

＜特集：メンテナンスフリーと空気圧機器＞

Y0304-15
0914-6253/03/ ¥500/論文/JCLS

ロータリアクチュエータの耐久性・保全性の動向

＝ハイロータの耐久性の向上と保全性＝

黒田精工(株) 石井 公男

はじめに

空気圧機器における駆動機器であるロータリアクチュエータは回転力の変換方法の種類により、①ペーン形、②ラックピニオン形、③レバー形、④スクリュウ形などが開発されさまざまな産業で使用されている。ペーン形は空気圧により直接回転往復運動を行う構造であるが、その他はシリンダのピストンを内臓し、往復運動をそれぞれの機構で回転運動に変換している。

今回はペーン形ロータリアクチュエータであるハイロータ（写真1）についての耐久性の向上と保全性について簡単に紹介する。

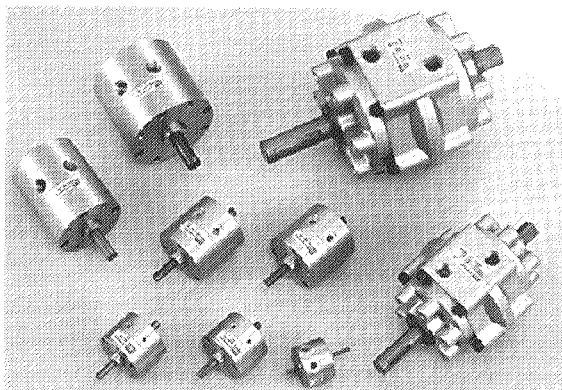


写真1 ハイロータPRNシリーズ

ハイロータは回転往復運動（揺動）をするもので、物体の移栽、反転、仕分け、クランプなどに、またロボットの先端部と多岐にわたり使用されている。

このハイロータは、円筒型のケース内部に出力軸となるシャフトと一体となったペーンに空気圧を加え直接回転往復運動を得る構造となっている。

ペーン形構造は、回転往復への変換機構がなく、直接回転力を取り出すため、たとえばラックピニオンなどに比べて構造が簡単で、コンパクトであり、効率が低い。

ハイロータにはシングルペーン形とダブルペーン形があり、ダブルペーン形はシングルペーン形に比べて同じ大きさで2倍の出力（トルク）を得ることができる。

また、出力（トルク）の大きさにより、機種を選定することができるなどの特徴を有している。

1. ハイロータの種類

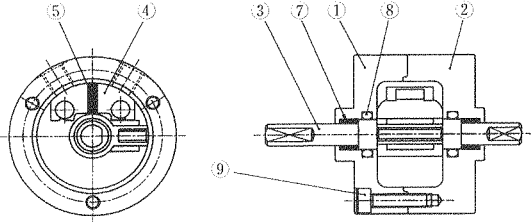
ハイロータは出力（トルク）の大きさにより9種類ありそれぞれシングルペーン、ダブルペーンを揃えている。第1表にそれぞれの実効トルクを示す。

第1表 実効出力 (単位：N・cm)

形式番号	供給圧力 (MPa)						
	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	
シングル ペーン	PRNA1S	4.9	7.6	10.1	12.9	15.6	18.5
	PRNA3S	10	16	24	31	38	45
	PRNA10S	35	56	75	98	120	139
	PRNA20S	59	95	133	170	210	249
	PRN30S	110	180	250	319	410	480
	PRN50S	125	259	369	479	590	700
	PRN150S	550	850	1150	1500	1800	2100
	PRN300S	1050	1660	2250	2850	3450	4050
	PRN800S	3780	5910	8100	10200	12300	14400
ダブル ペーン	PRNA1D	10.4	16.5	22.5	28.6	34.7	41.1
	PRNA3D	25	39	54	71	86	101
	PRNA10D	76	117	162	211	254	303
	PRNA20D	140	222	306	388	470	553
	PRN30D	270	440	660	770	950	1120
	PRN50D	330	579	829	1040	1280	1510
	PRN150D	1250	1900	2700	3500	4150	4800
	PRN300D	2550	3900	5400	6800	8300	9700
	PRN800D	7740	12000	16100	20600	24700	28800

2. 構造

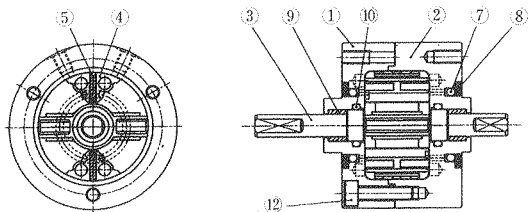
ハイロータには、シングルベーン (Sタイプ) とダブルベーン (Dタイプ) があり、構造を第1図および第2図に示す。



第1図 シングルベーン (Sタイプ) 構造

第2表 シングルベーン (Sタイプ) の部品名称

部番	部品名称	部番	部品名称
①	ボディ A	⑤	シューシール
②	ボディ B	⑦	軸受
③	ベーンシャフト	⑧	Oリング
④	シュー	⑨	取付ボルト



第2図 ダブルベーン (Dタイプ) 構造

第3表 シングルベーン (Sタイプ) の部品名称

部番	部品名称	部番	部品名称
①	ボディ A	⑦	Oリング
②	ボディ B	⑧	プレート
③	ベーンシャフト	⑨	軸受
④	シュー	⑩	Oリング
⑤	シューシール	⑫	取付ボルト

このように2分割されたボディ、受圧部となるベーンシャフト、ストッパとなるシュー、ベーンシャフトにはベーンシールが一体にモールドされ、シューにはシューシールが装着されている。特に摺動部のベーンシールは独自のシール構造を採用して摺動抵抗を少なくしている。

2. 耐久性の向上

(1) ハイロータの耐久性

ハイロータの耐久性は他の空気圧機器と同様に使用環境、使用条件に大きく左右されるため一概には述べるのが難しいが、耐久性に影響を及ぼす項目としては以下である。

① 空気の内部漏れ

この内部漏れは摺動部にゴムを使用しているのでその摩耗によりシール力の低下が発生し内部漏れが多くなる。この内部漏れが多くなるとハイロータ内部の圧力が低くなり (圧力降下) 作動不良の原因となる。

② 作動圧力

摺動部の潤滑にグリースを使用しており、その潤滑が不足してくると、摺動抵抗が大きくなり最低作動圧力が上昇する。この最低作動圧力が高くなると出力の低下となり、作動不良などの原因となる。

③ 揺動角度

揺動端でのストッパはベーンとシューによりして機能している。この揺動角度が大きくなるとベーン、シューの異常摩耗破壊などが考えられる。この揺動角度が大きくなると、ハイロータの破壊、使用上の不具合など大きな問題となる。

以上のような内容にて、開発時の耐久試験ではこの項目をチェックしている。

(2) PRNA シリーズの耐久性の向上

① シールゴム材質にH-NBR (水素添加ニトリルゴム) を採用して、耐摩耗性を向上。

② 特殊グリースを採用して潤滑特性を向上

③ ベーン、シューにエンジニアリングプラスチックを採用。耐摩耗、強度を確保。

以上のような対応を行い、性能、耐久性の向上を実現した。

(3) ハイロータの寿命

空気圧機器における寿命の判断は非常にむずかしい点がある。これは使用者側では不具合の現象が発生した時、たとえばエア漏れが発生して作動不良という現象が出た時に始めて寿命と判断されるので寿命については使用者により大きく異なると考えられる。ハイロータの場合も同様であるが、社内規格を制定して評価を行っている。耐久性の評価項目として前記(1)項の項目をチェックすることとしている。

PRNA シリーズではシングルベーンタイプ (Sタイプ: 270° 揺動仕様) で500万回、ダブルベーン (Dタイプ: 90° 揺動仕様) で800万回の作動でも内部漏

れ量はほとんど変化がなく、全く問題は発生しないことを確認している（弊社社内試験）。

今回採用したH-NBR（水素添加ニトリルゴム）は自動車産業では非常に多く使用されており、耐熱性、耐摩耗性に優れたNBR（ニトリルゴム）である。近年、さまざまな産業に広がってきている。

(4) その他耐久性向上の方法

ーハイドロクッションの使用

このハイドロクッションは油圧を利用し、揺動端の衝撃を緩和するクッション装置であり、ハイロータ専用のコンパクトな油圧式ショックアブソーバである。

揺動端での衝撃が大きいとシャフト折れなどの不具合が生じ、耐久性が落ちるのでこのハイドロクッションを使用して耐久性を向上させることができる。

なお、ハイドロクッションはストッパとしては使用できないので、ストッパが必要な場合には別に外部ストッパが必要になる。

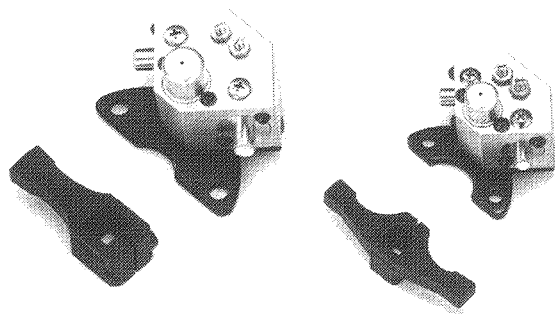


写真2 ハイドロクッション

3. 保全性について

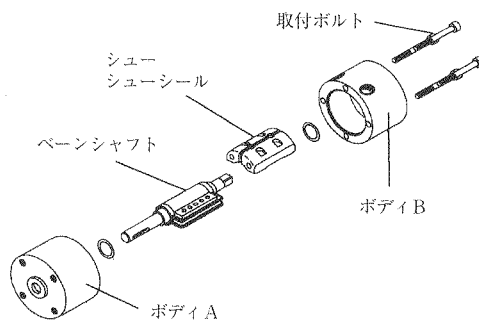
(1) ハイロータのメンテナンス

このハイロータは無給油使用を可能にしている。もちろん給油使用も可能であるが、給油した場合には給油を継続することが必要で、給油が切れるとハイロータ内部の潤滑油が洗い流されパッキンの異常摩耗が生じる危険性がある。したがって、給油する場合にはオイルの油の管理を日頃より行う必要がある。なお、使用する潤滑油は、必ずタービン油（ISOVG32）を使用すること。マシン油やスピンドル油は絶対に使用しないこと。ゴムを膨潤させ作動不良を引き起こすので注意する必要がある。

(2) ベーンシャフト、シューの交換

ハイロータは非常に簡単な構造であり、ベーンシャフト、シューの交換が簡単に行える。

取り付けボルトを外し、ボディA、Bを分解するとベーンシャフトおよびシューが出てくるので部品の異常の有無を確認して交換の必要な部品を交換して取り付けボルトを締め付けるだけである。この時摺動部には添付されたグリースまたは、リチウム石けん基グリースを塗ることを忘れないことが重要である。



第3図 ハイロータの分解

(3) 保全管理

装置を順調に効率よく生産を継続するため、保全管理は重要となる。ここではハイロータだけではなく、空気圧機器全般の保全について述べる。なぜなら、空気圧機器全般を保守管理することで、ハイロータを含む機器のトラブルを未然に防止して機器（ハイロータ）の寿命を延ばすことができるからである。

① 日常の保守

日常の保守、点検は空気圧機器を使用するときにもどうしても必要となってくる。おもにドレン管理と潤滑管理である。ドレン抜きは装置の稼動直前に行う。なお、夜間0℃以下になる場合は、ドレン抜きのバルブを作業終了時にあけておく。

潤滑油管理では滴下量は最適か、変色やゴミ、水の混入がないかなどの確認が必要である。

② 機器の空気漏れ

ハイロータでは内部漏れと外部漏れがある。内部漏れはベーン部より加圧ポートから反対のポートに漏れることである。この内部漏れは非加圧ポートの配管を外すことにより漏れを確認できる。

外部漏れはOリング部より加圧ポートから外部の環境に漏れることである。この点検は作業終了時、機械停止によって、工場内の騒音がなくなり、空気漏れを音で確認できる状態で行うのがよい。

③ 予防保全（計画保全）

予防保全とは使用中での故障を未然に防止し、使用可能状態に維持するために計画的に行なう保全である。近年では、故障による時間的ロスが問題となるケースが多く、この予防保全が注目されてきている。

装置の故障や寿命は使用条件、管理状態によって大きく影響を受ける。したがって、日常の整備や装置の管理は重要となる。

(1) 機器の再始動について

ハイロータのメンテナンス後の再始動は、場合によっては大きな事故をとまうこともあるので細心の注意が必要である。

- ① 継手をねじ込むときには、シール材が混入しないように注意する。また、配管時は、エアフラッシングを必ず行い、塵埃、切粉などを吹き飛ばしておくことが重要で、これらがハイロータ内部に入り込むと作動不良、漏れ不良などの原因となる。
- ② 再始動する場合には、周辺の安全を確かめて行うこと。また、ハイロータは最初スピードコントローラで速度を十分に遅くしておき、電磁弁のマニュアル操作で状況を確認し、問題がなければ、

スピードコントローラのニードルを開けて所定の速度に設定する。

おわりに

空気圧機器は、あらゆる産業に使用されており、その顧客ニーズは多種多様にわたっている。そのような中で、空気圧機器にも耐久性の向上、メンテナンスフリー、信頼性の向上などが求められてきている。

しかしながら、コストも重要となっている。

また、リサイクルなど、環境問題にも取り組んでいく必要があり、扱いやすい商品が必要である。このような問題を解決しながら、顧客満足度を向上させ、今後の発展につなげていかなければならないであろう。

【筆者紹介】

石井公男

黒田精工(株) 旭工場 技術課 副課長
〒289-2505 千葉県旭市鎌数10243
TEL：0479-62-3211 FAX：0479-64-1198
E-mail：kimio_ishii@kuroda-precision.co.jp

展示会
製品パンフレット
ビデオ制作
CD-ROM制作
求人パンフレット
各種リサーチ

→

企業のひらめきを実行に移します

NTR 日工・テクノリサーチ 3-5-7 HIGASHI-NIHONBASHI CHUO-KU TOKYO ☎03(3808)1015