

カルシア改質土

2015年6月18日
カルシア改質土研究会

軟弱浚渫土にカルシア改質材を添加することで改質し、利活用する技術



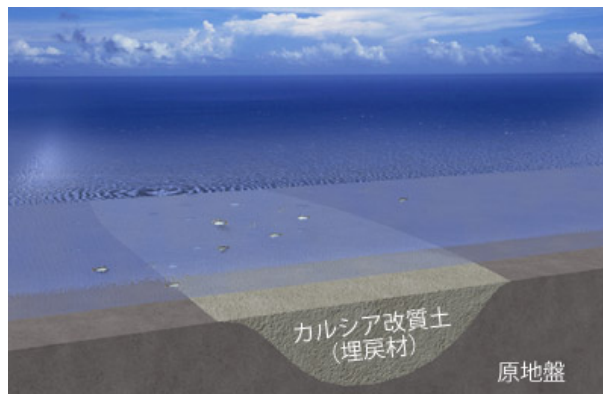
【カルシア改質土研究会】

目的：カルシア改質土技術の健全な発展を図り、社会基盤の整備拡充に寄与
会員会社

新日鉄住金、JFEスチール、神戸製鋼所、日新製鋼、
五洋建設、東亜建設工業、東洋建設、若築建設、不動テトラ、みらい建設工業

深掘れ窪地埋戻

埋戻効果の安定的維持

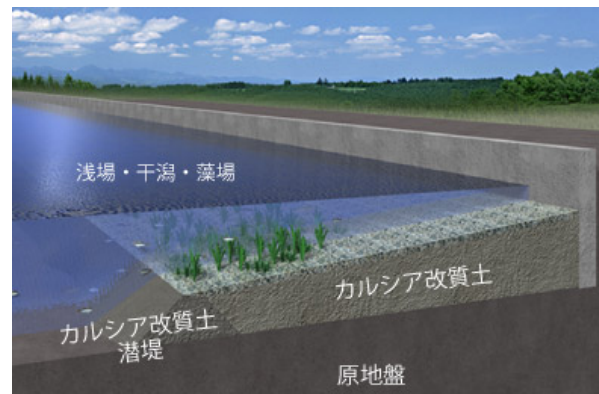


<特徴>

- ・波浪や潮流に対する巻上り, 濁り, 流出抑制
- ・覆砂の沈込み抑制
- ・赤潮, 青潮原因であるP, Sの発生抑制

浅場・干潟

安定した藻場礁,
漁礁の形成

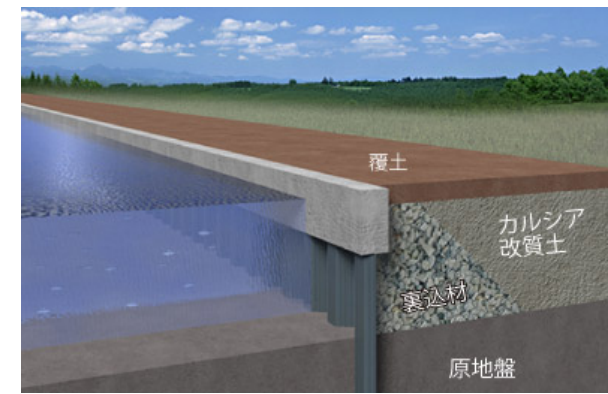


<特徴>

- ・波浪や潮流に対する巻上り, 濁り, 流出抑制
- ・覆砂, 藻場造成材の沈込み抑制
- ・赤潮, 青潮原因であるP, Sの発生抑制

埋立

工期短縮, コスト削減
による埋立造成



<特徴>

- ・埋立工期短縮, 埋立コスト削減
- ・沈下抑制

港湾の浚渫工事により継続的に発生する浚渫土の処分

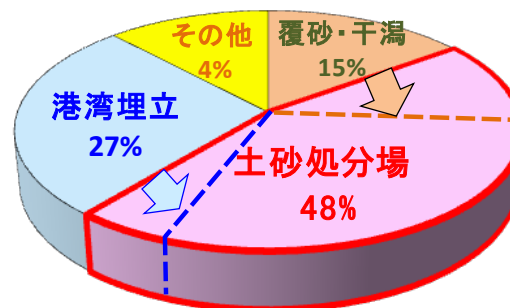
浚渫土の発生状況



年間1,500万m³



浚渫土の利活用状況



土砂処分場の容量不足

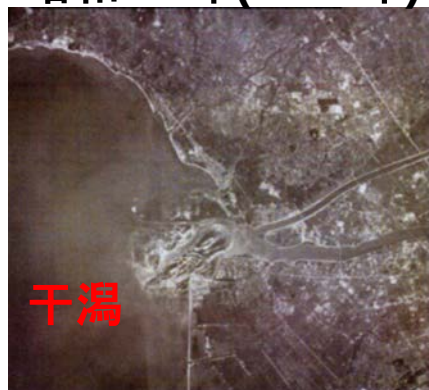
【行政課題】
浚渫土利用促進

軟弱浚渫土
活用困難

海域の人為改変による海域環境悪化

三河湾 豊川河口の例

昭和44年(1968年)



平成13年(2001年)



- ・干潟の減少による海域浄化能力低下
- ・海底の深掘り窪地が青潮発生の原因

【行政課題】
海域環境修復

- ・人工干潟や浅場の造成
- ・深掘り窪地の埋戻

軟弱浚渫土活用の課題

課題1

施工後も波浪や船舶航行により巻き上がりや流失発生。沈下による変形、覆砂の潜り込み。

⇒強度向上が必要

課題2

投入施工時の濁り発生

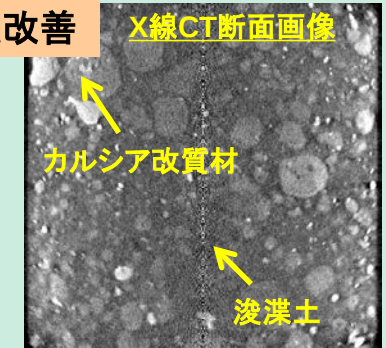
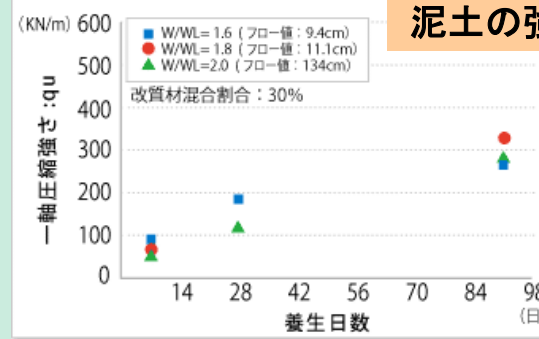
⇒濁り抑制が必要

課題3

リンや硫化物が溶出
(赤潮、青潮の発生が懸念)

⇒リンや硫化物の溶出抑制が必要

カルシア改質土の特徴



浚渫土



濁り発生

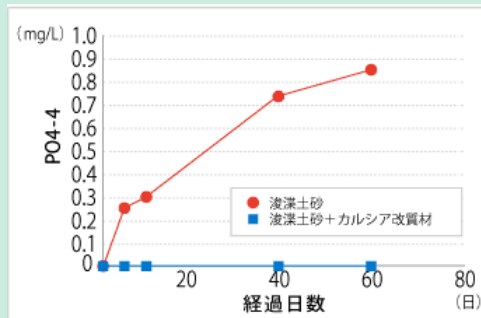


改質土

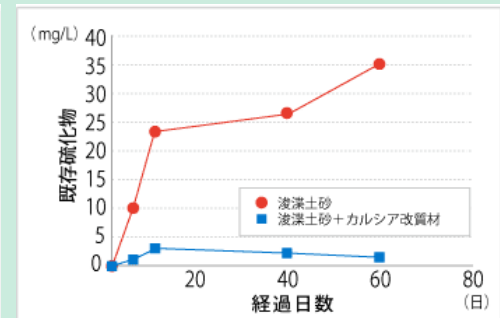


濁り抑制

濁りの発生抑制



リン酸の抑制効果 (赤潮の発生抑制)



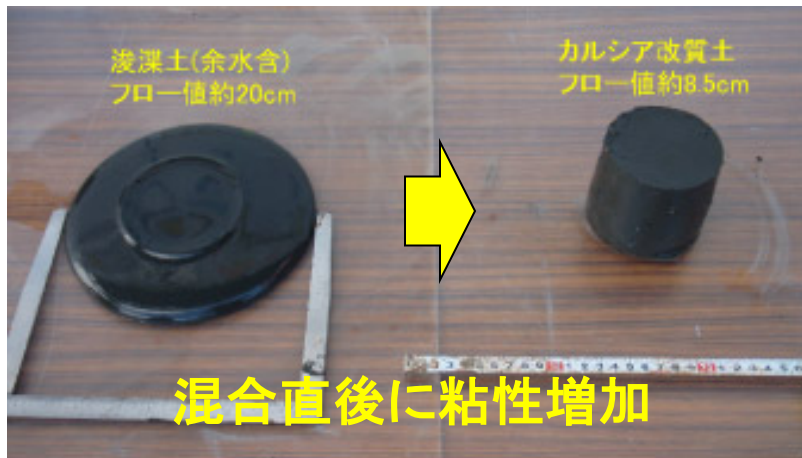
硫化物の抑制効果 (青潮の発生抑制)

リン・硫化物の発生抑制 ⇒ 赤潮・青潮発生抑制



浚渫土

カルシア改質土



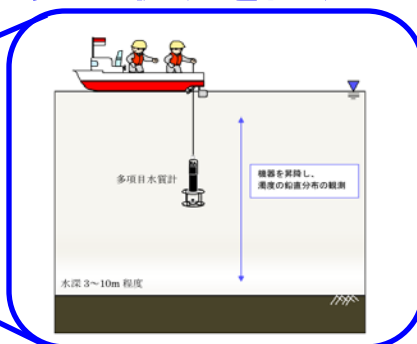
シリンダーフロー試験の比較

【実証試験概要】

全開バージ投入状況



施工時の濁り発生状況を計測

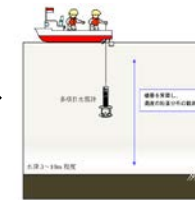


【室内試験結果】

	浚渫土	カルシア
混合率	0%	30%
フロー値	14.3cm	8.8cm
湿潤密度	1.32g/cm ³	1.71g/cm ³
実験状況		
落下速度	0.49m/s	0.83m/s
濁り発生量	24.8g	6.7g

濁り発生量が3割に低減

【施工時の濁り抑制効果の実海域計測結果】



	浚渫土単独		カルシア改質土	
	平面	断面	平面	断面
投入直後				
30分後				
1時間後				

濁り発生量が3割程度に低減

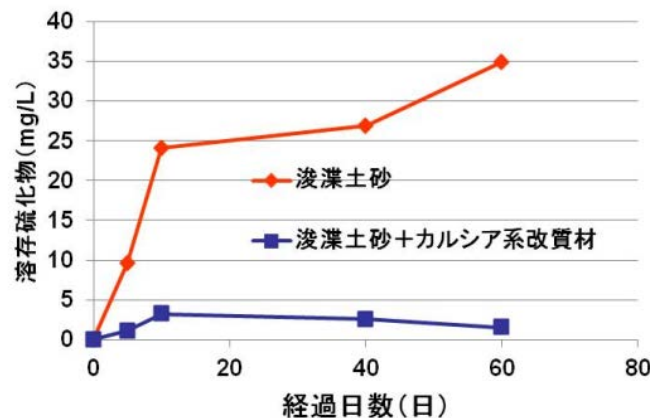
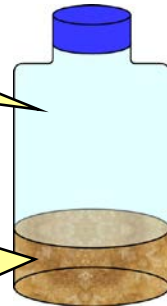
※図中の数値はSS(mg/l)

青潮発生抑制効果

【室内試験】

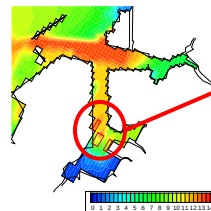
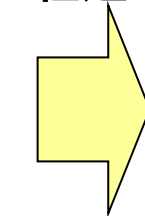
窒素ガスで酸素を
パージした海水
(本実験: 人工海水)

浚渫土砂(+グルコース)
or
カルシア改質土
(+グルコース)



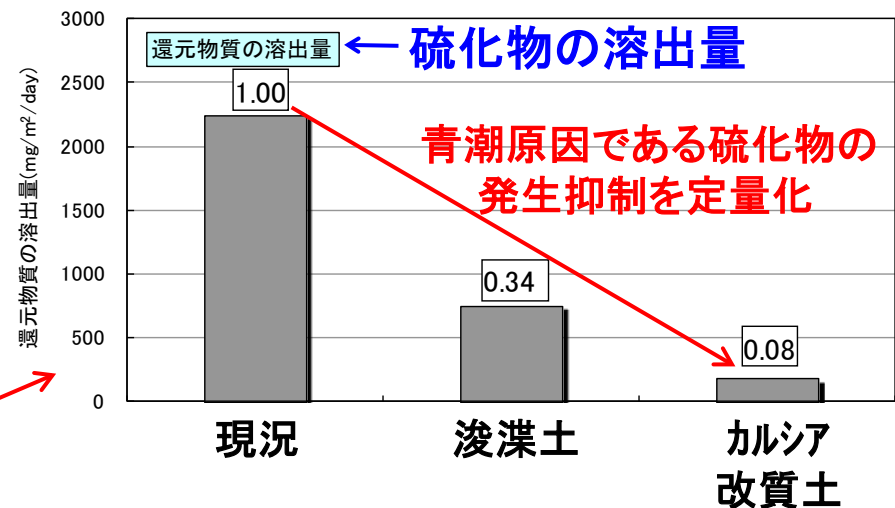
硫化物溶出抑制を確認

水質-底質
結合生態系
モデルへの
組み込み



【海域環境修復効果のシミュレーション】

- ①三河湾大崎航路内の深ぼれ部
(約130万 m^3)埋め戻しを想定
- ②ケース比較



浚渫窪地内に存在する硫化水素等の酸素消費物質の存在量軽減。

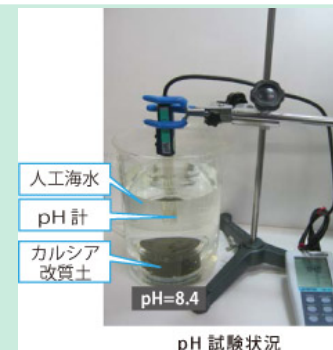
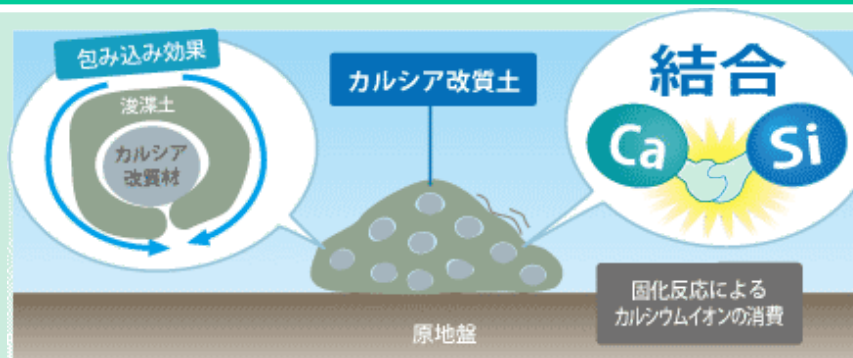
⇒ 青潮による干潟生物へのリスク軽減

製鋼スラグ活用の課題

カルシア改質土の特徴

課題1

pH対する
環境安全性



課題2

重金属等溶出に
対する安全性

環境基準に適合

カルシア改質土
海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律の
水底土砂基準

課題3

生物安全性

急性毒性試験(96Hr) ⇒ 安全性を確認

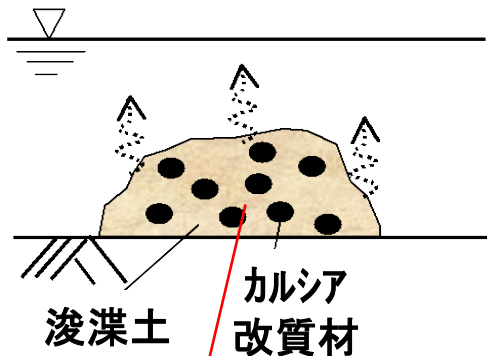
累積死亡数 ()内は死亡率

マダイ, クロアワビ, クルマエビ



試験水濃度	マダイ	クロアワビ	クルマエビ
0% (対照区)	0/10 (0)	0/10 (0)	0/20 (0)
7.7%	0/10 (0)	0/10 (0)	0/20 (0)
14.6%	0/10 (0)	0/10 (0)	0/20 (0)
27.7%	0/10 (0)	0/10 (0)	0/20 (0)
52.6%	0/10 (0)	0/10 (0)	0/20 (0)
100.0%	0/10 (0)	0/10 (0)	0/20 (0)

(1)カルシア改質土の pH上昇抑制のメカニズム



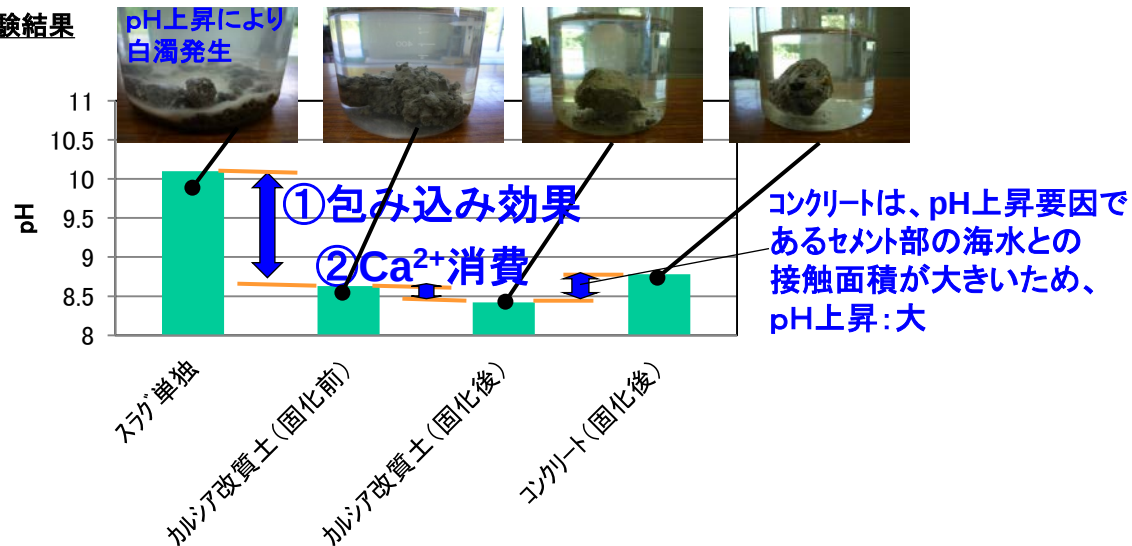
- ①浚渫土による包み込み効果
- ②固化反応によるカルシウムイオン(Ca^{2+})の消費

(2)カルシア改質土のpH上昇抑制の基本特性

材料	スラグ単独	カルシア改質土		コンクリート
		固化前 (混合直後)	固化後	固化後
試験材				

pH試験結果(JGS法(少攪拌):海水 固液比1:5)

試験結果



pH試験結果

- ・スラグ単独 > 混合土の固化前(混合直後) ⇒ ①包み込み効果
- ・固化前(混合直後) > 固化後 ⇒ ② Ca^{2+} 消費

海洋汚染防止法の環境基準への適合性（一例）

環境庁告示14号の溶出試験方法
(水底土砂にかかる判定基準)

カルシア改質材、浚渫土、カルシア改質土
(カルシア改質土は、カルシア改質材と浚渫土を容積比3:7で混合)

単位:mg/L(有機塩素化合物はmg/g、ダイオキシン類はpg/TEQ/L)

試験項目	カルシア改質材	浚渫土	カルシア改質土	基準値
アルキル水銀化合物	不検出	不検出	不検出	検出されないこと
水銀又はその化合物	不検出	不検出	不検出	0.005以下
カドミウム又はその化合物	不検出	不検出	不検出	0.1以下
鉛又はその化合物	不検出	不検出	0.01	0.1以下
有機りん又はその化合物	不検出	不検出	不検出	1以下
六価クロム化合物	不検出	不検出	不検出	0.5以下
砒素又はその化合物	不検出	不検出	不検出	0.1以下
シアン化合物	不検出	不検出	不検出	1以下
P C B	不検出	不検出	不検出	0.003以下
銅又はその化合物	不検出	不検出	不検出	3以下
亜鉛又はその化合物	不検出	不検出	不検出	5以下
ふつ化物	0.3未満	0.8未満	0.8未満	15以下
トリクロロエチレン	不検出	不検出	不検出	0.3以下
テトラクロロエチレン	不検出	不検出	不検出	0.1以下
バリウム又はその化合物	不検出	不検出	不検出	2.5以下
クロム又はその化合物	不検出	不検出	不検出	2以下
ニッケル又はその化合物	不検出	不検出	不検出	1.2以下

試験項目	カルシア改質材	浚渫土	カルシア改質土	基準値
バナジウム又はその化合物	0.04	不検出	0.1	1.5以下
有機塩素化合物	不検出	8	5未満	40以下
ジクロロメタン	不検出	不検出	不検出	0.2以下
四塩化炭素	不検出	不検出	不検出	0.02以下
1,2-ジクロロエタン	不検出	不検出	不検出	0.04以下
1,1ジクロロエチレン	不検出	不検出	不検出	0.2以下
シス-1,2-ジクロロエチレン	不検出	不検出	不検出	0.4以下
1,1,1トリクロロエタン	不検出	不検出	不検出	3以下
1,1,2トリクロロエタン	不検出	不検出	不検出	0.06以下
1,3-ジクロロプロペン	不検出	不検出	不検出	0.02以下
チウラム	不検出	不検出	不検出	0.06以下
シマジン	不検出	不検出	不検出	0.03以下
チオペンカルブ	不検出	不検出	不検出	0.2以下
ベンゼン	不検出	不検出	不検出	0.1以下
セレン又はその化合物	不検出	不検出	不検出	0.1以下
ダイオキシン類 ※	—	—	—	10以下

※1,200℃以上で製造される鉄鋼スラグでは酸化分解される

カルシア改質材、カルシア改質土ともに、重金属の溶出は全て基準値以下

※)カルシア改質材の溶出基準⇒環境JISへ移行中

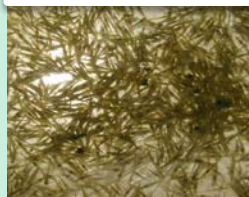
マダイ



クロアワビ



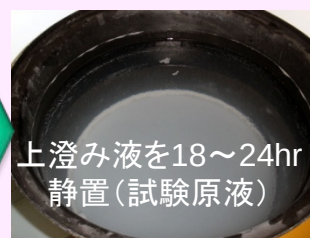
クルマエビ



スサビノリ (芽、葉体)



カルシア改質土



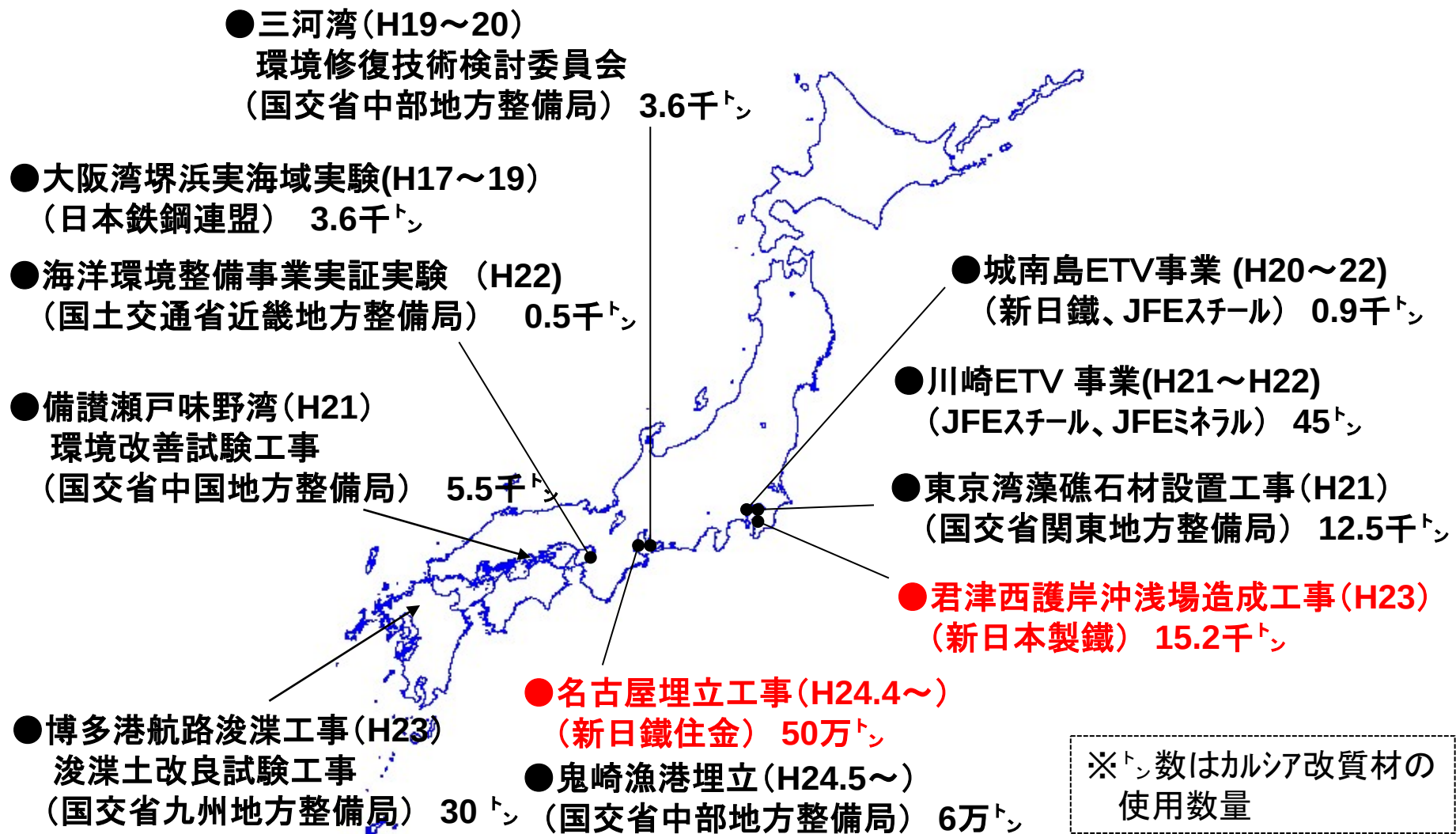
試験液の作製

累積死亡数 ()内は死亡率

試験液濃度	マダイ	クロアワビ	クルマエビ	ノリ芽、葉体
0% (対照区)	0/10 (0)	0/10 (0)	0/20 (0)	外部所見、 SPAD値は、 各濃度区で異 常なし
7.7%	0/10 (0)	0/10 (0)	0/20 (0)	死細胞率は、 各濃度区で対 照区と差異な し
14.6%	0/10 (0)	0/10 (0)	0/20 (0)	
27.7%	0/10 (0)	0/10 (0)	0/20 (0)	
52.6%	0/10 (0)	0/10 (0)	0/20 (0)	
100%	0/10 (0)	0/10 (0)	0/20 (0)	

全試験において、へい死
や異常は確認されず、
安 全 性 を 確 認

- ・主として「海産生物毒性試験指針 水産庁 平成22年3月」に準拠
- ・カルシア改質材は君津製鉄所製のものを使用
- ・浚渫土は、東京湾にて採取されたものを使用



全国14か所の実海域実験や事業として採用され、埋立材としては大規模工事にも適用

君津西護岸沖 浅場造成工事

浅場造成場所



【実証試験内容】

(1) 施工中

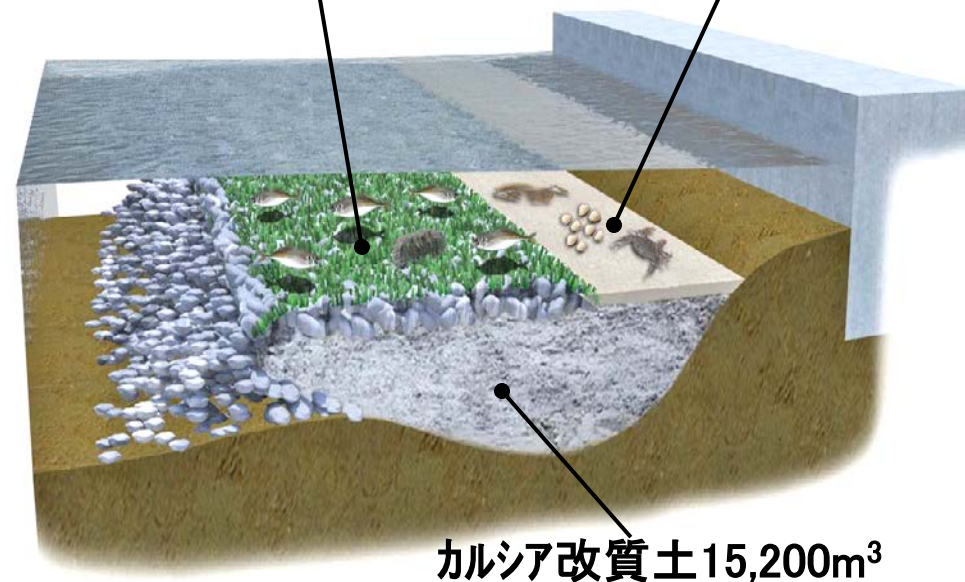
- ① pH上昇の有無
- ② 底開バージ投入時の濁り抑制効果

(2) 施工後

- ① 生物の生息状況
- ② 生物の生息環境
(形状変化と貧酸素水塊の発生状況)
- ③ 水質浄化量(溶存酸素の消費速度)
- ④ 覆砂中のpH変化

藻場造成工(水和固化体)5,900m³

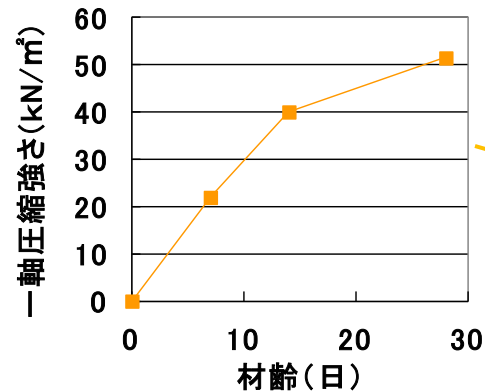
覆砂工12,000m³





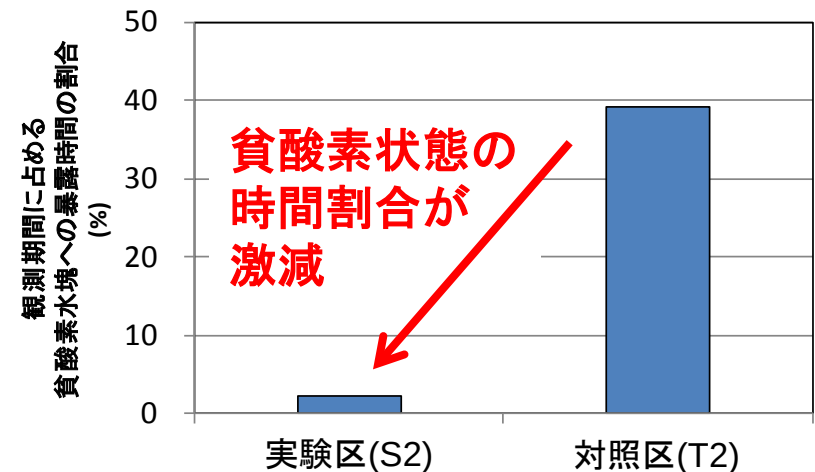
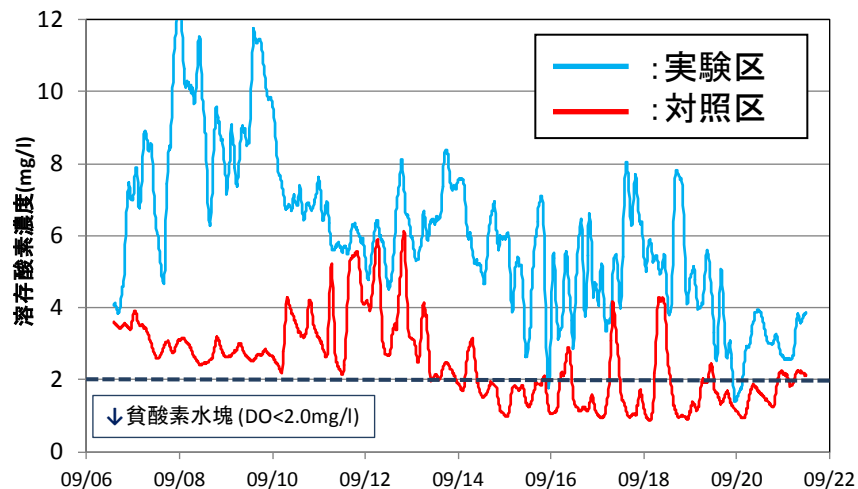
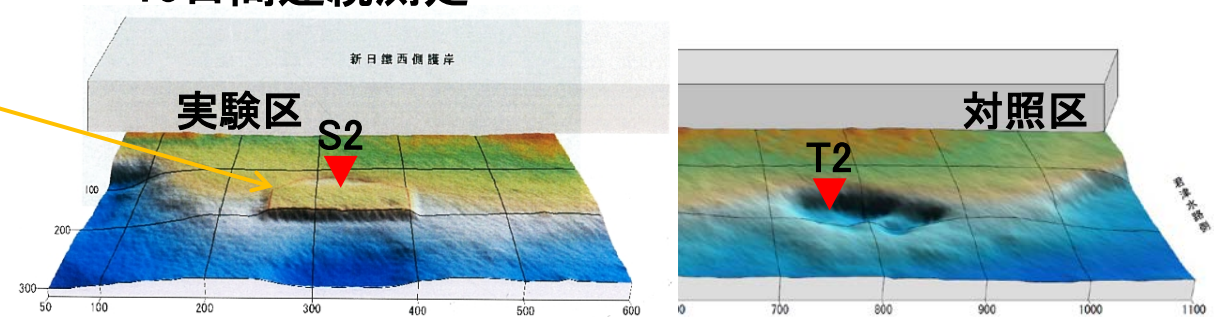
【浅場構造の安定性】

カルシア改質土: 強度発現



【生物生息環境の保持】

- ・生息環境の指標として溶存酸素濃度に着目
- ・実験区 (S2) と対照区 (T2) において溶存酸素濃度を15日間連続測定



地形安定性によって夏季の貧酸素水塊への曝露も大幅に低減

【生物生息 状況】

覆砂ゾーン

造成直後から多毛類やハゼ（魚類）の
巣穴が多数確認

人工石による藻場ゾーン

多種多様な生物の生息を確認。



良好な
漁場環境が
創造



施工前

名古屋 埋立て工事

【鬼崎漁港埋立て工事概要】

場所: 名古屋港南部の鬼崎漁港の隣接地

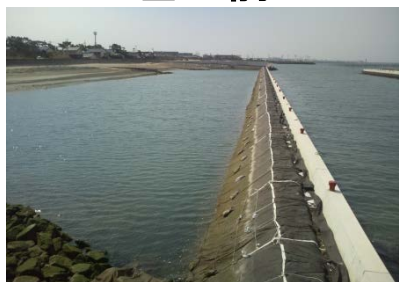
揚土事業者: 国土交通省中部地方整備局

施工者: (株)不動テトラ

カルシア改質土揚土量 : 約67,500m³



埋立前



埋立後



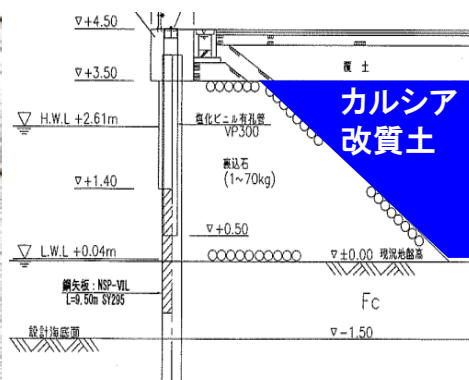
【東海元浜ふ頭北公有水面埋立工事概要】

場所: 名古屋製鐵所北の公有水面8.6ha

揚土事業者: 新日鐵住金

施工者: 五洋・東亜・東洋・若築JV

カルシア改質土揚土量 : 約473,000m³



埋立前



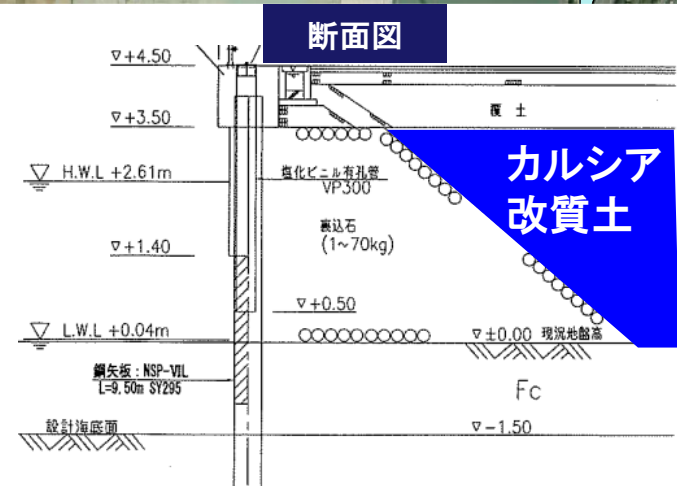
埋立後



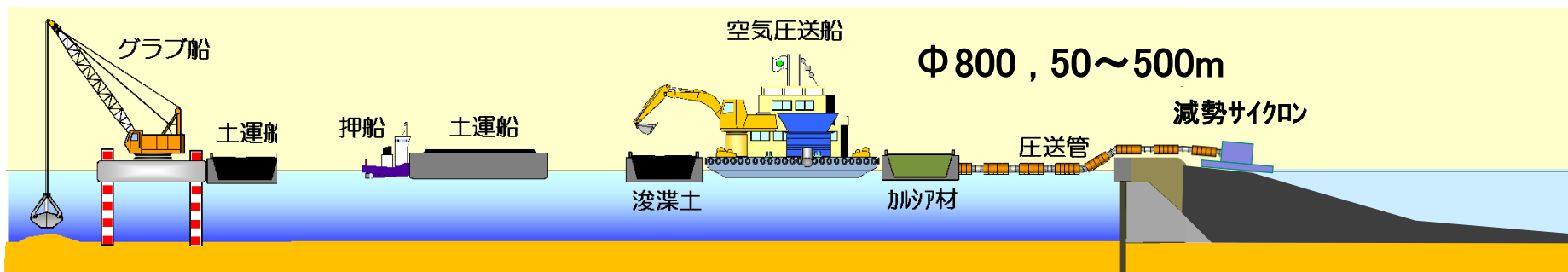
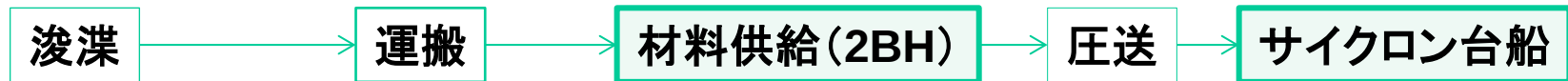
東海元浜ふ頭北公有水面埋立工事

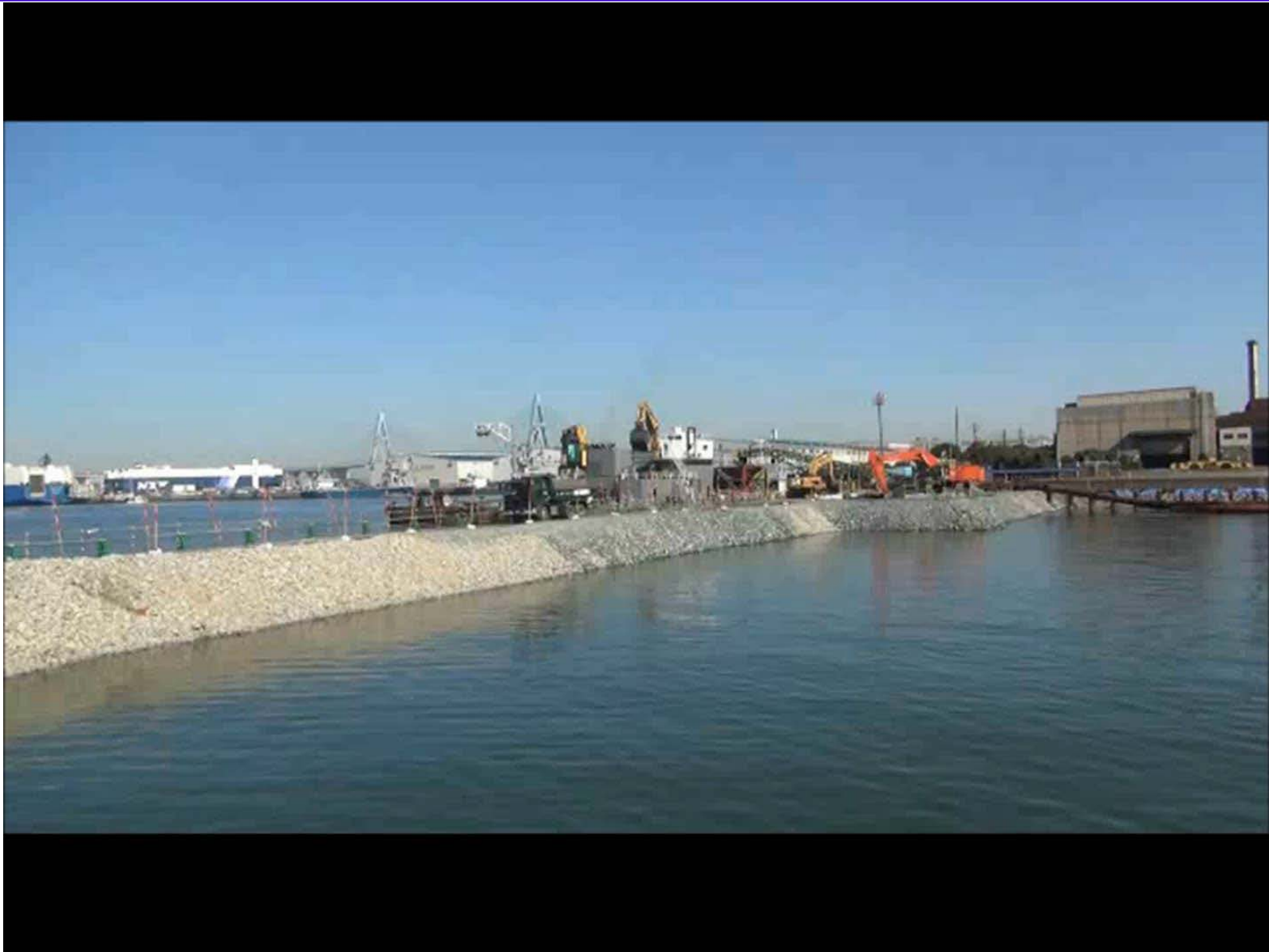


- 埋立材料：カルシア改質土
カルシア改質材混合量=25～30(vol%)
- 施工量
東地区(H24.4～5):約3万m³
西地区(H25.3～9):約44万m³
- 施工者：五洋・東亜・東洋・若築JV



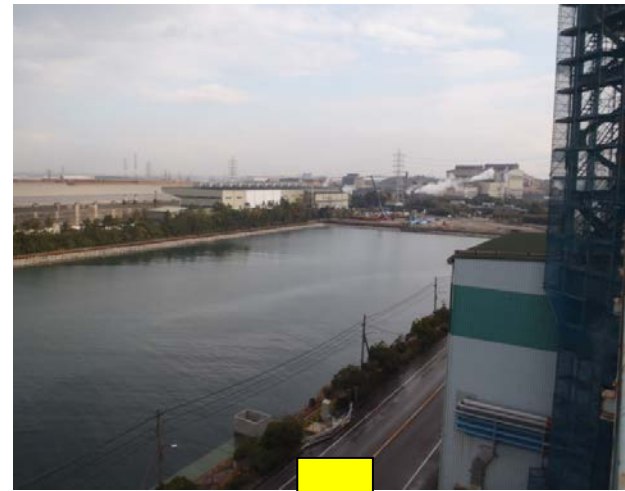
西地区： 管中混合－サイクロン台船（法肩流下方式）





2013年9月末でカルシア改質土の揚土工事を完了

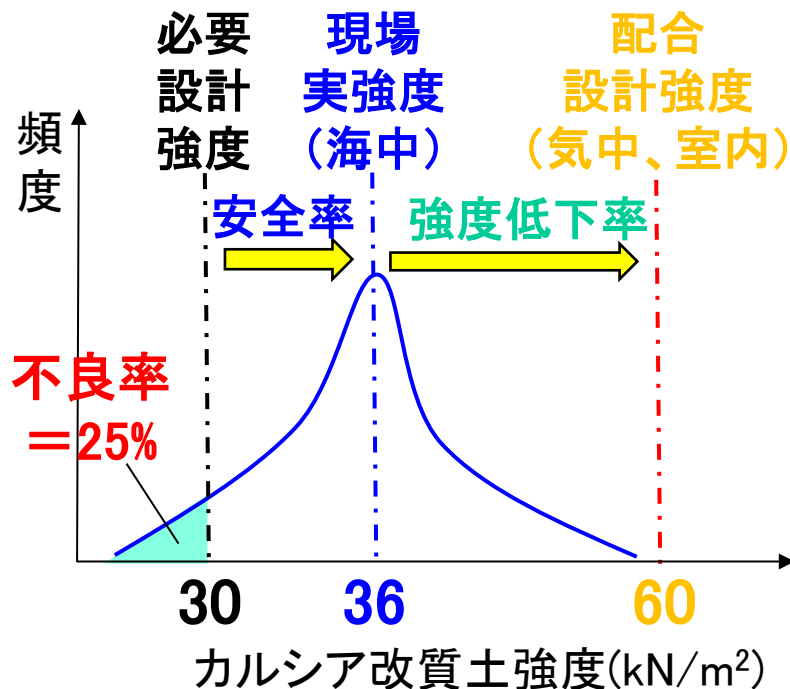
施工前



施工後



室内配合強度 60kN/m²を目標

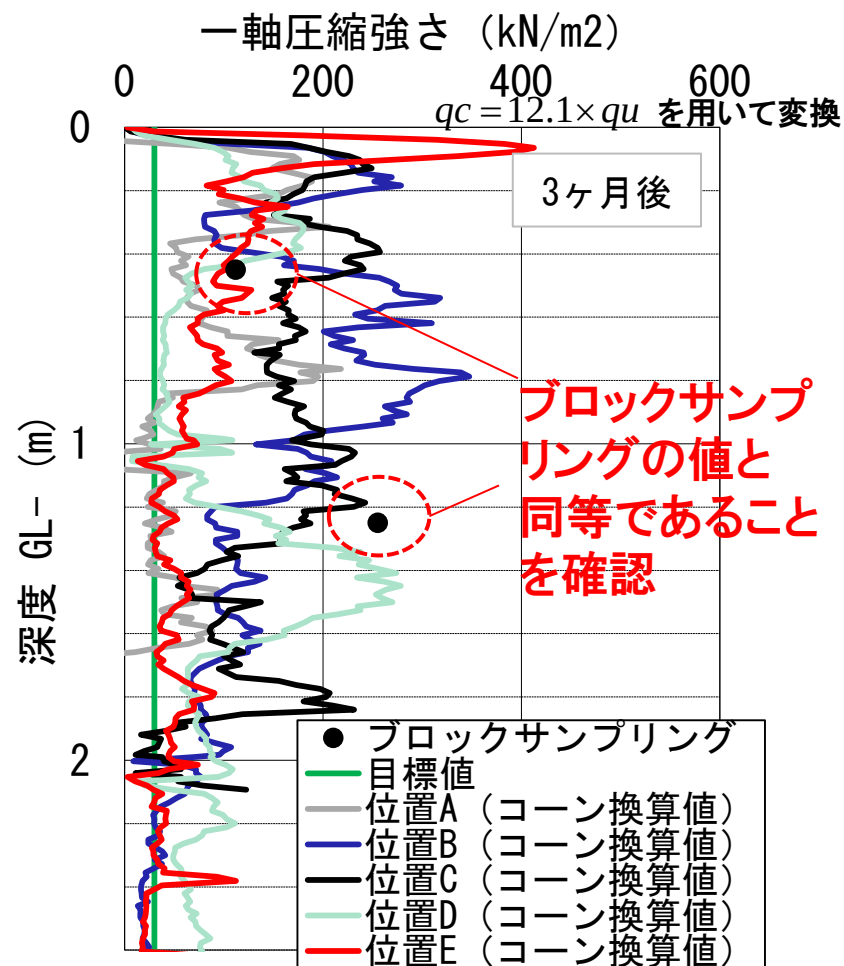


$$\text{安全率} = 1 / (1 - \alpha \times \text{変動係数} \nu) = 1.2$$

※) α : 不良率から決まる係数 = 0.67

$$\text{強度低下率} = 1 / \text{現場室内強度比} \beta = 1.6$$

電気式静的コーン貫入試験結果



深度方向で目標強度達成を確認

ご静聴ありがとうございました