

鋼・合成構造標準示方書【設計編】における要求性能の分類

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○池田 学
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
山梨大学 正会員 杉山 俊幸

1. はじめに

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、国際的に通用する規準となる「鋼・合成構造標準示方書」（以下、標準示方書）の整備を進めている。標準示方書は「総則編」「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」について、構造物の要求性能の分類案についてまとめたものである。

2. 各規準類で設定されている構造物の要求性能の調査

性能照査型設計では、構造物に求められる性能（要求性能）を明示し、適切な照査指標を用いて、要求性能を満足しているか否かを照査する。そのため、どのような構造物の要求性能を設定するかが重要となる。

表-1 に既存の各規準類の要求性能や設計の基本理念などを整理した。ここでは、主として、土木分野の設計の基本となる規準、学協会の鋼構造関連の規準および道路橋や鉄道橋の設計規準を対象とした。

表-1 各規準類の構造物の要求性能の比較

設計の基本 (2003) ¹⁾	ISO2394 (1998) ²⁾	code PLATFORM (2003) ³⁾	JSSCガイドライン (2001) ⁴⁾
安全性 使用性 修復性	(Fundamental requirements) Serviceability limit state requirement Ultimate limit state requirement Structural integrity requirement	安全性 使用性 環境性 施工性 経済性 など	安全性 使用性 環境適合性 施工性 維持管理性 解体再利用性
鋼指針PART A (1997) ⁵⁾	鋼性能照査指針 (2003) ⁶⁾	道路橋示方書(2002) ⁷⁾	鉄道鋼・合成標準 (1992) ⁸⁾
(設計の原則) 構造設計においては構造物の安全性、使用性、経済性、環境との調和等を考慮するとともに、製作、運搬、現場施工、検査、塗装、維持管理、補修などに注意して設計するものとする。このため、設計にあたっては、強度、変形、安定性、耐久性、施工性、保守、美観、騒音、振動などについて十分検討する必要がある。	安全性 (構造安全性) 使用性 (歩行性、走行性) 耐久性 (耐疲労性、耐腐食性、材料耐久性、維持管理性) 耐震性 (構造安全性、使用性、復旧性) 社会・環境適合性 (景観性、低公害性) 初期健全性 その他、施工性、解体再利用性も定義されている	(設計の基本理念) 橋の設計にあたっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の容易さ、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。	(設計の基本) 構造物はその使用目的に適合し、安全でかつ経済的なものであるとともに環境との調和を考慮したものでなければならない。 このため設計にあたっては、強度、変形、安定、耐久性、施工性、保守、美観、騒音、振動等について十分な検討を行うものとする。

表-1 より、安全性と使用性はほぼ全ての規準類に共通して用いられている。これら以外に要求されている性能は、用語の統一はなされていないものの、耐久性、修復性（あるいは復旧性）、環境適合性、施工性や維持管理性、さらには経済性などに概ね分類することができる。

3. 鋼・合成構造標準示方書【設計編】における要求性能の分類案

表-1 の各規準類、特に設計の基本¹⁾と鋼性能照査指針⁶⁾を参考に、標準示方書【設計編】における要求性能を表-2 のように提案する。また、図-1 には、【設計編】における要求性能の定義（案）を示す。構造物の要求性能としては、これら以外にも地震時の耐震性能、製作・施工時や維持管理時に要求される性能も設定する必要があるが、ここでは【設計編】において設定する要求性能のみを示している。

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 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 鋼・複合構造 TEL042-573-7280

表-2 鋼・合成標準示方書【設計編】における要求性能（案）

要求性能	性能項目	性能項目の例	照査指標の例
安全性	構造安全性	部材耐荷力，構造系全体の耐荷力，接合部の耐荷力等	応答値（断面力）／限界値（断面耐力）
	公衆安全性	第三者被害	ボルト強度（遅れ破壊）
使用性	走行性	通常時の走行性（路面の健全性）	路面の平坦度
	歩行性	通常時の歩行性（歩行時の振動）	桁の固有振動数
	乗り心地	通常時の列車の乗り心地	桁のたわみ，固有振動数
耐久性	耐疲労性	変動荷重（交通荷重）による疲労耐久性	等価応力範囲／許容応力範囲
	耐腐食性	防錆・防食性能	腐食環境と塗装仕様
	耐材料劣化性	コンクリートの劣化	水セメント比／限界値
	修復性	損傷に対する修復の容易さ	応答値（損傷度）／限界値（損傷度）
社会・環境適合性	社会的適合性	構造物の社会的な重要度	部分係数（構造物係数）
	経済的合理性	LCC，LCU（ユーティリティ）	LCC，LCU
	環境適合性	騒音・振動，環境負荷（CO ₂ 排出），景観等	近隣住民に対する騒音・振動レベル，LCCO ₂ ，構造形式・塗装色による景観創造性，モニュメント性等

第1章 総 則

1.2 用語の定義

- ・安全性：構造物が利用者，および第三者の生命・財産を脅かさないための性能．
- ・使用性：構造物の利用者が許容限度以上の不快感，不安感を覚えず，快適に構造物を利用するための性能．
- ・耐久性：荷重作用あるいは環境作用による構造物あるいは部材の性能の低下に対する抵抗性．鋼・合成構造物では，一般に環境作用による鋼材腐食，荷重作用による疲労現象，およびコンクリート部材の材料劣化や耐荷力の低下を考慮する．
- ・社会・環境適合性：構造物が健全な社会，経済，文化等の活動に貢献し，周辺の社会・環境，自然環境に及ぼす悪影響を最小限にする性能．

図-1 要求性能の定義案（標準示方書【設計編】条文案）

“安全性”は生命・財産を脅かさないための性能と定義し，その性能項目には部材や構造全体系の耐荷力などの安全性，第三者への影響に対する安全性などがある．また，“使用性”は快適に構造物を利用するための性能であり，車両の走行性，歩行者の歩行性あるいは鉄道列車の乗り心地などの性能項目がある．

“耐久性”については，安全性等の照査に含めるという考え方もある⁴⁾が，設計供用期間を通じて構造物に必要なレベルの性能（安全性，使用性など）を確保することは極めて重要であり，この意味を明確にするためにも要求性能として位置付けることとした⁶⁾．耐久性は他の全ての要求性能と関連しており，性能項目には，疲労や鋼材の腐食に対する抵抗性，コンクリート床版の材料劣化に対する抵抗性などがある．

“社会・環境適合性”は，現状の技術レベルでは定量的な照査は難しい面もあるが，重要な要求性能であると考えられる．今回の標準示方書では，現時点で適用可能な検討方法を記述するに留めるが，将来の技術の進歩に応じてより定量的な照査方法が適用できるように，要求性能として位置付けることとした．

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，2002.10
- 2)ISO2394：International Standard “General Principles on Reliability for Structures”，1998.3
- 3)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（案）code PLATFORM ver.1，2003.3
- 4)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
- 5)土木学会鋼構造委員会：鋼構造物設計指針 PART A 一般構造物，1997.5
- 6)土木学会鋼構造委員会：鋼構造物の性能照査型設計体系の構築に向けて，2003.4
- 7)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 共通編，2002.3
- 8)国土交通省監修：鉄道構造物等設計標準・同解説（鋼・合成構造物），1992.10