

Marine Voice21

Summer 2024 Vol.326



熊本

くまもと

技術開発で誕生した・熊本港



一般社団法人
日本埋立浚渫協会



有明海特有の自然条件のために港湾建設の難しかった地に、近年の土木技術の向上によって誕生した熊本港。港湾施設すべてが人工島形式で整備され、フェリーやコンテナ船などの着岸が可能な港として、現在も機能拡張が進んでいる。

(表紙写真：国土交通省九州地方整備局熊本港湾・空港整備事務所 提供)

海から生まれ
海を育ち
海を活かす



Contents Summer 2024 Vol.326

- 2 Port Rait (ポート+レイト)
技術開発で誕生した「熊本港」
- 8 研究室訪問
関西大学 海岸工学研究室 安田 誠宏 教授
- 12 あの頃、思い出の現場
平成6年度 横浜港南本牧地区護岸(防波)築造工事
東亜建設工業株式会社 執行役員常務東京支店長 御沓 英剛 さん
- 14 CHALLENGING SPIRIT vol. 1
～ 海洋インフラを支える技術者たち～ 写真家 西村 尚己 さん
- 18 わかる海洋土木フロンティア
管理型海面処分場における CO₂ 貯留技術 ～ 廃棄物にも水にも、アルカリ特性を活かして～
東洋建設株式会社 土木事業本部土木技術部 山崎 智弘 さん
- 22 我が社の現場紹介
令和5年度名古屋港新土砂処分場埋立護岸基礎工事(その4)
施工 株式会社 不動テトラ 中部支店
- 26 コラム&エッセイ
国土交通省国土政策局総合計画課 国土利用推進係長 川橋 美里 さん
- 28 海人 現場最前線
作業船の整備・修理に日々奔走
日本海工株式会社 土木部機材グループ課長 林 純一郎 さん
- 29 会員企業一覧





熊本港



技術開発で誕生した

熊本港

熊本港は、熊本都市圏の海の玄関口として、熊本と島原(長崎県)を結ぶフェリーやコンテナ船などが着岸する。有明海特有の遠浅かつ軟弱地盤が40mも続く場所での港湾建設は難しかったが、近年の土木技術の向上で、大型船の利用が可能な港湾が建設された。港湾施設のすべてが人工島形式で整備され、有明海に突き出た格好で、現在も拡張整備が進んでいる。

■ 熊本港



港湾概要

【港湾区域面積】 1,933ha	【総取扱貨物量】 335万t (2023年速報値)	・うち外貨 9,354TEU (2023年速報値)
【臨港地区面積】 52ha	(外貨・内貨)	・うち内貨 1,344TEU (2023年速報値)
	【コンテナ取扱貨物量】 1万0,698TEU (2023年速報値)	【港湾管理者】 熊本県

■ 熊本港のあゆみ

1973年12月	熊本港の港湾計画策定
1974年4月	重要港湾に指定
1979年3月	熊本港大橋(L=870m)工事に着手(1987年3月完成)
1993年3月	フェリー就航(熊本～島原間)
1995年9月	岸壁(水深4.5m)第1バース供用開始
1998年8月	岸壁(水深5.5m)第1・2バース供用開始
1999年5月	岸壁(水深5.5m)第3バース供用開始 岸壁(水深7.5m)第1バース供用開始
1999年7月	コンテナ国際定期航路開設(釜山港間)
2001年4月	関税法上の開港指定
2012年10月	岸壁(水深7.5m)第1バースのガントリークレーン供用開始
2017年12月	外貨コンテナ取扱貨物量が初めて10,000TEUを突破
2023年4月	熊本港～神戸港を結ぶ国際フィーダー航路開設

需要見越して施設の拡張へ

層厚40mの超軟弱地盤

熊本県の中央部を流れる1級河川の白川と緑川が有明海に注ぐ飽託海岸沖に、熊本港は誕生した。港湾施設のすべてが夢咲島と名付けられた人工島にあり、

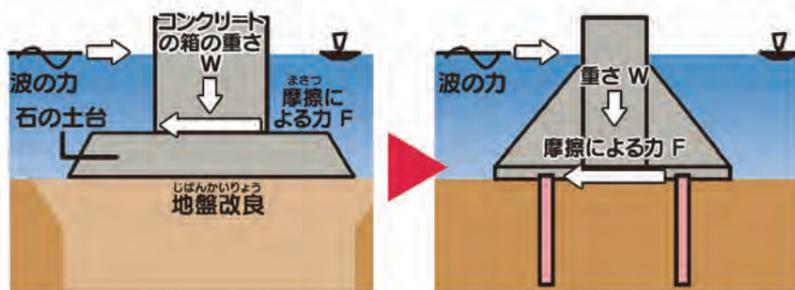
熊本港大橋を介して熊本市内とを結ぶ。わが国最南の政令市・熊本市の中心部から10km程度と近く、物流や旅客の利用が近年伸びている。

地理的条件に恵まれながらも、熊本港の歴史は比較的浅い。明

治初期から必要性が指摘されながらも厳しい自然条件下のために、本格的な港湾が整備されたのは戦後になってから。層厚40mという超軟弱地盤にある上、泥土やシルトなどの細かい粒子が波や潮の流れによって運ばれ



第一バースに着岸中のコンテナ船



従来型重力式防波堤と軟着堤(右)の基本原則

海底に堆積しやすい地形が、港湾施設の建設を阻んできた。熊本港が建設されるまで、熊本都市圏が必要とする生活関連や産業関連の物資は宇土半島の先端に位置する三角港から幹線道路経由で搬入された。このため、都市機能充実の面からも、熊本港建設ニーズは強かった。

その後、近代土木技術が発達し、厳しい自然条件を克服できるようになったことで、熊本市民の悲願である熊本港の建設が始まる。1973年に港湾計画が策定されると、翌1974年に重要港湾の指定を受けて建設工事がスタート。1979年には人工島と本土を結ぶ熊本港大橋の建設が始まった。1993年にフェリー岸壁(水深5.0m、2バース)が供用を開始し、長崎県島原市の島原港との間でフェリーが就航。その後、



防波堤(南)の施工

社会情勢に応じた新規プロジェクト相次ぐ

公共岸壁の整備が進み、1999年に韓国・釜山との国際コンテナ定期航路が開設された。

熊本市の西側、有明海に突き出る格好の人工島の南面に、港湾施設が集中する。白川の河口に近い島北面には緑地・海浜を設ける計画だ。白川が運んでくる土砂が、島北面の港湾利用を難しくしているためだ。現在は防波堤(南)(延長2,800m)を伸ばす工事が進む。防波堤は軟弱地盤に対応して開発された軟着堤(軟弱地盤着底式防波堤)を採用した。堤体本体の重量を軽くするとともに、堤体の底版幅を広くすることで海底の地盤に伝わる荷重を減少させた構造。本体の荷重が小さくなるため、地盤改良が不要となり、海底面に打設した杭で波圧に抵抗する。

潜堤で埋没を防止

有明海は国内最大の干潟を形成する潮位差の大きい閉鎖性水域で知られる。最も大きな潮位差は約6mにも及ぶ。このため海底の土砂移動が活発に起きており、泊地や航路での船舶の喫水を確認するために定期的な維持浚渫が必要だ。そこで、航路の両側に逆T型のコンクリートブロックによる航路護岸(潜堤)を設けて土砂による埋没防止を図っている。浚渫工事費用の削減効果にもつながっており、熊本県によれば、近年の維持浚

渫土量は約10万 m^3 (直近5年平均)になる。

岸壁背後地の一部は県の工業団地となり、第1次分譲約10ha・20区画に民間企業などが進出済。熊本市の中心部に近い立地が好評で、旺盛な需要に応じるため、熊本県では第2次分譲地(約13ha)の整備を行っており、うち4haを対象とした先行分譲を予定している。そのさらに西側では海面処分場として約65haを埋め立て、将来的な土地需要に応える計画だ。

耐震強化岸壁が建設スタート

熊本港では2012年に、ガントリークレーンの供用が始まるなど、コンテナ取扱機能は強化され、2024年6月には熊本港初の耐震強化岸壁の整備に着手した。2016年の熊本地震で被災して、港湾機能が一時的に休止した熊本港にとって、待望の耐

震強化岸壁だ。延長は約130m、水深は泊地とも7.5m。背後のふ頭用地の整備も含めて事業完了は2031年頃を予定している。合わせて、熊本県では、新たなガントリークレーンの整備を進めており2024年度末までの完了を予定している。設置後、既存の1機は予備機として運用する予定だ。

2023年4月には熊本港～神戸港を結ぶ国際フィーダー航路が開設された。また、コンテナ取扱機能の強化と並行するように、島原港との定期旅客も好調だ。両港間は高速フェリーが就航し、年間約65万人、車両約22万台(2023年)が利用する。新型コロナウイルス感染症の流行期は落ち込んだものの、回復傾向にあり、物流拠点としてだけでなく、観光面でも九州における拠点港としての一翼を担っている。島原市とは高速フェリーで約30分という近さから、交流が活発で両



製作中の新たなガントリークレーン

港間を行き交う観光客も多い。

大西一史熊本市長と古川隆三郎島原市長は2024年2月に会談し、半導体関連産業の振興や観光誘客で連携する構想を推進することに合意した。有明海を挟んで向かい合う両市はもともと歴史的にも関係が深く、観光交流の密度をさらに高め、地域経済の活性化に連携して取り組む考えで一致した。熊本港を舞台に地域活性化の動きが加速しそうだ。



島原市と30分で結ぶ高速フェリー

Kumamoto port

PICK UP

台湾企業系半導体工場進出で都市の様相が一新

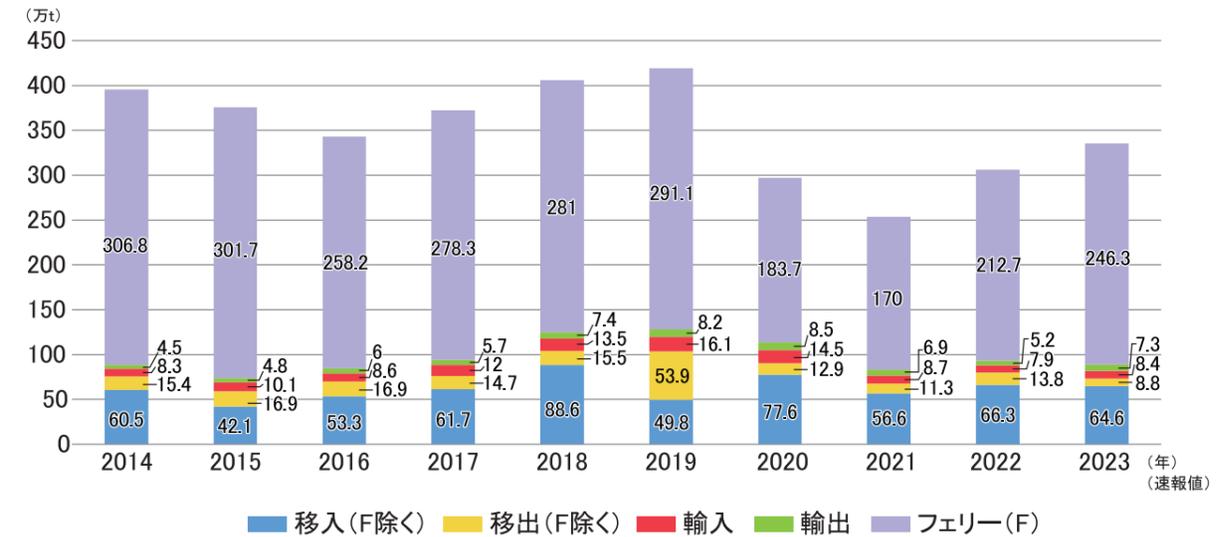
半導体受託生産世界最大手の台湾積体回路製造(TSMC)の工場が熊本県菊陽町に進出したことで、熊本港周辺の環境が激変している。熊本県菊陽町は地下水が豊富で、阿蘇くまもと空港や九州自動車道のIC、熊本市中心部への高規格幹線道路などにも近いことから、1980年代後半から半導体工場の進出が相次いだ。その動きの顕著な事例ともいえるのが、TSMCの進出だ。菊陽町近隣の菊池市や合志市、大津町などでも半導体関連の生産施設や物流施設といった建設計画が進む。雇用創出という経済波及効果も生まれている。菊陽町はもともと、熊本市中心部から約15kmの位置にあることから、ベッドタウンとしての開発が進んだ。近年の半導体関連施設の増加に伴い、人口増加率は全国トップクラスという現象が続く。全国的に人口

が減少する自治体が多い中で、特異な様相を見せている。熊本港の取扱品目は、半導体製品関連よりも、周辺自治体の人口増に対応するかのよう「住宅関連資材が多い」(熊本県土木部河川港湾局港湾課)という。

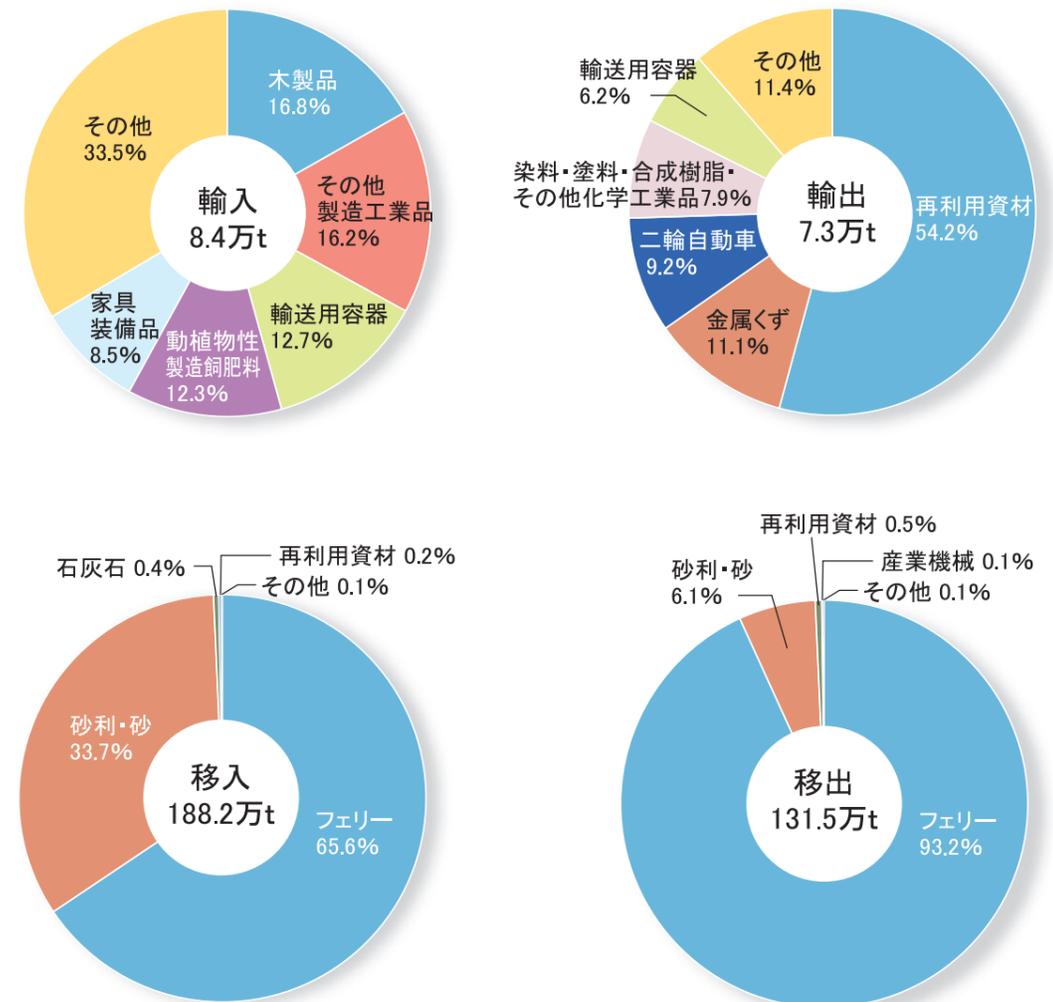


(取材協力・資料提供:国土交通省九州地方整備局熊本港湾・空港整備事務所、熊本県)

取扱貨物量の推移



取扱貨物量内訳 (2023年)



出典:2014~2023年(港湾統計(年報)) ※2023年は速報値



研究室

訪問

関西大学 海岸工学研究室

安田 誠宏 教授

やすだ・ともひろ

- 1999年 関西大学大学院工学研究科土木工学専攻博士課程前期課程修了
- 2002年 京都大学大学院工学研究科土木工学専攻博士後期課程単位取得退学
- 2002年 京都大学博士(工学)学位授与
- 2002年 独立行政法人港湾空港技術研究所特別研究員
- 2004年 京都大学防災研究所助手・助教
- 2016年 関西大学環境都市工学部都市システム工学科准教授
- 2023年 同教授(現職)

関西大学海岸工学研究室内の安田誠宏教授(環境都市工学部都市システム工学科)は、気候変動による沿岸災害や防災とまちづくりの経済的関係性、防災と環境の共存を目指した調査研究など、海岸工学にまつわる多彩な研究に取り組んでいる。海岸工学が扱うテーマの広がりに応じたもので、社会とのつながりを重視する。従来の枠組みにこだわらない安田教授の海岸工学研究室を訪問した。

広範なテーマに挑む

安田研究室が現在取り組んでいるのは、①気候変動による沿岸災害の影響評価②防災とまちづくりの相互作用・経済的手法の研究③SPH法を用いた海岸工学分野における大変形問題の数値解析④越波・打上げ、構造物の耐波安定性に関する実験的研究⑤防災と環境の共存を目指した調査研究—サンゴと人工構造物…。安田教授が挙げたのは現在の主要テーマで、「これら以外にも、海岸工学として一般的な研究にも力を入れている」と、幅広い分野を対象にしている。

多彩さを見せながらも、海岸防護が一致するテーマだ。2011年の東日本大震災直後に、以前よりも高い防潮堤が各地で整備されたが、その後、住民

の高台移転が進み、地域によってはせつかくの防潮堤が過剰な施設と評価されかねない状態になっている。日本は人口減少社会にあり、数十年後には消滅した集落を、高規格の堤防が護っている地域を散見する恐れもある。「将来を見通すのは難しい。気候変動によるハザードの変化を考えるとともに、過剰な投資にならないよう経済学的な視点で海岸防護を考える必要がある」と、指摘する。

切迫性高まる巨大地震として南海トラフ地震を耳にする機会は格段に増えた。政府の被害想定が出され、各自治体ではそれに基づく避難計画が策定されている。その前提を覆すように南海トラフ以外の場所、例えば大阪湾を震源とする地震が発生し、津波が大阪平野に襲来したらどうなるか。能登半島地震津波のように短時間で津波が到達したら、南海トラフ対応の計画では避難が間に合わないだろう。安田教授は、警鐘を鳴らす意味でも津波の研究にも力を注ぐ。

沖縄の人工リーフの研究では、サンゴが大量繁殖している現場に遭遇した。越波低減効果のある人工リーフの整備が、サンゴという環境付加価値の高い副産物を生み出すかもしれない。ブロックの設置方法や材質が、サンゴの生育に影響を与える可能性もある。民間企業との協力の下で研究を進めている。

社会とのつながりを重視

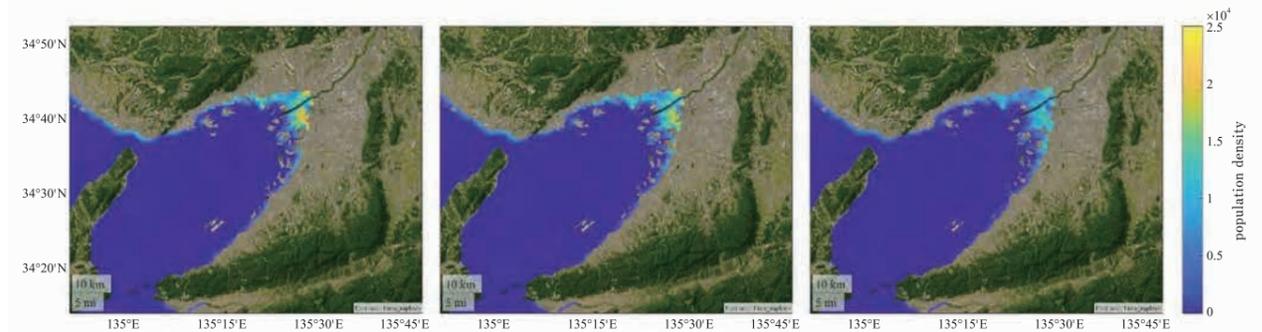
このように、研究テーマは広範にわたるが、「学生に対する研究成果の要求水準は高く保っている。

研究成果が実社会の課題と密接につながっていること、研究成果が社会貢献になる可能性があることを知ってもらい、モチベーションを高めてほしい」と安田教授はいう。

研究室に在籍する学部生・院生は年度ごとに大きな増減はなく、常時10~12人程度で構成する。現在は修士課程5人、学部生7人が所属し、安田教授が1人で指導、研究室を運営する。安田教授は、学生らの自主性を重んじる方針に徹する。時間的な拘束は設けず、学生自らのペースで研究活動を進められる環境を提供する。社会に出る前に、タイムマネジメント力を身につけてもらう狙いからだ。全員参加のゼミでの発表を通じて、研究に費やした時間や労力が他のメンバーと違うと自認させるなど、自己の行為を客観的・相対的に見る視点を、学生らに養ってもらうよう促している。

活発な外部交流

社会とのつながりを重視するため、企業や、外部の研究機関などとの交流・連携は活発だ。沖縄の人工リーフの研究でいえば、建設コンサルタントなど民間企業の協力を仰ぐだけでなく、他大学とも共同で研究に取り組む。また、気候変動予測研究プログラム(文部科学省)、SATREPS(JST/JICA)プログラムなど、多岐に渡って共同研究に参画。毎年12月には、京都大学防災研究所と合同ゼミを開き、意欲があり優秀な学生には、博士課程に進む道があることを示している。海洋土木ゼネコン(マリコン)の技術研究所を見学するほか、



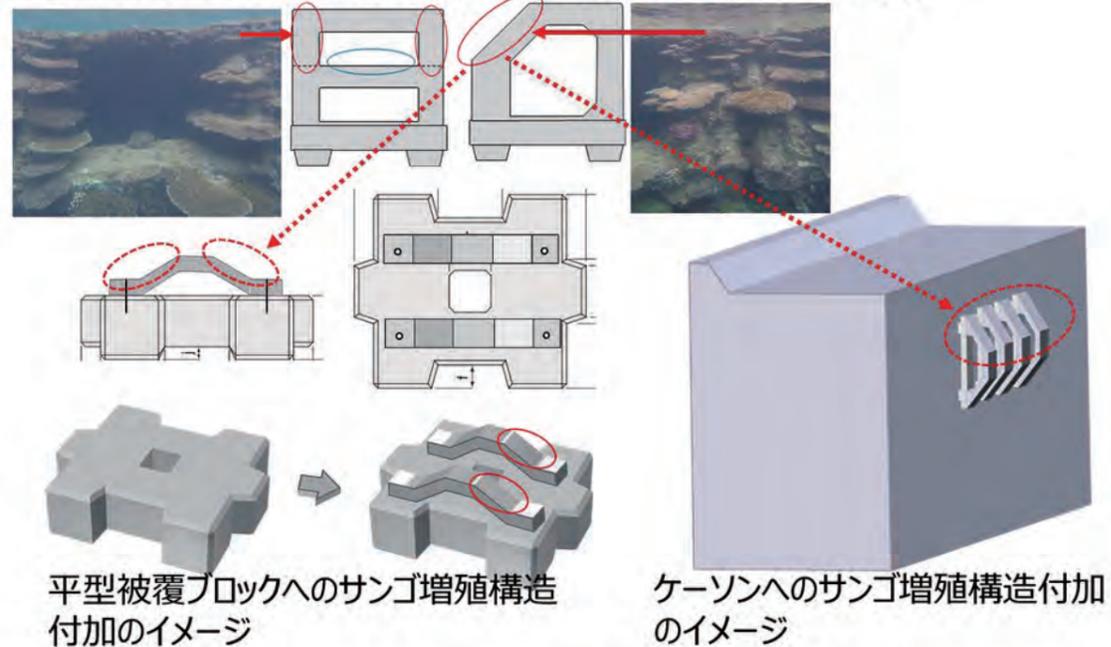
気候変動に伴う海面上昇による浸水危険地帯の面積と影響人口の将来変化(2020年、2060年、2100年、HWL、SSP5-8.5)

海岸工学の授業ではマリコンの技術者を毎年ゲストスピーカーに招いている。企業への就職活動の参考になるため、学生らの満足度は高い。

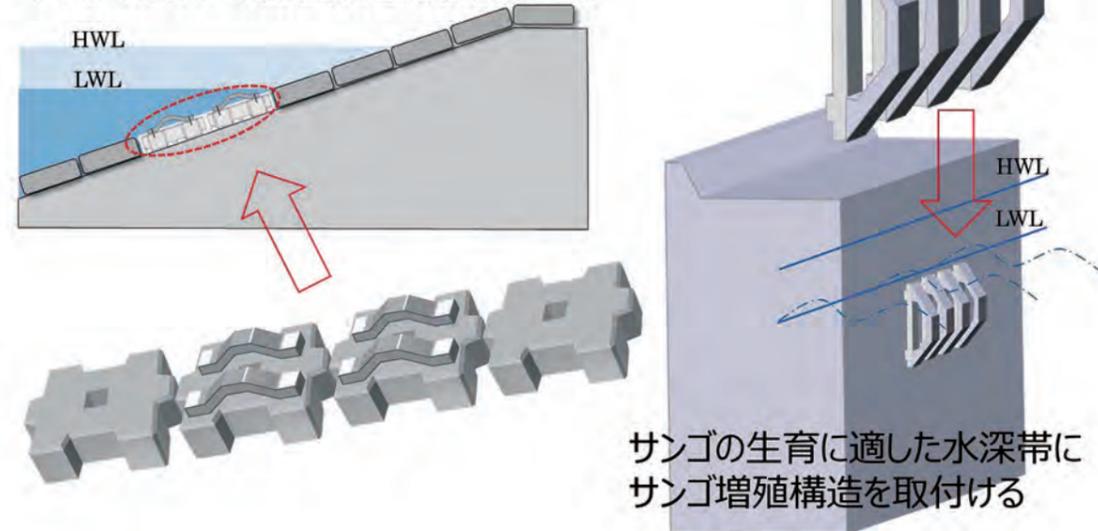
安田教授は、「企業は人材確保を優先して学部卒の入社を中心に活動しているようだが、専門知

識を持った技術者を増やすには院卒の方がふさわしい。大学院でさまざまな経験・能力を身につかせてから社会に送り出したい」と、研究室での質の高い教育・研究を展開している。

人工リーフでサンゴが良好に分布した部材の特徴を応用する



サンゴの生育に適した水深帯の被覆ブロックをサンゴ増殖構造付加型にする



サンゴの生育に適した人工構造物の環境配慮構造のイメージ



西野 藍 さん
にしの・あい
修士2年

地震や台風のような大きなトリガーもなく、気象の擾乱により水面変動をもたらす気象津波の存在を知り、興味を持ち、海岸工学研究室を選びました。気象津波の発生条件や発生した長波の伝播・発達過程を明らかにすることで、気象津波の予測手法の開発に向けた研究に取り組んでいます。

研究のテーマ

気象津波の予測手法開発に向けた総観気象場の解明



宇津 歩美 さん
うづ・あゆみ
修士1年

大阪湾に襲来した2018年の台風21号で、自宅近くが浸水被害に遭い、災害が身近にあると実感したことをきっかけに、海岸の災害に興味を持ちました。大阪湾断層帯を震源とする地震津波の影響をシミュレーションし、大阪市の被害軽減に少しでも貢献できる研究を目指しています。

研究のテーマ

大阪湾断層帯地震による津波が大阪湾周辺に及ぼす影響



山本 詩恩 さん
やまもと・しおん
修士1年

気候変動に興味があり海岸工学研究室を選びました。日本は沿岸域の低地人口が多く浸水危険度が高いです。気候変動の影響を受けた高潮と南海トラフ津波で、どちらのリスクが高いかは明らかになっていません。高潮と津波の発生確率や人口推移、海面上昇を考慮した将来的なリスクの変化を明らかにします。

研究のテーマ

気候変動と将来人口変化による津波・高潮の時間依存リスク評価



上田 伊吹 さん
うえだ・いぶき
修士1年

海岸工学に興味があり、海岸工学研究室を選びました。砕波が海岸構造物に衝突する際には、衝撃砕波圧という大きな圧力が作用します。DualSPHysicsという流体解析ソルバを用いて、流体と気体の混合を考慮した砕波の計算や、海岸構造物に作用する衝撃砕波圧の計算に取り組んでいます。

研究のテーマ

海岸構造物に作用する衝撃砕波圧を対象とした DualSPHysics の適用性評価

(研究生の学年は取材時点)

東亜建設工業株式会社
執行役員常務東京支店長

御沓 英剛 さん

みくつ・ひでたか

1988年大分工業高等専門学校土木学科卒、東亜建設工業入社。大阪支店、横浜支店、東京支店、本社勤務を経て2022年4月に執行役員東京支店長。4月から執行役員常務。大分県出身、57歳。



あの頃、 思い出の現場

「平成6年度 横浜港南本牧地区護岸(防波)築造工事」

若い仲間と乗り越えた 初の ケーソン工事

大分工業高等専門学校を卒業して、最初の赴任地大阪支店を経て、その後25年間在籍することになる横浜支店に赴任したのが1991年です。最初は、民間の棧橋工事などを担当し、3年後の1994年か

ら南本牧ふ頭埋立及びコンテナターミナル整備事業(以下、南本牧事業)に携わるようになりました。27歳の時でした。

当時の運輸省(現・国土交通省)が発注した工事に初めて監理技術者として配属されました。現場代理人であった四十代の上司の下に、私を含めてまだ二十代の若手職員が集められました。

工事は、水深およそ40mの海底に基礎捨石で天端高-15mの基礎マウンドを形成し、8函のケーソンを据え付けて防波護岸とする内容です。川



当時の現場の様子

崎の東扇島防波堤の背後に仮置きされていた約3,300tのケーソンを1函ずつ約5時間かけて浮上曳航し、現場に据え付けていきました。

築造する防波護岸は、陸上から約1.5kmの沖合になります。南本牧の沖合は潮流が速く、東寄りの風が吹くと時化(しけ)るなど厳しい環境でした。潜水作業も慎重に行わなければなりません。

通常、ケーソンを水平に据え付けるため、基礎マウンドの天端は水平に均しますが、この工事はケーソン据え付け後にみられる陸地側への傾斜、埋立に伴う沈下を考慮して少し傾斜を付けて均すという初の取り組みを行うものであり、天端幅17.8mの均し幅の中で、前側が-15cm、後ろ側が+15cmと30cmの勾配をつけるものでした。角度にすると約1度になりますが、厳しい環境下で正確な位置を出すことには大変苦労しました。

平面位置出しは、勾配が付くため位置がずれると水深が違ってきます。そのため、潮流の影響を受けない潮止まりの時間帯に何度も何度も位置だしを行いました。そして基礎マウンドの高さの測量は、当時まだ珍しかった水中水準測量装置を南本牧事業で初めて使用しました。これまで経験したことのない測量方法になります。いきなり本番の作業をしてもうまくいかないだろうということで、潜水土の方と一緒に陸上での訓練を繰り返しました。

この工事に用いたケーソンは、消波効果があるスリットケーソンでした。曳航時にスリット部から海水が入ると沈没してしまいます。止水蓋の取り付け方法を何度も確認し、止水性を細かくチェッ

クしました。曳航中に水が漏れないか、浅瀬に座礁しないかなど心配ばかりしていました。

苦労の末に現場に到着したケーソンを据え付ける時も試行錯誤の連続でした。ケーソンの誘導は400mほど離れた測量櫓(やぐら)から行いました。1函目のケーソンを精度良く据え付けようと思って取り組んでいたのですが、潮流もあって位置がなかなか定まらずに時間がかかっていました。その時に上司から「1函目は仮置きにして、2函目の据え付けに使用した後に正規の位置を出して据え付けよう」という提案がありました。初めてケーソン

工事を行う若手の私たちは、1函ずつ正確に据え付けることばかり考えていましたので、目からうろこが落ちる思いでした。

また、ケーソン工事を初めて行う私たちは、上司にお願いして工事の前に、同じ神奈川県内で行われている別のケーソン据え付け作業を見学していました。ケーソンの規模は小さかったと思いますが、その現場では簡単そうに作業が行われているように見えたので、「これなら大丈夫だろう」と高をくくっていましたが、実際にはわからないことも多く、みんなで一つ一つの作業を確認しながら課題を乗り越えていきました。大切なのは一人で悩みを抱え込まず、共有して取り組むことであると現場で学びました。

工事の完了検査で発注者の方から「滑走路のように出来栄がきれいに仕上がっているね」と言っていた時はそれまでの苦労が吹き飛び、みんなで喜んだことを今も覚えています。その後も長く南本牧事業に従事しましたが、多くの挑戦に携わることもでき、思い出の深い事業となっています。



社員旅行で同僚たちと(本人は前列中央)



CHALLENGING SPIRIT

～ 海洋インフラを支える技術者たち ～

埋立、浚渫、護岸、橋梁基礎、海底トンネル…。海洋土木工事として行われるプロジェクトは、常に海象と向き合いながら、不測の事態にも臨機応変に対応していくことが求められる。

そこは現場を舞台に活動する技術者たちの挑戦の場だ。

自らも数々のインフラ整備に携わってきた写真家・西村尚己氏がファインダー越しに見た技術者たちの「CHALLENGING SPIRIT」を今号から紹介する。

vol. 1



<プロフィール>

西村尚己 / Naoki Nishimura

株式会社アフロのフォトグラファー(アフロスポーツ所属)。

人間味あふれるアスリートの姿に魅せられ、学生時代にスポーツ写真の世界と出会う。

1994年、大阪大学大学院工学研究科(土木工学専攻)修了後、運輸省(現国土交通省)入省。港湾・空港・鉄道のインフラ整備に携わりながらアマチュアカメラマンとして活動するも、どうしてもプロの世界で挑戦したいという想いが募り、2016年、22年間勤めた同省を退職し、フォトエージェンシーであるアフロに入社。現在、オリンピックや世界選手権をはじめ国内外のスポーツ撮影を中心に活動中。

神戸港で進められている大型プロジェクト「大阪湾岸道路西伸部(六甲アイランド北～駒栄)」。関西国際空港から神戸淡路鳴門自動車道に至る延長約80kmの大阪湾岸道路の一部区間を構成し、神戸港を東西に横断する延長14.5kmの自動車専用道路である。

そのシンボルとなるのがポートアイランドと六甲アイランドを結ぶ全長2.7kmの海上長大橋で、完成すれば世界最大級の連続斜張橋(4つの主塔)となる。

この日、現場海域で行われていたのは、

長大橋の橋脚を支える海底地盤の強度を確認するための試験工事だ。起重機船で吊り上げた直径1.5m、長さ70mを超える巨大な試験杭(鋼管杭)を海面下約65mまで打設する。その後、試験杭を用いた載荷試験により必要な地盤強度の確認を行い、そして工事へと進められていく。

本プロジェクトが事業化されたのは2016年、今から8年前だ。時間的にも、空間的にも壮大なスケールのプロジェクトが、技術者たちの力で一步一步、着実に進められている。



撮影/文：西村尚己／アフロ
(2024年3月11日撮影)

工事名：神戸港臨港道路載荷試験工事
(第1工区)

発注者：国土交通省近畿地方整備局

受注者：五洋・若築・大本特定建設工事
共同企業体

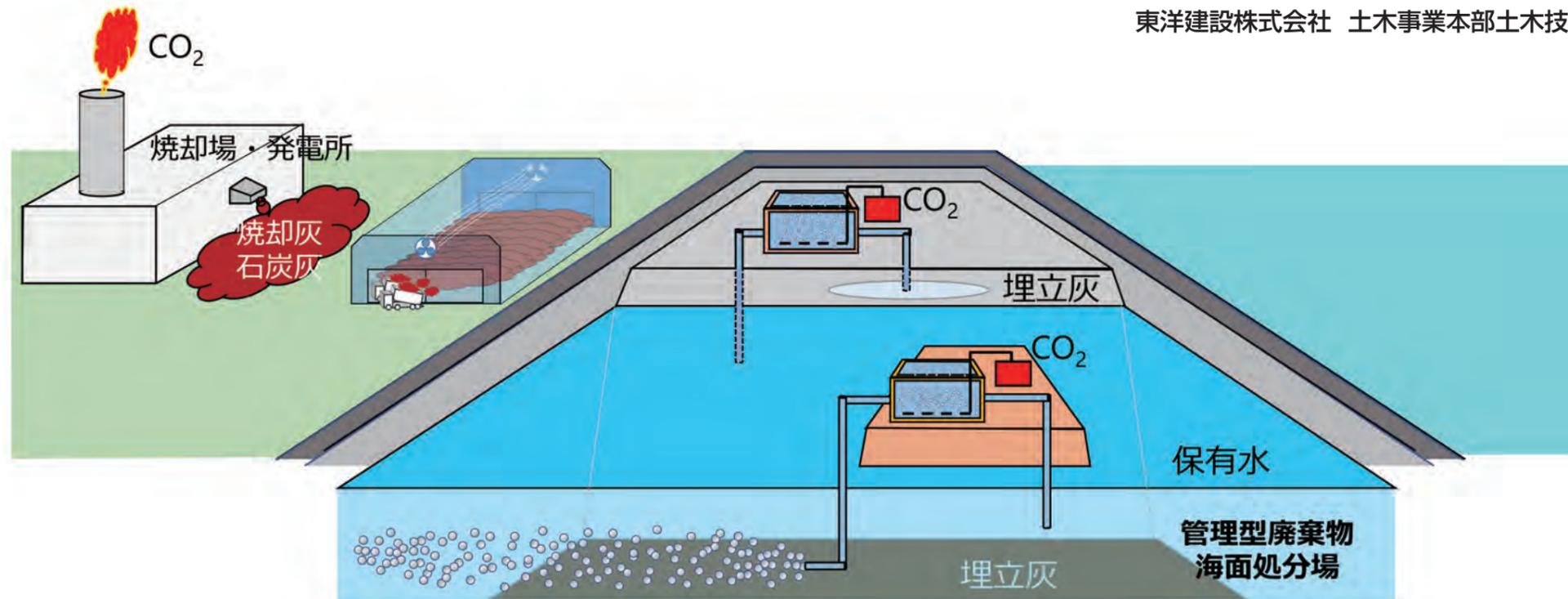


わかる海洋土木フロンティア



管理型海面処分場における CO₂ 貯留技術 ~廃棄物にも水にも、アルカリ特性を活かして~

東洋建設株式会社 土木事業本部土木技術部 山崎 智弘
やまさき・ともひろ



■ 管理型海面処分場とは

港湾域をはじめとした海域に造成される管理型海面処分場(図-1参照)は、生活環境保全上の措置が必要な一般廃棄物や産業廃棄物が埋立処分される施設です。特に人口が多く産業が発展している大都市近隣に整備されることが多く、災害廃棄物の受入施設としての需要も求められています。

また石炭火力発電所の稼働に伴って排出される石炭灰の多くはリサイクルされますが、その一部は管理型海面処分場に埋立処分されています。

管理型海面処分場の外周護岸は嚴重な遮水構造となっており、また底面には遮水層があります。そのため、処分場内の廃棄物や廃棄物に触れた水は、処分場内にとどまるようになっています(図-2参照)。

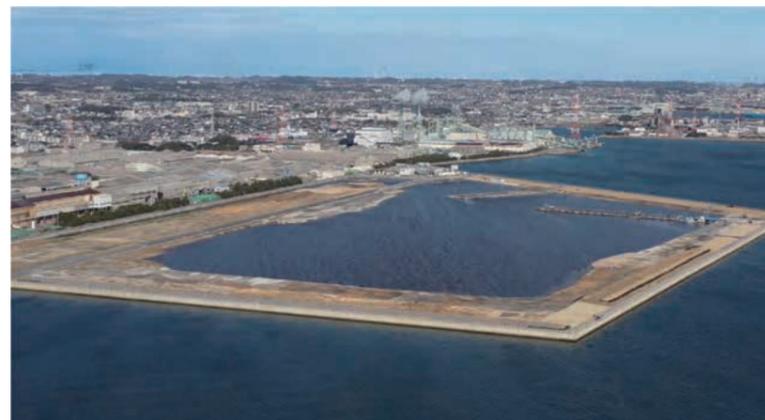


図-1 管理型海面処分場(衣浦港3号地廃棄物最終処分場、愛知県)

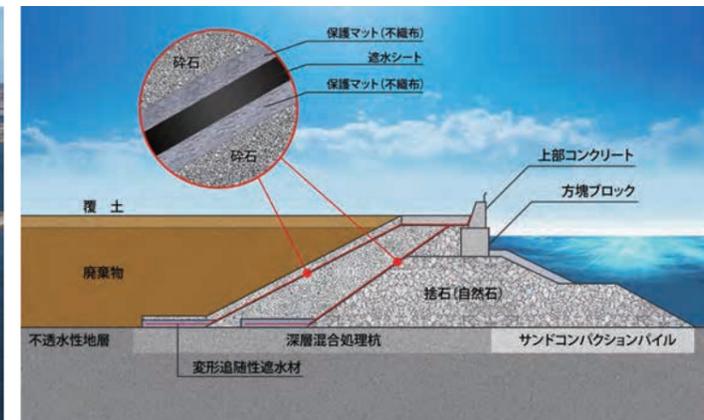


図-2 遮水護岸の構造例(同処分場)

■ アルカリ性の廃棄物を埋め立てると

廃棄物の様々な品目の中には、例えば地域のクリーンセンターで焼却時に発生する灰や、製鉄所から排出されるスラグなどには、多くの酸化カルシウム

(CaO)や水酸化カルシウム(Ca(OH)₂)が含まれています。このような廃棄物を海面処分場内に埋め立てると、処分場内の海水は次第に高アルカリ化していきます。

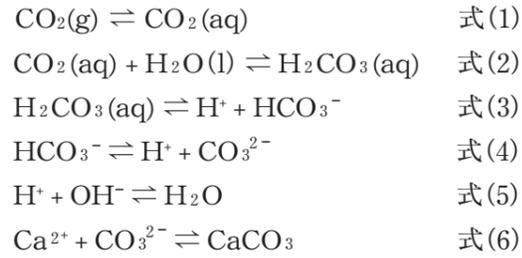
港湾域に造成される海面処分場は、埋立完了後には港湾施設用地や工場などに利用できるポテンシャルが高い立地です。この埋立地を跡地利用するためには、処分場内への降雨等により生じる余剰な水を外海に放水する際、排水基準(pH5.0~9.0)内となっていることが必要です。しかし、このように処分場内がアルカリ化した状態では、浸出してくる水は排水基準を満たさず、長期間にわたり水処理を継続しなければならないことが課題となっています。このように排水基準を満たしていない状態では処分場を廃止できず、跡地利用につなげられません。

基準値以上となるpHの対策として、これまで

促進させることなどが実施されています。しかし、様々な廃棄物で埋め立てられており、地下水位が比較的高い位置にあるため、地盤から効率よくアルカリ成分を洗い出すことが困難となっています。

■ 埋立過程でのpH対策にCO₂を利用

これらの社会的課題に対し、当社は(公財)愛知臨海環境整備センター様(愛知県)のご協力のもと、衣浦港3号地廃棄物最終処分場の埋め立て過程において、廃棄物埋立地盤と場内の水を中和する技術開発を行っています。この中和処理に用いるのは最も安価でエネルギーを使わない大気中のCO₂です。CO₂が廃棄物や水中に溶解して貯留、固定するメカニズムは次の式(1)~(6)のとおりです。



これまでの実験から、薄層に盛土したCaO含有量の大きな焼却灰1tあたり100kg程度のCO₂が固定できることを確認しています。これは対象廃棄物を10万tとした場合、CO₂換算で約1万tの貯留に相当します。

またpH11.0の水がpH9.0まで中和するために消費されるCO₂は約22g/tと試算されます。これは水量が100万m³である場合、CO₂換算で約22tの貯留に相当します。

■ CO₂貯留量の促進技術

アルカリ性の海水を対象とした室内実験(図-3参照)では、pHが大きいほど中和に寄与するCO₂の大気から海水への溶解フラックスが大きくなることを確認しています。これは高アルカリ水ほど水中へ溶解したCO₂(aq)が式(1)~(4)の反応に

伴い、より多くの炭酸イオン(CO₃²⁻)となるため、水中のCO₂(aq)濃度が少なる分、大気中のCO₂(g)がさらに溶解しやすくなっているためです。

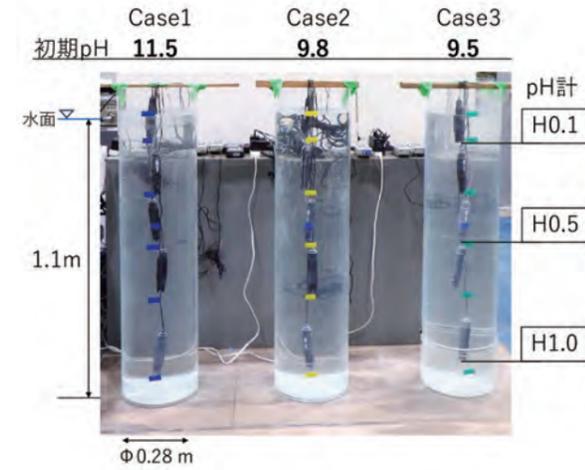


図-3 円筒容器を用いた大気CO₂溶解中和実験

このような特性から、アルカリ性の廃棄物に、散水によって適切な水分を与え、一定期間養生することで、大気中のCO₂が廃棄物粒子表面に固定されます(図-4参照)。このような処理をした廃棄物が水中に没した際には、未処理の状態より水中に溶出するアルカリ成分が低減することが期待できます。



図-4 盛土した廃棄物への散水養生

また場内の水に、CO₂をウルトラファインバブル(UFB)化した気泡に入れ、曝気する技術開発を行っています。微細粒径のUFBは浮上しにくいため、曝気したCO₂の大部分がロスなく中和反応およびCO₂固定に利用され、効率的となります(図-5, 6参照)。

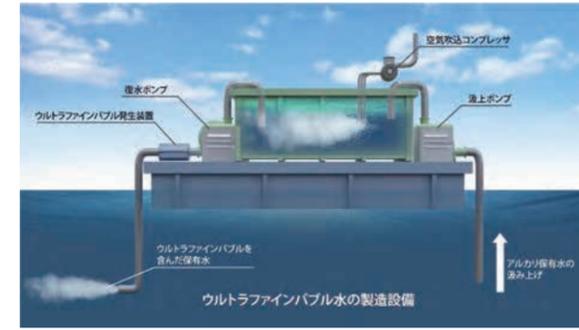


図-5 ウルトラファインバブル曝気による中和

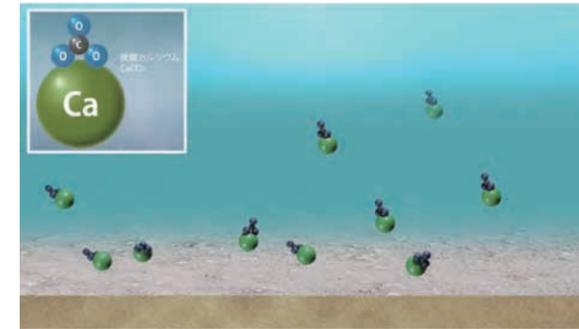


図-6 炭酸カルシウムの処分場水底への貯留

埋め立てられた廃棄物に対しては、陸域化した処分場内に造成した井戸を通じ、同様にCO₂を混合したUFB水を循環することで、井戸間のアルカリ性地盤の中和と浄化、CO₂の固定が可能となります(図-7参照)。

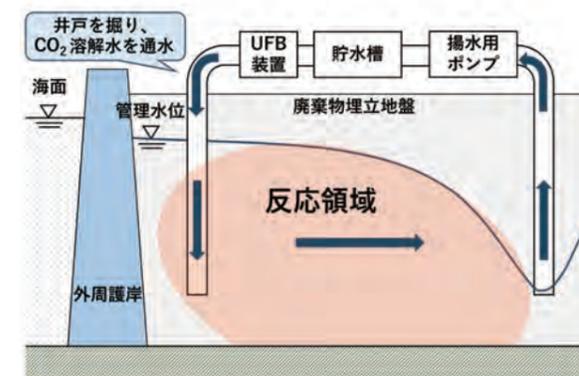


図-7 埋立廃棄物へのCO₂固定と中和

なお、これらの工法に必要な電力は自然再生エネルギーで賄うため、環境に配慮した技術となっています。

■ おわりに

アルカリ化した環境、広大な面積という管理型海面処分場特有の条件を活かし、処分場を単なる埋立施設とするだけでなく、CO₂貯留施設として活用することが可能となれば、カーボンニュートラル社会の実現に貢献できると考えています。また、処分場としての役割を早期に終了(廃止)させることが可能な技術となるだけでなく、跡地利用時の地盤の健全化にも貢献できる技術となります(図-8参照)。



図-8 管理型海面処分場でのCO₂貯留効果

現在は、効率的にCO₂を回収して、処分場内に固定するための検討の一環として、排ガスをを用いる検証も行っています。今後も引き続き現地実測や実験を行い、現地に適用可能な工法を確立し、同様の課題を有している多くの処分場に展開したいと考えています。



我が社の現場紹介

わがしゃのげんばしょうかい

令和5年度名古屋港新土砂処分場埋立護岸基礎工事(その4)

株式会社 不動テトラ 中部支店

||||| 工事概要 |||||

発注者 国土交通省中部地方整備局
 施工場所 愛知県常滑市セントレア地先
 工期 2024年3月29日～10月31日



株式会社不動テトラ 常滑作業所
 所長 角田 充弘 さん
 つのだ・みつひろ



株式会社不動テトラ 中部支店
 総務課 谷花 佳南 さん
 たにはな・かな

Questions
&
Answers

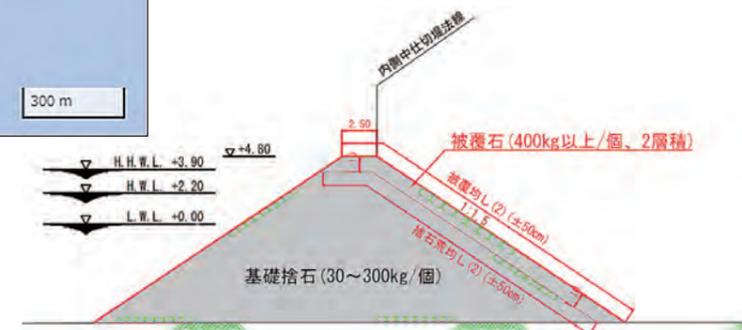
中部空港沖で護岸基礎構築

国土交通省による名古屋港の新土砂処分場整備が2021年9月から進められている。名古屋

港の航路・泊地整備のために行われる浚渫工事で発生する土砂は、現在の土砂処分場である「ポートアイランド」へ受け入れているが、処分容量が逼迫(ひっばく)しており、これに代わる新土砂処分場を整備するため、中部国際空港の西側と南東側の2カ所に護岸を構築し、約294haの公有水面に浚渫土砂約3,800万^mの受け入れを行う計画だ。その一環で行われる「令和5年度名古屋港新土砂処分場埋立護岸基礎工事(その4)」は、西工区の一歩南側の西I工区で、捨て石と被覆石の投入、均しによる護岸基礎を整備する。3月末に着工した工事は、不動テトラの施工で10月末まで続く予定。同社中部支店総務課の谷花佳南さんが訪問し、角田充弘所長に現場運営の方針や工事完了に向けた意気込みなどを聞いた。



工事場所位置図



本工事の施工断面図

危険源を除去し無事故・無災害で

谷花 今回の工事の目的と内容を教えてください。

角田 今回、当社が受注して施工する工事は、5分割した西工区のうち、一番南側にある西I工区の中仕切堤の護岸基礎を整備するものです。基礎工として捨て石の投入と均し作業を行った後に、被覆・根固工として被覆石の投入と均し作業を行う内容となっています。

谷花 どのような方針で現場を運営していきますか。

角田 協力会社の参加のもとで危険源を除去し、無事故・無災害で現場を完成させる方針です。

谷花 工事の特色をお聞かせ下さい。

角田 DX活用が特色の一つといえるでしょう。国土交通省が提唱するi-Constructionに基づき、ICTを全面的に活用します。まずはマルチビーム深淺測量による起工測量を行い、そこで取得したデータをICT活用工事に生かしていきます。BIM/CIM適用工事でもありますので、3D図面を使って数量計算を行い、建設生産プロセス全体で一連の生産・管理システムの効率化を図っていきます。

谷花 海上の何も目印のないところで、どのように工事を進めていくのでしょうか。

角田 海上工事は、陸上工事のように目印となるびょうを現場に打つことができません。施

工前、GNSSを使って測量を行うときに重りを付けた竹などの目印を設置しておきます。それを目安に作業船の大まかな誘導を行います。船をアンカーで現場に固定した後、GNSSのモニターを通じて確認しながら、細かい位置修正をウインチ操作で行います。石材の均し作業でもICTを活用します。台船上のバックホウにマシンガイダンスを搭載し、3D設計データを取り込んで操作のサポートを行います。オペレーターは実際に目視できない水中でもマシンガイダンスを見ながら操作することができます。

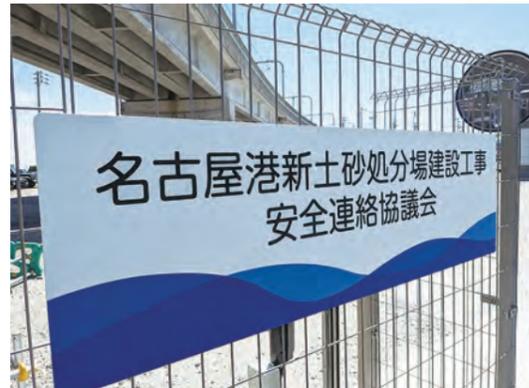
航空法に基づく高さ制限に対応

谷花 空港のすぐ近くで工事を行う上で、どのような制約があるのでしょうか。

角田 滑走路が近い現場ですので、飛行機の安全運航のために、作業時の高さ制限が設けられています。本工事の区域内では航空法に基づく、「制限表面」が適用されます。作業船のブームを上げた状態で高さも変わりますし、積荷の重量でも喫水高が変化します。潮位による高さの変化もありますので、これらを確認することが欠かせません。



角田所長から工事概要を聞く（現場事務所内）



6社が同じ敷地内で現場事務所を構えている

谷花 工事船はどのようなものを使用するのですか。

角田 石山で産出された石材を運搬するガット船、石材の均し作業を行うバックホウ船、それと潜水士船です。潜水士船には潜水士の作業に必要な装備が搭載されています。潜水士は、船上にいる連絡員と水中マイクでやりとりしながら作業を行います。

谷花 現場では同時並行で複数の工事が行われていると聞いています。相互に協力していることはありますか。

角田 現在、6社が同じ海域で工事を行っています。各社が同じ敷地内に現場事務所を構えており、「名古屋港新土砂処分場建設工事安全連絡協議会」を結成しています。工事に使用する作業船の航行調整を行うほか、建設業のイメージアップに向けたクリーンアップ作戦や現場見学会などの各種活動も共同で行っています。

谷花 当社の現場事務所の職員構成を教えてください。

角田 3人体制で、50歳以上が2人、20歳代が1人となっています。年代差の大きい組み合わせですが、若手技術者には早く管理技術を学んでもらいたいです。

谷花 若手技術者にはどんなアドバイスをしていますか。

角田 指示待ちだけでは作業をけん引するリーダーシップを取ることができませんので、計画、実行、評価、改善のPDCAを自分で考えながら経験を身につけてほしいと言っています。それと配属されている地域の歴史的な背景や産業、特産物などについても理解を高め、自分が担当する工事がその地域にどのような効果をもたらすかも考えてほしいと思っています。



海上の施工箇所を船上から確認

取材を終えて

前の週末までの悪天候から一転し、穏やかでありながらも初夏を感じる天候の中での見学となりました。今回の工事は土砂処分場の整備ということで当社以外にも6工事で協力し合い作業や様々な活動をされているとの事でした。

施工箇所までは交通船で陸地から片道30分程かかるということにも驚きつつ、毎日早朝からその日の天候や風の状況、船の安全確認など工事に取り掛かるまでの事前準備にも余念がない現場の皆様の姿に感銘を受けました。本工事ではこれから本格的に工事が始まっていく予定ですが、私も総務課という立場から精一杯サポートさせて頂きたいと現場見学に訪れて改めて感じました。

全体の計画として何年も続いていく工事のため天候の影響などなく、円滑に作業が進んでいくよう願っております。今回現場見学という貴重な機会を頂いたことに感謝致します。

（谷花佳南）



船上から現場の皆さんと

私にとっての第二の拠点「対馬」

国土交通省国土政策局総合計画課 国土利用推進係長 川橋 美里

日本の都道府県別で最も島の数が多い長崎県生まれ、長崎県育ち。大学入学を機に上京し就職を機にUターンした早々、縁もゆかりもなかった「対馬」に赴任しました。生粋の長崎人でありながら、対馬に赴任するまで長崎県内の離島に一度も足を踏み入れたことがなかった私が、対馬大好き！離島大好き！田舎大好き！人間になった話です。

いつも新しい何かに、わくわくどきどき

対馬で暮らし始めてから、いくつもの「人生初」を体験しました。例えば、釣りやSUP、舟グロー（対馬に古くから伝わる、和船による競漕）、乗馬等です。そのほかにも、小学生ぶりの田植えや芋掘り、クワガタ採集等、休日も止まっている時間がないほど身体を動かす生活でした。また身体を動かす体験だけでなく、水平線から昇る朝日やすべてをオレンジ色に染めるマジックアワーといった人生初の景色にもたくさん出会いました。過ぎ去ってしまう日々の記録を目に見える形で残しておきたい！と思い立ち、初めてのボーナスで一眼レフカメラを購入し、当時所属していた長崎県対馬振



赤島で拾ったシーグラス

興局で、公式Instagramアカウント「#instaつしま(@ngs_tsushima)」を開設し、毎日欠かさず対馬暮らしの魅力を投稿し続けました。大げさかもしれませんが、毎日投稿してもネタが尽きないくらい、発見や驚き、楽しみ、感動が絶えない日々だったのです。

また2020年9月に開校した「対馬グローバル大学」に1期生として参加しました。対馬グローバル大学とは、「web講義」「オンラインゼミ」「仮想研究室」の3つを柱に、島内外の専門家や仲間たちと交流しながら、対馬の歴史やSDGs、地域づくりなどについて学ぶことができる市民大学です。環境ゼミに所属し、シーグラスを「漂着ごみ」から「まちおこしの素材」に変身させるべく、休日に海岸を巡って、地元の方々にも聞き取りをしながらシーグラスマップを作成しました。長年、対馬は深刻な「漂着ごみ問題」を抱えています。漂着物のトランクミュージアムやシーカヤックを利用した海岸視察等、様々な活動をされている方々との出会い、私にも何かできることはないかと考え、「シーグラスを拾うことが、周りの漂着ごみやプラスチックごみの問題に向き合うきっかけになるのでは」という思いから出発したものでした。

新たなライフスタイル「二地域居住」

先日、二地域居住の促進を通じて、地方への人の流れを創出・拡大するための「広域的な地域活性化のための基盤整備に関する法律の一部を改正する法律」が成立しました。二地域居住とは、既存の生活拠点とは別に、他の地域に第二の拠点を構える新しいライフスタイルの1つです。これまで、二地域居住はお金や時間に余裕のある人々が行うイメージがありましたが、今回のターゲットは若者・



美津島町海水浴場でのSUP

子育て世代です。コロナ禍を経て働き方や生活様式が変化している今、地方移住に憧れながら踏み切れなかった人々にとっても、現実的な選択肢になっていくと思います。

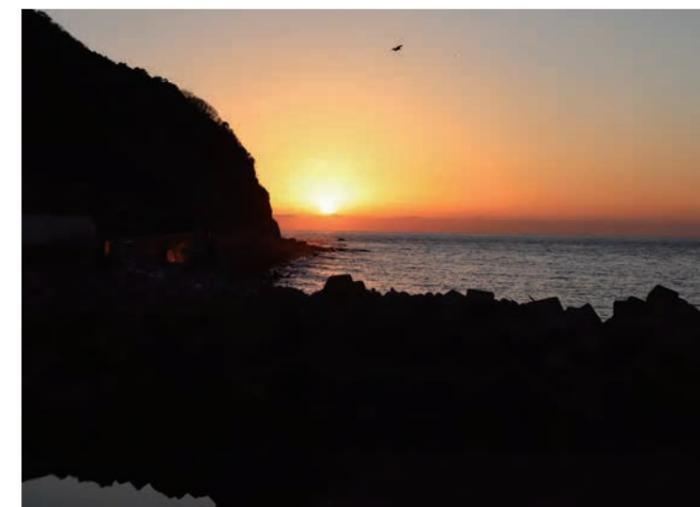
二地域居住の促進には、移住した定住人口でもなく観光に来た交流人口でもない、地域や地域の人々と多様に関わる「関係人口」を増やす狙いがあります。今回の法改正により、市町村が二地域居住促進に関する活動を行うNPO法人、民間企業等を「二地域居住等支援法人」として指定できるようになりました。この法人は、二地域居住者と地域の人との関係性を深めるコーディネーターのような役割を担います。

対馬のような田舎で生活をしていくには近所の人、地域の人との関わりが重要になります。私自身、対馬の自然や風景はもちろんのこと、そこで暮らす人々が好きになったことで、いつしか対馬が“心のよりどころ”となりました。

おわりに

私は、対馬で暮らす前まで、人に迷惑をかけるはいけないという気持ちを強く持っていて、人からの親切を素直に受け取ることが苦手でした。しかし、「困ったらお互い様」の気持ちで溢れた対馬のコミュニティーに入り、困ったときは人に頼って良いし、誰かが困っていたら手を差し伸べたいと思えるようになりました。都会では失われてしまっている文化・コミュニティー、お金では得られないものがあること、それらを通して人間関係や知見を広げられることは、田舎暮らし、島暮らしの魅力の1つだと思います。

最近では、東京出身で故郷と呼べる場所がないと感じている層も増えていると聞きます。自分の居場所だと心から思える場所や人の存在は、Well-beingの向上にもつながります。私にとっての対馬のように、皆さんも、心のよりどころとなる素敵な第二の拠点、第三の拠点に出会えることを願っています。



小茂田浜の夕日

今号のcolumnistは、

川橋 美里 さん
かわはし・みさと

早稲田大学文学部中国語中国文学コース卒業。2019年長崎県庁入庁。長崎県対馬振興局総務課、内閣府総合海洋政策推進事務局有人国境離島政策推進室(出向)での勤務を経て、2023年国土交通省入省、現在に至る。





海人

現場最前線

作業船の整備・修理に日々奔走

日本海工株式会社 土木部機材グループ課長
林 純一郎 さん

はやし・じゅんいちろう

会社が保有する作業船や重機の整備・修理を担当している。現在は今後計画されている大型工事への投入を予定している作業船を改造するために、依頼先の造船所に常駐して工務監督的な立場で調整に奔走する日々を送っている。

大学の機械工学科を卒業し、師事した教授の紹介で日本海工に就職した。今年で27年になる。入社1年目こそ会社が手掛ける工事のことを知るために現場に配属されていたが、その後は一貫して機材グループに所属している。作業船などの軽微な修理から大型の改造、新造設に至るまで全国を飛び回って対応に当たってきた。かつては作業船の修理対応などで海外の現場まで出向いていったこともあった。

主力としている海上地盤改良工事に用いる3隻のサンドコンパクションパイル船をはじめ、揚錨船、陸上重機などを保有して事業を手掛けている



サンドコンパクションパイル船

同社。現場に出ている船長や機関長から連絡が入れば、修理や設備の追加などの段取りを付けておき、次の現場に行くまでの間に整備を行う。機材グループのメンバーで自ら修理を行うこともあれば、必要に応じて協力会社に作業をお願いすることもある。

大切なのは現場に出て大変な思いをする船長や機関長らの要望に可能な限り応えることだと考えている。林氏の元には現場に出ている作業船から随時、要望事項が寄せられてくる。常にそれを的確に把握できるように、日々やりとりすることが必要だと考えているという。

「同期の船長もいれば、自分より年下もいる。彼らが機械のことで余計なことを考えなくて済むように心掛けておくことが自分の役目」と自認。いつでも遠慮無くさまざまなことが伝えられるよう、コミュニケーションを積極的に取るように意識しているという。その一方で、何かあればすぐに言うてくる船長らからの連絡が少なかったとしても「便りが無いのは元気な証拠」と考えるようにしている。互いに信頼している間柄だからこそ、そう思えるそうだ。

保有船や機材の修理・整備を手掛ける中で「機械が問題なく動いてくれること」が仕事をする上での何よりのやりがいとなる。

これまで全国を飛び回って対応してきた中で、それぞれの地域で信頼の置ける外注先とも良好な関係性を築いていくことができた。各地に相談できる人たちがいれば、連絡を取って「これ早急にお願いしますことできますか」などと助けを請うことができる。そうした人たちの存在は自身にとって大きな財産であると考えている。

年齢が50歳を過ぎ、これからは後進を育てることも力を注ぎたいと思い始めている。今の若手は自分たちの頃と違って互いに助け合える同期も少ない状況にある。そうした中でも興味を持つ部分を伸ばしていきながら「そこから広げて、必要なことを勉強したり、資格取得にも挑戦したりしてもらえるようになってほしい」と期待を寄せている。

会員会社

 青木マリーン (株)

 大新土木 (株)

 徳倉建設 (株)

 あおみ建設 (株)

 タチバナ工業 (株)

 (株) トマック

 (株) 浅川組

 日起建設 (株)

 家島建設 (株)

 日本海工 (株)

 (株) 大本組

 (株) 不動テトラ

 株木建設 (株)

 (株) 本間組

 (株) 河村産業所



 みらい建設工業 (株)

 五栄土木 (株)

 YAMATO ヤマト工業 (株)

 (株) 小島組

 YOSHIDA GC (株) 吉田組

 五洋建設 (株)

 YSC 寄神建設 (株)

 信幸建設 (株)

 東亜建設工業 (株)

 りんかい日産建設 (株)

 大旺新洋 (株)

 東洋建設 (株)

 WAKAHIKO 若築建設 (株)

Marine Voice21

マリンボイス 21 Summer 2024 Vol.326 令和6年8月9日発行
一般社団法人日本埋立浚渫協会 東京都港区赤坂三丁目3番5号 (住友生命山王ビル8階)
Tel.03-5549-7468 Fax.03-3588-7439 編集発行人 鈴木 靖彦



一般社団法人

日本埋立浚渫協会

〈協会ロゴについて〉

羅針盤(コンパス)をモチーフに、海(オーシャンブルー)、波(ホワイト)、空(スカイブルー)をデザインし、海洋土木の未来を切り拓く羅針盤の役割を目指す協会の意志を表現しています。

Marine Voice21

マリンボイス 21
www.umeshunkyo.or.jp



不許複製

Printed in Japan

©2005 Japan Dredging and Reclamation Engineering Association

