

フォークリフトを用いた新設床版設置用専用装置の開発

田中 秀幸*

Hideyuki Tanaka

飯田 英厚***

Hideatsu Iida

鈴木 健**

Takeshi Suzuki

永津 学****

Manabu Nagatsu

1. はじめに

高速道路の構造物は老朽化が進んでおり、現状のまま進むと2030年には、開通から30年以上経過した道路が約8割¹⁾になると考えられている。このような背景から、高速道路会社は「高速道路リニューアルプロジェクト」²⁾として、全国で大規模更新工事を進めている。特に、橋梁については、老朽化や変状が発生した床版の取替工事が進められている。この背景を考慮して、当社の中期経営計画2025の土木事業の事業戦略には、重点施策の「新分野への挑戦」の一つに、「床版取替の技術開発の推進」が設定されている。

床版取替工事における新設床版の設置は、一般的にはクレーンもしくは専用の架設機を使用して実施されている。しかしながら、工事箇所の周辺環境によっては、クレーン作業ができない、クレーン作業時間が制限される、もしくは作業時間そのものが限定的となる(例：昼夜連続通行止めができず夜間のみ通行止め施工可能、翌朝車線開放)等の制約があることも考えられる。そこで、施工箇所から離れた場所からも床版の運搬が可能と考えられるフォークリフトをベースマシンとした新設床版の揚重、運搬および設置を可能とする装置の開発を実施した。

2. 新設床版設置用装置の仕様

今回開発した新設床版設置用装置(図-1)には、フォークリフト標準機能として上下リフト(昇降)、チルト(前傾・後傾)およびシフト(左右スライド)の調整機能に加えて、以下を追加した。

- ・回転調整： $\pm 4.8^\circ$
- ・鉛直レベル調整：ストローク長850mm(実大実験用)
- ・前後スライド調整： ± 100 mm

これは、新設床版間を連結する継手金物によっては、床版間の設置精度が数ミリとなる場合もあることから、本

体の操作だけではなく、今回開発した装置にて調整時間の短縮を図るためである。なお、これらの調整装置は油圧制御とした。また本装置の操作(追加調整機能)については、床版設置場所で、作業員が目視確認しながら行えるようリモコン方式(図-2)を採用した。

フォークリフトと本装置の接続は、装置本体にフォークを貫通させる箇所を設け、フォークで接続することとした。その際、床版を把持した状態で運搬する際は、装置の脱落が懸念される。この対策として、貫通部にクロロプレナムを配置し、このゴムとフォークを油圧ジャッキにより箝合させることとした。

本装置の設計および装置開発は、オックスジャッキ(株)との共同で実施した。装置の設計は、2023年4月から開始し、2023年7月に製造開始、2023年9月に平塚製作所にて仮組試験および試運転を実施した。仮組検査時には、各油圧制御試験を実施し、技術開発開始時に計画した本装置の仕様を満足していることを確認した。



図-1 新設床版設置用装置



図-2 新設床版設置用装置のリモコン

3. 実大実験の概要

今回開発した新設床版設置用装置の性能を確認するため、実大の床版設置実験を実施することとした。また、実大実験を実施するため実際の工事で使用する新設床版と同等の大きさの模擬床版も製作した。

この模擬床版は2車線断面の新設床版と同等の大きさ

* 機材部平塚製作所

** 土木技術部リニューアル課

*** 北日本(支)土木部機電課

**** 関東土木(支)東百合丘工事事務所

とし、橋軸直角方向幅は約 12 m、重量は約 16 t/枚として 2 枚製作した。また実際の床版を模擬するため、橋軸直角方向には、カント角 3.0°を考慮した。実大実験のヤード（走路）は、碎石と敷鉄板で造成し、走路も、模擬床版に合わせてカント角 3.0°を考慮して造成した。

今回製作した新設床版設置用装置の油圧装置等は、安価なリース材で構成したため、装置全体の重量は約 6 t となった。このことから、使用するフォークリフトは 24 t 級とした。これらの条件のもと、実大実験は、2023 年 10 月上旬に埼玉県羽生市に準備した実験ヤードにて実施した（図一3）。実大実験では、特に以下の項目について性能を確認した。

①本装置を用いた床版の設置時間

- ・1 枚目設置済で 2 枚目を設置する時間を計測
- ・実験期間中に実施したクレーンによる設置時間との比較
- ・床版間の設置精度は継手金物を想定して以下とした。
床版間距離：設計値 ± 2 mm
床版間の横ずれ： ± 5 mm

②床版運搬時の床版の安定性

- ・目視確認および運転者へのヒアリング

4. 実大実験結果

(1) 床版設置時間の計測結果

床版設置実験は、2023 年 10 月 2 日～10 月 5 日まで実施した。10 月 3 日の実験結果を図一4 に示す。10 月 3 日は実験を 10 回実施した。その結果、10 回の平均設置時間は 145 秒であり、最短時間は 97 秒であった。設置時間は回を重ねるごとに短縮することができた。これは作業員の本装置に対する慣れと、床版を把持した際に、あらかじめカントを考慮して鉛直制御用油圧シリンダー長を調整することで、床版設置時は、微調整することなく、フォークリフト本体の鉛直調整のみで設置できるようになったためである。

また 10 月 5 日には、一般的な工法であるクレーンを用いた床版設置実験も実施した。使用したクレーンは床版の重量から 70 t 級とした。クレーンを使用した設置実験は 6 回実施し、設置時間の平均は、159 秒であった。

以上より、今回開発したフォークリフトを用いた新設床版設置用装置の施工速度は、クレーンと同等もしくはそれ以上と評価した。なお、実験時にリモコンのトラブルや油圧シリンダーのトラブル等は発生しなかった。

(2) 床版運搬時の床版の安定性確認結果

床版運搬時の床版の挙動を目視にて確認した結果、フォークリフトの走行によって床版が前後左右に荷振れすることが確認された。これは、床版を把持する鉛直油圧シリンダーと本装置の接続がピン結合であるためと考察した。またフォークリフト運転手にヒアリングした結果、

「運搬速度が上がると、荷振れが大きくなり怖い」との回答があった。以上より、床版運搬時の床版の安定性向上対策が必要であると評価し、今後の課題とした。

5. おわりに

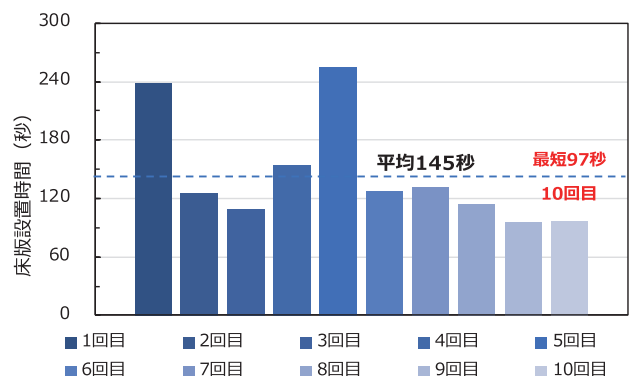
床版取替工事において、クレーン作業ができない、クレーン作業時間が制限される等を想定して、フォークリフトに装備可能な床版設置用装置を開発した。この装置を用いて実大の床版設置実験を実施した結果、本装置を用いた施工速度は、クレーンを使用する場合と同等もしくはそれ以上であることが確認できた。著者らは、今後の床版取替工事での本装置の適用や受注に向けて、今回の実験で確認された課題等に対して、本装置の改良を継続する予定である。

参考文献

- 1) 独立行政法人日本高速道路保有・債務返済機構：パンフレット「高速道路機構の概要 2021」
- 2) 中日本高速道路株式会社：高速道路の更新事業，<https://www.c-nexco.co.jp/corporate/operation/maintenance/renew/>，（参照 2024-04-17）



図一3 実大実験状況（運搬，設置）



図一4 床版設置時間計測結果（試験日 10/3）