

# 次世代の港湾基準についての一考察

## A Study of the New Technical Standards for Port and Harbor Facilities in Japan

窪田太\*・洞谷邦弘\*

KUBOTA Futoshi and HORAYA Kunihiro

\* (財) 沿岸開発技術研究センター 調査部 主任研究員

The present paper summarizes the recent activities on the revision of the Technical Standards for Port and Harbor Facilities in Japan (TSPH). The new TSPH are required to be revised in conformity with the ISO standards. The committee has investigated the new design concept with performance-based philosophy and the reliability based design method for port and harbor facilities.

The outlines of the new TSPH are discussed and the main point will be presented.

*Key Words: port and harbor facilities, reliability based design, performance-based design*

### 1. はじめに

近年、国際標準化機構 (ISO) を中心とする国際規格の制定の動きが急速に進みつつあり、その範囲も製品規格にとどまらず、構造物の設計・施工に関する規格へと広がっている。また、ヨーロッパの地域規格を制定する機関であり、ISO に強い影響を持つ欧州標準化委員会 CEN (European Committee for Standardization) においては、土木構造物も含めた構造物全体を対象とした規格 (構造物ユーロコード: Structural Eurocodes) の策定が進んでいる。

現在策定中の Eurocodes は、2005 年にかけて順次 EN (欧州規格) となる予定であり、これらはウィーン協定によって、ISO 規格の最終原案として併行投票にかけられることが決まっている。一方、世界貿易機関 (WTO) における「政府調達協定」及び「貿易の技術的障害に関する協定」(TBT 協定) により、加盟国の国内規格の基礎として国際規格を遵守することが義務づけられており、日本の土木事業に使用される仕様および技術基準もこの ISO 規格との整合が求められることになる。上記の二つの協定では、日本国内の規格・基準 (JIS など) や政府機関による技術仕様 (道路橋示方書、港湾の施設の技術上の基準・同解説 (以下、港湾基準) など) は該当する国際標準 (ISO) が存在する場合には整合性をとらなければならない義務がある。

港湾分野に関しても、このような国際的動向に適切に対処するための体制の整備を図り、ISO2394 をはじめとする国際規格と整合性をとるため、現行の港湾基準のあり方について適切な対応が迫られている。

財団法人 沿岸開発技術研究センター (以下 沿岸センター) では、平成 12 年度より自主研究として「技術基準国際化委員会」を開催し、Eurocodes の調査や、比較設計を実施し、次世代の港湾基準の国際化に向けた調査

研究を行っている。本報告は平成 14 年度に開催した「技術基準国際化委員会」の活動を基に次世代の港湾基準の動向を報告するものである。

### 2. 港湾基準を取り巻く国内の動向

港湾基準を含む従来の技術基準は、土木構造物・建築構造物あるいは鋼構造物・コンクリート構造物・基礎構造物といった、各構造物の特性に特化して策定をされてきたが、近年においては、各技術基準間や国際標準との整合性について問題を指摘する声も多くなってきた。

このような状況を鑑み、建設省 (当時) において、平成 10 年 12 月に「土木・建築の設計の基本検討委員会 (共同委員長: 長瀧重義新潟大学教授 (当時), 岡田恒男芝浦工業大学教授)」が設置された。本委員会は、設計に係わる国際標準への対応といった面のみならず、国内の各技術基準の整合性の確保といった面も含め、分野・構造種別を超えた「日本の考え」を示すことをめざした。上記委員会は、土木・建築分野における鋼構造物、コンクリート構造物、地盤及び地震に係わる有識者により構成され、3 年以上にわたる議論を重ねた結果、土木・建築分野の設計に関する基本的な考え方を示すものとして、平成 14 年 3 月に「土木・建築にかかる設計の基本」を策定した。

これを踏まえ、国土交通省では、この「土木・建築にかかる設計の基本」をはじめとする様々な国際標準に対する対応方針を決定するために、平成 14 年 10 月に「土木・建築における国際標準対応省内委員会」を開催し、国際標準に対する検討体制、対応方針を決定した。また、「土木・建築にかかる設計の基本」について報告され、了承されている。(以上、国土交通省のホームページより)

策定された「土木・建築にかかる設計の基本」は、以

下のような特徴を有している。

- ①ISO 規格をはじめとしてユーロコードも含めた設計技術標準とは、基本的に整合しており国際的に通用するものとなっている。
  - ②ISO における規格改訂時に、地震国である日本の特性を反映させるための提案を行うことを意識したものとなっている。
  - ③「Code for Code Writers」という位置付けの技術標準として策定し、土木分野と建築分野の設計に関する基本的な考え方を包括するものとなっている。  
(個別の構造物の設計に関する技術標準の策定・改訂において、考慮すべき事項を示し、その取捨選択は個別構造物の特性に合わせた議論に委ねる。)
  - ④構造物の基本的要求性能として、「安全性」、「使用性」及び「修復性」の確保を規定している。  
安全性：想定した作用に対して構造物内外の人命の安全性等を確保する。  
使用性：想定した作用に対して構造物の機能を適切に確保する。  
修復性：想定した作用に対して適用可能な技術でかつ妥当な経費および期間の範囲で修復を行うことで継続的な使用を可能とする。
  - ⑤構造物の設計供用期間を定める。
  - ⑥要求性能を満たすことの検証方法としては信頼性設計の考え方を基礎として限界状態設計を考える。
  - ⑦耐震設計では設定した耐震性能を明示し、それに対する地震動レベルを設定する。
- 国土交通省では、この「土木・建築にかかる設計の基本」の考え方に沿って、所掌する技術標準の改訂を進めていくこととしている。

### 3. 性能設計と信頼性設計

性能設計という用語と信頼性設計という用語が港湾技術者の間で一体的に使われる場合が多いなかで、長尾<sup>1)</sup>はこの二つの用語を以下の様に整理している。

まず、性能設計とは「構造物に要求する性能を明確にし、その性能を達成する設計法」ということができる。ここで、基準に従った設計行為を考えた場合に、要求性能が基準(=強制)であり、基準(要求性能)を達成する方法(設計法)は設計行為に加担する者が独自の判断で選択できるスタイルを次世代の港湾基準では想定している。

その際に、強制力がかかるのは要求性能だけとなるため、この要求性能はできるだけ明確に、定量的に示す必

要があると考えられる。単に「～に荷重作用に対して安定であること」と示しただけではどのように安定であるのか不明であり、設計を行うことができないためである。要求性能としては、例えば「耐用期間中の荷重効果による構造物のシステム破壊確率を $2 \times 10^{-2}$ 以下にする」、「ある特定の荷重効果により構造部材の幾つかは降伏するが、システム破壊は生じない」といった性能を示す方法があると考えられる。

次に要求性能を照査する際に、これを確定的に照査する方法と、確率的に照査する方法の2通りが考えられる。後者が信頼性設計法である。

この関係を図に示すと図-1の様になる。

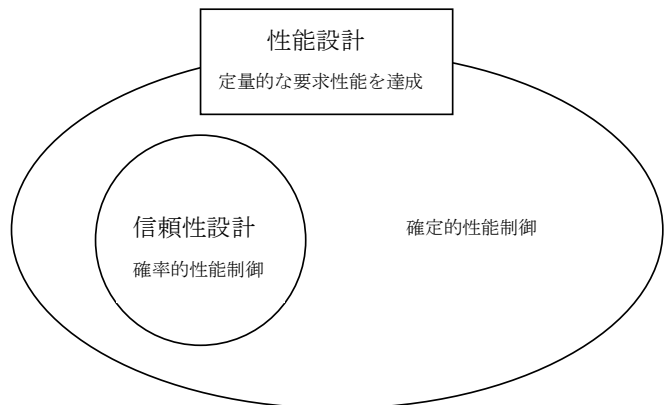


図-1 性能設計と信頼性設計

## 4. 次世代の港湾基準のイメージ

ここでは、平成14年度に沿岸センター内に設置された「技術基準国際化委員会」の検討結果を基に、次世代の港湾基準のイメージを述べる。

### 4.1 次世代の港湾基準の構成

次世代の港湾基準は「本文」と「付属書」に大別されると考えられている。14年度委員会では前述の土木・建築にかかる設計の基本を踏まえた上で、次世代の港湾基準のあるべき姿を模索し、「本文」案を提示した。「本文」案は「総論」、「設計の基本」、「水域施設」、「外郭施設」、「係留施設」、「その他の施設」の6章から構成されている。「付属書」には設計条件、作用や抵抗の算定式、高度な数値計算法の紹介、モデル係数、部分係数、組み合わせ係数等、施設毎の照査式、変形を考慮した照査法、などが盛り込まれると考えられている。

### 4.2 本文の構成案

本文案は「枠組み」内と「解説」に別れる。枠組み内

には、遵守すべき基本的な事項とそれに類する関連事項（施設の目的、機能、及び要求性能等）が記載され、解説は、告示の根拠、基本的な考え方（その施設の具体的な構造等の例示、想定される作用と限界状態、及び照査事項等）が記載されると考えられている。したがって設計者は基準として守るべき「枠囲み」と参考にすべき「解説」を理解した上で、設計業務を進めることとなる。

### 4.3 国際標準との調和

次世代の港湾基準は、国際規格を基礎とした国内規格策定の原則をとる WTO/TBT 協定(1995)に基づき、国際標準の制定、改訂、廃止等に応じて、関連する国際標準との調和を図らなければならないと考えられる。

### 4.4 用語の定義（案）

用語の定義は前述の「土木・建築にかかる設計の基本」に基づくが、港湾の施設に適した用語の定義に補正しているのが特徴である。以下にその一例を示す。ここに記載する用語の定義は案の段階であり、決定されたものではない。

- 所有者 : 構造物の所有権を有する者または法人
- 管理者 : 所有者あるいは所有者から委託を受けて構造物の管理を行う者または法人
- 設計者 : 所有者（または管理者）から委託を受けて構造物の設計を行う者または法人
- 永続作用 : 構造物の設計供用期間を通して継続的に受ける作用で、その大きさの変動がわずかで、かつ限界値を持つ作用
- 変動作用 : その大きさの時間的変動が平均値に比べて無視できず、かつ単調変化しない作用
- 偶発作用 : 当該構造物が、その設計供用期間中にはおそらく経験しないであろう大きな値と考えられる作用。確率統計的手法による予測は困難であるが、社会的に無視できない作用
- 終局限界状態 : 想定される作用により生じることが予測される破壊や大変形等に対して、構造物の安定性が損なわれ、安全性が確保できなくなる限界の状態
- 修復限界状態 : 想定される作用により生じることが予測される変形等の損傷に対して、構造物の機能が一時的に損なわれ、安定性に関しても危険度を有するが、適用可能な技術でかつ妥当な経費及び期間の範囲で修復を行えば、構造物の継続使用を可能とする限界の状態
- 使用限界状態 : 想定される作用により生じることが予測される応答に対して、直ちに構造物の安

定性が損なわれるものではないが、構造物の機能が確保されない限界の状態。本基準では、主に計画事項に支配される構造物の配置・諸元等の不具合により、使用性が損なわれる限界の状態を含む。

### 4.5 設計の基本

次世代の港湾基準においては、対象構造物の要求性能を規定し、要求される性能の達成度合いを評価の対象とする性能規定型設計体系が基本として採用されると考えられている。また、構造物の性能を評価する手法としては、信頼性理論に基づく設計法（＝信頼性設計法）が基本とされる。

信頼性設計法は、安全性の評価法、評価指標により表-1のようにレベル1～3の三段階の設計水準に分類される。次世代の港湾基準における標準的な方法は、レベル1の設計水準の信頼性設計法(以下、部分安全係数法という)と考えられている。

表-1 信頼性設計法のレベルによる相違

信頼性設計	安全性の評価法	評価指標
レベル3	全面的に信頼性理論を適用する方法(全分布法)	破壊確率
レベル2	確率分布を平均値と分散で代表させる方法(二次モーメント法)	安全性指標 $\beta$ (信頼性指標)
レベル1	確率論的に定義される作用、設計変数の特性値、および部分安全係数を用いて設計する方法。 従来法のコードキャリブレーションを含む。 (狭義の意味での限界状態設計法)	確率的な評価は得られず、一定レベルの破壊確率を満足するか否かが評価される

部分安全係数法とは、構造物に作用する各種作用や耐力の変動性を考慮して、構造物が所定の限界状態を設定した確率で満足するよう求められた部分安全係数により安全性を照査する設計法である

### 4.6 所有者の役割（案）

所有者は、構造物の要求性能として、構造物が発揮すべき機能を勘案し、限界状態ごとに性能に関する尺度を定めなければならないと想定している。ここで要求性能は、照査可能な事項でなければならない。つまり性能として明確な尺度を持たないものは、要求性能とは見なされない。例えば、環境に関する要求性能として、景観に

配慮すること、生物生息環境に配慮すること等、明確な尺度をもたないものは、要求性能とはみなされないと考えられる。

#### 4.7 設計者の役割（案）

設計者は、設計された構造物が要求性能を満足することを適切な方法を用いて示さなければならないが、次世代の港湾基準では、構造物の性能照査に用いられる手法に関する具体的な仕様の規定は行われないと考えられている。このため、設計者は、自らの責任と判断により、性能照査に用いられる適切な手法を選択しなければならない。

設計者が用いる照査手法は、信頼性に基づく方法を標準とする。ただし、設計時点の技術水準から判断して、信頼性に基づく方法の適用が困難と考えられる場合はその限りではない。また、ほかの方法により信頼性に基づく方法と同等以上の合理性で性能が照査されると判断される場合は、その方法によって照査してよいと考えている。

その他の照査方法の扱い（案）は以下の様に考えられている。

①模型実験あるいは数値解析手法を用いる場合、設計された構造物が関連する限界状態や作用条件に対して、信頼性設計法に基づく設計と同等以上の信頼性を有するように実験や解析手法の選択及び結果の評価がなされなければならない。  
また、実験や数値解析では取り扱うことの出来ない条件については、別途、考慮されなければならない。

②限界状態を照査する設計計算モデルが存在しない場合には、状況に応じて経験によりその有効性が保証されている照査方法を適用してよい。

#### 4.8 認証

設計者は、所有者が指定する第三者の審査機関に設計の成果を提出し、照査方法の妥当性、要求性能を満足していることについての認証を得ることが望ましいと考える。

ただし、この第三者の審査機関による認証の内容はまだ検討が重ねられている段階で、認証の対象、認証機関の資格、認証のタイミングなどが課題となると考えられる。建築分野においては一部超高層ビル等の設計には認証制度を導入するなどの前例があるが、公共事業が多い港湾分野では、まだまだ議論が必要と考える。

たとえば、どのような設計を認証の対象とするかという議論においても、港湾構造物はすべて重要構造物なので、すべての設計について認証をもとめるべきとも考えられるし、逆にすべての設計に対し、第三者の認証を求

めることは現実的ではない。高度の検証を要する地震動的解析を伴う設計、港湾基準に記載されない新形式構造物の設計など、認証を必要とする対象は絞るべきとも考えられる。

#### 5. おわりに

平成14年度の委員会では国際化をにらんだ次世代の港湾基準のあるべき姿について議論がなされ、委員の方々に貴重なご意見をいただいた。今後、さらに詳細な検討が進み、日本が持つ最新の理論、技術が取り入れられていくものと考えられる。沿岸センターにおいてもISO/CENの動向調査、次世代の港湾基準に関わる検討調査を通じて、港湾基準の国際化に寄与していきたいと考える。

#### 参考文献

- 1) 長尾 毅：港湾構造物の技術基準の改定動向，鋼構造と橋に関するシンポジウム論文報告集，2002年8月。