

# 連続合成桁のずれ止め配置に関する解析的検討

日本鉄道建設公団 正会員 保坂鐵矢\*<sup>1</sup> 川田工業 正会員 辻角 学\*<sup>2</sup>  
 日本鉄道建設公団 正会員 鈴木喜弥\*<sup>1</sup> 川田工業 正会員 橋 吉宏\*<sup>2</sup>

1. はじめに 著者らはこれまでにスタッドジベル、孔あき鋼板ジベル、H形鋼を利用した柔ジベルを、鉄道の連続合成桁橋に使用することを前提として、これらのジベルを用いた場合の中間支点上のひび割れ挙動に着目した載荷試験を実施し、文献 1),2)でジベルの特性および挙動の相違について報告した。また、種々のジベル配置がジベルのせん断力の分布に及ぼす影響を FEM 立体解析により検討した結果についても文献 3)で報告している。後者の解析検討では、バネ定数をジベルの押抜きせん断試験の結果から設定しているが、柔ジベルに関してはジベル腹板のみに緩衝材を想定しているために、バネ定数を過大に評価してしまっている。

そこで本研究では、鉄道橋で実際用いた支間部：馬蹄形ジベル / 支点部：柔ジベルの配置も新たに想定した上で、ジベルのバネ定数を再設定（柔ジベルの緩衝材を耐疲労性から下フランジ小口にも設置（図-1 参照）し、片線載荷時のジベルせん断力の分布に関して解析的検討を行った。

2. 解析対象とした2主桁橋とジベル配置 鉄道2主桁橋として、図-2 に示す3径間連続合成桁橋（3@40m=120m）を対象に図-3 に示すジベル配置を有する2主桁橋について FEM 立体解析を実施した。FEM 立体解析モデルを図-4 に示す。モデルは要素分割の限界から橋軸方向に 50cm ピッチで分割しており、図-5 に示す位置にバネ要素を挿入した。それぞれのジベルに対するバネ定数を表-1 に示す。これらのせん断バネ定数の設定は既往の研究結果および文献 1)に示した試験結果による。また、ジベルの鉛直方向の剛性については剛な定数を設定した。

解析的検討を行った。

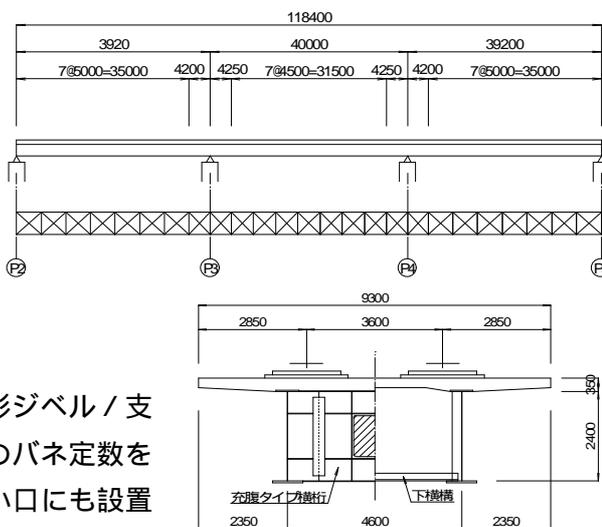
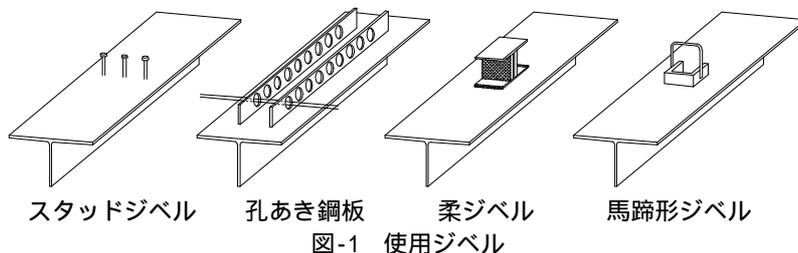


図-2 解析対象とした2主桁橋

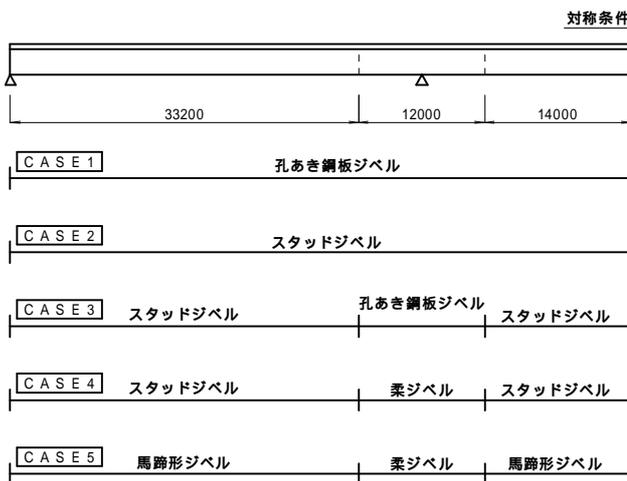


図-3 解析モデルのジベル配置

**CASE1** : 孔あき鋼板ジベルを一様に配置した構造。 **CASE2** : スタッドジベルを一様に配置した構造。  
**CASE3** : 支間部にスタッドジベル、中間支点部に柔ジベルを配置した構造。柔ジベルは前述したようなウェブおよび下フランジに緩衝材を取り付けたH形鋼であり、比較的大きなずれを許容することが出来る。

キーワード：鉄道橋，2主桁橋，ずれ止め，FEM 解析

\*<sup>1</sup> 〒100-0014 東京都千代田区永田町 2-14-2 日本鉄道建設公団設計技術室 Tel:03-3506-1860 Fax:03-3560-1891  
 \*<sup>2</sup> 〒114-8562 東京都北区滝野川 1-3-11 川田工業株式会社橋梁事業部 Tel:03-3915-3411 Fax:03-3915-3421

**CASE4** : 支間部にスタッドジベル, 中間支点部に孔あき鋼板ジベルを配置した構造. 常磐新線小貝川橋梁で採用されている構造であり, 支点部近傍に発生するねじり対策として孔あき鋼板ジベルが使用されている.

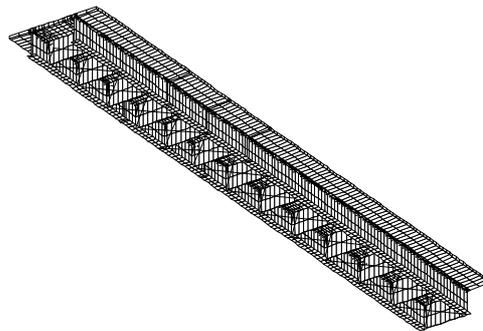


図-4 FEM 立体解析モデル

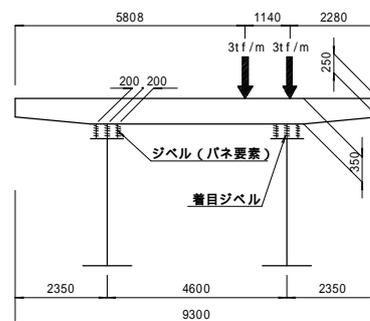


図-5 解析モデル断面

**CASE5** : 支間部に馬蹄形ジベル, 中間支点部に柔ジベルを配置した構造. CASE3 同様の思想である.

荷重には電車荷重(M-15)相当の線荷重を片線に載荷した.

表-1 パネ定数 (kgf/cm)

	配置	水平方向	鉛直方向	パネ要素 1 本に換算した値		
				配置	水平方向	鉛直方向
スタッドジベル D19 1本当たり	1列3本25cm間隔	$2.0 \times 10^5$	$1.0 \times 10^8$	1列3本50cm間隔	$4.0 \times 10^5$	$1.0 \times 10^8$
孔あき鋼板ジベル 20cm長さ当たり	全長にわたり	$2.0 \times 10^6$	$1.0 \times 10^8$	1列3本50cm間隔	$1.7 \times 10^6$	$1.0 \times 10^8$
柔ジベル 1基当たり	50cm間隔	$2.0 \times 10^3$	$1.0 \times 10^8$	1列3本50cm間隔	$6.7 \times 10^2$	$1.0 \times 10^8$
馬蹄形ジベル 1基当たり	50cm間隔	$2.0 \times 10^6$	$1.0 \times 10^8$	1列3本50cm間隔	$6.7 \times 10^5$	$1.0 \times 10^8$

### 3. 解析結果と考察 解析結果

として, ジベルに働く橋軸方向のせん断力の分布を図-6 に示す. ジベル剛性の相違がジベルのせん断力の分布に及ぼす影響が大きい領域は, 中間支点付近である. CASE1 および CASE2 ではせん断力がなだらかに変化しているのに対して CASE3, CASE4 および CASE5 ではそれぞれのジベルの境界部で相対的に剛なジベルのせん断力が卓越している.

従来, 鉄道橋では馬蹄形ジベルが一般的に用いられており, CASE5 のような馬蹄形ジベルと柔ジベルを組合せた構造の施工実績も少なくない. しかしながら解析結果から明らかなようにジベル変化部での卓越したせん断力は大きな問題であり, 何らかの構造上の配慮を検討する必要がある. 例え

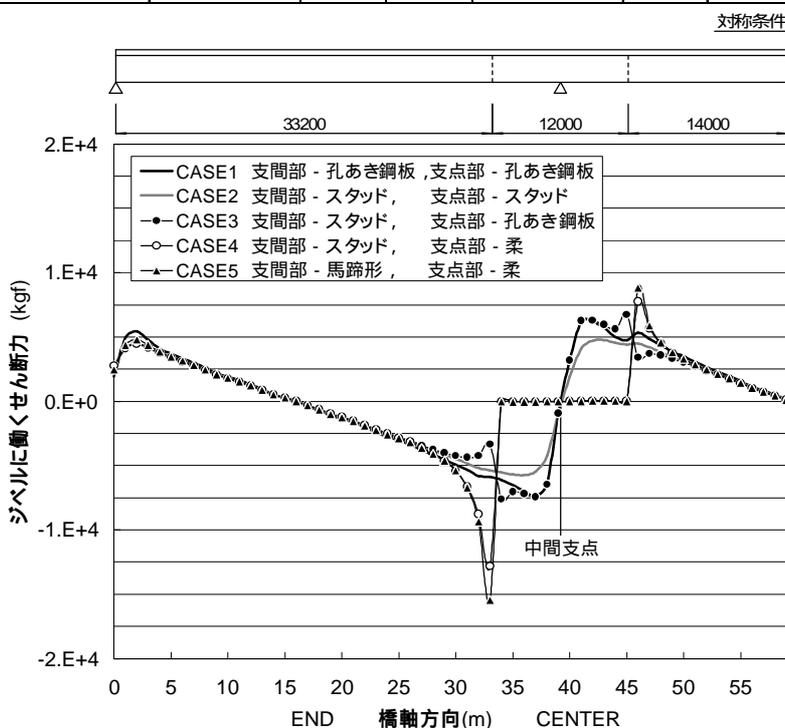


図-6 ジベルに働くせん断力

ば前述した小貝川橋梁ではジベル変化部に生じる応力集中区間に応力分散を考慮した補強鉄筋を配置し, 加えて鋼繊維の混入によりタフネスの向上を考慮した床版としている. 次に, 繰り返し荷重の大きい鉄道橋でのスタッドジベルの引張領域における採用は, 溶着金属の形状が施工性に左右されて耐疲労性を損なう恐れがある. さらに, せん断力のみならず引抜きとの組合せが生じる可能性のある構造へのスタッドジベルの適用には, 詳細な検討が必要となる. 従って, 現状における鉄道橋のずれ止めには, 支間部支点部を通して孔あき鋼板を用いることが推奨される一手法であろうと考える.

**4. まとめ** 鉄道橋に使用するジベルとして, 図-1 に示すジベルを考え, FEM 立体解析によりジベルに働くせん断力の分布を求めた. 今後はジベルのずれ定数を考慮した応力挙動を把握した耐力評価を行い, 応力伝達を円滑にする設計, 構造ディテールをまとめていきたい.

【参考文献】1)保坂, 平城, 小枝, 橋, 渡辺; 鉄道用連続合成桁に用いるずれ止めのせん断特性に関する実験的検討, 構造工学論文集, Vol.44A,1998. 2)牛島, 保坂, 橋, 栗田, 渡辺; 連続合成桁における中間支点部のひび割れ挙動に関する実験的研究, 土木学会第 52 回年次講演会概要集, 1997. 3)橋, 保坂, 堀地, 辻角, 依田; 鉄道複線 2 主 断面合成桁橋のずれ止め配置に関する解析的検討, 土木学会第 53 回年次講演会概要集, 1998.