

20 施工計画

鋼桁上を作業ヤードとした平面曲率や縦断勾配を有する細幅箱桁の送出しについて

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日立造船株式会社

現場代理人

岐部 正佳

1. はじめに

本工事は、熊本都市圏と天草地域を90分で結ぶことを目的とした熊本天草幹線道路のうち、天草市港町から東町に架かる橋梁工事である。

4径間中3径間が海上での施工であり、さらに航路上に位置する径間も存在したことから、航路外の径間はクレーンベント架設、航路上の径間は架設済みの鋼桁（以下、受け桁）上を使用した送出し架設が採用された。

工事概要

- (1) 工事名：国道324号地域連携推進改築（G2上部工）工事
- (2) 発注者：熊本県
- (3) 工事場所：天草市港町～東町
- (4) 工期：令和2年10月9日～令和4年7月29日
- (5) 橋梁諸元：鋼4径間連続細幅箱桁橋
橋長200.0m

支間長 33.8m+65.7m+49.3m+49.6m

鋼重 573.9t

平面曲線 A=210~R=550m~A=210



図-1 しゅん工時全景

2. 現場における問題点

本工事の送出し架設における問題点を下記に示す。

2-1 平面曲率への対応

本工事の平面曲率は、送出し桁がR=550mの一定曲線に対し、受け桁はR=550m～A=210とクロソイド曲線のため、送出し桁と受け桁で平面線形が異なる。

送出し基準線を一定曲線で設定した場合、送出

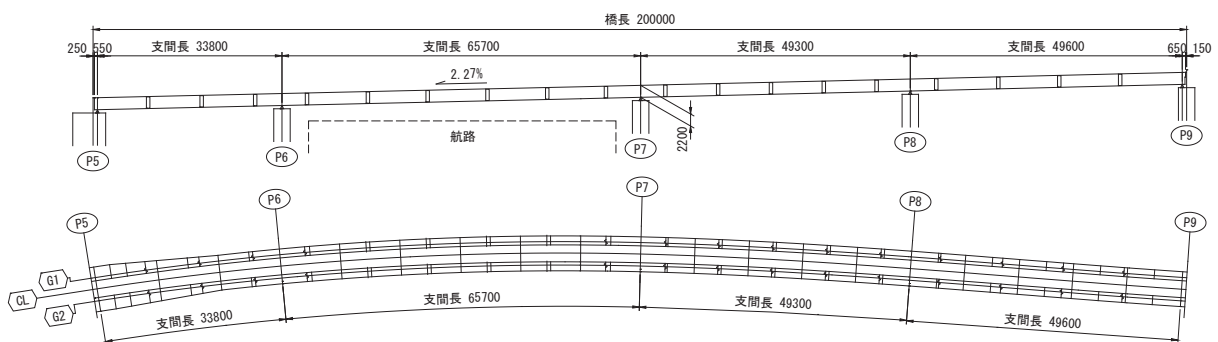


図-2 上部工一般図

し基準線に合わせて配置する軌条梁が受け桁から外れ敷設できないため、施工可能な基準線を検討する必要があった。

2-2 下り勾配に対する安全対策

縦断勾配を水平にして送り出した場合、送出し後の桁降下量が増大するため、本橋の縦断勾配に合わせて送り出すこととした。

本橋は終点側から起点側に向かって2.27%の一定下り勾配であった。架設済みの鋼桁上を送出しヤードとして利用し終点側から起点側に向かって下り勾配で送出すため、特別な逸走防止を施す必要があった。

2-3 送出し反力の管理方法

曲線箱桁の送出し架設であるため、曲率により内外で反力差が大きくバランスが悪い。そのため、送出しステップ毎に変化する支持点の反力を正確に管理することが課題であった。

2-4 航路上での桁降下への対応

発注時の桁降下量は3.8mで設定されていたが、詳細検討の結果、桁降下量は6.3mとなった。加えて、桁降下による航路通行規制を最小日数に抑える必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 平面曲率への対応

本工事では送出し基準線を曲線と直線を組み合わせて設定した(図-3)。詳細な送出し基準線の設定方法は以下のとおりである。

STEP-1 : P6・P7・P8橋脚中心の3点を結ぶ円弧を基準線①と設定 (R=654.246m)

STEP-2 : P9橋脚中心から基準線①へ引いた接線を基準線②と設定 (L=59.781m)

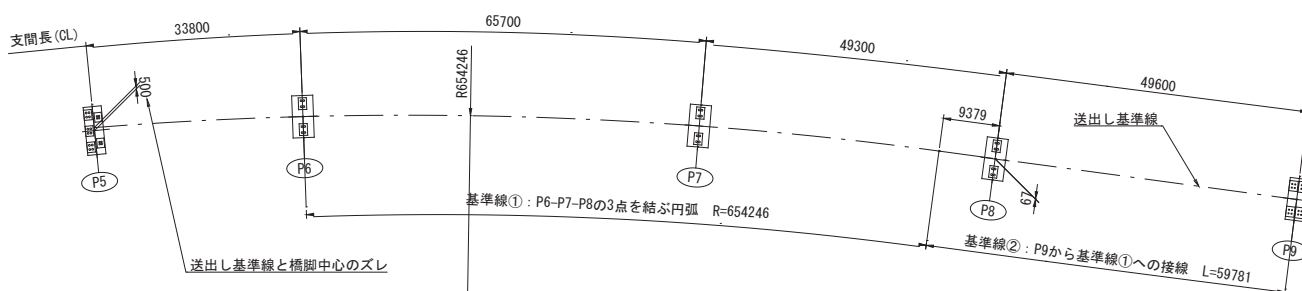


図-3 送出し基準線

STEP-3 : 上記2本の線を組み合わせたものを送出し基準線と設定

本工事では台車設備は2台を1組として2組使用(前方台車・後方台車)した。送出し基準線を曲線+直線で設定したため、送出し開始～約50m地点までは、前方台車は曲線、後方台車は直線に送り出すこととなる。前方台車と後方台車の挙動が異なるため、後方台車が平面内で回転し車輪とレールが接触してしまい送出しに支障をきたす恐れがあった。そこで、後方台車で支持する鋼桁を定期的にジャッキアップ・ダウンし、回転による後方台車の偏心を解消することとした。事前の検討で4m送出す毎に後方台車は0.1°回転(3mm偏心)することが分かった。一方、台車車輪のガイドローラとレールの遊間は7mm(片側3.5mm)である。車輪とレールの接触を避けるため、4mに1回ジャッキアップすることとした。

送出し基準線を曲線+直線で設定することで、軌条梁を受け桁の範囲におさめることができた。また、各台車の挙動の違いによる車輪とレールの接触については、送出し中に架設誤差の影響で時折車輪とレールが擦れる音が生じたものの、ジャッキアップ・ダウンを計画通りに行うことで解消し、スケジュール通り送出し作業を実施できた。

3-2 下り勾配に対する安全対策

逸走防止として、軌条設備後方にワイヤー(φ35.5)とワイヤークランプ装置(cap.500kN)、センターホールジャッキ(cap.500kN)で構成したおしめ設備を設置した(図-4)。このおしめ設備のセンターホールジャッキは1000mmのストロークであり、1回あたりの送出し長も1000mmであるため、センターホールジャッキでワイヤー

を固定し、送出しに合わせてワイヤーを押し出した。そして緊急時には固定した摩擦力により逸走防止力を作用させる構造とした。



図-4 おしめ設備

また、本工事では各台車設備の前方に押し引きジャッキ (cap.360kN) を推進力として2台設置して送出しを行った。ジャッキ盛替えの際、台車設備が逸走するのを防ぐため、台車設備の後方にレールクランプ装置 (図-5) を設置し台車を固定した状態で盛替え作業を行うこととした。

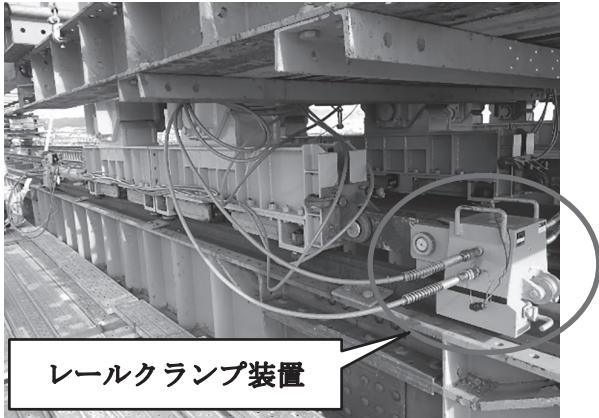


図-5 レールクランプ装置

これらの対策を施したことで、送出し桁および台車設備の逸走が起こることなく、無事送出しを完了することができた。ただし、おしめ設備のワイヤーは送出し桁が前進していくと曲線桁に対して直線的に引っ張るため、本工事の場合は内R方向に張力が生じた。おしめワイヤーを張りすぎると送出しの障害となってしまう、一方で、緩めすぎると逸走防止対策としての機能を果たさないため、送出し中はワイヤー監視者を配置して作業を行った。

3-3 送出し反力の管理方法

本工事では送出しの進捗に合わせて各受け点の設計反力と実反力をリアルタイムかつ一元管理ができる「送出し反力管理・自動制御システム」を用いて反力管理を行った。各受け点の設計反力は送出しステップ毎に格子解析により算出した。

本システムは反力だけでなく、レーザー式距離計を使用して送出し量や送出し桁の横ずれ量も監視可能であったため、送出し作業のトータル管理を実施した。

送出し中の設計値と実測値の差を現場責任者がリアルタイムに把握できるため、管理値の上限に達する前に適切な処置判断とタイムリーな作業指示が可能となった。

加えて、反力などの送出し時の施工情報は、司令本部だけでなく前後方台車など各所に配置された担当者もタブレット端末 (図-6) で把握できたため、複数の離れた箇所での作業管理に効果的であった。



図-6 タブレット端末

3-4 航路上での桁降下への対応

サンドルとジャッキの組み合わせによるサンドル降下は、適切にサンドルを組める条件であっても安定して積み上げられる高さは4m程度である。本工事の降下量は6.3m、さらに航路上という時間的制約があるため、本工事ではサンドル降下以外の手段を検討した。

計画変更に伴い桁降下量が6.3m、時間的制約、サンドル降下では不安定な状態が長期間続くこと

から、1日で完了できるワイヤークランプジャッキ（図-7）を用いた吊下げ降下を採用した。これにより、桁降下の施工性向上が図れた。

ワイヤークランプジャッキ（cap.1000kN）は起点側4基、終点側4基の計8基を配置した。

桁側に取り付ける吊り天秤は、ワイヤソケット部と桁付き金具部をそれぞれピン構造とすることで、ワイヤソケット部で橋軸直角方向の回転、桁付き金具部で橋軸方向の回転を許容できる構造とした。



図-7 降下装置（ワイヤークランプジャッキ）

また、降下設備の背面にセンターホールジャッキ（cap.500kN）とPC鋼棒を使用したアンカー設備（負反力設備）を設置して、降下設備の転倒対策を行った。なお、アンカー設備には降下時に生じる負反力の設計値350kNに対して、385kN（設計値の10%割増し）のプレテンションを導入した。

安全性向上を図るため、桁降下も送出しと同様

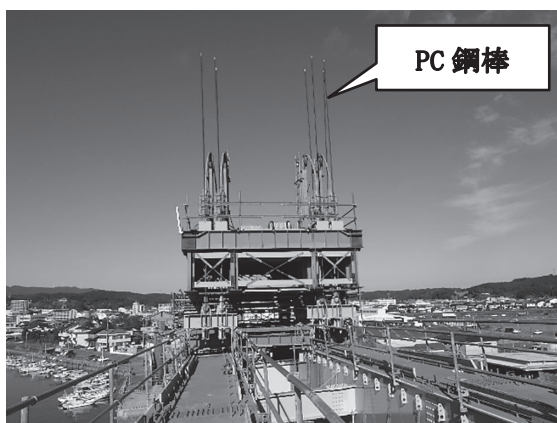


図-8 PC鋼棒による安全設備

に降下進捗量及び反力を一元管理しながら作業を実施した。また、ワイヤークランプジャッキでの桁降下の際は、人為的ミスや設備のトラブルが起こった場合にも落橋などの重大事故を防ぐため、PC鋼棒による安全設備を設け、2重の安全対策を講じた（図-8）。

ワイヤークランプジャッキを用いた吊下げ降下の際も進捗量や反力一元管理することで、設計値と実測値の差をリアルタイムに把握・調整しながら桁降下を行えた。また、ワイヤークランプジャッキを使用したことで、当初の目標であった1日での桁降下完了を達成することができた。

4. おわりに

本工事は送出し桁と平面線形が異なる鋼桁上かつ下り勾配2.27%での送出しであった。また、送出し架設区間は航路上であったため、第三者災害を起こさないように安全面にも十分配慮する必要がある。

このような厳しい施工条件であったが、計画段階から社内関係者や協力業者と綿密に打ち合わせを行い、事前に多くの施工に関する懸念事項を排除できたことによって、本工事は無事故・無災害でしゅん工を迎えることができた。

本稿が今後の同種の橋梁工事において参考になれば幸いである。

最後に、本工事の施工にあたり、熊本県天草広域本部の皆様をはじめ、ご協力いただいた工事関係者の皆様に深く感謝申し上げます。



図-9 送出し架設完了時（全景）