

CDIT

Coastal Development Institute of Technology

特集
新たなカムインズの構築

クローズアップテクノロジー

リサイクル技術

波を測る

CDIT対談

ゲスト— Eric Cyrille VAN DEN EEDE 氏

沿岸プロジェクト

関門航路の浚渫土減容化への取り組み

浚渫土を用いた干潟・藻場造成

特集

NEW COMEINS

新たなカムインズの構築

クローズアップ・テクノロジー

リサイクル技術 波を測る

鶴谷 広一

CDIT対談

沿岸の未来を見据えて
水運の可能性を多くの人々に伝える努力
いつの時代でも社会は基盤整備を必要とする
若いプロフェッショナルを育成する

ゲスト— Eric Cyrille VAN DEN EEDE 氏

海外フォーラム

国際海岸工学会議について 合田 良実

沿岸プロジェクト

21世紀を創る 「関門航路の浚渫工事」

関門航路の浚渫土減容化への取り組み 村山 伊知郎

21世紀を創る 「干潟・藻場造成」

浚渫土を用いた干潟・藻場造成 春日井 康夫

COASTAL PROJECT REPORT

ヨーロッパ諸国の防災マネジメント報告

Coastal News Flash—ニュース・フラッシュ

ISOREPORT

ONE POINT LECTURE—解説

鉄鋼スラグの性質と港湾工事への利用

沿岸虫眼鏡

CDITニュース

新たなカムインズの構築

(財)沿岸開発技術研究センター
前常務理事 中山 嵩



沿岸気象海象情報配信システム
(COMENS：カムインズ)は、国土交通省港湾局の全国港湾海洋波浪情報網(NOWPHAS：ナウファス)の波浪観測データと気象庁の観測および予報情報を基に独自の解析を行い、波浪予測情報をメインとした気象海象情報をオンライン・リアルタイムで配信するシステムです。

昭和五十六年七月の運輸技術審議会答申「一九八〇年代における海洋調査の推進方策について」において

港湾局と気象庁が協力して「沿岸波浪センター(仮称)」を設立することが提唱されました。これを受けて(財)沿岸開発技術研究センターでは、平成七年四月に波浪情報部を発足させ、直ちにカムインズの開発に着手し、平成九年に実用化しました。

平成九年には、カムインズは、日本港湾協会技術賞と、通産省、総務省、運輸省、郵政省の四省庁が主催する情報化月間推進会議で平成九年度優秀情報処理システム賞を受賞し

ました。また、「ロシア船籍ナホトカ号の海難・油流出災害に際し、カムインズによる波浪情報を提供し、油回収作業の支援を行った」ことで、運輸大臣および各港湾建設局長より感謝状を授与されました。平成十年には、ナウファスが土木学会技術開発賞を受賞しましたが、これには、カムインズによるオンライン・リアルタイム波浪実況情報の普及も受賞理由となっています。

カムインズは、このように高い評

価を受けてきましたが、実用性・公共性・機能性をより一層高めるために、防災支援情報の充実とインターネットでの情報配信を行う新たなカムインズ(NEWカムインズ)を構築し、展開することとしました。

インターネットでの情報配信

現在のカムインズは、個別の専用線を使って専用端末に情報を配信しています。

インターネットが普及し、手持ち

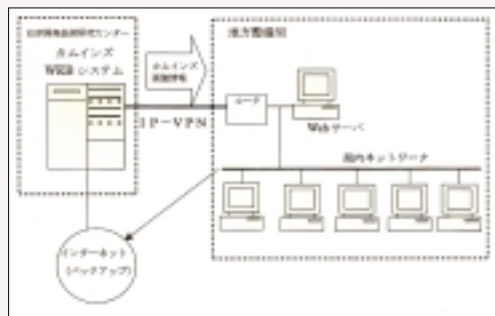


図 - 1



図 - 2



図-3



図-4
表-1

情報の分類	情報内容	備 考
実況情報	波浪実況情報	港湾局・気象庁観測地点
	周期別情報	港湾局観測地点
	潮位実況情報	気象庁・港湾局
予測情報	海上風・波浪予測情報	日本沿岸2分メッシュ
	波浪ポイント予測	任意の港湾内外
	ナウファス地点波浪予測	港湾局観測地点
支援情報	高波情報	台風時の港内地点
	高潮の情報	台風時の港内地点
	推算潮位情報	気象庁・港湾局観測地点
一般気象情報	台風情報	気象庁資料
	地震情報	
	津波情報	
	海上警報	
	注意報警報	
	降水短時間予測	
	天気予報	
	天気図	波浪・潮位
	アメダス情報	
	ひまわり情報	
データベース機能	気象・海象データベース	波浪・潮位
	類似台風検索システム	確定データ
	港湾被災データベース	港湾毎に順次作成

のパソコンで様々な情報を手でできるようにした現在、カムインズにおいてもWEBシステムを構築し、多くのユーザにインターネットで波浪観測情報や波浪予測情報を提供する方策が求められています。

通常のインターネットでは、台風接近時等の緊急時にはアクセスが集中し、情報配信の機能が低下することもあることから、NEWカムインズでは、港湾関係各局には、WEBサーバを局内に設置させていただき、局内のイントラネットにて情報配信できるように計画しています。また、港湾工事関係者には、インターネットで情報配信する計画です。

情報提供内容

現在のカムインズでは、港湾局と気象庁の波浪実況情報をはじめ、当沿岸センター独自の波浪予測情報や気象海象データベース等を提供しています。NEWカムインズでは、引き続きこれらの情報を提供するとともに、防災支援情報の充実に図っていきます。

また、NEWカムインズでは、ナウファス波浪観測地点の波浪ポイント予測情報を新たに提供します。この波浪ポイント予測情報は、ナウファスの波浪実況情報をより一層有効に活用していただくことを目指しています。

防災支援情報の充実

(1) 港湾被災情報データベースの構築
台風接近時に、過去のよく似た経路の台風を検索し、その時の港湾の被災状況と高波や高潮の状況を合わせて把握できるようにすれば、的確な防災対策がたてられ大変有効な情報となります。

そのため、当沿岸センターでは、港湾被災情報データベースを構築し、類似台風検索システム上で表示できるように計画しています。

(2) 気象海象データベースの充実

現在の気象海象データベースには、最近十一年分のナウファスの波浪観測値(二時間毎)・毎日九時の天気図、

台風情報(気象庁の確定値)が収録されており、この期間の高波順位表や高波に関連した台風情報、天気図の表示、任意日時の観測データの表示(経時変化図・日表)ができます。

類似台風検索システムは既に開発を終え、台風接近時に過去の類似台風に伴う高波の状況と港湾の被災状況等を合わせて表示できるシステムを開発中です。

今後、気象海象データベースの充実を図るため、ナウファス地点の観測開始以来のデータとともに潮位データの収録も計画しています。

(3) 高波情報

現在は、港内波浪ポイント予測情報を一日二回提供していますが、台

図-1 / NEWカムインズのシステム概念図
図-2 / NEWカムインズの初期画面
図-3 / ナウファスの周期別情報画面
図-4 / 波浪ポイント予測情報画面
表-1 / カムインズ表示情報一覧表

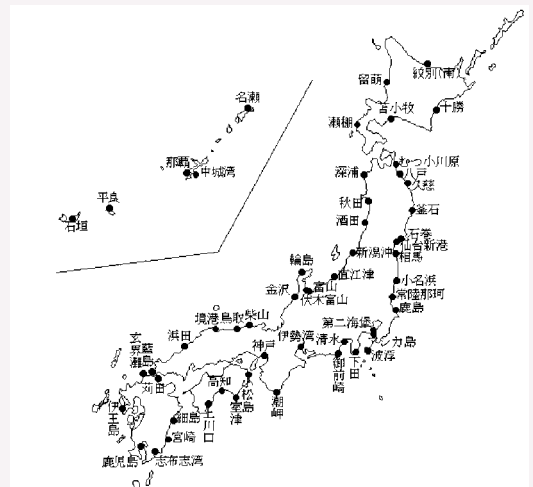


図-5



図-6

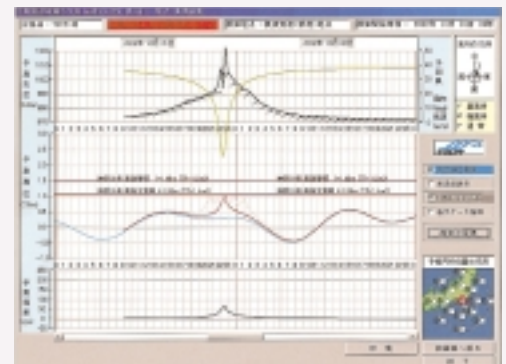


図-7



図-8



図-9

風接近時には最新の台風情報が発表されても港内波浪ポイント予測情報は更新していません。

新たに、台風接近時に、最新の台風情報が発表されたときに、その台風情報を基にした港内波浪ポイント予測情報を高波情報として提供できるようにします。

(4) 高潮の情報

現在、高潮に関する情報は、気象庁発表の高潮注意報、警報を提供しています。高潮に関する情報の要望が高いことから、潮位観測データの蓄積されているところに限られますが、過去の台風と潮位の関係を解析して、高潮注意報・警報の支援情報として提供いたします。

今後の計画

NEWカムインズは、カムインズの発展の第一歩と認識しています。ユーザのご要望にお応えして、より一層充実したシステムとしていきたいと考えています。

現在、次のような計画をたてていますが、皆様の声を反映して対応していきたいと思っています。

(1) 長周期波の予測

船舶の大型化に伴い、長周期波に起因すると考えられる船体動揺や荷役障害が数多く報告されています。長期的には、長周期波による荷役障害のおこらない港が整備されるべきですが、短期的には、長周期波を事前

に予測することが効率的な港湾荷役に繋がると思われます。当沿岸セクターでは、豊富な長周期波解析調査の実績をもとに、カムインズによる長周期波予測を行うとともに、精度向上のための研究に取り組んでいます。

(2) 防災情報システムの統合プラットフォーム

カムインズによる沿岸気象海象情報、防波堤護岸等の監視カメラ、津波高潮防災ステーションの主要な機能であるハザードマップ等の防災情報機能を統合するプラットフォームとして、カムインズを発展させることを目指しています。

(3) 冬季風浪類似事例検索システムの構築

ても類似パターンの検索システムを開発することを計画しています。類似台風検索システムと同様の機能を冬季風浪にも適用し、過去の類似した冬季風浪に伴う高波の状況と港湾の被災状況等を合わせて把握できるようにすることを目指しています。

(4) 越波・越流予測

現在、越波・越流予測の技術的可能性を検討しており、技術水準が維持できることを確認したうえで、越波・越流予測システムを構築することを計画しています。台風時における、各防護施設の越波・越流の予測を目指しています。

- 図-5 /
ナウファス観測地点図
- 図-6 /
類似台風検索システム画面
- 図-7 /
高潮の情報画面
- 図-8 /
長周期波予測情報画面
- 図-9 /
高潮ハザードマップ

リサイクル技術

鶴谷広一

はじめに

地球規模の環境破壊が広く認識されるようになり、個人の行動から企業や自治体・政府の活動に至るまで、国民が環境保護の視点から厳しく見つめ直すという時代になってきました。

平成十二年には、政府が循環型社会の形成を推進することを目的として、「循環型社会形成推進基本法」を中心とする六件の関連法を成立させました。このような一連の法体系が整備された二〇〇〇年（平成十二年）は、「循環型社会元年」と位置づけられました。この法整備に見られるように、大量生産・大量消費・大量廃棄物に支えられたこれまでの社会経済活動や生活様式に疑問が持たれ、環境への負担の少ない社会への転換が多くの人に支持されたといえます。

循環型社会形成推進基本法は、「天然資源の消費」抑制による「環境への負荷ができる限り低減される社会」を「循環型社会」と定義しています。

建設産業は、我が国の資源利用の五十％を消費する一方で、産業廃棄物全体の四十％を超える量を最終処分する形で受け入れています。したがって、建設産業が天然資源の消費抑制についてさらに努力することは、循環型社会形成に大きな役割を果たすことになり、環境の保全、持続的発展ができる社会の構築に大きく寄与することができます。

「循環型社会形成推進基本法」に加えて、「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」（建設リサイクル法）が制定されたことを受けて、平成十三年三月には港湾整備事業、空港整備事業及び海岸事業においてリサイクルを推

進するための取り組み方針が「港湾・空港等整備におけるリサイクルガイドライン」としてまとめられました。

建設副産物のリサイクルでは、最初に建設発生土や建設廃棄物の発生を抑制するための努力がなされなければなりません。しかし、発生したものにについては、天然資源の消費を抑制するとともに環境への負荷をできる限り低減するよう、再使用、再生利用、熱回収、最終処分が適正に行われなければなりません。特に行政では、これらの観点からリサイクル技術の開発に資する工事を、モデル工事等として積極的に実施することが求められています。

鉄鋼スラグ及び石灰灰はリサイクル法に基づく指定副産物に指定されており、再生資源として利用することを促進することが特に必要なものとなっています。

鉄鋼スラグ、非鉄金属スラグ、石灰灰などの産業副産物には、「軽い」、「重い」などの特性を有するものがあり、これらの特性を有効に活用することにより、構造物の構造断面の縮小等工事のコスト削減に寄与するこ

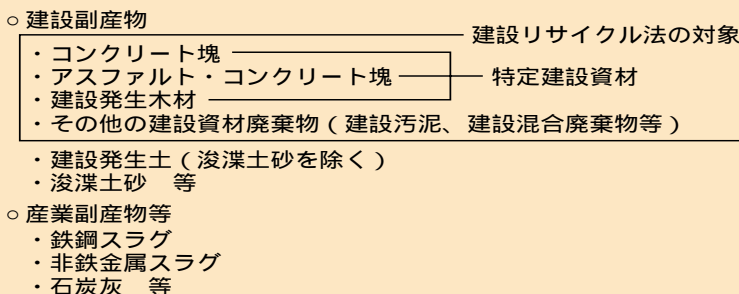


図 - 1

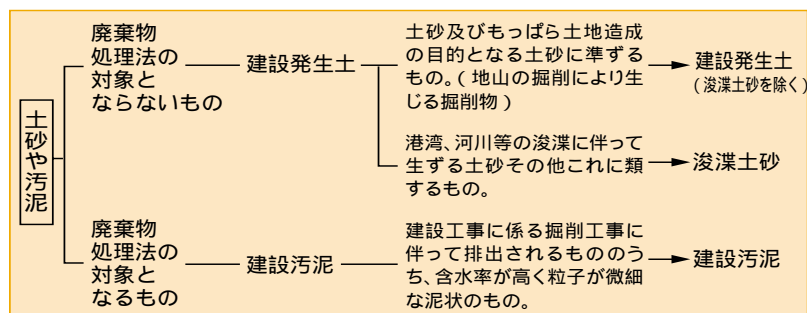


図 - 2

とが期待できます。

ここでは、（財）沿岸開発技術研究センターがこれまで行ってきたリサイクルに関する技術開発を、既に発刊されたマニュアルで紹介された技術を中心にして解説します。

建設副産物と産業副産物の分類¹⁾

港湾・空港等工事から発生する建設副産物及び港湾・空港等工事で利用する産業副産物等は、図-1のように分類することができます。

廃棄物処理法の施行に関する旧厚生省の通知などから、建設工事から発生する土砂や汚泥は図-2のように区分されます。



鶴谷広一（つるや・ひろいち）

東海大学海洋研究所教授。工学博士。技術士（建設部門）。土木学会特別上級技術者（流域・都市）。昭和24年生まれ。昭和48年東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻修士課程修了。昭和57年運輸省港湾技術研究所海洋水理部水理研究室長。平成10年同省港湾技術研究所海洋環境部長。平成12年（財）沿岸開発技術研究センター理事・リサイクル研究部長。平成14年より現職。

リサイクルの基本的な考え方

リサイクルを行うことが全て良いことのように一般には認識されていますが、それを正しく行うためには、リサイクルという作業が内包する工学的な得失を正しく認識しておく必要があります。²⁾

詳細は武田(二〇〇〇)を参照して頂くとして、リサイクルに伴う問題点をいくつか列挙します。

・リサイクルの劣化矛盾

「使用した材料は劣化する」という原則を無視してリサイクルすること。

・リサイクルの貿易矛盾

もし世界の国々が自国で使うものは自国でリサイクルしなければいけないとすると、現在の国際分業と貿易は破壊され、それぞれの国が、その国で使うすべての製品を作る工場を、国内に持たなければならぬことになる。

・リサイクルの持続性矛盾

使い終わった紙をリサイクルするとき、鉄(運搬のために使うトラック等)や石油のような新たに生産されない「遺産型資源」がもつばら使用される。本来なら、木のように太陽のエネルギーから生産される資源で紙を作る方が望ましいはずである。つまり、紙のリサイクルは、「持続性のある資源を繰り返し使うために、持続性のない資源を消費する行為」と考えられる。

・リサイクルの増幅矛盾

ペットボトルをリサイクルしようとすると、作るときに四倍近く石油を使うことになる。資源を節約するためにリサイクルによって、かえって資源が多く使われるという典型的な例。

・毒物が混入する矛盾

浄化系を考えると、リサイクルが進むほど電池の中のカドミウムやリチウム等が可燃ゴミの焼却灰などから環境中に蓄積したり、ガラスの中の鉛が飲料用のガラス等に混入することが考えられ、人体に蓄積する可能性がある。

これらの矛盾を考えずに、単に集めればリサイクルであるとか、一度使った物質をそのまま捨てるのはもったいないという程度でリサイクルを進めるのは現状ではまだ無理があると言わざるを得ません。

化学や物理学の力を借りながら、分離工学、資源工学、材料工学、プロセス工学等の学問のより一層の技術向上が図られなければなりません。土木工学の分野では、現地実証実験も極めて大事な技術開発項目の一つです。

以上に加えて、リサイクルにはいろいろとやっかいな問題がありますが、筆者にはリサイクルの全体像を俯瞰するだけの能力を持ち合わせていないため、ここで取り上げた鉄鋼スラグと石灰質のリサイクルが環境に良いと客観的に証明出来るだけの材料を持ち合わせていません。しかし、港湾構造物等に使用されるこれらの材料は、少なくとも数十年間は構造物として使われるものであり、再使用が頻繁に行われるわけではありません。さらに、鉄鋼スラグと石灰質は産業と国民生活の基となる鉄と電力を得るための副製品であり、また大量に発生することから港湾構造物等に利用できれば、砂や砂利等の自然材料の使用量を極端に少なくすることができそうです。これまでは単に埋め立てられていたものが(これも

土地を新たに造成すると考えるとあながち悪いこととは考えられませんが)、材料として大量に使用可能になるならば、環境に対しても有利になると考えられます。このような考えから、鉄鋼スラグと石灰質の利用技術の開発が、(財)沿岸開発技術研究センターと各種機関で協力して実施されてきました。

鉄鋼スラグの利用

鉄鋼スラグ生産のもととなる粗鋼と鉄鉄の生産量は、鉄鋼スラグ統計年報³⁾によれば平成十三年度は粗鋼生産量が一〇二、〇六四千トン、鉄鉄(高炉鉄)生産量は七八、九六九千トンです。

鉄鋼スラグは、その製造工程の違いにより高炉徐冷スラグ、高炉水砕スラグ、製鋼スラグに分かれます。製鋼スラグは、さらに転炉スラグと電気炉スラグに分かれます。これらのスラグは、製造工程や組成の違いから、密度、粒度等が異なっており、水硬性や膨張性を持つものもあります。これらの特性を活用したり、他の材料と混合してその特性(例えば膨張性)を抑えたりすることにより、建設コストの縮減とリサイクルの促進による循環型社会形成への寄与が可能になるよう、技術開発が進められています。

製鋼スラグの特徴及び利用用途を表1に示します。

表1 鉄鋼スラグの特徴及び利用用途

種類	主な特徴	主な用途	発生場所
高炉スラグ	徐冷スラグ ・砂と同程度又は若干軽量で30～40mm以下の礫状 ・黄濁水の発生に注意 ・高pH ・有害物質の溶出に注意	・舗装用材 ・コンクリート用骨材	高炉一貫製鉄所
	水砕スラグ ・砂状で軽量 ・アルカリ刺激により固結 ・有害物質の溶出に注意	・裏込材 ・軟弱地盤の覆土材 ・コンクリート用骨材	
製鋼スラグ	転炉スラグ ・30～40mm以下の礫状で非常に重い ・遊離石灰等と水が反応して膨張 ・高pH ・有害物質の溶出に注意	・舗装用材 ・サンドコンパクションパイル用材	電気炉工場、電気炉を有する高炉一貫製鉄所
	電気炉スラグ	・舗装用材	

・港湾工事用水砕スラグ利用手引書(平成元年八月)

水砕スラグは天然砂に類似した土質力学特性を持ちますが、天然砂に比べて単位体積重量が小さく、粒子が角張っており、透水性に優れています。また、天然砂には見られない潜在水硬性があります。これらの特性を活かすことにより、経済的で合理的な港湾構造物が得られることを期待して、本手引書が刊行されました。菊池・高橋(一九九八)は、港湾工事施工後六年から十年経過した水砕スラグの特性について調べています。菊池・高橋の調べた水

砕スラグは施工後長い間海水の作用を受けており、そのような状況下では、水砕スラグは全層にわたって固結していました。菊池・高橋は、固結強度と経年変化の関係を求め、固結強度は最大で二十kgf/cm²に及ぶことを示しています。また、固結後の水砕スラグの内部摩擦角が新鮮な状態の摩擦角とほぼ同等であることも示しました。

その後も、鐵鋼スラグ協会と(財)沿岸開発技術研究センターとの共同研究で、サンドコンパクションパイルや護岸の裏埋材としての適用性を調べる現地試験が実施されています。また、海水の濾過材や、海域の覆砂材としての利用の可能性を探るための現地試験も別途行われています。海底面に水砕スラグを薄く撒いた場合には固化しにくいと言われており、宮田ら(二〇〇〇)による海底の設置実験ではエビの発生抑制や各種の生物の生息も確認されています。最近では広島県で海砂の採取が禁止されるなど、良質な覆砂材の入手がさらに困難になるものと考えられますので、浅場や干潟の造成を可能とする材料としてのさらなる技術開発が望まれます。

●港湾工事に用いる製鋼スラグ利用手引書

(平成十二年三月)

製鋼スラグは、天然の碎石と類似しており、従来から道路用路盤材、アスファルトコンクリート用骨材等に利用されています。ただし、溶出水がアルカリ性を示す、わずかに膨張する等の性質があり、利用がやや遅れています。しかし、砂に比べて単位体積重量及び内部摩擦角が大きいという優れた土質力学特性があるため、製鋼スラグを港

湾工事に用いる材料として用いられ、より合理的で経済的な港湾構造物を得ることが期待できます。

地盤改良材としては、安定性が大きい(内部摩擦角が大きい)ので、置換工法として、また重量が大きいことからプレローディング工法に適用できる可能性ががあります。さらに、透水性が高く、膨張する性質があることから、ドレーン工法やサンドコンパクションパイル工法にも適用が可能であると言われています。安定性が大きく、重いという特性を活かし、セル、ケーソン、二重矢板の中詰め材としての利用も期待できます。

伊藤ら(一九九七)は、転炉スラグを対象として、スラグ散布による海底泥からの硫化物の溶出が抑制されることを示しました。しかし、酸化カルシウムの溶出による海水のpH上昇に伴って、海底泥からアンモニア性窒素が溶出します。このため、海水のpH上昇を抑制するためには、スラグの前処理や散布量、散布方法等の検討が必要であることが示されました。

製鋼スラグは、鉄分を含んでいるために土粒子密度が高く、遊離のOを含むために粒子が一部崩壊してその結果膨張するという性質を有しています。このため、製鋼スラグの有効利用は遅れていますが、最近ではFSコンクリートのように技術開発が徐々に進みつつあります。

●鉄鋼スラグ水和固化体技術マニュアル —製鋼スラグの有効利用技術—

(平成十五年三月)

鉄鋼スラグ水和固化体は、製鋼スラグと高炉スラグ微粉末を主要原料と

し、必要に応じてフライアッシュ、高炉水砕スラグを配合して生成するものです。砂利、砂等の天然材料を全く使わない画期的なものです。このブロックは、港湾工事における消波ブロックや被覆ブロック等に適用できると考えられます。本マニュアルは、製鋼スラグの膨張性を評価するため、新たな品質指標として、製鋼スラグの粉化率試験を導入するなど、最新の技術開発成果を用い、製品化するための指針が示されています。(写真—1)



写真—1 鉄鋼スラグ水和固化体

石炭灰の利用

石炭灰は、主として石炭火力発電所と一般産業自家発電用ボイラーから発生します。第二次オイルショック以降、電気事業では石油から石炭への燃料の転換が進んでいます。一九九七年度末における石炭火力の発電設備容量は五十七基、二一九一萬kW、電源構成比で十・二%を占め、発電電力量比率では一九九七年度末推定で十四・八%を占めています。現在運転中の石炭による発電所の発電量は二四五三萬kWで、近い将来五十%近く増加すると予想さ

れます。

石油危機以降、燃料として石炭が再評価されて、今後需要が着実に増加する見通しです。

石炭灰の発生量は、平成十年度実績で、電気事業と一般産業を加えて六八〇万トンです。石炭灰の有効利用率は、電気事業の場合で六十九・八%、一般産業で八十九・七%です。

●FGC深層混合処理工法技術マニュアル (フライアッシュを用いた軟弱地盤改良工法)(平成十四年十二月)

FGC深層混合処理(FGC-DM)工法とは、石炭灰(フライアッシュ、Fly Ash)、石膏(Gypsum)及びセメント(Cement)の三種混合材料を軟弱地盤改良工法である深層混合処理工法に適用したものです。この工法の特徴は、従来軟弱地盤の改良に用いられている代表的な安定剤であるセメントに、新たにフライアッシュと石膏を適当な配合比率で加えることにより、低強度においても改良強度に変動の少ない経済的な固結工法を実現したことにあります。FGC工法によれば、対象地盤の土質性状に応じて、安定剤の配合比及びスラリー量を設定することにより低強度から二・五MN/m²程度までの幅広い改良地盤を得ることが可能です。一般に深層混合処理工法では、所定の改良強度を均一に得るために必要な安定剤のスラリー量は九十〜三〇〇l/m³とされています。この安定剤スラリー量の範囲における一軸圧縮強度は、CDM(深層混合処理)工法で一・二MN/m²以上になりますが、FGC-DM工法では、〇・一〜二・五MN/m²程度が得られます。このような

波を測る

低強度の地盤が得られるメリットとしては、以下のことが考えられます。
改良地盤に直接鋼杭や鋼（鋼管）矢板等を打ち込むことが容易であるため、CDM改良地盤が必要とされる高圧噴射工法等の補助工法が不要となり、施工性・経済性が向上する。
改良地盤の掘削が容易である。
掘削残土などの処理やリユースが容易である。

おわりに

リサイクルは、それ自身が目的ではなく、構造物としての強度が十分でなかったり、コストがかかりすぎてもいけないし、もちろん環境の悪化に十分考慮しながら進める必要があります。その意味で、個々の技術開発がまた必要であるし、リサイクル技術をいろいろな面から評価する技術も同時に開発されなければなりません。

海の波

海の波は、その周期によって様々な分類されています。最も周期の短いものでは、水面上のシワのように見える小さな波があります。私たちが海岸や港でよく目にする波は「波浪」と言っており、周期は数秒〜二十秒程度のもを指します。また最近、荷役障害の原因として注目を浴びている長周期波（周期が三十秒〜数分）、さらに周期の長い津波や高潮、潮汐も波の仲間と言えますが、ここでは「波浪」の観測について紹介します。

何を測るのか

何を測るのか、これが波浪観測には重要です。最も初歩的には、波の高さ（波高）と繰り返しの時間（周期）を測ることにあります。海岸で波を見ていればわ

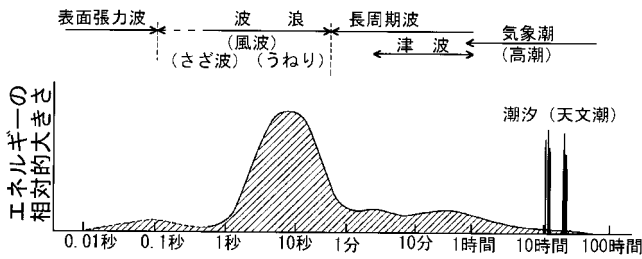


図1 周期による波の分類例

かるように、個々の波は大きくなったり小さくなったり、常に変動を繰り返しています。したがって、波高と周期を測る場合には、一定時間測定した上で個々の波を統計的に処理し、有義波高や有義波周期という代表値で表現する方法がとられています。また、一定時間として一〇波以上の取得が目安とされ、ナウファス（全国港湾海洋波浪情報網）では二十分間の観測を標準としています。

波高・周期とともに重要な要素として波向があります。高い波はどの方向からやってくるのか、を正確に知ることが防波堤や構造物を構築する際には重要です。実際の海では、波高・周期が変動しているのと同様に、波向もある一つの方向を中心としつつも、波向の範囲は広がりを帯びて変動しています。波向の広がりの平均的な中心を平均波向、最も成分エネルギーの強い波の方向をピーク波向と呼びます。

一定時間観測したデータから得られる、周期と波高（エネルギー）の分布を周波数スペクトル

また、港湾・空港工事をはじめとする土木工事では、現地での評価実験が極めて重要であると考えます。国や自治体が現場を使いながら、リサイクルに係る技術開発を積極的に実施されることを願わずにはいられません。

- 参考文献
- 1) 港湾・空港等リサイクル推進協議会（二〇〇一）：港湾・空港等整備におけるリサイクルガイドライン、44p
 - 2) 武田邦彦（二〇〇〇）：リサイクル幻想、文春新書、1900p

何で測るのか

方向別に周波数スペクトルを解析したものの方角スペクトルと呼んでいます。

波浪観測は、当初は目視によって行われていましたが、定量的に評価するため観測機器が開発されました。初期の頃は波高・周期を観測することを目的に、ステップ式波高計、容量式波高計、ブイ式波高計、水圧式波高計、超音波式波高計等が開発されました。その後、波向や方向スペクトルを測定するために、三軸加速度計や傾斜計を組み込んだブイ式波高計、超音波式流速計、複数の波高計を組み合わせた波高計アレイ等が開発されましたが、いずれも一長一短を持ち合わせています。

こうした既存の波浪観測の問題点を解消し、単一の海底センサーで海面の波高・周期と表層付近の方向スペクトル（波向）の測定を可能にしたものが海象計です。波高計・波向計・流速計の機能を兼ね備えた海象計は、ナウファスでの沿岸波浪観測の主力機器として期待されています。

■文／（財）沿岸開発技術研究センター
波浪情報部 業務第一課長 山本 忠治



図2 海象計のセンサー部分

水運の可能性を多くの人々に伝える努力 いつの時代でも社会は基盤整備を必要とする 若いプロフェッショナルを育成する

今、世界では、物流の国際競争の激化、交通基盤の整備と環境の調和、水運へのモータルシフト、港湾のセキュリティなど多様で困難な問題に局面しています。

このたび、120年近い歴史を持つ国際航路協会PIANC会長VAN DEN EEDE氏が京都で開催された第3回世界水フォーラムで基調講演をされるために来日しましたので、この機会にPIANCがこのような問題にどのように取り組んでいるかをお聞きしました。

(平成15年3月18日、京都において対談実施)



ゲスト — Eric Cyrille VAN DEN EEDE 氏

国際航路協会PIANC会長

水の多機能性と水運の利点

井上 第三回世界水フォーラムが、皇太子殿下による「京都と地方を結ぶ水の道」と題した平安京から育まれた古都の水運の歴史に関する記念講演で開幕されました。PIANCは主催機関として参加し、会長は「水と交通」というテーマで基調講演をされましたが、この講演で特に主張されたかったことはなんでしょうか。

EEDE 聴衆のほとんどの方は、内陸水運を利用することで陸上交通の混雑を緩和できることはご存知かと思います。また、多くの国の方々からは、内陸水運は環境にやさしいという声も聞きます。

しかし、いざ新しいプロジェクトが提案されると、なぜか反対の声が多くなります。特に環境保護団体などからは、河川やそこに棲息する生物を破壊しているではないか。それをなぜ環境にやさしいといえるのかといった声が聞かれます。

この講演で特に主張したかったことは、各国の水路の管理者は、現状の問題解決のためだけに知恵を絞るのは好ましくないということです。五十年前でしたら、水路の管理は航行やそれに伴う安全性、あるいは洪水等の防災といった特定の機能に重点を置けば良かった。しかし、現在は水路の持つさまざまな



(財)沿岸開発技術研究センター
前理事長 井上 興治

機能を追求しなければいけない状況にあります。特定の機能にプライオリティを置くのではなく、複数の機能を追求していくことが必要なのです。

そのためには、PIANCやInland Navigation(内陸水運)に関係する人たちは、水路の持つ利点をもっと多くの一般の人たちに伝えるべきではないかと考えています。

井上 フォーラムのPIANCセッションでは、「持続可能な輸送手段としての水運」がテーマとして用意されました。その中で、多くのパネラーが内陸水運の優位さを主張しながら、実現の難しさに苦労しているように感じました。会長はこのセッションをどのように受け止めたのでしょうか。

EED E パネラーのみなさんは、内陸水運を実現するために、何をすべきかはすべて理解されていると思います。実現のためのキーポイントは、政府や一般の人たちに対するコミュニケーションです。

例えば、アジアでも最大の川であるメコン川は、内陸水運の可能性が非常に高い川です。しかし、政府の担当者の関心は道路建設に向いており、川の使用に関しては無視している状況です。ですから、政府や関係者を納得させるコミュニケーションが欠けていることが一番の問題だと思います。

一方、ヨーロッパでは、いま海の高速度路(motorway of the sea)が非常に話題になっています。英国政府は、

この海の高速度路に関して理解を示しており、現在セントラル・ターミナルをつくることを検討しています。

島国という点で、日本と英国の状況は非常に似ていると思います。特に実現の可能性はあると思います。特に日本では人口の多くが沿岸域に住んでいます。水路を実際に建設することは不可能かもしれませんが、新たに高速道路をつくる代わりに海を開発して使うことを追求する方が良いのではないのでしょうか。特別に設計したバージなどを利用して首都圏周辺部を結ぶ距離の水上輸送を行う。そうすることで高速道路の渋滞を解決していくことができると思います。

井上 内陸水運のためのインフラ・ストラクチャーに対して、ベルギー政府がコストを負担する政策を執ったと聞きしました。内陸水運をプロモートするための非常に有効な政策だと思います。

EED E もちろんです。ただし、この政府の補助金の交付を受けることに注意しなければいけない点があります。まず、市場を歪めてはならないということ。それから、補助金が正規に使用されているか検査を受けなければいけないということです。

このプログラムは、いままで内陸水運に関わったことのない会社と、経験がありかつ新しい交通手段を追求しようとしている会社が協同でインフラを整備する場合に対して、総額の八十%

の補助金を出すことになっています。

契約期間は十年間。新しい交通システムと必要な施設の補償等の効率計算されて、毎年、実際に交通量のチェックを行い、契約に基づいた数値に達していない場合には、ペナルティを払うことになっています。その結果、水運利用はトンベースで四十%増えました。すべてのターミナルが整備されると、さらに五十%増加することが期待されています。

エンジニア100%の活動から脱皮を図る

井上 PIANCのミッションは水上交通の維持発展を推進することを目的としています。具体的にどのような活動をされているのでしょうか。

EED E 一九九九年、私が会長に就任して最初に始めた仕事は新しいポリシー・ステイトメントをつくることでした。

これまで、PIANCは会員全員が一〇〇%エンジニアという団体でした。しかし、最近のプロジェクトでは、多機能的なアプローチをとってさまざまな分野の人々が関わることになりました。そのため、PIANCの活動の視野も広げることになりました。

今後は、建設のみならず、プランニング、マネジメント、メンテナンス、ファイナンシャル、マーケティングといった活動も行うことを考えています。このような活動を通じてPIANCの

存在をできるだけ多くの人々に認知していただくように努力していきたいと思っています。

基本的な仕事は、作業部会のレポートの出版です。作業部会の上には四つのテクニカル・コミッションがあります。これらのコミッションでは、新しい調査・研究等の開発もフォローしています。また、調査・研究等から得られた新しい専門知識のニーズがどこにあるかも追求しています。

エグゼクティブ・コミッティでは、作業部会のために常に新しい課題を探しています。それが承認されると各国に代表の方を出していただいています。日本は作業部会やコミッションの活動に積極的に参加していただいており、非常にうれしく思っています。

最近、新たな活動としてウェブサイトの運営や電子ニュースレターの発行会議やセミナーの開催などを行っています。

特に若いメンバーを惹きつけるためには、ウェブサイトの欠かせません。現在運営しているウェブサイトに満足していませんが、さらに継続的にアップデートを行い、より魅力的なものにしようと努力しています。定期的にウェブサイトに書き込みをしてくる人たちは、要求が多く常に更新されることを望んでいます。

さらに電子ニュースレターの発行では、これまで年三回の配信ペースを、今年から四半期に一回のペースに、将来的には一カ月に一回のペースにして

いきたいと思っています。今後は、ニコスレーターにすべてのコミッションとナショナル・セクションから各国の状況について記事を出していただきたいと思っています。

井上 PIANCのウェブサイトの中で「学際的なアプローチを促進することが重要である」という記述を目にしました。PIANCはエンジニアの集団ではあるが、幅広い分野の専門家を交えて議論する方向を目指しているというご発言は、この言葉が表しているのではないかと思います。

EED E 非常に興味深い例では、現在いくつかの作業部会にはWWF（世界野生生物基金）やグリーンピースといった環境保護団体の人たちにも参加していただいています。その結果、レポートも非常にバランスのとれた良い意見が出ています。

これまで関係機関・団体と提携を行ってきました。公式な協力関係を結んだ唯一の外部団体として、東京に本部を置くIAPH（国際港湾協会）があります。これまで我々は港湾から少し離れていたこともありましたが、四年前から、新しい情報やレポートの交換を通じて、相互の補完関係を確立しようとしています。

PIANCは各国共通の問題を議論する

井上 今、多くの国や地域でさまざまな課題に直面しています。港湾や沿岸

域の環境問題、セキュリティの問題など、これらの問題に対してPIANCはどのように対応しようとしているのでしょうか。

EED E 我々は、メンバーの発言に耳を傾ける、メンバー主導の団体でありたいと思っています。今年二月に行ったエグゼクティブ・コミティの会議では、日本の野田節男さんを含む四

名の副会長がよりマネージメントとエグゼクティブ・コミティをアシストする方針になりました。この四名がPIANCの中で最大のプライオリティを置く課題は何かを深く議論します。この議論を経た課題をエグゼクティブ・コミティでディスカッションすることになりました。

この新しい方針に基づき、今後は常にアジア各国の中から一人を副会長に選出することになりました。

セキュリティの問題については、九月十一日に起きたアメリカの同時多発テロの後に話し合われました。PIANCがセキュリティに関与すべきか否か。アメリカを含むメンバーから出た答えは「ノー」でした。PIANCが、セキュリティに関するレポートを出版すれば、内容が公開されてしまうこととなりますから、そのようなことは行わない方がよいということになったわけです。

井上 ヨーロッパには、ロッテルダム、アントワープ、ハンブルグのような大きな港湾があります。国際コンテナ輸送の問題に関しては、各国の港湾が競争関係にあると思います。

また、それぞれの港湾が一万TEUクラスの船舶に対応するために、スピーディーな

荷役を行う必要から水深で、かつ情報化した港湾をつくらなければいけないという大きな課題も持っています。

技術的な課題を持つと同時に、港湾同士の競争関係が非常に厳しくなってきましたが、このような状況について、PIANCとしてご意見がありますでしょうか。

EED E PIANCは、港湾に関する商業的な問題には関与していません。純粹に技術的・科学的な問題に関与する団体です。したがって、我々は各国の港湾が競争関係にある状況だとしても、すべての港湾が影響を受けるような特定のトピックに関してのみ話し合いの場を設けることにしています。

例えば、EUから出されたある新たな規制に関しては、すべての港湾がその規制の影響を受けることから、各国の港湾が参加してこの問題について話し合えるセミナーを開催しました。PIANCはこのような共通の問題が発生したときに話し合いができる理想的な団体ではないかと思っています。

井上 水フォーラムのパネルディスカッションでも、アメリカの運輸省の方が、船舶の大型化が老朽化してきた港湾施設に大きなストレスを与えるようになってきたという話がありました。

大型船の就航やスピーディーな荷役に応えるため、港湾サイドでは新技術の導入などの課題を抱えています。PIANCの活動をぜひ期待したいと思います。



終わっていない社会基盤整備

井上 最近、ナノテクノロジーやライフサイエンスといった分野で科学技術が大変注目されています。

その一方で土木工学を含めた社会基盤分野に対する研究開発への関心が薄れてきている状況が見られます。このような状況は日本だけではなく、ヨーロッパやアメリカでも同じような流れがあるのではないかと懸念しています。がどのように見ていらっしゃいますか。

E E D E 非常に興味深い質問です。ヨーロッパでも若い人たちが工学系の分野に興味を持たなくなっている傾向にあり、大学でもソフトウェアサイエンスの分野が学生を惹きつけている状況にあります。

このような状況になった理由は、社会や報道姿勢にあると思います。例えば交通渋滞や事故といった問題を原因が別にあるのにも関わらず、エンジニアのせいに仕勝ちです。このようなことからエンジニアリングに対する興味を一般や若い人が失ってきている状況があると思います。

PIANCとして、このような状況からエンジニアを助ける活動としては、最初にお話したコミュニケーション活動があると思います。一般や若い人たちがエンジニアリングやインフラの整備、内陸水運に対する見方を変えていかなければいけません。いつの時代でも社会は交通の手段を必要としている

わけですから、彼らが誤解している否定的な考え方を変えていかなければいけないと思います。そして、若いエンジニアを社会の中で育てることが必要だと思っています。

また、PIANCもメンバーの高齢化が進んできているため、若いプロフェッショナルをリクルートするためのアクションプランを年内につくる予定です。

井上 日本では、社会基盤の整備に対して十分にストックがあるから、もうお金をかけなくていいではないかという議論も出ています。交通渋滞もまだたくさんあります。水運についても不十分なところがあります。それにも関わらず、二〇〇三年度の国家予算の中で社会基盤整備のための予算が四割削減されています。このように社会基盤整備はもう十分だという見方が広まっている状況があります。ヨーロッパの状況はどうなのでしょう。

E E D E 一般の人たちが、インフラが十分にあると思っているとしたら、私は同意できません。現在でもインフラの整備が必要なのはまだまだあります。放置しておく劣化が早く進んでしまったり、メンテナンスが遅れて新たに建設する必要があるものもあります。

また、性能要求を満たしていない水路やリハビリを行っていかねばいけない部分もありますから、将来に向けた仕事はまだたくさんあると思

います。新しい水路をつくる必要性もまったくないとは言えません。

来月(四月)ベルギーではヨーロッパの交通大臣が一堂に会する会議が開かれます。一九五三年、ヨーロッパでは第二次世界大戦後の復興の時期に内陸水運に関して、水路はクラス4(長さ八十メートル、幅九・五メートル、深さが二・三メートル、総重量一三〇〇、一五〇〇トンの船舶に適応したもの)に統一することが決められました。

しかし、数年前にEUから出された勧告では、今後、水路はクラス5(長さ一八五メートル、幅十一・四メートル、深さが三十四・五メートル、総重量四四〇〇トンの船舶に適応しなければならぬ)の義務が発生いたしました。

この会議は、各国大臣が国際組織からの意見を聞くことを目的としています。私もPIANCの立場から今後の内陸水運のあり方をお話しするつもりです。

J S P I A N C への期待

井上 最後に、日本そしてJ S P I A N C (PIANC日本部会)に対して、期待や要望がありましたらお聞かせいただけますでしょうか。

E E D E J S P I A N C の方々には、我々のコミッションや作業部会に今後とも積極的に参加していただきたいと思っています。

そして、いま策定を進めている若いプロフェッショナルメンバーを惹きつ

けるアクションプランの支援をお願いしたいと思っています。特にこういった若いプロフェッショナルな方々が参加できるセミナーや会議などの開催や、その中で若い人たちのための議題やトピックを扱っていただきたいと思います。

日本のセクションにお願いしたいことは、我々の主なレポートを日本語に翻訳していただきたいということです。英語とフランス語が我々の団体の公用語になっていますが、スペインのセクションではすべてのレポートをスペイン語に翻訳しています。また、イタリアやドイツのセクションでも多くのレポートが母国語に翻訳されています。

特に日本の方々に興味を惹くレポートのベシック・エレメントのみで構わないと思いますが、日本語に翻訳していただければ、今後の日本の進路に役に立つのではないのでしょうか。

また、各国で運営している独自のウェブサイトを本部のウェブサイトの下にリンクする形でつくっていただきたいと思います。

井上 インターネットの普及により、日本人たちも世界中のさまざまな情報に直接アクセスできる時代になってきています。今後、日本の若い人たちが外国語に精通できる時代になると思います。そのような人たちがPIANCの会員として参加できるようにすると、日本ももっとPIANCとの交流も盛んになると思います。本日はどうもありがとうございました。

国際海岸工学会議について

横浜国立大学名誉教授 合田 良実

国際海岸工学会議の概要

この国際会議（International Conference on Coastal Engineering）は一九五〇年に始まった、二年ごとに開催される学術発表の場であり、世界各国から海岸工学、港湾水工学に関する論文発表が行われています。

開催地は特定しておらず、誘致を希望する国の中から順に選ばれます。最近では、六百編を超える発表希望の中から選ばれた三百余編の論文が五日間にわたって発表され、討議が行われています。会議への出席者は五百名以上でその他に同伴者も加わります。参加者の居住国では三十力国を超えます。

海岸工学の成立以前

人々が港を築き、海浜を防護してきた歴史は遙か昔にさかのぼり、すべて経験の積み重ねでした。近代に至り、数学、力学などの自然科学が体系化され、

工学にも応用されるようになり、ます。エアリーが波動の理論を発表したのは一八四五年のこと、それ以降、一定周期の波の理論が次々に導かれました。こうした理論が工学に導入されたのは一九二八年で、フランスのサンフルーが重複波の波圧理論を発表し、やがて国際航路会議の場で、防波堤の設計波圧理論として承認されました。

一方、暴風による高波の大きさを見積もることは設計の基本であり、多くの技術者が目視観測の結果を経験式にとりまとめてきました。英国のスチーブンソン（一八七四年）、我が国の広井博士（一九二〇年）、米国のモリター（一九三四年）など、波高を風速や離岸距離の関数として表示し、また波圧公式も提案しました。大規模な防波堤工事に当たっては、現地観測がいろいろ試みられ、アルジェ港のムスタファア堤（混成堤）が一九三四年に倒壊したときには波高九m、波長三〇〇mと報じられました。

く、一九二二年には養浜による人工海浜をニューヨークのコンティアイランドに造成し、その後も各地で養浜工を実施してきました。それだけに海岸浸食に対する危機意識が強く、航路・港湾等の水域工事を所管する陸軍工兵隊の中に海岸侵食局を一九三〇年に設置して、浸食対策の実施・研究を開始していました。

第二次世界大戦による
海岸工学の誕生

新しい技術は戦争によって推進されると言われますが、海岸工学もその一例です。連合軍が世界各地で上陸作戦を敢行する際には、海が荒れていないことが必要条件の一つです。小型の上陸用舟艇は高波でたちまちに転覆し、兵士が溺死してしまいます。そのため、作戦予定日の天候を予報し、波浪状況を予測しなければなりません。このため気象学者の英知が結集され、海洋学者に波浪予報技術の開発が要請されました。これにこたえたのが米国スクリップス海洋研

究所のスベドラップとムンクであり、ここに有義波法あるいは頭文字をとったSMB法（Bは後に修正を加えたブレッドシュナイダーによる）が誕生しました。

また、沖合の波から岸での碎け波を予測するには、海底地形による波の屈折影響を評価しなければなりません。さらにノルマンディー上陸作戦のように、軍需物資揚陸のために臨時の防波堤を設置して静穏域を確保する際には、防波堤の回折効果を見積もっておく必要があります。こうした波の屈折・回折については、物理学者が分かりやすい解析法を準備しました。このほかにも、波浪や海岸・港湾構造物に関する知見が広く収集され、統合されることによって、海岸工学という新しい分野が誕生する素地が築かれました。

最初の海岸工学会議

波浪推算の手法である有義波法は、第二次大戦中は軍事機密とされ、戦後の一九四八年にニューヨーク科学アカデミーが

主催した「海洋波浪会議」の講演会で広く公開されました。また、一九五〇年には米国カリフォルニア大学のオブライエン教授が主導者となって、新しい技術分野に関する講演会をロングビーチ市で開催し、これを「海岸工学会議」と名付けました。この講演会では三十四人の講師が、波の基礎理論、有義波法、沖から岸への波の変形、碎波、漂砂、捨石防波堤その他の構造物、河口処理などの問題について最新の知見を紹介しました。講師たちは、海洋学、気象学、地質・地形学、機械工学、土木工学など、広い分野を代表していました。

このときの若い講師の一人をモリソンといい、杭に働く波力の算定法を発表しました。今でも使われているモリソン公式です。一九四〇年代からカリフォルニア沿岸で始まった海底石油の掘削槽の設計のためのものでもありました。

この講演会は米国内で大きな反響を呼び、翌年から続けて三回の講演会（ヒューストン、マサチューセッツ州ケンブリッ

表—1 国際海岸工学会議

回数	開催年	開催地	回数	開催年	開催地
第 8 回	'62	メキシコシティ(メキシコ)	第20回	'86	台北(台湾)
第 9 回	'64	リスボン(ポルトガル)	第21回	'88	マラガ(スペイン)
第10回	'66	東京(日本)	第22回	'90	デルフト(オランダ)
第11回	'68	ロンドン(英国)	第23回	'92	ベネチア(イタリア)
第12回	'70	ワシントンD.C.(米国)	第24回	'94	神戸(日本)
第13回	'72	バンクーバー(カナダ)	第25回	'96	オーランド(米国)
第14回	'74	コペンハーゲン(デンマーク)	第26回	'98	コペンハーゲン(デンマーク)
第15回	'76	ホノルル(米国)	第27回	'00	シドニー(オーストラリア)
第16回	'78	ハンブルグ(ドイツ)	第28回	'02	カーディフ(ウェールズ)
第17回	'80	シドニー(オーストラリア)	第29回	'04	リスボン(ポルトガル)予定
第18回	'82	ケープタウン(南アフリカ)	第30回	'06	サンディエゴ(米国)予定
第19回	'84	ヒューストン(米国)			

国際会議への発展

ジ、シカゴ)が開催され、海岸工学の名称が定着しました。

米国での海岸工学会議の成功は、ヨーロッパの技術者・研究者を強く刺激しました。前述のサンフルーを始めとして、捨石防波堤に関するスペインのイリバレン、水槽の造波理論を提示したフランスのビーゼルその

他、個別の研究レベルは米国よりも高かったといえます。米国で第四回の海岸工学会議が開かれた翌年の一九五四年、フランスがグルノーブル市に海岸工学会議を誘致して第五回会議が開催されました。当時はテトラポッドを発明したネールビツク社が同市に本社を構えており、これが誘致に成功した理由の一つであったでしょう。

この次の第六回会議は米国に戻って一九五七年末にゲインズ

ビル(フロリダ)で開催されたものの、第七回は一九六〇年にオランダのハーグ市で開催され、それ以降は国際会議となつて海岸工学会議が世界各国を回るようになりました。開催地は表1の通りです。〇四年はリスボンで第二十九回会議が予定されています。国毎の開催地の数は、海岸工学研究の盛況さをほぼ反映しています。

日本へのインパクト

第二次世界大戦に破れて復興に必死の努力を続けていた我が国は、戦後続けて台風災害に襲われました。戦時中に河川・海岸の保全施設を十分に維持補修できなかったことが一因です。一九五三(昭和二十八)年の十三号台風の高潮災害をきっかけとして「海岸法」が一九五六(昭和三十一年)年に公布され、海岸保全施設築造の基準を定めることとなりました。

こうしたとき、米国における海岸工学会議の情報は非常に貴重なものとなりました。京都大学の故石原藤次郎教授の呼びかけで、土木学会関西支部が第一回海岸工学講演会を一九五四年に神戸市で開催しました。そして、土木学会に東京大学本間仁教授を委員長とする海岸工学委員会が設置され、これ以降は海岸工学会が毎年海岸工学講演会を開催することとなりました。また、米国で開催された第一回から第四回の講演会講演集の翻訳に取り組みました。その成果は『海岸工学』、『海岸工学』として丸善から一九五五年に出版され、多くの研究者・技術者が新しい技術分野に触れることが可能となりました。

また、米国の海岸侵食局の技術マニュアル「海岸保全の計画と設計」の原案を故浜田徳一博士が一九五三年に留学から帰国する際に持ち帰り、これを若手技術者・研究者が読み解くことによつて、米国流の海岸工学が日本に定着することとなりました。

国際海岸工学会議の運営

この会議の事務局は海岸工学評議会(Coastal Engineering Research Council)であり、当初は評議会会長を長年務めた故オブライエン教授が奉職するカリフォルニア大学バークレー校にありました。しかし、現在は米国土木学会の一組織である海岸・海洋・港湾・河川センター(Coasts, Oceans, Ports, and Rivers Institute)に所属しています。評議員は十名で、米国人七名、残りはカナダ、オランダ、および日本(筆者)です。

国際海岸工学会議は、この評議会と会議を誘致した国の組織委員会が共同で開催します。このため、海岸工学評議会は開催を希望する国の提案を審議して次期、次々期等の開催地を決定し、開催地の組織委員会にいろいろの助言していきます。発表論文は十名の評議員と次期開催地の代表一名が提出された要旨を

査読して採否を決定します。

国際会議が終了すると、発表者は二カ月以内に完成論文を提出し、評議会事務局長がそれらを編集して印刷所へ回します。論文集(Proceedings)が会議出席者に配送されるのは会議後八〜十カ月後です。

日本の影響力

この会議が開催された一九五〇年は朝鮮戦争が勃発した年であり、日本は戦争特需によつて経済再建によつてその一歩を踏み出したところでした。日本からの最初の論文発表については調査が行き届いていませんが、少なくとも一九六〇年のハーグの第六回会議には伊勢湾台風の災害について発表しています。その後、日本からの発表は次第に増加して、最近では発表論文全体の約五分の一を占め、出席者数では米国と一、二を争うまでになっています。また、会場での司会者にも日本から多数が登用されるなど、日本での海岸工学の活発な研究状況を反映しています。若手の研究者たちは、発表会場あるいはコーヒープレーク場で海外の研究者と元氣良く英語で会話を交わしており、二、三十年前とは様変わりしているのは心強い限りです。

「関門航路の浚渫工事」

関門航路の浚渫土減容化への取り組み

国土交通省九州地方整備局関門航路事務所 所長 村山伊知郎

永続する浚渫工事の課題は土砂処分



図-1 関門航路全景図

りする船、西日本と韓国とを結ぶコンテナ船など、一日に約七〇〇隻の船が通航しています。また、漁業活動も盛んに行われており、多くの船でいつも混雑しています。

そのうえ、航路幅が狭いところで五〇〇mしかなく、S字型に屈曲し、潮流も早い時は十ノット以上あることから、わが国有数の海上交通の難所となっています。

はじめに
関門航路はわが国と東アジアを結ぶ国際的な海上交通の要衝です。北九州港や下関港に出入

こうしたことから、関門航路の整備は、一九〇七年（明治四十年）の内務省による調査着手からはじまり、まもなく整備開始一〇〇年を迎えようとしてい

ます。その間、嘗々として航路の増深や拡幅のための浚渫工事が行われてきました。

関門航路の浚渫の状況

関門航路は平成十二年度までにおおむね水深十二mが確保されており、現在は一部区域を残して平成十七年度末までに水深十三mが確保できるよう整備を進めています。また、平成十二～十三年度には北九州港西海岸地区（門司港）前面の拡幅も行いました。

一方、関門航路では増深や拡幅のほか、航路の埋没対策としての浚渫も必要です。関門航路の中部、西部では、潮流により響灘から航路内に砂が運ばれ、サンドウエーブが形成されて埋没が生じます。多いところでは三～五年毎に浚渫を繰り返す必要があります。また、関門航路東部の南東水道では毎年約六十万mの粘性土が周辺の海域から航路内に流入して堆積します。これにより航路が平均的に年間約七cmずつ浅くなります。この

ような埋没土砂を浚渫しないと船舶航行ができなくなるため、関門航路では将来にわたり浚渫工事を継続していく必要があります。

浚渫土の減容化の必要性

そこで問題になるのが浚渫土をどう処理するかということです。航路中部、西部の浚渫土は良質な砂分が中心であることから北九州港響灘地区の埋立に使われており、下関港の沖合人工島建設に使用することも予定されています。一方、航路東部の浚渫土は軟弱なシルト分が中心であるためそのまま埋立に流用することが難しく、周防灘に土

砂処分場を設けてそこに土砂投入してきました。この処分場は、現在、土砂投入済みの区域を地盤改良し新北九州空港を整備する工事が進められており、地域振興のため有効に活用されようとしています。

しかし、周防灘の土砂処分場

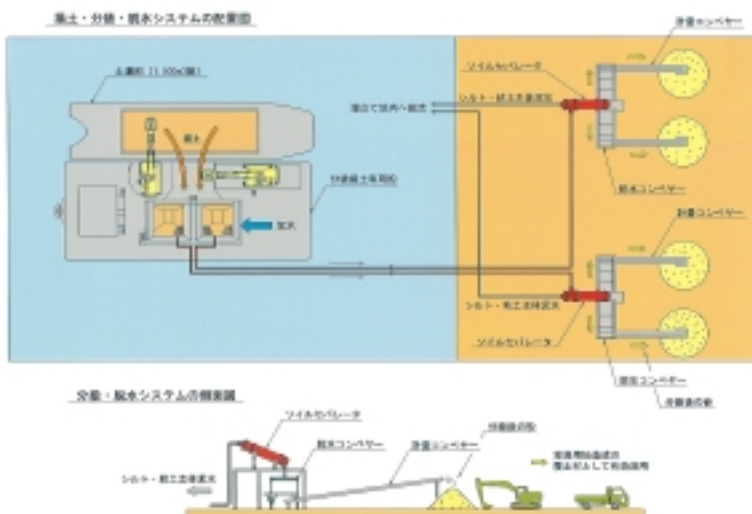


図-2 分級のシステム図

も土砂投入可能な残りの容量がおおむね十年分程度しかありません。このため、いずれ新しい処分場が必要になるにしても、浚渫土の減容化に可能な限り努め、現処分場の延命、新処分場の規模の抑制を

浚渫土砂減容化の試みとして 世界初の「分級」実施

「分級」の概要

十四年度、当事務所では関門航路中央水道地区の浚渫工事を実施しました。本区域の浚渫土砂はシルト混じり砂で砂分含有量約七十五%と比較的多量に砂を含んでいました。一方、新北九州空港建設工事では浚渫土で造成した地盤上への覆土工事の最中であり、大量の良質土を必要としていました。浚渫土から砂を取り出して新空港工事に活用できれば、覆土を購入運搬せ

最大限図ることが必要です。そこで、今回、大容量の遠心分離装置を用いて大量の浚渫土を効率よく砂とシルトに分ける「分級」を世界ではじめて実施しました。

ずに空港工事を進めることができ、処分場に捨てる土砂も減らせます。

土砂を砂とシルトに分ける分級はこれまで小規模には行われていましたが、港湾や航路の浚渫土のように大量に発生する土砂に対応できる大容量、高能率なものはありませんでした。今回採用した「ソイルセパレータ」法は、一時間あたり最大約三〇〇 m^3 と従来工法の十倍以上の泥水処理能力をもつ遠心分離装置を用いて大量の土砂を砂とシルトに効率よく分ける工法であり、実際の工事に使用するのは世界ではじめてでした。

今回の工事では、十一月初め

回収率九十% 回収砂分二十万 m^3 を所定の工期内に処理できました。コスト的にも覆土に山土を購入するのと同様であり、処分場に捨てる土量が減った分がそのままメリットとなります。

今回の工事での具体的な分級の手順は次のとおりです。

グラフ浚渫した浚渫土を土運船で土砂処分場まで運搬
浚渫土をバックホウで分級専用揚土船に取り込み（揚土量平均六〇〇 m^3 /時）
分級専用揚土船で浚渫土に加水し（含泥率十五%程度）、陸上に設置した二基のソイルセパレータに圧送（圧送量平均三〇〇 m^3 /時×二基）
ソイルセパレータで泥水から砂分を抽出（抽出量平均二四〇 m^3 /時×二基）
砂分は振動装置付き脱水コンベアで脱水し（含水比約二十五%）、計量、集積後、覆土工事に出荷
砂分抽出後の泥水は土砂処分場内の汚濁防止措置を施した区域に放流

おわりに

今回、大容量かつ高能率な分級工法を世界ではじめて採用し、当初計画とおりの成果をあげることができました。最近では、中部国際空港の用地造成工事に大規模に採用された管中混合固化処理工法のように浚渫土のリサイクル技術がいろいろ開発されてきています。管中混合固化処理工法は軟弱な浚渫土を

用いて急速に用地造成するのに適した工法ですが、浚渫土の減容化にはなりません。今回の分級工法は、砂分の多い浚渫土を対象として、砂を有効に活用できるとともに浚渫土の減容化により土砂処分場の延命ができるという一石二鳥の効果をもたらす。これにより浚渫土のリサイクル技術の幅がさらに広がりました。

今後、本工法により、各地で浚渫土のリサイクルの一層の推進、土砂処分場の延命が可能になると期待しています。また、船舶の大型化により航路や泊地を浚渫する必要がありながら土砂処分場の容量のために浚渫ができないケースも多いと思いますが、そのような場合にも工事実施の道を開く可能性があると思います。

一方、砂分を取り除いた後の泥水、あるいはもともと砂分の少ない浚渫土の減容化は今後の課題です。最近では機械脱水など軟弱土の減容化技術も開発されていますが、大量の土砂を効率的に処理するには能力面、コスト面でさらに技術開発が必要だと思っています。この技術開発を進めるため、当事務所では（財）沿岸開発技術研究センターに協力をお願いし、十五年度に土砂処分場において現地試験をすることを計画しています。

ソイルセパレータの分級原理

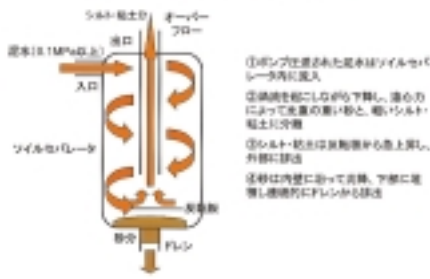


図-3 ソイルセパレータの概要図



写真-1 分級工事の写真

から約三カ月半のあいだに約三十万 m^3 の浚渫土から約二十万 m^3 の砂を取り出し、新空港の覆土に有効活用することに成功しました。当初は機械トラブルが発生して浚渫工事を止めてしまうことを懸念しましたが、そのようなトラブルもなく、当初想定した量（浚渫土三十万 m^3 ×砂分含有率七十五%×

「干潟・藻場造成」

浚渫土を用いた干潟・藻場造成

中国地方整備局 前広島港湾空港工事事務所長（現港湾局 環境・技術課 技術企画官） 春日井 康夫

干潟・藻場の再生を実現

1. はじめに

自然再生推進法が本年一月に施行され、生物の多様性の確保を通じて自然と共生する社会の実現が求められています。



写真-1 海老地区（約16ha）



写真-2 百島地区（約36ha）

その結果、特に平成十二年度から十四年度に行なった調査から、造成した干潟においても自然干潟に近い多様性のある生物相の発現と多くの貴重種の生息が確認されました。さらに8haにも及ぶアマモ場の再生が確認され、藻場としても価値のあることが実証されました。

一方、周辺の漁業組合からは、漁業従事者の高齢化にあわせ、高齢者でも対応可能な干潟

中国地方整備局広島港湾・空港整備事務所では、これらの動きに先駆けて、昭和五十九年から平成八年にかけて広島県の尾道系崎港周辺の三方所で合計約六十haの干潟を造成し、自然環境の再生を図りました。ただし、「ここに言う「再生」とは、環境

を人為的に「改変」「創造」「修復」「再生」し、自然干潟に近い機能や価値を持つ造成干潟を創り出す努力を表す言葉として広義に用います。

2. 干潟・藻場造成の背景

今回、これらの調査結果から造成した干潟・藻場について、自然再生が良好に進んでいる事例として報告するものです。

尾道系崎港（松永港区）は、広島県東部に位置し、本郷川等の諸河川から流出した土砂が堆積し、付近の陸岸や島嶼によって囲まれた遠浅の湾です。ここはまた、現在では原木輸入量日本第三位の木材港であり、船舶の大型化に対応した

を利用したアサリ漁に強い関心を有しており、国に対して干潟造成に対する要望がなされていたところでもありました。

こうした状況を受け、浚渫土を干潟・藻場造成で有効活用する事により、二つの要請を同時に満たすとともに、自然環境や生態系のより良い状況を実現する方法として干潟・藻場造成が行われたのです。

3. 干潟・藻場の造成方法



図-1 干潟位置図



図 - 2 干潟平面図及び断面図



写真 - 3 アマモ (百島地区)

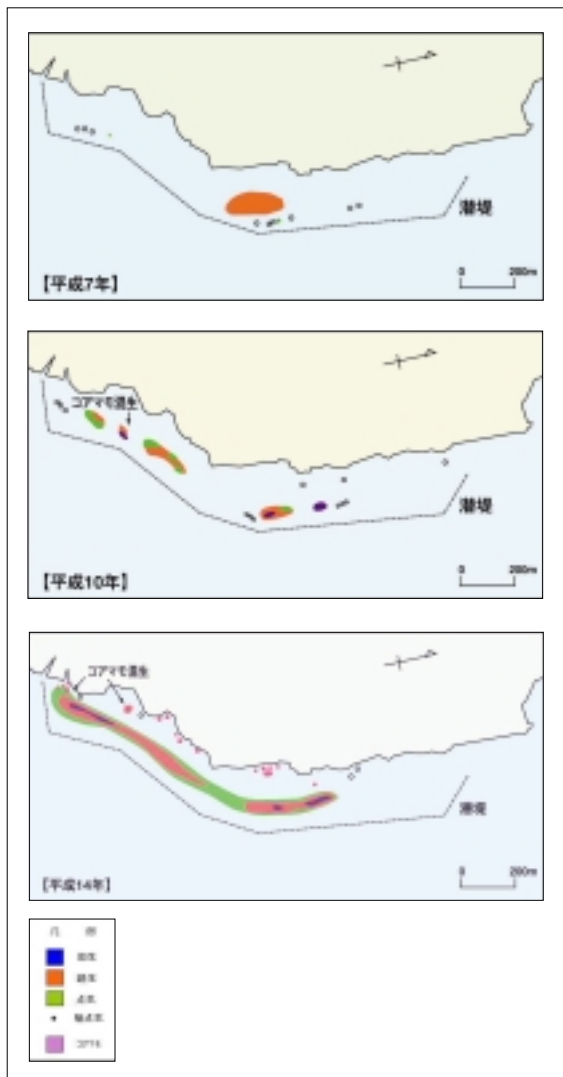


図 - 3 アマモ分布の変化

干潟・藻場を造成した場所は、図-1に示すように尾道系崎港の沖合の百島と南にある田島及び横島（内海町）に囲まれた一年確率波が三十 cm 程度の静穏な海域で、河川からの砂の供給はなく、一般的に海岸沿いは急深の砂浜を呈し、沖合は底質がシルト質で水産的に未利用な海域でした。

ここに、図-2に示すように沖合二〇〇 m に雑石により潜堤を築造し、尾道系崎港の航路泊地の浚渫で発生した土砂を投入した後に、五十 cm の厚さで覆砂を行って干潟を造成しました。

また、干潟造成前のこの海域には、海岸沿いの一部にアマモの植生（海老、百島両地区合計二・六 ha）があったため、干潟の造成一〜三年後にアマモ場の再生を目指してアマモを移植しました。

自然のセルフデザインを活用

4. モニタリング調査

(一) 調査種類

海老地区、百島地区とも、干潟の造成中から現在まで水質調査、底質調査等の環境モニタリングをはじめとして、底生生物調査、幼稚仔調査、アマモ分布調査等各種生物調査を実施しています。

(二) 生物生息等の状況

底生生物の生息場としての機能を評価するため、造成した干潟の二地区（海老地区、百島地区）と自然干潟（百島福田港地区）において、干潟全域を底質や地形等の違いによっていくつかのエリアに区分し、生息環境毎に目視観測及び定量採取を行い、底生生物の生息状況の比較調査を実施しました。

その結果、マクロベントス、メガロベントス、貴重種等の生物生息等の状況から、

造成した干潟は自然干潟と変わらないか、それにはほぼ準じた生物の多様性のある干潟であることが確認できました。

(三) アマモ分布

アマモの移植後、その分布について定期的に観察しました。当初は造成後の圧密沈下や波浪による浸食等の生育条件の悪化で、移植したアマモはほとんど定着しませんでした。図-3に示すように、地形変化が終息し底質や勾配が安定化したと考えられるここ数年は急速にその植生が広がりました。

その結果、平成十四年度時点では海老地区と百島地区をあわせて八 ha を超える大群落となり、大規模なアマモ場の回復の実現は難しいという従来からの

評価を覆す結果を得ました。

別途実施の幼稚魚調査においては、碎波帯周辺において、海老、百島の両地区とも、平成三年から平成十年で七種類から二十種類と種類数が約三倍に増えており、このような藻場が魚介類の産卵場、幼稚魚の餌場、隠れ場として重要な役割を果たしていると考えられます。

5. おわりに

尾道系崎港の浚渫土砂を用いて造成したこれらの干潟・藻場では、マクロベントス、メガロベントス、貴重種、アマモ等の生物生息等の状況から、自然干潟と変わらないか、それにほぼ準じた生物の多様性のある干潟・藻場を再生することができました。

全国各地で干潟・藻場を造成する試みがなされていますが、造成した干潟・藻場が自然環境の修復に役立っていることについて環境モニタリングを通じて実証している例はまだ少ない状況です。

尾道系崎港の干潟・藻場は、自然条件から予想される安定地形を目標として造成した後、自然の作用に任せた「自然のセルフデザイン」を活用した造成干潟でありながら、これほど大規模で、多くの貴重種が生息し、豊かな藻場が再生した自然度の高い干潟・藻場再生に成功したことは価値のあることと考えています。

本事業は平成十四年度土木学会環境賞の受賞が決定しており、今後とも、中国地方整備局広島港湾・空港整備事務所では、今までの知見を生かすことにより、浚渫土を利用した干潟・藻場の造成技術の向上に努めていく所存です。

政策を実施に移す機関であり、河口部などを含む水際線を担当しています。ここでは、水際線と生物の生息域を関連付け、河口域などに生物の生息域を確保するために、人間の経済活動域を後退させるための活動を行っています。さらに人間の経済活動域を水際線から遠ざけ、堤防を築くことによって、人間の生活域をも保護することを目的としています。具体的には、まず図12に示すような洪水シミュレーションにより危険と判定される地域のうち、生物の生息に必要である面積の倍に近い地域を抽出します（表1および図13）。そして、図14に示すようなパンフレットを用いて住民に立ち退き協力を依頼するといった方式により、必要な空間を確保するために交渉を実施しているところであり、ここ一、二年で概ね結果が出る見通しとなっています。

オランダの調査結果

オランダは、ご存じの通り国土の五十%以上は平均海面下より低い地盤高になっており（図5）、海岸線を含めた沿岸域の管理を行っています。今回、公共事業省および関連機関から海岸線および河川の防災についてヒアリングを実施しました。河川防災については、図6の

ようにディク（ダイク）と呼ばれる堤防で囲まれた地域（日本の輪中と同様のもの）を単位とし、図7のような洪水シミュレーションによりリアルタイムで洪水の拡大状況を公表できる体制を構築中とのことでした。また海岸線について、オランダには巨大な砂丘が連続しています

が、内陸部がゼロメートル地帯（写真1）であることを考慮すると、砂丘とその内陸側に位置する堤で防御が必要があるとのことでした。ただし港湾建設等に伴い、ライン川などからの流出により、南から北に向かう沿岸流によって運ばれる漂砂の流れが断ち切れ、将来的には砂丘がやせ衰える危険性のある地域があるため、そこは重点的な保護地区として人間の立ち入りを制限しています。特に、砂丘は飲料水確保に重要な地域との認識でした。養浜については、碎波域に土砂を投入し、波の力により自然の安定した海浜地形が形成される手法等を用いており、年間五〇〇万ユーロを投じている

参考までに、調査前に調べた他の国の状況を述べます。
ニージーランドでは、海岸線とは管理する対象ではなく、従ってそれを管理する機関も無いようです。スペインでは、従来、養浜を中心としてリゾート地の美しい砂浜を維持してきたようですが、侵食で危険にさら

とのことでした。図8に一九九〇年から二〇〇〇年までのオランダの海岸線における累積土砂投入量を示します。

他国の状況

このように、イギリス、オランダの両国においては、理由は様々であります。人間の経済活動域を水際線から後退させることにより、自然の地形を用いて、自然の力を減衰させる緩衝領域を創出し、海岸防災に役立っているといった手法を用いる点を共通事項としてヒアリングすることができました。

おわりに

このように、イギリス、オランダの両国においては、理由は様々であります。人間の経済活動域を水際線から後退させることにより、自然の地形を用いて、自然の力を減衰させる緩衝領域を創出し、海岸防災に役立っているといった手法を用いる点を共通事項としてヒアリングすることができました。

日本においては、これらの両国と異なり、人間の経済活動域が極度に海岸域に集中しており、容易に後退の政策をとることのできる環境にはありません。また、今回ヒアリングを実施した機関は対象が港湾域ではないため、港湾防災に直接適用することができるとは言えないまでも、日本においても、環境保全・創成型の開発が求められるようになってきており、自然地形を用いた防災は重要な選択肢の一つといえると考えられます。具体的な構造物としては、人工海浜のほか人工リーフ、幅広灌漑の利用等です。

■取材・文・写真／
（財）沿岸開発技術研究センター

調査部 研究員 白石秀幸
企画部 研究員 元木卓也
調査部 研究員 小竹康夫
調査部 主任研究員 志村浩美



図 - 5 オランダの地盤高



図 - 6 dikeの区切り

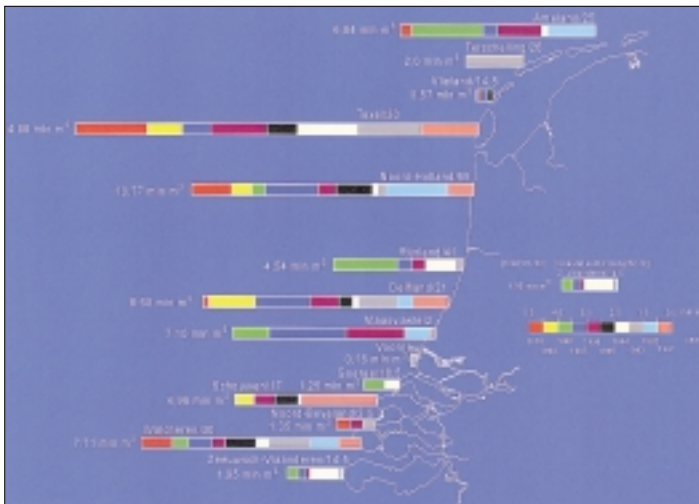


図 - 8 オランダの累積土砂投入量



写真 - 1 危険地域の住宅

◆ 港湾における風力発電の導入促進に関する検討会開催

【H15・3・4】国土交通省港湾局では「港湾における風力発電の導入促進に関する検討会」を、地方整備局・港湾管理者、有識者、民間事業者など合計一三五名の出席のもと、砂防会館（東京・千代田区）において開催しました。

政府は、エネルギーの安定供給の確保、地球環境問題への対応に資することから、新エネルギーの導入促進を図っているところです。その中で、自然エネルギーの一つである風力発電は、立地条件によっては一定の事業採算性があり、近年導入量が増加しています。特に風の強さや安定性においては内陸部よりも沿岸や洋上の方が有利であることから、立地に適している港湾空間において、発電事業者等からの立地要請が高まっているところです。

港湾局では、これらの動向や要請に積極的に対応するため、港湾空間への風力発電関連施設の立地等を促進することとしており、その一環として、課題等の認識や意見交換等を行うため、関係者による同検討会を開催しました。

出席者の意見や要望などを具体的に伺うため、アンケート等を行って現状を把握し、今後検討会を引き続き開催する予定です。

◆ 伊万里港臨港道路暫定供用開始

【H15・3・9】国土交通省九州地方整備局では、伊万里港臨港道路の暫定供用（全長二九二〇m、全副九・七五m、車道三・〇m×二車線、自転車・歩道二・五m×一車線）を開始しました。

伊万里港の港湾機能は、V字形の伊万里湾によって、東西両岸に分散されていました。そのため、これまで対岸方面への港湾貨物の輸送には交通混雑の多い伊万里市街を迂回する必要がありました。しかし、これでは貨物流動が非効率であるだけではなく、通行車両による事故の危険性及び騒音・排気ガスなどの環境上の問題がありました。

今回、伊万里港臨港道路（久原・瀬戸線が開通することによって、東西ふ頭間の移動距離が約十き、時間にして三十分短縮されます。これにより交通・環境問題の解決、港湾のさらなる機能向上、また、すでに機能している二つの工業団地（伊万里七ツ島）への新たな企業誘致の促進など、経済波及効果も期待されます。本事業は、昭和六十二年に港湾計画に位置付けられ、平成二年度から工事着工、最終的には車道四車線、自転車・歩道二車線の計画となっています。現在、接続する国道二〇四号が二車線であることから、当面は暫定供用となります。

今後、国道の四車線化が実施され、東西両岸の交通量が増加するようであれば、状況を見ながら四車線化の

対応を進めていく予定です。

◆ 第三回水フォーラム開催

【H15・3・16】第三回水フォーラムが、京都、滋賀、大阪の琵琶湖・淀川流域において八日間に行われ、開催されました。フォーラムには、一八二の国・地域から二四〇〇人以上が参加し、一〇〇以上のコミットメントがなされました。

フォーラムでは、適切な水供給や健康と衛生の改善といった人間が生活するのに必要な水と、食料生産、交通、エネルギー、環境に必要とされる水のバランスをいかにとっていくかについて、三十八のテーマ、五つの地域に関わる三五一の分科会で議論が展開されました。

国土交通省港湾局では、同フォーラムにおいて、同省河川局、オランダ国土交通水管理省、PIANCとの共催により「水と交通」のテーマで、十一の分科会を開催しました。

内陸水運（内航海運含む）は、大量輸送や、迅速性が求められない輸送に適した交通形態であり、他の輸送機関よりエネルギー効率に優れ、環境負荷が小さく、交通渋滞緩和に寄与することから、改めてその役割が見直されてきています。また大地震等の災害時における緊急輸送の機能も期待されています。

世界各国において内陸水運は物流の一端を担い、観光や地域づくりに活用されています。発展途上国では内陸水運を活用し、遠隔地への交通

アクセスが改善されることによって貧困軽減・経済発展効果が期待されています。

日本においては、国民のレジャーニーズの多様化により、観光・レクリエーションでの内陸水運の利用が活発化しています。また、NPOや市民団体が主体となり、地域活性化の手段として内陸水運の復活が各地で行われています。

このような背景をもち、「水と交通」テーマでは、内陸水運の実状と課題を踏まえ、今後の可能性について環境、物流、観光、地域活性化、技術、官民役割分担等多方面から議論することを目的に開催されました。（第三回水フォーラムHPアドレス <http://www.world.water-forum3.com/jp/>）

◆ 衣浦トンネル四車線開通

【H15・3・19】愛知県と愛知県道路公社では、衣浦トンネルの四車線化を行い、供用を開始しました。

衣浦港のほぼ中央に位置する衣浦トンネルは、日本初の本格的な沈埋海底道路トンネルとして、昭和四十八年に二車線の海底トンネルとして供用を開始しました。以来、西三河と知多地域を結ぶ幹線道路として、両地域の発展に大きく貢献してきました。

しかし、近年の港湾取扱貨物量の増大と背後道路の整備の進展にともない、著しく交通量が増大し、朝夕のラッシュ時には激しい渋滞が発生していました。

ISO / TC98 / SC3 / WG10
ISO / WD23469「地盤基礎構造物への地震作用」の策定へ
京都大学教授 防災研究所 井合 進

経緯

構造物の耐震設計における地震荷重の国際標準には、ISO3010「構造部への地震作用」(Bases for design of structures - Seismic actions on structures)があります。このISO3010は、ISO / TC98「構造物の設計の基本」(1960年設立、議長：ポーランド)に所属するTC98 / WG 1が担当して1988年に策定したもので、1995年から改訂作業に着手、2001年12月にISO中央事務局よりISO3010 (Second edition)として正式発行にこぎ着けました。

このISO3010では土木関係施設への全面的な適用を見合わせており、この実現を目的として、土木学会を代表する形で地震工学委員会の中に国際小委員会(委員長：井合 進)が2000年5月(正式には12月)設置されました。

ISO / TC98 / SC3 / WG10発足へ

地震工学委員会国際小委員会は、基礎(杭、ケーソン、連壁など)、地中構造物(トンネル、ボックスカルバート、パイプラインなど)、抗土圧構造物(擁壁など)、土構造物(盛土斜面など)などを念頭に、地盤からの地震作用を中心とした新規課題の提案書の作成に着手し、2001年5月にWashington DCで開催されたTC98関連諸会議で提案、この提案は原則了承され、国際投票、ISO中央事務局(スイス国)正式登録を経て、2002年2月8日には、新たなワーキンググループがISO / TC98 / SC3 / WG10(主査：井合 進)として正式に立上り、新規ISO23469の策定を開始しました。その後、WG10国内委員会における検討をふまえて、以下のようなISO / WG活動を行ってきました。

2002年 6月25日：
ISO / TC98 / SC3 / WG10 Preliminary meeting
(米国アンカレッジ)

2002年 9月 8日：
ISO / TC98 / SC3 / WG10
第1回委員会(英国ロンドン)
2002年12月 9～10日：
ISO / TC98 / SC3 / WG10
第2回委員会(ベルギー国ブリュッセル)
2002年12月12～13日：
ISO / TC98およびISO / TC98 / SC3
委員会への報告(同上)

これらの作業を経て、2003年1月には、ISO中央事務局および親委員会であるISO / TC98、ISO / TC98 / SC3事務局への届出を受けて、ISO / WD23469第1稿が正式登録され、WG10の活動は、新たな活動段階(ステージ20.20)に入りました。

国際WGメンバー

国際WGメンバーは、ISO各国審議団体より正式登録されたメンバーに加え、国際地盤工学会(ISSMGE / TC4)およびユーロコード策定委員会(CEN / TC250 / SC8)との連携(liaison)をはかり、11カ国、14名のメンバーからなる構成としています。

今後の予定

2003年6月にISO / TC98 / SC3 / WG10第3回委員会をミラノにて開催、CD(Committee draft)第1稿としてのとりまとめを行います。これに向け、以下の作業を予定しています。

2003年3月：
Annex A～Mの執筆原稿集約
2003年5月：
Steedman(英国)、Finn(カナダ)による英文校正を経て、2nd draft ISO / WD23469の完成
2003年6月：
ISO / WD23469最終稿をもって、1st draft ISO / CD23469としてISO / TC98 / SC3事務局へ提出
<http://www.jsce.or.jp/opcet/tc98sc3wg10> (国際版)
<http://www.jsce.or.jp/opcet/tc98sc3wg10/j> (国内版)

ISO REPORT

◆ 広島国際コンテナターミナル 供用開始

このため、平成三年度の衣浦港湾計画の改定により、円滑な交通量を確保しようと、既存の二車線から四車線化することが計画され、平成六年度から港湾改修補助事業と有料道路事業の合併事業として実施されていきました。このうちトンネル部分については、愛知県からの受託により中部地方整備局が実施しました。

【H15・3・19】国土交通省中国地方整備局広島港湾空港工事事務所と広島県では、広島港出島地区において整備を進めてきた広島港国際コンテナターミナルの岸壁一バース(水深十四m、延長三〇m)の供用を開始しました。

広島港出島地区では、平成八年度から、アジアを中心とする国際貿易の拡大により、増大するコンテナ貨物に対応するため、また中核国際港湾としての機能強化を図るため整備が進められてきました。

いままでは、広島県内を発着するコンテナ貨物のうち、広島県内港を利用している貨物は約二十六%であり、約七十四%は大阪港や神戸港など県外他港へ陸上輸送を行っている状況にありました。

今回の供用によって、このような非効率な輸送を解消し、環境負荷の低減や輸送コストの縮減を図ることで、競争力のある地域経済社会の再構築の実現を目指します。

ONE POINT LECTURE

鉄鋼スラグの性質と港湾工事への利用

～鉄鋼スラグ Q&A～

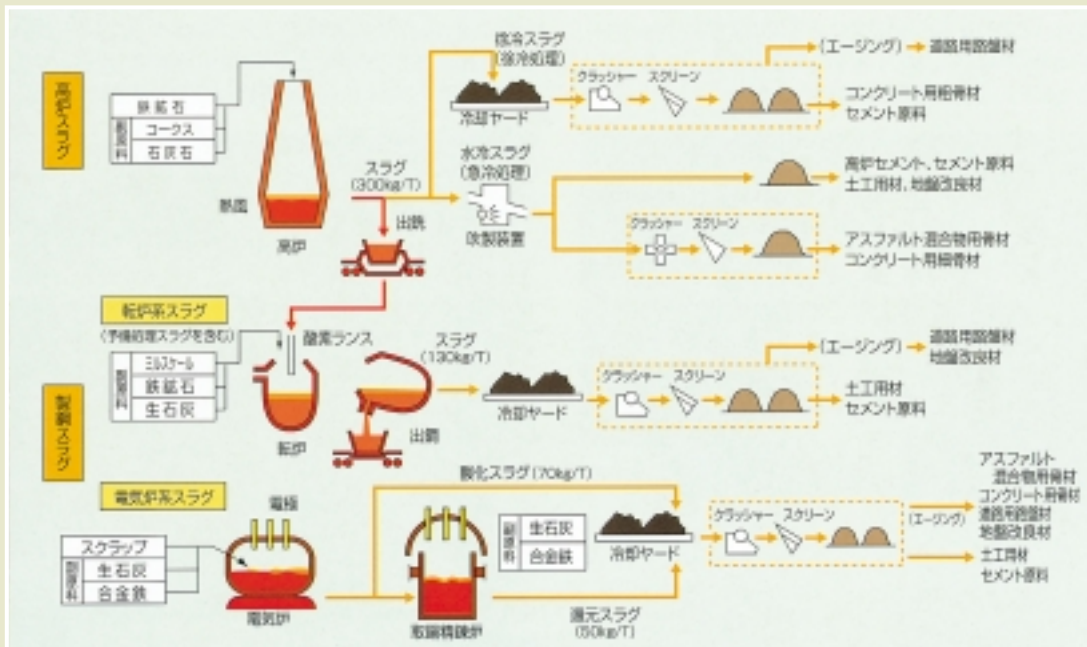


図-1 鉄鋼スラグの製造工程



写真-3 製鋼スラグ



写真-2 高炉水砕スラグ



写真-1 高炉徐冷スラグ

鉄鋼スラグにはどのような種類のものがありますか？

A 鉄鋼スラグは、鉄鋼の製造工程において副産物として生成されるもので、大きく分けると高炉スラグと製鋼スラグがあります。製造工程を図-1に示します。

鉄鋼スラグは一年間でどのくらい生成されていますか？

A 平成十三年度実績で、約三七〇〇万トンです。そのうち、高炉スラグが約一三〇〇万トン、製鋼スラグが約一四〇〇万トンです。

高炉スラグとはどのようなものですか？

A 高炉スラグは、鉄鉄を製造する高炉で溶融された鉄鉱石の鉄以外の成分が、副原料の石灰石やコークス中の灰分と一緒に分離回

収されるものをいいます。天然の岩石に類似した成分を有し、鉄鉄一トン当たり約三〇〇kg生成します。高炉から取り出されたばかりのスラグは約一五〇〇の溶融状態ですが、冷却の方法によって、徐冷スラグ（写真-1）と水砕スラグ（写真-2）になります。

徐冷スラグは、溶融状態のスラグを冷却ヤードに流し込み、自然放冷と適度の散水をして冷却すると生成され、結晶質の岩石状になります。水砕スラグは、溶融状態のスラグに加圧水を噴射するなどして急速に冷却すると生成され、ガラス質（非晶質）の粒状になります。

製鋼スラグとはどのようなものですか？

A 高炉で製造された溶鉄やスクラップから、靱性、加工性のある鋼にするのが製鋼工程であり、製鋼炉には転炉、電気炉があります。この製鋼工程で生成するのが写真-3に示す製鋼スラグ（転炉系スラグ・電気炉系スラグ）であり、粗鋼一トン当たり転炉系スラグで約一三〇kg、電気炉系スラグで約一二〇kg生成します。製鋼スラグは高炉徐冷スラグとほぼ同じ方法で加工されます。

鉄鋼スラグの性質にはどのようなものがありますか？

A 鉄鋼スラグは、石灰（CaO）とシリカ（SiO₂）を主成分としています。また、天然岩石などと同様の成

表 - 1 鉄鋼スラグの代表的な化学組成例 (単位: %)

	高炉スラグ	製鋼スラグ			安山岩 (参考)
		転炉系スラグ	電気炉系スラグ		
			酸化スラグ	還元スラグ	
CaO	41.7	45.8	22.8	55.1	5.8
SiO ₂	33.8	11.0	12.1	18.8	59.6
T-Fe	0.4	17.4	29.5	0.3	3.1
MgO	7.4	6.5	4.8	7.3	2.8
Al ₂ O ₃	13.4	1.9	6.8	16.5	17.3
S	0.8	0.06	0.2	0.4	-
P ₂ O ₅	<0.1	1.7	0.3	0.1	-
MnO	0.3	5.3	7.9	1.0	0.2

表 - 2 平成13年度特定調達品目指定製品

品目分類	品目名	判断の基準*等
混合セメント	高炉セメント	高炉セメントであって、原料に30%を超える分量の高炉スラグを利用していること。

表 - 3 平成14年度特定調達品目指定製品

品目分類	品目名	判断の基準*等
コンクリート用スラグ骨材	高炉スラグ骨材	天然砂(海砂、山砂)、天然砂利、砕砂又は砕石の一部若しくは全部を代替して使用できる高炉スラグを使用した骨材であること。
アスファルト混合物	鉄鋼スラグ混入アスファルト混合物	加熱アスファルト混合物の骨材として、道路用鉄鋼スラグを使用していること。
路盤材	鉄鋼スラグ混入路盤材	路盤材として、道路用鉄鋼スラグを使用していること。

表 - 4 平成15年度特定調達品目指定製品

品目分類	品目名	判断の基準*等
盛土材等	土工用水砕スラグ	天然砂(海砂、山砂)、天然砂利、砕砂または砕石の一部若しくは全部を代替して使用できる高炉水砕スラグを使用した土工用材料であること。

* 判断の基準：本基準を満たすものが「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」第6条第2項第2号に規定する特定調達品目として、毎年度の調達目標の設定の対象となる

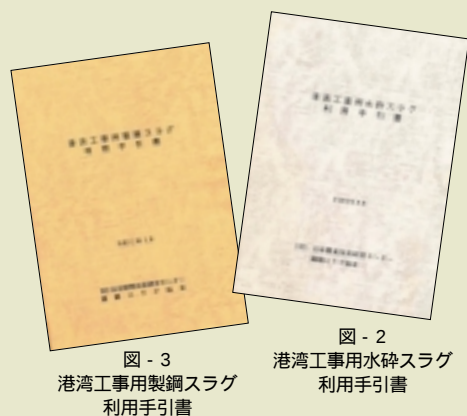


図 - 2 香港工用水砕スラグ利用手引書



図 - 3 香港工用製鋼スラグ利用手引書

■ 文／(財)沿岸開発技術研究センター
企画部 研究員 元木卓也

参考ホームページ：鉄鋼スラグ協会
<http://homepage2.nifty.com/SLG/>

分を有しており、その他の成分パ
ンスや溶融雰囲気の違い等で、それ
ぞれ特有の性質を示します。代表的
な化学組成例を表1に示します。
高炉スラグにはアルミナ(Al₂O₃)、
マグネシア(MgO)と少量のイオウ
(S)が含まれます。これらの成分は
高炉スラグの用途であるセメントや
路盤材等に使用する際に、特徴的な
挙動を示す要因となっています。
製鋼スラグには鉄やマンガ(Mn)
などの金属元素が酸化物(酸化鉄
等)の形でスラグ中に取り込まれま
す。また、吹錬時間が短く石灰含有
量が高いため、副原料の石灰の一部
が未消化のまま遊離石灰(Free CaO)
として残るものがあります。これら
は、製鋼スラグの比重が大きいこと
や、水と接触した際に膨張する性質
を示す等の要因となっています。

なぜ鉄鋼スラグを利用す
る必要があるのですか？

地球環境へ配慮
する意識の高まり
から、循環型社会
の構築が必要とされています。鉄
鋼スラグを利用することによって
天然資源の節約ができるため、環
境への負荷が少ないリサイクル材
として評価されています。

グリーン購入法(国等による環
境物品等の調達の推進等に関する
法律)では、平成十三年(表1)、平
成十四年(表2)、平成十五年(表3)に鉄鋼ス
ラグに関する製品が特定調達品目の
指定を受けています。

鉄鋼スラグの一般の用途
としてどのようなものがある
のでしょうか？

前述したように、ス
ラグの発生過程により
その性質が異なるた
め、それぞれ用途についても異な
ります。

高炉徐冷スラグは、所定の粒度
に加工して、道路用・コンクリ
ート用粗骨材などに利用されます。
高炉水砕スラグは、セメント用、
土工用などに利用されるほか、加
工することでコンクリート用細骨
材としても使用されます。

製鋼スラグの用途は、アスファ
ルト・コンクリート用骨材のほか、
路盤材、土工用材・地盤改良(サ
ンドコンパクション)用材、セメ

ントクリンカー原料、肥料用およ
び土壌改良材などです。

港湾工用材料としてのマ
ニユアル等がありますか？

(財)沿岸開発技術研
究センターでは、高炉
水砕スラグおよび製鋼
スラグについて鉄鋼スラグ協会と
の共同により研究成果を、「港湾工
事用水砕スラグ利用手引書」(図
2)、「港湾工用製鋼スラグ利用
手引書」(図3)としてとりまと
めています。また、製鋼スラグと高
炉スラグ微粉末を主要材料とした
「鉄鋼スラグ水和固化体」について
の技術マニユアルを近々発刊予定で
す。今後もスラグの利用技術につ
いて研究を深め、その成果について
とりまとめて行く予定です。

沿岸虫眼鏡

港湾・空港等整備における
リサイクルガイドライン

現在、我が国において大量生
産、大量消費、大量廃棄型の社
会から循環型社会へと、社会経
済構造を抜本的に変革すること
が必要となっています。

このため、関係法の制定や改
正がなされるなど、循環型社会
の構築に向けた制度的な枠組み
が強化されました。

このリサイクルガイドライン
は、国土交通省においても、こ
のような状況を踏まえ、国及び
地方公共団体等の港湾・空港整
備事業及び海岸事業においても
リサイクルをより一層体系的か
つ着実に推進するために、取組
方針を取りまとめたものです。

グリーン購入法

グリーン購入法は、国や地方
公共団体による環境負荷の少な
い製品の調達の推進、情報の提
供その他の環境物品等への需要
の転換を促進するために必要な
事項を定めているもので、環境
への負荷の少ない持続的発展が
可能な社会の構築を図ることを
目的としています。

国の機関や地方公共団体など
は「調達方針」を作成・公表す
る努力義務を義務づけられてい
ます。

■ 文／(財)沿岸開発技術研究センター
調査部 主任研究員 瀧野政光

CDIT NEWS

[CDITニュース]

第五回国土技術開発賞

「国土技術開発賞」は、建設産業におけるハードな技術のみならず、ソフトな技術を含めた広範な新技術の開発に寄与することを目的に、(財)国土技術研究センターとの共催で実施しております。

この度、第五回国土技術開発賞の応募が開始されましたのでお知らせいたします。今回より、応募者の対象を従前の「個人・民間法人」に新たに「行政機関等」を加えて、その枠を拡大しました。皆様から広範な分野にわたる多数の新技術の応募をお待ちしております。

- 応募期間：平成十五年五月十二日(月)～五月三十日(金)
- 選考方法：応募資料に基づき、第五回国土技術開発賞選考委員会において選考
- 入選発表：平成十五年十月上旬に、入選技術の応募者に通知



● 表彰式：

平成十五年十月中旬予定

● 応募先及びお問合せ先：

(財)国土技術研究センター (JICE) 研究第二部内

「第五回国土技術開発賞」事務局
〒100-0001 東京都港区虎ノ門三十二丁

ニッセイ虎ノ門ビル

電話：〇三三四五・九一五〇〇五

FAX：〇三三四五・九一五〇一五

JICEホームページ

<http://www.jice.or.jp/>

「みなとみち明日をつなぐ テクノロジ―」沈埋トンネル と可動橋に関する技術講演会」 開催のご案内

当沿岸センターでは、「沈埋トンネル

技術マニュアル(改訂版)」の発刊に当たり、マニュアルの概要、沈埋トンネルに関する最新技術および今後の技術開発の方向の紹介、これまでの調査・研究で得られた港湾域における可動橋に関する知見、最新技術および導入事例の紹介を目的に「みなとみち明日をつなぐテクノロジ―」沈埋トンネルと可動橋に関する技術講演会」と題して講演会を開催させていただきます。ご案内いたします。

なお、詳細につきましては決定次第、改めてご案内させていただきます。

● 開催時期：平成十五年七月四日(金)

10:00～17:00

● 開催場所：損保会館千代田区神田淡路町

● 参加人数：100～200名

● 参加費：5,000～10,000円程度

(マニュアル代は別途)

● 主な講演内容(案)

「可動橋の部」

・概要報告「可動橋概要」

・海外可動橋調査報告

・長大可動橋の提案

「沈埋トンネルの部」

・報告「沈埋トンネル技術マニュアル

(改訂版)」概要

・特別講演 早稲田大学理工学部

・社会環境工学科 清宮 理 教授

・講演

プロジェクト紹介

(大阪・北九州・那覇)

海外における沈埋トンネルの建設動

向と今後のマーケット

● お問い合わせ：当沿岸センター企画部

「みなとみち明日をつなぐテクノロジ―」
— 沈埋トンネルと可動橋に関する技術講演会 — 係
TEL 〇三三三三・四一五八六一
FAX 〇三三三三・四一五八七七

【出版物紹介】

「FGC深層混合処理工法技術マニュアル」

大量生産・大量消費・大量廃棄社会から循環型社会へと社会経済構造の抜本的な変革が重要課題となっています。港湾・空港整備事業においても、国土交通省では平成十三年に「港湾空港等整備におけるリサイクルガイドライン」を制定しました。

リサイクルガイドラインでは、「産業副産物の受け入れ」として、電気事業から副産された石炭灰が挙げられています。電気事業における石炭灰の発生量の約七十%以上はセメント原料等に有効利用されていますが、今後は建設需要の落ち込みにより減少が見込まれます。このため、ゼロエミッションに向けて石炭灰の有効利用方法の開発が急務となっています。

このような背景のもと、当沿岸センターでは、国土交通省関東地方整備局、(独)港湾空港技術研究所、(財)石炭利用総合センター及び電源開発(株)のご協力により、石炭灰、石こう及びセメントの三種混合材料を軟弱地盤改良工法である深層混合処理工法に適用し、FGC深層混合処理工法として、室内配合試験、遠心載荷模型実験及び現場試験施工を実施し、多くの技術的知見を得られました。

本マニュアルは、これまでの研究成果と「港湾におけるFGC利用軟弱地盤改良工法の開発に関する検討委員会」で検討した内容をまとめたものです。今後の港湾空港整備事業における、産業副産物の有効利用、循環型社会確立の一助になれば幸いです。

● 発行：(財)沿岸開発技術研究センター

（財）沿岸開発技術研究センター

本研究センターは、昭和58年9月に設立された国土交通省（前運輸省）所轄の財団法人です。

本研究センターは、沿岸域の開発・利用・保全に係る分野の技術開発と、その技術の活用と普及を目指した研究組織です。

本研究センターは、必要に応じて国土交通省国土技術政策総合研究所、独立行政法人港湾空港技術研究所、独立行政法人海上技術安全研究所の指導を受け、また各界専門家、学識経験者からなる委員会を組織して事業を実施します。

【役員名簿】

●会 長		●監 事	
千速 晃 社団法人 日本鉄鋼連盟 会長		石渡友夫 社団法人 ウォーターフロント開発協会 顧問	
●理事長		●顧問	
井上興治 常勤		設楽邦夫	
●専務理事		松本輝壽	
江頭和彦 常勤		廣田孝夫	
●常務理事		合田良実	
中山 嵩 常勤			
●理 事		【有識者による技術研究諮問会議】	
石月昭二 財団法人 日本気象協会 会長		石原研而 中央大学 特任教授	
磯部雅彦 東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授		奥村樹郎 国際航路協会日本部会事務局長	
稲葉興作 社団法人 日本作業船協会 会長		合田良実 横浜国立大学 名誉教授	
岡野利道 社団法人 日本造船工業会 会長		小林正樹 小林ソフト化研究所(株) 代表取締役 所長	
小川健児 財団法人 日本海事協会 会長			
小沢大造 常勤		酒匂敏次 東海大学 海洋学部 教授	
坂井順行 特定非営利活動法人 リサイクルソリューション 理事長		柴田 徹 福山大学 工学部建設環境工学科 教授	
酒匂敏次 東海大学 海洋学部 教授		菅原照雄 北海道大学 名誉教授	
須賀龍郎 鹿児島県知事		須田 熙 交通政策審議会港湾分科会 会長	
瀬田二郎 財団法人 東京港埠頭公社 理事長		竹内良夫 株式会社 竹内良夫事務所 社長	
仙波 惇 財団法人 大阪港埠頭公社 理事長		長瀧重義 東京工業大学 名誉教授	
土屋 勲 常勤		中村英夫 財団法人 運輸政策研究機構 副会長	
中野 勉 常勤		野田節男 国際航路協会 副会長	
中村英夫 財団法人 運輸政策研究機構 副会長		堀川清司 武蔵工業大学 学長	
平山征夫 新潟県知事		堀口孝男 東京都立大学 名誉教授	
藤 洋作 電気事業連合会 会長		吉田宏一郎 東海大学 海洋学部 教授	
藤野慎吾 社団法人 日本港湾協会 会長		吉田信夫 福岡大学 工学部土木工学科 教授	
前田 進 港湾技術コンサルタンツ協会 会長			
御巫清泰 関西国際空港株式会社 代表取締役社長			
水野廉平 社団法人 日本埋立浚渫協会 会長			
吉田宏一郎 東海大学 海洋学部 教授			

【平成15年3月31日現在】

「鉄鋼スラグ水和固化体技術マニュアル」

「鉄鋼スラグの有効利用技術」

地球環境問題に対する関心が高まる中、天然材料より環境負荷が少ないリサイクル材を使用した新しい材料・工法等が検討されています。港湾・空港整備事業においても、国土交通省では平成十三年に、港湾空港等整備におけるリサイクルガイドラインを制定し、リサイクル材の使用を主とした循環型社会構築の基本的な方針を示しています。

鉄鋼を生産する過程で生成される鉄鋼スラグは、従来から道路材、コンクリート材、建築材等への再利用について開発が行われてきました。今後、可能な限りゼロ・エミッションを推進するためにも、さらなる有効利用方法の開発が必要となっています。

●定価：5000円（税・送料込）

A4判/158ページ

（平成十五年五月下旬発行予定）

このような背景のもと、当沿岸センターでは、平成十三年七月より民間企業との共同研究により「鉄鋼スラグ水和固化体の活用開発に関する検討会」を設置しました。

「鉄鋼スラグ水和固化体」は、製鋼スラグと高炉スラグ微粉末を主要材料とし、必要に応じてフライアッシュ、高炉水砕スラグを配合して生成されるので、砂利、砂等の天然材料を使用しない、環境負荷が少ないリサイクル材です。この鉄鋼スラグ水和固化体を港湾工事における消波ブロックや被覆ブロック等に適用できると考えられます。

この度、検討会の成果のとりまとめと普及を目的として、本マニュアルを発行することとなりました。今後の港湾空港整備事業におけるリサイクル材の有効利用、循環型社会確立の一助になれば幸いです。

●発行：（財）沿岸開発技術研究センター

●定価：5000円（税・送料込）

A4判/146ページ

（平成十五年五月下旬発行予定）

「波を測る（沿岸波浪観測の手引き）」

韓国語版

当沿岸センターの「海象観測データの解析・活用に関する研究会」が二〇〇一年に出版した『波を測る』の韓国語版が完成しました。波浪観測にかかわる知識と技術をわかりやすくとりまとめた本書は国内でも好評で、大学の教科書として取り入れているところもあります。

今回、韓国海洋研究院のご努力で、韓国語版が完成したものです。波浪観測の技術と知識の普及は日本のみならず韓国でも要望されているところであり、日本と韓国の研究者や技術者が同じ水準の知識を共有できることは大きな意味があります。

●日本語版発行：（財）沿岸開発技術研究センター

●韓国語版発行：韓国海洋研究院

●韓国語版発行：韓国海洋研究院

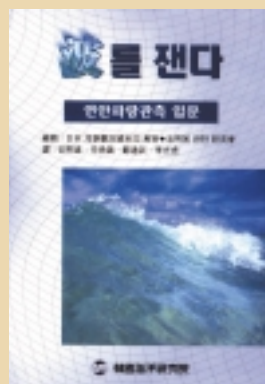
●韓国語版のお問合せ先：沿岸・港湾研究室 安 熙道

〒四二五二一七〇

京畿道安山市四洞二七〇

電話：八二二三二四〇〇・六三二〇

FAX：八二二三二四〇八・五八二三



■出版物のお申し込み・お問合せ
当沿岸センター書籍係
TEL：〇二三三三三三・四一五八六
TEL：〇二三三三三三・四一五八六
FAX：〇二三三三三三・四一五八七

編集後記

■年度末を乗り切りました。
新年度に向けてまたがんばります。

（大下 英治）

■年度末のお忙しい時期に、執筆等ご協力いただきました皆様に厚く御礼申し上げます。（古田 大介）

■今回、初めて参加させて頂きましたが、殆ど作業に加われず、ご迷惑をお掛けしました。（濱野 政光）

■今号から編集委員になりました。他の編集委員の方にはいろいろ迷惑をおかけしまして申し訳ありません。次回以降はお役にたてるように頑張ります。（福山 博己）



Coastal Development Institute of Technology

発行 財団法人 沿岸開発技術研究センター
〒102-0092 東京都千代田区隼町3-16 住友半蔵門ビル6F
TEL. 03-3234-5861 FAX. 03-3234-5877
URL <http://www.cdit.or.jp/>
2003年5月30日発行