

汎用 H 形鋼を使用した鉄道用工事桁の構造特性に関する解析的検討

東日本旅客鉄道(株) JR 東日本研究開発センター 正会員 白神 亮
東日本旅客鉄道(株) JR 東日本研究開発センター 正会員 柳沼 謙一

1. はじめに

線路下に構造物を開削工法で施工する場合、工事桁による軌道の仮受けを行っている。工事桁の製作には鋼材の切断やボルトの孔あけなどの加工が必要であるため、工期が長くなることや製作費が高くなる要因となっている。そこで出来るだけ加工を少なくするため、工事桁に山留材等で使用する汎用 H 形鋼を使用することについて検討を行っている。汎用 H 形鋼を使用した工事桁は、これまでの工事桁と構造上異なる点があるため、静的荷重による FEM 解析を行った。

2. 解析の概要

2.1 汎用 H 形鋼を使用した工事桁

これまでに用いられている工事桁を図 1 に、汎用 H 形鋼を使用した工事桁を図 2 に示す。通常の工事桁は図 1 に示すように、主桁腹板に取り付けられた棚板の上にマクラギ受桁が載る構造となっているが、汎用 H 形鋼を使用した工事桁では主桁下フランジに直接マクラギ受桁が載る構造となっている。また、山留材には桁端部に端板が取り付けられているため、工事桁の主桁として使用する場合、主桁の接合部がフランジ 1 面摩擦接合になる点、腹板においては端版で接合する点が通常の工事桁と異なる。特に端版部については載荷時にボルトに引張力が作用する状態での接合となる。なお、今回の工事桁の設計では端版の引張ボルト接合部については設計上考慮せず、上下フランジの摩擦接合継手のみでも成り立つように設計を行っている。今回の解析では、鉄道用工事桁として使用するにあたり、これらの構造上の特徴による影響を把握することを主な着眼点として FEM 解析を行った。

2.2 解析モデル

解析対象としてスパン 10m の工事桁を想定し、支間中央部に継手部を設けた。解析は図 3 に示すように対象条件を考慮した 1/4 モデルで全体解析を行った後、図 4 に示すスパン中央部を取り出した局所モデルを作成し、全体解析で求めた変位を境界条件として与えて局所解析を行った。

モデルは主桁、受桁ともソリッド要素でモデル化を行った。全体解析ではレール(50N レール)も梁要素でモデル化を行った。マクラギについては、通常工事桁の場合木マクラギを使用するケースが多いため、木マクラギ重量分をマクラギ受桁に死荷重として与え、剛性は無視した。

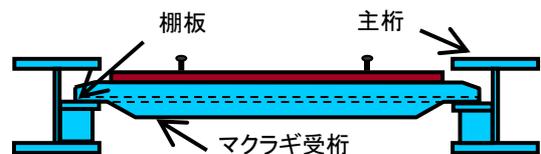


図 1 これまでの工事桁 (断面)

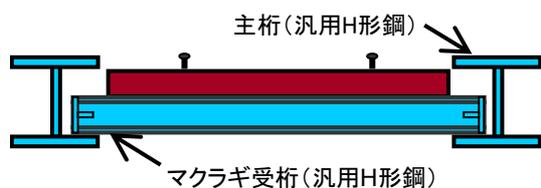


図 2 汎用 H 形鋼を使用した工事桁 (断面)

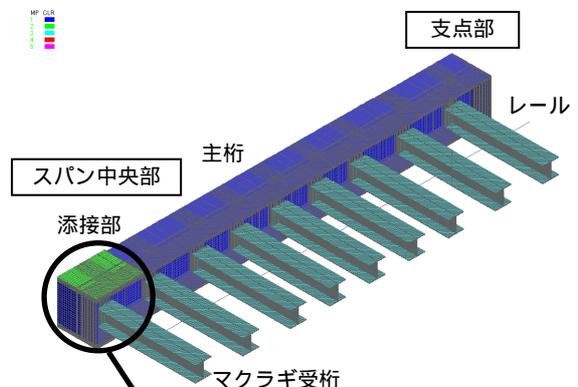


図 3 全体解析モデル

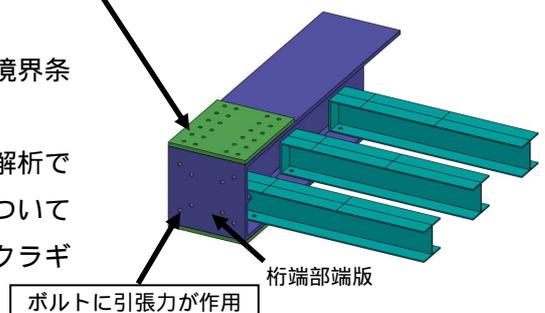


図 4 局所解析モデル

キーワード: 鉄道用工事桁 汎用 H 形鋼

連絡先: JR東日本研究開発センター 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2 丁目 479 TEL.048-651-2552

局所解析では、今回使用したボルトは M22 (F10T) であり汎用 H 形鋼のボルト孔は 25 であるため、ボルト孔とボルト軸部の接触を考慮できるようなモデルとした。ボルトには初期軸力として F10T の標準締め付け軸力である 225kN を導入した¹⁾。

荷重については工事桁の設計で用いる列車荷重 (E-17) による支間中央の曲げモーメントと等価な曲げモーメントが発生する荷重を集中荷重としてレール位置に与えた。解析は SolidWorks Simulation2010 を使用した。

3. 局所解析結果

3.1 主桁の橋軸方向応力

主桁の橋軸方向応力分布を図 5 に示す。圧縮領域である上フランジ部では、添接板の端部でやや高い圧縮応力が見られるが、100N/mm² を越えない程度で降伏強度に対しても余裕があった。引張領域である下フランジについても同様の現象が見られたが、継手部の構造として問題がないことを確認した。

また、主桁中央部の断面では主桁の中立軸が圧縮側へ移動していることが明らかになった。

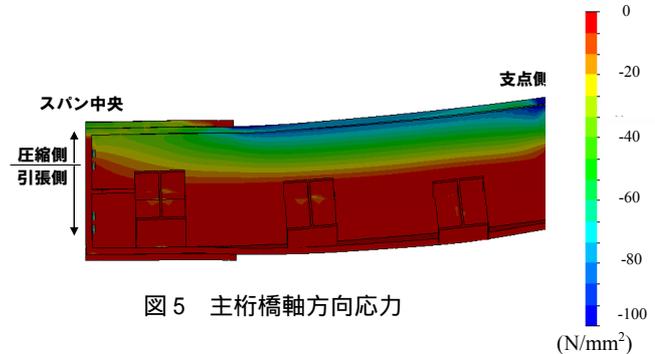


図 5 主桁橋軸方向応力

表 1 ボルト軸力低減量 (下フランジボルト)

下フランジ ボルト軸力低減量 (kN)							
ボルト番号	低減軸力	ボルト番号	低減軸力	ボルト番号	低減軸力	ボルト番号	低減軸力
1	6	7	6	13	6	19	6
2	5	8	5	14	5	20	6
3	5	9	5	15	5	21	7
4	5	10	5	16	5	22	7
5	5	11	5	17	6	23	6
6	5	12	6	18	6	24	7

3.2 接合部のボルト軸力

接合部のボルト軸力のうち下フランジ及び端版を締結するボルトの軸力の変化について確認を行った。各ボルトの導入軸力に対する軸力の低減量について下フランジのボルトを表 1、主桁端版のボルトを表 2

に示す。摩擦接合である下フランジのボルトについては、ボルト軸力の低下は 5 ~ 7kN 程度で導入軸力が保たれており、摩擦接合継手として機能しているものと考えられる。一方、汎用 H 形鋼の端版を締結するボルトの軸力は、桁の曲げによる引張力を受け、導入軸力が概ね半分程度まで低減した。本工事桁の設計では上下フランジの摩擦接合継手のみで継手部を構成するように考慮しており、工事桁の継手構造としては問題がないものと考えられるが、実験等で継手構造の確認を行う予定である。

表 2 ボルト軸力低減量 (主桁端版ボルト)

主桁端版 ボルト軸力低減量 (kN)			
ボルト番号	低減軸力	ボルト番号	低減軸力
1	118	5	117
2	118	6	118
3	120	7	121
4	123	8	124

3.3 主桁下フランジの橋軸直角方向応力

マクラギ受桁が直接載る箇所の主桁下フランジ橋軸直角方向の応力を図 6 に示す。マクラギ受桁との接合部では応力が載荷によるマクラギ受桁の変形により応力集中している傾向がみられるが、最大でも 81N/mm² 程度で降伏強度に対しても余裕があり、マクラギ受桁が直接下フランジに載る構造であっても主桁への影響はそれほど大きくないものと考えられる。

4. まとめ

汎用 H 形鋼を使用した工事桁を対象として、通常の工事桁と構造上異なる点に着目して FEM 解析を行った。その結果、鉄道用工事桁として構造上特に問題のないことを確認した。なお、工事桁として使用する場合、短期間ではあるが列車荷重による動的な繰返し荷重を受けるため、それらの影響について実験等で検討を行う予定である。

参考文献

1) 鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物 (平成 21 年 7 月)

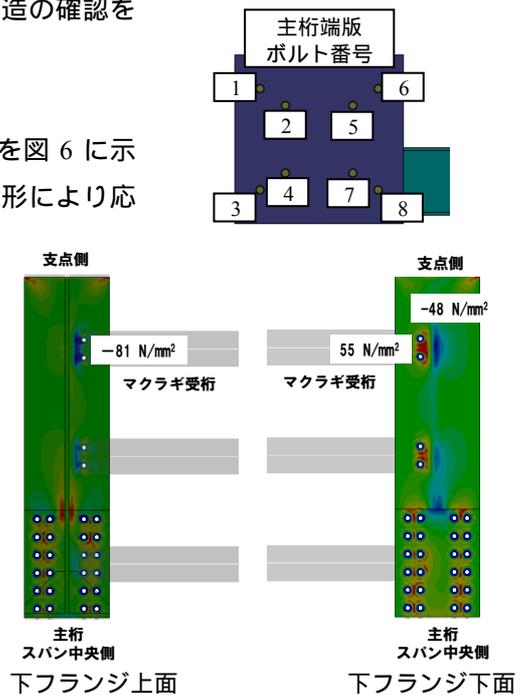


図 6 主桁下フランジ橋軸直角方向応力