

34 その他

ジャンクション部等の上空制限下における 床版取替工事

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 IHI インフラシステム

石 川 孝 ○ 鈴 木 統

1. はじめに

全国的高速道路の約4割が供用から30年を経過する中、鋼橋の床版はその劣化が顕在化し、大規模更新・修繕工事が進められている。更新工事における床版取替工事の多くは、対象が非合成桁であったり、上空制限が無いなど施工条件が良好な橋梁を中心に施工が進められ、取替には、市場性のある移動式クレーンが用いられてきた。しかし、標識など空頭が低い構造物や高压電線が横過する箇所、ジャンクション部など上空制限下では、移動式クレーンの採用は困難である。さらに、移動式クレーンは機体重量が大きく既設桁の施工荷重に対する鋼桁補強が必要で、特に経済断面を有する合成桁には不利となる。この課題に対し、軽量で機高が低く、高速施工が可能な多機能床版取替機「Sphinx：スフィンクス」（以下、Sphinx）を開発した。本稿では装置の特徴と施工結果につき報告する。



図-1 位置図

2. 工事概要

本工事の位置を図-1に、Sphinxの施工範囲を図-2に示す。

工事諸元を以下に示す。

- (1) 工 事 名：西湘バイパス（特定更新等）
萬丈橋床版取替工事
- (2) 発 注 者：中日本高速道路株式会社
- (3) 施工箇所：萬丈橋（下り線）P19-21
- (4) 橋梁形式：鋼3径間連続非合成箱桁橋
- (5) 床 版：RC床版→プレキャストPC床版
- (6) 橋 長：42m（P19-21）

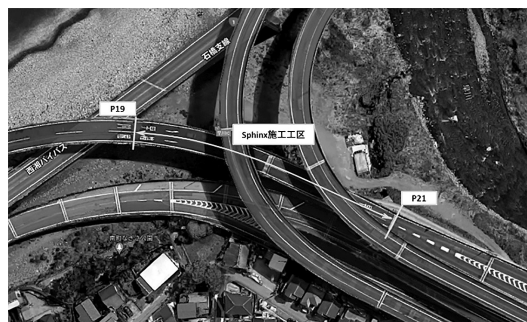


図-2 施工範囲

3. 施工における課題

本工事における床版取替の施工範囲には、高さ制限のある立体交差部が含まれる。そのため移動式クレーンを用いることが不可能なため、上空制限下でも施工可能とする必要があった。また、狭い施工領域の中、床版の撤去と架設を効率的に行える機能も求められた。

4. 装置の概要と適用結果

4-1 装置の概要

(1) 装置の諸元

Sphinxの諸元を以下に示す(図-3)。装置は軌条走行型で、図-4に示す前後に張り出す主構と支柱および脚部で構成する。構造幅は、既設橋の主桁間隔に応じて調整可能である。アップリフトを低減するために前後に突き出す形状とした脚部には、図-5に示すヒンジ部とジャッキで構成する関節構造で、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姿勢を保持する。

- a) 全長：20.5 m
- b) 高さ：4.3 m
- c) 適用レール幅：6.5 m
(他、4.6 m, 7.5 m幅に変更可能)
- d) 装置重量：47 t
- e) 最大吊り重量：20 t (吊り天秤を含む)
- f) 軌条形式：22 kgレール (JIS E1103)
- g) 走行速度：9.0 m/min (低, 中速に調整可能)

(2) 装置の適用条件

- 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=200m以上

(3) 装置の特徴

Sphinxには、各作業の施工性向上を目的とした各種機能があるが、特徴的なものを以下に示す。

a) 多機能装置

作業の効率性を向上するために、既設床版の引き剥しから、撤去、積み込み、新設床版の荷取り、水平旋回、架設の一連作業を1台で対応できる。

b) 姿勢自動制御

姿勢制御は、図-5に示す脚部に内蔵する伸縮ジャッキによって、水平保持する機能とした。水平姿勢の保持機能は、縦横断勾配を検知する傾斜センサーと前後4箇所の伸縮ジャッキを連動駆動させるプログラムによって、走行時と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。姿勢は、走行モードとクレーンモード(床版吊上げ時)の2種類を設定し、装置内の制御盤で切り替えを行う。装置の姿勢は、作業に応じた勾配および水平保持姿勢に全自動で可変する。

図-6に、各モードの特徴を示す。走行モードでは、走行箇所の横断勾配を検知し、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。クレーンモードでは、縦横断両方の勾配も検知し、縦横断方向に水平を保持する。本機能により、- 5 % から + 5 % まで縦横断勾配が

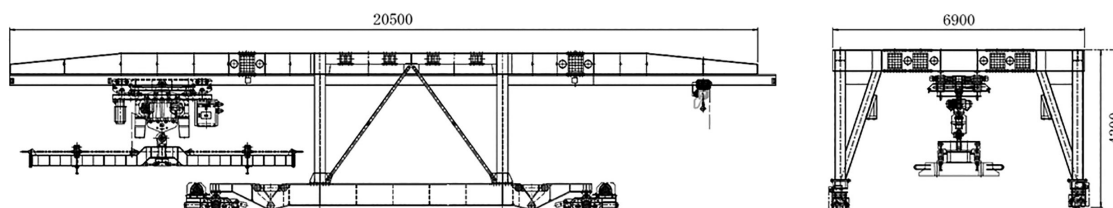


図3 Sphinxの概要

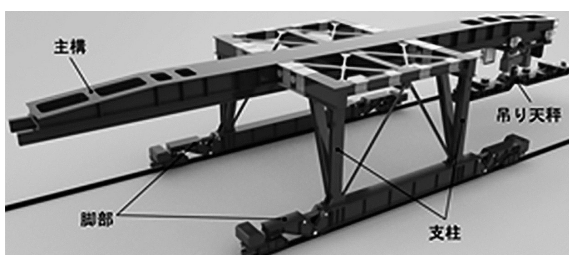


図-4 Sphinx構造



図-5 脚部ジャッキ伸縮動作

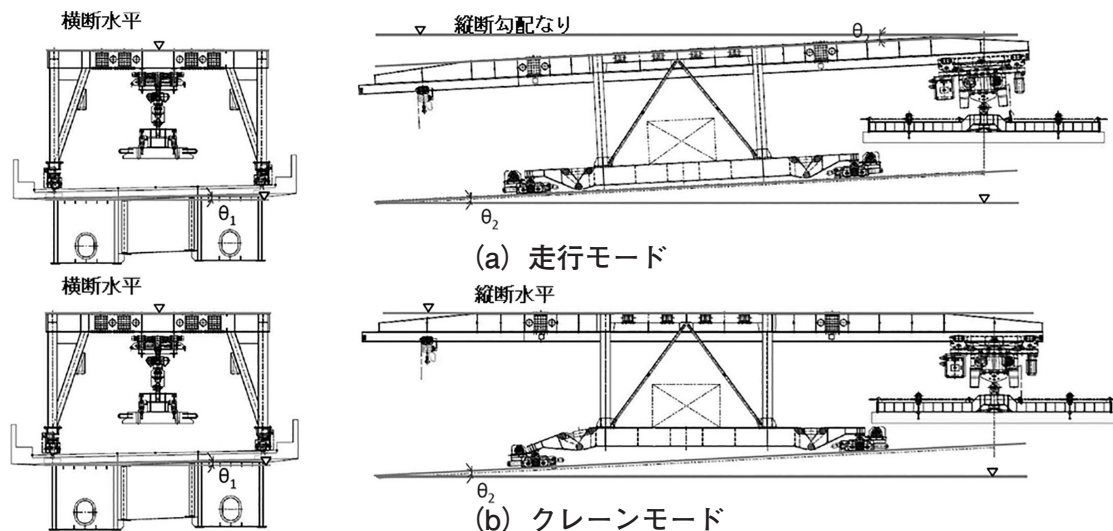


図-6 各モードにおける装置姿勢

変化する橋梁上でも、機体姿勢の調整作業の手間を省き、安全な走行ができるとともに、施工および装置の低姿勢を保持することが可能である。

c) 低い装置高さ

一般的に標識などの上空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以下と定められている。Sphinxは、装置高さを4.3mとすることで、立体交差部などが交差する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、移動式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、特に合成桁における床版取替に有利である。

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操作を行うことができる。

f) 吊り天秤

吊り天秤は、図-7に示す新設床版の架設時を基本構造とするが、旧床版の撤去時は、アタッチメントを介して、床版引き剥がしジャッキを追加装備できる構造(図-8)に可変できる。また、新設床版の荷取り時や架設時は、床版の水平な吊り形状を保持調整する手間が発生する。そこで、に示す吊り天秤中央部に、吊りピースと連結した

ジャッキを内蔵し、吊り点をシフトさせることにより重心位置の調整を行う(図-9)。ジャッキはリモート操作により円滑な保持作業が可能である。



図-7 新設床版架設時の天秤構造

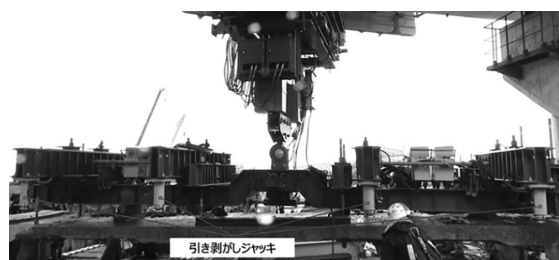


図-8 旧床版撤去時の天秤構造



図9 吊りピースと連結した調整ジャッキ

4-2 適用結果

Sphinxを採用（以下Sphinx工法）する本工事では、従来工法で12日ほど見込まれるところ、撤去5日、架設4日の計画とし、遅延の無く施工を行った。Sphinx施工工区の隣接工区では、上空制限が無い場合、移動式クレーンにて床版取替が施工されていて、上空制限以外の条件は同等であることから、Sphinx工法と移送式クレーン工法（以下従来クレーン工法）との施工歩掛が比較できた。

(1) 旧床版の撤去（図-10）

Sphinx工法は移動時間を含み60分/枚、従来クレーン工法は65分/枚の撤去時間（クレーン盛替等の換算含む）であった。作業に要する人員は、Sphinx工法では撤去の多工種な領域が分散して対応する従来クレーン工法に比べて、1パーティあたり5人少く対応でき、全工程において省力化が可能である。これにより、従来クレーン工法に比べ効率性や省力化に対する効果を確認できた。



図-10 旧床版撤去作業

(2) 新設床版の架設（図-11）

架設時間は、Sphinx工法は移動時間含み40分/枚、従来クレーン工法は50分/枚（クレーン盛替等の換算含む）を要し、このことから、施工効率は、従来クレーン工法に比べ若干早く、計画時に目標とした施工効率を確認できた。今回、比較対象の従来クレーン工法の対応人員は、撤去と同人数が対応していたが、少なく見積もってもSphinx工法と同等か、それ以上を要している。なお、床版取替機による工法は特有の作業工程があり、従来工法とは異なる作業ステップもあるた

め、単純な比較は難しいが、架設1サイクルに要した時間は、従来より早く、対応人員数から見てもSphinx工法の施工効率は、従来クレーン工法に比べ優位と言える。



図-11 新設床版架設作業

(3) 今後の課題

今回、撤去した床版は施工位置から離隔した固定位置まで搬出し、新設床版も同様に離隔した箇所から台車搬入する手段としたため、搬送に要する時間的なロスが生じている。床版の搬出・供給手段について、Sphinx工法に特化した作業要領を検討し、整備することにより更なる効率化が可能と考える。

5. おわりに

本工事では、Sphinx工法は上空制限下や縦横断勾配変化のある難易度の高い条件下でも施工可能であることを確認できた。また、リモート操作や自動調整などの機能を駆使することで、施工効率の面からも、従来クレーン工法より優位な結果となった。今後は、施工困難な条件下でかつ、短工期な施工の要求が高まることが想定されるが、それらに対応すべく、更なるSphinx工法の検討を進め、需要の高まるインフラ更新事業への一助となるべく期待するところである。

今後は、より難易度の高い幅員分割施工への対応や、要素作業の完全自動化による省人化に向けた課題に対応すべく、更なる改良を重ねる予定である。