

長寿命化を目指した鋼・合成構造物ディテールの検討

東日本旅客鉄道株式会社 構造技術センター 正会員 ○保 延 有 一
山 田 正 人
青 木 千 里

1. はじめに

近年、構造物維持管理の重要性が高まる中、鋼構造物の維持管理を行う上では、部材または溶接部のき裂、腐食、接合ボルトの弛緩、支承部の損傷やあおり等の変状に注意すべきであるが、設計あるいは製作段階においてこれらの変状を防止または緩和できる構造ディテールを採用することは、構造物の将来の維持管理性が向上し非常に有用である。同時に製作性にも配慮し、品質を従来と同等以上としつつ、より効率的な製作が行えるようなディテールとすることが望ましい。これらを踏まえ、今回鋼鉄道橋ディテールの更なるブラッシュアップ及び長寿命化につながるディテールの検討を行った。本稿では、検討内容の一例を報告する。

2. 鋼鉄道橋のディテールの重要性

構造ディテールの違いによる橋りょうの変状事例として、下路プレートガーダーの縦桁と横桁連結部のき裂発生について示す。既存の古い橋りょうは連結部のディテールが図-1に示すような2タイプのものが多く、Bタイプの形状はフランジ切欠き部からのき裂発生が報告されている¹⁾ (写真-1)。き裂の発生原因は両側のフランジを切り欠いたことで切欠き部に応力が集中し、且つ面外方向にも変形し易くなったためと考えられる。一方、Aタイプのような縦桁フランジの片方が伸びている形状は、Bタイプと比較し、き裂等の変状が発生し難いディテールである。このように僅かなディテールの違いが、構造物の変状発生の有無に大きく影響することから、適切な構造ディテールの選定が如何に重要であるかが分かる。なお、現在の連結部ディテールは、縦桁腹板の連結に加え、モーメントプレートを用いて縦桁、横桁のフランジ同士を接合し、連結部をより強化したディテールが設計基準として示されている²⁾。

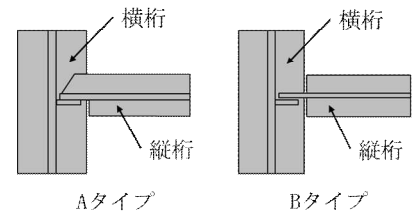


図-1 縦桁と横桁の連結部



写真-1 縦桁のき裂 (Bタイプ)

3. 維持管理性、製作性を考慮した構造ディテールの検討

今回検討を行った構造ディテールとして、維持管理性、製作性、あるいは両者にメリットとなると考えられるディテールの一例を以下に示す。

(1) 添接部のディテール

従来の添接部ディテール³⁾においては、添接板幅と母材幅の関係に規定は無く、多くの橋りょうが同じ幅で製作されている。母材と添接板縁端が面一になると母材の面取り処理が行えず、角部の塗膜が剥がれ易くなり防錆上の弱点箇所となる (写真-2)。これを改善するために添接板幅を5mm控えるディテールを検討した (図-2)。添接板を控えることで母材自由縁の面取りを確実に行うことができ、塗膜割れの抑制及び防錆の長寿命化につながると考えられる。また製作においても添接部を避けることなく連続して母材の面取り加工が行え、作業性が向上するメリットがある。以上の理由から、この構造を標準ディテールとすることとした。

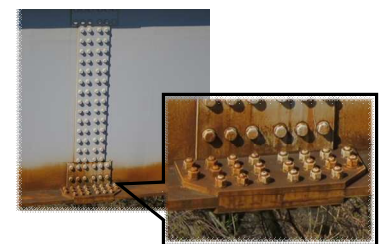


写真-2 従来の添接部

(2) 橋桁支点部の曲りフランジ構造

橋桁支点部においては、写真-3のように曲げ加工をした下フランジ (曲がりフランジ) を設置して主桁高を変化させる構造が従来用いられている。この構造は断面変化が生じる腹板曲線部に応力が集中し易いため、き裂が発生する弱点箇所となる。この対策として、水平フランジを腹板に差込み、溶接接合して腹板を補強する構造が提案されている。今回、この構造ディテールの製作時における部材の取り付け手順に着目し、検討を行った。図-3に示すように、従来の手

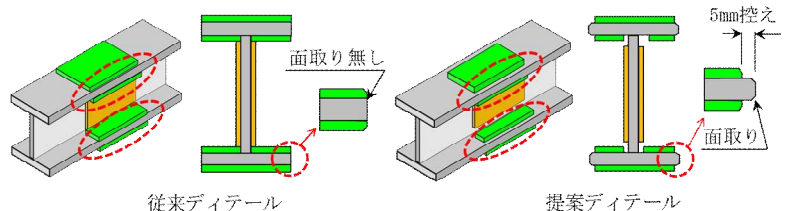


図-2 添接部提案ディテール (5mm控え)

キーワード：鋼鉄道橋ディテール、長寿命化、製作の合理化

連絡先：〒151-8512 東京都渋谷区代々木2丁目2番6号JR新宿ビル4F TEL：03-6276-1251 FAX：03-5371-3524

順は、「①曲がりフランジを取り付け、腹板と溶接→②楔型ブロックの設置→③スリットを設けた水平フランジを腹板に差込み、腹板と溶接」としていた³⁾。この手順は水平フランジを最後に取り付けるため、水平フランジと腹板を溶接する際、曲がりフランジと干渉し十分な溶接ができないことがある。水平フランジは応力を支点到伝達する主要部材であるため、溶接の弱点になり得る箇所が生じないように配慮したディテールとすることがより望ましいと考えられる。

そこで、水平フランジと腹板の溶接を優先し、製作手順を「①水平フランジを腹板に差込み、腹板と溶接→②曲がりフランジを取り付け、腹板と溶接→③楔型ブロックの設置」に見直した。水平フランジを最初に取り付け、腹板との溶接を確実にすることで、溶接の弱点箇所を解消し、品質の向上が図れる。よってこの手順を標準ディテールとすることとした⁴⁾。

(3) 本設利用工事桁標準ディテールの提案

線路下の掘削工事を行う際などに用いる工法の一つとして、仮設の橋りょう(工事桁)を設置し軌道を一時的に仮受けする「工事桁工法」がある。近年、JR東日本では工期短縮とコストダウンの面から工事桁を撤去せず、将来本設桁として利用する「本設利用工事桁工法」が多く採用されてきた⁵⁾。今回の取り組みでは、これまでの実績を踏まえ、維持管理性、製作性の面でより合理的な本設利用工事桁の標準ディテールを検討した。

本設利用工事桁の標準ディテールを図-4に示す。構造形式はI型2主桁の枕木抱き込み式とし、主桁と横桁は腹板に溶接した棚板を介して連結する構造である。検討を行う上でポイントとなったディテールの一部を示す。

i) 棚板部の構造：棚板は横桁に作用する列車荷重を主桁に伝達する重要な部材であるため、横桁を設置する棚板の直下には補剛材を設置するディテールとしている。本検討では、棚板及び補剛材の溶接仕様の標準化を図った。溶接詳細を図-5に示す。

応力伝達の主要部となる棚板と腹板の溶接部と、横桁からの鉛直荷重が直接作用する補剛材上端は部分溶け込み溶接を基本とした。補剛材下端は設計上必要なサイズのすみ肉溶としたが、繰返しによる振幅応力が大きい箇所となるため、必要に応じて止端仕上げを行う等、設計時に十分注意すべきである。

ii) 添接部の構造：添接部においては腹板添接板と棚板及び棚板直下の補剛材を一体化構造とした(図-6)。棚板を添接板と一体化することで、添接板設置の際部材同士の干渉を緩和することができ、部材の製作及び現場での施工性が向上すると考えられる。但し、棚板が分断される止端部は疲労上の弱点となるため注意が必要である。また補剛材下端は密着させることを基本とした。列車荷重による鉛直力を、補剛材を介して確実に下フランジに伝達するためである。

4. おわりに

鉄道橋には長い歴史と変遷があり、その時代の設計思想とそれに合致したディテールが定められてきた。特に鉄道橋は列車荷重による大きな繰返し作用を受けるため、疲労の影響に対し構造細部まで入念な対策が練られてきた。経年100年に近い橋りょうが今もなお列車を支持しているのがその証明であると言える。これら従来の構造ディテールの成り立ちを十分に理解し、その上で鋼構造物の維持管理上または製作性に対する課題を把握しながら、より良い構造ディテールの提案を行っていきたい。そして、その成果を確実に設計にフィードバックして行くことが、鋼構造物の維持管理性向上あるいは長寿命化を目指す上で重要であると考えられる。

<参考文献>

- 1) 塚本清成他：橋りょう縦桁亀裂の原因と対策，土木学会第60回年次学術講演会（平成17年9月）
- 2) 鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物，（財）鉄道総合技術研究所，平成21年7月
- 3) 設計の参考資料 III鋼構造物編 鋼・合成構造物設計ディテールの参考資料，東日本旅客鉄道株式会社，2004.12
- 4) 鋼鉄道橋ディテール・解説（トラス編），日本鉄道建設公団，平成14年3月
- 5) 工藤伸司他：JR 東日本における工事桁の本体利用工法について，土木学会第59回年次学術講演会（平成16年9月）



写真-3 差し込みフランジ構造

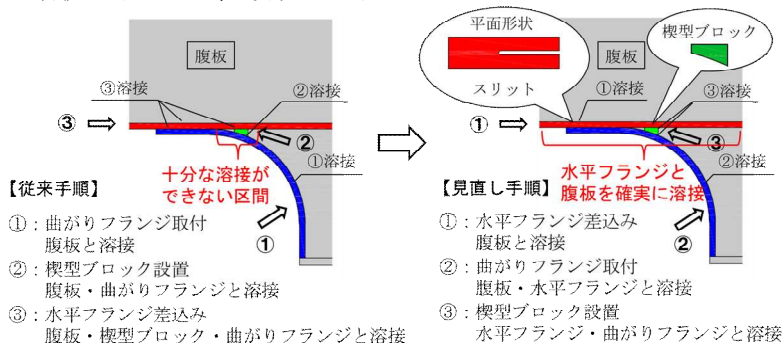


図-3 フランジ取付け手順の見直し

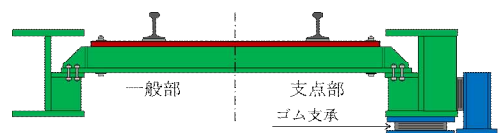


図-4 本設利用工事桁標準断面

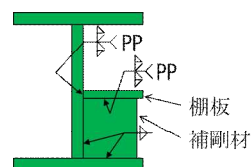


図-5 棚板部ディテール

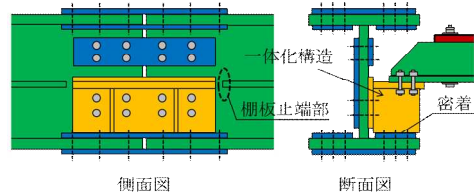


図-6 添接部ディテール