

港湾基準に性能設計体系を導入



港湾研究部 港湾施設研究室 室長 長尾 毅 研究官 川名 太 主任研究官 小澤 敬二

1. はじめに

政府調達協定や TBT 協定などを背景に、ISO 規格などの国際規格と国内規格の整合性・調和性が強く求められており、土木構造物の設計基準・標準についても、国際標準への対応が緊急の課題となっている。

この動向を受け、国内でも、行政や学会等において基準・標準の上位規格に相当するコードがとりまとめられており^{1) 2) 3)}、港湾の技術基準（以下、港湾基準）についても、これらに基づいて性能設計体系を導入するための調査研究を進めている。本文では、本調査研究における、基準の性能規定化と基準における性能照査の考え方を紹介する。

2. 性能規定化の考え方

港湾基準の性能規定化の基本的枠組みは、防波堤を例とすると、図-1 のようになる。基準では、施設の目的・要求性能・性能規定を規定し、性能照査手法の具体的仕様については規定しない。すなわち、法的な拘束力がかかるのは性能規定までであり、具体的な性能照査手法や性能照査において設定が必要な許容される破壊確率、変形量等の限界値は設計者の判断に委ねている。ただし、現行の仕様規定的な基準体系を踏まえると、性能規定化された基準が設計者に正しく理解されるためには、性能照査手法の標準的な考え方や最低限度の限界値を例示する必要がある。このため、基準の性能規定化にあたっては、基準の策定に合わせて、行政的な解釈通達や参考資料（附属書）を示すことで、全体として一つの枠組みを形成することが必要と考えている。

ここで、要求性能は、目的を達成するために施設が保有しなければならない性能であり、施設の構造的な応答に関する性能と施設の供用及び利便性の観

基準（拘束力あり）

目的（施設を必要とする理由） 防波堤は、水域施設の静穏の維持、荷役の円滑化、船舶の航行及び停泊の安全並びに港内施設の保全を図ることを目的とする。
要求性能（目的を達成するために施設が保有すべき性能） 防波堤は、波浪に関する変動状態に対して、構造部材が健全であり、安定性が確保されていること。
性能規定（要求性能が満たされていることを照査するために必要な規定） 混成堤は、波浪に関する変動状態に対して、上部工の滑動および転倒、基礎地盤の支持力不足により、安定性が損なわれる危険性が限界値以下であること。

解説（基準の解釈通達）

【考慮すべき作用・許容される限界値】 ・波浪に関する変動状態の照査において考慮すべき作用は、主たる作用を波浪、従たる作用を自重および水圧とする。 ・波浪に関する変動状態における直立部の滑動、転倒および基礎地盤の支持力不足により安定性が損なわれる危険性の限界値については、システム破壊確率の標準的な限界値を 8.7×10^{-3} とすることができる。
--

附属書（拘束力なし）

【計算式・係数の例示】 ・滑動に対する安定の検討は、次式によって行うことができる。 $\gamma_f f_k \sum_{i=1}^n \gamma_{wi} W_{ik} - P_{Bd} - \gamma_{ps} P_{sk} \geq \gamma_{phi} P_{Bk}$ ・混成堤の標準的なシステム破壊確率の限界値 8.7×10^{-3} に対する部分係数の値は、表の数値を用いてよい。

図-1 性能規定化の基本的枠組み

点から必要とされる構造的な諸元等について示す。施設の構造的な応答に関する性能は、許容される損傷の程度に応じて、①安全性、②修復性、③使用性に分類する。なお、許容される損傷の程度は、①>②>③となる。性能規定は、要求性能を満足していることを照査するために必要な詳細な規定として、設計状態ごとに具体的に定める。ここで、設計状態とは、性能照査において考慮すべき作用の組合せのことであり、永続状態、変動状態（変動作用が主たる作用の状態）及び偶発状態（偶発作用が主たる作用の状態）がある。港湾の施設の要求性能は、例えば図-2 のように考えることができる。縦軸は作用の年超過確率を、横軸は損傷の程度を、図中の曲線

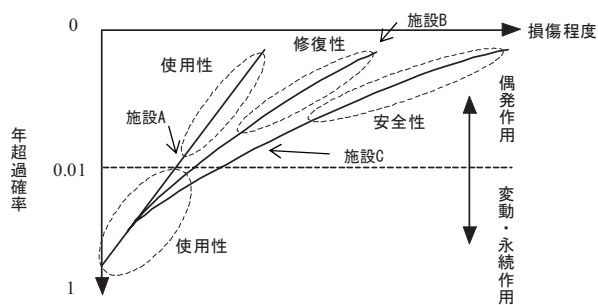


図-2 施設に要求される性能の概要

は施設の性能を表している。なお、ここでは変動作用と偶発作用の年超過確率のしきい値を0.01としているが、この値は便宜的に定めたものであって限定的なものではない。基本的に、永続状態と変動状態に対しては、全ての施設に使用性を求めている。また、偶発状態に対しては、施設の機能や重要度に応じて、安全性、修復性、使用性のいずれかひとつの性能を求めている。例えば、大地震直後に緊急支援物資の輸送機能が求められる施設であれば、**施設A**のように、偶発作用に対して損傷の程度を小さく抑える必要がある。また、施設に求められる機能によっては、**施設C**のように、偶発作用に対して最低限度の性能を確保するために、許容される損傷の程度を大きく設定する場合もある。

3. 性能照査の考え方

性能規定化された基準における、性能照査手法に関する標準的な考え方の例を以下に紹介する。なお、これらの考え方は、設計者による基準の理解を促進させるために、解釈通達や附属書において示す必要があると考えている。

(1) 永続状態及び変動状態における照査法

永続状態または波浪等を主たる作用とする変動状態（L1地震動を除く）に対する照査については、力の釣り合いに基づく信頼性設計法を用いることを推奨する。なお、信頼性設計法ではレベル1～レベル3までの方法があるが、設計者の便を考慮して、レベル1の部分係数法を参考に例示する。例えば、通常のケーソン式混成防波堤では、再現期間50年程度の波浪（変動作用）に対して使用性が求められるが、この使用性に対する性能照査は、防波堤が滑

動・転倒・支持力不足によって破壊する確率が許容限度以下であることを確認することにより行う。実際には、力の釣り合いに基づくシステム破壊確率を1%程度以下の低い値として設定した部分係数等を用いて性能照査することで性能の確保を図るものである。

(2) L1地震動及びL2地震動に関する照査法

現在、性能規定化にあわせ、基準において、地震動による作用を工学的基盤における時刻歴波形で与えることを検討している。このため、レベル2地震動に関する偶発状態に対する照査については、地盤と構造物の動的相互作用を考慮した非線形地震応答解析により、施設の変形量や部材の応力等が限界値以下となることを確認する手法を推奨する。また、使用性の確保が求められるレベル1地震動を主たる作用とする変動状態に対する照査については、従来の設計震度を使用せず、港湾ごとに設定されるレベル1地震動をもとに構造物の変形量に対応して算出した設計震度を使用する方法等を推奨する。

(3) その他の照査法

性能照査手法としては、設計供用期間中に想定される様々な年超過確率に対応する作用による影響を可能な限り考慮して構造物の性能を確認する方法も考えられる。

4. 今後の動向と課題

現在、港湾基準の改正は、2006年度内の実施を目標に作業が進められているが、当研究室では、今後も、高度な性能設計体系の構築に向けた研究の更なる推進が必要と認識している。

【参考文献】

- 1) 国土交通省：土木・建築にかかる設計の基本、2002。
- 2) 本城勇介他：「性能設計概念に基づいた構造物設計コード作成のための原則・指針と用語（通称「code PLATFORM ver. 1」）の開発、JCOSSAR2003、pp. 881-888、2003
- 3) 地盤工学会：性能設計概念に基づいた基礎構造物等に関する設計原則、2004