

Ver.1.0  
2003.3

## 包括設計コード（案）

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 第1版

**Principles, guidelines and terminologies for structural design code drafting  
founded on the performance based design concept ver.1**

**code PLATFORM ver.1**

土木学会

包括設計コード策定基礎調査委員会

## 包括設計コード策定基礎調査委員会 委員構成

役職	氏名	所属
委員長	日下部 治	東京工業大学大学院 理工学研究科 土木工学専攻 教授
副委員長	市川 篤司	(財)鉄道総合技術研究所 研究開発推進室 主査
副委員長	佐藤 尚次	中央大学 理工学部土木工学科 教授
幹事長	本城 勇介	岐阜大学 工学部土木工学科 教授
委員	秋山 充良	東北大学大学院工学研究科 土木工学専攻構造設計学研究室 講師
委員	足立 幸郎	阪神高速道路公団 工務部設計課 技術係長
委員	香月 智	防衛大学校 システム工学群建設環境工学科 助教授
委員	勝地 弘	横浜国立大学大学院 工学研究院 環境情報研究院 土木工学教室 助教授
委員	上東 泰	日本道路公団試験研究所 道路研究部 橋梁研究室 主任研究員
委員	木村 吉郎	九州工業大学 工学部建設社会工学科 助教授
委員	澤田 純男	京都大学防災研究所 地震災害研究部門耐震基礎分野 助教授
委員	下迫 健一郎	独立行政法人 港湾空港技術研究所 海洋・水工部 耐波研究室 室長
委員	下村 匠	長岡技術科学大学 工学部環境・建設系 助教授
委員	庄司 学	筑波大学 機能工学系 講師
委員	杉山 俊幸	山梨大学 工学部土木環境工学科 教授
委員	高橋 徹	千葉大学 デザイン工学科建築系 助教授
委員	田中 和嗣	独立行政法人土木研究所 技術推進本部先端技術先端技術チーム 研究員
委員	長尾 毅	国土交通省国土技術政策総合研究所 港湾研究部港湾施設研究室 室長
委員	谷 和夫	横浜国立大学 工学部建設学科土木工学教室 助教授
委員	谷村 幸裕	(財)鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部コンクリート構造 主任研究員
委員	能島 暢呂	岐阜大学 工学部 土木工学科 助教授
委員	三島 徹也	前田建設工業(株) 技術研究所 研究第1グループ 課長代理
委員	山口 栄輝	九州工業大学 工学部建設社会工学科 助教授
委員	山本 修司	国土交通省国土技術政策総合研究所 港湾研究部 部長
幹事	佐々木 義裕	鹿島建設(株) 土木設計本部設計技術部先端技術グループ 設計主査

## 目 次

1 . 用語の定義 ( Definitions of terminologies ) -----	1
1 . 1  一般用語 ( General terms ) -----	1
1 . 2  設計に関する用語 ( Terms on design methodology ) -----	3
1 . 3  作用・環境的影響に関する用語 ( Terms on action and environmental influence ) -----	5
1 . 4  構造物の応答，強度，材料特性，幾何学量に関する用語 ( Terms on structural response, resistance, material property and geometrical quantity ) -----	6
1 . 5  既存構造物の性能評価に関する用語 ( Terms on performance assessment of existing structures ) -----	7
2 . 一般 ( General ) -----	10
2 . 1  適用範囲 ( Scope ) -----	10
2 . 2  設計コードの枠組み ( Framework of design code ) -----	13
3 . 構造物の目的・要求性能・性能規定 ( Performance requirements of structures ) -----	15
3 . 1  目的 ( Objectives of structures ) -----	15
3 . 2  要求性能 ( Performance requirements ) -----	16
3 . 3  性能規定 ( Performance criteria ) -----	17
3 . 3 . 1  定義 ( Definitions ) -----	17
3 . 3 . 2  構造物の限界状態 ( Limit states of structures ) -----	19
3 . 3 . 3  作用・環境的影響の程度とそれらの組み合わせ ( Actions, environmental influences: magnitude and their combinations ) -----	20
3 . 3 . 4  時間 ( Time ) -----	22
3 . 3 . 5  構造物の重要度 ( Significance of structures ) -----	24
4 . 照査の方法 ( Verification procedures ) -----	25
4 . 1  許容される照査方法 ( Allowable verification procedures ) -----	25
4 . 1 . 1  一般 ( General ) -----	25
4 . 1 . 2  設計者 ( Designers ) -----	26
4 . 2  照査アプローチ A ( Verification approach A ) -----	27
4 . 3  照査アプローチ B ( Verification approach B ) -----	28
5 . 構造物設計報告書 ( Structural design report ) -----	29

## 1 .用語の定義 (Definitions of terminologies)

本章では、本包括設計コード及び本包括設計コードに従う固有基本設計コード・固有設計コードで使用する用語を定義する。

なお、用語の肩字は以下の引用したコードを示す。

0) 本包括設計コードにおいて新たに定義した用語。

1) ISO2394 (第3版,1998)で定義された用語を引用したものであり、ISO2394の定義・変更に従うべき用語。

2) 土木鋼構造物の性能設計ガイドライン(2001.10)を参考に本包括設計コードで定義した用語。

3) 地盤コード21(2000.3)を参考に本包括設計コードで定義した用語。

4) 土木・建築にかかる設計の基本(2002.10)を参考に本包括設計コードで定義した用語。

5) ISO13822(第1版,2001)で定義された用語を引用したものであり、ISO13822の定義・変更に従うべき用語。

### 1 . 1 一般用語 (General terms)

#### 1 . 1 . 1 一般

**構造物(structure)**<sup>1)</sup> : 剛性を発揮するように設計された種々の部材を結合し、組織的に組み上げたもの。

**構造要素(structural element)**<sup>1)</sup> : 構造物を構成する要素で、物体として識別可能。例として柱、梁、板などがある。

**構造システム(structural system)**<sup>1)</sup> : 建築物や土木構造物の耐力要素、およびこれらの要素を共同して機能させる仕組み。

**寿命 (life, lifetime, life period)**<sup>2)</sup> : 構造物が施工されてから、何らかの理由で使用が停止され、撤去されるまでの期間。物理的寿命、機能的寿命、経済的寿命に分類される。

**ライフサイクル(life cycle)**<sup>1)</sup> : 計画、設計、施工、および供用の全期間のこと。ライフサイクルは構造物の必要性が認識された時に始まり、解体された時に終了する。

**品質 (quality)**<sup>2)</sup> : 製品のもつ1つの特性を定量的指標で表現したもの。予め設定された検査や試験により定量的指標の1つの実現値が得られる。例えば、鋼材の降伏点、シャルピー衝撃吸収エネルギーなど。

**信頼性(reliability)**<sup>1)</sup> : 構造物又は構造要素が所定の要求事項を満足できる能力であって、所定の要求事項には設計時に想定される供用期間も含まれる。

**破壊(failure)**<sup>1)</sup> : 構造物あるいは構造要素の耐荷性能または使用性が不十分である状態。

#### 1 . 1 . 2 設計コード・設計法

**包括設計コード(comprehensive design codes)**<sup>3)</sup> : 一つの国や地域で、土木・建築構造物一般、さらに個々の構造物種別について、その構造的な設計の原則を記述した設計コード。個々の構造物の設計を行うためのコードというよりは、構造物の性能規定の方法、用語の統一、安全性余裕の導入方法と形式、情報伝達法の標準化の他、設計で留意すべき共通事項を記述した、設計コード体系の階層のもっとも上位に立つべきコード。「設計コード作成者のため

のコード」と考えることもできるが、設計者にとって基本的な情報を含んでいる。固有基本設計コードの上位に立つ設計コード。

**固有基本設計コード(specific base design codes)<sup>3)</sup>**: 当該構造物の構造的性能を統括する行政機関 / 地方公共団体 / 事業主体などが、その構造的な要求性能を規定した文書。

**固有設計コード(specific design codes)<sup>3)</sup>**: 「固有基本設計コード」を受け、この基本コードに基づいて作成される固有設計コード。より特化した目的、限定された地域での使用、特定構造物のために作成された、要求性能や性能規定を記した文書。これに一連の性能照査手順を示す場合もある。

**性能照査型設計法 (performance-based design)<sup>2)</sup>**: 設計された構造物が要求性能さえ満足していれば、どのような構造形式や構造材料、設計手法、工法を用いてもよいとする設計方法。より具体的には、構造物の目的とそれに適合する機能を明示し、機能を備えるために必要とされる性能を規定し、規定された性能を構造物の供用期間中確保することにより機能を満足させる設計方法。類似の用語に、性能規定型設計、性能明示型設計、性能指向型設計などがある。

**性能規定型設計コード(performance based design codes)<sup>3)</sup>**: 構造物を、その仕様によってではなく、その社会的に要求される性能から規定する、構造物の設計コード。

注) 文献 6) では、「構造物の機能を確保するために要求される性能のレベルと、その照査に用いる作用のレベルとの関係を明確にした設計法」を性能規定型設計法または性能明示型設計法としている。

**仕様に基づく設計 (specification-based design)<sup>2)</sup>**: 具体的な構造材料の種類や寸法、解析手法等が指定されており、それに基づいて設計する方法。多くの現行設計基準はこれにあたる。

**適合みなし規定 (pre-verified specification)<sup>2)</sup>**: 要求性能を満足していると見なされる「解」を例示したもので、性能照査方法を明確に表示できない場合に規定される構造材料や寸法、および従来の実績から妥当と見なされる現行基準類に指定された解析法、強度予測式等を用いた照査方法を表す。他には、適合みなし規定、適合みなし仕様、承認設計などの用語があるが、示方書等に規定されている既存の解析法あるいは予測式もこの中に含めているため、仕様よりも規定の方が適切で、適合みなし規定を用いる。

**信頼性設計法 (reliability based design)<sup>2)</sup>**: 構造物が限界状態に達する可能性を確率論的に照査する設計法。

**目標信頼性レベル(target reliability level)<sup>5)</sup>**: 受容可能な性能を確認するために必要な信頼性のレベル。

**限界状態設計法 (limit state design)<sup>2)</sup>**: 照査すべき限界状態を明確にした設計法。照査フォーマットとして信頼性理論のレベル にあたる部分安全係数法を採用することがほとんどであるため、部分安全係数法(partial safety factor design)が限界状態設計法と同義で使われることもある。

**部分係数様式(partial factors format)<sup>1)</sup>**: 代表値、部分係数、および、必要ならば他の付加的な量によって、基本変数の有する不確定性と変動性を考慮する計算様式。

**部分係数による設計法(partial factors design procedure)<sup>3)</sup>**: 構造物に作用する各種の作用、地

盤パラメータ，構造物寸法，設計計算モデルの精度，限界状態を設計計算で照査するための基準値などの不確実性に対して，構造物が所定の限界状態を適当な確率で満足するための余裕を，部分係数により考慮する設計法。

**材料係数アプローチ(material factor approach)<sup>3)</sup>**:部分係数を，各作用の特性値，抵抗パラメータの特性値などに直接適用し，これらの設計値を求め，これら設計値を計算モデルに代入して，構造物の作用効果と応答，また耐力を求め，これにより限界状態に対する照査を行おうとする部分係数による設計法。

**抵抗係数アプローチ(resistance factor approach)<sup>3)</sup>**:作用の特性値と，抵抗パラメータの特性値を直接計算モデルに代入し，構造物の作用と応答や耐力の特性値を求め，これら特性値に直接部分係数を適用して，限界状態の照査を行おうとする部分係数による設計法。

## 1.2 設計に関する用語 (Terms on design methodology)

### (1) 一般

**設計供用期間(design working life)<sup>1)</sup>**:大きな補修を必要せずに，当初の目的のために構造物や構造要素を使用できると仮定した期間。

**構造健全性(構造口バスト性)(structural integrity) (structural robustness)<sup>1)</sup>**: 火災，爆発，衝撃，人為的ミスの結果などによって，当初想定した原因によるよりもかなり大きな損傷を受けない性能。

**構造物の信頼性等級(reliability class of structures)<sup>1)</sup>**: ある特定の信頼性レベルが要求される構造物あるいは構造要素の等級。

**要求性能マトリックス (required performance matrix)<sup>2)</sup>**: 構造物に付与すべき性能のグレードと想定する外力のグレードをマトリックス表示したもの。設計者は構造物の重要度に応じて付与すべき性能をマトリックスから選択する。本報告書では，耐震，疲労，耐風などに対して要求性能マトリックスが提案されている。

**評価(assessment)<sup>1)</sup>**: 構造物の信頼性が許容できるかどうかを判断するために実施される作業の総称。

**事前評価 (pre-evaluation)<sup>2)</sup>**: 構造物の計画・設計段階で，構造物の製作・架設時，供用時，解体・再利用時に要求される性能を満たすように照査する行為。

**事後評価 (post-evaluation)<sup>2)</sup>**: 構造物の製作・架設時の品質検査，供用時および偶発的外力による損傷時の点検・調査などの行為。すなわち構造物の製作・架設以後において要求性能を照査する行為。

### (2) 性能記述に関する用語

**目的 (objective)<sup>0)</sup>**: 構造物を建設する理由を一般的な言葉で表現したものであり，事業者または利用者（供用者）が主語として記述されることが望ましい。

**要求性能 (performance requirement)<sup>0)</sup>**: 構造物がその目的を達成するために保有する必要がある性能を一般的な言葉で表現したもの。

**性能規定(performance criterion)<sup>0)</sup>**: 性能照査を具体的に行えるように，要求性能を具体的に記述

したものであり、構造物の限界状態、作用・環境的影響および時間の組み合わせによって定義される。

**基本要性能 (basic performance requirement)<sup>0)</sup>**：要求性能のうち、構造物の目的を達成するために不可欠な性能のことで、構造物の「機能」と言うこともできる。

**重要度 (significance of structures)<sup>0)</sup>**：構造物の生み出す便益の大きさ、緊急時の必要性、代替構造物の有無などに応じて決められるべき構造物の重要さの程度。

**使用性(serviceability)<sup>1)</sup>**：構造物あるいは構造要素が、考えられるあらゆる作用のもとで、通常の使用に対して機能できる能力。

### (3) 限界状態に関する用語

**限界状態(limit states)<sup>0)</sup>**：性能規定に対応して、構造物の意図した状態と意図からはずれた状態を区別する、ある状態。

**終局限界状態(ultimate limit state)<sup>1)</sup>**：崩壊もしくはそれに類似した構造物の破壊を招く限界状態。

注：この状態は一般的に構造物または構造要素の最大耐力に相当する。しかし、場合によっては、許容最大ひずみや許容最大変位に相当する。

**使用限界状態(serviceability limit state)<sup>1)</sup>**：それを超えると、構造物または構造要素が使用性に関する要求性能を満足できなくなる限界状態。

**修復限界状態(Restorability limit state)<sup>0)</sup>**：想定される作用により生ずることが予測される損傷に対して、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えば、構造物の継続使用を可能とすることができる限界の状態。使用性に対する限界状態のひとつと理解することもできる。

**非可逆的限界状態(irreversible limit state)<sup>1)</sup>**：限界状態に至らせた作用が取り除かれても、永久的に超過したままになる限界状態。

**可逆的限界状態(reversible limit state)<sup>1)</sup>**：限界状態に至らせた作用が取り除かれれば、超過していない状況に戻る限界状態。

### (4) 照査に関する用語

**照査 (性能照査)(verification)<sup>2)</sup>**：構造物が性能規定を満足しているかの判定を行う行為。限界状態設計法の場合には、応答値 $S$ と対応する限界値 $R$ の間で $S \leq R$ または $f(S, R) \leq 1.0$ の判定を行う行為。

**照査アプローチ A(verification approach A)<sup>0)</sup>**：構造物の性能照査に用いられる方法に制限を設けないが、しかし設計者に構造物が規定された要求性能を適切な信頼性で満足することを証明することを要求する構造物性能照査のアプローチ。

**照査アプローチ B(verification approach B)<sup>0)</sup>**：構造物の性能照査に、当該構造物の構造的性能を統括する行政機関 / 地方公共団体 / 事業主体などが指定する固有基本設計コード (または固有設計コード) に基づいて、そこに示された手順 (設計計算など) に従い、性能照査を行う性能照査のアプローチ。

(5) 審査・認証 他

**審査 (design examination)<sup>0)</sup>** : 目的の設定から照査までの一連の設計が適切に実施されているかどうかを精査する, 認定を受けた第三者機関が行う行為. 審査に合格すれば, 第三者機関が認証することになる.

**認定 (accreditation)<sup>0)</sup>** : 審査を実施し得る諸機関を定めること

**認証 (certification)<sup>0)</sup>** : 認定機関が目的の設定から照査までの一連の設計が適切に実施されていることを審査し, 証明書を出す行為.

**履行 (compliance)<sup>1)</sup>** : 所定の要求事項を実現・実行すること.

1.3 作用・環境的影響に関する用語 (Terms on action and environmental influence)

**作用 (action)<sup>1)</sup>** : 作用とは以下のものを言う.

- a) 構造物に集中あるいは分布して作用する力学的な力の総称 (直接的作用)
- b) 構造物に働く間接的な力, または力ではない強制的な作用で, 変形の原因 (間接的作用)

注<sup>0)</sup> 環境的影響も作用の一つに含まれるとする区分もある.

**作用の代表値 (representative value of an action)<sup>1)</sup>** : 限界状態の照査に用いられる数値.

注: 代表値とは, 特性値, 組合せ値, 頻度値, 準永続値などを言うが, 他の値を入れてもよい.

**作用の特性値 (characteristic value of an action)<sup>1)</sup>** : 主要な代表値.

注1: 設計対象期間中に望ましくない方向への所定の非超過確率をもつように統計的に定められるか, 過去の経験, あるいは物理的制限によって選ばれる値.

注2: **特性値 (characteristic value)<sup>3)</sup>**: 設計で検討する限界状態を予測するためのモデルに最も適切な値として推定されたパラメータの代表値. 特性値の決定にあたっては, 理論や過去の経験にもとづき, ばらつきや単純化したモデルの適用性に十分留意しなければならない.

**作用の設計値,  $F_d$  (design value of an action)<sup>1)</sup>** : 部分係数  $F$  を代表値に乘じることにより得られる値.

**永続作用 (permanent action)<sup>1)</sup>**:

- a) 与えられた設計対象期間を通して絶えず作用すると考えられる作用で, その時間的変動が平均値と比較して小さいもの.
- b) その変動がわずかであり, かつ限界値をもつ作用.

**変動作用 (variable action)<sup>1)</sup>** : その大きさの時間的変動が平均値に比べて無視できず, かつ単調変化をしない作用.

**偶発作用 (accidental action)<sup>1)</sup>** : 設定された設計対象期間中にはまれにしか生じないが, 一度生じると当該構造物に重大な影響を及ぼすと考えられる作用.

注: 偶発作用は短時間の場合が多い.

**固定作用 (fixed action)<sup>1)</sup>** : 構造物に対して確定した分布をもつ作用. つまり構造物のある点で値が決められれば, その大きさや方向が構造物全体に対しても明確に定まる作用.



**自由作用(free action)<sup>1)</sup>** : 構造物全体にわたって、ある制限内で任意の空間的分布をとる作用。  
**静的作用(static action)<sup>1)</sup>** : 構造物あるいは構造要素に有意な加速度を生じさせない作用。  
**動的作用(dynamic action)<sup>1)</sup>** : 構造物あるいは構造要素に有意な加速度を生じさせる作用。  
**有界作用(bounded action)<sup>1)</sup>**: 正確に、又は概ね判っている限界値を有し、それを越えることができない作用。

**非有界作用(unbounded action)<sup>1)</sup>** : 既知の限界値を有しない作用。

**組合せ値(combination value)<sup>1)</sup>** : 統計的に定められる場合には、作用組合せにより生じる作用効果の値の超過確率が単一の作用のみの時とほぼ同程度であるように選ばれる値。

**頻度値(frequent value)<sup>1)</sup>** : 統計的に定められる場合には、次のように決められる:

- ・あらかじめ設定された期間内にそれを超過する期間の合計が、全体の極一部であるもの。
- ・その超過頻度が、あらかじめ設定された値を超えない。

**準永続値(quasi-permanent value)<sup>1)</sup>** : 統計的に定められる場合には、それを超過する期間の合計が全体の半分程度となるように決められた値。

**作用組合せ(action combination)<sup>0)</sup>** : 異なる作用を同時に考慮するときの限界状態に対する構造信頼性の照査に用いる設計値の組み合わせ。荷重組み合わせ (load combination) とも呼ばれる。

**環境的影響 (environmental influence)<sup>1)</sup>**: 構造物を構成する材料の劣化を引き起し、そのため構造物の使用性や安全性を損なうおそれのある力学的、物理的、化学的又は生物的影響。

**荷重(load)<sup>4)</sup>**: 構造物に働く作用を、作用モデルを介して、断面力、応力または変位等の算定という設計を意図した計算の入力に用いるために、直接に構造物に載荷する力学的な力の集合体に変換したもの。

**基準期間(reference period)<sup>1)</sup>** : 変動作用や時間依存性を有する材料特性等の値を評価するための根拠として用いられるある一定の期間。

**設計状況(design situation)<sup>1)</sup>** : ある期間内の一連の物理的条件を言い、設計ではこの期間内に生じうる種々の限界状態に達しないことを証明する。

**持続的状況(persistent situation)<sup>1)</sup>** : 構造物の通常の使用条件であり、一般的には設計供用期間と関係するものである。

注: 「通常の使用」には風、雪、上載荷重、地震多発地域での地震などによって起こりうる最大級の地震動が作用した状態も含まれる。

**施工時状況(transient situation)<sup>3)</sup>**: 構造物の建設中、または更新時に考慮すべき作用が働いた状態をいう。また、過渡的状況ということもある。

1.4 構造物の応答、強度、材料特性、幾何学量に関する用語 (Terms on structural response, resistance, material property and geometrical quantity)

**材料特性の特性値(characteristic value of a material property)<sup>1)</sup>** : 関連する基準に従って生産・供給される材料に関し、その特性の統計分布から定められた所定のフラクティル値。

**断面寸法の特性値(characteristic values of a geometrical quantity)<sup>1)</sup>**: 設計者が指定する寸法に対応して決まる量。

**材料特性の設計値(design value of a material property)**<sup>1)</sup>: 特性値を部分係数  $M$  で除した値, あるいは特殊な場合には直接評価する値.

**幾何学量の設計値(design value of a geometrical quantity)**<sup>1)</sup>: 特性値に付加的な量を増減した値.

**換算係数(conversion factor)**<sup>1)</sup>: 試験体から得られる材料特性を計算モデルでの仮定に対応する値に変換する係数.

**換算関数(conversion function)**<sup>1)</sup>: 試験体から得られる材料特性を計算モデルでの仮定に対応する値に変換する関数.

**フラクタイル値(fractile value)**<sup>4)</sup>: 累積確率が設定した確率以下となる確率変数の値.

注: 「 %フラクタイルは 」という使い方をする.

**設計値(design value)**<sup>3)</sup>: 材料係数アプローチを用いた場合, 設計値は設計計算モデルに用いられるパラメータの値であり, 特性値に部分係数を適用して得られる.

**応答値  $S$  (demand, response value)**<sup>2)</sup>: 外力によって構造物に発生する物理量.

**限界値  $R$  (capacity, limit value of performance)**<sup>2)</sup>: 応答値に対して許容される限界の値で, 「限界状態」の種類によって定められる物理量. これを応答値が超過すると, 要求性能を満足しないとされる.

**統計的不確定性(statistical uncertainty)**<sup>1)</sup>: 分布やパラメータ推定の精度に関わる不確定性.

**基本変数(basic variable)**<sup>1)</sup>: 作用, 環境的影響, 土質を含む材料特性, 断面寸法に対応する物理量を表わすために設定される変数群.

**主要基本変数(primary basic variable)**<sup>1)</sup>: 設計に重要な主たる基本変数.

**限界状態関数(limit state function)**<sup>1)</sup>: 基本変数の関数  $g$  で,  $g(X_1, X_2, \dots, X_n) = 0$  により限界状態を記述するもの:  $g > 0$  は望ましい状態で,  $g < 0$  は望ましくない状態を示す.

**信頼性指標, (reliability index, )**<sup>1)</sup>: 破壊確率  $P_f$  の代わりとして用いられ,  $= -\Phi^{-1}(P_f)$  で定義される. ここに  $\Phi^{-1}$  は標準正規分布関数の逆関数である.

**信頼性要素(reliability element)**<sup>1)</sup>: 部分係数形式で用いられる数量であり, それによって, あらかじめ設定された信頼性レベルが達成されるものと仮定する.

**要素信頼性(element reliability)**<sup>1)</sup>: 単一の支配的な破壊モードをもつ 1 構造要素の信頼性.

**システム信頼性(system reliability)**<sup>1)</sup>: 複数の関連する破壊モードを有する 1 構造要素の信頼性, 又は複数の関連する構造要素から成るシステムの信頼性.

**モデル(model)**<sup>1)</sup>: 単純化された数学的記述, 又は実験装置 (or 装備) により, 作用, 材料特性, 構造物の挙動を模擬するもの.

注: モデルは, 一般的に支配的な要因を考慮すべきで, 重要でないものは無視する.

**モデル不確定性(model uncertainty)**<sup>1)</sup>: モデルの精度に関するもので, 物理的あるいは統計的な不確定性がある.

## 1.5 既存構造物の性能評価に関する用語 (Terms on performance assessment of existing structures)

**性能評価(assessment)**<sup>5)</sup>: 将来継続使用される既存構造物の信頼性を確認する行為.

**補修(rehabilitation)**<sup>0)</sup>：経時変化による構造物の性能低下に対する抵抗性を改善する行為。

**補強(upgrading)**<sup>0)</sup>：構造物の力学的性能を現状よりも向上させるための対策を講ずる行為。

**損傷(damage)**<sup>5)</sup>：構造物の性能に悪影響を及ぼしうる構造物の状態変化。

**劣化(deterioration)**<sup>5)</sup>：構造物の性能と信頼性が時間経過とともに低下する過程。

**劣化モデル(deterioration model)**<sup>5)</sup>：時間経過による劣化を考慮して、構造物の性能を時間の関数として表現するモデル。

**点検(inspection)**<sup>5)</sup>：構造物の現在の状況を確定するために現場で行われる非破壊検査。

**調査(investigation)**<sup>5)</sup>：点検，資料調査，載荷試験，その他の試験により情報を収集し評価を下すこと。

**載荷試験(load testing)**<sup>5)</sup>：構造全体あるいはその一部の挙動や性質を評価し，もしくは耐荷性能を推定するために荷重や強制変位を作用させて行われる試験。

**維持管理(maintenance)**<sup>5)</sup>：構造物の性能を適正に保つために行われる行為。

**モニタリング(monitoring)**<sup>5)</sup>：構造物の状態や構造物への作用を頻繁にもしくは連続的に，通常は長期間にわたって観察もしくは測定すること。

**残存供用期間(remaining working life)**<sup>5)</sup>：既存構造物を維持管理しながら供用することが想定されている期間。

備考： 本包括設計コードの各規定は，次の3種類に分類される．分類（REQ,REC,あるいはPOS）は各規定の行頭に示される．

REQ(要求)： このコードが規定している事項．「・・・でなければならない．」

REC(推薦)： いくつかの代替的な方法の中で，もっとも推薦される事項を規定する．「・・・であることが望ましい．」．

POS(可能)： いくつかの可能な代替的な方法や事項の一つを示す．「・・・としてもよい．」

## 2. 一般 (General)

### 2.1 適用範囲 (Scope)

- (1)〔REQ〕本包括設計コードは、構造物の設計に関して性能設計の考え方を普及することにより合理的な設計と技術の進歩を奨励し、もって優れた構造物を人類の社会資産として形成することを目的とする。
- (2)〔REQ〕本包括設計コードは、原則として、すべての構造物の設計を対象とする。
- (3)〔REQ〕本包括設計コードは、性能設計の基本的な概念に基づくものであり、わが国の構造物の性能設計コード体系の最上位に位置づけられる。
- (4)〔REQ〕「性能設計」とは、設計された構造物が、要求性能を満足していれば、どのような構造形式、材料、設計手法、工法などを用いても良いとする設計の考え方である。
- (5)〔REQ〕下位に位置づけられる設計コードを作成する際には、以下の規定に従わなければならない。
- 1) 本包括設計コードを必ず参照する。
  - 2) 設計コードの作成に関わる国際的な基準・規格類の内容を尊重する。
- (6)〔REQ〕本包括設計コードの基本的な方針は、以下の6点である。
- 1) 性能設計の基本的な考え方と設計コードの枠組み・体系を示す。
  - 2) 構造物の設計に関わる人々との積極的で円滑な情報交換を促進し、合理的な設計を奨励する。
  - 3) 構造物の設計に関する技術の進歩、価値観や環境の変化に対して、柔軟に対応し、技術の進歩を奨励する。
  - 4) 性能設計に関する国際的な動向に整合させる。
  - 5) 従来設計の考え方との関係に配慮する。
  - 6) 設計に関わる専門技術者に高い倫理観を維持することを奨励する。
- (7)〔REQ〕本包括設計コードでは、主に以下のことを定める。
- 1) 構造物の要求性能を規定する方法
  - 2) 要求性能と、それらの中で照査の対象となる事項(性能規定)の関係
  - 3) 許容される照査の方法(制度を含む)
  - 4) 構造物の設計や設計コードに関わる用語の定義
  - 5) 設計に関する技術的な情報の取り扱い方法
  - 6) 技術者の資格や説明責任

#### 【解説】

- (1) 本包括設計コードの目的を定めた。
- (2) 本包括設計コードの記述は、対象として新設の構造物を前提とするが、新設のみに適用を限定する必要はない。ただし、本包括設計コードをそのまま適用することが適切でない判断される場合には、その特別の条件を考慮して、本包括設計コードの規定を逸脱することを許容する。例えば、特殊な目的や機能を持つ構造物を建設する場合や、既設構造物を補修あるいは補強する場合である。なお、本包括設計コードは、安全性や使用性など構造物の構造的な側面に限定されるものではな

い。構造物の設計は、社会の価値観の変化に従って、構造的な側面以外の性能を積極的に要求される方向にある。その他の性能とは、環境や美観他に関する性能を意味する。

(3) 本包括設計コードに法律的な強制力があるわけではないが、本包括設計コードが我が国のコード体系の最上位に位置することを明示した。本包括設計コードが、土木学会など構造物の設計に関係する技術者の学会でオーソライズされ、我が国の設計コード体系の基礎となり、海外に対する我が国の構造物設計体系の説明性と透明性の向上、次世代技術者への分かりやすい技術の継承等に寄与することが大切であると考え、この規定を定めた。

(4) 本包括設計コードにおける「性能設計」の定義を述べた。従って、本包括設計コードの記述内容としては、要求性能の導出や記述、照査の方法（制度を含む）が重要である。以降、本包括設計コードでは、これらの事項に関する基本的な考え方を必要な範囲で記述する。

(5) 本包括設計コードより下位のコードを作成する場合、本包括設計コードおよび国際的な基準・規格類に整合しなくてはならないとした。しかし、本包括設計コードと国際的な基準・規格類が齟齬をきたす場合には、本包括設計コードが優先する。ここで、国際的な基準・規格類とは、ISO2394、ISO13822などを指す。

(6) 本包括設計コードの基本的な方針を示した。

- 1) 本包括設計コードは性能設計に関するコード体系の最上位にあるので、その基本概念・枠組みを規定するのは当然である。下位のコードの作成において遵守されるルールや用語などにも反映される。
- 2) 構造物の設計に関わる人々は、直接に設計作業を実施する技術者（設計者）だけでなく、計画・建設・利用に関わるすべての技術者および一般人を含める。具体的には、事業者（事業主体/所有者/管理者）、調査者、設計者、施工者、建材供給者、利用者などを指す。優れた社会資産の形成は、専門技術を有する一部の人間が独占的に決定することによるよりも、それに関与するすべての人間が積極的に合意形成しながら達成するという考え方を示した。この考え方は、技術情報の取り扱いや用語に反映される。
- 3) 将来の技術の進歩に配慮した。すなわち、本包括設計コードの要求性能や性能規定の設定、また許容される照査の方法に反映される。
- 4) 設計コードは規制の一種である。建設産業のグローバル化と規制緩和への動きを考慮して、国際整合性に配慮した。設計コードの国際整合性としては、我が国のルールを既にある国際的なルールに合わせる受け身の整合性と、我が国のルールを国際ルールとして提案する積極的な整合性がある。性能設計の技術体系についても、積極的な姿勢が望ましい。コードの体系や用語に反映される。
- 5) 既存技術、現行の設計法等との連続性に配慮した。これは、主に許容される照査の方法に反映される。
- 6) 構造物の設計は人類の社会資産を形成し、公衆の安全を確保する重要な活動である。よって、専門技術に関わる判断を委ねられる専門技術者は、高い倫理観を持って、この活動に積極的に関わらなくてはならない。また、この寄与を通じて専門技術者に対する社会的な評価が高まる。

(7) 本包括設計コードの記載内容を示した。

- 1),2) 構造物の目的 / 要求性能 / 性能規定の階層による性能の規定方法について示す。
- 3) 既存のコードや将来の技術進歩に配慮して、許容される照査の方法や照査に関する制度について示す。
- 4) 円滑な情報交換，正確な理解のため，性能設計に関わる基本的な用語を定める。
- 5) 円滑な情報交換を促進し説明責任を果たすため，技術情報の取り扱い方法を定める。技術情報の取り扱い方法とは，標準化，発信者と受信者，伝達手段などを意味する。
- 6) 専門技術者には高い倫理観が求められており，その義務の裏付けとして資格など名称を独占的に使用することが認められている。よって，設計における専門技術者の資格は重要である。また，構造物の設計は公衆の安全と密接に関わるため，専門技術者が負う説明責任を明示的に定める必要がある。

## 2.2 設計コードの枠組み (Framework of design code)

- (1)〔REQ〕本包括設計コードは、図-1に示すように、国際的な基準・規格類、我が国の作用指針や構造物種別ごとの包括設計コード、さらにこれらを受けて作成される固有基本設計コードおよび固有設計コードとともに体系化される。
- (2)〔REQ〕本包括設計コードの規定に基づいて作成される設計コードでは、図-2に示すように、性能記述の階層に従って、構造物の目的を要求性能に書き換え、最終的に、照査することが可能な性能規定を定める。この際、目的から要求性能、性能規定を導出した過程を明らかにしなければならない。
- (3)〔REQ〕設計者は、性能規定が守られていることを照査において示さなければならない。この際、設計者は、照査方法が広く選択可能な照査アプローチAあるいは固有基本設計コード(または固有設計コード)が指定する照査方法を用いる照査アプローチBのいずれかを選択する。

### 【解説】

- (1) 国内の設計コードが有機的に体系化され、国内の設計が地域固有の文化や技術を尊重しつつ、国際的な標準化に対応できる設計コード体系について述べている。

構造物の性能規定を指定するための作用・環境的影響は、固有設計コードにおいて記述されるべきであるが、固有設計コード間の整合性の確保および国際標準への対応のために、作用・環境的影響の共通根拠を与える包括的な作用指針が必要である。

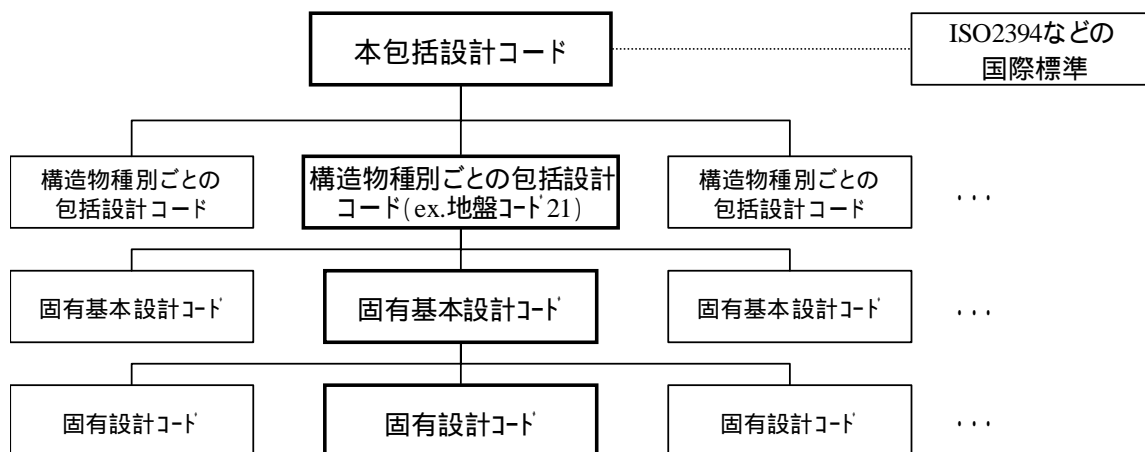


図-1 設計コードの体系化

- (2) 性能記述の階層について定めた。階層は、構造物の目的、要求性能、性能規定の3段階である。各段階の詳細については、後章に記述される。

なお、本包括設計コードは、設計体系の枠組みを規定する役割も担っており、固有基本設計コードおよび固有設計コードなどの下位の設計コードを作成するときは、この枠組み〔目次〕を守りながら、それぞれの構造物の構造種別や用途に対応した、より具体的で詳細な内容を記述することになる。



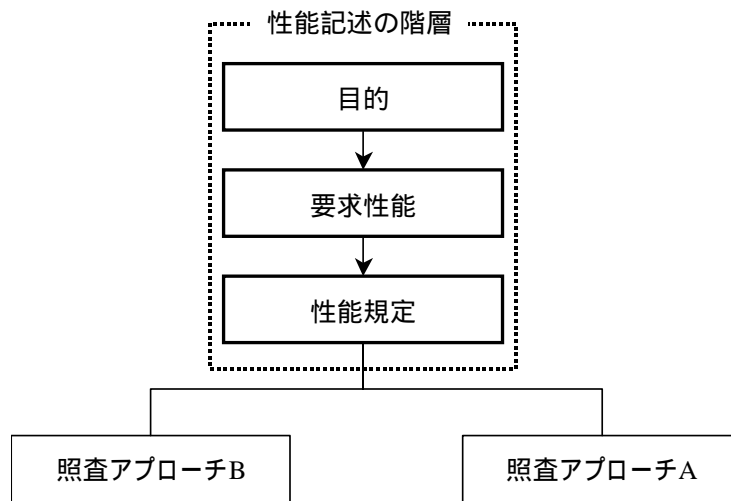


図 - 2 設計コードのフォーマットの概念

照査アプローチ A と B において、性能規定より上位の要求性能にまで遡及できることが必要である。固有基本設計コードまたは固有設計コードの制定者が既存の設計法を暗黙のうちに前提として性能規定を定めてしまった場合、照査方法が極端に限定されたものになることが懸念される。このような状況下でも、時代の変遷や技術の進歩に伴って既存の設計法が想定した以上の新技術が現れた場合に不利益を被らないために、要求性能にまで立ち返って性能規定が整合的に導出されているかを検討できることが重要である。

(3) 性能の照査が設計者によってなされること、また照査とは、目的・要求性能から導出された性能規定が守られていることを証明する行為であることを明示した。

また、照査方法が指定されているか否かによって以下の 2 種類に分類されることを示した。

- ・ 照査方法を指定しないアプローチ (照査アプローチ A)： 設計者は、性能規定が満足されることを適切な方法で証明することが求められる。要求性能のみが与えられ、これに基づく性能規定も設計者が定め、照査を行う場合も照査アプローチ A には含まれる。
- ・ 照査方法を指定するアプローチ (照査アプローチ B)： 設計者は、事業者が指定した下位の設計コード(固有基本設計コードあるいは固有設計コード)に従って性能の照査を行う。この場合、本包括設計コードは、固有設計コード作成のための“a code for code writers”となる。

照査アプローチ A 及び B の詳細については、後章に記述される。

### 3．構造物の目的・要求性能・性能規定 (Performance requirements of structures)

#### 3．1 構造物の目的 (Objectives of structures)

(1)〔REQ〕構造物の目的とは，構造物を必要とする理由を一般的な言葉で表現したものである．

(2)〔REC〕構造物の目的は，事業者または利用者（供用者）が主語として記述されることが望ましい．

#### 【解説】

(1) 目的の大まかな分類としては，私用，商用，産業基盤整備，生活基盤整備，国土保全などが考えられる．目的に応じて考慮すべき費用と便益が異なるだけでなく重視される性能が変わるなど，設計の目標が大きく変化するため，目的の明示が必要である．したがって，構造物の目的は，要求性能を導き出す根拠であることを念頭におき，対象とする構造物の設計で考慮する性能を意識したものでなければならない．

設計者の説明責任の観点からも目的の明確化は重要である．また，将来その構造物に求められる目的は変化することがあり得るが，設計時点の目的を明確化しておくことによって無用な議論が避けられる．

また，構造物はより大きな構造物またはネットワークやシステムの一部を構成する場合がある．例えば，道路橋は道路網の一部を構成する．このように構造物の目的は階層的であるが，目的の記述の中にこの階層性を含めてもよい．

目的の例として，多目的ダムの場合は，「発電・利水によって事業者が利益を得る，灌漑による地域産業の振興，水害防止による公共の福祉の向上」などである．道路橋の目的として，「道路ネットワークの一部を構成することにより，地域経済を発展させる．また，災害時に緊急救命活動を支援することによって公共の福祉を向上させる．」などがある．

(2) 目的は，社会が構造物を建設する目的であるから，事業者や利用者が主語となるのが自然である．

### 3.2 要求性能 (Performance requirements)

- (1)〔REQ〕要求性能は、構造物がその目的を達するために保有が必要な性能を一般的な言葉で表現したものである。
- (2)〔REC〕構造物の要求性能は、構造物を主語として記述されることが望ましい。
- (3)〔POS〕要求性能は、構造物の目的を達成するために不可欠な基本性能（これを構造物の「機能」と言うことができる。）と、これに加えて与えられる付加要求性能に分けることもできる。
- (4)〔REC〕構造物の要求性能には、構造物の安全性、使用性、環境性、施工性、経済性などがある。
- (5)〔REC〕構造物の要求性能は、構造物が供用される期間だけでなく、建設から廃棄あるいは更新等を含む全期間にわたって生じることが予想される状態を考慮して定めることが望ましい。

#### 【解説】

- (1) 要求性能は、性能規定を導き出す根拠となるため、対象とする構造物の設計で考慮する性能を意識したものでなければならない。ただし要求性能の時点では、その照査方法等については度外視して規定してよい。
- (2) 構造物の目的では、事業者または利用者が主語になるのに対して、要求性能では構造物が主語になることが多い。
- (3) 例えば、道路橋の基本性能は、「所与の交通量を通過させること」となる。これに加えて、「利用者が不快と感じるほどの変形を生じさせないこと（使用性）」、「所与の供用期間中に、その期間に通常考えられる災害時も含めて、基本性能を経済的に維持できること（使用性）」、「大変まれな災害時においても人的被害を生じさせないこと（安全性）」あるいは「大変まれな災害時においても、緊急救命活動に支障をきたさないように、最低限の交通の通過させること（安全性）」などが付加される。要求性能は、構造物の必要最低限な性能を挙げるだけでなく、付加的な性能も挙げることになる。構造物の要求性能を高めたり増やしたりすれば、当然建設コストも増加するが、構造物の付加価値も増加する。したがって要求性能の設定にあたっては、費用便益分析等が必要となることもある。すなわち要求性能は、構造物の付加価値とコストのバランスを規定する。さらに、要求性能どうして矛盾することもあり、これらのトレードオフや優先度を考慮しなければならない場合がある。
- (4) 安全性とは、崩壊、走行安全、公衆安全、フェイルセーフなどをいう。経済性とは、災害復旧性、ライフ・サイクル・コスト、維持管理性などをいう。使用性として、経済性の他に、乗り心地、外観、水密性、騒音、振動などを含む。環境性とは、地域環境・地球環境に対する配慮、再利用性、リフレッシュ・目的変更が容易か、などをいう。

### 3.3 性能規定とその設定 (Performance criteria)

#### 3.3.1 定義 (Definitions)

- (1)〔REQ〕性能規定とは、要求性能の中から選択された性能（あるいは性能群）であり、適切な手法で照査可能なように具体的に記述されなければならない。
- (2)〔REQ〕個々の性能規定は、「構造物の限界状態」、「作用・環境的影響の程度とそれらの組み合わせ」、「時間」の、3つの要素の組み合わせで、規定される。ただし、性能規定の中には、ある指標の最大化や最小化で表現されるなど必ずしも限界状態で構造物の性能を記述できない場合もある。その場合は限界状態をそのような適当な指標に基づくある状態で置き換えることもできる。
- (3)〔REC〕性能規定の設定に当たっては、構造物の重要度を考慮することが望ましい。
- (4)〔REC〕性能規定の設定に当たっては、その性能規定が要求している事項（要求性能）が、できる限り設計者に直接的に理解され、設計に反映させられるような設定の仕方が望ましい。
- (5)〔REQ〕人的被害を与える可能性のある構造物については、安全性に関する性能規定を必ず記述しなければならない。
- (6)〔REC〕要求性能として記述されながら性能規定に含まれない性能は、構造物に対する要求として重要でないことを直接意味しない。構造物の設計にあつては、性能規定に含まれない要求性能についても、十分考慮することが望ましい。

#### 【解説】

(1) 性能規定は、構造物の計画と、実際の構造物設計の接点を規定するものであり、目的、要求性能、性能規定の階層構造の中から導き出されるものであり、照査法につながる規定でなければならない。すなわち性能規定は、適切な方法によって性能規定を満足することが証明（このことを照査と呼ぶ）できる内容でなければならない。したがって、構造物に期待される性能であっても、照査できない性能は、性能規定に含めることはできない。性能規定は、技術的な用語で表現されるべきである。

設計コードは、構造物の「作り方」を示したものではなく、法律的・社会的要請から、構造物が最低限満たさなくてはならない性能や信頼性を示したものである。この点で、設計コードは設計者の自由度を制限するものとなる。一方、性能設計の主旨からいって、設計コードの策定にあたっては、できるだけ設計者に自由度を与えるよう十分な配慮が必要となる。このような二つの相反する要請の狭間で、性能規定は、結果的に、設計者の自由と、社会的要請による制限とのバランスを規定するものとなる。

(2) 本包括設計コードの大きな特徴の一つは、性能規定を「構造物の限界状態」、「作用・環境的影響の程度と組み合わせ」、「時間」の、3つの要素の組み合わせで、規定することを提案している点である。これらの項目については次節以下でそれぞれ説明される。

構造物の性能を規定（あるいは明示）する方法として、「作用の頻度と程度」と「構造物の限界状態」を組み合わせで表示する、いわゆる性能マトリックスの考え方がよく知られている。本設計コードではこれを一歩進めて、この2要素に加えて、構造物の性能の時間的な変化（例えば劣化等）も考慮した3要素で表すことを提案している。すなわち、構造物が、建設当初ばかりでなく、その規定された時間を通じて所定の性能規定を満足することを要求している。従って、作用や環境的影響、これに伴う構造物の性能の変化がすべて時間の関数として記述されるような照査を行うことを理想とする。設計に考慮す

る時間によって、作用や環境的影響の程度が変化するほか、構造物の強度などの性能も時間と共に変化する。性能規定を設定する上で、時間を明示することは絶対に必要である。

ところで従来の設計法は、限界状態設計法がその基本にあり、それぞれの要求性能に対して、性能規定として、ある限界状態を引き当てる場合がほとんどであった。しかしながら、性能規定の指標が力学的な値ではなく、例えば経済的指標や環境的指標である場合には、特定の限界状態で表現することができない場合がある。本包括コードでは、限界状態を構造物の構造的性能以外の性能についても拡張することを提案している。

たとえば、地震時安全性に対する性能規定は、「当該地点で考えられる最大級の地震動に対して、供用期間中のいかなる時点でも、構造物の応答が終局限界以下であること。」などとなる。

(6) 要求性能に対して、対応する性能規定が存在しないからと言って、その要求性能を設計において完全に無視してよいわけではない。要求性能は依然として存在するが、それが何らかの理由で、照査の対象となる性能規定化されなかったと考えるべきである。そのような場合、できる範囲において要求性能を尊重した設計が望まれる。たとえば、「地球環境負荷をできる限り低減する」と言った、環境性に関する要求性能があるにも関わらず、それが性能規定化されていない場合でも、設計において環境負荷をできる限り低減できる代替案を選ぶべきである。

### 3.3.2 構造物の限界状態 (Limit States of structures)

- (1)〔REQ〕構造物の限界状態とは、それぞれの性能規定に対応した、構造物の意図した状態と、意図しない状態を区別する、ある状態である。
- (2)〔REC〕限界状態は、構造物の性能に関する定量的な記述により与えられることが望ましい。
- (3)〔POS〕性能規定の中には、限界状態で記述することが、適当でないものもあることに留意する。

#### 【解説】

- (1)従来の限界状態設計法で言われる「限界状態」は、構造物の構造的な性質に関するものである。終局限界状態、使用限界状態等が、その典型的なものである。
- (3)本包括設計コードでは、この限界状態の概念を、構造物の構造的な性質、すなわち安全性、使用性等から拡張し、構造的な性質以外の性質、すなわち環境性、施工性、経済性などにも適用することを提案する。

3.3.3 作用・環境的影響の程度とそれらの組合せ (Actions and environmental influences: magnitude and their combinations)

- (1) [REQ] 作用は、考慮する期間中の平均値に対する時間的変動の特性によって、永続作用、変動作用、偶発作用に分類される。
- (2) [REQ] 種々の性能規定について照査するにあたっては、作用と環境的影響の程度と、それらの組合せを適切に考慮しなければならない。
- (3) [REQ] 作用や環境的影響の大きさが、時間的に変化する場合、および作用の繰り返しが構造物の性能に影響を及ぼす場合、これらを考慮して照査しなければならない。

【解説】

- (1) 作用は、考慮する期間中の平均値に対する時間的変動の特性によって、次のように分類する：

永続作用：その大きさの時間的変動がほとんどないか、変動が平均値に比較して無視できるほど小さいもの。

変動作用：その大きさの時間的変動が頻繁に生じ、変動が平均値に比較して無視できないほど大きいもの。

偶発作用：考慮する期間中に生じる確率は小さいが、構造物に重大な影響を及ぼすもの。

作用の分類は、作用の原因だけでなく想定するその大きさも考慮しなければならない。例えば、地震の影響は、想定する大きさによって、偶発作用または変動作用と分類される場合がある。

- (2) 安全性に関わる性能の照査は、考慮する期間中に生じるすべての作用に対して行わなければならない。したがって、考慮する期間中に、構造物の安全性に最大の影響を及ぼす作用の組合せに対して照査することになる。すなわち、構造物に働く作用は、単一の現象に起因することは少なく、複数の現象を考慮するのが一般的である。しかし、同時に生じる変動作用であっても、最大値の期待値が同時に起きる可能性は一般的に小さいと考えられるので、複数の変動作用を組合せる場合は、考慮する作用の組合せに応じてその大きさを調整することが合理的と考えられる。そこで、安全性の照査においては、変動作用を「主たる」と「従たる」に分け、主たる変動作用の特性値は最大値の期待値とし、従たる変動作用の特性値は主たる変動作用または偶発作用との組合せに応じて適切な値を定めるのも一つの方法である。偶発作用に対しては、永続作用のみを組合せ、他の変動作用との組合せは通常考慮しない。

安全性以外の性能に関する照査では、構造物の重要度等にもよるが、一般的には、しばしば生じる程度の大きさの作用に対して照査すればよい場合が多い。

- (3) 構造物が変動作用の影響を繰り返し受けると、疲労破壊を生じる場合がある。このような恐れがある場合は、作用の大きさだけでなくその繰り返しの影響も考慮しなければならない。

地震の影響や車両走行の影響など、作用の大きさの変化と時間との関係が無視できない動的な現象である場合、その影響を考慮した方法により照査しなければならない。この場合、作用が構造物に及ぼす影響の大きさは、作用の特性と構造物の特性の組合せによって変化するので注意が必要である。例えば、

地震の影響として複数の地震波を考慮する場合、どの地震波が構造物に最大の影響を及ぼすかは、地震波の卓越周期や継続時間、構造物の固有周期によって異なる場合がある。



### 3.3.4 時間 (Time)

- (1)〔REQ〕構造物の性能を照査するにあたっては、考慮する一定の期間を定めなければならない。
- (2)〔REQ〕構造物の性能の照査では、考慮する期間中において、作用・環境的影響の特性や構造物の特性の、時間による変化を考慮しなければならない。
- (3)〔REC〕考慮する期間中における構造物の点検、補修、補強など維持管理の方法やその頻度について、明示することが望ましい。

#### 【解説】

(1) 構造物の性能の照査は、一定の期間中に所要の性能を満足するか否かを確認する行為である。したがって、構造物の性能照査を行う場合には、その期間の長さを定めなければならない。

(2) 照査で考慮する期間中における構造物の特性の時間による変化とは、例えば、環境的影響による材料劣化に起因するものや、偶発作用等による構造物の損傷に起因するものがある。このような構造物の特性の変化が想定される場合は、この影響を考慮しておく必要がある。

作用の特性の変化に関する影響については、「3.3.3 作用・環境的影響の程度とそれらの組合せ」に記述したが、構造物の特性の変化により、ある作用が構造物に及ぼす影響が変化することにも留意する必要がある。すなわち、構造物の劣化や損傷により剛性が変化すると、同一の作用に対しても応答が変化するので、このようなことも考慮しておかなければならない。

構造物の性能の照査を行う上で、維持管理の方法を明示しておくのは重要なことである。なぜなら、照査において考慮した維持管理の方法が実行されなければ、照査は無意味なものになってしまうからである。

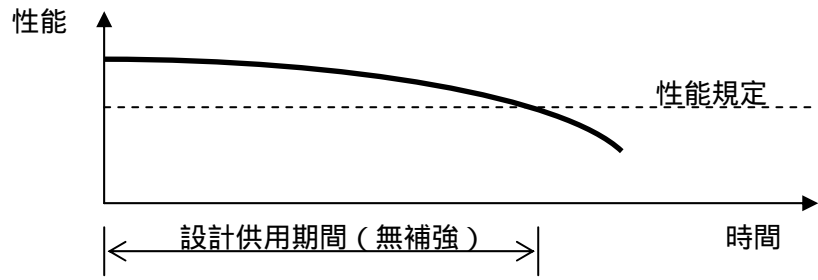
(3) ここで、補修とは、経時変化による構造物の性能低下に対する抵抗性を改善する行為であり、いわゆる延命対策をいう。また、補強とは、構造物の力学的性能を現状よりも向上させるための対策を講ずる行為をいう。

時間と構造物の性能の関係を図-3に示す。図-3では、照査に考慮する期間として、設計供用期間を設定している。

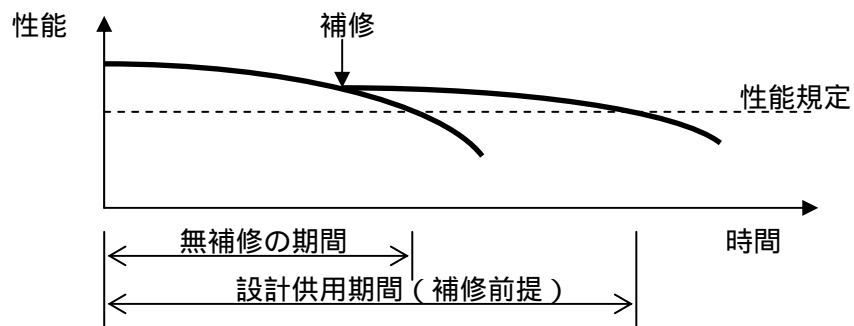
図-3(a)は、補修、補強を行わない場合の例である。構造物は時間の経過とともに性能が低下することがあるが、設計供用期間を超えると、いずれ性能規定を満たさなくなることがある。この場合、構造物は廃棄されるか取り替えることになる。

図-3(b)、(c)は、設計供用期間中に補修、補強を前提とする場合である。設計供用期間中に補修、補強を行うことにより、構造物の性能の低下を抑制、または性能を向上させることにより、性能規定を満たさなくなるのを防ぐことになる。この場合、照査で考慮する期間を比較的長期間設定することができるが、補修、補強が可能なように建設時に考慮しておく必要がある。

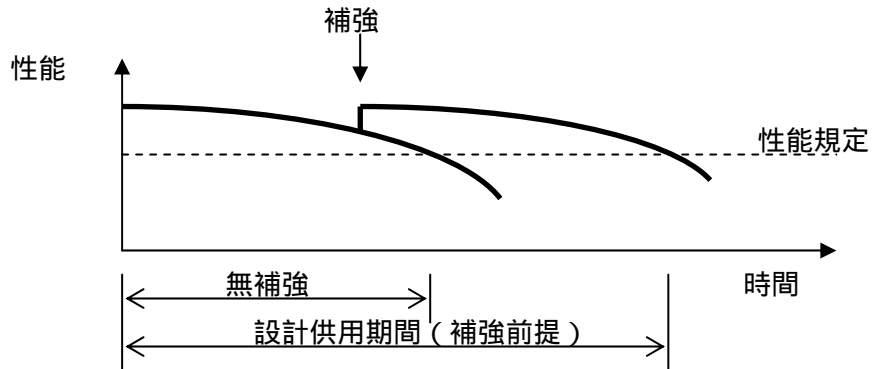
なお、いずれの場合も、適切な維持管理が必要で、定期的な点検と供用期間中における性能の確認とその評価結果に応じた補修や補強を行うことが前提である。



(a) 設計供用期間中に補修・補強を行わない場合



(b) 設計供用期間中に補修を前提とする場合



(c) 設計供用期間中に補強を前提とする場合

図 - 3 時間と構造物の性能の関係

### 3.3.5 構造物の重要度 (Significance of structures)

(1)〔REQ〕構造物の重要度は、建設費用や、構造物の便益の大きさ、緊急時の必要性、代替施設の有無などに応じて決められなければならない。

#### 【解説】

(1) 構造物の重要度は、基本的に経済的な影響に基づくので、建設費用や、便益の大きさ、災害時の被害額や復旧にかかる費用などをすべて評価した上で、費用便益分析等に基づく最も経済的な設計を行うことが、今後の構造物のあるべき姿と考えられる。ただし、安全性などについては、必ずしも経済的な視点から照査できない場合があることに留意する必要がある。

高価な構造物や、便益の大きな構造物、緊急時に必要とされる構造物には、高い性能を付与することによって、災害時の混乱を防ぎ、被害額を圧縮できる。逆に社会的に影響が少ない構造物に対しては、その性能を抑制することにより、建設費用を圧縮することができる。

地震使用性などの性能規定を経済的指標で規定することにより、構造物の重要度を陽に定義することなく、構造物の重要性が客観的に反映されるような性能規定にすることが望ましいと考えられる。

#### 4．照査の方法 (Verification procedures)

##### 4．1 許容される照査方法 (Allowable verification procedures)

###### 4．1．1 一般 (General)

(1)〔REQ〕照査では、構造物が3章で示した性能規定を満たすことを示さなくてはならない。

(2)〔REQ〕照査は4．2節に定める照査アプローチAまたは4．3節に定める照査アプローチBのいずれかの方法で行わなければならない。

#### 【解説】

(2)照査方法は2通りであることを明記している。設計に際して、照査アプローチA、Bのいずれを採用するかは、設計者の判断による場合が多いと考えられるが、事業者が指定する場合もあり得る。また、事業者が照査法を指定した場合でも、設計者が別の照査アプローチを提案することもある。本包括設計コードでは、どちらの照査アプローチを採用するかについては規定しないが、採用する照査アプローチが定めれば、4．2節または4．3節の規定を遵守しなければならない。

#### 4.1.2 設計者(Designers)

- (1)〔REQ〕設計者は、当該構造物の設計に関する分野の専門技術に精通した者でなければならない。
- (2)〔REC〕設計者は、適切な公的機関が認定した当該分野の専門技術者資格の保有者であることが望ましい。

#### 【解説】

- (2) 照査アプローチBで使用する固有基本設計コード（または固有設計コード）では、必要に応じて、特定の専門技術者資格を明確に指定するのがよい。

#### 4.2 照査アプローチA (Verification approach A)

- (1)〔REQ〕構造物の性能照査に用いる方法に制限はないが、設計者は当該構造物が本包括設計コード3章に定められた性能規定を一定のある適当な信頼性で満足することを証明しなければならない。
- (2)〔REC〕設計者は、構造物設計報告書を作成し、適切な審査機関に提出して審査を受けることが望ましい。
- (3)〔REC〕構造物設計報告書は、本包括設計コード5章を参照して作成されることが望ましい。
- (4)〔REC〕審査機関は、適切な手順に従い、提出された構造物設計報告書に基づき、構造物が性能規定を満足しているかどうかを評価および判定することが望ましい。
- (5)〔REC〕審査機関は、審査のために作成された全ての文書を、当該構造物の供用期間中保管することが望ましい。

#### 【解説】

- (1)ここでは照査アプローチAを定義しているが、これまで行われてきた設計方法とかなり異なっている。そのため、審査機関の設置やその役割などの体制等については未知の部分が多い。本節では、現時点で考え得るひとつの照査手順を示したに過ぎない。この他にも、「照査アプローチAが許可される機関を認定し、その機関による照査アプローチAの設計は無審査にする」といった手順が考えられる。本節(2)以降の規定をすべて〔REC〕としたのは、こうした不確定要素に配慮した結果である。
- (2)「適切な審査機関」とは、事業者、設計者の両方から独立し、中立な立場にある第三者機関のことである。
- (4)「適切な手順」とは、例えば、事業者、設計者のいずれとも利害関係を有さない、当該構造物の設計に関する分野の専門技術に精通した者からなる委員会を組織することなどが該当する。4.2(2)に示した「事業者、設計者の両方から独立し、中立な立場にある第三者機関」としての審査機関が十分に議論されていない現状において、審査の内容や程度について具体的に規定することは現段階では難しく、事業者や設計者と審査者の責任範囲の明確化など、今後の議論に待つところが多い。

#### 4.3 照査アプローチ B (Verification approach B)

- (1)〔REQ〕設計者は、当該構造物の事業者が指定する下位の設計コード（固有基本設計コード（または固有設計コード））に基づいて性能を照査しなければならない。
- (2)〔REQ〕固有基本設計コード（または固有設計コード）は、本包括設計コードに基づいて適切な手順に従って作成されなければならない。
- (3)〔REC〕固有基本設計コード（または固有設計コード）では、構造物あるいは部位・部材の照査を直ちに実施できるよう具体的かつ定量的な規定を定めることが望ましい。
- (4)〔POS〕固有基本設計コード（または固有設計コード）では、構造解析、載荷試験、実験モデルをはじめ、モニタリング、情報化設計・施工、適合見なし規定など、多面的な設計方法を考慮して照査法を定めることができる。
- (5)〔REC〕固有基本設計コード（または固有設計コード）で適合見なし規定を採用する場合、個々の規定が達成しようとする性能についても記述することが望ましい。
- (6)〔REC〕固有基本設計コード（または固有設計コード）の作成では、「部分係数による設計法」に基づいた書式を採用することが望ましい。
- (7)〔REQ〕部分係数による設計法により、固有基本設計コード（または固有設計コード）を策定するときは、ISO2394の規定に従わなければならない。

#### 【解説】

- (1)照査アプローチ Bでは、固有基本設計コード(または固有設計コード)に基づいて設計が行われる。この節では、これら下位の設計コードが備えるべき要件を規定している。
- (2)「適切な手順」とは、例えば、事業者、設計者のいずれとも利害関係を有さない、当該構造物の設計に関する分野の専門技術に精通した者からなる委員会を組織することなどが該当する。
- (3)「構造物」のみならず、「部位・部材」にまで言及している。これは、基本的に固有基本設計コード、固有設計コードが従来の設計法に近く、部位・部材の照査を行うことで構造物の照査に替える場合も多いと考えられることに起因している。
- (6)部分係数による設計法は、国際標準である ISO2394、土木・建築にかかる設計の基本が推奨している設計法である。
- (7)ISO2394の規定とは、第3版(1998)の「第9章 部分係数による設計法 (Partial factors format)」に該当する箇所を指す。部分係数による設計法を適用するとき必要な、基本変数、解析モデル、確率論に基づく設計の原則については、ISO2394 第3版「第6章 基本変数 (Basic variables)」「第7章 解析モデル (Models)」「第8章 確率に基づく設計の原則 (Principles of probability-based design)」に該当する部分を参照しなければならない。また、経験モデルに基づく方法、信頼性に基づく設計の原則、作用の組合せと作用値の評価については、ISO2394 第3版の「付属書 D 実験モデルに基づく設計 (Design based on experimental models)」「付属書 E 信頼性に基づく設計の原則 (Principles of reliability-based design)」「付属書 F 作用の組合せと作用値の評価 (Combination of actions and estimation of action values)」に該当する部分を参考にすることが望ましい。

## 5 . 構造物設計報告書 (Structural design report)

- ( 1 )〔REQ〕設計者は構造物設計報告書を作成し、発注者 / 所有者に設計の結果について報告しなければならない。
- ( 2 )〔REQ〕構造物設計報告書には、設計上重要な事項を記録しなければならない。
- ( 3 )〔REC〕設計上重要な事項には、設計に関連した主要な情報の要約、構造物の目的、要求性能と性能規定、限界状態、設計上の仮定、作用・外部環境の条件、材料・地盤パラメータの特性値およびその時間変化、構造形式の妥当性、設計計算モデルと設計手順、および各性能規定の照査方法と結果、設計者の氏名と資格などが含まれる。
- ( 4 )〔REC〕構造物設計報告書は、当該構造物の規模や重要度に応じて、その内容の詳細の程度は異なる。
- ( 5 )〔REQ〕構造物設計報告書は、当該構造物の供用期間中は、発注者 / 所有者により保管されなければならない。

### 【解説】

( 3 ) 構造物設計報告書は、本文に示した事項を含む次の事項を記すことが望ましいが、これに限定されるものではない。

- 1) サイトとその周辺の記述・地盤条件の記述・その根拠となる資料。
- 2) 設計を求められている構造物の目的、要求性能と性能規定の記述。
- 3) 構造物の限界状態の記述。
- 4) 作用及びそれらの組合せの記述。
- 5) 地震・風等による作用など、特にサイトの特性に依存した作用の評価の記述。
- 6) 材料・地盤パラメータの特性値を、その決定の正当性とその根拠の記述。
- 7) 適用した設計コード・技術資料等の記述。
- 8) 選択した構造形式の妥当性の記述。
- 9) 構造物のリスクと、導入した各性能規定に対する信頼性の正当化の記述。
- 10) 施工の前提条件の記述。
- 11) 構造物の設計計算書と図面。
- 12) 施工中のモニタリングや、維持管理におけるチェック項目の記述。



<引用文献>

- 1) ISO : ISO2394 General principles on reliability for structure 3<sup>rd</sup> edition, 1998.6.
- 2) 日本鋼構造協会：土木鋼構造物の性能設計ガイドライン，2001.10.
- 3) 地盤工学会：包括基礎構造物設計コード 地盤コード 2 1 ver.1，2000.3.
- 4) 国土交通省：土木・建築にかかる設計の基本，2002.10.
- 5) ISO : ISO13822 Bases for design of structures - Assessment of existing structures, 1<sup>st</sup> edition, 2001.12.
- 6) 福井次郎：道路橋基礎の性能設計，基礎工 Vol.29-No.8 pp.17 - 20，2001.8.

#### 4 . アジアにおける設計コードの調和へ向けた検討

##### ( 1 ) 国際フォーラムの開催及び参加

建設分野のアジアコード策定へ向けた第2回のフォーラムが2003年3月7日タイ、バンコク市内のタイ工学会会館内において開催され7カ国の代表者が参加した(タイ、フィリピン、シンガポール、台湾、中国、韓国、日本)。日本からは日下部東工大教授が参加した。会議のプログラム及び参加者は下記の通りである。以下に、フォーラムのプログラムを示す。

なお、第1回のフォーラムは「International Forum on Harmonization of Design Codes in Civil Engineering among Asian 6」として2002年3月にHong Kong Universityにて開催されている。第1回フォーラムの詳細は「包括設計コード検討基礎調査 報告書(土木学会 包括設計コード検討基礎調査委員会 2002.3) 3.4 アジアの設計コードの調和へ向けた取組み」を参照頂きたい。

#### The second informal forum on Harmonization of design codes in civil engineering in the Asian region

##### Program

---

9:00	Opening by Dr. Taweep on behalf of EIT
9:10	Self-introduction
9.20	Minutes of the First Forum by Prof. Kusakabe & Prof.Tan
9:30 - 11:00	Current status of design codes (15minutes presentation + 15minutes discussions) China by Prof. Weimin Zhang Philippines by Dr. Benito M. Pacheco Singapore by Dr. Tam Chat Tim
11:00 - 11:30	Break
11:30 - 13:00	Current status of design codes Taiwan by Mr. Senyuan Chang Thailand by Dr.Taweep Korea by Prof. Sang-Hyo Kim
13:00 - 14:00	Lunch
14:00 - 14:30	Current status of design codes Japan by Prof. Kusakabe
14:30 - 15:30	General discussions chaired by Prof. Tan Thiam Soon
15:30 - 16:00	Break
16:00 - 17:30	Terminologies chaired by Dr. Benito M. Pacheco
17:30 - 18:00	Future activities chaired by Prof.Kusakabe
18:00	Closing by Prof.Warakorn on behalf of EIT

List of participants (参加者一覧)

所属	参加者	e-mail アドレス
PICE : Philippine Institute of Civil Engineers Singapore	Dr. Benito M. Pacheco	<a href="mailto:bmpacheco@vibrametrics.net">bmpacheco@vibrametrics.net</a>
EIT : Engineering Institute of Thailand China	Dr. Taweep Prof. Warakorn Prof. Weimin Zhang	<a href="mailto:cvetamct@nus.edu.sg">cvetamct@nus.edu.sg</a> <a href="mailto:cvetants@nus.edu.sg">cvetants@nus.edu.sg</a> <a href="mailto:taweep@siit.tu.ac.th">taweep@siit.tu.ac.th</a> <a href="mailto:wmzhang_cn@yahoo.com">wmzhang_cn@yahoo.com</a>
CICHE : Chinese Institute of Civil and Hydraulic Engineering	Mr. Senyuan Chang Mr. Yen-Po, Chen Mr. Shen Jin Far	<a href="mailto:syc@sinotech.com.tw">syc@sinotech.com.tw</a> <a href="mailto:cjin9035@ceci.org.tw">cjin9035@ceci.org.tw</a> <a href="mailto:shenjf@mail.ntust.edu.tw">shenjf@mail.ntust.edu.tw</a>
KSCE : Korean Society of Civil Engineers	Prof. Sang-Hyo Kim	<a href="mailto:sanghyo@yonsei.ac.kr">sanghyo@yonsei.ac.kr</a>
JSCE : Japanese Society of Civil Engineers	Prof. O. Kusakabe	<a href="mailto:kusakabe@cv.titech.ac.jp">kusakabe@cv.titech.ac.jp</a>

フォーラムでの配付資料および発表資料は下記の通りである。特に重要な資料を、本報告書の添付資料 - 3 に掲載する。

Distribution (配布資料)

1. Panel discussion at the Informal Forum on harmonization of Design codes in Civil Engineering among Asia 6
2. JSCE: Basis of structural design for buildings and public works by Ministry of land, infrastructure and transport. October 2002
3. JSCE: Principles, guidelines and terminologies for structural design code drafting grounded on the performance based design concept (Draft)  
English version (main text)  
Japanese version (full document)
4. JGS: National report on limit state design in geotechnical engineering: Japan, November 2000.
5. ISO 2394 General principles on reliability for structures 2. Definitions
6. 中国の設計基準の現状に関する発表資料  
(The geotechnical and civil engineering design code of China)
7. シンガポールの設計基準の現状に関する発表資料  
(Current status of design codes in Singapore)
8. 台湾の設計基準の現状に関する発表資料  
(Report on status of design codes)
9. タイの設計基準の現状に関する発表資料  
(Current status of design codes in civil engineering field in Thailand)
10. 韓国の設計基準の現状に関する発表資料  
(Construction specifications in Korea)
11. 設計基準の調和の必要性と日本の設計基準の動向に関する資料

## (2) アジアコードへ向けた検討

アジアコードへ向けた検討として、国際フォーラムにおける主な議論と今後の対応について整理する。

中国本土を含め、7ヶ国の設計基準の現状の現状について極めて有益な情報交換の場となった。第1,2回は日本土木学会の資金提供があり感謝する。アジアコード策定に向けて、情報・意見交換の場として第3回以降の forum の継続が望ましい。日本からの継続的な資金援助が期待されるが、forum 開催の継続のために各国で費用を分担して負担することも考える。

まず、用語の統一、概念の統一を図ることが最重要課題である。そのために下記の18ヶ月のプログラムの実施の可能性を探る。

- i) 日本土木学会は2003年9月まで PLATFORM の用語集の部分の日本語 - 英語の対比を作成し、参加国+ に配布する。その際、ISO2394,ISO6707 との整合性に配慮する。
- ii) 参加国は、それに対して2004年3月までに意見を述べると同時に自国語と英語の対比表を作成する。
- iii) それらをもとに2004年9月までにアジアの設計基準にかかわる用語対比表を完成させる。
- iv) 当面、これに関する調整役は日本土木学会(日下部)が担当し、各参加国は連絡窓口を確定する。

## 5. まとめと今後の課題

### (1) 包括設計コードの策定について

本調査では、土木学会において「包括設計コード策定基礎調査委員会」を立ちあげ若手のコードライター中心の委員により包括設計コードを策定した。

今回策定した包括設計コードの特徴は以下のとおりである。

- ・ 性能設計の考え方に基づくものとした。
- ・ 性能記述の階層を「目的 - 要求性能 - 性能規定」とした。
- ・ 個々の性能規定は、「構造物の限界状態」、「作用・環境の影響の程度とそれらの組み合わせ」、「時間」によって定義されるとした。さらに、性能規定を決定するに当たっては、「構造物の重要度」を考慮する必要があるとした。
- ・ 作用などの考え方は IS02394、IS013822 等の既往の国際標準に基本的に準拠した。
- ・ IS02394、「土木・建築にかかる設計の基本」と同じく部分係数法を推奨した。
- ・ 既往の特に性能設計の概念に基づいて作成された各分野の設計コードを参照しそれらの考え方を参考にするとともに、重要な用語について整理した。

なお、冒頭でも述べたように、この包括設計コードを、次のような名称で呼ぶことを提案する。

ニックネーム(呼称)：

code PLATFORM ver.1

日本語名：

「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」

英語名：

**Principles, guidelines and terminologies for structural design code drafting  
founded on the performance based design concept**

今後、本調査で取りまとめた包括設計コードの国内外への普及へ向けた活動を行う予定である。当面は、土木学会誌等における紹介、国内外の学術会議における発表などを予定している。

策定した包括設計コードは、基準類の性能規定化に関する作業あるいは議論において活かしていく。基準の性能規定化は、基準の国際整合性や設計の自由度向上といった観点だけでなくコスト構造改革の観点からも期待されており、これらの点で本調査委員会において策定した包括設計コードは有用であると考えられる。また、今回の委員会で大きな貢献をして頂いた中心的なメンバーは、国内の主要な構造物設計分野で近い将来中心的な役割を果たすことが期待されている方々であり、このようなメンバーが一堂に会して議論を深め、コード作成の原則や用語についてあるまとまった理解を得るに至ったことには大きな意義がある。

さらに、今回策定した包括設計コードは、現在様々な分野で活発に議論されている地域コード(アジアコード、ASEANコード等)の議論を行う際の一つのたたき台となる可能性を持っており、早急に英訳しこの方面でも活用したい。

本調査は、土木学会の一委員会の作業として完成したが、今後は土木学会内外の様々な場に持ち込み、この概念の普及とバージョンアップを図ってゆくことが必要であると考えられる。

## (2) アジアコードについて

建設分野のアジアコード策定へ向けた活動として、昨年度の香港大学での開催に続いて 2003 年 3 月に第 2 回目の国際フォーラムをタイのバンコクで開催した。このようなフォーラムは、各国の現状把握と意見交換の場として極めて貴重であり、これからも継続することが望ましい。第 1 回、第 2 回のフォーラムは主に日本側で開催資金を準備した。今後も日本からの継続的な資金援助が期待されている状況にはあるものの、各国での費用負担を模索する必要があると考える。また、用語・概念の統一が最重要かつ最優先課題と考え、前述の 18 ヶ月プログラムの実施の可能性を探っていきたい。プログラムでは、code PLATFORM ver.1 の 1 章「用語定義」を叩き台として、参加国による用語対比表を作成することを提案する予定である。