

鋼橋床版の性能照査型設計法の検討

土木学会鋼橋床版の調査研究小委員会 設計法分科会長 正員 山口大学工学部 浜田純夫 *
設計法分科会幹事 正員 日本鋼管（株） 川畑篤敬**

1. はじめに

道路橋示方書の鋼橋編では、主桁間隔が4 mまでのRC床版を想定して、床版厚や設計曲げモーメントが規定されている。ここで想定されている活荷重は、床版にもっとも不利な載荷方法を採用しており、橋軸直角方向には、載荷できるだけ載荷するという耐荷力の照査荷重を想定している。このような荷重を想定しながら、昭和39年以前の示方書で設計された床版の損傷が報告されるに至って、床版厚を増し、鉄筋の許容応力度を低減し、配力筋を増すことで床版コンクリートの最大損傷要因である疲労やひび割れに対する強度の確保も図ってきている。したがって、現行示方書の床版設計は、照査している限界状態を明確にせず、一つの指標である許容応力度を操作することにより、規定された床版支間の範囲内で実用上問題のない床版を生み出してきたと言える。この方法は、床版の設計作業を軽減する上で非常に役立ったため、これまで根本的な改訂がなされずに今日に至っていると思われる。また、昭和39年の示方書より後の示方書で設計された床版では、損傷が減少したため、設計手法の大幅な改訂により、再び床版損傷が増加する危険性が懸念されたことにもよると思われる。近年、鋼橋の全体工費の縮減や現場作業の軽減をめざして、PC床版やプレキャスト床版、鋼とコンクリートの合成床版などの新形式の床版、床版支間が4 mを越える長支間の床版などが提案されてきているが、規定された項目の根拠付けやその影響を明示していない現行の示方書では、これらの新しい床版設計への適用性を欠いている。そこで、原点に立ち返って鋼橋床版の設計法を見直し、床版の支間や構造形式によらない幅の広い床版設計手法を早急に確立してゆく必要があると考える。

鋼橋床版の調査研究小委員会の設計法分科会では、橋梁構造の中で、床版に本来必要とされる機能を発揮するために、床版に要求される性能を明確にするとともに、床版に要求される性能の有無を照査する方法について議論を進めている。本報告はこのような中で、設計分科会の進みつつある方向を報告しようとするものである。

2. 床版の要求性能と合理的設計法

床版の設計に要求される性能としては、最大荷重に対する耐荷力、疲労に対する耐久性、鉄筋の腐食、コンクリートのひび割れや劣化に対する耐候性、損傷に対する修復性、振動や騒音、たわみなどの使用性などが挙げられる。現状では、これらの要求性能のすべてについて、満足していることを具体的に検証することは、技術的に困難と思われるが、少なくとも床版の安全性を保証する耐荷力と床版の最大損傷要因である疲労耐久性に関しては、要求性能を明確にしておく必要があると思われる。

RC床版の疲労強度に関して、近年登場した輪荷重走行試験機を用いた試験により、実際の道路橋の損傷と同様な損傷を試験室内で再現することが可能となってきた。すなわち、最初等方性の版であった床版に、収縮により橋軸直角方向のひび割れが生じた後、輪荷重の走行により橋軸方向のひび割れが生じる。さらに、輪荷重の走行によりひび割れの密度、ひび割れ幅が増大し、最後には押し抜きせん断強度の低下により抜け落ちが生じて損傷が進む。そして、この床版の疲労損傷に大きく関与するものが、過積載車による設計荷重を越える輪荷重の走行とひび割れへの雨水の浸入であることが明らかになった。このように、損傷メカニズムが明らかになると、このメカニズムの進行を防止することが可能になる。いいかえれば、疲労耐久性という要求性能を確保するための設計が可能となるのである。

キーワード：鋼橋、床版、設計法、性能照査

* 〒755-0031 宇部市常盤台 2557 TEL 0836-35-9444 FAX 0836-33-4174

** 〒230-8611 横浜市鶴見区末広町 2-1 TEL 045-505-7570 FAX 045-505-7542

すなわち、床版に対する耐荷力、疲労耐久性、腐食劣化耐久性、使用性などの各種要求性能に対して、限界状態に至るメカニズムをとらえた上で、要求性能が満足されるように床版を設計することが合理的な設計であると思われる。具体的な床版の設計手法としては、たとえば耐荷力で設計を行った後、疲労耐久性など他の要求性能に対する損傷メカニズムが進行して限界状態に至るか否かを、適切な方法により照査することが考えられる。

3. 床版の疲労耐久性の照査方法と課題

建設省土木研究所での実測結果によると重量60 ton程度の違法車が計測され、その最大輪荷重は15 ton程度であった。RC床版ではS-N曲線の傾きが小さいため、輪荷重走行試験で15 ton以上の疲労耐久性を有するRC床版は、疲労耐久性に関する要求性能をほぼ満足すると評価できる。しかしながら、提案されている各種の新形式床版や、長支間の床版に関しても同様な評価ができるとは限らない。たとえば、S-N曲線の傾きがRC床版に比較して大きな鋼床版などでは、より小さな輪荷重の影響も疲労耐久性の評価に考慮する必要がある。したがって、要求性能に対する損傷メカニズムが適切に表現できる照査法を、いかに設定するかが重要となる。ここでは、床版の疲労耐久性を照査する方法として、解析、実験、適合仕様による方法を取り上げ、照査方法と課題について考察して見る。

解析による照査方法として、たとえば道路種別ごとに疲労耐久性を評価するための輪荷重頻度分布を与え、対象とする床版の疲労損傷メカニズムを的確に表現したS-N曲線を与えることができれば、マイナー則を利用した照査方法が想定される。ただし、照査に際しては、床版形式に適したS-N曲線の定義、期待される床版の寿命の設定、床版の支持状態や輪荷重の走行位置の影響、隣接する床版支間の影響、タンDEM荷重の影響などをどのように設定、評価するかが課題である。

実験による照査方法として、たとえば輪荷重走行試験を用いた標準試験による照査が想定される。建設省土木研究所では、16 tから4万回で2 tずつ輪荷重を上昇させている。これは耐久性評価の促進試験という意味で、コンクリート系の床版の試験方法として一つの標準試験と言える。しかしながら、この促進試験を鋼製系床版に適用した場合、荷重の増加により部材断面に降伏が生じ、実橋の損傷とは異なる損傷メカニズムを示すことが推察される。したがって、床版構造ごとに損傷メカニズムを適切に評価できる標準試験法の設定が求められる。このほか、供試体のサイズと境界条件についても十分な配慮が必要である。

適合仕様による方法として、たとえば現行の示方書で設計されたRC床版に対して行われた輪荷重走行試験の結果、現行の示方書により設計されたRC床版は、疲労耐久性に対する要求性能を満足していると判断される。このように、要求性能を満足できる適合仕様に基づいて設計されている床版については、要求性能を照査された床版と見なすことができる。したがって、適合性を評価できる実績の調査分析と前提条件を明示した設計マニュアルなどの整備が必要になる。

4. 結び

本報告では、今後検討すべきことを論じたが、いまだ議論を始めたばかりであり、分科会の各委員（表-1）の考え方ですら、定まっている訳ではない。しかし、この設計法分科会では、各種の床版に対して適用できる幅広い床版設計法について検討をすすめ、様々な形式の床版が実現可能となるような設計法を提案してゆきたいと考えている。

表-1 設計法分科会メンバー

	氏 名	所 属	氏 名	所 属
分科会長	浜田純夫	山口大学	小林 潔	三井造船（株）
分科会幹事	川畑篤敬	日本鋼管（株）	鈴木 統	石川島播磨重工業（株）
	西川和廣	建設省	橋本和夫	（有）AEN
	安松敏雄	日本道路公団	松尾礼子	パシフィックコンクリート（株）
	池田秀夫	日本橋梁（株）	山田久之	川崎重工業（株）
	大田孝二	大和設計（株）		