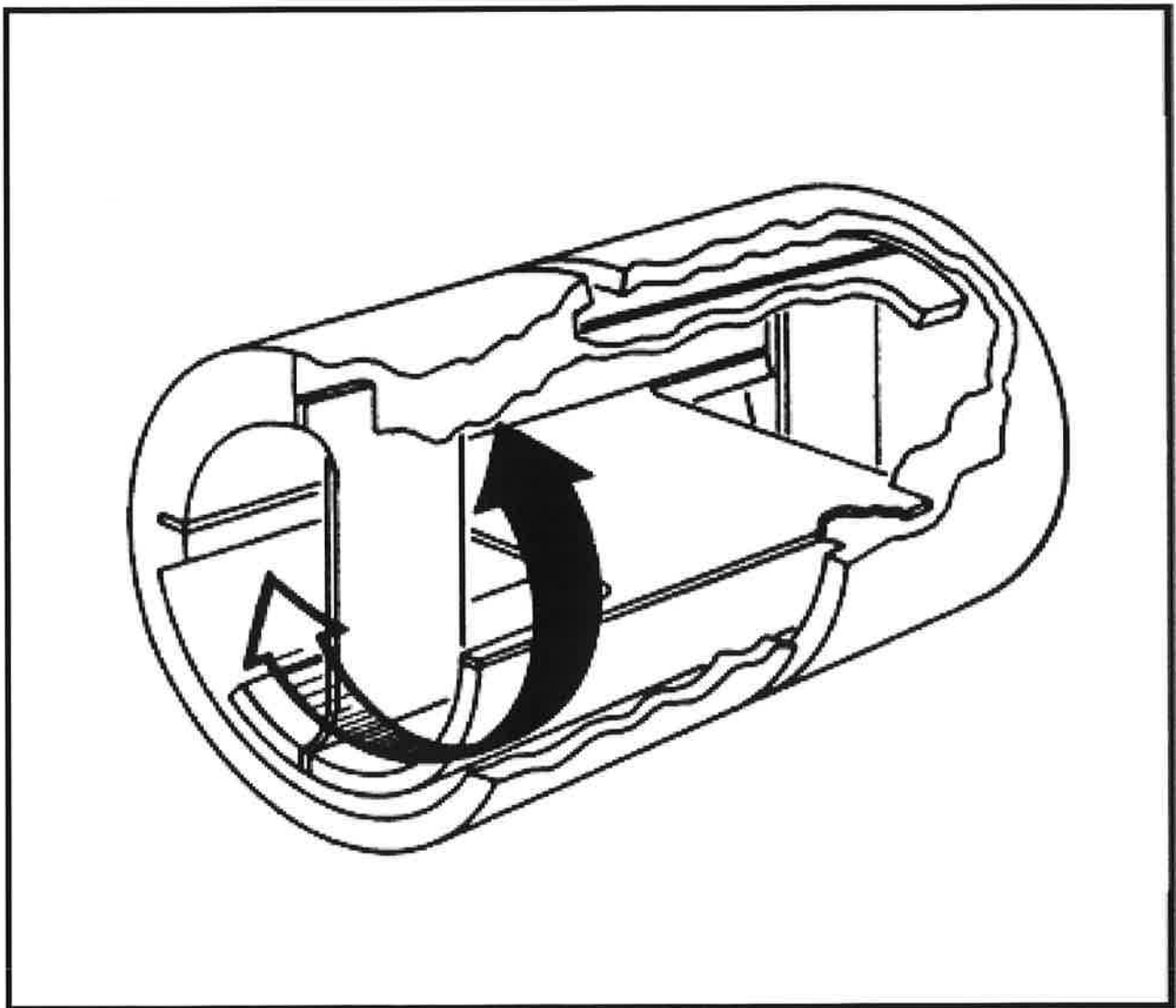


Free-Flex[®] Flexural Pivot Engineering Data

(フレキシブルピボット 簡易和約版)



PREFACE

Patented Flexural Pivot

移動角距離用アプリケーションのためにコンセプトにしたユニークなベアリング

RIVERHAWK は、制限のある移動角距離を必要とする、航空宇宙、商業、工業ベアリングアプリケーションのための FREE-FLEX®フレキシブルピボットを提供します。

転がり軸受や他のデバイスの代わりとして、限定された角度範囲の中での回転をサポートするために FREE-FLEX®ピボットは、優れた動作特性を提供します。

このことにより、回転角移動の性能を実現し、従来のベアリングを使った多くのアプリケーションにおいて、コスト優位性を有しています。

FREE-FLEX®ピボットは、60° までの角度偏向（回転）に対して

摩擦がなくかつスティクション（静止摩擦）フリーの最適なベアリングであります。

このピボットは、高い半径方向剛性（最大 100,000 ポンド/インチまで）を持ち、ノーバックラッシで金属と金属の接触がない簡単にパッケージ化されたコンパクトなベアリングです。このため予想可能であり繰り返し性のあるパフォーマンスを有します。

ピボットは、正確な位置決めに最適です：調整は 0.00005 インチ以内のロスモーションなしで実現します。

独特のパフォーマンス特性の組み合わせは RIVERHAWK FREE-FLEX®ピボットだけが実現でき、お客様のコンポーネント機器やサブシステムの実用的な設計手法を実現できる技術です。

FREE-FLEX®ピボットは、図 1（13 ページ）及び図 2（14 ページ）で示す通り、

90° で公差させた板バネで構成されて、逆に回転する円筒形スリーブでささえています。

摩擦、スティクション（移動する互いに接触一体を引き起こすのに必要な力）、フレッチング腐食、潤滑、いわゆる「空間溶接」と真空機器よりのガスの放出を避けるために 金属同士の接触がないことから RIVERHAWK FREE-FLEX®ピボットは使われます。

アプリケーションにピボットサイズとスプリングレートを一致させることにより、

バネの繰り返しストレスを小さい値に抑えることができ、無限にちかい寿命を維持させることができます。

この寿命試験を実証するために、FREE-FLEX®ピボットは、20 年間以上かけて 120 億回以上のサイクルを循環させる機械で測定しました。

FREE-FLEX®ピボットは、オーバーハング荷重をサポートするためのカンチレバータイプ（片方固定）と中央の負荷をブリッジ・サポートするためにダブルエンドタイプの 2 つの基本的な取り付け構成で提供されています。外部シェルは直径 0.125 インチから 1 インチまで用意しており、両シリーズとも 1600 ポンドのラジアル荷重に耐えることができます。

ユーザーの負荷と取り付け要件に適合できるように カンチレバータイプ、ダブルエンドタイプともいくつかのトーションバネ定数を標準サイズに用意してあります。

標準ピボットの材質で、ボディーは AISI410 または 420 の耐食鋼であります。板ばねのたわみ部分には AISI420 耐食鋼が使われています。通常の組立ではボディー側にスプリングをろう付けしています。

高い周囲温度が要求される特殊なアプリケーション固有の要求についてはスプリングをボディーに電子ビーム溶接します。特別なスプリング材料はインコネル、ベリリウム銅とチタンを含みます。

特別な仕様のリクエストも承ります。

RIVERHAWK FREE-FLEX® FLEXURAL PIVOT

Design Considerations (設計上の考慮事項)

MAJOR PERFORMANCE CHARACTERISTICS (主要性能特性)

- ・ HIGH RADIAL STIFFNESS (高いラジアル方向剛性)
- ・ HIGH AXIAL STIFFNESS (高い軸方向剛性)
- ・ FRICTIONLESS (摩擦なし)
- ・ STICTION-FREE (静止摩擦力なし)
- ・ NOT SUSCEPTIBLE TO FALSE BRINELLING (偽ブリネリング疑似圧痕：ローラとレースの間の振動または軸方向の相対的な動きによって生じる摩耗を生じにくい)
- ・ LOW HYSTERESIS (低ヒステリシス性)
- ・ LOW CENTERSHIFT (中心軸がずれません)
- ・ EXCEPTIONAL REPEATABILITY (繰り返し位置決め精度の高さ)
- ・ PREDICTABLE PERFORMANCE (想定通りのパフォーマンスの実現)
- ・ LUBRICATION NOT REQUIRED (潤滑油不要)
- ・ MAINTENANCE NOT REQUIRED (メンテナンスフリー)
- ・ ELECTRICAL CONTINUITY (電気的な連続性)
- ・ INFINITE CYCLE LIFE (SEE LIFE CURVES) 無限の使用壽命 (ライフカーブ参照)
- ・ AMBIENT TEMPERATURE RANGE OF -400°F to +1200°F
(周囲温度範囲：-400° F ~1200° F / -240°C~648°C)

ADDITIONAL CHARACTERISTICS (追加特性)

- ・ RADIATION RESISTANCE (放射線耐性があります)
- ・ LOW THERMAL DRIFT (温度変化がありません)
- ・ NO RUBBING SURFACES (表面が擦れません)
- ・ CONTAMINANT TOLERANT (耐汚染性に優れています)
- ・ OPERATES IN VACUUM OF SPACE (真空でも操作可能です)
- ・ SELF-CENTERING (自動で中心揃えになります)
- ・ RELIABLE (信頼性があります)

SUMMARY STATEMENT (まとめ)

FREE-FLEX®曲げ PIVOT は、正確なシングルプレーンポジショニングと角度の定められた角回転機器に対して摩擦のない運動を与えるエレガントでシンプルなベアリングであります。

GLOSSARY OF FLEXURAL PIVOT TERMS (用語集)

Axial Load (アキシヤル荷重)

(スラスト荷重とも呼ばれます。この負荷はピボットの長手方向(軸線方向)にかかる負荷です)

Axial Rate (アキシヤルレート)

アキシヤル(スラスト)荷重(長手方向における屈曲接続部との間の特定部位への相対的な運動)を創り出すのに必要な力です。

通常はインチ当たりのポンドとして記載されています。

例えば50ポンドのアキシヤル荷重は0.001インチの動きを創り出します。

アキシヤルレートは0.001の1/50インチ/ポンドまたは50000ポンド/インチと表現されます。

Center Shift (許容偏心)

ピボットの可動部分の直径中心と軸またはその一部)との誤差は決められています。

基本的には中心シフトは偏向角の関数として多かれ少なかれ発生する動的特性です。それはシフトした直径の全長にわたり起きます。

Compression (Vc)

ピボット対して働くラジアル荷重(中心軸に対して垂直な方向に働く荷重)が最大の屈曲強度での圧縮

Cycle

一つのサイクルは、特定の角度への零位置(ヌルポジション)からのモーション角の総計です。

零位置(ヌルポジション)に戻るには、反対方向に同じモーション角度が必要となりその時ヌルポジションへ戻ります。

H Load

ラジアル荷重はそれが交差する屈曲部位を二等分し、移動スロットと平衡になるように示されます。

Horizontal Load

「Vロード」に直交するラジアル荷重。(HロードとVロードを参照ください)

Hysteresis

トルクが完全なサイクルを生成するときの、零位置(ヌルポジション)からの変化の合計量です。これは、適用可能なように、分、秒単位で表されます。

K

「K」は、「ねじり率」のためのねじれレート方程式で指定されます。

Linearity

縦軸のトルクのプロットの偏差は直線となります。

Moment

縦軸周り以外のピボットを通して与えられた平面に加えられるトルク。

リバーホークの技術では 通常これを考慮し、オフセットV、HまたはT荷重によるものを加えたトルクとして考えます。

Moment (Total)

縦軸の周り以外のピボットを通して与えられた平面に適用される合計トルク。

それは、ラジアル及びスラスト荷重や他のソースからの追加によって生じるモーメントの代数和です。

Moment-Turning

必要なトルクの量は、ピボットを特定の角度に回転させる。この用語は、「ねじり率」に関連しているが、同一ではありません。

Non-Linearity

縦軸まわりのトルクのプロット偏差が直線性からたわむように変化します。直線性とは反対です。

Null Position

ゼロ角度移動の位置は、ピボットの任意の軸が特定の温度下で無負荷であり動いていない状態です。

Null Shift

ゼロ位置の変化は負荷やトルクに影響されます。この用語をヒステリシスと混同してはいけません。

P Load

ピボットの屈曲のラインに正確に向けられるラジアル荷重

Radial Load

ピボット周辺の任意の角度から中心軸へ垂直方向に向けられる荷重

Radial Rate

(外径で測定した) ピボット構造を歪ますために必要なラジアル荷重測定値の特定の単位のポンド数。通常、インチ当たりのポンドとして記載されています。例えば10ポンドの半径方向の荷重は、ピボットを0.0001インチ歪ませることがわかっています。

ラジアルレートは0.0001インチの10分の1または1インチあたり10万ポンドとなります。

Radian

全ての円周 (360度) は2 PIラジアンです。したがって1ラジアンは57.2956+角度であらわされます。一般的には57.3度がつかわれます。

Rate-Axial アキシヤルレートを参照下さい

Rate-Radial ラジアルレートを参照ください。

Rate-Torsional 歪みレートを参照ください。

Spring Rate

RIVERHAWK社では「ねじりレート」を表現するためにもっぱらこの用語を用います。

けれども技術的にはスプリングを通しての他の力も「**Spring Rate**」とみなすことができますが、この見方をとりません。「ねじりレート」を参照ください。

T Load

ピボット与える最大の屈曲負荷となる張力

Thrust Load 「アキシヤル荷重」を参照ください。

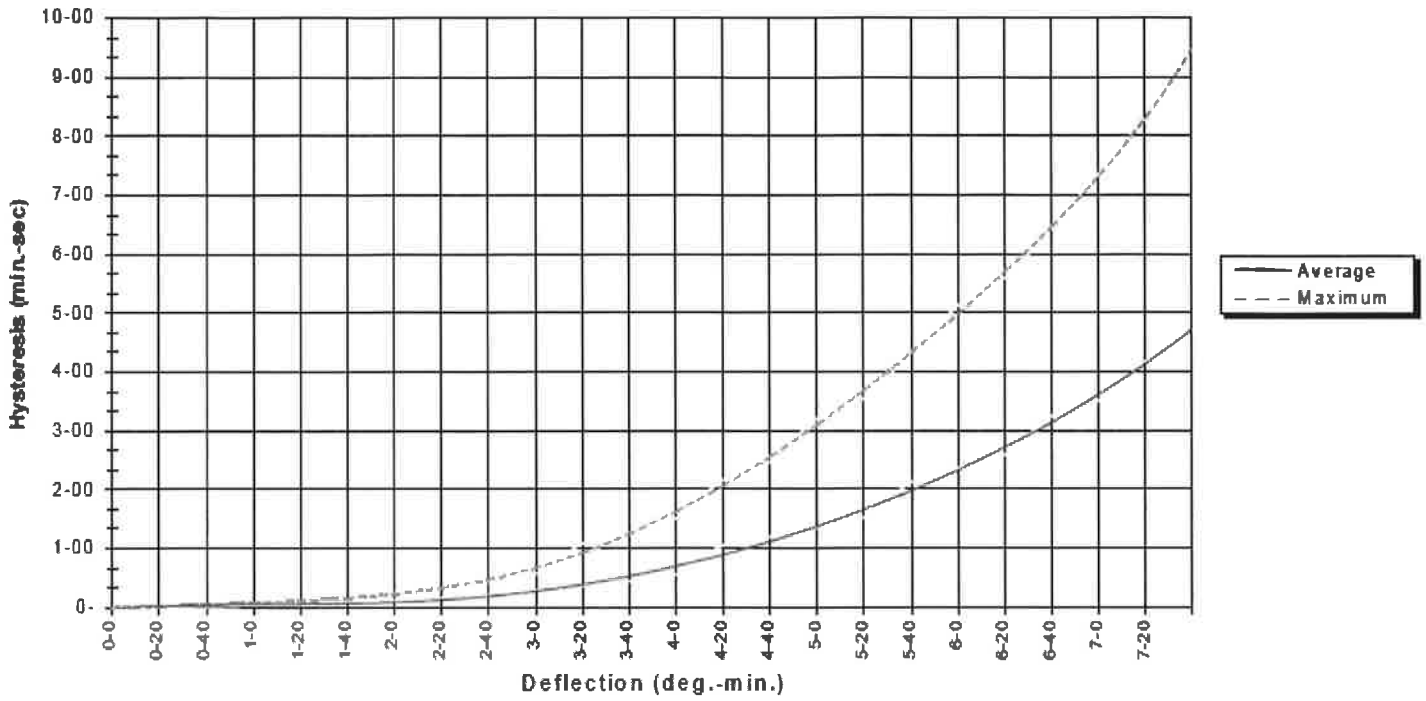
Torsional Rate

ユニットの回転運動あたりのピボットを回転運動させるために必要なトルクの割合
これは一般的にはラジアンあたりのポンド-インチを表す用語ですが、角度あたりのポンド-インチも一般的用法であります。名称は「**K**」で表します。

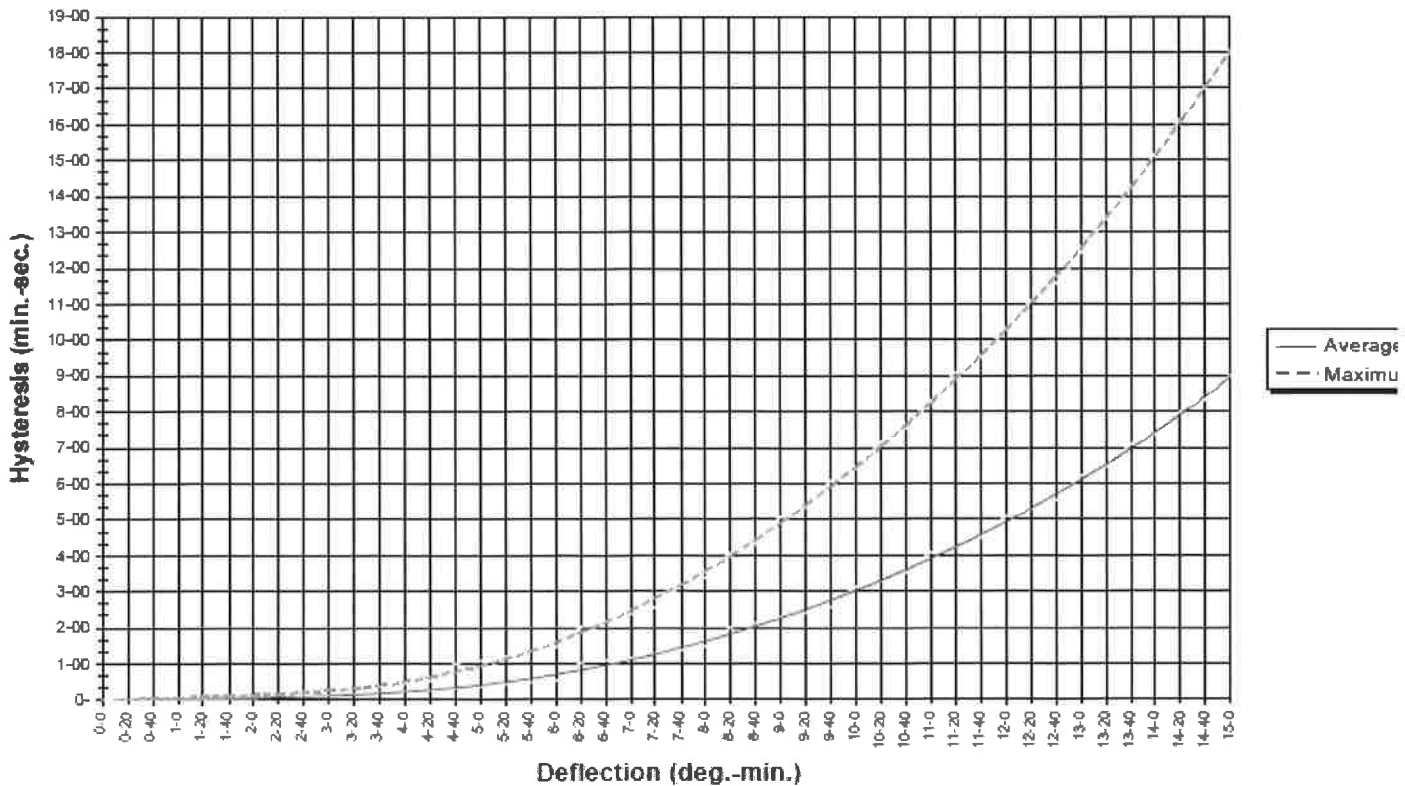
V Load

交差した屈曲部を二等分する方向にかかるラジアル荷重で動かすスロットに垂直にかかる力です。

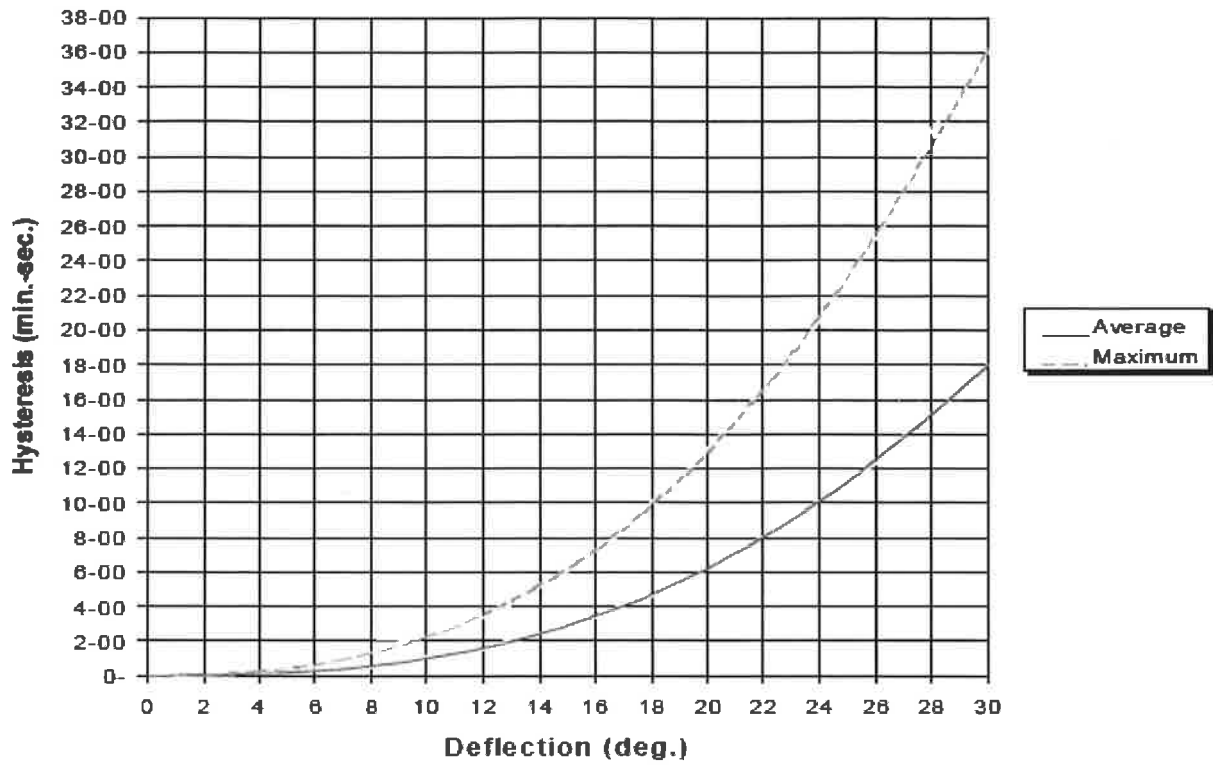
Hysteresis Curve - Type 400 Standard Pivot



Hysteresis Curve - Type 600 Standard Pivot



Hysteresis Curve - Type 800 Standard Pivot



無負荷状態でのCENTERSHIFTとANGULAR DEFLECTIONの関係

特定の角度でのcenter shiftを確認するためピボットの直径に角度に応じた定数を掛け算します。
例えばP/N 5020-800 の4度での center shift を決定するには

直径 0.6250インチ × 0.001（4度の場合の定数） = 0.000625インチとなります。

Angle (Degrees)	Factor
1	0.00009
2	0.0003
3	0.0008
4	0.0010
5	0.0015
6	0.0020
7	0.0040
8	0.0045
9	0.0060
10	0.0071
11	0.0078
12	0.0085
13	0.0092
14	0.0100
15	0.0117
16	0.0134
17	0.0151
18	0.0168
19	0.0185
20	0.0200

Radial Load vs. Torsional Spring Rate

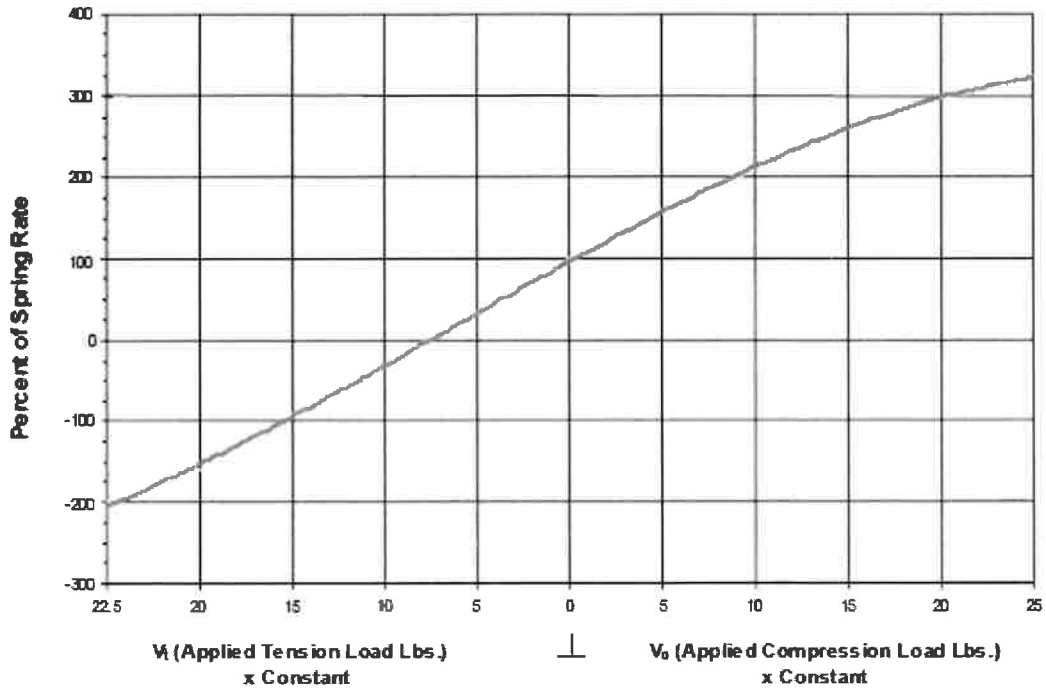


Table of Constants			
**Pivot dia. (inches)	For Type 800*	For Type 600*	For Type 400*
0.1250	14.6	1.63	.204
0.1562	8.09	1.01	.126
0.1875	5.95	.743	.0895
0.2500	3.10	.387	.0485
0.3125	1.93	.241	.0309
0.3750	1.44	.173	.0217
0.5000	.784	.0980	.0123
0.6250	.450	.0576	.00720
.07500	.326	.0404	.00505
0.8750	.247	.0298	.00372
1.0000	.180	.0228	.00286

* This table applies only to standard pivots as defined herein.
 ** Diameter in inches.

PIVOT STIFFNESS DATA (ピボット剛性データ)

フリーフレックスPivot®カタログの2ページの「ディメンションと特性」の表に記載されているフレックスピボット剛性データを参照ください。このデータは、参考のためのものでありRIVERHAWK製品は、これらの値を満たすことを保証するものではありません。

データは、一定期間にわたってピボットタイプとサイズの品揃えを介して取得した実証結果(テスト)によって開発され、テストされ、特定のピボット・グループの平均値を示しました。このテストは、固定されていない端の中間にポイントでの負荷をカンチレバー型のピボット(5000シリーズ)を使用して行いました。

カンチレバーピボットをペアとして共通の軸で使用したり、ピボットがハードウェアの非常に硬い端で相互接続されている場合各ピボットラジアル剛性値は表1に示す値の1.25倍をであると仮定することができます。

これは固定されたピボットをせん断させる方向へのモーメント(カンチレバー)の結果であります

長さの中央に均等に負荷をかけたダブルエンド(6000シリーズ)ピボットでは片端が固定されていないカンチレバーピボットの約2.5倍の剛性ラジアル剛性がかかります。次ページの表1の値は2.5倍に増加することになります。

図1及び図2に示すように、ピボットたわみに対する負荷の角度方向に関係として表1に提供される列は、

特定の荷重ベクトルを表します。

名称を覚えて簡単な方法は、「c」は、軸方向の"圧縮"を意味し「t」は"テンション"を意味し、そして

「a」は"軸"を意味します。

「圧縮」と「テンション」は荷重によるピボット屈曲部への圧縮や張力を表します。

"P負荷"は負荷がたわみの面に沿って適用した場合です。

荷重ベクトルは、ピボットの円弧状の半分の1の中央部に屈曲部との間のバンドから45度である「V」の負荷があります。

「PA」の負荷は、ピボット中心に方向荷重です。

カタログに記載されているデータは、標準的なろう付け施工ピボットにのみ適用されます。

特別なピボットは、独立して考慮されなければなりません。

TABLE 1
RADIAL AND AXIAL STIFFNESS DATA
BRAZED CANTILEVER PIVOTS

CATALOG NUMBER	RADIAL RATE Vc LOAD (lb/in)	RADIAL RATE Vt LOAD (lb/in)	RADIAL RATE Pc LOAD (lb/in)	RADIAL RATE Pt LOAD (lb/in)	AXIAL RATE Pa LOAD (lb/in)
5004-400	6,000	4,000	4,000	3,000	4,000
600	4,000	2,000	3,000	2,000	3,000
800	2,000	1,000	1,000	1,000	2,000
5005-400	8,000	6,000	7,000	5,500	8,000
600	6,000	4,000	4,000	3,000	5,000
800	3,000	2,000	2,000	2,000	3,000
5006-400	11,000	9,000	9,000	7,500	12,000
600	7,000	6,000	6,000	4,000	8,000
800	4,000	3,000	3,000	2,500	4,000
5008-400	16,000	13,000	14,000	11,000	20,000
600	10,000	9,000	9,000	6,000	12,000
800	5,000	4,500	4,000	4,000	7,000
5010-400	22,000	18,000	18,000	15,000	26,000
600	13,000	12,000	12,000	9,000	18,000
800	7,000	7,000	6,000	5,000	10,000
5012-400	27,000	22,000	23,000	19,000	34,000
600	18,000	14,000	14,000	11,000	22,000
800	9,500	8,000	7,000	6,000	12,000
5012-400	27,000	22,000	23,000	19,000	34,000
600	18,000	14,000	14,000	11,000	22,000
800	9,500	8,000	7,000	6,000	12,000
5016-400	38,000	32,000	32,000	26,000	50,000
600	22,000	20,000	21,000	16,000	32,000
800	12,000	10,000	10,000	9,000	16,000
5020-400	50,000	40,000	41,000	35,000	64,000
600	29,000	27,000	26,000	20,000	42,000
800	16,000	13,000	12,000	11,000	22,000
5024-400	61,000	50,000	51,000	42,000	79,000
600	36,000	33,000	33,000	25,000	52,000
800	20,000	16,000	15,000	14,000	26,000
5032-400	83,000	68,000	70,000	53,000	110,000
600	49,000	45,000	45,000	34,000	71,000
800	27,000	22,000	21,000	19,000	37,000

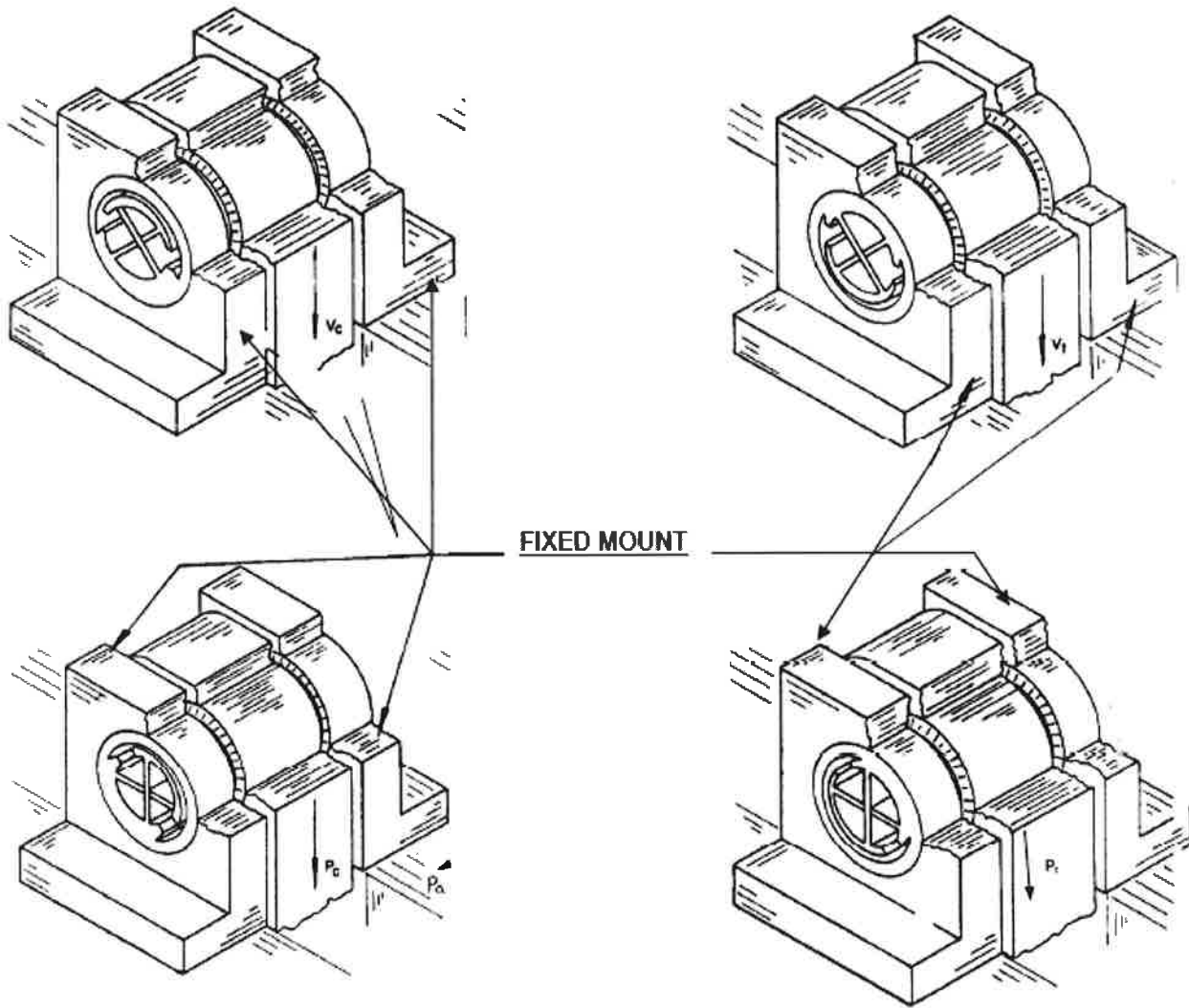
注1 上記の剛性データは0度における固定されていない端から半分の間差点で負荷がかけられたカンチレバー（5000シリーズ）のろう付けピボットのみに適用されます。

注2 ダブルエンドピボット（6000シリーズ）用は 上記5000シリーズと同じ直径およびたわみクラスに2.5をかけた数値がラジアル剛性値となります。

注3 非常に堅く接続されているタンデムに取り付けられているカンチレバーピボット（5000シリーズ）のシステムでは、システム内のそれぞれのピボットは上記のラジアル剛性値に1.25をかけた値となります。

FIGURE 1

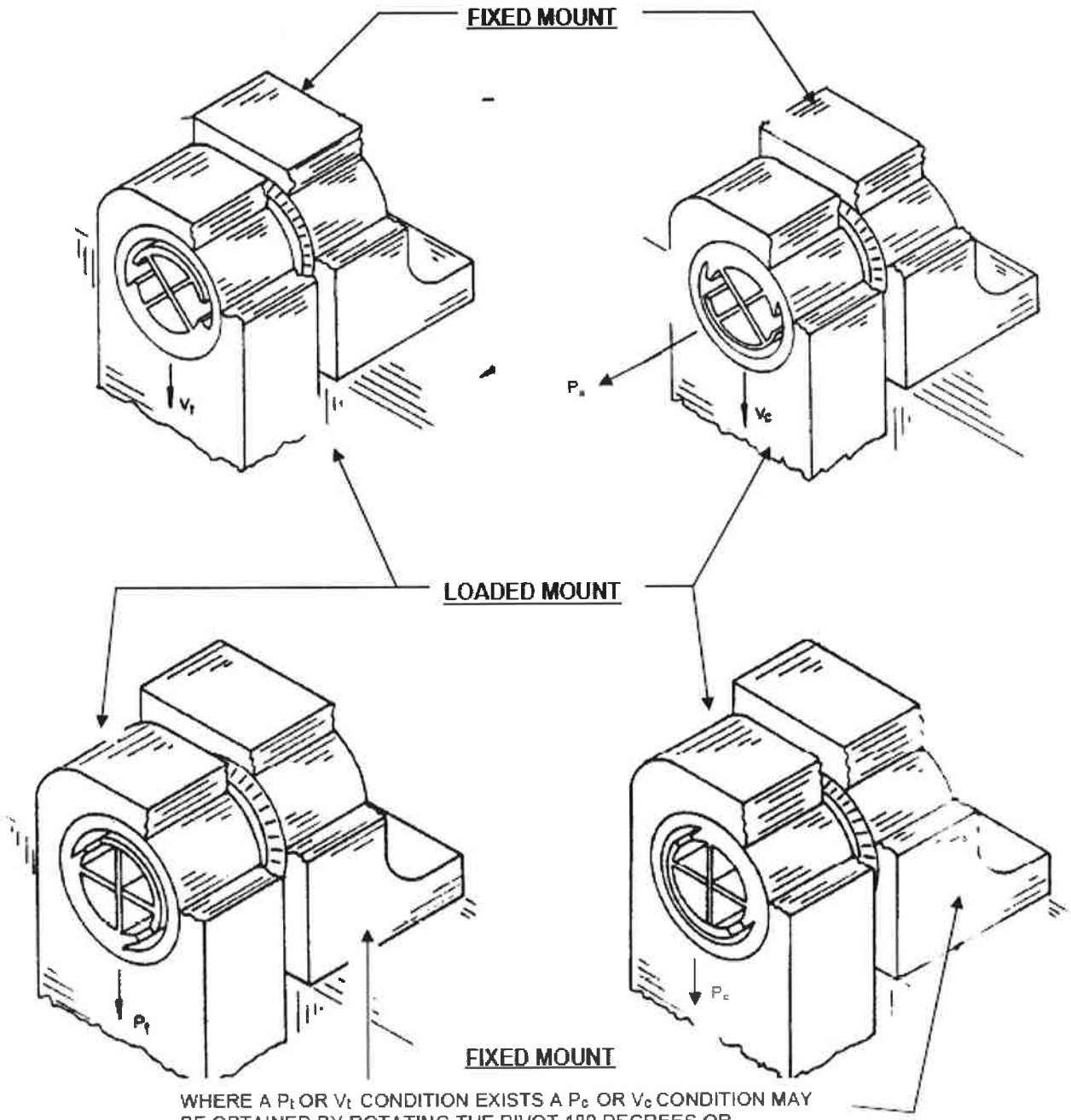
DOUBLE END SUPPORTED PIVOTS



WHERE A P_t OR V_t CONDITION EXISTS A P_c OR V_c CONDITION MAY BE OBTAINED BY ROTATING THE PIVOT 180 DEGREES OR CONVERSELY A P_t OR V_t MAY BE OBTAINED FROM A P_c OR V_c LOADING BY ROTATING THE PIVOT 180 DEGREES WITHIN FIXED MOUNT.

FIGURE 2

CANTILEVER PIVOTS



WHERE A P_t OR V_t CONDITION EXISTS A P_c OR V_c CONDITION MAY BE OBTAINED BY ROTATING THE PIVOT 180 DEGREES OR CONVERSELY A P_t OR V_t CONDITION MAY BE OBTAINED FROM A P_c OR V_c BY ROTATING THE PIVOT 180 DEGREES IN THE FIXED MOUNT.