

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 26 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 26 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, 製鋼スラグ, *conformity assessment*

1. はじめに

平成 26 年度には、STAP 細胞論事件、消費税 8% スタート、日朝政府の拉致被害者全面調査合意、富岡製糸場の世界遺産登録、集団的自衛権の限定容認の閣議決定、日本海側の想定津波公表、御嶽山噴火、リニア中央新幹線の工事実施計画認可、日銀の“サプライズ緩和”、衆院選挙などの出来事があった。日本経済は、▲1.0%のマイナス成長ではあるものの在庫投資が減少し、個人消費が上向いており、中身としては悪くないという評価が多い。①円安・株高、②緊急経済対策などの財政政策、③原油価格の大幅下落という“トリプルメリット”の下、輸出回復や設備投資の増加が平成 27 年度も期待されている。公的部門では、公共投資の請負金額が 26 年春をピークに減少に転じてはいるが 14 兆円程度を維持して来た。但し、人材のボトルネックや建設コストの高止まりが続いており、GDP の押し上げ効果が後ずれする懸念がある。一方、財政面では、消費税率 10%への引き上げが延期されたことで、財政再建への道りが陰しさを増し、国・地方のプライマリーバランスはさらに悪化している。日本の将来のために財政再建、医療・年金制度改革の道筋を早くつけることが喫緊の課題である。

港湾の分野では、「好循環実現のための経済対策（平成 25 年 12 月 5 日閣議決定）」を踏まえて、「東日本大震災からの復興加速」、「国民の安全・安心の確保」、「経済・地域の活性化」の 3 分野に重点化した施策が展開された。国際コンテナ戦略港湾における港湾運営会社に対する集貨支援制度や物流施設の整備に対する支援の拡充、民有護岸等（特定技術基準対象施設）の耐震化の推進制度、老朽化・陳腐化した物流施設の再編・高度化、海岸保全施設の戦略的な維持管理の推進などの新規制度が始まった。

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¹⁾。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) ISO2394

*ISO/TC98/SC2*では *ISO2394 General principles on reliability for structures* の FDIS が昨年 12 月賛成多数で可決され発刊された。

この ISO2394 改訂版の目次を見ると、以下の項目が追加されている。

7 *Risk informed decision making*

8 *Reliability based decision making*

Annex D(informative) Reliability of geotechnical structures

Annex E(informative) Code calibration

Annex F(informative) Structural robustness

Annex G(informative) Optimization and criterion on the basis on life safety

今回の改定では、リスク概念やリスクに基づく意思決定が構造物の安全性や信頼性に関する規制及び標準化の基本として位置づけられている点が新しい。シナリオに基づくリスクの枠組みは異なる分野でも統一的なモデル化手法を可能にし、ロバスト性を考慮しつつ直接・間接的影響を取り扱うものである。性能の妥当性の検証として、リスクに基づく方法、信頼性に基づく方法、準確率的方法が提案されている。

(2) 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 *Sustainability in building Construction--Sustainability Indicators Part2:*

Framework for the development of indicators for civil engineering works の策定を進めてきたが、TS (技術示

方書)として出版された。この規格は、設計、施工、供用、維持及び廃棄における土木工事のサステナビリティ性能を評価するサステナビリティ・インディケータの使用と開発を考慮して、

- ① 土木工事への一般的なサステナビリティ原則に適合し、
- ② 一連のコア・サステナビリティ・インディケータの開発の枠組みを含み、
- ③ コア・サステナビリティ・インディケータの定義・使い方、ルール

を記述したものである。

サステナビリティ・インディケータは、

- ・ 公的機関及び政策立案者
- ・ 投資家、オーナー、プロモータ及び運営管理者
- ・ 政府及び非政府組織

・ インフラ整備によってサービスを受けるユーザーなど多くの利害関係者による意思決定において必要とされる。こ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。

(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 ISO/WD11031 N10, Design principles for seismic loads は承認され、現在 ISO/FDIS11031, N10 Cranes-Principles for seismically resistant design となっている。

本ISO案では、日本が提案していた修正震度法による地震力算定に加えて、EUから強い要望があった応答スペクトル法も本文に記述されることとなった。また、基本震度 A_{bg} (Normalized basic acceleration) は0.45となっているが、クレーンの使用期間に応じて設計震度を低減できるようになっているので、日本クレーン協会のクレーン耐震設計指針で算定される値と大差はないようである。いずれにしても労基法のクレーン構造規格の見直しにもつながる可能性がある。

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、CENTC341 (Geotechnical investigation and testing)で規格案審議が行われているからである。表-1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-1 CEN/TC341/WG6で取り扱う規格

表-2.4.1 CEN/TC341/WG6で取り扱う規格

ISO/TS 番号	タイトル	日本の関連規格・基準
17892-1	Determination of water content (含水比の測定)	JIS A1203
17892-2	Determination of density of fine-grained soil (細粒土の密度測定)	JIS A1225
17892-3	Determination of particle density (土粒子密度の測定)	JIS A1202
17892-4	Determination of particle size distribution (土の粒度の測定)	JIS A1204
17892-5	Incremental loading oedometer test (段階載荷による圧密試験)	JIS A1217
17892-6	Fall cone test (フォールコーン試験) (飽和粘性土の非排水せん断強さを求めるための試験)	なし
17892-7	Unconfined compression test on fine-grained soils (細粒土の一軸圧縮試験)	JIS A1216
17892-8	Unconsolidated undrained triaxial test (非圧密非排水三軸圧縮試験)	JGS 0521
17892-9	Consolidated triaxial compression tests on water-saturated soils (飽和土の圧密三軸圧縮試験)	JGS 0523, JGS 0524
17892-10	Direct shear tests (一面せん断試験)	JGS 0560, JGS 0561
17892-11	Determination of permeability by constant and falling head (定水位および変水位による土の透水係数の測定)	JIS A1218
17892-12	Determination of Atterberg limits (アッターベルグ限界の測定)	JIS A1205, JGS 0142

審議事項から興味深い内容を以下に紹介する。

- ① ISO/DIS 17892-5 (圧密試験)
 - ・ $e-\log p$ 曲線の横軸は、対数軸とせず普通軸でもよい。
 - ・ 単位について、サイズはmm, 質量g, 密度はMg/m³, を使う。
- ② ISO/DIS 17892-8 (非圧密非排水三軸試験)
 - ・ 試験可能な試料の最大粒径は供試体直径の1/6とする。
 - ・ せん断速度は、日本の基準よりも複雑な方法で決めることとなる。
- ③ ISO/DIS 17892-7 (一軸圧縮試験)
 - ・ 一軸圧縮試験では、せん断 (shear) という用語は用いず圧縮 (compression) のみを使用する。
 - ・ 試験可能な試料の最大粒径は供試体直径の1/6とする (日本では、粒度が良い場合には1/5まで認めている)。
 - ・ 取り扱う供試体は、undisturbed, re-compacted, remoulded, reconstitutedの4種類とした。
 - ・ 直径3.5cmの供試体(面積は1,000mm²より小さい)を使用してもよい(日本の意見が認められたものである)。

(2) 地盤環境

TC190(Soil quality)では、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。今後の規格化活動のテーマに関して以下の提案がなされている。

- ・持続的な土壌利用のための土壌の生産能スコアリング
- ・サステイナブルレメディエーション
- ・水食の予測
- ・土壌と気候変動
- ・土壌のN₂O還元能評価
- ・ISO/TC207との協力
- ・コンセプトualサイトモデル

各SC内にWGが設けられて内容を審議している。
その規格の一端を以下に紹介する。

① SC3/WG1 : Trace elements

- ・ISO/DIS 17586 Soil quality- Extraction of trace elements using dilute nitric acid methodの策定.
- ・ISO/CD 14869-3 Soil quality-Dissolution for the determination of total elementcontent-Part3: Dissolution with hydrofluoric, hydrochloric and nitric acids using pressurized microwave technique

② SC3/WG6 : Organic contaminants

- ・ISO/DIS 22155 Soil quality-Gas chromatographic determination of volatile aromatic and halogenated hydrocarbons and selected ethers-Static headspace method
- ・ISO/DIS 15009 Soil quality-Gas chromatographic determination of the content of volatile aromatic hydrocarbons, naphthalene and volatile halogenated hydrocarbons-Purge-and-trap method with thermal desorption
- ・ISO/DTS 16558-1 Soil quality-Risk based petroleum hydrocarbons-Part 1: Determination of aliphatic and aromatic fractions of volatile petroleum hydrocarbons using gas chromatography(static headspace method)
- ・ISO/DTS 16558-2 Soil quality-Risk based petroleum hydrocarbons-Part 2: Determination of aliphatic and aromatic fractions of semi-volatile petroleum hydrocarbons using gas chromatography with flame ionization detection

③ SC7/WG3 Ecotoxicological Characterization

- ・ISO/CD 19204 Soil quality-Procedure for site-specific ecological risk assessment of soil contamination

表-2 ISO/TC190の構成

TC/SC	内 容	幹事国
TC190	Soil quality (地盤環境)	オランダ
SC1	Evaluation of 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—地盤環境調査用のサンプリング)	ドイツ
SC3	Chemical methods and soil characteristics (化学的方法と土の特性)	ドイツ
SC4	Biological methods (生物学的方法)	フランス
SC5	Physical methods (物理学的方法)	デンマーク
SC6	Radiological method (放射線的方法)—1996年解散	ドイツ
SC7	Soil and site assessment (土および現地評価)	ドイツ

(3) ジオシンセティック

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5つのWGが活動している。

WG3 (力学特性) では、ISO 10319:2008

Geosynthetics-Wide-width tensile test と ISO 25619-2:2008 Geosynthetics-Determination of compression behavior-Par2t:Determination of short term compression behaviorの内容改訂が議論されている。

WG4 (水理的特性) では、鉛直ドレーン材PVDを波状に変形させた状態での長期排水性能試験法が審議されている。また、ジオシンセティックのガス透過性及び面内方向通水性能試験に関する新規事項に取り組むこととなった。

WG6 (設計法) 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) の出版を目指して活動が行われている。担当は以下のとおりであるが、ユーロコードの影響が強く感じられる。

第1章:総則(英)、第2章:分離(独)、第3章:ろ過(カナダ)、第4章:排水(伊)、第5章:安定化(英)、第6章:保護(英)、第7章:補強(CENリード)、第8章:表面浸食保護(CEN/TC189/WG1)、第9章:封じ込め(独)、第10章:アスファルト舗装の応力低減

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 *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は既に終了しているため欠番である。

SC6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 ISO の確認基準を満たしていることが確認された。また、日本が原案を作成した ISO14484 : *Performance guidelines for concrete structures using fibre-reinforced polymer (FRP)* が刊行された。コンクリート構造物の耐震診断と補強指針である ISO/CD16711 *Seismic assessment and retrofit of concrete structures* は DIS として承認され次の段階に移行している。SC8では、

ISO/WD13315-2 *environmental management for concrete and concrete structures-Part2: System boundary and inventory data* が2014年3月に IS として承認され刊行された。

2.4 鋼構造関連

港湾構造物に関係が深い規格として、TC156 (金属及び合金の腐食) が扱っている以下の2つの規格がある。我が国の国内審議団体はステンレス協会

- ① ISO 12696 : 2012 *Cathodic protection of steel in concrete*
- ② ISO 13174 : 2012 *Cathodic protection of harbor installations*

ISO 12696については、国内の指針・示方書と細かい点で違いがあるが基本的には許容できる内容となっている。一方、ISO 13174に関しては、

- ① EN (ユーロコード) を引用せよという記述が多く、EN に精通していないと使用できない (解釈できな

い)。

- ② 陽極の耐用年数の考え方が ISO と日本の国内規格で異なる。
- ③ 国内で50年以上の実績がある A1 系合金の化学成分が否定されている。

などの課題があるようである。そもそも、欧州の域内規格である EN に準拠するように規定すること自体に問題がある。

一方、現時点で最大の関心ごとは、ISO/DIS15257 *Cathodic protection—Competence levels of cathodic protection persons—Basis for certification scheme*

である。この規格は、電気防食技術者の力量レベルと認証制度に関するもので、海洋金属構造物では港湾施設、沖合固定構造物、浮体構造物、海岸構造物、突堤及びゲートなどが、鉄筋コンクリートでは海中に浸漬された鉄筋コンクリート構造物 (港湾施設、栈橋、沖合プラットフォーム) など4部門が対象となっている。力量レベルはレベル1~4に区分 (レベル5: エキスパートが追加される予定) され、それぞれ最少経験年数が規定されるようである。また、力量レベルを評価する認証機関の要件や認証内容、評価委員会の設置なども議論されるようである。国内には電気防食関連の JIS 規格がなく、また関係省庁も経産、総務、農水、国交の各省に跨っている。我が国が対応を怠ったままこの規格が発効すると、ISO 認証を受けていない技術者は設計、施工、調査業務から締め出されたり、力量認証制度の実績がある EU 諸国に業務を独占されたりする事態が懸念される。

2.5 維持管理関連

ISO/TC251 (アセットマネジメント) が策定した規格 ISO 55000 シリーズは、ISO9000 シリーズや ISO14000 シリーズと同様のマネジメントシステム規格の一種であり、組織の長期計画の達成のために組織が有する資産を最大効率化し、かつ持続可能に管理するためのシステムを構築しようとするものである。そのために必要な規格が、

- ① ISO 55000 : 2014 *Asset management-Overview, principles and terminology*
- ② ISO55001:2014 *Asset management—Management systems- Requirements*
- ③ ISO 55002 : 2014 *Asset management- Guidelines for the application of ISO 55001*

である。また、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 規格に適合して運用されているかどうか判定する根拠となる規格 (TS) が、

ISO/IEC TS 17021-5 *Conformity assessment- Requirements for bodies providing audit and certification of asset management systems-Part*

5:Competence requirements for auditing and certification of asset management systemsである。

現在、スウェーデンから提起された ISO 55002:2014 の5年定期見直しを待たない早期レビューの要請についての対応が議論されているようである。これは、ISO 55001:2014には多大な時間をかけたものの ISO 55002には時間をかけておらず両者の整合性に疑問があること、またユーザーからは ISO 55002にもっと使い方、利用の仕方の説明を追加してほしいという要望があるとのことである。

3. 港湾基準・同解説について

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法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挙げられている。

3.2 次世代港湾基準のあり方について

平成25年度には、現行基準の設計面、施工面及び維持管理面の課題について、港湾コンサルタンツ協会をはじめとして各種団体にヒヤリングを実施した。平成26年度には、港湾管理者及び電力会社等の港湾立地企業にも同様のアンケート調査やヒヤリングを実施した。代表的な意見を以下に紹介する。

- ① 内容が専門的で高度であるため、ユーザーエンジニアには難解である。図表を多用するなどして平易な記述を望む。
- ② 小規模な施設（物揚場、船揚場、係船浮標など）に関する記述が少ない。また、漁港指針との整合にも配慮してほしい。
- ③ 水門、開門に関する記述が少なく、道路橋示方書などを参考になっている。
- ④ 適合性確認の対象となる施設についての解説が必要。
- ⑤ 水域占用の技術審査に必要となるため、洋上風力発電施設に関する記述がほしい。
- ⑥ 小規模な施設や土層が薄い場合には土質データが少ないので、データ数補正をすると地盤強度の特性値が極端に小さくなる。このような場合の補正方法を改善してほしい。
- ⑦ 大型客船の必要回頭半径とクルーズ船社の社内基準との間に乖離がある（港湾基準の数値は余裕があり過ぎる）。
- ⑧ レベル1地震動の作成過程が普通の技術者には難

解であり、算定された加速度波形が妥当であるかどうか判断が難しい。

- ⑨ 港湾基準を電子化をしてほしい。
- ⑩ 設計条件や施設規模が従前と同じなのに工事費が大きくなり、社内で理由を説明できない事例がある。
- ⑪ 諸外国の技術基準との設計法の対比、港湾基準を海外で適用する際の留意事項に関する記述がほしい。
- ⑫ 基準改正にあたっては、十分な時間的余裕をもって説明会、講習会を開催してほしい。
- ⑬ 参照箇所について、タイトルだけでなく頁があると便利である。

また、「港湾技術基準のあり方検討委員会（委員長：清宮理早稲田大学教授）」において、港湾基準の改正に関する議論が行われている。国土交通省港湾局の主要施策と技術基準という観点で整理した課題を図-1~4に示す。

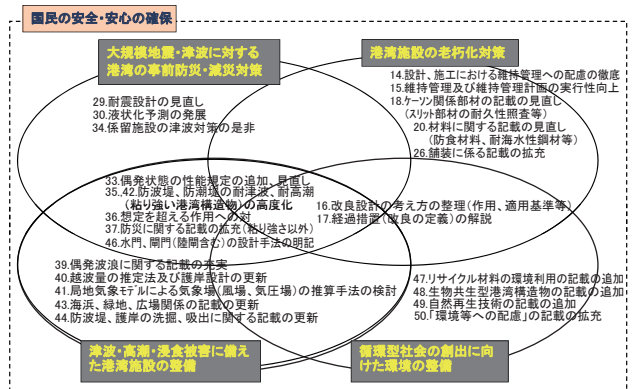


図-1 国民の安全・安心の確保

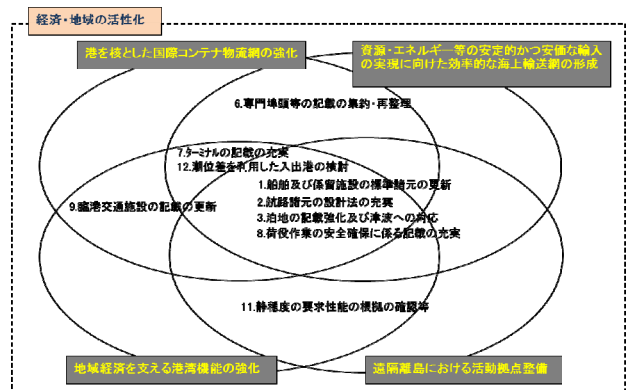


図-2 経済・地域の活性化

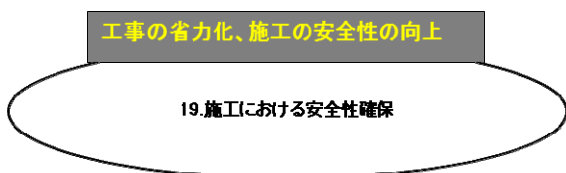


図-3 工事の省力化，施工の安全性の向上

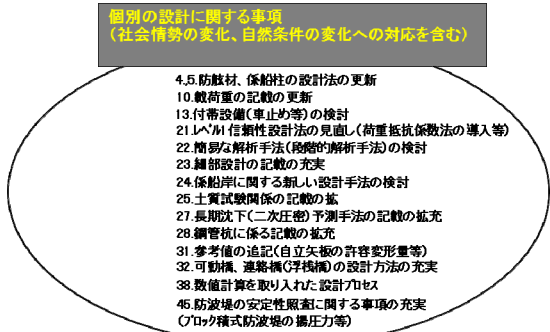


図-4 個別の設計に関する事項

これらの課題のうち、筆者が特に重要と考える項目は、

- ① 性能設計及び信頼性設計法の継承・拡充・簡素化
- ② レベル1信頼性設計法については、設計者が可能な限り力学的イメージを持ちながら照査できるようにすること。例えば、荷重抵抗係数法(LRFD; *Load and Resistance Factor design*)の導入
- ③ レベル1地震に対する耐震設計については、被災事例を踏まえた照査用震度の検討
- ④ 既設構造物の補強や維持管理を考慮した補修に関する設計法の提示
- ⑤ 設計結果の妥当性を確認できる各種の図表の整備
- ⑥ 他の施設の設計法を準用している箇所についてその妥当性と見直し

などである。

信頼性設計法(部分係数法)については、設計条件や構造物の重要度などに応じて部分係数を細かく場合分けしたきらいがあり、作業が面倒であるという意見がある。また、設計ミスも散見される。これらの課題に関して、本城教授(岐阜大学)の見解²⁾を以下に紹介する。

「基本的に荷重抵抗係数法(LRFD)といわれる、比較的少数の部分係数を、細かい場合分けをせずに適用するのが良いと考える。その理由は、以下のとおりである。

- (1) 部分係数設計照査式は、「設計の経済」(標準的な構造物で々々複雑な信頼性解析を行う手間を省く)のための便宜的方法であり、この方法を究極の設計照査法として、すべての場合に対処しようとすることは、本質的に誤りである。
- (2) 複雑な場合分けは、設計者のミスを誘いやすい。
- (3) 複雑な部分係数の設定は、設計者の構造設計における工学的判断を妨げる。
- (4) 標準的でない構造物の設計や、新しい工法等の設計では、設計者が直接、信頼性解析を行えば

よい。」

筆者も全く同感である。次期港湾基準の改正作業では、上記の考えを反映した部分係数法が検討されている。

4. 共同研究及び技術マニュアル

4.1 製鋼スラグ利用技術マニュアル

鉄鋼スラグ協会と当センターとの共同研究により「港湾・空港・海岸等における製鋼スラグ利用技術マニュアル」を作成し発刊した。この製鋼スラグは、天然の砂と同様の粒状材料として扱うことができ、また砂に比べて単位体積重量(19~26 kN/m³)及びせん断抵抗角($\phi_p \geq 40^\circ$)が大きいという優れた特性を持っている。マニュアルでは、物理・力学特性の他、水硬性、膨張性、透水性、溶出水のPH、環境安全性に関する検査及び検査項目、SCP改良の施工事例や設計事例等を記載している。

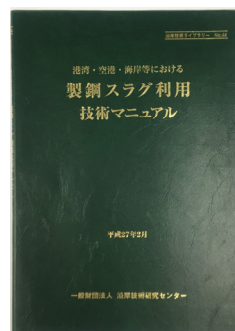


写真-1 港湾・空港・海岸等における製鋼スラグ技術マニュアル

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検討した。26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た。本年末に発刊を予定している。

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 Design of lock gates for ship collision⁴⁾(船舶衝突に対する閘門ゲートの設計)

本報告は、閘門ゲートやアプローチ構造物の船舶衝撃力の解析及び設計に関してまとめたものである。主な内容は以下のとおりである。

- ・はじめに
- ・閘門ゲートの一般的表現及び主要パラメータ(シナリオの選定と不確実性、設計パラメータを含む)
- ・閘門設計の事例

(ドイツ, フランス, オランダ及びイギリスにおける防護システムと基準・規則, 設計指針など)

・方法論

(設計アプローチ, 破壊判定基準, 粘り強さと堅牢性など)

・解析方法

(数値解析法, 物理的方法, 推奨評価手順)

船舶衝突に関する基準として, フランス装備省の CETMEF による方法 (*Recommandations pour le calcul aux etas-limites des ouvrages en site aquatique, ROSA2000, Paris*) を紹介している。

衝突船舶の初期運動エネルギー E は,

$$E = 1/2 \cdot C_m \cdot C_c \cdot C_s \cdot M_0 V_0^2$$

ここに,

C_m : 質量係数 (1.2), C_c : 封じ込め係数 (0.8), C_s : 船首部変形によって消散されるエネルギーに関する係数 (≤ 1) として表現される。また, 準静的力な衝突力 F は, 衝突による船舶のへこみの全体量 a により,

$$F = 60a \quad (a < 0.1\text{m}) \dots (1)$$

$$F = 6 + 1.6(a - 0.1) \quad (a \geq 0.1\text{m}) \dots (2)$$

ここに,

$$a < 0.1\text{m} \text{ の場合, } a = \sqrt{E/30} \dots (3)$$

$$a \geq 0.1\text{m} \text{ の場合 } a = -3.65 + \sqrt{13.31 + 1.25E} \dots (4)$$

また, ドイツの工業規格 *DIN19704* では水工密閉構造物に対する船舶衝突は防護装置の設置により防ぐべきであるとされており, このために考慮すべき衝突荷重は *DIN19703* により与えられることが紹介されている。

(注: 上記 (3) 式を (4) 式に代入すると,

$$F = 10.95\sqrt{E} \quad (\text{N}) \dots (5)$$

となり, elastic Meier-Dornberg[1984]の衝突力式に一致する。しかし, 上記 (3) 式と (4) 式が E に関して連続していないことが気になる。

これは, 船首のへこみの弾性変形量と塑性変形量の考慮の仕方に起因するものか)

② Code for Design of River Ports⁵⁾(河川港の設計基準)

この技術基準は, 中華人民共和国交通部が発刊している水運建設技術基準の一つである。主な内容は以下のとおりである。

・港湾荷役

(水位変動を考慮した貨物と荷役機械の選定)

・港湾計画

(バースの長さ及び天端高, 水流を考慮した回頭水域)

・給水と排水

・配電・照明・保安

(洪水を考慮した変電所配電所の配置, 戸外配電線, 連動制御システムなど)

・通信

(沿岸短波ラジオ局, VHF 局, 通信施設の耐火・耐震性など)

・省エネルギー対策

・環境保全

日本の港湾基準にはない河川港特有の内容があり興味深い, 実務として使用するには詳細な記述に乏しい感がある。

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 26 年度は, 22 件 (防波堤 8 件, 護岸 1 件, 係留施設 12 件, 廃棄物護岸 0 件, 荷役機械 1 件) の申請案件を取り扱った。申請者の内訳は, 港湾管理者 14 件, 民間企業 8 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 現行の技術基準では, 粘性土の永続状態の主働土圧は $\Sigma \gamma h + w - 2c$ により算定することになっているが, 圧密平衡係数 0.5 を用いて $0.5 (\Sigma \gamma h + w)$ により算定した事例があった。この事例の場合には, 算定された土圧が安全サイドであった。なお, 圧密平衡係数を用いる式が削除された経緯を筆者は知らない。
- ② 係留施設の要求性能は, 省令 26 条 (岸壁)、20 条 (護岸)、16 条 (防潮堤)、告示 50 条 (矢板) が性能規定の根拠となるが他の条文によった事例があった。
- ③ 横棧橋の L2 地震に対する照査において, 渡版が棧橋本体または護岸と応答過程において衝突する (地震終了後は衝突も落版もしないが) 事例があった。そのため, ノックオフ構造を採用することとなった。
- ④ ケーソン式岸壁は, 設置水深が浅いほど工事費は安くなるはずであるが, 設置水深が深い方が工事費が安い事例があった。計算間違いのようであった。
- ⑤ 永続状態及び地震時変動状態の土圧の算定において, $\Sigma \gamma h + w$ の値がおかしい事例があった。計算ソフトの利用が適切でなかったようである。
- ⑥ 消波ブロック被覆堤の波力算定における λ_1 は碎波帯の場合には 0.8 が一般的であるが, 碎波帯でない場合には, Hd/h の大小によって値が 0.8~1.0 となるが, これを考慮していなかった。
- ⑦ 防波堤堤頭部に灯台が設置される場合の検討が不十分である事例があった。上部工の増厚で修正することとなった。
- ⑧ 牽引力 1,000KN/基の曲柱に 4 本の索がかかる配置となっている事例があった。この事例の場合, 風速 15

m/s 以上が予想される場合には離棧することが明確であったこと、また、索は安全使用荷重（≒破断荷重の半分）以内とすることから安全であると判断した。

- ⑨ 被災した直立消波ケーソン式防波堤の改良において、設計波高を見直した事例があった。堤体全体の安定性は港内側の腹付石の設置により確保されているものの、スリット柱や底版の配筋量が不足している事例があった。
- ⑩ 岸壁上に遡上した津波の落水による基礎捨石や地盤の洗掘に対する安定性を検討する必要がある事例があった。検討方法が確立していないので参考文献3)が提案する手法で検討した。
- ⑪ 地盤支持力の算定に用いるせん断抵抗角の値がおかしいものがあった。計算ソフトの使用方法の間違ひのようであった。

参考文献

- 1) 国土技術政策総合研究所, 土木学会: 平成 26 年度国際規格等による我が国技術基準への影響検討業務報告書, 平成 27 年 2 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
- 3) 野口賢二, 佐藤慎司, 田中茂信: 津波遡上による護岸越波および前面洗掘の大規模模型実験, 海岸工学論文集, 第 44 卷, pp. 296-300, 1997
- 4) PIANC: Design of lock gates for ship collision, PIANC Report129
- 5) Peoples Communications Publishing House: Code for Design of River ports, Technical Codes for Port engineering, 2005