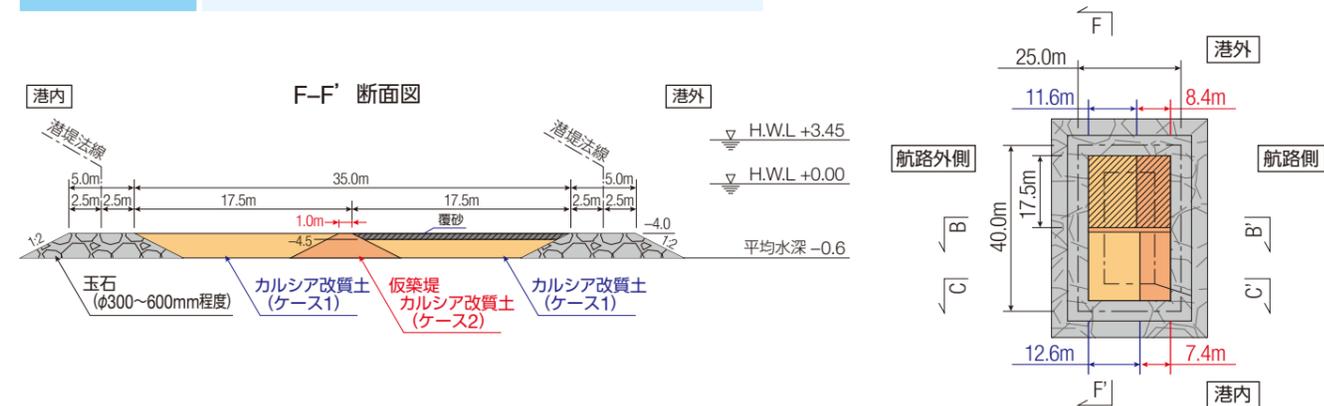
| 一軸圧縮強さ平均値 (kN/m ²) | 変動係数 |
|--------------------------------|------|
| 324 | 0.56 |

施工事例 4 潜堤材としての適用事例 中津港(田尻地区)潜堤試験工事

| | |
|----------|---|
| 1. 目的 | カルシア改質土およびカルシア人工石による試験潜堤の造成 |
| 2. 発注者 | 国土交通省九州地方整備局別府港湾事務所 |
| 3. 施工場所 | 大分県中津市中津港 (田尻地区) |
| 4. 施工時期 | 平成 28 年 6 月～7 月 |
| 5. 施工数量 | カルシア改質土 850m ³ カルシア人工石 10m ³ |
| 6. 配合・材料 | カルシア改質土混合割合：容積混合率30% 浚渫土：中津港浚渫土 カルシア改質材：新日鐵住金(株)大分製鉄所製造 |
| 7. 施工方法 | バックホウ混合・グラブ投入 (カルシア改質土) |

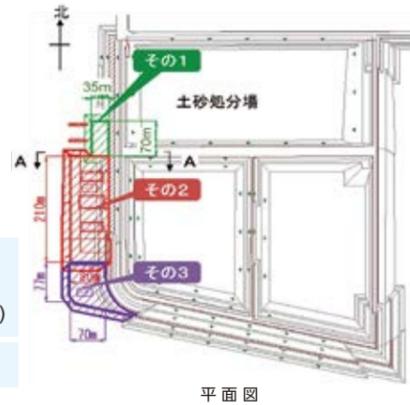


混合状況

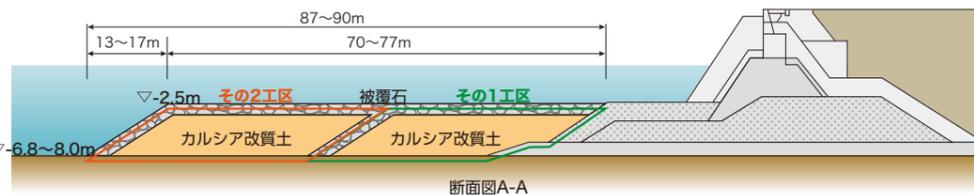


施工事例 5 浅場造成用材としての適用事例 姫路市網干地区浅場実験区造成

| | |
|-----------|--|
| 1. 目的 | 姫路市網干海域におけるカルシア改質土による漁場造成 |
| 2. 発注者 | 新日鐵住金(株) |
| 3. 施工場所 | 兵庫県姫路市姫路港 |
| 4. 施工時期 | 平成27年7月～平成30年9月(その1～その3工事実施) |
| 5. 施工数量 | カルシア改質土 99,800m ³ 、スラグ人工石 34,000m ³ |
| 6. 配合・材料 | カルシア改質材混合割合：容積混合率 30% 浚渫土：姫路港広畑航路浚渫土 カルシア改質材：粒径0-25mm(新日鐵住金(株)広畑製鉄所製造) |
| 7. 設計基準強度 | q _{Uck28} =28kN/m ² (現場強度)、現場/室内強度比=0.5、不良率25% |
| 8. 施工方法 | グラブ浚渫・バックホウ混合(岸壁混合)・グラブ投入 |



| ■ 原料土の物理特性 (3工事の事前混合試験時の平均値) | | | | | | ■ カルシア改質材 (3工事平均値) | | ■ カルシア改質材の一軸圧縮強さ、フロー値 (3工事平均、28日後室内強度、N=74) | | | |
|------------------------------|---------|----------|------|------------|-------------|---------------------------|-----------|---|------|---------|-----------|
| 土粒子密度 (g/cm ³) | 含水比 (%) | 液性限界 (%) | 塑性指数 | 細粒分含有率 (%) | 強熱減量 IL (%) | 表乾密度 (g/cm ³) | f-CaO (%) | 平均一軸圧縮強さ (kN/m ²) | 変動係数 | 不良率 (%) | フロー値 (cm) |
| 2.63 | 255 | 142 | 94 | 98.6 | 11.8 | 2.63 | 3.8 | 114 | 0.31 | 2.7 | 8.8 |



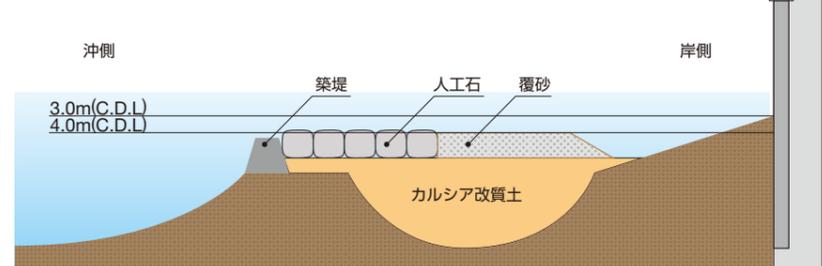
浅場へのワカメの繁茂

施工事例 6 深掘れ産地の埋戻し用材としての適用事例 君津浅場造成工事

| | |
|----------|---|
| 1. 目的 | 浅場造成を目的とし、窪地の埋戻し材としてカルシア改質土を適用 |
| 2. 発注者 | 千葉県漁業協同組合連合会、君津市、日本製鉄(株) |
| 3. 施工場所 | 千葉県君津市日本製鉄(株)東日本製鉄所西護岸沖 |
| 4. 施工時期 | 平成25年～令和3年(9ヶ年) ※カルシア改質土施工時期:5月～8月 |
| 5. 施工数量 | 約420,000m ³ (約480m×160m×最大厚さ5.8m) |
| 6. 配合・材料 | カルシア改質材混合割合：容積混合率30% 使用土砂：近隣の浚渫土 カルシア改質材：粒径0-5mm(日本製鉄(株)東日本製鉄所(君津)製造) |
| 7. 施工方法 | バックホウ混合・直接投入 |

| ■ 浚渫土の物理特性 | | | | | ■ カルシア改質材の物理特性 | |
|----------------------------|---------------------------|-----------|----------|------------|---------------------------|---------|
| 土粒子密度 (g/cm ³) | 湿潤密度 (g/cm ³) | 自然含水比 (%) | 液性限界 (%) | 細粒分含有率 (%) | 表乾密度 (g/cm ³) | 吸水率 (%) |
| 2.663 | 1.303 | 141.7 | 103.8 | 95.6 | 3.08 | 4.18 |

■ 浅場の断面図 (平成23年施工区を例に)



注) 水深は大潮の平均的な干潮面を基準としています (C.D.L)



施工状況

施工事例 7 水中盛土としての適用事例 函館港西防波堤背面盛土造成

| | |
|-----------|--|
| 1. 目的 | 防波堤背面盛土造成、窪地埋戻し |
| 2. 発注者 | 国土交通省北海道開発局函館開発建設部 |
| 3. 施工場所 | 北海道函館市函館港 |
| 4. 施工時期 | 令和元年6月～令和4年(令和4年3月現在(8工事実施)) |
| 5. 施工数量 | カルシア改質土400,700m ³ 、カルシア人工石20m ³ (令和4年3月現在(8工事合計)) |
| 6. 配合・材料 | カルシア改質材混合割合：容積混合率20～22% 浚渫土：函館港若松地区クルーズ船泊地浚渫土 カルシア改質材：粒径0-25mm(日本製鉄(株)九州製鉄所、名古屋製鉄所) |
| 7. 設計基準強度 | q _{Uck28} = 10kN/m ² (一般部)、25kN/m ² (基礎部)、現場/室内強度比=0.5、不良率25% |
| 8. 施工方法 | グラブ浚渫・バックホウ混合(一部落下混合・トレミー管投入) |



土砂投入工



土砂改良工



| ■ 原料土の物理特性 (事前配合試験平均値) | | | | | | ■ カルシア改質材の物理特性 (全工事平均値) | | ■ カルシア改質土の一軸圧縮強さとフロー (全工事平均、28日後室内強度) | | |
|----------------------------|---------|----------|------|------------|----------|---------------------------|-----------|---------------------------------------|---------|-----------|
| 土粒子密度 (g/cm ³) | 含水比 (%) | 液性限界 (%) | 塑性指数 | 細粒分含有率 (%) | 強熱減量 (%) | 表乾密度 (g/cm ³) | f-CaO (%) | 平均一軸圧縮強さ (kN/m ²) | 不良率 (%) | フロー値 (cm) |
| 2.62 | 66.1 | 64.3 | 25.2 | 90.5 | 7.3 | 九州 2.99 | 3.9 | 平均値 203 | 3.9 | 8.5 |
| | | | | | | 名古屋 2.87 | 7.9 | 変動係数 57% | - | 9% |

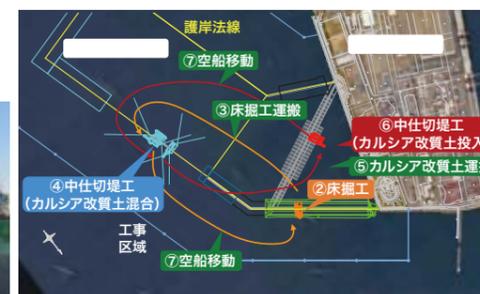
施工事例 8 中仕切堤築堤用材としての適用事例 新本牧ふ頭中仕切潜堤築造工事

| | |
|-----------|--|
| 1. 目的 | 新本牧ふ頭建設工事 カルシア改質土による中仕切潜堤築造 |
| 2. 発注者 | 横浜市港湾局 |
| 3. 施工場所 | 横浜市中区本牧ふ頭地先公有水面 |
| 4. 施工時期 | 令和3年1月～令和3年4月(2工事実施) |
| 5. 施工数量 | カルシア改質土160,300m ³ |
| 6. 配合・材料 | カルシア改質材混合割合：容積混合率20% 浚渫土：床掘土(SCP盛上り土) カルシア改質材：日本製鉄(株)東日本製鉄所(君津) JFEスチール(株)東日本製鉄所(千葉) |
| 7. 設計基準強度 | q _{Uck28} = 50kN/m ² (現場強度)、現場/室内強度比=0.5、不良率25% |
| 8. 施工方法 | グラブ床掘・落下混合・グラブ投入 |

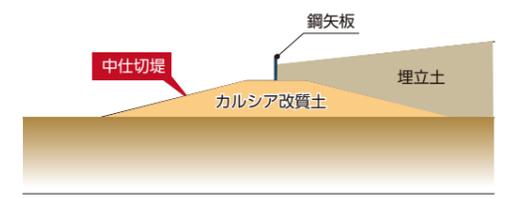
| ■ 原料土の物理特性 (2工事平均値) | | | | | | ■ カルシア改質材の物理特性 (2工事平均値) | | | | ■ カルシア改質土の一軸圧縮強さとフロー (2工事平均、28日室内強度、室内設計強度131kN/m ²) | | | |
|----------------------------|---------|----------|------|------------|----------|---------------------------|---------|-----------|-----------|--|-------------------------------|---------|-----------|
| 土粒子密度 (g/cm ³) | 含水比 (%) | 液性限界 (%) | 塑性指数 | 細粒分含有率 (%) | 強熱減量 (%) | 表乾密度 (g/cm ³) | 吸水率 (%) | 最大粒径 (mm) | f-CaO (%) | 平均密度 (g/cm ³) | 平均一軸圧縮強さ (kN/m ²) | 不良率 (%) | フロー値 (cm) |
| 2.71 | 54.7 | 36.5 | 13.3 | 25.4 | 4.5 | 日本製鉄(株) 2.99 | 4.8 | 5 | 3.7 | 1.84 | 629 | 4.4 | 2.7 |
| | | | | | | JFEスチール(株) 3.14 | 4.7 | 9.5 | 5.4 | | | | |



カルシア落下混合船



平面図



中仕切堤部 断面図