

17 施工計画

函渠上における 多軸式特殊台車一括架設工法～黒崎西ランプ～

日本橋梁建設土木施工管理技士会

JFE エンジニアリング株式会社

現場代理人

小野 拓海○

監理技術者

安田 恭之助

工事主任

須田 健太郎

1. はじめに

本工事は福岡県北九州市黒崎にて、国道3号黒崎バイパスと国道200号を接続するランプ部の鋼2径間連続非合成箱桁橋及びT型橋脚1基の製作・架設工事である。本工事において架設する橋梁は国道3号と国道200号の交差点上空に位置しており、夜間通行止めを実施しての多軸式特殊台車一括架設工法が採用された（図-1参照）。本稿では一括架設における計画・施工について概説する。

工事概要

- (1) 工事名：福岡3号黒崎西ランプ橋上部工（A1-RP2）外工事
- (2) 発注者：国土交通省 九州地方整備局
- (3) 工事場所：福岡県北九州市八幡西区黒崎地先
- (4) 工期：令和5年2月2日～
令和6年12月27日

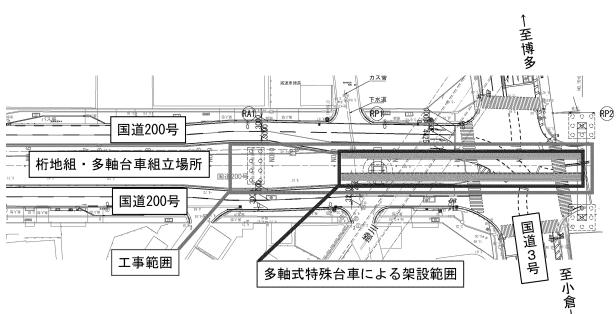


図-1 工事施工箇所

2. 現場における課題・問題点

本工事の架設における制約条件を以下に挙げる。

- ①並走する国道200号直下に函渠が横断している。
- ②国道上での作業となり夜間交通規制を伴う。
- ③マンションなどが密集する市街地である。

特に、①について、多軸式特殊台車（以下、多軸台車という）による架設を行うにあたって、現状のままでは函渠が桁運搬の荷重には耐えることができないため、函渠上をどのようにして桁を運搬するかが課題となった。また、②について、国道3号の通行止め可能時間は0時から5時と時間的制約が厳しい中での施工が必要であった。

3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

3-1 架設工法の検討

①について函渠上の桁運搬を行うための対策として下記の2種類が考えられた。

対策1：函渠にたいして、桁運搬の荷重に耐えられるような補強を行う。

対策2：函渠に荷重をかけずに桁を運搬する。

対策1において函渠の位置が交差点に近接していることから、補強工事の施工に伴う交通影響が大きいことや擦り付け舗装の走行性の観点から実施困難であると判断し、対策2による施工を主に検討を行った。

検討の結果、多軸台車による受け替えを伴った工法を提案した。多軸台車を3台使用し、桁を運搬する途中で函渠を挟んで桁の受け替えを実施することで、函渠上に桁の荷重を載荷せずに桁の運搬を行う方法である。具体的架設の流れを下記に示す。多軸台車を桁組立地点から架設地点に向かって、1号車・2号車・3号車とする。

STEP1：桁地組地点から函渠手前までを1・2号車にて運搬（図-2参照）

STEP2：函渠の先に3号車を配置し、函渠を挟んで2号車から3号車に桁の受け替え実施（図-3参照）

STEP3：1・3号車にて架設地点までの運搬・架設（図-3参照）

上記により、函渠に桁の荷重をかけることなく、地組地点から架設地点までの運搬・架設を可能とする。

側面図

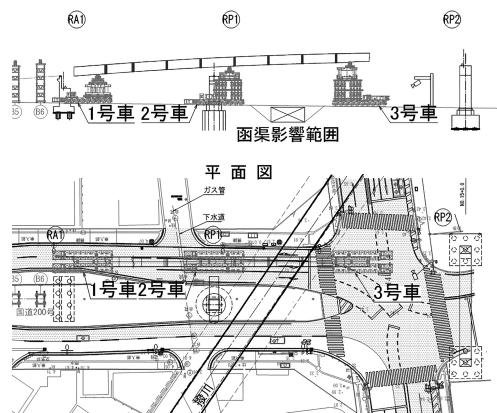


図-2 変更架設方法（1・2号車での桁運搬）

側面図

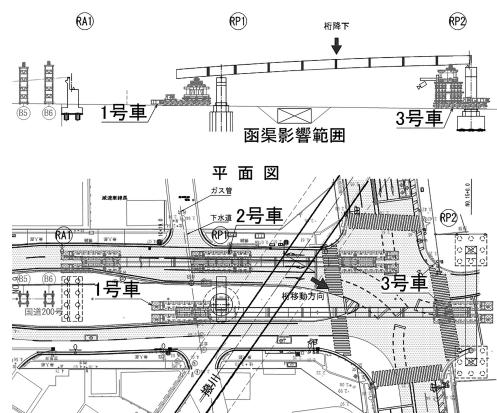


図-3 変更架設方法（桁の受け替え→架設）

○運搬する桁の諸元

桁長：77.5m

桁高：2.4m

鋼重：165t

○多軸台車1台あたりの諸元

編成：6軸台車×2台+3軸台車×2台

+デッキリフト2台

+ターンテーブル1台

軸数：9軸

最大輪荷重：74.6kN

この架設工法実施するにあたっての条件として、下記2点が必要である。

- 1) 桁の荷重を受けていない状態であれば多軸台車が函渠上を通行可能であること
 - 2) 函渠に荷重を与えない多軸台車の配置で桁の受け替えが可能かつその配置で函渠手前までの運搬が可能であること
- これらの条件を満たすかを確認するために1)
2) それについての照査を実施した。詳細を下記に示す。

1) について、函渠設置時の構造計算書を踏襲し、桁の荷重を受けていない状態の多軸台車の荷重に函渠が耐えうるか検討した。上記構造計算書において、活荷重として、多軸台車が函渠上を通過するときの5.0m範囲における輪荷重の総和（ $74.6\text{kN} \times 16\text{輪}$ ）を等分布荷重に換算して照査を行った（図-4参照）。

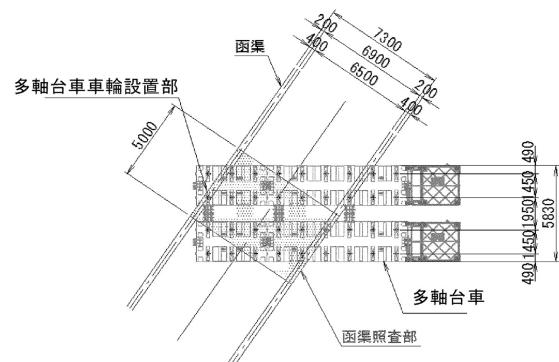


図-4 多軸台車によって函渠にかかる荷重

照査の結果、多軸台車による荷重が作用しても函渠の頂板・底板・側壁のすべて部材において許容応力度以内に収まることが確認できた。これにより、桁の荷重をかけない状態であれば多軸式台車が函渠上を通行しても問題ないと判断した。

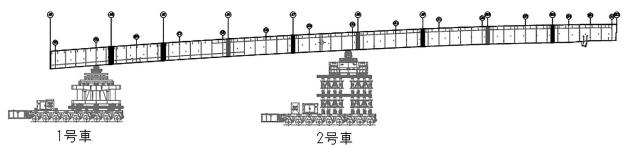


図-5 1・2号車での桁運搬時における姿勢

2)について、函渠を挟んで桁を受け替えるためには、受け替え前は張り出し構造での運搬が想定される(図-5参照)。2号車と3号車の桁受け点を決定する際、受け替え時において、2号車3号車の両方が函渠に影響を与えない位置(函渠底板から45度分布の範囲外)とした。1・2号車にて桁運搬を行っている状態において、2号車を支点とした転倒について照査を行った。照査の結果、抵抗モーメント/転倒モーメント=1.38>1.2となることが確認できた。これにより、1・2号車にて桁運搬において、張り出し構造での運搬が可能と判断した。

1) 2)により、3台の多軸台車を使用して函渠を挟んで桁を受けえることによる一括架設が可能であると判断した。

3-2 BIM/CIMの活用

本工事の架設作業は、国道3号の通行止め可能時間が0時から5時となっており、短時間での確実な施工が求められた。また、市街地における狭隘なヤードでの施工となるため、事前の施工計画の精度向上が必要不可欠であった。そこでまず地上型レーザースキャナを用いて現地の点群データを取得し、現況の3次元モデルを作成した。この詳細な現況データと設計モデルを組み合わせることで、施工ステップごとの干渉チェックや作業スペースの確認を実施した。作成したBIM/CIMモデルは、クラウドプラットフォームであるkolc+上で共有し、関係者がいつでもどこでも閲覧・確

認できる環境を整備した。さらに、タイムライナー機能を活用して日々の作業スケジュールをモデル上で可視化することで限られた時間内での行程管理の効率化を図った(図-6参照)。また、このBIM/CIMモデルを用いて作成した架設シミュレーション動画により、発注者との事前協議や作業員への作業手順の説明を実施した。特に、1・2号車での桁運搬時における安全確保の重要性がより明確となり以下に述べる追加の安全対策の検討へつながった。

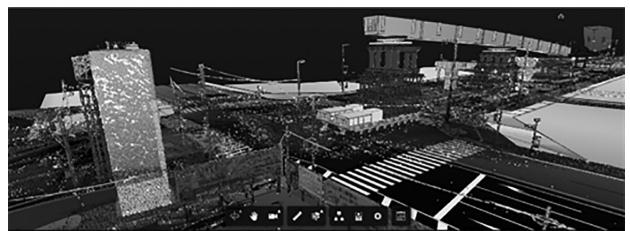


図-6 架設シミュレーション

3-3 施工にあたっての工夫

実際に架設を行うにあたって実施した工夫について述べる。1・2号車での桁運搬時において転倒照査の結果安定が確認されたが、さらなる安全対策として2つの対策を実施した。

3-3-1 ジャッキを使用した多軸台車と桁の固定

1・2号車での桁運搬時において転倒に対する安全性向上のため、1号車の荷重が転倒に対する抵抗モーメントとして作用する効果に期待し、通常のレバーブロックによる固縛に加えてPC鋼棒を用いた固定を行った。桁上に設置したH鋼と多軸台車を両側2本ずつ計4本のPC鋼棒を用いて連結した(図-7参照)。このPC鋼棒にセンターホールジャッキにより緊張力を加え、桁を挟み込む形で固定した。この方法により、ジャッキ反力によって固定力をコントロールできるだけでなく、桁運搬中に反力の変化によって、異常発生の有無を確認できる。



図-7 桁固定状況

3-3-2 桁運搬時における3号車の並走

1・2号車での桁運搬時、桁の張り出し部先端直下に3号車を配置し、荷重をかけない状態で並走させた（図-8参照）。これにより、想定外の事象により桁が異常な挙動や反力を示した際は、すぐに3号車で張り出し部を受けられるようにした。また、一括架設時においては一般の見物人が多くみられることも予想されたため、視覚的な安全性・安心感の向上も重要な役割であると考えた。ただし、この方法を実施するにあたって、同時に動く多軸台車が2台から3台に増えるため、多軸台車のオペレータ・監視員含めた作業員の増強の必要や、3台同調運搬による施工の難化が想定された。そのことで、移動速度の低下によりタイムスケジュールにも影響を与えた。本工事ではこれらのデメリットを承知の上で安全性を優先するという観点から3号車の並走を行うこととした。



図-8 3号車並走状況

3-4 施工において生じた問題・課題

1・2号車での運搬時、2台の多軸台車は同一の経路を走行するため、離れた2台の多軸台車を同期し、オペレータ1人での運搬を計画した。しかし、実際の施工では鉄板の段差等路面状態の差により、実挙動に大きな差が出てしまったため、それぞれの台車にオペレータを配置しての運搬とした。また、1・3号車での桁運搬時には、国道200号上と交差点上では道路勾配が異なるため、動きを同調させての運搬に苦労した。

4. おわりに

本工事では、多軸台車の受け替えを行うことにより、道路直下に函渠がある場合の多軸台車による一括架設について、函渠の補強を行わずに架設を行った。架設完了後の状況を図-9に示す。本工法を用いることで、函渠だけでなく、河川や橋梁部等運搬経路に荷重制限がある場合においても多軸台車による架設を実施することができる可能性になったと考える。

最後に、工事を施工するにあたりご指導及びご協力いただきました国土交通省 九州地方整備局 北九州国道事務所殿をはじめとする関係者の方々に厚く御礼申し上げます。



図-9 架設完了