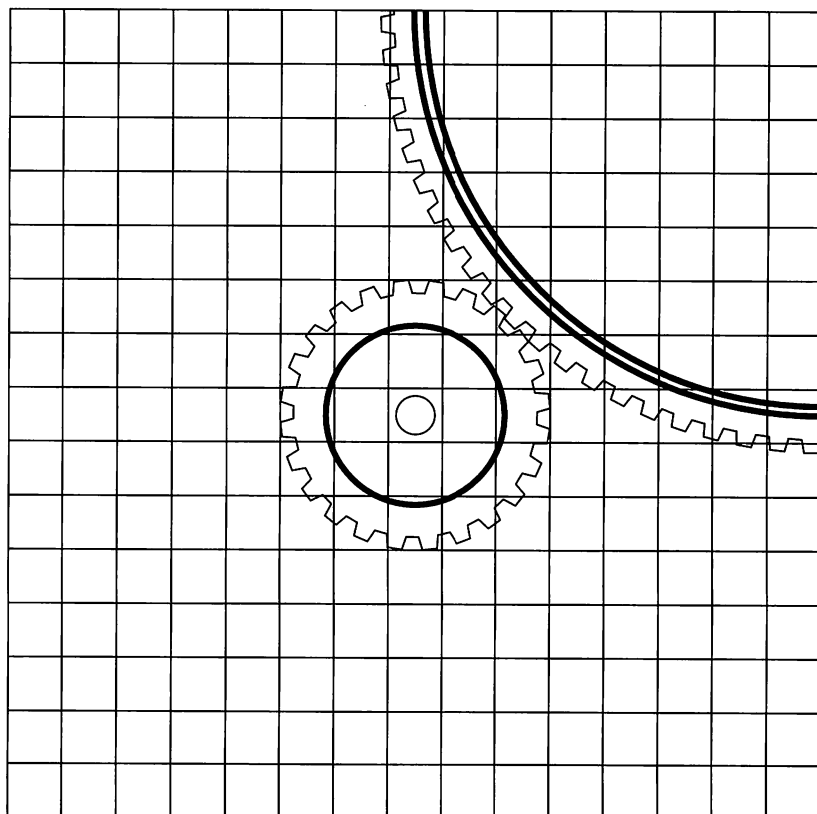


わかりやすい「機械保全」4

機械系



わかりやすい「機械保全」機械系

テキスト構成

テキスト	内 容
4	7章 機械構成要素 8章 潤滑及び給油
5	9章 機械工作法 10章 油圧装置及び空気圧装置
6	11章 力学及び材料力学 12章 製 図

※わかりやすい「機械保全」**4** 機械系 もくじ

7章 機械構成要素7-1

7.1 ねじ 7-3

7.1.1 ねじの基礎 7-3

- (1) ねじとは 7-3
- (2) ねじ各部の名称 7-3

7.1.2 ねじの種類・形状及び用途 7-5

- (1) ねじの種類・形状と用途 7-5
- (2) ねじの基本規格 7-8

7.2 ボルト・ナット，座金 7-13

7.2.1 ボルト・ナット 7-13

- (1) ボルト 7-13
- (2) ナット 7-16
- (3) 止めねじ 7-16

7.2.2 座金 7-17

7.2.3 ボルトによる締結の保全 7-18

- (1) ねじのはめあい長さ 7-18
- (2) ナットのゆるみ止め 7-18
- (3) ボルト・ナットの固着の原因と対策 7-22
- (4) 固着したボルト・ナットの外し方 7-22
- (5) ねじの締付け方法 7-23
- (6) ねじの破壊と防止対策 7-24

7.3 リベット継手 7-27

7.3.1 リベット 7-27

- (1) リベットの種類 7-27
- (2) リベットの長さ 7-27
- (3) リベット締めとコーキン 7-27

7.3.2 リベット継手の種類 7-28

7.3.3 リベット継手の強さ 7-29

- (1) リベットのせん断 7-30
- (2) リベット穴の間の板の切断 7-30

- (3) リベット継手の効率 7-30

7.4 軸と軸継手 7-31

7.4.1 軸とその種類 7-31

- (1) 作用による分類 7-31
- (2) 形状による分類 7-32

7.4.2 軸の安全 7-32

- (1) 変形 7-32
- (2) 軸の太さ 7-33
- (3) 危険速度 7-34
- (4) 軸及び軸まわりの取扱い 7-34

7.4.3 軸継手 7-35

- (1) 固定軸継手 7-36
- (2) たわみ軸継手 7-37
- (3) 伸縮軸継手 7-37
- (4) 自在軸継手 7-37

7.4.4 クラッチ 7-38

- (1) 摩擦クラッチ 7-38
- (2) かみあいクラッチ 7-38

7.5 軸受と密封装置 7-40

7.5.1 軸受とジャーナル 7-40

- (1) ジャーナルの種類 7-40
- (2) 軸受の種類 7-40

7.5.2 すべり軸受 7-41

- (1) ラジアル軸受 7-41
- (2) スラスト軸受 7-42

7.5.3 ころがり軸受 7-43

- (1) ころがり軸受の種類 7-43
- (2) ころがり軸受の取付け 7-46
- (3) ころがり軸受の回転数の限界 7-47

7.5.4 密封装置 7-48

7.5.5 シール 7-49

- (1) 非接触形シール 7-49
- (2) メカニカルシール 7-49

- (3) オイルシール 7-50
- (4) パッキン 7-50
- (5) Oリング 7-51
- (6) ガスケット 7-51

7.6 キー・ピン・コッタ・スプライン 7-54

7.6.1 キー 7-54

- (1) 沈みキー 7-54
- (2) 接線キー 7-55
- (3) 半月キー 7-55

7.6.2 ピン 7-55

7.6.3 コッタ 7-56

7.6.4 スプライン 7-56

7.7 歯車 7-57

7.7.1 歯車とは 7-57

7.7.2 歯車の種類 7-57

- (1) 2軸が互いに平行である歯車 7-57
- (2) 2軸が一点で交わる歯車 7-59
- (3) 2軸が平行でなく交わりもしない歯車 7-59

7.7.3 歯車各部の名称 7-60

- (1) ピッチ円直径と円ピッチ 7-60
- (2) モジュール 7-61
- (3) 歯先円と歯底円 7-62
- (4) 歯末のたけと歯元のたけ 7-62
- (5) 歯厚と歯幅 7-63
- (6) 圧力角 7-63

7.7.4 歯形とかみあい率 7-64

- (1) 歯形 7-64
- (2) かみあい率 7-66

7.7.5 歯車の保全 7-66

- (1) バックラッシ 7-66
- (2) 歯形の修正 7-67
- (3) 転位歯車 7-68

7.7.6 歯車列 7-69

7.8 巻掛け伝動 7-70

7.8.1 ベルト 7-70

- (1) 平ベルト伝動 7-70
- (2) タイミングベルト伝動 7-73
- (3) Vベルト伝動 7-74

7.8.2 チェーン伝動 7-75

7.9 摩擦伝動装置・無段変速装置 7-76

7.9.1 摩擦伝動装置 7-76

- (1) 円筒摩擦車 7-76
- (2) 円すい摩擦車 7-77

7.9.2 無段変速装置 7-78

- (1) 摩擦車による無段変速装置 7-78
- (2) Vベルト式無段変速機 7-79
- (3) リングコーン無段変速機 7-80
- (4) トルクコンバータ 7-81

7.10 リンク及びカム 7-82

7.10.1 リンク装置 7-82

- (1) てこクランク機構 7-82
- (2) 両クランク機構 7-83
- (3) 両てこ機構 7-84
- (4) 倍力装置 7-85

7.10.2 スライダクランク機構 7-85

- (1) 往復スライダクランク機構 7-86
- (2) 揺動スライダクランク機構 7-86
- (3) 回りスライダクランク機構 7-88

7.10.3 カム 7-88

- (1) カムの種類 7-89
- (2) カム線図とカムの形状 7-91

7.11 管と管継手 7-92

7.11.1 管 7-92

- (1) 管の種類 7-92

7.11.2 管継手 7-93

- (1) ねじ込形管継手 7-93
- (2) 管フランジ形継手 7-95
- (3) 伸縮継手 7-95

7.11.3 配管の保全 7-96

7.12 バルブとコック 7-97

7.12.1 バルブ 7-97

- (1) 玉形弁・アングル弁 7-97
- (2) 仕切弁 7-98
- (3) ちょう形弁 7-98
- (4) 逆止め弁 7-99
- (5) 逃し弁 7-99

7.12.2 コック 7-100

7.13 ばね・ブレーキ 7-101

7.13.1 ばね 7-101

- (1) ばねとは 7-101
- (2) ばねの種類 7-101
- (3) ばねの用途 7-101
- (4) ばねの材料 7-103

7.13.2 ブレーキ 7-103

- (1) ブレーキとは 7-103
- (2) ブロックブレーキ 7-103
- (3) ドラムブレーキ 7-105
- (4) ディスクブレーキ 7-106
- (5) 帯ブレーキ 7-106
- (6) 電磁ブレーキ 7-107

[練習問題] 7-108

8章 潤滑及び給油8-1

8.1 潤滑 8-3

8.1.1 潤滑の目的 8-3

8.1.2 潤滑の機構 8-4

- (1) すべり軸受の潤滑 8-4
- (2) ころがり軸受の潤滑 8-4

8.2 潤滑剤 8-5

8.2.1 潤滑剤の分類 8-5

- (1) 添加剤 8-5
- (2) 潤滑油の性状 8-7

8.2.2 潤滑油の種類 8-8

- (1) 鉱物油（石油系） 8-8
- (2) 動・植物系潤滑油 8-9
- (3) 混成潤滑油 8-10
- (4) 潤滑油の選定 8-10

8.3 グリース 8-11

8.3.1 グリースの用語 8-11

8.3.2 グリース潤滑の特徴と種類 8-12

- (1) 特徴 8-12
- (2) 種類 8-14

8.3.3 グリースの充填量及び補給量 8-16

8.4 給油法の分類 8-17

8.4.1 潤滑油の給油法 8-18

- (1) 全損式給油法 8-18
- (2) 反覆式給油法 8-21

8.4.2 グリース潤滑 8-22

8.5 潤滑管理 8-25

8.5.1 潤滑管理とは 8-25

- (1) 潤滑管理の進め方 8-25
- (2) 潤滑箇所の適正給油 8-28

8.5.2 潤滑箇所の点検と保全 8-28

- (1) 潤滑油の劣化の原因と更油 8-28
- (2) 劣化の防止対策 8-30
- (3) 潤滑油の浄化 8-30

[練習問題] 8-32

7章 機械構成要素

—学習のはじめに—

各種の機械は、数多くの部品が使用され、組み立てられて機能を発揮します。この数多い部品のうち、どのような機械にも共通して用いられている部品があり、これらを総称して機械要素 (machine element)、あるいは機械構成要素といいます。

主な機械要素には、締結関係部品 (ボルト・ナット、リベットなど)、軸関係部品 (軸・軸継手・軸受・キーなど)、伝動関係部品 (歯車・プーリ・カムなど)、管路関係部品 (管・管継手・バルブなど)、制動及び緩衝関係部品 (ブレーキ・ばねなど) などがあります。

ここでは、各種機械要素の種類・形状・用途及び保全について学習します。

7.1 ねじ

7.1.1 ねじの基礎

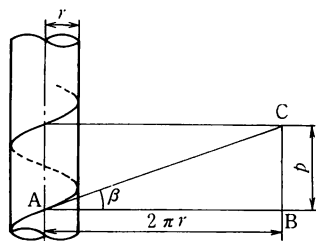
(1) ねじとは

図表7-1に示すように、半径 r の円筒の外周に直角三角形ABCの紙を巻きつけたとき、その斜辺ACが円筒面に曲線を描きます。この曲線をつる巻曲線といいます。つる巻曲線に沿って円筒に四角形、三角形、台形などのみぞ、あるいは突起（ねじ山）をつけたものをねじといいます。

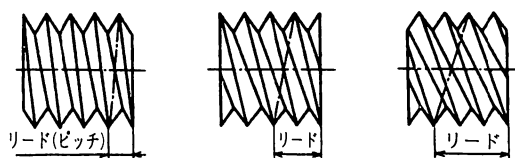
円筒の外面にねじ山をつけたものをおねじ、円筒の内面にねじ山をつけたものをめねじといいます。

1本のつる巻線に沿ってねじ山を設けたものを1条ねじ、2本のつる巻線に沿ってねじ山を設けたものを2条ねじといいます（図表7-2参照）。

通常は1条ねじを使用しますが、小さいピッチでリードを大きくしたい場合、すなわち、ねじの回転に対してねじの進みを多くして、ねじ山を小さくしたい場合に条数の多いねじが使われます。2条ねじ以上のねじを総称して多条ねじといいます。



図表7-1 ねじの原理

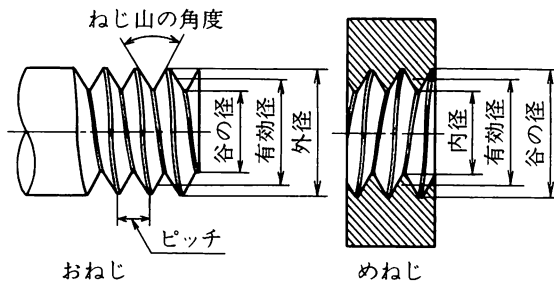


(a) 1条ねじ (b) 2条ねじ (c) 3条ねじ

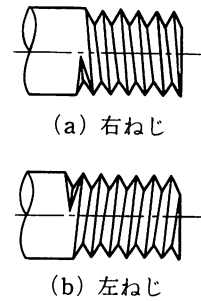
図表7-2 1条ねじと多条ねじ

(2) ねじ各部の名称

図表7-3にねじ各部の名称を示します。なお、ねじには図表7-4のようにつる巻線の向きにより右ねじと左ねじがあります。普通、ねじといえば右ねじを指し、左ねじは特殊な場合に使用されます。



図表 7-3 ねじ各部の名称



図表 7-4 右ねじと左ねじ

a. ピッチとリード

ピッチ (pitch) とは、となりあうねじ山の対応する 2 点間の距離をいい、また、ねじを 1 回転したとき、ねじ上の 1 点が軸方向に進んだ距離をリード (lead) といいます。

ピッチを p (mm)、リードを l (mm)、条数を n とした場合、それぞれの関係は次のようになります。

$$p = \frac{l}{n}$$

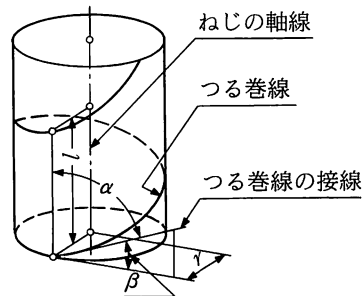
b. リード角とねじれ角

ねじの原理は、図表 7-1 に示すように円筒の外周に傾斜角 β をもった直角三角形を巻付けて、円筒面上に斜辺 AC によるつる巻線を描くわけですが、このときの傾斜角 β をリード角またはつる巻角といい、つる巻線の傾きを示します。

また、図表 7-5 のように、つる巻線とその上の 1 点を通るねじの軸に平行な平面をなす角 α をねじれ角といい、ねじれ角 $\alpha +$ リード角 $\beta = 90^\circ$ という関係があります。リード角 β 、ねじれ角 α は、それぞれ次の式で表すことができます。

$$\tan \beta = \frac{l}{2\pi r}$$

$$\cot \alpha = \frac{l}{2\pi r}$$



図表 7-5 ねじれ角とリード角

c. ねじの呼びと有効径

ねじの形式、直径及びピッチを表す呼び記号を呼びといい、呼び径のことを指す場合もあります。

たとえば、ねじの呼びM10は、外径の基本寸法が10mmのメートル並目ねじ、M8×1は外径が8mm、ピッチ1mmのメートル細目ねじを表します。

ねじの有効径とは、ねじみぞの幅がねじ山の幅に等しくなるような、仮想的な円筒の直径をいいます。なお、同一呼び径でピッチが異なるメートルねじでは、ピッチの細かいほうが有効径が大きくなっています。

d. ねじの効率

互いにはまりあうおねじとめねじにおいて、ねじの一方にトルクを加えた場合、それによってもう一方のねじの軸方向の力が仕事をするときの効率をねじの効率 η といい、次式で表します。

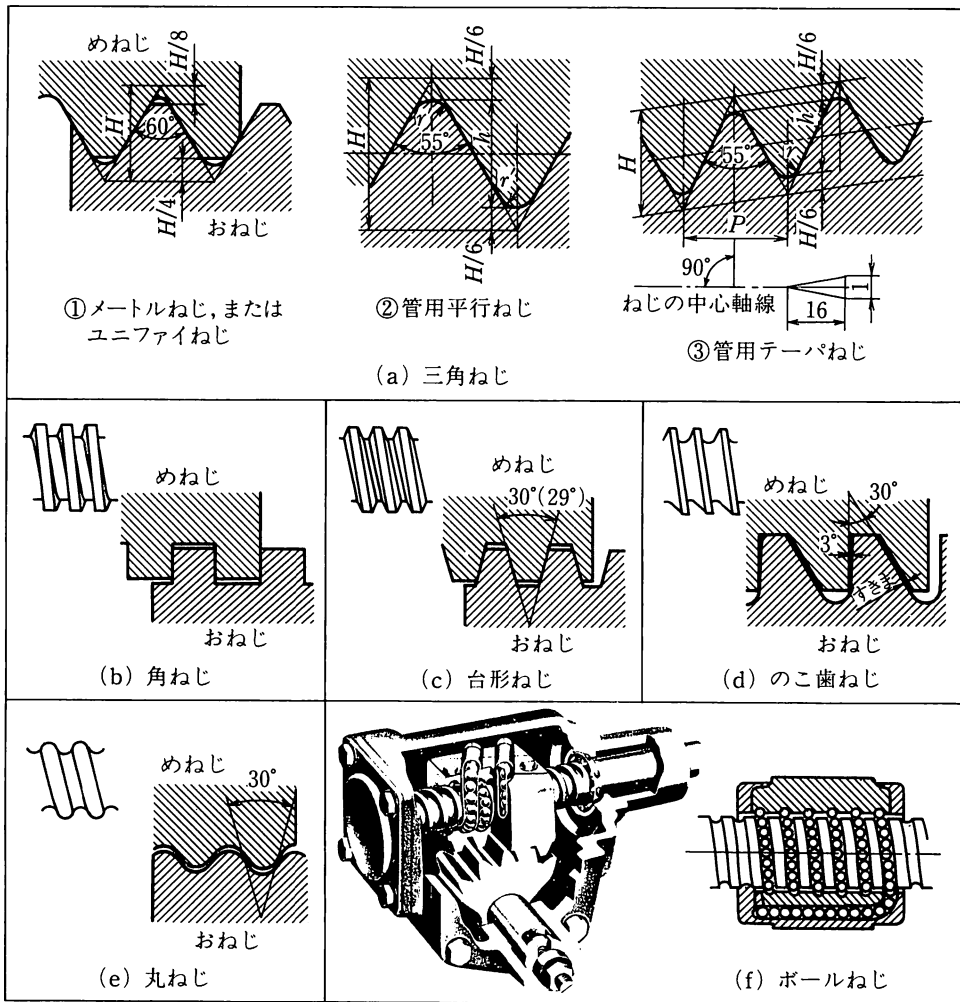
$$\eta = \frac{\tan \beta}{\tan(\rho + \beta)}$$

β : リード角
 ρ : ねじ面の摩擦角

7. 1. 2 ねじの種類・形状及び用途

(1) ねじの種類・形状と用途

ねじには、図表 7-6 に示すようにねじ山の断面形状によって、いろいろな種類に分けられます。



図表 7-6 ねじの種類

a. 三角ねじ

ねじ山の断面形状が三角形をして、工作がしやすく、ゆるみにくいので、締め付け用として最も多く使われています。このねじには呼び径をメートル系、インチ系で表す二つの系統があり、さらにピッチにより並目と細目に分けられます。図表 7-7 は、一般用三角ねじの規格及び用途を示しています。

図表 7-7 三角ねじの規格及び用途

ねじの種類	ねじの呼び径	ピッチ	ねじ山の角度	用途	JIS規格
メートル並目ねじ	mm	ピッチ	60°	機械部品の締結用	B0205 (表 4)
ユニファイ並目ねじ	インチ	25.4mm間の山数	60°	航空機・自動車	B0206 (表 5)
メートル細目ねじ	mm	ピッチ	60°	精密機器	B0207
ユニファイ細目ねじ	インチ	25.4mm間の山数	60°	航空機・自動車	B0208
管用平行ねじ	ガス管の呼び寸法インチ	25.4mm間の山数	55°	管・管用部品・流体機器などの接続における機械的結合	B0202 (表 6)
管用テーパねじ	ガス管の呼び寸法インチ	25.4mm間の山数	55°	管・管用部品・流体機器などの接続におけるねじ部の耐密性	B0203 (表 7)

b. 角ねじ

ねじ山の断面形状が四角形をして、摩擦が少ないので、ねじプレス、ジャッキなど、主に大きい力を伝達するために使われます。このねじは三角ねじに比べて工作が難しく、JISでは規格化されていません。

c. 台形ねじ

ねじ山の断面形状が台形をして、角ねじと同様に摩擦が少なく、また三角ねじより強度が大きいので、旋盤の親ねじやプレスのねじなど大きい力を伝達するためのねじとして使われます。このねじは山の角度が30°のメートル系が規格化されています。

d. のこ歯ねじ

ねじ山の断面形状がのこぎりの歯のような形をしているもので、ジャッキの棒のように、一方向へのみ大きな力が働く部分に使われます。

e. 丸ねじ

ねじ山の断面形状が半円形をしているもので、電球などの口金や受金ねじなどに使われています。

f. ボールねじ

図表 7-6 (f) に示すような、おねじとめねじの間に鋼球を入れたねじです。このねじは、ボールを利用することによって、ボールベアリングと同じように摩擦を少なくする効果を得ようとするねじです。NC工作機械のテーブルの位置決めや、自動車のステアリングギヤなどに応用されています。

(2) ねじの基本規格

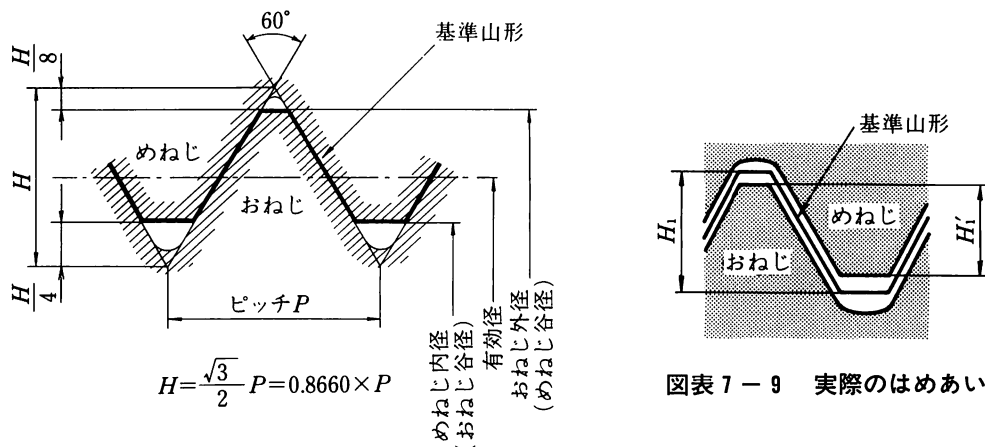
JIS^{*1)}の規格では、ISO^{*2)}(国際標準化機構)の三角ねじの規格にしたがい、一般に用いるねじとして、ISOメートルねじの全系列を採用しています。なお、航空機など特に必要な場合に限り用いるユニファイねじは、ISOインチねじのUNC(並目)、及びUNF(細目)を使います。ですから三角ねじのほとんどにメートルねじが使われています(図表7-7参照)。

a. メートルねじ

図表7-8にメートル並目ねじの基準山形と基準寸法を示します。基準山形は、おねじもめねじも共通となりますが、実際の製作ではおねじの山形、めねじの山形は図表7-9のようになります。

図表7-10は、メートル並目ねじの基準寸法を示したものです。使用に当たっては、呼び寸法の1欄を選択します。これは製品を作る際に、多種類のねじを用意しておかなくてもすむからです。また、機械の保守を行うユーザにおいても同様なことがいえます。これは標準化を進め、部品間に互換性をもたせるうえでも大切なことです。

しかし、設計の都合上やむを得ない場合には、2欄、3欄の順に使用します。



図表7-8 メートル並目ねじの基準山形と基準寸法

*1) JIS : Japanese Industrial Standard 日本工業規格

*2) ISO : International Organization For Standardization 国際標準化機構

図表7-10 メートル並目ねじの基準寸法 (JIS B 0205 より)

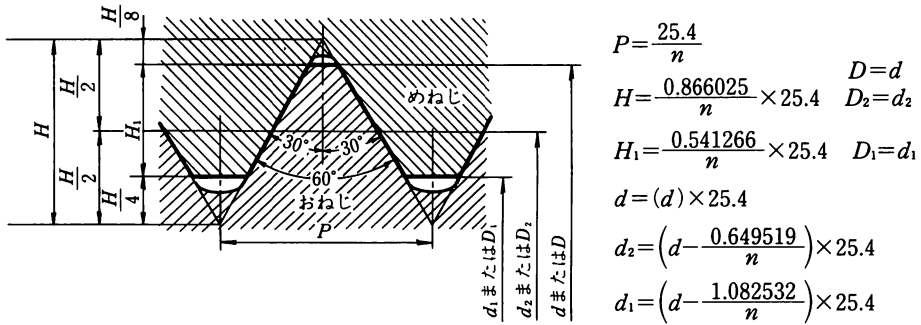
単位 mm

ね じ の 呼 び *			ピ ッ チ P	ひ っ か か り の 高 さ H_1	め ね じ		
1 欄	2 欄	3 欄			谷 の 径 D	有 効 径 D_2	内 径 D_1
					お ね じ		
			外 径 d	有 効 径 d_2	谷 の 径 d_1		
M 1	M 1.1		0.25	0.135	1.000	0.838	0.729
M 1.2			0.25	0.135	1.100	0.938	0.829
M 1.6	M 1.4		0.3	0.162	1.400	1.205	1.075
	M 1.8		0.35	0.189	1.600	1.373	1.221
M 2	M 2.2		0.4	0.217	2.000	1.740	1.567
M 2.5			0.45	0.244	2.200	1.908	1.713
M 3	M 3.5		0.5	0.271	3.000	2.675	2.459
			M 4	0.6	0.325	3.500	3.110
M 5	M 4.5		0.7	0.379	4.000	3.545	3.242
			M 6	0.75	0.406	4.500	4.013
M 8		M 7	0.8	0.433	5.000	4.480	4.134
			M 9	1	0.541	6.000	5.350
M 10		M 11	1.25	0.677	7.000	6.350	5.917
			M 12	1.25	0.677	8.000	7.188
M 16	M 14		1.5	0.812	10.000	9.026	8.376
			M 18	1.5	0.812	11.000	10.026
M 20	M 22		1.75	0.947	12.000	10.863	10.106
			M 24	2	1.083	14.000	12.701
M 30	M 27		2	1.083	16.000	14.701	13.835
			M 33	2.5	1.353	18.000	16.376
M 36	M 39		2.5	1.353	20.000	18.376	17.294
			M 42	2.5	1.353	22.000	20.376
M 48	M 45		3	1.624	24.000	22.051	20.752
			M 52	3	1.624	27.000	25.051
M 56	M 52		3.5	1.894	30.000	27.727	26.211
			M 60	3.5	1.894	33.000	30.727
M 64	M 68		4	2.165	36.000	33.402	31.670
			M 64	4	2.165	39.000	36.402
M 68	M 68		4.5	2.436	42.000	39.077	37.129
			M 68	4.5	2.436	45.000	42.077
M 68	M 68		5	2.706	48.000	44.752	42.587
			M 68	5	2.706	52.000	48.752
M 68	M 68		5.5	2.977	56.000	52.428	50.046
			M 68	5.5	2.977	60.000	56.428
M 68	M 68		6	3.248	64.000	60.103	57.505
			M 68	6	3.248	68.000	64.103

注* 1 欄を優先的に、必要に応じて2 欄, 3 欄の順に選ぶ。

b. ユニファイねじ

図表7-11にユニファイ並目ねじの基準山形、及び基準寸法の公式を示しました。メートルねじと比較すると、ねじ山の形は変わりませんが、ピッチは1インチ(25.4mm)の長さにねじ山がいくつあるという形で表現しますから、mm単位で表現すると、中途半端な数値となります。

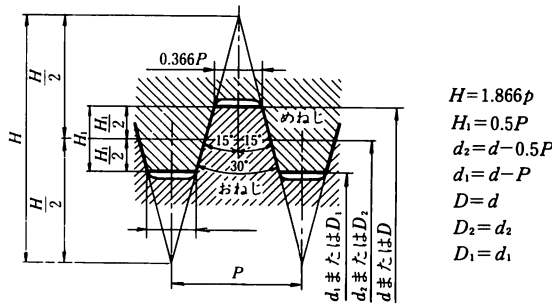


図表7-11 ユニファイ並目ねじの基準山形及び基準寸法の公式

c. 台形ねじ

機械の中での構成ユニットの移動、あるいは弁の締付けなどに用いられます。また、工作機械の親ねじのように、正確な位置決めを行うところには、高いピッチ精度をもつ台形ねじが使用されます。

図表7-12に台形ねじの基本山形、及び基準寸法の公式を示します。台形ねじには、ねじ山の角度が\$30^\circ\$のメートルねじがあります。



図表7-12 メートル台形ねじの基本山形及び公式

d. 管用ねじ

管用ねじは、管、管用部品、流体機器の接続に用いられます。種類は、ねじ部の気密性を主目的にする管用テーパねじと、機械的結合を主目的とする平行ねじがあります。テーパねじは、1/16のテーパとなっており、めねじは1/16のテーパめねじと平行めねじの2種類があります。

図表7-13は、ねじの種類を表す記号、及びねじの呼びの表し方をまとめたもので、図表7-14は、管用テーパねじの基準寸法を示したものです。

図表7-13 ねじの種類を表す記号と呼び

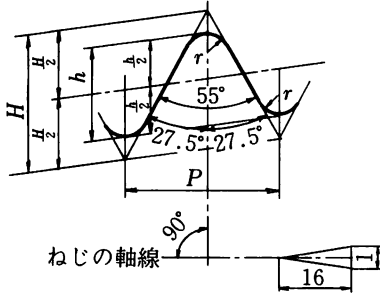
区分	ねじの種類		ねじの種類 を表す記号	ねじの呼びの表し方の例	関連規格	
一般用	メートル	並目ねじ	M	M 8	JIS B 0205	
		細目ねじ		M 8 × 1	JIS B 0207	
	ミニチュアねじ		S	S 0.5	JIS B 0201	
	ユニファイ	並目ねじ	UNC	3/8-16UNC	JIS B 0206	
		細目ねじ	UNF	No. 8-36UNF	JIS B 0208	
	メートル台形ねじ		Tr	Tr10 × 2	JIS B 0216の本体	
	管用テーパねじ	おねじ	R	R 3/4	JIS B 0203の本体	
		めねじ	Rc	Rc3/4		
		平行めねじ ⁽¹⁾	Rp	Rp3/4		
	管用平行ねじ		G	G 1/2	JIS B 0202の本体	
	ISO規格にない規格のもの	30°台形ねじ		TM	TM18	JIS B 0216の附属書
		管用テーパねじ	テーパねじ	PT	PT 7	JIS B 0203の附属書
平行めねじ ⁽²⁾			PS	PS 7		
管用平行ねじ		PF	PF 7	JIS B 0202の附属書		
特殊用	電線管ねじ	厚鋼	CTG	CTG16	JIS B 0204	
		薄鋼	CTC	CTC19		
	自転車ねじ	一般用	BC	BC 3/4	JIS B 0225	
		スポーク用		BC 2.6		
ミシン用ねじ		SM	SM 1/4 山40	JIS B 0226		

注：(1) 平行めねじRpは、テーパおねじRに対してだけ用いる。

(2) 平行めねじPSは、テーパおねじPTに対してだけ用いる。

図表 7-14 管用テーパねじの基準寸法と基準山形

テーパおねじ及びテーパめねじに
対して適用する基準山形



太い実線は、基準山形を示す。

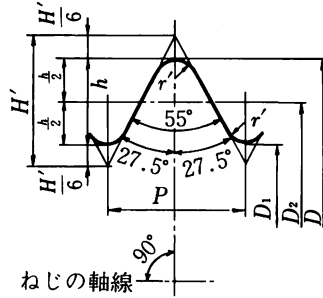
$$P = \frac{25.4}{n}$$

$$H = 0.960237 P$$

$$h = 0.640327 P$$

$$r = 0.137278 P$$

平行めねじに対して適用する基準山形



太い実線は、基準山形を示す。

$$P = \frac{25.4}{n}$$

$$H' = 0.960491 P$$

$$h = 0.640327 P$$

$$r' = 0.137329 P$$

単位 mm

ねじの呼び	ねじ山			基準径			基準径の位置			平行 めねじ の D, D ₂ 及び D ₁ の 許容差 ±	有効ねじ部の長さ(最小)				配管用炭 素鋼鋼管 の寸法 (参考)				
	ねじ 山数 (25.4 mmに つき)	ピッチ P (参考)	山の 高さ h	丸 山 の 半径 r 又は r'	おねじ			おねじ			めねじ 管端部 の D, D ₂ 及び D ₁ の 許容差 ±	ねじ の 位置 から 大 径側 向 か つ て f	不完全 ねじ部 がある 場合 の D ₁ の 許容 差 ±	平行 めねじ の 位置 から 小 径側 向 か つ て l (参考)			ねじ の 位置 から 小 径側 向 か つ て l (参考)	ねじ の 位置 から 大 径側 向 か つ て l (参考)	ねじ の 位置 から 大 径側 向 か つ て l (参考)
					外径 d	有効径 d ₂	谷の径 d ₁	管端から	軸線方 向の 長さ a										
					めねじ	めねじ	めねじ	管端から	軸線方 向の 長さ a										
R ⅜	28	0.9071	0.581	0.12	7.723	7.142	6.561	3.97	0.91	1.13	0.071	2.5	6.2	7.4	4.4	—	—		
R ⅝	28	0.9071	0.581	0.12	9.728	9.147	8.566	3.97	0.91	1.13	0.071	2.5	6.2	7.4	4.4	10.5	2.0		
R ¾	19	1.3368	0.856	0.18	13.157	12.301	11.445	6.01	1.34	1.67	0.104	3.7	9.4	11.0	6.7	13.8	2.3		
R ⅞	19	1.3368	0.856	0.18	16.662	15.806	14.950	6.35	1.34	1.67	0.104	3.7	9.7	11.4	7.0	17.3	2.3		
R 1 ⅛	14	1.8143	1.162	0.25	20.955	19.793	18.631	8.16	1.81	2.27	0.142	5.0	12.7	15.0	9.1	21.7	2.8		
R 1 ¼	14	1.8143	1.162	0.25	26.441	25.279	24.117	9.53	1.81	2.27	0.142	5.0	14.1	16.3	10.2	27.2	2.8		
R 1 ½	11	2.3091	1.479	0.32	33.249	31.770	30.291	10.39	2.31	2.89	0.181	6.4	16.2	19.1	11.6	34.0	3.2		
R 1 ⅝	11	2.3091	1.479	0.32	41.910	40.431	38.952	12.70	2.31	2.89	0.181	6.4	18.5	21.4	13.4	42.7	3.5		
R 1 ¾	11	2.3091	1.479	0.32	47.803	46.324	44.845	12.70	2.31	2.89	0.181	6.4	18.5	21.4	13.4	48.6	3.5		
R 2	11	2.3091	1.479	0.32	59.614	58.135	56.656	15.88	2.31	2.89	0.181	7.5	22.8	25.7	16.9	60.5	3.8		
R 2 ⅛	11	2.3091	1.479	0.32	75.184	73.705	72.226	17.46	3.46	3.46	0.216	9.2	26.7	30.1	18.6	76.3	4.2		
R 3	11	2.3091	1.479	0.32	87.884	86.405	84.926	20.64	3.46	3.46	0.216	9.2	29.8	33.3	21.1	89.1	4.2		
R 4	11	2.3091	1.479	0.32	113.030	111.551	110.072	25.40	3.46	3.46	0.216	10.4	35.8	39.3	25.9	114.3	4.5		
R 5	11	2.3091	1.479	0.32	138.430	136.951	135.472	28.58	3.46	3.46	0.216	11.5	40.1	43.5	29.3	139.8	4.5		
R 6	11	2.3091	1.479	0.32	163.830	162.351	160.872	28.58	3.46	3.46	0.216	11.5	40.1	43.5	29.3	165.2	5.0		

(注) この呼びは、テーパおねじに対するもので、テーパめねじ及び平行めねじの場合は、Rの記号をR_c又はR_pとする

7.2 ボルト・ナット，座金

7.2.1 ボルト・ナット

(1) ボルト

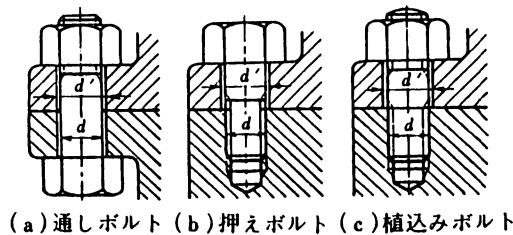
a. ボルトとは

ボルトとは，丸棒の外周にねじを切ったもので，用途によって軟鋼・硬鋼・銅合金・耐食性合金などの材料が使われています。

機械部品の組立てには，**図表 7-15**に示すような通しボルト・押えボルト・植込みボルトなど，いわゆる締付けボルトが用いられます。

通しボルトは，結合させる二つの部品に貫通した穴をあけ，これにボルトを通してナットで締め付けるボルトで，一般に**図表 7-15 (a)**のように六角ボルトと六角ナットが用いられます。押えボルトは，**図表 7-15 (b)**のように結合する一方の部品にめねじを設け，ここにボルトをねじ込んで二つの部品を締め付けます。

植込みボルトは，六角ボルトのように頭をもたず，丸棒の両側にねじ部をもつボルトで，**図表 7-15 (c)**のように一方の部品に植え込まれた状態で，ナットの着脱だけで，部品の取付け・取外しができます。

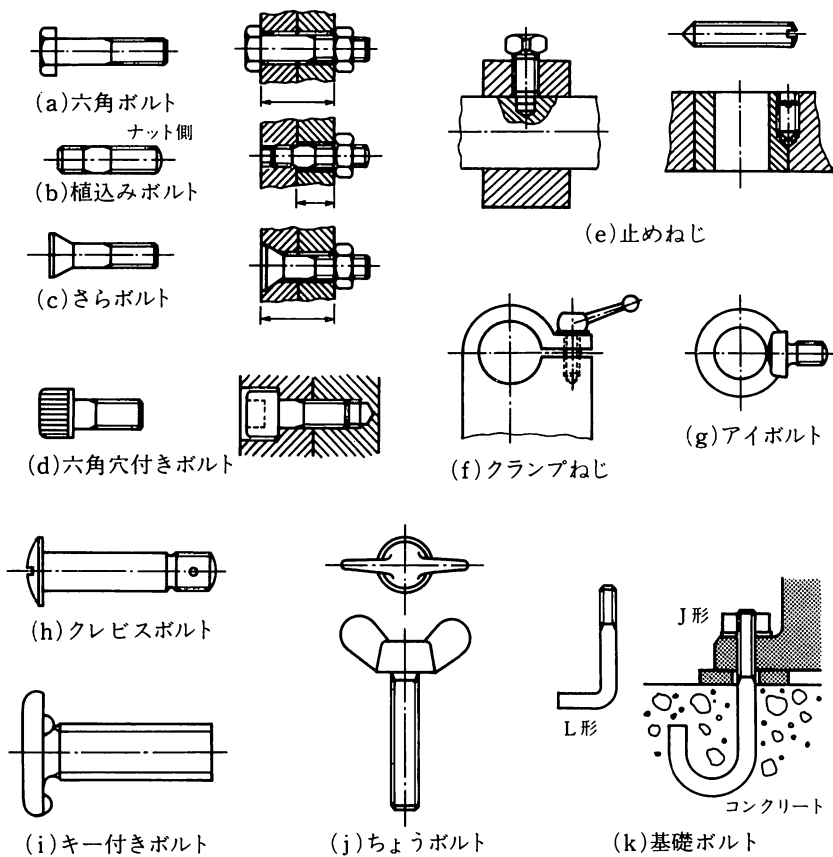


図表 7-15 締付けボルト

b. ボルトの種類

ボルトには各種の形状があり，用途も様々です。**図表 7-16**は各種ボルトの一部を示したものです。

ドライバー（ねじ回し）によって締め付けられる軸径10mm以下のねじを小ねじといい，ビスとも呼ばれます。

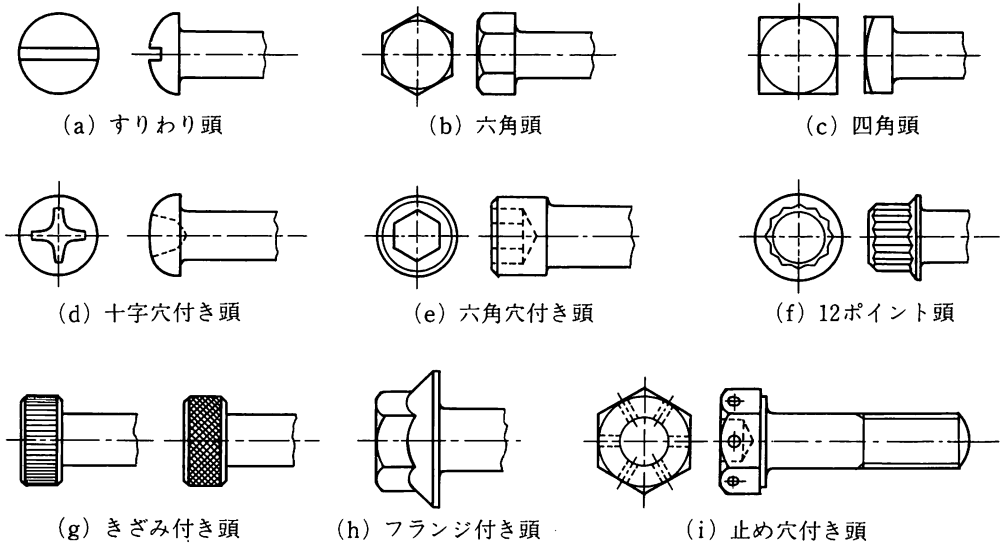


図表 7-16 各種のボルト

図表 7-17 にねじ先の形，図表 7-18 にねじの頭の形を示しました。ボルト，小ねじは軟鋼や黄銅で作られていますが，六角穴付きボルトはS45C，SCM，あるいはSNCMなどの鋼材で作られています。



図表 7-17 ねじ先の形



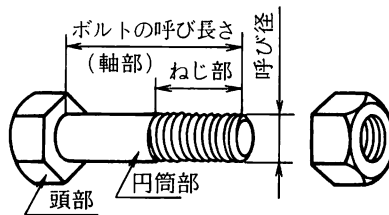
図表 7-18 ねじの頭の形

c. 六角ボルト

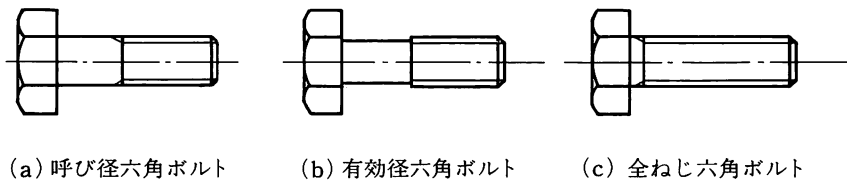
図表 7-19は六角ボルトの形状及び名称を示したものです。

六角ボルトは、ボルトの円筒部の形状により、図表 7-20のように呼び径六角ボルト・有効径六角ボルト・全ねじ六角ボルトの3種類があります。

呼び径六角ボルトは、円筒部の径がねじ部の径と同じ寸法のもので、有効径六角ボルトは、円筒部の径が有効径と同じ寸法から成っており、また、全ねじ



図表 7-19 六角ボルトとナット



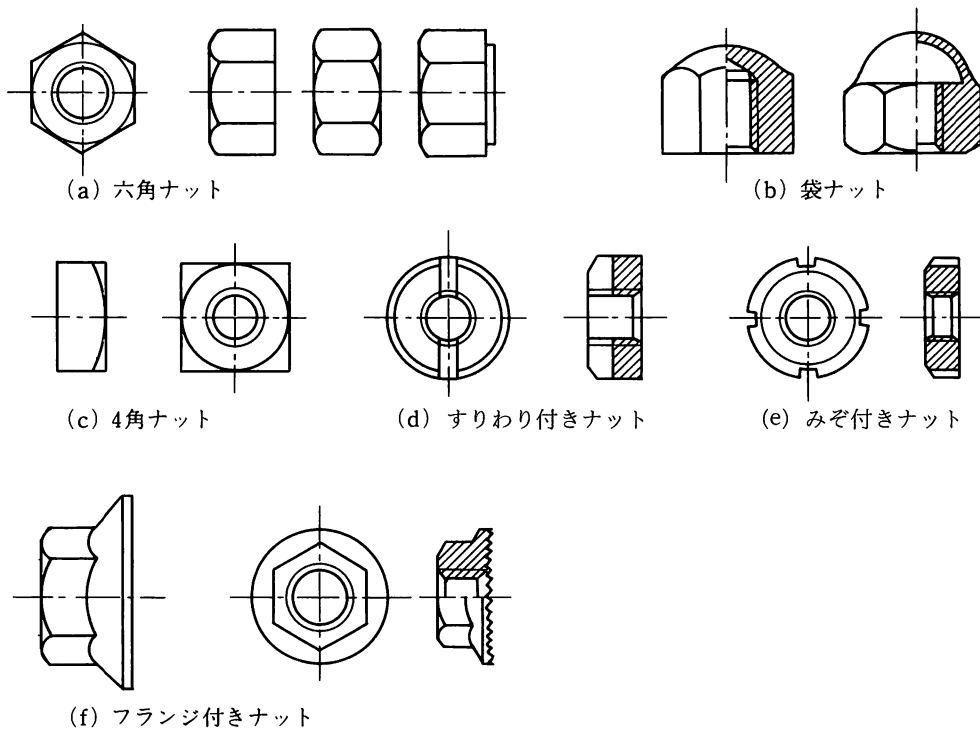
図表 7-20 六角ボルトの種類

六角ボルトは、ボルトの長さを示す部分がすべてねじ部であるボルトです。

(2) ナット

ナットは、ボルトと組み合わせて使用されますが、使用目的によって形状が異なり、**図表7-21**に示すように六角ナット・四角ナット・みぞ付きナット・みぞ付き六角ナット・袋ナット・ちょうナットなどいろいろな種類のものがありますが、最も多く使用されているのは六角ナットです。

六角ナットの種類には、六角ナット・六角低ナットがあり、ねじの呼び径 d に対するナットの呼び高さが $0.8d$ 以上のものが六角ナットで、 $0.8d$ 未満のものを六角低ナットといいます。



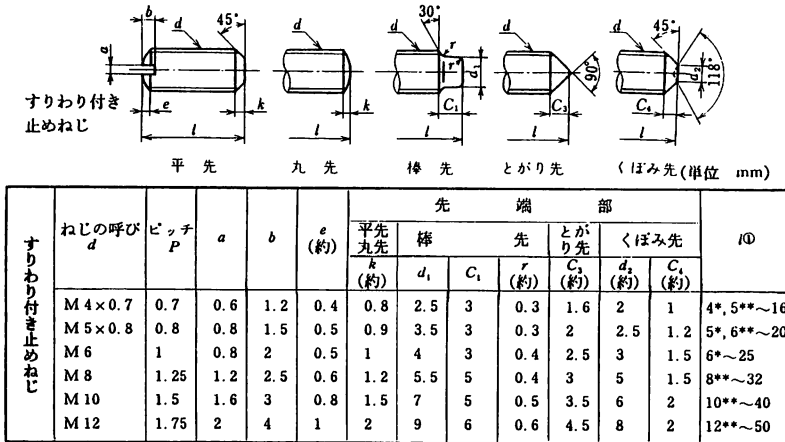
図表7-21 各種のナット

(3) 止めねじ

止めねじは、ねじの先端を利用して、軸にベルト車・歯車などを固定したり、位置の調整を必要とする部分に使用される小さいねじです。

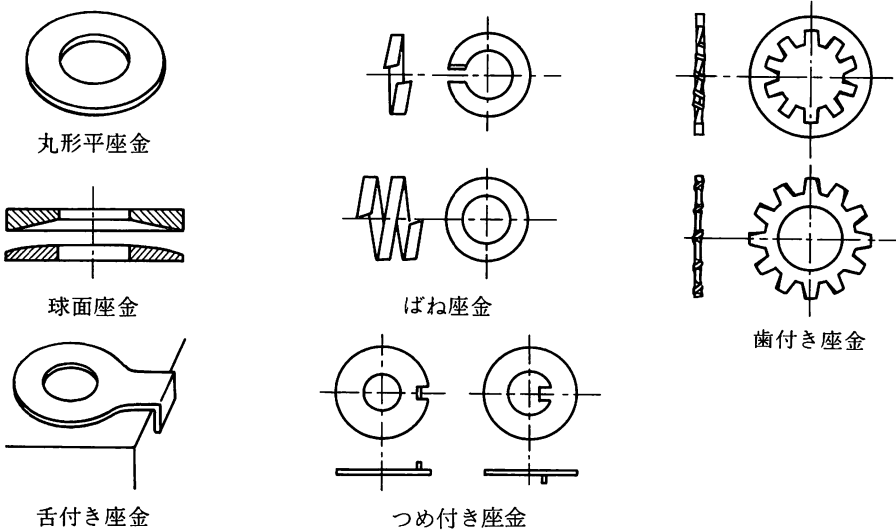
止めねじの種類には、頭部の形状により、すりわり付き止めねじ・四角止めねじ・六角穴付き止めねじがあります。図表7-22は、すりわり付き止めねじの形状・寸法を示したものです。

図表7-22 すりわり付き止めねじ



7.2.2 座金

座金は、ボルトやナットの取付面に凹凸があってもこれを安定させ、ねじのゆるみ止めや、取付面を保護する役目をします。図表7-23は各種の座金を示したものです。



図表7-23 各種の座金

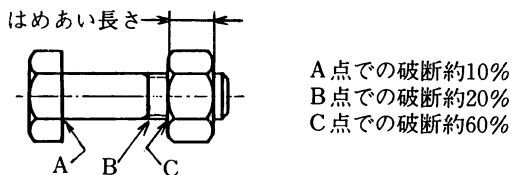
7. 2. 3 ボルトによる締結の保全

(1) ねじのはめあい長さ

おねじとめねじとが、互いにはまりあっている部分の長さを、軸の方向に測ったものを“はめあい長さ”といいます。

ねじ山に起こる破損には、曲げ作用によるものと、せん断作用によるものがあります。この破損の起こる場所を調べてみると、**図表 7-24**のようになります。

ボルトやナットを締め付けるとき、ねじのはめあい長さは、3山以上なければならぬといわれています。JISでは、ボルトとナットのはめあい長さを、めねじの内径の0.8~1.5倍にしています。



図表 7-24 破断の起きやすい位置

(2) ナットのゆるみ止め

締結用ねじは、二つの部材の接合に用いますが、これがゆるんでしまっはその機能を果たさないばかりか、事故、災害につながるので、必要部分にはゆるみ止めを行います。

ねじがゆるむ過程をみると、ねじが回転してゆるむ場合と回転せずにゆるむ場合があります。これらの原因を**図表 7-25**に示します。

図表 7-25 ねじのゆるみの原因

	ねじのゆるみの原因
回転のゆるみ	締付け物の遊離，締付け物のすべり
非回転のゆるみ	接合面の摩耗，接合面のへたり，ボルトの塑性伸び，熱膨張係数の差，クリープによる変形，ヤング率の低下

回転ゆるみが遊離による場合、締め付け力を強固にすることが大切です。まず、“しっかり”と締め付けることです。ボルトが破壊しては困りますから強度の高いボルトを用いることもあります。一般に、太くて短いボルトはゆるみやすく、細くて長いボルトはゆるみが少なくなります。

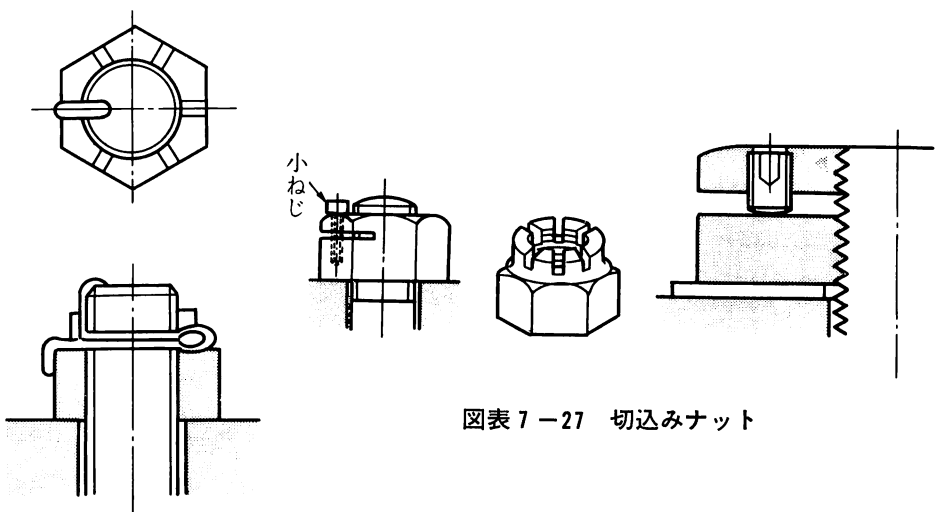
対策として、ボルト締め付け部を厚くすること、厚いワッシャを使用することが考えられます。ワッシャは枚数として2枚程度が限界で何枚も重ねるとゆるみやすくなります。

すべりを小さくするには、接合面に突起を付ける、すきまをなくすなどが有効です。具体的な方法として、次のことがあげられます。

図表7-26は、みぞ付きナットと割りピンを用いた方法です。この方法では、みぞ及びピン穴の寸法にあった割りピンを使用し、取り外したときは新しい割りピンを用います。

割りピンの先端は、抜け落ちることのないようにします。また、普通、ナットを締め付けたのち、穴をあけて割りピンを通さないことです。ボルトを弱めたり、再使用のときに穴がずれたりします。

図表7-27に、切込みナットによる方法を示します。切込みナットには、一



図表7-27 切込みナット

図表7-26 みぞ付きナットとピン

部に切込みが入れられており，あらかじめ内側にわずかに変形させておき，ボルトへねじ込んだとき，そのわずかに変形させたばね性により，ねじ部が強く圧着するしくみになっています。

簡単ですが，何回も使うと摩耗し，押付け力が弱まるので，ゆるみ止めの効果が失われます。大型ナットでは，切込み部分をさらに小ねじで締め，わずかにひずませて押し付けます。

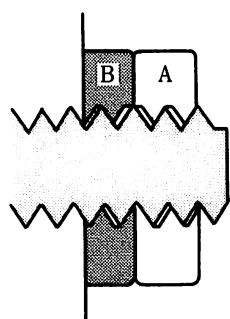
止めナットによる方法を図表 7-28 に示します。止めナットは，2 個のナットを重ねて使うことによってゆるみ止めを行います。2 個のナットを利用するので，ダブルナットと呼ばれます。

はじめに薄いナットで締め付け，次に正規のナットで締め付けます。次いで，スパナを 2 丁使って上側の正規のナットを固定しておき，下側の止めナットを 15~20°ほど戻します。このようにすると，2 個のナットとボルトのねじ面が作用しあい，締め付け及びゆるみ止めとなります。

止めナットは，下側の薄いナットを逆転することが必要なので，これに合ったスパナを用意します。

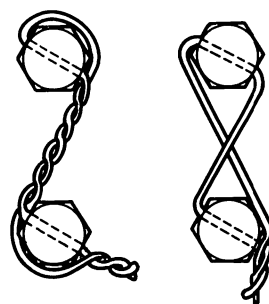
ワイヤ止めによる方法を図表 7-29 に示します。締め付けボルトの頭に，直径 1~2 mm の穴をあけておき，亜鉛めっき鉄線を通して“締めり勝手”になるようにしぼり付けます。

座金を用いてもゆるみ止めができます(図表 7-25 参照)。振動によるゆるみ止めには，ばね座金がよく使用されます。ばね座金は，反復使用することによ



ダブルナットは，ナット B，ナット A の順に締め，ナット A を固定したままにし，ナット B を回して戻す。ナット B を戻さないで単なる 1 個のナットと変わらない。

図表 7-28 ダブルナット



(a) 正式 (b) 略式

図表 7-29 ワイヤ止め