

平成30年度 橋梁技術発表会

動き出した鋼橋の大規模更新

床版取替え工事における
床版形式の選定から維持管理まで


一般社団法人 日本橋梁建設協会
Japan Bridge Association Inc.

床版小委員会
 出口 哲義、石川 孝

1

はじめに

◆道路橋床版設計基準の変遷

建設年	昭和30年	昭和40年	昭和50年
活荷重	TL-20	TL-20、TT-43	TL-20、TT-43
最小床版厚	14cm	16cm (3L+11)	16cm (3L+11)

昭和31年(1956)「設計示方書」

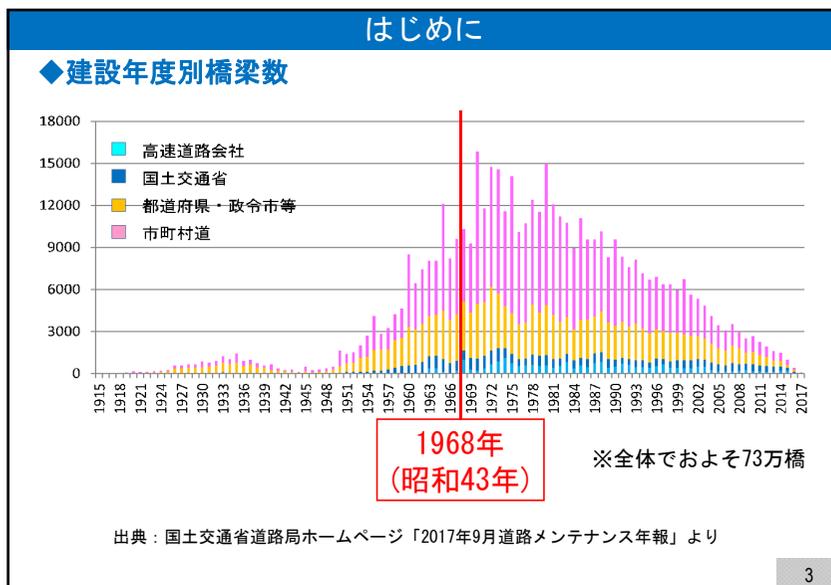
- ・最小床版厚は14cm
- ・配力筋は主鉄筋の25%以上

昭和43年(1968)「鋼道路橋の床版設計に関する暫定基準(案)」

- ・最小床版厚は3L+11 ≥ 16cm
- ・異形鉄筋の使用 等

建設年	昭和60年	平成元年	平成10年	平成20年
活荷重	TL-20、TT-43	A活荷重、B活荷重、TL-25		
最小床版厚	16cm (3L+11)			

2



はじめに

床版取替え施工の手引き

平成30年9月

床版取替え施工の手引き

平成30年9月



日本橋梁建設協会
Japan Bridge Association Inc.

4

床版取替え施工の手引き

第1章 一般

第2章 取替え床版の種類

第3章 床版取替えにおける施工幅員の選定

第4章 取替え床版形式の選定

第5章 施工方法

第6章 床版取替えにおける工種の構成

第7章 高耐久化対策

第8章 維持管理

5

第1章 一般

◆目的

次の事項を配慮した**鋼橋の床版取替え施工**を行うための手引き

- 1) 床版取替えにおける施工幅員の選定
- 2) 取替え床版の種類と選定
- 3) 床版取替えにおける工種の構成
- 4) 高耐久化対策

◆適用範囲

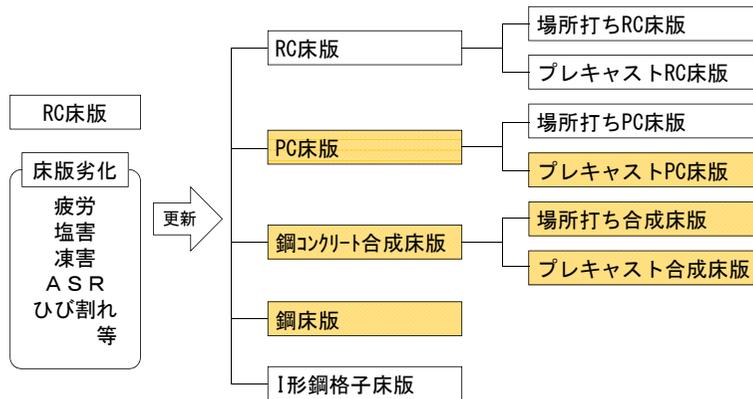
本手引きの適用範囲は道路橋の**既設RC床版**の更新工事

なお、既設床版がPC床版や鋼コンクリート合成床版等の更新工事には、適用しない

6

第2章 取替え床版の種類

◆取替え床版の種類



着色部を本手引きの適用とする

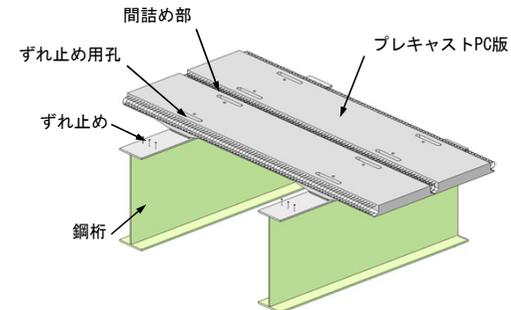
7

第2章 取替え床版の種類

◆プレキャストPC床版の特徴

プレキャストPC床版とは、工場製作時に橋軸直角方向に配置したPC鋼材を用いて、コンクリートにプレストレスを導入した床版

- ・配筋、コンクリート打込みまで工場で行うため**現場施工期間が短縮**
- ・大部分が工場にて製作されるため**品質が安定**
- ・PC鋼材のプレストレス導入により**耐久性が向上**

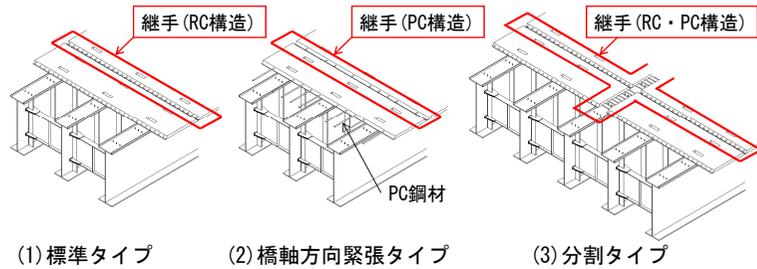


8

第2章 取替え床版の種類

◆プレキャストPC床版の種類

- (1) 標準タイププレキャストPC床版
橋軸直角方向にPC鋼材を用いてプレストレスを導入した床版
- (2) 橋軸方向緊張タイププレキャストPC床版
橋軸直角方向（工場）および橋軸方向（現場）にプレストレスを導入した床版
- (3) 分割タイププレキャストPC床版
幅員の分割施工に用いる床版

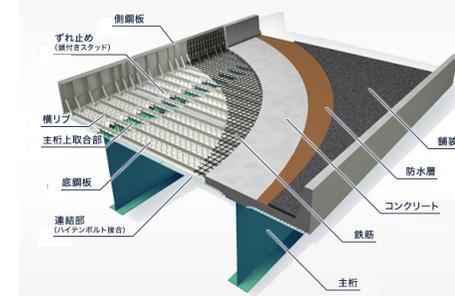


第2章 取替え床版の種類

◆鋼コンクリート合成床版の特徴

鋼コンクリート合成床版とは、適切なずれ止めによって底鋼板とコンクリートが一体化した合成断面として、荷重に抵抗するように構成された床版

- ・底鋼板があるため、コンクリート打込み時の型枠支保工が不要
- ・鋼板の引張りに対する復元力により疲労耐久性の向上
- ・床版下面が底鋼板に覆われているためコンクリートの剥落防止が不要
- ・コンクリート打設前に鋼桁に取り付けることにより施工時の安定性向上



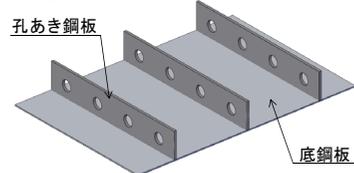
第2章 取替え床版の種類

◆鋼コンクリート合成床版の種類

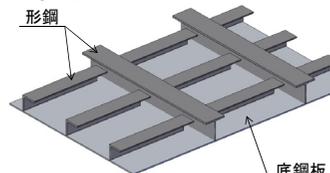
ずれ止めの形式、底鋼板の補強方法等によりいくつかの種類がある

(1) リブタイプ

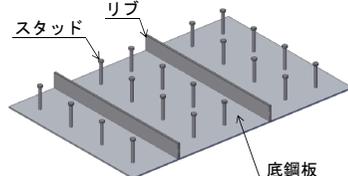
① 孔あき鋼板ジベルタイプ



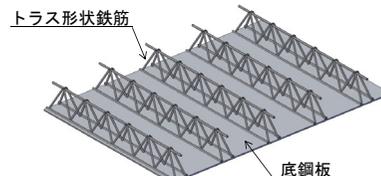
② 形鋼ジベルタイプ



(2) ロビンソンタイプ



(3) トラスジベルタイプ



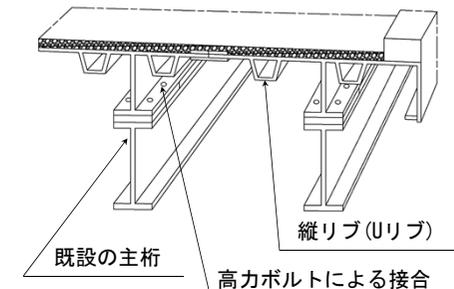
※鉄筋については省略している

第2章 取替え床版の種類

◆鋼床版の特徴

鋼床版とは、デッキプレートを通りリブおよび横リブで補剛した床版

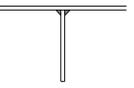
- ・デッキプレート上に舗装を行うため、コンクリート系床版に比べ軽量で橋全体の耐荷力や耐震性の向上が可能
- ・鋼床版部材をあらかじめ工場で製作するため現場施工期間が短縮が可能
- ・曲率の大きな曲線橋等の複雑な平面形状への対応が可能
- ・橋軸方向、橋軸直角方向の継手位置を任意に設定することが可能



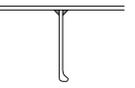
第2章 取替え床版の種類

◆鋼床版の種類

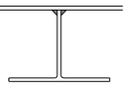
○縦リブの断面形状



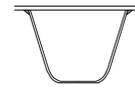
平リブ
(鋼板)



バルブリブ
(球平形鋼)



Tリブ



トラブリブ
(U形鋼)

開断面リブ 閉断面リブ

○縦リブの配置方向



橋軸方向に配置した例



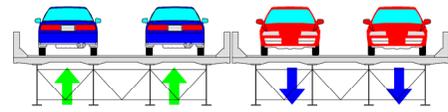
橋軸直角方向に配置した例

13

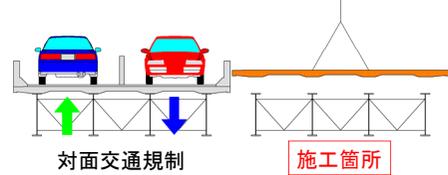
第3章 床版取替えにおける施工幅員の選定

◆施工幅員の主な種類

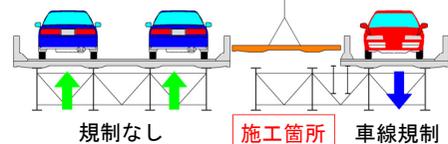
施工前



全幅員一括施工



幅員分割施工



14

第3章 床版取替えにおける施工幅員の選定

◆施工幅員選定フローチャート

・ 迂回路確保の可否
・ 交通量
・ 周辺道路への影響
・ 渋滞発生の可能性 等

全幅員一括施工

幅員分割施工

期間中の連続交通規制

期間中の連続交通規制

可能 ↓

不可能 ↓

可能 ↓

不可能 ↓

昼夜連続全幅員一括施工

日々開放全幅員一括施工

昼夜連続幅員分割施工

日々開放幅員分割施工

易 ————— 施工の難易度 ————— 難

15

第3章 床版取替えにおける施工幅員の選定

◆施工幅員の選定条件

- ・ 交通規制に関する条件
 - ・ 対象橋梁の交通量と交通規制時間
 - ・ 工事対象橋梁および前後の道路構造
 - ・ 迂回路確保の可否 等
- ・ 工期・作業時間帯に関する条件
 - ・ 周辺環境（住民）への影響
 - ・ 交通の確保
 - ・ 安全対策
 - ・ 工期の短縮 等
- ・ その他の条件

16

第3章 床版取替えにおける施工幅員の選定

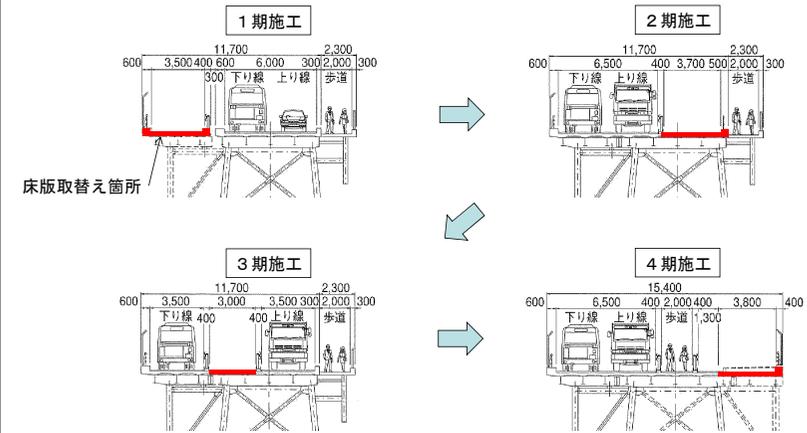
◆作業時間に関する主な特徴

作業時間	通常施工	昼夜連続施工	日々開放施工
施工幅員	全幅員または幅員分割	全幅員または幅員分割	全幅員または幅員分割
作業時間帯	昼間のみ	昼夜連続作業	夜(昼)間のみ作業
交通の確保	昼夜連続規制	昼夜連続規制	夜(昼)間のみ実施し、昼(夜)間は交通規制を行わない(日々開放)
安全対策等	規制帯内作業のため、安全対策は確保しやすい	規制帯内作業となるが、昼夜連続作業となるため、綿密な作業計画が必要	日々開放が必要のため、綿密な作業計画や、開放時における道路すりつけ等が必要となる。
工期	昼間だけの作業であるため標準工期となる	昼夜連続作業となるため標準工期に比べ短期となる	夜(昼)間だけの作業であり、かつ日々開放が必要となるため、標準工期に比べ長期となる
周辺への影響	昼間だけの作業であるため住民への影響は少ないが、昼夜連続規制を行うため交通に与える影響は大きい	昼夜連続作業となるため、住民および交通に与える影響は大きい、影響を与える期間は短期となる	夜(昼)間だけの作業であるため住民への影響は大きい、日々開放を行うため交通に与える影響は少ない

17

第3章 床版取替えにおける施工幅員の選定

◆幅員分割施工の事例



特殊な幅員分割施工

18

第3章 床版取替えにおける施工幅員の選定

◆幅員分割施工の事例



特殊な幅員分割施工

19

第4章 取替え床版形式の選定

◆鋼上部構造形式

- (1) 非合成桁
 - ・鋼桁と床版コンクリートをスラブ止めで結合
 - ・鋼桁のみで荷重に抵抗する構造
- (2) 合成桁
 - ・鋼桁と床版コンクリートをスタッド等で結合
 - ・鋼桁と床版が一体となって荷重に抵抗する構造
 - ①活荷重合成桁
後死荷重と活荷重に対して合成桁として働く
 - ②死活荷重合成桁
死荷重と活荷重に対して合成桁として働く
- (3) アーチ橋、トラス橋

既設床版を撤去することで鋼桁が不安定となる場合があるため、**鋼桁の安全性が確保された施工方法**とする必要がある。

20

第4章 取替え床版形式の選定

◆合成桁（活荷重合成桁）

○留意事項
幅員分割施工で床版を取替える場合は既設床版の撤去に伴い抵抗断面が小さくなるため、**活荷重に対する耐荷力、たわみ変化量に注意が必要。**

通常

床版取替中

外ケーブルによる補強例

21

第4章 取替え床版形式の選定

◆合成桁（死活荷重合成桁）

○留意事項
鋼桁のみでは、たわみが増加し不安定な構造となり、倒壊の危険性があるため、仮支保工（ベント）で鋼桁を仮支持するなど、**安定性を確保することが必要。**

通常

床版取替中

22

第4章 取替え床版形式の選定

◆アーチ系橋梁

○留意事項
床版の取替え順序によっては橋梁全体のたわみ、応力配分が変化し、局部的に大きな応力が発生し、橋体の予期せぬ変形につながる場合がある。
→取替えステップ毎の応力照査を行い**実際の施工手順に反映する必要がある。**

ランガー橋の床版撤去時における事故事例

23

第4章 取替え床版形式の選定

◆アーチ系橋梁

床版を片方向より解体したため荷重が偏載荷となり赤の点線のように変形した。

→取替えステップ毎の応力照査を行い**実際の施工手順に反映する必要がある。**

24

第4章 取替え床版形式の選定

◆施工機械の制約条件の例

- ・ 施工幅員による据付け可能な施工機械の大きさ
- ・ 施工機械の自重と作業時荷重
- ・ 工事場所までの搬入ルート
- ・ 橋梁形式による作業可能な施工機械の大きさ



NEXCO中日本 小田原保全SC提供 25

第4章 取替え床版形式の選定

◆取替え床版の適用性

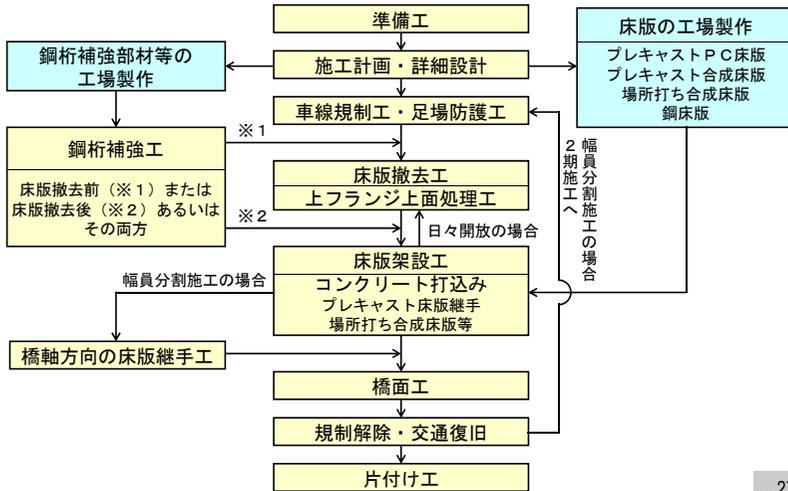
取替え床版については、鋼橋の構造形式や施工幅員等を考慮して、条件の重要度に応じて、適切な取替え床版を選定する。選定にあたり、その床版の供給体制も重要な目安となる。

取替え床版	1 鋼上部		2 施工幅員		3 作業時間	4 施工機械	5 交差物
	非合成桁・合成桁	非合成桁・合成桁	一括型工	分割施工	通常施工	昼夜連続施工	日々開放施工
プレキャストPC床版	○	△	○	○	△	○	○
プレキャスト合成床版	○	○	○	○	△	○	○
場所打ち合成床版	○	○	○	○	△	○	○
鋼床版	○	○	○	○	○	○	○

○：適用性が高い
△：採用が検討できる

第5章 施工方法

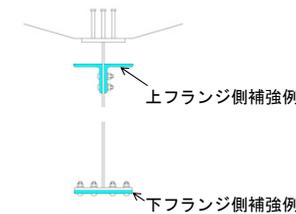
◆床版取替えの施工フローチャート



第5章 施工方法

◆鋼桁の補強方法

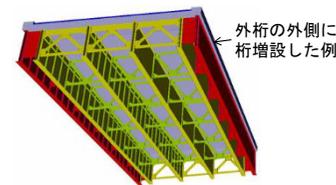
①補強部材の設置 (当て板補強)



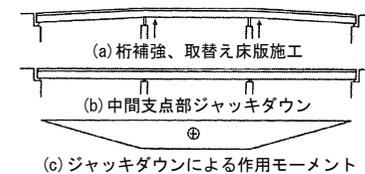
③外ケーブル



②桁増設



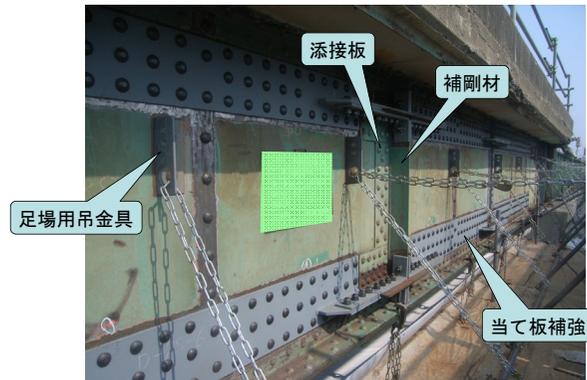
④ジャッキアップ・ダウン



第5章 施工方法

◆鋼桁の補強方法

補強部材の設置例

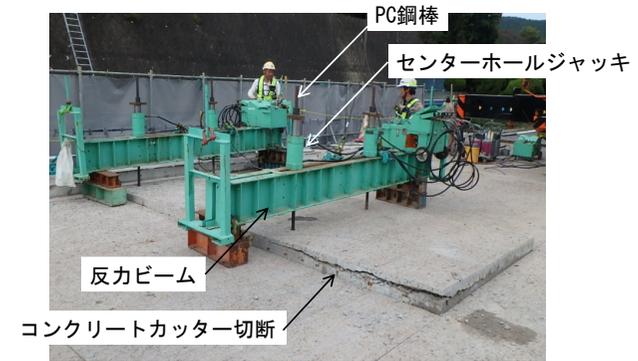


29

第5章 施工方法

◆既設床版の撤去

①非合成桁の場合 引き剥がし装置等で解体ブロックごとに撤去



30

第5章 施工方法

◆既設床版の撤去

②-1 合成桁の場合 上フランジ上を残して撤去



31

第5章 施工方法

◆既設床版の撤去

②-2 合成桁の場合 上フランジ上のコンクリート破砕



上フランジコンクリート破砕

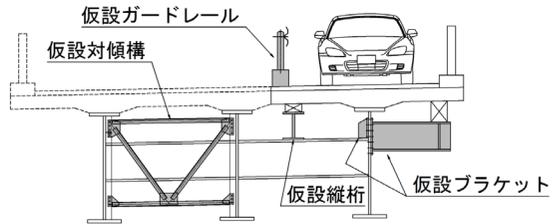
ずれ止め撤去

32

第5章 施工方法

◆仮設部材の設置

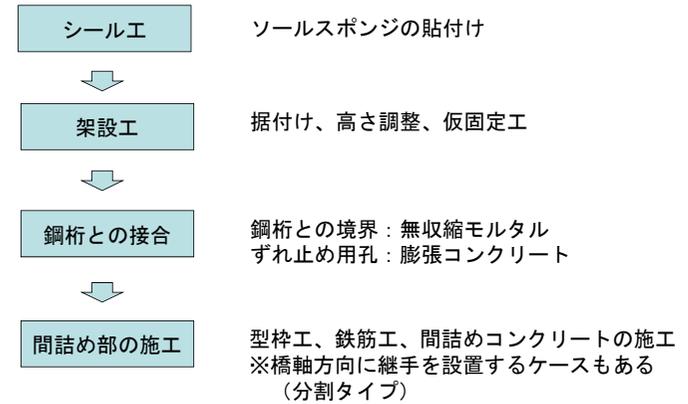
- ①幅員分割施工で既設床版の荷重支持条件が不安定となる場合
→ 仮設縦桁や仮設ブラケットを設置
- ②床版解体作業中に鋼桁が横倒れ座屈を起こす場合
→ 仮設横構や仮対傾構を設置
- ③死活荷重合成桁等で床版取替え時の耐荷力が不足する場合
→ ベントによる仮支持や外ケーブルの設置等を検討
- ④ジャッキアップ等を行う場合
→ 荷重支持点の補強



第5章 施工方法

◆プレキャストPC床版

○施工フローチャート



第5章 施工方法

◆プレキャストPC床版

○鋼桁との接合



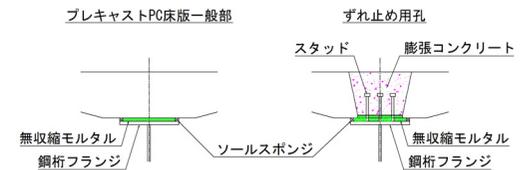
ソールスポンジ設置状況

第5章 施工方法

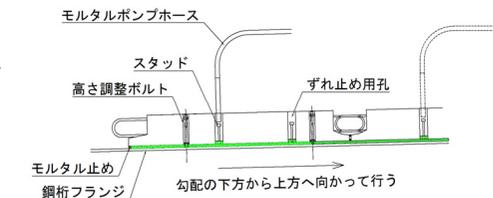
◆プレキャストPC床版

○鋼桁との接合

モルタル充てん箇所



モルタル充てん要領



第5章 施工方法

◆ **プレキャストPC床版**
○ **間詰め部の施工**

床版継手構造の例

RC構造 (あご有りタイプ) RC構造 (あご無しタイプ) RC+軸力 (PRC) 構造 PC構造

通し鉄筋 ループ鉄筋

鉄筋が密に配置されているため
入念な締固めが必要

37

第5章 施工方法

◆ **鋼コンクリート合成床版**
○ **フローチャート**

```

    graph TD
      A[シール工] --> B[架設工]
      B --> C[鋼板パネルの接合]
      C --> D[床版コンクリート工]
  
```

シール工 ソールスポンジ貼付け

架設工 据付け、鋼板パネル固定、高さ調整

鋼板パネルの接合 高力ボルト締付け

床版コンクリート工 鉄筋組立、コンクリート打込み

38

第5章 施工方法

◆ **鋼コンクリート合成床版**
○ **架設工**

側鋼板 プレキャスト合成床版 場所打ち合成床版 スタッド 主桁

コンクリート(工場施工) 主鉄筋と配力筋

間詰め部 継手部 横リブ 底鋼板 ハンチ部

39

第5章 施工方法

◆ **鋼床版**
○ **施工フローチャート**

```

    graph TD
      A[架設工] --> B[接合①]
      B --> C[接合工②]
  
```

架設工 据付け、高さ調整 (ライナープレート)

接合① 鋼桁との接合
高力ボルト締付け

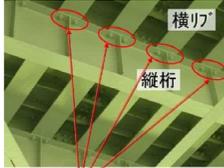
接合工② 鋼床版同士の接合
高力ボルト締付け

40

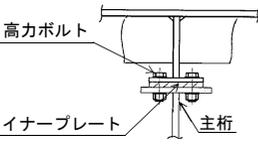
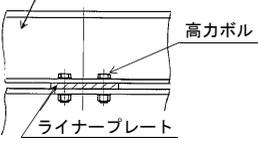
第5章 施工方法

◆鋼床版
○架設工、接合工

既設主桁との接合例

主桁と全長に渡って接合 直交する横リブと主桁の交点を接合

主桁と鋼床版の接合部

41

第5章 施工方法

◆床版取替え施工時の形状管理
○事前計測と管理の設定

- 床版取替えは、**現状の線形に復旧する**のが原則

しかし、} 建設当時の施工誤差、設計値と施工後のカンバーの違いなどが要因で、供用後の拡幅やオーバーレイ

建設当時と現状が**整合していない**恐れあり

- 事前測量にて**建設当時の設計値と現状との整合**を確認
 - 橋面の平面線形と鋼桁との相関関係
 - ⇒桁間隔、床版張出し長、斜角等
 - 橋面の縦断線形と鋼桁の出来形との相互関係
 - ⇒路面高、桁天端高、舗装厚等

事前の測量結果から出来形の設計値と規格値の設定が必要

42

第5章 施工方法

◆床版取替え施工時の形状管理
○据付時の形状管理

取替え床版の据付けごとの位置管理が重要

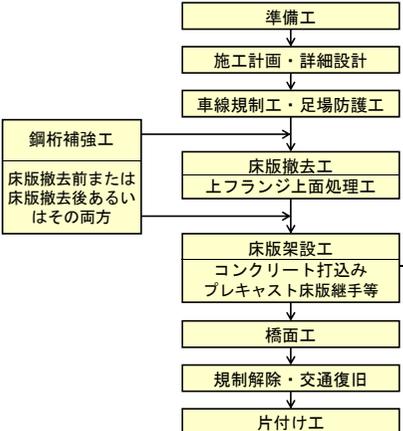
- 平面形状管理**
取替え床版の橋軸、橋軸直角方向位置を管理
- 高さ形状管理**
鋼桁変形量からの取替え床版据付高さを管理

- ただし、実橋では支承の経年劣化等により、**解析通り変形しない**ことがあるため、解析値と施工時双方の誤差を調整することが必要

43

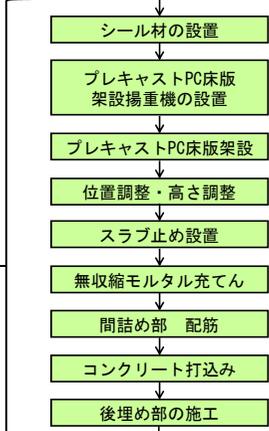
第6章 床版取替えにおける工種の構成

◆施工フローチャート プレキャストPC床版、プレキャスト合成床版、場所打ち合成床版、鋼床版ごとの詳細フロー



```

            graph TD
            A[準備工] --> B[施工計画・詳細設計]
            B --> C[車線規制工・足場防護工]
            C --> D[床版撤去工  
上フランジ上面処理工]
            D --> E[床版架設工  
コンクリート打込み  
プレキャスト床版継手等]
            E --> F[橋面工]
            F --> G[規制解除・交通復旧]
            G --> H[片付け工]
            I[鋼桁補強工  
床版撤去前または  
床版撤去後あるいはその両方] --> D
            I --> E
            
```



```

            graph TD
            J[シール材の設置] --> K[プレキャストPC床版  
架設揚重機の設置]
            K --> L[プレキャストPC床版架設]
            L --> M[位置調整・高さ調整]
            M --> N[スラブ止め設置]
            N --> O[無収縮モルタル充てん]
            O --> P[間詰め部 配筋]
            P --> Q[コンクリート打込み]
            Q --> R[後埋め部の施工]
            
```

44

第6章 床版取替えにおける工種の構成

◆工種構成表

手引きに記載する工種	工種構成表の名称	備考
1 施工計画・工場製作	施工計画・詳細計画・工場製作	表6.1
2 RC床版撤去	床版の撤去	表6.2
3 鋼桁の補強	鋼桁の補強 (補強部材、外ケーブル補強)	表6.3
		表6.4
4 架設	床版の架設	表6.5
5 場所打ち部等の施工	床版の施工	表6.6
6 付帯工種	壁高欄・橋面工・伸縮装置・排水設備	表6.7

・施工を6段階に分け、床版取替え工事における各工種の詳細作業と施工上の注意点を記載。

・床版の架設と床版の施工については、プレキャストPC床版、合成床版、鋼床版ごとに異なる詳細作業を解説。

45

第7章 高耐久化対策

◆床版の劣化に対応した高耐久化対策の例

劣化形態	有効と考えられる対策
塩害	①所要のかぶり厚の確保 ②水セメント比を小さくする ③エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用
乾燥収縮・ひび割れ	①収縮補償型膨張材を添加したコンクリートの使用
アルカリシリカ反応 (ASR)	①コンクリート中のアルカリ総量の遵守 ②骨材の安全性 (SSWモルタルバー法) ③フライアッシュ等のASR抑制混和材の使用
凍害	①所要の空気量 (AE剤) の確保 ②水セメント比を小さくする ③耐凍害性の大きい骨材の使用
疲労	①床版厚の確保 ②水セメント比を小さくする

46

第8章 維持管理

◆メンテナンスマネジメントフロー

メンテナンスの基本は、日常点検・定期点検・詳細調査。必ず、点検の記録 (データベース) に基づき把握、判定、診断を行う。

```

    graph TD
      subgraph Inspection [点検]
        direction TB
        I1[通常(日常)点検・異常時点検など]
        I2[定期点検]
        I2 --> I2_1[近接目視等の実施]
        I2_1 --> I2_2[損傷状況の把握]
        I2_2 --> I2_3[対策区分の判定]
        I2_3 --> I2_4[健全性の診断]
        I2_4 --> R1[記録]
      end
      I1 --> R1
      R1 --> DB[(データベース)]
      DB --> P[維持・補修・補強などの計画と実施]
      P --> R2[記録]
      R2 --> DB
      DB --> E[緊急対応・詳細調査・追跡調査]
      E --> R3[記録]
      R3 --> DB
      DB --> R4[対策区分の再判定、診断]
      R4 --> DB
      DB --> I1
      DB --> I2
  
```

凡例
 → 主要な流れ
 - - - 記録の流れ

47

第8章 維持管理

◆プレキャストPC床版の点検

橋軸直角方向の継手裏面や、排水設備周辺など、漏水・劣化が懸念される箇所は特に注意する。

端場所打ち部ひび割れ
斜め方向ひび割れ、漏水
壁高欄ひび割れ
床版へ伸長、漏水
排水ます(下面)
滞水、漏水
伸縮継手(下面)
滞水、漏水
間詰め継手部
ひび割れ、漏水
間詰め部

48

第8章 維持管理

◆鋼コンクリート合成床版の点検

底鋼板のたたき検査を行い、剥離・滞水箇所を検出する。2.0mピッチに配置されたモニタリング孔の漏水で損傷の程度を把握。

49

第8章 維持管理

◆詳細調査

詳細調査は、定期点検のみでは、損傷・劣化の状態評価が適切に評価・判定できない場合に行う。弾性波法が多く用いられる。

目視観察

たたき検査

底鋼板をテストハンマで叩き、異音部を把握
異音部の内部状態を、打音法と弾性スイープ波法で推定

【弾性波法】

①弾性スイープ波法

底鋼板を弾性スイープ波を発生する探触子で励起し、反射音を集音し、波形解析から内部を推定

②打音法

底鋼板をインパルスハンマで叩き、反射音を集音し、波形解析から内部を推定

③横波振動法

底鋼板を、超音波センサーで弾性波を出力し、波形解析から内部を推定

50

第8章 維持管理

◆たわみ変化の概念図

直接荷重試験や、FWDによりたわみ計測を行い、床版自体の性能低下を調査することも重要となる。

51

さいごに

床版の更新の目的

↓

劣化した床版を取替えるだけではない

↓

**劣化の原因を取り除く
床版の高耐久化を図る**

↓

鋼道路橋の安全性の向上、快適な道路の提供

52

ご清聴ありがとうございました