

新日本製鐵(株) 正員 三浦邦夫

〃 〃 大岩 浩

〃 〃 〇 大田孝二

1. まえがき

橋梁の主桁継手において、現在では高力ボルトによる摩擦接合の継手が一般に使用されているが、接合する腹板の肉厚が異なる場合には、その肉厚差に相応するファイラーを用いて高力ボルトにより接合される。この場合、道路橋示方書によれば、ファイラーを用いる場合にもボルト数の割り増しは行わなくてよい旨の規定があり、その理由として、高力ボルト摩擦接合はボルト締付力による材片間の摩擦により接合部分が一体となっていると考えられるとしている。しかし、ファイラーを用いた場合の高力ボルト摩擦接合継手の疲労に関するデータは極めて少ない状況にあることが判明し、板厚の厚いファイラーを使用した場合の疲労強度についてのデータを得るため疲労試験を実施したりでここに報告する。

2. 試験方法

2.1 試験体

試験体はファイラーありの試験体6体、ファイラーなしの試験体6体を準備し、その形状寸法を図1、材質と試験の種類を各々表1、表2に示す。

摩擦接合部はすべて下記の条件でショットブラストされている。

ブラスト圧力 $7.18/\text{cm}^2$

グリッド粒度 $\#70:\#50\text{以下}=1:2$

ノズル内径 $\phi 8$

試験体は、ボルト軸力導入の際に試験時のすべり開始側があらかじめ想定できるように、片側の2本のボルトは設計軸力の10%増(以下、この2本のボルトを固定側ボルト、他の2本のボルトを可動側ボルトと呼ぶ)となるように締付けた。

2.2 測定方法

ボルトの軸力を測定するため、ボルトの軸部を直径で 1.5mm 分削り、ボルト1本あたり2枚のストレインゲージを軸の対称位置に貼付し、リード線はボルト頭部の孔($\phi 3\text{mm}$)を通して取り出した。このストレインゲージを用いてボルト全本数について所定のボルト軸力が発生するようにキャリブレーションを行った。また、すべり量はクリップゲージを用いて測定し、ポンチ孔標点やけがき線による測定と併用した。

2.3 試験の概要

静的試験は、 200t 万能試験機を用いて載荷し、各載荷荷重におけるすべり量(図2参照)とボルト軸力の測定を行った。

疲労試験に対しては、 30t 疲労試験機を用いて200万回の載荷を行い、 $N=0, 2\text{万}, 4\text{万}, 6\text{万}, 10\text{万}, 20\text{万}, 60\text{万}, 100\text{万}, 150\text{万}, 200\text{万}$ 回でのすべり量とボルト軸力を測定した。なお、載荷荷重は、ボルト1本1摩擦面あ

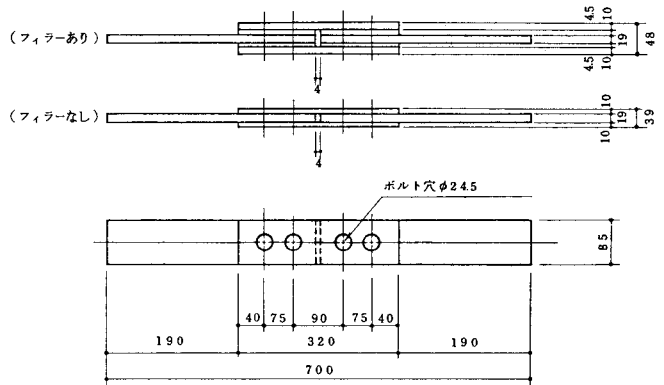


図 1

表 1

高力ボルト (M22)	F11T
添接板 ($t=10\text{mm}$)	SM50YA
ファイラー ($t=4.5\text{mm}$)	SS41
母材 ($t=19\text{mm}$)	SM50YB

表 2

静的試験	ファイラーあり	3体
	ファイラーなし	3体
疲労試験	ファイラーあり	3体
	ファイラーなし	3体
合 計		12体

たりの許容値がF11T, M22の場合 4.941^t/本であるので、継手の許容耐力は、 $4.941 \times 4 = 19.76^t$ となることから、上限荷重を20^t（下限は2^t）とした。また、繰り返し速度は5 Hz とした。

3. 試験結果

3.1 静的試験の結果

静的引張試験における引張荷重とすべり量の関係の一例を図2に示す。これから得られたすべり荷重等の測定結果を表3に示す。表3によれば、フィラーありの方がフィラーなしに比べて、すべり荷重、最大荷重とも大きくなり、したがってすべり係数 μ も6%程度大きくなっている。

3.2 疲労試験の結果

200万回（F-5のみ機械の故障で150万回）の載荷を繰り返したが、6体の試験体はすべて、破断や大きなすべりを生じなかった。繰り返し載荷終了後のボルト軸力およびすべり量の測定値を表4に示す。

これらのボルト軸力の低下およびすべり量の大部分は、繰り返し回数が100万回未満で生じており、とくに初期の繰り返し載荷時にその傾向が顕著である。

4. 考察および結論

静的試験の結果、フィラーありとフィラーなしの挙動は大差なく、どちらかと言えばフィラーありの継手の方がすべりを生じ難い傾向にあった。また、すべり開始時のボルト軸力は導入時に比べて10~14%程度の減少となっているが、この値は引張力による板のやせ（ポアソン比による効果）から算出した計算値とよく一致する。

疲労試験によるボルト軸力の変化は、フィラーありの場合、初期導入軸力の8~11%、フィラーなしの場合、1~4%の軸力減少がみられ、フィラーありの方が大きな減少傾向を示したが、静的試験におけるすべり時の軸力減少率10~15%に比較すれば小さいこと、および軸力減少が比較的繰り返し回数の少ない時点で発生し、100万回を越えれば軸力がほぼ安定している状況から、この程度の軸力減少は問題とならないと考える。

疲労試験によるすべり量は、フィラーありの場合の平均が0.087 mm、フィラーなしの場合の平均が0.033 mmであり、フィラーありの方が大きい傾向にあるが、静的試験の結果によれば、すべり量0.2 mm程度がすべり開始時の変位量と考えられるので、十分にこの範囲にある。

以上の点から4.5 mm程度の厚いフィラーを使用した高力ボルト摩擦接合継手は、フィラーなしに比べややすべり量が大きい傾向にあるが、その絶対量は小さく、十分な疲労強度を有しているといえる。

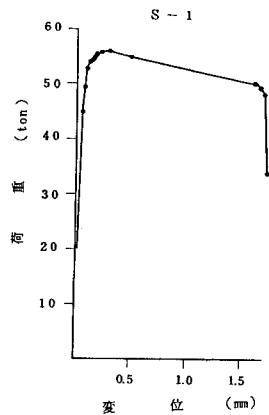


図 2

表 3

試験片		すべり荷重	最大荷重	可動側導入 ボルト軸力 (平均値)	可動側すべり時 ボルト軸力 (平均値)	すべり係数 (μ)
フィラーあり	S-1	52.0 ^(t)	56.0 ^(t)	23.75 ^(t)	20.51 ^(t)	0.547
	S-2	52.0	56.5	24.06	20.66	0.540
	S-3	54.0	58.9	23.75	20.40	0.568
フィラーなし	S-4	50.0	52.0	23.68	21.17	0.528
	S-5	50.0	53.3	24.42	21.27	0.512
	S-6	50.0	54.6	23.76	20.93	0.526

表 4

試験片		すり量 (mm)	導入ボルト 軸力(平均値) (t)	試験後ボルト 軸力(平均値) (t)	軸力の 低下率 (%)	
フィラーあり	F-1	可動	0.074	23.8	21.1	11
		固定	0.053	26.7	24.3	9
	F-2	可動	0.055	23.9	21.7	9
		固定	0.061	26.5	24.3	8
	F-3	可動	0.068	23.7	21.7	8
		固定	0.128	27.3	25.0	8
フィラーなし	F-4	可動	0.045	24.0	23.4	3
		固定	0.040	25.3	24.3	4
	F-5	可動	0.023	23.8	23.5	1
		固定	0.024	26.7	26.2	2
	F-6	可動	0.029	23.8	23.0	3
		固定	0.022	26.5	25.6	3