

CS-150

鋼道路橋床版の疲労耐久性に関する要求性能と性能照査方法

土木学会 鋼橋床版の調査研究小委員会 設計法分科会 正員 日本道路公団 安松敏雄*
正員 ㈱AEN 橋本和夫**

1. はじめに

我が国における近代の鋼道路橋において、最も補修頻度が高いのが輪荷重の繰返し作用による疲労が主たる原因の疲労損傷に伴うRC床版の補修であると言える。床版の損傷は単に床版自身の安全性能の低下の問題だけでなく、舗装路面の悪化や補修工事の際の交通規制に伴って発生する供用性の低下により、社会的に少なからぬ悪影響を及ぼす問題である。RC床版の設計基準は、昭和31年の鋼道路橋示方書から本格的な整備が始められ、逐次改訂が繰り返され現行の道路橋示方書（以下道示と称す）の規定に至っている。配筋筋増、床版厚増、鉄筋許容応力度の制限等改訂のほとんどがRC床版の疲労耐久性を向上させること目的として行われてきたと言っても過言ではないが、現行の道示規定においてはRC床版の疲労耐久性に対する要求項目は仕様規定の中に内包されている。ここでは、鋼道路橋床版の疲労耐久性の性能規定の具体化に向け、要求性能と要求レベルの考え方およびその照査方法について検討した結果を述べるものである。

2. 要求性能と要求レベル

鋼道路橋床版の疲労耐久性に対する要求性能は「供用期間中に輪荷重の繰返し作用に起因して打ち替えを伴う補修を必要とするような使用性能および安全性能の低下が生じないこと」とする。床版の疲労破壊を疲労限界とすることも考えられるが、鋼桁の局部応力による疲労亀裂の発生の場合と違って直接その上を車両が通行する床版の疲労破壊状態は道路の供用性が完全に消失した状態と考えられるため、その1つ前段階を疲労限界と考えた。

一方、性能の要求レベルの設定は、供用期間を如何に設定するかということである。これについては、表-1に示す“道路の社会的特性”と“床版の点検補修性”に応じて要求レベルをランク分けすることが必要である。

3. 要求性能の照査方法

(1) 厳密な方法

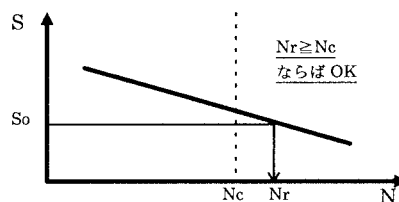
疲労耐久性の照査の基本は、疲労曲線（S—N図）を設定し、想定する供用期間内に予想される荷重分布から累積被害則を用いて求められる等価荷重と等価繰返し回数をS—N図に当てはめて照査することである。そのイメージを図-1に示す。しかし、これには以下のような難しさがある。

① S—N図の作成

S—N図を得るためには疲労試験を数多く行う必要がある。RC床版については、疲労試験が数多く行われ、疲労破壊に対するS—N図がすでに提案されているが、疲労破壊ではなく床版の打ち替えを必要とする限界のS—N図及び新形式床版のS—N図については今後研究が必要である。その際、水や乾燥収縮による影響や、施工時の品質のばらつきを考慮することも必要である。また、疲労破壊モードが1つだけではない（たと

表-1 要求レベルのランク分け

疲労照査のために想定する供用期間 (要求レベルのランク分け)		短い	長い
道路の社会的特性	通行止めや交通規制による社会的影響	影響小	影響大
	・幹線道路か否か ・産業道路か観光道路か ・交通量等	←	→
床版の点検補修性	点検のしやすさ	容易	困難
	打ち替え補修のしやすさ ・部分打ち替えが可能か ・床版を打ち替えて橋梁全体の構造系が保てるか等	←	→



So：作用する等価荷重（応力）
Nr：Soに対する疲労寿命に相当する等価繰返し回数
Nc：想定する供用期間中のSoの等価繰返し回数

図-1 疲労耐久性の照査方法のイメージ

キーワード：鋼橋、床版、性能規定、疲労耐久性、

** 〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1

* 〒167-0021 東京都杉並区井草3-21-18

Tel 042-793-1621

Tel 03-3397-6098

Fax 042-793-2380

Fax 03-3397-6081

えば押し抜きせん断と曲げによる鋼材の疲労）ので、S—N図も複数個設定する必要が生じることも考えられる。

②荷重分布の設定

疲労耐久性に対する外力の影響要因は、単に輪荷重の頻度分布だけでなく走行位置分布、車両種別（たとえばシングルかタンデムか）、衝撃、タイヤの設置面積等があり、これらすべてを予想交通に対して設定すること困難かつ非現実的であり、これらの影響を考慮した上で輪荷重をモデル化するとともに、予想交通量と大型車混入率程度の情報をもとに荷重頻度分布をパターン化する必要がある。また、過載荷重の扱いも課題の1つである。

(2)現状における現実的な要求性能の照査方法

上記の厳密な照査法における困難性以外に、以下の点から、現行道示のRC床版の規定を元にした“適合みなし仕様”を設けるとともに、ある程度厳密な照査方法を提案する場合でも、現行道示規定に内包されている疲労耐久性に対する要求レベルとのすり付けを図る必要がある。

- ①現行の道示規定は、今までの疲労損傷の苦い経験をもとに疲労耐久性を向上させるべく改訂されて現在に至っているものであり、新たな設計法で設計される床版の疲労耐久性が現行の道示規定で設計されるRC床版が有している疲労耐久性を下回ることが生じるのは当面避けるべきである。
- ②①を基本とする場合、現行の道示規定によって設計されるRC床版は、近年の疲労試験の結果によれば半永久的と考えられる程度の疲労耐久性を有していると推定され（表一2参照）、単に疲労試験の結果からS—N図を設定した場合、疲労照査するために想定する供用期間が意味をなさなくなる可能性がある。
- ③橋梁の耐用年数の概念が設計に取り入れられていない現状において、供用期間は容易に決められるものではなく、供用期間を想定しないでも設計できる方法として“適合みなし仕様”の設定が望まれる。

以下に“適合みなし仕様”の1つの案を示す。

- ①道路の社会的特性による要求レベルのランクは道示Ⅱ 鋼橋編 表解 6.1.1 に示される大型車の計画交通量のランクに集約するものとする。

- ②床版の維持補修性の難易による要求レベルのランク分けにおいては、まず現行の道示規定を満足す

るように設計される床版支間4m以下のRC床版を基本とする。そして、床版支間4mを越える支間のRC床版やPC床版、プレキャスト床版、鋼コンクリート合成床版等の新しい形式の床版については、床版支間4m以下のRC床版が有する疲労強度に対して点検補修性の難易に応じた何らかの割増しを行って設計するものとする。基本的には割増しであるが、床版の取り替えを考慮して設計される床版については、割引くことも考えられる。ちなみに、日本道路公団で採用している鋼少本数主桁橋の長支間PC床版の押し抜きせん断に対する疲労強度は、表一2に示すようにRC床版に対して相当に割り増されたものとなっている。

- ③現行の道示規定を満足するように設計される床版支間4m以下のRC床版ならびに点検補修性の難易に応じた疲労強度の割増しを行って設計される床版支間4m以下のRC床版以外の床版は、十分な疲労耐久性を有しているとみなし、供用期間を想定してS—N図をもとに行う疲労照査は省略できるものとする。

4. 床版防水工について

水が床版の疲労耐久性に与える影響は非常に大きく、床版防水工の取扱いをどうするかについては重要な課題である。要求レベルに応じて床版防水工を行うかどうかを選択するのも1つの考え方であるが、床版防水工による疲労耐久性向上の効果を見込んだ上で、すべて床版防水工を行うことを前提として性能規定化することも考えられる。ちなみに、日本道路公団では今後床版には必ず床版防水工を施すことにしている。

5. おわりに

性能照査型設計法は、より合理的な構造物の開発を促し、それを受け入れていくために必要な設計法の枠組みである。しかし、現段階においては、要求性能は示せても、その照査方法が未整備のため“適合みなし仕様”に頼らざるを得ないのが現状であろう。今後研究を進め、より合理的な照査方法を構築していくことが必要である。

表一2 疲労寿命の比較例

	床版厚 (cm)	押し抜きせん断 耐力 P_{sx} (tf)	疲労寿命比※
東名のRC床版の例	17	26.5	約 1/4000
H6 道示のRC床版	25	50.9	1
長支間PC床版	30	88.9	約 1200

※疲労寿命比 = $(P_{sx}/50.9)^{(1/0.07835)}$