

CDIT

Coastal Development Institute of Technology

特集

未来へ飛翔する羽田空港、その最先端技術

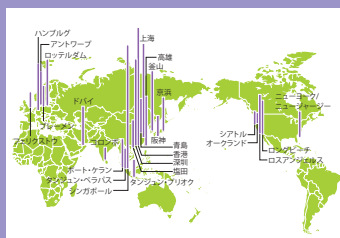
〈CDIT鼎談〉

新時代を開く羽田空港の実現

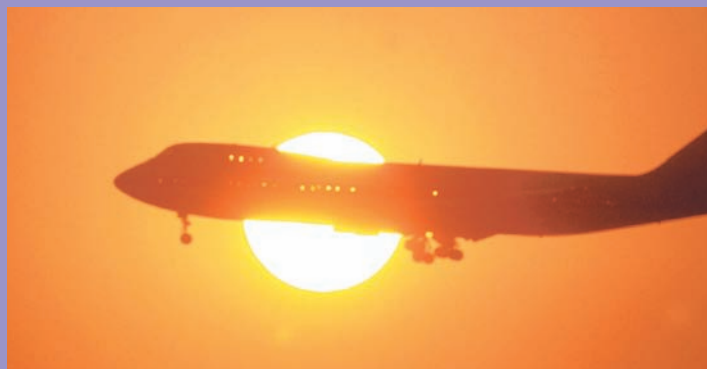
～再拡張整備事業における新技術の活用～

佐藤 浩孝 氏〔国土交通省関東地方整備局副局長〕

山本 修司 氏〔(財)沿岸技術研究センター理事〕



Vol.25



未来へ飛翔する羽田空港、その最先端技術

4 CDIT鼎談 沿岸の未来を見据えて

新時代を開く羽田空港の実現

～再拡張整備事業における新技術の活用～

ゲスト 佐藤 浩孝氏〔国土交通省関東地方整備局副局長〕

山本 修司氏〔(財)沿岸技術研究センター理事〕

10 寄稿 1

羽田空港の概要 (過去、現在、そして未来)

長谷川 武〔国土交通省東京航空局東京空港事務所次長〕

16 寄稿 2

東京国際空港の液状化対策における地盤改良範囲の検討

所 雅弘〔国土交通省関東地方整備局横浜港湾空港技術調査事務所〕

18 特別講話 CDIT講演会 in 神戸

沿岸域の活力・安全を考える技術

グローバル経済競争を支える国際物流システム

黒田 勝彦〔神戸市立工業高等専門学校校長・神戸大学名誉教授〕

22 沿岸レポート 1 ● 技術

空港舗装技術に関する最近のトピック

坪川 将丈〔国土交通省国土技術政策総合研究所空港研究部主任研究官〕

24 沿岸レポート 2 ● 海外調査

メガリスク型沿岸域災害のシナリオの想定及び合意形成モデルの検討に関する海外調査

—イタリア(モーゼ計画)とオランダ(デルタ計画)—

森下 重和〔財団法人沿岸技術研究センター研究員〕

28 沿岸レポート 3 ● 港湾政策

港湾法に基づく技術基準への適合性に関する確認業務

峰本 健正〔財団法人沿岸技術研究センター主任研究員〕

30 ONE POINT LECTURE 『羽田D-Run栈橋構造』Q&A

沿岸虫めがね

監修 近藤 隆道

〔国土交通省関東地方整備局東京空港整備事務所先任建設管理官(栈橋担当)〕

32 CDITニュース

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、毎号で紹介する記事内容より写真等を一部抜粋・掲載しております。記事内容ともども毎号変化する表紙写真にもご注目ください。

○特集寄稿 1 (P14)

○特集鼎談 (P5)

○特別講話 (P21)

○特集鼎談
山本 修司氏
(P5)

○特集鼎談
(P8)

○特集鼎談
佐藤 浩孝氏
(P4)

○特集
寄稿 1
(P11)

○特集鼎談 扉 (P3)

未来へ飛翔する羽田空港、 その最先端技術

D滑走路の拡張工事がいよいよ佳境に入った羽田空港。
そこは、土木技術の大いなるチャレンジ空間である。
そこは、“技術者”という無限の能力をもつ人たちの最前線である。
こうして2010年秋、羽田空港は新たな飛翔を開始するであろう。
そして私たちは、この歴史的瞬間に
居合わせることができることに幸せを感じている。



✦ CDIT鼎談

新時代を開く羽田空港の実現 ～再拡張整備事業における新技術の活用～

ゲスト 佐藤 浩孝氏(国土交通省関東地方整備局副局長)

山本 修司氏((財)沿岸技術研究センター理事)

✦ 寄稿 1

羽田空港の概要(過去、現在、そして未来)

長谷川 武(国土交通省東京航空局東京空港事務所次長)

✦ 寄稿 2

東京国際空港の液状化対策における地盤改良範囲の検討

所 雅弘(国土交通省関東地方整備局横浜港湾空港技術調査事務所)

CDIT 鼎談
沿岸の未来を見据えて

我が国の発展を支えた 羽田空港の歩み

村田▽グローバル時代を迎え、航空交通を支える空港の重要性がますます高まっています。過去を振り返ると、日本の空港整備の歴史は、技術開発の歴史でした。たとえば、関西国際空港では大変な厚さの軟弱地盤層や沈下対策が大きな技術テーマとしてあり、中部国際空港は環境と調和した工法の採用など、数々の新しい工法の開発がプロジェクトの成功に結びついています。

そうしたなかで、過去の羽田空港の沖合展開事業は非常に軟弱な地盤との闘いがあり、多くの技術開発に基づくブレークスルーがありました。そのあとを受けた再拡張事業は昨年3月にスタートして1年を迎えましたが、この事業についても多くの技術課題との日々の闘いがあり、新技術が工夫され、それが適用される舞台となっています。

羽田空港は羽田という名前からして空港のイメージがあります。ただ自然条件としては軟弱地盤が深くまで堆積しているなど、工学的には適地とは言えないのではないかと思います。そうした場所に空港が整備され、どのようにして我が国の最大機能を持つ空港として拡充してきたのか、これまでの歩みを概略で結構ですが、

そこからまずお話を伺えればと思います。

佐藤▽羽田の名前の由来はいくつか言われていますが、一つは羽田に飛行場ができる前、海老取川の外側に島があり、その形が鳥の羽を揚げたように見えたことから、「羽の生えた田んぼ」というので「羽田」と言われるようになったそうです。また、もともと湿地の粘土でできた土地を埴田はにだと言ひ、そこから転化して「羽田」という名前になった、あるいは新たに開墾した土地を埴田はにだと言ひ、そこから「羽田」に転化したなど、いくつかの説があります。いずれが正しいかは別にしまして、それなりのいわれを持った場所だったことは確かでしょう。

空港としての最初は、1917（大正6）年に飛行学校が現地に開校したのが起りであると言われてます。1931（昭和6）年8月に我が国初の民間航空専用空港として国営で造られました。最初の滑走路は300mの長さだったようですが、そのときから航空輸送の拠点として羽田空港の実際の機能が始まりました。

その後、戦争時には軍用空港として、戦後は

進駐軍に接収され、近くに住んでいた方々が強制立ち退きを迫られるなど、いくつかの変遷がありました。また、東京湾からささぎるものがなく平面的に非常に適地だったこと、また戦後の経済成長とともに航空需要が右肩上がりに伸び、それに応える形で整備が進められ、いまのような空港に育ってきました。

確かに軟弱地盤で、条件としてはふさわしい土地ではなかったのかも知れませんが、順次拡張が進み、必要な施設が整えられてきたことを考えますと、他の場所に移転するのはなかなか難しかったという気がします。こうしたことを踏まえると、今後もこの宿命は背負っていかなければならぬのではないのでしょうか。いまから7、8年前に、首都圏第3空港の適地選定の議論を大々的にした時期がありました。そのときは、東京湾のどこかに滑走路を一本造れるところを探して、あらゆるところに滑走路の絵を描き、検討したのですが、なかなかいい案がなく、結局羽田空港に4本目を造るということで決着を見たわけです。



佐藤 浩孝氏

国土交通省関東地方整備局副局長

新時代を開く 羽田空港の実現

～再拡張整備事業における新技術の活用～



D滑走路棧橋整備状況 写真) 羽田再拡張D滑走路建設工事共同企業体

その理由は、大きく機能拡大している羽田空港を使いながら、別の場所に滑走路を置くこと、どうしても空域が重なってしまいます。隔離するために遠くに持つていくと首都圏の空港としてはアクセス距離が長すぎるといふ問題がある。結局「羽田で二元的にコントロールしないと空港能力の増強はできない」というのが結論だったように思います。

ですから、今後も羽田をちゃんと使える空港として造っていくことになると思います。羽田空港はいま、国内航空の拠点空港として使われていますが、国内航空旅客数は年間約9500万人で、羽田空港利用者がその6割を占めています。つまり、我が国の航空ネットワークの中心を担っているわけで、羽田がなければ日本の航空輸送は成立しないといっても過言ではありません。



山本 修司氏

(財)沿岸技術研究センター理事

第4滑走路整備事業で能力が4割アップする

村田▽羽田はわが国の国内航空体系の中核として非常に重要な役割を持っていますが、新たに始まった再拡張事業についての意義や現在の整備状況についてお話を伺います。

佐藤▽再拡張の意義ですが、歴史的な観点から、羽田は過去に何度か非常に大きな拡張の機会を得ています。その中で最大のものは、昭和50年代の終わりから昨年まで20数年間かけて行われたいわゆる「沖合展開」事業です。

激増する航空輸送量処理するためには、それに応える滑走路の数、ターミナル規模、アクセスを兼ね備えた受皿が必要になってきました。そのため、滑走路3本を持つ沖合展開のマスタープランがつけられ、それが宮々と整備されてきました。ただ計画当時は、将来予測に見合った施設規模だったわけですが、それ以上に航空需要が伸び続け、沖合展開施設だけでは処理できない部分が出てきました。それで結果的

に第4滑走路(D滑走路)の整備が具体化してきたわけです。

村田▽D滑走路ができると、能力はどのぐらいになるのですか。

佐藤▽現在の4割増しです。現状の羽田空港は、年間約29万6000回離着陸できるキャパシティがありますが、4本目の滑走路ができますと、これが一気に40万7000回になる予定です。

村田▽それはいつごろまでの需要に対応できると予測されていますか。

佐藤▽国内線の需要増がどれくらいかという議論に限定しますと、今後の航空機材の小型化傾向も含め、ある程度先まで対応できるでしょう。ただ羽田空港に国際線を呼び戻そうという動きになっていますので、国際線のどの程度の需要を羽田で賄うか、成田空港との役割分担をどうするかという議論があるため、「いつまで」という予測は難しいと思います。

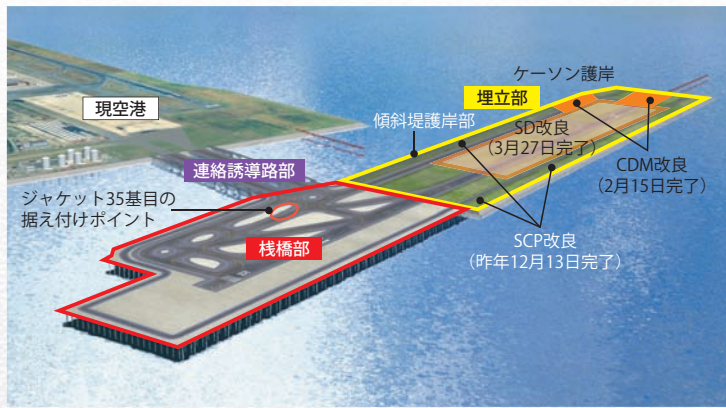
2010年秋、羽田空港では新たにD滑走路の供用が予定されている。これによって、羽田空港は現在の4割増しの40万7000回の離着陸能力を持つことになり、グローバル化がよりいっそう進むなか、我が国の航空システムに重要な役割を果たすと考えられる。当センターでは再拡張事業が着工になるまでに、いくつかの技術課題についてお手伝いさせていただいた経緯もあり、技術開発については多大な関心を持っている。今回はそうしたことを踏まえ、「新時代を開く羽田空港の実現～再拡張整備事業における新技術の活用～」をテーマに、羽田再拡張事業を推進する国土交通省関東地方整備局の佐藤浩孝副局長、そして当センターで技術部門を担当している山本修司理事を交えてお話しをさせていただいた。



村田 進

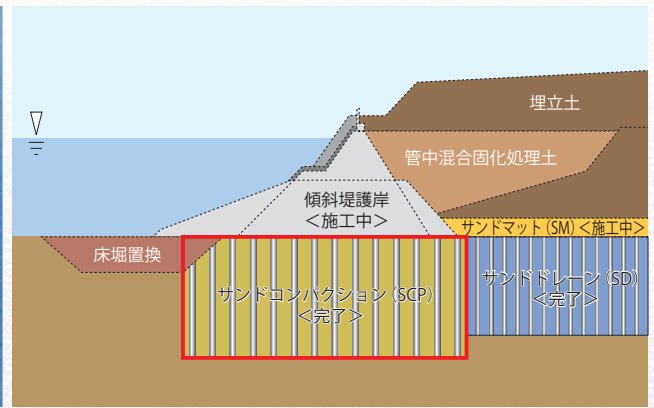
(財)沿岸技術研究センター理事長

図2 ジャケット据え付け場所と埋立部の地盤改良工事



資料) 羽田再拡張D滑走路建設工事共同企業体

図1 埋立部標準断面図



資料) 羽田再拡張D滑走路建設工事共同企業体

今秋に埋立護岸が概成

村田▽着工から1年が経ちました。工法選定、着工の準備、工事への着手と、大変なご苦労をされたと思いますが、いまは大体どの程度まで整備が進んでいますか。

佐藤▽2500mの滑走路を含め延長約3000mの空港島を造るのですが、そのうちの1000mぐらいが多摩川の河口部に当たりますので、河川の通水性を確保するため棧橋構造としてのジャケット工法を採用しています。残りの約2000mが埋立です。この部分は、昨年度末までに護岸部の地盤改良がすべて終わりました。現在は護岸の築堤作業に入っています。進捗率は5月末時点で約7割です。護岸の頭が水面を切り、一周するのは今年の秋ですね。そこから土砂の投入を本格的に行うこととなります。

棧橋構造の部分は、D滑走路本体と滑走路と現空港を結ぶ連絡誘導路も含めて合計238基のジャケットを用います。5月末時点で棧橋部が35基、連絡誘導路が6基、合計41基のジャケットが据わっています。棧橋部分のジャケットは2割ぐらいが終わり、残り8割をつくる据えつけますが、残りもジャケット製作そのものは全国各地の工場を着々と組み上げられています。今後も続々と東京湾に運び込まれて、1週間に2基のスピードで据えていきます。村田▽最近では鉄不足とか、鋼材の値上がりなどが話題になっていますが影響はありませんか。佐藤▽私も関東地方整備局では、羽田だけでなく港湾整備でも鉄を使う事業がありますが、鉄の供給はさすがに大変な状況になりつつあります。鋼材の使用量は棧橋部で35万トン、連絡

誘導路で8万トン、合計43万トンになりますから、羽田についても鋼材調達に難しいわけですが、優先度の高い国家プロジェクトとして対応してもらっていることもあって、現在のところ鋼材不足で遅れができてきているということはありません。今後は是非スムーズに資材調達を進めたいと考えています。

新工法・技術の活用

村田▽棧橋部は超高強度コンクリートを採用し、埋立部でも地盤対策を工夫されたと聞いています。再拡張事業では、どんな技術や新しい工法が導入されているのですか。

佐藤▽棧橋部では水面上に構造物が立ち上がってくるので、そこで河川からの流下阻害を起こしかねないので、ジャケットの下部構造が河川の通水断面を阻害しないように下部構造の縦横、斜めのブレースを水面下の一定の深さより下に全部押し込んで、水面上には柱しか立てません。さらに水深も深いうえに滑走路の天端が水面上13〜17mありますから、その間は柱だけの構造で持たせなければなりません。このような点が非常に特殊な部分だと思えます。

村田▽超高強度コンクリートはどこに使われるのですか。

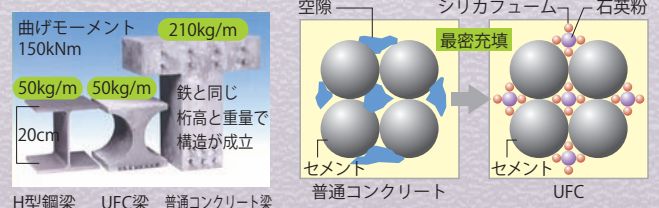
佐藤▽上部ジャケットは鋼構造物でつくりませんが、滑走路や誘導路以外の施設をのせるために床版を上部のジャケットの上に1枚ずつ置いていきます。その1枚1枚にUFC（超高強度繊維補強コンクリート）を採用します。

村田▽超高強度コンクリートを床版に使うというのですが、海洋構造物では初めてですか。山本▽海洋構造物への使用は初めてだと思います。ジャケット上の重量を軽くして、ジャケット

図3 UFCの特徴

普通コンクリート床版より優れた性能

- ①高強度：普通コンクリートの4〜8倍の圧縮強度（180N/mm²）
- ②高緻密：普通コンクリートの1/1,000,000以下の透水係数
- ③高耐久性：普通コンクリートの1/100以下の中性化速度、塩素イオン拡散



注) UFC：専用の粉体、鋼繊維、減水材を使用した超高強度繊維補強コンクリート (Ultra high strength Fiber reinforced Concrete)

資料) 羽田再拡張D滑走路建設工事共同企業体

トへの慣性力などの負担を小さくします。主に着陸帯部分に使われることになっています。また、強度は大体、普通コンクリートの4〜8倍ぐらいです。耐久性については、長期間使われた材料ではないので、繰り返し試験や劣化試験などの実証実験を行いました。

村田▽そういう新しい素材が実際に海洋構造物に使われるということは、これからほかの工事に利用される可能性も広がりますね。

山本▽非常に強度が強いですから、鉄に代わってコンクリート浮体のようなものも出てくる可能性があります。

山本▽羽田のように大量のUFC床版を使うケースは、日本ではまだありません。

佐藤▽ちなみにUFC床版の量については、約6900枚で、PC床版は約1万2000枚ぐらいとなっています。ほかに国際線の新しいター



ミナル整備をPFIで実施している事業においても橋梁部の主桁に使うことになっていきます。

村田▽新しい技術の導入という意味ではGPSを使った施工管理やライフサイクルマネジメントに沿った維持管理の取組もされていますね。

佐藤▽GPSを使って精密な位置測定をしなければならぬというニーズの背景には、ジャケツトを乗せる基礎杭の打設に非常に精度を要するということがあります。岸壁のジャケツト構造の場合は陸上で測量しながら打設する方法がとれますが、この現場は現在の空港島から数百メートル離れていますし、しかも膨大な量の杭を精度よく打設しなければいけません。ですからGPSで位置をしっかりと捉える必要があるのです。プラスマイナス5cm以内と高精度で、

これまでのところジャケツトの設置において問題を起こしたことはありません。

村田▽関西空港の施工管理でもGPSを使って、リアルタイムで施工管理をされましたね。

佐藤▽羽田ではGPSを積んだ土運船、GIS（地理情報システム）での出来形の管理、地盤の沈下計算、強度計算システムがセットで運用されています。

村田▽埋立部ですが、羽田はもともと超軟弱地盤ですね。そこで埋立は護岸を造るといってもそう簡単なものではないと思います。今回は何か特別な技術的工夫があるのですか。

佐藤▽地盤改良にはSCPやDMが使われていますが、コストを下げながらも施工時の安全を確保するため安全率はギリギリの1.2ぐらいでやっています。

1000年使用のための維持管理技術を採用

村田▽コストはずいぶん厳しかったみたいですが、全部でいくらかかりますか。

佐藤▽平成17年に契約して、5700億円に消費税を乗せた額です。発注方式は大きな意味でのデザインビルド方式で、維持管理費も含めています。今後1000年間使えるように維持管理するということで、効率やコストが余りかからないように考え、それが設計に生かされています。

たとえば上部ジャケツトは海面上十数メートルのところがありますが、ここに常時塩水がかかる大変な防錆対策が必要になります。定期的な塗装の塗り替え等を考えるだけでも気の遠くなるような作業ですが、その課題を一気に解決するために、上部ジャケツトの底面にチタンのカバープレート置いて、それで下からの海水を遮断します。チタンは腐食に非常に強いので、底面は海水に曝されても、その上にある鋼構造物に海水がかかることを防ぐことができます。上はコンクリート床版が乗りますので、上部ジャケツトは鋼構造としては箱の中に入った形になります。

さらに、箱の中の湿度管理を常に行うために除湿機を入れます。数は約50基ですが、それを休みなく回して湿度管理をし、鋼構造物の腐食を抑えます。一定のランニングコストはかかりますが、塗装の塗り替えの手間やコストが省けます。

村田▽そうした維持管理を行うのは羽田が初めてですね。

山本▽カバープレートにして、箱の中の湿度を常に50%に保つというのは、日本ではあまり聞いたことがないですね。

村田▽これからはライフサイクルコストを抑えることが大事になってきますから、いろいろなところに応用できる技術なのでしょうね。それ

とも羽田独特のものでしょうか。

山本▽羽田は設計供用期間1000年という構造物ですから1000年間もたせるためには、それに頼らざるを得ないことだと思えます。

デザインビルドの良し悪しを勘案しながらいいものを作る

村田▽デザインビルドの本格的なケースとしては羽田が最初のプロジェクトですが、設計施工一括方式を用いて本當にうまくいっているのか、問題点がないのかという試金石として注目を浴びていると思います。デザインビルドを採用したことでは何か苦労されたことはありますか。

佐藤▽メリット、デメリットは多分たくさん出てきつつあります。発注者サイドとしてできあがりの図面を提示したわけではないというのが、いろいろなところで問題としても出ますし、逆に臨機応変な対応により良いものになって返ってくることもあります。

良かった例としては、いろいろなアイデアや最適化するための努力が随時行われて、非常にいいものが出てきたということです。先ほどの防湿のコンセプトもそうです。それから途中段階で、より良いものにするという努力が割に自由にできます。「自分たちの設計ではこう考えていたけれども、さらにコストを下げるために、こういうことを提案します」という話を発注者サイドが主体的にやれるため、かなりの項目で実現しています。

逆に難しい点は、通常の発注であれば自分たちで図面をつくって発注するので変更も容易にできるのですが、今回はJVが図面をつくりますから、我々には基がないということ。だから、その協議は毎回かなり厳しいものになります。先ほどの長所の裏返しで、JV側は自由に発想するが、こちらはそれが見えない。

村田▽そのやり方が適切であるかどうか、判断が難しくなる。

佐藤▽我々が詳細に積み上げられていない部分を、相手側から一方的に聞かされるという可能性はあるわけです。変更契約をするときのコスト計算でも、我々で元値を図面どおり積算していかないわけですから、変更したときに値段がどうなるのかが見えない。もちろん合理的かどうかの視点がありませんので、安くなる方向、良くなる方向でないと認めないという方針はありますが、そこを見極めることが難しいと言えます。



沿岸センターの 羽田プロジェクトへの関わり

村田▽発注者である関東地方整備局と、受注しているJVの間で、当沿岸センターやSCOPE（財団法人港湾空港建設技術サービスセンター）など、行政の補助をすべき立場にある機関が補佐をすることによってうまく橋渡しをし、足りないところを補うことが必要だと思います。関東地方整備局の立場に立って、またJVの持っている技術力が本当に妥当かどうかチェックすることも含めて、沿岸センターが技術面でこれまでかかわってきた概要を紹介してください。

山本▽沿岸センターが最初にこのプロジェクトに関与したのは平成12年で、発注者から海上空港構造技術検討調査というテーマをいただき、検討を始めました。そのときは、いま工事をやっている再拡張と当時13ぐらいあった第3空港を含めて、海上空港として実施した場合にどんな技術的課題があるかを検討しました。設計条件は、構造が浮体、棧橋、埋立の3タイプについて概略設計を担当させていただきました。平成14年になって、そのときは羽田を再拡張することが決まっていたので、デザイナービルドで応募してくる事業者にどのような性能を求めるか、設計条件をどうするかという仕事をいただき、要求性能案や設計条件案を作成しました。

平成15年になって、いよいよ当局による発注・契約の時期が近づき、予定価格をつくる段階では、3タイプについての試設計をさせていただきました。ほかにも浮体の動揺計算やJVが作成した詳細設計の中身が要求水準書を満たしているかというチェック作業を伴う基礎的な

資料づくりなどについてもお手伝いしました。村田▽沿岸センターに対する評価はいかがですか。

佐藤▽今回のような大規模構造物を海上に造る局面において、沿岸センターは技術の集積度が高く、優れた技術者を抱えておられますし、いろいろな経験を蓄積しておられるので、お願いしました。国の組織の人数が絞られ、組織の外側にいろいろな機能を持つてもらいながら進めざるを得ないということが、起こってきています。この動きにつれて沿岸センターを頼りにして、協力をお願いしながらやってきたという歴史があるわけです。

第4滑走路使用までの 時間との闘い

村田▽再拡張事業もかなり見通しが立つてきたと思いますが、開港までにまだ大きな課題が残されているのでしょうか。それとも、よほどのことがない限り一応必要なブレイクスルーは終えたと思っております。

佐藤▽設計もできましたし、実際の技術のめどもたつて施工されていますから、その部分については進んでいくでしょう。ただ、空港を利用して側の方々は時間的なターゲットを置いて投資をし、いろいろな準備をしつつありますので、供用目標時期に遅れることなく、しっかりと造って提供することが非常に重い課題です。ですから「できるけれども、もう少し時間がかかる」という議論になったときには、「こういうやり方ではなくて、このアプローチであれば解決できるのではないかと」と、時間との闘いの中でも一工夫しなければならぬ局面も出てくる可能性はあるような気がします。

2010年10月には何があってもD滑走路か

ら飛行機を飛ばさなければならないということが、我々に課せられた最大の課題です。

村田▽あと2年半ですね。

佐藤▽そうです。供用前にフライトチェック等を済ませなければならぬことから、大きげに言うと、2年後にはもう殆どの施設ができあがっていないかならない。

村田▽大変ですが、振り返ってみると1年でこれだけの事業を進めてきたわけですから、その勢いがあれば大丈夫。

山本▽私が再拡張の工事で一番難しいと感じているのは棧橋と埋立の接続部の護岸です。ここには鋼管矢板井筒工法を使っていて、この工法自体は橋梁の橋脚とか橋台の基礎工事ではよく使われますが、規模が違います。高さが約35mあり、いわば35mの土砂を溜めるダムを造るようなもので、しかも軟弱地盤です。

ですからこの工事がきちんとできれば、世界に誇れる工事になるのではないかと思っています。そのために当局もJVも、綿密な計測施工を予定されているようですので、そこを乗り切れば工程は大丈夫ではないかと思えます。

未来に向けて

とどまることのない羽田の歩み

村田▽羽田空港の整備と我が国の発展は表裏一体としてとらえていいと思いますので、羽田の再拡張整備が計画通り施工されるというのは、これからの日本の発展にとっても非常に重要だと思います。そうは言いますが、再拡張が終わるころには、また新たな対応が必要になってくるのではないのでしょうか。

佐藤▽歴史から学ぶとすれば、羽田は第四滑走



ジャケット掘付状況
写真) 羽田再拡張D滑走路建設工事共同企業体

路整備後も歩みをとどめることはなく、さらなる対応が間違いなく必要になってくると思います。D滑走路が供用になりますと、羽田で国際線に6万回利用し、成田空港で整備後2万回増えることになっていきますので、首都圏に8万回の枠が新たにできます。それを十分使うことは前提ですが、さらにその先どうするかという話は当然出てくると思います。

今後東京都が考えている横田基地の供用化とか私どもが整備している茨城県百里基地での民航「茨城空港」など、いくつかのプロジェクトの成果が加わってくるといえると思います。

羽田は一番大量の需要が発生する都心の近くにあるわけですから、ここに対する需要圧力は強くなっていくでしょう。羽田の次なるステップが何かというのはいろいろなことが考えられるでしょうが、羽田は4本の滑走路が十分使えればかなりの能力があるのですが、実はそのうち3方向は使えません。

B滑走路は陸側に向かって飛行機は飛ばないし、新しく造るD滑走路も川崎側に向かって飛ぶことは計画されていない。A滑走路も基本的



に陸側に向かつて飛ぶことはできない。またこれらの逆方向の着陸にも使えないので、その3つの方向について不自由な飛行場なので、これが解き放たれば、能力は非常に上がると思います。

若い技術者の技術力を育む 羽田再拡張プロジェクト

羽田▽この20、30年間を振り返ってみますと、我が国は「失われた10年」とか「バブル崩壊」とかいろいろ言われていますが、豊かで、きれいで、便利で、暮らしやすい社会になったのではないのでしょうか。これは、やはり社会の基盤としてインフラを整えてきたからだと思います。最近では土木技術者が自信を失いがちですが、土木技術者が社会に果たしてきた役割についてもっと自信を持つていい。

日本はまったく資源がなくて食料自給率も39%ですが、こうした国は普通グローバル化すればするほど生活が悪くなっていく。ところが、むしろグローバル化をうまく使って豊かになってきました。これからもその豊かさを維持していくためには、何といたってもグローバル社会の中で競争力を持つことが必要です。

その競争力の源泉は人材、インフラ、そして技術です。グローバル化の中では、インフラの中でも国際交流インフラが最重要であることは異論の余地がない。その意味でも、羽田再拡張事業は成功させなければならず、国民の大きな期待が佐藤副局長をはじめとする関東地方整備局の方々やJ.V.の方々にかかっています。

明治以降の厳しい世界情勢の中で日本が生きて残ったのは、それに耐えうる民の力、文化、そしてインフラがあったからだと思えます。昔から各々の世代は国の礎を築いてきまし

たが、次は若い人たちの番です。そうした視点で見た場合、若い技術者がたくさん参加している羽田再拡張の整備を通じて何か感じるところはございますか。

佐藤▽やはり、ちゃんと人が育たなければいけないという議論だと思います。現状は厳しいとか、いろいろなことが言われる中で、どうしたらそれを打開できるかというのは大変重要だと思います。次の世代の人たちの気持ちに思いを致さないでいると、本当に人材が枯渇してしまって、やりたいこと、やるべきことが時間とともに消滅してしまう気がします。

羽田の話に戻りますと、羽田再拡張はJ.V15社の構成員とその外側にいる様々な技術者の方々の力に依拠しています。実は今年3月に羽田の現場で働く技術者が100人以上集まって、この1年を振り返って、苦労してきたこと、成果として上がったことを発表し合い、お互いに意見を聞き合う場がありました。

この方々は本当にいろいろな場面で苦労をしておられます。地道な努力もあるし、血のにじむような苦しみも味わいながら本当に大きな成果を挙げて下さっています。「J.Vと整備事務所と一緒にやって、いろいろな声を聞こうじゃないか。話をしてもらおうじゃないか」ということで持たれたのですが、私自身そういう場を開くことができず非常によかったですし、そういう方々の声が聞けて、認め合えたというのは非常にうれしかったと思います。

そういう機会がどこにでもしっかりとあって、それを基に、その背中を見ているさらに若い人たちが意欲を持ってこの世界に入ってきてくれるようにすることが必要だと思います。

山本▽平成14年ごろ、このプロジェクトが始まるころに、関東地方整備局の若手の職員がよく

国土技術政策総合研究所の当時の空港部長の広瀬宗一さんのところに集まり、夜遅くまで議論していました。いま、その若手がそのまま羽田のグループに入っています。私もときどき呼ばれてコメントしたこともありましたが、彼らは技術のことを非常に熱心に勉強していました。当時を思い出しつついまの羽田の体制を見ると、技術者のモラルが非常に高いと思います。プロジェクトがあるからこそ技術者のモラルが高いということも言えると思いますが、非常にいいことだと思っています。

羽田▽羽田の再拡張事業は本当に大変な事業ですから、お話を伺うのはまだ時期が早いのではないかと心配していましたが、今日は素晴らしいお話を伺うことができました。この話は若い人たちにも、技術者全体にも非常に参考になると思います。関東地方整備局、J.Vは国の期待を一身に背負っておりますので、ぜひ最後までしっかりと造っていただいて再拡張事業が成功することを期待しております。沿岸センターとしてもお手伝いできることは一生懸命したいと思います。本日はありがとうございます。





羽田空港の概要 (過去、現在、そして未来)

国土交通省東京航空局東京空港事務所次長 長谷川 武

1 初めに

本年4月1日に就航した羽田・香港間のチャーター便(毎日運航)は、午後8時45分に羽田を出発、午前零時30分に香港に到着、折り返し香港を午前1時30分に出発、羽田に早朝の6時45分に到着するというもので、羽田空港のアクセスの良さを活用し、仕事帰りにそのまま利用出来るダイヤ設定となっている。これは、昨年6月に実施した特定時間帯での国際チャーター便の設定という利用促進策を活用したもので、2010(平成22)年10月末を予定している再拡張事業の完了を前に、羽田国際化への高い期待に対応するものである。首都圏の基幹空港として機能する羽田空港であるが、様々な歴史を引きずっており、空港周辺地域との関係を見れば、空港として機能しない。本稿では、羽田空港の将来を考える上で基礎となる羽田空港が歩んできた歴史を振り返るとともに、羽田空港を運用するに当たつての留意事項等まとめてみたいと思う。

(注)従来23時から6時の間で認めていた国際チャーター便のダイヤ設定を、出発便について20時30分から23時の間、また到着便について6時から8時30分の時間帯において設定を可能としたもの。

2 羽田空港の歴史

(1) 羽田飛行場の開設

羽田空港の歴史は、1931(昭和6)年、逓信省による民間専用飛行場である「東京飛行場(300m×15m)」の開設に始まる。それまで立川にあった東京飛行場を羽田へ移転したも

のだが、8月25日の最初のフライトは、日本航空輸送(株)が運航する大連行きフォッカー型機で、乗っていたのは鈴虫6000匹であったとか。その後、朝日、報知、東京日々新聞社や東京飛行機製作所が格納庫を設置し、日本飛行学校も立地する等にぎわいを見せることになる。一方で拡大する戦争に併せ軍事利用も進むことになる(左ページ写真1)。

(2) 終戦

1945(昭和20)年の終戦を迎え、羽田にもGHQが進駐してきた。GHQは空港を拡張するため、9月12日に羽田飛行場の引き渡し命令を出し、翌13日からは飛行場の拡張工事を始める。当時空港島には、穴守稲荷神社に加え、羽田鈴木町、羽田穴守町、羽田江戸見町の3町があり、約3000人からの住民がいた。これらの住民はその後、9月21日から48時間以内に、空港島から強制退去させられることになるが、強制退去させられた住民の一部は、海老取川を渡った羽田地区に移り住み、今もなお暮らしている方もいる。GHQにより拡張された飛行場は、総面積257.4ha、2100m×45mのA滑走路、1650m×45mのB滑走路と2本の滑走路を有することとなり、GHQが利用するとともに、アメリカのノースウエスト航空等が利用していた(左ページ写真2・3)。

(3) 返還、空港拡張と騒音問題

その後1952(昭和27)年7月1日、空港施設の大部分がGHQから日本に返還され逓信省の所管となり、「東京国際空港」と改称し、羽田空港の新たな歴史が始まることとなる。戦後日本が復興する中、羽田空港は首都東京の空港

として、日本の経済発展とともにその姿を大きく変えてゆくことになる。

伸びゆく需要に対応するため羽田空港は、1961(昭和36)年にはA滑走路を3000mに延長、1964(昭和39)年にはC滑走路(3150m×60m)を新設、1971(昭和46)年にはB滑走路を2500mに延長と、順次拡張を行ってきた。これら空港施設の拡充に併せ、羽田空港に乗り入れる航空機もジェット化、大型化、多頻度化が進み、伸びゆく需要に対応してきたものである。

一方で航空機のジェット化、大型化、多頻度化は、航空機騒音を拡大させ、空港周辺地域において社会問題化することとなる。1960(昭和35)年には、羽田空港周辺航空機爆音被害防止対策協議会が地元で結成されるとともに、国も入った「東京国際空港騒音対策協議会」が開催され、空港の運用について管理者と地元とが協議を開始することとなる。また1963(昭和38)年には、深夜・早朝の時間帯(23時〜06時)のジェット機の発着禁止が行われるが、1997(平成9)年の新C滑走路の供用開始により実質的な24時間運用を再開することとなる。また1967(昭和42)年には、「公共用飛行場周辺における航空機騒音による障害等に関する法律」が施行され、空港周辺地域における移転補償や、学校・住宅の防音工事と言った周辺環境対策が開始される。

このように戦後の羽田空港の歴史は、需要に対応するための拡張の歴史であるとともに、出来上がった施設を活用し運用するための環境対策の歴史でもある(写真4)。

(4) 成田空港の開港、沖合展開事業の推進

羽田空港の歴史を語る上で、成田空港開港は大きな意味を持つ。1978(昭和53)年の成田空港開港により、それまで羽田空港が扱っていた国際線は、中華航空を除き全て成田空港で取り扱うことになる。その結果、羽田空港は、主として国内線を扱う基幹空港となるが、様々なカラフルなカラーリングの航空機が飛び賑やかだった空港がその有様を大きく変えた瞬間であった。

成田空港の開港に伴い国際線が移転した結果、一時的に余裕が出た羽田空港だが、その後も需要は伸び続け、施設の拡張が必要になるとともに、騒音問題の抜本的な解決も迫られることとなる。運輸省では、羽田の拡張計画として沖合展開計画の検討を進めていたが、地元との調整を踏まえ修正を加え、1983(昭和58)年に、「羽田空港沖合展開基本計画」を決定したところである。計画の主な目的は、①航空機騒音問題の抜本的な解消、②航空輸送力の確保(空港処理能力の確保)、③廃棄物処理場の有効活用と言うもので、大規模な拡張となることから、各施設の整備を3期に分けた段階整備としたものである。

第1期の供用開始は、1988(昭和63)年7月。それまでB滑走路及びC滑走路の2本の滑走路での運用から、新たに海側に新A滑走路を建設し、空港の処理能力を18万回まで拡大した。第2期は1993(平成5)年8月。西側ターミナル地区の整備並びに湾岸高速の乗り入れ及びモノレールの延伸で構成されるアクセスの充実を行い、空港全体としての処理能力を21万回まで



写真3 GHQが整備した飛行場

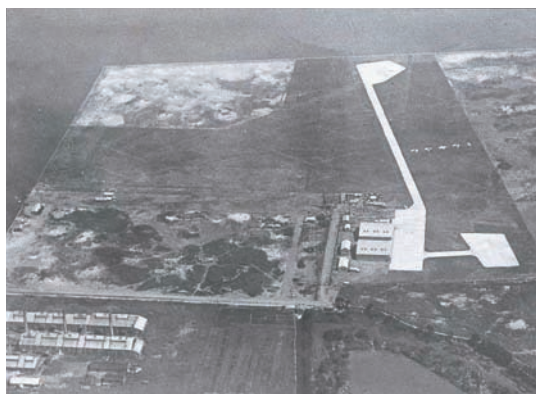


写真1 東京飛行場



写真4 1971(昭和46)年B滑走路供用開始時

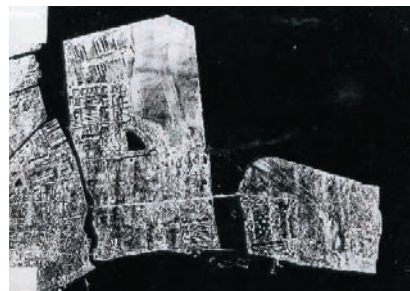


写真2 1945(昭和20)年接收直後の空港島

図2 東京国際空港及び新東京国際空港位置図

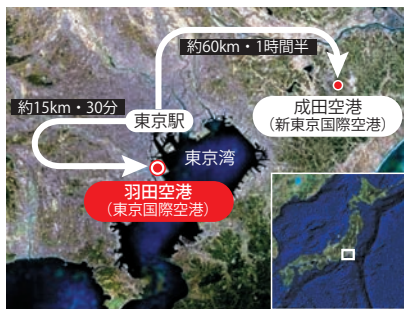
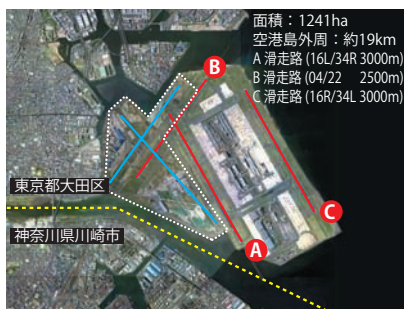
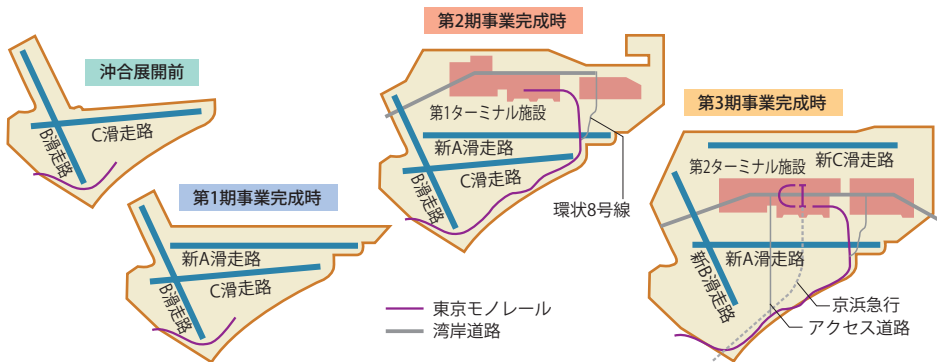


図3 東京国際空港及びその周辺地域



注) 白い破線は、1983(昭和58)年、沖合展開事業開始前の羽田空港の外形を示している。また、青色の線は当時の2本の滑走路の配置を示している

図1 沖合展開事業段階整備計画図



沖合展開前<1984(昭和59)年1月以前>	
就航回数	約16万回/年
敷地面積	429ha
滑走路	(B滑走路): 2500×45m (C滑走路): 3150×60m

第2期事業完成時	
建設内容	第1ターミナル施設
就航回数	約21万回/年
完成年度	1993(平成5)年9月
敷地面積	894ha
滑走路	新A滑走路: 3000×60m (B滑走路): 2500×45m (C滑走路): 3150×60m

第1期事業完成時	
建設内容	新A滑走路
就航回数	約18万回/年
完成年度	1988(昭和63)年7月
敷地面積	586ha
滑走路	新A滑走路: 3000×60m (B滑走路): 2500×45m (C滑走路): 3150×60m

第3期事業中			
建設内容	新C滑走路	新B滑走路	第2ターミナル施設
就航回数	約24万回/年	約28万回/年	約30万回/年
完成年度	1996(平成8)年度末	2002(平成14)年7月	2004(平成16)年12月
敷地面積	1271ha		
滑走路	新A滑走路: 3000×60m 新B滑走路: 2500×60m 新C滑走路: 3000×60m		

羽田空港は、首都圏の主に国内線の航空需要を取り扱う基幹空港で、主に国際線の航空需要を取り扱う成田空港と分担し機能している。都心からは首都高速道路、一般道(環状8号線及び国道357号線)、モノレール及び京浜急行で30分から1時間程度で連絡出来る便利な空港である。1978(昭和53)年の成田空港の供用開始に併せ、両空港の機能分担が議論されたが、両空港の立地条件から、羽田空港は国内線の基幹空港、成田空港は国際線の基幹空港という役割分担を設定している。

日本の国内旅客の約6割を扱う羽田空港

3 羽田空港の今

(1) 羽田空港ってどんな空港

羽田空港は、首都圏の主に国内線の航空需要を取り扱う基幹空港で、主に国際線の航空需要を取り扱う成田空港と分担し機能している。都心からは首都高速道路、一般道(環状8号線及び国道357号線)、モノレール及び京浜急行で30分から1時間程度で連絡出来る便利な空港である。1978(昭和53)年の成田空港の供用開始に併せ、両空港の機能分担が議論されたが、両空港の立地条件から、羽田空港は国内線の基幹空港、成田空港は国際線の基幹空港という役割分担を設定している。

拡大した。そして第3期は、1997(平成9)年3月の新C滑走路の供用開始、2000(平成12)年3月の新B滑走路供用開始、2004(平成16)年12月の東側ターミナルビルの供用開始と段階的に拡充している。又この間、空港アクセス道路の整備、モノレールの延伸及び京浜急行の乗り入れといったアクセスの充実も図られている。これらにより、最終的には2004(平成16)年の時点で、空港全体としての処理能力を30万回にまで拡大してきたところである。

現在49路線、日に約900便の国内定期便が就航しているが、国際線は、昼間帯のソウル便(8便)及び上海便(4便)並びに香港へ毎日チャーター便が運航するとともに、ソウル、マカオ、ホノルル等へ月に20便程度チャーター便が就航している。この結果、2007(平成19)年は、国内線が約6499万人、国際線が約183万人、合計で約6682万人を扱い過去最高を記録した。旅客取扱ベースで比較すると、アメリカのアトランタハーツフィールド空港、同じくアメリカのシカゴオヘア空港、イギリスのロンドンヒースロー空港に次いで世界で4番目である(左ページ表)。

4 日々空港を運用する中で考えること(空港運用と工事)

(1) 空港はシステムで機能

空港は、航空機を運航する航空会社、航空機の地上支援を行う事業者、航空機の管制、航空機が移動・駐機を行う区域のコントロール、滑走路等空港施設の維持管理等を行う空港事務所、旅客が利用する空港ビルや貨物を取り扱う上屋を運営する事業者、鉄道、バス、タクシー

は、航空機の運航・整備の基地空港でもある。1274haの敷地の中に、3本の滑走路、175のスポット、2棟で約50万㎡の国内線旅客ターミナルビル、貨物取扱施設、格納庫等様々な施設があるが、国内線の旅客が動いていない夜中の時間帯でも、国際チャーター便や国内貨物専用便が就航し、航空機の整備や滑走路等空港施設の維持管理作業が行われ、24時間眠ることのない空港でもある(図2・3)。

現在49路線、日に約900便の国内定期便が就航しているが、国際線は、昼間帯のソウル便(8便)及び上海便(4便)並びに香港へ毎日チャーター便が運航するとともに、ソウル、マカオ、ホノルル等へ月に20便程度チャーター便が就航している。この結果、2007(平成19)年は、国内線が約6499万人、国際線が約183万人、合計で約6682万人を扱い過去最高を記録した。旅客取扱ベースで比較すると、アメリカのアトランタハーツフィールド空港、同じくアメリカのシカゴオヘア空港、イギリスのロンドンヒースロー空港に次いで世界で4番目である(左ページ表)。

と言ったアクセス交通機関を運航する事業者等、様々な関係者が関係するシステムである。

各関係者が行う活動が適切に、かつ確実に実施されて空港全体が安全に機能するが、仮にどこかでトラブルが発生すれば、羽田空港の航空機の運航やお客様へ影響を与えらるとともに、状況によっては日本全体へ影響を与えることになりかねない。このため空港に勤務する関係者一人一人がその自覚を持つとともに、それぞれが担う活動を安全に、かつ確実に実施することが重要である。また、何かトラブルが発生した際の対応を円滑に実施するため、関係者が情報を共有し、迅速に対応出来る仕組み作りも重要である。

現在羽田空港では、D滑走路、国際線ターミナル地区、新管制塔の整備や誘導路の改良、エプロンの増設等様々な工事が進められている。滑走路をI本新設し、ターミナル地区の整備を行うというのは新空港を建設するようなもので、世界で4番目に大きな羽田空港を運用しながら、空港の中及び直近で新空港を建設するというのは、空港の運用との調整抜きにはあり得ない。仮にこれらの工事に関連したトラブルが発生したら、状況によっては航空機の運航に影響を与えることになるし、また逆に、気象条件によつては空港の運用方法が変わり、その結果工事実施に影響を与えることになる。即ち、これらの工事は空港の運用と独立して実施できるものではなく、これらの工事も空港システムの一部に組み込まれているものである。実際、海上で建設中のD滑走路の工事実施に当たっては、工事に際し使用する機材の一部がC滑走路の制限表面に抵触することから、午後8時45分

から翌朝7時45分までの間C滑走路を北側への離陸のみに使用する運用制限を設定しているが、C滑走路の運用制限開始に先立ち制限開始時刻の船舶入域に問題がないか、また、制限解除に先立ち障害となる船舶の離脱が完了したかを空港事務所関係者と工事関係者との間で相互に確認する仕組みを構築している。

(2) 安全管理の重要性

空港を運用するに当たつて最も重要なのは安全の確保である。これまでも各主体で(あるものは協同で)様々な取り組みが行われていたが、本年度から、国際民間航空条約第14付属書に準拠した「飛行場における安全管理システム(飛行場SMS)」の取り組みを本格的に始動したところである。飛行場SMSという安全管理システムは、ISO9000シリーズの品質管理やISO14000シリーズの環境管理と構造的に似ており、安全に係る目標を設定し、活動を行い、達成状況を評価し、必要な修正を加えて行くというスパイラルアップ構造を持っている。

飛行場SMSの活動の一環として、リスクマネージメントに係る活動も進めている。残念ながら全てのトラブルの発生を根絶することは不可能なので、様々なリスクを如何にコントロールするかが重要と認識している。想定されるリスクを洗い出すとともに、個々に発生する確率を小さくし、発生した場合でもその影響が最小限になるようなリスク管理を進めている。しかしながら最も重要なのは、関係者間での情報の共有である。実際に発生した事故等の背景にあるヒアリング情報も含め、関係者間で如何に共有し、対応して行くか。このため飛行場

SMSでは、空港関係事業者もメンバーとなる「飛行場委員会」を設置し、関係者間での情報共有を進めるとともに、情報によつては具体的な対策の検討を進めることとしている。

また、それでも何らかの事案が発生した際に備えて、各種訓練も実施している。実際の航空機を使つて行う航空機事故訓練や、航空機事故に対応する消防自動車の走行訓練、必要な情報の伝達訓練と様々だが、訓練を行う中で対応の不備を発見・修正し、事案発生に備えると言うクライシスマネージメントの取り組みである。昨年那覇空港で発生した航空機炎上事故は、訓練をより真剣に取り組ませることとなっている。

(3) 利便性の確保 環境への配慮

安全の確保に加え、旅客等利用者の利便性の確保、そして環境への配慮も重要である。旅客等利用者の利便性は、空港へのアクセス、航空機運航の定時制、チェックインでの待ち時間、出発前の休憩、食事、買い物といった空港ビルでの快適性等様々な要素で構成される。これらは空港というシステムの中で、各主体によつて処理されるが、空港全体の取り組みとしてはUD(ユニバーサルデザイン)の対応を推進している。空港の利用は日常行う活動とは違うかもしれないが、障害を持った方、大きな荷物を持つ方等様々な方が利用する。これまでも旅客の利便性向上のため様々な工夫がなされているが、今後更にハード・ソフト両面での対応を推進しようというもので、関係者で「東京国際空港ユニバーサルデザイン推進協議会」を設置し、関係する事業者の連携を図りながら進めている。一方環境への配慮は、大きく二つ視点がある

表 取扱航空旅客数上位10空港

順位	空港	航空旅客数 (千人)
1	アトランタ ハーツフィールド (米)	89,379
2	シカゴ オヘア (米)	76,159
3	ロンドン ヒースロー (英)	68,069
4	羽田	66,477
5	ロサンゼルス (米)	61,896
6	パリ シャルルドゴール (仏)	59,919
7	ダラス フォートワース (米)	59,785
8	フランクフルト マイン (独)	54,162
9	北京 (中)	53,737
10	マドリード (西)	52,122

注) ACI資料及び航空局資料に基づき作成

図6 再拡張事業概略図

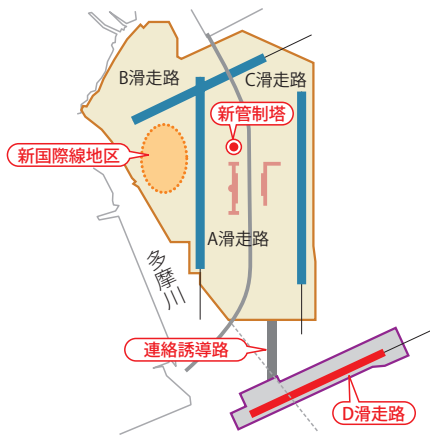


図7 D滑走路完成予想図



図4 離陸・着陸経路概念図(南風運用時)



図5 離陸・着陸経路概念図(北風運用時)



と考えている。一つ目は空港運用に伴い空港内で発生する負荷を如何に軽減するまで、二つ目は空港周辺地域での環境への配慮、言い換えれば、地元地域との共生である。

空港運用は、残念ながら化石燃料の消費を伴うものであり、また大量の水、エネルギーを消費するものである。消費に伴い大量のCO₂、廃棄物、汚水等が発生させるが、空港関係者は協同でその使用量を削減するとともに、CO₂、廃棄物、汚水等の発生量を削減しようというものである。このため、個々の事業者においてリユース、リデュース、リサイクルという所謂3Rの取り組みを行うとともに、現在、関係者が連携して行う取り組みとしてBDF（バイオディーゼル燃料）生成を試行している。空港内のレストランから発生する食廃油を原料にBDFを生成するもので、空港内で稼働している一部の地上支援機材や発電機等で試用している。本年末を目前に、回収、生成、配達に係るコストが回収できるかという経済的な課題、また実際のエンジン等で使用して問題ないかといった技術的な課題等取りまとめることとしていく。これらの活動は、「東京国際空港エコエアポート協議会」を設置し、関係する事業者の連携を図りながら進めている。

また地元地域との共生は、航空機騒音に係る歴史でもある。航空機の大規模化、多頻度化による航空機騒音被害の拡大に対し、法律に基づく地元対策、航空機の飛ばし方等地元と話し合い、信頼関係を構築してきた歴史である。その結果現在羽田空港は、ハミングバード5便（朝7時台のA滑走路から北側への離陸後、直ぐに

5 これからの羽田空港は

(1) 再拡張事業の推進

左旋回する離陸方式)を除き、空港北側の住宅地上空を飛行する離陸方式及び着陸方式を設定していない。これは、長年にわたる地元との調整の結果であり、羽田空港が地域と共生する重要な基礎となるものである。今日、国際化の進展を含む羽田空港の有効利用が議論されているが、地域との関係を無視して進めることは出来ないのは自明の理である。(図4・5)

(注)ユニバーサルデザインとは、ノースカロライナ州立大学(米)のロナルド・メイイス教授らが提唱した概念で「すべての人にとって、できる限り利用可能であるように、製品、建物、環境をデザインすることであり、デザインの変更や特別な仕様のデザインが必要なものであってはならない」といふこと。

再拡張事業は、現在ほぼ限界状態で運用している羽田空港の取扱能力を増強するために行うものである。空港島の南、東京湾上に建設する4本目の滑走路(D滑走路)、空港の西側、A滑走路、B滑走路及び環状8号線で囲まれた地域に建設する国際線ターミナル地区(国際線旅客ターミナル、国際線貨物ターミナル地区及び国際線用エプロン)、新管制塔の整備等で構成される事業である。完成すれば、航空機の発着容量が年間40・7万回程度まで増加することが可能となり、国内線の増便に対応するとともに、国際線の運航を3万回行うこととしている。

D滑走路は、空港の南の海上に配置しているが、多摩川からの水の流れへの影響を考慮する必要があり、新滑走路の約3分の1に当たる

1100mは棧橋構造で、残りの2020mは埋立構造で建設することとしている。棧橋構造での滑走路は本邦初で、また、滑走路の途中で棧橋及び埋立と構造が変化するのも本邦初である。建設に際し様々な工夫が行われているが、実際に航空機が離着陸を行うエリアであり、運用に際し最新の注意が必要である(右ページ図6・7)。

国際線ターミナル地区の整備は、PFI手法を活用し、効率的・効果的に整備・運営を行うよう工夫をしている。国際線旅客ターミナルビルは、年間旅客数約700万人に対応するため、延床面積14万㎡と充実したものとなる。日本と東アジアを「より早く便利に」、「より安心に」、「よりやさしく」結ぶ「快適都市空港」を実現することをコンセプトに計画されているが、地下に京浜急行駅また前面にモノレール駅を配置し、アクセスの利便性を確保するとともに、直進性が高く、フラットで階層移動の少ない動線としている。またユニバーサルデザイン、エコエアポート、そして保安対策への取り組み等最新のビルとなる。

新管制塔は、D滑走路の建設に伴い管制官の視認性を確保するため必要となるものであるが、高さは現在の77・6mから115・7mへと約40m高くなり、世界で3番目に高い管制塔となる。風による揺れを軽減するため、管制室の下に制振装置(オイルダンパー及びU型鋼材ダンパー)を設置するとともに、管制室の安定性を向上させるため、管制室直下に免震装置(積層ゴム)を設置している。また、4本の滑走路を同時に管制するための360度の広い視界

視認性を確保するため、管制室内の柱断面を縮小するといった工夫をしている(図8・9)。

(2) 羽田空港の未来は

再拡張事業着手時の計画では、D滑走路工事後、管制官及びパイロット双方の慣熟により安全を確保しつつ段階的に増枠を実施し、最終的に昼間時間帯の発着容量が40・7万回に達成する時点で国際線3万回を扱うこととしていた。しかしながら現在は、D滑走路供用開始後、管制、パイロット双方の慣熟を踏まえ、段階的に発着要領を増加させることは変わらないが、D滑走路を供用開始する時点から、昼間時間帯に国際線を3万回、深夜・早朝時間帯にも国際線を3万回、合計6万回の国際線を扱うこととしている。また成田空港の平行滑走路の延長工事により増加する2万回と合わせ、首都圏において8万回の国際定期便を実現しようというもので、羽田空港の国際化に対する期待への対応も含め、首都圏空港の国際航空機能拡充を図るものである。

羽田の昼間時間帯(6時~23時)は、需要、旅客特性(業務需要の割合)等を考慮の上、二国間交渉で決定してゆくことになるが、近距離アジア・ビジネス路線として、ソウル、上海等の都市、更に、北京、台北、香港まで就航することとしている。また騒音問題により成田空港が閉鎖されている深夜早朝時間帯(23時~6時)には、羽田空港に国際定期便を就航させ、首都圏空港が一体として国際航空機能の24時間化を実現することとしている。しかしながら深夜早朝時間帯(23時~6時)だけでは欧米便等について旅客利便性の良いダイヤ設定が困難

であること、また成田空港では6時台の出発及び22時台の到着が無いことを踏まえ、6時台及び22時台に羽田空港から近距離アジア以外の国際線の就航も可能としている。一方国内線は、航空会社の機材更新に対応するとともに、各路線の便数の増加により旅客の利便性が向上、旅客数も増加し、国際線の展開と相俟って今まで以上に生き生きとした空港へ変わることになるだろう。加えて、国際線ビルの建設、空港跡地の開発、それに繋がる地元開発と面的な開発が進み、周辺地域も含めた活性化が期待されることである。

6 終わりに

羽田空港に対する利用者の期待は大きいものがある。確かに成田空港に比べ都心に近く便利ではあるが、周辺に住宅も多く、再拡張事業を超える利用については様々な意見があると思われる。一方で空港関係者は、安全運用に全力を注ぐ必要がある。安全な運用があつて初めて、空港としての活用が議論できるものである。また、安全性に加え利便性、そして環境への配慮も進める必要があるが、様々な分野での技術開発に期待したいものである。

羽田空港の開発は、再拡張事業で終わりではない。再拡張事業が終われば、既存施設の改修等、次の計画が待っている。空域、空港施設、空港アクセスと全てにおいて安全で効率的な運用が出来るシステムを構築する必要があるが、空港の運用を支える確かな技術があり、必要な投資があつて初めて生産性は向上すると信じている。

図9 新管制塔完成予想図



図8 国際線旅客ターミナルビル完成予想図



【参考文献】

- 1 羽田開港60年(東京国際空港60周年記念行事実行委員会)
- 2 京急グループ110年史(京浜急行電鉄株式会社)
- 3 羽田九月二十一日(野村昇司、阿部公洋)
- 4 羽田空港に関する対策の経緯(大田区)
- 5 平成19年度版全国空港ターミナルビル要覧(社団法人全国空港ビル協会)



東京国際空港の液状化対策における地盤改良範囲の検討

国土交通省関東地方整備局横浜港湾空港技術調査事務所 所 雅弘

1 はじめに

近年、大規模地震による災害が各地で頻発しており、各空港において、空港が災害時に果たす役割をふまえた、地震に強い空港づくりが求められている。東京国際空港においても、それをふまえた耐震整備計画(案)に基づき、滑走路及び誘導路等に対して、サンドコンパクションパイル工法やコンパクショングラウチング(以下、CPG)工法等の密度増大工法による、液状化対策が実施されている。

本稿は、建設費縮減の観点から、密度増大工法について、現行の設計法における地盤改良範囲の見直しの可能性について検討を行ったものである。

2 現行の設計法による地盤改良範囲の設定方法

これまでの東京国際空港では、既往文献^{*)}に基づき、密度増大工法による地盤改良範囲は、滑走路や誘導路等における「守らなければならない範囲」に「非改良地盤から30度で囲まれた範囲(余改良範囲)」を含め、地盤改良範囲としてきた(図1)。

3 耐震性能の照査基準に基づく地盤改良範囲の検討

(1) 性能照査の考え方について

本検討では、対象施設を滑走路及び誘導路とし、過去の地震による被災事例に基づき、舗装体の破壊形態を以下のとおり想定した(図2)。破壊形態①/地震時(非排水状態)及び地震後の過剰間隙水圧消散に伴う沈下。

破壊形態②/隣接する非改良地盤からの過剰間隙水圧伝播に伴う軟化及び振動性状の影響による、締め固め範囲端部の安定性の低下。

破壊形態③/隣接する非改良地盤から伝播した過剰間隙水圧の消散に伴う沈下及び隣接する非改良地盤の沈下に伴う引き込み沈下。

前述の破壊形態や、空港土木施設の耐震設計指針(案)^{*)}を参照し、空港機能を維持する観点から、舗装表面の沈下量及び勾配を照査項目として着目することとした。

(2) 現地実大実験と耐震解析手法の検証

本検討では、後述の現地実大実験における、CPG工法による液状化対策の実施範囲に対し、有限要素解析によるシミュレーションを行い、耐震解析手法としての有用性について検証を実施した。

なお、解析手法としては、地震時は二次元動的有効応力解析プログラムのFLIPで行い、地震後の過剰間隙水圧の消散に伴う変形は、Biotの圧密方程式に基づく液状化解析プログラムFLIPDISを用いた。

1) 現地実大実験の概要

現地実大実験は、国土交通省航空局【主務機関/独)港湾空港技術研究所と国内外47機関が共同研究で参画】が北海道の石狩湾新港で、発破により液状化を再現し、滑走路、無線施設及び地下埋設物等へ及ぼす影響の把握、液状化対策に係わるコスト削減方法の検討、地震発生後の空港供用再開の目安の検討を行うことを目的とした実験である。

① 現地の地盤状況

● 現地の地盤は、表層より人工のFs層(埋土層)、在来の砂層であるAs1層およびAs2層が、GL-25m程度まで、概ね水平に分布している。

図1 現行設計模式図

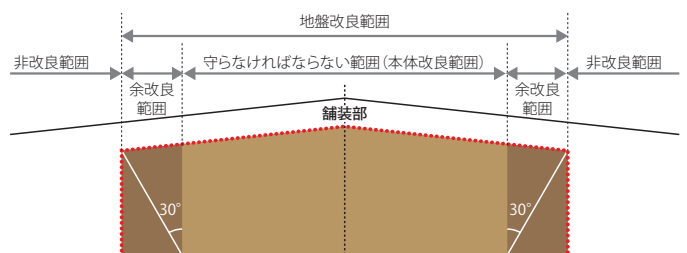


図2 想定される舗装体の破壊形態

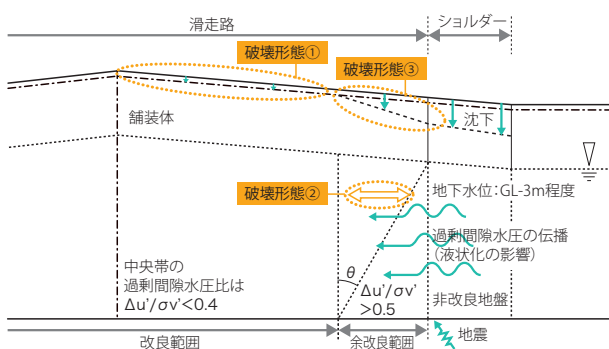


図4 解析モデル図

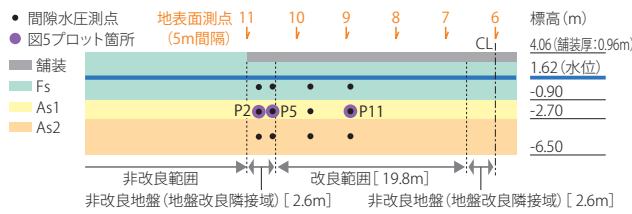


図3 推定地層断面図

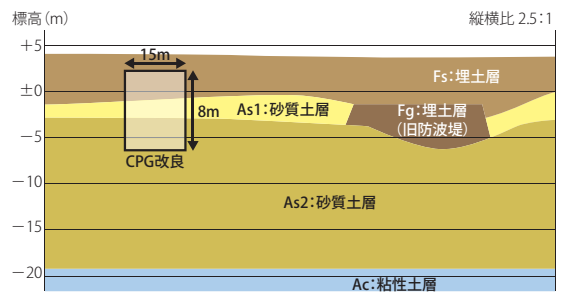


図6 実験と解析結果の比較 (沈下量、勾配)

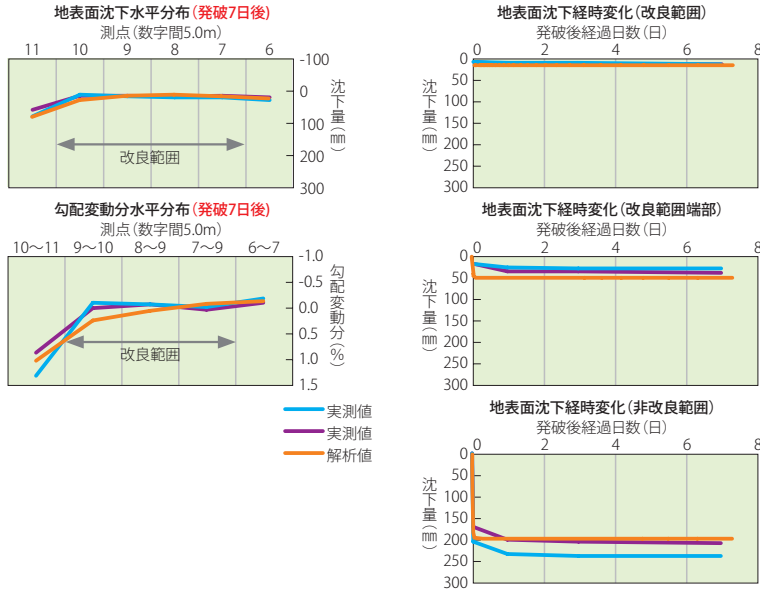
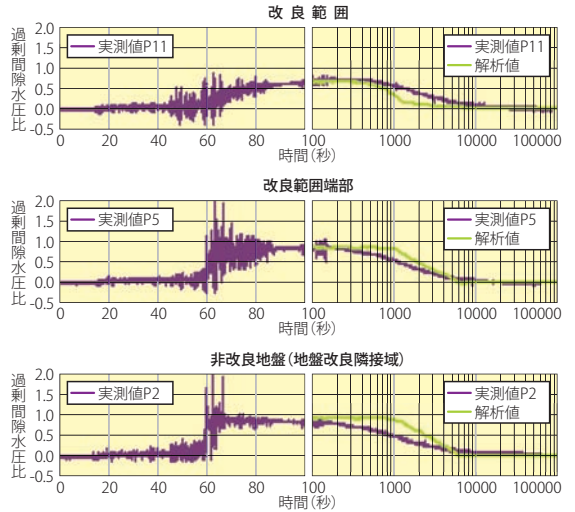


図5 実験と解析結果の比較 (過剰間隙水圧比)



- Fs層、As1層およびAs2層ともに、細粒分含有率は概ね20%未満であり、砂分を主体とした極めて均質な地盤である (図3)。
- ② 現地の地盤改良 (CPG工法) 状況
 - 実際の空港の滑走路と同スケール (50m x 60m) の範囲で舗装が施工され、その一部 (25m x 15m) にてCPG工法による地盤改良が実施された。
 - CPGの改良長は8mであり、改良率は5% (2mピッチの正三角形配置) である。
- ② 現地実大実験および耐震解析の結果
 - 1) 解析モデル
 - 本検討における解析モデル図を図4に示す。
 - 同実験の加振方法は、液状化層内における発破であることから、入力地震動は、現地計測された応答加速度を参照した波形とした。
 - 本解析では、加振後の過剰間隙水圧の消散過程およびそれに伴う地表面の沈下量と勾配に着目した。
 - 2) 現地実大実験結果 (過剰間隙水圧比及び沈下量、勾配)
 - 現地の加振完了時 (発破開始約100秒後) の過剰間隙水圧比は、非改良地盤 (地盤改良隣接域) および改良範囲端部では0.8~0.9程度であった。一方、改良範囲では0.6~0.7程度であり、その後、時間の経過とともに過剰間隙水圧が消散している。
 - 現地計測結果 (発破7日後) では、改良範囲内の地表面沈下量は最大3cm程度、勾配変動分は最大0.2%程度であった。また地表面沈下の経時変化では、発破直後 (約1時間後) にて、各測点の全沈下量の9割程度が発生する結果であった。
- ③ 耐震解析結果 (過剰間隙水圧及び沈下量、勾配)

- 過剰間隙水圧については、改良範囲にて、解析値が実測値に対しやや消散が早い傾向であるが、全体的な消散傾向は、実測値とほぼ同様の傾向を示す結果が得られた (図5)。
- 沈下量、勾配については、地表面沈下量、勾配変動分および地表面沈下の経時変化ともに、実測値と同様の傾向を示す結果が得られた (図6)。
- 以上の結果より、現場実大実験とFLIPおよびELIPによる解析の検証の結果、概ね実験結果をシミュレーションすることができたことから、同プログラムの耐震解析手法としての有用性を確認した。
- (3) まとめ
 - 本検討では、滑走路及び誘導路の耐震性能に着目し、有限要素解析を用いて地震後の舗装表面の沈下量及び勾配等の変形量を算出することができた。今後はこのような耐震解析手法を用いて性能照査を行うことにより、現行の地盤改良範囲 (余改良幅) を縮小できる可能性があると考えている。
- 4 おわりに
 - 本稿は横浜港湾空港技術調査事務所の「平成19年度 東京国際空港における性能照査手法を用いた液状化対策範囲の検討業務」での検討の一部を取りまとめたものである。また、本報告で使用した現地実大実験結果は、プロジェクトに参画した共同研究機関により提供頂きました。ここに記して厚く御礼申し上げます。

【参考文献】

- ※1 財団法人沿岸開発技術センター/埋立地の液状化対策ハンドブック (改訂版)、1997 (平成9年)
- ※2 運輸省航空局/空港土木施設の耐震設計指針 (案)、2000 (平成12年) 3月

● グローバリゼーションの日本への影響

グローバル化ということが随分あちこちでいわれていますが、今日は、特に私どもが関係している港湾と空港の分野でのグローバル化の波の影響について、お話し申し上げたいと思います。

経済の側面から見ますと、国境を越えた活動が広がっている。たとえば労働力は国境を越えて移動している。多国籍企業は世界を股にかけて直接投資している。キャッシュフローも世界を駆けめぐる。そのグローバルゼーションを支えているのは、紛れもなくITです。同時にまた一方では、ロジスティクス革命が起っています。これらの進展なくして今日のグローバル化はあり得ません。

グローバル化以前は一国内で物事を考えればよかったです。関税障壁に守られていたわけですから、国家を越えてマーケットを広げることは非常に難しかった。国家単位の需要と供給を考えておけばよかったです。ところが、マーケットがグローバル化することで、大量のものが多国籍で生産されるわけですから、均衡価格が下がる。

実際の日本の経済動向を見ると、73年、79年のオイルクライシスを経て、日本経済は大きく構造転換を遂げた。その後、バブル景気があり、さらにバブルがはじけてマインナス経済成長という状況に落ち込んだ。日本が内輪の金融危機とかバブルの後始末に追われている間に、世界はもう新しいフェーズに入っていた。この辺から日本は取り残されていっていたわけです。日本が

特別講話
CDIT 講演会 in 神戸

沿岸域の活力・安全を考える技術 グローバル経済競争を支える 国際物流システム

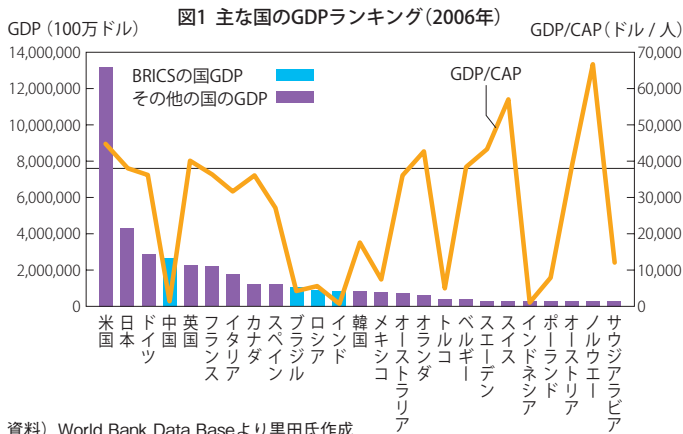
神戸市立工業高等専門学校校長・神戸大学名誉教授 黒田 勝彦



目まぐるしく変化する世界経済。そうした状況の中で、物流のインフラである港湾や空港設備のすばやい対応が求められている。今回はそうした現状と今後の対応について、この領域に詳しく、独自の研究をされている神戸大学名誉教授の黒田勝彦氏に、お話しいただいた。なお、本文は当日の講演を要約したものである。



講演をされる黒田氏



やっと世界の状況に目覚めて地域経済統合に参加し出すのは、2002年以降です。我が国のスーパー中枢港湾は、国際競争力という視点から考えて、グローバルマーケットに対応するような港の運営や整備の方式を考えなければいけないということをつくられた。しかし、この政策は遅きに失したという感はない。

EUはご承知のように、93年に経済統合を遂げ、AFTAは同じく93年、NAFTAが94年、MERCOSURは95年で、世界は新しい体制に入った。この中で地域貿易を非常に盛んにしている。日本がシンガポールとFTAを結んだのは2002年です。まだほんの数カ国としか協定は結ばれていない。どうやって世界に追いつくか、どうやって世界の仲間に入れてもらえるかとい



うことは瀬戸際であるにもかかわらず、まだ国会はご承知のようにならなくて、意識決定が進まない。それはともかく、地域経済統合がそれぞれ世界のGDPに占める割合が随分変わってきている。特に東アジア、台湾、香港、N-E-Sを含めた存在感がだんだん大きくなってきている。それをもう少し細かく見ると、中国の存在感が、EUと対等の状況になってきている。2020年ごろには、アメリカとほとんど同じぐらいに成長しているという予測もある。経済収支を見ても、中国は外貨を稼ぎまくっている。日本のGDPはその大きさをすると世界第2位ですが、購買力平価で換算すると第4位ぐらいになり、昨年の暮れに中国に負けたという報道がされましたが、一人あたりのGDPで比べると、中国は全世界の129位で、まだまだ低い。しかし、トータルとしては非常に大きな存在感を示しつつある(図1)。

● **グローバルゼーションは 何をもたらすのか**

こういう状況で、各国の貿易量も1980年代に比べると今は格段に増え、国際物流も増大してきている。これを地域内の輸出入貿易比率で見ると、東アジアもNAFTAもEUも格段に進んできています。これは、地域内で生産・消費が進んできているということと同時に、その地域のGDPが地域として発展していく形になってきているということがうかがい知れるわけです。

これを財別に見ると、鉄鉱石とかオイルなどの原材料と中間財、さらには最終消費財の比率が貿易取引の中で地域ごとにどう変わっているか。アジアは中間財貿易が非常に盛んで、同時に原材料貿易に占める比率がだんだん下がってきている。これはアジアが国境を越えた部品工場という形で水平貿易が進んでいることを示している。つまり、産業内貿易が非常に進んできていることを意味している。EUは、ご承知のように、ブロック全体で技術が大変進んでいますから、部品と最終消費財の貿易比率は非常に高い。ところが、原材料の輸出は、資源国ではありませんから、非常に低い。NAFTAは中間財、それから資源国を抱えていますから、資源の域内取引が非常に大きいということです。

工業製品はどうなっているか。昔の日本は原材料取引ということで、原材料を日本に持ってきて、日本が製品化するという仕組みでしたが、今は部品工場がアジア域内に散らばっている。そのなかでも電気・機械がものすごく比率を高め、アジアは電気製品の貿易率も非常に高い。EUは、化学製品、自動車、さらに一般機械が全体として偏った貿易構造にはなっていない。NAFTAは、やはりアメリカの自動車を中心で、メキシコでも最近自動車がつくられつつある。各地域間で、各国同士は貿易の結合としてどれほど強く結びついているのか。貿易結合度というメジャーがあり、これは全世界の中で、特定の2国間に輸出入がどの程度の比率を占めているかを算出したものです。例えば日本でいうと、中国、韓国、オーストラリア、ニュージーランドの4国との貿易結合度が、2006年は

2000年に比べると大きくなっている。隣同士で貿易結合度が強い。

もう少し個別の製品で考えると、世界で生産されている自動車の多くはNAFTAあるいはEU、日本ですが、これがやがて中国やロシアにシフトしていくかもしれない。化学繊維のようなローテクの部分は中国が圧倒的にシェアを持っている。電気製品では、パソコンはほとんど中国でつくられている。DVDレコーダーも携帯電話も、日本じゃなくて中国です。ハードディスクも中国とシンガポール。日本が誇るハイテク技術はどこへ行っただというわけです。デジカメですら中国で生産されている。中国とかASEANで、日本あるいはヨーロッパ、アメリカの技術が植えつけられている。彼らがすぐに日本の技術をマスターしているの、日本独自の技術力はますます分野が限られていきます。ただし、技術水準では依然としてまだ日本が高い。しかし、マーケットそのものの大きさを考えると、やはり中国、さらにはASEAN諸国、N-E-S諸国へ出ていくということでも非常に重要な側面です。そこで港湾インフラのハード・ソフトも含めた効率性が問題になる。日本はハードはかなり進んでいるけれども、中身のオペレーションの効率性にまだまだ問題は残されている。対して、東アジア諸国の港湾は効率性において日本をはるかに上回っている。

ここにおもしろい地図(図2・3)があります。関税障壁とか、交通網の発達度、港湾の効率性などを複合的なメジャーとして、日本からの国が遠いか近いかを示す

図3 ビジネスコスト距離で測定したアジア地図(2005年)



図2 ビジネスコスト距離で測定したアジア地図(1980年)

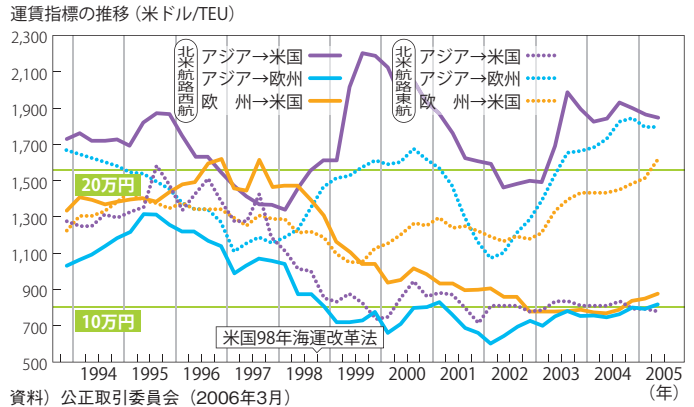


備考1) 緑色で描かれた地図が「ビジネスコスト距離」で測定した地図。影で描かれた地図は、実際の地理的距離に基づいて正距方位図で描かれた地図
備考2) 対象都市以外の東京との距離については、あくまで目安である
資料) 独立行政法人経済産業研究所(2006年)「東アジアの事業ネットワークの構築に向けた課題調査」から作成

表1 船社の主要アライアンスとグループ

主要アライアンス またはグループ	メンバー	船腹量 (TEU)	船腹シェア(%) 北米航路	船腹シェア(%) 欧州航路
Grand Alliance	NYK(日本)、OOCL(中国)、Hapag-Lloyd(ドイツ)、MISC(マレーシア)	111隻 (579,995)	12.8	15.7
The New World Alliance	NOL/APL(シンガポール)、MOL(日本)、Hyundai(現代商船:韓国)	91隻 (457,599)	20.2	14.0
CKYH Group	COSCO(中国)、K-Line(日本)、Yang Ming(陽明海運:台湾)、Hanjin(韓進海運:韓国)、-Senator Lines(ドイツ)	187隻 (825,283)	22.7	24.6
Maersk Line	Maersk(デンマーク)	148隻 (744,974)	14.1	18.5
Evergreen Group	Evergreen(台湾)、Lloyd Triestino(イタリア)、Hatsu Marine(英国)	76隻 (338,200)	(7.3)	(7.5)

図4 熾烈な競争に晒される国際コンテナ輸送市場



アジアのビジネスコスト距離です。シンガポールは、1980年には割と近かった。これが2005年では、東アジアの国はかなり縮まってきている。この距離をいかに縮めるかということに、港湾政策とか空港政策のポイントを考えなければいけない。では、実際に海上輸送の現状はどうなっているか。コンテナ輸送はグローバル化を支えているわけですが、ほとんどの工業製品はコンテナで運ばれていて、世界の海上物流はどんどん増えてきている。しかし、コンテナ輸送は実はマーケットの競争が激しくなってきた。同盟船社が牛耳っていた1980年代初頭ごろまでは、運賃同盟によってコンテナ1個運ぶのに30万円ぐらいでしたが、船社がマーケットに入ってきてから、値崩れが始まった。さらにアメリカをベースとする運賃は、98年のアメリカの海運法の改革以後、運賃同盟を結んではいけないということで、北米から出ていく船に関しては、貨物の運賃が値崩れを起こしている。アジアからヨーロッパ・北米へは、中国を筆頭とした圧倒的な需要量で、運賃の安定が保たれている。しかし帰りは、特にアメリカの運賃協定の規制が外れているということ、帰り荷が少ないということ、供給過剰になり値崩れを起こしている。こういう状況で外航船社が生き残っていくのは非常に難しい(図4)。

そこで、いろいろな手を打っているわけです。その一つは、船を大型化してスケールメリットを發揮させるやり方で、あつとついう間にパナマックス・サイズを超えて、昨年では1万TEUを超えるエマ・マースクという船が就航した。スーパー中樞港湾

を中心に、16メーターの増深が現在図られているわけです。一方で、市場の寡占化が始まり、M&Aによって買収が進んできています。

もう一つは、便宜地籍船制度です。船腹量でいえばギリシャに次いで日本は世界第2の海運国ですが、日本の外航3社の合計で、日本に籍を置いている船はとも少ない。これは、日本では固定資産税などがたくさんかかるため、優遇措置をとっている便宜地籍国に国籍を移しているわけです。パナマとかリベリアがこういう政策をとって優遇措置をつけている。また、外国の登録船になると、国内法が適用されませんから、日本人船員が何人乗らなければいけないという規制が外れてくる。それによってコストダウンが図れる。それと同時に、エアラインと一緒に、船会社もアライアンスを組んで、ほぼ世界のシェアを握っている。また、アライアンスを組むことでコスト削減を図っている。各社別に世界をカバーする航路を持って維持しようとする、ものすごく金がかかる。したがって、アライアンスのメンバーで航路を共同運用する、あるいは航路シェアをする。コンテナもお互いに融通し合う。アライアンスグループは、このようなやり方でマーケットに生き残っていくこととしている(表1)。

● グローバル化時代の港湾への期待

一方、港の側はどうなのか。コンテナヤードのオペレーター、これは一昔前は6大オペレーターといわれていました。これらの巨大資本は、世界の港湾のターミナルオペレーター権を持っている。国際的な

ネットワークをつくって運用しているのですが、当然のことながら、日本のオペレーターでこれほどの資本力のある会社は一つもないので世界に窓口が開けない。これが効率を悪くしている原因でもある。現在では4社体制になってきている。HPH(ハットン・ポート・ホールディング)、APMT(APモラル・ターミナル)、これはデンマーク・マースク船社系です。PSA(シンガポール民営化会社)、DP World (Dubai Ports World)、これは国営ファンドでつくられたターミナル・オペレーション会社です。このビッグ4だけで、全世界のコンテナ取り扱いシェアの4割以上も占めてくる。

昨年8月、私はドバイに調査に行きました。DP Worldの前身の時代は、ターミナル権、オペレーション権を持っているのは中東とインドの一部だけで、これは2004年、つまりほんの4年前の話です。これが翌年になったら、Dubai Ports AuthorityがDPI Terminals会社を合併して全部を民営化します。そのときに、香港系のターミナル会社、CSXを買収し、一挙にアジアに足場をつくる。その翌年、英国系の会社を買収し、北米、カナダあたりのターミナルオペレーター権を持つことになりましたが、アメリカの上院での買収は否定される。中東の国にアメリカの喉元を握られる、ナショナル・セキュリティ上、具合が悪いということでした。しかし、各オペレーターはM&Aによって世界のターミナルオペレーター権を持って市場を支配しようとしている(表2)。

一方、各港湾はどうなっているか。港湾のコンテナ取扱量は日本全体でも当然伸び

ネットワークをつくって運用しているのですが、当然のことながら、日本のオペレーターでこれほどの資本力のある会社は一つもないので世界に窓口が開けない。これが効率を悪くしている原因でもある。現在では4社体制になってきている。HPH(ハットン・ポート・ホールディング)、APMT(APモラル・ターミナル)、これはデンマーク・マースク船社系です。PSA(シンガポール民営化会社)、DP World (Dubai Ports World)、これは国営ファンドでつくられたターミナル・オペレーション会社です。このビッグ4だけで、全世界のコンテナ取り扱いシェアの4割以上も占めてくる。

昨年8月、私はドバイに調査に行きました。DP Worldの前身の時代は、ターミナル権、オペレーション権を持っているのは中東とインドの一部だけで、これは2004年、つまりほんの4年前の話です。これが翌年になったら、Dubai Ports AuthorityがDPI Terminals会社を合併して全部を民営化します。そのときに、香港系のターミナル会社、CSXを買収し、一挙にアジアに足場をつくる。その翌年、英国系の会社を買収し、北米、カナダあたりのターミナルオペレーター権を持つことになりましたが、アメリカの上院での買収は否定される。中東の国にアメリカの喉元を握られる、ナショナル・セキュリティ上、具合が悪いということでした。しかし、各オペレーターはM&Aによって世界のターミナルオペレーター権を持って市場を支配しようとしている(表2)。



てきてはいるわけですが、香港、シンガポール、さらには中国の上海、深圳の追い上げが非常に大きい。しかも、世界の船会社は相対的に地位が低くなっている日本の港湾からの競争が進むというわけで、日本の基幹航路は減ってきている。1980年代、神戸港が世界第3位だったことは、いまだに夢としてよくいわれますが、当時のアジアでは圧倒的に神戸がゲートポートで、東アジア一円のハブ港だった。ところが現在では、東アジアだけでも、釜山が日本に乗り出してきている。さらに華中、フィリピンあたりは、台湾の高雄港が勢力的に伸ばしてきている。先ほど言いましたように香港、深圳のグループは、華南の経済圏の窓口になってきている。シンガポールは東南アジア中心のコアになりつつあるという形です。日本の港湾から競争されるのは、貨物量の相対的な量もさることながら、非常にコストが高いということにも原因がある。

それから公社整備方式、つまり基本的には公社が資金を調達して岸壁をつくって船会社に貸すという仕組み、船会社のレンタルフィーで債権を償還していくという方式、これでもう維持できない。コストがとてもかかる設備の償還費を、船会社のレンタルフィーで賄うということは、それだけでも競争力が劣る。日本の公社埠頭に着岸すれば非常に高くつくということですから、これに真水を投入して、上物だけオペレートできるようにする。と同時に、船社ごとに別々にオペレーションせずに、3バースを一体運用して、ターミナルオペレーターが共同出資、共同運営できるように

なメガターミナル会社として育てる。そのための優遇措置をつけようということもあります。港湾の365日・24時間稼働は、阪神・淡路の大震災以降、港労協が中で合意して、実現できた。しかし、まだまだ日曜料金とか休日料金というのが加算され、実際には障壁がある。また東南アジアの状況に比べると、高くつくということですから(図5)。

これを空港関係、特にエアカーゴで見ると、アジアの空港のゲートポートは香港です。香港は年間に350万トン扱っています。成田で225万トン、関空も航空貨物に力を入れています。まだ90万トンぐらい。しかし、成田ももっと容量をふやさないと満杯になっている。羽田にD滑走路ができて旅客機がシフトするとしても、東京圏は旅客輸送で満杯になる。そうすると日本の貨物はどこが受けるのか。今のところやはり関西空港しかない。だから、成田でオーバーフローする分を関空が受け持つという体制にならざるを得ない。関西ではよく、「伊丹と関空と神戸空港があったら、三つともえでみんなつぶれるじゃないか。伊丹を早く閉鎖しろ」という意見もあるわけですが、ちょっと待ってください。

昔はみなさん、アンカレッジ空港に寄ってヨーロッパに行かれたと思いますが、アンカレッジ空港はロシアの上空が飛べるようになってから、旅客空港としては閉鎖されました。しかし、彼らは賢いんです。この空港をつぶさずに、航空貨物の基地にし

た。どういことがいいますと、アジアからアメリカの東海岸にいくこととしたら、航続距離が長い。エアバスの380クラスを貨物のフレーターにしても行けない。そうすると、西海岸で降りなければいけないが、ロサンゼルスも含めて、旅客機でも満杯。それで、アンカレッジを全米の航空貨物の流通基地にした。これは空港の再利用です。

最後に、これが国家戦略だということを、ドバイの例をもって説明します。ご承知のように、ドバイはヤシの木型の島を開発している。何でこんなデザインにしたのかと聞いたら、宇宙船から見たら、いいデザインだと。なるほど、そんなことを考えるのかなと思った。ドバイ港の裏に、JAFZAというフリーゾーンがあります。現在そのかなり奥に、滑走路6本の空港を建設中です。今年中にここがオープンする。コンテナ港湾の後ろに、さらにフリーゾーンをつくり、それと接続して空港と大ロジスティクスセンターをつくるという。彼らは中東とヨーロッパとアジアを結ぶ中継基地を目指すという形で、壮大な計画を進めている。JAFZAは、規制緩和でも、生半可なことをやらない。外資を100%受け、しかも50年間全部無料だというわけです。当然フリータックスですから、関税がない。外為の制限もないので、向こうで稼いだ外貨を持って帰ってもいい。すごい量の貨物と会社がちまがいなく集まってくる。これが国家戦略かということまでびっくりして帰ってきました。

さて、日本はこれからどうすべきか、今日の話が参考になればありがたいです。

● グローバル経済を支える 国際航空物流

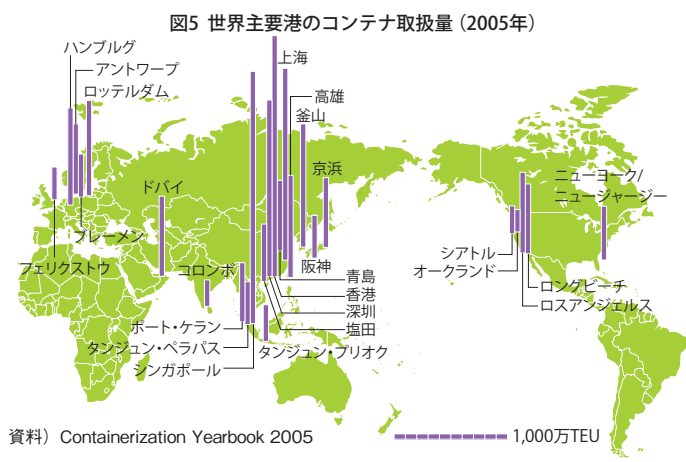


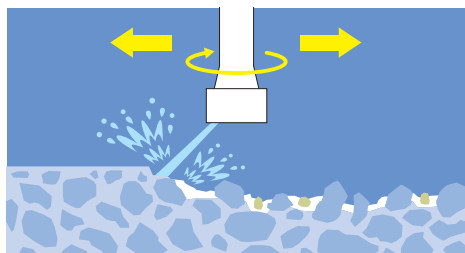
図5 世界主要港のコンテナ取扱量(2005年)

表2 コンテナターミナル・オペレーターのトップ10(2005年)

順位	オペレーター	m TEUs	マーケットシェア(%)
1	HPH (香港資本)	51.8	13.0
2	APM-T (デンマーク・マースク社保有)	40.4	10.1
3	PSA (シンガポール民営化会社)	40.3	10.1
4	DP World (ドバイ国営会社)	36.7	9.2
5	Cosco (中国船社)	14.7	3.7
6	Eurogate (ドイツ資本)	12.1	3.0
7	Evergreen (台湾船社)	8.7	2.2
8	MSC (スイス船社)	7.8	2.0
9	SSA Marine (カナダ資本)	7.3	1.8
10	HHLA (ドイツ資本)	6.0	1.5

資料) Containerization Yearbook 2005

図1 ウォータージェットの様相



近年、航空機の大型化や運航の多頻度化が進み、空港基本施設である滑走路・誘導路・エプロン等の空港舗装に対する作用は厳しさを増している。このような環境下において、限られた予算で空港の定時性・安全性を維持するために、空港基本施設的设计手法・施工技术・維持管理技術の更なる高度化を図る必要がある。本報告では、国土技術政策総合研究所において実施している空港舗装の設計・施工・維持管理

1. はじめに

空港舗装技術に関する最近のトピック

国土交通省国土技術政策総合研究所
空港研究部主任研究官

坪川 将丈

に関する最近の研究開発トピックの中から、空港コンクリート舗装の薄層付着オーバーレイ工法、空港コンクリート舗装の温度応力算定法について紹介する。

2. 薄層付着オーバーレイ工法

空港のエプロン等に用いられているコンクリート舗装は、その大半が無筋コンクリート舗装である。交通荷重が繰返し載荷や地盤沈下等により破損が進行した場合、その補修方法とし

てはオーバーレイが一般的である。また空港では、舗装の表面排水や航空機のトイイング等の関係から表面勾配が厳しく制限されており、表面勾配を修正するためにオーバーレイが必要な場合もある。

空港無筋コンクリート舗装のオーバーレイを実施する場合には、既設コンクリート版の荷重支持能力を生かしつつ、必要最小限の薄い新設コンクリート層を施工できる薄層付着オーバーレイ工法が有利である。しかしながら、既設層と新設層との付着を得るのが困難であるとの指摘が多く、これまでの施工量は極めて少なかった。以上の背景から、既設層と新設層の間の必要付着強度を明らかにすることに主眼を置き、国総研と民間舗装会社3社との共同研究を実施した。

新旧両層の界面付着を確保するための界面処理方法として、今回実施した共同研究では「ウォータージェット・ショットブラスト併用工法」と「ショットブラスト・接着剤併用工法」を用いた。前者は、既設コンクリート舗装表面に高圧水を吹き付けることよって大きな凹凸を形成し（ウォータージェット、図1）、その後小さな鋼球を高速で吹き付けることにより小さな凹凸を形成（ショットブラスト、写真1）することで、既設舗装表面の目荒らしを行い、新旧両層の付着を確保する工法である。一方、後者については、既設コンクリート舗装表面に前述のショットブラストで小さな凹凸を形成した後、接着剤を塗布（写真2）することで、新旧両層の付着を得る工法である。

共同研究では、東京国際空港の旧コンパス



図2 温度応力の発生メカニズム

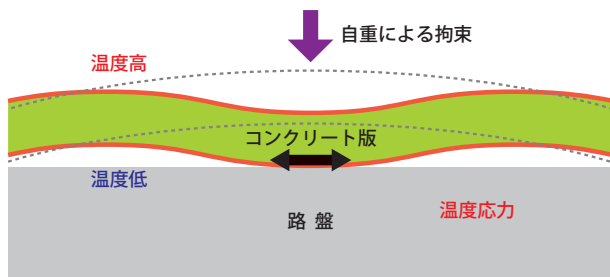


写真1 ショットブラストの状況



図3 温度応力式

道路舗装(岩間、1964) $\sigma = 0.7 \frac{E\alpha\theta}{2(1-\nu)}$

空港舗装(坪川、2007) $\sigma = (-0.772h + 0.854) \frac{E\alpha\theta}{2(1-\nu)}$

σ : 版中央部の温度応力 (MPa)
 E : 弾性係数 (MPa)
 α : 線膨張係数 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
 θ : 版上下面温度差 ($^{\circ}\text{C}$)
 ν : ポアソン比
 h : 版厚 (m)

写真2 接着剤塗布状況



空港施設研究室ホームページ

<http://www.ysk.nilim.go.jp/kakubu/kukou/sisetu/index.html>

ヤードの既設コンクリート舗装を用いて試験施工を実施し、新旧両層界面における剥離状況の長期的な推移、新旧両層界面の付着強度確認試験、構造解析等を実施した。その結果、工法の種類を問わず新旧両層の引張付着強度として

1.6 MPaを確保する必要があることを確認し、そのための表面処理方法として、これら二種類の工法の適用性を確認した。

3. 空港コンクリート舗装の温度応力算定法

コンクリート舗装の設計では、大きく分けて二つの要因による応力を考慮する必要がある。一つはコンクリート版に載荷された荷重によりコンクリート版底面に発生する荷重応力、もう一つは温度変化によるコンクリート版の膨張・収縮が種々の要因で拘束されることにより発生する温度応力である。厳密には、これらの応力が繰り返して作用するため、疲労の影響も考慮する必要がある。

温度応力は、例えば昼間の気温上昇時には、コンクリート版表面は熱せられるため膨張するが、日射に曝されないコンクリート版下面はそれほど温度が上昇しないので、図2のように上に凸の反り変形が生じる。しかしながら、コンクリート版の自重により反り変形は拘束されるために、コンクリート版には温度応力が発生する。

わが国の空港コンクリート舗装の設計では、温度応力については、正確に算定することが困難であったことから、米国ポルトランドセメント協会 (PCA) による設計法などを参考に、交通量に応じた安全率 (1.7 ~ 2.2) を使用して温度応力や繰返し載荷の影響を考慮している。一方、道路コンクリート舗装に発生する温度応力の算定には、岩間が1964年に提案した温度応力式 (通称/岩間式、図3) が使用されている。温度応力式とは、気象条件として、コンク

リート版の上面と下面に発生する温度差を入力することにより、版に発生する温度応力を算定する式である。

この岩間式は空港舗装と比べて版厚が薄い道路舗装に対して示された実験式であり、空港舗装のように厚いコンクリート版の温度応力について検討された事例はなかった。しかしながら、近年用いられつつある理論的設計法では、温度応力の定量化が必要となることから、岩間式を参考に空港コンクリート舗装に適用可能な温度応力式について試験施工ならびに温度解析により検討した。その結果、空港コンクリート舗装のように版厚が厚い場合には、道路コンクリート舗装と比較して温度応力は小さくなることが明らかとなり、版厚を考慮した空港コンクリート舗装用の温度応力式 (図3) を開発した。この温度応力式を用いることで空港コンクリート舗装のような厚いコンクリート版に生じる温度応力の定量化が可能となり、想定する航空機荷重条件、交通量条件、温度条件を考慮し、コンクリート版の疲労度を照査することで、版厚を決定することが可能となる。

4. おわりに

薄層付着オーバーレイ工法については2007年度に新千歳空港で採用され、温度応力式については東京国際空港再拡張におけるPFIエプロン事業の舗装設計で採用されている。本報告で紹介した研究成果の詳細や、これら以外の研究成果については、当研究室のホームページ (上に記載) に随時掲載しているので是非ご覧いただきたい。

1. はじめに

当センターは、国土交通省国土技術政策総合研究所において、平成18年度から進められている「低頻度メガリスク型の沿岸域災害に対する多様な効用を持つ対策の評価に関する研究」に関して、受託業務としてその研究をサポートしている。ここで、低頻度メガリスク型の沿岸域災害とは、発生頻度は低い、ひとたび発生すると大きな被害をもたらす災害という意味である。

今回の海外調査は、その業務の一環としての調査であり、想定する低頻度メガリスク型の沿岸域災害について、発生確率や規模の不確実性等に関するシナリオを作成するために、想定外の外力や防護レベルに関する研究事例及び実施事例について情報を収集することである。さらに、行政側から地域住民等に対して、従来とは異なり、防災のみならず多様な効用を有する施策についてその説明責任を果たすための手法及び沿岸域災害対策の評価に関する検討を行った。そして、それを踏まえた経済的効果と減災効果に関するモデルについて資料の収集を行った。調査に訪れたのは、図1に示す、高潮被害が深刻化しつつあるベネチア（モーゼ計画）と高潮対策の先進国であるオランダ（デルタ計画）である。

2. 研究の内容

本研究は、災害時に減災効果があり、非災害

図1 調査位置図



オランダ・デルフト



イタリア・ベネチア



沿岸レポート 2

海外調査



メガリスク型沿岸域災害のシナリオの想定及び合意形成モデルの検討に関する海外調査

—イタリア(モーゼ計画)とオランダ(デルタ計画)—

財団法人沿岸技術研究センター 研究員

森下 重和

時（平常時）にも社会的効用がある対策を提案するとともに、こうした多様な効用を有する施策に関する評価手法並びに地域住民等と行政との合意形成手法の構築を行うことを目的としている。

発生の切迫性が指摘されている東海・東南海・南海地震、日本海溝・千島海溝周辺の巨大地震及びこれらの地震に伴う津波による被害が想定され、それが公表されているが、被害想定は震源の設定など一定のシナリオに基づくもので、この被害想定を上回る規模の災害が発生する可能性はある。また、我が国に米襲する台風の大型化が懸念されており、長期的には海面上昇による被害拡大も懸念されている。

こうした不確実性が高く、長期的なスパンでの対応が求められている沿岸域災害の減災対策に関する研究は、これまで行われておらず、多様な効用を有する施策を体系的に整理し、提案してゆくことが必要であると考えている。

3・調査工程

調査は、イタリア(モーゼ計画)↓オランダ(デルタ計画)の順に行った。また、次に示す学識者に各高潮対策に関するご指導をいただいた。

- ①イタリア(モーゼ計画)については、計画の事業主体である新ベネチア事業連合(CONSORZIO VENEZIA NUOVA: CVN)の責任者であるジョバンニ・チェッコニ博士 (Ing. GIOVANNI CECCONI) に、ヒアリングを行った。さらにチェッコニ氏の案

内により、現地でモーゼ計画の建設状況について説明を受けた。

- ②次に、オランダ(デルタ計画)については、デルフト工科大学のフライリング教授(Prof. J. K. Vrijling)・モンクマン博士(PhD. S.N. (BAS) Jonkman)・ステイブ教授(Prof. dr. ir. M. J. F. Stive)の3人に、ヒアリングを行った。

現地視察としては、マエスラント堰(Delta Works)・イースタンシールド防潮ゲート(Delta Works)の2施設について、現地視察を行った。図2に視察を行った施設の位置と写真を示す。

4・ヒアリングの主な内容

- ①自然条件(気象、海象(海の状態)、設計外力

- 港湾施設や堤防、護岸を建設する際に考慮しなければならない気象(低気圧や季節風)や海象(波、流れ、高潮)の影響について
- 浸水被害を発生させる高波や高潮の発生頻度について

- 港湾構造物や海洋構造物の設計における、波浪や高潮の発生確率を考慮した設計外力の考え方について

- ②各計画の内容

- 浸水対策の考え方について
- 地球温暖化による海面水位の上昇が懸念されており、今後、浸水の規模が大きくなることも想定されるが、対策を計画する際

図2 視察を行ったデルタ計画の施設



写真) デルフト工科大学から入手した資料より

に海面水位上昇等を考慮したかどうかについて

●地域住民に対する合意形成の進め方について

5. イタリア（モーゼ計画）に関する主なヒアリング結果

①ベネチア・ラグーンの概要

ベネチア・ラグーンは、約550kmの広さがあり、ラグーン内には多くの塩性湿地帯（Salt marsh）や干潟を有している。ベネチア周辺では、海面上昇やベネチア周辺の地盤沈下（パイプライン建設のための地下水汲み上げ）の影響で、水面が相対的に約20cm程度上昇している。最近では、地盤沈下はほぼ収まったが、海岸侵食の影響が深刻である。ラグーン内の塩性湿地帯や干潟を再生させるために、木杭を水際線に打設し、木杭で囲まれる中に土砂を埋め戻すことで湿地の自然な再生を図っている。図3に塩水湿地の回復事業を示す。

②ベネチア・ラグーンにおける高潮の影響

冬季のシロッコ（アフリカ大陸から地中海を渡って吹く季節風）などの影響によって起こる高潮による被害が発生しており、20〜100cmの高潮が年間50〜100回発生している。また、110cm以上の高潮も増加傾向を示している（図4）。

③既往最高潮位

ベネチアでの高潮災害は、1966年に発

生回数が最も多く、最高194cmの偏差が発生した。

④高潮対策

高潮対策の方法としては、ベネチア市内の一部は地盤の嵩上げによって対応することで、地盤沈下や海面上昇による浸水被害はほぼカバーされる。対象とする高潮偏差は、110cmとしており、110cm以上の潮位に対しては、水門により対応する。図5に対策システムの模式図を示す。

⑤住民との合意形成

モーゼ計画は、様々な面で議論され、様々な意見が出された。ベネチアで商売を営む人たちはモーゼ計画を支持しており、住民を含めた賛成の割合は非常に多い。

一方、自然環境保護論者は、これまでの地盤沈下等による影響や干潟の消失等の自然環境の変化を回復させてから、高潮対策を講じるべきであると主張している。自然環境保護論者はモーゼ計画に多くの資金を投入することに反対しており、環境保護に資金を投入すべきと主張していた。また、自然環境の回復は高潮対策にもなると期待していた。しかし、これは確実ではなく結果的に政府はモーゼ計画の実施を選択した。ただし、自然環境の回復についても事業を進めており、高潮対策と自然環境の回復の2つの対策は、ベネチアを災害から守るために必要なことであると考えられている。

図4 ベネチアにおける110cm以上の高潮の発生回数

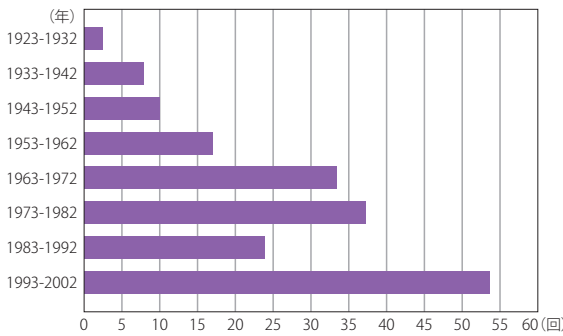


図3 塩水湿地の回復事業

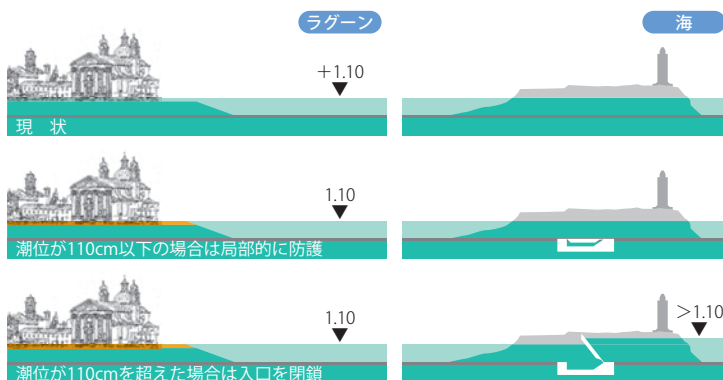


事業実施前



事業実施後

図5 モーゼシステムの概要



写真・図・データ CVNから入手した資料より

6. オランダ（デルタ計画）に関する主なヒアリング結果

①設計対象となる外力

日本と同様に波浪や高潮について考えている。

②高潮の発生メカニズム

- 秋から春にかけて、低気圧の通過に伴い高潮が発生する。

- フェッチが500km（アイスランドを対岸とする場合）と長く、この方向（北西）から風が吹く場合に高潮の発生が最も多い。

- 西ヨーロッパを通過する低気圧は、風速はそれほど強くないが、西ヨーロッパ全体を覆うような低気圧の場合には風速が非常に強くなり、高潮発生の要因となる。

- 日本などの台風は低圧部の範囲が狭いため、オランダで発生する低気圧による高潮とは発生条件が若干異なる。1953年のオランダ大洪水の時はベルギーやイギリスも被害を受けた。

- 高潮による被害は、オランダの中でも南部のライン川河口域の被害が最も大きい。

③設計外力の規模

高潮対策における設計外力としては、かなり低い発生確率のものを見込んでいる。特に海側に面した地区に関しては、図6に示すように、再現期間が4000年もしくは1万年に対応する生起確率の外力が想定されている。これは浸水被害の場合、海側からの海水による被害ダメージが非常に大きいからである。

図6 オランダにおける海岸の設計外力の規模

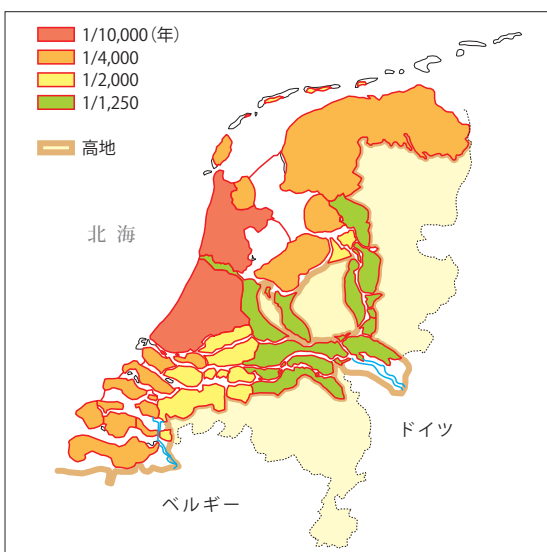


図) デルフト工科大学から入手した資料より



オランダでのヒアリング状況

④オランダにおける防護水準

オランダにおいては、堤防によって被害をゼロとする防護水準となっている。したがって、最近までは住民の避難に関しては全く検討されていなかった。しかし、ハリケーンカトリナによる被災以降、破堤の危険性を考慮した住民の避難について、国と研究機関が協議を行っている。

⑤地球温暖化対策について

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）のレポートで今世紀末までに海面が約0.6m上昇すると言われているが、過去の1世紀では約20cm上昇した。このため、今後の状況を見ながら対策を考えることにしている。一方で、オランダでは、高潮の被害回数は確実に減少している。

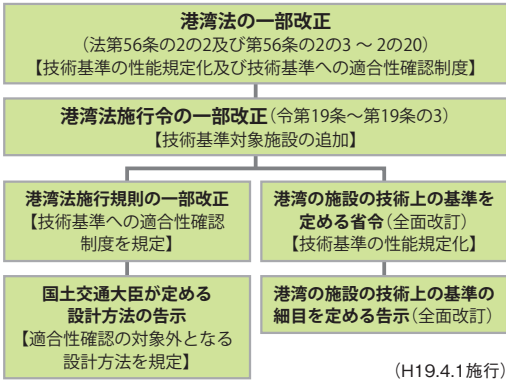
7. おわりに

今回の調査で、高潮被害に直面しているベネチアと過去に甚大な高潮被害を経験したオランダにおいては、住民の高潮被害に対する意識が非常に高く、国をあげて取り組む姿勢について勉強した。今後は、住民との合意形成にあたって、防災のみならず多様な効用を有する施策の検討ももちろん重要であるが、やはり普通の生活を守るためのハード対策の重要性を、十分理解してもらうことが必要であることを再認識した。

最後に本調査にあたり、CVNのジョバンニ・チェッコニ博士をはじめ、デルフト工科大学のフライリング教授・ヨックマン博士・ステューブ教授には熱心なご指導をいただき、今後の研究に役立つ成果を得ることができた。ここに記して謝意を表します。

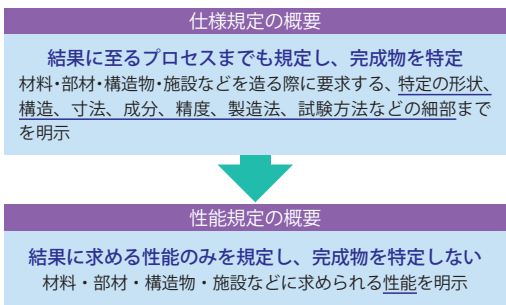


図1 「港湾の施設の技術上の基準」(技術基準)関連の改正事項について



(H19.4.1施行)

図2 仕様規定から性能規定へ



注) 国土交通省港湾局資料より抜粋

港湾法に基づく 技術基準への 適合性に関する 確認業務

財団法人沿岸技術研究センター主任研究員

峰本 健正

1・確認業務の開始

財団法人沿岸技術研究センター(以下、「沿岸センター」)は、平成19年8月24日に港湾法に基づく登録確認機関として国土交通大臣より登録され、同年10月1日より「港湾の施設の技術上の基準との適合性を確認する業務」を開始しています。これに伴い、沿岸センターでは、当該業務を専門的に実施する組織として同センター内に確認審査所を設置し、昨年度において、既に4件の申請案件を取り扱いました。申請者は、港湾の施設を建設し、又は改良しようとする者(国を除く)、すなわち、港湾管理

者や民間事業者となります(基本的にコンサルタント会社は、申請者になり得ません)。また、申請時期は基本設計が固まった段階となり、その確認に要する期間は、申請案件の内容により異なりますが、これまでの実績を踏まえると申請受理後概ね1ヶ月程度です。

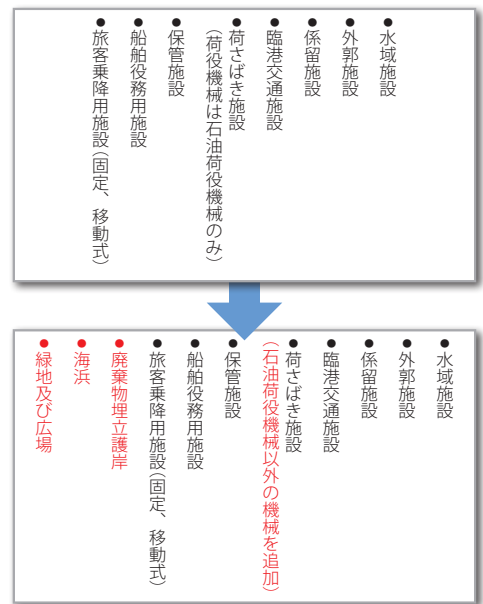
2・確認対象施設

平成18年度の港湾法令の改正により、港湾の施設の技術上の基準は、仕様規定から性能規定に変更され、今後は、従前と比べ創意工夫を活かした設計方法、特殊構造の採用などが可能となりました(図1及び図2参照)。同時に「港湾の施設(港湾法施行令第19条)」に荷さばき施設(従来は、荷役機械にあつては石油荷役機械のみ)、廃棄物理立護岸等が追加されています(図3参照)。これらの港湾の施設は、上述の新しい技術基準を満たす必要がありますが、このうち、公共の安全その他の公益上影響が著しい施設(港湾法施行規則第28条の2)については、国土交通大臣又は登録確認機関の確認(施設が技術基準に適合していること)を受けなければなりません。すなわち、外郭施設、水深が7.5m以上の係留施設、危険物積載船、旅客船及び自動車航送船に係留する係留施設、レベル2地震動への耐震性を有する係留施設(耐震強化岸壁)、道路及び橋梁、固定式荷役機械及び軌道走行式荷役機械、廃棄物理立護岸、海浜、緑地及び広場が確認対象施設となります。但し、設置水深が10m未満の外郭施設及び係留施設(耐震強化岸壁を除く)、道路・橋梁及び設置水深が10m未満の廃棄物護岸について、国

表1 確認対象施設について

技術基準対象施設 (港湾法施行令第19条)	確認対象施設 (港湾法施行規則第28条の2)	設置水深 10m未満	設置水深 10m以上
水域施設			×
外郭施設	水門・閘門		●
	上記以外の外郭施設	○	●
係留施設	水深7.5m以上の係留施設	○	●
	危険物積載船(海上交通安全法(昭和47年法律第115号)第22条第2号の危険物積載船をいう)、旅客船(13人以上の旅客定員を有する船舶をいう)又は自動車航送船を係留するための係留施設(貨物の積み込み若しくは取卸しをすることができるもの又は人が乗船し、若しくは下船することができるものに限る)	○	●
	レベル2地震動(技術基準対象施設を設置する地点において生じると想定される地震動のうち、最大規模の強さを有するものをいう)への耐震性を有する係留施設	●	●
	上記以外の係留施設	×	×
臨港交通施設	道路及び橋梁		○
	上記以外の臨港交通施設		×
荷さばき施設	固定式及び軌道走行式荷役機械(大規模地震対策施設)※		●
	上記以外の荷さばき施設		×
保管施設			×
船舶役務用施設			×
旅客乗降用固定施設及び移動式旅客乗降用施設			×
廃棄物埋立護岸	同左	○	●
海浜	同左		●
緑地及び広場 当該港湾の港湾計画において、港湾計画の基本的な事項に関する基準を定める省令第16条の大規模地震対策施設として定められているものに限る	大規模地震対策施設の緑地及び広場		●
	上記以外の緑地及び広場		×

図3 港湾の施設(港湾法施行令第19条)



注) 国土交通省資料をもとに作成

注) ■ 技術基準対象施設 ■ 確認対象施設
 ×: 設計法によらず適合性確認が不要
 ○: 国土交通大臣が定めた設計方法による場合、適合性確認は不要
 ●: 適合性確認が必要
 ※: 沿岸センター確認業務対象外

国土交通大臣の定める設計方法(部分係数法や道路構造令及び関連規定)を採用している場合には、確認の対象外となっています(表1参照)。

現在、沿岸センターでは、荷役機械以外の確認対象施設について、日本全域を業務区域として、いつでも確認業務が実施できる体制を整えています。

3. 沿岸センターにおける確認業務の流れ

確認業務は、港湾法に基づき国土交通大臣に認可された「確認業務規程」に沿って遂行されることとなります。また、建設し、又は改良する港湾の施設が技術基準に適合するかどうかの具体的な判定は、港湾法で規定されている要件を満たした「確認員」が行うこととなります。

この確認員は、中立・公正な立場から業務を遂行することが求められています。確認員は、①施設への作用及びその設定根拠が適切であること、②施設の諸元が作用及び要求性能に対して適切であること、③照査の実施方法が適切であることを総合的に評価し適合判定を行います。適合判定にあたっては、港湾技術に関する高度で広範囲の専門知識を必要とするともに、より適切かつ公正な判定を行うため、沿岸センター内に設置された「適合検討委員会」の助言を経て最終的な判定が下される仕組みを導入しています。最終的に申請内容が技術基準に適合すると判断できれば「確認証」が交付され、適合されない場合には、その旨理由を示した「通知書」が交付されます。詳細な確認業務の手続きについては、沿岸センターのホームページ

4. 登録確認機関への期待

(<http://www.cdit.or.jp>)を参照してください。

平成14年3月に閣議決定された「規制改革推進3カ年計画」において、基準認証等の見直しにあたっては、行政の関与を必要最小限にする方向で、事業者の自己認証・自主保安を基本としつつ、国際ルールを踏まえ、公正・中立な第三者による検査等を義務づける仕組み(第三者認証)を検討するよう示されています。港湾法令における技術基準への適合性を確認する制度である登録確認機関制度は、このような政策に基づいたものとなります。また、上述の第三者認証は、一定の専門的知識、能力、適正等を有していなければ対応できません。

このような背景を踏まえ、沿岸センターは、従前より港湾の施設の技術基準、国際基準との整合性等に関する調査、研究を推進してきた実績があり、これらを通じて培った豊富な知識・経験を確認業務に活かすことができると判断し、昨年、所要の準備を経て、登録申請することとなりました。引き続き、沿岸センターは、国の代行的な業務を行う登録確認機関として、重要な役割を果たせるものと考えています。

また、沿岸センターは今後も、確認業務を円滑に遂行できるよう、一層申請者の状況に配慮し、かつ理解・協力も得つつ、努めていく所存です。併せて、このような技術基準への適合性を確認する制度が公共事業の分野では初めてのケースとなることから、この確認業務が、同様な制度の導入を検討している他の分野の参考になれば幸いと考えています。

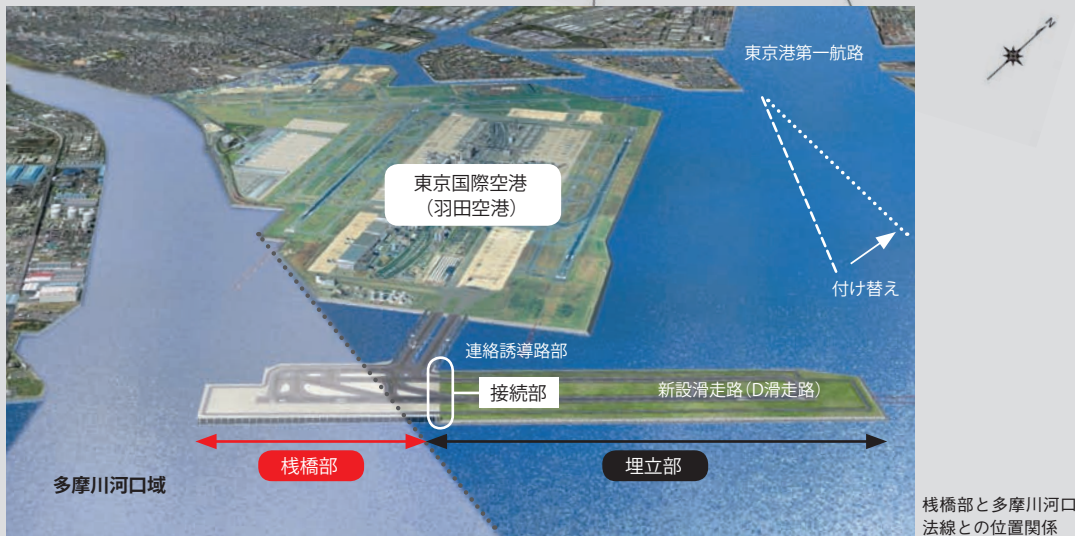
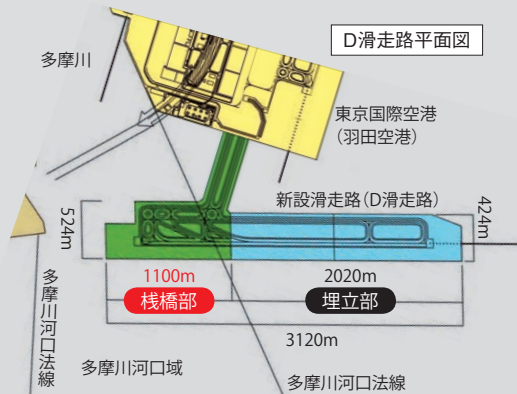
Q & A



Q.1

なぜD滑走路の一部は栈橋構造になっているのでしょうか？

D滑走路の建設地の一部には多摩川が注ぎこんでいます。その自然の流れをせき止めないように栈橋構造(ジャケット)を採用しているのです。栈橋構造は河川管理上支障がなく「河川管理施設等構造令第8章橋の規定」に準拠していることに加え、海面付近の部材数を最小化するなどの工夫が施されています。埋立構造に栈橋構造を組み合わせたハイブリッド構造は世界でも珍しく、特に埋立と栈橋というまったく異なる構造を一体的に結びつける接続部は技術的にみても重要な部分になっています。



2010年10月の供用開始に向け、現在着々と工事が進んでいる羽田空港のD滑走路ですが、埋立構造と栈橋構造を組み合わせた世界でも類を見ない構造になっています。特に栈橋部には、耐久性や耐震性を考慮したさまざまな工夫や最新技術が投入されています。今回は、その羽田空港D滑走路「栈橋構造」の秘密に徹底的に迫ります。

Q.2

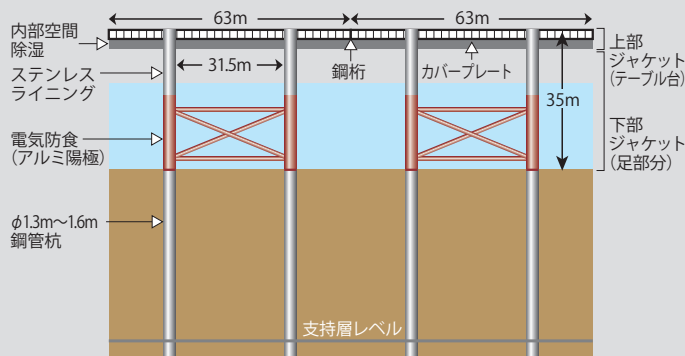
栈橋構造はどうなっていますか？

栈橋部の広さは約52ha、長さは1100メートルで、海底下60～70m程度の地盤に打ち込んだ鋼管杭の上にジャケットと呼ばれる巨大なユニット構造物を被せて面をつくっていきます。この面の上にコンクリート床版を固定し舗装することで強度を保ちます。海底の比較的浅いところにある軟弱地盤よりもさらに深く鋼管杭を打ち込むことで、栈橋全体が沈下せず、かつ地震にも強い栈橋ができるのです。栈

橋部では198基、連絡誘導路では40基、合計238基のジャケットが使われます。ジャケット1基あたりの最大重量は約1600トンもありますが、これは航空機の繰り返し発着に対する変形抑制や、耐震性・疲労耐久性など、広大な栈橋に作用するさまざまな影響を十分に考慮した構造になっているためです。



上部・下部ジャケット一体化



栈橋部標準ジャケット断面図

監修) 国土交通省関東地方整備局東京空港整備事務所先任建設管理官(栈橋担当)近藤隆道
資料) 一部の写真を除いて、羽田再拡張D滑走路建設工事共同企業体提供

100年対応の羽田D滑走路 ジャケット式栈橋

『海中でも錆びない秘密』

栈橋に用いられているジャケットは、当然のことながら鋼製です。そうなることながら「錆」です。特に海中では錆の進行は早いのです。そこで、さまざまな防食（錆止め）の技術が施されています。右の「ジャケット式栈橋模式図」では、ジャケットの足に白い虫のようなものがくっついていますが、実はこれも防食の一つ、電気防食といわれる仕組みです。

錆は、大気中や水中の酸素の作用で金属の表面に酸化物や水酸化物が生成したものです。錆は自身が水分や汚れを留めるとともに、表面に凹凸ができて反応面積が増大するため、一旦生じた錆は加速度的に進行します。

この虫のようなものは「アルミニウム合金陽極（以下、アルミ陽極）」といいます。これは、ジャケットの鋼製の足との間にできる電位差によって自ら電流をつくり、やがて徐々に海中に溶け出して消滅し、自ら犠牲となってジャケット鋼部を守ります。その消滅期間は35年と設定されていて、100年間で2回取り替えることになっています。

『16000個のアルミ陽極』

こうして、ジャケットは錆びずその役目を果たすのです。ジャケットには、このほかにも部位に合わせていろいろな防食工法が施されていて、全体で100年間の長期を想定したつくりになっています。

ちなみに、D滑走路で使用されるアルミ陽極は、なんと16000個にもなります。取付け作業は多摩川の流れもあり、たいへんでしょうね。まあ、35年後ですから、遠い先のことではありますが。

沿岸密めがわ
防食に関する豆知識

Q.3

ジャケットの構造と組み立てはどうなっていますか？

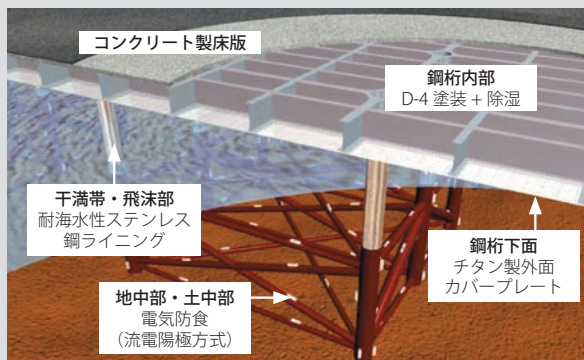
D滑走路の栈橋部に採用されるジャケットは、縦63m×横45m×高さ35m（標準）もあるとても巨大な構造物です。各パーツは若松（北九州）、津、横浜、富津、千葉の5つの工場で作られています。上部ジャケット（若松、津、横浜で製作）は海上運搬され、組立製作ヤード（富津、千葉）にて上部・下部ジャケットの一体化を行います。組立製作ヤードでは月に4～5基のペースでジャケット製作が行われています。上部ジャケット下面は、波しぶきが当たるので錆に強いチタンの薄板を利用したカバープレートが取り付けられており、ジャケット内部でメンテナンスを行う足場の機能も兼ね備えているため、チタンと鋼板の薄板の間にウレタン樹脂を入れて強度を保つようになっています。さらに、カバープレートの上側のジャケット内部には、除湿機を入れ、湿気から鋼材を100年間守るつ

くりになっています。また、下部ジャケットの干満・飛沫部には耐海水性ステンレス鋼ライニングを、海中部分にはアルミニウム合金製の陽極が付けられ、腐食に対する工夫もなされています。



海上運搬される
上部ジャケット

上部ジャケット内部は、メンテナンスを行うため人が十分に入れる広さになっている（写真）ウェイツ



ジャケット式栈橋模式図と防食対策



柱の部分に防食用アルミニウム合金製の陽極がたくさん付いているのがわかる

Q.4

ジャケットはどのように据え付けるのですか？

富津ヤードと千葉ヤードで一体化されたジャケットは、クレーン船によって台船に積み込まれ、D滑走路工事現場に運ばれます。据え付け作業は、今回の工事のために特別に改造された2400トン吊りクレーン船「第28吉田号」でジャケットをつり上げ、あらかじめ海中に打ちこま

れた鋼管杭にジャケットを被せていきます。5月末現在、栈橋部で打ち込みが完了している鋼管杭は234本、据え付けが完了しているジャケットは35基です。週2基程度のペースで据え付けが行われており、平成21年度後半までこれから約1年半ほどの時間が費やされる予定です。



第28吉田号（飛行航路を考慮して低くつくられている）



ジャケット据付



NEWS 02

CADMAS-SURF (数値波動水路) 実務計算事例集講習会開催

CADMAS-SURFは、耐波設計に適用することを目的に開発された数値計算法です。港湾の技術基準の性能規定化など、港湾をとりまく状況の変化に応えるため、2年前に研究会を設置し、プログラムのバージョンアップ、不規則波の入力方法の整備、各種構造物への越波・伝達波・波力の計算事例の整備を行ってきました。

平成20年5月28日(水) 13:30～17:15、これらの研究成果を多くの方々に活用していただくために、『CADMAS-SURF実務計算事例集』を発売するとともに、講習会を開催しました。

当日は、『CADMAS-SURF実務計算事例集』を使用し、わかりやすい講習会だったこともあって、会場はほぼ満員(約120名)、たいへんな盛況でした。参加者の方からも、内容が充実していたので、こうした講習会があれば、次回も参加したいとの言葉もいただきました。

なお、『CADMAS-SURF実務計算事例集』(税込み価格10000円・本誌P35参照)は、別途販売もしています。お問い合わせは、当センターまで。



東京大学磯部雅彦教授の説明



当センター村田進理事長のあいさつ

プログラム

内容	講師
開会あいさつ	村田 進〔(財)沿岸技術研究センター 理事長〕
CADMAS-SURFの背景と研究会の活動	磯部 雅彦〔東京大学大学院 教授〕
CADMAS-SURFの実務への適用	高橋 重雄〔(独)港湾空港技術研究所 研究主監〕
不規則波の造波と波の伝播計算事例紹介	藤間 功司〔防衛大学校 教授〕
	休憩
越波問題への適用事例紹介	川崎 浩司〔名古屋大学大学院 准教授〕
波力問題への適用事例紹介	小竹 康夫〔東洋建設(株)総合技術研究所 主任研究員〕
計算の手引き・衝撃波圧・3D計算	有川 太郎〔(独)港湾空港技術研究所 主任研究員〕

NEWS 01

関西支部設立準備室を開設しました

沿岸技術研究センターでは、関西支部設立に向けて、準備室を開設いたしました。当センターは昭和58年9月設立以来、沿岸域の開発、利用、保全及び防災に関する分野における産学官の技術力を結集し調査研究を行ってきました。

このたび関西地区に拠点を構築し、さらに調査研究の充実化と効率化をはかるため、関西支部設立を視野に入れた設立準備室を開設いたしました。

開設日：

平成20年4月1日

住所：

〒651-0087
兵庫県神戸市中央区御幸通四丁目2番15号
三宮米本ビル5階

アクセス：

三宮駅から徒歩・6分

連絡先：

TEL・078-230-6566

FAX・078-230-6577



第56回理事会

開催日：平成20年5月26日（月）

11：00～13：00

場所：経団連会館 8F 富士の間

審議事項：

- (1) 平成19年度事業報告及び収支決算報告について
- (2) 常務理事の互選について
- (3) 任期満了に伴う評議員の選出について
- (4) 顧問の委嘱について
- (5) 組織規程の一部改正について

報告：

- (1) 公益法人改革への取り組みについて
- (2) 国の防災体制について

第50回評議員会

開催日：平成20年5月17日（月）

11：00～13：00

場所：経団連会館 10F 1001号室

審議事項：

- (1) 平成19年度事業報告及び収支決算報告について
- (2) 理事の選任について

報告：

- (1) 公益法人改革への取り組みについて
- (2) 調査研究について
 - ① 空港の耐震対策について
 - ② GPS波浪計の整備について

沿岸域の活力・安全を考える技術 CDIT in 神戸 開催

平成20年4月11日（金）13：30～17：10、神戸国際会議場（神戸市）において、「沿岸域の活力・安全を考える技術」と題した講演会が当センター主催で開催されました。

当日は、当センター理事長村田進の挨拶にはじまり、プログラムのとおり、2本の講演、そのあとは民間技術講座と称して5本の講座、さらに神戸市立工業高等専門学校校長の黒田勝彦氏から特別講話（詳細は本誌18ページ参照）をいただきました。こうして、予想以上に多くの方（約200名）にご参加いただいた講演会は盛況のうちに終わりました。

盛りだくさんの内容でしたが、参加者のみなさまからは充実した1日が過ぎたとの感想が多く寄せられました。講師のみなさま、参加者のみなさま、お疲れ様でした。当センターでは、これからもよりいっそう充実した講演会を開催していきたいと考えています。

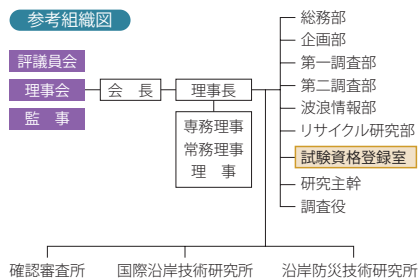


プログラム

内容	講師
開会あいさつ	村田 進〔(財)沿岸技術研究センター 理事長〕
近年の津波・高潮災害事例に学ぶ	高山 知司〔(財)沿岸技術研究センター 理事〕
波浪・津波観測情報取得技術の近況	永井 紀彦〔(独)港湾空港技術研究所 統括研究官〕
	休 憩
無人化によるケーソン据付技術	真鍋 匠〔五洋建設 土木部門土木本部機械部係長〕
海面処分場の容量拡大技術（キャップ付トレーンを用いた圧密排水工法）	手塚 博治〔東京都東京港建設事務所 沖合埋立整備課長〕
鉄鋼スラグ水和固化体製人口石材（フロンティアストーンTM、フロンティアロックTM）	篠崎 晴彦〔新日本製鐵(株) 環境・プロセス研究開発センター土木建築技術部スラグ利用技術グループマネージャー〕
一体型複合遮水シート工法の概要	前田 敏〔東洋建設(株) 技術本部土木エンジニアリング部長〕
密閉二重構造グラブ浚渫工法	鈴木 忠順〔(株)小島組 船舶技術開発部長〕
グローバル経済競争を支える国際物流システム	黒田 勝彦〔神戸市立工業高等専門学校 校長・神戸大学 名誉教授〕

試験資格登録室を設置しました

当センターでは、海洋および港湾構造物の維持管理を適切に行うために、それに係る技術者の能力向上と人材育成を目的とした維持管理資格制度を創設し、それらの利活用について検討しています。この制度に対応するための組織として、試験資格登録室を設置しました。



港湾施設の維持管理に係る専門技術者について

- 維持管理計画の策定および、計画に基づく維持管理の実施にあたっては、専門技術者の関与の下で行う必要がある
- 専門技術者については、その能力、範囲について、統一的、客観的に認知されていないことから、港湾施設の維持管理に係る専門技術者についての認定制度を創設し、活用を図る

専門技術者の関与については、維持告示にて明確化
 専門技術者＝当該施設の損傷、劣化その他の変状についての点検診断、当該施設全体の維持に係る総合的な評価、維持工事等その他維持管理に関する専門的知識及び技術又は技能を有する者（維持告示第2条4項）

● 専門技術者が有すべき知識及び技術又は技能のイメージ

点検診断 施設の損傷、劣化その他の変状についての点検診断

- 港湾の施設の変状について、変状の原因、発生、影響、性能低下へと変状が進行していく過程と対策方法に関する知識
- 港湾の施設の点検診断方法・時期についての知識、技術
- 構造物全体の点検・調査技術
- 部材の点検・調査技術
- 劣化度の判定技術
- 構造物の劣化予測に関する知識、技術 等

総合評価 施設全体の維持に係る総合的な評価

- 点検診断結果の総合評価に関する知識、技術
- 対策工法の種類と選定に関する知識 等

維持工事 維持工事

- 対策工法の設計、施工に関する知識、技術
- 対策工法の施工 等

その他 その他維持管理に関すること

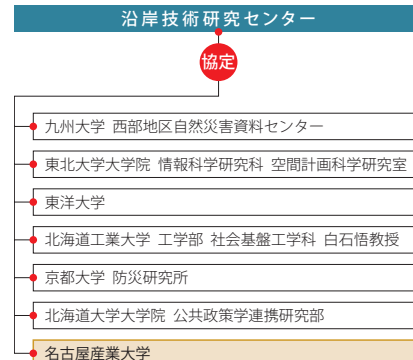
- 維持管理の履歴の記録・管理方法に関する知識
- 港湾の施設の設計・施工に関する基本的事項
 - 港湾の施設の技術上の基準に関する知識
 - 港湾の施設の設計供用期間、構造特性、材料特性等の工学的知識
 - 港湾の気象条件等の諸条件に関する知識
 - 港湾の施設の役割に関する知識
 - 港湾の施設の建設、改良、維持管理に係る法令に関する知識 等



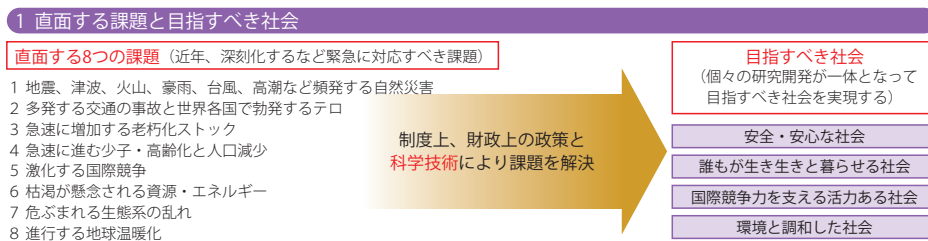
NEWS 07
当センターは名古屋産業大学と研究交流協定を締結しました

当センターと名古屋産業大学は研究交流に関する協定を締結しました。これまでに当センターが締結した研究交流協定の相手先としては7箇所目で、中部地区では初めての締結になります。協定は2007年11月に発効していましたが、4月16日に当センター村田進理事長が大学に赴き、締結式の運びとなりました。締結式は村田理事長と高木清秀学長が協定書に署名し、署名後報道関係者からコメントを求められ、両者は研究交流の成果を期待するとコメントしました。

この度の協定の内容は、「名古屋港での大規模災害時の安全評価」をテーマに、名古屋港に津波が押し寄せた場合や地震が発生した場合の被害を把握するためのシミュレーションを行い、それを使って災害が発生した場合の影響など防災に関連した研究を行うものです。



直面する課題と目指すべき社会、重点的に取り組む技術研究開発



2 目指すべき社会に向けて重点的に取り組む技術研究開発

目指すべき社会の実現に向けて、様々な要素技術をすりあわせ・統合し、高度化することにより、社会的な重要課題を解決し、国民の暮らしへ還元する科学技術(社会的技術)を推進する。

目指すべき社会の4つの分野と重点的に取り組む技術研究開発の整理

安全・安心な社会に向けて	誰もが生き生きと暮らせる社会に向けて	国際競争力を支える活力ある社会に向けて	環境と調和した社会に向けて
①「災害時への備えが万全な防災先進社会」の実現 ②「渇水等による被害のない持続的発展が可能な水活用社会」の実現 ③「復旧時間を大幅に短縮し国土・都市の機能喪失と経済的損失のない社会」の実現 ④「テロ・大規模事故ゼロ社会」の実現 ⑤「世界一安全でインテリジェントな道路交通社会」の実現 ⑥「犯罪等に強い街」の実現	①「ユニバーサル社会」の実現 ②「地域公共交通の活性化・再生による活力ある地域」の実現 ③「多様な住まいやライフスタイルを可能とする社会」の実現	①「住宅・社会資本の整備・管理が効率化、高度化された社会」の実現 ②「効率的、安全に環境に優しい物流」の実現 ③「海洋・海事立国」の実現	①「世界一の省エネ、低公害、循環型社会」の実現 ②「日本の四季を実感できる美しく快適な都市」の実現 ③「健全な水循環と生態系を保全する自然共創社会」の実現 ④「気候・環境の変化に強い社会」の実現

技術研究開発を進める上での視点

3 技術研究開発を進める上での視点

技術研究開発成果の社会への還元

- 様々な要素技術の開発とその融合、融合技術の実証による社会システムとしての実効性の検証
- 「社会還元加速プロジェクト」を推進し、実証研究を通して成果の社会還元を加速

イノベーション推進のための共通基盤の構築

- 行政サービスの向上、技術研究開発全体の効率化、技術革新・新しい産業創出機会の提供
- イノベーションのプレクスルとなる共通基盤を、スピード感を持って構築
- 複数の仕様・基準等の存在による無駄をなくするための共通化・標準化やガイドライン作り等

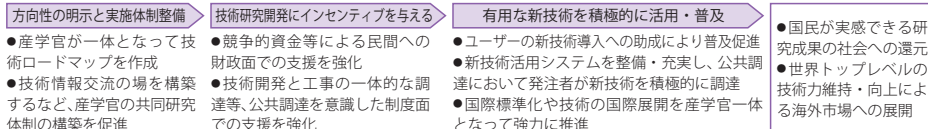
環境・エネルギー技術等による国際貢献の推進

- 持続可能な産業体系・社会基盤・生活の実現を図るとともに、開発途上国との科学技術協力の強化、日本発の優れた環境・エネルギー技術等の世界への発信、実証、気候変動問題へのイニシアティブの発揮などによる国際貢献を展開
- 標準化活動の国際展開を推進し、技術移転を円滑に行うための環境を整備する

技術研究開発の特性に応じた具体的施策の展開

成果を確実に社会に還元する技術研究開発システムの構築

- 技術研究開発の方向性を技術ロードマップとして共有し、技術研究開発の着手から成果の活用・普及まで産学官が一体となって強力に推進する



技術研究開発の基盤整備 有用な技術の保護と積極的活用による知的財産戦略の展開

マネジメントの強力な推進 適切かつ柔軟な研究マネジメント体制

NEWS 08
国土交通省技術基本計画を策定

本年4月、国土交通省は、平成20年度から24年度までの5年間で計画期間とする新たな「国土交通省技術基本計画」を策定しました。

わが国の国民生活を取り巻く社会情勢は大きく変化しています。国土交通省では、これらの課題に対応するため、国民の暮らしへ還元する「社会的技術」の一層の推進を図ることとし、社会資本整備審議会・交通政策審議会技術部会において「第3期科学技術基本計画」(平成18年3月閣議決定、計画期間:18年度~22年度)、「イノベーション25」(平成19年6月閣議決定)、「国土交通分野イノベーション推進大綱」(平成19年5月国土交通省イノベーション推進本部決定)等を踏まえ、検討を進めてきました。

本計画は平成15年度に策定した「技術が支える明日の暮らし 国土交通省技術基本計画」(計画期間:15~19年度)の次期計画に位置づけしており、今後は本計画に基づき、国土交通分野における技術研究開発を推進していくとしています。



■『CADMAS-SURF実務計算事例集』を 発行しました

当センターでは、「数値波動水槽の耐波設計への適用に関する研究会」を設置し、コンピュータ上で波動現象をシミュレーションできる2次元プログラム(CADMAS-SURF)のバージョンアップ、不規則波の入力方法の整備、各構造物への越波・伝達波・波力の計算事例の整備を行ってきました。

このたび、その研究成果を多くの方々に活用していただくために、「沿岸技術ライブラリー No.30」として、『CADMAS-SURF実務計算事例集』を発刊しました。本書添付のCD-ROMには、CADMAS-SURF (V5.1)の実行ファイル、不規則波造波に必要なマトリクスデータファイルを作成するための実行ファイル、計算事例の入力サンプルが収録されています。本書に記載のある計算事例については、入力サンプルを用いて計算が再現できるだけでなく、本報告書に記載のある計算事例と類似の計算についても本書を参照して入力サンプルの記述内容を変更することで、計算をすることが可能です。

なお、CADMAS-SURF (V5.1)のソースプログラムについては、近日中に当センターのHPで公開する予定です。



■『TSUNAMI』7月中旬発行予定

平成16年末に発生した「インド洋大津波」は、まだ記憶に新しいところですが、この津波による猛威を捉えた映像は、「TSUNAMI」という言葉とともに全世界に発信されました。そのことから、「TSUNAMI」はいまや世界語として認識されるようになったことは、ご承知のとおりです。

ところで、インド洋大津波が甚大な人的・物的被害を与えた要因として、未曾有の規模であったことに加えて、当該地域における津波警戒体制が脆弱であったこと、さらには津波に対する理解が不十分であったことが指摘されています。

反して、日本周辺ではこれまでに海溝型の大規模地震が多数発生し、これに伴って発生する津波により、我が国は度重なる甚大な被害を受けてきました。そうしたこともあって、我が国は諸外国に比べて、津波防災に対してより先進的、積極的に取り組んできています。

そうした取り組みを踏まえて、津波に関する我が国の技術的知見を広く世界に情報発信することは、当センターにとってもっとも適切な業務であるとの考えから、当センターでは平成17年12月に、「沿岸防災技術研究所」を設立しました。当研究所では、沿岸防災に係る喫緊の調査研究課題に的確に対応していくことを重要な業務と位置づけています。

本書『TSUNAMI』は、その設立1周年記念事業として、津波災害の危険性が高い海外諸地域における人的被害軽減に貢献することを目的として、「TSUNAMI」に関する被害、現象、予警報及び被害軽減策等の技術的知見を紹介することを中心に編纂されています。

ぜひ、ご一読をお願いいたします。

発行予定：

日本語版 (ISBN978 - 4-900302-76-1)

／2008年7月中旬出版

※出版スケジュールについては、掲載する写真等の著作権取得のため、多少遅れることがあります。

目次

津波からいかに逃げるか

1章/津波および津波災害の事例	3
1.1 実例に学ぶ津波災害	3
1.2 インド洋大津波の災害	6
1.3 北海道南西沖地震津波の災害	37
1.4 生死を分けた事例	43
1.5 建物の被災	50
1.6 船などの漂流物の被害	58
2章/津波から生き延びるための知恵	67
2.1 津波と海岸	67
2.2 津波の流れと人への危険	79
2.3 家屋の流出	87
2.4 自然の物の効果	97
2.5 人工構造物の効果	103
3章/津波災害の防止・軽減	115
3.1 防災の視点	115
3.2 ハード対策	121
3.3 ソフト対策	128
3.4 経験の伝承と教育	135
3.5 総合的な津波対策への地域における取り組み	143

津波の挙動と予報

4章/津波の発生と増幅	153
4.1 津波発生のメカニズム	153
4.2 沿岸における津波の増幅と減衰	157
4.3 津波の遡上と波力	164
5章/津波の数値計算と予報システム	177
5.1 津波の数値計算	177
5.2 津波予報システムとその発展	179
5.3 津波予測システムの今後	184

エピソード

津波からいかに逃げるか
津波の挙動と予報

【編集後記】

今年の1月から沿岸センター勤務となり、早速、名誉ある？機関誌CDITの編集担当となりました。今回は、首都圏の方も地方の方も一度はお世話になっている羽田空港をテーマに企画してみました。小職も富津に赴き、ジャケットの製作現場を見学しましたが、その規模の大きさと耐久性を100年とした技術的工夫など、目を見張るものばかりでした。本誌の編集に際して、空港（インフラ）の役割とその整備技術について、読者の皆様にご理解いただけるよう配慮したつもりです。皆様の感想はいかがでしょう？最後に、編集部への要請に対して快くペンを執っていただきました筆者の皆様に、この場をお借りして感謝申し上げます。(和田 匡央)

当センターは、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。詳細は当センターHPをご覧ください。

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

CDIT

Coastal Development Institute of Technology

発行 財団法人 沿岸技術研究センター
〒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/>
2008年6月30日発行