

# 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 27 年度）

山本 修司\*

\*（一財）沿岸技術研究センター 参与 国際沿岸技術研究所長  
確認審査所 確認員

本稿では、平成 27 年度に国際沿岸技術研究所が実施した、技術基準の改正に関する調査、民間企業との共同研究、ISO/CEN に関する情報収集及び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, クレーン, LRFD, カルシア

## 1. はじめに

平成 27 年度には、ラグビーW 杯での歴史的勝利、川内原発再稼働、安全保障関連法の成立、TPP 大筋合意、普天間移設問題が法廷へ、新国立競技場・エンブレム問題、ノーベル医学・生理学賞及び同物理学賞の受賞、北陸新幹線開通などの出来事があった。

日本経済は、「大胆な金融政策」、「機動的な財政運営」、「民間投資を喚起する成長戦略」のいわゆる「三本の矢」の一体的推進により、緩やかな回復基調が前年から続き、27 年度においても、実質雇用者報酬の伸びがプラスとなるなど雇用環境が引き続き改善し、好循環が更に進展するとともに、交易条件も改善する中で、堅調な民需に支えられた景気回復が見込まれるとし、平成 27 年度の実質 GDP は 1.5%程度、名目 GDP 成長率は 2.7%が見込まれるとして出発した。

港湾の分野では、「経済財政運営と改革の基本方針 2014（平成 26 年 6 月 24 日閣議決定）」、「日本再興戦略改訂 2014（平成 26 年 6 月 24 日閣議決定）」を踏まえ、「東日本大震災からの復興加速」、「成長戦略の具体化」、「国民の安全・安心の確保」、「地域の活性化」の 4 分野に重点化した施策が展開された。クルーズ船の受入を円滑にするための先導的事業、長寿命化計画策定費補助の期間の延伸、遠隔離島における港湾の管理体制の構築、緊急物資等の輸送確保に向けた港湾における民有護岸等の耐震改修促進のための課税標準の特例措置、国際戦略港湾及び一定の要件を満たす国際拠点港湾の港湾運営会社が取得した荷さばき施設に係る課税標準の特例措置などの新規制度・税制が始まった。

## 2. 国際規格の動向について

土木学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<sup>1)</sup>。その調査報告書から港湾に関係が深い国際規格の動向を紹介する。

### 2.1 設計一般 (ISO, CEN)

#### (1) ISO2394

ISO/TC98/SC2 が担当している ISO2394 General principles on reliability for structures が 2014 年に改正された。この国際規格は、規準作成を目的とする場合や特定のプロジェクトの構造設計及びその評価に関する意思決定などの場合に適用される。そのため、この国際規格は、各国の国家規格又は実務規準を作成する責任者が利用することを意図したものである。また、構造設計とその評価に関する意思決定を支えるために、リスクと信頼性の原則をどのように活用するかについて述べている。具体的方法は、以下の目次の 7, 8, 9 章に記述がある。

Foreword

Introduction

1 Scope

2 Terms and Definitions

3 Symbols

4 Fundamentals

4.1 General

4.2 Aims and requirements to structures

4.3 Conceptual basis

4.4 Approaches

4.5 Documentation

5 Performance modelling

6 Uncertainty representation and modelling

7 Risk informed decision making

8 Reliability based decision making

9 Semi-probabilistic method

Annex

AnnexA (informative) Quality management

AnnexB (informative) Lifetime management of structural integrity

AnnexC (informative) Design based on observations and experimental models

AnnexD (informative) Reliability of geotechnical structures

AnnexE (informative) Code calibration

AnnexF(informative)Structural robustness  
AnnexG(informative)Optimization and criterion on the basis on life safety

Bibliography

この規格を適用するには条項と付属書に含まれていることを越えた知識を必要とし、その適用が適合していることの確認は使用者の責任である。

(2) サステナビリティ

ISO/TC59 (建築及び土木工事) は 1947 年に設置され、現在 8 つの SC が活動している。

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/NP18177(Sustainability in building construction- Sustainability Framework for methods of assessment of sustainability performance of construction works - Part2: Civil engineering works)の検討を始めた。

(3) 荷役機械

TC96 (Cranes) では、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 10 の SC がある。SC10 の Seismic Design WG ではクレーンの耐震設計に関する規格を審議しており、以下の二つが重要である。

① ISO8686- 1 :2012 Cranes-Design principles for loads and load combinations-Part1:General  
この規格は既に ISO 規格として成立している。

② ISO11031 (Cranes-Principles for seismically resistant design)は本年発行の見込みである。

上記の耐震設計指針は、日本が主導的に作成に携わった規格である。審議の中で ISO8686-1 で規定されている評価方法との整合性、アメリカの Uniform Building Code や EN 規格の考え方の導入、応答スペクトル法の本文への組み込みなどで調整に多くの労力を費やしたとのことである。

日本クレーン協会の規格 JCAS1101-2008「クレーン耐震設計指針」との対比を表-1 に示す。

表-1 ISO11031 と JCAS の比較

	ISO11031	JCAS
地震荷重の算定	修正震度法、応答スペクトル法が基本。別法として時刻歴法	修正震度法が基本。別法として応答スペクトル法、時刻歴法
水平地震加速度の作用方向	水平 2 方向又は最大水平加速度方向	走向方向及び横行方向
地震荷重の組み	上記の方向の水	同左 ( $K_v=1/2K_h$ )

合わせ	平地震荷重+垂直地震荷重	
入力地震動	再現期間 475 年の地震動*1	レベル 1 及びレベル 2 地震動
基本震度 $K_H$	$K_H=A_{bg}\beta_2\beta_3fcon$ $A_{bg}$ : 基本加速度 (0.18~0.45) $\beta_2$ : 地盤種別補正係数 $\beta_3$ : 加速度応答倍率補正係数 $fcon$ : 重要度係数 0.16	$K_H=K_0\beta_1\beta_2\beta_3\beta_4$ $K_0$ : 0.15 $\beta_1$ : 地域別補正係数 (0.4~1.0) $\beta_2$ : 同左 (1.4~2.0) $\beta_3$ : 同左 (クレーンの固有周期と地盤種別により算定) $\beta_4$ : クレーン種別補正係数 (0.4~1.0)

\*1 重要度係数の中に  $fcon=0.16$  という係数が含まれており、再現期間 475 年は実質的には再現期間 72 年の震度に相当する。

再現期間を 475 年から 72 年へ換算することは、SEAOC Vision2000 図-1 において、Fully Operation で建造物の重要性を Safety Critical Objective から Essential/Hazardous Objective に落としたことに相当する。

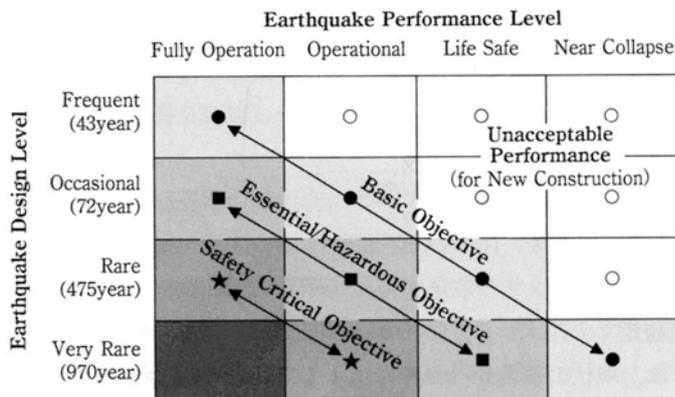


図-1 [SEAOC Vision2000 1995]

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規格、TC190 の地盤環境に関する規格及び TC221 のジオシンセティクスに関する規格に関与している。

TC182/SC1 は室内土質試験法に関する規格を策定・審議することになっているが、ここ 10 数年開催されていない。その理由は、新規作業項目のほとんどで CEN リードのウィーン協定が適用され、CEN/TC341 (Geotechnical investigation and testing) で規格案審議が行われているからである。表-2 に審議対象の規格を示す。これらの規格は、現在 TS (暫定的に適用を試みる規格であり、ISO

規格ではないが、正式な ISO の刊行物として取り扱われる技術仕様書) 段階である。現在 TS の見直し作業とともに ISO 化への審議が活発に行われている。我が国も ISO からの正式オブザーバーの立場で会議に参加し、積極的に意見を述べている。

表-2 CEN/TC341/WG6 で取り扱う規格

ISO/TS 番号	タイトル	日本の標準規格 - 番号
17892-1	Determination of water content (含水比の測定)	JIS A 1208
17892-2	Determination of density of foamed soil (発泡土の密度測定)	JIS A 1209
17892-3	Determination of particle density (土粒子密度の測定)	JIS A 1207
17892-4	Determination of particle size distribution (土の粒度測定)	JIS A 1204
17892-5	Incremental loading oedometer test (増加分層圧縮による圧縮試験)	JIS A 1217
17892-6	Fall cone test (フリーコンテスト)	なし
17892-7	Unconfined compression test on fine-grained soils (土の無拘束圧縮試験)	JIS A 1219
17892-8	Unconfined uniaxial tensile test (土の無拘束単軸引張試験)	JIS Q821
17892-9	Compaction related compression tests on water-reduced soils (低含水土の圧縮試験)	JIS Q822, JIS Q824
17892-10	Direct shear tests (直せん断試験)	JIS Q8090, JIS Q8091
17892-11	Determination of permeability by constant and falling head (透水性の測定)	JIS A 1216
17892-12	Determination of Aronson method (アロンソン法の測定)	JIS A 1203, JIS Q8142

試験方法の審議における議論のいくつかを紹介する。

- ①液性限界試験：キャサグランデ法 (JIS で採用) とフォーロコン法の優劣の議論があったが両手法を記載することになった。キャサグランデ法で用いる黄銅皿の大きさが各国で違うが、ASTM (米国規格) に準じて、必要に応じて幅を持たせることになった。また、溝切りは 1 種類 (日本でも採用しているもの) に統一されるとともに、溝の合流長さ 13 mm が採用された。
- ②圧密試験：メンブレン補正は、日本とドイツを除く全ての国が必須とする意見であった。さらに、圧密時からメンブレン補正を行うこととなった。非排水試験のせん断速度は BS の規格に基づいて、2%/h 以下とする記述があったが、砂の場合にはもっと速い速度でせん断する場合があるということで、この記述は削除された。
- ③段階載荷による圧密試験：複雑な試験のため各国から 100 件以上の意見が出てきた。主な項目は、圧密容器の寸法、供試体の最大粒径と供試体高さの比 (多数決で 1/5 となった。), 載荷段数 (最低 7 段階となった), 圧密量 - log t (日本で使われている曲線定規法は記載されない), 圧密リング内径と多孔版の直径の差、供試体の直径/高さなどである。
- ④土の粒度の測定：沈降分析に用いる試料の最大粒径は 0.063 mm ~ 2 mm と幅をもった記述となった。

(2) ジオシンセティック

この分野の規格については、欧州の CEN と米国の ASTM の影響が大きい。我が国では、国内メーカーによって様々なジオシンセティック製品が開発され流通しているが、試験方法は 2 件の JIS 及び 5 件の JGS 基準があるのみである。

TC221 (Geosynthetics) では、ジオテキスタイル、ジオメンブ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。現在以下の 5 つの WG が活動している。

WG2 (用語, 判別及びサンプリング, 幹事国: 米国)

- WG3 (力学的特性, 幹事国イタリア)
- WG4 (水理的特性, 幹事国: イギリス)
- WG5 (耐久性, 幹事国米国)
- WG6 (設計法, 幹事国: イギリス)

WG6 では、分離、ろ過、排水、安定化、保護、補強、表面浸食保護、封じ込め、アスファルト舗装の応力低減を対象に現行設計法の基本的考えを総括し、試験法の正しい活用法をまとめた技術報告書 TR の出版を目指した活動が行われている。排水材の選定と排水層の配置や軟弱地盤のバーチカルドレーン工法、ジオシンセティックの排水性能を考慮した設計などは、我が国が十分な研究成果と現場への適用実績を持っているので国際規格に反映されることが望まれる。

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 7SC が活動中である。

- SC1 Test method for concrete 幹事国: イスラエル
  - SC3 Concrete production 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
  - SC8 Environmental management for concrete and concrete structures 幹事国: 日本
- SC2 は既に終了しているため欠番である。

SC3 関連では、ISO22966 (コンクリート構造物の施工) と ISO12439 (コンクリート用練混ぜ水) の定期見直しについては、日本やインドから修正意見が示されたが投票の結果、現状を維持することとなった。また、ISO15596 (コンクリート用化学混和剤) については、日本から削除することを要求した固形分量及び赤外線スペクトルに関する規定は、維持されることとなった。イスラエルから提案された水中不分離性混和剤に関する規定は採用された。ISO15595 (コンクリート用骨材) については、最大の課題であったふるい目の寸法に起因する粒度に関する規格値 (粗骨材と細骨材との境界、微粒分の粒径、粒度分布) の JIS との違いについて、日本及びインドからの意見が尊重され、ISO565 (試験用ふるい) に規定されている寸法も採用されることとなった。

SC4 関連では、ブラジル、韓国、米国の各国家規格が、

ISO19338 (構造コンクリートに関する国家規格の承認のための性能及び評価要求事項)に基づくみなし規格として承認するかについて審議が行われ、ブラジルの ABNT NBR6118:2014 Design of concrete structures, 韓国の KCI2012 Korea structural concrete design code, 米国の ACI318-14 Building code requirements for structural concrete が 総会において可決・承認された。

SC6 関連では、コンクリート補強用 FRP の試験方法及び FRP で補強されたコンクリート構造物の設計法についての規格が開発されている。日本が提案し既に国際規格となっている

ISO10406-1 Fibre-reinforced polymer (FRP) reinforcement of concrete-Test methods-Part1:FRP bars and grids と ISO10406-2 Fibre-reinforced polymer (FRP) reinforcement of concrete-Test methods-Part2:FRP sheets は定期見直しの結果、規格として発行された。コンクリート構造物の耐震診断と補強指針である ISO16711 Seismic assessment and retrofit of concrete structures 及び ISO13315-2 environmental management for concrete and concrete structures-Part2: System boundary and inventory data も規格として発刊された。

### 3. 港湾基準・同解説について

#### 3.1 基準改正の方向

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、照査方法には信頼性設計法が採用された。また、港湾ごとに算定される地震波を用いた耐震設計法など新しい設計法も採用された。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きている。一方で、最近の行政需要に答えるための技術的事項が増えていることやより合理的な設計法が求められていることから、国において港湾基準の改正作業が行われている。主な改正事項は以下のとおりである。

- ①コンテナ船やクルーズ船の大型化への対応 (船舶及び係留施設の諸元の見直し、津波に対する避泊規模の検討等)
- ②施設の適切な維持管理・更新と施工の安全確保 (設計時における維持への配慮、大規模仮設工事の安全確保等)
- ③施設の改良・更新 (改良時の設計供用期間の考え方、増深・耐震改良などの改良設計手法等)
- ④レベル 1 信頼性設計法の見直し (部分係数法から荷重抵抗係数法へ)
- ⑤耐震設計法の見直し (被災事例の検証による照査用震度の見直し)
- ⑥耐波・耐津波設計の充実 (高波・高潮による偶発作用、護岸等における吸出し・陥没、粘り強い構造の照査法、うねり性波浪の導入等)

#### ⑦港湾調査技術の体系化

#### 3.2 荷重抵抗係数法について

筆者は、部分係数法と荷重抵抗係数法を比較すると、荷重抵抗係数法には以下のようなメリットがあると考え

- ①限界状態と力学的イメージ：設計の最終段階まで、構造物の最もありそうな挙動を追跡するので、力学的イメージと合致して設計できる。
- ②設計作業：部分係数が少ないので、作業の煩雑さが改善され設計ミスも少なくなる。
- ③技術開発成果の導入：部分係数法と同様に個別の設計変数の持つ不確実性を評価して照査式に組み込むことができる。また、照査式自体の不確実性と設計パラメータの不確実性を分離できない事例への適用性が高い。
- ④詳細設計との関係：基本設計で用いた特性値で算定した荷重値を配筋設計等にそのまま使用できる。
- ⑤改良設計：改良に用いる構造や材料が異なると両設計法とも適用が困難であるが、モンテカルロシミュレーションにより破壊確率を算定するのであれば、荷重抵抗係数法の方が簡単である。
- ⑥海外の港湾工事への適用：日本の地盤・土質について部分係数法でキャリブレーションした部分係数を海外でそのまま適用することは困難である。荷重抵抗係数法では、荷重側と抵抗側をそれぞれ大きくくりするので、設計パラメータの不確実性を明らかにすれば海外でも適用可能である。

#### 3.3 海洋・港湾構造物設計士会の活動

海洋・港湾構造物設計士は、平成 24 年度に当センターが実施する任意の資格制度として発足した。平成 28 年 2 月には「公共工事に関する調査及び設計等の品質確保に資する技術者資格登録規定」に基づき、いわゆる国の認定資格となった。現在、合格者は、設計士 113 名、設計士補 14 名が登録されている。海洋・港湾構造物設計士会は設計士及び設計士補から構成される任意団体(現在 71 名)で、自己研鑽・親睦を目的に研修会、勉強会等を行っている。本年 4 月に国土技術政策総合研究所の技術基準関係者と意見交換会を開催した。その際、会員から提出された設計関係の話題の主なものを以下に示す。

- ①既設構造物改良における木杭の評価手法
- ②施工時(暫定断面で一定期間放置するような場合等)の安定性照査手法
- ③矢板式岸壁で耐震・増深対策として根入れ部地盤改良を行う場合の改良範囲設定
- ④靱性を考慮した鋼管の径厚比について
- ⑤自立矢板式護岸の照査用震度について
- ⑥防波堤・護岸等の施工時の作用の考え方と部分係数について
- ⑦重力式係船岸の照査用震度(岩盤の起伏の大きい場合)

の算定について

- ⑧建築物が載荷した場合のジャケット棧橋の性能規定値について
  - ⑨矢板岸壁に用いたグラウンドアンカーの鉛直力に対する照査について
  - ⑩土質データ数が少ない場合の補正係数 $b_2$ について
  - ⑪既設構造物の永続状態（滑動、円弧すべり）の評価
  - ⑫航路埋没対策施設の壁面に作用する動水圧、波圧について
  - ⑬矢板継手部をアスファルトマスチック等で遮水する場合の総合的な透水係数
  - ⑭防波堤堤頭部の消波ブロックの施工範囲
- 次回の基準改正において、このような設計実務上の課題について一定の方向が示されることを期待している。

#### 4. 共同研究及び技術マニュアル

##### 4.1 港湾・海岸におけるフラップゲート式陸閘技術マニュアル

早稲田大学、港湾空港技術研究所、日立造船株式会社との共同研究（平成 25～26 年度）の研究成果をもとに本技術マニュアルを本年 7 月に発刊した。このフラップ式陸閘は、津波・高潮時に浸水してきた水の浮力を利用して扉体が旋回起立することで防潮堤開口部を自動的に閉鎖する新しい形式の陸閘であり、以下の特徴を有している。

- ①人が操作を行う必要が無く、操作者が危険に曝されることがない。
- ②電力等の動力を必要としないので、停電時でも作動する。
- ③津波到達の直前まで避難路として使用できる。
- ④遠地地震津波や高潮に対しては、人力により事前に起立させることができる。

本マニュアルの作成にあたっては、「港湾・海岸におけるフラップゲート式陸閘技術マニュアル作成委員会（委員長：清宮理早稲田大学教授）」でのご審議、ご指導をいただいた。



写真-1 撫養海岸のフラップ式陸閘



写真-2 港湾・海岸におけるフラップゲート式陸閘技術マニュアル

##### 4.2 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作成した。27 年度には、非鉄スラグの港湾・空港工事用材料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、27 年 9 月に本技術マニュアルを発刊した。



写真-3 非鉄スラグ利用技術マニュアル

##### 4.3 カルシア改質土技術マニュアル

カルシア改質土とは、カルシア改質材（溶銹、スクラップなどを製錬し、靱性や加工性を有する鋼を製造する製鋼工程で生成する石灰、二酸化珪素、酸化鉄などを主成分とする無機物を成分管理して粒度調整したもの）を粘土・シルト分の多い浚渫土に混合して、土質特性を改善した土木用材料である。浅場・干潟造成、浚渫地埋戻し等の海域環境再生用材や埋立材などへの利用が期待されている。カルシア改質土研究会との共同研究において、カルシア改質土技術マニュアル委員会（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た。本マニュアルは 10 月に発刊を予定している。

## 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 27 年度は、23 件（防波堤 4 件、護岸 1 件、閘門 1 件、係留施設 11 件、廃棄物護岸 3 件、荷役機械 3 件）の申請案件を取り扱った。申請者の内訳は、港湾管理者 18 件、民間企業 5 件であった。

確認審査結果を審議する「適合判定会議」で話題になった設計に関する事項を以下に紹介する。

- ① PC ホロー桁を栈橋法線平行方向に配して、法線方向の杭間隔を法線直角方向よりも大きくとった栈橋の設計。このような場合には、栈橋の固有周期が法線平行方向と直角方向で異なる。また、PC ホロー桁の支承条件（固定・可動の位置）によって杭頭モーメント等の最大値の発生箇所が変化する。従って、地震時の検討は両方向で検討する必要がある。
- ② 船舶の大型化に伴い、矢板岸壁を増深する改良設計。増深前の既設矢板の初期応力から増深後の応力を推定する手法が確立していない。土留壁の段階掘削時の照査に用いる弾塑性梁法あるいは二次元 FEM 解析を準用することが考えられる。増深した場合、矢板の根入れ長が不足するので前面の地盤を CDM 等で改良することがある。その改良体に作用する土圧の算定法が確立していないので、改良体の幅、高さを合理的に決めることが困難である。
- ③ 防舷材の配置間隔が大きいと、船舶が栈橋上部工に接触するおそれがある。
- ④ 矢板護岸隅角部のタイ材の配置で、控え工の位置は隣接する矢板護岸の主働崩壊面＋受働崩壊面の外側にあるべきである。
- ⑤ 土地利用の関係で、矢板岸壁の控え工の位置が岸壁法線から相当離れた位置に取らざるを得ないために、タイ材が長くなった。このような場合にはタイ材の伸び量をチェックする必要がある。
- ⑥ 設計波の増大に伴って、防波堤をコンクリートで増幅する設計。既設ケーソンとコンクリート部をケミカルアンカーで接続する事例が増えているが、接続部に作用する荷重の考え方が確立していない。
- ⑦ 船舶の大型化に伴って既存施設の増深に対する検討の他、防舷材や係船柱のランクアップも忘れずに検討しなければならない。

上記の③に関係することであるが、防舷材の配置間隔  $\ell$  を算定する式として以下のようなものがある。算出される値は、BS6349 にある  $\ell \leq 0.15L$  ( $L$  は船長) より少し小さく、日本での経験的な値  $1/10 \sim 1/15L$  より大き目である。

船舶と防舷材の幾何学的形状から導かれたもののように便利な式であるがその出典が分からない。御存知の方は御教示いただきたい。

$$\ell \leq 2\sqrt{h(r^2 - (r-h)^2)}$$

$$\ell \leq 2\sqrt{h(b/2 + L^2 / (8B - h))}$$

$r$ : 船舶舷側部の曲率半径  $\approx B/4 + L^2/16B$

$h$ : 圧縮時の防舷材高さ

$L$ : 船舶の全長

但し、接岸角度  $\theta$  が、

$$2r \sin \theta < \sqrt{(L/4)^2 + (B/2)^2}$$

の場合に限る。

## 参考文献

- 1) 国土技術政策総合研究所, 土木学会: 平成 27 年度土木構造物を対象とした国際基準要件調査業務報告書, 平成 28 年 3 月
- 2) 本城勇介: 地盤工学における信頼性設計法に関する研究の展望と課題, 地盤工学会誌, Vol. 63, No. 5, 2015