

平成24年度 技術発表会

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

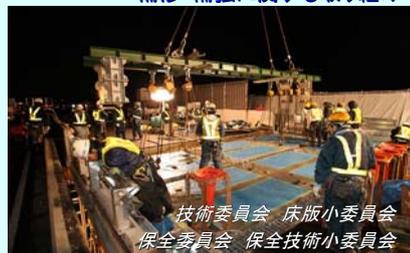


保全委員会 保全技術小委員会
技術委員会 床版小委員会

コンクリート系床版の保全技術について

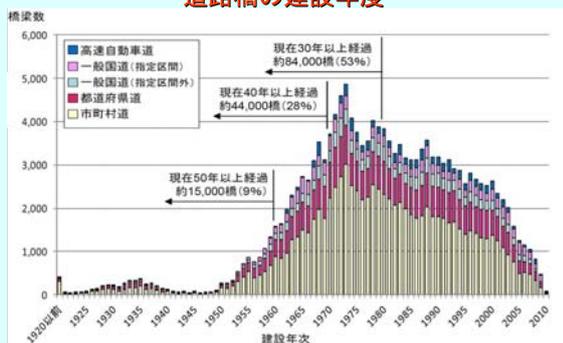
一 道路橋コンクリート床版の

補修・補強に関する取り組み 一

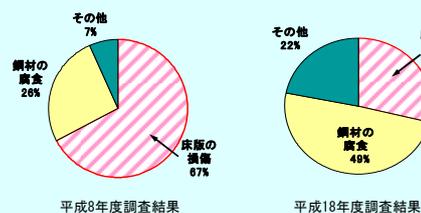


技術委員会 床版小委員会
保全委員会 保全技術小委員会

道路橋の建設年度



鋼橋上部の損傷に起因する架替理由



出典：国総研資料第444号 橋梁の架替に関する調査結果 (IV)

コンクリート系床版の損傷が多い理由

- ・床版は、自動車荷重を直接支持するため、繰り返し荷重に対して疲労損傷が生じやすい
- ・この自動車荷重には過積載車の影響や、建設当時の設計荷重を超過するものも含まれている
- ・海からの飛来塩分や凍結防止材の塩分で、塩害によるコンクリート内部鉄筋が腐食する

本報告の目的

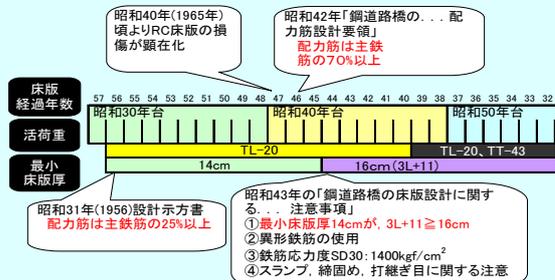
- (1) 橋梁の保全は、「一橋まるごと」が基本であり、メタルの部分の専門知識だけでは、その受け皿になれないため、橋梁の弱点となっているコンクリート床版を再検証する。
- (2) 橋梁の専門知識が欠けると、補修・補強が適切に実施されない場合があり、どのような条件の場合に留意すべきなのか、想定されるケースを整理する。

本報告の流れ

1. 道路橋床版の設計基準の変遷と環境の変化
2. 床版の損傷と検査
3. 床版の補修・補強と取替え
4. 橋梁特性に配慮した床版保全の必要性

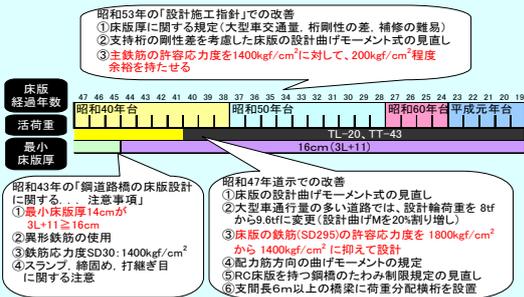
1. 道路橋床版の設計基準の変遷と環境の変化

(1) 耐力が不足し、「弱い床版」が建設された時期



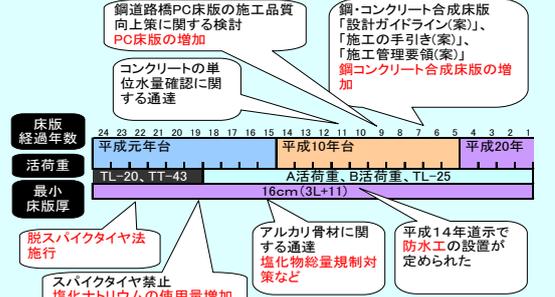
1. 道路橋床版の設計基準の変遷と環境の変化

(2) 現在とほぼ同等の床版が建設されはじめた時期



1. 道路橋床版の設計基準の変遷と環境の変化

(3) 雨水の影響や塩害が顕在化し対応した時期



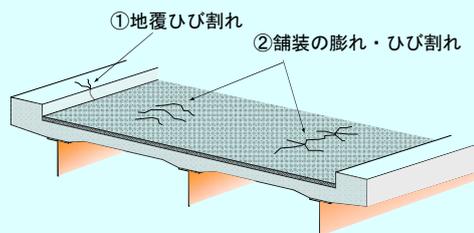
2. 床版の損傷と検査

(1) 損傷の原因

- ・ 軸荷重の繰り返し載荷による疲労損傷
- ・ 塩害による損傷
- ・ コンクリートの中性化
- ・ アルカリ骨材反応
- ・ 凍害による損傷

2. 床版の損傷と検査

(1) 目視点検時の着目点 【上面】



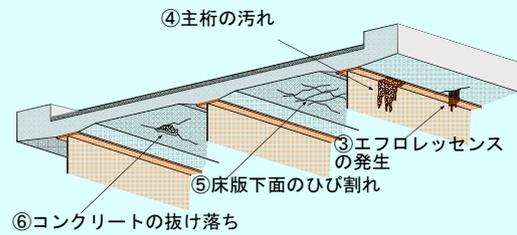
2.床版の損傷と検査



舗装のひび割れ

2.床版の損傷と検査

(2)目視点検時の着目点 【下面】



2.床版の損傷と検査



エフロレッセンスの発生

2.床版の損傷と検査



床版下面のひび割れ

2.床版の損傷と検査



床版下面のコンクリートの抜け落ち

2.床版の損傷と検査

(3)床版の検査技術



超音波法と弾性波法

ひび割れの深さ測定その他、構造物内の欠陥(空隙・はく離)の検出、強度推定が行われている

2.床版の損傷と検査

(3)床版の検査技術

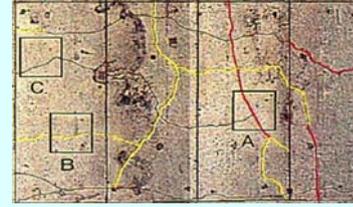


電磁波レーダー

床版コンクリート内の鉄筋探索に良く利用される

床版の損傷と検査

(3)床版の検査技術

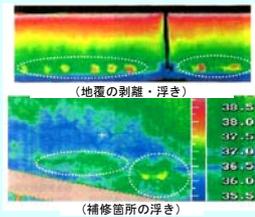


デジタル画像によるひび割れのトレース

ひび割れ検出や記録性に優れる

床版の損傷と検査

(3)床版の検査技術

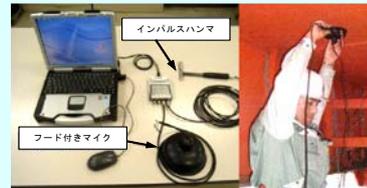


サーモグラフィー

床版表面付近の剥離、空隙などの欠陥検出

床版の損傷と検査

(4)合成床版の検査技術



打音法

底鋼板を有する床版のコンクリートと鋼板の剥離、空隙などの欠陥検出

床版の損傷と検査

(4)合成床版の検査技術



弾性スイープ波法

底鋼板を有する床版のコンクリートと鋼板の剥離、空隙などの欠陥検出

床版の損傷と検査

(4)合成床版の検査技術



横波振動法

底鋼板を有する床版のコンクリートと鋼板の剥離、空隙などの欠陥検出

床版の損傷と検査

(4) 合成床版の検査技術



底鋼板の板厚測定

コンクリート接触面を有する鋼板の板厚計測

床版の補修・補強・取替工法の事例

定期点検による損傷度の判定

↓
詳細点検による損傷状態や原因の把握

↓
管理者の橋梁修繕計画に基づく、修繕方針の決定

↓
詳細な修繕計画の立案
(修繕の範囲、工法の選定)

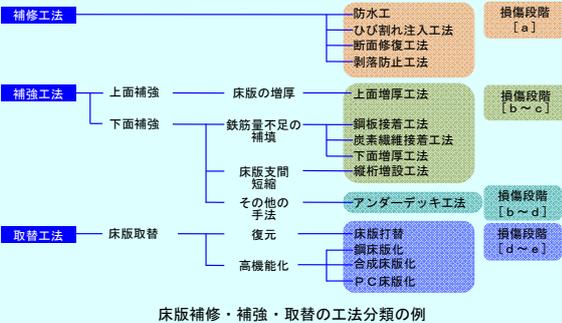
床版ひび割れ損傷段階と評価区分に応じた
代表的な補修・補強の例

| 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 |
|------|------------|-----|---|---|
| | S63 | H15 | | |
| — | OK 健全 | | 〔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 | A | 〔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〕 軸荷重により縱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） |

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 |
|------|------------|-----------------|--|--|
| | S63 | H15 | | |
| c | II 初期 | B | 〔狭い並列梁構造化〕 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 | E1 または E2 | 〔床版の陥没〕 低下した押抜きせん断強度を超える軸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 |

床版の補修・補強・取替工法の事例



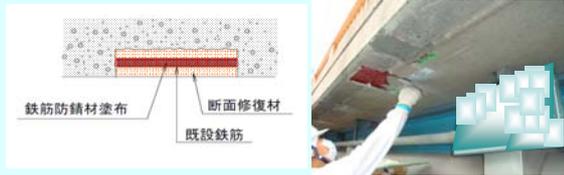
床版の補修・補強・取替工法の事例



ひび割れ注入工法

補修工法、ひび割れの進展防止、ひび割れに伴う鋼材の腐食防止、エポキシ系樹脂

床版の補修・補強・取替工法の事例



断面修復工法

補修工法、脆化箇所の復旧、鉄筋防錆、ポリマーセメントモルタルなど

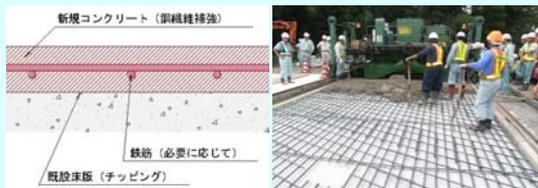
床版の補修・補強・取替工法の事例



剥落防止工法

補修工法、裏面、FRP接着や剥落防止用塗料

床版の補修・補強・取替工法の事例



上面増厚工法

補強工法、曲げとせん断耐力の向上、5~8cm

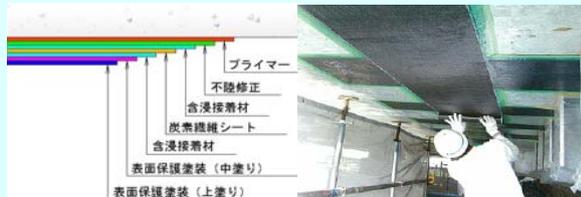
床版の補修・補強・取替工法の事例



鋼板接着工法

補強工法、曲げ耐力不足を補う、樹脂とアンカーボルトを併用して床版と一体化

床版の補修・補強・取替工法の事例



炭素繊維シート工法

補強工法、曲げ耐力の向上、樹脂で数層を接着して一体化

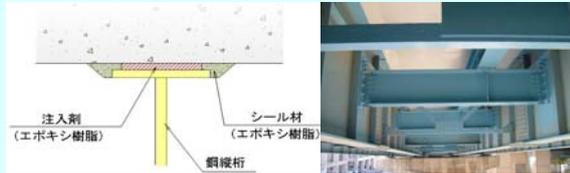
床版の補修・補強・取替工法の事例



下面増厚工法

補強工法、鉄筋不足や曲げ耐力不足を補う、鉄筋とポリマーセメントモルタルで一体化

床版の補修・補強・取替工法の事例



縦筋増設工法

補強工法、鉄筋不足や曲げ耐力不足の対処として、床版に作用する曲げモーメントを減少させる

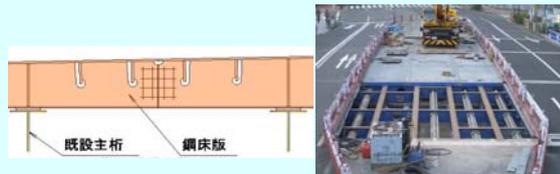
床版の補修・補強・取替工法の事例



アンダーデッキ工法の例

補強工法、床版の曲げ耐力、せん断耐力向上、充填材を用いて一体化、損傷段階が進行していても適用が可能

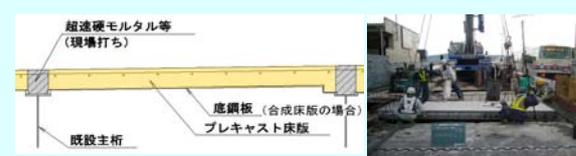
床版の補修・補強・取替工法の事例



鋼床版化

取替工法、死荷重軽減により、鋼桁の追加補強が不要にできる場合が多い

床版の補修・補強・取替工法の事例



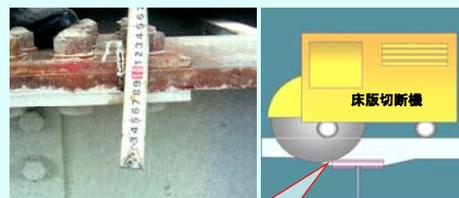
プレキャスト床版による取替

取替工法、PC床版や合成床版などのプレキャスト床版を用いる、日々替え工法への適用性が高い、床版取替工法として代表的

橋梁の特性に配慮した施工の必要性

床版保全工事の中でも、工事規模が大きくなる床版取替や床版拡幅などは、品質や安全性の確保するため、どのようなことに留意すべきなのか、過去の不具合事例を踏まえて説明します。

橋梁の特性に配慮した施工の必要性



継手添接板の損傷

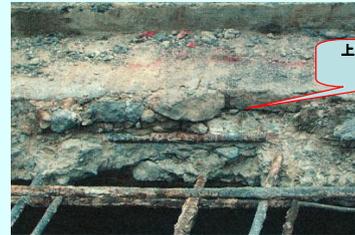
不具合の検証 主桁切断の事例

橋梁の特性に配慮した施工の必要性



不具合の検証: 路面の波打ち

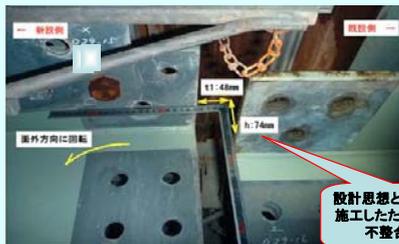
橋梁の特性に配慮した施工の必要性



出典: 道路橋補修・補強事例集 (2012年版)

不具合の検証: 補修箇所での再劣化

橋梁の特性に配慮した施工の必要性



不具合の検証: 増桁を伴う床版拡幅での出来形不良

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 死活荷重合成桁 | 床版撤去・取替施工時の桁の耐力、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プ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。 | 耐力 出来形 |

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 |
|----------|--|-----------|
| 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。 | 耐力 出来形 |

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 |
|-------------|--|-------|
| 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、床版の型枠支保工の支持方法、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 |

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 |
|--------------------------------|---|-----------|
| 4 下路アーチ等 複雑なたわみ 性状の橋梁 | 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 |

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 |
|-----------|--|-------|
| 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 |

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 |
|-----------------|--|-----------------|
| 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、さらに一週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 |

まとめ

1. 床版保全に関する全般的な概論を述べた。
2. 次に、**床版取替工事を行う際には、鋼橋の設計上の知見や施工上の経験が、安全面や品質、出来形を確保する上で必要とされる場合があります。特に留意すべき条件として以下を取り上げた。**
 - ①橋梁形式 **死活荷重合成桁、活荷重合成桁増桁を伴う床版拡幅
下路アーチ橋など複雑な形式**
 - ②施工方法 **半幅工法、日々替え工法**