

埼玉大学 正員 田島二郎
本田公団 " 馬場賢三
石川島播磨 " 小林弘美

1. 目的

本州四国連絡橋・児島～坂出ルートの吊橋補剛トラスでは、板厚65mm程度のSM58が使われるため、現場継手にはF10T・M30の防錆処理高力ボルトの採用が予定され、1列の本数が12列（4鳥配列の場合18列）になる。また、継手材片接触面にもジンクリッチペイントによる防錆処理が考えられている。

応力方向に多数のボルトが並んだ継手のすべり耐力等に関する実験は、これまで最大20本までのものがあるが、太径多列防錆処理継手についての実験はなく、多列継手についての性状を明かにし、採用予定の継手の耐荷力を確認するために、本実験は計画された。今回は静的引張試験の結果の速報であり、次に疲労試験が予定されている。

2. 供試体

供試体の諸元を表1に示す。鋼材はSM58で、継手材片はブラスト処理（表面あらさ72～53μ平均58μ）の後、無機ジンクリッチペイントを塗布した（95～60μ平均81μ）。ボルトはHBS規格S級である。

供試体の設計は、標準ボルト軸力で締付けること、すべり係数が0.5程度はあることなどを考慮し、母材降伏荷重を許容すべり耐力より40%程度大きくするようにした。また、なるべく同一板厚のものを使っている。供試体B-5は、設計耐力はB-4と同じであるが、添接板を片側それぞれ2枚とし、外側の1枚の長さを1/2としてある。添接板の厚さを薄くして締付時のなじみを良くし、また材料も少くなるように考えた設計である。

3. 供試体の組立て

ボルトの締付けはトルク法によったが、B-1, 2, 3, 5は全数、B-4は8本、B-6, 7は10本のボルト軸部に2軸ゲージ2枚を貼って軸力を

表-1 供試体の諸元

測定した。トルク係数値は約0.1
でばらつきは小さかった。

締付けは、はじめ標準軸力の約60%で全部を締付け、1時間後に100%の軸力を導入した。ただし、B-3は1次締め後24時間の後に本締めを行った。表2の1～4に締付け結果を示す。各形式ごとの締付け力の変動は比較的小い。

供試体組立から実験開始・終了までは1～3週間の期間があった。この間における軸力減衰は、B-4端ボルトで平均4.5%、添接板2枚のB-5で6.5%であった。

4 試験結果

引張試験の結果を表2に示す。

試験体記号	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7
試験体形状 孔径 34mm (M30) 27mm (M24)							
1 母材板厚 (mm)	34	65	65	65	65	65	65
2 添接板厚 (mm)	19	34	34	34	2×19	34	34
3 板 幅 (mm)	115	118	118	203	203	287	193
4 母材総断面積 A_g (cm ²)	39.1	76.7	76.7	132.0	132.0	186.6	125.5
5 母材総断面積 A_n (cm ²)	27.5	54.6	54.6	109.9	109.9	164.5	107.9
6 A_n/A_g	0.704	0.712	0.712	0.832	0.832	0.881	0.860
7 母材許容力 $P_a = \sigma_{ta} \cdot A_n(t)$	71.5	142.0	142.0	285.7	285.7	427.7	280.5
8 母材規格降伏力 $P_y = \sigma_y \cdot A_n(t)$	126.5	251.2	251.2	505.5	505.5	756.7	496.3
9 母材規格破断力 $P_u = \sigma_u \cdot A_n(t)$	159.5	316.7	316.7	637.4	637.4	954.1	625.8
10 ボルト (F10T) 列数	M30×3	M30×6	M30×6	M30×12	M30×12	M30×18	M24×18
11 ボルトせん断面積 (cm ²)	42.4	84.8	84.8	169.7	169.7	254.5	162.9
12 σ/σ_s	1.54	1.55	1.55	1.54	1.54	1.55	1.58
13 設計締付け力 $F_{No}(t)$	113.7	227.4	227.4	454.8	454.8	682.2	428.4
14 許容すべり耐力 $P_{sa}(t)$	53.4	106.8	106.8	213.6	213.6	320.4	201.6

試験機は広島大学の1500/3000t引張圧縮機型試験機を使用した。

1) すべり荷重 最終のすべりは継手全体が明瞭なすべりを示した。すべり応力は母材降伏点に近い値からその14%増の値の範囲であった。

2) すべり係数 表2の図に示したように、載荷を1~5回を行ったが、それによるすべり係数の差はないと云える。

ボルト数が3~12列と μ の低下の傾向がみえるが、18列が3列と同等のため、列数が増すと μ が低下するとは断定できない。

添接板1枚と2枚(B-4と5)で後者の μ は8%さがったが、軸力減少の影響で、定性的にはこの傾向とならう。

1次締め後十分な時間を置いて本締めを行い、塗膜クリープの影響を減らそうとしたB-2とB-3の比較では、その効果はなかった。1次締めが60%と小さかったため、これを高めればどうなるかの試験が今後望ましい。

3) 継手端のずれ 継手端のずれは、B-2、0.3~0.8 P_s の繰返して約0.3mmのずれ、もどりはその20%程度、B-4で1段目約0.2mm、もどりはその35%、2段目で約0.35mm、もどりはその約40%、B-6で1段目約0.5mm、もどり30%、2段目約0.8mm、もどり35%程度であり、2乃至3回の同レベル繰返しの間でのずれ量の差はなかった。

4) 継手端ボルト孔縁の応力集中度 図1にその結果を示す。疲労を考慮する場合の応力範囲を考慮して純断面で1.5%の場合と、許容応力時の値を示した。前者の場合、3,6列で大差ないが、12,18列では大きくなった。今年度の疲労試験でもこの点について、及び継手端のずれの状況について慎重な計測を行う予定である。

5) 継手の破断 すべて母材で破断し、純断面応力で母材の引張強さに比し10~15%大きな値であった。最後に、試験機使用に当たって種々御高配頂いた広島大学工学部永井教授、盛川技官に厚く感謝の意を表する。

表-2 引張試験結果

供試体	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7
ボルト数	3	6	6	12	12 2枚添接板	18	124・18
繰返し数	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4
すべり係数 μ							
初期締付力 $\Sigma N(t)$ (3本平均)		134.4	268.2	271.7	523.2	545.5	797.3
標準偏差 (t)		5.9	1.0	5.2	6.5	10.9	2.7
変動係数 (%)		4.4	0.4	1.9	1.2	2.0	0.3
$\Sigma N / \Sigma N_0$		1.182	1.179	1.195	1.150	1.199	1.169
すべり荷重 $\bar{P}_s$ (t)		148.1	287.7	284.8	540.7	538.4	867.8
標準偏差 (t)		3.0	6.6	8.4	13.4	15.3	8.6
P_s / P_{sa}		2.77	2.69	2.67	2.53	2.52	3.02
すべり応力 $\sigma_{sn} = \frac{P_s}{A_n}$ (kg/cm^2)		53.9	52.7	52.2	49.2	49.0	52.8
σ_{sn} / σ_y ($\sigma_y = \frac{47.3 \text{ kg}/\text{cm}^2}{49.9 \text{ kg}/\text{cm}^2}$)		1.139	1.056	1.045	0.986	0.982	1.057
すべり係数 μ		0.548	0.537	0.517	0.515	0.473	0.544
標準偏差		0.018	0.019	0.015	0.018	0.048	0.007
変動係数 (%)		3.2	3.6	2.9	3.5	10.0	1.3
破断荷重 (t) [母材破断]		—	384.1	384.1	744.4	742.8	1102.8
ボルトせん断応力 (kg/cm^2)		—	45.3	45.3	43.9	43.8	43.3
母材純断面応力 (kg/cm^2)		—	70.3	70.3	67.7	67.6	67.0
$1/\sigma_B$ ($\sigma_B = \frac{57.3 \text{ kg}/\text{cm}^2}{61.4 \text{ kg}/\text{cm}^2}$)		—	1.145	1.145	1.103	1.101	1.091

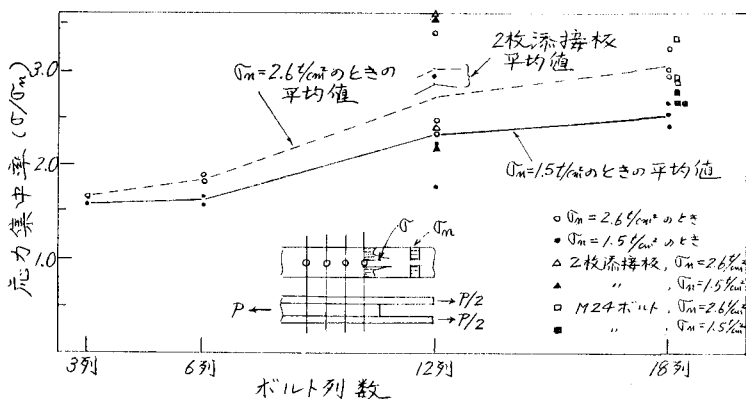


図-1 添接板端ボルト孔縁の応力集中