

御幸大橋（下り線）床版取替えⅡ期工事

床版と主桁の一部を同時に交換する床版取替え工事

Replacing of Concrete Slab on Nishi-Meihan Expressway

山田 秀美 *1

Hidemi YAMADA

龍頭 実 *2

Minoru RYUTO

水野 浩 *3

Hiroshi MIZUNO

原 考志 *4

Takashi HARA

庄谷 英男 *5

Hideo SHOYA

米倉 健二 *6

Kenji YONEKURA

2011年2月28日～3月12日の西日本高速道路株式会社 西名阪自動車道の集中工事の一環とし、御幸大橋（下り線）の床版取替えおよび鋼桁の補強工事を実施した。具体的には、昼間1車線開放、夜間全面通行止めにより、損傷の激しいRC床版をプレキャスト合成床版に取替え、同時に鋼主桁の上フランジおよびウェブの一部を切断し新規部材に交換するものである。また、床版の補強対策として取付けられていた横桁および縦桁を断面剛性の大きな部材に交換し、主桁の荷重負担を低減している。これらの補強により、床版および主桁の耐久性を向上させるとともに、振動・騒音などの周辺環境の改善を図った。

キーワード：プレキャスト合成床版、床版取替、急速施工、鋼桁補強

1. はじめに

西名阪自動車道の法隆寺IC～郡山IC間に位置する御幸大橋は、下り線が1969年、上り線は1972年に供用を開始し、現在までに約40年が経過している高速自動車道である。

本橋梁では、1979年頃から振動・騒音問題が発生したため、縦桁増設、床版上面増厚、桁連結、ジョイント補修、下面遮音板の設置など、多種多様の対策が施されてきた。しかし、2006年頃からは床版上面増厚の損傷に起因すると思われる舗装路面のポットホールが頻発し、新たな振動・騒音の原因となったため、RC床版の補修を応急的に行ってきた。また、近年は舗装路面、

床版上面増厚だけでなく旧床版の損傷も再び進行し始めてきたことから（表1、写真1）、抜本的な対策として延長床版の設置、高耐久性床版への取替えが計画され、現在、施工中である。床版取替えは、床版の損傷が特に著しい範囲を対象とし、3ヵ年（Ⅰ～Ⅲ期工事）に分けて計画された。図1に御幸大橋の概要及び工事計画を示す。

床版取替えを行うためには長期の通行止めが必要となるが、本橋が位置する区間は年平均断面交通量が約6万台/日と多く、社会的な影響が甚大となるため、長期間に渡る通行止めは不可能であると判断した。そこで、Ⅰ～Ⅲ期工事に共通して、夜間のみの一時的な通

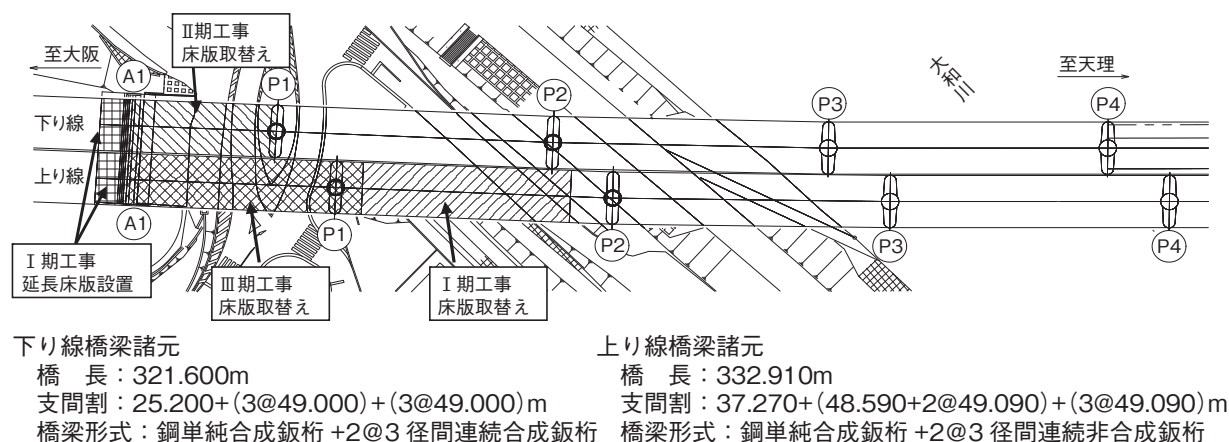


図1 御幸大橋概要、工事計画

*1 川田工業(株)大阪工事事務課 総括工事長

*2 川田工業(株)大阪工事事務課

*3 川田工業(株)大阪技術部設計二課 課長

*4 川田工業(株)大阪技術部設計一課

*5 川田工業(株)北陸事業部土木部保全課

*6 川田工業(株)生産本部四国工場生産技術課

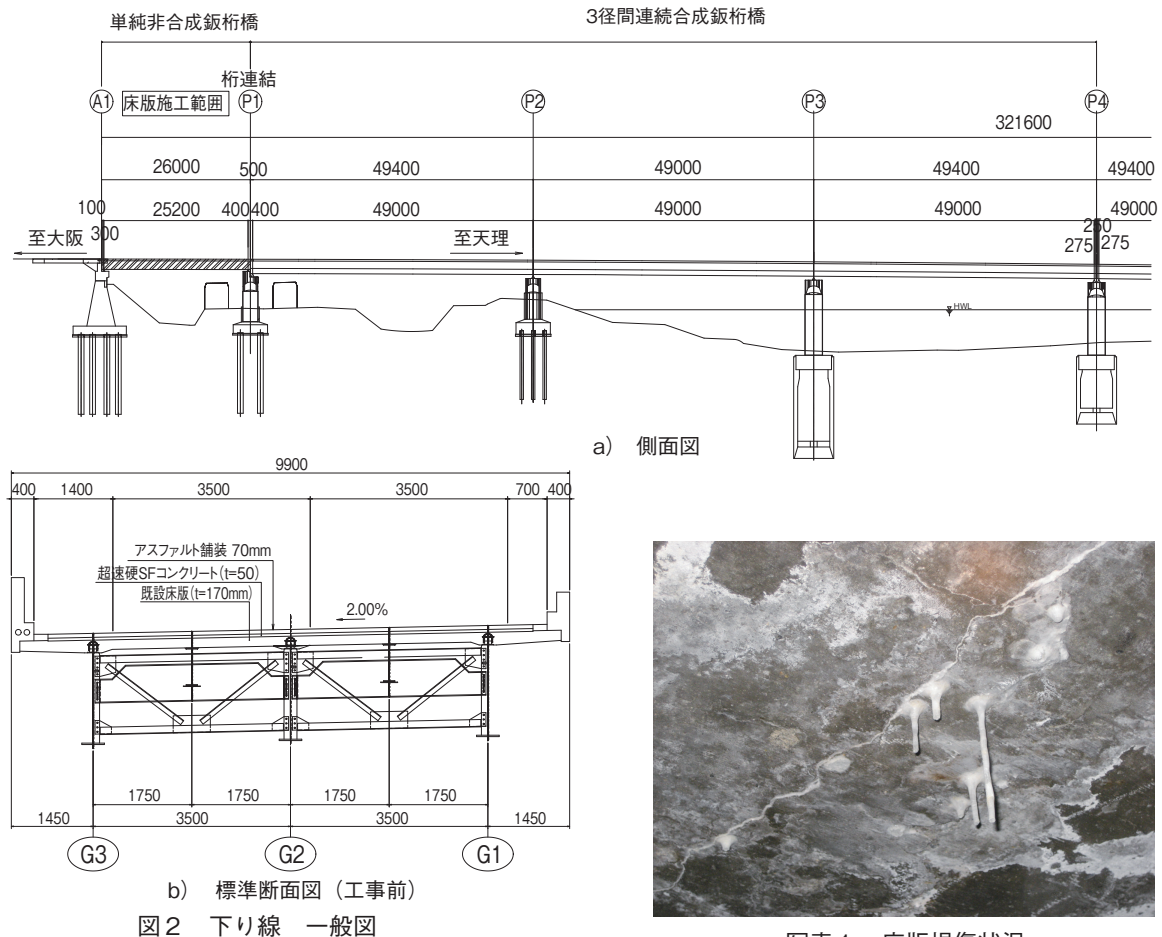


写真1 床版損傷状況

表1 御幸大橋（下り線）補修対策変遷

1969年	供用開始
1979年	A1-P7縦桁増設
1992年	A1-P2床版増厚, 主桁下フランジ補強, 床版補修
1993年	P1主桁連結, ゴム支承取替え, A1-P2下面遮音板設置
1995年	A1-P2切削オーバーレイ
1998年	P2-P7床版増厚
2004年	A1-P2切削オーバーレイ(高性能舗装), A1端部巻立て
2011年	A1-P1床版取替え(Ⅱ期工事)

行止めとして床版取替えを行い、昼間は1車線を開放する方法で施工を実施した。一般道ではこうした施工事例は報告されているが、高速道路においては初めての試みである。

I期工事は既に2010年3月に完了しており、今回Ⅱ期目となる床版取替え工事を2011年3月に実施した。Ⅱ期工事では前述の施工条件下で、以下の課題が考えられた。

- ① 下り線（A1～P1）は合成鉄桁橋であり密に馬蹄形ジベルが配置されているため、ジベル部のはつり、新設スタッドへの打ち替えに時間を要することから、限られた時間内に床版のみを取替えることが不可能。
- ② 昼間の1車線交通開放のため、新旧床版が混在する場合でも車両の通行が可能でなければならない。
- ③ 施工中、完成時の断面力に対して主桁断面を補う補強が必要。

本稿では、これらの課題に対して本工事で行った対応、施工の概要について述べる。

2. 工事概要、特徴的な工法

Ⅱ期工事（以下、「本工事」という）では、西名阪自動車道の集中工事（2011年2月28日～3月12日に実施）において、図2に示す御幸大橋（下り線）A1～P1間の床版取替えを実施し、床版取替えと併せて鋼部材の補強

も実施した。以降に、本工事で採用した特徴的な工法や対応について述べる。

(1) 床版取替え工法

I期工事にて床版取替えを実施した上り線P1～P2間は非合成鉄桁であり、床版と主桁上フランジは1m間隔で配置されたスラブ止め鉄筋で接合されていた。そのため、I期工事では床版のみを撤去することが可能であった。しかし、本橋（下り線A1～P1間）は合成鉄桁であり、床版と主桁上フランジは密に配置された馬蹄形ジベルにより固定されているため、床版のはつり、新設ジベルへの打ち替え、新設床版の設置を夜間の交通規制完了～規制解除までの限られた時間内（約8時間）に終わることが不可能である。そこで、図3に示すように主桁ウェブを集中工事前に事前に切断・仮添接しておくことで、集中工事当日には床版と上フランジ・ウェブ上端部材（以下、「T字材」という）を同時に撤去

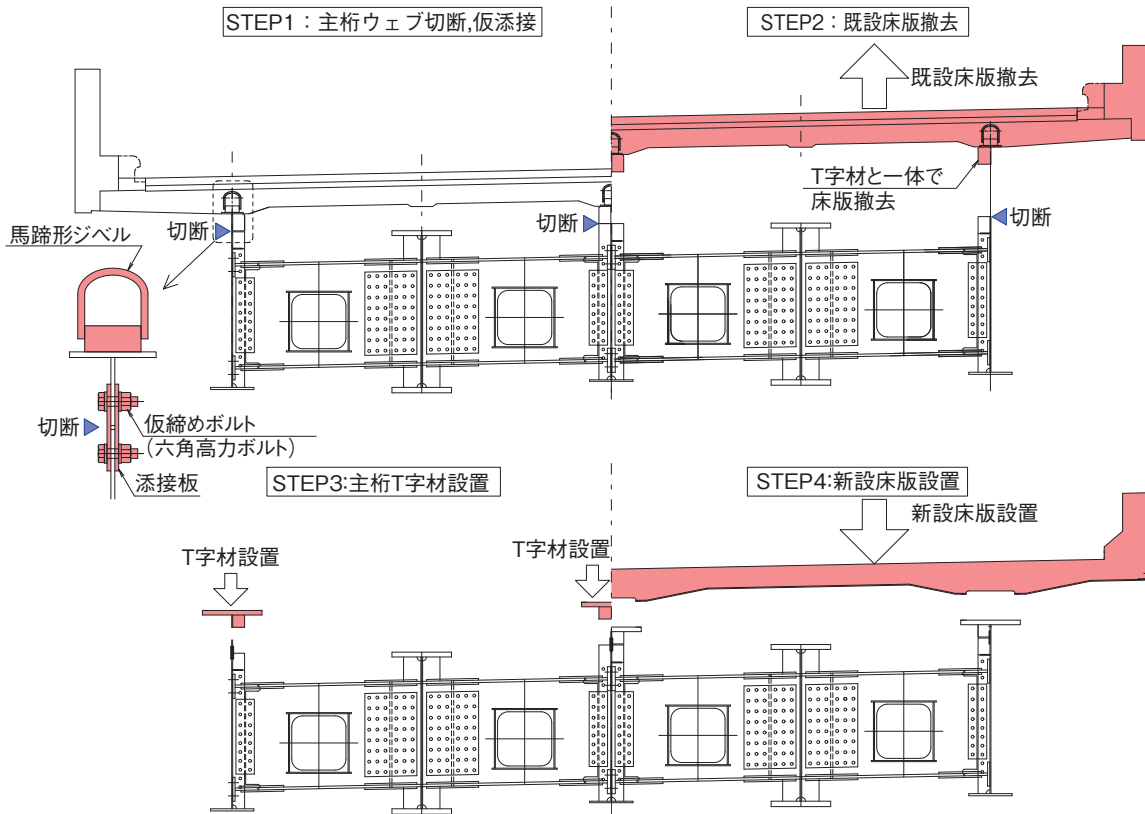


図3 床版取替え工法概要

し、新設のT字材、床版を設置する方法を採用した。上記の時間的な制約により、床版取替えにともない合成桁を非合成桁化している。

本工法では、床版撤去時に上フランジが一時的に無い状態となるため、死荷重及び架設時の荷重によりウェブ上縁側が座屈しないよう、図4に示すように支間中央で主桁をジャッキアップした状態で床版を取替えた。なお、支間中央ではジャッキアップにより負曲げが生じ、P1支点部では逆に主桁連結により正曲げが生じるため、補強部材(写真2)を設置することで鋼桁の座屈を防止した。検討に際しては、3次元シェル要素を用いた線形座屈解析による鋼桁の座屈照査を実施し、架設時の安全性を確認した。

(2) 間詰め鋼床版を用いた交通開放

集中工事中は、1夜間毎に2～4パネルの床版取替えを実施するため、既設床版と新設床版が一時的に混在する。よって、昼間に1車線を交通開放するためには、新旧床版間に生じる継手部の隙間を埋める必要があった。そこで、本工事では図5、写真3に示す間詰め鋼床版を使用することで、新旧床版間の隙間を解消し、交通開放を可能とした。また、間詰め鋼床版は転用可能な構造とし、主桁との接合は新設T字材の添接ボルト孔を利用した。

(3) 鋼部材の補強

本橋では以下の理由により、主桁断面の剛性を補う補強が必要であった。

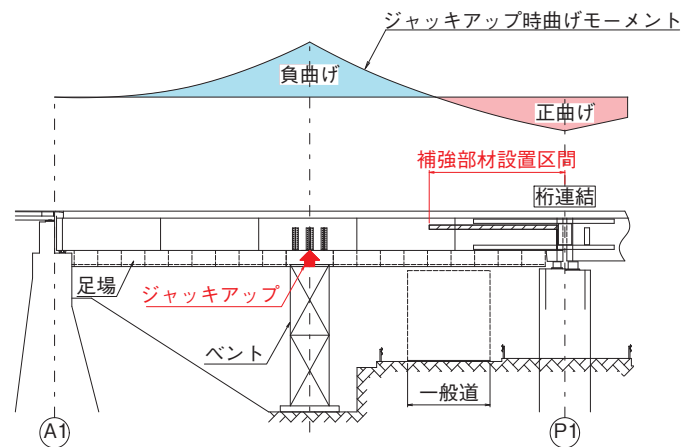


図4 主桁ジャッキアップ要領



写真2 主桁補強部材

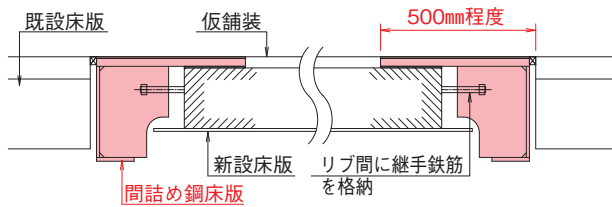
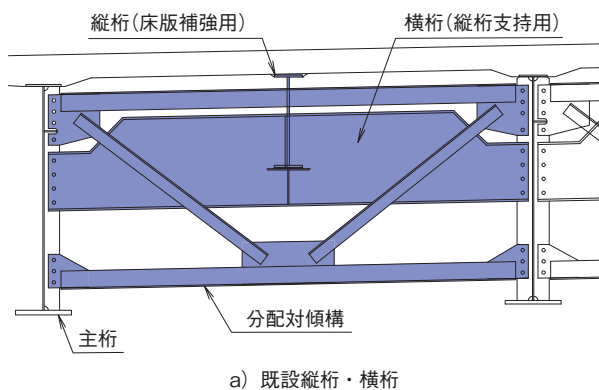


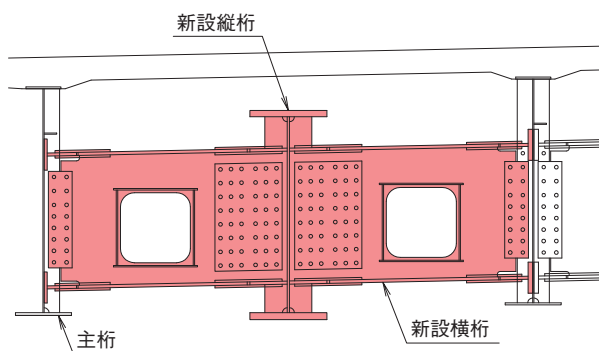
図5 間詰め鋼床版概要



写真3 間詰め鋼床版設置状況



a) 既設縦桁・横桁



b) 新設縦桁・横桁

図6 縦桁横桁の新旧構造図

・床版取替えにともない合成桁から非合成桁に変更。
 ・床版取替え時に主桁断面剛性が一時的に著しく低下。
 そのため、主桁間の縦桁を剛性の高い構造とすることで縦桁に断面力を分配し、主桁に作用する断面力を低減させることとした。剛性の高い縦桁構造とするには、

床版補強用の既設縦桁を補強して対応することも可能であったが、縦桁と床版の間には樹脂モルタルが敷設されており、夜間作業の際に床版撤去の妨げになること、床版撤去後の樹脂撤去に時間を要することから、図6に示すように、新設部材に取替えることとした。また、縦桁への荷重分配を考慮し、既設横桁も剛性の高い横桁に取替えることとした。主桁間に増設する縦桁は主桁をジャッキアップした状態で設置し、主桁をジャッキダウンすることによって縦桁に断面力を導入した。この補強により、上述の課題を克服するとともに、現行のB活荷重への対応も果たし、剛性の増加により振動の低減にも寄与している。

また、新設の横桁フランジと主桁ウェブとの接合は、スプリットT構造による引張接合を採用し、疲労耐久性にも配慮した構造としている。

3. プレキャストSCデッキ

(1) 床版の選定

I期工事では、新設床版にプレキャストPC床版が採用されたが、II期工事ではPC床版と同等の耐久性を有し、PC床版と同様に日々交通開放が可能な床版形式として、プレキャスト合成床版を採用することとした。また、プレキャスト合成床版には後述する合理化継手を採用することで、現場施工が容易な構造とし、取替え時間の短縮を図った。新規に取替えを行うプレキャスト合成床版（以下、「PCa合成床版」という）には、図7に示すプレキャストSCデッキを使用した。

(2) 間詰め部の構造

間詰め部の鉄筋継手には川田工業㈱にて開発した合理化継手（写真4）を採用した。合理化継手とは、交互に配置した配力鉄筋の先端にナットを設置し、補強鉄筋・間詰めコンクリートのせん断抵抗により配力鉄筋の引張力を伝達させる構造である。この継手形式の採用により、間詰め幅を240mmと狭くすることができ、

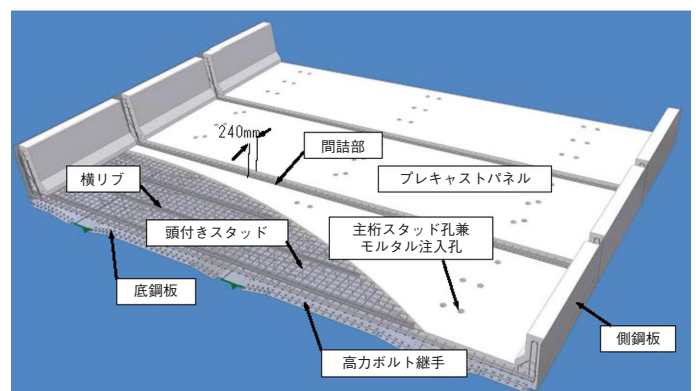


図7 プレキャスト合成床版

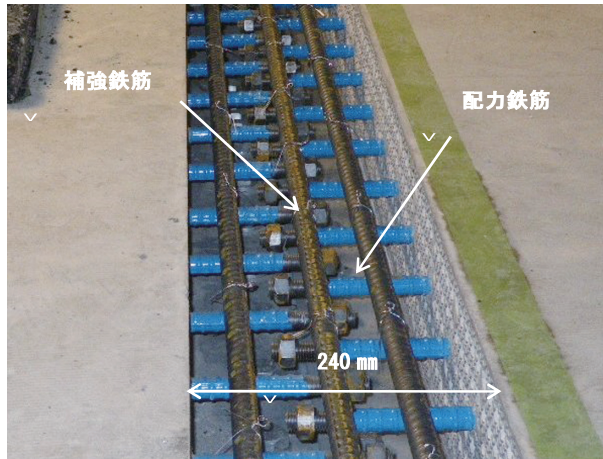


写真4 合理化継手組み立て状況



写真5 模擬訓練施工状況

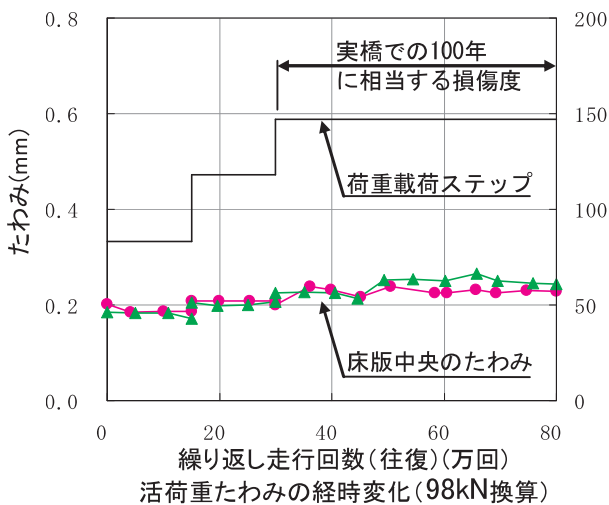


図8 輪荷重走行試験結果

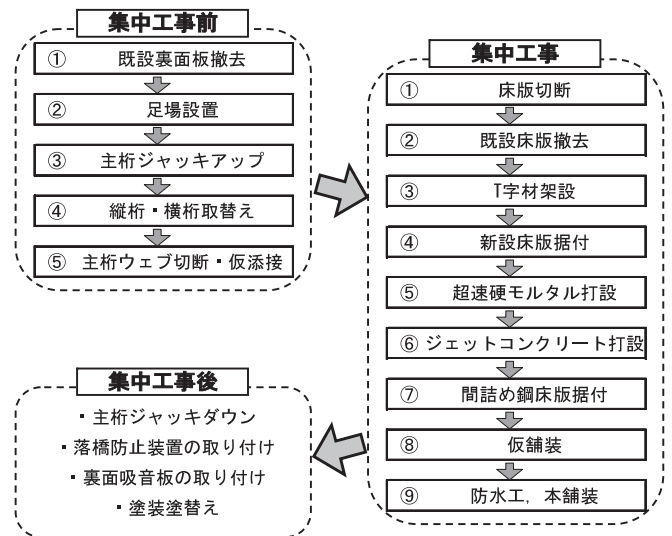


図9 工事施工フロー

また、現場での配筋作業が簡易であることから施工時間の短縮を可能としている。合理化継手の性能については、既往の研究^{1) 2)}にて確認されているが、本橋で採用するにあたって、継手構造に着目した輪荷重走行試験（大阪大学）を実施した。試験では、過去の実橋で計測した交通軸重の頻度分布に基づき、実橋で交通荷重が100年間走行した場合の累積損傷度と等価な損傷度を供試体に与えた。試験の結果、試験終了時までたわみは増加せず健全な状態を保っており、継手部に起因する床版の不連続な挙動も見られなかったため、実橋に適用した場合の疲労耐久性に問題ないことが確認できた（図8）。

4. 集中工事への取り組み

(1) I期工事での課題

本工事以前に実施されたI期工事にて抽出された課題（計51項目）に対して、II期工事にて改善を図り、集中工事でのリスク低減を図ることとした。I期工事を

終えての主な課題を以下に記す。

- ・ 既設床版切断・はつり作業の時間短縮
- ・ 雨天等の荒天時の対応
- ・ 間詰め鋼床版の改善（時間短縮、走行性改善）

(2) 模擬訓練

集中工事中は確実な日々の交通開放が求められるため、実物大のPCa合成床版を製作して模擬訓練（写真5）を行うことで、施工内容の把握、施工中のリスク抽出、施工時間の確認及び短縮検討を図った。模擬訓練には6日間で延べ約120名が参加し、10工種の模擬訓練を実施した結果、191項目の改善すべき項目が抽出された。

(3) 集中工事に向けての取り組み

I期工事での課題と模擬訓練で抽出された課題を合わせると約240項目に上った。課題として挙げられた排除すべきリスクは、①設計、②施工計画、③安全・品質、④その他の4分野に分類して整理し、各課題に対して集中工事までの約5ヶ月の間に改善を図り、設計面、施工面に反映した。

表2 全体工程表

	2010年												2011年						
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月		
準備工																			
詳細設計																			
工場製作																			
足場工																			
ベント工																			
桁補強工																			
支承工																			
床版取替工																			
塗装工																			

表3 集中工事工程表（実施工程）

項目/曜日		規制	2/28(月)	3/1(火)	3/2(水)	3/3(木)	3/4(金)	3/5, 6 (土、日)
1 週 目	プレキャスト 合成床版取替	終日規制（昼間）						終日交 通開放
		通行止（夜間）		3パネル	4パネル	3パネル	2パネル	
	その他 (床版切断，落下物防止柵 場所打床版施工等)	終日規制（昼間）		A1場所打ち		P1場所打ち	P1場所打ち	
		通行止（夜間）						
	舗装 (仮舗装)	終日規制（昼間）						
		通行止（夜間）		3パネル	4パネル	3パネル	2パネル	
項目/曜日		規制	3/7(月)	3/8(火)	3/9(水)	3/10(木)	3/11(金)	
2 週 目	プレキャスト 合成床版取替	終日規制（昼間）						
		通行止（夜間）						
	その他 (床版切断，落下物防止柵 場所打床版施工等)	終日規制（昼間）	走行車線	走行車線				
		通行止（夜間）			A1, P4伸縮取替	伸縮ミルク注入		
	舗装	終日規制（昼間）	雨 舗装中止	走行車線	追越車線			
		通行止（夜間）	走行車線	追越車線				

5. 施工概要

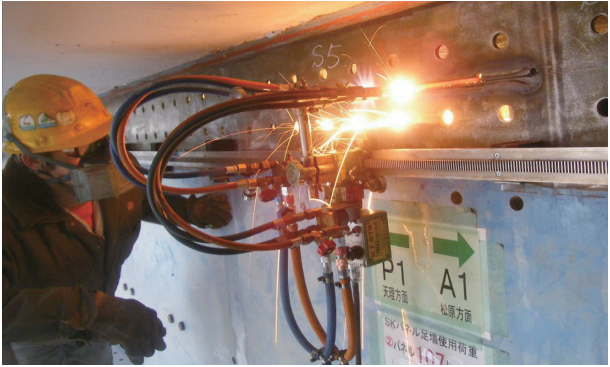
(1) 施工フロー，工程

これまでに述べた課題に対する対応，取り組みを反映し，本工事の施工フロー，工程（図9，表2,3）を立案，実施した。施工ステップは「集中工事前」，「集中工事」，「集中工事後」に大別される。以下に各ステップの概要を記す。

(2) 集中工事前

主桁ジャッキアップ，鋼部材の取替え，主桁ウェブの切断・仮添接は集中工事以前に実施した。施工時の主な特徴，留意した事項は以下の通りである。

- ・主桁下フランジにひずみゲージを設置し，ジャッキアップ前後のひずみが設計値通りの挙動を示していることを確認しながらジャッキアップを行った。
- ・横桁取替えは供用しながらの作業となるが，一時的に橋軸直角方向の抵抗部材が無くなる事から，仮設の対傾構を横桁近傍に取付けた後に縦桁・横桁の取替えを行った。
- ・主桁ウェブは先行してボルト孔明けした後にガス切



a) 主桁ウェブ切断



b) 主桁ウェブ仮添接

写真6 集中工事前施工状況

断し、切断した部位から順次、仮添接した。切断・仮添接は車両通行中の施工であったため、垂直補剛材間隔（約1.2m）毎に行った。（写真6）

(3) 集中工事

集中工事期間の床版取替えステップと施工状況を図10、写真7に示す。通行規制を最小限とするため、図11に示すように、120tクレーン2台を用いた2パーティーによる施工で床版取替え期間の短縮を図り、1夜間に2～4パネルの床版取替えを実施した。集中工事では、9日間で作業員：延べ約1150人、車両：延べ約300台を費やし、第1週目に床版取替え、第2週目は舗装等の橋面を施工した。床版取替えの概要は以下の通りである。

- ・ 既設床版の切断後、120tクレーンにて床版と既設のT字材を一体で撤去し、新設のT字材を設置した後に専用の吊天秤を用いて新設床版を設置した。
- ・ 新設床版設置後は、超速硬モルタルを床版上面から新設床版・主桁上フランジ間に流し込み、間詰め部にはジェットコンクリート（3時間強度24N/mm²、28日強度50N/mm²）を打設した。新旧床版の隙間には前述の間詰め鋼床版を設置することで日々の交通開放を実現した。
- ・ 床版取替え後は日々の交通開放のために手引きの仮舗装を施し、全ての床版を取替えた後に仮舗装を撤去し、防水工・本設の舗装を施工した。

(4) 集中工事後

集中工事後は、主桁をジャッキダウンして主桁・縦桁にジャッキアップ時の反力を導入した。ジャッキダウンする際もジャッキアップ時と同様、主桁・縦桁下フランジのひずみを計測し、想定通りの挙動（縦桁への断面力導入）を示していることを確認した。また、床版取替え後に行った簡易計測により、振動低減が確認できた。

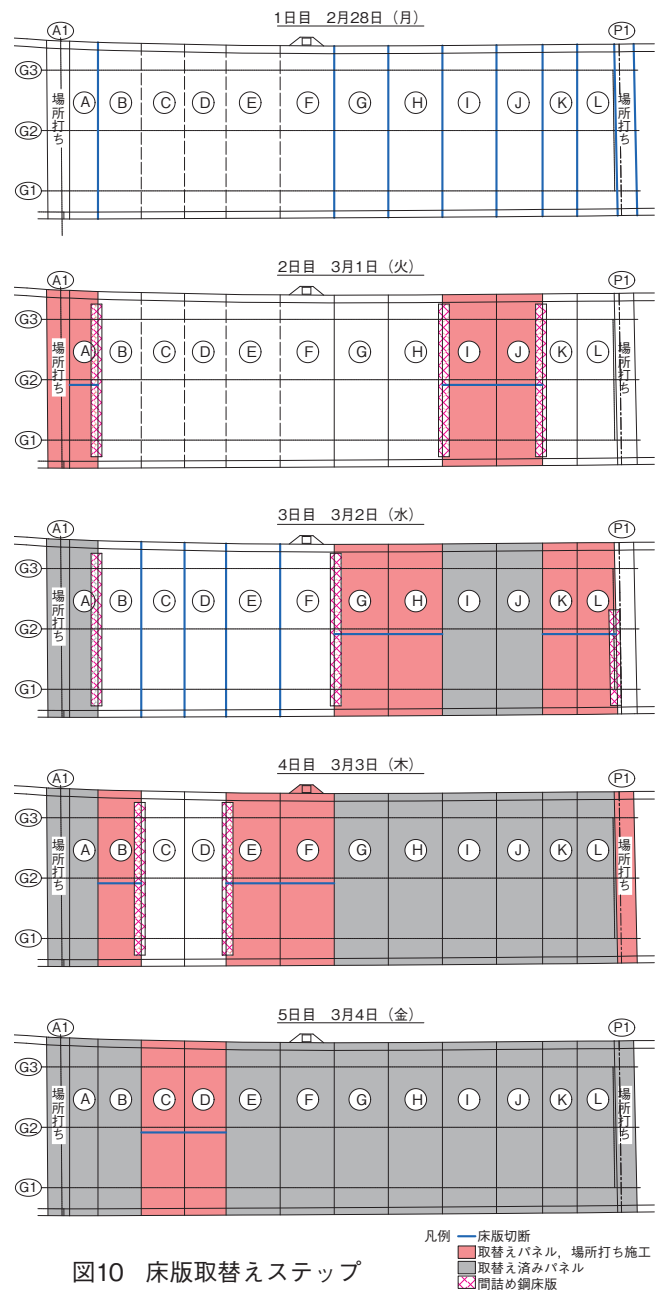


図10 床版取替えステップ

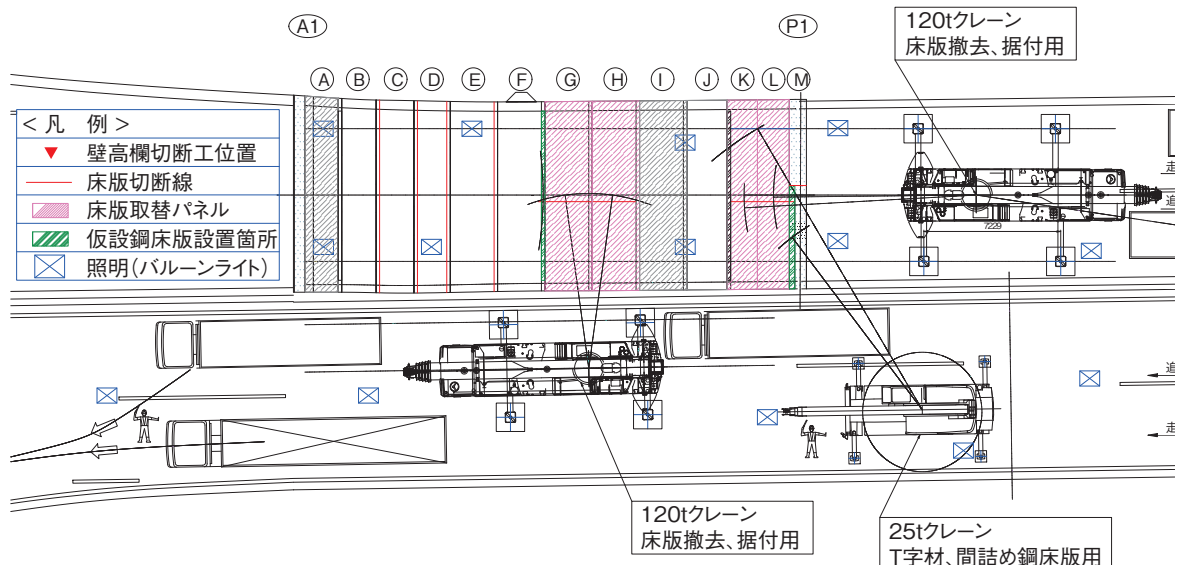


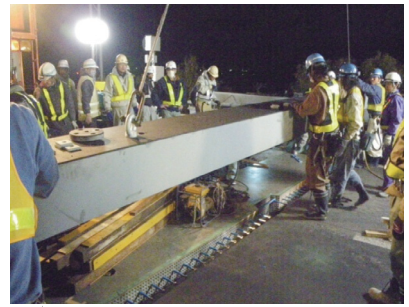
図11 床版取替え要領図（3/2、3日目）



①床版切断



④新設床版据付



⑦間詰め鋼床版据付



②既設床版撤去



⑤超速硬モルタル打設



⑧仮舗装



③T字材架設



⑥ジェットコンクリート打設



本舗装完了

写真7 集中工事施工状況

6. おわりに

本工事のような重交通路線での補修工事では、現況の交通機能をできるだけ妨げずに、既設橋梁特有の様々な施工上の制約条件を合理的かつ安全な方法によりに克服できることが重要となる。本工事においては、通行規制の最小限化、集中工事期間での確実な規制解除並びに交通開放、耐久性の確保などの観点からいくつかの技術的課題が挙げられた。それらの課題を克服すべく、事前の模擬訓練など、検討を重ねて工事に臨んだ結果、集中工事期間内に無事に床版取替えを終えることが出来た。2011年秋頃にはⅢ期工事として上り線A1～P1間の床版取替えが計画されている。Ⅲ期工事を終えた段階で事後の振動・騒音を計測し、3カ年にわたる床版取替え工事の最終的な環境改善効果が確認される予定である。本報告が今後の工事の一助になれ

ば幸いである。

最後に、プレキャスト合成床版の開発、輪荷重走行試験においては大阪工業大学松井繁之教授をはじめ、関係各位の方々に多大なるご助力をいただいた。紙面を借りて感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 鳥山, 松井, 水野, 街道: プレキャスト合成床版に適用する合理化継手のひび割れ性状土木学会第65回年次学術講演会論文集, 2010.9.
- 2) 水野, 松井, 鳥山, 街道: プレキャスト合成床版の合理化継手構造の継手挙動, 土木学会第65回年次学術講演会論文集, 2010.9.