

CDIT

Coastal Development Institute of Technology

〈CDIT座談会〉

クルーズ新時代と港湾技術 ~日本の港とクルーズ船~

上田 茂 氏〔鳥取大学名誉教授〕

魚住 聡 氏〔国土交通省港湾局産業港湾課長〕

中野 裕也 氏〔横浜市港湾局政策調整担当理事〕

中村 大輔 氏〔郵船クルーズ株式会社専務取締役〕

高橋 重雄 (司会) 〔一般財団法人 沿岸技術研究センター 代表理事・理事長〕

〈特集〉

クルーズ新時代に向けて



表紙写真

読者の皆様に機関誌「CDIT」の発信する情報を、よりダイレクトにお伝えするために、毎号ご紹介する記事内容より写真等の一部抜粋・掲載しております。記事内容ともども毎号新しくなる表紙写真にもご注目ください。

○座談会 P.3	○座談会 P.3	○座談会 P.3	○座談会 P.3
○特集 P.16	○座談会 P.3	○特集 P.16	○座談会 P.3
○特集 P.16	○特集 P.16	○座談会 P.3	

3

CDIT座談会

クルーズ新時代と 港湾技術

～日本の港とクルーズ船～

ゲスト

上田 茂氏

鳥取大学 名誉教授

魚住 聡氏

国土交通省 港湾局 産業港湾課長

中野 裕也氏

横浜市 港湾局 政策調整担当理事

中村 大輔氏

郵船クルーズ株式会社 専務取締役

(司会)

高橋 重雄

一般財団法人 沿岸技術研究センター 代表理事・理事長

12

特集

クルーズ新時代に向けて

12

訪日クルーズ旅客500万人に向けた国の施策について

国土交通省 港湾局 産業港湾課 クルーズ振興室

16

クルーズ客船の大型化

池田 良穂 大阪経済法科大学 客員教授

20

東京港の新たな客船ふ頭について

東京都 港湾局 港湾整備部

23

長崎港におけるクルーズ船の受入れと港湾機能の拡充

松本 伸彦 長崎県 土木部 港湾課

26

本部港の国際クルーズ拠点形成について

上原 智泰 沖縄県土木建築部 北部土木事務所 都市港湾班

28

平良港国際クルーズ拠点整備事業の推進

林 輝幸 沖縄総合事務局 平良港湾事務所 所長

30

クルーズ新時代に向けて 外国の港の紹介～オーストラリア・シドニー港

清水 邦彦 一般財団法人みなと総合研究財団 クルーズ総合研究所 主任研究員

34

特集2「港湾の施設の技術上の基準」の改訂について

山中 一成 国土交通省 港湾局 技術企画課 技術監理室

38

民間技術の紹介

38

ロックユニット

ナカダ産業株式会社

40

洋上風車基礎スカートサクシオン

株式会社大林組

42

沿岸レポート

PIANC世界会議と拡張パナマ運河

善 功企 九州大学 名誉教授 中川 康之 九州大学工学研究院 教授

49

CDIT News



クルーズ新時代と 港湾技術

～日本の港とクルーズ船～



はじめに

高橋▷本日は沿岸技術研究センター機関誌CDITの座談会のためにお時間をいただきまして大変ありがとうございます。司会・進行を務めさせていただきます理事長の高橋でございます。よろしくお願いいたします。

本日は鳥取大学名誉教授の上田茂様、国土交通省港湾局産業港湾課長の魚住聡様、横浜市港湾局政策調整担当理事の中野裕也様、そして郵船クルーズ株式会社専務取締役の中村大輔様をお迎えし、「クルーズ新時代と港湾技術～日本の港とクルーズ船」と題してお伺いして参りたいと思います。

近年、クルーズ旅行が世界的人気となり、クルーズ人口は急速に増加しております。中でもアジアのクルーズ人口の増加は特筆すべきものであり、将来的にもさらなる増加が見込

まれています。わが国へのクルーズ旅客数、クルーズ船の寄港回数につきましても年々増加しており、政府は訪日クルーズ旅客を2020年に500万人との目標を掲げています。

この目標に向けて、官民間問わず関係する機関が連携して各課題に取り組んでいくことになります。当センターとしても、これまでに培ってきた沿岸域及び海洋の開発、利用、保全及び防災に関する技術を最大限活用し、港における技術的な視点から訪日クルーズ旅客の増加に貢献したいと考えています。それでは、まず本日の参加者の皆様に自己紹介を兼ねて、これまでのクルーズ船とのかかわりなどについて簡単にご紹介いただきたいと思います。最初に中村専務、お願いします。

中村▷私は関西が地元で中学生の頃はよく神戸港に行って商船三井のぶらじる丸、あるぜんちな丸などを見学させてもらいました。その後日本郵船に入社しまして1988年に客船

準備室の要員になり客船のプロジェクトを担当していました。その後いったん離れましたが20年ほど経って2008年から飛鳥IIの船長として呼び戻されて、現在は子会社の郵船クルーズで運航にかかわる役員をしております。通算すると20年ほど客船の仕事に携わっています。現在は船長の経験を生かして、運航面で船をどこの港に入れるか、またお客様に観光していただくためのツアーやシャトルバスの手配も含めて船を陸上から支援する業務に携わっております。

高橋▷ありがとうございます。続きまして中野理事、お願いします。

中野▷私は港湾管理者としてクルーズ船の受け入れ、あるいは受け入れ態勢の整備に取り組んでいます。企画調整課長であった7年ぐらい前から、主にハードの整備計画で客船に携わってきました。

横浜市では平成26年に港湾計画を改訂しまして、クルーズ関係では現在の大棧橋の客船ターミナルに加えて、さらに客船の受け入れを強化する施設計画を定めました。国交省さんのご支援をいただきながら整備を進めておりまして、来年はいくつかの客船受け入れ施設ができる予定です。

また港湾管理者の役割として港の手続きを速やかにできる体制づくりを入管さん、税関さんなどと調整しながら進めています。降りてこられた大勢のお客様を円滑に市街地に送迎するという役割もあります。市民の皆さんに協力してもらいながら、おもてなしの活動として演奏、ご案内、通訳ボランティアなど、ソフト施策も官民連携でいろいろなプロジェクトを進めています。

高橋▷ありがとうございます。続きまして魚住課長、お願いします。

魚住▷私は平成元年に当時の運輸省に入りました。その頃は邦船社のクルーズはありましたが、今のように盛んではありませんでした。平成5年から3年間ほど沖縄に勤務しましたが、そのころからクルーズの誘致が盛んになり、那覇港や石垣港の港湾計画をする中でクルーズ船を意識した港湾計画を議論したのがクルーズとの最初のかかわりだと思います。その後北海道勤務になりましたが、北海道でもクルーズを誘致して地域を賑やかにしようということのお手伝いをしました。当時は「何で港湾局がクルーズの誘致をするのか。全然地域に効果がないじゃないか」という批判もあったのですが、昨年産業港湾課長に着任して、クルーズがこんなに脚光を浴びていることを改めて実感し、時代が大きく変わったと思っています。今は2020年に500万人のクルーズ観光客を受け入れるという目標の下、その目標達成に取り組むのが私の立場だと思っています。

高橋▷ありがとうございます。続きまして上田先生、お願いします。

上田▷私は昭和44年に当時の運輸省に入りました。最初は



神戸で2年間、コンテナ埠頭の設計をやっていました。ケーソン岸壁の基本設計、細部設計をして、その中で防舷材や係船柱の強度などについても研究しました。その後港湾技術研究所に移り、それから23年間船舶の接岸や係留に関する研究をしてきました。その後は鳥取大学で16年間、港湾工学や構造力学などを学生に教えてきました。

私はまだクルーズ船に乗ったことはありませんが、妻は2回乗船しています。国際会議等でヨーロッパに行きますと、ニスやベニス、オスロなどで素晴らしい大型のクルーズ船を見る機会がありました。当時はそういう船が日本に寄港することはありませんでしたし、想像もしませんでした。鳥取にいた時には、境港に飛鳥IIが寄港していましたが、鳥取港にもクルーズ船を誘致しようという取組みにも参画させていただきました。クルーズ船の楽しい話をいろいろな方々から聞いて、今後ますます発展するのではないかと期待しています。

わが国におけるクルーズの現状と課題

高橋▷ありがとうございます。それではクルーズ船にかかわる全体のお話をお伺いしたいと思います。まず、わが国におけるクルーズ船の現状と課題について魚住課長からお願いします。

魚住▷昨年の訪日クルーズ寄港回数は全体で2700回ぐらいで、間もなく3000回になります。対前年比で37%増です。外国船社が引|張ってくれているのが大きな要因ですが、昨年瀬戸内海にガンツウという新しいタイプのクルーズ船が就航しましたので、邦船社のクルーズも若干増えているのが特徴です。

クルーズ利用客はやはりアジアから非常に多く来ていただいています。客数で見ると中国が全体の7割、台湾が2割、あとは数パーセントです。

目標としている2020年の500万人受入については、昨年が253万人です。毎年80万人ぐらい増えれば何とか達成できそうですが、今年も上半期だけで見ると対前年比で2割ぐらい伸びているので、いまのところは順調だと思っています。ただ船腹量の要因もあるので予断を許さないところですが、500万人目標に向けてこれからも取り組んでいきたいと思っています。

日本に寄港するクルーズは中国、台湾発着クルーズが非常に多いこともあって、どうしても西日本に寄港地が偏っています。トップは博多港で昨年は326回、2番が長崎、那覇、それと邦船社の基地になっている横浜が4番目に東日本で唯一入っています。あとは石垣、平良、神戸です。港湾局の課題としては東日本や北日本にももう少しクルーズの輪を広げていきたいと思っています。

クルーズの船型は、飛鳥IIの5万トンクラスに対して、最近外国船社で入ってきている最大級は17万トンとか、世界最大の船だと23万トン弱の船があります。いまも大型の船がどんどん建造されているので、それらがアジアマーケットに投入されるだろうと思っています。それから飛鳥IIの乗客数900人弱に対して、オアシス・オブ・ザ・シーズは6000人を超えますから、港にクルーズ船が来ると一つの町が来たような状況で、その対応で結構大変なことが起きていると思います。

外国船社で来ているのは、大手3社のカーニバル、ロイヤル・カリビアン、ゲンティンで全体の7割を占めています。カーニバルが筆頭で40%強、ロイヤル・カリビアンとゲンティンが15%ぐらいずつ、その他にノルウェージャン、MSCなどのクルーズ会社があります。これが外国船社の状況です。邦船社は500~600回の寄港でこの10年間ほぼ同じでしたが、前述のガンツウの就航によって750回まで一気に伸びています。

課題は今まで日本には客船ふ頭があまりなかったのが貨物の埠頭を使うことが多かったのですが、貨物船とクルーズ船は全然船型が違うので、バースの延長が足りません。あ

とは係船柱も防舷材も大型で配置も全然変わってきます。貨物ターミナルは2次交通の面が非常に弱いので、いまその対策が求められています。

ハード面での課題では岸壁の延長を何とかしなければいけないというところ。またソフト面の課題もたくさんありますが、お客様にスムーズに内陸の観光地に行っていただくことが重要なので、とにかく早く送り出す。空港と違って、これまで港はそういうことはあまりやっていなかったもので、いま全力を挙げて取り組み始めたところ。です。

クルーズ寄港地選択の考え方

高橋▷ありがとうございます。次にクルーズの企画づくりについて、船や寄港地の選別はどのように行われているのでしょうか。使いやすい港、安全な港などについて、中村専務からお話を伺いたいと思います。

中村▷国内と海外がありますが、国内クルーズ、日本周辺のクルーズを組むときに最初に考えるのは、台風シーズンは太平洋側を外し日本海に持っていくということです。

夏は祭りがポイントになり、阿波踊りとか、ねぶたをターゲットにした青森方面など、定番コースが決まっているので、7~8月は太平洋に持っていきます。でも8月が終わると台風が日本に近づいてきて太平洋は危ないので、日本海側に逃げて九州・日本海方面のクルーズを組みます。最近では日本海でも台風にあぶつかる場合が出てきたので、コースを変えるようになってきました。

このようにクルーズを全うできる天候をまず決めます。ですから夏場の北海道は当然行きます。それから桜前線を追いかけるとか、そういうことでざっくりと方面を決めて、その中で入れる港、入れない港、あるいは観光要素がある港に入れるかどうかで決めていきます。

それらを踏まえて港の位置関係などを考慮しますが、人口が多いのは関東近辺なので、どうしても横浜中心になってしまいます。ただ関西や中京圏もお客様がいらっしゃるの、どう組み合わせお客様に乗っていただくかということで、寄港地を考えていきます。

クルーズ船は最大船速20ノット少しです。ただし20ノット出すことはなくて平均すれば15~16ノットほどですので、スケジュール計算上、朝9時に入港して17時に出て行こうとすると、前の港から次の港まで16時間ぐらいで到着するとちょうどいいんですね。

ただ横浜から16時間で到着できる港、翌日の朝に着けられる良い場所の港はあまりありません。たとえば距離的に一番ピタッと来るのは新宮あたりです。中途半端に短かったり長かったりすると無駄なロスが出てしまうので、距離的なもの



で組み合わせようまく行くかということも考えます。あとは港に「岸壁は空いていますか」と聞きますが、昔はあつという間に予約できたのが、最近外国船社が入ってくるので取るのが難しくなってきた、邦船社にとっては結構厳しい状況です。

そのうえで安全な港、使いやすい港ということになりますが、お客様にとっては岸壁に着いて、そこから歩いて街に行けるのが一番いいですね。特に海外クルーズの場合はそういう港を選びます。ヨーロッパは河川港が多いので、そういうところがたくさんあります。日本も横浜や神戸は近いのですが、地方の港は大きな客船が着けられて、なおかつ歩いて街に行けるところはなかなかないですね。日本は港湾を拡張

しているの着けられる港はたくさんあって、世界的に見ても入れる港が多いのですが、産業港として発展しているの、街から遠くて、バスでなければ行けないところが多いです。

魚住▷昔からフェリーなど旅客船が着くような港は市街地に近いところもありますが、おっしゃるように大型船が着ける港は貨物で発達してきているので、どうしても遠くになってしまいますね。

高橋▷昔はウォーターフロント開発が結構盛んでしたが、そういうところに着けられないんですか。

中村▷ウォーターフロントは小さな船は泊められると思いますが、大型船を泊めることはあまり想定されていないんじゃないかと思います。どちらかというと陸上から行くための開発という感じです。ソフト的な点で言いますと大体 SOLAS（海上人命安全保障条約）が適用される岸壁に泊まりますが、セキュリティが厳しいのは良いとしても、車両進入が難しいのが大きな課題です。お客様がタクシーで帰ってきてもはるか離れたところで降ろされて歩いて帰ってくるということがあるので、もう少し柔軟にやっていただけるとありがたいと思います。

これは外国船社もそうだと思いますが、その港をターンアラウンドポート（全ての旅客が下船し、新たな旅客が乗船する港）で使うか、あるいは寄港地として使うかによって私たちが欲しいファシリティが変わってきます。お客様の入れ替えポートとして使うのであれば、荷物のハンドリングが一番重要になります。大量の荷物をいかに捌くかが重要なので、大きな上屋というか、屋根つきのところが必要になってきます。寄港地なら荷物よりも観光バスをいかに回すかということで広いスペースが必要になります。

その港にどういう目的で入るかによって、船会社側が求めるものが変わってくると思います。ファシリティの面で、アメリカや欧州に海外クルーズに行くときよく感じるのはセ



キュリティチェックについてです。テロが多いので、テロ対策で荷物のX線検査用のファシリティが完全に整っています。人も荷物も検査のファシリティが整っていて、全部そこを通るようになっていきます。日本は横浜や神戸はありますが、地方の港はそこまで行ってなくて、まだ岸壁をどうしようかという話です。オリンピックも近いので、セキュリティのチェックが必要になってくると思います。

それからバリアフリー法への対応として船内の段差をなくしてありますが、一番のネックは岸壁から船に車いすでどう乗せるかが頭の痛いところです。岸壁側にスロープ状のボーディングブリッジがあると非常に助かります。

魚住▷SOLASのお話はわれわれも非常に意識しています。特にタクシーについてはおっしゃる通りなので、最近タクシーを事前登録させておいて制限区域の中まで入れるようにするなど、少しずつ取り組みを始めています。また駐車スペースも増やさなければいけないと思っています。CIQ（税関・出入国管理・検疫手続き）も空港に比べると非常に遅れています。来年の1月から国際観光旅客税が導入されるので、その財源を使いながら集中的に対策をしていきたいと思っています。高齢者や車いすの方への対応は難題ですね。

中野▷クルーズ船に乗ると動かなくても世界中を巡れるというメリットがあるので、高齢者の方や障害者の方が結構いらっしゃるんですね。ですから、そこはとても大切な課題で横浜港の場合、大棧橋につけていただければそのへんは大丈夫ですが、なるべく岸壁に直に降りられる部分もうまく対応できるように考えていく必要がありますね。

魚住▷大棧橋みたいにそれなりの回数があつて、ちゃんとターミナルがつくれれば対応できるのですが、地方で年間数回程度だとボーディングブリッジは難しいと思います。おっしゃるように課題だと思っていますが、移動式で地方の港でも整備できるような高齢者対応施設として、何か良いものは

ないでしょうか。それから大棧橋みたいなターミナルがないところでCIQをやろうとすると、特に入管からは「屋根がない」と言われるので、いま地方の港には仮設の大型テントの導入を促しています。ただコンテナターミナルに大型テントを張ろうとすると基礎が要るので、基礎を準備してあげて、大型テントを張れるような取り組みも必要だと思っています。

クルーズ受け入れ側の取組み

高橋▷クルーズ船を受け入れる側の視点で中野理事からお話いただけますか。

中野▷まず横浜港の現状をご説明しますと、去年は178回と過去最高のクルーズ船の寄港がありました。今年も、昨年末の時点で、200回に迫る勢いで予約をいただいています。寄港のパターンもターンアラウンドと言われる発着のケースと一時寄港のケースがあって、実は全然対応が違うんですね。発着の回数は現在でも横浜港は日本で、世界でも第6位となっています。発着港と言っても「着」が先で、外国人の方をたくさん乗せたクルーズ船が着いて、その方たちが降りて日本各地を観光したり、そのまま飛行機で戻ったりする。そして今度は入れ替わりで出発するお客様が乗り込まれるわけです。4000~5000人乗れる外国客船だと、それだけの人数が1日の間に入れ替わるので、うまくさばくためには工夫が必要です。横浜市のクルーズ船対応の目標としては3点あり、その一つは、発着港として引き続き日本一を目指していこうということです。

次に「お断りゼロ」です。これは国交省さんも盛んに言われていますが、貨物岸壁を臨時で使ったり、様々な工夫をしています。

三つ目に、最近是非常に大型のカジュアル船から少し小ぶりのラグジュアリー船までいろいろな船が入っているの



横浜港「大さん橋国際客船ターミナル」「新港9号岸壁」「大黒ふ頭」に3隻のクルーズ船が停泊している様子

で、さまざまなタイプの受け入れをぜひ横浜港でやっていこうということで、ワールドクラスのクルーズポートを目指して、現在取り組みを進めています。

またハードの整備としては、横浜港もほかの港と同じようにコンテナターミナルを港の外側に整備し、内港地区は観光の港として整備を進めています。将来的には7隻同時に着岸が可能なクルーズポートにしていこうと考えています。現在の大棧橋ももともとは4隻泊まれるように設計されていたのですが、船が大型化しているので2隻が限界です。それからいまま山下ふ頭の再開発を進めています、暫定的に空いている上屋をCIQ施設として利用し、すでに受け入れを行っています。

またベイブリッジのため、超大型客船は内港地区に入れませんが、客船は港の風景として人気が高く、一般の方から間近でご覧になりたいという要望が多くあります。このため大黒埠頭のベイブリッジのたもとに国交省さんに岸壁を改良していただいております、横浜市も約5,000㎡のCIQ施設の整備を行い、ベイブリッジ側からみなとみらい21地区や内港地区が一望できる景観の良いところに船を着けられるようにします。来年の4月にクイーン・エリザベスが2回続けて横浜港で発着を行うので、そのこけら落としをしようと思っています。さらに新港ふ頭では客船ターミナルの施設を建ててくれる民間事業者を募集しました。公民連携事業(PPP)として、建物の中にCIQ施設をつくっていただきます。横浜市は土地を借りてもらったとともに、出来上がったCIQの床をお借りします。横浜市は岸壁工事も行っており、いずれも現在工事中です。来年ラグビーのワールドカップが行われるので、何とかそれに間に合うように整備をしています。

クルーズ船の特長と操作性

高橋▷興味深いお話をありがとうございます。次に技術的な視点から、クルーズ船の特徴、クルーズ港が備えるべき特徴、



日本の港とクルーズ船などの観点で上田先生からお話をお聞きしたいと思います。

上田▷私は港湾技術研究所で船舶の接岸や係留に関する研究をしていましたので、船舶の動揺にかかわるお話を少ししたいと思います。先ほど魚住課長さんもおっしゃいましたが、クルーズ船は非常に船型の大きなものがどんどん出てきています。これは大型のコンテナ船も同様ですが、コンテナ船と比べるといわゆるドンガラというか、空気を運んでいるようなものなので幅が広くて軽いという特徴があります。それから喫水が浅いのも大きな特徴です。いま言った幅広ということに関連しますが、ローリング(横揺れ)の固有周期も非常に長くなっています。

ローリングは船体動揺のうち乗り心地に関係するファクターです。かつてフェリーのローリングの固有周期を船社の方々に伺いましたが、私が計算した結果よりも長いのです。20数秒だとおっしゃっていましたが、これについては減揺装置などによって、ローリングの固有周期が長く、またローリングも小さく抑えられているということでした。

クルーズ船の場合はもちろんそういう装置も装備されていると思いますが、私が調査した結果だと固有周期は30~40秒です。「長い周期は嫌だ」と言う方もいますが、慣れてしまうと非常に心地良くて、乗っている人たちはほとんど何も感じないのではないかと思います。したがって少し波が高いときでも航海が円滑に行われて、食事やダンスも楽しめるのではないかと思います。

先ほど喫水が浅いと言いましたが、逆にエアドラフト、昔で言うマスト高が大きいんですね。したがって受風面積が大きいので風の影響を受けやすくなります。操船については、総トン数が大きくても排水トン、重量が小さくて軽いので、操船は比較的しやすいと思います。

しかもクルーズ船には非常に大きな馬力のスラスタ(横方向の推進装置)が3~4基ついています。推進機はポッド式推進装置というもので、360度回転できて、しかもスラスタ

の数倍の馬力を持っているので、自在に操船できるというメリットがあります。操船性が非常に良いので、かなり港の奥の方まで持ってくるのが可能だろうと思います。先ほど中野さんからお話があったように、新たなバースを設置するときに港の再開発というかたちで水深を深くする必要があるかもしれませんが、港の奥まで船を持っていける可能性は非常に高いので、より市街地に近接することになって、いろいろな意味で旅客にとっての魅力が叶えられるのではないかと思います。

日本のクルーズ港の課題

高橋▷クルーズ船の受け入れ環境整備にかかわる技術的な課題について掘り下げて話をさせていただきたいと思います。われわれは技術的な理解がまだまだ足りないのではないかという思いもありますので、初歩的なことを含めて説明していただいて理解を深めたいと思います。

たとえば日本の港はクルーズ船にとって良い港なのかどうか。受け入れ環境として問題はないのか。長所や短所、改善点、技術的な課題などについて少し議論できればと思います。まずクルーズ船の大きさですが、たとえば飛鳥IIと最大級のクルーズ船との比較についていかがですか。

中村▷飛鳥IIは、昔は中型でしたが、世界的に見るといまは小型船の枠に入ってしまったんですね。

魚住▷飛鳥IIの長さは241m、オアシスやクアンタムは350m位ですね。

高橋▷喫水はいかがでしょう？

中村▷飛鳥IIは8m位、オアシスやクアンタムでも11.5m位ですので、12mあるとだいたい全部入ると思います。

魚住▷それよりも橋ですね。マスト高がずいぶん上がってきていますので。

中村▷レインボーブリッジもベイブリッジもそうだと思いますが、そのころ一番大きかったクイーンエリザベス2を基に設計されたんじゃないかと思います。ただ、その後想定外の大きな船が出てきましたから。

中野▷ベイブリッジのクリアランスは55mなんですね。いま、あそこをくぐる最大のクルーズ船はダイヤモンド・プリンセス(11万6000トン)です。オアシス・オブ・ザ・シーズやクアンタム、マリナー・オブ・ザ・シーズなどのマスト高は60mを超えていて、ベイブリッジをくぐれません。場合によってはいまベイブリッジの外側に建設している大黒ふ頭の施設が主力になってくる可能性もあります。

高橋▷飛鳥IIの航行は普通の貨物船とはだいぶ違いますか。先ほど上田先生がクルーズ船は安定性が高いと言われましたが。

中村▷航行中は常にフィンスタビライザー(横揺れ防止装



置)を出しているのです、逆にフィンスタビライザーを出さないほうが怖いんです。客船の場合はお客様の気分が悪くなると、今度から乗ってくださらなくなるので、できるだけ揺らさないように走っています。

高橋▷気象・海象の問題で台風や低気圧は避けるのが原則ですか。

中村▷避けますね。揺らさない。

高橋▷海象的には波高2mとかでしょうか。

中村▷それでは商売にならないので3~4mでも走ります。

高橋▷それでも大丈夫ですか。

中村▷ローリングは抑えられていますが、どちらかというピッチング(縦揺れ)ですね。パンチング(波による局部的な衝撃)のほうが結構効きます。パンチングをやられるとドンと来て、後ろまでバーンと振動が船全体に響くので、乗っている方は不安になります。

高橋▷そういうところは避けるんですか。

中村▷避けますね。普通の貨物船と同じように5mの波高域には行きません。風は結構きついても行くことがあります。揺れさせないように気にしているのは、どちらかという波高のほうです。ただ日本は逃げるところがなかなかないので、波の高いときはクルーズをやめて抜港するケースもあります。去年ありましたが、甚だしいのは博多から東回りの日本一周で、津軽海峡から太平洋側に出た途端に台風の余波が来て、グルッと一周するはずが仙台から逆戻りで博多に戻ったことがありました。

高橋▷そういう航路の変更もやっているんですね。

中村▷危ないところに近づかないということで。会社としてはすごく痛いのですが、仕方ないです。

高橋▷入出港時も普通の貨物船とはだいぶ違いますか。入りやすいというか。

中村▷操船的にはPCC(自動車専用船)に似ていますね。PCCも風に流されやすいです。

高橋▷風が問題だということでしょうか？



中村▷入出港は完全に風です。予報と実際の風は違うので、入る直前に港の中の風速が知りたいのですが、情報としてなかなかないですね。大棧橋にはありますけれど、一番知りたいのが風のリアルタイムのデータです。

魚住▷測っている港湾管理者はいないですね。船にも風速計がついているけれども、岸壁にも必要だと。

中村▷要はいままきに入るか入らないかを判断しなければいけないので、着岸する付近の実測の風速値が欲しいのです。私どもの船は普通のバウスラスターが2基しかありませんので、通常タグボートは船尾に1隻取りますが、風速が11~12mになるとタグボートを2隻取って入ります。それで横浜港の場合は大棧橋前で回しますが、強風時は2隻でも回せなくて、3隻目を取っても着けられなくて、戻ってしまったことがありました。

操船からみた回頭水域や航路幅

魚住▷外国船社などは、コストをかけたくないで、タグボートをつけないで入りたいという希望もあります。最近では船がずいぶん良くなってきているので、いままでの回頭円は要らないし航路幅も本当にあれだけ要るのかということで、いま航行安全調査をしながらそれを縮める方向でやっています。日本の港はすごく安全側にできていて、外国では本当に狭い水域の中に船が入っている港もあります。いまの船はその場で回頭できる船もあります。

上田▷かつて私は鹿島港で大型の20万トンの原油タンカーの入出港の操船の航跡をミリ波レーダーで調べたことがあります。出入港時はタグボートが支援して操船していました。原油タンカーは出港時に回頭しますので、喫水が浅く、操船に風の影響を受けます。バース前面に1.5Lと2Lの円を描き、回頭の軌跡を図示すると、風が16m/sのときには2Lいっぱいぐらいになりましたが、ほかは1.5L以下で回っていました。

クルーズ船受け入れに際し、姫路港や富山港などで、操船シミュレーションを行って、操船できるかどうか事前にデスクワークで検討されています。港湾の技術上の基準の回頭円は2Lなのですが、2Lの回頭円がとれない水域で操船できるかどうかを操船シミュレーションで確かめています。風速は10m/sほどです。もとより、基本は実船の実績ですから、実船で実現できるものが操船シミュレーションでできないということはない筈です。ですから、「計算上ではうまくできます。あとは船長さんの技量です」ということになります。

港湾の技術上の基準を一挙に2Lから1.5Lにするわけにはいかないかもしれませんが、魚住課長がおっしゃったように、いまはAISで航跡のデータを収集できるので、それを整理して、実績に基づいて判断して安全性の検証ができるのでは

ないかと思えます。ですから、そういうデータを活用して寄港に関する安全性の確認と許諾がスムーズにできれば良いなと思えます。

魚住▷今回われわれは法改正を行って国際クルーズの拠点化を進めていますが、これだけクルーズの寄港回数が増えて同じ船が何度も来るようになってきたので、そういう港はシミュレーション的なものを作って、大きい船でも基準内の内側で入れられるようにして、既存の航路あるいは水域でやっていくという感じになっています。

中村▷日本の港湾は産業港として発展して、操作性の悪い船を扱えるようにつくってあるので、割と入りやすい港が多いです。ヨーロッパは河川港みたいところばかりで、発展しようがなくて、逆に掘削して内陸部に入っていくところが多いので、2L取れるところはあまりない感じです。

安全な接岸と綱取り

高橋▷クルーズ船の接岸、綱取りは普通の船とは違うのですか。

中村▷接岸スピードは人間が調整しながら接岸させていくので強風下でスピードをコントロールするのは結構しんどいですね。

上田▷先ほど貨物船のバースを使って大型のクルーズ船を入れるというお話がありましたが、船が接岸するときの防舷材のエネルギー吸収特性、あるいはロープを取るときに係船柱の強度が必ずしもクルーズ船に対応していないところがあると思えます。対象バースに貨物船が10cm/sぐらいの速度で着くような設計になっていても、貨物船よりも大型のクルーズ船が10cm/sで接岸すると、防舷材のエネルギー吸収能力が足りないので、現状では接岸速度を抑えることで対応しているようです。

防舷材の設計をするときは船舶の横方向の接岸速度をパラメーターとして計算します。設計接岸速度は、たとえば10cm/sとか12cm/sという数値が取られることが多いのですが、それは設計上の限界値みたいなものなので、通常は5~6cm/sを目標にして接岸操船しています。

大型船では、船舶をバースに平行に、一旦停止させて、その後ゆっくり接岸させる方法がとられます。先ほど中村専務がおっしゃったように細心の注意を払ってやらなければいけないので、設計接岸速度に対して十分安全な許容値の範囲内で接岸しなければなりません。したがって、大方は平均値で5~6cm/sの接岸速度で着くように接岸します。

中村▷10cmだとドーンと当たって反射してしまいます。

上田▷もう一つは、クルーズ船の運動エネルギーに対して、防舷材エネルギー吸収能力が不十分な場合があります。つまり設計に対するものよりも大きな船が入ってきて、対象の貨物船の設計接岸速度と同じ10cm/sで接岸すると、かなりの



接岸の様子(ドルフィン、防舷材、係留索とスラスタによる砂の舞い上がり)

反発力が出てきます。したがって押し戻されるということですが、既存のバースにクルーズ船を着ける場合にはよく検討しておかないといけません。

それから、風圧力が大きいので、クルーズ船から取るロープの本数が増えることがあります。ロープの強度も昔と比べて相当強くなっているので、係船柱のほうの強度が足りなくなって、係船柱が抜けてしまうということも起こり得ます。ですから、そういう対策も必要になってくると思えます。

高橋▷地方の港では長大なクルーズ船に対してドルフィンを延ばして対応するというのもやられていますね。

魚住▷新しく岸壁を一から造るのは大変なので、ドルフィンを延ばすだけという港は結構多いです。新規に造っている間に合わないということもあります。

中村▷長さによりますが、ドルフィンだけでも中央部分さえ接岸していれば大丈夫です。

港奥のクルーズ岸壁

高橋▷日本のクルーズ港と海外のクルーズ港の違いはどん





なところにあるのでしょうか。

中村▷日本のように港湾計画的にすごく良くできている港は、海外ではあまり見たことがないですね。どちらかという、こんなに狭いところによく入れているなという感じで、日本のほうが安全につくってあります。ただ先ほども言ったようにヨーロッパの港は、昔から街に近いところに整備されていて、水深も深いところに客船を着けられるようになっています。

高橋▷日本もある程度港奥に入ることができればいいですね。

中村▷本当は奥に入りたいです。

高橋▷多少狭くても大丈夫でしょうか？

中村▷回頭域の水深とか、そのへんのところですね。ブリッジが前があるので、岸壁に頭をつけておいて回すんですね。そのほうがやりやすいです。前の岸壁との距離を測りながら、そこを目分量で固定しながら回しているというか、お尻を振って回すというか、客船はだいたいそういうかたちで回しています。

高橋▷バックでは入らないのですか。

中村▷私たちは通常は出船と決めていますのでバックで入れます。

中野▷出船が多いですね。でも港サイドとしては、陸側を向いてもらったほうが一般の方が写真を撮るにもいいわけです。本当はその方が、街としては景色になりますけど。

中村▷回頭は明るいうちにしておきたい、暗くなってからの出港では回頭したくないということもあります。それから出船にしておけば、タグを使わなくてもいいということもあります。

上田▷クルーズ船の入港時に、港湾とその背景を美しく見せる工夫も必要だと思います。また、下船後、市街を歩くとき、花や幟などで歓迎のムードを高めることも必要だと思います。寄港地にしかないショーや常設の催しなども魅力の一つだと思います。

「列島のクルーズアイランド化」を目指す

高橋▷ありがとうございました。最後に魚住課長からまとめをお願いします。

魚住▷港湾局では「PORT2030」という港湾の中長期政策をつくっていますが、その中で「列島のクルーズアイランド化」を掲げ、2030年に向けたクルーズ施策の方向を示しています。また現在、二つの取組みを柱に取り組んでいるところです。一つはストレスなく快適にクルーズ観光をしていただく環境をつくることです。最先端技術を活用して出入国審査をスムーズにするため、顔認証ゲートやバイオカートなど、空港でやっているような施設をCIQと協力しながら拡充していただこうと思っています。テロ対策という意味では、税関検

査における電子申告ゲートやX線による審査の充実など、キーワードとしてSMOOTH VOYAGEという言葉を広めようとしています。

もう一つは「お断りゼロ」を基本に、クルーズ船の受け入れを充実させていこうということです。係船柱や防舷材など細かいところまで含めて、きちんと整備していかなければいけないと思っています。またターミナルの受入環境も改善していかなければいけません。外国のお客さんなので当然多言語化とかWi-Fi、またトイレ環境の美化などお客さんの満足度向上のための取り組みをしていかなければいけないと思っています。

このほか昨年港湾法を改正し「国際旅客船拠点形成港湾」ということで、船社に優先的に岸壁を使っていただく代わりに背後のターミナルに投資をお願いするという施策を進めています。今年6月に鹿児島港を指定して現在7港でその取り組みが進んでいます。今年さらにあと数港対象にならないかということで、公募準備を進めています。

個人的な思いからすると、たとえばフライ・アンド・クルーズで空港のそばにクルーズ船が着くとか、新しい形態でオホーツクとかカムチャッカとか東側のクルーズもやっていただけのように船社の方々とも相談し、新しいマーケットを創っていくことも我々の大事な役目だと思っています。

高橋▷どうもありがとうございます。冒頭にもお話ししましたが、我が国の「訪日クルーズ旅客を2020年に500万人」との目標を達成するには関係者間の更なる連携強化が不可欠になっていくものと思われます。

当センターとしましても、訪日クルーズ旅客の増加に向けて、港湾・海岸施設の技術的な検討や、防災・減災に関する調査研究等の事業を更に充実させ、技術的な視点から貢献していきたいと思っています。

本日は、大変貴重なお話を頂き、本当に有り難うございます。





訪日クルーズ旅客500万人に向けた 国の施策について

国土交通省 港湾局 産業港湾課 クルーズ振興室

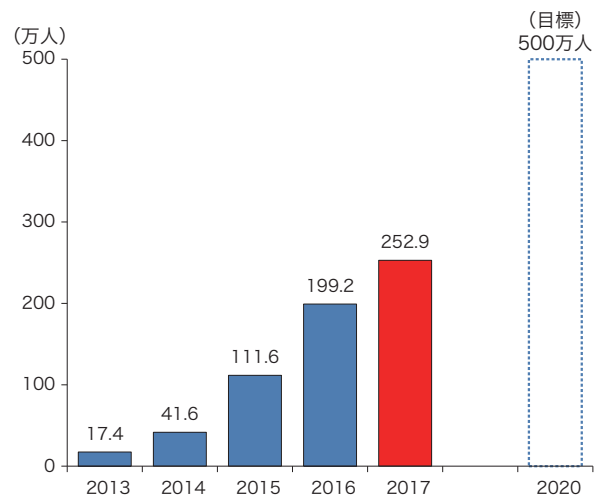
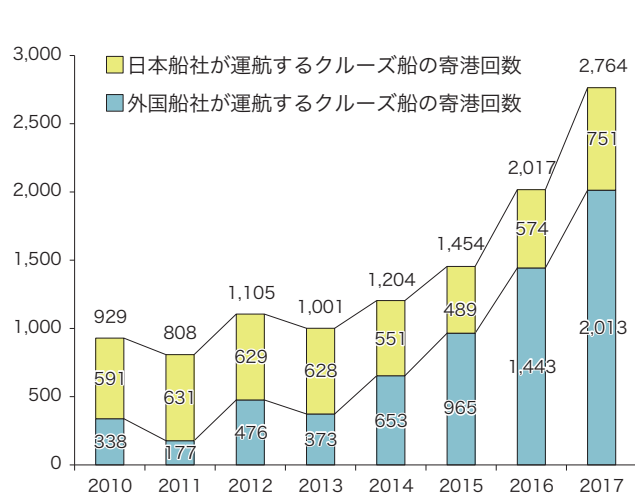
はじめに

現在、アジアを中心とする世界のクルーズ市場の急成長を背景に、我が国港湾へのクルーズ船の寄港回数及び訪日クルーズ旅客が増加しており、2017年のクルーズ船の寄港回数は2,764回（前年比37.0%増）、訪日クルーズ旅客数は252.9万人（前年比27.0%増）といずれも過去最高を更新しました。

CLIA（クルーズライン国際協会）によると、2017年の世界のクルーズ人口は2,580万人（前年比4.5%増）と引き続き増加すると予測されており、増加するクルーズ人口に対応するため、2016年3月30日、明日の日本を支える観光ビジョン構想会議（議長：内閣総理大臣）において「明日の日本を支える観光ビジョン」が取りまとめられ、その中で「クルーズ船受入の更なる拡充」を図ることとし、「訪日クルーズ旅客を2020年に500万人」という目標が立てられました。本稿では、この目標実現のための取り組みについて紹介します。

「官民連携による国際クルーズ拠点」の形成

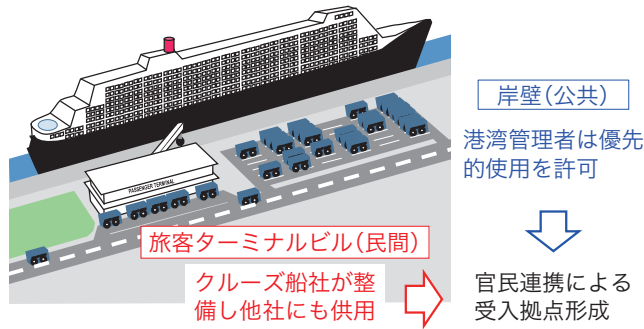
前述のとおり、外国クルーズ船の我が国港湾への寄港需要は増え続けており、クルーズ船社にとって、日本の港湾で寄港できる岸壁を確保することが困難になってきています。一般にクルーズ船社は、一年以上前からクルーズ商品の造成を行っているため、早期に寄港地と寄港スケジュールを確定する必要がありますが、既存の貨物用岸壁を活用してクルーズ船を受け入れている港湾においては、貨物船のスケジュール確定が後日になるため、貨物船との岸壁の利用調整が問題になる場合があります。特に寄港需要の大きい港湾においては、貨物用岸壁を活用してクルーズ船を受け入れる方法は限界に達しつつあり、クルーズ船を専用的に受け入れる岸壁を備えた国際クルーズ拠点の形成が必要となっています。また、クルーズ船社の中には、岸壁の優先的な利用等の受入環境が整備されるのであれば、旅客ターミナルビル等へ投資し寄港を増やしたいという意向を示



注1) 法務省入国管理局の集計による外国人入国者数で概数（乗員除く）。
注2) 1回のクルーズで複数の港に寄港するクルーズ船の外国人旅客についても、（各港で重複して計上するのではなく）1人の入国として計上している。



【官民の連携による拠点形成のイメージ】



【岸壁の優先使用のイメージ】

・A社(協定船社)による予約(1年半程度前)

月	火	水	木	金	土	日
	A社		A社		A社	



・A社の予約完了後、その他の社が予約

月	火	水	木	金	土	日
B社	A社	C社	A社		A社	

ず船会社も出現してきました。

こうした民間の需要を取り込み、クルーズ船社による投資と港湾管理者による受入環境の整備を組み合わせる国際クルーズ拠点を形成する制度を、第193回国会に「港湾法の一部を改正する法律案」として提出し、平成29年6月2日に成立、7月8日に施行されました。本制度によって、官民の連携により、国際クルーズ拠点を早期に形成し、長期的かつ安定的なクルーズ船の寄港を促進することが可能となりました。本制度の概要は以下のとおりです。

①受入拠点の形成を図る港湾(国際旅客船拠点形成港湾)を国が指定

岸壁の整備状況、クルーズ船社との連携の度合い、クルーズ旅客の見込み数等を総合的に勘案して国が指定

②港湾管理者がクルーズ拠点の形成計画(国際旅客船拠点形成計画)を作成

将来の外航クルーズ旅客の受入目標、ターミナルビル等の施設の整備概要、官民の役割分担等を内容とする受入拠点形成計画を港湾管理者が作成

→計画に基づく工事の許可等の特例を措置

③港湾管理者と民間事業者が協定(官民連携国際旅客船受入促

進協定)を締結

港湾管理者はクルーズ船社に長期の岸壁の優先的な利用を認める

クルーズ船社等は形成計画に沿って旅客施設を整備するとともに、自社の使用しない日には他社の使用を許容する

→クルーズ船社等の地位を引き継いだ承継者にも協定の効力が及ぶ規定を創設

→クルーズ船社等が所有する旅客施設の利用料金が著しく不適切な場合等における港湾管理者による変更命令を規定

国際旅客船拠点形成港湾の指定状況

国土交通大臣は、「国際旅客船拠点形成港湾」として、平成29年7月26日に横浜港、清水港、佐世保港、八代港、本部港及び平良港の6港を指定しました。これらの6港においては、港湾管理者により国際旅客船拠点形成計画が作成・公表されており、清水港、佐世保港、八代港及び本部港では、官民連携国際旅客船受入促進協定が締結されています(平成30年7月1日現在)。

また、平成30年6月29日に鹿児島港を追加で指定しており、平成30年末頃には、上記7港を補完するための3回目の「官民

船社名	第1次募集 H29.1.31 選定 H29.7.26 「国際旅客船拠点形成港湾」指定						第2次募集分 H30.2.27 選定 H30.6.29 指定
	(横浜市)	(静岡県)	(佐世保市)	(熊本県)	(八代市)	(沖縄県)	(鹿児島県)
カーニバル・コーポレーション&plc	○		○				○
ロイヤル・カリビアン・クルーズ					○		○
ゲンティン香港		○					○
郵船クルーズ	○						



連携による国際クルーズ拠点形成計画書（目論見）」の募集を予定しております。

「国際旅客船拠点形成港湾」に指定された港湾においては、国際旅客船拠点形成計画及び官民連携国際旅客船受入促進協定に基づき、それぞれの運用開始年度に向け、公共がクルーズ船専用岸壁の整備等を行うとともに、民間が旅客ターミナルビル等の整備を進めております。

クルーズ旅客の受入機能の高度化

(1) 国際クルーズ旅客受入機能高度化事業

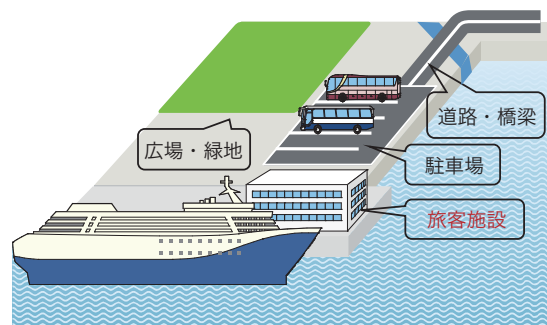
我が国では、クルーズ船の寄港需要の急激な増加やクルーズ船の大型化に対応するため、既存ストックの改良により物流ターミナルで多くのクルーズ船を受け入れています。しかし、従来旅客の利用を想定していないため、着岸した岸壁の背後地には石灰石や木材チップ等が積まれていたり、老朽化した物流倉庫などが存在していたりなど、旅客の安全性や円滑な移動において課題がありました。また、クルーズ船の見物客やクルーズ旅客の利用するバス・タクシー等の車両により港湾周辺の道路が混雑するなど、港の物流機能への影響も懸念されます。これら課題や更なる訪日外国人の増加への対応として、クルーズ船を受け入れる玄関口としての環境整備が求められています。

そこで、平成29年度に、クルーズ旅客の受入環境の改善及び物流機能の効率化を図るため、地方自治体等が行うクルーズ旅客の利便性や安全性を向上するための事業（屋根付き通路の設置や大型テントの購入など）に対する補助制度として「国際クルーズ旅客受入機能高度化事業」を創設しました。平成29年度には2度の公募を行い、25港33地区における事業を採択し、平成30年度には20港21地区における事業を採択したところです。

(2) 旅客施設等への無利子貸付

待合所やCIQ施設がない埠頭では、船内でCIQ手続を行う必要があることから、クルーズ旅客の受け入れにおいて非効率な状況が発生しています。こうした状況を改善するため、平成28年度に民間事業者による旅客施設等の建設又は改良に対して、資金の無利子貸付による支援を行う制度を創設しました。旅客施設等が整備されると、CIQにかかる時間が短縮され、旅客の快適性の向上が期待でき、また、物流荷役への影響の緩和も期待されます。

この無利子貸付制度の対象となる施設は、外航クルーズ船の受け入れのための旅客施設及び付帯する駐車場、広場等です。

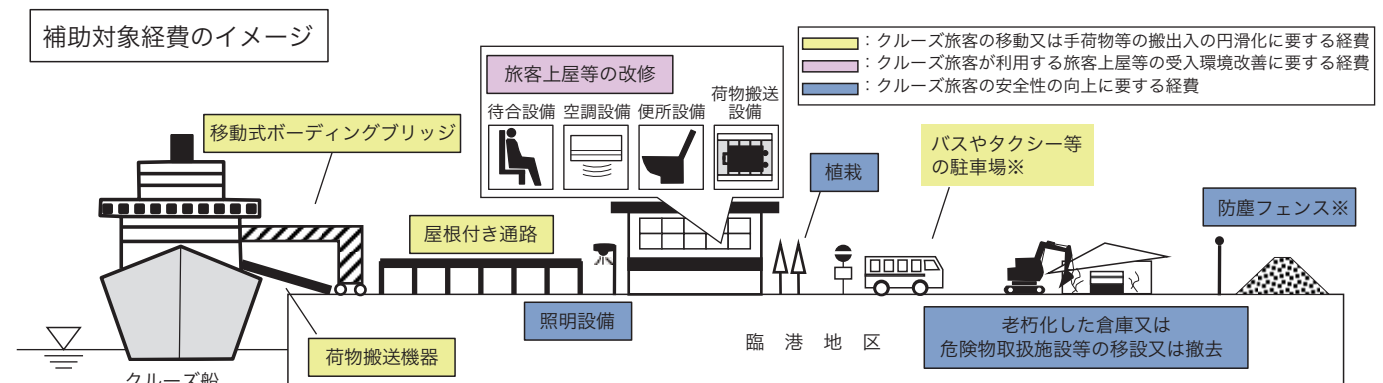


貸付対象となる施設

全国クルーズ活性化会議と連携した寄港地の全国展開に向けたプロモーション

クルーズ船の寄港を活かした地方創生のためには、西日本の一部の港湾だけでなく、全国にクルーズ船寄港による効果を波及させる必要があります。

クルーズ船の寄港地を全国津々浦々に広げるため、全国の港湾管理者や地方自治体の首長により構成される「全国クルーズ活性化会議」との連携のもと、外国クルーズ船社と港湾管理者等との商談会を実施するとともに、港湾施設の諸元や寄港地周





辺の観光情報をウェブサイトにて一元的に発信するなど、港湾と観光が一体となったプロモーションを展開しています。

平成29年度は5社と計9回の商談会を開催し、延べ69港が参加しました。また、上記ウェブサイトは、掲載港湾数を92港から102港に増加させるなど充実させました。平成30年度以降もこれらの取り組みを継続していきます。

訪日外国人旅行者受入環境整備緊急対策事業を活用した対応

「明日の日本を支える観光ビジョン」に掲げられた、2020年に訪日外国人旅行者数4,000万人、2030年に6,000万人の実現に向けて、外国人旅行者がストレスなく快適に観光を満喫できるよう、滞在時の快適性及び観光地の魅力向上、観光地までの円滑な移動等を推進することが必要です。このような訪日外国人旅行者の受入環境整備を行うための緊急対策を促進することを目的として、各分野において「訪日外国人旅行者受入環境整備緊急対策事業」が実施されています。港湾においては、地方公共団体等がクルーズ船着岸岸壁の背後地等において行う無料公衆無線LANの整備や案内看板の多言語化等の事業を支援しており、平成30年度以降も継続していきます。

「みなとオアシス」、「港湾協力団体」の活用

(1) みなとオアシスの活用

「みなとオアシス」とは、地域住民の交流や観光の振興を通じ

た地域の活性化に資する「みなと」を核としたまちづくりを促進するため、住民参加による地域振興の取り組みが継続的に行われる施設を国土交通省港湾局長が登録するもので、平成30年7月20日現在までに117箇所が登録されています。「みなとオアシス」は地域の活性化に寄与するとともに、クルーズ船帰港時には、クルーズ旅客の受け入れや情報発信、歓迎イベント等を行っているところもあります。

(2) 港湾協力団体の活用

クルーズ船入港時の歓迎イベントの開催等、港湾空間において民間団体等による地域活性化のための活動が活発になっています。そして、よりきめ細やかな港湾管理を実現していくために、港湾管理者と港湾を拠点に活動するそれら民間団体等との協力・連携を深める必要があります。

このような多様化するニーズへ対応するため、港湾の利用促進や管理に資する業務(港湾法第41条の3)を適切かつ確実に行うことができると認められる民間団体等を、港湾管理者が「港湾協力団体」として指定(港湾法第41条の2)する制度が平成28年7月1日に施行されました。「港湾協力団体」に指定された民間団体等は、業務の実施に関し必要な情報等を国及び港湾管理者から受けられるようになりました(港湾法第41条の5)。また、港湾区域内水域等を占用する際、港湾管理者との協議が成立することをもって、占用の許可があったものとみなされ、手続の簡素化を図ることができます(港湾法第41条の6)。

最後に

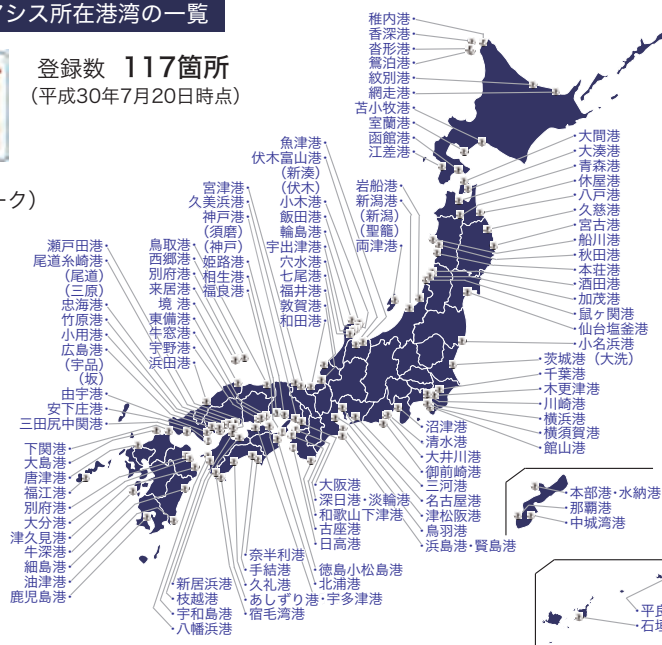
「明日の日本を支える観光ビジョン」に掲げられた「訪日クルーズ旅客を2020年に500万人」という高い目標を実現し、我が国のクルーズ振興を図っていくためには、クルーズ船社による配船動向やアジアや我が国のクルーズに係る将来需要を把握・分析し、クルーズ船社、旅行会社、国・地方公共団体の関係機関、民間事業者、地域住民、NPO等の多くの関係者との協力関係を構築・強化する必要があります。その協力関係を深めながら、今回ご紹介した取り組みを加速させ、全国の港に多くのクルーズ船が寄港することで、我が国の成長、観光立国や地方創生の実現に繋がっていきたくて考えています。

みなとオアシス所在港湾の一覧



登録数 117箇所
(平成30年7月20日時点)

標章
(シンボルマーク)



特集

クルーズ新時代に
向けて



クルーズ客船の大型化

池田 良穂

大阪経済法科大学 客員教授

はじめに

昨年の世界のクルーズ人口は2700万人余りに達し、クルーズの経済波及効果は14兆円と、世界のコンテナ船の規模にひたひたと迫っています。海運界は「B to B」の産業がほとんどですが、その中でクルーズ産業は「B to C」の産業であり、世界の発展途上国の経済成長に伴う、観光需要の高まりに応じて今後も急速に成長するものとみられています。

現在、世界で運航されているクルーズ船の数は約460隻（航洋船のみ）で、発注されているクルーズ客船の数は100隻を超え、その多くが10～20万総トンのメガシップです。

世界のクルーズ業界は寡占化が進み、カーニバルグループは50%を超えるシェアを誇り、その売上高は2兆円に迫り、純利益が17%余りになっています。なぜクルーズが巨大な海事産業に成長し、なぜ巨大船が続々と建造されるのかを解説したいと思います。

定期客船の時代

かつて世界の海には多くの定期客船が就航して、大洋を渡る旅客を運んでいました。その最盛期は、第2次大戦の直前で、「ノルマンディー」、「クイーンメリー」、「クイーンエリザベス」などの8万総トンを越える大型客船が、30ノットの高速力で大陸間を結んでいました。

しかし、戦後の1960年代には、世界の飛行機網が整備され、旅客はみな高速の飛行機を選ぶようになりました。その理由は、船の1日が飛行機の1時間と言われることから明らかとなり、絶対的なスピードの差でした。旅客を失った定期客船の多くは、クルーズに乗り出しましたが、その輸送を目的とした伝統的なサービス形態は、観光を目的とする乗客のニーズにはマッチせず、ほとんどが経営不振に陥り、事業から撤退してしまいました。

現代クルーズの登場

こうした客船暗黒時代とも言われる1960年代に、客船を使った新しいクルーズのビジネスモデルがカリブ海で芽吹きました。それが現代クルーズです。

定期客船が1～3等までクラス分けをしていたのに対して、モノクラスと呼ばれる等級差のない船内として、1週間以内と期間を短くして、料金も一般大衆が支払えるようなリーズナブルプライスとし、マイアミ港から定曜日に定期的に出港・帰港する定点定期運航とし、飛行機代も含めたフライ&クルーズというパッケージを用意して、全米から乗客を集めるスタイルをとりました。また、船上でのイベント、エンターテインメントを充実させて、従来のたいくつな船旅というイメージを払拭し、年収3万ドル（邦貨で約330万円）以上の中間層をターゲットにしたマーケティングを行いました。

この現代クルーズのパイオニアが、ノルウェー・ジャン・カリビアン・ライン（以下NCL）、ロイヤル・カリビアン・クルーズ・ライン（以下RCCL）、カーニバル・クルーズ・ライン（以下CCL）の3社であり、現在においても、クルーズ界の3大ガリバーグループとして、世界のクルーズの70%以上を牛耳っています。

このビジネス成功の最大のポイントは、価格が安いことですが、単に安いだけでなく、質も高いことが必須条件で、チーププライスではなくリーズナブルプライスと言われる所以です。高級で価格も高くさらに期間も長いため、高齢の富裕層向けのレジャーと考えられていたクルーズを一般大衆のためのレジャーに仕上げたことから、その爆発的な成長が始まりました。当初、各社ともに運航隻数を増やすことで規模の経済効果を生かして、このリーズナブルプライスを実現していましたが、1980年代からは、隻数だけでなく、船を大きくすることで乗客1人当たりのコストを下げて、クルーズ料金を下げる戦略をとりはじめます。1980年代から4万総トン型、5万総トン型



と次第に大型化された新造船がカリブ海クルーズに投入されるようになりました。

7万総トン船の先駆け

最初に7万総トン級のクルーズ客船をカリブ海に投入したのはNCLでした。係船されていた大西洋航路の定期客船「フランス」を購入して、ドイツの造船所でクルーズ仕様に大改装して「ノルウェー」と改名し、1982年に華々しく登場させました。旅客定員は2400人で、従来船の約2倍の定員でした。この大きさでは、とてもカリブ海の島の寄港地の岸壁には着けることができず、沖合に錨泊するしかないので、2隻の巨大なテンドーボートをブリッジの前の船首甲板に搭載して乗客を港まで運びました。同船は、欧州の造船所でのドックのために定期的に戻り、その際に欧州クルーズを実施し、それが北米生まれの現代クルーズが欧州に普及する流れをつくりだしました。



7万総トン時代の先駆けとなった「ノルウェー」

新造7万総トン船時代の到来

最初に7万総トン級のクルーズ客船を新造したのはRCLでした。それが1988年にカリブ海に就航した「ソプリン・オブ・ザ・シーズ」です。旅客定員は2人部屋ベースで2282人、最大で2582人でした。この船のデビューは、クルーズ界に一大衝撃を与えて、巨大クルーズ客船の新造ブームの流れをつくりました。

ライバルのCCLも、7万総トン型船の連続建造に踏み切り、その第1船の「ファンタジー」は、1990年に、それまでは老朽クルーズ船が使われていたマイアミ港発着の3~4泊の短期バハマクルーズに投入されました。当時、一般的には、何百億円もの高額な建造費のかかる新造大型クルーズ客船で、価格の安い短期クルーズの経営的に成り立つとは考えられていなかったもので、驚きの決断でしたが、それまでクルーズには目を向けていなかった若い層を取り込むのに成功して、北米マーケットはさらに拡大しました。同船は3隻発注された同型船の1隻目で

したが、その成功を受けて7隻の同型船が建造されました。推進システムにはディーゼル・電気推進が取り入れられ、7隻目の「エレーション」ではポッド推進システムがクルーズ客船に初めて取り入れられるなど、技術的にもエポックメイキングなシリーズ船でした。

こうして大型化・大定員化によって、旅客1人当たりの運航コストを、船員費、燃料費、食材費、港費などあらゆる費目で削減できることがあきらかになり、大型化の流れは加速されました。

7万総トン級の大量建造によってわかった大事なことは、大型化によって、運航コストの低減と同時に、乗客の満足度を高めることも明瞭になったことです。大型化に伴い、年齢層も嗜好も違う数千人の乗客が同時に乗船することになり、そのすべてに満足感をもって下船してもらうには、船内における楽しみの選択肢を増やすことがきわめて有効です。そして大型化すればするほど、いろいろな機能を船内にもたせることができ、乗客は好みに応じて船内で楽しむことができるのです。



新造7万総トン型のパイオニアとなった「ソプリン・オブ・ザ・シーズ」

大定員化と損益分岐運賃

クルーズ運航会社にとって、コストと売上金額が一致するポイント、すなわち赤字と黒字の分岐点である損益分岐運賃は経営の重要な指標です。筆者が、5万総トンの日本籍クルーズ客船について、旅客定員を変化させて損益分岐運賃をシミュレーションした結果が図1です。この図では、損益分岐運賃に10%の利益と10%の旅行代理のマージンを上乗せした運賃で示しています。また、消席率は80%と仮定しています。基本としたのは、船員全員を日本人にした場合ですが、サービス要員の多くを外国人にした場合と食材購入費を現代クルーズのビッグ3と同程度まで下げた場合の結果も合わせて示しています。5万総トンのクルーズ客船でも旅客定員を1600人以上にすると、外国人船員を一部雇用することにすれば、クルーズ料金は1泊あ

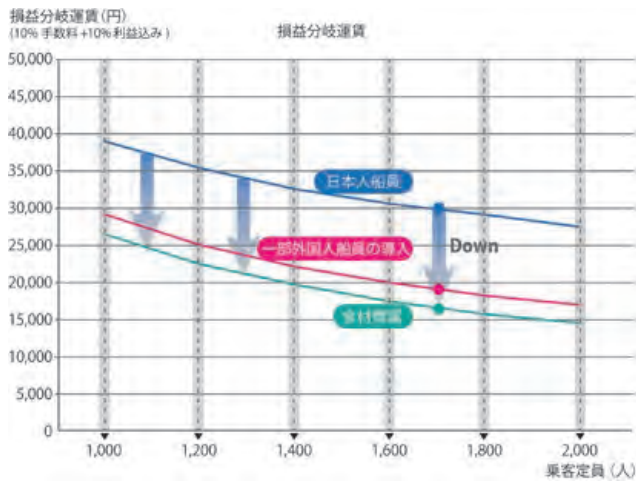


図1 5万総トン級日本籍カジュアルクルーズ客船の損益分岐解析結果(10%の手数料と利益込)

たり1万円台にまで下げることができることがわかります。このように、大定員化または大型化がクルーズ運賃の低廉化を可能にすることがわかります。なお、このシミュレーションには、船内売上げが入っていないので、実際には、さらに採算性はよくなります。

オーバーパナマックスの登場

大型化の1つのネックがパナマ運河の閘門の幅と長さでした。2016年までは旧閘門だけで、幅が32.2m、長さが294mまでの船しか通過ができませんでした。現代クルーズでは、1つの水域で短期のクルーズを繰り返すパターンが多いため、必ずしもパナマ運河を通過できる必要はないのですが、季節的な需要の変化等に応じてパナマ運河を通過してクルーズ水域を変える船も少なくありませんでした。

7万総トン級船は、船の幅が32.2mのパナマックス型でしたが、さらなる大型化のために船長を長くして、長さもパナマ運河の閘門寸法ぎりぎりのパナマックス型が登場しました。しかし、それも9万総トン級が限界でした。このクラスの船は、長さが伸びたため、船型は軍艦並みの細長いものとなり、復原性の確保が次第に難しくなりました。

そして、ついに1996年にはオーバーパナマックスの10万総トン超のクルーズ客船が登場します。その第1船が、CCLの「カーニバル・デステニー」であり、幅は35.5mでした。これに続いてプリンセス・クルーズの「グランド・プリンセス」を第1船とする11隻のオーバーパナマックスの大船隊が登場します。最大旅客定員は約3300人にまで増加しました。

プリンセス・クルーズは、北米西岸を拠点としてアラスカクルーズを中心に事業を展開し、カリブ海と同様の現代クルーズのビジネスモデルを開拓した会社でした。しかし、アラスカ

クルーズは、夏季にしかできないため、冬季になると一部の船はロサンゼルス起点のメキシコクルーズを行っていましたが、その他の多くの船はパナマ運河を通過するクルーズを行ってカリブ海に移動して、クルーズを実施していました。しかし、10万総トンを超える大型船はパナマ運河を通過できないため、冬季には太平洋側の船はアジア・オセアニアに、カリブ海の船は夏季に欧州へと運航水域を広げました。すなわち、オーバーパナマックス船の登場が、北米中心だった現代クルーズを世界に広げたとって過言ではありません。

また、オーバーパナマックス化は、クルーズ水域を世界に拡大するだけでなく、クルーズの通年化にも大きな寄与をしました。例えば地中海のクルーズは、春のイースター明けから10月くらいまでが一般的でしたが、大型化によって船酔いの問題が解消したために、冬季にもクルーズが行われるようになりました。



最初のオーバーパナマックス型クルーズ客船「カーニバル・デステニー」

さらなる巨大化

前述の10万総トン型船ブームに乗らなかったRCCLは、一挙に14万総トン級船を登場させます。その第1船が1999年に登場した「ヴォイジャー・オブ・ザ・シーズ」であり、同型姉妹船が4隻、そして15万総トンに拡大した「フリーダム」型3隻をわずか9年の間に連続建造します。このことは、いかに大型化によってクルーズマーケットが急拡大したかを物語っています。ヴォイジャー型は、船尾から船首まで船体中心線を前後に貫く5層吹き抜けのセンターアーケードと、それに面する窓付きのインサイドキャビン、アイススケートリンク、サーフィン用プールなど、これまでクルーズ客船にはなかった斬新な施設を満載していました。船幅は38.6mとなり、船長は「ヴォイジャー」級で311m、「フリーダム」級で339mとなりましたが、喫水は8.8mにおさえられています。すなわち、幅が広く、浅い喫水の船型で、復原力が大幅に向上しており、背の高い船体に多様な施設を設置することができるようになったのです。



14万総トンの「ヴォイジャー・オブ・ザ・シーズ」



22万総トンの「オアシス・オブ・ザ・シーズ」

「フリーダム」級の最終船が完成した翌年の2009年には、22万総トン、最大旅客定員6360人の巨大船「オアシス・オブ・ザ・シーズ」を完成させ、その後、3隻の姉妹船が建造されています。船幅は47m、船長は361mとなり、喫水は9.1m。最初の2隻はカリブ海の定点定期クルーズに投入され、第3船以降は欧州水域にも投入されています。近い将来、同クラス船のアジア水域への投入も期待されており、アジアの各港湾が受け入れ態勢整備に余念がないのは周知のとおりです。

今後の大型化の可能性

このようにクルーズ客船の大型化は、運航コストを下げクルーズ料金の低廉化に寄与するとともに、多種多様な嗜好をもつ乗客すべてに満足感を与えることができるということで今後も加速されるものとみられます。現在発注されている100隻超のクルーズ客船では、15万総トン前後が標準的となり、20万総トン級船もいくつか見られますが、今のところ「オアシス」級を超える計画はないようです。

船は水の浮力で浮かんでおり、浮力は体積に比例しているの、翼面積に比例する揚力によって支持されている飛行機のような大きさの限界はなく、大型化すること自体に問題はありま

せん。かつて100万重量トンのタンカーが計画され、建造用の巨大ドックも建設されました。またコンテナ船では、最近、2万個積みの船が続々と登場しており、その船幅は「オアシス」級とほぼ同じですが、船長は約400mと10%余り大きくなっています。すなわち、ハードとしての大型化はまだ可能ということになります。

かつて7万総トンのクルーズ客船「ノルウェー」を投入したNCLの親会社であるクロスター社は、27万総トンの巨大船「フェニックス計画」を立ち上げたことがあります。7万総トン型のクルーズ客船が続々とカリブ海に登場している頃のことです。その模型船「フェニックス・ワールド」を、数年前、韓国のサムスン造船の博物館でみて懐かしく思いました。



クロスター社(NCL)が計画した27万総トンの「フェニックス・ワールド」の模型(サムスン造船の博物館にて撮影)

このように、まだ、船自体の大型化は可能で、運航コストの低減効果もあると考えられますが、寄港地での乗客の乗下船や観光がスムーズにできるかが更なる大型化の大きなネックになると考えられます。また、カジュアルクルーズ客船が大型化したことにより、一般大衆だけでなく富裕層も一緒に乗船させる傾向にあり、モノクラスから、かつての定期客船時代のクラス分けをするようになっており、これが乗客に差別感なしに受け入れられるかも大きなポイントになりそうです。すなわち、更なる大型化は、船というハードとしては可能ですが、集客、船上での移動やサービス、そして寄港地観光などのソフト面が、大人数化に対応できるかが鍵になると考えられます。

筆者も15万総トンを超える巨大船に幾度も乗りましたが、キャビンからレストランや劇場に行くのに、長い廊下を移動するのに結構疲れました。この移動は、食べ過ぎの腹ごなしには悪くはありませんが、高齢や体が不自由な乗客にとっては大きな負担になります。大型商船のようにデッキを自転車で移動したり、北米などの巨大リゾート施設のように、電車、バス、ボートなどの乗物でお客が船上を移動したりする船が登場するかもしれません。



東京港の新たな客船ふ頭について

東京都 港湾局 港湾整備部

1. はじめに

東京港の港湾管理者である東京都は、港湾機能と都市機能が有機的に結合した「世界に誇る都市型総合港湾・東京港」の創造を目指し、第8次改訂港湾計画（平成26年策定）に基づく港湾施設の整備に取り組んでいる。

本稿では、臨海副都心地域で進めている新たな客船ふ頭の計画・整備の概要について報告する。

2. クルーズ市場の動向

近年、世界のクルーズ市場は、客船の大型化とクルーズの大衆化により急成長しており、世界のクルーズ人口は2,000万人を超え、10年前の2倍程度に増加している。

特にアジアではクルーズ人口の急増が見込まれており、我が国でも、2017年の訪日クルーズ旅客数は前年比27.0%増の252.9万人、我が国港湾への寄港回数は前年比37.0%増の2,764回となり、過去最高となっている（国土交通省資料）。また、政府は、2020年の訪日クルーズ旅客数の目標値を100万人から500万人に引き上げるなど、更なる増加が見込まれている。

3. 東京港におけるクルーズ客船への対応

現在、東京港では、晴海客船ふ頭でクルーズ客船を受け入れているが、同ふ頭はレインボーブリッジの内側に位置しているため、利用できるのは桁下（海面より52m）を通過できる概ね7万総トン級までのクルーズ客船に限られる。

一方で、近年、クルーズ客船は大型化が進み、我が国港湾への10万総トン以上のクルーズ客船の寄港回数は、2010年の10回から2016年には532回と約50倍以上に急増している（国土交通省資料）。東京港では2013年以降、レインボーブリッジを通過できない大型クルーズ客船を大井水産物ふ頭で受け入れて

いるものの、土日・祝日に限った臨時的な対応となっている。

このため、レインボーブリッジ外側の臨海副都心地域に、世界最大級のクルーズ客船が利用できるよう、東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会（以下「東京2020大会」という。）開催までに、新たな客船ふ頭（以下「新客船ふ頭」という。）を整備することとした。（図1参照）



図1 位置図

4. 新客船ふ頭の計画

(1) 当初計画

第86回東京都港湾審議会（平成25年11月）の議を経た港湾計画の変更（軽易な変更）により、中部地区（13号地）に世界最大級のクルーズ客船に対応可能な客船ふ頭（1バース）を、新規計画として位置付けた。（図2参照）

○旅客船埠頭計画[当初計画]

- ・岸壁：1バース
- ・延長：430m
- ・水深：11.5m

対象船舶は、世界最大級（22万総トン級）のオアシス・オブ・ザ・シーズ（全長362m）とし、岸壁延長は430mとした。また、水深については、満載喫水が日本寄港最大のクルーズ客船であ



るクイーンメリー2に対応できるよう、11.5mとした。

この計画に基づき、平成26年度から調査等に着手しており、現在、東京2020大会までの開業に向け、整備を進めているところである。

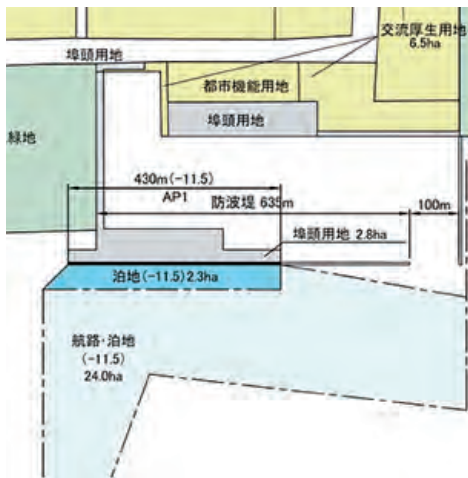


図2 港湾計画図(当初計画)

(2) 変更計画

増加するクルーズ需要を確実に取り込んでいくためには、外国の主要港と同様、2隻の大型クルーズ客船が同時に接岸できる体制の確保が重要である。

このため、将来的には新客船ふ頭で2バース体制を確保し、船舶の大型化及びクルーズ需要の増大に対応するため、第92回東京都港湾審議会(平成29年5月)の議を経て、旅客船埠頭計画を変更(軽易な変更)した。(図3参照)

○旅客船埠頭計画[既定計画の変更]

- ・岸壁：2バース
- ・延長：680m
- ・水深：11.5m

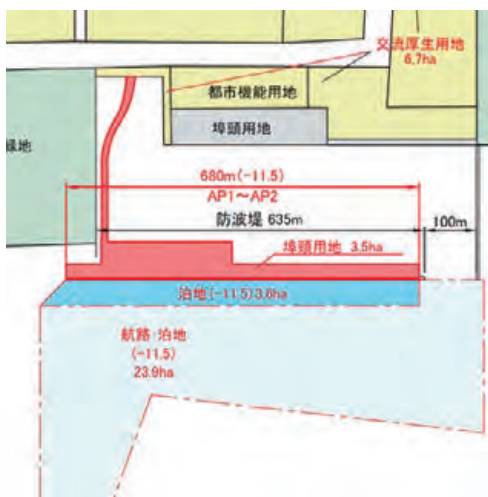


図3 港湾計画図(変更計画)

岸壁は、世界最大のクルーズ客船の単独接岸に加え、連続バースとして使用することにより、将来の寄港が見込まれるクルーズ客船の複数の組合せ(全長300m級2隻 または 世界最大級+日本最大級)による同時接岸が可能となるよう、延長を680mに延伸した。また、水深は、既定計画と同様に11.5mとした。

5. 新客船ふ頭の整備

新客船ふ頭は、土木構造物(連絡通路、客船ターミナルビル基礎、岸壁)と建築構造物(客船ターミナルビル)から構成され、いずれも海上の構造物となっている。

岸壁及び客船ターミナルビル基礎の設計に際しては、一般財団法人 沿岸技術研究センター及び国立研究開発法人 港湾空港技術研究所の確認や助言を得ながら進めた。

(1) 土木構造物

岸壁及び客船ターミナルビル基礎はジャケット式栈橋構造で、特に客船ターミナルビル基礎は、客船ターミナルビル(4階建て)の荷重を支えるため、大口径鋼管杭(直径2,000mm)を採用している。

現行の港湾技術基準では、直径1,500mmを超える大口径鋼管杭の施工事例が少なく、支持力性能が明らかになっていない。このため、現地において、①杭の打ち止め管理式の算定、②支持層根入れ長の確認を目的とする載荷試験を行った上で工事を進めている。(写真1, 2参照)



写真1 衝撃載荷試験



写真2 急速載荷試験

(2) 建築構造物

客船ターミナルビルは、「首都の玄関口」に相応しいものにするべく、6つのコンセプトに基づき設計を行った。(図4参照)



図4 ターミナルビルのコンセプト

客船ターミナルビルの諸元は以下のとおりである。

【構造規模】鉄骨造4階建て

【建築面積】約6,200m²

【延べ面積】約19,100m²

1階はエントランスとバス乗場等、2・3階はロビー、4階は送迎エリアとしている。(図5参照)



図5 完成予想図

本施設は、一般的な陸上の敷地ではなく、海上に土木構造物(栈橋形式の人工地盤)を構築し、その上に建設するものである(図6参照)。

設計においては、構造検討手法が異なる両者の整合を図り、施工上も問題の無いようにするため、大きく3つの特徴的な方法を用いている。

第一に、特殊な振動特性を評価する解析手法である。支持地盤等に直接建設される一般の建築物と異なり、地震時の挙動は下部の土木構造物と一体の振動性状によって決まるため、土木設計用の地震波も包含した8つの地震波を用いて土木・建築一体振動モデルによる時刻歴応答解析を行い、振動性状を評価して国土交通大臣の認定を取得する手法をとっている。

第二に、難解な接合部工法の検討である。下部の土木鋼管杭

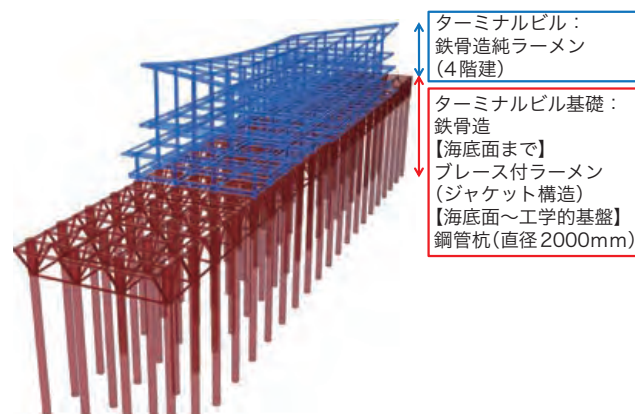


図6 ターミナルビルの解析用モデル

と上部の建築鋼管柱の接合部は、鉛直力、地震時水平力のスムーズな伝達が行われることに加え、建築工事に比べて大きな土木構造物側の施工誤差の吸収が可能なものとする必要がある。そこで、土木構造物の鋼管杭内部に軸力を受けるリング状のプレートを設置し、その中に柱を差し込み、鉛直・水平方向の位置を調整した上でコンクリートを充填するという工法を採用することで、力のスムーズな伝達と施工誤差の吸収を両立している。

第三に、構造的なバランスの確保である。建築物と比較すると土木構造物は剛性が高く、単純に接合しただけでは剛性のアンバランスが生じる。そこで、建物の1階部分のみに集中的に制振ダンパーを設置し、“逃げ”を設けることで剛性の差異を吸収している。

6. おわりに

東京港は、羽田空港や東京駅など、国内外の交通の拠点に近接し、交通アクセスが充実している。また、都心に近く、銀座、浅草、東京スカイツリーなど、都内の観光やショッピングに便利であるばかりでなく、日光、東京ディズニーランドなど、都外の観光地にも日帰りが可能である。さらに、臨海部には東京2020大会会場も位置し、世界中からの集客が期待されている。

東京都ではこうした強みを背景とし、乗船客のみならず、多くの人々が集い賑わう拠点として、新客船ふ頭の整備を進めていく。(写真3参照)



写真3 ジャケット据付状況



特集

クルーズ新時代に向けて



長崎港におけるクルーズ船の受入れと港湾機能の拡充

松本 伸彦 長崎県 土木部 港湾課

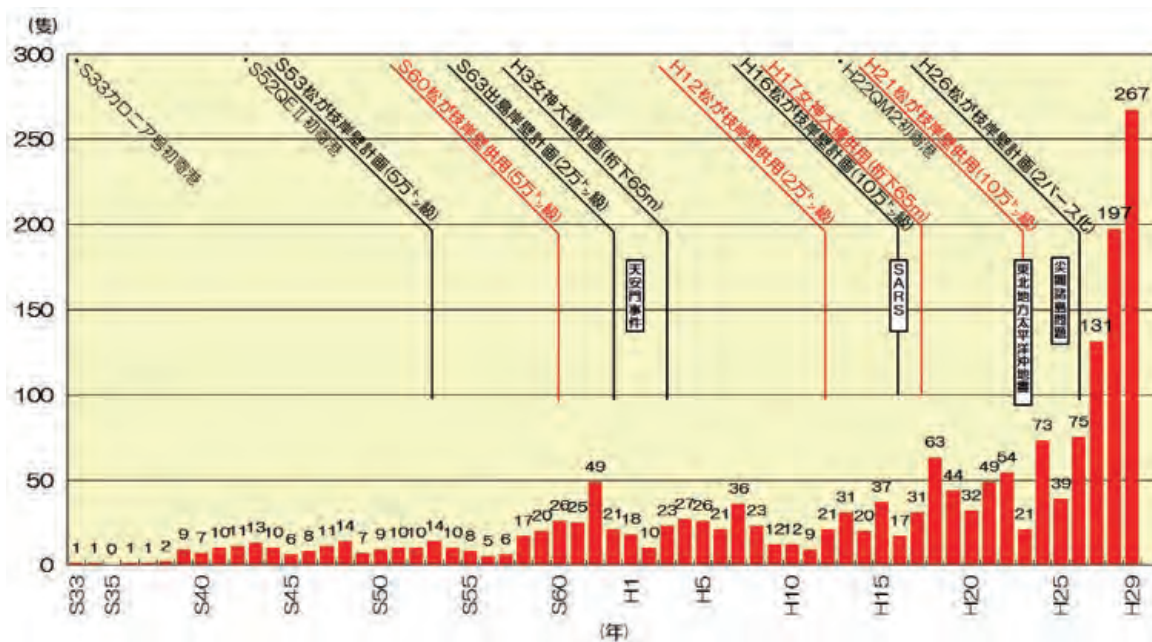
長崎港は、古くから世界に開かれ西洋・東洋の文化を広く取り込み、また、立体的で美しいまちなかに直接クルーズ船が接岸できるなど、まち全体で上質なおもてなしが可能な港で、昭和33年(1958年)のカロニア号初入港以来、数多くのクルーズ船が寄港し、クルーズ船社からも高い評価をいただいています。

近年の東アジアのクルーズ需要の拡大に伴い、長崎港へのクルーズ船の寄港が急増しており、昨年は過去最多となる267隻(博多港に次ぐ全国2位)が寄港し、約80万人のクルーズ客が訪日されました。

港湾に携わった多くの先輩方が、早くから港のポテンシャルを理解し、クルーズ船に目を向け、これまで着実な受入機能の拡充に努めて来られた成果が、今日の我が国におけるクルーズ船受入れのリーディングポートになったものと感謝するとともに、これまでの施設整備について振り返ってみます。



昭和33年カロニア号初寄港 ペーロンで出迎え
【写真提供：長崎新聞社】



長崎港におけるクルーズ船の寄港推移

1. 松が枝国際観光船埠頭の整備（5万トン級）

1-① クイーンエリザベスⅡ初寄港、渋滞発生！

昭和52年3月、クイーンエリザベスⅡ（67,000GT、D9.9m）が長崎港に初寄港しました。当時は、出島岸壁の水深が9mと喫水9.9mの同船を内港部で受入れることが出来なかったことから、外港の小ヶ倉柳地区で受入れることとなりました。

しかしながら、それまでに120隻余りを受入れ、クルーズ船を見慣れてきた長崎市民にとっても、世界で最も有名な船の寄港とあって、平日にもかかわらず多くの見物客が小ヶ倉柳地区に押し寄せてしまい、当時1本しかなかった市街地と同地区を結ぶ国道は大渋滞となりました。

乗客の長崎観光にも支障が出る事態となり、船社にとって長崎港に対する大きなイメージダウンとなってしまいました。

1-② 5万トン級クルーズ専用岸壁の整備

港湾管理者は、この事態を重く受け止め、翌昭和53年には、港湾計画を変更し、それまで砂・砂利等建設資材を取り扱っていた松が枝岸壁に5万トン級対応のクルーズ船専用岸壁を位置づけました。（昭和60年供用）



長崎港 配置図



昭和54年クイーンエリザベスⅡ初寄港

これが、松が枝地区をクルーズ船受入れの拠点として、長崎港を日本のゲートウェイに導く第一歩になったものです。

なお、岸壁は昭和60年に供用しましたが、船社に与えた負の影響はどうしても拭いきれず、クイーンエリザベスⅡは、松が枝岸壁が供用しても寄港してもらえず、ようやく平成7年、18年ぶりに寄港することになりました。

2. 女神大橋の整備

平成3年、長崎港が湾を挟んで東西に分断されていたことから、埠頭間の連絡強化を図るとともに、港湾と背後地域との円滑化交通を確保するため、女神大橋を港湾計画に位置づけました。

長崎港で幸いだったことが、港内に国内有数の造船所である三菱重工業株長崎造船所があったことです。建造・修繕するタンカーやLNG船のマスト高が60mを越えることから、操業に影響を与えないよう桁下空間を国内最大の65mとしています。

近年、クルーズ船の大型化が急速に進んでいますが、65m確保していたことで、クイーンメリー2などのワールドクルー

【女神大橋の桁下空間を決定した船舶諸元】

船名	トン数	長さ	幅	マスト高	備考
九石丸	14.5万GT	310m	58m	61.5m	油槽船 VLCC級
越後丸	10.4万GT	269m	45m	61.2m	LNG船
キャンペラ	4.5万GT	249m	31m	57.0m	旅客船

【主な橋梁の桁下空間】

橋梁名	桁下空間	完成年
関門橋	61m	昭和48年
横浜ベイブリッジ	55m	平成元年
レインボーブリッジ	52m	平成5年
明石海峡大橋	65m	平成10年
女神大橋	65m	平成17年



女神大橋を通過するクイーンメリー2(マスト高62m)



ズをはじめ、東アジアクルーズに投入される大型のクルーズ船についても支障無く受け入れることが出来ています。

3. 日本初10万総トン級専用岸壁の整備

平成12年頃からリーガルプリンセス(70,285GT)が複数回寄港するなど長崎港に寄港するクルーズ船の大型化が顕著となってきました。また、松が枝岸壁の供用以来、クイーンエリザベスも複数回寄港していますが岸壁延長が不足しており、海事関係者からは、区切りが無い対象船型(5万トン級)を超える船の寄港への対策について港湾管理者に強く求められました。

更に、12年2月には、三菱重工業(株)長崎造船所がP&Oプリンセスクルーズ社から10万トン級2隻を受注し、長崎港に寄港するクルーズ船の大型化への早急な対応が求められました。

このため、平成16年、今後のクルーズ船の大型化及び寄港が見込まれるダイヤモンドプリンセスも考慮し、日本で初めて10万トン級のクルーズ船を対象として、港湾計画の変更を行いました。(平成21年供用)

計画の位置けに当たっては、当時の「港湾の施設の技術上の基準・同解説(平成11年)」の最大船型が7万トン級までで10万トン級の基準が無く、オーバースペックとなる施設の計画になることから、港湾技術研究所の港湾技研資料で発表された「統計解析等による対象船舶の諸元」を参考に、10万トン級の船長、船幅、喫水を推計し、岸壁の規模の妥当性を検証しました。

また、岸壁の整備と併せて、CIQの受け入れ体制についても拡充を行っています。平成24年に供用開始した松が枝第2ターミナルビルにおいては、国内最大となる20ブースの入国審査台を設置し、2時間以内での審査体制をとっています。

4. 松が枝岸壁2バース化

平成18年にコスタクルーズが上海を起点とする定点クルーズを開始し、中国を中心とする東アジア地域のクルーズマーケットの歴史が始まりました。長崎港にも、コスタアレグラ(28,610GT)が何度も寄港し、平成18年、19年は長崎港が外国籍クルーズ船の寄港が日本一となっています。

このような中、アジアのクルーズ需要の拡大に伴う寄港隻数の増加やクルーズ船の大型化など、将来を見据え、アジアのゲートウェイに相応しい機能として、平成26年度に松が枝岸壁の2バース化を港湾計画に位置づけました。

これにより、連続バースとして730m岸壁を整備し、多様なクルーズ船の受入が可能となります。

クルーズ船の寄港が地域の活性化に繋がりますので、県・市・経済界一体となって早期事業化に向けた取組を行っているところです。

【10万トン級クルーズ船の諸元】

	総トン数	船長	船幅	喫水	岸壁長	備考
技術基準(H11年度版)	70,000GT	278m	35.2m	8.0m	340m	最大船形
県基準(H16)	116,000GT	290m	37.5m	8.1m	360m	ダイヤモンドプリンセス
技術基準(H19年度版)	100,000GT	324m	32.3m	8.1m	370m	新たに基準

5. おわりに

これまで、先輩方からは、「港湾整備は『100年の大計』ではなく『100年の継続』」という考えで進めることを教えていただきました。今後ともその時々的情勢を的確に見極め、留まることなく港湾の整備を進めてまいりたいと考えています。



長崎港松が枝地区 2バース化計画

特集

クルーズ新時代に向けて



本部港の国際クルーズ拠点形成について

上原 智泰

沖縄県 土木建築部 北部土木事務所 都市港湾班

1. はじめに

沖縄県の本部港(本部地区)は、国土交通省の「官民連携による国際クルーズ拠点を形成する港湾」に選定され、2017年7月、国際旅客船拠点形成港湾に指定された。20万トンクラスのクルーズ船に対応した係留施設、旅客ターミナル等を整備することにより、アジアなどの旺盛なクルーズ需要を取り込み、本部港が国際的なクルーズ拠点となることを目指す。

官である沖縄県は、-9.0mの既設岸壁L=220mを-10.5mへ改良し、同岸壁法線の延長線上にジャケット式栈橋岸壁、ドルフィンをそれぞれ100m新設して総延長420mの-10.5m岸壁を整備する。併せて-9.0m泊地を岸壁水深に合わせ-10.5mへ改修する。

民間が整備する旅客ターミナルビルは、CIQホール、待合所、観光案内所、一般客も利用可能な商業施設を置く計画である。

2017年クルーズ船寄港回数が全国で2764回と過去最高となる中、沖縄県内における寄港回数も2013年から概ね前年比3割の増加が続き、毎年過去最高を記録しており、2017年は

515回を数えた。クルーズ船の需要は年々高まっており、受け皿となるインフラの整備を急ぐ状況となっている。

2. 本部港背後地の沖縄本島北部地域の観光について

本部港がある沖縄本島北部地域は、通称「やんばる(山原)」として知られており、広大な亜熱帯樹林が広がり、世界でやんばるのみに生息するヤンバルクイナやノグチゲラなど多種多様な固有動植物が生息・生育し優れた自然環境を有する地域で、国頭村、大宜味村、東村に連なる山々や海岸が平成28年9月に国立公園に指定されている。

北部地域の観光地として、本部町の海洋博覧会記念公園には、世界最大級の水族館である美ら海水族館やエメラルドビーチなどがあり県内随一の観光スポットとなっている。また、毎年1月下旬から2月上旬には日本一早い桜祭りが名護市、本部町、今帰仁村などで開催されピンク色の美しい花を咲かせている。世界文化遺産「琉球王国のグスク及び関連遺産群」の一つである今帰仁城跡では、曲面を多用した沖縄独特の城壁が見ら



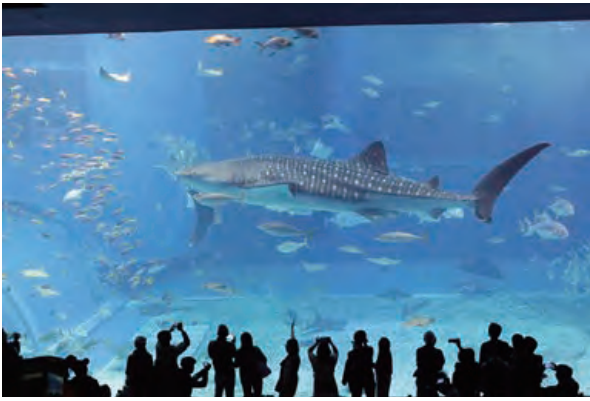
本部港(本部地区)岸壁(-10.5m)整備 計画平面図



今帰仁城跡
沖縄観光
webサイトより



さくら祭り 沖縄観光webサイトより



美ら海水族館（沖縄観光webサイトより）



エメラルドビーチと伊江島（沖縄観光webサイトより）

れる。本部港からフェリーで30分の伊江島では、100万本のゆりの花が楽しめるゆり祭りや島の頂上にある伊江島タッチウでは360°の大パノラマが望める。北部地域西側の海岸線には白い砂浜が広がる多くのビーチがあり、サンセットには水平線に沈む美しい夕日が見られる。

このように、本部港の背後地となる沖縄本島北部地域は、魅力ある観光資源が豊富にあり、本部港は国際的なクルーズ拠点となり得る高いポテンシャルを有している。



岸壁の完成予想図とクルーズ船の着岸イメージ(ターミナルの規模、外観は未定)

3. 本部港（本部地区）クルーズ拠点整備の取り組み状況

本部港（本部地区）は、1975年に開催された沖縄海洋博覧会に合わせ、大型の旅客船が接岸できる岸壁整備がされた。現在は、那覇～本部～鹿児島間、本部～伊江間の定期フェリーが毎日就航し、多くの住民や観光客、生活物資、農産物、石炭等の資材等の移動に利用される北部地域の拠点港となっている。

これまでの本港における主な施設整備としては、-9.0m岸壁L=220mの耐震改良、-7.5m岸壁L=240mの改良、防波堤（沖）L=240mの新設などを行ってきており、今回の-10.5m岸壁L=420mの耐震改良・新設は、早期の国際クルーズ拠点港形成に向け、県主体の事業としては初となるジャケット式栈橋が採用された。この構造形式は、埋立てが伴う重力式の岸壁と比較し、工期が短縮され、さらに周辺の海洋環境への負荷が軽減されるものとなっている。上述の主要事業の各実施設計ではCDITの適合性確認審査により、港湾の施設の技術基準への適合を確認した。

-10.5m岸壁及び-10.5m泊地の整備は、これから本格的な工事に着手するところであるが、本港は一部を除いて共同漁業権区域内にあることから、周辺には、沖縄県の特産であるモズク養殖業特区や定置網特区があり、浚渫を行う時期については漁業関係者との調整を要する。また、毎朝夕入港する定期フェリーの接岸に影響を与えないような作業船団の配置が必要であり、さらに近隣にはダイビングスポットがあるため、一般の利用者の安全確保に留意するところである。このように本港内及び周辺は、港湾利用者や漁業関係者、海洋レジャー客が出入りする環境にあることから、工事中の安全の確保や工事作業の影響を最小限に抑える施工計画の検討が重要事項となっており、

その対策に鋭意取り組んでいるところである。

4. 終わりに

本部港（本部地区）の国際クルーズ拠点の形成は、沖縄本島北部地域の豊かな自然環境を活用したエコツーリズムや海洋レジャーの促進、新たな観光ルートの形成など、今後の北部地域の振興に大きく寄与するものとして期待されており、平成32年度の供用開始に向けて施設整備を推進していく。



平良港国際クルーズ拠点整備事業の推進

林 輝幸

沖縄総合事務局 平良港湾事務所 所長

1. はじめに

平良港が所在する宮古島は、沖縄本島から南西に約300km、東京から約1800kmに位置し、東洋のカリブを彷彿させる宮古ブルーの美しい海と豊かな自然に恵まれたところです。平良港は、古くは漲水港と呼ばれ、中山王朝（沖縄本島）との航路として明徳元年（1390年）の頃から、王府首里への貢物船が利用していました。1972年の本土復帰に伴い、宮古圏域の拠点港として、平良市（現宮古島市）を港湾管理者とする重要港湾に指定され、物流機能の強化としての防波堤や岸壁等施設の整備を推進しています。

本稿では、新たな課題として急増するクルーズ需要への取り組みについて紹介します。

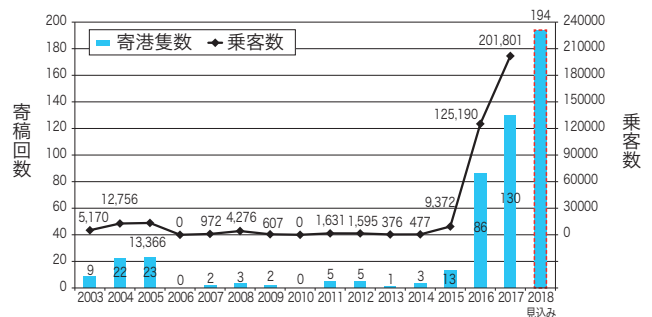
2. 平良港における新たな課題と対応

2.1 急増するクルーズ船の寄港

東アジアを中心とするクルーズ需要の急速な拡大と地元の官民連携によるクルーズ船の誘致活動とが相まって、2015年10月から平良港への定期寄港が再開されました。寄港回数は2015年13回から翌年の2016年は86回、2017年には130回と飛躍的な伸びを記録、今年も194回の寄港が予定されています。

その一方で、平良港にはクルーズ船の専用岸壁がなく、5万トン級以下のクルーズ船は砂砂利や鉄くずを扱う市街地から離れた岸壁を暫定的に使用しています。また、5万トン級を超えるクルーズ船は沖泊し、テンドーボートでの上陸を強いられるなど、港湾としての受け入れ環境は最悪であり、その他にも二次交通を含め課題が山積している状況です。

このため、緊急的な対応として、昨年12月には2012年度より整備中の漲水地区複合一貫輸送ターミナル改良事業において、5万トン級のクルーズ船が接岸可能な岸壁延長を整備し、暫定供用しました。これによって、市街地へのアクセスが容易となるなど利便性の向上が期待されることです。なお、完成時には11万トン級のクルーズ船の接岸が可能となります。



※港湾管理者(宮古島市)からのヒアリングに基づく

図①：クルーズの寄港回数と旅客数の推移



写真①：漲水地区岸壁に接岸したクルーズ船

2.2 国際クルーズ拠点化への取り組み

宮古島市では、急増し、大型化するクルーズ船の寄港を想定した専用岸壁の計画を含む平良港長期構想の検討に着手する一方、国は2020年に訪日クルーズ旅客500万人の政府目標達成に向け、短期的で効率的な国際クルーズ拠点を形成するため「官民連携による国際クルーズ拠点形成計画書(目論見)」の募集を2016年10月から開始しました。

宮古島市は、世界最大のクルーズ船の運航会社であるカーニバル社と連携して計画書を応募し、2017年1月に官民連携による国際クルーズ拠点港に選定されました。これを受け、宮古島市は14万トン級クルーズ船が接岸可能な岸壁を港湾計画に位置づけ、当該岸壁等を国が整備し、CIQ等を行う旅客ターミナルビルの整備・運営をカーニバル社が行う「平良港国際クルーズ拠点整備事業」を実施することになりました。

昨年9月には、クルーズによる地域振興に向けた取り組みの必要性和その機運を高めることを目的に、本事業の着工式に合わせ



て「平良港国際クルーズシンポジウム」を開催しました。シンポジウムでは、カーニバルアジア副社長のポールチョン氏による基調講演及び有識者によるパネルディスカッションにおいて、今後取り組むべき課題等を認識し、共有することができました。

■平良港国際クルーズ拠点形成計画(目論見)の概要

国際クルーズ拠点形成の目標	○中国発着クルーズの主要拠点寄港地
	○下地島空港の活用等を視野にフライ&クルーズによる発着港への発展
寄港回数	○運用開始年(2020年): 250回/年
	○目標年(2026年): 310回/年

2.3 事業計画で求められた条件

本計画の検討にあたっては、①2020年4月供用と短期間(実質工程2.5年)での施工、②平良港内の限られた水域での整備、③事業コストの縮減を条件に進めました。検討の結果は図③に示すように、岸壁等の係留施設は第二線防波堤の前面に、避難泊地(-10m)を活用した配置とし、構造形式は、工期短縮の観点から栈橋式(ジャケット構造)岸壁とドルフィンとで構成することにしました。また、臨港道路については、既存防波堤を活用した構造とし、工期の短縮及び工事費の削減を図ることにしました。

【事業概要】

- 整備施設：岸壁等(延長370m、水深10m)、泊地(水深10m)、臨港道路、旅客施設
- 事業期間：2017年度～2019年度
- 事業費：92億円(うち港湾整備事業費85億円)



図②：事業計画概要



図③：国際クルーズ拠点整備事業(完成橋梁)

2.4 設計・施工上の課題と対応

【防波版の設置】

本施設は港内ではあるものの、第一線の外防波堤が比較的に位置していることから、外洋波の影響だけでなく、風波による影響も考慮する必要があったため、設計波は外洋波と風波との合成波としました。このため栈橋式である岸壁部については、床板に作用する揚圧力が大きくなり、断面が成立しなくなったことから、揚圧力を軽減する対策として、栈橋前面に防波版を設置することにしました。

【新技術(PVB-S被膜鉄筋)の活用】

岸壁部の位置は、風波等による塩害環境が厳しい状況下にあることから、鉄筋の腐食によるコンクリートの劣化が危惧されました。特に、腐食対策の観点からは、施工時における鉄筋の損傷や一時的な暴露状態での塩害等の対策が重要と判断し、従来の被膜鉄筋と比較して施工時の衝撃や曲げ加工による損傷が少ない鉄筋材料として新たに開発された被膜鉄筋を使用することにしました。当該鉄筋は「港湾関連民間技術の確認審査・評価報告書(第16001号)」で認証を受けたもので、地元メーカー等の協力もあり、沖縄での生産体制を整えることができました。

【その他の対応】

沖縄特有の地盤であるサンゴ礫混じり土などの評価にあたっては、学識経験者の助言を受けつつ、追加的調査を実施し、最適な評価を行ったことで、当初は液状化の判定であった土層が液状化しないことが確認され、地盤改良の必要がなくなったことで、施工工程を短縮でき、かつコストの削減に繋げることができました。その他にも離島という制約下で、様々な取り組みを行っています。

3. おわりに

本事業は、クルーズ振興による地方再生を目的としています。2020年4月供用に向け、岸壁等の整備は事務所が責任を持って実施しますが一方で、その年には現在の2倍強のクルーズ船が寄港することになり、現在も課題となっている二次交通、CIQ手続きをはじめとする受け入れ体制の更なる強化が急務となっています。

事務所では、本事業の目的を達成するため、旅客等の受け入れ体制の強化と魅力ある宮古島観光の拠点化を図るため、平良港と背後市街地が一体となった「みなとまちづくり」を宮古島市及び地元関係機関等と連携、協働した取り組みを推進することとしています。まずは供用開始年に向け、旅客等を効率的に捌き、多様な交通手段や観光メニュー等の提供が可能な交通ターミナル機能の整備及びまちづくり推進のために必要な環境整備等を進めて行くこととなります。



クルーズ新時代に向けて 外国の港の紹介～オーストラリア・シドニー港

清水 邦彦

一般財団法人みなと総合研究財団 クルーズ総合研究所 主任研究員

1. はじめに

世界中から日本を訪れる外国人によるインバウンド需要を日本経済発展の起爆剤として期待する声が年々高まってきています。また、一度に多くの観光客を運んでくるクルーズ船は、東京・横浜・神戸等の大港湾だけでなく地方にも寄港が進んでいるため、少子高齢化等で地盤沈下が著しい地方の地域振興としての期待も高まっています。

筆者の勤務する一般財団法人みなと総合研究財団クルーズ総合研究所では、クルーズ関連の調査研究のトップランナーとして多くの受託調査を行っており、近年は海外の事例調査による数々の知見を蓄積してきました。

本稿では、これまで当財団が実際に調査してきた海外の主なクルーズ港の中からシドニー港について、クルーズ船の視点から御紹介いたします。

2. シドニー港を紹介するにあたり

訪日クルーズ客2020年時点で500万人を目指す日本では、より多くのクルーズ船を受け入れるべく国・地方自治体・港湾管理者等が知恵を絞って受入促進を図っています。また、受入側岸壁として、クルーズ専用岸壁はもちろん、貨物用岸壁をクルーズ船受入のために使用したり、クルーズ船客および貨物等を想定し、多目的な新規岸壁が整備されつつあります。

では、外国のクルーズ港では、岸壁の整備状況や利用状況はどのようなになっているのでしょうか。外国の主要クルーズ港湾では、概ねクルーズ船専用岸壁が整備されていますが、一方で複数クルーズ船を同時受入するために貨物岸壁を利用したり、また旧来の岸壁をクルーズ船岸壁として再整備しているケースがみられます。

本稿では、日本におけるクルーズ船受入方法や旅客ターミナル施設の運営等に参考になりそうな港湾という視点で、オーストラリア・シドニー港を紹介いたします。当財団では、昨年度

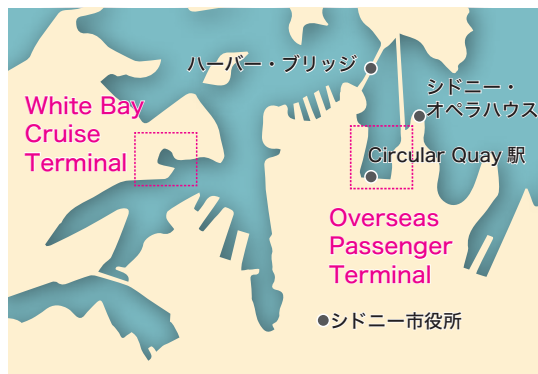
調査業務で一般財団法人国際臨海開発研究センターと設計共同体を組み、実際にシドニー港を調査しました。その調査時に得られた情報・写真等を含めてご紹介いたします。

3. シドニー港のクルーズ事情

シドニーは、1770年欧米人として初めてジェイムズ・クックがエンデバー号に乗って到着した港で、以後248年の歴史がある港です。クルーズ観光の面では、南半球のクルーズの中心であり、北半球が閑散期にあたる11月から4月までは、クルーズ船が北半球から投入され、多くのクルーズ旅客が集まります。

現在、シドニー港でクルーズ船用に利用されている岸壁は2つあります。シドニー市街中心部に面した Overseas Passenger Terminal (以降OPTと記します) と市内西部に位置する White Bay Cruise Terminal (以降WBCTと記します) です。両者の直線距離は2km程ですが、陸路で移動する場合には White 湾を迂回する必要があり、陸路での距離17km、所要時間は20分となっています。

シドニーは湾口から長さ19kmの天然の良港であるポートジャクソン湾内に位置する大都市で人口550万人。港湾を中心に広がった歴史があり、OPTは旅客機の無い時代から文字通り



シドニー中心部



Overseas passenger Terminal



Overseas passenger Terminal(出典: H/P)

海の玄関口として機能してきた港です。また、シドニー市内中心部に位置し、世界遺産であるオペラハウスが眼前に迫り、もよりの地下鉄駅(Circular Quay)を下車すると市内観光の中心地に位置するウォーターフロント周遊圏内にあります。2012年には、大型船に対応するため、岸壁の舗装部分を220Mから270Mに延伸し、2013年からターミナルを3階建から4階建に改修を行いました。改修後入港した最大船は、“Ovation of the Seas”168,666トン、乗客4,180人でした。スペックとしては、岸壁は延長375m、水深10.2m、ターミナルは総床面積4,396平米となっています。

シドニー港はこのOPTとバラングルー(Barangaroo)岸壁を利用してクルーズ船を受入れてきましたが、2013年にバラングルー岸壁がウォーターフロント事業として再開発されるのを機に、貨物用岸壁であったWhite Bayに建設費用57百万ドル(約48.5億円)をかけて、新たに第5バースを整備し、併せてWhite Bay Cruise Terminal(WBCT)を整備しました。施設のスペックは、岸壁延長333m、水深10.8m、ターミナル面積4,500平米となっています。

WBCTは、シドニー中心部から西に位置し、ポートジャクソン湾に架かるハーバーブリッジ下を航行するため、クルーズ船の入港には桁下51m、通航時2mのクリアランス制限があります。一方で、前出のOPTは、ハーバーブリッジ下を航行する必要がなく、大型船も入港が容易です。我が国でも、横浜ベイブリッジの桁下制限(55m)があり、大型クルーズ船が大さん橋ターミナルに入港できない例や、韓国釜山の新国際旅客ターミナルにも釜山港大橋の桁下制限(63m)があり、大型船が受入

できないケースがあります。シドニー港ではそれらの港とは逆に、市内のクルーズ岸壁には大型船が接岸でき、郊外の岸壁には大型船が接岸できないということが起きています。

昨年度調査で訪問した際の話では、2016秋/2017春のクルーズシーズンのクルーズ船の年間受入数は355隻、うちOPT利用は225隻(約63%)、WBCT利用は130隻(約37%)とのことでした。

クルーズのハイシーズンになると、OPT、WBCTに加えて、さらにWBCTの隣のホワイトベイ第4バース(WB4)や沖合のブイであるAthol Buoyを同時に使用することもあります。

ただし旅客ターミナルが無いため、テントなど仮設のターミナルで対応しています。ちなみにWB4やブイを使用した回数は、2016/2017シーズンで11回ありました。ブイを利用したクルーズ船の受入は、残念ながら詳しい情報はえられませんが、おそらく湾内に停泊し、テnderボートなどにより乗下船をしたと推察されます。

WBCTのターミナルの各階の床面積は各階3,000平米の2階建てで、2基のボーディングブリッジにて乗降できます。旧港湾施設を再利用したため、建設費を低減化しています。ボーディングブリッジ付近では、再開発前の建築物の鉄骨をわざと見せている箇所を見ることが出来ます。日本では、このように再利用した「証拠」を見せるような建築物をあまり見かけませんが、海外では古い建造物を大切にする文化があるのか、古い施設から改修して利用しているケースがみられます。

WBCTは、住宅地に近いため地域住民との取り決めがあります。夜間の騒音対策、停泊中のその他環境配慮など細かなルールが設定されているようです。湾内停泊時の本船のエンジン停止、船内放送の原則禁止等により、岸壁のすぐ裏手の住宅地に騒音被害等が及ばないようにしています。

4. シドニーのクルーズターミナル経営について

シドニー港のクルーズ船寄港実績は、2015/2016年は311回、2016/2017年は336回、2017/2018年355回(見込み)としており、うち約半数が発着港としての利用のようです。また、他の主要クルーズ港と違い、シドニー港利用のクルーズ客の多くがオーストラリア人の海外へのアウトバウンド、ないし国内クルーズ客といわれています。オーストラリア人のクルーズの訪問先としては、南太平洋41%、オーストラリア23%、ニュージーランド8%、アジア7%、欧州7%、その他14%となっており、ほぼオーストラリア近辺へのクルーズが主流です。

オーストラリアの総人口は2,500万人、CLIA*1の公表資料によると、130万人(約5%)がクルーズに乗船しているようです。これは、世界ではナンバーワンであり、ついで北アメリカの3.6%、英国アイルランドの3%と続いています。ちなみに、最近公表された日本のクルーズ人口は31.5万人、人口比で0.26%と大きく水をあけられています。

シドニーのクルーズターミナルの運営母体は州政府管轄の公社であるPort Authority of New South Wales (PANSW)が行っており、施設整備に関わる民間資金の活用はされていません。

世界の主要港湾において、クルーズ船の経済的貢献度は、米国フロリダ州のようなオールシーズンでクルーズ客が期待できる港湾を除き、貨物船のそれに比べて劣ることがいわれています。シドニー港では、クルーズ客に対してターミナル等の施設使用料として費用の一部をクルーズ客から徴収しています。

調査時の金額は2016/2017シーズンで、A\$35/日(約3,000円)でした。シドニー港湾局の港湾経営は、コンテナ船用岸壁・荷捌場等の経営権はすでに民間に移しており、メインの収益はクルーズターミナルの経営と一部貸しビル業であると伺いました。世界の港湾の中で、コンテナ貨物岸壁運営を民営化し、クルーズ船関連ビジネスと一部貸しビル業だけで運営している港湾は世界的に大変ユニークではないでしょうか？

港湾の費用を利用者が負担する例として、我が国でも来年度から「出国税」として航空・海上に関わらず、一律1,000円を課すことになっていますが、シドニーの場合は、あくまでクルーズターミナル利用者に対しての施設整備の費用として課しているものです。

シドニー港湾局のもう一つの収入確保方策として、クルーズ閑散期の補完事業が挙げられます。南半球のクルーズシーズンは11月から翌年4月までであり、5月から10月まではクルーズ船の寄港は一部の世界一周クルーズ等を除きあまり無く、OPT・WBCT双方とも、閑散期には自動車の展示会、結婚式の披露宴などで収入確保の一助にしています。そのため、ターミナル内は什器等すべて可動式となっており、クルーズ旅客用椅子はもとよりCIQブースやカウンター・誘導用パーティションまで全て可動式を設備しています。

日本国内のクルーズターミナルでは、あまり可動式のカウンター・旅客用椅子等の事例は見られませんが、世界に目を転じますと香港のカイタッククルーズターミナルやハンブルグのシュタインベルダークルーズターミナルのように、施設の多目的利用を想定して、大ホールを基本に内部のレイアウトに自由度を持たせた設計となっています。これまで筆者の視察したク

ルーズ港の中では、クルーズターミナルの閑散期の稼働率向上対策として、ハンブルグ港のアルトナターミナルにおける就職説明会(ジョブフェア)、香港カイタックターミナルの結婚式の披露宴、自動車ショー、マラソン大会のエキスポ会場、ドイツ・キール港のターミナル屋内のスケートリンクとしての利用、等々あらゆるイベント等に利用されています。

クルーズ岸壁・ターミナル運営には、ターミナル施設のコストの旅客への転嫁による収入確保だけではなく、自ら収入を確保すべく各種イベントの誘致活動が行われています。そのためにも、クルーズターミナル施設内部の自由度は、重要なファクターとなっています。

これらの例からわかるように、クルーズ旅客ターミナルは、大規模駐車場が完備されており、また市内中心部からも至近距離にあるため、各種イベントだけでなくMICE*2としての利用も期待できます。今後、日本でも整備されるクルーズターミナルの設計・運営の良い参考となると思います。



可動式カウンター OPT

5. シドニーの歓迎イベント、受入態勢などについて

シドニーでは、日本で行われている和太鼓演奏等のような歓迎イベントは行われていません。一方で、旅客へのサービスとして「クルーズ・シップ・アンバサダー・プログラム」というクルーズ旅客支援組織があります。この組織は、ニューサウスウェールズ州観光部局やシドニー市からの支援を受け、クルーズ旅客の利便性向上のためにボランティアを募り、クルーズ旅客を対象に市内観光ガイド等をおこなっています。彼等のスタンスは、あくまでクルーズ旅客個人に対して、「おもてなし」の気持ちを持ってサポートするという、地に足のついた歓迎を目指しています。シドニー市によるとクルーズ船の経済効果は一隻あたり約200万ドル(約1.7億円)と試算しており、クルーズ旅客を大切に考えているようですが、歓迎イベントに関わる経済



Cruise Ship Ambassadors(出典：H/P)

的・人的負担のかからないボランティア等によるクルーズ旅客のサポートを行っています。

6. シドニー港の交通アクセスについて

空港からの市内中心部までのアクセスは25km、空港内地下鉄駅からOPT最寄駅のサーキュラーキー (Circular Quay) まで15分、料金はA\$18 (約1,500円)、タクシーでもA\$50 (約4,300円) と、相対的に物価が高いオーストラリアでは、リーズナブルな金額といえます。各クルーズ船社または旅行代理店は、クルーズ旅客用のシャトルバスを運行しており、空港内でシャトルバスの担当者がプラカードを持ち、クルーズ旅客の誘導を行っています。料金は片道A\$20 (約1,700円) です。

OPTとWBCTとの連絡は、クルーズ船社または旅行会社が仕立てたミニバスなどで輸送しています。また、双方のターミナルを海上シャトル船がWBCTにクルーズ船が停泊する時間帯に併せ運航しており、運賃は片道A\$9 (800円) 15分程度で結んでいます。

また、旅客サービスの先進的事例としては、クルーズ船の到着にあわせオーストラリアの航空会社であるカンタス、バージン等が、クルーズターミナルに手荷物のチェックインカウンターを設け、クルーズから下船した時点で手荷物を預け、大きな荷物無しで市内観光ができるようにしています。このようなサービスは、フライ&クルーズ客の誘客に貢献しています。



WBCT⇄OPT シャトル(出典：H/P)

7. まとめ

クルーズ港としてのシドニーについてご紹介してきましたが、シドニー港は世界の主要クルーズ港の中では、比較的中規模のクルーズ港ではないでしょうか？ 我が国のクルーズ人口は、昨年実績で中国系訪日旅行者を中心としたインバウンド旅客数253万人、日本人のクルーズ旅客人口は31.5万人となっており、オーストラリアのクルーズ人口130万人と比較すると、日本のインバウンド偏重、オーストラリアのアウトバウンド偏重があるにせよ、お互いに発展途上のクルーズ港湾といえるのではないのでしょうか？

日本は、近隣に中国という超大国を控え東北アジアクルーズのループの中にあり、シドニーは地理的にはオセアニア・南太平洋の中心ではありますが、中国のような大きな潜在的クルーズマーケットからは離れています。

その意味で、シドニー港は世界的なクルーズの急激な伸長傾向の中で、比較的静かに、またじっくりとクルーズ旅客の受入態勢の確立や岸壁・ターミナル整備を行っているという印象を受けます。

また、特に注目したい点はクルーズ港としての収益確保のための利用料の徴収や、それ相応の範囲でのターミナル整備だと思えます。OPTにしてもWBCTにしても、ターミナルの規模は比較的小さいコンパクトであり、横浜大さん橋の入出国口ビーのある2階部分約2万平米、神戸ポートターミナル約1万2千平米と比較しても半分以下の床面積となっています。

加えて、建屋内のレイアウトに自由度を持たせ、小さい施設なりに、受入許容量に対する柔軟性向上の工夫がされています。ボランティアを中心にした「おもてなし」体制等もあわせて、シドニー港のクルーズの実態は、その施設整備あるいは受入側のスタンスに自然体という印象を受けます。

WBCTの整備をしたのが2013年ですので、今年でまだ5年です。シドニー港は、今後のクルーズ旅客の伸びに対応し、どのような施策なり港湾整備を行っていくのでしょうか。また、我が国のクルーズ港が2020年のクルーズ旅客500万人に向けて、どのように発展していくかに期待しながら、ご紹介を終わりたいと思います。

シドニー港調査にあたり、(一財)国際臨海開発研究センターにお世話になりました。この場をお借りして、感謝申し上げます。

【註】

- *1) MICE : Meeting(会議・研修・セミナー)、Incentive tour(報奨・招待旅行)、ConventionまたはConference(大会・学会・国際会議)、Exhibition(展示会)の頭文字をとった造語
- *2) CLIA : Cruise lines International association



「港湾の施設の技術上の基準」の改訂について

山中 一成 国土交通省 港湾局 技術企画課 技術監理室

1. はじめに

港湾の技術基準は、平成19年に性能規定化が導入されて以降、技術的知見の蓄積や社会的な情勢の変化を踏まえて部分改訂が行われてきた。

11年ぶりに行われた今般の全面的な改訂では、生産性向上の推進や急速な社会インフラの老朽化への対応、東日本大震災などを教訓とした防災・減災対策の強化などを図ることとしている。

本稿では、技術基準の改訂に至る背景と改訂された技術基準の全体像を述べる。

2. 港湾の施設の技術上の基準

港湾の施設の技術上の基準（以下「技術基準」という。）は、港湾法第56条の2の2において規定され、水域施設、外郭施設、係留施設その他の政令で定める港湾の施設（以下「技術基準対象施設」という。）は、技術基準に適合するように、建設し、改良し、又は維持しなければならないとされている。

技術基準の内容は、技術基準を定める省令及び関連告示で規定されている。省令が規定する内容は、施設を必要とする理由（目的）と施設が保有しなければならない性能（要求性能）であり、告示が規定する内容は、要求性能を具体的に記述した規定（性能規定）である。また、省令及び告示の解釈を通達で示し、施設が性能規定を満足していることを確認する行為（性能照査）を参考資料として記載している。港湾の技術基準は、技術基準対象施設に求める性能のみを規定し、設計結果に至るプロセスを規定しない性能規定であり、目的・要求性能・性能規定が遵守事項、性能照査の方法は任意事項であるため、設計者の判断で多様な設計手法の導入が可能となっている。

技術基準を定める省令が昭和49年に制定されて以降、必要に応じて技術基準の改訂が行われており、およそ10年に1回の頻度で大幅な改訂がなされている。前回の大幅改訂となる平成19年改訂では、規制緩和への対応や国際規格との整合性を確

保する観点から、仕様規定を改めて性能規定化がなされている。この他、平成19年の改訂では性能規定化に対応した設計法として信頼性設計法（部分係数法等）の導入や維持告示、施工告示等が新たに規定され、現在の技術基準体系が整備された。（図1）

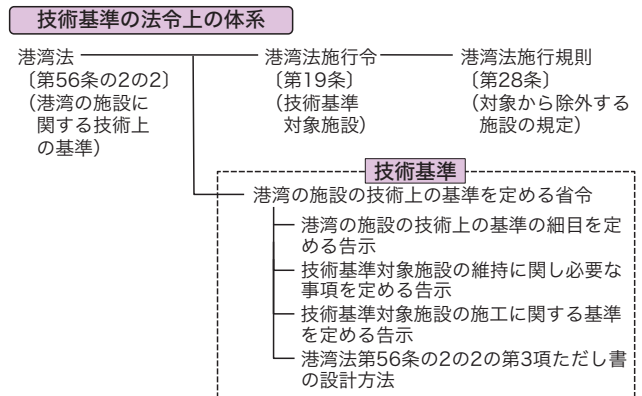


図1 技術基準の法体系

3. 社会的ニーズの変化

前回の大幅改訂から11年が経過し、この間、わが国を取り巻く社会情勢は大きく変化した。

平成22年1月21日に御前崎港でコンテナクレーンの逸走事故が発生し、クレーンの逸走防止対策が全国的な課題として浮上した。平成23年3月11日に発生した東日本大震災では、死者・行方不明者が1万8千人を超え、我々港湾技術者に、津波の脅威から人々の生命・財産を守るという重要な使命が課せられた。平成24年12月2日には笹子トンネル崩落事故が発生し、インフラ全体の老朽化対策が強く求められることとなった。

これらの課題や、災害の教訓への対応などの社会的情勢の変化や技術的知見の蓄積等を踏まえた改訂が随時行われてきた。例えば、東日本大震災の津波による防波堤倒壊被害などの教訓を踏まえて平成25年9月に「粘り強い」港湾構造物を技術基準省令、告示などに位置付けている。

また、この10年間で生産年齢人口は減少の一途をたどり、



建設現場での労働者不足が深刻な課題としてクローズアップされるようになった。このため、国土交通省では平成28年に「生産性革命プロジェクト」を立ち上げ、平成29年を生産性革命「前進の年」、平成30年を「深化の年」と位置づけ、社会全体の生産性向上につながるストック効果の高い社会資本の整備・活用を強力に推進することとし、このような社会情勢に、如何に対応していくかについても技術基準の重要な役割となった。

4. 技術基準の改訂概要

このような社会的ニーズ等を踏まえ、今回の技術基準改訂においては、生産性向上の推進や急速な社会インフラの老朽化への対応、東日本大震災などを教訓とした防災・減災対策の強化等を図ることとし、以下の5つを改訂のポイントとした。

- ①調査・設計・施工・維持管理の建設生産プロセスの効率化等による生産性向上の推進
- ②既存施設の適切な維持管理や合理的な改良等による既存ストックの有効活用の促進
- ③耐津波設計における粘り強い構造の高度化等による防災・減災対策の強化
- ④船舶の大型化への対応等による国際競争力の強化
- ⑤環境に関する新たな知見等による豊かな海域環境の保全・再生・創出

個々の改訂事項について、主な改訂内容を以降で紹介する。なお、新たな技術基準は平成30年4月1日より施行されているが、施行時に現に設置されている施設(建設中のものを含む)が新たな技術基準に適合しない場合は、新たな技術基準を適用しないとの「経過措置」が設けられている。

①調査・設計・施工・維持管理の建設生産プロセスの効率化等による生産性向上の推進

今後の建設現場における労働力不足等に対応するため、調査・設計・施工・維持管理の建設生産プロセスの効率化に向けて考慮すべき事項を規定するとともに、設計の効率化に関する事項を規定し、生産性の向上を図ることとしている。

■建設生産プロセスの効率化に向けた規定

調査・設計・施工・維持管理の建設生産プロセスのさらなる効率化を図るため、設計における施工及び維持への配慮事項に「ICTの活用や規格化・標準化された部材の活用等による生産性の向上にも配慮することが望ましい」を新たに記載すると

ともに、一連の建設生産プロセスにおけるICTの活用や3次元データ等の共有に関する規定が追記された。これにより、設計段階において施工、維持における生産性向上に係る検討が広く実施され、その結果としてi-Constructionの取り組みが推進されることを期待している。

■荷重抵抗係数アプローチによる部分係数法の導入

前回の技術基準改訂で導入された信頼性設計法(部分係数法)に、荷重抵抗係数アプローチによる部分係数を導入し、設計パラメーターを集約化することで、設計者がより肌感覚に基づいた設計が可能となり、設計に係る作業の効率化を図ることとしている。

重力式係船岸の滑動照査の例

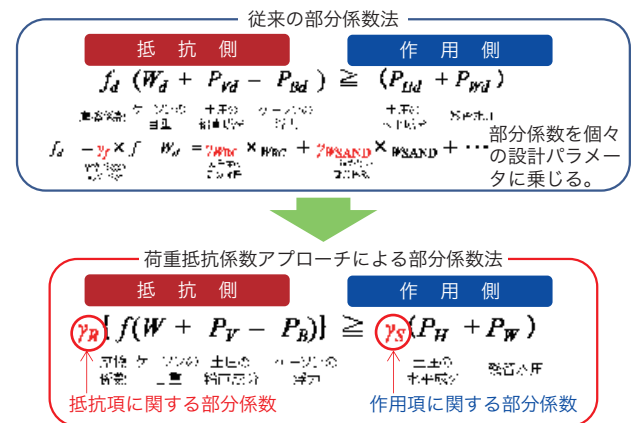


図2 荷重抵抗係数アプローチによる部分係数導入イメージ

②既存施設の適切な維持管理や合理的な改良等による既存ストックの有効活用の促進

急速な社会インフラの老朽化を踏まえ、施設の適切な維持管理や、既存施設の改良設計に係る考え方等を規定するとともに、施工時の配慮事項等を規定し、既存ストックの有効活用の促進及び施工のさらなる安全確保を図ることとした。

■施設の適切な維持管理や施工の安全確保に係る記載の拡充

設計段階における施工や維持管理への配慮事項など、設計・施工・維持管理の連携強化に係る記載を拡充させ、施設の適切な維持管理や施工の安全確保を図ることとした。例えば、劣化が想定される構造部の維持管理を容易とするために点検歩廊を予め設置する等の取り組みが期待される。

また、高耐久性・高機能材料を導入した長寿命化への対応についての記載を拡充している。例えば、防食性の高い材料としてエポキシ樹脂塗装鉄筋やステンレス鉄筋、連続繊維補強材などを例示している。

加えて、点検診断におけるICT活用事例として、ドローン、センサーの活用事例を記載している。

■既存施設の改良設計（効率的な更新、長寿命化・延命化）に係る考え方の明確化

既存施設の用途変更や設計条件の変更等により施設を改良する際の基本事項、全体手順などの考え方を明確化し、既存ストックの有効活用を促進することとした。これまででも、既存施設の改良事業は多く行われてきたところであるが、その考え方が必ずしも統一的なものでなかったため、港湾の技術基準における「改良」の定義や既存部材等の性能の評価手順等を明確化した。

③耐津波設計における粘り強い構造の高度化等による防災・減災対策の強化

南海トラフ地震、首都直下地震等の大規模地震の切迫性が指摘されている中、東日本大震災や熊本地震等を教訓とした新たな知見を踏まえた技術基準の改訂を行い、防災・減災対策の推進を図ることとした。

■耐津波設計・粘り強い構造の高度化

平成25年9月に技術基準に位置付けられた「粘り強い」構造については、国土交通省港湾局が「防波堤の耐津波設計ガイドライン」において、設計の考え方や検討事例、研究成果などを取りまとめ、公表してきた。今回の技術基準の改訂においては、東日本大震災における被災事例の分析・検討等を踏まえて耐津波設計における粘り強い構造等の記載を拡充し、腹付工・洗掘防止工の効果の確認手法を明確化している。

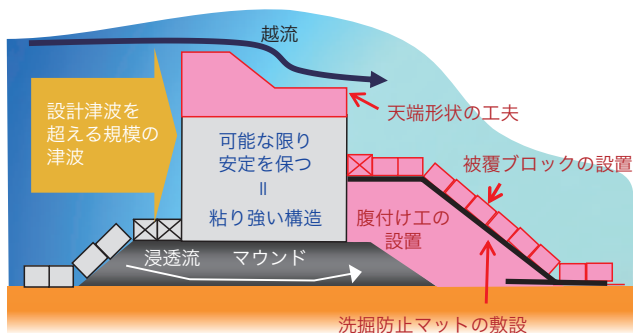


図3 耐津波設計における粘り強い構造のイメージ

■石油・LPG・LNG荷役機械における緊急離脱に係る措置

石油、LPG、LNGを取り扱う荷役機械について、緊急時における船舶の係留施設からの移動に支障とならないための適切な措置に関する事項を規定し、震災時の被害拡大の防止及び安全かつ効率的な荷役の確保を図ることとした。これは、東日本大震

災において、係留していた船舶の離岸がスムーズに行われず、荷役機械の損傷等が発生したことを教訓とし、同様の事態が生じることを防ぐために規定したものである。関連する省令、告示は平成29年12月26日に公布し、平成30年4月1日に施行された。

■設計条件（波、耐震）の見直し

技術的な知見の蓄積を踏まえ、設計に用いる波浪に「うねり性波浪」を新たに規定している。また、重力式岸壁について多数の被災事例に基づく検証により、レベル1地震動に関する照査用震度式の運用を一部見直した。

■熊本地震による被災を踏まえた対応

熊本地震において、フェリー埠頭の可動橋に地盤の変形に起因した被害が生じたことを踏まえ、ある程度の地盤変形に対応できる構造とするための留意点を明記した。

④船舶の大型化への対応等による国際競争力の強化

船舶の大型化への対応や安全な港湾荷役に関する事項を拡充し、国際競争力の強化を図ることとした。また、技術基準の海外展開を念頭においた内容を拡充し、日本企業の海外港湾インフラビジネスを支援することとした。

■船舶の大型化への対応

コンテナ船やクルーズ船の大型化を踏まえ、標準船型の船舶諸元を見直した。例えば、クルーズ船については、従来は10万GTトンまでの記載となっていたところ、16万GTトンまで記載するとともに、それを上回る個々の船舶の諸元について就航前の現在建造中のもので含めて記載している。

これに伴い、係船柱などの附帯設備の設計に関する記載を拡充した。さらに、クルーズ船寄港の急速な増加を踏まえ、専門ふ頭「クルーズふ頭」として関連事項を明確化し、港湾管理者などの技術基準ユーザーの利便性向上を図っている。

表1 旅客船の船舶諸元の標準値

総トン数GT (トン)	全長Loa (m)	垂線間長Lpp (m)	型幅B (m)	満載喫水d (m)
3,000	94	81	16.5	4.2
5,000	112	96	18.5	4.8
10,000	143	122	21.8	5.7
20,000	183	155	25.5	6.4
30,000	211	178	28.0	6.9
50,000	252	213	32.3	7.6
70,000	284	239	32.3	8.0
100,000	294	270	35.6	8.4
130,000	325	297	38.5	8.8
160,000	345	311	41.0	9.1

※着色部は今回改訂で拡大した船舶級



■荷役作業の高度化及び安全確保

遠隔操作化された移動式荷役機械を技術基準対象施設に追加し、安全かつ効率的な港湾機能を確保するための要求性能、性能規定及び危険防止に関する対策を新たに規定した。

危険防止の措置としては、遠隔操作化された移動式荷役機械を利用する荷さばき地においては、運用時において衝突防止の措置を講ずること、その責任者を明確化することを規定しており、より安全な港湾現場の確保を図ることとしている。

■荷役作業の安全確保

港湾の施設設計時において、いわゆる綱取り作業と呼ばれる繋離船作業の安全確保に向けた配慮が必要であることを明文化した。例えば、船舶からロープを受け取り、係船柱に繋ぐ際に、ロープが防舷材や車止めなどに引っ掛かることが作業員の安全を阻害するとともに、作業の妨げにもなるため、防舷材や車止めなどにロープが引っ掛からないような構造にすることが望まれる。

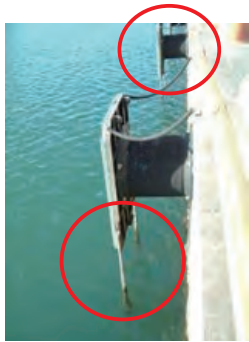


図4 荷役作業の危険防止対策として、防舷材への係留ロープの引っ掛かりを防止する対策のイメージ

■基準の国際化

我が国の港湾の技術基準の海外展開を念頭に、海外で多く見られる施設（傾斜堤等）に関する内容を拡充している。我が国の港湾の技術基準をベースとしたベトナム国の新しい国家技術基準作成への協力が進んでおり、これに続く取り組みや、PIANC（国際航路協会）、ISO等、国際標準として日本の港湾技術基準が位置付けられることを期待している。

⑤環境に関する新たな知見等による豊かな海域環境の保全・再生・創出

港湾の自然環境の保全・再生・創出のため、環境の保全に資する構造物に係る規定の新設、干潟・浅場・藻場などの自然再生技術、リサイクル材の環境利用などの記載内容を拡充し、豊かな海域環境の創出を図ることとした。

■環境の保全に資する構造物に係る規定の新設

防波堤、護岸、岸壁、棧橋、物揚場について、生物共生型港湾構造物を整備する際、施設本来の機能を損なわず港湾の環境を保全できるよう、所要の要求性能、性能規定を定めた。国土交通省港湾局では30年にわたり、生物共生型構造物の取り組みを進めてきており、その技術的な知見を踏まえて新たに規定したものである。関連する省令、告示は平成29年12月26日に公布し、平成30年4月1日に施行された。

■自然再生技術に係る規定の拡充

自然再生に関する基本的な考え方・用語に関する記載を拡充するとともに、自然再生技術について従来の干潟造成、藻場造成に加えて、覆砂、深掘跡の埋戻しによる整備についての基本的な事項を新たに規定した。

■その他環境に関する記載の充実

生物への配慮や生態系が果たす役割、重要な視点などについての記載を拡充するとともに、新しい概念として、生態系サービス（人が生態系から得ることができる便益）について記載した。また、生態系が果たす役割として、ブルーカーボン（大気中の二酸化炭素を吸収し海底堆積物中に有機物を貯留する機能）に関する基本的な事項を新たに記載している。このほか、リサイクル材料の利用に関する記載を拡充している。

5. おわりに

周囲を海に囲まれ、臨海部に人口、資産などが集積する我が国において、港湾は海上輸送と陸上輸送の結節点として物流や人流を支え、国民生活の向上や発展に大きな役割を果たしてきた。港湾の技術基準は、昭和25年発刊の「港湾工事設計示方要覧」以来、港湾施設の整備を支え、各時代の要請に応えるよう定められてきたものであり、今回の改訂では生産性向上、既存ストックの有効活用等の時代の要請に応えるものとした。

また、これまで10年に1回の頻度で大幅な改訂がなされてきた技術基準であるが、AI、IoT等の情報技術の発展はめざましく、また急速な施設の老朽化の進展に伴う改良技術や既存施設の残存耐力評価技術等、10年を待たずして技術基準として対応すべき事項が既に顕在化しており、不断の見直しを進めて参りたい。

技術基準は現場で適用し、その結果をもとに現場技術者と研究者が共に検討を深めていくべきものと考えている。この新たな技術基準が我が国、あるいは世界の港湾の現場で活用され、この先、5年、10年の港湾の発展、日本の発展に繋がるよう、技術基準の円滑な施行を図って参りたい。

ロックユニット

ナカダ産業株式会社

ロックユニットは中詰め材を強く拘束するボトムリフト構造の採用により、波浪安定性・耐久性・形状維持性能を特長とした袋詰め玉石工である。主に海岸や海洋の仮設構造物やマウンド被覆材への適用が想定される。

ロックユニット開発の主旨

従来から海岸や海洋における構造物のマウンド被覆材や根固め材には被覆石・捨石やコンクリートブロックが多く利用されている。近年では高波浪に耐え得るような高重量石材の採取量の減少が被覆石・捨石における課題として挙げられるようになってきた。また、コンクリートブロックは製作時に養生期間が必要であるため、迅速な施工には不向きといった課題もある。

これら材料の代替品として主に河川環境で実績のある袋詰め玉石工（以降、袋体と表記）が海岸・海洋の静穏な箇所では使用されはじめています。袋体は25mm程度の網目の合成繊維製ネット（網）を巾着状に加工し、その中に50~150mmの石材（玉石や割栗石）を詰めた材料である。中詰め材の調達が可能、養生期間が不要で迅速な施工が可能といった利点を持ち、上記の課題解決方法として有効な手段の一つである。

袋体は張力による繊維の伸びや袋を閉じる際に必要な網の余りといった構造上の理由により、中詰め材が移動できるような空間が袋体に対して40%程度の割合で存在している（写真-1）。高波浪が袋体に作用した場合、中詰め材の一つ一つが順次移動することにより袋材がキャタピラのように転がることで波浪安定性の低下や網の摩耗劣化などを引き起こすことが懸念されている。また、海岸・海洋環境では絶え間なく作用する波浪と砂礫により、河川環境よりも高い安定性と耐久性が要求される。そこで、ロックユニットは余分な空間を減少させて中詰め材の動きを抑制し、被覆

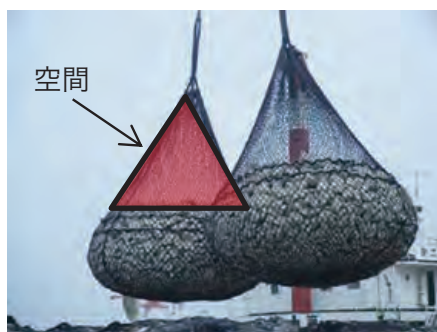


写真-1 従来の袋詰め玉石工の形状

石・捨石と同等以上の波浪安定性を有し、従来の袋体よりも高い耐久性を有する袋詰め玉石工とすることを目標に開発された。

ロックユニットの特徴

・ボトムリフト構造

袋詰め玉石工の改良型として位置づけられるロックユニットは従来とは異なる特殊な構造として、底部吊り上げ構造（＝ボトムリフト構造と呼称）の採用を行っている（図-1）。中詰め材の自重により中詰め材が拘束される効果を持つボトムリフト構造は従来と比較して高い中詰め材拘束力を発揮し、余分な空間を0%まで限りなく近づけることに成功した。そのため、中詰め材を拘束（Lock）し、岩（Rock）のようにした袋体（Unit）という意味合いを込めて『ロックユニット（L/Rock Unit）』と命名した。

・素材の特徴

網材には従来比で4~6倍の太さを有する極太ラッセル網を採用することにより高い引張強さ特性や耐久性（耐候性、耐摩耗性）を発現させている。また、素材にはPETボトルを原料とする再生ポリエステル繊維を使用し、省資源化にも貢献している。

・構造体としての特徴

形状安定性に優れ、積上げ施工が容易であるとともに、繊維特有の柔軟性から多少の不陸においても施工可能である。また、錆びや腐食のある環境で使用可能、軽量であるため製作作業が容易、陸上から陸上・陸上から水中・水上から水中への設置も可能である。ロックユニットの中詰め材の間は水棲生物の生育環境の場となるため、周辺環境にも配慮されている。

このように高い中詰め材拘束力や極太網材に起因する種々の特徴を持つロックユニットは海岸・海洋における仮設構造物や静穏な海岸におけるマウンド被覆材などへの適用を主に想定している（図-2）。

性能評価試験

ロックユニットは2つの観点から評価を行っている。構造体（網材+石材）として波浪安定性の確認と中詰め材拘束力の確認を行い、網材として耐久性の確認と環境適正の確認を行った。なお、構造体としての評価は試験機械の性能限界により実物での評価が難しいことから、一定縮尺の元で模型実験とした。

・波浪安定性の確認

緩傾斜堤断面、潜堤断面、離岸堤断面を模した二次元水

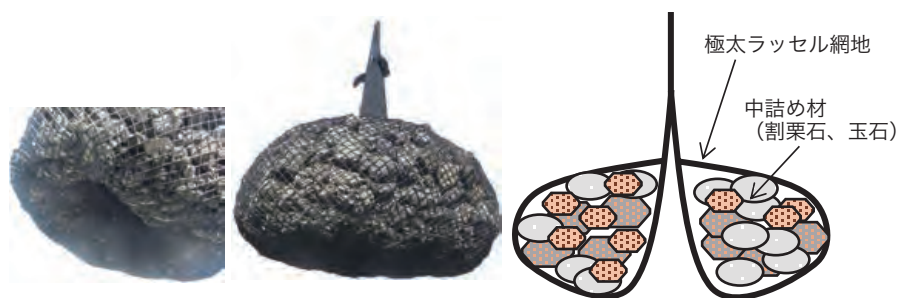


図-1 ボトムリフト構造の概要

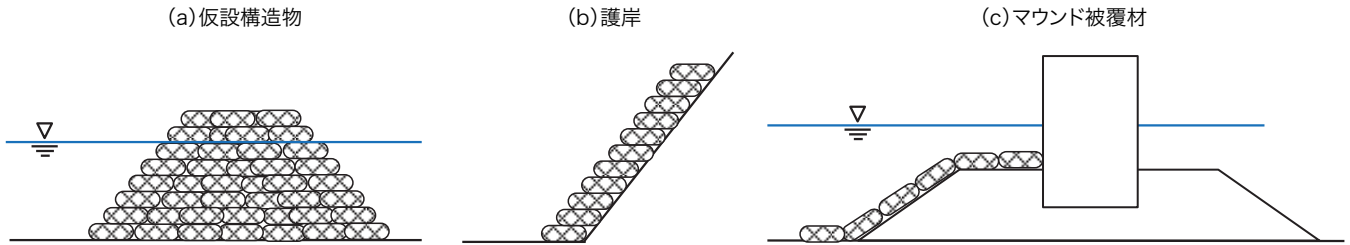


図-2 想定用途例

槽模型実験(写真-2)を行い、波浪安定性の確認を行った。造波機性能や試験精度との兼ね合いから、波浪は不規則波(Bretschneider・光易法)、模型縮尺は1/50を採用した。緩傾斜断面と潜堤断面の結果から、ロックユニット単体について波浪安定性の指標として安定定数(KD値、イスバッシュ数)を確認した(図-3)。ロックユニット積層体について離岸堤断面の結果から、底面の砂の吸出し量や波の透過率が同形状の捨石と比較して低減されることを確認した。

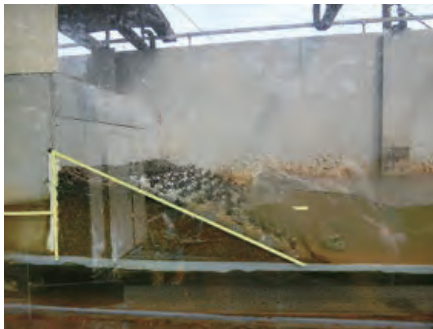


写真-2 水理実験状況

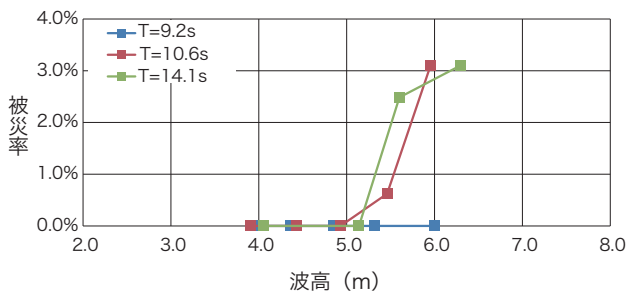


図-3 波浪安定性の確認結果(緩傾斜堤形状)

・中詰め材拘束力の確認

ふるい振とう機を用いた往復振動実験を行い、ボトムリフト構造による中詰め材拘束力の確認を行った。試験機寸法との兼ね合いから模型縮尺は1/8を採用した。1万回にも及ぶ往復振動を与えた結果、実験前後における形状変化率よりロックユニットは従来の袋体と比較して高い形状維持性能を有する結果となった。すなわち、ロックユニットは従来の袋体よりも中詰め材を高く拘束していることを確認した。

・耐久性の確認

サンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験機を用いた紫外線に対する促進暴露試験(JIS L 0842)、ウォータージェットを用いた耐久性試験、ロサンゼルス摩耗試験機を用いた耐久性試験により耐久性の確認を行った。耐候性は、サンシャイン照射時間

7,500hに対して強度保持率80%以上という目標値を満足することを確認した。耐摩耗性は、コンクリート摩耗量30mmに相当するウォータージェット噴射時間に対して強度保持率30%以上、ロサンゼルス試験機の5万回転に対して強度保持率30%以上という目標値を満足することを確認した。

・環境適正の確認

海洋汚染防止法及び土壌汚染対策法に準拠した溶出試験を行い、環境適正を確認した。各有害物質の溶出量はいずれも基準値を下回っており、海洋環境および人体に有害な物質が水中へ溶出しにくいことを確認した。

製作方法

ロックユニットはバックホウとクレーンといった一般的な建設機械を使用し、繊維ロープの結束による熟練工や専門工が不要な作業方法で製作することができる。図-4に示す製作フローのように、専用型枠に網材を装着し、バックホウを用いて中詰め材を投入した後、人力により口縛りロープを結束する。その後、クレーンを用いて専用型枠から吊り出し、仮置き位置まで移動後、再度人力で口縛りロープを結束し、完成する。クレーンでの吊り出し時に自重で中詰め材が拘束され、仮置き後のロープ結束で拘束した状態を維持する製作方法となっている。



図-4 製作フロー

洋上風車基礎 スカートサクシオン

株式会社大林組

下部が開いた円筒形構造の基礎で、ポンプ排水により海底地盤に貫入させるため設置時に大型機械が不要であり、適用可能な地盤および水深条件も広く、これからの洋上風車基礎としての適用が期待される。

概要

海に囲まれ、かつ国土の面積も狭い我が国にとって、洋上風力発電は、膨大なポテンシャルが見込まれており、国による洋上風力発電の導入促進に向けた環境作りおよび事業者による建設に向けた準備が急ピッチで進んでいる。そこで洋上風車の基礎形式として、海洋構造物基礎「スカートサクシオン」を適用させるにあたり(図-1)、国内外での施工実績を調査するとともに、各種模型実験および解析を実施し、洋上風車基礎として適用可能であることを確認した。



図-1 スカートサクシオンを用いた洋上風車イメージ

スカートサクシオンの特徴

スカートサクシオンは、下部が開いた円筒形構造の海洋構造物基礎で、サクシオン基礎、あるいはサクシオンバケットなどとも呼ばれる。スカートサクシオンは、ポンプ排水によりスカート内の水圧を静水圧以下に低下させ、その水圧差を貫入力として利用するとともに、スカート内の上向き浸透流により貫入抵抗を低減させて海底地盤にスカートを貫入する(図-2)。このため、基礎設置時に杭打機などの大型機械が不要であり、騒音、振動な

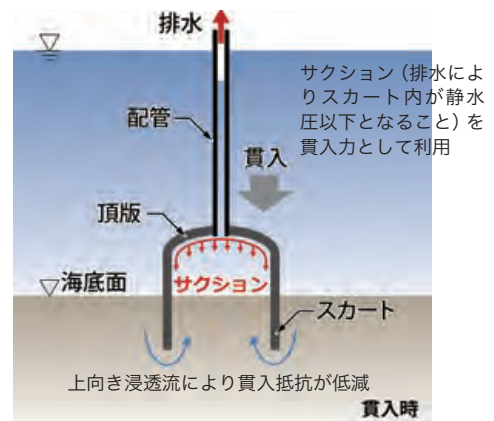


図-2 スカートサクシオンの貫入時の特長

ど海洋環境に与える影響が少ないという特長がある。

設置後は根入れされたスカートの地盤抵抗(前面地盤受働抵抗、周面摩擦抵抗および先端地盤抵抗)によって、洋上風車が受ける風荷重、波浪荷重などの外力に対して安定を確保する。また、撤去時にはスカート内への注水によりスカート内の水圧を静水圧以上とすることで、揚圧力を作用させることにより、基礎の完全撤去が可能である。

砂や粘土のあらゆる地盤に適用可能であるが、表層に硬質な岩盤などが存在する場合は水圧差による貫入ができないため適用できない。一方、中間層に硬質な岩盤などが存在する場合は、根入れの長いモノパイルでは打設困難となるが、スカートサクシオンは径が大きいため比較的根入れが浅くても安定を確保できることから設置可能となる。

スカートサクシオンの適用実績

サクシオン基礎は、海洋構造物基礎として石油・ガス採掘用重力式プラットフォームの基礎や浮体式構造物のアンカーとして世界中で広く使われている。国内では、防波堤基礎など3つ施工実績があり、平成15年に(一財)沿岸技術研究センター((財)沿岸技術開発研究センター【当時の名称】)から「サクシオン基礎構造物技術マニュアル」、平成17年には(一財)海洋架橋橋梁調査会((財)海洋架橋・橋梁調査会【当時の名称】)から「スカートサクシオン基礎設計施工マニュアル」が発刊され、港湾構造物および道路橋の基礎としての設計施工技術は確立されている。

図-3に今回文献調査した国内外で設置されたサクシオン基礎の設置年と設置水深の関係を示す。設置事例は49事例あり、2000年以降適用実績が増えている。設置水深としては10m以上から適用可能であり、数10mから100m以上に至る大水深でも適用可能である。また海外では、すでに洋上風力発電施設基礎への適用事例も数例報告されている(写真-1)。

実験および解析などによる性能確認

洋上風車基礎へのスカートサクシオンの適用に際し、実験、解析などから以下の性能を確認した。

(1) 砂地盤および粘性土地盤に設置される9.5 MWクラスまでの

- 洋上風車に対して、基礎としての適用が可能であること。
- (2) 砂地盤および粘性土地盤に対して、上記構造物の施工が可能であり、貫入時の騒音が130dB以下であること、施工時において傾斜の制御が可能であること。
 - (3) 構造体内部に注水することによって供用後の全撤去が可能であること。

上記に関して実海域での大型模型を用いた実験などによって明らかになった主な結果を以下に示す。

実験に用いた試験体はRCスカート部（外径5.0m、スカート長8.0m、スカート厚0.25m）と鋼製タワー部（外径2.0m、高さ10.9m）からなる。試験体は実施工と同様、フローティングクレーン船にて所定の場所まで吊曳航し（写真-2）、海中に吊りおろした後、排水ポンプによりスカート内の圧力を下げることで所定の深さまで貫入させた。

図-4に水平載荷実験によって得られた水平荷重と水平変位の関係および3次元FEMによるそのシミュレーション結果を示す。荷重の増大とともに変位量は増加し水平荷重約600kNで最大水平荷重に達した。スカートサクシオンが風荷重や波浪荷重などの水平力を受けた時の挙動は、3次元FEM解析を用いて適切な定数を設定することで設計荷重レベル（最大荷重の1/2程度）までの変形量を精度よく予測できることを確認した。

図-5に貫入実験で得られた水中騒音の音圧レベルと伝搬距離の関係を示す。図中の値は各測定地点における調査時間中の音圧レベルの平均値である。距離が100~200m程度では、平均音

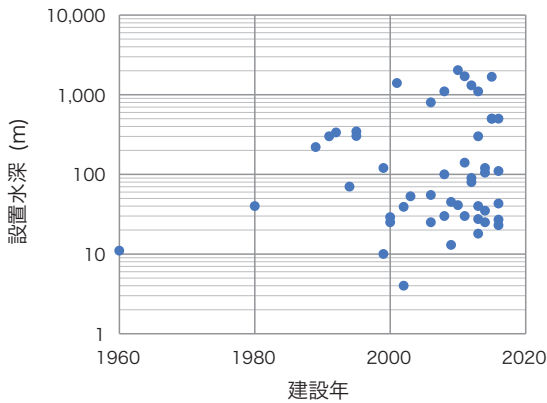


図-3 サクシオン基礎の設置年と設置水深の関係



写真-1 洋上風車基礎への適用例



写真-2 実海域における大型模型実験状況

圧は120~130dBであり最大でも130dB以下であり、魚類にとって影響のないレベルであることを確認した。

図-6に撤去実験によって得られた撤去抵抗力と貫入量の関係を示す。撤去はクレーンで試験体に上向き荷重を与えながら、注水ポンプにより海水をスカート内へ注水した。撤去時の地盤の最大周面抵抗は約1800kNであり、これに対し装備した注水ポンプによりスカート内の圧力を上げることで試験体を完全に撤去できることを確認した。

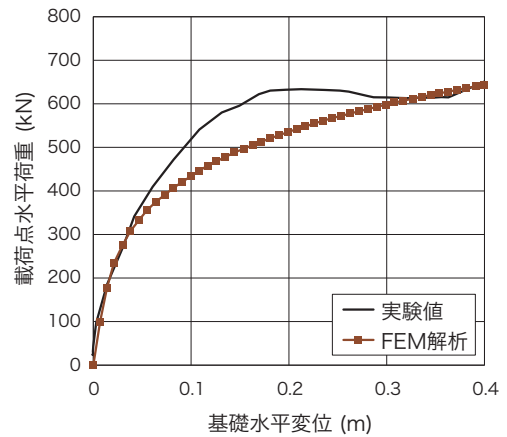


図-4 水平荷重-水平変位関係

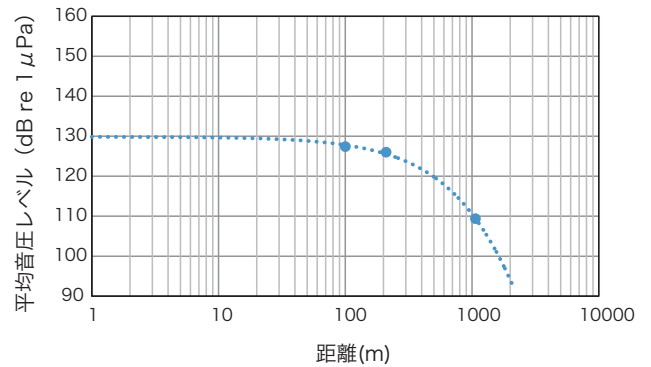


図-5 基礎貫入位置からの距離-水中音圧レベル関係

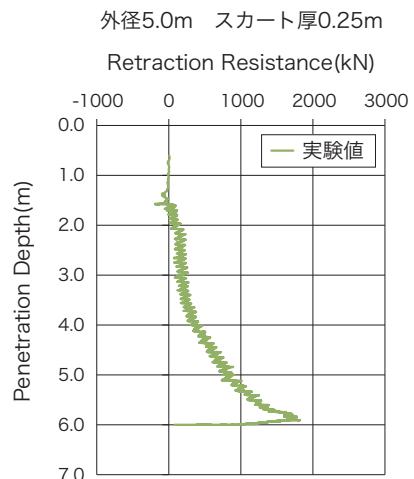


図-6 貫入深度-撤去抵抗力関係



国際

沿岸レポート

PIANC世界会議と 拡張パナマ運河

九州大学 名誉教授 善功 企
(沿岸技術研究センター 参与)
九州大学 工学研究院 教授 中川 康之
(海域港湾環境防災共同研究部門)

1. PIANC世界航路会議の概要

2018年5月7日から同11日まで、パナマシティで開催された「第34回 世界航路会議 (World Navigation Congress)」に参加する機会を得た。日本から欧州(フランクフルト)経由で24時間以上かかったので、「やっと着いたか」という感じではあったが、時差の影響が少なく良い選択であった。この会議は、「国際航路協会 (World Association for Waterborne Transport Infrastructure)、略称: PIANC」が4年に一回開催する国際会議であり、2014年のサンフランシスコでの第33回開催に続き、ラテンアメリカ地域では初めて開催された会議である。日本では、1990年に大阪でアジア地域最初の会議(第

表1 国別投稿論文数

	国名	論文編数(割合)	備考
1	アメリカ	56 (18.1%)	全: 32か国
2	オランダ	37 (11.9%)	
3	パナマ	32 (10.3%)	
4	ベルギー	26 (8.4%)	
5	ドイツ	22 (7.1%)	
6	フランス	20 (6.5%)	
7	スペイン	15 (4.8%)	
8	日本	13 (4.2%)	
9	オーストラリア	12 (3.9%)	
10	ブラジル アルゼンチン イラン	8 (2.6%)	
13	オーストリア 中国	7 (2.3%)	
15	イギリス カナダ	6 (1.9%)	
17	ノルウェー チリ	3 (1.0%)	
19	デンマーク インド 南アフリカ	2 (0.6%)	
22	その他(13か国)	1 (0.3%) x13	
	合計	310	

27回)が開催された。この会議では、皇太子殿下から「交通路としてのテムズ川」をテーマに講演を賜った。今回の会議参加者は約500名程度で、そのうち日本からの参加者は50名を超えた。

会議におけるテクニカル・セッションでは、6つの大きなテーマについての発表・報告が行われた。プログラムによると投稿論文数は全部で310編であった。その内訳は、①内航水運 (Inland Navigation; 117編)、②浚渫 (Dredging; 26編)、③ロジスティクス及びインフラストラクチャー (Logistics & Infrastructure; 19編)、④港 (Ports; 103編)、⑤マリナー (Marinas; 13編)、⑥環境 (Environment; 32編)である。

論文の国別投稿数を表1に示す。全部で34か国からの投稿があったが、最多はアメリカの56編、続いてオランダ、開催国のパナマ、PIANC本部のあるベルギー、ドイツ、フランス、スペインと欧州勢が並ぶ。日本はスペインに続いて13編で8位であった。論文は内容が重要であって数ではないとは言うものの、当該分野での各国のアクティビティの高さを示す一つの指標とも考えられる。

この会議は、テーマを絞った学術的な国際会議とは異なるが、世界の水・海域における各種・多様な問題に対する情報が得られ興味深いものであった (<http://www.pianc2018.com/>参照)。特筆すべきトピックは、前日の年次総会 (AGA) で水野剣一氏 (五洋建設技術研究所) が、40才以下の若手に与えられるデパペ・ウィリアムズ賞 (De Paeppe Willems Award) 第一位を受賞され、バンケットで紹介されたことである。誠に誇らしいことであった。なお、論文のタイトルは「System of Inspection and Diagnosis for Port Structures Using Unmanned Boat」である。

本会議では、テクニカルツアーとして運河に関係する4コースが提供された。約2年前に完成した拡張パナマ運河 (ここでは、新しくなった運河を拡張パナマ運河とよぶ) を訪問する機会を与えられたので少し紹介したい。

2. 拡張パナマ運河

2.1 拡張プロジェクト概要

パナマ運河のあるパナマ共和国は、人口約403万人、土地面積約7万6千km²で北海道よりやや小さい。乾季と雨季があり、ガトゥン湖側の年間降水量は3500mmを越え、運河沿いには雨林が広がっている。この多雨が多量の水を消費する閘門式のパナマ運河を支えてきたといっても良い。民族は、混血70%、先住民7%、他からなる。

約300万年前は南・北アメリカ大陸は切り離されており太平洋と大西洋は繋がっていたといわれる。その後の海底隆起によ



図1 パナマ運河の現況 (パナマ運河庁(PCA)パンフレットより)

り両大陸は陸続きとなりパナマ地峡 (Isthmus of Panama) が創造される。地峡とは、海峡の対語で、両大陸を結ぶ細長い陸地で、その両側が海になっている場所のことであり、パナマ地峡のほかスエズ地峡などがある。

運河は地峡の最も狭い場所を南北に横断するように建設された「閘門式運河」である。パナマ運河拡張後の現況を図1に示す。大西洋側にはガトゥン閘門(3段階の閘室)、太平洋側には、ミラフローレス閘門(2段階の閘室)とペドロ・ミゲル閘門(1段階の閘室)があるが、拡張工事では、これらの閘門に加えて新たにアクア・クララ閘門(3段階の閘室:大西洋側)とココリ閘門(3段階の閘室:太平洋側)が建設されすべての閘門が運用されている。写真1は、太平洋側のココリ閘門、ミラフォーレス閘門、ペドロ・ミゲル閘門を示す。運河の掘削で難工事を



写真1 太平洋側の三閘門

余儀なくされ「クレブラ・カット」として知られるクレブラの大陸分水嶺地帯が十数キロ続く。チャグレス川を堰き止めて造られたガトゥン湖の現在の水位は27mである(建設当初は25.5m)。また、チャグレス川上流のアラフエラ湖も運河の水位管理を目的とした人造湖である。

運河の全長は約80km、運河の通過に要する時間は8~10時間程度であるが、両洋間の移動時間は24~30時間程度を要する。ちなみに、1979年米海軍ペガサスミサイル艇が2時間41分の最速通過記録を達成している。

拡張パナマ運河計画は、従来の旧運河の閘門の隣に新たな閘門を建設し、旧運河の運用と併せて運河の機能を増強しようというもので、2006年10月22日パナマ運河庁(PCA)からの提案が「国民投票」にかけられ承認された後、2007年9月3日工事が開始され、約9年弱の工事を経て2016年6月26日拡張パナマ運河が正式に開通した。

PCAの提案は三段階式閘門の新規建設等により、①旧閘門と併用して年6億トンの貨物の通過を可能にし(実際の通行量は拡張建設前の約2倍となった)、②巨大化する新たなパナマックス船(ネオパナマックス船)に対応する(パナマックス船とネオパナマックス船の比較は表2参照)というもので、当初の予算は、約52億5千万ドル(約5800億円、1US\$=110円として)といわれるが、工期延長等により、実際にはもう少し費用を要したかもしれない。

拡張パナマ運河の最近の国別利用状況を表3に示す。アメリカがずば抜けており全体の68.3%、続いて中国18.3%、チリ、日本11.4%となっている。

表2 パナマックス船とネオパナマックス船の比較

	パナマックス ^{注1)}	新パナマックス	備考
全長(m)	294.1	366	
全幅(m)	32.4	49	
喫水(m)	12 ^{注2)}	15.2	
最大高(m)	57.91	57.91	アメリカ橋高による

注1):実際に通過が許可されている船舶の大きさの制限値(例外有)排水量65,000トンが典型的な大きさ

注2):熱帯淡水において

表3 パナマ運河の国別利用状況(2017年度)

順位	国名	2017年度 全貨物量(トン)	割合(%)
1	アメリカ	166,073,901	68.3
2	中国	44,003,726	18.3
3	チリ	27,535,517	11.4
4	日本	27,385,734	11.4
5	メキシコ	25,309,513	10.4

2.2 拡張プロジェクトの主な工事

新規閘門建設のほか、航路浚渫・拡幅等々、主な工事は以下の通りである。

- (1) 太平洋側に建設する新閘門（ココリ閘門）とクレブラ・カットを結ぶ新たな進入航路（旧進入航路とほぼ平行な6.1kmの掘削・築堤。新進入航路とミラフォーレス湖（旧航路）の間には9mの水位差があり、これに対処しなければならない。
- (2) 太平洋、大西洋両運河入口の増深と拡幅。
- (3) ガトゥン湖の増深と拡幅、クレブラ・カットの増深（斜面のすべり破壊対策が必要）。
- (4) ガトゥン湖の水位レベルの増大（水位27mへ）。
- (5) 太平洋、大西洋側それぞれにおける新三段階式閘門の設計ならびに建設。

2.3 拡張前後の運河（閘門）の比較

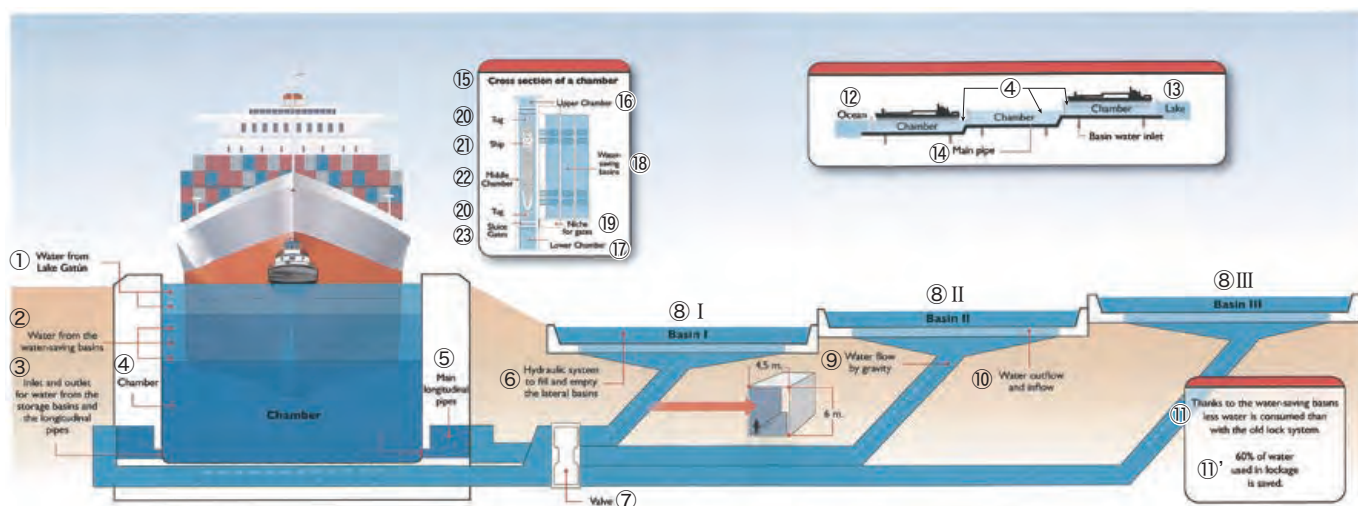
拡張パナマ運河の建設に当たっては、表4に示すように、閘門規模の増大のほかに、従来の旧運河とは異なる新たな試みが行い入れられている。特に、①各閘室に繋がる貯水池を設けることで、これまで垂れ流しであった湖の水を60%リサイクルできるようにしたこと、②維持管理が容易な二重の引き戸式（ローリングタイプ）の水門にしたこと、③曳航操船を電動機関車（ロコモティブ）からタグボートにしたこと、などがあげられる。

表4 拡張前後の運河（閘門）の比較

	旧閘門	新閘門
運用	1914.8.15	2016.6.26
最大船舶	パナマックス	ネオパナマックス
最大容量 (TEU)	5,000	14,863
閘門長 (m)	304.8	427
閘門幅 (m)	33.5	55
閘門深さ (m)	12.8	18.3
レーン数	2	1
貯水池	なし	あり
ゲートタイプ	前後観音開き式	左右引き戸式
曳航操船	電気機関車	タグボート

図2は、貯水池から閘室（Chamber）への給排水システムを描いたものである。海面から27mの湖面まで3段階に分けて9mずつ上下するが、水の給排水は重力のみによって行われる。新閘門では上・中・下段の3つの閘室の横に水位の異なる3つの貯水池（Water-saving Basin）があり、閘門で利用した水の60%が再利用され節約される。

写真2(a),(b)は、それぞれ、扉が前後に移動するいわゆる観音開き式の旧ゲートと引き戸のように扉が左右に転がる引き戸式（ローリングタイプ）の新ゲートである。二重の新ゲートの扉の一方を壁の方向に引き込んでメンテナンスを行うことができるので通常の運用を続けながらメンテナンスが可能であり、旧ゲートに比較して維持管理が容易である。



- ①ガトゥン湖からの水
- ②節水貯水池からの水
- ③貯水池と長手方向の
パイプからの水の出入り口
- ④閘室
- ⑤メインの長手方向パイプ
- ⑥並列した貯水池の水の
出入りのための水理システム
- ⑦バルブ

- ⑧ I 貯水池 I
- ⑧ II 貯水池 II
- ⑧ III 貯水池 III
- ⑨重力による水の流れ
- ⑩水の流出入
- ⑪節水貯水池により旧閘門システムに
比較して少ない水が消費される
- ⑪' 閘門操作で用いられる水の60%が
節水される

- ⑫海洋
- ⑬湖
- ⑭メインパイプ
- ⑮閘室の断面
- ⑯上段閘室
- ⑰下段閘室
- ⑱節水貯水池
- ⑲ゲートの引き込み空間

- ⑳タグボート
- ㉑船舶
- ㉒中断閘室
- ㉓水門

図2 給排水システム

写真3(a),(b)は、それぞれ、新旧閘門で用いられる曳航操船用の電動機関車(ロコモティブ)およびタグボートである。ロコモティブでは、基本的には、前・後方の四台で引っ張りながら操船するが、閘門縦側壁に防舷材のようなものは設置されていない。新閘門ではタグボートによる曳航操船が行われているが、タグボート自身が左右に揺れるなど見た目にはやや不安定な感じを受けた。閘室の側壁には防舷材が設置されている。



写真2(a) 観音開き式水門



写真2(b) 引き戸式(ローリングゲート)水門



写真3(a) 曳航操船用電動機関車(ロコモティブ)



写真3(b) 曳航操船用タグボート

2.4 水位管理

パナマ運河の安定した運用のためには、人造湖ガトゥン湖エリアの水位管理は極めて重要である。図3は、パナマックスサイズの船舶を対象としたときのガトゥン湖の水面高さを示している。水面高さを24.84mとすると、これは最大喫水12.04m、余裕水深1.52m、水底面高さ11.28mの和で表される。ネオパナマックスサイズの喫水は表2によると15.2mであるから、この場合3.2m水位を上げるか、または水底面を下げるか、もしくはその両方に対応する必要があることになる。拡張計画では、2.2で述べたように、ガトゥン湖の水位増大と浚渫による増深・拡幅で対応しているようである。

表5には、パナマ運河の安定的運用に重要な役割を果たす3つの湖について示している。ガトゥン湖でみると、占有面積、貯水量は、それぞれ東京ドーム(46,755㎡、124万㎡)の約9325倍、625杯分に相当する。アラフエラ湖は、1935年チャグレス川上流にマッデンダム(Madden Dam)を建設し運河の水位をコントロールする目的で造られた人造湖である。

暴風雨、洪水時の速やかな水管理は重要であり、観測、予測、先を見越した事前準備等の対応がなされる。過去30年で最悪ケースは、1985年12月4~5日に発生した暴風雨で、ガトゥン湖の水位が一時間で5.1cm急上昇したため、ガトゥンダムの水門の開放を余儀なくされた例が報告されている。

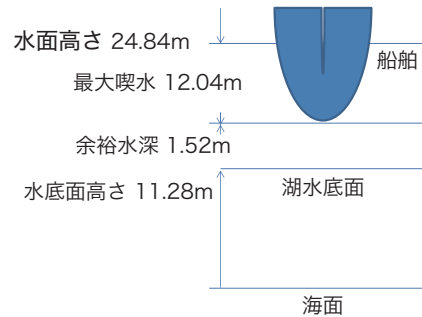


図3 ガトゥン湖の水面高さ調整

表5 水位調節のための3つの湖

	ガトゥン湖	アラフエラ湖	ミラフォーレス湖
建設ダム名	ガトゥンダム	マッデンダム	ミラフォーレスダム
ダム建設年	1906-1913	1933-1935	1914
標高(m)	26.67	76.81	16.46
占有面積(km ²)	436	50.2	3.94
貯水量(百万m ³)	775	651*	2.46
最高水位(m)	26.81	78.6	×
上記到達日	1993.12.12	1983.12.20	×
最低水位(m)	24.56	57.95	×
上記到達日	1997.5.17	1976.8.1	×

*実行上の貯水容量

3. パナマ運河の略歴史

大航海時代、コロンブスのアメリカ大陸発見（1492年）から21年後の1513年、冒険家バルボア（Balboa）が「南の海」（後の太平洋）を発見。翌年、スペイン王がパナマ知事に2つの海を結ぶ自然ルートの発見を命じる。これが、二つの海を結ぶ運河建設計画の始まりと考えられる。ルート発見には失敗したが、「Camino Real」道路が開かれ、ペルーからスペインへ金・銀等を運ぶ輸送ルートとなった。1527年スペイン人船乗りが「荒れ狂うチャグレス川」河口のコロンから上流50kmまで航行、チャグレス河の活用がパナマ運河建設に向けて重要なカギとなることを示した。併せて太平洋側のパナマシティーに向かう30kmの「Camino de Cruces」道路が整備され、大西洋・太平洋間を結ぶ道路ルートが完成した。1534年にはスペイン皇帝チャールズVが運河建設の調査・具体案の作成を命じたが、実現にはまだまだ時間を要した。

19世紀になると、運河に対する興味はスペインのほか仏・英・米・独・コロンビア等の列強間に広がっていった。1848年、米西海岸ではゴールドラッシュが始まり、北米大陸の東～西海岸間を結ぶルートの開発が喫緊の課題となっていた。1852年米国企業が地峡横断鉄道のコンセッションをコロンビア政府（当時パナマ地域はコロンビアの支配下）から取得した。1852年大西洋側のコロン市から開始された鉄道建設は1855年太平洋側のパナマ市まで、わずか数年で完成した。枕木の数だけ死者がでたともいわれる過酷な工事であったが、ここにパナマ地



写真4(a) パナマ運河鉄道の特急列車



写真4(b) 展望車内

峡を横断する鉄道ルートが完成した。現在のパナマ運河鉄道（Panama Canal Railway）の特急列車を写真4（パナマ市バルボア駅）に示すが、一日一往復（片道一時間強）の便しかなく、殆どは、太平洋側バルボア港（パナマ市）と大西洋側コロン港（コロン市）間のコンテナ輸送（運河通行が困難な船舶の喫水調整など）に用いられているようである。

1869年には、レセップスによるスエズ運河が開通した。9年後の1878年、コロンビア議会は、パナマ地峡運河の建設と運用について99年のコンセッションを承認、これは、後の「フランス運河（French Canal）」建設の法的根拠となった。1880年レセップスはスエズ運河の成功を基にパナマ運河建設を開始した。これにはエッフェルも参加したという。海面式運河を目指すも、パナマ地峡クレブラ地域の大分水嶺としての特異な地形・地質（海底の隆起によって造成された分水嶺と脆い地質）と降雨（樹木の伐採により雨水に対する抵抗性の低下）、黄熱病・マラリアなどの疫病（防疫法が未確立）、財政難（難工事と放漫財政による資金難ともいわれる）などにより1889年会社は倒産し工事は失敗に終わった。クレブラ・カットとよばれるクレブラ地区の掘削状況と完成後の状況を写真5に示す。



写真5(a) クレブラ・カット 工事状況



写真5(b) クレブラ・カット（掘削工事状況と完成後の状況）



1903年1月運河の重要性を認識する米国は、建設に失敗したフランスから未完成の運河を含むすべての権利を購入し、コロンビア政府と運河建設の条約を締結した。しかし、コロンビア議会はこれを承認しなかったため、米国は、パナマ市内の独立派を支援して同年11月「パナマ共和国」として独立させ、すぐさま独立を承認し、パナマ共和国とパナマ運河条約を締結した。さらに、1904年には、パナマ地峡運河理事会（Isthmas Canal Commission）を発足させ、パナマ運河の建設にとりかかった。なお、後述するが、このとき（1904年6月1日）、東京帝国大学を卒業して間もない青山^{あおやま あきら}士青年（25才）は、ニューヨーク港でパナマのコロン港に向かう船ユカタンの船上で契約書にサインし工事従業員の一人となっている。

米国による運河建設は、当初は「フランス運河（French Canal）」と同様に「海面式」が大勢であったが、建設現場からの提案により、1906年米上院において、わずか5票差で「閘門式」にすることで決着した。チャグレス川の洪水対策、クレブラ・カットの掘削土量の低減による技術的・経済的効果が期待されたといわれている。

1914年8月15日パナマ運河が正式に開通し、ここにパナマ地峡を横断する海運ルートが完成した。完成後、パナマ運河は、いずれの国の商船も自由な航行の権利を有する「国際運河」として米国の管理下（運河に沿って約10マイルの幅）におかれたが、1999年12月31日正午、運河の管理はパナマ共和国（パナマ運河庁）に引き渡された。その後の社会・経済・政治等の変化に伴い、パナマ運河の拡張について様々な検討が行われ、遂に、2007年運河拡張工事が開始され、2016年6月26日拡張パナマ運河が正式にオープンした。

4. パナマ運河の自然環境

パナマ運河沿いの雨林（Rain Forest）は、降雨による土壌の浸食と堆積を防ぎ、また蓄えた雨水を川に戻すなど運河のオペレーションにとっても重要な働きをする。そのためだけではない



図4 バロー・コロラド島(BCI)位置図

が、パナマ運河沿いには四つの国立公園（National Park）と自然の記念碑（Natural Monument）がある。後者は、ガトウン湖ができることにより水没して孤島となったバロー・コロラド（Barro Colorado）島（図4）のことであるが、1923年に生物保存地区になり、孤立した島内における動植物の生態を研究するため、1946年からはスミソニアン熱帯研究所（Smithsonian Tropical Research Institute）により運営が行われている。島を訪問するには事前申し込みが必要であり人数も限られるが、幸運にも会議の合間に訪問する機会を得た。湖岸のガンボア（Gamboa）の渡船場（写真6（a））から小一時間で島への入り口、研究所の船着場に到着した（写真6（b））。島内にはいくつかのトレッキングコースがあり、ケンブリッジ大学のドクターコースの米国人学生ガイドが案内してくれた。有毒の大木、毒蛙（？）、食べられる蟻（ごきぶりの仲間との説明もあり）（写真7）、スパイダー・モンキーなど、あまり快適とは思えない環境ではあったが、雨林独特の生態系の一端に触れることができた。後述の青山^{あおやま}士はこのような雨林で二年余り^{キャンプ}天幕生活をしたというのを知り感慨深いものがあつた。



写真6(a) ガンボアの渡船場



写真6(b) スミソニアン熱帯研究所の船着場

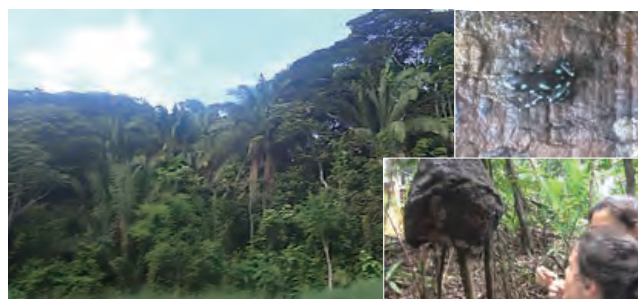


写真7 雨林の毒蛙(?)と食べられる蟻

5. パナマ運河建設に係った唯一の日本人—青山士

青山士はパナマ運河建設に係った唯一の日本人として知られている。パナマ運河博物館に写真が展示されていると聞いてでかけた。大きくはないが確かにAkira Aoyamaの顔写真が展示されていた。また、別の所には、職場の同僚と一緒に写った集合写真があった。館内展示物は写真禁止ということでお見せできないのは残念である。

青山は1878年9月23日静岡県磐田市で生まれた。この年は、前述のように、コロンビア議会がフランスの会社に運河のコンセッションを認める法案を承認した年であり、その後の彼の人生を顧みると何かの縁を感じざるを得ない。青山の書「ばなま運河の話」の「はしがき」に詩人ゲーテの夢として図5中に示す手書きのメモがある。青山の運河に対する思い入れが良く表れているものと考えられる。その本によると、1903年7月11日東京帝国大学を卒業後（24才）の、一か月後の8月11日にはもう横浜港から船でカナダへ向かっている。カナダのビクトリアに着いたのち、直ちにシアトルへ行き、種々なる労働に従事して時の至を待つと記されている。1903年11月18日パナマ運河条約が、米国と独立したばかりの「パナマ共和国」との間で締結されるのをみてニューヨークに向かう。1904年3月中旬ニューヨークに到着。イスマイアン・カナル理事（Isthmian Canal Commissioner）の一人、コロンビア大学バア（Burr）教授へ廣井勇教授の紹介状を持って就職を依頼する。1904年6月1日ニューヨーク港でコロン港に向かうユカタン船上で契約書にサインし工事従業員の一人（本人の記述）となる。このとき青山は25才であった。コロンから運河の基となるチャグレス川を七哩ほど遡ったポイオ（Bohio）に落ち着いてから、測量・地質調査（Wash boring and Diamond drill Boring）に従事しつ

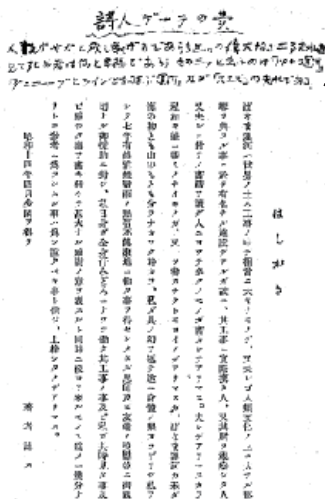
つ、劣悪な環境の^{キャンプ}天幕生活で二年余りを過ごした。1906年には、海面式か閘門式かで揺れていた米上院において5票差で閘門式に決着した。その後、設計・製図の内業に従事したが、後日、青山は約7年半のパナマでの仕事を顧みて次のように懐述している。「私が設計して残してきたうちでガトゥン閘門の湖水の方の翼壁及び下流の中央繫船壁及び小規模ではありますが、ガトゥン村の給水工事中の鉄筋混泥土造のアグア クララ フィルトレーション プラント（Agua Clara Filtration Plant）は、私が帰るときは百分の七八十出来て居りましたが其後出来上がりの写真を見ますと取入口、沈澱池、ラピット、メカニカルサンドフィルタア、浄水池、ポンプ小屋及び試験所等、皆設計通りに出来て居るのを見ますと、少しは働きがいがあった様に感ぜられます。……」。19011年11月11日青山は約7年半の仕事に従事したパナマ運河地帯を去る。33才であった。そして、翌年1912年日本に帰国し、その後我が国の河川土木・港湾分野で活躍したことは周知の通りである。1963年3月21日没、享年84才であった。

本の最後に、親友からパナマ滞在中に送られた島崎藤村の詞「椰子の実」（1901年）を読んで「故郷ヲ離ルル数千里ノ椰子ノ生ヘテ居ル彼ノ地ニ於テ只独デ読ダ時ハ実ニ感慨無量デアリマシタ」と記している。

その後、太平洋戦争中、パナマ運河破壊計画を海軍から相談されたとき、「私は造ることは知っているが、壊し方は知らない」と答えたというエピソードが残されている。

参考文献

- 1) 青山士(1939):ばなま運河の話、私家本、土木学会図書館
この本の原典は、青山士:技術 パナマ運河の話(上)(下)、それぞれ、雑誌「港湾」第4巻、10号及び11号、1926年
- 2) EDICIONES BALBOA社(2017):Guide to the Panama Canal
- 3) 高橋 裕(1962):名誉(会)員 青山士氏をお訪ねして、土木学会誌、47-01、pp.36-39.



詩人ゲーテの夢
人類がやがて成し遂げるであらう三つの偉大なる工事それを見て死ぬ者は何と幸福であらう；その三つと云ふのは「パナマ運河」「ダニユープとラインとを結ぶ運河」及び「スエズ」の夫れである。（青山士の手書きのメモより）



ゲーテ像
(会議の帰途立寄ったフランクフルト ゲーテ公園, 2018.5.14)

図5 青山士の手書きのメモ

NEWS 01

平成30年度

- 「海洋・港湾構造物 維持管理 資格更新研修会」
 「海洋・港湾構造物 維持管理士 資格認定試験」
 「海洋・港湾構造物 設計士 資格認定試験」

平成30年度の資格試験等について、下記のとおり予定しています。実施の詳細や募集の案内につきましては、当センターホームページ (URL <http://www.cdit.or.jp/>) に適宜掲載しますので、ご確認ください。

平成30年度 海洋・港湾構造物 維持管理 資格更新 (CPD単位不足者向け) 研修会

開催時期：平成30年10月12日 (金) 開催予定

開催場所：東京23区内を予定しています。

半日間の研修会です (少人数の場合は、個別面談方式となる可能性があります)。

- CPD単位が250単位以上ある方 → 受講する必要はありません。
- 平成20年度試験及び平成25年度試験に合格し、平成31年3月31日までの資格を有する方で、資格更新CPD単位が250単位に満たない方 → 受講をお勧めします。
- 資格失効後1年未満 (資格有効期限が平成30年3月31日) で更新を希望する方 → 受講をお勧めします。

研修会申込みにあたっては、事務局にご相談下さい。

申込受付期間：7月26日 (木) ~ 8月末

研修会前にレポートを提出していただきますが、詳細は当センターホームページでご確認ください。

NEWS 02

民間技術評価事業・評価証授与式の開催

平成30年5月25日 (金) に沿岸技術研究センターにおいて、民間技術評価事業・評価証授与式をとり行いました。

●新規 (2件)



ナカダ産業株式会社殿
ロックユニット



株式会社大林組殿
洋上風車基礎 (スカートサクショ)

上記の2件の新規技術につきましては、本文の38~41ページで紹介しております。

●更新 (4件)



五洋建設株式会社殿
4Dソナーによる施工管理システム



若築建設株式会社殿
斜面对応型捨石均し工法 (傾斜ロッドタンパー式)



五洋建設株式会社殿
高含水泥土造粒固化処理工法



株式会社大林組殿
混合セメントと海水用特殊混和剤を使用した「高耐久海水練りコンクリート」

平成30年度 海洋・港湾構造物維持管理士 資格認定試験

時期：平成30年11月4日 (日) 開催予定

開催場所：東京23区内、大阪市内、福岡市内、札幌市内の4会場にて実施を予定しています。

試験日程：13:00より択一試験及び記述試験を受けていただく予定です。

申込受付期間：8月下旬~9月末 (当センターホームページにて募集を行います)

平成30年度 海洋・港湾構造物設計士 資格認定試験

【設計士補試験及び設計士筆記試験】 (既に実施済)

申込受付期間：平成30年4月9日 (月) ~ 5月18日 (金)

開催時期：平成30年7月8日 (日)

開催場所：東京23区内、大阪市内、福岡市内

設計士面接試験

申込受付期間：平成30年9月中旬~10月中旬頃

開催日程：平成30年12月上旬~中旬の日曜日 (1日のみ)

開催場所：東京23区内

受験資格：設計士補試験及び設計士筆記試験合格者 (両試験の合格年度は同一年度の必要はありません)

その他：面接項目の一つとして、事前に「技術課題」が設定されます。詳細については、受験資格者にご案内します。

今回は、平成29年度下半期で、善功企 九州大学名誉教授を委員長とする「港湾関連民間技術の確認審査・評価委員会」にて評価・審査を行い、その結果を踏まえて、以下の6件について評価証を授与しました。



BOOKS 01

港湾構造物設計事例集 (平成30年改訂版)

今般、東日本大震災での教訓を生かした耐津波設計法の提示や、港湾の施設の維持管理手法の充実等を中心に、平成30年4月からの施行として技術基準が改訂されました。今回の技術基準の改訂では、信頼性設計法の枠組みは維持する一方、レベル1信頼性設計法に基づく部分係数フォーマットが見直され、荷重抵抗係数アプローチに基づく部分係数法が導入されることになりました。

本事例集は、港湾構造物の実務設計を担当する技術者の参考として用いていただくことを目的として、新しい基準に準じた詳細な計算例をまとめました。前回是对象施設を10施設に絞っておりましたが、今回は19施設に増やすとともに、ケーソンやL型ブロック等の配筋設計や附属設備設計を掲載し、利用者の利便性向上に努めているところです。

販売時期：平成30年10月頃、販売価格30,000円(税別)



BOOKS 02

港湾の施設の維持管理技術マニュアル (改訂版)

平成19年4月1日に改正された「港湾の施設の技術上の基準を定める省令」が施行され、技術基準対象施設の維持に関する事項が明示され、また、「技術基準対象施設の維持に関し必要な事項を定める告示」では、「技術基準対象施設の維持管理計画等は、当該施設の設置者が定めることを標準とする」ことになりました。これを受け、港湾の施設の維持管理に係る基本的な考え方についてとりまとめた「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」が作成されました。

その後、平成25年度に港湾法など関係法令の改正が行なわれ、適切な維持管理に必要な施設点検の規定などを法令に位置づけるとともに、「港湾の施設の点検診断ガイドライン」が平成26年7月に策定され、そのガイドラインとの整合性を図る必要が生じてきました。

このような背景から「港湾の施設の維持管理技術マニュアル(改訂版)」を発刊することとなりました。本マニュアルは、改訂された「港湾の施設の技術上の基準・同解説」との整合性を図りながら、点検診断、評価、対策等の港湾の施設の維持管理に関する最新情報を盛り込み、とりまとめたものです。

販売時期：平成30年9月頃、販売価格10,000円(税別)



BOOKS 03

港湾コンクリート構造物補修マニュアル

近年、社会資本の老朽化に係る問題が各方面で顕在化し、国民の社会資本ストックの将来に対する懸念が高まっています。港湾分野においても高度経済成長期などに集中的に整備された各種施設が急激に老朽化し始めているところであり、真に必要な社会資本とのバランスを取りながら、戦略的に維持管理・更新を行い、安全・安心の確保や施設の機能維持に向けた取り組みを着実に実施することが急務となっています。

平成25年度に港湾法など関係法令の改正が行なわれ、適切な

維持管理に必要な施設点検の規定などを法令に位置づけるとともに、「港湾の施設の点検診断ガイドライン」を策定するなど、戦略的な維持管理・更新に向けて取り組みがすすめられています。

港湾コンクリート構造物をその供用期間にわたって要求性能を満足できるようにするため、計画的な維持補修が必要であり、効率性や経済性等を考慮した工法の選定が重要となります。本マニュアルは、補修の基本的な考え方、補修・補強工法、補修設計の手順、補修の施工などの留意点と補修設計例をとりまとめたものです。

販売時期：平成30年9月頃、販売価格：10,000円(税別)



BOOKS 04

ゴム防舷材の設計法と試験法に関するガイドライン

防舷材は係留施設の附帯設備の一つとして、船舶の安全な接岸と安定的な荷役に重要な役割を果たしています。

ゴム防舷材は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」で設計法、「港湾工事共通仕様書」で仕様と試験法が規定されていますが、接岸速度や自然環境等による性能変動の影響については考慮されていませんでした。

そのため、ゴム防舷材の設計法と試験法の精緻化・高度化を図るために、接岸速度や自然環境等の性能変動の影響を考慮する手法を示し、現状の技術的知見を整理することによって、ゴム防舷材のより合理的な設計法と試験法として実用的なガイドラインをとりまとめ、発刊することとなりました。本ガイドラインは、図表を多く取り入れ、付録にゴム防舷材の設計事例を示し、具体的にわかりやすくまとめました。また、PIANCのGuidelines for the Design of Fenders Systems (2002)等の国際規格との整合も図られています。

販売時期：平成30年9月頃、販売価格：3,000円(税別)



BOOKS 05

港湾・空港における深層混合処理工法技術マニュアル

平成7年の兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)、平成16年の新潟県中越地震、平成23年の東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)などを契機に、近年、港湾や空港の施設の耐震化に対するニーズが高まっています。このような状況の中で、CDM工法は、地盤や上部構造物の耐震性を高めることに利用されてきました。本マニュアルは、「港湾の施設の技術上の基準・同解説(日本港湾協会)」の参考図書として位置づけ、港湾・空港工事におけるCDM工法の設計・施工に携わる技術者の方々の参考となるよう、調査、設計、施工、品質管理の面で現時点における最新の研究成果をとりまとめたものです。今回、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」が改訂され、部分係数法が荷重抵抗係数法に見直されたことに合わせて、本マニュアルにおいても3回目の改訂を行ったものです。

なお、本マニュアルに記述されていない事柄については、「港湾の施設の技術上の基準・同解説(平成30年5月)および、「港湾構造物設計事例集(平成30年10月)」、「港湾工事共通仕様書(平成29年4月)」、CDM研究会編集「Q&A集」を参考願います。

販売時期：平成30年11月頃

COMEINSで用いる波浪予測モデルのバージョンアップ

沿岸技術研究センターではCOMEINSというシステムで、波浪予測情報の提供を平成9年から行っていますが、利用する数値波浪予測モデルは平成13年度より第3世代モデルのWAMを使用してきました。WAMは、開発元がソースコードを公開したため各国で改良が進みましたが、近年では新しいバージョンのモデルは公開されていません。一方、米国海洋大気庁（NOAA）ではWAVEWATCH III（以下「WW3」という。）を開発し公開しています。

当センターではNOAA からライセンスを取得してWW3をダウンロードし、WAMとWW3の予測精度を京都大学や港空研などと共同で2年間にわたって評価してきました。その結果、平成29年10月からCOMEINSの波浪予測をWW3の当時のバージョンであるVer.4.18で行うこととしました。また予測計算に係るパラメータの組み合わせは、当時公開されていたものの中から最適と思われたST4というデータセットを使用しました。

新モデルを運用した結果、WW3は通常波浪については概ね適切な波浪予測値を計算しますが、昨年10月に東日本に襲来した台風1721号等、風速25m/s以上の顕著な強風が吹く擾乱については、予測波高がやや大きくなる事例が見られました。

このような状況を改善するため、現在NOAAから新しいバージョン（Ver.5.16）とパラメータST6がリリースされているので、当時のバージョンと最新のバージョンによる予測結果を比較しました。その結果、台風1721号襲来時の再現予測風による検証計算によって、予測値の改善が見られることが確認されました。

このため、モデルのバージョンと予測計算に係るパラメータの組み合わせを更新しました。この更新によって、顕著な強風時においても適切な予測値が提供されることが期待されます。

第20回国土技術開発賞並びに国土技術開発賞二〇周年記念大賞 表彰式の開催

国土技術開発賞は、技術開発者に対する研究開発意欲の高揚並びに建設技術水準の向上を図ることを目的として、建設産業に係わる優れた新技術を表彰するもので、（一財）国土技術研究センターと共同で行っております。

また今回は、本賞の創設二〇周年を機に、二〇周年記念大賞を授与することになりました。これは過去19年間に表彰した技術を対象に、その後の技術の改良や活用実績、今日的視点から見た社会的意義・今後の発展性等を評価して、特に優れ今後の建設技術開発分野の模範になるとと思われる技術を、選考委員会委員長より表彰するものです。

第20回国土技術開発賞並びに国土技術開発賞二〇周年記念大賞の表彰式は、平成30年7月31日に東京国際フォーラムにおいて行われ、次の技術が受賞されました。

●第20回国土技術開発賞

	表彰者	技術名	応募者
最優秀賞	国土交通大臣	ICTの活用による生産性向上を図る維持管理システム（スマートインフラマネジメントシステムi-DREAMs）	首都高速道路（株） 首都高技術（株）
		ワイヤロープ式防護柵	（国研）土木研究所
優秀賞	国土交通大臣	大型風車組立リフトアップ工法（ウィンドリフト）	（株）大林組
		ケーソン自動制御据付システム（函ナビAuto）	東洋建設（株）
入賞	選考委員会委員長	床埋設式降下型避難機器（UDエスケープ）	ナカ工業（株）
		アーク矢板留めとジャケットを一体化した横棧橋工法	JFEエンジニアリング（株）
		非構造面材取付け工法（T-Flex Wallsystem）	大成建設（株）
創意開発技術賞	国土交通大臣	小型貝殻ブロックによる生物生息空間の創出	海洋建設（株）
		既設落石防護擁壁のソイルセメント等による補強工法（ソイルバンパー）	（株）構研エンジニアリング

●二〇周年記念大賞

受賞回	技術名	応募者
第4回	開削工事における道路上掘削幅縮小技術（ゼロスペース工法）	（株）関電工
第7回	伝統構法による大規模木造天守の復元技術～大洲城～	（株）安藤・間
第8回	環境対応型の鋼構造物塗膜除去技術（インバイロワン工法）	（国研）土木研究所 インバイロワンシステム（株）
第11回	沈埋トンネルにおける最終継手を省略する方法（キーエレメント工法）	五洋建設（株）
第12回	ジャケット式棧橋の長期防食システム	新日鐵住金エンジニアリング（株） JFEエンジニアリング（株）
第14回	超高層建物の閉鎖型解体工法（テコレップシステム）	大成建設（株）
第18回	常温硬化型超高強度繊維補強コンクリート（スリムクリート工法）	（株）大林組
第19回	建設機械の自動化による次世代の建設生産システム（A4 CSELの開発）	鹿島建設（株）

（各回の最優秀賞等を対象に選考）

●二〇周年記念創意開発技術大賞

受賞回	技術名	応募者
第11回	大型ブロックを利用した道路拡幅工法（ワイドウォール工法）	（株）カンケン
第11回	鋼球の回転を用いたコンクリート製品の搬送設置工法（スライドレール）	（株）オクト
第12回	ロングスパン・ポケット式落石防護網工法	田中工業（株） （株）第一コンサルタンツ
第12回	側溝上部改修工法（ネプラス工法）	高橋土建（株）
第15回	立坑掘削時に作業効率と安全性の向上を図る揚土技術（セーフティガイドレール）	（株）山全
第15回	急傾斜地超大型モノレール運搬システム	内田産業（株）
第18回	PC構造物の現有応力を測定するスリット応力解放法の開発	（株）計測リサーチコンサルタント （株）K&T こんさるたん
第19回	水路の敷段差を不要とした無動力自動開閉ゲート（オートゲートステップレス）	旭イノボックス（株）

（第11回以降の地域貢献技術賞・創意開発技術賞から選考）

沿岸技術研究センターは、今後の誌面づくりに反映させるため、皆様のご意見ご感想をお待ちしております。詳細は沿岸技術研究センターHPをご覧ください。

URL:<http://www.cdit.or.jp/>

【編集後記】

今回は活況著しい観光クルーズをフォーカスしてみました。我が国の観光ビジョンでもインバウンドクルーズに大きな期待をかける一方、日本人のアウトバウンド観光でも需要が伸びていくのかも。自分自身はフェリーくらいしか利用したことがなく、今回の特集であわよくば体験クルーズ取材でも出来れば良かったなあと思っても後の祭り。次の企画では体験談を載せたいものです。（T）

CDIT

Coastal Development Institute of Technology

発行 一般財団法人 沿岸技術研究センター
〒105-0003 東京都港区西新橋1-14-2 新橋エス・ワイビル5F
TEL. 03-6257-3701 FAX. 03-6257-3706
URL <http://www.cdit.or.jp/>
2018年8月発行