

I—21 接触式高力ボルト支圧接合法の研究

— 接合部の全強について —

北海道大学工学部	正 員	渡辺 昇
同 上	正 員	佐藤 浩一
同 上	学生員	高橋 渡
同 上		及川 昭夫

1. まえがき

高力ボルト摩擦接合において、ボルトの遅れ破壊による欠落が目立ってきているが、これに代わるものとして高力ボルトの支圧耐力とせん断耐力に依存する「接触式高力ボルト支圧接合法」を考案した。そしてこの妥当性を確かめるため、先に筆者らは、単軸型圧縮供試体によるボルトの耐荷力を実験した。^{2), 3)} 本論文では、これらの値をもとにして試験桁による純曲げ試験を行なったのでその結果を報告する。

2. 実験方法

供試体は、支間 4 m、腹板高 48 cm の上下等断面 I 型桁で、載荷は支間中央に 2 点載荷とし(図-1/参照)、実験は次のように行なった。

(1) 曲げはフランジで受け持たせるという考えから、フランジのみで実験を行ない、母材とボルトの支圧のみの力の伝達を調べるため、ボルトには初期張力を導入しないで実験を行なった。

(2) ボルトの力の伝達特性を調べるため、溝 2 本付ボルト²⁾を使用した。これは、ボルトの両側の溝の中に貼付した 2 枚のひずみゲージにより曲げと軸力を算出するものである。

(図-2 参照)

(3) 載荷開始時点からすべてのボルトが母材とメタルタッチし、かつ母材の水平を維持させるため、フランジのスプライズプレートとの穴の位置を、ボルトの径と母材の孔径との差(以後、クリアランスという)の分だけ、上フランジは外側に下フランジは内側にずらして削孔した。(図-3 参照)

(4) 供試体は、母材の材質の違いによる継手性状の差を調べるため、SS 41, SM 50, SM 58 の 3 種とし、母材の孔径は、23.6 mm、ボルトは、F 8 T (M 22) を使用した。

よってクリアランスは、

$$23.6 \text{ mm} - 22.0 \text{ mm} = 1.6 \text{ mm}$$

となる。

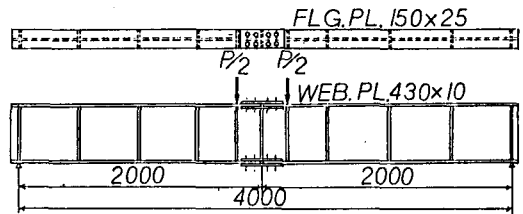


図-1 供試体図

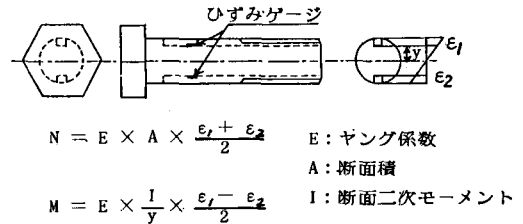


図-2 溝 2 本付ボルト

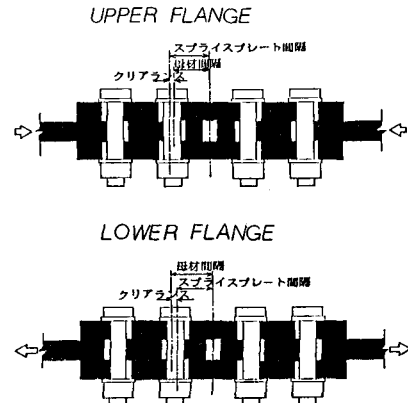


図-3 スプライズプレート

3. 実験結果と考察

(1) 荷重 P - 変位 δ 曲線

支間中央の母材の沈下量を測り、図-4のように荷重 P - 変位 δ 曲線を得た。ここで、継手部の設計耐荷力を求めてみる。表-1より、板厚 $t = 25 \text{ mm}$ の場合、ボルトの設計耐荷力は、

$\rho_s = 11403 \text{ kg}$ となるから、

$$\begin{aligned} \text{継手の抵抗モーメント} &= 4 \times \rho_s \times h = 4 \times 11403 \text{ kg} \times 45.5 \text{ cm} \\ &\quad (\text{R.M.}) \\ &= 2075346 \text{ kg}\cdot\text{cm} \end{aligned}$$

ここで、 h ：上下フランジ板厚中心線間の距離である。

この抵抗モーメント R.M. に達する荷重 P は、23.5 ton となり、図中に R.M. で示す。

表-1 鋼板厚 t に対する
支圧強さ ρ_b (kg)、および
せん断強さ ρ_s (kg) (F 8 T)

鋼種	SS41	SM50	SMA50	SMA58
許容応力度 σ_s (kg/cm ²)	2100	2800	3100	3900
板厚 t (mm)	支圧強さ (kg) $\rho_b = \sigma_s t \times 10^{-3}$			
1	462	616	682	858
6	2772	3696	4092	5148
7	3234	4312	4774	6006
8	3696	4920	5456	6864
9	4158	5544	6130	7722
10	4620	6160	6820	8580
11	5082	6776	7502	9438
12	5544	7392	8184	10296
13	6006	8000	8866	11154
14	6468	8624	9548	
15	6930	9240	10230	
16	7392	9856	10912	
17	7854	10472		
18	8316	11080		
19	8770			
20	9240			
21	9702			
22	10164			
23	10626			
24	11088			
25				

せん断強さ ρ_s (kg)	
単せん = $\tau_s \cdot A$	複せん = $2 \cdot \tau_s \cdot A$
5,702	11,403

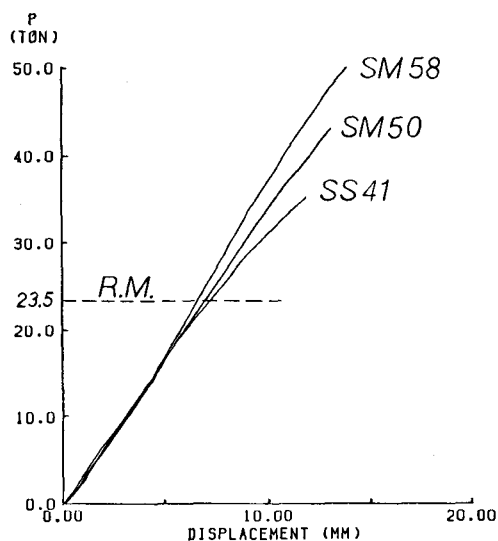


図-4 P - δ 曲線

(2) ボルトに働く軸力

図-5に、材質が SS 41 のときのボルトに働く軸力をフランジ片側の部分について示す。初期張力を導入しなくても荷重が進むにつれて、ボルトには張力が働く。また、上下フランジとも片側 4 本で一群のボルトのうち、継手中心線に近い内側の 2 本 (図中で③④と⑦⑧) に、大きな軸力が働いている。これは、曲げによりスプライスプレートが母材より離れようとする力が働くためと考えられる。

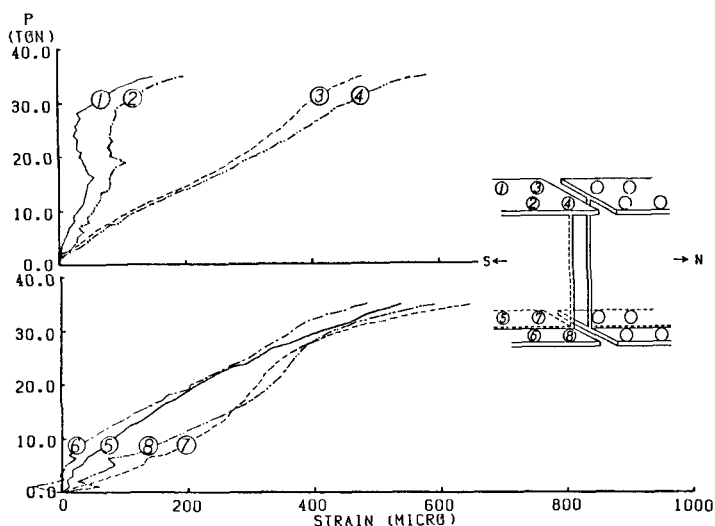


図-5 ボルトに働く軸力 (ひずみ)

(3) ボルトに働く曲げ

図-6に、(2)と同様に SS 41 のときのボルトに働く曲げをフランジ片側の部分について示す。これより上フランジと下フランジでは、曲げの大きいボルトの位置が異なっている。すなわち、上フランジでは外側のボルト (①, ②) に、下フランジでは内側のボルト (⑦, ⑧) に、大きな曲げが働いている。特に、下フランジの外側のボルト (⑤, ⑥) は、荷重の初期の段階では、曲げがまだ働いていないのがわかる。

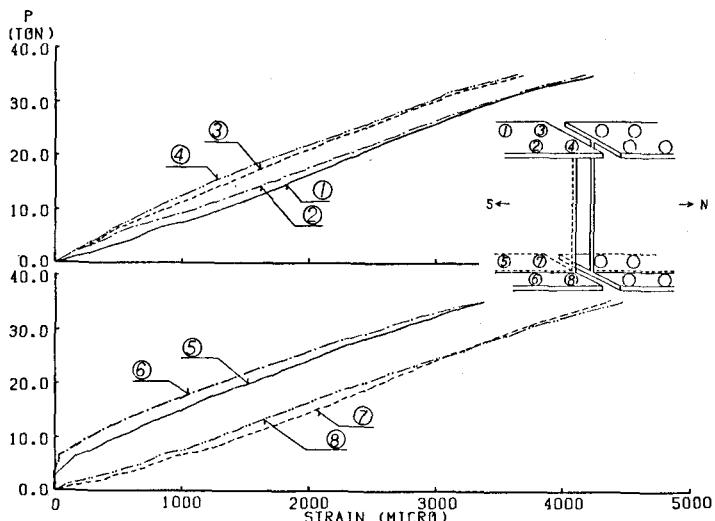


図-6 ボルトに働く曲げ (ひずみ)

(4) ボルトに働く力

図-7に、(3)の曲げによる支圧力と、(2)の軸力による摩擦力を加えたボルトに働く力を同様に示す。上フランジは、4本のボルトに働く力がほとんど等しくなっているが、下フランジでは内側のボルトに大きな力が働いている。これは、先に述べたように曲げによる差と考えられる。ちなみに、曲げによる支圧力と軸力による摩擦力の割合は、全体に対し摩擦力が、最大で 20 % 位であり、支圧力の方が支配的となっている。

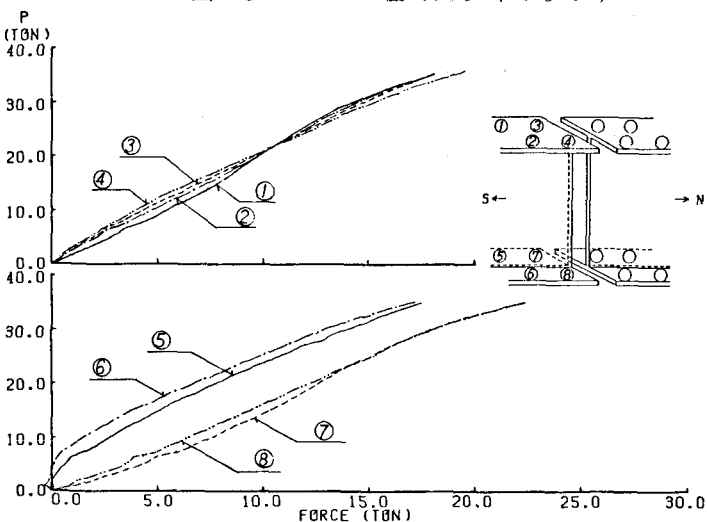


図-7 ボルトに働く力

(5) ボルトに働く力の増加割合

図-8には、単一荷重増分に対する、各ボルトにかかる力の増加割合、すなわち図-7における曲線の傾きの逆数を前と同様に示す。これを見ると、上下フランジとも、荷重が低い段階では、各ボルトに伝わる力の増加割合にばらつきがあるが、荷重が高くなるにつれて各ボルトに同じ割合で力が伝達されていくのがわかる。

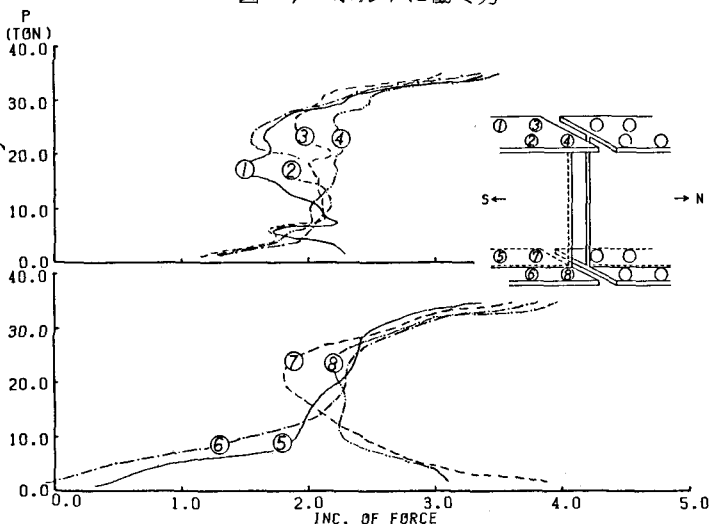


図-8 ボルトに働く力の増加割合

(6) 各ボルトの力の分担率

図-9には、上下フランジそれぞれ4本のボルトのうちの各ボルトの力の分担率を前と同様に示す。これより上フランジでは低荷重状態で、①のボルトの分担率が大きかったが、20 ton 位から4本ともほぼ同じ力の分担をしていることがわかる。下フランジでは荷重初期において、⑥のボルトがほとんど力の分担に寄与していなかったのが、荷重が進むにつれて徐々に寄与するようになっていくことがわかる。

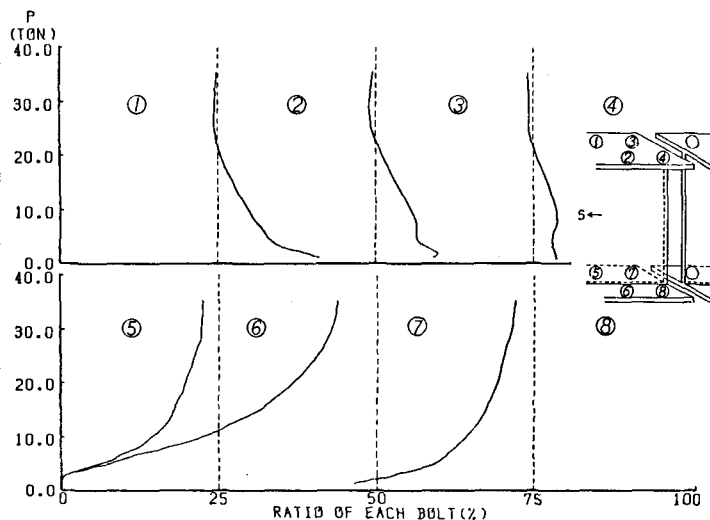


図-9 各ボルトの力の分担率

4. あとがき

以上の実験結果より、次のことがわかった。

- (1) 初期張力を導入しないで、母材とボルトの支圧で行なった純曲げ試験の結果より、継手の全強が確認された。
- (2) フランジ各ボルトの力の分担は、荷重初期の段階でばらつきがあっても、荷重が進むにつれて次第に均一化してゆく。

おわりに、本研究の実験において、多大な協力をいただいた大学院ならびに4年生の諸氏に、深く感謝の意を表します。

一 参考文献 一

- 1) 高瀬、武藤、渡辺：高力ボルト支圧接合法の実験的研究（その一）
第15回日本道路会議論文集
- 2) 渡辺、佐藤、林川、及川、三ッ木、高橋：
高力ボルト支圧接合に関する研究
一 溝2本付ボルトの実験 一
昭和58年度 土木学会北海道支部 論文報告集
- 3) 三ッ木、渡辺、高橋：接触式高力ボルト支圧接合に関する実験的研究
一 ボルトの設計耐荷力について 一
土木学会 第39回年次学術講演会講演概要集
- 4) 北海道における鋼道路橋の設計及び施工指針（昭和58年度改訂版）
北海道土木技術会鋼道路橋研究委員会
- 5) 鋼構造接合資料集成 一 リベット接合・高力ボルト接合 一
日本鋼構造協会 接合小委員会、鋼材倶楽部 （技報堂出版）