

下弦材と鋼床版を一体化した中央径間 192 m の長大トラス鉄道橋の設計 (常磐新線 荒川橋りょう)

日本鉄道建設公団 正会員 保坂鐵矢
日本交通技術(株) 正会員 ○金木 隆

1. まえがき

鋼鉄道橋の中でトラス橋は 50m 以上の支間によく用いられる構造である。標題の橋梁は隣接する橋梁の支間割 (7@64=448m)、河川管理施設等構造令の諸条件より図-1 に示す 127.6+192.85+127.6=448.05m の支間割が必要となり経済性、耐震性等から三径間連続トラス橋を採用した。また支承条件は地震時水平力分散ゴム支承 (中間支点は鉛プラグ付き) を使用している。図-1 に全体図を示し、以下に設計の概要を報告する。

なお本橋の中央径間 192.85m は国内の鉄道橋 (除 道路鉄道併用橋) としては近鉄京都線の澁川橋梁 (単純トラス 支間 164.6m) を上回り日本最大となる。

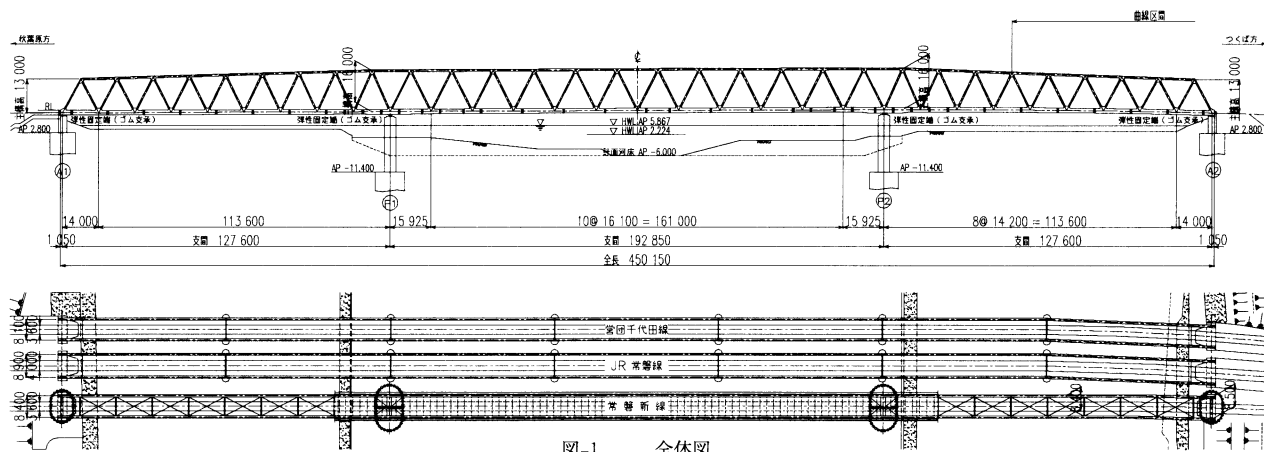


図-1 全体図

2. 設計概要

2. 1 構造解析の概要 本橋は格点部以外の個所でも床組の鉛直荷重を直接支持すると共に下弦材と鋼床版は一体化された構造であること、支間が長いと通常二次部材としている上横構等も鉛直荷重により生じる部材力が大きくなること、終点方側径間の一部は曲線区間にあるため格点で弦材を折曲げた曲線トラスであること等々から架設時 (側径間単純系、中央径間張出系) 及び地震時も含めた完成時 (3 径間連続系) 共に下弦材と鋼床版の軸力分担等の立体的な部材力を的確に評価するため立体骨組解析を行った。解析モデルは鋼床版床組を梁要素とシェル要素、上弦材面は橋門構との結合部は梁要素、上横構等の個所はトラス要素、下弦材、斜材は梁要素としている。

2. 2 解析結果の概要 立体骨組解析による軸力分担の結果をまとめると以下のとおりであった。

1) 下弦材と鋼床版の鉛直荷重による軸力分担比は軸力の変曲点付近を除き 60~65:40~35 程度であり、この比率は下弦材と鋼床版の断面積比とほぼ近似している。また、下弦材と鋼床版の水平荷重 (地震時) による軸力分担比は鉛直荷重より鋼床版の分担比が小さくなり 85~90:15~10 程度であるが、これは各シェル要素の中で主構中心線近傍の軸力分担が鉛直荷重に比して極めて小さいためと思われる。尚、ここでいう下弦材と鋼床版の軸力分担比は前述の立体骨組解析モデルにより求めた各部材に生じる軸力から求めた比率である。

2) 上弦材と取付角度の補正を行った上横構の軸力分担比は 85~92:15~8 程度であり、この比率も上弦材と上横構の断面積とほぼ近似している。

2. 3 断面構成 各部材の断面算定は立体解析による軸力分担の解析結果に基づき下記により行った。

1) 上弦材は立体解析より求めた軸力と (上弦材+上横構 * cos θ) の軸力 90% との何れか大きな値を用いると共に、上横構も主構と同様に一次部材として立体解析の軸力を用い断面算定を行った。

2) 下弦材は地震時の断面力も大きいため、立体解析より求めた軸力と (下弦材+鋼床版) の軸力 80% とのいずれか大きな値を用いた。また下弦材に生ずる曲げモーメントに対しては鋼床版取付位置が下弦材中立軸近傍にあるため、鋼床版との協同作用については考慮せず、下弦材だけで断面算定を行った。

キーワード : 鉄道橋、長大トラス、立体解析、格点部、鋼床版

連絡先 : 〒100-0014 東京都千代田区永田町 2-14-2 TEL 03-3506-1861 FAX 03-3506-1891
: 〒110-0005 東京都台東区上野 7-11-1 TEL 03-3842-9153 FAX 03-3842-9173

3) 鋼床版床組は有効幅を考慮した断面に対し床組の断面力と立体解析の軸力を用い断面算定を行った。

4) 地震時断面力が比較的大きい下弦材の中で完成時に圧縮力が卓越する個所は、大規模地震時においても部材にダクティリティを期待しうる断面構成とし、局部座屈により部材を構成する板要素に面外剛性低下が生じないよう板厚、補剛材剛比の制限値を文献1)により定めた。

2. 4 格点部の構造 斜材は全て箱断面を用い下弦材格点部を剛結とし4面添接を採用する他、景観にも配慮し、ガセット上面等にフィレットを設けたコンパクトな構造を採用した。格点部構造を図-2、写真-1に示すと共に下記に設計、構造詳細に考慮した事項を示す。

1) トラス格点部合理化構造として斜材フランジは格点ダイヤフラムと連結し、作用力を直接ガセットに伝達する構造を用いた。この構造はガセットを小さく出来る著者らが行っている確認²⁾によれば格点のフィレット径を100程度迄小さくしてもフィレット部に生じる応力集中は従来タイプの二面添接差込み方式と同等の評価が出来ることが確認されている。格点はフィレットが小さく密閉構造となることから維持管理においても有利であり経済性、景観からも優れている。

2) ガセット厚の照査は従来用いられている20P/Bの他、格点部に作用する全ての断面力が最終的にはガセットに移行するものと見なし作成された文献3)で提案された照査式を下記に示す限界状態設計法照査式に変換した式の双方を満足するよう照査を行った。

$$t \geq \gamma_a \cdot \gamma_b \cdot \gamma_l \cdot \frac{(P/2 + M_{\text{外}}/Hw + 2 \cdot M_{\text{内}}/B)}{(1.5 \cdot \sigma_u / \gamma_m \cdot B)}$$

尚、今後はガセット板厚の合理的な板厚算定手法、連結部HTB継手の孔引きの評価方法等について引き続き研究を進め、合理的な格点構造を開発していく所存である。

3) 格点部ガセットに設けたダイヤフラムと下弦材内ダイヤフラムは同一位置に設け、下弦材上フランジとは相互に溶接し応力伝達を考慮した構造を採用した。また添接部からダイヤフラムに伝達された力に対してはダイヤフラム長の区間でガセットに力が伝達されるよう溶接設計を行っている。

2. 5 中央径間の閉合(モーメント連結法の採用)

長大トラスでは架設時断面力で部材が決定する場合があります、構造解析で考慮する架設時構造系は詳細設計に先立ち決定しておく必要がある。架設は起終点の側径間をそれぞれクローラークレーンを用いバント式架設を行った後、左右から同時にトラベラークレーンにより張出し架設を行い中央径間中央部で閉合する計画である。閉合後はジャッキダウンを行い、鋼自重に対しても中央径間張出系の断面力が残留しないモーメント連結法を採用することとした。ちなみに本工法の採用により鋼自重に対して中央径間張出系の断面力が残留するヒンジ連結法に比して経済性が計れることが確認出来た。

3. まとめ

以上、下弦材と鋼床版を一体化したトラスの軸力分担の傾向、景観と経済性に配慮したトラス格点部合理化構造の設計方針について報告したが、今後の合理化トラスの開発の参考になれば幸である。本橋の起点方側径間は本年2月に架設を開始し5月には完了の予定である。また本年11月からは終点方側径間の架設も開始され、引き続き両側から張出架設を行い来年夏頃には閉合の予定である。

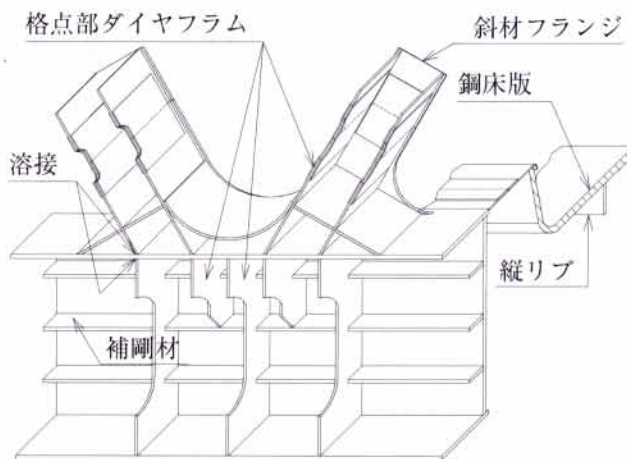


図-2 格点部構造



写真-1

参考文献 1) 鋼構造物の終局強度と設計(平成6年7月 土木学会) pp 303~320

2) 保坂、堀地、磯江：トラス格点部合理化構造の検討 構造工学論文集(2000年3月)

3) 保坂：下弦材と鋼床版床組を一体化した低床式トラス 橋梁と基礎(平成5年8月)