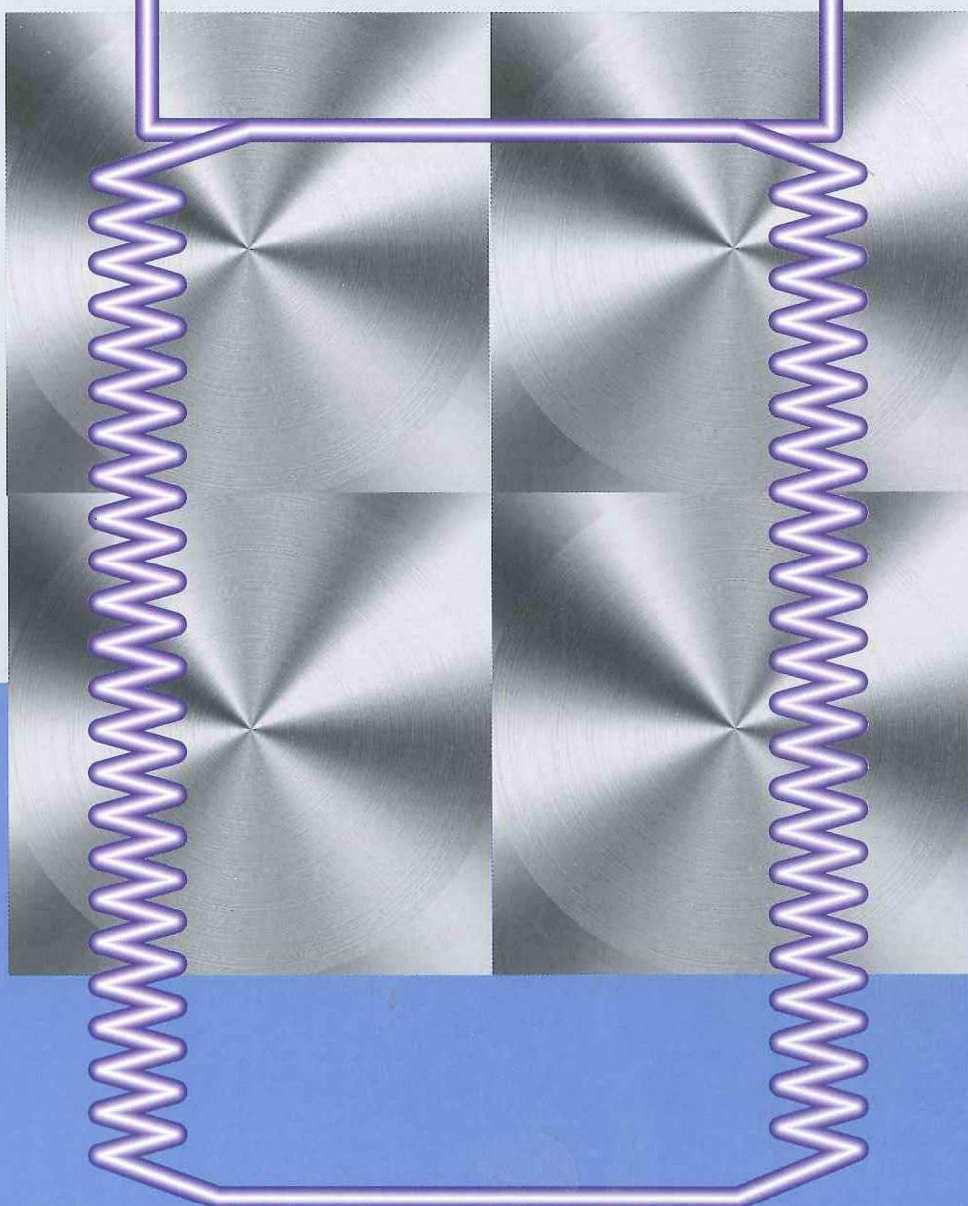


六角穴付きボルト 強力六角ボルト

Information

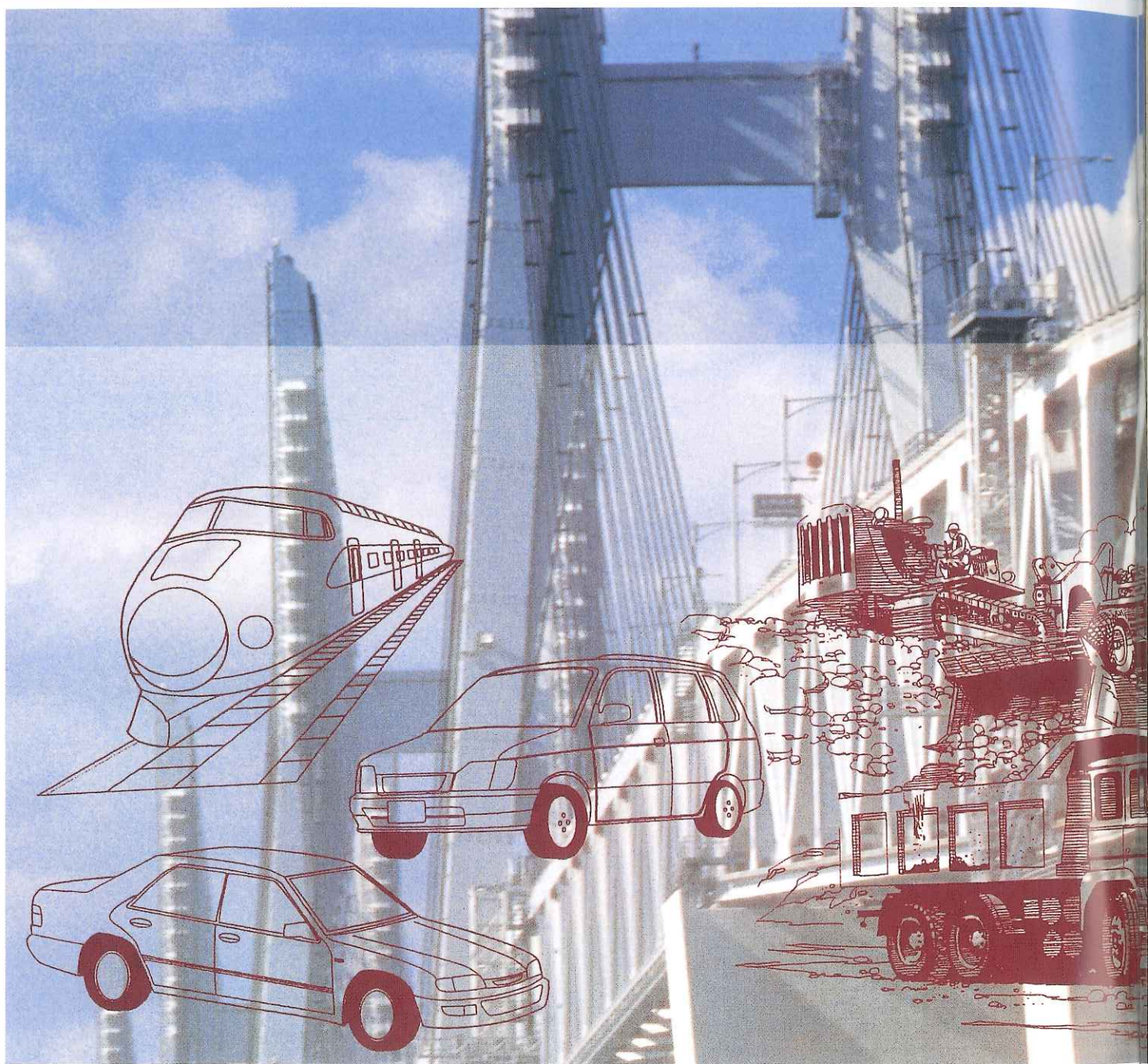


ISO 9001 : 2015 認証取得



日本ファスナー工業株式会社

線材の加工からボルトまで



目次

安全にご使用いただくために.....	3・4
形状・寸法	
六角穴付きボルト.....	5・6
強力六角ボルト.....	7・8
機械的性質.....	9
ボルトの表面処理.....	10・11
ボルトの締付方法.....	12～15
ボルトの疲れ破壊.....	16・17
ボルトの遅れ破壊.....	18
ボルトのゆるみ.....	19・20
入数表.....	21～23
〔参考〕ねじ強度区分別締付トルクの目安.....	24

一貫生産体制を整えています

頼れる実績を背景に

日本ファスナー工業は、すぐれた品質の製品を経済的な価格でお客様にお届けするために、素材の加工からボルト製品まで一貫生産体制を整えています。

日本ファスナー工業は、創業以来、橋梁や建築分野で使われる高力ボルトを生産し、高強度ボルトに対する種々の、Know Howを築いてまいりました。

その実績を背景に、六角穴付きボルトや強力六角ボルト等の高強度ボルトを生産し、現在、産業機械をはじめ、建設機械、自動車等広く産業界に使用されております。

本カタログは、商社、代理店の皆様のみならず、技術者や工場関係の皆様にも、広くご利用いただくために作成いたしました。

ISO 9001 マネジメントシステム登録証



登録番号：JQA-QM9036
登録事業者：
日本ファスナー工業株式会社
大阪府大阪市福島区今津北4丁目7番18号



当組織は、上記事業者の品質マネジメントシステムを審査した結果、技術者に比較する範囲において、下記条件の要求事項に適合していることを証明します。



ISO 9001:2008 / JIS A 9001:2008



登録日：2009年11月22日
有効期限：2011年11月22日
再評価日：2012年12月7日
有効期限：2014年11月22日

登録番号：JQA-QM9036



0.5 11 8

JQA

ISO 9001 付属書



登録番号：JQA-QM9036
登録事業者：
日本ファスナー工業株式会社

1 / 1

登録範囲：
高力ボルト、六角穴付きボルト、JIS規格六角ボルト、その他各種ボルトの設計・製造及び製造並びに流通・倉庫管理業務



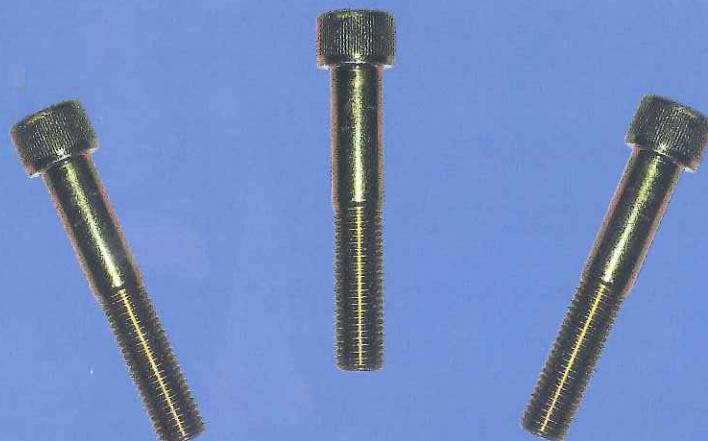
品質保証：
・客先受入検査・客先試験
・客先試験結果の報告・客先承認
・客先承認の記録

・材料工程
・材料検査・材料検査結果の報告・客先承認
・客先承認の記録

登録日：2009年11月22日
有効期限：2011年11月22日
再評価日：2012年12月7日
有効期限：2014年11月22日



JQA



安全にご使用いただくために



警 告

- 強度区分12.9のボルトには、電気めっきを施さないで下さい。また、10.9に電気めっきを施す場合は、脱水素処理（ベーキング）を施して下さい。いずれも遅れ破壊の危険性を回避するためです。
- 10.9以上の鋼製ボルトには、十分な防錆対策が必要です。溶融亜鉛めっきを施す場合は、8.8以下として下さい。腐食による遅れ破壊の危険性があります。
- ボルトには溶接をしないで下さい。ボルトに溶接を施しますと、ボルトの強度が低下して破壊したり、冷却後割損する恐れがあります。
- ボルト本来の使用目的（締結）以外には使用しないで下さい。例えば、ハンマーやバール等の代用にボルトを使用することは、事故につながる恐れがあるので危険です。
- ボルトの再使用は避けて下さい。強度保証ができません。



注 意

- **ボルト及び被締付物の性能に応じた適正な締付管理をして下さい。**

ボルト及び被締付物の材質、強度、潤滑などに応じた締付けを実施しないとボルトの破断、ゆるみや被締付物陥没の恐れがあります。

- **振動が大きい箇所に使用するとき、十分なゆるみ止めを施して下さい。**

ボルトのゆるみにより脱落の恐れがあります。定期的に増し締めを実施し、ゆるみの点検を行って下さい。

- **適正な温度範囲で使用して下さい。**

使用温度が高くなると、引張強さが低下して破断の危険性があります。また使用温度が低くなると靱性が低下します。JIS規格の強度は常温（5～35℃）で規定されております。

- **ボルトに剪断力が作用する使い方は避けて下さい。**

ボルトは本来、引張力で使用するものです。剪断力で使用しますと引張力に比べて強度が低下します。

- **適正な締付け工具を使用して下さい。**

不適正な工具の使用は、ボルトの破損ばかりでなく工具が外れた場合にケガをする危険性があります。また、締付け不足によるボルトのゆるみ、脱落の恐れがあります。

- **保管時の荷姿や環境には注意して下さい。**

ケースが壊れボルトが露出しますとほこりが付着したり、環境によっては錆が発生する恐れがあります。これは締付不良や遅れ破壊の原因となります。また、ケースの上に人が乗ったり、上に物を置かないで下さい。

材質：機械構造用合金鋼鋼材 JIS G 4053 SCM 435

等級：部品等級 A

機械的性質による等級 強度区分 12.9 (M 3 ~ M20)

10.9 (M22 ~ M30)

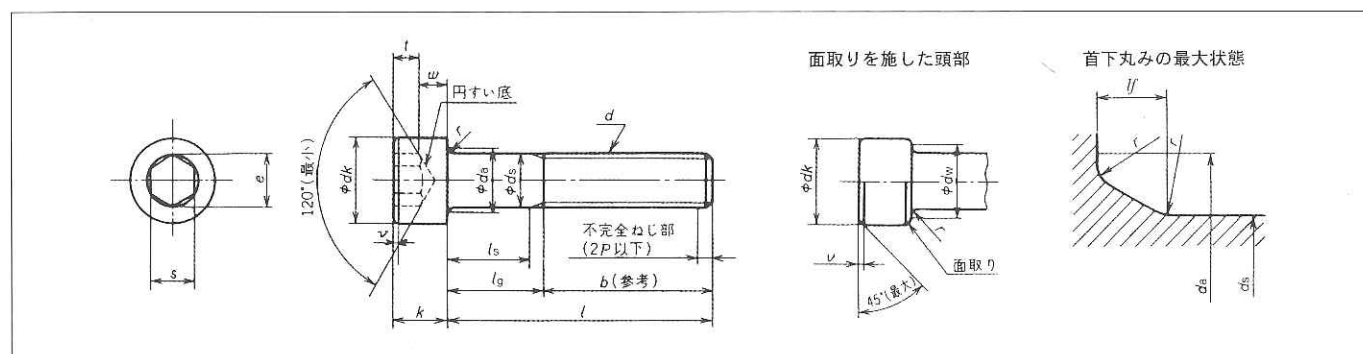
10.9 (電気亜鉛めっき)

表面処理：黒色酸化皮膜、電気亜鉛めっき

ねじ：種類 一般メートルねじ (並目) JIS B 0205

等級 6 g (10.9) 5 g 6 g (12.9)

電気亜鉛めっきを施したねじの最大許容寸法は、4hをねじの最大許容寸法とする。

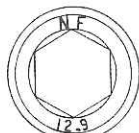


ねじの呼び (d)		M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	(M18)	M20	(M22)	M24	M30
ねじのピッチ (P)		0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2	2.5	2.5	2.5	3	3.5
b	参 考	18	20	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	72
dk	最 大	5.68	7.22	8.72	10.22	13.27	16.27	18.27	21.33	24.33	27.33	30.33	33.39	36.39	45.39
	最 小	5.32	6.78	8.28	9.78	12.73	15.73	17.73	20.67	23.67	26.67	29.67	32.61	35.61	44.61
da	最 大	3.6	4.7	5.7	6.8	9.2	11.2	13.7	15.7	17.7	20.2	22.4	24.4	26.4	33.4
ds	最大 (基準寸法)	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	30
	最 小	2.86	3.82	4.82	5.82	7.78	9.78	11.73	13.73	15.73	17.73	19.67	21.67	23.67	29.67
e	最 小	2.873	3.444	4.583	5.723	6.863	9.149	11.429	13.716	15.996	15.996	19.437	19.437	21.734	25.154
lf	最 大	0.51	0.6	0.6	0.68	1.02	1.02	1.45	1.45	1.45	1.87	2.04	2.04	2.04	2.89
k	最大 (基準寸法)	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	30
	最 小	2.86	3.82	4.82	5.70	7.64	9.64	11.57	13.57	15.57	17.57	19.48	21.48	23.48	29.48
r	最 小	0.1	0.2	0.2	0.25	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	1
s	呼び (基準寸法)	2.5	3	4	5	6	8	10	12	14	14	17	17	19	22
	最 大	2.58	3.080	4.095	5.140	6.140	8.175	10.175	12.212	14.212	14.212	17.230	17.230	19.275	22.275
	最 小	2.52	3.02	4.02	5.02	6.02	8.025	10.025	12.032	14.032	14.032	17.050	17.050	19.065	22.065
t	最 小	1.3	2	2.5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15.5
v	最 大	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	2.2	2.4	3
dw	最 小	5.07	6.53	8.03	9.38	12.33	15.33	17.23	20.17	23.17	25.87	28.87	31.81	34.81	43.61
w	最 小	1.15	1.4	1.9	2.3	3.3	4	4.8	5.8	6.8	7.7	8.6	9.5	10.4	13.1

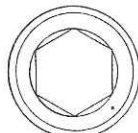
表示



(M22~M30)
(電気亜鉛めっき)



(M5~M20)



(M3, M4)

六角穴付きボルト

l			lsおよびlg															
呼び長さ	M 3		M 4		M 5		M 6		M 8		M 10		M 12					
	最小	最大	ls 最小	lg 最大	ls 最小	lg 最大	ls 最小	lg 最大	ls 最小	lg 最大	ls 最小	lg 最大	ls 最小	lg 最大	ls 最小	lg 最大	ls 最小	lg 最大
5	4.76	5.24																
6	5.76	6.24																
8	7.71	8.29																
10	9.71	10.29																
12	11.65	12.35																
14	13.65	14.35																
15	14.65	15.35																
16	15.65	16.35																
18	17.65	18.35																
20	19.58	20.42																
22	21.58	22.42																
25	24.58	25.42	4.5	7														
28	27.58	28.42																
30	29.58	30.42	9.5	12	6.5	10	4	8										
32	31.5	32.5																
35	34.5	35.5	14.5	17	11.5	15	9	13	6	11								
40	39.5	40.5	19.5	22	16.5	20	14	18	11	16	5.75	12						
45	44.5	45.5					19	23	16	21	10.75	17	5.5	13				
50	49.5	50.5					24	28	21	26	15.75	22	10.5	18				
55	54.4	55.6							26	31	20.75	27	15.5	23	10.25	19		
60	59.4	60.6					34	38	31	36	25.75	32	20.5	28	15.25	24		
65	64.4	65.6					39	43	36	41	30.75	37	25.5	33	20.25	29		
70	69.4	70.6					44	48	41	46	35.75	42	30.5	38	25.25	34		
75	74.4	75.6					49	53	46	51	40.75	47	35.5	43	30.25	39		
80	79.4	80.6					54	58	51	56	45.75	52	40.5	48	35.25	44		
85	84.3	85.7					59	63	56	61	50.75	57	45.5	53	40.25	49		
90	89.3	90.7							61	66	55.75	62	50.5	58	45.25	54		
95	94.3	95.7							66	71	60.75	67	55.5	63	50.25	59		
100	99.3	100.7							71	76	65.75	72	60.5	68	55.25	64		
105	104.3	105.7									70.75	77	65.5	73	60.28	69		
110	109.3	110.7									75.75	82	70.5	78	65.25	74		
115	114.3	115.7									80.75	87	75.5	83	70.25	79		
120	119.3	120.7									85.75	92	80.5	88	75.25	84		
125	124.2	125.8									90.75	97	85.5	93	80.25	89		
130	129.2	130.8									95.75	102	90.5	98	85.25	94		
135	134.2	135.8									100.75	107	95.5	103	90.25	99		
140	139.2	140.8									105.75	112	100.5	108	95.25	104		
145	144.2	145.8									110.75	117	105.5	113	100.25	109		
150	149.2	150.8									115.75	122	110.5	118	105.25	114		
155	154.2	155.8											115.5	123	110.25	119		
160	159.2	160.8											120.5	128	115.25	124		
165	164.2	165.8											125.5	133	120.25	129		
170	169.2	170.8											130.5	138	125.25	134		
175	174.2	175.8											135.5	143	130.25	139		
180	179.2	180.8											140.5	148	135.25	144		
185	184.1	185.9													140.25	149		
190	189.1	190.9													150.5	158	145.25	154
195	194.1	195.9													150.25	159		
200	199.1	200.9													160.5	168	155.25	164

l			lsおよびlg															
呼び長さ	M 14		M 16		M 18		M 20		M 22		M 24		M 30					
	最小	最大	ls 最小	lg 最大	ls 最小	lg 最大	ls 最小	lg 最大	ls 最小	lg 最大	ls 最小	lg 最大	ls 最小	lg 最大	ls 最小	lg 最大	ls 最小	lg 最大
25	24.58	25.42																
30	29.58	30.42																
35	34.5	35.5																
40	39.5	40.5																
45	44.5	45.5																
50	49.5	50.5																
55	54.4	55.6																
60	59.4	60.6	10	20														
65	64.4	65.6	15	25	11	21	4.5	17										
70	69.4	70.6	20	30	16	26	9.5	22										
75	74.4	75.6	25	35	21	31	14.5	27	10.5	23								
80	79.4	80.6	30	40	26	36	19.5	32	15.5	28	11.5	24						
85	84.3	85.7	35	45	31	41	24.5	37	20.5	33	16.5	29						
90	89.3	90.7	40	50	36	46	29.5	42	25.5	38	21.5	34	15	30				
95	94.3	95.7	45	55	41	51	34.5	47	30.5	43	26.5	39	20	35				
100	99.3	100.7	50	60	46	56	39.5	52	35.5	48	31.5	44	25	40				
105	104.3	105.7			51	61			40.5	53	36.5	49	30	45	15.5	33		
110	109.3	110.7			56	66	49.5	57	45.5	58	41.5	54	35	50	20.5	38		
115	114.3	115.7			61	71			50.5	63	46.5	59	40	55	25.5	43		
120	119.3	120.7			66	76			55.5	68	51.5	64	45	60	30.5	48		
125	124.2	125.8			71	81			60.5	73	56.5	69	50	65	35.5	53		
130	129.2	130.8			76	86			65.5	78	61.5	74	55	70	40.5	58		
135	134.2	135.8			81	91			70.5	83	66.5	79	60	75				
140	139.2	140.8			86	96			75.5	88	71.5	84	65	80	50.5	68		
145	144.2	145.8			91	101			80.5	93	76.5	89	70	85				
150	149.2	150.8			96	106			85.5	98	81.5	94	75	90	60.5	78		
155	154.2	155.8			101	111			90.5	103								
160	159.2	160.8	110	120	106	116			95.5	108			85	100	70.5	88		
165	164.2	165.8			111	121			100.5	113								
170	169.2	170.8			116	126			105.5	118			95	110	80.5	98		
175	174.2	175.8			121	131			110.5	123								
180	179.2	180.8			126	136			115.5	128			105	120	90.5	108		
185	184.1	185.9			131	141			120.5	133								
190	189.1	190.9			136	146			125.5	138			115	130	100.5	118		
195	194.1	195.9			141	151			130.5	143								
200	199.1	200.9			146	156			135.5	148			125	140	110.5	128		
210	209.1	210.9			156	166			145.5	158			135	150	120.5	138		
220	219.1	220.9			166	176			155.5	168			145	160	130.5	148		
230	229.1	230.9			176	186			165.5	178			155	170	140.5	158		
240	239.1	240.9			186	196			175.5	188			165	180	150.5	168		
250	249.1	250.9			196	206			185.5	198			175	190	160.5	178		

※グレー色サイズは全ネジタイプも扱っております。

材 質：低炭素ボロン鋼 (8.8)
 冷間圧造用炭素鋼 (8.8)
 機械構造用合金鋼鋼材 JIS G4053 SCM435 (10.9)

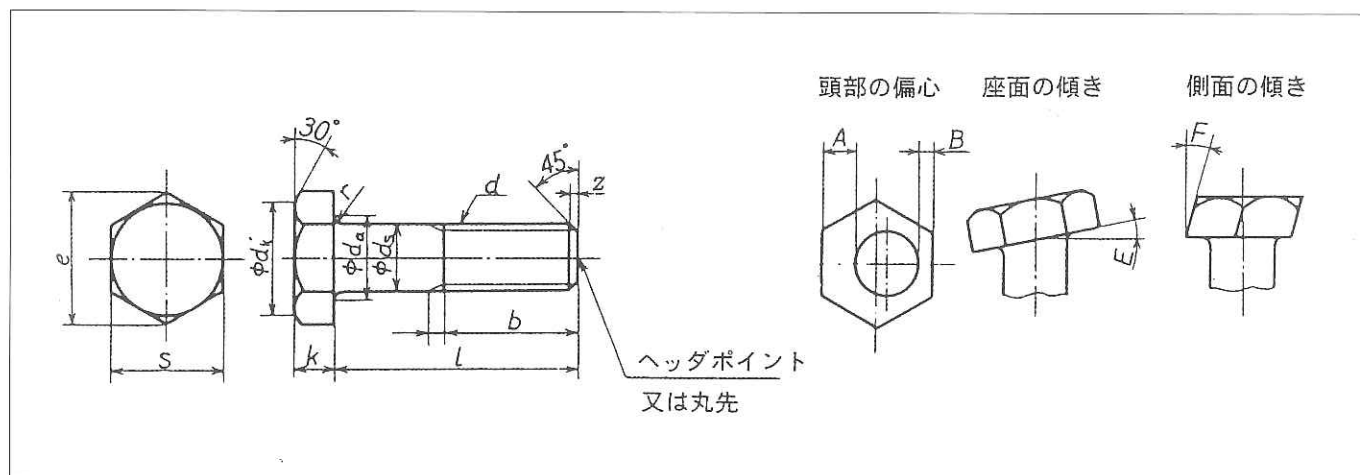
等 級：仕上げ程度 中
 機械的性質による等級 強度区分 8.8 10.9

表面処理：黒色酸化皮膜、各種めっき

ね じ：種類 一般メートルねじ (並目) JIS B 0205

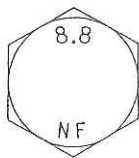
等級 6g

電気亜鉛めっきを施したねじの最大許容寸法は、4hをねじの最大許容寸法とする。



ね じ の 呼 び (d)		M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M30
ね じ の ピ ッ チ (P)		1	1.25	1.5	1.75	2	2	2.5	2.5	2.5	3	3.5
ds	基 準 寸 法	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	30
	許 容 差	$\overset{0}{-0.2}$			$\overset{0}{-0.25}$				$\overset{0}{-0.35}$			
k	基 準 寸 法	4	5.5	7	8	9	10	12	13	14	15	19
	許 容 差	± 0.25		± 0.3				± 0.35				± 0.4
s	基 準 寸 法	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	46
	許 容 差	$\overset{0}{-0.6}$	$\overset{0}{-0.7}$		$\overset{0}{-0.8}$					$\overset{0}{-1}$		
e	約	11.5	15	19.6	21.9	25.4	27.7	31.2	34.6	37	41.6	53.1
dk'	約	9.8	12.6	16.5	18	21	23	26	29	31	34	44
r	最 小	0.25	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	1
da	最 大	6.8	9.2	11.2	13.7	15.7	17.7	20.2	22.4	24.4	26.4	33.4
z	約	1	1.2	1.5	2	2	2	2.5	2.5	2.5	3	3.5
A—B	最 大	0.3	0.4	0.5	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	1.1	1.2	1.5
E	最 大	1°										
F	最 大	2°										

表示



(M6~M30)



(M6~M10)



(M12~M30)

強力六角ボルト

強度区分		8.8										10.9											
呼び径		M6	M8	M10	M12	M14	M16	M20	M22	M24	M30	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M30	
呼	10																						
	12																						
	14																						
	15																						
	16																						
	18																						
	20																						
	22																						
	25																						
	30				全										全								
び	35				ね										ね								
	40	b=18				じ						b=18				じ							
	45		22				範						22				範						
	50			26				困						26				困					
	55				30										30								
	60					34										34							
	65						38										38						
	70							46										42					
	75								50										46				
	80									54										50			
長	85										66										54		
	90																					66	
	95																	×					
	100																						
	105							×	×	×	×											×	
	110																						
	115																						
	120																						
	125																						
	130																						
さ	135																						
	140			b=36		44	52	56	60	72		b=28	32	36		44		52	56	60	72		
	145																						
	150																						
	160																						
	170																						
	180																						
	190																						
	200																						
	210																						
(ℓ)	220																	b=65			73	85	
	230																						
	240																						
	250																						



機械的性質

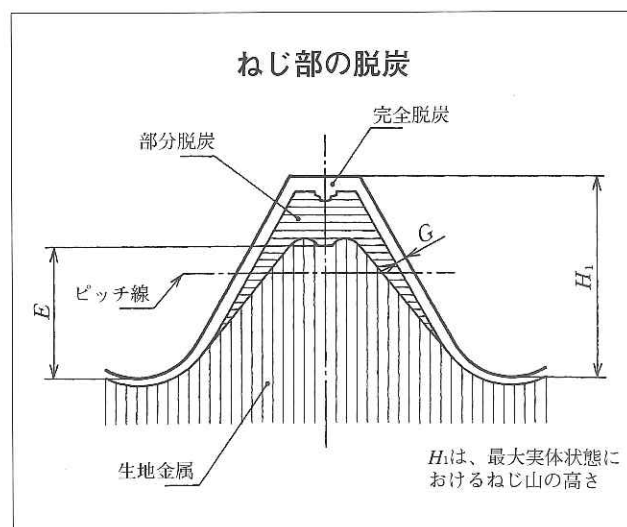
準拠規格：JIS B 1051（鋼製のボルト・小ねじの機械的性質）

機械的又は物理的性質			強 度 区 分			
			8.8		10.9	12.9
			d≤16mm	d>16mm		
呼び引張強さ N/mm ²			800	800	1,000	1,200
最小引張強さ N/mm ²			800	830	1,040	1,220
硬 さ	ビッカース硬さ HV	最小	250	255	320	385
		最大	320	335	380	435
	ブリネル硬さ HB	最小	238	242	304	366
		最大	304	318	361	414
	ロックウェル硬さ HRC	最小	22	23	32	39
		最大	32	34	39	44
表面硬さ HV0.3		最大	表面硬さは、内部の硬さよりビッカース硬さ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。			
0.2% 耐力 N/mm ²		呼び	640	640	900	1,080
		最小	640	660	940	1,100
保証荷重応力		応力比	0.91	0.91	0.88	0.88
		N/mm ²	580	600	830	970
破壊トルク		最小	JIS B 1058による。			
破断伸び %		最小	12	12	9	8
絞り %		最小	52		48	44
くさび引張りの強さ			引張強さの最小値より小さくしてはならない。			
衝撃強さ J		最小	30	30	20	15
頭部打撃強さ			破壊してはならない。			
ねじ山の非脱炭部の高さ E		最小	1/2H1		2/3H1	3/4H1
完全脱炭部深さ Gmm		最大	0.015			
再焼戻しによる硬さ変化			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。			
表面状態			JIS B 1041 JIS B 1043による。			

注 強度区分の表し方

強度区分記号の小数点前の数字は、 N/mm^2 の単位による呼び引張強さの1/100を示し、小数点後の数字は、呼び下降状点又は呼び耐力と呼び引張強さとの比

$\left(\frac{\text{呼び下降状点又は呼び耐力}}{\text{呼び引張強さ}} \right)$ の10倍を示します。





ボルトの表面処理

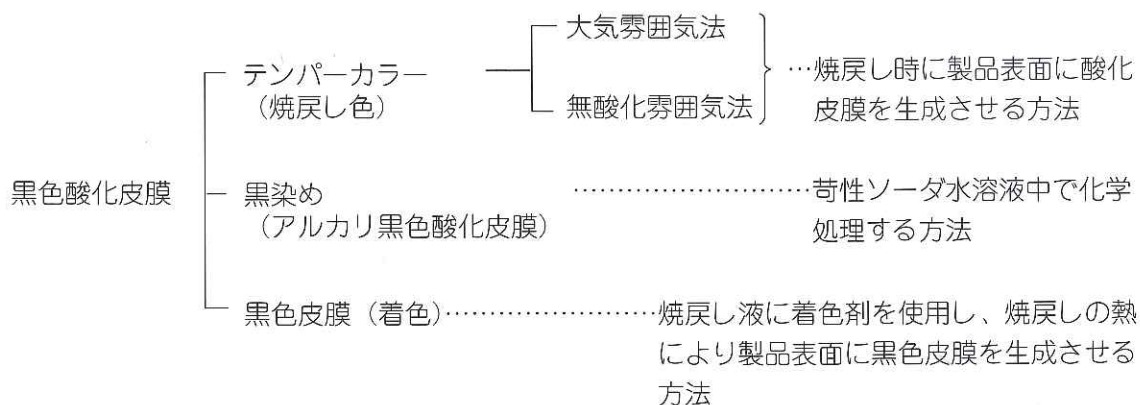
ボルトには防錆の目的で種々の表面処理を施します。

表面処理の選択には、目的とする防錆能力を有する種類を選択することが必要ですが、電気めっき品で懸念される水素脆性（遅れ破壊）にも注意する必要があります。

ここでは、表面処理の種類と特徴について述べます。

黒色酸化皮膜

電気めっき等特別な表面処理を除く一般的な表面皮膜であり、下記のように分類されます。



弊社製品は、通常テンパーカラー方式を採用しており、表面処理後防錆液に浸漬することにより、防錆効果を持たせております。

めっき（鍍金）

めっきとは、金属材料の表面に異種金属又は合金の薄層を付着させることをいいますが、代表的なめっき方法は、電気めっき、無電解めっき、溶融めっき、溶射めっき、気相めっき等がありますが、ボルトに採用されるめっきは、そのほとんどが電気めっきです。

・電気めっき

金属を溶かした溶液の中でめっきしようとする製品をカソードとし、アノードとカソード間に直流電流を流すことにより、めっき金属イオンを製品表面に析出させる方法です。電気めっきの中では、亜鉛めっきが最も多く使われております。

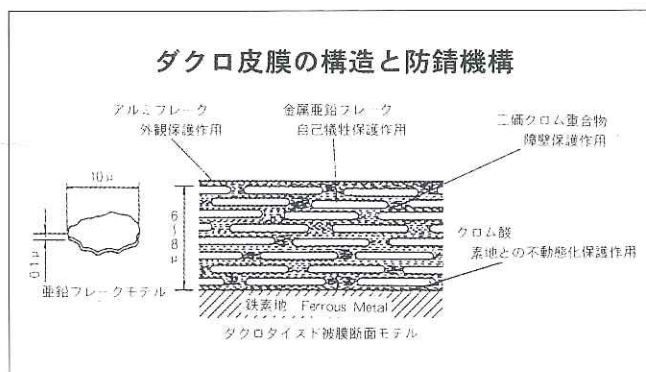
電気めっきには、めっき前処理工程及びめっき工程に於いて発生した水素が、鋼製ボルト中に侵入してボルトが脆くなる水素脆性が発生する可能性があります。特に強度の高いボルトには、水素脆性が遅れ破壊につながり、ボルトが破壊することがあります。（遅れ破壊については別の章で説明します）。

当社では、遅れ破壊防止のために、強度区分 10.9 のボルトには、めっき後脱水素処理（ベーキング処理）を施しております。また強度区分 12.9 のボルトには、安全のために電気めっきは施しておりません。

・ダクロタイズド処理

米国ダイヤモンド・シャムロック社が開発した表面処理方法で、金属亜鉛フレークや無水クロム酸等を含む溶液中に浸漬後加熱焼付することにより、表面に防錆皮膜を形成させる方法です。

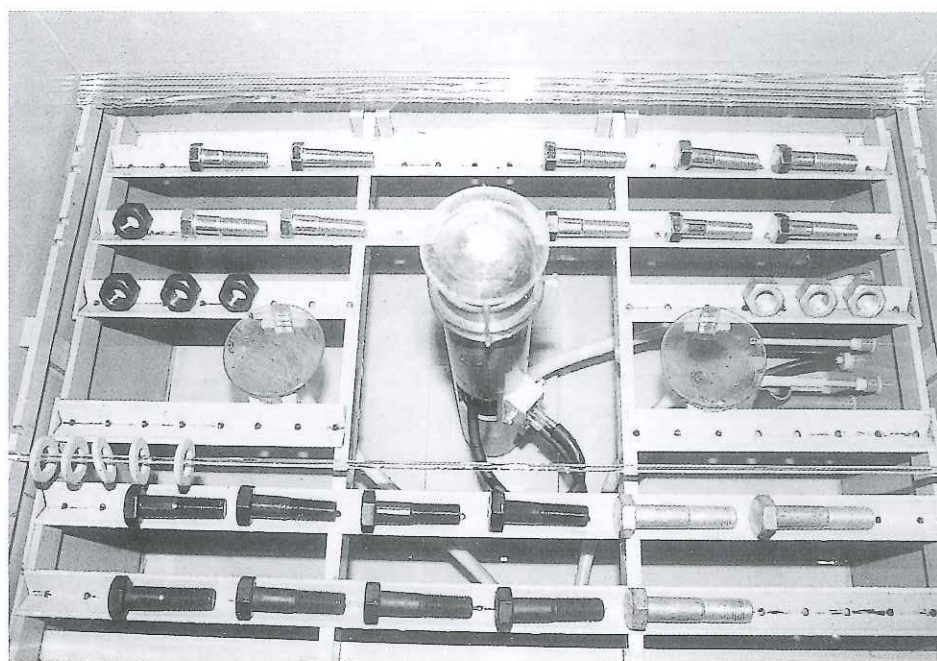
電気めっきに心配される水素脆性がないので、強度区分 12.9 以上のボルトにも処理することができます。



塩水噴霧試験による各種表面処理の防食性能の比較

経過時間 (hr)	生地 (無処理)	電気亜鉛メッキ 白色クロメート	電気亜鉛めっき 黄色クロメート	ダクロタイズド
50	赤錆 1/3 面	白錆 1/2 面	変化無し	変化無し
100	赤錆 1/2 面	白錆 2/3 面	↓	↓
150	赤錆全面	赤錆一部	白錆一部	↓
200	取り出し	↓	↓	↓
300	-----	↓	↓	↓
400	-----	赤錆 1/3 面	↓	↓
500	-----	赤錆 1/2 面	白錆 1/3 面	↓
1000	-----	赤錆全面	赤錆 1/2 面	↓

- 備 考
1. 供試ボルトは、強力六角ボルトを使用。
 2. 試験は、JIS Z 2371 塩水噴霧試験方法による。
 3. 弊社比較試験による。





ボルトの締付方法

ボルトの締結において重要なことは、被締結物に適切な締付け力を与えることです。そのためには、適正な締付け力を与えることのできるボルト及び締付け方法を選定し、締付けの段階では、締付け方法を忠実に実行し、目標とする締付け力（初期締付け力）を確保することが必要です。

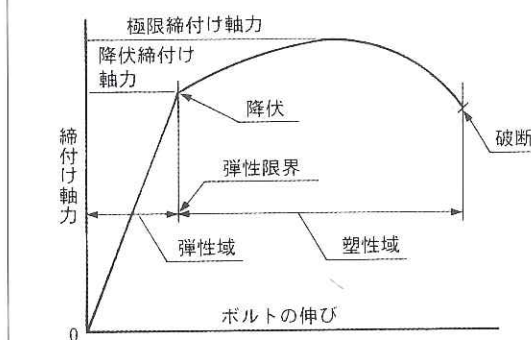
ボルトの締付け方法に関してはJIS B 1083（ねじの締付け通則）及びJIS B 1084（締結用部品－締付け試験方法）がセットで規定されており、ボルト締付け方法選定の指針として利用されています。本章では、この規格を参考にしながら一般的なボルトの締付け方法について説明します。

現在利用されている代表的なボルトの締付け管理方法を表1に示します。

表1 代表的な締付け管理方法

締付け管理方法	指 標	締付けの領域
トルク法	締付けトルク	弾 性 域
回転角法	締付け回転角	弾 性 域
		塑 性 域
トルクこう配法	締付け回転角に対する締付けトルクのこう配	弾性限界

図1 ボルトの伸びと締付け軸力との関係



それぞれの締付け方法には、ボルトの有している変形領域に応じた締付けの領域があり、締付け軸力の範囲が異なります。図1は、ボルトの伸びと締付け軸力の関係を模式的に図示したものであり、図より締付け軸力の大きさは、弾性域<弾性限界<塑性域の関係があることがわかります。

トルク法締付け

トルク法締付けは、締付けトルクと締付け力の線形関係（図1の弾性域内）を利用した締付け管理方法であり、最も多く利用されている締付け方法であります。

トルク法締付けは、ボルトの弾性域では、締付けトルク（Tf）と締付け力（Ff）の関係が式（1）で示されることを利用しています。（図2参照）

$$Tf = \frac{1}{2d} \left(\frac{P}{\pi} + \mu_s \cdot d_2 \cdot \sec \alpha' + \mu_w \cdot Dw \right) \cdot d \cdot Ff = k \cdot d \cdot Ff \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{ここで } K = \frac{1}{2d} \left(\frac{P}{\pi} + \mu_s \cdot d_2 \cdot \sec \alpha' + \mu_w \cdot Dw \right)$$

K : トルク係数 μ_s : ねじ面摩擦係数
 μ_w : 座面摩擦係数 d : ねじの呼び径
 d_2 : ねじの有効径 P : ねじのピッチ
 α' : ねじ山の山直角断面におけるフランク角
Dw : 座面における摩擦トルクの当価直径

（例）設計段階で締付け力の上限值及び下限値が与えられている場合、
目標締付けトルク（TfA）を求める方法

（1）設計値

締付け力の上限值 Fth=210KN

締付け力の下限值 Ftl = 150KN

前提条件

①トルク係数（締付け試験により求めることができる）

$$K_{\max} = 0.200$$

$$K_{\min} = 0.170$$

②トルクレンチの誤差率 $m = \pm 3\%$

③ボルトの呼び径

(2) ボルトの強度区分の決定

ボルトの最大締付け応力

$$\sigma_{f\max} = \frac{F_{f\max} (=F_{th})}{A_s} = \frac{210000}{245} = 857 \text{ N/mm}^2$$

$< 940 \text{ N/mm}^2 \cdots 10.9$ ボルトの耐力

A_s : ねじ部の有効断面積

より、ボルトの強度区分は10.9と決定。

(3) 目標締付けトルク T_{fA} の計算

$F_{f\max} = F_{th} (= 210 \text{ kN})$ となるための

T_{fA} を求める。

(1) 式より

$$T_{f\max} = T_{fA} \left(1 + \frac{m}{100} \right) = K_{\min} \cdot d \cdot F_{\max}$$

目標締付けトルクは、

$$\begin{aligned} T_{fA} &= \frac{K_{\min} \cdot d \cdot F_{\max}}{\left(1 + \frac{m}{100} \right)} \\ &= \frac{0.170 \times 20 \times 210000}{1 + 0.03} = 693 \text{ kN} \cdot \text{mm} \\ &= 693 \text{ N} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

となる

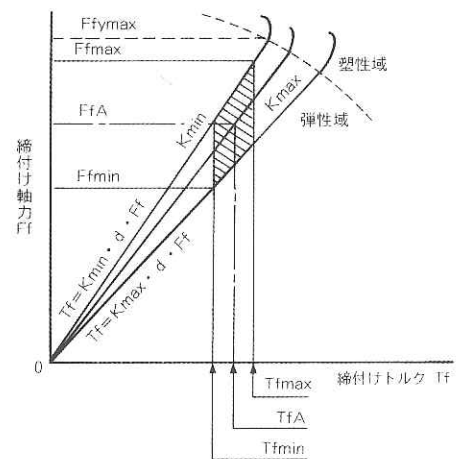
$$T_{f\min} = T_{fA} \left(1 - \frac{m}{100} \right) = K_{\max} \cdot d \cdot F_{\min}$$

$$F_{\min} = \frac{T_{fA}}{K_{\max} \cdot d} \left(1 - \frac{m}{100} \right)$$

$$= \frac{693}{0.200 \times 20} \times (1 - 0.03) = 168 \text{ kN} > 150 \text{ kN} (= F_{tl})$$

より締付けトルク $T_{fA} (= 693 \text{ N} \cdot \text{m})$ は適切である。

図2
締付けトルクと締付け軸力との関係
(トルク法締付け)



締付け管理を精度よく実施するには、トルク係数の管理が必要です。（（1）式より締付けトルク（ T_f ）と締付け力（ F_f ）の関数は、トルク係数（ k ）により一義的に決まることからわかります）

トルク係数は、ボルトの座面及びねじ面の表面状態、めねじの表面状態、被締付け物の表面状態そして潤滑状態等に影響されます。表2は、それぞれの条件因子をかえた場合のトルク係数の試験結果例を示します。

表2より、締結部の表面状態により、トルク係数は大きく変わるため、締付けに当たっては、トルク係数を十分に把握しておくことが必要です。（このことを考慮して建築、橋梁に使用されております高力ボルトには、ボルト、ナット及び座金のセットの規格として、トルク係数が規定されております）

表2 トルク係数 (K) の例

表面状態		被締付け物及び めねじの材質	トルク係数 (k)	
ボルト	めねじ		平均値	標準偏差
テンパーカラー ＋ 防錆油	切削油	炭素鋼	0.167	0.005
テンパーカラー ＋ 二硫化モリブデン	切削油	炭素鋼	0.143	0.005
電気亜鉛めっき	切削油	炭素鋼	0.162	0.006
電気亜鉛めっき	無潤滑	炭素鋼	0.303	0.021

備考：1. ボルトは、10.9強力六角ボルトを使用。

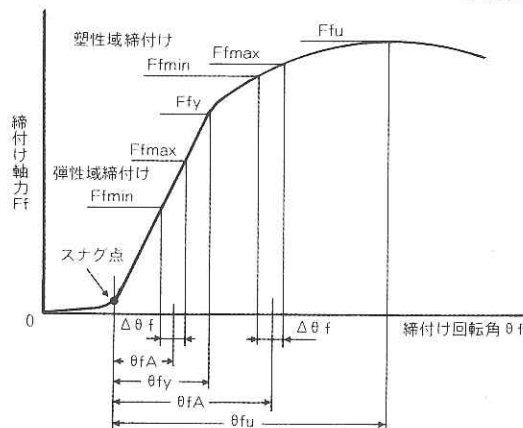
2. 弊社比較試験による。

回転角法締付け

回転角法締付けは、ボルト頭部とナット（立て込みの場合は、めねじ部材）との相対回転角（ θf ）を指標として、初期締付け力（ Ff ）を管理する方法で弾性域締付けと塑性域締付けの両方に用いることができます。（図3参照）。

一般的には、 $\theta f - Ff$ 線図のこう配が急な場合は、回転角の設定誤差による締付け力のばらつきが大きくなるため、弾性域締付けの方が塑性域締付けに比較して不利になります。塑性域締付けは、回転角の影響を受けにくく、より高い締付け力が得られるという利点をもちますが、ボルトねじ部又は円筒部が塑性変形を起こすため、ボルトの延性が小さい場合には注意を要します。

図3 締付け回転角と締付け軸力との関係
(回転角法締付け)



Ff_{max} ：初期締付け力の最大値
 Ff_{min} ：初期締付け力の最小値
 Ffu 、 θfu ：極限締付け軸力、回転角
 Ffy 、 θfy ：降状締付け軸力、回転角
 θfA ：目標締付け回転角
 スナグ点：被締付け物がなじみ、
 弾性域締付けが開始する点

(例) 塑性域締付けの場合

(1) 前提条件

- ①トルク係数 $Km=0.200$
- ②スナグトルク $Tfs=70N \cdot m$
- ③弾性域の軸力勾配 $\eta=4.000KN/deg$
- ④降状締付け軸力 $Ffy=240KN$
- ⑤極限締付け軸力 $Ffu=270KN$
- ⑥極限締付け回転角 $\theta fu=180^\circ$ (スナグ点を起点)
- ⑦ボルトの呼び径 M20

(η 、 Ffy 、 Ffu 、 θfA 及び θfu は $\theta f - Ff$ 線図より求めることができます。)

(2) 目標締付け回転角 θf_A を求める

(a) 降状締付け軸力の値に対応する締付け回転角 θf_y をスナグ点を起点として求める。

$$\begin{aligned}\theta f_y &= \frac{1}{\eta} \left(F f_y - \frac{T f_s}{k m \cdot d} \right) \\ &= 1 / 4.000 \times \left(240 - \frac{70}{0.200 \times 20} \right) \\ &= 55.6^\circ\end{aligned}$$

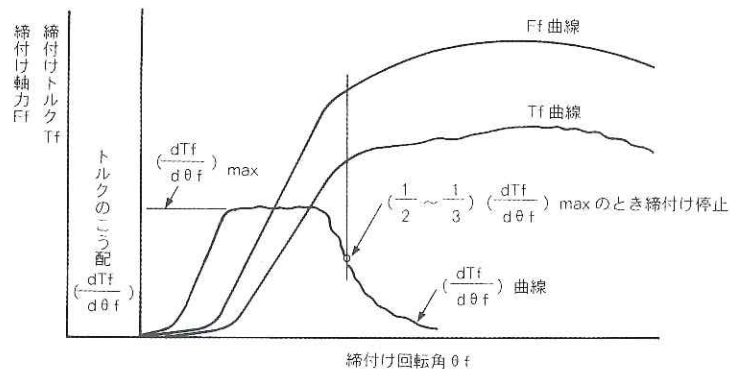
(b) スナグ点を起点とした目標締付け回転角 θf_A を、下式の範囲より選ぶ

$$\begin{aligned}\theta f_y \leq \theta f_A \leq \frac{1}{2} (\theta f_y + \theta f_u) \\ 55.6^\circ \leq \theta f_A \leq \frac{1}{2} (55.6^\circ + 180^\circ) = 117.8^\circ\end{aligned}$$

トルクこう配法締付け

トルクこう配法締付けは、締付け回転角 θf と締付けトルク $T f$ の関係 (図 4) から $\theta f-T f$ 線図のこう配 $\left(\frac{dT f}{d\theta f} \right)$ を検出し、その値の変化を指標として、初期締付け力を管理する方法で、通常はボルトの降状締付け軸力が初期締付け力の目標値となります。従って、ボルトの降状点又は耐力について十分な管理が必要となると同時に $\left(\frac{dT f}{d\theta f} \right)$ を検出して、ボルトの締付けを行う締付け機の精度管理が大切です。 $\left(\frac{dT f}{d\theta f} \right)$ 検出は、締付け機のモータの負荷電流の変化を電氣的にとらえることにより行います。

図 4 締付け回転角に対する締付け軸力及び締付けトルクの関係
(トルクこう配法締付け)



ボルトの破断には種々の形態がありますが、破断事故のなかでは、疲れ破壊が最も多いといわれています。ボルトの疲れ破壊は、破断起点に亀裂が発生した後、破断に到るまでに、かなりの時間がかかり、その間外観では破断進行の確認ができないため、とりわけ高強度ボルトでは大きな事故につながる可能性があります。

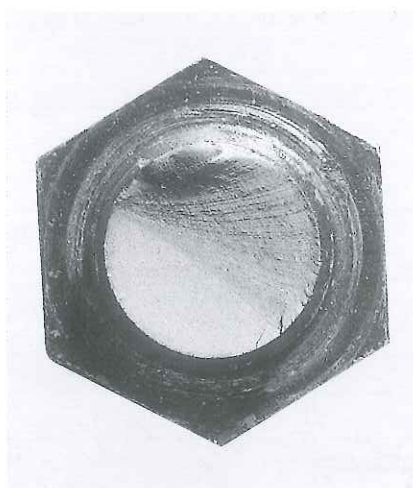
ボルトの疲れ破壊現象

締結ボルトに変動荷重が繰り返し作用する場合、荷重の大きさがボルトの弾性限界内であっても、ボルトが破断する場合があります。これをボルトの疲れ破壊（疲労破壊）といいます。破断の進行はボルトが変動荷重を受けるうちにボルト表面に起点となるべき亀裂が発生し、荷重が繰り返すことにより亀裂が徐々に拡大してゆき、残りの断面積の部分が全荷重に耐えきれなくなり破断に到ります。この繰り返し荷重により亀裂が進行したり、停滞したりすることにより破断面は特徴のある形態を示します。

図1 ボルトの破断面外観



ねじり破断



疲れ破断

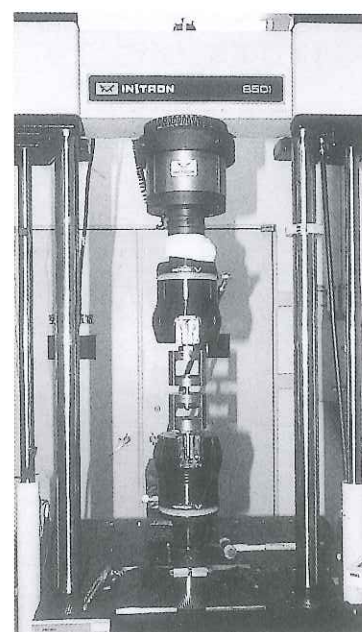


図1は、ねじり破断したボルトと疲れ破壊したボルトの破断面外観写真を示します。

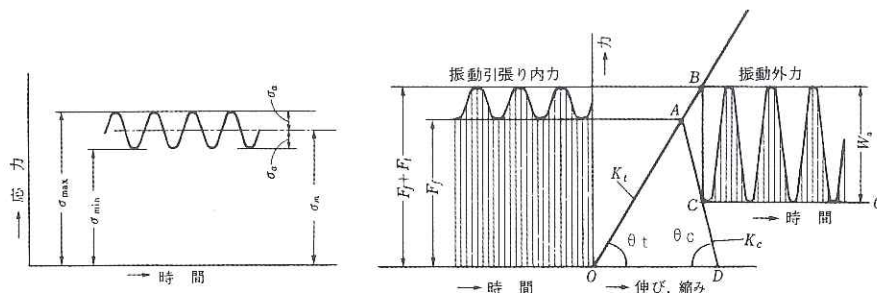
疲れ破壊した破断面は、繰り返し荷重の作用により開いたり閉じたりするため、破断面は貝殻状の縞模様（ビーチマークといいます）が生じます。（但しボルトの場合は、締結物に締付けられているため、ボルト軸には、常に引張り力が働いており、繰り返し荷重により、破断面が開いたり閉じたりする程度は小さく、また繰り返し荷重も複雑な場合が多いため、ビーチマークは認められない場合が多くなります。）

疲れ限度

締結ボルトに繰り返し荷重が作用するとき、無限の繰り返しに耐えられる応力の上限値を疲れ限度（疲れ強さともいう）と呼んでいます。

一般に締結ボルトの疲れ限度は、図2に示す平均応（ σ_m ）と応力振幅（ σ_a ）の関係で実施した疲れ試験より求めますが、実験的には $N = 5 \times 10^6$ 回までの繰り返し荷重が作用しても破壊しなければ、そのときの応力振幅 σ_a を疲れ限度といいます。

図2 振動外力とそれによってボルトに発生する振動引張り内力



σ_m : 平均応力

σ_a : 応力振幅

$$\sigma_{\max} : \frac{F_t + F_t}{A_r}$$

$$\sigma_{\min} : \frac{F_t}{A_r}$$

F_t : 締付け力

F_t : 外力が作用したときにボルトに追加される引張り内力

W_a : 軸方向外力

K_t : ボルト接合の引張りばね定数

K_c : 被締付け物の圧縮ばね定数

A_r : ボルトの谷の断面積

図3は、疲労試験によって測定した応力振幅 (σ_a) と応力の繰返し数 (N) の関係を示します。(この関係をS-N線図又は、ウェーラ線図といいます) 本試験結果より、疲れ限度 (σ_a) は57N/mm²が読み取れます。そして各呼び径ごとに試験したS-N線図より読み取った六角穴付きボルト12.9の疲れ限度 (σ_{wk}) を図4に示します。

ボルトの疲労破壊条件は、ボルトの締付け軸力や繰返し応力条件により異なるため、設計に当たっては実験試験等により、疲労破壊状況を把握しておくことが望めます。

図3 S-N曲線

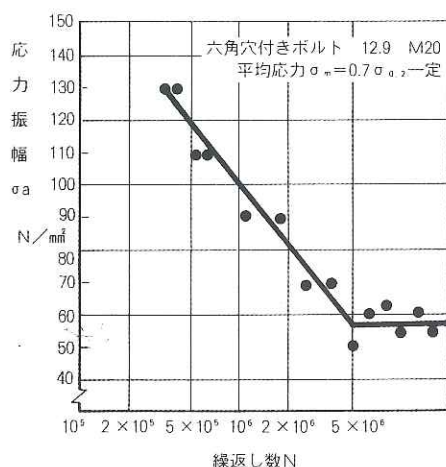
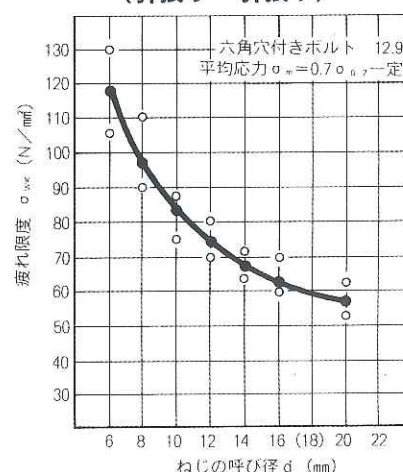


図4 ねじの呼び径毎の疲れ限度 (引張り-引張り)



疲れ破壊の向上策

現実的な疲れ破壊向上のためには、例えば下記の方策が考えられます。

1) ボルトの内外力比を小さくする

ボルト締結体に作用する外力に対する、ボルトに追加される引張り内力の比 (ボルト内力係数という。図2では F_t/W_a で表される) を小さくするとよい。

このことは図2において、 $K_t \div \tan \theta_t$ を小さく、 $K_c \div \tan \theta_c$ を大きくすればよいことを意味します。簡単にいえば、ボルトが伸び易く被締付け物は縮みにくくすればよいということになります。

2) 適正締付け力の確保と維持

初期締付け力が低かったり、初期締付け力が適正でも、ゆるみにより締付け力が低下すると、疲れ限度が低下します。

3) 細目ねじの使用

細目ねじの方が並目ねじと比較して、ねじ部の有効断面積が大きい分だけ荷重の負担が軽減されます。

4) おねじとめねじのはめあい長さを長くする

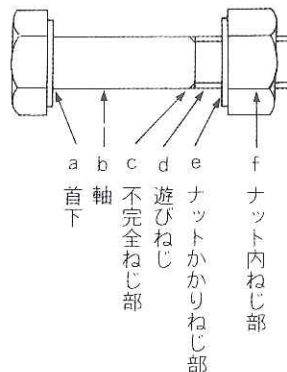
はめあい長さが増えることにより、ねじ山の荷重の負担が軽減されます。

ボルトの遅れ破壊

遅れ破壊とは、高強度鋼部品が常温で静的な引張りまたは曲げの負荷応力を受けた状態である時間を経過したとき、外見上は殆ど変形を伴うことなく、突然脆性的に破壊する現象をいいます。破壊は短時間に進むのではなく、実際には切欠き部や応力集中部に亀裂が発生し、それが数分から数年にかけて、徐々に進行します。

ボルトの遅れ破壊は、引張りの強さが $1200\text{N}/\text{mm}^2$ 、また、硬さがロックウェル硬さで40HRCを越えると遅れ破壊感受性が高くなるといわれており、その破壊部位は応力集中部である頭部首下部、不完全ねじ部、ナットかかりねじ部に多く発生します。

ボルトの遅れ破壊発生部位



遅れ破壊の特徴は、前述しました様に伸びや絞りなどの変形のほとんどない脆性破壊であると同時に、破断面を詳細に観察しますと結晶粒界に沿って破壊が進行する粒界破壊が認められます。図1は遅れ破壊による粒界破断面を示します。

図1 破壊破断面

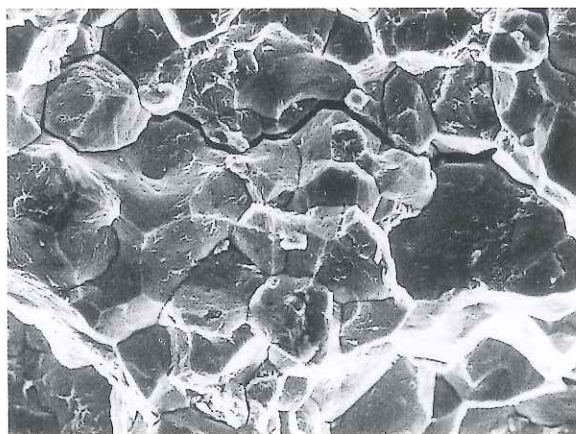
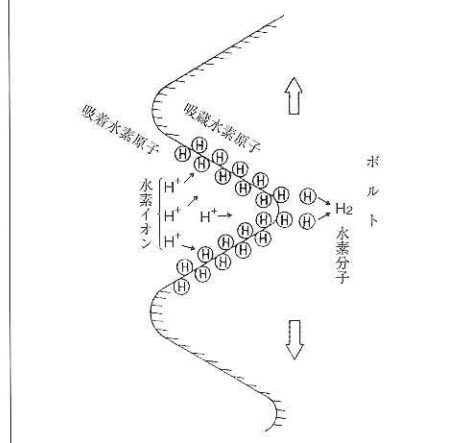


図2 水素侵入模式図



遅れ破壊の発生原因は、水素脆性といわれており、これは、ボルト外部で発生した水素が鋼中（ボルト内部）に侵入し、鋼中の結晶粒界中で水素分子に結合した際、内部圧により粒界破壊が発生するといわれております。ボルト外部で発生した水素は、例えば、雨水とボルトの腐食反応や電気めっき処理工程中のボルトと酸との反応より発生します。

遅れ破壊対策

①水素の発生及び侵入を阻止する方法と、②侵入した水素を除去する方法がありますが、前者の方法が有効です。

水素の発生、侵入阻止のためには、塗装や油塗布など十分な防錆管理を実施することが必要です。

侵入水素の除去のためには、一定時間加熱する脱水素処理（ベーキング）が有効です。当社では、電気亜鉛めっき品については、強度区分10.9の製品については脱水素処理を実施しております。また、強度区分12.9を超えるボルトについては、電気亜鉛めっき処理を施していません。



ボルトのゆるみとは、ボルトの初期締付け力が時間の経過や外力の作用により低下することをいいます。

ゆるみは、ボルトが戻り回転しないで生じるものと、戻り回転して生じるものに大別されます。ボルトにゆるみが発生しますと、締結体の剛性低下はもちろん疲れ破壊やボルトの脱落等締結部に大きな問題が発生する恐れがあります。

戻り回転なしのゆるみには、初期ゆるみ及び陥没ゆるみが代表的なゆるみとなります。

(1) 初期ゆるみ

ボルト締結体の接合部は、微視的な凹凸やうねりが締付け後の時間経過により、へたりが発生すればこのゆるみが発生します。また使用中の外力作用により、へたりが進行する場合にも初期ゆるみが発生します。

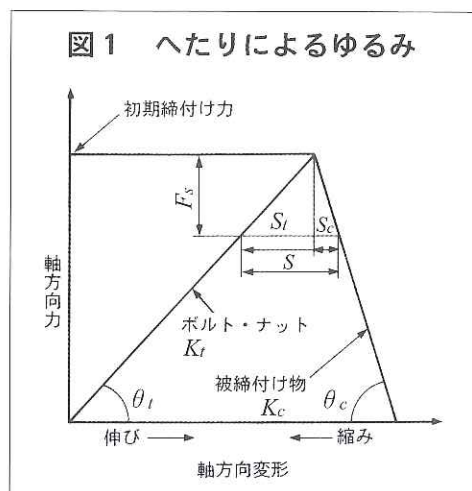
へたりは、締付け中に大部分生じてしまうのが普通で、使用中の外力作用によるへたりは小さいという傾向があります。いま、ボルト締結部におけるへたり量 S による初期締付け力の低下を F_s とすると、

$$S = \frac{F_s}{\tan \theta_t} + \frac{F_s}{\tan \theta_c} \quad (1)$$

となり、ボルト・ナット系のばね定数を K_t 、被締付け物のばね定数を K_c とすると、図1より、 $K_t = \tan \theta_t$ 、 $K_c = \tan \theta_c$ であるから、(1) 式より

$$F_s = \frac{K_t K_c}{K_t + K_c} \cdot S = Z \cdot S \quad (2)$$

となり $Z = \frac{K_t K_c}{K_t + K_c}$ をユンカーのへたり係数といいます。



へたり量は、通常の締結では $10 \mu\text{m}$ 程度以下といわれておりますが、ボルトの呼び径 (d) に対する締付け長さ (l_f) の比 (l_f/d) が小さい程、へたり係数 (Z) が大きくなり、初期ゆるみが発生しやすくなります。

(2) 陥没ゆるみ

ボルト締結体の座面部における面圧（座面圧力）が高すぎると、小さな表面の凹凸が多少平坦化する程度を超えて、被締付け物の接触部表面が塑性変形します。これが締付けの際にだけ生じるものであれば特に問題ありませんが、締付け後に時間経過するクリープや外力の作用のために更に進行する場合は重大です。

このゆるみは、ボルトの最大軸力から計算される座面の面圧 P_w が被締付け物の面圧許容値（限界面圧という） P_L より小さければ発生しません。

$$P_w \leq P_L \quad (1)$$

いまボルトの最大負担応力をボルトの耐力 $\sigma_{0.2}$ とすれば、(1) 式は

$$\sigma_{0.2} \cdot A_w \leq P_L \quad (2)$$

となり、座面設計が可能です。ここで A_w はボルト座面の面積を示します。各種材料の限界面圧を表1に示します。

表 1 各種材料の限界面圧

(ユンカー)

材 料			引張り強さ (N/mm ²)	限界面圧 (N/mm ²)
種 類	ドイツ規格	相当 JIS		
低炭素鋼	St37	S10C	370	260
中炭素鋼	St50	S30C	500	420
熱処理炭素鋼	C45	S45C	800	700
CrMo鋼	42CrMo4	SCM440	1000	850
ステンレス鋼	×5CrNiMo1810	SUS316	500~700	210
鋳 鉄	GG15	FC150	150	600
	GG25	FC250	250	800
	GG35	FC350	350	900
	GG40	—	400	1100
Mg合金鋳物	GDMgA19	MC2	300 (200)	220 (140)
	GKMgA19		200 (300)	140 (220)
Al合金鋳物	GKAlSi6Cu4	AC2B	—	200
Al合金	A199	A1200	160	140
	AlZnMgCu1.5	A7075	450	370
FRP	—	—	—	120~140

備考 動力締付けの場合には、限界面圧は25%低下することがある。

(3) 戻り回転によるゆるみ

ボルト締結体に振動や衝撃の外力が作用する場合、ボルトまたはナットが戻り回転してゆるみが発生することがあります。外力の作用方向は軸直角方向と軸回り方向及び軸方向の3種類があります。

ボルトの戻り回転は現実には外力の作用が複合的に作用することが多く、試験ではその再現が難しいため、その原因や機構が完全に解明されていないのが現状です。

ゆるみ防止の考え方

ゆるみ防止に関しては確実な方法はありませんが、ゆるみ防止に効果があるものとして、

- ①初期締付け力の増大
- ②外力の作用を小さくする配慮
- ③ボルトの弾性変形能力の増大
- ④適切なゆるみ止め部品の併用

などが考えられます。



入数表

六角穴付きボルト入数表

サイズ 入数 首下長さ	M 3		M 4		M 5		M 6		M 8		M 10		M 12	
	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱
5	500	13000	500	13000										
6	500	13000	500	13000	400	6400								
8	500	13000	500	13000	400	6400	200	4000						
10	500	13000	500	10000	400	6400	200	4000	100	2000				
12	500	13000	500	10000	400	6400	200	4000	100	1600				
14	500	13000	500	10000	400	4000	200	4000	100	1600	100	1000		
15	500	13000	500	10000	400	4000	200	3200	100	1600	100	1000		
16	500	13000	500	8000	400	4000	200	3200	100	1600	100	1000		
18	500	13000	500	8000	400	4000	200	3200	100	1600				
20	500	13000	500	6000	400	4000	200	3200	100	1600	100	800	50	600
22	500	8000	500	6000	400	4000	200	3200	100	1200				
25	500	8000	500	6000	400	4000	200	2400	100	1200	100	800	50	500
28							200	2400	100	1200	50	600		
30	500	8000	200	3200	200	2400	200	2400	100	1200	50	600	50	500
32									100	1000				
35	500	8000	200	3200	200	2400	200	1600	100	1000	50	600	50	400
40					200	2000	200	1600	100	800	50	600	50	400
45					200	2000	200	1600	100	800	50	500	50	400
50					200	2000	200	1600	100	800	50	500	40	320
55							100	1200	50	600	50	400	40	320
60					200	1600	100	1200	50	600	50	400	30	240
65					200	1600	100	1200	50	600	50	400	30	240
70					200	1600	100	1000	50	600	40	320	30	240
75					200	1600	100	1000	50	600	40	320	30	240
80					100	1000	100	1000	50	500	40	320	30	240
85					100	1000	100	800	50	500	40	320	30	240
90							100	800	50	500	30	240	25	200
95							100	800	50	400	30	240	25	200
100							100	800	50	400	30	240	25	200
105									50	400	30	240	25	200
110									50	400	30	240	20	160
115									50	400	30	240	20	160
120									50	300	30	240	20	160
125									50	300	30	240	20	160
130									50	300	30	180	20	160
135									50	300	30	180	20	120
140									50	300	30	180	20	120
145									50	300	30	180	20	120
150									50	300	30	180	20	120
155											30	180	20	80
160											30	180	20	80
165											30	180	20	80
170											30	180	20	80
175											30	120	20	80
180											30	120	20	80
185													20	80
190											30	120	20	80
195													20	80
200											30	120	20	80



入数表

六角穴付きボルト入数表

サイズ 入数 首下長さ	M 14		M 16		M 18		M 20		M 22		M 24		M 30	
	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱
25			40	240										
30	40	320	40	240			20	120						
35	40	320	40	240			20	120						
40	30	240	30	180	20	120	20	120						
45	30	240	30	180	20	120	15	90	12	72	10	60		
50	30	240	30	180	20	120	15	90	12	72	10	60		
55	25	200	25	150	20	120	15	90	12	72	10	60		
60	25	200	25	150	20	120	15	90	12	72	10	60	8	32
65	25	200	25	150	15	90	15	90	12	72	8	48	8	32
70	20	160	20	120	15	90	15	90	10	60	8	48	6	24
75	20	160	20	120	15	90	12	72	10	60	8	48	6	24
80	20	160	20	120	15	90	12	72	10	60	8	48	6	24
85	20	160	20	120	15	90	12	72	8	48	8	48	6	24
90	20	160	15	90	12	72	10	60	8	48	6	36	6	24
95	15	120	15	90	12	72	10	60	8	48	6	36	6	24
100	15	120	15	90	12	72	10	60	8	48	6	36	6	24
105			15	90			10	60	8	48	6	36	5	20
110			15	90	12	72	10	60	8	48	6	36	5	20
115			12	72			8	48	6	36	6	36	5	20
120			12	72			8	48	6	36	6	36	5	20
125			12	72			8	48	6	36	6	36	5	20
130			12	72			8	48	6	36	5	30	5	20
135			12	72			8	48	6	36	5	30		
140			12	72			8	48	6	36	5	30	4	16
145			12	72			6	36	5	30	5	30		
150			12	72			6	36	5	30	5	30	4	16
155			12	48			6	24						
160	15	90	12	48			6	24			5	20	4	16
165			12	48			6	24						
170			12	48			6	24			5	20	4	16
175			12	48			6	24						
180			12	48			6	24			5	20	3	12
185			12	48			6	24						
190			12	48			6	24			5	20	3	12
195			12	48			6	24						
200			12	48			6	24			5	20	3	12
210				48				24				20		12
220				48				24				20		12
230				48				24				20		12
240				48				24				20		12
250				48				24				20		12



入数表

強力六角ボルト入数表

サイズ 入数 首下長さ	M 6		M 8		M10		M12		M14		M16		M18		M20		M22		M24		M30		サイズ 入数 首下長さ
	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱	小箱	大箱	サイズ 入数 首下長さ
× 10	200	5,400	100	2,000																			× 10
× 12	200	5,400	100	2,000																			× 12
× 14	200	4,000	100	2,000																			× 14
× 15	200	4,000	100	2,000	100	1,000																	× 15
× 16	200	4,000	100	2,000	100	1,000																	× 16
× 18	200	4,000	100	2,000																			× 18
× 20	200	4,000	100	2,000	100	1,000	100	600															× 20
× 22	200	4,000	100	1,600																			× 22
× 25	200	3,200	100	1,600	100	1,000	100	600	60	360	80	320											× 25
× 30	100	2,000	100	1,600	100	800	100	600	60	360	80	320			40	160							× 30
× 35	100	2,000	100	1,000	100	800	50	400	60	360	70	280			40	160							× 35
× 40	100	2,000	100	1,000	50	500	50	400	60	360	70	280	50	200	30	120			25	100			× 40
× 45	100	2,000	100	1,000	50	500	50	400	50	300	60	240	50	200	30	120	25	100	20	80			× 45
× 50	100	2,000	100	1,000	50	500	50	400	50	300	60	240	40	160	30	120	25	100	20	80		40	× 50
× 55	200	1,600	100	1,000	50	500	50	400	40	240	50	200	40	160	30	120	25	100	20	80		40	× 55
× 60	200	1,200	100	800	50	500	50	300	40	240	50	200	40	160	30	120	25	100	20	80		40	× 60
× 65	200	1,200	100	800	50	500	50	300	40	240	50	200	35	140	30	120	20	80	15	60		40	× 65
× 70	200	1,200	100	600	50	400	50	300	40	240	40	160	35	140	25	100	20	80	15	60		40	× 70
× 75	200	1,200	100	600	50	400	50	300	30	180	40	160	30	120	25	100	20	80	15	60		35	× 75
× 80			100	600	50	400	40	240	30	180	40	160	30	120	25	100	20	80	15	60		35	× 80
× 85			50	500	50	400	40	240	30	180	40	160	30	120	20	80	20	80	15	60		35	× 85
× 90			50	500	50	300	40	240	30	180	30	120	30	120	20	80	15	60	15	60		30	× 90
× 95			50	500	50	300	40	240	30	180	30	120			20	80	15	60	15	60		30	× 95
× 100			50	500	50	300	40	240	30	180	30	120	25	100	20	80	15	60	10	40		30	× 100
× 105			50	500	70	280	50	200			30	120			20	80	15	60	10	40			× 105
× 110			50	500	70	280	50	200			30	120			15	60	15	60	10	40		30	× 110
× 115			50	500	70	280	50	200			30	120			15	60	15	60	10	40		25	× 115
× 120			50	500	70	280	50	200			25	100			15	60	15	60	10	40		25	× 120
× 125			70	420	60	240	50	200			25	100			15	60	10	40	10	40		25	× 125
× 130			70	420	60	240	40	160			25	100			15	60	10	40	10	40		25	× 130
× 135			90	360	60	240	40	160			20	80			15	60							× 135
× 140			90	360	60	240	40	160			20	80			15	60	10	40	10	40		25	× 140
× 145			80	320	50	200	40	160			20	80			15	60							× 145
× 150			80	320	50	200	40	160			20	80			15	60	10	40	10	40		20	× 150
× 160						210		150				80				50		40		30		20	× 160
× 170						200		150				80				50		40		30		20	× 170
× 180						190		140				70				50		40		30		20	× 180
× 190						180		130				70				40		40		30		20	× 190
× 200						170		120				70				40		35		30		15	× 200
× 210																40				30		15	× 210
× 220																40				25		15	× 220
× 230																35				25		15	× 230
× 240																35				25		15	× 240
× 250																35				25		15	× 250

(注) 製造可能寸法は P8 の表による。



ねじの強度区分別締付トルクの目安

N - cm

ねじの呼び	有効断面積 (mm ²)	強度区分 保証荷重応力 (N/mm ²)	8.8		10.9	12.9
			d ≤ 16	580	830	970
			d > 16	600		
M 3×0.5	5.03		119		170	199
M 4×0.7	8.78		277		396	463
M 5×0.8	14.2		560		801	936
M 6×1	20.1		951		1360	1590
M 8×1.25	36.6		2300		3300	3860
M10×1.5	58.0		4570		6540	7650
M12×1.75	84.3		7970		11400	13300
M14×2	115		12600		18100	21200
M16×2	157		19800		28300	33100
M18×2.5	192		28200		39000	45500
M20×2.5	245		39900		55300	64600
M22×2.5	303		54300		75200	
M24×3	353		69100		95600	
M30×3.5	561		137300		189900	

注 締付時の条件

(1) おねじ、めねじの精度は 6 g 又は 2 級程度のもの

(2) 被締付け物の仕上げ面が 25 - S 程度のもの

(3) おねじ、めねじ、被締付け物の何れにもめっき塗装等の表面処理を行わず、サビの発生もなく油を薄く塗った状態のもの

$$T = K \times d \times P$$

T：ねじの締め付けトルク

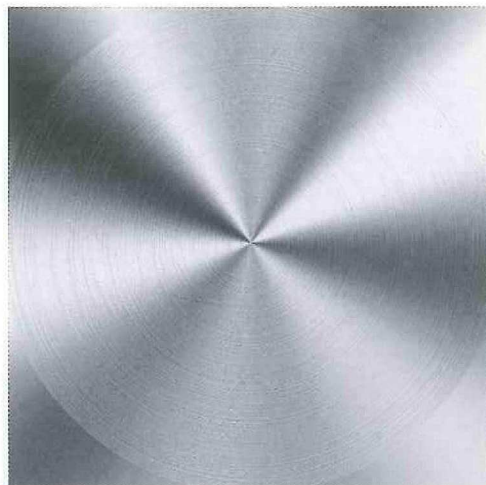
d：ねじの呼び径 (cm)

P：ねじの推奨締め付け軸力 (N)

(保証荷重×0.8)

K：トルク係数 (0.17とする)

[illegible]



ISO 9001 : 2015 認証取得
ISO 14001 : 2015 認証取得

日本ファスナー工業株式会社

本社および工場	大阪市鶴見区今津北4丁目7番18号	TEL(代表) (06) 6968-1800	〒538-0041
日野工場	滋賀県蒲生郡日野町北脇日野第二工業団地1-4	TEL(代表) (0748) 53-2471	〒529-1663
東京営業所	埼玉県蕨市北町5丁目9番6号	TEL(代表) (048) 446-3620	〒335-0001
東京試験所	埼玉県蕨市北町5丁目9番6号	TEL(代表) (048) 446-1658	〒335-0001

販売代理店