

鋼橋床版の性能照査型設計指針（試案）

鋼橋床版の調査研究小委員会 第3分科会

第1編 鋼橋床版の性能照査型設計指針（試案）

目次

I 共通編

1章 総則	指針-1
1.1 本指針（試案）の構成	指針-1
1.2 適用の範囲	指針-1
1.3 用語の定義	指針-2
2章 要求性能	指針-2
2.1 一般	指針-2
2.2 要求性能	指針-3
3章 作用	指針-3
3.1 一般	指針-3
3.2 作用	指針-4
4章 性能照査	指針-4
4.1 一般	指針-4

II 設計編

II-1 一般

1章 一般	指針-6
1.1 適用の範囲	指針-6
2章 供用性能	指針-6
2.1 性能項目	指針-6
2.2 要求レベル	指針-7
2.3 照査指標	指針-8
2.4 照査方法	指針-8
3章 耐荷力性能	指針-9
3.1 性能項目	指針-9
3.2 要求レベル	指針-10
3.3 照査指標	指針-11
3.4 照査方法	指針-11
4章 疲労耐久性能	指針-12
4.1 性能項目	指針-12
4.2 要求レベル	指針-12
4.3 照査指標	指針-14

4.4	照査方法	指針-15
5章	材料耐久性能	指針-16
5.1	性能項目	指針-16
5.2	要求レベル	指針-17
5.3	照査指標	指針-18
5.4	照査方法	指針-18
6章	マネジメント性能	
6.1	性能項目	指針-20
6.2	要求レベル	指針-20
6.3	照査指標	指針-20
6.4	照査方法	指針-21

II-2 RC床版

1章	一般	指針-21
2章	供用性能	指針-22
3章	耐荷力性能	指針-22
4章	疲労耐久性能	指針-23
5章	材料耐久性能	指針-23
6章	マネジメント性能	指針-24

II-3 鋼床版

1章	一般	指針-24
2章	供用性能	指針-25
3章	耐荷力性能	指針-25
4章	疲労耐久性能	指針-26
5章	材料耐久性能	指針-27
6章	マネジメント性能	指針-27

II-4 PC床版

1章	一般	指針-28
2章	供用性能	指針-28
3章	耐荷力性能	指針-28
4章	疲労耐久性能	指針-29
5章	材料耐久性能	指針-29
6章	マネジメント性能	指針-29

II-5 合成床版

1章	一般	指針-30
2章	供用性能	指針-30
3章	耐荷力性能	指針-31
4章	疲労耐久性能	指針-31
5章	材料耐久性能	指針-32
6章	マネジメント性能	指針-32

III 施工編

III-1 一般

1章	適用の範囲	指針-33
2章	施工	指針-33

III-2 コンクリート部材

1章	適用の範囲	指針-33
2章	性能項目	指針-33
3章	要求レベル	指針-35
4章	照査指標	指針-35
5章	照査方法	指針-36

III-3 鋼部材

1章	適用の範囲	指針-37
2章	性能項目	指針-38
3章	要求レベル	指針-38
4章	照査方法	指針-39
5章	照査指標	指針-39

鋼橋床版の性能照査型設計指針(試案)

I 共通編

1章 総則

1.1 本指針(試案)の構成

- (1) 性能照査型設計法に基づく本指針(試案)は、**共通編**、**設計編**および**施工編**の3つの編より構成されている。
- (2) **I 共通編**は本指針(試案)の基本的な考え方を示し、**II 設計編**・**III 施工編**は、現時点の技術水準を反映した設計・施工指針を示すものである。

近年、鋼橋床版のみならず、鋼橋における建設技術の進歩は著しく、新技術や新材料の開発、新しい構造や設計方法の提案など、さまざまな面で技術開発が進んでいる。これに対して、現行の道路橋示方書等では、従来の橋梁構造や構造材料を前提に、具体的な材料や寸法を指定したいわゆる仕様規定となっており、標準的な橋梁の建設には効果的であったが、上述のような新しい技術状況には、十分な対応が難しくなっている。そこで、性能規定、すなわち、必要とされる要求性能のみを明確に規定し、性能を証明できれば、その実現方法は原則自由とし、新技術や新材料の利用を阻害しないための設計法として、性能照査型設計法が着目されてきた。本設計法は、さらに、公共事業の品質の確保、説明責任、技術基準類の国際化への対応、透明性の確保などにも有効とされる。

共通編は、本設計法の普遍的な概念を体系的に解説したもので、将来にわたり大きな変更は少ない。定性的な表現より全体的枠組みや基本的な考え方を示している。

設計・施工編の各床版編では、本指針(試案)を具体的運用に供するため、現時点での技術水準を考慮して、各床版ごとの要求性能とその照査法の指針を示し、できる限り具体的な記述を行っている。したがって、設計・施工編の各床版編において十分触れていない特殊な材料・構造および施工方法を採用する場合には、これらに定める趣旨を十分尊重して実状に適應させる必要があることに留意しなければならない。

1.2 適用の範囲

本編は、鋼橋に使用する床版を、性能照査型設計法に基づいて、設計・施工する場合に適用する。

性能照査型設計法を採用した本指針(試案)の主な目的のひとつは、新形式床版の導入機会の拡大、迅速化、これに伴う技術開発意欲の向上である。従来の床版の道路橋示方書等における仕様規定は、標準的な鉄筋コンクリート床版には、設計の簡便さなどの一定の効果があったが、長支間の床版や新構造形式、新材料を用いた床版にはむしろ技術的な制約となってきた。また、輪荷重走行試験機等による研究により、過酷な交通環境下にある鉄筋コンクリート床版の研究が進み、より合理的な指針等を整備する環境が整いつつある。

1.3 用語の定義

本編に用いる用語は次のとおりとする。

要求性能：鋼橋床版の目標とする性能。

性能項目：要求性能を細分化したもの。一般に、各性能項目に関して照査指標を定める。

作用：鋼橋床版に与える外的条件。荷重などの物理的作用，環境などの化学的作用がある。

要求レベル：性能項目に対応した作用の大きさ等であり，期間の影響も含む。要求レベルを作用の応答値や作用を受けたときの状態として表す場合もある。

照査指標：性能項目の要求値，または鋼橋床版の保有値を評価する物理量。

保有値：照査指標で表した，各性能項目に対応して鋼橋床版が持っている物理量。

設計供用期間：鋼橋床版に設計上期待される供用期間。橋梁全体の設計供用期間を示す場合はその旨を記述する。

みなし適合仕様：慣用の設計法による実績のある規定であり，これにより設計すれば，要求性能を満足するとみなすことができる。

コンクリート系床版：鉄筋コンクリート床版（RC床版）やプレストレストコンクリート床版（PC床版）などのようにコンクリート版と線状の鋼材より構成される床版。

鋼床版：鋼板により構成される床版。

合成床版：鋼やFRPなどの板材や形鋼とコンクリート版のように，異種材料の組み合わせより構成される床版。

性能照査型設計法では，一般に，まず要求性能を規定するために性能項目に細分し，その性能項目ごとに照査指標で要求値を設定する。つぎに，鋼橋床版の保有値を照査指標で評価し，上述の要求値と比較して照査するという構成になる。従来の床版設計法では，いわゆる仕様規定を特徴としているが，本指針（試案）では，要求性能による性能規定を基本にしている。

本指針（試案）での設計供用期間の定義は，橋梁全体が対象ではなく，鋼橋床版に限定して用いているが，取り替えを想定しない床版では100年程度が考えられる。

2章 要求性能

2.1 一般

(1) 鋼橋に使用する床版は，5つの要求性能，すなわち，供用性能，耐荷力性能，疲労耐久性能，材料耐久性能，マネジメント性能を満足しなければならない。（5つの要求性能）

(2) 各要求性能について性能項目を規定する。（性能項目）

(1) 5つの要求性能は，鋼橋床版が安全かつ，経済的に使用されるための具体的な要求性能として選定したものである。上記の要求性能のほかにも，社会環境への負荷や影響に配慮すること，施工性が良いことなどを挙げるができるが，ここでは，より定量的な照査指標によって評価できる内容であることを考慮して，必要かつ重要な要求性能を列挙した。したがって，橋梁の位置する地理的，地勢的，経済的的要求についても別途満足させる必要性が生じることに留意しなければならない。

各要求性能は，その床版に想定した限界の状態に対して満足されなければならない。たとえば，コンクリート系床版で一方の貫通ひびわれを許す設計の場合には，その状態で各要求性能が満足されなければならない。

(2) 5つの要求性能を細分化した性能項目に対して、照査指標を定める。具体的な性能項目は、設計編・施工編に示す。

2.2 要求性能

(1) 供用性能は、設計供用期間中において、利用者および橋梁に隣接して居住する者の体感性を満足させる性能である。

(2) 耐荷力性能は、施工中ならびに設計供用期間中に作用する物理的作用に対する静的な強度性能である。

(3) 疲労耐久性能は、設計供用期間中に取り替えを必要としないための繰り返し作用に対する性能である。

(4) 材料耐久性能は、設計供用期間中の化学的作用により取り替えを必要としないように、使用する材料が定められた期間内で化学的、機械的に安定で、設計で想定された以上の過度な風化や摩耗を生じない性能である。

(5) マネジメント性能は、設計供用期間中、取り替えを必要としないように、点検、補修、補強の可能性を確保する性能であり、橋梁全体の設計供用期間中における初期建設、維持管理、更新の各段階を考慮して評価する。

(1) 供用性能とは、鋼橋床版を快適に使用できる性能である。なお、設計供用期間中の繰り返し作用後においても、供用性能が満足されなければならない。

(2) 床版には施工中や供用下で、自重はもとより、活荷重、風荷重、地震などの物理的な作用を受ける。これらの物理的作用より生じる断面力に対して、必要な強度を有し、安全であることが求められ、設計供用期間中に想定される最大の作用に対して照査する。

(3) 繰り返し作用に対する性能とは、設計供用期間中に繰り返し作用により、床版に著しい損傷や供用性の低下を生じさせないことである。

(4) 新材料を床版の構造材料として用いる場合には、材料の劣化・変質のメカニズムを把握することが必要である。

(5) 簡易な作業で健全性が確認できることや、損傷・破損などが生じた場合に大きな障害なく復旧させることができること、さらに、建設時に造り込まれた性能を設計供用期間に対して継続的に確認する際に、これらを適正な費用・信頼度をもって実施できるように備えるべき性能である。

なお、一般的な‘維持管理性能’という表現から、マネジメント性能としたのは、初期建設費用、維持管理費用、更新費用までのトータルとしてのライフサイクルコストによる管理性能を意図したためである。

3章 作用

3.1 一般

(1) 鋼橋床版の種類、規模、重要度、設計供用期間などに応じて、施工中および設計供用期間中の床版にはたらく各作用を適切に組み合わせて考慮する。(作用とその組み合わせ)

(2) 各要求性能の性能項目について、作用と要求レベルを規定する。(性能項目の作用と要求レベル)

(1) 性能照査において、荷重などの物理的作用および環境などの化学的作用を適切に組み合わせて、

性能項目の要求値を評価しなければならない。施工中および設計供用期間中の床版の各作用に対する性能の経時的な評価においては、その履歴を考慮する必要がある場合がある。

(2) 作用の要求レベルは、たとえば、荷重や載荷方法などの作用の大きさの規定する場合と、たわみ、曲率やひび割れのように、作用の応答値や状態を規定する場合がある。後者の場合には、妥当な応答値等の選択が容易ではなく、また、一般的には、実用的な応答解析方法の確立も課題となっていることが多いため、発注者と受注者の協議により規定する場合もある。

3.2 作用

(1) 物理的作用として、死荷重、活荷重（衝撃含む）、プレストレス力、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮の影響、風荷重、温度変化の影響、地震の影響、雪荷重、遠心荷重および制動荷重、施工荷重、衝突荷重、その他の荷重、ならびに荷重の組み合わせを考慮しなければならない。また、すりへりについても考慮する。（荷重などの物理的作用とその組み合わせ）

(2) 化学的作用として、鋼材の腐食、コンクリートの中酸化、塩害、アルカリ骨材反応、凍害等、ならびにその組み合わせを考慮しなければならない。（環境などの化学的作用とその組み合わせ）

(1) 物理的作用は、一般に、現行の道路橋示方書等に準じて設定することができる。ただし、たとえば、活荷重については、現状の交通状況を考慮して新しい荷重体系を設定する必要が生じる場合がある。なお、プレストレス力は本来、部材耐力の一部として考慮されるべきものであるが、ここでは、PC床版のケーブル定着部、あるいは橋の構成部材としてのPC鋼材が床版に定着される場合など、床版の設計においてプレストレス力を外力として取り扱う必要もあることから、物理的作用として示した。

(2) 化学的作用については、床版の形式や設置されている環境条件によって、性能のおよぼす影響が一樣ではなく、一般的な方法が確立されているとは限らないのが現状である。用いる照査指標や照査方法を考慮して、適切なモデル化が必要である。

4章 性能照査

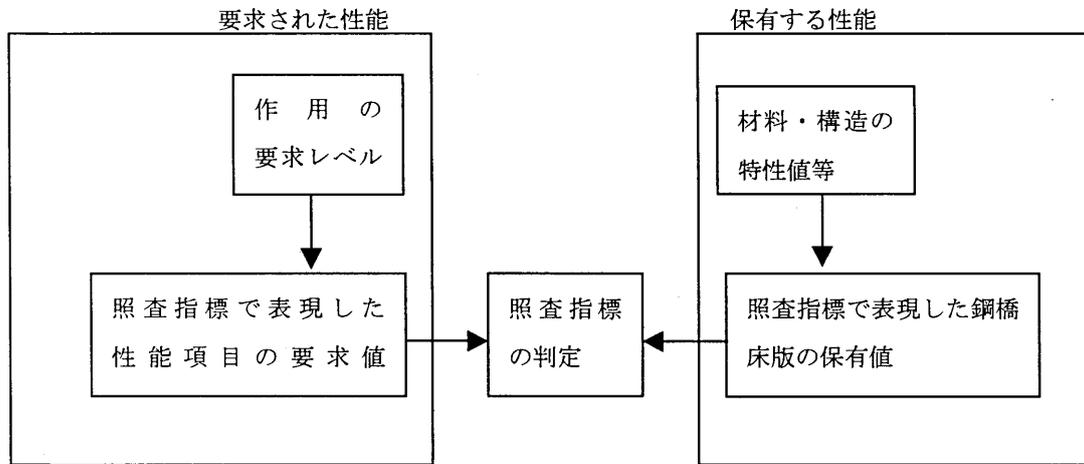
4.1 一般

性能照査は、一般に、以下に示す構成で行われる。なお、みなし適合仕様を適用する場合には、性能照査を省略することが出来る。（照査方法の構成）

- (1) 鋼橋床版の性能照査は、要求性能の各性能項目について行う。
- (2) 要求レベルに応じて、性能項目の要求値を照査指標により表す。
- (3) 鋼橋床版の材料や構造の特性値等を用いて、性能項目の保有値を照査指標により表す。
- (4) 照査指標の要求値と保有値を比較して照査する。

本項では、性能項目に対応した照査方法の構成を記した。性能項目の照査指標を用いた性能照査の方法の例を図一解 4.1 に示す。照査指標で表した要求値と保有値については、たとえば、耐力性能を限界状態設計法を用いて終局限界状態の照査を行う場合は、荷重の特性値による部材に発生する断面力と材料強度の特性値に対する断面耐力となる。いっぽう、供用性能の走行性の場合には、作用の要求値として応答値が規定される。このとき、荷重による床版のたわみ、舗装のワレ等が路面の凹凸を生じ、走行性が悪くなるものとし、床版のたわみや曲率を要求値とすれば、その保有値は、材料や構造の特性値から評価されたたわみや曲率となる。しかし、この場合、妥当な照査指標の選択やその評価方法が課題であり、発注者と受注者の協議により規定する場合もある。

照査の方法としては、実験・解析による方法、各種の環境基準値で判定する方法、限界状態設計法による方法、許容応力度による設計方法などのいずれか、または組み合わせなどが考えられる。



図一解 4.1.1 照査指標による性能項目の照査方法の例

II 設計編

II-1 一般

1章 一般

1.1 適用の範囲

本編は鋼橋に使用するコンクリート系床版，鋼床版，合成床版，および新形式床版等の主として設計に適用する。

各種の鋼橋床版について，その改良または新しい構造や材料を採用し，設計・施工の実績や既往の研究等で床版の性能が明らかでない場合などがある。II-1 一般では，これらに性能照査型設計法を適用する場合の設計に関する基本的な原則を示した。

これに対して，II-2以降は，既往の床版形式について，本設計法を適用する際の留意事項を示したものであり，現時点での技術水準を反映した要求性能の具体的指針を示すために，各要求性能ごとに，性能項目について記述した。これらは，技術進展に対応して，その床版技術が確立されるごとに追加，改訂される性質のものである。

2章 供用性能

2.1 性能項目

- (1) 快適な乗り心地・走り心地を確保すること。(走行性・歩行性)
- (2) 支障あるいは不快感を与える振動を生じないこと。(耐振動性)
- (3) 橋面上に滞水することなく，すみやかに排水される構造であること。(排水性)
- (4) 冬季に橋梁の前後の路面に比して著しい凍結を起こさないこと。(耐凍結性)
- (5) 車輛走行時の騒音の発生を最小限にとどめること。(低騒音性)

(1) 床版の過大な変位・変形は，車両走行の安全性や快適性を損なうばかりでなく，防水層や舗装に対して損傷などの悪影響を与えることがあるので，適切な剛性が確保されていることを確認しなければならない。

(2) 橋梁の振動にともなう走行性や歩行性などの人の体感性は，主として舗装の凹凸や桁の剛性により影響されることが多いが，床版の長支間化や版厚を低減した新形式床版あるいは新素材を用いた床版などでは，床版固有の振動特性が従来の床版とは異なった性状を示して利用者の体感性に影響を与える大きな要因となることが予想される。このような場合においても，床版の振動が利用者に不安感や不快感を与えることがないように確認しなければならない。

(3) 橋面上の滞水は，車両の走行性を著しく低下させるばかりでなく，歩行者への跳水による迷惑など，通常の供用状態において重要な問題である。橋面排水は桁の縦断勾配，床版の横断勾配，舗装厚の変化などの組み合わせにより確保される場合が多いが，透水性の舗装が用いられる場合には床版面が流水面となり，床版面の滑らかさが排水性に影響を与える大きな要因となる。また，排水柵やスラブドレーンの設置が求められる場合には，それらが支障なく容易に設置できることも床版に求められる大きな要素である。このように橋面全体の排水性を確保するためには，床版構造に求められる役割分担を明確にする必要があり，必要とされる役割を床版が十分担えることを確認しなければならない。

(4) 積雪地・寒冷地や山間部などにおける冬季の橋面凍結は，ドライバーの精神的ストレスの増幅や走行車両のスリップ事故の要因の一つとなる。特に橋梁前後の路面状態との差が大きくなる場合には，こ

これらの影響が顕著になること予想されるので、適切な対策が必要である。

(5) 橋梁から発生する騒音には、橋梁端部の伸縮装置などの橋面が不連続になる場所から発生する騒音、可動支承部の摩擦が切れる際に発生する衝撃音、付属物が桁の振動等により干渉して発生する音、橋梁全体が低い周波数で振動する際に発生する騒音などがあげられる。これらはかならずしも床版に起因する騒音ではないが、新形式の床版構造や床版支持間隔や床版の片持長が非常に大きい場合には床版に起因する場合も想定されるので確認しておく必要がある。

2.2 要求レベル

- (1) 床版のたわみに起因して舗装のひびわれ等道路面の凹凸が生じることにより、使用者の乗り心地・歩き心地等の体感性を損なわないこと。
- (2) 道路舗装面の凹凸に起因する車輛振動によって生じる床版の動的応答が、使用者に支障あるいは不快感を与えないものであること。
- (3) 供用される地点において予想される時間降雨量に対し、通常走行に支障をきたさないように排水されること。
- (4) 路面状況において、前後の一定区間の道路と大きな不連続性を生じないこと。
- (5) 車両走行によって床版が発生する低周波領域を含む騒音が、環境基準レベルを満足すること。

(1) 許容される床版の変形や剛性の要求レベルは舗装の材質や構造により影響されるが、道路橋示方書の鋼床版の項で解説されるように、活荷重により生じる床版面の曲率半径が 20m 以上となることをひとつの目安とすることが考えられる。

(2) 体感性については各種機関により提案されている体感性の指標により、体感性が不快とならないことが望まれる。

(3) 要求される排水能力を決定する時は、その地域の気候特性を考慮した雨水流出量の設定、および橋梁の道路網における位置づけにより適切な値を設定することが望まれる。

(4) 現状ではどの程度の温度差が生じることにより路面凍結に差が生じるのか、また橋梁前後とどの程度の路面状態の差がでる場合に利用者に対する不安感や支障を与えるのかが明らかではないため、要求レベルを明確に設定することは困難である。今後の研究課題である。

(5) 橋梁の供用にともなって発生する騒音は、床版・桁・支承・下部構造など様々な要因が複雑に影響しており、かつ車輛自体が発生する騒音が主であることもあることから、床版のみの耐騒音性の要求レベルを規定することは非常に困難である。しかし、床版の卓越する振動数と車両により発生する振動数が同領域にある場合には橋梁全体の振動を増幅することとなり、これを照査することは重要である。車両により発生する振動数領域に床版振動数が位置する場合には、減衰や質量の付与、振動の絶縁（免震）などの処置が必要と考えられる。

2.3 照査指標

(1) 走行性・歩行性

床版のたわみや曲率により示される床版の剛性。

(2) 耐振動性

車輛振動によって生じる床版の最大振幅または応答加速度と振動数から求められる体感性。

(3) 排水性

時間降雨量と排水可能量の関係による排水性。

(4) 耐凍結性

供用地点における橋梁床版と前後一定区間道路との路面温度差。

(5) 低騒音性

床版が発生する低周波騒音を含む騒音の音圧レベル。

(1) 舗装面の損傷やわだち掘れ、あるいは過大な変位・変形は人に共通の走りにくさ、歩きにくさを感じさせるものであり、これらに影響を与える床版固有の性能を照査する必要がある。たわみ変位は、利用者への不安感の度合いを照査する指標となる。床版を支持する主桁の剛性や主桁と床版の結合方法によっても異なるので、これらの影響を適切に考慮して床版固有で確保すべき性能を照査する。たわみや曲率は、防水層や舗装に与える影響の度合いを照査する指標となる。また、たわみや曲率が大きく変化する場合は、特に車両の高速走行時の直進走行性支障をきたし事故の要因にもなるので、これらの観点からも照査する必要がある。

(2) 人の振動に対する体感性は、個人差によるところも大きく一義的に照査指標を定めることは課題も多いが、振動体の振幅と振動数あるいは加速度と振動数の関係により推定されることが既往の研究等で報告されているので、これらの指標により照査するものとする。

(3) 排水性は、主桁の縦断勾配や舗装面の横断勾配・粗度を考慮した排水可能量を算定して照査する。橋梁の利用状態や重要度により、許容される流水幅が異なるので、注意する必要がある。また、床版面が流水面となる場合もあるので、床版面の粗度係数についても照査することが必要である。

(4) 橋面の温度は、鋼あるいはコンクリートなど床版材料の蓄熱性や、閉断面・開断面など床版構造による遮熱性によって決定される。したがって新形式の床版や新材料を用いた床版などは、これらの影響を十分に照査する必要がある。

(5) 版のみの耐騒音性を規定化することは非常に困難であるが、交通騒音からの生活環境の保護は重要な問題であり、床版固有の発生音圧レベルを照査することは供用性確保のためには必要な要求項目といえる。

2.4 照査方法

(1) 走行性・歩行性は、床版と輪荷重を適切にモデル化して、解析により照査する。必要に応じて主桁の影響も考慮する。

(2) 耐振動性は、橋梁や震動源としての車両を適切にモデル化して動的解析により照査する。

(3) 地域の降雨強度などにより雨水流出量を算定し、十分な排水能力が有ることを確認する。(土工指針等による)

(4) 耐凍結性は、冬季における供用地点付近の路面温度の実測値をもとに、床版の温度解析を実施することにより照査する。

(5) 同様の構造を採用した橋梁における周辺環境に与える影響を調査して照査する。

(1), (2) 本項で規定する性能項目のうち、走行性・歩行性や耐振動性は、極端に床版厚の薄い新形式の床版や膜力で抵抗する特殊な床版などを採用する場合に照査すべき性能であり、従来の方法で設計される床版については照査を省略することができる。

(4) 耐凍結性能は、冬季に気温が0℃前後になる積雪地・寒冷地において照査すべき性能である。なお、看板等の設置によりドライバーに注意喚起を行うことも有効な対策であるので、これら構造以外の対策により要求レベルを満足することもできる。

3章 耐荷力性能

3.1 性能項目

- (1) 床版形状や支持状況などの境界条件下で、供用荷重により生じる断面力に対して、耐荷力を有すること。
- (2) 主桁の一部として床版に作用する断面力に対する耐荷力を有すること。
- (3) 床版を支持する主桁間の荷重分配に対する耐荷力を有すること。
- (4) 地震や風、車両の衝突などの水平荷重に対して、耐荷力を有すること。
- (5) 輸送架設時に作用する荷重に対して、耐荷力を有すること。

(1) 鋼橋の床版は、床版上に載荷された死活荷重を主桁に伝達することが基本の性能となるが、鋼桁による床版の支持条件は橋梁の各部位により異なっている。たとえば、主桁間の床版は2辺支持版であり、主桁から外側は片持ち版、端横桁で支持された桁端部の主桁間床版は3辺支持床版とみなされる。この他、主桁に加えて各横桁で支持される場合には4辺支持版となり、桁幅の細い箱桁や波形鋼板など面外剛性の大きな主桁で支持される場合には支持辺が単純支持とは見なせない場合もある。このような床版の支持条件を適切に評価して、耐荷力を確保することが必要である。

また、大きな型鋼を使用した合成床版や、供用期間中に方向性を有するひびわれが発生したコンクリート床版では、直交する方向で剛度差が大きくなり、断面力の分担に異方性を示す場合がある。このような床版についても剛度差を適切に評価して、耐荷力を確保することが必要である。

(2) 鋼橋の床版は、合成桁はもとより、非合成桁として設計された場合においても、桁とコンクリートの付着があるかぎり、桁と床版は一体として挙動すると考えられる。したがって、支間中央など正の曲げを受ける箇所では床版コンクリートに発生する圧縮応力に対して耐荷力を確保し、連続桁の中間支点など負の曲げを受ける箇所では、橋軸方向の鉄筋等により、床版に有害なひび割れが発生することを抑止しなければならない。

(3) 鋼橋の床版は、主桁を支持点とした荷重分配作用を考慮して設計しなければならない。たとえば、片持ち床版の先端に、大型の遮音壁などの大きな荷重が載荷される場合には、隣接する床版支間の設計ではその影響を考慮する必要があり、特に床版にプレストレスによる荷重を与える場合には、死荷重による断面力の分布状況を十分に把握した上で、導入するプレストレスを決定しなければならない。また、主桁の剛性の差の影響を考慮して設計しなければならない。道路橋示方書でも考慮されているように、桁位置で単純支持されていると仮定して求めた床版曲げモーメントに対して、床版を支持する桁の相対剛度の差が大きいために、剛性の小さな縦桁などの支持点が他の支持点に対して相対的に沈下することにより付加される曲げモーメントを加算した断面力に対しても耐荷力を有する必要がある。

(4) 鋼橋の床版は、地震荷重や風荷重、衝突荷重など対して、高欄基部などの作用点付近の耐荷力を

確保することに加えて、横荷重を下部工まで伝達する性能が期待される。特に、横構が省略され、比較的小さな横桁が使用される橋梁では、横荷重に対する耐荷力が床版に求められる。このような場合には、荷重伝達経路を明確にし、荷重の作用点から下部工の伝達点までの耐荷力を確保する必要がある。

(5) 鋼橋の床版には、①仮設の型枠支保工を使用して、コンクリート床版全体が現場で施工される場合、②プレファブ合成床版など、完成後もその一部あるいは全部が強度部材としても利用される型枠支保工を使用することで、工場と現場で分担して施工される場合、そして③プレキャスト床版や鋼床版のように主として工場で施工される場合がある。①や②の場合には床版の打設順序によって、材齢の小さな床版コンクリートに桁の変形にともなう施工時断面力が作用し、②の場合には完成時には架設時の断面力が残留し、③の場合には輸送や架設時に、完成時とは異なる向きの断面力が生じる場合がある。このような輸送架設時に生じる断面力に対しても耐荷力を確保して置かなければならない。

3.2 要求レベル

(1) 床版は以下の2種類の活荷重状態に対して、衝撃による荷重増加を考慮した荷重に対して耐荷力を確保すること。

- a) 設計活荷重状態：100kNの輪荷重（車両進行方向20cm×直角方向50cm）が、床版の着目断面に対して最も不利なように、橋軸方向には1組、橋軸直角方向には載荷できるだけ載荷した荷重状態。
- b) 照査活荷重状態：類似路線での実測結果から得られる最大輪荷重が、床版の着目断面に対して最も不利なように1組が単独で載荷された荷重状態。

(2) (1) に示された活荷重と道路橋示方書・同解説 I 共通編に示される活荷重以外の主荷重、従荷重、特殊荷重に係数を乗じて組み合わせた設計荷重に対して、耐荷力を確保すること。

(1) a) 設計活荷重状態は、図-解 3.2.1 に示すような道路橋示方書に記されたT荷重に対して耐荷力を確保することを要求している。

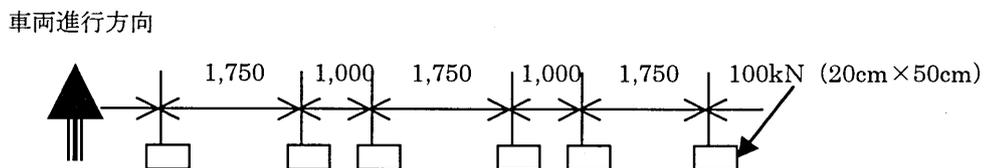


図-解 3.2.1 設計活荷重状態

b) 照査活荷重状態は、実測された活荷重のほぼ最大値相当のモデル荷重1組により床版を照査することを目的とした活荷重状態である。土木研究所資料第2700号「限界状態設計法における設計活荷重に関する検討Ⅱ」によると、1週間の調査期間中に軸重約300kNが1軸あるいは2軸（タンデム）で実測されている。したがって、重交通が予想される路線では、照査活荷重として図-解 3.2.2 に示すような150kNのタンデム輪荷重（車両進行方向20cm×直角方向50cm）1組を考慮して照査するのが望ましい。なお、実測された荷重は衝撃の影響を含んだ荷重と推察されるが、土木研究所資料第2539号「限界状態設計法における設計活荷重に関する検討」で示された衝撃係数は平均1.04と比較的小さいため、対象とする構造別に

別途考慮する必要があるものとする。

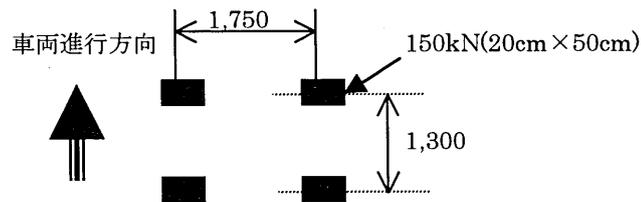


図-解 3.2.2 照査活荷重状態

道路橋示方書で記される活荷重は、総重量 25tf の大型車両より設定されたものであり、構造物の寿命中に経験すると推定される最大の荷重を、生起確率的な考察を加えて設定される風荷重や地震などとは、設定方法に大きな差があると言える。そこで、実測された荷重を根拠として、床版の耐荷力を照査するための照査活荷重状態を新たに要求レベルとして設定した。したがって、限界状態の照査で、荷重係数を乗じる場合にはこの照査活荷重に対して、別途荷重係数を乗じる必要がある。なお、照査活荷重状態は、比較的大型車の交通量が多い路線の橋梁に適用すべき荷重状態であるため、橋梁の地理的状況、交通網における路線の位置づけにより、要求レベルから削除することができる。

3.3 照査指標

以下のいずれか、あるいは組み合わせにより照査する。

- (1) 荷重ベクトル（荷重の大きさと作用する方向）とその作用位置。
- (2) 部材に作用する断面力成分。
- (3) 部材各部に発生する応力度。

床版の耐荷力を評価する方法には、①設計荷重より大きな荷重に対して、耐荷力があることを示す方法、②荷重により発生する断面力と床版部材が有する耐力を比較する方法、③断面に発生する応力度と、部材断面の材料が有する強度を比較する方法などが想定される。したがって、これら三つの物理量を照査指標とした。

3.4 照査方法

以下のいずれか、あるいは組み合わせにより照査する。

- (1) 設計荷重に必要な係数を乗じた荷重を作用させる実験・解析等により安全係数を照査する。
- (2) 必要な増分を考慮した荷重により生じる断面力が、部材の降伏断面力あるいは最大断面力を必要な安全係数で除して求めた断面力以下であることを照査する。（限界状態を照査）
- (3) 設計荷重により部材各部に生じる応力度が、許容される応力度以下であることを照査する。（許容応力度による照査）

床版の耐荷力を照査する方法は、3.3 に示した照査指標を用いて、作用により発生する値と部材の保有

する値を比較して判断することになる。(1)は、実験や解析により求めた作用値に対して、部材の保有する値が何倍大きいかを安全係数として表し、所定の安全係数が確保できるかどうかで判断する方法である。(2)は、限界状態設計法などのように、限界状態を想定し、荷重の増加率を考慮した照査荷重に対して、所定の安全係数を持って部材が降伏しないあるいは、過大な変形や不安定な現象が生じないことを確認する方法である。(3)は許容応力度設計法などのように、設計荷重により発生する応力度が許容される応力度以下になることで、耐荷力性能が満足されていることを確認する方法である。

4章 疲労耐久性

4.1 性能項目

- (1) 設計供用期間中に、交通荷重の繰り返し作用により、著しい損傷や供用性能の低下が生じないこと。
- (2) 設計供用期間中に、風等交通荷重以外の繰り返し作用により、著しい損傷や供用性能の低下が生じないこと。

(1) 床版の性能を左右する最も重要な作用は輪荷重である。輪荷重は床版に直接載荷され、床版は輪荷重の繰り返し作用に対して非常に過酷な条件下に置かれている。過去、鉄筋コンクリート床版は、輪荷重の繰り返し作用に起因して、供用性能や耐荷力性能の著しい低下を来すような損傷の発生を数多く経験してきた。いままでの鉄筋コンクリート床版の損傷原因のほとんどが、施工不良を除けば輪荷重の繰り返し作用に起因するものであったと言っても過言ではない。これは、床版の設計基準が未整備で、疲労に対する配慮がなされておらず、床版厚さや配筋の不足、交通量あるいは過載荷車両の増加が原因とされている。設計供用期間中にそのままの状態では放置しておけば取り替えを必要とするような供用性能や耐荷力性能の著しい低下が生じないように、輪荷重の繰り返し作用に対する疲労耐久性を確保しなければならない。

(2) 走行車両以外の疲労が床版で問題となる例はまだないと言える。しかし、例えば、壁高欄に大きな遮音壁を設けたような場合、片持ち部の床版には風荷重により比較的大きな作用を受ける可能性があり、また、このような構造物が固有の振動等を起こすことも考えられる。その際、床版の鉄筋応力度やコンクリートの応力度の値によっては、設計供用期間に風荷重が繰り返すことや固有の振動による繰り返し効果による疲労耐久性の検討を行うことが必要になる場合がある。風荷重や振動に限らず、繰り返しが想定される作用のすべてに対して、疲労耐久性を確保する必要がある。

4.2 要求レベル

- (1) 設計供用期間中に想定される輪荷重の交通荷重の繰り返し作用の累積に対して、許容される以上の供用性能や耐荷力性能の低下を来すような損傷が生じてはならない。
- (2) 設計供用期間中に想定される交通荷重以外の繰り返し作用の累積に対して、許容される以上の供用性能や耐荷力性能の低下を来すような損傷が生じてはならない。

(1) 交通荷重の繰り返し作用の要求レベルの設定は、基本的には設計供用期間中に想定されるあらゆる走行車両がどの程度走行するかを定めるということであり、具体的には輪荷重の大きさとその累積頻度分布を設定することである。設計供用期間中の走行車両による繰り返し作用の累積については、交通形態が社会情勢や周辺の道路整備状況、過載荷車両の取り締まり状況あるいは車両技術の進歩等により変わり

得るものであるから、これを正確に想定することは極めて困難なことであると言わざるを得ない。計画する道路と類似と判断できる供用路線の交通荷重実態の実測値をもとに、できるだけ正確に将来の交通量を予測して定めることが基本となるが、これを路線毎に定めることは非現実的であり、産業道路か観光道路かといった道路の性格により決定される大型車混入率や当面の計画交通量をもとに、ある程度のパターン化が必要であろう。

疲労耐久性に係わる要求レベルとして、作用の要求レベルの他に、設計供用期間中に許される限界の状態を設定する必要がある。この限界状態を「設計供用期間終了時点で許容される以上の供用性能や耐荷力性能の低下を来すような損傷が生じる限界の状態」と考え、標記の記述とした。

一方、床版の限界状態の想定としては次の4つが考えられる。

- ① そのまま放置しておけば近い将来供用性能に支障をきたすことが予測され、予防保全的に補修をするべきと考えられる程度の損傷状態あるいは管理基準に則って補修すべき損傷の状態（管理限界状態）
- ② 供用性能に支障が出始める程度の損傷の状態（供用限界状態）
- ③ 耐荷力性能が満足できなくなるような損傷の状態（耐荷力限界状態）
- ④ 押し抜きせん断破壊による抜け落ち等完全な疲労破壊状態（終局限界状態）

標記の「設計供用期間終了時点で許容される以上の供用性能や耐荷力性能の低下を来すような損傷が生じる限界の状態」としては②あるいは③が妥当と考えられる。しかし、現状の床版の疲労試験はほとんど④の状態を基本に整理されていることおよび評価のしやすさから④の状態を限界状態として設定できればこれにこしたことはない。現実的には、④の状態に至るまでには必ず補修・補強がなされ、放置される場合に対して疲労寿命は必ず伸びること、および現状の疲労寿命の推定精度は決して高いものではなく、ある程度余裕を持って評価せざるを得ないのが現状であることから、ある程度の安全率を見込むということと、補修・補強による疲労寿命の伸びは考慮しないということを前提に、④の状態を設計供用期間終了時点の限界状態と設定しても問題ないと考えられる。なお、補修・補強による性能の回復を考慮して疲労寿命の推定が可能な場合は、設計供用期間の途中段階の補修・補強時点で①のような限界状態を設定し、補修・補強を繰り返すことにより設計供用期間終了時点で状態がどうなるかということの評価して照査することも考えられる。

(2) その他の作用、例えば風荷重等による繰り返し作用の影響が考えられる場合においても、基本的には、設計期間中に想定される繰返し作用の累積はその大きさと頻度分布を設定することが基本となり、適切にこれを評価しなければならない。「許容される以上の供用性能や耐荷力性能の低下を来すような損傷が生じる限界の状態」については、輪荷重による繰返し作用の場合と同様な考え方で設定すればよいと考えられる。

4.3 照査指標

(1) 作用の照査指標として、設計供用期間中に繰り返される作用のベクトル（大きさと方向）と累積頻度分布（大きさに応じた回数）に対して、これと等価な作用または断面力または応力度の大きさ、およびこれと等価な回数を照査指標とする。

(2) 許容される以上の供用性能や耐荷力性能の低下を来すような損傷の限界状態として下記のいずれかを照査指標とし、これを保有値とする。

① (1) の等価な作用または断面力または応力度が繰り返し作用したときに、上記限界状態に至るまでの回数。

②ある大きさの作用または断面力または応力度が上記(1)の等価な回数繰り返し作用して上記限界状態に至るときのそれらの大きさ。

(3) 疲労試験により直接的に照査する場合は、載荷される回数

床版の疲労耐久性の照査方法は現時点で、明確な照査方法は確立していない。その理由は作用（輪荷重）の頻度分布や累積頻度が明確でないことに加えて、床版そのものの疲労特性が明確になっていないことが挙げられる。そのため、過去には、発生したRC床版の損傷事故に対し、床版厚さの割増をしたり、鉄筋の許容応力に余裕を見たりして床版の静的な耐荷力を増すことで、床版の疲労損傷の対症的な対応を行ってきた。

最近では輪荷重走行試験が組織的・体系的に数多く行われ、RC床版については徐々にその疲労特性が明確になってきている。RC床版に関する解析や疲労実験、また調査が多くなされてきた賜物といえる。しかし、まだ、作用の部分（輪荷重の頻度分布や累積頻度）が明確でないこともあって、実験の手法、その載荷回数を決めるまでには至っていないのが現状である。

(1) 輪荷重の繰返し作用の累積については、単に荷重の大きさとその回数だけで表現できるものではない。車両毎に、輪荷重の大きさ、タイヤの大きさや数・設置面積、走行位置、衝撃の影響等が異なり、それぞれ厳密には頻度分布で表現される量である。また橋軸直角方向に1台のみ車両が走行した場合と、連行して走行した場合で床版に加わる作用の状態は異なる。分布量をすべて分布量として扱うことも不可能ではないかも知れないが、想定する疲労損傷の形態に応じて単純化することは可能である。今まで鉄筋コンクリート床版で多く経験してきた押し抜きせん断破壊を照査する場合、輪荷重の走行位置やタイヤの設置面積は固定し、連行状態も考えず、単に大型車の輪荷重の大きさとその回数の頻度分布として繰返し作用の累積を設定すれば現実的には問題ないと考えられる。必要に応じてそれらの影響を考慮すればよい。

作用（輪荷重そのもの）、作用の応答値としての断面力・応力度のいずれを作用の指標にするかについては、輪荷重の大きさそのものよりも、作用の応答値としての断面力や応力度を照査指標にできればより汎用的な照査指標になり得ると考えられる。たとえば、床版のせん断力の大きさは輪荷重の載る位置が桁で支持されている部分の近くか離れている位置かで異なるが、輪荷重の大きさではこれが表現できないのに対して断面力や応力度であれば、解析により評価できる。床版の曲げによる鋼材の破断を照査する場合、鋼材の応力振幅を評価指標にするのが合理的であると言えよう。

また、疲労破壊の形態により作用の単純化の方法を変える必要があることに注意しなければならない。何故かという、たとえば、押し抜きせん断に対しては無視できた繰返し回数は多いが大きさは小さい作用が、曲げの影響による疲労損傷を扱う場合は無視できなかつたり、車両の連行を考える場合、曲げと

せん断で影響度が異なったりするからである。

(2) いずれにしても、扱う作用が頻度分布量であるため、照査指標の設定は単純にはいかない。照査を具体的に行うためには適切な換算を行って、作用または断面力・応力度の大きさか回数（いずれかを照査指標とする必要がある。適切な換算とは、一般に累積被害則（マイナー則）の適用である。具体的には作用または断面力・応力度あるいは回数のどちらか一方を固定し、累積被害則により他の一方を換算し、これを照査指標とする。また、累積被害則を用いて等価な換算を行い、机上で疲労耐久性を照査するための指標を設定するためには、一般に疲労試験を数多く行って、限界状態に至るときの作用または、断面力・応力度の大きさと（S）と限界状態に至るまでの回数（N）の関係（S－N関係あるいはS－N図）が求められていなければならない。

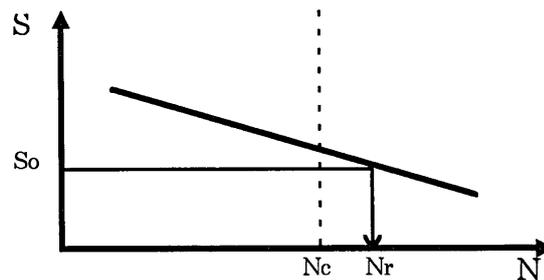
(3) 等価な換算方法が得られていない場合に、疲労試験により限界状態に至るときの回数を照査指標として直接的に照査することが考えられる。しかし、この場合でも、厳密には、載荷荷重と回数について現実に考えられる繰返し作用の累積と等価な換算を仮定して評価することが必要となる。等価な換算を必要としない方法としては、すでに疲労寿命が明らかになっている床版についても合わせて疲労試験を行い、その結果との相対比較を行って評価および照査を行う方法が考えられる。

4.4 照査方法

以下のいずれか、あるいは組み合わせにより照査する。

- (1) 机上で照査する場合、作用の照査指標の値（作用あるいは作用による断面力もしくは応力度またはその回数）とそれに対応する限界状態の照査指標（保有値）を双方比較して照査する。
- (2) 疲労試験により直接的に照査する場合、現実の繰返し作用の累積に相当する載荷回数と疲労試験で限界状態に至ったときの回数を比較して照査する。

(1) 机上で照査する場合、適切な等価な換算を行うために必要なS－N関係が得られていなければならないことは4.3 照査指標の解説に記述したとおりである。繰返し回数を照査指標とした場合について、具体的な照査方法のイメージを図解-4.4.1に示す。



So : 等価な作用の大きさ
 Nc : 等価な作用の繰返し回数
 Nr : So が作用して限界状態に至る回数

$Nr \geq Nc$ の場合 OK

図解-4.4.1 照査方法のイメージ

S－N関係についてであるが、鋼材では比較的容易にこれを求めることができるのに対して、コンクリートを主体とする床版については容易ではない。鋼材は材料が比較的均質で、かつその疲労耐久性は、鋼材の局部に発生する引張り応力の応力振幅にほとんど支配されるため、S－N曲線を比較的簡単に求めることが可能であり、かつ局部に集中する主応力の応力振幅を特定できれば疲労寿命の推定はかなりの精度で可能となる。これに比較して、コンクリート系床版は不均質性が大きく、直接的に輪荷重の影響を受け、疲労破壊のメカニズムもより複雑で、面的な広がりを持ち、破壊も段階的である。したがって床版の疲労破壊は、ミクロ的な材料の状態と、ある程度マクロ的な引張り、曲げ、せん断および

ねじりの組み合わせ状態双方に支配され、照査指標を断面力や応力度にするにしても、疲労試験により鋼材のように単純なS-N関係を求めることは容易ではないということを認識しておく必要がある。また、前述の走行位置の違いやタイヤの設置面積、衝撃の影響の他、水の影響、乾燥収縮に対する桁の拘束の影響、材料の品質のばらつきの影響、施工誤差の影響等も疲労耐久性を左右すると考えられるので、S-N図の作成や疲労耐久性の照査に当たってはこれらの影響要因についても配慮することが望まれる。

また、限界状態を疲労破壊状態として設定する場合、4.2 要求レベルの解説に述べたとおり、本来の限界状態は「供用性能に支障が出始める程度の損傷の状態（供用限界状態）」か「耐力性能が満足でなくなるような損傷の状態（耐力限界状態）」であると考えられるため、必要に応じて限界状態の差に対する余裕も考慮する必要がある。

(2) 疲労試験により直接的に疲労耐久性を照査しようとする場合においても、疲労試験の載荷荷重の大きさと繰り返し回数が現実の作用に対してどの程度に相当するのかという問題が付きまとう。これに対して、S-N図を前提とせず、載荷パターンを階段状載荷として標準化し、疲労破壊したときの荷重レベルについて標準床版（疲労寿命がある程度明らかとなっている床版、あるいは求める疲労耐久性能を最低限満足すると考えられる基準床版）のそれとを比較することにより、あらゆる床版の疲労耐久性を評価しようとする方法が建設省土木研究所で採用されている。この方法では、「設計供用期間に対して何年持つ床版」といった定量的な評価は難しいが、床版のS-N図作成の困難性やその精度に鑑みれば、現状における現実的な疲労耐久性の照査方法の1つと考えられる。

なお、疲労試験により直接的に照査する場合も、試験と現実との違いによる影響要因や限界状態の差に対して確保すべき余裕を十分考慮し、評価が危険側にならないように留意しなければならない。

5章 材料耐久性

5.1 性能項目

(1) 鋼材（鋼板など）が床版の表面や裏面に露出する場合、その供用期間中を通じて、それらの鋼材に有害な錆が発生しないこと（露出する鋼材の防錆）。

(2) 鋼材（鋼板、形鋼、PC鋼材、鉄筋など）が床版コンクリート中にある場合、その供用期間中を通じて有害な錆が発生しないこと（コンクリート中の鋼材の防錆）。

(3) 床版に用いるコンクリートはその供用期間中を通じて以下の有害な劣化が生じないこと（コンクリートの耐久性）。

- ①中性化
- ②凍結融解
- ③アルカリ骨材反応

(4) 新材料を床版の構造材料として用いる場合には、上記項目の他、材料の劣化・変質のメカニズムを十分に調査した上で、それらの劣化や変質が供用期間中にわたって有害とならないこと（新材料の耐久性）。

(1) (2) 鋼とコンクリートからなる床版構造はすでに多くの実績や歴史があり、どのような材料劣化が生じて床版が損傷する可能性があるかを、新規の床版構造に対しても概ね予想することができる。

鋼とコンクリートを用いた合成床版などでは、底鋼板を有する床版やサンドイッチ形式（上下の鋼板の間にコンクリートを充填する形式）の床版などがあり、大気に触れる状態で鋼材を使用する場合と、コンクリート中で鋼材を使用する場合の2つの場合があり、その各々について記述した。

鋼材が大気に直接触れる場合には、防錆のための塗料やめっき等を用いるほか、環境によっては耐候性

鋼を用い、安定錆を生じさせて有害な錆の発生を防止する方法もある。

コンクリート中で鋼材を使用する場合、コンクリートがアルカリ性を示すことから、一般には鋼材には錆が生じないとされている。しかし、中性化の進行によってアルカリ性が持続できなくなる可能性もある（次項）。さらに、橋梁の床版構造は一般に薄いコンクリート構造として用いられることが多く、輪荷重によってひびわれも生じる。また、海塩粒子や凍結防止剤に含まれる塩分がコンクリート内に浸透し、コンクリート中の鋼材に錆が生じ、床版の耐久性が損なわれることも多い。コンクリート中の鋼材の防食方法として、コンクリートそのものによって内部の鉄筋の防錆を行う方法（第1種防食法という）とこれ以外の防食方法（塗装や電気防食など、第2種防食法という）があるが、床版のように薄く、載荷条件の厳しいコンクリート構造では、腐食環境の悪い場合には第1種防食法では限度があり、第2種防食法をも合わせて考慮していくことが必要と考えられる。したがって、塩害の可能性が高い海岸近くの橋梁などでは、鉄筋にエポキシ鉄筋を用いたり、PC鋼材にプレグラウトのPC鋼材を用いることが行われるようになってきている。床版のかぶりを大きくすることは、死荷重の増加に繋がり、橋梁全体の経済性を損なうため、現段階では床版のかぶりを大きくして設計する例は極めて少ない。しかし、塩害の例が報告され、また、塩害対策の費用が大きいことなどが次第に知られて来ており、LCC（ライフサイクルコスト）の考え方が普及するにしたがって、かぶりの増加や塗装鉄筋の採用が増えることが考えられる。

(3) コンクリート材料については、床版の使用環境を考慮し、上記①～③の項目を挙げた。

①の中性化は上記鋼材の腐食に大きく関係する。強度的な劣化ではないが、鋼材の健全性を保つ意味で重要と判断した。このほかの劣化現象、たとえば、水密性や耐火性などの材料耐久性に関連する諸性能は、橋梁の床版に通常用いているコンクリートでは一般に具備されていると考え、ここではあえて項目として掲げていない。

なお、サンドイッチ形式の床版のように、外気や水分に触れる可能性の全くないコンクリートについては、中性化やアルカリ骨材反応などに関する劣化を考える必要はない。また、被覆鉄筋を使用する場合には中性化による劣化を考える必要はない。床版の構造や使用する材料に応じた劣化を考慮することになる。

(4) 鋼、コンクリート以外の新材料（プラスチックなど）を使用した床版構造も出現してきている。これらについては、上記の材料耐久性に関する諸性能のほか、耐火性、耐水性、耐紫外線性、耐アルカリ性、クリープ特性など劣化を引き起こす種々の可能性を調査し、有害な材料劣化が生じないことを確認しなければならない。

5.2 要求レベル

床版が供用される環境条件（環境区分）のなかで、供用期間にわたって材料の有害な劣化、摩耗などを生じないこと。

材料の劣化・変質は床版が供用される環境によって大きく左右される。海浜沿いや凍結防止剤を散布する路線では、その路線中の床版が受ける材料耐久性性能の環境作用は極めて厳しくなる。このような環境のなかにおいても、供用期間にわたって有害な材料の劣化が生じてはならない。コンクリート標準示方書 7.4.2（設計編、平成8年版）では環境区分として、一般の環境、腐食性環境、とくに厳しい腐食性環境の3つの区分に分けられている。各々の環境で供用期間にわたって材料の劣化が生じてはならない。

有害な劣化とは、設計上で仮定している条件が満たされなくなる程度にまで進行する劣化をいい、他の性能すなわち静的耐荷力性能、疲労耐久性、供用性能、マネジメント性能に影響を与えるような劣化をいう。例えば、材料の劣化によって静的耐荷力が確保できない場合などは当然有害な劣化である。また、

材料の劣化変質によって美観が著しく犯され、設計以外の補修清掃などを強いるような場合もマネジメント性能に影響を与えていることになり、これも有害な劣化ということになる。

5.3 照査指標

材料耐久性能の照査指標を以下に示す。

- (1) 大気に露出する鋼材の耐久性指標は、被覆する塗膜等の種類と厚さ
- (2) コンクリート中の鋼材の耐久性指標は、滲入する水にたいしてはひび割れ幅、コンクリートに浸透する塩分にたいしては、鋼材の被覆の種類とその厚さ
- (3) コンクリートの中性化の耐久性指標としては、コンクリートの水セメント比
- (4) コンクリートの凍結融解にたいしては相対動弾性係数
- (5) コンクリートのアルカリ骨材反応に対する耐久性指標としては、アルカリ骨材反応性試験の試験結果またはコンクリート中のアルカリ総量

5.4 照査方法

材料耐久性能の照査方法を以下に示す。

- (1) 大気に露出する鋼材については、塗装仕様（塗膜の種類、厚さ）、めっき仕様（亜鉛の付着量）、また、耐候性鋼材を使用する場合には安定錆層形成の確認、または、錆代等によって照査する。
- (2) コンクリート中の鋼材については、ひび割れ幅の値、鉄筋被覆の方法（コンクリートのかぶり量、塗装鉄筋、メッキ鉄筋など使用鉄筋の種類）によって照査する
- (3) 中性化の照査方法としては、水セメント比の値によって照査する。
- (4) 凍結融解についての照査方法としては、コンクリートの相対動弾性係数によって照査する。
- (5) アルカリ骨材反応に対する耐久性の照査方法としては、骨材のアルカリ骨材反応性試験またはコンクリートのアルカリ総量によって照査する。

(1) 大気に露出した鋼材の照査方法としては、塗膜、亜鉛メッキ、耐候性鋼の使用など、既存の橋梁本体の防食技術の実績などによって照査を行うこととする。実際には、底鋼板の場合には、床版や桁端部などから流下した水が速やかには落下せず、濡れた状態が長時間かつ広範囲にわたるなど、鋼材の錆が甚だしくなる可能性も考えられる。しかし、現時点ではこのような状態における明確な腐食データがないこともあり、一般に用いられる橋梁本体と同じと考えざるをえない。

(2) コンクリート中の鋼材腐食の照査方法は、塩分のコンクリートへの浸透による腐食（塩害）、コンクリートのひび割れからの水（塩分を含む場合もある）の滲入による腐食の各々に対して照査することになる。

コンクリート中の鋼材は、ひび割れを通じて外部の水分（路面凍結防止のための融雪剤や海塩粒子など塩分を含む場合もある）が鋼材表面に達すると、錆が生じ、その際の体積膨張によって一層ひび割れが大きくなり、床版全体が劣化する可能性がある。環境条件に応じてひび割れ幅を制限することで、水分（塩分を含む）の滲入が防止でき、コンクリート中の鋼材の錆を防ぐことができる。

コンクリート標準示方書、7.4.2 項（設計編、平成8年版）によれば、構造物が耐用設計期間中に十分な機能を保持するための許容ひび割れ幅は、鉄筋かぶり c の関数で、一般の環境で、 $0.005c$ 、腐食性環境で $0.004c$ 、とくに厳しい腐食性環境で $0.0035c$ とされている。かぶりを 30mm とすれば、腐食性環境では

許容ひび割れ幅は0.12mmということになる。この程度にひび割れ幅を抑えれば、水分の滲入を防ぐことができ、鋼材の錆の発生を防止することができる。同示方書7.4.4項には曲げモーメントで生じるひび割れ幅の値が与えられており、この値と許容されるひび割れ幅の値を比較することで、耐久性の判断ができる。

また、床版上面からの水の滲入については、ひび割れが生じても問題が生じないようにする方法として防水層の採用がある。中間支点上、桁上、張り出し部など床版上面からの滲水の可能性がある部分に対して有効である。床版ひび割れに追随する弾力性のある防水層を選ぶと同時に、設置方法に注意を払い、水が防水層の切れ目から滲入することのないよう留意することが必要である。

海岸に立地する橋梁の床版などの場合には、海水の飛沫を浴びたり、飛来する海塩粒子の影響を受け、ひび割れがなくてもコンクリート表面から拡散現象によってコンクリート中に塩分が浸透し、塩分濃度がある限度を超えると鉄筋を錆びさせることがある（塩害）。この塩害を防ぐためには、第1種防食法により十分な鉄筋かぶりをもって床版を設計するか、それができない時には、第2種防食法によってコンクリート中の鋼材を被覆（エポキシコーティングやめっきなど）して利用することを検討するのがよい。PC鋼材については、最近ではプレグラウト鋼材が普及してきている。

鉄筋が配置されている部分の塩分の濃度が1.2kg/m³以上になると、コンクリート中の鉄筋がさび始めるとされている（コンクリート標準示方書、耐久性照査型、平成11年版）。コンクリート中の塩分濃度の計算方法は、同示方書に供用期間100年を上限としての計算式が与えられており、これによって鉄筋が錆びる可能性があるか否かの判断ができる。同示方書では、鉄筋のかぶりは、一般の環境で、25mm、腐食性環境で40mm、とくに厳しい腐食性環境で50mmと示されている。塩分濃度を抑えるために、かぶりを大きく取って床版を設計するか、被覆鉄筋を使用するかは、橋梁の支間などによっても異なるため、各々設計した結果を比較し、経済的な方を選ぶことになる。

また、桁端部の床版下面や箱桁の上フランジ上面のように風通しが悪いか、または全くない部分の鋼材では、常に結露または滞水する可能性がある。タールエポ塗料などで塗装すると同時に、結露や水の滲入がないよう設計的に配慮することも必要である。万一、水が滲入した場合、排水できるような設計としておくことも必要である。

(3) 中性化の照査方法としては、水セメント比（ W/C ）を指標とし、普通ポルトランドセメントを用いて、 W/C が50%以下であれば、一般に中性化に関する照査をしなくて良いとした（コンクリート標準示方書、耐久性照査型）。床版コンクリートでは、一般に W/C は50%を下回るものを用いることが多い。したがって W/C を指標とし、 W/C が50%以下のコンクリートであるなら、実害を引き起こすような中性化は生じないとしてよい。

(4) 凍結融解に対する照査方法

凍結融解作用に関しては、コンクリート標準示方書（耐久性照査型、平成11年版）によれば、使用するコンクリートの相対動弾性係数が、定められた最小の弾性係数 E_{min} よりも小さいなら、凍結融解現象は生じないとしてよい、とされている。これは、コンクリートのエントレインドエアが多くなると、コンクリート表面が凍結し、表面付近の水が凍って内部水圧が上昇しても、コンクリート内の気泡が弾性変形することで、水圧上昇が緩和されて、ひび割れがコンクリート内部に進行しないことによる。したがって、気泡が適度に分布したコンクリートすなわち、相対動弾性係数が低いコンクリートを用いることで、凍結融解作用による耐久性に関しては問題ないとした。

(5) アルカリ骨材反応

コンクリート標準示方書（耐久性照査型、平成11年版）では、コンクリートが所用の耐アルカリ骨材反応性を満足すれば、アルカリ骨材反応による構造物の所用の性能は失われずとしてよい、としている。

すなわち、実際的には、化学法やコンクリート中のアルカリ総量の把握、また、コンクリート供試体を用いたモルタルバー試験などによって、アルカリ骨材反応が有害となるレベルで生じるか、生じないかを照査できることとなる。

6章 マネジメント性能

6.1 性能項目

橋梁全体の設計供用期間中における床版の初期建設費用(I)、維持管理費用(M)、更新費用(R)が適正であること。

床版のマネジメント性能は、床版の設計供用期間中に取り替え(更新)を必要としないための点検、補修、補強等の維持管理費用と、橋梁全体の設計供用期間中における初期建設費用ならびに更新費用を含むライフサイクルコストにより評価することとした。

床版の維持管理としては、

1. 床版の耐荷性能に影響を及ぼす損傷や材料劣化が、経済的な点検で確認できること。
2. 点検で把握できる変状から、損傷度や材料劣化度等の判定が容易であること。
3. 補修・補強を要する場合、性能の復旧が明確に確認できる補修・補強方法であること。また、補修・補強工事による道路交通に与える支障、および経済的損失など周辺への影響が少ないこと。

などの性能項目が挙げられる。しかし、このような性能に適正な維持管理レベルを設定するのは非常に困難である。そのため、適用する維持管理レベルに伴う維持管理費用を算出し、ライフサイクルコストとして定量的に評価する。

更新(取り替え)は、交通規制や渋滞による経済的損失、施工上の制約条件など橋梁の置かれた環境条件や、床版構造などを勘案して、橋梁として最適な場合に考慮する。例えば、橋梁全体の設計供用期間中において、床版の取り替えを必要とする床版を採用した場合のライフサイクルコスト(I+M+R)より、初期建設費用が少々高くても床版の取り替えを必要としない高耐久性の床版を採用した場合のライフサイクルコスト(I+M)の方が経済的であることもある。また、環境条件等によってはその逆の場合も考えられる。

6.2 要求レベル

橋梁全体の設計供用期間中において、床版のマネジメントが合理的であること。また、床版に要求される性能を保持するための維持管理が容易な方法であること。

橋梁全体の設計供用期間中において、床版の点検項目や頻度および判断基準、損傷発生時の補修、補強方法が最も経済的であるように維持管理計画を行う。そのためには床版の破壊メカニズムや劣化メカニズムを確認しておくことや、補修、補強による床版の延命効果を把握しておくことが重要であるが、現段階では明確に示すことは特に新形式床版等では非常に困難である。

6.3 照査指標

橋梁の設計供用期間中において、床版の初期建設費用と、床版に要求される性能を保持するのに要する維持管理費用、および床版取り替え時の更新費用の総計(ライフサイクルコスト)。

橋梁全体の設計供用期間における床版のマネジメント性能を照査する場合において、床版取り替えを考
えない場合は、更新費用は含まない。

6.4 照査方法

橋梁の設計供用期間において、以下の費用（T）が最小であることを照査する。

$$T = I + M + R$$

I ; 初期建設費用

M ; 橋梁の設計供用期間中の維持管理費用

R ; 更新費用（更新を考える場合）

初期建設、維持管理および更新の各費用は、橋梁の置かれた環境条件、交通特性等を勘案し算出する。
また、施工時の道路交通に与える支障、経済的損失や利子率等を含むのがよい。ただし、それらの評価要
領はまだ確立されていないのが現状であり、これらを反映することは非常に困難であるが、今後の維持管理
技術の解決していくべき課題であり、技術開発の目標のひとつとして上げられる。

II－2 RC床版

1章 一般

- (1) 本指針は、コンクリート圧縮強度と鉄筋の引張強度により、床版に作用する荷重
を版として担うRC床版に適用する。（適用範囲）
- (2) RC床版の設計に際しては、桁による床版の支持条件の影響、引張域のコンクリートのひび割
れの影響、必要に応じて地覆や壁高欄の影響を考慮して求めなければならない。（断面設計方法）
- (3) RC床版は現場打設するコンクリートの品質により、強度や耐久性が影響を受けるため、適切
な施工による現場での要求品質の確保や品質の管理に留意しなければならない。（施工管理）

(2) RC床版は、鋼橋の床版として最も一般的に用いられている床版構造である。道路橋示方書（平
成8年12月）では、床版支間4m以下の床版を規定している。昭和39年の鋼道路橋設計示方書では、最
小床版厚が薄く配筋方向の断面力についての配慮に欠けていたことなどに起因して、床版の疲労損傷が
報告されるに至った。その後、昭和47年の示方書以降、最小床版厚さと、設計曲げモーメントを逐次大
きくすることで、一般部の床版は比較的耐久性の高い床版となっている。このほかRC床版の断面力の算
出には、連続性の途切れる桁端部の床版や支持桁の剛度差の影響、中間支点部など桁の負曲げによる橋梁
軸方向の床版引張応力、おおきな遮音壁による連続床版の死荷重曲げモーメントへの影響などに配慮して
設計しなければならない。

(3) 現場で施工されるRC床版では、床版施工時の打設順序によっては、後で打設したコンクリート
重量により、初期に打設した床版コンクリートに大きな引張応力が発生したり、後施工となる大きな歩道
マウンドアップや壁高欄の重量により、完成した床版に引張応力が発生することで、初期に有害なひび割
れが発生し、床版の耐久性に影響を与えないよう留意する必要がある。また、現場において品質が決定さ
れることとなるコンクリートの施工については、適切なコンクリートの品質管理を実施することを通じて、
設計上要求される品質を確保してゆくことが重要である。

2章 供用性能

- (1) R C床版は、床版自身の振動や大きなたわみにより、供用者や周辺環境の居住者に著しい不快感を与えてはならない。(供用性)
- (2) R C床版は舗装、照明柱や標識柱の耐久性を著しく低減させるような振動や変形を生じてはならない。(他の工作物への影響)
- (3) R C床版は路面排水計画による勾配の確保、排水装置の設置について検討しなければならない。(排水性)

道路橋示方書（平成8年12月）に示されるおよび床版厚の範囲では、床版の振動よりも桁振動が卓越すると考えられるため、床版単独で振動やたわみが問題になることはないと考えられる。また、舗装についても、床版に連続性が確保されている場合においては、特に問題になる舗装への影響はないものと考えられる。

3章 耐荷力性能

- (1) R C床版は活荷重に対して、床版の連続条件や桁による支持条件の下で、せん断耐荷力を有していなければならない。(せん断強度)
- (2) R C床版は死荷重や活荷重に対して、床版の連続条件や桁による支持条件の下で、曲げ耐荷力を有していなければならない。(曲げ強度)
- (3) 桁端部のR C床版については、床版が不連続になり活荷重による衝撃が大きくなることに配慮しなければならない。(桁端部強度)
- (4) R C床版と桁との接合部は、鉛直力や水平力を伝達する強度を有していなければならない。(桁との接合部強度)
- (5) R C床版片持ち部は、壁高欄や地覆から伝達される風荷重や衝突荷重に対して安全でなければならない。(片持ち床版部強度)
- (6) 桁作用により床版に引張力の生じる中間支点部、圧縮力の生じる支間中央部などの床版はこれらの断面力に抵抗できる強度としなければならない。(桁作用)
- (7) 地震力や風荷重により床版に伝達されるせん断力や軸方向力に抵抗できる強度としなければならない。(水平荷重)
- (8) 床版施工時の支持条件の変化や荷重を予測し、安全性を確認しなければならない。(施工荷重)

(1)、(2) R C床版について耐荷力性能を満足させるために確保すべき強度として、床版厚さと関係する押抜きせん断力などのせん断耐荷力と床版支間と関係する曲げ耐荷力を示した。一般には、床版支間の短い場合にはせん断耐荷力が支配的となり、床版支間が大きくなれば曲げ耐荷力が支配的になると考えられる。(3) 床版が不連続となる桁端部について、一般部とは別途耐荷力の確保を求めた。

(4) 桁と床版の接続部は、一般にはコンクリートと鋼フランジは付着により一体化していると考えられるが、地震時や片持ち部などに大きな荷重が作用する場合、コンクリートと鋼フランジの間に曲げや引張が発生する場合も想定される。また、ずれ止めを用いて桁とコンクリートを一体化する場合にはずれ止め周辺のコンクリートが損傷しないよう鉄筋等による十分な補強が必要である。

(5) 片持ち部については、死活荷重の他、風や衝突などの水平荷重に対して特に留意して設計しなければならない。

(6) 床版には、床組としての床版曲げの他に、主桁作用にともなう断面力が発生する。これらの断面

力に対しても床版に発生する応力度を照査し、必要鉄筋量を確保しなければならない。

(7) 床版を介して伝達される水平方向の荷重に対しても、伝達経路を明確に認識し、各部の安全性を確保する。

(8) プレキャスト床版などで、輸送架設時に完成時と異なる支持条件となる場合や、施工時に特殊な荷重状態となる場合については、施工時荷重に対する耐荷力を確保しなければならない。

4章 疲労耐久性

設計供用期間中、設計活荷重の繰り返し载荷に対して、通常の供用性を害したり、所要の耐荷力を消失させない疲労強度を有するか、あるいは簡便な補修方法を持たなければならない。(活荷重疲労)

R C床版の疲労損傷については、損傷メカニズムがほぼ解明されており、そのメカニズムの進行を防ぐ処置により、有る程度予測が可能となりつつある。また、損傷の各段階で有効な補修補強方法が分類されつつある。これまでの輪荷重走行試験の試験結果によると、平成8年の道路橋示方書に従って、床版支間3mとして設計された25cm厚の床版については、40年から50年程度の疲労耐久性は、十分有しているとみなされている。

5章 材料耐久性

(1) 床版に使用するコンクリートには、設計供用期間中に、アルカリ骨材反応や鉄筋の腐食などの品質の劣化を生じさせる材料を使用してはならない。(材料の選択)

(2) 設計供用期間中、設置環境による中性化、雨水や塩分の浸透に対して、床版の耐荷力に影響するような鉄筋の腐食が生じてはならない。(経時劣化の防止)

R C床版の耐久性を確保するには、床版施工時の品質を確保することと、床版の経時劣化を防止することが必要である。特に、R C床版の経時劣化にはコンクリート自身の劣化とコンクリートの劣化やひび割れに伴う鉄筋の腐食がある。このうち、損傷事例の多いのは鉄筋の腐食である。したがって、床版の有害な初期ひび割れの防止、雨水の浸入防止、塩分の浸入防止がR C床版の耐久性を確保する上で特に重要となる。この場合、防水層の確実な施工は、床版上面からの雨水や塩分の浸透を防止することに有効であると考えられる。さらに、より厳しい環境下の床版や高い耐久性を必要とする床版については、鉄筋自身を被覆したり、十分なかぶり厚やコンクリート表面の被覆によりコンクリート内部の鉄筋の腐食を防止することが求められる。

6章 マネジメント性能

- (1) 床版の施工においては、施工不良が生じることのないように、施工計画、検査計画を作成し適切な施工管理により所要の出来上がり寸法精度・部材品質を確保しなければならない。(施工管理)
- 床版の維持管理においては、日常、定期、特別点検の点検項目および判断基準、損傷発生時の補修・補強・取替え方法をあらかじめ計画しておかなければならない。(維持管理)

RC床版は、コンクリート強度、版の厚さ、鉄筋の量と配置が強度に影響すると考えられるため、設計上想定された施工誤差範囲に出来形を治める入念な施工計画と施工管理が要求される。また、損傷メカニズムの進展に着目した維持管理計画の作成と実施が必要である。

II-3 鋼床版

1章 一般

- (1) 本設計指針は、デッキプレートを縦リブおよび横リブで補剛し、アスファルト系の舗装を施した、道路橋における鋼床版の設計に適用する。(定義)
- (2) 床版作用に対する解析は、縦リブの間隔と本数およびねじり剛性と、支持部材の曲げ剛性を考慮した、版格子理論、直交異方性版理論など、版の挙動を適切に評価できる方法によらなければならない。(解析手法)
- (3) 輪荷重の作用に対する解析では、舗装による荷重分散効果を考慮しないものとする。また、連続性が断たれる鋼床版端部、横リブ相互の曲げ剛性の差、および斜角が小さい場合の2次的な応力についても適宜解析に考慮するのが望ましい。(設計方法)

(1) 本マニュアルの適用範囲について示したものである。鋼床版は、道路橋以外に、鉄道橋や歩道橋にも用いられる床版形式である。これらは、道路橋の鋼床版と要求性能の上で共通な部分も数多いが、荷重体系が大きく異なることや、主要な性能である疲労耐久性や衝撃作用の取扱いなどが大きく異なるため、ここでは適用の範囲に含めないものとした。

(2) 鋼床版の設計では、一般の床版構造の解析で用いられる単位幅あたりの設計ではなく、通常の鋼構造と同様に各部材要素を比較的忠実にモデル化して解析する方法が用いられていることからこれにならうこととした。

(3) 舗装の荷重分散効果は無視できないことがあるが、温度や舗装材料に対する依存性があり、不確実であることから安全側を考慮し設計上はこれを無視するものとした。また、版の連続性が失われる橋の端部床版や、断面力の方向が一様とはならない斜角の小さい橋梁では、一般的な版の性状と著しく異なる場合も考え得るので、十分に設計検討しなければならない。

2章 供用性能

- (1) 鋼床版は、車両走行に伴う有害な振動および過度の騒音を生じないように設計しなければならない。(供用性)
- (2) 車道に用いる鋼床版では、車両の走行による、主桁あるいは縦桁腹板上の舗装のひび割れを抑制するように設計しなければならない。(舗装への影響)
- (3) 鋼床版のデッキプレートの板厚は、強度、舗装に対する影響、および施工性に配慮して決定しなければならない。(最小板厚)
- (4) 鋼床版のリップ配置にあたっては、変形の集中による防水性能の劣化に配慮しなければならない。(防水性能)
- (5) 路面凍結のおそれがある地域では、鋼床版部とこれ以外の道路区間との間に、路面状態の急変を生じないように配慮するのが望ましい。(走行性)

(1) (2) 快適な周辺環境や走行性を確保するためのものであり、主桁間隔が大きい構造など剛性が低くなりやすい場合には、これらに対する配慮が必要である。舗装のひび割れに対しては、道路橋示方書にあるように版の曲率半径が20mより大きくなることを確認することが望ましい。

(3) 適正な剛性を保持することによって2次的な応力の発生を防止し、製作、舗装等の施工性を向上させることによって良好な品質を得やすくするために規定した。その他、縦リップやウェブとの接合部の溶接の疲労強度面からもデッキプレートの版厚を検討する必要がある。

(4) マネジメント性の向上に資するために必要な性能である。一般に、主桁腹板上の舗装には、支持剛性の差による舗装ひび割れが発生しやすいことが知られており、防水性能に影響を与えないよう配慮しなければならない。

(5) 熱伝導度の高い鋼床版は、冬季に路面凍結を生じやすいとことが指摘されている。問題となるのは、路線が連続して凍結状態にある場合ではなく、凍結した路面状態が鋼床版の存在によって突然現れることであるとされている。したがって、これに該当する道路区間においては、保温措置などにより路面の連続性を保ったり、車両のスリップに対する注意喚起などを行うのが望ましい。

3章 耐荷力性能

- (1) 鋼床版のデッキプレートは、活荷重の作用に対して膜としての耐荷力を有しなければならない。(膜としての強度)
- (2) 鋼床版を構成する各材片は、死荷重や活荷重の作用に対して、床版の連続条件や桁による支持条件の下で、直交異方性版または有効幅を考慮した梁として曲げ耐荷力を有していなければならない。(曲げ強度)
- (3) 鋼床版を構成する各材片は、死荷重や活荷重の作用に対して、床版の連続条件や桁による支持条件の下で、直交異方性版または有効幅を考慮した梁としてせん断耐荷力を有していなければならない。(せん断強度)
- (4) 桁端部鋼床版は、床版の不連続性や活荷重による衝撃の増加に配慮しなければならない。(桁端部強度)

- (5) 鋼床版の各材片間および支持桁との接合部は、作用する垂直応力およびせん断応力を伝達する強度を有していなければならない。(接合部強度)
- (6) 鋼床版の片持ち部は、壁高欄や地覆などから伝達される風荷重や衝突荷重に対して安全でなければならない。(片持ち床版部強度)
- (7) 鋼床版は、支持桁の一部としての作用に対して、これらの断面力に抵抗できる強度とするとともに、床版としての作用の重ね合わせを考慮しなければならない。(桁作用と重ね合わせ)
- (8) 地震力や風荷重により床版に伝達される、せん断力や軸方向力に抵抗できる強度を有しなければならない。(水平荷重)
- (9) 鋼床版と支持桁との間の温度差によって生じる断面力に対して抵抗できる強度を有しなければならない。(温度荷重)

(1) ~ (3) 鋼床版を構成する各材片に対して、耐荷力性能を満たすための基本的な事項を規定した。特に、圧縮力の作用が支配的な材片については、座屈強度にも十分に配慮しなければならない。また、縦リブ貫通部の横リブ腹板のように、スカラップによって有効な断面が減少することにも注意しなければならない。

(4) 衝撃の作用が大きく、版の連続性が断たれる鋼床版端部についても、これらを考慮して耐荷力を確保しなければならない。

(5) 鋼床版を構成する各部材要素は、車両荷重を確実に伝達することが求められる。数多くの材片で構成される鋼床版では、溶接線の集中に注意するとともに、各作用に対して耐荷力を確保するものとする。

(6) 片持ち版の設計では、死荷重や活荷重以外の外力が支配的となる場合があるので注意しなければならない。

(7) 鋼床版は、一般に主桁断面の一部として構成されるため、桁作用に対する耐荷力性能、床版としての耐荷力性能、および両者の重ね合わせを考慮した場合の耐荷力性能を有しなければならない。

4章 疲労耐久性能

(1) 鋼床版は、所定の供用期間中に受ける繰返し応力による疲労損傷に対して安全なように設計しなければならない

(2) 鋼床版のデッキプレート板厚の決定に際しては、車両走行に伴う板曲げの繰返し作用を考慮するのが望ましい。

(3) 現場接合部に溶接を用いる場合、溶接部の施工条件および品質に応じて疲労耐久性を評価しなければならない。

(1) 鋼床版は、活荷重の影響が支配的となる代表的な構造であり、1台の車両走行ごとに応力変動が生じ、その繰返しによる疲労損傷の蓄積に起因する亀裂の発生に注意しなければならない。わが国の気象条件や使用鋼材を考慮すれば、生じた亀裂が大規模な脆性破壊に結びつくことは考えにくい。床組部材の破断にまで亀裂が進展した例も報告されており、鋼構造物疲労設計指針(JSSC)など適切な規準に準拠して設計しなければならない。特に3章の3)の解説で示した部位は疲労損傷が発生しやすい箇所であるため、疲労強度を十分有することが確認された構造詳細を採用するか、あるいは十分な実績のある構造詳細を採用する必要がある。

(2) 疲労損傷を生じる典型的な位置としては、現行の道路橋示方書にもチェックポイントとして挙げられているように、縦リブと横リブの交点、横リブと主桁の接合部などである。その他、近年の構造合理

化推進の目的から、大断面リブとこれに相応するデッキプレートの採用など、従来とは異なる部材構成を用いることが予想される。このような場合には、部材が集中する箇所や、部材の変形が拘束される箇所など、従来疲労損傷を想定していない部分で、相対的に応力変動が大きくなるような箇所の有無を、応力分布等から明確にし必要に応じて疲労強度を評価することが重要である。

(3) 現場接合法に溶接が多用される鋼床版では、所定の性能を確保できるように設計するとともに、設計で想定した施工が行われていることを検証できる（非破壊検査法などの）検査方法を確立しておかなければならない。

5章 材料耐久性能

- (1) 鋼床版を構成する鋼材は、供用期間中に所定以上の劣化を生じてはならない。
- (2) 防水層は、比較的変形の大きい鋼床版構造への追随性に配慮しなければならない。
- (3) 舗装の構成は、熱変動の大きい鋼床版上であることを考慮して、過度の変形やひび割れなどの損傷を生じないものでなければならない。
- (4) 防錆材料は、舗装時の熱影響による劣化を考慮して計画するものとする。

鋼床版を構成する、デッキプレートと補剛リブなどの鋼材片、防錆のための塗装や防水層、および良好な走行性を提供するための舗装材料について性能項目を挙げたものである。

基本的には、耐荷力および耐久性を確保するため、不慮の鋼材腐食により部材の一部が損失する可能性のない最小板厚の確保、舗装や防水層の健全性を維持することが重要である。これらを実現するために、要求レベルに応じた材料を選定し、組み合わせて使用するのが望ましい。特に防錆材料としては、舗装施工時や夏期の高温状態における熱影響を考慮しなければならない。

6章 マネジメント性能

鋼床版に用いる構造および材片の厚さは、防錆に対する維持管理レベルに応じて計画しなければならない。

鋼部材は、塗装あるいはメッキなどの防錆層を隔てて環境に暴露されている。これらの防錆層が健全で、疲労損傷が防止できれば、初期の性能を半永久的に保持できる場合が多い。特に、閉断面となるUリブでは、内部の密閉状態を保持できるように計画し、塗装数量を減らすとともに、維持管理が必要な暴露面積を削減するなど、設計上の検討が重要である。

Ⅱ－4 PC床版

1章 一般

- (1) 本編は、鋼げた橋のコンクリート床版を対象としたプレキャストPC床版および場所打ちPC床版に適用する。なおコンクリート系の床版に共通の事項については、Ⅱ－2RC床版編によるものとする。
- (2) プレキャストPC床版においては運搬時・架設時等における支持点の移動に対する検討、場所打ちPC床版にあつては移動型枠支保工等の架設機械の荷重が先行打設されたコンクリートに与える影響が大きいので、施工方法を考慮した設計を行わなければならない。
- (3) 橋軸方向に分割して施工されるPC床版は、設計で考慮したプレストレスが均一に導入されるように施工方法を十分に検討しなければならない。
- (4) PC床版の設計は、コンクリートに特有の性質であるクリープや乾燥収縮の影響を考慮して設計しなければならない。
- (5) PC床版は、主げたの支持条件によって生じる不静定力を設計に考慮しなければならない。

本編は、PC床版特有の事項について設計のガイドラインを示した。したがってコンクリート系の床版に共通の事項については、Ⅱ－2「RC床版編」に準じるものとする。

しかし、断面力の算出においては、ひびわれが発生する場合とそうでない場合の影響を十分考慮する必要がある。また、PC床版はプレストレスによるクリープの影響が大きいので、これを設計に適切に考慮できる解析モデルおよび手法を用いることが重要である。

2章 供用性能

- (1) プレストレスの導入により、過度に部材厚さを薄くして走行性・歩行性、および耐振動性を損なわないようにしなければならない。
- (2) 床版は適切な排水能力を有して排水性を確保しなければならない。

過度に薄い床版は、走行性・歩行性が損なわれるばかりでなく、鉄筋・PC鋼材の疲労耐久性が低下するおそれがあるので、適切な床版厚を確保する必要がある。

3章 耐荷力性能

- (1) PC床版は、設計荷重作用時に生じる曲げおよびせん断応力度に対してコンクリートや鋼材の応力度を照査して、十分な安全性を有することを確認しなければならない。
- (2) PC床版は、連続条件や床版を支持するけたの剛性のもとで安全でなければならない。
- (3) 橋軸直角方向に分割して施工する場合には、分割位置や分割部の構造は施工時および供用時を考慮して定め、十分安全であることを確認しなければならない。
- (4) PC鋼材定着部は、プレストレスが均一に分布しないので、分布状態を考慮して設計しなければならない。

- (5) プレキャストPC板の橋軸方向および橋軸直角方向目地部に使用する材料は、PC板本体の強度や耐久性と同等以上の安全性を有すること。
- (6) プレキャスト部材の接合部に用いる接着剤は、所要の強度、耐久性および水密性を有するもので、接合部に要求される機能を満足するものであること。
- (7) プレキャストPC板と主げたの結合に用いる材料は、荷重を主げたに直接伝える材料であるので、強度、耐久性にすぐれたものでなければならない。
- (8) プレキャストPC床版の接合部は、プレストレス導入にともなうずれが生じないような構造としなければならない。
- (9) 主げた端部は、床版の連続性が断たれることや、伸縮装置付近の不陸によって生じる衝撃的な自動車荷重に対して安全性を照査しなければならない。
- (10) 斜橋の支承線付近は、斜角の影響に対して十分安全でなければならない。

PC床版は、設計荷重作用時の耐荷力性能の確保をプレストレスのみに依存すると、破壊時に脆性的な挙動を示す場合がある。したがって、適切なじん性を確保できるように十分な鉄筋を配置しておく必要がある。

4章 疲労耐久性能

- (1) PC床版は、設計耐用期間中活荷重の繰り返し作用に対して十分な疲労強度を有するものでなければならない。
- (2) コンクリートにひびわれが生じる場合には、鉄筋やPC鋼材は疲労に対して十分安全であることを確認しなければならない。

PC床版は、RC床版に比べて押し抜きせん断破壊に対する高い疲労耐久性を有することが実験等により確認されている。したがって、従来の設計における最小床版厚を満足している床版は照査を省略することができる。

5章 材料耐久性能

- (1) プレストレスの導入に用いるPC鋼材は、塩分の浸透によって腐食などの材料劣化が生じないように、十分な防錆措置を施さなければならない。プレグラウトPC鋼材を使用する場合には、硬化時期の設定において、緊張時期と供用開始時期の関係を考慮して、適切であることを確認しなければならない。
- (2) 活荷重等の作用時にひびわれが生じる場合は、鉄筋やPC鋼材が材料腐食に対して十分安全であることを確認しなければならない。

6章 マネジメント性能

- (1) PC床版は、RC床版・合成床版に比べて損傷発生時の部分的な取り替えが困難である。したがって、部分的に取り替える場合の方法や手順は、設計図に明示しなければならない。

II-5. 合成床版

1章 一般

- (1) 本マニュアルは鋼橋に用いられる合成構造の床版に適用する。ここで言う合成構造の床版とは、
- a) 鉄筋の一部を形鋼や鋼板に置き換え、これらとコンクリートとの一体化を図る構造の床版
 - b) 鋼板に型枠と構造材の両機能を持たせ、これに取り付けたずれ止めによってコンクリートとの一体化を図る構造の床版など、鋼とコンクリートを合成させた構造で、RC、PC以外の床版をいう。
- (2) 合成床版は設計で考慮した合成性能が十分に確保されるように、コンクリート打設前の排水性が十分に確保され、また、打設時にはコンクリートが十分に充填される構造でなくてはならない。
- (3) 合成床版は設計で考慮した鋼とコンクリートとの付着性能が十分に確保されなくてはならない。
- (4) 合成床版は、床版と床版の接合部や、床版と支持桁との取り合いなど、設計上の条件が十分に確保されなければならない。

(1) 合成構造の床版形式は、近年になって数多くの形式が開発・適用され、さらに今後の発展が予測されている。そのため、ここでは鋼とコンクリート合成形式に限定して規定するものとした。

(2)、(3) 通常のコンクリート構造や合成構造に比べて、版厚が小さく狭隘な構造となりやすい合成床版では、特に施工性に注意して鋼部材の構成を決定し、打設したコンクリートの品質確保に努めなければならない。

(4) 合成床版の鋼部材は工場製作となるため、その現場接合部の設計法、現場施工との整合性、および施工品質が十分に確保されるよう計画されなければならない。

2章 供用性能

- (1) 合成床版は過度に床版を薄く設計し、大きなたわみが生じるなどして走行性を損なったり、また、活荷重による床版の振動が、騒音など、有害な影響を引き起こすことのないようにしなければならない。
- (2) 合成床版には床版上面に鋼板や形鋼の一部が露出する構造なども存在する。これらの床版では、その露出する鋼材が原因で、舗装が割れたり、剥がれやすくなったり、また、舗装が著しく損傷するといった状態が生じてはならない。

合成床版は、一般に版厚を小さくできることに特徴を有している。しかしながら、死荷重を低減するために過度に版厚を小さくすると、過大なたわみ、有害な振動などを生じるおそれがあり、結果として床版を支持する桁構造に疲労損傷を生じることも考えられる。したがって、版厚の決定に際しては、耐荷力や疲労耐久性の検討だけでは不十分である。

また、舗装の下地となるコンクリート表面近くに鋼材が存在すると、剛性の差によって、コンクリートの上かぶり、防水層、舗装などに損傷を生じやすいことに注意しなければならない。

3章 耐荷力性能

- (1) 合成床版は解析や実験など、その構造に応じた検討を行うことによって、その挙動を予想することができなくてはならない。
- (2) 合成床版は架設時や設計荷重の作用時において、床版の構造部材である鋼材やコンクリートの応力やひずみ等を予想することができ、床版の十分な安全性を確認できるものでなければならない。

合成床版と総称される構造は多岐にわたり、現在も研究開発が継続して行われている。これらの特徴や相違点は、鋼とコンクリートを合成する機構にある。すなわち、合成桁などに用いられてきたスタッド、建築構造の床に用いられるトラス筋、帯鋼の加工によってトラス状のズレ止めを形成するもの、各種形鋼と鉄筋を組み合わせたものなど、多彩な構造が提案あるいは実用化されており、それぞれ破壊に至るメカニズムは一様ではない。

これらの多くは、RC床版に準じて設計を行った上で、耐荷力性能を実験によって確認しているのが現状であり、必ずしも耐荷機構や破壊メカニズムが明らかになっているとはいえない。今後、床版厚さをはじめとして規制が緩和され、性能照査型の設計を適用する場合には、より合理的な設計を行う方法を再検討する必要が生じると思われる。また、材料性能の変化と耐荷力性能との関係から、適切な床版のマネジメントを行うことなども考えれば、理想的には架設時、設計荷重作用時から終局状態までの、ライフサイクルにわたる挙動が予測できるのが望ましい。

4章 疲労耐久性能

- (1) 合成床版は、設計耐用期間中の活荷重の繰り返し作用に対し、十分な疲労耐久性を有していなければならない。
- (2) 合成構造においては、鋼材とコンクリートとを結合するズレ止めの構造は、床版全体の疲労耐久性能に大きく影響を与えることがあり、過積載を想定した荷重や疲労が進行した状態などに対しても十分な検証を行わねばならない。

底鋼板を有する合成床版は、一般に設計荷重に対して十分な静的強度を期待でき、スタッドなどのズレ止めと底鋼板の接合部における疲労耐久性能が、道路橋床版の性能を支配する要因であることが知られている。しかしながら、合成床版に局部移動荷重が作用する場合に、ズレ止めに作用するせん断応力の大きさや方向、接合部の疲労寿命などを的確に把握するのは困難であり、輪荷重走行試験による疲労耐久性能の評価によっているのが現状である。さらに、設計荷重を超える過積載車両の通行などの道路交通実態を考慮すれば、疲労耐久性能の検証方法は、合理的な設計を行う上での今後の主要な検討課題であると思われる。

5章 材料耐久性能

(1) 合成床版は表面や裏面に鋼材が露出することも多く、露出した部分に有害な錆が生じることのないよう、十分な処置を行わねばならない。

(2) 凍結防止用の塩や飛来塩分等が床版中に入ると、コンクリート内部の鋼材であっても有害な錆が生じる可能性がある。合成構造は底鋼板で覆われることも多く、底鋼板の上側にコンクリートとの肌すきが生じ、滞水する可能性もある。そのため、床版への雨水の流入を防ぐために、防水層の仕様、排水の方法を選び、また、コンクリートのひび割れの減少を図ることで、床版中への水や塩分の流入量を抑え、鋼材に有害な錆が生じないようにしなければならない。

合成床版は、鋼構造とコンクリート構造の双方の材料的特性を有している。条文に示したように、特に重要なのは鋼部材の腐食に対する配慮である。そのため、コンクリートと接する底鋼板上側に塗装やメッキによる防錆処置を施した例もある。

一方、コンクリート材料は、鋼部材に充填される形態となることが多いため、通常のRC構造に比較して劣化が進行しにくいと考えられている。

6章 マネジメント性能

(1) 合成床版の多くは、底面が鋼板（底鋼板）で覆われ、コンクリートのひび割れの進展など、既存の点検方法が使えない場合が多い。そのような構造に応じて、床版の内部が健全であるかどうかなどを判定する方法として、鋼板の接続部からの錆汁の流出で内部の腐食状況を知ったり、底鋼板を叩いた時の音で内部コンクリートの鋼板との剥離状況を調査できるなど、合成構造の構造に応じて床版の損傷状況が調査できる方法を予め検討しておく必要がある。

(2) 底鋼板が腐食した場合や床版に予期せぬ損傷が起こった場合を想定し、その取り替え方法などを前もって検討しておく必要がある。

(3) 床版の排水桝回りや、伸縮継手の部分では、水が床版内に流入する可能性がある。底鋼板のあるような構造では、この水は床版内に溜まり、やがては底鋼板を内側から腐食させる可能性がある。したがって、排水設備の清掃などに留意し、床版内に水が流入することのないよう徹底しなければならない。

(4) 底鋼板の塗り替えに関しては、予め、足場確保のための金具を設けたりして、経済的に塗り替えができるよう、準備しておく必要がある。

維持管理の最初の段階は、日常行われる床版下面の目視点検であり、異常が認められた場合この結果から以降の適切な方針や処置を策定できるのが望ましい。そのためには、劣化・異常の状態と、性能との関係が明確に把握されていなければならない。

合成床版の場合、底鋼板で覆われているために、劣化の主要な情報源が遮断されている状態になる。したがって、防水や、水抜き、高性能の防錆処置などを用いることによって維持管理箇所を少なくするとともに、床版としての性能に影響を及ぼす事項を絞り込み、これらと維持管理作業との関連性を明らかにしておくのが望ましい。また、通常の鋼構造と同様に、塗装の塗り替えや点検設備についても考慮しなければならない。

Ⅲ 施工編

Ⅲ－1 一般

1章 適用の範囲

本編は鋼橋に使用するコンクリート系床版，鋼床版，合成床版，および新形式床版等の主として施工に適用する。

コンクリート系床版とはRC床版およびPC床版およびPRC床版が含まれる。PRC床版に関してはさらに実験および解析を重ねる必要があるが，RC床版およびPC床版と同様に施工することができる。鋼床版は多くの実績があり，合成床版にも多くの種類があるが，施工方法に関しては以下の規定を適用できる。設計編では各床版形式ごとに構成したが，この編では床版の構造材料により編成した。

2章 施工

施工とは設計で設定された要求性能を満足するように材料の選定，コンクリートの製造，施工作业，品質管理および検査を行うことである。施工の途中段階で変更が必要となった場合には構造物が要求性能を満足することの再確認が必要である。

施工作业とは，コンクリート部材においては，コンクリートの受け入れ，型枠・支保工，鉄筋工，運搬，打込み，打継目の処置，仕上げ，養生等をいい，鋼部材においては，原寸，切断，加工，組み立て，溶接，矯正，塗装，運搬，架設等をいう。

Ⅲ－2 コンクリート部材

1章 適用の範囲

このⅢ－2の項は，鋼橋に使用する床版に用いられるコンクリート部材の施工に適用する。

2章 コンクリート施工の性能項目

- (1) 部材強度を確保するように施工すること。
- (2) 部材の耐久性を確保するように施工すること。
- (3) 設計・施工上の出来形を満足するように施工すること。

(1) セメントは硬化速度，硬化時の発熱量，全アルカリ量，混合材料の種類や割合による材料特性などを勘案し，設計施工上の要求が満足されるものを使用しなければならない。また，混和剤はワーカビリティの向上，所定の空気量の確保，単位水量の低減，凝結時間の調整，収縮の調整などの目的により選択されるが，所定の品質が確保されることを実績あるいは試験練りにより確認しておくことが望ましい。特に，ワーカビリティの確保，あるいは充填性の確保のためにスランプの比較的大きいコンクリートを施工する場合については，経過時間によりスランプロスの発生に留意しなければならない。コンクリートは，練り混ぜから打込み，仕上げまでの一連の作業に対する作業性を確保することが必要である。特にコンクリートの变形および流動に対する性質（コンシステンシー）と材料分離に対する抵抗性を確保することが求められる。たとえば，単位水量を増加させることは流動性を増すが，材料の分離傾向が増し，硬化

後に乾燥収縮によるひび割れの発生などが生じる可能性がある。したがって、単位水量の増加により流動性を確保することは避けなければならない。

コンクリートの運搬は、工事の条件、工程、打込み区画、コンクリート量、締固め方法などを考慮して計画しなければならない。また、運搬中に生じる材料分離やワーカビリティの低下などのコンクリート品質の変化に配慮しなければならない。コンクリートの打込みに際しては、打込み準備、打込み方法、締固め方法、充填が困難な箇所への対策検討を実施しなければならない。打継目については、一般にはせん断力の小さい箇所に設け、打継目はレインタンスを除去した後表面を粗にして、十分吸水させた後に打ち継がなければならない。コンクリートの養生は、表面からの急速な乾燥をふせぎ、所定のコンクリート強度が十分確保されるまで、実施しなければならない。特に、平均気温が4℃以下になると予想される場合には寒中コンクリートとして、打設時のコンクリート温度の確保、耐風対策、保温や給温養生により初期凍害の防止対策を検討する必要がある。また、日平均気温が25℃を越える時期については、暑中コンクリートとして、打込み前にせき板へ散水し、打込み時間を制限するとともに、打込み後は表面を保護して水分の急激な発散を防ぎ、湿潤状態を保たなければならない。このようにコンクリート材料強度を確保するためには多くの注意事項が必要である。

鉄筋やPC鋼材の機械的性質はミルの試験結果と大きい際は生じない。鉄筋やPC鋼材の表面被覆により腐食を防止する場合は、被覆材料の耐久性はもとより、鋼材との付着強度やコンクリートとの付着強度が確保され、ピンホールなどの皮膜の有害な欠損がないことを確認しなければならない。

プレグラウトPC鋼材の樹脂の硬化特性は、コンクリート硬化時の温度特性に大きく依存している。緊張時に樹脂の硬化が始まる場合、摩擦係数が大きくなり所要のプレストレスの導入ができなくなるので、打ち込み時のコンクリート温度や外気温などを適切に予測して、事前に緊張可能日数をシミュレートして確実なプレストレスの導入ができることを確認しなければならない。断面寸法の大きい部材に常圧蒸気養生を行う場合には、セメントの水和熱が養生温度に加算されて高温になる場合があるので注意を要する。グラウトはその施工によっては構造物の耐荷力性能、材料耐久性能に大きな影響を及ぼす可能性があり、十分な計画準備のもとで、グラウトが十分に充填されるように実施しなくてはならない。

コンクリート材料や鉄筋のみならず、部材全体としての強度の確保が必要である。材料の強度が満足していても、打ち継目やひび割れなど何らかの部分的な弱点が存在する場合には部材全体の強度を検討する必要がある。

(2) 床版コンクリートには、強度に加えて材料耐久性が要求される。床版の設計供用期間を40年から50年程度に想定する場合には、塩化物イオンの侵入、中性化、アルカリ骨材反応、ひび割れを低減し、耐凍害性を向上することによって鉄筋の腐食を防止することが可能と考えられる。このため床版コンクリートは耐久性の面から要求される水セメント比、単位水量、単位セメント量、空気量などのコンクリートの品質を確保しなければならない。また、かぶり厚を大きくとることができない床版構造では、一般に橋梁の設計期間とされる100年を越える材料耐久性を、かぶりコンクリートのみで確保することは困難である。このため、別途、鋼材の被覆やコンクリート表面の被覆などと組み合わせて耐久性を確保する必要がある。

鉄筋やPC鋼材の表面被覆により腐食を防止する場合は、被覆材料の耐久性はもとより、鋼材との付着強度やコンクリートとの付着強度が確保され、ピンホールなどの皮膜の有害な欠損がないことを確認しなければならない。特にPC鋼材については、大きな張力が導入されるため、配置や組み立て誤差は、設計上許容される範囲内に納めることはもとより極力小さくしなければならない。

グラウトはその施工によっては構造物の耐荷力性能、材料耐久性能に大きな影響を及ぼす可能性があり、

十分な計画準備のもとで、グラウトが十分に充填されるように実施しなくてはならない。

(3) 均一なコンクリートが施工できるように、粗骨材の移動や締固めに配慮して、鋼材を配置しなければならない。コンクリートの出来形に大きな施工誤差が生じた場合、耐久性や強度に影響を与える場合があるので注意が必要である。特にかぶりが小さくなるような場合には耐久性も併せて検討する必要がある。施工上、許容する誤差については、あらかじめ設計上の強度照査において考慮しておかなければならない。緊張作業、とくにポストテンショニングは、その施工順序によっては部材にねじれや横方向の曲げモーメントなど、予期しない力が働き、構造物に損傷を与える可能性があり、注意を要する。また、プレストレスの導入時に部材に生じる弾性変形を型枠や支保工で拘束することが生じると、所定のプレストレスが導入できないだけでなく、支保工の崩壊などに繋がるおそれもあり、十分な注意が必要である。

緊張作業は鋼材に大きな応力を導入する作業であり、定着治具の破損などで思わぬ事故が生じることもある。安全に関しても十分な配慮が必要である。プレテンション方式での緊張材の配置は、設計断面ごとに配置高さを変えることができるポストテンション方式と異なり、直線配置されるのが一般的である。この場合、プレストレスによる弾性変位やクリープ・乾燥収縮による変形が生じやすいので、目的とする部材形状となるように十分な管理を行わなければならない。

出来形誤差は変形のみならず、ジャンカなど施工の悪さからも生ずる。このような、出来形誤差が生じた際は耐久性の観点のみならず外観上の観点からも補修が必要である。

3章 要求レベル

設計上要求される品質を確保すること。

施工に関する要求レベルは設計上必要な品質を確保するレベルでなければならない。強度、耐久性、および出来形のいずれも事前に要求されるレベルに会わせて施工しなければならない。設計が耐久性のあるものであっても施工が不出来なら、十分な耐久性を失うことになる。

4章 照査指標

- (1) 部材および材料の機械的性質。
- (2) 材料の化学的、物理的性質。
- (3) 配筋および形状寸法誤差。
- (4) ひび割れ等欠陥状態。

(1) 本来は部材自体が床版の強度を有すれば強度に関する性能を満足することになる。コンクリートや鉄筋に強度を有していても、合成床版のずれのように複雑な挙動を示すこともある。このように材料の強度のみでは部材としての強度が照査できないこともある。コンクリート強度はコンクリート部材の中心的な照査指標なる。施工者が製造する材料として、過去より強度との関係でコンクリートの性質が論じられてきており、逆に強度との関連でコンクリートの性質が分かる部分もある。

コンクリートの強度は、本来現場で施工されたコンクリートそのものの強度が重要であり、標準養生によるコンクリートはいわば理想強度に相当する。標準養生によるコンクリート強度は設計強度に一定の係数が乗じられた強度が発現するように製造されたコンクリートであり、設計強度以上の強度が出て当然と

言える。現場で打設されたコンクリートは、標準養生とは異なった養生がなされるために強度は幾分標準養生のものに比べれば小さくなる可能性はあるが、確率的には十分に設計強度以上の強度が得られるとの考え方に基づいた強度管理がなされている。現時点までは、この標準養生されたコンクリートで現場打設されたコンクリート強度の管理を行ってきたわけであるが、現場で打設養生されたコンクリートの強度が、より実態に近いことは間違いのないとの考えから、可能な範囲で抜き取りコアで試験するのがよい。

(2) 塩化物イオン濃度はコンクリート中の鉄筋の発錆に大きな影響を及ぼす。塩化物は、コンクリート製造時点の海砂に含まれる塩分と、供用に伴う塩害（海塩粒子によるもの、凍結防止材の散布によるものの2通りが考えられる）の2種類に分けられる。コンクリート製造時の塩化物では、総量規制（0.3 Kg/m³）が実施されており、供用時の塩害では表面の塩化物イオン濃度、鉄筋位置における塩化物イオン濃度などによって、コンクリート中の鉄筋錆の有無を検討することができる。

水セメント比はコンクリートの強度の他、ワーカビリティ等と大きく関係するほか、コンクリートの耐久性にも大きく関係する。現場打ちの床版コンクリートでは水セメント比が0.5以下のものが多く用いられるが、この水セメント比ではコンクリートの中性化は、工学的な意味で生じないと考えることができるとしている。（学会、コンクリート標準仕様書 施工編、耐久性照査型）

コンクリートの凍結融解の程度を検討する上で、コンクリート中のエントラップトエアが重要な役割を果たすことがわかっている。このエントラップトエアの量と相対動弾性係数との関連が深いことから、相対動弾性係数は凍結融解の指標として利用することができる。

セメントのアルカリ性の強さと骨材の持つアルカリとの反応性の双方によって、アルカリ骨材反応にたいするコンクリートの耐久性の指標とできる。

(3) 鉄筋位置の誤差やコンクリート厚さの施工誤差によって、床版の有効高さや剛性が期待した物以下となれば、耐荷力特性に影響を与えることになり、また、鉄筋のかぶり不足が生じれば、耐久性への影響が生じる。

プレストレスコンクリートにおいて特に注意する必要なことはグラウトが十分行き届いていることである。グラウトが不十分であれば、静的耐荷力および耐久性に影響をおよぼすことはあきらかであり、鉄筋の配置と同様に重要な指標である。

(4) 大きいひび割れはそこから雨水、塩分などが浸透する可能性が大きい。また、表面のじゃんか等の表面施工不良は外観上好ましいものではない。このような施工不良を数値で示すことができないので、適切な表現で指標とすることが望まれる。

5章 照査方法

(1) 部材強度に関しては以下の項目に必要な事項について照査する。①コンクリート設計規準強度は現場抜き取り供試体（コア）の強度あるいは室内水中養生によるコンクリート供試体強度。②鋼材の設計基準強度は試験に基づく強度。③部材全体の強度。④配筋等の施工誤差は最大誤差あるいは部材全体の強度。

(2) 部材の耐久性に関しては以下の項目に必要な事項について照査する。①水セメント比。②コンクリート中の塩化物イオン濃度。③相対動弾性係数。④アルカリ骨材反応性。⑤配筋、かぶり等の施工誤差は最大誤差あるいは部材全体の耐久性。⑥グラウト充填性。⑦被覆鋼材の被覆状態。

(3) 出来形の誤差は供用性の許容値で照査する。

(1) コンクリート強度はコンクリート構造物の設計で要求されている強度以上でなくてはならない。本来できあがったコンクリート強度が照査されるべきであるが、多くの場合供試体を抜き取るのが困難である。そのような場合には標準養生のコンクリートの強度で照査しても良い。また、抜き取りコアの密度および強度からもある程度耐久性の照査もできる。

(2) 耐久性に関する照査は以下の方法が考えられる。

① 水セメント比

配合設計で要求されている値との比較。また、一般に中性化の進行がごくわずかとされる水セメント比の値0.5より小さいことが望まれる。

② 塩化物イオン濃度

配合設計で使用された水や骨材中に含まれる塩化物の総量が規定の値を超えないこと。また、橋梁の供用位置に応じた海塩粒子によるコンクリート表面の塩化物イオン濃度や路面の凍結を防止する目的で散布された塩化物によるコンクリート表面の鉄筋位置塩化物イオン濃度と発錆基準の塩化物イオン濃度との比較。

③ 相対動弾性係数

要求される耐凍害性に応じた相対動弾性係数との比較

④ アルカリ骨材反応性

コンクリートがアルカリ骨材反応に対する所用の耐久性をもつために、アルカリ骨材反応性が十分小さいことが必要である。具体的には、セメントの総アルカリ量、モルタルバー試験によるアルカリ骨材反応性から照査。

(3) 出来形は幅員、レベル等寸法的なもの他にコンクリート表面などの出来映えに関することがある。これらはあらかじめ発注者と受注者の間で協議された許容値および出来映えで照査することになる。

Ⅲ－3 鋼部材

1章 適用の範囲

この規定は、鋼橋に使用する床版に用いられる鋼部材の施工に適用する。

適用の範囲を規定したもので、鋼材を用いて製作施工される鋼橋床版、すなわち鋼床版、合成床版の鋼板および形鋼、合成床版やコンクリート系床版の鉄筋、ならびにPC床版などのプレストレス導入のための鋼材に適用する。ただし、配筋、PC床版における緊張力の導入やグラウトなどに関連する事項は、Ⅲ－2 コンクリート部材によるものとする。

2章 性能項目

- (1) 使用する鋼板，形鋼材，鉄筋，およびP C鋼材は，設計の要求性能に応じて選定すること。
- (2) 鋼材は，定められた寸法誤差の範囲に収まるよう切断・加工すること。
- (3) 材片の溶接は，設計で求められる強度を十分満たし，有害な欠陥を生じないこと。
- (4) 組み立て後のひずみは，製作された部材寸法が所定の誤差内に収まるよう施工・矯正すること。
- (5) 設計で定められた出来形であること。
- (6) 現場で施工される継手部は，所定の強度を有していること。
- (7) 施工中および完成後に，所要の防食性を確保すること。

(1) 鋼橋に用いられる鋼板は，JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材，JIS G 3106 溶接構造用圧延鋼材，およびJIS G 3114 溶接構造用耐侯性熱間圧延鋼材の規格に適合するものでなければならない。また，鉄筋やP C鋼材には，JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼，およびJIS G 3536 P C鋼線が用いられている。これは，品質や寸法に対する安定性，信頼性を維持するとともに，設計の前提条件としてここに規定された品質確保を期待しているからである。しかしながら，将来的にはJIS規格に適合しない鋼材や，規定外の鋼材を使用することも考え得る。これらの場合には，使用する鋼材が備えるべき性能を設計で規定するとともに，施工にあたっては設計の前提とする事項を確認・検証しなければならない。

(2) 鋼橋床版の寸法精度は，現場据え付け時に建築限界を侵さないように，製作段階で寸法誤差の許容値を管理し，設計時に前提とした誤差範囲を満足しなければならない。

(3) 特に疲労損傷が集中しやすい溶接部は，溶接工法，入熱量，鋼材の材質，溶接姿勢などに配慮して，設計上の強度が確保できるように施工しなければならない。

(4) 一般に，薄い鋼板が用いられる合成床版の底鋼板などでは，溶接による収縮変形が生じやすいので，有害な二次応力を生じたり，美観を損なわないようにしなければならない。

(5) 現地施工後の床版構造は，道路橋としての機能を実現するために，設計時の線形形状に対する許容誤差内の寸法精度を維持しなければならない。

(6) 鋼床版の現場継手には，高力ボルト接合あるいは溶接接合が用いられ，ユニット材として製作・輸送される合成床版部材では，それぞれの構造に対して検証された継手形式が用いられている。これらは，設計上要求される性能を満たすよう施工しなければならない。

(7) 一般に，鋼橋床版の鋼部材の防食には，塗装，亜鉛メッキ，または金属溶射を用いることが多い。これらの防食機能が健全に維持される期間は，置かれた環境条件によって大きく異なるため，その重要度やメンテナンスの難易度などを考慮して，設計段階で防食方法を決定することになる。したがって，これら設計時の要求を満たすよう留意しなければならない。

3章 要求レベル

- (1) 設計に定められた品質，および機械的性質を満足すること。
- (2) 出来形寸法が，所定の基準内に収まっていること。
- (3) 現場継手部が所定の品質を満たすこと。
- (4) 錆，プライマーの剥がれが無いこと。
- (5) 塗膜厚さやメッキ付着量の不足，傷，はがれのないこと。

4章 照査指標

- (1) 設計で用いられた材料の特性値.
- (2) 材料の溶接性能.
- (3) 製作時の誤差の大きさ.
- (4) 溶接継手部の品質.
- (5) 出来形寸法.
- (6) 高力ボルトの締付け軸力の変動量.
- (7) 塗装の膜厚, 亜鉛メッキあるいは溶射金属の付着量, キズ・はがれの有無.

(1), (2) 鋼材については, それぞれ該当する JIS 規定の該当する項目が照査指標であると考えればよい.

(3), (5) 道路橋床版として機能上確保されなければならない寸法として, 有効幅員, 地覆幅, 横断勾配などが照査指標として挙げられる. また, 強度に関連する照査指標としては, 鋼材の材質, 板厚, 床版厚さ, および初期不整の大きさなどがある.

(4) 溶接継手に関しては, 機械的性質, 材料的性質, および溶接欠陥の種類と密度, などが照査指標として考えられる.

(6) 高力ボルトの締付け管理は, 現場継手部の品質に多大な影響を及ぼす項目である.

(7) 各防錆方法ごとに固有の照査指標を設けなければならない. たとえば, 塗装の場合には, 下地処理の良否, 各塗膜層の厚さ, 層間の耐剥離性, 塗りむらなどが挙げられ, 亜鉛メッキの場合には, 付着量, 不メッキの有無, ヤケ・タレなどの外観を指標とすることが考えられる.

5章 照査方法

- (1) 所定の機械的試験方法による.
- (2) 材料の成分表あるいは溶接施工試験による.
- (3) 設計寸法との照合・比較を行う.
- (4) 非破壊検査または溶接施工試験による.
- (5) 寸法計測による.
- (6) 締付け軸力を検査する.
- (7) 膜厚またはメッキ金属の付着量測定, および外観検査による.

(1), (2) 鋼材の規格値を証明する手段として使用されるミルシート, あるいはこれに相当する各種の材料試験などで鋼材の性能および溶接性を検証できる.

(3), (4), (5) 路面を構成する主要寸法について, 測量機器, 巻尺などで計測し, 寸法誤差を確認することができる. また, 溶接継手部については, 必要に応じてビード外観検査, 超音波探傷などを行うことになる. これらは, 一般鋼構造物の部材検査や仮組検査に相当する項目を想定すれば十分である.

(6), (7) 鋼床版, および合成床版のいずれにおいても, 通常の鋼橋上部工に用いられることを考慮すれば, その施工管理における結果の照査方法を準用するのが常識的である.