

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実験的検討

東日本旅客鉄道(株) JR 東日本研究開発センター 正会員 ○今 裕之
 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
 東日本旅客鉄道(株) 建設工事部 構造技術センター 正会員 後藤 貴士
 東日本旅客鉄道(株) 建設工事部 構造技術センター 正会員 工藤 伸司

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。当社では枕木抱き込み式工事桁(図1)を用いるのが一般的であるが、製作には鋼材の切断やボルトの孔あけなどの加工を伴うことから、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。そこで一般に山留材として使用される汎用 H 形鋼を用いた工事桁(図2)の検討を行っており、過去に行った FEM 解析により、構造上の問題がないことが確認されている¹⁾。今回、実構造における性能確認を実施したので報告する。

2. 主桁静的載荷試験

本構造の特徴である主桁の接合部に着目した試験として図3に示す試験体を製作し静的載荷試験を実施した。

試験体は2本の H500 (L=3.0m) の上下フランジの添接と突き合せた端板のボルト締結によって組立てた L=6.0m の桁である。接合部はグリッドブラストを施し、すべり係数 0.4 程度を確保している。支点から 1,900mm の位置に載荷し、試験体の降伏および接合部のすべりが生じるまで載荷を続けた。

下フランジ添接板付近3箇所の荷重とひずみの関係を図4に示す。点線は設計モーメントと等価な曲げモーメントを生じる荷重(設計荷重: $325 \times 2 = 650\text{KN}$)を表している。添接板主材境界部(図4①)が本試験における最大ひずみの発生箇所であったが、設計荷重載荷時点において 560μ (112KN/mm^2) 程度であった。また、添接部、端板部のボルトの一部でひずみの測定、端板下端での π ゲージによる測定を行ったが、著大なひずみ、添接部の開きは見られなかった。さらに載荷を続けたところ、1,460KN 付近で添接板主材境界部が降伏、1,800KN を超えたところから添接部のすべりが発生した。

3. 受桁静的載荷試験

受桁も同様に静的載荷試験を実施した。試験体は図5、図6に示す H500 の主桁の間に H200 のマクラギ受桁をボルトで締結したものであり、レール位置に相当する点に載荷して、主桁・受桁および接合部のひずみや変位の挙動を確認した。

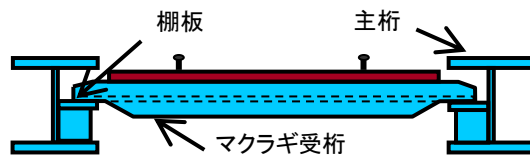


図1 これまでの工事桁(断面)

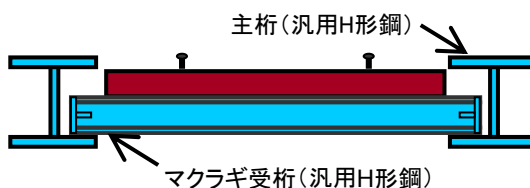


図2 汎用 H 形鋼を使用した工事桁(断面)

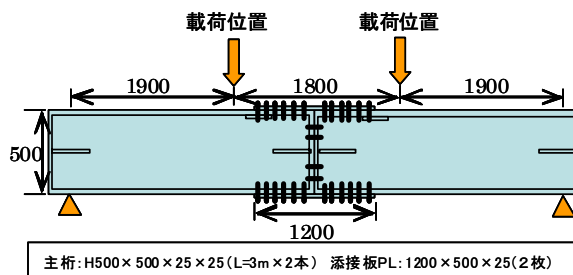


図3 主桁静的載荷試験体(側面)

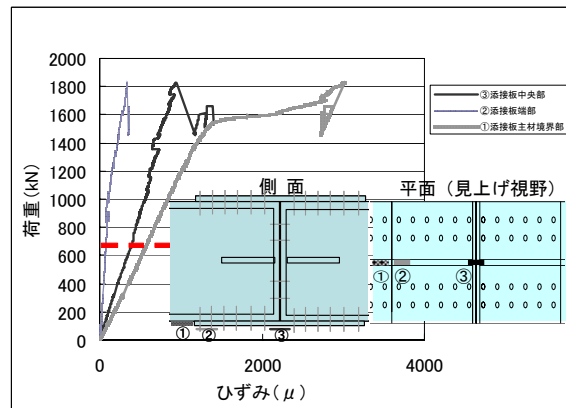


図4 下フランジ添接板付近ひずみ比較

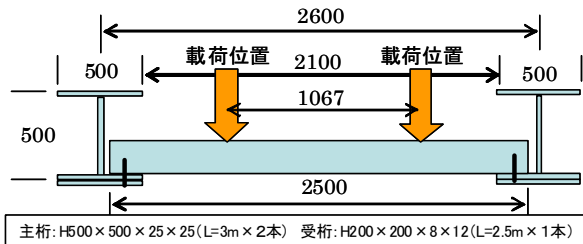


図5 受桁静的載荷試験体(断面)

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

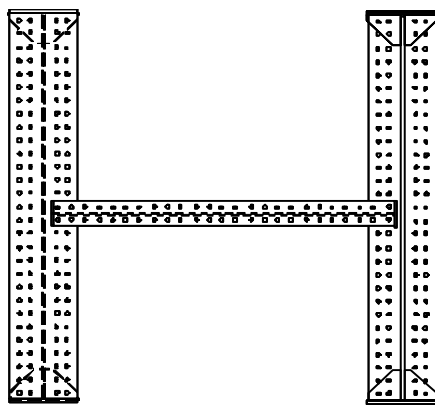


図6 受桁静的荷重試験体(平面)

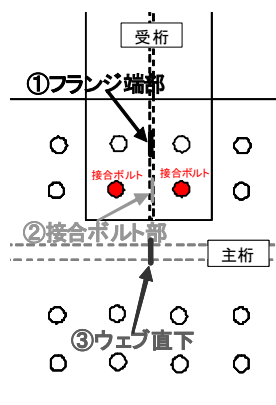
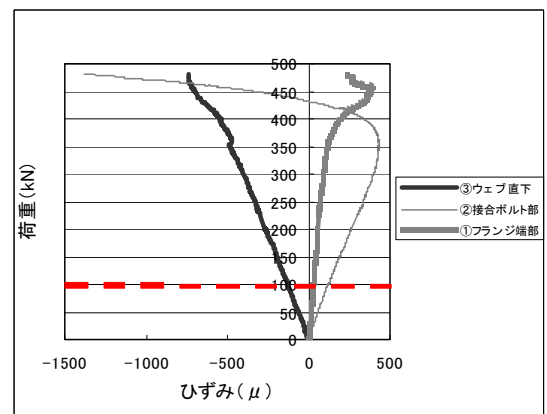


図7 主桁受桁接合部主桁下フランジ橋軸直角方向ひずみ



主桁受桁接合部の荷重とひずみの関係と測定箇所略図を図7に示す。点線は受桁の設計荷重(99kN)を示す。ウェブ直下は圧縮、接合ボルト付近は引張で部分的に応力が集中する箇所が見られるが、いずれも値は小さく、他の測定点も含めて構造的に問題となるような値は生じておらず、FEM解析の結果¹⁾と同様の傾向を示した。

4. 繰返し荷重試験

列車荷重による動的な荷重の影響を確認するため、繰返し荷重試験を実施した。試験体は主桁静的荷重試験と同じ仕様の試験体とし、繰返し回数は、鉄道構造物等設計標準²⁾に基づき算出した。仮設構造物のため、設計耐用年数は10年とし、機関車荷重E-17、標準通過トン数は20万MN以上、強度等級はE等級とした。本構造で想定している適用最大長10mの桁におけるモーメント波形の頻度解析から応力振幅毎の繰返し数と疲労寿命を求め、累積疲労損傷度を算出した。これと実験時荷重に対する疲労寿命より、繰返し回数は62.5万回と求められた。

荷重はアクチュエーター2基を載荷梁で連結・同期させ、1基あたり30kN⇔330kN(振幅300kN)の荷重を発生させた。予備荷重の結果、荷重サイクルは3Hzとし、初期値と最終値のほか、途中5万回、10万回、30万回、50万回の時点で繰返し荷重を一時停止し、30kNから330kNまで静的荷重を行った。

繰返し回数の増加に伴い、添接部のボルトひずみは部材同士のなじみの進行の影響と思われるごく微小な値の変化が見られたものの、その他の測定点においては、試験中を通して同じ挙動を示しており、耐疲労性についても問題がないことが確認できた。

5. 実大荷重試験

実構造における荷重の伝達の確認のため、実大試験体を製作した。2本のH500(L=5.0m)を添接したL=10.0mの主桁と18本の受桁(H200, L=2.5m)からなり、受桁上に木マクラギ、50Nレールを配置した(写真1)。レール上の4点に各200kNずつの計800kN(E-17+130km/h衝撃荷重相当)を載荷した。

荷重の結果、各測点とも不安定な挙動は見られなかった。荷重がレール・マクラギを介して受桁、主桁によく伝達されており、局部的な応力集中もなく、添接部も健全な状態を維持していた。

また、主桁・受桁のたわみ、ひずみの傾向等、FEM解析の結果¹⁾と近い値が得られた。

6. まとめ

桁静的荷重試験、受桁静的荷重試験、繰返し荷重試験、実大荷重試験により、汎用H形鋼を用いる工事桁がスパン10m程度の単純桁の工事桁として、十分性能を満足していることを確認した。今後は実用化に向けた細部の検証を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 白神、柳沼：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 土木学会第65回年次学術講演会概要集(2010.9)
- 2) 鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物 (2009.7)



写真1 実大荷重試験状況