

急速施工を実現した床版取替工事 ― 中央自動車道（新茶屋橋、落合川橋、上田川橋） ―

中日本高速道路（株） 後藤健二 赤穂健斗
 （株）大林組 正会員 ○青木峻二 正会員 富永高行 正会員 天野寿宣

1. はじめに

高度経済成長期に整備された多くの高速道路橋梁においては、大型車交通量の飛躍的な増加や凍結防止剤による塩害などの影響による床版の損傷が著しく、床版取替などの更新工事の必要性が高まっている。供用開始後 40 年以上が経過している中央自動車道の園原 IC～中津川 IC 間においても大型車の通行や塩害により、一部の橋梁で劣化が進んでおり、床版取替工事を含む大規模リニューアル工事が進行中である。本工事では、一般通行車両への影響を低減するため、長期休暇を避けた工事期間が設定されているが、さらなる交通規制期間の短縮が求められている。

本稿では、2019 年秋に実施した 3 橋の床版取替工事において、プレキャスト床版（以下、PCa 床版）の新接合法、プレキャスト部材の採用、合成桁床版の撤去工法、PC 桁の床版取替工法といった新技術の導入により急速施工を実現した事例について報告する。

2. 工事概要

本工事は、工事範囲約 23 km のうち、上下線合わせて 8 橋のリニューアルを行う工事である（図-1）。このうち 2019 年秋に床版取替を行った中央自動車道下り線の 3 橋（新茶屋橋、落合川橋、上田川橋）の工事概要を表-1 に示す。対象の 3 橋は、非合成桁、合成桁、PC 合成桁とそれぞれで異なる構造形式であった。なお、本施工期間の交通規制期間は、10 月 15 日～12 月 20 日までの 67 日間と定められている。

本工事の特徴は、対面通行規制区間が約 4km と長いことに加えて、高速道路以外からのアクセスルートが限定され、主要な資機材は高速道路からのみの搬出入という点がある（図-2）。資機材の搬入に関しては、道路管理施設「中津川エマージェンシーエリア（以下、中津川 EA）」「落合チェーンベース（以下、落合 CB）」を活用することとした。

特に新設床版は現場への供給が滞ると床版取替自体ができないため、床版取替期間前に中津川 EA に搬入した。先行して搬入し、床版取替を行う日に合わせて現場に床版を搬入する計画とした。また、通行止め区間内に位置する落合 CB を撤去床版の破砕・分別ヤードにし、既設床版の運搬・破砕効率の向上を図った。

キーワード 床版取替、プレキャスト床版接合法、プレキャスト壁高欄、合成桁床版撤去、PC 桁床版取替
 連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組リニューアル技術部 TEL 03-5769-1332

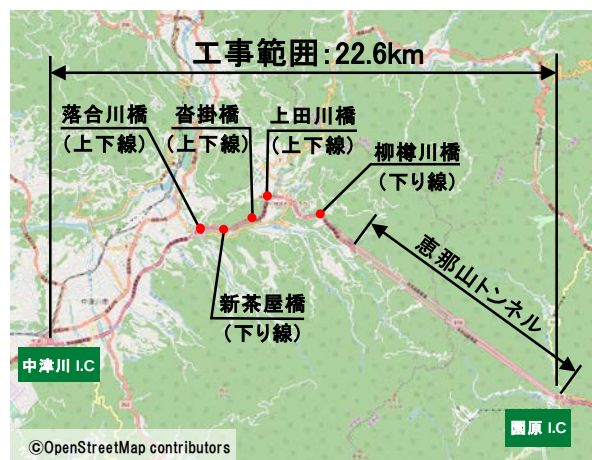


図-1 工事対象橋梁

表-1 工事概要

発注者	中日本高速道路株式会社
施工場所	自)長野県下伊那郡阿智村 至)岐阜県中津川市
工程	2017.8.11～2021.3.22
橋長 および 支間割	新茶屋橋 L=156.75m (鋼 3+2 径間連続鋼桁橋) 支間割: 31.0m×3 連+31.0m×2 連 幅員: 10.14m(有効幅員 9.25m)
	落合川橋 L=283.0m (単純合成鋼桁橋, 鋼 3 径間連続逆ローゼ桁橋) 支間割: 43.0m, 36.0m+166.0m+36.0m 幅員: 10.14m(有効幅員 9.25m)
	上田川橋 L=125.0m (PRC4 連単純合成桁橋) 支間割: 30.39m×4 連 幅員: 10.77m(有効幅員 9.61m～9.84m)
床版 取替え	RC 床版(t=210mm+増厚 50mm)→PCa 床版(t=220mm)
壁高欄 取替え	場所打ち壁高欄→フルプレキャスト壁高欄
橋梁 付属物	支承取替え, 伸縮装置取替え, 落橋防止装置設置, 検査路取替え, 排水装置取替え

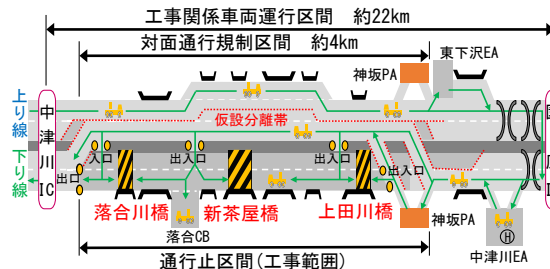


図-2 規制形態図（2019 年秋）

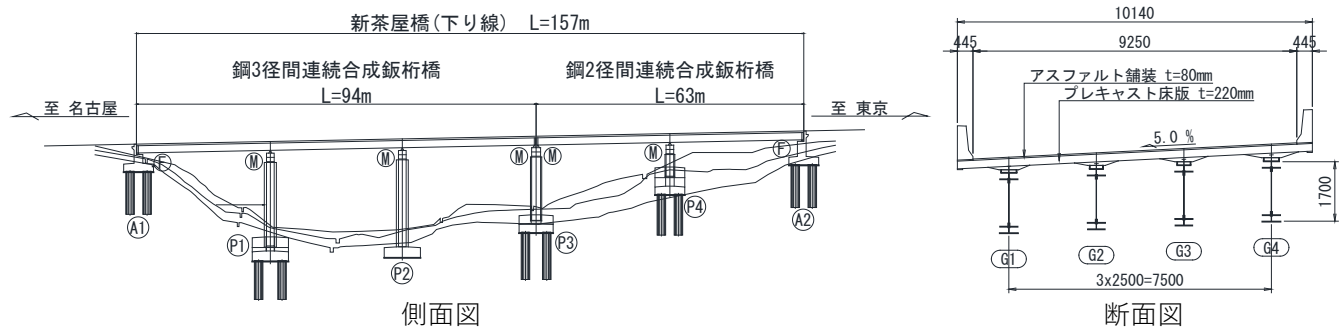


図-3 橋梁一般図（新茶屋橋）

3. 新茶屋橋

(1) 課題

新茶屋橋は、橋長 157m の連続非合成鈹桁橋であったが、主桁の補強量の低減を図るため、合成桁に構造変更した。交通規制期間内では、対面通行規制への切替や防水工、舗装工も実施するため、床版や壁高欄の取替（撤去・架設）は約 40 日間で完了する必要があった。床版取替は設置可能なクレーン能力と新設 PCa 床版の重量から、1 日あたりの施工長さ（橋軸方向）は最大で 12m に制限された。橋長が 157m と長いため、床版取替（既設床版撤去～PCa 床版架設）だけで 15 日間必要となる。また、PCa 床版架設後には床版接合部と壁高欄の構築（鉄筋・型枠組立、コンクリート打込み・養生）が必要となる。この一連の作業は、所定の交通規制期間内で工事を完了できないため、新技術を用いた急速施工を検討・実施した。

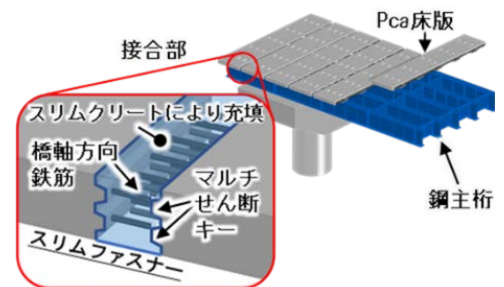


図-4 スリムファスナーの概要図



写真-1 EMC 壁高欄

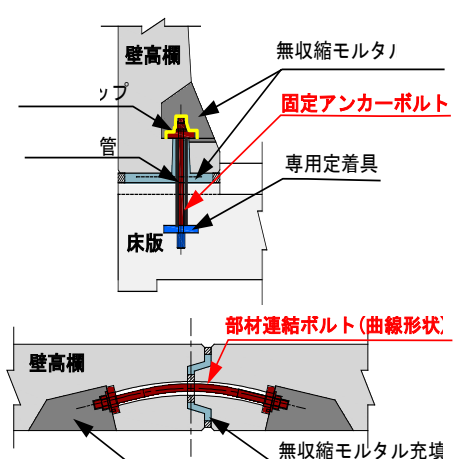


図-5 EMC 壁高欄接続部概要図

(2) 新技術

床版接合には、急速施工可能で高耐久な「スリムファスナー¹⁾」を採用した（図-4）。スリムファスナーの接合材には、常温硬化型超高強度繊維補強コンクリートの「スリムクリート」を用いる。超高強度材料により、接合部が直筋のあき重ね継手構造（継手長 5ϕ ，定着長 6.5ϕ ）となり、接合幅が従来工法のループ継手の約半分（200mm 程度）に低減できる。また、橋軸直角方向の鉄筋が不要のため、現場での鉄筋組立作業がない。特に、合成桁構造橋の場合には、間詰部にもスタッドジベルなどのずれ止めが配置されるケースが多いが、間詰部の鉄筋量が少ない本工法では、ずれ止めが鉄筋に干渉せず、施工性が大きく向上する。スリムクリートは現場内の車載式プラントで、24 時間いつでも製造が可能であり、また常温硬化する。これにより、昼夜の施工サイクル内で PCa 床版接合が可能となる。

壁高欄には、フルプレキャストの「EMC 壁高欄」を採用した（写真-1）。EMC 壁高欄は、床版と壁高欄および壁高欄同士を専用ボルトのみで接合するため（図-5），現場でのコンクリート打込み作業が不要となり、床版架設直後に壁高欄の設置が完了できる。また、設置時の位置調整に高さ調整ボルトや位置合わせ用インサートを用いることで設置速度が向上し、クレーンの使用時間を短縮できる。これらの特長から、壁高欄設置作業も 1 日の施工サイクル内で設置可能となった。

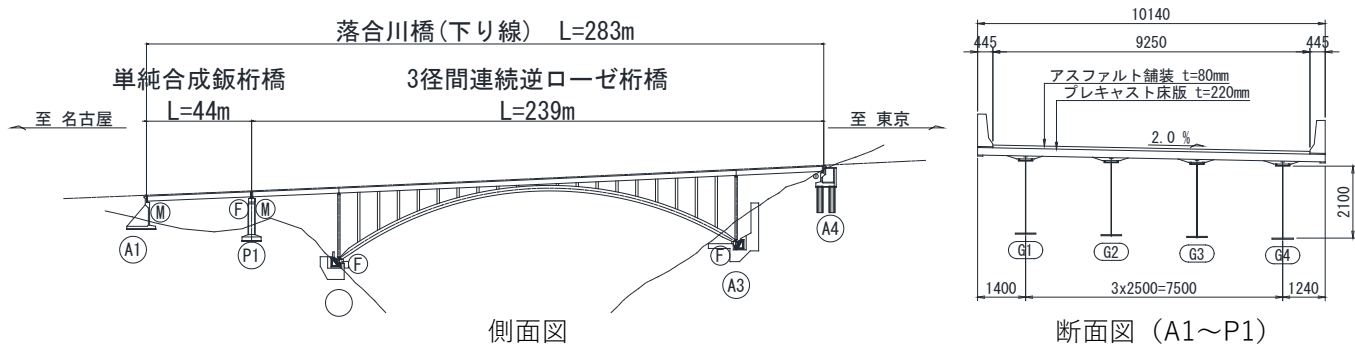


図-6 橋梁一般図（落合川橋）

スリムファスナーと EMC 壁高欄の採用により、従来は橋梁全体の PCa 床版架設が完了後に行っていた床版接合と壁高欄設置の作業を、床版撤去・架設のサイクル施工内で実施することが可能となった。これにより、従来工法と比較して、床版撤去から壁高欄設置までの工程を約 3 割短縮できた。

4. 落合川橋²⁾

(1) 課題

落合川橋は、橋長 283m の 3 径間連続逆ローゼ橋と単純合成鉄桁橋の 2 連である。構造形式が異なるため、床版取替えは 2 回に分けて実施した。そのうち、本施工期間の対象である単純合成鉄桁橋部分 (L=44m) は、馬蹄形ジベルのずれ止めが過密に配置されていた。そこで、施工に先駆けて実物大の床版を製作し、非合成鉄桁で用いられる油圧ジャッキによる引き剥がしを試験的に行った。その結果、この方法で施工できないことが明らかになった。合成鉄桁の撤去方法としては、桁間の床版をクレーンで吊りながらスラブカッターで切断し、桁フランジ上部に残ったコンクリートをウォータージェット工法（以下、WJ と称する）にて撤去する方法があるが、安全作業に懸念があるだけでなく、与えられた交通規制期間内に施工を完了できないことから、新技術を用いた撤去方法を検討し、実施した。

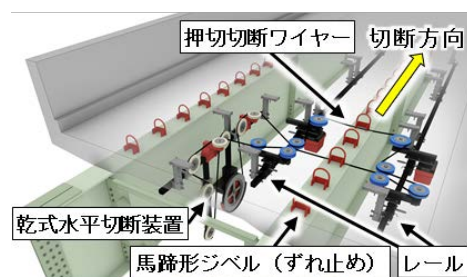


図-7 水平切断装置概要図

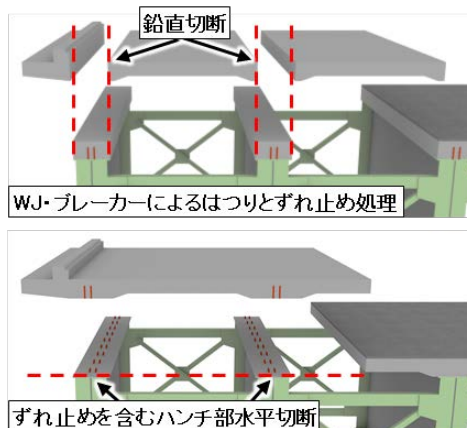


図-8 床版撤去工法の比較

(2) 新技術

床版撤去には、床版撤去前に予めずれ止めを含む床版ハンチ部を、乾式ワイヤーソーにより水平切断する装置「サブマリンスライサー」を採用した（図-7）。

切断開始箇所の桁フランジ上にワイヤーを通す孔を水平方向に削孔した後、本装置を床版下面に設置し、本装置上端に配置した切断用ワイヤーにより床版を水平切断する。水平切断は、床版が桁上に乗った状態でを行い、切断完了後にクレーンで一括撤去する（図-8）。クレーンによる吊切りが不要になるため、工程短縮だけでなく、作業の安全性も向上する。また、切断が床版下での作業となるため、橋面上での他作業と並行で作業ができる。さらに、乾式ワイヤーソーのため濁水処理が不要となる。これらの長所により、工程短縮、省力化、および安全性の向上が図れる。桁フランジ上 1 cm を精度よく切断できる（写真-2）ため、切断後に桁上に残るコンクリート除去も容易であった。

合成桁床版の撤去にサブマリンスライサーを適用することで、従来工法と比較して、工程を約 2 割短縮できた。



写真-2 切断面

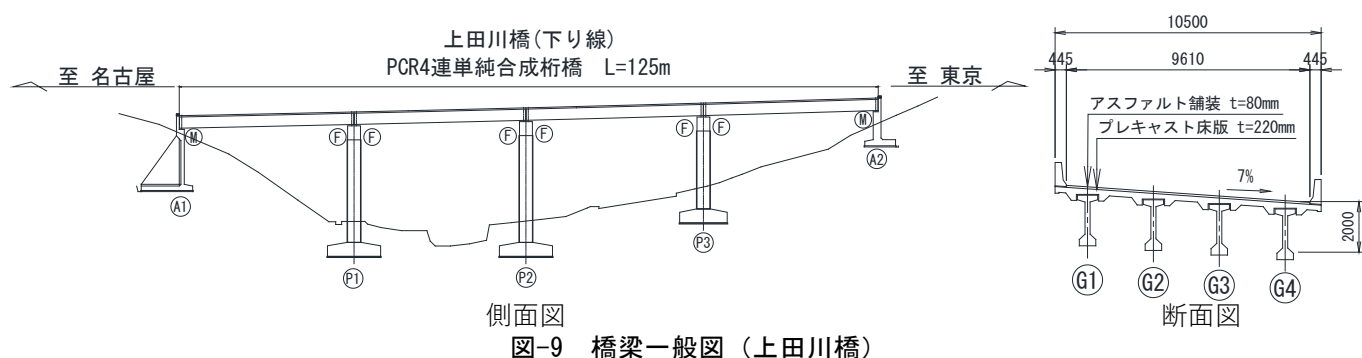


図-9 橋梁一般図（上田川橋）

5. 上田川橋³⁾

(1) 課題

上田川橋は、支間長約 30m×4 連の PC 単純合成桁橋である。床版取替は、2 径間ずつの 2 回に分けて実施し、本施工期間では P2～A2 区間において実施した。当初計画の場所打ちコンクリートによる床版打替え工法では、既設主桁から鉄筋をウォータージェットではつり出して新設鉄筋と接合するなど、施工に多大な労力と時間を要する。また、走行性や耐久性向上のため単純桁を連続化する計画となっており、支点部においては現場での橋軸方向へのプレストレス導入作業も必要であった。これらにより、所定の交通規制期間内で施工が完了できないため、新技術を用いた急速施工を検討・実施した。

(2) 新技術

PC 合成桁用の PCa 床版取替工法「キャップスラブ工法」を開発し採用した（図-10、写真-3）。キャップスラブ工法は、PCa 床版下に突起を設け、突起部を既設主桁の上フランジに帽子状に被せる工法である。この突起構造により、床版の変位や変形を抑制できる。

既設構造物撤去の手順を示す。まず、対面通行規制前に中間横桁の先行切断を実施した。中間横桁を先行切断することで有害な応力が発生しないことは、FEM 解析により確認している。これにより施工に時間がかかる切断作業を先行して実施することができたため、規制期間中の撤去作業を短縮することができた。続いて、規制期間中には、壁高欄・地覆・張出床版をワイヤーソーとスラブカッターで切断し撤去した。その後、桁間の床版を支保工で仮受けし、スラブカッターで切断・撤去した。さらに、主桁上部の床版をワイヤーソーで水平方向に切断・撤去し、切断面の不陸調整を行った（図-11）。

既設床版の撤去後、PCa 床版を設置し、ずれ止め鉄筋を打設、主桁との隙間に無収縮モルタルを充填した。PCa 床版と主桁のずれ止めは、床版製作時に設置したアンカー孔に、無機系あと施工アンカーを打設し、さらにアンカー孔を無収縮モルタルで充填し固定した。

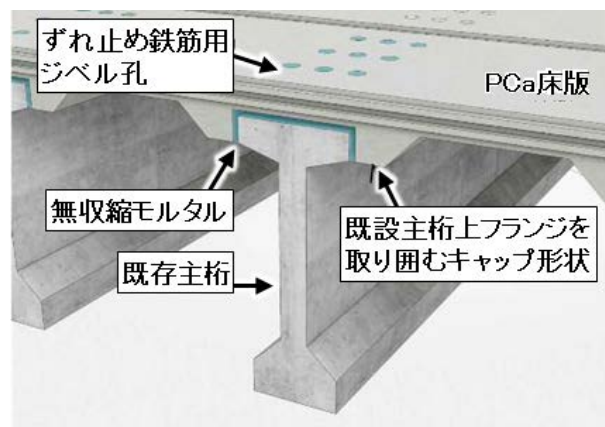


図-10 キャップスラブ工法の概要図

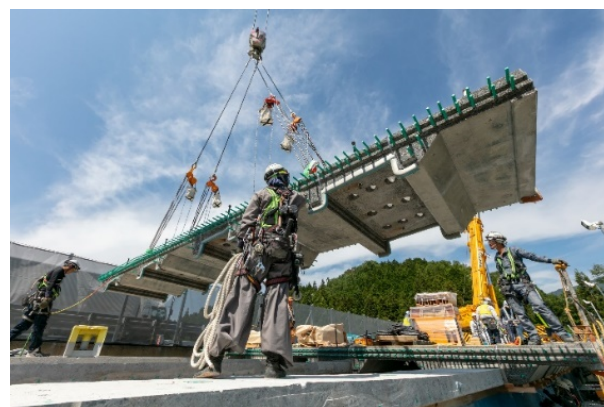


写真-3 キャップスラブ工法の施工状況

中間支点部を連続化するために、床版連結工法「リンクスラブ工法」を採用した（図-12）。リンクスラブ工法は一般的な連続桁とは異なり、床版のみを連結することで既存構造（単純桁）の曲げモーメント分布を大きく変えることなくノージョイント化できる工法である。中間支点部に設置する PCa 床版は、その連結した床版断面のみで橋軸方向の負曲げに抵抗する必要があるため、PCa 床版にひび割れの発生が懸念されたため、橋軸方向にもプレストレスを導入する必要があった。本施工では、品質確保に加えて現場でのプレストレス導入作業を省略するため、NAPP 工法を用いて工場製作時に橋軸方向プレストレスも導入し、橋軸直角方向のプレストレスと合わせて 2 方向プレストレスとした PCa 床版の架設を行った。

場所打ちによる床版打替からプレキャスト床版を使用する床版取替「キャップスラブ工法」へと変更し、さらに、一般的な連続桁化に比べて省力化が可能なリンクスラブ工法を採用することで、工程を約 7 割強短縮できた。

6. おわりに

スリムファスナーと EMC 壁高欄による床版接合と壁高欄設置、サブマリンスライサーによる合成鈹桁橋の床版撤去、キャップスラブ工法とリンクスラブ工法を用いた PC 合成桁橋における床版取替工法の適用といった、各橋梁の構造形式に合わせた新技術を採用することで、工程短縮を実現し、交通規制期間内に施工を完了できた。

7. 参考文献

- 1) 佐々木一成：急速施工を可能にしながら高い耐久性を発揮するプレキャスト床版接合法「スリムファスナー®」の開発，セメント・コンクリート，No.862，2018.12
- 2) 天野，砂町，碓井，後藤，赤穂：中央自動車道 落合川橋（下り線）合成鈹桁橋の床版取替工事，土木学会第 75 回年次学術講演会，VI-731，2020
- 3) 坂田，三田村，碓井，後藤，赤穂：中央自動車道 上田川橋（PC 合成桁橋）の床版取替工事，土木学会第 75 回年次学術講演会，VI-730，2020

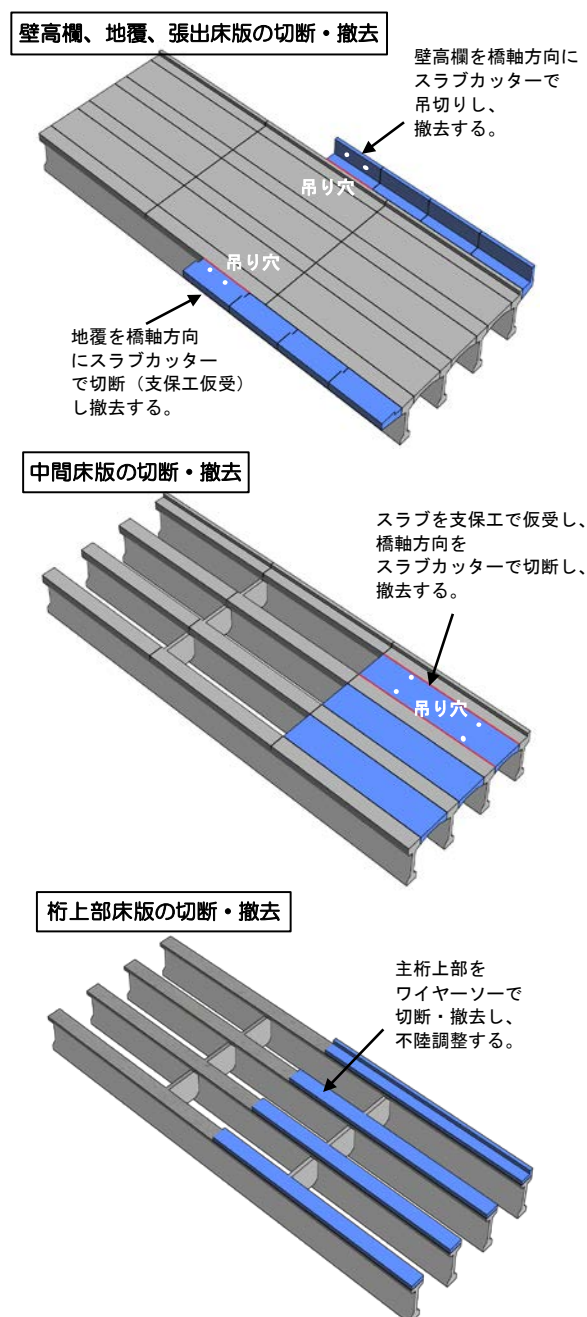


図-11 既設床版撤去フロー図

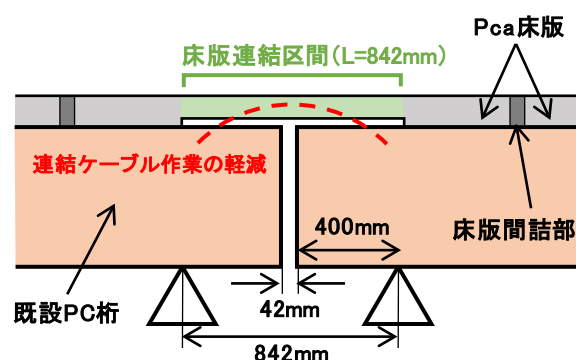


図-12 リンクスラブ工法の概要図