

幅員方向分割取替工事における床版取替工程を 1/10 に短縮

スマート床版更新 (SDR) システム[®]

三室 恵史・小柳 裕・村瀬 諒 介

我が国の国民生活や社会経済活動を支える重要な道路インフラである高速道路は、災害時の緊急輸送路としての機能を担うなど国民の安全・安心な暮らしにとって重要な役割を担っています。橋梁の平均経過年数は約 25～30 年となっており、交通量増加による疲労や飛来塩分・凍結防止剤散布に伴う塩害等による劣化が顕在化しているため、適切な維持管理および更新は喫緊の課題となっている。道路橋の床版更新工事にあたっては、工事に伴う社会的損失を低減するため、交通規制の期間や範囲を最小限にする技術に加え、近接する交通や周辺施設への安全確保、既設の主桁への負担を少なくする施工法を求められている。

これらの社会的要請に対し、床版更新工事を安価・高速・安全に実施できるスマート床版更新 (SDR) システム (以下、本システムという) を開発した。本稿では、開発したシステムと使用する機械について解説する。

キーワード：道路橋、老朽化、床版更新、高速施工、自動化、ソーシャルロスの低減、幅員方向分割取替

1. はじめに

高度経済成長期に整備された道路橋は、大型車の通行量の増加や凍結防止剤の散布などにより、現在急速に劣化が進行しており、床版取替えなどの適切な更新が喫緊の課題となっている。

一方、道路橋の床版取替工事は供用中の施設を対象としたものであることから、交通規制等によるソーシャルロスを最小限にすることが最重要課題である。

このような社会的要請に対処すべく、鹿島では、ソーシャルロスの大幅な低減を可能にした本システムの開

発を進めており、二車線規制下における『全断面取替』を対象とした全断面 SDR システム¹⁾ に続き、一車線規制での幅員方向分割取替 (半断面取替) を対象とした幅員方向分割 SDR システムを開発した。

2. 本システムの概要

(1) 本システムの概要

本システムは、床版取替にかかわる 4 つの作業、①既設床版の縁切り・撤去、②主桁ケレン、③高さ調整工、④新設床版の搬入・架設を、それぞれ専門の作業

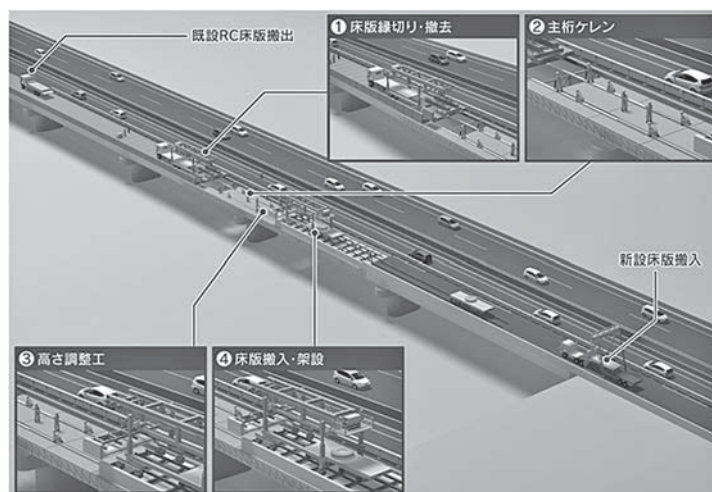


図-1 本システム概要図 (本施工システムについては、特許出願中)

班が前進しながら並行して作業する，いわゆる「移動式工場」を目指した施工システムである（図一1）。

①から④までの作業を順々に繰り返していく標準的な工法に対し，各作業班での連続作業が可能となり，床版取替工程を1/10に短縮する高速施工を実現した。

(2) 本システム適用対象床版取替工事

本システムの適用対象床版取替工事は，『全断面取替』と『幅員方向分割取替』の2タイプの取替工事である（表一1）。

表一1 本システム適用対象床版取替工事

工事タイプ	平面図	断面図	備考
全断面取替	対面通行規制 二車線規制	対面通行規制 二車線規制 全断面取替	参考文献あり
幅員方向分割取替	規制なし 一車線規制	規制なし 一車線規制 幅員方向分割取替	本報文

3. 幅員方向分割取替の主要技術

幅員方向分割取替の主要技術として，「車載運搬型床版架設機・撤去機」，「交通振動対応仮設プレート型継手」および「ワンタッチ型SB種防護柵」について，その概要を述べる。

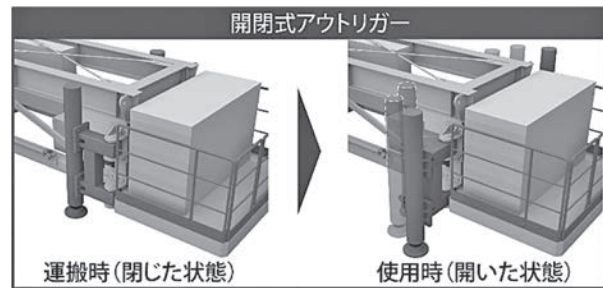
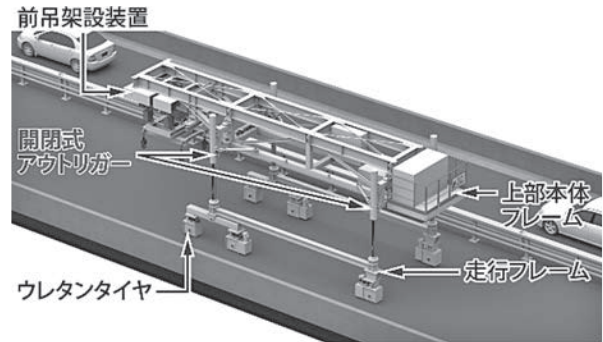
(1) 車載運搬型床版架設機・撤去機

1車線規制下での床版架設機・撤去機の設置・撤去作業においては，供用交通に対する安全性の担保が最重要課題となる。そこで，床版架設・撤去機を10tトラックおよび15tトレーラーで運搬しクレーンを要さず安全に，かつ高速で組立・撤去可能な『車載運搬型床版架設機・撤去機』を開発した（図一2，3）。

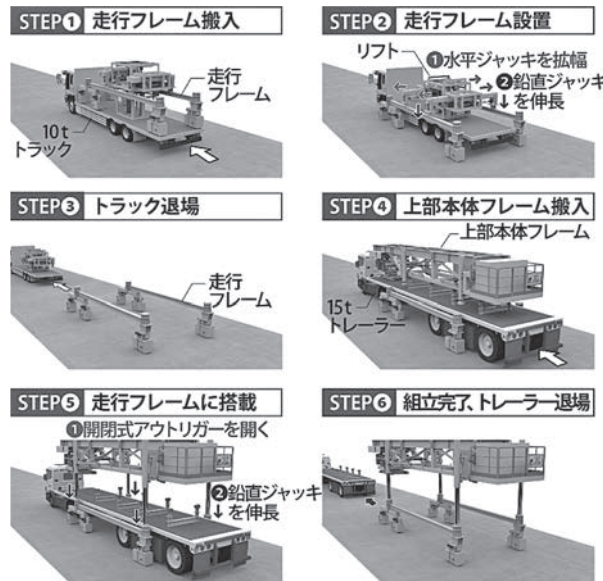
車載運搬型床版架設機は，走行フレームと上部本体フレームの2つのフレームから成る。走行フレームについては10tトラックで，また上部本体フレームについては15tトレーラーで搬入する。一車線規制内でクレーンを要さず高速組立を可能とするために，開閉式アウトリガーを採用した。

車載運搬型床版架設機の組立・撤去作業を対象として，サイクルタイムおよび施工安全性の検証を目的とした施工性確認実験を実施し，組立・撤去はそれぞれ

30分程度の短時間にて安全に施工可能であることを確認した（写真一1～3）。



図一2 車載運搬型床版架設機



図一3 架設機組立フロー



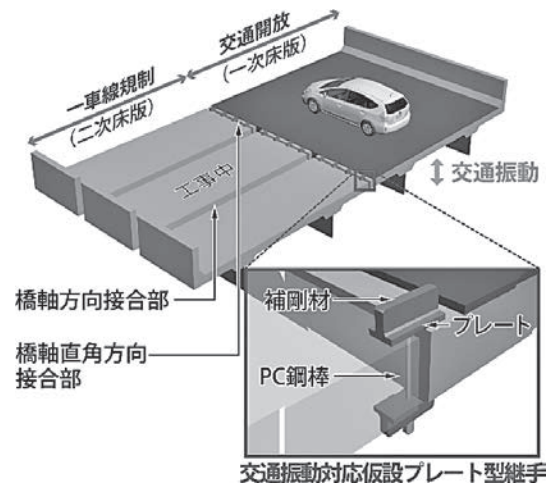
写真一1 架設機走行フレーム運搬



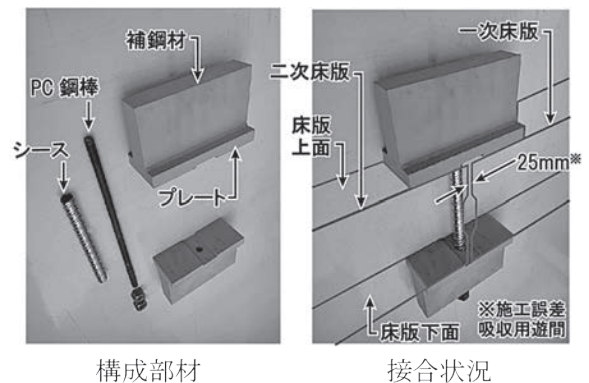
写真一 2 架設機上部本体フレーム運搬・組立



写真一 3 車載運搬型架設機での床版架設状況



図一 4 交通振動対応仮設プレート型継手



写真一 4 交通振動対応仮設プレート型継手

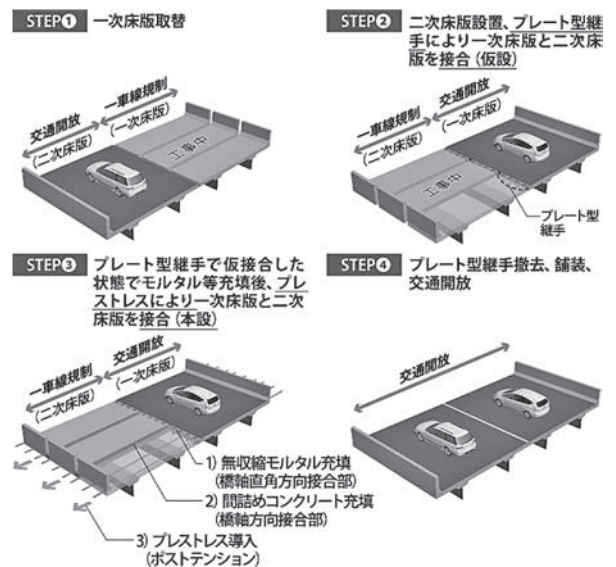
(2) 交通振動対応仮設プレート型継手

幅員方向分割取替における供用側床版（以下、一次床版）と規制側床版（以下、二次床版）の接合部（橋軸直角方向接合部）に充填する間詰材については、硬化中に一次床版からの交通振動によりひび割れが生じるなど、品質が低下することが課題となっている。

そこで、交通振動による影響を解消し間詰材の品質を確保するために、摩擦抵抗によって一次床版と二次床版を仮接合する『交通振動対応仮設プレート型継手』（以下、プレート型継手）を開発した（図一 4）。

プレート型継手は、プレート、PC 鋼棒およびシースから成る。プレートについては、補鋼材により交通振動に対して必要な剛性を確保する構造としている。このプレートを一次床版と二次床版を跨ぐように床版上下面に配置し、これら上下面のプレートを PC 鋼棒で締結することにより、一次床版と二次床版を摩擦力で接合する構造である（写真一 4）。

このプレート型継手を用いた幅員方向分割取替施工手順は図一 5 の通りである。プレート型継手を用いることによって、施工時においてはプレート型継手により一次床版と二次床版を接合・一体化する。間詰め材の硬化中においては、一次床版側の交通荷重による一次床版と二次床版の相対変位を抑制できる（STEP



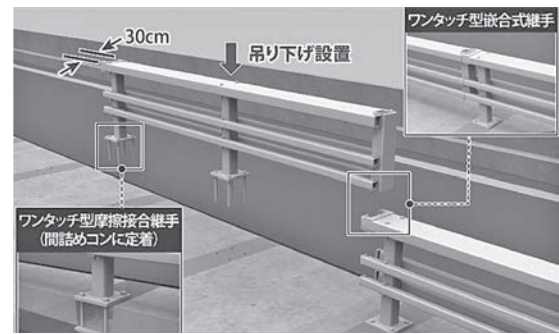
図一 5 幅員方向分割取替施工手順

②)。また、完成時においてはプレストレスにより一次床版と二次床版を接合・一体化し、交通荷重に対し十分な性能を有する床版とするものである（STEP ③，④）。

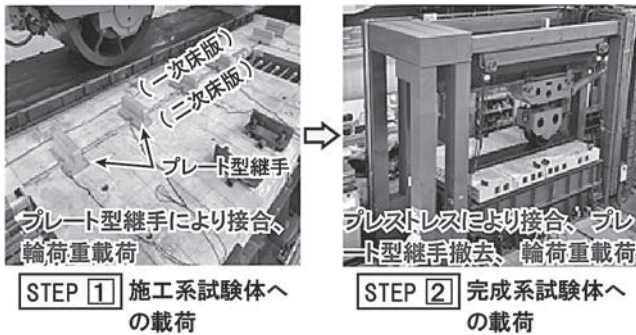
プレート型継手を用いて取替えた床版の供用期間中

における耐疲労性の確認を目的として、NEXCO 試験方法²⁾に準じ、輪荷重走行試験を実施した。試験の結果、完成した床版が100年相当の交通荷重に対して十分な性能を有していることを確認した³⁾(写真—5)。

また、施工性確認実験を実施し、プレート型継手の締結により一次床版と二次床版の間に交通荷重により生じる相対変位を安全に吸収し、確実な一体床版(交通振動による相対変位≒0)を形成可能なことを確認した(写真—6)。



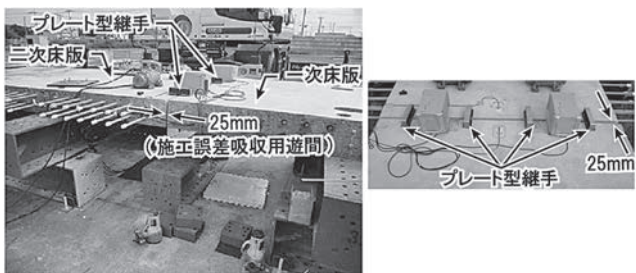
図—6 ワンタッチ型 SB 種防護柵



写真—5 施工ステップを追った輪荷重走行試験



写真—7 施工安全性、サイクルタイム確認状況



写真—6 交通振動プレート型継手施工性確認実験

(3) ワンタッチ型 SB 種防護柵

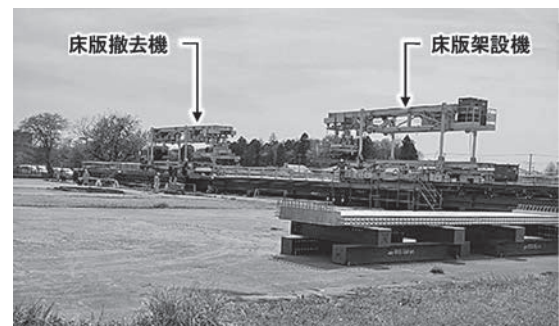
1車線規制下での床版撤去・架設作業においては、作業エリア内に誤進入してくる一般車両に対する確実な防護対策(SB種)が安全上の最重要課題である。また、防護柵設置・撤去作業時の安全性、並びに防護柵占有による規制範囲の最小化が求められている。

そこで、幅30cmの占有でSB種を担保し、ワンタッチで設置・撤去可能な『ワンタッチ型SB種防護柵』を開発した(図—6)。

一車線規制内で安全・高速な設置・撤去を可能とするために、本鋼製防護柵における横梁の継手構造としては、『ワンタッチ型嵌合継手』を、また支柱の床版間詰めコンクリートへの定着構造については『ワンタッチ型摩擦接合継手』を採用した。施工性確認実験により、防護柵を積込んだユニック車にて、2分程度のサイクルで連続設置が可能であることを確認した(写真—7、撤去も同様)。

4. 実物大総合実証実験

2022年4月、幅員方向分割SDRシステムを対象として、サイクルタイムおよび施工安全性の検証を目的とした実物大総合実証実験を行い(写真—8)、床版取替工程を1/10に短縮する高速性など本システムの有用性を確認した。



写真—8 実物大総合実証実験

5. サイトプレキャスト工場

本システムの採用に加えて、JIS認証(JIS A 5373)を取得したPC床版を製作するプレキャスト工場を、工事現場の近傍に設置できると(図—7、写真—9)、床版の製作費や運搬費が削減でき、工事費の2割低減が見込める。また、床版の車両運搬に伴う騒音振動や交通渋滞、CO₂排出等による社会的損失(ソーシャル

ロス)を削減することで、本システムの効果を一層高められる。さらに、サイトプレキャスト工場では、地元企業から生コンクリートの調達が可能となり、地元との協業も図ることができる。

的に提案する。併せて、自動化を始めとした機能向上についても研究開発を進め、交通規制等によるソーシャルロスを最小限にとどめる道路橋床版更新工事の実現に寄与する。

JICMA

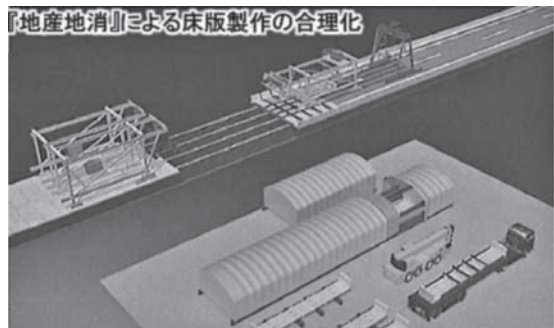


図-7 サイトプレキャスト工場



床版製作設備

曲げ強度試験機

写真-9 サイトプレキャスト工場用設備

6. 今後の展開

実物大実証実験において所期の結果を得たことを受け、今後は実工事への適用に向け、本システムを積極

《参考文献》

- 1) 山中ら：スマート床版更新 (SDR) システム, 土木施工 VOL.61 No.7, pp.66 ~ 67, 2020.7.
- 2) 東日本高速道路会社/中日本高速道路会社/西日本高速道路会社：NEXCO 試験方法 第4編, 2019.7.
- 3) 永井ら：床版取替工事の幅員方向分割施工における仮設継手構造の検討(その2) - 構造性能実験 -, 土木学会全国大会第77回年次講演会, 投稿中.

[筆者紹介]



三室 恵史 (みむろ けいじ)
鹿島建設㈱
機械部 機械技術イノベーショングループ



小柳 裕 (おやなぎ ゆう)
鹿島建設㈱
機械部 機械技術イノベーショングループ



村瀬 諒介 (むらせ りょうすけ)
鹿島建設㈱
機械部 機械技術イノベーショングループ