

第3章 設計基準に関する課題

原則的に鋼橋の設計は、最小重量設計＝最適設計という設計理念の下に必要な安全性を確保するために作られた設計基準をベースに行われる。そのため、材料の強度を十分活かし、局部座屈が生じない断面を設計する補剛設計が、設計の実務に於ける大きなウエイトを占めていた。これに関連する研究も数多く行われ、その成果を基に薄肉多補剛の設計はほぼ極限化し鋼桁の薄肉軽量化が達成されてきたといえよう。しかし、このような、終局耐荷力に着目した薄肉多補剛化は、一方では予期しない面外変形や部材接合部の二次応力を惹起し、大型車混入率の高い都市内高速道路高架橋を中心に疲労損傷の顕在化という耐久性の阻害要因を生み出す結果となっている。そのため、耐久性確保の観点からの補剛システムのあり方の見直しが必要とされている。

また、視点を変えて鋼橋の建設費用縮減という観点から見直した場合にも、建設費に占める材料費と加工費の割合の大きな変化を考慮し、必ずしも最小重量設計が最小建設費設計とは言えないことが指摘されている。しかし、最小値を求める目的関数が鋼重であれば、構造力学的な根拠のみで解が求めるが、目的関数が費用となった場合には多数のパラメータを考慮する必要性が生じることになり最適解が複数出てくることが予想される。そこで、このような指摘に対応し、平成7年10月に建設省から積算基準の改訂と組み合わせた形で「鋼道路橋設計ガイドライン（案）」が出された。即ち、材料費と加工費を加えた全製作費が最小となるモデル的な設計法が示された訳である。これに従って設計すれば鋼重は従来設計に比較すれば増加するが、材料費と加工費を加えた全製作費は従来設計よりも低く抑えられることになる。

「鋼道路橋設計ガイドライン（案）」では基本的に以下の3項目を工費縮減の設計上の対策としている。

- 1) 1部材同一断面による板継ぎ等の加工度削減
- 2) 少補剛（部材の厚肉化）による部材数、加工度削減
- 3) 現場継手の簡素化による添接部材数の削減

以上のいずれの対策も一言で言えば「構造のシンプル化」に尽きると考えられる。このような構造のシンプル化は上述した如く耐久性の向上にも寄与するはずであり、さらに積極的に推進してゆくことが望まれる。しかし、本ガイドラインでは道路橋設計示方書を遵守する精神は守られているため、徹底的なシンプル化の対策がとられているとは言い難いのが現状である。現在、引き続いてさらにシンプル化が可能となるように、次期示方書改訂において幾つかの条項の見直しが行われている。

本章では、設計において構造のシンプル化による耐久性の確保と建設コスト削減という観点から見た場合に、現示方書の条項が設計者の判断を規制していると考えられる点について道路橋を対象に考察した。

表－3.1には鋼橋の構造のシンプル化の基本的な考え方として、

- 1) 二次的な部材機能を鋼橋の立体構造物として見直し、必要度の低い部材は極力省略する。
- 2) 補剛システムを見直し、可能な限り厚肉化又は大断面化による少補剛化する。
- 3) 上記の観点に付随して、鋼材の適用限界を原則的にJISの規定に置き換える。

とした場合に、現行示方書と関連する条項の内容を整理して示す。

表-3. 1 製作工費削減設計に対する道路橋示方書の構造条項

条項	項目	規定	阻害理由と緩和案	根拠
1.6	鋼種の選定	鋼種 SM400, SM490C, SM520, SM570 SMA400CW, SMA490CW, AMA570W 板厚規定 $8\text{mm} \leq t \leq 50\text{mm}$	少主桁化に伴う大断面化 (厚肉鋼板の使用による工数削減) ↓ 鋼種、最大板厚等はJISに準拠 最大板厚:100mm~200mm	JIS規格 TMCP鋼 その他新機能鋼材
3.1.5	疲労の影響	鋼床版ならびに軌道または鉄道を併用する場合等を除き、疲労の考慮は不要。	疲労許容応力規定がないため、疲労対策設計の効果の評価が困難。 (特に超長寿命設計の場合) ↓ 疲労照査基準の明確化	疲労設計による構造の簡素化 疲労許容応力度による寿命照査
4.1.1	部材の連結: 一般	主要部材の連結は作用応力に対するほか、母材の全強の75%以上の強度を持つように設計しなければならない。(せん断は作用応力のみ)	工数削減のため断面変化を少なくすると高力ボルト摩擦接合による連結が不経済となる ↓ 75%の緩和	
6	床版	RC, 鋼床版のみ詳細規定	6.1.4 床版の設計曲げモーメントで与えられる適用支間は最大4m ↓ 最大4mを越える床版の設計曲げモーメント	長支間床版の研究 成果
6.2.5	デッキプレートの 最小板厚	車道部: $t \geq 0.035b$ (ただし $t \geq 12\text{mm}$) b: 縦リブ間隔	輪荷重によるデッキプレート撓みを縦リブ間隔の1/500以下に制御 (舗装の耐久性のみ考慮) ↓ デッキプレート板厚の自由選択(鋼床版デッキプレート設計法の見直し)	
8.3.1	引張りフランジ 自由突出部の 板厚	鋼種によらず自由突出幅の1/16以上	フランジ幅一定の設計をした場合に桁単部で不経済 ↓ 有効幅で照査	
8.5.3	垂直補剛材の 取付け方 支点部以外	垂直補剛材と引張りフランジは適当な間隔を空けて取付ける	適当=35mm程度 ↓ 疲労設計上の評価が曖昧	鉄道橋の構造詳細との比較
8.8.1	対傾構(1)	I断面及びπ断面プレートガ-ダーでは、6m以内でかつフランジ幅の30倍を越えない範囲で中間対傾構を設けなければならない。箱桁断面プレートガ-ダー橋でもこれに準じるのが良い。	対傾構の取付け部が構造を複雑化 ↓ 構造の単純化のため6mの制約を拡大	FEM立体解析結果
8.8.1	対傾構(2)	床版が3本以上の桁で支持されかつ、桁の支間が10mを越える場合は、それらの桁の間に剛な荷重分配横桁を設けなければならない。荷重分配横桁の間隔は20mを越えてはならない。	荷重分配横桁の最大間隔20mにより部材数が増加 ↓ 最大間隔の緩和	床版の荷重分配作用を積極的に考慮
8.8.2	横構	I形断面プレートガ-ダー橋には、横荷重を支承に円滑に伝達するように上横構、下横構を設けるのを原則とする。 *上路PG;上横構は省略可能 *支間25m以下で強固な対傾構がある場合:下横構省略可能 *曲線桁では省略不可	支間25m以上のPGでは、下横構の部材数と取り付け加工数が大 ↓ 最大支間の緩和による下横構の省略範囲拡大	床版の横荷重分担作用の積極的評価
2.2.3	溶接部の許容 応力 (現場溶接)	所要の検査が行われる全断面が、溶接以外の現場溶接継手は工場溶接の許容応力度の90%	検査を前提に100%	現場溶接の品質管理規定