

23 品質管理

大型断面を有する鋼鉄製箱桁(宝町橋りょう)の工場製作時の工夫について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

宮地エンジニアリング株式会社

主任技術者

設計担当

山下 修平

林 暢彦

1. はじめに

本工事は、現在、武雄温泉・長崎間（工事延長67km）で整備が進められている九州新幹線（西九州ルート）のうち、長崎市内で路面電車も通行する国道202号を跨ぐ橋りょう（延長152m：合成桁2連）（図-1）の製作・運搬・架設工事である。

九州新幹線（西九州ルート）は、福岡市と長崎市を結ぶ路線であるが、そのうち武雄温泉・長崎間（線路延長約66km）について工事が進められている。

本稿では、大型断面を有する鋼鉄製箱桁の工場製作において、製作上、工夫した内容について述べる。

工事概要

- (1) 工事名：九州新幹線(西九州)、宝町橋りょう(合成けた)
- (2) 発注者：独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 九州新幹線建設局
- (3) 工事場所：長崎県長崎市宝町地内
- (4) 工期：平成28年3月～令和2年9月
- (5) 工事内容：[宝町架道橋 (Bv)/単純合成箱桁] 橋長：82m、桁高：3.4m、鋼重：827t
[宝町高架橋 (BL)/単純合成箱桁] 橋長：70m、桁高：4.0m、鋼重：585.5t、線路桁製作工、工場塗装工、輸送工、 casting工（支承）、鋼

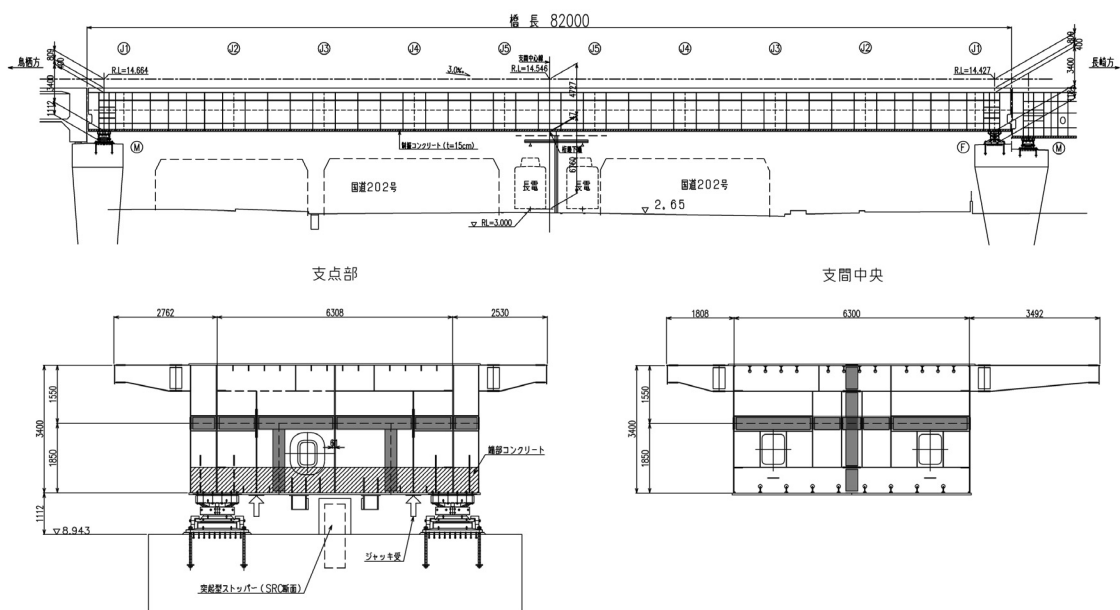


図-1 宝町架道橋 (Bv) 一般図

橋架設工（送出し）、現場継手工（溶接、ボルト）、現場塗装工、橋梁付属物工（排水等）

2. 現場における問題点

本橋の工場製作工場の工場施工に際しては、以下の問題点があった。

2-1 大型箱断面主桁部材の断面形状の確保

本橋の主桁は、大型断面を有する鋼鉄製箱桁であり、これは桁の構造高だけでなく、構造幅も非常に大きく、完成形の形状のままでは法令上の輸送制限を超えてしまうことから、箱断面全体を上下、そして左右に分割した4分割構造を採用していた。

4分割された主桁部材は、現場継手を挟んだL字形断面となる不安定な形状（剛性の低い形状）である。そのため、分割製作された個々の部材を1つの主桁断面に組み立てた際の断面寸法精度の確保が課題であった。また、不安定な形状である主桁部材を輸送する際には、振動や衝撃に伴う部材変形が懸念された。これらの分割された大型断面形状に起因する懸念事項を回避するための対策が求められた。

2-2 箱桁と排水管との取り合い確認

本橋の排水管は、橋梁景観等に配慮し、箱桁内に配置される構造が採用されていたが、箱桁内には構造部材であるダイヤフラムや横リブ等が数多く配置されていることから、設計段階において、これらの部材との干渉を避けるような排水系統が計画されており、結果として、その系統は複雑なものとなっていた。また、主桁（箱桁）と排水装置の図面は別々で作図されており、両方の図面を重ね合わせた設計成果品はなく、2次元で作図された各設計図を用いての取り合い確認だけでは相互の干渉を見落とすリスクがあった。

2-3 箱桁内狭隘部の溶接作業性の確認

大型の箱断面を有する本橋の支点部は、支承からの大きな支点反力に抵抗するためのダイヤフラムとそれに取り付く補強リブが間隔を密に多数設

置されており、非常に狭隘な施工空間となっていた。そのため、工場製作過程における溶接の可否や作業性の確認のため、製作開始前（原寸作業に着手する前）に各種対策を検討することが重要であった。

2-4 架設方法に配慮したキャンバー管理

本橋の架設工法は、現場架設条件から手延べ機を使用する鋼桁支持点からの張り出し長の大きい（支点間の仮支持点なし）大型箱桁断面を有する送出し架設が採用されていた。本工法においては鋼桁送り出し架設完了後のキャンバー調整が困難であるため、架設完了時に所定の構造高さを確実に満足することが求められ、工場仮組立時のキャンバー管理方法に配慮する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

上述した各問題に対して、以下の対応（工夫）を実施した。

3-1 箱桁内部への形状保持材の設置

4分割構造を採用した大断面を有する箱桁のL字形部材の形状を固めるとともに、部材自重や外力作用時の断面保持を確実にするため、工場製作時におけるL字形部材組立の際、各横リブ位置に仮設の形状保持材を設置し（図-2）、部材剛性を向上させることとした。また、同形状保持材は部材輸送時にも設置した。これにより、L字形部

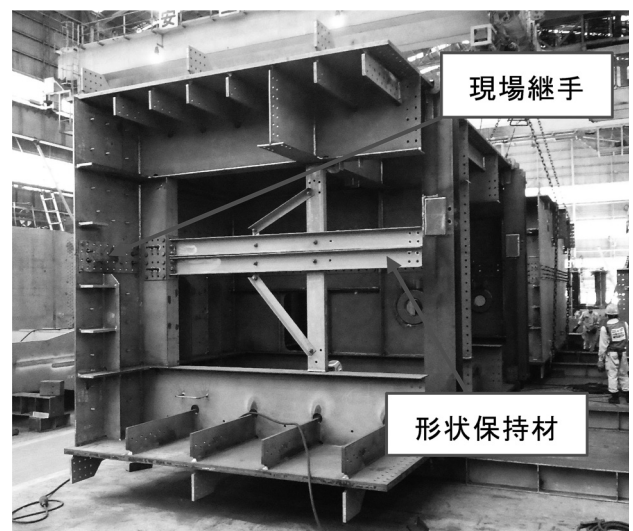


図-2 L字形部材への形状保持材の設置状況

の剛性は格段に向上するとともに、変形抵抗性能が高まり出来形精度の確保が可能となった。

3-1-2 大型断面を有する箱桁断面一体組立

大型箱桁断面全体を上下、そして左右に4分割された主桁断面（L字形部材）の現場継手部の精度を向上させるとともに、主桁断面の出来形精度を高めるため、工場製作における4つのL字形部材の本溶接前の組立段階で、箱桁断面の一体組立を行い（図-3）、各種寸法等の出来形精度の確認を行った後、その形状を保持した状態で本溶接、仕上げ、そして工場仮組立までの一連の作業を実施した。これにより、大型の箱桁断面の全体出来形精度の向上と工場製作の一連作業（本溶接、仕上げ、仮組立）における出来形確保が可能となり、部材品質が向上した。



図-3 大型箱桁断面の一体組立

3-2 3Dモデルによる相互干渉チェック

発注者より支給されたコンサル設計成果品の当社による設計照査と図面修正完了後の原寸作業段階において、修正された設計CADデータを専用の変換ソフトを使用して3Dモデルを作成し、箱桁内のダイヤフラム、横リブ、そしてその他の付属品等を避けた複雑な経路で配置された排水管との干渉チェックをパソコンの画面上で行った。（図-4）

干渉チェックは、あたかも干渉チェック者が箱桁内を歩きながら作業を進めるような形、例えば怪しい箇所があれば、そこで立ち止まり、当該箇所をあらゆる角度から眺めてチェックする形（バー

チャルリアリティーに近い形）で実施した。これにより干渉している部分を発見するとともに、本箇所への対応を工場製作前の原寸段階で対処することが可能となり、不具合発生による工程遅延リスク等の回避を実現した。

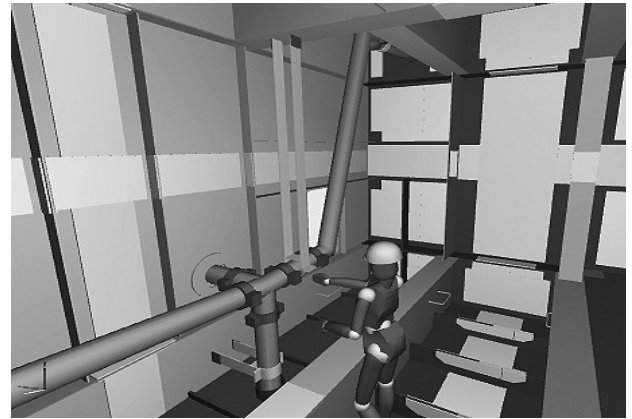


図-4 3Dモデルによる干渉チェック

3-3 モックアップによる溶接作業性確認

支点上ダイヤフラムとそれに取り付くその他の補強リブ等が間隔を密に多数設置されている箱桁内狭隘部における溶接作業性の確認については、当該部分の部分的なモックアップを工場製作前に発砲スチロール等を利用して作成し、溶接作業管理者だけでなく、設計担当者、原寸担当者、品質保証担当者、そして溶接実務作業による施工性確認を行い、（図-5、6）溶接施工の可否、溶接順序、その他の溶接施工条件についての改善項目を抽出し、それについての対応策を検討・実施した。



図-5 モックアップによる溶接作業性の確認



図-6 モックアップによる溶接作業性の確認

これにより、大型の箱桁断面内部の支点近傍狭隘部の工場製作過程における溶接作業の問題を洗い出し、事前対策を講じることで、施工不良に伴う手直し等による工程遅延リスクを回避・低減することが出来た。

3-4 架設方法に配慮したキャンバー管理

2-4で述べたように、送り出し架設完了後のキャンバー調整が困難であることから、工場仮組立時に通常の多点支持状態（無応力状態）での仮組立に加えて、架設現場での施工条件（鋼桁支持条件）と同様の支点支持状態（図-7、8）での仮組立も行い、工場製作時に鋼桁架設完了時の構造高さが所定の規格値内に収まるように調整した。これにより、事前に送り出し架設完了後の構造高さが所定の許容値内に収まることを確認出来た。



図-7 支点支持仮組立状況



図-8 支点位置でのジャッキアップ状況

4. おわりに

本稿では、桁高3.400m、主桁間隔6.308mとなる大断面を有する鋼鉄製箱桁である宝町橋りょうの工場製作における製作着手前に判明した各種の問題点や課題解決に向けた対応策の内容について報告した。

近年では、大断面の主桁構造（I桁、箱桁、両者の混合桁）を有する鋼鉄製の数多くの橋梁が設計、製作、そして現場で架設されているが、橋梁構造物の大型化（鋼桁自重の増大）や張り出し長の大きい送り出し架設に伴い、その支点反力は増大し、それを支持する架設補強を含めた補強リブ等が複数配置された箱桁内の支点補強部の作業空間は益々、狭隘なものとなってきており、工場製作時の各種検討作業においては、我々のような工場の橋梁管理技術者には、製作技術だけでなく、設計および現場の架設計画の基本的な知識や知見が求められ、これらを駆使した業務運営が必要と考える。

最後となりますが、本工事の工場製作における工夫や改善点が、参考になれば幸いであり、加えて、本工事の施工にあたり、ご協力いただいた関係者の皆様に謝意を申し上げます。