

I - A321

鉄道用連続合成桁橋に適用されるずれ止めのせん断特性に関する実験的研究

日本鉄道建設公団 正会員 保坂鐵矢 摂南大学 正会員 平城弘一
 日本鉄道建設公団 非会員 松室哲彦 川田工業 正会員 ○小枝芳樹
 川田工業 正会員 橘 吉宏 川田工業 正会員 渡辺 滉

1. はじめに 鉄道用鋼橋は列車走行時における騒音への配慮と軌道設備を含む維持管理の省力化から、コンクリート床版を有する構造が主流となっている。このうち、鋼とコンクリートを合成した合理的な構造の開発として、連続構造の断続合成桁を実用化しているところではあるが、より合理的な省力桁に着目した図-1に示すような鉄道用複線2主I断面桁を開発中である。この構造形式を鉄道橋に適用した場合、従来から用いられている馬蹄形ジベルの耐力では、鋼桁から床版に伝達される水平せん断力と桁1本あたりに働く橋軸直角方向荷重作用の増加に対して、設計が困難になることも予想される。その結果、省力桁のずれ止め、特に中間支点付近についてはずれ止めの構造とRC床版のひび割れ制御を含めた設計法の確立が重要となってくる。そこでまず、このような連続合成桁に用いるずれ止めを選定、配置、設計する上で、ずれ止めの基本的なせん断特性を把握しておく必要がある。今回、提案した新構造形式を実現化するために、数種類のずれ止めを対象に静的押抜きせん断試験を行うこととした。

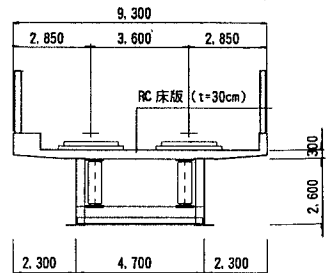


図-1 連続合成桁断面図

2. ずれ止めの種類と試験方法 今回対象としたずれ止め構造の種類を表-1に示す。各押抜き試験体を製作するに当たっては、タイプ1がスタッドの破断によって最大せん断耐力に達するものと仮定した。そして、タイプ2を除く残りの3つのタイプについては最大せん断耐力がほぼ一致（タイプ3,4:H形鋼ウェブの破断時の耐力、タイプ5:開口部のコンクリートのせん断破壊時の耐力）するようにずれ止め部を設計した。また、コンクリートブロック部は同一条件（コンクリート設計基準強度 $\sigma_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$ ）で製作した。載荷は、図-2に示すような200tf万能試験機を用いて行い、計測は鋼T形部材フランジ部とコンクリートブロックとの間に発生する相対ずれ変位量（4箇所）に対して高感度変位計を用いて行った。なお、この試験体の製作および試験方法はJSSCの頭付きスタッドの押抜き試験方法（案）を準拠して行った。

表-1 ずれ止め構造の種類

ずれ止めタイプ (寸法→設計基準強度 $\sigma_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$ → 実測強度 462kgf/cm^2)				
スタッドジベル (タイプ1)	群ジベル (タイプ2)	H形鋼ジベル (タイプ3)	変ジベル (タイプ4)	孔あき鋼板ジベル (タイプ5)
頭付きスタッド 軸径: $d=19\text{mm}$, 高さ: $H=100\text{mm}$ 間隔: 50mm , 取付方法: スタッド溶接	本数: 3本 配列: 3行1列	H形鋼 材質: SS400 寸法: $100 \times 100 \times 6 \times 8 \times 120$ 取付方法: 6mm の全周すみ肉溶接	厚さ 10mm の乗通スタッドをウェブのみに貼付	孔あき鋼板 材質: SS400 寸法: $70 \times 12 \times 400$ 取付方法: 10mm の全周すみ肉溶接 孔径: $4-\phi 35$ 孔 孔間隔: 50mm ※ 1つの孔にD13鉄筋貫通

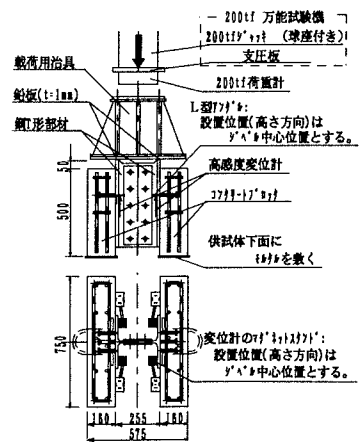


図-2 載荷・計測方法

キーワード 連続合成2主I断面桁橋、ずれ止め、静的押抜きせん断試験、ずれ定数（初期ずれ剛性）

〒100-0014 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:03-3506-1891

〒572-0074 大阪府寝屋川市池田中町17-8 摂南大学 工学部 Tel:0720-39-9127 Fax:0720-38-6599

〒550-0014 大阪市西区北堀江1-22-19 川田工業(株) 技術部 Tel:06-532-4891 Fax:06-532-4890

3. 試験結果と考察 静的押抜きせん断試験の結果を表-2と図-3に示す。なお、ここで言うずれ定数(K)は荷重-ずれ曲線における初期接線の傾き(初期ずれ剛性)で、最大ずれ量(δ_{max})は最大せん断耐力(Q_{max})の到達時に発生するずれ量である。

表-2 押抜きせん断試験結果

タイプ	NO.	最大せん断耐力 $Q_{max}(t)$			最大ずれ量 $\delta_{max}^{(1)}$ (mm/面)	ずれ定数 $K^{(2)}$ (t/cm)		最終破壊形式
		(/面)	(/本)	低下率 ⁽⁴⁾		(/片面)	(/本)	
(タイプ1) スタッドジベル 3-stud	NO.1	45.225	15.075		13.0	621.9	207.3	スタッド破断
	NO.2	47.000	15.667		10.7	753.2	251.1	"
	NO.3	46.025	15.342		11.2	640.6	213.5	"
	平均	46.083	15.361	1.00	11.6	671.9	224.0	
(タイプ2) 群ジベル 9-stud	NO.1	96.100	10.678		4.7	1038.0	115.3	コンクリート圧壊
	NO.2	92.775	10.308		4.1	941.1	104.6	"
	NO.3	85.200	9.467		6.4	777.5	86.4	"
	平均	91.358	10.151	0.66	5.1	918.9	102.1	
(タイプ3) H鋼ジベル 1-(H-section)	NO.1	50.100	-----	-----	8.3	886.8	-----	H鋼破断
	NO.2	45.300	-----	-----	5.1	1364.5	-----	"
	NO.3	47.875	-----	-----	8.4	924.6	-----	"
	平均	47.758	-----	-----	7.2	1058.6	-----	
(タイプ4) 柔ジベル 1-(H-section)+ 発泡スチロール(2枚)	NO.1	35.350	-----	-----	14.6	582.9	※3) ---	H鋼破断
	NO.2	45.075	-----	-----	14.0	463.3	※3) ---	"
	NO.3	42.225	-----	-----	16.2	416.7	※3) ---	"
	平均	40.883	-----	-----	14.9	487.6	※3) ---	
(タイプ5) 孔あき鋼板ジベル 2-PL (4×φ35)	NO.1	51.100	-----	-----	0.8	2253.1	-----	鉄筋破断
	NO.2	52.825	-----	-----	0.9	1724.2	-----	"
	NO.3	48.000	-----	-----	0.7	1966.5	-----	"
	平均	50.642	-----	-----	0.8	1981.3	-----	

※1) 最大ずれ量(δ_{max})は、最大せん断耐力の到達時に発生するずれ量とする。

※2) ずれ定数(K)は、荷重-ずれ曲線における初期接線の傾き(初期ずれ剛性)とする。

※3) 柔ジベルのずれ定数は、H形鋼下フランジ部の支圧に対する抵抗を含むものとする。

※4) スタッドジベル1本あたりの耐力に対するグループ配置したときの耐力の低下率。

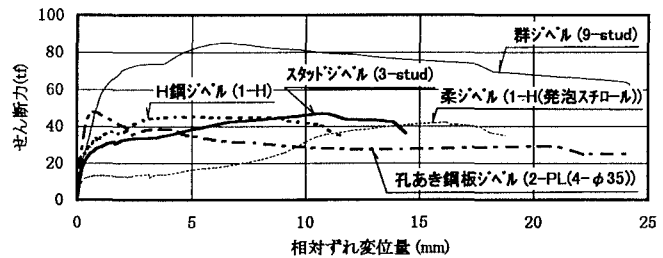


図-3 相対ずれ性状の比較

タイプ3と4の終局破壊状態は、ともにH形鋼ウェブ部の斜め引張破断であった。ここで発泡スチロールをH形鋼ウェブ部に加え、溶接された下フランジ部のコンクリート支圧破壊面にも貼り付けたならば、低い荷重レベルでの変形性能がさらに著しく向上し、ずれ定数をもっと大幅に小さくすることができると考えられる。

(4) タイプ5 最大せん断耐力は、孔を貫通しているコンクリートのせん断破壊と、2枚の孔あき鋼板に挟まれたコンクリートのせん断破壊との重ね合わせによって推定できた。しかし、最大せん断耐力に達したのちも、孔に貫通している鉄筋のダウエル作用により、作用せん断力は大きく減少しないことがわかる。また、初期ずれ剛性は極めて高く、最大ずれ量は極端に小さかった。すなわち、孔あき鋼板ジベルは大きな初期剛性を有し、ずれを認めない合成構造物に適していると言える。

4. あとがき 今回、工場製作および現場施工時の省力化を期待した連続合成2主1断面桁の鉄道橋への適用にあたり、合理的なずれ止め構造を開発するための有用なデータを得ることができた。さらに今後は、ずれ止めに軸引張力と水平せん断力を同時に作用させる載荷試験を行い、詳細な検討を実施する予定である。また、本研究を実施するにあたり、大阪工業大学栗田章光教授から貴重なご意見いただいたので、ここに記して謝意を表する。

【参考文献】1) 橋、保坂ら: 鉄道橋への2主桁橋の適用に関する考察, 土木学会第52回年次学術講演会概要集, 1997年9月。2) 保坂, 平城ら: 鉄道用連続合成桁に用いるずれ止め構造のせん断特性に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.44A, 1998年3月。