

Marine Voice21

Summer 2025 Vol.330

苫小牧

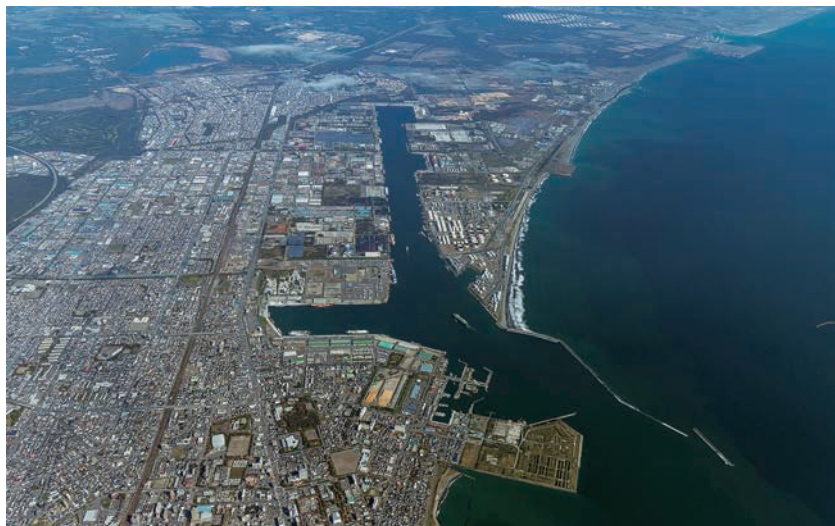
とまこまい

北海道最大の国際拠点港湾・苫小牧港



一般社団法人

日本埋立浚渫協会



苫小牧港は、北海道内最大の貿易額を誇る。港湾取扱貨物量は道内の半数以上を占めるとともに、全国でも3位(2023年)に位置する。わが国初の大規模掘込港湾として、土木史に名を刻む港湾でもある。

(表紙写真：苫小牧港管理組合 提供)

海から生まれ
海で育ち
海を活かす



Contents Summer 2025 Vol.330

2 Port Rait (ポート+レート)

北海道最大の国際拠点港湾「苫小牧港」

8 研究室訪問

富山県立大学工学部環境・社会基盤工学科 防災水工学研究室(呉研究室) 呉 修一 教授

12 あの頃、思い出の現場

橘湾火力発電所新設工事 護岸3工区 工事用連絡橋工事
若築建設株式会社 常務執行役員名古屋支店長 刀根 幸晴 さん

14 CHALLENGING SPIRIT vol. 5

～ 海洋インフラを支える技術者たち ～ 写真家 西村 尚己 さん

16 我が社の現場紹介

新潟港(西港地区)航路泊地付帯施設築造工事
施工 本間・不動テトラ特定建設工事共同企業体

20 コラム&エッセイ

大学共同利用機関法人 人間文化研究機構 総合地球環境学研究所基盤研究部 教授 浅利 美鈴 さん

22 わかる海洋土木フロンティア

港湾インフラ DX 消波ブロックの設計・施工・維持管理の効率化と高度化
株式会社不動テトラ 山崎 真史 さん

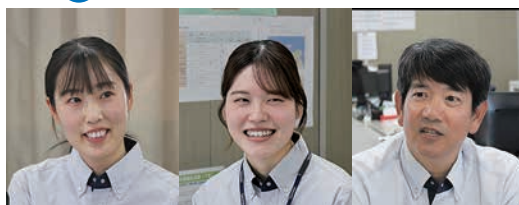
24 Marine Topics

「令和6年度土木学会賞・技術賞」「海洋音響学会2024年度業績賞」受賞案件紹介^{ほか}

28 海人 現場最前線

この船が全てを教えてくれた
青木マリーン株式会社 第三拓洋丸 機関長 正岡 信哉 さん

29 会員会社一覧





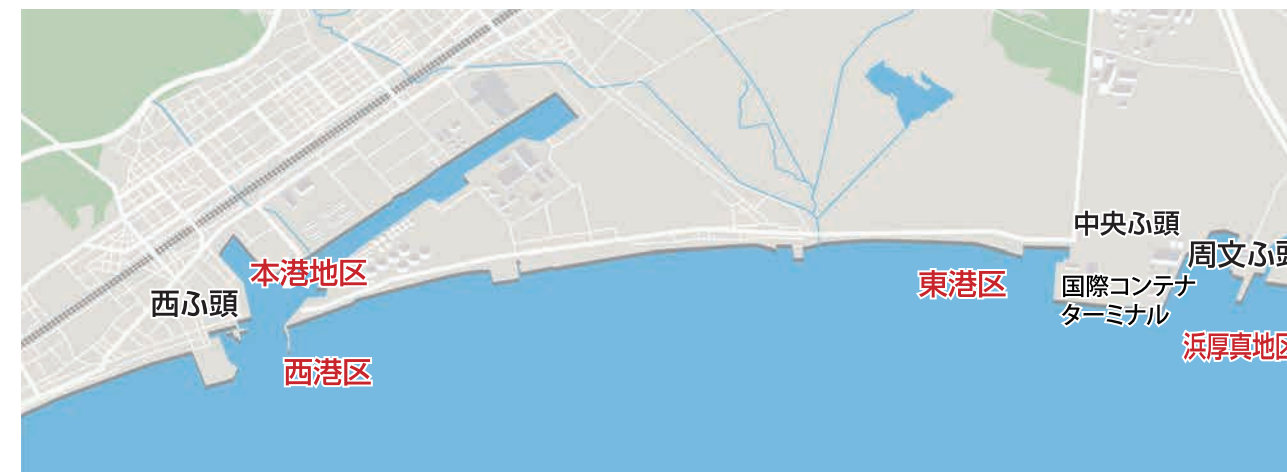
北海道最大の国際拠点港

苦小牧港

苦小牧港は、北海道内最大の貿易額を誇る。港湾取扱貨物量は道内の半数以上を占めるとともに、全国でも3位(2023年)に位置する北日本最大の国際貿易港。北海道の政治・経済の中心である札幌圏に太平洋岸で最も近い港湾で、本州からの貨客が行き来する海の玄関口となっている。わが国初の大規模掘込港湾として歴史が始まり、土木学会の「選奨土木遺産」に選定されるなど、わが国の土木史に名を刻む港湾でもある。



■ 苦小牧港の位置図と概要



港湾概要

【港湾区域面積】 約14,300ha	【コンテナ取扱貨物量】 外貿178,677TEU 内貿110,558TEU	【港湾管理者】 苦小牧港管理組合
【臨港地区面積】 約1,965ha	【入港船舶隻数】 14,385隻	
【総取扱貨物量】 10128.0 万 t (外貿1,632.2万t) (内貿8,495.8万t)		

(2023 年国土交通省港湾統計)

■ 苦小牧港のあゆみ

1951 年	西港区の建設工事開始
1960 年	西港区で内陸掘り込み開始
1963 年	重要港湾に指定 西港区の供用開始
1976 年	東港区の建設工事開始
1980 年	東港区の供用開始
1981 年	特定重要港湾に指定
1997 年	西港区入船国際コンテナターミナル供用開始
2008 年	国際コンテナターミナルを東港区中央ふ頭へ移転
2011 年	国際拠点港湾に指定
2012 年	東港区の中央ふ頭耐震強化岸壁供用開始
2013 年	西港区の西ふ頭耐震強化岸壁供用開始

◀▶ わが国初の掘込港湾 ▶▶

交通の要衝に立地

苦小牧港は、西港区と東港区からなり、海岸線は苦小牧市から厚真町までの約24km。港湾区

域は約1万4300ha。札幌圏、新千歳空港に近接するなど、地理的な利便性が高い交通の要衝に立地している。北海道の海の玄関口として、カーフェリーやRORO

船、内外航定期コンテナ船など、多数の船が行き交う。臨海工業地帯の中核を成す港湾でもあるが、砂浜と原野を切り開いて構築したという建設の歴史がある。

道民の生活を支える

苫小牧港・西港区は苫小牧市にあり、わが国で初めて内陸部を切り開いて港湾を建設した。江戸時代末から明治期にかけて「樽前浜」と呼ばれていた、イワシ地引き網漁でにぎわう砂浜と原野を切り開いた。そのきっかけとなったのが、地引き網漁から沖合漁への転換を望む声の高まりで、勇払川河口を利用した漁港づくりが始まった。1924（大正13）年、北海道庁技師の林千秋による「勇払築港論」を機に、勇払原野・苫小牧の豊かな将来性が認識され、1951年に本格的な苫小牧港建設がスタート。1952年に策定された苫小牧工業港修築計画概要に基づき、漂砂対策用の防波堤（東防波堤、西防波堤）と長大な水路で構成する掘込港湾が建設されることになった。

土木史に名を刻む

1960年から、内陸への掘り込みが開始され、掘り込み面積は約400万㎡に及び、掘削・浚渫

した土砂量は約7500万 m^3 に達した。完成後、臨海工業地帯の開発拠点となった。

2018年、土木学会は苫小牧港大規模掘込港湾施設を「選奨土木遺産」に認定した。

一方の苫小牧港・東港区は苫小牧東部地域にあり、1万0700haもの広大な開発用地を背後に持つ。1969年策定の新全国総合開発計画（新全総）に盛り込まれた大規模開発プロジェクト構想のうち、大規模工業開発地域の候補地の一つの「苫東」として進む「苫小牧東部工業基地開発基本計画」に沿って東港区は整備された。1976年に着工し、1年間に1.6km延伸された東防波堤のように、驚異的なスピードで各施設の工事が進む。着工から4年後の1980年に供用を開始する。ただ、苫東計画策定直後のオイルショックなどにより、重厚長大型企業の専用港的な位置づけから西港区と一体となった流通港湾へと、目指す姿が変化している。西港

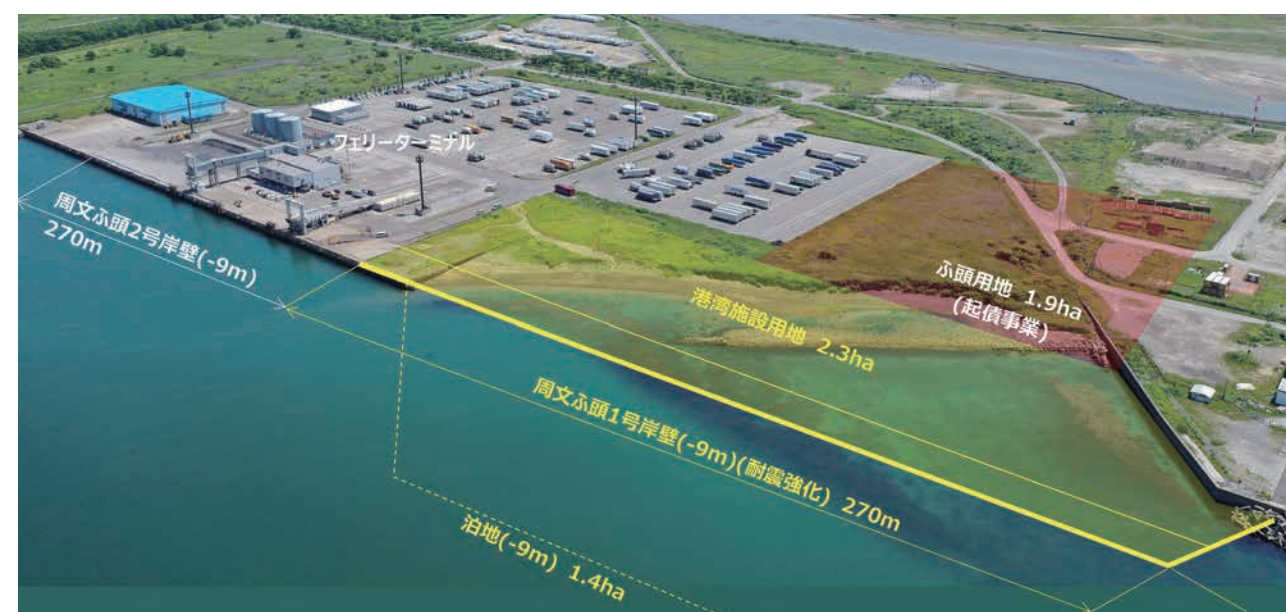
区にあった国際コンテナターミナルが移転してきたほか、バルク貨物船やフェリーが利用する耐震性能を有した岸壁整備事業が進められている。

全国トップの定期航路数

苫小牧港には、国内外の定期航路が2024年5月現在、週115便近く就航している。中長距離国内定期航路数は全国1位で、総取扱貨物量は1億tを超え、全国3位（2023年）。国内貨物に限定すると、全国1位となる。取扱貨物の約3割をフェリー移出貨物が占め、その半分は野菜や畜産品などの一次産業製品となっている。コンテナ輸出貨物は、自動車部品、水産品、紙・パルプの順に多い（2023年）。

フェリーによる移入貨物は日用品や加工食品、宅配便など道民生活に直結する貨物が4割以上と、道民生活を支える港湾に位置づけられている。RORO船は11の定期航路があり、週44便が就航。道内を走る乗用車、

社会情勢に応じた整備が進む



東港区浜厚真地区（周文ふ頭）の連続バース化

- 連続バースを確保し、東港区の混雑緩和・利便性向上に貢献
- 苫東地域の産業立地に向けた新たな貨物需要にも柔軟に対応
- 耐震強化岸壁を整備し、災害時の緊急物資等の受入拠点を確保

トラックの多くが苫小牧港で陸揚げされている。

荷役作業の効率化へ

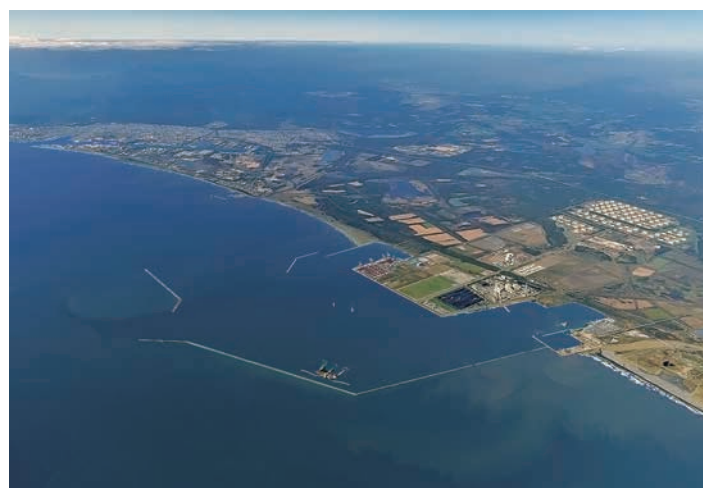
そのRORO船の多くは現在、西港区本港地区にある西ふ頭を利用する。苫小牧港建設初期から利用されてきた岸壁のため、西ふ頭は背後地が狭く、RORO船貨物のシャシーヤードが分散し、一般車両と交雑しやすいという課題を抱えていた。そこで、老朽化した公共上屋を解体して

背後地を拡幅する事業が行われた。今後は、点在しているシャシーヤードを統合して荷役作業の効率化を図るほか、RORO船などの入出港をサポートするタグボートの大型化に対応する船だまりを汐見地区へ整備を進める。2017年5月、苫小牧港を含む道内の6港湾管理者らが策定した農水産物輸出促進計画が全国で初めて国土交通省から認定され、汐見地区では屋根付き岸壁が整備された。スケトウ

ダラなど水産物の輸出促進が狙いで、鳥害や日射を防ぐことによる水産品の品質確保や防風雪での漁業者の就労環境改善などの効果がある。

東港区には道内のコンテナ貨物の7割以上を取り扱っている国際コンテナターミナルがある。また、国家石油備蓄基地、オイルバース、貯炭場など、エネルギー関連施設・企業が集まっているほか、自動車関連やリサイクル関連なども立地している。

東港区浜厚真地区で現在進んでいるのが、バルク貨物やフェリーが利用する周文ふ頭岸壁の増強事業だ。耐震強化岸壁として整備するとともに、連続バース化を計画している。既存の周文ふ頭2号岸壁（水深9m、延長270m）の沖側に「1号岸壁」として水深9m、延長270mの新バースを建設中。港湾施設用地として約2.3haの造成も行う。



東港区全景



選奨土木遺産に認定された



西港区本港地区



周文ふ頭工事 (R6サンドコンパクション船)

ドライバー不足に対応

現状は、バルク貨物船と併用

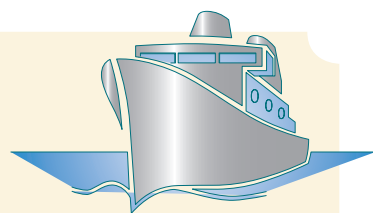
している岸壁のため、フェリー入出港時には時間調整が発生することもある。利用船舶の混雑

解消を図り、フェリー利用者の利便性を高める狙いだ。トラックドライバーの労働時間規制に応じたフェリーダイヤの設定にも役立つそうだ。

2018年9月に発生した北海道胆振東部地震の際には、災害支援船を受け入れるにあたって岸壁不足が露呈した。緊急物資輸送用の耐震岸壁が不足しており、復旧に支障を来したとの指摘もある。災害対応強化の面から、2バース目の建設に合わせて耐震強化プロジェクトが具体化した。

Tomakomai port

PICK UP



次世代エネルギープロジェクトが集中

苫小牧港はエネルギー関連産業が集積するとともに、発電所や製紙工場が立地しているという特長を生かして、複数の次世代エネルギーの供給拠点づくりが進む。その一つが水素エネルギーの製造・供給施設の配備計画である。発電時に二酸化炭素(CO₂)を排出しない水素は天候に左右されることのないエネルギーで、資源の調達先も多様というメリットを持つ。

その水素との親和性の高いアンモニアの「ハブ港」としての構想もある。水素を運搬する媒体としての利用や、石炭に混ぜて燃やすことで発電効率を高める効能があり、海外からの輸入および国内各地への移出拠点としての中継港の役割を目指す。

苫小牧港はわが国で初めて CCS (二酸化炭素の分離・回収・貯留する技術)の実証実験を行った。現時点において国内唯一の取り組みで、地中へ

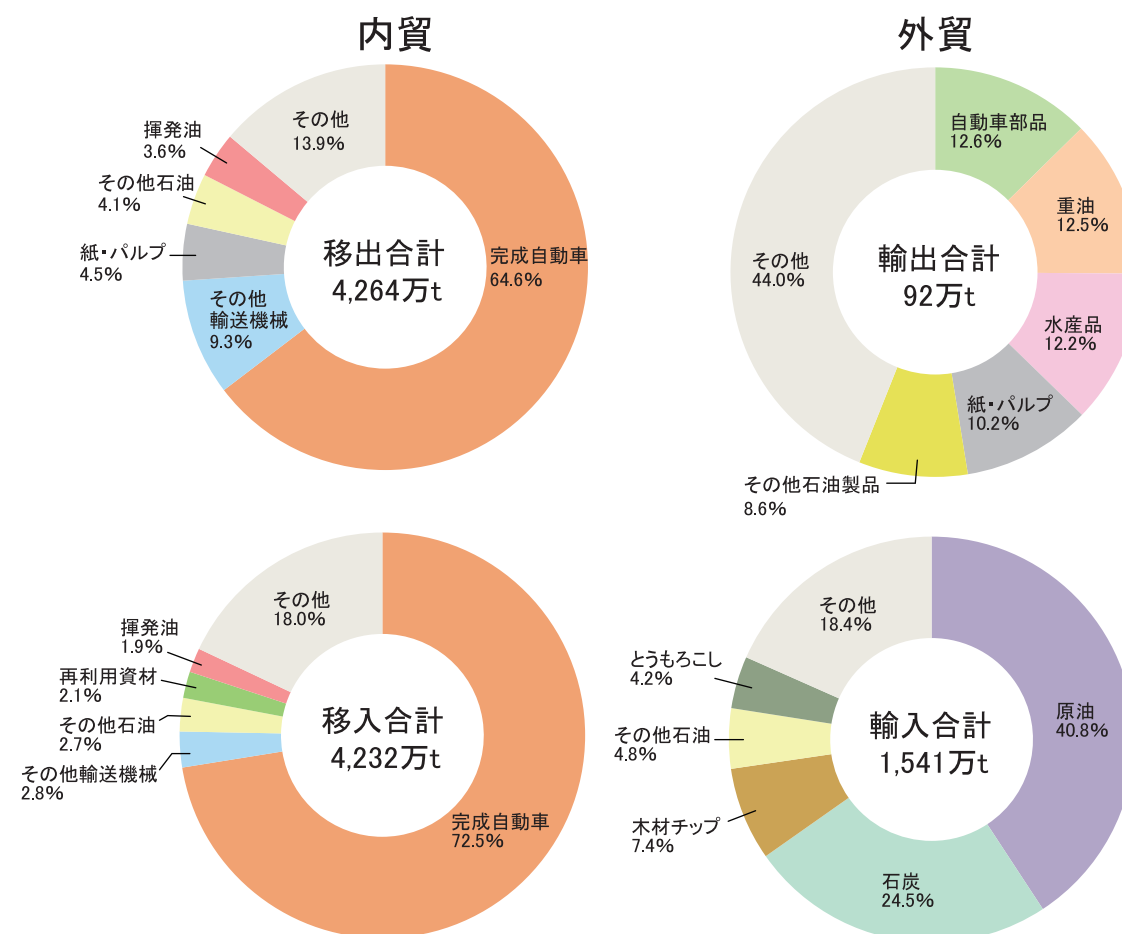
の貯留だけでなく、回収した二酸化炭素を利用する CCUS の検討も進んでいる。

国内各地では港湾活動による CO₂ 排出の削減を目指す CNP (カーボンニュートラルポート) 形成の動きが始まったが、苫小牧港はその一歩先を歩みつつある。



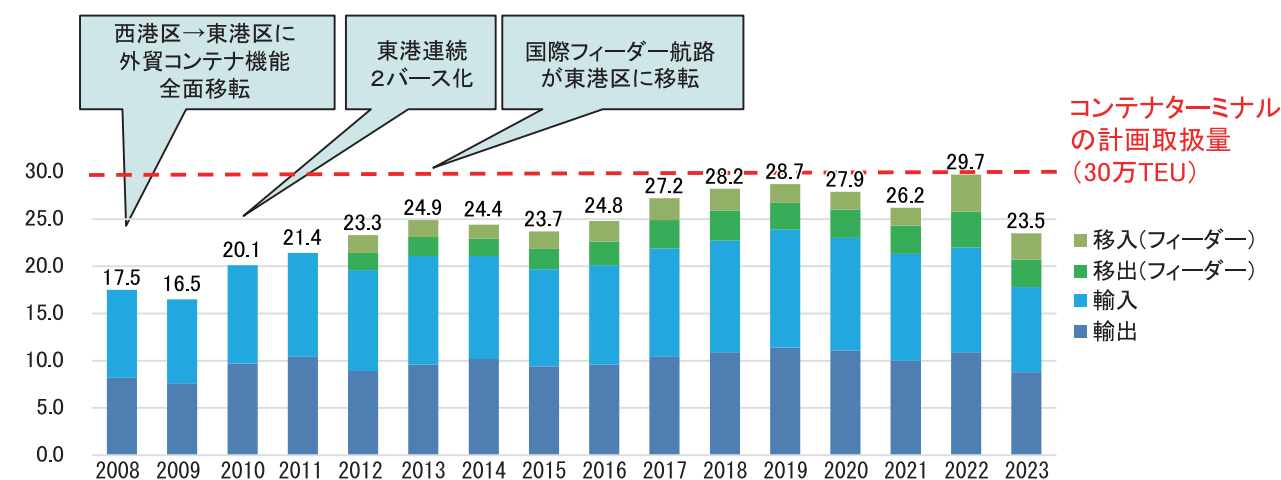
(取材協力・資料提供：苫小牧港管理組合、国土交通省北海道開発局苫小牧港湾事務所)

■ 取扱貨物量の内訳 ■



(出典) 苫小牧港統計年報(2023年)

■ コンテナ貨物取扱量推移 ■



注) 国際フィーダーコンテナ取扱個数は2012年より集計
(出典) 港湾統計、苫小牧港管理組合資料



研究室 訪問

富山県立大学

工学部環境・社会基盤工学科
防災水工学研究室(呉研究室)

呉 修一 教授

くれ・しゅういち

2003年3月 中央大学理工学部土木工学科卒業
2005年3月 中央大学大学院理工学研究科土木工学専攻
博士前期課程修了
2008年3月 中央大学大学院理工学研究科土木工学専攻
博士後期課程修了
2008年5月 米国カリフォルニア大学デービス校博士研究員
2012年10月 東北大学災害科学国際研究所災害ポテンシャル
研究分野 助教
2016年4月 富山県立大学工学部環境工学科 准教授
2024年4月 富山県立大学工学部環境・社会基盤工学科 教授

「橋梁や堤防など、大きな構造物を造りたいというのが、子どもの頃からの夢だった」。富山県立大学工学部の呉修一教授はそう語る。土木の道を歩むうちに、途上国の成長に防災技術で貢献したい、災害犠牲者を減らしたいという意欲が萌芽。大学院までの教育で得られる中途半端な知識では災害から誰も救えないと、研究に打ち込むことに。気候変動に伴う海面上昇で、防災対策の強化が求められる中、米国の大学に研究教員として師事。米国在住中に東日本大震災に触れ、帰国後、フィリピンの高潮被害の調査など、水分野の災害研究に携わる。

富山湾特有の「寄り回り波」

2016年から富山県立大学で学生への指導に当たる。東京で生まれ育った呉教授にとって、富山は縁もゆかりもない土地だ。日本海側は太平洋側に比べて波が高く、砂浜も消失しがちだ。さらに、キャンパスのある富山県射水市が面する富山湾は、「寄り回り波」と呼ばれるうねり性の高波が発生しやすい。海岸で局所的に波が高くなったり、湾内の風や波が比較的落ち着いた頃に不意に高波が打ち寄せたりする周期の長い波で、古来、沿岸部に多くの被害を与えてきた。再現シミュレーションで計算するうちに、従来想定よりも厳しい被害が生じる予想が算出され、注意が必要である。

この寄り回り波以外にも能登半島地震でも見られた津波も注意が必要だ。富山湾では地震による

海底地すべりが発生し、より短時間で津波が到達することが懸念される。従来予想でも地震発生から5分程度で高さ10m超の津波が沿岸部に到達するという。

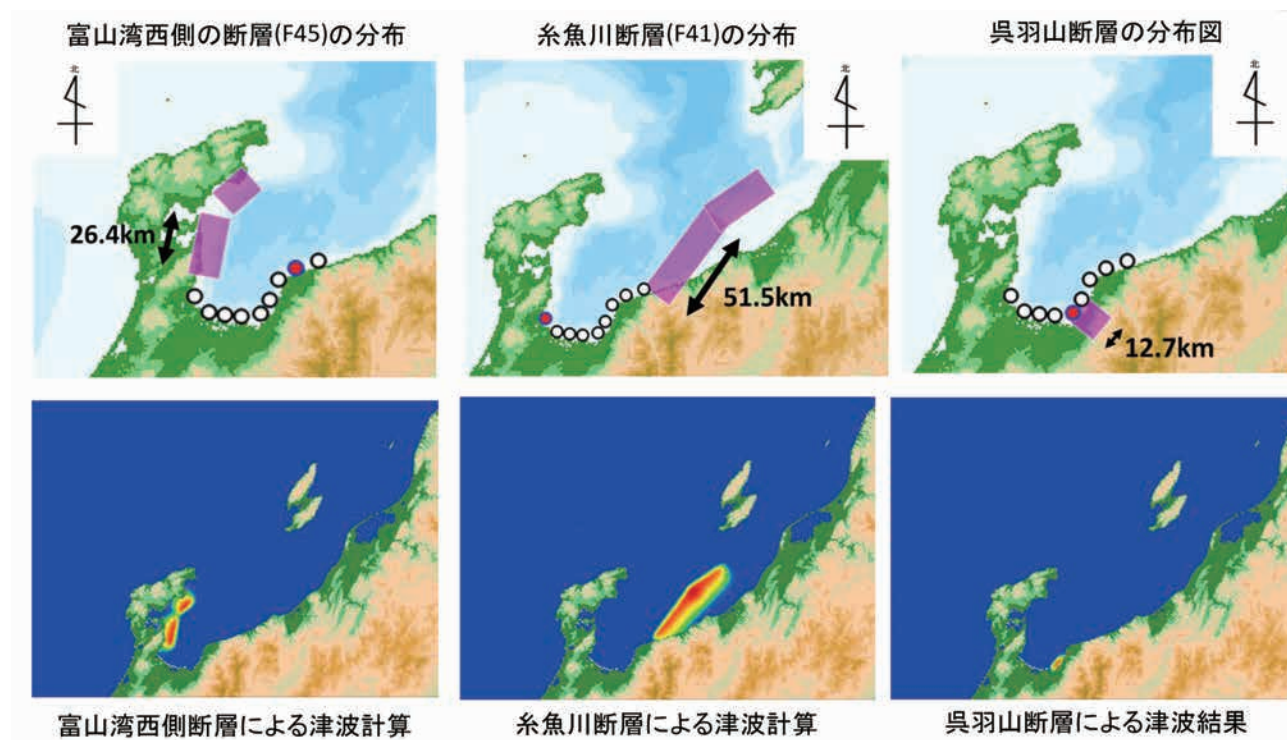
2024年1月1日に発生した能登半島地震では、富山県内でも多数の住民が避難行動をとった。もともと地震の少ない地方といわれてきただけに、地震の規模の割には驚いた住民が多数いたという。将来発生する地震で、従来想定よりも短時間で津波が到達するとなると、避難に躊躇しているいとまはない。津波発生時、どのような避難行動をとるのか、住民アンケートを通じた大規模調査を実施中だ。自家用車を使った避難を否定せず、能登半島地震の際も車避難する住民は多かった。新しい被害想定を検討する過程で、避難に自動車を使用できない状態もあり得るため、「車避難ではなく、やはり徒歩による避難を推奨すべきではないだろうか」と、呉教授は思い悩んでいる。

新しい街にも水災害リスク

隣接する富山市は、全国的にも早期の段階からコンパクトシティーをてがける自治体として知られる。人口は増え、税収も上向きになるなど、新たなまちづくり手法の成功事例として賞賛されることもある。ところが呉教授は、水害リスクの高い場所に新しいコンパクトシティーがつくられていると警鐘を鳴らす。人口減少社会に入り、税収の大きな伸びが期待できない中、50年、100年後の将来を見据え、「なるべく災害の少ない場所へ、居住地を誘導する仕組みが必要」と考える。

水災害分野の研究者は近年、河川防災が主流。「富山には海岸分野の研究者がいない」と、呉教授。「富山地方は河川と海岸の両分野が求められており、地元のためになる」という。河川は急流で、ダムが多く立地するのも、この地域の特徴だ。黒部川流域のダムで連携排砂を実施した結果、海岸に砂浜

富山の津波想定



富山における想定津波の数値シミュレーション
今後は現状よりも多くの連動を考慮した計算を実施する予定

が戻りつつある。ただ、気候変動の影響で水位が30～40センチ上昇すると、せっかく復活した砂浜が再び消失する恐れがあると危惧する。

「大人な対応」を指導

主宰する防災水工学研究室(通称・呉研究室)には博士課程から学部4年生までの学生7人が集う。このうち2人が留学生で、現在は2人ともインドネシア出身。研究室出身者の就職先は、建設会社や建設コンサルタントがほとんど「近年は就職先に恵まれ、就職氷河期時代に学生生活を送った自分とは雲泥の差」と呉教授は言う。

指導方針として、学生には大人の対応、責任ある行動を求める。近年多い指示待ちの学生には、自分から行動を起こすよう改善させている。メリハリある生活を促し、研究室メンバー全員が参加するイベントも催す。登山や花見、スポーツ観戦など多彩なメニューを企画し、一体感醸成の機会

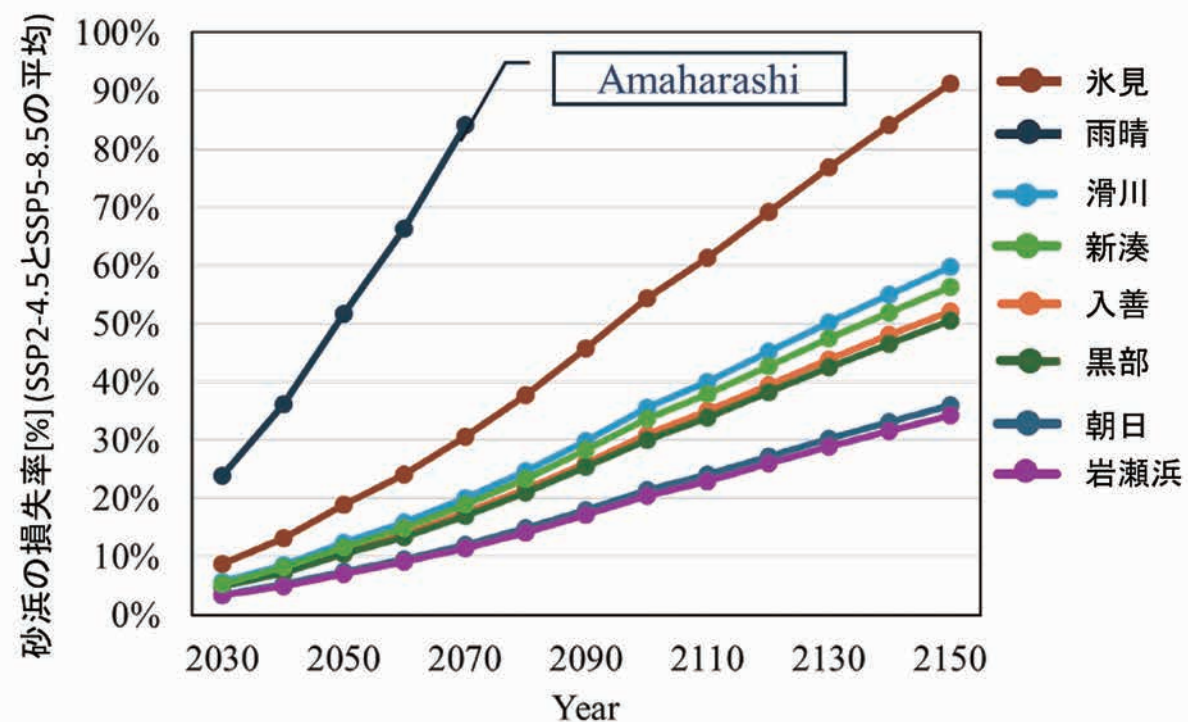
にもなっている。

研究の一環で、能登半島地震で被災した伏木富山港の港湾関連施設の復旧工事現場を視察した。県管理の道路や橋梁など、国による権限代行で行われている復旧工事だ。「港湾分野に進んでも、道路や橋梁の工事に携われることを学生たちに分かってもらえた」と、視察の成果を語る。

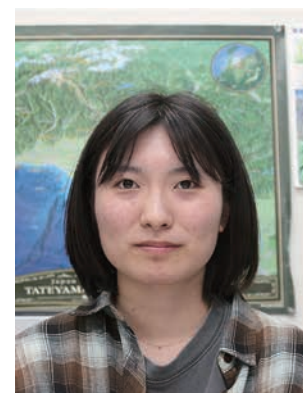
人の役に立つ誇れる産業

働き方改革の進む建設業界について、呉教授は、「休日休暇の増加や多様な人材活用など、働く環境が大きく改善されている」と評価。DXやICTの普及で、省力化も進み、「防災に貢献し、災害時の迅速な対応など、建設業は人の役に立つ産業であり、夢のある仕事に変わりはない。学生の心に響く魅力がある」と評価する。近隣には足羽川ダムや利賀ダムなどの大規模工事現場あり、研究室OBも従事する。生き生きと働く姿がそこにある。

富山の将来の砂浜



海面上昇にともなう富山の砂浜の将来予測
砂浜の多くが消失することがわかる



沼澤 蓮音さん
ぬまざわ りすね
修士2年

住民アンケートをもとに、津波発生時の避難行動を調査しています。富山湾を震源にした地震では海と陸が連動した揺れによって津波が短時間で到達する可能性があり、最適な避難行動の提案を目指しています。

研究のテーマ

陸域と海域が連動して発生する津波モデルによる避難行動



中尾 朔也さん
なかお さくや
修士1年

能登半島では地震に続く大雨という複合災害が起き、中小河川が洪水氾濫しました。今後、巨大地震の発生や気候変動を要因に複合災害は増加する可能性があり、地震による地形への影響を危惧しています。

研究のテーマ

能登半島地震が地形に与えた影響の解析



伊藤 Indra Ariyati さん
修士2年

海面上昇の影響の解析に取り組んでいます。海岸浸食がどのように進むのか、正確な評価が目標です。祖国のインドネシアが建設中の新首都は標高の低い場所にあり海も近いので、災害危険度が高いと心配です。

研究のテーマ

海面上昇の影響の解析



羽田 航大さん
はだ こうた
学部4年

居住誘導による水害リスクの低減と流域治水が研究テーマです。全体で水害リスクを低減させる流域治水は大切です。解析方法を勉強中ですが、流域治水の効果を、解析を通じて評価したいと考えています。

研究のテーマ

居住誘導による水害リスクの低減



若築建設株式会社
常務執行役員名古屋支店長

刀根 幸晴 さん

とね・ゆきはる

1985年金沢大学工学部土木工学科卒、
若築建設入社。大阪支店次長、四国支店長、
執行役員名古屋支店長などを経て2025年
4月から現職。福井県出身、63歳。

あの頃、 思い出の現場

「橘湾火力発電所新設工事 護岸3工区 工事用連絡橋工事」

現場での経験は 後々生きてくる

徳島県阿南市で1995年2月から2年かけて行われた「橘湾火力発電所新設工事 護岸3工区 工事用連絡橋工事」の話をしましょう。電源開発と四国電力が離島の小勝島に火力発電所を新たに建設するための基盤を整備するのが主目的です。協

力会社の作業員が常時100人以上従事する大規模現場でした。着任時は入社10年目。33歳でした。

担当技術者として、島で最初に行ったのは測量作業でした。離島での測量は、陸地のように三角点を使うことができません。まだ珍しかったGPSを使った衛星測量で対応することにしました。当時の装置はまだ大きく、それを抱えて大変な思いをして島に渡りました。GPSでの測量は初めての経験でもあり、使い方もよく分かりません。仲間と共に説明書を読み込み、試行錯誤で作業したことを今でも覚えています。

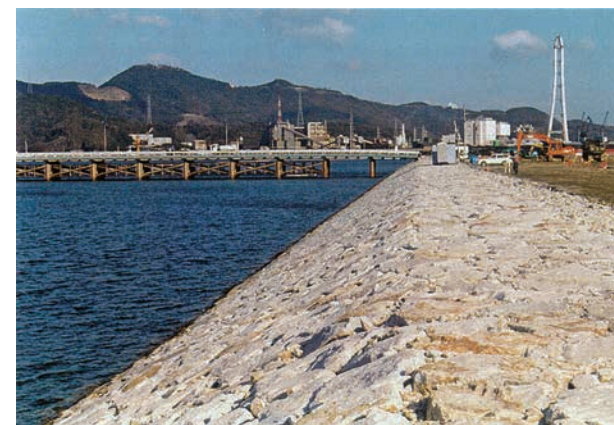
施工箇所は軟弱地盤でした。サンドコンパクションによる盛り上がり土を掘削して、所定の護岸断面を築造するのが当時の常識でした。これを経済性や工期などを考慮し、盛り上がり土の上に護岸を築造する方法に変更しました。盛り上がり土の検討とそれに伴う護岸の安定計算、サンドコンパクション打設後の複合地盤の圧密沈下量を従来の沈下版と併用してFEM解析を行い、施工上の余盛り量と背面側埋立時の水平変位量を算出しました。

解析作業は設計部に依頼して行い、その結果を現場施工にフィードバックしました。さまざまなことにチャレンジする現場の所長の思いもあって取り組んだことですが、大変勉強になる機会となりました。

所長の発案でそのほかにも、本来海上で施工する杭間のプレス材を陸上で箱形状に組み立ててユニット化したり、杭の打込精度を確保するために従来のトランシット誘導に加えて光波距離計による自動追尾杭打ちシステムを併用したりと、各種技術を積極的に取り入れました。

こうした新しい技術の活用を経験できたことは、その後携わることになる総合評価落札方式を採用した入札時の提案書づくりにも大いに生かされました。

現場で新しい取り組みに挑戦する一方、発注者からは工期の前倒しが求められました。特に延長約300mに及ぶ連絡橋は、建築工事やプラント工事を行う際の資機材搬入に利用することになります。火力発電所をできるだけ早く稼働させるためにも連絡橋の早期供用が必要だったのでしょう。また、阿南・室戸国定公園に属している現場は、平穏な海域で海象条件も恵まれていたのですが、



施工した護岸

海上汚濁や振動騒音への対応など地元住民への配慮も重視されました。

工事期間中、対岸の陸地に用意された敷地内に仮設の宿舎を造り、現場職員と作業員が共に寝泊まりして施工に従事しました。海上工事としては長い2年間に及ぶものでしたので、そうした環境での施工は「一つのチーム」になるという意味では最高であったと思います。宿舎には福利厚生として屋外にゴルフ練習場、屋内にはカラオケ付きのラウンジバーを設けたことが、コミュニケーションの醸成にも役立っていました。同時期に複数の現場が稼働していました。同じく宿舎を設けて施工に臨んでいましたが、同様の環境整備を行っていたようでした。

アイデアマンでもある所長の下、打ち合わせが夜まで及ぶことも多い厳しい現場ではありました。そうした中でも生活を共にして、何でも言い合えるような現場が運営できたことは、大きかったと思います。今のように働き方改革が求められる中で、打ち合わせが夜まで続くようなことはあってはならないのですが、風通しの良い職場づくりを経験できたことは、支店運営における考え方にもつながっています。発注者と同じ土木技術者として一つの方向に向かって一緒に仕事できたことは大きな経験でした。

小勝島での施工から数年後に稼働となった火力発電所を見に行ったことがあります。当時何もなかった離島の様子を知っているだけに大変驚きましたが、その一端を施工者として担えたことは今でも誇りです。若い人たちには、仕事の中で経験したことは、後々絶対に生きてくると伝えたいですね。



現場の懇親会で(本人は3列目中央)



CHALLENGING SPIRIT

～ 海洋インフラを支える技術者たち ～

vol.5

東北地方唯一の国際拠点港湾である仙台塩釜港。その一翼を担う石巻港区・雲雀野地区では、大規模地震にも耐えられる水深12mの耐震強化岸壁の整備が進められている。

現在、対岸に位置する作業ヤードでは、岸壁本体となるスリットケーソン(寸法12m×20m×15.2m、重量2,547t)3函が製作中だ。

この日、現場では総勢35名の技術者や作業員が分担・協力しながら、「鉄筋の組立」、「遠隔臨場(鉄筋検査)」、

「型枠の組立」の各作業工程を同時並行で進めていた。

土木技術者として33年のキャリアを持つ安保良平所長(現場代理人)は現場で施工管理をするこの仕事の魅力について、こう話してくれた。「長期間にわたって、多くの関係者が協力し合い、直面する様々な課題やトラブルを一つ一つ克服しながら、一つのプロジェクトを進めていく。それを無事に完遂した時に得られる達成感は何事にも代え難いものだ」。



撮影/文：西村尚己(2025年5月27日撮影)

工事名：令和6年度 仙台塩釜港石巻港区雲雀野地区岸壁(-12m) 本体工事(その2)

発注者：国土交通省東北地方整備局

受注者：あおみ建設株式会社



<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)。1994年、大阪大学大学院工学研究科修了後、運輸省(現国土交通省)入省。本省、北海道開発局、中部・近畿・九州地方整備局、下関市、中部国際空港線で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。2016年、同省を退職し、アフロに入社。オリンピックをはじめ国内外のスポーツ撮影を中心に活動中。



我が社の現場紹介

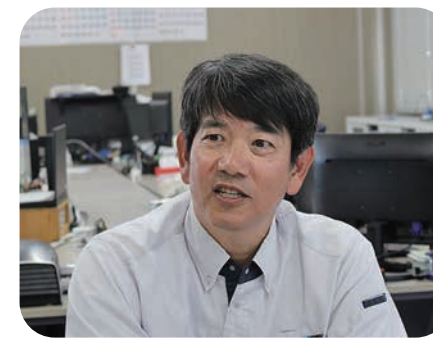
わがしゃのげんばしょうかい

新潟港(西港地区)航路泊地付帯施設築造工事

施工者：本間・不動テトラ特定建設工事共同企業体

||||| 工事概要 |||||

発注者 国土交通省北陸地方整備局
 施工場所 新潟市東区船江町地先
 工期 2025年3月26日～12月19日



株式会社本間組
 管理本部経理部経理課 小林 緑さん
 こばやし・みどり
 管理本部総務部総務課 上野 真奈さん
 うえの・まな

本間・不動テトラ特定建設工事共同企業体
 所長 大野 武志さん
 おおの・たけし

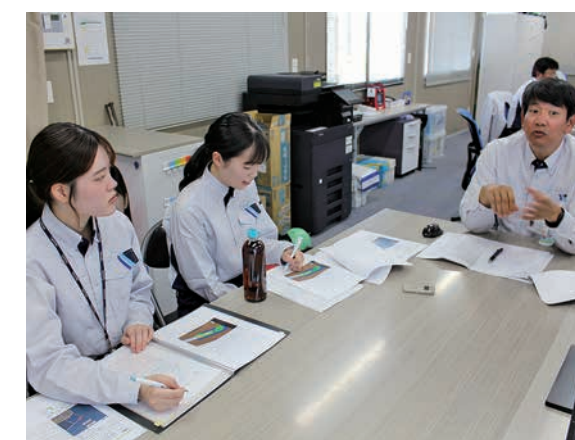
浚渫土砂の処分場を整備

信濃川の河口に位置する新潟西港は、常に上流から流れてくる土砂で水深が浅くなる恐れがあるため、国土交通省は船舶が安全に航行できるよう、大型浚渫船兼油回収船「白山」による浚渫やグラブ浚渫、ポンプ浚渫を行っている。同港内では、浚渫した土砂の処分場となる航路泊地付帯施設の整備が進行しており、北陸地方整備局が発注し、本間・不動テトラ特定建設工事共同企業体が施工する「新潟港(西港地区)航路泊地付帯施設築造工事」もその一環で行われている。ICT を積極的に活用する現場を本間組の小林緑さん(経理部経理課)と上野真奈さん(総務部総務課)の2人が訪ね、大野武志所長に取材した。

護岸延伸へケーソン3函据付

小林 工事の内容を教えてください。
大野 新潟空港沖の北側護岸を75m延伸する工事です。まずは、これまでに据え付けられた消波ブロックや根固めブロックの除去と仮

置きを行いました。その後、海底に基礎捨石を投入して起重機船などを使って均し、ケーソンを据え付けるための捨石マウンドを形成します。別途製作され新潟東港に仮置きされているケーソン3函をえい航して現地に運び、据え付けます。ケーソンの安定性を確保するために中詰め砂を投入してコンクリートでふたをし、上部工コンクリートを打設して護岸の高さを確保することで港内への越波を防止します。



現場事務所で工事の説明を聞く

デジタルツインで情報共有

ケーソン周囲には根固方塊や被覆ブロックを設置して波浪による捨石マウンドの洗掘を防止できるようにします。そして最後に、波の打ち上げ高や越波量を低減するため、ケーソンの港外側に1個40tの消波ブロックを据え付けて完成となります。

上野 現場の運営方針は。

大野 着工に当たり、現場職員みんなで相談して作業所安全衛生スローガンを掲げました。「忘れずに、まずは確認 作業手順と周囲の安全を！」としましたが、慣れや油断による安全確認の省略を戒め、経験を積んだ作業員でも基本に立ち返ることの重要性を強調しています。

小林 ICTを積極的に活用している工事だと聞いています。

大野 各工種にICT技術を積極的に導入しています。例えば基礎捨石の投入時は、GNSS（全球測位衛星システム）を利用した自社開発システムを使用して投入位置の管理に役立っています。ブロックを据え付ける際には、水中の状況をリアルタイムで可視化できるソナーを活用します。また、発注者から提供された3Dモデルを基に、作業船の配置検討や数量算出などに使用する施工管理図面を作成しました。3Dモデルと工程表を組み合わせ、時間軸を加えた4D施工シミュレーションを作成して、発

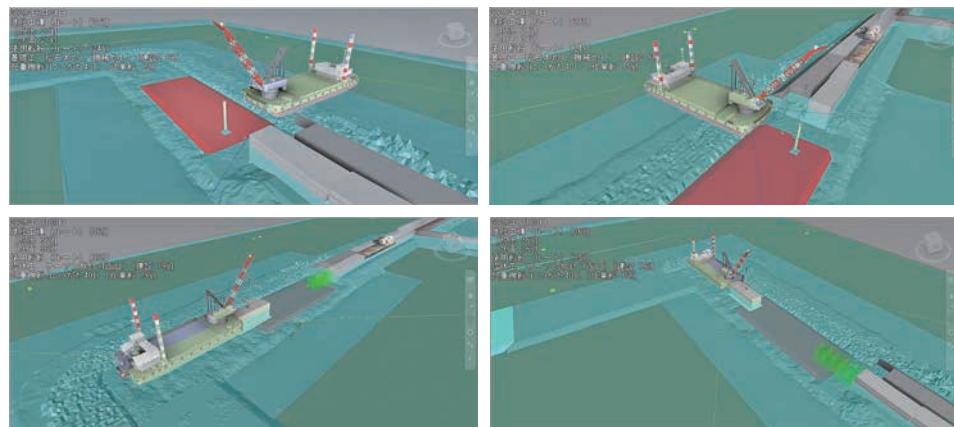


現場でガット船による捨石投入(下)を説明

注者、現場職員、作業員と情報を共有することで手戻りのない円滑な施工を実現しています。

上野 ICTは情報共有にも効果的なのですね。

大野 ICT活用で得られるシステム情報、3Dモデル、現地で取得した点群データなど複数の情報をクラウド上で統合したデジタルツイン現場を構築しています。これにより、現場の技術者だけでなく、本間組本社、協力会社、発注者、近隣工事施工会社を含めた関係者全体での情報共有が可能となっています。本間組技術部の担当者にもバックアップしてもらい、取り組んでいます。



4D施工シミュレーション 上段=捨石本均し(機械均し)、下段=ケーソン据付(1函目)

小林 JV内の体制は。働き方改革や人材育成で意識していることはありますか。

大野 JVの現場事務所は本間組から私を含めて5人、不動テトラから1人の6人の体制です。当社の現場職員は若手を中心に配属されています。港湾工事の主要要素を含む総合的な現場ですので、基礎的な知識を実践の中で学ぶことができると思います。発注者との協議や協力会社とのコミュニケーションを含め、技術面だけでなく、現場に必要なマネジメント能力も向上させ、将来、現場責任者として活躍できる人材になってほしいと思っています。

上野 夏場の熱中症対策として心掛けていることは。

大野 朝礼時、顔色を見るなど皆さんの体調変化に気を配るよう心掛けています。炎天下での作業が多くなりますので、現場にはソーラーハウスを設置して常に冷房をかけておき、待避できるようにしています。



作業に向けて待機する起重機船も見学



起重機船「にいがた401」

小林 工期末に向けた意気込みを。

大野 11月に入ると海が荒れて施工が難しくなります。10月中旬くらいまでには工事が完成できるよう、工程を工夫するなど前倒して作業を進めていきたいと考えています。

小林・上野 本日はありがとうございました。

取材を終えて

所長より工事概要について伺ったあと、作業現場まで船で連れて行ってもらい工事の様子を見学させていただきました。普段現場に行く機会がほとんどない私にとって、現場の仕事を知る貴重な時間となりました。海上作業を実際に見学し、暑い中での作業の大変さを実感しました。また、気象・海象条件の影響による工程管理について所長よりお聞きし、海上の工事ならではの苦労をうかがい知ることができました。(小林 緑)

現場見学では、ケーソン据え付け前の基礎工である捨石投入作業を拝見させていただきました。大きなガット船のクレーン部分が捨石をつかみあげ、次々と海へ投入していく様子を圧倒されました。船上ではICTを活用して捨石の投入位置を調整し、投入後は石が均等に配置されているか水深を測量しながら、丁寧に作業が進められていく様子が印象的でした。現場に携わる方々の綿密な日々の作業が港湾の安全を守っていることを改めて実感しました。(上野 真奈)

大野所長をはじめ、ご協力いただきました現場の皆様、この度はお忙しいなか誠にありがとうございました。(小林・上野)



ソーラーハウスの前で(右は不動テトラから現場に赴いている主任技術者の徳山雄一さん)

わかる海洋土木フロンティア



港湾インフラ DX 消波ブロックの設計・施工・維持管理の効率化と高度化

株式会社不動テトラ 山崎 真史

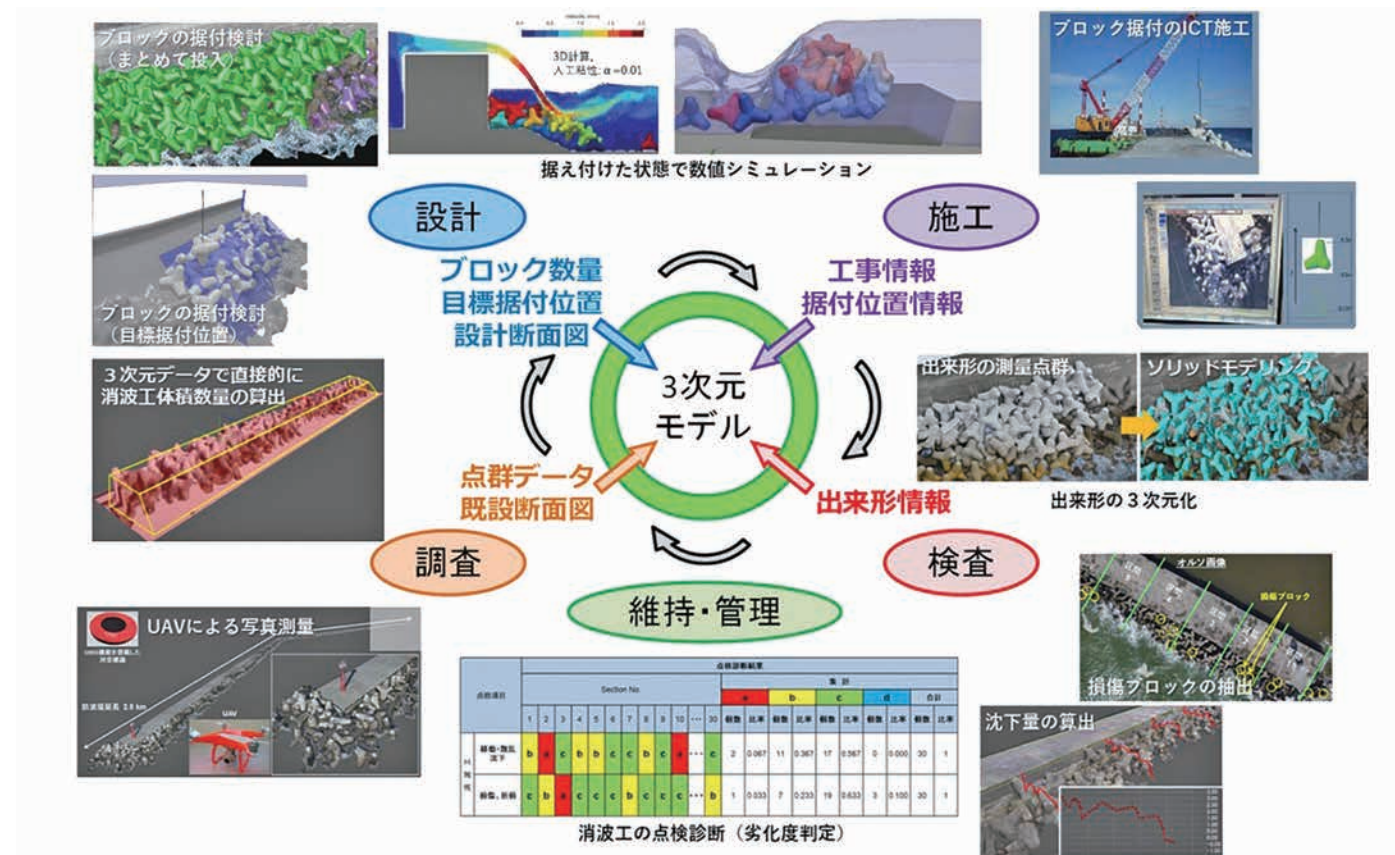


図-1 消波ブロックとICT

◆はじめに

私たちの暮らしを支える日本の港。そこにある消波ブロックは、高波や津波から施設を守る重要な役割を果たしています。しかし、近年は地球温暖化による影響で海面の上昇や、台風が強くなるなど海を取り巻く環境は大きく変化するとともに、長年活躍してきた消波ブロックが老朽化してきています。

また、これら重要なインフラの機能維持には建設業が不可欠ですが、建設業では少子高齢化により深刻な人手不足や技能継承の課題に直面しています。

このような状況下から、消波ブロックの効率的な機能維持のため、従来の設計、施工および維持管理

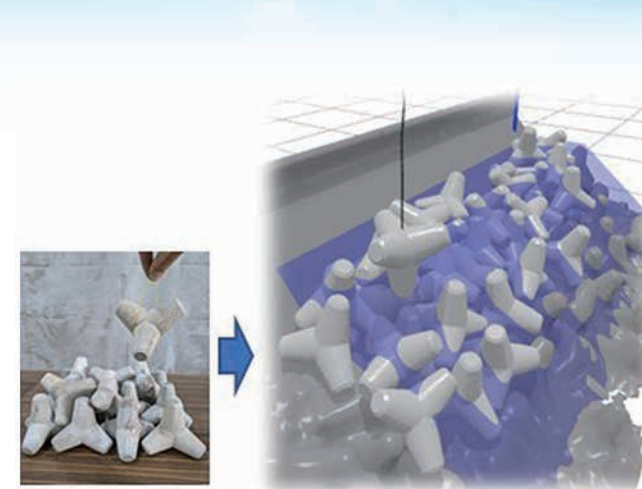
手法のさらなる見直しが求められています。

当社ではこれまで消波ブロックの設計、施工その後の点検、調査および維持管理に至るまで活用できる独自のICTを開発してきました(図-1)。

これらの技術は、個々の消波ブロックを3次元モデル化したことで、これまでにない高度な技術を提供できるようになっています。

◆リアルタイム据付シミュレーション

「リアルタイム据付シミュレーション」は、手作業の模型積みで行っていた消波ブロックの配置検討



【手作業】

【3次元モデル】

図-2 リアルタイム据付シミュレーション

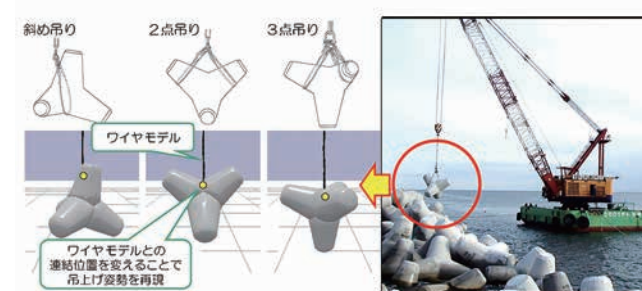


図-3 ワイヤモデルとつり姿勢

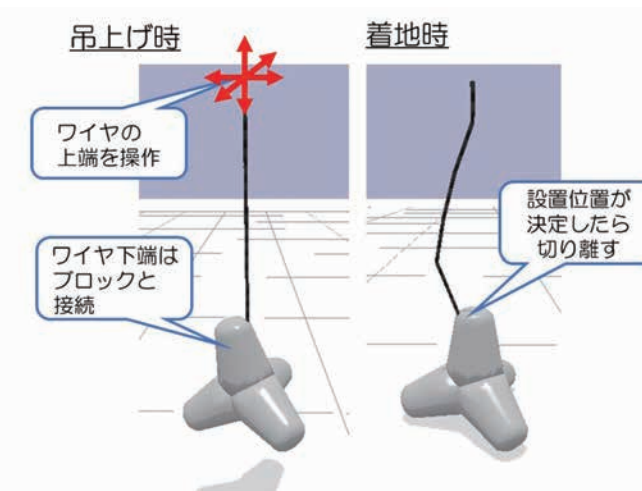


図-4 ワイヤ切り離し機能

をPC上の3次元モデルにて実現できるものです(図-2)。

これらを実現する機能は質量・速度・摩擦・風といった、古典力学的な法則をシミュレーションするコンピューターのソフトウェアである物理演算エンジンを基盤として開発と改良を重ねたもので、消波ブロック同士の干渉や噛み合わせ効果を現実に近い形で再現することができます。

この手法の特長は、クレーンによりワイヤでつり上げて設置する消波ブロックの据付作業について、実際の作業の流れや方法を模擬している点にあります(図-3)。ソフトウェア上では数種類の消波ブロックのつり姿勢を選択できます。また、ワイヤ上部を操作することでつり上げられた消波ブロックの揺れなどの挙動を再現するとともに、設置位置決定後に切り離すといった手順を再現できます(図-4)。ユーザーは、キーボードやゲームコントローラーを使用して仮想空間内で消波ブロックを実際のクレーンを操作している感覚で安定性を確認しながら最適な据付位置や据付順序を検討できます。さらにVR(Virtual Reality、仮想現実)機器を用いることで、消波ブロックの凹凸や距離感をより現実的に感じながら操作できます(図-5)。

「リアルタイム据付シミュレーション」は、複雑な現況地形への据付位置や据付順序および必要数量の検討に対し特に有効であるとともに、関係者との合意形成にも活用できます。



図-5 VR機器を用いたブロック据付

◆設計への活用

「リアルタイム据付シミュレーション」で最適な位置に配置された消波ブロック群の3次元モデルは、波浪に対する挙動を詳細に再現可能な数値シミュレーションに利用できます。数値シミュレーションは、消波ブロックの形や消波ブロック同士の噛み合わせを考慮して、波の力がどれくらい弱まるか(越波量)、波をどれだけ跳ね返すか(反射率)といった消波ブロック全体の性能を評価できます(図-6)。

また、SPH法(Smoothed Particle Hydrodynamics、粒子法的一种)という水の動きを細かく解析できる手法を取り入れることで、消波ブロック群全体の複

雑な動きを再現することも可能で、どれくらいの波に耐えられるか、周りの水の流れにどのような影響を与えるのかを定量的に評価できるようになります(図-7)。

将来的には従来の経験式や水理模型実験等に基づく設計手法に加えて数値シミュレーション技術も取り入れられることで、より無駄の少ない効率的な設計が実現されるかもしれません。ただし、数値シミュレーションは現実を完全に再現するものではないため、水理模型実験等による実データとの検証が不可欠です。

◆ 施工への活用

消波ブロックの据付においては「リアルタイム据

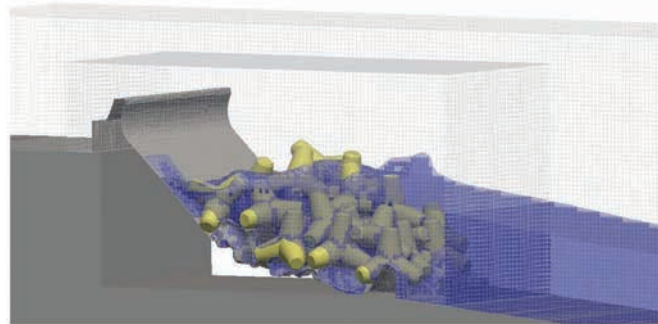


図-6 波作用状況のシミュレーション

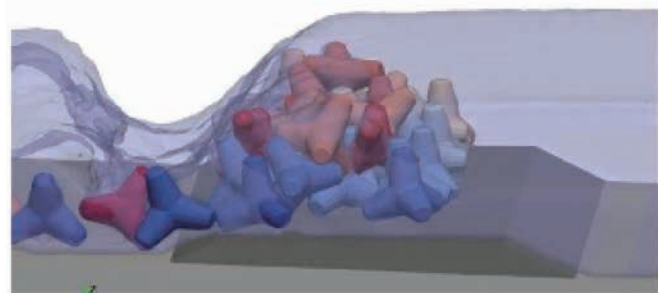
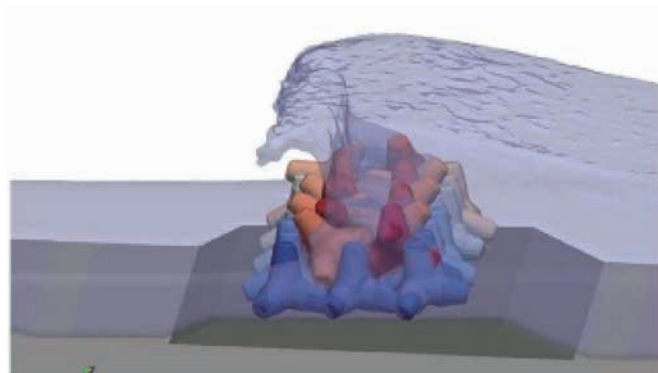


図-7 ブロック群の挙動解析

付シミュレーション」で決定した3次元モデルを実際の現場での作業に高精度で反映させるために、AR(Augmented Reality、拡張現実)技術を活用します。「ARブロックナビ」は、据付作業を行うクレーンオペレーターなどが見る現実の風景に、設置すべきブロックの位置や姿勢に関するデジタル画像を重ね合わせて表示します(図-8)。

例えば、タブレット端末やスマートグラスに、消波ブロックの目標設置位置を3次元モデルで表示して現実の風景に重ね合わせることで、消波ブロックを最適な設置位置に向けて正確かつスムーズに誘導することを可能とします。消波ブロックの位置や姿勢情報はデジタルデータとして出力されるため、施工記録の自動化やICT施工への展開も容易となります。

これにより、従来は熟練工の経験や勘に頼っていた消波ブロックの据付作業を、経験の浅い作業員でも高い精度で施工できることが期待されます。また、据付を誘導する潜水士や作業員の負担を軽減するとともに、据付作業の手戻りを防止することができます。

◆ 維持管理への活用

消波ブロックの維持管理において、UAV(Unmanned Aerial Vehicle、無人航空機、ドローン)の活用は急速に普及しています。ドローンは人間が直接アクセス

しにくいエリアの点検を可能にするため、消波ブロックの点検に活用することで安全性の向上と効率化が期待できます。また、搭載されたカメラによる撮影およびセンサーによる計測から消波ブロック群全体の3次元点群データを取得することができるため、消波ブロックの変状を正確に把握することが可能となります。さらに、定期的に観測することで、消波ブロックの経年変化の追跡調査や台風や高波後の被災状況を迅速に把握できます。

当社では3次元データや撮影画像から消波ブロックの劣化度を判定する指標である沈下量や折損個数を単位延長あたりで自動算出するシステムを採用しています。算出されたデータはテキスト形式で保存され、劣化度判定シートにインポートすることで劣化度判定表を自動作成します。

このシステムによる活用効果を検証するため、延長500mの消波ブロック護岸を対象とした点検診断を実施し、従来技術と比較しました(写真-1)。一連の作業時間等を従来技術と比較した結果、作業効率は約2.5倍に向上しています。

◆ おわりに

消波ブロックの設計、施工および維持管理の効率化と高度化に関する取り組みでは、個々の消波ブ

ロックを3次元モデル化することで、従来の2次元的情報だけでは難しかった消波ブロック同士の干渉や噛み合わせといった複雑な要素を考慮した検討を可能としました。

設計段階では、物理エンジンやVR機器の導入によって、より現実近く直感的な据付シミュレーションが実現されており、設計の精度を高める上で非常に有効なものとなっています。さらに、高度な数値シミュレーションにも活用されており、越波量、反射率およびブロック群の挙動を解析することで、効率的な設計が実現されるかもしれません。

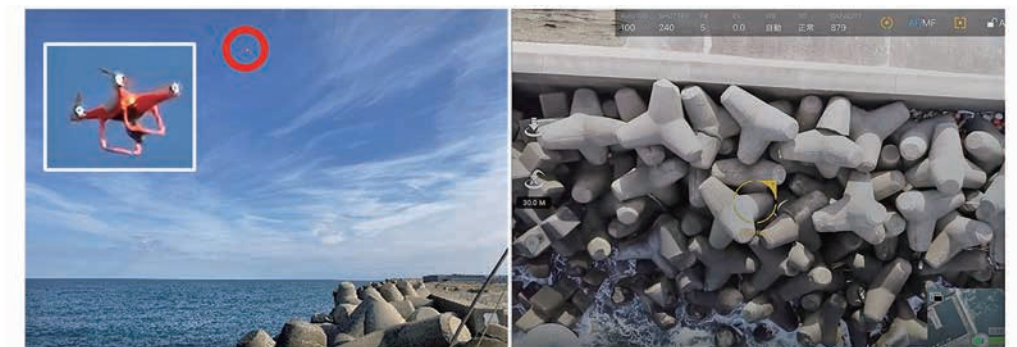
施工段階では、AR技術を用いた誘導システムが熟練者の経験のみに頼ることなく高精度な消波ブロック据付施工を可能とするとともに、施工の安全性向上、工程短縮およびコスト削減につながる可能性があります。

維持管理段階では、UAVを活用して劣化度を自動で算出するシステムにより作業効率が大幅に向上しています。また、詳細なデータに基づいた適切な維持管理が可能です。

これらのICTの導入は、消波ブロックの性能向上とともに港湾インフラ整備の効率化、安全性および持続可能性の向上に大きく貢献するものと期待されます。



図-8 ARブロックナビ



(a) ドローンによる点検



(b) 従来方法による点検

写真-1 消波ブロックの点検状況

【令和6年度土木学会賞・技術賞】

技術賞Ⅱグループ

土木技術の発展に顕著な功績をなし、社会の発展に寄与したと認められる画期的なプロジェクト。
新設プロジェクトのみならず更新やリノベーションプロジェクト等も含む

■ モザンビーク共和国・ナカラ港開発事業（第一期および第二期）
オリエンタルコンサルタンツグローバル、エコー、五洋建設、東亜建設工業、E & S

モザンビーク共和国の北部にあり、隣接する内陸国に伸びる経済回廊の拠点港湾として、地域の経済発展に寄与するための事業。岸壁施設とコンテナターミナルを整備すると同時に、必要な荷役機械調達も行った。

プロジェクトを進める上でテーマとなったのは、アフリカの貧困国において、日本の先進技術を活用し、持続可能な構造物と機材を計画・提供するという点。現地国からの要請にも応え、岸壁構造は14 mの水深にも耐えられる鋼管矢板式構造とした。また、泊地浚渫では、岸壁近くに重金属などの汚染物質が検出された。汚染土約5,000m³を密閉式グラブバケット浚渫船で撤去した上で、特殊遮水矢板と二重遮水シートを併用した処分場に封入した。

荷役機械の調達では、ユーザーフレンドリーな機能を盛り込み、操作員の初期教育訓練を行うことで日本の技術の移転にも取り組んだ。

その他、今後のアフリカ諸国での事業実施に役立ててもらえるよう、税務問題の解決や技術移転方策の提案を国際航路協会(PIANC)に発信することにも努めた。



汚染土処理場



施設全体

「令和6年度土木学会賞」(土木学会主催)で、土木技術の発展に顕著な功績を果たしたプロジェクトなどに贈る技術賞の一つに、「モザンビーク共和国・ナカラ港開発事業(第一期および第二期)」が選ばれました。また、海洋音響技術に関する優秀な技術開発業績に贈る海洋音響学会の2024年度業績賞は、「音響灯台方式による高精度水中測位システム」を開発する取り組みが受賞しました。

【海洋音響学会 2024 年度業績賞】

業績賞

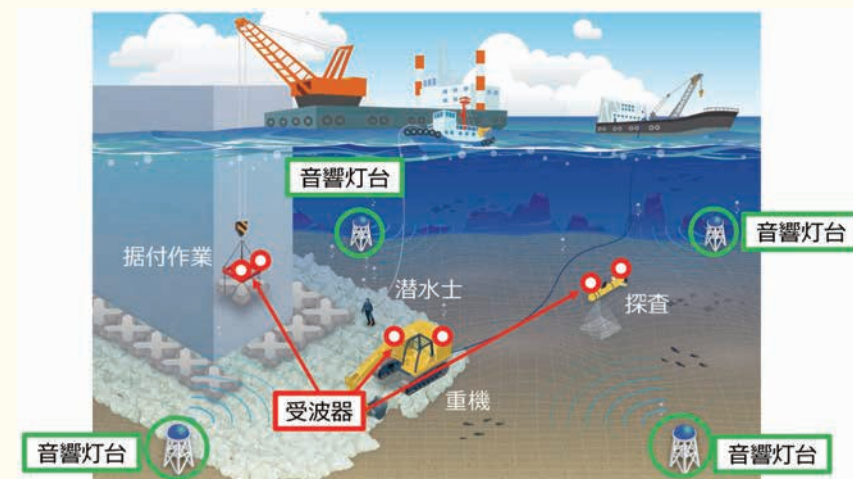
会員企業に所属する技術者や技術者グループによる海洋音響技術に関する優秀な技術開発業績に贈呈

■ 音響灯台方式による高精度水中測位システム
五洋建設、北見工業大学、多摩川電子、港湾空港技術研究所

港湾工事では、構造物やブロックの据付、捨て石によるマウンド築造、潜水土作業などを行う際、水中の移動体を高精度に測位する必要がある。水中測位システムを船上に搭載する従来方式では、船体動揺に加えた各装置の持つ誤差、不均一な音場、近隣構造物からの外乱による測位精度の低下が課題となっていた。

こうした課題の解決策として、水中に測位基準点と送波器を持つ音響灯台と測位対象物に受波器を備える新たな方法を考案。実海域で行った実験の結果、従来方式と比べても高精度な測位が可能となる

ことを確認した。港湾工事で根固めブロックを据え付ける作業を行う際に非常に有効な方法となる。



音響灯台方式による高精度水中測位システムのイメージ

港湾工事の広報動画を公開

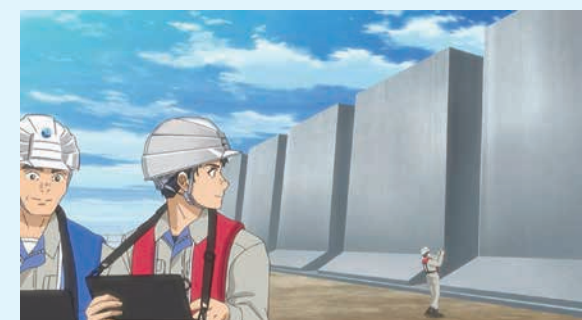
日本埋立浚渫協会



日本埋立浚渫協会が新しい広報動画を制作しました。港湾工事に従事する若い技術者を中心に、所長の下、先輩や後輩と一緒に、日々ワクワクしながら大型コンテナ船に対応できる最新鋭の港湾施設を数年がかりで造っていく様子を約4分30秒のアニメーションで描いたものです。

動画で紹介している大型のケーソンの据え付けや巨大な部材の設置などスケールの大きな作業は、港湾工事の魅力の一つです。やがて完成する港湾施設は、世界の国々とながり、明日の社会を切り拓く拠点となります。

港湾工事の魅力や現場に従事する人たちが抱くやりがいを感じてもらいたいと考えて制作した動画はYouTubeで見ることができます。





海人 うみひと

現場最前線

この船が 全てを教えてくれた

青木マリーン株式会社 第三拓洋丸 機関長
正岡 信哉 さん

まさおか・しんや

兵庫県宝塚市出身。地元の高校を卒業後、愛媛県にある国立海員学校に進学し、2年間で海員に必要な資格を取得した。青木マリーンの本社が当時大阪にあり、出身地と同じ関西圏という親近感もあって就職先に選んだ。

最初、埋立用の土砂を運ぶ土運船の機関場の見習いとして従事。神戸エリアの埋立地や神戸空港、関西国際空港Ⅱ期、中部国際空港と続いた海上空港の工事で、エンジンが円滑に稼働するよう、点検作業や修理などに日々奔走した。

30代早々に土運船の機関長となった正岡さんに転機が訪れたのは2010年。33歳だった。東日本大震災が発生する前年、八戸港を拠点とする1972年建造の大型ポンプ浚渫船「第三拓洋丸」のオーバーホールを行うため、青森県八戸市に数カ月間赴任することとなった。「東京より北に行ったことがなかった」こともあり、期待と不安が入り交じったが、3カ月ほどでオーバーホールも終わり次の赴任先の指示を待った。



ちょうどその頃、八戸港での仕事が増えていた。一級河川の馬淵川が上流から運んでくる土砂が堆積。大型船舶の航路を確保するために浚渫工事が定期的に発注されるようになっていた。

全装備出力8,360kWの能力を有する第三拓洋丸は業界でも有数の規模を誇る。正岡さんは、心臓部となる機関場に従事し、当時の機関長と共に働くようになった。以来、八戸での生活も15年に及ぶ。建造から今年で53年を迎える第三拓洋丸は、能力こそ健在ながら、老朽化が進む。メーカーに部品もない。不具合が生じた場合、代替部品を考えて自ら工夫して元の状態に戻るようしなければならぬ。機関場に従事する者の腕が試される。

年間を通じた数カ月間に及ぶ浚渫工事中は応援要員も含めて8人ほどが機関場に従事する。それ以外の期間は機関長と正岡さんの2人で次の作業に備えた船の調整作業に費やすことになる。そうした生活が続く中、5年ほど前に機関長が定年で退職となり、次の機関長に就任するよう会社から告げられた。予想はしていたが、いよいよその時期が到来した。そんな思いで受け入れた。同じ時期、少し上の先輩が船長に就任した。2010年の赴任以来、共に第三拓洋丸で仕事をしてきた気心知れた仲間だけに何でも言い合えるという安心感はあった。

機関長として浚渫工事中は「エンジンがちゃんと動くか常に心配している」という。何とか無事にその年の作業を終えたときには安堵あんどの気持ちでいっぱいとなる。エンジンに不具合が生じれば必死で復旧に専念するが、工事後は仲間との思い出話に花を咲かすエピソードになる。

新造船では味わうこともない苦勞が多い第三拓洋丸だが「この船が全てのことを教えてくれた」。そう笑顔で話す正岡さんは、次の工事に向けた船の調整作業に忙しい毎日を送っている。

【第三拓洋丸】

全装備出力 8,360kw、公称能力 910m³/hr、排水トン数 3,900t、船体主要寸法＝長さ 71m、幅 20m、深さ 4.5m、吃水 3m



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

