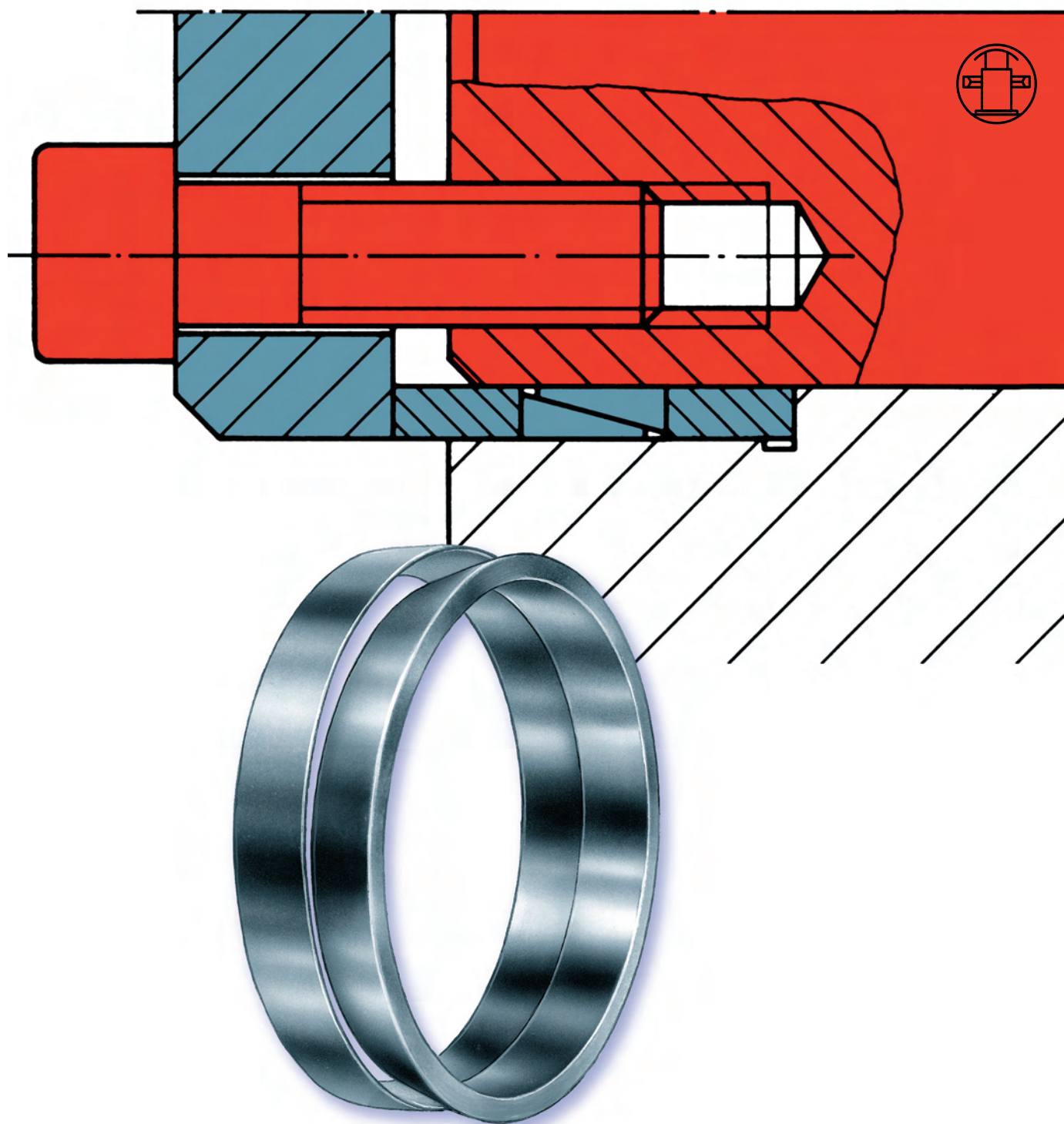


RINGFEDER® シュパンリング

RfN 8006





ドイツのリングフェダー社とベルリン工科大学が共同で開発した独創的な軸・ハブ締結要素シュパンリングを我々、竹田商事（株）が国内の機械業界にご紹介して以来、多くのエンジニアからこのメカニズムが支持され、日本の工業界においてもごく一般的な機械要素として認知して戴くまでになりました。しかしながら、素晴らしいアイデアから生まれた製品にはコピー商品が出回るのは世の常です。対比的に考えればコピー商品が出回って初めて本物が存在するのですが、長年のノウハウとバックデータそして実績を持っているオリジナル製品とコピー商品は果たして同一のものでしょうか？ ノウハウを持たずコストのみを追求し開発コストをかけず、安易に外観コピーした商品が、トライ＆エラーを繰り返してきたオリジナルメーカの隠された開発トレースや素材・製法までコピーするのは難しいことです。

しかし設計者が一体どの製品が品質的に優れているのか？ 採用前に逐一実験評価するのは困難です。そのため長期的な視野でマシーンエレメントを選択しなければなりません。目先のコスト低減を優先するあまり、軽度な事故でも復旧と信頼回復コストが数千倍・数万倍になることがしばしばあります。

コスト低減を追求しながら高性能化・コンパクト化・高寿命化などの二律背反を実践するために、もっとも大切な技術情報は境界設計の見極めに関するものです。数多くの要素の集合体であるマシーンがより完成度を高め、さらに最終的には総合コストを低減するために、設計時に危険度の判断や無駄を省き機構の改善アドバイスなどの高付加価値のノウハウを提供できる製品がどれなのかを判断しなければなりません。

私たちは、それらのノウハウをうまく設計者にお伝えすることが私たちの最も重要な課題であると信じ努力しています。しかしそれらのノウハウのすべてをこのカタログ上に表現するのは不可能ですので、ここでは製品の輪郭だけにとどめていることをご理解戴き、設計時には是非とも当社の技術情報あるいはメーカコネクションをご利用戴きますようお願い致します。

竹田商事株式会社

大阪本社：530-6591 大阪市北区中之島 3-6-32

TEL：06-6441-1503

FAX：06-6441-1916

東京営業所：113-0033 東京都文京区本郷 3-5-2

TEL：03-3815-6501

FAX：03-3816-4522

名古屋営業所：460-0008 名古屋市中区栄 1-22-16

TEL：052-203-1103

FAX：052-203-1104

<http://www.takeda-trade.co.jp>

info@takeda-trade.co.jp

シュパンリング RfN 8006

特性.....	4
シュパンリング RfN8006 規格表.....	6
計算 シュパンリング RfN8006.....	8
加圧リングと加圧ボルト.....	9
ハブと軸.....	12
計算例.....	13
組み込みと分解.....	14
設計上のヒント.....	15
公差表.....	23
お問い合わせシート.....	25



特性

シュパンリング RfN8006 はクサビと摩擦を活用した画期的な機械式力ばめ締結要素として生まれました。

シンプルなメカニズムと、強靱な材料特性は、他の締結方法やマシンパーツにない特質を有し、世界各地における多年の耐用実績から、絶対の信頼性を評価されています。



Fig.1・シュパンリング RfN8006

優れた金属特性

シュパンリング RfN8006 は、RINGFEDER 社が開発した高弾性特殊鋼に独自の熱処理を施した高品質素材を使用しています。高度のバネ特性を有しながら、決して硬すぎず・ネバリをもった「しなやか」さを兼ね備えていることが、シュパンリングのもつ材料特性に関して比類のない特長と評価されています。

この「しなやか」さ、適切な硬度を保つ圧着対応性が、軸・ハブに対して極めて守備範囲の広い摩擦接合を形成します。また、不測のアクシデントに対しても、軸・ハブへのダメージを最小限に抑える特質が永年の実用例から認められています。

高い信頼性

このカタログに示されているデータ数値は全て耐用保証値であり、伝達トルク値 T、スラスト伝達力 Fax 容量内の負荷についてはすべて静的、動的、あるいは衝撃的荷重であっても許容する実効値です。

長年の実用体験と、各種の基礎試験結果からシュパンリングと、軸、および、ハブとの接触面には、全てオイルを塗布し摩擦係数 $\mu = 0.12$ による実用的組付け条件を推奨します。

簡単な取外し

シュパンリング RfN8006 は、2つのテーパリングによる最もシンプルな構造であり、さらに、ベースとなった「輪バネ」の基礎理論に基づいた、テーパ角度の設定、ならびに、焼入れ調質と表面処理が施された良質のバネ特性が有効に作用します。

従って、ロッキングボルトを緩めるだけで、すぐにリラックスし、同時に、ハブと軸をフリー状態にしますので、再分解、ならびに、再組付け調整作業がきわめて容易です。

高寿命

シュパンリング RfN8006 による軸・ハブの締結は、組付け後は可動部分が全く無く、負荷応力が弾性限界内で使用されるため、組付け、取外しを繰り返し使用することができます。

広い応用性

シュパンリング RfN8006 は、強度的に極限ともいえる薄肉・コンパクトな形状から、きわめて応用範囲が広く、どのような結合部についても、シュパンリングの適用が可能です。長年にわたり、各国のエンジニアの方々から寄せられた膨大な実績・応用事例がその事実を物語っています。

コンパクトな構造設計

キー、スプラインなどのように、局所的な応力集中を与える締結方法においては、軸・ハブともゼイ肉をつけたムダのある構造を強いられてしまいます。シュパンリング RfN8006 は、軸・ハブの全円周面に対して、スムーズで均一的な応力を発生します。その結果、最小の切り欠き効果により、軸の利用効率を高めコンパクトな構造設計を実現します。

メンテナンス・フリー

シュパンリング RfN8006 による強力な面接合は、締結後の可動部分がまったくありません。従って、摩耗や疲労の蓄積に対処する、複雑なメンテナンス作業は一切不要です。

過負荷保護装置

シュパンリング RfN8006 は、摩擦力を応用した締結方法ですから、規格能力の安全値を越える異常な過負荷を感知したときは、シュパンリング部分がスリップし、オーバーロード・プロテクターとしての効用から、関連する重要なパーツを致命的な破損から保護することが可能となります。なお、シュパンリングをこのような目的で使用されるときは、より適応した設計と組立方法、ならびに、関連部材の選定がポイントになりますので、あらかじめご相談下さい。

シール効果

シュパンリング RfN8006 の内外輪に均等に発生する高い面圧により、軸・ハブの表面にスキマなく完全に密着しますので、液体、気体を問わずシール効果を発揮します。チューブエンド、回転バーナーなどに広く応用されています。

簡単な設計・計算

このカタログには、設計に必要なデータ数値が早見表、簡略式で用意していますので、設計・計算が短時間で片づきます。

シュパンリング RfN8006 規格表

RfN8006	基本寸法		接触面積	初期 加圧力	締結用 加圧力	伝達可能 トルク	伝達可能 スラスト	ギャップ				質量	スペーサスリーブ径	
d x D mm	L	l	A _t mm ²	F ₀ N	F _{A'} N	T Nm	F _{ax} N	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	weight kg	d ₁ mm	D ₁
6 X 9	4.5	3.7	69	0	3,765	2.5	830	2	2	3	3	0.00118	6.1	8.9
7 X 10	4.5	3.7	80	0	4,390	3.4	970	2	2	3	3	0.00136	7.1	9.9
8 X 11	4.5	3.7	90	0	5,000	4.4	1,100	2	2	3	3	0.00151	8.1	10.9
9 X 12	4.5	3.7	105	7,600	5,700	5.7	1,270	2	2	3	3	0.00166	9.1	11.9
9.525 X 12.525	4.5	3.7	111	7,250	6,035	6.4	1,344	2	2	3	3	0.00174	9.6	12.4
10 X 13	4.5	3.7	116	6,950	6,300	7	1,400	2	2	3	3	0.00182	10.1	12.9
11 X 14	4.5	3.7	128	7,500	6,930	8.4	1,540	2	2	3	3	0.00198	11.1	13.9
12 X 15	4.5	3.7	139	6,950	7,500	10	1,670	2	2	3	3	0.00214	12.1	14.9
13 X 16	4.5	3.7	151	6,450	8,150	11.8	1,810	2	2	3	3	0.00226	13.1	15.9
14 X 18	6.3	5.3	233	11,200	12,600	19.6	2,800	3	3	4	5	0.00487	14.1	17.9
15 X 19	6.3	5.3	250	10,750	13,500	22.5	3,000	3	3	4	5	0.00526	15.1	18.9
16 X 20	6.3	5.3	266	10,100	14,400	25.5	3,190	3	3	4	5	0.00545	16.1	19.9
17 X 21	6.3	5.3	283	9,550	15,300	28.9	3,400	3	3	4	5	0.0058	17.1	20.9
18 X 22	6.3	5.3	300	9,100	16,200	32.4	3,600	3	3	4	5	0.00612	18.1	21.9
19 X 24	6.3	5.3	316	12,600	17,100	36	3,790	3	3	4	5	0.00782	19.2	23.8
20 X 25	6.3	5.3	333	12,050	18,000	40	4,000	3	3	4	5	0.00817	20.2	24.8
22 X 26	6.3	5.3	366	9,050	19,800	48	4,400	3	3	4	5	0.00724	22.2	25.8
24 X 28	6.3	5.3	400	8,350	21,600	58	4,800	3	3	4	5	0.00792	24.2	27.8
25 X 30	6.3	5.3	416	9,900	22,500	62	5,000	3	3	4	5	0.0101	25.2	29.8
28 X 32	6.3	5.3	466	7,400	25,200	78	5,600	3	3	4	5	0.00918	28.2	31.8
30 X 35	6.3	5.3	499	8,500	27,000	90	6,000	3	3	4	5	0.012	30.2	34.8
32 X 36	6.3	5.3	533	7,850	28,800	102	6,400	3	3	4	5	0.01	32.2	35.8
35 X 40	7	6	659	10,100	35,600	138	7,900	3	3	4	5	0.017	35.2	39.8
36 X 42	7	6	678	11,600	36,600	147	8,200	3	3	4	5	0.02	36.2	41.8
38 X 44	7	6	716	11,000	38,700	163	8,600	3	3	4	5	0.021	38.2	43.8
40 X 45	8	6.6	829	13,800	45,000	199	9,950	3	4	5	6	0.023	40.2	44.8
42 X 48	8	6.6	870	15,600	47,000	219	10,400	3	4	5	6	0.028	42.2	47.8
45 X 52	10	8.6	1,215	26,150	66,000	328	14,600	3	4	5	6	0.042	45.2	51.8
48 X 55	10	8.6	1,296	24,600	70,000	373	15,600	3	4	5	6	0.045	48.2	54.8
50 X 57	10	8.6	1,350	23,500	73,000	405	16,200	3	4	5	6	0.047	50.2	56.8
55 X 62	10	8.6	1,485	21,800	80,000	490	17,800	3	4	5	6	0.05	55.2	61.8
56 X 64	12	10.4	1,829	29,400	99,000	615	22,000	3	4	5	7	0.067	56.2	63.8
60 X 68	12	10.4	1,959	27,400	106,000	705	23,500	3	4	5	7	0.072	60.2	67.8
63 X 71	12	10.4	2,057	26,300	111,000	780	24,800	3	4	5	7	0.077	63.2	70.8
65 X 73	12	10.4	2,123	25,400	115,000	830	25,600	3	4	5	7	0.079	65.2	72.8
70 X 79	14	12.2	2,682	31,000	145,000	1,120	32,000	3	5	6	7	0.111	70.3	78.7
71 X 80	14	12.2	2,720	31,000	147,000	1,160	32,600	3	5	6	7	0.113	71.3	79.7
75 X 84	14	12.2	2,873	34,600	155,000	1,290	34,400	3	5	6	7	0.12	75.3	83.7
80 X 91	17	15	3,768	48,000	203,000	1,810	45,000	4	5	6	8	0.188	80.3	90.7
85 X 96	17	15	4,004	45,600	216,000	2,040	48,000	4	5	6	8	0.2	85.3	95.7
90 X 101	17	15	4,239	43,400	229,000	2,290	51,000	4	5	6	8	0.216	90.3	100.7
95 X 106	17	15	4,475	41,200	242,000	2,550	54,000	4	5	6	8	0.224	95.3	105.7
100 X 114	21	18.7	5,872	60,700	317,000	3,520	70,000	4	6	7	9	0.38	100.3	113.7
110 X 124	21	18.7	6,459	66,000	349,000	4,250	77,000	4	6	7	9	0.41	110.3	123.7
120 X 134	21	18.7	7,046	60,200	380,000	5,050	84,000	4	6	7	9	0.452	120.3	133.7
130 X 148	28	25.3	10,328	96,200	558,000	8,050	124,000	5	7	9	11	0.847	130.4	147.6
140 X 158	28	25.3	11,122	89,000	600,000	9,350	134,000	5	7	9	11	0.91	140.4	157.6
150 X 168	28	25.3	11,916	84,500	643,000	10,700	143,000	5	7	9	11	0.967	150.4	167.6
160 X 178	28	25.3	12,711	78,500	686,000	12,200	152,500	5	7	9	11	1.023	160.4	177.6
170 X 191	33	30	16,014	117,500	865,000	16,300	192,000	6	8	10	12	1.5	170.5	190.5
180 X 201	33	30	16,956	111,200	916,000	18,300	204,000	6	8	10	12	1.58	180.5	200.5
190 X 211	33	30	17,898	105,000	966,000	20,400	214,000	6	8	10	12	1.68	190.5	210.5
200 X 224	38	34.8	21,854	134,000	1,180,000	26,200	262,000	6	8	11	13	2.32	200.6	223.4
210 X 234	38	34.8	22,947	127,000	1,239,000	28,900	275,000	6	8	11	13	2.45	210.6	233.4
220 X 244	38	34.8	24,040	122,000	1,298,000	31,700	288,000	6	8	11	13	2.49	220.6	243.4
230 X 257	43	39.5	28,527	165,000	1,540,000	39,400	342,000	6	9	12	14	3.38	230.6	256.4
240 X 267	43	39.5	29,767	157,500	1,610,000	43,000	358,000	6	9	12	14	3.52	240.6	266.4
250 X 280	48	44	34,700	190,000	1,870,000	52,000	415,000	7	10	13	16	4.68	250.8	279.2
260 X 290	48	44	36,100	182,000	1,950,000	56,500	435,000	7	10	13	16	4.82	260.8	289.2
270 X 300	48	44	37,500	177,000	2,030,000	61,000	450,000	7	10	13	16	4.94	270.8	299.2
280 X 313	53	49	43,100	206,000	2,330,000	72,500	520,000	7	11	14	17	6.27	280.8	312.2
290 X 323	53	49	44,600	222,000	2,410,000	77,500	535,000	7	11	14	17	6.5	290.8	322.2
300 X 333	53	49	46,200	214,000	2,490,000	83,000	555,000	7	11	14	17	6.74	300.8	332.2
320 X 360	65	59	59,300	292,000	3,200,000	114,000	710,000	10	15	20	25	10.9	321	359
340 X 380	65	59	63,000	272,000	3,400,000	128,500	755,000	10	15	20	25	11.5	341	379
360 X 400	65	59	66,700	258,000	3,600,000	144,000	800,000	10	15	20	25	12.2	361	399
380 X 420	65	59	70,400	269,000	3,800,000	160,500	845,000	10	15	20	25	12.8	381	419
400 X 440	65	59	74,200	256,000	4,000,000	178,000	890,000	10	15	20	25	13.5	401	439
420 X 460	65	59	77,800	244,000	4,200,000	196,000	935,000	10	15	20	25	14.1	421	459
440 X 480	65	59	81,500	234,000	4,400,000	215,000	980,000	10	15	20	25	14.7	441	479
460 X 500	65	59	85,300	224,000	4,600,000	235,000	1,020,000	10	15	20	25	15.4	461	499
480 X 520	65	59	89,000	239,000	4,800,000	256,000	1,070,000	10	15	20	25	16	481	519
500 X 540	65	59	92,700	229,000	5,000,000	278,000	1,110,000	10	15	20	25	16.6	501	539

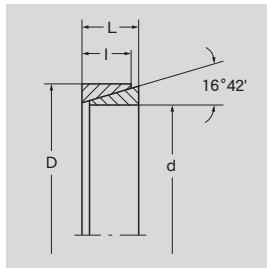


Fig.2・
シュパンリング RfN8006

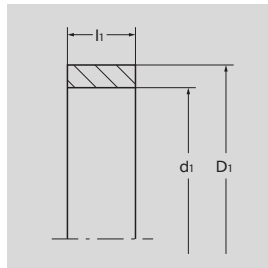


Fig.3・
スペーサスリーブ

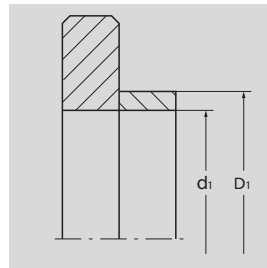


Fig.4・
加圧リングとスペーサスリーブ

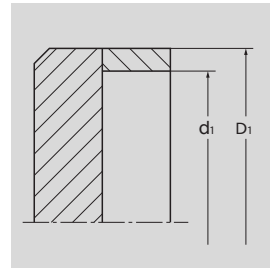


Fig.5・
加圧リングとスペーサスリーブ

この仕様書はシュパンリング RfN8006 の組み込み寸法を表しています。

$d \times D, L, l_1$ = 基本寸法 (加圧前の RfN8006 の寸法)

A_t = 有効対軸接触面積 $A_t = d \cdot \pi \cdot l$

x = RfN8006 の使用個数ごとの必要しめしろで、この数値は締め付け完了時でも、加圧フランジが相手ハブあるいは軸端に接触しないよう大きめの寸法を表しています。仮にギャップ x の数値が少なすぎると、締め付け完了前に相手ハブあるいは軸端に接触し、所定の加圧力が RfN8006 に与えられずトルク伝達容量が激減しますので十分な配慮が必要です。(Fig.6 参照)

d_1 = スペーサスリーブの内径

D_1 = スペーサスリーブの外径

l_1 = スペーサスリーブの長さ

この仕様書の伝達可能トルクおよび伝達可能スラスト力は最大値を表現したものではなく、比例計算を容易にするために、軸側への発生面圧 $p=100\text{N/mm}^2$ のときの数値を表しています。最大伝達トルクなどは使用条件などで変化しますので、当社までご相談ください。

p = 1 個目の内輪が軸上に発生する接触面圧

T = 1 個使用に於ける接触面圧 $p=100\text{N/mm}^2$ のときの伝達可能トルク

F_{ax} = 1 個使用に於ける接触面圧 $p=100\text{N/mm}^2$ のときの伝達可能スラスト力

F_A = 接触面圧 $p=100\text{N/mm}^2$ を発生させるために必要な加圧力

T, F_{ax} は接触面圧 p と正比例関係
標準型の RfN8006 の内外輪にはスリット加工がされていないので、総加圧力 F_A は次式によります。

$$F_A = F_A' + F_o$$

F_o = 推奨公差の最大クリアランス値を考慮した RfN8006 の弾性変形に要する加圧力

仕上げ公差

RfN8006の内径	RfN8006	軸	ハブ穴
$d \leq 38$	E7/f7 ¹⁾	h6	H7
$d \geq 40$	E8/e8 ¹⁾	h8	H8

使用軸の公差が k6、m6 などの場合には当社にご相談下さい

1) 概略値

実際的な用途向きで特別な公差を必要とする場合は、当社に必ずご相談ください。

スリットタイプ (RfN8006S) を供給することができますが、その型番を使用する際は F_o は無視することができます。

$$F_A = F_A'$$

使用するハブあるいは軸材質がアルミや鋳物など低い耐力しかない場合は、それらの部材が塑性変形しないよう特に発生面圧の限界を見極めなければなりません。またそのときはスリットタイプのご使用をお勧めします。

(p.12 の計算式参照)

シュパンリング RfN8006 の摩擦係数

p.6 の仕様書はオイルが塗布された摩擦係数 ($\mu = 0.12$) で設定されています。

(詳細は p.14 参照)

表面粗さ

軸・ハブ穴とも

$$R_a \leq 1 \mu\text{m}$$

n 個のシュパンリングを使用するときの伝達能力は下記のとおりです。

$$T_n = T \cdot m \quad F_{axn} = F_{ax} \cdot m$$

n 個使用時にトルクあるいはスラスト力が不変であれば、加圧力を減ずることができ、また面圧も減ずることができます。

$$F_A'n = F_A' / m \quad p_n = p / m$$

複数 2,3,4sets 使用時の係数 m は下記のとおりです。

$$m=1.555(2\text{sets}), 1.86(3\text{sets}), 2.03(4\text{sets})$$

(p.8 および p.13 参照)

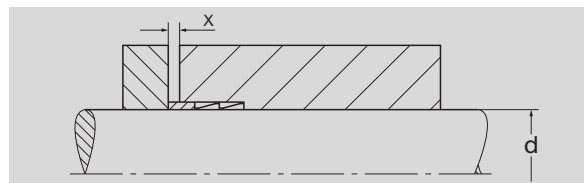


Fig.6・X = ギャップ (締めしろ)

計算

伝達可能トルク T

伝達可能スラスト力 F_{ax}

加圧される前のシュパンリング内外輪は相手軸およびハブ穴に対してガタの状態です。加圧力 F_0 を与えめると相手軸およびハブ穴とのクリアランスは塞がれ接触しますが、発生面圧はほぼ 0 の状態です。その F_0 値は次式によります。

$$F_0 \approx 277,000 \cdot l \cdot S \cdot \frac{D-d}{D+d} \quad (1)$$

S 値は常時はめあい公差の最大値で、「外輪とハブ穴」あるいは「内輪と軸」とのクリアランスでどちらか大きい方を採ります。(p.7 の仕上げ公差表参照)

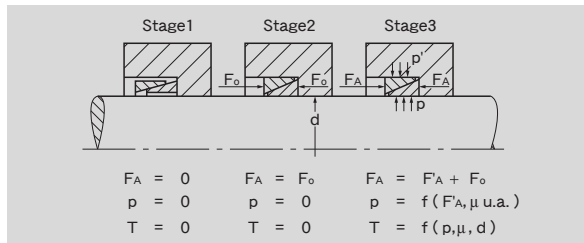


Fig.7 シュパンリング RfN8006 の動作モード

加圧力 F_0 は摩擦締結には寄与しませんが、この値は特に小径の RfN8006 では無視できない大きな値となりますのでご注意ください。

$$F_A' = F_A - F_0 \quad (2)$$

伝達必要トルクあるいはスラスト力は面圧力 F_N から計算します。

$$T = F_N \cdot \mu \cdot \frac{d}{2} \quad (3)$$

面圧力 F_N と加圧力 F_A' の関係式

$$F_N = \frac{F_A'}{\tan\beta + 2\mu} \quad (4)$$

面圧力 F_N は次式でも表現できます。

$$F_N = p \cdot A_t \quad (5)$$

ここで

p = 内輪と軸間の接触面圧

A_t = 内輪の軸に対する接触面積 (p.6 の仕様書参照)

接触面圧 p の計算方法

$$p = \frac{F_A'}{A_t (\tan\beta + 2\mu)} \quad (6)$$

接触面圧 p' は RfN8006 も内外径比となります。

$$p' = p \cdot \frac{d}{D} \quad (7)$$

1 組使用時の伝達可能トルクの計算

$$T = \frac{F_A - F_0}{\tan\beta + 2\mu} \cdot \mu \cdot \frac{d}{2} \quad (8)$$

上記の計算結果はすべての接触面において均一な摩擦力を有していると仮定しています。仮にそこに誤差が生じたとしても、この単純な構造においてはその値はほとんど無視できるものです。

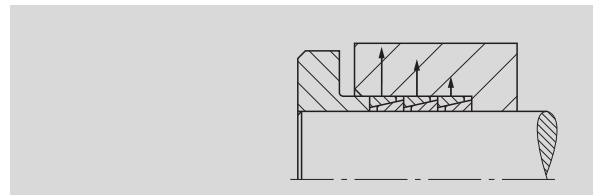


Fig.8 ストレスカーブ

複数の組数を使用するとき、伝達可能トルクは整数倍にはなりません。 n 組使用時の伝達可能トルクは次式で求められます。

$$T_n = T_1 \frac{q^n - 1}{q - 1} \quad (9)$$

この q は次式によって計算できます。

$$q = \frac{\tan\beta}{\tan\beta + 2\mu} \quad (10)$$

複数の組数を使用するとき加圧力はシュパンリングの各接触面の摩擦力によって徐々に減衰されながら奥側のシュパンリングに伝わりますので、結果として複数組を使用しても伝達力は整数倍にはなりません。(Fig.8 参照)

シュパンリング RfN8006 のクサビ角度は $\tan\beta = 0.3$ で摩擦係数は $\mu = 0.12$ を採りますので、計算式 10) の解は下記の通りです。

$$q = 0.555 \quad (11)$$

以上の結果から、 n 個使用時の RfN8006 の伝達可能トルクは下表のように表すことができます。

シュパンリングの組数 n	伝達可能トルク	
	T_n	$=$ T_n
1	$T_1 \cdot 1$	$0.111 \cdot F_A' \cdot d$
2	$T_1 \cdot 1.555$	$0.173 \cdot F_A' \cdot d$
3	$T_1 \cdot 1.86$	$0.206 \cdot F_A' \cdot d$
4	$T_1 \cdot 2.03$	$0.226 \cdot F_A' \cdot d$

軸方向の伝達可能スラスト力 F_{ax} は次式で求められます。

$$F_{ax} = \frac{2T}{d} \quad (12)$$

複合必要トルク T_R の求め方

例えば段付きのない軸上に傘歯車をシュパンリングで締結するとき、伝達すべきトルクの他にスラスト力も負荷されます。そのようなメカニズムの場合は次式によって複合必要トルク T_R を求め、シュパンリングの伝達可能トルクは T_R を越えるように設計しなければなりません。

$$T_R = \sqrt{T_g^2 + \left(F_g \cdot \frac{d}{2}\right)^2} \quad (13)$$

ここで

T_g = 最大必要トルク

F_g = 最大必要スラスト力

d = 軸径

負荷ラジアルロード F_r の求め方

立体倉庫の車輪のように大きなラジアル方向力が負荷される部品をシュパンリングで締結するときは、負荷されるラジアルロード F_r をシュパンリングの投影面積 ($d \times l$) で除し、ラジアル面圧 p_{rad} を求めてください。加圧力 F_A' によって発生するシュパンリングの接触面圧 p は、この p_{rad} よりも高く設定しなければなりません。

$$p_{rad} = \frac{F_r}{d \cdot l} \quad (14)$$

ここで算定した p_{rad} はハブの中空軸の許容穴径 d_B あるいは必要外径寸法 D_N を計算するとき、加圧力によって発生するシュパンリングの面圧 p に加算して計算しなければなりません。 $\dots (p + p_{rad})$ あるいは $(p' + p'_{rad})$ (p.12 参照)

加圧用リングと加圧用ボルトの計算

加圧用リングの計算

加圧用リングの形状を決定するとき十分な強度を考慮しなければなりません。もしこの部材が加圧中に塑性変形しますと、加圧用ボルトの軸力がシュパンリングに伝わらず、計算された所定の伝達可能トルクが発生しませんのでご注意ください。この危険性を回避するためにここに記載する情報をお読みください。

加圧用ボルトのピッチサークル直径 d_{LN} 、 d_{LW}

$$\begin{aligned} d_{LN} &= D + 10 + d_G \\ d_{LW} &= d - 10 - d_G \\ S_F &\geq d_G (1 + a) \text{ 加圧ボルトの強度区分 8.8 の場合} \\ &\quad (R_{p0.2F} \geq 295 \text{ N/mm}^2) \end{aligned}$$

加圧リングの肉厚計算 S_F

$$\begin{aligned} S_F &\geq d_G (1.5 + a) \text{ 加圧ボルトの強度区分} \\ &\quad 10.9 \text{ あるいは } 12.9 \text{ の場合} \\ &\quad (R_{p0.2F} \geq 345 \text{ N/mm}^2) \text{ 10.9} \\ &\quad (R_{p0.2F} \geq 450 \text{ N/mm}^2) \text{ 12.9} \end{aligned}$$

$$a = \frac{\text{加圧ボルトの使用本数}}{\text{ピッチサークル直径に於ける取り付け可能なボルト本数}^{2)}$$

$R_{p0.2F}$ = 加圧フランジの材料降伏点

1) 使用するボルトサイズ形状から 11 ページの表を参照し選択します。
 S_F の計算式は d_{LN} あるいは d_{LW} の数式とコンビで成立します。

d_{LN} あるいは d_{LW} の設定値は、可能な限りシュパンリング RfN8006 に接近させるピッチサークル径が好ましく、加圧用リングの肉厚が薄くまた d_{LN} が大きすぎたり d_{LW} が小さすぎると十分な加圧力がシュパンリングに伝わらず伝達能力の低下を招きますのでご注意ください。

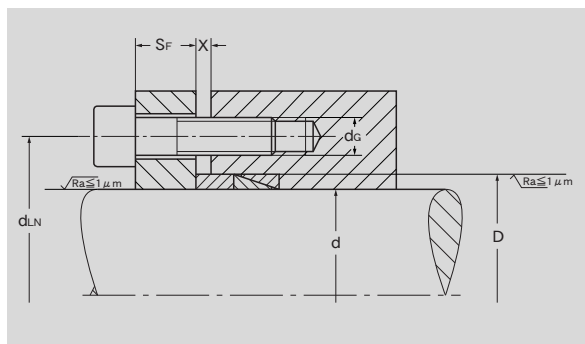


Fig.9・加圧リングはハブ側

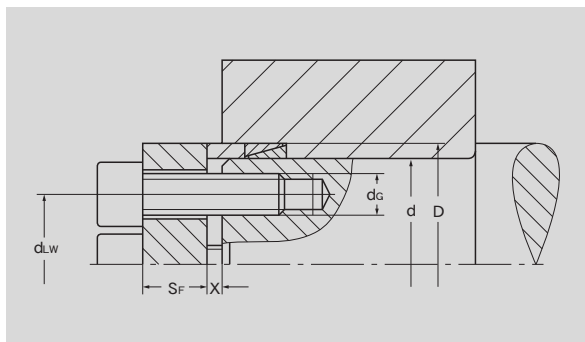


Fig.10・加圧リングは軸側

加圧用ボルトの計算

シュパンリング RfN8006 の伝達能力は有効加圧力 F_A' と正比例関係です。従って RfN8006 の伝達能力を算定するとき、加圧力の見極めと加圧用リングおよびピッチサークルの設計に十分な注意を要します。下の表はボルトの強度区分とサイズごとに締め付けトルクと軸力の関係を記載した RfN8006 の設計計算上もっとも重要なデータです。

ボルト強度区分による ボルト径—締め付けトルク—軸力

d _G	8.8		10.9		12.9	
	T _A	F _V	T _A	F _V	T _A	F _V
M 4	2.9	3 900	4.1	5 450	4.9	6 550
M 5	6.0	6 350	8.5	8 950	10	10 700
M 6	10	9 000	14	12 600	17	15 100
(M 7)	16	13 200	23	18 500	28	22 200
M 8	25	16 500	35	23 200	41	27 900
(M 9)	36	22 000	51	30 900	61	37 100
M 10	49	26 200	69	36 900	83	44 300
M 12	86	38 300	120	54 000	145	64 500
M 14	135	52 500	190	74 000	230	88 500
M 16	210	73 000	295	102 000	355	123 000
M 18	290	88 000	405	124 000	485	148 000
M 20	410	114 000	580	160 000	690	192 000
M 22	550	141 000	780	199 000	930	239 000
M 24	710	164 000	1000	230 000	1200	276 000
M 27	1050	215 000	1500	302 000	1800	363 000
M 30	1450	262 000	2000	368 000	2400	442 000

出典：Bauer and Schaurte, 1976

T_A = ボルトの締め付けトルク (Nm)

F_V = ボルトの軸力 (N)

(トルク係数 $\mu_{\text{total}}=0.14$)

加圧用ボルトの基本寸法などは 10 ページを参照してください。

Grade	5.6	6.6	6.8	6.9	8.8	10.9	12.9	14.9
R _{p0.2} N/mm ²	300	360	480	540	640	900	1080	1260

上の強度区分表において明らかなように、強度区分ごとの締め付けトルクと軸力は概略比例関係にあります。

上記の表に含まれていないサイズのボルトは次式によって締め付けトルク T_A から軸力 F_V を求めることができます。

$$F_V \approx \frac{T_A}{0.159 \cdot h + \mu_{\text{total}} (0.578 \cdot d_G + r_A)}$$

ここで

h = ねじピッチ

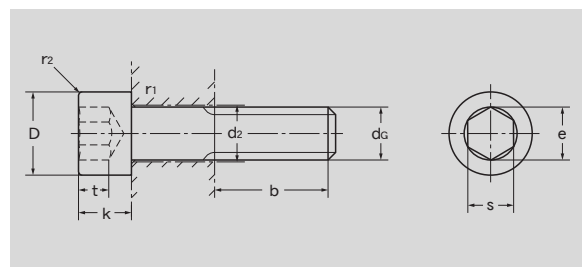
μ_{total} = ボルトねじ部と座面のトルク係数 (=0.14 ボルトはオイルが塗布された状態)

d_G = ねじ径

r_A = 座面の摩擦半径

ボルト規格表

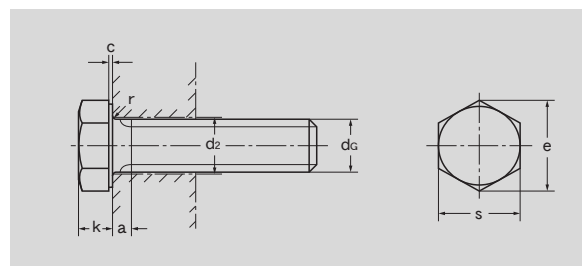
六角穴付ボルト 寸法規格 DIN 912 (JIS B1176)



Dimensions	Thread dg											
	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27
b	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66
D	8.5	10	13	16	18	21	24	27	30	33	36	40
e min.	4.58	5.72	6.86	9.15	11.43	13.72	16	16	19.44	19.44	21.73	21.73
k	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27
r1 min.	0.2	0.25	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	1
s	4	5	6	8	10	12	14	14	17	17	19	19
t min.	2.5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13.5
d2 1)	5.5	6.6	9	11	14	16	18	20	22	24	26	30

1) DIN 69 より (JIS B1001 - ボルト穴径及びざぐり径 -)

六角ボルト 寸法規格 DIN 933 (JIS B1180)



Dimensions	Thread dg											
	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27
a max.	2.4	3	3.75	4.5	5.25	6	6	7.5	7.5	7.5	9	9
c max.	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
min e A	8.79	11.05	14.38	18.90	21.10	24.49	26.75	30.14	33.53	35.72	39.98	45.20
min e B	8.63	10.89	14.20	18.72	20.88	23.91	26.17	29.56	32.95	35.03	39.55	45.20
k	3.5	4	5.3	6.4	7.5	8.8	10	11.5	12.5	14	15	17
r min.	0.2	0.25	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	1
s	8	10	13	16	18	21	24	27	30	32	36	41
d2 1)	5.5	6.6	9	11	14	16	18	20	22	24	26	30

1) DIN 69 より (JIS B1001 - ボルト穴径及びざぐり径 -)

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

ボルト規格表

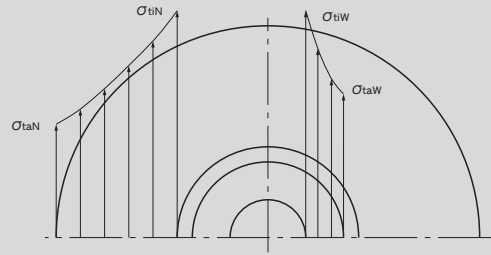
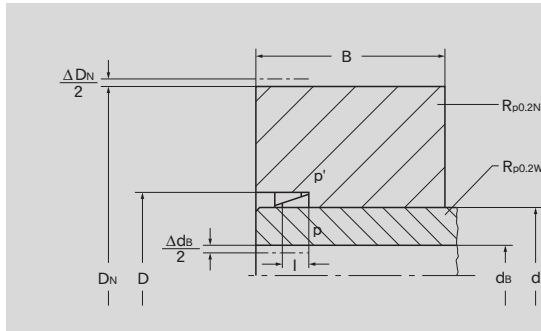
六角穴付ボルト DIN 912 (JIS B1176)

取付可能な ボルト本数	Thread d _g											
	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27
	ボルト径、本数による最小ピッチサークル直径 d _{Lmin.}											
3	12	13	17	21	23	28	31	35	39	42	46	51
4	14	16	21	25	28	35	38	42	47	52	56	62
5	17	19	25	30	34	42	45	51	57	62	68	75
6	20	22	29	36	40	49	53	60	66	73	80	88
7	23	26	33	41	46	56	61	69	76	84	92	101
8	26	29	38	46	52	64	69	78	87	95	104	115
9	29	33	42	52	58	71	78	87	97	106	116	133
10	33	36	47	57	65	79	86	97	107	118	129	142
11	36	39	51	63	71	86	94	106	117	129	141	156
12	39	43	56	68	77	94	102	115	128	140	153	170
13	42	46	60	74	83	101	110	124	138	152	165	184
14	45	50	65	79	89	109	119	134	148	163	178	198
15	48	53	69	85	96	117	127	143	159	175	191	212
16	51	57	74	91	102	124	136	153	170	187	203	226
17	54	60	78	96	108	132	144	162	180	198	215	240
18	58	64	83	102	114	140	153	171	190	210	228	254
19	61	67	87	107	121	147	161	181	201	221	241	268
20	64	71	92	113	127	155	169	190	211	232	253	282
21	67	74	96	118	133	163	177	200	222	244	256	296
22	70	78	101	124	139	170	186	209	232	255	278	309
23	73	81	105	130	146	178	194	219	243	267	291	324
24	76	85	110	135	152	186	202	228	253	278	304	338
25	79	88	114	141	158	193	210	237	263	290	316	351
26	83	92	119	146	165	201	219	247	274	301	329	366
27	86	95	123	152	171	209	228	256	284	313	341	380
28	89	99	128	158	178	217	236	266	295	325	354	393
29	92	102	132	163	183	224	244	275	306	336	366	407
30	95	106	137	169	190	232	253	284	316	348	379	422

六角ボルト DIN933 (JIS B1180)

取付可能な ボルト本数	Thread d _g											
	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27
	ボルト径、本数による最小ピッチサークル直径 d _{Lmin.}											
3	18	19	26	30	33	39	41	46	51	54	60	66
4	22	23	32	37	41	47	50	56	63	66	74	81
5	26	28	38	44	49	57	60	68	75	79	88	98
6	30	32	44	52	58	66	71	80	88	93	104	115
7	35	37	51	60	66	76	82	92	102	107	119	133
8	39	42	58	68	75	87	92	104	115	121	135	150
9	44	47	65	76	84	97	103	116	129	135	152	168
10	49	52	72	84	93	107	114	129	143	150	168	186
11	53	57	78	92	102	117	125	141	156	164	184	204
12	58	62	85	100	111	128	136	153	170	179	200	222
13	63	67	92	108	119	138	147	165	184	193	216	240
14	67	72	99	116	128	148	158	178	198	208	222	258
15	72	77	106	124	138	159	170	191	212	222	249	276
16	77	82	113	133	147	170	181	203	226	237	266	295
17	81	87	120	141	156	180	192	215	240	251	281	313
18	86	93	127	149	165	190	203	228	254	267	298	332
19	91	98	134	157	174	202	214	241	268	281	314	350
20	96	103	141	165	183	211	225	253	282	296	330	368
21	100	108	148	174	192	221	237	266	296	310	347	386
22	105	113	155	182	201	232	247	278	309	324	363	405
23	110	118	162	190	211	243	259	291	324	340	380	423
24	115	123	169	198	219	253	270	304	338	354	396	441
25	119	128	176	206	228	263	281	316	351	368	412	458
26	124	133	183	215	238	274	293	329	365	384	429	478
27	129	138	190	222	246	284	304	341	379	398	445	496
28	134	143	197	231	256	295	315	354	394	414	463	514
29	138	148	204	239	265	306	326	366	407	428	479	532
30	143	153	211	247	274	316	337	379	421	442	495	550

ハブと中空軸の計算



ハブ外径・中空軸穴径は、圧肉シリンダーの一般的な方程式が有用で、ハブあるいは中空軸の内部接線応力から寸法を求めることができます。しかしシュパンリングが発生する圧縮力と膨張力による内部応力の実際値を算定することは困難です。なぜならば一般的にシュパンリングの接触座長さは相手

部材より短いため、接触面圧は相手軸・ハブ内で分散するためです。ここでは実験室で確かめられた実際値の近似値を算定できるよう上記の誤差原因を取り除いた方程式になっています。

ハブの計算

- 1) $p' \approx p \cdot \frac{d}{D}$
- 2) $a_N = \frac{D_N}{D}$
- 3) $\sigma_{tN} = \frac{p' (a_N^2 + 1)}{a_N^2 - 1} \quad ; B = l$
- 4) $\sigma_{taN} = \frac{2 \cdot p'}{a_N^2 - 1} \quad ; B = l$
- 5) $\sigma_{tN} = \frac{C_3 \cdot p' (a_N^2 + 1)}{a_N^2 - 1} \quad ; B \geq 2 \cdot l$
- 6) $\sigma_{taN} = \frac{C_3 \cdot p' \cdot 2}{a_N^2 - 1} \quad ; B \geq 2 \cdot l$
- 7) $D_N \geq D \cdot \sqrt{\frac{R_{p0.2N} + C_3 \cdot p'}{R_{p0.2N} - C_3 \cdot p'}} \quad a)$
- 8) $D_N \geq D \cdot \sqrt{\frac{R_{p0.2N} + C_3 \cdot p'}{R_{p0.2N} - C_3 \cdot p'}} + d_G \quad b)$
- 9) $\Delta D_N \approx \frac{D_N \cdot \sigma_{taN}}{E_N} \quad c)$
- 10) $p'_{adm} \approx \frac{R_{p0.2N}}{C_3} \cdot \frac{D_N^2 - D^2}{D_N^2 + D^2} \quad a)$
- 11) $p'_{adm} \approx \frac{R_{p0.2N}}{C_3} \cdot \frac{(D_N - d_G)^2 - D^2}{(D_N - d_G)^2 + D^2} \quad b)$

a) 軸側にタップがあってハブの断面が加圧用ボルトタップで弱められていない場合

$C_3=0.6$ 但し $B \geq 2 \cdot l$

$C_3=1$ 但し $B=l$

b) ハブ側にタップがある場合

$C_3=0.8$ 但し $B \geq 2 \cdot l$

$C_3=1$ 但し $B=l$

c) 接触面圧は相手軸・ハブ内部で分散するためハブの外径寸法の変位量 ΔD_N 値は概略値です。

軸の計算

- 1) $a_W = \frac{d}{d_B}$
- 2) $\sigma_{tW} \approx 2 \cdot p \cdot C_3 \cdot \frac{a_W^2}{a_W^2 - 1}$
- 3) $\sigma_{taw} \approx p \cdot C_3 \cdot \frac{a_W^2 + 1}{a_W^2 - 1}$
- 4) $d_B \leq d \cdot \sqrt{\frac{R_{p0.2W} - 2 \cdot p \cdot C_3}{R_{p0.2W}}} \quad a)$
- 5) $d_B \leq d \cdot \sqrt{\frac{R_{p0.2W} - 2 \cdot p \cdot C_3}{R_{p0.2W}}} - d_G \quad b)$
- 6) $\Delta d_B \approx \frac{d_B \cdot \sigma_{tW}}{E_W}$
- 7) $\Delta d \approx \frac{p \cdot d \cdot (m - 1)}{E_W \cdot m} \quad c)$
- 8) $R_{p0.2W} > p \quad c)$
- 9) $p_{adm} \approx \frac{R_{p0.2W} \left[1 - \left(\frac{d_B}{d} \right)^2 \right]}{C_3 \cdot 2} \quad a)$
- 10) $p_{adm} \approx \frac{R_{p0.2W} \left[1 - \left(\frac{d_B + d_G}{d} \right)^2 \right]}{C_3 \cdot 2} \quad b)$

a) ハブ側にタップがあって軸の断面が加圧用ボルトタップで弱められていない場合

$C_3=0.6$ 但し中空軸の長さ $B \geq 2 \cdot l$

$C_3=1$ 但し中空軸の長さ $B=l$ (非常に希なケース)

b) 軸側にタップがある場合

$C_3=0.8$ 但し中空軸の長さ $B \geq 2 \cdot l$

$C_3=1$ 但し中空軸の長さ $B=l$ (非常に希なケース)

c) 中実軸に適用

鋼 (steel) の場合

$E=210,000N/mm^2$

$m=10/3$

計算例

下の計算例は 6 ページの仕様書に基づきます。この仕様書の数値は軸上に発生する面圧 $p = 100\text{N/mm}^2$ を基準に設定され、トルク T 、スラスト力 F_{ax} 、加圧力 F_A の各数値は面圧 p と比例関係にあります。

計算例 1.

1 組の RfN8006-70x79 を使用し、最大伝達可能トルクを 2,000Nm にしたい。ボルトの配置はハブ側 (Fig.9) とし、使用する軸材料降伏点は $R_{p0.2w} \geq 350\text{N/mm}^2$ 、ハブの材料降伏点は $R_{p0.2N} \geq 220\text{N/mm}^2$ とします。ボルトは M10 を使用します。

a) ボルト本数の選定：

ボルトのサイズを決めるとき太いボルトより細いボルトを多く設定することをお奨めします。

$$T_A = 69\text{Nm}, F_v = 36,900\text{N} \quad (\text{p.9})$$

$$F_{A'} = 145,000\text{N}, T_1 = 1,120\text{Nm} \quad (\text{規格表から}) \quad (\text{p.6})$$

$$T_1 = 2,000\text{Nm} \text{ を得るための } F_{A'} \text{ 比例計算で算出します。}$$

$$F_{A'} = \frac{145,000 \cdot 2,000}{1,120} = 258,930\text{N}$$

$$F_o = 31,000\text{N} \quad (\text{規格表から}) \quad (\text{p.6})$$

$$F_A = F_{A'} + F_o = 258,930 + 31,000 = 289,930\text{N} \quad (\text{p.7})$$

290,000N の加圧力を得るためのボルト本数 z を算出します。

$$F_A = \sum F_v = z \cdot F_v$$

$$z = \frac{F_A}{F_v} = \frac{289,930}{36,900} = 7.86 \text{ 本で 8 本を選定}$$

$$d_{LN} = D + 10 + d_G = 79 + 10 + 10 = 99\text{mm} \quad (\text{p.9})$$

b) 伝達可能トルク T_1 の確認計算：

$$F_A = F_v \cdot z = 36,900 \cdot 8 = 295,200\text{N}$$

$$F_{A'} = F_A - F_o = 295,200 - 31,000 = 264,200\text{N}$$

$$F_{A'} = 145,000\text{N}, T_1 = 1,120\text{Nm} \quad (\text{規格表から}) \quad (\text{p.6})$$

$$F_{A'} = 264,200\text{N} \text{ のとき}$$

$$T_1 = \frac{1120 \cdot 264,200}{145,000} = 2,040\text{Nm}$$

c) 必要なハブの外径寸法 D_N の計算：

$$F_{A'} = 145,000\text{N} \text{ のとき } p = 100\text{N/mm}^2 \quad (\text{規格表から}) \quad (\text{p.6})$$

$$p = \frac{100 \cdot 264,200}{145,000} = 182.2\text{N/mm}^2$$

$$p' = p \cdot \frac{d}{D} = 182.2 \cdot \frac{70}{79} = 161.4\text{N/mm}^2 \quad (\text{p.12})$$

$$D_N \geq D \cdot \sqrt{\frac{R_{p0.2N} + C_3 \cdot p'}{R_{p0.2N} - C_3 \cdot p'}} + d_G \quad (\text{p.12})$$

$$\geq 79 \cdot \sqrt{\frac{220 + 0.8 \cdot 161.4}{220 - 0.8 \cdot 161.4}} + 10$$

$$\geq 165\text{mm}$$

d) 軸上の許容面圧の確認：

$$R_{p0.2w} > p \quad (\text{p.12})$$

$$350 > 182.2 \quad \dots \text{OK}$$

e) 加圧フランジの計算：

$$d_{LN} = 99\text{mm} \quad (\text{上記参照})$$

$$S_F = d_G (1.5 + a) \quad (\text{p.9})$$

$$a = \frac{8}{17} = 0.47 \quad (\text{p.9,11})$$

$$S_F = 10 (1.5 + 0.47) = 19.7\text{mm}$$

使用するボルト強度区分が 10.9 のため、フランジの必要降伏点は

$$R_{p0.2F} \geq 345\text{N/mm}^2 \quad (\text{p.9})$$

計算例 2.

計算例 1 においてハブの設計上の許容外径が 140mm にしか設定できない場合、ハブの強度を高めて解決します。

a) 必要なハブの降伏点 $R_{p0.2N}$ の計算：

$$R_{p0.2N} \geq C_3 \cdot p' \cdot \frac{\left(\frac{D_N - d_G}{D}\right)^2 + 1}{\left(\frac{D_N - d_G}{D}\right)^2 - 1} = \sigma_{tin} \quad (\text{p.12})$$

$$\sigma_{tin} = 0.8 \cdot 168 \cdot \frac{\left(\frac{140 - 10}{79}\right)^2 + 1}{\left(\frac{140 - 10}{79}\right)^2 - 1} = 280.3\text{N/mm}^2$$

$$R_{p0.2N} \geq 285\text{N/mm}^2$$

計算例 3.

計算例 1 において、ハブの降伏点と必要トルクは変更せずに、許容ハブ外径が 130mm にしか設定できない場合、シュパンリングの使用組数を増やして解決します。

a) 許容発生面圧 p の計算：

$$p'_{adm} = \frac{R_{p0.2N}}{C_3} \cdot \frac{(D_N - d_G)^2 - D^2}{(D_N - d_G)^2 + D^2} \quad (\text{p.12})$$

$$= \frac{220}{0.8} \cdot \frac{(130 - 10)^2 - 79^2}{(130 - 10)^2 + 79^2}$$

$$= 104.8\text{N/mm}^2$$

$$p_{adm} = p' \cdot \frac{D}{d} = 104.8 \cdot \frac{79}{70} \approx 118\text{N/mm}^2 \quad (\text{p.12})$$

b) RfN8006 の使用組数 n の選択：

$$p = 100\text{N/mm}^2 \text{ のとき } T_1 = 1,120\text{Nm} \quad (\text{p.6})$$

$$p = 118\text{N/mm}^2 \text{ のときは}$$

$$T_1 = \frac{1,120 \cdot 118}{100} = 1,321\text{Nm} < 2,000\text{Nm}$$

$$n = 2 \text{ 組を使用}$$

$$T_2 = T_1 \cdot 1.555 \quad (\text{p.7})$$

$$T_2 = 1,321 \cdot 1.555 = 2,054\text{Nm}$$

2,054 > 2,000 ; 2 組の RfN8006 で必要最大トルクを満足

c) 加圧力 F_A の補正：

$$p = 100\text{N/mm}^2 \text{ のとき } F_{A'} = 145,000\text{N} \quad (\text{p.6})$$

$$p = 118\text{N/mm}^2 \text{ のときは}$$

$$F_{A'} = \frac{145,000 \cdot 118}{100} = 171,100\text{N}$$

$$F_A = F_{A'} + F_o = 171,100 + 31,000 = 202,100\text{N} \quad (\text{p.7})$$

d) ボルト本数 z の補正：

$$F_A = \sum F_v = z \cdot F_v$$

$$z = \frac{F_A}{F_v} = \frac{202,100}{36,900} \approx 5.47 \dots 6 \text{ 本を選択}$$

理論的ボルト本数と選択本数の差が狭い範囲において締め付けトルク T_A の比例計算を許容します。

$F_{Aadm} = 202,100\text{N}$ を 5.47 本が理論的解で、推奨締め付けトルク $T_A = 69\text{Nm}$ (p.9) ですが、選択本数は 6 本の場合の補正締め付けトルク T_A を求めます。

$$T_A = \frac{69 \cdot 5.47}{6} \approx 63\text{Nm}$$

組み込みと分解

組み込み

シュパンリングによる軸とハブの締結能力は、有効な摩擦面における接触面圧と摩擦によって発揮しますので、接触面の清掃と正しいボルトの締め付けは非常に重要です。（下記の1項目）

1. ボルトのねじ部および頭部座面も含めすべての接触面を清掃しスピンドル油を薄く塗布します。

2. 下記手順で軸上にパーツをセットします。

a) ハブ

b) 図面で指示された順序に従ってシュパンリングの内外輪を挿入します。

c) 加圧フランジあるいはスリーブと加圧リングをセットします。

d) ボルトを軽くねじ込みます。

ねじ込む前にはオイルを塗布しますが決してモリコートの減摩剤を使用してはいけません。指で徐々にすべてのボルトを均等な高さにねじ込みます。決してスプリングワッシャーやギザ付ワッシャーを使用してはいけません。（高張力ボルトの場合それらのワッシャー類はボルトの緩みを誘発します。）

3. ボルトを軽く締め、ハブを所定の位置にセットします。（締めすぎますとハブは締結され移動しませんので再度緩めてから位置合わせしてください。）

4. ハブの位置決めが完了した後、トルクレンチを用いて対角的にボルトを指示されたトルク（TA）まで締めますが、一気にフルトルクまで締めないで、2～3回の段階的に分けて締め付けてください。

5. すべてのボルトがフルトルク（TA）で締まっているか時計回りでチェックしてください。

6. ギャップXの確認

加圧リングと相手ハブあるいは軸が接触していないか確認してください。締め付け完了後のギャップXは可能な限り全周に亘って均等であれば理想的です。

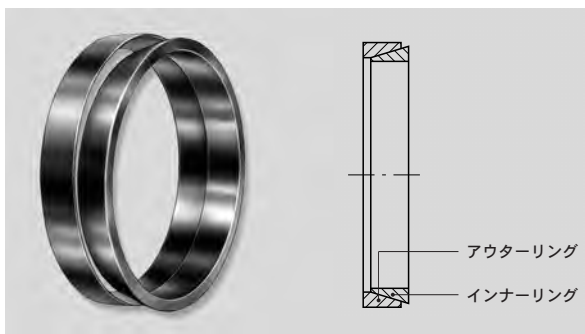


Fig.12・シュパンリング RfN8006 とその断面図

分解

シュパンリングのくさび角度は摩擦角より遙かに大きな角度を有し、また高弾性材のため、ボルトを緩めると自動的に弛緩します。もし自動的に弛緩しない場合は加圧フランジ（ボルトは抜き取らず緩めた段階）の端面を軽く銅ハンマーなどで叩きシュパンリングに振動を与えてください。プーリ抜きのような工具で強引に緩めると軸に損傷を与えますので使用しないで下さい。予想に反してシュパンリングが分解できないときは下の原因のいずれか、あるいは複合されたときに発生しますので、あらかじめ設計段階あるいは組み立て段階に原因を除去するようお奨めします。

1. シュパンリングの締結能力を超した外力が負荷されスリップし軸と内輪が焼き付いている。

2. 推奨値よりハメアイ公差がタイトで過大な面圧が一部に発生しその部分が塑性変形している可能性がある。

3. 軸・ハブ穴の表面粗さがラフで接触面が陥没している。

4. 組み付け前に各接触面の清掃が完璧でなくその汚れによる摩擦係数が過大になっている。（許容摩擦係数は $\mu \leq 0.15$ ）クローム鋼を使用されたとき、その表面に予測以上の摩擦係数が発生するときがある。

5. 周辺パーツの許容応力を超過した面圧設定での設計、あるいは締め付けを行った。シュパンリングの能力限界を超過して使用された。

6. 締め付けの不均一によって発生面圧が部分的に過大になった。

上記の原因は複合するときがあります。また各部位の発生面圧は相手接触部材の許容応力より低くなければなりません。シュパンリング RfN8006 を頻繁に取り付け取り外しされる場合は、必ず当社にご相談ください。

シュパンリングを使用した装置が輸出される場合は RING-FEDER 社が発行する取扱説明書（9 言語）をご要求ください。

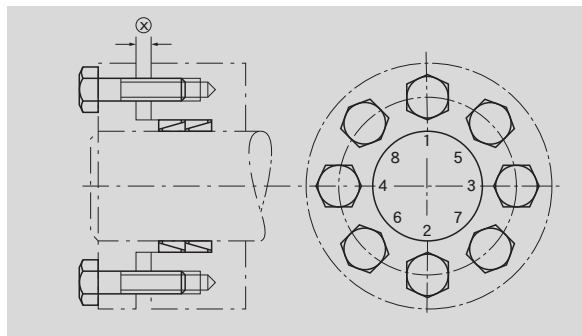


Fig.13・ボルトの締め付け順序とギャップX

設計上のヒント

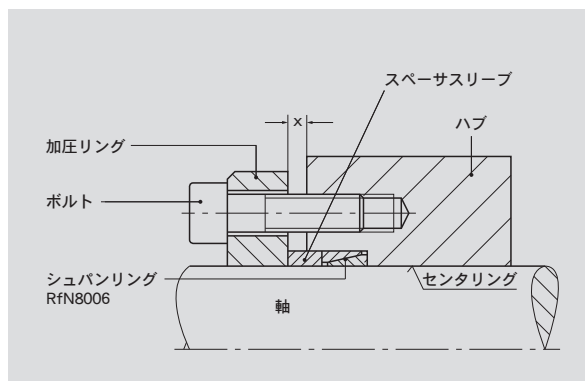


Fig.14
RINGFEDER シュパンリング RfN8006 をハブ側から締め付ける基本的構造

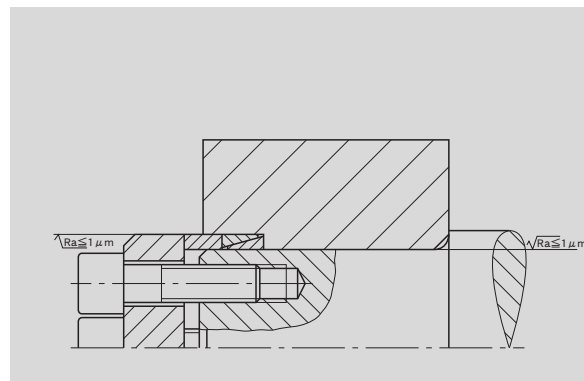


Fig.15
RINGFEDER シュパンリング RfN8006 を軸側から締め付ける
ハブは1組のシュパンリングで締結されています。

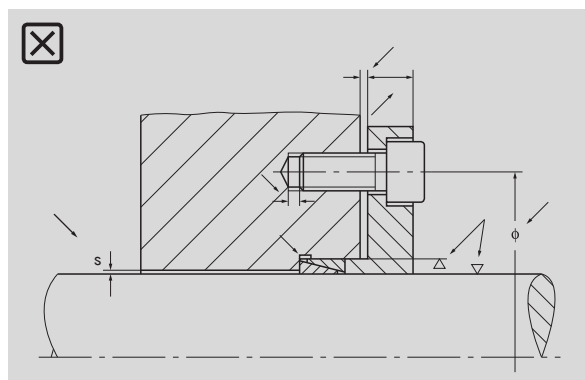


Fig.16
RINGFEDER シュパンリング RfN8006 をハブ側から締め付ける
矢印で指摘されている箇所が設計上の誤り

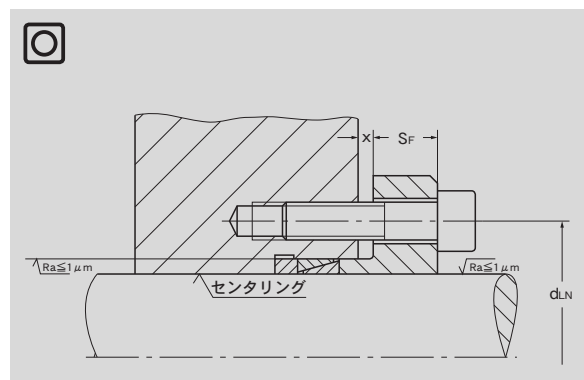


Fig.17
RINGFEDER シュパンリング RfN8006 をハブ側から締め付ける
この構造はもっとも一般的なもので失敗の少ない設計例

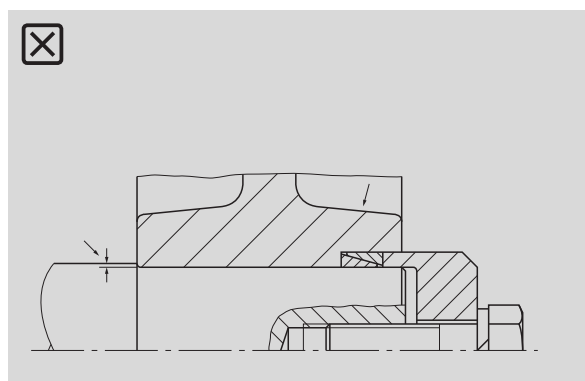


Fig.18
RINGFEDER シュパンリング RfN8006 を軸側から締め付ける
矢印で指摘されている箇所が設計上の誤り

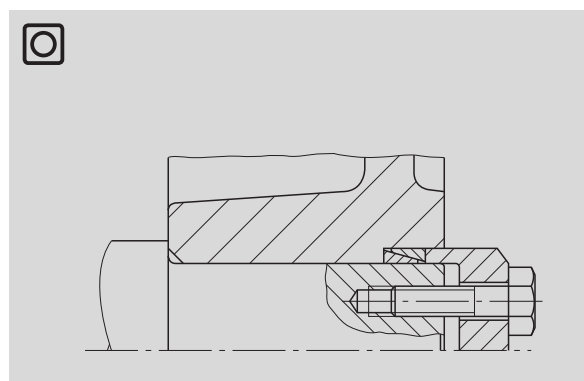


Fig.19
RINGFEDER シュパンリング RfN8006 を軸側から締め付ける
この構造はもっとも一般的なものので失敗の少ない設計例

設計上のヒント

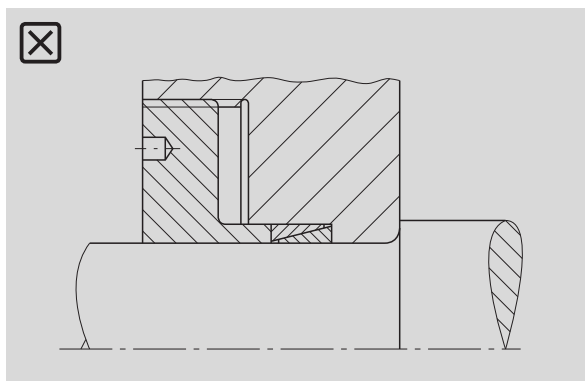


Fig.20

RINGFEDER シュパンリング RfN8006 をハブ側から締め付ける大きなねじ径を持つロックナットは当然大きな加圧力を発生させることができますが、同時締め付けトルクも過大になって扱いが大変難しくなります。従ってこのような構造はお奨めできません。

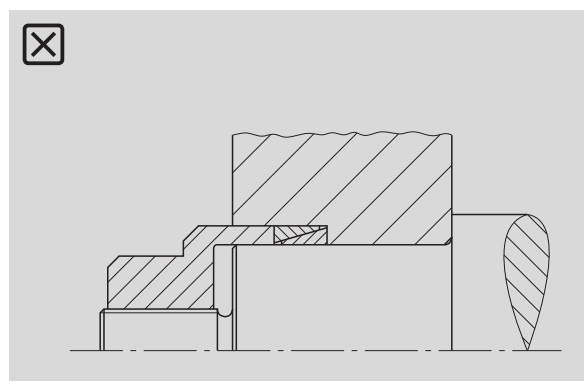


Fig.21

RINGFEDER シュパンリング RfN8006 を軸側から締め付けるシュパンリングよりねじ径が小さいナットの場合は、加圧力も小さく期待したトルクを得ることができません。

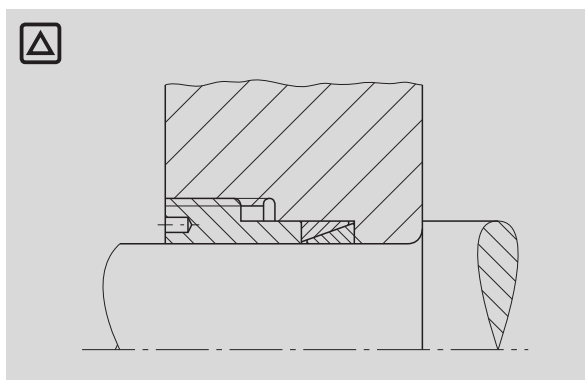


Fig.22

RINGFEDER シュパンリング RfN8006 をハブ側から締め付ける加圧力と締め付けトルクを考慮して、この構造の現実的なねじ径の限界は M33 ~ M36 が限界です。またロックナットは緩み防止を施す必要があるため、この設計方法を採用するときはご注意ください。

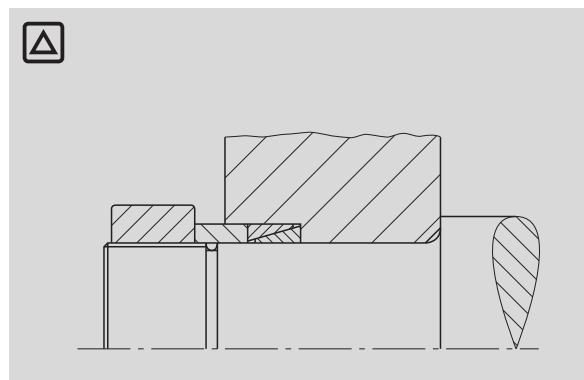


Fig.23

RINGFEDER シュパンリング RfN8006 を軸側から締め付けるシュパンリングと同等のねじ径を持つナットの場合は、ほぼ必要な加圧力を得ることができますが、大きな径になるほど締め付けトルクが過大になって組み立て難易度は高まります。この設計方法を採用するときはご注意ください。

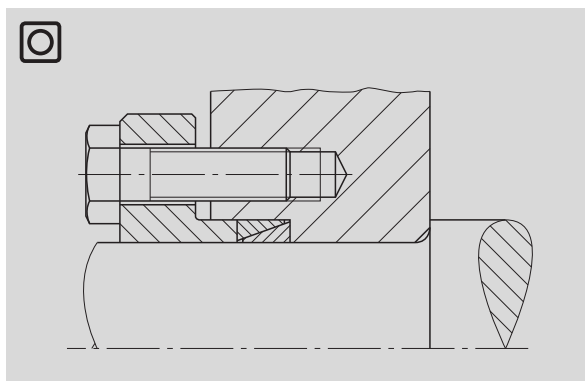


Fig.24

RINGFEDER シュパンリング RfN8006 をハブ側から締め付ける数本の細いねじ径の六角ボルトを加圧リングを介して締め付けますと応力も分散し理想的な締結が実行できます。また初期締め付け完了後に追加的外力を受けない限り、初期加圧力によって十分安全は保持します。

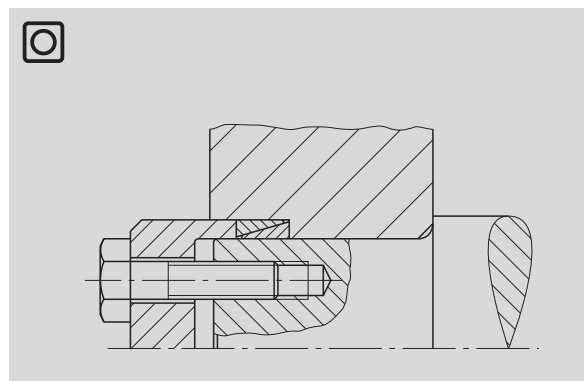


Fig.25

RINGFEDER シュパンリング RfN8006 を軸側から締め付ける可能な限りセンターナットの設計を回避し、軸端面から数本のボルトによってシュパンリングを加圧されることをお奨めします。その結果ボルトの締め付けトルクは低くなり作業性も向上します。

設計上のヒント

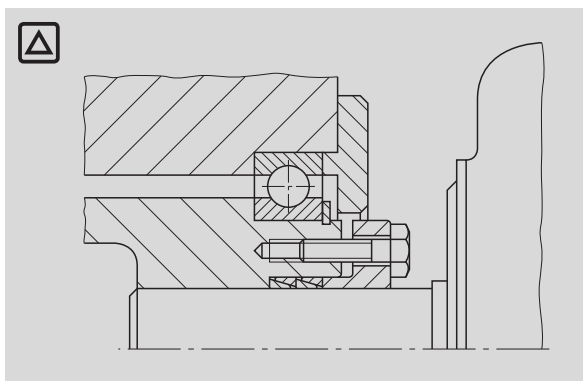


Fig.26

2組の RINGFEDER シュパンリング RfN8006 による中空軸の締結
シュパンリングの外輪が発生する面圧によって中空軸の外周は膨張し、ベアリングの初期クリアランスを小さくします。そのためベアリングにとって深刻な機能障害を与えることになるため、この構造はお奨めできません。もしこのメカニズムが回避できない場合は、この膨張量（径の変位量）を定量的に把握した上、中空軸の外径の公差を決定してください。

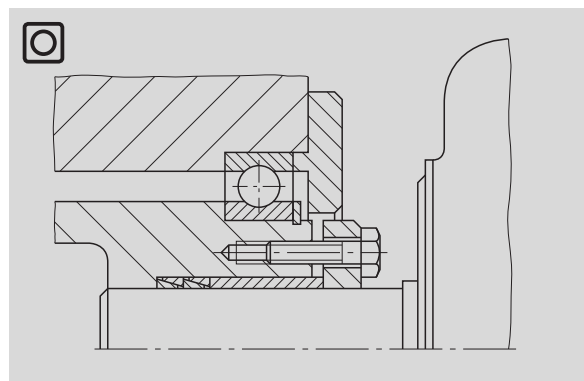


Fig.27

2組の RINGFEDER シュパンリング RfN8006 による中空軸の締結
ベアリングの直下にシュパンリングを配置せず可能な限り離れた位置にすることにより、ベアリングに対する影響を避けることができます。この構造は多くの実例に基づきます。

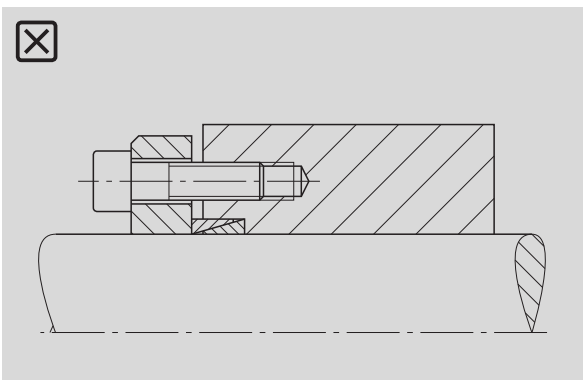


Fig.28

1組の RINGFEDER シュパンリング RfN8006 によるハブの締結
ハブ穴から外輪が露出しているため、シュパンリングは塑性変形し、計算通りの能力を発揮できません。

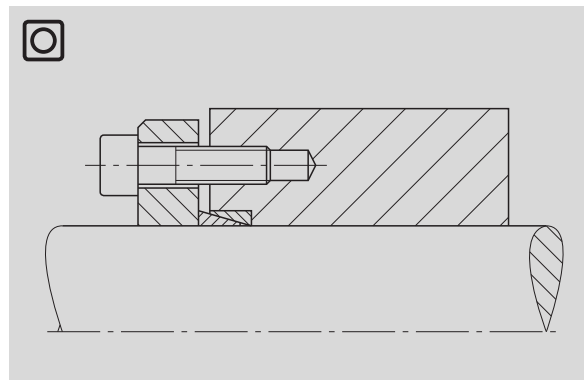


Fig.29

1組の RINGFEDER シュパンリング RfN8006 によるハブの締結
シュパンリングの内外輪とも相手軸・ハブ穴に接触していますので、加圧力は正當にラジアル力に転換されます。

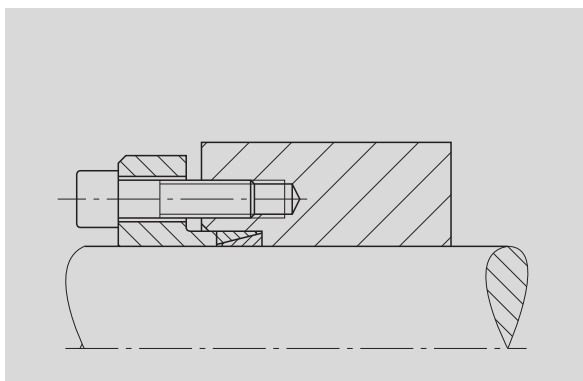


Fig.30

原則的にシュパンリング内外輪の配置順序は内輪を先にセットし、外輪を加圧するような順序で配置します。

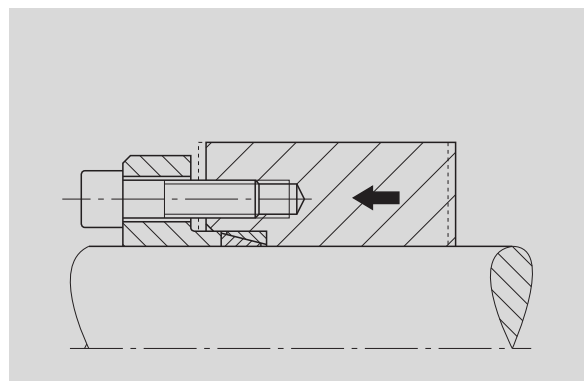


Fig.31

外輪を先にセットすると、摩擦ロスが低減するため伝達トルク・発生面圧は規格値の約20%増加します。しかし、締め付け途中においてハブがボルト側に引き寄せられ位置ずれが発生しますのでご注意ください。

設計上のヒント

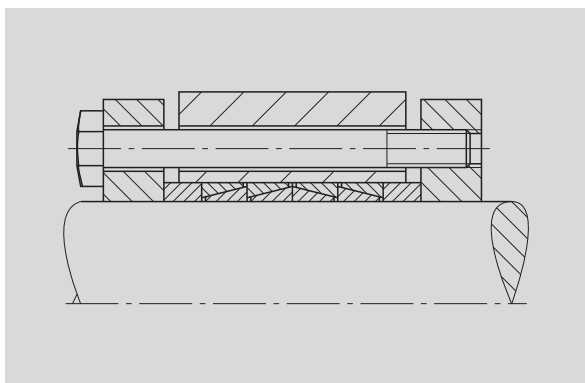


Fig.32

RINGFEDER シュパンリング RfN8006 を両側の加圧リングから締め付ける

4組のシュパンリングを配置し両側から同等の加圧を与えています。この構造の伝達可能トルクは1組のトルクに対して約300%となります。ハブ穴がストレートのため組み付け時にハブが片側の加圧リング接触しているときの伝達可能トルクは約200%になりますのでご注意ください。

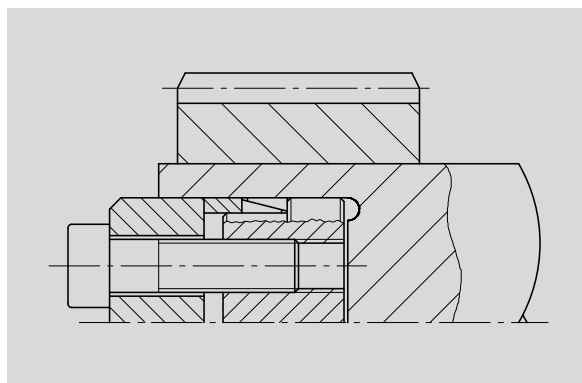


Fig.33

中空軸の内周より、シュパンリングの発生面圧を利用し、軸を放射方向に拡張させ、軸表面とハブとの間に面圧を発生させ、摩擦力により締結します。

このアプリケーションはハブの外径が小さく、肉厚の薄い場合に有効で、なおかつ高いセンタリング精度を発揮します。

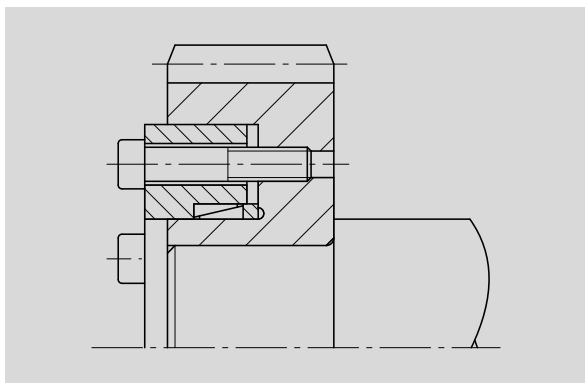


Fig.34

ハブの一部に薄肉部を設け、その外周より圧縮面圧を加圧し、軸-ハブ間に面圧を発生させ、摩擦力により締結します。

この場合、ハブの外周方向への応力が全く負荷されませんので、ギア歯面の拡張変形がありません。またベンディング荷重に対しても強く、高いセンタリング精度を発揮します。

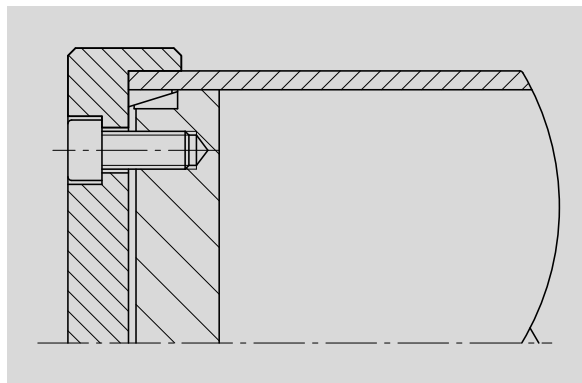


Fig.35

最も有効なチューブエンド処理の方法です。

従来の一般的なアプリケーションではチューブ肉厚により使用できない場合や、チューブ内圧によりシュパンリングへの影響が問題となりましたが、このアプリケーションではそれらの全ての問題を解決します。

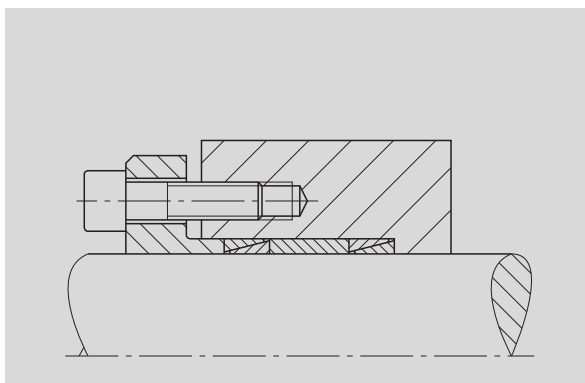


Fig.36

RINGFEDER シュパンリング RfN8006 をハブ側から締め付ける
ハブは2組のシュパンリングで締結され、面圧座を広げるために中間部にスペーサスリーブを配置しています。

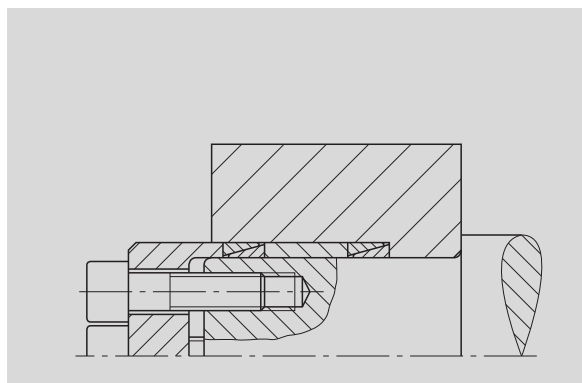


Fig.37

RINGFEDER シュパンリング RfN8006 を軸側から締め付ける
ハブは2組のシュパンリングで締結され、面圧座を広げるために中間部にスペーサスリーブを配置しています。

設計上のヒント

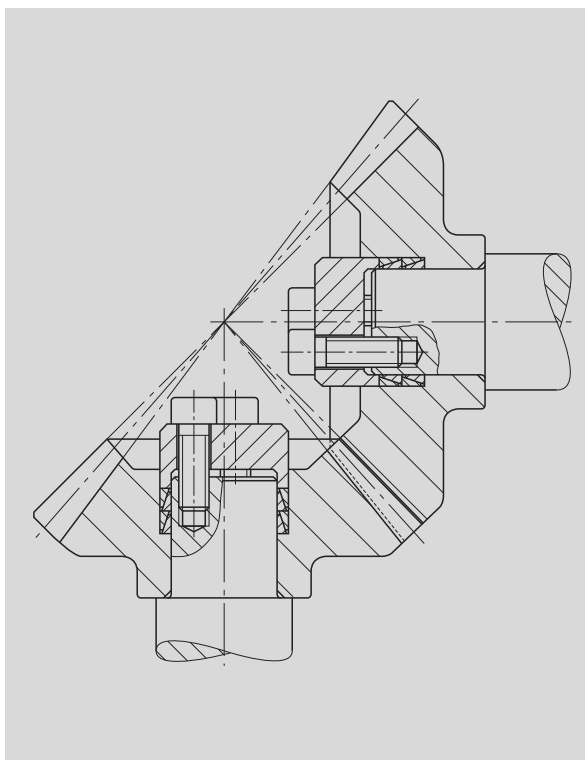


Fig.38
2組の RINGFEDER シュパンリング RfN8006 によるベベルギアの締結
この構造に限らず締め付け前にベベルギアの回転方向の位置決めが完璧に実行できます。

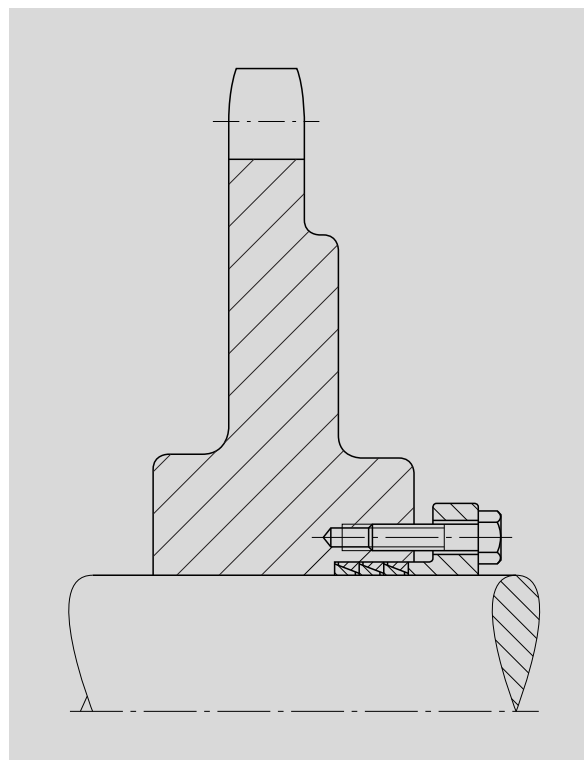


Fig.39
3組の RINGFEDER シュパンリング RfN8006 によるチェイン sprocket の締結
チェーンのテンションを何度でも調整できます。

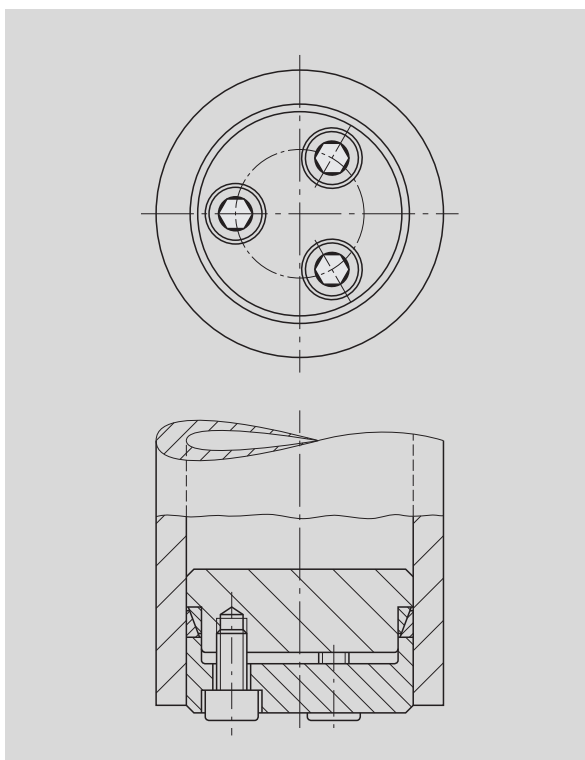


Fig.40
RINGFEDER シュパンリング RfN8006 によるチューブのシーリング
シュパンリング RfN8006 型は中空軸内圧のシールも可能です。

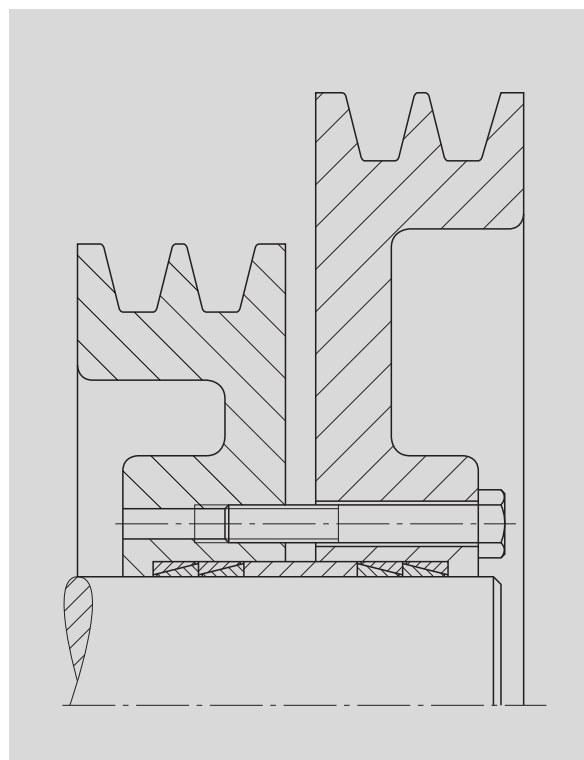


Fig.41
2組の RINGFEDER シュパンリング RfN8006 による2つのプーリーの締結
2つのプーリーを簡単な構造で同時締結しています。

設計上のヒント

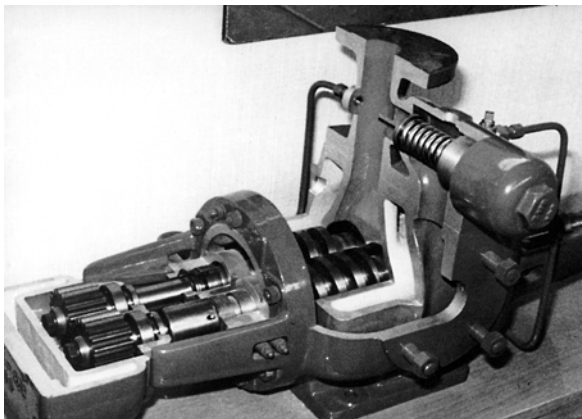


Fig.42
スクリュウポンプ
シュパンリング RfN8006 によってタイミングギアが締結されています。
Messrs. Joh. Heinr. Nornemann & Co., Obernkirchen

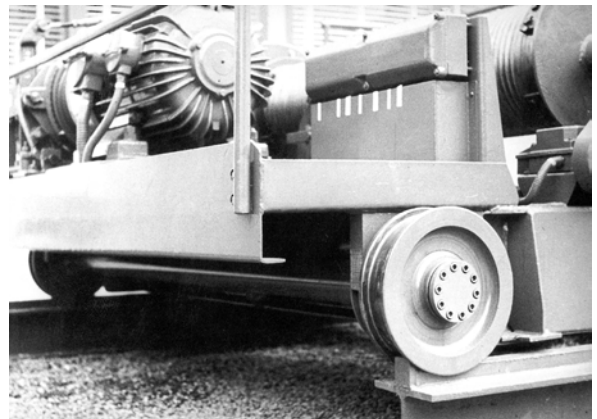


Fig.43
走行クレーン
シュパンリング RfN8006 によって車輪が締結されています。
Messrs. Krupp-ardelt, Wilhelmshaven

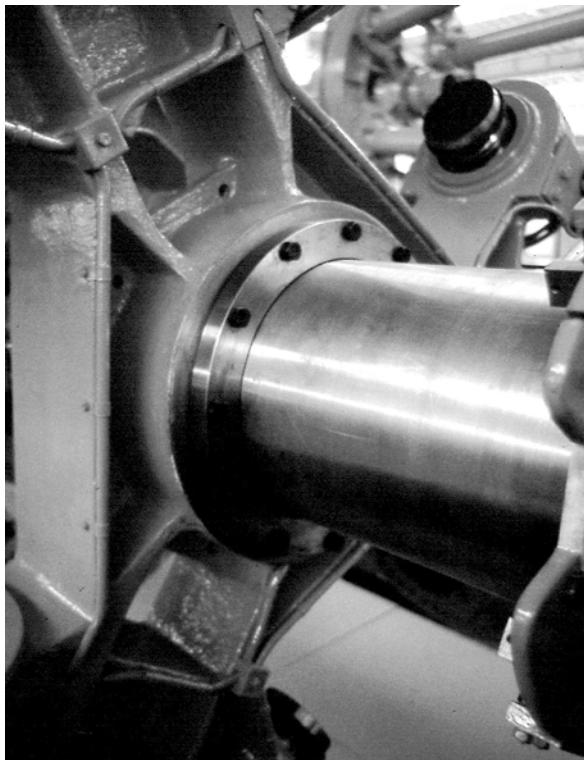


Fig.44
撚り線機
シュパンリング RfN8006 によって撚り子が締結されています。
Messrs. Stolberger Maschinen-u. Apparatebau GmbH, Stolberg

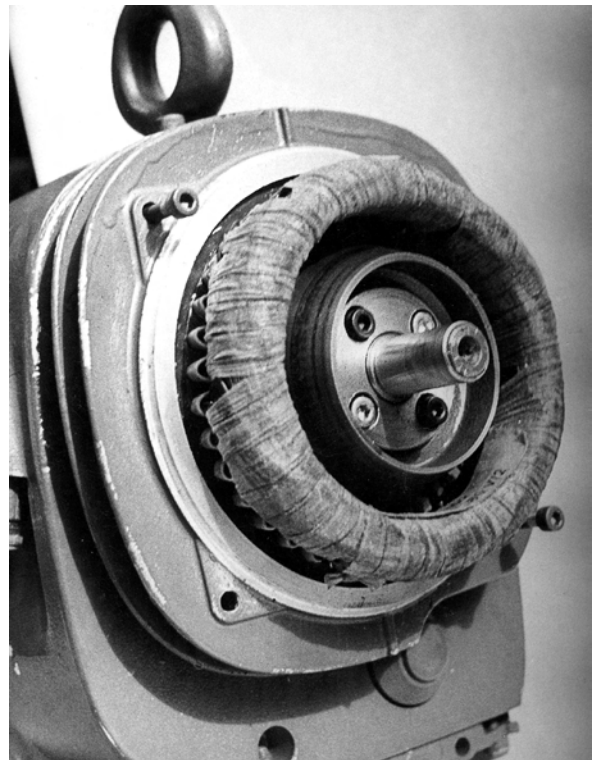


Fig.45
DEMAG 小型ホイスト
シュパンリング RfN8006 によってブレーキドラムが締結されています。
Messrs. DEMAG-Zug, Wetter/Ruhr

設計上のヒント

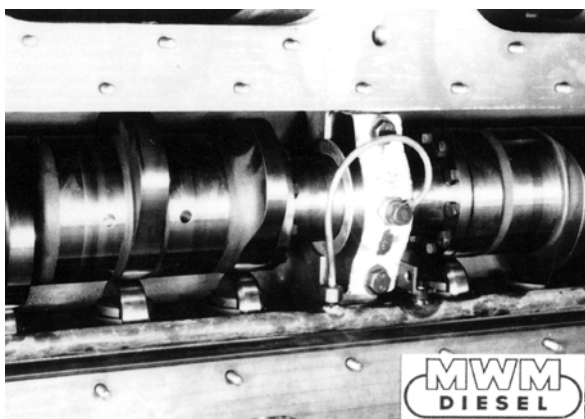


Fig.46
ディーゼルエンジン MWM
シュパンリング RfN8006 によってカムが締結されています。
Messrs. Motorenwerke Mannheim AG, works photograph

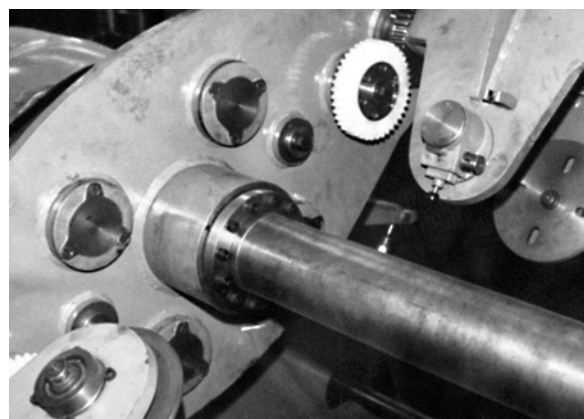


Fig.47
燃り線機
シュパンリング RfN8006 によって燃り子が締結されています。
Messrs. Salzgitter-Maschinen AG, works photograph

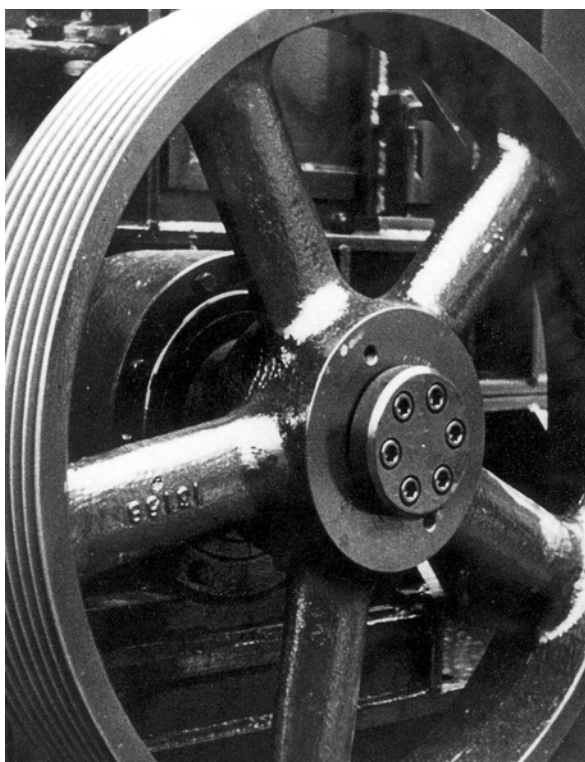


Fig.48
インパクトクラッシャー SHV/SHN
シュパンリング RfN8006 によって V-プーリが締結されています。
Messrs. kleemann, Stuttgart

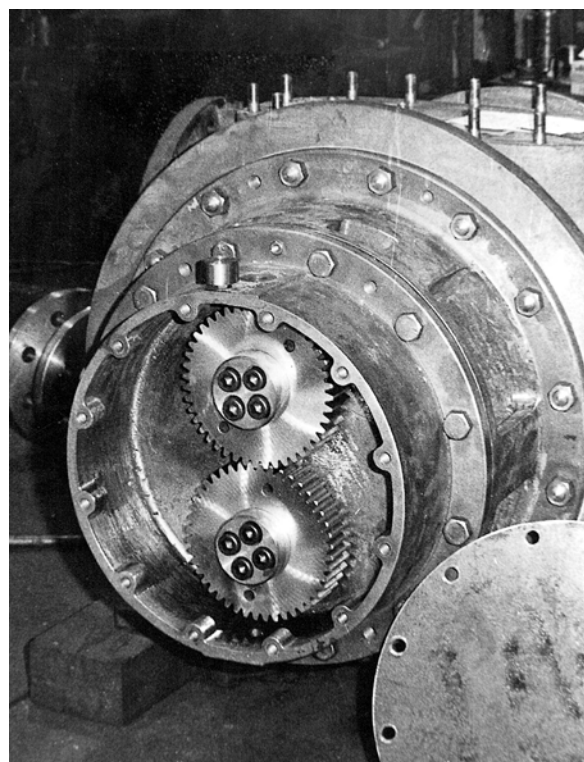


Fig.49
ポンプ
シュパンリング RfN8006 によってタイミングギアが締結されています。

設計上のヒント

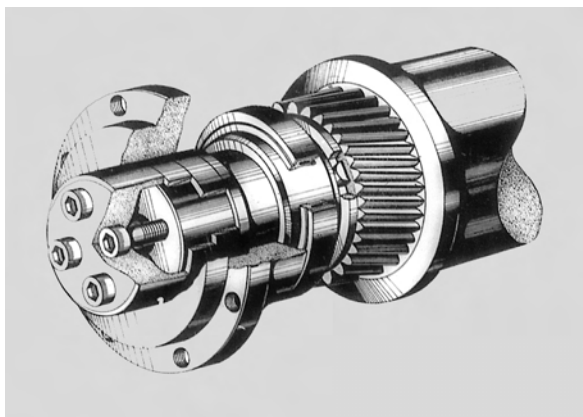


Fig.50
ディーゼルエンジン S12DA
2組のシュパンリング RfN8006 によってクランク軸の端部の振動抑制 V-プーリが締結されています。
Messrs. MAN-Buessing, Braunschweig

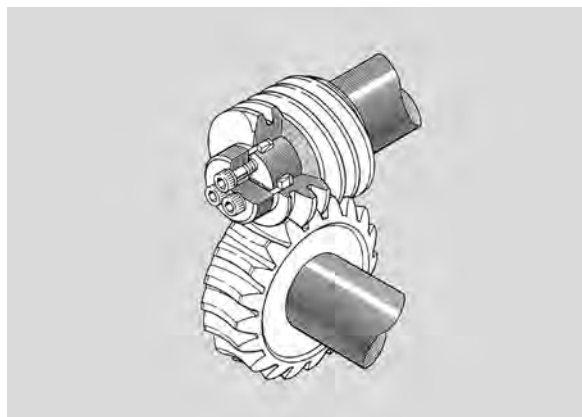


Fig.51
ウォームギア・ホイールと軸との締結
シュパンリングによる締結は、無段階の位置あわせが可能です。

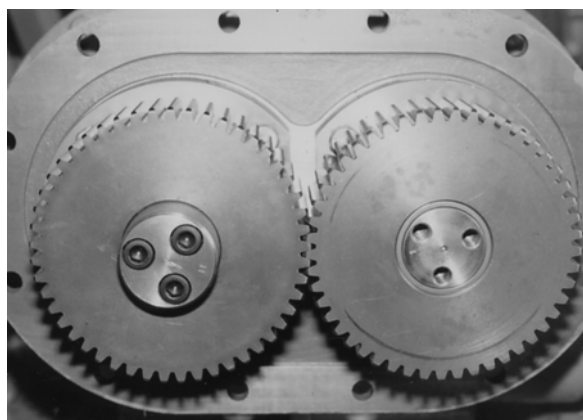


Fig.52
真空ポンプ
シュパンリング RfN8006 によってタイミングギアを締結しています。

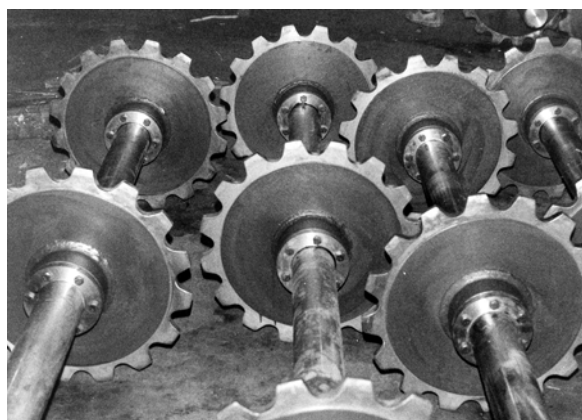


Fig.53
チェイン sprocket
シュパンリングでは、軸中間の固定も、キー加工なしに設計することができます。

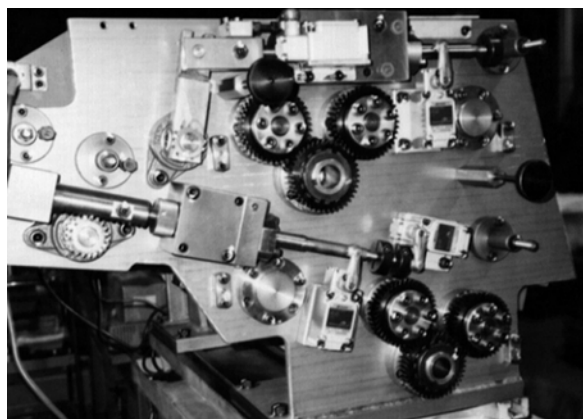


Fig.54
タイミングギア
シュパンリング RfN8006 によりタイミング合わせが容易に調整できます。



Fig.59
バケットホイールエキスカベータ
シュパンリング RfN8006 580x630 によって中空軸とジャーナル軸受が締結されています。
Messrs. Fried. Krupp GmbH, Rheinhausen

Allowances in μm ($1\ \mu\text{m} = 39.37\ \mu\text{in}$)

軸径 (mm)		d11		e8		e7		f8		f7		g6		h11		h9		h8		h7	
超え	まで	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限
3	6	-30	-105	-20	-38	-20	-32	-10	-28	-10	-22	-4	-12	0	-75	0	-30	0	-18	0	-12
6	10	-40	-130	-25	-47	-25	-40	-13	-35	-13	-28	-5	-14	0	-90	0	-36	0	-22	0	-15
10	18	-50	-160	-32	-59	-32	-50	-16	-43	-16	-34	-6	-17	0	-110	0	-43	0	-27	0	-18
18	30	-65	-195	-40	-73	-40	-61	-20	-53	-20	-41	-7	-20	0	-130	0	-52	0	-33	0	-21
30	50	-80	-240	-50	-89	-50	-75	-25	-64	-25	-50	-9	-25	0	-160	0	-62	0	-39	0	-25
50	80	-100	-290	-60	-106	-60	-90	-30	-76	-30	-60	-10	-29	0	-190	0	-74	0	-46	0	-30
80	120	-120	-340	-72	-126	-72	-107	-36	-90	-36	-71	-12	-34	0	-220	0	-87	0	-54	0	-35
120	180	-145	-395	-85	-148	-85	-125	-43	-106	-43	-83	-14	-39	0	-250	0	-100	0	-63	0	-40
180	250	-170	-460	-100	-172	-100	-146	-50	-122	-50	-96	-15	-44	0	-290	0	-115	0	-72	0	-46
250	315	-190	-510	-110	-191	-110	-162	-56	-137	-56	-108	-17	-49	0	-320	0	-130	0	-81	0	-52
315	400	-210	-570	-125	-214	-125	-182	-62	-151	-62	-119	-18	-54	0	-360	0	-140	0	-89	0	-57
400	500	-230	-630	-135	-232	-135	-198	-68	-165	-68	-131	-20	-60	0	-400	0	-155	0	-97	0	-63

軸径 (mm)	h6		h5		j6		k6		k5		m6		m5		n6		p6	
超え まで	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限
3 6	0	-8	0	-5	+7	-1	-	-	-	-	+12	+4	+9	+4	+16	+8	+20	+12
6 10	0	-9	0	-6	+7	-2	+10	+1	+7	+1	+15	+6	+12	+6	+1	+10	+24	+15
10 18	0	-11	0	-8	+8	-3	+12	+1	+9	+1	+18	+7	+15	+7	+23	+12	+29	+18
18 30	0	-13	0	-9	+9	-4	+15	+2	+11	+2	+21	+8	+17	+8	+28	+15	+35	+22
30 50	0	-16	0	-11	+11	-5	+18	+2	+13	+2	+25	+9	+20	+9	+33	+17	+42	+26
50 80	0	-19	0	-13	+12	-7	+21	+2	+15	+2	+30	+11	+24	+11	+39	+20	+51	+32
80 120	0	-22	0	-15	+13	-9	+25	+3	+18	+3	+35	+13	+28	+13	+45	+23	+59	+37
120 180	0	-25	0	-18	+14	-11	+28	+3	+21	+3	+40	+15	+33	+15	+52	+27	+68	+43
180 250	0	-29	0	-20	+16	-13	+33	+4	+24	+4	+46	+17	+37	+17	+60	+31	+79	+50
250 315	0	-32	0	-23	+16	-16	+36	+4	+27	+4	+52	+20	+43	+20	+66	+34	+88	+56
315 400	0	-36	0	-25	+18	-18	+40	+4	+2	+4	+57	+21	+46	+21	+73	+37	+98	+62
400 500	0	-40	0	-27	+20	-20	+45	+5	+32	+5	+63	+23	+50	+23	+80	+40	+108	+68

ハブ穴径 (mm)		D11		E8		E7		F8		F7		G7		H11		H9		H8		H7	
超え	まで	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限
3	6	+105	+30	+38	+20	+32	+20	+28	+10	+22	+10	+16	+4	+75	0	+30	0	+18	0	+12	0
6	10	+130	+40	+47	+25	+40	+25	+35	+13	+28	+13	+20	+5	+90	0	+36	0	+22	0	+15	0
10	18	+160	+50	+59	+32	+50	+32	+43	+16	+34	+16	+24	+6	+110	0	+43	0	+27	0	+18	0
18	30	+195	+65	+73	+40	+61	+40	+53	+20	+41	+20	+28	+7	+130	0	+52	0	+33	0	+21	0
30	50	+240	+80	+89	+50	+75	+50	+64	+25	+50	+25	+34	+9	+160	0	+62	0	+39	0	+25	0
50	80	+290	+100	+106	+60	+90	+60	+76	+30	+60	+30	+40	+10	+190	0	+74	0	+46	0	+30	0
80	120	+340	+120	+126	+72	+107	+72	+90	+36	+71	+36	+47	+12	+220	0	+87	0	+54	0	+35	0
120	180	+395	+145	+148	+85	+125	+85	+106	+43	+83	+43	+54	+14	+250	0	+100	0	+63	0	+40	0
180	250	+460	+170	+172	+100	+146	+100	+122	+50	+96	+50	+61	+15	+290	0	+115	0	+72	0	+46	0
250	315	+510	+190	+191	+110	+162	+110	+137	+56	+108	+56	+69	+17	+320	0	+130	0	+81	0	+52	0
315	400	+570	+210	+214	+125	+182	+125	+151	+62	+119	+62	+75	+18	+360	0	+140	0	+89	0	+57	0
400	500	+630	+230	+232	+135	+198	+135	+165	+68	+131	+68	+83	+20	+400	0	+155	0	+97	0	+63	0

ハブ穴径 (mm)	H6		J7		J6		K7		K6		M7		M6		N7		N6		P7	
超え まで	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限
3 6	+8	0	+5	-7	+4	-4	-	-	-	-	0	-12	-1	-9	-4	-16	-5	-13	-8	-20
6 10	+9	0	+8	-7	+5	-4	+5	-10	+2	-7	0	-15	-3	-12	-4	-19	-7	-16	-9	-24
10 18	+11	0	+10	-8	+6	-5	+6	-12	+2	-9	0	-18	-4	-15	-5	-23	-9	-20	-11	-29
18 30	+13	0	+12	-9	+8	-5	+6	-15	+2	-11	0	-21	-4	-17	-7	-28	-11	-24	-14	-35
30 50	+16	0	+14	-11	+10	-6	+7	-18	+3	-13	0	-25	-4	-20	-8	-33	-12	-28	-17	-42
50 80	+19	0	+18	-12	+13	-6	+9	-21	+4	-15	0	-30	-5	-24	-9	-39	-14	-33	-21	-51
80 120	+22	0	+22	-13	+16	-6	+10	-25	+4	-18	0	-35	-6	-28	-10	-45	-16	-38	-24	-59
120 180	+25	0	+26	-14	+18	-7	+12	-28	+4	-21	0	-40	-8	-33	-12	-52	-20	-45	-28	-68
180 250	+29	0	+30	-16	+22	-7	+13	-33	+5	-24	0	-46	-8	-37	-14	-60	-22	-51	-33	-79
250 315	+32	0	+36	-16	+25	-7	+16	-36	+5	-27	0	-52	-9	-41	-14	-66	-25	-57	-36	-88
315 400	+36	0	+39	-18	+29	-7	+17	-40	+7	-29	0	-57	-10	-46	-16	-73	-26	-62	-41	-98
400 500	+40	0	+43	-20	+33	-7	+18	-45	+8	-32	0	-63	-10	-50	-17	-80	-27	-67	-45	-108

ご設計の構想・図面の段階から竹田商事株式会社のエンジニアリングサービスをお申し付け下さい。専任の技術員が国内・海外で蓄積されたバックデータをもとに、設計、技術計算、適用工具の選定など、適切なアドバイスをさせていただきます。



Germanischer Lloyd



技術サポート

貴社名.....電話.....

部課名.....Fax.....

お名前.....e-mail.....

ご住所.....

.....

ご質問を電話、Fax、e-mail などでご連絡ください。最適な情報を可能な限り迅速にご提供いたします。

負荷条件

最大トルク Tg max = Nm

最大曲げモーメント Mg max = Nm

最大負荷スラスト力 Fg max = kN

最大ラジアル荷重 Fr max = kN

使用条件

軸径 d_w = mm中空軸の内径 d_B = mm

適合軸の回転数 n = rpm

適合ハブ外形寸法 D_N = mm

適合ハブの幅寸法 B = mm

適合ハブの降伏点 R_{p0.2N} = N/mm²適合軸の降伏点 R_{p0.2w} = N/mm²組み立て時の温度 t₁ = °C稼動時の軸の温度 t₂ = °C稼動時のハブの温度 t₃ = °C

質問または追加条件

.....

.....

.....

.....

竹田商事株式会社

大阪本社 TEL : 06-6441-1503

FAX : 06-6441-1916

東京営業所 TEL : 03-3815-6501

FAX : 03-3816-4522

名古屋営業所 TEL : 052-203-1103

FAX : 052-203-1104

<http://www.takeda-trade.co.jp>info@takeda-trade.co.jp

大阪 :0120-22-7012 東京 :0120-10-7012 名古屋 :0120-20-7012



リングフェダー社 シュパンリング・シリーズ

シュパンリング RfN 7012

シュパンリング RfN 7013

シュパンリング RfN 7014

シュパンリング RfN 7015

シュパンリング RfN 8006

シュパンリング RfN 7110

シュリンクディスク

RfN 4071 / 4091 / 4051 / 4073 / 4171

特注品

竹田商事株式会社 TAKEDA TRADE CO., LTD.

大阪本社 : 530-6106 大阪市北区中之島 3-3-23

TEL : 06-6441-1503

FAX : 06-6441-1916

東京営業所 : 113-0033 東京都文京区本郷 3-5-2

TEL : 03-3815-6501

FAX : 03-3816-4522

名古屋営業所 : 460-0008 名古屋市中区栄 1-22-16

TEL : 052-203-1103

FAX : 052-203-1104

<http://www.takeda-trade.co.jp>

info@takeda-trade.co.jp

各種 RINGFEDER 社製品カタログは CD-ROM にて配布しております。詳しくは
お問い合わせください。

(Windows・Macintosh ハイブリッド)



大阪 :0120-22-7012 東京 :0120-10-7012 名古屋 :0120-20-7012