

鋼・合成構造標準示方書【設計編】における性能照査の枠組み

早稲田大学 正会員 ○秋元 礼子
大日本コンサルタント(株) 正会員 池田 大樹
(財)鉄道総合技術研究所 正会員 池田 学
山梨大学 正会員 杉山 俊幸

1. はじめに

国際市場の開放に伴い、我国の構造物設計分野においても ISO などの国際規格との整合が求められつつある。欧州ではユーロコードによる設計規準の統一が進められ、アジア諸国においても地域共通の設計規準作成を目指す動きがある。しかしながら、我国の現状を顧みると、設計規準のグローバル化に対する備えは必ずしも十分であるとはいえない。このような中、土木学会 鋼構造委員会では、鋼構造物および合成桁を対象として、国土交通省発行の「土木・建築にかかる設計の基本」¹⁾や ISO2394（設計の一般原則）²⁾に十分配慮した上で最新の研究成果を取り入れ、国際的に通用する規準となる「鋼・合成構造標準示方書」の整備を進めている。この標準示方書は総則および「構造計画編」「設計編」「耐震設計編」「製作・施工編」「維持管理編」からなるが、本論文ではこのうち「設計編」における設計の基本事項について、その概要を紹介する。

なお、この標準示方書設計編は、作成の過程における透明性を確保し、多くの関係者のコンセンサスを得ながら進めていくことで、先進的かつ実用的な成果の公表を目指しており、年次学術講演会においても多数の議論を期待したい。

2. 設計の基本

設計にあたっては、前述の国際整合化への配慮に加え、新技術・新工法の導入やコスト縮減への対応の観点から、性能照査型による設計を基本とする。

性能照査型設計は、基本となる要求性能に対応する複数の性能項目を、それぞれ適切な照査指標を用いて、要求される性能レベルから算出される応答値が、構造物の保有する限界値を超えないことを照査する設計手法である。

図-1 に性能照査型設計の概念を、図-2 に本示方書における性能の照査方法、図-3 に関連する用語の定義を示す。

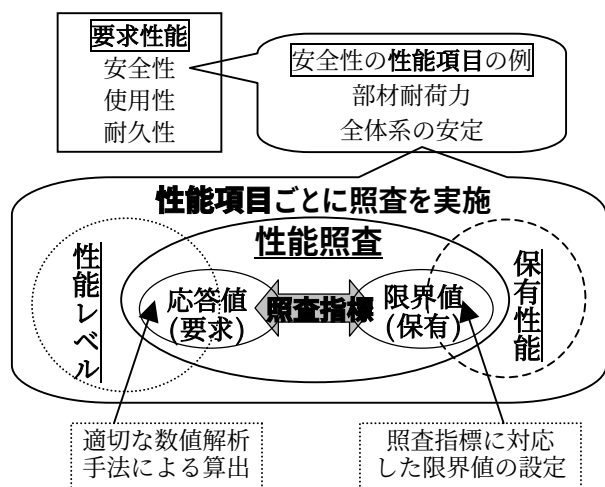


図-1 性能照査型設計の流れ（概念）

第1章 総則

1.4 設計の基本

1.4.2 性能の照査

- (1) 設計にあたっては、鋼・合成構造物に要求すべき性能を明確に設定しなければならない。
- (2) 設計では、要求される性能項目ごとに性能レベルを明示し、それぞれの項目について照査を行わなければならない。
- (3) 構造物の性能照査は、一般には、照査指標と照査指標に対応した限界値を設定し、適切な数値解析法を用いて算定される応答値が限界値を超えないことを照査する。
- (4) 前述の照査方法によらない場合は、実験等による確認、あるいは構造・材料等の仕様の遵守を構造物の性能照査とみなすことができる。
- (5) 設計時の性能照査は、設計保有性能が設計時点で設定された要求性能を上まわっていることを照査する。
- (6) 完成時の性能照査は、完成時点での保有性能が設計要求性能を上まわっていることを照査する。
- (7) 供用中のある時点での性能照査は、当該時点での保有性能が当該時点で設定された要求性能を上まわっていることを照査する。

図-2 標準示方書条文案（1.4.2 性能の照査）

キーワード 性能照査型設計、鋼・合成構造標準示方書、要求性能、設計の基本

連絡先 〒169-8555 新宿区大久保3-4-1 早稲田大学理工学部社会環境工学科 TEL/FAX 03-5286-3399

第1章 総則

1.2 用語の定義（抜粋）

（2）性能に関する用語

- 1) 要求性能：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。
- 3) 性能項目：要求性能を細分化したもので、性能項目ごとに照査指標が設定される。照査指標には、一般に、限界状態が規定される。
- 4) 性能レベル：構造物に要求される性能のレベル。要求性能それぞれに対して設定される。
- 6) 保有性能：構造物が実際に保有する性能。

（4）照査に関する用語

- 1) 性能照査：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 と対応する限界値 の間で の判定を行う行為
- 2) 照査指標：性能項目を定量評価が可能な物理量に置き換えたもの。性能の照査に用いる。
- 3) 応答値 S：外力によって構造物に発生する物理量。
- 4) 限界値 R：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。
- 5) 部分係数：設計の不確実性を考慮して、各設計変数に割り当てられた係数であり、荷重係数、材料係数、構造解析係数、部材係数、および構造物係数の5つの係数。

図-3 標準示方書条文案（1.2 用語の定義 より抜粋）

3. 照査方法の基本形と部分係数

照査方法としては、構造物の重要度や限界状態に達した際の社会的・経済的影響によって定める部分係数（構造物係数 γ_i ）を用いた基本照査式(1)によって行うことを基本としている。また、設計限界値 R_d と設計応答値 S_d の算出においては、信頼性設計の考え方に基づくものとし、その際、部分係数法を用いた照査様式(2)を使用してよいこととした。

$$\gamma_i \frac{S_d}{R_d} \leq 1.0 \quad \dots \dots (1) \quad \gamma_i \cdot \frac{\sum \gamma_a \cdot S(\gamma_f \cdot F_k)}{R(f_k / \gamma_m) / \gamma_b} \leq 1.0 \quad \dots \dots (2)$$

ここに、 γ_f 、 γ_m 、 γ_a 、 γ_b はそれぞれ荷重係数、材料係数、構造解析係数、部材係数であり、これらは信頼性理論に基づき、特性値からの望ましくない方向への変動、計算における値の算出方法の不確実性、荷重や実構造物・実材料などのばらつき等を考慮して定めるものである。

鋼・合成構造物あるいは構造部材の設計においては、それらの限界値が応答値を超える確率を要求された値以下にとどめることができるように鋼・合成構造物の形式・形状・寸法を決定するのが最も望ましいが、実務上はこれらの確率の算出が可能な場合は極めて少なく、現時点では無理とみなすのが一般的である。そこで、鋼構造物あるいは構造部材に要求される性能が満足されているか否かを照査する方法として、ここでは、部分係数を用いた照査様式(2)を用いればよいこととした。

図-4 に性能照査設計の流れ（図-1）に沿った部分係数の役割に関する概念図を示す。

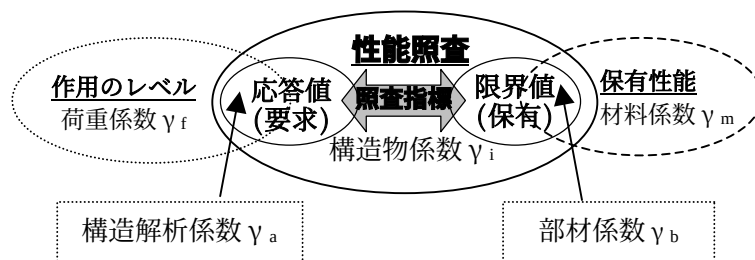


図-4 部分係数の役割（概念）

あとがき

本論文は、土木学会鋼構造委員会 鋼・合成構造標準示方書小委員会 設計部会（部会長：依田照彦[早稲田大学]，幹事長：野上邦栄[首都大学東京]）設計の基本ワーキンググループにおいて調査研究が進められているものである。

参考文献

- 1) 国土交通省 土木・建築にかかる設計の基本検討委員会：「土木・建築にかかる設計の基本」，2002.10.
- 2) ISO2394：International Standard “General Principles on Reliability for Structures”，1998.3.
- 3) 土木学会 鋼構造委員会 鋼構造物の性能照査型設計法に関する調査特別小委員会：鋼構造物の性能照査型設計体系の構築に向けて，2003.4
- 4) 土木学会 鋼構造委員会 道路橋床版の調査研究小委員会：道路橋床版の設計の合理化と耐久性の向上，2004.11