

3 締結部品の機械的性質

1. ボルトの機械的性質

炭素鋼及び合金鋼製のボルトを10～35℃の環境温度範囲内で引張試験、ねじり試験、硬さ試験などの試験をした時に得られる機械的性質は、<JIS B1051表3>に強度区分に対応した数値で規定されております。また機械的性質を見極める試験項目についてはJIS B1051表5 受け入れ目的のための試験プログラムA及びBに定められております。

表3 ボルト、ねじ及び植込みボルトの機械的及び物理的性質

(単位 mm)

5.項の 番号	機械的又は物理的性質		強度区分											
			3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8(11)		9.8 (12)	10.9	12.9	
									d≤16 mm(13)	d>16 mm(13)				
5.1	呼び引張強さ Rm,nom N/mm ²		300	400		500		600	800	800	900	1000	1200	
5.2	最小引張強さ Rm,min(14)(15) N/mm ²		330	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220	
5.3	ビッカース硬さ HV F≥98N	最小	95	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385	
		最大	220(16)						250	320	335	360	380	435
5.4	ブリネル硬さ HB F=30D2/0.102	最小	90	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366	
		最大	209(16)						238	304	318	342	361	414
5.5	ロックウェル 硬さ	最小	HRB	52	67	71	79	82	89	—	—	—	—	
			HRC	—	—	—	—	—	—	22	23	28	32	39
		最大	HRB	95.0(16)						99.5	—	—	—	—
			HRC	—						—	32	34	37	39
5.6	表面硬さ HV0.3		—						(17)					
5.7	下降伏点ReL(18) N/mm ²		呼び	180	240	320	300	400	480	—	—	—	—	
			最小	190	240	340	300	420	480	—	—	—	—	
5.8	0.2%耐力Rp0.2(19) N/mm ²		呼び	—				—	640	640	720	900	1080	
			最小	—				—	640	660	720	940	1100	
5.9	保証荷重応力 Sp N/mm ²		Sp/ReL又はSp/Rp0.2	0.94	0.94	0.91	0.93	0.90	0.92	0.91	0.91	0.90	0.88	
				180	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
5.10	破壊トルク MB	N・m	最小	—						JIS B 1058による。				
5.11	破断伸び A	%	最小	25	22	—	20	—	—	12	12	10	9	
5.12	絞り Z	%	最小	—						52		48	48	4
5.13	くさび引張りの強さ(15)		5.2に示す引張強さの最小値より小さくしてはならない。											
5.14	衝撃強さ KU	J	最小	—			25	—		30	30	25	20	
5.15	頭部打撃強さ		破壊してはならない。											
5.16	ねじ山の非脱炭部の高さ E	mm	最小	—						1/2H1		2/3H1	3/4H1	
	完全脱炭部の深さ G	mm	最大	—						0.015				
5.17	再焼戻し後の硬さ		—						ビッカース硬さの値で20ポイント以上低下してはならない。					
5.18	表面状態		JIS B 1041及びJIS B 1043による。											

注(11) 強度区分8.8でd≤16mmのボルトを、ボルトの保証荷重値を超えて過度に締め付けた場合には、ナットのねじ山がせん断破壊を起こす危険性がある(JIS B 1052 附属書1参照)。

(12) 強度区分9.8は、ねじの呼び径16mm以下のものだけに適用する。

(13) 強度区分8.8の鋼構造用ボルトに対しては、ねじの呼び径12mmで区分する。

(14) 最小の引張強さは、呼び長さ2.5d以上のものに適用し、呼び長さ2.5d未満のもの又は引張試験ができないもの(例えば、特殊な頭部形状のもの)には、最小の硬さを適用する。

(15) 製品の状態で行う試験の引張荷重には、最小引張強さRm,minを基に計算した表6及び表8の値を用いる。

(16) ボルト、ねじ及び植込みボルトのねじ部先端面の硬さは、250HV、238HB又は99.5HRB以下とする。

(17) 強度区分8.8～12.9の製品の表面硬さは、内部の硬さよりも、ビッカース硬さHV0.3の値で30ポイントを超える差があってはならない。ただし、強度区分10.9の製品の表面硬さは、390HVを超えてはならない。

(18) 下降伏点ReLの測定ができないものは、0.2%耐力Rp0.2による。強度区分4.8、5.8及び6.8に対するReLの値は、計算のためだけのものなので、試験のための値ではない。

(19) 強度区分の表し方に従う降伏応力比及び最小の0.2%耐力Rp0.2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。

<JIS B1051表3> (JISハンドブックより抜粋)

3 締結部品の機械的性質

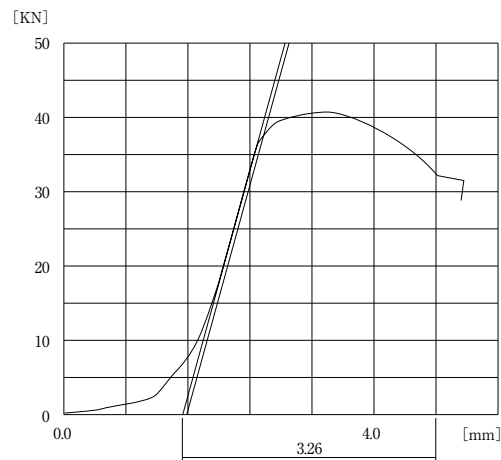
ここで、ひとつの引張試験結果を表3の規定にしたがって判定してみます。

<図1引張試験>はM8の合金鋼製ボルトの引張試験結果の表とグラフです。①まず最大点荷重は40600NとなっておりますからM8ボルトの有効断面積 36.6mm^2 (JIS B1082表1一般用メートルねじの有効断面積を参照)で割ると $1109\text{N}/\text{mm}^2$ と言う数値が得られます。表3の最小引張強さの行を右へ追っていくと強度区分10.9の $1040\text{N}/\text{mm}^2$ 以上をクリアしていることが分かります。②次に、耐力 $1026\text{N}/\text{mm}^2$ となっておりますので表3の耐力の行を右へ追っていくと、やはり強度区分10.9の $940\text{N}/\text{mm}^2$ 以上をクリアしていることがわかります。③次に、グラフの方に目をやるとボルトが伸び始めてからちぎれるまでの距離が 3.26mm となっております。試験条件のところに標点距離 23.00mm と記録されておりますので、ボルトが伸びた 3.26mm を標点距離 23mm で割ると $0.14(=14\%)$ と言う数値が得られます。表3の破断伸びの行を右に追っていくと強度区分8.8の12%以上をクリアしていることが分かります。もちろん10.9の9%は大きくクリアしております。以上の3つの数値から当該ボルトの引張試験結果は強度区分10.9相当と判定出来ます。硬さ試験についてはビッカース、ブリネル、ロックウェルのいずれかの硬さ試験結果で強度区分10.9の欄に記載された最小値と最大値の間に収まる数値が得られ、尚且つねじ表面が浸炭や脱炭していないこと(表面と心部との差が 30HV 以上ないこと)が確認されればこのねじの硬さ試験結果は強度区分10.9相当であると判定出来ます。

日付：06-18-2007
 操作者：
 温度：20℃
 湿度：35%

形状：面積
 面積：36.60
 標点距離：23.00
 名前：
 注釈：

Calc.	最大点荷重	耐力1応力	破断点応力
CPI, CP2		0.200	
CP Unit		[%]	
Pass-Fail	Pass, Fail	Pass, Fail	Pass, Fail
Unit	[N]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
	40600.0	1026.23	866.666



<図1引張試験>

2. ナットの機械的性質

材料が炭素鋼又は合金鋼製の保証荷重規定ナット(並目ねじ)の機械的性質の強度区分は、そのナットと組み合わせて使用することが出来るボルトの最高の強度区分で表わします。<JIS B1052-2表2>参照。より詳しくはJIS B1052表5機械的性質に載っております。

3. ステンレスボルトの機械的性質

ステンレス鋼の鋼種区分と化学成分の含有割合は、<JIS B1054-1表1>に規定されており、それぞれの鋼種を使用してそれぞれの強度区分に加工したボルトの呼び方は<JIS B1054-1図1>に体系づけられております。また、それぞれの強度区分に相当する引張強さや伸びなどの機械的性質は<JIS B1054-1表2,3>に規定されております。

4. ステンレスナットの機械的性質

<JIS B1054-1表1>に規定されている鋼種を使用してそれぞれの強度区分に加工したナットの呼び方は<JIS B1054-2図1>に体系づけられております。

表2 呼び高さが0.8d以上のナットの強度区分及びそれと組み合わせるボルト

(単位 mm)

ナットの強度区分	組み合わせるボルト		ナット	
	強度区分	ねじの呼び範囲	スタイル1 ねじの呼び範囲	スタイル2
4	3.6, 4.6, 4.8	>M16	>M16	—
5	3.6, 4.6, 4.8 5.6, 5.8	≤M16	≤M39	—
		≤M39		
6	6.8	≤M39	≤M39	—
8	8.8	≤M39	≤M39	>M16
				≤M39
9	9.8	≤M16	—	≤M16
10	10.9	≤M39	≤M39	—
12	12.9	≤M39	≤M16	≤M39

注記 一般に、高い強度区分に属するナットは、それより低い強度区分のナットの代わりに使用することができる。ボルトの降伏応力又は保証荷重応力を超えるようなボルト・ナットの締結には、この表の組合せより高い強度区分のナットの使用を推奨する。

<JIS B1052-2表2> (JISハンドブックより抜粋)

3 締結部品の機械的性質

表1 ステンレス鋼の鋼種区分-化学成分

鋼種	鋼種区分	化学成分 % (m/m) (3)								
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu
オーステナイト系	A1(4)(5)(6)	0.12	1	6.5	0.2	0.15~0.35	16~19	0.7	5~10	1.75~2.25
	A2(9)(10)	0.1	1	2	0.05	0.03	15~20	-(7)	8~19	4
	A3(11)	0.08	1	2	0.045	0.03	17~19	-(7)	9~12	1
	A4(10)(12)	0.08	1	2	0.045	0.03	16~18.5	2~3	10~15	1
	A5(11)(12)	0.08	1	2	0.045	0.03	16~18.5	2~3	10.5~14	1
マルテンサイト系	C1(12)	0.09~0.15	1	1	0.05	0.03	11.5~14	-	1	-
	C3	0.17~0.25	1	1	0.04	0.03	16~18.5	-	1.5~2.5	-
	C4(4)(12)	0.08~0.15	1	1.5	0.06	0.15~0.35	12~14	0.6	1	-
フェライト系	F1(13)(14)	0.12	1	1	0.04	0.03	15~18	-(8)	1	-

備考1.特定の目的をもつステンレス鋼の鋼種及び鋼種区分の適用に関する説明を、附属書Bに示す。
 2.ISO 683-13及びISO 4954で標準化されたステンレス鋼の例を、附属書C及び附属書Dに示す。

3.特定の目的に適する幾つかの材料を、附属書Eに示す。

注(3) 値は、他に示すものがなければ、最大を示す。

(4) いおう(S)は、セレン(Se)に置き換えてもよい。

(5) ニッケル(Ni)の含有量が8%以下の場合、マンガン(Mn)の含有量を5%以上にしなければならない。

(6) ニッケル(Ni)の含有量が8%を超える場合には、銅(Cu)の含有量に下限はない。

(7) モリブデン(Mo)の添加は、製造業者の任意である。ただし、ある適用に対してモリブデンの含有量の制限が絶対に必要ならば、購入者が注文時に指定しなければならない。

(8) モリブデン(Mo)の添加は、製造業者の任意である。

(9) クロム(Cr)の含有量が0.03%以下の場合には、ニッケル(Ni)の含有量の最小を12%とするのがよい。

(10) 炭素(C)の含有量が0.03%以下のオーステナイト系ステンレス鋼に対しては、窒素(N)の含有量は最大0.22%までよい。

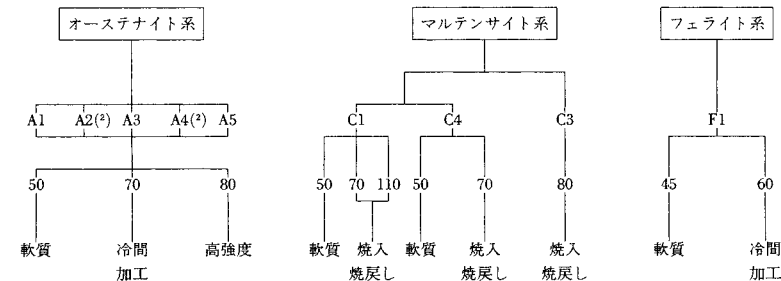
(11) 安定化に対して、チタン(Ti)の含有量は、炭素(C)含有量の5倍から最大0.8%までとし、この表に基づき適切に表示するか又は安定化に対して、ニオブ(Nb)及び/又はタンタル(Ta)の含有量は炭素含有量の10倍から最大1.0%までとし、この表に基づき適切に表示する。

(12) 直径の大きいもので、既定の機械的性質を満足させるために、炭素含有量を高くすることは、製造業者の任意であるが、オーステナイト系に対しては、0.12%を超えてはならない。

(13) チタン(Ti)の含有量は、炭素(C)の含有量の5倍から最大0.8%まで含んでもよい。

(14) ニオブ(Nb)及び/又はタンタル(Ta)の含有量は、炭素(C)の含有量の10倍から最大1.0%まで含んでもよい。

<JIS B1054-1表1> (JISハンドブックより抜粋)



注(1) 図1で分類した鋼種及び鋼種区分は、附属書Bで述べており、表1の化学成分によって規定する。

(2) 炭素含有量が0.03%を超えない低炭素ステンレス鋼の場合には“LA”の文字を付け加えて表示してもよい。

例 A4L-80

<JIS B1054-1図1> (JISハンドブックより抜粋)

表2 ボルト、ねじ及び植込みボルトの機械的性質-オーステナイト系の鋼種区分

鋼種	鋼種区分	強度区分	ねじ径の範囲	引張強さ Rm(15) 最小 N/mm ²	永久伸び 0.2%耐力 Rp0.2 (15) 最小 N/mm ²	破断後の伸び A(16) 最小 mm
オーステナイト形	A1, A2	50	≦M39	500	210	0.6d
	A3, A4	70	≦M24(17)	700	450	0.4d
	A5	80	≦M24(17)	800	600	0.3d

注(15) 引張応力は、有効断面積を用いて計算する(附属書A参照)。

(16) 伸びは6.2.4によって、製品そのもの(削出試験片ではない)から求めたものとする。dは、ねじの呼び径

(17) ねじの呼び径が24mmを超える締結用部品に対する機械的性質は、使用者と製造業者とが合意して、この表による鋼種区分及び強度区分を表示する。

<JIS B1054-1表2> (JISハンドブックより抜粋)

表3 ボルト、ねじ及び植込みボルトの機械的性質-マルテンサイト系及びフェライト系の鋼種区分

鋼種	鋼種区分	強度区分	引張強さ Rm(15) 最小 N/mm ²	永久伸び 0.2%耐力 Rp0.2 (15) 最小 N/mm ²	破断後の伸び A(16) 最小 mm	硬さ		
						HB	HRC	HV
マルテンサイト系	C1	50	500	250	0.2d	147~209	-	155~220
		70	700	410	0.2d	209~314	20~34	220~330
	110(18)	1 100	820	0.2d	-	36~45	350~440	
	C3	80	800	640	0.2d	228~323	21~35	240~340
		C4	50	500	250	0.2d	147~209	-
70	700		410	0.2d	209~314	20~34	220~330	
フェライト系	F1 (19)	45	450	250	0.2d	128~209	-	135~220
		60	600	410	0.2d	171~271	-	180~285

注(18) 最小焼戻し温度275℃での焼入焼戻しを行う。

(19) ねじの呼び径は24mm以下。

<JIS B1054-1表3> (JISハンドブックより抜粋)

3 締結部品の機械的性質

5. 鋼製タッピンねじの機械的性質

鋼製タッピンねじの機械的性質は、表面硬さ、心部硬さ、浸炭硬化層深さ、ねじりトルク値、などで規定されております。

附属書1 表1 硬さ

区分	ビッカース硬さ	
	最小	最大
表面硬さ	450HV	—
心部硬さ	200HV	400HV

<JIS B1055附属書1 表1> (JISハンドブックより抜粋)

附属書1 表2 浸炭硬化層深さ (単位 N・m)

呼び径	浸炭硬化層深さ	
	最小	最大
2, 2.5	0.04	0.10
3, 3.5	0.05	0.18
4, 4.5, 5	0.10	0.25
6, 8	0.15	0.28

<JIS B1055附属書1 表2> (JISハンドブックより抜粋)

附属書1 表3 ねじりトルク

(単位 N・m)

呼び径(mm)		2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	8
ねじ部の種類	1種	—	—	1.37	2.26	3.53	4.80	6.47	11.77	28.44
	2種、4種	0.42	0.88	1.57	2.55	3.53	5.20	7.06	12.75	29.91
	3種	0.39	0.91	1.67	2.55	3.73	5.59	7.94	13.24	33.83

<JIS B1055附属書1 表3> (JISハンドブックより抜粋)

6. ステンレス鋼製タッピンねじの機械的性質

ステンレス鋼製タッピンねじの機械的性質は、表面硬さ、心部硬さ、ねじりトルク値などで規定されております。

附属書2 表1 硬さ

区分	ビッカース硬さ
表面硬さ	320HV以上
心部硬さ	171HV以上

<JIS B1055附属書2 表1>
(JISハンドブックより抜粋)

附属書2 表2 ねじりトルク

(単位 N・m)

呼び径(mm)		2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	8
ねじ部の種類	1種	—	—	0.85	1.37	2.16	2.94	4.02	7.36	17.75
	2種、4種	0.27	0.59	0.98	1.67	2.35	3.43	4.70	8.53	19.61
	3種	0.26	0.61	1.08	1.67	2.45	3.73	5.30	8.83	19.61

<JIS B1055附属書2 表2> (JISハンドブックより抜粋)