

国際沿岸技術研究所の活動について（平成18年度）

山本修司

(財) 沿岸技術研究センター 国際沿岸技術研究所 所長

本稿では、平成18年度に国際沿岸技術研究所が実施した、確認登録機関、航路基準の国際化、沿岸技術研究会、空港アスファルト舗装の設計法、港湾構造物設計事例集、ISO/CENに関する情報収集などに関する活動の概要を報告する。

キーワード：ISO, 適合性評価, PIANC, 地震作用, 空港舗装設計

1. はじめに

本年4月に改正された港湾基準では、性能設計体系が導入されるとともに、構造物の安全性を信頼性設計法により照査することが推奨されている。

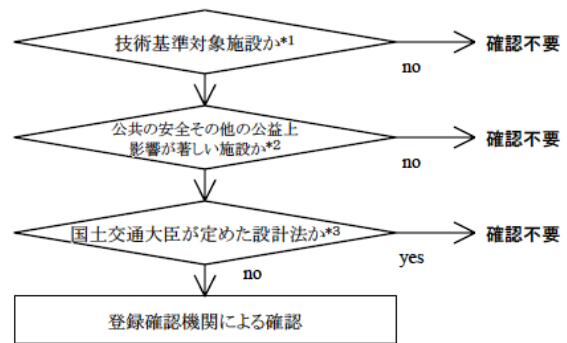
一方、我が国の優れた技術を国際規格に反映することが、国際貢献及び国際競争力の確保の面からも重要となっている。このような状況にタイムリーに対応するとともに、日本発のグローバルスタンダードを構築するため、国際沿岸技術研究所 (IICT) では、①沿岸域の開発、利用及び保全に関する技術の国際規格/標準に関する調査研究、②沿岸構造物に係る技術の国際動向に関する情報の収集、③沿岸技術関係者のネットワークの構築を目指して活動している。

本稿では、平成18年度に実施した IICT の活動について報告する。

2. 適合性評価

改正港湾法第56条の2の2によれば、「公共の安全その他の公益上影響が著しいと認められるものとして国土交通省令で定めるものを建設し、又は改良しようする者（国を除く）は、その建設し、又は改良する技術基準対象施設が技術基準に適合するものであることについて、国土交通大臣又は次条の規定により国土交通大臣の登録を受けた者（以下、「登録確認機関」という。）の確認を受けなければならない。」と規定されている。この確認が必要な施設は図-1のフローに示す施設が該当する。センターでは、この公益性の高い確認業務をセンターの寄附行為に追加した。

構造物の設計が技術基準に適合することを確認する確認登録機関の制度は、公共事業分野では始めてのことなので検討すべき課題が多々あった。そのため、国の代行機関としての性格、確認業務の方法・範囲、確認書の法的意義、確認業務を行った施設が被災した場合の損害賠償と保険などについて検討した。



- * 1 : 港湾法施行令で規定する施設
- * 2 : 港湾法施行規則で規定する施設
- * 3 : 告示で規定する設計法

図-1 確認対象施設

3. PIANC WG49/航路整備基準の動向

2005年7月に発足した新しいワーキンググループ PIANC WG49 Horizontal and Vertical Dimensions of Fairways では、1997年にWG30が策定した Approach Channels A Guide for Designの見直し作業が始まった。

今、世界各国は市場の獲得の手段として戦略的標準化 (Strategic Standardization) を産業政策の重要なキーワードとして、ISO等の舞台で自国の技術基準を国際規格とするべくしのぎを削っている。そこで、このWG49の動向を把握するとともに、日本の航路基準を新しいガイドラインに反映させることを目的に、国総研から受託した調査において、航路基準国際化検討会（委員長：大津皓平 東京海洋大学教授）を設置し、日本からの提案内容を検討した（写真-1）。日本からはガイドラインの主要部分である①Fairway Layout and Channel Width, ②Design of Channel Depth and Air Draft, ③Design Shipを提案した¹⁾。



写真-1 PIANC MarCom WG 49 のミーティング

4. 石積み構造の安定性解析手法の検討

石積みの防波堤や護岸，レンガ造りの構造物は景観の形成や修景において高く評価されている。農林水産省（振興局，林野庁，水産庁）と国交省（官房，河川局，道路局，港湾局）では，景観形成に資する伝統的な修景素材・技術の活用促進方策を検討中である。しかし，それらの構造物は伝統工法によって建設されるため，設計法や構造物の耐波性/耐震性を評価する手法が未整備である。そのため，このような歴史的構造物の災害復旧や維持補修の事業において，石積み構造物が鉄やコンクリートを用いた近代的な構造物に取って代わられる場合が多い。そこで，石積み防波堤をケーススタディーにその耐波性を評価する手法，すなわち，

- ① コンクリートブロック式防波堤や石積みの農業用水路の設計法を参考にした簡易な設計法
 - ② VOF 法による波浪場の計算と粒状体の大変形解析に適用可能な個別要素法 (DEM) を組み合わせて石材の安定性を検討する数値計算手法
- を検討した。図-2 に計算結果の一例を示す。

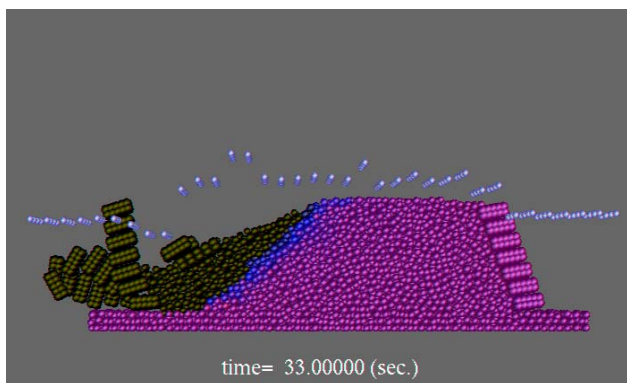


図-2 波浪による石材の変形計算例

5. 沿岸技術研究会/ISO/DIS21650 に関する講演会

ISO や CEN 等の動向，港湾/海岸に係る技術基準を巡る海外情報を収集するためには，ヒューマンネットワークの形成が重要になる。ここでは，今年1月に土木学会 ISO 対応特別委員会及び海岸工学委員会（主催），建築・住宅国際機構及び沿岸技術研究センター（後援）で開催された ISO21650 に関する講演会について紹介する。

ISO21650/Actions from waves and currents on coastal structures は，海岸構造物に作用する波や流れに関する国際規格で，まもなく投票にかけられる DIS の策定段階にある。日本からは合田良実先生（横浜国立大学名誉教授）が参画しドラフト作成に貢献してきた。この講演会では，以下に示す内容についての詳細な解説のほか策定作業における裏話も披露された（写真-2）。



写真-2 合田先生による講演

Basic variables for actions from waves and current

- Wave and current actions on structures
- Probabilistic analysis of performance of structures exposed to actions from waves and currents
- Annex E Wave actions on vertical and composite breakwaters

6. 国際規格の動向について

6.1 設計一般

ISO 規格のうち，港湾・海岸に縁が深いと考えられる技術基準の動向について報告する^{2)~4)}。設計に関する規格策定を行っている ISO/TC98 では現在，6WG が活動している。SC 3/WG 8 が作業してきた Actions from waves and currents on coastal structures は，DIS (Draft International Standards) として投票段階にある。SC 2/WG 8 の General framework for structural design と SC

2/WG10 の General principles on the design of structures for durability が DIS 投票完了段階にある。また、日本が主導の立場で作成した ISO23469 Bases for design of structures- Seismic actions for designing geotechnical works が国際規格として発効された。この規格が対象とする地盤基礎構造物には、地中構造物（埋設トンネル、ボックスカルバート、パイプラインなど）、基礎（浅い基礎、深い基礎、地下連続壁など）、擁壁（擁壁、岸壁など）、栈橋、土工構造物（アースダム、ロックフィルダム、盛土）、重力式ダム、タンク、廃棄物処分場、埋立地が含まれる。これらの地盤基礎構造物の地震時挙

動は、地盤変位による影響が著しい点で、地上に建設される構造物とは異なる点が多く、特に、地盤一構造物の相互作用や液状化の影響が設計上の重要な検討項目となる。この規格は簡易法から詳細法までの解析方法を網羅しており（図-3 参照）、専門知識を有する技術者が構造物の重要度や地震被害の影響の大きさに応じて、耐震性能評価に最適な方法を選択できるようにされている。また、今回改正された港湾基準も概ねこの国際規格に沿った内容となっている。

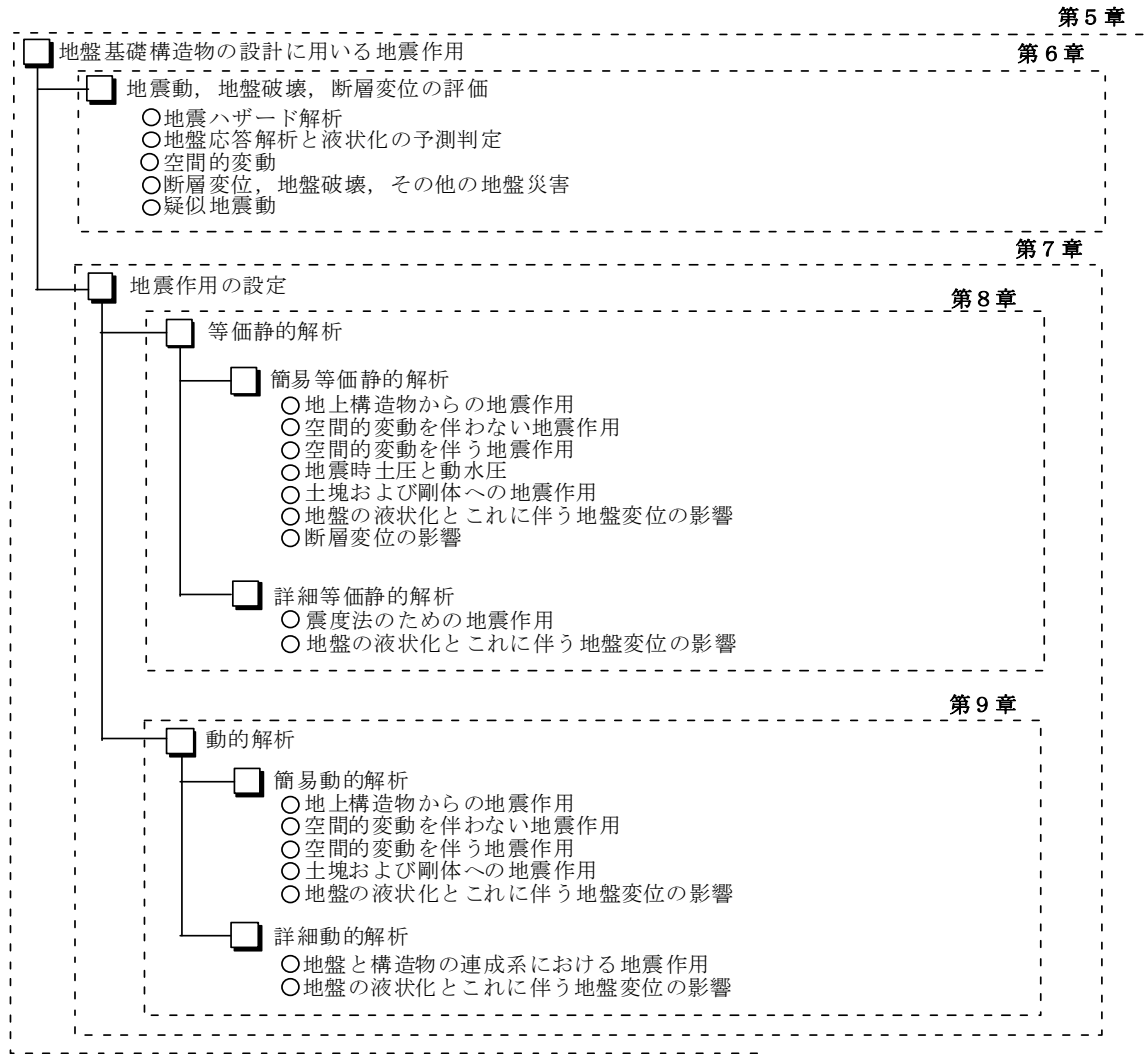


図-3 ISO23469 の骨子

6.2 地盤関係

ISO/TC182/SC 1 (Geotechnical Investigation and testing)において、2001年に「地盤調査・室内土質試験」の規格化をウィーン協定に基づいて CEN (欧州標準化機構) リードで作業することが合意され、CEN に TC341(Geotechnical Investigation and Testing)が設立された。この TC341 では、サンプリング方法、コーン貫入試験などの地盤調査法の規格案や Technical

Specification, 技術仕様書) について、34の規格案が策定中である。

ISO/TC190 (Soil Quality, 土壌環境) では、7つの SC が設立され、表-1 に示す内容が検討されている。現在 75 の規格案が策定中である。

ISO/TC221 (Geosynthetics, ジオシンセティックス) では、ジオシンセティックス製品の試験法等について 7 つの規格が策定中である。標準的な用語と記号の改正が議論されているようであり、わが国で流通している製品

の一般的呼称の変更を余儀なくされる可能性がある。また、地盤補強材料に低減係数を用いる設計の考え方がわが国と異なる点が多いので注意が必要である。

表-1 ISO/TC190 の体制

TC/SC	内 容	幹事国
TC190	Soil quality (地盤環境)	オランダ
SC1	Criteria, terminology and codification (評価基準, 用語, コード化)	フランス
SC2	Sampling (サンプリング)	ドイツ
SC3	Chemical methods (化学的方法)	ドイツ
SC4	Biological methods (生物学的的方法)	イギリス
SC5	Physical methods (物理学的的方法)	オランダ
SC6	Radiological methods (1996年解散)	ドイツ
SC7	Soil and site assessment (土ならびに現地の評価, 1994年設置)	ドイツ

6.3 コンクリート関係

アジア各国ではこれまで、欧米のコードを準用してコンクリート構造物を建設してきたが、気候条件や地質・地盤条件などが欧米と大きく異なることがあるため、独自の規格作成への大きな期待があった。そこで、日本コンクリート工学協会 (JCI) がアジア各国の研究者に呼びかけて、1994年にアジアコンクリートモデルコード国際委員会 (ICCMC: International Committee on Concrete Model for Asia) が設立され、現在、13カ国100名近くの委員が参加している。この国際委員会では、アジア各国共通の規準として性能設計概念に基づく「ACMC: アジアコンクリートモデルコード」が策定中である。ACMCは、基本的な考え方を示すLevel 1 Document, 性能照査項目を規定するLevel 2 Document, 各国の状況に合わせた規格や指針類のLevel 3 Documentから構成される。2006年に改訂されたACMC2006では、設計編にFire Actionが新たに追加された。ACMCの中国語訳が完成し中国国内の関係機関に配布された。Level 3 Documentとして、設計関係では、①一般荷重・作用に対する地域規格、②風荷重に対する地域規格、③耐火設計に関する地域規格-RCラーメン構造建築物の耐火設計指針、④RC柱のじん性設計に関する技術情報が、材料・施工関係では、⑤高強度コンクリートに関する規格、⑥自己充填コンクリートに関する規格が、維持管理関係では、⑦中性化劣化に関する維持管理・補修のガイドラインが近く発行される予定である。このようなアジアにおける動きは、アジアの国々が共通のコードのもとにコンクリート構造物の設計、施工及び維持管理を行うことが、それぞれの国益に資するものであるとともに、アジア各国の考えを世界に認知させることが重要であるとの認識が強くなった現われであろう。

ISO/TC71は、コンクリート、鉄筋コンクリート及びプレストレストコンクリート関連の規格を作成している。現在、休止中のSC2を除いて、6つのSCが審議を活動中

である。SC7 Maintenance and repair of concrete structures では、①WG1 維持管理のフレームワーク (主査: 日本)、②WG2 構造物の診断手法 (主査: 米国)、③WG3 ひび割れからの漏水に対する維持管理、④WG4 震災を受けた構造物の調査、評価及び補修 (主査: インドネシア) が近く活動を開始する予定 (一部は既に設置済み) である。

7. 港湾構造物設計事例集の作成

港湾基準は平成19年4月に改正され、仕様規定型の基準から性能規定型の基準へと移行した。法令上では、構造物の目的・要求性能は省令に、性能規定は告示にそれぞれ記述される。性能照査方法は、部分係数法 (レベル1信頼性設計法) が推奨されている。また、耐震設計に用いる照査震度は、港湾ごとに設定される時刻歴波形を用いて地盤の地震応答計算を行い、構造物に許容される変形量を加味して決定される。そのため、長年親しんできた許容応力度法や安全率による設計法から部分係数法への移行にあたっては、多少の抵抗感を覚えたり、実務上のトラブルが発生したりすることが予想される。そこで、設計実務の参考書となるべき「港湾構造物設計事例集 (改訂版)」を作成した。本書には、防波堤や係留施設に関する10形式の設計例 (配筋設計、付属物の設計を含む) の他、海象・地象条件の考え方、地盤改良設計、耐震設計に必要な地震動の作成法及び地震時変形照査等に関する解説も含まれている。また、東京、大阪、福岡、札幌で設計事例講習会を開催した。

8. 空港アスファルト舗装の設計法

わが国の空港アスファルト舗装の設計法は、米国陸軍工兵隊によるCBR設計法を踏襲している。この設計法は、設計荷重、設計反復回数及び路床の設計 CBR が定めれば直ちに基準舗装厚が定まるという簡便性を有するが、仕様規定型の設計法であるため、新しい材料や施工技術、近年の航空機重量の増大などの多様な設計条件への対応という面では発展性に乏しい。各種の技術基準が仕様規定型から性能規定型へ移行しつつあることを考慮すると、設計の自由度に富んだ設計手法の整備が望まれる。このような中、多層弾性理論を基にした舗装設計法が注目をあびている。しかし、この設計法はアスファルト混合物、路盤及び路床についてのレジリエントモジュラス試験などの各種試験と弾性解析により舗装体の疲労度を照査する設計法であるため、初心者にはなじみ難い面がある。そこでセンター自主研究として、この設計法を本格的に採用した関西国際空港の実験結果や解析資料を参考に、「多層弾性理論による空港アスファルト舗装の設計法 (案)」を作成した。なお、多層弾性理論を用いた解析プログラムとしては、GAMES (General Analysis

Multi-layered Elastic Systems) が土木学会のホームページから無料でダウンロードできる。

うである⁶⁾。

9. 北東アジア港湾局長会議 WG

共同研究グループ WG 2 の共同研究テーマは、Reliability-based Design for Port and Harbour Structures であり、広州港湾工程設計院 (CHEC)、韓国海洋研究院 (KORDI)、国土技術政策総合研究所 (NILIM) 及び沿岸技術研究センター (CDIT) がこの WG に参加している。昨年 11 月に開催された北東アジア港湾局長会議において、長尾室長 (国総研) が WG を代表して 3 年間の共同研究成果⁵⁾ を報告した。この共同研究では、国総研から、防波堤のライフサイクルコストを考慮した目標安全性指標の決定法や防波堤の滑動量を考慮した最適な安全性指標の決定法が提案された。韓国の KORDI から主に、土に関する設計変数の特性値の決定法の検討とそれを釜山港及び光陽港の土に適用した事例が報告された。

中国の CHEC から、中国の港湾基準における部分係数法の紹介と適用事例が報告された。中国の港湾基準である Unified Standard of Reliability-based Design for Port Engineering Structures (GB50158-92) にあるという興味深い記述を紹介する。

The same action has the same partial safety factor whenever imposed on any structure, each action has its own partial safety factor.

Different structures has its own set of partial safety factors, the partial safety factors of resistances remain unchanged for the same structure under any variable actions.

部分係数を決定する際の方針を述べているものであるが、これが信頼性理論の観点から理論的に妥当なものであるならば、部分係数の決定は非常に簡便化されることになる。

10. ユーロコードの動向

欧州閣僚会議の建設製品指令 (CPD) に基づき、欧州標準化委員会 (CEN) が作成してきた設計規格 Eurocodes の策定がほぼ完了し、2007 年中に発刊される予定である。この規格は、“設計の基本” に始まって、“構造物への作用”、コンクリート構造、“鉄構造”、“地盤設計”、“耐震設計” など全部で 60 の規格から構成されている。これらの規格は EU 各国で個別に作成される National Annex と一体となって構造物を設計する際の欧州統一規格となる。一方、英国規格協会 (BSI) は Eurocodes の域外への普及に熱心で、マレーシア、シンガポール、ベトナム、香港、インド、スリランカ、中国、カタール、オマーン、シリアの他、北アフリカや東ヨーロッパの国々において技術セミナーを開催し、Eurocodes の採用を働きかけているよ

参考文献

- 1) PIANC MarCom Working Group 49 Meeting No.5 提出資料, 2007.4
- 2) 土木学会:平成 18 年度 規格案の策定状況に関する情報収集報告書,平成 19 年 3 月
- 3) 日本コンクリート工学協会:コンクリート工学における国際標準化に関する最新動向の把握調査報告書,平成 19 年 3 月
- 4) 地盤工学会:地盤工学における国際規格案の情報収集に関する報告書,平成 19 年 3 月
- 5) KORDI, MOC, CHEC-GZPCC, NILIM, CDIT; Final Report of the Joint Study (WG-2, 2004-2006) on the Reliability-based Design for Port and Harbour Structures, The Northeast Asia Port Director-General Meeting, March, 2007/05/29
- 6) <http://www.eurocodes.co.uk>