

今でも金属製の精密ベアリングやプラスチック製スリーブ
では対応出来ないような動作環境での磨耗対策など、
多くの問題解決に貢献しています

WOODEX

木製軸受



Woodex Bearing Company
Bay Point Raod, Box 37-A Georgetown, Maine 04548
Home Page : www.woodex-meco.com

お問合せ先 株式会社テクノサポート 大阪府箕面市小野原東4-22-3 〒562-0031 Tel: 0727-30-2303
Home Page : www.technosupport.co.jp

木の実用性

木は實際上、機械の材料として人類に最も古くから使われて来たものです。木はどこにでも豊富にあり、工作が容易であり、さまざまな目的に柔軟に対応する性質をもっています。

工業技術はすばらしい進歩を遂げ、軸受けの材料として新しいものが次々と生み出されてきました。単一金属や合金、その他の複合材料や人工素材など多くの選択肢が増え、そうこうする内に技術者達は木の軸受けが持っているすばらしい性質のことなどすっかり忘れてしまいました。

しかしながら、どれも軸受けの素材としてこれで完全ということはありません。軸受けの設計を行う時、まず思い出さなければならないのがこの事であり、これを知っている製作者は今でも、時によって木製の軸受けを採用します。ある種のアプリケーションにおいては、木製の軸受けのほうが他の素材よりも優れた性能を発揮することがあります。



サトウカエデの木が持っている性質は、金属やプラスチック材料ではその寿命に問題がでるような環境において、それに変わる素材として優れた能力を見せることができます。

WOODEX社の軸受けは、いろいろなオイルやワックスをブレンドし、それを含浸させたサトウカエデから製作されており、高速で回転するシャフトやそれに掛かる大きな荷重に耐えることができる上、同じような摩擦係数を有する人工材料に比べて、そのコストにおいて、より有利な素材となります。

サトウカエデの木質は複雑な構造を持った管状の細胞が連続的なパイプ状に構成され潤滑材を溜め込んだり、放出したりする機能を持っています。WOODEX社ではあらかじめ準備され在庫した素材を、ユーザーの仕様に応じて加工します。

スリーブのボアは通常、木目に垂直な方向に取られます、潤滑面に細胞管からのオイルの供給が万遍なく行われるようにするためです。軸が回転すると摩擦によって熱が発生し、このことで潤滑材は自然に潤滑面に染み出し、それによって摩擦が減り温度が下がると、元に吸収されます。このサイクルは、自然的に繰り返されるので、ベアリングとしての特別な保守や頻繁な取替えが必要なくなるのです。

リグナムバイタ

木製軸受けのアプリケーションの中でも、水中で使われるタービンや水車の軸受けなどには、素材としてリグナムバイタ（ゆそうぼく）が理想的とされるものがあります。熱帯地方に育つリグナムバイタは成長が非常に遅く、堅い木として知られ、軸受け材としての耐久性や自己潤滑性などの優れた性質から何世紀にもわたって広く使われてきました。

しかし大きく太い素材を入手することが不可能になったために、一般的には、より性能が劣るにせよ、それに代わる人工素材を使わざるを得なくなりました。WOODEX社ではこのリグナムバイタの小片を集めて大きなブロックに成型する技術を備えており、大口径のシャフト用に今でもこのすばらしい素材を用いた軸受けを供給しております。

WOODEX Bearing社

1905年に創業されたWOODEX社は油を含浸させた木製の軸受けや機械部品を供給してきたアメリカの会社の中でも最も歴史の古い会社のひとつとして知られていますが、単に歴史があるというだけでなく、そこに常に新しいテクノロジーを取り入れ、高品質を追求する伝統的な社風が、木という昔からあるありふれた素材で、今の時代が要求する高度な技術製品を作り出すことを可能にしているのです。

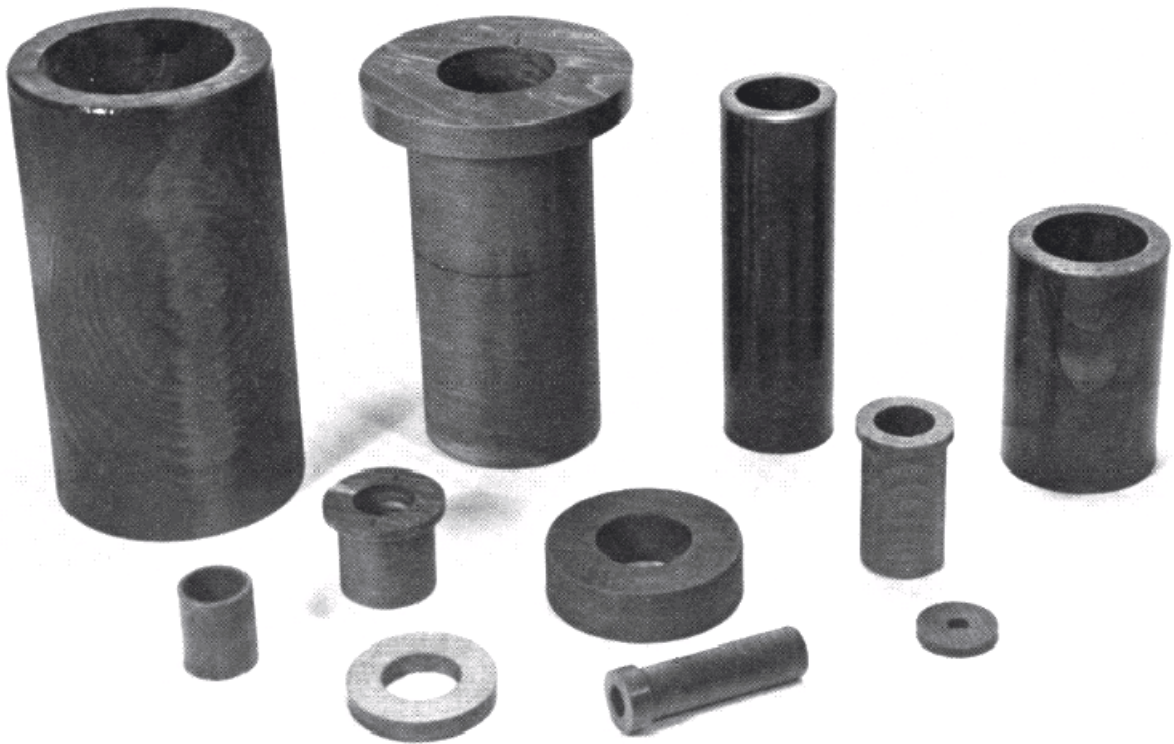
WOODEX社には、スクリューコンベア用ハンガーベアリングやロールエンド スリーブ、ピボットベアリングなど多くの製品と共に大量の原材料を常時在庫しており、ユーザー指定による設計品でも通常1週間から10日以内に出荷することができます。

スリーブ軸受、フランジ軸受、スラスト軸受

WOODEX社はスリーブ、フランジ、スラストベアリングなど幅広い要求にこたえる製品を製作しており、高速や高荷重また特殊な作動環境に応えることの出来る製品を供給致します。これら木製軸受けは、日常の潤滑油の供給などのメンテナンスが困難な部分での軸受けとしても貴重なものであり、加えてWoodexベアリングは他のどんな機械的ベアリングに比べても安価であるというのが大きなメリットです。標準的なスリーブ、フランジ、スラストベアリングとしては、軸径が150mm、長さが300mmのものまであります。

代表的使用例：

製本機、 縦型ポンプ用ブッシュ、 ブロンズ・バビット合金製ブッシュの代替、
製紙機械、 スクリューコンベア、 農業用機械、 水産加工機用軸受け 等



潤滑

Woodexベアリングには潤滑油を注す必要はまったくありません。その製造時点ですでにそれが使われる期間に必要なだけの潤滑剤が素材そのものに注入されているのです。外部から潤滑油を注すことは、むしろその性能を低下させる要因となります。

この特性から、Woodexベアリングは注油が難しいか、不可能な場所に設置されるような軸受けとして特に有益なものです。

汚染

Woodexベアリングには外部からの注油が必要ありませんから、潤滑油で製品が汚染されるということが皆無になります。またこれに含まれる潤滑剤には毒性がありません。

スクリーコンベア ハンガー軸受

木製の軸受けは、例えば中程度に研磨性のある穀類やケミカル粉やスラリーを搬送するコンベアの間軸受けとして優れた選択肢の一つとなります。WOODEX社のハンガーベアリングはほとんどのアメリカのスクリーコンベアメーカーによって、シムが不要という優れた特質を買われて採用されています。

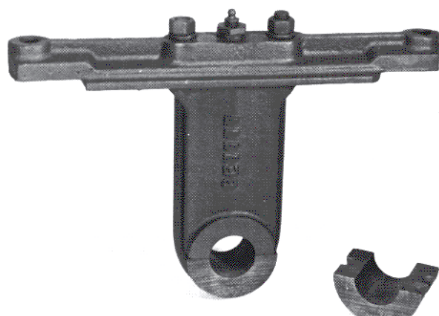
220・226というモデルのハンガーベアリングはシムを使わない構造になっており、2つ割りにされた構造から削りだされ、その精度と真円度が保証されて出荷されます。さらにその性能を向上させるため、スリーブを固定するピンにはスチール製ではなく、ナイロンピンが使われており軸受けと一緒に磨耗してゆくようになっており、このために軸を傷つけることがなく、万が一抜け落ちる事があっても下流にある機器に障害を与えることもありません。Woodexハンガーベアリングは、アメリカCEMA規格に準拠して、そのシャフトサイズやデザインが用意されていますが、もちろんその他の仕様やデザインにも柔軟に対応する事が出来ます。



スクリーコンベア ハンガー式 226



スクリーコンベア ハンガー式 216



スクリーコンベア ハンガー式 18B

速度と荷重

WOODEX社が標準的に使用するサトウカエデ製軸受けは、1センチ平方当たり150kgの荷重にひずむことなく耐えることができます。同時に重要なことはプラスチック製でよく見られるような、熱によって柔らかくなったり、高い荷重によってひずみがでたりする事がないことです。

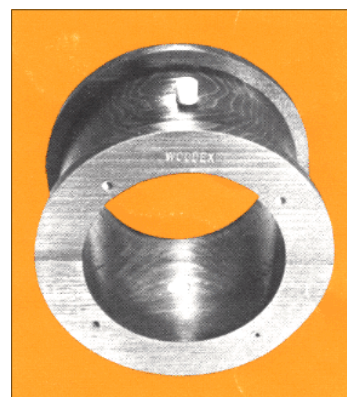
Woodexベアリングの持っている摩擦係数は、テフロン製のそれに匹敵するものです。(テフロンは軸受け材のなかでも最も摩擦係数の小さな素材の代表的なものです)

この優れた特性が、軸受けの温度上昇を妨げ高速で回転させることを可能にしており、1分間当たりの表面速度600mという高速で回転する軸受けとして使用することが出来るのです、また水中での使用ではこの許容速度はさらに上がります。この生来の優れた特質は、このベアリングを人工の素材である、UHMW、やナイロン101、またはDELTRINなどより高速、かつ高い荷重の掛かる環境で使用することを可能にしており、またバビット合金が使われる条件下でそれにとって代わる素材として採用されたりしております。

磨耗

Woodex軸受けは、もともと木という基本的な性質から、使われる環境として、ほどほどに研磨性があるようなアプリケーションで良く機能します。

軸受けの内部に入り込んだ固形粒子は、木質の中に埋め込まれ、潤滑剤のフィルムに覆われますので、それ自体が軸受けの無害な一部として働くようになります。この他の材質には見られないユニークな性質が、Woodex軸受けをシャフト軸に最もやさしいベアリングスリーブにしているのです。



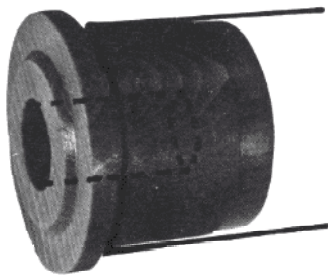
ロールエンド軸受

Woodexロールエンドベアリングはパイプの両端に圧入して、さまざまなタイプのコンベアローラーとして使われますが、特に作業環境が水場であったり、腐食性がある場合や研磨性のある製品を扱う場合、また大きな荷重が掛かったり、ショックが与えられるような作業環境などにおいても高い機能性を発揮します。Woodex軸受は機械加工で削りだされますので、規格外のパイプに使用する場合、最も経済性の高い素材と言えます。

WOODEX社はご注文に応じて、コンベアローラーのいろいろな要求に応える軸受け、例えば標準仕様、軽荷重用、排水機能付、ブラインドエンドタイプ、V-ベルト駆動用溝付、円錐タイプなど、パイプの内径に応じた製作が可能です。すべてのWoodexロールエンド軸受けは、圧入の時にゆがみを生じたり、パイプが破損しないよう綿密に計算された面取りが施されています。

代表的な使用例：

建材やセメントブロック搬送コンベア、
特殊パイプ径のインサート、
鉛蓄電池製造ライン用コンベアなどなど・・・



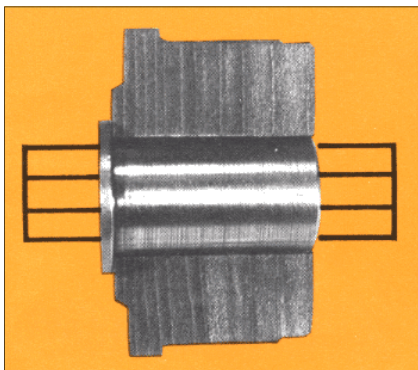
ブラインドボア ロールエンド
ボアが貫通していませんのでロール内部は完全にシールされます

騒音の低減

今やどの産業においても、加工ラインのノイズレベルを下げることは、益々その重要度が増しています。この点において木製ベアリングは、機械から出る騒音レベルの低減効果に特に優れていることが見直されています。

六角シャフトアダプター

ロール軸が六角シャフトの場合アダプターとして使用します 7/16”、11/16”シャフト



経済性

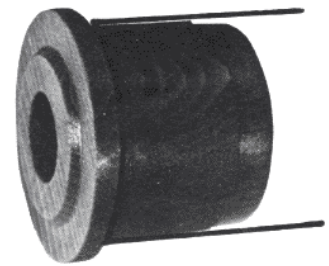
ベアリングの素材として木は最も経済的なものです。木の材料は安いものであり、これに高度な加工技術を加えることで、短時間の作業環境に於いては、高価な金属やプラスチック製の製品に比べても最高度の能力を発揮することが可能です。

必要個数が1個というような軸受けをカスタム製作する場合、Woodex軸受の経済性は他の素材に比ぶべくもありません。

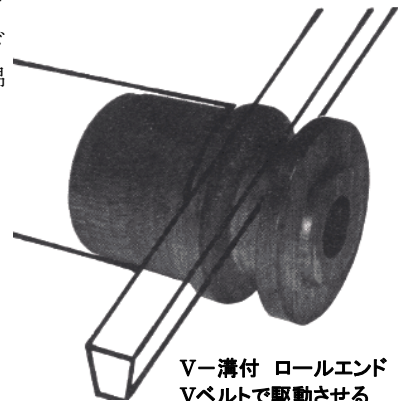
多湿 作業環境

油を含浸させたサトウカエデは湿気の高い環境で使われる軸受けとしては、最高の素材です。この木目密度が高く、それにオイルが含浸された素材は水など高い湿度にさらされる環境においても僅かに膨張するだけです。この膨張度合いは事前に正確に計算できるので、水に浸るような環境や、機器を定期的に水洗いするような作業においても高い初期性能を発揮します。

こういう環境で使用される場合にはご注文に際してその状況を教えていただく事が重要です。それによって製作時の製作公差を調整し、最終的に正確な性能を発揮するように致します。



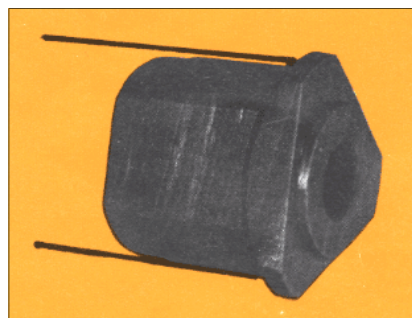
標準・軽荷重用 ロールエンド
ロールにより全量が変わります



V-溝付 ロールエンド
Vベルトで駆動させる
経済的なロールエンド

**ドレイン付
ロールエンド**

面取りした隙間から水が
排出されます



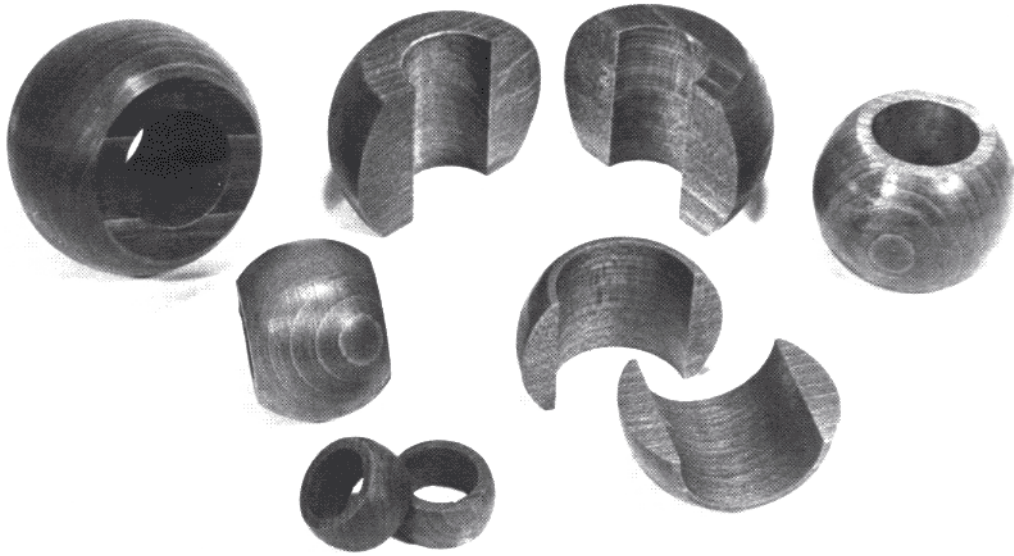
自己調芯型球形軸受

自己調芯型ベアリングは、ロールシャフトの芯線に一定の許容誤差が求められるような場合に使われます。Woodex自己調芯型ベアリングは、特に使用環境が悪く、こうしたアプリケーションに困難を伴うような時に特に重宝なベアリングです。WOODEX社ではこのタイプのベアリングにおいて、外形 40 -100mmまでいろいろな形状にお応えすることが出来ます。また、Woodexベアリングは二割り型で製作出来ますので、シャフトの取り外しをせず取付け作業を行う事ができます。Woodex軸受は分割型であるが故、シムのあるシャフトを使う必要が全く不要であるべきというのが、WOODEX Bearing社の長年守ってきたポリシーなのです。

Woodex自己調芯型ベアリングは多くの場合、スチールのプレス成型されたハウジングにセットされて供給されます。ピローブロック型、フランジ型、また三角型など多くが常時在庫されています。

典型的な使用例：

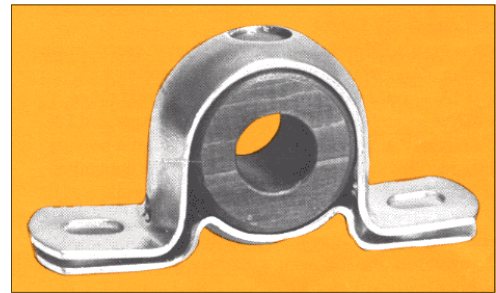
ポータブルオーガー、 肥料・農薬散布機、 その他農業機械、
ロールあるいはベルトコンベア、 除雪機、 屋上空冷ファン 等



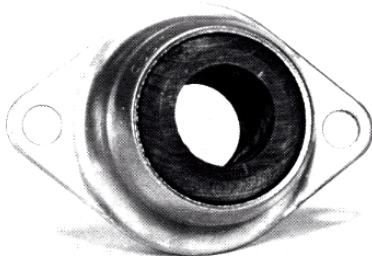
耐蝕性・耐化学薬品性

Woodexベアリングは腐食が懸念されるさまざまなアプリケーションに高い耐蝕性能を発揮します。金属製のベアリングやシールでは腐食にほんの短期間しか耐えられないような状況でも、長期間の安定した性能を発揮することが出来ます。

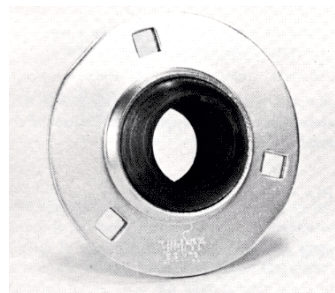
Woodex軸受の材質は、ある種のプラスチックではもたない腐食性薬品や酸に対しても問題なく使用することが出来ます。ただし、溶剤を使用する工程での使用をお勧めすることは出来ません、なぜなら揮発した溶剤が木質に含浸させた油分の潤滑効果を阻害するからです。



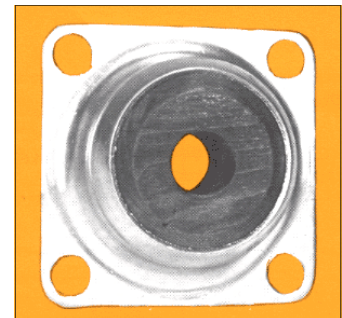
ピローブロック型 6種類
球外径 1" - 2 1/2"
シャフト径 1/4" - 1 3/4"



2本ボルト止め フランジ型 3種類
球外径 1" - 2"
シャフト径 1/4" - 1 1/4"



センター フランジ型 4種類
球外径 1" - 2 1/2"
シャフト径 1/4" - 1 1/2"



4本ボルト止め フランジ型 6種類
球外径 1 11/16" - 2 1/2"

木製軸受 技術データ

荷重vs速度 — PV値

すべてのベアリングは実地テストから求められるPV値を持っています。この値は（P=摺動面圧）と（V=摺動速度）を掛け合わせた値で、この値の範囲内で使われる限り、そのベアリングが初期の性能を発揮できるということを意味しています。さらにP値とV値にはそれぞれ限界値があり、ベアリングの採用可否に際しては、PV値だけでなく、最大P値あるいは最大V値をも考慮する必要があります。

Woodexベアリングの推奨値である、PV値は25MPa*m/minで、最大のP値およびV値はそれぞれ14MPa、600m/minです。比較データとして、他の素材の数値を下表に示します。

Woodex軸受はPV値を見るときプラスチック軸受と金属軸受の間の性能ですが、P、Vそれぞれの最大値を見れば、それがいかに優れた材料であるかが分かります。右下へ

表2 摺動速度 vs 摺動面圧 PV値

材料	PV値 最大 MPa × m/min	P 最大値 MPa	V 最大値 m/min
射出成形ナイロン101	6.3	2.6	140
デルリン	6.3	7	30
超高分子量ポリエチレン	8.4	8	15
WOODEX 木製	25	14	600
バビット合金(スズ10%以上)	38	9	430
オイルライト ブロンズ	100	14	360
青銅 SAE660	150	20	230

右上から

図1は、考えられるアプリケーションにWoodex軸受が強度的に向いているかどうかを判断されるための指針となります。下の式に従って、P値 およびV値の値を求めてください。

$$P = \frac{\text{シャフト過重(kg)} \times 9.8(\text{N/kgf})}{\{\text{シャフト径(m)} \times \text{軸受長(m)}\}} \times 10^{-6}$$

$$V = \pi \times \text{シャフト径(m)} \times \text{回転数(rpm)}$$

求

められたP値、V値が座標軸の色付けした領域に入っていれば、Woodex軸受が有効であるという意味になります。

表1 木製軸受 物性データ

潤滑剤含有量	%	41-47
引っ張り強度	MPa	7.9
比重		1.3
熱膨張係数	1/K	7.7
温度範囲	°C	-10-70
摩擦係数		0.07-0.115
密度	Kg/m3	1080
磨耗率 Wear rate factor		<0.1 × 10-10
PV値	MPa × m/min	25
P 最大接圧	MPa	14
V 最大摺速度	m/min	600

左上から

Woodexベアリングが常に高速と同時に高荷重に耐えられると考えられるのは適切ではありません、その価値はアプリケーションに対する柔軟性にあるのです。例えば乾燥した環境で使うとして、50mmの長さのWoodexベアリングが25mm径のシャフトに使われる場合、シャフトにかかる最大許容荷重が815kgであれば、その時のシャフトの許容回転数は50rpmとなります。逆に、シャフトが815rpmで回転する時、その最大許容荷重は50kgとなります。左下へ

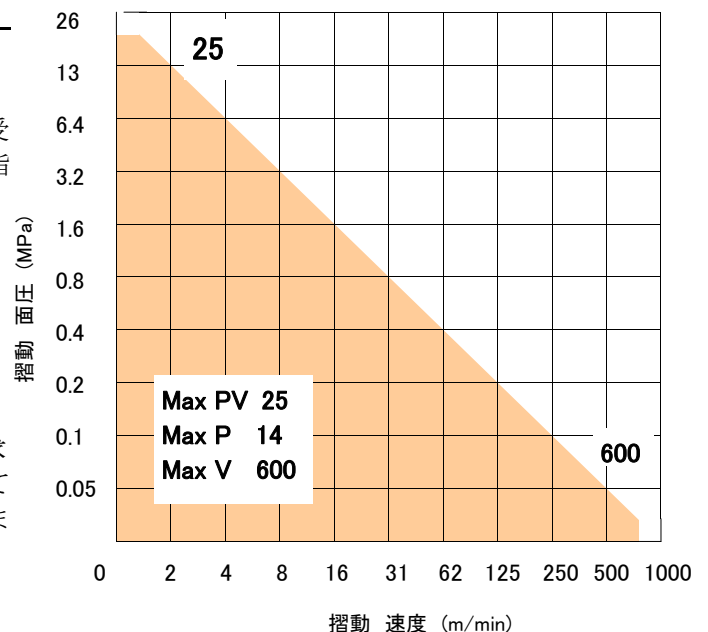


図1 PV値グラフ

軸受の肉厚

Woodexベアリングを検討するとき、標準的に指示された肉厚を確保できることが重要です。十分な肉厚は、すなわち十分な潤滑剤が供給され、ベアリングの寿命を伸ばすことを保障するからです。この数値を確保するために設計上の調整が必要なときは、シャフトのサイズを小さくするのではなく、ハウジングのサイズを大きく取ることを考慮すべきです。

表3 シャフト径 と 肉厚 (mm)

シャフト径	推奨 最小肉厚(※)
12 以下	1.6 - 3
12 - 25	3 - 5
25 - 38	5 - 8
38 - 50	8 - 10
50 - 63	10 - 12
63 - 100	12 - 16

(※) 使用条件によっては 小さい方の値をとることができます

クリアランス

摺動面に潤滑油のフィルムがきっちりと形成されるためには、ベアリングと軸の間に十分なクリアランスのあることが重要です。しかし、大き過ぎるクリアランスはその部分のがたつきを助長することになります。大き過ぎる、また逆に小さ過ぎるクリアランスのどちらの状態でもベアリングの寿命を短くする原因となります。

表4 クリアランス (mm)

シャフト径 (mm)	使用条件		使用条件 (ロールエンド軸受)	
	ドライ	ウエット	ドライ	ウエット
12 以下	0.05 - 0.25	0.5 - 0.7	0.38 - 0.61	0.76 - 0.89
12 - 25	0.1 - 0.4	0.61 - 0.81	0.61 - 0.7	0.89 - 1.1
25 - 38	1.8 - 0.5	0.96 - 1.2	0.61 - 0.76	0.96 - 1.3
38 - 75	0.25 - 0.63	1.1 - 1.5		
75 以上	0.38 - 0.78	1.3 - 1.7		

Woodexベアリングの内径はこのクリアランスを確保するため大きめに製作されます。もし設計上、より小さなクリアランスが要求される場合、Woodexからはこのクリアランスを取らず、小さめの内径に仕上げて供給しますので、機械に設置時点で内径をさらに穴繰りしていただく必要がありますが、この穴繰りによって、自己給油性能が悪くなることはありません。

加圧しろ (プレスフィット)

Woodexベアリングは外形が大きめに仕上げられており、ハウジング内で加圧固定され動くことはありません。スリーブ、フランジ、ロールエンド軸受はハウジングへの加圧しろ (プレスフィット) を考慮して機械加工されています。すなわち、このサトウカエデ製の木製ベアリングは金属製のものの場合よりも大きめの外形に加工されていますが、それは圧入する時に金属以上に圧縮される程度が大きいためです。

表5 加圧しろー求芯収縮 (mm)

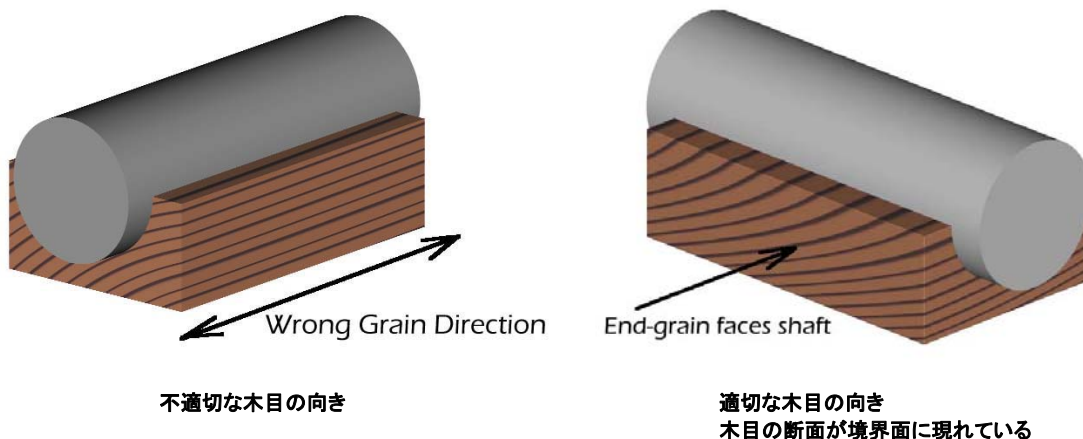
公称外径	加圧しろ(プレスフィット)	求芯収縮
12 以下	0.076 - 0.15	0.076
12 - 38	0.1 - 0.2	0.1
38 - 75	0.13 - 0.25	0.13
75 以上	0.15 - 0.3	0.15

求芯

オイルを含浸させたサトウカエデは圧縮性が高いので、圧入されるWoodexベアリングの約7割は、その時に圧力が中心に向うため内径が小さくなります。Woodexベアリングは所定のクリアランスを持つように製作されますが、この圧入時に起こるであろう内径への影響を考慮した上で、サイズが決定され、実際の作動時に必要にして十分なクリアランスになるよう製作されています。

木目の方向

木製ベアリングが正確に機能するためには、それに含浸されたオイルが荷重のかかる摺動面に十分に供給されねばなりません。これを確実にするため、ベアリングのボア面が木目に垂直になる方向に作られなければなりません、こうすることで木目細管に含まれたオイルが表面に確実に送り出されるようになります。



潤滑性能

Woodexベアリングの自己潤滑作用には3つの状態があります。

- 境界の薄膜による潤滑（境界潤滑）
- 完全な膜による潤滑（流体潤滑）
- 境界潤滑・流体潤滑 混在

上記3つの状態は、それぞれベアリングの摩擦低減の効果を言い表しています。

潤滑剤は常温では固体で木材繊維の中に蓄えられた状態です。はじめシャフトは軸受に機械的に接触しており、シャフトが回転すると摩擦熱によって潤滑剤が溶け出し、シャフトと軸受けの境界に流れ込みます。この境界潤滑の状態では、潤滑膜は非常に薄いため機械的接点があり、軸受の磨耗はそれに与えられる荷重とスピードに比例します。

熱が上昇し潤滑剤がさらに溶け出して、大量に境界に流れ込むと機械的接点の無い全面膜潤滑が形成されます。この流体潤滑の状態では、ベアリングの寿命はそれこそ機械本体の寿命と同じくらい長くなります。

流体潤滑の状態では、摩擦熱が発生しないので境界部の温度が下がります。すると潤滑剤は木材繊維に再吸収され境界潤滑状態となります。そして再び摩擦熱が発生し潤滑剤が溶け出すこととなります。この流体潤滑と境界潤滑が繰り返される状態が3つ目の混在状態です。外部から特別な調整することなしに、それ自身でこの混在状態が実現されます。

Woodexベアリングは製作時に、それが仕事をする期間中十分な潤滑剤が含浸されていますので、外部から別途注油をすることは必要ありません。むしろ注油は本来の潤滑性能に悪影響を及ぼす原因となります。

設置

ベアリングの取り付けには圧入用プレス機が必要です。この時に挿入をし易くするため、ベアリングの肩口にはわずかに面取りを施してあります。また同時にローラー用パイプなどハウジングの内側肩口にもバリをなくす意味で面取りをすることをお勧めします。圧入時にベアリング外面に傷をつけないためです。