

高力ボルト引張接合をウェブ継手に採用した鋼桁の載荷試験

JR東日本 東京工事事務所 正会員 工藤 伸司
 JR東日本 建設工事部 正会員 伊藤 昭夫
 JR東日本 東京工事事務所 正会員 梅田 孝夫
 JR東日本 東京工事事務所 金子 達哉

1. はじめに

鋼箱桁を接合する場合の継手は、高力ボルト継手または溶接継手が一般的である。

高力ボルト継手の接合方法としては、摩擦接合、支圧接合および引張接合が挙げられるが、摩擦接合とした場合は、添接板および高力ボルトの一部が桁の外に露出して景観を悪くする。

また、溶接継手とした場合は、高力ボルト継手に比べ、景観は向上するが施工に多くの時間を要する。

そこで、図-1のように、景観の向上および施工時間の短縮を目的として、箱桁の上下フランジ継手を高力ボルト摩擦接合とし、景観上目立つウェブ継手に高力ボルト引張接合を採用した継手構造を提案し、試験体による載荷試験を実施したので以下に報告する。

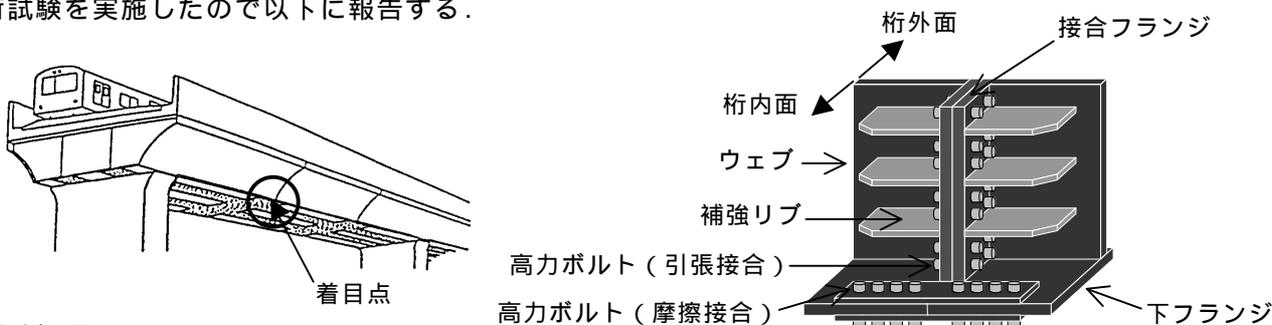


図-1 継手構造のイメージ図

2. 試験概要

(1) 試験体

図-2に試験体の形状および諸元を示す。試験体は、ウェブ継手の力学的挙動を桁の外から確認できるI型断面モデルとし、純曲げのみが作用するように桁中央に継手を設けた。なお、ウェブ継手は、実橋をイメージしてウェブの片側にのみ設けた。また、下フランジのボルト孔は、継手部の滑り発生後も高力ボルトとボルト孔が接触しないように長孔(18.5×40mm)とし、接合フランジに確実に荷重を伝達させるようにした。さらに、上下フランジの添接板と母材の接触面は、摩擦接合の滑り係数(0.4)を確保するために発錆剤を塗布した。

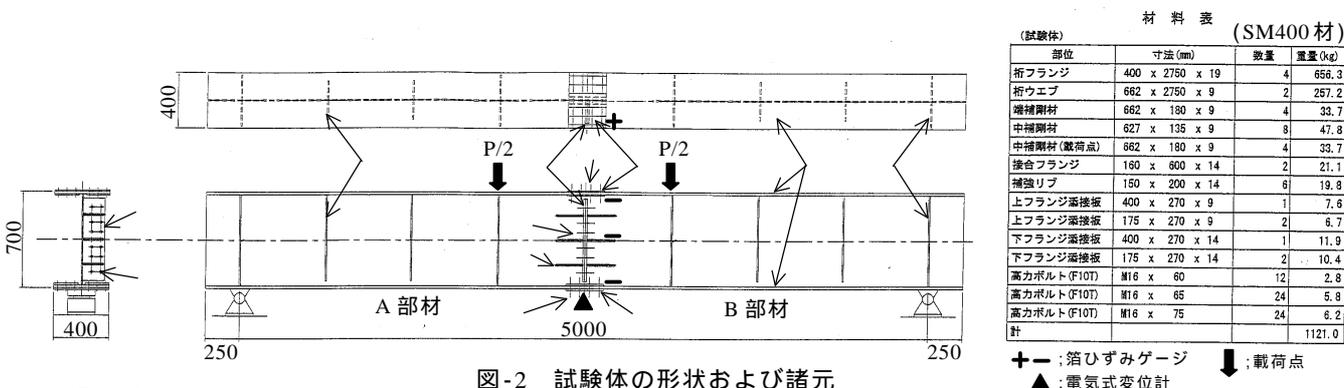


図-2 試験体の形状および諸元

(2) 試験方法

載荷は、9800kN載荷用試験機による静的載荷(2点載荷)とした。応力および変位の計測は、それぞれ箔ひずみゲージと電気式変位計を用いて行った。また、ウェブ引張接合ボルトの軸力変動についても箔ひずみゲージを用いて計測した。

キーワード：高力ボルト引張接合

連絡先：東京都渋谷区代々木2-2-6 JR新宿ビル TEL 03-3379-4353 FAX 03-3372-7980

3. 試験結果

図-3に載荷荷重と変位の関係を示す。載荷荷重が1150kNに達した時、下フランジ継手部のA部材側で滑りが発生し、その後800kNに達するごとに8回連続して滑りが発生した。次に、1400kNに達した時、B部材側で滑りが発生し、その後A部材側と同様に800kNに達するごとに9回連続して滑りが発生した。

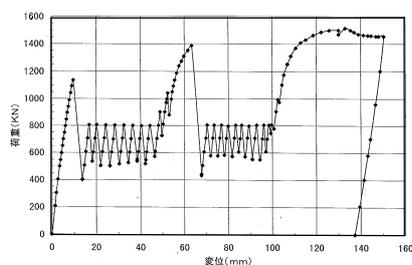


図-3 中央変位

図-4, 図-5に載荷荷重と上フランジおよび下フランジのひずみの関係を示す。上フランジは、1270kNで降伏域に入っており、この直後より桁中央で局部座屈が発生し、最終的には1500kNで局部座屈が進展して終局を迎えた。下フランジは、300kNから500kNの間でひずみが急激に増加する不安定な挙動を示しているが、その後は初期剛性と同様な直線性を示し、1500kNまでは弾性域にある。最終的には上フランジの局部座屈の進展とともに下フランジも降伏域に入っている。

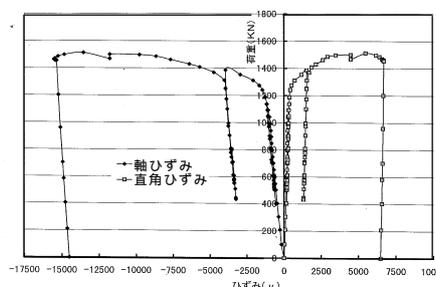


図-4 上フランジひずみ

図-6に載荷荷重とウェブのひずみの関係を示す。ウェブのひずみは、下フランジ継手部に滑りが発生するまでは微小な変動であるが、滑りが発生するとウェブ下端のひずみが急激に変動している。また、載荷荷重が増加する時には変動が小さく、滑りの発生とともに大きく変動する傾向がある。

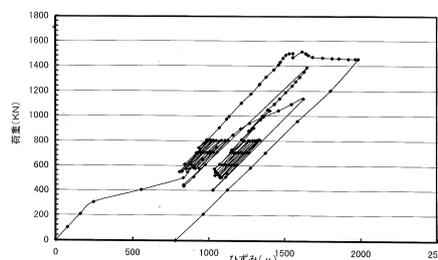


図-5 下フランジ軸ひずみ

4. 考察

表-1に、下フランジ継手部の滑り発生時と上フランジおよび下フランジ降伏時における試験体の載荷荷重について、実測値と計算値を比較して示す。試験体の上下フランジの実測値は、概ね計算値と一致している。なお、下フランジ継手部の滑り荷重において実測値と計算値で差が生じたのは、発錆材の塗布により、滑り係数が増加したためと思われる。

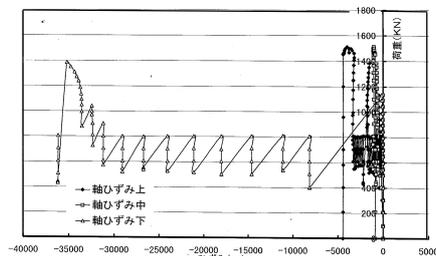


図-6 ウェブひずみ

表-2に、下フランジ継手部の滑り発生直前(1150kN載荷時)におけるフランジ応力度とウェブ引張接合ボルトの軸力変動について、実測値と計算値を比較して示す。ボルトの軸力変動の実測値は、はりの曲げ理論¹⁾による計算値に比べるとかなり小さな値となっている。また、計算値は設計ボルト軸力(104kN)を上回っているにもかかわらず、接合フランジには離間が発生していない。このことから、ボルトの軸力変動は小さいと言える。さらに、上フランジの応力度は、実測値が計算値を大きく上回っている。これは、下フランジ継手部に滑りが発生するまでは、曲げモーメントのほとんどを上フランジ継手で分担し、ウェブ継手ではほとんど分担しないためと思われる。

表-1 試験体の載荷荷重(P)

	実測値	計算値
継手部滑り発生	1150kN	715kN
上フランジ降伏	1270kN	1323kN
下フランジ降伏	1500kN	1626kN

表-2 滑り発生直前の応力度, 軸力変動

		実測値	計算値
上フランジ応力度		-257N/mm ²	-191N/mm ²
ウェブ引張接合ボルト	圧縮側	-30kN/2本	-191kN/2本
	中立軸下	1kN/2本	20kN/2本
軸力変動	引張側	5kN/2本	191kN/2本
	下フランジ応力度	185N/mm ²	191N/mm ²

5. まとめ

上下フランジ継手を高力ボルト摩擦接合とし、ウェブ継手に引張接合を採用したI型断面モデルの純曲げ試験体では、下フランジ継手部に滑りが発生するまでは曲げモーメントのほとんどを上フランジ継手で分担し、ウェブ継手ではほとんど分担しないことがわかった。しかしながら、上下フランジの降伏時の載荷荷重は、実測値と計算値で概ね一致しているため、はりの曲げ理論¹⁾によって設計しても問題ないものと思われる。

謝辞 本試験の実施にあたり、御協力戴いた川崎製鉄株式会社の関係者の方々に深く感謝致します。

参考文献 1) 構造力学公式集 (社)土木学会 1986.6