

I - 5 曲げを受ける高力ボルト摩擦接合継手に関する実験的研究

早稲田大学理工学部 正員 村上 博智
 東洋大学工学部 正員 小泉 淳
 早稲田大学大学院 学生員 〇 鶴上 浩明

1. まえがき

近年、鋼構造物の現場継手として、リベット接合にかわって高力ボルト摩擦接合が大幅に用いられるようになってきたが、曲げを受ける継手の実験的研究の報告例は少なく、示方書〔A：建造物設計標準（鋼鉄道橋） 国鉄、B：高力ボルト接合設計施工指針 建築学会、C：道路橋示方書（S55） 道路協会〕における取扱い方も統一されていない現状である。本研究は、曲げを受ける高力ボルト摩擦接合継手のモデル実験を行ない、その変形挙動や力の伝達機構に関する基礎的性状の把握を目的としたものである。継手モデルは、プレートガーダーの腹板を想定している。

2. 実験概要

曲げ試験に用いた供試体は、Fig.1およびTable 1に示してある（各2～4体）。接合面は、40番の布やすりを用いて処理した。載荷方法は、Fig.2に示す通りで、継手部に純曲げを作用させ、母材・添接板のひずみ（50～100点）、ボルトのひずみ、支間中央の垂直変位、すべり荷重等を測定した。なお、ボルトの初期締付けひずみは2000 μ を目標とした。また使用鋼材はSS41で、使用した高力ボルトはF10T、M16である。

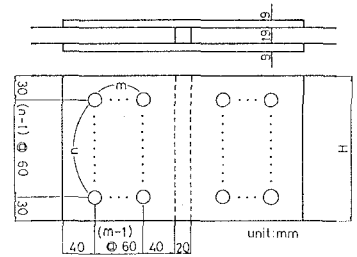


Fig.1 継手の形状寸法

3. 実験結果および考察

(1) すべり係数（摩擦係数） すべり係数（ μ ）を求める目的で引張試験（10体）・圧縮試験（4体）を行ない、 $\mu=0.24$ を得た。接合面は、曲げ試験と同様に処理した。

(2) ボルトの軸力 荷重とボルト軸力との関係の一例をFig.3に示す。引張側にあるボルトの軸力は、継手に作用する曲げモーメントの増加に伴って減少する。その量は、部材のポアソン比による板厚の減少でほぼ説明できる（Fig.3における実線）。これに反して圧縮側にあるボルトの軸力は、若干減少するか、あるいはほとんど変化が認められなかった。これは、ボルトの締付け力や部材のポアソン比による板厚の増加によって、添接板のボルトホール縁の一部が降伏するためではないかと考えられる。以上の結果から、摩擦接合継手は、構造物に実荷重が作用してから後、引張側のみならず圧縮側についてもボルトの再締付けが必要であるように思われる。

Table 1 継手の形状寸法

Test No.	m	n	H
No. 1	1	2	120
2	2	2	120
3	3	2	120
4	1	3	180
5	2	3	180
6	3	3	180

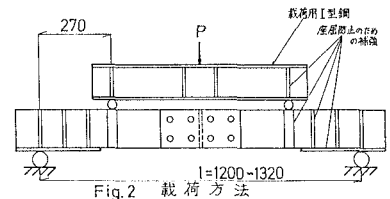


Fig.2 載荷方法

(3) 曲げ剛性 荷重と垂直変位との関係の一例をFig.4に示す。実線は、継手をもたない梁の理論値である。このことより、摩擦接合継手では、継手の存在による曲げ剛性の低下を考慮する必要のないことがわかる。

(4) すべり荷重 Table 2は、すべり荷重の実験値と前述した各種示方書によるすべり荷重（但し、ボルトの許容力を求めるに当たって安全率を $\gamma=1$ としている）を比較したものである。一、二の例外を除くと、ほとんどのすべり荷重が実験値に比べて小さいことがわかる。

現行の設計法は、いずれも作用力の最大となるボルト（またはボルト群）がボルトの許容力に達するときを基準として、すべり荷重を定めている。しかし、この場合まだ許容力に達していないボルトがすべりを拘束するため、現実のすべりは、すべてのボルトの作用力がその許容力に達したとき生ずると考えられる。この状態を継手のすべりに達する限界状態と呼ぶことにすれば、Fig.5を参照して、限界状態を考慮したすべり荷重を得ることができる。この結果をTable 2に併記する。

以上の結果、本実験に用いた継手が小型であることにもよるが、Bの考え方を限界状態まで拡張したものが、一番よくすべり荷重を推定できているようである。

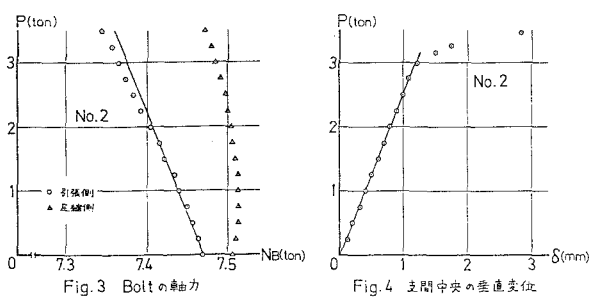


Table 2 すべり荷重

Test No	現行の設計法			限界状態を考慮			実験値
	A	B	C	A	B	C	
No. 1	1920	1920	2570	1920	1920	2570	2155
2	3020	4270	4020	3020	4270	4020	4000
3	3330	5390	4440	3330	6060	4440	6680
4	3020	3020	3390	3020	3020	3390	3760
5	5940	7300	6680	5940	8140	6680	8970
6	6300	8820	7080	6300	10030	7080	12020

A:国鉄 B:建築学会 C:道路協会 (unit:kg)

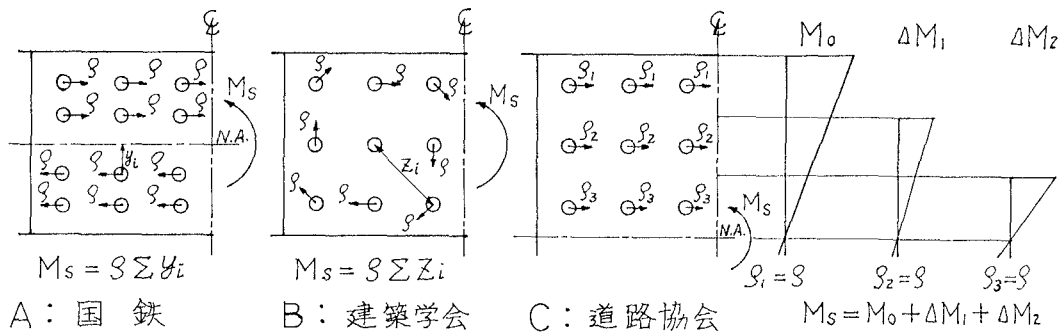


Fig.5 限界状態を考慮したすべり荷重 (γ: ボルトの許容力)

4. あとがき

以上、得られた知見の主なものを述べた。

現行の設計法は、

- (1) 現在ボルトの許容力を決めるに当たって安全率 $\nu = 1.7$ を考慮しているが、 $\nu = 1$ にとっても各種示方書によるすべり荷重は実際のすべり荷重より小さかった。
- (2) すべてのボルトが許容力に達したときはじめてすべりが生ずると考えられる。
- (3) 継手がすべった後も摩擦力はゼロになるわけではなく、所定の曲げモーメントに対する耐力を有している。そして、それを越えた曲げモーメントに対しては、リベットと同様に、板の支圧またはボルトのせん断抵抗による耐力が考えられる（但しこの場合、すべりによる変形が大きくなるときには問題が生ずる）。

などの理由により、鋼構造物としては異例の安全率を有していると思われる。

合理的な設計法を考える上では、継手の極限の耐力を把握することが重要であり、現在、摩擦接合継手（今回の実験に用いたもの）の破壊試験を進めている。