

鋼製おねじ部品の機械的性質

Mechanical properties of
Steel external threaded fasteners主 管：車両審査実験部
材料開発第一課
制 定：1989年3月31日
最終改：2014年2月1日

1 制定の目的

この規格は、鋼製のボルト、小ねじ及び植込みボルトなど(以下おねじ部品という)の機械的性質について定め、標準部品規格、一般部品図面及び製品仕様書等に指示する機械的性質の統一と、その品質を確保する目的で制定する。

注記1 この規格は、JIS B 1051:2014(ISO 898-1:2013)をもとに、その一部を修正して作成したもので、点線の下線を施してある箇所は、対応するJIS/ISO規格の内容を変更している事項である。

注記2 ステンレス鋼製ねじ部品の機械的性質は、ISA-M-008Yに、鋼製ナットの機械的性質は、ISA-M-010Yに規定する。

2 適用範囲

この規格は、表1の適用条件に該当するおねじ部品の、10℃～35℃の環境温度範囲で試験を行ったときの炭素鋼及び合金鋼製おねじ部品の機械的性質について規定する。

注記 150℃を超える使用温度では、この規格に規定する機械的性質が変化することがある。高温における機械的性質についての情報を附属書C(参考)に記載する。

表1 適用条件

適用項目	適用条件
おねじ部品の種類	ボルト、小ねじ、植込みボルト及び溶接ボルトで、頭部の有無や形状に関係なく、機械的性質が要求されるおねじ部品。 ただし、引張力を受けない止めねじ及び類似のおねじ部品には適用しない。
ねじの形式	JIS B 0205-1による一般用メートルねじで、呼び径とピッチの組合せがJIS B 0205-2により、ねじの公差域クラスがJIS B 0209-2によるもの。
ねじの呼び径の範囲	3mm～39mm
材 料	炭素鋼及び合金鋼
注記 この規格で規定するおねじ部品は、-50℃～150℃の温度範囲で使用する。 それ以外の温度範囲については、個々の適用条件に対して、材料開発第1課の助言を受け、適切な選択を行うとよい。耐食性、溶接性、耐せん断性、締付け特性、耐疲労性に対する要求については規定しない。	

3 強度区分

おねじ部品の強度区分の種類は表2の5種類とする。

注記 附属書Aに、主にエンジン用塑性域締付けボルトに適用する強度区分12Tを規定する。

表2 強度区分の種類

強度区分	4.8	8.8	9.8	10.9	11.9
------	-----	-----	-----	------	------

強度区分を示す記号は、次に示す2つの数字で構成する。

- ・ 点の左側の数字は、呼び引張強さをMPaで表した数字の1/100の値を示す。
- ・ 点の右側の数字は、呼び降伏点又は0.2%耐力と呼び引張強さとの比(降伏応力比という)の10倍の値を示す。

(例) 9.8

最初の数字は、呼び引張強さが、900MPaであることを示す。

2番目の数字は、呼び0.2%耐力が、呼び引張強さ900MPaの80%の720MPaであることを示す。

4 機械的性質

おねじ部品は、環境温度範囲10℃～35℃において、箇条8に規定する試験をしたとき、表5の機械的性質を満足しなければならない。

5 材料及び熱処理

おねじ部品の強度区分に対する材料及び焼戻し温度は、表6の規定を満足しなければならない。

6 試験項目

おねじ部品の機械的性質の試験項目は、表3の2つの試験プログラムから選択して行う。いずれの試験プログラムにおいても、箇条8に規定する試験をしたとき、表5の機械的性質を満足しなければならない。

表3 試験プログラムの種類

	試験プログラム B	試験プログラム A
適用条件	製品の状態で行う試験で、引張荷重が500kN未満の製品に対しては、受渡し当事者間で協定がある場合を除き、常に適用する。	製品から削り出した試験片に適用する。

試験プログラムBを適用するおねじ部品は、製品の長さにより表4の○印と●印の2種類に区分される。おねじ部品は、表7の強度区分欄に記入した●印又は○印に対応する項目について試験を行う。

表4 試験する部品の区分

試験する部品の区分		●	○
適用条件 d:ねじの呼び径	ボルト及び小ねじなど	呼び長さが2.5d以上 (ねじ部長さ2d以上)	呼び長さが2.5d未満 (ねじ部長さ2d未満)
	植込みボルト	全長が3.0d以上	全長が3.0d未満
注記 ○印は一般に引張試験が困難な部品である。			

表5 機械的性質

機 械 的 性 質			強 度 区 分					
			4.8	8.8		9.8	10.9	11.9
				d≤16	d>16	d≤24		
引張強さ MPa		呼 び	400	800	800	900	1000	1100
		最 小 ^{a)}	420	800	830	900	1040	1100
くさび引張の強さ		最 小 ^{a)}	420	800	830	900	1040	1100
硬 さ	ビッカース硬さ HV F≥98.07N	最 小	130	250	255	290	320 ^{c)}	340
		最 大	220 ^{b)}	320	335	360	380	390
	ロックウェル硬さ	最 小	71HRB	22HRC	23HRC	28HRC	32HRC ^{c)}	35HRC
		最 大	95HRB	32HRC	34HRC	37HRC	39HRC	40HRC
表 面 硬 さ HV0.3 ^{d)}			—	+30HV	+30HV	+30HV	+10HV	+0HV
		最 大		350HV	365HV	390HV	390HV	390HV
下降伏点又は0.2%耐力 MPa ^{e)}		呼 び	320	640	640	720	900	990
		最 小	340	640	660	720	940	990
保 証 荷 重 応 力 MPa ^{f)}		規定値	310	580	600	650	830	870
		応力比 ^{g)}	0.91	0.91	0.91	0.90	0.88	0.88
破 壊 ト ル ク		最 小	—	8.10に規定する破壊トルクを満足すること				
破 断 伸 び %		最 小	24	12		10	9	9
絞 り %		最 小	—	52		48	48	48
衝撃強さ $\frac{KV}{J}$ ^{h)}		最 小	—	27		27	27	27
頭 部 打 撃 強 さ			8.5に規定する試験にて破壊しないこと					
ね じ 部 の 脱 炭	非脱炭部の高さ E	最 小	—	1/2H ₁			2/3H ₁	
	完全脱炭層の深さ G mm	最 大	—	0.015				
再焼戻し後の硬さの低下		最 大	—	20HV以上低下しないこと				
表面状態			8.12 表面欠陥の規定を満足すること					

注^{a)} 最小引張荷重は表8の規定値を、引張試験における破壊位置は8.1及び8.2の規定を満足しなければならない。ただし、頭部のせん断面積がねじの有効断面積に比較して少ない製品の最小引張荷重は、図面又は部品規格などの規定による。また、円筒部の断面積がねじの有効断面積より小さく円筒部で破壊するボルト(伸びボルトなど)の最小引張荷重は、円筒部の原断面積に基づいて引張強さを計算し判定する。

^{b)} 強度区分4.8のねじの先端で求められた硬さは、250HV以下又は99.5HRB以下とする。

^{c)} 強度区分10.9の引張強さ最小値を満足するための最小硬さは、ねじの呼びによっては、33HRC又は330HVの硬さが必要になる場合が多い。

^{d)} 表面硬さ(HV0.3)は、内部の硬さ(HV0.3)より、ビッカース硬さの値で以下の値を超えてはならない。
強度区分8.8&9.8:30ポイント、10.9:10ポイント、11.9:0ポイント
また、強度区分10.9及び11.9の表面硬さの最大値は共に390HVとする。

^{e)} 0.2%耐力の最小値及び強度区分の表し方における降伏応力比は、削出試験片による試験に適用するものであって、製品そのものによる試験でこれらの値を求めようとすると製品の製造方法又はねじの呼び径の大きさなどが原因で、この値が変わることがある。

^{f)} 表9に規定する保証荷重において、永久伸びが生じてはならない。

^{g)} 応力比とは、保証荷重応力に対する下降伏点又は0.2%耐力の最小値の比である。

^{h)} 衝撃強さは、Vノッチ試験片を用いた-20℃における試験値である。

表6 材料及び焼戻し温度

強度 区分	材 料 と 熱 処 理	化学成分%					焼戻し 温度℃
		C		P	S	B ^{a)}	
		最小	最大	最大	最大	最大	
4.8 ^{b)}	炭素鋼	—	0.55 ^{c)}	0.05	0.06	—	—
8.8 ^{e)}	非調質鋼 ^{d)}	0.08	0.35	0.030	0.035	0.003	— ^{d)}
	炭素鋼, 焼入焼戻し	0.25	0.55	0.035	0.035	0.003	425
	添加物(B, Mn又はCr等)入り炭素鋼, 焼入焼戻し	0.15 ^{f)}	0.40 ^{e)}	0.035	0.035	0.003	
9.8 ^{e)}	炭素鋼, 焼入焼戻し	0.25	0.55	0.035	0.035	0.003	425
	添加物(B, Mn又はCr等)入り炭素鋼, 焼入焼戻し	0.15 ^{f)}	0.35	0.035	0.035	0.003	
10.9 ^{g)}	添加物(B, Mn又はCr等)入り炭素鋼, 焼入焼戻し	0.15 ^{f)}	0.55	0.035	0.035	0.003	425
	合金鋼 ^{h)} , 焼入焼戻し	0.20	0.55	0.035	0.035	0.003	
11.9 ^{g), j), k)}	合金鋼 ^{h), i)} , 焼入焼戻し	0.20	0.55	0.015 ^{j)}	0.015 ^{j)}	0.003	425

- 注a)** ボロンの含有量は、非有効ボロンがチタン及び/又はアルミニウムの添加によって抑制される条件で、0.005%まで許容する。
- b)** これらの強度区分の材料には快削鋼を用いてもよい。ただし、硫黄(S)、りん(P)及びPb(鉛)の最大含有量は次による。 S:0.34%, P:0.11%, Pb:0.35%
- c)** 溶接ボルトの炭素(C)の最大値は0.28%とする。
- d)** 本規定以外の材料を使用する場合は、車両審査実験部材料開発第1課の承認をえること。また、非調質鋼は焼戻しは不要であるが、降伏応力比及びリラクセーション特性などの改良のため、180℃～350℃で冷間圧造後に熱処理(ブルーイング処理など)を実施すること。
- e)** 強度区分8.8及び9.8において、ねじの呼び径20mmを超えるもので十分な焼入れ性を必要とする場合には、強度区分10.9用の材料を用いるのがよい。
- f)** 炭素(C)が0.25%(溶鋼分析値)以下のボロン鋼の場合には、マンガン(Mn)の含有量を、強度区分8.8に対しては0.6%以上、9.8及び10.9に対しては、0.7%以上にしなければならない。
- g)** 強度区分10.9及び11.9の材料には、焼戻し前の焼入れ状態で、ねじ部横断面の中心部分が約90%のマルテンサイト組織となるように、十分な焼入れ性を考慮することが望ましい。
- h)** 強度区分10.9及び11.9の合金鋼には、次の合金元素を1種類以上含めなければならない。各元素の最小の含有量は次による。クロム(Cr):0.30%, ニッケル(Ni):0.30%, (Mo):0.20%, バナジウム(V):0.10%。なお、上記の合金元素を2種類以上組み合わせて含有させるとき、個々の元素の量が上記の最小量より小さくなる場合には、組み合わせる元素の合計量が、組み合わせる各元素の上記最小量の合計の70%以下にならない。
- i)** 強度区分11.9の合金鋼は、モリブデン(Mo)を0.15%以上含有しなければならない。
- j)** 強度区分11.9の製品の応力集中部位表層には白色のりん濃化層がないことが望ましく、焼入焼戻し前の表面にりん酸塩皮膜がないように、非りん系潤滑剤付き線材の使用を推奨する。
- k)** 強度区分11.9の製品には電気めっきを施してはならない。黒色酸化皮膜又はりん酸塩皮膜、並びに、耐食性が必要な場合には非電解亜鉛フレーク皮膜を用いるのがよい。
- l)** 受渡当事者間の協定により、規定値は変更してもよい。

表7 試験プログラム

試験 Gr	機械的性質	試験プログラム B (製品の状態で行う試験)				試験プログラム A (削出試験片による試験)			
		試験方法		強度区分		試験方法		強度区分	
				4.8	8.8-11.9			8.8-11.9	
I	最小引張強さ	8.1	製品の状態で行う引張試験 a)b)	●	●	8.4	削出試験片による引張試験	●	
	最小硬さ c)	8.6	硬さ試験	○	○	8.6	硬さ試験	—	
	最大硬さ			●○	●○			●	
	表面硬さ d)	8.8	浸炭試験	—	●○	8.8	浸炭試験	●	
II	0.2%耐力 e)	—	—	— f)	—	8.4	削出試験片による引張試験	●	
	保証荷重応力	8.3	保証荷重試験	●	●	—	—	—	
	破壊トルク g)	8.10	ねじり試験	—	○	—	—	—	
III	くさび引張の強さ h)	8.2	くさび引張試験	●	●	—	—	—	
	最小破断伸び e)	8.1	製品の状態で行う引張試験	●	—	8.4	削出試験片による引張試験	●	
	最小絞り e)	—	—	—	—	8.4	同上	●	
IV	頭部打撃強さ i)	8.5	頭部打撃試験	○	○	—	—	—	
	最小衝撃強さ j)	—	—	—	—	8.11	削出試験片による衝撃試験	●	
V	ねじ山の非脱炭部の高さ/完全脱炭層深さ d)	8.7	脱炭試験	—	●○	8.7	脱炭試験	●	
	再焼戻し後の硬さ d)k)	8.9	再焼戻し試験	—	●○	8.9	再焼戻し試験	●	
	表面の状態 l)	8.12	表面欠陥	●○	●○	8.12	表面欠陥	●	

注記 表中の●印は引張試験可能な製品、○印は引張試験が一般に困難な製品である(表4参照)。

注 a) 植込みボルトの引張試験において植込み側のねじで破壊する場合には、最小硬さ試験によるか、削出試験片にて引張り強さを判定してもよい。

b) くさび引張試験に合格したものは、引張試験は必要としない。

c) 最小硬さは、呼び長さが2.5d未満及び引張試験又はねじり試験ができない製品だけに適用する。ただし、受渡し当事者間で同意がある場合は、検査を簡単にするために●印のものでも最小硬さを試験することで引張試験及びねじり試験に代えることができる。その場合は、その呼びにおける硬さと引張強さの相関を事前によく把握しておくこと。疑義が生じた際は、引張試験により判定する。

d) 表面硬さ、脱炭及び再焼戻し後の硬さに関する試験は、焼入焼戻しされた強度区分8.8以上の製品に適用する。

e) 削出試験片による0.2%耐力、破断伸び及び絞りの測定には、8.4に規定する製品長さが必要である。

f) JIS B 1051:2014では、強度区分4.8～6.8について製品状態で降伏に関する試験法を規定しているが、今後、規定値が設定された後に規定していく。

g) 破壊トルクは、引張試験の代わりに実施しても良いが、疑義ある場合は引張試験による。

h) くさび引張りの強さは、皿頭ねじ及び頭部の形状が特殊で頭部の強さがねじ部よりも弱い製品や、伸びボルトには適用しない。

i) 頭部打撃強さは、呼び長さが短いにくさび引張試験が困難な製品で、呼び径10mm以下のものに適用する。

j) 衝撃強さは、使用材料の低温脆性について製品規格又は購入者により要求があった場合にのみ行う。

k) 再焼戻し試験は、疑義が生じた場合に行う。

l) 表面欠陥の検査は、試験片の加工前に実施すること。

7 最小引張荷重及び保証荷重

おねじ部品の最小引張荷重を表8に、保証荷重を表9に示す。

表8 おねじ部品の最小引張荷重

単位 N

ねじの呼び		有効 断面積 (mm ²)	強度区分						
d	P		4.8	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	11.9
M3	0.5	5.03	2,110	2,620	3,020	4,020	4,530	5,230	—
M3.5	0.6	6.78	2,850	3,530	4,070	5,420	6,100	7,050	—
M4	0.7	8.78	3,690	4,570	5,270	7,020	7,900	9,130	—
M5	0.8	14.2	5,960	7,380	8,520	11,350	12,800	14,800	—
M6	1	20.1	8,440	10,400	12,100	16,100	18,100	20,900	22,100
M8	1.25	36.6	15,400	19,000	22,000	29,200	32,900	38,100	40,200
M10	1.5	58.0	24,400	30,200	34,800	46,400	52,200	60,300	63,800
	1.25	61.2	25,700	31,800	36,700	49,000	55,100	63,600	67,300
M12	1.75	84.3	35,400	43,800	50,600	67,400	75,900	87,700	92,700
	1.25	92.1	38,700	47,900	55,300	73,700	82,900	95,800	101,000
M14	2	115	48,300	59,800	69,000	92,000	104,000	120,000	127,000
	1.5	125	52,500	65,000	75,000	100,000	112,000	130,000	138,000
M16	2	157	65,900	81,600	94,000	125,000	141,000	163,000	173,000
	1.5	167	70,100	86,800	100,000	134,000	150,000	174,000	184,000
M18	2.5	192	80,600	99,800	115,000	159,000	173,000	200,000	211,000
	1.5	216	90,700	112,000	130,000	179,000	194,000	225,000	238,000
M20	2.5	245	103,000	127,000	147,000	203,000	221,000	255,000	270,000
	1.5	272	114,000	141,000	163,000	226,000	245,000	283,000	299,000
M22	2.5	303	127,000	158,000	182,000	252,000	273,000	315,000	333,000
	1.5	333	140,000	173,000	200,000	276,000	300,000	346,000	366,000
M24	3	353	148,000	184,000	212,000	293,000	318,000	367,000	388,000
	2	384	161,000	200,000	230,000	319,000	346,000	399,000	422,000
M27	3	459	193,000	239,000	275,000	381,000	—	477,000	505,000
	2	496	208,000	258,000	298,000	412,000	—	516,000	546,000
M30	3.5	561	236,000	292,000	337,000	466,000	—	583,000	617,000
	2	621	261,000	323,000	373,000	515,000	—	646,000	683,000
M33	3.5	694	292,000	361,000	416,000	576,000	—	722,000	763,000
	2	761	320,000	396,000	457,000	632,000	—	791,000	837,000
M36	4	817	343,000	425,000	490,000	678,000	—	850,000	899,000
	3	865	363,000	450,000	519,000	718,000	—	900,000	952,000
M39	4	976	410,000	508,000	586,000	810,000	—	1,020,000	1,070,000
	3	1,030	433,000	536,000	618,000	855,000	—	1,070,000	1,130,000

表9 おねじ部品の保証荷重

単位 N

ねじの呼び		有効 断面積 (mm ²)	強度区分						
d	P		4.8	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	11.9
M3	0.5	5.03	1,560	1,910	2,210	2,920	3,270	4,180	---
M3.5	0.6	6.78	2,100	2,580	2,980	3,940	4,410	5,630	---
M4	0.7	8.78	2,720	3,340	3,860	5,100	5,710	7,290	---
M5	0.8	14.2	4,400	5,400	6,250	8,230	9,230	11,800	---
M6	1	20.1	6,230	7,640	8,840	11,600	13,100	16,700	17,500
M8	1.25	36.6	11,400	13,900	16,100	21,200	23,800	30,400	31,900
M10	1.5	58.0	18,000	22,000	25,500	33,700	37,700	48,100	50,500
	1.25	61.2	19,000	23,300	26,900	35,500	39,800	50,800	53,300
M12	1.75	84.3	26,100	32,000	37,100	48,900	54,800	70,000	73,400
	1.25	92.1	28,600	35,000	40,500	53,400	59,900	76,400	80,200
M14	2	115	35,600	43,700	50,600	66,700	74,800	95,500	100,000
	1.5	125	38,800	47,500	55,000	72,500	81,200	104,000	109,000
M16	2	157	48,700	59,700	69,100	91,000	102,000	130,000	137,000
	1.5	167	51,800	63,500	73,500	96,900	109,000	139,000	146,000
M18	2.5	192	59,500	73,000	84,500	115,000	125,000	159,000	167,000
	1.5	216	67,000	82,100	95,000	130,000	141,000	179,000	188,000
M20	2.5	245	76,000	93,100	108,000	147,000	160,000	203,000	214,000
	1.5	272	84,300	103,000	120,000	163,000	177,000	226,000	237,000
M22	2.5	303	93,900	115,000	133,000	182,000	197,000	252,000	264,000
	1.5	333	103,000	126,000	146,000	200,000	217,000	276,000	290,000
M24	3	353	109,000	134,000	155,000	212,000	230,000	293,000	308,000
	2	384	119,000	146,000	169,000	230,000	250,000	319,000	334,000
M27	3	459	142,000	174,000	202,000	275,000	—	381,000	400,000
	2	496	154,000	188,000	218,000	298,000	—	412,000	432,000
M30	3.5	561	174,000	213,000	247,000	337,000	—	466,000	488,000
	2	621	192,000	236,000	273,000	373,000	—	515,000	541,000
M33	3.5	694	215,000	264,000	305,000	416,000	—	576,000	604,000
	2	761	236,000	289,000	335,000	457,000	—	632,000	662,000
M36	4	817	253,000	310,000	359,000	490,000	—	678,000	711,000
	3	865	268,000	329,000	381,000	519,000	—	718,000	753,000
M39	4	976	303,000	371,000	429,000	586,000	—	810,000	850,000
	3	1,030	319,000	391,000	453,000	618,000	—	855,000	897,000

8. 試験

8.1 製品の状態で引張試験

8.1.1 目的、適用及び試験装置

引張試験は、製品状態で以下の機械的性質を判定するために行う。

- ・全ての強度区分の引張強さ及び最小引張荷重の判定
- ・強度区分4.8の破断伸びの判定¹⁾

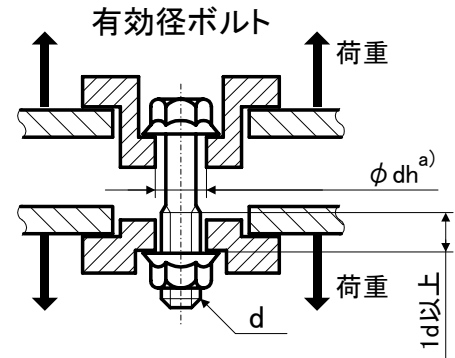
注¹⁾ 削出試験片では冷間圧造にて加工硬化された表層を削除して試験片とするので正確な破断伸び(及び下降伏点又は耐力)が測定できないために、製品にて試験する場合に適用する。

引張強さの試験には、呼び長さが $2.5d$ 以上、ねじ部長さが $2d$ 以上(植込みボルトの場合は全長が $3d$ 以上)のおねじ部品を適用する。強度区分4.8の破断伸びの試験には、頭部の強さがねじ部や円筒部より強く、ねじの有効径にほぼ等しいかそれより太い円筒部を有し、呼び長さが $2.7d$ 以上、ねじ部長さが $2.2d$ 以上(植込みボルトの場合は全長が $3.2d$ 以上)のおねじ部品を適用する。

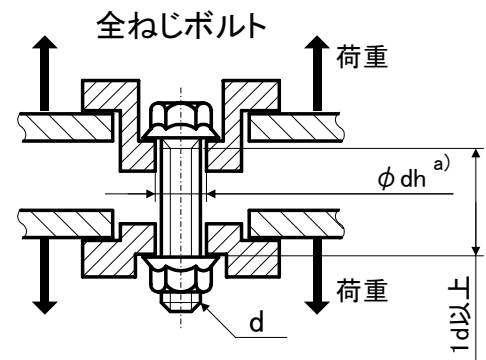
図1の部品の保持具硬さは、45HRC以上とし、ボルト穴径はJIS B 1001の2級とする。めねジのジグは、公差域クラス6g、硬さ45HRC以上で必要なめあい長さを設定できるものとする。ただし、ねじ山がせん断破壊せず試験に合格するならば製品のナットを用いてもよい。試験機の試験片セット部は、試験片に横方向の力が作用しないように自動調心形とするのがよい。

強度区分4.8の破断伸びを測定する場合は、変位に対する試験荷重の変化²⁾が連続的に破断まで記録可能な試験機を使用する。

注²⁾ 正確な測定のためには、荷重—変位線図の弾性域における直線の傾きが、図2のように荷重軸に対して約 $30\sim 45^\circ$ となるように感度を設定するのが望ましい。



注a) ϕdh : JIS B 1001のボルト穴径2級



注a) ϕdh : JIS B 1001のボルト穴径2級

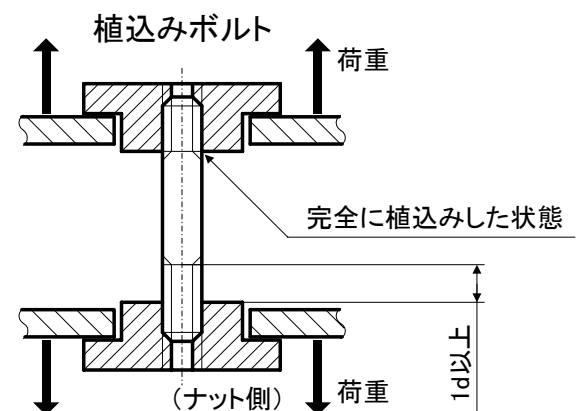


図1 製品の引張試験

8.1.2 試験条件及び手順

製品を図1のように取付ける。植込みボルトの場合は、植込み側のおねじをめねじのジグに完全に植込んだ状態で試験する。引張荷重を受ける遊びねじ部(不完全ねじ部を除く)の長さは、引張強さを求める場合は1d(dはねじの呼び径)以上、強度区分4.8の破断伸びを測定する場合は1.2dの値とする。試験方法は、JIS Z 2241による。引張速度は無負荷時におけるクロスヘッドの速度で毎分25mmより大きくしてはならない。試験は製品が破断するまで行い、試験における最大荷重を読み取る。

8.1.3 結果の判定

(1) 頭部の強さが、ねじ部及び円筒部より強い製品の場合

製品の引張強さ(Rm)は、引張試験の最大荷重(Fm)をねじの有効断面積(As,nom)で除して求める。

$$Rm = Fm / As, nom$$

ここに、 d_2 ：ねじの有効径の基準寸法(JIS B 0205-4による)

d_3 ：おねじの谷の径(おねじの谷の径の基準寸法から
ねじ山のとり三角形の高さ(H)の1/6を減じた値
($H=0.866025P$)

$$As, nom = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

有効断面積の値は、表8に示されている。

引張強さは、表5の規定値及び表8に規定する最小引張荷重を満足しなければならない。

破断は、円筒部の外径がねじの有効径より大きな製品の場合は遊びねじ部で、円筒部の外径がねじの有効径にほぼ等しい製品の場合は遊びねじ部又は円筒部で生じなければならない。頭部と円筒部の付け根で破断してはならない。

(2) 頭部の強さが、ねじ部や円筒部より弱い製品の場合

試験における最大荷重が、部品規格又は図面などに規定された最小引張荷重以上でなければならない。

(3) 伸びボルトの場合

円筒部の径がねじの有効径より明らかに小さく、伸び軸の平行部長さが円筒部外径の3倍以上ある製品の引張強さは、(1)の有効断面積を円筒部の原断面積に置き換えて計算する。

計算された引張強さは、表3の値を満足しなければならない。破断位置は伸び軸でなければならない。

なお、この場合も、図面などに最小引張荷重を明記するのが望ましい。

(4) 強度区分4.8における破断伸び試験の場合

荷重—変位線図において、図2に示すように、破断荷重点(図示a)を通る、弾性域の直線部分に平行な直線を引き、変位軸を横切る点を求め塑性変位量(ΔL_p)を読み取る。弾性域の直線化が難しい場合には、製品の保証荷重の40%と70%を結ぶ直線とする。破断伸び(Af)は、以下の式で求める。

$$Af = \Delta L_p / 1.2d$$

破断伸びは、表5の値を満足しなければならない。

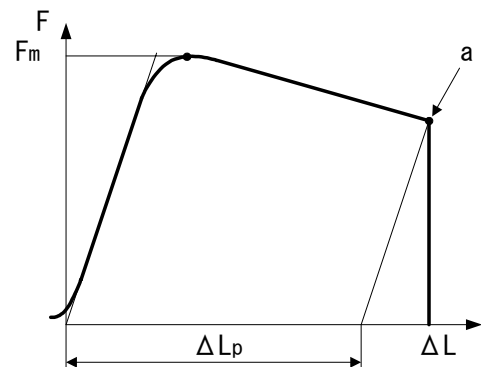


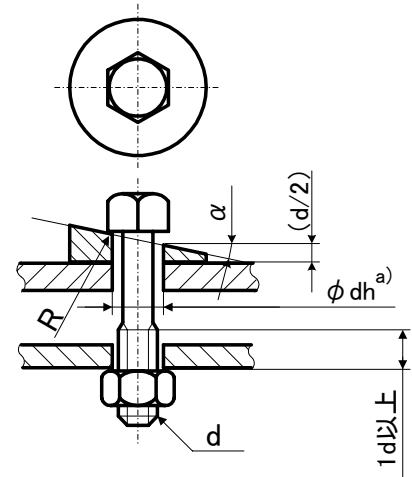
図2 荷重-変位線図

8.2 製品の状態でのかさび引張試験

8.2.1 目的、適用及び試験装置

くさび引張試験は、製品の引張強さ及び頭部から円筒部又はねじ部に移行する付け根の強度に問題がないかを同時に試験するために実施する。この試験は、座面が平面で、頭部の強さがねじ部や円筒部より強く、ねじの有効径にほぼ等しいかそれより太い円筒部を有し、呼び長さが2.5d以上、ねじ部長さが2d以上のボルト及び小ねじに適用する。植込みボルトと皿頭系の小ねじには適用しない。

試験に用いるくさびの硬さ・穴径・丸み・高さ・角度は、**図3**及び**表10**による。部品の保持具の硬さは45HRC以上、ボルト穴径は**JIS B 1001**の2級とする。めねじのジグは、公差域クラス6g、硬さ45HRC以上で、必要なめあい長さを設定できるものとする。ただし、ねじ山がせん断破壊せず試験に合格するならば製品のナットを用いてもよい。試験機の試験片取付け部は、試験片に横方向の力が作用しないように自動調心型とするのがよい。



注a) ϕdh : JIS B1001のボルト穴径2級

b) 試験装置は、頭部首下に生じる曲がりを保持するのに十分な剛性がなくてはならない。

表10 くさびの丸みと角度

図3 くさび引張試験

ねじの呼び径 d mm		R mm	角度 $\alpha \pm 30'$	
			円筒部の長さが 2d以上のおねじ部品	全ねじ又は円筒部の長さが 2d未満のおねじ部品
—	6	0.7	10°	6°
6	12	0.8		
12	20	1.3	6°	4°
20	39	1.6		

8.2.2 試験条件及び手順

遊びねじ部(不完全ねじ部を除く)の長さは1d以上とし、**図3**のようにくさびを製品の頭部の下に組み込む。引張試験方法は、**JIS Z 2241**による。引張速度は無負荷時におけるクロスヘッドの速度で毎分25mmより大きくしてはならない。試験は製品が破断するまで行い、試験における最大荷重を読み取る。

8.2.3 結果の判定

(1) 引張強さ

ボルト及び小ねじは、くさび引張試験において破断する前に、その製品の強度区分に対応する最小引張荷重(**表8**)に耐えなければならない。

(2) 頭部首下部の強度

破断は円筒部又はねじ部において生じ、頭部と円筒部の付け根で生じてはならない。なお、首下までねじ切りされた全ねじの製品では、亀裂が遊びねじ部で発生しその亀裂が進行したために頭部と円筒部の付け根が破断した場合は、この試験に合格したものとする。

なお、頭部座面径が1.7dを超える製品で、くさび引張試験に合格しなかった場合は、頭部座面の径を1.7dまで削り、**表10**に規定されたくさび角度で再試験をしてもよい。

8.3 保証荷重試験

8.3.1 目的、適用及び試験装置

保証荷重試験は、**表8**に規定する保証荷重に適合するかの判定と、不適合の場合には永久伸び量を測定するために行う。この試験は、頭部の強さがねじ部や円筒部より強く、円筒部の外径がねじの有効径以上、呼び長さが2.5d以上、ねじ部長さが2d以上(植込みボルトでは全長3d以上)の製品に適用する。**図4**の部品の保持具硬さは45HRC以上とし、ボルト穴径は**JIS B 1001**の2級とする。めねじのジグは、公差域クラス6g、硬さ45HRC以上で、必要なめあい長さを設定できるものとする。ただし、ねじ山がせん断破壊せず、試験に合格するならば製品のナットを用いてもよい。試験機の試験片取付け部は、試験片に横方向の力が作用しないように自動調心型とするのがよい。

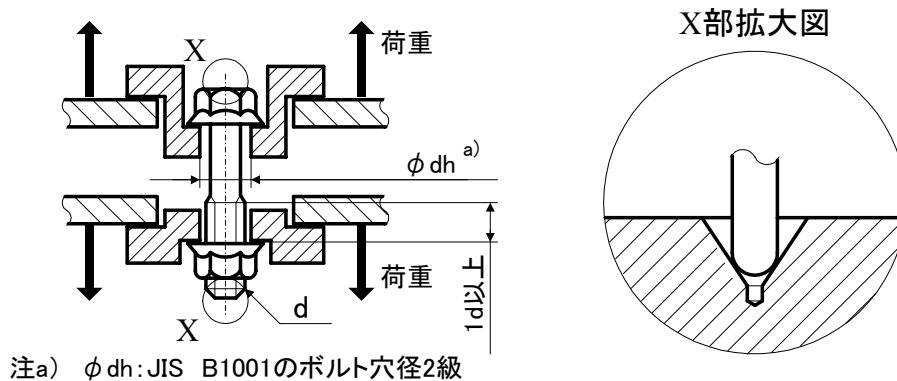


図4 保証荷重試験

8.3.2 試験条件及び手順

永久伸びの測定のために、製品の両端面に適切な加工を施す(図4参照)。測定子先端が球状になっている長さ測定器によって、保証荷重を負荷する前後に製品の長さを測定する。その際、温度変化による測定誤差を最小限にとどめるために手袋又は挟み道具を用いるとよい。

製品を図4のように取付ける。植込みボルトの場合は植込み側のおねじを、めねじのジグに完全に植込みした状態で試験する。引張荷重を受ける遊びねじ部(不完全ねじ部を除く)の長さは1d(dはねじの呼び径)の値とする。

注記 遊びねじ長さ1dを手際よく設定するには、めねじのジグを最後までねじ込みした後に、1dに相当する回転数を戻すとよい。

引張試験機によって、表9に規定する保証荷重を製品の軸方向に作用させ、その荷重に15秒間保持する。引張速度は無負荷時におけるクロスヘッドの速度で毎分3mmより大きくしてはならない。

8.3.3 結果の判定

荷重負荷の前と後との製品の長さが、測定誤差の許容値 $\pm 12.5\mu\text{m}$ の範囲内で、同一でなければならない。保証荷重の最初の負荷で、真直になる場合や、ねじの軸がそろうなどの理由によって、製品に見かけの永久伸び(プラス側の測定誤差)が生じることがある。この場合は、その製品に表9の保証荷重より3%大きい荷重で再試験を行い、再試験の前と後とで長さに変化がなければ保証荷重試験に合格したと判定してよい。この場合も、測定誤差の許容値 $12.5\mu\text{m}$ を認めるものとする。

8.4 削出試験片による引張試験

8.4.1 目的、適用及び装置

削出試験片による引張試験は、製品に用いている材料の引張強さ、0.2%耐力、破断伸び及び絞りを調べるため行う。この試験は、ねじ部長さが1d以上(植込みボルトの場合は植込み側も)で、表11に規定する呼び長さを有する製品に適用する。また、頭部の強さが円筒部より強い伸びボルトにも適用される。ただし、冷間加工で強化された強度区分4.8の製品は、この試験を適用せず、製品状態で試験する。

表11 試験項目に必要な呼び長さ (記号は図5による)

	破断伸びと伸びを測定する場合	絞りのみを測定する場合
ボルト及び小ねじ	$L \geq 6d_o + 2r + d$	$L \geq 4d_o + 2r + d$
植込みボルト	$L \geq 6d_o + 2r + 2d$	$L \geq 4d_o + 2r + 2d$

部品の保持具の硬さは、45HRC以上とし、ボルト穴径はJIS B 1001の2級とする。めねじのジグは、公差域クラス6g、硬さ45HRC以上で、必要なめあい長さを設定できるものとする。ただし、ねじ山がせん断破壊せず、試験に合格するならば製品のナットを用いてもよい。試験機の試験片取付け部は、試験片に横方向の力が作用しないように自動調心型とするのがよい。

8.4.2 試験片

引張試験には、図5に示す削出試験片を用いる。doは4mm以上でなければならない。ねじの円筒部の径が16mmを超える熱処理された製品から試験片を削り出す場合には、試験片の平行部の直径は、元の径から25%(元の断面積の約44%)以上細くしてはならない。

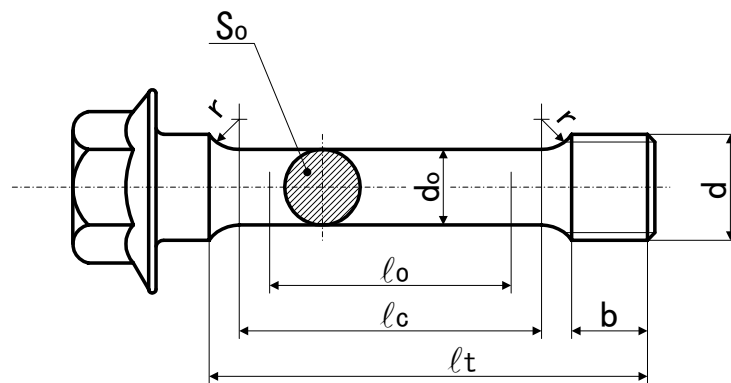


図5 引張試験用削出試験片

d:ねじの呼び径
 d_0 :試験片の直径
 (ねじの谷の径より小さくする。)
 b:ねじ部の長さ($b \geq d$)
 $Lo: 5d_0$ 又は $5.65\sqrt{S_0}$,
 破断伸び測定用の標点間距離
 $Lo: 3d$ 以上, 絞り測定用の場合
 Lc :平行部の長さ($Lo + d_0$)
 Lt :試験片の全長($Lc + 2r + b$)
 Lu :破断後の標点距離
 S_0 :平行部の断面積
 S_u :破断後における断面積

8.4.3 試験条件及び手順

引張試験方法は、JIS Z 2241による。引張速度は無負荷時におけるクロスヘッドの速度で、下降伏点又は0.2%耐力の測定荷重までは毎分10mmより大きくしてはならず、それ以後は毎分25mm以下とする。試験は製品が破壊するまで行う。

8.4.3 結果の判定

引張強さ、0.2%耐力、破断伸び及びびじりは、JIS Z 2241に規定する計算式により求める。引張強さ、0.2%耐力、破断伸び及びびじりは、表5を満足しなければならない。

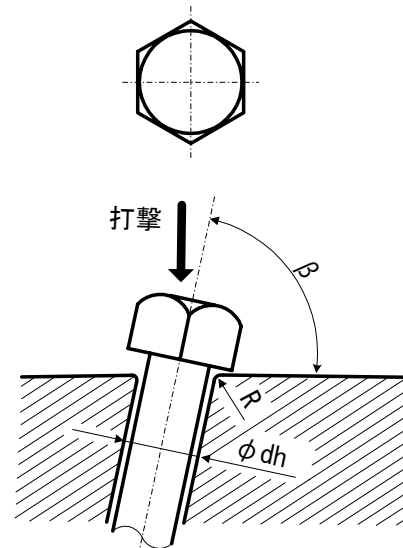
8.5 頭部打撃試験

8.5.1 目的、適用及び試験装置

頭部打撃試験は、頭部から円筒部又はねじ部に移行する付け根の強度に問題がないかを角度を設けたブロックに製品の頭部を打撃することによって確かめるために行う。この試験は、一般に首下長さが短いためにくさび引張試験ができない時に行われる。この試験は、頭部の強さがねじ部より強く、呼び長さが1.5d以上、呼び径が10mm以下の製品に適用する。ブロックの硬さは45HRC以上、厚さは2d以上、ボルト穴径はJIS B 1001の2級、角度 β は表12の値とする。

表12 穴の角度

強度区分	4.8	8.8	9.8	10.9	11.9
角度 β	80°				



d_h :JIS B1001のボルト穴径2級
 注記 Rは図3及び表10による。

図6 頭部打撃試験

8.5.2 試験条件及び手順

ブロックをしっかりと固定し、製品を図6のようにブロックの穴に差し込み、製品の頭部をハンマで何回か打撃し、 $90^\circ - \beta$ だけ曲げる。

8.5.3 結果の判定

頭部と円筒部との付け根の割れ目を8~10倍に拡大して調べ、割れ目が認められてはならない。ただし、全ねじの製品の場合は、打撃によって頭部側の第1ねじ山に割れ目が生じてても、頭部が切り離されなければ合格とする。

8.6 硬さ試験

8.6.1 目的、適用及び試験装置

硬さ試験は、引張試験ができない製品について使用している材料の硬さから調べるために、又、全ての製品について硬さが最大値を超えていないかを調べるために行う。

注記 硬さと理論的な引張強さとの間には厳密な関係がないかもしれない。硬さの最大値は、理論的な最大強さ以外の理由によって決められている(例えば、脆性を避けるため)

硬さは、適切な表面又はねじ部の横断面をJIS Z 2244によるビッカース硬さ又はJIS Z 2245によるロックウェル硬さで測定する。硬さの測定値に疑義が生じた場合には、ビッカース硬さにて判定する。強度区分10.9以上の製品の品質管理には、ビッカース硬さ(HV10)の使用が望ましい。なお、製品の初品検査時は、ビッカース硬さ及びロックウェル硬さの両方にて行い、ビッカース硬さのロックウェル硬さへの換算値とロックウェル硬さ測定値との間に、1ポイント以上の差が生じた場合は、その製品はビッカース硬さによって検査を行うものとする。

8.6.2 試験条件及び手順

1) ねじ部の横断面を用いる場合

ねじ先端からほぼねじの外径に等しい長さだけ切り取った面の中央部と外周のほぼ中間点の硬さを測定する。

注記 強度区分4.8～6.8の冷間加工で硬化した製品は、ねじ部の断面の硬さによって判定される。

2) 製品の表面を用いる場合

表面処理が施こされたものはそれを除去し、平滑な平面に加工した頭部、ねじの端面又は円筒部³⁾における硬さを調べる。この方法は日常の検査に用いられる。ビッカース硬さの試験力は最小98.07Nとする(HV10以上)。

注³⁾ 頭部及びねじの端面が形状の制約から測定不可能な場合は、円筒部の表面を測定してもよい。ただし、測定面を硬さのくぼみの対角線長さ又は直径の5倍以上の幅をもつ平面に加工し幅の中央位置を測定するなどの方法により、測定精度を十分に確保しなければならない。

8.6.3 結果の判定

引張試験ができない製品⁴⁾の硬さは、表5に規定する硬さの範囲を満足しなければならない。引張試験された製品(伸びボルト及び削出試験片などを含む)の硬さの最大値は、表5の値を超えてはならない。

注⁴⁾ 引張試験時の遊びねじ部が1d未満となり試験条件を満たさない製品を含む。

8.7 脱炭試験

8.7.1 目的、適用及び試験装置

脱炭試験は、焼入焼戻しされた強度区分8.8から11.9までの製品について、脱炭の検出と脱炭深さの見極めのために行う(図7参照)。脱炭(表層の炭素含有量消失)は、線材の製造工程及び製品の熱処理工程に起因して生成され、表5の限界値を超えるとねじ山の強度⁵⁾が低下し破損を招くものである。

注⁵⁾ 製品の保持や締付け時の回転防止のために円筒部にセレーションを施している製品については、表層の軽微な脱炭により機能が低下する場合がありますので、その限界値を製造者と協議し、本規定値とは別に図面などに規定しておく必要がある。

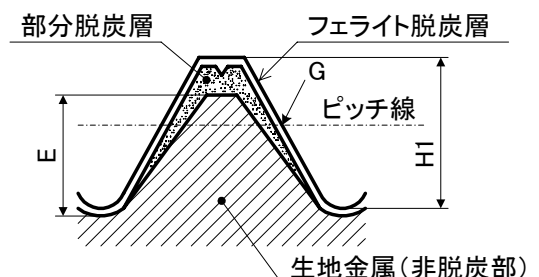
表面の炭素の状態は、顕微鏡による方法又は硬さによる法で評価される。

顕微鏡による方法では、完全脱炭深さ(G)と、生地金属部分の高さ(E)が測定できる。

硬さによる方法では、ピッチPが1.25mm以上のねじ山の生地金属部分の高さ(E)を測定し、部分脱炭を判定できるが、完全脱炭の最大深さの測定には適用できない。

8.7.2 定義

- (1) 生地金属部の硬さ: 心部から外周部に走査したとき、浸炭又は脱炭を示す硬さの上昇もしくは下降が見られる直前の部分の硬さ
- (2) 脱炭: 一般には、鉄系金属(鋼)の表面層における炭素の消失
- (3) 部分脱炭: 焼戻しマルテンサイトがわずかに見え、隣接した生地金属より明らかに低い硬さを示す程度まで、炭素の一部が消失した脱炭。ただし、金属組織にフェライト粒が見えない状態。
- (4) 完全脱炭: 金属組織にフェライト粒だけが明らかに見えるようになるまで、ほとんどの炭素が消失した脱炭。



H1:おねじの最大実体における山の高さ
〔H1:及びE(最小)の値は、表7参照。〕

図7 脱炭

8.7.3 試験条件と手順

(1) 顕微鏡による方法

試験片は、おねじ部品の全ての熱処理工程が完了し、表面処理が施こされたものはそれを除去したものを用いる。おねじ部品のねじ部を、軸心を含むように長手方向に切断し、ねじ部の先端からほぼねじの呼び径に等しい長さの位置を測定する。試験片は、樹脂などに埋め込み、観察面は金属組織試験用に研磨されていなければならない。

注記 脱炭による組織変化を顕微鏡で観察するには、試験片を3～5%のナイトール(濃硝酸のエチルアルコール溶液)に浸して腐食させるのがよい。

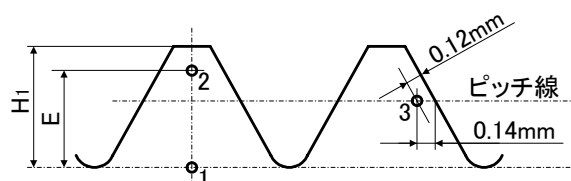
受渡し当事者間で特に協定がなければ、顕微鏡の観察倍率は100倍とする。

顕微鏡がすりガラスのスクリーン付きのものである場合は、脱炭層の深さはスケールを直接当てて測定する。接眼鏡で測定する場合は、十字線又はスケールを用いて行う。

(2) 硬さによる方法 (部分脱炭を判定する方法)

試験片は、上記(1)と同じである。ただし、ナイトールの腐食は不要である。

図8の点1及び点2におけるビッカース硬さを試験力2.942N(HV0.3)で測定する。



脱炭 $HV_2 \geq HV_1 - 30$,

浸炭 $HV_3 \leq HV_1 + \alpha$ (強度区分 8.8,9.8: $\alpha=30$, 10.9: $\alpha=10$, 11.9: $\alpha=0$)

注記 点3までの0.14mmは、ピッチラインから測定点を決める作業の際の値である。

図8 脱炭及び浸炭試験における硬さの測定点

表13 おねじの最大実体における高さ(H_1)^{a)} 及び 非脱炭部の高さ(E, 最小)の値 単位 mm

ねじのピッチ P ^{b)}			0.5	0.6	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5	3	3.5	4
H1			0.307	0.368	0.429	0.491	0.613	0.767	0.920	1.074	1.227	1.534	1.840	2.147	2.454
E (最小)	強度	8.8,9.8	0.154	0.184	0.215	0.245	0.307	0.384	0.460	0.537	0.614	0.767	0.920	1.074	1.227
	区分	10.9,11.9	0.205	0.245	0.286	0.327	0.409	0.511	0.613	0.716	0.818	1.023	1.227	1.431	1.636
注a) おねじ谷底切り取り高さはH/6とした場合の値。ここにH=0.866025 P															
b) ピッチ(P)が1mm以下のものは、顕微鏡による方法だけとする。															

注a) おねじ谷底切り取り高さはH/6とした場合の値。ここにH=0.866025 P

b) ピッチ(P)が1mm以下のものは、顕微鏡による方法だけとする。

8.7.4 結果の判定

(1) 顕微鏡による方法

完全脱炭がある場合は、その深さは表3の規定を満足しなければならない。非脱炭部の高さ(E)は表13の最小値を満足しなければならない。

(2) 硬さによる方法

図8の点2におけるビッカース硬さ(HV_2)は、点1の硬さ(HV_1)よりビッカース硬さで30ポイント小さい値に等しいか、それより大きい値でなければならない。この場合に、表13で規定する非脱炭部の高さ(E)の最小値を満足するものとする。

8.8 浸炭試験

8.8.1 目的、適用及び試験装置

浸炭試験は、焼入焼戻しされた強度区分8.8～11.9のおねじ部品の表面が熱処理中に浸炭されていないかを確認するために行う。生地金属の硬さと表面硬さの差によって表層の浸炭状態は明白になる。浸炭は、表面硬さの上昇により製品の脆性を高めるので有害である。

浸炭の有無は、ねじ部の長手方向断面における硬さ試験又は表面硬さ試験により検出が可能である。ねじ部の断面における硬さ試験は、 $P \geq 1.25$ のおねじ部品に適用する。疑義が生じた場合には、ねじ部の断面における硬さ試験を用いる。

注記 浸炭によって硬さが増加することと、熱処理又は冷間加工によって表面の硬さが増加することは異なるので、これらを区別することが重要である。例えば、熱処理後にねじ転

造加工された製品の場合は、ねじ部以外の部位で硬さの判定を行う必要がある。

8.8.2 定義

浸炭：表面層の炭素量が生地金属部の炭素量より増加した状態

8.8.3 試験条件及び手順

(1) ねじ部の長手方向断面の硬さ試験

試験片は、8.7.3(2)に規定する脱炭試験での硬さによる方法の試験片と同じである。図8の点1及び点3におけるビッカース硬さを試験力2.942N(HV0.3)で測定する。

試験片が8.7.3(2)の試験に用いられていた場合には、点3の硬さは、点1及び点2の硬さを測定したねじ山の隣りに位置するねじ山のピッチ線上とする。

(2) 表面硬さ試験

試験片は、おねじ部品の全ての熱処理工程が完了し、表面処理が施されたものはそれを除去したものをを用いる。表面硬さの測定は、おねじ部品の頭部、ねじ先端、または円筒部⁹⁾の適切な平滑な平面を用いる。測定面は、測定値の再現性が確保でき、材料の表層における本来の性質が得られるように最小限の研削又は研磨加工⁷⁾を施す。測定面を、試験力2.942N(HV0.3)⁸⁾のビッカース硬さで測定する。また、ねじ部の先端からほぼねじの呼び径に等しい長さの位置における断面の硬さが測定可能な試験片を準備し、中心点と外周とのほぼ中間点における内部のビッカース硬さ(HV0.3)を測定し比較する。

注6) 頭部及びねじの端面における表層の硬さ測定が形状的制約により測定不可能な場合は、円筒部の表面を平面に加工して測定するとよい。測定平面の幅は、くぼみ対角線長さの5-6倍程度の幅をもつ平面とし、その中央位置で測定する。くぼみが通常の平面を測定する時以上に菱形に変形したものは測定対象としてはならない。

7) 下地に潤滑用燐酸塩処理が施され、めっき厚さ規格8μmの亜鉛めっき処理された製品の場合、#240～#1000の耐水研磨紙とダイヤモンドペーストのバフ研磨盤を使用し、外径を測定しながら製品の最表面から30～50μm程度研磨した表面を測定するとよい。

8) 量産検査の場合は、製品の呼び径及び測定面積に応じて試験力をHV1～HV5に変更することも可とする。ただし、当該の製品形状にて、試験荷重の影響について事前に確認していなければならない。測定結果に疑義が生じた場合は、HV0.3にて判定する。

8.8.4 試験結果の判定

ねじ部の長手方向断面の硬さ試験において、点3の硬さ(HV₃)は、点1の硬さ(HV₁)より表14の値を超えて高くしてはならない。

表面硬さ試験において、表面硬さは、内部の硬さより表14の値を超えて高くしてはならず、その最大値は表14を満足しなければならない。

表14 硬さの差と表面硬さの最大値

強度区分	ねじ部の断面の 硬さ試験	表面硬さ試験	
		内部の硬さとの差	硬さの最大値
8.8	$HV_3 \leq HV_1 + 30,$	HV30ポイント	350HV(d≤16), 365HV(d>16)
9.8			390HV
10.9	$HV_3 \leq HV_1 + 10,$	HV10ポイント	390HV
11.9	$HV_3 \leq HV_1$	超えてはならない	390HV

8.9 再焼戻し試験

8.9.1 目的、適用及び試験装置

再焼戻し試験は、焼入焼戻しされた強度区分8.8～11.9のおねじ部品が、表6の焼戻し温度以上で処理されたかどうかを調べるために行う。この試験は、疑義を生じた場合の判定に用いられる。

8.9.2 試験条件及び手順

製品のおねじ部品について、ねじ部の長手方向断面のビッカース硬さを8.7.3(2)の手順により測定する。測定したおねじ部品を、表6に規定する最小焼戻し温度より10℃低い温度に30分間保持する再焼戻しを行い、再び、ねじ部の同じ断面のビッカース硬さを測定する。

8.9.3 試験結果の判定

再焼戻し前後の3点の平均硬さに硬さの低下がある場合、その差はビッカース硬さの値で20ポイントを超えてはならない。

8.10 ねじり試験

8.10.1 目的、適用及び試験装置

ねじり試験は、引張試験ができないボルト及び小ねじの破壊トルクを決定するために行う。この試験は、ねじの呼び径が10mm以下で、頭部の強度がねじ部より強く、円筒部の径がねじの有効径とほぼ等しいかそれ以上あり、ねじの呼び長さが1d+2ピッチ以上の製品に適用する。試験装置の例を図9に示す。

トルク測定器は、表15に規定するそれぞれの最小破壊トルク値の5倍を超えない目盛範囲をもつものとし、誤差(最大)は試験される破壊トルク値の±7%とする。

注記1 植込みボルトは短くても引張試験が容易なので対象外とする。

注記2 低い強度区分では試験結果のばらつきが大きく更に研究の必要があるため、当面、強度区分 8.8～11.9だけを規定する。

8.10.2 試験条件及び手順

ボルト又は小ねじを、2山の遊びねじ部を残して、ねじ部長さ1d以上を試験装置に固定する。トルクは連続的に増加させる方法で加える。確実にねじ部を固定することにより、破壊を起こすまでにトルクだけを作用させ、頭部及びねじ部の摩擦の影響を与えてはならない。

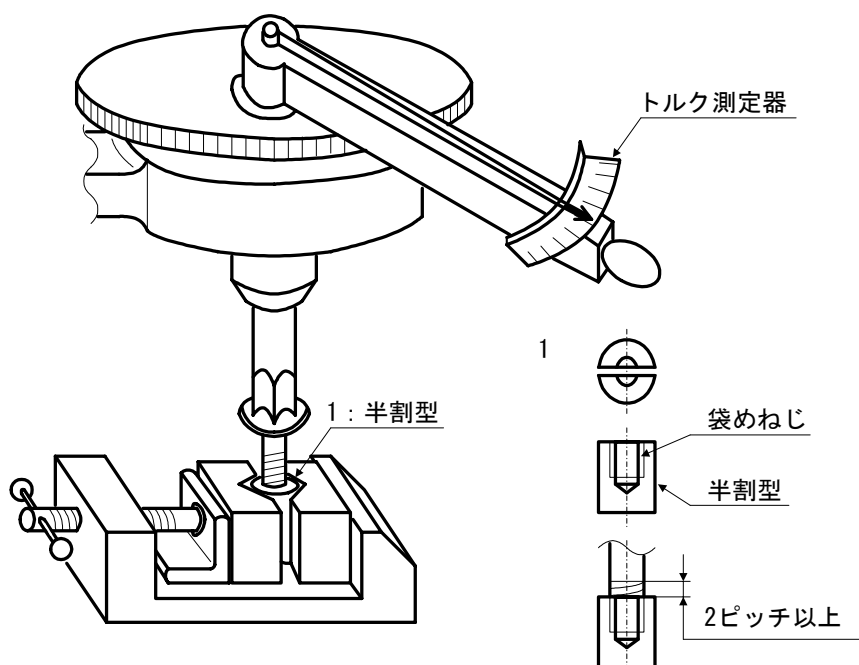


図9 ねじり試験装置(例)

表15 せん断/引張比及び最小破壊トルク

	強度区分			
	8.8	9.8	10.9	11.9
せん断/引張比	0.84	0.815	0.79	0.77
[N・m]				
ねじの呼び	強度区分			
	8.8	9.8	10.9	11.9
M3×0.5	1.5	1.7	1.9	—
M4×0.7	3.6	3.9	4.4	—
M5×0.8	7.6	8.3	9.3	—
M6×1	13	14	16	16
M8×1.25	33	36	40	41
M10×1.5	66	72	81	83
M10×1.25	75	82	91	94