

5. コンクリート系床版の保全技術について

—鋼道路橋における床版保全の留意点—

技術委員会 床版小委員会 小林 岳彦
保全委員会 保全技術小委員会 吉田 昌由

1. はじめに

我が国の建設後40～50年が経過した道路橋は劣化損傷が顕在化してきており、適切な維持管理が求められている。平成8年度の調査¹⁾では、鋼道路橋における損傷事例の約7割は、コンクリート床版のひび割れや剥落などの劣化損傷が占めている。

このような背景の中、道路利用者が安全に利用できるように、過去に建設された道路橋床版はその劣化損傷に応じて補修や補強あるいは取替えといった方針を決め、さらに、道路の交通状況とその交通規制に伴う社会的損失を考慮しつつ、具体的な工法を選定する。その際、床版だけに着目するのではなく、鋼橋の構造を理解し、当初の道路橋としての設計の目的を損なわないように適切に補修・補強を行うことが重要である。

当協会でも、鋼橋建設の実務者の立場として、これまで建設してきた鋼橋の維持修繕に関する技術開発や情報交換の活動を継続している。本報告は、その活動の一環として道路橋床版に着目し、コンクリート系床版の劣化要因、劣化損傷部分の点検方法や補修・補強事例を整理すると共に、過去の不具合事例の検証から、床版保全工事における留意点をまとめる。

2. 道路橋床版の設計規準の変遷と環境の変化

2. 1 疲労損傷対策

道路橋示方書の規定をはじめとする、道路橋床版の設計規準の変遷と、床版の環境の変化について図-1にまとめる。昭和40年代に、国内輸送の中心が鉄道から道路に切り替わり、重交通による床版の疲労損傷が顕在化し、昭和40年から50年代にかけて、これに対応した規準の改訂が行われた。改訂により、床版厚の増厚、鉄筋量を増加する見直しが行われている。また、平成5年頃よりPC構造を有したPC床版、平成17年頃より鋼・コンクリート合成床版等の高耐久性を有した床版を用いる橋梁が増加している。

2. 2 耐久性向上対策

道路周辺地域の環境改善の一環として、平成5年にスパイクタイヤが使用禁止されてから、凍結防止剤の使用量が平成15年までの10年間に約2倍に増加し、さらにコスト面から塩化ナトリウムの使用量が急激に増加した。それまで沿岸部特有の床版劣化要因であった塩害が、一部の地域を除いた国内全土の共通の課題となり、床版防水工の義務付けやコンクリート材料の品質確保対策が図られている。また、予防保全の観点から既存橋梁の防水層の設置を早急に進める必要がある。

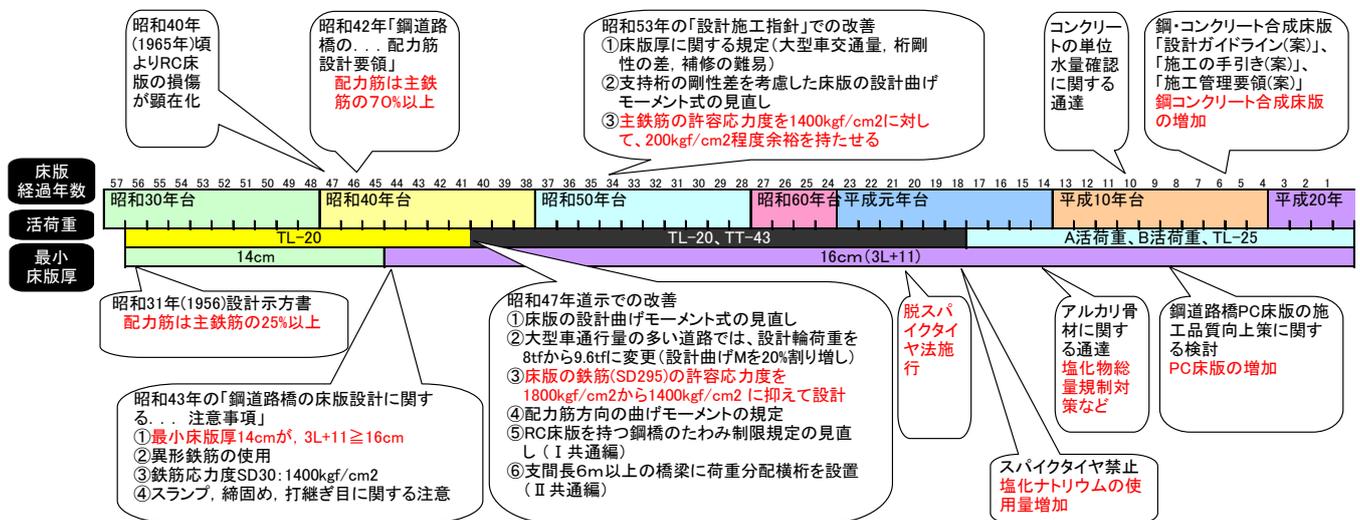


図-1 道路橋床版の設計規準の変遷と環境の変化

3. 床版の損傷と検査

3. 1 損傷の原因

橋梁の床版は通行車両からの荷重を直接受け、床組、主桁に荷重を伝達する重要な部材である。また通行車両の輪荷重や路面排水の影響を常に受けることから、橋梁の中でも最も過酷な環境に置かれる部材である。

床版が損傷を受けた場合、通行車両の安全性、走行性に直接影響を及ぼすほか、特に合成桁橋においては、床版が主桁と一体となって荷重を受け持つことから、床版の損傷が橋梁全体の耐荷力を低下させるため、床版の損傷を防ぎ健全な状態を維持することが極めて重要な課題である。

床版の損傷としては、以下の損傷が考えられる。

(1) 輪荷重の繰り返し载荷による疲労損傷

建設年代が古く床版厚の薄い橋梁(昭和40年前半以前の道路橋)に多く見られる損傷であり、交通量の増加、通行荷重の増大に伴い、床版コンクリートのひび割れが進行し、浸水による遊離石灰の沈着、鉄筋の腐食を経て、最終的には押抜きせん断破壊に至る。このような、鉄筋コンクリート床版の疲労損傷過程を図-2に示す。

(2) 塩害による損傷

建設当初から材料に含まれていた塩分、または飛来塩分や凍結防止剤の散布など、外的要因により床版内に塩分が侵入し、鉄筋の腐食および腐食膨張によりかぶりコンクリートの剥離を誘発する。

予防策として、腐食環境に応じてコンクリートのかぶりの増加やコンクリート表面保護工法を行うことにより、塩害防止に対して一定の効果を得ることができる。また、凍結防止剤対策としては、路面への滞水が発生しないように排水柵・スラブドレンを設置することのほか、防水層の施工により、塩分を含んだ路面排水が直接床版面に到達しないようにすることが重要となる。

(3) コンクリートの中性化

大気中の炭酸ガス(二酸化炭素等)がコンクリートに侵入し、炭酸化反応を起こすことによりコンクリート内部のpHが低下する現象である。中性化深さが鉄筋等の鋼材まで達すると、鋼材の不動態皮膜が破壊され鋼材の腐食膨張からコンクリートのひび

割れを誘発する。コンクリートのかぶり厚が不足している箇所では顕著に発生する。

(4) アルカリ骨材反応

アルカリシリカ反応性鉱物を含有する骨材を含むコンクリートで、反応性骨材がコンクリート中のアルカリ水溶液に反応してアルカリシリカゲルを生成し、周囲の水分により異常膨張しひび割れを誘発する。骨材が原因であるため地域的な傾向が生じる。

(5) 凍害による損傷

コンクリート中の水分が0度以下になったときの凍結膨張により発生し、凍結、融解を繰り返すことにより劣化が進展する。微細ひび割れ、スケーリング、ポップアウトとして現れる。外部からの水分の供給があり、凍結融解作用を受けやすい部位で多くみられ、北海道、東北の寒冷地やその他地域の山間部等で発生する確率が高くなる。

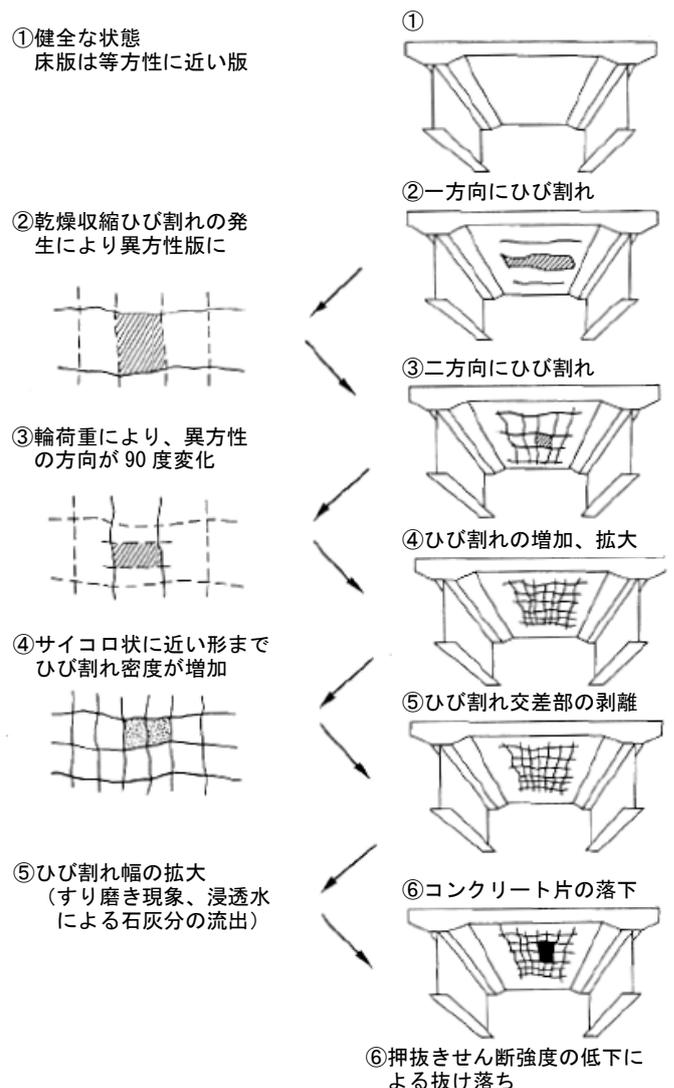


図-2 床版の疲労損傷の進行過程²⁾

3. 2 損傷を見逃さないための事例紹介

床版の重大な損傷を防止するためには、点検で損傷の予兆を見逃さないことが重要である。図-3、図-4に点検時に留意すべき床版の変状の例を示す。

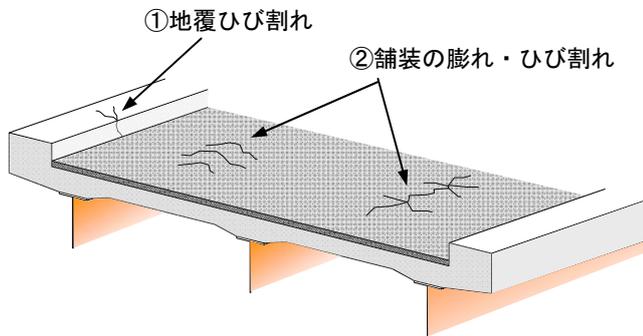


図-3 床版の損傷例 (上面)

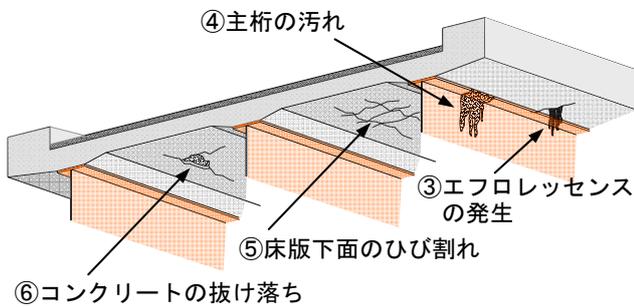


図-4 床版の損傷例 (下面)

①地覆のひび割れ

塩害やかぶり不足により鉄筋が腐食し、かぶりコンクリートのひび割れ・剥離が発生している可能性がある。寒冷地では凍害によるスケーリングも見られる。

②舗装の膨れ、ひび割れ

疲労損傷により床版剛性が低下し、全体的または局部的に床版が変形している可能性がある(写真-1)。また、雨水の侵入等により鋼材が腐食し、かぶりコンクリートの剥離・砂利化が発生している可能性がある。



写真-1 舗装のひび割れ

③エフロレッセンスの発生

床版下面にエフロレッセンスが発生している。

これは、防水層の破損等から床版内に雨水が侵入している可能性がある(写真-2)。



写真-2 エフロレッセンスの発生²⁾

④主桁の汚れ

床版からの漏水により主桁面が汚れている。床版打継目や防水層の破損等から床版内に雨水が侵入している可能性がある。

⑤床版下面のひび割れ

輪荷重の繰り返し载荷により床版の疲労損傷が進行し、床版下面の主に支間中央部にひび割れが発生している(写真-3)。前節の疲労損傷の進行過程から損傷の程度を推定し、処置を検討する。また、地域や使用材料によってはアルカリ骨材反応の疑いもある。



写真-3 床版下面のひび割れ²⁾

⑥床版下面コンクリートの抜け落ち

床版の疲労損傷が進行し、床版剛性が著しく低下している可能性がある(写真-4)。早急に詳細調査を実施し、補修等の処置を検討する。



写真-4 床版下面のコンクリートの抜け落ち

3. 3 床版の検査技術

点検により床版に異常が見られた場合、詳細調査を実施する。供用中の床版の調査は非破壊検査（NDT）が基本となるが、床版の調査に用いられる代表的な検査技術を以下に示す。

（1）鉄筋コンクリート床版の検査技術

①弾性波法

コンクリート表面に設置した発振子や衝撃入力装置によってコンクリート内部に弾性波を発生させ、これを受振子で測定することでコンクリート内部のひび割れ、剥離、空洞を探索する。使用周波数により超音波法（写真-5）、衝撃弾性波法等（写真-6）に分類され、コンクリートの打撃音を利用する打音法も弾性波の一つに考えられる。

弾性波法はコンクリートの物理特性に直接結びつく検査方法であり、コンクリート構造物の検査法として広く用いられている方法である。



写真-5 超音波法³⁾



写真-6 衝撃弾性波法³⁾

②電磁波レーダー

電磁波レーダーはコンクリート内に電磁波を送信し、コンクリート内の異物（鉄筋、空隙等）に反射した電磁波を受信することで反射物までの距離を算出し、コンクリートの内部状況を調査するものである（写真-7）。

取扱いが簡単で、短時間に広範囲の調査が可

能である。



写真-7 電磁波レーダー⁴⁾

③ひずみやたわみの測定

活荷重車を用いて床版下面に設置したひずみゲージや変位計により計測を行う方法や、重錘を落下させ衝撃加振によるたわみ計測機を用いて路面上から床版の健全性を評価する方法などが実用化されている。

④デジタルカメラによる画像診断

デジタルカメラによりコンクリート表面を撮影し、その画像データを用いて外観調査を行うものである。調査はコンクリート表面のエフロレッセンスや剥落の確認のほか、画像処理を加えることによりひび割れを強調し、表面ひび割れのトレースが可能となる（写真-8）。

基本的に外観検査の一手法であるが、望遠レンズ等により離れた場所からの調査が可能になり、調査の省力化が期待できる。

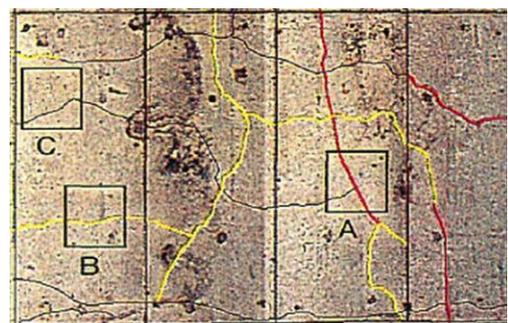


写真-8 デジタル画像によるひび割れのトレース

⑤サーモグラフィー

物体表面から放射される赤外線を検出素子により走査し、映像として出力する。構造物中に剥離、ジャンカ、空洞等の欠陥がある場合は熱的特質が健全部とは異なるため、表面温度の差となって現れる。その温度差を赤外線映像装置を用いて測定するものである（写真-9）。

デジタルカメラと同様にある程度離れた場所からの測定が可能で調査の省力化が期待できるが、内部欠陥の検出は表面から5cm程度が限界であり、深部の欠陥は検出できない。また、測定時の気象条件に結果が左右される。

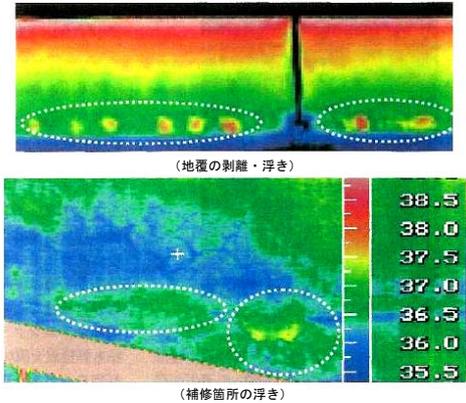


写真-9 サーマグラフィーによる調査事例

(2) 鋼・コンクリート合成床版の検査技術

鋼・コンクリート合成床版は、PC床版と同等の高い疲労耐久性、優れた経済性から実績が増加しているが、構造上床版下面が底鋼板で覆われているため、コンクリートを直接検査できず、底鋼板越しに行うコンクリートの非破壊検査法について開発・検証を行っている。これらの検査法の利用により、底鋼板とコンクリート間の剥離や滞水等の有無を確認し、床版の健全性の評価を行うことが可能となっている。以下にその検査法の概要を紹介する。

① 打音法

打音法はトンネルの覆工板の剥離検査技術の応用であり、インパルスハンマで合成床版の底鋼板を叩いた時の打撃音とフード付き集音マイクで採取した打撃音による波形を現場で周波数分析し、鋼板とコンクリート接触面の内部状況として剥離の有無と滞水の有無を評価する方法である(写真-10)。



写真-10 打音法

② 弾性スweep波法

弾性スweep波法はビル建築のタイルの剥離検査技術の応用であり、周波数9~16Hzの弾性スweep波を発生させる圧電セラミック素子を用いて合成床版の底鋼板を振動させ、その反射波を現地で周波数解析し、鋼板とコンクリート接触面の内部状況として剥離の有無と滞水の有無を評価する方法である(写真-11)。



写真-11 弾性スweep波法

③ 横波振動法

横波振動法は、鋼板表面から送信側のセンサを用いて低周波成分を含む広帯域な音波を伝搬させ、鋼板部材に横波による振動(エネルギー)を入力し、この鋼板部材の振動状態を受信側のセンサで捉えることにより、鋼板とコンクリート接触面の内部状況として剥離の有無と滞水の有無を評価する方法である(写真-12)。



写真-12 横波振動法

④ 板厚測定

底鋼板の板厚減量は、超音波板厚計測機(写真-13)を用いて残存板厚を計測できる。



写真-13 板厚測定

4. 床版の補修・補強・取替

4. 1 床版の損傷状況と補修・補強・取替

表-1 にコンクリート床版を例として、損傷段階、損傷度の評価区分と、床版の損傷段階に応じた代表的な補修・補強・取替の考え方を示す。

「管理者の判定区分」欄右側は平成 16 年の橋梁定期点検要領（案）⁵⁾ であるが、これによれば、損傷の程度により判定区分 A～E 2 を設定しており、段階

に応じて経過観察から、緊急対応の必要があるといった管理基準を定めている。

4. 2 床版の補修・補強・取替工法の事例

(1) 補修・補強・取替工法の種類

鉄筋コンクリート床版の補修・補強および取替の代表的な工法は、目的や施工方法によって分類の仕方もかわるが、その一例を図-5 に示す。

表-1 床版ひび割れ損傷段階と評価区分に応じた代表的な補修・補強の例

損傷段階	管理者の判定区分の例		床版の損傷状況	代表的な補修・補強の考え方
	S 63	H 15		
—	OK 健全	A	[強靱な版構造] 完成直後の段階	基本的に補修・補強の必要はないが、予防保全として、各工法の適用が可能
a	IV		[幅広い並列梁構造化] 床版コンクリート硬化に伴う乾燥収縮により橋軸直角方向に貫通したひび割れが大きな間隔で発生する段階	基本的に補修・補強の必要はないが、予防保全として、各工法の適用が可能（防水層）
b	III		[2方向曲げひび割れ発生] 輪荷重により縦横のひび割れが交互に発生し、格子状のひび割れが増加する段階	下面からの工法が有効 （防水層＋鋼板接着工法、炭素繊維シート接着工法等）
c	II 初期	B	[狭い並列梁構造化] 輪荷重により床版上面ではねじりモーメントによって橋軸直角方向にひび割れが発生し、下面から発生したひび割れとつながり貫通しbより狭い並列の梁状になる段階	各工法が有効 （防水層＋鋼板接着工法、上面増厚工法、炭素繊維シート接着工法等）
d	II	C	[すり磨きによる劣化] 貫通したひび割れ面のすり磨きや浸透水による石灰分の流出により、ひび割れ幅が拡大し、せん断抵抗を失う段階	せん断強度も低下しているためせん断補強が有効 （防水層＋上面増厚工法＋下面からの補強）
e	I	E 1 または E 2	[床版の陥没] 低下した押抜きせん断強度を超える輪荷重により抜け落ちを生じる段階	緊急措置は必要となるが、対策の基本は取替工法

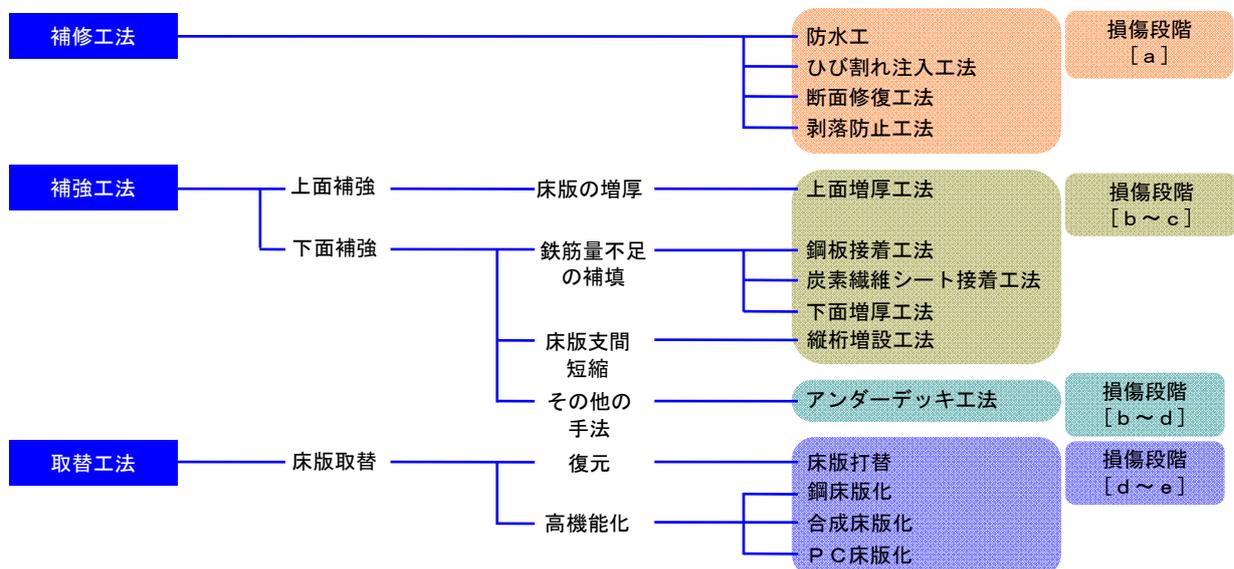


図-5 床版補修・補強・取替の工法分類

(2) 補修・補強・取替工法の概要と特徴

前項で分類した床版の補修・補強および取替の代表的な工法について、概要と特徴を以下に示す。

①補修工法

・ひび割れ注入工法

床版のひび割れ進展防止や中性化、凍害および塩害による鋼材の腐食防止を目的とし、床版のひび割れ内にエポキシ系の樹脂を注入し、ひび割れ面の一体化を図る工法である（図-6）。

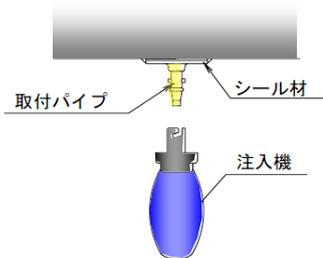


図-6 ひび割れ注入工法

・断面修復工法

脆化コンクリート部を修復するため、脆化した部分を取り除き、鉄筋に防錆剤を塗布し断面修復材（ポリマーセメントモルタル等）により復旧を行う工法である（図-7）。他の表面保護工法と併用されることが多い。

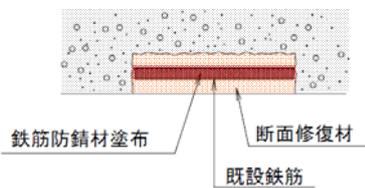


図-7 断面修復工法

・剥落防止工法

床版裏面コンクリートの剥落防止を目的として、コンクリート面にFRP接着、または剥落防止用塗料塗布を行う工法である（図-8）。塩分等の劣化因子の侵入を抑制できるので、中性化、凍害や塩害などによる鉄筋の腐食抑制にも効果がある。

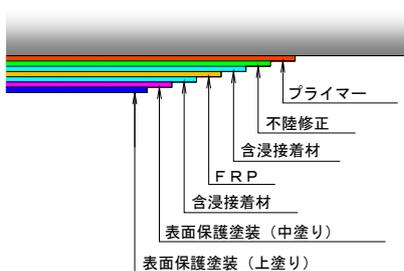


図-8 剥落防止工法（FRPの例）

②補強工法

・上面増厚工法

床版厚や主鉄筋量の不足によるひび割れの進展を抑制し、床版の曲げせん断耐力を向上するのを目的として、床版の上面に鉄筋や網鉄筋を設置し、コンクリートを5～8cm程度打込む工法である（図-9）。

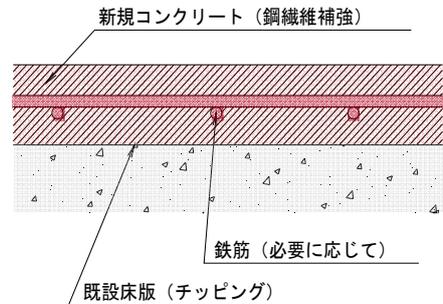


図-9 上面増厚工法

・鋼板接着工法

床版の鉄筋量不足や曲げ耐力不足を補うことを目的として、床版コンクリート下面全体に鋼板（4.5mm～6.0mm）を樹脂とアンカーボルトを併用して、既設コンクリートと一体化する工法である（図-10）。

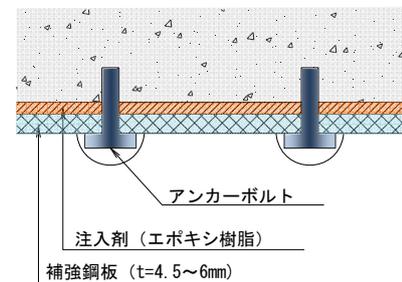


図-10 鋼板接着工法

・炭素繊維シート工法

床版の鉄筋量不足によるひび割れ進展や曲げ耐力の向上を目的として、床版コンクリート下面に炭素繊維シートを樹脂で数層接着し、既設床版との一体化を図る工法である（図-11）。

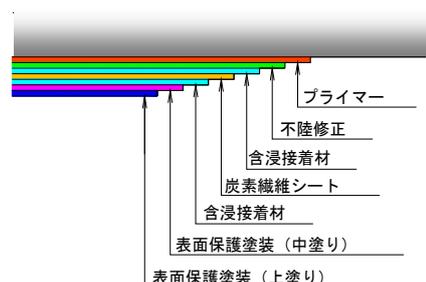


図-11 炭素繊維シート工法の例

・下面増厚工法

鉄筋不足や床版の曲げ耐力不足を補うため、床版下面に配置した鉄筋または網鉄筋とポリマーセメントモルタルで増厚して既設床版と一体化させる工法である（図-12）。

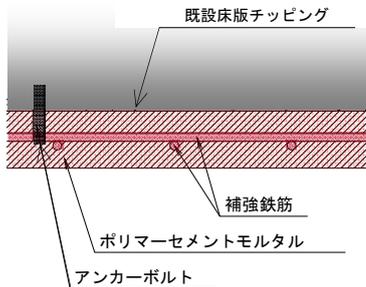


図-12 下面増厚工法の例

・縦桁増設工法

鉄筋不足や床版の曲げ耐力不足を補うため、床版を支持する既設の主桁または縦桁の間に縦桁を増設し、床版支間を短くすることにより、床版に作用する曲げモーメントを減少させる工法である（図-13）。

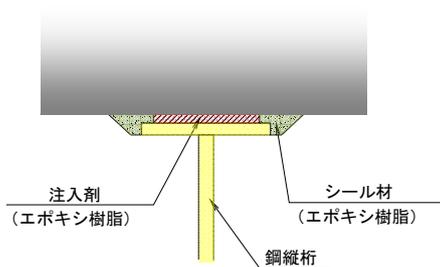


図-13 縦桁増設工法

・アンダーデッキ工法

床版の曲げ耐力、せん断耐力向上を目的として、床版下面に軽量の鋼床版を設置し、充填材で既設床版と一体化を図る工法である（図-14）。自動車荷重は横リブを介して、主桁に伝達されるため、損傷段階dの床版における下面からの唯一の補強工法である。

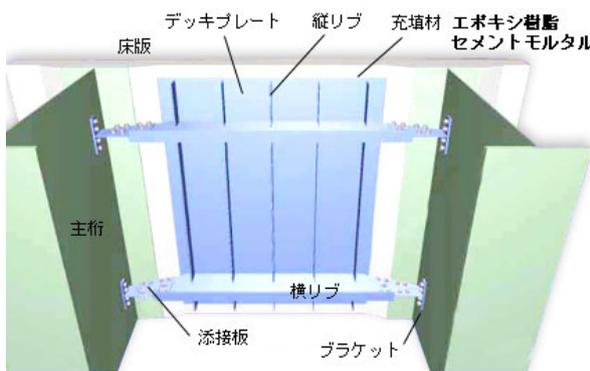


図-14 アンダーデッキ工法の例

②取替工法

・現場打ちによる打替え

橋梁を完全通行止めできる場合や、プレキャスト床版の端部に部分的に適用し、機能回復を目的として既設床版を撤去後、新たに場所打ち床版を打ち込む工法である。床版形式としては、鉄筋コンクリート床版の他、既存床版で耐力不足の場合には、P C床版や合成床版を用いることで、死荷重の増加を抑制しながら、所定の耐力を満足させる。

施工期間がプレキャスト製品を用いた場合に比べ長くなるため注意を要する。また、半幅施工などで交通振動の影響が懸念される箇所には、コンクリート硬化時の振動による影響に配慮して繊維補強コンクリートや超速硬コンクリートを部分的に使い、ひび割れ防止に配慮して施工されることが多い。

・プレキャスト製品による取替え

鋼床版（図-15）、P C床版や合成床版をプレキャスト化したプレキャスト床版（図-16）など、パネル化された床版を用いて劣化した鉄筋コンクリート床版の取替えを行う工法である。パネル製作段階で品質確認できることや、日中の交通量が多い時間帯は交通開放し、夜間の急速取替えを繰り返す日々替え工法に適用できるなど、工期短縮による交通への影響低減が図れるため、床版取替工法として代表的な施工方法である。

鋼床版による取替は、死荷重が軽減できるため、現行のB活荷重載荷においても、主桁の追加補強が不要になる場合が多い。

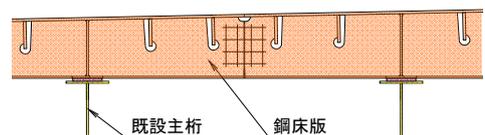


図-15 鋼床版による取替工法の例

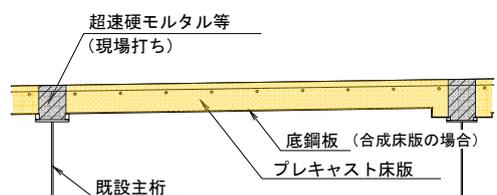


図-16 プレキャスト床版取替工法の例

5. 橋梁特性に配慮した施工の必要性

床版の補修・補強・取替工事にあたっては、橋梁全体系を考慮した施工が必要であるが、過去にはそのような配慮に欠ける施工などにより、鋼桁の損傷や床版の出来形不良を発生させた例もある。

床版補修・補強・取替工事に潜むリスクを工事関係者が共有できるよう、不具合事例の紹介と留意すべき点をまとめる。

5. 1 床版補修・補強・取替工事の不具合事例

(1) 鋼桁の構造への配慮不足による損傷

写真-14の事例は、既設床版撤去時にコンクリートカッターで鋼桁の上フランジ添接板を傷つけた事例である。桁を傷つけないように切断深さを設定する際、添接板の位置や板厚を考慮していなかったものと思われる(図-17)。特に斜橋では、継手位置が斜角方向にずれている場合が多いので注意を要する。

薄い鋼板で構成されている鋼橋は、数ミリの傷でも重大な事故に繋がる可能性があるため、慎重な施工が求められる。



写真-14 主桁添接板の切断

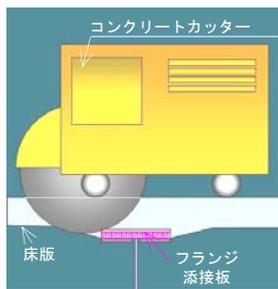


図-17 切断の状況

(2) たわみへの配慮不足による路面の波打ち

写真-15の事例は、センターラインを見るとわかるように路面の波打ちが確認できる。プレキャストPC床版への取替工事の際に、路面高をハンチで調整する必要があったが、ハンチ高調整時に死荷重たわみに対する配慮不足が原因で出来形不良が発生したと思われる。



写真-15 路面の波打ち

(3) 床版増厚部の再劣化

写真-16の事例は、版補修工事において、床版増厚部が剥離・再劣化し床版取替につながった事例である。ひび割れから浸入した雨水が既設床版内に存在していたことなどから増厚コンクリートの付着不足により、既設床版と増厚部との界面にはがれ現象が発生し、活荷重に対して一体となって抵抗しないことより劣化が進行した例である。



写真-16 増厚工法で発生した劣化現象⁴⁾

(4) 増桁を伴う床版拡幅での出来形不良

写真-17の事例は、床版拡幅工事において図-18に示すように型わく支保工の組み方、一体化する際に先行して床版鉄筋を連結する等の手順の相違により、既設床版と拡幅床版の高さの不一致、既設と増桁の間の横桁が連結できなくなった例である。

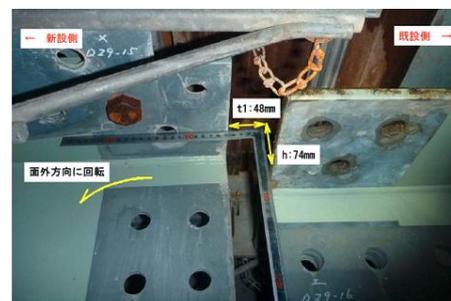


写真-17

設計時の条件

- ・ 拡幅部の床版荷重は増桁が全て分担
- ・ 鉄筋の接続は、拡幅部打込み後

実際の施工方法

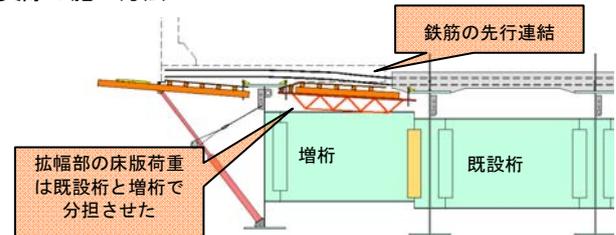


図-18 設計条件と異なる施工による不良

表－2 床版取替工事で留意すべき事項

項目	留意すべき事項	キーワード
1 死荷重合成桁	床版撤去・取替施工時の桁の耐荷力、安定性に注意を要する。ベントで桁の中間支間部を仮支持する方法やアウトケーブルにより安定性を確保する方法などが用いられている。 また、桁の仮支持状態や日々替え施工を行う場合には、設計上の構造特性が損なわれ、たわみや主桁の応力超過を生じるので、施工条件と合致した事前検証が不可欠である。	耐荷力 出来形
2 活荷重合成桁	床版は活荷重にのみ合成作用を分担させるため、ベント等の支保工の必要性はないが、半幅施工で活荷重が載荷される場合は、施工箇所の主桁も荷重が分配されるため、施工条件と合致した計画が必要となる。	耐荷力 出来形
3 増桁を伴う床版拡幅	設計上の床版死荷重条件を施工時に再現するために、増桁と既設桁との連結や、床版の型わく支保工の支持方法、新旧床版の鉄筋の連結時期など、施工上配慮する必要がある。	出来形
4 下路アーチ等の複雑なたわみ性状を有する橋梁の床版取替	コンクリートの打込み順序によって、橋梁全体のたわみや応力配分が変化する恐れがある。また、床版には基本的に引張応力が作用する構造系のため、橋軸直角方向にひび割れが生じる恐れがある。 基本的には、新設床版と同様の配慮を行い品質低下を予防する必要がある。	品質 出来形
5 半幅施工	交通供用下での施工であるため、たわみや振動の影響を緩和させながら施工を行う必要がある。特に、一次施工部分と二次施工部分の連結に対しては、施工上の出来形誤差吸収に配慮した計画と施工が必要となる。	出来形
6 日々替え施工	既設床版の撤去から新設床版の設置と一体化まで作業内容や作業種別が多い中で、さらに一夜間という時間制約下での施工となるので、緻密な計画と施工管理が必要となる。	工程 品質 出来形

5. 2 床版取替工事で留意すべき事項

床版取替工事は、床版コンクリートに関する知識のみで対応できることもあるが、橋梁全体系としての応力や変形の管理が重要になる場合が多い。また、施工条件についても半幅施工や日々替え施工などの要因によって、管理項目や施工上の制約が増え施工難度が高まる。表－2 に床版取替工事で注意を要する6項目を取り上げ、留意すべき事項を示す。

6. おわりに

鋼橋建設の実務者の立場として、道路橋床版の補修・補強および取替に着目し、コンクリート系床版の劣化要因、劣化損傷部分の点検方法や補修・補強事例を整理した。また、過去の不具合事例の検証から、床版取替工事における留意点をまとめた。特に前節で述べた形式の床版取替工事を行う際には、鋼橋の設計上の知識や施工上の経験が、安全面や品質、出来形を確保する上で必要であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 国総研資料第444号 「橋梁の架替に関する調査結果(IV)」平成20年4月
- 2) 鋼橋の損傷と点検・診断 平成12年5月 (社)日本橋梁
- 3) 橋梁補修の実際と解説 平成22年12月 (財)建設物価調査会
- 4) 道路橋補修・補強事例集(2012年版)平成24年3月 (社)日本道路協会
- 5) 国土交通省道路局「橋梁定期点検要領(案)」平成16年3月