

ボルト方式桁連結工の静的載荷試験による弾塑性挙動の把握

鉄道総合技術研究所 正会員 ○齊藤 雅充 正会員 福本 守 正会員 池田 学
日鉄住金テクノロジー 佐竹 隼人

1. はじめに

既設鋼鉄道橋では、落橋防止装置として、図1に示すボルト方式の桁連結工が標準的に用いられている。地震時に対する桁連結工の評価方法として、載荷速度や弾塑性挙動を考慮したモデル化手法の検討を進めている¹⁾が、終局時の破壊形態や最大耐力を把握する必要がある。しかし、桁連結工の継手部は通常のボルト接合部とは異なる構造であり、通常のボルト接合部の最大耐力算定法²⁾を適用できるか不明である。本研究では、ボルト方式桁連結工の破壊形態、耐力の把握を目的として、桁連結工を模擬した載荷試験を行った。さらに、耐力算定法の桁連結工への適用性を確認した。

2. 試験方法

試験体は図2に示すように、連結板、桁ウェブ、高力ボルトからなる。着目部は、桁連結工の可動側継手部であり、桁ウェブのボルト孔は長孔とし、ボルトにウェブ厚より2mm長いSGP管を巻いて、連結板とウェブは密着しない。測定は、図2に示すように、ウェブ端部と連結板中心の相対変位、ウェブのはしあき部にあたるコバ面ひずみとした。載荷状況を図3に示す。試験体のいずれかの部位が破断するまで静的引張載荷し、一部は途中で除荷、再載荷を行った。

試験ケースは破壊形態を考慮して表1のように定めた。Case1は、桁連結工の標準設計をもとにしており、ボルト接合部の最大耐力算定式²⁾を適用すると、ウェブの継手外周部分のボルト孔間の領域が破断する、「ちぎれ破断」が予想される(図4の破線)。Case2では、Case1からはしあき寸法とボルト間隔を狭め、実橋梁の最小値とした。破壊形態は、ちぎれ破断が予想されるが、はしあき部分が破壊する「はし抜け破断」の耐力も近い値であり、実態の確認が必要である。Case3では、桁端で桁高を低くした場合にウェブ厚が増加し、「ボルト破断」となる場合を想定した。

3. 荷重-変位関係

載荷試験より得られた荷重-変位関係を図4に示す。Case1およびCase2においては、桁ウェブが降伏した後、大きな塑性変形を示し、最大荷重を迎えた後に徐々に荷重が減少し、その後荷重が急激に減少して終局に至った。Case3においては、ボ

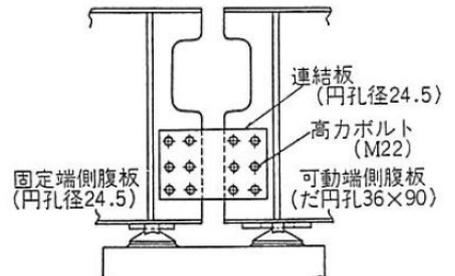


図1 ボルト方式桁連結工

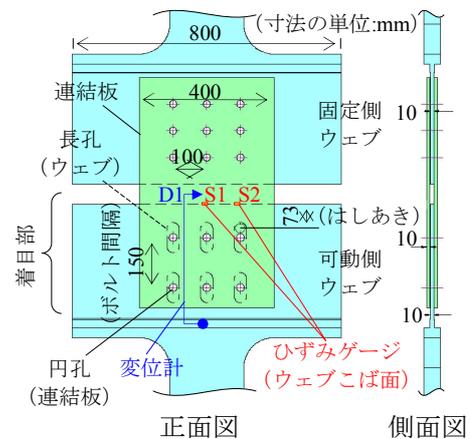


図2 試験体概要 (Case1)



図3 試験状況

表1 試験ケースと試験体諸元

試験ケース	想定破壊形態	桁ウェブ(SM490)			連結板(SM490)			高力ボルト 種類	ボルト間隔	
		板厚	はしあき	孔径	板厚	はしあき	孔径		応力方向	直交方向
Case1	ちぎれ破断	10	73	36×90	10	60	23.5	F10T, M22	150	100
Case2	ちぎれ破断 (はし抜け破断)	10	53	36×90	10	60	23.5	F10T, M22	120	100
Case3	ボルト破断	25	73	36×90	15	60	23.5	F8T, M22	150	100

(寸法の単位: mm)

キーワード 桁連結工, 落橋防止装置, 載荷試験, 破壊形態, 最大耐力

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7280

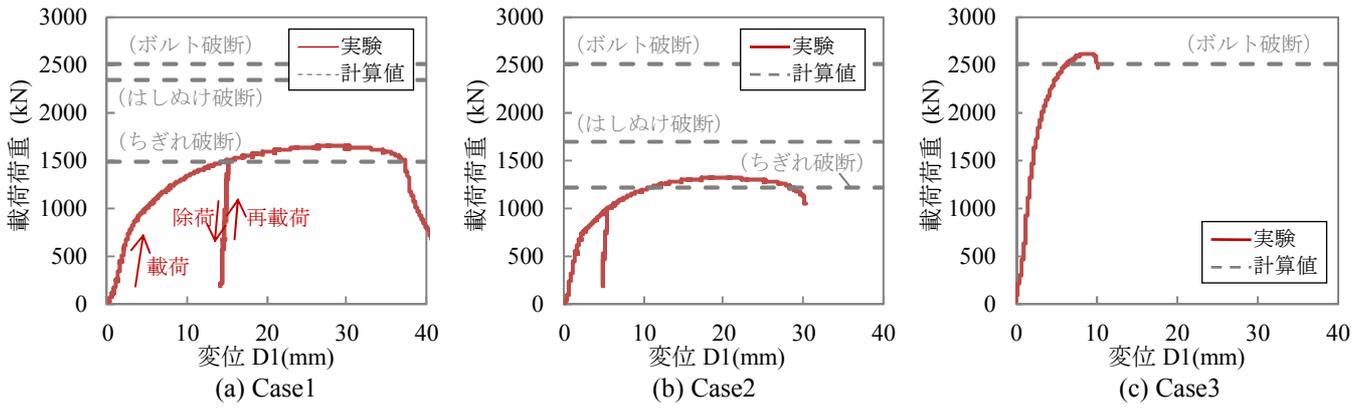


図4 桁連結工の荷重-変位関係

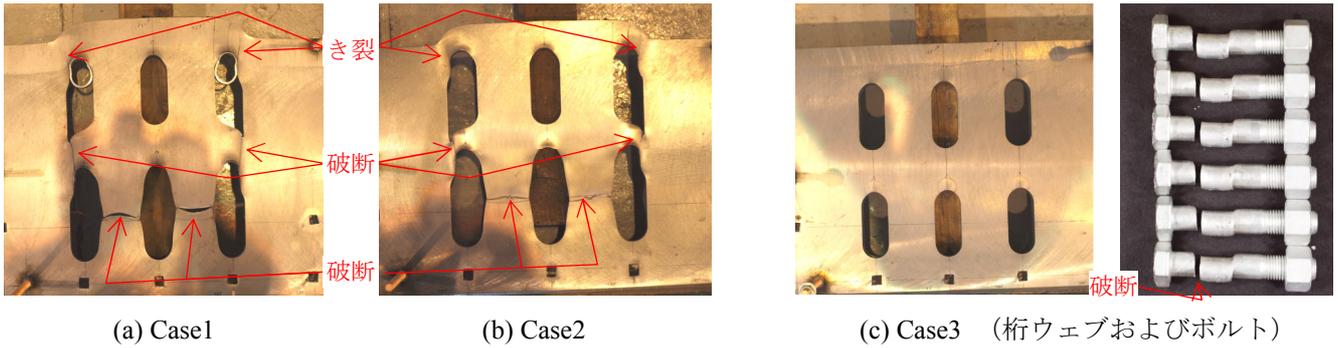


図5 桁ウェブの損傷状況

ルトが塑性変形し、比較的小さな変位で終局に至った。

4. 破壊形態

試験後のウェブおよびボルトを図5に示す。Case1では、ちぎれ破断の形態であった。破断、き裂発生箇所は、文献1)の解析において塑性変形が進行する部位と一致する。Case2では、同じくちぎれ破断となった。Case3では、予想された通りボルト破断により終局に至った。

Case1, 2におけるウェブこば面のひずみの推移を図6に示す。S1ははし抜け破断と、S2ははし抜けとちぎれ破断の両者に関連していると考えられる。はしあき寸法の大きいCase1においては、S1のひずみがS2と比べて小さいため、はし抜け破断にはなりにくいと考えられる。はしあき寸法の小さいCase2においては、Case1と比べてS1がより大きくなっており、はし抜け破断に対する余裕度はより小さくなっているが、標準的な桁連結工においては、Case2より小さいはしあき寸法は考えにくいことから、ちぎれ破断とボルト破断が基本的な破壊形態といえる。

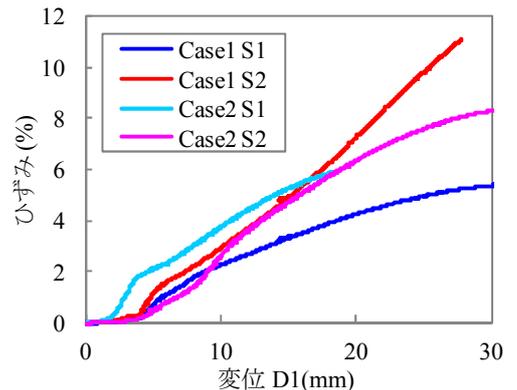


図6 はしあき部のひずみ

5. 最大耐力算定法の適用性

図4においてボルト接合部の耐力算定結果²⁾と実験結果を比較しているが、いずれのケースにおいても、それぞれの破壊形態に対応する最大耐力を精度よく算定可能であることがわかる。

6. おわりに

鋼鉄道橋において標準的なボルト方式桁連結工の荷重試験により、桁連結工が想定される破壊形態を示すこと確認し、通常のボルト接合部の最大耐力算定法を破壊形態に応じて桁連結工に適用可能であることを確認した。今後、動的な荷重による荷重速度の影響等に注目して検討を進める予定である。

参考文献

1) 福本守, 斉藤雅充, 和田一範: 鋼橋の桁連結工の地震時挙動の評価方法, 鉄道総研報告, Vol.29, No.3, pp.47-52, 2015.
 2) 日本建築学会: 鋼構造限界状態設計指針・同解説, 丸善, 2010.