

長支間の鋼橋架設の課題について

野村仁¹

¹名四国道事務所 工務課（〒467-0847 名古屋市瑞穂区神徳町5番3号）

本橋梁は支間長が最大108mと長支間であるが、架設方法は河川の制約上、送り出し工法を採用している。同工法を採用する支間長としては国内でも最長級の工事であり、送り出し到達前の先端が大きいたわむことが施工上の課題であった。また、支間長が100mを越える送り出し工法は、中部地方整備局として10現場程度と事例が少ないため、現場管理が難しい工事であった。

本論文では、最長級の送り出し工法における課題とその対策について報告し、今後の鋼橋上部工事の一助とするものである。

キーワード：鋼橋架設，長支間，送り出し工法

1. はじめに

(1) 国道153号 豊田北バイパスの概要

国道153号は、名古屋市東区を起点として、西三河の北部を東進し、豊田市を経て、治部坂峠（長野県）を越え、伊那谷を北上し、塩尻市大門泉町で国道19号、20号に接続する延長約200kmの道路である。

国道153号豊田北バイパスは、「豊田外環状」の一部を構成し、現153号の交通渋滞の緩和、交通安全の確保及び沿道環境の改善等を目的に計画されたものであり、愛知県豊田市逢妻町から豊田市勘八町に至る延長約6.8kmのバイパスである。

現在までに一部（全体6.8kmのうち1.1km（豊田市扶桑町から勘八町）：平成17年3月19日）が暫定2車線で開通し、平成18年度より豊田市上原町から豊田市扶桑町（L=2.9km）また、平成20年度より豊田市逢妻町から豊田市上原町間（L=2.8km）を直轄事業として事業化を行った。



図-1 平戸橋町



図-2 豊田市逢妻町～扶桑町

(2) 工事概要

a) 平戸大橋の概要

平戸大橋は、矢作川を横断する橋長390.5m（渡河部：244.5m, 陸上部：146.0m）で2工事からなる橋梁である。今回は渡河部の3径間連続非合成箱桁の鋼橋上部工工事について報告を行う。

b) 橋梁諸元

橋長：390.5m

渡河部：3径間連続非合成箱桁（244.5m）

陸上部：4径間連続小数桁（146.0m）



写真-2 平戸大橋完成後の状況

c) 鋼橋上部工工事の概要

本工事は、矢作川渡河部の3径間連続非合成箱桁形式で橋長244.5mの鋼橋上部工工事を行うものである。

上部工架設の工法については、河川上での架設になることから渇水期に施工を行う必要があり、また、河川環境への影響を少なくするため、河川内作業を極力減らして欲しいとの要望があった。よって上部工架設の工法については、A1～P2間においては、架設構台が不要な送り出し架設を下部工工事完了後出水期にて行い、P2～P3間については、トラッククレーンベント架設にて行うものとした。

工事名：平成28年度 153号豊田北BP矢作川橋西鋼上部工事

工事場所：愛知県豊田市平戸橋町～豊田市扶桑町

工期：平成28年8月5日～平成30年8月27日

工事内容：工場制作工 1式、工事製品輸送工 1式、鋼橋仮設工 1式、橋梁現場塗装工 1式、橋梁付属物工 1式、道路付属物施設工 1式、情報ボックス工 1式、鋼橋足場等設置工 1式、橋台工 1式

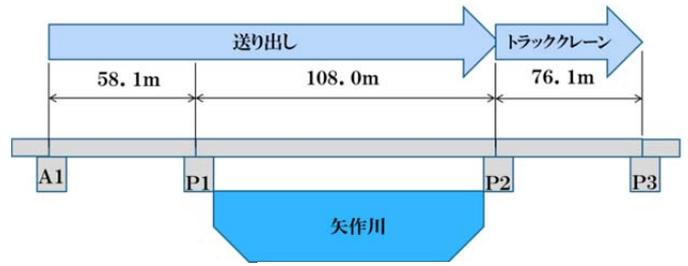


図-3 架設図



写真-1 送り出し状況

2. 長支間の送り出し架設における課題

本橋梁は、河川条件等から河道内に橋脚を設置することが出来なかったため図-3より中間支間長が長くなった。よって今回送り出し架設を行うにあたっては、以下3点の課題が考えられた。

(1) 手延桁先端のたわみが大きい

最大支間長が108mと長いことから、送り出し時に先端が大きくたわむため、施工時のたわみを考慮する必要がある。

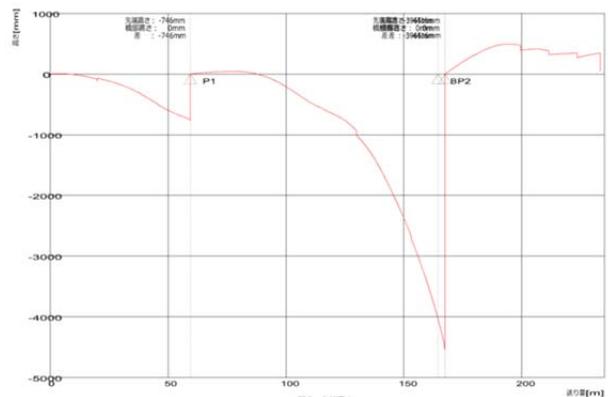


図-4 桁のたわみ量について

(2) 支点にかかる反力が大きい

送り出し及び降下時に反力が最大500t程度かかるため、反力を管理する必要がある。

(3) 桁架設後のたわみが大きい

桁架設後 P1-P2 のそりが最大で 200mm と大きくなるため、桁端部が上向きになってしまう。

そのため、P3 上で 5m 程度降下させる必要がある (図-4)。

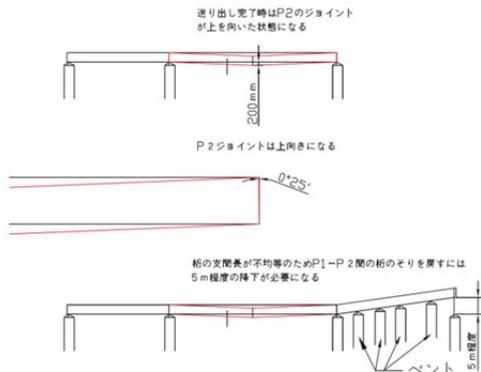


図-5 架設後のたわみについて

3. 課題に対する対策

(1) 手延桁先端のたわみ対策

a) 手延桁の新規設計・製作を実施

送り出し時のたわみは、手延桁による影響が大きいことから、手延桁区間でたわみを極力抑える方策を受注者と検討した。受注者の持ち機材は、手延桁高 2.5m と 1.65m の 2 種類であった。一般的な送り出し支間長であれば、極力手延桁の桁高は低く抑え、モーメントの大きくなる送り出し後半部のみ桁高を大きく確保する形状としている。しかし今回の現場は送り出し支間長が長いことから、桁高 2 種類のみでは、手延桁強度と手延桁重量が適切な構成とはならなかった。(桁高が低いと強度が確保されずたわみが大きくなり、桁高が大きいと重量が大きくなりたわみが大きくなる。)

そのため、新たに桁高 2.0m の手延桁を制作することで、手延桁先端から根元にかけて、緩やかに断面を変化させ、手延桁重量を抑えながら、手延桁強度を確保することで送り出し時にたわみを低減させることとした。

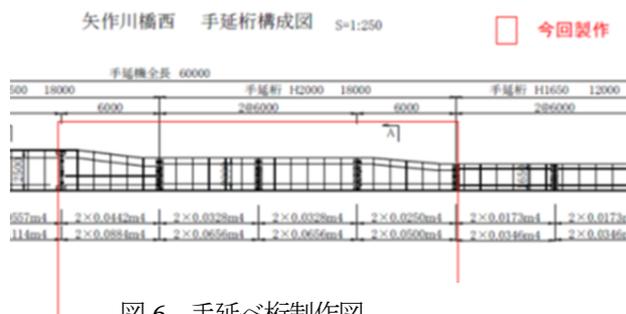


図-6 手延桁制作図

b) センターポールジャッキを活用したたわみ取り装置

手延べ桁を新規制作しても、P2 到達直前の手延べ桁先端で最大たわみは 5m 程度発生すると推定された。

一般的な送り出し架設では、下からジャッキアップによって手延べ桁を持ち上げたわみを戻す方法が取られるが、これはジャッキストローク (30cm 程度) によって、ジャッキアップ、サンドル盛り替え作業が交互に発生する。1 日数回のジャッキアップと盛り替え作業が必要なことから、5m ジャッキアップを行うためには約 1 か月程度の時間を要する。

河川管理者との協議により、河川内作業は渇水期に限られていたこともあり、ジャッキアップ作業の工程を短縮する必要があった。受注者と検討し、センターポールジャッキを活用した引上げによるたわみ取り装置を設置することとした。センターポールジャッキを使用することにより、ジャッキストロークの制限がなくなり、また手延べ桁を引き上げることから、サンドル盛り替え作業も必要なくなったことにより、約 1 か月程度の工期短縮を実現できた。



写真-3 センターポールジャッキ



写真-4 たわみとり装置全景

(2) 支点にかかる反力対策

a) 多段階シミュレーションの実施

今回の工事は、矢作川渡河部の橋梁であり、河川内作業や施工期間が短くできる送り出し工法として、2 主桁

同時送り出しを選択した。これは地組ヤードにおいて、2主桁、横構及び河川上の床板（鋼製型枠）までを地組したのち、一括して送り出す工法であり、床板型枠施工後に送り出すことで河川内作業が減り、送り出し回数も1回で完了することができる。しかし一般的な1主桁送り出しと比べ支点にかかる荷重が非常に大きくなることから、送り出し装置、ジャッキ装置等の規模も大きく、装置の能力限界に近い作業となることが予測された。

そのため送り出し架設時の複数の支点にかかる反力（荷重）の管理が施工上も安全管理において大変重要となった。

送り出し架設は、通常でも荷重状態が片持ち梁から単純梁へ移行するが、今回は桁中間に床板型枠も設置されていることから、最大反力の推定が複雑であった。これに対応するため送り出し架設全体を200以上のステップに分割し個々のステップごとの反力シミュレーションを実施した。（図-7）これにより送り出し架設時に適切な安全率が確保できる装置能力を準備することができた。また、送り出し架設実施時においては、実際の支点上での荷重と、シミュレーション上での想定荷重の差を管理することによって、送り出し架設が適切に進んでいるかの確認を実施することができた。



図-7 反力シミュレーション

b) 幅広サンドルの設置

通常の送り出し架設に比べて支点にかかる反力が非常に大きいことから、橋梁主桁の支点部での変形や座屈などの影響が懸念された。そのため、主桁への受け幅を800mm（一般的にはサンドル1本400mm）にすることにより、主桁への反力荷重の分散を図った。これにより橋梁主桁への影響を抑えることができた。

(3) 架設後のたわみ対策

P1～P2間の送り出し架設後、P2～P3間のトラッククレーン架設を実施した。P1～P2間の送り出し架設区間が長支間であることから、送り出し完了後のP1～P2間の桁たわみが20cm程度発生することから、P2上での桁端部ジョイントが上を向くこととなる。そのジョイントに合わせてトラッククレーン架設で次の桁を架設することになることから、その向きのままP2

～P3間の桁を架設するとP3上で3m程度桁が上がってしまう。

そのため、P2～P3間のトラッククレーン架設時、最終的な荷重状態に近づけるよう、桁架設時において桁重量をジョイント部に集中させるようなベント設置を実施した。具体的には、桁架設時桁をベントへ支持させる前にジョイント接続を行い、クレーン操作によって徐々に桁重量をジョイント部へ伝達させてP1～P2間の桁変形を見ながら架設を行った。

ただし、変荷重（突風や地震）がかかる場合が考えられるため、日々の作業終了時にはベントで桁の荷重を受けて作業の終了とした。

これによりトラッククレーン架設が進むことでP1～P2間のたわみも自然に解消されP3での降下作業を省略することが可能となった。



写真-5 反力分散サンドル

4. まとめ

(1) 今後の課題と工夫

今回の施工によって、長支間の送り出し架設であっても、受発注者による綿密な検討と工夫によって課題の克服と作業の効率化、工期短縮が可能であることが確認された。

ただし、手延べ桁の新規制作やたわみ取り装置など、経済性の観点から受注者の設備投資が必要となっている対策もあることから、投資した設備の他現場での再利用化、汎用化への検討が必要であると考えられる。

また、長支間になることによって反力、たわみが大きくなることから安全管理の徹底が不可欠であると実感した。