

■ コイルスプリングの使用方法和注意点

ミスマスのコイルスプリング(丸線コイルスプリングは除く)は最適な断面形状の設計を随時行い、耐久性の向上に努めております。ご安心してご使用頂くために下記の注意点、避けていただきたい使用方法を十分にご注意ください。

- ①スプリングガイドなしでの使用
スプリングガイドなしで使用した場合、スプリングに座屈、胴曲がり等が発生し、曲がりの内側が局部的に高応力となり折損に至ります。必ずシャフト、外径ガイド等のスプリングガイドを使用してください。
※基本的には、内径側ガイドにて、シャフトは上面から下面に貫通して使用して頂くのが理想的です。
- ②スプリングの内径とシャフトについて
シャフトとのクリアランスが小さいと、シャフトによりスプリングの内径が摩擦して、摩擦部を起点として折損に至ります。また、シャフトとのクリアランスが大きいと座屈等の原因となります。シャフト径を内径より-1.0mm程度に設定する事をお奨めします。
また、自由長の長いスプリング(自由長/外径が4以上のスプリング)は図-1のようにシャフトに段差をつけ、胴曲がり時の内径接触を避けてください。
- ③スプリングの外径とザグリ穴について
ザグリ穴とのクリアランスが小さいと、スプリングはたわむと外径側に膨らむため外径が拘束され、応力集中により折損に至ります。ザグリ穴径を外径より+1.5mm程度に設定する事をお奨めします。自由長の長いスプリングは、図-1のようなザグリ穴形状が理想的です。
- ④シャフト長さ・ザグリ穴深さが短い場合
ガイド長さが短いと、スプリングが座屈したときにガイド先端部が接触し、摩擦により折損に至ります。ガイド長さを初期設定高さ×1/2以上にされる事をお奨めします。またC3程度の面取りを施行してください。
- ⑤最大タワミ(30万回条件)を越えての使用(密着付近での使用)
30万回条件を越えて使用した場合、断面に計算以上の高応力が発生して折損に至ります。また、密着長付近では、有効巻部が徐々に密着していき、ばね定数が高くなるため図-2のように荷重線図が立ち上がるので、高応力が発生して折損に至ります。30万回条件を越えての使用はご注意ください。
- ⑥初期タワミなしでの使用
隙間があるとスプリングが上下に動き衝撃力が加わり、胴曲がりや座屈が発生します。初期タワミをとるとスプリングの上下面が安定します。
- ⑦スクラップ、異物を挟んだ状態での使用
異物が挟まりますとその部分は有効巻として作用なくなり、図-3のようにそれ以外の部分がたわみ、実質的に有効巻が減少したのと同じようになり高応力が発生して折損に至ります。スクラップ、異物が入りこまないようご注意ください。
- ⑧取付面の平行度が悪い場所での使用
取付面の平行度が悪いと、スプリングに胴曲がりが発生し、曲がりの内側が局部的に高応力となり折損に至ります。また、図-4のように金型の平行度が悪い場合も、スプリングの曲がり、30万回条件を越える等により折損に至ります。30万回条件を越えないよう取付面の平行度を改善してください。
- ⑨スプリングを直列にしての使用
直列で使用した場合、図-5のようにスプリングが曲がり、場合によってはシャフト・ザグリ穴に乗り上げてしまい、①と同じ理由で折損に至ります。また、スプリングの荷重のばらつきにより、荷重の弱いスプリングが強いスプリングに負けてしまい(図-6)、弱いスプリングのたわみが増え耐久性の差や折損の原因となります。
- ⑩スプリングをダブルにしての使用
図-7のようにダブルで使用した場合、スプリングが座屈したとき、インナーがアウターの線間に入り込み(またはその逆)④と同じ理由で折損に至ります。
- ⑪スプリングを横にしての使用
スプリングを横に使用した場合、シャフトによりスプリングの内径が摩擦して、摩擦部を起点として折損に至ります。

ミスマス耐久試験条件

①スプリングガイド方式
シャフト貫通
シャフト径: dより-1.0mm

②初期たわみ
1.0mm

③振幅
30万回条件値のたわみ量

④速度
180spm
※使用状況により、耐久回数は異なる場合があります。

図-1
シャフト形状
内径×0.8
外径×1.2
C3
初期設定高さ×2以上
3~5
シャフト径(d-1)
ザグリ穴径(D+1)

図-2
荷重(kgf)
30万回条件
密着長
たわみ

図-3
P
異物
d
D

図-4
最大たわみ密着部
たわみ大
たわみ小

図-5
密着部

図-6
弱
強
荷重が均等になる

図-7
アウター
インナー

1. 削り加工寸法の普通許容差 B 0405-1991-

面取り部分を除く長さ寸法に対する許容差 単位: mm

公差等級	記号	説明	基準寸法の区分							
			0.5 ⁽¹⁾ 以上 3以下	3を超え 6以下	6を超え 30以下	30を超え 120以下	120を超え 400以下	400を超え 1000以下	1000を超え 2000以下	2000を超え 4000以下
許容差										
f	精級		±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5	—
m	中級		±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2
c	粗級		±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4
v	極粗級		—	±0.5	±1	±1.5	±2.5	±4	±6	±8

注(1): 0.5mm未満の基準寸法に対しては、その基準寸法に続けて許容差を個々に指示する。

2. 面取り部分の長さ寸法(かどの丸み及びかどの面取り寸法)に対する許容差

単位: mm

公差等級	記号	説明	基準寸法の区分		
			0.5 ⁽²⁾ 以上 3以下	3を超え 6以下	6を超え るもの
許容差					
f	精級		±0.2	±0.5	±1
m	中級		±0.2	±0.5	±1
c	粗級		±0.4	±1	±2
v	極粗級		±0.4	±1	±2

注(2): 0.5mm未満の基準寸法に対しては、その基準寸法に続けて許容差を個々に指示する。

3. 角度寸法の許容差

公差等級	記号	説明	対象とする角度の短い方の辺の長さ (単位mm)の区分				
			10以下	10を超え 50以下	50を超え 120以下	120を超え 400以下	400を超え るもの
許容差							
f	精級		±1°	±30'	±20'	±10'	±5'
m	中級		±1°	±30'	±20'	±10'	±5'
c	粗級		±1°30'	±1°	±30'	±15'	±10'
v	極粗級		±3°	±2°	±1°	±30'	±20'

4. 直角度の普通公差 B 0419-1991-

単位: mm

公差等級	短い方の辺の呼び長さの区分			
	100以下	100を超え 300以下	300を超え 1000以下	1000を超え 3000以下
直角度公差				
H	0.2	0.3	0.4	0.5
K	0.4	0.6	0.8	1
L	0.6	1	1.5	2

5. 真直度及び平面度の普通公差

単位: mm

公差等級	呼び長さの区分					
	10以下	10を超え 30以下	30を超え 100以下	100を超え 300以下	300を超え 1000以下	1000を超え 3000以下
真直度公差及び平面度公差						
H	0.02	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4
K	0.05	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8
L	0.1	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6

6. 対称度の普通公差

単位: mm

公差等級	呼び長さの区分			
	100以下	100を超え 300以下	300を超え 1000以下	1000を超え
対称度公差				
H	0.5			
K	0.6	0.8	1	1
L	0.6	1	1.5	2

TECHNICAL DATA 技術データ

● 国際単位系 SI	2181
● 量記号・単位記号・化学記号及び元素記号	2183
● 体積・重量の求め方/材料の物理的性質	2183
● 面積・重心・断面二次モーメントの計算	2184
● 各種加工法による粗さの範囲	2185
● 幾何公差の図示方法	2186
● ボールねじの選定方法	2187
● リニアシステムの寿命計算	2193
● 一軸アクチュエータの選定方法	2197
● ラジアル軸受(等級0級)許容差及び許容値	2201
● 位置決めスイッチのIPコードについて	2201
● コイルスプリングの使用方法和と注意点	2202
● ばねの計算	2203
● チェーン伝動機構の設計	2205
● 倍速チェーン・トップチェーンの選定方法	2213
● 平ベルトの選定方法	2214
● 伝動 タイミングベルトの選定方法	2215
● 搬送 タイミングベルトの選定方法	2228
● タイミングベルトアイアンラバー®タイプの選定方法	2229
● 技術データ	
- 歯付プーリ	2233
- 加工寸法の普通許容差	2234
- はめあい選択の基礎	2235
- 寸法公差及びはめあい	2235
- 常用するはめあいの寸法公差(軸)	2236
- 常用するはめあいの寸法公差(穴)	2236
- 表面粗さ	2237
- 製図一面の肌の図示方法	2238
- 硬さ換算表	2239
- メートル並目ねじ	2240
- メートル細目ねじ	2241
- 管用テーパねじ	2242
- 六角穴付ボルト	2243
- ボルトの適正締付軸力/適正締付トルク	2245
- ボルト・スクリュープラグ・ノックピンの強度	2246
- 六角穴付止めねじ・平先	2247
- 六角ボルト	2248
- 六角ナット	2249
- 割りピン	2249
- スプリングピン	2250
- E形止め輪	2250
- C形止め輪	2251
- 沈みキー及びキー溝	2253
● 材料	
- 種類と用途	2255
- 表面処理の種類と外観色	2258
- 焼入れと硬さの試験法の種類	2259
- 標準材料寸法表	2260
● 材料に関するJISと関連外国規格との比較表	2262
● 鋼材ブランド対照表	2264
● 主な鋼材の硬度と対応工具表	2264

1. 国際単位系 (SI) とその使い方

1-1. 適用範囲 この規格は、国際単位系 (SI) 及び国際単位系による単位の用い方並びに国際単位系による単位と併用する単位及び併用してよい単位について規定する。

1-2. 用語と定義 この規格の中で用いる主な用語とその定義は、次による。

- (1) 国際単位系 (SI) 国際度量衡総会で採用され勧告された一貫した単位系。基本単位、補助単位及びそれらから組立てられる組立単位並びにそれらの10の整数乗倍からなる。SIは、国際単位系の略称である。
- (2) SI 単位 国際単位系 (SI) 中の基本単位、補助単位及び組立単位の総称。
- (3) 1 基本単位 表1に示すものを基本単位とする。
- (4) 2 補助単位 表2に示すものを補助単位とする。

表1 基本単位

量	単位の名称	単位記号	定義
長さ	メートル	m	メートルは、 $\frac{1}{299\,792\,458}$ 秒の時間に光が真空中を伝わる行程の長さ。
質量	キログラム	kg	キログラムは、(重量でも力でもない) 質量の単位であって、それは国際キログラム原器の質量に等しい。
時間	秒	s	秒は、セシウム133の原子の基底状態の二つの超微細準位の間の遷移に対応する放射の9 192 631 770周期の継続時間。
電流	アンペア	A	アンペアは、真空中に1メートルの間隔で平行に置いた、無限に小さい円形断面積を有する無限に長い2本の直線状導体のそれぞれを流れ、これらの導体の長さ1メートルごとに 2×10^{-7} ニュートンの力を及ぼし合う不変の電流。
熱力学温度	ケルビン	K	ケルビン、水の三重点の熱力学温度の $\frac{1}{273.16}$ 。
物質質量	モル	mol	モルは、0.012キログラムの炭素12の中に存在する原子の数と等しい数の要素粒子 ⁽¹⁾ 又は要素粒子の集合体(組成が明確にされたものに限る)で構成された系の物質質量とし、要素粒子又は要素粒子の集合体を特定して使用する。
光度	カンデラ	cd	カンデラは、周波数 540×10^{12} ヘルツの単色放射を放出し、所定の方向におけるその放射強度が $\frac{1}{683}$ ワット毎ステラジアンである光源の、その方向における光度。

注(1) ここでいう要素粒子とは、原子、分子、イオン、電子、その他の粒子。

表2 補助単位

量	単位の名称	単位記号	定義
平面角	ラジアン	rad	ラジアンは、円の周上でその半径の長さに等しい長さの弧を切り取る2本の半径の間に含まれる平面角。
立体角	ステラジアン	sr	ステラジアンは、球の中心を頂点とし、その球の半径を一边とする正方形の面積と等しい面積をその球の表面上で切り取る立体角。

(5) 3 組立単位 基本単位及び補助単位を用いて代数的な方法で(乗法・除法の数学記号を使って)表わされる単位を組立単位とする。なお、固有の名称をもつ組立単位は、表3のとおりとする。

例：基本単位から出発して表される組立単位の例

量	組立単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m ²
体積	立方メートル	m ³
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s ²
波数	毎メートル	m ⁻¹
密度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m ²
磁界の強さ(物質質量の)濃度	アンペア毎メートル	A/m
比体積	立方メートル毎キログラム	m ³ /kg
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²

表3 固有の名称をもつ組立単位

量	組立単位		基本単位若しくは補助単位による組立方又は他の組立単位による組立方
	名称	記号	
周波数	ヘルツ	Hz	1 Hz = 1 s ⁻¹
力	ニュートン	N	1 N = 1 kg · m/s ²
圧力、応力	パスカル	Pa	1 Pa = 1 N/m ²
エネルギー、仕事、熱量	ジュール	J	1 J = 1 N · m
仕事率、工率、動力、電力	ワット	W	1 W = 1 J/s
電荷、電気量	クーロン	C	1 C = 1 A · s
電位、電位差、電圧、起電力	ボルト	V	1 V = 1 J/C
静電容量、キャパシタンス	ファラド	F	1 F = 1 C/V
電気抵抗	オーム	Ω	1 Ω = 1 V/A
コンダクタンス	ジーメンズ	S	1 S = 1 Ω ⁻¹
磁束	ウェーバ	Wb	1 Wb = 1 V · s
磁束密度、磁気誘導	テスラ	T	1 T = 1 Wb/m ²
インダクタンス	ヘンリー	H	1 H = 1 Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度	°C	1 °C = (t+273.15) K
光束	ルーメン	lm	1 lm = 1 cd · sr
照度	ルクス	lx	1 lx = 1 lm/m ²
放射能	ベクレル	Bq	1 Bq = 1 s ⁻¹
吸収線量	グレイ	Gy	1 Gy = 1 J/kg
線量当量	シーベルト	Sv	1 Sv = 1 J/kg

1-3. SI単位の10の整数乗倍

(1) 接頭語 SI単位の10の整数乗倍を構成するための倍数、接頭語の名称及び接頭語の記号は、表4による。

表4 接頭語

単位の乗せられる倍数	接頭語		単位の乗せられる倍数	接頭語		単位の乗せられる倍数	接頭語	
	名称	記号		名称	記号		名称	記号
10 ¹⁸	エクサ	E	10 ²	ヘクト	h	10 ⁻⁹	ナノ	n
10 ¹⁵	ペタ	P	10 ¹	デカ	da	10 ⁻¹²	ピコ	p
10 ¹²	テラ	T	10 ⁻¹	デシ	d	10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ⁹	ギガ	G	10 ⁻²	センチ	c	10 ⁻¹⁸	アト	a
10 ⁶	メガ	M	10 ⁻³	ミリ	m			
10 ³	キロ	k	10 ⁻⁶	マイクロ	μ			

2. SI単位への切換えで問題となる単位の換算率表

(太線で囲んである単位がSIによる単位である。)

力	N	dyn	kgf
	1	1×10 ⁵	1.019 72×10 ⁻¹
	1×10 ⁻⁵	1	1.019 72×10 ⁻⁶
	9.806 65	9.806 65×10 ⁵	1

粘度	Pa · s	cP	P
	1	1×10 ³	1×10
	1×10 ⁻³	1	1×10 ⁻²
	1×10 ⁻¹	1×10 ²	1

注) 1P=1dyn · s/cm²=1g/cm · s
1Pa · s=1N · s/m², 1cP=1mPa · s

応力	Pa又はN/m ²	Mpa又はN/mm ²	kgf/mm ²	kgf/cm ²
	1	1×10 ⁻⁶	1.019 72×10 ⁻⁷	1.019 72×10 ⁻⁵
	1×10 ⁶	1	1.019 72×10 ⁻¹	1.019 72×10
	9.806 65×10 ⁶	9.806 65	1	1×10 ²
9.806 65×10 ⁴	9.806 65×10 ⁻²	1×10 ⁻²	1	

動粘度	m ² /s	cSt	St
	1	1×10 ⁶	1×10 ⁴
	1×10 ⁻⁶	1	1×10 ⁻²
	1×10 ⁻⁴	1×10 ²	1

注) 1St=1cm²/s, 1cSt=1mm²/s

注) 1Pa=1N/m², 1MPa=1N/mm²

圧力	Pa	kPa	Mpa	bar	kgf/cm ²	atm	mmHg ₀	mmHg又はTorr
	1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻⁶	1×10 ⁻⁵	1.019 72×10 ⁻⁵	9.869 23×10 ⁻⁶	1.019 72×10 ⁻¹	7.500 62×10 ⁻³
	1×10 ³	1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻²	1.019 72×10 ⁻²	9.869 23×10 ⁻³	1.019 72×10 ²	7.500 62
	1×10 ⁶	1×10 ³	1	1×10	1.019 72×10	9.869 23	1.019 72×10 ⁵	7.500 62×10 ³
	1×10 ⁹	1×10 ⁶	1×10 ⁻¹	1	1.019 72	9.869 23×10 ⁻¹	1.019 72×10 ⁸	7.500 62×10 ⁶
	9.806 65×10 ⁴	9.806 65×10	9.806 65×10 ⁻²	9.806 65×10 ⁻¹	1	9.678 41×10 ⁻¹	1×10 ⁴	7.355 59×10 ²
	1.013 25×10 ⁵	1.013 25×10 ²	1.013 25×10 ⁻¹	1.013 25	1.033 23	1	1.033 23×10 ⁴	7.600 00×10 ²
	9.806 65	9.806 65×10 ⁻³	9.806 65×10 ⁻⁶	9.806 65×10 ⁻⁵	1×10 ⁻⁴	9.678 41×10 ⁻⁵	1	7.355 59×10 ⁻²
1.333 22×10 ²	1.333 22×10 ⁻¹	1.333 22×10 ⁻⁴	1.333 22×10 ⁻³	1.359 51×10 ⁻³	1.315 79×10 ⁻³	1.359 51×10	1	

注) 1Pa=1N/m²

仕事・エネルギー・熱量	J	kW · h	kgf · m	kcal
	1	2.777 78×10 ⁻⁷	1.019 72×10 ⁻¹	2.388 89×10 ⁻⁴
	3.600 ×10 ⁶	1	3.670 98×10 ⁵	8.600 0 ×10 ²
	9.806 65	2.724 07×10 ⁻⁶	1	2.342 70×10 ⁻³
4.186 05×10 ³	1.162 79×10 ⁻³	4.268 58×10 ²	1	

注) 1J=1W · s, 1J=1N · m

仕事率・工率・動力・熱流	W	kgf · m/s	PS	kcal/h
	1	1.019 72×10 ⁻¹	1.359 62×10 ⁻³	8.600 0 ×10 ⁻¹
	9.806 65	1	1.333 33×10 ⁻²	8.433 71
	7.355 ×10 ²	7.5 ×10	1	6.325 29×10 ²
1.162 79	1.185 72×10 ⁻¹	1.580 95×10 ⁻³	1	

注) 1W=1J/s, PS: 仏馬力

熱伝導率	W/(m · K)	kcal/(h · m ² · °C)
	1	8.600 0×10 ⁻¹
	1.162 79	1

熱伝達係数	W/(m ² · K)	kcal/(h · m ² · °C)
	1	8.600 0×10 ⁻¹
	1.162 79	1

比熱	J/(kg · K)	kcal/(kg · °C)
	1	2.388 89×10 ⁻⁴
	4.186 05×10 ³	1

■ギリシャ文字

Table with 4 columns: 大文字, 小文字, 読み方, 通常の用途. Lists Greek letters and their uses in engineering and science.

備考 特に(大文字)としたもの以外は小文字

■元素の名称と記号

Table with 4 columns: 原子番号, 元素名, 元素記号, 原子番号, 元素名, 元素記号. Lists elements from Hydrogen to Oganesson.

備考 この表は、ISO 31/8-1980(物理化学及び分子物理学の量と単位)の付属書A(元素の名称と記号)及びISO 31/9-1980(原子物理学及び核物理学の量と単位)の付属書C(放射性核種の名称と記号)による。

■金属材料の物理的性質

Table with 4 columns: 材質, 比重, 熱膨張係数, 縦弾性係数. Lists properties for various materials like steel, aluminum, and copper.

■体積の求め方

Table with 4 columns: 立体, 体積V, 立体, 体積V, 立体, 体積V, 立体, 体積V. Provides formulas for calculating the volume of various geometric shapes.

■重量の求め方

重量W[g]=体積[cm³]×比重. Example calculation for a cylinder with diameter 16mm and length 50mm.

Large table with 5 columns: 断面, A, e, I, Z=I/e. Provides formulas and diagrams for calculating area, centroid, and moment of inertia for various cross-sections.

A: 断面積 e: 重心の距離 I: 断面二次モーメント Z=I/e: 断面係数

算術平均粗さ Ra		0.025	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	6.3	12.5	25	50	100	
従来の粗さ表記	最大高さ Rmax.	0.1 -S	0.2 -S	0.4 -S	0.8 -S	1.6 -S	3.2 -S	6.3 -S	12.5 -S	25 -S	50 -S	100 -S	200 -S	400 -S	
	基準長さの標準値 (mm)	0.25			0.8			2.5			8			25	
	仕上げ記号	▽▽▽▽			▽▽			▽			-				
加工法	鍛造								精密						
	鑄造								精密						
	ダイカスト														
	熱間圧延														
	冷間圧延														
	引抜き														
	押出し														
	タンピング														
	砂吹き														
	転造														
	正面フライス削り							精密							
	平削り														
	彫削り(立削りを含む)														
	フライス削り							精密							
	精密中グリ														
	ヤスリ仕上							精密							
	丸削り				精密			上		中					荒
	中グリ							精密							
	キリモミ														
	リーマ通シ							精密							
	ブローチ削り							精密							
	シェービング														
	研削				精密			上		中					荒
	ホーン仕上				精密										
超仕上			精密												
バフ仕上				精密											
ペーパー仕上				精密											
ラップ仕上			精密												
液体ホーニング				精密											
パニシ仕上															
ローラ仕上															
放電型彫															
ワイヤーカット放電															
化学研磨							精密								
電解研磨				精密											

■ 幾何公差の種類とその記号

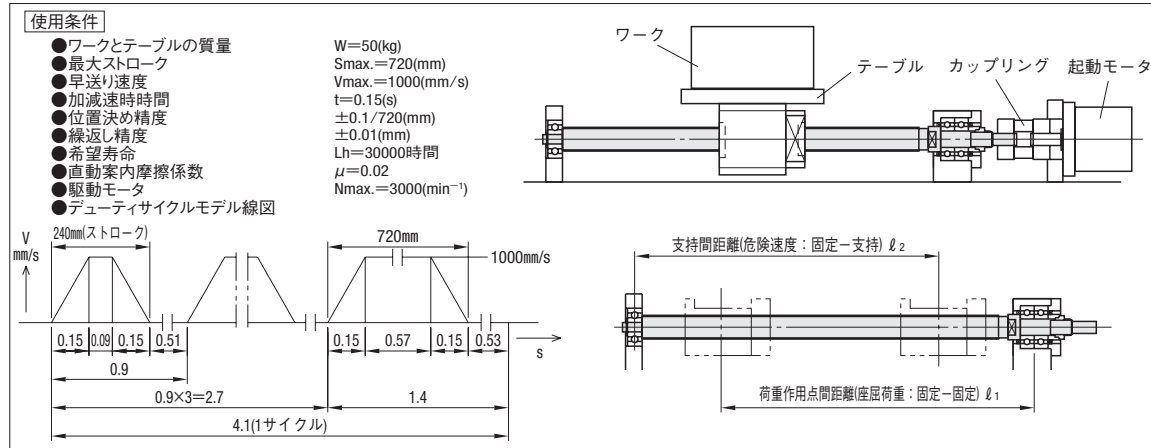
公差の種類	記号	公差域の定義	図示例と解釈	
形状公差	真直度公差	公差域を示す数値の前に、記号φが付いている場合には、この公差域は直径tの円筒の中の領域である。	円筒の直径を示す寸法に公差記入枠が結ばれている場合には、その円筒の軸線は、直径0.08mmの円筒内になければならない。	
	平面度公差	公差域は、だけ離れた二つの平行な平面の間に挟まれた領域である。	この表面は、0.08mmだけ離れた二つの平行な平面の間になければならない。	
	真円度公差	対象としている平面内での公差域は、だけ離れた二つの同心円の間の領域である。	任意の軸直角断面における外周は、同一平面上で0.1mmだけ離れた二つの同心円の間になければならない。	
	円筒度公差	公差域は、だけ離れた二つの同軸円筒面の間の領域である。	対象としている面は、0.1mmだけ離れた二つの同軸円筒面の間になければならない。	
	線の輪郭度公差	公差域は、理論的に正しい輪郭線上に中心をおく、直径の円がつくる二つの包絡線の間に挟まれた領域である。	投影面に平行な任意の断面で、対象としている輪郭は、理論的に正しい輪郭をもつ線の上に中心をおく直径0.04mmの円がつくる二つの包絡線の間になければならない。	
	面の輪郭度公差	公差域は、理論的に正しい輪郭面上に中心をおく、直径の球がつくる二つの包絡面の間に挟まれた領域である。	対象としている面は、理論的に正しい輪郭をもつ面の上に中心をおく、直径0.02mmの球がつくる二つの包絡面の間になければならない。	
	姿勢公差	平行度公差	公差域は、データム平面に平行で、tだけ離れた二つの平行な平面の間に挟まれた領域である。	指示線の矢で示す面は、データム平面Aに平行で、かつ、指示線の矢の方向に0.01mmだけ離れた二つの平面の間になければならない。
		直角度公差	公差を示す数値の前に記号φが付いている場合には、この公差域は、データム平面に垂直な直径tの円筒の中の領域である。	指示線の矢で示す円筒の軸線は、データム平面Aに垂直な直径0.01mmの円筒内になければならない。
		傾斜度公差	公差域は、データム平面に対して指定された角度に傾き、互いにだけ離れた二つの平行な平面の間に挟まれた領域である。	指示線の矢で示す面は、データム平面Aに対して理論的に正確に40°傾斜し、指示線の矢の方向に0.08mmだけ離れた二つの平行な平面の間になければならない。
		位置公差	位置度公差	公差域は、対象としている点の理論的に正確な位置(以下、真位置という)を中心とする直径tの円の中又は球の中の領域である。
同軸度公差又は同心度公差	公差を示す数値の前に記号φが付いている場合には、この公差域は、データム軸直線と一致した軸線をもつ直径tの円筒の中の領域である。		指示線の矢で示した軸線は、データム軸直線Aを軸線とする直径0.01mmの円筒の中になければならない。	
対称度	公差域はデータム中心平面に対して対称に配置され、互いにだけ離れた二つの平行な平面の間に挟まれた領域である。		指示線の矢で示した中心面は、データム中心平面Aに対称に0.08mmの間隔をもつ、平行な二つの平面の間になければならない。	
振れ公差	円周振れ公差		公差域は、データム軸直線に垂直な任意の測定平面上でデータム軸直線と一致する中心をもち、半径方向にだけ離れた二つの同心円の間の領域である。	指示線の矢で示す円筒面の半径方向の振れは、データム軸直線A-Bに関して一回転させたときに、データム軸直線に垂直な任意の測定平面上で、0.1mmを超えてはならない。
	全振れ公差	公差域は、データム軸直線に一致する軸線をもち、半径方向にだけ離れた二つの同軸円筒面の間の領域である。	指示線の矢で示す円筒面の半径方向の全振れは、データム軸直線A-Bに関して円筒部分を回転させたときに、円筒表面上の任意の点で0.1mmを超えてはならない。	

公差域の定義欄で用いている線は、次の意味を示している。
 太い実線又は破線：形体 細い一点鎖線：中心線 太い一点鎖線：データム
 細い二点鎖線：補足の投影面又は切断面 細い実線又は破線：公差域 太い二点鎖線：補足の投影面又は切断面への形体の投影

【技術計算】 ボールねじの選定方法 1

● 技術計算ソフト <http://fa.misumi.jp/> を使うと複雑な計算も簡単に行えます。(無料)

● ボールねじの選定例 (X軸の場合)



1. リード(L)の設定

モータの最大回転数と早送り速度より

$$L \geq \frac{V_{max} \times 60}{N_{max}} = 20 \text{ (mm)}$$

2. ナットの選定

(1) 所要基本動定格荷重と許容回転数(DmN値)の検討

各動作パターンに於ける軸方向荷重の算出

① 加速時

$$\text{加速度 } (a) = \frac{V_{max}}{t} \times 10^{-3} = \frac{1000}{0.15} \times 10^{-3} = 6.67 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$\text{軸方向荷重 } (P_a) = W a + \mu W g = 50 \times 6.67 + 0.02 \times 50 \times 9.8 \approx 343 \text{ (N)}$$

(g: 重力加速度 9.8m/s²)

② 定速時

$$\text{軸方向荷重 } (P_b) = \mu W g = 0.02 \times 50 \times 9.8 \approx 10 \text{ (N)}$$

③ 減速時

$$\text{軸方向荷重 } (P_c) = W a - \mu W g = 50 \times 6.67 - 0.02 \times 50 \times 9.8 \approx 324 \text{ (N)}$$

各動作パターンの1サイクル中の使用時間(s)

動作パターン	加速	定速	減速	総使用時間
使用時間	0.60	0.84	0.60	2.04

リード20のときの負荷条件

動作パターン	加速	定速	減速
軸方向荷重	343N	10N	324N
回転数	1500min ⁻¹	3000min ⁻¹	1500min ⁻¹
使用時間率	29.4%	41.2%	29.4%

(2) 負荷条件より軸方向平均荷重(Pm)、平均回転数(Nm)を算出

(P.2191⑧、⑨)すると、

$$P_m = 250 \text{ (N)} \quad \text{--- ⑧} \quad N_m = 2118 \text{ (min}^{-1}\text{)} \quad \text{--- ⑨}$$

(3) 所要基本動定格荷重(C)の算出

希望寿命より休止時間を除く正味運転寿命時間(Lho)は

$$L_{ho} = L_h \left(\frac{2.04}{4.1} \right) = 14927 \text{ (時間)}$$

運転係数 $f_w = 1.2$ としてP.2191⑦の変形式を用いて

$$C = \left(\frac{60 L_{ho} N_m}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}} \times P_m \times f_w = \left(\frac{60 \times 14927 \times 2118}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}} \times 250 \times 1.2 = 3700 \text{ (N)}$$

適合するボールねじをP.649より、精度等級C5、軸径15、

リード20を仮選定すると、BSS1520になります。次に許容回転数として

DmN値(P.2190⑤)を見ると、許容値DmN≦7000以下に対し

DmN=(ねじ軸外径15+A値)×Nmax=15.8×3000=47400となり、

許容値内にあり本サイズで以下の検討を進めます。

3. ねじ軸の選定

ねじ軸全長(L)および危険速度(Nc)、座屈荷重(Pk)の検討

(1) ねじ軸全長(L)を選定します。

<P.649 BSS1520の外形図より>

$$L = \text{最大ストローク} + \text{ナット長さ} + \text{余裕量} + \text{支持側寸法} + \text{固定側寸法} = 720 + 62 + 60 + 72 = 914 \text{ (mm)}$$

※余裕量はオーバーラン対策の量となります。通常リードの1.5~2倍程度に設定します。

例、BSS1520のリードは20mm 20×1.5×2(両側)=60mm

(2) 許容軸方向荷重は座屈荷重について検討し、

荷重用点間距離 $l_1=820$ とし、P.2189①、②より

$$P_k = \frac{n r^2 E I}{l^2} \text{ (N)}$$

$$P_k = 7220 \text{ (N)}$$

となり、許容軸方向荷重線図より使用条件を十分満足します。

危険速度は支持間距離 $l_2=790$ とし、

P.2190⑥(固定-支持)より

$$N_c = f_a \frac{60 \lambda^2}{2 \pi l^2} \sqrt{\frac{E I \times 10^3}{\gamma A}} \text{ (min}^{-1}\text{)}$$

$$N_c = 3024 \text{ (min}^{-1}\text{)}$$

となり、使用条件を満たします。

4. 精度確認

● 精度等級と軸方向すきまの検討

リード精度の許容値(P.629)より位置決め精度±0.1/720mm(最大ストローク)を満足する等級は、C5(BSS15の振れ公差は800mmで0.09mm)となります。

軸方向すきまは繰返し精度±0.01より、C5等級は0.005以下のため満足します。

5. ボールねじおよびサポートユニットの選定結果

選定結果、適合するボールねじの型式は、

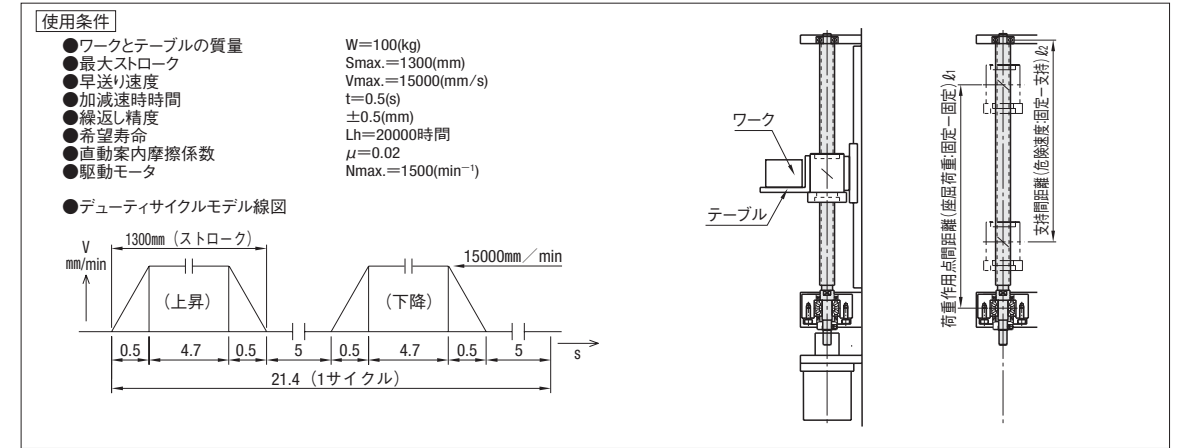
BSS1520-914

また、適合するサポートユニットの型式は、

固定側はBSW(BRW)12となり、

支持側はBUN(BUR)10となります。

● ボールねじの選定例 (昇降装置の場合)



1. リード(L)の設定

モータの最大回転数と早送り速度より

$$L \geq \frac{V_{max}}{N_{max}} = 10 \text{ (mm)}$$

2. ナットの選定

(1) 所要基本動定格荷重と許容回転数(DmN値)の検討

各動作パターンに於ける軸方向荷重の算出

① 上昇加速時および下降減速時

$$\text{加速度 } (a) = \frac{V_{max}}{t} \times 10^{-3} = \frac{15000}{0.5 \times 60} \times 10^{-3} = 0.5 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$\text{軸方向荷重 } (P_a) = (W a + W g) = 100 \times 0.5 + 100 \times 9.8 = 1030 \text{ (N)}$$

(g: 重力加速度 9.8m/s²)

② 定速時

$$\text{軸方向荷重 } (P_b) = W g = 100 \times 9.8 = 980 \text{ (N)}$$

③ 上昇減速時および下降加速時

$$\text{軸方向荷重 } (P_c) = W g - W a = 100 \times 9.8 - 100 \times 0.5 = 930 \text{ (N)}$$

各動作パターンの1サイクル中の使用時間(s)

動作パターン	①時	定速	③時	総使用時間
使用時間	1	9.4	1	11.4

リード10のときの負荷条件

動作パターン	①時	定速	③時
軸方向荷重	1030N	980N	930N
回転数	750min ⁻¹	1500min ⁻¹	750min ⁻¹
使用時間率	8.8%	82.4%	8.8%

(2) 負荷条件より軸方向平均荷重(Pm)、平均回転数(Nm)を算出

(P.2191⑧、⑨)すると、

$$P_m = 980 \text{ (N)} \quad \text{--- ⑧} \quad N_m = 1368 \text{ (min}^{-1}\text{)} \quad \text{--- ⑨}$$

(3) 所要基本動定格荷重(C)の算出

希望寿命より休止時間を除く正味運転時間(Lho)は

$$L_{ho} = L_h \left(\frac{11.4}{21.4} \right) = 10654 \text{ (時間)}$$

運転係数は振動を伴う運転が予想されるので $f_w=1.5$ としてP.2191⑦の変形式を用いて

$$C = \left(\frac{60 L_{ho} N_m}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}} \times P_m \times f_w = 14057 \text{ (N)}$$

適合するナットサイズを繰返し精度±0.5より転造ボールねじ軸径25、リード10

(P.2192)より選定すると、BSSR2510になります。次に許容回転数としてDmN値

(P.2190⑤)を見ると、許容値DmN≧50000に対し

DmN=(ねじ軸外径25+A値)×Nmax=26.8×1500=40200となり、許容値内にあり

本サイズで以下の検討を進めます。

3. ねじ軸の選定

ねじ軸全長(L)の設定および許容軸方向荷重(Pk)の検討

(1) ねじ軸全長(L)を選定します。

<P.636 BSSR2510の外形図より>

$$L = \text{最大ストローク} + \text{ナット長さ} + \text{余裕量} + \text{支持側寸法} + \text{固定側寸法} = 1300 + 92 + 30 + 118 = 1540 \text{ (mm)}$$

※余裕量はオーバーラン対策の量となります。通常リードの1.5~2倍程度に設定します。

例、BSSR2510のリードは10mm 10×1.5×2(両側)=30mm

(2) 許容軸方向荷重は座屈荷重について検討し、

荷重用点間距離 $l_1=1440$ とし、P.2189①、②式(固定-支持)より

$$P_k = \frac{n r^2 E I}{l^2} \text{ (N)}$$

$$P_k = 16290 \text{ (N)}$$

となり、許容軸方向荷重線図より使用条件を十分満足します。

危険速度は支持間距離 $l_2=1420$ とし、

P.2190⑥(固定-支持)より

$$N_c = f_a \frac{60 \lambda^2}{2 \pi l^2} \sqrt{\frac{E I \times 10^3}{\gamma A}} \text{ (min}^{-1}\text{)}$$

$$N_c = 1520 \text{ (min}^{-1}\text{)}$$

となり、使用条件を満たします。

4. 精度確認

● 精度等級と軸方向すきまの検討

位置決め精度の要求はなく、繰返し精度±0.5のため、軸方向すきま0.200以下の転造ボールねじBSSR2510で満足します。

5. ボールねじおよびサポートユニットの選定結果

選定結果、適合するボールねじの型式は、

BSSR2510-1540

また、適合するサポートユニットの型式は、

固定側はBSW(BRW)20となり、支持側はBUN(BUR)20となります。

【技術計算】 ボールねじの選定方法 2

● 技術計算ソフト <http://fa.misumi.jp/> を使うと複雑な計算も簡単に行えます。(無料)

■ 許容軸方向荷重

軸方向荷重に対する最小軸径を選定するための、許容軸方向荷重線図を下記に示します。

- (1) 斜線はねじ軸の座屈を考慮した許容軸方向荷重です。ねじ軸の支持方法によりそれぞれの目盛を読んでください。
 - (2) X軸(作用点間距離に対し平行な線)は、許容軸方向荷重です。支持-支持の目盛で読んでください。
 - (3) Y軸(作用点間距離に対し垂直な線)は、標準的な作業で製作し得るねじ軸の長さを示します。
- 一般的に長柱の座屈荷重はオイラーの式により算出することができます。ただし、細長比 ℓ/k (k : 断面二次半径) が90以下の場合はランキンまたはテイマイヤーの式を適用してください。

② 座屈に対する許容軸方向荷重 (P)

$P = \alpha P_k$ (N) ②

ただし
 P_k : 座屈荷重 (N)
 α : 安全係数 ($\alpha=0.5$)
 要求される安全性の割合によってはさらに安全率を大きく取る必要があります。

① オイラーの式による座屈荷重 (Pk)

$P_k = \frac{n\pi^2 EI}{\ell^2}$ (N) ①

ただし
 P_k : 座屈を起こし始める荷重 (N)
 ℓ : 荷重作用点間距離 (mm)
 E : ヤング率 ($2.06 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$)
 I : ねじ軸径断面の最小二次モーメント (mm^4)
 $I = \frac{\pi}{64} d^4$
 d : ねじ軸径 (mm)
 n : ボールねじの支持方法で定まる係数

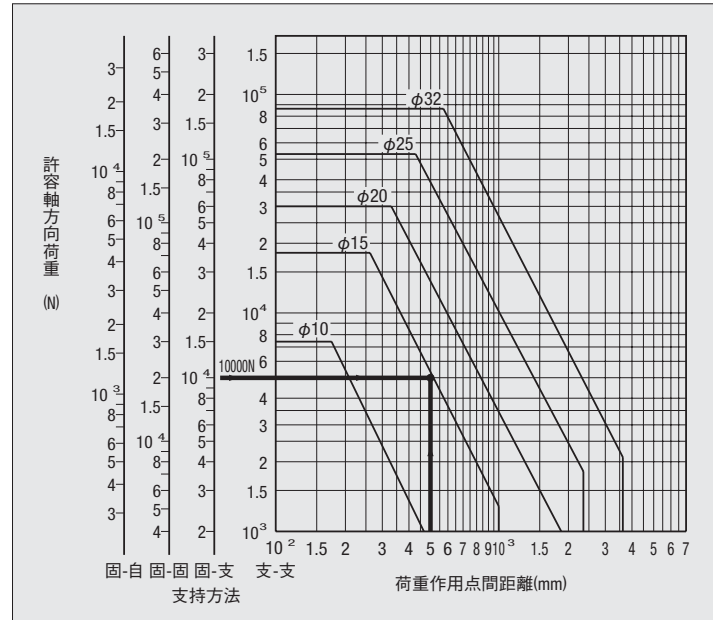
支持-支持	$n=1$
固定-支持	$n=2$
固定-固定	$n=4$
固定-自由	$n=0.25$

例1. 軸径の求め方

荷重作用点間距離500mmで固定-支持しているボールねじに軸方向最大荷重10000Nが圧縮としてかかる場合の軸径の求め方

1. 荷重作用点間距離500mmからの垂線と固定-支持目盛の許容軸方向荷重10000Nから荷重作用点間距離に対して水平な線との交点を求める。
2. その交点より外側にある線の軸径15mm以上を選定します。

許容軸方向荷重線図



■ 温度と寿命

ボールねじを常時100℃以上で使用する場合は短時間でも非常に高温で使用する場合は材料の組織が変化し基本動定格荷重、基本静定格荷重が、温度の上昇にしがいが減少します。ただし100℃までの運転温度では影響を受けません。100℃以上で使用する場合は基本動定格荷重 C' 、基本静定格荷重 Co' は温度係数をそれぞれ ft 、 ft' とすれば次式で示されます。

$C' = ft C$ (N) ③
 $Co' = ft' Co$ (N) ④

温度℃	100以下	125	150	175	200	225	250	350
ft	1.0	0.95	0.90	0.85	0.75	0.65	0.60	0.50
ft'	1.0	0.93	0.85	0.78	0.65	0.52	0.46	0.35

● 通常時は-20~80℃以内でご使用ください。高温の場合、耐熱用グリースの変更や構成部品の耐熱温度等の確認が必要になります。

■ 許容回転速度

ボールねじの許容回転速度には、ナット内を循環するボールの回転速度の限界である DmN 値と回転軸における危険速度を適用しています。回転速度に対する最適軸径を選定するために許容回転速度線図を下記に示します。

- (1) 斜線は危険速度より求めた許容回転速度です。ねじ軸の支持方法によりそれぞれの目盛を読んでください。
- (2) X軸(支持間距離に対し平行な線)は、回転数の限界として DmN 値より求めた許容回転速度で支持-支持の目盛で読んでください。
- (3) Y軸(支持間距離に対し垂直な線)は、標準的な作業で製作し得るねじ軸長を示します。

⑤ 許容回転数 (DmN)

$DmN \leq 70000$ (精密ボールねじ) ⑤		
$DmN \leq 50000$ (転造ボールねじ)	ボール径	A値
ただし	1.5875	0.3
	2.3812	0.6
Dm : ねじ軸外径 (mm) + A値	3.175	0.8
N : 最高回転数 (min^{-1})	4.7625	1.0
	6.35	1.8

⑥ 危険速度 (Nc)

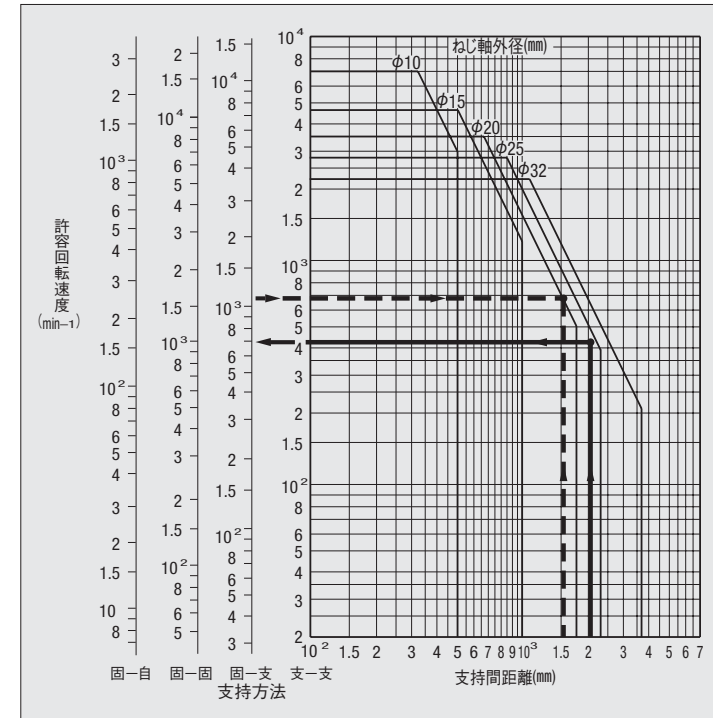
$N_c = fa \frac{60}{2\pi} \frac{\lambda^2}{\ell^2} \sqrt{\frac{EI \times 10^3}{\gamma A}}$ (min^{-1}) ⑥

ただし
 ℓ : 支持間距離 (mm)
 fa : 安全係数 (0.8)
 E : ヤング率 ($2.06 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$)
 I : ねじ軸径断面の最小二次モーメント (mm^4)
 $I = \frac{\pi}{64} d^4$
 d : ねじ軸径 (mm)
 γ : 比重 ($7.8 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$)
 A : ねじ軸径断面面積 (mm^2)
 $A = \frac{\pi}{4} d^2$
 λ : ボールねじの支持方法で定まる係数

支持-支持	$\lambda = \pi$
固定-支持	$\lambda = 3.927$
固定-固定	$\lambda = 4.730$
固定-自由	$\lambda = 1.875$

ボールねじの回転速度とねじ軸の持つ固有振動数との共振現象は回転系の支持間距離 ℓ における軸の自重によるたわみの不つりあいから起こるもので、固有振動数に対応する危険速度はその振動の振幅を増大させます。実際のボールねじの使用においては、ナットが移動軸受の役目を果たすため支持間距離 ℓ は常に変化し、軸のたわみも変化するため式⑥における危険速度は一過性のものであり安全性をみた許容回転速度として考慮してください。

許容回転速度線図



例2. 許容回転速度の求め方

ねじ軸外径20mmのボールねじを支持間距離1500mmで固定-支持したときの許容回転速度の求め方

1. 支持間距離1500mmからの垂線とねじ軸外径20mmの線との交点を求める。
2. その交点の固定-支持における許容回転速度目盛の読み1076 min^{-1} が許容最高回転速度となります。

例3. 軸径の求め方

支持間距離2000mmで固定-固定したときに最高回転速度1000 min^{-1} を満足する軸径の求め方

1. 支持間距離2000mmからの垂線と固定-支持目盛の許容回転速度1000 min^{-1} から支持間距離に対し水平な線との交点を求める。
2. その交点より外側にある線の軸径25mmが最高回転速度1000 min^{-1} を満足する軸径となります。

【技術計算】 ボールねじの選定方法 3

● 技術計算ソフト <http://fa.misumi.jp/> を使うと複雑な計算も簡単にできます。(無料)

■ 寿命設計

ボールねじの寿命とはボール転動面、あるいはボールのいずれかに繰返し応力による疲労のためハクリ現象が生じ始めるまでの総回転数をいいます。ボールねじの寿命は基本動定格荷重から決めることができます。

⑦ 寿命時間

$$L_h = \frac{10^6}{60N_m} \left(\frac{C}{P_{mfw}} \right)^3 \text{ (時間)} \quad \text{⑦}$$

ただし
 L_h : 寿命時間(時間)
 C : 基本動定格荷重(N)
 P_m : 軸方向平均荷重(N)
 N_m : 平均回転数(min^{-1})
 f_w : 運転係数
 衝撃のない静かな運転 $f_w = 1.0 \sim 1.2$
 ふつうの運転 $f_w = 1.2 \sim 1.5$
 衝撃を伴う運転 $f_w = 1.5 \sim 2.0$
 設定した寿命時間を満足する基本動定格荷重を求める場合は次式で表されます。

$$C = \left(\frac{60L_h N_m}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}} P_{mfw} \text{ (N)}$$

寿命時間は必要以上に長くするとボールねじの寸法が大きくなるばかりでなく価格も高くなります。一般的には次に示す寿命時間が標準とされています。
 工作機械: 20000時間 自動制御機器: 15000時間
 産業機械: 10000時間 計測装置: 15000時間

● 基本動定格荷重: C

基本動定格荷重(C)とは一群の同じボールねじを運転した時にそのうちの90%がハクリを起こさずに回転できる寿命が100万回転(10⁶)になるような軸方向荷重をいいます。基本動定格荷重は各カタログ内容を参照してください。

● 軸方向平均荷重 P_m と平均回転速度 N_m

使用の目的にかかったボールねじを選定するために次の数値を決定してください。これらの使用条件を正確に求めることは非常に難しいと思われませんが、寿命は荷重の大きさに3乗で反比例しますのでできるだけ正確に求めると選択範囲が広がります。

● 軸方向平均荷重 (P_m) ・ 平均回転数 (N_m) ($t_1+t_2+t_3=100\%$)

軸方向荷重	回転数	使用時間割合
P_1N (最大)	$N_1 \text{ min}^{-1}$	$t_1\%$
P_2N (常用)	$N_2 \text{ min}^{-1}$	$t_2\%$
P_3N (最小)	$N_3 \text{ min}^{-1}$	$t_3\%$

工作機械の場合で考えれば最大荷重(P_1)は「最も重切削を行うときの荷重」常用荷重(P_2)は「一般的な切削状態の荷重」最小荷重(P_3)は「切削前の切削工具の早送り、終了後の早戻しのときの荷重」となります。

以上の数値から軸方向平均荷重(P_m)、平均回転速度(N_m)は次式により求められます。

$$P_m = \left(\frac{P_1^3 N_1 t_1 + P_2^3 N_2 t_2 + P_3^3 N_3 t_3}{N_1 t_1 + N_2 t_2 + N_3 t_3} \right)^{\frac{1}{3}} \text{ (N)} \quad \text{⑧}$$

$$N_m = \frac{N_1 t_1 + N_2 t_2 + N_3 t_3}{t_1 + t_2 + t_3} \text{ (min}^{-1}\text{)} \quad \text{⑨}$$

軸方向最大荷重(P_1)と軸方向最小荷重(P_3)の差が

あまりない場合、また荷重がほぼ直線的に変化する場合は次の式により近似値を求めることができます。

$$P_m \approx \frac{2P_1 + P_3}{3} \text{ (N)}$$

■ 剛性

精密機械、装置における位置決め精度、制御時の応答性を向上させるためには送りねじ系各要素の剛性を考慮する必要があります。送りねじ系の剛性(K)は次式で示されます。

$$K = \frac{P}{\delta} = (N/\mu\text{m}) \quad \text{⑩}$$

ただし
 P : 送りねじ系にかかる軸方向荷重(daN)
 δ : 送りねじ系の軸方向弾性変位位置(μm)
 また送りねじ系の剛性と各構成要素の剛性との間には次に示す関係があります。

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_e} + \frac{1}{K_n} + \frac{1}{K_b} + \frac{1}{K_{n'}} \quad \text{⑪}$$

ただし
 K_e : ねじ軸の引張、圧縮剛性
 K_n : ナットの剛性
 K_b : 支持軸受の剛性
 $K_{n'}$: ナット取付部および軸受取付部の剛性

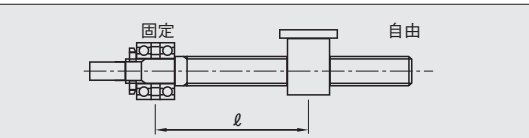
● ねじ軸の引張、圧縮剛性: K_e

$$K_e = \frac{P}{\delta_e} = (N/\mu\text{m}) \quad \text{⑫}$$

ただし
 P : 軸方向荷重(N)
 δ_e : ねじ軸の伸びまたは縮み量(μm)

ねじ軸に軸方向外部荷重が加わった場合の軸方向の伸びと縮みは次式で示されます。この軸方向の伸び縮みは直接ボールねじのバックラッシュとして現れます。

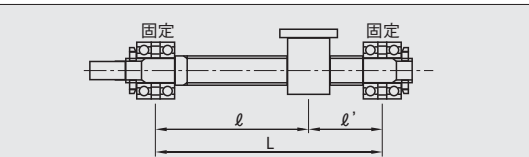
1. 固定-自由(支持方法)の場合



$$\delta_e = \frac{4Pl}{E\pi d^3} \times 10^3 = (\mu\text{m}) \quad \text{⑬}$$

ただし
 P : 軸方向荷重(N)
 E : ヤング率($2.06 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$)
 d : ねじ軸径(mm)
 l : 荷重作用点間距離(mm)

2. 固定-固定(支持方法)の場合



$$\delta_e = \frac{4Pl\ell'}{E\pi d^3 L} \times 10^3 = (\mu\text{m}) \quad \text{⑭}$$

ただし
 P : 軸方向荷重(N)
 E : ヤング率($2.06 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$)
 d : ねじ軸径(mm)
 l, ℓ' : 荷重作用点間距離(mm)
 L : 取付間距離(mm)

⑭式は $l = \ell' = \frac{L}{2}$ のとき最大となります。

$$\left(\delta_e = \frac{PL}{E\pi d^3} \times 10^3 \right)$$

したがって固定-固定の場合のねじ軸の伸びと縮み量の最大値は固定-自由にくらべ1/4倍になります。

■ 駆動トルク

ボールねじの摩擦特性と駆動モータの選定

■ 摩擦と効率

ボールねじの効率 η はねじの力学的モデルの解析により摩擦係数を μ 、ねじのリード角を β とすると次式で示されます。

● 回転力を軸方向力に変換する場合(正作動)

$$\eta = \frac{1 - \mu \tan \beta}{1 + \mu / \tan \beta} \quad \text{⑮}$$

● 軸方向力を回転力に変換する場合(逆作動)

$$\eta' = \frac{1 - \mu / \tan \beta}{1 + \mu \tan \beta} \quad \text{⑯}$$

■ 負荷トルク

駆動源設計(モータ等)に必要な負荷トルク(定速駆動トルク)は次のようになります。

● 正作動
 回転力を軸方向力に変換する場合のトルク

$$T = \frac{PL}{2\pi\eta} \text{ (N} \cdot \text{cm)} \quad \text{⑰}$$

ただし
 T : 負荷トルク(N \cdot cm)
 P : 軸方向外部荷重(N)
 L : ボールねじのリード(cm)
 η : ボールねじの効率(0.9)

● 逆作動

軸方向力を回転力に変換する場合の軸方向外部荷重

$$P = \frac{2\pi T}{\eta L} \text{ (N)} \quad \text{⑱}$$

ただし
 P : 軸方向外部荷重(N)
 T : 負荷トルク(N \cdot cm)
 L : ボールねじのリード(cm)
 η : ボールねじの効率(0.9)

● 予圧に起因する摩擦トルク

予圧をかけることにより生ずるトルクで、外部荷重の増加にしたがい予圧ナットの予圧荷重は解放され、予圧による摩擦トルクも減少します。

無負荷の場合

$$T_p = K \frac{PL}{2\pi} \text{ (N} \cdot \text{cm)} \quad \text{⑲}$$

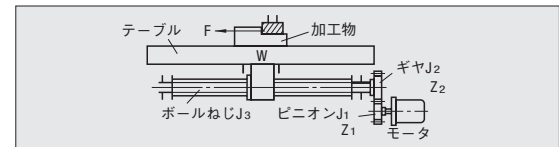
$$K = 0.05 (\tan \beta)^{-\frac{1}{2}}$$

ただし
 P_L : 予圧荷重(N)
 L : ボールねじのリード(cm)
 K : 内部摩擦係数
 β : リード角 $\beta = \tan^{-1} \left(\frac{L}{\pi D} \right)$
 D : ねじ軸外径

■ 駆動モータの選定

駆動モータを選定する場合次の条件を満足する必要があります。

1. モータの出力軸にかかる負荷トルクに対して余裕があること。
2. モータの出力軸にかかる慣性モーメントに対して所要のハルス速度で起動・停止ができること。
3. モータの出力軸にかかる慣性モーメントに対して所要の加速、減速時定数が得られること。



● モータ出力軸にかかる定速トルク

外部荷重に抗して定速駆動するのに必要なトルク

$$T_1 = \left(\frac{PL}{2\pi\eta} + T_p \right) \frac{3PL-P}{3PL} \frac{Z_1}{Z_2} \text{ (N} \cdot \text{cm)} \quad \text{⑳}$$

ただし $P \leq 3PL$

T_1 : 定速時の駆動トルク(N \cdot cm)
 P : 軸方向外部荷重(N)
 $P = F + \mu Mg$
 F : 切削力によるスラスト反力(N)
 M : テーブルおよびワークの質量(kg)
 μ : 摺動面の摩擦係数
 g : 重力加速度(9.8m/s²)
 L : ボールねじのリード(cm)
 η : ボールねじ、ギヤを含めた機械効率
 T_p : 予圧に起因する摩擦トルク(N \cdot cm)式⑲参照
 P_L : 予圧荷重(N)
 Z_1 : ピニオンの歯数
 Z_2 : ギヤの歯数

● モータ出力軸にかかる加速トルク

外部荷重に抗して加速駆動するのに必要なトルク。

$$T_2 = J_m \omega = J_m \frac{2\pi N}{60t} \times 10^{-3} \text{ (N} \cdot \text{cm)} \quad \text{㉑}$$

$$J_m = J_1 + J_4 + \left(\frac{Z_1}{Z_2} \right)^2 \left\{ J_2 + J_3 + (J_5 + J_6) \right\} \text{ (kg} \cdot \text{cm}^2) \quad \text{㉒}$$

ただし
 T_2 : 加速時の駆動トルク(N \cdot cm)
 ω : モータ軸角加速度(rad/s²)
 N : モータ回転数(min^{-1})
 t : 加速時間(s)
 J_m : モータにかかる慣性モーメント(kg \cdot cm²)
 J_1 : ピニオンの慣性モーメント(kg \cdot cm²)
 J_2 : ギヤの慣性モーメント(kg \cdot cm²)
 J_3 : ボールねじの慣性モーメント(kg \cdot cm²)
 J_4 : モータのロータ慣性モーメント(kg \cdot cm²)
 J_5 : 移動体の慣性モーメント(kg \cdot cm²)
 J_6 : カップリングの慣性モーメント(kg \cdot cm²)
 M : テーブルおよびワークの質量(kg)
 L : ボールねじのリード(cm)

ボールねじ、ギヤなど円筒体の慣性モーメント($J_1 \sim J_4, J_6$ の算出)

$$J = \frac{\pi Y}{32} D^4 \ell \text{ (kg} \cdot \text{cm}^2) \quad \text{㉓}$$

ただし
 D : 円筒体の外径(cm)
 ℓ : 円筒体の長さ(cm)
 Y : 材料の比重
 $Y = 7.8 \times 10^{-3} \text{ (kg/cm}^3\text{)}$
 $J_5 = M \left(\frac{L}{2\pi} \right)^2 \text{ (kg} \cdot \text{cm}^2)$

● モータ出力軸にかかる総トルク

総トルクは式⑳、㉑の和で求められます。

$$T_M = T_1 + T_2 = \left(\frac{PL}{2\pi\eta} + T_p \right) \frac{3PL-P}{3PL} \frac{Z_1}{Z_2} + J_m \frac{2\pi N}{60t} \times 10^{-3} \text{ (N} \cdot \text{cm)} \quad \text{㉔}$$

ただし
 T_M : モータ出力軸にかかる総トルク(N \cdot cm)
 T_1 : 定速時の駆動トルク(N \cdot cm)
 T_2 : 加速時の駆動トルク(N \cdot cm)

なお、モータの仮選定後、

1. トルク実効値のチェック
2. 加速時定数のチェック
3. 過負荷特性、起動・停止のくり返しに対するモータ過熱許容値のチェックをし余裕がある事が重要です。

【技術計算】 リニアシステムの寿命計算 1

● 技術計算ソフト <http://fa.misumi.jp/> を使うと複雑な計算も簡単に行えます。(無料)

■ 許容荷重

● 基本動定格荷重 (C)

基本動定格荷重とは、一群の同じリニアシステムを同じ条件で個々に走行させたとき、そのうちの90%が転がり疲れによる材料の損傷がなく50×10³m走行できるような方向と大きさが一定の荷重をいいます。

● 基本静定格荷重 (Co)

基本静定格荷重とは、最大応力を受けている接触部において、転動体の永久変形量と、転動面の永久変形量の和が転動体の直径の0.0001倍となるような静止荷重をいいます。

● 静的許容モーメント (M_P、M_Y、M_R)

モーメント荷重が作用した時に受けられる静的なモーメント荷重の限界値を、基本静定格荷重Coと同様な永久変形量によって定めます。

● 静的安全係数 (fs)

静止時や、低速運動時に受けられる、基本静定格荷重Coは、使用条件によっては、表-1に示す静的安全係数fsで除して用います。

表-1 静的安全係数 (fsの下限)

使用条件	fsの下限
普通の運転条件のとき	1~2
円滑な走行性能を要求するとき	2~4
振動・衝撃があるとき	3~5

許容荷重 (N) ≤ Co/fs

許容モーメント (N・m) ≤ (M_P、M_Y、M_R)/fs

fs: 静的安全係数 Co: 基本静定格荷重 (N)

M_P、M_Y、M_R: 静的許容モーメント (N・m)

■ 寿命

リニアシステムが、荷重を受けて直線往復運動をする場合には、たえず繰返し応力が、転動体や転走面に作用しますので、材料の疲れによるフレーキングと呼ばれる、うろこ状の損傷が現れます。この最初のフレーキングの発生するまでの総走行距離を、リニアシステムの寿命といえます。

● 定格寿命 (L)

定格寿命とは、一群の同じリニアシステムを、同じ条件で個々に走行させたとき、そのうちの90%がフレーキングを起こすことなく到達できる総走行距離をいいます。

定格寿命は基本動定格荷重とリニアシステムに加わる荷重から次のように求めることができます。

$$\text{ボールの場合 } L = \left(\frac{C}{P} \right)^3 \cdot 50$$

$$\text{コロの場合 } L = \left(\frac{C}{P} \right)^{10/3} \cdot 50$$

L: 定格寿命 (km)

C: 基本動定格荷重 (N)

P: 作用荷重 (N)

● 実際のリニアシステムを使用する場合には、まず荷重計算を行わなければなりません。直線往復運動における荷重は、運動中の振動や衝撃、さらにはリニアシステムに対する分布状況も十分に考慮する必要があります。計算で求めることは容易ではありません。また使用温度なども、寿命に大きく影響を与えます。これらの条件を加味すると前記の計算式は次のようになります。

$$\text{ボールの場合 } L = \left(\frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C}{f_W} \cdot \frac{C}{P} \right)^3 \cdot 50$$

$$\text{コロの場合 } L = \left(\frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C}{f_W} \cdot \frac{C}{P} \right)^{10/3} \cdot 50$$

L: 定格寿命 (km)

f_H: 硬度係数 (図-1参照)

C: 基本動定格荷重 (N)

f_T: 温度係数 (図-2参照)

P: 作用荷重 (N)

f_C: 接触係数 (表-3参照)

f_W: 荷重係数 (表-4参照)

寿命時間は、単位時間あたりの走行距離を求めることにより算出することができます。

ストローク長さと、ストローク回数が一定の場合は、次式により求められます。

$$L_h = \frac{L \cdot 10^3}{2 \cdot \ell_s \cdot n_1 \cdot 60}$$

L_h: 寿命時間 (hr)

ℓ_s: ストローク長さ (m)

L: 定格寿命 (km)

n₁: 毎分往復回数 (cpm)

■ 摩擦抵抗と必要推力

摩擦抵抗 (必要推力) は荷重と、システムが固有に持っているシール抵抗から、次式により求められます。

$$F = \mu \cdot W + f$$

F: 摩擦抵抗 (N)

μ: 動摩擦係数

W: 負荷荷重

f: シール抵抗 (2N~5N)

表-2 動摩擦係数

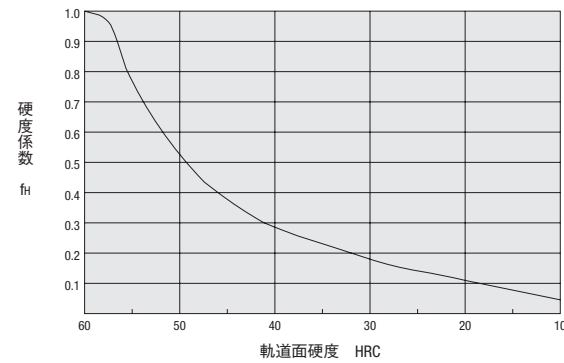
種類	動摩擦係数 (μ)
ミニチュアリニアガイド	0.004~0.006
中荷重リニアガイド	0.002~0.003
スライドウェイ	0.001~0.003
スライドテーブル	0.001~0.003
リニアブシュ	0.002~0.003
リニアボールブシュ	0.0006~0.0012

● 硬度係数 (f_H)

リニアシステムの使用に際しては、ボールが接触する軸についても十分な硬度が必要です。適切な硬度が得られない場合は、許容荷重が減少することになり、結果として寿命が短くなります。

定格寿命を硬度係数で補正してください。

図-1. 硬度係数



● 接触係数 (f_C)

実際のリニアシステムの使用に当たっては、一本の軸に対し2ヶ以上のリニアシステムを使用する場合は一般的です。この場合、それぞれのリニアシステムにかかる荷重は加工精度によって変化し、等分布荷重にはなりません。その結果、一軸当りのリニアシステム数によってそのリニアシステム1ヶあたりの許容荷重が変化します。

定格寿命を表-2の接触係数で補正してください。

● 荷重係数 (f_W)

リニアシステムに作用する荷重を計算する場合、物体の重量のほかに運動速度に原因する慣性力、あるいはモーメント荷重、さらには各々の時間的な変化なども正確に求めることが必要です。しかし、往復運動においては常に起動、停止の繰返しに伴う以外にも、振動・衝撃の要素が考えられ、正確な計算は困難です。

したがって、表-3の荷重係数を用い、寿命計算を簡素化します。

■ リニアブシュ

定格寿命は、基本動定格荷重とリニアブシュに加わる荷重から、次のように求めることができます。

$$L = \left(\frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C}{f_W} \cdot \frac{C}{P} \right)^3 \cdot 50$$

L: 定格寿命 (km) f_H: 硬度係数 (図-1参照)

C: 基本動定格荷重 (N) f_T: 温度係数 (図-2参照)

P: 作用荷重 (N) f_C: 接触係数 (表-3参照)

f_W: 荷重係数 (表-4参照)

寿命時間は、単位時間あたりの走行距離を求めることにより算出することができます。ストローク長さと、ストローク回数が一定の場合は、次式により求められます。

$$L_h = \frac{L \cdot 10^3}{2 \cdot \ell_s \cdot n_1 \cdot 60}$$

L_h: 寿命時間 (hr) ℓ_s: ストローク長さ (m) L: 定格寿命 (km)

n₁: 毎分往復回数 (cpm)

● 温度係数 (f_T)

リニアシステムの温度が100℃を超えると、リニアシステム及び軸の硬度が下がり、常温で使用する場合より許容荷重が減少し、寿命も短くなります。

定格寿命を温度係数で補正してください。

図-2. 温度係数

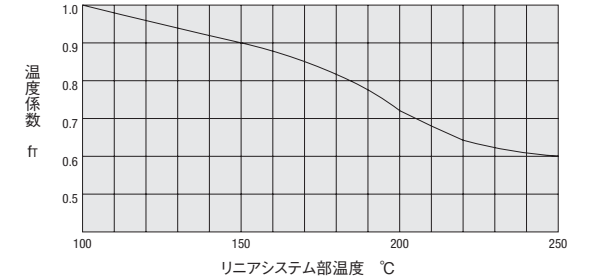


表-3. 接触係数

1本の軸に組付けられるベアリング数	接触係数 f _C
1	1.00
2	0.81
3	0.72
4	0.66
5	0.61

表-4. 荷重係数

使用条件	f _W
外部からの衝撃振動もなく 速度も遅い場合 15m/min以下	1.0~1.5
特に著しい衝撃振動もなく 速度も中速の場合 60m/min以下	1.5~2.0
外部から衝撃振動があり 速度は高速の場合 60m/minを超えるもの	2.0~3.5

■ リニアボールブシュ

定格寿命は、基本動定格荷重とリニアボールブシュに加わる荷重から、次のように求めることができます。

$$L = \left(\frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C}{f_W} \cdot \frac{C}{P} \right)^3 \cdot 50$$

L: 定格寿命 (km) f_H: 硬度係数 (図-1参照)

C: 基本動定格荷重 (N) f_T: 温度係数 (図-2参照)

P: 作用荷重 (N) f_C: 接触係数 (表-3参照)

f_W: 荷重係数 (表-4参照)

寿命時間

・回転と往復運動の場合

$$L_h = \frac{10^6 \cdot L}{60 \sqrt{(dm \cdot n)^2 + (10 \cdot S \cdot n_1)^2} / dm}$$

・往復運動の場合

$$L_h = \frac{10^6 \cdot L}{600 \cdot S \cdot n_1 / (\pi \cdot dm)}$$

L_h: 寿命時間 (hr) S: ストローク長さ (mm) n: 毎分回転数 (rpm)

n₁: 毎分ストローク数 (cpm)

dm: ボールのピッチ円径 (mm) ≒ 1.15dr

・回転と往復運動の許容値

$$DN \geq dm \cdot n + 10 \cdot S \cdot n_1$$

【技術計算】 リニアシステムの寿命計算 2

● 荷重計算

リニアシステムは、物体の重量を支えながら直線往復運動を行うため、物体の重心位置、推力作用位置、また起動停止や加速、減速の速度変化などでリニアシステムにかかる荷重が変化します。

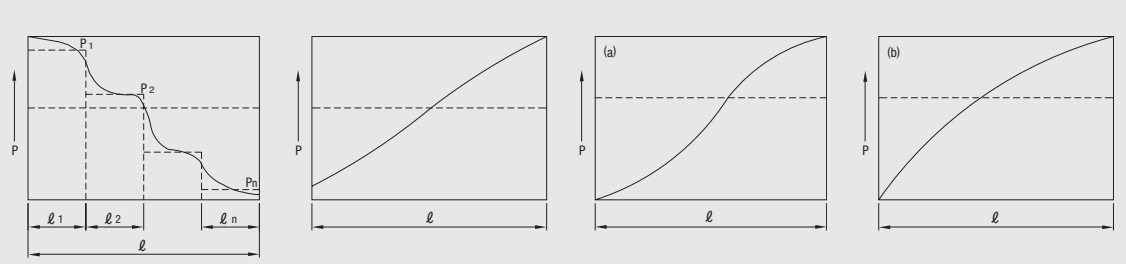
リニアシステム選定の際にはこれらの条件を十分に考慮する必要があります。

表-5. 使用条件と荷重計算式

分類	使用条件と荷重	分類	使用条件と荷重
1	横軸 $P_1 = \frac{1}{4}W + \frac{X_0}{2X}W + \frac{Y_0}{2Y}W$ $P_2 = \frac{1}{4}W - \frac{X_0}{2X}W + \frac{Y_0}{2Y}W$ $P_3 = \frac{1}{4}W + \frac{X_0}{2X}W - \frac{Y_0}{2Y}W$ $P_4 = \frac{1}{4}W - \frac{X_0}{2X}W - \frac{Y_0}{2Y}W$	3	垂直横軸 $P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = \frac{l_1}{2X}W$ $P_{1S} = P_{3S} = \frac{1}{4}W + \frac{X_0}{2X}W$ $P_{2S} = P_{4S} = \frac{1}{4}W - \frac{X_0}{2X}W$
	立軸 $P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = \frac{l_1}{2X}W$ $P_{1S} = P_{2S} = P_{3S} = P_{4S} = \frac{Y_0}{2X}W$		4

W : 作用荷重(N) P₁、P₂、P₃、P₄: リニアシステムにかかる荷重(N)
 X、Y: リニアシステムのスパン(mm) V: 移動速度(mm/sec)
 t₁: 加速時間(sec) t₃: 減速時間(sec)

図-3. 段階的な変動荷重 図-4. 単調な変動荷重 図-5. 正弦曲線的な変動荷重



● 変動する荷重の平均荷重

リニアシステムに作用する荷重は、その使い方によっていろいろ変化していく場合が一般的です。例えば、往復運動の起動・停止と定速運動の場合、また、ワークの搬送におけるワークの有無等が考えられます。このように、変動する荷重については、その条件における寿命と等しい寿命になるような平均荷重を求めて寿命計算をすることが必要です。

① 距離によって荷重が段階的に変化する場合(図-3)

荷重P₁を受けて走行距離l₁
 荷重P₂を受けて走行距離l₂
 ……
 荷重P_nを受けて走行距離l_nの場合

平均荷重P_mは次式によって求めます。

$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{l} (P_1^3 l_1 + P_2^3 l_2 + \dots + P_n^3 l_n)}$$

P_m: 変動する荷重の平均荷重(N) l: 全走行距離(m)

② 荷重がほぼ直線的に変化する場合(図-4)

平均荷重P_mは近似的に、次式で求めます。

$$P_m \approx \frac{1}{3} (P_{min} + 2 \cdot P_{max})$$

P_{min}: 変動荷重の最小値(N)

P_{max}: 変動荷重の最大値(N)

③ 荷重が図-5 (a)・(b)のように正弦曲線的に変化する場合、

平均荷重P_mは近似的に次式により求めます。

図-5(a) P_m≒0.65P_{max}
 図-5(b) P_m≒0.75P_{max}

■ リニアガイド

定格寿命は、一群の同じリニアガイドを、同じ条件で個々に走行させたとき、そのうち90%がフレーキングをおこすことなく到達できる総走行距離をいいます。

定格寿命は基本動定格荷重とリニアガイドに加わる荷重から次のように求めることができます。

$$L = \left(\frac{f_t \cdot C}{f_w \cdot P} \right)^3 \cdot 50 \quad (1)$$

L: 定格寿命(km) C: 基本動定格荷重(N)

f_t: 温度係数(図-2参照) P: 作用荷重(N)

f_w: 荷重係数(表-4参照)

寿命時間は、単位あたりの走行距離を求めることにより算出することができます。ストローク長さと、ストローク回数が一定の場合は、次式により求められます。

$$L_h = \frac{L \cdot 10^3}{2 \cdot l_s \cdot n_1 \cdot 60} \quad (2)$$

L_h: 寿命時間(hr) l_s: ストローク長さ(m)

L: 定格寿命(km) n₁: 毎分往復回数(cpm)

■ スライドウェイ

スライドウェイの定格荷重は、転動体(コロ数)で決まり、下表により算出します。

1軸使用	 負荷方向 動定格荷重(N) $C = \left(\frac{Z}{2} \right)^{3/4} \cdot C_1$ 静定格荷重(N) $C_0 = \left(\frac{Z}{2} \right) \cdot C_{01}$
1軸縦使用	 負荷方向 動定格荷重(N) $C = \left(\frac{Z}{2} \right)^{3/4} \cdot C_1 \cdot 2^{7/9}$ 静定格荷重(N) $C_0 = \left(\frac{Z}{2} \right) \cdot C_{01} \cdot 2$
2軸並列使用	 負荷方向 動定格荷重(N) $C = \left(\frac{Z}{2} \right)^{3/4} \cdot C_1 \cdot 2^{7/9}$ 静定格荷重(N) $C_0 = \left(\frac{Z}{2} \right) \cdot C_{01} \cdot 2$

C₁: ローラ1ヶあたりの基本動定格荷重(N)

C₀₁: ローラ1ヶあたりの基本静定格荷重(N)

Z: 転動体数

スライドウェイの寿命は次式より算出します。

$$L = \left(\frac{f_t \cdot C}{f_w \cdot P} \right)^{10/3} \cdot 50$$

L: 寿命(km) C: 動定格荷重(N)

f_t: 温度係数(図-2参照) P: 作用荷重(N)

f_w: 荷重係数(表-4参照)

寿命時間

$$L_h = \frac{L \cdot 10^3}{2 \cdot l_s \cdot n_1 \cdot 60}$$

L_h: 寿命時間(hr)

l_s: ストローク長さ(m)

L: 寿命(km)

n₁: 毎分往復回数(cpm)

【技術計算】 一軸アクチュエータの選定方法 1

■一軸アクチュエータLXの選定には
技術計算ソフトをご利用ください。
http://download.misumi.jp/mol/fa_soft.html (無料)

ストローク、および下記定
格一覧から、LXアクチュエ
ータの呼び形式を選定。

使用速度が、(表6)に示し
た最高速度以内になるよう
にボールねじリードを決定。
(この時点では、仮選定と
なります)

レール部に作用する荷重
を検討し、P2198②式に
代入。各工程の等価荷重
Feを求め、P2198③式に
代入し、平均荷重Fmを求
め寿命を計算する。

ボールねじ、サポート軸受
に作用する荷重を検討。
P2198③式に代入し、平
均荷重Fmを求め寿命を計
算する。

■定格荷重(表1) ※ロングブロックタイプ

項目		LX2001	LX2005	LX2602	LX2605	LX3005	LX3010	LX4510	LX4520
レール部	基本動定格荷重 C(N)	3277		6522		9732		18450	
	基本静定格荷重 Co(N)	6199		11871		17218		32441	
ラジアルすきま		-3~0		-4~0		-4~0		-6~0	
ボール ねじ部	基本動定格荷重 Ca(N)	482	822	1712	1600	1831	1129	4167	2499
	基本静定格荷重 Coa(N)	642	1026	2251	2097	2389	1386	5945	3381
	ねじ軸径(mm)	6	6	8	8	10	10	15	15
	リード(mm)	1	5	2	5	5	10	10	20
	谷径(mm)	5.3	4.918	6.4	6.46	8.2		11.7	
ボール中心径(mm)		6.15	6.3	8.3	8.3	10.3	10.3	15.5	15.75
軸受部 (固定側)	アキシアル 荷重	動定格荷重(N)	730	1637	2702	4335			
	静定格荷重(N)	461	1205	2197	4106				

■レール部モーメント等価係数(表2)

Type	ブロック数	Kp	Ky	Kr
LX20□□	1個	0.228	0.228	0.0667
	2個密着	0.144	0.144	0.0667
LX26□□	1個	0.17	0.17	0.0527
	2個密着	0.114	0.114	0.0527
LX30□□	1個	0.137	0.137	0.0445
	2個密着	0.0917	0.0917	0.0445
LX45□□	1個	0.1115	0.1115	0.0334
	2個密着	0.0840	0.0840	0.0334

■レール断面二次モーメント(表3)

Type	Lx (mm ⁴)	Ly (mm ⁴)	質量 (kg/100mm)	重心点 h (mm)
LX20□□	3.2×10 ³	5.2×10 ⁴	0.22	4.4
LX26□□	1.0×10 ⁴	1.4×10 ⁵	0.37	6.1
LX30□□	2.5×10 ⁴	3.1×10 ⁵	0.6	7.8
LX45□□	8.8×10 ⁴	10.4×10 ⁵	1.10	11.0

■静的許容荷重・静的許容モーメント(表4)

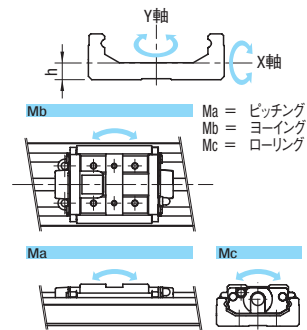
Type	ブロック数	静的許容荷重 (kg)		静的許容モーメント (N・m)		
		水平	Ma	Mb	Mc	
LX20□□	B1	6199	27	27	93	
	B2	12398	353	353	186	
LX20□□C	B1	6199	27	27	93	
	B2	12398	353	353	186	
LX26□□	B1	11871	70	70	225	
	B2	23742	902	902	450	
LX26□□C	B1	11871	70	70	225	
	B2	23742	902	902	450	
LX3005	B1	17218	126	126	387	
	B2	34436	1515	1515	774	
LX3005C	B1	17218	126	126	387	
	B2	34436	1515	1515	774	
LX3010	B1	17218	126	126	387	
	B2	34436	1515	1515	774	
LX3010C	B1	17218	126	126	387	
	B2	34436	1515	1515	774	
LX4510	B1	32441	291	291	972	
	B2	64882	3945	3945	1944	
LX4520	B1	32441	291	291	972	
	B2	64882	3945	3945	1944	

■最高移動速度(表6)

Type	リード	レール全長	最高移動速度 (mm/s)	
			上級	
LX20□□	01	—	190	
	05	—	690	
LX26□□	02	—	290	
	05	—	520	
LX30□□	06	150	410	
		200	410	
		300	410	
		400	410	
		500	370	
	10	600	250	
		150	830	
		200	830	
		300	830	
		400	830	
LX45□□	10	500	740	
		600	500	
		340	550	
		390	550	
		440	550	
	20	490	550	
		540	550	
		590	550	
		340	1110	
		390	1110	
			440	1110
			490	1110
			540	1110
			590	1110

■表荷重係数 fw(表7)

振動・衝撃	速度	fw
微	微速の場合 V ≤ 0.25m/s	1~1.2
	低速の場合 0.25m/s < V ≤ 1m/s	1.2~1.5
中	中速の場合 1m/s < V ≤ 2m/s	1.5~2
	高速の場合 2m/s < V	2~3.5



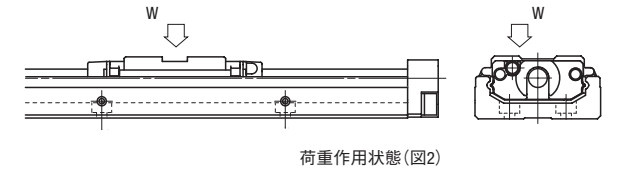
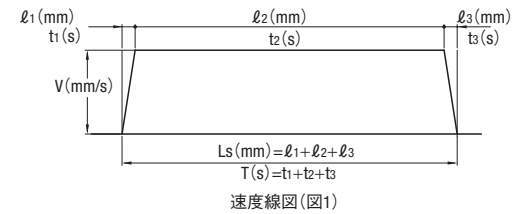
■静的許容荷重・静的許容モーメント(ショートブロック)(表5)

Type	ブロック数	静的許容荷重 (kg)		静的許容モーメント (N・m)		
		水平	Ma	Mb	Mc	
LX3005	S1	9271	63	63	208	
	S2	18542	579	579	417	
LX3010	S1	9271	63	63	208	
	S2	18542	579	579	417	
LX4510	S1	17175	145	145	515	
	S2	34350	1444	1444	1029	
LX4520	S1	17175	145	145	515	
	S2	34350	1444	1444	1029	

寿命

LXアクチュエータは、レール部・ボールねじ・支持軸受けの各寿命を計算し、この結果の一番短い値を、アクチュエータの寿命として決定します。

負荷質量: W kg
ストローク: Ls mm
加速度: a mm/s²
最高速度: v mm/s
重力加速度: g=9.81m/s²
姿勢: 水平
速度線図: (図1)
荷重作用状態: (図2)



検討 選定

負荷質量W(kg)、最高速度V(mm/s)から仮の型番を選定します。次に、加速度・最高速度・ストロークから、速度線図を作成します。この速度線図を作成できる条件が、選定計算の基本となります。

計算 寿命計算例

LXアクチュエータのレール部に作用する荷重作用状態(図2)を検討し、各々の荷重を下記式(シングルナットブロック仕様は①式・ダブルナットブロック仕様は②式)に代入して等価荷重Feを求めます。

等価荷重

●シングルブロックの場合

$$Fe = Y_H F_H + Y_V F_V + Y_P K_p M_a + Y_Y K_y M_b + Y_R K_r M_c \quad \text{---①}$$

●ダブルブロックの場合

$$Fe = Y_H F_H / 2 + Y_V F_V / 2 + Y_R K_r M_a + Y_P K_p M_b + Y_Y K_y M_c \quad \text{---②}$$

- Fe : 等価荷重
- FH : ブロックに作用する水平方向荷重
- FV : ブロックに作用する上下方向荷重
- Ma : ブロックに作用するピッチング方向モーメント
- Mb : ブロックに作用するヨーイング方向モーメント
- Mc : ブロックに作用するローリング方向モーメント
- Kp : ピッチング方向モーメントに対する同等係数
- Ky : ヨーイング方向モーメントに対する同等係数
- Kr : ローリング方向モーメントに対する同等係数
- YH, YV, YP, YR : 1.0または0.5

モーメント荷重を受けながら使用する場合、表2のガイド部モーメント等価係数を乗じて荷重計算を行ってください。
等価荷重Feを求める式①及び②においてFH、FV、KpMa、KyMb、KrMcのうち最大のものを1.0それ以外を0.5とする

平均荷重

LXアクチュエータは、加減速に伴いMa・Mbが変動しますので、③式より平均荷重Fmを求めます。

$$Fm = \sqrt[3]{\frac{1}{Ls} (Fe^3 \cdot L_1 + Fe_2^3 \cdot L_2 + Fe_3^3 \cdot L_3 + \dots + Fe_n^3 \cdot L_n)} \quad \text{---③}$$

[Fm : 変動する荷重の平均荷重(N) Ls : 全走行距離(km)]

レール部寿命

LXアクチュエータのレール部の寿命は、④式より求めます。

$$L = La \times \left(\frac{C}{fw \cdot Fm} \right)^3 \quad \text{---④}$$

[L : レール部寿命(Km) La : 走行距離(Km) fw : 荷重係数
C : レール部の基本動定格荷重(N)]

ストローク長さと毎分往復回数が一定の場合、寿命時間は⑤式によって算出できます。

$$Lh = \frac{L \times 10^6}{2 \cdot \ell_s \cdot n1 \times 60} \quad \text{---⑤}$$

[Lh : 寿命時間(h) ℓs : ストローク(mm) n1 : 毎分往復回数]

ボールねじ部・支持部寿命

軸方向にかかる荷重から平均荷重を求めます。ボールねじ・支持部ともに⑥式より計算します。平均荷重は、③式より求めます。

$$Lr = \left(\frac{Ca}{fw \cdot Fm} \right)^3 \cdot \ell \times 10^6 \quad \text{---⑥}$$

[Lr : ボールねじ部寿命(km) ℓ : ボールねじのリード(mm)
fw : 荷重係数 Ca : ねじ部・支持部の基本動定格荷重(N)]

【技術計算】 一軸アクチュエータの選定方法 2

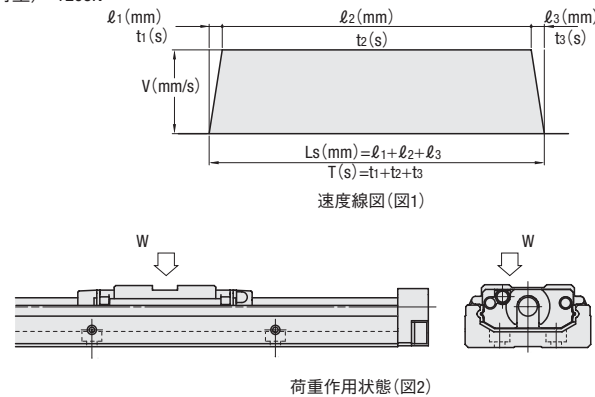
■一軸アクチュエータLXの選定には
技術計算ソフトをご利用ください。
http://download.misumi.jp/mol/fa_soft.html (無料)

定格寿命計算例

1 使用条件

検討型式：LX2602シリーズ
レール部：C(基本動定格荷重)=6522N Co(基本静定格荷重)=11871N
ボールねじ部：Ca(基本動定格荷重)=1712N Coa(基本静定格荷重)=2251N
支持軸受部：Ca(基本動定格荷重)=1637N Poa(基本静定格荷重)=1205N

負荷質量W：10kg
速度V：250mm/s
加速度a：833mm/s²
移動距離Ls：200mm
重力加速度g：g=9.81m/s²
姿勢：水平
速度線図：(図1)
荷重作用状態：(図2)



2 検討

仮選定
移動距離200mmを、加速度833mm/s²および最高速度250mm/sで使用する。これらの条件から、LX26シリーズを使用すると仮定する。(選定ソフトは、ミスミホームページ内で、お客様登録後に使用可能です。)

3 計算

3-1 レール部の検討

ナットブロック1個使用の条件に合わせ、表のモーメント等価係数を乗じて負荷荷重に換算します。

ナットブロックの負荷荷重

1)等速時
 $Fe_1 = Y_v F_v = Y_v \cdot W \cdot g = 1 \cdot 10 \cdot 9.81 = 98.1 \text{ (N)}$

2)加速時
 $Fe_2 = Y_v F_v + Y_p K_p M a = 0.5 \cdot 98.1 + 1 \cdot 0.17 \cdot 70 \cdot 0 = 60.95 \text{ (N)}$

3)減速時
 $Fe_3 = Y_v F_v + Y_p K_p M a = 0.5 \cdot 98.1 + 1 \cdot 0.17 \cdot 70 \cdot 0 = 60.95 \text{ (N)}$

静的安全係数
 $f_s = \frac{C_o}{F_{max}} = \frac{C_o}{W \cdot g} = \frac{11871}{98.1} = 121.1$

定格寿命

軸方向平均荷重
 $F_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L_s} (Fe_1^3 \cdot L_1 + Fe_2^3 \cdot L_2 + Fe_3^3 \cdot L_3 \cdot \dots \cdot Fe_n^3 \cdot L_n)} = 87.72 \text{ (N)}$

定格寿命
 $L = \left(\frac{C}{f_w \cdot F_m} \right)^3 \times 50 = 11.89 \times 10^6$ f_w ：荷重係数 1.2
L：走行距離

3-2 ボールねじ部の検討

速度線図より、各部の軸方向荷重を求め、平均荷重を求めます。

ボールねじ部寿命

軸方向荷重

1)等速時
 $Fe_1 = \mu \cdot W \cdot g = 0.01 \times 10 \times 9.81 = 0.981 \text{ (N)}$

2)加速時
 $Fe_2 = Fe_1 + W \cdot a \times 10^{-3} = 0.981 + 10 \cdot 0.833 = 9.311 \text{ (N)}$

3)減速時
 $Fe_3 = Fe_1 - W \cdot a \times 10^{-3} = 7.352 \text{ (N)}$

静的安全係数
 $f_s = \frac{C_{oa}}{F_{max}} = \frac{C_{oa}}{Fe_2} = \frac{2251}{9.311} = 241.76$

座屈荷重

$$P_1 = \frac{n \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I}{\ell a^2} \times 0.5 = 5562.02 \text{ (N)}$$

P_1 ：座屈荷重
 ℓa ：取付間距離 250(mm)
E：ヤング率 $2.06 \times 10^5 \text{ (N/mm}^2)$
n：取付方法による係数
0.5：安全係数
I：ねじの軸の最小断面2次モーメント

$$I = \frac{\pi \cdot d_1^4}{64} = 85.49 \text{ (mm}^4)$$

d_1 ：ねじ軸谷径 6.46(mm)

許容引張圧縮荷重

$$P_2 = \frac{\delta \cdot \pi \cdot d_1^2}{4} = 4818.06$$

P_2 ：許容引張圧縮荷重
 δ ：許容引張圧縮応力 147(N/mm²)
 d_1 ：ねじ軸谷径 6.46(mm)

危険速度

$$N_1 = \frac{60 \cdot \lambda^2}{2\pi \cdot \ell b^2} \cdot \sqrt{\frac{E \times 10^3 \cdot I}{\gamma \cdot A}} \times 0.8 = 12485 \text{ (min}^{-1})$$

N_1 ：危険速度
 ℓb ：取付間距離
E：ヤング率 $2.06 \times 10^5 \text{ (N/mm}^2)$
 λ ：取付方法による係数(固定-支持3.927)
 γ ：密度 ($7.85 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$)
0.8：安全係数

DN値

$$DN = 62250 (\leq 70000)$$

D：ボール中心径 (8.3mm)
N：使用最大回転数 (min⁻¹)

LX2602	レール部	ボールねじ部	支持軸受部
静的安全係数	121.1	241.76	129.42
座屈荷重(N)	—	5562.02	—
許容引張圧縮荷重(N)	—	4818.06	—
危険速度(min ⁻¹)	—	12485	—
DN値	—	62250	—
定格寿命(km)	11.89×10 ⁶	25.64×10 ⁶	22.41×10 ⁶
最大軸方向荷重(N)	—	9.311	—
使用最大回転数(min ⁻¹)	—	7500	—

定格寿命

軸方向平均荷重
 $F_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L_s} (Fe_1^3 \cdot L_1 + Fe_2^3 \cdot L_2 + Fe_3^3 \cdot L_3 \cdot \dots \cdot Fe_n^3 \cdot L_n)} = 6.096 \text{ (N)}$

定格寿命

$$L = \left(\frac{C_a}{f_w \cdot F_m} \right)^3 \cdot \ell \times 10^6 = 25.64 \times 10^6 \text{ (km)}$$

f_w ：荷重係数 1.2
 ℓ ：ボールねじのリード 2(mm)

3-3 支持軸受部の検討

軸方向荷重

$Fe_1 = 0.981 \text{ (N)}$
 $Fe_2 = 9.311 \text{ (N)}$
 $Fe_3 = 7.352 \text{ (N)}$

静的安全係数

$$f_s = \frac{P_{oa}}{F_{max}} = \frac{P_{oa}}{Fe_2} = 129.42$$

定格寿命

軸方向平均荷重
 $F_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L_s} (Fe_1^3 \cdot L_1 + Fe_2^3 \cdot L_2 + Fe_3^3 \cdot L_3 \cdot \dots \cdot Fe_n^3 \cdot L_n)} = 6.096 \text{ (N)}$

定格寿命

$$L = \left(\frac{C_a}{f_w \cdot F_m} \right)^3 \cdot \ell \times 10^6 = 22.41 \times 10^6 \text{ (km)}$$

f_w ：荷重係数 1.2
 ℓ ：ボールねじのリード 2(mm)

◇ラジアル軸受(等級0級)の許容差及び許容値

(1) 内輪

呼び軸受内径 d(mm)	△dmp		直径系列				Vdmp	Kia	単体軸受				組合せ軸受(2)		Vbs
			9	0,1	2,3,4	最大			最大	最大	最大	△Bs		最大	
												上	下		
0.6(1)	2.5	0	-8	10	8	6	6	10	0	-40	0	-	12		
2.5	10	0	-8	10	8	6	6	10	0	-120	0	-250	15		
10	18	0	-8	10	8	6	6	10	0	-120	0	-250	20		
18	30	0	-10	13	10	8	8	13	0	-120	0	-250	20		
30	50	0	-12	15	12	9	9	15	0	-120	0	-250	20		
50	80	0	-15	19	19	11	11	20	0	-150	0	-380	25		
80	120	0	-20	25	25	15	15	25	0	-200	0	-380	25		
120	180	0	-25	31	31	19	19	30	0	-250	0	-500	30		
180	250	0	-30	38	38	23	23	40	0	-300	0	-500	30		
250	315	0	-35	44	44	26	26	50	0	-350	0	-500	35		
315	400	0	-40	50	50	30	30	60	0	-400	0	-630	40		
400	500	0	-45	56	56	34	34	65	0	-450	-	-	50		
500	630	0	-50	63	63	38	38	70	0	-500	-	-	60		
630	800	0	-75	-	-	-	-	80	0	-750	-	-	70		
800	1000	0	-100	-	-	-	-	90	0	-1000	-	-	80		
1000	1250	0	-125	-	-	-	-	100	0	-1250	-	-	100		
1250	1600	0	-160	-	-	-	-	120	0	-1600	-	-	120		
1600	2000	0	-200	-	-	-	-	140	0	-2000	-	-	140		

① 0.6mmは、この寸法区分に含まれる。 ② 組合せ軸受用として製作された個々の軌道輪に適用する。

(2) 外輪

呼び軸受外径 D(mm)	△Dmp		開放軸受				シール軸受、シールド軸受				(4) VDmp	Kea	△Cs		Vcs
			直径系列				最大	最大	最大	最大			上	下	
			9	0,1	2,3,4	2,3,4									
2.5(3)	6	0	-8	10	8	6	10	6	15	-	-	-	-	-	
6	18	0	-8	10	8	6	10	6	15	-	-	-	-	-	
18	30	0	-9	12	9	7	12	7	15	-	-	-	-	-	
30	50	0	-11	14	11	8	16	8	20	-	-	-	-	-	
50	80	0	-13	16	13	10	20	10	25	-	-	-	-	-	
80	120	0	-15	19	19	11	26	11	35	-	-	-	-	-	
120	150	0	-18	23	23	14	30	14	40	-	-	-	-	-	
150	180	0	-25	31	31	19	38	19	45	-	-	-	-	-	
180	250	0	-30	38	38	23	-	23	50	同じ軸受のdに対する△Bsの許容差による。	同じ軸受のdに対する△Bsの許容値による。	-	-	-	
250	315	0	-35	44	44	26	-	26	60	-	-	-	-	-	
315	400	0	-40	50	50	30	-	30	70	-	-	-	-	-	
400	500	0	-45	56	56	34	-	34	80	-	-	-	-	-	
500	630	0	-50	63	63	38	-	38	100	-	-	-	-	-	
630	800	0	-75	94	94	55	-	55	120	-	-	-	-	-	
800	1000	0	-100	125	125	75	-	75	140	-	-	-	-	-	
1000	1250	0	-125	-	-	-	-	-	160	-	-	-	-	-	
1250	1600	0	-160	-	-	-	-	-	190	-	-	-	-	-	
1600	2000	0	-200	-	-	-	-	-	220	-	-	-	-	-	
2000	2500	0	-250	-	-	-	-	-	250	-	-	-	-	-	

③ 2.5mmは、この寸法区分に含まれる。 ④ 止め輪が取り付けられていないときに適用する。

寸法差 △dmp: 平面内平均内径の寸法差 △Dmp: 平面内平均外径の寸法差 △Bs: 実測内輪幅の寸法差または中央軌道盤の高さの寸法差 △Cs: 実測外輪幅の寸法差	寸法の不同 Vdp: 平面内内径不同 Vdmp: 平面内平均内径の不同 Vdp: 平面内外径不同	回転精度 Kia: 内輪のラジアル振れ Kea: 外輪のラジアル振れ Vbs: 内輪幅不同 Vcs: 外輪幅不同
--	---	--

◇位置決めスイッチのIPコードについて

・当カタログ記載のIPコードは、IEC 529:1989の「器具に対する保護内容」に基づくものです。切削油、薬剤、粉塵など使用条件、環境によってはシール性に影響する場合がありますので、ご注意ください。

(International Protection) **IP 67**
第一特性数字(0~6): 外来固形物の侵入
第二特性数字(0~8): 有害な影響を伴う水の侵入

特性数字	外来固形物の侵入	有害な影響を伴う水の侵入
0	無保護	無保護
1	直径50mm以上の外来固形物に対して保護されている。	垂直に滴下する水に対して保護されている。
2	直径12.5mm以上の外来固形物に対して保護されている。	15度以内で傾斜しても垂直の滴下する水に対して保護されている。
3	直径2.5mm以上の外来固形物に対して保護されている。	散水(spraying water)に対して保護されている。
4	直径1.0mm以上の外来固形物に対して保護されている。	水の飛沫(splashing water)に対して保護されている。
5	防塵形: 器具の動作を阻害する量の塵埃が侵入しない。	あらゆる方向からの噴流水に対して保護されている。
6	耐塵形: 塵埃の侵入がない。	あらゆる方向からのジェット噴流水(爆噴流)に対して保護されている。
7	-	一時的に水に浸しても有害な影響の生じる量の水が侵入しない。
8	-	関係者間で取り決めた数字7より厳しい条件下で継続的に水中に沈めた時、有害な影響の生じる量の水が侵入しない。

■コイルスプリングの使用方法和注意点

ミスマスのコイルスプリング(丸線コイルスプリングは除く)は最適な断面形状の設計を随時行い、耐久性の向上に努めております。ご安心してご使用頂くために下記の注意点、避けていただきたい使用方法を十分にご注意ください。

- スプリングガイドなしでの使用**
スプリングガイドなしで使用した場合、スプリングに座屈、胴曲がり等が発生し、曲がりの内側が局部的に高応力となり折損に至ります。必ずシャフト、外径ガイド等のスプリングガイドを使用してください。
※基本的には、内径側ガイドにて、シャフトは上面から下面に貫通して使用して頂くのが理想的です。
- スプリングの内径とシャフトについて**
シャフトとのクリアランスが小さいと、シャフトによりスプリングの内径が摩擦して、摩擦部を起点として折損に至ります。また、シャフトとのクリアランスが大きいと座屈等の原因となります。シャフト径を内径より1.0mm程度に設定する事をお奨めします。
また、自由長の長いスプリング(自由長/外径が4以上のスプリング)は図-1のようにシャフトに段差をつけ、胴曲がり時の内径接触を避けてください。
- スプリングの外径とザグリ穴について**
ザグリ穴とのクリアランスが小さいと、スプリングはたわむと外径側に膨らむため外径が拘束され、応力集中により折損に至ります。ザグリ穴径を外径より+1.5mm程度に設定する事をお奨めします。自由長の長いスプリングは、図-1のようなザグリ穴形状が理想的です。
- シャフト長さ・ザグリ穴深さが短い場合**
ガイド長さが短いと、スプリングが座屈したときにガイド先端部が接触し、摩擦により折損に至ります。ガイド長さを初期設定高さ×1/2以上にされる事をお奨めします。またC3程度の面取りを施行してください。
- 最大タワミ(30万回条件)を越えての使用(密着付近での使用)**
30万回条件を越えて使用した場合、断面に計算以上の高応力が発生して折損に至ります。また、密着長付近では、有効巻部が徐々に密着していき、ばね定数が高くなるため図-2のように荷重線図が立ち上がるので、高応力が発生して折損に至ります。30万回条件を越えての使用はご注意ください。
- 初期タワミなしでの使用**
隙間があるとスプリングが上下に動き衝撃力が加わり、胴曲がりや座屈が発生します。初期タワミをとるとスプリングの上下面が安定します。
- スクラップ、異物を挟んだ状態での使用**
異物が挟まりますとその部分は有効巻として作用しなくなり、図-3のようにそれ以外の部分がたわみ、実質的に有効巻が減少したのと同じようになり高応力が発生して折損に至ります。スクラップ、異物が入りこまないようご注意ください。
- 取付面の平行度が悪い場所での使用**
取付面の平行度が悪いと、スプリングに胴曲がりが発生し、曲がりの内側が局部的に高応力となり折損に至ります。また、図-4のように金型の平行度が悪い場合も、スプリングの曲がり、30万回条件を越える等により折損に至ります。30万回条件を越えないよう取付面の平行度を改善してください。
- スプリングを直列にしての使用**
直列で使用した場合、図-5のようにスプリングが曲がり、場合によってはシャフト・ザグリ穴に乗り上げてしまい、①と同じ理由で折損に至ります。また、スプリングの荷重のばらつきにより、荷重の弱いスプリングが強いスプリングに負けてしまい(図-6)、弱いスプリングのたわみが増え耐久性の差や折損の原因となります。
- スプリングをダブルにしての使用**
図-7のようにダブルで使用した場合、スプリングが座屈したとき、インナーがアウターの線間に入り込み(またはその逆)④と同じ理由で折損に至ります。
- スプリングを横にしての使用**
スプリングを横に使用した場合、シャフトによりスプリングの内径が摩擦して、摩擦部を起点として折損に至ります。

ミスマス耐久試験条件

①スプリングガイド方式
シャフト貫通
シャフト径: dより-1.0mm

②初期たわみ
1.0mm

③振幅
30万回条件値のたわみ量

④速度
180spm
※使用状況により、耐久回数は異なる場合があります。

図-1
内径×0.8
C3
3~5
シャフト径(d-1)
ザグリ穴径(D+1)

図-2
荷重(kgf)
30万回条件
密着長
たわみ

図-3
P
異物
d
D

図-4
最大たわみ密着長
たわみ大
たわみ小

図-5

図-6
弱
強
荷重が均等になる

図-7
アウター
インナー

1. 計算

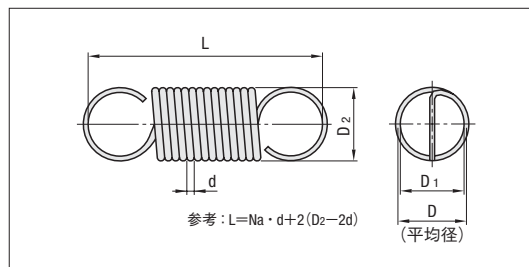
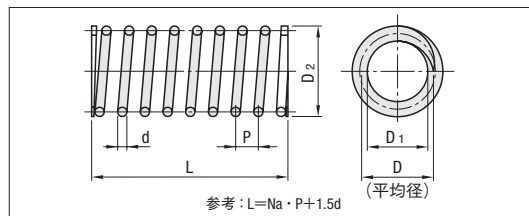
1.1 ばねの設計式に用いる記号

ばねの設計式に用いる記号は、表1による。

表1 記号の意味

記号	記号の意味	単位
d	材料の直径	mm
D ₁	コイル内径	mm
D ₂	コイル外径	mm
D	コイル平均径 = $\frac{D_1+D_2}{2}$	mm
N _t	総巻数	—
N _a	有効巻数	—
L	自由高さ(長さ)	mm
H _s	密着高さ	mm
p	ピッチ	mm
P _i	初張力	N[kgf]
c	ばね指数 $c = \frac{D}{d}$	—
G	横弾性係数	N/mm ² {kgf/mm ² }
P	ばねにかかる荷重	N[kgf]
δ	ばねのたわみ	mm
k	ばね定数	N/mm {kgf/mm}
τ ₀	ねじり応力	N/mm ² {kgf/mm ² }
τ	ねじり修正応力	N/mm ² {kgf/mm ² }
τ _i	初応力	N/mm ² {kgf/mm ² }
χ	応用修正係数	—
f	振動数	Hz
U	ばねに蓄えられるエネルギー	N·mm {kgf·mm}
ω	材料の単位体積当たり質量	kg/mm ³
W	ばねの運動部分の質量	kg
g	重力の加速度 (1)	mm/s ²

注 (1) 計量法では、重力の加速度を9806.65mm/s²としている。



1.2 ばねの設計に用いる基本式

1.2.1 圧縮ばね及び初張力がない引張ばねの場合

$$\delta = \frac{8NaD^3P}{Gd^4} \dots (1) \quad \tau = \chi\tau_0 \dots (5)$$

$$k = \frac{P}{\delta} = \frac{Gd^4}{8NaD^3} \dots (2) \quad d = \sqrt[3]{\frac{8DP}{\pi\tau_0}} = \sqrt[3]{\frac{8\chi DP}{\pi\tau}} \dots (6)$$

$$\tau_0 = \frac{8DP}{\pi d^3} \dots (3) \quad N_a = \frac{Gd^4\delta}{8D^3P} = \frac{Gd^4}{8D^3k} \dots (7)$$

$$\tau_0 = \frac{Gd\delta}{\pi NaD^2} \dots (4) \quad U = \frac{P\delta}{2} = \frac{k\delta^2}{2} \dots (8)$$

1.2.2 初張力がある引張ばねの場合(ただし、P>P_i)

$$\delta = \frac{8NaD^3(P-P_i)}{Gd^4} \dots (1') \quad \tau = \chi\tau_0 \dots (5')$$

$$k = \frac{P-P_i}{\delta} = \frac{Gd^4}{8NaD^3} \dots (2')$$

$$\tau_0 = \frac{8DP}{\pi d^3} \dots (3')$$

$$\tau_0 = \frac{Gd\delta}{\pi NaD^2} + \tau_i \dots (4')$$

1.3 ばねの設計に考慮すべき事項

1.3.1 横弾性係数 ばねの設計に用いる横弾性係数Gの値は、表2によるのがよい。

表2 横弾性係数(G)

材 量	Gの値 N/mm ² {kgf/mm ² }	記 号
ばね鋼材	78×10 ³ {8×10 ³ }	SUP6,7,9,9A,10,11A,12,13
硬鋼線	78×10 ³ {8×10 ³ }	SW-B,SW-C
ピアノ線	78×10 ³ {8×10 ³ }	SWP
オイルテンパー線	78×10 ³ {8×10 ³ }	SWO,SWO-V,SWOC-V,SWOSC-V,SWOSM,SWOSC-B
ステンレス鋼線	69×10 ³ {7×10 ³ }	SUS 302
		SUS 304
		SUS 304N1
		SUS 316
SUS 631 J1	74×10 ³ {7.5×10 ³ }	SUS 631 J1

1.3.2 有効巻数 ばねの設計に用いる有効巻数は、次による。

- 圧縮ばねの場合
 - $N_a = N_t - (X_1 + X_2)$
ここに、X₁, X₂: コイル両端部のそれぞれの座巻数
 - (a) コイル先端だけが、次の自由コイルに接している場合 [図2の(a) ~ (c)に相当する]
 $X_1 = X_2 = 1$
したがって、 $N_a = N_t - 2$
 - (b) コイル先端が、次のコイルに接しなくて、座巻部の長さ $\frac{3}{4}$ 巻の場合 [図2(e)及び(f)に相当する]は、
 $X_1 = X_2 = 0.75$
したがって、 $N_a = N_t - 1.5$
- 引張ばねの場合 引張りばねの有効巻数は、次による。
ただし、フック部を除く。
 $N_a = N_t$

1.3.3 応用修正係数

ばね指数 c の値に対する応力修正係数は、次の式又は図1による。

$$\chi = \frac{4c-1}{4c-4} + \frac{0.615}{c} \dots (9)$$

図1 応力修正係数: χ

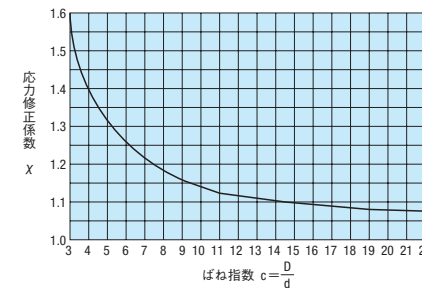
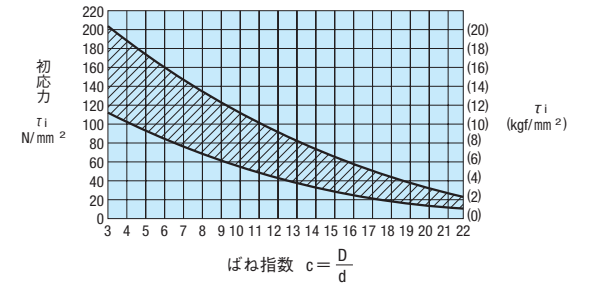


図3 初応力: τ_i(鋼線で成形された低温焼なまし前の値)



- ステンレス鋼線の場合は、鋼線の初応力の15%減とする。
 - 成形後に低温焼なましを実施する場合は、上記で求めた値に対し、ピアノ線、硬鋼線などの鋼線で20~35%減、ステンレス鋼線で15~25%減とする。
- 参考 低温焼なまし前の初応力の値を図3から読み取る代わりに、次の経験式によって算出してよい。

$$\tau_i = \frac{G}{100c}$$

なお、この式を用いて初張力を算出する計算式の例を、次に示す。

- ピアノ線及び硬鋼線の場合 [G=78×10³N/mm²{8×10³kgf/mm²}]
初応力 $\tau_i = \frac{G}{100c} \times 0.75$ (0.75は、低温焼なまし実施による25%減)
初張力 $P_i = \frac{\pi d^3}{8D} \tau_i = \frac{Gd^4}{255D^2} \times 0.75 = \frac{229d^4}{D^2} \left[\frac{24d^4}{D^2} \right]$
- ステンレス鋼線の場合 [G=69×10³N/mm²{7×10³kgf/mm²}]
初応力 $\tau_i = \frac{G}{100c} \times 0.8$ (0.8は、低温焼なまし実施による20%減)
初張力 $P_i = \frac{\pi d^3}{8D} \tau_i = \frac{Gd^4}{255D^2} \times 0.8 = \frac{216d^4}{D^2} \left[\frac{22d^4}{D^2} \right]$

1.3.4 密着高さ

ばねの密着高さは、一般に次の略算式によって算出する。
ただし、圧縮ばねの密着高さは、一般には発注者は指定しない。

$$H_s = (N_t - 1)d + (t_1 + t_2) \dots (10)$$

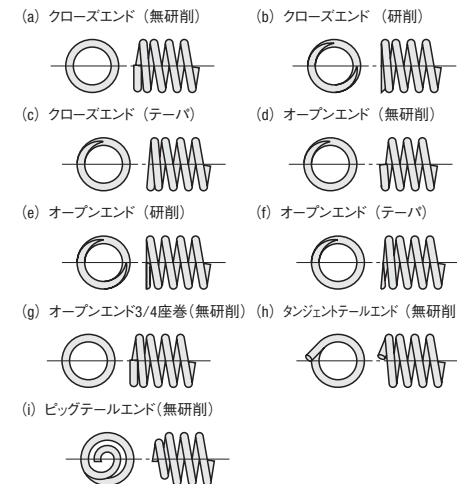
ここに、(t₁+t₂): コイル両端部のそれぞれの厚さの和

なお、両端部が図2の(b)、(c)、(e)及び(f)の圧縮ばねで、特に密着高さの指定を必要とするときは、次の式で求めた値を密着高さの最大値として指定するが、ばねの形状によっては、この値より大きくなることもあるので注意を要する。

$$H_s = N_t \times d_{max} \dots (11)$$

ここに、d_{max}: dの許容差の最大値をとった直径

図2 コイル端部形状



1.3.5 引張ばねの初張力

密着巻の冷間成形引張コイルばねには、初張力P_iが生じる。
この場合の初張力は、次の式によって算出する。

$$P_i = \frac{\pi d^3}{8D} \tau_i \dots (12)$$

なお、ピアノ線、硬鋼線などの鋼線で密着巻に成形し、低温焼なましを行っていない場合の初応力τ_iは、図3の斜線の範囲内とする。ただし、鋼線以外の材質及び低温焼なましの実施によっては、図3の斜線の範囲内から読み取った初応力の値を、次のとおり修正する。

1.3.6 サージング

サージングを避けるために、ばねの固有振動数は、ばねに作用する加振源のすべての振動と共振するのを避けるように選ばなければならない。
なお、ばねの固有振動数は、次の式によって算出する。

$$f = a \sqrt{\frac{kg}{W}} = a \frac{70d}{\pi NaD^2} \sqrt{\frac{G}{\omega}} \dots (13)$$

ここに、 $a = \frac{i}{2}$: 両端自由又は固定の場合
 $a = \frac{2i-1}{4}$: 一端固定で他端自由の場合 i=1,2,3.....

鋼のG=78×10³N/mm²{8×10³kgf/mm²}、
w=76.93×10⁻⁶N/mm³{7.85×10⁻⁶kgf/mm³}とし、ばね両端が自由又は固定とした場合、ばねの1次の固有振動数は、次の式によって算出する。

$$f_1 = 3.56 \times 10^5 \frac{d}{NaD^2} \dots (13')$$

1.3.7 その他考慮すべき事項

ばねの設計計算では、次に示す事項についても考慮しなければならない。

- ばね指数** ばね指数が小さくなると局部応力が過大となり、また、ばね指数が大きい場合及び小さい場合は加工性が問題となる。したがって、ばね指数は、熱間で成形する場合には4~15、冷間で成形する場合には4~22の範囲で選ぶのがよい。
- 縦横比** 圧縮ばねの縦横比(自由高さとコイル平均径との比)は、有効巻数の確保のため0.8以上とし、更に、座屈を考慮して、一般的には0.8~4の範囲で選ぶのがよい。
- 有効巻数** 有効巻数は、3未満ではばね特性が不安定になるので、3以上とするのがよい。
- ピッチ** ピッチが0.5Dを超えると、一般的に、たわみ(荷重)の増加に伴いコイル径が変化するため、基本式から求めた、たわみ及びねじり応力の修正が必要となるので、0.5D以下とする。なお、一般にピッチの推定は、次の略算式による。

$$p = \frac{L - H_s}{N_a} + d \dots (14)$$

伝動能力の選定

このカタログに記載の伝動能力表(P2208)は、次の諸項を条件としています。

- 1) -10°C~+60°Cの空气中で運転され、摩耗性の粉塵がないこと。
- 2) 腐食性のガス、高度の湿気などの悪影響がないこと。
- 3) 伝動する2軸が水平で、適切な配置据付が行われていること。
- 4) 推奨の潤滑形式と潤滑油を使用すること。
- 5) 負荷変動の少ない伝動であること。

多列係数表

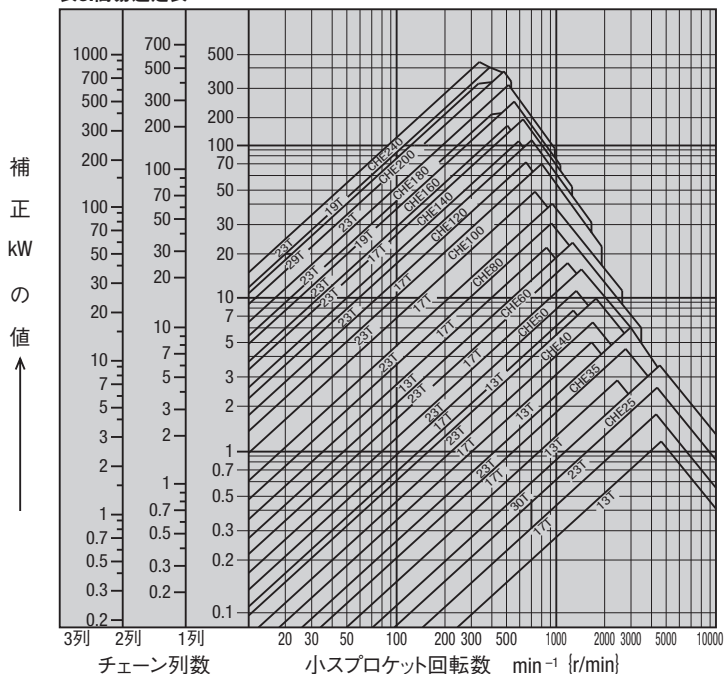
多列ローチェーンの伝動能力は、チェーンの各列にかかる荷重が均分されないため、単列ローチェーンの列数倍の能力は期待できません。したがって、多列ローチェーンの伝動能力は1列ローチェーンの伝動能力に多列係数を乗じて求めます。

表2.多列係数表

ローチェーン列数	多列係数
2列	×1.7
3列	×2.5
4列	×3.3
5列	×3.9
6列	×4.6

簡易選定表

表3.簡易選定表



表の見方

例. 補正kW=5kW
小スプロケット回転数=300r/min
1列チェーンの場合

補正kW(縦軸)と回転数300r/min(横軸)の交点はCHE 60の23T(23歯)より小さく17T(17歯)より大きい範囲にあります。交点の位置から19Tが使えたと判断します。

使用係数表

伝動能力表(P2208)は、負荷変動の少ない場合を条件としていますから、負荷変動の大小により、伝動kWを補正するものです。

表1.使用係数表

衝撃の種類	原動機の種類 使用機械例	モーター タービン	内燃機関	
			流体機構付	流体機構なし
平滑な伝動	負荷変動の少ないベルトコンベヤ、チェーンコンベヤ、遠心ポンプ、遠心ブローア、一般繊維機械、負荷変動の少ない一般機械	×1.0	×1.0	×1.2
多少の衝撃を伴う伝動	遠心圧縮機、船用推進機、多少負荷変動のあるコンベヤ、自動炉、乾燥機、粉碎機、一般工作機械、コンプレッサ、一般土建機械、一般製紙機械	×1.3	×1.2	×1.4
大きな衝撃を伴う伝動	プレス、クラッシャー、土木鉋山機械、振動機械、石油さく井機、ゴムミキサ、ロール、ロールガング、逆転あるいは衝撃荷重のかかる一般機械	×1.5	×1.4	×1.7

一般的な場合の選定方法

1.使用条件の把握

ローチェーンの選定には次の7つの条件を把握してください。

1. 使用する機械
2. 衝撃の種類
3. 原動機の種類
4. 伝動力(kW)
5. 高速軸の軸径と回転数
6. 低速軸の軸径と回転数
7. 軸間距離

2.使用係数の決定

伝動しようとする機械、および原動機の種類によって使用係数表(表1)に基づき使用係数を決めます。

3.補正伝動力(kW)の決定

伝動力(kW)を使用係数により補正します。
●単列チェーンの場合…補正伝動力(kW)=伝動力(kW)×使用係数
●多列チェーンの場合…多列係数表(表2)より多列係数を決めます。

$$\text{補正伝動力(kW)} = \frac{\text{伝動力(kW)} \times \text{使用係数}}{\text{多列係数}}$$

4.チェーンとスプロケット歯数の選定

簡易選定表(表3)または伝動能力表を使って高速軸の回転数と補正伝動力(kW)を満足するチェーンと小スプロケットの歯数を求めます。このとき、所要の伝動能力をもつ最小ピッチのチェーンを選定します。この際できるだけ限りピッチの小さいチェーンを選定したほうが騒音も少なく円滑な伝動が得られます。(もし単列のチェーンで能力不足のときは、多列のチェーンを選定してください。また取付場所のスペースに制限があり、軸間距離を短く、できるだけスプロケットの外径を小さくしたいときは、ピッチの小さい多列チェーンをご使用ください。)なお、小スプロケットとチェーンの巻付角度は120°以上としてください。

5.大スプロケットの歯数の選定

大スプロケットの歯数=小スプロケットの歯数×速比
小スプロケットの歯数が決まれば、これに速比を乗じて大スプロケットの歯数を決定します。一般の場合、小スプロケットの歯数は17歯以上、高速では21歯以上、低速の場合は12歯以上が適当ですが、大スプロケットの歯数が120歯を超えるものは好ましくありません。また速比が1:1、または2:1のときはなるべく大きな歯数のスプロケットを選定してください。通常、速比は1:7以下とし、できれば1:5程度でご使用ください。

6.軸径のチェック

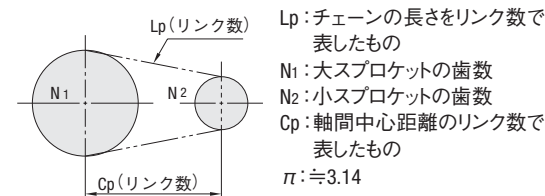
選定された小スプロケットが所要の軸径で使用ができるかどうかチェックします。カタログ本ページ規格表をご参照ください。ボス径に対して大きい場合は、歯数を増すかさらに大きなチェーンを選定してください。

7.スプロケットの軸間距離

軸間距離の最短は2つのスプロケットが互いに接触しなければ良いのですが、小スプロケットの巻付角度が120°以上になるようにしてください。
一般的に好ましい軸間距離は使用するチェーンピッチの30~50倍ですが、脈動荷重が作用するときは20倍以下にしてください。

8.チェーンの長さおよびスプロケットの軸間中心距離の計算

チェーンおよび両スプロケットの歯数、軸間距離が決定されましたらチェーンリンク数の計算式により長さを決定します。



(1)チェーンの長さの計算(スプロケットの歯数N1、N2と軸間中心距離Cpが決まっている場合)

$$Lp = \frac{N1 + N2}{2} + 2Cp + \frac{\left(\frac{N1 - N2}{2\pi}\right)^2}{Cp}$$

*Lpの小数点以下の値は切り上げてください。

一般的には、チェーンの長さはなるべく偶数リンクに切り上げて選定します。軸間距離の関係でどうしても奇数リンクとなる場合は、オフセットリンクを使用しなければなりません。なるべくスプロケットの歯数または軸間距離を変えて偶数リンクになるようにしてください。

(2)軸間中心距離の計算(スプロケットの歯数N1、N2とチェーンの長さLpが決まっている場合)

$$Cp = \frac{1}{8} \left\{ 2Lp - N1 - N2 \pm \sqrt{(2Lp - N1 - N2)^2 - \frac{8}{\pi^2} (N1 - N2)^2} \right\}$$

ローチェーンの所要長さ計算式で得られるピッチ数は、任意の軸間距離と合致する事は殆どなく近似値にすぎないので所要全長より両軸中心距離を再度精密に計算します。

一般的な場合の選定方法による選定例

3.7kW、1,000r/minの電動機(モータ)、でコンプレッサを伝動する場合。

- [1] 使用条件の把握
 - 1) 使用する機械——コンプレッサ、10時間運転
 - 2) 衝撃の種類——平滑な伝動
 - 3) 原動機の種類——電動機
 - 4) 伝動力(kW)——3.7kW
 - 5) 回転数——1,000r/min
- [2] 使用係数の決定
表1より、使用係数は1.2とする。
- [3] 補正伝動力(kW)の決定
補正伝動力(kW)=伝動力(kW)×使用係数
=3.7kW×1.2=4.44kW
- [4] チェーンとスプロケット歯数の選定
1,000r/min、4.44kWについて表3の簡易選定表を見ますと、チェーンはCHE40、スプロケットは17Tぐらいであることがわかります。
ここでCHE40チェーンの伝動能力表で確認しますと、歯数13Tで1,000r/minのときの伝動能力は4.09kWで補正伝動能力を満足させられませんので、スプロケットの歯数を19Tとしますと、伝動能力は4.6kWとなりますから伝動が可能でこれを選ばよいいこととなります。
結果 選定されたのは、チェーン=CHE40
小スプロケット歯数=19T

【技術計算】 チェーン伝動機構の設計 2

■ 低速の場合の選定方法

チェーンの速度が50m/min以下の低速においては、チェーンの摩耗による伸びは、ほとんど考える必要はなく、主として疲労強度が寿命を決定します。この場合は、「一般の場合の選定方法」よりも、低速選定法が経済的な選定ができます。低速選定法は、起動停止の少ない円滑な伝動の場合に使用され、雰囲気、配置、潤滑などはすべて一般の場合に準じます。

選定は、次の式を満足するように行います。

$$\text{チェーンの最大許容張力} \geq \text{チェーンに作用する最大張力 } N \times \text{使用係数 (表1) P.2205} \times \text{速度係数 (表4)}$$

表 4. 速度係数表

ローラチェーンの速度	速度係数
0~15 m/min	1.0
15~30	1.2
30~50	1.4
50~70	1.6

[1] 使用条件の把握

「一般的な場合の選定方法」と同じです。

[2] チェーンと小スプロケット歯数の選定

表3 (P.2205) の簡易選定表より回転数 (r/min) と原動機 (kW) から、やや小さめのチェーンとスプロケットを選びます。

[3] チェーン速度の計算

選定されたスプロケット (チェーンピッチ、歯数) と回転数 (r/min) よりチェーン速度を求めます。

$$V = \frac{P \cdot N \cdot n}{1000} \quad (\text{m/min})$$

V : チェーン速度 (m/min)
P : チェーンのピッチ (mm)
N : スプロケットの歯数
n : スプロケットの回転数 (r/min)

[4] チェーンの最大作用荷重の計算

チェーンにかかる最大荷重を求めます。

$$F = \frac{60 \cdot kW}{V} \quad (\text{kN})$$

F : チェーンにかかる荷重 (kN)
V : チェーン速度 (m/min)
kW : 伝動力 (kW)

[5] 使用係数の決定

使用係数表 (表1) より使用係数を求めます。

[6] 速度係数の決定

[3] で求めたチェーン速度より速度係数を求めます。

[7] チェーンの最大許容張力の検討

[4]~[6] で求めた数値を選定式に代入し、[2] で選定した、チェーンの最大許容張力 (P.1193~P.1202) と比較し、選定式を満足するか否かを検討します。

もし、満足しない場合は、チェーンとスプロケットを替えて再検討してください。

[8] 大スプロケットの歯数、軸径の確認、チェーン長さの計算

これらの選定は、「一般的な場合の選定方法」と同じです。

■ 低速で衝撃荷重が作用する場合の選定方法

急激な起動・停止、又は逆転制動、ブレーキ制動が頻繁で多くの衝撃荷重が作用する条件においては、原動機と非原動機の慣性 (GD²) を考慮する必要があります。

一般的な伝動の場合と比べて、チェーンにはかなり大きな荷重が作用しますので、十分注意する必要があります。

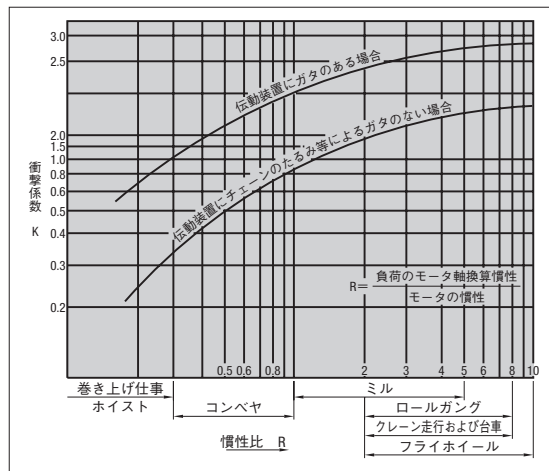
チェーンの選定は次の方法に従ってください。

$$\text{チェーンの最大許容張力 } N \geq \text{原動機の起動制御トルクから計算したチェーンにかかる作用荷重} \times \text{衝撃係数 (表5)} \times \text{速度係数 (表4)}$$

衝撃係数

原動機と被動機との慣性比 (GD²の比)、および伝動装置のガタの大きさにより定まる定数で (表5) の通りです。なお極端にガタの大きい場合は、この値よりも大きい衝撃がかかることがあります。

表5. 衝撃係数表



■ ステンレスローラチェーン (CHES) の選定方法

ステンレスローラチェーンの選定方法は低速の場合の選定方法を使用してください。

- 1). 最大許容張力はCHE (スチールタイプ) ローラチェーンに比較してCHES (ステンレスタイプ) は低くなっています。
- 2). オフセットリンクの使用はできる限り避けてください。

■ 温度選定法

ローラチェーン温度選定法

温度に対して強度低下を見込んだサイズ選定法です。

1) 高温でのローラチェーン伝動の問題点

- ① 硬さの低下による摩耗の増大
- ② 軟化による伸びの増大
- ③ 油の劣化、炭化による給油不良と屈曲不良、摩耗の増大
- ④ スケールの発生による摩耗の増大と屈曲不良

2) 低温でのローラチェーン伝動の問題点

- ① 低温脆性による衝撃強度の低下
- ② 潤滑油の凝固
- ③ 霜や氷の付着による屈曲不良

高温・低温におけるローラチェーンの伝動能力の目安

温度	CHEローラチェーン	
	CHE60以下	CHE80以上
-60°Cをこえる	—	—
-60°Cをこえ-50°Cまで	—	—
-50°Cをこえ-40°Cまで	—	使用不可
-40°Cをこえ-30°Cまで	使用不可	カタログ値 ×1/4
-30°Cをこえ-20°Cまで	カタログ値 ×1/4	〃 ×1/3
-20°Cをこえ-10°Cまで	〃 ×1/3	〃 ×1/2
-10°Cをこえ 60°Cまで	カタログ値	カタログ値
60°Cをこえ 150°Cまで	カタログ値	カタログ値
150°Cをこえ 200°Cまで	〃 ×3/4	〃 ×3/4
200°Cをこえ 250°Cまで	〃 ×1/2	〃 ×1/2
250°Cをこえる	使用不可	使用不可

CHE35 (1列チェーン)

■ 伝動能力表

小スプロケット歯数	小スプロケット回転数 (r/min)																(kW)								
	50	100	300	500	700	900	1200	1500	1800	2100	2500	3000	3500	4000	4500	5000		5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000
9	0.06	0.11	0.29	0.46	0.63	0.79	1.02	1.25	1.48	1.69	1.98	1.62	1.29	1.05	0.88	0.75	0.66	0.57	0.51	0.46	0.41	0.37	0.34	0.31	0.27
10	0.07	0.12	0.33	0.52	0.71	0.89	1.15	1.40	1.65	1.89	2.22	1.90	1.51	1.23	1.04	0.88	0.77	0.67	0.60	0.53	0.48	0.43	0.40	0.37	0.31
11	0.07	0.13	0.37	0.57	0.78	0.98	1.27	1.55	1.83	2.10	2.46	2.19	1.74	1.42	1.19	1.02	0.88	0.78	0.69	0.61	0.55	0.50	0.46	0.43	0.36
12	0.08	0.15	0.40	0.63	0.86	1.07	1.40	1.71	2.01	2.31	2.70	2.50	1.98	1.62	1.36	1.16	1.01	0.88	0.78	0.70	0.63	0.57	0.52	0.48	0.41
13	0.09	0.16	0.44	0.69	0.94	1.17	1.52	1.86	2.19	2.52	2.95	2.81	2.24	1.83	1.53	1.31	1.13	0.99	0.88	0.79	0.71	0.65	0.59	0.54	0.46
14	0.10	0.18	0.47	0.75	1.01	1.28	1.65	2.01	2.37	2.73	3.19	3.15	2.50	2.04	1.72	1.46	1.27	1.11	0.98	0.88	0.80	0.72	0.66	0.60	0.51
15	0.10	0.19	0.51	0.81	1.10	1.37	1.78	2.17	2.56	2.94	3.44	3.49	2.77	2.27	1.90	1.62	1.40	1.23	1.10	0.98	0.88	0.80	0.73	0.67	0.57
16	0.11	0.20	0.54	0.87	1.17	1.47	1.90	2.33	2.75	3.15	3.69	3.84	3.05	2.50	2.10	1.79	1.55	1.36	1.21	1.08	0.97	0.88	0.81	0.74	0.63
17	0.12	0.22	0.58	0.93	1.25	1.57	2.04	2.48	2.93	3.36	3.94	4.21	3.34	2.74	2.29	1.95	1.69	1.49	1.32	1.18	1.07	0.97	0.88	0.81	0.69
18	0.13	0.23	0.62	0.98	1.33	1.67	2.16	2.64	3.12	3.58	4.19	4.59	3.64	2.98	2.50	2.13	1.85	1.62	1.44	1.29	1.16	1.05	0.96	0.88	0.75
19	0.13	0.25	0.66	1.04	1.41	1.77	2.29	2.80	3.30	3.80	4.44	4.98	3.95	3.23	2.71	2.31	2.01	1.76	1.56	1.40	1.26	1.14	1.04	0.95	0.82
20	0.14	0.26	0.69	1.10	1.49	1.87	2.42	2.96	3.49	4.01	4.69	5.37	4.27	3.49	2.94	2.50	2.16	1.90	1.69	1.51	1.36	1.23	1.13	1.04	0.88
21	0.15	0.28	0.73	1.16	1.57	1.97	2.55	3.13	3.68	4.23	4.95	5.78	4.59	3.75	3.15	2.69	2.33	2.04	1.81	1.62	1.46	1.33	1.21	1.11	0.95
22	0.16	0.28	0.77	1.22	1.66	2.07	2.69	3.28	3.87	4.47	5.20	6.12	4.92	4.03	3.37	2.88	2.50	2.19	1.95	1.74	1.57	1.42	1.30	1.19	1.02
23	0.16	0.30	0.81	1.28	1.74	2.18	2.82	3.45	4.06	4.66	5.45	6.43	5.26	4.30	3.60	3.08	2.67	2.34	2.08	1.86	1.68	1.52	1.39	1.28	1.09
24	0.17	0.31	0.85	1.34	1.82	2.28	2.95	3.61	4.25	4.89	5.71	6.73	5.60	4.59	3.84	3.28	2.84	2.50	2.22	1.98	1.79	1.62	1.48	1.36	1.16
25	0.18	0.33	0.89	1.40	1.90	2.38	3.08	3.77	4.44	5.10	5.97	7.03	5.96	4.88	4.09	3.49	3.02	2.66	2.36	2.10	1.90	1.72	1.57	1.45	1.23
26	0.19	0.34	0.93	1.46	1.98	2.48	3.22	3.93	4.63	5.33	6.23	7.34	6.32	5.17	4.33	3.70	3.21	2.81	2.50	2.24	2.01	1.83	1.67	1.53	1.31
28	0.20	0.37	1.00	1.58	2.15	2.69	3.48	4.26	5.02	5.77	6.75	7.98	7.06	5.78	4.84	4.14	3.59	3.15	2.79	2.50	2.25	2.04	1.87	1.72	1.46
30	0.22	0.40	1.08	1.71	2.31	2.90	3.75	4.59	5.41	6.21	7.27	8.58	7.83	6.41	5.37	4.59	3.98	3.49	3.10	2.77	2.50	2.27	2.07	1.90	1.62
32	0.23	0.43	1.16	1.83	2.48	3.11	4.02	4.92	5.80	6.60	7.76	9.18	8.65	7.06	5.92	5.05	4.38	3.84	3.41	3.05	2.75	2.50	2.28	2.10	1.81
35	0.25	0.48	1.28	2.01	2.73	3.42	4.44	5.42	6.39	7.34	8.58	10.1	9.85	8.06	6.77	5.78	5.01	4.40	3.90	3.49	3.15	2.86	2.61	2.40	2.0
40	0.29	0.54	1.47	2.33	3.16	3.95	5.13	6.27	7.38	8.50	9.92	11.7	12.1	9.85	8.28	7.06	6.12	5.37	4.77	4.27	3.84	3.49	3.2	3.0	2.5
45	0.34	0.62	1.67	2.65	3.58	4.49	5.82	7.11	8.36	9.62	11.3	13.3	14.4	11.8	9.85	8.43	7.30	6.41	5.68	5.09	4.5	4.0	3.6	3.3	2.8

潤滑形式 A: 滴下給油 B: 油槽給油 C: 強制循環ポンプ給油

● CHES タイプの選定には使用できません。

ステンレスローラチェーンの高温における選定法

① 400°Cまでは低速選定法を使用します。(一般選定法の使用はできません。)

② 400°C以上は下表に示す温度係数を使用します。

③ 選定式

$$\text{チェーンにかかる最大作用荷重} \times \text{使用係数 (表1)} \times \text{速度係数 (表4)} \times \text{温度係数 (Kt)} \leq \text{チェーンの最大許容張力}$$

温度係数 (Kt)

温度	係数 (Kt)
400°C以下	1.0
400°Cをこえ500°Cまで	1.2
500°Cをこえ600°Cまで	1.5
600°Cをこえ700°Cまで	1.8
700°Cをこえる	使用不可

400°C以上では耐食性が劣化しますので、それを考慮して選定してください。

■ 出力とトルクの換算

$$\left. \begin{aligned} 1\text{kW} &= 102\text{kgf} \cdot \text{m/sec} & 1\text{PS} &= 735.5\text{W (メートル法馬力)} \\ 1\text{kW} &= 1000\text{W} & 1\text{HP} &= 745.7\text{W (英馬力)} \end{aligned} \right\} \approx 750\text{W}$$

※トルク: $1\text{kg} \cdot \text{m} = 100\text{kg} \cdot \text{cm}$
 $1\text{kg} \cdot \text{m} = 9.8\text{N} \cdot \text{m}$ (ニュートンメートル)
 $1\text{N} \cdot \text{m} = 0.120\text{kg} \cdot \text{m}$
 $1\text{r/min} = 1\text{rpm}$

トルクと回転数の組み合わせで表示した時

$$\text{出力 (kW)} = \frac{\text{トルク (N} \cdot \text{m)} \times \text{回転数 (r/min)}}{9.55 \times 1000}$$

【技術計算】 チェーン伝動機構の設計 3

CHE40 (1列チェーン)

Table with columns for sprocket count (9-45) and speed (10-8000 r/min). Includes lubrication forms A, B, C.

潤滑形式 A: 滴下給油 B: 油槽給油 C: 強制循環ポンプ給油
CHESタイプの選定には使用できません。
CHEMタイプはP.2211

CHE50 (1列チェーン)

Table with columns for sprocket count (9-45) and speed (10-6000 r/min). Includes lubrication forms A, B, C.

潤滑形式 A: 滴下給油 B: 油槽給油 C: 強制循環ポンプ給油
CHESタイプの選定には使用できません。
CHEMタイプはP.2211

CHE60 (1列チェーン)

Table with columns for sprocket count (9-45) and speed (10-4500 r/min). Includes lubrication forms A, B, C.

潤滑形式 A: 滴下給油 B: 油槽給油 C: 強制循環ポンプ給油
CHESタイプの選定には使用できません。
CHEMタイプはP.2211

CHE80 (1列チェーン)

Table with columns for sprocket count (9-45) and speed (10-3400 r/min). Includes lubrication forms A, B, C.

潤滑形式 A: 滴下給油 B: 油槽給油 C: 強制循環ポンプ給油
CHESタイプの選定には使用できません。
CHEMタイプはP.2211

技術データ

■伝動能力表 CHEM40 (1列チェーン) (kw)

小スプロケット 歯数	小スプロケット回転数 (r/min)											
	10	25	50	100	200	300	400	500	700	900	1000	1200
9	0.05	0.11	0.21	0.39	0.71	1.04	1.34	1.68	2.22	2.77	3.08	3.59
10	0.05	0.13	0.24	0.44	0.79	1.15	1.49	1.87	2.47	3.08	3.42	
11	0.06	0.15	0.26	0.48	0.87	1.27	1.64	2.05	2.72	3.39	3.80	
12	0.06	0.16	0.29	0.52	0.95	1.38	1.79	2.24	2.96	3.73		
13	0.07	0.18	0.31	0.57	1.03	1.50	1.94	2.43	3.27	4.05		
14	0.08	0.19	0.33	0.61	1.13	1.64	2.13	2.64	3.53			
15	0.08	0.20	0.36	0.65	1.21	1.76	2.29	2.83	3.78			
16	0.09	0.22	0.38	0.70	1.29	1.88	2.44	3.02	4.03			
17	0.09	0.23	0.41	0.74	1.37	2.00	2.59	3.21				
18	0.10	0.24	0.43	0.80	1.45	2.11	2.74	3.40				
19	0.10	0.26	0.45	0.86	1.57	2.28	2.95	3.65				
20	0.11	0.27	0.48	0.91	1.66	2.40	3.11	3.85				
21	0.11	0.28	0.50	0.95	1.74	2.52	3.26	4.04				
22	0.12	0.30	0.53	1.00	1.82	2.66	3.45	4.23				
23	0.12	0.31	0.55	1.04	1.92	2.81	3.61	4.42				
24	0.13	0.32	0.60	1.11	2.03	2.96	3.84					
25	0.13	0.34	0.63	1.15	2.11	3.08	4.00					
26	0.14	0.35	0.65	1.20	2.19	3.20	4.16					
27	0.15	0.36	0.68	1.25	2.28	3.33	4.32					
28	0.15	0.38	0.70	1.29	2.36	3.45	4.48					
30	0.16	0.40	0.75	1.40	2.53	3.70						
32	0.17	0.43	0.80	1.51	2.80	4.05						
35	0.19	0.47	0.88	1.65	3.06	4.43						
40	0.22	0.54	1.00	1.88	3.50							
45	0.24	0.61	1.13	2.12	3.94							

■伝動能力表 CHEM50 (1列チェーン) (kw)

小スプロケット 歯数	小スプロケット回転数 (r/min)											
	10	25	50	100	200	300	400	500	600	700	800	900
9	0.11	0.24	0.44	0.82	1.49	2.17	2.80	3.39	3.99	4.61	5.19	5.72
10	0.12	0.27	0.49	0.91	1.66	2.41	3.11	3.76	4.44	5.12	5.80	
11	0.14	0.29	0.54	1.00	1.83	2.65	3.42	4.14	4.88	5.63		
12	0.15	0.32	0.59	1.09	1.99	2.89	3.74	4.51	5.35	6.18		
13	0.16	0.35	0.64	1.18	2.16	3.14	4.07	4.91	5.80			
14	0.17	0.37	0.69	1.27	2.32	3.38	4.45	5.29	6.24			
15	0.19	0.40	0.74	1.36	2.49	3.62	4.76	5.67				
16	0.20	0.43	0.79	1.45	2.66	3.86	5.08	6.05				
17	0.21	0.45	0.84	1.54	2.82	4.10	5.40	6.43				
18	0.22	0.48	0.89	1.63	2.99	4.34	5.72					
19	0.24	0.51	0.97	1.79	3.31	4.81	6.21					
20	0.25	0.53	1.03	1.89	3.49	5.07	6.54					
21	0.26	0.56	1.08	1.98	3.66	5.32	6.86					
22	0.27	0.58	1.13	2.08	3.83	5.57						
23	0.29	0.61	1.18	2.17	4.01	5.83						
24	0.30	0.66	1.23	2.29	4.26	6.14						
25	0.31	0.68	1.28	2.38	4.44	6.39						
26	0.32	0.71	1.33	2.48	4.62	6.65						
27	0.34	0.74	1.38	2.57	4.80	6.90						
28	0.35	0.77	1.44	2.67	4.97	7.16						
30	0.37	0.82	1.54	2.86	5.33							
32	0.40	0.88	1.66	3.05	5.68							
35	0.44	0.97	1.81	3.34	6.22							
40	0.50	1.11	2.07	3.81	7.11							
45	0.56	1.24	2.33	4.29								

■伝動能力表 CHEM60 (1列チェーン) (kw)

小スプロケット 歯数	小スプロケット回転数 (r/min)											
	10	25	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700
9	0.18	0.41	0.76	1.41	2.02	2.63	3.22	3.78	4.91	6.00	7.06	8.14
10	0.21	0.46	0.85	1.57	2.24	2.93	3.58	4.20	5.45	6.66	7.92	
11	0.23	0.51	0.93	1.73	2.47	3.22	3.94	4.62	6.00	7.33		
12	0.25	0.55	1.02	1.89	2.69	3.51	4.34	5.04	6.54	8.07		
13	0.27	0.60	1.10	2.04	2.97	3.88	4.75	5.46	7.23			
14	0.29	0.64	1.21	2.24	3.23	4.22	5.16	6.12	7.86			
15	0.31	0.69	1.30	2.41	3.46	4.52	5.53	6.56	8.43			
16	0.33	0.73	1.38	2.57	3.69	4.82	5.90	6.99				
17	0.35	0.78	1.47	2.73	3.92	5.12	6.27	7.43				
18	0.37	0.83	1.56	2.89	4.16	5.42	6.64	7.87				
19	0.39	0.89	1.69	3.17	4.51	5.89	7.21	8.46				
20	0.41	0.94	1.78	3.33	4.75	6.20	7.59	8.91				
21	0.43	0.98	1.87	3.50	4.99	6.51	7.97					
22	0.45	1.03	1.96	3.67	5.23	6.82	8.35					
23	0.47	1.08	2.05	3.83	5.46	7.13	8.73					
24	0.49	1.16	2.14	4.04	5.81	7.58	9.11					
25	0.51	1.21	2.23	4.20	6.05	7.90	9.67					
26	0.53	1.25	2.32	4.37	6.29	8.22						
28	0.58	1.35	2.49	4.71	6.78	8.85						
30	0.62	1.45	2.67	5.05	7.26	9.48						
32	0.66	1.56	2.93	5.53	7.96							
35	0.72	1.70	3.21	6.05	8.71							
40	0.82	1.95	3.66	6.92	9.95							
45	0.92	2.19	4.12	7.78								

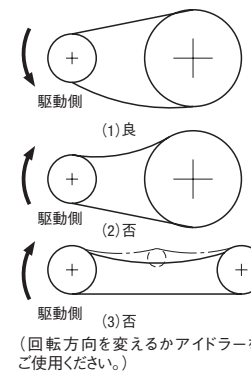
据付方法

(A) 軸の配置

水平の場合

両軸が水平になるように配置する場合であっても、軸の回転方向によっては考慮する必要があります。図中の(2)および(3)の例はチェーンが伸びた場合スプロケットの歯とチェーンの離れが悪くなり、かみこみおそれがあります。(3)においては特に上側と下側のチェーンが接触することがありますのでアイドラー等を使用してください。

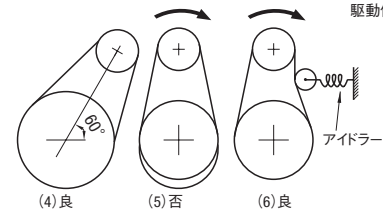
水平の場合



垂直の場合

チェーンが伸びますと(5)のようにたわみ、小スプロケットを下側に使用した場合はチェーンがはずれることがあります。このため(4)のように60°以下の角度でご使用ください。機構またはスペースの関係で垂直に使用しなければならない時は、大スプロケットを下側にし、(6)のように外側または内側にアイドラー等を使用することをすすめします。

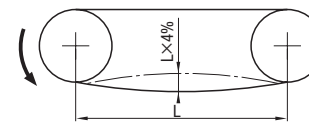
垂直の場合



(B) たわみ量

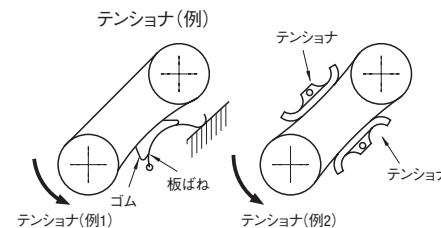
たわみ量は一般に軸間距離の4%程度とし、次の場合は2%程度とします。

- イ. 垂直伝動あるいはそれに近い場合
- ロ. 軸間距離が1m以上の場合
- ハ. 重荷重で始動停止をひんぱんに行う必要がある場合
- ニ. 逆転を必要とする場合



(C) 荷重が変動する場合

チェーンの張側またはたわみ側にテンショナを付け、あらかじめ初張力を与えておきますと、運転時のチェーンの振動を除去し、騒音が小さくなります。



潤滑

潤滑はローラチェーンにとって最も重要で、潤滑の良否がチェーンの寿命を左右します。特に近年のように高速度で使用される場合が多くなりますと、効率の高い潤滑方法をとらなければなりません。

潤滑油の効果

ピン、プッシュ、ローラのすきまに油をさしますと、油膜を形成します。この油膜が部品の摩耗を抑え、衝撃に対してはクッションとしてはたります。またチェーンに発生した熱をうばう冷却効果もあります。ローラチェーンの潤滑油は一般には良質の鉱油を使用してください。

適正潤滑油

潤滑形式	A・B				C			
温度(°C)	-10	0	40	50	-10	0	40	50
チェーン番号	0	40	50	60	0	40	50	60
CHE25~50	SAE10	SAE20	SAE30	SAE40	SAE10	SAE20	SAE30	SAE40
CHE60~80	SAE20	SAE30	SAE40	SAE50				

潤滑形式(伝動能力表に示している潤滑形式はこの表に従っています。)

潤滑形式	名称および方法	給油間隔および給油量	注意事項
A	手差し法	油差し又はブラシによる定期的給油で、一般には最低1日1回は給油してください。	チェーンをゆっくり回しながら給油し、全長3~4回ムラなく行ってください。但し、給油中に手や衣類が巻き込まれないように注意してください。又、給油後始動時に余分な油が飛び散りますので注意が必要です。
B	滴下給油	1分間に5~20滴程度の油量を給油してください。	この場合、油の飛散がありますので簡単なケーシングを設けることをおすすめします。
B	油槽給油	チェーンが油中に浸る深さは油面より10mm程度としてください。	油もれのしないケースを用いることは言うまでもありませんが、使用当初ケース内を十分洗浄し塵埃等の異物は完全に除去してください。油量が上昇しないようご注意ください。
B	回転板潤滑	回転板によりチェーンに油をかける方法で、油中に浸る回転板の深さは20mm程度とし、周速は200m/分以上にしてください。	
C	強制循環ポンプ潤滑	給油量は、異常発熱をきたさないように適時設定する必要があります。	油もれのしないケースを用いることは言うまでもありませんが、使用当初ケース内を十分洗浄し塵埃等の異物は完全に除去してください。

【技術計算】倍速チェーンの選定方法/トップチェーンの選定方法

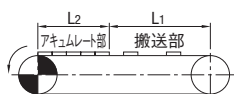
■倍速チェーンの選定手順

【手順1】使用条件の確認をする
 下記の条件に適合しているか確認をしてください。
 温度：-10℃～+80℃
 チェーン速度：5～15m/min
 機長：15m以下
 環境：磨耗性粉塵、腐食性ガス、高湿度等の悪影響の無いこと

【手順2】チェーンの決定
 搬送物の1mあたりの質量を計算し、下表の許容負荷質量を満足するチェーンを選定してください。
 $WA(kg/m) = (W1+W2)/PL$
 WA：搬送物の1mあたりの質量(kgf)
 W1：ワーク質量(kgf)
 W2：パレット質量(kgf)
 PL：パレット走行長さ(m)

チェーン	許容負荷質量(kgf/m)
WCHE3	30
WCHE4	55
WCHE5	75

【手順3】許容張力を確認する



$$T = G/1000 \times (Hw + Cw) \cdot L1 \cdot fc + Aw \cdot L2 \cdot fa + (Aw + Cw) \cdot L2 \cdot fr + 1.1Cw(L1 + L2) \cdot Cs$$

T：チェーンに作用する最大張力(KN)
 L1：搬送部の長さ(m)
 L2：アキュムレート部の長さ(m)
 Hw：搬送部のパレットを含む搬送物質量(kg/m)
 Aw：アキュムレート部のパレットを含む搬送物質量(kg/m)
 Cw：チェーン重量(kg/m)
 fa：アキュムレート時の搬送物とチェーンの摩擦係数
 fc：チェーンとレールの摩擦係数
 fr：アキュムレート時のチェーンとレールの摩擦係数
 G：重力加速度=9.80665(m/s²)

表2 倍速チェーンの摩擦係数

	摩擦係数
fa	0.10
fc	0.08
fr	0.20

チェーンに作用する最大張力(T)に表3の速度係数(K1)と表4の搬送物荷重係数(K2)を乗じます。
 フリーフローコンベヤでは一般にチェーンを2本並列で使用するため、チェーン1条あたりの張力を算出します。
 $チェーン許容張力 \geq (T \times K1 \times K2) / 2$
 チェーンの許容張力をを超える場合は、1サイズ上のチェーンに変更するか機長を分割して再計算してください。

表3 速度係数表

チェーン速度 m/min.	係数 K1
1~4以下	1.0
4をこえ8以下	1.1
8をこえ10以下	1.2
10をこえ14以下	1.5
14をこえ18以下	1.6

表4 搬送物荷重係数

平均搬送物重量 Wa(kg/m)	係数 K2
30以下	1.00
31~40	1.10
41~50	1.15
51~70	1.20
71~90	1.25
91~120	1.35

表5 倍速チェーン許容張力表

チェーン速度 m/min.	許容張力(KN)
WCHE3	0.55
WCHE4	0.88
WCHE5	1.37

■トップチェーンの選定手順

【手順1】有効張力(Fe)を計算します
 $Fe = g \cdot (m \cdot Lc + \mu R + (m + M) \cdot (Lc - A) \cdot \mu R + MA \cdot A \cdot (\mu c + \mu R) + m \cdot A \cdot \mu R)$

Fe：有効張力(N)
 Lc：機長(m)
 A：滞留長さ(m)
 ※滞留が無い場合は、A=0とします。
 M：搬送物質量(Kg/m)
 MA：滞留部の搬送物質量(Kg/m)
 m：チェーン質量(Kg/m)
 μc ：チェーンと搬送物の動摩擦係数
 μR ：チェーンとレールの動摩擦係数
 g：重力加速度=9.80665(m/sec²)

表1 摩擦係数表(参考値)

潤滑方式	搬送物材質				
	スチール	アルミ	ガラス	紙	プラスチック
乾燥	0.25	0.2	0.15	0.3	0.2
石鹸水	0.15	0.12	0.1	—	0.15

潤滑方式	ガイドレール材質			
	スチール	ステンレス	超高分子量ポリエチレン	ナイロン
乾燥	0.2	0.2	0.15	0.2
石鹸水	0.12	0.12	0.1	0.14

※上記の摩擦係数は張力計算上の要素として使用するために安全率を付加した推定値です。

【手順2】条件により調整後張力を計算します

$$Fs = Fe \cdot Cs$$

Fs：調整後張力(N)
 Cs：負荷補正係数
 頻繁な発停を繰り返す場合 = 1.2
 磨耗の激しい用途の場合 = 1.2
 多列用途の場合 = 1.25
 上記以外の場合 = 1.0

【手順3】チェーンの許容張力を計算します

$Fadm = FN \cdot Va \cdot Ta$
 Fadm：許容張力(N)
 FN：最大許容張力(N)
 Va：速度係数
 Ta：温度係数

表2 最大許容張力表

Type	呼び	最大許容張力(N)
TPCH	826	1650
	1143	

表3 速度係数表

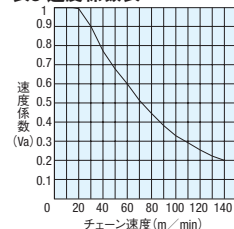
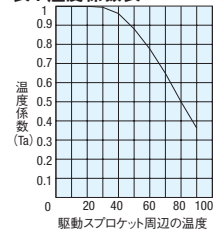


表4 温度係数表



【手順4】許容張力と調整後張力を比較します

$Fs \leq Fadm$ であれば適用可能です。

【手順5】所要動力を計算します

$P = Fs \cdot V / (60 \cdot \eta)$
 P：所要動力(W)
 V：チェーン速度(m/min.)
 η ：駆動装置の伝達効率

【技術計算】平ベルトの選定方法

心体の許容応力の確認

選定されたベルトの心体の許容応力の適否を、下記の手順により確認してください。

1.有効張力の計算

有効張力は公式1により計算します。

$$F = f(W0 + W1 + W2)L + f(W1 + W3)L \pm W6 \cdot H$$

(キャリア側) (リターン側) (垂直側)

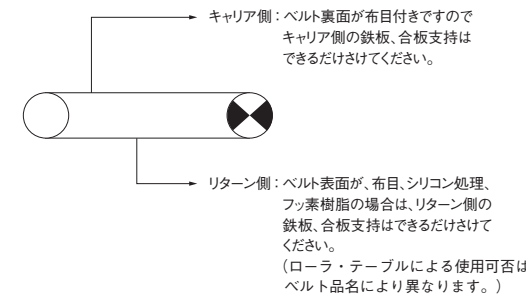
F：有効張力
 f：ローラの回転摩擦係数またはベルトと支持部の摩擦係数 (表-1より選定)

W0：1m長さ当たりの運搬物重量 kg/m
 W1：1m長さ当たりのベルト重量 kg/m
 W2：1m長さ当たりのキャリア・ローラ重量 kg/m (表-2より選定)
 W3：1m長さ当たりのリターン・ローラ重量 kg/m (表-2より選定)
 L：コンベヤ水平機長 m
 H：垂直高さ(+上り傾斜・-下り傾斜) m

f値の一覧表(表-1)

支持体と接する面の面形状	平滑	布目状
ローラ支持	0.05	0.05
ローラ+鉄板支持	0.2	0.3
鉄板支持(SUS・SS)	0.4	0.5
合板支持	0.5	0.6

(ナイフエッジ使用の場合は、表-1の値に0.2を加算してください。)



ローラ重量の一覧表(表-2)

ローラ径(mm)	1本ローラ(kg/本)	許容荷重(kg/本)
28.6	0.2	50

表-2は、JIS規格(JISB8805-1965)に準拠したローラの回転部重量です。
 詳細のご検討には、ご使用されるローラ重量に基づいて計算してください。

2.所要動力

$$P = \frac{F \cdot V}{6120}$$

P：所要動力 kW
 F：有効張力 N
 V：ベルト速度 m/min
 6120：60×102(定数)

3.電動機出力

$$Pm = \frac{P}{\eta}$$

Pm：電動機出力 kW
 P：所要動力 kW
 η ：機械効率
 (機械効率は0.5~0.65を標準とします)

電動機出力が0.1kW以下の場合、出力が不足する場合がありますので、電動機特性を確認し、ご使用ください。

4.ゆるみ側張力より計算した最大張力

$$FM1 = F \cdot K$$

FM1：最大張力 N
 F：有効張力 N
 K：係数

表-3により選定した μ の値と、巻付角度(θ)により、表-4からKの値を選定してください。

(表-4以外の巻付角度(θ)の場合は

$$K = \frac{e^{\mu\theta'}}{e^{\mu\theta'} - 1}$$

により求めてください。)

μ ：駆動プーリとベルトの摩擦係数(表-3より選定)

e：自然対数の底(2.718)
 θ' ：ラジアン ($\theta' = \theta \times \frac{2\pi}{360}$)

μ 値の一覧表(表-3)

プーリの面状態	7-1に接する面の面形状	平滑		布目状
		乾燥	濡りあり	
裸の鋼製プーリ	乾燥	0.2	0.3	
	濡りあり	0.15	0.2	
ゴムラッキングプーリ	乾燥	0.3	0.35	
	濡りあり	0.2	0.25	

巻付け角度(θ)によるK値の一覧表(表-4)

θ 度	μ	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.5
180	3.8	2.7	2.2	1.9	1.7	1.5	1.3	1.3
190	3.6	2.6	2.1	1.8	1.6	1.5	1.3	1.3
200	3.4	2.5	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3	1.2
210	3.3	2.4	2.0	1.7	1.5	1.4	1.2	1.2
220	3.2	2.3	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	1.2
230	3.1	2.3	1.9	1.6	1.4	1.4	1.2	1.2

5.初張力より計算した最大張力

$$FM2 = F + B \cdot Tc$$

FM2：最大張力 N
 B：ベルト幅 cm
 Tc：初張力 N/cm
 (表-5より選定)

Tc値の一覧表(表-5)

心体枚数(プライ数)	1枚
初張力(N/cm)	1.5

FM1(公式4)とFM2(公式5)とを比較し、大きな方を最大張力FMとします。

6.許容応力の確認

$$C \geq \frac{FM}{B}$$

C：ベルト許容応力 N/cm
 FM：最大張力 kg
 B：ベルト幅 cm

上記、公式6のように選定されたベルトの許容応力が1cm幅当たりの最大張力より大きければ使用できます。

【技術計算】伝動 タイミングベルトの選定方法 1

タイミングプリー・ベルト選定自動計算ツールで簡単に選定を行えます。
http://fawos.misumi.jp/FA_WEB/pulley/

【手順1】設計に必要な条件を定める。

- ①機械種類 ②伝動動力 ③負荷変動の程度 ④1日の稼働時間 ⑤小プリーの回転数
- ⑥回転比(大プリー歯数/小プリー歯数) ⑦暫定軸間距離 ⑧プリー径の制限 ⑨その他の使用条件

【手順2-a】設計動力を計算する……MXL/XL/L/H/S□M/MTS□M/Tシリーズの場合

- 設計動力(Pd)=伝動動力(Pt)×過負荷係数(Ks)
- 伝動動力(Pt)は原動機定格動力で算出してください。(本来はベルトに掛かる実際の負荷で計算するのが理想です)
- 過負荷係数(Ks)=Ko+Ki+Kk Ko: 負荷補正係数(表1) Kk: 回転比補正係数(表2) Ki: アイドラー補正係数(表3)

表1. 負荷補正係数表 (Ko)

ベルトを使用する機械の一例	原動機					
	最大出力が定格の300%以下のもの			最大出力が定格の300%を超えるもの		
	交流モータ(標準モータ,同期モータ)			特殊モータ(高トルク),単気筒エンジン		
	直流モータ(分巻),2気筒以上のエンジン			直流モータ(直巻),ライシャフトまたはクラッチによる運転		
	運転時間		運転時間		運転時間	
	断続使用 1日 3~5時間	普通使用 1日 8~12時間	断続使用 1日 3~5時間	普通使用 1日 8~12時間	断続使用 1日 16~24時間	普通使用 1日 16~24時間
展示器具,映写機,計測機器,医療機器	1.0	1.2	1.4	1.2	1.4	1.6
掃除機,ミシン,事務機,木工旋盤,帯鋸盤	1.2	1.4	1.6	1.4	1.6	1.8
軽荷重用ベルトコンベヤ,こん包機,ふるい	1.3	1.5	1.7	1.5	1.7	1.9
液体かくはん(攪拌)機,ボール盤,旋盤,ねじ切盤,丸のこ盤,平削盤,洗濯機,製紙機械(バルブを除く),印刷機械	1.4	1.6	1.8	1.6	1.8	2.0
かくはん(攪拌)機(セメント,粘性体),ベルトコンベヤ(鉱石,石炭,砂),研削盤,形削盤,中ぐり盤,フライス盤,コンプレッサ(遠心式),振動ふるい,繊維機械(整経機,ワインダ),回転圧縮機,コンプレッサ(レシプロ式)	1.5	1.7	1.9	1.7	1.9	2.1
コンベヤ(エプロン,バン,バケット,エレベータ),抽出ポンプ,ファン,プロア(遠心,排気),発電機,励磁器,ホイスト,エレベータ,ゴム加工機(カレンダー,ロール,押出機),繊維機械(織機,精紡機,燃糸機,管巻機)	1.6	1.8	2.0	1.8	2.0	2.2
遠心分離機,コンベヤ(フライド,スクリーン),ハンマミル,製紙機械(バルブ,ペーパー)	1.7	1.9	2.1	1.9	2.1	2.3

- 使用機械は一例を示してあり、これ以外の使用機械については、この表を参考として負荷補正係数を決めてください。
- 1日の起動停止回数が100回を超える場合や急激な加減速がある場合には、上記値の1.3倍でご検討ください。(MTS□Mのみ)

表2. 回転比補正係数表 (Kk)

回転比	係数(Kk)
1.00以上1.25未満	0
1.25以上1.75未満	0.1
1.75以上2.50未満	0.2
2.50以上3.50未満	0.3
3.50以上	0.4

表3. アイドラー補正係数表 (Ki)

アイドラーの位置	係数(Ki)
ベルトの緩み側で、ベルトの内側から使用する場合	0
ベルトの緩み側で、ベルトの外側から使用する場合	0.1
ベルトの張り側で、ベルトの内側から使用する場合	0.1
ベルトの張り側で、ベルトの外側から使用する場合	0.2

【手順2-b】設計動力を計算する……P□M/UP□Mシリーズの場合

- 設計動力(Pd)=伝動動力(Pt)×過負荷係数(Ks)
- 伝動動力(Pt)は原動機定格動力で算出してください。(本来はベルトに掛かる実際の負荷で計算するのが理想です。)
- 過負荷係数(Ks)=Ko+Ki+Kk+Kh Ko: 使用係数(表4) Ki: アイドラー使用時の補正係数(表5) Kk: 増速時の補正係数(表6) Kh: 運転時間の補正係数(表7)

表4. 使用係数 (Ko)

被動機の種類	原動機の種類	原動機の種類			
		I	II	III	
A	きわめて平滑な伝動	1.0	1.2	1.4	
B	ほぼ平滑な伝動	1.3	1.5	1.7	
C	多少の衝撃を伴う伝動	1.6	1.8	2.0	
D	かなりの衝撃を伴う伝動	1.8	2.0	2.2	
E	大きな衝撃を伴う伝動	2.0	2.2	2.5	
原動機	単相	—	—	全品種	
	交流	2極	100kW以上	90~3.7kW	2.2kW以下
		4極	55kW以上	45kW以下	—
		6極	37kW以上	30kW以下	—
	電動機	8極	15kW以上	11kW以下	—
		4極	—	15kW以下	11kW以下
6極		—	11kW以下	7.5kW以下	
同期電動機	8極	—	5.5kW以下	3.7kW以下	
	—	—	並トルク形	高トルク形	
	—	—	複巻	直巻	
内燃機	関	8気筒以上	7~5気筒	4~2気筒	
油圧モータ	—	—	—	全品種	

注) 正逆回転, 大きな慣性, きわめて激しい衝撃を伴う伝動の場合は, 2.5以上の基本使用係数を用いることがあります。

表5. アイドラー使用時の補正係数 (Ki)

アイドラー使用位置	内側	外側
ベルトのゆるみ側	0	+0.1
ベルトの張り側	+0.1	+0.2

アイドラー1個毎に加算してください。

表6. 増速時の補正係数 (Kk)

増速比	補正係数
1以上1.25未満	0
1.25以上1.75未満	+0.1
1.75以上 2.5未満	+0.2
2.5以上 3.5未満	+0.3
3.5以上	+0.4

分類	被動機の種類
A	計器類, カメラ装置, レーダ, 医療機器, 映写機 ベルトコンベヤ(軽荷重用) チェーンコンベヤ(軽荷重用) ボール盤, 旋盤, ねじ切盤 電動タイプライター, 計算機, 複写機, 印刷機, カッター, 紙折機, プリンタ かくはん機, カレンダー乾燥機, 旋盤 帯鋸盤, カンナ, 丸鋸盤, プレーナ ミキサー(液体)/パン製機, 粉ねり機, ふるい(ドラム, 円錐), ミシン
B	ベルトコンベヤ(鉱石, 石炭, 砂) エレベータ, ボーリングミル, 研削盤 フライス盤, セーバ, 金属鋸盤 かせ揚機, 乾燥機, 洗濯機(絞機を含む) 掘削機, ミキサー, 造粒機
C	ポンプ(渦巻, ギヤ, ロータリ), コンプレッサ(遠心式), かくはん機, ミキサー(粘性), 遠心式強制送風機一般コム機械, 発電機, ふるい(電動式)
D	コンベヤ(エプロン, バケット, フライド, スクリュー), ホイスト, 裁断プレス 打撃機, バルブ製造機, 織機, 紡糸機, 燃糸機, 混和機, 遠心分離機, 送風機(軸流, 鉱山用, ルーツ), 一般建設機械, ハンマミル, ロールガン
E	クラックプレス, ボンプ(レシプロ) コンプレッサ(往復式) 粉砕機(ボール, ロッド, 小石)などの 土ま鉱山機械, ゴムミキサー

表7. 運転時間の補正係数 (Kh)

運転時間	補正係数
1日10時間以上稼働する場合	+0.1
1日20時間以上稼働する場合	+0.2
年間500時間以下(季節運転など)	-0.2

【手順3】簡易選定表にてベルト種類の仮選定を行う

表8. 簡易選定表1(MXL, XL, L, H, T5, T10)

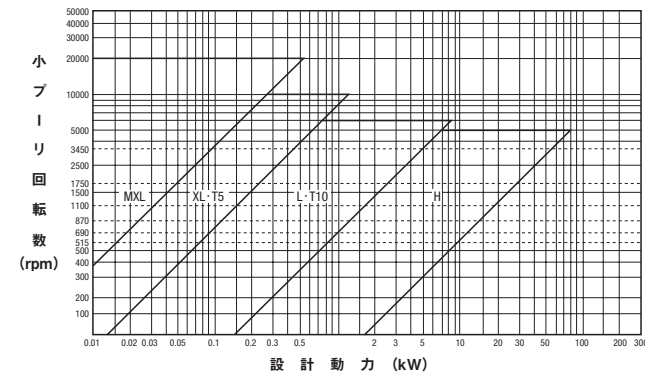


表9. 簡易選定表2(S□Mシリーズ)

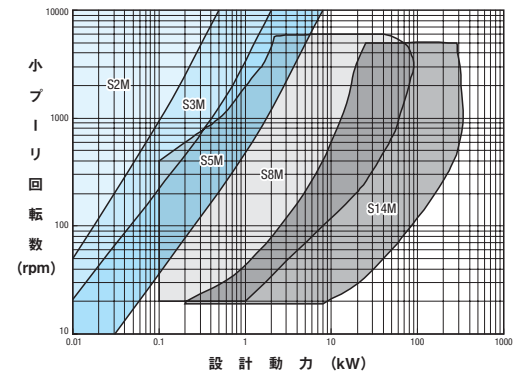


表10. 簡易選定表3(P□Mシリーズ)

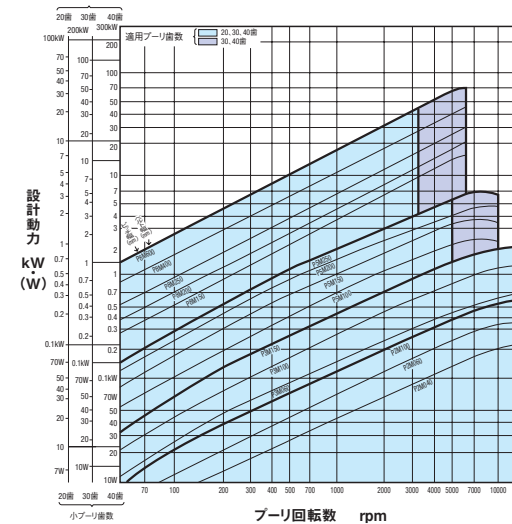


表11. 簡易選定表4(MTS8M)

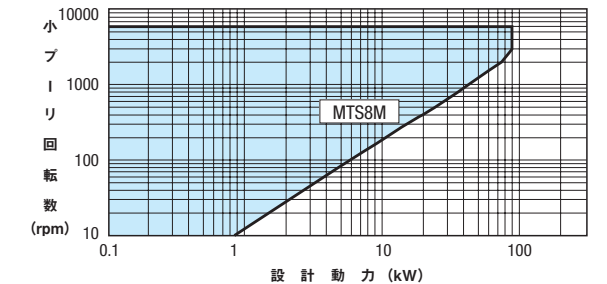
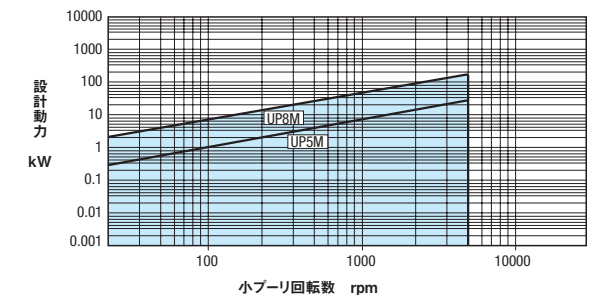


表12. 簡易選定表5(UP□Mシリーズ)



【手順4】大小プリーの歯数・ベルト長・軸間距離を決める

- ①既に決まっている回転比を満たす大小プリーの歯数をP2219~2227から選定してください。(但し, 小プリーは表13の許容最小歯数よりも歯数の多いものを選定してください。)

$$\text{回転比} = \frac{\text{大プリー歯数}}{\text{小プリー歯数}}$$

表13. プリー最小許容歯数

小プリー回転数 (rpm)	ベルト種類・最小歯数											
	MXL	XL	L	H	S2M	S3M	S5M	S8M	S14M	MTS8M	T5	T10
900以下	12	10	12	14	14	14	14	22	—	24	12	14
900を超え 1200以下	12	10	12	16	14	14	16	24	34	24	12	16
1200を超え 1800以下	14	11	14	18	16	16	20	26	38	24	14	18
1800を超え 3600以下	16	12	16	20	18	18	24	28	40	24	16	20
3600を超え 4800以下	—	16	20	24	20	20	26	30	48	24	20	22
4800を超え 10000以下	—	—	—	—	20	20	26	—	—	—	—	—

- ②暫定軸間距離(C')と大プリー径(Dp)、小プリー径(dp)から概略ベルト周長(Lp')を決めてください。

$$Lp' = 2C' + \frac{\pi(Dp+dp)}{2} + \frac{(Dp-dp)^2}{4C'}$$

C' : 暫定軸間距離 (mm)
Dp : 大プリーピッチ径 (mm)
dp : 小プリーピッチ径 (mm)
Lp' : 概略ベルト周長 (mm)

- ③概略ベルト周長(Lp')に最も近いベルト周長(Lp)をカタログP1131~1138から選び下記式で正確な軸間距離を計算してください。

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(Dp-dp)^2}}{8}$$

Dp : 大プリーピッチ径 (mm)
dp : 小プリーピッチ径 (mm)
Lp : ベルト周長 (mm)

$$b = 2Lp - \pi(Dp+dp)$$

技術データ

〔技術計算〕 伝動 タイミングベルトの選定方法 2

タイミングプーリ・ベルト選定自動計算ツールで簡単に選定を行えます。
http://fawos.misumi.jp/FA_WEB/pulley/

〔手順5〕 ベルト幅を決定する

① 下記計算式で概略ベルト幅 (Bw' : mm) を計算し、概略ベルト幅にもっとも近いベルト幅を選定してください。

$$Bw' = \frac{Pd}{Ps \cdot Km} \times Wp$$

Pd : 設計動力
 Ps : 基準伝動容量……………P2219～2227の基準伝動容量表を使用してください。
 Km : 噛みあい補正係数(表14)
 Wp : 基準ベルト幅(表15)

表14. 噛みあい補正係数 (Km)

噛みあい歯数Zm	6以上	5	4	3	2
Km	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2

表15. 基準ベルト幅 (Wp)

ベルト種類	MXL	XL	L	H	S2M	S3M	S5M	S8M	S14M	MTS8M
基準ベルト幅	6.4	25.4	25.4	25.4	4	6	10	60	120	60

ベルト種類	P2M	P3M	P5M	P8M	T5	T10
基準ベルト幅	4	6	10	15	10	10

$$Zm = \frac{Zd \cdot \theta}{360^\circ}$$

$$\theta = 180^\circ - \frac{57.3(Dp - dp)}{C}$$

Zd : 小プーリ歯数 Dp : 大プーリピッチ径 (mm) C : 軸間距離 (mm)
 θ : 接触角度 (°) dp : 小プーリピッチ径 (mm)

② 設計動力 (Pd) が下記式を満たすかどうか確認してください。(もしこの式が成り立たない時は、ひとつ上のベルト幅で再選定してください。)

表16. 幅補正係数 (Kb)

ベルト種類	ベルト幅呼称	幅補正係数		ベルト種類	ベルト幅呼称	幅補正係数		ベルト種類	ベルト幅呼称	幅補正係数		
		mm	Kb			mm	Kb			mm	Kb	
MXL	019	4.8	0.72	S2M	040	4	1.00	P2M	40	4	1.00	
	025	6.4	1.00		060	6	1.59		60	6	1.59	
	037	9.5	1.57		100	10	2.84		100	10	1.78	
	050	12.7	2.18		060	6	1.00		150	15	2.84	
XL	025	6.4	0.15	S3M	100	10	1.79	UP5M	100	10	1.00	
	031	7.9	0.21		150	15	2.84		P5M	150	15	1.59
	037	9.5	0.28		100	10	1.00		UP8M	150	15	1.00
	050	12.7	0.42		150	15	1.59		P8M	250	25	1.79
L	050	12.7	0.42	S5M	250	25	2.84	T5	100	10	1.00	
	075	19.1	0.71		150	15	0.21		150	15	1.60	
	100	25.4	1.00		250	25	0.37		200	20	2.30	
	150	38.1	1.56		300	30	0.45		250	25	2.90	
H	075	19.1	0.71	S8M	400	40	0.63	T10	150	15	1.60	
	100	25.4	1.00		400	40	0.29		200	20	2.30	
	150	38.1	1.56		600	60	0.45		250	25	2.90	
	200	50.8	2.14		400	40	4.60		400	40	4.60	
				S14M	600	60	0.45		500	50	5.80	

$$Pd < Ps \cdot Km \cdot Kb$$

Pd : 設計動力
 Ps : 基準伝動容量
 Km : 噛みあい補正係数
 Kb : 幅補正係数(表16)

〔参考〕 ベルト幅公差

ベルト幅	ベルト長さ (単位: mm)			
	351以下	351をこえ 840以下	840をこえ 1680以下	1680をこえるもの
10以下	+0.3 -0.6	+0.3 -0.6	+0.3 -0.6	+0.6 -0.6
10をこえ40以下	+0.6 -0.6	+0.6 -0.6	+0.6 -0.6	+0.6 -0.6
40をこえ50以下	+0.6 -0.6	+0.6 -0.6	+1.0 -1.0	+1.0 -1.3

〔手順6〕 軸間距離のアジャストしろが表17よりも大きいことを確認してください。

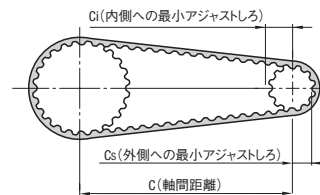


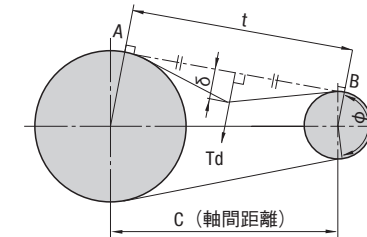
表17. 軸間距離の最小アジャストしろ

ベルト長さ	長さ公差	軸間距離公差	ベルト種類																					
			MXL		XL		L		H		S2M		S8M		MTS8M		P2M		P8M		T5		T10	
			Ci	Cs	Ci	Cs	Ci	Cs	Ci	Cs	Ci	Cs	Ci	Cs	Ci	Cs	Ci	Cs	Ci	Cs	Ci	Cs	Ci	Cs
150未満	±0.35	±0.18	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
150を超え 250以下	±0.41	±0.21	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
250を超え 380以下	±0.46	±0.23	5	5	5	5	5	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
380を超え 500以下	±0.51	±0.26	10	10	10	10	10	10	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
500を超え 750以下	±0.60	±0.30	10	10	10	10	10	10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
750を超え 1000以下	±0.66	±0.33	15	15	15	15	15	15	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
1000を超え 1250以下	±0.76	±0.38	15	15	15	15	15	15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
1250を超え 1500以下	±0.82	±0.41	25	25	25	25	25	25	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
1500を超え 1750以下	±0.86	±0.43	25	25	25	25	25	25	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
1750を超え 2000以下	±0.92	±0.46	30	30	30	30	30	30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	

ベルト使用上の注意

■ベルトの張り方

ベルトの張りが過大な場合は寿命を低下させ、過小な場合は起動トルクまたは衝撃負荷によってプーリ溝から歯飛び (ジャンプ) することがありますので、指でベルトを押さえて、適当な張りにする必要があります。ベルトの張りを数値的に管理する場合はベルトの種類、幅およびスパン長さに応じて式Aによって適正なたわみ荷重を求めて張りを与えます。



$$Td = \frac{Ti + \frac{t \cdot Y}{Lp}}{16} \dots \dots \dots \text{式A}$$

Td : スパンの中央におけるたわみδに必要な荷重N
 Ti : 初張力N 表18より Lp : ベルトの長さ(mm)
 Y : 補正係数 表18より C : 軸間距離(mm)
 δ : たわみ(mm) δ=0.016t dp : 小プーリのピッチ円直径(mm)
 t : スパン長さ(mm) $t = \sqrt{C^2 - \frac{(Dp - dp)^2}{4}}$ Dp : 大プーリのピッチ円直径(mm)

表18. 初張力 (Ti) と補正係数 (Y)

種類	ベルト呼び幅		ベルト幅 (mm)										種類	ベルト呼び幅		ベルト幅 (mm)			
	Ti	Y	019	025	031	037	050	075	100	150	200	Ti		Y	60	100	150	250	
MXL	Ti	最大値	9.8	13.7	—	21.6	29.9	—	—	—	—	P2M	Ti	最大値	13	—	—	—	
	N	推奨値	5.8	8.2	—	12.9	18.0	—	—	—	—		N	推奨値	9.8	—	—	—	
XL	Ti	最大値	—	29	37	44	67	—	—	—	—	P3M	Ti	最大値	—	46	74	—	
	N	推奨値	—	18	25	32	51	—	—	—	—		N	推奨値	—	34	55	—	
L	Ti	最大値	—	—	—	—	76	125	175	273	—	P5M	Ti	最大値	—	147	225.4	—	
	N	推奨値	—	—	—	—	52	87	123	191	—		N	推奨値	—	107.8	166.6	—	
H	Ti	最大値	—	—	—	—	—	293	421	646	889	P8M	Ti	最大値	—	—	294	509.6	
	N	推奨値	—	—	—	—	—	222	312	486	668		N	推奨値	—	—	225.4	382.2	

種類	ベルト呼び幅		ベルト幅 (mm)									
	Ti	Y	40	60	100	150	250	300	400	600		
S2M	Ti	最大値	7.8	12.7	22.6	—	—	—	—	—		
	N	推奨値	5.9	9.8	16.7	—	—	—	—	—		
S3M	Ti	最大値	—	26	46	73	—	—	—	—		
	N	推奨値	—	20	34	54	—	—	—	—		
S5M	Ti	最大値	—	—	77	124	221	—	—	—		
	N	推奨値	—	—	58	93	166	—	—	—		
S8M	Ti	最大値	—	—	—	294	510	628	873	—		
	N	推奨値	—	—	—	226	382	470	657	—		
S14M	Ti	最大値	—	—	—	—	—	1226	1912	—		
	N	推奨値	—	—	—	—	—	1108	1726	—		

種類	ベルト呼び幅		ベルト幅 (mm)									
	Ti	Y	100	150	200	250	300	400	500			
T5	Ti	最大値	37.3	59	85	106	—	—	—			
	N	推奨値	24.5	39	59	74	—	—	—			
T10	Ti	最大値	—	162	235	294	363	500	628			
	N	推奨値	—	108	157	196	245	333	422			

■運転時の注意事項

- 異物のかみ込みを防止してください。運転中に固形物がかみ込みますと、ベルトに傷をつけるばかりでなく、ベルトとプーリのかみ合いを悪くし、場合によっては、ベルトがプーリ歯に乗り上がり切斷することがあります。
- 油の付着をさけてください。ゴムタイミングベルトに油が付着しますと、場合によっては、ベルトに膨潤が起こり、著しくベルトの寿命を短くします。(イ)油類でも特に溶剤系のものにはご注意ください。(ロ)少量の潤滑油やグリースが付着する程度であれば、それほど問題はありません。
- 多湿下での使用は避けてください。
- 通気性のよい安全カバーを取付けてください。
- 高温 (80℃以上) でご使用の場合はベルトの寿命が著しく短くなります。

技術データ

伝動 タイミングベルトの選定方法 3

ー伝動容量表ー

表 19. MXL の基準伝動容量 Ps ーベルト呼び幅 025 (6.4mm) の場合ー (W)

Table with 25 columns (Pitch diameters) and 44 rows (RPM values). It shows the standard transmission capacity (Ps) for MXL timing belts with a nominal width of 025 (6.4mm).

※上表はベルト呼び幅025(6.4mm)の場合ですので、ベルト幅が変わる場合は表16の幅補正係数Kbを掛けてください。

表 20. XL の基準伝動容量 Ps ーベルト呼び幅 100 (25.4mm) の場合ー (kW)

Table with 25 columns (Pitch diameters) and 44 rows (RPM values). It shows the standard transmission capacity (Ps) for XL timing belts with a nominal width of 100 (25.4mm).

※上表はベルト呼び幅100(25.4mm)の場合ですので、ベルト幅が変わる場合は表16の幅補正係数Kbを掛けてください。

タイミングプーリ・ベルト選定自動計算ツールで簡単に選定を行えます。
http://fawos.misumi.jp/FA_WEB/pulley/

表 21. L の基準伝動容量 Ps ーベルト呼び幅 100 (25.4mm) の場合ー (kW)

Table with 25 columns (Pitch diameters) and 44 rows (RPM values). It shows the standard transmission capacity (Ps) for L timing belts with a nominal width of 100 (25.4mm).

※この場合はプーリ周速が33(m/s)以上になるので、ご使用プーリは動バランスをとってください。

※上表はベルト呼び幅100(25.4mm)の場合ですので、ベルト幅が変わる場合は表16の幅補正係数Kbを掛けてください。

表 22. H の基準伝動容量 Ps ーベルト呼び幅 100 (25.4mm) の場合ー (kW)

Table with 25 columns (Pitch diameters) and 44 rows (RPM values). It shows the standard transmission capacity (Ps) for H timing belts with a nominal width of 100 (25.4mm).

※この場合はプーリ周速が33(m/s)以上になるので、ご使用プーリは動バランスをとってください。

※上表はベルト呼び幅100(25.4mm)の場合ですので、ベルト幅が変わる場合は表16の幅補正係数Kbを掛けてください。

SELECTION OF SYNCHRONOUS BELT DRIVES
伝動 タイミングベルトの選定方法 4
 ー伝動容量表ー

表 23. S2M の基準伝動容量 Ps ーベルト幅 4mm あたりの場合ー (W)

小プーリ 回転数 (rpm)	小プーリ歯数		14		15		16		18		20		22		24		25		26		28		30		32		36		40		44		48		50		60	
	ピッチ 円直径 (mm)	8.91	9.55	10.19	11.46	12.73	14.01	15.28	16.55	17.83	19.10	20.37	22.92	25.46	28.01	30.56	31.83	38.20																				
870	11	12	14	16	19	21	23	25	26	28	30	33	37	41	46	50	52	62																				
1160	13	15	17	20	23	26	29	31	32	35	38	41	46	52	57	62	65	77																				
1750	17	20	22	27	31	35	39	41	43	47	51	55	63	70	78	85	98	105																				
3500	26	30	34	41	49	56	63	67	70	77	83	90	102	115	126	138	143	170																				
50	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	5	6																				
100	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	8	9																				
150	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	9	10																				
200	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	10																				
250	4	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	10	10	11	12																				
300	5	5	6	7	7	7	8	8	8	9	10	11	12	13	14	16	18	19	21																			
350	6	6	7	8	8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	21	24																				
400	7	7	8	9	9	9	10	11	13	14	15	16	18	20	22	25	27	30																				
450	7	8	8	9	10	10	11	13	14	15	17	18	19	22	25	27	30	31																				
500	7	8	9	11	12	14	15	16	17	18	20	21	24	27	29	32	33	40																				
550	8	9	10	11	13	15	16	17	18	20	21	23	26	29	32	35	36	43																				
600	8	9	10	12	14	16	18	19	21	23	24	28	31	34	37	39	46																					
650	9	10	11	13	15	17	19	20	21	22	24	26	30	33	36	40	41	49																				
700	9	10	12	14	16	18	20	21	22	24	26	28	31	35	39	42	44	52																				
750	10	11	12	14	17	19	21	22	23	25	27	29	33	37	41	44	46	55																				
800	10	12	13	15	17	20	22	23	24	26	28	31	35	39	43	47	49	58																				
850	11	12	14	16	19	21	23	24	25	27	29	32	36	40	44	48	50	60																				
900	11	13	14	16	19	22	24	25	26	29	31	34	38	43	47	51	53	63																				
950	12	13	14	17	20	22	25	26	28	30	33	35	40	44	49	53	56	66																				
1000	12	14	15	18	21	23	26	27	29	31	34	36	41	46	51	55	58	69																				
1100	13	14	16	19	22	25	28	29	31	34	36	41	46	51	55	60	74																					
1200	14	16	18	21	24	27	30	31	34	36	39	44	49	54	59	73																						
1300	14	16	18	22	25	28	32	33	35	38	41	44	50	56	62	68	71	84																				
1400	15	17	19	23	26	30	33	35	37	40	44	47	53	60	66	72	75	89																				
1500	16	18	20	24	28	31	35	37	39	42	46	49	56	63	69	75	79	94																				
1600	17	19	21	25	29	33	37	39	42	46	48	56	63	69	75	81	96																					
1700	17	19	22	26	30	34	39	41	43	46	50	54	62	69	76	83	96	103																				
1800	18	20	23	27	31	36	40	42	44	48	52	56	64	72	79	86	90	107																				
1900	18	21	23	28	33	37	42	44	46	50	55	59	67	75	82	90	94	111																				
2000	19	22	24	29	34	39	43	46	48	52	57	61	69	78	85	93	97	115																				
2200	20	23	25	30	35	40	44	48	51	55	60	64	73	82	90	98	104	124																				
2400	21	24	27	33	38	44	49	52	54	59	64	69	79	88	97	106	111	131																				
2600	22	25	28	35	40	46	52	55	57	63	68	73	84	93	103	112	119	146																				
2800	23	26	30	36	42	49	55	57	60	66	72	77	88	98	109	118	123	149																				
3000	24	28	32	38	45	52	58	60	63	69	75	81	92	102	112	122	131	159																				
3200	25	29	32	39	46	53	60	63	66	72	79	85	96	108	119	130	135	160																				
3400	26	30	33	41	48	55	62	65	69	75	82	88	100	112	124	135	140	167																				
3600	26	30	34	42	50	57	64	68	71	78	85	92	107	117	129	140	146	173																				
3800	27	31	35	44	51	59	67	70	74	81	88	95	108	121	133	145	151	179																				
4000	28	32	36	44	53	61	69	73	78	85	92	105	119	132	144	156	163	189																				
4500	29	34	39	48	57	66	74	78	82	90	98	106	121	135	149	162	168	199																				
5000	30	36	41	51	60	70	79	83	88	96	105	113	129	144	159	173	191	211																				
5500	32	37	43	53	63	74	83	88	93	102	111	119	136	152	168	183	190	223																				
6000	33	38	44	56	66	77	86	92	97	107	116	126	143	160	176	188	203	233																				
6500	34	40	47	59	69	80	89	93	102	112	122	132	150	168	185	196	208	240																				
7000	34	41	47	60	72	83	95	100	106	117	127	137	156	174	192	208	216	251																				
7500	34	41	48	61	74	86	98	104	110	121	132	142	162	181	198	215	223	259																				
8000	35	42	49	63	76	89	101	107	113	125	136	147	167	187	205	222	229	265																				
8500	36	43	51	64	78	91	104	110	116	128	140	151	172	192	210	227	235	270																				
9000	35	43	51	65	80	94	107	113	119	132	144	155	177	197	215	232	240	275																				

※上表はベルト幅4mmの場合です、ベルト幅が変わる場合は表16の幅補正係数Kbを掛けてください。

表 24. S3M の基準伝動容量 Ps ーベルト幅 6mm あたりの場合ー (W)

小プーリ 回転数 (rpm)	小プーリ歯数		14		15		16		18		20		22		24		25		26		28		30		32		36		40		44		48		50		60	
	ピッチ 円直径 (mm)</																																					

伝動 タイミングベルトの選定方法 5

—伝動容量表—

表 27. S14M の基準伝動容量 Ps ーベルト幅 120mm あたりの場合ー (kW)

Table with 14 columns (28, 30, 32, 34, 36, 40, 42, 44, 48, 50, 56, 60, 64, 72, 84) and 30 rows of data for S14M belt drive capacity.

表 28. MTS8M の基準伝動容量 Ps ーベルト幅 60mm あたりの場合ー (kW)

Table with 14 columns (24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 60, 72, 84) and 30 rows of data for MTS8M belt drive capacity.

※□印の範囲ではベルトの耐久時間が減少しますのでできるだけ避けてください。
※□印の範囲ではプーリ周速が33m/sec以上となりますのでご使用プーリは動バランスをとってください。
※□印の範囲では前記2つの要素が重なりますのでできるだけ避けてください。
※上表はベルト呼び幅600(60mm)の場合ですので、ベルト幅が変わる場合は表16の幅補正係数Kbを掛けてください。

タイミングプーリ・ベルト選定自動計算ツールで簡単に選定を行えます。
http://fawos.misumi.jp/FA_WEB/pulley/

表 29. P2M の基準伝動容量 Ps ーベルト幅 4mm あたりの場合ー (W)

Table with 17 columns (14, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 40, 42, 44, 48) and 17 rows of data for P2M belt drive capacity.

※□印の範囲では耐久時間が減少しますのでできるだけ避けてください。ベルト幅が変わる場合は表16の幅補正係数を掛けてください。

表 30. P3M の基準伝動容量 Ps ーベルト幅 6mm あたりの場合ー (W)

Table with 17 columns (10, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 40, 42) and 17 rows of data for P3M belt drive capacity.

※□印の範囲では耐久時間が減少しますのでできるだけ避けてください。ベルト幅が変わる場合は表16の幅補正係数を掛けてください。

SELECTION OF SYNCHRONOUS BELT DRIVES
〔技術計算〕 伝動 タイミングベルトの選定方法 6
 ー伝動容量表ー

タイミングプーリ・ベルト選定自動計算ツールで簡単に選定を行えます。
http://fawos.misumi.jp/FA_WEB/pulley/

表 31. P5M の基準伝動容量 Ps ーベルト幅 10mm あたりの場合ー (W)

小プーリ 回転数 (rpm)	小プーリ歯数 ピッチ 円直径 (mm)	12	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	34	36	40	42	44	48	56
100	19.10	22.28	25.46	28.65	31.83	35.05	38.20	39.79	41.38	44.56	47.75	50.93	54.11	57.30	63.66	66.85	70.03	76.39	89.15	
200	23	26	31	35	41	46	52	55	58	64	70	76	81	86	103	110	118	133	158	
400	46	53	63	72	81	92	104	109	115	126	138	151	164	177	205	220	235	267	316	
600	77	90	106	122	138	155	173	182	192	211	231	251	272	294	337	361	385	434	514	
800	105	123	144	165	188	211	235	247	259	284	310	337	365	394	452	482	513	577	684	
1000	131	153	179	205	234	262	291	306	322	353	385	417	451	485	556	592	629	706	837	
1200	156	182	212	243	276	309	343	361	379	415	453	491	530	570	651	694	738	825	977	
1400	179	209	244	280	316	355	394	414	435	476	518	561	605	650	742	790	838	937	1110	
1600	201	235	274	319	355	399	443	465	487	532	580	628	677	726	828	880	933	1040	1230	
1800	242	282	323	365	409	453	499	546	594	643	694	745	795	850	903	957	1070	1260		
2000	248	288	333	374	420	466	489	512	560	609	659	711	762	869	925	981	1090	1290		
2400	261	303	348	393	441	489	514	538	588	639	691	745	799	910	970	1030	1140	1350		
2800	278	325	372	420	471	522	548	575	628	683	738	795	852	970	1040	1100	1220	1430		
3200	332	380	430	481	532	559	586	640	696	753	810	868	989	1050	1110	1240	1460			
3600	360	412	465	520	576	605	633	691	751	812	874	937	1060	1130	1200	1330	1570			
4000	413	472	532	595	658	691	723	789	857	925	992	1060	1210	1280	1350	1500	2030			
4500		557	628	701	775	812	850	926	1000	1080	1150	1240	1400	1485	1570	1730	2120			
5000		638	719	801	883	925	966	1050	1140	1230	1310	1400	1580	1670	1760	1940	2250			
5500			776	865	953	997	1040	1130	1220	1320	1450	1500	1690	1785	1880	2060	2380			
6000				911	1010	1110	1160	1210	1320	1420	1520	1620	1720	1920	2010	2110	2300	2610		
6500					1140	1260	1310	1370	1480	1580	1690	1790	1900	2100	2190	2290	2460	2720		
7000						1490	1550	1600	1720	1830	1930	2020	2120	2270	2330	2400	2480	2480		
7500							1710	1760	1860	1940	2020	2080	2130	2170	2160	2150	2040			
8000								1770	1810	1880	1910	1940	1920	1900						
8500									1750	1760	1710	1660								

※ [] 印の範囲では耐久時間が減少しますのでできるだけ避けてください。ベルト幅が変わる場合は表16の幅補正係数を掛けてください。

表 33. UP5M の基準伝動容量 Ps ーベルト幅 10mm あたりの場合ー (W)

小プーリ 回転数 (r/min)	小プーリ歯数 ピッチ 円直径 (mm)	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	36	40	44	48	50	60	72
20	19.10	22.28	25.46	28.65	31.83	35.01	38.20	41.38	44.56	47.75	50.93	57.30	63.66	70.03	76.39	79.58	95.49	114.59	
40	23	26	31	35	41	46	52	56	63	69	76	83	90	104	119	135	162	206	267
60	41	50	60	69	78	88	97	107	118	128	139	162	185	210	236	249	321	420	
80	76	92	111	128	145	162	180	198	215	237	257	298	342	388	436	460	592	774	
100	141	170	206	236	267	299	332	366	401	437	474	550	631	715	804	849	1092	1430	
120	172	207	251	287	325	364	405	446	488	532	577	670	769	871	979	1034	1330	1741	
140	202	243	295	338	382	428	475	524	574	625	678	788	903	1024	1151	1216	1563	2045	
160	260	314	380	436	492	552	613	675	740	806	875	1016	1164	1320	1483	1567	2016	2637	
180	316	382	463	531	600	672	747	822	901	982	1065	1238	1418	1609	1806	1909	2454	3210	
200	376	453	550	630	713	799	887	977	1070	1167	1265	1470	1685	1910	2146	2266	2913	3811	
220	436	526	637	730	826	924	1026	1132	1240	1351	1466	1702	1951	2212	2484	2625	3372	4409	
240	544	658	785	854	957	1061	1171	1283	1397	1516	1670	2017	2288	2569	2714	3488	4559		
260	561	681	780	883	988	1098	1209	1324	1444	1566	1819	2084	2364	2654	2803	3601	4707		
280	599	724	831	940	1052	1169	1287	1410	1537	1667	1935	2218	2514	2823	2984	3833	5007		
300	652	790	907	1025	1147	1275	1405	1539	1677	1817	2111	2420	2743	3080	3254	4178	5455		
320	813	931	1053	1179	1309	1443	1582	1724	1868	2171	2486	2820	3165	3344	4293	5605			
340	902	1032	1169	1309	1453	1601	1754	1912	2071	2407	2757	3124	3508	3707	4687	6201			
360	1068	1222	1386	1552	1720	1897	2077	2262	2453	2849	3261	3695	4146	4378	5485	7293			
380		1517	1714	1918	2130	2348	2570	2798	3034	3520	4027	4559	5108	5389	6614	8885			
400		1794	2029	2272	2519	2774	3039	3307	3584	4151	4743	5361	5996	6320	7629	10250			
420			2245	2513	2785	3067	3358	3655	3956	4577	5226	5895	6583	6932	8040	11069			
440			2747	3072	3404	3747	4090	4446	4807	5542	6301	7066	7843	8229	9048				
460				3217	3585	3969	4359	4757	5154	5559	6376	7185	7995	8776	9159				
480					5002	5455	5908	6361	6795	7624	8366	8993	9465	9619					
500						6313	6747	7156	7518	8072	8349	8253							
520						6824	7142	7359	7475	7316									
540							6848	6882	6730										

※ [] 印の範囲では耐久時間が減少しますのでできるだけ避けてください。ベルト幅が変わる場合は表16の幅補正係数を掛けてください。

表 32. P8M の基準伝動容量 Ps ーベルト幅 15mm あたりの場合ー (kW)

小プーリ 回転数 (rpm)	小プーリ歯数 ピッチ 円直径 (mm)	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	50	56	60	64	72
50.93	56.02	61.12	66.21	71.30	76.39	81.49	86.58	91.67	96.77	101.86	112.05	122.23	127.32	142.06	152.79	162.97	183.35		
100	0.16	0.17	0.19	0.21	0.23	0.26	0.31	0.41	0.44	0.48	0.51	0.56	0.60	0.63	0.70	0.74	0.78	0.89	
200	0.32	0.35	0.39	0.42	0.45	0.50	0.59	0.69	0.78	0.85	0.91	0.99	1.07	1.14	1.23	1.35	1.40	1.57	
400	0.65	0.71	0.77	0.84	0.90	0.95	1.09	1.25	1.37	1.48	1.59	1.72	1.86	1.94	2.16	2.30	2.43	2.71	
600	0.96	1.06	1.16	1.25	1.35	1.45	1.53	1.70	1.86	2.02	2.17	2.37	2.55	2.66	2.95	3.12	3.30	3.66	
800	1.29	1.41	1.54	1.67	1.80	1.93	2.06	2.18	2.31	2.51	2.69	3.02	3.16	3.27	3.64	3.83	4.08	4.75	
870	1.40	1.54	1.68	1.82	1.96	2.10	2.24	2.38	2.51	2.66	2.86	3.16	3.36	3.48	3.90	4.13	4.44	4.98	
1000	1.61	1.77	1.93	2.09	2.25	2.41	2.57	2.73	2.89	2.99	3.16	3.64	3.84	4.00	4.47	4.78	5.09	5.71	
1160	1.86	2.05	2.24	2.42	2.61	2.79	2.98	3.16	3.35	3.53	3.84	4.08	4.44	4.62	5.17	5.52	6.48	7.28	
1200	1.93	2.12	2.31	2.51	2.70	2.89	3.07	3.27	3.46	3.60	3.82	4.22	4.59	4.78	5.34	5.71	6.08	7.52	
1400	2.25	2.45	2.70	2.94	3.15	3.37	3.59	3.80	4.03	4.25	4.47	4.90	5.34	5.55	6.20	6.62	7.04	8.68	
1450	2.33	2.55	2.79	3.04	3.26	3.65	3.72	3.94	4.17	4.40	4.63	5.07	5.53	5.75	6.41	6.85	7.28	8.96	
1500	2.41	2.64	2.89	3.15	3.37	3.72	3.84	4.07	4.31	4.55	4.78	5.25	5.71	5.94	6.62	7.07	7.51	9.25	
1600	2.57	2.83	3.07	3.35	3.59	3.84	4.09	4.34	4.59	4.84	5.09	5.59	6.08	6.32	7.04	7.52	7.98	9.81	
1750	2.81	3.08	3.36	3.64	3.92	4.20	4.47	4.74	5.01	5.28	5.56	6.09	6.63	6.88	7.68	8.17	8.70	10.6	
1800	2.89	3.18	3.72	3.75	4.03	4.31	4.59	4.87	5.15	5.43	5.71	6.26	6.80	7.07	7.86	8.38	8.90	10.9	
2000	3.20	3.52	4.01	4.15	4.47	4.78	5.09	5.40	5.71	6.01	6.32	6.93	7.52	7.81	8.68	9.24	9.81	11.9	
2400	3.84	4.22	4.59	4.97	5.34	5.71	6.08	6.44	6.80	7.16	7.52	8.22	9.05	9.24	9.86	10.9	11.5	13.8	
3000	4.63	5.20																	

表 35. T5 の基準伝動容量 Ps —ベルト幅 10mm あたりの場合—

小プリー 回転数 (rpm)	小プリー歯数		12		14		16		18		20		22		24		28		30	
	ピッチ 円直径 (mm)	19.10	22.28	25.46	28.65	31.83	35.01	38.20	44.56	47.75										
1160	98.5	114.9	131.3	147.7	164.1	180.5	196.9	229.7	246.1											
1750	134.3	156.7	179.1	201.5	223.9	246.3	268.7	313.5	335.9											
3500	222.5	259.6	296.7	333.7	370.8	407.9	445.0	519.1	556.2											
100	10.7	12.4	14.2	16.0	17.8	19.5	21.3	24.9	26.6											
200	20.8	24.3	27.7	31.2	34.7	38.2	41.6	48.6	52.0											
300	30.5	35.6	40.7	45.7	50.8	55.9	61.0	71.2	76.2											
400	39.7	46.4	53.0	59.6	66.2	72.9	79.5	92.7	99.4											
500	48.6	56.7	64.8	72.9	81.0	89.1	97.2	113.4	121.5											
600	57.0	66.5	76.0	85.6	95.1	104.6	114.1	133.1	142.6											
700	65.1	76.0	86.8	97.7	108.6	119.4	130.3	152.0	162.8											
800	72.9	85.0	97.2	109.3	121.5	133.6	145.7	170.1	182.2											
900	80.3	93.7	107.1	120.5	133.9	147.3	160.7	187.5	200.9											
1000	87.5	102.1	116.7	131.3	145.9	160.5	175.0	204.2	218.8											
1100	94.4	110.2	125.9	141.6	157.4	173.1	188.9	220.3	236.1											
1200	101.1	117.9	134.8	151.6	168.5	185.3	202.2	235.9	252.7											
1300	107.5	125.5	143.4	161.3	179.2	197.2	215.1	250.9	268.9											
1400	113.8	132.8	151.7	170.7	189.7	208.6	227.6	265.5	284.5											
1500	119.9	139.8	159.8	179.8	200.0	219.2	239.7	279.7	299.7											
1600	125.8	146.7	167.7	188.6	209.6	230.6	251.5	293.4	314.4											
1700	131.5	153.4	175.4	197.3	219.2	241.1	263.0	306.9	328.8											
1800	137.1	160.0	182.9	205.7	228.6	251.5	274.3	320.0	342.8											
1900	142.6	166.4	190.2	214.0	237.7	261.5	285.2	335.5	356.5											
2000	148.0	172.7	197.4	221.1	246.7	271.4	296.1	345.4	370.1											
2200	158.6	185.0	211.4	236.3	264.3	290.7	317.8	370.0	396.4											
2400	168.8	196.9	225.1	253.2	281.4	309.5	337.6	393.9	422.0											
2600	178.8	208.7	238.5	268.3	298.7	327.9	357.7	417.3	447.1											
2800	188.7	220.2	251.6	283.1	314.5	346.0	377.4	440.4	471.8											
3000	198.5	231.6	264.6	297.7	330.8	363.9	397.0	463.1	496.2											
3200	208.2	242.8	277.5	312.2	346.9	381.6	416.3	485.7	520.4											
3400	217.7	254.0	290.3	326.6	362.9	399.2	435.5	508.0	544.3											
3600	227.2	265.1	303.0	340.8	378.7	416.6	454.4	530.2	568.1											
3800	236.6	276.0	315.5	354.9	394.3	433.8	473.2	552.1	591.5											
4000	245.8	286.8	327.7	368.7	409.7	450.7	491.6	573.6	614.5											
4200	254.8	297.3	339.7	382.2	424.7	467.2	509.6	594.6	637.0											
4400	263.5	307.4	351.4	395.3	439.2	483.1	527.1	614.9	658.8											
4600	271.9	317.2	362.5	407.6	453.1	498.4	543.7	634.4	679.7											
4800	279.7	326.9	373.0	419.6	466.2	512.8	559.5	652.7	699.3											
5000	287.0	334.8	382.7	430.5	478.3	526.2	574.0	669.7	717.5											
5500			402.2	452.4	502.7	553.0	604.0	703.8	754.1											
6000			412.1	463.6	515.1	566.6	618.1	721.1	772.6											
6500			408.2	459.2	510.2	561.2	612.2	714.3	765.3											
7000			385.3	433.5	481.7	529.8	578.0	674.3	722.5											
7500			337.7	379.9	422.1	464.3	506.6	591.0	633.2											
8000				290.8	323.1	355.5	387.8	452.4	484.7											
8500				157.7	175.3	192.8	210.3	245.4	262.9											

※□□印の範囲では耐久時間が減少しますのでできるだけ避けてください。
※上表はベルト呼び幅10(10mm)の場合ですので、ベルト幅が変わる場合は表16の幅補正係数Kbを掛けてください。

表 36. T10 の基準伝動容量 Ps —ベルト幅 10mm あたりの場合—

小プリー 回転数 (rpm)	小プリー歯数		12		14		16		18		20		22		24		26		28		30		32		36		40		44		48	
	ピッチ 円直径 (mm)	38.20	44.56	50.93	57.30	63.66	70.03	76.39	82.76	89.12	95.49	101.86	114.59	127.32	140.06	152.79																
870	254.9	297.4	339.9	382.4	424.9	467.4	509.9	552.4	594.9	637.4	679.9	724.8	764.8	849.8	936.8	1019.8																
1160	321.2	374.6	427.0	481.8	535.4	589.0	642.4	695.8	749.5	803.0	856.6	910.3	963.7	1070.7	1177.8	1284.9																
1750	438.3	511.3	584.4	657.4	730.5	803.6	876.6	949.6	1022.7	1095.7	1168.8	1314.9	1461.0	1607.1	1753.2																	
3500	725.8	846.8	967.8	1088.7	1209.7	1330.6	1451.6	1572.6	1693.6	1814.6	1935.5	2177.5	2419.4	2661.4	2903.3																	
100	34.8	40.6	46.4	52.1	57.9	63.7	69.5	75.3	81.1	86.9	92.7	104.3	115.9	127.5	139.1																	
200	67.9	79.2	90.5	101.9	113.2	124.5	135.8	147.1	158.4	169.8	181.1	203.7	226.3	249.0	271.6																	
300	99.5	116.1	132.7	149.3	165.8	182.4	199.0	215.6	232.2	248.8	265.3	298.5	331.7	364.9	398.0																	
400	129.7	151.3	172.9	194.5	216.1	237.7	259.4	281.0	302.6	324.2	345.8	398.0	432.3	475.5	518.7																	
500	158.5	184.9	211.3	237.8	264.2	290.6	317.0	343.4	369.8	396.3	422.7	475.5	528.3	581.2	634.0																	
600	186.1	217.1	248.1	279.1	310.1	341.1	372.2	403.2	434.2	465.2	496.2	558.2	620.3	682.3	744.3																	
700	212.5	247.9	283.3	318.7	354.2	389.6	425.0	460.4	495.8	531.2	566.6	637.5	708.3	779.1	850.0																	
800	237.8	277.5	317.1	356.7	396.4	436.0	475.6	515.3	554.9	594.5	634.2	713.4	792.7	872.0	951.3																	
900	262.1	305.8	349.5	393.2	436.9	480.6	524.3	568.0	611.7	655.3	699.0	786.4	873.8	961.2	1048.6																	
1000	285.5	333.1	380.7	428.3	475.9	523.5	571.1	618.7	666.2	713.8	761.4	856.6	951.8	1047.0	1142.1																	
1100	308.1	359.4	410.8	462.1	513.5	564.8	616.2	667.5	718.8	770.2	821.5	924.2	1026.9	1129.6	1232.3																	
1200	329.8	384.8	439.8	494.7	549.7	604.6	659.5	714.4	769.3	824.2	879.1	989.5	1094.9	1200.3	1313.3																	
1300	350.9	409.4	468.9	523.8	578.7	633.6	688.5	743.4	798.3	853.2	908.1	1025.6	1136.6	1247.6	1365.5																	
1400	371.3	433.1	495.0	556.9	618.8	680.7	742.5	804.4	866.3	928.1	990.0	1113.8	1237.5	1361.3	1485.0																	
1500	391.0	456.2	521.4	586.6	651.7	716.9	782.1	847.3	912.4	977.6	1042.8	1173.1	1303.5	1433.8	1564.2																	
1600	410.3	478.7	547.1	615.4	683.8	752.2	820.6	889.0	957.4	1025.7	1094.1	1230.9	1367.7	1504.4	1641.2																	
1700	429.1	500.6	572.1	643.6	715.1	786.6	858.1	929.6	1001.2	1072.7	1144.2	1287.2	1430.2	1573.3	1716.3																	
1800	447.4	522.0	596.5	671.1	745.7	820.2	894.8	969.4	1043.9	1118.5	1193.1	1342.2	1485.3	1628.4	1771.5																	
1900	465.4	542.9	620.5	698.0	775.6	853.1	930.7	1008.3	1085.8	1163.4	1240.9	1396.1	1551.2	1706.3	1861.4																	
2000	483.0	563.5	643.9	724.4	804.9	885.4	965.9	1046.4	1126.9	1207.4	1287.9	1448.9	1609.9	1770.9	1931.8																	
2200	517.3	603.5	689.7	776.0	862.2	948.4	1034.6	1120.8	1207.1	1293.3	1379.5	1551.9	1724.4	1896.8	2069.2																	
2400	550.7	642.5	734.3	826.1	917.9	1009.7	1101.4	1193.8	1285.0	1376.8	1468.6	1652.2	1835.8	2019.3	2202.9																	
2600	583.5	680.7	774.9	875.2	972.4	1069.7	1166.9	1264.1	1361.4	1458.6	1555.9	1750.4	1944.9	2139.3	2333.8																	
2800	615.7	718.3	820.9	923.5	1026.1	1128.7	1231.3	1333.9	1436.6	1539.2	1641.8	1847.0	2052.3	2257.5	2462.7																	
3000		755.4	863.4	971.3	1079.2	1187.1	1295.0	1402.9	1510.9	1618.8	1726.7	1942.5	2158.4	2374.2	2590.1																	
3200		792.2	905.4	1018.6	1131.8	1244.9	1358.1	1471.2	1584.5	1697.8	1810.8	2037.2	2263.5	2489.9	2716.2																	
3400		828.7	947.1	1065.5	1183.8	1302.2	1420.6	1539.0	1657.4	1775.8	1894.2	2130.9	2367.7	2604.5	2841.2																	
3600		864.8	988.4	1111.9	1235.4	1359.9	1482.5	1606.0	1729.6	1853.2	1976.7	2223.8	2470.9	2718.0	2965.1																	
3800		900.5	1029.1	1157.7	1286.4	1415.0	1543.6	1672.2	1800.9	1929.6	2058.2	2315.5	2572.8	2830.0	3087.3																	
4000			1069.																													

SELECTION OF IRON RUBBER® SYNCHRONOUS BELT 【技術計算】 タイミングベルトアイアンラバー®タイプの選定方法 1

アイアンラバー®はNOK株式会社の商標登録です。

アイアンラバー®ベルト (P.1141~P.1144) はベルトに加わる負荷トルク (Nm) もしくは伝動容量 (kW) をもとに選定します。

■選定条件

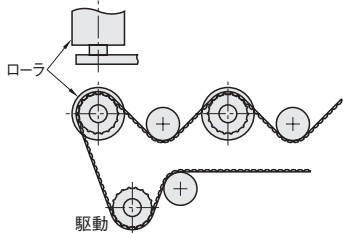
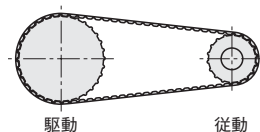
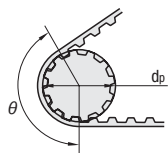
選定に必要な条件

- ・プーリピッチ径 : d_p (mm) ・プーリの巻付け角 : θ (°)
- ・プーリ回転数 : n (rpm) ・負荷トルク : M_d (Nm)
- または伝動容量 : P (kW)

基本的には駆動プーリで選定してください。従動プーリが他にトルクを伝達している場合は、このプーリについても計算を行い厳しい条件側でベルトを選定してください。

例1) 動力伝動使用のうち、駆動プーリ径 > 従動プーリ径の場合、従動プーリでも計算してください。

例2) 従動プーリでローラを回転させている場合、従動プーリ側でも計算してください。



■選定方法

【手順1】負荷トルク・伝動容量の補正

背面アイドラーの補正

●条件として伝動容量が与えられた場合

$$P = P_o \times (1 + 0.1 \times f)$$

P : 選定に使用する伝動容量 (kW)

P_o : 条件で与えられた伝動容量 (kW)

f : 背面アイドラーの個数

●条件として負荷トルクが与えられた場合

Md : 選定に使用する負荷トルク (Nm)

Mdo : 条件で与えられた負荷トルク (Nm)

f : 背面アイドラーの個数

【手順2】ベルト型式の選択

P.2231の簡易選定表 (表6・7) を使いベルト型式を決定します。

●条件として伝動容量が与えられた場合

伝動容量とプーリ回転数からベルト型式を決定します。(表6参照)

●条件として負荷トルクが与えられた場合

負荷トルクと小プーリ歯数からベルト型式を決定します。(表7参照)

【手順3】プーリ歯数zの決定

プーリ歯数を決定するときには最小プーリ歯数にご注意ください。(表1参照)

表1: 最小プーリ歯数

回転数 (rpm)	MA3	MA5	MA8	AT5	AT10	T5	T10	MXL	XL	L	H	
600 以下	18	15	20	15	15	12	14	12	10	10	14	
720 以下			22							12		
900 以下			24							16		
1200 以下	20	20	26	16	20	14	18	14	12	14	18	
1800 以下			28							16		16
3000 以下			28							18		22

【手順4】ベルト歯数Z_Bの決定

<プーリ回転比が1:1でない場合>

ベルト長さからベルト歯数を求めます。

軸間距離 (C) と大プーリ径 (D_p)、小プーリ径 (d_p) からベルト周長 (L_p) を決めてください。

$$L_p = 2C + \frac{\pi(D_p + d_p)}{2} + \frac{(D_p - d_p)^2}{4C}$$

ベルト歯数 (Z_B) をベルト周長から算出します。

$$Z_B = \frac{L_p}{t}$$

C : 軸間距離

d_p : 小プーリピッチ径 (mm)

D_p : 大プーリピッチ径 (mm)

L_p : ベルト周長 (mm)

Z_B : ベルト歯数

t : ベルトピッチ (ex. T10 → t=10)

<プーリ回転比が1:1の場合>

$$Z_B = \frac{2C}{t} + Z$$

C : 軸間距離

t : ベルトピッチ

Z : プーリ歯数

【手順5】かみ合い歯数Z_Eの算出

<プーリ回転比が1:1でない場合>

$$Z_E = \frac{z_1}{180} \times \cos^{-1} \frac{t(z_2 - z_1)}{2\pi C}$$

z₁ : 小プーリ歯数

z₂ : 大プーリ歯数

ただし、右表2の最大有効かみ合い歯数が上限となります。

<プーリ回転比が1:1の場合>

$$Z_E = \frac{z}{2}$$

z : プーリ歯数

表2: 最大有効かみ合い歯数

ベルトタイプ	最大有効かみ合い歯数
ロングタイミングベルト	6
オープンエンドベルト	12

【手順6】最小ベルト幅bcの算出

P.2231の許容伝動容量・許容伝達トルクより、最小ベルト幅を算出します。

●条件として伝動容量が与えられた場合

表8 (P.2231) の許容伝動容量 (P_s) を使用します。

$$bc = \frac{P \times 10^4}{P_s \times Z_E \times z} \times fw$$

bc : ベルト幅 (mm)

P : 伝動容量 (kW)

P_s : 許容伝動容量

Z_E : かみ合い歯数

fw : 幅係数 (ロングタイミングベルト T10150 : 1.5)

その他 : 1

Z : プーリ歯数

●条件として負荷トルクが与えられた場合

表9 (P.2231) の許容伝達トルク (M_{ds}) を使用します。

$$bc = \frac{M_d \times 10^3}{M_{ds} \times Z_E \times z} \times fw$$

M_d : 負荷トルク (Nm)

M_{ds} : 許容伝達トルク

Z_E : かみ合い歯数

fw : 幅係数 (ロングタイミングベルト T10150 : 1.5)

その他 : 1

Z : プーリ歯数

それぞれ算出した幅bcをこえる規格幅に決定します。

【手順7】軸間距離最小調整範囲の確認

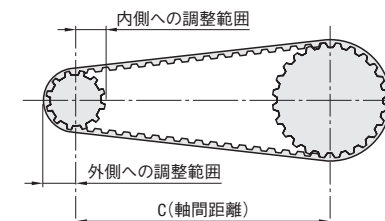
取付けおよび張りしろを考慮し、軸間距離の最小調整範囲は下表を目安としてください。

表3: 外側調整範囲

軸間距離 (mm)	外側調整範囲 (mm)
600 以下	5
600 をこえ 1000 以下	10
1000 をこえ 1500 以下	15
1500 をこえ 2000 以下	20
2000 をこえ 2500 以下	25
2500 をこえ 3000 以下	30
3000 をこえるもの	軸間距離 × 0.01

表4: 内側調整範囲

型式	内側調整範囲 (mm)
MA3, T5, XL, MXL	5
MA5, AT5, L	10
MA8, AT10, T10, H	15



フランジ付プーリの場合はフランジ外径も考慮し、調整範囲を大きくとってください。

■選定上の注意事項

●負荷トルクと伝動容量

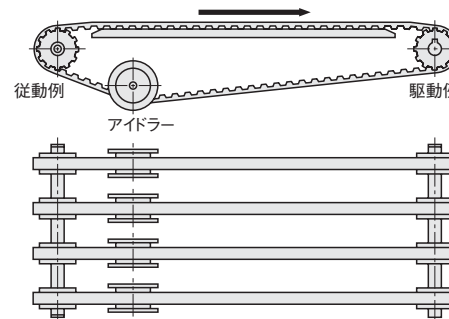
負荷トルクと伝動容量は、安全を考慮して使用するベルトに加わる最大の値で計算してください。

●多本並列掛けの場合

・並列に掛けたベルトに負荷が均等に加わるのであれば負荷を本数で割った値で計算してください。

しかし負荷が不均一になる可能性があれば、1本に加わる最大の負荷で計算してください。

・ベルト張力やプーリアライメントは、ベルト一本ごとに調整できる構造にしてください。



●アイドラーを使用する場合

・やむをえずアイドラーを使用する場合は、必ず緩み側に設置してください。

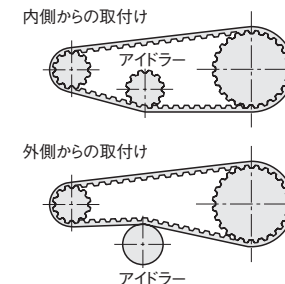
・アイドラーはなるべくベルトの内側に設置してください。

内側に設置する場合は最小プーリ歯数以上にしてください。

外側に設置する場合は下表に示した径以上のクラウンのない平プーリにしてください。

表5: 最小アイドラー径

ベルト型式	最小アイドラー径 (mm)
MA3	30
MA5, AT5	40
MA8, AT10	80
T5	30
T10	70
MXL	15
XL	30
L	50
H	90



〔技術計算〕 タイミングベルトアイアンラバー®タイプの選定方法 2

—選定表/許容伝動容量/許容伝達トルク—

表6：簡易選定表1(伝動容量)

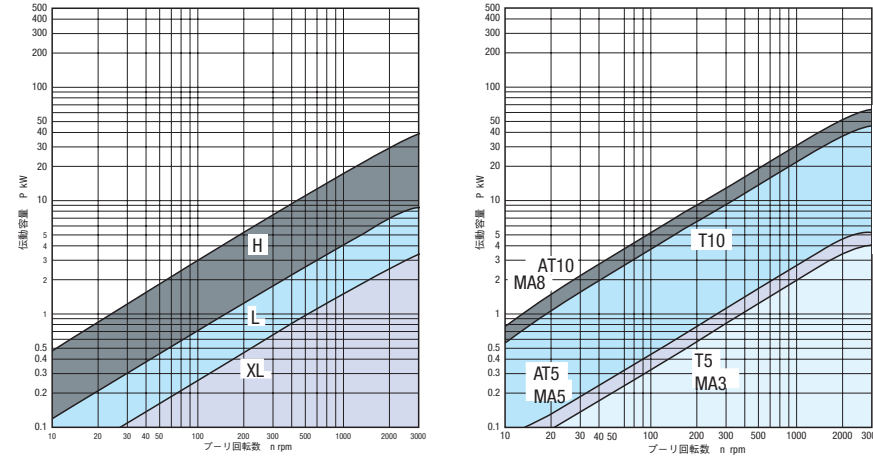


表7：簡易選定表2(トルク)

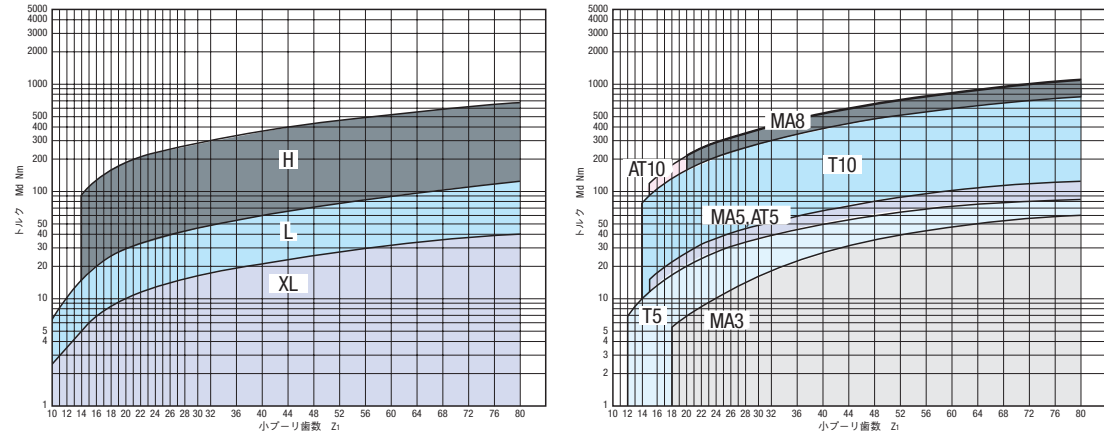


表8：許容伝動容量 (Ps)

プーリ回転数 n (rpm)	MA3	MA5	MA8	AT5	AT10	T5	T10	MXL	XL	L	H
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.026	0.052	0.181	0.052	0.226	0.043	0.181	0.007	0.044	0.129	0.206
40	0.050	0.101	0.351	0.101	0.439	0.084	0.351	0.014	0.085	0.250	0.401
60	0.074	0.147	0.511	0.147	0.639	0.123	0.511	0.020	0.124	0.364	0.583
80	0.096	0.192	0.661	0.192	0.826	0.160	0.661	0.026	0.161	0.471	0.753
100	0.116	0.233	0.800	0.233	1.000	0.194	0.800	0.032	0.196	0.572	0.910
200	0.211	0.422	1.423	0.422	1.779	0.351	1.423	0.058	0.354	1.019	1.616
300	0.296	0.592	1.984	0.592	2.480	0.494	1.980	0.082	0.498	1.419	2.250
400	0.376	0.753	2.496	0.753	3.120	0.627	2.490	0.104	0.632	1.789	2.830
500	0.452	0.905	2.976	0.905	3.720	0.754	2.980	0.126	0.760	2.140	3.370
600	0.525	1.050	3.432	1.050	4.290	0.875	3.430	0.147	0.881	2.470	3.880
700	0.593	1.187	3.864	1.187	4.830	0.989	3.870	0.168	0.999	2.780	4.370
800	0.662	1.324	4.280	1.324	5.350	1.104	4.280	0.188	1.113	3.080	4.830
900	0.728	1.456	4.664	1.456	5.830	1.213	4.680	0.208	1.223	3.370	5.280
1000	0.791	1.538	5.064	1.538	6.330	1.319	5.070	0.227	1.330	3.650	5.720
1100	0.854	1.708	5.440	1.708	6.800	1.423	5.440	0.247	1.434	3.920	6.130
1200	0.914	1.829	5.800	1.829	7.250	1.524	5.800	0.266	1.536	4.190	6.540
1300	0.974	1.947	6.152	1.947	7.690	1.623	6.150	0.285	1.636	4.440	6.930
1400	1.031	2.060	6.496	2.060	8.120	1.719	6.490	0.303	1.733	4.690	7.310
1500	1.088	2.180	6.824	2.180	8.530	1.814	6.830	0.322	1.829	4.930	7.680
1600	1.144	2.290	7.152	2.290	8.940	1.907	7.150	0.340	1.923	5.170	8.040
1700	1.199	2.400	7.464	2.400	9.330	1.998	7.460	0.358	2.010	5.400	8.390
1800	1.254	2.510	7.776	2.510	9.720	2.090	7.770	0.378	2.110	5.620	8.730
1900	1.308	2.610	8.072	2.610	10.090	2.180	8.070	0.394	2.190	5.840	9.060
2000	1.356	2.720	8.368	2.720	10.460	2.260	8.370	0.413	2.280	6.060	9.390
2200	1.458	2.920	8.936	2.920	11.170	2.430	8.940	0.448	2.450	6.480	10.020
2400	1.560	3.120	9.480	3.120	11.850	2.600	9.480	0.485	2.620	6.880	10.630
2600	1.656	3.310	10.008	3.310	12.510	2.760	10.010	0.520	2.780	7.270	11.210
2800	1.746	3.490	10.512	3.490	13.140	2.910	10.510	0.556	2.940	7.640	11.760
3000	1.838	3.680	11.000	3.680	13.750	3.060	11.000	0.590	3.090	8.000	12.300

表9：許容伝達トルク (Mds)

プーリ回転数 n (rpm)	MA3	MA5	MA8	AT5	AT10	T5	T10	MXL	XL	L	H
0	1.260	2.520	8.888	2.520	11.110	2.100	8.890	0.344	2.130	6.310	10.150
20	1.230	2.460	8.640	2.460	10.800	2.050	8.640	0.339	2.080	6.140	9.860
40	1.200	2.400	8.392	2.400	10.490	2.000	8.390	0.328	2.030	5.970	9.560
60	1.173	2.350	8.136	2.350	10.170	1.955	8.140	0.319	1.976	5.800	9.270
80	1.144	2.290	7.888	2.290	9.860	1.906	7.890	0.311	1.923	5.630	8.980
100	1.114	2.230	7.640	2.230	9.550	1.857	7.640	0.303	1.871	5.460	8.690
200	1.006	2.010	6.800	2.010	8.500	1.677	6.800	0.276	1.690	4.860	7.720
300	0.943	1.887	6.304	1.887	7.880	1.572	6.300	0.260	1.584	4.520	7.150
400	0.898	1.797	5.952	1.797	7.440	1.497	5.950	0.249	1.509	4.270	6.740
500	0.864	1.728	5.680	1.728	7.100	1.440	5.680	0.241	1.451	4.080	6.430
600	0.836	1.671	5.456	1.671	6.820	1.393	5.460	0.234	1.403	3.920	6.180
700	0.811	1.623	5.272	1.623	6.590	1.352	5.270	0.229	1.363	3.790	5.960
800	0.791	1.581	5.112	1.581	6.390	1.318	5.110	0.225	1.328	3.680	5.770
900	0.772	1.545	4.968	1.545	6.210	1.287	4.970	0.221	1.298	3.580	5.610
1000	0.756	1.512	4.840	1.512	6.050	1.260	4.840	0.217	1.270	3.490	5.460
1100	0.741	1.482	4.720	1.482	5.900	1.235	4.720	0.214	1.245	3.410	5.320
1200	0.728	1.456	4.616	1.456	5.770	1.213	4.620	0.211	1.223	3.330	5.200
1300	0.715	1.430	4.520	1.430	5.650	1.192	4.520	0.209	1.202	3.260	5.090
1400	0.704	1.407	4.432	1.407	5.540	1.173	4.430	0.207	1.182	3.200	4.980
1500	0.693	1.386	4.344	1.386	5.430	1.155	4.350	0.205	1.164	3.140	4.890
1600	0.683	1.366	4.264	1.366	5.330	1.138	4.270	0.203	1.148	3.080	4.800
1700	0.673	1.347	4.192	1.347	5.240	1.122	4.190	0.201	1.132	3.030	4.710
1800	0.665	1.329	4.120	1.329	5.150	1.108	4.120	0.200	1.117	2.980	4.630
1900	0.656	1.312	4.056	1.312	5.070	1.094	4.060	0.198	1.103	2.940	4.560
2000	0.648	1.296	3.952	1.296	4.940	1.080	4.000	0.197	1.089	2.890	4.480
2200	0.634	1.267	3.880	1.267	4.850	1.056	3.880	0.195	1.065	2.810	4.350
2400	0.620	1.240	3.776	1.240	4.720	1.033	3.770	0.193	1.042	2.740	4.230
2600	0.607	1.215	3.672	1.215	4.590	1.012	3.680	0.191	1.021	2.670	4.120
2800	0.596	1.192	3.584	1.192	4.480	0.993	3.590	0.190	1.002	2.610	4.010
3000	0.585	1.170	3.504	1.170	4.380	0.975	3.500	0.188	0.984	2.550	3.910

〔技術計算〕 タイミングベルトアイアンラバー®タイプの選定方法 3

—許容張力/初張力—

■許容張力

表10：ジョイント加工ベルト(アイアンラバー®) 許容張力表

ベルト種類	ベルト幅						
	025	037	050	075	100	150	200
XL	90	135	175	—	—	—	—
L	—	—	320	480	640	—	—
H	—	—	—	480	640	960	1280

ベルト種類	ベルト幅					
	100	150	200	250	400	500
T5	150	200	270	350	—	—
T10	—	320	440	640	960	1280
AT5	210	350	—	—	—	—
AT10	—	890	890	1070	—	—

表11：オープンエンドベルト(アイアンラバー®) 許容張力表

ベルト種類	ベルト幅						
	025	037	050	075	100	150	200
XL	180	270	350	—	—	—	—
L	—	—	640	960	1280	—	—
H	—	—	—	960	1280	1920	2560

ベルト種類	ベルト幅						
	070	100	150	200	250	400	500
MA3	200	300	400	—	—	—	—
MA5	—	470	740	960	—	—	—
MA8	—	—	1620	2160	2700	—	—
T5	200	300	400	550	700	—	—
T10	—	—	640	880	1280	1920	2560
AT5	—	470	740	—	—	—	—
AT10	—	—	1620	2160	2700	—	—

■初張力の設定

初張力は伝動中に発生する最大有効張力に応じて決めてください。
 初張力は停止状態またはアイドリング中はベルトの全周で等しくなっています。
 運転中のベルトには張り側とゆるみ側が生じます。その張力の差を有効張力と呼びます。
 その差によりプーリを介してトルクまたは伝動容量を発生させることができます。
 歯付ベルトの場合、ゆるみ側でベルトがたるまないように初張力を与えてください。
 始動負荷の時に、たるみが生じる場合は初張力が不足していることを意味します。

$$U = \frac{2 \times 10^3 \times Md}{dp} \quad \text{または} \quad U = \frac{19.1 \times 10^6 \times P}{n \times dp}$$

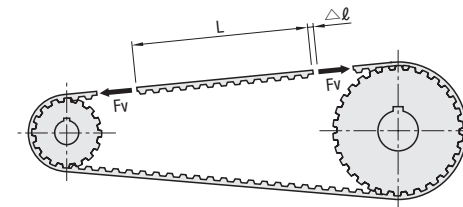
弾力目安 $0.5U < Fv < 0.5F$

U : 有効張力 (N)
 Md : 負荷トルク (Nm)
 P : 伝動容量 (kW)
 dp : プーリ径 (mm)
 n : プーリ回転数 (rpm)
 Fv : 初張力 (N)
 F : 許容張力 (N)

■初張力のチェック方法

●ベルトの伸びでチェックする方法
 許容張力Fの場合のベルトの伸び(目安)は、

ジョイント加工 0.2% = 2mm/m
 オープンエンド 0.4% = 4mm/m



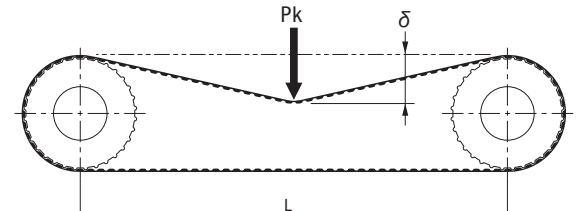
力と伸びの関係はフックの法則(比例関係にある)に従いますので
 計算で中間値を求めることができます。

●ベルトの振動数でチェックする方法

$$Fv = 4 \times f^2 \times m \times \ell^2$$

Fv : ベルト張力 (N)
 f : 振動数 (Hz)
 m : 1mあたりのベルト重量 (kg/m)
 ℓ : スパン長さ (m)

●押付け力とたわみ量でチェックする方法



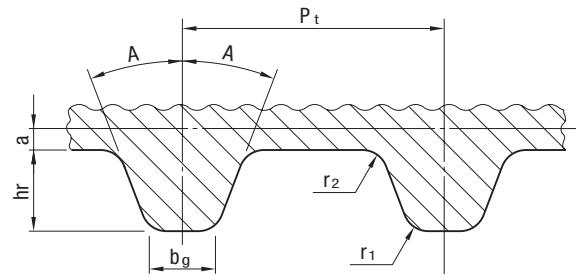
$$Pk = Fv / 16$$

このときのたわみ量が、 $[\delta = L/64]$ となるようにしてください。

Pk : 押付け力 (N)
 Fv : 設定したい張力 (N)
 δ : たわみ量 (mm)
 L : スパン長さ (mm)

技術データ

1.カッタのラック寸法及び公差



プーリの歯形は、インボリュート歯形とする。
インボリュート歯形は歯を創成するカッタによって規定し、カッタのラック寸法及び許容差は創成用カッタのラック形状を投影器、形状測定器などを用いて測定し、下表を満足しなければならない。

単位：mm

種類	プーリ歯数 Z	Pt	A ±0.12	hr +0.05 / 0	bg +0.05 / 0	r1 ±0.03	r2 ±0.03	2a ⁽¹⁾ (参考)
MXL	10 ≤ Z ≤ 23	2.032 ± 0.008	28°	0.64	0.61	0.30	0.23	0.508
	24 ≤ Z		20°		0.67			
XL	10 ≤ Z	5.080 ± 0.010	25°	1.40	1.27	0.61	0.61	0.508
L	10 ≤ Z	9.525 ± 0.012	20°	2.13	3.10	0.86	0.53	0.762
H	14 ≤ Z ≤ 19	12.700 ± 0.016	20°	2.59	4.24	1.47	1.04	1.372
	20 ≤ Z						1.42	

注(1)：aは、カッタのラック形状に対応するベルトのピッチ線(ベルトの心線の中心線をいう)に相当する位置を示す寸法である。

2.隣接ピッチ誤差及び累積ピッチ誤差の許容値 単位：mm

プーリの歯先円直径 do	許容値	
	隣接ピッチ誤差	累積ピッチ誤差
5.96 ≤ do ≤ 25.40	0.03	0.05
25.40 < do ≤ 50.80	0.03	0.08
50.80 < do ≤ 101.60	0.03	0.10
101.60 < do ≤ 177.80	0.05	0.13
177.80 < do ≤ 304.80	0.05	0.15
304.80 < do ≤ 508.00	0.08	0.18
508.00 < do ≤ 762.00	0.08	0.20
762.00 < do ≤ 967.16	0.08	0.23

3.側面の振れの公差 単位：mm

プーリの歯先円直径 do	振れの公差 (TIR) ⁽²⁾
5.96 ≤ do ≤ 101.60	0.10
101.60 < do ≤ 254.00	歯先円直径 do × 0.001
254.00 < do ≤ 967.16	0.25 + [(歯先円直径 do - 254.00) × 0.0005]

注(2)：TIRとはTotal Indicator Readingの略で、振れの測定における読みの最大値と最小値の差をいう。

4.歯先円直径の許容差 単位：mm

プーリの歯先円直径 do	許容差
5.96 ≤ do ≤ 25.40	+0.05 / 0
25.40 < do ≤ 50.80	+0.08 / 0
50.80 < do ≤ 101.60	+0.10 / 0
101.60 < do ≤ 177.80	+0.13 / 0
177.80 < do ≤ 304.80	+0.15 / 0
304.80 < do ≤ 508.00	+0.18 / 0
508.00 < do ≤ 762.00	+0.20 / 0
762.00 < do ≤ 967.16	+0.23 / 0

5.歯先円周の振れの公差 単位：mm

プーリの歯先円直径 do	振れの公差 (円周の振れ)
5.96 ≤ do ≤ 203.20	0.13
203.20 < do ≤ 967.16	0.13 + [(歯先円直径 do - 203.20) × 0.0005]

6.円筒度・平行度の公差 単位：mm

プーリの呼び幅	円筒度の公差	平行度の公差
025~050	0.01	0.03
075~150	0.02	
200・300	0.04	0.04
400・500	0.06	0.05

1.削り加工寸法の普通許容差 B 0405—1991—

面取り部分を除く長さ寸法に対する許容差

単位：mm

公差等級	記号	説明	基準寸法の区分						
			0.5 ⁽¹⁾ 以上 3以下	3を超え 6以下	6を超え 30以下	30を超え 120以下	120を超え 400以下	400を超え 1000以下	1000を超え 2000以下
許容差									
f	精級		±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5
m	中級		±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2
c	粗級		±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3
v	極粗級		—	±0.5	±1	±1.5	±2.5	±4	±6

注(1)：0.5mm未満の基準寸法に対しては、その基準寸法に続けて許容差を個々に指示する。

2.面取り部分の長さ寸法(かどの丸み及びかどの面取り寸法)に対する許容差

単位：mm

公差等級	記号	説明	基準寸法の区分		
			0.5 ⁽²⁾ 以上 3以下	3を超え 6以下	6を超え るもの
許容差					
f	精級		±0.2	±0.5	±1
m	中級		±0.2	±0.5	±1
c	粗級		±0.4	±1	±2
v	極粗級		±0.4	±1	±2

注(2)：0.5mm未満の基準寸法に対しては、その基準寸法に続けて許容差を個々に指示する。

3.角度寸法の許容差

公差等級	記号	説明	対象とする角度の短い方の辺の長さ (単位mm)の区分				
			10以下	10を超え 50以下	50を超え 120以下	120を超え 400以下	400を超え るもの
許容差							
f	精級		±1°	±30'	±20'	±10'	±5'
m	中級		±1°	±30'	±20'	±10'	±5'
c	粗級		±1°30'	±1°	±30'	±15'	±10'
v	極粗級		±3°	±2°	±1°	±30'	±20'

4.直角度の普通公差 B 0419—1991—

単位：mm

公差等級	短い方の辺の呼び長さの区分			
	100以下	100を超え 300以下	300を超え 1000以下	1000を超え 3000以下
直角度公差				
H	0.2	0.3	0.4	0.5
K	0.4	0.6	0.8	1
L	0.6	1	1.5	2

5.真直度及び平面度の普通公差 単位：mm

単位：mm

公差等級	呼び長さの区分					
	10以下	10を超え 30以下	30を超え 100以下	100を超え 300以下	300を超え 1000以下	1000を超え 3000以下
真直度公差及び平面度公差						
H	0.02	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4
K	0.05	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8
L	0.1	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6

6.対称度の普通公差 単位：mm

単位：mm

公差等級	呼び長さの区分			
	100以下	100を超え 300以下	300を超え 1000以下	1000を超え
対称度公差				
H	0.5			
K	0.6		0.8	1
L	0.6	1	1.5	2

【技術データ】はめあい選択の基礎/寸法公差及びはめあい

JIS使い方シリーズ製図マニュアル(精度編)より抜粋 JIS B 0401(1999)より抜粋

【技術データ】常用するはめあいの寸法公差 JIS B 0401(1999)より抜粋

部品を相対的に動かさし得る	適合	適用部分				機能上の分類	適用例
		H6	H7	H8	H9		
すき間ばめ	軽転合	特に大きいすき間があってもよいが、又はすき間が必要な動く部分。組立てを容易にするためにすき間を大きくしてよい部分。高温時にも適当なすき間を必要とする部分。				機能上大きいすき間が必要な部分。 膨張する。位置誤差が大きい。 はめあい長さが長い。	ピストンリングとリング溝 ゆるい止めピンのはめあい
		大きいすき間があってもよいが、あるいはすき間が必要な部分。				コストを低下させたい。 製作コスト 保守コスト	クラウンクワープとピン軸受(側面) 排気弁弁箱とはね受けしゅう動部 ピストンリングとリング溝
	やや大きなすき間があってもよいが、あるいはすき間が必要な動く部分。やや大きなすき間で、潤滑のよい軸受部。 高温・高速・高負荷の軸受部(高度の強制潤滑)。				一般の回転又はしゅう動する部分。 (潤滑のよいことが要求される)	排気弁弁座のはめあい クランク軸用軸受 一般しゅう動部	
	適当なすき間があって運動のできるはめあい(上質のはめあい)。 그리스・油潤滑の一般常温軸受部。				普通のはめあい部分。 (分解することが多い)	冷却式排気弁弁箱挿入部 一般的な軸とブッシュ リング装置レバーとブッシュ	
中間ばめ	精転合	軽荷重の精密機器の連続回転部分。 すき間の小さい運動のできるはめあい(スピット、位置ぎめ)。 精密なしゅう動部分。				ほとんどがたのない精密な運動が要求される部分。	リンク装置ピンとレバー キーとキー溝 精密な制御弁棒
		潤滑剤を使用すれば手で動かせるはめあい(上質の位置ぎめ)。 特に精密なしゅう動部分。 重要な静止部分。				はめあいの結合力だけでは、力を伝達することができない。	リムとボスのはめあい 精密な歯車装置の歯車のはめあい
	わずかなめしりがあってもよい取付部分。 使用中互いに動かないようにする高精度の位置ぎめ。 木・鉛ハンマで組立・分解のできるはめあい。				継手フランジ間のはめあい ガバナウェイとピン 歯車リムとボスのはめあい		
	組立・分解に鉄ハンマ・ハンドプレスを使用する程度のはめあい(部品相互間の回転防止にはキーなどが重要)。 高精度の位置ぎめ。				歯車ポンプ軸とケーシングとの固定 リマボルト		
組立・分解については上に同じ。 少しのすき間も許されない高精度な位置ぎめ。				リマボルト 油圧機器ピストンと軸の固定 継手フランジと軸とはめあい			
動かさし得ない	軽圧入	組立・分解に相当な力を要するはめあい。 高精度の固定取付(大トルクの伝動にはキーなどが重要)。				小さい力ならはめあいの結合力で伝達できる。	たわみ継手と歯車(受動側) 高精度はめ込み 吸入弁、弁案内挿入
		組立・分解に大きな力を要するはめあい(大トルクの伝動にはキーが必要)。 ただし、非鉄部品どしの場合には圧入力は軽圧入程度となる。 鉄と鉄、青銅と銅との標準的圧入程度。					吸入弁、弁案内挿入 歯車と軸との固定(小トルク) たわみ継手軸と歯車(駆動側)
	組立・分解については上に同じ。 大寸法の部品では焼ばめ、冷しばめ、強圧入となる。				部品を損傷しないで分解することは困難。	継手と軸 軸受ブッシュのはめ込み固定	
	相互にしっかりと固定され、組立には焼ばめ、冷しばめ、強圧入を必要とし分解することのない永久的組立となる。軽合金の場合には圧入程度となる。					吸入弁、弁座挿入 継手フランジと軸固定(大トルク) 駆動歯車リムとボスとの固定 軸受ブッシュはめ込固定	

1.1 常用する穴基準はめあいの寸法公差

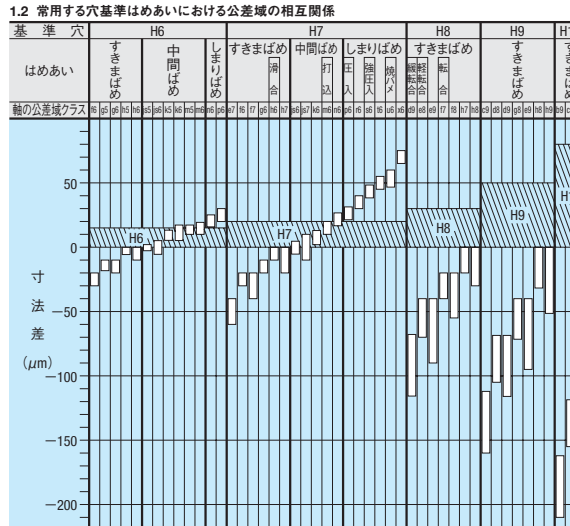
基準穴	軸の公差域クラス									
	すきまばめ	中間ばめ					しまりばめ			
H6										
H7										
H8										
H9										
H10										

[注] *これらのはめあいは、寸法の区分によっては例外を生じる。

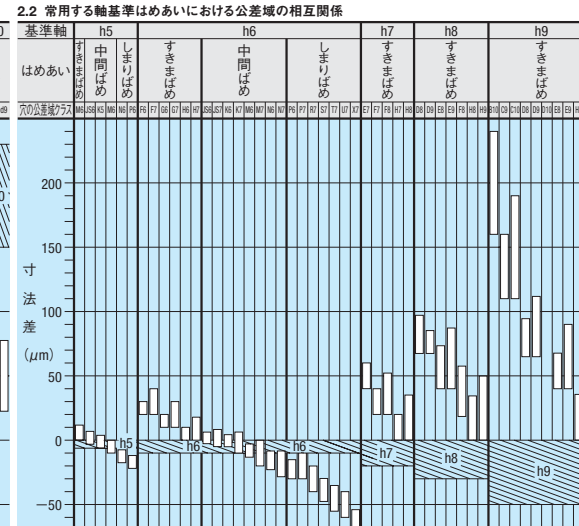
2.1 常用する軸基準はめあいの寸法公差

基準軸	穴の公差域クラス									
	すきまばめ	中間ばめ					しまりばめ			
h5										
h6										
h7										
h8										
h9										

[注] *これらのはめあいは、寸法の区分によっては例外を生じる。



*上表は基準寸法 18mm を越え 30mm 以下の場合です。



*上表は基準寸法 18mm を越え 30mm 以下の場合です。

常用するはめあいの軸で用いる寸法許容差

基準寸法の区分 (mm)	軸の公差域クラス																					単位 μm																			
	b9	c9	d8	d9	e7	e8	e9	f6	f7	f8	g5	g6	h5	h6	h7	h8	h9	js5	js6	js7	k5		k6	m5	m6	n5*	n6	p6	r6	s6	t6	u6	x6								
を越え以下	-1	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	±2	±3	±5	+4	+6	+8	+8	+8	+10	+12	+16	+20	+26	+33	+41	+51	+64	+81	+101					
3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	±2.5	±3	±4	±5	±6	±8	±10	±12	±15	±20	±26	±33	±41	±51	±64	±81	±101

常用するはめあいで用いる穴の寸法許容差

基準寸法の区分 (mm)	穴の公差域クラス																					単位 μm																			
	B10	C9	C10	D8	D9	D10	E7	E8	E9	F6	F7	F8	G6	G7	H6	H7	H8	H9	H10	JS6	JS7		K6	K7	M6	M7	N6	N7	P6	P7	R7	S7	T7	U7	X7						
を越え以下	-1	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	±2	±3	±5	+4	+6	+8	+8	+8	+10	+12	+16	+20	+26	+33	+41	+51	+64	+81	+101					
3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	±2.5	±3	±4	±5	±6	±8	±10	±12	±15	±20	±26	±33	±41	±51	±64	±81	±101

備考 表中各段で、上側の数値は上の寸法許容差、下側の数値は下の寸法許容差を示す。 [注] * n5 は旧 JS 規格ですが、ミス製品の多くに該当しているために掲載しました。

1. 表面粗さの種類

工業製品の表面粗さを表すパラメータとして、算術平均粗さ(Ra)、最大高さ(Ry)、十点平均粗さ(Rz)、凹凸の平均間隔(Sm)、局部山頂の平均間隔(S)及び負荷長さ率(tp)の定義並びに表示について規定されており、表面粗さは、対象物の表面からランダムに抜き取った各部分におけるそれぞれの算術平均値である。

[中心線平均粗さ(Ra75)は、JIS B 0031・JIS B 0601の付属書で定義されている。]

代表的な表面粗さの求め方

<p>算術平均粗さ Ra</p> <p>粗さ曲線からその平均線の方向に基準長さだけを抜き取り、この抜き取り部分の平均線の方向にX軸を、縦倍率の方向にY軸を取り、粗さ曲線を$y=f(x)$で表したときに、次の式によって求められる値をマイクロメートル(μm)で表したものをいう。</p>	
<p>最大高さ Ry</p> <p>粗さ曲線からその平均線の方向に基準長さだけを抜き取り、この抜き取り部分の山頂線と谷底線との間隔を粗さ曲線の縦倍率の方向に測定し、この値をマイクロメートル(μm)で表したものをいう。</p> <p>備考 Ryを求める場合には、きざとみなされるような並はずれて高い山及び低い谷がない部分から、基準長さだけ抜き取る。</p>	
<p>十点平均粗さ Rz</p> <p>粗さ曲線からその平均線の方向に基準長さだけを抜き取り、この抜き取り部分の平均線から縦倍率の方向に測定した、最も高い山頂から5番目までの山頂の標高(Yp)の絶対値の平均値と、最も低い谷底から5番目までの谷底の標高(Yv)の絶対値の平均値との和を求め、この値をマイクロメートル(μm)で表したものをいう。</p>	<p>$Rz = \frac{ Yp1+Yp2+Yp3+Yp4+Yp5 + Yv1+Yv2+Yv3+Yv4+Yv5 }{5}$</p> <p>Yp1, Yp2, Yp3, Yp4, Yp5: 基準長さlに対する抜き取り部分の、最も高い山頂から5番目までの山頂の標高</p> <p>Yv1, Yv2, Yv3, Yv4, Yv5: 基準長さlに対する抜き取り部分の、最も低い谷底から5番目までの谷底の標高</p>

参考 算術平均粗さ(Ra)と従来の表記の関係

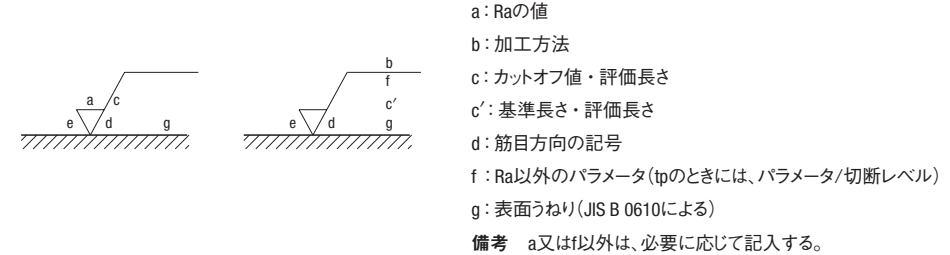
算術平均粗さ Ra		面の肌の図示	最大高さ Ry	十点平均粗さ Rz	Ry・Rzの基準長さ l (mm)	従来の仕上げ記号
標準数値	カットオフ値 λ_c (mm)		標準数値	標準数値		
0.012 a	0.08	$0.012 \sqrt{\text{ }} \sim 0.2 \sqrt{\text{ }}$	0.05 s	0.05 z	0.08	
0.025 a			0.1 s	0.1 z		
0.05 a			0.2 s	0.2 z		
0.1 a			0.4 s	0.4 z		
0.2 a			0.8 s	0.8 z		
0.4 a	0.8	$0.4 \sqrt{\text{ }} \sim 1.6 \sqrt{\text{ }}$	1.6 s	1.6 z	0.8	
0.8 a			3.2 s	3.2 z		
1.6 a			6.3 s	6.3 z		
3.2 a	2.5	$3.2 \sqrt{\text{ }} \sim 6.3 \sqrt{\text{ }}$	12.5 s	12.5 z	2.5	
6.3 a			25 s	25 z		
12.5 a	8	$12.5 \sqrt{\text{ }} \sim 25 \sqrt{\text{ }}$	50 s	50 z	8	
25 a			100 s	100 z		
50 a	-	$50 \sqrt{\text{ }} \sim 100 \sqrt{\text{ }}$	200 s	200 z	-	
100 a			400 s	400 z		

※3種類の相互関係は、便宜上の関係を表したもので厳密性はない。
※Ra・Ry、Rzの評価長さはカットオフ値、基準長さをそれぞれ5倍した値です。

1. 面の指示記号に対する各指示記号の位置

面の肌に関する指示記号は、面の指示記号に対し、表面粗さの値、カットオフ値又は基準長さ、加工方法、筋目方向の記号、表面うねりなどを図1で示す位置に配置して表す。

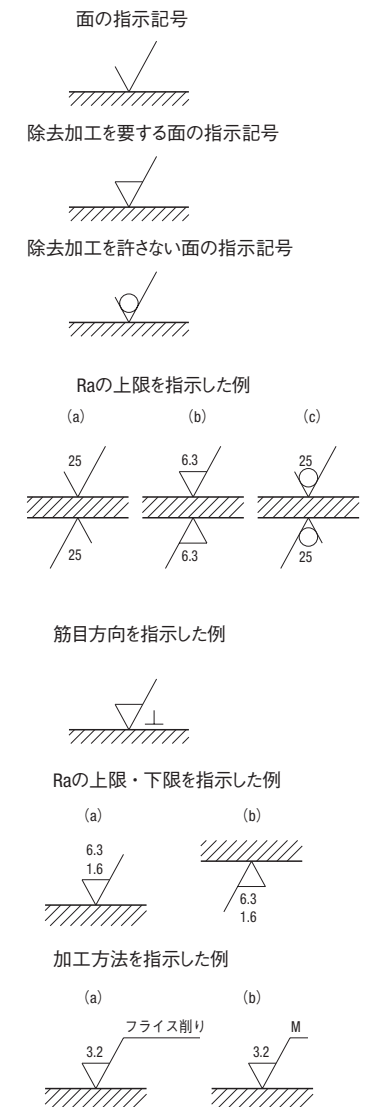
図1 各指示記号の記入位置



参考 図1のeの箇所に、ISO 1302では仕上げ代を記入することになっている。

記号	意味	説明図
=	加工による刃物の筋目の方向が記号を記入した図の投影面に平行 例 形削り面	
\perp	加工による刃物の筋目の方向が記号を記入した図の投影面に直角 例 形削り面(横から見る状態) 旋削、円筒研削面	
X	加工による刃物の筋目の方向が記号を記入した図の投影面に斜めで2方向に交差 例 ホーニング仕上げ面	
M	加工による刃物の筋目が多方向に交差又は無方向 例 ラップ仕上げ面、超仕上げ面、横送りをかけた正面フライスまたはエンドミル削り面	
C	加工による刃物の筋目が記号を記入した面の中心に対してほぼ同心円状 例 面削り面	
R	加工による刃物の筋目が記号を記入した面の中心に対して、ほぼ放射状	

面の肌の図示例

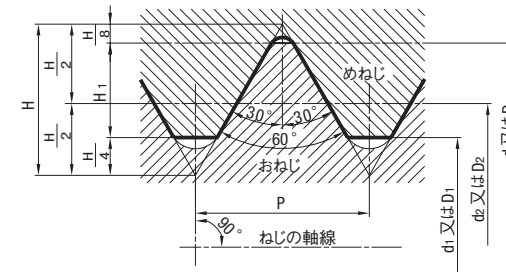


技術データ

鋼のロックウェルC硬さに対する近似的換算値⁽¹⁾

(HRC) ロックウェルCスケール硬さ	(HV) ビッカース硬さ	ブリネル硬さ(HB) 10mm球 荷重3000kgf			ロックウェル硬さ ⁽²⁾			ロックウェルスーパーフィナル硬さ ダイヤモンド円錐圧子			(Hs) ショア硬さ	引張強さ (近似値) MPa (kgf/mm ²) ⁽²⁾	ロックウェルCスケール硬さ ⁽³⁾
		標準球	タングステンカーバイド球	(HRA) Aスケール 荷重60kgf 径1.6mm 円錐圧子	(HRB) Bスケール 荷重100kgf (1/16in) 球	(HRD) Dスケール 荷重100kgf 円錐圧子	15-N スケール 荷重15kgf	30-N スケール 荷重30kgf	45-N スケール 荷重45kgf				
68	940	—	—	85.6	—	76.9	93.2	84.4	75.4	97	—	68	
67	900	—	—	85.0	—	76.1	92.9	83.6	74.2	95	—	67	
66	865	—	—	84.5	—	75.4	92.5	82.8	73.3	92	—	66	
65	832	—	(739)	83.9	—	74.5	92.2	81.9	72.0	91	—	65	
64	800	—	(722)	83.4	—	73.8	91.8	81.1	71.0	88	—	64	
63	772	—	(705)	82.8	—	73.0	91.4	80.1	69.9	87	—	63	
62	746	—	(688)	82.3	—	72.2	91.1	79.3	68.8	85	—	62	
61	720	—	(670)	81.8	—	71.5	90.7	78.4	67.7	83	—	61	
60	697	—	(654)	81.2	—	70.7	90.2	77.5	66.6	81	—	60	
59	674	—	(634)	80.7	—	69.9	89.8	76.6	65.5	80	—	59	
58	653	—	615	80.1	—	69.2	89.3	75.7	64.3	78	—	58	
57	633	—	595	79.6	—	68.5	88.9	74.8	63.2	76	—	57	
56	613	—	577	79.0	—	67.7	88.3	73.9	62.0	75	—	56	
55	595	—	560	78.5	—	66.9	87.9	73.0	60.9	74	2075(212)	55	
54	577	—	543	78.0	—	66.1	87.4	72.0	59.8	72	2015(205)	54	
53	560	—	525	77.4	—	65.4	86.9	71.2	58.5	71	1950(199)	53	
52	544	(500)	512	76.8	—	64.6	86.4	70.2	57.4	69	1880(192)	52	
51	528	(487)	496	76.3	—	63.8	85.9	69.4	56.1	68	1820(186)	51	
50	513	(475)	481	75.9	—	63.1	85.5	68.5	55.0	67	1760(179)	50	
49	498	(464)	469	75.2	—	62.1	85.0	67.6	53.8	66	1695(173)	49	
48	484	451	455	74.7	—	61.4	84.5	66.7	52.5	64	1635(167)	48	
47	471	442	443	74.1	—	60.8	83.9	65.8	51.4	63	1580(161)	47	
46	458	432	432	73.6	—	60.0	83.5	64.8	50.3	62	1530(156)	46	
45	446	421	421	73.1	—	59.2	83.0	64.0	49.0	60	1480(151)	45	
44	434	409	409	72.5	—	58.5	82.5	63.1	47.8	58	1435(146)	44	
43	423	400	400	72.0	—	57.7	82.0	62.2	46.7	57	1385(141)	43	
42	412	390	390	71.5	—	56.9	81.5	61.3	45.5	56	1340(136)	42	
41	402	381	381	70.9	—	56.2	80.9	60.4	44.3	55	1295(132)	41	
40	392	371	371	70.4	—	55.4	80.4	59.5	43.1	54	1250(127)	40	
39	382	362	362	69.9	—	54.6	79.9	58.6	41.9	52	1215(124)	39	
38	372	353	353	69.4	—	53.8	79.4	57.7	40.8	51	1180(120)	38	
37	363	344	344	68.9	—	53.1	78.8	56.8	39.6	50	1160(118)	37	
36	354	336	336	68.4	(109.0)	52.3	78.3	55.9	38.4	49	1115(114)	36	
35	345	327	327	67.9	(108.5)	51.5	77.7	55.0	37.2	48	1080(110)	35	
34	336	319	319	67.4	(108.0)	50.8	77.2	54.2	36.1	47	1055(108)	34	
33	327	311	311	66.8	(107.5)	50.0	76.6	53.3	34.9	46	1025(105)	33	
32	318	301	301	66.3	(107.0)	49.2	76.1	52.1	33.7	44	1000(102)	32	
31	310	294	294	65.8	(106.0)	48.4	75.6	51.3	32.7	43	980(100)	31	
30	302	286	286	65.3	(105.5)	47.7	75.0	50.4	31.3	42	950(97)	30	
29	294	279	279	64.7	(104.5)	47.0	74.5	49.5	30.1	41	930(95)	29	
28	286	271	271	64.3	(104.0)	46.1	73.9	48.6	28.9	41	910(93)	28	
27	279	264	264	63.8	(103.0)	45.2	73.3	47.7	27.8	40	880(90)	27	
26	272	258	258	63.3	(102.5)	44.6	72.8	46.8	26.7	38	860(88)	26	
25	266	253	253	62.8	(101.5)	43.8	72.2	45.9	25.5	38	840(86)	25	
24	260	247	247	62.4	(101.0)	43.1	71.6	45.0	24.3	37	825(84)	24	
23	254	243	243	62.0	100.0	42.1	71.0	44.0	23.1	36	805(82)	23	
22	248	237	237	61.5	99.0	41.6	70.5	43.2	22.0	35	785(80)	22	
21	243	231	231	61.0	98.5	40.9	69.9	42.3	20.7	35	770(79)	21	
20	238	226	226	60.5	97.8	40.1	69.4	41.5	19.6	34	760(77)	20	
(18)	230	219	219	—	96.7	—	—	—	—	33	730(75)	(18)	
(16)	222	212	212	—	95.5	—	—	—	—	32	705(72)	(16)	
(14)	213	203	203	—	93.9	—	—	—	—	31	675(69)	(14)	
(12)	204	194	194	—	92.3	—	—	—	—	29	650(66)	(12)	
(10)	196	187	187	—	90.7	—	—	—	—	28	620(63)	(10)	
(8)	188	179	179	—	89.5	—	—	—	—	27	600(61)	(8)	
(6)	180	171	171	—	87.1	—	—	—	—	26	580(59)	(6)	
(4)	173	165	165	—	85.5	—	—	—	—	25	550(56)	(4)	
(2)	166	158	158	—	83.5	—	—	—	—	24	530(54)	(2)	
(0)	160	152	152	—	81.7	—	—	—	—	24	515(53)	(0)	

注⁽¹⁾ 青色の数字は、ASTM E 140 表 1 による (SAE・ASM・ASTM が合同で調整したものである)
⁽²⁾ 括弧 () を付けて示してある単位及び数値は、JIS Z 8413 及び Z 8438 換算表により psi から換算したものである。
 なお 1MPa = 1N/mm²
⁽³⁾ 表中括弧 () 内の数字は、あまり用いられない範囲のものであり参考として示したものである。



$$H = 0.866025P \quad D = d$$

$$H_1 = 0.541266P \quad D_2 = d_2$$

$$d_2 = d - 0.649519P \quad D_1 = d_1$$

$$d_1 = d - 1.082532P$$

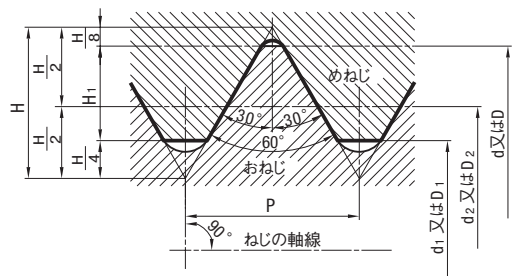
単位 : mm

ねじの呼び (1)*			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
			外径d	有効径d ₂	谷の径d ₁		
M 1			0.25	0.135	1.000	0.838	0.729
M 1.2	M 1.1		0.25	0.135	1.100	0.938	0.829
			0.25	0.135	1.200	1.038	0.929
M 1.6	M 1.4		0.3	0.162	1.400	1.205	1.075
			0.35	0.189	1.600	1.373	1.221
M 2	M 1.8		0.35	0.189	1.800	1.573	1.421
			0.4	0.217	2.000	1.740	1.567
M 2.5	M 2.2		0.45	0.244	2.200	1.908	1.713
			0.45	0.244	2.500	2.208	2.013
M 3			0.5	0.271	3.000	2.675	2.459
M 4	M 3.5		0.6	0.325	3.500	3.110	2.850
			0.7	0.379	4.000	3.545	3.242
M 5	M 4.5		0.75	0.406	4.500	4.013	3.688
M 6			0.8	0.433	5.000	4.480	4.134
			1	0.541	6.000	5.350	4.917
M 8		M 7	1	0.541	7.000	6.350	5.917
		M 9	1.25	0.677	8.000	7.188	6.647
M 10			1.25	0.677	9.000	8.188	7.647
		M 11	1.5	0.812	10.000	9.026	8.376
M 12			1.5	0.812	11.000	10.026	9.376
			1.75	0.947	12.000	10.863	10.106
M 16	M 14		2	1.083	14.000	12.701	11.835
			2	1.083	16.000	14.701	13.835
M 20	M 18		2.5	1.353	18.000	16.376	15.294
			2.5	1.353	20.000	18.376	17.294
M 24	M 22		2.5	1.353	22.000	20.376	19.294
			3	1.624	24.000	22.051	20.752
M 30	M 27		3	1.624	27.000	25.051	23.752
			3.5	1.894	30.000	27.727	26.211
M 36	M 33		3.5	1.894	33.000	30.727	29.211
			4	2.165	36.000	33.402	31.670
M 42	M 39		4	2.165	39.000	36.402	34.670
			4.5	2.436	42.000	39.077	37.129
M 48	M 45		4.5	2.436	45.000	42.077	40.129
			5	2.706	48.000	44.752	42.587
M 56	M 52		5	2.706	52.000	48.752	46.587
			5.5	2.977	56.000	52.428	50.046
M 64	M 60		5.5	2.977	60.000	56.428	54.046
			6	3.248	64.000	60.103	57.505
	M 68		6	3.248	68.000	64.103	61.505

*1欄を優先的に、必要に応じて2欄、3欄の順に選ぶ。

技術データ

〔技術データ〕 メートル細目ねじ JIS B 0207(1999)より抜粋



$$\begin{aligned} H &= 0.866025P & D &= d \\ H_1 &= 0.541266P & D_2 &= d_2 \\ d_2 &= d - 0.649519P & D_1 &= d_1 \\ d_1 &= d - 1.082532P \end{aligned}$$

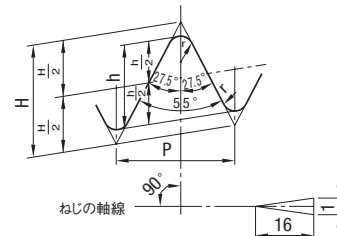
単位：mm

ねじの呼び	ピッチ P	ひっかかりの高さ H_1	めねじ			ねじの呼び	ピッチ P	ひっかかりの高さ H_1	めねじ									
			おねじ						おねじ									
			谷の径 D	有効径 D_2	内径 D_1				外径 d	有効径 d_2	谷の径 d_1	谷の径 D	有効径 D_2	内径 D_1				
M 1 ×0.2	0.2	0.108	1.000	0.870	0.783	M 25×2	2	1.083	25.000	23.701	22.835	M 25×1.5	1.5	0.812	25.000	24.026	23.376	
M 1.1×0.2	0.2	0.108	1.100	0.970	0.883	M 25×1	1	0.541	25.000	24.350	23.917	M 26×1.5	1.5	0.812	26.000	25.026	24.376	
M 1.2×0.2	0.2	0.108	1.200	1.070	0.983	M 27×2	2	1.083	27.000	25.701	24.835	M 27×1.5	1.5	0.812	27.000	26.026	25.376	
M 1.4×0.2	0.2	0.108	1.400	1.270	1.183	M 27×1	1	0.541	27.000	26.350	25.917	M 28×2	2	1.083	28.000	26.701	25.835	
M 1.6×0.2	0.2	0.108	1.600	1.470	1.383	M 28×1.5	1.5	0.812	28.000	27.026	26.376	M 28×1	1	0.541	28.000	27.350	26.917	
M 1.8×0.2	0.2	0.108	1.800	1.670	1.583	M 30×3	3	1.624	30.000	28.051	26.752	M 30×2	2	1.083	30.000	28.701	27.835	
M 2 ×0.25	0.25	0.135	2.000	1.838	1.729	M 30×1.5	1.5	0.812	30.000	29.026	28.376	M 30×1	1	0.541	30.000	29.350	28.917	
M 2.2×0.25	0.25	0.135	2.200	2.038	1.929	M 32×2	2	1.082	32.000	30.701	29.835	M 32×1.5	1.5	0.812	32.000	31.026	30.376	
M 2.5×0.35	0.35	0.189	2.500	2.273	2.121	M 32×1	1	0.541	32.000	31.376		M 33×3	3	1.624	33.000	31.051	29.752	
M 3 ×0.35	0.35	0.189	3.000	2.773	2.621	M 33×2	2	1.083	33.000	31.701	30.835	M 33×1.5	1.5	0.812	33.000	32.026	31.376	
M 3.5×0.35	0.35	0.189	3.500	3.273	3.121	M 33×1	1	0.541	33.000	32.026	31.376	M 35×1.5	1.5	0.812	35.000	34.026	33.376	
M 4 ×0.5	0.5	0.271	4.000	3.675	3.459	M 36×3	3	1.624	36.000	34.051	32.752	M 36×2	2	1.083	36.000	34.701	33.835	
M 4.5×0.5	0.5	0.271	4.500	4.175	3.959	M 36×1.5	1.5	0.812	36.000	35.026	34.376	M 36×1	1	0.541	36.000	35.350	34.917	
M 5 ×0.5	0.5	0.271	5.000	4.675	4.459	M 38×1.5	1.5	0.812	38.000	37.026	36.376	M 39×3	3	1.624	39.000	37.051	35.752	
M 5.5×0.5	0.5	0.271	5.500	5.175	4.959	M 39×2	2	1.083	39.000	37.701	36.835	M 39×1.5	1.5	0.812	39.000	38.026	37.376	
M 6 ×0.75	0.75	0.406	6.000	5.513	5.188	M 40×3	3	1.624	40.000	38.051	36.752	M 40×2	2	1.083	40.000	38.701	37.835	
M 7 ×0.75	0.75	0.406	7.000	6.513	6.188	M 40×1.5	1.5	0.812	40.000	39.026	38.376	M 42×4	4	2.165	42.000	39.402	37.670	
M 8 ×1	1	0.541	8.000	7.350	6.917	M 42×3	3	1.624	42.000	40.051	38.752	M 42×2	2	1.083	42.000	40.701	39.835	
M 8 ×0.75	0.75	0.406	8.000	7.513	7.188	M 42×1.5	1.5	0.812	42.000	41.026	40.376	M 45×4	4	2.165	45.000	42.402	40.670	
M 9 ×1	1	0.541	9.000	8.350	7.917	M 45×3	3	1.624	45.000	43.051	41.752	M 45×2	2	1.083	45.000	43.701	42.835	
M 9 ×0.75	0.75	0.406	9.000	8.513	8.188	M 45×1.5	1.5	0.812	45.000	44.026	43.376	M 48×4	4	2.165	48.000	45.402	43.670	
M 10 ×1.25	1.25	0.677	10.000	9.188	8.647	M 48×3	3	1.624	48.000	46.051	44.752	M 48×2	2	1.083	48.000	46.701	45.835	
M 10 ×1	1	0.541	10.000	9.350	8.917	M 48×1.5	1.5	0.812	48.000	47.026	46.376	M 52×4	4	2.165	52.000	49.402	47.670	
M 10 ×0.75	0.75	0.406	10.000	9.513	9.188	M 52×3	3	1.624	52.000	50.051	48.752	M 52×2	2	1.083	52.000	50.701	49.835	
M 11 ×1	1	0.541	11.000	10.350	9.917	M 52×1.5	1.5	0.812	52.000	51.026	50.376	M 55×4	4	2.165	55.000	52.402	50.670	
M 11 ×0.75	0.75	0.406	11.000	10.513	10.188	M 55×3	3	1.624	55.000	53.051	51.752	M 55×2	2	1.083	55.000	53.701	52.835	
M 12 ×1.5	1.5	0.812	12.000	11.026	10.376	M 55×1.5	1.5	0.812	55.000	54.026	53.376							
M 12 ×1.25	1.25	0.677	12.000	11.188	10.647													
M 12 ×1	1	0.541	12.000	11.350	10.917													
M 14 ×1.5	1.5	0.812	14.000	13.026	12.376													
M 14 ×1.25	1.25	0.677	14.000	13.188	12.647													
M 14 ×1	1	0.541	14.000	13.350	12.917													
M 15 ×1.5	1.5	0.812	15.000	14.026	13.376													
M 15 ×1	1	0.541	15.000	14.350	13.917													
M 16 ×1.5	1.5	0.812	16.000	15.026	14.376													
M 16 ×1	1	0.541	16.000	15.350	14.917													
M 17 ×1.5	1.5	0.812	17.000	16.026	15.376													
M 17 ×1	1	0.541	17.000	16.350	15.917													
M 18 ×2	2	1.083	18.000	16.701	15.835													
M 18 ×1.5	1.5	0.812	18.000	17.026	16.376													
M 18 ×1	1	0.541	18.000	17.350	16.917													
M 20 ×2	2	1.083	20.000	18.701	17.835													
M 20 ×1.5	1.5	0.812	20.000	19.026	18.376													
M 20 ×1	1	0.541	20.000	19.350	18.917													
M 22 ×2	2	1.083	22.000	20.701	19.835													
M 22 ×1.5	1.5	0.812	22.000	21.026	20.376													
M 22 ×1	1	0.541	22.000	21.350	20.917													
M 24 ×2	2	1.083	24.000	22.701	21.835													
M 24 ×1.5	1.5	0.812	24.000	23.026	22.376													
M 24 ×1	1	0.541	24.000	23.350	22.917													

〔技術データ〕 管用テーパねじ JIS B 0203(1999)より抜粋

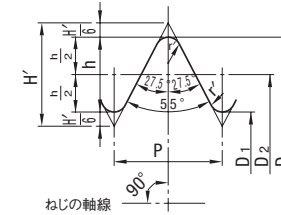
基準山形及び基準寸法

テーパねじ及びテーパめねじに対して、適用する基準山形



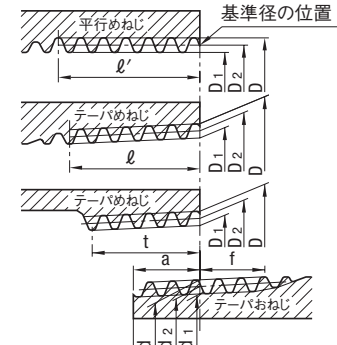
$$\begin{aligned} p &= \frac{25.4}{n} \\ H &= 0.960237P \\ h &= 0.640327P \\ r &= 0.137278P \end{aligned}$$

平行めねじに対して適用する基準山形



$$\begin{aligned} p &= \frac{25.4}{n} \\ H' &= 0.960491P \\ h &= 0.640327P \\ r' &= 0.137329P \end{aligned}$$

テーパねじテーパめねじ又は平行めねじとはめあい



単位：mm

ねじの呼び の 呼び	ねじ山				基準径			基準径の位置			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 n	ピッチ P (参考)	山の 高さ h	丸み r 又は r'	おねじ			おねじ	めねじ	平行 めねじ の D, D ₂ 及び D ₁ の 許容差	おねじ	めねじ		外径			厚さ	
					外径 d	有効径 d ₂	谷の径 d ₁					管端から	管端部					不完全ね じ部 がある場合
					R ⁽¹⁾ / ₁₆	28	0.9071	0.581	0.12		7.723	7.142	6.561					3.97
R ⁽¹⁾ / ₈	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

注 (1)：この呼びは、テーパ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 (※参照)。
 (2)：テーパのねじは基準径の位置から小径側に向かった長さ、平行めねじは管又は管継手端からの長さ。
 備考 1. ねじ山は中心軸線に直角とし、ピッチは中心軸線に沿って測る。
 2. 有効ねじ部の長さは、完全なねじ山の切られたねじ部の長さで、最後の数山だけは、その頂に管又は管継手の面が残っていてもよい。
 また、管又は管継手の末端に面取りがあっても、この部分を有効ねじ部の長さに含める。
 3. a、f 又は t がこの表の数値によりがたい場合は、別に定める部品の規格による。
 (※) 管用テーパねじの種類は、管用テーパねじ、管用テーパめねじ及び管用平行めねじとする。
 この管用平行めねじは、管用テーパねじに対して使用するもので、JIS B 0202 に規定する管用平行めねじとは寸法許容差が異なる。

〔技術データ〕 ボルトの適正締付軸力/適正締付トルク

〔技術データ〕 ボルト・スクリュープラグ・ノックピンの強度

■ボルトで締結するときの締付軸力及び疲労限度

- ボルトを締付ける際の適正締付軸力の算出は、トルク法では規格耐力の70%を最大とする弾性域内であること
- 繰返し荷重によるボルトの疲労強度が許容値を超えないこと
- ボルト及びナットの座面で被締付物を陥没させないこと
- 締付によって被締付物を破損させないこと

ボルトの締付方法としては、トルク法・トルク勾配法・回転角法・伸び測定法等がありますが、トルク法が簡便であるため広く利用されています。

■締付軸力と締付トルクの計算

締付軸力Ffの関係は(1)式で示されます。
 $Ff = 0.7 \times \sigma_y \times A_s \dots (1)$
 締付トルクTIAは(2)式で求められます。
 $TIA = 0.35k(1 + 1/Q) \sigma_y \cdot A_s \cdot d \dots (2)$

k : トルク係数
 d : ボルトの呼び径 [cm]
 Q : 締付係数
 σ_y : 耐力 (強度区分12.9のとき112kgf/mm²)
 A_s : ボルトの有効断面積 [mm²]

■計算例

軟鋼と軟鋼を六角穴付きボルトM6 (強度区分12.9) で、油潤滑の状態での締付けするときの適正トルクと軸力を求めます。

・適正トルクは(2)式より
 $TIA = 0.35k(1 + 1/Q) \sigma_y \cdot A_s \cdot d$
 $= 0.35 \cdot 0.17(1 + 1/1.4) 112 \cdot 20.1 \cdot 0.6$
 $= 138 [\text{kgf} \cdot \text{cm}]$

・軸力Ffは(1)式より
 $Ff = 0.7 \times \sigma_y \times A_s$
 $= 0.7 \times 112 \times 20.1$
 $= 1576 [\text{kgf}]$

■ボルトの表面処理と被締付物及びめねじ材質の組合せによるトルク係数

ボルト表面処理	トルク係数 k	組合せ被締付物の材質-めねじ材質 (a) (b)
銅ボルト 黒色酸化皮膜 油潤滑	0.145	SCM-FC FC-FC SUS-FC
	0.155	S10C-FC SCM-S10C SCM-SCM FC-S10C FC-SCM
	0.165	SCM-SUS FC-SUS AL-FC SUS-S10C SUS-SCM SUS-SUS
	0.175	S10C-S10C S10C-SCM S10C-SUS AL-S10C AL-SCM
	0.185	SCM-AL FC-AL AL-SUS
	0.195	S10C-AL SUS-AL
0.215	AL-AL	
銅ボルト 黒色酸化皮膜 無潤滑	0.25	S10C-FC SCM-FC FC-FC
	0.35	S10C-SCM SCM-SCM FC-S10C FC-SCM AL-FC
	0.45	S10C-S10C SCM-S10C AL-S10C AL-SCM
	0.55	SCM-AL FC-AL AL-AL

S10C: 未調質軟鋼 SCM: 調質鋼 (35HRC) FC: 鋳鉄 (FC200) AL: アルミ SUS: ステンレス (SUS304)

■締付係数Qの標準値

締付係数 Q	締付方法	表面状態		潤滑状態
		ボルト	ナット	
1.25	トルクレンチ	マンガン磷酸塩		
1.4	トルクレンチ	無処理又は磷酸塩	無処理又は磷酸塩	油潤滑又はMoS2ペースト
	トルク制限付きレンチ			
1.6	インパクトレンチ			
1.8	トルクレンチ	無処理又は磷酸塩	無処理	無潤滑
	トルク制限付きレンチ			

強度区分の表し方
 例 12.9
 耐力 (降伏応力) : 引張強さの最小値の90%
 引張強さの最小値が1220N/mm² [124kgf/mm²]
 10.9
 耐力 (降伏応力) : 引張強さの最小値の90%
 引張強さの最小値が1040N/mm² [106kgf/mm²]

■初期締付力と締付トルク

ねじの呼び	有効断面積 As mm ²	強度区分								
		12.9			10.9			8.8		
		降伏荷重 kgf	初期締付力 kgf	締付トルク kgf・cm	降伏荷重 kgf	初期締付力 kgf	締付トルク kgf・cm	降伏荷重 kgf	初期締付力 kgf	締付トルク kgf・cm
M 3×0.5	5.03	563	394	17	482	338	15	328	230	10
M 4×0.7	8.78	983	688	40	842	589	34	573	401	23
M 5×0.8	14.2	1590	1113	81	1362	953	69	927	649	47
M 6×1	20.1	2251	1576	138	1928	1349	118	1313	919	80
M 8×1.25	36.6	4099	2869	334	3510	2457	286	2390	1673	195
M10×1.5	58	6496	4547	663	5562	3894	567	3787	2651	386
M12×1.75	84.3	9442	6609	1160	8084	5659	990	5505	3853	674
M14×2	115	12880	9016	1840	11029	7720	1580	7510	5257	1070
M16×2	157	17584	12039	2870	15056	10539	2460	10252	7176	1670
M18×2.5	192	21504	15053	3950	18413	12889	3380	12922	9045	2370
M20×2.5	245	27440	19208	5600	23496	16447	4790	16489	11542	3360
M22×2.5	303	33936	23755	7620	29058	20340	6520	20392	14274	4580
M24×3	353	39536	27675	9680	33853	23697	8290	23757	16630	5820

(注) ・締付条件: トルクレンチ使用 (表面油潤滑 トルク係数k=0.17 締付係数Q=1.4)
 ・トルク係数は使用条件によって変わりますから、本表はおよその目安としてご利用ください。
 ・本表は株式会社極東製作所のカタログから抜粋して編集したものです。

■ボルトの強度

1) ボルトが引張荷重を受ける場合

$$P = \sigma_t \times A_s \dots (1)$$

$$= \pi d^2 \sigma_t / 4 \dots (2)$$

Pt : 軸方向の引張荷重 [kgf]
 ob : ボルトの降伏応力 [kgf/mm²]
 ot : ボルトの許容応力 [kgf/mm²]
 (σ_t = ob / 安全率 a)
 A_s : ボルトの有効断面積 [mm²]
 A_s = πd² / 4
 d : ボルトの有効径 (谷径) [mm]

(例) 1本の六角穴付きボルトでP=200kgfの引張荷重を繰返し (片振り) 受けるのに適正なサイズを求めます。(六角穴付きボルトは材質: SCM435、38~43HRC、強度区分12.9とします。)

(1)式より

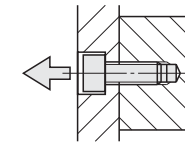
$$A_s = P_t / \sigma_t$$

$$= 200 / 22.4$$

$$= 8.9 [\text{mm}^2]$$

∴これより大きい値の有効断面積を右の表より求め14.2 [mm²]のM5を選定するとよいでしょう。

なお、疲労強度を考慮すれば表の強度区分12.9から許容荷重213kgfのM6を選定します。



2) ストリップボルトのように引張の衝撃荷重を受ける場合には疲労強度から選定します。(同様に200kgfの荷重を受け、ストリップボルトは材質: SCM435、33~38HRC、強度区分10.9とします。)

右表より、強度区分10.9の許容荷重が200kgf以上の時は318 [kgf]のM8となります。従ってM8のねじ部をもつ軸径10mmのMSB10を選定します。なお、せん断荷重を受ける場合にはノックピンを併用してください。

■スクリュープラグの強度

スクリュープラグMSW30が衝撃荷重を受ける場合の許容荷重Pを求めます。(MSW30の材質: S45C、34~43HRCの引張強さobは65kgf/mm²とします。)

MSWの谷径部分でせん断を受けて破損するとすれば、許容荷重P=τt×A

$$= 3.9 \times 107.4$$

$$= 4190 [\text{kgf}]$$

タップが柔らかい材質のときはめねじの谷径から許容せん断を求めます。

せん断面積A=谷径d₁×π×L (谷径d₁≒M-P)
 $A = (M - P) \pi L = (30 - 1.5) \pi \times 12$
 $= 1074 [\text{mm}^2]$
 降伏応力=0.9×引張強さob=0.9×65=58.2
 せん断応力=0.8×降伏応力=46.6
 許容せん断応力τt=せん断応力/安全率12=46.6/12=3.9 [kgf/mm²]

■ノックピンの強度

ノックピン1本に800kgfの繰返し (片振り) せん断荷重がかかるときの適正サイズを求めます。(ノックピンの材質はSUJ2 硬さ58HRC~)

$$P = A \times \tau$$

$$= \pi D^2 \tau / 4$$

$$D = \sqrt{(4P) / (\pi \tau)}$$

$$= \sqrt{(4 \times 800) / (3.14 \times 19.2)}$$

$$\approx 7.3$$

SUJ2の降伏応力対σ_b=120 [kgf/mm²]
 許容せん断強さτ=σ_b×0.8/安全率a
 $= 120 \times 0.8 / 5$
 $= 19.2 [\text{kgf/mm}^2]$

∴MSのノックピンならばD8以上の大きさを選定します。
 また、ノックピンのサイズを大きめに統一すれば、工具や在庫等を削減できます。

ここに掲載したのはあくまでも強度の求め方の一例です。実際には、穴間ピッチ精度、穴の垂直度、面粗度、真円度、プレートの材質、平行度、焼入れの有無、プレス機械の精度、製品の生産数量、工具の摩耗など様々な条件を考慮する必要があります。よって強度計算の値は目安としてご利用ください。(保証値ではありません。)

■引張強さを基準としたUnwinの安全率a

材料	静荷重	繰返し荷重		衝撃荷重
		片振り	両振り	
銅	3	5	8	12
鋳鉄	4	6	10	15
銅、柔らかい金属	5	5	9	15

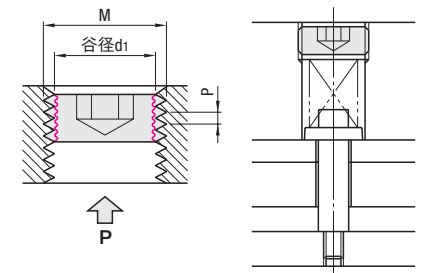
許容応力=基準強さ/安全率a 基準強さ: 延性材料の時は降伏応力 脆性材料の時は破壊応力

強度区分12.9の降伏応力はob=112 [kgf/mm²]
 許容応力σ_t=ob/安全率 (上表から安全率5)
 $= 112 / 5$
 $= 22.4 [\text{kgf/mm}^2]$

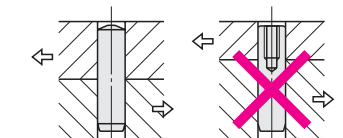
■ボルトの疲労強度 (ねじの場合: 疲労強度は200万回)

ねじの呼び	有効断面積 As mm ²	強度区分			
		12.9		10.9	
		疲労強度* kgf/mm ²	許容荷重 kgf	疲労強度* kgf/mm ²	許容荷重 kgf
M 4	8.78	13.1	114	9.1	79
M 5	14.2	11.3	160	7.8	111
M 6	20.1	10.6	213	7.4	149
M 8	36.6	8.9	326	8.7	318
M10	58	7.4	429	7.3	423
M12	84.3	6.7	565	6.5	548
M14	115	6.1	702	6	690
M16	157	5.8	911	5.7	895
M20	245	5.2	1274	5.1	1250
M24	353	4.7	1659	4.7	1659

疲労強度*は「小ねじ類、ボルトおよびナット用メートルねじの疲れ限度の推定値」(山本)から抜粋して修正したものです。

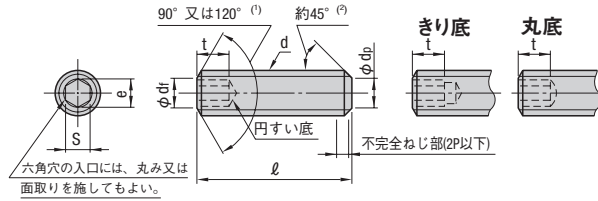


技術データ



ねじ部に負荷がかかるような使い方はしないでください。

1.六角穴付止めねじ・平先の形状・寸法(JIS B 1177-1997)

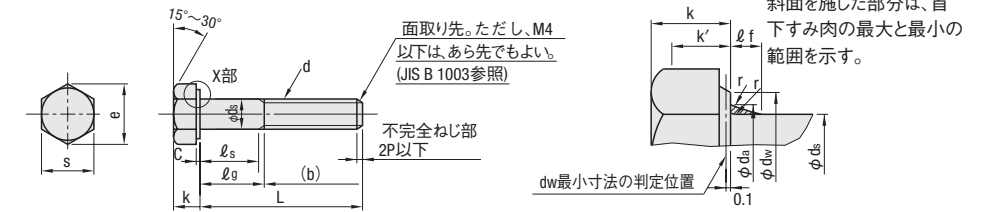


注(1) : ℓが下の表に示す階段状の点線より短いものは、120°の面取りとする。
(2) : 45°の角度は、おねじの谷の径より下の傾斜部に適用する。

Table with columns for thread size (M2-M24) and rows for dimensions (pitch P, diameter d, thread depth dp, chamfer e, chamfer length s, chamfer angle t, weight per 1000 bolts). Includes a sub-table for chamfer angle ℓ (90°, 120°, 45°).

注(3) : e(最小) = 1.14 × s(最小)である。ただし、ねじの呼びM25以下は除く。
(4) : t(最小)1欄の値は、呼び長さ(ℓ)が、階段状の点線より短いものに、2欄の値は、その点線より長いものに適用する。
(5) : ℓの最小、最大は、JIS B 1021 によっているが、小数点以下1けたに丸めている。
備考 1.ねじの呼びに対して推奨する呼び長さ(ℓ)は、太線の枠内とする。
なお、この表以外のℓを特に必要とする場合は、注文者が指定する。
2.ねじ先の形状・寸法は、JIS B 1003(ねじ先の形状・寸法)によっている。
3.六角穴底の形状は、円すい底、きり底、丸底のいずれでもよい。
参考 この表の形状・寸法は、ISO 4026-1977によっている。

1.六角ボルト(部品等級A)の形状・寸法



単位 : mm

Table with columns for bolt size (M2-M24) and rows for dimensions (thread type, diameter d, head diameter da, thread depth ds, chamfer dw, chamfer length e, chamfer angle ℓ, chamfer length k, chamfer length k', chamfer length ℓs, chamfer length ℓg). Includes a sub-table for chamfer length ℓs and ℓg.

備考 1.ねじの呼びは、I欄のものを優先する。なお、ねじの呼びの表し方は、JIS B 01231によっている。
2.ねじの呼びに対して推奨する呼び長さ(L)は、太線の枠内とする。
3.太線枠内の最大の呼び長さより長いボルトのねじ部長さ(b)の公差は、受渡当事者間の協定によるが、JIS B 1021によるのがよい。
4.ℓg最大及びℓs最小は、次による。ℓg最大 = 呼び長さ(L) - b、ℓs最小 = ℓg最大 - 5P (P=並目ピッチ)
5.この表で規定するda及びrの値は、JIS B 1005によっている。
6.ねじ先形状の“面取り先”及び“あら先”は、JIS B 1003による。
7.表中の*印の数値は、対応国際規格の誤りを修正した値である。

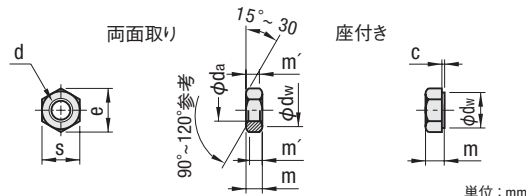
※現行流通している六角ボルト、六角ナットM10、M12の対辺SIは旧JISによるものもあります。

技術データ

六角ナット 割りピン

JIS B 1181 (1995)より抜粋
JIS B 1351 (1987)より抜粋

1.六角ナット スタイルI (部品等級A) の形状、寸法



2.六角ナット スタイルII (部品等級A) の形状、寸法

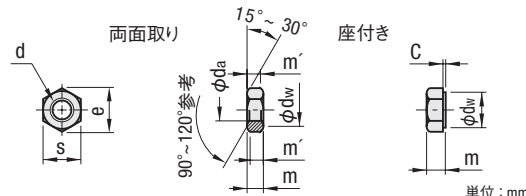


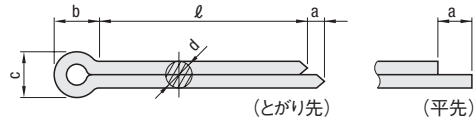
Table with columns for nut size (M2-M16) and rows for dimensions (Pitch P, C, da, dw, e, m, s) with maximum and minimum values.

Table with columns for nut size (M5-M16) and rows for dimensions (Pitch P, C, da, dw, e, m, s) with maximum and minimum values.

備考 1.ねじの呼びに括弧を付けたものは、なるべく用いない。
2.ナットの形状は、指定がない限り両面取りとし、座付きは注文者の指定による。
なお、座付きのねじ部の面取りは、“両面取り”に準じる。

※現行流通している六角ボルト、六角ナットM10、M12の対辺Sは旧JISによるものもあります。

3.割りピンの形状、寸法



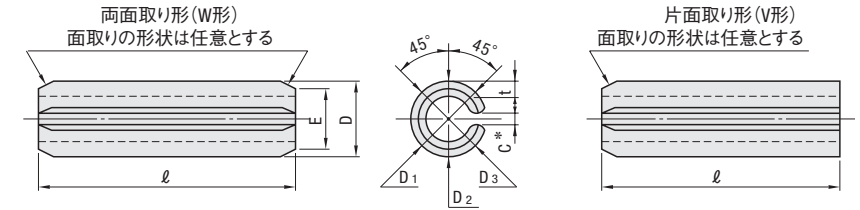
Large table for split pin dimensions with columns for diameter (d), length (l), and various tolerance zones. Includes rows for diameter (0.6-20) and length (4-280).

備考 1.呼び径は、ピン穴の径による。
2.dは、先端からl/2の間における値とする。
3.先端の形状は、とがり先でも平先でもよい。そのいずれかを必要とする場合は指定する。
4.長さ(l)は、太線の枠内とし、枠内の数値は、その許容差を示す。ただし、この表以外のものを特に必要とする場合は、注文者が指定する。
5.頭部は、軸心から著しく傾いてはならない。

スプリングピン E形止め輪

JIS B 2808 (1995)より抜粋
JIS B 2805 (1978)より抜粋

スプリングピンの形状・寸法



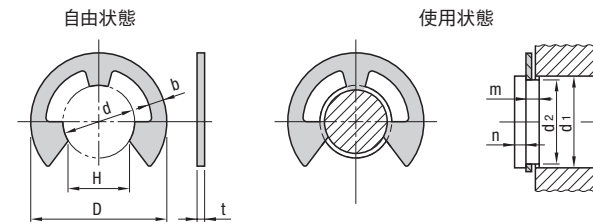
*すきまCは、スプリングピンを適用する穴に挿入したとき、辺が接触しないような寸法でなければならない。

Table for spring pin dimensions with columns for diameter (D) and rows for dimensions (t, E, load capacity) and tolerance zones.

Large table showing compatibility of spring pins with hole diameters (l) for various pin diameters (D).

注(1)：D最大は、ピンの円周上における最大値とし、D最小は、D₁、D₂、D₃の平均値とする。
参考 tの数値は、JIS No.6 (日本ばね工業会規格)による。

E形止め輪の形状、寸法



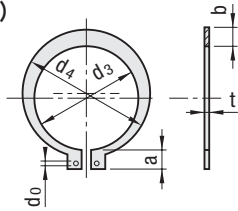
備考 形状は一例を示す

Table for E-type cotter pin dimensions with columns for diameter (d), length (l), and various tolerance zones. Includes rows for diameter (0.8-24) and length (1-24).

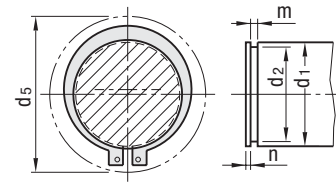
注(1)：dの測定には、限界プラグゲージを用いる。
注(2)：厚さ(t)=1.6mmは当分の間1.5mmとすることができる。この場合mは1.65mmとする。
備考 適用する軸の寸法は、推奨する寸法を参考として示したものである。

〔技術データ〕 **C形止め輪** JIS B 2804(2001)より抜粋

1.C形止め輪(軸用)

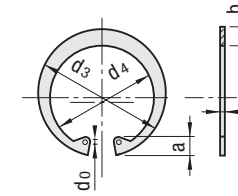


直径d0の穴の位置は、止め輪を適用する軸に入れたとき、溝にかくれぬようにする。

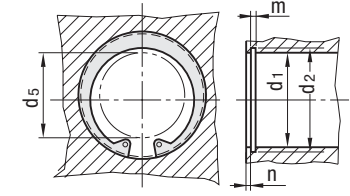


d5は、軸にはめるときの外周の最大径。

2.C形止め輪(穴用)



直径d0の穴の位置は、止め輪を適用する穴に入れたとき、溝にかくれぬようにする。



d5は、穴にはめるときの内周の最小径。

C形止め輪(軸用)

単位: mm

呼び(°)	止め輪							適用する軸(参考)									
	d3		t		b(約)	a(約)	d0(最小)	d5	d1	d2		m		n(最小)			
	基準寸法	許容差	基準寸法	許容差						基準寸法	許容差	基準寸法	許容差				
10	9.3	±0.15	1	±0.05	1.6	3	1.2	17	10	9.6	-0.09	1.15	+0.14 0	1.5			
(11)	10.2				1.8	3.1		18	11	10.5							
12	11.1				1.8	3.2		19	12	11.5							
(13)	12				1.8	3.3	20	13	12.4	1.5	20	13			13.4	-0.11	1.15
14	12.9				2	3.4	22	14	13.4								
15	13.8				2.1	3.5	23	15	14.3								
16	14.7				2.2	3.6	24	16	15.2	1.7	24	16			15.2	-0.11	1.15
17	15.7				2.2	3.7	25	17	16.2								
18	16.5				2.6	3.8	26	18	17								
(19)	17.5				2.7	3.8	27	19	18	2	27	19			18	-0.21	1.35
20	18.5				2.7	3.9	28	20	19								
(21)	19.5				2.7	4	30	21	20								
22	20.5				3.1	4.2	31	22	21	2	31	22			21	-0.21	1.35
(24)	22.2				3.1	4.3	33	24	22.9								
25	23.2				3.1	4.3	34	25	23.9								
(26)	24.2				3.1	4.4	35	26	24.9	2	35	26			24.9	-0.21	1.75
28	25.9				3.1	4.6	38	28	26.6								
(29)	26.9				3.5	4.7	39	29	27.6								
30	27.9	3.5	4.8	40	30	28.6	4	40	30	28.6	-0.25	1.95					
32	29.6	3.5	5	43	32	30.3											
(34)	31.5	4	5.3	45	34	32.3											
35	32.2	4	5.4	46	35	33	4	46	35	33	-0.25	1.95					
(36)	33.2	4.5	5.6	47	36	34											
(38)	35.2	4.5	5.8	50	38	36											
40	37	4.5	5.8	53	40	38	5	53	40	38	-0.25	1.95					
(42)	38.5	4.5	6.2	55	42	39.5											
45	41.5	4.8	6.3	58	45	42.5											
(48)	44.5	4.8	6.5	62	48	45.5	6	62	48	45.5	-0.25	1.95					
50	45.8	5	6.7	64	50	47											
(52)	47.8	5	6.8	66	52	49											
55	50.8	5	7	70	55	52	7	70	55	52	-0.3	2.2					
(56)	51.8	5.5	7.1	71	56	53											
(58)	53.8	5.5	7.2	73	58	55											
60	55.8	5.5	7.2	75	60	57	7	75	60	57	-0.3	2.2					
(62)	57.8	5.5	7.2	77	62	59											
(63)	58.8	5.5	7.3	78	63	60											
65	60.8	6.4	7.4	81	65	62	8	81	65	62	-0.3	2.7					
(68)	63.5	6.4	7.8	84	68	65											
70	65.5	6.4	7.8	86	70	67											
(72)	67.5	7	7.9	88	72	69	8	88	72	69	-0.3	2.7					
75	70.5	7	7.9	92	75	72											
(78)	73.5	7.4	8.1	95	78	75											
80	74.5	7.4	8.2	97	80	76.5	97	80	76.5				2.5				

注(°): 呼びは、()以外を優先し、必要に応じて()のものを使用。
 注(?): 厚さ(t)=1.6mmは当分の間1.5mmとすることができる。この場合mは1.65mmとする。
 備考 1.止め輪円環部の最小幅は、板厚tより小さくしてはならない。
 2.適用する軸の寸法は、推奨する寸法を参考として示したものである。
 3.d4寸法(mm)は、 $d_4 = d_3 + (1.4 \sim 1.5)b$ とすることが望ましい。
 参考 厚さは、日本ばね工業会規格JISMA No.6-1976(ばね用鋼帯)によっている。

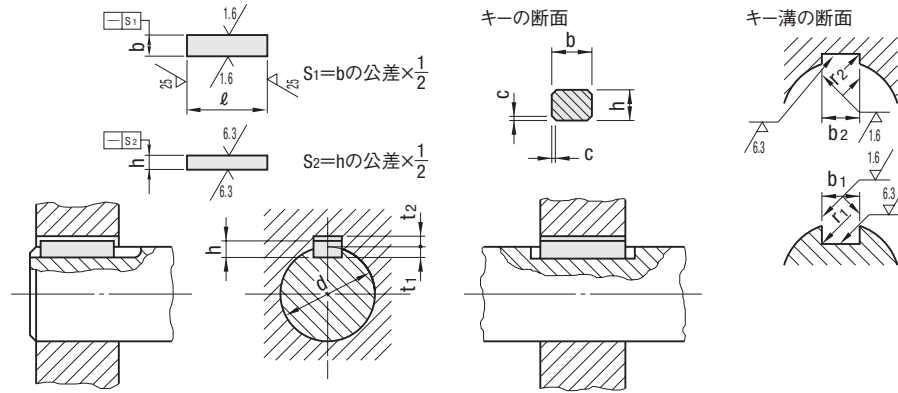
C形止め輪(穴用)

単位: mm

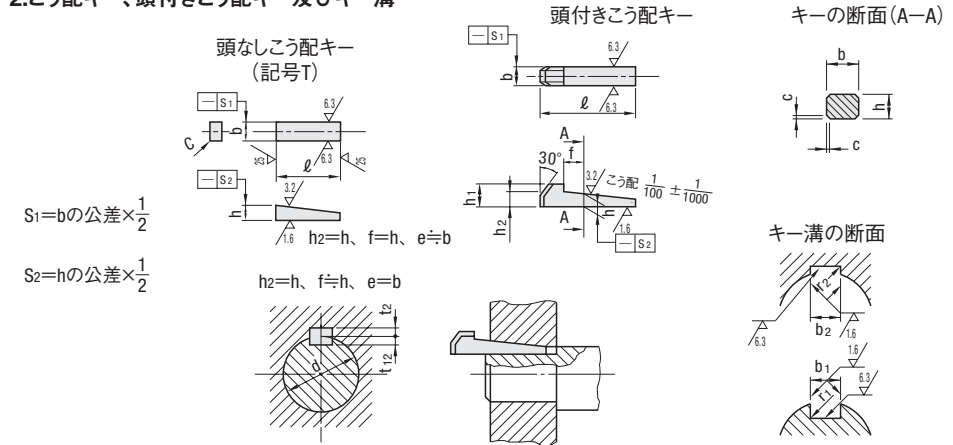
呼び(°)	止め輪							適用する穴(参考)									
	d3		t		b(約)	a(約)	d0(最小)	d5	d1	d2		m		n(最小)			
	基準寸法	許容差	基準寸法	許容差						基準寸法	許容差	基準寸法	許容差				
10	10.7	±0.18	1	±0.05	1.8	3.1	1.2	3	10	10.4	+0.11 0	1.15	+0.21 0	1.5			
11	11.8				1.8	3.2		4	11	11.4							
12	13				1.8	3.3		5	12	12.5							
(13)	14.1				1.8	3.5	6	13	13.6	1.5	6	13			13.6	+0.11 0	1.15
14	15.1				2	3.6	7	14	14.6								
15	16.2				2	3.6	8	15	15.7								
16	17.3				2	3.7	8	16	16.8	1.7	8	16			16.8	+0.21 0	1.5
(17)	18.3				2	3.8	9	17	17.8								
18	19.5				2.5	4	10	18	19								
19	20.5				2.5	4	11	19	20	2	11	19			20	+0.21 0	1.5
20	21.5				2.5	4	12	20	21								
(21)	22.5				2.5	4.1	12	21	22								
22	23.5				2.5	4.1	13	22	23	2	13	22			23	+0.21 0	1.35
(24)	25.9				2.5	4.3	15	24	25.2								
25	26.9				3	4.4	16	25	26.2								
(26)	27.9				3	4.6	16	26	27.2	2	16	26			27.2	+0.25 0	1.75
28	30.1				3	4.6	18	28	29.4								
30	32.1				3	4.7	20	30	31.4								
32	34.4	3.5	5.2	21	32	33.7	2	21	32	33.7	+0.25 0	2					
(34)	36.5	3.5	5.2	23	34	35.7											
35	37.8	3.5	5.2	24	35	37											
(36)	38.8	3.5	5.2	25	36	38	2	25	36	38	+0.25 0	2					
37	39.8	3.5	5.2	26	37	39											
(38)	40.8	4	5.3	27	38	40											
40	43.5	4	5.7	28	40	42.5	2	28	40	42.5	+0.25 0	2					
42	45.5	4	5.8	30	42	44.5											
45	48.5	4.5	5.9	33	45	47.5											
(48)	50.5	4.5	6.1	34	47	49.5	2	34	47	49.5	+0.3 0	2					
50	51.5	4.5	6.2	35	48	50.5											
(52)	54.2	4.5	6.5	37	50	53											
52	56.2	5.1	6.5	39	52	55	2	39	52	55	+0.3 0	2					
55	59.2	5.1	6.5	41	55	58											
(56)	60.2	5.1	6.6	42	56	59											
(58)	62.2	5.1	6.8	44	58	61	2	44	58	61	+0.3 0	2					
60	64.2	5.5	6.8	46	60	63											
(62)	66.2	5.5	6.9	48	62	65											
63	67.2	5.5	6.9	49	63	66	2	49	63	66	+0.35 0	2.5					
(65)	69.2	5.5	7	50	65	68											
68	72.5	6	7.4	53	68	71											
(70)	74.5	6	7.4	55	70	73	2	55	70	73	+0.35 0	2.5					
72	76.5	6.6	7.4	57	72	75											
75	79.5	6.6	7.8	60	75	78											
(78)	82.5	6.6	8	62	78	81	2	62	78	81	+0.35 0	2.5					
80	85.5	7	8	64	80	83.5											

注(°): 呼びは、()以外を優先し、必要に応じて()のものを使用。
 注(?): 厚さ(t)=1.6mmは当分の間1.5mmとすることができる。この場合mは1.65mmとする。
 備考 1.止め輪円環部の最小幅は、板厚tより小さくしてはならない。
 2.適用する穴の寸法は、推奨する寸法を参考として示したものである。
 3.d4寸法(mm)は、 $d_4 = d_3 - (1.4 \sim 1.5)b$ とすることが望ましい。
 参考 厚さは、日本ばね工業会規格JISMA No.6-1976(ばね用鋼帯)によっている。

1. 平行キー及びキー溝



2. こう配キー、頭付きこう配キー及びキー溝



単位：mm

キーの呼び寸法 b×h	キー溝の寸法						r1及びr2	t1の基準寸法	t2の基準寸法	t1・t2の許容差	適応する(1)軸径d	参考
	(滑動形)		並級		精級							
	b1の許容差(H9)	b2の許容差(D10)	b1の許容差(N9)	b2の許容差(Js9)	b1及びb2の許容差(P9)							
2×2	2	+0.025	+0.060	-0.004	±0.0125	-0.006	1.2	1.0			6~8	
3×3	3	0	+0.020	-0.029		-0.031	1.8	1.4			8~10	
4×4	4						2.5	1.8			10~12	
5×5	5	+0.030	+0.078	0	±0.0150	-0.012	3.0	2.3			12~17	
6×6	6	0	+0.030	-0.030		-0.042	3.5	2.8			17~22	
(7×7)	7						4.0	3.0			20~25	
8×7	8	+0.036	+0.098	0	±0.0180	-0.015	4.0	3.3			22~30	
10×8	10	0	+0.040	-0.036		-0.051	5.0	3.3			30~38	
12×8	12						5.0	3.3			38~44	
14×9	14	+0.043	+0.120	0	±0.0215	-0.018	5.5	3.8			44~50	
(15×10)	15	0	+0.050	-0.043		-0.061	5.0	5.0			50~55	
16×10	16						6.0	4.3	+0.2		50~58	
18×11	18						7.0	4.4	0		58~65	
20×12	20						7.5	4.9			65~75	
22×14	22	+0.052	+0.149	0	±0.0260	-0.022	9.0	5.4			75~85	
(24×16)	24	0	+0.065	-0.052		-0.074	8.0	8.0			80~90	
25×14	25						9.0	5.4			85~95	
28×16	28						10.0	6.4			95~110	
32×18	32						11.0	7.4			110~130	
(35×22)	35						11.0	11.0			125~140	
36×20	36	+0.062	+0.180	0	±0.0310	-0.026	12.0	8.4			130~150	
(38×24)	38	0	+0.080	-0.062		-0.088	12.0	12.0			140~160	
40×22	40						13.0	9.4			150~170	
(42×26)	42						13.0	13.0			160~180	
45×25	45						15.0	10.4			170~200	
50×28	50						17.0	11.4	+0.3		200~230	
56×32	56	+0.074	+0.220	0	±0.0370	-0.032	20.0	12.4	0		230~260	
63×32	63	0	+0.100	-0.074		-0.106	20.0	12.4			260~290	
70×36	70						22.0	14.4			290~330	
80×40	80						25.0	15.4			330~380	
90×45	90	+0.087	+0.260	0	±0.0435	-0.037	28.0	17.4			380~440	
100×50	100	0	+0.120	-0.087		-0.124	31.0	19.5			440~500	

注(1) 適応する軸径は、キーの強さに対応するトルクから求められるものであって、一般用途の目安として示す。キーの大きさが伝達するトルクに対して適切な場合には、適応する軸径より太い軸を用いてもよい。その場合には、キーの側面が、軸及びハブに均等に当たるようにt1及びt2を修正するのがよい。適応する軸径より細い軸には用いないほうがよい。

備考 括弧を付けた呼び寸法の場合は、対応国際規格には規定されていないので、新設計には使用しない。

単位：mm

キーの呼び寸法 b×h	キーの寸法						キー溝の寸法						参考	
	b		h		h1	c	ℓ (°)	b1およびb2		r1及びr2	t1の基準寸法	t2の基準寸法		t1・t2の許容差
	基準寸法	許容差(h9)	基準寸法	許容差				基準寸法	許容差(D10)					
2×2	2	0	2	0	—	—	6~30	2	+0.060	0.08	1.2	0.5	+0.05	6~8
3×3	3	-0.025	3	-0.025	—	—	6~36	3	+0.020	~0.16	1.8	0.9	0	8~10
4×4	4		4	0	h9	7	8~45	4	+0.078	0.16	2.5	1.2		10~12
5×5	5	-0.030	5	-0.030		8	10~56	5	+0.030	~0.25	3.0	1.7	+0.1	12~17
6×6	6		6	0		10	14~70	6			3.5	2.2	0	17~22
(7×7)	7		7.2	-0.036		10	16~80	7			4.0	3.0		20~25
8×7	8	0	7	0	h11	11	18~90	8	+0.098	0.25	4.0	2.4		22~30
10×8	10	-0.036	8	-0.090		12	22~110	10	+0.040		5.0	2.4	+0.2	30~38
12×8	12		8	0		12	28~140	12			5.0	2.4	0	38~44
14×9	14		9	0	h10	14	36~160	14	+0.120	0.40	5.5	2.9		44~50
(15×10)	15	-0.043	10.2	-0.070		15	40~180	15	+0.050	~0.40	5.0	5.0	+0.1	50~55
16×10	16		10	-0.090		16	45~180	16			6.0	3.4		50~58
18×11	18		11	0	h11	18	50~200	18			7.0	3.4	+0.2	58~65
20×12	20		12	-0.110		20	56~220	20	+0.149	0.40	7.5	3.9	0	65~75
22×14	22		14	0	h10	22	63~250	22	+0.065	~0.60	9.0	4.4		75~85
(24×16)	24	-0.052	16.2	-0.070		24	70~280	24			8.0	8.0	+0.1	80~90
25×14	25		14	0	h10	22	70~280	25			9.0	4.4		85~95
28×16	28		16	-0.110	h11	25	80~320	28			10.0	5.4	+0.2	95~110
32×18	32		18	0		28	90~360	32			11.0	6.4	0	110~130
(35×22)	35		22.3	-0.084	h10	32	100~400	35			11.0	11.0	+0.15	125~140
36×20	36		20	-0.130	h11	36	—	36	+0.180	0.70	12.0	7.1	+0.3	130~150
(38×24)	38	-0.062	24.3	-0.084	h10	36	—	38	+0.080	~1.00	12.0	12.0	+0.15	140~160
40×22	40		22	-0.130	h11	36	—	40			13.0	8.1	+0.3	150~170
(42×26)	42		26.3	-0.084	h10	40	—	42			13.0	13.0	+0.15	160~180
45×25	45		25	0		40	—	45			15.0	9.1		170~200
50×28	50		28	-0.130		45	—	50			17.0	10.1		200~230
56×32	56		32	0	h11	50	—	56	+0.220	1.20	20.0	11.1	+0.3	230~260
63×32	63	-0.074	32	0		50	—	63	+0.100	~1.60	20.0	11.1	0	260~290
70×36	70		36	-0.160		56	—	70			22.0	13.1		290~330
80×40	80		40	0		63	—	80			25.0	14.1		330~380
90×45	90		45	0		70	—	90	+0.260	2.00	28.0	16.1		380~440
100×50	100	-0.087	50	0		80	—	100	+0.120	~2.50	31.0	18.1		440~500

注(1) ℓは、表の範囲内で、次の中から選ぶ。

なお、ℓの寸法許容差は、原則としてJIS B0401(寸法公差及びはめあい)のh12とする。

6,8,10,12,14,16,18,20,22,25,28,32,36,40,45,50,56,63,70,80,90,100,110,125,140,160,180,200,220,250,280,320,360,400

注(2) 適応する軸径は、キーの強さに対するトルクに適応するものとする。

備考 括弧を付けた呼び寸法の場合は、なるべく使用しない。

ボスの溝には、一般に1/100のこう配をつける。

〔材料〕 種類と用途 1

1. 一般鉄鋼材料

種類	材料記号	用途	適用	JIS	平鋼	角鋼	六角鋼	丸棒	鋼板	形鋼	
一般構造用圧延鋼材	SS400	一般機械部品	加工性・溶接性が良好	JIS G 3101	○	○		○	○	○	
ミガキ棒鋼(冷間引抜)	SS400D	一般機械部品	精度・面粗度が良好で、そのまま又は僅かな切削量で使用できる。	—	○	○	○	○			
機械構造用炭素鋼鋼材	S45C	一般機械部品	焼入れ可能。 引張り強さ58kgf/mm ²	JIS G 4051	○	○	○	○	○		
	S50C		焼入れ可能。 引張り強さ66kgf/mm ²								
炭素工具鋼鋼材	SK4	軸、ピン等	ドリルロッド材(丸棒) SK4材を冷間引抜き後 切削仕上げしたもの 7級(—DG7)=h7 8級(—DG8)=h8 9級(—DG9)=h9がある。	JIS G 4401	○			○	○		
	SK5										
合金工具鋼鋼材	SKS93	焼入れ部品	焼入れによる変形がSK材に比べて格段に少ない	JIS G 4404	○	○		○			
	SKS3										
クロムモリブデン鋼鋼材	SCM435	強度を要する一般機械部品 ねじ等	SCM435 引張り強さ70kgf/mm ² 焼入れ・焼戻しにより 引張り強さ 95kgf/mm ² 以上 硬さHB270以上 表面焼入れで HRC50以上。	JIS G 4105	○	○	○	○	○		
	SCM415										
	SCM420										
硫黄及び硫黄複合快削鋼鋼材	SUM21	一般機械部品 (快削用鋼材)	被削性向上の為炭素鋼に 硫黄を添加した快削鋼 硫黄の他に鉛も添加 された快削鋼	JIS G 4804		○	○	○			
	SUM22L										
	SUM24L										
高炭素クロム軸受鋼鋼材	SUJ2	転がり軸受等	ベアリング鋼	JIS G 4805				○			
冷間圧延鋼鋼板	SPCC	カバー、ケース等	常温に近い温度で圧延製造。寸法精度が高く、肌が美しい。曲げ・絞り・切断の加工性良好。溶接性も良好。	JIS G 3141					○		
熱間圧延鋼鋼板	SPHC	一般機械構造用部品	一般的な使用板厚は、6mm以下。	JIS G 3131					○		

2. ステンレス鋼材料

分類	材料記号	用途	適用	磁性	JIS	平鋼	角鋼	六角鋼	丸棒	鋼板	形鋼
オーステナイト系	SUS303	防錆の必要な機械部品	18-8系快削ステンレス鋼・磁性無。SUS304より切削性良。	無*	JIS G 4303~	○			○		
オーステナイト系	SUS304	防錆の必要な機械部品	一般耐食鋼・耐熱鋼とし最も汎用性の高い材料。	無*		○	○	○	○	○	○
オーステナイト系	SUS316	防錆の必要な機械部品	海水や各種媒体に304より優れた耐海水性がある。	無*		○			○	○	
マルテンサイト系	SUS440C	防錆の必要な機械部品 (耐食性はオーステナイト系に比べて劣る)	焼入れ可能。	有		○			○		
マルテンサイト系	SUS410	防錆の必要な機械部品 (耐食性はオーステナイト系に比べて劣る)	焼入れ可能。加工性良好。	有					○		

* マルテンサイト系は磁性があります。オーステナイト系に加工を行うと磁性を帯びることがあります。

<参考:ステンレス材耐食性>

試験方法	SS400	SUS440C	SUS304	SUS316	*G-STAR
試験条件 ①塩水噴霧試験(5%NaCl, 35℃) 2hr ②乾燥(60℃) 4hr ③湿潤(95%RH, 35℃) 2hr 8hrで1サイクル					
試験開始前、48hr、168hrで試験片の外観					

*G-STARは大同特殊鋼(株)製マルテンサイト系ステンレス鋼(プリハードン鋼)

3. アルミニウム合金材料

分類	材料記号	用途	適用	JIS	平鋼	角鋼	丸棒	鋼板	形鋼
Al-Cu系合金	A2011	一般用強力材	快削合金。加工性に優れるが耐食性が劣る。	JIS H 4000			○		
Al-Cu系合金	A2017	一般用強力材	強度が高く、加工性良好。ジュラルミン		○		○	○	
Al-Mg系合金	A5052	一般機械部品 カバー、ケース等	中程度の強度を持った、最も代表的なアルミニウム合金。強度の割に疲労強度が高く、耐海水性が優れる。		○			○	
Al-Mg系合金	A5056	一般機械部品	耐海水性に優れ、切削加工による表面仕上げ良好。					○	
Al-Mg-Si系合金	A6061	一般機械部品	熱処理型の耐食合金。T6処理によりかなり高い耐力を得られる。		○			○	
Al-Mg-Si系合金	A6063	一般機械部品 構造用材	代表的な押出用アルミニウム合金6061より強度が低いが押出性に優れ、複雑な断面形状が可能。耐食性・表面処理も良好。		○	○			○
Al-Zn-Mg系合金	A7075	治具・金型	アルミニウム合金中で最高の強度をもつ合金の一つであるが耐食性は劣る。超々ジュラルミン		○				

非鉄金属の製品形状を表すJIS記号

P	板、条、円板	TW	溶接管
PC	合わせ板	TWA	アーク溶接管
BE	押し出し棒	S	押し出し形材
BD	引き抜き棒	BR	リベット材
W	引き抜き線	FD	型打ち鍛造品
TE	押し出し継目なし管	FH	自由鍛造品
TD	引き抜き継目なし管		

アルミニウム及びアルミニウム合金の質別記号

記号	定義	説明	
F	製造のままのもの	特に調質の指定なく製造された状態を示す。押出のまま、鑄放しのままで調質をうけない材料がこれにあたる。	
H112	展伸材においては積極的な加工硬化を加えずに、製造されたままの状態での機械的性質の保証されたものを示す。		
0	焼なましにより最も軟かい状態となつたもの	焼なましにより完全に再結晶した状態を示す。熱処理合金の場合は、焼なまし温度より緩やかな冷却を行ない、焼入の効果完全に防止することが必要である。	
H	H1n	冷間加工を行ない加工硬化したもの	nは1~9の数字で示され、加工硬化の程度を示す。すなわち8は硬質材、4は0と硬質材の中間(1/2硬質)の加工硬化状態であることを示す。2、6はそれぞれ0と1/2硬質、1/2硬質と硬質の中間の加工硬化状態であることを示す。
	H2n	加工硬化させたものに適度に軟化熱処理したもの	
	H3n	冷間加工を行ないさらに安定化処理したもの	
T1	高温加工から冷却した後、自然時効させたもの	押出材のように熱間加工工程から急冷し、その後常温で時効硬化させる処理をいう。矯正などの冷間加工は強度に影響を与えない程度に施してもよい。6063のような熱間加工(押出)後の冷却で焼入効果が得られやすい合金に適用される。	
T3	溶体化処理後、冷間加工し、更に自然時効させたもの	この処理は板、棒、管などについて、さらに強度を向上させるため冷間加工する場合と矯正寸法精度をあげるため冷間加工を行ない加工の効果が認められる場合がある。冷間加工度が通常のT3より大きい場合を特にT361と表示する。	
T351	溶体化処理後冷間加工を行い、残留応力を除去し、更に自然時効させたもの	溶体化処理後強さを増加させるため冷間加工を行い、1.5%以上3%以下の永久ひずみを与える引張加工によって残留応力を除去した後、さらに自然時効させたもの。	
T4	溶体化処理後、自然時効させたもの	通常4日間程度の常温放置で時効を完了するが、7N01の場合は長期にわたって進行するので、1ヶ月経過後の引張性質を参考値として規定している。特に需要家において規定の条件でT4処理したものをT42という。	
T5	高温加工から急冷した後、人工時効硬化処理したもの	機械的性質の向上、寸法の安定化をはかるため、人工時効硬化処理を行なう。6063など高温加工(押出)後の冷却で焼入効果が得られやすい合金や鋳物に適用される。	
T6	溶体化処理後、人工時効硬化処理したもの	熱処理合金の代表的熱処理で冷間加工を行なうことなくすぐれた強度が得られる。特に需要家において規定の条件でT6処理したものをT62と呼ぶ。	
T	T61	展伸材: 温水焼入れによる溶体化処理後、人工時効硬化処理したもの 鋳物: 焼入れ後、焼きもどし処理したもの	温水焼入れは焼入れ時のひずみ発生防止のために行なう。 通常のT6処理よりも高い強度を得るために人工時効硬化処理の条件を調整している。
	T7	溶体化処理後、安定化処理したもの	強度をある程度犠牲にして、特別な性質を調整するために、最大強さを得る人工時効硬化処理条件を超えて過時効処理したもの。
	T73	溶体化処理後、過時効処理したもの	応力腐食割れ性の改善のために、溶体化処理後に過時効処理を行なうもの。JISでは鍛造品の7075で規定されている。
	T7352	溶体化処理後、残留応力を除去し、さらに過時効処理したもの	応力腐食割れ性を改善するために溶体化処理後1%から5%の永久変形が残る圧縮加工を行ない残留応力を除去してから過時効処理を行なう。7075の自由鍛造品に規定されている。
	T8	溶体化処理後、冷間加工を行って人工時効硬化処理したもの	機械的性質の向上をはかるため、あるいは矯正や寸法精度の向上のために冷間加工を行ない、冷間加工の効果が認められる場合が多い。冷間加工時の断面減少率が3%および6%の場合を、それぞれT83、T86と示す。いずれも強度向上のために行なう。
	T9	溶体化処理後、人工時効硬化処理してから冷間加工したもの	冷間加工は強さを増加させるために行なう。

〔材料〕 種類と用途 2

4. 銅合金材料

種類	材料記号	用途	適用	JIS	角鋼	六角鋼	丸棒	鋼板
黄銅板	C2801P	一般板金加工用 ネームプレート、計器板	強度が高く展延性がある摺動部への使用。真鍮	JIS H 3100				○
快削黄銅 (押出棒)	C3604BD	一般引物用ボルト ビス、ナットその他	被削性に優れる。	JIS H 3250	○	○	○	

5. 鋳鍛造品及び銅合金鋳物

種類	材料記号	用途	適用	JIS
ねずみ鋳鉄品 3種	FC200	鋳造機械部品	—	JIS G 5501
ねずみ鋳鉄品 4種	FC250		—	JIS G 5501
球状黒鉛鋳鉄品 4種	FCD600		—	JIS G 5502
青銅鋳物 6種	BC6	軸受、スリーブ、プッシュ、 一般機械部品	耐圧性、耐摩耗性、被削鋳造性がよい。	JIS H 5111

6. 鋼管材料

種類	材料記号	用途	適用	JIS
配管用 炭素鋼鋼管	白管(亜鉛メッキ) SGP 黒管(メッキなし)	配管部品	使用圧力10kgf/mm ² 常温使用(ガス管) Aはミリ呼称 Bはインチ呼称	JIS G 3452
圧力配管用 炭素鋼鋼管	STPG370 (STPG38)	配管部品	使用圧力100kgf/mm ² 使用温度 350℃ Aはミリ呼称 Bはインチ呼称	JIS G 3454
機械構造用 炭素鋼鋼管	STKM	一般機械用部品 中空軸	11種から20種まで種類がある	JIS G 3445
黄銅継目無管 (普通級)	C2700T	—	押広げ性、曲げ性、絞り性、メッキ性が 良い	JIS H 3300

7. ばね用材料

種類	材料記号	用途	使用許容温度℃	JIS
ピアノ線	SWP-A SWP-B	高強度で均質性に優れた冷間引抜材。 高品質のばね、又はフォーミング用。	110	JIS G 3522
硬鋼線	SWB	普遍的な応力に適用。 低価格のばね、又はフォーミング用。	110	JIS G 3521
	SWC	高品質のばね、又はフォーミング用。	110	
ばね用炭素鋼 オイルテンパー線	SW0-A SW0-B	焼入れ・焼戻しされたもの。一般的な目的のば ね用。	120	JIS G 3560
弁ばね用炭素鋼 オイルテンパー線	SW0-V	焼入れ・焼戻しされたもの。 表面状態に優れ、均一な引張り強さを有する。	120	JIS G 3561
弁ばね用Cr-V鋼 オイルテンパー線	SW0CV-V	焼入れ・焼戻しされたもの。 衝撃荷重や、やや高温用。	220	JIS G 3565
弁ばね用Cr-Cr鋼 オイルテンパー線	SW0SC-V	焼入れ・焼戻しされたもの。 衝撃荷重や、やや高温用。	245	JIS G 3566
ばね用 ステンレス鋼線	SUS302 (-WPA) (-WPB)	一般的な耐食・耐熱用。 ばね用では磁性がある。	290	JIS G 4314
	SUS316 (-WPA) (-WPB)	耐熱性良好。302タイプより耐食性に優る。ば ね用では磁性がある。	290	
	SUS631 J1-WPC	ばね加工後析出硬化させる。 高強度で一般的な耐食用。 ばね用では磁性がある。	340	

〔材料〕 表面処理の種類と外観色

■ 表面処理の種類

名称	ピッカース 硬さ (HV)	層厚さ (μm)	処理できる 材質	使用例	目的・特長	備考	
亜鉛メッキ	—	3~20	鉄鋼	薄板 ワイヤ	・防錆、低価格 ・外観良くない	—	
クロメートメッキ	—	1~2	鉄鋼	板金部分 ボルト、ナット	・防錆、低価格 ・量産品に適する ・美観は落ちるがニッケルメッキの 代替	—	
ユニクロメッキ	—	1~2	鉄鋼	—	—	—	
三価クロメート	—	1~2	鉄鋼	ボルト、ナット	・防錆、低価格 ・六価クロムを含有しない	—	
ニッケルメッキ	—	—	鉄鋼 銅 黄銅	—	・耐食性向上、装飾 ・大気中ではクロムメッキの方が 耐食性大	・必要に応じ、銅の下地メッキをす る ・深い凹みは不可	
	1号メッキ 3号メッキ	500			5~20	・3号メッキより外観は良好	・素材→バフ→メッキ→バフ
	梨地メッキ	—			—	・耐疲労性 ・小キズが目立たない	・素材→メッキ ・素材→梨地処理→メッキ
	—	—			—	—	—
無電解 ニッケルメッキ	500	指定可能	鉄鋼 ステンレ ス鋼	ニッケルメッキ ができない部品	・ニッケルメッキに比べ価格10倍 以上 ・膜厚管理が容易 ・耐食性、耐摩耗性大 ・非金属の導体化可能	—	
	カニゼンメッキ		1000 まで 可能	アルミ合金 ガラス プラスチック	メッキ後硬化処 理を施す部品	・無電解ニッケルメッキの特長と同 じ ・メッキ後の熱処理で硬化可能	—
クロムメッキ	—	—	鉄鋼 銅 黄銅	—	・光沢ある外観 ・耐食性良好 ・クロムメッキ同士の摺動は焼付 きやすい	・必要に応じ、ニッケルの下地メッ キをする ・深い凹みは不可	
	1号メッキ 3号メッキ	500			5~20	・3号メッキより外観良好	・素材→バフ→メッキ→バフ
	梨地メッキ	—			—	・耐疲労性 ・小キズが目立たない	・素材→メッキ ・素材→梨地処理→メッキ
	硬質 クロムメッキ	1000			10~30	シリンドライナ	・耐摩耗性優秀 ・他のクロムメッキより高価
四三酸化鉄皮膜 (黒染め)	—	—	鉄鋼	ボルト ナット 計測器	・塗装下地 ・外観(光沢あり) ・タフトライドより錆びやすい	・四三酸化鉄(黒色)を生成させる	
低温黒色 クロムメッキ	—	1~2	鉄鋼 銅 ステンレス	精度の必要とする もの黒染め以上に 耐食性を望むもの	・長期の防錆力 ・耐食性に優れる ・超薄膜	・低温下処理のため素材への熱 による影響がなく、プラスチック ゴム等との結合部品もそのまま 加工できる。	
アルマイト	白色	3~5	アルミ合金	—	・防食性、耐摩耗性 ・電気伝導性がない ・耐熱性	・表面に堅い酸化皮膜を生成さ せ、酸化皮膜の細孔を利用して 着色する着色アルマイトがある。	
	黒色	5~10			—	—	

■ 表面処理の外観色

ユニクロメッキ	三価クロメート	無電解ニッケルメッキ	硬質クロムメッキ
四三酸化鉄皮膜	アルマイト(白)	アルマイト(黒)	

〔材料〕 焼入れと硬さの試験法の種類

〔材料〕 標準材料寸法表 1

鉄鋼材料の熱処理

名称	ビッカース硬さ (HV)	焼入れ深さ (mm)	歪み	処理できる材質	代表的材質	備考
ズブ焼入れ	750以下	全体	材料によって異なる	高炭素鋼 C>0.45%	SKS3 SKS21 SUJ2 SKH51 SKS93 SK4 S45C	・鋼を硬化し、または強さを増加するため変態点以上適当な温度に加熱した後、適当な媒剤中で急速に冷却する操作 ・スピンドルなどの長物や精密部品には使用しない方がよい。
浸炭焼入れ	750以下	標準0.5 最大2	中	低炭素鋼 C<0.3%	SCM415 SNM220	・部分焼入れ可 ・焼入れ深さを図面に指示すること ・精密部品に達する
高周波焼入れ	500以下	1~2	大	中炭素鋼 C0.3~0.5%	S45C	・高周波誘導電流によって、鋼材の表面を急熱し続けて急冷して硬化させる方法 ・部分焼入れ可 ・少量ではコスト高 ・耐疲労性に優れる
窒化焼入れ	900~1000	0.1~0.2	小	窒化鋼	SACM645	・鋼の表面に硬い窒化化合物の硬化層を形成させる表面硬化法 ・焼入れ硬さ最も大 ・精密部品に適する ・すべり軸受用スピンドルに適する
タフトライド® デュルフェリット社の登録商標です (塩浴窒化)	炭素鋼500 ステンレス1000	0.01~0.02	小	鉄鋼材料	S45C SCM415 SK3 ステンレス	・タフトライド®は軟窒化と呼ばれる窒化処理法(塩浴窒化)の一つである ・耐疲労、耐摩耗性良好 ・耐食性は亜鉛メッキと同程度 ・熱処理後の研磨はできないので精密部品には不適 ・無給油潤滑に適する
ブルーイング	—	—	—	線材	SWP-B	・低温焼鈍である ・成形時の内部応力を除去し弾性を高める

硬さ試験法の種類とその適用部品

試験方法	原理	適用熱処理部品	特色	備考
ブリネル硬さ	・球圧子(鋼または超硬合金)で試験面にくぼみをつけた時の試験荷重をくぼみ直径から求めた表面積で除した商	・焼きなまし ・焼きならし ・固定化などをした素材	・くぼみが大きいので硬さ不均一な材料、素材、鍛造品に適している ・小さい試料や薄い試料には適さない	JIS Z2243
ロックウェル硬さ	・ダイヤモンド圧子や球圧子を用いて基準荷重、試験荷重をかけて試験機の指示装置に表示された硬さ値から求める	・焼入れ、焼戻し品 ・浸炭処理 ・窒化処理 ・銅、黄銅、青銅などの薄い板	・短時間で硬さ値が得られる ・現物での中間検査に適する ・30種類と多く注意を要する	JIS Z2245
シヨア硬さ	・試料の試験面上に一定の高さからハンマーを落下させ、そのはね上がり高さから硬さを求める	・焼入れ、焼戻し品 ・窒化処理 ・浸炭処理などした大型部品	・操作が非常に簡単で短時間でデータが得られる ・大型部品に適している ・くぼみが浅く自立たないので製品に適する ・小型軽量で持ち運べる	JIS Z2246
ビッカース硬さ	・対面角136°のダイヤモンド四角錐圧子で試験面にくぼみをつけた時の試験荷重とくぼみの対角線長からくぼみの表面積を求めて値を出す(換算は自動的)	・高周波焼入れ、浸炭、窒化、電気メッキ、セラミックコーティングなどの硬化層が薄いもの ・浸炭、窒化処理品の硬化層深さを求める(換算は自動的)	・小さい試料、薄い試料などに適している ・圧子がダイヤモンドなのでどんな硬い材料でも試験できる	JIS Z2244

一般鉄鋼材料

種類	材料記号	形状	単位	標準寸法
一般構造用 圧延鋼材	SS400	平鋼	t	6,9,12,13,14,16,19,22,25,28,30,32,35,38,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95,100,105
		角鋼	□	9,13,16,19,22,25,32,38,44,50,65,75,90,100
ミガキ棒鋼 (冷間引抜)	SS400D	平角棒	t	W幅
			2	6,8,10,12,16,20
			3	6,8,9,10,12,13,16,19,22,25,32,38,50
			4	10,13,16,19,20,22,25,32
			4.5	11,13,16,19,22,25,32,38,50
			5	8,10,13,16,19,20,22,25,30,32,38,50
			6	9,10,13,16,19,20,22,25,32,38,44,50,60,65,75,90,100,125
			8	10,12,13,16,19,22,25,30,32,38
			9	12,13,16,19,22,25,32,38,44,50,60,65,75,90,100,125
			10	13,15,16,20,22,25,30,32,38,40,50,60,65,100
			12	16,19,22,32,38,44,45,50,60,65,75,90,100,125
			16	19,22,25,32,38,44,50,60,65,75,90,100,125
			19	22,25,32,38,44,50,60,65,75,90,100,125
			22	25,32,38,44,50,60,65,75,90,100,125
			25	32,38,44,50,60,65,75,90,100,125
			30	50,65,75,100,125
			32	50,65,75,100,125
			38	50,65,75,100,125
角鋼	□	2.5,3,4,4.5,5,5.5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,24,25,28,30,32,34,35,36,38,40,42,44,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,100,110,120,130		
六角鋼	対辺H	3.5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,17,19,21,22,23,24,26,27,29,30,32,35,36,38,41,46,50,54,55,58,60,63,65,67,70,71,75,77,80,85,90,95,100,115		
丸棒	D	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,40,42,43,44,45,46,48,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95,100,105,110,115,120,130,140,150,160,170,180,190,200		
冷間圧延鋼 鋼板	SPCC	鋼板	t	0.4,0.5,0.6,0.7,0.8,1,1.2,1.6,2,2.3,3,2
熱間圧延鋼 鋼板	SPHC	鋼板	t	(1.2),1.6,2,3,2.6,3.2,4,5
機械構造用 炭素鋼鋼材	S45C-D (ミガキ)	丸棒	D	2,2.5,3,3.5,4,4.5,5,6,7,8,9,9.5,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,32,33,34,35,36,38,40,42,44,45,46,48,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95,100,105,110,115,120,125,130
		平鋼	t	6,9,5,12,7,13,16,19,22,25,27,32,38,45,50,55,65,75,85,95,105,115,125,135,145,155,(165),(175),(185),(205)
炭素工具鋼 鋼材	SKS93	平鋼	t	2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13,16,19,22,25,27,32,38,43,50,53,65,75,90,105,130,155
		角鋼	□	10,13,16,19,22,25,28,32,38,45,50,55,65,75,90,105,130,(155),(210)
		丸棒	D	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,22,23,24,25,26,28,30,32,36,38,40,42,45,48,50,55,60,65,70,75,80
合金工具鋼 鋼材	SKS3	平鋼	t	2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13,16,19,22,25,27,32,38,43,50,53,65,75,90,105,130,155,(160)
		角鋼	□	10,13,16,19,22,25,28,32,36,38,45,50,55,65,75,90,105,130,(155),(210)
		丸棒	D	13,16,19,22,25,28,32,38,42,46,50,55,60,65,70,80,85,90,100,110,120,130,150,160,180
クロムモリブデン鋼 鋼材	SCM435	六角鋼	対辺H	6,7,8,9,10,11,12,13,14,17,19,21,22,23,24,26,27,30,32,35,36,38,41,46,50,54,55
丸棒	D	4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,30,32,34,35,36,38,40,42,45,46,48,50		
硫黄及び硫黄 複合快削鋼鋼材	SUM24L	丸棒	D	3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,20,22,23,24,25,26,28,30,32,34,35,36,38,40
高炭素クロム 軸受鋼鋼材	SUJ2	丸棒	D	13,16,19,22,25,28,(30),32,(34),36,38,42,(44),46,(48),50,55,60,65,70,75,80,85,90,95,100,110,120,130,140,150,(160),(170),(180),(190),(200),(210),(220),(230),(240),(250)

技術データ

【材料】 標準材料寸法表 2

【材料データ】 材料に関するJISと関連外国規格との比較表 1

ステンレス鋼材料

Table with columns: 種類, 材料記号, 形状, 単位, 標準寸法. Includes SUS303 and SUS304 stainless steel specifications.

銅合金材料

Table with columns: 種類, 材料記号, 形状, 単位, 標準寸法. Includes C2801P and C3604BD copper alloy specifications.

アルミニウム合金材料

Table with columns: 種類, 材料記号, 形状, 単位, 標準寸法. Includes Al-Cu, Al-Mg, and Al-Mg-Si alloy specifications.

樹脂系材料

Table with columns: 種類, 材料記号, 形状, 単位, 標準寸法. Includes acrylic and nylon resin specifications.

機械構造炭素鋼・合金鋼関係

Large table comparing JIS mechanical steel grades with international standards (ISO, AISI, DIN, NF, etc.).

Large table comparing JIS alloy steel grades with international standards (ISO, AISI, DIN, NF, etc.).

Footnote containing standards references like BS EN 10259, DIN 1654 Part 4, DIN 17240, NF EN 10259, and NF EN 10083-1,10,11.

ISO : International Organization for Standardization (国際標準化機構)
AISI : American Iron and Steel Institute (アメリカ鉄鋼協会)
SAE : Society of Automotive Engineers (自動車技術者協会)
BS : British Standards (英国規格)
DIN : Deutsches Institut für Normung (ドイツ規格協会)
EN : European Standards (欧州標準化委員会)
NF : Norme Française (フランス国家規格)
JIS : 日本標準 (日本規格)

工具鋼の名称
一般構造用圧延鋼
機械構造用炭素鋼
クロムモリブデン鋼
ニッケルクロムモリブデン鋼
炭素工具鋼
合金工具鋼
合金工具鋼
高速度工具鋼
高炭素クロム軸受鋼
ステンレス鋼
ねずみ鉄

技術データ

