

広島工大 桜井孝男

神戸大学 西村 昭

広島工大 皆田 理

1. まえがき

橋梁スパンの長大化、したがって継手部の大型化は継手効率の低下、締付け方法の高能率化、軸力導入の確実化などの技術的困難が付随するため、その安全性、経済性については両検討をしておく必要があるように思われる。本稿は、現行示方書の高力ボルト接合が、ボルト強度110キロ級、径24 mm までとされている現状では、今後、ボルトの太径化、あるいはボルト軸力の割増などによる、高力ボルト接合の力学的性状に関する資料の必要性が生ずることを考慮して、継手に導入されるボルト軸力とその強度について資料を得る目的で疲労試験を行った結果の報告である。

2. 供試体

供試体の形状、寸法を図-1に示す。Aの供試体は、すべり係数、および穴周辺の応力分布をみるための静的試験用に、またBの供試体は疲労試験用に準備した。継手に使用した鋼種はSS41であり、表面はショットアラストを施し、錆の発生した状態で試験した。ボルトはF11T、M20×70である。ボルトにはそれぞれ13.3t、18t、23t、および27tの軸力を測面に貼付けたストレンゲージからひずみを測定してトルクレンチで導入した。

3. 試験要領

疲労試験は、所定の軸力導入後、50t電気油圧式試験機により、下限1t(0.8 kg/mm²)、載荷速度600 RPMとするsin波、部分片振荷重である。表-1に使用した鋼材、およびボルトの機械的性質を示す。

4. 試験結果とその考察

ボルト軸力を変化させた4種類の継手について静的引張試験を行った結果、すべり係数の平均値は0.60であった。表-2は各継手の疲労試験の結果を示し、図-2は表-2を基に荷重-繰返し線図を描いたものである。表-2より、ボルトに導入される軸力が大きくなると穴周辺に発生するき裂の数は多くなる傾向がある。ボルト穴に発生するき裂は軸力13.3tと18tの場合であり、他の2種類の継手にはみられない。また、穴周辺のき裂は、大部分が中板と添接板との接触面にみられ、その位置は、

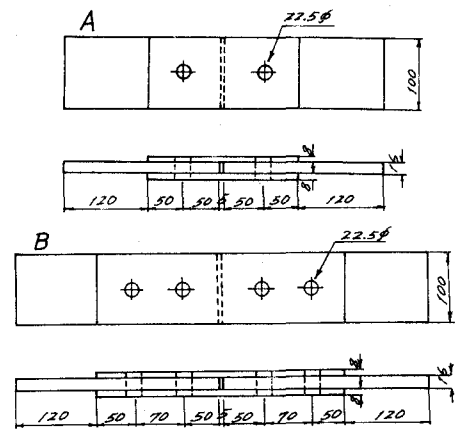


図-1 供試体

表-1 鋼材、およびボルトの機械的性質

鋼種	厚さおよび径(mm)	降伏点(Kg/mm ²)	引張強さ(Kg/mm ²)	伸び(%)	絞り(%)
SS41	8	34.35	52.53	25.33	—
	16	30.49	47.36	32.0	—
F11T	20	115.5	121.5	16.0	62.5

ワッシャーと母材との境界付近で、ワッシャー端部に沿って発生しているが、そのき裂は同一ボルト穴周辺の中板と添接板とに両方同時に発生することなく、どちらか一方だけに起っている。図-3は疲労試験結果から得た継手破壊をもたらすき裂の発生点とその方向を示したもので、軸力の増大によって破壊発生点が純断面から縦断面の方向に移行する傾向がみられる。図-4は図-2の結果から各継手の200万回疲労強度を比較したもので、図中には参考文献の値(○で示す)も同時に記入してある。図で明らかのように、軸力18t付近をピークとし

表-2 試験結果

軸力 (t)	荷重 (t)	繰返し回数	き裂			切断			孔変形
			主板	継手板	主板	継手板	主板	継手板	
13.3	25	29.5	2501.080					(6)*	~
	2	31.5	1342.260					(10)	●
	5	34.0	703.340					(10)	
	3	36.0	582.010					(10)	
18.0	K	24.0	1352.200					(5)	
	19	35.0	1638.580					(9)	
	1	26.5	1362.050					(18)	
	18	38.0	988.690					(5)	
23.0	4	40.0	576.190					(10)	●
	L	33.0	1568.760					(11)	
	D	35.0	1389.320					(8)	
	C	36.5	889.600					(4)	
27.0	A	37.0	1013.080					(5)	
	O	38.0	1075.680					(14)	
	7	40.0	716.310					(8)	
	M	32.0	1698.690					(10)	
27.0	E	34.0	1161.170					(8)	
	I	36.0	659.450					(10)	
	B	38.0	494.750					(11)	

* : き裂発生数

て、それ以上の軸力を導入した継手の疲労強度は低下の傾向を示し、軸力の増大が疲労強度低下の要因となることを示している。図-5はボルト軸力23t、および27tを導入したA型継手について、穴周辺の応力分布を求めるため、ワッシャー付近にロゼットゲージを貼付け、その結果に基づき描いた図である。図-5が示すように、荷重

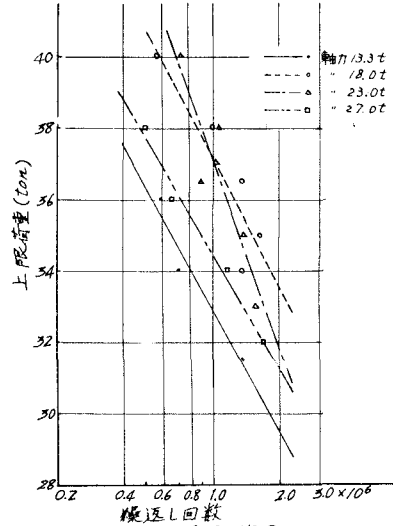
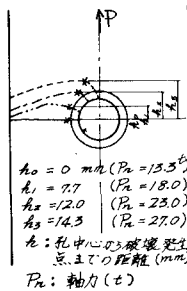


図-2 荷重-繰返し線図

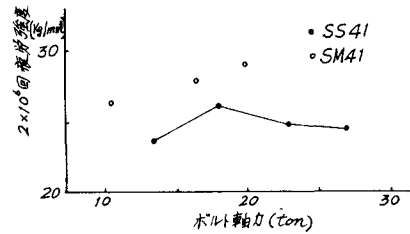


図-4 疲労強度と軸力の関係

軸方向付近の応力が大きくなり、その大きさは軸力23tで、ゲージNo.1, 2, 12点がほぼ同値で、また27tでは、No.1点が最も大きい値を示す。図-3に示した破壊発生点Aがこれらの最も大きい応力集中部に位置することが推定される。軸力27tを導入した継手では外力10tですでに穴周辺の一部分に母材の降伏点と同程度の応力が発生し、外力15tでは、降伏点をかなり上回る値を示す。このことから、鋼種SS41を使用した摩擦接合の疲労強度が、導入される軸力18t程度を境界として、それ以下では継手のすべり現象により、またそれ以上では、軸力の増大による穴周辺母材の降伏現象によって低下することが考えられる。

5. おさび

摩擦接合の強度におよぼすボルト軸力の影響を明らかにして、ボルトの大径化、軸力の増大化に対する資料を得る目的で行なった疲労試験の結果、ボルト軸力の増大が必ずしも疲労強度の上昇につながらず、軸力18t程度から、それ以上の軸力の導入は、疲労強度の低下をもたらすことが明らかになった。本研究は継手母材SS41を使用した摩擦接合の性状を明らかにしたものであるが、今後、継手母材に使用される鋼種と継手疲労強度、ボルト径と継手疲労強度との関係についても解明していく予定である。参考文献：高力ボルト摩擦接合のボルト軸力が疲労強度に及ぼす影響、土木学会27周年学術講演会概要集、P. P. 293-296, S. 47. 10

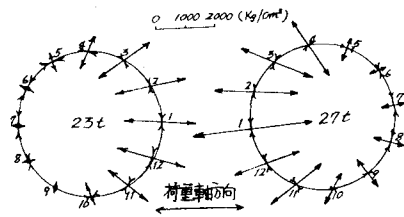


図-5 穴周辺の応力分布