

# 床版取替工事向け多機能床版取替機 「Sphinx」の開発

武川 哲・石川 孝

高度経済成長期に整備された道路橋の老朽化が顕在化し、劣化した床版の取替工事など大規模更新工事が進められている。床版取替工事では、交通規制に伴う社会的影響を最小限に留めるため、施工期間を短縮する高速施工が求められている。この度、床版取替工程のうち、既設床版の引き剥し、撤去、積み込みから、新設床版の荷取り、水平回転、架設までの一連の作業すべてを一台で行うことができる多機能床版取替機「Sphinx」（以下、本取替機という）を開発し、本稿にて装置特徴や付帯機能について紹介する。

キーワード：多機能、高速施工、縦横断勾配施工、リモート操作、低い装置高さ

## 1. はじめに

全国の高速道路の約4割が供用から30年を経過し、床版は劣化が激しく、大規模更新・修繕工事が進められている。現在施工中の床版取替工事の多くは、非合成桁や上空制限がないなど、施工条件の良い橋梁から進められ、従来のクレーン工法（以下、従来クレーン工法）が採用されている。しかし、標識など空頭が低い構造物や高圧電線が横過する箇所、ジャンクション下など高さ制限のある場所では、従来クレーン工法の採用は困難である。また、クレーンは機体重量が大きく、既設桁の補強が必要になる場も多い。

これらの課題や今後の合成桁を対象とした大規模更新・修繕工事を踏まえ、装置の据え付け制限や既設桁の補強を抑え、上空制限下でも高速施工を可能とする多機能床版取替機を開発した。本稿にて装置特徴や付帯機能について報告する。

## 2. 装置概要

### (1) 開発コンセプト

本取替機開発にあたり、床版取替工事の一連の作業を念頭に、従来クレーン工法の施工性および利点・欠点を分析して開発コンセプトを検討した。以下に開発コンセプトを示す。

#### (a) 高速施工

高速走行やスムーズな動作で、従来クレーン工法と同等の施工性を実現する。

#### (b) 低い装置高さ

上空制限4.3mの条件下でも、走行や床版の荷取り、積み込み、回転作業を支障なく行える低い高さの装置。

#### (c) 多機能装置

既設床版の引き剥し、撤去、積み込みから、新設床版の荷取り、水平回転、架設までの床版取替に係わる一連の作業を装置一台で実現する多機能な装置。

#### (d) 縦横断勾配施工可能な装置

縦横断勾配の施工環境下でも、水平姿勢を保持しながら作業可能な装置。

#### (e) 操作の自動化

省力・省人化を含め、一部動作のプログラム制御とリモート操作が可能な装置。

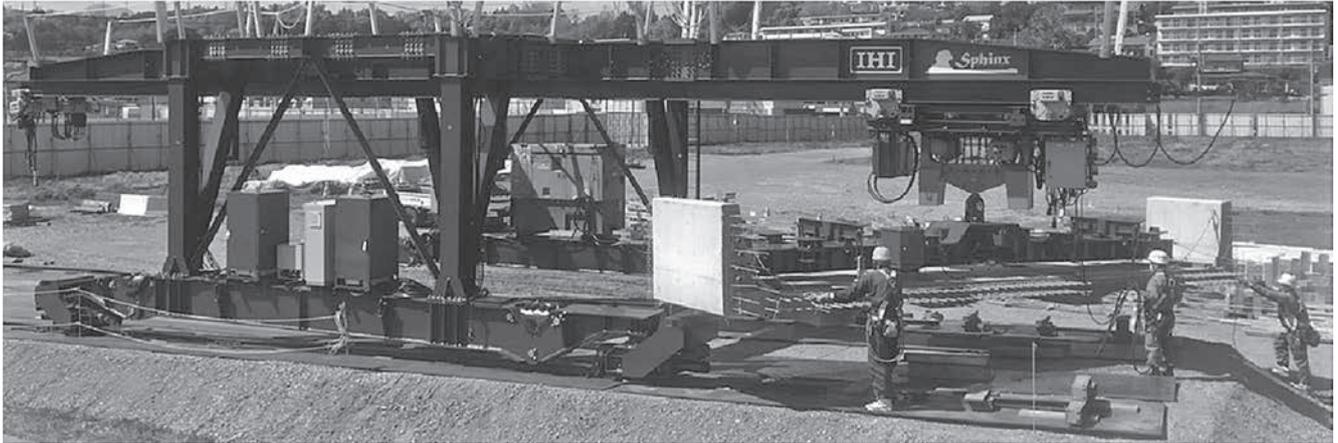
## (2) 諸元

本取替機の諸元を以下に示す。名称は、その姿がエジプトのスフィンクスに似ていることから命名した（写真—1）。写真—2、図—1に示すとおり、本装置は軌条走行型であり、図—2に示す前後方向に突き出す主構、支柱、脚部で構成され、既設桁の主桁間隔に応じて軌条幅を調整可能である。支柱から前後に突き出す脚部には、写真—2に示すヒンジ部とジャッキで構成する関節を持ち、ジャッキ伸縮により関節が屈折し、高さ調整を行う事で機体全体の水平を保持する。

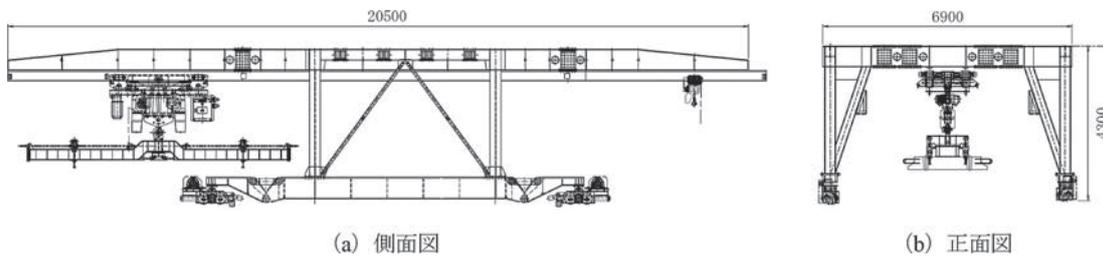
①全長：20.5 m

②高さ：4.3 m

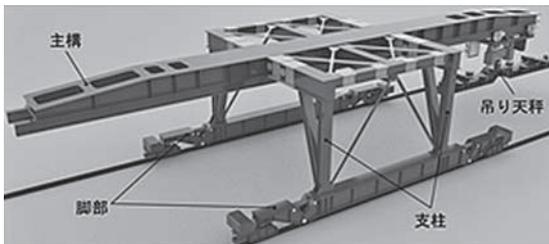
③適用レール幅：6.5 m（4.6～7.5 mに変更可能）



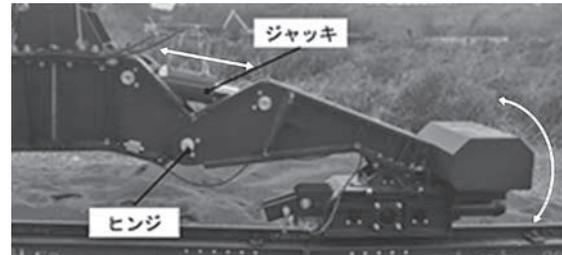
写真一 本取替機外観



図一 本取替機概要



写真二 本取替機構造



写真三 脚部ジャッキ伸縮動作

- ④装置重量：47 t
- ⑤最大吊り重量：20 t（吊り天秤を含む）
- ⑥軌条形式：22 kg レール
- ⑦走行速度：9.0 m/min（中速，低速に調整可能）

### (3) 適用条件

本取替機で床版取替可能な適用条件を以下に示す。

#### (a) 取替床版

- ・最大寸法：2 × 14 m
- ・床版最大重量：17.5 t

#### (b) 現場条件

- ・縦断勾配：-5%～+5%
- ・横断勾配：-5%～+5%
- ・曲率：R = 200 m 以上

### (4) 本取替機の特徴

本取替機は、既設床版の引き剥し、撤去、積み込み

および、新設床版の荷取り、水平回転、架設におよぶ一連の作業全ての機能を備える。また、本取替機は、各作業の施工性を向上させることを目的とした特徴的な機能を備えており、以下に示す。

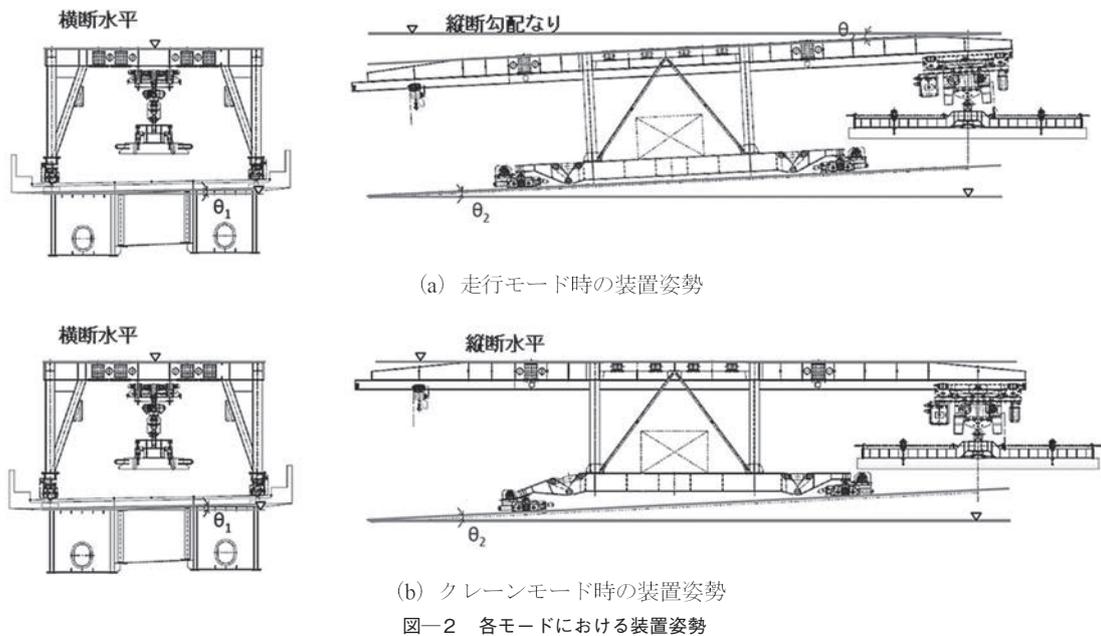
#### (a) 多機能装置

既設床版の引き剥がしから、撤去、運搬、積み込み、新設床版の荷取り、床版の水平回転、架設におよぶ一連の作業を、全て1台でこなすことが可能である。

#### (b) 姿勢自動制御

本取替機には、写真一三に示す脚部に内蔵するジャッキの伸縮によって、水平保持する機能を設けた。水平姿勢の保持機能は、縦横断勾配を検知するセンサーと前後4箇所ジャッキを連動させるプログラムによって、走行時・施工時のそれぞれに適した姿勢に自動制御するものである。

この姿勢制御は、具体的には、走行モードとクレーンモードを設け、装置内の写真一四に示す制御盤で



切り替え運用する。装置姿勢は、各モードに合わせた水平保持姿勢に自動制御で可変する。図一 2 (a) に示す走行モードでは、走行箇所横断勾配を検知、横断方向の水平を保持しながら、縦断方向は勾配なりの姿勢を保持する。

一方、図一 2 (b) に示すクレーンモードでは、縦横断何れの勾配も検知し、縦横断方向の水平を保持する。この機能により、-5%から+5%まで縦横断勾配が変化する橋梁上でも、安全に施工することが可能である。

(c) 低い装置高さ

一般の標識などの構造物や立体交差部の桁下制限高さは、道路構造令により4.5m以上となる。装置高さを4.3mとすることで、立体交差部などの上空制限下でも、床版取替を支障なく行うことを可能にしている。

(d) 装置の軽量化

装置重量は、約47tであり、トラッククレーンなどの他機種と比較すると、床版取替時の既設桁への負

担を軽減し、鋼桁の補強量を減らすことが可能となり、合成桁にも有利である。

(e) 操作の無線化

無線、有線の何れの操作も可能であり、現場状況に応じて安全に作業を行うことができる。

(f) 吊り天秤

吊り天秤を写真一 5, 6 に示す。その構造は、新設床版の架設時を基本とするが、旧床版の引き剥し時は、ジャッキを装備できる構造とした。特に、新設床



写真一 4 新設床版架設時の天秤構造



写真一 5 旧床版撤去時の天秤構造



写真一 6 新設床版架設時の天秤構造



写真-7 吊り天秤のスライド可能な吊りピース

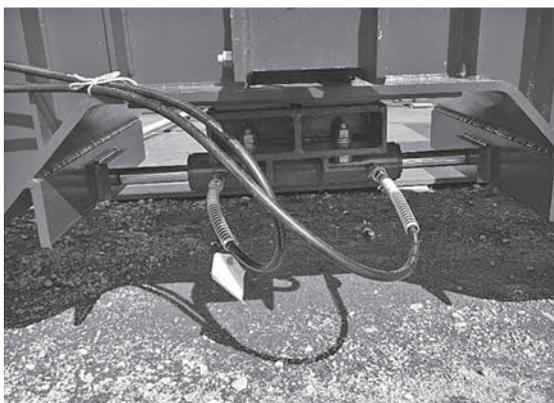


写真-8 吊り天秤に設けた傾き調整ジャッキ



写真-9 主構（中央部）の搭載

版の荷取りや架設時は、床版の水平姿勢を保持する調整作業が発生し手間を要する。そこで、写真-7、8に示す天秤中央部に、写真-7に示す吊りピースと連動した伸縮するジャッキを設けた。リモート操作によるジャッキ伸縮にて、重心位置に合わせて吊点位置が調整可能となり、円滑な床版の水平保持を実現した。

### 3. 本取替機の組立・解体

組立・解体について、施工状況を写真-9～11に示す。組立・解体は、50tラフタークレーンにて行っ



写真-10 主構（前方部）の搭載

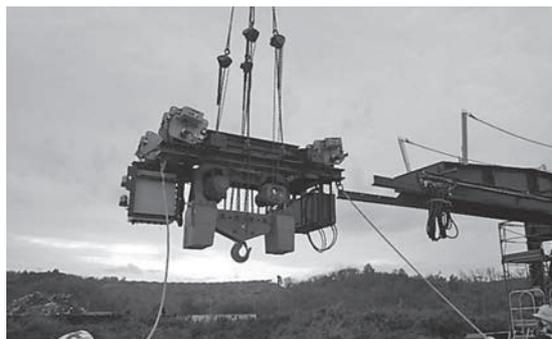


写真-11 吊り装置の搭載



写真-12 走行確認



写真-13 クレーンモード稼働確認

た。ラフタークレーンを本取替機後方に配置した場合には、支保工、足場の組立、解体、各種配線を含め、組立に要した日数は3日、解体は2.5日であった。



写真—14 旧床版撤去作業



写真—15 新設床版架設作業

#### 4. 本取替機の稼働

試験ヤードにて確認した稼働状況について、写真—12, 13 に示す。実施工での上空制限より低い高さである 4.5 m の門構,  $R=20$  m の曲率, 最大 5% の縦断勾配, 縦断勾配の差異により 1% の横断勾配を設けた軌条, 床版を模擬した寸法, 重量のカウンターウエイトを吊荷として用意した。走行や旧床版の撤去から新設床版の架設までの作業を想定した一連の動作を確認し, 全ての動作や各モードの装置姿勢など, 設計通りに機能することを確認した。その後の実工事においても, 問題なく稼働していることを確認した (写真—14, 15)。

#### 5. おわりに

Sphinx の初施工となった, 上空制限下や縦横断勾配変化のある条件の現場において, 施工性の高さを確認した。また, リモート操作や自動調整などの機能を発揮することで, 施工効率の面から見ても, 従来クレーン工法における課題を克服した, 優位な施工性を実現した。

現在, 全国で進められている床版取替工事は, 高度経済成長時に架けられた橋梁の中の一握りであり, 今後は, 困難な環境下での施工, 急速施工等が求められる。Sphinx は, これまで培った経験や技術を結集し完成に至り, 今後更に需要の高まるインフラ更新事業への大きな一助となる革新的な装置として, 全国の様々な現場での活躍が期待される。そして, より難易度の高い幅員分割施工への対応や各種作業の自動化による更なる省力・省人化を実現する次世代の床版取替機開発に向け, 更なる改良を重ねる予定である。

JICMA

##### 〔筆者紹介〕

武川 哲 (むかわ さとし)  
 (株) IHI インフラシステム  
 研究開発部  
 課長代理



石川 孝 (いしかわ たかし)  
 (株) IHI インフラシステム  
 研究開発部  
 課長

