

CDIT

Coastal Development Institute of Technology

特集

港湾の技術開発の長期政策

クローズアップテクノロジー

海洋短波レーダによる流れの広域観測

CDIT対談

ゲスト 平山郁夫氏

沿岸プロジェクト

天橋立の潜堤による景観改善工法

大阪から世界へ向けたさらなる飛躍

特集	
港湾の技術開発の長期政策	
新世紀を拓く港湾の技術ビジョン	
暮らし、海、世界、そして技術	品川正典
3	
クローズアップ・テクノロジー	
海洋短波レーダによる流れの広域観測	古川恵太
8	
CDIT対談	
沿岸の未来を見据えて	
豊かな自然体験と幅広い教養が 真のオリジナルな作品を生む 創造性のある人材を育てる	
ゲスト 平山郁夫氏	
10	
海外フォーラム	
1 IAPH世界港湾会議 モントリオールで開催	
2 国際航路協会(PIANC)年次総会、パリで開催される	
14	
沿岸プロジェクト	
20世紀を振り返って「景観改善工法」	
天橋立の潜堤による景観改善工法 平石哲也	
21世紀を創る「関西国際空港」	
大阪から世界へ向けたさらなる飛躍	
16	
COASTAL PROJECT REPORT 沿岸事業報告	
仁川(インチョン)国際空港 安熙道	
20	
Coastal News Flash ニュース・フラッシュ	
ISOREPORT	
23	
ONE POINT LECTURE 解説	
高流動コンクリートについて	
24	
沿岸虫眼鏡	
25	
CDITニュース	
26	

新世紀を拓く港湾の技術ビジョン

暮らし、海、世界、そして技術

国土交通省 港湾局
環境・技術課長 品川 正典



平成十二年十二月、国土交通省港湾局は、取り巻く社会情勢の変化を読み、新しいニーズに適合する港のあり方を探り、省庁統合のメリットを活かせる既存の枠組を超えた新たな政策方針を提示するべく、「新世紀港湾ビジョン」「暮らしを海と世界に結ぶみなどビジョン」国と地域のパートナーシップによるみなどづくり」を策定しました。今回、ご紹介する「新世紀を拓く港湾の技術ビジョン」は、新世紀港湾ビジョンを実現していくための、取り組むべき技術開発課題とその推進方針をまとめたものです。

政策策定の背景

港湾の技術開発はこれまで、平成四年に策定した長期政策「人と地球にやさしい港湾の技術をめざして」を基本方針として推進してきました。

加工貿易立国が国是であった二十世紀後半の経済発展を支えたみなど、今や貿易の

主役となったコンテナ輸送を担うみなど、地域の地場産業や離島住民が利用するみなど等我が国沿岸の津々浦々に存するみなどが、時代の変化に直面しています。近年のグローバル化の進展やエーシーの急速な普及は、輸送構造の大きな変化とみなどの高機能化を促し、新しい船と新技術はみなどの新しい役割を期待させます。また、地球環境問題をシッ

ボルとした資源及び環境の有限性認識の高まりは、次世代に優れた環境を継承しようという考え方とともに、海との触れ合いの回復、海の環境回復に向けた対応を望んでいます。人口減少という二十世紀には経験しなかった大変化が始まることも予想され、この備えのための技術革新が重要になると考えられます。平成十二年十一月に港湾局は、港湾の役割

の視点を、これまで中心においた工業から国民の暮らしへと広げ、「新世紀港湾ビジョン」として「暮らしを海と世界に結ぶみなどビジョン」を策定し、公表しました。今般策定した港湾の技術開発の長期政策「新世紀を拓く港湾の技術ビジョン」は、新世紀港湾ビジョンを実現していくために、新世紀に取り組むべき技術開発課題とその推進



図 1

地球環境に及ぼす影響に配慮し、これまで以上に環境との調和、資源の循環に重点をおいた技術開発を進めます。

【目標】海上輸送機能の飛躍的發展を目指す技術開発
世界との競争・協調関係の下、我が国産業の発展、暮らしの消費物資の確保、地域の活性化等を効率的かつ安定的に行っていくため、我が国の港湾の利便性の向上を図り、国際競争力のある質の高い物流サービスを提供

【目標】海上輸送機能の飛躍的發展を目指す技術開発
海上輸送機能の飛躍的向上発展、沿岸域の持続可能な発展、そして市民に安らぎを提供する港湾を実現するために、計画、設計、施工の各段階での効率化を目指します。特に、港湾機能に着目したネットワーク拠点の適正配置、設計の合理化、調査・施工等の省力化・自動化に関する技術開発に重点的に取り組まします。

方策をとりまとめたものです。

とりまとめに当たっては、(財)沿岸開発技術研究センターに委託して有識者や港湾関係者を対象としたアンケートによる幅広い意見をもとに、学識者や有識者で構成する「新世紀の港湾技術懇談会」(座長：黒田勝彦神戸大学教授)において検討をいただきました。

政策の概要

1. 二十一世紀における港湾の展望

二十一世紀は、人口減少社会の中で国際社会との競争と協力を調和させた「安定的な経済発展」と、国民一人一人の諸活動を通じた社会への貢献、誇りの持てる暮らし方の実践と文化の創造、自然や環境の保全の重視等の「暮らしの充実」の両面を求める世紀になると考えられます。

こうした考えの下、新世紀港湾ビジョンでは次の三つの目標を示しています。

広域的にネットワーク化されたみなとへの

新生

内外に開かれた地域と市民のみなどの新生希望の持てる将来のみなどの構想推進

港湾の技術開発の長期政策は、この目標の実現のため、技術的なバックアップに努めるものです。

策定に当たっては、総合科学技術会議の答申(平成十二年三月)、運輸技術審議会の答申(平成十年三月)に示された方針を念頭に置いています。

2. 技術開発の理念と目標

三つの理念

我が国の港湾が直面している諸課題を克服し、新生していくために、技術が担う役割は極めて大きいとの認識のもと、先に述べた二十一世紀における港湾の展望を踏まえ、目指すべき技術開発の理念として、次の三つを掲げています。

(1) 我が国の持続可能な発展を支える港湾の実現を目指して

ITに見られるような技術革新は、生産性を飛躍的に高める可能性を持っており、技術のシステム化による港湾の機能の向上を進め、我が国経済の安定的な成長に寄与します。また、

【目標】海上輸送機能の飛躍的發展を目指す技術開発
技術開発の理念に基づいて、港湾を取り巻く技術の変化を踏まえた具体的な技術開発の目標として、次の五つを掲げています。

【目標】市民に安全と安らぎを提供する港湾を目指す技術開発
経済社会基盤の集積した港湾空間は、ますます暮らしと密接に関わるようになり、防災機能の一層の充実が求められています。また、海に開かれたまちづくりの環境としての空間形成が求められており、市民に安全と安らぎを提供できる港湾を目指し、技術開発に取り組まします。

す経済活動による影響に配慮し、これまで以上に環境との調和、資源の循環に重点をおいた技術開発を進めます。

【目標】沿岸域の持続可能な発展を支える技術開発
人口や産業・経済活動が港湾を中心とした沿岸域に集積する我が国において、将来にわたって海の恩恵を享受しつつ、様々な社会経済活動を継承発展することができるよう、持続可能な発展に寄与する港湾空間の形成を目指します。重点課題として、良好な沿岸環境の継承と創造、循環型社会への対応並びに港湾施設の既存ストックの活用のための技術開発に取り組まします。

(2) 安心、安全で快適なウォーターフロントの形成を目指して
海辺での憩い、美しい海や美しい海辺との触れ合い、海の文化の復権等市民が海との関わりの中で暮らしを充実したいという声、自らが参加して海を良くしたいという想いは全国的に高まりを見せており、市民の海との積極的な関わりを支援する技術開発を進めます。また、防災の拠点でもある港湾においては、台風や高潮などの災害に備え、ソフト対策を含む技術開発を進めることも重要な事項です。

【目標】海上輸送機能の飛躍的發展を目指す技術開発
海上輸送機能の飛躍的向上発展、沿岸域の持続可能な発展、そして市民に安らぎを提供する港湾を実現するために、計画、設計、施工の各段階での効率化を目指します。特に、港湾機能に着目したネットワーク拠点の適正配置、設計の合理化、調査・施工等の省力化・自動化に関する技術開発に重点的に取り組まします。

(3) 海洋国日本の技術による世界への貢献を目指す
我が国はこれまで、国の研究機関などにおける技術開発により、耐波設計や耐震設計の技術、地盤改良技術等の世界最高水準の技術を開発し保有してきました。今後も、創造的・先導的な技術開発を進めることにより、世界の港湾の技術の発展に貢献するとともに、途上国の経済発展や環境保全にも活用します。

【目標】海上輸送機能の飛躍的發展を目指す技術開発
海上輸送機能の飛躍的向上発展、沿岸域の持続可能な発展、そして市民に安らぎを提供する港湾を実現するために、計画、設計、施工の各段階での効率化を目指します。特に、港湾機能に着目したネットワーク拠点の適正配置、設計の合理化、調査・施工等の省力化・自動化に関する技術開発に重点的に取り組まします。

図 1 / 『海上輸送機能の飛躍的發展を目指す技術開発』ITを活かした港湾諸手続のワンストップ化

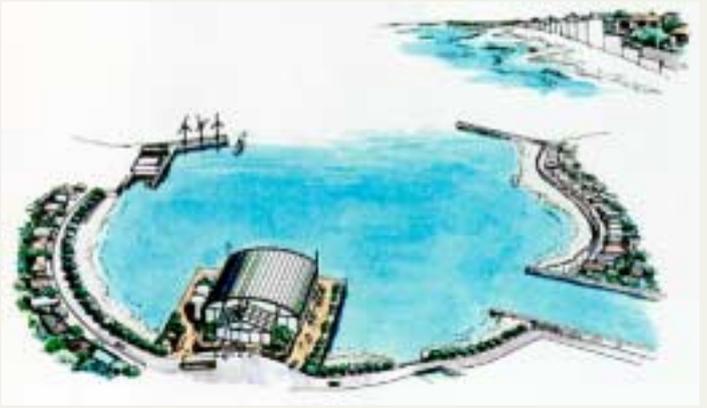


図 2

【目標】世界への貢献を目指す技術開発
 経済のグローバル化が進展するにつれて、
 技術の分野においても各種の規格・基準類の
 統一化、標準化が求められており、この動き
 に貢献できる技術開発を進めます。また、港
 湾、海洋の環境問題、防災問題、港湾施設整
 備等に関して、世界各国と協調した技術開発
 を目指します。

3. 技術開発の課題
 技術開発に当たっては、既存の様々な技術

を組み合わせることで、新たな発展の
 方向性を見出したり、それぞれの技術
 が社会・経済・環境等に及ぼす様々な
 影響を考慮して、実施していくことが
 必要です。

ここでは、技術開発目標に対して、
 個別の技術課題ごとに技術開発項目を
 とりまとめ、表 1のとおり、特に重
 点的に取り組み項目を示しています。

施設築造や地盤改良など、従来から
 取り組んできたハード面の技術開発に
 ついては、今後も継続的に取り組むこ
 ととしており、さらに近年のITの革
 新等を勘案し、ソフト面の技術にも積
 極的に取り組むこととしています。

ここに示した具体例については、技
 術の進歩や社会経済情勢の変化等を踏
 まえ、五年経過時点で見直しを行うこ
 とが必要と考えています。

4. 技術開発の推進方策

技術研究開発における国の役割や産
 学官の連携等については、「経済社会
 状況の変化を踏まえた運輸技術施策の基本的
 なあり方について」（運輸技術審議会答申第
 二十二号、平成十年三月）や「二十一世紀初
 頭の交通技術開発の基本的方向について」
 （同答申、第二十六号平成十二年十一月）に
 示されており、港湾分野においてもこの基本
 的な考え方を踏まえ、具体的施策を展開する
 ことが必要です。

(1) 国の役割と官民連携

国をはじめとした様々な機関がそれぞれの
 役割に応じて、また、連携を図りながら技術

開発の取り組みを進めていくことが必要であ
 り、特に民間にはこれまで以上にその能力を
 発揮することが期待されます。

産学官の連携をよりよく機能させるために
 は、各独立行政法人を中核的研究拠点
 (Center of Excellence)として、人材交流
 を通じて産学官の各機関の研究者の英知を結
 集すること、産学官の有機的な連携の強化を
 図り各機関が他に求めるニーズが的確に伝達
 されること、産学官の各セクターの役割分担
 や各機関の特性を踏まえ
 つつ組織、人材、資金
 施設等の効率的活用によ
 ることなどにより、革
 新的な技術を次々と生み
 出す技術革新システムを
 構築していく必要があり
 ます。また、大学に設置
 される地域共同研究セン
 ター等においては、地域
 社会との連携や協力を通
 じて、総合的、先端的な
 共同研究を進めることが
 期待されます。NPO等
 においても、技術の研究
 や普及に取り組んでお
 り、国もこれらの活動と
 連携していく必要があり
 ます。

(2) 技術開発の支援方策

国は、民間等による技
 術開発を促進するため
 に、民間が実施する技術
 開発に対してインセンテ

ィブが働くように、所要の制度を整備する必
 要があります。技術開発に係る官民等の枠組
 みの概要は図 4 に示すとおりであり、官民
 の研究者等の人材交流、研究資源の有効活用
 民間への助成制度等の支援制度が効果的に機
 能するよう適宜見直しを行うことが必要で
 す。

(3) 技術評価手法の充実

公的資金を原資とする技術開発に対して
 は、よりよい成果を期待するため、開発目標



図 3

図 2 /
 『市民に安全と安らぎ
 を提供する港湾を目
 指す技術開発』可動
 式防潮堤のイメージ

図 3 /
 『沿岸域の持続可能な
 発展を支える技術開
 発』水産協調型防波
 堤イメージ（釧路港）

表 1 技術開発項目一覧

注1：特に重点的に対処すべきものを太字とし、緊急に取り進む期間を で示します。
 注2：具体例や目標年度については、5年後を目途に見直しを行う必要があります。
 注3：○は主要な役割を担う機関、○は協力もしくは支援していく主体を表します。なお「官」には、公的研究機関、港湾管理者を含みます。

技術開発の目標	技術開発の課題	重点技術開発項目	技術開発項目の具体例(主なもの)	概ね5年	5~10年	10年以上	官	民	学	
I. 海上輸送機能の飛躍的発展を目指す技術開発	(1) ITを活用した輸送の高度化	① 船舶一貫輸送を高度化する港湾システム	・輸送貨物の位置情報や手続に関する情報をターミナルオペレータ、トラック 事業者、衛生等で共有するシステムの開発 ・ITを活用した貨物ターミナルオペレーションシステムの構築 ・遠隔操作化・自動化した荷役システムの開発				○	○	○	
		② ITを活用した港湾手続のワンストップ化	・民間が保有するネットワークと接続し、輸出入手続も含まれたワンストップサービスの実現				○	○	○	
		③ AIS(自動船舶追跡システム)を活用した海上交通システム	・AISを活用した船舶支援システムの開発(沿岸支援等) ・AISやレーダー技術を活用した航行支援システムの開発(入出港支援、大型船と小型船の航行分離等) ・AIS情報を物産系情報システムに導入した最適ルーティングシステムの開発				○	○	○	
	(2) 港湾の新しい姿を実現するための先駆的取り組み	① 超高速海上輸送を実現する港湾	・超高速船の開発とあわせて高速離岸システム(係留システム、係留岸構造、防波システム)の開発					○	○	○
		② 悪天候時にも稼働する全天候型港湾	・経済的な全天候型埠頭(ドーム型等)の技術開発 ・港湾内の長周期波のリアルタイムデータによる予測手法の開発と船舶係留方法の改善 ・自動閉閉式大型港口防波堤の開発				○	○	○	
		③ 外洋に露かれる大規模ハブ埠頭	・高波長に可する浮体式防波堤の開発 ・大水深構造物の設置技術の開発・実用化				○	○	○	
		④ 浮体構造物を活用した移動可能な港湾	・高波長に適した浮体構造物の開発 ・浮体構造物のコンテナ埠頭への適用技術の開発				○	○	○	
	II. 沿岸域の持続可能な発展を支える技術開発	(1) 良好な沿岸域環境の継承と創造	① 水質・底質など海域環境の改善	・汚泥の堆積過程の解明と予測モデルの開発 ・汚泥、土壌の処理、無害安全化技術の開発 ・海の生物を用いた水質・底質の評価及び試験法の開発 ・海域全体での監視データを組み込んだ広域水質総合モデルの開発 ・海の生物・生態系を利用した水質改善				○	○	○
			② 養殖、干潟など豊かな生態系の保全と創造	・養殖、干潟の機能を評価する技術の開発 ・生物が棲みやすい養殖、干潟造成の技術開発 ・沿岸域環境データベースの整備				○	○	○
			③ 高波の保安と創造	・サンドパイパス、サンドリサイクルの技術開発 ・海岸の防災機能、環境保全機能、親水機能等を併用する技術の開発 ・地球温暖化に伴う海面上昇に対応した高波の保安技術の開発 ・正統土砂収支の予測技術の開発				○	○	○
(2) 循環型社会への対応		① 廃棄物、高濃度汚泥の対策	・資源土砂、建設発生土の減容・再資源化のための技術開発 ・産業廃棄物を利用するための品質改良技術の開発 ・大水深での海面処分場の整備及び維持管理のための技術開発 ・一般廃棄物の減容化のための技術開発				○	○	○	
		② 再生エネルギーの活用	・大規模風力発電に適合した基礎等の設計技術の開発 ・波力発電の効率化のための技術開発				○	○	○	
		③ ライフサイクルコストの評価に基づく施設整備技術	・構造物の全寿命的なコスト評価手法の開発 ・港湾施設の建設に係るエネルギー消費量、CO2排出量の評価手法の開発 ・マクロ物産の変化や環境負荷指標を導入した総合的ライフサイクルコストの評価システムの開発				○	○	○	
		④ 港湾施設の維持・更新、有効活用	・作業船、作業機械の運送負荷軽減のための技術 ・構造物の健全性の評価手法の開発 ・非破壊検査手法の開発 ・構造物の健全性を常時モニタリングするシステムの開発				○	○	○	
III. 市民に安全と安心を提供する港湾を目指す技術開発		(1) 安全で安心な暮らしを支える港湾	① 対象台風、高潮からの防護ソフト	・ハードマップの整備のための技術開発 ・刻々と変化する台風情報、波高観測情報などに基づく高潮浸水予測システムの活用 ・住民が災害を疑似体験して、危険意識を高めることができる装置の開発 ・個々の住民に災害の手動警報を確実に伝達するシステムの開発 ・自動閉閉式高潮防波堤の開発 ・自動閉閉式大型港口防波堤の開発(再掲)				○	○	○
			② 地震、津波からの防護と被災後の対応	・既存施設の直下や周囲のより強制的な液状化対策の開発 ・浮体式防災基地の機能を高めるための技術開発 ・津波観測計により被害を予測し、住民に伝達するシステムの開発 ・住民が災害を疑似体験して危険意識を高めることのできる装置の開発(再掲)				○	○	○
			③ 油流出事故への対応	・流出量の削減、漂流の監視、予測システムの開発 ・大型油回収船の高波長時における回収率の向上、高粘性油の回収率の向上、大量漏油処理のための技術開発 ・高波長に近づく海域での油回収装置の開発 ・オイルフェンス、吸着マットの性能向上 ・砂ぼり油等特殊な汚濁物質の回収・処理技術の開発				○	○	○
	(2) 安心のある美しい港湾	① バリアフリーの広範な展開	・離島の小規模における小型船舶の乗降の安全とあわせて乗降が容易な遊歩道建設の開発				○	○	○	
		② 海、港、船が相互に調和した景観設計	・疑似体験装置により、一般の人が計画に基づく将来の港湾を展望し、景観面も含めて、計画の改善を提案できる手法の開発 ・堅固な防波堤構造によらない景観に配慮した消波技術(消波地盤の強制的液状化による消波等)の開発				○	○	○	
	IV. 港湾の効率的な整備のための技術開発	(1) ネットワーク拠点の適正配置	① 港湾のネットワーク計画モデル	・航空輸送も含めた国際貿易の物流モデル、輸送モデルの構築 ・道路・鉄道も含めた国内物流モデルの構築 ・国際物流データベースの構築 ・物流モデル・輸送モデルに基づいてネットワークを形成するための評価システム				○	○	○
		(2) 設計の合理化	① 信頼性設計法等の確立	・構造物の実形を考慮した信頼性設計法の確立 ・構造物の耐震性能シミュレーション技術の開発				○	○	○
		(3) 調査・施工等の省力化・自動化	① プレハブ化、ユニット化	・プレハブ化、ユニット化の適用範囲の拡大 ・省力化、自動化を前提とした設計方法の開発、規格化				○	○	○
			② ロボット化	・遠隔操作化、ロボット化の基本システムの開発 ・遠隔操作化、ロボット化の適用範囲の拡大				○	○	○
		V. 世界への貢献を目指す技術開発	(1) 国際協調による技術開発	① 規格・基準の国際調和	・ISO規格等の策定に資する設計法の確立 ・他国のシステムとも互換性のある港湾EDIシステムの開発				○	○
② 国際協調に関する国際協力	・汚泥、土壌の処理、無害安全化技術の開発(再掲)						○	○	○	
(2) 開発途上国への支援	① 現地への適合化技術		・海面上昇予測手法の確立 ・海面上昇が国土に及ぼす影響の評価手法の確立 ・全世界規模の高精度の海面上昇モニタリングネットワークの構築 ・地域ごとの基礎設計・施工法を提案するエキスパートシステムの開発 ・現地資材の評価システムの開発				○	○	○	

< 出版物の入手方法 >

新世紀を拓く港湾の技術ビジョン
 ~暮らし、海、世界、そして技術~
 国土交通省港湾局 編集
 財務省印刷局 発行
 A4版・定価 本体2,000円(税別)
 出版物に関するお問い合わせ
 財務省印刷局普及管理官室
 〒105-8445
 東京都港区虎ノ門2-2-4
 TEL 03(3587)4283・4284

を明示するとともに、中間や事後の評価制度並びに評価の結果を資金配分に反映させる仕組みを導入することが有効であると考えられます。

その反面、現状では技術開発の成果を着手段階や中間段階で確実に見通すことは困難であり、評価の手法や基準が未成熟なまま評価制度を導入した場合、技術開発が成果の見通しの容易なものに偏り、革新的な技術開発が敬遠される恐れがあることに留意する必要があります。

これらを踏まえ、革新的な技術開発が行われるようにするため、評価体制の充実や情報交流、新技術情報の蓄積、活用を図ることが重要です。

(4) 技術開発の基盤整備

我が国の技術革新を担う高い専門能力を有する技術者は、我が国の国際競争力強化を図る上で、今後も引き続き重要な役割を

新世紀を拓く港湾の技術ビジョンをまとめて

二十一世紀の国際関係におけるキーワードは「地球環境」、「国際市場競争」、「大交流」、「創造」、「技術開発」、「安全・安心」などが挙げられます。このような国際情勢を取り巻くキーワードを考え合わせれば、港湾に求められる役割はますます重要になります。港湾は文字どおり「国際貿易」の主要な窓口であり、国際規模での生産拠点でもあります。一方、背後の市民にとっては貴重な水辺を提供してくれる都市内ウォーターフロント空間でもあり、経済と日常生活を支える重要な役割を負っています。今回の技術ビジョンでは、二十一世紀に港湾がその役割を十分担えるにはどのような技術を優先的に開発しなければならないかを議論した結果まとめられました。まとめる過程では、多くの関係団体や専門家のご意見もお伺いし、開発課題の抽出と開発期間の見直しを行いました。範囲は多岐にわたりますがここでまとめられた技術開発課題は官民学がそれぞれ協調し、また競争を通じて開発されるべき課題の集大成であります。天然資源の無い我が国は、必然、知的創造と技術によって貿易立国として生きるしか方法は残されていません。それを脇から支えるインフラの一つが港湾です。技術開発を通じて二十一世紀の世界に誇れる港湾を作り上げていって欲しいと願っています。



神戸大学工学部教授
黒田勝彦

果たすことが求められています。技術の急速な進歩と経済活動のグローバル化が進む中で、我が国の技術基盤を支え、国境を越えて活躍できる質の高い技術者を十分に確保できるような人材を養成していく必要があります。そのため、技術者・技能者の育成/確保、技術者資格制度の活用、高度な技能のデータベース化など技術のシステム化の推進、学会等の活動の促進等技術開発の基盤の整備を進めます。

(5) 国際化への対応

技術における諸活動のグローバル化に対応して、海外の技術情報を調査すると共に、研究者、技術者の交流や共同研究の実施など二層の国際的な協力体制を整備し、

共通課題についての協調した取り組みや技術開発の成果の共有化を促進することが必要です。

また、我が国の技術をもって、港湾施設整備や環境問題、防災問題などに関して積極的に海外協力を行うとともに、我が国の先端的な技術情報を発信し、さらなる技術の向上を図るための国際的な協調体制の構築に努めることとします。

5. あとがき

めまぐるしく変化する世界情勢、急速に進化するIT等の諸技術、技術を取り巻く状況は刻々と変化しており、ここに示した港湾の技術開発の課題やその推進方策についても、諸情勢の変化に柔軟に対応し、必要に応じて適宜見直しを行うっていくこととされています。

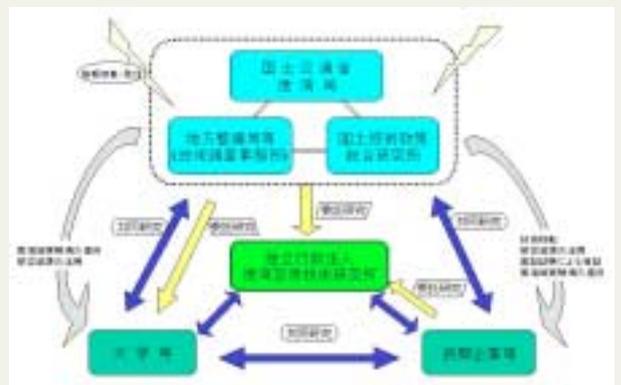


図 4

図 4 / 技術開発の支援方策スキーム

海洋短波レーダによる流れの広域観測

その原理と可能性

古川恵太

はじめに

沿岸や海洋の流れは、様々な時間スケールと空間スケールを持っています。例えば、波による水粒子の運動としての流れ、潮汐による流れ、湾内を循環する流れ、外洋の海流など、数秒から数年、数mから数千kmにおよぶ流れが存在します。こうした状況は、沿岸海域の流動の階層構造と呼ばれ、いわば流れの構造が入れ子になっている状況です。

例えば、東京湾には、湾奥部に季節ごとに消長する時計回りの循環流が存在し、平均で四十五日程度かかるといわれている海水交換を助けています。また、夏場に吹く数日間の北風により湾奥部に湧昇した酸素の少ない水塊は表層に現れると硫酸が酸素と反応して青白色に発色し、青潮となり、湾内の循環流や、内部波に乗って移動するといわれています。荒川や多摩川からの流出は、降雨の数時間から数日後にピークを迎え、数百m、数kmの濁流の帯となって湾奥から湾口に向けて表層西岸を流下しますし、湾口部では富津岬周辺に潮流により発生する地形性の局所渦が発生しています。外洋からは流路の蛇行により大島を迂回して相模湾、東京湾に波及してきた黒潮の暖水塊が、東京湾内の海水交換機構に顕著に影響しているということも指摘されています。

このように時間的にも空間的にも広がったスペクトルを持つ現象を調べるためには、最小スペクトルに合わせた精度と、最大スペクトルに合わせた計測範囲を兼ね備えた観測・解析が必要です。すなわち、潮汐の影響や河川流出・風の影響を抽出するために数km以下の空間分解能と、数時間以下の時間分解能を持たせながら、外洋から内湾域全域をカバーする領域において数カ月の連続的な変動を追跡する観測の必要があるということです。いままで、空間的に広域のデータを取得するためには衛星画像の利用、時間的に連続したデータを取得するためには海洋観測機器の係留観測といった手法が主に用いられて

てきました。近年、STD^{*}やADCP^{**}を用いた移動観測が、その狭間のスケールを埋めるために盛んに行われており、顕著な成果を上げてきています。しかし、時間・空間の分解能と観測範囲を十分に両立させる方法の決定打はありませんでした。今回は、そうした広大なスペクトルを持つ流れの調査法として最近着目されてきた海洋短波レーダによる観測についてご紹介します。

海洋短波レーダの観測原理

救急車のサイレンが、近づいてくるときには高い音、遠ざかるといくなぎには低い音に聞こえるドップラー効果というものを聞きながら、元々の救急車のサイレンの音の高さを知っていれば、音の遅いを正確に測ることで、救急車の速度がわかります。これがドップラー流速計の原理です。ただし、測定したいものが音を出しているとは限らないので、測定者が音なり電波なりを放射して、その反射波を利用するのが一般的です。電磁波や超音波を用いたドップラー流速計は、例えば、交通違反を取り締まるためのドップラーレーダ、野球のピッチャーの投げている球の速度を測定するスピードガン等のように、すでに様々な分野で実用化されています。

このドップラー流速計の原理を海の流れを測定する手法として用いることを目指したのが、海洋短波レーダです。ただし、電波は海面で効率よく反射しないので、直接的な速度測定は難しいのです。そこで、レーダ電波が海面に照射されると、海面の波と照射したレーダ電波が共鳴して生じる散乱波を利用することが考えられました。この散乱波は、照射電波の二分の一の波長と海面の波の波長が一致して共鳴することによって生じるもので、ブラッグ共鳴散乱と呼ばれることです。この散乱波のドップラー効果を測定することで海面の波の「見かけの進行速度」がわかります。その「見かけの進行速度」は、波の固有の進行速度と、その場の流れによる移

送速度の和として与えられます。波の固有の進行速度は、水深や波長がわかっているならば解析的に推定することができます。

したがって、海洋短波レーダは(1)海面に電波を照射(2)共鳴散乱による反射波を受信(3)ドップラー効果を考慮して波の「見かけの進行速度」を推定(4)「見かけの進行速度」から波の固有の進行速度を差し引くことで流れを推定する、といった手順で流れを計測しています(図1)。ただし、一つのレーダ局で測定できるのは、レーダの照射方向の情報のみですので、流れの方向を二次元的に把握するためには最低でも二つの異なる地点に設置されたレーダ局による観測が必要です。

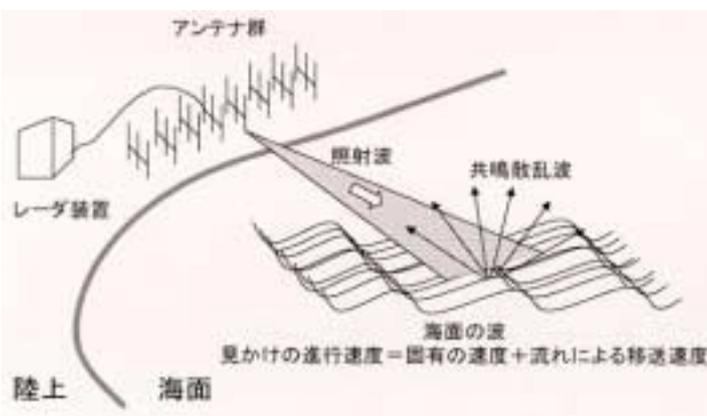


図 1 海洋短波レーダの測定原理

実際に取得される信号を周波数スペクトルとして見てみると、図2のようになっています。海洋短波レーダが流れを直接測定するのは、波を利用して間接的に測定していることから、レーダの受信波には流れ、波、風など



古川恵太(ふるかわ・けいた)

国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部
海洋環境研究室長

の様々な付帯的な情報が追加されていることがわかりただけなと思います。

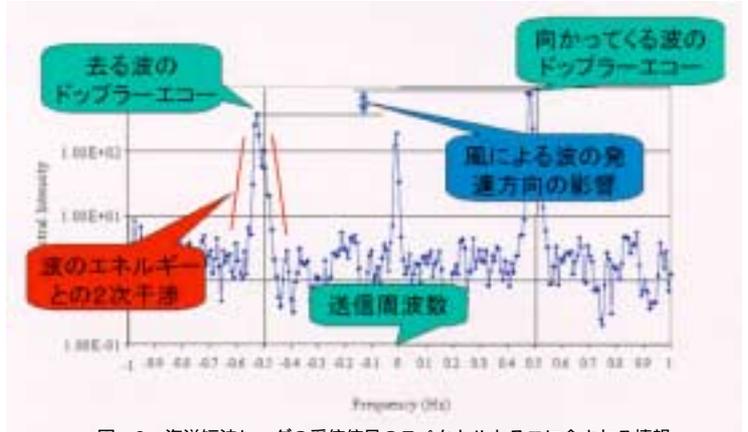


図 2 海洋短波レーダの受信信号のスペクトルとそこに含まれる情報

整備した海洋短波レーダの特徴

海洋短波レーダのハードウェアに関する開発の焦点としては、レーダ信号の種類、出力、到達距離、距離分解能、方向分解能および誤信号の除去などがあり、現在、世界各国で七種の海洋短波レーダが開発・実用化されています。今回整備したレーダは、日本の独立行政法人通信総合研究所の先進的な開発によるものをベースとして、その商用化一号機にあたります。その外形は、写真 1 のようにあり、

- ・指向性に優れた位相差素子法のアンテナシステムをもち
- ・レーダ波の変調にノイズに強い周波数変調方式を用い
- ・中心周波数二四・五五MHzとして十二MHzの波長の波を観測対象とし



写真 1 整備された海洋短波レーダとアンテナ

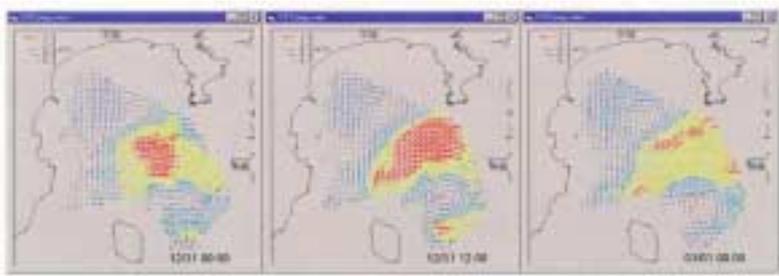


図 3 相模湾における計測事例（2000年12月31日から2001年1月1日にかけての流れ。大規模な黒潮の暖水波が大島西水道を通過して起こっていることが捕えられた。）

- ・帯域幅100MHzを持たせることで、空間分解能1・5kmを確保し
- ・ピーク出力100W(平均50W)により五十km程度の到達距離をもつ
- といった特徴があります。
- 流速分解能はサンプリング時間に左右され、1ピーム五秒間のサンプリングを行うと、四・八cm/s以下の分解能が確保されます。アンテナの指向性は、アンテナの法線方向を中心に左右四十五度、ついで七・五度刻みで十三方位での観測が可能です。

アンテナ素子は、一列に前から導波器、発信・受信機、反射器の三素子構成の四分の一波長ダイポールを半波長ずつ離して八列並べた構成になっており、中心ピームの幅は約十五度となります。一ピーム中の距離分解能は1・5kmであり、到達距離は九十六kmを最大とし、実用距離を五十km前後と想定されています。このレーダ局は、平成十年十二月一日に関東電気通信管理局の検査を経

て、日本沿岸域全域における移動実験局として免許されました。なお、本レーダは、運輸施設整備事業団の運輸分野における基礎的研究推進制度による助成を得て整備されたものであります。

図中の矢印の色は、流れの強さに対応し、1・5m/s以上の流速を持つ赤色の領域に着目すると、大島の西水道から入った黒潮の流れが、東京湾に向かって波及するとともに、分岐流が相模湾を反時計回りに循環していることがはっきりと観測されています。また、大島の東側、流れの背後にあたる部分で、後流渦とみられる循環流が発達していることも興味深い現象です。この後流渦は、その後下流側に剥離して流下していくことが観測されています。海洋学で従来から定性的にいわれてきた流れを、リアルタイムに近い形で測定値として示すことができたわけです。

東京湾内の流動と黒潮の暖水波及との関連を調べるために、海洋短波レーダによる相模湾全域を対象とした流れの観測が平成十一年十二月から平成十三年三月にかけて行われました。観測期間の前半には、観測史上最大級の黒潮の暖水波及による急潮が発生し、定置網への被害などが発生したと伝えられました。図 3 は、そうした黒潮の暖水波及が起こっていたと見られる、平成十二年十二月三十一日から平成十三年一月一日にかけて観測された流れ場を示したものです。

この他にも、こうした大規模な流れの変化とともに、日々の海陸風によるものと見られる短周期の流速変動も観測されました。空間的な分解能は、今回の流動場からは十分な検証ができませんでしたが、東京湾の内部で測定した事例では、富津岬周辺の局所渦や、河川からの流出水の拳動などが捉えられていることがすでに示されています。

おわりに

本報告では、新たな観測手法である海洋短波レーダの原理を解説し、その相模湾における適用事例を紹介しました。今回の観測により、広域のスペクトルをもった流動現象を、高精度に広域に測定することができる海洋短波レーダの可能性の一端を示すことができたのではないかと考えています。今後、本レーダは、継続して相模湾・東京湾の流況調査に投入されていく予定です。

脚注

*) STD: 塩分、水温、水深を同時に測定する計測機器で船から懸垂することで迅速に水塊の鉛直構造を測定することが可能となる。現在、センサーとして溶存酸素やクロロフィルなど多様な水質を測定することのできる機器もあり、水塊構造の把握のために多点計測が行われる。

** ADCP: 超音波ドップラー式流速計、水面直下に設置した機器により海底面までの流れ構造が測定可能な機器で、観測船に取り付け又は、曳航することにより移動しながらの測定が可能である。

IAPH世界港湾会議 モントリオールで開催

二十一世紀最初の IAPH世界港湾会議

平成十三年五月十九日(土)〜二十五日(金)の間、カナダのモントリオールにおいて第二十二回国際港湾協会(IAPH)総会が開催されました。世界港湾会議(IAPH World Ports Conference)の名称でも親しまれている本会議には、今回、六十数カ国から八〇〇人を超える世界の主要港湾の首脳や、海事関係者のトップが集まり、世界の港湾をめぐる様々な問題について討議を重ねました。カナダ政府を代表してコルネット運輸大臣が歓迎と基調演説をされたほか、国連の国際海事機関(IMO)のオニール事務総長や南アフリカの運輸大臣、公共企業大臣等、多彩な顔ぶれの講演が続きました。

染谷氏 IAPH会長に就任

同会議で、第二十四代IAPH会長に染谷昭夫氏(名古屋港管理組合専任副管理者)が就任することが決定されました。任期は次の総会までの二年間です。日本人がIAPH会長職に就くのは、第七代原口忠次郎氏(昭和四十二年)昭和四十四年(当時神戸市長)以来であり三十五年ぶりとなります。また、



ボラードを模した演壇で、開会を告げるTaddeo前IAPH会長。

IAPHの重要な政策決定に関わる十六名の常任理事の一人として、同じく成瀬進氏(国土交通省港湾局国際業務室長)が就任されました。日本からは、地元カナダ、隣国米国につく、約七十名に及ぶ多くの出席者があり、ほかにモロッコ、アフリカと並んで、中国や韓国、マレーシアなどアジア諸国からも多数の参加者がありました。

多角化する港湾の経営課題

今回の会議では、今日の国際経済の

拡大が港湾に与える影響とその将来展望について、最新の情報をふまえて、示唆に富むさまざまな発表がされるとともに、二十一世紀におけるeビジネスの影響とその効果について多角的な視点から熱心な討議がなされました。このほか、二十一世紀の国内水路のありかた、世界の海上交易の現状、技術革新と海事産業、また、港湾が直面する新たな挑戦とそれに対する責任など、幅広い議題について活発な討議がなされました。日本からも、藤野慎吾氏(社)日本港湾協会、会長)が、日本の港湾

新世紀における人々の生活と世界貿易の基盤」と題して、日本の港湾が果たしている多様な役割と将来の方向について発表されました。こつした模様は(財)国際港湾協会が七月十八日(水)に開催したIAPH日本セミナーでも詳しく報告されました。

次回開催は南アフリカへ

IAPH世界港湾会議は、二年ごとに世界各地の港湾を巡り開催されるもので、今回は平成十五年五月二十四日〜三十日に南アフリカ共和国の港湾都

市ダーバンで開催が予定されています。また、その次、平成十七年会議の開催地をめぐっては、今回のモントリオール会議で我が国の神戸と中国の上海との間で、開催誘致に向け白熱したプロモーションがおこなわれましたが、投票の結果、僅差で上海に決定されました。神戸市をはじめ国内関係者の皆様には、これまでの熱心な御努力、御協力に対し、心からお礼申し上げる次第です。

IAPHとは

IAPHは、世界の港湾管理者を中心とした港湾関係者の国際団体であり、港湾の開発、組織、管理、運営に関するさまざまな調査の研究や情報を交換すること等により、世界全ての港湾間の良好な関係及び協力を発展推進することを目的としています。昭和三十年に我が国の港湾関係者を中心とした呼びかけにより結成された、我が国に本部(東京)を置く数少ない国際団体であり、世界九十九カ国以上に正会員二二五、賛助会員一一五を有して

います(平成十三年六月現在)。また、国際海事機関(IMO)など六つの国際機関から非政府諮問機関(NGO Consultative Status)の地位を付与されています。さらに、詳しくは、ホームページ(<http://www.iaphworldports.org>)でもご覧いただくことができます。皆様の一層の御支援、御協力を宜しくお願い致します。

文/IAPH事務総長 井上聡史



就任演説をおこなう染谷新IAPH会長

国際航路協会(PIANC)年次総会、パリで開催される

はじめに

二〇〇年の歴史をもつ国際航路協会(PIANC)の年次総会が五月十三日から十八日までパリのエッフェル塔にほど近いヒルトンホテルで開催されました。

ここで毎年一名ずつ交代する副会長に今年は野田節男氏(財)沿岸開発技術研究センター前理事長)が選出されました。大久保喜市氏、御巫清泰氏



Study Tour ルアーブル港視察
写真左より 西島夫妻(チーフデリゲート) 筆者、成瀬氏(国土交通省港湾局国際業務室長室長) インド代表

(ともに現在は名誉副会長)に続いて日本人では三人目です。

技術基準の国際化など、技術協力や交流が盛んな昨今ですが、ISOの基準化にも重要な役割を果たしているPIANCについて最近の状況を眺めてみましょう。

PIANCの生い立ちと組織

運河や河川が交錯し、内陸の舟運が国際的にネットワーク化されているヨーロッパでは早くから

各国間の調整が必要となり、一八八五年ベルギー国王の庇護のもとにPIANC(Permanent International Association of Navigation Congress, 国際航路会議協会)が設立されました。

その後、いくつかの変遷を経て地球規模に国際化され、現在では国連経済社会理事会や国際海事機関の諮問機関に指定されています。特に今年年次総会からは組織名称まで変える改革が行われました。すなわち、協会

の名前をInternational Navigation Association(国際航路協会、略称はPIANC)とし、港湾

や航路に関する技術的な研究や途上国への技術援助を幅広く行っています。

現在、国を代表する政府会員が三十五カ国、団体会員が一八、個人会員が二〇四五人であり、世界六十七カ国・地域から参加しています。我が国では一九五二年の閣議決定を経て国土交通省六名、水産庁二名の政府代表を登録しています。

福岡で二〇〇四年に年次総会

PIANCの本会議(Congress)は四年に一度開かれます。一九九〇年には第二十七回本会議が大阪で開催され、皇太子殿下のチームス川に関する講演などもあって好評でした。来年は第三十回本会議が九月にシドニーで開催されますが、応募論文数二〇〇編のうち日本からのものは、オランダ、オース



Van den Eede 会長と野田新副会長

トラリアに次いで三番目に多い二十一編となっています。

毎年一回開催される年次総会(AGA, Annual General Assembly)は二〇〇三年にノルウェーのベルゲン、二〇〇四年に日本の福岡の順番となっています。日本での開催は一九七八年の東京に続いて二回目です。

技術委員会の活動

PIANCには四つの技術委員会(Commission)があり、それぞれに十

〜四十のワーキンググループがあつて活発な研究活動を行っています。ワーキンググループが終了するときにはレポートやマニュアルが出版され、やがてはユーロコードやISOに育ってきます。我が国からも港湾空港技術研究所の研究室長など多くの技術者が参加していますが、中でも井合進同研究所特別研究官が主催する海洋航路委員会WG三四は時間通りに立派な報告書をまとめたことで今年次総会でも賞賛されました。

日本部会会長に土田肇氏

PIANCは各国に支部(National Section、部会)があり、日本部会の総会・理事会が六月十一日に開催されました。ここで会長の交代があり、御巫清泰氏に代わって土田肇氏(財)沿岸開発技術研究センター元理事長)が新しく会長に選出されました。また、事務局長が三橋郁夫氏から奥村樹郎に代わりました。

同じ日に昨年度の活動報告会があり、五人の講師から報告がありました。

文/(財)国際臨海開発研究センター
調査役 奥村樹郎

「景観改善工法」

天橋立の潜堤による景観改善工法

天橋立における海岸浸食対策

沿岸漂砂の卓越する海岸においては、河川からの砂の供給の減少や港湾建設に伴う砂移動の阻止によって、砂移動の下手側で浸食が起こりやすくなります。日本三名勝として親しまれている天橋立海岸においても、昭和三十年代に入ってから海浜の侵食が顕著になりました。この原因の一つとしては、砂移動の上手側に位置する日置および江尻港における防波堤の建設による漂砂の遮断があげられています¹⁾。図 1 に天橋立海岸の位置と本文で使用する突堤番号を示します。

および上手側海岸において長さ十〜十五mの突堤が五十m間隔で合計一〇〇基築造されました。しかし、昭和四十年代においても浸食が続いたため、昭和四十年代後半からは、長さ三十mの突堤を一七〇〜二〇〇m間隔で設置する大突堤群による浸食対策が図られました。図 1 の突堤番号は江尻海岸側から順に付けられた小突堤番号で、天橋立海岸における位置関係は、この突堤番号で表されています。図中の丸数字は、大突堤が建設された位置を示します。



図 - 1 天橋立海岸における突堤および潜堤の位置
 図 1 は、天橋立海岸の概略図を示しています。天橋立の砂州部分の根本に人為的に砂の供給



写真 - 2) かつての天橋立海岸 (京都府、1946)



写真 - 1) 天橋立海岸の現状

を行っています。また、供給砂の一部が下手側の天橋立先端部に堆積するため、これを上手側へ再度供給(リサイクル砂)しています。供給砂の総量は年間約四〇〇〇m³です。

サンドパイパス事業により、海岸の浸食は防止され、大突堤の上手側では堆積が進んでおり、現在は安定した海岸

海岸景観に配慮した小型潜堤工法²⁾

海岸の景観として好ましくない櫛形海岸を滑らかな海岸線とするためには、図 2 に示すように、突堤の下手側にも砂をつける必要があります。京都府では、一九九一年より大突堤の先端に小型の潜堤を設置し、潜堤上における波向や波高の変化を利用して砂を堆積させる工法を実施しています。一九九一年から一九九三年にわたって試験的に設置された潜堤形状を図 3 に示します。前述の図 1 には、それぞれの潜堤が取り付けられた大突堤の位置を示しています。図 4 は潜堤施工後の水深変化を示す。図 3 (a) はかまほこ状の台形潜堤で、潜堤

形状となっています。写真 1 は、ピューランド見晴台から見える天橋立海岸の様子です。写真からわかるように、現在の海岸形状は大突堤が櫛状に砂浜より突き出て、その上手側だけに砂浜が広がっている、いわゆる櫛形海岸となっています。これを、昭和二十年代に撮影された写真 2 と比較すると、砂州の先端部で砂浜の幅が広くなり、

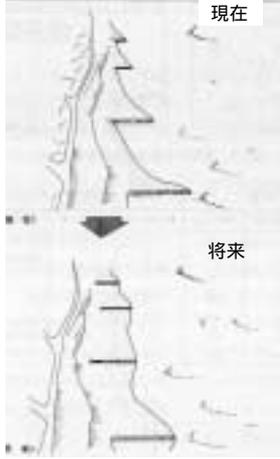


図 - 2 櫛形海岸の改良イメージ

の中心線が大突堤の延長線と六十五度の角度を有しており、L型潜堤と呼ばれています。図 4 (a) に示すように、L型潜堤では施工後も地形は大きく変化せず堆積現象を生じることができません²⁾。図 3 (b) は、L型潜堤の背後にも砂石を積んだ形状を有しており、天端の



独立行政法人
 港湾空港技術研究所
 海洋・水工部 波浪研究室長
 平石哲也

り尻における水深は工事基準面から〇・五mです。碎石マウンドの平面形状は大突堤の先端を中心とする扇形で、扇形潜堤と呼ばれる。図4(b)に示すように、潜堤施工直後から堆積が進み、汀線の前進が見られました。図3(b)は、扇形潜堤の岸側部分の碎石を取って、碎石総量を小さく

したもので、改良扇形潜堤と呼ばれる。図4(c)に見られるように改良扇形潜堤の場合も潜堤施工直後から堆積が進み、汀線の前進が進みましたが、大突堤の先端部に扇形あるいは改良扇形潜堤を設置すれば潜堤背後の堆積が進み、滑らかな海岸形状を形成することが可能になります。

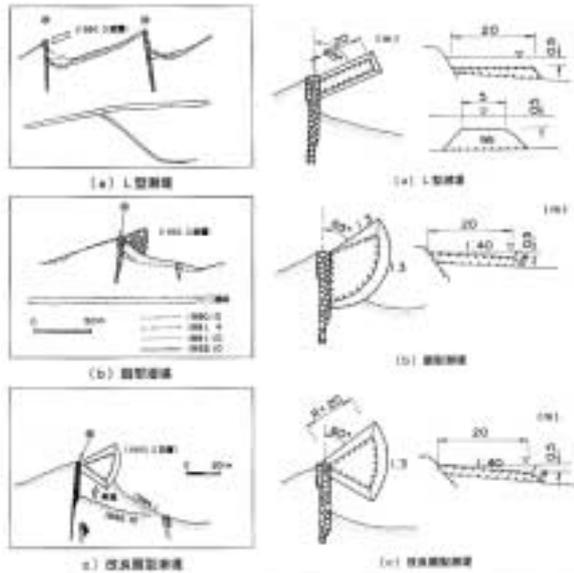


図4 潜堤周辺の地形変化

図3 現地で施工された潜堤

最適潜堤形状に関する 模型実験³⁾

前章で示しましたように、試験施工の結果、扇形の潜堤によって下手側の堆積が生じることが判明しましたが、潜堤の施工にあたって、その効果を十分把握し、なぜ砂が堆積するのか、あるいは最適（必要最小）な潜堤形状はどのようなものかについては検討が加えられたわけではありません。そのため将来の潜堤施工計画に資するために、潜堤による砂の堆積メカニズムの

把握と適切な潜堤形状を設定するために、一九九四～一九九五年に模型実験を実施いたしました。

図5に実験の対象とした潜堤の形状を示します。表1は、各形状の特徴をまとめたものです。形状1は無堤状態に対応し、形状2および6は現地で実際に施工されたものに相当します。形状3は、堆積効果が表れな

深を小さくしたものです。形状7は改良扇形潜堤の土量を少なくするため、天端水深を大きくしたものです。形状4および5は、大きさとしては扇形とL型の中間にあたり、それぞれ面積を形状6の扇形の半分にし、沖

側および岸側のみを用いた形状になっています。模型縮尺は二十分の一とし、潜堤形状を変化させて潜堤周辺の波高と流速の分布状況ならびにイオン交換樹脂を用いたトレーサーの移動状況を測定しました。

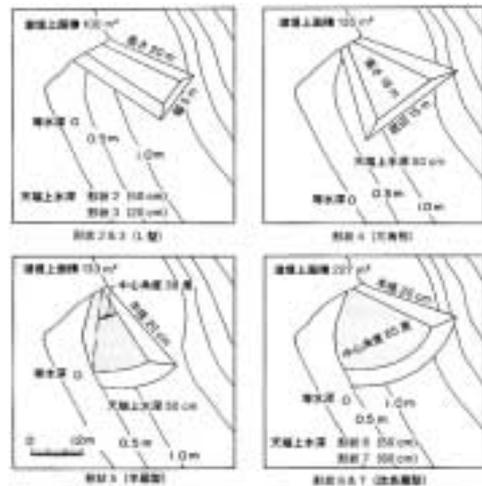


図5 実験で対象とした潜堤

表1-1 実験の対象とした潜堤の形状と実験粒子の移動状況

形状	天端水深	天端幅	天端傾斜	天端長さ	天端位置	粒子移動状況
形状1	0.5m	1.0m	1:1	1.0m	天端中心	天端直下
形状2	0.5m	1.0m	1:1	1.0m	天端中心	天端直下
形状3	0.5m	1.0m	1:1	1.0m	天端中心	天端直下
形状4	0.5m	1.0m	1:1	1.0m	天端中心	天端直下
形状5	0.5m	1.0m	1:1	1.0m	天端中心	天端直下
形状6	0.5m	1.0m	1:1	1.0m	天端中心	天端直下
形状7	0.5m	1.0m	1:1	1.0m	天端中心	天端直下

現地実証試験の経過

実験の結果、形状6および7に加えて、半扇形と呼ばれる形状5でもイオン交換樹脂が潜堤上と潜堤背後に堆積することがわかりました。そこで、一九九七年二月に、最も工費が安価

で、砂の堆積を図ることができる潜堤として突堤番号二〇の位置に半扇形潜堤が設置されました。半扇形潜堤の施工後、現地における適用性を検討するために天橋立海岸においては、半年毎

に、汀線測量ならびに深淺測量が実施されています。図6に、半扇形潜堤の平面図を示します。

図7は、現地観測の結果の一例として、深淺測量を実施した各期間あたりの汀線変化を示します。新しく設置された半扇形潜堤周辺ではそれまで汀線の前進が見られませんでした。潜堤設置後、汀線の前進がすすんでいることがわかります。ただし、最近では期間によっては汀線が後退している期間もあり、汀線形状が安定していません。一つの原因は、半扇形潜堤の天端が水平で、年平均海面〇・五〇mになっていることがあげられます。これまで、現地で効果が顕著であった潜堤は、先端の天端水深は年平均海面〇・五〇mですが、大突堤への取り付け部は、マイナス〇・〇mに浅くなっています。この天端水深の変化の影響を調べるために、平成十四年度までに、天端水深を浅くした半扇形潜堤が施工されます。

天橋立海岸では、これからも、順次大突堤の先端に小型の潜堤を設けることにより、突堤下手側における堆積を促進し、全体として幅が広く直線状で滑らかな海岸線形状を形成していく予定です。

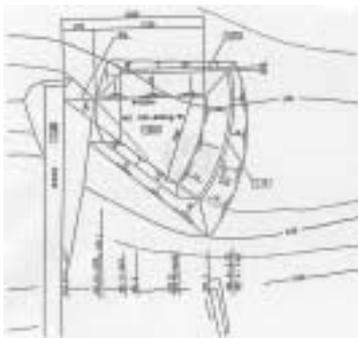


図6 半扇形潜堤と周辺地形



図7 天橋立海岸の汀線形状の変化

参考文献
 1) 陳 活雄・岩垣雄一(一九九四)・砂嘴の形成と浸食に関する研究 天橋立海岸について、海岸工学論文集 第三九巻、pp.二七二～二七五
 2) 京都府(一九九四)・平成五年度宮津港宮津市江尻地区内海岸環境整備工事設計委託報告書、宮五港海環整第一号
 3) 平石哲也(一九九八)・小型潜堤を用いた海浜安定工法に関する模型実験、港湾技研資料NO.八九六、二二pp.

「関西国際空港」

大阪から世界へ向けたさらなる飛躍

さらなる厳しい条件下の 関空二期工事

関西国際空港は、増大する航空需要と大阪国際空港の騒音問題に対処するため、二十四時間運用の国際ハブ空港として、泉州沖5kmの海上に建設され

た空港です。平成六年九月四日の開港以来、諸外国からの乗り入れも飛躍的に増大してきており、関西地区はもとより、広く日本全体の発展にも大きく寄与しています。



関西国際空港（2期）平面図

と、現在の空港は滑走路一本で運用され、二十一世紀初頭には、現機能での処理能力の限界である離着陸回数十六万回に達することが予想され、残る二本の滑走路を整備する全体構想のうち、当面、二期事業として四〇〇〇mの平行滑走路の整備等が急務となっています。

こうした背景から、平成八年度政府予算において二期事業の推進が決定されました。この二期事業は、一期事業に比べ水深がより深い海域での埋立となるため、建設費が多額となり、投資の回収期間が長くなること等から、事業の健全な経営

と円滑な実施を図るため、空港施設の整備主体と用地造成の整備主体を分離した事業手法（上下主体分離方式）が新たに導入されるとともに、国及び地元自治体による手厚い財政支援処置が図られています。関西国際空港用地造成株式会社は、この空港用地造成事業を実施する主体として、平成八年六月に関西国際空港株式会社、地元自治体



2期工事区域全景

の出資により新しく誕生しました。以来、埋立造成計画の策定、環境影響評価書の提出、漁業補償契約等を行い、飛行場施設変更許可を平成十一年六月に、そして工事着手に際する最後の手続きとなる埋立免許を同年七月に取得し、同月に現地工事（七月十四日工事区域表示のための灯標設置）を開始しました。二期空港島は、一期空港島よりも



大型サンドドレーン船による地盤改良

さらに沖合での建設となり、護岸延長約十三km、埋立面積は一期の約一・〇六倍の五四五haとなっています。建設海域の平均水深は、一期事業のマイナスイ十八・〇mに対して、マイナスイ五mと海底面の傾斜によりさらに深くなり、海底には一期区域の約三割も厚い、厚さ約二十～二十六mの軟弱な沖積粘土層、その下に四〇〇m以上の洪積

層が堆積しており、一期よりもさらに厳しい条件下での施工となります。

平均沈下量も一期事業の十一・五mに対して、二期事業では十八mと予測されています。このため、埋立土量も一期空港島の一億八千万m³の約一・四倍となる二億五千万m³の量が必要となります。これだけの工事を埋立工事までの空港島用地造成期間として概ね六年間という一期工事以上の大量急速施工で計画されています。

したがって、まず主要な資材として一億五千万m³の埋立土砂と約二千万m³の地盤改良用の海砂という大量の資材を経済的・安定的にどのように調達し、供給を受けるかが一つの大きな課題となりました。海砂については、国内海砂採取の環境問題に配慮して、中国からの海外海砂の大量直接搬入をはじめ、必要量の三分の一以上を国内海砂以外で調達を行いました。また、埋立土砂に使用する山砂については、大阪府岬町をはじめ、兵庫県淡路島、和歌山県加太の主要四土源から安定的に調達を行うこととしました。

平成十一年八月より沖積粘土の沈下を促進し、基礎地盤の強度増加を図るため砂杭を打設するサンドドレーン工等の地盤改良工事に着手しました。地盤改良工事には日本にある八隻すべての大深度サンドドレーン船を配備し、二・五m間隔で約一三〇万本の砂杭を打設する作業が昼夜にわたり繰り返され、約一年弱での短期間で完了しました。国内の砂杭施工量は、平均年間二〜三万本とのデータから、いかに大量で急速な施工であるかがわかります。

二〇〇七年B滑走路供用へ向けた新たななるチャレンジ

二期事業では、一期事業以上の大量急速施工や精度の高い埋立施工管理等が必要となり、膨大な施工情報・データの効率的な集約・管理を行っていただきます。そのため、人工衛星を利用した位置測定技術(GPS)(全地球測位システム)やナローマルチビーム音響測深機等の最新の施工管理技術を導入しています。

地盤改良船の位置決め、土砂投入のポイント管理、出来形管理等の深浅測量等、ほぼ全ての作業において工事用作業船に搭載のGPS装置を使った測位データを施工情報として管理しています。



土源からの土砂供給

埋立工事を例にとると、限られた作業水域内での埋立工事を効率的に所定の期間内に完了させ、かつ沈下傾向等を精度高く把握・評価するためには、周到な埋立計画に基づいた正確な土砂投入の位置管理が必要となります。土運船の搭載GPS装置による投入ポイント管理などにより、海上工事の効率化や施工精度を大きく向上させています。

また、ナローマルチビーム方式の音響測深機を搭載した測量船についてもGPSにより位置を正確に把握しながら、土運船の土砂投入前後の深浅測量を行うことにより、埋立層厚等の施工履歴を三次元プラス時間間の四次元にて正確に把握することにより、均一な施工を行うことができます。

既に完了した地盤改良工事では、二十隻の主要な作業船(砂撤船九隻、地盤改良船十一隻)の他に資材運搬用等の関連船舶も含めると、二〇〇隻近い工事用船舶が稼働しました。今後、護岸工事や埋立工事が最盛期に入り、さらに多数の作業船が工事区域内へ入域することから、海上作業の円滑な実施、安全確保等を目的として「航行安全センター」

を設置しています。同センターでは、「作業船等運行管理支援システム」により、前述の作業船等のGPS位置データ及び運行情報等を一元的に管理することができ、最大五〇〇隻分の船位・船速及び進路等のモニター表示ができる他、レーダー画面との重ね合わせも可能であり、海上交通の安全の確保を図っています。

二期事業の概要を伝える「二期工事見学ホール」が、平成十一年七月にオープンしました。工事現場海域を前面にしたホールからは工事の様子リアルタイムに眺望することができ、二期事業に関する資料や模型とともに、コンピュータやマルチビジョンを使って事業内容が紹介されています。今後も工事の状況を直接見ていただき、空港建設への理解を深めてもらうための、様々なPR、情報発信を行う予定であり、「見られる工事ではなく、見せる工事」としての取り組みが行われています。



洪積層沈下計測機

現在、二期工事は護岸工事を順調に進めており、この春より護岸の一部が陸化し、今後、徐々に空港島の輪郭が海上に姿を現します。本年秋から冬にかけて護岸工事が概成し、その後本格的な埋立工事に着手します。

二〇〇七年のB滑走路供用に向け、二〇〇四年には主要な用地造成を完了し空港施設の建設に入ります。

関西国際空港は、アメリカの土木学会による世界の十大プロジェクトとして「Monument of the Millennium」(空港部門)を受賞しました。この賞は二十世紀のチャレンジ精神溢れる十大プロジェクトに対して、アメリカの土木学会が与えるものであり、パナマ運河、フーバーダム等と並んで、日本では唯一の受賞となる大変栄誉なものとなります。

一期空港島以上のさらに厳しい条件下のもとで、用地造成会社を始めとする工事関係者の更なるチャレンジが続きます。

文／関西国際空港用地造成(株) 事業推進部 企画課 調査係 六戸 英明

仁川(インチョン)国際空港



図 - 2



図 - 1 出典：新潟日報 (01.3.19 夕刊)

航空機の騒音被害は少ない。地理的には東アジアの様々な国と北米またはヨーロッパをつなぐ航空路線の関門に位置し、以内人口百万以上の各国の都市四十数カ所が活動圏域にある中心地に位置して

二〇〇二年三月十九日、仁川国際空港がついに開港しました。着工から十年を経てオープンした仁川国際空港は、北東アジア航空路線の中心拠点としての八ブ空港を目指しています。北東アジア地区では、上海浦東や香港など相次いで巨大空港が誕生し、日本も関西国際空港や中部国際空港など空港建設・拡張計画を進めており、国境を越えた空港間競争が一段と激化しそうです(図1)。

仁川国際空港はソウル都心から五十二km、仁川海岸から十五km離れ、永宗(ヨンジョン)島と龍遊(ヨンユ)島の間の海を埋め立てて、総面積一七〇〇万坪の敷地を確保しています(図2)。この場所は一年を通じて風の九八%が南北方向に吹き、また、滑走路の両端から十余km

います。

建設計画と処理容量

一九九二年十一月に着工した仁川国際空港は二〇〇年六月まで第一段階工事を施工し、以降八カ月間の総合試運転を経て今年三月に開港となりました(表

(1) 一段階の建設施設—現在

金浦空港の一・六倍の規模

一段階で総面積四二二万坪(空港施設地域三五五万坪、背後支援都市六十六万坪)の敷地を開発し、滑走路二本と旅客ターミナル一棟、交通センター、貨物ターミナル、管制塔、総合情報通信センターなど二二〇数棟の施設物を建設し、国際業務地域と背後支援都市を開発しています。

(2) 一段階の処理容量

国際線専用空港として二十四時間運営し、年間二千七〇〇万人の旅客と二七〇万トンの貨物を処理できます。

建設事業費

一段階の工事は五兆八二九億ウォン(約五十三億ドル)の事業費がかり、この中で四〇%の二兆二五九億ウォンは

表 1 建設事業計画概要

区分	1段階(2000年)	最終段階(2020年)	
空港施設	敷地面積(万坪)	335	1,435
	滑走路(m)	3,750 ×60(2本)	3,750-4,200 ×60(4本)
	旅客ターミナル(万坪)	10.8	33.9
	貨物ターミナル(万坪)	5.3	24.4
処理容量	航空保安施設	CAT a	CAT b
	航空機運航(万回)	17	53
	旅客処理能力(万名)	2,700	10,000
交通施設	高速道路	40.2km、6-8車線	40.2km、8車線
	専用鉄道		複線61.5km
周辺施設	国際業務地域(万坪)	5	45
	背後支援用地(万坪)	66	264

表 2 建設事業内訳

区分	金額(億ウォン)
建設施設	24,271
飛行場施設	14,715
敷地造成	5,580
設計、監理	4,525
補償	5,342
背後支援都市(国際業務用地)	2,669
建設支援施設	1,127
合計	58,229(5兆8,229億ウォン)

政府が支援し、六〇%は仁川国際空港公社が借入れなどを通して調達しています。

この他に貨物ターミナル等七つの空港施設の建設は、民間資本で成り立ち、新空港専用高速道路も民間資本で建設したものです(表2)。

敷地造成と地盤改良

(1) 十七・三kmの防潮堤(図3)

仁川国際空港は、永宗島と龍遊島の間、満潮時の平均水深一mの海を埋め立て敷地の造成を行いました。防潮堤は総延長十七・三km、下段幅二〇m、高さ九m前後です。



韓国海洋研究員
責任研究員
安熙道
(AHN, HEE-DO)



図 - 3

空港施設の敷地三五五万坪には、防潮堤外の海からの浚渫土と周辺の山を削った土砂を利用し、平均5mの厚さで盛土しました。敷地造成が必要とされた土量は約九六四六万m³です。

(2)地盤改良―残留沈下量二・五m以下の安全度の確保(図4)

敷地中の干潟地域は平均厚さ五mの軟弱粘土層で構成されています。地盤強化のため平均十三mの深さでサンドドレーン工法または、特殊吸収紙のペーパードレーン工法を用い、五〜六m厚さの土を盛上げて干潟層の中の水を排出させ、地盤を約五十cm程度強制的に沈下させました。

地盤改良作業は航空機が使用する滑走路・誘導路・係留場の全地域一〇一万坪で施工され、サンドドレーン、ペーパードレーンの総数は約六十二万本です。

さらに、浚渫土による盛土層に対しては十トンの重錘で三重に打設し、さらに四十〜五十cm沈下させました。このように地盤改良の作業を行いました。このように、空港の敷地は今後二十年間、残留沈下量二・五m以下の安全度を確保しました。

(3)地下車道と排水路

滑走路と誘導路を横断して地上操業車輛が通行できるように空港の南・北側二カ所に往復四車線の地下車道が設置されています。地下車道は長さ二〇五〇m、幅二十m、高さ七・五mで壁と天井の厚さは約一〇〇mです。このような地下構造物は重量六〇〇トンの航空機の重さを安全に支えるように設計・施工されています。

空港地域の排水のため、総延長七十五kmの排水路が設置され、時間当たり二〇三mmの豪雨にも冠水しないように設計されています。

主な空港施設

(1)旅客ターミナル―早く便利な総合サービス空間(図5)

一段階に建設中である第一ターミナルは長さ一〇六六m、幅四九m、左右エントリーの長さは七・五mで、地下二階地上四階の構造として延べ面積は十五万九千坪で四十四個の搭乗口があります。国際規格サッカー競技場の六十倍に相当する



図 - 5

大きいです。

旅客ターミナルの三階の出発層には、七つの区域に三五二個のチェックカウンタを設置し、時間当たり六四〇〇名の旅客を処理することができ、旅客の出入国の手続きはそれぞれ二十分以内になるようにしています。

旅客ターミナルには、延べ面積の七・四%に相当する二万六〇〇坪の商業施設が整えられていて、サウナ、ミニホテル、ビデオ鑑賞室、娯楽施設、ビジネスルーム、各種フティック、レストランなど多様な施設があります。

旅客ターミナルは完璧なインテリアジェントビルとして建設され、室内には庭園や池、滝などが設置され、木材や石など自然材料を使用したインテリアでリラックスできる雰囲気を出しています。

(2)滑走路―次世代の航空機の就航に備えて

滑走路は風の方向を考慮して南北方向に四本を平行に配置しています。長さ三七五〇m、幅六十八mの滑走路は離着陸の安全度を高め、六五〇名が搭乗する超大

型航空機の就航を考慮した計画です。

現在、四本の滑走路中二本(一番、一番滑走路)が建設されその滑走路間の間隔は四一四mで、航空機の同時離陸が可能であり、今後三番目の滑走路が増設されれば一番滑走路との間隔は二〇七五mとなり航空機が同時に離着陸が可能になります。

旅客ターミナルの周辺の係留場九万七千坪には六十二機の航空機が同時に駐機が可能です。

滑走路は海拔七mの高さで、一〇五mの厚さに舗装されており、誘導路と係留場は九十五mの厚さに舗装されています。滑走路など飛行場の施設は一回の舗装で二十年間は安全に使えます。

(3)空港交通の中心―交通センター

旅客ターミナルの前面にある交通センターは地下四階と地上二階の構造で延べ面積は七万六〇〇坪です。地下四階には電鉄と都市鉄道のプラットホームがあり、地下三・二階と地上二階(屋上)は五〇〇台を同時に駐車することができます。中央ホール内には国際業務地域を連結するPMS(People Mover System)プラットホームがあり、地上と地下に各々五つずつの連結通路によって旅客ターミナルと連結されています。

(4)貨物ターミナル

貨物ターミナルは一段階で五・三万坪が建設中であり、年間一七〇万トンの貨物を処理することができます。貨物の運送・積載・分類システムは、半自動/機械式の兼用として誤作動の発生率が少なく、緊急時に素早く復旧が可能です。

(5)管制塔(図6)

空港の中心に位置した管制塔の高さは一〇〇・四mで、全世界空港管制塔の中で三番目の高さです。また、十九階に設置された複筒型の耐震装置によって、震度七の地震にも安全で、秒速二十五mの強風にも管制塔からは振動を感じないようになっています。



図 - 6

(6)世界最初の空港の総合情報システム

仁川国際空港は情報通信システムによって空港全体が統合的に管理・運営されています。総合情報システムは航空機の運営と乗客及び貨物処理、空港施設管理、防犯・防災など全ての空港内情報を実時間的に相互交換し、運営管理の効率性を極大化させることができます。

(7)その他の施設

空港で使用する電気と冷熱源を生産する熱併合発電所、下水を処理し再利用することができる下水処理施設、航空機給油施設、航空機整備施設、機内食施設など計二二〇個の大小建物を造っています。

CAT a等級の航空機の安全離着陸施設

仁川国際空港は、視程距離二〇〇mで安全に離着陸可能なCAT a等級の空港保安システムを整え欠航率は〇・四八以下になります。

図 - 4



空港から半径六十マイル以内のすべての航空機の位置と距離情報を提供する空港監視レーダー(ASSR)と二次監視レーダー(SSR)の信号を処理して航空機の適正高度維持、衝突予防、飛行禁止区域の侵入監視などの機能を自動的に遂行するレーダーデータ自動処理装置(ARTS)。地上航空機の安全移動を助ける地上監視レーダー(ASDE)、空港と航空機間の距離情報を提供し安全接近を助ける全方向表示施設(TVOR/DME)など数多い空港管制施設を整えています。

また、滑走路の周辺の気象状態を観測する自動気象観測システム(AWOS)と低高度の突風などを予告してくれる低層乱流警報装置(ILWAS)、空港から半径九十km以内のすべての気象変化を探知する空港専用気象レーダー等が安全運航に寄与しています。

環境緩和的な空港

(1) 総合環境監視システム

空港地域一帯の航空機騒音、大気、水質等を二十四時間遠隔、追跡、管理し総合的に分析、予測して環境汚染を防止するシステムとして騒音測定局十箇所、大気測定局三箇所、環境調査車輛一台(大気と水質測定)及び環境センターで構成されています。

(2) 下水処理施設と油水分離施設

空港内の生活下水と航空機の汚水など一日二万トンを超すきれいな水に浄水し、トイレの洗浄用水等として再利用します。

空港の係留場等には油分を含んだ溜雨を分離処理する油水分離施設が設置され水質汚染を予防することができます。

グリーンエアポートの実現 眺望

仁川国際空港は旅客ターミナル等主要空港施設(国際業務地域防波堤防波堤)空港循環道路などを公園化し、緑化率三〇%以上の快適な空港に整える計画です。旅客ターミナルの入口のWelcome Gardenと交通センターのSunken Garden、国際業務地域内のテーマ公園は旅客に親和感を与える工夫がなされています。



国際業務地域と Aero City

旅客ターミナルの南側に五万坪規模の国際業務地域を開発しています。ここには五〇〇室規模のホテル棟と業務用の建物六棟、商業施設、空港管理庁舎などがあり、空港の利用者が二十四時間時差に関係なくビジネスとレジャー・ショッピングを楽しむことができます。他にも毛永宗島・龍遊島一帯に娯楽レジャ

図 - 7



図 - 8

・ 住居・商業・物流流通などの支援機能を持つ地域を開発しています(図 7)。

接近交通施設 ソウル都市と四十分で連結

ソウルから仁川国際空港までは専用高速道路(四十・二km)と複線鉄道(六十一・五km)によって四十分で連結されています。

現在、金浦Ganghwa大橋北端を基点に六・八車線の専用高速道路が民間投資で建設され、運営されています。円滑な交通のため知能型交通システム(ITS)が導入され、専用高速道路に進入すれば三十分以内に旅客ターミナルに到着することができます。複線鉄道は二〇〇五年に完工予定です(図 8)。

将来計画

今後二十年後の全体計画の完了時(二〇二〇年)には、第一と第二旅客ターミナルならびに四棟の搭乗棟の総面積は三十三万九千坪に達し、総一五三機の航空機が同時に駐機できます。また四〇〇B級の平行滑走路四本を備え、年間五十三万回の発着、旅客一億人をさばくことができる東アジアで最大規模の空港になります(表 1 参照)。

なお、仁川国際空港の東側に空き地のままになっている三十万坪をフリーゾーン地域に指定し、それが建設された場合は、仁川国際空港は二〇〇五年には一七〇万トン、二〇一〇年には二五五万トンの物流の需要が発生します。さらに、六〇万坪規模の開発が完了する二〇二〇年には、五三三万四〇〇〇トンに物流の需要が拡大し、北東アジア最大の物流基地

へと成長する見通しです。

また、高速水中翼船が就航すれば、大連から一時間半という近さを生かし、中国からの旅客や貨物需要も視野に入れ、空港に隣接した埠頭を建設すれば、仁川国際空港の機能はいわゆるAirport、Teleport、Seaportの「Tri Port」にもなります(図 9)。

仁川国際空港は「時間が経てば、確実に物流革命の前進基地になり得ます。デジタル時代の核心競争力はスピードにあり、仁川国際空港はそれが可能です。二十四時間運営が可能になり、施設、装備は最先端のもので、処理容量も大きく増えます。

仁川国際空港の建設でその一軸は形成されたわけであり、近い将来に名実共に北東アジアのハブ空港としての位置を確保できるように努力する必要があります。



図 - 9

Coastal News Flash

◆ 八戸港国際ターミナル完成

【H13・4・25】平成六年に着工し、総事業費一〇六億円を投入して八戸港八太郎一号埠頭が竣工されました。八戸港多目的国際物流ターミナルの竣工記念式典が行われました。

八戸港は、水深十四メートル岸壁一バース、水深十三メートル岸壁三バースの公共岸壁を始めとする七十四の岸壁を有し、年間三千万トンを超える港湾貨物の

取扱いに対応しています。

二〇〇一年四月には、水深十三メートル岸壁を備えた国際物流ターミナルが新規ガントリークレーンと共に供用され、コンテナ貨物の効率的な取扱いが可能となりました。

さらに、将来国際貿易港の中心として位置付けられる八戸港「トアイランド」の二期計画五〇ヘクタールの整備にも着手し、水深十四メートル岸壁を備えた国際物流ターミナルが計画されています。

◆ 和歌山下津港の国際ターミナル供用式開催

【H13・5・3】国土交通省近畿地方整備局と和歌山県は和歌山下津港国際ターミナルの供用式を開催。同地区の整備は平成三年度から開始され、水深十三メートルの岸壁が十二年度に完成しました。続いてガントリークレーンとコンテナター

ミナルが十二年度に整備され、県下初のガントリークレーンとコンテナヤードを備えた本格的な国際ターミナルの供用を開始することとなりました。これにより、四万トンの貨物船が接岸可能となり、和歌山下津港の関西経済圏における物流活動や産業活動の拠点としての発展が期待されています。

わが国からのISO耐震新提案 国際的支援

ISO/TC98第十九回総会、ワシントンD.C.でISO第九十八専門委員会「構造物の設計の基本」(TC98)関連会議が二〇〇二年五月十四日から十八日の間、米国ワシントンD.C.ルネッサンスホテルで開催された。米国土木学会(ASCE)がホスト、五日間連続で合計八つのISO/TC98関連会議を開催したもので、参加国は十九カ国、参加者二十八名、内訳はオーストラリア(4)、カナダ(2)、デンマーク(1)、フランス(1)、オランダ(1)、日本(10)、ニュージーランド(1)、ノルウェー(1)、ポーランド(1)、スペイン(1)、アメリカ(3)である。最終日の第十九回TC98総会の前夜には、ASCE主催で、ホワイトハウスを主催するAdams Hotel最上階で「ランチ」が開催された。



ISO/TC98/WG1の白熱した議論 - WG1メンバーの一人(右端)が事務局提案(左側)に対して身を出して議論している(森仲一郎)

カニージョーランド、事前打診の形で石山祐(北大)WG1主催が提案、その詳細説明を井合が行い、三方の代表と議論があったが、ポーランドと米国の支持があった。これを踏まえ、五月十八日のTC98総会(参加国：ポーランド)議長を含む前出の十一カ国)において正式提案することとなり、同総会ではTC98議長の指示を井合が提案を説明した。いくつかの議論があり名称の若干の修正と追加作業の指示があったものの、概ね提案通りの内容が新規ISO/PWIとして受諾された。TC98事務局ポーランド)は、日本からの提案書の修正案を電子メールで受取った後、次回TC98会議を待たずにメンバーによる投票及び五カ国以上のワーキングメンバー募集の手続きに入ることとなった。

その後、六月八日に開催されたTC98国内委員会にて、正式提案の内容が審議され、本件については、新たにISO/TC98/WG2(主査：井合)なるワーキンググループを立ち上げる方向で、TC98国際事務局宛届出することとなった。

次回ISO/TC98会議は二〇〇二年六月第一週に予定されている。

文ノ(独) 港湾空港技術研究所 特別研究官(防災) 井合 進

ISOREPORT

ISO/TC98/WG8が発足

前述のTC98関連会議の中で、五月十五日にWG8 "Actions from Waves and Currents" の発足に関する会議が開催されました。各国へのWG新設へのレスポンスはメンバーの派遣用意があり五カ国であり、当日の出席者はConnerのProf. Art Forum (ノルウェー)と野泊岸開発技術研究センター 技術顧問の吉田良美でした。また、オナーバーとしてProf. A. Brandt (Chairman of TC98) Prof. T. Chmielewski (Poland) Mr. James A. Rosberg (Director of SEI, ASCE) Prof. Y. Ishiyama (北大教授, Convener of WG1) Dr. H. Mizuno (建築研究所) Dr. I. Iai (港研) Dr. S. Mori (愛媛大助教) Dr. J. Tohma (電中研) が出席した。

WGの番号および名称

ISO/TC98/WG8の番号は再利用せず、WG7は既に使われているのでWG8と番号にシフトする。総本部から連絡があり、これ以降はWG8として扱います。

WGの発足およびメンバーについて

ISO/TC98/WG8の発足は、Pメンバー国の過半数の賛成でWGが発足する。五月十二日までには、新事務局でもある建築・住宅国際機構に届いた回答では、設置成八カ国反対でした。五月十八日の全体会議でフランスとカナダが口頭で賛成を表明し、賛成が八カ国中の十カ国となったことにより、設置が正式に決定されました。事務局が再度各国にメンバー指名の要請を行い、それによってWGの構成メンバーが固まることになりました。

活動方針

Prof. Torumは対象とした構造物について説明したけれども、これは各国に照会があったDraft Content

(Draft 99 12 08)と整合していないとの指摘がありました。このため、TorumとGoddeと叩き合っ作成することになり、その結果を全体会議に提出しました。Torumは、WGメンバーそれぞれに得意とする章節についてinformativeな原稿(基準にこだわらず参考資料的なもの)を執筆して貰い、そのなかからstandardsに近づかわけいものを抽出する方向で作業を進めたいと説明しました。基準(standards)に取り込みにくい情報はAnnexとして取りまします。なお、参考文献は重要なものを精選したので、注脚等として掲載可能なようにしてあります。

作業日程

最初の提案通り、三カ年で完成、すなわち二〇〇四年五月を目標とします。

毎年一回程度の会議を開催するよう努力します。

第一回は、二〇〇一年九月二十六二十八日ロンドンで開催される"Coastlines, Structures and Breakwaters 2001" (英国土木学会主催)の機会を利用します。

その他

TC98の委員長はProf. Brandtが、このWGは六年以上前から設置要請が出ていただけでも、引き受けの国が無くて困っていたので、今回発足するようになったことは喜ばしいとのコメントがありました。

文ノ(財) 沿岸開発技術研究センター 技術顧問 吉田良美

ONE POINT LECTURE

高流動コンクリートについて

～高流動に関するQ&A～

高流動コンクリートの開発の経緯について教えてください

A

高流動コンクリートの開発は、一九八八年に岡村によって提唱された「締め固め不要なコンクリート」の基本概念¹⁾、および一九八九年に小澤らによって命名された「ハイパフォーマンスコンクリート」のプロトタイプ²⁾の配合提示²⁾を契機としており、その目的はコンクリートを締め固め不要とすることでコンクリート構造物の信頼性の向上を図ったものです。ハイパフォーマンスコンクリートは、セメント、高炉スラグ微粉末、フライアッシュなどの結合材を適切に組み合わせ、粉体を比較的多く使用し、高流動性を付与するための高性能AE減水剤と、場合により適度な粘度を付与する目的で増粘剤を微量添加して製造するものです。一方、セメントなどの粉体量は通常のコンクリートと同等量とし、増粘剤の効果を生かした高流動コンクリートの開発検討もその後行われてきました³⁾。

これらの成果を基に一九九三、一九九四年に日本コンクリート工学協会から「超流動コンクリート研究委員会報告書」⁴⁾が、一九九七年に日本建築学会から「高流動コンクリートの材料・調合・製造・施工指針」⁵⁾が発表されたのをはじめ、同年に(財)沿岸開発技術研究センターから「港湾の施設を対象とした高流動コンクリート・マニュアル」⁶⁾が、また、一九九八年には土木学会から「高流動コンクリートの施工指針」⁷⁾がそれぞれ発表されています。

高流動コンクリートとはどのようなコンクリートでしょうか

A

高流動コンクリートの定義は、日本建築学会発行「高流動コンクリートの材料・調合・製造・施工指針」⁵⁾では、『フレッシュ時の材料分離抵抗性を損なうことなく流動性を著しく高めたコンクリート』、(財)沿岸開発技術研究センター発行「港湾の施設を対象とした高流動コンクリート・マニュアル」⁶⁾では、『高い流動性と優れた材料分離抵抗性によって自己充填性を発揮する中で打ち込まれるコンクリート』、および土木学会「高流動コンクリートの施工指針」⁷⁾では、『フレッシュ時の材料分離を損なうことなく、流動性を著しく高めたコンクリート』としている。

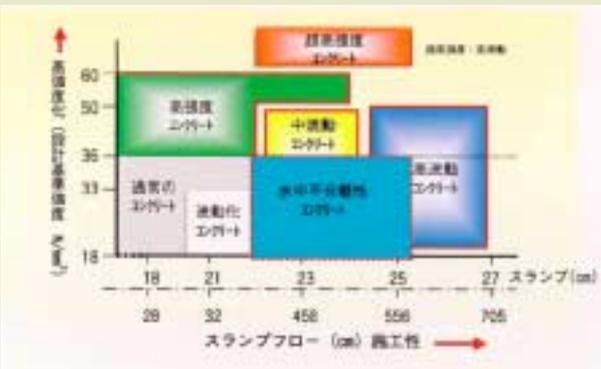


図 1 流動性によるコンクリートの分類

高流動コンクリートにはどのような種類があるのでしょうか

A

高流動コンクリートは粉体系、増粘剤系、および併用系の三つに分類できます。いずれも適正な材料分離抵抗性と高い流動性により自己充填性を発揮させています。高い流動性は、いずれのコンクリートも高性能AE減水剤の使用により発揮し、適度な材料分離抵抗性は粉体系、併用系では水粉体比の減少(粉体量の増加)により、増粘剤系では増粘剤の添加により発揮させます。フレッシュ性状の安定性は、粉体系に比較して増粘剤を用いる増粘剤系や併用系の方が優れている報告が多いようです。また、いずれにおいて

これらの中には、自己充填性を明確に定義していないものも見られるが、土木学会では性能規定として自己充填性を明示しており、一般的高流動コンクリートの定義として、加振機を用いることなく自己充填できるコンクリートと考えて良いと思われます。ここで、主に流動性でコンクリートを分類した場合、図 1 のようになります。この図の中で定義している中流動コンクリートとは、比較的新しいコンクリートであり、材料分離抵抗性を損なうことなく流動性を高めたコンクリートであるが、補助的な加振を加えることで高流動コンクリートと同様な流動性を発揮できるコンクリートです。このコンクリートはスランプフロー四五〇mm、五〇〇mm程度のコンクリートであり、鋼コンクリート合成構造などへの適用が検討されています。

表 1 各種高流動コンクリートの配合例⁵⁾

	粗骨材の最大寸法 (mm)	目標スランプフロー (mm)	水粉対比 (%)	空気量 (%)	単位粗骨材絶対容積 (m ³ /m ³)	単位量 (kg/m ³)					混和剤		適用対象構造物
						水 W	セメント C	混和材 F	細骨材 S	粗骨材 G	AE減水剤	増粘剤	
粉体系	20	625	33.0	4.5	0.3	175	530	70	751	789	9.0	0.0	LNGタンク防油堤
増粘剤系	20	600	48.0	4.5	0.305	185	385	-	872	820	11.6	0.56	ケーソンの底板
併用系	20	650	33.0	4.5	0.313	170	360	155	758	825	9.01	1.0	通常のRC構造物

もJISに適合する各種セメントは使用可能であり、粉体系と併用系はセメントの他に高炉スラグ微粉末、石灰石微粉末、フライアッシュ、およびシリカフュームなどが用いられています。いずれにしても、これら的高流動コンクリートは対象構造物や製造および施工条件の違いなどにより使い分けの必要があると考えます。粉体系や併用系は、高強度領域の高流動コンクリートとしても位置づけられます。これらのコンクリートの参考配合を表 1 に示します。

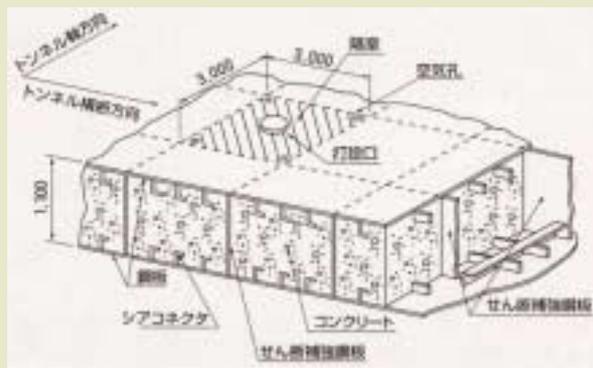
高流動コンクリートはどのような構造物や部材に適用されているのでしょうか

A 高流動コンクリートはR、C、PC、SRC構造などあらゆる構造物に適用されていますが、その自己充填性を最も有効に利用できる構造物として、加振機の使用が困難な過密配筋部材、大部分が閉鎖された合成構造部材、などが代表的なものとなります。海洋構造物への適用として、に当てはまる構造物として柴山港二重円筒ケーソン底版コンクリートへの適用や、に当てはまる構造物として沈埋トンネル沈埋函本体コンクリート（神戸港島トンネル、那覇臨港道路沈埋トンネル）（施工

中）への適用などが上げられます。



柴山港二重の円筒ケーソン⁶⁾



鋼コンクリート合成構造構造図⁷⁾

高流動コンクリートの今後の課題としてどのようなことがあるのでしょうか

A 高流動コンクリートにおける今後の課題として、以下の点が挙げられます。

(1) 高流動コンクリートの経済性について

高流動コンクリートは、粉体量の増量や高性能AE減水剤や増粘剤など混和剤の使用による材料費の増加や、製造時間の増加によるコストアップなどにより、普通コンクリートに比べて単価が高くなります。一方、締め固め不要に伴う、作業人件費の削減効果はありますが、これらを考えあわせても普通コンクリートの単価に比較して高流動コンクリートの方が高くなる場合も多いようです。今後は高流動コンクリートの特性を考慮した新しい構造形式の発案などにより構造物トータルでの建設

費用の算定や、高流動コンクリートの適用による品質の信頼性や向上を反映したライフサイクルコストの考え方を導入した費用の算定などにより普通コンクリートとのコスト比較を行う必要があると考えます。

(2) 高流動コンクリートの品質管理の簡素化

高流動コンクリートの最大の特徴は自己充填性であり、この性能を検査する試験方法には、U形またはボックス形の充てん装置が用いられています。また、品質管理試験としてスランプリュー試験や漏斗を用いた流下試験がよく用いられています。高流動コンクリートは加振機を借りず、コンクリートの自己充填性のみにより打ち込まれることや、コンクリートの打設状況の目視が困難な箇所に打ち込まれる場合が多いため、品質管理試験の種類やその頻度が普通コンクリート以上に実施されている場合が多いようです。このことは高流動コンクリートの施工が煩雑となる理由の一つとなっており、品質管理方法やその頻度の検討が必要です。これらの解決策の一つとして、

コンクリートの荷下ろし時、あるいは打ち込み前にすべてのコンクリートを自動的に試験できる全量受入検査装置などの適用も試みられています。また、フレッシュコンクリートの性状の安定性に最も影響を及ぼす骨材の表面水率のばらつきに影響されない新しい計量方法なども考えられています。

(3) 高流動コンクリートの製造体制の簡素化

高流動コンクリートはJISコンクリートではないため、その製造管理は多くの場合生コンプラントと施工業者が一体となって行われています。この

ことも高流動コンクリートの施工が煩雑であることの一因となっており、高流動コンクリートのJIS化や高流動コンクリート製造管理者の育成が必要であると考えられます。

参考文献

- 1) 岡村甫：信頼されるコンクリートへの途、コンクリート工学、Vol.26、No.1、pp.9-11、1988.1
- 2) 小澤一雅：ハイパフォーマンスコンクリートの開発、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.11、No.1、pp.699-704、1989.6
- 3) 竹下治之：他：締め固め不要高流動コンクリートに関する基礎的研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.14、No.1、pp.143-153、1990.1
- 4) 福手勤：他：増粘剤を用いた高流動コンクリートの過密配筋部材への適用性、港湾技術研究所報告、Vol.33、No.2、pp.231-257、1994.6
- 5) 土木学会コンクリートライブラリー93：高流動コンクリート施工指針、1998.7
- 6) 財沿岸開発技術研究センター：港湾の施設を対象とした高流動コンクリート・マニユアル、1997.5
- 7) 財沿岸開発技術研究センター：鋼コンクリートサンドイッチ構造沈埋函の設計と高流動コンクリートの施工、1996.11
- 8) 大内雅博：他：打設現場における自己充填コンクリートの受入検査用全量試験の開発、自己充填コンクリートセミナー論文報告集、土木学会コンクリート技術シリーズ19、1997.5
- 9) 十河茂幸：他：細骨材の表面水に影響されない正確な計量方法、セメント・コンクリート、No.619pp.54-58、2001.3

文/東洋建設(株)総合技術研究所
材料研究室 末岡 英二

沿岸虫眼鏡

APEC 港湾専門家会議【Asia Pacific Economic Cooperation, Transportation Working Group, Port Experts Group】

アジア太平洋経済協力(APEC)は、オーストラリアの提案に基づいて一九八九年に発足したアジア太平洋地域の経済に関する協議システムで、二十一カ国・地域が参加しています(平成十二年十月現在)。この下に、いくつかの委員会と、運輸WG、観光WGなどの九つのWGが活動しています。港湾専門家会議は、運輸WG傘下の専門家会合として、わが国の提唱により一九九六年に設立されたものです。議長国は日本が担当しています。この会議の目的は、APEC各地域の港湾の専門家の間で、情報及び経験の交換を通じて、専門的技術・知識の向上を図り、APEC域内の港湾の能力及効率を改善するための共通課題の抽出及び行動計画の作成を行うことです。

将来の研究テーマについては、以下の七テーマについて作業を行うことになっています。港湾諸手続の電子化に関する研究(豪)、港湾における複合一貫輸送に関する研究(タイ)、港湾における環境配慮に関する研究(米)、プロジェクトの実現に向けた実施方策の作成(日本)、港湾投資に関する研究(日本、米)、技術及び安全に関する研究(幹事未定)、港湾のパフォーマンス基準の研究(幹事未定) 平成十三年四月二日～五日に、ブルネイ国バンダルスリブカワンで第十回会合が開催されています。

文/(財)沿岸開発技術研究センター
理事・リサイクル研究部長
鶴谷広一

CDIT NEWS

[CDITニュース]

第三十六回評議員会

開催日：平成十三年五月二十四日（木）
十一・〇〇～十三・〇〇
場 所：東条インペリアルパレス 2階
千鳥の間



千鳥の間

決議事項：

- 一、平成十二年度事業報告及び収支決算報告について
 - 二、平成十三年度事業計画及び収支予算の修正について
 - 三、理事の選任について
- 右記決議事項について審議の結果、原案通り承認されました。
特別講演：
「独立行政法人港湾空港技術研究所の発足にあたって」
独立行政法人港湾空港技術研究所
理事長 小和田 亮

第四十一回理事会

開催日：平成十三年五月二十八日（月）
十一・〇〇～十三・〇〇
場 所：経団連会館 九階 九〇二号室
決議事項：
一、常務理事の互選について

第一回専門委員会

（有識者による技術研究諮問会議）
開催日：平成十三年六月二十九日（金）
十一・〇〇～十三・三〇
場 所：FMセンター十一階 ジェットストリーム

議事：

- 一、有識者会議設置趣旨
- 二、センターの研究業務の現状と今後の方向について
- 三、技術基準の国際標準化の動向について

ホームページリニューアルのお知らせ

当センターのホームページをリニューアルしました。本機関誌を画面上でご覧いただくこともできます。また、ホームページを通して読者の皆様の声を広く募集しております。ご意見、ご感想等をぜひお寄せ下さい。
ホームページの新URLは、
<http://www.cditi.or.jp/>
です。

港湾関連民間技術の 確認審査・評価事業 評価証の授与

平成十三年五月十八日（金）FMセンター十一階ジェットストリームにおいて、「SCP工法の砂代替材として粒状化した石炭灰を活用するリサイクル技術（中部電力（株））」及び「汚濁拡散防止システム

（五洋建設（株））
大新土木（株）」の二技術に対して、港湾関連民間技術の確認審査・評価事業」における第一回評価証の授与式を行いました。



第二回国土技術開発賞

（財）国土技術研究センターとの共催で応募しており、平成十三年七月十一日の選考が終わり、第三回国土技術開発賞（水泉国土交通省副大臣を東京虎ノ門パストラル新館1階鳳凰の間にお迎えし、受賞者への表彰状の授与が行われました。なお今回表彰されました技術名及び応募者は次の通りです。

- 最優秀賞 ハニカムセグメントを用いた同時施工法（株）奥村組、石川島播磨重工業（株）（石川島建材工業（株））
- 優秀賞 ICPブリス工法（株）湘南合成樹脂製作所、浸透固化処理工法（五洋建設（株）九州大学 善功企、ウオークスルー型耐火スクリーン（株）大林組）
- 入賞 省エネビル総合評価システム「エコナビTM」（株）大林組、SDP工法（東洋建設（株））（国土総合建設（株））（井森工業（株））（家島建設（株））（環境に優しい底泥処理システム（株）大林組）（ストランド場所打杭工法（東日本旅客鉄道（株））（大成建設（株））（F Sコンクリート（株））（沿岸環境開発資源利用センター）（既設トンネル覆工背面空洞の

- 新充填工法「アクアグラウト工法」（清水建設（株））（財）鉄道総合技術研究所、ラサ工業（株）（株）日本触媒、BIGCANOPY（株）（株）大林組、ヒックリート（株）（間組）（株）日本ヒューム（株））（GPSおよび加速度センサーを用いた盛土締固め管理システム（株）大林組）（TBMによる小断面トンネルの合理化施工システム（佐藤工業（株））（S R C F工法（清水建設（株））（鹿島建設（株））（株）コンステック、ショーボンド建設（株）（株）新日本製鐵（株））（大成建設（株））（株）東邦アイステック、東レ（株））（日鉄コンポジット（株））（三菱化学産資（株））（エコカラムユニット工法（株）奥村組）（大型浮体橋梁の設計・施工技術（日立造船（株））（三井造船（株））（株）横河ブリッジ（株））（春本鐵工（株））（三菱重工（株））（川崎重工業（株））（松尾橋梁（株））（片山ストラテック（株））（1層で2層分の機能をもつ機能傾斜系瀝青舗装材料「スーパーエスマック」（株））（日本舗道（株））（株））（AWS工法（住友建設（株））



CDIT

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/>
2001年8月1日発行