

1-88 高力ボルト継手組立後の経過時間と応り荷重

国鉄構設 正真 工博 田島二郎

高力ボルト自身のレラクセーション試験の結果では、導入応力が降伏点の70~100%と100000時間推定2~6%という結果もあるが、高力ボルト継手では、この他にボルト孔まわりの大きな圧縮力を受けている母材部分、ボルトナットのネジ部のクリープなども併せ考える必要がある。そのため同一条件の継手を多数組立てて一定期間ごとに応り試験を行い、それらの影響による応り荷重の変化を調べた。以下は、圧縮型での2実験、引張型での1実験の結果を示したものである。

実験1. 試験片の形状は図-1に示すとおりで、材質はSS41である。

ボルトはW $\frac{7}{8}$ ×130mm、ネジ長さ35mmで、仕様規格は $\sigma_B \geq 80 \frac{kg}{mm^2}$ 、 $\sigma_T \geq 65 \frac{kg}{mm^2}$ (国鉄SA90.1種)、記号HFはS50C、O.Q.記号NはS40C高周波加熱、W.Q.である。

導入応力はネジリによるせん断応力が考慮した $\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$ が材料試験結果の降伏点の60~120%である。ここで応力計算はネジ部有効断面について行った値である。試験片の数は各条件で3ヶづつとし、試験時期は組立直後、1.3.6.11ヶ月目である。試験結果は3ヶの平均値を用い、各時期の $\bar{\sigma}$ ($i = 1.3.6.11$)と直後試験の値 $\bar{\sigma}_0$ との比を求め、 σ_y/σ_y との関係を求めると図-2のようになる。

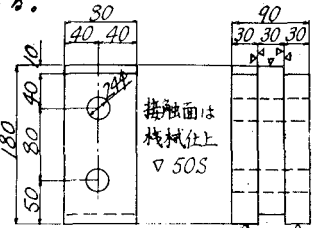


図-1 実験1おひの試験片

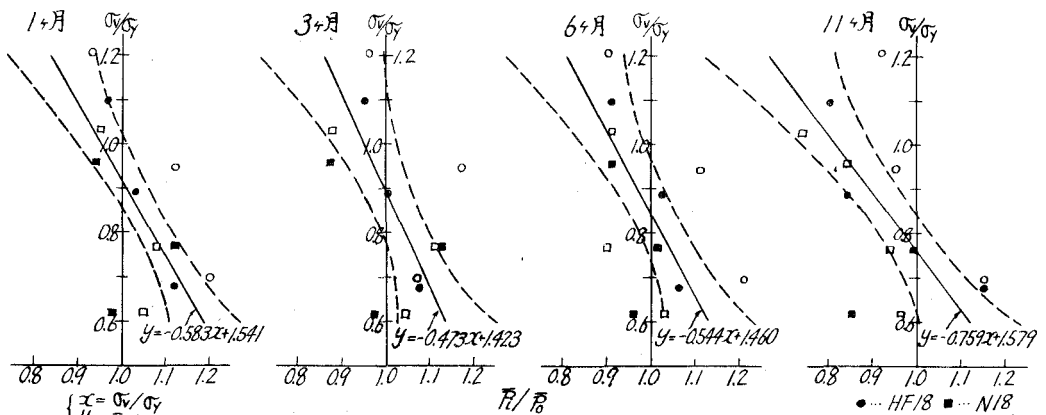


図-2 σ_y/σ_y に対する $\bar{\sigma}_0/\bar{\sigma}$ の回帰直線とその95%信頼限界

実験2. 試験片、ボルト等の形状は1.と同じで、ボルトの仕様規格は $\sigma_B \geq 110 \frac{kg}{mm^2}$ 、 $\sigma_T \geq 95 \frac{kg}{mm^2}$ (国鉄SA90.2種)で、使用材料はSCr4及び大岡製鋼のSMK21である。導入応力は材料試験結果の降伏点に対し0.6~1.0を目標とした。試験片は各条件ごとに7ヶとし、組立直後、2.6週間後及び1組に対しては23週間後に応り試験を行った。応り荷重の平均値の差の検定結果と直後試験の値に対する比として表-1に示す。

上記1,2の試験片は試験期間中実験室収に保管されていた。

(*) 辻村、谷高、藤澤のボルトのレラクセーションに関する問題、材料試験1961.12

表-1 実験2の検定結果

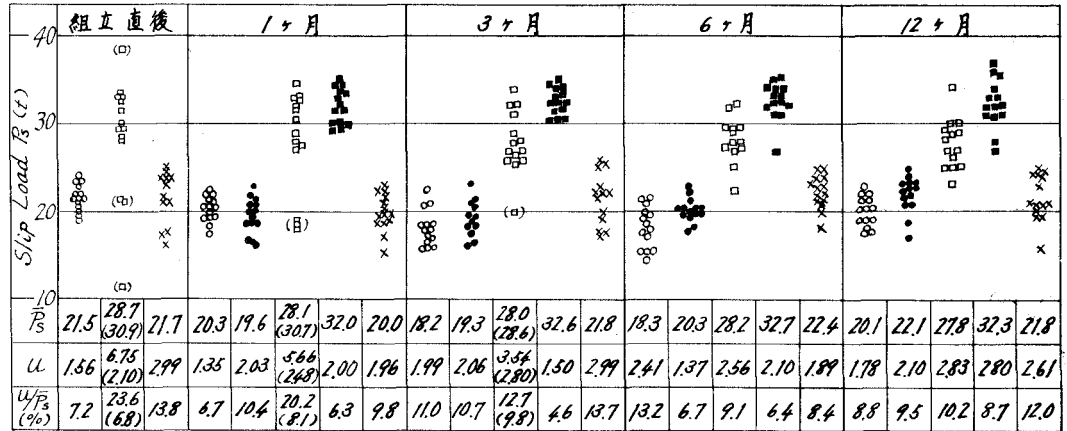
種別	σ_y/σ_y	$\bar{\sigma}_0/\bar{\sigma}$	$\bar{\sigma}_0/\bar{\sigma}$	$\bar{\sigma}_0/\bar{\sigma}$
SCr4	0.61	1.09	1.02	
		X	X	
	0.85	0.88	1.00	0.92
		X	X	0.92
SMK21	1.00	0.95	0.92	
		0.55±41%	0.81±49%	
	0.57	0.97	0.93	
		X	0.70±46%	
	0.76	0.86	0.86	
		X	X	
	0.95	1.03	1.01	
		X	X	

X: 有意差あり
○: 危険率10%
●: 危険率5%
で有意

実験3. 試験片の形状は図-3に示すとおりで、材質はSS41、表面はショットブラストを施した。ボルトはW $\frac{9}{16}$ 、F9T及びそれに相当するHuck Boltである。ボルトの導入力はトルク法により9t($\sigma_b = 473$)、ナット1回転法によって13.6t($\sigma_b = 1.11$)、Huck Boltの締付力はキャリブレーションによる検定結果は10.44t($\sigma_b = 0.58$)である。この場合 σ_b はいずれも材料試験結果の降伏点である。なお、実験1,2,3でボルトにはそれに相当する硬化座金を用いているが、Huck Boltには座金を使用していない。

とり試験は試験片組立直後、1,3,6,12ヶ月目に行った。試験片は実験室内に保管されたものと屋外に曝露されたものとを比較されている。

図-4 実験3の試験結果



とり試験の結果は図-4に示すとおりで、とり荷重の平均値の差の検定結果と直後試験の値に対する比として表-2に示す。図-4にはとり荷重の平均値 $\bar{P}$ のほか、標準偏差の不偏推定値 $U = \sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 / (n-1)}$ 及び $U/\bar{P}$ (%)を示した。そこで()とをもって示した $\bar{P}$ は棄却限界とこえるのでそれを除いた値とそれぞれ()とをもって示しており、有意差検定に当たってもその値を用いている。

この実験でトルク係数の標準偏差は6%、ナット1回転法の軸力の標準偏差は2%、Huck Boltの締付力の標準偏差は3%であったが、とり荷重のバラツキはトルク法の方が小さい場合の方が多い。

上記3つの実験結果をみると、継手組立後の時間経過によるとり荷重の減少は、継手材片接触面に変化がない場合には σ_b の0.8程度では数%、1.0とこえるような場合には10-20%に達する場合があるようである。しかし、時間経過に伴い接触面の

摩擦抵抗は欠になる傾向にあり、ボルト軸力の減少は一般にそれによりカバーされると考えられよう。

実験1,2は石川島播磨重工業技術研究所、実験3は鉄道技術研究所、一部は横河橋梁芝浦工場試験室で行ったものであり、関係各位の御協力によるものであることと付記し感謝の意を表する。



図-3 実験3の試験片

— 凡 例 —

- W $\frac{9}{16}$ Bolt N=9t 屋内
- " " 屋外
- " N=13.6 屋内
- " " 屋外
- * Huck Bolt N=10.44 屋内

表-2 実験3の検定結果

種別	ボルト	係数	$\bar{P}/\bar{P}_0$	$\bar{P}_1/\bar{P}_0$	$\bar{P}_2/\bar{P}_0$	$\bar{P}_3/\bar{P}_0$	$\bar{P}_4/\bar{P}_0$
a	Bolt	9	0.94	0.85	0.85	0.93	b/a
b		屋外	0.91	0.90	0.94	1.03	1.10
c	W $\frac{9}{16}$	13.6	0.99	0.93	0.91	0.90	d/c
d		屋外	x	1.06	1.06	1.05	1.16
e	Huck Bolt	10.44	0.92	1.00	1.03	1.00	

注: x印は有意差なし。
○印は劣化率10%で有意。
その他は劣化率5%で有意。