

序 性能照査型設計法と鋼橋床版の設計

1. 現行設計法の課題

わが国では、鋼橋の設計に「許容応力度設計法 (Allowable Stress Design Method)」に基づく道路橋示方書共通編および鋼橋編が適用されており、供用状態に近い荷重を想定して最大作用応力度を算出し、材料の弾性限界に関して適当な安全率を持つ許容応力度と比較することにより安全性を照査することを基本としている。その他に構成する鋼材片の板厚制限などの補剛設計的な項目や、鋼橋に適用されることを前提とした多くの経験値など多岐にわたる規定がきめ細かく盛り込まれており、通常はそれらの技術的背景に踏み込まなくても設計作業が実施できるようになっているため、実用上は有効で使いやすい面も多い。

しかし、一方で、ほぼ完全な規定が仕様書の形で与えられていることから、これに従って設計した場合にどのような性能の構造物が得られるのか不明確であることが指摘されている。また、たとえば、耐用年数が限定される場合や、低品質ではあってもローコストで要求性能を満たすことが別途確認されている場合、高度・高性能な技術開発成果の利用を図る場合、最新の研究成果を反映したい場合、などへの対応が現行の仕様書では困難であることが挙げられている。

つまり、現行の道路橋示方書は、比較的整ったレベルの設計を効率的に処理するためにはきわめて有効であるものの、構造物に求める性能項目と示方書規定との関連性や根拠が明確でない条項も多く、新しい構造物に拡張を試みる場合、設計上の大きな制約になる場合もある。

2. 設計基準に求められるもの

「性能照査型設計法 (Performance-Based Design Method)」は、国際化の流れの中にあるわが国の社会システムの問題点を解決する共通の方法^{1), 2)}として提唱されたものであり、公平かつ公正な要求性能を互いに認め合う原理・原則に基づいて照査することにより透明性の確保あるいは説明責任の実現を期待する社会的背景の必然として生まれてきたものであるとされている。

これを構造設計基準にあてはめれば、構造物の基本的要求性能を一般社会で共通な用語を用いて明確に記述し、これを満たすために必要な個別の構造形式や部材要素に対する性能項目を技術用語によって表現することが求められる。さらに、設計が要求性能を所定のレベルで満たしていることは、互いに確認できる妥当な方法で検証・照査されなければならない。ここで、要求性能の実現のために採用する構造、材料は原則自由としている。また、これらの検証・照査の過程に十分な透明性・説明性を確保させるためには要求性能、荷重・環境作用、および照

査法の関連性が簡潔に整理されていなければならない。

構造設計に関する設計基準の現状を顧みれば、簡潔に整理された要求性能と照査法を一挙に確立するのは不可能と言わざるを得ない。特に調査研究が不十分なために未解明なままとなっている事項や、不確実性の大きい自然現象を取扱うことなどに起因する経験値や経験法則に依存した照査法も多く残されている。鋼橋の設計においても大差のない状況であるが、少なくとも早期の基本概念の確立と、これに沿った調査研究を行い、必要な技術開発の目標を明確にすることが重要と考えられる。本設計法の採用はこれらを加速することになる。

3. 性能照査型設計法の現状

道路橋示方書V耐震設計編(平成8年12月)³⁾は周知のように阪神・淡路大震災による構造物の激甚災害を受けて改訂された。ここでは、構造物が保有すべき耐震性能が要求レベル(地震動レベル)とともに明確に規定されている。設計された構造物の性能照査法については、地震時の保有水平耐力や変形能に関して定められており、これらの位置づけを主要な照査の例とみれば、性能照査型設計法を適用した好例と考えることができる。

防護柵設置基準(平成10年11月)⁴⁾は性能照査型設計法の概念に沿って全面的に改訂された。たとえば、車両用防護柵では、①車両の逸脱防止性能、②乗員の安全性能、③車両の誘導性能、④構成部材の飛散防止性能を規定し、設計速度や周辺の状況に応じて衝突条件を定めている。また、性能の照査は建設省通達による確認試験方法により道路管理者が行うものとしている。

コンクリート構造の分野では性能照査型補強設計指針(試案)(平成10年4月)⁵⁾が公表されており、基本フレームと補強設計マニュアルとから構成されている。前者は本指針の基本概念と共通原則を規定し、これらの基本的な考え方は将来補強設計施工法が進歩しても大きく変わることはないとしている。後者は、現時点において推奨される補強方法について、現状の技術および知見に基づき解説し、その進展により差し替え、改訂を想定している。その後の補強指針(案)(平成11年9月)⁶⁾では2部構成ではなく両者をまとめているが、取り上げた4種の補強方法については総則の解説において指針(案)の適用範囲を限定して、技術の進展にともなう高度な工法等の採用の可能性を広げている。

そのほか、あらゆる面での統合が進行しているEUでは、かなり以前から構造設計と施工に関する域内共通基準としてEurocodeの構築を目指しており、今や主要な国際規格の1つとしての地位を占めるに至っている。この中でも、諸事情の異なる各国間の合意のための重要な手段として、性能照査型の規定が適用されている。

4. 鋼橋床版の性能照査型設計法確立へ向けて

契約手続きや事業の透明性、効率性の評価、コスト縮減など、公共事業が大きな変革を迫られている現在解決すべき課題は数多い。そのなかで高性能・高耐久性を有する床版構造など、高度な技術開発を誘発する技術上の基盤を提供し、その成果の導入を促進させることも重要である。これらの観点から、道路橋示方書を「性能照査型規定」へ移行させることは自然かつ必然的と考えられる。現在、従来の規定と整合性を保ちながら改訂作業が行われている。

道路橋示方書が性能照査型設計法に移行した場合、条文には発注者（おそらくは、利用者＝納税者も同様）が期待し、要求する品質そのものが明確に記述されることになる。受注者はそれらの要求性能を満たすように設計し、これが要求された品質に合致していることを検証・照査しなければならない。その方法は一般的に認められた手順の中から選択されるが、たとえば、プレートガーダーの耐荷力性能のように、以前から十分な調査研究が行われ、ほぼ完成された技術と考えられるものは、性能項目と整合した「みなし適合仕様」を与えることで、技術水準の維持と設計の効率化を図ることが重要である。また、この場合には、いわゆる「マニュアル設計」のための設計施工便覧等の技術資料の整備がむしろ必要となる。これに対して、まったく新たな構造や材料に挑戦する技術者には新しい場を提供することになる。この場合耐荷機構や疲労損傷機構が未解明の場合など未成熟な段階では、直接的な証明法として試験・実験を用いることも一つの選択肢として考慮されるべきである。

鋼橋床版に関してはRC床版の繰り返し荷重による損

傷の顕在化を契機として、実際の損傷機構に着目した設計法の模索が行われており、これをもとに床版構造と耐久性の関係が明らかにされようとしている。また、上述の公共事業を取り巻く大きな変革のなかで、鋼橋の合理化の要求も例外ではなく、少数主桁の採用がこの解の一つとして一般化しており、長支間PC床版や合成床版などの新しい床版形式が実橋レベルで実用化され、高耐久性床版への技術開発の機運も高まっている。

これらの現状を勘案すれば、場合によっては種々の問題を内在しながら適用されてきた鋼橋床版の設計規定を、本来の道路構造物としての要求性能に基づいて体系化し、性能項目の明確化、具体化を通じて本来あるべき姿を明らかにすることは時宜を得ていると同時に急務であると考えられる。

参考文献

- 1) 堺：性能照査型設計法のゆくえ、橋梁と基礎、1997.8, pp73-83
- 2) 大田, 川畑, 小林, 浜田：鋼橋床版の性能照査型設計法とその課題 pp.89-94 第一回鋼橋床版シンポジウム講演論文集 H10.11
- 3) 土木学会：[平成8年制定] コンクリート標準示方書 耐震設計編 H8.7
- 4) 日本道路協会：防護柵の設置基準・同解説 H10.11
- 5) 土木学会 コクリト技術シリーズ 28：コンクリート構造物の補強設計・施工の将来像－性能照査型補強設計指針(試案)－ H10.4
- 6) 土木学会 コクリトガイド 95：コンクリート構造物の補強指針(案) H11.9