

土木・建築における技術基準の動向と展望

性能設計導入へのアプローチ

- 道路関係基準の場合 -

国土交通省国土技術政策総合研究所

企画部評価研究官 西川和廣

1. 性能規定導入に向けた道路分野の動き

国際的な技術基準統合への動きの中で、技術基準の性能規定化への気運が高まっているが、この傾向には分野によってかなり温度差がある。道路事業に関連した分野では、電子技術分野に踏み込んだITSが、いわゆるデファクトスタンダード獲得へのしかし、別の観点から技術基準の性能規定化への志向が強まっている。ここでは既に性能規定化を意識して既に基準の改定が実施された「防護柵」、「舗装」、「道路橋」における取り組みについて紹介し、実務への導入における課題について述べることにしたい。

2. 車両用防護柵の性能規定と確認試験¹⁾

2.1 改訂の背景

平成10年11月、「防護策の設置基準の改定について」が建設省道路局長より各道路管理機関の長に対して通達され、同時に「車両用防護柵性能確認試験方法について」が道路局道路環境課長から通達された。

改訂の背景には、車両制限令の改訂による車両の大型化に対応する必要があったことに加え、画一的な防護柵形式・構造に対し、地域特性や景観に配慮した多様性が要求されるようになったことがある。また、国際的な性能規定化への動きと国内における研究成果の蓄積が挙げられている。

2.2 新基準の概要

新基準における性能規定の要点は、以下のように要約される。

- (1) 防護柵は性能で規定すること
- (2) 性能を満足する防護策は標準仕様として認知すること
- (3) 道路管理者は性能を確認して利用すること

その方法として、

- ・「車両用防護柵標準仕様」に登録されていること
- ・確認試験の結果が規定を満足していること

が規定されている。

また、防護柵の性能として以下の項目が規定されている。

(1)車両の逸脱防止性能

1)強度性能

2)変形性能

(2)乗員の安全性能

(3)車両の誘導性能

1)横転の防止

2)離脱速度の低減

3)離脱角度の制御

(4)構成部材の離散防止性能

性能の確認方法としての確認試験要領が示されている。

1)試験供試体

2)衝突条件（車両重量、速度）

3)計測項目及び計測方法

4)試験結果のとりまとめ

2.3 実務への導入

要求される機能が比較的シンプルな事もあり、新基準は解りやすい構成になっている。しかし、実際に性能確認試験を通じて新たに開発された防護柵は3例程度に止まっているとのこと。その原因は期待される需要に対して試験に要する費用が高いこと、試験が可能な機関が限定されることなどが上げられている。また、新基準移行に先立って精力的な研究開発が行われ、多くの構造が「車両用防護柵標準仕様」に掲載されたことで、新たな技術開発に対するインセンティブが薄れていることも考えられる。

3. 道路舗装の性能発注²⁾³⁾⁴⁾

3.1 背景

道路構造令（第23条）が平成13年4月に改訂され、車道及び側帯の舗装に関する省令が同6月に制定された。これにともなって、平成13年6月29日「舗装の構造に関する技術基準」が通知され、その補完と運用を助けるため、平成13年9月25日「舗装の構造に関する技術基準・同解説」が刊行された。また、設計・施工における舗装関係者の理解と判断を支援する実務的なガイドブックとして、平成14年2月1日「舗装設計施工指針」が刊行された。

我が国の舗装技術は、（社）日本道路協会の発行する、アスファルト舗装要綱、セメントコンクリート舗装要綱および簡易舗装要綱がリードしてきたが、次第にバイブル化し、負の側面もみられるようになった。舗装を取り巻く環境も、事業目的の明確化・透明性の向上、ニーズの多様化・高度化、建設コストの縮減、環境・安全の重視、歩行者への配慮などが求められるようになり、上記の指針類が発刊されることになっ

た。

3.2 性能設計と性能発注

指針では、性能規定と発注の関係を強く意識した内容となっているのがひとつの特徴であろう。表-1に示すように、仕様規定と性能規定による発注の概念の違いを説明するとともに、性能規定による発注についても、その自由度の大きさにより3段階の方法が例示されている。

表-1 仕様規定と性能規定の概念

発注形態	完成系の性能	各層の品質	施工方法	設計方法
仕様規定	規定せず	厚さ、締固め度等	作業基準等	T A法
性能規定(1)	性能指標	厚さ、締固め度等	作業基準等	T A法
性能規定(2)	性能指標	舗装構成と性能確認方法のみ		規定せず
性能規定(3)	性能指標	規定せず	規定せず	規定せず

3.3 性能の設定と設計

舗装の設計にあたっては、考慮すべき条件を整理し、ライフサイクルコスト等を評価する舗装の設計期間、(2) 疲労抵抗性の対象となる計画交通量、(3) 確保すべき性能指標等、目標を設定する。

設計方法としては、(1) 疲労破壊抵抗性に着目した構造設計、(2) 透水性能に着目した構造設計方法が示されており、(1)については 経験に基づく設計方法と 理論的設計方法が示されている。さらに、(3)信頼性を考慮した構造設計や(4)補修の構造設計についても示されている。

表-2 目標設定のための調査項目と性能指標の例

調査分類	調査区分	調査項目の例	性能指標の例
道路の状況	気象	気温	塑性変形輪数(わだち)
		降水量、降雪量	浸透水量、すりへり量
	道路区分	機能分類	塑性変形輪数、浸透水量
		勾配	すべり抵抗値
交通の状況	交通量	大型車交通量	疲労破壊輪数、塑性変形輪数
		設計速度等	平坦性、すべり抵抗値
	沿道	居住状況、周辺利用状況	騒音値、振動レベルなど

3.4 性能の確認

性能の確認には、設定した性能指標の値を直接確認する方法(表-3)と、出来形・品質で間接的に確認する方法(表-4)が、発注形態によって種々選択できるようにな

っている。例えば性能指標が複数の場合、一部の性能は性能指標の値の確認で行い、残りは出来形・品質の確認で行う事も可能になっている。さらに、一定の期間経過後に、性能の確認を行う方式も示されている。指針には、性能の確認方法と合格判定値の例などが記述されている。

表-3 性能指標の直接確認

確認対象	性能指標	確認方法
路面	平坦性	3mプロフィールメータ、路面性状測定車
	浸透水量	現場透水量試験
	すべり抵抗値	すべり抵抗測定車、DFテスター、振り子式スキッドレジスタンステスタ
	騒音値	路面騒音測定車
表層	塑性変形輪数	ホイールトラッキング試験
構造	疲労破壊輪数	促進載荷装置による繰り返し載荷試験

表-4 性能指標の間接的確認

確認対象	性能指標	確認方法
路面	すりへり減量	ラベリング試験
	骨材飛散抵抗	カンタブロ試験
構造	疲労破壊輪数	供試体による繰り返し載荷試験 過去の実績

3.5 現場導入の実態

指針や補完的な便覧類、さらに各種講習会などが盛んに行われているが、どうしても実績が多く、性能確認が容易な工法にシフトし、必ずしも新しい工法の適用へのインセンティブが十分には働いていないようだ。

4. 道路橋示方書の性能規定化⁵⁾

4.1 改訂の経緯と背景

道路橋示方書はこれまでに何度メンテナンス改訂を重ねてきているが、平成14年4月から施行された最新改訂版は、「性能規定」への移行を基本理念としており、主な背景は以下の4項目に集約される。

国際化への対応

国際化といえば外国企業の参入とわが国の技術者が海外で活動することを視野に入れなければならないが、わが国の技術基準は仕様書的な色彩が強く、新たな技術提案を受け入れにくい印象を与え、技術者の国際競争力の強化を阻んできた嫌いがある。一方、外国から見ると、経験則に基づいた仕様規定の占める割合が多く、不透明な印象

を与え、非関税障壁との誤解を生むおそれがある。

さらにISOにおける技術基準の国際統一化の動き（SI単位への移行を含む）もひとつの背景である。

構造等の多様化への対応

利用者の要求が多様化し、構造形式、造形、景観、環境との調和等への対応が不可欠になるとともに、これらを実現するために発注・契約の形態も多様化しつつある。しかし、仕様規定中心の旧示方書が、新技術の導入において障害になっているケースが見られ、より柔軟な基準への移行が望まれていた。

維持管理、耐久性の重視

維持管理の時代と言われるようになってから久しく、旧示方書にも「耐久性に考慮して」、「維持管理に便利な」等の表現はあるが、大半が精神論的で、具体性に欠けることが耐久性のある橋づくりが進まない要因となっていた。耐久性に関係する規定は、その妥当性の確認に長期間を要すること、施工や維持管理の良否に左右されることなど難しい点があるが、たとえ不十分でも、具体性のある規定を設けることで、今後設計、建設される橋がよりよい方向にシフトするもの期待できる。

コスト縮減等の成果の早期導入

近年のコスト縮減努力の結果、従来とは発想の異なった橋梁構造や設計の考え方が出てきている。しかし、安易に見かけだけ真似をすると耐久性に問題が出るおそれがあるものがある。同時に、優れた構造でありながら、示方書に位置づけられていないというだけの理由で、せっかくの技術が活かされないという問題も存在している。

4.2 二段階改訂の必要性

改訂作業にはスピードが重要な意味を持つ。しかし、経済構造や制度が複雑に絡み合った中で、混乱を最小限に押さえ、新しい規定の考え方が円滑に導入されることも必須の条件である。そこで採用することにしたのが以下に述べる二段階の改訂スケジュールである。

第一段階は、短期間に示方書の性格を性能規定の方向に向けることを最重点と考え、「みなし適合仕様」という概念の活用することとした。すなわち、旧示方書の条文及び解説（場合によっては行間）の中から、それぞれの条項における要求事項を探り出して冒頭に記述し、それまでの規定をみなし適合仕様としてそのまま残そうというものである。この際表現などの不完全さは許容することにした。

このことにより、示方書の性質は、「この通りしなければならない」から「この通りでもよい」へ180度変わることになると同時に、これにより大半を占める中小事業に対しての混乱を回避することが可能となった。

第二段階（今後）では、性能照査型の規定としてより完全な形への移行を目指すことになるが、これにはかなりの時間を要することになる。ここではそれらについての詳細を述べる余裕はないので、主な項目を列挙するにとどめたい。

- ・ 道路橋示方書の法令上の明確化、局長通達から省令へ、基準と標準仕様の分離
- ・ 編構成の再考、橋としての要求性能・検証方法を規定する編と、部材設計に関する規定との分離など
- ・ 委員会の再構成（検証方法、みなし適合仕様の認証機関として）
- ・ 書式の変更、国際共通語になりつつある部分安全係数設計法の書式へ

4.3 各編の改訂概要

以下に性能規定に関連する各編の改訂概要を列挙する。

共通編

- ・ 設計の基本理念を明示
 - － 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
 - － とくに耐久性については、供用期間100年を設計の目安とし、経済性にはライフサイクルコストを含むものとした
- ・ 付属物として扱われていた支承、伸縮装置を別条項とし、要求性能を明示
- ・ 示方書各条項の要求性能を可能な限り明示するとともに、既往の条文を「みなし仕様」とする基本方針を提示

条文の書きぶりの一例

6.6.1 鋼材のかぶり（コンクリート橋編）

- | |
|---|
| <p>(1) コンクリートと鋼材の付着を確保し、鋼材の腐食を防ぎ、火災に対して鋼材を保護する等のために必要なかぶりを確保するものとする。</p> <p>(2) かぶりは、鉄筋の直径以上かつ表-6.6.1の値以上とする場合には、(1)を満足するとみなしてよい。</p> |
|---|

表-6.6.1 最小かぶり（省略）

鋼橋編

- ・ 耐久性についての章を新設、疲労と腐食について記述
 - － 「道路橋疲労設計指針」((社)日本道路協会)の適用可能
 - － 防食の要求性能、塗装以外の手法を併記
- ・ RC 以外の各種床版をまとめて規定
 - － PC 床版、合成床版、鋼床版
 - － 輪荷重走行試験機による標準疲労試験法を例示
- ・ 部材精度と架設完了後の精度を規定し、仮組立の位置づけを明確化
 - － 仮組立は最終精度を確保するために必要ならば行う
- ・ 50mm を超える極厚板の溶接部非破壊検査の充実

コンクリート橋編、 下部構造編

- ・ 耐久性の検討の章を新設
 - 死荷重作用時の鉄筋の許容応力度（ひび割れ防止）
 - 別指針であった「塩害対策」を強化して導入
 - ポステンPC 橋のグラウト材料に関する規定を改訂
- ・ 要求性能の明記（例： 鋼材のかぶり）
 - コンクリートとの付着、腐食防止、火災からの保護

耐震設計編

- ・ 設計の対象とする地震動と耐震性能を明示
 - レベル1、レベル2 - （プレート境界型） - （直下型）
 - (1) 健全性を失わない、(2) 損傷が限定的で速やかに復旧(3) 致命的とならない
 - 各部材の限界状態を具体的に記述
- ・ 動的設計法の適用範囲の拡大
 - 複雑な挙動をする橋、鋼製橋脚など静的設計が限定
- ・ 上部構造に対する耐震性照査法を新規に規定

4.5 実務への適用

基準が性能規定化したからといって、橋の設計にすぐに大きな変化を生じることは始めから想定していない。昨今、総合評価型の発注方式や、詳細設計付きの発注（DB）など、受注者の提案を伴う発注を促進しているが、示方書おける高い自由度とより明確な要求性能の表記により、その方針を後押ししているものと考えている。

5. 性能設計導入の現状と課題

道路事業関連の 3 種の技術基準の動向を見てきたが、一般に、国際化への対応（一応謳ってはいるが）よりも、以下のような内的要求が基準改訂の後押しをしているように見受けられる。

- 要求の多様性（景観、環境（LCA）、耐久性（LCC）、材料etc.）
- コスト（発注形態、過大な仕様レベル、ローカルルールetc.）
- 新技術の活用促進（画一的な異様規定による縛り、実績主義etc.）

また、より複雑な構造や高度に発展した解析ツールの活用を念頭に置いた、より高度な設計法への指向、すなわち、信頼性設計、限界状態設計、部分安全係数法etc.への指向も、基準改訂への推進力となっている。

一方、性能発注、性能設計、性能規定は以下の関係にあるものと考えている。

性能規定（基準）と性能発注（仕様）は決まり事であり、その間において技術者が腕をふるうのが性能設計ということになる。性能発注と性能規定の隙間が極端に狭いのが標準設計であるが、現在この隙間を出来る限り開いて、本来技術者の持つ能力を最大限引き出し、設計本来の目的を達成しようとする事が求められている。

いずれにしても性能規定化の目的とすることは、環境負荷や維持管理負担の軽減など、国民の多様な要求への対応を可能とすることであり、手段であって目的ではないことを忘れてはならない。

このためには、民間技術者の技術力向上の努力が重要であるが、発注者側の審査能力を高めることが新技術の導入に対するハードルを低くし、最終的なコスト負担の軽減に資することになることも同程度に重要であり、官における業務形態の転換も視野に入れておくべきであろう。

6. おわりに

技術基準について考えるとき、「失敗学」を提唱されている畑村洋太郎東京大学名誉教授の著書「失敗学の法則」(文藝春秋社刊、2002年5月15日)が非常に参考になった。本書では、過度のマニュアル化のもたらす失敗の法則が取り上げられている。すなわち、マニュアルは小さな失敗を防ぎ、無駄を省くために整備されるが、マニュアルへの依存は思考停止を招き、逆に大きな失敗の原因となるとされる。対処法としては、常に対象とするもの全体を見渡す事の出来る技術者がいて、絶えず技術の見直しと新たなチャレンジを行うことを行うこととされる。技術基準は、自ら成長し続けるしくみを持つものでなければならないと筆者は考えている。

参考文献（正確な情報についてはこちらを参考にされたい）:

- 1)安藤、森：車両用防護柵の性能規定と確認試験方法、土木技術資料Vol.43-5、2001 5
- 2)羽山：「舗装設計施工指針」,「舗装施工便覧」発刊の背景、舗装2002 7
- 3)竹田、田井：「舗装設計施工指針」の発刊、舗装2002 7
- 4)古財：「舗装施工便覧」の概要、舗装2002 7
- 5)中谷ほか：小特集道路橋示方書改訂、橋梁と基礎Vol.36 No.7、2002 7