

令和 元年度 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～

床版小委員会

【桐山忍, 中原智法, 山崎敏宏】



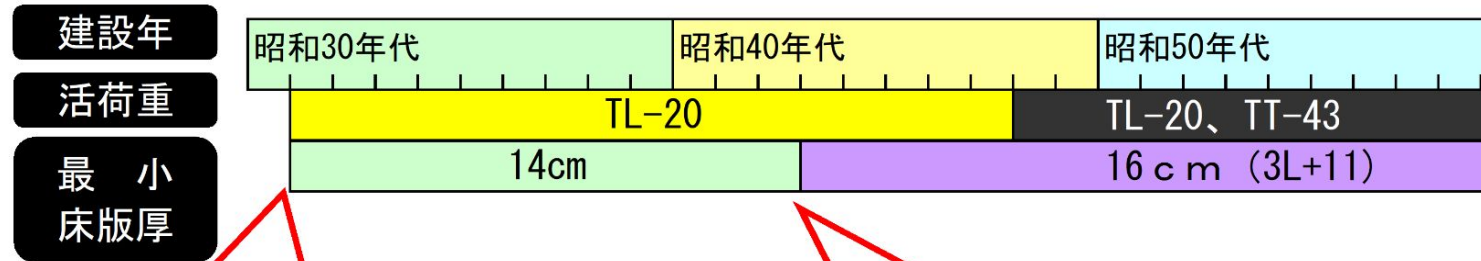
一般
社団法人

日本橋梁建設協会

Japan Bridge Association

はじめに

◆道路橋床版設計基準の変遷



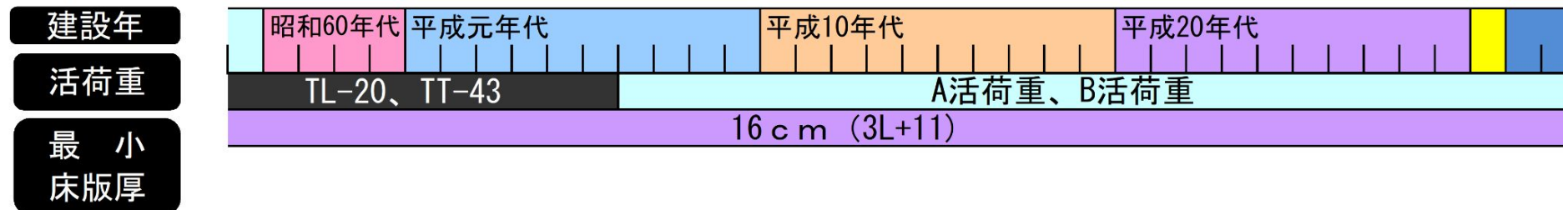
昭和31年(1956)「設計示方書」

- ・ 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)」

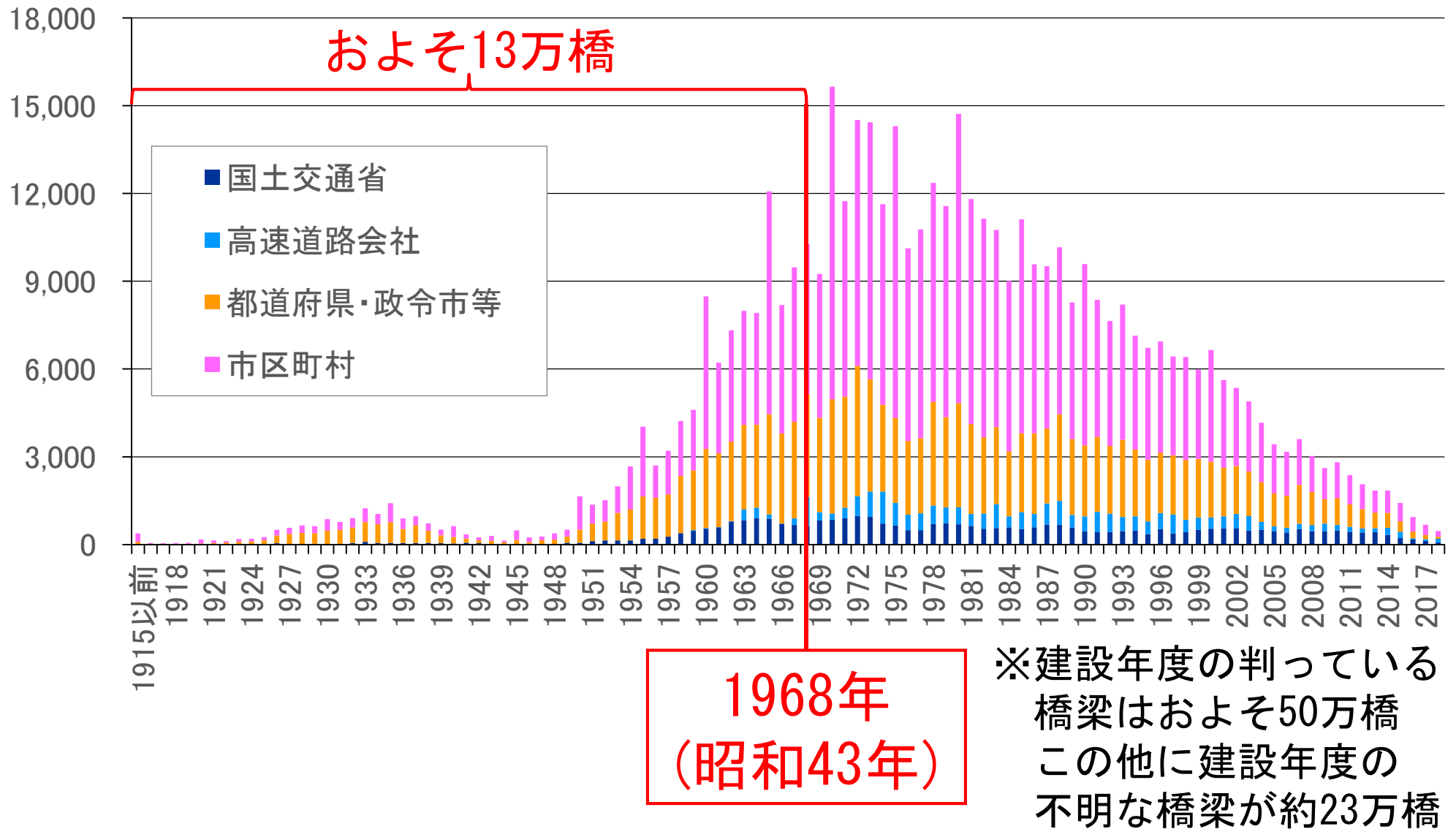
- ・ 最小床版厚は $3L+11 \geq 16\text{cm}$
- ・ 異形鉄筋の使用 等

令和元年代
平成30年代



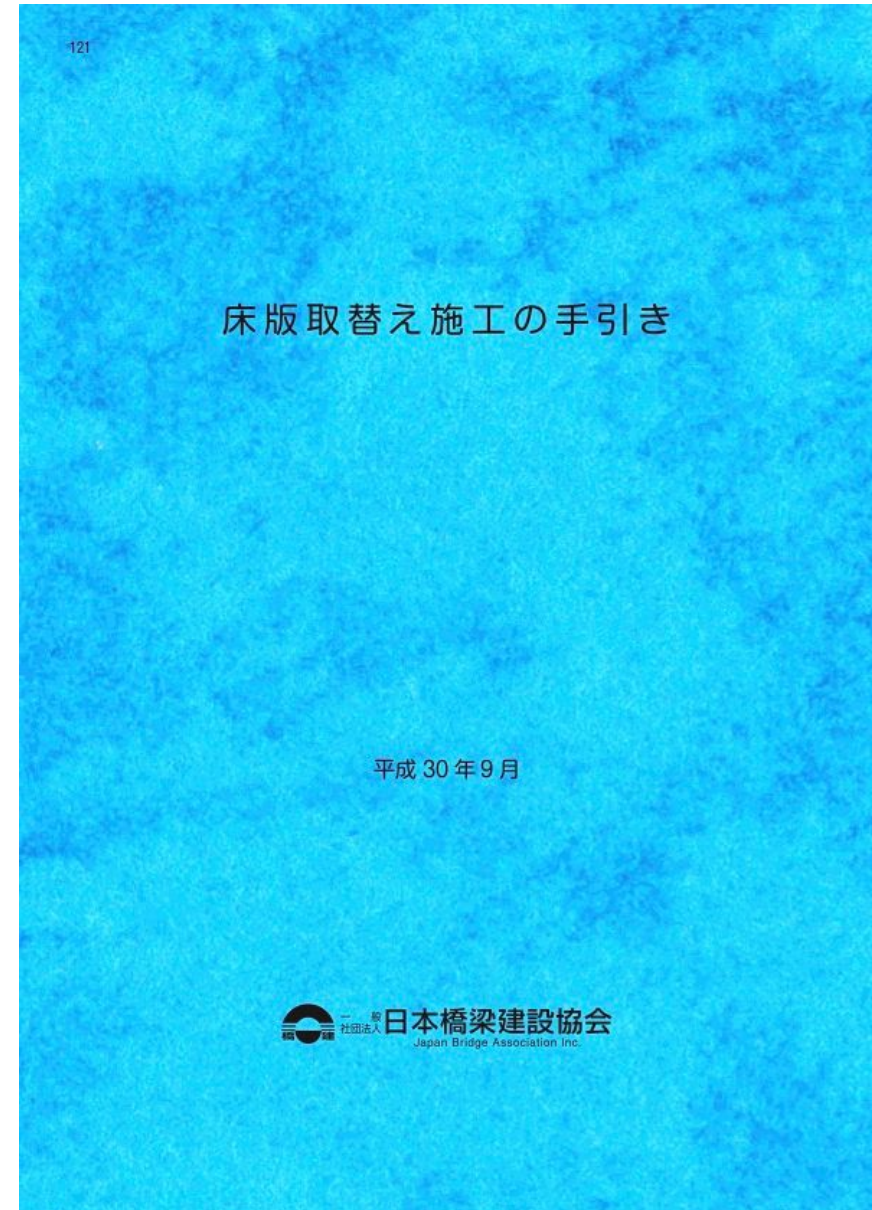
はじめに

◆建設年度別橋梁数



出典：国土交通省道路局ホームページ「令和元年8月道路メンテナンス年報」より

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

- 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

◆目的

手引き P.1

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

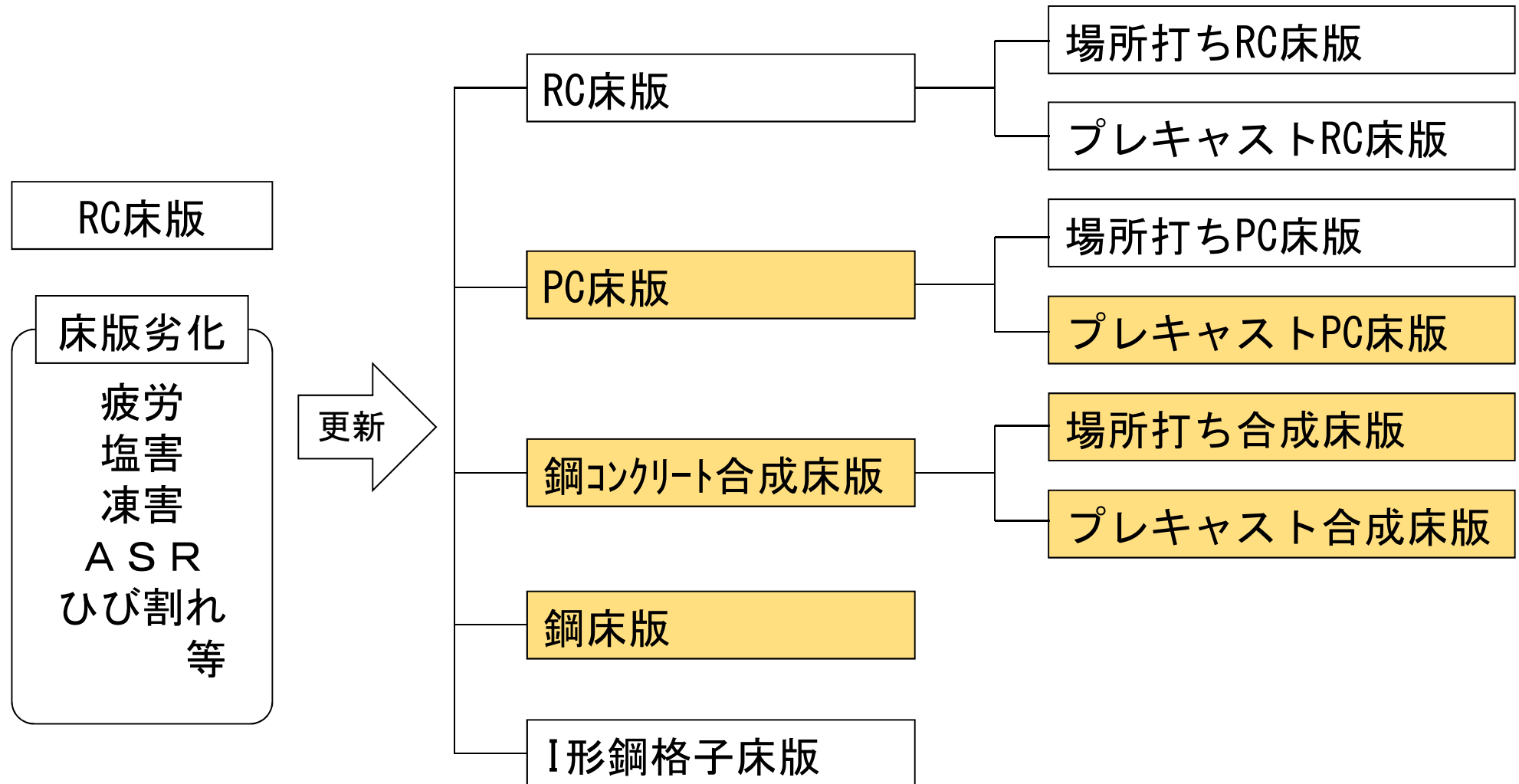
本手引きの適用範囲は道路橋の**既設RC床版**の更新工事

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

第2章 取替え床版の種類

◆取替え床版の種類

手引き P.2



着色部を本手引きの適用とする

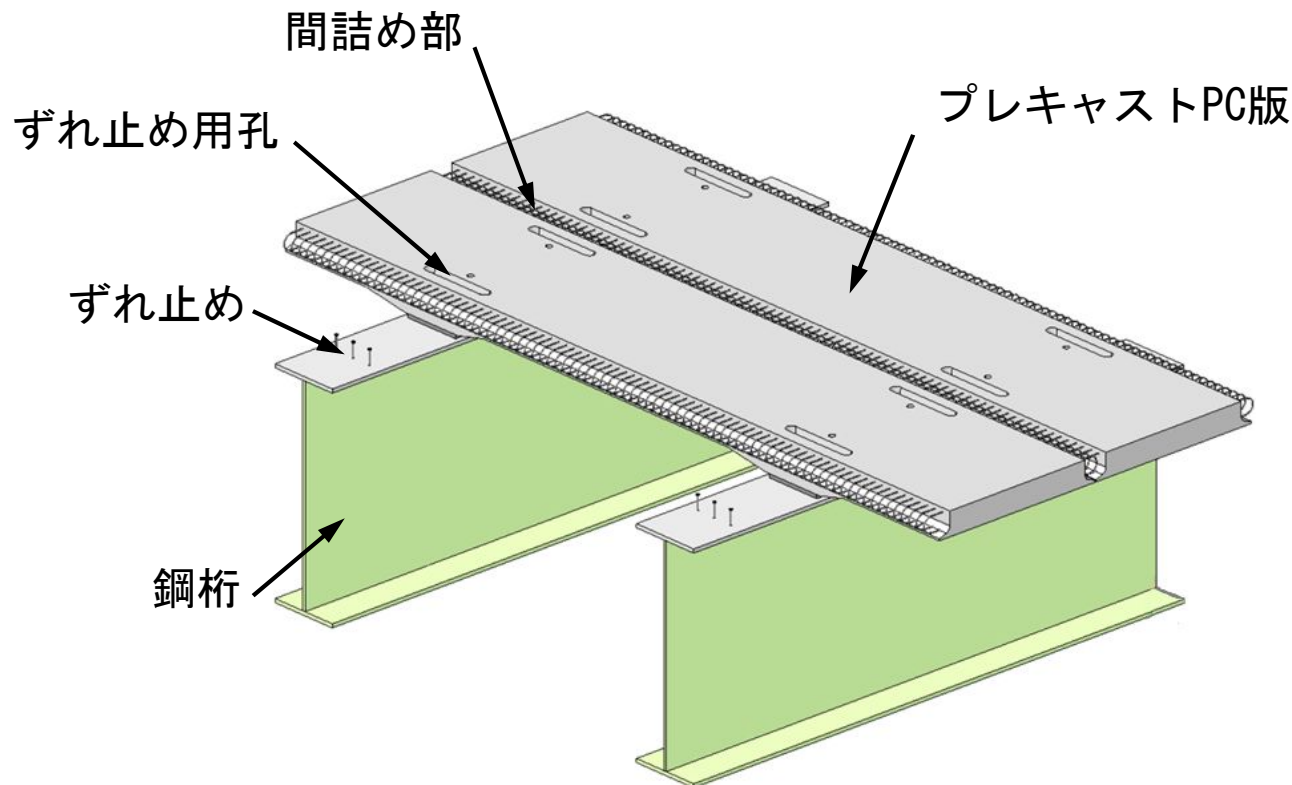
第2章 取替え床版の種類

◆プレキャストPC床版の特徴

手引き P.3

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**

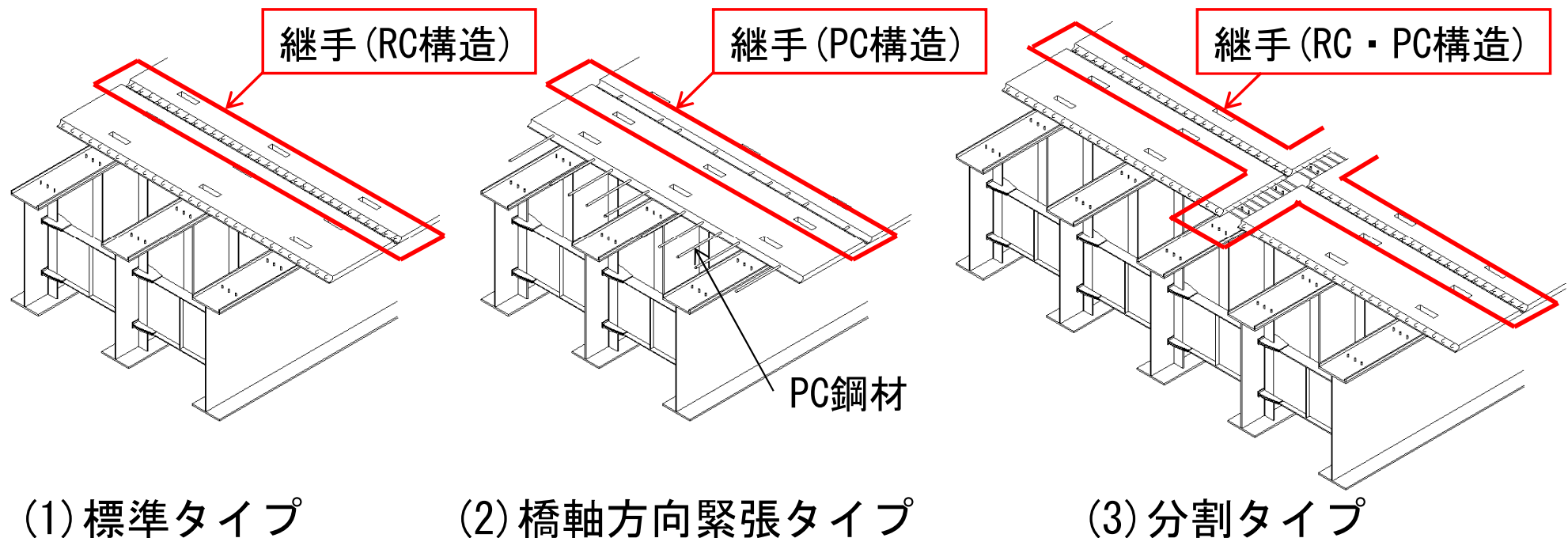


第2章 取替え床版の種類

◆プレキャストPC床版の種類

手引き P.4

- (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



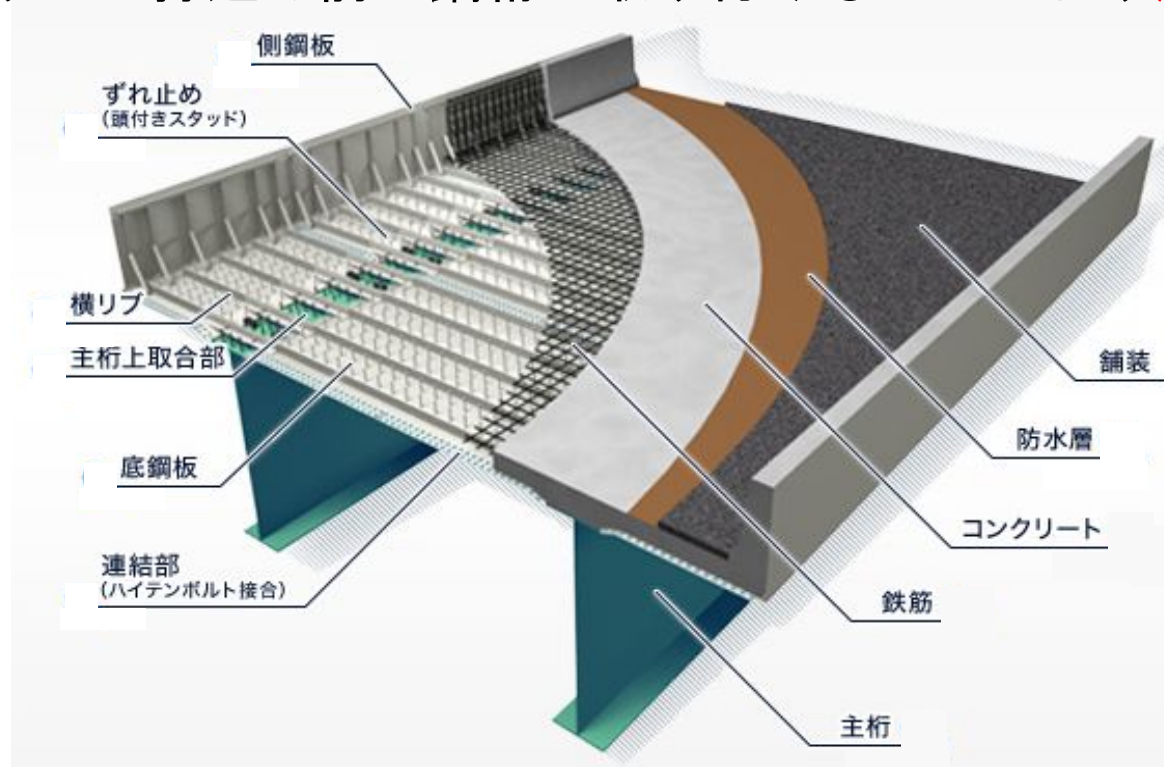
第2章 取替え床版の種類

◆鋼コンクリート合成床版の特徴

手引き P.5

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**
- ・ コンクリート打込み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

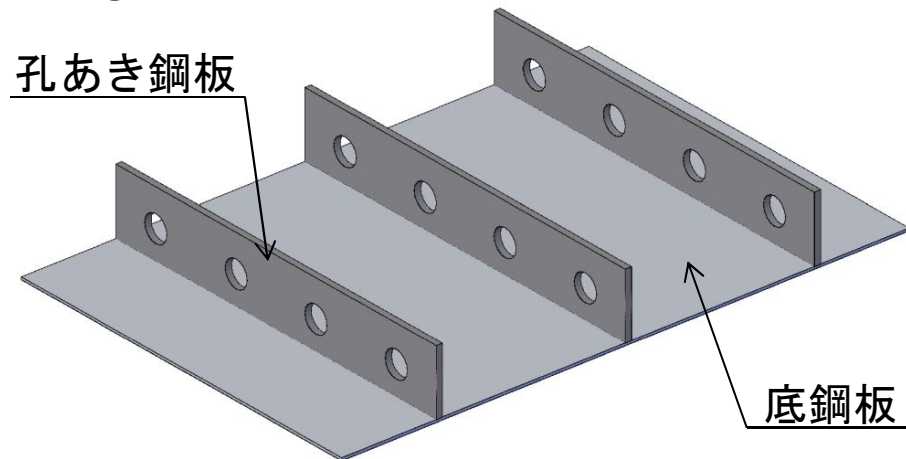
手引き P.6

◆鋼コンクリート合成床版の種類

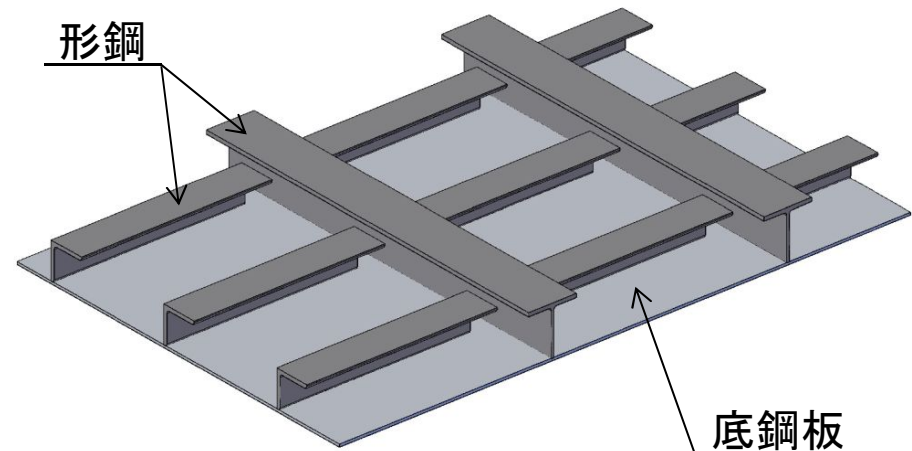
ずれ止めの形式、底鋼板の補強方法等によりいくつかの種類がある

(1) リブタイプ

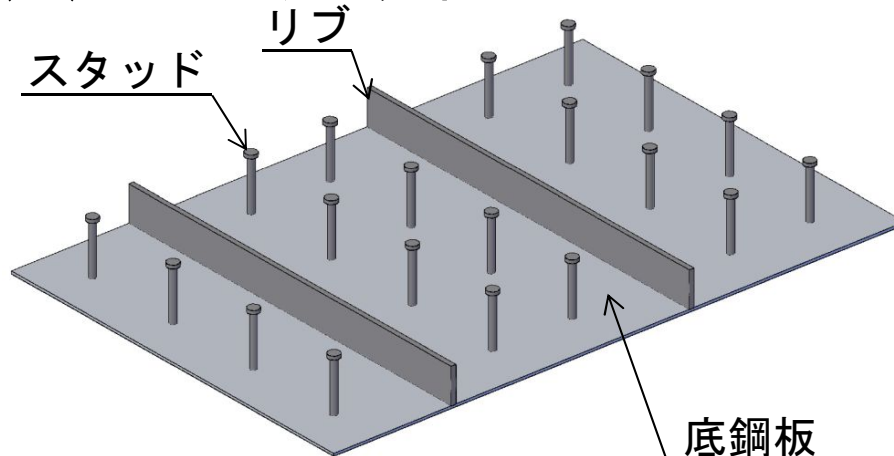
① 孔あき鋼板ジベルタイプ



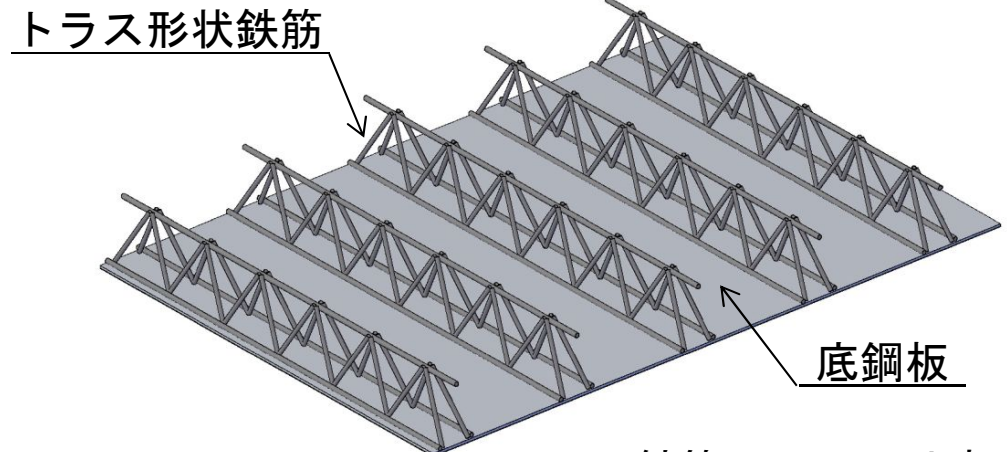
② 形鋼ジベルタイプ



(2) ロビンソンタイプ



(3) トラスジベルタイプ



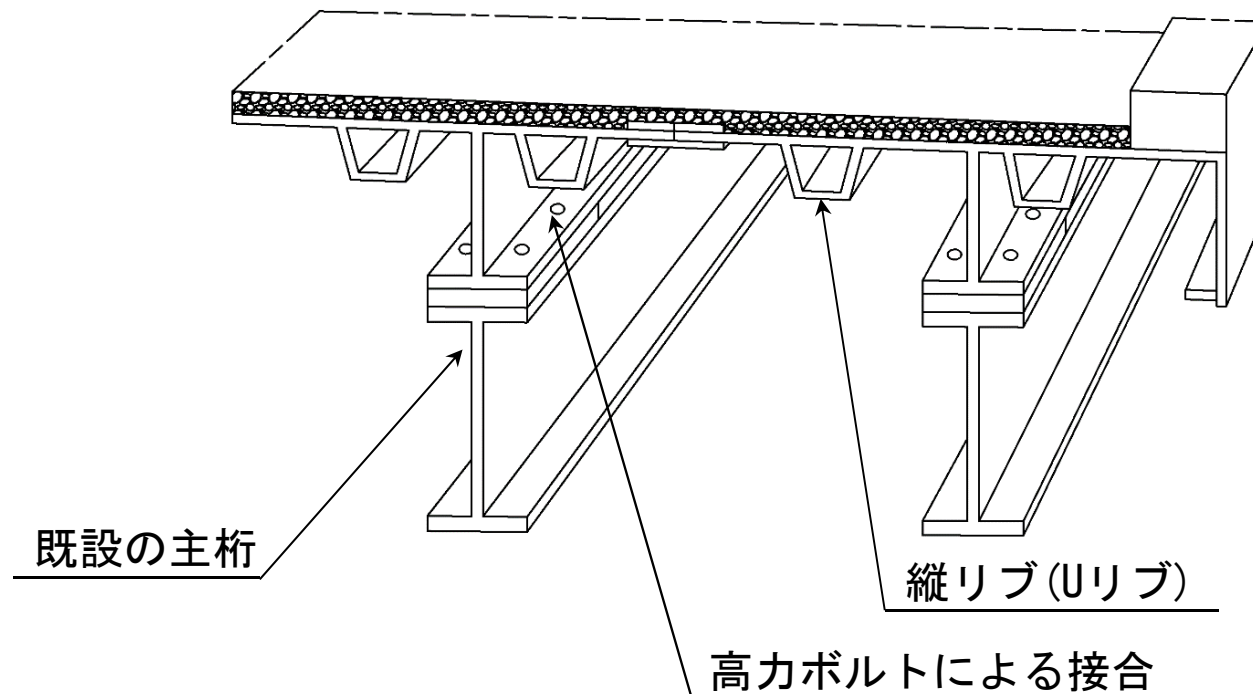
※鉄筋については省略

◆鋼床版の特徴

手引き P.7

鋼床版とは、デッキプレートを縦リブおよび横リブで補剛した床版

- ・ コンクリート系床版に比べ**軽量**で、橋全体の**耐荷力や耐震性が向上**
- ・ 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**
- ・ 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

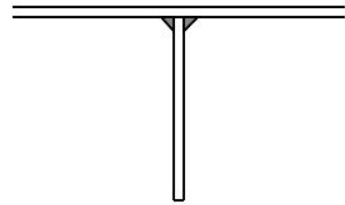


第2章 取替え床版の種類

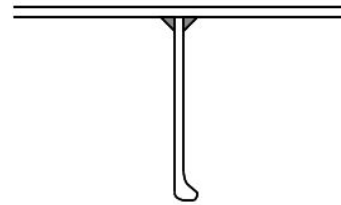
手引き P.8

◆鋼床版の種類

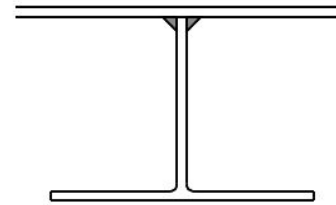
○縦リブの断面形状



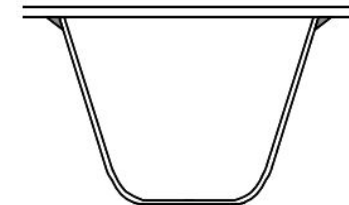
平リブ
(鋼板)



バルブリブ
(球平形鋼)



Iリブ



トラフリブ
(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



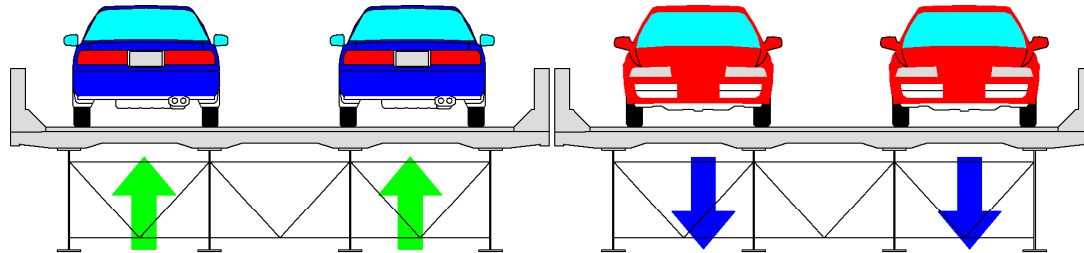
橋軸直角方向に配置した例

第3章 床版取替えにおける施工幅員の選定

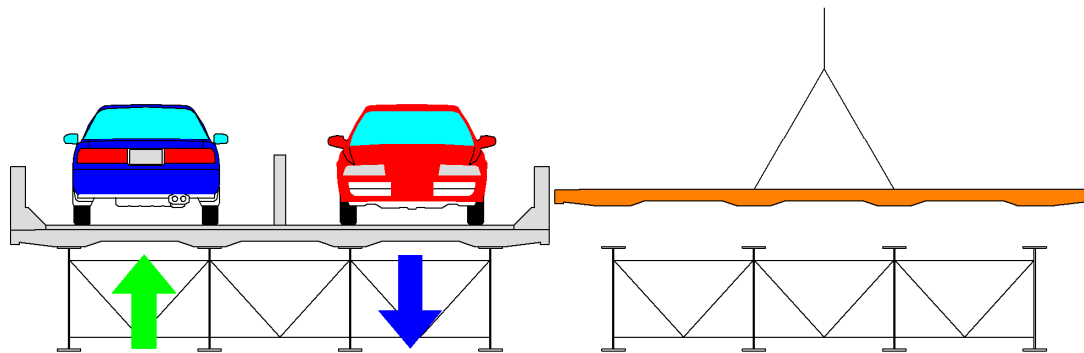
◆施工幅員の主な種類

手引き P.9

施工前



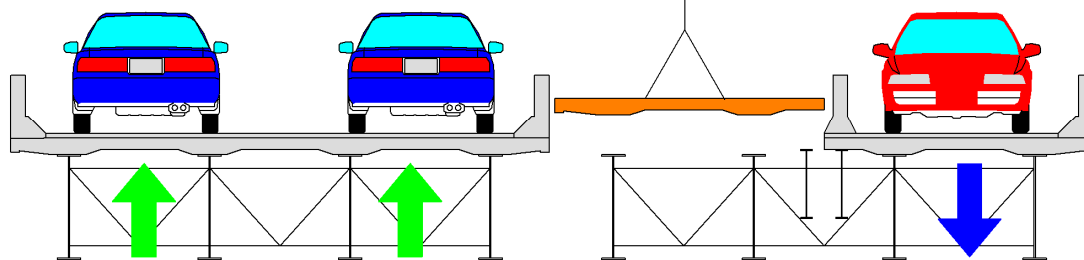
全幅員一括施工



対面交通規制

施工箇所

幅員分割施工



規制なし

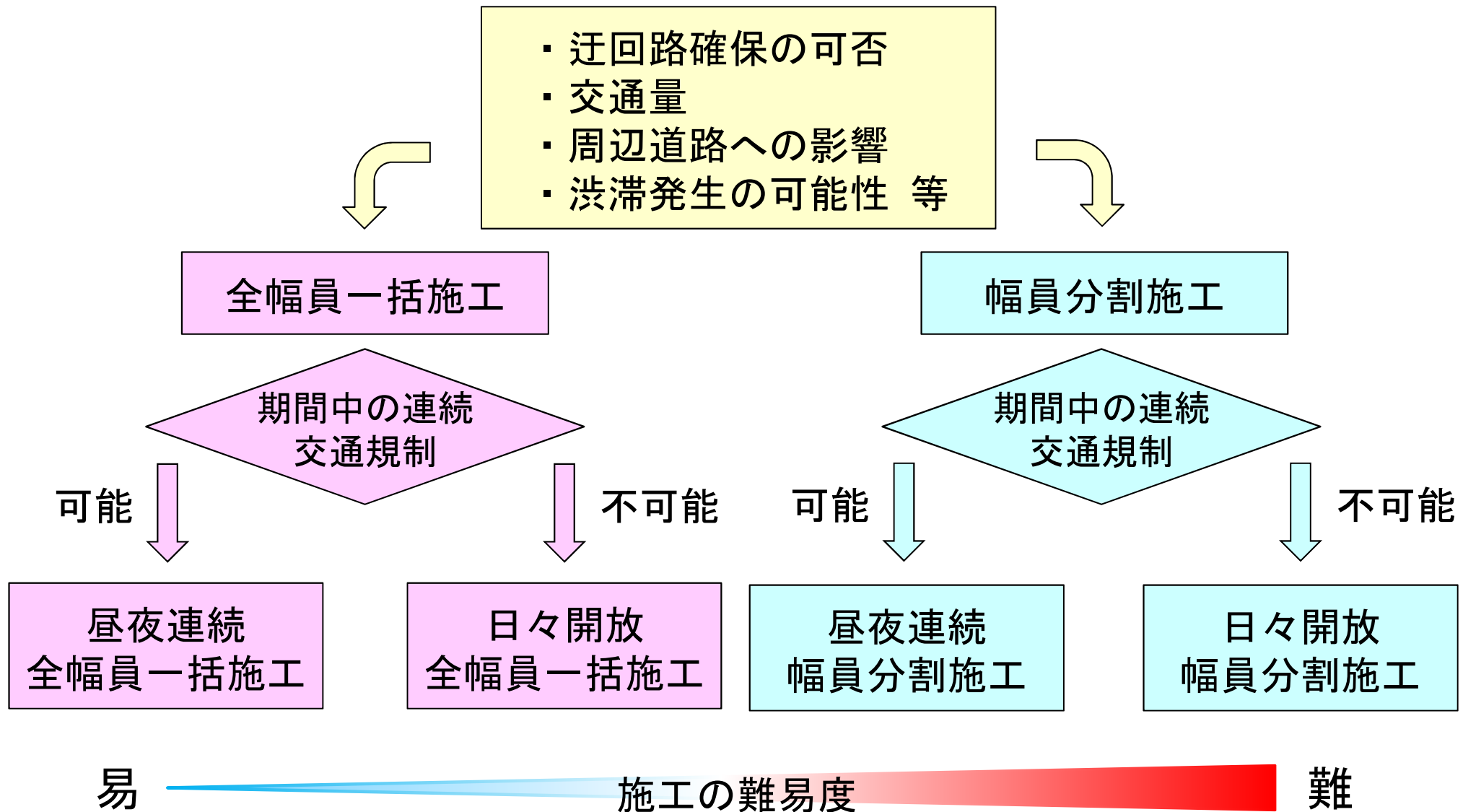
施工箇所

車線規制

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

手引き P.11



◆施工幅員の選定条件

手引き P.9

- ・ 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

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

手引き P.10

(1) 通常施工

- 昼夜連続の交通規制（常設作業帯）⇒交通影響 大
- 作業時間は昼間 ⇒周辺住民影響 小

(2) 昼夜連続施工

- 昼夜連続の交通規制（常設作業帯）⇒交通影響 大
- 作業時間は昼夜連続 ⇒周辺住民影響 大
- ただし、影響を与える期間は短期となる。

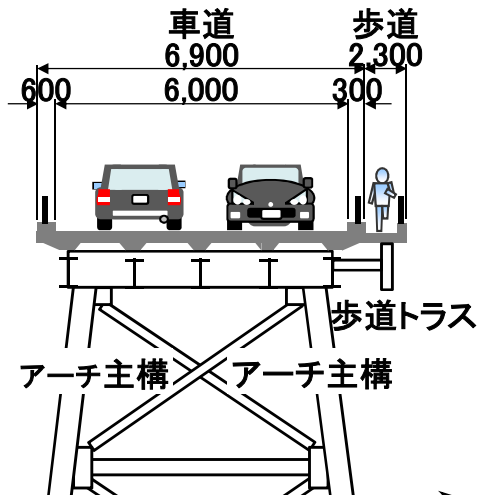
(3) 日々開放施工

- 夜(昼)間のみの交通規制とし、昼(夜)間は交通規制解除
⇒交通影響 小
- 作業時間は夜(昼)間 ⇒周辺住民影響 大(小)
- ただし、影響を与える期間は長期となる。

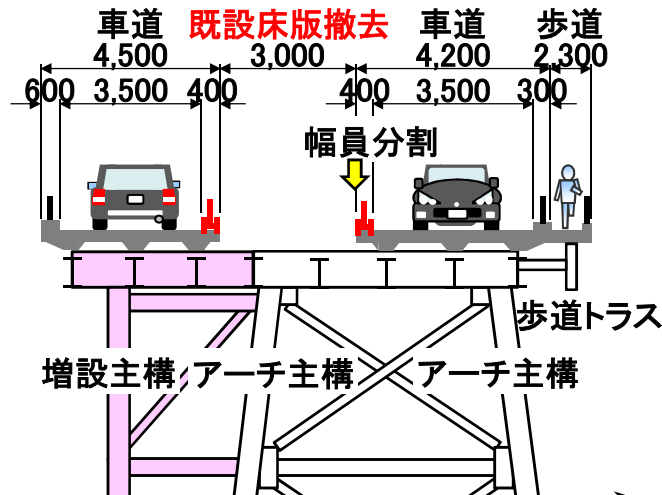
第3章 床版取替えにおける施工幅員の選定

◆幅員分割施工の事例

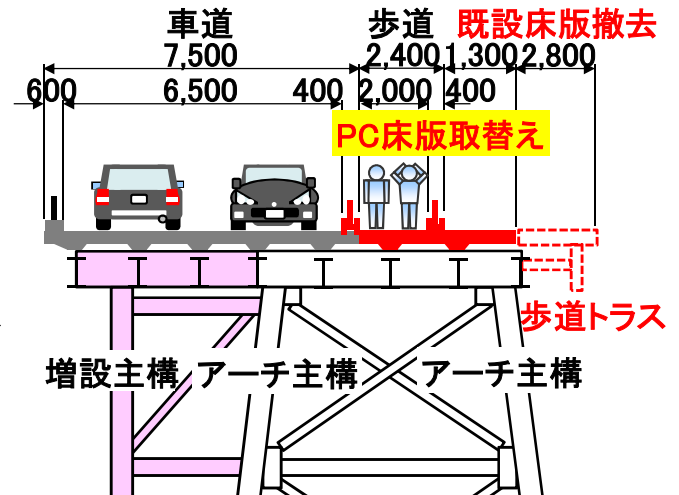
施工前



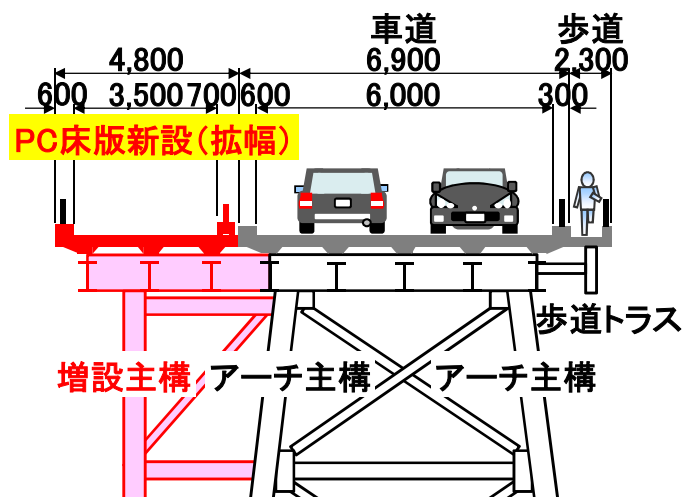
2期施工



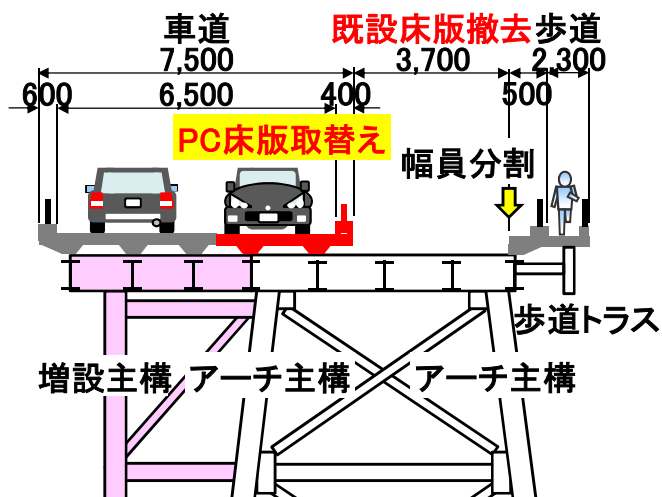
4期施工



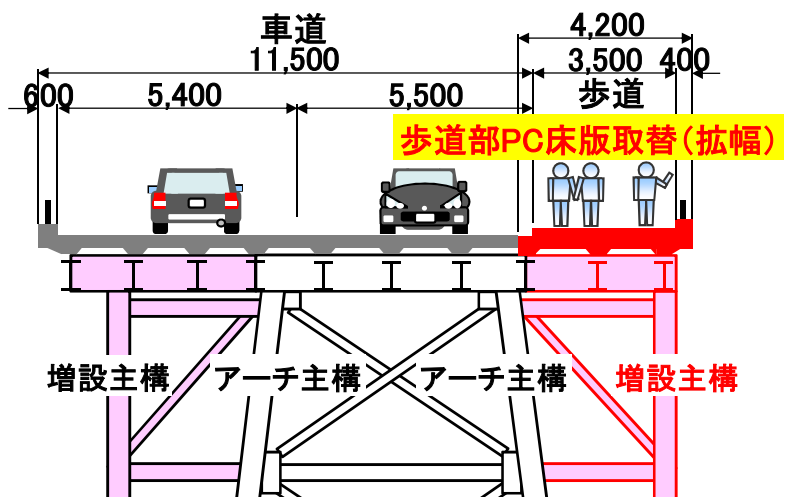
1期施工



3期施工



施工後



特殊な幅員分割施工

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

◆鋼上部構造形式

手引き P.14～17

(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。

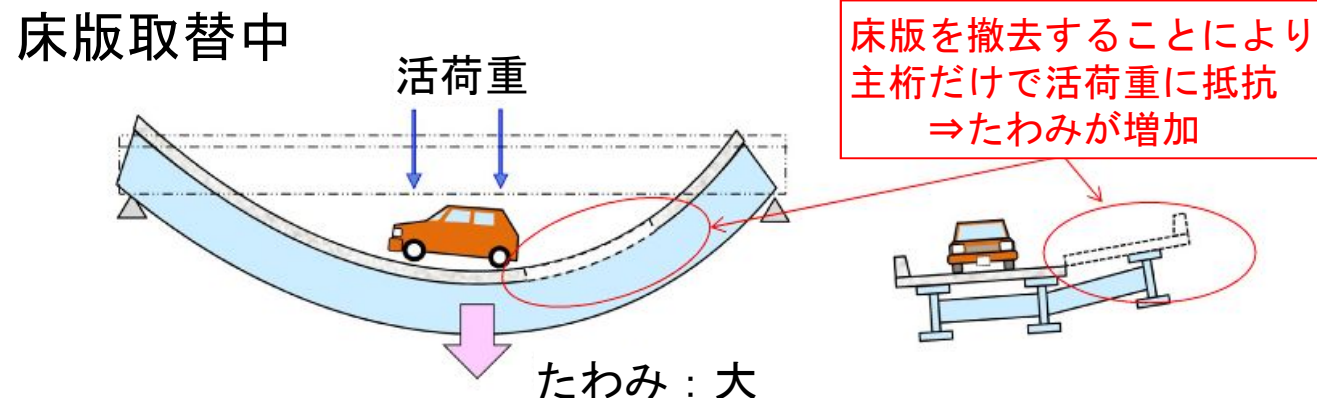
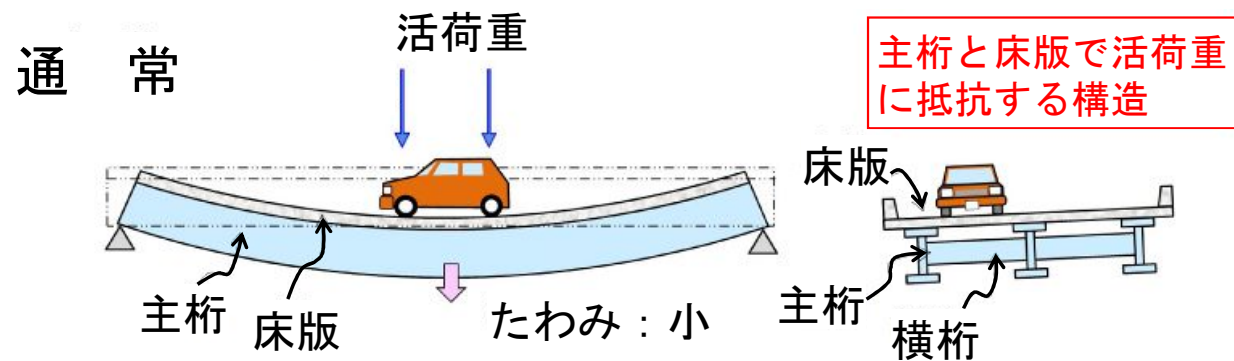
第4章 取替え床版形式の選定

◆合成桁（活荷重合成桁）

手引き P.14～15

○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、**活荷重に対する耐力力、たわみ変化量に注意が必要**。



外ケーブルによる補強例

第4章 取替え床版形式の選定

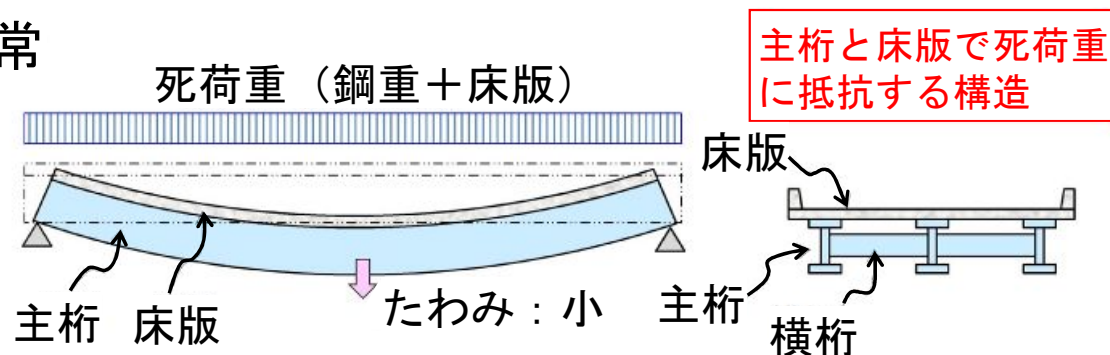
◆合成桁（死活荷重合成桁）

手引き P.15～16

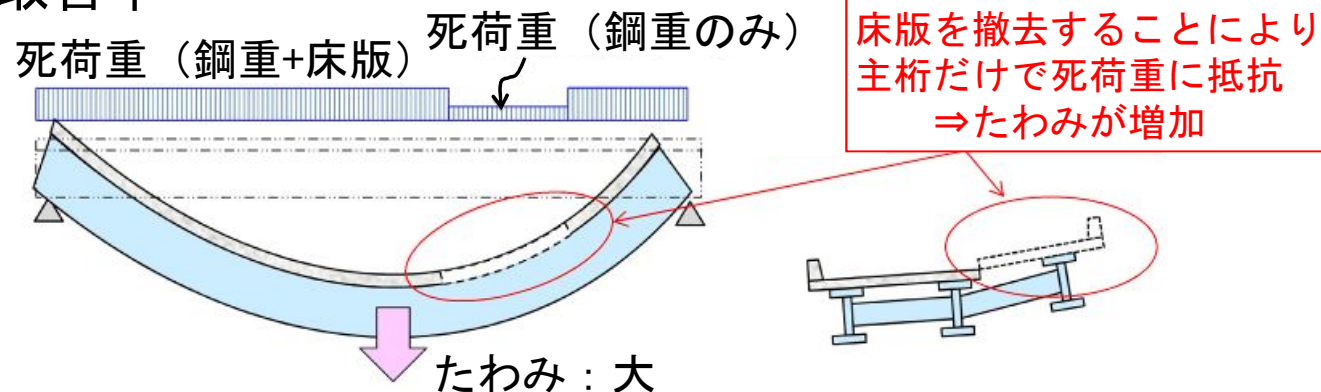
○留意事項

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



◆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。

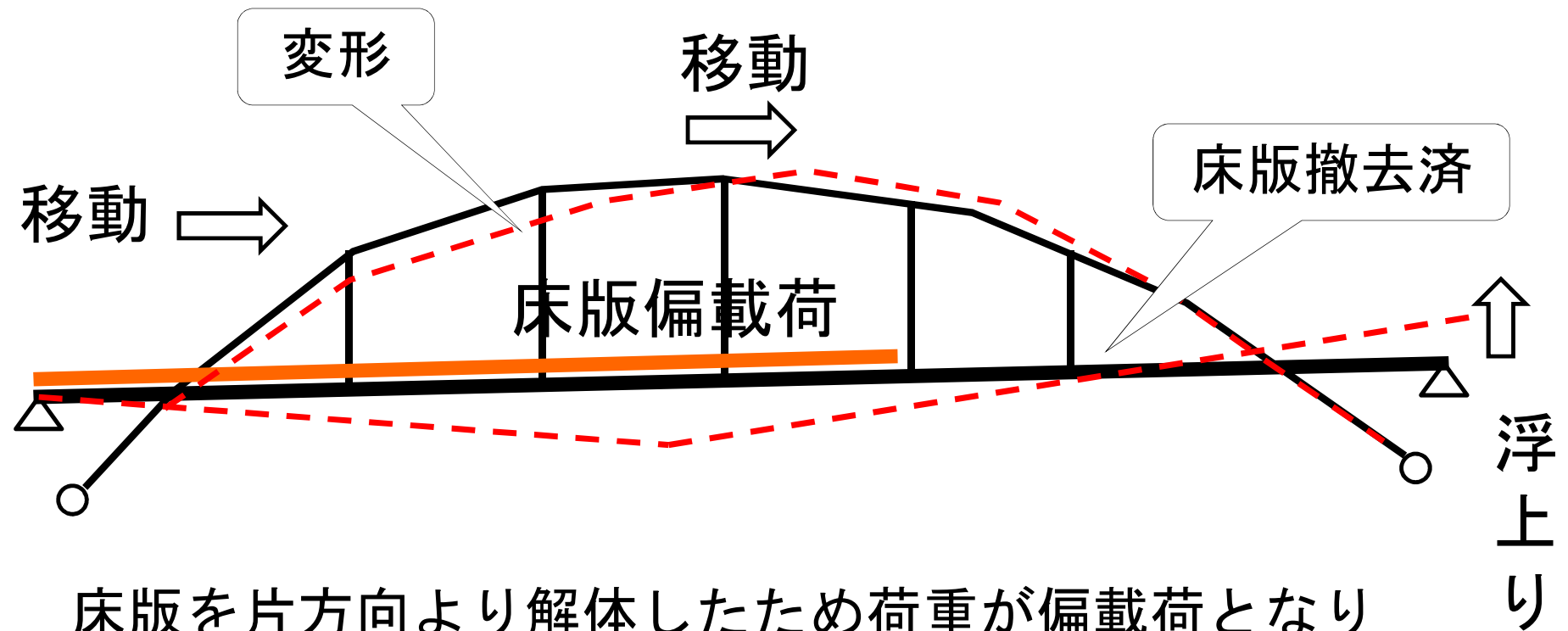
→取替えステップ毎の応力照査を行い**実際の施工手順に反映する必要がある。**



ランガー橋の床版撤去時における事故事例

◆アーチ系橋梁

手引き P.16



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。**

第4章 取替え床版形式の選定

手引き P.17

◆ 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**搬入出ルート**
- 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

第4章 取替え床版形式の選定

◆取替え床版の適用性

手引き P.18

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。

施工条件 取替え床版	1		2				3			4		5	
	鋼上部構造形式		施工幅員				作業時間			施工機械		交差物	
	非合成桁 ↓ 非合成桁	非合成桁・合成桁 ↓ 合成桁	一括施工 全幅員		分割施工 幅員		通常施工	昼夜連続施工	日々開放施工	大型重機も据付可能	小型重機のみ据付可能	道路・鉄道等	用地・河川等
			期間中 通行止め	日々開放	期間中 通行止め	日々開放							
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	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

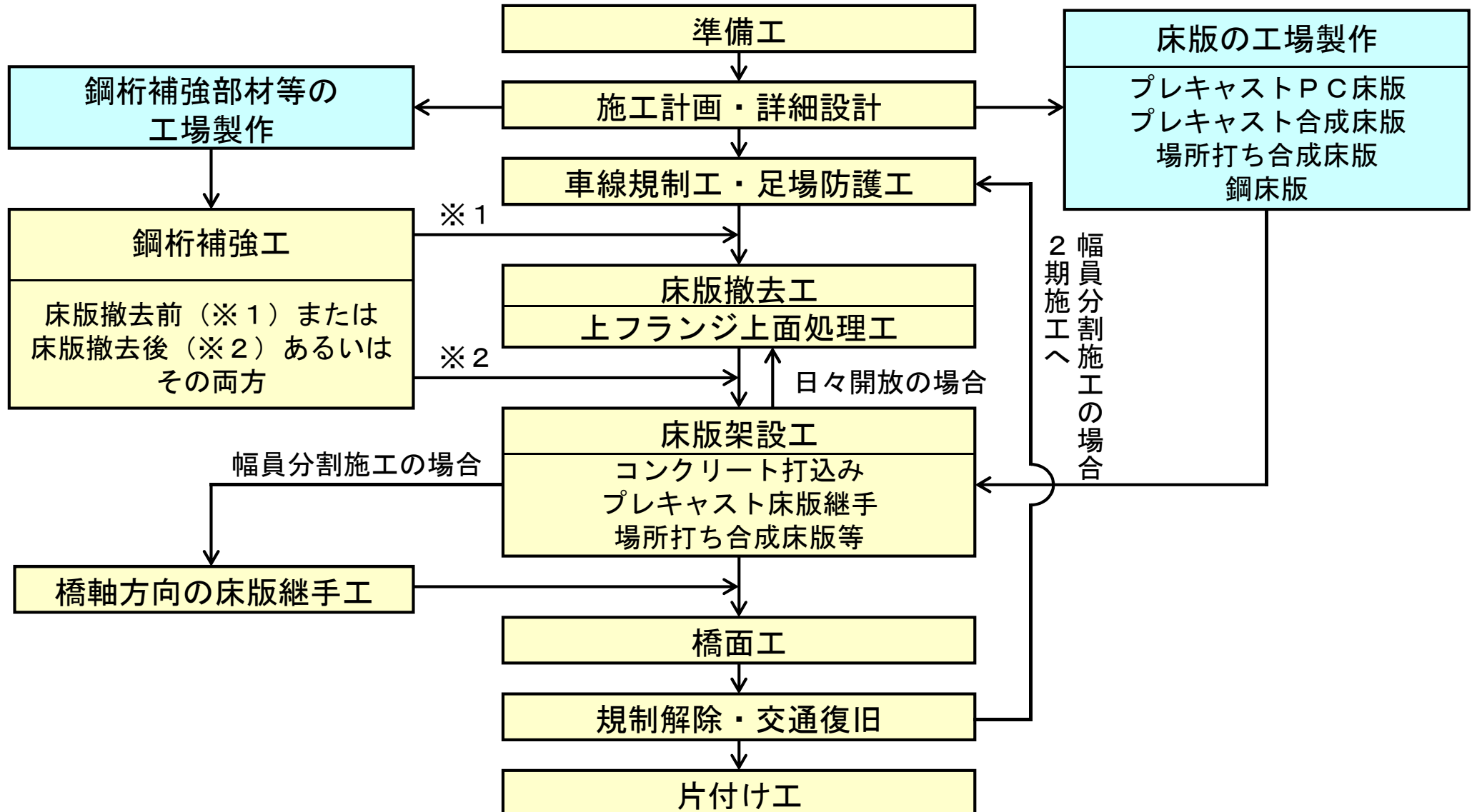
○：適用性が高い

△：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

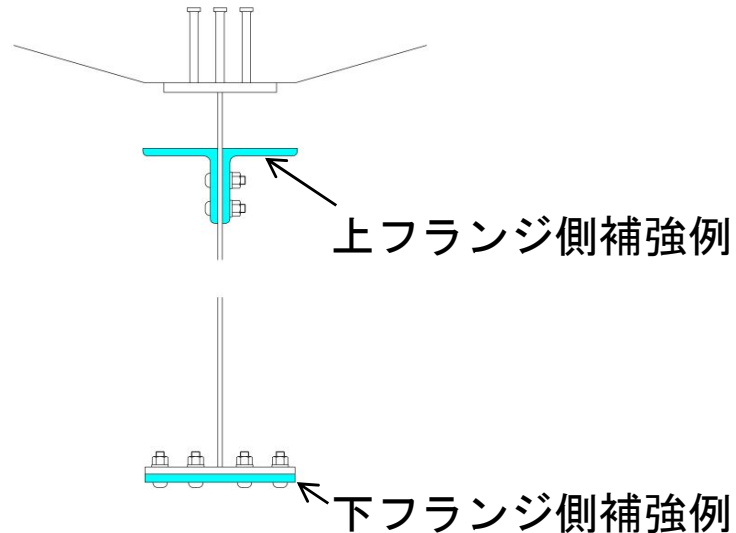
手引き P.19



◆鋼桁の補強方法

手引き P.22～24

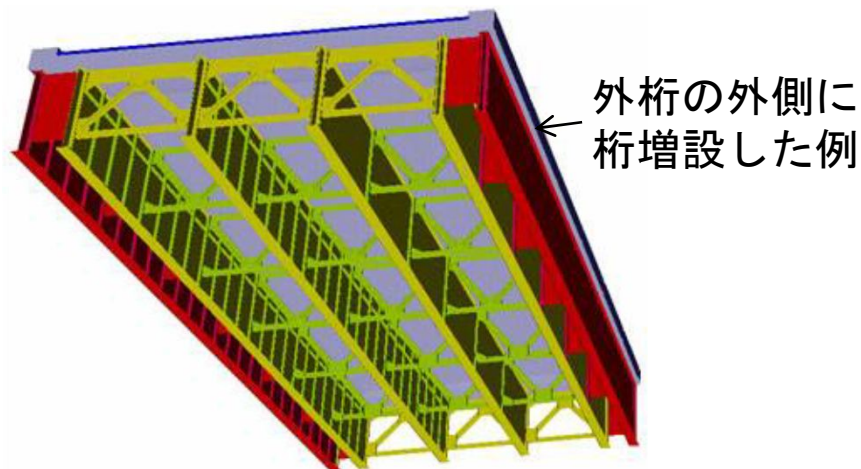
①補強部材の設置（当て板補強）



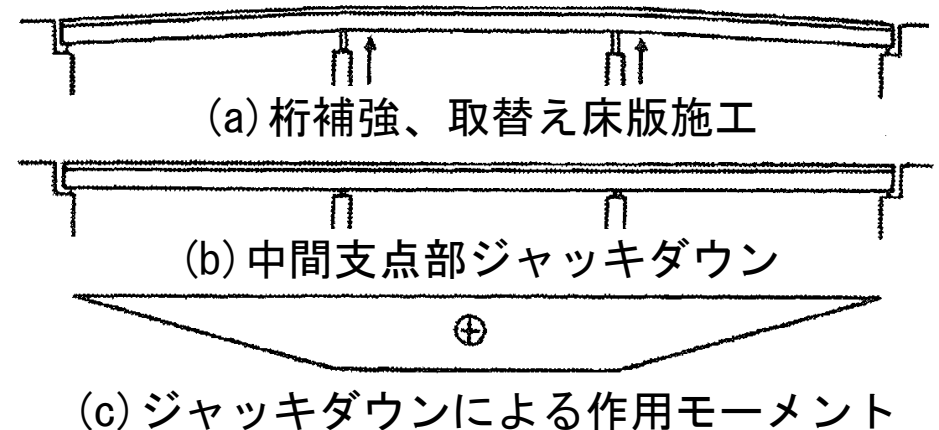
③外ケーブル



②桁増設



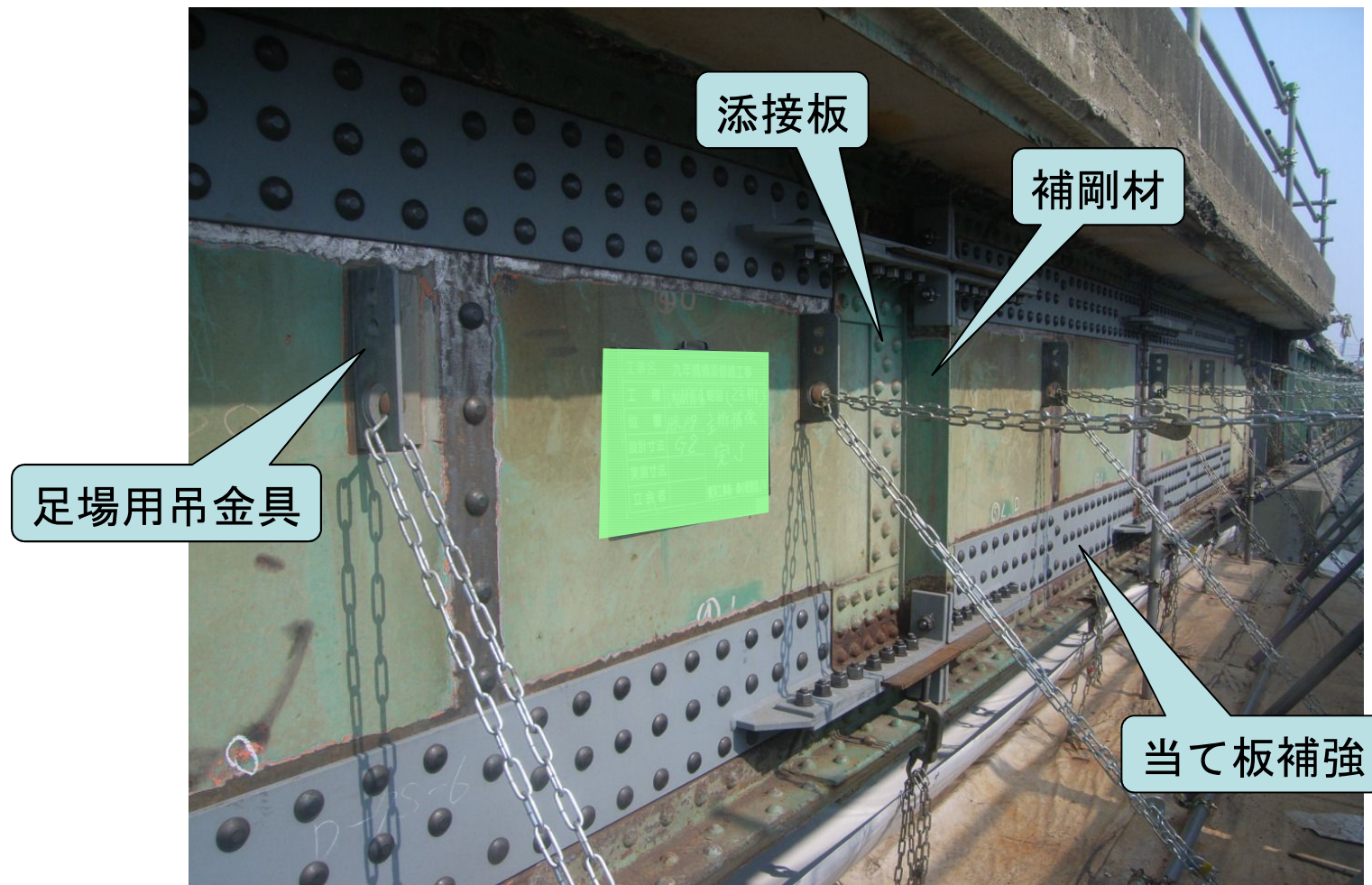
④ジャッキアップ・ダウン



◆鋼桁の補強方法

手引き P.22

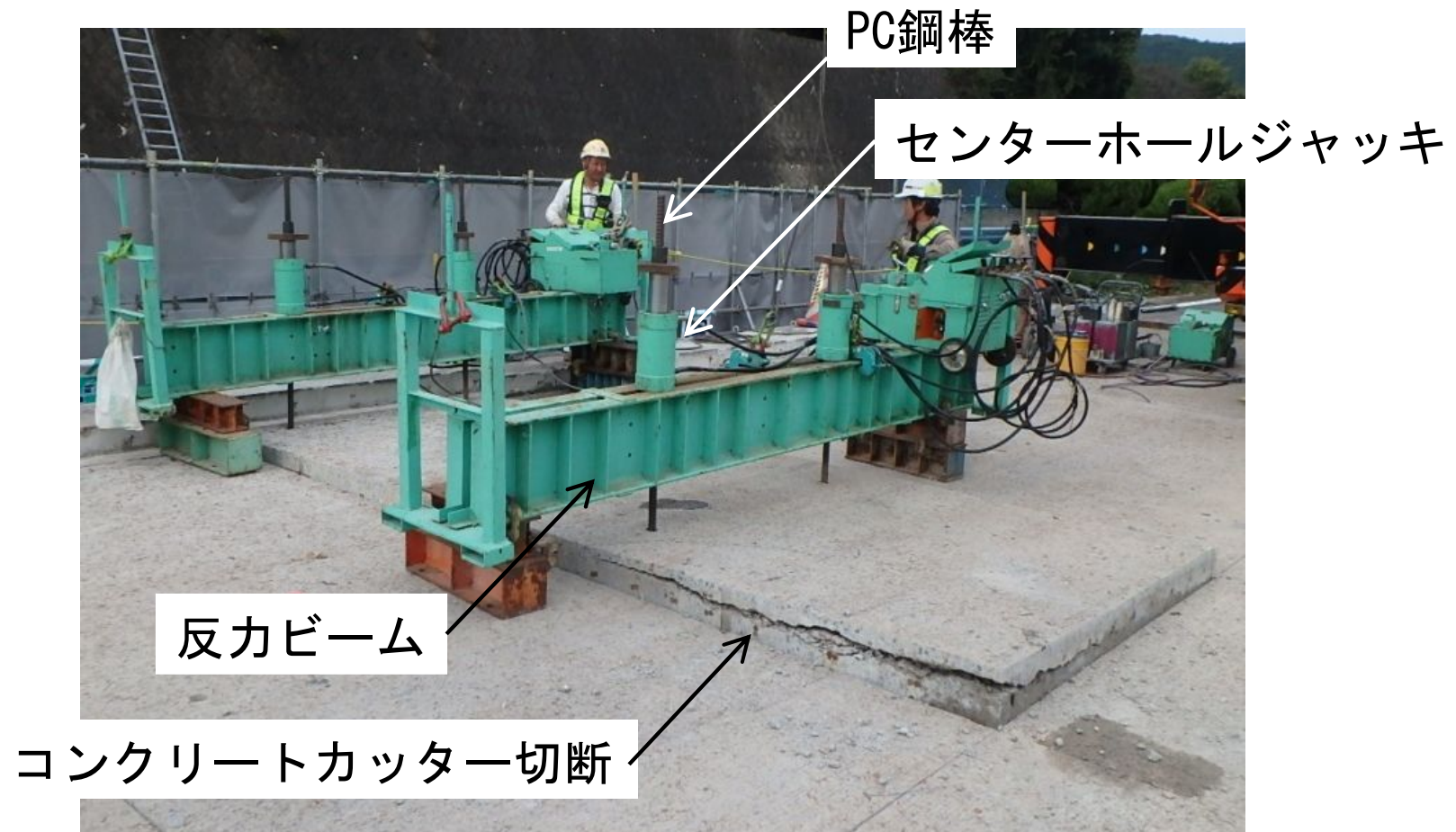
補強部材の設置例



◆既設床版の撤去

手引き P.25～26

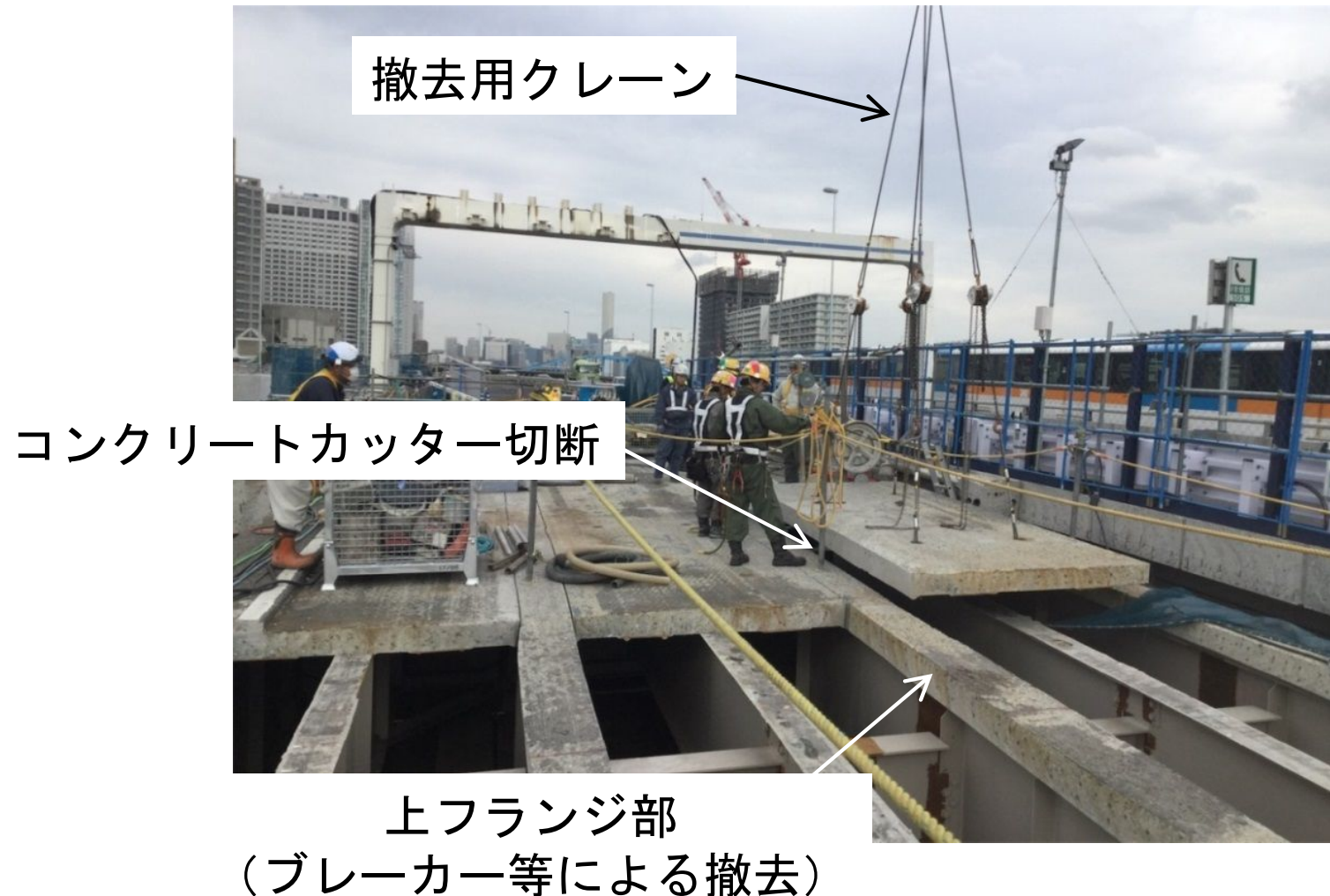
①非合成桁の場合 引き剥がし装置等で解体ブロックごとに撤去



◆既設床版の撤去

手引き P.25～26

②ー 1 合成桁の場合 上フランジ上を残して撤去



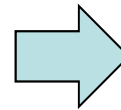
◆既設床版の撤去

手引き P.25～26

②－２ 合成桁の場合 上フランジ上のコンクリート破砕



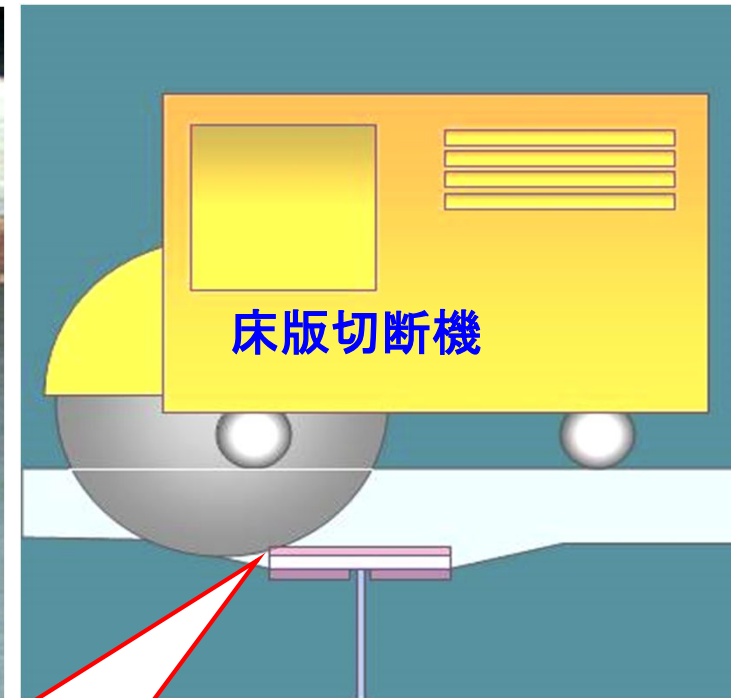
上フランジコンクリート破砕



ずれ止め撤去

◆既設床版の撤去

○既設床版撤去時の不具合事例



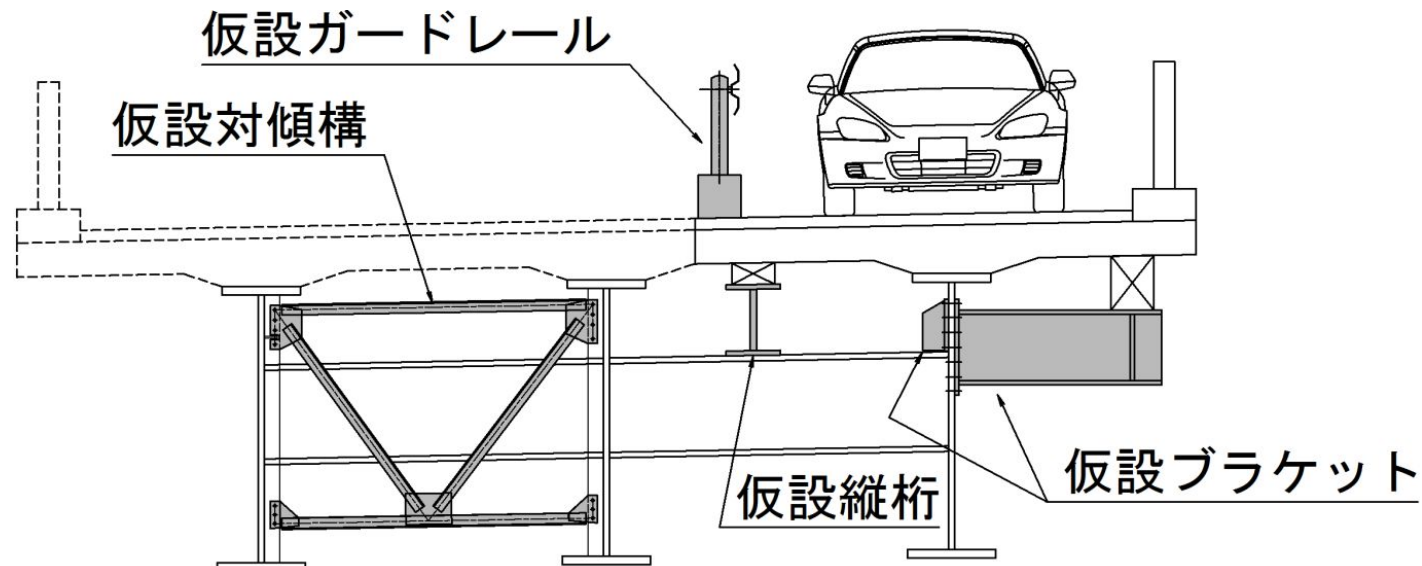
継手添接板の損傷

主桁切断の事例

◆仮設部材の設置

手引き P.27

- 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
→ 仮設横構や仮設対傾構を設置
- 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



◆プレキャストP C床版

手引き P.28～35

○施工手順

シール工

ソールスポンジの貼付け



架設工

据付け、高さ調整、仮固定工



鋼桁との接合

鋼桁との隙間：無収縮モルタル
ずれ止め用孔：膨張コンクリート

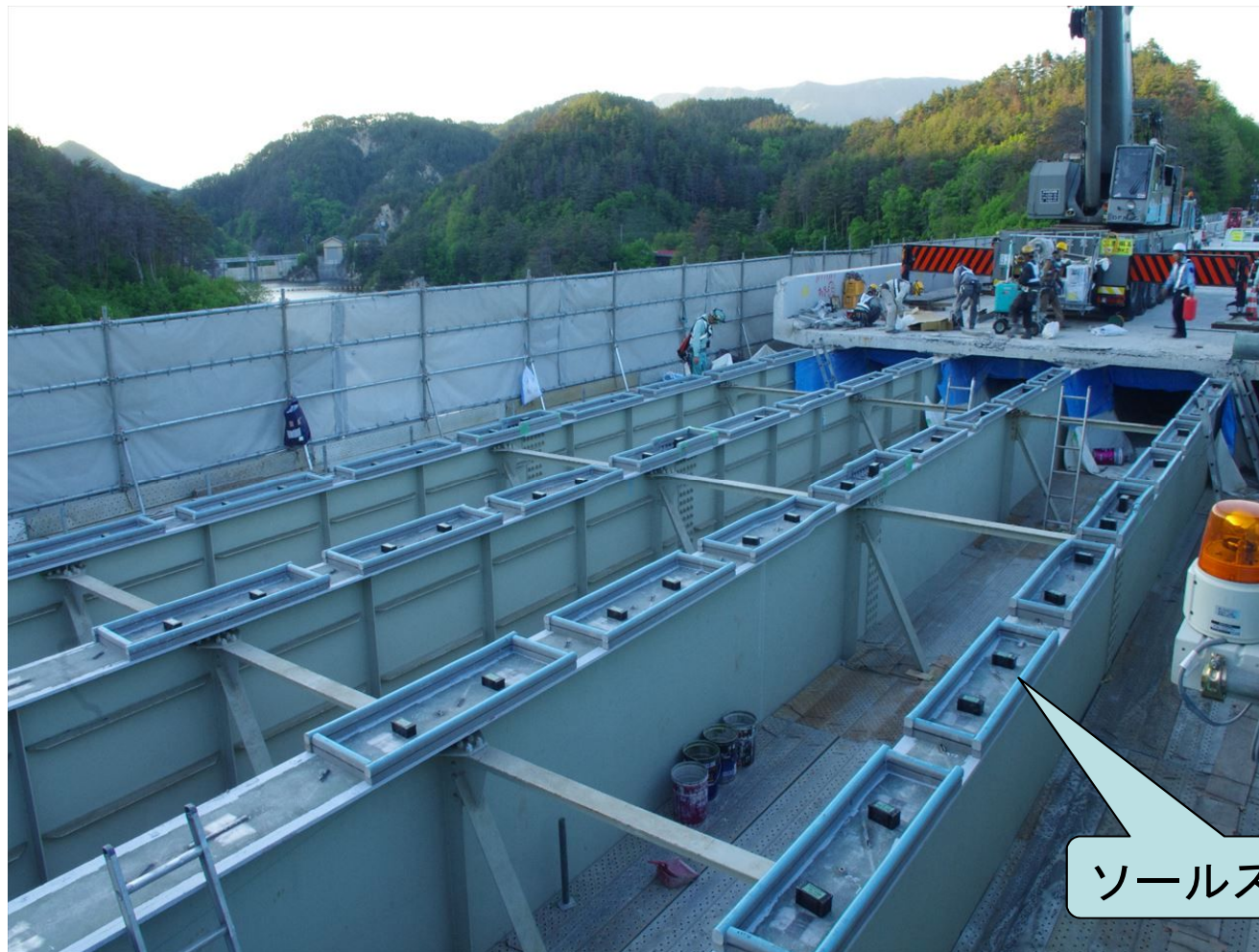


間詰め部の施工

型枠工、鉄筋工、間詰めコンクリートの施工
※橋軸方向に継手を設置するケースもある
(分割タイプ)

◆プレキャストP C床版 ○シールエ

手引き P.28

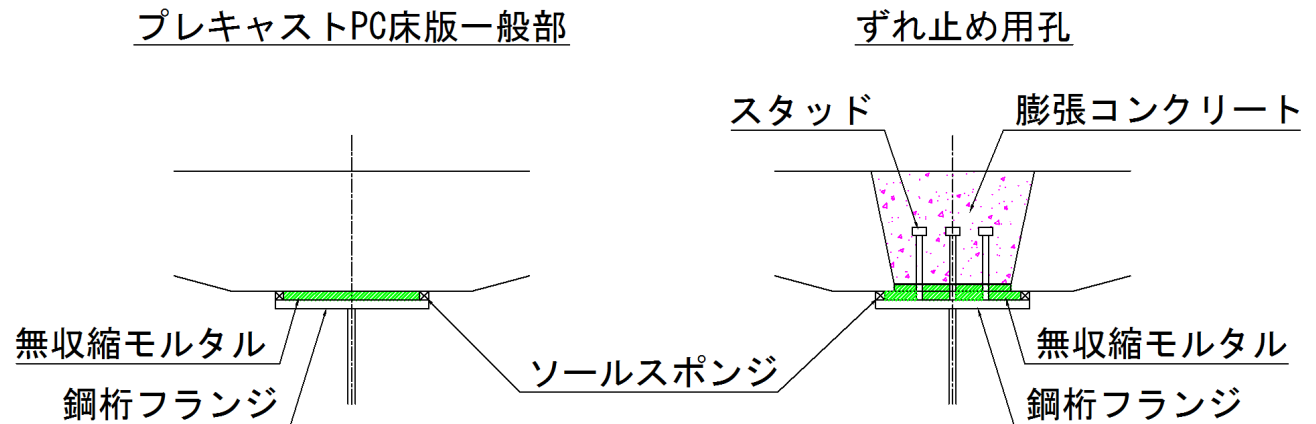


ソールスポンジ設置状況

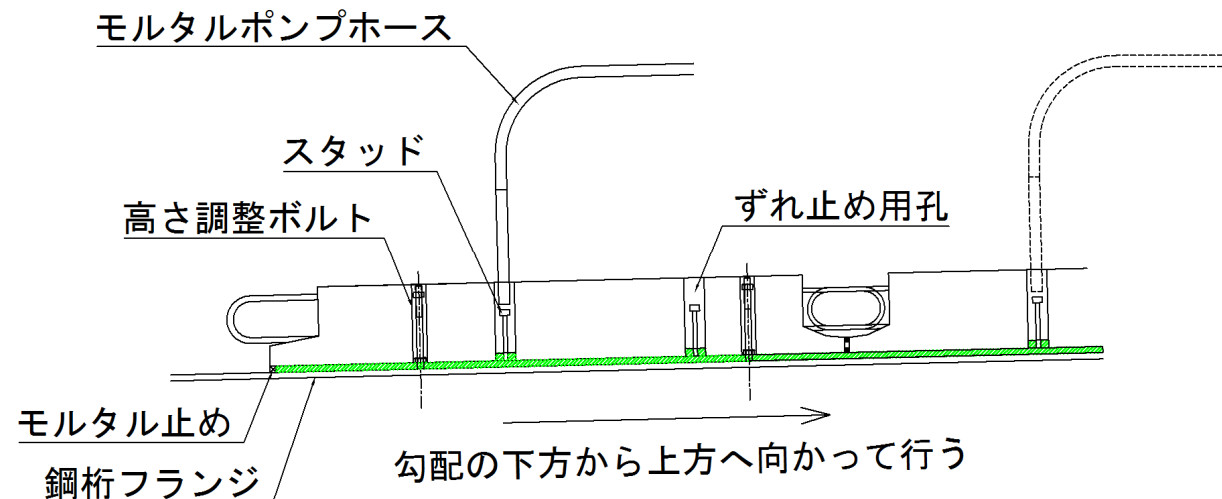
◆プレキャストPC床版 ○鋼桁との接合

手引き P.31～32

モルタル充てん箇所



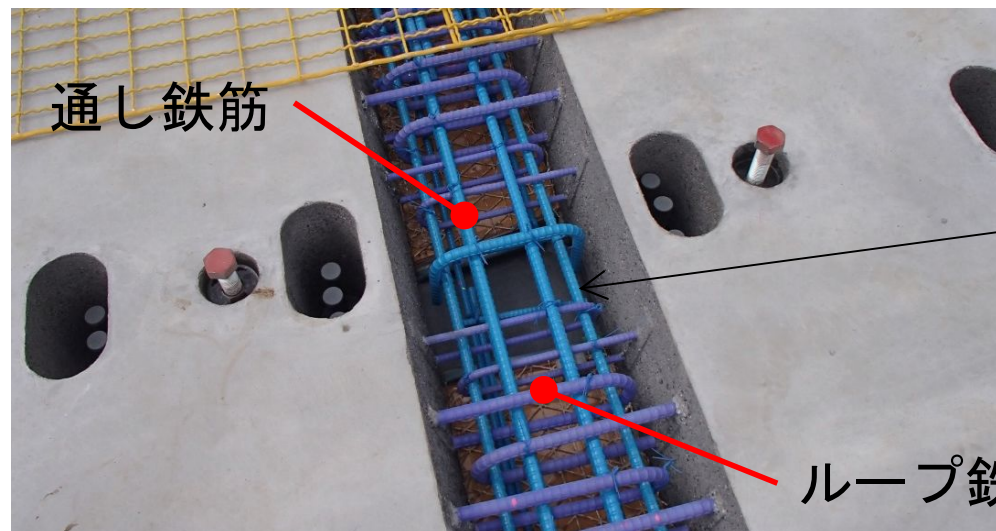
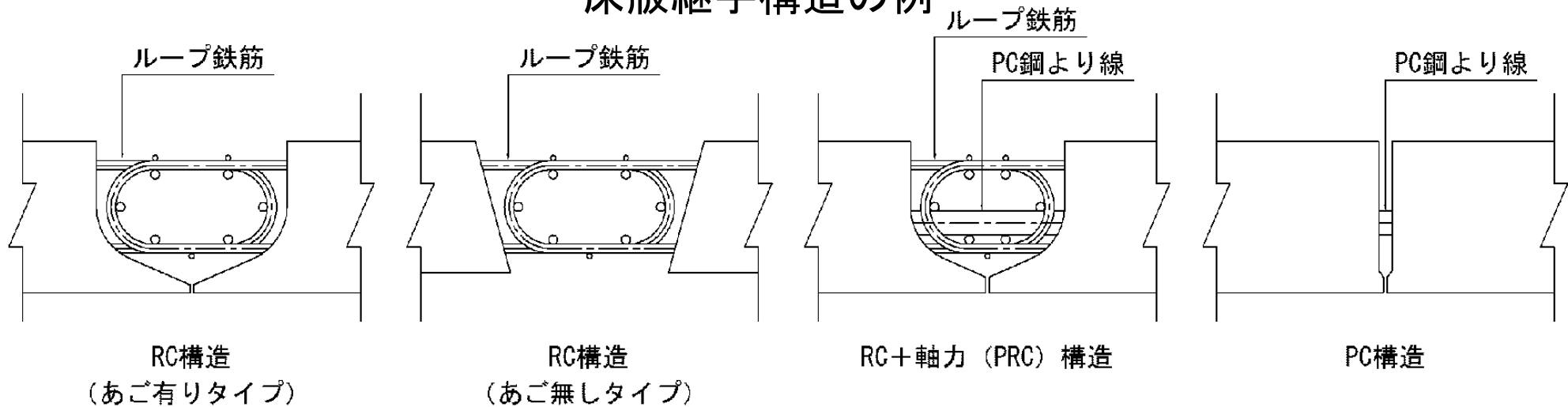
モルタル充てん要領



◆プレキャストPC床版 ○間詰め部の施工

手引き P.33

床版継手構造の例



鉄筋が密に配置されているため
入念な締固めが必要

◆鋼コンクリート合成床版

手引き P.36～41

○施工手順

シーリング

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



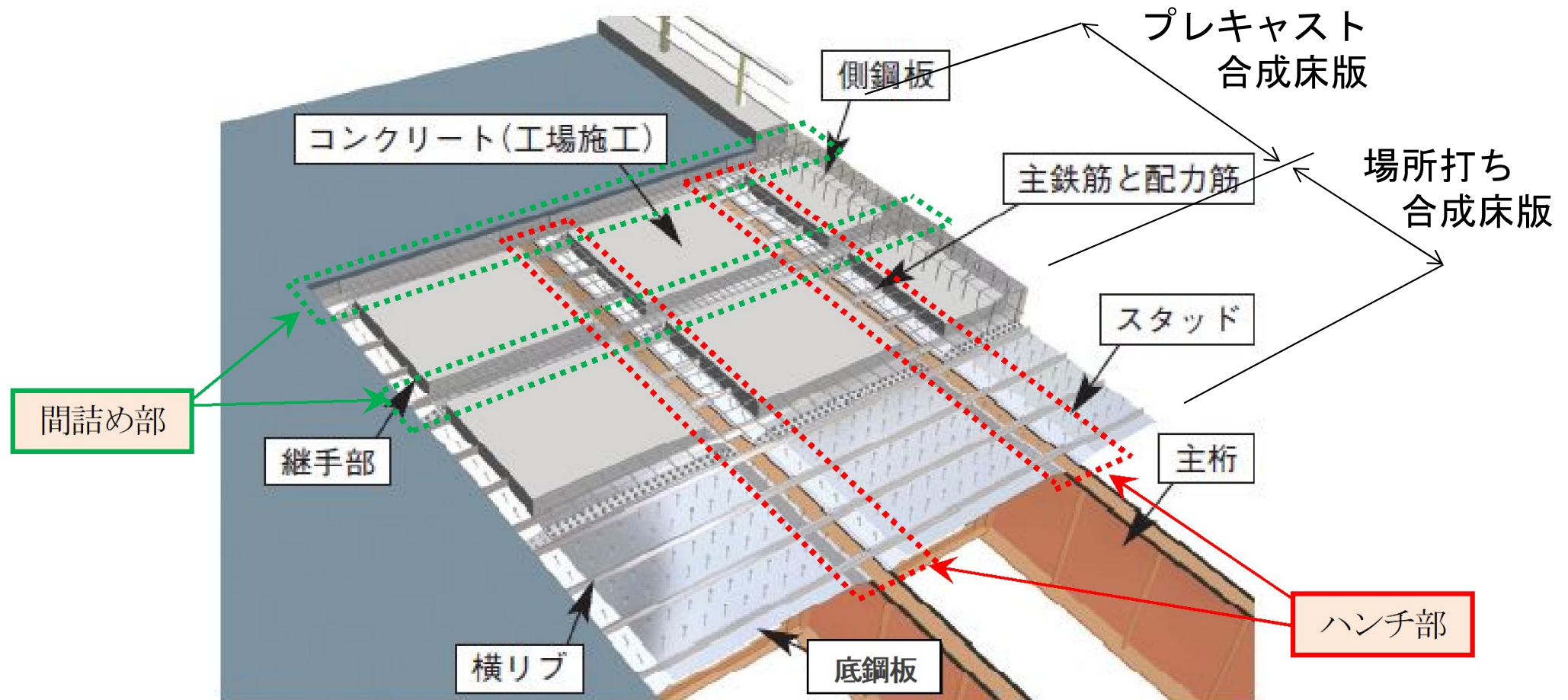
床版コンクリート工

鉄筋組立、コンクリート打込み

第5章 施工方法

◆鋼コンクリート合成床版 ○架設工

手引き P.38～41



◆鋼床版 ○施工手順

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

◆鋼床版

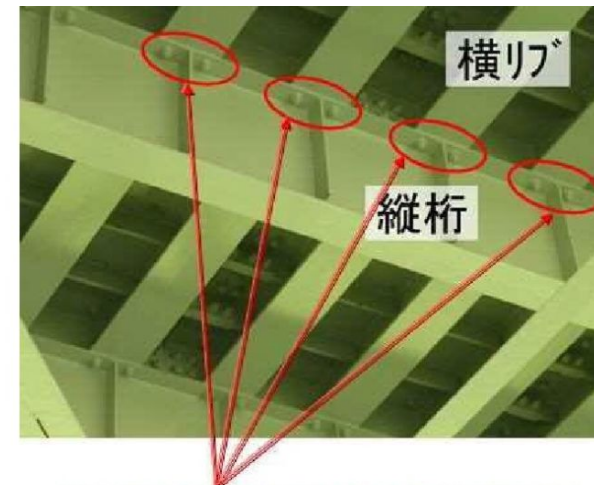
手引き P.42～43

○架設工、接合工

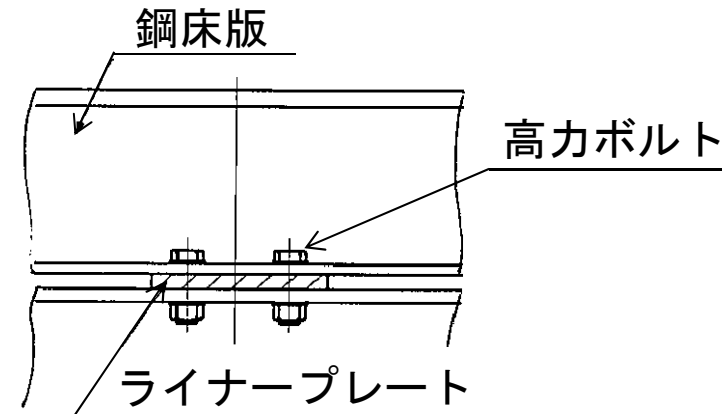
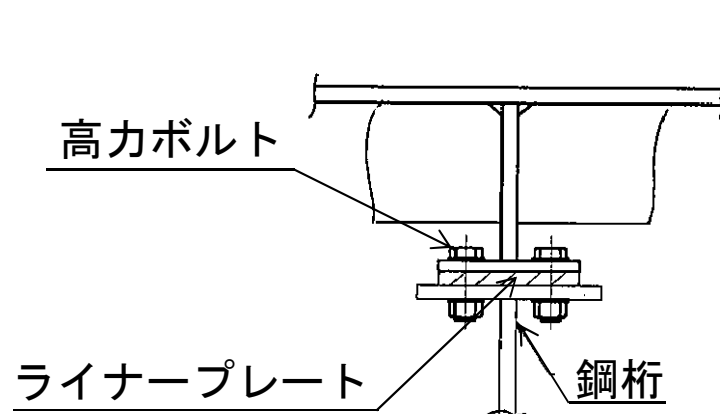
鋼桁との接合例



主桁と全長に渡って接合



直交する横リブと縦桁の交点を接合



鋼桁と鋼床版の接合部

◆床版取替え施工時の形状管理

○事前計測と管理値の設定

- ・床版取替えは、**現状の線形に復旧する**のが原則

しかし $\left[\begin{array}{l} \text{建設当時の施工誤差} \\ \text{設計値と施工後のキャンバーの違い} \\ \text{供用後の拡幅やオーバーレイ} \end{array} \right]$ などが要因で

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

◆床版取替え施工時の形状管理

手引き P.44～45

○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

①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

②高さ形状管理

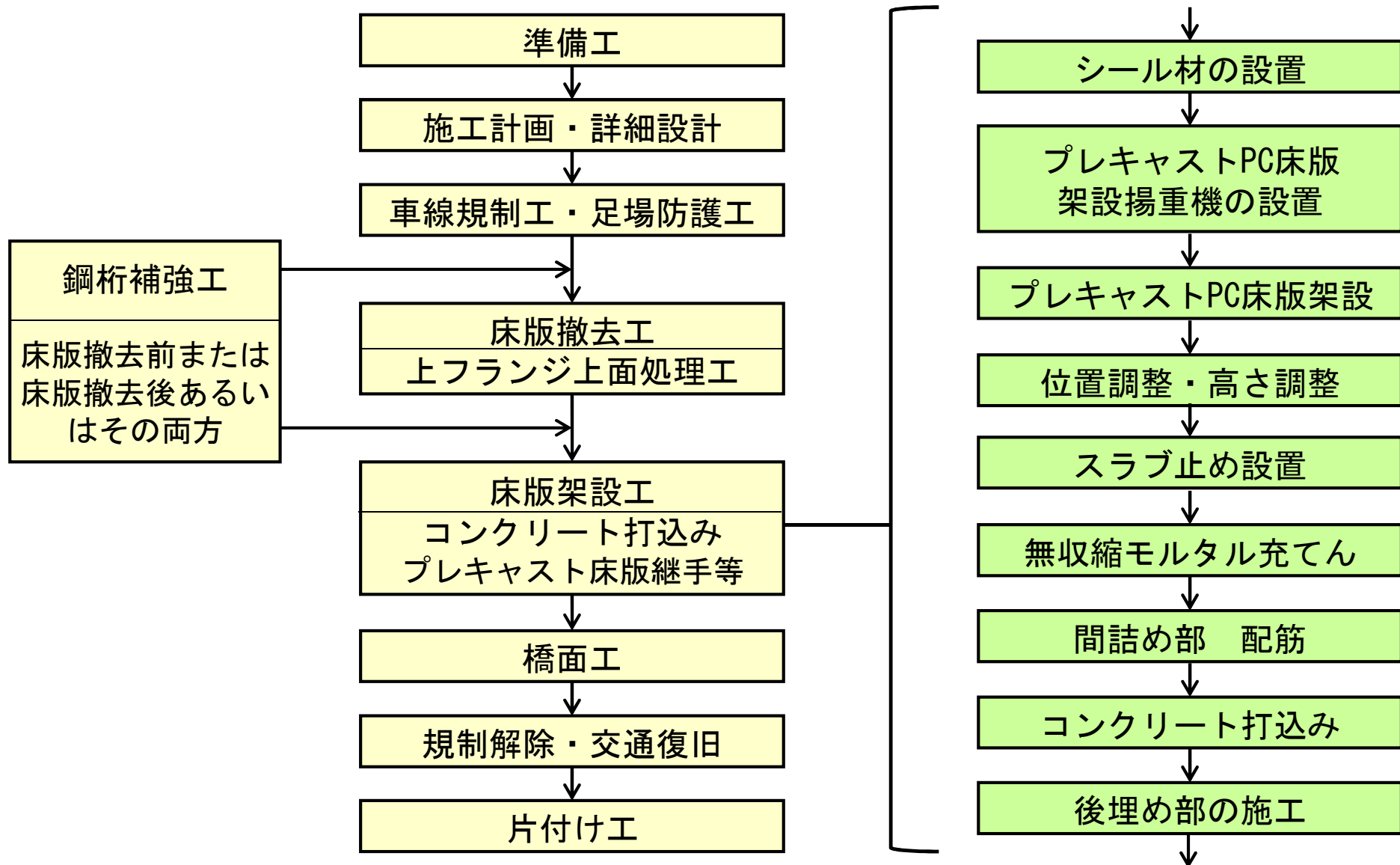
鋼桁変形量からの取替え床版据付高さを管理

- 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

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、手引き P.46～51
場所打ち合成床版、鋼床版ごとの詳細フロー



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 P.52～58

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。

◆床版の劣化に対応した高耐久化対策の例

手引き P.59～62

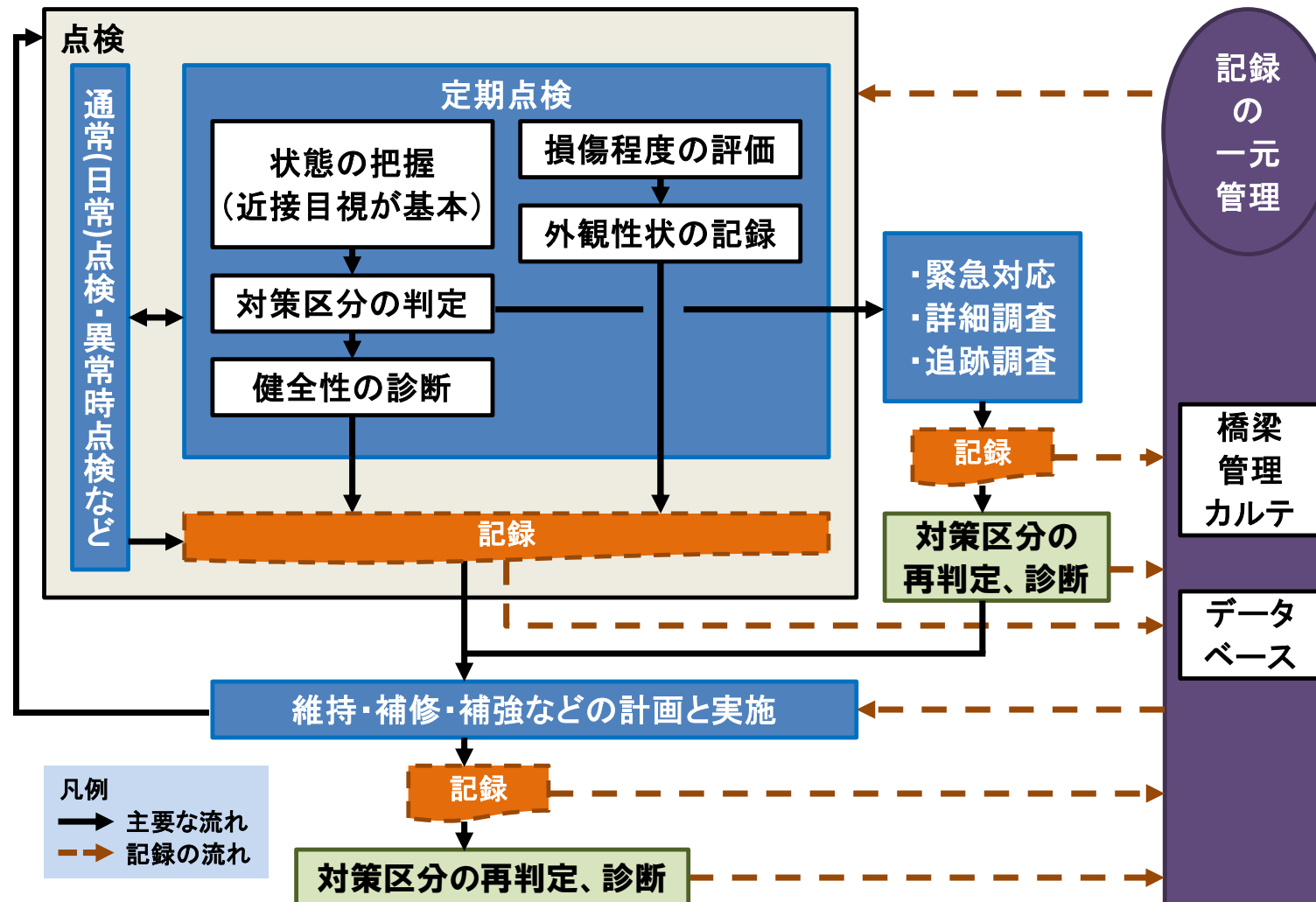
劣化要因	有効と考えられる対策
塩害	①所要のかぶり厚の確保 ②水セメント比を小さくする ③エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用
乾燥収縮・ひび割れ	①収縮補償型膨張材を添加したコンクリートの使用
アルカリシリカ反応 (ASR)	①コンクリート中のアルカリ総量の遵守 ②骨材の安全性 (SSWモルタルバー法) ③フライアッシュ等のASR抑制混和材の使用
凍害	①所要の空気量 (AE剤) の確保 ②水セメント比を小さくする ③耐凍害性の大きい骨材の使用
疲労	①床版厚の確保 ②水セメント比を小さくする

第8章 維持管理

◆メンテナンスマネジメントフロー

手引き P.64

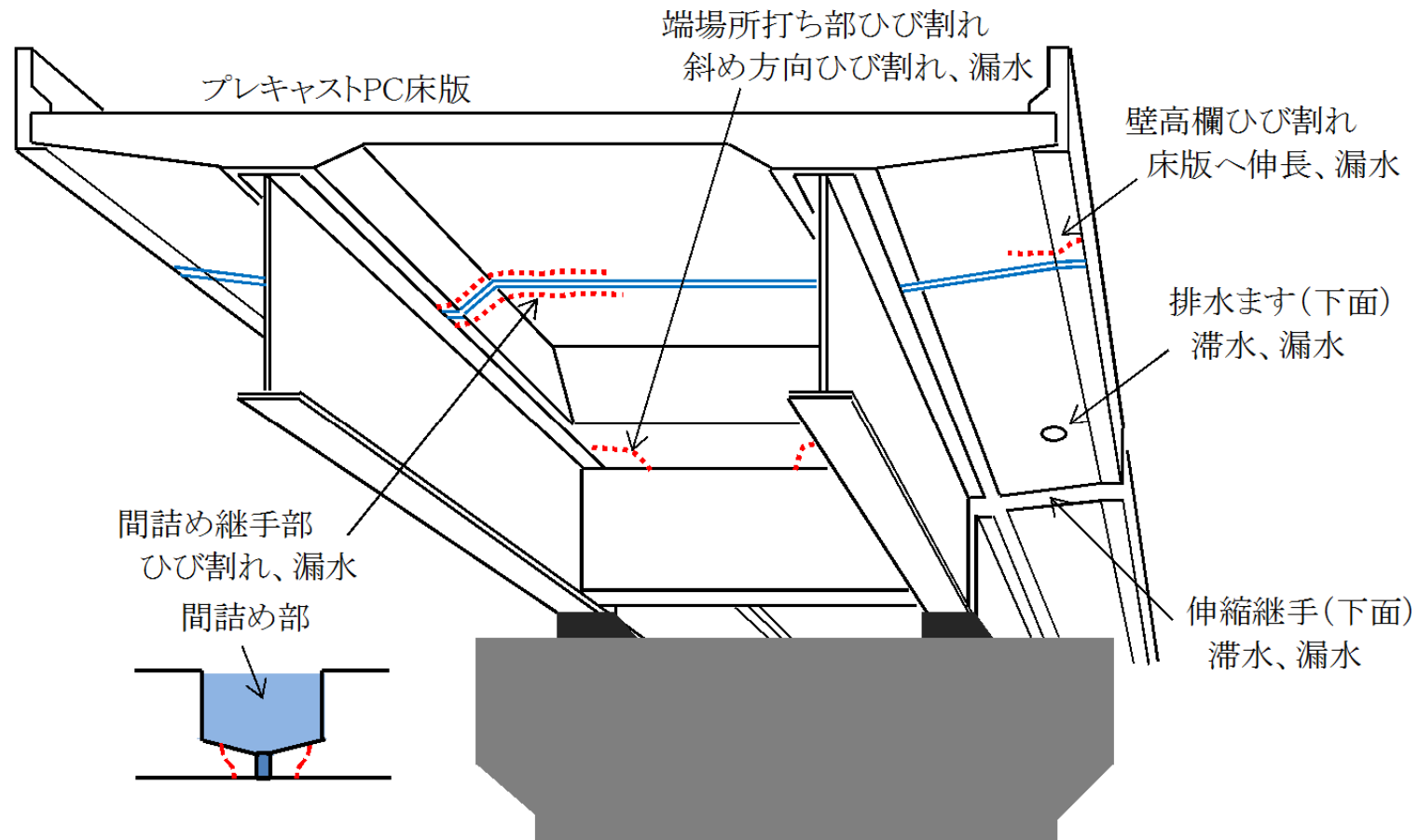
メンテナンスの基本は、日常点検・定期点検・詳細調査。必ず、点検の記録（データベース）に基づき把握、判定、診断を行う。



◆プレキャストPC床版の点検

手引き P.65

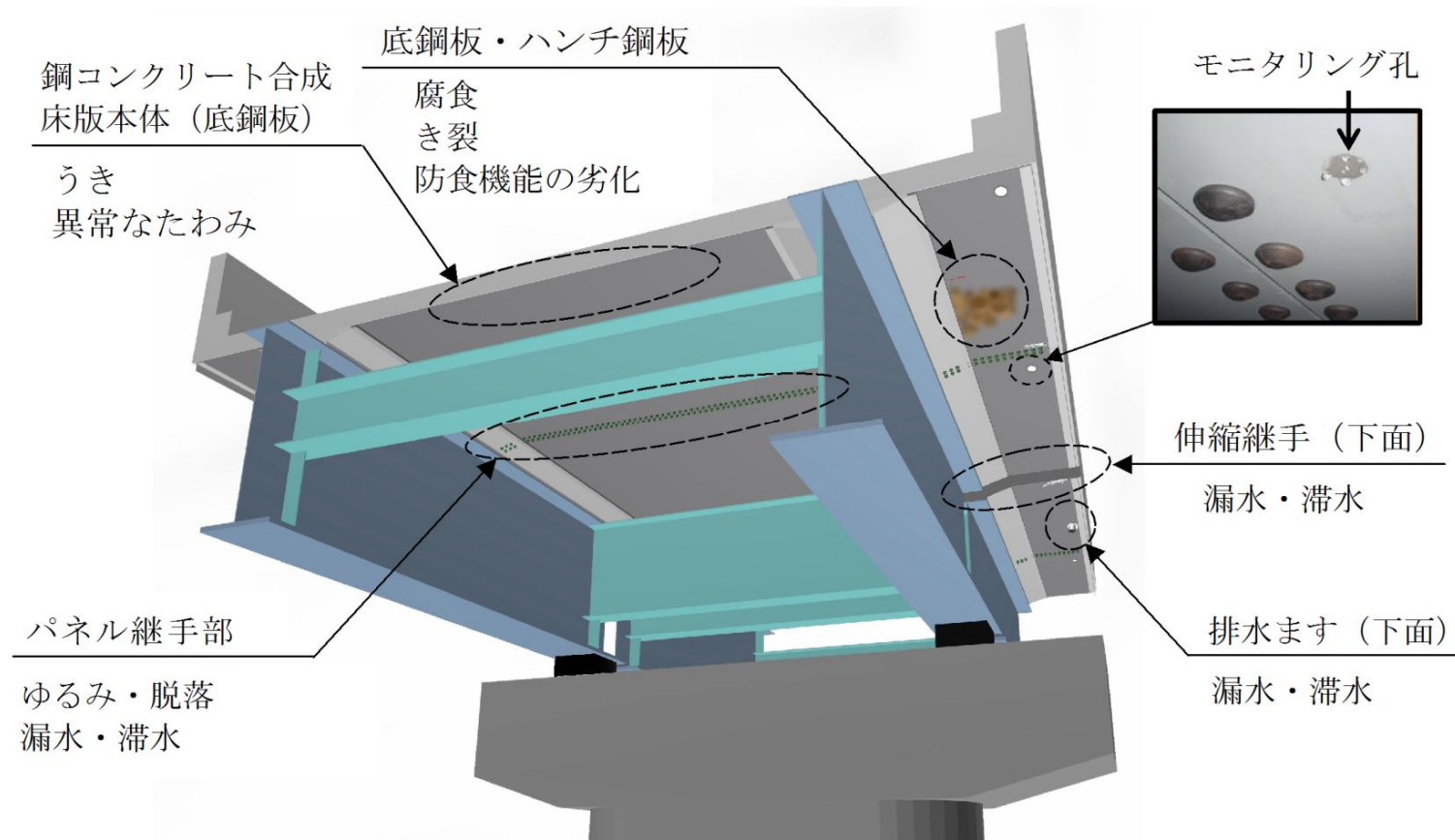
橋軸直角方向の継手裏面や、排水設備周辺など、漏水・劣化が懸念される箇所は特に注意する。



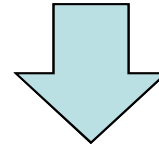
◆鋼コンクリート合成床版の点検

手引き P.66

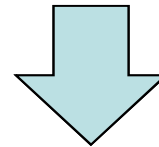
底鋼板のたたき検査を行い、変状の有無を確認する。約2mピッチに配置されたモニタリング孔の漏水で損傷の程度を把握。



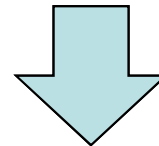
床版の更新の目的



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

ご清聴ありがとうございました