



# ボールスプライン

THK 総合カタログ

# ボールスプライン

## THK 総合カタログ

### A 製品解説

ボールスプラインの分類.....	A3-4	・ 種類と特長.....	A3-74
		・ ハウジング内径公差.....	A3-75
選定のポイント.....	A3-6	寸法図・寸法表	
ボールスプラインの選定フローチャート..	A3-6	LT形.....	A3-76
・ ボールスプライン選定手順.....	A3-6	LF形.....	A3-78
・ 形式の選定.....	A3-8	軸端の推奨形状LT形支持用.....	A3-80
・ スプライン軸強度の検討.....	A3-12	・ スプライン軸.....	A3-81
・ 寿命の予測.....	A3-20	・ 付属部品.....	A3-83
予圧の選定.....	A3-29	ロータリーボールスプライン	
・ 回転方向すきま.....	A3-29	ギア付きタイプ LBG形 LBGT形....	A3-84
・ 予圧と剛性.....	A3-29	・ 構造と特長.....	A3-85
・ 使用条件と予圧の選定目安.....	A3-30	・ 種類と特長.....	A3-86
精度の決定.....	A3-32	・ ハウジング内径公差.....	A3-87
・ 精度等級.....	A3-32	寸法図・寸法表	
・ 精度規格.....	A3-32	LBG形.....	A3-88
		LBGT形.....	A3-90
		・ スプライン軸.....	A3-92
リテーナ入り高トルク形ボールスプライン		ロータリーボールスプライン	
SLS形 SLS-L形 SLF形.....	A3-34	サポートベアリング付タイプ LTR形 LTR-A形..	A3-94
・ 構造と特長.....	A3-35	・ 構造と特長.....	A3-95
・ 種類と特長.....	A3-38	・ 種類と特長.....	A3-96
・ ハウジング内径公差.....	A3-39	・ ハウジング内径公差.....	A3-97
寸法図・寸法表		寸法図・寸法表	
SLS形.....	A3-40	LTR-A形コンパクトタイプ.....	A3-98
SLF形.....	A3-42	LTR形.....	A3-100
・ スプライン軸.....	A3-44	・ スプライン軸.....	A3-102
・ 付属部品.....	A3-46	・ ロータリーボールスプラインの許容回転数..	A3-104
高トルク形ボールスプライン		精度別最大製作長さ.....	A3-105
LBS形 LBST形 LBF形 LBR形 LBH形..	A3-48	設計のポイント.....	A3-107
・ 構造と特長.....	A3-49	スプライン軸端未形状のチェックマニュアル..	A3-107
・ 用途.....	A3-50	ハウジング内径公差.....	A3-108
・ 種類と特長.....	A3-51	スプラインナットのキー溝と取付穴の位置..	A3-108
・ ハウジング内径公差.....	A3-53	オプション.....	A3-109
寸法図・寸法表		潤滑.....	A3-109
ミニチュアボールスプライン.....	A3-54	材質、表面処理.....	A3-109
LBS形(中荷重形).....	A3-56	防塵.....	A3-109
LBST形(重荷重形).....	A3-58	・ ジャバラ仕様書.....	A3-110
LBF形(中荷重形).....	A3-60	呼び形番.....	A3-111
LBR形.....	A3-62	・ 呼び形番の構成例.....	A3-111
LBH形.....	A3-64	取扱い上の注意事項.....	A3-112
軸端の推奨形状LBS形支持用.....	A3-66		
・ スプライン軸.....	A3-67		
・ 付属部品.....	A3-70		
中トルク形ボールスプライン			
LT形 LF形.....	A3-72		
・ 構造と特長.....	A3-73		

## B サポートブック(別冊)

特長と分類 .....	B3-4
ボールスプラインの特長 .....	B3-4
・ 構造と特長 .....	B3-4
ボールスプラインの分類 .....	B3-6
<b>選定のポイント</b> .....	B3-8
ボールスプラインの選定フローチャート .....	B3-8
・ ボールスプライン選定手順 .....	B3-8
・ 形式の選定 .....	B3-10
・ スプライン軸強度の検討 .....	B3-14
・ 寿命の予測 .....	B3-19
・ 寿命計算例 .....	B3-24
<b>取付手順とメンテナンス</b> .....	B3-30
ボールスプラインの組付け .....	B3-30
・ スプラインの取付け .....	B3-30
・ スプラインナットの組込み .....	B3-32
・ スプライン軸の組込み .....	B3-32
潤滑 .....	B3-33
<b>オプション</b> .....	B3-34
材質、表面処理 .....	B3-34
防塵 .....	B3-34
<b>呼び形番</b> .....	B3-35
・ 呼び形番の構成例 .....	B3-35
<b>取扱い上の注意事項</b> .....	B3-36

# ボールスプラインの分類

## ボールスプライン

リテーナ入り

高トルク形

円筒タイプ(中荷重形)  
SLS形

円筒タイプ(重荷重形)  
SLS-L形

フランジタイプ  
SLF形

標準タイプ

円筒タイプ  
LBS形

フランジタイプ  
LBF形

角形ナットタイプ  
LBH形

ロングタイプ

円筒タイプ  
LBST形

中間フランジタイプ  
LBR形

## 総ボール

## 中トルク形

円筒タイプ  
LT形フランジタイプ  
LF形

## ロータリータイプ

## ギア付タイプ

標準タイプ  
LBG形スラストレース付タイプ  
LBGT形

## サポートベアリング付タイプ

標準タイプ  
LTR形コンパクトタイプ  
LTR-A形

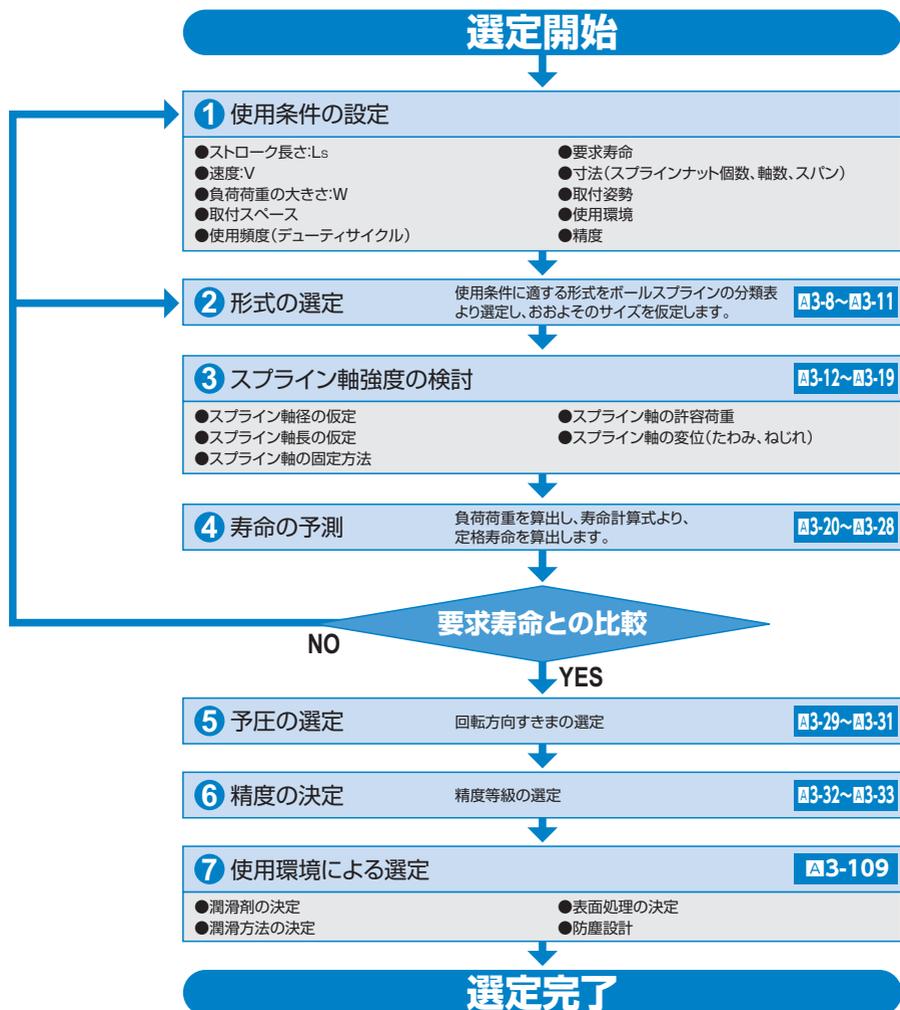
# 選定のポイント

## ボールスプライン

### ボールスプラインの選定フローチャート

#### ボールスプライン選定手順

ボールスプラインの選定方法の目安としてフローチャートを下記に示します。

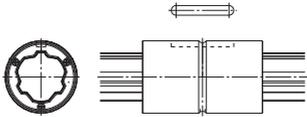
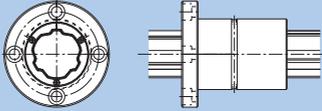
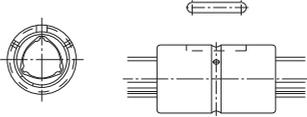
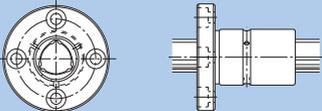
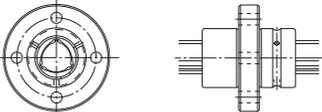
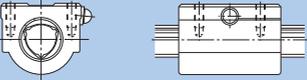


## 選定のポイント

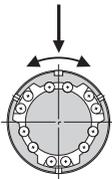
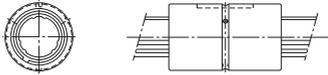
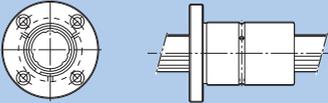
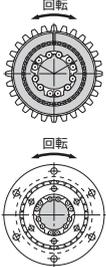
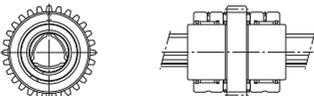
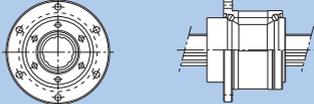
ボールスラインの選定フローチャート

## 形式の選定

ボールスプラインには、高トルク形、中トルク形、ロータリー形の3種類があり、目的に応じたタイプが選定できます。またそれぞれのタイプには、取付けや使用目的に応じて選べるように豊富なスプラインナット形状が用意されています。

分類	形式	形状	軸径
リテーナ入り高トルク形	SLS形 SLS-L形		呼び軸径 25~100mm
	SLF形		呼び軸径 25~100mm
高トルク形	LBS形 LBST形		呼び軸径 6~150mm
	LBF形		呼び軸径 15~100mm
	LBR形		呼び軸径 15~100mm
	LBH形		呼び軸径 15~50mm

寸法表	構造と特長	主な用途
A3-40	<ul style="list-style-type: none"> <li>● スプライン軸の形状を円形に近づけることで、従来の高トルク形のスプライン軸に対して、ねじれ剛性・曲げ剛性が大幅に向上しています。</li> <li>● ボールリテーナの採用により整列循環運動を保持し、高速対応を可能としたため、装置の高タクト化が可能となります。</li> <li>● ボールリテーナの採用により、ボール同士の衝突や相互摩擦をなくし、低騒音、好音質、低発塵を実現しています。</li> <li>● ボールリテーナの採用によるグリース保持能力の大幅な向上により、長期メンテナンスフリーを実現しています。</li> <li>● ボールリテーナと新循環方式の採用により、小さい転がり変動で安定したスムーズな動きを実現しています。</li> </ul>	
A3-42		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 工業用ロボットの支柱およびアーム</li> <li>● オートローダ</li> <li>● トランスファマシン</li> <li>● 自動搬送装置</li> <li>● タイヤ成形機</li> <li>● スポット溶接機スピンドル</li> <li>● 高速自動塗装ガイド軸</li> <li>● リベッティングマシン</li> <li>● 捲線機</li> <li>● 放電加工機ワークヘッド</li> <li>● 研削盤スピンドル駆動軸</li> <li>● 各種変速装置</li> <li>● 精密インデックス軸</li> </ul>
A3-54	<ul style="list-style-type: none"> <li>● スプライン軸の外周に120°等配された3条の突起部をそれぞれ左右から挟み込むように6条のボール列が配置され、ボール接触部は、アンギュラコンタクト構造により無理なく予圧が付与できます。</li> <li>● ボール循環はスプラインナット内径で行われているため、スプラインナット外径がコンパクトです。</li> <li>● 予圧を上げてもスムーズな直線転がり運動が得られます。</li> <li>● 接触角(45°)が大きく変位は少ないため、高い剛性が得られます。</li> <li>● アンギュララッシュがありません。</li> <li>● 大きなトルクを伝えることができます。</li> </ul>	
A3-60		
A3-62		
A3-64		

分類	形式	形状	軸径
中トルク形		LT形 	呼び軸径 4~100mm
		LF形 	呼び軸径 6~50mm
ロータリー形		LBG形 LBGT形 	呼び軸径 20~85mm
		LTR-A形 LTR形 	呼び軸径 8~60mm

## 選定のポイント

形式の選定

寸法表	構造と特長	主な用途	
■3-76	<ul style="list-style-type: none"> <li>● スプライン軸の外周に2~3箇所突起部をそれぞれ左右から挟み込むように4~6条のボール列が配置され、無理なく予圧が付与できます。</li> <li>● 接触角(20°)があり、適正な予圧を与えることにより、アンギュララッシュがなく優れたトルク・モーメント剛性が得られます。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ダイセット軸のように重荷重を受けて直線運動をする箇所</li> <li>● ローディング装置のように定位置で角度回転をさせる箇所</li> <li>● 自動ガス溶接機スピンドルのように1軸で回り止めを必要とする箇所</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 工業用ロボットのアームおよび支柱</li> <li>● スポット溶接機</li> <li>● リベッティングマシン</li> <li>● 製本機</li> <li>● 自動充電機</li> <li>● 各種XYレコーダ</li> <li>● 自動燃糸機</li> <li>● 光学測定器</li> </ul>
■3-78			
■3-88	<ul style="list-style-type: none"> <li>● LBS形と同一接触構造を持ち、スプラインナットのフランジ外周部にギア加工し、スプラインナット外径部にラジアルおよびスラストニードルベアリングがコンパクトに組合わされたユニットタイプです。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 高トルク伝達用各種変速装置</li> </ul>	
■3-98	<ul style="list-style-type: none"> <li>● LT形ボールスプラインのスプラインナット外径にアンギュラコンタクトタイプのボール転動面を設け、サポートベアリングを構成した、軽量・コンパクトタイプです。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● スカラロボットのZ軸</li> <li>● 捲線機</li> </ul>	

## スプライン軸強度の検討

ボールスプラインのスプライン軸は、ラジアル荷重やトルクを受けることができる複合軸ですが、荷重やトルクが大きい場合は、スプライン軸の強度を考慮する必要があります。

### 【曲げを受けるスプライン軸】

ボールスプラインのスプライン軸に曲げ荷重が作用する場合、(1)式によりスプライン軸径を求めます。

$$M = \sigma \cdot Z \text{ および } Z = \frac{M}{\sigma} \text{ …………… (1)}$$

M : スプライン軸に作用する最大曲げモーメント (N・mm)

$\sigma$  : スプライン軸の許容曲げ応力 (98N/mm<sup>2</sup>)

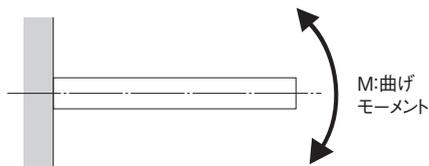
Z : スプライン軸の断面係数 (mm<sup>3</sup>)  
([図3-17 表3](#)、[図3-18 表4](#)、[図3-19 表5](#)参照)

[参考]断面係数(円)

$$Z = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

Z : 断面係数 (mm<sup>3</sup>)

d : 軸外径 (mm)



M:曲げ  
モーメント

### 【ねじりを受けるスプライン軸】

ボールスプラインのスプライン軸にねじり荷重が作用する場合、(2)式によりスプライン軸径を求めます。

$$T = \tau_a \cdot Z_p \text{ および } Z_p = \frac{T}{\tau_a} \text{ …………… (2)}$$

T : 最大ねじりモーメント (N・mm)

$\tau_a$  : スプライン軸の許容ねじり応力 (49N/mm<sup>2</sup>)

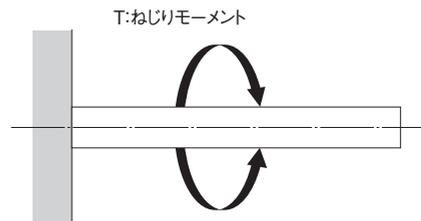
Z<sub>p</sub> : スプライン軸の極断面係数 (mm<sup>3</sup>)  
([図3-17 表3](#)、[図3-18 表4](#)、[図3-19 表5](#)参照)

[参考]断面係数(円)

$$Z_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

Z<sub>p</sub> : 極断面係数 (mm<sup>3</sup>)

d : 軸外径 (mm)



T:ねじりモーメント

## 【ねじりと曲げを同時に受ける場合】

ボールスプラインのスプライン軸に曲げ荷重とねじり荷重が同時に作用する場合、相当曲げモーメント( $M_e$ )と相当ねじりモーメント( $T_e$ )を考えて、別々にスプライン軸の太さを計算し、その大きい方の値をとります。

相当曲げモーメント

$$M_e = \frac{M + \sqrt{M^2 + T^2}}{2} = \frac{M}{2} \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

$$M_e = \sigma \cdot Z$$

相当ねじりモーメント

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = M \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2} \dots\dots\dots (4)$$

$$T_e = \tau_a \cdot Z_p$$

## 【スプライン軸のこわさ】

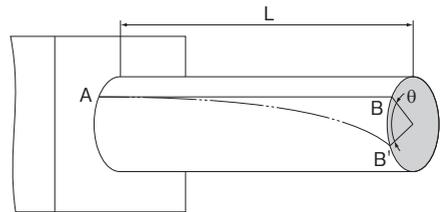
スプライン軸のこわさは、スプライン軸の長さ1mに対するねじれ角で表され、 $1^\circ/4$ ぐらいに制限します。

$$\theta = 57.3 \times \frac{T \cdot L}{G \cdot I_p} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{軸のこわさ} = \frac{\text{ねじれ角}}{\text{単位長さ}} = \frac{\theta \cdot \ell}{L} < \frac{1^\circ}{4}$$

- $\theta$  : ねじれ角 (°)
- $L$  : スプライン軸長さ (mm)
- $G$  : 横弾性係数 ( $7.9 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ )
- $\ell$  : 単位長さ (1000mm)
- $I_p$  : 極断面2次モーメント ( $\text{mm}^4$ )

(**図3-17** 表3、**図3-18** 表4、**図3-19** 表5参照)



## 【スプライン軸のたわみとたわみ角】

ボールスプラインのスプライン軸のたわみとたわみ角は、それぞれの条件に合った計算式を用い算出する必要があります。表1、表2にそれぞれの条件における計算式を示します。

**A3-17** 表3、**A3-18** 表4、**A3-19** 表5にスプライン軸の断面係数(Z)、断面2次モーメント(I)を示します。表中のZ、Iを用いれば、一般的なボールスプラインの各形番の強度および変位量(たわみ量)を求めることができます。

表1 たわみ・たわみ角計算式

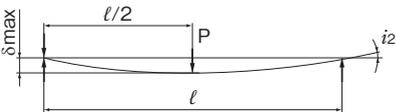
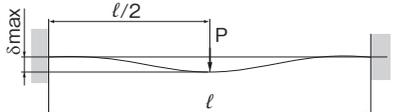
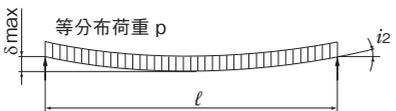
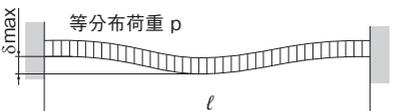
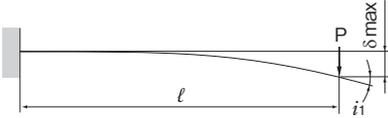
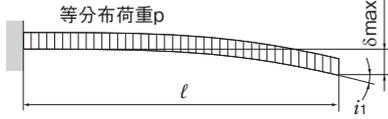
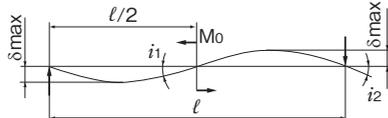
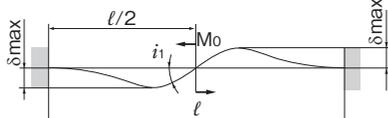
支持方法	使用条件	たわみ計算式	たわみ角計算式
両端自由		$\delta_{\max} = \frac{Pl^3}{48EI}$	$i_1 = 0$ $i_2 = \frac{Pl^2}{16EI}$
両端固定		$\delta_{\max} = \frac{Pl^3}{192EI}$	$i_1 = 0$ $i_2 = 0$
両端自由		$\delta_{\max} = \frac{5pl^4}{384EI}$	$i_2 = \frac{pl^3}{24EI}$
両端固定		$\delta_{\max} = \frac{pl^4}{384EI}$	$i_2 = 0$

表2 たわみ・たわみ角計算式

支持方法	使用条件	たわみ計算式	たわみ角計算式
一端固定		$\delta_{\max} = \frac{Pl^3}{3EI}$	$i_1 = \frac{Pl^2}{2EI}$ $i_2 = 0$
一端固定		$\delta_{\max} = \frac{pl^4}{8EI}$	$i_1 = \frac{pl^3}{6EI}$ $i_2 = 0$
両端自由		$\delta_{\max} = \frac{\sqrt{3}M_0l^2}{216EI}$	$i_1 = \frac{M_0l}{12EI}$ $i_2 = \frac{M_0l}{24EI}$
両端固定		$\delta_{\max} = \frac{M_0l^2}{216EI}$	$i_1 = \frac{M_0l}{16EI}$ $i_2 = 0$

 $\delta_{\max}$ : 最大たわみ(mm) $M_0$ : モーメント(N・mm) $l$ : スパン(mm) $I$ : 断面2次モーメント(mm<sup>4</sup>) $i_1$ : 荷重作用点におけるたわみ角 $i_2$ : 支持点におけるたわみ角 $P$ : 集中荷重(N) $p$ : 等分布荷重(N/mm) $E$ : 縦弾性係数 $2.06 \times 10^5$ (N/mm<sup>2</sup>)

## 【スプライン軸の危険速度】

ボールスプライン軸を回転させ動力伝達に使用する場合、スプライン軸の回転数が高くなるとスプライン軸の固有振動数に近づき、共振をおこして運動不能になることがあります。従って、最高回転数は危険速度以下の回転数として共振を生じない程度におさえる必要があります。

危険速度は(6)式により求められます。  
(安全係数として0.8を乗じてあります。)

共振点をこえて使用する場合や、共振点付近で使用する場合は、スプライン軸径を再検討する必要があります。

### ●危険速度

$$N_c = \frac{60\lambda^2}{2\pi \cdot l_b^2} \cdot \sqrt{\frac{E \times 10^3 \cdot I}{\gamma \cdot A}} \times 0.8 \quad \dots (6)$$

$N_c$  : 危険速度 (min<sup>-1</sup>)  
 $l_b$  : 取付間距離 (mm)  
 $E$  : ヤング率 (2.06 × 10<sup>5</sup> N/mm<sup>2</sup>)  
 $I$  : 軸の最小断面2次モーメント (mm<sup>4</sup>)

$$I = \frac{\pi}{64} d^4 \quad d: \text{小径 (mm)}$$

(A3-23 表8、表9、表10参照)

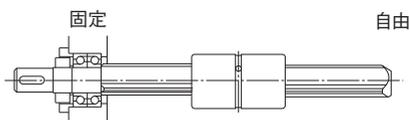
$\gamma$  : 密度(比重) (7.85 × 10<sup>-6</sup> kg/mm<sup>3</sup>)

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \quad d: \text{小径 (mm)}$$

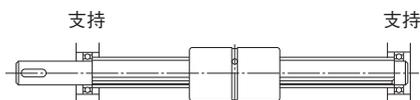
(A3-23 表8、表9、表10参照)

$A$  : スプライン軸断面積 (mm<sup>2</sup>)

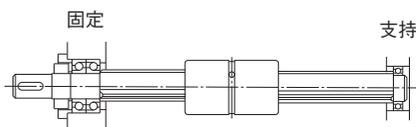
$\lambda$  : 取付方法による係数  
 (1) 固定-自由  $\lambda = 1.875$   
 (2) 支持-支持  $\lambda = 3.142$   
 (3) 固定-支持  $\lambda = 3.927$   
 (4) 固定-固定  $\lambda = 4.73$



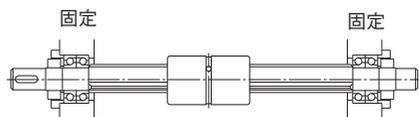
固定—自由



支持—支持



固定—支持



固定—固定

## 【スプライン軸の断面特性】

## ●ボールスプラインSLS形、SLS-L形、SLF形のスプライン軸の断面特性

表3 SLS形、SLS-L形、SLF形のスプライン軸の断面特性

呼び軸径		I: 断面2次モーメント mm <sup>4</sup>	Z: 断面係数 mm <sup>3</sup>	I <sub>p</sub> : 極断面2次モーメント mm <sup>4</sup>	Z <sub>p</sub> : 極断面係数 mm <sup>3</sup>
25	中実軸	1.61 × 10 <sup>4</sup>	1.29 × 10 <sup>3</sup>	3.22 × 10 <sup>4</sup>	2.57 × 10 <sup>3</sup>
	中空軸	1.51 × 10 <sup>4</sup>	1.20 × 10 <sup>3</sup>	3.01 × 10 <sup>4</sup>	2.41 × 10 <sup>3</sup>
30	中実軸	3.33 × 10 <sup>4</sup>	2.22 × 10 <sup>3</sup>	6.65 × 10 <sup>4</sup>	4.43 × 10 <sup>3</sup>
	中空軸	3.00 × 10 <sup>4</sup>	2.00 × 10 <sup>3</sup>	6.01 × 10 <sup>4</sup>	4.00 × 10 <sup>3</sup>
40	中実軸	1.09 × 10 <sup>5</sup>	5.47 × 10 <sup>3</sup>	2.19 × 10 <sup>5</sup>	1.09 × 10 <sup>4</sup>
	中空軸	9.79 × 10 <sup>4</sup>	4.90 × 10 <sup>3</sup>	1.96 × 10 <sup>5</sup>	9.79 × 10 <sup>3</sup>
50	中実軸	2.71 × 10 <sup>5</sup>	1.08 × 10 <sup>4</sup>	5.41 × 10 <sup>5</sup>	2.17 × 10 <sup>4</sup>
	中空軸	2.51 × 10 <sup>5</sup>	1.01 × 10 <sup>4</sup>	5.03 × 10 <sup>5</sup>	2.01 × 10 <sup>4</sup>
60	中実軸	5.83 × 10 <sup>5</sup>	1.94 × 10 <sup>4</sup>	1.17 × 10 <sup>6</sup>	3.89 × 10 <sup>4</sup>
	中空軸	5.32 × 10 <sup>5</sup>	1.77 × 10 <sup>4</sup>	1.06 × 10 <sup>6</sup>	3.54 × 10 <sup>4</sup>
70	中実軸	1.06 × 10 <sup>6</sup>	3.02 × 10 <sup>4</sup>	2.11 × 10 <sup>6</sup>	6.04 × 10 <sup>4</sup>
80	中実軸	1.82 × 10 <sup>6</sup>	4.55 × 10 <sup>4</sup>	3.64 × 10 <sup>6</sup>	9.10 × 10 <sup>4</sup>
	中空軸	1.45 × 10 <sup>6</sup>	3.62 × 10 <sup>4</sup>	2.90 × 10 <sup>6</sup>	7.24 × 10 <sup>4</sup>
100	中実軸	4.50 × 10 <sup>6</sup>	9.00 × 10 <sup>4</sup>	9.00 × 10 <sup>6</sup>	1.80 × 10 <sup>5</sup>
	中空軸	3.48 × 10 <sup>6</sup>	6.96 × 10 <sup>4</sup>	6.96 × 10 <sup>6</sup>	1.36 × 10 <sup>5</sup>

注) 中空スプライン軸の穴形状は図3-44をご参照ください。

## ● ボールスプラインLBS形、LBST形、LBF形、LBR形、LBH形、LBG形、LBGT形のスプライン軸の断面特性

表4 LBS形、LBST形、LBF形、LBR形、LBH形、LBG形、LBGT形のスプライン軸の断面特性

呼び軸径		I: 断面2次モーメント mm <sup>4</sup>	Z: 断面係数 mm <sup>3</sup>	I <sub>p</sub> : 極断面2次モーメント mm <sup>4</sup>	Z <sub>p</sub> : 極断面係数 mm <sup>3</sup>
6	中実軸	50.6	17.8	1.03×10 <sup>2</sup>	36.2
8	中実軸	1.64×10 <sup>2</sup>	42.9	3.35×10 <sup>2</sup>	87.8
10	中実軸	3.32×10 <sup>2</sup>	73.0	6.80×10 <sup>2</sup>	1.50×10 <sup>2</sup>
15	中実軸	1.27×10 <sup>3</sup>	2.00×10 <sup>2</sup>	2.55×10 <sup>3</sup>	4.03×10 <sup>2</sup>
20	中実軸	3.82×10 <sup>3</sup>	4.58×10 <sup>2</sup>	7.72×10 <sup>3</sup>	9.26×10 <sup>2</sup>
	中空軸	3.79×10 <sup>3</sup>	4.56×10 <sup>2</sup>	7.59×10 <sup>3</sup>	9.11×10 <sup>2</sup>
25	中実軸	9.62×10 <sup>3</sup>	9.14×10 <sup>2</sup>	1.94×10 <sup>4</sup>	1.85×10 <sup>3</sup>
	中空軸	9.50×10 <sup>3</sup>	9.05×10 <sup>2</sup>	1.90×10 <sup>4</sup>	1.81×10 <sup>3</sup>
30	中実軸	1.87×10 <sup>4</sup>	1.50×10 <sup>3</sup>	3.77×10 <sup>4</sup>	3.04×10 <sup>3</sup>
	中空軸	1.78×10 <sup>4</sup>	1.44×10 <sup>3</sup>	3.57×10 <sup>4</sup>	2.88×10 <sup>3</sup>
40	中実軸	6.17×10 <sup>4</sup>	3.69×10 <sup>3</sup>	1.25×10 <sup>5</sup>	7.46×10 <sup>3</sup>
	中空軸	5.71×10 <sup>4</sup>	3.42×10 <sup>3</sup>	1.14×10 <sup>5</sup>	6.84×10 <sup>3</sup>
50	中実軸	1.49×10 <sup>5</sup>	7.15×10 <sup>3</sup>	3.01×10 <sup>5</sup>	1.45×10 <sup>4</sup>
	中空軸	1.34×10 <sup>5</sup>	6.46×10 <sup>3</sup>	2.69×10 <sup>5</sup>	1.29×10 <sup>4</sup>
60	中実軸	3.17×10 <sup>5</sup>	1.26×10 <sup>4</sup>	6.33×10 <sup>5</sup>	2.53×10 <sup>4</sup>
	中空軸	2.77×10 <sup>5</sup>	1.11×10 <sup>4</sup>	5.54×10 <sup>5</sup>	2.21×10 <sup>4</sup>
70	中実軸	5.77×10 <sup>5</sup>	1.97×10 <sup>4</sup>	1.16×10 <sup>6</sup>	3.99×10 <sup>4</sup>
	中空軸	5.07×10 <sup>5</sup>	1.74×10 <sup>4</sup>	1.01×10 <sup>6</sup>	3.49×10 <sup>4</sup>
85	中実軸	1.33×10 <sup>6</sup>	3.69×10 <sup>4</sup>	2.62×10 <sup>6</sup>	7.32×10 <sup>4</sup>
	中空軸	1.11×10 <sup>6</sup>	3.10×10 <sup>4</sup>	2.22×10 <sup>6</sup>	6.20×10 <sup>4</sup>
100	中実軸	2.69×10 <sup>6</sup>	6.25×10 <sup>4</sup>	5.33×10 <sup>6</sup>	1.25×10 <sup>5</sup>
	中空軸	2.18×10 <sup>6</sup>	5.10×10 <sup>4</sup>	4.37×10 <sup>6</sup>	1.02×10 <sup>5</sup>
120	中実軸	5.95×10 <sup>6</sup>	1.13×10 <sup>5</sup>	1.18×10 <sup>7</sup>	2.26×10 <sup>5</sup>
	中空軸	5.28×10 <sup>6</sup>	1.01×10 <sup>5</sup>	1.06×10 <sup>7</sup>	2.02×10 <sup>5</sup>
150	中実軸	1.61×10 <sup>7</sup>	2.40×10 <sup>5</sup>	3.20×10 <sup>7</sup>	4.76×10 <sup>5</sup>
	中空軸	1.40×10 <sup>7</sup>	2.08×10 <sup>5</sup>	2.79×10 <sup>7</sup>	4.16×10 <sup>5</sup>

注) 中空スプライン軸の穴形状は **A3-67**、**A3-92** をご参照ください。

## ●ボールスプラインLT形、LF形、LTR形、LTR-A形のスプライン軸の断面特性

表5 LT形、LF形、LTR形、LTR-A形のスプライン軸の断面特性

呼び軸径		I:断面2次モーメント mm <sup>4</sup>	Z:断面係数 mm <sup>3</sup>	I <sub>p</sub> :極断面2次モーメント mm <sup>4</sup>	Z <sub>p</sub> :極断面係数 mm <sup>3</sup>	
4	中実軸	11.39	5.84	22.78	11.68	
5	中実軸	27.88	11.43	55.76	22.85	
6	中実軸	57.80	19.7	1.19×10 <sup>2</sup>	40.50	
	中空軸 Kタイプ	55.87	18.9	1.16×10 <sup>2</sup>	39.20	
8	中実軸	1.86×10 <sup>2</sup>	47.4	3.81×10 <sup>2</sup>	96.60	
	中空軸 Kタイプ	1.81×10 <sup>2</sup>	46.0	3.74×10 <sup>2</sup>	94.60	
10	中実軸	4.54×10 <sup>2</sup>	92.6	9.32×10 <sup>2</sup>	1.89×10 <sup>3</sup>	
	中空軸 Kタイプ	4.41×10 <sup>2</sup>	89.5	9.09×10 <sup>2</sup>	1.84×10 <sup>3</sup>	
13	中実軸	1.32×10 <sup>3</sup>	2.09×10 <sup>2</sup>	2.70×10 <sup>3</sup>	4.19×10 <sup>3</sup>	
	中空軸 Kタイプ	1.29×10 <sup>3</sup>	2.00×10 <sup>2</sup>	2.63×10 <sup>3</sup>	4.09×10 <sup>3</sup>	
16	中実軸	3.09×10 <sup>3</sup>	3.90×10 <sup>2</sup>	6.18×10 <sup>3</sup>	7.80×10 <sup>3</sup>	
	中空軸	Kタイプ	2.97×10 <sup>3</sup>	3.75×10 <sup>2</sup>	5.95×10 <sup>3</sup>	7.51×10 <sup>3</sup>
		Nタイプ	2.37×10 <sup>3</sup>	2.99×10 <sup>2</sup>	4.74×10 <sup>3</sup>	5.99×10 <sup>3</sup>
20	中実軸	7.61×10 <sup>3</sup>	7.67×10 <sup>2</sup>	1.52×10 <sup>4</sup>	1.53×10 <sup>4</sup>	
	中空軸	Kタイプ	7.12×10 <sup>3</sup>	7.18×10 <sup>2</sup>	1.42×10 <sup>4</sup>	1.43×10 <sup>4</sup>
		Nタイプ	5.72×10 <sup>3</sup>	5.77×10 <sup>2</sup>	1.14×10 <sup>4</sup>	1.15×10 <sup>4</sup>
25	中実軸	1.86×10 <sup>4</sup>	1.50×10 <sup>3</sup>	3.71×10 <sup>4</sup>	2.99×10 <sup>4</sup>	
	中空軸	Kタイプ	1.75×10 <sup>4</sup>	1.41×10 <sup>3</sup>	3.51×10 <sup>4</sup>	2.83×10 <sup>4</sup>
		Nタイプ	1.34×10 <sup>4</sup>	1.08×10 <sup>3</sup>	2.68×10 <sup>4</sup>	2.16×10 <sup>4</sup>
30	中実軸	3.86×10 <sup>4</sup>	2.59×10 <sup>3</sup>	7.71×10 <sup>4</sup>	5.18×10 <sup>4</sup>	
	中空軸	Kタイプ	3.53×10 <sup>4</sup>	2.37×10 <sup>3</sup>	7.07×10 <sup>4</sup>	4.74×10 <sup>4</sup>
		Nタイプ	2.90×10 <sup>4</sup>	1.95×10 <sup>3</sup>	5.80×10 <sup>4</sup>	3.89×10 <sup>4</sup>
32	中実軸	5.01×10 <sup>4</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	9.90×10 <sup>4</sup>	6.27×10 <sup>4</sup>	
	中空軸	Kタイプ	4.50×10 <sup>4</sup>	2.83×10 <sup>3</sup>	8.87×10 <sup>4</sup>	5.61×10 <sup>4</sup>
		Nタイプ	3.64×10 <sup>4</sup>	2.29×10 <sup>3</sup>	7.15×10 <sup>4</sup>	4.53×10 <sup>4</sup>
40	中実軸	1.22×10 <sup>5</sup>	6.14×10 <sup>3</sup>	2.40×10 <sup>5</sup>	1.21×10 <sup>5</sup>	
	中空軸	Kタイプ	1.10×10 <sup>5</sup>	5.55×10 <sup>3</sup>	2.17×10 <sup>5</sup>	1.10×10 <sup>5</sup>
		Nタイプ	8.70×10 <sup>4</sup>	4.39×10 <sup>3</sup>	1.71×10 <sup>5</sup>	8.64×10 <sup>4</sup>
50	中実軸	2.97×10 <sup>5</sup>	1.20×10 <sup>4</sup>	5.94×10 <sup>5</sup>	2.40×10 <sup>5</sup>	
	中空軸	Kタイプ	2.78×10 <sup>5</sup>	1.12×10 <sup>4</sup>	5.56×10 <sup>5</sup>	2.24×10 <sup>5</sup>
		Nタイプ	2.14×10 <sup>5</sup>	8.63×10 <sup>3</sup>	4.29×10 <sup>5</sup>	1.73×10 <sup>5</sup>
60	中実軸	6.16×10 <sup>5</sup>	2.07×10 <sup>4</sup>	1.23×10 <sup>6</sup>	4.14×10 <sup>5</sup>	
	中空軸 Kタイプ	5.56×10 <sup>5</sup>	1.90×10 <sup>4</sup>	1.13×10 <sup>6</sup>	3.79×10 <sup>5</sup>	
80	中実軸	1.95×10 <sup>6</sup>	4.91×10 <sup>4</sup>	3.90×10 <sup>6</sup>	9.82×10 <sup>5</sup>	
	中空軸 Kタイプ	1.58×10 <sup>6</sup>	3.97×10 <sup>4</sup>	3.15×10 <sup>6</sup>	7.95×10 <sup>5</sup>	
100	中実軸	4.78×10 <sup>6</sup>	9.62×10 <sup>4</sup>	9.56×10 <sup>6</sup>	1.92×10 <sup>6</sup>	
	中空軸 Kタイプ	3.76×10 <sup>6</sup>	7.57×10 <sup>4</sup>	7.52×10 <sup>6</sup>	1.51×10 <sup>6</sup>	

注) 中空スプライン軸の穴形状は

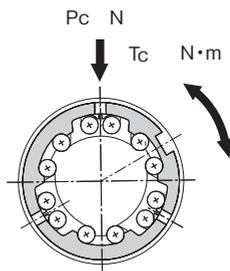
中空軸 Kタイプ: **A3-81**、**A3-102**をご参照ください。中空軸 Nタイプ: **A3-81**、**A3-102**をご参照ください。

## 寿命の予測

### 【定格寿命】

ボールスプラインの寿命は、同じように製作されたものを同一運転条件で使用しても、バラツキがあります。このためボールスプラインの寿命を求める目安として、つぎのように定義された定格寿命を使用します。

定格寿命とは、一群の同じボールスプラインを同じ条件で個々に運動させたとき、そのうちの90%がフレーキング(金属表面のうろこ状のはく離)をおこすことなく到達できる総走行距離をいいます。



### 【定格寿命の算出】

ボールスプラインは、トルクを负荷しながら運動する場合と、ラジアル荷重を负荷しながら運動する場合およびモーメントを负荷した場合に分けられ、定格寿命は(7)～(10)式によりそれぞれ求められます。(各负荷方向の基本定格荷重は各形番の寸法表中に記載されています)

#### ●トルク负荷の場合

$$L = \left( \frac{f_r \cdot f_c}{f_w} \cdot \frac{C_T}{T_c} \right)^3 \times 50 \quad \dots\dots (7)$$

#### ●ラジアル荷重负荷の場合

$$L = \left( \frac{f_r \cdot f_c}{f_w} \cdot \frac{C}{P_c} \right)^3 \times 50 \quad \dots\dots (8)$$

L	: 定格寿命	(km)
$C_T$	: 基本動定格トルク	(N·m)
$T_c$	: 計算负荷トルク	(N·m)
C	: 基本動定格荷重	(N)
$P_c$	: 計算ラジアル荷重	(N)
$f_r$	: 温度係数	( <b>A3-22</b> 図1参照)
$f_c$	: 接触係数	( <b>A3-22</b> 表6参照)
$f_w$	: 荷重係数	( <b>A3-22</b> 表7参照)

## ●トルクとラジアル荷重を同時負荷の場合

トルクとラジアル荷重を同時に負荷する場合は、(9)式により等価ラジアル荷重を求めて定格寿命を算出します。

$$P_e = P_c + \frac{4 \cdot T_c \times 10^3}{i \cdot dp \cdot \cos \alpha} \quad \dots\dots (9)$$

$P_e$  : 等価ラジアル荷重 (N)

$\cos \alpha$  : 接触角  $i$  = 負荷条数

$$\left( \begin{array}{ll} \text{LBS形 } \alpha = 45^\circ & i = 2 (\text{LBS10以下}) \quad \text{SLS形 } \alpha = 40^\circ \quad i = 3 \\ & i = 3 (\text{LBS15以上}) \\ \text{LT形 } \alpha = 70^\circ & i = 2 (\text{LT13以下}) \\ & i = 3 (\text{LT16以上}) \end{array} \right)$$

$dp$  : ボール中心径 (mm)

(**図3-23** 表8、表9、表10参照)

## ●スライジンナット1個または2個密着使用でモーメント負荷の場合

(10)式により等価ラジアル荷重を求めて定格寿命を算出します。

$$P_u = K \cdot M \quad \dots\dots (10)$$

$P_u$  : 等価ラジアル荷重 (N)

(モーメント負荷による)

$K$  : 等価係数 (**図3-26** 表11、**図3-27** 表12、**図3-28** 表13参照)

$M$  : 負荷モーメント (N・mm)

ただし、 $M$ は静的許容モーメント内とします。

## ●モーメントとラジアル荷重を同時負荷の場合

ラジアル荷重と等価ラジアル荷重の総和より定格寿命を算出します。

## ●寿命時間の算出

前記の式で定格寿命( $L$ )が求められると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(11)式により求められます。

$$L_h = \frac{L \times 10^3}{2 \times \ell_s \times n_1 \times 60} \quad \dots\dots (11)$$

$L_h$  : 寿命時間 (h)

$\ell_s$  : ストローク長さ (m)

$n_1$  : 毎分往復回数 ( $\text{min}^{-1}$ )

## ■ $f_t$ :温度係数

ボールスプラインの使用環境が100℃をこえるような高温の場合は、悪影響を考慮して図1の温度係数を乗じます。

また、ボールスプラインも高温対応の製品にする必要がありますのでご注意ください。

注)使用環境温度が80℃をこえる場合は、シール、リテーナの材質を高温仕様に変更する必要がありますのでTHKにお問い合わせください。

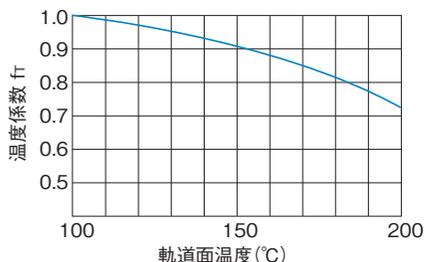


図1 温度係数 ( $f_t$ )

## ■ $f_c$ :接触係数

直動案内をするスプラインナットを密着状態で使用する場合、モーメント荷重や取付面精度が影響して均一な荷重分布を得ることが難しくなります。このために複数のスプラインナットを密着使用する場合は、表6の接触係数を基本定格荷重(C)、( $C_0$ )に乗じてください。

注)大型の装置に不均一な荷重分布が予想される場合は表6の接触係数を考慮してください。

表6 接触係数 ( $f_c$ )

密着時のスプラインナット数	接触係数 $f_c$
2	0.81
3	0.72
4	0.66
5	0.61
通常使用	1

## ■ $f_w$ :荷重係数

一般的に往復運動をする機械は、運転中に振動や衝撃を伴うものが多く、特に高速運転時に発生する振動や、常時繰返される起動停止時の衝撃などのすべてを正確に求めることは困難です。実際にボールスプラインに作用する荷重が得られない場合や、速度・振動の影響が大きい場合は、経験的に得られた表7の荷重係数を基本定格荷重(C)、( $C_0$ )に除してください。

表7 荷重係数 ( $f_w$ )

振動・衝撃	速度(V)	$f_w$
微	微速の場合 $V \leq 0.25\text{m/s}$	1~1.2
小	低速の場合 $0.25 < V \leq 1\text{m/s}$	1.2~1.5
中	中速の場合 $1 < V \leq 2\text{m/s}$	1.5~2
大	高速の場合 $V > 2\text{m/s}$	2~3.5

表8 SLS形、SLS-L形、SLF形のスプライン軸断面形状

単位:mm

呼び軸径	25	30	40	50	60	70	80	100
大径 $\phi D_o$ h7	25	30	40	50	60	70	80	100
ボール中心径 $\phi dp$	25.2	30.2	40.6	50.6	61.0	71.0	80.8	101.2
小径 $\phi d$	21.6	25.8	35.2	44.4	54.0	62.8	71.3	90.0

※小径 $\phi d$ は、加工した際に溝残りが発生しない寸法とします。

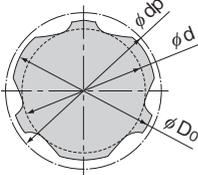


表9 LBS形、LBST形、LBF形、LBR形、LBH形、LBG形、LBGT形のスプライン軸断面形状

単位:mm

呼び軸径	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
小径 $\phi d$	11.7	15.3	19.5	22.5	31	39	46.5	54.5	67	81	101	130
外径 $\phi D_o$	14.5	19.7	24.5	29.6	39.8	49.5	60	70	84	99	117	147
ボール中心径 $\phi dp$	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150

※小径 $\phi d$ は、加工した際に溝残りが発生しない寸法とします。

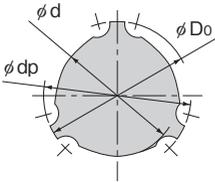
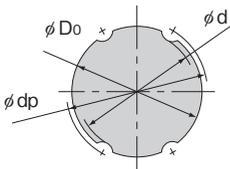


表10 LT形、LF形、LTR形、LTR-A形のスプライン軸断面形状

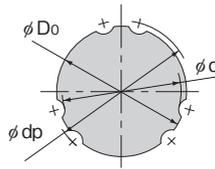
単位:mm

呼び軸径	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	32	40	50	60	80	100
小径 $\phi d$	3.5	4.5	5	7	8.5	11.5	14.5	18.5	23	28	30	37.5	46.5	56.5	75.5	95
外径 $\phi D_o$	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	32	40	50	60	80	100
ボール中心径 $\phi dp$	4.6	5.7	7	9.3	11.5	14.8	17.8	22.1	27.6	33.2	35.2	44.2	55.2	66.3	87.9	109.5
外径許容差	0 -0.012		0 -0.015		0 -0.018		0 -0.021			0 -0.025		0 -0.03		0 -0.035		0

※小径 $\phi d$ は、加工した際に溝残りが発生しない寸法とします。



呼び軸径13以下



呼び軸径16以上

## 【平均荷重の算出】

工業用ロボットのアームのように、前進するときはワークをつかんで運動し、後退の時はアームの自重だけになる場合、あるいは工作機械のようにスプラインナットにかかる荷重がいろいろな条件によって変動するときは、この変動荷重条件を含めて寿命計算をする必要があります。

平均荷重( $P_m$ )とは、スプラインナットにかかる荷重が走行中にいろいろな条件によって変動するとき、この変動荷重条件における寿命と等しい寿命となるような一定荷重をいいます。

基本式を下式に示します。

$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L} \cdot \sum_{n=1}^n (P_n^3 \cdot L_n)}$$

$P_m$  : 平均荷重 (N)

$P_n$  : 変動荷重 (N)

$L$  : 総走行距離 (mm)

$L_n$  :  $P_n$ を受けて走行した距離 (mm)

## ●段階的に変化する場合

$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L} (P_1^3 \cdot L_1 + P_2^3 \cdot L_2 + \dots + P_n^3 \cdot L_n)} \dots\dots\dots (12)$$

$P_m$  : 平均荷重 (N)

$P_n$  : 変動荷重 (N)

$L$  : 総走行距離 (m)

$L_n$  :  $P_n$ 負荷して走行した走行距離 (m)

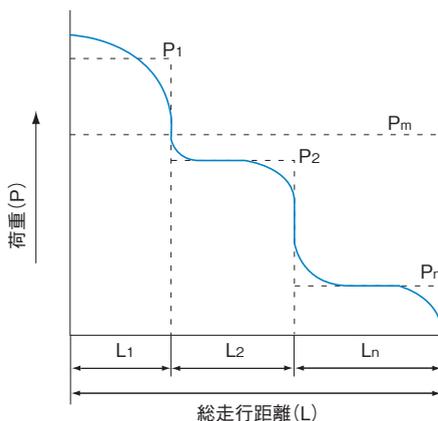


図2

## ●単調に変化する場合

$$P_m \doteq \frac{1}{3} (P_{\min} + 2 \cdot P_{\max}) \dots\dots\dots (13)$$

$P_{\min}$  : 最小荷重 (N)

$P_{\max}$  : 最大荷重 (N)

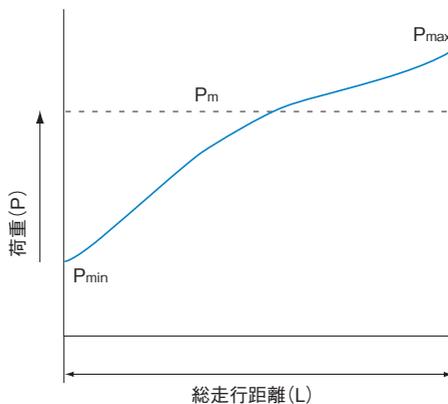


図3

## ●正弦曲線的に変化する場合

(a)  $P_m \doteq 0.65P_{\max}$  ..... (14)

(b)  $P_m \doteq 0.75P_{\max}$  ..... (15)

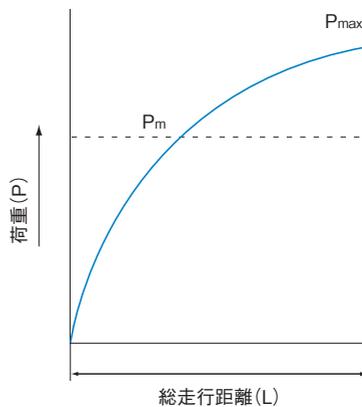
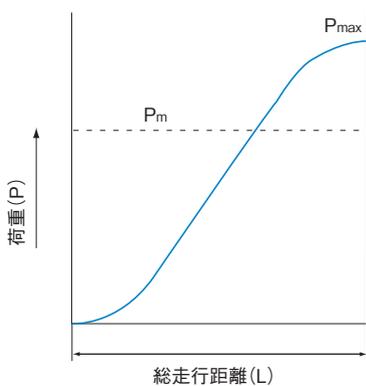


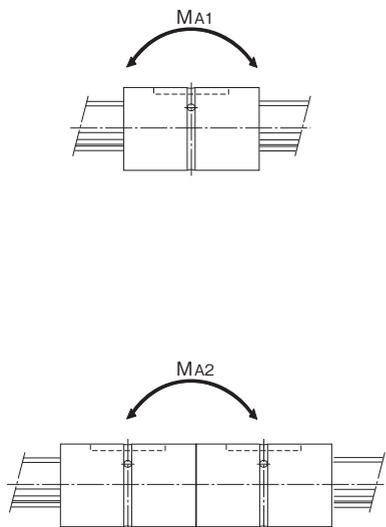
図4

## 【等価係数】

モーメントを负荷したときの等価ラジアル荷重算出係数を各形式ごとに **A3-26** 表11、**A3-27** 表12、**A3-28** 表13に示します。

### ●ボールスプラインSLS/SLF形の等価係数表

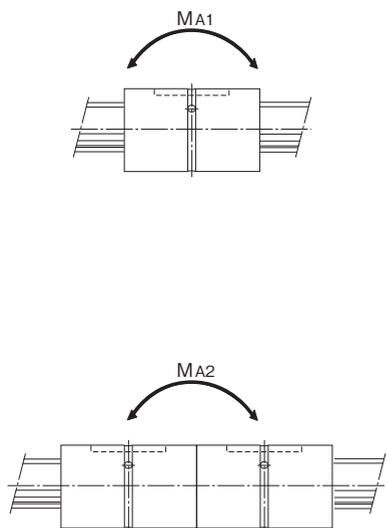
表11



呼び形番	等価係数:K	
	スプラインナット1個	スプラインナット2個密着
SLS/SLF25	0.187	0.030
SLS25L	0.148	0.027
SLS/SLF30	0.153	0.027
SLS30L	0.129	0.024
SLS/SLF40	0.114	0.021
SLS40L	0.102	0.019
SLS/SLF50	0.109	0.018
SLS50L	0.091	0.017
SLS/SLF60	0.080	0.015
SLS60L	0.072	0.014
SLS/SLF70	0.101	0.016
SLS70L	0.076	0.014
SLS/SLF80	0.083	0.013
SLS80L	0.072	0.012
SLS/SLF100	0.068	0.011
SLS100L	0.056	0.010

## ●ボールスプラインLBS形の等価係数表

表12



呼び形番	等価係数:K	
	スプラインナット1個	スプラインナット2個密着
LBS 6	0.61	0.074
LBS 8	0.46	0.060
LBS 10	0.54	0.049
LBS 15	0.22	0.039
LBS 20	0.24	0.03
LBST 20	0.17	0.027
LBS 25	0.19	0.026
LBST 25	0.14	0.023
LBS 30	0.16	0.022
LBST 30	0.12	0.02
LBS 40	0.12	0.017
LBST 40	0.1	0.016
LBS 50	0.11	0.015
LBST 50	0.09	0.014
LBS 60	0.08	0.013
LBS 70	0.1	0.013
LBST 70	0.08	0.012
LBS 85	0.08	0.011
LBST 85	0.07	0.01
LBS 100	0.08	0.009
LBST 100	0.06	0.009
LBST 120	0.05	0.008
LBST 150	0.045	0.006

注1) LBF形の等価係数KはLBS形と同一

注2) LBR形、LBG形、LBGT形、LBH形の等価係数KはLBST形と同一

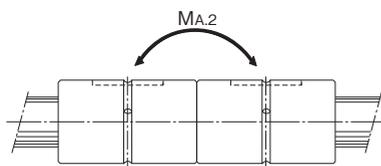
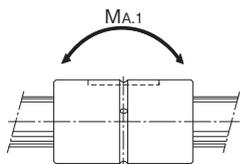
ただし、LBF60形はLBST60形と同一

LBH15形はLBS15形と同一

## ●ボールスプラインLT形の等価係数表

表13

呼び形番	等価係数:K	
	スプラインナット1個	スプラインナット2個密着
LT 4	0.65	0.096
LT 5	0.55	0.076
LT 6	0.47	0.06
LT 8	0.47	0.058
LT 10	0.31	0.045
LT 13	0.3	0.042
LT 16	0.19	0.032
LT 20	0.16	0.026
LT 25	0.13	0.023
LT 30	0.12	0.02
LT 40	0.088	0.016
LT 50	0.071	0.013
LT 60	0.07	0.011
LT 80	0.062	0.009
LT100	0.057	0.008



注) LF形、LTR形、LTR-A形の等価係数KはLT形と同一  
ただし、LTR32形はLT30形と同一。

## 予圧の選定

ボールスプラインの予圧は、精度、耐荷重や剛性に大きく影響するため、使用用途に応じた適切なすきまを選定する必要があります。

すきまの値は、それぞれの形式ごとに規格化されているため、使用条件に合わせたすきまの選定が行えます。

### 回転方向すきま

ボールスプラインでは、円周方向のすきまの総和を回転方向すきまとして規格化しています。特に、回転トルクを伝達することに適したLBS形、LT形は、回転方向すきまで規定しています。

#### 回転方向すきま(BCD)

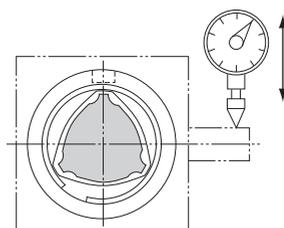


図5 回転方向すきまの測定

### 予圧と剛性

予圧(プリロード)とは、アンギュララッシュ(回転方向すきま)をなくし、剛性を高めることを目的として、あらかじめボールに与える荷重をいいます。ボールスプラインは、予圧を与えることにより、その予圧量に応じてアンギュララッシュをなくし、剛性を高めることができます。図6に回転トルクを与えた場合の回転方向の変位量を示します。

このように、予圧の効果は予圧荷重の2.8倍まであり、予圧のない場合と比べて同一回転トルクに対する変位量は1/2以下となり、剛性は2倍以上となります。

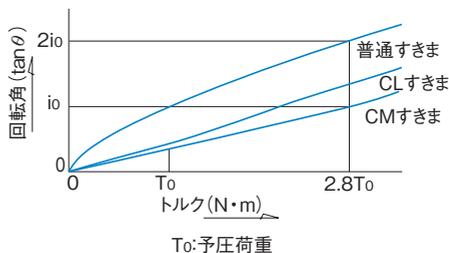


図6

## 使用条件と予圧の選定目安

表14に、ボールスプラインの使用条件による回転方向すきまの選定の目安を示します。

ボールスプラインの回転方向すきまは、スプラインナットの精度や剛性に大きな影響を与えるため、用途に応じて適切なすきまを選定することが重要です。一般的には予圧を与えたものが使用されており、繰り返し旋回運動や往復直線運動の場合は大きな振動衝撃が作用するため、予圧を与えた方が寿命および精度の向上が著しくなります。

表14 ボールスプラインの回転方向すきまの選定目安

回転方向すきま	使用条件	適用例
普通(無記号)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 小さな力でスムーズに駆動させたい箇所</li> <li>● トルクが常時一定方向に負荷する箇所</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 各種計測器</li> <li>・ 自動製函機</li> <li>・ 形状測定器</li> <li>・ 動力計</li> <li>・ 捲線器</li> <li>・ 自動溶断機</li> <li>・ ホーニング盤主軸</li> <li>・ 自動包装机</li> </ul>
軽予圧(CL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● オーバーハング荷重や、モーメントのかかる箇所</li> <li>● 高い繰り返し精度を必要とする箇所</li> <li>● 交番荷重がかかる箇所</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工業用ロボットアーム</li> <li>・ 各種オートローダ</li> <li>・ 自動塗装機ガイド軸</li> <li>・ 放電加工機主軸</li> <li>・ プレスダイセットガイド軸</li> <li>・ ボール盤主軸</li> </ul>
中予圧(CM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 強度の剛性を必要とし、振動衝撃がかかる箇所</li> <li>● スプラインナット1個でモーメント荷重を受ける箇所</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建設車輛ステアリング軸</li> <li>・ スポット溶接機軸</li> <li>・ 自動盤刃物台インデックス軸</li> </ul>

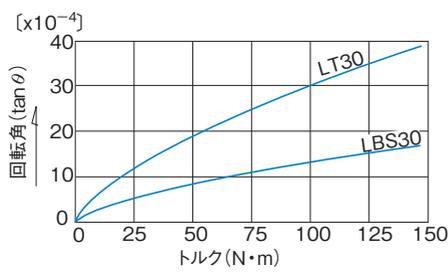


図7 ゼロすきま時のLBS形とLT形の比較

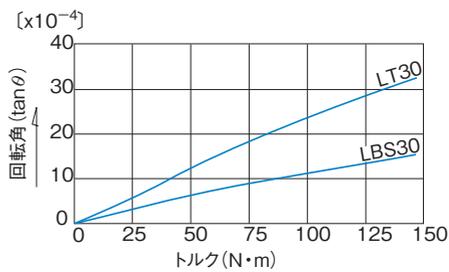


図8 CLすきま時のLBS形とLT形の比較

表15 SLS形、SLS-L形、SLF形の回転方向すきま

単位:  $\mu\text{m}$

記号	普通	軽予圧	中予圧
呼び軸径	無記号	CL	CM
25 30 40	+1~-2	-2~-6	-6~-10
50 60	+2~-4	-4~-8	-8~-12
70 80 100	+4~-8	-8~-12	-12~-20

## 選定のポイント

予圧の選定

表16 LBS形、LBF形、LBST形、LBR形、LBH形の回転方向すきま

単位:  $\mu\text{m}$ 

記号	普通	軽予圧	中予圧
呼び軸径	無記号	CL	CM
6 8	-2~+1	-6~-2	—
10 15	-3~+2	-9~-3	-15~-9
20 25 30	-4~+2	-12~-4	-20~-12
40 50 60	-6~+3	-18~-6	-30~-18
70 85	-8~+4	-24~-8	-40~-24
100 120	-10~+5	-30~-10	-50~-30
150	-15~+7	-40~-15	-70~-40

表17 LT形、LF形の回転方向すきま

単位:  $\mu\text{m}$ 

記号	普通	軽予圧	中予圧
呼び軸径	無記号	CL	CM
4 5 6 8 10 13	-2~+1	-6~-2	—
16 20	-2~+1	-6~-2	-9~-5
25 30	-3~+2	-10~-4	-14~-8
40 50	-4~+2	-16~-8	-22~-14
60 80	-5~+2	-22~-12	-30~-20
100	-6~+3	-26~-14	-36~-24

表18 LBG形、LBGT形の回転方向すきま

単位:  $\mu\text{m}$ 

記号	普通	軽予圧	中予圧
呼び軸径	無記号	CL	CM
20 25 30	-4~+2	-12~-4	-20~-12
40 50 60	-6~+3	-18~-6	-30~-18
70 85	-8~+4	-24~-8	-40~-24

表19 LTR形の回転方向すきま

単位:  $\mu\text{m}$ 

記号	普通	軽予圧	中予圧
呼び軸径	無記号	CL	CM
8 10	-2~+1	-6~-2	—
16 20	-2~+1	-6~-2	-9~-5
25 32	-3~+2	-10~-4	-14~-8
40 50	-4~+2	-16~-8	-22~-14
60	-5~+2	-22~-12	-30~-20

# 精度の決定

## 精度等級

ボールスプラインの精度はスプライン軸の支持部に対するスプラインナット外径の振れにより、並級(無記号)、上級(H)、精密級(P)に分類されます。測定項目を図9に示します。

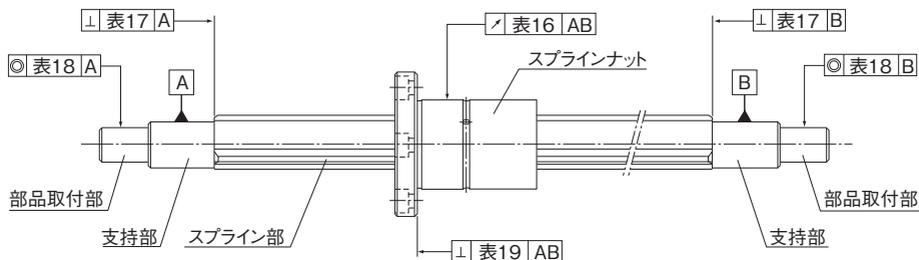


図9 ボールスプライン精度測定項目

## 精度規格

ボールスプラインの各測定項目を表20～表23に示します。

表20 スプライン軸の支持部に対するスプラインナット外径の振れ

単位:  $\mu\text{m}$

精 度	振れ(MAX)																												
	呼び軸径 スプライン軸全長 (mm)			4~8 <sup>注)</sup>			10			13~20			25~32			40,50			60~80			85~120			150				
こえる	以下	並	上	精	並	上	精	並	上	精	並	上	精	並	上	精	並	上	精	並	上	精	並	上	精	並	上	精	
—	200	72	46	26	59	36	20	56	34	18	53	32	18	53	32	16	51	30	16	51	30	16	—	—	—	—	—	—	—
200	315	133	(89)	—	83	54	32	71	45	25	58	39	21	58	36	19	55	34	17	53	32	17	—	—	—	—	—	—	—
315	400	—	—	—	103	68	—	83	53	31	70	44	25	63	39	21	58	36	19	55	34	17	—	—	—	—	—	—	—
400	500	—	—	—	123	—	—	95	62	38	78	50	29	68	43	24	61	38	21	57	35	19	46	36	19	—	—	—	—
500	630	—	—	—	—	—	—	112	—	—	88	57	34	74	47	27	65	41	23	60	37	20	49	39	21	—	—	—	—
630	800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	103	68	42	84	54	32	71	45	26	64	40	22	53	43	24	—	—	—	—
800	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	124	83	—	97	63	38	79	51	30	69	43	24	58	48	27	—	—	—	—
1000	1250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	114	76	47	90	59	35	76	48	28	63	55	32	—	—	—	—
1250	1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	139	93	—	106	70	43	86	55	33	80	65	40	—	—	—	—
1600	2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	128	86	54	99	65	40	100	80	50	—	—	—	—
2000	2500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	156	—	—	117	78	49	125	100	68	—	—	—	—
2500	3000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	143	96	61	150	129	84	—	—	—	—

注) カッコ寸法は呼び軸径4を除く

注) LBS形、LBST形、LBF形、LBR形、LT形、LF形に適用

## 選定のポイント

精度の決定

表21 スプライン軸の支持部に対する軸スプライン部端面の直角度

単位:  $\mu\text{m}$ 

精 度	直角度(MAX)		
	並級(無記号)	上級(H)	精密級(P)
呼び軸径 4 5 6 8 10	22	9	6
13 15 16 20	27	11	8
25 30 32	33	13	9
40 50	39	16	11
60 70 80	46	19	13
85 100 120	54	22	15
150	63	25	18

表22 スプライン軸の支持部に対する部品取付部の同軸度

単位:  $\mu\text{m}$ 

精 度	同軸度(MAX)		
	並級(無記号)	上級(H)	精密級(P)
呼び軸径 4 5 6 8	33	14	8
10	41	17	10
13 15 16 20	46	19	12
25 30 32	53	22	13
40 50	62	25	15
60 70 80	73	29	17
85 100 120	86	34	20
150	100	40	23

表23 スプライン軸の支持部に対するスプラインナットフランジ取付面の直角度

単位:  $\mu\text{m}$ 

精 度	直角度(MAX)		
	並級(無記号)	上級(H)	精密級(P)
呼び軸径 6 8	27	11	8
10 13	33	13	9
15 16 20 25 30	39	16	11
40 50	46	19	13
60 70 80 85	54	22	15
100	63	25	18

注) LBG形、LBGT形、LTR形、LTR-A形は除く

# リテーナ入り高トルク形ボールスプライン



SLS形 SLS-L形 SLF形

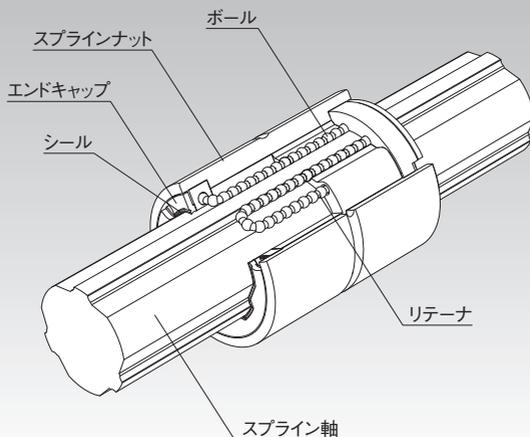


図1 リテーナ入り高トルク形ボールスプラインSLS形の構造

選定のポイント	<b>A3-6</b>
設計のポイント	<b>A3-107</b>
オプション	<b>A3-109</b>
呼び形番	<b>A3-111</b>
取扱い上の注意事項	<b>A3-112</b>
潤滑関連製品	<b>A24-1</b>
取付手順とメンテナンス	<b>B3-30</b>
スプライン軸の断面特性	<b>A3-17</b>
等価係数	<b>A3-26</b>
回転方向すきま	<b>A3-29</b>
精度規格	<b>A3-32</b>
精度別最大製作長さ	<b>A3-105</b>

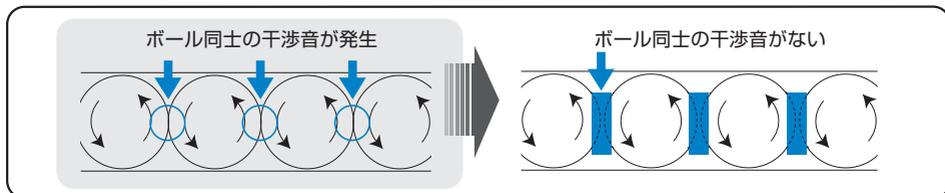
## 構造と特長

THKの技術とノウハウを結集したリテーナ技術を、ボールスプラインへ展開しました。

ボールリテーナの採用により、整列循環運動を保持し高速対応を可能としました。

ボール同士の衝突や相互摩擦をなくし、低騒音、好音質、低発塵を実現。グリース保持力の向上により、長期にわたるメンテナンスフリーも実現しています。

高トルク形の構造を採用することでナットのねじり剛性が確保されています。また、スプライン軸の形状を円形に近似させることで、軸剛性も向上しています。



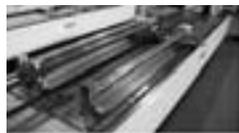
### 【高速対応】

ボールリテーナの採用により整列循環運動を保持し、高速対応を可能としたため、装置の高タクト化が可能となります。

[条件]

使用形番	SLS50
試験環境	22~27.5℃
ストローク	1000mm
最高速度	200m/min
加減速度	5G (49m/s <sup>2</sup> )
負荷荷重	軽予圧 (CL)
潤滑剤	THK AFB-LF グリース

試験機外観 (高速耐久試験)



試験品外観



[試験結果]

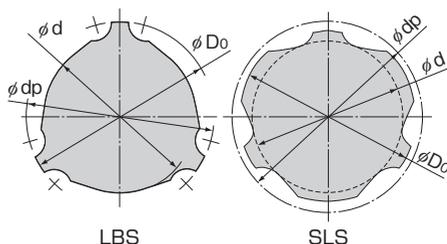
10000km走行で異常なし

### 【スプライン軸の剛性改善】

スプライン軸の形状を円形に近づけることで、従来の高トルク形のスプライン軸に対して、ねじれ剛性・曲げ剛性が大幅に向上しています。

単位:mm

呼び軸径 25	LBS	SLS
小径 $\phi d$	19.5	21.6
大径 $\phi D_o$	24.5	25.0
ボール中心径 $\phi dp$	25	25.2



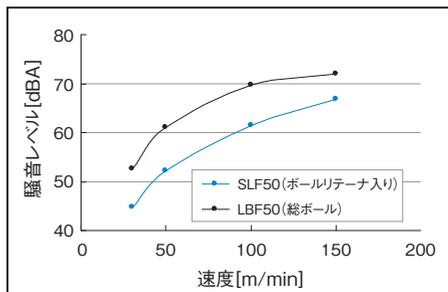
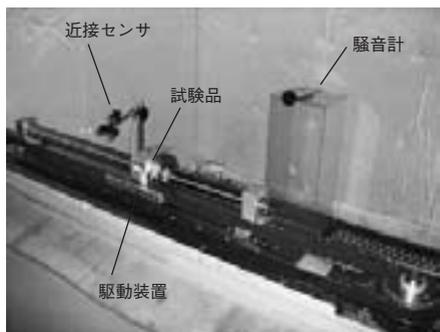
## 【低騒音、好音質、低発塵】

ボールリテーナの採用により、ボール同士の衝突や相互摩擦をなくし、低騒音、好音質、低発塵を実現しています。

### 【条 件】

使用形番	SLF50/LBF50
ストローク	600mm
速度	30,50,100,150m/min
測定機器	騒音計

### 試験機概要

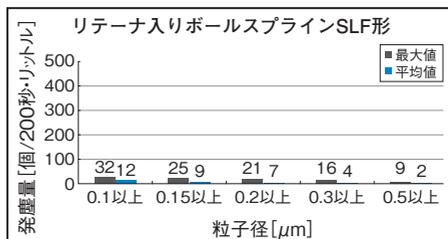
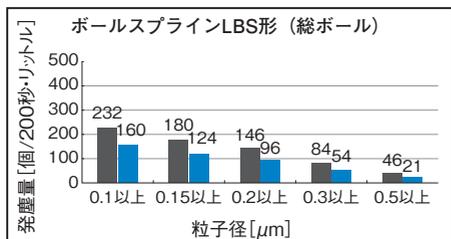
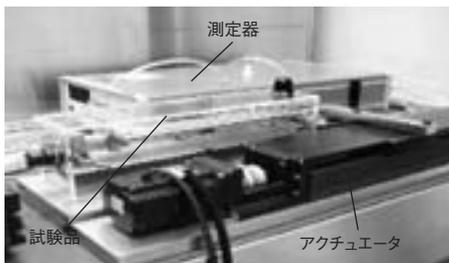


騒音レベル比較

### 【条 件】

使用形番	SLF50CL+350LP/ LBS50CL+350LP
最高速度	30m/min
加速度	2.84m/s <sup>2</sup>
ストローク	200mm
空気供給量	1 l /200sec
潤滑剤	THK AFE-CA グリース
使用機器	パーティクルカウンタ

### 試験機外観



発塵比較データ

### 【長期メンテナンスフリー】

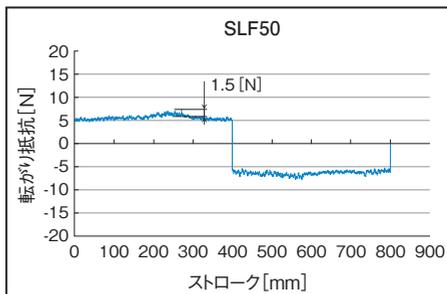
ボールリテーナの採用によるグリース保持能力の大幅な向上により、長期メンテナンスフリーを実現しています。

### 【滑らかな動作(小さい転がり変動)】

ボールリテーナと新循環方式の採用により、小さい転がり変動で安定したスムーズな動きを実現しています。

[条 件]

使用形番	SLF50
速度	10mm/sec
負荷荷重	中予圧 (CM)
潤滑剤	THK AFB-LFグリース



転がり抵抗試験

## 種類と特長

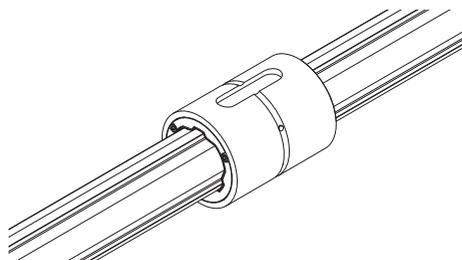
### 【スプラインナットの種類】

#### 円筒形ボールスプライン SLS形(中荷重形)

寸法表⇒[A3-40](#)

スプラインナット外径がストレートな円筒形状です。

キーを用いてハウジングとの固定や、トルク伝達が可能です。

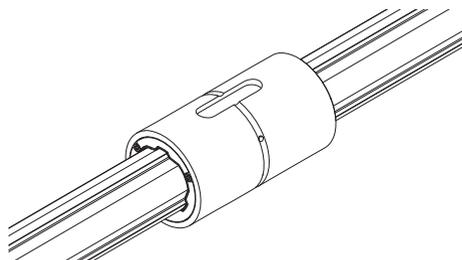


#### 円筒形ボールスプライン SLS-L形(重荷重形)

寸法表⇒[A3-40](#)

SLS形と同一外径でスプラインナットを長くした重荷重形です。

スペースのない箇所で大トルクを負荷する場合や、オーバーハング荷重やモーメントがかかる場合に最適です。

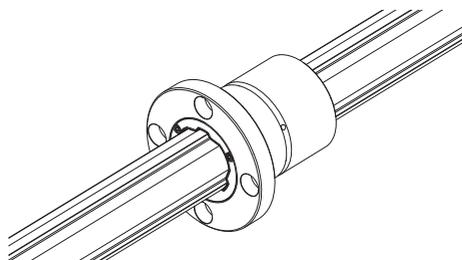


#### フランジ形ボールスプライン SLF形

寸法表⇒[A3-42](#)

ハウジングにボルトで固定できるフランジ付タイプです。

組付けが簡単でキーを用いた固定に比べ、ハウジング長さを短かくすることが可能です。



## 【スプライン軸の種類】

### 精密中実スプライン軸(標準タイプ)

冷間引抜きで成形されたスプライン軸の転動面を精密研削により高精度に加工し、スプラインナットを組合わせます。



### 特殊スプライン軸

スプライン軸端あるいは中間の径を太くする場合は、スプライン部を特殊加工で製作します。



### 中空スプライン軸(Kタイプ)

配管・配線・エア抜きあるいは重量軽減等の必要がある場合に、引抜き中空スプライン軸が用意されています。



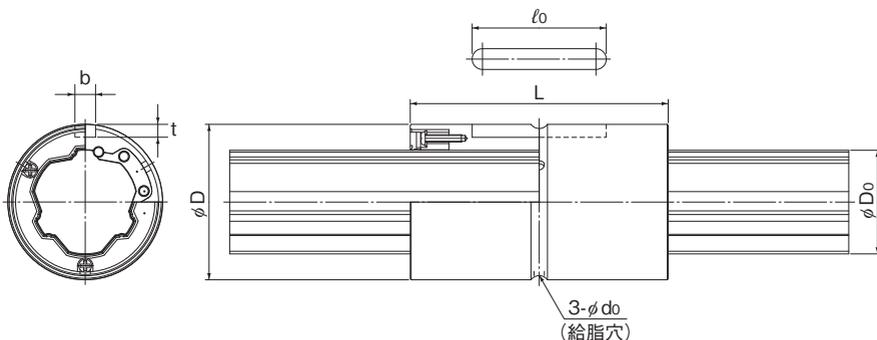
## ハウジング内径公差

スプラインナットとハウジングのはめあいは、一般的には中間ばめとします。ボールスプラインの精度をさほど必要としない場合は、すきまばめとします。

表1 ハウジング内径公差

ハウジング内径公差	一般的な使用条件	H7
	すきまをおさえる場合	J6

## SLS形



呼び形番	スプラインナット寸法							
	外径		長さ		キー溝寸法			給脂穴
	D	許容差	L	許容差	b H8	t +0.1 0	$\ell_o$	$d_o$
SLS25	37	0 -0.016	60	0 -0.3	5	3	33	2
SLS25L			70					
SLS30	45	0 -0.019	70		7	4	41	3
SLS30L			80					
SLS40	60	0 -0.019	90		10	4.5	55	3
SLS40L			100					
SLS50	75	0 -0.022	100		15	5	60	4
SLS50L			112					
SLS60	90	0 -0.022	127		18	6	68	4
SLS60L			140					
SLS70	100	0 -0.022	110	18	6	68	4	
SLS70L			135					
SLS80	120	0 -0.025	140	20	7	80	5	
SLS80L			155					
SLS100	140	0 -0.025	160	28	9	93	5	
SLS100L			185					

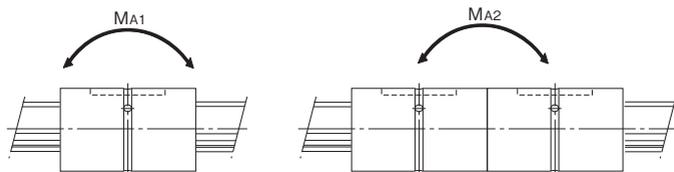
## 呼び形番の構成例



1軸に付くスプラインナットの個数(1個の場合は表示しない)

(※1) A3-109参照 (※2) A3-29参照 (※3) A3-32参照 (※4) A3-44参照 (※5) A3-105参照

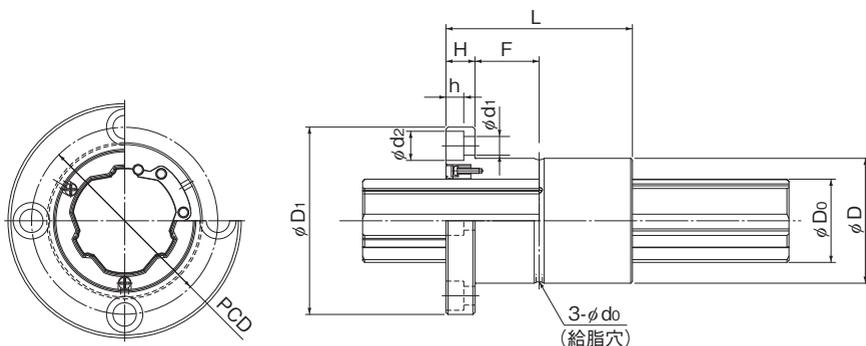
## リテーナ入り高トルク形ボールスプライン



単位:mm

	基本定格トルク		基本定格荷重		静的許容モーメント		質量	
	$C_T$ N·m	$C_{OT}$ N·m	C kN	$C_o$ kN	$M_{A1}$ N·m	$M_{A2}$ N·m	スプラインナット kg	スプライン軸 kg/m
	219.9	306.8	18.2	22.5	136	851	0.15	3.51
	261.9	394.5	21.7	29.0	220	1203	0.18	
	366.5	513.3	25.4	31.5	233	1341	0.30	5.05
	416.4	616.0	28.9	37.8	330	1803	0.34	
	818.9	1135.4	42.8	52.5	520	2801	0.69	9.18
	890.0	1277.3	46.5	59.1	652	3529	0.79	
	1373.4	1783.1	57.6	66.2	687	4156	1.30	14.45
	1571.2	2165.2	65.9	80.4	996	5349	1.47	
	2506.7	3321.0	87.8	103.0	1452	7733	2.25	21.23
	2723.2	3736.2	95.3	115.8	1820	9570	2.50	
	2986.3	3474.7	89.7	92.5	1038	6392	2.13	28.57
	3708.4	4738.2	111.4	126.1	1867	10135	2.71	
	4664.6	5477.4	122.8	127.7	1739	11482	4.22	37.49
	5195.3	6390.4	136.8	148.9	2327	14491	4.77	
	8922.3	10211.6	188.2	190.7	3155	19118	5.20	58.97
	10424.4	12764.6	219.8	238.4	4816	26463	6.22	

## SLF形



スプラインナット寸法

呼び形番	外径		長さ		フランジ径		H	F	給脂穴 d <sub>o</sub>	PCD
	D	許容差	L	許容差	D <sub>1</sub>	許容差				
SLF25	37	0 -0.016	60	0 -0.3	60	0 -0.2	9	21	2	47
SLF30	45		70		70		10	25	3	54
SLF40	60	90	90		14		31	3	72	
SLF50	75	0 -0.019	100		113	0 -0.3	16	34	4	91
SLF60	90		127		129		18	45.5	4	107
SLF70	100	110	142		20		47.5	4	117	
SLF80	120	0 -0.022	140		168		22	48	5	138
SLF100	140	0 -0.025	160	0 -0.4	195	0 -0.4	25	55	5	162

## 呼び形番の構成例

**2 SLF50 UU CL +700L P K**

呼び形番

回転方向  
すきま記号  
(※2)

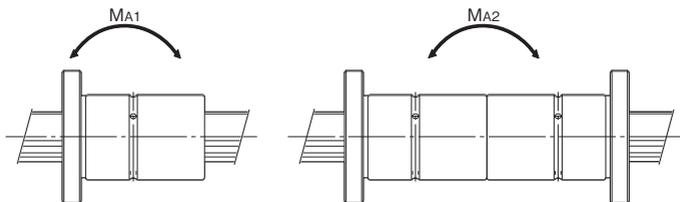
防塵用部品記号(※1)

スプライン軸全長(※5)  
(mm表示)スプライン軸記号(※4)  
精度記号(※3)

1軸に付くスプラインナットの個数(1個の場合は表示しない)

(※1) A3-109参照 (※2) A3-29参照 (※3) A3-32参照 (※4) A3-44参照 (※5) A3-105参照

## リテーナ入り高トルク形ボールスプライン



単位:mm

取付穴 $d_1 \times d_2 \times h$	基本定格トルク		基本定格荷重		静的許容モーメント		質量	
	$C_T$ N·m	$C_{DT}$ N·m	C kN	$C_D$ kN	$M_{A1}$ N·m	$M_{A2}$ N·m	スプラインナット kg	スプライン軸 kg/m
5.5×9.5×5.4	219.9	306.8	18.2	22.5	136	851	0.26	3.51
6.6×11×6.5	366.5	513.3	25.4	31.5	233	1341	0.45	5.05
9×14×8.6	818.9	1135.4	42.8	52.5	520	2801	1.06	9.18
11×17.5×11	1373.4	1783.1	57.6	66.2	687	4156	1.90	14.45
11×17.5×11	2506.7	3321.0	87.8	103.0	1452	7733	3.08	21.23
14×20×13	2986.3	3474.7	89.7	92.5	1038	6392	3.25	28.57
16×23×15.2	4664.6	5477.4	122.8	127.7	1739	11482	5.82	37.49
18×26×17.5	8922.3	10211.6	188.2	190.7	3155	19118	7.66	58.97

## スプライン軸

スプライン軸は **A3-39** に示すように、精密中実スプライン軸、特殊スプライン軸、中空スプライン軸(Kタイプ)があります。

スプライン軸形状はご要望に応じて製作しますので、お見積りやご注文の際には図面をご提示ください。

### 【スプライン軸の断面形状】

表2にスプライン軸断面形状を示します。スプライン軸端に円筒加工が必要な場合は、なるべく小径寸法( $\phi d$ )以下としてください。

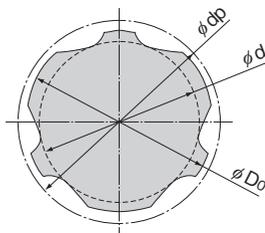


表2 スプライン軸断面形状

単位:mm

呼び軸径	25	30	40	50	60	70	80	100
小径 $\phi d$	21.6	25.8	35.2	44.4	54.0	62.8	71.3	90.0
大径 $\phi D_o$	25.0	30.0	40.0	50.0	60.0	60.0	80.0	100.0
ボール中心径 $\phi dp$	25.2	30.2	40.6	50.6	61.0	71.0	80.8	101.2
質量(kg/m)	3.51	5.05	9.18	14.45	21.23	28.57	37.49	58.97

※小径 $\phi d$ は、加工した際に溝残りが発生しない寸法とします。

### 【標準中空スプライン軸の穴形状】

表3に標準中空スプライン軸の穴形状を示します。配管・配線・エア抜きあるいは重量軽減等の必要がある場合にご利用ください。

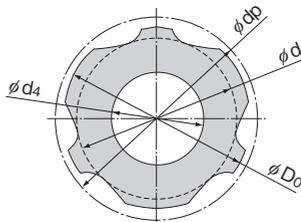


表3 標準中空スプライン軸断面形状

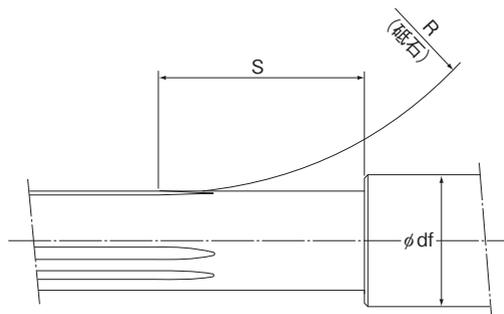
単位:mm

呼び軸径	25	30	40	50	60	70	80	100
小径 $\phi d$	21.6	25.8	35.2	44.4	54.0	62.8	71.3	90.0
大径 $\phi D_o$	25.0	30.0	40.0	50.0	60.0	60.0	80.0	100.0
ボール中心径 $\phi dp$	25.2	30.2	40.6	50.6	61.0	71.0	80.8	101.2
穴径( $\phi d_4$ )	12	16	22	25	32	—	52.5	67.5
質量(kg/m)	2.62	3.47	6.19	10.59	14.90	—	20.48	30.85

※小径 $\phi d$ は、加工した際に溝残りが発生しない寸法とします。

### 【特殊スプライン軸の不完全スプライン部の長さ】

スプライン軸端あるいは中間の径を小径寸法( $\phi d$ )より太くする場合は、研削逃げのため不完全スプライン部が必要です。その長さ(S)とフランジ径( $\phi df$ )の関係は、THKにお問い合わせください。



## 付属部品

ボールスプラインSLS/SLS-L形には表4に示す標準キーが添付してあります。

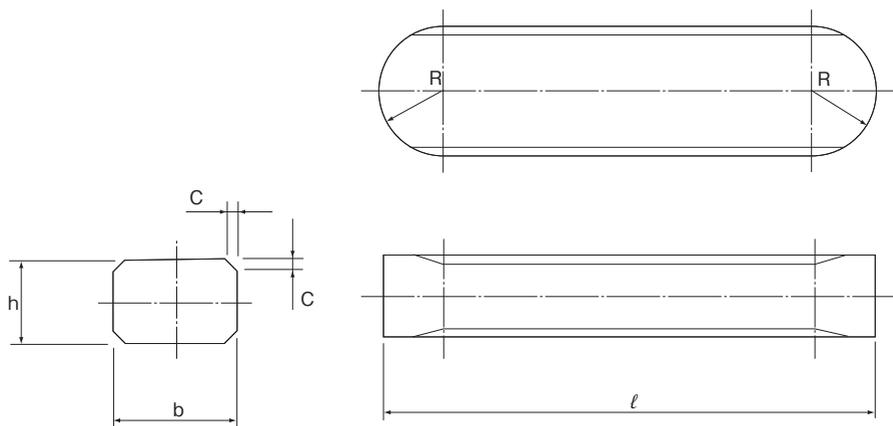


表4 SLS/SLS-L形用標準キー

単位:mm

呼び軸径	幅b		高さh		長さℓ		R	C
		許容差(p7)		許容差(h9)		許容差(h12)		
SLS 25 SLS 25L	5	+0.024 +0.012	5	0 -0.030	33	0 -0.250	2.5	0.5
SLS 30 SLS 30L	7	+0.030 +0.015	7	0 -0.036	41	0 -0.300	3.5	
SLS 40 SLS 40L	10	+0.036 +0.018	8		0 -0.043		55	0 -0.400
SLS 50 SLS 50L	15		10	60		7.5		
SLS 60 SLS 60L	18	+0.043 +0.022	12	0 -0.043	68	0 -0.350	9	1.2
SLS 70 SLS 70L			13		80		14	
SLS 80 SLS 80L	20	+0.043 +0.022	13	0 -0.400	93	0 -0.400	14	
SLS 100 SLS 100L	28		18		93			



# 高トルク形ボールスプライン

LBS形 LBST形 LBF形 LBR形 LBH形

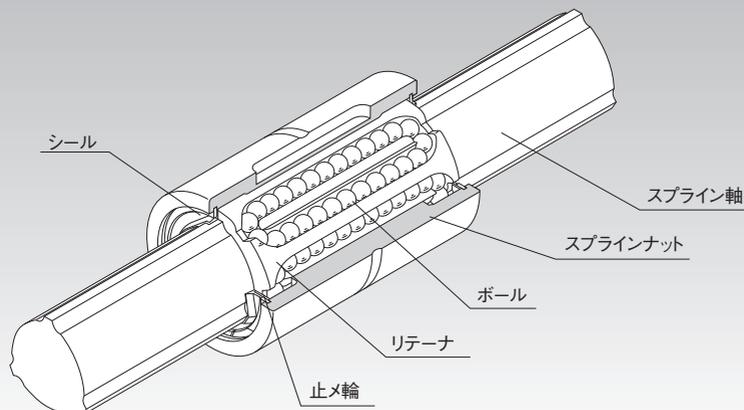


図1 高トルク形ボールスプラインLBS形の構造

選定のポイント	<b>A3-6</b>
設計のポイント	<b>A3-107</b>
オプション	<b>A3-109</b>
呼び形番	<b>A3-111</b>
取扱い上の注意事項	<b>A3-112</b>
潤滑関連製品	<b>A24-1</b>
取付手順とメンテナンス	<b>B3-30</b>
スプライン軸の断面特性	<b>A3-17</b>
等価係数	<b>A3-26</b>
回転方向すきま	<b>A3-29</b>
精度規格	<b>A3-32</b>
精度別最大製作長さ	<b>A3-105</b>

## 構造と特長

高トルク形ボールスプラインは、図1のようにスプライン軸の外周に120°等配された3条の転動突起部をそれぞれ左右から挟み込むように6条の負荷ボール列が配置されています。

転動面は、ボール径に近似したR溝形状に精密研削加工されており、スプライン軸またはスプラインナットからトルクが負荷すると、6条の負荷ボール列のうちでトルク負荷方向にある3条列が均等に負荷し、回転中心が自動的に決まります。逆転した場合は、逆方向にある3条列が負荷します。ボール列はスプラインナットの内径に組込まれたリテーナにより整列循環運動するように保持されているため、スプライン軸を抜いてもボールが脱落することはありません。

### 【アンギュララッシ“ゼロ”】

高トルク形ボールスプラインは1個のスプラインナットで予圧を与えてアンギュララッシをゼロにし、剛性を上げることができます。

従来のサーキュラーアーク溝やゴシックアーク溝を持つボールスプラインのように、予圧をかけるために2個のスプラインナットをねじって使用する必要はなく、コンパクトな設計を容易にします。

### 【高剛性と正確な位置決め】

接触角が大きく、しかも1個のスプラインナットで予圧を与えることができるため、初期変位は少なく、高い剛性と正確な位置決め精度が得られます。

### 【高速運動・高速回転が可能】

小さい摩擦力和、優れた潤滑剤保持構造および剛性のあるリテーナの採用により、高速直線運動にもグリース潤滑で長時間の使用が可能です。また負荷ボールと無負荷ボールの半径方向距離がほぼ等しいため、高速回転時にもボールに作用する遠心力の影響は小さく、スムーズな直線運動が得られます。

### 【コンパクトな設計】

従来のボールスプラインのように無負荷ボールを外周側に循環させていないため、スプラインナットの外径は小さく、スペースを取らないコンパクトな設計ができます。

### 【ボール保持タイプ】

リテーナによりスプライン軸からスプラインナットを抜いてもボールが脱落しません。

### 【重荷重用リニアブッシュとして使用可能】

ボール転動面は、ボールの半径とほぼ等しいR溝形状に成形されているため、ボールの接触面積は大きく、ラジアル荷重負荷に対しても大きな負荷性能を持っています。

### 【2軸平行使用を1軸使用に変更】

1軸でトルク方向とラジアル方向の荷重が負荷できるため、今まで2軸を平行に使用していた箇所を1軸にすることができ、取付けが簡単でスペースをとらない設計が可能です。

---

## 用途

---

工業用ロボットの支柱およびアーム、オートローダ、トランスファマシン、自動搬送装置、タイヤ成形機、スポット溶接機スピンドル、高速自動塗装ガイド軸、リベッティングマシン、捲線機、放電加工機ワークヘッド、研削盤スピンドル駆動軸、各種変速装置、精密インデックス軸などに使用されている信頼性の高い直動システムです。

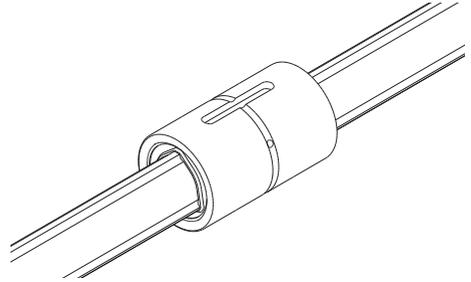
## 種類と特長

### 【スプラインナットの種類】

#### 円筒形ボールスプライン LBS形(中荷重形)

寸法表⇒ [A3-54](#)

スプラインナット外径がストレートな円筒形状でトルクを伝達する場合は、キーを打込んで使用する最もコンパクトなタイプです。スプラインナット外径は防炭加工されています。

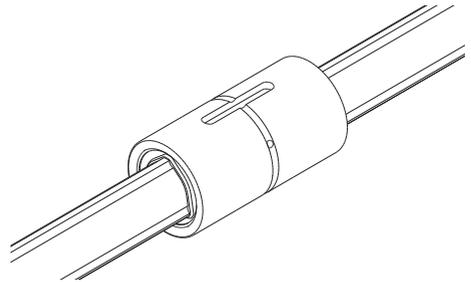


ボールスプライン

#### 円筒形ボールスプライン LBST形(重荷重形)

寸法表⇒ [A3-58](#)

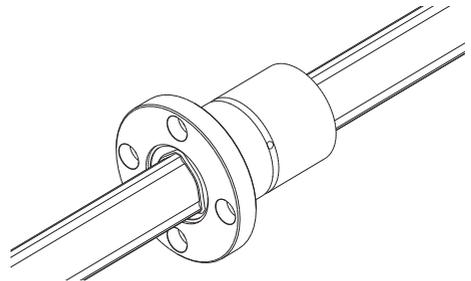
LBS形と同一外径でスプラインナットを長くした重荷重形です。スペースのない箇所で、大トルクを負荷する場合やオーバーハング荷重やモーメントがかかる場合に最適です。



#### フランジ形ボールスプライン LBF形

寸法表⇒ [A3-60](#)

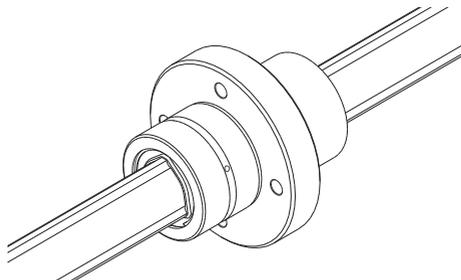
フランジを利用してハウジングにボルトで固定できるので、組付けが簡単です。ハウジングにキー溝加工すると変形のおそれがある箇所やハウジングの幅が狭い箇所に最適です。



## フランジ形ボールスプライン LBR形

寸法表⇒[A3-62](#)

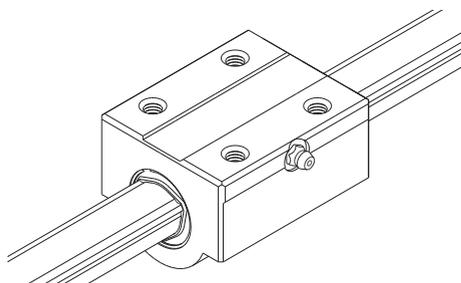
重荷重用LBST形の中央部にフランジを設けてあるので、工業用ロボットアームのようなモーメントを受ける箇所などに最適です。



## 角形ボールスプライン LBH形

寸法表⇒[A3-64](#)

剛性のある角形のスプラインナットは、ハウジングを必要とせずそのまま機械本体に組付けられるので、コンパクトで高剛性の直線案内内部が得られます。



## 【スプライン軸の種類】

### 精密中実スプライン軸(標準タイプ)

冷間引抜きで成形されたスプライン軸の転動面を精密研削により高精度に加工し、スプラインナットを組合わせます。



### 特殊スプライン軸

スプライン軸端あるいは中間の径を太くする場合は、スプライン部を特殊加工で製作します。



### 中空スプライン軸(Kタイプ)

配管・配線・エア抜きあるいは重量軽減等の必要がある場合に、引抜き中空スプライン軸が用意されています。



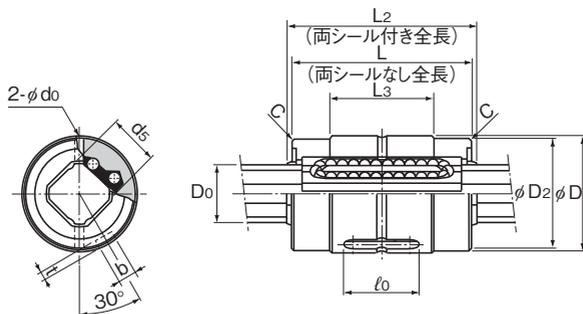
## ハウジング内径公差

スプラインナットとハウジングのはめあいは、一般的には中間ばめとします。ボールスプラインの精度をさほど必要としない場合は、すきまばめとします。

表1 ハウジング内径公差

ハウジング内径公差	一般的な使用条件	H7
	すきまをおさえる場合	J6

# ミニチュアボールスプライン



LBS6、8形

呼び形番	スプラインナット寸法										
	外径		長さ		L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	キー溝寸法			C
	D	許容差	L	許容差				b H8	t +0.1 0	l <sub>0</sub>	
LBS 6	12	0	20	0 -0.2	20.8	11	11.5	2	0.8	10	0.3
LBS 8	16	-0.011	25		26.4	14.5	15.5	2.5	1.2	12.5	0.3
LBS 10	19	0 -0.013	30		—	—	—	3	1.5	17	0.3

注) LBS6、8形はエンドキャップタイプです。

LBS6、8形のエンドキャップには衝撃等を与えないようにしてください。

ミニチュアボールスプラインには高温用はありません。

## 呼び形番の構成例

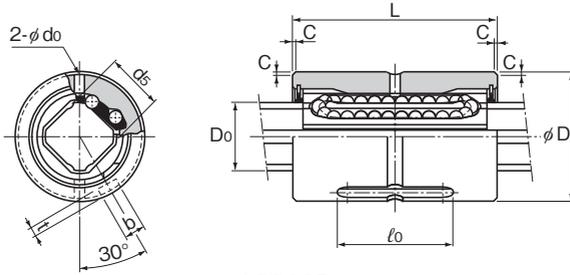
**2 LBS6 UU CL +200L H**

呼び形番 防塵用 回転方向  
部品記号 ずきま記号  
精度記号(※3)

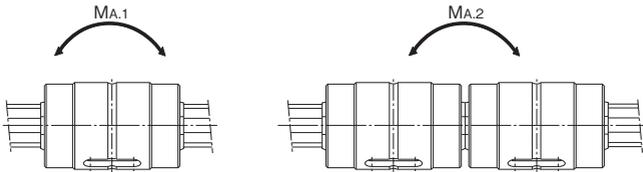
1軸に付く  
スプラインナットの個数  
(1個の場合は表示しない)

スプライン軸全長(※4)  
(mm表示)

(※1) A3-109参照 (※2) A3-29参照 (※3) A3-32参照 (※4) A3-105参照



LBS10形

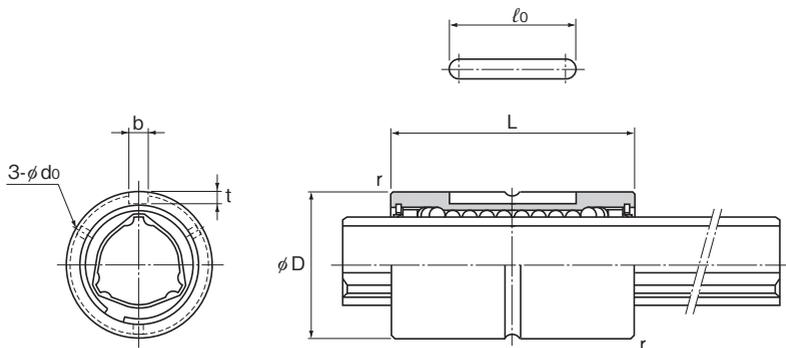


単位:mm

	給脂穴 $d_0$	スプライン軸外径		基本定格トルク		基本定格荷重(ラジアル)		静的許容モーメント		質量	
		$D_0$	$d_5$	$C_T$ N·m	$C_{OT}$ N·m	C kN	$C_0$ kN	$M_{A.1}$ <sup>注)</sup> N·m	$M_{A.2}$ <sup>注)</sup> N·m	スプラインナット g	スプライン軸 kg/m
	1.2	6	5.3	1.53	2.41	0.637	0.785	2.2	19.4	6.6	0.22
	1.2	8	7.3	4.07	6.16	1.18	1.42	5.1	39.6	15.4	0.42
	1.5	10	8.3	7.02	10.4	1.62	1.96	8.1	67.6	36.7	0.55

注)  $M_{A.1}$ は上図に示すようにスプラインナットを1個使用したときの軸方向許容モーメント値です。  
 $M_{A.2}$ は上図に示すようにスプラインナットを2個密着使用したときの軸方向許容モーメント値です。  
(スプラインナット1個使用は精度的にも安定しませんので2個密着使用を推奨します。)  
ボールスプライン軸の精度別最大長さについては、**A3-105**をご参照ください。

# LBS形(中荷重形)



呼び形番	スプラインナット寸法								
	外径		長さ		キー溝寸法			給脂穴	
	D	許容差	L	許容差	b H8	t +0.1 0	ℓ <sub>o</sub>		r
LBS 15	23	$\begin{matrix} 0 \\ -0.013 \end{matrix}$	40	$\begin{matrix} 0 \\ -0.2 \end{matrix}$	3.5	2	20	0.5	2
○● LBS 20	30	$\begin{matrix} 0 \\ -0.016 \end{matrix}$	50	$\begin{matrix} 0 \\ -0.3 \end{matrix}$	4	2.5	26	0.5	2
○● LBS 25	37		60		5	3	33	0.5	2
○● LBS 30	45		70		7	4	41	1	3
○● LBS 40	60		90		10	4.5	55	1	3
○● LBS 50	75	$\begin{matrix} 0 \\ -0.019 \end{matrix}$	100	$\begin{matrix} 0 \\ -0.4 \end{matrix}$	15	5	60	1.5	4
○● LBS 70	100	110	18		6	68	2	4	
○● LBS 85	120	$\begin{matrix} 0 \\ -0.022 \end{matrix}$	140		20	7	80	2.5	5
○● LBS 100	140	$\begin{matrix} 0 \\ -0.025 \end{matrix}$	160		28	9	93	3	5

注)○:高温仕様対応可能形番(金属製リテーナ、使用温度100℃まで)

(例) LBS20 A CL+500L H  
└───┬───┘ 高温用記号

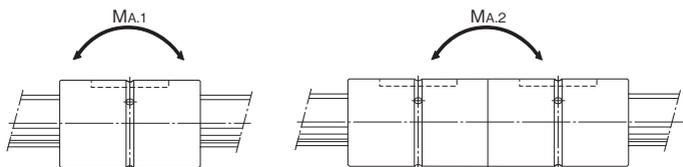
- :フェルトシール対応可能形番(▲3-109参照)  
 金属製リテーナ使用のボールスプラインにフェルトシールは取付けられません。

## 呼び形番の構成例

**2 LBS40 UU CL +1000L P K**

呼び形番	防塵用 部品記号 (※1)	回転方向 すきま記号 (※2)	精度記号 (※3)	標準中空 スプライン軸記号(※4)
1軸に付く スプラインナットの個数 (1個の場合は表示しない)			スプライン軸全長(※5) (mm表示)	

(※1)▲3-109参照 (※2)▲3-29参照 (※3)▲3-32参照 (※4)▲3-67参照 (※5)▲3-105参照



単位:mm

	基本定格トルク		基本定格荷重(ラジアル)		静的許容モーメント		質量	
	$C_T$ N·m	$C_{OT}$ N·m	C kN	$C_o$ kN	$M_{A.1}$ <sup>注)</sup> N·m	$M_{A.2}$ <sup>注)</sup> N·m	スプラインナット kg	スプライン軸 kg/m
	30.4	74.5	4.4	8.4	25.4	185	0.06	1
	74.5	160	7.8	14.9	60.2	408	0.14	1.8
	154	307	13	23.5	118	760	0.25	2.7
	273	538	19.3	33.8	203	1270	0.44	3.8
	599	1140	31.9	53.4	387	2640	1	6.8
	1100	1940	46.6	73	594	4050	1.7	10.6
	2190	3800	66.4	102	895	6530	3.1	21.3
	3620	6360	90.5	141	2000	12600	5.5	32
	5190	12600	126	237	3460	20600	9.5	45

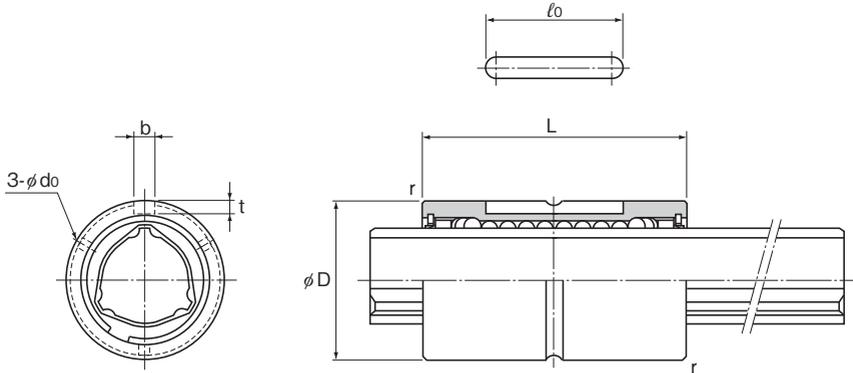
注)  $M_{A.1}$ は上図に示すようにスプラインナットを1個使用したときの軸方向許容モーメント値です。

$M_{A.2}$ は上図に示すようにスプラインナットを2個密着使用したときの軸方向許容モーメント値です。

(LBS形1個使用は精度的にも安定しませんのでLBST形1個使用またはLBS形2個密着使用を推奨します。)

ボールスプライン軸の精度別最大長さについては、**A3-105**をご参照ください。

# LBST形(重荷重形)



呼び形番	スプラインナット寸法								
	外径		長さ		キー溝寸法			r	給脂穴 do
	D	許容差	L	許容差	b H8	t +0.1 0	ℓ <sub>0</sub>		
○● LBST 20	30	0 -0.016	60	0 -0.2	4	2.5	26	0.5	2
○● LBST 25	37		70		5	3	33		
○● LBST 30	45		80		7	4	41		
○● LBST 40	60	0 -0.019	100	0 -0.3	10	4.5	55	1	3
○● LBST 50	75		112		15	5	60		
○ LBST 60	90		127		18	6	68		
○● LBST 70	100	0 -0.022	135	0 -0.4	18	6	68	2	4
○● LBST 85	120		155		20	7	80		
○● LBST 100	140		175		28	9	93		
○ LBST 120	160	0 -0.025	200	0 -0.5	28	9	123	3.5	6
○ LBST 150	205		250		32	10	157		

注)○:高温仕様対応可能形番(金属製リテーナ、使用温度100℃まで)

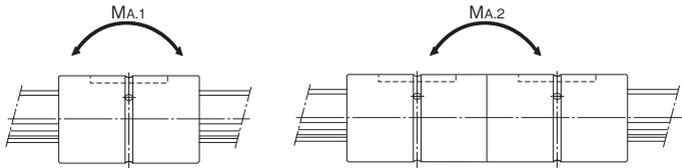
(例) LBST25 A CM+400L H  
└───┬───┘ 高温用記号

- :フェルトシール対応可能形番(■3-109参照)  
 金属製リテーナ使用のボールスプラインにフェルトシールは取付けられません。

## 呼び形番の構成例

<b>2</b>	<b>LBST50</b>	<b>UU</b>	<b>CM</b>	<b>+800L</b>	<b>H</b>	<b>K</b>
呼び形番	防塵用 部品記号 (※1)	回転方向 すきま記号 (※2)	精度記号 (※3)	標準中空 スプライン軸記号(※4)		
1軸に付く スプラインナットの個数 (1個の場合は表示しない)			スプライン軸全長(※5) (mm表示)			

(※1)■3-109参照 (※2)■3-29参照 (※3)■3-32参照 (※4)■3-67参照 (※5)■3-105参照

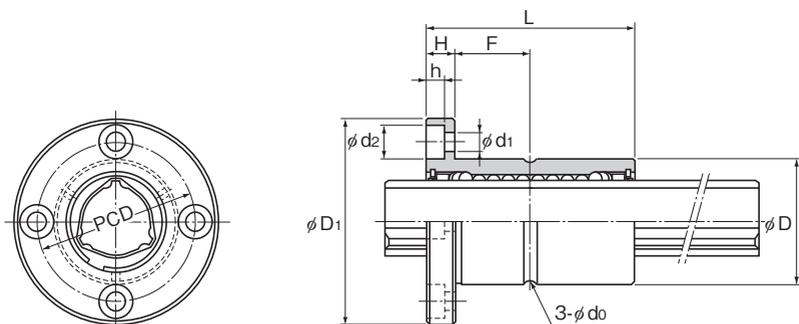


単位:mm

	基本定格トルク		基本定格荷重(ラジアル)		静的許容モーメント		質量	
	$C_T$ N·m	$C_{OT}$ N·m	C kN	$C_o$ kN	$M_{A.1}$ <sup>注)</sup> N·m	$M_{A.2}$ <sup>注)</sup> N·m	スプラインナット kg	スプライン軸 kg/m
	90.2	213	9.4	20.1	103	632	0.17	1.8
	176	381	14.9	28.7	171	1060	0.29	2.7
	312	657	22.5	41.4	295	1740	0.5	3.8
	696	1420	37.1	66.9	586	3540	1.1	6.8
	1290	2500	55.1	94.1	941	5610	1.9	10.6
	1870	3830	66.2	121	1300	8280	3.3	15.6
	3000	6090	90.8	164	2080	11800	3.8	21.3
	4740	9550	119	213	3180	17300	6.1	32
	6460	14400	137	271	4410	25400	10.4	45
	8380	19400	148	306	5490	32400	12.9	69.5
	13900	32200	196	405	8060	55400	28	116.6

注)  $M_{A.1}$ は上図に示すようにスプラインナットを1個使用したときの軸方向許容モーメント値です。  
 $M_{A.2}$ は上図に示すようにスプラインナットを2個密着使用したときの軸方向許容モーメント値です。  
 ボールスプライン軸の精度別最大長さについては、**A3-105**をご参照ください。

# LBF形(中荷重形)



呼び形番	スプラインナット寸法									
	外径		長さ		フランジ径		H	F	給脂穴 d <sub>o</sub>	PCD
	D	許容差	L	許容差	D <sub>1</sub>	許容差				
LBF 15	23	<sup>0</sup> <sub>-0.013</sub>	40	<sup>0</sup> <sub>-0.2</sub>	43	0 -0.2	7	13	2	32
○● LBF 20	30	0 -0.016	50	0 -0.3	49		7	18	2	38
○● LBF 25	37		60		60	9	21	2	47	
○● LBF 30	45	70	70	10	25	3	54			
○● LBF 40	57	0 -0.019	90	0 -0.3	90	14	31	3	70	
○● LBF 50	70		100		108	16	34	4	86	
○ LBF 60	85	127	124	18	45.5	4	102			
○● LBF 70	95	0 -0.022	110	0 -0.4	142	20	35	4	117	
○● LBF 85	115	140	168		22	48	5	138		
○● LBF 100	135	0 -0.025	160	195	0 -0.4	25	55	5	162	

注) ○: 高温仕様対応可能形番(金属製リテーナ、使用温度100℃まで)

(例) LBF20 A CL+500L H  
└───┬───┘ 高温用記号

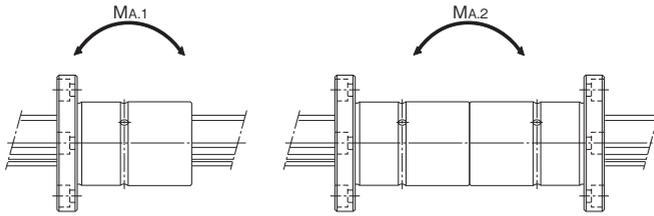
- : フェルトシール対応可能形番(※3-109参照)  
 金属製リテーナ使用のボールスプラインにフェルトシールは取付けられません。

## 呼び形番の構成例



(※1) 3-109参照 (※2) 3-29参照 (※3) 3-32参照 (※4) 3-67参照 (※5) 3-105参照

## 高トルク形ボールスプライン

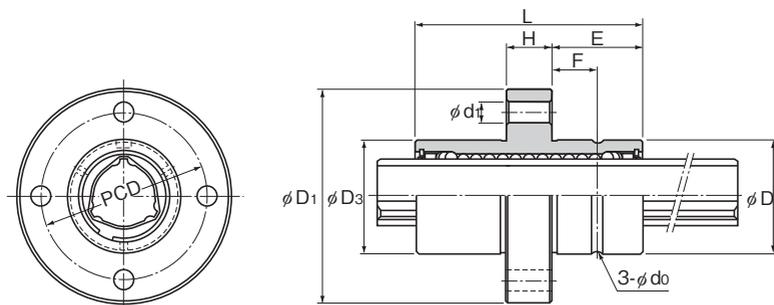


単位:mm

取付穴 $d_1 \times d_2 \times h$	基本定格トルク		基本定格荷重(ラジアル)		静的許容モーメント		質量	
	$C_T$ N·m	$C_{OT}$ N·m	C kN	$C_O$ kN	$M_{A.1}$ <sup>注)</sup> N·m	$M_{A.2}$ <sup>注)</sup> N·m	スプラインナット kg	スプライン軸 kg/m
4.5×8×4.4	30.4	74.5	4.4	8.4	25.4	185	0.11	1
4.5×8×4.4	74.5	160	7.8	14.9	60.2	408	0.2	1.8
5.5×9.5×5.4	154	307	13	23.5	118	760	0.36	2.7
6.6×11×6.5	273	538	19.3	33.8	203	1270	0.6	3.8
9×14×8.6	599	1140	31.9	53.4	387	2640	1.2	6.8
11×17.5×11	1100	1940	46.6	73	594	4050	1.9	10.6
11×17.5×11	1870	3830	66.2	121	1300	8280	3.5	15.6
14×20×13	2190	3800	66.4	102	895	6530	3.6	21.3
16×23×15.2	3620	6360	90.5	141	2000	12600	6.2	32
18×26×17.5	5910	12600	126	237	3460	20600	11	45

注)  $M_{A.1}$ は上図に示すようにスプラインナットを1個使用したときの軸方向許容モーメント値です。  
 $M_{A.2}$ は上図に示すようにスプラインナットを2個密着使用したときの軸方向許容モーメント値です。  
(スプラインナット1個使用は精度的にも安定しませんので2個密着使用を推奨します。)  
ボールスプライン軸の精度別最大長さについては、**A3-105**をご参照ください。

## LBR形



呼び形番	スプラインナット寸法								
	外径		外径	長さ		フランジ径			
	D	許容差	D <sub>3</sub>	L	許容差	D <sub>1</sub>	H	E	PCD
LBR 15	25	$0$ $-0.013$	25.35	40	$0$ $-0.2$	45.4	9	15.5	34
○● LBR 20	30	$0$ $-0.016$	30.35	60		56.4	12	24	44
○● LBR 25	40		40.35	70	$0$ $-0.3$	70.4	14	28	54
○● LBR 30	45		45.4	80		75.4	16	32	61
○● LBR 40	60	$0$ $-0.019$	60.4	100		96.4	18	41	78
○● LBR 50	75	75.4	112	112.4		20	46	94	
○ LBR 60	90	90.5	127	134.5		22	52.5	112	
○● LBR 70	95	$0$ $-0.022$	95.6	135	$0$ $-0.4$	140.6	24	55.5	117
○● LBR 85	120	120.6	155	170.6		26	64.5	146	
○● LBR 100	140	$0$ $-0.025$	140.6	175		198.6	34	70.5	170

注) ○: 高温仕様対応可能形番(金属製リテーナ、使用温度100℃まで)

(例) LBR40 A CM+600L H  
└───┬───┘ 高温用記号

●: フェルトシール対応可能形番(※3-109参照)

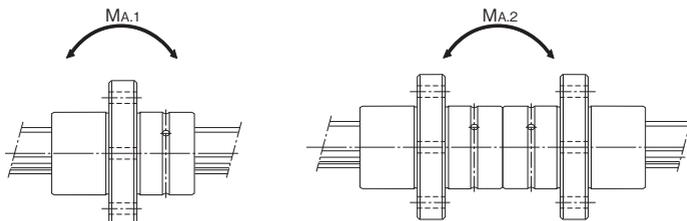
金属製リテーナ使用のボールスプラインにフェルトシールは取付けられません。

## 呼び形番の構成例

**2 LBR30 UU CM +700L H K**

呼び形番	防塵用 部品記号 (※1)	回転方向 すきま記号 (※2)	精度記号 (※3)	標準中空 スプライン軸記号(※4)
1軸に付く スプラインナットの個数 (1個の場合は表示しない)			スプライン軸全長(※5) (mm表示)	

(※1) 3-109参照 (※2) 3-29参照 (※3) 3-32参照 (※4) 3-67参照 (※5) 3-105参照

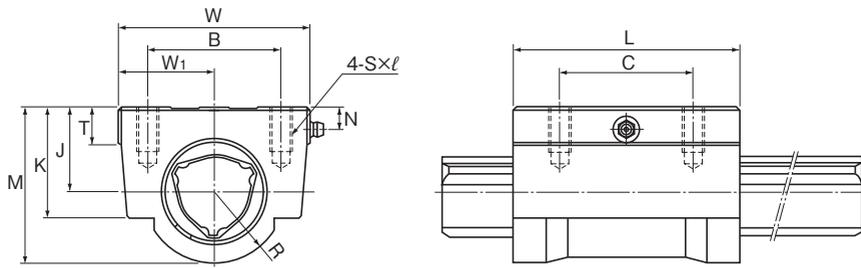


単位:mm

	取付穴 $d_1$	F	給脂穴 $d_o$	基本定格トルク		基本定格荷重(ラジアル)		静的許容モーメント		質量	
				$C_T$ N·m	$C_{OT}$ N·m	C kN	$C_o$ kN	$M_{A1}$ <sup>注)</sup> N·m	$M_{A2}$ <sup>注)</sup> N·m	スプラインナット kg	スプライン軸 kg/m
	4.5	7.5	2	30.4	74.5	4.4	8.4	25.4	185	0.14	1
	5.5	12	2	90.2	213	9.4	20.1	103	632	0.33	1.8
	5.5	14	2	176	381	14.9	28.7	171	1060	0.54	2.7
	6.6	16	3	312	657	22.5	41.4	295	1740	0.9	3.8
	9	20.5	3	696	1420	37.1	66.9	586	3540	1.7	6.8
	11	23	4	1290	2500	55.1	94.1	941	5610	2.7	10.6
	11	26	4	1870	3830	66.2	121	1300	8280	3.7	15.6
	14	27	4	3000	6090	90.8	164	2080	11800	6	21.3
	16	32	5	4740	9550	119	213	3180	17300	8.3	32
	18	35	5	6460	14400	137	271	4410	25400	14.2	45

注)  $M_{A1}$ は上図に示すようにスプラインナットを1個使用したときの軸方向許容モーメント値です。  
 $M_{A2}$ は上図に示すようにスプラインナットを2個密着使用したときの軸方向許容モーメント値です。  
 ボールスプライン軸の精度別最大長さについては、**A3-105**をご参照ください。

## LBH形



スプラインナット寸法

呼び形番	スプラインナット寸法									
	高さ M	幅 W	長さ L	B	C	S×ℓ	J ±0.15	W <sub>1</sub> ±0.15	T	K
○ LBH 15	29	34	43	26	26	M4×10	15	17	6	20
○● LBH 20	38	48	62	35	35	M6×12	20	24	7	26
○● LBH 25	47.5	60	73	40	40	M8×16	25	30	8	33
○● LBH 30	57	70	83	50	50	M8×16	30	35	10	39
○● LBH 40	70	86	102	60	60	M10×20	38	43	15	50
○● LBH 50	88	100	115	75	75	M12×25	48	50	18	63

注) ○:高温仕様対応可能形番(金属製リテーナ、使用温度100℃まで)

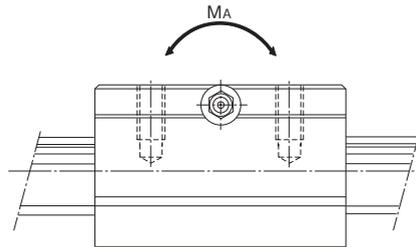
(例) LBH30 A CM+600L H  
└───┬───┘ 高温用記号

- :フェルトシール対応可能形番(図A3-109参照)  
 金属製リテーナ使用のボールスプラインにフェルトシールは取付けられません。

## 呼び形番の構成例

2	LBH40	UU	CL	+700L	P	K
呼び形番	防塵用 部品記号 (※1)	回転方向 すきま記号 (※2)	精度記号 (※3)	標準中空 スプライン軸記号(※4)		
1軸に付く スプラインナットの個数 (1個の場合は表示しない)				スプライン軸全長(※5) (mm表示)		

(※1) 図A3-109参照 (※2) 図A3-29参照 (※3) 図A3-32参照 (※4) 図A3-67参照 (※5) 図A3-105参照

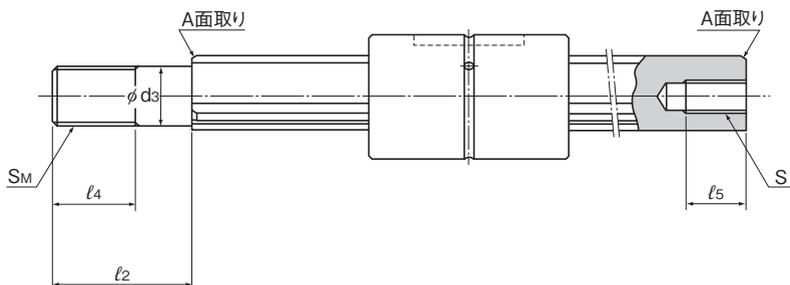


単位:mm

	R	N	グリース ニップル	基本定格トルク		基本定格荷重(ラジアル)		静的許容 モーメント $M_A^{(注)}$ N·m	質 量	
				$C_T$ N·m	$C_{OT}$ N·m	C kN	$C_O$ kN		スプラインナット kg	スプライン軸 kg/m
	14	5	φ4打込み ニップル	30.4	74.5	4.4	8.4	25.4	0.23	1
	18	7	A-M6F	90.2	213	9.4	20.1	103	0.58	1.8
	22	6	A-M6F	176	381	14.9	28.7	171	1.1	2.7
	26	8	A-M6F	312	657	22.5	41.4	295	1.73	3.8
	32	10	A-M6F	696	1420	37.1	66.9	586	3.18	6.8
	40	13.5	A-PT1/8	1290	2500	55.1	94.1	941	5.1	10.6

注)  $M_A$ は上図に示すようにスプラインナット1個の場合の軸方向許容モーメント値です。  
ボールスプライン軸の精度別最大長さについては、**A3-105**をご参照ください。

## 軸端の推奨形状LBS形支持用



単位:mm

呼び形番	$d_3$	許容差	$l_2$	$S_M$	$l_4$	$S \times l_5$
LBS 15	10	0 -0.015	23	M10×1.25	14	M6×10
LBS 20	14	0 -0.018	30	M14×1.5	18	M8×15
LBS 25	18		42	M18×1.5	25	M10×18
LBS 30	20	0 -0.021	46	M20×1.5	27	M12×20
LBS 40	30		70	M30×2	40	M18×30
LBS 50	36	0 -0.025	80	M36×3	46	M20×35

注) A面取りについては **A3-68** をご参照ください。

## スプライン軸

スプライン軸は図3-53に示すように、精密中実スプライン軸、特殊スプライン軸、中空スプライン軸(Kタイプ)があります。

スプライン軸形状はご要望に応じて製作しますので、お見積りやご注文の際には図面をご提示ください。

### 【スプライン軸の断面形状】

表2にスプライン軸断面形状を示します。スプライン軸端に円筒加工が必要な場合は、なるべく小径寸法( $\phi d$ )以下としてください。

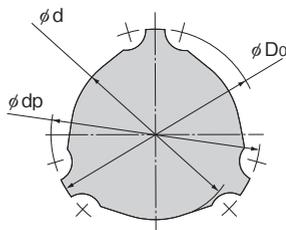


表2 スプライン軸断面形状

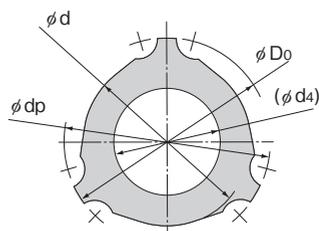
単位:mm

呼び軸径	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
小径 $\phi d$	11.7	15.3	19.5	22.5	31	39	46.5	54.5	67	81	101	130
大径 $\phi D_0$	14.5	19.7	24.5	29.6	39.8	49.5	60	70	84	99	117	147
ボール中心径 $\phi dp$	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
質量(kg/m)	1	1.8	2.7	3.8	6.8	10.6	15.6	21.3	32	45	69.5	116.6

※小径 $\phi d$ は、加工した際に溝残りが発生しない寸法とします。

### 【標準中空スプライン軸の穴形状】

表3に標準中空スプライン軸の穴形状を示します。配管・配線・エア抜きあるいは重量軽減等の必要がある場合にご利用ください。



Kタイプ

表3 標準中空スプライン軸断面形状

単位:mm

呼び軸径	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
小径 $\phi d$	15.3	19.5	22.5	31	39	46.5	54.5	67	81	101	130
大径 $\phi D_0$	19.7	24.5	29.6	39.8	49.5	60	70	84	99	117	147
ボール中心径 $\phi dp$	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
穴径( $\phi d_4$ )	6	8	12	18	24	30	35	45	56	60	80
質量(kg/m)	1.6	2.3	2.9	4.9	7	10	13.7	19.5	25.7	47.3	77.1

※小径 $\phi d$ は、加工した際に溝残りが発生しない寸法とします。

## 【スプライン部端面の面取り】

スプライン部端面はスプラインナットの挿入を容易にするために、特に指定がない場合はつぎのような面取り寸法で加工します。

### ●A面取り

図2のようにスプライン部端面に段付加工、タップ加工や穴加工があり、端面を使用する箇所は表4のA面取り寸法で加工します。

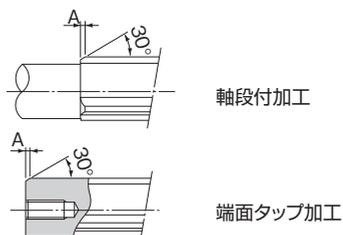


図2 A面取り

### ●B面取り

片持ち支持のようにスプライン部端面が特に使用されない箇所は表4のB面取り寸法で加工します。

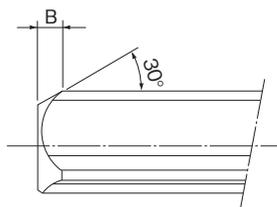


図3 B面取り

表4 スプライン部端面の面取り寸法

単位:mm

呼び軸径	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
A面取り	1	1	1.5	2.5	3	3.5	5	6.5	7	7	7.5	8
B面取り	3.5	4.5	5.5	7	8.5	10	13	15	16	17	17	18

注)呼び軸径6, 8, 10はC0.5面取りです。

## 【特殊スプライン軸の不完全スプライン部の長さ】

スプライン軸端あるいは中間の径を小径寸法( $\phi d$ )より太くする場合は、研削逃げのため不完全スプライン部が必要です。その長さ(S)とフランジ径( $\phi df$ )の関係を表5に示します。

(ただし、全長1500mm以上は適用されませんのでTHKにお問い合わせください)

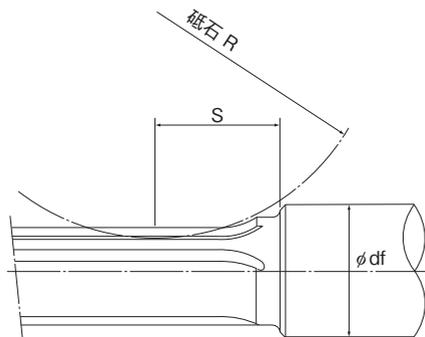


表5 不完全スプライン部の長さ:S

単位:mm

フランジ径 $\phi df$ 呼び軸径	15	20	25	30	35	40	50	60	80	100	120	140	160	180	200
15	32	42	49	55	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	35	43	51	57	62	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	51	64	74	82	97	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	54	67	76	92	105	—	—	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	59	80	95	119	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	63	83	110	131	—	—	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	66	100	123	140	—	—	—	—
70	—	—	—	—	—	—	—	—	89	115	134	150	—	—	—
85	—	—	—	—	—	—	—	—	61	98	122	140	—	—	—
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	78	108	130	147	—	—
120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81	111	133	150	—
150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64	101	125	144

※ただし、全長1500mm以上は適用されませんのでTHKにお問い合わせください。

## 付属部品

ボールスプラインLBS/LBST形には表6に示す標準キーが添付してあります。

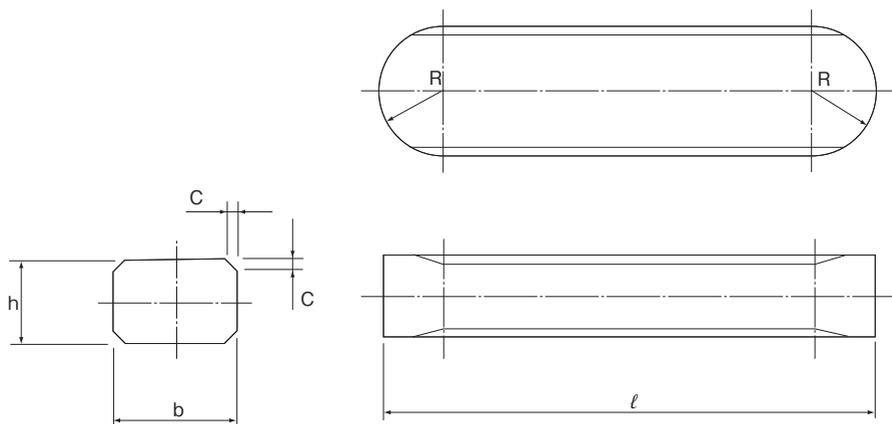


表6 LBS/LBST形用標準キー

単位:mm

呼び軸径	幅b		高さh		長さℓ		R	C
		許容差(p7)		許容差(h9)		許容差(h12)		
LBS 6	2	+0.016	1.3	0	10	0 -0.150	1	0.3
LBS 8	2.5	+0.006	2	-0.025	12.5	0	1.25	
LBS 10	3		2.5		17	-0.180	1.5	
LBS 15	3.5		3.5	-0.030	20	0	1.75	0.5
LBST 20	4	+0.024	4		26	-0.210	2	
LBST 25	5	+0.012	5		33	0	2.5	
LBS 30	7	+0.030	7	0 -0.036	41	-0.250	3.5	0.8
LBST 30	7	+0.015	8		55		5	
LBS 40	10				60	0 -0.300	7.5	
LBST 40	10		10	-0.043	68		9	1.2
LBS 50	15	+0.036	12		80	0 -0.350	14	
LBST 50	15	+0.018			93		14	
LBST 60	18			123	0 -0.400	14	2	
LBS 70	18		18	157		16		
LBST 70	18		20					
LBS 85	20	+0.043	13	0 -0.052				
LBST 85	20	+0.022	18					
LBS 100	28		18					
LBST 100	28		18					
LBST 120	28		18					
LBST 150	32	+0.051 +0.026	20					



# 中トルク形ボールスプライン

LT形 LF形

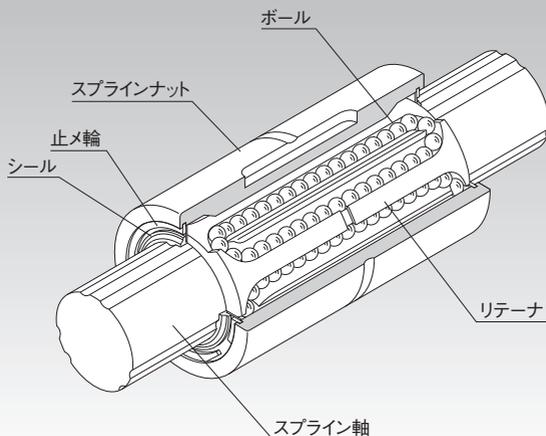


図1 中トルク形ボールスプラインLT形の構造

選定のポイント	<b>A3-6</b>
設計のポイント	<b>A3-107</b>
オプション	<b>A3-109</b>
呼び形番	<b>A3-111</b>
取扱い上の注意事項	<b>A3-112</b>
潤滑関連製品	<b>A24-1</b>
取付手順とメンテナンス	<b>B3-30</b>
スプライン軸の断面特性	<b>A3-17</b>
等価係数	<b>A3-26</b>
回転方向すきま	<b>A3-29</b>
精度規格	<b>A3-32</b>
精度別最大製作長さ	<b>A3-105</b>

## 構造と特長

中トルク形ボールスプラインは、スプライン軸の外周2～3箇所突起部をそれぞれ左右から挟み込み、無理なく予圧が付与できるように4～6条の負荷ボール列が配置されています。

ボール列は、内部に組込まれた特殊合成樹脂のリテーナにより、整列循環運動するように保持されているので、スプライン軸を抜いてもボールが脱落することはありません。

### 【大きな負荷容量】

ボール転動面はボール曲率にほぼ等しいサーキュラーアーク溝に成形され、しかもアンギュラコンタクト構造のため、ラジアル方向とトルク方向に大きな負荷容量を持っています。

### 【アンギュララッシュ“ゼロ”】

向い合う2条のボール列は、互いに接触角 $20^\circ$ でスプライン軸突起部を挟み込み、予圧を付与したアンギュラコンタクト構造の採用により、回転方向のアンギュララッシュをゼロにし、剛性を上げることができます。

### 【高剛性】

接触角が大きく適正な予圧を与えることにより、高いトルク剛性・モーメント剛性が得られます。

### 【ボール保持タイプ】

リテーナによりスプライン軸からスプラインナットを抜いてもボールは脱落しません。  
(LT4,5形は除きます)

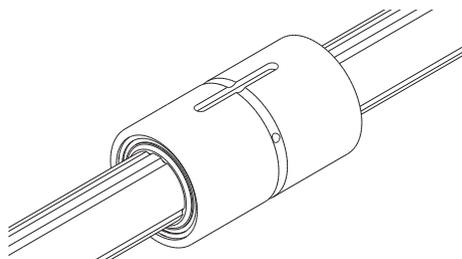
## 種類と特長

### 【スプラインナットの種類】

#### 円筒形ボールスプライン LT形

寸法表⇒[A3-76](#)

スプラインナット外径が、ストレート円筒形状でトルクを伝達する場合に、キーを打込んで使用する最もコンパクトなタイプです。

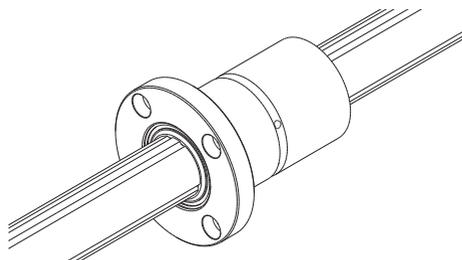


#### フランジ形ボールスプライン LF形

寸法表⇒[A3-78](#)

フランジを利用してハウジングにボルトで固定できるため、組付けが簡単です。

ハウジングにキー溝加工すると変形のおそれがある箇所や、ハウジングの幅が狭い箇所に最適です。



### 【スプライン軸の種類】

#### 精密中実スプライン軸(標準タイプ)

スプライン軸の転動面を精密研削によって高精度に加工し、スプラインナットを組み合わせます。



#### 特殊スプライン軸

スプライン軸端、あるいは中間の径を太くする場合に、スプライン部を特殊加工で製作します。



## 中空スプライン軸(Kタイプ)

配管・配線・エア抜き、あるいは重量軽減等が必要な場合に、引抜き中空スプライン軸を用意しています。



厚肉

## 中空スプライン軸(Nタイプ)

配管・配線・エア抜き、あるいは重量軽減等が必要な場合に、引抜き中空スプライン軸を用意しています。



薄肉

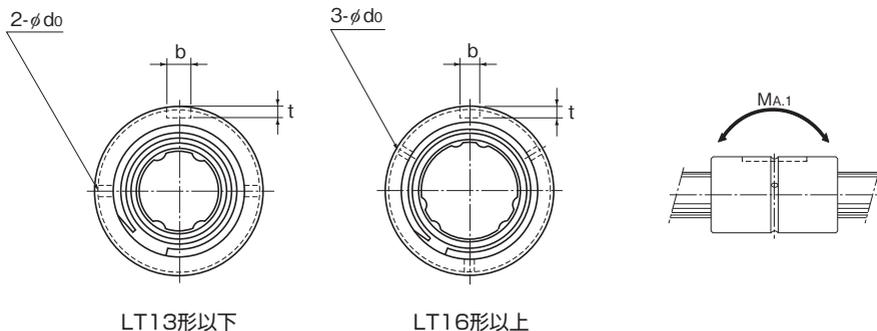
## ハウジング内径公差

スプラインナットとハウジングのはめあいは、一般的には中間ばめとします。ボールスプラインの精度をさほど必要としない場合は、すきまばめとします。

表1 ハウジング内径公差

ハウジング内径公差	一般的な使用条件	H7
	すきまをおさえる場合	J6

# LT形



LT13形以下

LT16形以上

呼び形番	スプラインナット寸法								
	外径		長さ		b H8	キー溝寸法		r	給脂穴 d <sub>o</sub>
	D	許容差	L	許容差		t +0.1 0	ℓ <sub>o</sub>		
注) LT 4	10	0 -0.009	16	0 -0.2	2	1.2	6	0.5	—
注) LT 5	12	0 -0.011	20		2.5	1.2	8	0.5	—
LT 6	14		25		2.5	1.2	10.5	0.5	1
LT 8	16		25		2.5	1.2	10.5	0.5	1.5
LT 10	21	0 -0.013	33		0 -0.3	3	1.5	13	0.5
LT 13	24		36	3		1.5	15	0.5	1.5
○ LT 16	31		50	3.5		2	17.5	0.5	2
○ LT 20	35	63	4	2.5		29	0.5	2	
○ LT 25	42	0 -0.016	71	4		2.5	36	0.5	3
○ LT 30	47		80	4		2.5	42	0.5	3
○ LT 40	64		100	6		3.5	52	0.5	4
○ LT 50	80	-0.019	125	8		4	58	1	4
○ LT 60	90	0	140	12		5	67	1	5
○ LT 80	120	-0.022	160	16		6	76	2	5
○ LT 100	150	0 -0.025	185	-0.4	20	7	110	2.5	5

注) LT4,5形はリテーナを使用していないのでスプラインナットから軸を抜かないでください。(ボールが脱落します)

○:高温仕様対応可能形番(金属製リテーナ、使用温度100℃まで)

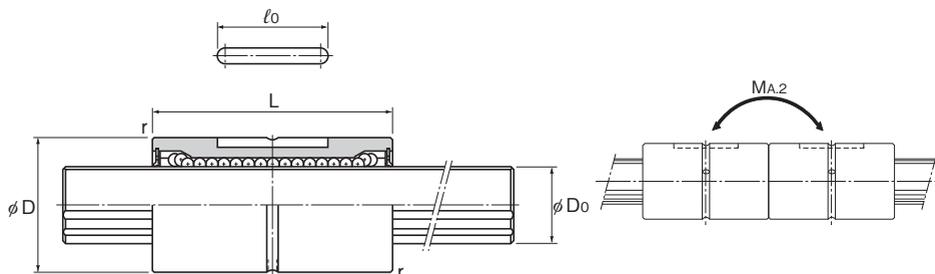
(例) LT20 A CL+500L H  
└───┬───┘ 高温用記号

## 呼び形番の構成例

2	LT30	UU	CL	+500L	H	K
呼び形番	防塵用 部品記号 (※1)	回転方向 すきま記号 (※2)	精度記号 (※3)	標準中空 スプライン軸記号(※4)		
1軸に付く スプラインナットの個数 (1個の場合は表示しない)			スプライン軸全長(※5) (mm表示)			

(※1) A3-109参照 (※2) A3-29参照 (※3) A3-32参照 (※4) A3-81参照 (※5) A3-105参照

## 中トルク形ボールスプライン



単位:mm

	スプライン 軸径 $D_0$ h7	ボール条列	基本定格トルク		基本定格荷重		静的許容モーメント		質量	
			$C_T$ N·m	$C_{OT}$ N·m	C kN	$C_0$ kN	$M_{A,1}$ <sup>注)</sup> N·m	$M_{A,2}$ <sup>注)</sup> N·m	スプラインナット g	スプライン軸 kg/m
	4	4	0.59	0.78	0.44	0.61	0.88	6.4	5.2	0.1
	5	4	0.88	1.37	0.66	0.88	1.5	11.6	9.1	0.15
	6	4	0.98	1.96	1.18	2.16	4.9	36.3	17	0.23
	8	4	1.96	2.94	1.47	2.55	5.9	44.1	18	0.4
	10	4	3.92	7.84	2.84	4.9	15.7	98	50	0.62
	13	4	5.88	10.8	3.53	5.78	19.6	138	55	1.1
	16	6	31.4	34.3	7.06	12.6	67.6	393	165	1.6
	20	6	56.9	55.9	10.2	17.8	118	700	225	2.5
	25	6	105	103	15.2	25.8	210	1140	335	3.9
	30	6	171	148	20.5	34	290	1710	375	5.6
	40	6	419	377	37.8	60.5	687	3760	1000	9.9
	50	6	842	769	60.9	94.5	1340	7350	1950	15.5
	60	6	1220	1040	73.5	111.7	1600	9990	2500	22.3
	80	6	2310	1920	104.9	154.8	2510	16000	4680	39.6
	100	6	3730	3010	136.2	195	3400	24000	9550	61.8

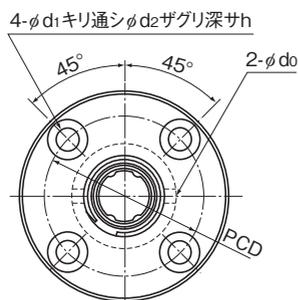
注)  $M_{A,1}$ は上図に示すようにスプラインナットを1個使用したときの軸方向許容モーメント値です。

$M_{A,2}$ は上図に示すようにスプラインナットを2個密着したときの軸方向許容モーメント値です。

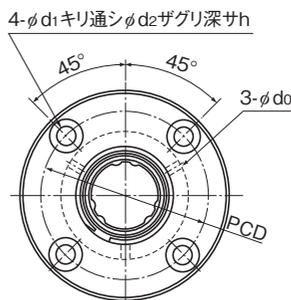
(LT形1個使用の場合精度的にも安定しませんので2個密着使用を推奨します)

ボールスプライン軸の精度別最大長さについては、**A3-105**をご参照ください。

# LF形



LF13形以下



LF16形以上

呼び形番	スプラインナット寸法												
	外径		長さ		フランジ径		給脂穴					取付穴	
	D	許容差	L	許容差	D <sub>1</sub>	許容差	H	F	C	r	d <sub>0</sub>	PCD	d <sub>1</sub> ×d <sub>2</sub> ×h
LF 6	14	0	25	0	30	0	5	7.5	0.5	0.5	1.5	22	3.4×6.5×3.3
LF 8	16	-0.011	25		32		5	7.5	0.5	0.5	1.5	24	3.4×6.5×3.3
LF 10	21	0 -0.013	33		42		6	10.5	0.5	0.5	1.5	32	4.5×8×4.4
LF 13	24		36	44	7	11	0.5	0.5	1.5	33	4.5×8×4.4		
○ LF 16	31		50	51	7	18	0.5	0.5	2	40	4.5×8×4.4		
○ LF 20	35	0 -0.016	63	0	58	-0.2	9	22.5	0.5	0.5	2	45	5.5×9.5×5.4
○ LF 25	42		71		65		9	26.5	0.5	0.5	3	52	5.5×9.5×5.4
○ LF 30	47		80		75		10	30	0.5	0.5	3	60	6.6×11×6.5
○ LF 40	64	0	100	-0.3	100	0	14	36	1	0.5	4	82	9×14×8.6
○ LF 50	80	-0.019	125		124		16	46.5	1	1	4	102	11×17.5×11

注)○:高温仕様対応可能形番(金属製リテーナ、使用温度100℃まで)

(例) LF30 A CL+700L H  
└──────────┬──────────┘  
                  高温用記号

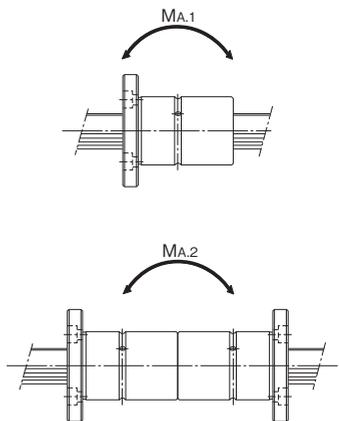
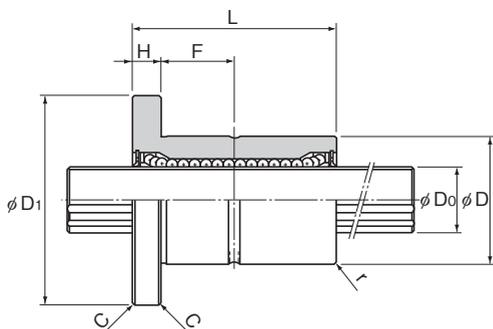
## 呼び形番の構成例

**2 LF20 UU CM +400L P N**

呼び形番	防塵用 部品記号 (※1)	回転方向 すきま記号 (※2)	精度記号 (※3)	標準中空 スプライン軸記号(※4)
1軸に付く スプラインナットの個数 (1個の場合は表示しない)			スプライン軸全長(※5) (mm表示)	

(※1) A3-109参照 (※2) A3-29参照 (※3) A3-32参照 (※4) A3-81参照 (※5) A3-105参照

## 中トルク形ボールスプライン

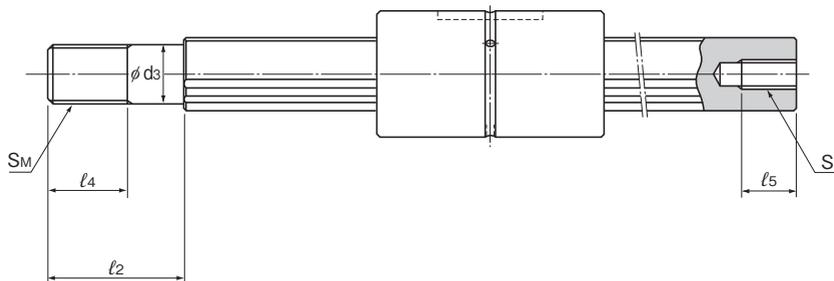


単位:mm

	スプライン 軸径	ボール条列	基本定格トルク		基本定格荷重		静的許容モーメント		質量	
			$C_T$ N·m	$C_{OT}$ N·m	C kN	$C_0$ kN	$M_{A.1}$ <sup>注)</sup> N·m	$M_{A.2}$ <sup>注)</sup> N·m	スプラインナット g	スプライン軸 kg/m
	$D_0$ h7									
	6	4	0.98	1.96	1.18	2.16	4.9	36.3	35	0.23
	8	4	1.96	2.94	1.47	2.55	5.9	44.1	37	0.4
	10	4	3.92	7.84	2.84	4.9	15.7	98	90	0.62
	13	4	5.88	10.8	3.53	5.78	19.6	138	110	1.1
	16	6	31.4	34.3	7.06	12.6	67.6	393	230	1.6
	20	6	56.9	55.9	10.2	17.8	118	700	330	2.5
	25	6	105	103	15.2	25.8	210	1140	455	3.9
	30	6	171	148	20.5	34	290	1710	565	5.6
	40	6	419	377	37.8	60.5	687	3760	1460	9.9
	50	6	842	769	60.9	94.5	1340	7350	2760	15.5

注)  $M_{A.1}$ は上図に示すようにスプラインナットを1個使用したときの軸方向許容モーメント値です。  
 $M_{A.2}$ は上図に示すようにスプラインナットを2個密着したときの軸方向許容モーメント値です。  
 (LF形1個使用の場合は精度的にも安定しませんので2個密着使用を推奨します)  
 ボールスプライン軸の精度別最大長さについては、**■3-105**をご参照ください。

## 軸端の推奨形状LT形支持用



単位:mm

呼び形番	$d_3$	許容差	$l_2$	$S_M$	$l_4$	$S \times l_5$
LT 6	5	0	12	M5×0.8	7	M2.5×4
LT 8	6	-0.012	14	M6×1	8	M3×5
LT 10	8	0	18	M8×1	11	M4×6
LT 13	10	-0.015	23	M10×1.25	14	M5×8
LT 16	14	0	30	M14×1.5	18	M6×10
LT 20	16	-0.018	38	M16×1.5	22	M8×15
LT 25	22	0	50	M22×1.5	28	M10×18
LT 30	27	-0.021	60	M27×2	34	M14×25
LT 40	36	0	80	M36×3	45	M18×30
LT 50	45	-0.025	100	M45×4.5	58	M22×40

## スプライン軸

スプライン軸は図3-74に示すように、精密中実スプライン軸、特殊スプライン軸、中空スプライン軸(Kタイプ、Nタイプ)があります。

スプライン軸形状はご要望に応じて製作しますので、お見積りやご注文の際には図面をご提示ください。

### 【スプライン軸の断面形状】

表2にスプライン軸断面形状を示します。スプライン軸端に円筒加工が必要な場合は、なるべく小径寸法( $\phi d$ )以下としてください。

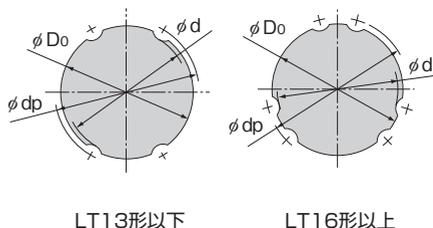


表2 スプライン軸断面形状

単位:mm

呼び軸径	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100
小径 $\phi d$	3.5	4.5	5	7	8.5	11.5	14.5	18.5	23	28	37.5	46.5	56.5	75.5	95
大径 $\phi D_o$ h7	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100
ボール中心径 $\phi dp$	4.6	5.7	7	9.3	11.5	14.8	17.8	22.1	27.6	33.2	44.2	55.2	66.3	87.9	109.5
質量(kg/m)	0.1	0.15	0.23	0.4	0.62	1.1	1.6	2.5	3.9	5.6	9.9	15.5	22.3	39.6	61.8

※小径 $\phi d$ は、加工した際に溝残りが発生しない寸法とします。

### 【標準中空スプライン軸の穴形状】

表3にLT形、LF形の標準中空スプライン軸(Kタイプ、Nタイプ)の穴形状を示します。

配管・配線・エア抜きあるいは重量軽減等が必要な場合にご利用ください。

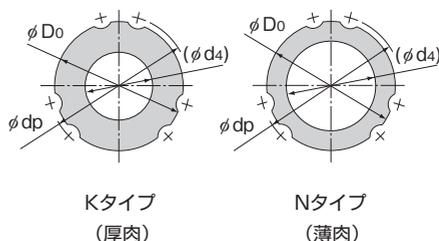


表3 標準中空スプライン軸断面形状

単位:mm

呼び軸径	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100	
大径 $\phi D_o$	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100	
ボール中心径 $\phi dp$	7	9.3	11.5	14.8	17.8	22.1	27.6	33.2	44.2	55.2	66.3	87.9	109.5	
Kタイプ	穴径( $\phi d_4$ )	2.5	3	4	5	7	10	12	16	22	25	32	52.5	67.5
	質量(kg/m)	0.2	0.35	0.52	0.95	1.3	1.8	3	4	6.9	11.6	16	22.6	33.7
Nタイプ	穴径( $\phi d_4$ )	—	—	—	—	11	14	18	21	29	36	—	—	—
	質量(kg/m)	—	—	—	—	0.8	1.3	1.9	2.8	4.7	7.4	—	—	—

注) 標準中空スプライン軸は、Kタイプ、Nタイプの2種類ありますので、形番の末尾に“K”“N”と明記して区別してください。

## 【特殊スプライン軸の不完全スプライン部の長さ】

スプライン軸端あるいは中間の径を小径寸法( $\phi d$ )より太くする場合は、研削逃げのため不完全スプライン部が必要です。その長さ(S)とフランジ径( $\phi df$ )の関係を表4に示します。

(ただし、全長1500mm以上は適用されませんのでTHKにお問い合わせください)

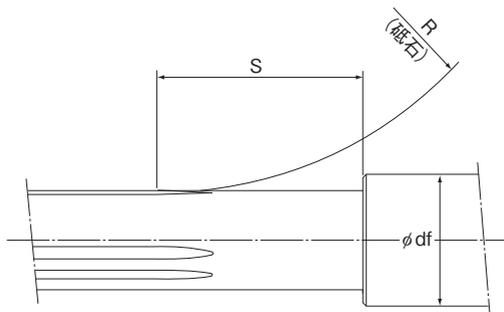


表4 不完全スプライン部の長さ:(S)ミニチュアタイプ

単位:mm

フランジ径 $\phi df$	4	5	6	8	10
呼び軸径					
4	23	25	27	31	—
5	—	24	26	29	33

標準タイプ

単位:mm

フランジ径 $\phi df$	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100	120	140	160
呼び軸径																
6	24	28	31	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	25	29	35	41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	26	31	38	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	—	—	33	39	46	56	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	36	47	58	67	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	37	50	60	76	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	38	51	72	88	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	40	62	80	95	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	42	63	81	107	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	65	96	118	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	87	114	134	—	—
80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53	89	115	135	—
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57	90	116	136

※ただし、全長1500mm以上は適用されませんのでTHKにお問い合わせください。

## 付属部品

ボールスプラインLT形には表5に示す標準キーが添付してあります。

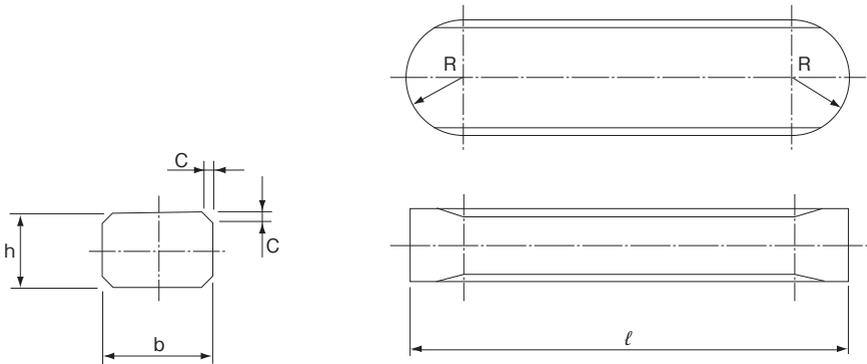


表5 LT形用標準キー

単位:mm

呼び軸径	幅b		高さh		長さℓ		R	C
		許容差(p7)		許容差(h9)		許容差(h12)		
LT 4	2	+0.016 +0.006	2	0 -0.025	6	0 -0.120	1	0.3
LT 5	2.5		2.5		8	0 -0.150	1.25	0.5
LT 6 LT 8	2.5		2.5		10.5	0 -0.180	1.25	0.5
LT 10	3	3	13	1.5				
LT 13	3	3	15	1.5				
LT 16	3.5	+0.024 +0.012	3.5	0 -0.030	17.5	1.75	0.5	
LT 20	4		4		29	0 -0.210		2
LT 25	4		4		36	0		2
LT 30	4		4		42	-0.250		2
LT 40	6		6		52	0 -0.300		3
LT 50	8		+0.030 +0.015		7			0
LT 60	12	+0.036	8	-0.036	6		0.8	
LT 80	16	+0.018	10	0	8			
LT 100	20	+0.043 +0.022	13	0 -0.043	110	0 -0.350		10

# ロータリーボールスプライン

ギア付きタイプ LBG形 LBG形

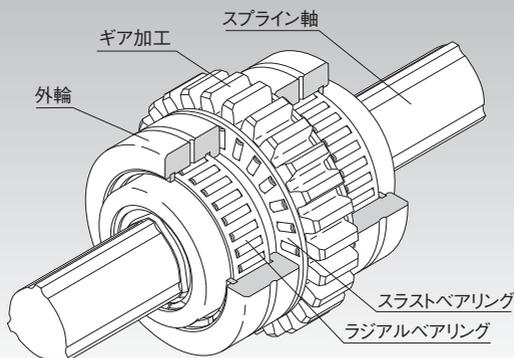


図1 ロータリーボールスプラインLBG形の構造

選定のポイント	<b>A3-6</b>
設計のポイント	<b>A3-107</b>
オプション	<b>A3-109</b>
呼び形番	<b>A3-111</b>
取扱い上の注意事項	<b>A3-112</b>
潤滑関連製品	<b>A24-1</b>
取付手順とメンテナンス	<b>B3-30</b>
スプライン軸の断面特性	<b>A3-17</b>
等価係数	<b>A3-26</b>
回転方向すきま	<b>A3-29</b>
精度規格	<b>A3-32</b>
精度別最大製作長さ	<b>A3-105</b>

## 構造と特長

ロータリーボールスプラインは、スプライン軸の外周3箇所突起部をそれぞれ左右から挟み込み、無理なく予圧が付与できるように6条の負荷ボール列が配置されています。

LBR形のフランジ外周部にギア加工し、スプラインナット部にラジアルおよびスラストベアリングがコンパクトに組合わされたユニットタイプです。

ボール列は、特殊合成樹脂リテーナにより整列循環運動するように保持されているため、スプライン軸を抜いてもボールが脱落することはありません。

### 【アンギュララッシュ“ゼロ”】

スプライン軸の外周に120°等配された3条の転動突起部を、それぞれ2条のボール列が互いに45°の接触角で挟み込み予圧が付与できる構造のため、回転方向のバックラッシュをゼロにし、剛性を上げることができます。

### 【コンパクトな設計】

スプラインナット部にラジアル、およびスラストベアリングがコンパクトに組合わされた構造のため、コンパクトな設計ができます。

### 【高剛性】

接触角が大きく適性な予圧を与えることにより、高いトルク剛性・モーメント剛性が得られます。また、サポート部のニードルベアリングにより、ラジアル荷重に強く剛性のあるナット支持が可能になります。

### 【スプラインナット駆動のトルク伝達に最適】

サポートベアリングで剛性のあるナット支持が可能になるため、スプラインナット駆動のトルク伝達に最適です。

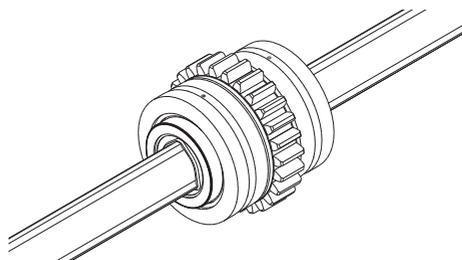
## 種類と特長

### 【スプラインナットの種類】

#### ギア付きボールスプライン LBG形

寸法表⇒[A3-88](#)

LBR形のフランジ外周部にギア加工し、スプラインナット部にラジアルおよびスラストニードルベアリングがコンパクトに組合わされたユニットタイプです。スプラインナット駆動のトルク伝達機構の場合に最適です。

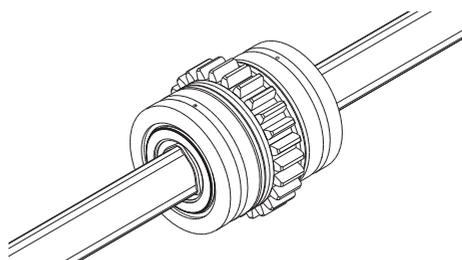


スラストレースなし

#### ギア付きボールスプライン LBGT形

寸法表⇒[A3-90](#)

LBR形のフランジ外周部にギア加工し、スプラインナット部にラジアルおよびスラストニードルベアリングがコンパクトに組合わされたユニットタイプです。スプラインナット駆動のトルク伝達機構の場合に最適です。



スラストレース付き

### 【スプライン軸の種類】

[A3-53](#)をご参照ください。

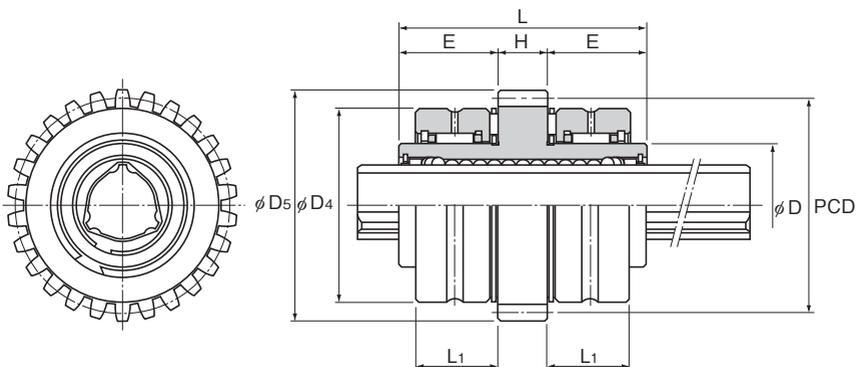
## ハウジング内径公差

LBG形、LBGT形のハウジング内径公差を表1に示します。

表1 ハウジング内径公差

ハウジング内径公差	一般的な使用条件	H7
	すきまをおさえる場合	J6

# LBG形



呼び形番	スプラインナット寸法									
	スプラインナット外径		長さ		外径		幅		H	E
	D	許容差	L	許容差	D <sub>4</sub>	許容差	L <sub>1</sub>	許容差		
● LBG 20	30	$0$ $-0.009$	60	0 $-0.2$	47	$0$ $-0.011$	20	$0$ $-0.16$	12	24
● LBG 25	40	0 $-0.011$	70		60	$0$	23	$0$	14	28
● LBG 30	45		80		65	$-0.013$	27	$-0.19$	16	32
● LBG 40	60	0 $-0.013$	100	0 $-0.3$	85	0 $-0.015$	31	0 $-0.25$	18	41
● LBG 50	75		112		100		32		20	46
LBG 60	90	0 $-0.015$	127		120		38		22	52.5
● LBG 85	120		155	150	$0$ $-0.025$	40	26	64.5		

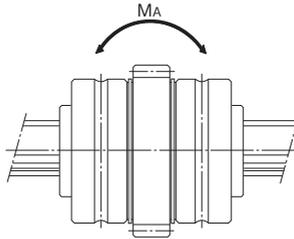
注) ●: フェルトシール対応可能形番 (A3-109参照)

## 呼び形番の構成例

**2 LBG50 UU CM +700L H K**

呼び形番	防塵用 部品記号 (※1)	回転方向 すきま記号 (※2)	精度記号 (※3)	標準中空 スプライン軸記号(※4)
1軸に付く スプラインナットの個数 (1個の場合は表示しない)	スプライン軸全長(※5) (mm表示)			

(※1) A3-109参照 (※2) A3-29参照 (※3) A3-32参照 (※4) A3-92参照 (※5) A3-105参照



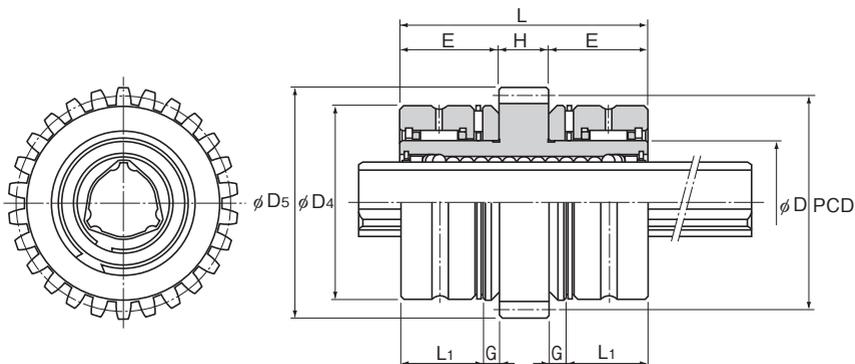
単位:mm

	歯車仕様※				基本定格トルク		基本定格荷重		静的許容 モーメント	質量	
	歯先円 直径 D <sub>s</sub>	基準ピッチ 円径 PCD	モジュール m	歯数 z	C <sub>T</sub> N·m	C <sub>OT</sub> N·m	C kN	C <sub>o</sub> kN	M <sub>A</sub> (注) N·m	スプラインナット ユニット kg	スプライン軸 kg/m
	56	52	2	26	90.2	213	9.4	20.1	103	0.61	1.8
	70	65	2.5	26	176	381	14.9	28.7	171	1.4	2.7
	75	70	2.5	28	312	657	22.5	41.4	295	2.1	3.8
	96	90	3	30	696	1420	37.1	66.9	586	3	6.8
	111	105	3	35	1290	2500	55.1	94.1	941	4.1	10.6
	133	126	3.5	36	1870	3830	66.2	121	1300	6.3	15.6
	168	160	4	40	4740	9550	119	213	3180	11.8	32

注) ※表中の歯車仕様は最大モジュール時の寸法です。

ヘリカルギヤ・ウォームギヤなど、特殊仕様でもご要望に合わせて製作します。  
M<sub>A</sub>は上図に示すようにスプラインナット1個の場合の軸方向許容モーメント値です。  
ボールスプライン軸の精度別最大長さについては、**A3-105**をご参照ください。

# LBGT形



呼び形番	スプラインナット寸法										
	スプラインナット外径		長さ		外径		幅		スラスト レース幅	H	E
	D	許容差	L	許容差	D <sub>4</sub>	許容差	L <sub>1</sub>	許容差			
● LBGT 20	30	0 -0.009	60	0 -0.2	47	0 -0.011	20	0 -0.16	4	12	24
● LBGT 25	40	0 -0.011	70		60	0	23	0	5	14	28
● LBGT 30	45		80		65	-0.013	27	-0.19	5	16	32
● LBGT 40	60	0	100		85	0 -0.015	31	0 -0.25	8	18	41
● LBGT 50	75	-0.013	112	100	32		10		20	46	
LBGT 60	90	0 -0.015	127	120	38		12		22	52.5	
● LBGT 85	120		155	150	0 -0.025	40	16		26	64.5	

注) ●: フェルトシール対応可能形番 (A3-109参照)

## 呼び形番の構成例

**2 LBGT40 UU CL +700L P K**

呼び形番

防塵用  
部品記号  
(※1)

回転方向  
すきま記号  
(※2)

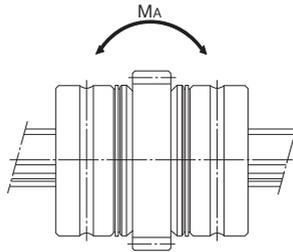
精度記号  
(※3)

標準中空  
スプライン軸記号(※4)

1軸に付く  
スプラインナットの個数  
(1個の場合は表示しない)

スプライン軸全長(※5)  
(mm表示)

(※1) A3-109参照 (※2) A3-29参照 (※3) A3-32参照 (※4) A3-92参照 (※5) A3-105参照



単位:mm

	歯車仕様※				基本定格トルク		基本定格荷重		静的許容 モーメント	質量	
	歯先円 直径 $D_s$	基準ピッチ 円径 PCD	モジュール m	歯数 z	$C_T$ N·m	$C_{OT}$ N·m	C kN	$C_o$ kN	$M_A^{(注)}$ N·m	スプラインナット ユニット kg	スプライン軸 kg/m
	56	52	2	26	90.2	213	9.4	20.1	103	0.67	1.8
	70	65	2.5	26	176	381	14.9	28.7	171	1.5	2.7
	75	70	2.5	28	312	657	22.5	41.4	295	2.2	3.8
	96	90	3	30	696	1420	37.1	66.9	586	3.3	6.8
	111	105	3	35	1290	2500	55.1	94.1	941	4.8	10.6
	133	126	3.5	36	1870	3830	66.2	121	1300	7.2	15.6
	168	160	4	40	4740	9550	119	213	3180	13.4	32

注) ※表中の歯車仕様は最大モジュール時の寸法です。

ヘリカルギヤ・ウォームギヤなど、特殊仕様でもご要望に合わせて製作します。

$M_A$ は上図に示すようにスプラインナット1個の場合の軸方向許容モーメント値です。

ボールスプライン軸の精度別最大長さについては、**A3-105**をご参照ください。

## スプライン軸

スプライン軸は **A3-53** に示すように、精密中実スプライン軸、特殊スプライン軸、中空スプライン軸(Kタイプ)があります。

スプライン軸形状はご要望に応じて製作しますので、お見積りやご注文の際には図面をご提示ください。

### 【スプライン軸の断面形状】

表2にスプライン軸断面形状を示します。スプライン軸端に円筒加工が必要な場合は、なるべく小径寸法( $\phi d$ )以下としてください。

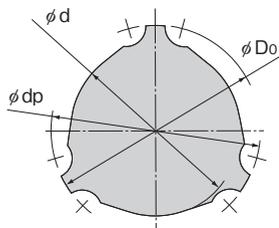


表2 スプライン軸断面形状

単位:mm

呼び軸径	20	25	30	40	50	60	85
小径 $\phi d$	15.3	19.5	22.5	31	39	46.5	67
大径 $\phi D_o$	19.7	24.5	29.6	39.8	49.5	60	84
ボール中心径 $\phi dp$	20	25	30	40	50	60	85
質量(kg/m)	1.8	2.7	3.8	6.8	10.6	15.6	32

※小径 $\phi d$ は、加工の際に溝残りが発生しない寸法とします。

### 【標準中空スプライン軸の穴形状】

表3にLBG形、LBGT形の標準中空スプライン軸(Kタイプ)の穴形状を示します。

配管・配線・エア抜きあるいは重量軽減等が必要な場合にご利用ください。

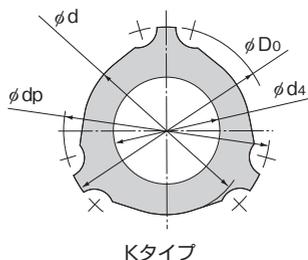


表3 標準中空スプライン軸断面形状

単位:mm

呼び軸径	20	25	30	40	50	60	85
小径 $\phi d$	15.3	19.5	22.5	31	39	46.5	67
大径 $\phi D_o$	19.7	24.5	29.6	39.8	49.5	60	84
ボール中心径 $\phi dp$	20	25	30	40	50	60	85
穴径 $\phi d_4$	6	8	12	18	24	30	45
質量(kg/m)	1.6	2.3	2.9	4.9	7	10	19.5

※小径 $\phi d$ は、加工の際に溝残りが発生しない寸法とします。

## 【スプライン部端面の面取り】

■A3-68をご参照ください。

## 【特殊スプライン軸の不完全スプライン部の長さ】

スプライン軸端あるいは中間の径を小径寸法( $\phi d$ )より太くする場合は、研削逃げのため不完全スプライン部が必要です。その長さ(S)とフランジ径( $\phi df$ )の関係を表4に示します。

(ただし、全長1500mm以上は適用されませんのでTHKにお問い合わせください)

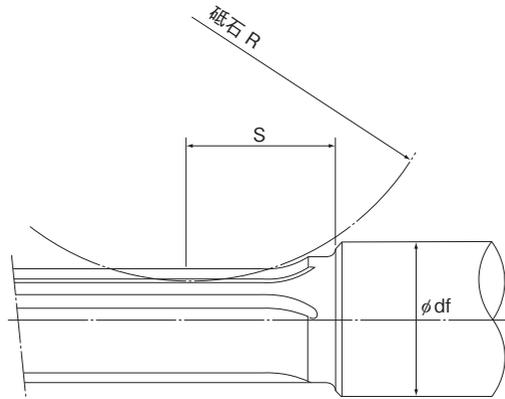


表4 不完全スプライン部の長さ:S

単位:mm

フランジ径 $\phi df$	20	25	30	35	40	50	60	80	100	120	140
呼び軸径	20	25	30	35	40	50	60	80	100	120	140
20	35	43	51	57	62	—	—	—	—	—	—
25	—	51	64	74	82	97	—	—	—	—	—
30	—	—	54	67	76	92	105	—	—	—	—
40	—	—	—	—	59	80	95	119	—	—	—
50	—	—	—	—	—	63	83	110	131	—	—
60	—	—	—	—	—	—	66	100	123	140	—
70	—	—	—	—	—	—	—	89	115	134	150
85	—	—	—	—	—	—	—	61	98	122	140

# ロータリーボールスプライン

サポートベアリング付タイプ LTR形 LTR-A形

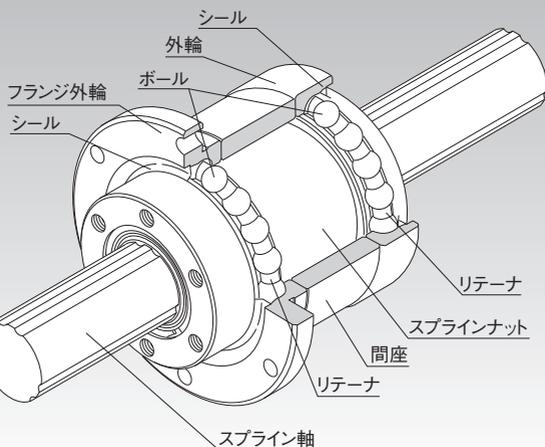


図1 ロータリーボールスプラインLTR形の構造

選定のポイント	<b>A3-6</b>
設計のポイント	<b>A3-107</b>
オプション	<b>A3-109</b>
呼び形番	<b>A3-111</b>
取扱い上の注意事項	<b>A3-112</b>
潤滑関連製品	<b>A24-1</b>
取付手順とメンテナンス	<b>B3-30</b>
スプライン軸の断面特性	<b>A3-17</b>
等価係数	<b>A3-26</b>
回転方向すきま	<b>A3-29</b>
精度規格	<b>A3-32</b>
精度別最大製作長さ	<b>A3-105</b>

## 構造と特長

ロータリーボールスプラインLTR形は、スプライン軸の外周3箇所の転動突起部をそれぞれ左右から挟み込み、無理なく予圧が付与できるように6条の負荷ボール列が配置されています。

スプラインナット外径にアンギュラコンタクトのボール転動面を設け、サポートベアリングを構成したため、コンパクトで軽量化されています。

ボール列は、特殊合成樹脂製のリテーナにより整列循環運動するように保持されているのでスプライン軸を抜いてもボールが脱落することはありません。

また、サポートベアリング内への異物侵入を防ぐための専用シールを用意しています。

### 【アンギュララッシ“ゼロ”】

向い合う2条のボール列は、互いに接触角 $20^\circ$ でスプライン軸突起部を挟み込み、予圧を付与したアンギュラコンタクト構造の採用により回転方向のアンギュララッシをゼロにし、剛性を上げることができます。

### 【コンパクトな設計】

スプラインナットとサポートベアリングが一体構造なので、高精度でコンパクトな設計ができます。

### 【簡単な取付け】

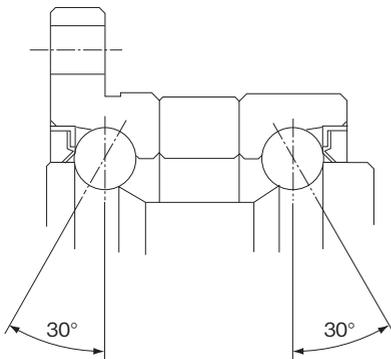
ボルトでハウジングに固定するだけで簡単に取付けられます。

### 【高剛性】

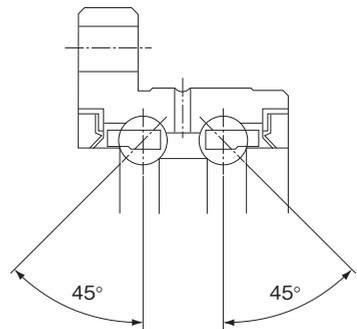
接触角が大きく適正な予圧を与えることにより、高いトルク剛性・モーメント剛性が得られます。

サポートベアリングはモーメント負荷に強い接触角 $30^\circ$ を採用しているため、剛性のある軸支持が得られます。

コンパクトタイプのLTR-A形は接触角 $45^\circ$ を採用しています。



LTR形



LTR-A形

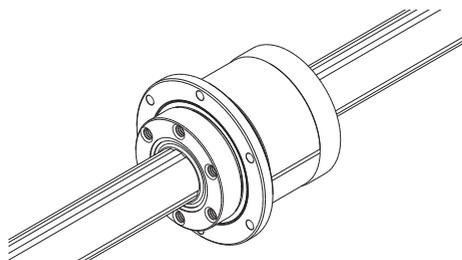
## 種類と特長

### 【スプラインナットの種類】

#### ボールスプライン LTR形

寸法表⇒[A3-100](#)

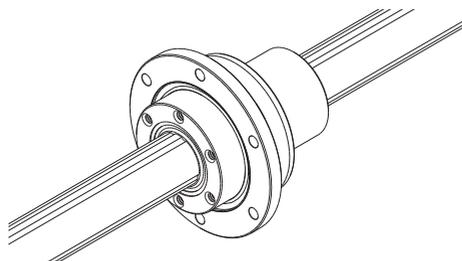
スプラインナットの外周にサポートベアリングをダイレクトに組込んだコンパクトなユニットタイプです。



#### ボールスプライン LTR-A形

寸法表⇒[A3-98](#)

LTR形のコンパクトタイプです。



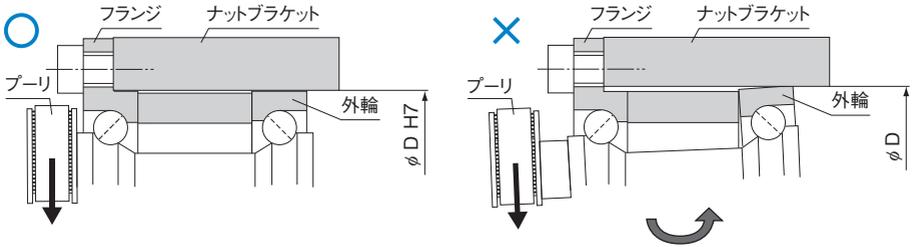
### 【スプライン軸の種類】

[A3-74](#)をご参照ください。

## ハウジング内径公差

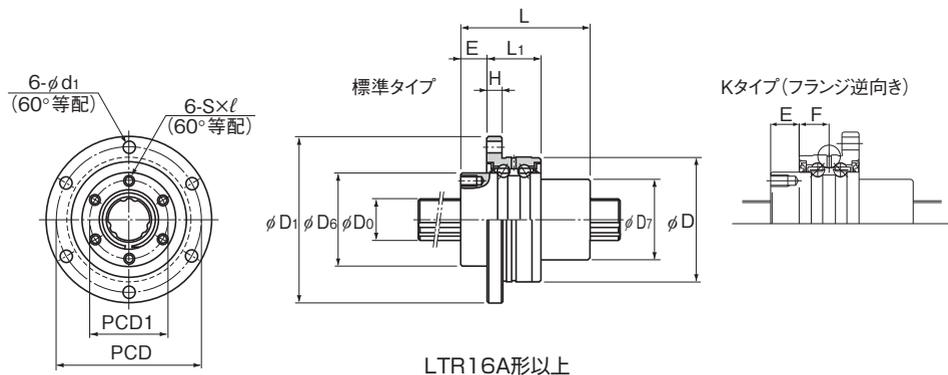
LTR形のハウジング内径公差はH7級を推奨します。

### 【LTR形 取扱いの注意】



注) 外輪分割タイプになっておりますので、反フランジ側の外輪が遊ばないように、ナットブラケットに内径公差を設けておく必要があります。(H7を推奨)

# LTR-A形コンパクトタイプ



呼び形番	スプラインナット寸法															
	外径		長さ L	フランジ径		D <sub>6</sub> h7	D <sub>7</sub>	H	L <sub>1</sub>	標準 タイプ E	K タイプ E	油穴 位置 F	E <sub>1</sub>	PCD	PCD1	S×ℓ
	D	許容差		D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>											
LTR 8A	32		25	44	24	16	3	10.5	6	8.5	4	3	38	19	M2.6×3	
LTR 10A	36	-0.009 -0.025	33	48	28	21	3	10.5	9	11.5	4	—	42	23	M3×4	
LTR 16A	48		50	64	36	31	6	21	10	10	10.5	—	56	30	M4×6	
LTR 20A	56		63	72	43.5	35	6	21	12	12	10.5	—	64	36	M5×8	
LTR 25A	66	-0.010 -0.029	71	86	52	42	7	25	13	13	12.5	—	75	44	M5×8	
LTR 32A	78		80	103	63	52	8	25	17	17	12.5	—	89	54	M6×10	
LTR 40A	100	-0.012 -0.034	100	130	79.5	64	10	33	20	20	16.5	—	113	68	M6×10	

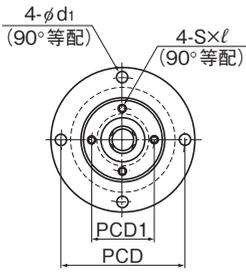
## 呼び形番の構成例

2	LTR32A	K	UU	ZZ	CL	+500L	P	K
呼び形番	フランジ向 記号(※1)	スプライン ナット防塵用 防塵用 部品記号(※2)	サポートベアリング部 防塵用 部品記号(※3)	回転方向 すきま記号(※4)	精度記号 (※5)	標準中空 スプライン軸記号(※6)	スプライン軸全長(※7) (mm表示)	
1軸に付く スプラインナットの個数 (1個の場合は表示しない)								

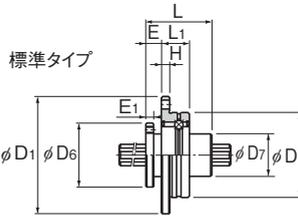
(※2) 図3-109参照 (※3) 図3-109参照 (※4) 図3-29参照 (※5) 図3-32参照 (※6) 図3-102参照 (※7) 図3-105参照

(※1) 無記号:標準 K:フランジ逆向き

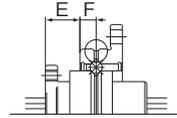
## ロータリーボールスプライン



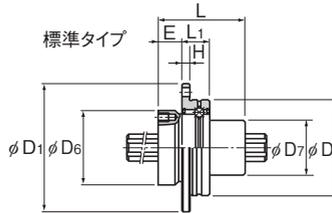
LTR8A形 LTR10A形



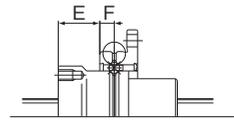
Kタイプ(フランジ逆向き)



LTR8A形



Kタイプ(フランジ逆向き)

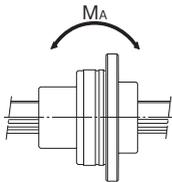


LTR10A形

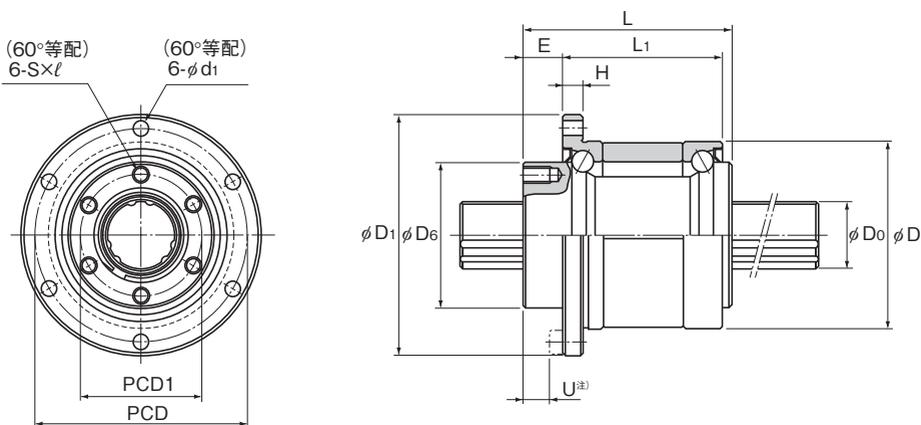
単位:mm

d <sub>1</sub>	スプライン軸径		基本定格トルク		基本定格荷重		静的許容モーメント M <sub>A</sub> <sup>(注)</sup> N・m	サポートベアリング 基本定格荷重		質量	
	D <sub>0</sub> h7	ボール 条列	C <sub>T</sub> N・m	C <sub>GT</sub> N・m	C KN	C <sub>0</sub> KN		C kN	C <sub>0</sub> kN	スプラインナット kg	スプライン軸 kg/m
3.4	8	4	1.96	2.94	1.47	2.55	5.9	0.69	0.24	0.08	0.4
3.4	10	4	3.92	7.84	2.84	4.9	15.7	0.77	0.3	0.13	0.62
4.5	16	6	31.3	34.3	7.06	12.6	67.6	6.7	6.4	0.35	1.6
4.5	20	6	56.8	55.8	10.2	17.8	118	7.4	7.8	0.51	2.5
5.5	25	6	105	103	15.2	25.8	210	9.7	10.6	0.79	3.9
6.6	32	6	180	157	20.5	34	290	10.5	12.5	1.25	5.6
9	40	6	418	377	37.8	60.4	687	16.5	20.7	2.51	9.9

注) M<sub>A</sub>は下図に示すようにスプラインナット1個のときの軸方向許容モーメント値です。  
ボールスプライン軸の精度別最大長さについては、**図3-105**をご参照ください。



## LTR形



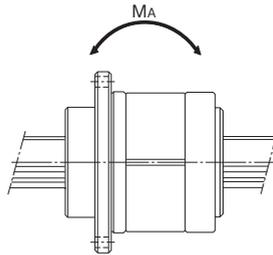
呼び形番	スプラインナット寸法										
	外径		長さ L	フランジ径		H	L <sub>1</sub>	E	PCD	PCD1	S×ℓ
	D	許容差		D <sub>1</sub>	D <sub>6</sub> h7						
LTR 16	52	0 -0.007	50	68	39.5	5	37	10	60	32	M5×8
LTR 20	56		63	72	43.5	6	48	12	64	36	M5×8
LTR 25	62		71	78	53	6	55	13	70	45	M6×8
LTR 32	80		80	105	65.5	9	60	17	91	55	M6×10
LTR 40	100	0 -0.008	100	130	79.5	11	74	23	113	68	M6×10
LTR 50	120		125	156	99.5	12	97	25	136	85	M10×15
LTR 60	134		140	170	115	12	112	25	150	100	M10×15

## 呼び形番の構成例

<b>2</b>	<b>LTR50</b>	<b>K</b>	<b>UU</b>	<b>ZZ</b>	<b>CM</b>	<b>+1000L</b>	<b>H</b>	<b>K</b>
呼び形番	フランジ向 記号(※1)			回転方向 すじま記号(※4)		精度記号 (※5)	標準中空 スプライン軸記号(※6)	
1軸に付く スプラインナットの個数 (1個の場合は表示しない)		スプライン ナット防塵用 部品記号(※2)		サポートベアリング部 防塵用 部品記号(※3)		スプライン軸全長(※7) (mm表示)		

(※2) A3-109参照 (※3) A3-109参照 (※4) A3-29参照 (※5) A3-32参照 (※6) A3-102参照 (※7) A3-105参照

(※1)無記号:標準 K:フランジ逆向き



単位:mm

			スプライン軸径		基本定格トルク		基本定格荷重		静的許容モーメント	サポートベアリング基本定格荷重		質量	
	$d_1$	U <sup>注)</sup>	$D_o$ h7	ボール条列	$C_T$ N·m	$C_{OT}$ N·m	C kN	$C_o$ kN	$M_A$ <sup>注)</sup> N·m	C kN	$C_o$ kN	スプラインナット kg	スプライン軸 kg/m
	4.5	5	16	6	31.4	34.3	7.06	12.6	67.6	12.7	11.8	0.51	1.6
	4.5	7	20	6	56.9	55.9	10.2	17.8	118	16.3	15.5	0.7	2.5
	4.5	8	25	6	105	103	15.2	25.8	210	17.6	18	0.93	3.9
	6.6	10	32	6	180	157	20.5	34	290	20.1	24	1.8	5.6
	9	13	40	6	419	377	37.8	60.5	687	37.2	42.5	3.9	9.9
	11	13	50	6	842	769	60.9	94.5	1340	41.7	54.1	6.7	15.5
	11	13	60	6	1220	1040	73.5	111.7	1600	53.1	68.4	8.8	22.3

注)  $M_A$ は上図に示すようにスプラインナット1個のときの軸方向許容モーメント値です。

U寸法は六角穴付きボルトの頭からスプラインナット端面までの寸法を示します。

ボールスプライン軸の精度別最大長さについては、**A3-105**をご参照ください。

## スプライン軸

スプライン軸は図3-74に示すように、精密中実スプライン軸、特殊スプライン軸、中空スプライン軸(Kタイプ、Nタイプ)があります。

スプライン軸形状をご要望に応じて製作しますので、お見積りやご注文の際には図面をご提示ください。

### 【スプライン軸の断面形状】

表1にスプライン軸断面形状を示します。スプライン軸端に円筒加工が必要な場合は、なるべく小径寸法( $\phi d$ )以下としてください。

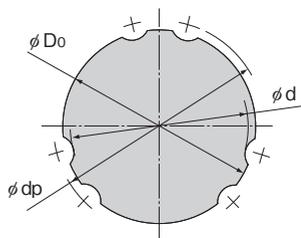


表1 スプライン軸断面形状

単位:mm

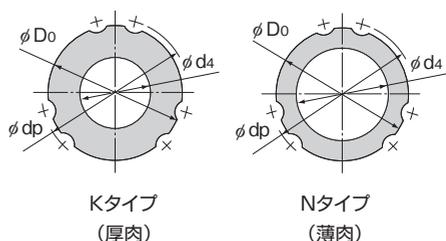
呼び軸径	8	10	16	20	25	32	40	50	60
小径 $\phi d$	7	8.5	14.5	18.5	23	30	37.5	46.5	56.5
大径 $\phi D_o$ h7	8	10	16	20	25	32	40	50	60
ボール中心径 $\phi dp$	9.3	11.5	17.8	22.1	27.6	35.2	44.2	55.2	66.3
質量(kg/m)	0.4	0.62	1.6	2.5	3.9	5.6	9.9	15.5	22.3

※小径 $\phi d$ は、加工の際に溝残りが発生しない寸法とします。

### 【標準中空スプライン軸の穴形状】

表2にLTR形の標準中空スプライン軸(Kタイプ、Nタイプ)の穴形状を示します。

配管・配線・エア抜きあるいは重量軽減等が必要な場合にご利用ください。



Kタイプ  
(厚肉)

Nタイプ  
(薄肉)

表2 標準中空スプライン軸断面形状

単位:mm

呼び軸径	8	10	16	20	25	32	40	50	60	
大径 $\phi D_o$	8	10	16	20	25	32	40	50	60	
ボール中心径 $\phi dp$	9.3	11.5	17.8	22.1	27.6	35.2	44.2	55.2	66.3	
Kタイプ	穴径 $\phi d_4$	3	4	7	10	12	18	22	25	32
	質量(kg/m)	0.35	0.52	1.3	1.8	3	4.3	6.9	11.6	16
Nタイプ	穴径 $\phi d_4$	—	—	11	14	18	23	29	36	—
	質量(kg/m)	—	—	0.8	1.3	1.9	3.1	4.7	7.4	—

注)標準中空スプライン軸は、Kタイプ、Nタイプの2種類ありますので、形番の末尾に“K”“N”と明記して区別してください。

## 【スプライン部端面の面取り】

■A3-68をご参照ください。

## 【特殊スプライン軸の不完全スプライン部の長さ】

スプライン軸端あるいは中間の径を小径寸法( $\phi d$ )より太くする場合は、研削逃げのため不完全スプライン部が必要です。その長さ(S)とフランジ径( $\phi df$ )の関係を表3に示します。

(ただし、全長1500mm以上は適用されませんのでTHKにお問い合わせください)

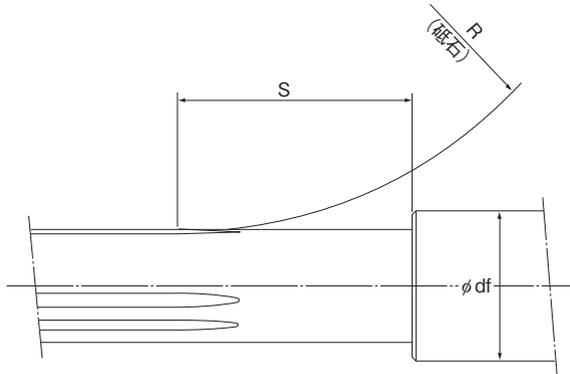


表3 不完全スプライン部の長さ:S

単位:mm

フランジ径 $\phi df$ 呼び軸径	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100	120	140	160
8	—	25	29	35	41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	26	31	38	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	36	47	58	67	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	37	50	60	76	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	38	51	72	88	—	—	—	—	—	—
32	—	—	—	—	—	—	—	—	40	75	88	109	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	42	63	81	107	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	65	96	118	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	87	114	134	—	—

## ロータリーボールスプラインの許容回転数

ロータリーボールスプラインLTR形の場合はボールスプライン部の危険速度とサポートベアリング部の許容回転数のどちらか低い値で制限を受けます。ご使用の際は、許容回転数を超えないようにしてください。

表4 LTR形の許容回転数

単位: min<sup>-1</sup>

呼び形番	許容回転数		
	ボールスプライン部	サポートベアリング部	
	軸長より算出	グリース潤滑	油潤滑
LTR16	A3-16参照	4000	5400
LTR20		3600	4900
LTR25		3200	4300
LTR32		2400	3300
LTR40		2000	2700
LTR50		1600	2200
LTR60		1400	2000

表5 LTR-A形の許容回転数

単位: min<sup>-1</sup>

呼び形番	許容回転数		
	ボールスプライン部	サポートベアリング部	
	軸長より算出	グリース潤滑	油潤滑
LTR8A	A3-16参照	6900	9300
LTR10A		5900	7900
LTR16A		4000	5400
LTR20A		3600	4900
LTR25A		3200	4300
LTR32A		2400	3300
LTR40A		2000	2700

# 精度別最大製作長さ

ボールスプライン軸の精度別最大製作長さを表1、表2、表3に示します。

表1 SLS形、SLS-L形、SLF形の精度別最大製作長さ

単位:mm

呼び軸径	精 度		
	並級(無記号)	上級(H)	精密級(P)
25	2000	1500	1000
30	2000	1600	1250
40	2000	2000	1500
50	3000	2000	1500
60	4000	2000	2000
70	4000	2000	2000
80	4000	2000	2000
100	4000	3000	3000

表2 LBS形、LBST形、LBF形、LBR形、LBH形、LBG形、LBGT形の精度別最大製作長さ

単位:mm

呼び軸径	精 度		
	並級(無記号)	上級(H)	精密級(P)
6	200	150	100
8	600	200	150
10	600	400	300
15	1800	600	600
20	1800	700	700
25	3000	1400	1400
30	3000	1400	1400
40	3000	1400	1400
50	3000	1400	1400
60	3800	2500	2000
70	3800	2500	2000
85	3800	3000	3000
100	4000	3000	3000
120	3000	3000	3000
150	3000	3000	3000

表3 LT形、LF形、LTR形、LTR-A形の精度別最大製作長さ

単位:mm

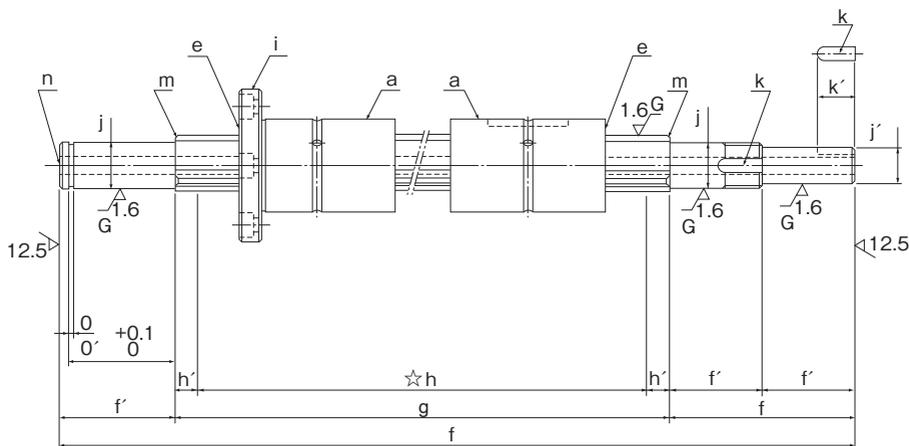
呼び軸径	精 度		
	並級(無記号)	上級(H)	精密級(P)
4	600	200	200
5	600	315	200
6	600	400	315
8	1000	500	400
10	1000	630	500
13	1000	800	630
16	2000	1000	1000
20	2000	1500	1000
25	3000	1500	1000
30	3000	1600	1250
40	3000	2000	1520
50	3000	2000	1500
60	4000	2000	2000
80	4000	2000	2000
100	4000	3000	3000

1. 表中の長さは軸全長を示します。
2. 標準中空軸(K)タイプは、表中の値です。
3. 標準中空軸(N)タイプは、並・上級共に表中のP級精度の長さ迄です。

## スプライン軸端末形状のチェックマニュアル

スプライン軸端末加工付の製品については、発注時に下記項目をご確認ください。

ボールスプラインの基本的な図面を示します。



### 【チェック項目】

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| a. はめあわされるスプラインナットの形式              | j. スプライン軸端末形状(スプライン最小径より太くはないか)(黒皮、薄残り)           |
| b. スプラインナットの数                      | k. スプラインナットとスプライン軸端末形状の位置関係(スプラインナットのキー溝、フランジ取付穴) |
| c. 回転方向すきま                         | l. 各部の面取り表示                                       |
| d. 精度                              | m. スプライン軸端部の面取り形状(図3-68参照)                        |
| e. シールの有無(片シールの場合は、シールの向き)         | n. スプライン軸に貫通穴がある場合その用途                            |
| f. 全長(各部寸法が入っているか、合計が入っているか)       | o. 止メ輪溝   |
| g. スプライン有効長さ                       | p. 最大製作長さ   |
| h. 焼入範囲(必要箇所に☆印を記入し、焼入目的を明記してください) | q. その他前例があるかどうか                                   |
| i. フランジの向き(フランジ形)                  |   |

## ハウジング内径公差

スプラインナットとハウジングとののはめあいには、中間ばめとします。ボールスプラインの精度をさほど必要としない場合は、すきまばめとします。

表1 ハウジング内径公差

ハウジング内径公差	一般的な使用条件	H7
	すきまをおさえる場合	J6

注) ロータリーボールスプラインLTR形のハウジング内径公差はH7級を推奨します。

## スプラインナットのキー溝と取付穴の位置

ボールスプラインの各形式のストレート外筒形の外径のキー溝は、図1に示すように負荷ボール列との位置関係に加工されています。

また、フランジ形のフランジ取付穴は、図2に示すような位置関係にあります。

スプライン軸に加工されるキー溝などの位置関係を注文の際にご指定ください。

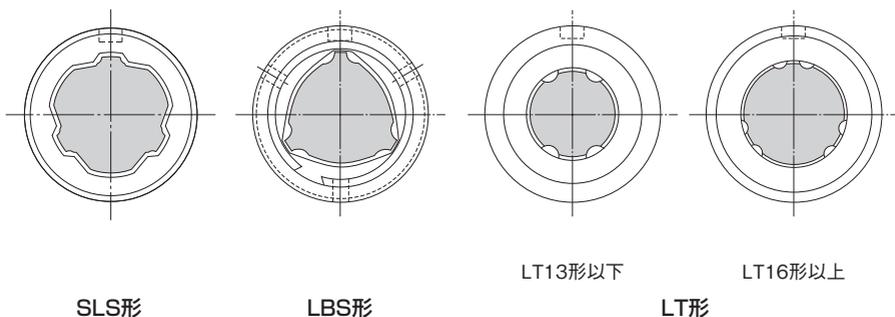


図1 キー溝の位置

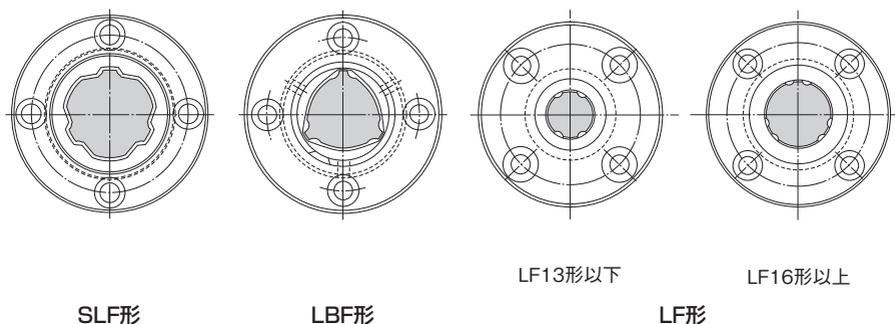


図2 フランジ取付穴の位置

# オプション

## ボールスプライン(オプション)

### 潤滑

ボールスプラインには、スプラインナットへの異物の侵入や潤滑剤の洩れを防止するために、耐摩耗性の高い特殊合成ゴムシールを用意しています。

シール付きスプラインナット(両側シールUU、片側シール)には、良質のリチウム石けん基グリース2号が封入されています。高速運転や長ストロークで使用される場合は、ならし運転後スプラインナットの給脂穴より同系のグリースを再給脂し、機械の稼働を行ってください。

その後は使用状態により適時同系のグリースを給脂してください。

また、グリースの給脂期間は使用条件により異なりますが、通常使用の場合走行距離で100km(6ヵ月~1年)を給脂(交換)の目安としてください。

シール付きでない場合はスプラインナット内にグリースを塗り込むか、スプライン軸の転動面にグリースを塗布してください。

### 材質、表面処理

ボールスプラインは、使用環境により防錆処理を施したり、材質の変更が必要になります。防錆処理や材質の変更については、THKにお問い合わせください。

### 防塵

スプラインナット内にごみや異物が侵入した場合、異常摩耗や早期寿命の原因となるため有害な異物の侵入を防止する必要があります。ごみや異物の侵入が考えられる場合は、使用環境条件にあった効果的な密封装置や防塵装置を選定することが重要です。

ボールスプラインには、防塵用部品として耐摩耗性に優れた特殊合成ゴムシールがありますが、さらに防塵効果を高めたい場合には形番によりフェルトシールを用意しています。フェルトシールの詳細についてはTHKへお問い合わせください。

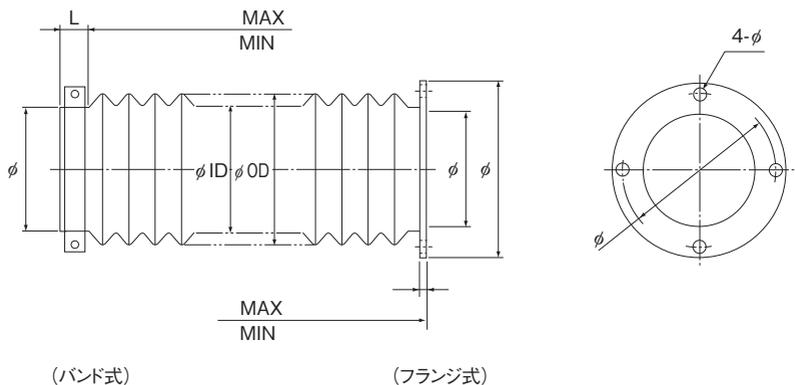
また、THKでは丸ジャバラの製作を行っていますのでお問い合わせください。

表1 防塵用部品記号

記号	防塵用部品
無記号	シールなし
UU	スプラインナット両側ゴムシール付き
U	スプラインナット片側ゴムシール付き
DD	スプラインナット両側フェルトシール付き
D	スプラインナット片側フェルトシール付き
ZZ	サポートベアリング両側ゴムシール付き
Z	サポートベアリング片側ゴムシール付き

## ジャバラ仕様書

防塵対策としてジャバラをご用意しておりますので本仕様書をご利用下さい。



### ジャバラ仕様書

ボールねじ形番：

ジャバラ寸法

ストローク：( ) mm    MAX：( ) mm    MIN：( ) mm  
 許容外径：(φ OD )    希望内径：(φ ID )

使用方法

取付姿勢：(水平・縦・傾斜)    速度：( ) mm/sec. min.  
 運動：(往復・振動)

使用条件

耐油・耐水性：(必要・有・無)    油名( )  
 耐薬品性：名称( ) × ( ) %  
 場所：(屋内・屋外)

備考：

製作数：

# 呼び形番

## ボールスプライン

### 呼び形番の構成例

呼び形番は各形番の特長により構成が異なりますので、対応の呼び形番の構成例をご参照ください。

#### 【ボールスプライン】

- SLS形, SLS-L形, SLF形, LBS形, LBST形, LBF形, LBR形, LBH形, LT形, LF形

2	LBS40	UU	CL	+1000L	P	K
	呼び形番	防塵用 部品記号 (※1)	回転方向 すきま記号 (※2)		精度記号 (※3)	標準中空 スプライン軸記号(※4)
	1軸に付く スプラインナットの個数 (1個の場合は表示しない)				スプライン軸全長(※5) (mm表示)	

(※1)図3-109参照 (※2)図3-29参照 (※3)図3-32参照 (※4)図3-67参照 (※5)図3-105参照

#### 【ロータリーボールスプライン】

- LTR形, LTR-A形, LBG形, LBG形

2	LTR32A	K	UU	ZZ	CL	+500L	P	K
	呼び形番	フランジ向 記号(※1)			回転方向 すきま記号(※4)		精度記号 (※5)	標準中空 スプライン軸記号(※6)
	1軸に付く スプラインナットの個数 (1個の場合は表示しない)	スプライン ナット防塵用 部品記号(※2)	サポートベアリング部 防塵用 部品記号(※3)			スプライン軸全長(※7) (mm表示)		

(※2)図3-109参照 (※3)図3-109参照 (※4)図3-29参照 (※5)図3-32参照 (※6)図3-102参照 (※7)図3-105参照

(※1)無記号:標準 K:フランジ逆向き

# 取扱い上の注意事項

## ボールスプライン

### 【取扱い】

- (1) 本製品の多くは重量物(20kg以上)です。重量物運搬の際は2人以上または運搬器具を使用しておこなってください。けがや破損の原因となります。
- (2) 各部を分解しないでください。機能が損失する原因となります。
- (3) スプラインナットおよびスプライン軸を傾けますと、自重で落下する場合がありますのでご注意ください。
- (4) ボールスプラインを落下させたり、叩いたりしないでください。けがや破損の原因となります。また、衝撃を与えた場合、外観に破損が見られなくとも機能を損失する可能性があります。
- (5) 組立時には、スプラインナットをスプライン軸から抜かないように作業をおこなってください。
- (6) 製品を扱う場合は、必要に応じて保護手袋、安全靴等を着用して安全を確保してください。

### 【使用上の注意】

- (1) 切り粉やクーラントなどの異物の侵入のないようご注意ください。破損の原因となります。
- (2) 切り粉、クーラント、腐食性のある溶剤、水などが製品内部に侵入するような環境下で使用される場合は、ジャバラまたはカバー等により製品への浸入を避けてください。
- (3) 80℃を超えての使用は避けてください。耐熱仕様を除き、この温度を超えると樹脂・ゴム部品が変形・損傷する恐れがあります。
- (4) 切り粉などの異物が付着した場合は、洗浄した後、潤滑剤を再封入してください。
- (5) 微小ストロークの場合は、転動面と転動体の接触面に油膜が形成されにくく、フレッチングを生じることがありますので耐フレッチング性に優れたグリースをご使用ください。また、定期的なスプラインナット長さ程度のストローク移動を加えることにより転動面と転動体に油膜を形成させることを推奨します。
- (6) 製品に位置決め部品(ピン、キー等)を無理に打ち込まないでください。転動面に圧痕が生じ機能を損失する原因となります。
- (7) スプライン軸の支持部とスプラインナットの芯違いや倒れがあると極端に寿命が短くなる場合がありますので、取付部品、組付精度には十分ご注意ください。
- (8) 転動体が抜けたままでスプラインナットをスプライン軸に挿入し使用した場合、早期破損の要因となります。
- (9) 転動体がスプラインナットから脱落した場合は、そのまま使用せずTHKまでお問い合わせ下さい。
- (10) スプライン軸をスプラインナットに組込む場合は、スプライン軸とスプラインナットに合わせマークがありますので、位置関係を確認しながら、こじらないように挿入してください。無理に押込むとボールが脱落する恐れがあるためご注意ください。シール付きや、予圧を与えてあるスプラインナットに挿入するときは、スプライン軸外径に潤滑剤を塗布してください。
- (11) スプラインナットをハウジングに組込む場合に、側板やエンドキャップ、シールをたたかないよう治具を用いて静かに挿入してください。
- (12) 取付部材の剛性および精度が不足すると、軸受の荷重が局部的に集中し、軸受性能が著しく低下します。したがって、ハウジングやベースの剛性・精度、固定用ボルトの強度について十分検討ください。
- (13) フランジ付ボールスプラインにノック穴等の追加工を行う場合は、THKにお問い合わせください。

## 【潤滑】

- (1) 防錆油はよく拭き取り、潤滑剤を封入してからお使いください。
- (2) 異なる潤滑剤を混合しての使用は避けてください。増ちょう剤が同種類のグリースでも、添加剤などが異なることにより、お互いに悪影響を及ぼす恐れがあります。
- (3) 常に振動が作用する箇所、クリーンルーム、真空、低温・高温などの特殊環境下で使用される場合は、仕様・環境に適したグリースをご使用ください。
- (4) グリースニップル・油穴が付いていない製品を潤滑する場合には、転動面に直接潤滑剤を塗布し、内部にグリースが入るよう慣らしストロークを数度おこなってください。
- (5) 温度によりグリースのちょう度は変化します。ちょう度の変化によってボールスプラインの摺動抵抗も変化しますのでご注意ください。
- (6) 給脂後はグリースの攪拌抵抗によりボールスプラインの摺動抵抗が増大する可能性があります。必ず慣らし運転を行い、グリースを十分なじませてから、機械の運転をおこなってください。
- (7) 給脂直後は余分なグリースが周囲に飛び散る可能性がありますので、必要に応じて拭き取ってご使用ください。
- (8) グリースは使用時間とともに性状は劣化し潤滑性能は低下しますので、使用頻度に応じたグリース点検と補給が必要です。
- (9) 使用条件や使用環境により給脂間隔が異なりますが、走行距離100km(3~6ヶ月)を目安に給脂してください。最終的な給脂間隔・量は実機にて設定願います。
- (10) 油潤滑にて使用される場合、ボールスプラインの取付姿勢によっては潤滑油が行き渡らないことがありますので、事前にTHKにお問い合わせください。

## 【保管】

ボールスプラインは、弊社の梱包および荷姿で、高温、低温、多湿を避け、水平な状態で室内に保管してください。

長期間保管された製品は内部の潤滑剤が経時劣化していることがありますので、潤滑剤を再給脂してからご使用ください。

## 【破棄】

製品は産業廃棄物として適切な廃棄処置をおこなってください。





# ボールスプライン

THK 総合カタログ

# ボールスプライン

THK 総合カタログ

## B サポートブック

特長と分類 .....	B3-4
ボールスプラインの特長 .....	B3-4
・ 構造と特長 .....	B3-4
ボールスプラインの分類 .....	B3-6
<b>選定のポイント</b> .....	B3-8
ボールスプラインの選定フローチャート ..	B3-8
・ ボールスプライン選定手順 .....	B3-8
・ 形式の選定 .....	B3-10
・ スプライン軸強度の検討 .....	B3-14
・ 寿命の予測 .....	B3-19
・ 寿命計算例 .....	B3-24
<b>取付手順とメンテナンス</b> .....	B3-30
ボールスプラインの組付け .....	B3-30
・ スプラインの取付け .....	B3-30
・ スプラインナットの組込み .....	B3-32
・ スプライン軸の組込み .....	B3-32
潤滑 .....	B3-33
<b>オプション</b> .....	B3-34
材質、表面処理 .....	B3-34
防塵 .....	B3-34
<b>呼び形番</b> .....	B3-35
・ 呼び形番の構成例 .....	B3-35
<b>取扱い上の注意事項</b> .....	B3-36

## A 製品解説(別冊)

ボールスプラインの分類 .....	A3-4	・ 種類と特長 .....	A3-74
		・ ハウジング内径公差 .....	A3-75
<b>選定のポイント</b> .....	A3-6		
ボールスプラインの選定フローチャート .....	A3-6	<b>寸法図・寸法表</b>	
・ ボールスプライン選定手順 .....	A3-6	LT形 .....	A3-76
・ 形式の選定 .....	A3-8	LF形 .....	A3-78
・ スプライン軸強度の検討 .....	A3-12	軸端の推突形状LT形支持用 .....	A3-80
・ 寿命の予測 .....	A3-20	・ スプライン軸 .....	A3-81
<b>予圧の選定</b> .....	A3-29	・ 付属部品 .....	A3-83
・ 回転方向すきま .....	A3-29		
・ 予圧と剛性 .....	A3-29	<b>ロータリーボールスプライン</b>	
・ 使用条件と予圧の選定目安 .....	A3-30	ギア付きタイプ LBG形 LBGT形 .....	A3-84
<b>精度の決定</b> .....	A3-32	・ 構造と特長 .....	A3-85
・ 精度等級 .....	A3-32	・ 種類と特長 .....	A3-86
・ 精度規格 .....	A3-32	・ ハウジング内径公差 .....	A3-87
<b>リテーナ入り高トルク形ボールスプライン</b>		<b>寸法図・寸法表</b>	
SLS形 SLS-L形 SLF形 .....	A3-34	LBG形 .....	A3-88
・ 構造と特長 .....	A3-35	LBGT形 .....	A3-90
・ 種類と特長 .....	A3-38	・ スプライン軸 .....	A3-92
・ ハウジング内径公差 .....	A3-39		
		<b>ロータリーボールスプライン</b>	
<b>寸法図・寸法表</b>		サポートベアリング付タイプ LTR形 LTR-A形 .....	A3-94
SLS形 .....	A3-40	・ 構造と特長 .....	A3-95
SLF形 .....	A3-42	・ 種類と特長 .....	A3-96
・ スプライン軸 .....	A3-44	・ ハウジング内径公差 .....	A3-97
・ 付属部品 .....	A3-46		
		<b>寸法図・寸法表</b>	
<b>高トルク形ボールスプライン</b>		LTR-A形コンパクトタイプ .....	A3-98
LBS形 LBST形 LBF形 LBR形 LBH形 .....	A3-48	LTR形 .....	A3-100
・ 構造と特長 .....	A3-49	・ スプライン軸 .....	A3-102
・ 用途 .....	A3-50	・ ロータリーボールスプラインの許容回転数 .....	A3-104
・ 種類と特長 .....	A3-51	<b>精度別最大製作長さ</b> .....	A3-105
・ ハウジング内径公差 .....	A3-53		
		<b>設計のポイント</b> .....	A3-107
<b>寸法図・寸法表</b>		スプライン軸端未形状のチェックマニュアル .....	A3-107
ミニチュアボールスプライン .....	A3-54	ハウジング内径公差 .....	A3-108
LBS形(中荷重形) .....	A3-56	スプラインナットのキー溝と取付穴の位置 .....	A3-108
LBST形(重荷重形) .....	A3-58		
LBF形(中荷重形) .....	A3-60	<b>オプション</b> .....	A3-109
LBR形 .....	A3-62	潤滑 .....	A3-109
LBH形 .....	A3-64	材質、表面処理 .....	A3-109
軸端の推突形状LBS形支持用 .....	A3-66	防塵 .....	A3-109
・ スプライン軸 .....	A3-67	・ ジャバラ仕様書 .....	A3-110
・ 付属部品 .....	A3-70		
		<b>呼び形番</b> .....	A3-111
<b>中トルク形ボールスプライン</b>		・ 呼び形番の構成例 .....	A3-111
LT形 LF形 .....	A3-72		
・ 構造と特長 .....	A3-73	<b>取扱い上の注意事項</b> .....	A3-112

# 特長と分類

## ボールスプライン

### ボールスプラインの特長

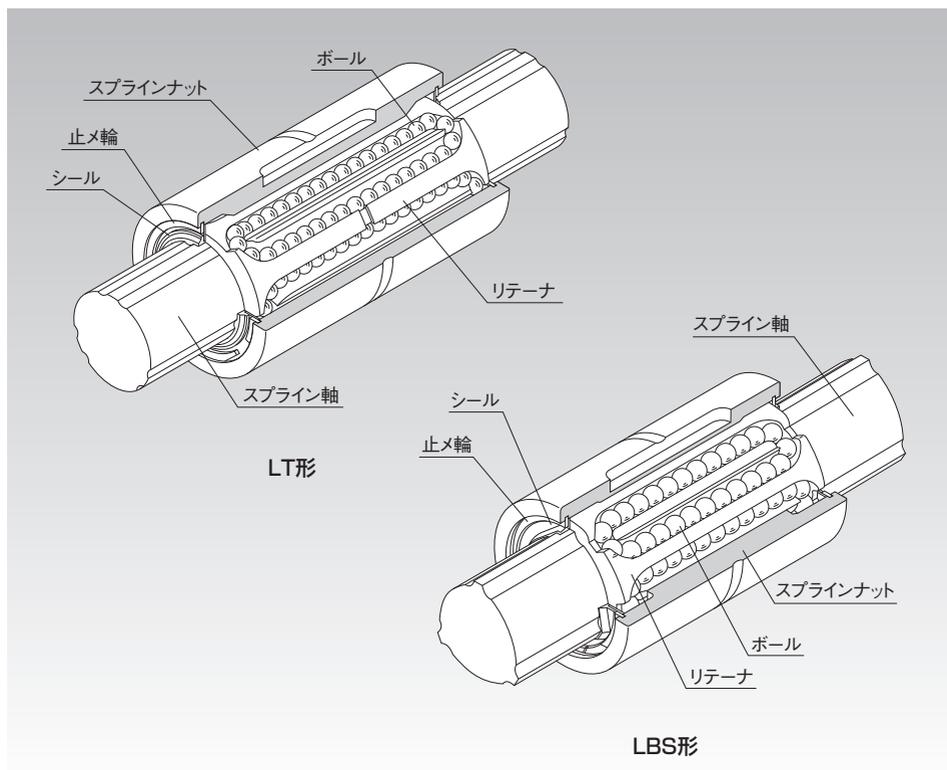


図1 ボールスプラインLBS形、LT形の構造

### 構造と特長

ボールスプラインは、精密研削されたスプライン軸の転動面を、スプラインナットに組込まれたボールがなめらかな直線運動をしながら、トルク伝達ができる画期的な直動システムです。

さらに従来の構造と異なり、1個のスプラインナットで予圧(プリロード)が与えられるため、振動衝撃荷重が作用する過酷な使用箇所、高精度の位置決め精度が必要な箇所、および高速運動性能が要求される箇所などで高性能を発揮します。

またリニアブッシュの代わりとして使用する場合、同一軸径で10数倍の定格荷重を持っているためコンパクトな設計ができ、オーバーハング荷重、モーメントが作用するような場合でも使用できるため、高い安全性と長寿命が得られます。

**特長と分類**

ボールスプラインの特長

ボールスプライン

# ボールスプラインの分類

## ボールスプライン

リテーナ入り

高トルク形

円筒タイプ(中荷重形)  
SLS形

円筒タイプ(重荷重形)  
SLS-L形

フランジタイプ  
SLF形

標準タイプ

円筒タイプ  
LBS形

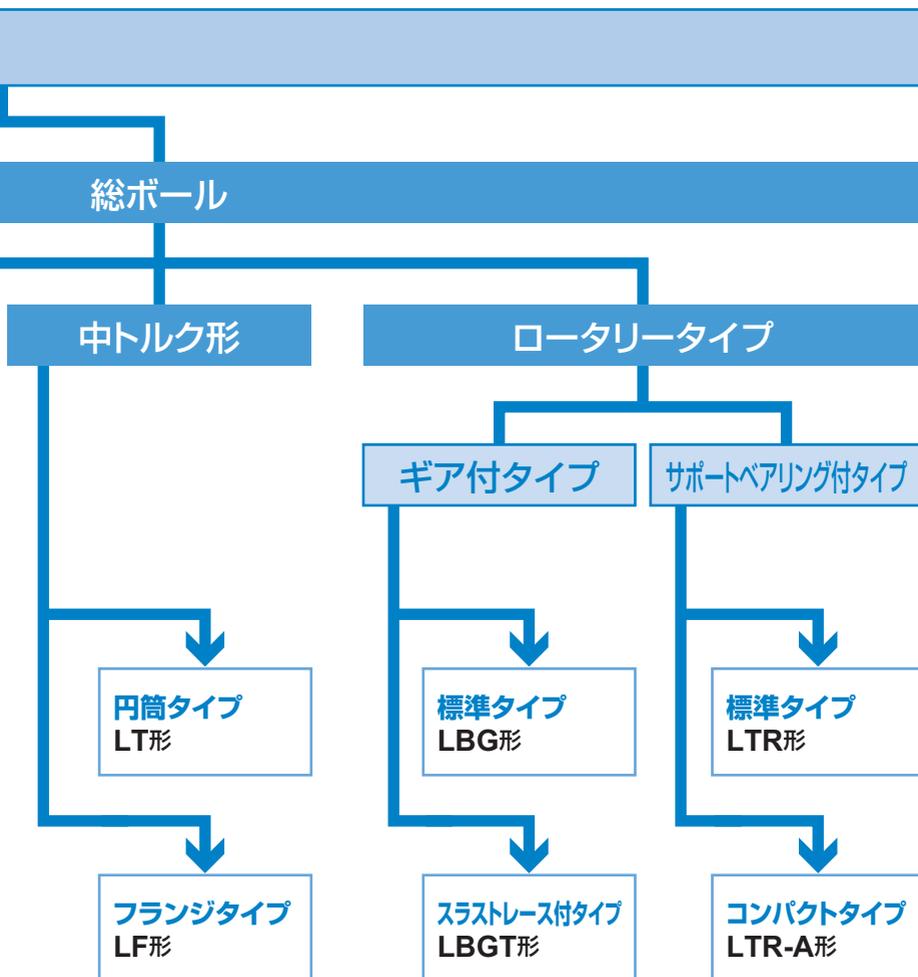
フランジタイプ  
LBF形

角形ナットタイプ  
LBH形

ロングタイプ

円筒タイプ  
LBST形

中間フランジタイプ  
LBR形



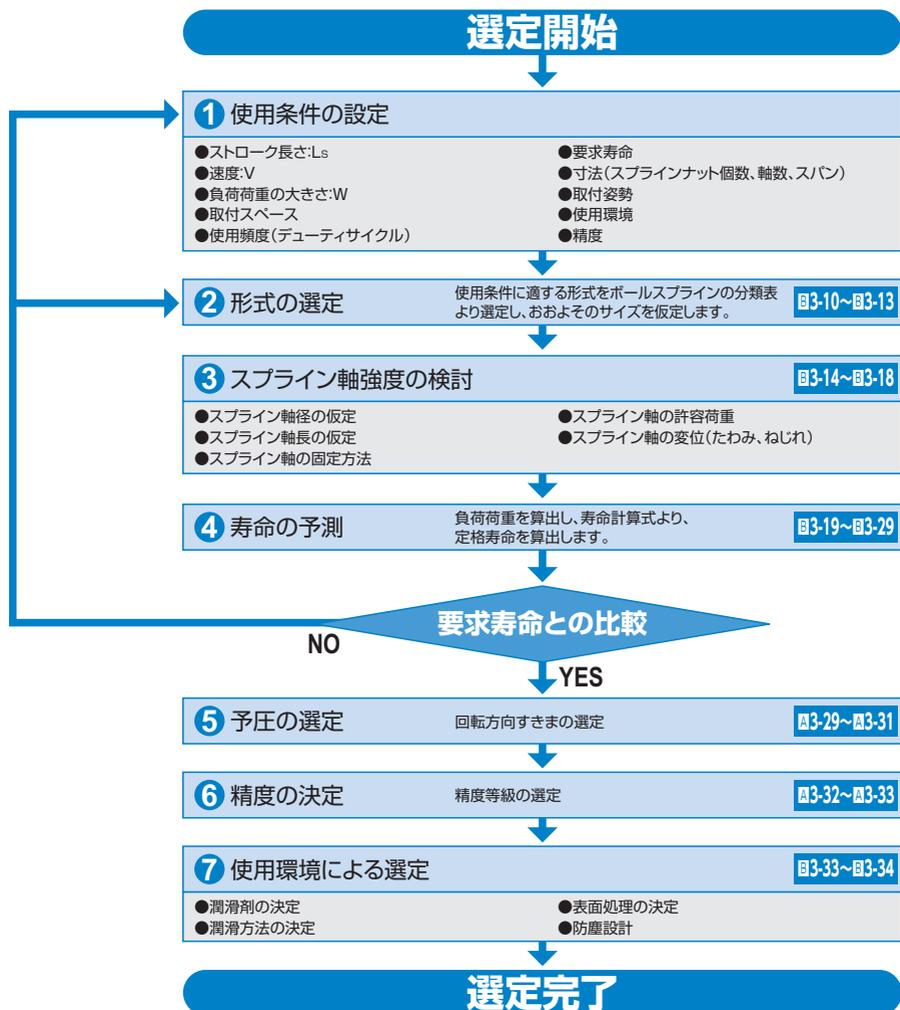
# 選定のポイント

## ボールスプライン

### ボールスプラインの選定フローチャート

#### ボールスプライン選定手順

ボールスプラインの選定方法の目安としてフローチャートを下記に示します。

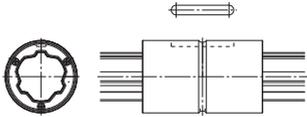
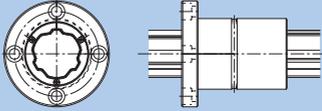
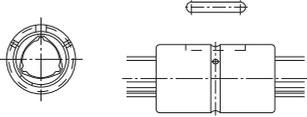
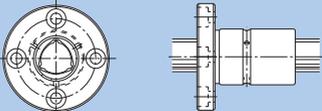
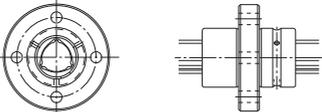


## 選定のポイント

ボールスラインの選定フローチャート

## 形式の選定

ボールスプラインには、高トルク形、中トルク形、ロータリー形の3種類があり、目的に応じたタイプが選定できます。またそれぞれのタイプには、取付けや使用目的に応じて選べるように豊富なスプラインナット形状が用意されています。

分類	形式	形状	軸径
リテーナ入り高トルク形	SLS形 SLS-L形		呼び軸径 25~100mm
	SLF形		呼び軸径 25~100mm
高トルク形	LBS形 LBST形		呼び軸径 6~150mm
	LBF形		呼び軸径 15~100mm
	LBR形		呼び軸径 15~100mm
	LBH形		呼び軸径 15~50mm

※各形式の寸法表は、別冊「**A** 製品解説」を参照してください。

寸法表*	構造と特長	主な用途
A3-40	<ul style="list-style-type: none"> <li>● スプライン軸の形状を円形に近づけることで、従来の高トルク形のスプライン軸に対して、ねじれ剛性・曲げ剛性が大幅に向上しています。</li> <li>● ボールリテーナの採用により整列循環運動を保持し、高速対応を可能としたため、装置の高タクト化が可能となります。</li> <li>● ボールリテーナの採用により、ボール同士の衝突や相互摩擦をなくし、低騒音、好音質、低発塵を実現しています。</li> <li>● ボールリテーナの採用によるグリース保持能力の大幅な向上により、長期メンテナンスフリーを実現しています。</li> <li>● ボールリテーナと新循環方式の採用により、小さい転がり変動で安定したスムーズな動きを実現しています。</li> </ul>	
A3-42		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 工業用ロボットの支柱およびアーム</li> <li>● オートローダ</li> <li>● トランスファマシン</li> <li>● 自動搬送装置</li> <li>● タイヤ成形機</li> <li>● スポット溶接機スピンドル</li> <li>● 高速自動塗装ガイド軸</li> <li>● リベッティングマシン</li> <li>● 捲線機</li> <li>● 放電加工機ワークヘッド</li> <li>● 研削盤スピンドル駆動軸</li> <li>● 各種変速装置</li> <li>● 精密インデックス軸</li> </ul>
A3-54	<ul style="list-style-type: none"> <li>● スプライン軸の外周に120°等配された3条の突起部をそれぞれ左右から挟み込むように6条のボール列が配置され、ボール接触部は、アンギュラコンタクト構造により無理なく予圧が付与できます。</li> <li>● ボール循環はスプラインナット内径で行われているため、スプラインナット外径がコンパクトです。</li> <li>● 予圧を上げてもスムーズな直線転がり運動が得られます。</li> <li>● 接触角(45°)が大きく変位は少ないため、高い剛性が得られます。</li> <li>● アンギュララッシがありません。</li> <li>● 大きなトルクを伝えることができます。</li> </ul>	
A3-60		
A3-62		
A3-64		

分類		形式	形状		軸径
中トルク形		LT形			呼び軸径 4~100mm
		LF形			呼び軸径 6~50mm
ロータリー形		LBG形 LBGT形			呼び軸径 20~85mm
		LTR-A形 LTR形			呼び軸径 8~60mm

※各形式の寸法表は、別冊「 製品解説」を参照してください。

## 選定のポイント

形式の選定

寸法表*	構造と特長	主な用途	
■3-76	<ul style="list-style-type: none"> <li>● スプライン軸の外周に2~3箇所突起部をそれぞれ左右から挟み込むように4~6条のボール列が配置され、無理なく予圧が付与できます。</li> <li>● 接触角(20°)があり、適正な予圧を与えることにより、アンギュララッシュがなく優れたトルク・モーメント剛性が得られます。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ダイセット軸のように重荷重を受けて直線運動をする箇所</li> <li>● ローディング装置のように定位置で角度回転をさせる箇所</li> <li>● 自動ガス溶接機スピンドルのように1軸で回り止めを必要とする箇所</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 工業用ロボットのアームおよび支柱</li> <li>● スポット溶接機</li> <li>● リベッティングマシン</li> <li>● 製本機</li> <li>● 自動充電機</li> <li>● 各種XYレコーダ</li> <li>● 自動燃糸機</li> <li>● 光学測定器</li> </ul>
■3-78			
■3-88	<ul style="list-style-type: none"> <li>● LBS形と同一接触構造を持ち、スプラインナットのフランジ外周部にギア加工し、スプラインナット外径部にラジアルおよびスラストニードルベアリングがコンパクトに組合わされたユニットタイプです。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 高トルク伝達用各種変速装置</li> </ul>	
■3-98	<ul style="list-style-type: none"> <li>● LT形ボールスプラインのスプラインナット外径にアンギュラコンタクトタイプのボール転動面を設け、サポートベアリングを構成した、軽量・コンパクトタイプです。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● スカラロボットのZ軸</li> <li>● 捲線機</li> </ul>	

## スプライン軸強度の検討

ボールスプラインのスプライン軸は、ラジアル荷重やトルクを受けることができる複合軸ですが、荷重やトルクが大きい場合は、スプライン軸の強度を考慮する必要があります。

### 【曲げを受けるスプライン軸】

ボールスプラインのスプライン軸に曲げ荷重が作用する場合、(1)式によりスプライン軸径を求めます。

$$M = \sigma \cdot Z \text{ および } Z = \frac{M}{\sigma} \text{ …………… (1)}$$

M : スプライン軸に作用する最大曲げモーメント (N・mm)

$\sigma$  : スプライン軸の許容曲げ応力 (98N/mm<sup>2</sup>)

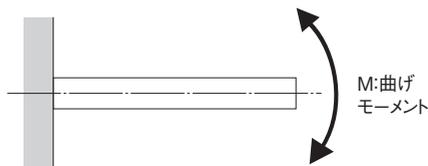
Z : スプライン軸の断面係数 (mm<sup>3</sup>)  
([図3-17 表3](#)、[図3-18 表4](#)、[図3-19 表5](#)参照)

[参考]断面係数(円)

$$Z = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

Z : 断面係数 (mm<sup>3</sup>)

d : 軸外径 (mm)



### 【ねじりを受けるスプライン軸】

ボールスプラインのスプライン軸にねじり荷重が作用する場合、(2)式によりスプライン軸径を求めます。

$$T = \tau_a \cdot Z_p \text{ および } Z_p = \frac{T}{\tau_a} \text{ …………… (2)}$$

T : 最大ねじりモーメント (N・mm)

$\tau_a$  : スプライン軸の許容ねじり応力 (49N/mm<sup>2</sup>)

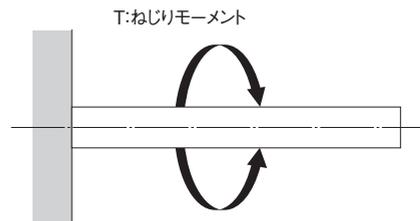
Z<sub>p</sub> : スプライン軸の極断面係数 (mm<sup>3</sup>)  
([図3-17 表3](#)、[図3-18 表4](#)、[図3-19 表5](#)参照)

[参考]断面係数(円)

$$Z_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

Z<sub>p</sub> : 極断面係数 (mm<sup>3</sup>)

d : 軸外径 (mm)



## 【ねじりと曲げを同時に受ける場合】

ボールスプラインのスプライン軸に曲げ荷重とねじり荷重が同時に作用する場合、相当曲げモーメント( $M_e$ )と相当ねじりモーメント( $T_e$ )を考えて、別々にスプライン軸の太さを計算し、その大きい方の値をとります。

相当曲げモーメント

$$M_e = \frac{M + \sqrt{M^2 + T^2}}{2} = \frac{M}{2} \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

$$M_e = \sigma \cdot Z$$

相当ねじりモーメント

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = M \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2} \dots\dots\dots (4)$$

$$T_e = \tau_a \cdot Z_p$$

## 【スプライン軸のこわさ】

スプライン軸のこわさは、スプライン軸の長さ1mに対するねじれ角で表され、 $1^\circ/4$ ぐらいに制限します。

$$\theta = 57.3 \times \frac{T \cdot L}{G \cdot I_p} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{軸のこわさ} = \frac{\text{ねじれ角}}{\text{単位長さ}} = \frac{\theta \cdot \ell}{L} < \frac{1^\circ}{4}$$

$\theta$  : ねじれ角 (°)

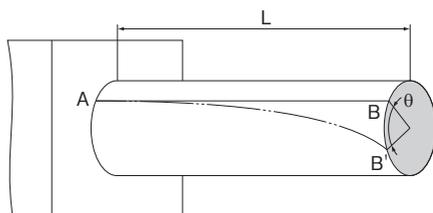
L : スプライン軸長さ (mm)

G : 横弾性係数 ( $7.9 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ )

$\ell$  : 単位長さ (1000mm)

$I_p$  : 極断面2次モーメント ( $\text{mm}^4$ )

(**図3-17** 表3、**図3-18** 表4、**図3-19** 表5参照)



## 【スプライン軸のたわみとたわみ角】

ボールスプラインのスプライン軸のたわみとたわみ角は、それぞれの条件に合った計算式を用い算出する必要があります。表1、表2にそれぞれの条件における計算式を示します。

▲3-17 表3、▲3-18 表4、▲3-19 表5にスプライン軸の断面係数(Z)、断面2次モーメント(I)を示します。表中のZ、Iを用いれば、一般的なボールスプラインの各形番の強度および変位量(たわみ量)を求めることができます。

表1 たわみ・たわみ角計算式

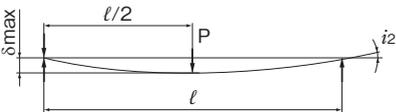
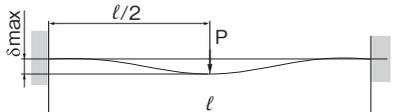
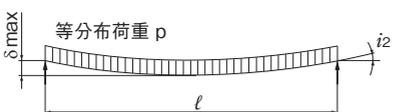
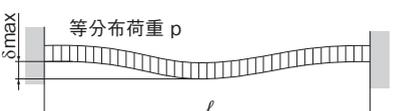
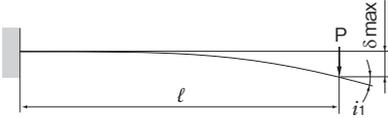
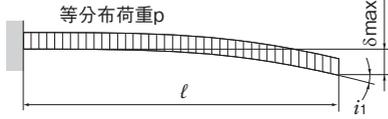
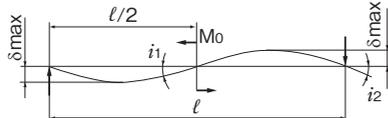
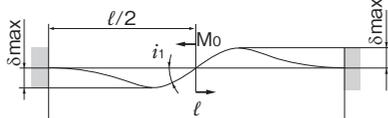
支持方法	使用条件	たわみ計算式	たわみ角計算式
両端自由		$\delta_{\max} = \frac{Pl^3}{48EI}$	$i_1 = 0$ $i_2 = \frac{Pl^2}{16EI}$
両端固定		$\delta_{\max} = \frac{Pl^3}{192EI}$	$i_1 = 0$ $i_2 = 0$
両端自由		$\delta_{\max} = \frac{5pl^4}{384EI}$	$i_2 = \frac{pl^3}{24EI}$
両端固定		$\delta_{\max} = \frac{pl^4}{384EI}$	$i_2 = 0$

表2 たわみ・たわみ角計算式

支持方法	使用条件	たわみ計算式	たわみ角計算式
一端固定		$\delta_{\max} = \frac{Pl^3}{3EI}$	$i_1 = \frac{Pl^2}{2EI}$ $i_2 = 0$
一端固定		$\delta_{\max} = \frac{pl^4}{8EI}$	$i_1 = \frac{pl^3}{6EI}$ $i_2 = 0$
両端自由		$\delta_{\max} = \frac{\sqrt{3}Mol^2}{216EI}$	$i_1 = \frac{Mol}{12EI}$ $i_2 = \frac{Mol}{24EI}$
両端固定		$\delta_{\max} = \frac{Mol^2}{216EI}$	$i_1 = \frac{Mol}{16EI}$ $i_2 = 0$

 $\delta_{\max}$ : 最大たわみ(mm) $M_0$ : モーメント(N・mm) $l$ : スパン(mm) $I$ : 断面2次モーメント(mm<sup>4</sup>) $i_1$ : 荷重作用点におけるたわみ角 $i_2$ : 支持点におけるたわみ角 $P$ : 集中荷重(N) $p$ : 等分布荷重(N/mm) $E$ : 縦弾性係数 $2.06 \times 10^5$ (N/mm<sup>2</sup>)

## 【スプライン軸の危険速度】

ボールスプライン軸を回転させ動力伝達用に使用する場合、スプライン軸の回転数が高くなるとスプライン軸の固有振動数に近づき、共振をおこして運動不能になることがあります。従って、最高回転数は危険速度以下の回転数として共振を生じない程度におさえる必要があります。

危険速度は(6)式により求められます。  
(安全係数として0.8を乗じてあります。)

共振点をこえて使用する場合や、共振点付近で使用する場合は、スプライン軸径を再検討する必要があります。

### ●危険速度

$$N_c = \frac{60\lambda^2}{2\pi \cdot l_b^2} \cdot \sqrt{\frac{E \times 10^3 \cdot I}{\gamma \cdot A}} \times 0.8 \quad \dots (6)$$

$N_c$  : 危険速度 (min<sup>-1</sup>)  
 $l_b$  : 取付間距離 (mm)  
 $E$  : ヤング率 (2.06 × 10<sup>6</sup>N/mm<sup>2</sup>)  
 $I$  : 軸の最小断面2次モーメント (mm<sup>4</sup>)

$$I = \frac{\pi}{64} d^4 \quad d: \text{小径 (mm)}$$

(**A3-23** 表8、表9、表10参照)

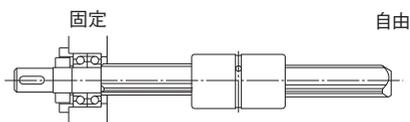
$\gamma$  : 密度(比重) (7.85 × 10<sup>6</sup>kg/mm<sup>3</sup>)

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \quad d: \text{小径 (mm)}$$

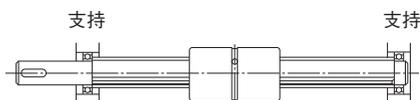
(**A3-23** 表8、表9、表10参照)

$A$  : スプライン軸断面積 (mm<sup>2</sup>)

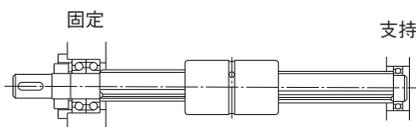
$\lambda$  : 取付方法による係数  
 (1)固定-自由  $\lambda=1.875$   
 (2)支持-支持  $\lambda=3.142$   
 (3)固定-支持  $\lambda=3.927$   
 (4)固定-固定  $\lambda=4.73$



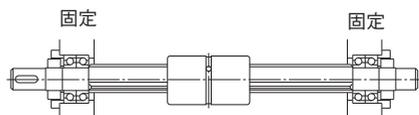
固定—自由



支持—支持



固定—支持



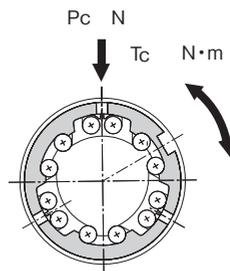
固定—固定

## 寿命の予測

### 【定格寿命】

ボールスプラインの寿命は、同じように製作されたものを同一運転条件で使用しても、バラツキがあります。このためボールスプラインの寿命を求める目安として、つぎのように定義された定格寿命を使用します。

定格寿命とは、一群の同じボールスプラインを同じ条件で個々に運動させたとき、そのうちの90%がフレーキング(金属表面のうろこ状のはく離)をおこすことなく到達できる総走行距離をいいます。



### 【定格寿命の算出】

ボールスプラインは、トルクを負荷しながら運動する場合と、ラジアル荷重を負荷しながら運動する場合およびモーメントを負荷した場合に分けられ、定格寿命は(7)～(10)式によりそれぞれ求められます。(各負荷方向の基本定格荷重は各形番の寸法表中に記載されています。)

#### ●トルク負荷の場合

$$L = \left( \frac{f_r \cdot f_c}{f_w} \cdot \frac{C_T}{T_c} \right)^3 \times 50 \quad \dots\dots (7)$$

#### ●ラジアル荷重負荷の場合

$$L = \left( \frac{f_r \cdot f_c}{f_w} \cdot \frac{C}{P_c} \right)^3 \times 50 \quad \dots\dots (8)$$

L	: 定格寿命	(km)
$C_T$	: 基本動定格トルク	(N・m)
$T_c$	: 計算負荷トルク	(N・m)
C	: 基本動定格荷重	(N)
$P_c$	: 計算ラジアル荷重	(N)
$f_r$	: 温度係数	(B3-21 図1参照)
$f_c$	: 接触係数	(B3-21 表3参照)
$f_w$	: 荷重係数	(B3-21 表4参照)

## ●トルクとラジアル荷重を同時負荷の場合

トルクとラジアル荷重を同時に負荷する場合は、(9)式により等価ラジアル荷重を求めて定格寿命を算出します。

$$P_E = P_C + \frac{4 \cdot T_C \times 10^3}{i \cdot dp \cdot \cos \alpha} \quad \dots\dots (9)$$

$P_E$  : 等価ラジアル荷重 (N)

$\cos \alpha$ : 接触角  $i$ : 負荷条数

$$\left( \begin{array}{ll} \text{LBS形} \alpha = 45^\circ & i = 2 (\text{LBS10以下}) \\ & i = 3 (\text{LBS15以上}) \\ \text{LT形} \alpha = 70^\circ & i = 2 (\text{LT13以下}) \\ & i = 3 (\text{LT16以上}) \end{array} \right. \quad \text{SLS形} \alpha = 40^\circ \quad i = 3$$

$dp$  : ボール中心径 (mm)

(**A3-23** 表8、表9、表10参照)

## ●スプラインナット1個または2個密着使用でモーメント負荷の場合

(10)式により等価ラジアル荷重を求めて定格寿命を算出します。

$$P_u = K \cdot M \quad \dots\dots (10)$$

$P_u$  : 等価ラジアル荷重 (N)

(モーメント負荷による)

$K$  : 等価係数 (**A3-26** 表11、**A3-27** 表12、**A3-28** 表13参照)

$M$  : 負荷モーメント (N・mm)

ただし、 $M$ は静的許容モーメント内とします。

## ●モーメントとラジアル荷重を同時負荷の場合

ラジアル荷重と等価ラジアル荷重の総和より定格寿命を算出します。

## ●寿命時間の算出

前記の式で定格寿命(L)が求められると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(11)式により求められます。

$$L_h = \frac{L \times 10^3}{2 \times l_s \times n_1 \times 60} \quad \dots\dots (11)$$

$L_h$  : 寿命時間 (h)

$l_s$  : ストローク長さ (m)

$n_1$  : 毎分往復回数 ( $\text{min}^{-1}$ )

## ■ $f_T$ : 温度係数

ボールスプラインの使用環境が $100^{\circ}\text{C}$ をこえるような高温の場合は、悪影響を考慮して図1の温度係数を乗じます。

また、ボールスプラインも高温対応の製品にする必要がありますのでご注意ください。

注) 使用環境温度が $80^{\circ}\text{C}$ をこえる場合は、シール、リテーナの材質を高温仕様に変更する必要がありますのでTHKにお問い合わせください。

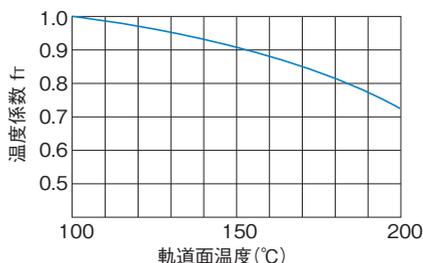


図1 温度係数( $f_T$ )

## ■ $f_c$ : 接触係数

直動案内をするスプラインナットを密着状態で使用する場合、モーメント荷重や取付面精度が影響して均一な荷重分布を得ることが難しくなります。このために複数のスプラインナットを密着使用する場合は、表3の接触係数を基本定格荷重(C)、( $C_0$ )に乗じてください。

注) 大型の装置に不均一な荷重分布が予想される場合は表3の接触係数を考慮してください。

表3 接触係数( $f_c$ )

密着時のスプラインナット数	接触係数 $f_c$
2	0.81
3	0.72
4	0.66
5	0.61
通常使用	1

## ■ $f_w$ : 荷重係数

一般的に往復運動をする機械は、運転中に振動や衝撃を伴うものが多く、特に高速運転時に発生する振動や、常時繰返される起動停止時の衝撃などのすべてを正確に求めることは困難です。実際にボールスプラインに作用する荷重が得られない場合や、速度・振動の影響が大きい場合は、経験的に得られた表4の荷重係数を基本定格荷重(C)、( $C_0$ )に除してください。

表4 荷重係数( $f_w$ )

振動・衝撃	速度(V)	$f_w$
微	微速の場合 $V \leq 0.25\text{m/s}$	1~1.2
小	低速の場合 $0.25 < V \leq 1\text{m/s}$	1.2~1.5
中	中速の場合 $1 < V \leq 2\text{m/s}$	1.5~2
大	高速の場合 $V > 2\text{m/s}$	2~3.5

## 【平均荷重の算出】

工業用ロボットのアームのように、前進するときはワークをつかんで運動し、後退の時はアームの自重だけになる場合、あるいは工作機械のようにスプラインナットにかかる荷重がいろいろな条件によって変動するときは、この変動荷重条件を含めて寿命計算をする必要があります。

平均荷重( $P_m$ )とは、スプラインナットにかかる荷重が走行中にいろいろな条件によって変動するとき、この変動荷重条件における寿命と等しい寿命となるような一定荷重をいいます。

基本式を下式に示します。

$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L} \cdot \sum_{n=1}^n (P_n^3 \cdot L_n)}$$

$P_m$  : 平均荷重 (N)

$P_n$  : 変動荷重 (N)

$L$  : 総走行距離 (mm)

$L_n$  :  $P_n$ を受けて走行した距離 (mm)

## ●段階的に変化する場合

$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L} (P_1^3 \cdot L_1 + P_2^3 \cdot L_2 + \dots + P_n^3 \cdot L_n)} \dots\dots\dots (12)$$

$P_m$  : 平均荷重 (N)

$P_n$  : 変動荷重 (N)

$L$  : 総走行距離 (m)

$L_n$  :  $P_n$ 負荷して走行した走行距離 (m)

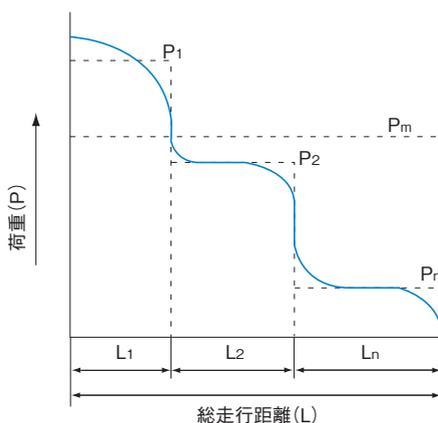


図2

## ●単調に変化する場合

$$P_m \doteq \frac{1}{3} (P_{\min} + 2 \cdot P_{\max}) \dots\dots\dots (13)$$

$P_{\min}$  : 最小荷重 (N)

$P_{\max}$  : 最大荷重 (N)

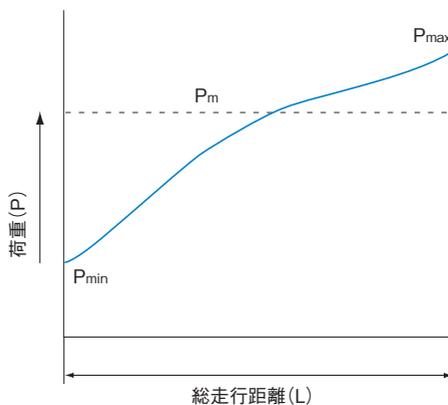


図3

## ●正弦曲線的に変化する場合

(a)  $P_m \doteq 0.65P_{\max} \dots\dots\dots (14)$

(b)  $P_m \doteq 0.75P_{\max} \dots\dots\dots (15)$

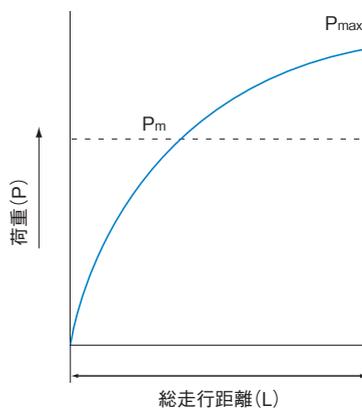
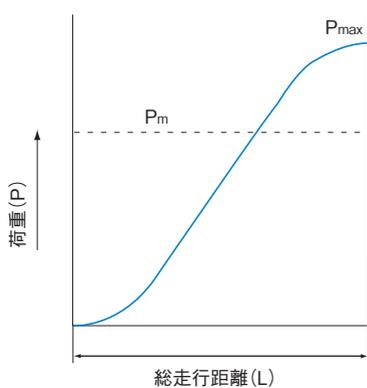


図4

## 【等価係数】

モーメントを负荷したときの等価ラジアル荷重算出係数を各形式ごとに **A3-26** 表11、**A3-27** 表12、**A3-28** 表13に示します。

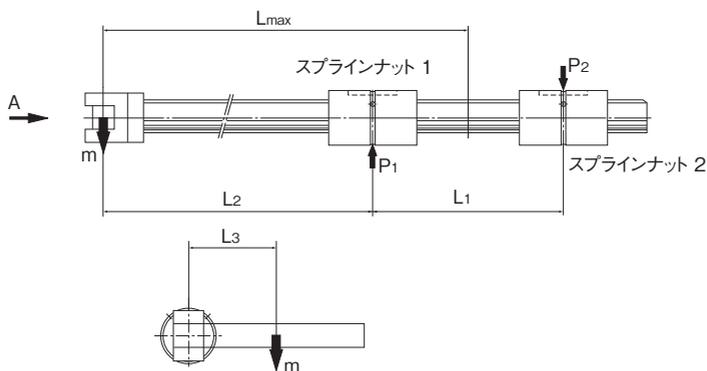
## 寿命計算例

### ●計算例1

工業用ロボットのアーム(水平)

[使用条件]

先端负荷質量	$m=50\text{kg}$	最大ストローク時アーム長さ	$L_{\text{max}}=400\text{mm}$
ストローク	$l_s=200\text{mm}$		$L_2=325\text{mm}$
スプラインナット取付スパン(仮定)	$L_1=150\text{mm}$		$L_3=50\text{mm}$



A 矢視

(ボールスプラインの種類はLBS形とします)

図5

### ■軸強度計算

軸に作用する曲げモーメント(M)とねじりモーメント(T)を算出します。

$$M = m \times 9.8 \times L_{\text{max}} = 196000\text{N} \cdot \text{mm}$$

$$T = m \times 9.8 \times L_3 = 24500\text{N} \cdot \text{mm}$$

ねじりと曲げを同時に受けているので、相当曲げモーメント( $M_e$ )相当ねじりモーメント( $T_e$ )を求め、どちらか大きい方の値より呼び軸径を決定します。**B3-15**、(3)、(4)式より

$$M_e = \frac{M + \sqrt{M^2 + T^2}}{2} \doteq 196762.7\text{N} \cdot \text{mm}$$

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} \doteq 197525.3\text{N} \cdot \text{mm}$$

$$M_e < T_e$$

$$\therefore T_e = \tau_a \times Z_P \text{ より}$$

$$Z_P = \frac{T_e}{\tau_a} \doteq 4031\text{mm}^3$$

$Z_P$ を満足する呼び軸径は**B3-18**表4より40以上となります。

## ■平均荷重 $P_m$

アームが最大に伸びたときの作用荷重( $P_{max}$ )と、引込んだときの( $P_{min}$ )を求め、それぞれのスライナットの平均荷重を求めます。

$$P_{1max} = \frac{m \times 9.8(L_1 + L_2)}{L_1} \doteq 1551.7N$$

$$P_{2max} = \frac{m \times 9.8 \times L_2}{L_1} \doteq 1061.7N$$

引込んだ時

$$P_{1min} = \frac{m \times 9.8 \times [(L_2 - l_s) + L_1]}{L_1} \doteq 898.3N$$

$$P_{2min} = \frac{m \times 9.8 \times (L_2 - l_s)}{L_1} \doteq 408.3N$$

この変動荷重は、**B3-23** 図3のように荷重が単調に変化しているので、**B3-23**、(13)式を使用して平均荷重を求めます。

スライナット1の平均荷重( $P_{1m}$ )

$$P_{1m} \doteq \frac{1}{3} (P_{1min} + 2P_{1max}) = 1333.9N$$

スライナット2の平均荷重( $P_{2m}$ )

$$P_{2m} \doteq \frac{1}{3} (P_{2min} + 2P_{2max}) = 843.9N$$

スライナット1個に作用するトルクを求めます。

$$T = \frac{m \times 9.8 \times L_3}{2} = 12250N \cdot mm$$

ラジアル荷重とトルクを同時に負荷するので、**B3-20**、(9)式より等価ラジアル荷重を算出します。

$$P_{1E} = P_{1m} + \frac{4 \times T}{3 \times dp \times \cos\alpha} = 1911.4N$$

$$P_{2E} = P_{2m} + \frac{4 \times T}{3 \times dp \times \cos\alpha} = 1421.4N$$

## ■定格寿命 $L_n$

**B3-19**、(8)式の定格寿命算出式より

$$\text{スライナット1の定格寿命 } L_1 = \left( \frac{f_T \times f_C}{f_W} \times \frac{C}{P_{1E}} \right)^3 \times 50 = 68867.4km$$

$$\text{スライナット2の定格寿命 } L_2 = \left( \frac{f_T \times f_C}{f_W} \times \frac{C}{P_{2E}} \right)^3 \times 50 = 167463.2km$$

- $f_r$ : 温度係数 = 1 (B3-21 図1より)  
 $f_c$ : 接触係数 = 1 (B3-21 表3より)  
 $f_w$ : 荷重係数 = 1.5 (B3-21 表4より)  
 $C$ : 基本動定格荷重 = 31.9kN (LBS40形)

以上のように求められ、ユニット寿命はスプラインナット1の68867.4kmになります。

## ● 計算例2

[使用条件]

推力位置:  $F_s$

ストローク速度:  $V_{\max} = 0.25\text{m/sec}$

加速度:  $a = 0.36\text{m/sec}^2$  (速度線図より)

ストローク:  $S = 700\text{mm}$

ハウジング質量:  $m_1 = 30\text{kg}$

アーム質量:  $m_2 = 20\text{kg}$

ヘッド質量:  $m_3 = 15\text{kg}$

ワーク質量:  $m_4 = 12\text{kg}$

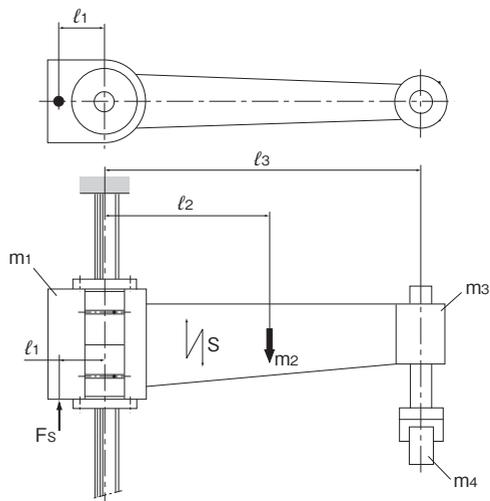
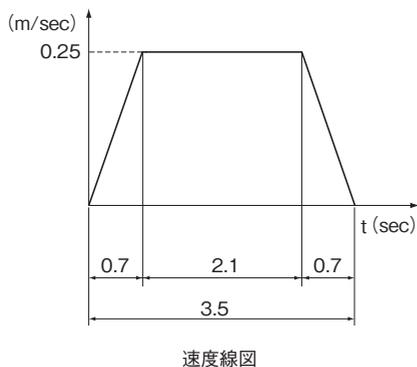
推力位置から各質量(重心)までの寸法

$l_1 = 200\text{mm}$   $l_2 = 500\text{mm}$

$l_3 = 1276\text{mm}$

行程 (1行程30sec)

1. 下降 (3.5sec) 2. 静止 (1sec): ワーク着
3. 上昇 (3.5sec) 4. 静止 (7sec)
5. 下降 (3.5sec) 6. 静止 (1sec): ワーク脱
7. 上昇 (3.5sec) 8. 静止 (7sec)



(ボールスプラインの種類はLBF形とします)

図6

## ■軸強度計算

軸強度計算をし、呼び軸径は60に仮定します。(スプラインナットは2個密着とします)

### ■各質量 $m_n$ により加速時、等速時、減速時にスプラインナットに作用するモーメント $M_n$ の算出

加減速時の負荷モーメント： $M_1$

$$M_1 = m_n \times 9.8 \left(1 \pm \frac{a}{g}\right) \times l_n \quad \dots\dots(a)$$

等速時の負荷モーメント： $M_2$

$$M_2 = m_n \times 9.8 \times l_n \quad \dots\dots(b)$$

加減速時の負荷モーメント： $M_3$

$$M_3 = m_n \times 9.8 \left(1 \pm \frac{a}{g}\right) \times l_n \quad \dots\dots(c)$$

$m_n$  : 各質量 (kg)

$a$  : 加速度 (m/sec<sup>2</sup>)

$g$  : 重力加速度 (m/sec<sup>2</sup>)

$l_n$  : 各荷重作用点と推力中心との偏心量(mm)

ここでは以下の通りとします。

$$A = \left(1 + \frac{a}{g}\right), \quad B = \left(1 - \frac{a}{g}\right)$$

#### ● 下降時

(c)式より 加速時

$$\begin{aligned} M_{m1} &= m_1 \times 9.8 \times B \times l_1 + m_2 \times 9.8 \times B \times (l_1 + l_2) + m_3 \times 9.8 \times B \times (l_1 + l_3) \\ &= 398105.01 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

(b)式より 等速時

$$\begin{aligned} M_{m2} &= m_1 \times 9.8 \times l_1 + m_2 \times 9.8 \times (l_1 + l_2) + m_3 \times 9.8 \times (l_1 + l_3) \\ &= 412972 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

(a)式より 減速時

$$\begin{aligned} M_{m3} &= m_1 \times 9.8 \times A \times l_1 + m_2 \times 9.8 \times A \times (l_1 + l_2) + m_3 \times 9.8 \times A \times (l_1 + l_3) \\ &= 427838.99 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

#### ● 上昇時

(a)式より 加速時

$$\begin{aligned} M_{m1}' &= m_1 \times 9.8 \times A \times l_1 + m_2 \times 9.8 \times A \times (l_1 + l_2) + m_3 \times 9.8 \times A \times (l_1 + l_3) \\ &= 427838.99 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

(b)式より 等速時

$$\begin{aligned} M_{m2}' &= m_1 \times 9.8 \times l_1 + m_2 \times 9.8 \times (l_1 + l_2) + m_3 \times (l_1 + l_3) \\ &= 412972 \text{ N} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

(c)式より 減速時

$$M_{m3}' = m_1 \times 9.8 \times B \times l_1 + m_2 \times 9.8 \times B \times (l_1 + l_2) + m_3 \times 9.8 \times B \times (l_1 + l_3) \\ = 398105.01 \text{N} \cdot \text{mm}$$

## ● 下降時(ワーク負荷時)

(c)式より 加速時

$$M_{m1}'' = M_{m1} + m_4 \times 9.8 \times B \times (l_1 + l_3) \\ = 565433.83 \text{N} \cdot \text{mm}$$

(b)式より 等速時

$$M_{m2}'' = M_{m2} + m_4 \times 9.8 \times (l_1 + l_3) \\ = 586549.6 \text{N} \cdot \text{mm}$$

(a)式より 減速時

$$M_{m3}'' = M_{m3} + m_4 \times 9.8 \times A \times (l_1 + l_3) \\ = 607665.37 \text{N} \cdot \text{mm}$$

## ● 上昇時(ワーク負荷時)

(a)式より 加速時

$$M_{m1}''' = M_{m1}' + m_4 \times 9.8 \times A \times (l_1 + l_3) \\ = 607665.37 \text{N} \cdot \text{mm}$$

(b)式より 等速時

$$M_{m2}''' = M_{m2}' + m_4 \times 9.8 \times (l_1 + l_3) \\ = 586549.6 \text{N} \cdot \text{mm}$$

(c)式より 減速時

$$M_{m3}''' = M_{m3}' + m_4 \times 9.8 \times B \times (l_1 + l_3) \\ = 565433.83 \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$\therefore M_1 = M_{m1} = M_{m3}' = 398105.01 \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$M_2 = M_{m2} = M_{m2}'' = 412972 \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$M_3 = M_{m3} = M_{m1}' = 427838.99 \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$M_1' = M_{m1}'' = M_{m3}''' = 565433.83 \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$M_2' = M_{m2}'' = M_{m2}''' = 586549.6 \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$M_3' = M_{m3}'' = M_{m1}''' = 607665.37 \text{N} \cdot \text{mm}$$

## ■各モーメントによってスプラインネットが負荷していると考えられる等価ラジアル荷重の算出

モーメント $M_n$ と $P_n$ との関係式

$$P_n = M_n \times K \quad \dots\dots(d)$$

$P_n$  : 等価ラジアル荷重 (N)

$M_n$  : 負荷モーメント (N・mm)

$K$  : 等価係数 (A3-27 表12より)  
(LBF60形の2個密着の場合、 $K=0.013$ )

(d)式により、各負荷モーメントによる等価ラジアル荷重を算出します。

$$P_{m1}=P_{m3}'=M_1 \times 0.013 \doteq 5175.4\text{N}$$

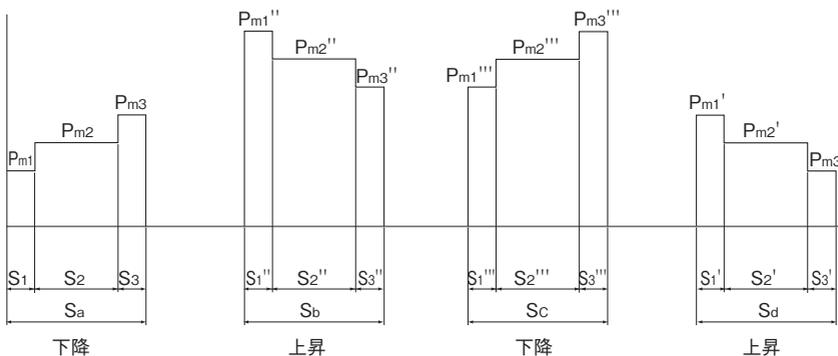
$$P_{m2}=P_{m2}'=M_2 \times 0.013 \doteq 5368.6\text{N}$$

$$P_{m3}=P_{m1}'=M_3 \times 0.013 \doteq 5561.9\text{N}$$

$$P_{m1}''=P_{m3}'''=M_1' \times 0.013 \doteq 7350.7\text{N}$$

$$P_{m2}''=P_{m2}'''=M_2' \times 0.013 \doteq 7625.2\text{N}$$

$$P_{m3}''=P_{m1}'''=M_3' \times 0.013 \doteq 7899.7\text{N}$$



$$\begin{cases} P_1 = P_{m1} = P_{m3}' \doteq 5175.4\text{N} \\ P_2 = P_{m2} = P_{m2}' \doteq 5368.6\text{N} \\ P_3 = P_{m3} = P_{m1}' \doteq 5561.9\text{N} \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_4 = P_{m1}'' = P_{m3}''' \doteq 7350.7\text{N} \\ P_5 = P_{m2}'' = P_{m2}''' \doteq 7625.2\text{N} \\ P_6 = P_{m3}'' = P_{m1}''' \doteq 7899.7\text{N} \end{cases}$$

$$\begin{cases} S = S_a = S_b = S_c = S_d = 700\text{mm} \\ S_1 = S_1 = S_1' = S_1'' = S_1''' = 87.5\text{mm} \\ S_2 = S_2 = S_2' = S_2'' = S_2''' = 525\text{mm} \\ S_3 = S_3 = S_3' = S_3'' = S_3''' = 87.5\text{mm} \end{cases}$$

## ■平均荷重 $P_m$ の算出

B3-22、(12)式より

$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{4 \times S} \{ 2 \{ (P_1^3 \times S_1) + (P_2^3 \times S_2) + (P_3^3 \times S_3) \} + 2 \{ (P_4^3 \times S_3) + (P_5^3 \times S_2) + (P_6^3 \times S_1) \} \}} \\ \doteq 6689.5\text{N}$$

## ■平均荷重より定格寿命 $L$ の算出

B3-19、(8)式より

$$L = \left( \frac{f_r \cdot f_c}{f_w} \cdot \frac{C}{P_m} \right)^3 \times 50 \\ = 7630\text{km}$$

$f_r$  : 温度係数 = 1 (B3-21 図1より)

$f_c$  : 接触係数 = 0.81 (B3-21 表3より)

$f_w$  : 荷重係数 = 1.5 (B3-21 表4より)

$C$  : 基本動定格荷重 = 66.2kN (LBF60形)

以上により、LBF60形の2個密着使用におけるの定格寿命は、7630kmとなります。

# 取付手順とメンテナンス ボールスプライン

## ボールスプラインの組付け

### スプラインの取付け

スプラインナットの取付例を図1、図2に示します。スプライン軸方向の固定強度はさほど必要ありませんが、打込みだけで保持させることは避けてください。

注) リテーナ入りボールスプラインSLS形のスプラインナットの両端は、樹脂製のエンドキャップです。

叩いたり・強く押し付けたりすると破損する場合がありますので、無理な荷重を加えないように注意が必要です。

#### ストレート外筒形

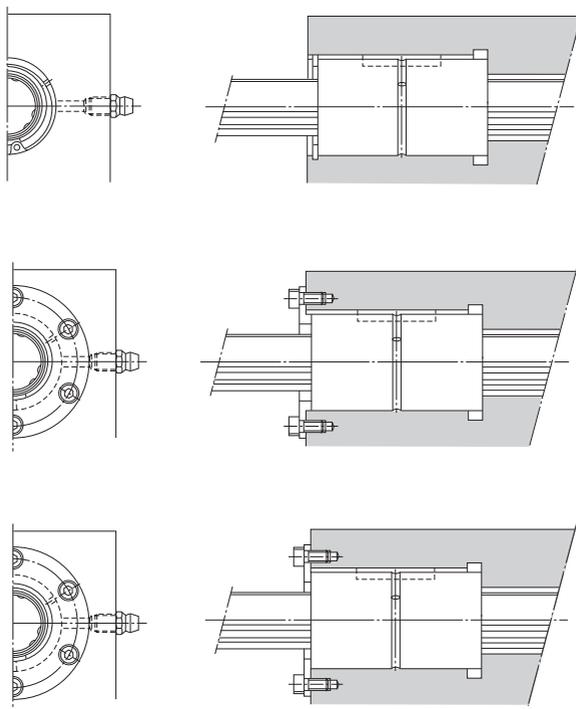
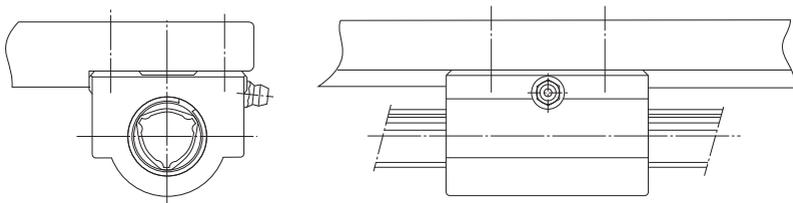


図1 スプラインナットの取付例

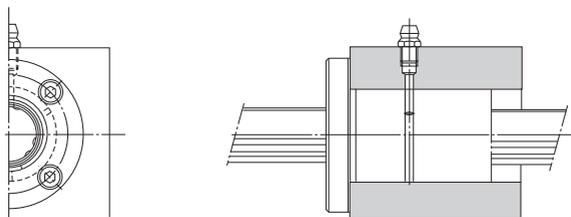
## 取付手順とメンテナンス

ボールスプラインの組付け

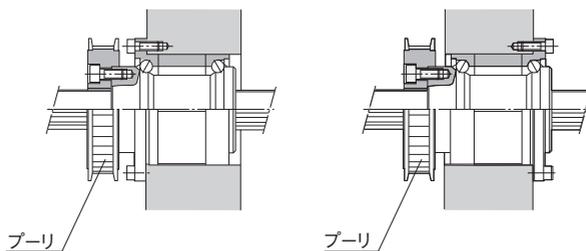
## LBH形



## フランジ形



## LTR形



## LBG形

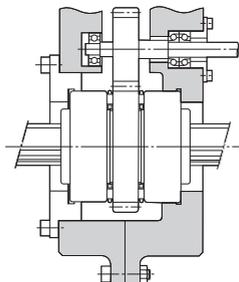


図2 スプラインナットの取付例

## スプラインナットの組込み

スプラインナットをハウジングに組込む場合に、側板やシールをたたかないよう治具(図3)を用いて静かに挿入してください。

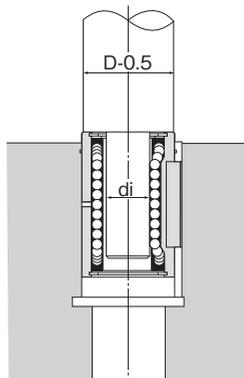


図3

表1 LBS形治具寸法

単位:mm

呼び軸径	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
di	12.5	16.1	20.3	24.4	32.4	40.1	47.8	55.9	69.3	83.8	103.8	131.8

表2 LT形治具寸法

単位:mm

呼び軸径	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100
di	5.0	7	8.5	11.5	14.5	18.5	23	28	37.5	46.5	56	75.5	94.5

## スプライン軸の組込み

スプライン軸をスプラインナットに組込む場合は、スプライン軸とスプラインナットに合わせマーク(図4)がありますので、位置関係を確認しながら、こじらないように挿入してください。無理に押込むとボールが脱落する恐れがあるためご注意ください。

シール付きや、予圧を与えてあるスプラインナットに挿入するときは、スプライン軸外径に潤滑剤を塗布してください。

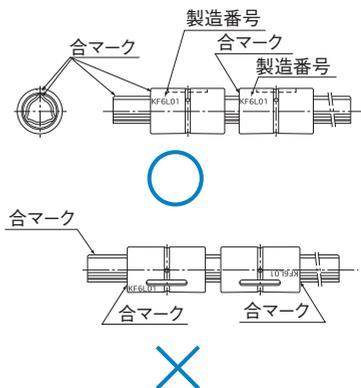


図4

## 潤滑

ボールスプラインには、スプラインナットへの異物の侵入や潤滑剤の洩れを防止するために、耐摩耗性の高い特殊合成ゴムシールを用意しています。

シール付きスプラインナット(両側シールUU、片側シール)には、良質のリチウム石けん基グリース2号が封入されています。高速運転や長ストロークで使用される場合は、ならし運転後スプラインナットの給脂穴より同系のグリースを再給脂し、機械の稼働を行ってください。

その後は使用状態により適時同系のグリースを給脂してください。

また、グリースの給脂期間は使用条件により異なりますが、通常使用の場合走行距離で100km(6ヵ月~1年)を給脂(交換)の目安としてください。

シール付きでない場合はスプラインナット内にグリースを塗り込むか、スプライン軸の転動面にグリースを塗布してください。

# オプション

## ボールスプライン(オプション)

### 材質、表面処理

ボールスプラインは、使用環境により防錆処理を施したり、材質の変更が必要になります。防錆処理や材質の変更については、THKにお問い合わせください。

### 防塵

スプラインナット内にごみや異物が侵入した場合、異常摩耗や早期寿命の原因となるため有害な異物の侵入を防止する必要があります。ごみや異物の侵入が考えられる場合は、使用環境条件にあった効果的な密封装置や防塵装置を選定することが重要です。

ボールスプラインには、防塵用部品として耐摩耗性に優れた特殊合成ゴムシールがありますが、さらに防塵効果を高めたい場合には形番によりフェルトシールを用意しています。フェルトシールの詳細についてはTHKへお問い合わせください。

また、THKでは丸ジャバラの製作を行っていますのでお問い合わせください。

表1 防塵用部品記号

記号	防塵用部品
無記号	シールなし
UU	スプラインナット両側ゴムシール付き
U	スプラインナット片側ゴムシール付き
DD	スプラインナット両側フェルトシール付き
D	スプラインナット片側フェルトシール付き
ZZ	サポートベアリング両側ゴムシール付き
Z	サポートベアリング片側ゴムシール付き

# 呼び形番

## ボールスプライン

### 呼び形番の構成例

呼び形番は各形番の特長により構成が異なりますので、対応の呼び形番の構成例をご参照ください。

#### 【ボールスプライン】

- SLS形, SLS-L形, SLF形, LBS形, LBST形, LBF形, LBR形, LBH形, LT形, LF形

2	LBS40	UU	CL	+1000L	P	K
	呼び形番	防塵用 部品記号 (※1)	回転方向 すきま記号 (※2)		精度記号 (※3)	標準中空 スプライン軸記号(※4)
	1軸に付く スプラインナットの個数 (1個の場合は表示しない)				スプライン軸全長(※5) (mm表示)	

(※1)図3-109参照 (※2)図3-29参照 (※3)図3-32参照 (※4)図3-67参照 (※5)図3-105参照

#### 【ロータリーボールスプライン】

- LTR形, LTR-A形, LBG形, LBG形

2	LTR32A	K	UU	ZZ	CL	+500L	P	K
	呼び形番	フランジ向 記号(※1)			回転方向 すきま記号(※4)		精度記号 (※5)	標準中空 スプライン軸記号(※6)
	1軸に付く スプラインナットの個数 (1個の場合は表示しない)	スプライン ナット防塵用 部品記号(※2)	サポートベアリング部 防塵用 部品記号(※3)			スプライン軸全長(※7) (mm表示)		

(※2)図3-109参照 (※3)図3-109参照 (※4)図3-29参照 (※5)図3-32参照 (※6)図3-102参照 (※7)図3-105参照

(※1)無記号:標準 K:フランジ逆向き

# 取扱い上の注意事項

## ボールスプライン

### 【取扱い】

- (1) 本製品の多くは重量物(20kg以上)です。重量物運搬の際は2人以上または運搬器具を使用しておこなってください。けがや破損の原因となります。
- (2) 各部を分解しないでください。機能が損失する原因となります。
- (3) スプラインナットおよびスプライン軸を傾けますと、自重で落下する場合がありますのでご注意ください。
- (4) ボールスプラインを落下させたり、叩いたりしないでください。けがや破損の原因となります。また、衝撃を与えた場合、外観に破損が見られなくとも機能を損失する可能性があります。
- (5) 組立時には、スプラインナットをスプライン軸から抜かないように作業をおこなってください。
- (6) 製品を扱う場合は、必要に応じて保護手袋、安全靴等を着用して安全を確保してください。

### 【使用上の注意】

- (1) 切り粉やクーラントなどの異物の侵入のないようご注意ください。破損の原因となります。
- (2) 切り粉、クーラント、腐食性のある溶剤、水などが製品内部に侵入するような環境下で使用される場合は、ジャバラまたはカバー等により製品への浸入を避けてください。
- (3) 80℃を超えての使用は避けてください。耐熱仕様を除き、この温度を超えると樹脂・ゴム部品が変形・損傷する恐れがあります。
- (4) 切り粉などの異物が付着した場合は、洗浄した後、潤滑剤を再封入してください。
- (5) 微小ストロークの場合は、転動面と転動体の接触面に油膜が形成されにくく、フレッチングを生じることがありますので耐フレッチング性に優れたグリースをご使用ください。また、定期的なスプラインナット長さ程度のストローク移動を加えることにより転動面と転動体に油膜を形成させることを推奨します。
- (6) 製品に位置決め部品(ピン、キー等)を無理に打ち込まないでください。転動面に圧痕が生じ機能を損失する原因となります。
- (7) スプライン軸の支持部とスプラインナットの芯違いや倒れがあると極端に寿命が短くなる場合がありますので、取付部品、組付精度には十分ご注意ください。
- (8) 転動体が抜けたままでスプラインナットをスプライン軸に挿入し使用した場合、早期破損の要因となります。
- (9) 転動体がスプラインナットから脱落した場合は、そのまま使用せずTHKまでお問い合わせ下さい。
- (10) スプライン軸をスプラインナットに組込む場合は、スプライン軸とスプラインナットに合わせマークがありますので、位置関係を確認しながら、こじらないように挿入してください。無理に押込むとボールが脱落する恐れがあるためご注意ください。シール付きや、予圧を与えてあるスプラインナットに挿入するときは、スプライン軸外径に潤滑剤を塗布してください。
- (11) スプラインナットをハウジングに組込む場合に、側板やエンドキャップ、シールをたたかないよう治具を用いて静かに挿入してください。
- (12) 取付部材の剛性および精度が不足すると、軸受の荷重が局部的に集中し、軸受性能が著しく低下します。したがって、ハウジングやベースの剛性・精度、固定用ボルトの強度について十分検討ください。
- (13) フランジ付ボールスプラインにノック穴等の追加加工を行う場合は、THKにお問い合わせください。

## 【潤滑】

- (1) 防錆油はよく拭き取り、潤滑剤を封入してからお使いください。
- (2) 異なる潤滑剤を混合しての使用は避けてください。増ちょう剤が同種類のグリースでも、添加剤などが異なることにより、お互いに悪影響を及ぼす恐れがあります。
- (3) 常に振動が作用する箇所、クリーンルーム、真空、低温・高温などの特殊環境下で使用される場合は、仕様・環境に適したグリースをご使用ください。
- (4) グリースニップル・油穴が付いていない製品を潤滑する場合には、転動面に直接潤滑剤を塗布し、内部にグリースが入るよう慣らしストロークを数度おこなってください。
- (5) 温度によりグリースのちょう度は変化します。ちょう度の変化によってボールスプラインの摺動抵抗も変化しますのでご注意ください。
- (6) 給脂後はグリースの攪拌抵抗によりボールスプラインの摺動抵抗が増大する可能性があります。必ず慣らし運転を行い、グリースを十分なじませてから、機械の運転をおこなってください。
- (7) 給脂直後は余分なグリースが周囲に飛び散る可能性がありますので、必要に応じて拭き取ってご使用ください。
- (8) グリースは使用時間とともに性状は劣化し潤滑性能は低下しますので、使用頻度に応じたグリース点検と補給が必要です。
- (9) 使用条件や使用環境により給脂間隔が異なりますが、走行距離100km(3~6ヶ月)を目安に給脂してください。最終的な給脂間隔・量は実機にて設定願います。
- (10) 油潤滑にて使用される場合、ボールスプラインの取付姿勢によっては潤滑油が行き渡らないことがありますので、事前にTHKにお問い合わせください。

## 【保管】

ボールスプラインは、弊社の梱包および荷姿で、高温、低温、多湿を避け、水平な状態で室内に保管してください。

長期間保管された製品は内部の潤滑剤が経時劣化していることがありますので、潤滑剤を再給脂してからご使用ください。

## 【破棄】

製品は産業廃棄物として適切な廃棄処置をおこなってください。

