

基準改正の必要性 (案)

国際標準設計（WTO協定付属書）

- 政府調達協定：政府機関の定める技術仕様において、国際規格があるときはその使用を求める
- TBT協定：国内規格（強制及び任意）の基礎として国際規格の採用を規定
- 日本はWTO加盟：政府調達および民間部門調達による土木工事では、その仕様および技術標準の基礎として国際規格の使用が求められる

TBT協定第2条 (抜粋)

2.4 Where technical regulations are required and relevant international standards exist or their completion is imminent, Members shall use them, or the relevant parts of them, as a basis for their technical regulations....

2.8 Wherever appropriate, Members shall specify **technical regulations based on product requirements in terms of performance** rather than design or descriptive characteristics.

ISO2394 (構造物の信頼性に関する一般原則) 基本的要求事項 (抜粋)

Structures and structural elements shall be designed, constructed and maintained in such a way that they are suited for their use during the design working life and in an economic way. In particular they shall, **with appropriate degrees of reliability, fulfill the following requirements:**

-they shall perform adequately under all expected actions (**serviceability limit state requirement**);

-they shall withstand extreme and/or frequently repeated actions occurring during their construction and anticipated use (**ultimate limit state requirement**);

WTO(World Trade Organization)



政府調達協定・TBT協定(Agreement on Technical Barriers to Trade)
でISO規格を尊重

ISO ISO2394(構造物の信頼性に関する一般原則)
部分係数法, 限界状態設計法

ヨーロッパ

ウィーン協定

Eurocodes EN0~9(TC250)
部分係数法, 限界状態設計法

アメリカ・カナダ

LRDF (Load and Resistance Factor Design)
部分係数法, 限界状態設計法

中国

Technical Codes for
Port Engineering
部分係数法,
限界状態設計法

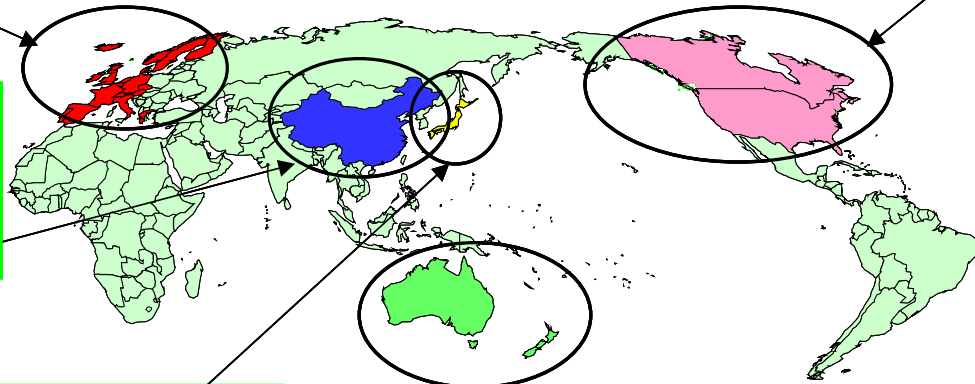
日本

安全率による設計法
許容応力度法

オーストラリア・ニュージーランド

AUSTROADS

国土技術政策総合研究所



港湾技術基準の体系

- 基準(枠囲みの一部, 告示)→強制力あり
- 解説→強制力なし
- 参考→強制力なし

現行基準：基本的に仕様規定

基準

- ・A地区の地域別震度は0.15とする.
- ・震度＝地域別震度×地盤種別係数×重要度係数
- ・堤体の滑動安全性照査： $F_s = f \times W / P$

解説

- ・滑動に対する安全率は1.2を標準とする.

参考

- ・杭の仮想固定点は次式で算出する。 $\beta = \dots$
- ・杭頭に分配される水平力は $H = \dots$

行政面からの流れ

- 平成14年3月閣議決定「規制改革推進3か年計画」→
基準類の国際整合化, 性能規定化
- 平成15年3月「国土交通省公共事業コスト構造改革プログラム」→
「土木・建築にかかる設計の基本」に沿った基準類の改定
土木工事共通仕様書の改定
道路橋の技術基準の検討
港湾基準の性能規定化

ISO2394(構造物の信頼性に関する一般原則)

- レベル1信頼性設計法がannexで明示

$$g\left(\frac{f_{k1}}{\gamma_{m1}}, \frac{f_{k2}}{\gamma_{m2}}, \dots, \gamma_{f1}F_{k1}, \gamma_{f2}F_{k2}, \dots\right) \geq 0$$

国土交通省:土木・建築にかかる設計の基本

- 要求性能を満たすことの検証方法として信頼性設計の考え方を基礎とする.

港湾局:港湾の施設の技術上の基準

性能設計の体系 (案)

改正の必要性

政府調達協定
TBT協定

国際規格

・ISO2394 構造物の信頼性に関する一般原則
(General principles on reliability for structures, 1998)

包括的な設計コード

- ・土木・建築にかかる設計の基本
- ・包括設計コード
- ・性能設計概念に基づいた基礎構造物等に関する原則

各構造物固有の設計コード

上位規格に対応する国際規格や国内の包括的な設計コードとの整合・調和

港湾構造物の設計法

許容応力度法
安全率に基づく設計法
(従来の設計法)



信頼性設計法
動的解析法
(新しい設計法)

港湾構造物の性能設計体系

基準 : 省令・告示

施設を必要とする理由

目的を達成するために施設に求められる性能(説明責任)

要求性能が満たされるために必要な照査に関する規定

目的

要求性能

性能規定

性能照査

解説

附属書

基準の解釈通達

参考

解説や附属書



性能照査の標準的な考え方や破壊確率, 変形量等の限界値等を例示

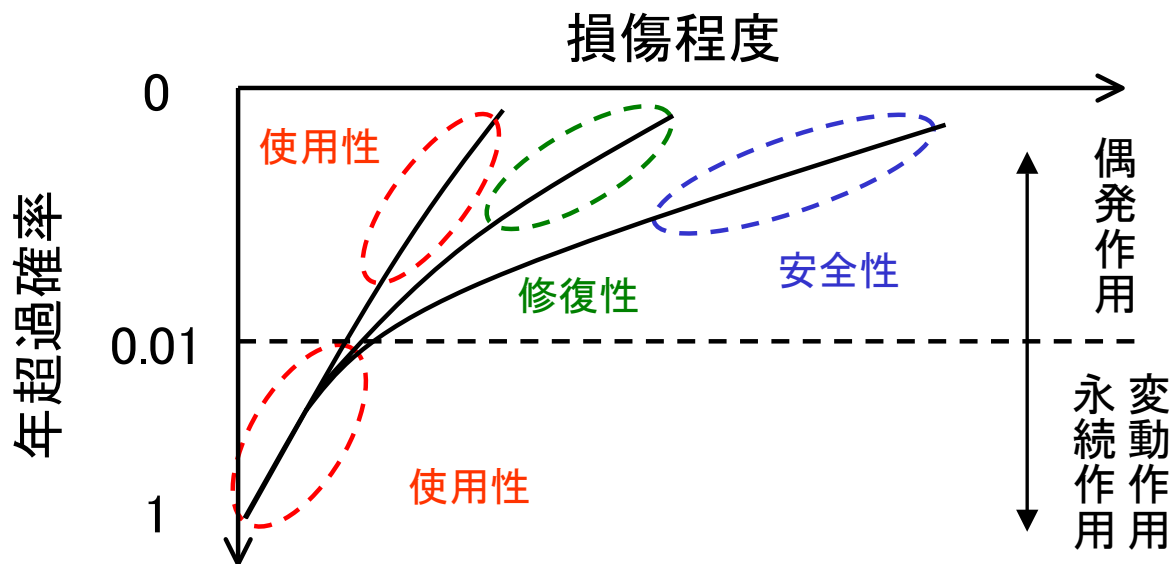
要求性能

分類	定義
基本的要求性能	作用に対する施設の構造的な応答(変形, 断面力等)に関する性能
	わずかな修復を行うことにより, すみやかに機能が発揮できること.
	ある程度の修復が必要となるが, 比較的短期間のうちに機能を再び発揮することが可能であること.
	非常に大きな損傷が発生するものの, 損傷の範囲が人命や背後圏の財産に甚大な影響を及ぼさないこと.
供用性	施設の供用および利便性の観点から必要とされる構造的な諸元等に関する性能

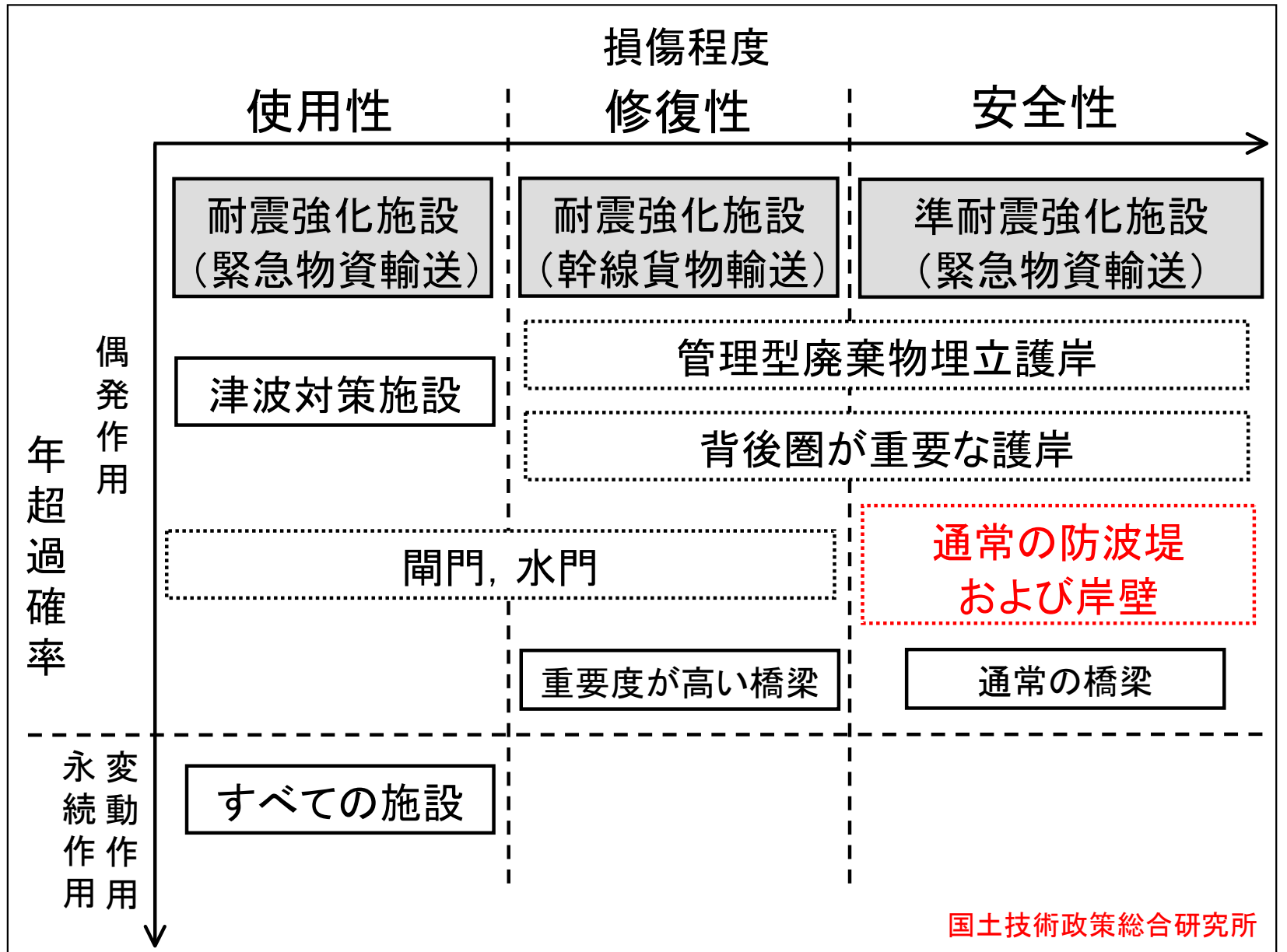
* 施工性、維持管理性、環境性等については、施設に個別に設定されるものでなく、全体を包括するように規定されている

基本的要求性能の概要

設計状態	定義	施設に求められる性能
永続状態	永続作用(自重, 土圧等)が主たる作用の状態	使用性
変動状態	変動作用(波浪やレベル1地震動等)が主たる作用の状態	使用性
偶発状態	偶発作用(レベル2地震動や津波等)が主たる作用の状態	使用性, 修復性, 安全性



注) 便宜的に年超過確率0.01程度を閾値をとして, 偶発作用と変動作用の分類をしている。



基本的な性能照査の考え方

許容される性能照査手法

- ・信頼性の基づく方法
- ・施設的作用応答を適切に評価しうる数値解析手法
- ・模型実験
- ・過去の経験等に基づく方法

設計状態	主たる作用	推奨される性能照査手法
永続状態 変動状態	自重, 土圧, 水圧, 載荷重, 波浪, 風, 船舶による作用等	信頼性設計法
	レベル1地震動	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤－構造物の動的相互作用を考慮した非線形地震応答解析(変形量照査) ・信頼性設計法(断面力照査) ・準静的法(震度法, 但し変形量を目標)
偶発状態	レベル2地震動, 津波, 船舶の衝突, 偶発作用としての波浪等	数値解析法(変形量や損傷程度を具体的に評価)

新設計法の基本的な枠組み(防波堤の例)

基準 (省令・告示)

・ 目的

防波堤は、水域施設の静穏度を維持し、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

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

混成堤は、波浪に関する変動状態に対して、上部工および直立部の滑動および転倒、基礎地盤の支持力不足による破壊により、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)

- ・ 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り出し、転倒および基礎地盤の支持力不足による破壊により安定性が損なわれる危険性の標準的な限界値については、システム破壊確率の限界値を 8.7×10^{-3} とすることができる。これは、再現期間50年の波浪の作用に対する力の釣り合いに基づくシステム破壊確率である。



附属書 (参考)

- ・ 滑り出しに対する安定の検討は、次式によって行うことができる。

$$\gamma_f f_k \left(\sum_i \gamma_{wi} W_{ik} - P_{Bd} - \gamma_{Pv} P_{Vk} \right) \geq \gamma_{Pn} P_{Hk}$$

- ・ 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。

新たな導入技術 (案)

信頼性設計法の導入 (案)

レベル1信頼性設計法

- 性能関数

$$\gamma_R R_k \geq \gamma_S S_k$$

レベル1信頼性設計法は、部分係数が確率的にキャリブレーションされたときに合理的な設計法となる

- 部分係数の設計方法

$$\gamma_X = (1 - \alpha_X \beta_T \frac{\sigma_X}{\mu_X}) \frac{\mu_X}{X_k}$$

α : 感度係数
(信頼性指標算出時に算出される. 荷重側の値は負)

β_T : 目標信頼性指標

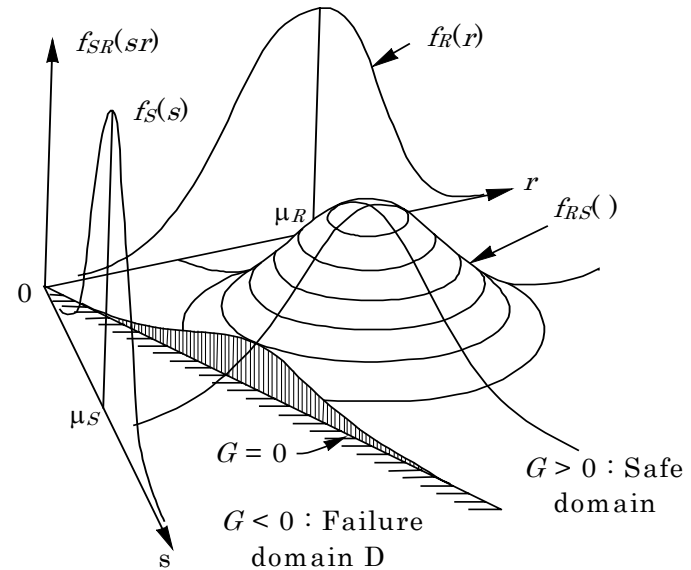
信頼性指標の幾何学的解釈

$$p_f = \int \dots \int_{g(\mathbf{X}) < 0} f_X(x_1, x_2 \dots x_n) dx_1 dx_2 \dots dx_n$$

$$p_f = \Phi(-\beta)$$

$$X_i' = \frac{X_i - \mu_{X_i}}{\sigma_{X_i}}$$

$$g(X_i^{i*}) = 0$$



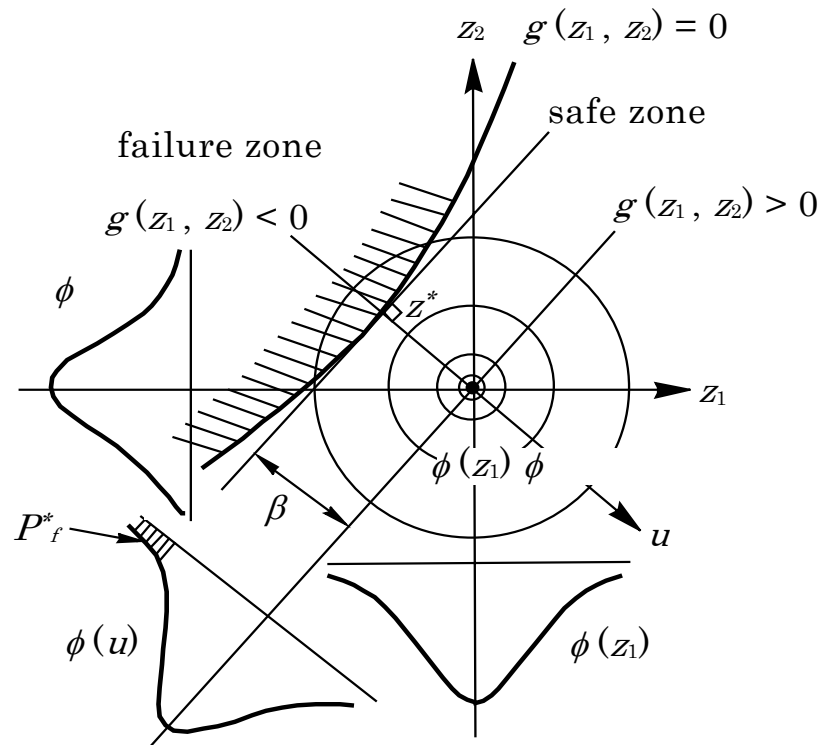
信頼性指標 β は正規化
空間における原点から破
壊面 $g(X^*)=0$ への距離

感度係数 α_i は X_i 軸に
おける方向余弦

$$\beta = -\frac{\sum_{i=1}^n x_i^* \left(\frac{\partial g}{\partial X_i'} \right)^*}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial g}{\partial X_i'} \right)^{2*}}}$$

$$x_i^* = -\alpha_i \beta$$

$$\begin{aligned} x_i^* &= \mu_{X_i} - \alpha_i \beta \sigma_{X_i} \\ &= (1 - \alpha_i \beta V_i) \mu_{X_i} \end{aligned}$$



信頼性設計法の導入

現行基準

- ・ 重力式防波堤の安定の検討は、破壊確率に基づく設計法によって行うことを標準とする。
(滑り出し)

$$F_s \leq \frac{f(W_0 - P_V)}{P_H}$$

- F_s : 直立部の滑り出しに対する安全率
- f : 直立部と基礎との摩擦係数
- W_0 : 直立部に作用する浮力(kN/m)
- P_V : 直立部に作用する揚圧力合力(kN/m)
- P_H : 直立部に作用する水平合力(kN/m)

- ・ 滑り出しに対する安全率は、波圧時1.2以上を標準とする。



推奨される照査方法

- ・ 滑り出しに対する安定の検討は、次式によって行うことができる。 γ は、添字に対する部分係数であり、添字 k は、特性値を現す。

$$\gamma_f f_k \left(\sum_i \gamma_{wi} W_{ik} - P_{Bd} - \gamma_{P_V} P_{V_k} \right) \geq \gamma_{P_H} P_{H_k}$$

- f : 堤体底面と基礎との摩擦係数
- W : 壁体を構成する材料の重量 (kN/m)
- P_B : 堤体に作用する浮力(kN/m)
- P_V : 堤体に作用する揚圧力合力(kN/m)
- P_H : 堤体に作用する水平合力(kN/m)

- ・ 直立部の安定性が損なわれる危険性の限界値は、システム破壊確率 8.7×10^{-3} を標準とする。