

鉄道橋の合成桁に用いる大型ずれ止めの载荷試験

鉄道・運輸機構 正会員 ○中野 雄哉 鉄道・運輸機構 正会員 横山 秀喜 鉄道・運輸機構 正会員 南 邦明
 鉄道・運輸機構 正会員 藤原 良憲 鉄道総研 正会員 齊藤 雅充 鉄道総研 正会員 秋山 慎一郎

1. はじめに

鉄道橋に用いる合成桁は、RC床板と鋼桁間のずれ止めに「馬蹄形ジベル」と呼ばれる輪形筋を有するジベルを用いる。近年、合成桁の支間が長大化しており、せん断耐力の大きいずれ止めが必要となっている。また、合成桁の端支点上には「A型ジベル」と呼ばれるH鋼を模したずれ止めを配置しているが(写真-1)、設計上そのせん断抵抗を考慮していない。



写真-1 鉄道合成桁の桁端部のずれ止め

A型ジベルは、支圧面積が大きいため、それを評価し、そのせん断抵抗を設計に考慮することが期待される。そこで、本研究では、A型ジベルの破壊性状や耐力を把握するため、载荷試験を実施した。

2. 試験概要

2-1. 試験体

試験体形状は、「日本鋼構造協会 頭付きスタッドの押抜き試験方法(案)(以下、押抜き試験方法)」に準じ定めた。試験ケースを表-1、試験体形状を図-1に示す。なお、原寸大での試験は計算上のせん断耐力が大きく、試験機の载荷能力を超えるため、2/3モデルとした。また、A型ジベルは、実橋適用時に鉄筋貫通用の切欠きを設けるため同様の形状とした。ジベル取付け溶接サイズは、母材に先行して降伏しないのど厚とした。

表-1 試験ケース

Case	コンクリート強度 N/mm ²		溶接のど厚 mm (溶接方法)
	呼び強度	実強度	
1	27	27.8	5.6(すみ肉)
2	40	38.8	7.7(部分溶け込み)

試験体を作成するにあたり、実橋と同様になるようにジベルを溶接した载荷材を水平にした後、コンクリートを打設した。また、ジベルの前面抵抗以外の影響が無いように鋼とコンクリート付着面にグリスを塗布した。

2-2. 载荷方法および計測

载荷方法は、押抜き試験方法を参考に漸増繰り返し

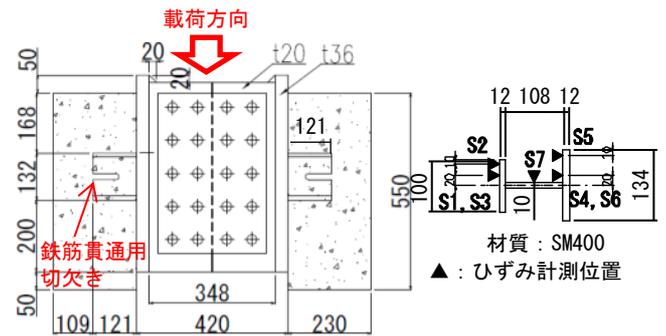


図-1 A型ジベル(縮尺2/3)試験体



写真-2 载荷状況

载荷とし、JIS A 1108を参考に载荷速度を定めた(写真-2)。なお、载荷・除荷の1サイクルあたりの変位増分は試験状況を確認しながら変更した。

本試験の計測は、载荷荷重、ずれ止め・H鋼・コンクリート・鉄筋のひずみ、H鋼とコンクリートのずれ変位に対して行った。

3. 試験結果

Case1(A型ジベル(縮尺2/3) 27N/mm²)の载荷試験の結果を図-3, 4, 载荷試験後に切断した写真を写真-3に示す。

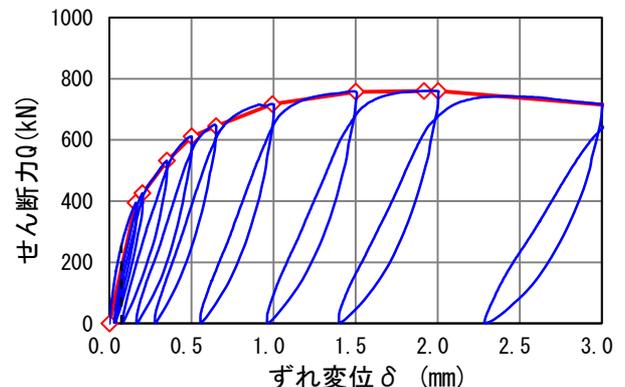


図-3 载荷試験結果(せん断力-ずれ変位)

キーワード：鋼鉄道橋、合成桁、ずれ止め、押抜きせん断試験
 連絡先：大阪市淀川区宮原三丁目 5-36 (新大阪トラストタワー)

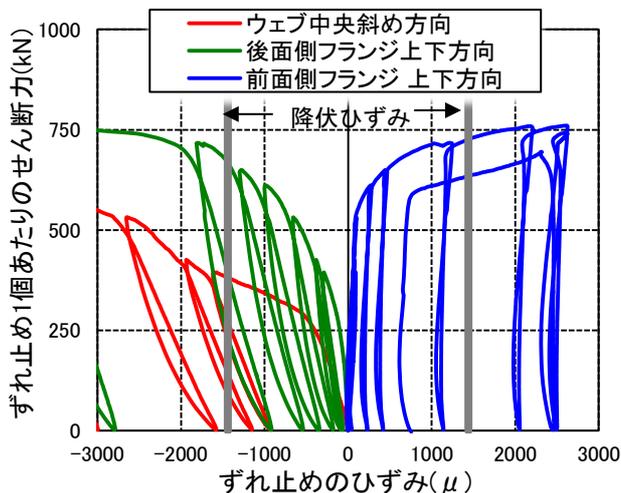
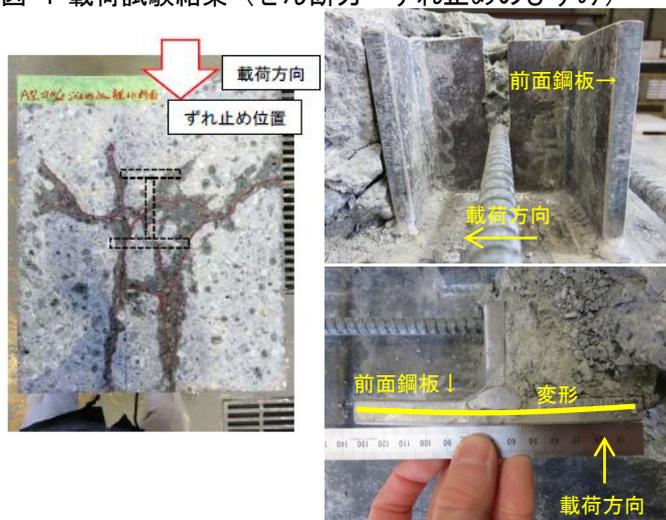


図-4 載荷試験結果 (せん断力-ずれ止めのひずみ)



Case1: A形ジベル (縮尺2/3) 27N/mm²

写真-3 載荷試験後のひび割れおよびジベルの状況

Case1 (A形ジベル (縮尺2/3) 27N/mm²) は、せん断力が400kN付近から勾配に変化が見られ、ずれ変位が増加した。これはウェブ (中央) で降伏ひずみに到達したためと思われる。600kN付近からさらにずれ変位が増加し、761kNの最大せん断力を示したのち減少に転じている。これはフランジのひずみが500kN付近より増加し、前面が670kN付近、後面が730kN付近で降伏ひずみに到達した影響およびコンクリート破壊等の影響によるものと思われる。

載荷試験後のひび割れは、概ね後面フランジの両端から載荷方向に対して下方および斜め上方に発生した。ジベルは、フランジに大きな面外変形、ウェブ (切欠き部) に局部変形が生じていた。これは、載荷中から塑性変形が進行していたものと推測する。

Case2 (A形ジベル (縮尺2/3) 40N/mm²) についても、値は異なるがCase1と同様の傾向が見られた。

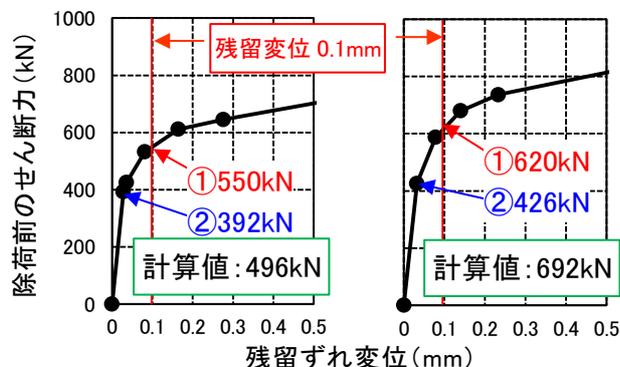
4. 考察

試験結果を用いて、合成桁設計時に用いるせん断耐力 (以下、ずれ耐力) について検証する。

馬蹄形ジベルのずれ耐力は、鋼桁と床版のずれが

ほとんどない範囲 (残留ずれ変位0.1mm) のせん断力としている。また、「鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物 (以下、設計標準)」にずれ耐力の計算式が示されている。しかし、A型ジベルについては、ずれ耐力および計算式に関して確立されたものが無い。そのため、ずれ耐力の定義については、以下の2点について確認した。

- ①馬蹄形ジベルと同様に残留ずれ変位0.1mmを超える直前のせん断力
 - ②残留ずれ変位の増加が顕著になる段階のせん断力
- ずれ耐力の計算値は、設計標準の馬蹄形ジベルのせん断耐力式のうち、支圧によるせん断力の項をそのまま適用して算出した。A型ジベル (縮尺2/3) の残留変位とせん断力の関係および耐力の計算値を図-5に示す。



Case1: 27N/mm² Case2: 40N/mm²
図-5 せん断力と残留ずれ変位の関係

本試験における定義①のずれ耐力は、いずれも計算値と近似していたが、それ以前に勾配が変化し、残留ずれ変位が増加する傾向が見られた。それは、残留ずれ変位が0.1mmになる前に鋼材の降伏が生じた影響によるものと思われる。そのため、A型ジベルのずれ耐力は、定義②による方が良いと考えられる。この場合、ずれ耐力を算定する場合は、鋼材の形状に応じた降伏の影響を加味する必要がある。

一方、馬蹄形ジベルと同様に定義①をずれ耐力とする場合はA型ジベルの鋼材が残留ずれ変位が0.1mm前に降伏しない形状への変更が必要である。

5. まとめ

A型ジベルの破壊性状や耐力を把握するため、載荷試験を実施した結果、現形状による支圧面積から求まるずれ耐力に比べ、鋼材の降伏が先行するため、従来の支圧でずれ耐力を定義することは難しいことが分かった。

よって、A型ジベルを考慮した設計を行う場合は、現形状であれば鋼材の降伏を考慮したずれ耐力の算定式の提案が必要であり、ずれ耐力の定義を馬蹄形ジベルと同様とするのであればジベル形状の変更が必要と考える。