

栃木県土木部道路建設課

岡田 孝一

栃木県土木部道路建設課 正員

本田 進

川田工業(株)技術本部 正員

西土 隆幸

まえがき

塩原9号橋は一般国道400号の改良計画に伴い、平面線形 $R=100\sim 200\text{m}$ 、縦断勾配7.6%で計画された橋長188m、幅員7.0mの鋼曲線箱桁橋である。本橋の架設は地形的な制約のため、トラベラークレーンによる片持架設工法とテフロン板による送出し架設工法を併用して行われた。そのうち3径間連続鋼曲線箱桁橋の架設にテフロン板による送出し架設工法を採用したのは国内でも初めてのことであり、桁の挙動が十分に把握されているとはいえないため、送出し架設時に種々の施工管理を行うことにした。

本文はこれらの施工管理により鋼曲線箱桁橋のテフロン板による送出し架設工法の安全性を確かめた結果について報告するものである。

1. テフロン板による送出し架設工法の概要

架設桁はA2側の道路に設けた架台上で地組み、高力ボルト締めを行い、P3とA2にセットしたセンターホールジャッキで桁を送り出した。本橋の縦断勾配は7.6%であるが、送り出し完了後の桁の扛下量を小さくすること、滑動に対する安全度を高めること等により送り出し時の縦断勾配を4.3%とした。また、架設中の桁の安定性を高めるため、あらかじめ左右の箱桁は横桁を介して一体化しておいた。

全架設ステップは40ステップあり、桁を約10m送り出したのち後方に新たな桁を添接するというサイクルで架設を行った。

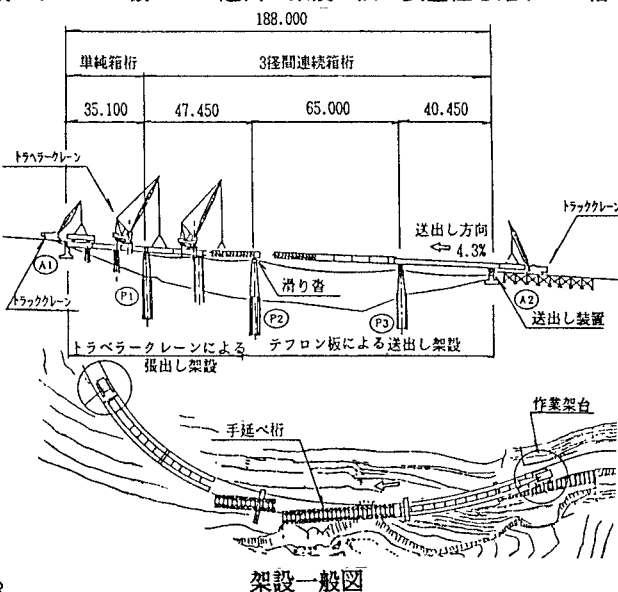
曲線桁の送り出しに伴い桁が橋軸直角方向にも移動するため、幅900mmの仮支点をA2、P3にそれぞれ4基ずつ設置し、送り出し中の桁の桁のたわみ、ねじれに追従できるように、及び、箱桁の左右の反力が均等になるように、仮支点の下にユニバーサルヘッドを持つ600tの鉛直ジャッキを設け連動させた。また、P2では手延べ桁先端の橋軸直角方向の移動量が大きくなるため、P2を利用して斜ペントを設置し、その上に表面にステンレス板を貼付けた長さ13.2mの梁を送り出す桁に対して直角に設置し、仮支点とした。

2. 架設計画の検討

今回の架設では左右の箱桁を連結して同時に送り出すため、架設時の断面力は左右の箱桁を各々一つの梁とし、横桁を力学的に等価な部材となるように置換して、曲線格子桁モデルとして検討を行った。既存の直線箱桁橋に対するプログラムを拡張して曲線箱桁橋に適用できるようにし、送り出し中に完成時と異なる断面力が作用する桁の上下フランジの全体座屈、ウェブの局部座屈等の検討に利用した。

3. 送出し架設時の管理項目

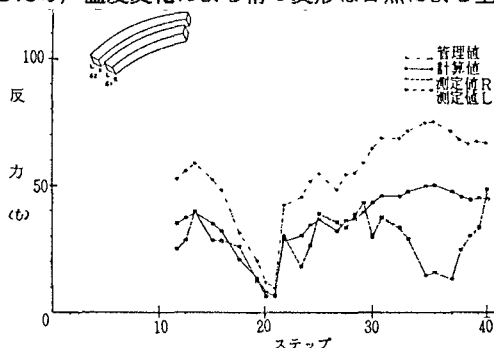
送出し架設時に管理した項目は、仮支点の反力、反力の分布幅、標高、たわみ角、ねじれ角、ステンレス板とテフロン板の摩擦係数、手延べ桁先端の横移動量、及び温度変化による桁の変形である。



仮支点の反力、及び反力の分布幅は桁の座屈照査のため、仮支点の標高、たわみ角、ねじれ角は主桁の送り出しが正常に行なわれているかの照査、また、横桁の応力照査のため測定した。ステンレス板とテフロン板の摩擦係数は送り出しジャッキやゲビンデスタープの負担を検討するため、手延べ桁先端の横移動量はP2の仮支点幅で手延べ桁を支持できるかを検討するため、温度変化による桁の変形は日照による上げ越し量及び水平変位量を知るために測定を行った。

4. 施工管理結果と考察

仮支点の反力は、鋼曲線箱桁橋でねじれ角が大きくなる場合でも、鉛直ジャッキを連動させておくことにより左右の仮支点ともほぼ均等になった。送り出し中には実測した反力を用いてせん断力・曲げモーメントを計算し上下フランジの全体座屈、ウェブの局部座屈の照査を行ったが、所定の安全率を上回ることはなく仮支点に強制変位を与えて反力の調整を行う必要はなかった。ただし、一部の仮支点では反力が小さい状態で計算値を上回ることがあったため、仮支点の据付け精度等を検討する必要があると思われる。



ステップ反力関係図 (P3-G2桁)

仮支点の反力の分布幅については、たわみ角、ねじれ角とも大きくなる場合でも直線箱桁橋と同様に仮支点のほぼ全長で桁を支持しており、架設検討時の仮定を満足していると言える。

仮支点の標高はユニバーサルヘッドを持つ鉛直ジャッキを連動させたため左右の反力を均等にしようとして常に変化し、たわみ角も同様に送り出しに伴う桁のたわみ変化に追従するように常に変化した。測定結果と計算結果を比較すると、たわみ角は両者は比較的近い値を示しており、仮支点は架設検討時の仮定のとおりピン支持となっていると判断できる。また、ねじれ角は両者がかけ離れた結果となっているが、これは鉛直ジャッキの連動による左右の仮支点の変位変動を計算上のモデルでは追跡できず、その差が現れたものと考えられる。

ステンレス板とテフロン板の摩擦係数はほとんどの架設ステップで設計値の0.10以上となった。そのため架設ステップごとに実測した摩擦係数と計算による鋼重から、送り出しジャッキやゲビンデスタープの安全性を確認し架設を行った。摩擦係数が大きかった原因としては、G2桁がP3の横移動防止装置に接触していたことが考えられるが、今後はこの構造を改良するか、あらかじめ設計時にステンレス板とテフロン板の摩擦係数の増分を見込んでおく必要があると思われる。

手延べ桁先端の横移動量は幾何学的な位置関係から求めた横移動量と架設時に測定した値は良く一致しておりP2の仮支点幅は適切であったと言える。

温度変化による桁の変形は、手延べ桁先端で鉛直方向に約100mm、水平方向に約30mmの変位であった。手延べ桁をP2に載せるには、手延べ桁の自重によるたわみ量の他に温度変化による桁の鉛直方向のたわみ量を考慮した上げ越し力が必要となるが、計算によるとその力は約1.7tと小さく、通常の場合大きな問題とは思われないと思われるが、夏期あるいは特殊な地域における架設の場合には、その影響を架設検討段階で事前に把握し、架設機械等の余裕を確認しておくことが望ましい。

あとがき

本橋の架設は非常に厳しい地形的な制約によりテフロン板による送出し架設工法を採用したが、今回行った種々の施工管理により十分安全な架設を行うことができた。多くの実績がある直線箱桁橋と異なり、曲線箱桁橋の送出し架設は初めての経験であったが、より安全な送出し架設を行うためには本橋の施工管理結果を基に、より簡潔な施工管理法を確立することが必要となる。しかし、それらのことはそれほど困難なことではなく、今後、鋼曲線箱桁橋の架設にテフロン板による送出し工法が採用される可能性が十分にあると考えられる。