

14 新型ジベル合成桁について

名古屋大学工学部 正員 菊池 洋一
 名古屋大学工学部 正員 鈴木 悦男
 近鉄日本鉄道K.K. 正員 河合 綱昌

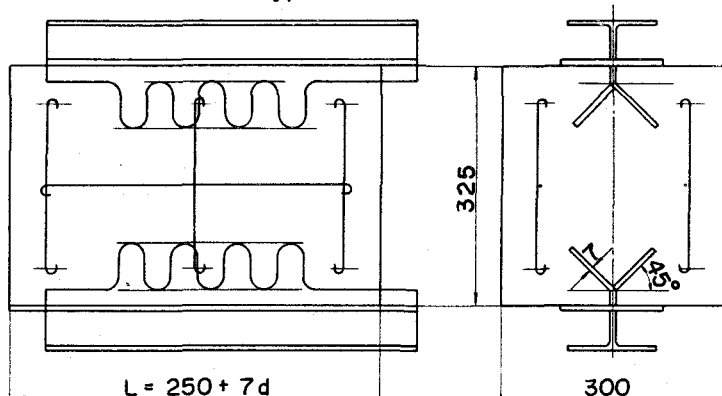
まえがき 合成桁のズレ止めとしては、従来、ドイツ流の考えから「剛な」ジベルが良いとこれ多く用いられてきたが、近年になって、スタッド、フープ、スパイラルのような「柔な」ジベルが製作の容易さから利用されるようになった。しかし、このような「柔な」ジベルは鋼桁の上フランジにジベルを溶接する方法をとっており、各種の実験結果から溶接部分の強度が問題とされている。そこで筆者らは、溶接部分がないズレ止めとして、H形鋼のウェブ部分を波形に切断し、左右に折り曲げ、これをズレ止めとし、H形鋼のフランジは鋼桁の上フランジとして用いるY型ジベルと、鋼桁の上フランジを波形に切断して曲げ上げ、これをジベルとするU型ジベルを考案し、以下に示すような実験を行ない、不完全合成桁の曲げ理論に1たがって、これらのジベルの実用性について検討を行なったのである。その結果を報告する。

Fig-1

実験概要 合成効果を發揮

させるためのズレ止めの要件としては、(1)、接合面に生ずるせん断力の伝達、(2)、部材間互の結合作用の二つが考えられる。こゝうう(2)はズレ止めの形状によって満足されるが、特に「柔な」ズレ止めの場合には、接合面のズレが問題となる。そこでこの実験では、(1)の点に着目して実験を進め、Y型ジベルとU型ジベルの耐力ならびに剛性、そして合成桁に用いた場合の効果についての資料を得ることを目的とした。ジベルの形状について図-1、Y型ジベルを合成桁に使用した試験桁を図-2に示す。これらのジベルの耐力および剛性が、ジベルのどのような要素によって左右されるかを決定づけることは困難であるが、関係

Y-Type Shear Connector



U-Type Shear Connector

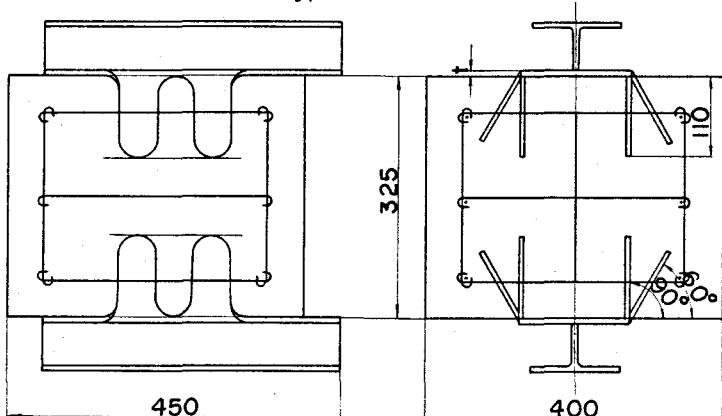


Fig - 2 Test Beam and

Loading Condition

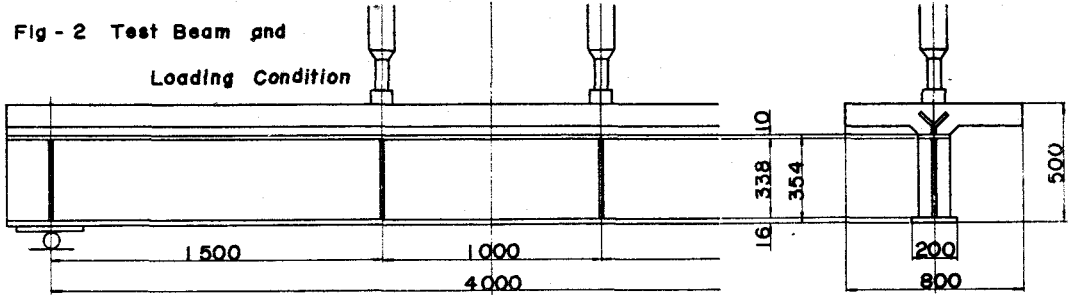


Table - 1 Test Piece

Y - Type	d (mm)	H (mm)	70	90	110
	25		A - 1	B - 1	C - 1
	35		A - 2	B - 2	C - 2
	50		A - 3	B - 3	C - 3
U - Type	d (mm)	t (mm)	10	12	14
	35		A - 35	B - 35	C - 35
	50		A - 50	B - 50	C - 50

すると思われる要素を上げると、(1)、コンクリートの圧強度、(2)、ジベル材料・鋼の降伏度、(3)、ジベルの高さ— H (4) 合成桁の上フランジの厚さ— t (5) ジベルのピッチ— d (6) ジベルの支圧面積— tH (7) ジベルの曲げ上げ角度— θ (8) 上フランジの突出長さ— a などと考えられる。以上の考えから実験方針として、Y型ジベルについては、ピッチ、高さについて考慮し、U型ジベルについては、ピッチ、上フランジの厚さについて考慮するものとし、Y型ジベルについては、押抜き試験と合成桁の載荷試験、U型ジベルについては、押抜き試験を行なった。押抜き試験に使用したY型ジベルの高さ— H 、ピッチ— d 、名称、U型ジベルのフランジ厚さ— t 、ピッチ— d 、名称を表-1に示す。Y型ジベル利用の合成桁の載荷試験には、高さ110mm、ピッチ50mmのジベルを使用した。Y型ジベルとU型ジベルの押抜き試験は、供試体を標準砂を用いたサンドベット上に設置し、2点支持の線状載荷試験法によって載荷

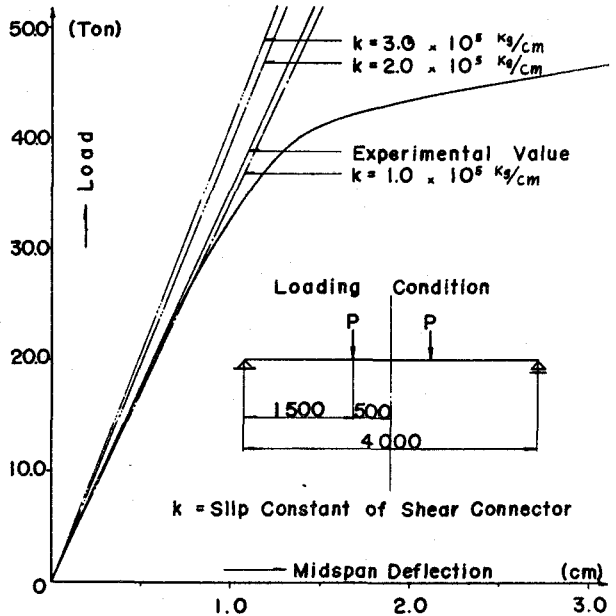


Fig-3 Load—Deflection Curve

し、ダイヤルゲージによりズレを、ストレーンゲージによりひずみを測定した。また、Y型ジベルを利用した合成桁の載荷試験は、図-2に示す方法で試験を行ない、たわみ、ズレ、ひずみを測定した。

試験結果とその考察 Y型ジベルを用いた合成桁の荷重—たわみ曲線を図-3に示す。また、Y型ジベル、U型ジベルの押抜き試験による荷重—ズレ曲線ならびに降伏荷重を図-4、図-5に示す。図-4から、Y型ジベルの耐荷力はジベルの高さに関係ないと思われる。これは「等間」ジベルの場合、支圧面の応力分布が均等でないことによると思われる。また、ジベルの高さが90mm以上の場合には、耐荷力が異なることから、高さの目安として90mm以上の値が考えられる。また、図-5

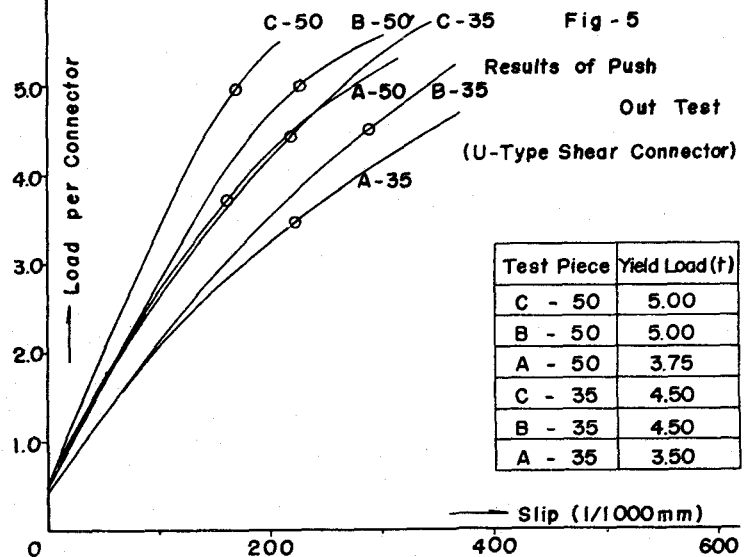
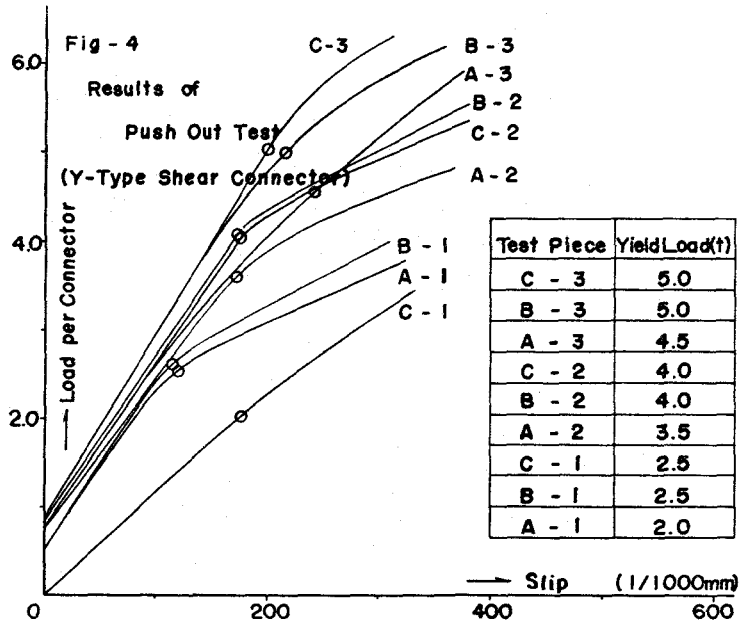
かう、Y型ジベルの耐力は実験結果に因する限り、ジベル用土フランジの厚さにあまり関係ないと考えられる。

Y型ジベルの押抜き試験結果とあわせて考えれば、この型式のジベルの耐力は、ジベルのピッチ、すなわち、剛性に左右されると考えるのが妥当のように思われる。次にひずみ測定結果を考へてみると、

ジベルの高さが90mmの集るは、ひずみが荷重の増加にもかわらなず、ほぼ一定の値をとっている。これは耐力がジベルの高さが90mm以上になっても変化しないという結果の説明にもなる。また、高さ方向のひずみ分布から、ジベルの軸変形を考えると、降伏荷重に達するまでは左面の応力分布は、ほぼ三角形分布をなし、降伏荷重以上になるとコンクリートの塑性変形によって、応力分布はほぼ台形分布となって極限荷重に達すると矩形分布に近い分布になる。コンクリートにスレツ

が発生して、ジベルは崩壊に達するものと思われる。また、Y型ジベル利用の合板桁の載荷試験の結果は、図-3に示して、荷重が22t付近になるとたわみが急に増大していることが認められる。これはY型ジベルの押抜き試験結果と、不完全合板桁の曲げ理論に基づいてジベルに作用するせん断力を計算してみると、試験桁は22tでジベルが降伏に達したことがわかる。

結 論 合板桁のズレ止めとして、現在のように「緊力」ズレ止めを用いる場合、これは持合面のスレを許すことによって、はじめからせん断力を伝達するものであるから、不完全合板桁として考えねばならない。この意味で、不完全合板桁の曲げ理論によって、合板桁の曲げ性状とスレの関係について、理論解析を行なった。この理論解析の中で、Newmark氏の理論式から、合板桁の応力および変位が



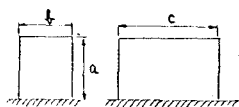
合成桁のズレ係数 k_g の関数として与えられることが示された。ズレ係数の変化が合成桁の性状にどのような影響を与えるかを調べるために、「合成桁橋の設計資料」を参照し、それに基づいて実際の桁に付して電子計算機により計算を行なった。その結果、20~32mの支間の合成桁に付しては、 k_g が $2.0 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}$ 以上の値の場合、完全合成桁のたわみ w_0 と不完全合成桁のたわみ w との比、 w/w_0 の値は、ほぼ、1に等しいものと考えられる。これは、ズレ止めのズレ係数が、 $2.0 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}$ 以上であれば、ほぼ完全合成桁に近似できると考えられることを示している。最後にY型ジベル、U型ジベルと他の形式のジベルと比較して表-2に示した。

Table - 2

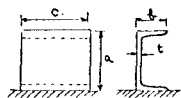
Comparison of Shear Connector

Type	Bearing Strength	Ultimate Load	Elastic Slip	Yield Load	k ($\times 10^5 \text{ kg/cm}$)
Block ^{a b c} (50×40×100)	335 kg/cm ²	47.1 t	0.247 mm	18.0 t	0.729
Block ^{a b c} (80×60×100)	335	53.3	0.212	24.0	1.132
Channel ^{a b c} (75×40×100)	335	26.8	0.151	11.0	0.728
Channel ^{a b c} (100×50×100)	335	30.9	0.146	11.4	0.781
Channel ^{a b c} (125×65×100)	302	35.6	0.157	13.4	0.828
Hoop (d=16, $\phi=90^\circ$)	335	21.5	0.377	10.6	0.276
Hoop (d=16, $\phi=90^\circ$)	302	21.7	0.276	10.0	0.451
Stud (d=16, H=100)	302	9.5	0.275	4.3	0.161
Stud (d=19, H=100)	302	12.6	0.363	5.2	0.147
Stud (d=22, H=100)	302	14.3	0.323	6.1	0.194
Stud (d=19, H=110)	450	7.0	0.230	4.0	0.174
Y-type (d=50, H=110, t=7)	450	7.0	0.145	5.0	0.250
U-type (d=50, H=110, t=14)	450	8.7	0.140	5.0	0.254

(From Reference (1))



Block



Channel



Hoop



Stud



U-type, Y-type

表-2から、ブロック、また、チャネルが耐荷力の点では明らかに有利であるが、溶接に要する工費がかなり割高であるため、スタッドなどが多いとされつつあることを考えると、実用面では不利である。これらの理由から、Y型ジベル、U型ジベルとスタッドジベルと比較すると、溶接荷重では近似しているが、スタッドに比し、残留スレが少なく、それにジベルの剛性が大であり、溶接部分を持たないから製作が容易であるため、工費が安くなるなどの諸点がある。また、ズレ止めのズレ係数の下限として、 $2.0 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}$ が考えられるが、Y型、U型ともにこれを満足できることより、合成桁のズレ止めとして適用が可能であると考えられる。

- 参考文献 (1). 山本 稔, 中村正平 「Block, Channel 及び Hoop Shear Connector の試験報告」
 (2). 山本 稔, 中村正平 「Stud Shear Connector の試験報告」
 (3). 山本 稔, 「不完全合成桁の曲げ理論」 土木学会論文集 47号 その他.
 (4). 多田安夫, 大橋昭光, 林田義孝 「合成桁の設計資料」 土木技術資料 3-4