

# CDIT

Coastal Development Institute of Technology

<特集>

## 衛星測位と情報化施工

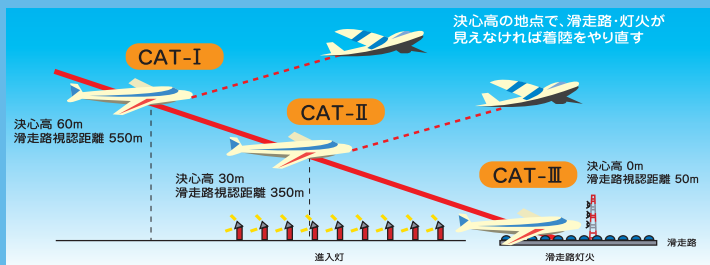
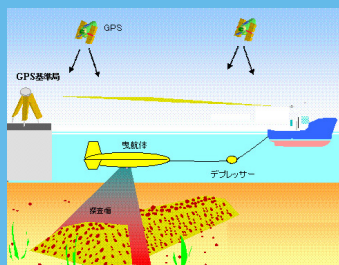
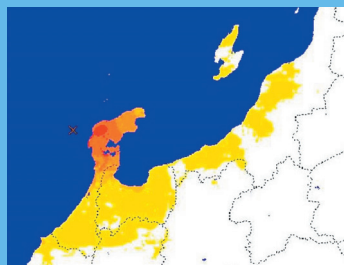
佐田達典氏 日本大学理工学部 社会交通工学科 教授

<CDIT鼎談>

## 沿岸域技術の課題と展望 ―港湾・海岸工学―

堀川清司氏 東京大学名誉教授

高山知司氏 京都大学名誉教授 (財)沿岸技術研究センター理事



## 特集

### 衛星測位と情報化施工

日本大学理工学部 社会交通工学科 教授 佐田達典

## CDIT鼎談

沿岸の未来を見据えて

### 沿岸域技術の課題と展望— 港湾・海岸工学—

ゲスト— 堀川 清司 氏・高山 知司 氏

## 緊急レポート

能登半島地震 現地調査報告

## 沿岸プロジェクト 1

気候変動への沿岸技術としての対応の方向について

— IPCC第4 次評価報告書を踏まえて—

## 沿岸プロジェクト 2

武智丸に学ぶ— 最新コンクリート技術を適用した浮体構造物による 管理型廃棄物処理—

## 海外フォーラム 1

第3回 国際沿岸防災ワークショップinスリランカ 開催

## 海外フォーラム 2

港と思い出の映画— 欧州における先進的な港湾施設の実態調査 余話—

## ONE POINT LECTURE—解説

航空の安全 Q&A

## 沿岸虫眼鏡

## 沿岸TOPICS

COMEINS mobile サービス 開始！

## CDITニュース

3

8

14  
17

20

22

24

26

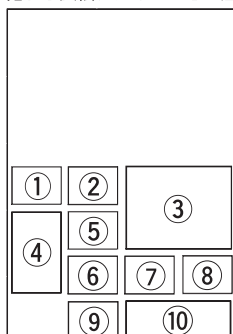
27

28

30

### ■表紙写真

今号より表紙デザインを一新しました。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デザインにもご注目ください。



- ①②：能登半島地震の現地調査報告は「緊急レポート（P.14～）」から。
- ③④⑧：海岸工学の泰斗、堀川東大名誉教授（③）と高山京大名誉教授（④）をお招きして開催された鼎談は「CDIT鼎談（P.8～）」から。
- ⑤⑥：スリランカで開催された第3回国際沿岸防災ワークショップの報告は「海外フォーラム1（P.22～）」から。
- ⑦：佐田日大理工学部教授にご寄稿いただいた「衛星測位と情報化施工」は「特集（P.3～）」から。
- ⑨：最新コンクリート技術を適用した浮体構造物による管理型廃棄物処理の調査報告については「沿岸プロジェクト2（P.20～）」から。
- ⑩：航空の安全についてのさまざまな疑問は「ONE POINT LECTURE（P.26～）」から。



# 衛星測位と情報化施工

日本大学理工学部社会交通工学科 教授 佐田達典

## 1. 情報化施工とは

情報化施工は調査、設計、施工、維持管理という建設工事の一連の流れの中に情報技術を導入し、関係者で情報の共有化と活用を図ることにより、工事の効率と安全性、信頼性を向上させることを目指している。

情報化施工において前提となるのが、現場の状況の確かな把握であり、そのために各種の計測技術が導入されている。なかでも測量技術はその中心的な存在であり、高い精度とリアルタイム性が要求される。衛星測位技術はこうしたニーズに応える技術として導入が進み、特に海洋工事においては情報化施工を支える中核の技術となっている。すなわち、広い海域でリアルタイムにセンチメートル精度の三次元位置を測定できる衛星測位技術は、波動や潮汐

の影響で常に変動する船体位置を正確に測り、調査・測量や施工の効率と品質を飛躍的に高めるシステムを実現している。本稿では衛星測位技術の概要と衛星測位に基づく海洋工事の情報化施工について紹介する。

## 2. 衛星測位による測量技術

### (1) 衛星測位の基本原理

現在利用可能な衛星測位システムは米国のGPS (Global Positioning System) とロシアのグロナス (GLONASS : Global Navigation Satellite System) である。このほかに欧州のガリレオ (Galileo) システムや我が国の準天頂衛星システムなどが計画されており、これらを総称してGNSS (Global Navigation Satellite System) と呼んでいる。本稿では衛星測位システム

の説明としてはGPSについて述べる。以下は極めて簡略化した説明であり、厳密な説明でないことをあらかじめご了解いただきたい。

GPS測位の基本原理は複数のGPS衛星から送られてくる電波を地上の受信機で受信し、受信機で衛星の位置と衛星から受信機までの距離を算出する。衛星位置を中心に測定距離を半径とする複数の球面が交わる点として受信機の位置を求めるものである。GPS衛星の位置は衛星からの電波で放送される衛星軌道データから受信機で計算する。また、GPS衛星から受信機までの距離を測る方法には二種類あり、それが測位方式に対応している (図1)。

一つは単独測位と呼ばれる方式であり、衛星からの電波に乗っている信号 (コード) を使って距離を測る。民間で

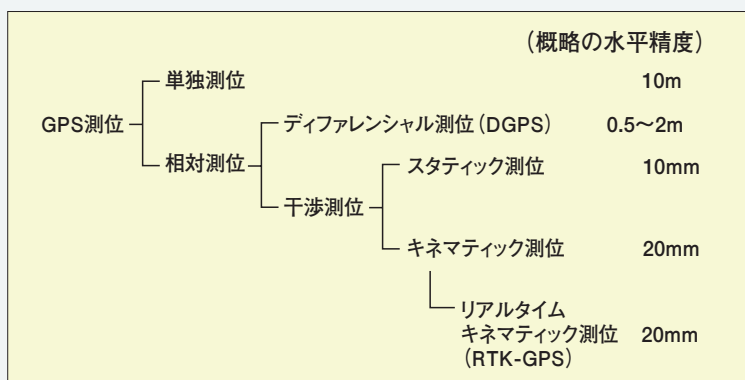


図-1

図-1 / GPS測位の種類<sup>1)</sup>

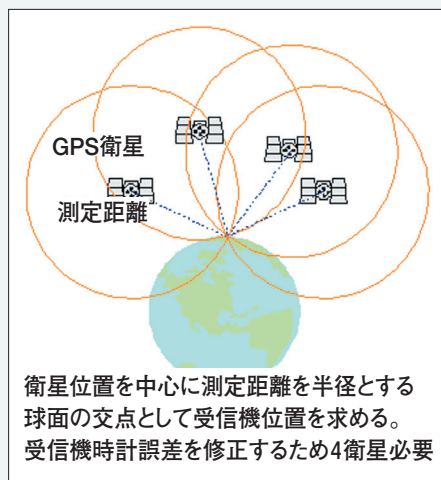


図-2

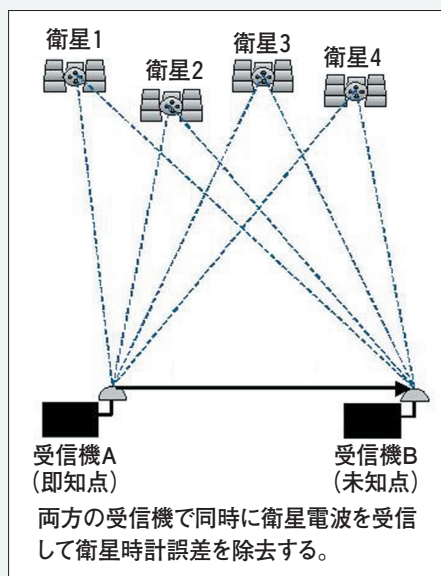


図-3

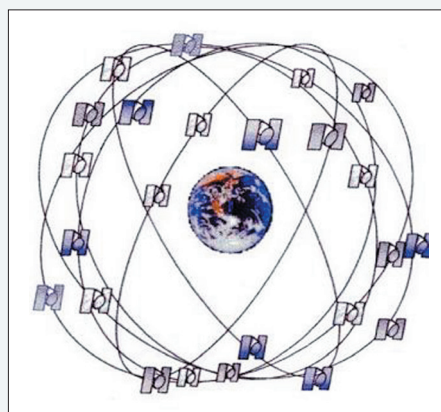


図-4

利用可能な信号(C/Aコードという)を用いると受信機は数メートルの精度で距離を測ることができる。その結果、三次元測位精度は10m程度になる。ただし、測位精度は衛星の幾何的な配置によって大きく影響を受ける。

もう一つは干渉測位と呼ばれる方式であり、電波の波の数を数えて距離を測る。衛星から受信機までの波数を正確に測定できれば、それに波長を乗じることにより距離を求めることができる。GPSの電波の波長は約19cm(二波)である。特殊な受信機では波数を〇・〇一サイクルの分解能で測ることができ、距離にすると約2mmの精度である。その結果、三次元測位精度はミリメートルからセンチメートルのレベルとなる。

以上の議論は衛星と受信機で時刻同

期が完全にとれていることが前提である。しかし、実際には衛星時計と受信機時計には誤差があり、距離測定にはこれらの時計誤差の影響が含まれる。GPS衛星にはルビジウムやセシウムという超高精度の原子時計を搭載しているが、受信機には一般の時計と同じ水晶時計が用いられており精度が格段に劣る。

単独測位ではもともと信号による距離測定精度が数メートルであるので衛星時計の誤差を無視することができる。受信機時計の誤差のみを未知数として扱い、受信機位置の三次元座標である三個の未知数と合わせて四個の未知数を解くため、四個の衛星から電波を受信する(図-2)。一方、干渉測位ではミリメートルの距離測定精度を確保するには衛星時計の誤差を無視できない。

衛星時計の誤差を除去するために二台の受信機で同じ衛星からの電波を受信して観測量(波数)の差をとる方式を用いる(図-3)。干渉測位で得られる成果は一台の受信機の位置を固定した場合の他の受信機の三次元位置であり相対的なベクトルである。

このように単独測位でも干渉測位でも四個以上の衛星が観測できることが測位の条件となる。そのような条件を全地球的に満たすようにGPS衛星が配備されている。GPS衛星は高度約二万kmの周回衛星であり、二〇〇七年五月現在三十機が稼働している(図-4)。

(2) 測位の特徴

図-1に示す各種のGPS測位方式のうち、海洋工事で主に使用する方法を説明する。ディファレンシャル測位(DGPS)は単独測位用受信機を用いた相対測位である。一台の受信機は位置座標が既知の点に設置し、基準局として衛星電波を受信して距離誤差を観測する。その誤差値を補正值として他の受信機(移動局)に送信する。移動局の受信機では補正值によって測位精度を向上させるという方式である。測位精度は〇・五〜2mmになる。

リアルタイムキネマティック測位(RTK-GPS)はDGPSと同じように相対測位であるが、干渉測位用受信機を用いる。基準局の受信機からは波数観測データを移動局の受信機に送信する。移動局の受信機では基線ベクトルをリアルタイムに計算して移動局の三次元座標をセンチメートル精度で出力する。

図-2 / 単独測位の原理

図-3 / 干渉測位の原理

図-4 / GPS衛星の軌道<sup>2)</sup>

### 3. 海洋工事における衛星測位による情報化施工

#### ① 海洋工事での応用分野

空港建設や埋立などの海洋工事、海底に眠る資源調査、日本の領土調査のための大陸棚調査などは、高度な測量技術が必要とされる。衛星測位が実用化されるまでの海洋工事では、当初、六分儀やトランシットなど人手に頼った方法が用いられていた。三十年ほど前に電波測位儀が用いられるようになり自動測位がはじまった。到達距離は約一〇〇kmと長距離ではあるが、精度は一m程度であった。その後、自動追尾型光波測距儀が出現し、地盤改良船などセンチメートルの精度を必要とする工事に導入されたが、見通しを必要とするうえ到達距離が二、三kmと短く、また、雨や霧など天候に左右される欠点があった。

GPSはこれらの問題をすべて解決した。RTK—GPSは陸上の基準局から十km範囲で利用可能であり、見通しは不要である。また、気象条件や時間帯にほとんど影響されずセンチメートル精度の三次元測位がリアルタイムに実施できる。海洋工事においてGPSはいまや必要不可欠なものとなっている。表—1に従来の測量機とGPSの比較を示す。

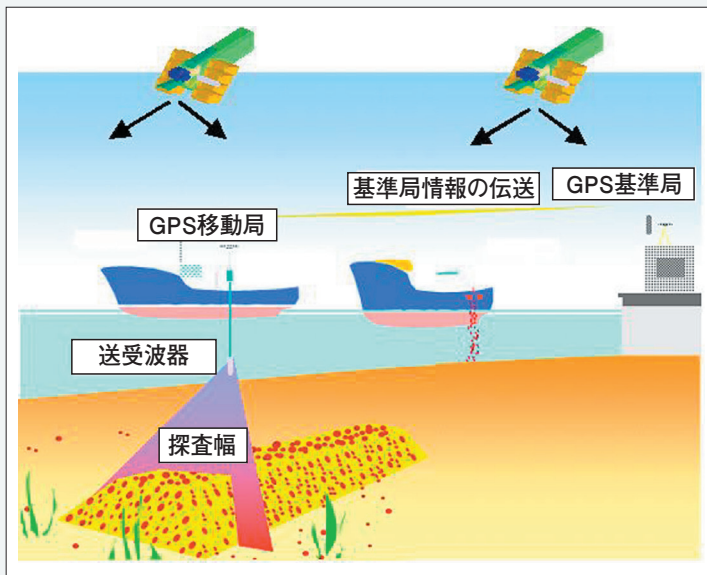
表—1 従来の測量機器とGPSの比較③)

種別	RTK-GPS	DGPS	光波測位	電波測位
測位距離	10km	200km	3~5km	100km
水平精度	2~3cm	0.5~2m	1~5cm	1m
同エリア使用台数	無制限	無制限	1台につき1点	10~20台遅くなる
長所	基準局と視認不用雨、霧の影響なし	同左	近距離では最も高精度	雨、霧の影響なし
短所	上空視界が必要測位不可能時間有	同左	雨、霧の影響あり高速移動体は不可	海面反射の影響受ける

#### ② 測量での活用

##### ① 深浅測量

海洋埋立工事において初期の海底形状の測量や、捨石投入後の地盤状況、埋立土直接投入後の出来形管理を行うのが深浅測量である。従来はトランシットで作業船を誘導し測深機の記録紙に示される値を手で読み取り、平面



図—5

図や断面図は手書きで作成していたので、測量結果を得るまでに相当な時間を要していた。そのため深浅測量の自動化は早くから進められ、当初は電波測位儀とデジタル測深機を組み合わせた処理が事務所のコンピュータで行われた。GPSが利用可能になると測量船内でのリアルタイム処理が可能になってきた。

深浅測量システムは海底の測量は超音波測深機を用い、測量船の定点の位置と高さはRTK—GPSを用いて観

測する(図—5)。測量船は海洋の波浪を受けて大きく動揺する。動揺には上下動、左右の傾斜、上下の傾斜などの動きがあり、これらの補正を行わないと正確な測量結果を得ることができない。測量船の方位はGPS受信機を二台用いるGPSコンパスにより求め、船体の傾きは加速度計を組み合わせたモーションセンサーにより補正する。その結果、気象条件に左右されにくい測量システムとなっている。測量結果はリアルタイムにモニターで三次元表示される。鳥瞰図、断面図、等高線で表示され、土量計算などの処理を行う。

一方、超音波は指向角が広いため分解能が粗いという欠点がある。そこで最近では指向角の小さいビームで対象物へ鋭く照射するレーザーを用いたシステムが開発されている。レーザー光を海中に発射し、海底からの反射光を受けることにより海底形状の細かく測定することができ

##### ② 海底面探査

海底面の地質を調べ

表—1 / 従来の測量機器とGPSの比較③)

図—5 / 深浅測量システム

図—6 / 海底面探査システム



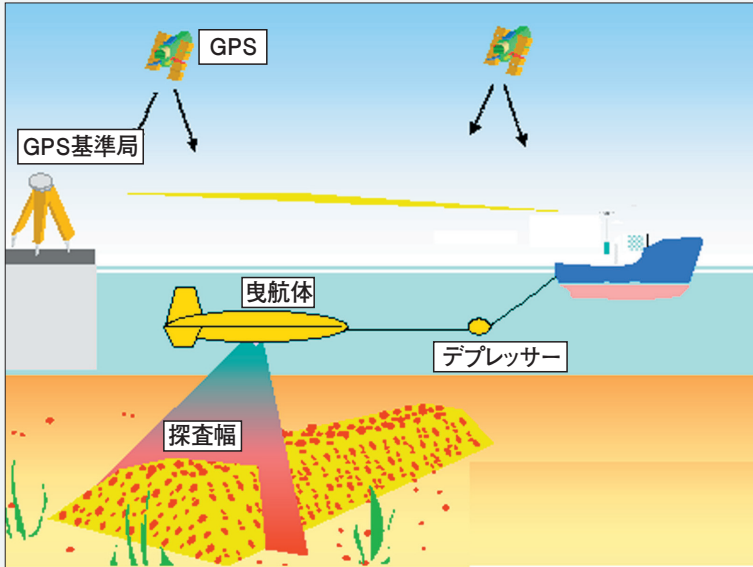


図-6

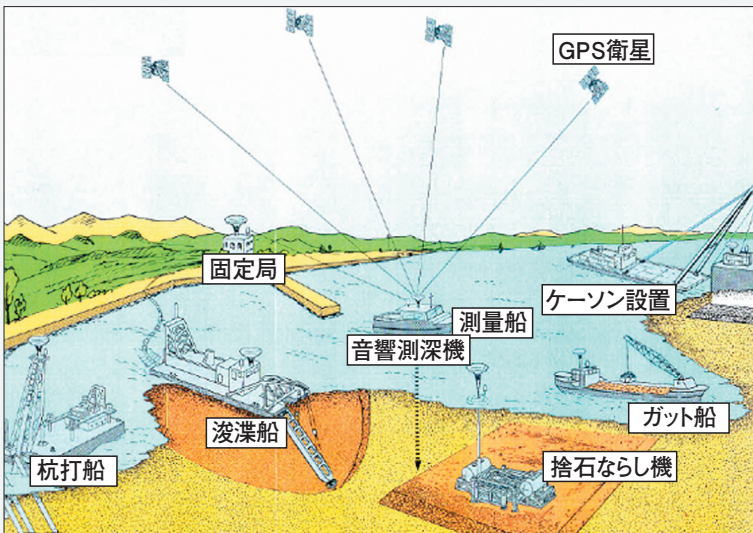


図-7

るときには図-6に示す曳航体と呼ばれる装置を用いて観測が行われる。曳航体は海底面に向かって音波を扇形に広げるように発信する。海底面から戻ってくる音波の強さから海底面の地質情報を取得する。

### ③地層探査

浚渫や構造物構築のための調査や鉱物資源としてマンガン団塊、メタンハイドレード、石油資源などの調査のため

### ④海中測位技術

GPSの電波は水中では届かないため音波を用いた測位装置が用いられる。海底や船舶に設置された音響基準と目

めに、地層探査が行われる。探査方法として海面近くで圧搾空気放出を利用したエアガンにより人工的に発生させた振動（弾性波）が地層境界面で反射して再び海面に戻ってきたところを捉えて解析する手法などがある。

### （3）施工管理での活用

図-7にGPSを利用した海上測位システムの施工管理への応用について概念図を示す。

#### ①浚渫船管理システム

浚渫船では先端に取り付けたカッター

標物体に取り付けた音響基準との間で音響信号の伝搬時間を測定して目標物の相対的な位置を決定する。

#### ②捨石均し管理システム

ケーソンを設置する基礎捨石マウンド仕上げ作業は、従来、潜水士による人力作業が主流であった。しかし、安全性や作業効率の面から機械化が進み、海底で作業を行う捨石均し機が種々開発されている。当初、捨石均し機の位置決めは自動追尾式光波測距儀による測量データとジャイロコンパスによる方位データから座標計算を行っていた。現在はRTK-GPSにより機械の位置、高さ、方位をリアルタイムに計測・表示して運用できるようになっている。

#### ③地盤改良船管理システム

サンドコンパクション船と深層混合処理船でGPSシステムが用いられている。これらの地盤改良船を目標位置まで正確に誘導することに用いられる。RTK-GPSによる船体位置の測位結果をジャイロコンパス及び船体傾斜

図-6 / 海底面探査システム

図-7 / GPSを利用した海上測位システムの概念図  
(五洋建設株式会社提供)

計の計測値で補正し目標位置まで誘導する。

#### ④ 運航管理システム

最近の大型海洋工事では短期間に大量の船を投入するため船舶の輻輳が著しい。従来、作業船の運航管理は事前にはスケジュールを調整した上、変更時には船舶電話や無線等により連絡が行われてきた。効率が悪く連絡ミスが発

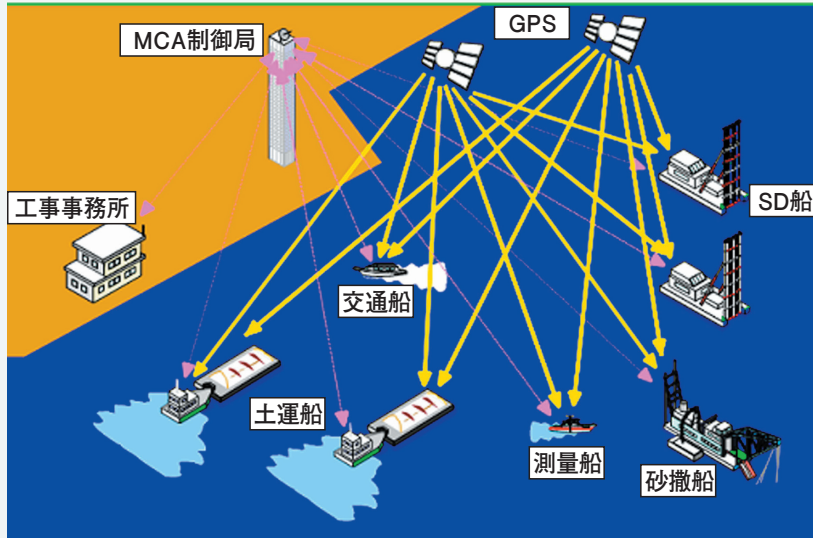


図-8

生することもあった。近年ではデータ通信システムと衛星測位を組み合わせた運航管理システムが運用されている。GPSによる作業船の位置情報をデータ通信により管理事務所へ送信する。管理事務所ではこれらの運航情報と各種施工管理情報を一元的にデータベース化しGISを用いて管理する。その結果、管理海域での船舶の位置と属性情報がパソコン地図画面上に常時表示され、運航状況の把握をリアルタイムに行うことが可能となった。迅速な意思決定が可能となり、安全で効率的な運航管理が実現している(図-8)。

また、施工管理に関する各種の情報を関係者で共有することによって作業の効率化を図る目的にも利用されている。例えば、深浅測量データ、土運搬投入実績データなどを標準形式で共有して管理し、GIS画面から実績図表を即座に参照できるようにしたり、施工管理表を自動的に更新することができ、作業進捗状況を踏まえた作業指示、施工管理に関する情報の迅速な伝達が可能となり、

結果として施工品質の確保に繋がっている。

このように、作業船情報、出来形情報、沈下計測情報、海底地盤情報、地理情報をGISのレイヤーで一元管理し関係者で情報を共有して活用する体制が実現されている。「情報の共有化と活用を図ることにより、工事の効率性、安全性、信頼性を向上させる」という情報化施工の理念が見事に達成された例といえよう。

## 4. 今後の展望

以上見てきたように、海洋工事においては衛星測位と各種計測装置との統合利用が高度な測量システムを実現している。さらに衛星測位と通信ネットワーク、GISを統合したシステムを導入して情報の共有化と活用を図ることにより、工事の効率性、安全性、信頼性を向上させる情報化施工がすでに達成されている。これらの成果は開発に携わった関係者・関係機関の努力に負うところが大きいが、海洋では上空が開けているため衛星測位に適した環境であったことが有利に働いたといえる。

現在、衛星測位はGPSに加えクロナスが利用可能となっているが、今後、ガリレオなどのシステムが加われば利用可能な衛星数は飛躍的に増加し、数年後には七十機あまりが利用可能となる。

これらのシステムを統合して利用できれば測位性能は格段に向上することとなる。これまで障害物により衛星測位が利用できなかったエリアでも衛星数の増加により利用可能になる確率が增大する。そうならば、陸上工事がより大きな恩恵を受けることになる。海洋工事で達成された情報化施工のシステムが陸上工事でも展開されるようになるであろう。

一方、衛星測位システムの開発、運用は複雑な国際関係の中で進められていることも銘記したい。近頃、ガリレオ計画における民間資金の調達難が伝えられたが、各衛星測位システムの動向を注意深く見守り、ユーザーとして安定した運用を確保できるように冷静に対処する必要がある。

どこでも瞬時に高精度の位置情報を取得できることが衛星測位の大きな魅力である。海洋工事を支える基盤システムとして絶えず新たな技術を取り入れて改良が進むことを期待する。

#### 参考文献

- 1) 佐田達典：重松文治：GPSと情報化施工—GPSの基礎—、土木基礎 Vol.53 No.10 pp.48~54、2005。
- 2) 安田明生：GPSの測位原理、GPSシンポジウム'99、日本航海学会、pp.191~196、1999。
- 3) 重松文治：GPSと情報化施工—海上工事における情報化施工—、土木基礎 Vol.54 No.1 pp.51~57、2006。

# 沿岸域技術の課題と展望

## — 港湾・海岸工学 —

港湾や海岸を含む沿岸域には、物流機能、自然災害からの防御機能、また景観に配慮した上質な社会資本整備の実現等さまざまな要請が寄せられている。加えて、低コストで機能性に富んだ施設等の整備に今後ますます期待が高まるものと思われる。

今号の鼎談では、これまでの人々の暮らしを支えてきた沿岸域技術の歴史を振り返りつつ、海岸工学の泰斗である“堀川清司”東京大学名誉教授に、現状の技術を見据えた上で、これからの時代における沿岸域技術の課題と展望とともに次の世代の技術者、研究者たちに何を伝えなければならないのか、京都大学名誉教授であり、この4月に常勤となった高山知司理事にも参加いただき、率直な意見、メッセージを伺い、新しい社会情勢に対応した沿岸域技術のあり方についてお話をいただいた。



高山 知司 氏

京都大学名誉教授  
(財)沿岸技術研究センター 理事



堀川 清司 氏

東京大学名誉教授  
(海岸工学)

### 海岸工学講演会 スタートの経緯

**村田** 本日は海岸工学、港湾・海岸技術にご造詣の深いお二人に、我が国沿岸技術のこれまでの歴史を振り返りながら、これからの課題や展望につきましてお話を進めていただきます。ありがとうございます。

本題に入ります前に堀川先生には昭和五十八年の沿岸センターの創立以来、平成十三年までセンターの理事をお願いしておりました。平成十三年です。長い最近までということになります。長い間大変お世話になりましたことに、改めて御礼と感謝を申し上げます。本日は、忌憚のないお話をよろしくお願い致します。

さて、堀川先生は特に海岸工学の分野で我が国の海岸工学をリードしてこられた泰斗でいらっしゃいます。また沿岸域技術の発展に大きく寄与している海岸工学委員会の設立(昭和29年)に最初から関わりを持たれ、海岸工学講演会の立上げにも貢献されたというのには非常に大きな規模で、その歴史と共に毎年たくさんの方が参加される講演会でございます。最初にその設立当時のお話からお伺いできればと思います。

**堀川** 当時私は二十代ですから、私が重要な役割を果たしたというわけではございません。委員会そのものはご承知のように、愛知・三重海岸に大災害をもたらした昭和二十八年の十三号台風による高潮災害がきっかけでした。今思い起こしますと、十三号台風は伊勢湾台風に比すれば比較的小規模でしたが、古い施設が多かったこともあって、沿岸の堤防が破壊され相当な被害が出ました。このことで当時海岸に関係した行政の方々は大変



(財)沿岸技術研究センター  
理事長 村田 進



にショックを受けました。特に防災に関係していた技術者は、大変責任を感じられたようです。このため、これからの海岸防災対策をどうするかが当時大きなテーマになりました。

アメリカでは軍事研究の一環としてなされた波浪予報の手法が、戦後一般に公開されました。この手法を活用して、海岸における諸現象を明らかにし、工学的な諸課題に対処しようとの意図で、昭和二十五年から海岸工学会が開催されていました。

昭和二十八年、国際水理学会がミネソタ大学で開催されることになり、戦後初めて日本から東京大学本間仁教授、京都大学石原藤次郎教授らが出席されました。会後、両教授はアメリカでの海岸工学の実状を調査するために、首都ワシントンに陸軍工兵団浜食局(BEB)とカリフォルニア大学バークレー校を訪問され、海岸工学関連の貴重な資料を手に入れました。

一方、国内では、国土保全のための立法化の動きが急速に高まり、国会で「海岸法」の審議が開始され、その中に「海岸保全施設築造基準」の制定が求められることになりました。

戦後我が国の海岸は四省庁によって管轄され、それぞれが基準を設けておりました。それを一本にまとめることが求められたわけです。この作業は容易ではなかったので、中立的な機関として土木学会を選び、その中に専門委員会として海岸工学委員会を設置しようと、当時建設省土木研究所におられた佐藤清一さんと運輸省運輸技術研究所におられた太田尾広治さんが協議されました。いろいろな経緯がありました。委員長には本間仁教授に就任していただき、私は補佐役を担当することとなり、委員会は昭和二十九年に発足しました。

以上のような設置の経緯から、委員会の第一の目的は「海岸保全施設築造基準」の規範となるものとして「海岸保全施設設計便覧」をまとめることでした。さっそく小委員会が設置され、審議が開始されました。その時に参考にしたのは、水理公式集(土木学会、初版、昭和二十三年発行)およびアメリカ陸軍工兵団発行の「海岸防災、計画と設計」(Shore Protection Planning and Design, Beach Erosion Board Technical Report No.4, 1951)でした。後者は運輸省港湾局からの委員でおられた白石直文さんが持参された青焼きのコピーでした。この便覧は昭和三十三年に出版され、小委員会の役割を果たしました。

海岸工学委員会の第二の目的は、海岸工学分野の研究者、技術者の層を厚くすることでした。昭和二十九年土木学会関西支部は、神戸市において海岸工学研究講演会を開催しておりました。この講演会は、カリフォルニア大学バークレー校が主催し、ロングビーチで開催した第一回海岸工学会議の方式に倣い、それぞれの分野の専門家に講演を依頼したものでした。本間委員長はこの講演会を本委員会の第一回海岸工学講演会と見なし、以後毎年定期的に講演会を開催することとされました。

委員会の運営に当たっては、アメリカでの海岸工学への取り組みを参考にし、中でも土木工学、水工学に限定せず、海洋学、地理学、地質学など、隣接の分野からの協力を求める方針を定められました。この精神は現在でも曲りなりにも維持されていると思います。

また、海岸工学を発展させるためには、国際的な連携が欠かせないとの考えから、英文論文集の発行や国際会議への積極的な参加に努めてきました。

**村田** そういう経緯があつて本間委員長、堀川幹事長のラインで設計基準の素案をお作りになられたわけですね。

**堀川** 海岸工学の推進者であつた、カリフォルニア大学バークレー校のオブライエン工学部長は「海岸工学は土木工学の一分野であるが、隣接分野の研究者との協力により、より立てて行く」と宣言されました。本間教授の卓抜しておられるところは、アメリカでのこの考え方に共鳴され、先に述べましたように海岸工学委員会の運営に当っては、土木の出身者だけでなく、関連のある分野の研究者にも参画してもらうように配慮されたことです。当時は地球物理学の方も入っていました。

**高山** 今はそうならないですね。

**村田** 当時は総合的且つ、学際的だったんですね。

**堀川** そして昭和三十年に委員会として最初の、第二回海岸工学講演会を開催することになりました。原則として講演は公募ですが、本間委員長は、土質の専門家である石井靖丸さんに講演を依頼されて、土質工学の分野からの話題を提供していただきました。しかし、残念ながらその後が続きませんでした。私自身、離岸堤の沈下に関する実験をしました時に、土質の専門家と共同実験ができれば良いのだからと思ったことがあります。ただ近年は大型水路施設などが建造され、共同研究の環境条件が次第に整えられつつあるのは喜ばしいことで、その成果に期待しているところです。

**村田** 発足当時は総合的な形で各分野の方が参加していたのに、それから次第に専門分化が進んでいくわけですね。専門化すると共に縦割的になって、最初の総合的に取組むという考え方がなくなっていくことになった、ということですね。

**堀川** 残念ながら、そういうことですね。しかし、そうはいってもこうした雰囲気は他の分野の委員会に比べますと少しはまだ残っていると思います。

## 沿岸域の今後の課題

**村田** 堀川先生をはじめそうした先人の方々の努力もあつて、沿岸域の取組みはずいぶんと発展し、我が国の豊かな経済社会がつくり上げられてきたと思います。そういう意味では海岸工学が、我が国の発展に尽くしてきた役割は大変大きく、誇りにして良いと思います。さて、そう

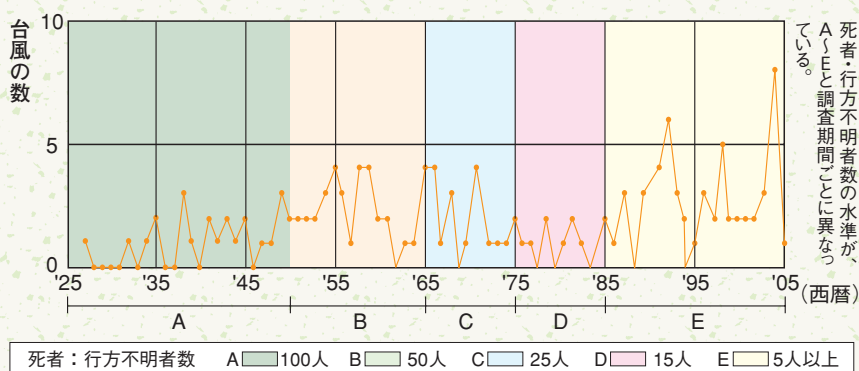


図-1 理科年表(平成19年)に記載の気象災害を起こした台風の数



した経緯を踏まえた上で、今後の沿岸域に残されている課題や取組みはどのような点が重要とお考えでしょうか。

**堀川** 確かに、海岸法ができたことによつて防災に対する取組みが急速に進み、沿岸域の防災レベルが飛躍的に向上しました。いわば安全になり、安心できるようになってきました。事実海岸防災の取組みが始まった頃は本当に大変でした。海岸侵食は各地で起こるし、高潮や波浪、津波などによって、いろいろな災害が起り、それらに対応することで精一杯でした。それが何時ごろからか、状況は良くなってきました。これについては行政関係の方々が非常な努力をされた成果と私は評価しています。もちろん時代の変化と共に環境問題が起こり、また地元の人たちの考え方との乖離があったりしましたが、一応の安全が保てるレベルまで整ってきました。その結果として市民に安全で快適な場を提供しうるようになりました。

今後の課題ですが、防災面の充実はもちろんですが、海岸への漂着ゴミ、流出油など社会的な課題に対処していく必要があります。また行政担当者だけでなく研究者や地元の人たちをも巻き込んで総合的な視点で取組む必要があると思います。

**高山** 防災面に関わることで、ニューオーリンズにおけるハリケーン・カトリナの来襲による高潮災害を見て、大きな被害は構造物が壊れることによって発生することを実感しました。構造物が壊れなければ少なくとも大きな災害は起きないですね。越波が生じて、構造物さえ壊れなければ背後地はそれほど大きな災害は起きません。しかしながら構造物が壊れてしまうと、大きくやられてしまう。ですからこれからの沿岸域の防災対応策としては、そういうことを前提に考

えて実施する必要があると考えています。今までは、一〇〇年、二〇〇年の発生確率に対応するような伊勢湾台風を対象として、その規模、被害を考えて設計してきたており、それに対抗できればいいという考えでしたが、しかし、それを超えるものが来る可能性はあるわけです。防災という面で越流、越波を防ぐという視点で天端高さの基準を決めてもいいですが、もっと大きな台風が来襲しても構造物が壊れないようにしておくことが大事だと思います。

**堀川** 私もそのような印象を持っています。特に今の海岸防災施設は、築造後年月が経つて老朽化が進んでいます。老朽化すると地震や異常な高潮によって破壊される可能性が高くなってきます。今後はそれ故にメンテナンスを如何に確実に行うかが重要です。それから、カトリナやスマトラの災害を見て思うことですが、我々は従来、既往の被害事例などを参考に、「この程度は守っている」という考えで整備してきました。したがって、これ

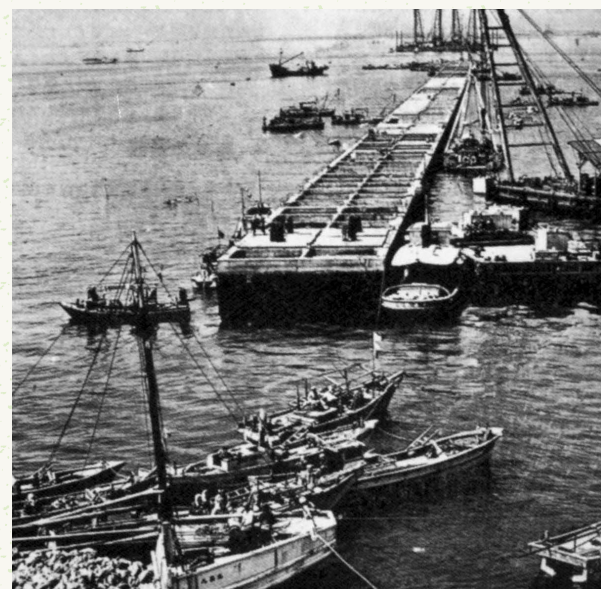
までは、伊勢湾台風を最悪の状態として用いてきました。未来を予測した防御施設を整備する上で財政的にも限界がありますので、この考え方は間違っているかと思ひますが、あるいは幸いだったとも言えるでしょう。しかしながら、この頃、強く感じていることは地球温暖化の問題です。地球規模の温暖化が進むと、気象の条件が変わって、台風やハリケーンのエネルギー供給の状態も変わり、巨大大化するのではないかと、これについては、専門の人たちが検討していますけれども、今後は伊勢湾台風規模を基準にするわけにはいかなくなるのではないのでしょうか。**高山** 地球温暖化に伴う気候変動の将来予測ですが、台風の発生頻度は少なくなるけれども規模が大きくなるなど、ある

程度の定性的な方向性がわかってきています。アメリカでも六〇年代から九〇年代くらいまでは比較的穏やかだったようですが、最近になって大きくなったと言われています。日本も六〇年代から九〇年代までは台風は比較的穏やかです。気候的な長期変動の中で起こっているのか、地球温暖化の影響で起こっているのかはまだ明確になっていませんが、両方が関係している可能性もあります。しかし、我々が心配していることは六〇年から九〇年代の間の台風を念頭に波浪推算し、設計波浪などを決めていることです。つまり、ある程度穏やかな時期に決めている。今後のことを考えると、五十年対応だと思つていたものが二十五年、三十年対応になる可能性もある。そうした対策が今後必要になると思います。

**堀川** これは別の視点ですが、海岸自体が安全になったことから、多面的に利用できるようになり、レクリエーションの

場としても使えるようになりました。そうすると景観面を考へるようになります。た。ところが、ある財団の研究助成の申請の中に、防波堤や護岸を造ると景観が悪くなるから、造るな、撤去しろ、という趣旨の研究計画が述べられていました。これには驚きました。海岸防衛の努力が背景にあることを認識していないのです。

**高山** そういう意味で言いますと、海岸、港湾でも、防波堤などでどれだけ守られているのかということを知らせて来なかった行政の責任もあると思います。これまでは、「この防波堤が無いという災害が起きます」という情報を流してきていなかったと思います。造った物に対してそのような情報を流していないから、普段は非常に使い勝手が悪いとか、景観が良くないとか、すぐに短絡的に考えるのではないのでしょうか。



整備が進む名古屋港高潮防波堤築造工事（昭和38年）  
出典：「写真で見る港湾局50年のあゆみ」運輸省港湾局編、平成6年11月



防災面、利用面に配慮した「ふるさと海岸整備事業」の例（津松坂港松坂地区）  
出典：国土交通省中部地方整備局四日市港湾事務所



もかわらず住民が避難しなかったというのです。その人たちの言い分は、国が立派な堤防をつくったから安全だという、言わば過信が非常に強かったわけですね。それと財政当局も問題だと思いました。それは伊勢湾台風後の昭和三十五年頃に耳にしたのですが、「これをやれば一〇〇%安全になります」と言わなければ予算をつけない」と言われると聞いたときです。技術者たちは最善の努力をしたとしても、それで本当に一〇〇%安全であるかはわからないと考えています。

**高山** 私も港湾技術研究所（以下、港研）にいた頃、ある港湾で津波防波堤を造った絶対津波で浸水することはないことになっていました。しかし、津波によって埋立地が冠水することが計算でわかったわけです。しかし、それは発表しないでくれとストップがかかった。結局ある期間を置いて公表したわけですが、浸水するといつてもほんの僅か1cmぐらいです。人命に影響があるわけではないから公表してもいいだろうと思いましたが、「いや、住民に対し、浸水はないと説明しているのに、波乱を招きたくないから少し待つて欲しい」という話なのです。

**堀川** 今各地で進めているハザードマップのことですが、ある時期まではそんなことを行政が公表したら混乱すると言われたと思います。それが、今では住民に受け入れられ各地に広がってきましたね。

**高山** 平成十五、十六年ですか。

**村田** 土地の値段が下がっても安全確保のためにはやむを得ない、との考え方が浸透してきました。

**高山** そういう意味で、国民の間で危険地域を把握し、そこからのどのように避難するかという情報が受け入れられるようになったということですね。

**村田** そういうことでですね。行政も絶対大丈夫ですとは言わなくなってきました。技術のことですから、絶対とはいえませんが、私たちは最大限努力しています」という言い方で説明している。

**堀川** 私は、突如として国や自治体がハザードマップを言い出したのでびっくりしたのですが、それだけ世の中は正常になってきたのです。市民自体が豊かになってきて、受け入れるだけの余裕が出来てきたということかなと思います。

**高山** そのことに関して気を付けなければならぬことは、既存の施設がどの程度耐えるかということとを正確に評価する技術を我々がまだ持っていないことです。どのレベルまでなら一〇〇%まで守れますよ、しかしこまごまでいいたら壊れますよ、そのへんが非常に不明確なんです。そういう判断がきちんとできる技術にこれから取組んでいかないといいなと思います。

**堀川** 「こういう条件なら波をどの程度防げる」として計算上で設計すると、ある程度は波の影響を受けても持ちこたえることはできるわけですね。高山さんが言われたように、それがどこまでなのかを明らかにするには、破壊のプロセスをきちんと把握しておかないといけないということですね。

**村田** 今のお話は、技術基準の仕様規定から性能規定への流れに通じるころがありますね。要求性能を満たすために、信頼設計法を導入するという流れです。その要求性能はどの程度か、それに対して信頼性を確保するためにはどの程度の設計をしなければならぬのかという考え方に通じます。

**高山** 最終的には機能が全うできるかという話です。

**堀川** そういう意味でも、破壊のプロセスを本格的に研究しなければいけないという気がします。

**村田** 耐震設計の分野で、フリップ（FLIP）というオート計算プログラムを、当沿岸センターが中心になって民間と一緒に開発し、広く活用されるようになっていきました。これは地震波を与えて、その構造物がどのように変形して破壊するか、どう沈下するかが全部計算できるものになっていきました。このため地震計算の分野ではフリップが主流になっています。今後は波の力による破壊力や漂砂といったものにもどんな対象を広げていかなければいけないですね。

**高山** そういうツールを民間にもきちんと提供していくことが大事だと思います。

**村田** 誰にでも使えるようにしないといけないですね。しかも客観的な形でできるようにする。

**高山** 民間に使ってもらうとプログラムの質が明確になってきます。そうすると次のステップとして、どこをどう改良しなければならぬかがわかってくる。自分だけ使っているうちは上手くいくけれども、他の人が異なる条件で入力すると上手くいなくなる。やはり公表して使っていくことは非常に大事だと思います。

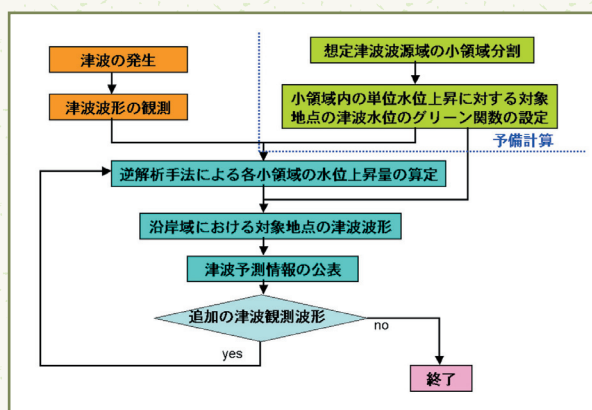
**村田** 高山先生はこれまで、当沿岸センターのいろいろな分野の委員長を務めていたでいてきたわけですが、今年四月から常勤理事として来ていただくことになりました。当沿岸センターではどのようなテーマを検討されていますか。

**高山** リアルタイムの津波予測というものを考えています。現在、GPS波浪計という計測器で、沖合で津波を測ることが可能になっていますので、その津波の波形から逆解析して、波源域の海面変動がどうなったのかを求めようと思っています。その情報を使って、津波が起きてから沿岸部にどのような津波が伝わってくるのか、時間波形までもっていきけるよ

うな、ある面では避難開始から解析まで使えるような詳細な情報が提供できればと思っています。

## 総合的な 取り組みの重要性

**村田** 今後、大規模な高潮からゼロメートル地帯をどう守っていくのか。また地震、津波の問題もあります。そういう防災対応は予算的な制約もありますから、ソフト・ハード一体的に取組まなければならない。また工学の分野でも総合的に取り組んでいかないと対応できなくなりつつあります。堀川先生から、海岸工学委員会では各分野の方々が集まって取り組みを始めたが、その後、専門に特化してきたとの指摘もありました。いつてみれば昔からそうした必要性を誰もが感じて、最初は総合的に取り組んでいても、徐々に専門分化してしまうということですね。しかし、大規模災害対策などを検討するためには、専門的な視野から総合



リアルタイム津波予測の概念



的な対応にもう一度見直すことが必要になってきている。そうした視点でお話をいただけますでしょうか。

**堀川** 私の印象としては、自分の専門分野について一生懸命やろうとしているために、関心の分野が段々と狭くなってきて、それでお互いにやっていることがわからなくなっている。研究関係の人たちはそういう傾向が強くなってきているように感じます。

**村田** 行政も、決してそれとは違うとはいええないでしょう。

**高山** 十数年前に港研から京都大学防災研究所に移ったときに感じたことは、大学ではそれぞれの先生が好きなことをやっておられる。防災研究所としては、それぞれの先生がやっておられるベクトルの総和として、ある方向を示しているだけで研究所全体として何かをしようということにはなっていないわけです。どうしてもそれぞれの専門分野に特化していくので、技術を統合する意識が希薄ですね。

**村田** 最初に総合的なテーマを設ける必要はないということですね。

**高山** それをやるにはもつと違う組織でやらないとできないという気がします。

**堀川** そういう面は強いだろうと思いますが、国の研究所と大学を比較すると、やはり、大学では、もちろん大事だと思っているからやっているわけですが、教授の方針で研究を進めていきます。ですから、あまり教授同士がお互いに連携してやるという雰囲気がないですね。

**高山** 堀川先生のおっしゃるように、個々の研究室はそれようにはなっていないですね。今は独立法人化されて、予算的に制約があり研究費が毎年少なくなるという状況ですから、外部資金を取ってくる必要がある。そのためには大きなテーマの下にいろいろな研究室が集まって



何かをしなければならぬ。そういうテーマを出さないと外部資金が導入できないという状況になってきている。ですからグループを作ってそれに関連する先生方が集まってプロジェクトのような形で応募していくようにはなっています。ただし、それでお互いに協力しつくるころまではやるけれど、いざ、お金が来ると個人経営になってしまう……。

**村田** イギリスに二年ほど留学したときの経験から言いますと、日本の大学が学ばなければならぬと思っている部分があります。留学先のケンブリッジ大学では規模の割にノーベル賞を数多く輩出しています。その背景は何かと想ったのですが、一つはサロンのような集まりが必ずあることです。ソーシャルイベントですね。いろいろな学部や先生方が集まって、シェリー酒を飲みながらお互い話しをするわけです。ですからお互い

を知らない研究者が集まる機会があるのです。そのときによく話すことは、私もよく聴かれましたが、「お前のインタレストは何か」ということです。何に興味を持って研究しているのかをお互い聞き合います。例えば「私は物理学をやっているけれども、数学が弱くて、この理論が解ければ何とかなると思っています」というわけです。そう言うとき数学者が微分方程式なら俺のところで解かしてくれと言う。そのうちに化学の先生が、面白そうだねと話しに入ってくる。いつてみれば、その場で話し合いながら、課題と共通点と自分の役割を見つけ出すわけなのです。そこでグループを組んで一緒に共同研究を始めるといったようになる。そういう部分が、先端的な発見なり、理論の構築に繋がっていくのではないかと考えたわけです。

でも、このようなソーシャルイベントは日本には全くといっていいほどない。仮にあったとしても、単に大きなパーティがあるだけです。ケンブリッジでは小さい部屋に集まって、先生方が学生と同じテーブルで話をする。そのうちに「じゃあ、やっていこう」となる。ですから欧米ではノーベル賞を三人など複数で共同受賞するケースがよくある。それにはこうした背景があるのではないかと思います。

**高山** 確かに日本では三時のお茶の時だって、研究室の中だけでやりますね。他の研究室との交流がない。

**村田** そういうお互いに刺激し合うというか、必要な連携を自分が必要として感じながら勉強していく仕組みや場所、そういう文化を持っていないと、本当の力なり発見は難しいのではないのでしょうか。それでも日本が何とかなっているということは、日本人が優秀だからやれていることかもしれない。しかし、いつま

でもこういうことは続かない。ですから、コミュニケーション能力もこれからの研究者には求められてくるのではないかと思います。

**堀川** 確かにそうですね。しかし残念ながら私たちの場合には、基本的にそういうことを考えるゆとりがなかった。そういう雰囲気になかったということでしょう。一つには大学の教員たちが忙しすぎる。日本の大学や研究所は、それが現実かもしれませぬ。ただし、イギリスに関連したことを言いますと、私が東京大学の教授であった頃、日本の経済成長が華々しく、一方でイギリスは経済的に落ち込んでいた頃ですが、イギリスからある調査団が来られました。彼らの質問は、日本の経済成長が華々しいのは、大学における、特に工学部における教育が優れているからではないかということでした。どういふことかというと、イギリスの優秀な学生は、司法、金融あるいは医学を目指す傾向が強い。技術者は社会的な地位が低く、あまり良い学生が来ない。日本はこのように経済成長しているのだから、工学部の教育が良く、それに伴って良い学生が来る。そして彼らが社会に出て活躍しているのだらうと言うわけです。イギリスでは工学分野に進む学生はたいした者ではないという社会的風潮があったようですね。

**村田** そういう視点で見ますと、日本にも今後とも、土木工学分野に社会的ニーズがあるかどうかのポイントになると思います。つまり、そうした分野でニーズがあれば、ステイタスも上がってくるから、優秀な学生も集まってくる。しかしながら日本の場合には、土木の分野で社会的ニーズが少なくなっています。伊勢湾台風のような災害をきっかけにしてマニユアルのようなものが出て、設計基





## 沿岸域から海洋全体に 目を向けて

村田 堀川先生も高山先生も海外の教育機関や研究所で講義をされるなど、学生

準ができて、学会ができた。また、本四架橋のプロジェクトがあったから長大橋の技術が実を結んだんですね。でも今は段々そうしたニーズがなくなってきた、いよいよメンテナンスだけだということになりつつある。確かにメンテナンスの技術は増えるかもしれないけれど、新しいものをつくるという技術は少なくなってしまう。沖合人工島も無くなればそうした技術も廃れてくる。このように現場がなくなってくる中で、どうやって新しい人材を育成していくのか、技術力の維持とまでは言いませんが、土木工学分野の活性化を維持していくことは実に変だと思っています。

の教育指導などをなされています。当沿岸センターも国際フォーラムといった形で、関係機関と一緒に、津波、高潮といったいろいろなテーマのワークショップを開催して、世界との交流を深める取り組みを進めています。海外との連携、協力といった視点から、これからどういう取り組みが期待されるでしょうか。

**高山** 中国の青島にある中国海洋大学と六年くらい前から共同研究を行っています。そこは、純粋な海岸工学というより海洋工学です。海洋工学部の李学部長のところでは、渤海湾で始まっている海洋石油の掘削をテーマに研究しています。今そこでは、リグなどの掘削器具が時々壊れることが問題になっています。そのためヘルス・モニタリングの研究をしています。計測値が怪しくなったら、どこがどのように悪くなり、どういう状態になるかという原因究明のための研究です。ですから一部は海岸工学関係の分野も行ってありますが、そういう意味では中国は天然資源の確保の観点から海洋に力を入れています。

**村田** 日本の海岸工学は、これまで沿岸域を重点的に対象としてきましたが、もう少し対象を海洋に広げる必要があるのではないのでしょうか。最近、特に日本政府は、海洋政策を大事にしようという考えに変わってきていることもあります。海岸工学から海洋工学への展開も必要な時期にきているのではないのでしょうか。

**高山** 昭和四十年代の終わりから五十年代にかけては、造船関係の方が沖合のことをやっていました。国家石油備蓄ということも背景にあった、船舶の係留問題が出てきて、我々も係留について研究を行いました。その頃から、海岸工学の中に浮体の係留に係わる技術がどんどん入って来たわけです。そのような取組は今

は少ないですね。

**村田** 少ないですね。沖の鳥島も本当はコンクリートで固めるだけではなく、海洋構造や、波浪の調査技術、GPS波浪計とかツールはたくさんありますから、総合的な気象海象観測をしつかりやるべきだと思います。我が国の海洋という現状をまずしっかりデータ収集し、全体を把握することが大事ではないかと思っています。

**堀川** 現在の海岸法で対象にする領域は、非常に限られています。研究などではそれから離れたエリアも扱っていますが、海岸管理としてもその限られた範囲になります。しかし、一九九四年十一月に発効になった国連海洋法条約に関連して、領海、排他的経済水域について国益の観点から国際問題が頻発しています。沖の鳥島や領海問題、あるいは排他的経済水域の問題などが重要になってきています。そういう観点からすると、少なくとも海岸法で対象にする領域を越えて沿岸域管理を考える時期に来ていると思いますね。

## 新しい知識に基づいた 『津波』読本を編集

**村田** 本日は、お忙しいところを本当にありがとうございます。堀川先生でなければご存知ないような話も含めまして、大変幅広く、懇切丁寧にお話しいただきまして、大変参考になりました。

ところで、当沿岸センターでは『津波』という本を編集委員会をつくって現在作成中です。この本では津波からどうやっ



て身を守るかということをテーマにしています。現段階での新しい知識に基づいて、津波から逃げるためにはどうしたらよいのか、津波にはどういう性質があるのか、そうしたことを全部網羅した、日本でなければできないような啓蒙本です。最初は日本語で出版しますが、その後は英語版も作成して、世界中に発信していきたいと思っています。ぜひ、応援のほどよろしく願います。

**堀川** それは素晴らしいですね。でき上がるのが楽しみです。

**村田** 堀川先生、高山理事、本日はありがとうございます。

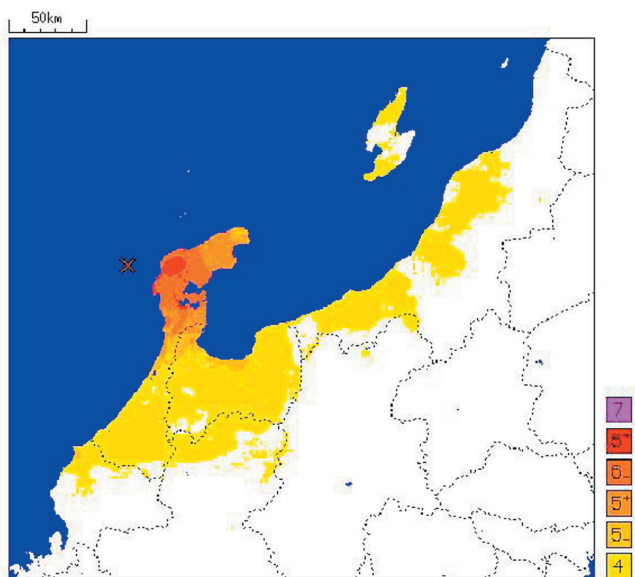


## 「能登半島地震現地調査報告」

## ■はじめに

平成十九年三月二十五日九時四十二分頃、能登半島沖（輪島の南西約四十km）の深さ十一kmを震源とするマグニチュード（M）六・九の地震が発生した。この地震を気象庁は平成十九年（二〇〇七年）能登半島地震」と命名した。

この地震により石川県の七尾市、輪島市、穴水町で震度六強、志賀町、中能登町、能登町で震度六弱を観測するなど北陸地方を中心に強い揺れが各地を襲った。震度の広がり把握するための推計震度分布図を図一に示す。



図一 推計震度分布図（気象庁HPより）



図二 調査箇所（Google Earthより）



写真二 液状化の痕跡（大田（1号）岸壁）



写真一 荷役作業状況（大田（2号）岸壁）

## ■調査報告

## （1）七尾港（大田地区）

七尾港の大田（2号）岸壁は液状化対策が施されており、液状化による沈下等も



写真三 ケーソン背後の沈下（大田（1号）岸壁）



図三 七尾港（国土地理院HPより）





写真-5 液状化によるインターロッキングブロックの不等沈下



写真-4 液状化の痕跡

なく、荷役作業が行われている状態（写真-1）であった。一方、対策を施していない大田（1号）岸壁ではエプロン近接部の背後用地で液状化の痕跡（写真-2）があり、最大六十cmの沈下（写真-3）が確認された。

## （2）七尾マリンパーク

七尾マリンパークでは液状化による噴砂が見られた（写真-4）。また、園路に敷設されたインターロッキングブロック

が不等沈下している状況（写真-5）で立ち入り禁止措置がとられていた。

## （3）和倉港

和倉港では船揚場斜路に多数の亀裂が発生（写真-6）しており、ブロック式護岸では滑動によると見られる背後地との開きが確認された（写真-7）。温泉旅館街周辺のブロック式護岸においても同様に背後地との開きが確認された（写真-8）。また、石積護岸においては崩

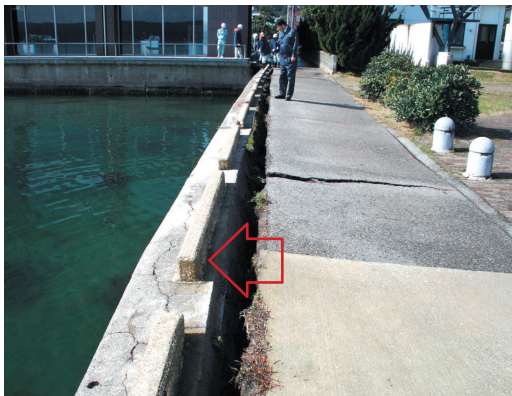


写真-7 護岸の滑動



写真-6 船揚場斜路のクラック



写真-9 石積護岸の崩落



写真-8 護岸の滑動

落（写真-9）が確認された。なお、護岸の背後地は露天風呂として利用されており、復旧作業を急ぐ必要性が指摘されていた。

## （4）輪島港

輪島港ではマリンタウン予定地の建設中の岸壁（マイナス七・五m）においてケーソン背後地に二十五cm程度の沈下が発生（写真-10）しており、ケーソンの滑動の痕跡（写真-11）も確認された。第一防波堤において消波ブロックの破損（写真-12）が確認された。消波ブロックの中にはアルカリ骨材反応により脆くなっているものもあり、今回の地震によって破損したものと考えられる。また、背後の岸壁では亀裂の発生（写真-13）が確認された。



図-4 和倉港（国土地理院IPより）





写真-12 消波ブロックの破損



写真-11 ケーソンの滑動

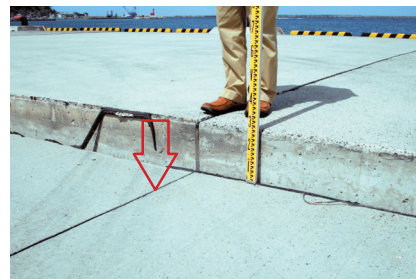


写真-10 ケーソン背後の沈下



写真-13 岸壁の亀裂



写真-14 全壊した家屋等

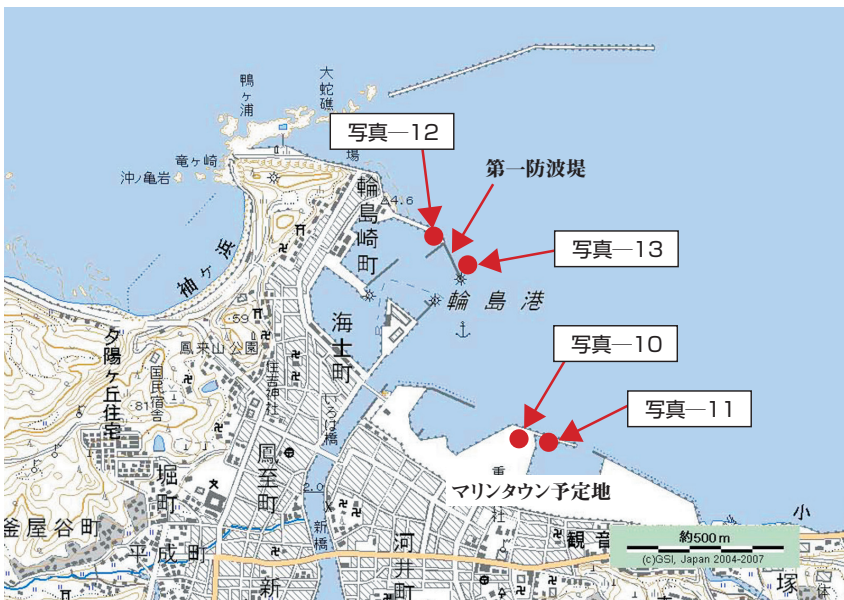


図-5 輪島港（国土地理院HPより）



写真-16 道路盛土の前壊



写真-15 崖の崩落

（5）周辺状況（図-2参照）  
最も被害の大きかった輪島市門前町周辺では民家の屋根瓦の被害が多かった。中には全壊した家屋等（写真-14）も見受けられた。琴ヶ浜では駐車場背後の崖が崩落し、巨大な岩が駐車場に落下（写真-15）していた。周辺道路等は亀裂が多く見受けられたが応急処置がなされ、通行に問題はなかった。写真-16は志賀町深合付近の一般国道二四九号線盛り土部の崩壊状況である。

## ■おわりに

能登半島をはじめとして日本海側は太平洋側に比べて地震の頻度が少ない地域であるが、今回の地震により我々は日本中どこにいても地震に対する備えを怠ってはならないということをあらためて認識することとなった。

本調査は地震発生から十日後に実施したものであるが、幹線道路は一部通行止め箇所があるものの迂回路が確保され、路面の段差やひび割れ等も応急処置がなされており、支障なく復旧活動が行われていた。

七尾港の大田岸壁では液状化対策の有無により被害が大きく異なっていた。液状化対策は、地震後の港湾機能を早期に回復させることに重要であると思われる。

震源に近い輪島市近郊では倒壊した家屋等の撤去作業が本格化しており、がれきを積んだダンブトラックが幹線道路を行き交っていた。輪島港マリントウンの予定地ががれきの集積場所に指定され、頻繁にその搬入が行われていた。復旧作業にともない発生するがれきの処理については、広大な敷地を必要とする場合が多く、あらかじめ集積場所を確保しておくなどの対応が必要ではないかと思われる。

今回の調査にあたり、国土交通省北陸地方整備局金沢港湾・空港整備事務所、同七尾事務所より多大な協力をいただいた。ここに記して厚く御礼を申し上げます。

「IPCC第四次評価報告書を踏まえて」

# 気候変動への沿岸技術としての対応の方向について

## はじめに

本年（平成十九年）になって、「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」による第四次評価報告書の内容が段階的に公表されている（二月に第一作業部会報告、四月に第二作業部会報告等）。その中で、気候変動と気象・海象条件の過酷化との関係については、表―1に示すようにコメントされている。

時あたかも、温暖化を中心とする地球環境問題に関する議論が、各国において高まりを見せ、慎重であった米国においても、地球環境対策について見直しの兆しが見られつつある。我が国においても問題意識が深まる中、沿岸技術関係者としては、気候変動が海洋構造物の設計及び沿岸域利用計画に及ぼす影響について、今後、十分に注視し吟味していく必要があると言える。

なお、昨年（平成十八年）六月

表―1 IPCCによる第四次評価報告書の内容（抜粋）

### 〈第一作業部会報告―自然科学的根拠―からの抜粋〉

- 気候システムに温暖化が起こっていると断定するとともに、人為起源の温室効果ガス増加が温暖化の原因とほぼ断定。
- 21世紀末までの平均海面水位上昇は、環境の保全と経済の発展が地球規模で両立する社会においては、18～38cmである一方、化石エネルギー源を重視しつつ高い経済成長を実現する社会では26～59cmと予測。
- 熱帯性低気圧の強度は強まると予測。

### 〈第二作業部会報告―影響・適応・脆弱性―からの抜粋〉

- すでに生じている主要な影響として、海面上昇による海岸浸食等を認識。
- 長期的に、海面上昇に伴う洪水リスクへの直面を予測。

表―2 国土交通大臣から日本学術会議会長への諮問（平成18年6月）

### 諮問「地球規模の自然災害の変化に対応した災害軽減のあり方」

- 地球規模の自然環境の変化、我が国における社会環境の変化等を踏まえた、今後想定される災害の態様分析
- 今後想定される災害の態様を踏まえた社会経済影響及び国土構造・社会システムの脆弱性評価
- 自然環境・社会環境の変化を踏まえた効率的・効果的な災害軽減のための国土構造・社会システムのあり方

には、「地球規模の自然災害の変化に対応した災害軽減のあり方」について、国土交通大臣から日本学術会議会長への諮問がなされた。具体的諮問内容は、表―2に示す通りであり、諮問を受けた日本学術会議においては、

検討委員会を設置しての議論を重ねているところであり、間もなく答申の運びとなっている。

## 気候変動への認識

気候変動のうち沿岸域に関連

する事象としては、潮位の上昇と台風の巨大化がある。それぞれの現象認識に関しては、以下のとおりである。

### ●潮位の上昇

温暖化による海面上昇傾向に

前 国土交通省 国土技術政策総合研究所 管理調整部長 東山 茂

（現 国土交通省 政策統括官付 政策評価官）



表-3 異常気象レポート2005の記載内容（抜粋）

- 1990年以降、地球全体を平均した海面水位は年3.8mm上昇しており、過去100年の平均上昇率より大きくなっている。
- 日本沿岸の海面水位は、1980年代半ば以降上昇しており、2004年は過去100年間で最も高くなった。この期間の海面水位の上昇率は約4.3mm/年であった。

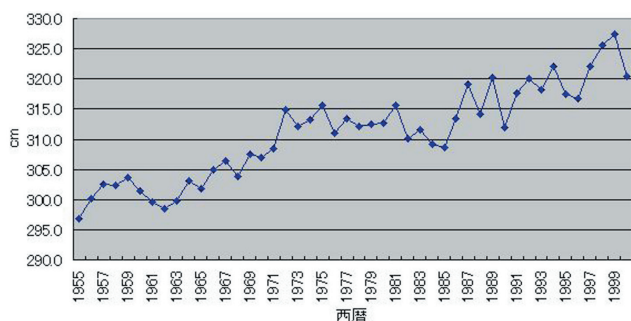


図-1 広島港平均水面の年平均の移り変わり

については、世界各地での関連現象として、ベニス（イタリア）の街の冠水についての報道がなされたり、また、南太平洋のツバルあるいはインド洋のモルディブにおいて、海面上昇の影響が顕在化してきていること等が報じられている。我が国においても、同様の影響を受けうるものが危惧されるが、例えば、瀬戸内海にある広島島の厳島神社回廊の冠水頻度が近年増加してきているとの報告もある。

結果においても、平均潮位の経年的な上昇傾向を確認している。この現象の要因としては、海面上昇と地盤変動との両者が想定され、その解釈について見解が分かれる部分もあるわけであるが、いずれにしても、海面と陸地との相対的間隔が狭まってきていることに変わりはなく、これが人間社会にとってはリスク一な方向での変化であることを、よく認識する必要がある。

沿岸域の開発・管理における具体的な行政対応としては、工事基準面の変更等の措置も、必要に応じてなされてきている。広島港においては、経年的な平均水面の上昇（図-1参照）に対応して、近時、工事基準面の引上げがなされたところである。

## ●台風の巨大化

台風の巨大化の恐れについては、台風常襲の地である日本の場合、海岸防護の外力条件として、海面上昇による「平均潮位」の上昇に加え台風による「高潮」「高波」を併せて勘案することが必須の要件である。気候変動により台風が巨大化していくとすると、それにより「高潮」「高波」も大きくなる。

表-4 代表的な長期波浪観測点での観測概要（抜粋）

地点名	観測期間	既往観測最大有義波 (H1/3m)	起 時	発生要因
留 萌	70.01～現在	7.8	04年 9 月 8日14時	台風0418号
波 浮	73.04～現在	8.48	00年 7 月 8日 4時	台風0003号
潮 岬	70.08～現在	10.22	04年10月20日18時	台風0423号
那 覇	73.07～現在	9.24	90年10月 6日20時	台風9021号
中城湾	73.11～現在	11.93	04年10月19日12時	台風0423号

十八年十月)においては、波候のトレンドについての結論付けは差控えているが、近年において、これまでに観測されたことのない高波が多く観測されていることを確認している(表-4参照)。

## 欧米での対応

IPCCによる気候変動への対策の基本は、その主因とされている二酸化炭素の排出削減である。但し、それと同時に、既に進みつつある気候変動に対しては、それを前提とした防護措置を講じていく必要がある。

この関連で、各国における気候変動への対応のうち海岸防護

関係の取組みについては、OECDによるレポート「先進国における気候変動への適応の進展」(二〇〇六)に詳しく紹介されている。OECDにおいては、従来より、関係各国が協働的に気候変動への対応策について議論を行ってきたが、その成果として本レポートがとりまとめられた。本レポートの中で、特に付録編において各国の取組みが紹介されているが、そのうち、海岸防護関係については表―5に示すとおりである。

欧米諸国においては、潮位変

動への対応に関し、長期的将来を見越して、計画・政策面において明確に位置付けを行っている。また、海面上昇に伴って、水際線(砂浜等)の保全をどうするか、課題として認識されている。いずれにしても、二酸化炭素排出問題も含め、地球環境・気候変動について、これを深刻な問題として受止めての諸対応がなされている。

## 沿岸技術としての対応の方向

気候変動の見通しについては、

各関係者間において受止め方に温度差があり、ファジーな要素があるのも事実であるが、沿岸技術関係者としては、前述の周辺状況も踏まえ、今後の一つの重要な課題として、真摯にフォーミュラしていく必要がある。すなわち、国土構造の脆弱性を踏まえた適応策を現実的に講じていく必要がある。そのためには、老朽化等により機能不全となった防護施設の補修・改良を行うことが重要であることは言うまでもないが、併せて、外力条件のトレンドをリアルに評価分析

し、既往設計のスペックが将来的環境に対して、性能上十分なものでありうるかどうかをチェックし吟味することも必要である。そういう意味も含め、沿岸技術としての対応の方向に係る項目として想定されるものを列記すると、以下のようになる。

○設計条件としての潮位・波浪のモニタリング・分析(観測データからの傾向分析等)

○海洋構造物の設計における確な対応及び既設構造物の性能評価(護岸の越波等に係る安全性評価、面的防護形式の安全確保、海浜の安定等)

○沿岸域利用計画あるいは海岸保全基本計画等への反映(想定を上回る外力に対するリスクマネジメント手法の適用等を含む)

○二酸化炭素排出抑制に係る沿岸域としての対応(接岸中の船舶に係るアイドリングストップや二酸化炭素の地下貯留等に係る技術開発)

今後、これらについて、関係者が十分連携をとりつつ体系的に取り組んでいくことが肝要と考えられる。国土技術政策総合研究所としても、独立行政法人港湾空港技術研究所あるいは関係行政機関・関係団体等と連携を図りながら、関連する研究を積極的に進めていきたいと考えている。

表―5 OECDレポート「先進国における気候変動への適応の進展」(抜粋)

オーストラリア	沿岸域開発計画は、30cmの海面上昇、あるいは特殊な条件下においては1mの海面上昇に対して安全であることが求められている。
ドイツ	海岸防護構造物は、100年間に25～30cmあるいは15～25cm海面上昇することを考慮し、余裕度を持つように設計されてきた。また、1962年の破壊的な高潮以来、海岸防護施設の建設は優先的な事項とされてきた。
オランダ	長期の供用期間を有する高潮防護施設や新たな土木施設の設計は、50cmの想定海面上昇に対応するものである。
ニュージーランド	起こりうべき潮位変動への認識により、浸水・浸食に曝されている地域での開発行為を控えることの必要性、人命・基盤施設・経済活動を守ること、自然システムとその周辺緩衝地域の保全が不適切に影響を受けないようにすることが求められている。
イギリス	気候変動及び海面上昇の予測は、海岸管理計画・沿岸域居住地管理計画・河川洪水計画において考慮され、土地利用計画及び海岸・河川管理に係る長期政策を説明するのに用いられる。また、投資は、長期リスクの減少を目標とし、高水警報を高度化するため危険性への公衆の認識を高めること、海岸防護施設を高度化すること、海岸防護のための新たな目標設定を促進することを目指して行われてきている。
米国	いくつかの州では、すでに、その計画において海面上昇を考慮しており、既に対応策を実施してきている。例えばニュージャージー州においては、潮位が6年毎に約2.5cm上昇しているが、毎年、海岸防護のために150万ドルが留保されており、また、将来的に防潮壁を必要とするような建設行為を規制している。加えて、メイン州、ロードアイランド州、南カリフォルニア州、マサチューセッツ州においては、干潟及び海岸が海面上昇に対応して内陸方向へ移動することができ、沿岸域土地所有者及び保全当局が所要の緩衝地帯を確保することができる「移動緩衝帯(rolling easement)」政策を様々な形で実施してきている。



最新コンクリート技術を適用した浮体構造物による管理型廃棄物処理

# 武智丸に学ぶ

## はじめに

日本には、海岸線の長さが一〇〇m以上の島は六八〇〇余りある。このうち有人島は一〇〇〇程度あるが、この美しい島々の海岸線が、近年不法投棄によるごみで汚されている。

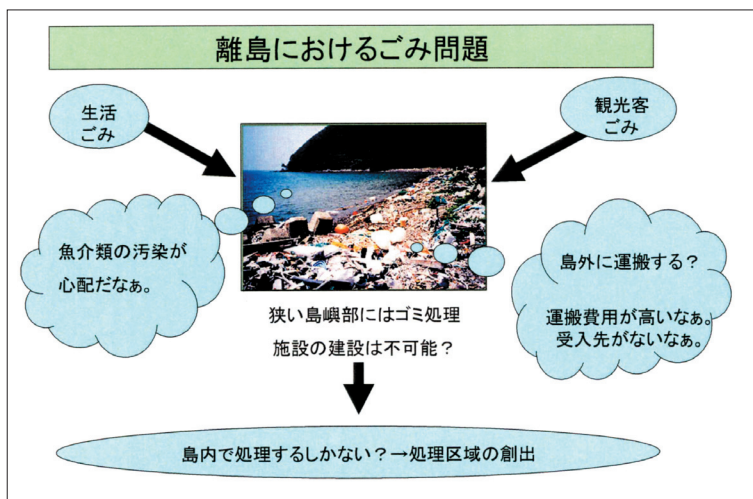


図-1 離島におけるごみ問題

我が国における廃棄物処理の現状は、全国的に見て極めて逼迫した状況であり、特に離島地域においては、処分するための適地が限られていることから問題となっている。

この研究は、限られた国土に解決の道を頼るだけでなく広大な海洋領域の利用をさらに広げる目的で、過去の鋼製やハイブリッド製の浮体式廃棄物貯留構造物も参考に、最新のコンクリート技術を

適用することにより、さらに耐久性の優れた浮体構造物が提案できることを踏まえ、管理型廃棄物処理施設としての可能性について検討したものである。

## コンクリート船「武智丸」と最新のコンクリート技術との融合

いまだから約六十年前の戦時下において表-1に示すような諸元でコンクリート船「武智丸」が建造された。戦時下における鋼材不足が深刻となり、鋼船の代替船としてコンクリート船が建造されたものである。

当時の最新のコンクリート技術を適用して建造された武智丸

表-1 武智丸諸元

設計者	工学士 遠山 光一
	中村 壽 斎藤 七五郎
垂線間長さ	60m
幅	10m
深さ	6m
満載喫水	5m
満載排水量	2,200t
総トン数	800t
純トン数	580t
重量トン数	980t
載貨容積	1,450m <sup>3</sup>



写真-1 武智丸外観

は内航船として活躍し、戦後、船としての役割を終えた後は、防波堤として沈められ、現在も広島県呉市の安浦漁港で漁港周辺で暮らす人々の安全に貢献し「海の守り神」として重要な役割を果たしながら余生を送っている。

武智丸に関しては平成十七年に現地を訪れ外観を目視観察した。露出している鉄筋は塩害の影響で当然のことながら腐食が進んで劣悪な状態であったが、防波堤としての機能は維持されていた。

一方、ここ数年、コンクリート技術の発展は目覚ましいものが

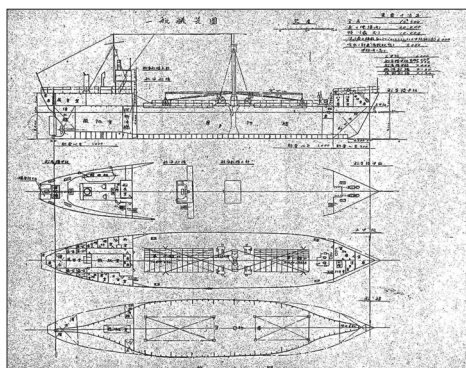


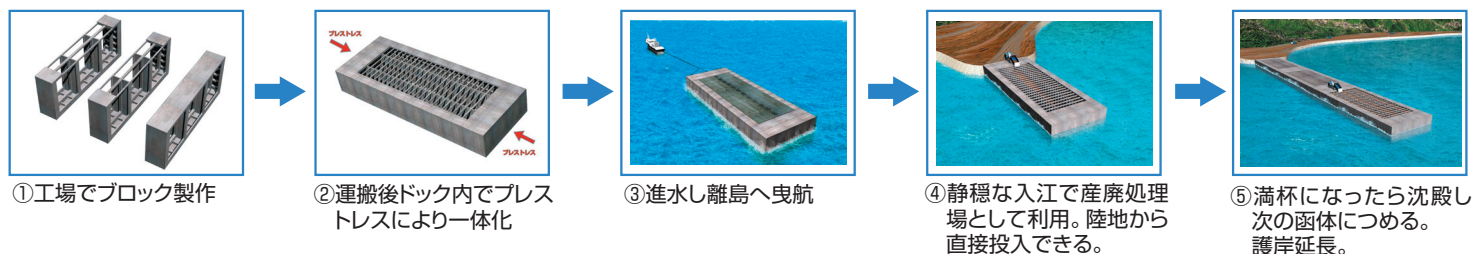
図-2 武智丸設計図

あり、中でも特に圧縮強度が150N/mm<sup>2</sup>を超える超高強度繊維補強コンクリートが開発されている。このコンクリートは透水性や透気係数が通常のコンクリートにくらべて極端に小さく、遮蔽性、耐衝撃性、耐塩耐久性を必要とする構造物には最適な材料といえる。

そこで、これらの技術を融合させ、浮体構造物による管理型廃棄物処理施設概念設計を行った。

## 提案技術のコンセプト

この浮体構造物のコンセプト



図—3 システム全体図

## 海面廃棄物処理護岸の建設に係る概算工費の比較

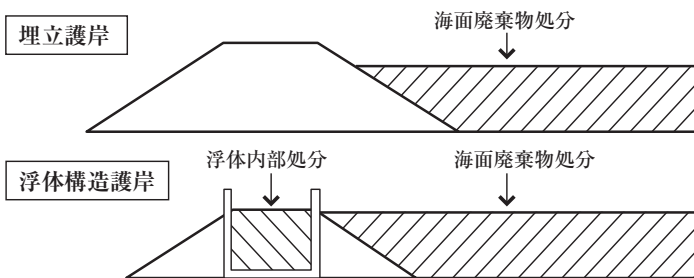
本研究において、離島の比較的小規模（200m×200m相当）の海面廃棄物処理護岸を建設する。

法的な制約については、現在、管理型廃棄物処理に関する法律として、海洋汚染防止法と廃棄物処理法などの法律の対象となる。このため、新たな形式の施設建設ということからも、今後、より細かな検討を重ね、各種関連法規に適合させるための努力と取組みが必要と考える。

また、施設建設コストも陸上で同様な施設を個別に建設するよりも低く抑えられと考えられる。

また、護岸の機能を有した廃棄物処分施設というだけでなく、埋立地の造成にも貢献できる。加えて、この浮体構造の廃棄物処理施設の護岸等として整備することにより廃棄物の処理容量をさらに確保することも可能になる。

は、最新のコンクリート技術を用いてプレキャストブロックを製作し、ドックにおいてこのプレキャストブロックをプレストレスにより一体化する構造で浮体本体を建造し、その浮体内に廃棄物を処分するものである。この浮体は、被曳航により離島まで移動できる構造で、浮体内が一杯になったら比較的静穏なところで沈設し、護岸としてリサイクルするものである。



図—4 海面廃棄物処理護岸の構造比較

表—2 概算工費の比較（試算）

		単位	埋立護岸	浮体構造護岸
処分場の規模 (200m×200m)	浮体構造護岸	m <sup>2</sup>	40,000	40,000
	廃棄可能深さ	m	20	6
	海面廃棄物処分可能容量	m <sup>3</sup>	800,000	240,000
	浮体内部処分可能容量	m <sup>3</sup>		64,800
	合計(①)	m <sup>3</sup>	800,000	304,800
概算工費	護岸建設費(②)	百万円	16,000	4,960
	処分可能容量当り(②/①)	円/m <sup>3</sup>	20,000	16,273

■実現に向けての課題  
以下のような課題があると考  
えている。  
①保有水、余水処理の問題  
管理型廃棄物処理施設におい  
ては、余水の問題があり設計に  
ついて詳細検討の必要がある。  
②法的な問題  
浮体構造物としてはバージ規  
準の適用ということから船舶安

る際の概算工事費の比較（埋立  
護岸と浮体構造護岸の比較）を  
行った。  
検討の結果、処分可能容量あ  
たりの概算工費を比較した場合、  
浮体構造護岸の方が二割ほど安  
くなった。

③遮水構造の信頼性問題  
遮水性が100%で完全に近  
い構造物かどうかの検討が必要  
となる。具体的には、コンクリ  
ートの透水係数は10<sup>-10</sup> to 10<sup>-12</sup>  
超高強度繊維補強コンクリート  
では10<sup>-10</sup> to 10<sup>-12</sup>あり、遮水性に  
は問題ないものと考えられるが、  
コンクリートにひび割れが生じ  
た場合の透水係数をあらかじめ  
実験等で評価しておくことが重

全法も対象となるが、前述にあ  
るように廃棄物処理施設として  
の海洋汚染防止法及び廃棄物処  
理法の規制がかかるため、その  
対処方法について検討の必要が  
ある。

## おわりに

④設置の検討  
廃棄物を満杯にした時点で、  
沈設するが設置場所や当該場所  
の基礎などの検討の必要がある。

以上、最新コンクリート技術  
を適用した浮体構造物による管  
理型廃棄物処理方法の概念的な  
設計は、これまで述べてきたよ  
うにほぼ一定の見通しが立った  
と考えている。このシステム概  
念を実現するためには、先に述  
べた課題を克服する必要がある  
と同時に、材料選定を含めた機  
上における最適な施設構造の検  
討はもちろん、実証試験も行う  
必要があると思われる。また、  
法規制においては適合するよう  
さらに検討を進める必要がある  
が、基本的には現在ある海面処  
分場に関する規制に関し、特に  
保有水の漏液等が完全に防止す  
ることができ、それにより環境  
に悪影響を及ぼさないことが証  
明されれば、大部分の課題が解  
決できるものと考えている。  
本研究の成果を踏まえ、より  
多くの関係者、関心を持たれる  
方々の知恵や持続的な研究によ  
り、廃棄物処理施設としての最  
新コンクリート技術を用いた浮  
体構造物による廃棄物処理が早  
期に実現されるよう今後も期待  
したい。

## 文責

（財）沿岸技術研究センター  
元主任研究員 禮田英一  
主任研究員 峰本健正



## 第三回 国際沿岸防災ワークショップinスリランカ開催

### はじめに

国土交通省港湾局、(独)港湾空港技術研究所および(財)沿岸技術研究センターは、スリランカのモラトウワ大学、国立科学財団、国立防災センターとの協力により、世界における津波防災対策技術の向上並びにスリランカ等インド洋大津波の被災国における津波防災対策の向上支援策として、第三回国際沿岸防災ワークショップを、スリランカ・コロンボ市で開催した。



位置図

### 概要

第三回国際沿岸防災ワークショップは、二〇〇七年二月十二〜十三日午前の約二日間に行われて開催された。

スリランカのマヒンダ・サマラシンハ災害管理・人権問題大臣を始め、十三カ国(日本、スリランカ、アメリカ合衆国、インドネシア、ギリシャ、タイ、トルコ、フィリピン、ベトナム、マレーシア、ミャンマー、メキシコ、

モルディブ)から延べ二七六名の研究者、行政担当者が参加し、津波災害からの復旧・復興対策の現状と課題、津波防災に関する最新技術、これからの津波防災のあり方、および今後の国際協力の重要性などの、活発な意見交換が行なわれた。

### ゴール港視察

スリランカは、二〇〇四年十二月二十六日、現地時間午前九時半〜十時半にかけて、スマトラ島沖地震による津波が到達し、甚大な被害を受けた。

特にゴール港は、スリランカ南部の町では、もっとも被害が大きく、当時約五〜七メートルの津波が到達した。二〇〇七年二月十一日に、ゴール港の視察を行ない、スマトラ沖地震から二年が経過したゴール港の復興状況等を視察した。

ヒッカドゥワでは、コロンボ発ゴール行きの列車が押し流され、津波で押し流された列車(ヒッカドゥワ)

2月11日	12日	13日
午前 ゴール港視察	開会式 「スリランカにおける津波被害と津波防災被害対策」 SSL Hettiarachchi教授 (スリランカ・モラトウワ大学) 「世界における津波被害対策と津波防災対策」 ・高橋重雄津波防災研究センター長 (日本・港湾空港技術研究所) ・Subandono Dipsaptono博士 (インドネシア・海洋漁業省) ・Panitan Lukkunaprasit教授 (タイ・チュラロンコン大学) ・Ahmet C. Yalciner教授 (トルコ・中東工科大学) ・John R. Healdinand博士 (米国・Moffatt & Nichol Engineers) ・金田義行室長 (日本・海洋研究開発機構) ・西村祐司主任技術専門官 (日本・気象庁地震火山部地震津波監視課)	「先進的な津波防災・減災技術」 ・有川太郎主任研究官 (日本・港湾空港技術研究所) ・藤間功司教授 (日本・防衛大学校) ・村田進理事長 (日本・沿岸技術研究センター) ・富田孝史主席津波研究官 (日本・港湾空港技術研究所) 議論・とりまとめ 閉会式
午後 ゴール港視察		

ワークショップ日程



津波で押し流された列車(ヒッカドゥワ)



ゴール港視察

れ転覆した。この列車は第一波の被害を免れたため、乗客の他、列車内が安全と誤解した地元住民が多く乗り込み、続く第二波の津波による被害が拡大した。



マヒンダ・サマランハ災害管理・人権問題大臣（中央）と主催者一同



Tissa Vitarana科学技術大臣 表敬訪問

一日目は、講演「スリランカにおける津波被害と津波防災被害対策」および、「世界における津波被害対策と津波防災対策」

## ワークショップ開催

ワークショップは、二月十二日十三日午前に開催された。

拡大図



ゴール港の津波レベル

というテーマで各国の論文発表が行なわれた。

スリランカのマヒンダ・サマランハ災害管理・人権問題大臣による講演や、Tissa Vitarana科学技術大臣、P.D.Amarasinghe防災次官への表敬訪問も行なった。

二日目の十三日午前は、「先進的な津波防災・減災技術」として、日本、アメリカから研究発表が行なわれた。

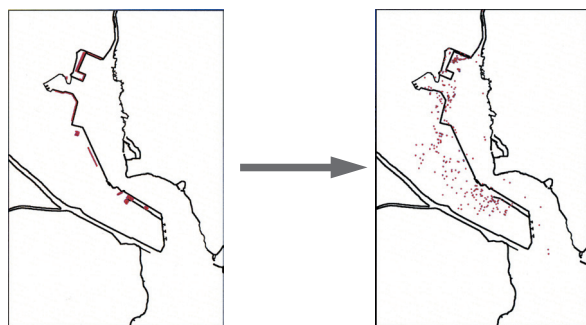
沿岸技術研究センターからは、村田進理事長より、「津波被害予測モデルの構築」についての研究論文を発表した。以降、その発表内容の概要を示す。

## 「津波被害予測モデルの構築について」

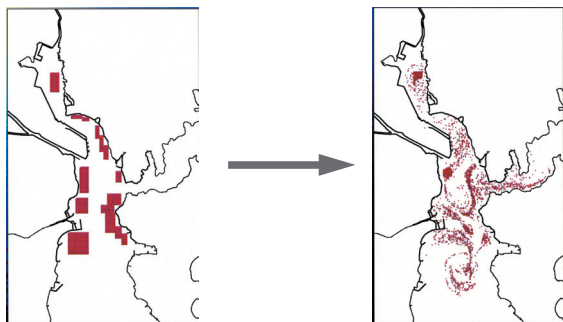
これまで、津波被害に関する研究では、浸水による被害を想定することが一般的だった。

しかし、スマトラ島沖地震による津波被害などを見れば分かるように、実際の津波被害は浸水以外にもある。

- ① 浸水被害
- ② 車両、貨物、油等の海への流出
- ③ 船舶の転覆・漂流
- ④ 流出物・漂流物衝突による建造物の破壊
- ⑤ 津波の流圧力による建造物の破壊



車両の流出・漂流シミュレーション（津波発生1時間30分後）



漁業養殖いかだの流出・漂流シミュレーション（津波発生1時間30分後）

（1）地形モデルの作成では、仙

- （1）地形モデルの作成
- （2）シミュレーションモデルの構築
- （3）モデル地域におけるシミュレーションの実施
- （4）津波被害の予測

沿岸技術研究センターでは、数値予測モデルだけでなく、実際の地形にあてはめた上での被害予測モデルの構築について、研究・開発を進めている。今回は、気仙沼港を地形モデルとし、陸地における浸水深・海域での水位・津波の速さを用いて、以下の流れで、①～⑤のシミュレーションを行なった。

今回のシミュレーションは、実際の地形をモデルとしているため、より実態に即した被害想定が可能である。今後は、シミュレーションで得られた結果の検証や、今回検討したもの以外の被害についても、考慮していくことが必要である。

台港・気仙沼港を、最小では二メートル単位でデータ化した。

（2）シミュレーションモデルは、既存の研究より、次の四種類を適用した。

- ・津波の市街地への遡上
- ・海域への流出・漂流
- ・石油の流出・拡散
- ・津波による建物破壊



# 港と思い出の映画

欧州における先進的な港湾施設の実態調査 余話

平成十八年十一月、欧州の先進技術をもつ港湾施設を中心に、実態調査を行った。詳細は前号の当コーナーで述べたとおりである。

今号では、趣向を変え「映画と港」という視点でそれぞれの港を紹介する。

自身の思い入れとともに、紹介してくださるのは視察団の一人、岩田邦彦氏（株）ドラムエンジニアリング）である。

## 映画と私

今回、私は欧州の貴重な港湾施設を見る機会を与えられた。



調査内容はすでにまとめられ報告されているが、調査の余白として、私は調査した港が登場する名画を紹介したい。

かねてから、昔夢中になった映画の撮影地を訪れたい、という夢を持っていた。幸運にも今回の調査で、叶ったのである。まずは、訪れた港が登場する映画を紹介する。

## ●ドイツ ハンブルグ



写真-1 ハンブルグ港

ハンブルグ港が登場する映画といえば「アメリカの友人」（監督：ヴィム・ベンダース、一九七七年）。ブルーノ・ガンツ演じる額縁職人のヨナタンが住むのが、ハンブルグ港を望むアパートだった。

同じくベンダース監督の「ペルリン天使の詩」（一九八七年）では全編を通して、ベルリン市の風景がいっぱい出てきてとても面白い。

## ●南フランス マルセイユ、ニース

マルセイユを舞台に追跡劇を繰り広げるのは「フレンチ・コネクションII」（監督：ジョン・フライケンハイマー、一九七五年）。またマルセイユ近くのイフ島は、あのデュマ作「岩窟王」の舞台である。

ニースは、「天井桟敷の人々」（監督：マルセルカルネ、一九四四年）のセットが組まれた地でもあり、ジャンヌ・モロー出演の「死刑台のエレベーター」（監督：ルイ・マル、一九五七年）が撮影された地でもある。

## ●モナコ

モナコは、有名なカジノや高級ホテルがあるせいか、映画の舞台に選ばれることが多く、ジームズ・ボンドの「007シリーズ」や「泥棒成金」（監督：アルフレッド・ヒッチコック、一九五五年）のロケ地に選ばれている。



写真-2 モナコ ヨットハーバー

以上多くの作品を紹介したが、更に「フレンチ・コネクションII」と「泥棒成金」の二作品について詳しく取り上げよう。

## フレンチ・ コネクションII

主演はジーン・ハックマン。彼は、クリント・イーストウッド監督の「目撃」でアメリカ大統領役、「許されざる者」で悪徳保安官を演じた名優である。

前作が一九七一年度のアカデミー賞五部門を受賞したこの映画は、マルセイユ港とアメリカを結ぶ麻薬密輸ルート摘発の映画であり、ハックマン演じるドイル刑事が、フェルナンド・



写真-3 マルセイユの街並み

Iではニューヨークを舞台に黒幕を追っていたが、IIではマルセイユ港に舞台を変え、街から港へとアクションは広がる。見どころは、沖繩のかりゆしウエアを着たハックマンが、ヨットで逃げるシャルニエを捕まえ、射殺するまでの終盤の追撃である。マルセイユ旧港やカシー湾の美しい映像がふんだんに現れる。旧港は、夏目漱石も上陸してその後ロンドンに向かったという長い歴史を持つ港である。



フレンチ・コネクション2 DVD  
発売中 20世紀フォックス・ホーム・エンターテインメント

レイ演じるシャルニエを追い詰める物語である。

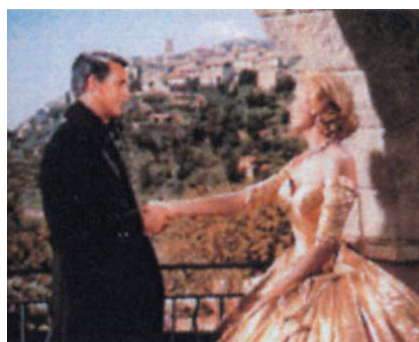


写真-5 「泥棒成金」の1シーン

モナコからニースへバスで移動したとき、ニースの街並みを見下ろすことができる場所です。この場所こそ、「泥棒成金」の中で、ケリー・グラントとグレース・ケリーがドライブ後、昼食をとる場所である。グレース・ケリーの運転が乱暴で、ケリー・グラントをひやひやさせる。

## 泥棒成金



写真-4 マルセイユ旧港



泥棒成金 好評発売中 4177円  
(税込) パラマウントホーム・エンターテインメント ジャパン

この映画はケリー・グラント演じる、かつての宝石泥棒が、ニースで起きた宝石盗難事件を自ら疑われつつグレース・ケリーと真犯人を捕まえるまでのメロドラマである。しかし私は、ニースやモンテ・カルロの港、海岸、美しい街並みを描いたロードムービーとして観た。パンフレットにも「この映画のビスタビジョンカメラでとらえられた遠景の美しさは映画始まって以来のものである」と書かれていた。

この映画を初めて観たのは高校時代。渋谷の名画座銀座の松竹セントラルだったと思う。グレース・ケリーのファンであった私は、他にも「ダイヤルMを廻せ」や「上流社会」を学校帰りに毎日のように観たものである。

しかし、彼女は一九八二年九月十四日、まさに「泥棒成金」でドライブしたその道路で、カーブを曲がりきれずに転落し死亡した。まだ五十三歳の若さだった。何と言う運命であろうか。

私は、二人が眺めたであろうニースの美しい街並み(写真-7)と事故現場である道路を写真に取り、そこを立ち去った。



(株)ドラムエンジニアリング  
岩田 邦彦 氏



写真-7 ニースの街並み



写真-6 「泥棒成金」の撮影現場付近

**特記**  
南フランスでの通訳・案内をしていた中津隈信子さんは大変な映画通で、多くのことを教えてもらった。ありがとうございました。



# ONE POINT LECTURE

## 航空の安全 Q&A

日本には、どれくらい数の空港がありますか？

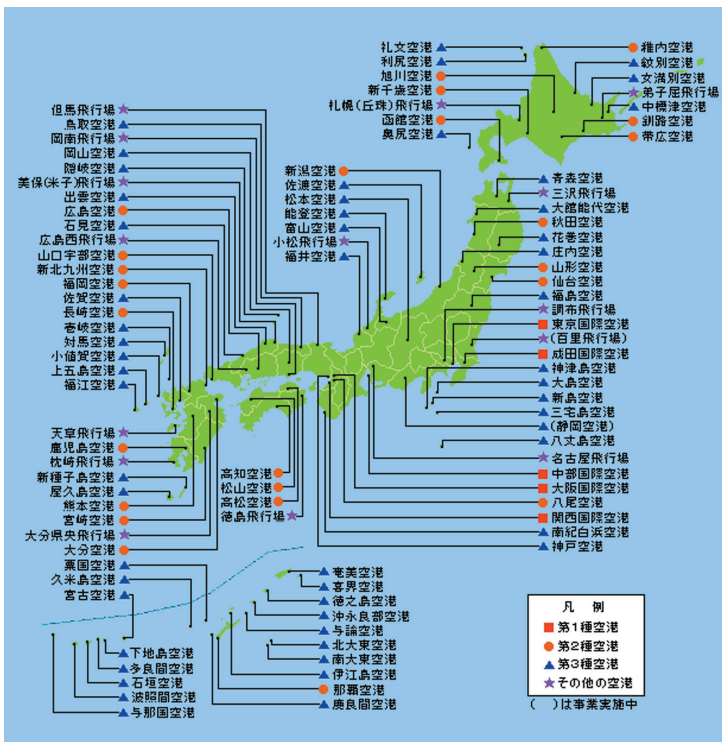
A

空港とは、航空運送に利用する公共用飛行場のことをいいます。

現在、全国で九七の空港・飛行場があります。

平成二十一年（二〇〇九年）には、新たに、国内四都市（札幌、福岡、鹿児島、那覇）、海外九都市（ソウル、北京、上海、台北など）へ就航予定の「富士山静岡空港」が開港します。

日本の空港は、昭和三十一年に制定された「空港整備法」に基づいて、四種類に分類されますが、富士山静岡空港は、そのうちの「第三種空港」にあたります。



全国空港配置図（国土交通省航空局ホームページより）

### 第一種空港

・国際航空路線に必要な飛行場  
・東京国際空港、成田国際空港、中部国際空港、大阪国際空港、関西国際空港が第一種空港です。

### 第二種空港

・主要な国内航空路線に必要な飛行場  
・新千歳空港、福岡空港、那覇空港などが第二種空港です。

### 第三種空港

・地方の航空運送を確保するために必要な飛行場  
・第一、第三種の区分に該当しない飛行場

※ただし、自衛隊の設置する飛行場で空港の機能を果たすものは共用飛行場という（小松、徳島、三沢など）

航空機が、正確に目的地にたどり着くために、どんな技術が使われているのですか？

A

かつての航空機は、パイロットの目視に頼って飛行していました。

そのため、天候不良などで視界が悪いと、目的地に正確にたどり着けないだけでなく、事故が起る可能性もあります。

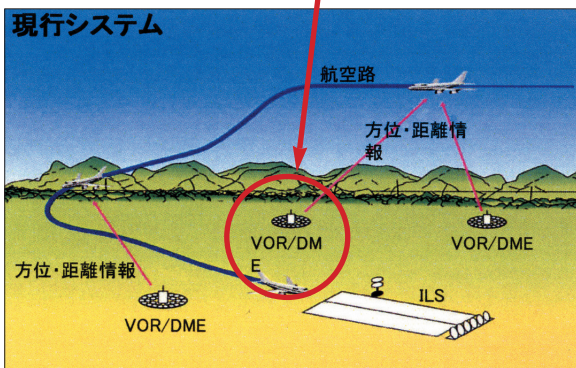
そこで、現在では操縦席から外が全く見えない状態でも安全に飛ぶことができるように、各種の計器を使っています。これを「計器飛行方式」といいます。

安全な計器飛行のためには、飛行に対して必要な情報を電波によって送る航空保安無線施設（VOR/DME、VORTACなどが空港付近や航空路に設置される）が重要になります。

ここでは、主要航空保安無線施設のひとつ、VOR/DMEについてご紹介します。



VOR/DME  
（国土交通省航空局「航空保安業務の概要2006」より）



（国土交通省航空局「航空管制の将来像」より）

### (1) VOR

超短波全方向式無線標識と呼ばれます。

施設から発信される特定の周波数を受信し、その周波数の発信位置を0として、そこに対する航空機の角度や向きによって、方向や現在位置を把握します。

### (2) DME

距離測定装置のことです。

航空機からDMEに電波を送り、その電波が返ってくるまでの時間を計ることで距離を把握します。

DMEは単独で整備されることなく、多くはVORと併設されており、VOR/DMEと表記されます。

このほか、ILSという計器着陸システムが整備されています。これは、指向性電波を使って、夜間や悪天候などの視界が悪いときでも、安全に滑走路上で航空機を誘導するためのシステムです。

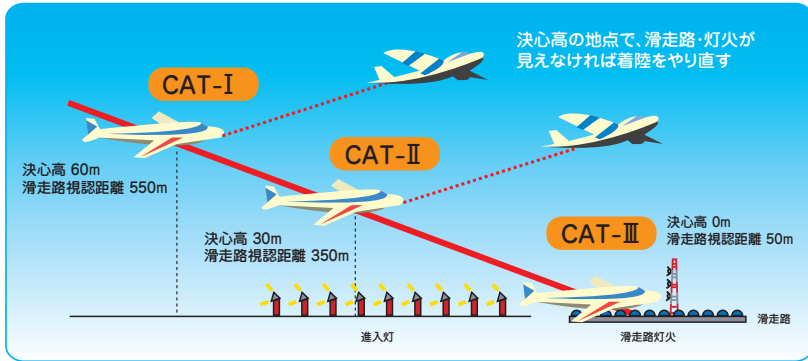
ILSが整備されていれば、  
着陸をやり直すことは  
なくなるのですか？

A

ILSが整備されていても、着陸をやり直すことがあります。

ILSはカテゴリーⅠ・Ⅱ・Ⅲに分類され、さらにカテゴリーⅢは、Ⅲa、Ⅲb、Ⅲcに分かれています。数が大きくなるほど、誘導精度が高いことを意味します。

パイロットは滑走路・灯火が見えない場合、着陸をやり直しますが、このやり直す時の高度を「決心高」といいます。カテゴリーは、この「決心高」の高低によって決まります。



ILSのカテゴリー (国土交通省航空局「航空保安業務の概要2006」より)

カテゴリーが高いほど、「決心高」を低く設定できるため、雲・霧等で滑走路の見通しが悪くても着陸できる機会が増します。

二〇〇七年現在、日本でカテゴリーⅢは、釧路、青森、成田、熊本の四空港に導入されています。

将来、航空管制技術は  
どうなるのですか？

A

現在の航空機はVOR/DME等の航空保安無線施設がある場所に沿って飛行するため、航路はジグザグになり、目的地に向かって最短距離を真っ直ぐ行く、ということはできません。

さらに、現在の日本では、航空需要が毎年高まっています。乗客

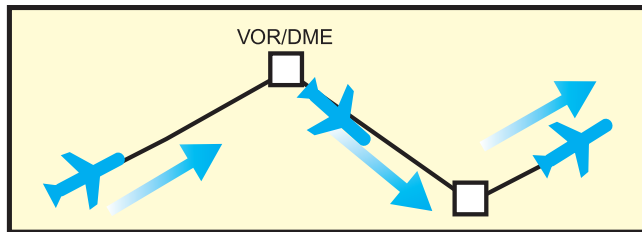
や航空便の増加によって、空も渋滞状態です。滑走路が混んでいるため、航空機の出発が遅れたり、着陸できるまで上空で待機したり、という話も珍しくありません。

安全を確保しつつ、航空路と就航数を拡充するため、現在、「RNAV (広域) 航法」や「航空衛星システム」などの導入が進められています。

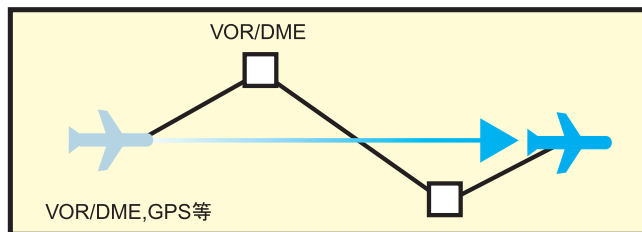
(1) RNAV (広域) 航法

これまでのVOR/DMEに加えて、GPS等からの信号を使用して航行する方法です。

地上施設の位置や設置条件に左右されることなく、飛行コースを広範囲にわたって設定できるようになります。

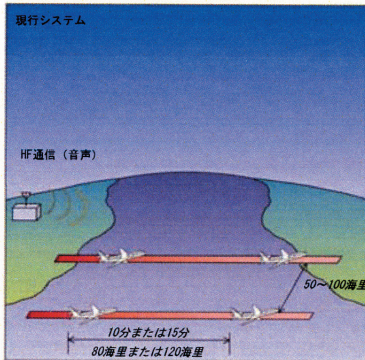


【従来の航法】

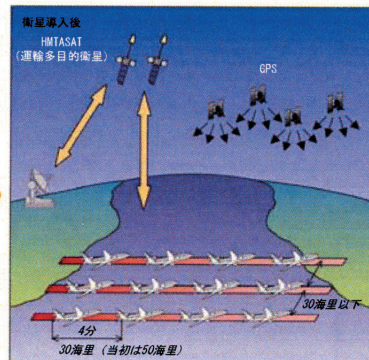


【RNAV (広域) 航法】

### 洋上管制間隔の短縮



【現行システム】



【衛星導入後】

(国土交通省航空局「航空保安業務の概要2006」より)

## 沿岸空めぐり

### 【空港と飛行場】

空港とは「航空機を安全に離着陸させ、旅客の乗降、貨物の積み卸しを行う施設」のことです。飛行場とは、「軍用・民間用の運輸目的に関わらず、航空機が離着陸できる施設」を指します。

つまり、空港とは飛行場に旅客や貨物輸送機能を付け加えた施設と言えますが、場合によっては、同義に扱われます。各法での定義あるいは表記ををご紹介します。

### ◆国際法

国際民間航空機関 (ICAO) での定義  
：旅客、貨物などの輸送に使われ、港のような役割を持つ公共用の飛行場を特に空港と呼ぶ

### ◆国内法

航空法での定義  
：航空機の離着陸の用に供する施設を飛行場と表記している

### 空港整備法定義

：主として航空運送の用に供する公共用飛行場で、政令で定めるものを空港とする

空港整備法が定める第一種空港は、原則として、国が設置し、管理運営を行います。成田・関西・中部の3空港は、国は直接には設置・管理運営せず株式会社となっているので、特例として別途記述されています。

### 【「国際空港」とは？】

国際線が就航する空港でも、名前に「国際」がついていない空港は、日本には数多くあります。

これは、「空港整備法」によって、「第一種空港」だけが国際空港であると定義されているからです。

そのため、第二種空港は、国際線が就航していても、名前に「国際」とつくことはありません。



## COM EINS mobile サービス開始!

携帯サイトが開設されて、さらに便利になりました

沿岸技術研究センターが、平成八年度より気象海象の情報提供しているパソコン向けのサービス、COM EINS (カムインズ: Coastal Oceanographic and Meteorological Information System) の新サービス、携帯用サイト COM EINS mobile が平成十九年四月より始まりまし

た。今回は、そのサービス内容をご紹介し、さらに広がる COM EINS のこれからの可能性について紹介します。

COM EINS は、気象海象

### COM EINS って何?

COM EINS は、気象海象

の現状とこれからの予測を主とした情報提供サービスで、沿岸技術研究センター波浪情報部を中心に開発され、平成八年度にパソコン向けサービスとしてスタートされました。

これは、港湾の工事関係者が安全に効率よく作業を進めるために、また沿岸地域に住む人々が台風や津波などの災害に注意するために開発された情報システムです。

サービス開始当初は専用の端末が必要でしたが、平成十六年度より Web 配信が開始され、インターネット接続ができるパソコンがあれば利用可能になり

ました。またそのときにオプションとして防災情報(台風・津波・地震情報等)を文字情報で、携帯電話にメール配信するサービスも開始しました。

### 誕生! 携帯用サイト

#### COM EINS mobile

平成十九年四月より携帯用サイトが開設され、それとともに、波浪実況などのメール配信情報も増え(表1)、ますます COM EINS が便利になっています。

COM EINS mobile の提供情報は十六項目あり(表1、2)、パソコン版とほとんど変

わらない充実した情報内容です。

天気図や観測グラフなどの画像も閲覧できます。(図1)

さらに、携帯サイトと配信メールが連動されました。メールに URL が記載されたので、携帯サイトの該当ページにジャンプできるようになりました。(図2)

パソコン、メール配信、携帯サイトが一体となって、COM EINS はますます便利になっています。

では実際にどのように活用されているのか、事例をご紹介します。

表1-1 メール配信の提供情報一覧

情報名
津波情報
地震情報
台風情報
注意報警報
波浪実況 (新規追加)
波浪ポイント予測 (新規追加)
遠地地震情報 (新規追加)

表1-2 COM EINS mobile の提供情報一覧

情報名
波浪実況
潮位実況
波浪ポイント予測
ナウファス地点波浪予測
海上警報
台風情報
地震情報
津波情報
防災情報
注意報警報
気象衛星画像
天気図
天気予報 (短期)
天気予報 (週間)
アメダス情報
合成レーダー

[台風情報]

台風nn号

大きさ:報告なし

強さ:報告なし

現在位置 北緯xx東経xxx

中心気圧

進行方向

最大風速

図1 COM EINS mobile 台風情報画面例

## 配信メール

【波浪観測情報】  
件名：室津 波浪実況  
-----  
酒田  
2007/03/28 09:20 観測  
波高 51cm  
周期 6.6秒  
波向 40deg  
閾値を超過いたしました。詳しくは下記へ  
<http://www.n-tenki.jp/comeins-m/Waves20MinutelyRealCondition.jsp?dtcode=2&stcode=1020&date=200703261540&hash=425ef4ca6dc15b9c59f1fc1352f42c6f&userId=1010104>  
-----

## 携帯サイト

ジャンプ

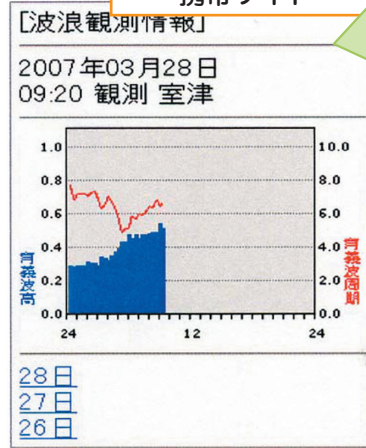


図-2 配信メールとCOMENS mobileとの連動画面例

## COMEINS 活用事例

全国の港湾事務所、港湾管理者および民間企業では、港湾施設の防災対策や危機管理および海上作業の安全管理の基礎資料としてCOMEINS情報が活用されています。

特に岩手県の釜石港と久慈港、また高知県の須崎港では、市役所前などに大型の防災情報表示盤を設置して、市民に地震や津波情報、気象情報を提供しています。(写真-1、2)

これらの情報は各港を管轄している港湾事務所などがCOMEINSを利用し、その情報の一部を市民に提供しているのです。紹介した港は、過去に津波や高潮の被害があったことから、より一層の防災対策に力を入

ています。

そこで、津波や台風、地震、気象のリアルタイムな情報を提供できるCOMEINSを活用して、市民に情報提供しているのです。

## COMEINSの未来

今後のCOMEINSの課題として民間への普及が挙げられます。

COMEINS情報の一つとして、潮位実況をリアルタイムで配信しており、津波情報が発令された時には、津波実況が監視できます。これは津波防災の観点から重要な情報であることから、海に接している自治体全てで、COMEINSをぜひ活用してもらいたいと願っています。



写真-1 釜石港の防災情報表示盤



写真-2 須崎港の防災情報表示盤

## COMEINSの利用について

- ◆パソコンにてCOMEINSのID登録を行えば、携帯へのメール配信や携帯サイトのご利用が可能です。携帯サイトのみのご利用はできません。
- ◆パソコンID一つにつき、携帯は二台までサービスが受けられます。
- ◆COMEINS情報をそのまま二次使用するには、許可が必要になりますので下記までご相談ください。

## COMEINSのお問い合わせ先

☎ 03-3234-5862 E-Mail : harou@cdit.or.jp



## 港湾構造物 設計事例講習会の開催

全国四会場（東京四月十三日、福岡四月十七日、大阪四月二十四日、札幌四月二十七日）において行われた「港湾構造物設計事例講習会」は、参加総数七百五十名をかぞえ、盛況のうちに終了しました。

## 技術基準の改正に伴い港湾法 関連省令・告示で標準化

今後、港湾施設の維持管理は、性能の低下を事前に防止する「予防保全型」の考えを導入した計画的なものに転換することが重要です。このため、技術基準の性能規定化に伴う省令改正を機に、省令・告示を整え、平成十九年四月一日に施行しました。

今回のポイントは、①施設設置者による維持管理計画の策定を標準化、②維持管理に関する専門技術者の位置づけ、③技術基準対象設置（建設等）許



港湾構造物設計事例講習会の模様

可等にわたる維持管理方法の明示を規定の三つです。

今後の国の取組みとしては国有港湾施設の維持管理計画の策定、維持管理計画書作成の手引き及び維持補修技術マニュアルの作成、専門技術者の育成・配置が挙げられています。

●公布：平成十九年三月二十六日

（技術基準省令、維持基準告示）

平成十九年三月二十八日

（施行規則）

●施行：平成十九年四月一日

## 海洋基本法が 参議院本会議で可決成立

平成十九年四月二十日、参院本会議において海洋基本法が可決成立しました。

海洋政策全般に関するわが国初めての法律で、七月にも施行される模様です。海に四方を囲まれた海洋国家であるにも関わらず、これまで海洋問題の

## F L I P（液状化による構造物被害予測 プログラム）の販売および研究会のご案内

地震時の液状化による構造物被害予測プログラムF L I Pは、地震動による地盤や構造物の残留変形、構造物材に生じる応力などを求めることができます。現在、港湾・空港をはじめとする土木構造物の耐震性能照査に広く利用されています。

当沿岸センターでは、F L I P <Ver.0.9>を販売しており、ご購入の方には利用方法に関する問い合わせ等の

## 第四十八回評議員会

開催日：平成十九年五月二十二日（火）

十一時～十三時

場 所：経団連会館十階一〇〇一号室

審議事項：

- ①平成十八年度事業報告及び収支決算報告について
- ②平成十九年度事業計画及び収支予算の修正について

管轄は各省にまたがり、対応が後れがちでした。この基本法により、海洋基本計画策定を義務付け、首相を本部長とする総合海洋政策本部を設置、海洋担当相を置くこととなります。

また、海底資源開発に対する外国などの妨害を排除するための海洋構築安全水域設定法も、同じく四月二十日の参院本会議で可決、成立しました。

サポートサービスを行っております。

またプログラムの改良、機能拡張および利用技術の高度化を目的として、民間企業等からなるF L I P研究会を設立しています。

研究会は、第三期がもうすぐ終了し、第四期を発足する予定です。是非ご入会ください。入会の際には入会金と年会費をいただいております

F L I Pに関する詳細は当沿岸センターのHPにてご案内しておりますのでご覧下さい。

## ③理事の選任について

右記について、審議の結果原案どおり承認されました。

報告：

- ①登録確認機関に関する事項について
- ②F L I P（液状化による構造物被害予測プログラム）の新たな展開等について

## 港湾関連民間技術の確認審査・評価事業 評価証の授与

平成十九年五月二十五日(金) 都内会場において、「港湾関連民間技術の確認審査・評価事業」にて評価された新規に申請のあった二件の技術と、更新申請のあった三件の技術の評価証授与式を行いました。

それぞれの技術は、平成十八年下期(第十一回)の評価委員会において審査されました。

### (新規技術)

●密閉二重構造グラブ浚渫工法

審査・評価依頼者・・株式会社小島組

●一体型複合遮水シート工法

～管理型廃棄物埋立護岸遮水工～

審査・評価依頼者・・東洋建設株式会社、東亜建設工業株式会社、五洋建設株式会社、株式会社奥村組、太陽工業株式会社、錦城護謨株

式会社、シーアイ化成株式会社、横浜ゴム株式会社、株式会社田中、ユニチカ株式会社

式会社、シーアイ化成株式会社、横浜ゴム株式会社、株式会社田中、ユニチカ株式会社

### (更新技術)

●管中混合固化処理工法

「トルネードミキシング工法」

審査・評価依頼者・・りんかい日産建設株式会社

●重錘式捨石均し工法(斜面对応型)

審査・評価依頼者・・株式会社大本組

●NDR工法

(橋脚耐震補強用仮締切工法)

審査・評価依頼者・・五洋建設株式会社



新規技術 評価証授与式



更新技術 評価証授与式

## 第五十四回理事会

開催日：平成十九年五月二十八日(月)

十一時～十三時

場所：経団連会館八階 富士の間

審議事項・・

①平成十八年度事業報告及び収支決算報告について

②平成十九年度事業計画及び収支予算の修正について

③評議員の選出について  
④顧問の委嘱について  
⑤確認業務規程の制定について  
⑥事務局規程の一部改正について

右記について、審議の結果原案どおり承認されました。

報告・・

①リアルタイム津波予測について

## 【出版物案内】

沿岸技術ライブラリー No.二十三  
『港湾における可動橋の構造計画マニュアル』発行

当沿岸センターでは平成九年度より長大可動橋研究会を設置し、海外調査を含め国内外の事例研究を行うとともに

沿岸技術ライブラリー No.二十四  
『港湾構造物設計事例集(平成十九年改訂版)』発行

平成十九年三月に『港湾構造物設計

沿岸技術ライブラリー No.二十五  
『液状化対策としての静的圧入締固め工法技術マニュアル・コンパクトシヨングラウチング工法』発行

「静的圧入締固め工法(コンパクトシヨングラウチング工法)は、注入工法を用いて地盤を締固めるという新しい発想

【出版物の購入について】  
①当沿岸センターのHPにて申込書をダウンロードしてください。

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

②電話にてお申込みください。

(財)沿岸技術研究センター 総務部  
〇三ー三三三三ー五八六一

に、技術検討および運用方法や計画手順の検討を実施してきました。その研究の集大成として、本マニュアルを発刊いたします。

●定価・・A四判、二四二頁、付録(DVD)、七千円(税込、送料当方負担)

事例集(平成十九年改訂版)を発行いたしましたのでご案内いたします。  
●定価・・上下巻セットA四判、三万五千円(税込、送料当方負担)

で開発され、既設構造物の直下、直近で施行可能な締固め工法として注目を浴びている工法です。本マニュアルは、液状化対策の設計、施行に携わる方々の参考になるものと確信しております。  
●定価・・A四判、一八八頁、六千円(税込、送料当方負担)

## 編集後記

◆今年度は、機関誌の号を重ねる度に少しでも読者に良かったと言われる機関誌を目指します。

◆編集に時間がかかり、やっと発刊することができました。執筆して頂いた皆様に厚く御礼申し上げます。(大熊 修)

◆機関誌編集は毎回ネタ探しで苦労が絶えません。読者の皆様からご提案等頂戴できれば幸いです。(峰本健正)

◆私の編集担当としての任期は終わりますが、機関誌CDITは今後も進化します。乞うご期待。(由井孝昌)

◆今回は編集員として最後の発刊となりました。いろいろと勉強になりました。(西山貴大)

当沿岸センターは、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。詳細は当沿岸センターHPをご覧ください。

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





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/>  
2007年6月30日発行