

国際沿岸技術研究所及び確認審査所の活動について（平成 24 年度）

山本 修司*

*（一財）沿岸技術研究センター 業務執行理事 国際沿岸技術研究所長
確認審査所 確認員

本稿では、平成 24 年度に国際沿岸技術研究所が実施した、技術基準関連調査、共同研究、ISO/CEN に関する情報収集ならびに確認審査所で行った確認業務についてその概要を報告する。

キーワード：技術基準，ISO/CEN，漂流物捕捉施設，conformity assessment

1. はじめに

平成 24 年度前半は、復興特会を含めると過去最大の予算成立に始まり、東京スカイツリー開業、全原発の運転停止、尖閣諸島の国有化を巡っての日中間の政治的・社会的緊張の高まり、山中伸弥教授のノーベル賞受賞と一喜一憂するニュースがあった。日本経済は、7－9 月期には実質 GDP 成長率で前年比年率△3.5%まで落ち込んだ。海外経済の軟化や日中情勢の悪化などによって、景気後退かという状況であった。また、貿易収支も 8 ヶ月連続の赤字となり、震災後の合計が 12 兆円となった。年度後半は、過去最大規模 13.1 兆円の補正予算（この中には老朽化した橋やトンネルなどの点検・補修や復興・防災対策 3.8 兆円が含まれている。）や日銀による市場の予想を大きく上回る大胆な「異次元金融緩和」により、株価の上昇や個人消費の増加の兆しが見えてきた。一方で、「異次元金融緩和」によるデフレ脱却については、「雀を撃つのに大砲を用いてはいけない」という意見¹⁾もある。すなわち、政策目標達成の必要度に比べて手段の度合いが妥当であるかどうかである。

2. 国際規格の動向について

土木学会 ISO 対応特別委員会は国土技術政策総合研究所からの委託業務において、ISO 国内審議団体を通じて ISO 規格の動向及び対応状況を調査している²⁾。その調査報告書から港湾に関係がありそうな国際規格の動向を紹介する。

2.1 設計一般 (ISO, CEN)

(1) サステナビリティ

ISO/TC59/SC17 (Sustainability in building and civil engineering works) の WG5 (Civil engineering works) では、サステナビリティをキーワードとして土木工事の設計、施工、維持管理の各段階における意思決定手段に用いる ISO 規格の策定を進めている。現在、

ISO/F DIS21929-2 Sustainability in buildings and civil engineering works-Sustainability Indicators-Part2: Framework for the development of indicators for civil engineering works が FDIS 投票にかけるために SC17 事務局へ送付されている。また、従来検討されてきた ISO18177-Frameworks for the assessment of the sustainable performance of construction works は、土木分野で世界的に用いられている現行性能評価法を収集し分析する CEN/TR Analysis of sustainability performance assessment methods used worldwide for civil engineering works として開発されるようである。この二つの規格は土木分野にとって重要な技術文書となるであろう。

(2) ISO2394

ISO/TC98/SC2 では ISO2394 General principles on reliability for structures の改訂が、2014 年 5 月の発行を目途に進められている。改訂には、サステナビリティ、リスク評価、ロバストネス、LQI (Life Quality Index) に関する事項が組み込まれることになっている。

国内審議団体である建築・住宅国際機構を通じて改訂案を入手し、不都合な規定については意見を表明する必要がある。

(3) 荷役機械

クレーンの耐震設計に関係する JIS 及び ISO 規格等には以下のものがある。

- ①JIS B8831:2004 クレーン荷重及び荷重の組み合わせに関する設計原則
- ②JCAS1101-2008 クレーン耐震設計指針(日本クレーン協会)
- ③ISO8686-1:2012 Cranes-Design principles for loads and load combinations-Part1:General
- ④ISO/DIS11031 Cranes-Design principle for seismic loads

TC96 (Cranes) はクレーン及び関連装置の原則等に関する規格を審議しており、SC2(Terminology), SC4 (Test methods), SC5(Use, operation and maintenance), SC10

(Design principles and requirements) など九つの SC がある。SC10 の Seismic Design WG では、日本クレーン協会のクレーン耐震設計指針をベースに上記の ISO11031 が策定されつつある。この中で、設計震度は Normalized basic acceleration 基本震度と地域係数を掛けたものと定義されている。また、地震荷重とその他の荷重の組み合わせ法は 2 種類示すこととなっている。一つは荷重係数を決めて加えていく ISO8686-1 に沿った方法、他の一つは、水平と上下の地震荷重を SRSS (自乗和平方根法) で合成し一つの地震荷重として他の荷重と組み合わせる方法である。12 月頃までに主要国で試算を行い、その結果を反映したものが DIS 投票にかけられる予定である。

(4) ドイツ国内におけるユーロコードの適用

2010 年 1 月に発効した欧州統一規格ユーロコードが個別の国で如何に運用されているかを調査するために、ドイツのハンブルク港湾公社 (Hamburg Port Authority) とドイツ連邦水利工事研究所 (Bundesanstalt für Wasserbau) を訪問した。ヒヤリングで得た主な内容は以下のとおりである。

- ① 欧州域内メンバー国のあらゆる設計基準・規格はユーロコードと矛盾してはならない。ユーロコードに規定されていない事項、例えば港湾構造物固有の規定はユーロコードに書かれていないので独自に規定する必要がある。
- ② EAU (Recommendations of the Committee for Waterfront Structures Harbours and Waterways) は、港湾構造物の設計に対しては強制 (Mandatory) である。しかし、陸上の構造物にも準用されることがあり、その場合は任意 (voluntary) である。
- ③ EAU は提言書であり、政府から公式に指示された場合を除き使用を強制されるものではない。中央政府または州政府の資金による構造物建設の場合のみ強制となる。
- ④ EAU に規定された設計法は強制ではあるが唯一の方法ではない。規定された設計法と同等の安全性を有する方法であることを発注者に説得できれば、その方法を用いることが可能である。
- ⑤ ドイツではあらゆる設計は、例えば EAU に準拠した設計であっても照査技師によるチェックの対象となる。ハンブルクには 30 名の照査技師がおり、照査費用はプロジェクト費用の 0.5% 程度である。

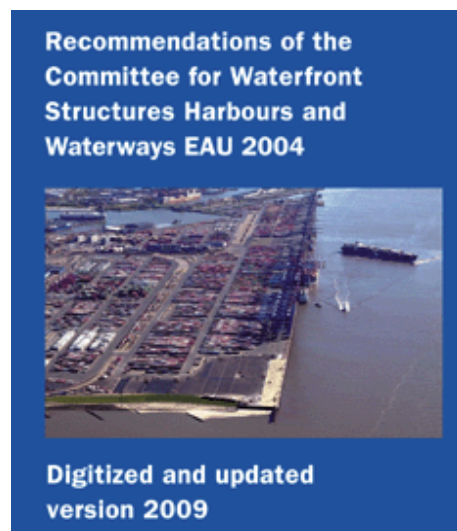


写真-1 ドイツの EAU



写真-2 ドイツ連邦水利工事研究所訪問

2.2 地盤関係

(1) 地盤調査と試験法

TC182/190/221 の国内審議団体である地盤工学会は、TC182 の地盤調査と試験法に関する 8 規格、TC190 の地盤環境に関する 45 規格及び TC182 ジオシンセティクスに関する 3 規格に関与している。

TC182/SC1 (Laboratory tests on soils) では、室内土質試験法に関する規格を策定・審議している。地盤調査と試験法である ISO14688-1, 2 Geotechnical investigation and testing--identification and classification of soil と Principles for classification については、我国から修正意見を提出するとともに反対を表明してきたが、投票国のほとんどが欧州各国であるため従来どおり承認された。この規格の我国にとっての問題点はシルトと砂の境界である。この規格では境界が 0.063mm、日本では 0.075mm となっていることである。液状化の判定に用いる細粒分含有率の定義等が変わってしまうために、国内で混乱が生じる可能性がある。

TC190(Soil quality)は、土の汚染問題に関して、環境測定データの質の維持・向上の重要性、国際規格の必要性が認識され、現在6つのSCが活動している。SC3では、日本から提案した「スクリーニング方法一般に関するガイドライン」の審議が順調に進み平成23年12月にISO規格となった。

TC221(Geosynthetics)は、ジオテキスタイル、ジオメンプレン及びジオシンセティック関連製品を含むジオシンセティック製品の規格を担当している。現在5つのWGが活動している。

WG2 (Terminology, identification and sampling, 幹事国アメリカ)では、ジオシンセティックの用途が増加している分野での用語を広く取り入れる作業が行われている。

WG4 (Hydraulic properties, 幹事国イギリス)では、鉛直ドレーン材 PVD の排水性能試験法について、韓国の提案をベースに審議が開始されることとなった。

ジオシンセティックを用いる地盤技術の設計・施工の標準化はCENを中心にすすめられており、TC221では、それらと整合する試験法の整備が加速すると予想される。関連団体・企業は十分に注意する必要がある。

2.3 コンクリート関係

TC71の国内審議団体である日本コンクリート工学会は現在、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に関する21規格を審議している。現在、以下の7つのSCが活動中である。

SC1 Test Method for Concrete 幹事国：イスラエル

SC3 Production of Concrete and Execution of Concrete Structures 幹事国：ノルウェー

SC4 Performance Requirements for Structural Concrete 幹事国：米国

SC5 Simplified Design Standard for Concrete Structures 幹事国：コロンビア

SC6 Non-Traditional Reinforcing Materials for Concrete Structures 幹事国：日本

SC7 Maintenance and Repair of Concrete structures 幹事国：韓国, 日本

SC8 Environmental Management for Concrete and Concrete Structures 幹事国：日本

SC2は現在休止中である。

SC5では、日本が提案している「プレストレストコンクリート水道タンクの簡易設計ガイドライン」の審議が進み、CDまたはDISとして登録することとなった。

ISO/FDIS28841 Guidelines for simplified seismic assessment and rehabilitation of concrete buildings と ISO/FDIS28842 Guidelines for simplified design of small reinforced concrete bridges が FDIS の投票を経

て ISO 規格として採択される予定である。

SC7では、コンクリート構造物の維持と補修について以下の4編からなる規格が審議されている。これらは国際的なアンブレラーコードとしての性格を有するものである。

①ISO/DIS16311-1 Maintenance and repair of concrete structures-Part1:General principles

② ISO/DIS16311-2 Maintenance and repair of concrete structures-Part2: Assessment of existing concrete structures

③ ISO/DIS16311-3 Maintenance and repair of concrete structures-Part3: Design of repairs and prevention

④ISO/DIS16311-4 Maintenance and repair of concrete structures-Part4: Execution of repairs and prevention

SC8では、

ISO/WD13315-2 environmental management for concrete and concrete structures-Part2: System boundary and inventory data の審議が進み CD として承認された。

2.4 鋼構造関連

ISO/TC167では、鋼構造の製作と架設に関する規格である ISO10721-2 Steel structures-Part2: Fabrication and erection の EN1090-2 をベースとする改訂作業が行われている。国内審議団体である日本鋼構造協会から、①米国や日本の基準を排除しないこと、②広範囲すぎる EN1090-2 の不要な項目の削除、③耐震関連の基準は日本、カナダ、米国の基準を準用することなどの意見を提出している。また、TC156 (金属及び合金の腐食)では、カソード防食技術者の力量レベルと認証に関する規格の審議が開始されたようである。

2.5 維持管理関連

ISO/TC251 (アセットマネジメント)では、ISO/CASCO (適合性評価委員会)から提出された新規業務項目 ISO/IEC NP TS17021-5 Conformity assessment - requirements for bodies providing audit and certification of management system - Part5: Competence requirements for auditing and certification of asset management systems が議論される。組織または企業が実施しているアセットマネジメントシステム (資産管理)が ISO 規格に適合しているかどうかはこの ISO/IEC 17021-5 によることとなる。なお、この規格に先立ち既に、

① ISO/DIS55000 Asset management - Overview, principles and terminology

- ② ISO/DIS55001 Asset management-Requirements
 - ③ ISO/DIS55002 Asset management-Guidelines for the application of ISO 55001
- が策定中である。

3. 港湾の施設の技術上の基準・同解説（港湾基準）の改正について

3.1 現状

現行の港湾基準は2007年4月に改正され、性能設計体系が導入されるとともに、信頼性設計法や港湾ごとに算定される地震波形を用いた耐震設計など新しい設計法が採用されている。大幅な基準改正ではあったが、特段の混乱もなく運用されていると考えるが、一方で、設計の実務者や海外工事に携わる人からは改善すべき事項が話題になることがある。以下は、それらについての筆者の個人的な見解や要望である。

3.2 部分係数法

(1) 荷重抵抗係数法 LRFD の採用

矢板岸壁の設計に用いる抵抗側の部分係数は、材料係数アプローチ (material factor approach) により設定されている。すなわち、土のせん断抵抗角の特性値 ϕ の正接 $\tan \phi$ や単位体積重量 γ の特性値に部分係数を作用させて、土圧の設計用値を求めている。設計変数の持つ不確実性をその源で処理することは合理的であるが、このようにして求めた土圧分布は実現象の何を意味しているか理解に苦しむ。また、控え工の位置を決めるときの主働崩壊角や受働崩壊角は、土の特性値を用いて算定しているので土圧を求める際の崩壊角とは整合していない。このような気持ち悪さを解消する方法として、特性値を用いて土圧の合力を求め、安定性照査の際に安全のマージンを見込むための部分係数を作用させる抵抗係数アプローチ (resistance factor approach) がある。その代表的設計法が荷重抵抗係数法³⁾ (LRFD ; Lord and Resistance Factor design である。) である。この方法のメリットとして、設計者が設計の最終段階までできる限り構造物のありえそうな挙動を追跡しながら設計を行うことができることが挙げられる。

(2) 摩擦係数の部分係数

現存する重力式構造物の永続状態の滑動安定性を検討するとしばしば、耐力作用比が1.0を下回ることがある。その原因は摩擦係数に関する部分係数が小さいことに起因する (例えば、 $\gamma=0.55$ など)。部分係数はその設計変数の特性値のバラツキ、バイアスと目標破壊確率をもとに信頼性理論により決定されたものである。従って、何百施設に一つは滑動破壊する勘定になるので、現存する

施設の耐力作用比が1.0を下回る場合があっても不思議ではないが何となくしっくりしない。再検討する必要があるであろうか。

(3) 一部の設計変数の特性値が変更になる場合の対応

ケーソン中詰砂の替わりに銅スラグを用いた場合には、その設計変数の感度係数が変更になるので、厳密に言うところと港湾基準にある部分係数を用いることが出来ない。このような場合の部分係数の変更方法等が示してあると、新材料やリサイクル材の利活用促進の一助となるかもしれない。

(4) その他

設計実務者からは以下のような要望がある。

- ①杭の支持力照査は形式的な部分係数法 (従来の安全率法) を用いているが、これをLRFDスタイルの照査方法に変更してほしい。
- ②施工時の目標破壊確率や部分係数 (国総研資料 No. 351 はあるが難しい) の考え方を記述してほしい。できれば部分係数があると良い。
- ③ジャケット式係船岸の構造計算は部分係数のセットごとに実施する必要がある。作業が煩雑なので部分係数の簡素化を検討してほしい。
- ④稀に起きる規模の津波・高潮・波浪、トンネル火災、船舶の衝突などの偶発作用と構造物の要求性能の関係を整理してほしい。

3.3 耐震設計法

(1) 照査用震度について

現行の耐震設計の手順は、①工学的基盤における加速度時刻歴の設定、②一次元地震応答計算、③地表面の加速度時刻歴の算定、④周波数依存性及び継続時間の影響考慮、⑤補正加速度最大値の算定、⑥許容変形量の設定、⑦照査用震度の特性値の算定である。この設計手順の①～⑤は、波浪変形計算により沖波から防波堤の堤前波を求める手順と類似性がある。また、⑥、⑦により構造物の地震時変形量を制御することが可能であるという特徴を有する。しかし、以下のような不都合な点もある。

ア) 地震による岸壁の被災原因を究明する作業では、観測された地震波形から構造物に作用したと思われる震度を推定し、構造物の滑動や転倒さらには変位量などを検討する。一方、上記の耐震設計法では、地震時に許容する変形量をあらかじめ定めておいて照査用震度を算定する。そのため、地震による被災原因究明には不向きであり、地震被害の結果を設計法の改良に反映しにくい面がある。

イ) 許容変形量を用いて照査用震度を算定する式は、特定の地震応答解析手法を用いて検討されている。その解析手法が改良されたり他の解析法を用いたりした場合には変形量が異なってくる。そのため、レベ

ル1地震動による変形量をベースにした照査用震度と齟齬が発生する可能性がある。

これらの課題を解消するには、上記手順の①～⑤の作業で「作用震度」を求めて構造物の安定性を検討し、構造物の変位・応答が必要な場合は、適切な地震応答解析法を選択すればよいと考える。

(2) L1 地震動について

設計者が設計に用いるレベル1地震動を作成する際には国土技術政策総合研究所のHPにある港ごとの工学的基盤の地震波形を利用している。この地震波形の作成過程が通常の設計技術者には難しく、算定された地表面加速度波形が妥当であるかどうかの判断が難しい。また、海外での港湾施設の設計業務に従事する人からは、地震データの蓄積が無いところでは適用が困難であるという声もある。

これらの課題を解消するには、類型化した加速度や地盤種別、構造種別ごとに「作用震度」または「照査用震度」の妥当性を判断できる図表を整備すればよいと考える。また、ISO19901の付録にある世界の地域別震度（中身が妥当であるかどうか吟味する必要があるが）を利用した簡易な耐震設計法を考えてもいいのではないかと考える。

3.4 水工関係

- ①最近実施例が増えてきた港内の長周期波対策工法
- ②津波力の算定法、越流水に対する被覆石や被覆ブロックの所要質量算定法、イシュバッシュの式の見直しなど防波堤の耐津波設計法
- ③津波による海底の洗掘・堆積変形計算法
- ④津波引き波時の岸壁・護岸の安定性検討（2、3の試算では、岸壁や護岸の上に津波が遡上したあとに水位がケーソン等の設置水深まで下がると壁体が危険な状態になる。）
- ⑤ブシネスク法などを用いて岸壁や護岸の多重反射を考慮した港内波高分布から、越波量算定などに用いる換算沖波波高の算定法

3.5 地盤関係

- ①軟弱地盤中の杭の水平方向地盤反力係数 K_{ch} の算定法（道路橋示方書の方法がしばしば用いられているが、 N 値が1～2といった軟弱地盤に対して適用してよいかという疑問）
- ②埋立地盤の自重圧密解析
- ③浸透流を考慮した斜面の安定計算
- ④真空圧密工法
- ⑥部分係数法を用いた杭の支持力照査法

3.6 追加項目その他

- ①クレーン基礎のレール及び基礎梁の設計法の充実
輪荷重が80t/輪を越えるコンテナクレーンに対応したクレーン基礎のレール及び基礎梁の設計法
- ②洋上風力発電の支持施設など新規の技術基準対象施設の設計法
- ③昔の港湾基準に記述のあった大型石油タンカー用施設、石油パイプライン及び海上貯油基地施設の復活
- ④船舶牽引力や車止めに作用する力など算定根拠が忘れられつつある施設の設計法

3.7 港湾基準の発展

性能設計及び信頼性設計法は、自由な発想に基づく設計、新しい技術の円滑な導入及び国際規格との整合性などを促進するために港湾基準に導入された。この目的が十分に達成されているとはいいたいところがある。

港湾基準がなお一層充実したものとなり、また、海外でも活用されるためには、①利用者にわかり易く簡便であること（港湾構造物は力の釣り合いだけで設計できるものが多いので「雀を撃つのに大砲までは必要ない」、②港湾基準がガラパゴス化しないためにも外国の技術基準にも目を配ること、③レベル2、3の信頼性設計が設計実務者にも簡単にできるツールを用意することが大事であると考ええる。

4. 共同研究及び技術マニュアル

4.1 ゴム防舷材の維持管理ガイドライン（改訂版）

本マニュアルは平成22年7月に発刊したが、先般発生した東日本大震災後の調査結果より新たに判明した事象（火傷や取付穴損傷）や本ガイドラインの使い勝手に関する要望等を踏まえ改訂版を発刊した。

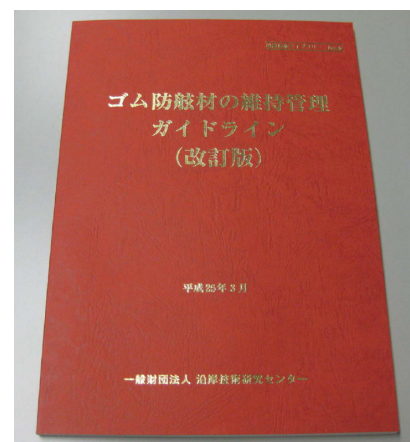


写真-2 ゴム防舷材の維持管理ガイドライン（改訂版）

4.2 津波漂流物対策施設設計ガイドライン

津波による被害については、津波そのものによる被害もさることながら、船舶、車両、コンテナ、木材などの津波漂流物の衝突により、多くの人命や財産が失われたり、漂流物が海域や港内に流出することによって、港湾の物流・人流機能が低下する。これら津波漂流物に対する対策として、漂流物を捕捉する施設が提案され、平成19年には釧路港で津波漂流物対策施設が整備された。このような施設に関する計画・設計基準が無かったので寒地港湾技術研究センターと共同して「津波漂流物対策施設設計ガイドライン」を作成している。

本ガイドラインで対象とする津波漂流物対策施設は、胸壁や堤防と異なり、漂流物は捕捉するが、流水は阻止しないものである。この施設は、一度の津波作用（連続した数波の津波作用は考慮）に対して機能すればよいとしている。施設を構成する杭とロープの設計では塑性設計法を全面的に採用している。

4.3 非鉄スラグ利用技術マニュアル

銅、亜鉛、フェロニッケルを精錬する際に発生するスラグは、性質のばらつきが小さく、硬くて重い等の特徴がある。これを港湾構造物のコンクリート工、地盤材料及び舗装工として利用する際の技術マニュアルを日本鉱業協会との共同研究で検討した。24年度には、非鉄スラグの港湾・空港工事に活用技術研究委員会（委員長：菊池喜昭東京理科大学教授）を設置して内容を審議し、暫定版を作成した。本年12月に発刊を予定している。

4.4 液状化対策としての静的圧入締固め工法技術

マニュアルーコンパクショングラウチング工法

ー（改訂版）

本マニュアルは平成19年に発刊したが、その後多くの施工実績が増え、また、平成19年に石狩湾新港で実施された「実物大の空港施設を用いた液状化実験」において多くの知見が得られた。主な改訂点は、最小改良率、ボトムアップ方式の標準化、繰返し圧入などである。

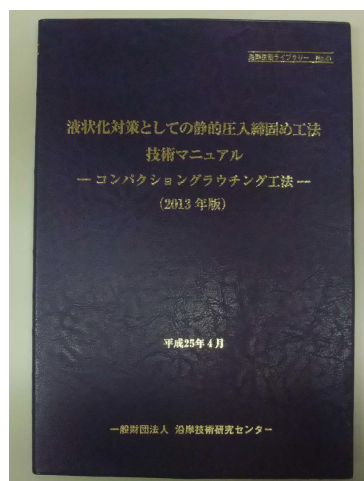


写真-3 CPG 工法技術マニュアル

4.5 外国文献の翻訳

港湾構造物の計画・調査・設計・維持管理に役立つような以下の外国文献を業務資料として翻訳した。

- ① Calibration to Determine Load and Resistance Factors for Geotechnical and Structural Design³⁾

本資料には、荷重や抵抗が持つバイアスや分散 COV をもとに荷重係数及び抵抗係数を決定する手順及びそれらの係数により決定された限界状態関数の信頼性指標 β をモンテカルロシミュレーションにより評価する手順が詳しく解説してある。

- ② EAU2004 : Recommendations of Committee for Waterfront Structures Harbors and waterways

本規格はドイツ国内の港湾構造物に関する技術基準としての性格を有しており、ユーロコードと調和的に構成されている。日本の港湾基準では余り記述されていない、限界状態に応じた荷重の組み合わせ、浸透流がある場合の土圧計算法、地盤のヒービング破壊、フラップ弁を用いた排水、クレーンレール基礎、船舶スクリューの噴流による洗掘とそれに対する対策などに関する記述を抜粋して翻訳した。

- ③ Operation Queensland The State Community Economic and Environmental Recovery and Reconstruction Plan 2011-2013

2010年11月～2011年2月にかけての洪水とサイクロンにより、オーストラリアのクイーンズランド州はその99%が被害を受け、37名の犠牲者が出た。住居や企業、住民生活そして産業、州全域の道路、鉄道が壊滅状態になった。本資料には、復興のための戦略・作戦、復興庁の組織、実施計画、行動指針、プロジェクト管理、報告等が説明されており、日本での大規模災害の復旧計画策定に参考となるところが多い。

5. 確認審査業務

沿岸技術研究センターは、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、平成 19 年 10 月 1 日に設置した確認審査所が「港湾の施設の技術上の基準との適合性を確認する業務」を開始した。平成 24 年度は、15 件（防波堤 4 件、護岸 1 件、係留施設 7 件、廃棄物護岸 1 件、荷役機械 2 件）の申請案件を取り扱った。申請者の内訳は、港湾管理者 6 件、民間企業 9 件であった。

確認審査結果を審議する「適合判定会議」で話題になった最近の事項を以下に紹介する。

- ① 既存施設の一部を残し、新設する施設と一体で運用する事例がある。この場合、既存施設の健全度を調査し評価することが必要であるが、それが不十分な事例があった。
- ② 防波堤上部工の安定性の検討において、揚圧力の大きさや揚圧力と浮力の関係が地域によって異なる事例があるので統一することが望まれる。
- ③ N 値から $\tan \phi$ の特性値算出において、バラツキ及びデータ数の補正は必要なのに補正を行っていた。一方、塑性指数はコンシステンシー試験から求めるのでバラツキ及びデータ個数の補正をする必要があるが行っていない事例があった。
- ④ 単杭ドルフィンを用いた係留システムの事例があった。
- ⑤ 総トン数 10 万トン以上の船舶についての牽引力の標準値が無い。また、クイックリリースフックの使用も増えているので、これらの標準化が望まれる。
- ⑥ 廃棄物埋立護岸の鉛直遮水と底面遮水の取り付け部のラップ長の考え方を統一することが望まれる。
- ⑦ 基準告示第 93 条では、廃棄物が津波等により場外に流出しないよう規定してあるが、対象とする津波の考え方が明確でないので統一することが望まれる。

参考文献

- 1) 斎藤誠：「異次元緩和」の評価，日本経済新聞（2013 年 4 月 16 日，経済教室）
- 2) 国土技術政策総合研究所，土木学会：国際規格等による技術基準への影響検討業務報告書，平成 25 年 2 月
- 3) 例えば，Tony M. Allen, Andrzej S. Nowak, Richard J. Bathurst: Calibration to Determine Load and Resistance Factors for Geotechnical and Structural Design, Transportation Research Circular Number E-C079 Transportation Research Board, September 2005