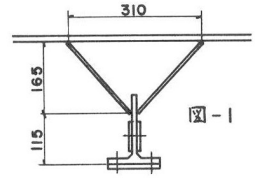
I －182　摩擦接合と突合せ溶接の併用継手に関する実験研究

首都高速道路公団　正員　中村正平
横河橋梁製作所　正員　○明石重雄

1．まえがき

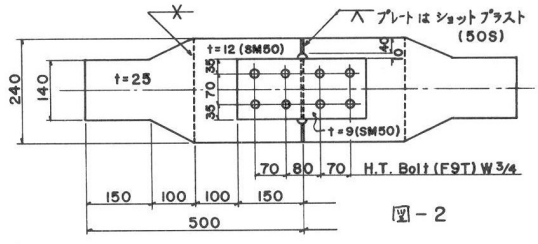
首都高速道路公団で施工中の羽横線多摩川橋（3径間連続鋼床版箱桁）には図－1のようなY型縦リブが採用されているが、この現場継手は諸事情よりデツキプレートおよび斜ウエブを突合せ溶接、⊥形フランジを高力ボルト摩擦接合するのがもつとも有利である。摩擦接合と溶接との組合せはリベツトと溶接、あるいはリベツトと高力ボルトの場合にくらべると単位変位量の面から見てより効果的な協力を示すことが期待されるが、実際のデーターは現在皆無でありまた今後このようなケースが多発すると考えられるので、この機会に両者が並列した基本的な継手の引張試験を行い、相互の干渉、協力に関する挙動を実験的に検討した。



図－1

2．実験方法

実験に用いた継手試験体の基本的形状を図－2に示す。試験機の容量から摩擦接合と溶接の合計耐力（前者はすべり）を約80^{t}とし、溶接継手には裏当金つきCO_2ガス被包半自動溶接法を適用した。



図－2

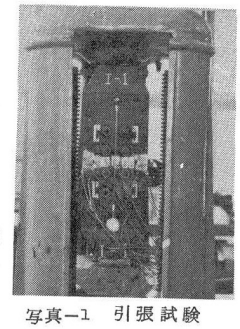
実験は2段階に分れ、第1群では摩擦接合および溶接の設計耐力をそれぞれ40^{t}として各単独継手、併用継手、摩擦継手が溶接収縮の影響を受けた場合などについて耐力、伸び応力状態などの挙動をしらべた。第2群では摩擦接合と溶接の耐力比を表－1のごとく変化させて比較した。C,Dの供試体は溶接後主板の両縁を10^{mm}ガス切断した。

表－1　試験体の種類

Ⅰ－単純摩擦	Ⅱ－ボルト締め、溶接、溶接切取る
Ⅲ－単純溶接	Ⅳ－ボルト締め、溶接、ボルト取る
Ⅴ－溶接後ボルト締め	Ⅵ－ボルト締め後溶接
A－摩擦20^{t}（N＝5^{t}）：溶接40^{t}（溶接長40^{mm}）	
B－摩擦30^{t}（N＝7.5^{t}）：溶接40^{t}（　〃　）	
C－摩擦40^{t}（N＝10^{t}）：溶接30^{t}（溶接長30^{mm}）	
D－摩擦50^{t}（N＝12.5^{t}）：溶接30^{t}（　〃　）	

3．実験結果と考察

図－3は第1群における各継手の全体伸びの比較であるが、これよりすべり荷重も読み取れる。溶接単独継手（Ⅲ,Ⅳ）の場合試験片の形状から中心寄りに応力が集中するので継手全体としての耐力（σ_y＝35$^{Kg/mm^2}$）は単純継手の降伏応力（σ_y＝40$^{Kg/mm^2}$）に達しなかつた。併用継手（Ⅴ,Ⅵ）の耐力は溶接部の応力分布改善による降伏点の向上を考慮すれば、ほぼ摩擦単独継手（Ⅰ,Ⅱ）と溶接単独継手の和となり、明瞭なすべりによつて現れる。摩擦接合に溶接収縮が作用した場合の影響は図中Ⅰに対するⅡ，Ⅴに対するⅥの比較より、それぞれ若干の低下として観察される。


写真－1　引張試験

供試体各2体、継手の上、下、計4ケのデーターのすべり荷重平均値より、併用継手すべり耐力は

$V/I = 81.74/41.77 = 1.96/1$　（溶接の影響なし）

$VI/II = 76.37/37.11 = 2.07/1$　（溶接攪乱を受く）

とそれぞれ摩擦単独継手の約2倍となつた。

また溶接干渉による低下

I : II =100 : 89　（摩擦単独）

V : VI =100 : 93　（併用　）

はともにF分布により確率95%で有意差なしと検定されるが、t分布検定によれば有意差ありとする確率は前者で75%、後者で90%である。したがつて耐力比1:1の併用継手で溶接を後から施工した場合、そのすべり耐力は7～10%低下する傾向ありと指摘される。

表-2では摩擦接合と溶接の耐力比を変化させた第2群の実験結果を第1群のうち標準的なT.P.V（併用継手）、T.P.I（摩擦単独）と併記し、それぞれの実測すべり耐力と各単独継手の耐力和との比を求めた。

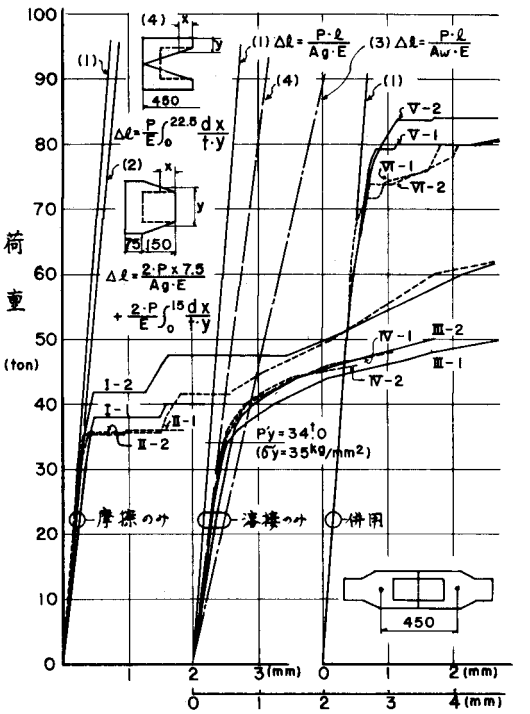


図-3 各種継手の全体伸び

表-2 併用継手の耐力

供試体	設計耐力 (T)			実耐力 (T)			実測耐力 (T) (4ヶの平均)	実測耐力 / 実耐力合計
	摩擦	溶接	合計	摩擦	溶接	合計		
A	20	40	60	20.8	38.4	59.2	63.95 (58.72)	1.08(0.99)
B	30	40	70	31.2	38.4	69.6	78.54	1.13
C	40	30	70	41.6	28.8	70.4	80.89	1.15
D	50	30	80	52.0	28.8	80.8	86.35	1.07
V	40	40	80	41.6	38.4	80.0	81.78	1.02
I	40	0	40	41.6	0	41.6		

（注.1）T.P.Aのうち明瞭なすべりを示さない2-Caseは変位量が急激に増加し始めた時点をすべり荷重とし、それを含めた平均を（ ）付きとした。

（注.2）実耐力の場合　$\mu = 0.52$（T.P.Iの結果）、

$\sigma_{y,w} = 40\ kg/mm^2$　$l_w = 80^{mm}$, 60^{mm} を採用した。

これより摩擦接合と突合せ溶接との耐力比が2:4から5:5の範囲で、併用継手のすべり耐力は個々の耐力の和にほぼ等しいということができる。ただし摩擦接合の耐力が溶接耐力に比して小であると、終局すべり荷重の変動が大きくなり、両者の比が $1/2$ になると明瞭なすべりが現われ難くなる。

併用継手の許容耐力として個々の継手の現用許容値

$$P_{F.a} = \frac{1}{\nu} \cdot \mu \cdot \Sigma N \quad (1面)$$

$\nu = 1.6$, $\mu = 0.4$, N = ボルト軸力

$\sigma_{t.a} = 1800\ kg/cm^2$　（SM50）

の和を適用すればショットブラスト鋼板（50S）の場合、終局すべり荷重に対し約2倍の安全度を有することになる。また併用継手のみかけのヤング係数は前記許容耐力の範囲で、母材と同等に考えてよい。なお添接板中央で測定したひずみ分布から許容耐力以内の荷重分担を求めると、それぞれの継手に対応する主材断面積の比率にくらべ摩擦接合への配分が10～20%大となつた。