

真空用機器 機種選定方法

1 真空吸着方式の特長 P.12

2 真空パッドの選定方法 P.12

- 真空パッドの選定手順
- 真空パッド選定の際のポイント
 - A. 真空パッドにかかるせん断力とモーメント
 - B. 理論リフト力
- リフト力と真空パッド径の求め方
- 真空パッドの形状
- 真空パッドの材質
- ゴム材質と特性
- バッフアの有無
- ワークに応じた対応例
- 真空パッドの耐久性

3 真空エジェクタ・真空切換弁の選定方法 P.19

4 ワーク吸着時の漏れ量の求め方 P.19

- ワークのコンダクタンスがわかる場合の、漏れ量の求め方
- 吸着テストによる漏れ量の求め方

5 吸着応答時間の求め方 P.19

6 真空用機器選定上の注意事項と当社からの提案 P.22

- 安全対策
- 真空用機器選定上のご注意
- 真空エジェクタ、ポンプと真空パッドの個数
- 真空エジェクタ選定、使用上のご注意
- 真空エジェクタの供給圧力
- 真空発生のタイミングと吸着確認
 - A. 真空を発生させるタイミング
 - B. 吸着確認について
 - C. 真空圧力スイッチの設定圧力
- 真空機器におけるダスト処理

7 資料 P.27

- 真空用機器用語
- 真空吸着システムにおける問題点の対応策(トラブルシューティング)
- 不適合事例
- 真空パッドの交換時期について

1 真空吸着方式の特長

ワークを把持する方法としての真空吸着システムには、以下のような特長があります。

- 機械式チャック等に比較し、稼働部が少なく構造が簡単。
- 吸着可能な面があればどんな形状にも対応。
- 正確な位置決めは不要。
- 柔らかい、変形し易いワークにも容易に対応可能。

ただし、以下につきましては注意が必要です。

- 搬送条件(加速度、振動、衝撃)による落下に対する注意が必要。
- ワーク周辺の液体/粉体を吸い込み配管が目詰まりすることがある。
- 重量物を搬送するにはパッドの配置に注意が必要。
- 使用環境/条件によっては真空パッド(ゴム)の劣化に対する注意が必要。
- 製品寿命(交換時期)は、お客様の使用条件により異なり、事前に推定できない。

また、選定に当たっては実機による吸着確認(テスト)を実施していただくことをおすすめします。

上記特長ならびに注意点を十分に理解し、定期的なメンテナンスの実施、使用条件に応じた対策をお願いします。

2 真空パッドの選定方法

真空パッドの選定手順

- 1) ワークのバランスを十分に考慮し、吸着位置とパッドの個数および使用可能なパッド径(または、パッドの面積)を明確にします。
※ワーク質量から選定しますと、条件(ワークバランス、搬送加速度、搬送時のワークに対する圧力、摩擦力等)によっては、ワークが吸着できない、ワークを落下させる等が発生する場合があります。
- 2) 明確にした吸着面積(パッドの面積×個数)と真空圧力から理論リフト力を求め、実際の吊り上げ方や移動条件に安全率を考慮したリフト力を求めます。
※計算値は目安(参考値)とし、必要に応じて実際に吸着試験を行って、確認してください。
- 3) ワークの質量とリフト力を比較し、『リフト力>ワーク質量』であるために必要かつ十分なパッド径(パッド面積)、吸着位置(ワークのバランス)を決定します。
- 4) 使用環境やワークの形状・材質から、パッドの形状と材質、パツファの有無を決定してください。
- 5) 本製品は、真空保持を行えるように設計しておりません。
- 6) 実機にて吸着テスト(確認)を行い、使用可否の判断を行ってください。

上記の手順は、一般的な真空パッドにおける選定手順を示していますので、すべてに適用されるものではありません。最終的には、お客様の責任においてテストを行い、その結果に基づいて吸着条件、使用パッドを決定してください。

真空パッド選定の際のポイント

A. 真空パッドにかかるせん断力とモーメント

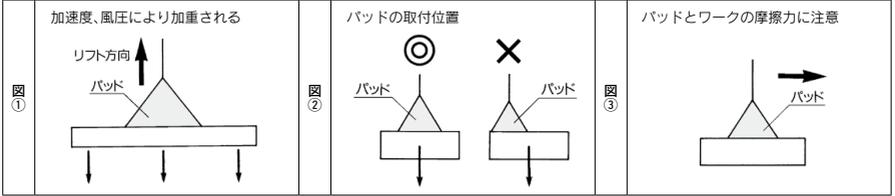
- a) 真空パッドは、せん断力(吸着面と並行方向の力)とモーメントに弱いです。
- b) ワークの重心位置を考慮し、真空パッドにかかるモーメントを最小にしてください。
- c) 移動時の加速度はできるだけ小さくするとともに、風圧や衝撃についても考慮する必要があります。
移動時の加速度をやわらげる方策を導入すれば、ワークの落下を防止でき安全性が向上します。
- d) 真空パッドでワークの垂直方向の面を吸着して吊上げること(垂直吊上げ)は避けてください。
やむを得ない場合は、十分な安全率を見ることが必要です。

リフト力、モーメント、水平力

(図①参照) 上方にリフトする場合は、ワークの質量だけでなく加速度、風圧、衝撃等を考慮してください。

(図②参照) パッドはモーメントに弱いため、ワークのモーメントが発生しない取付けにしてください。

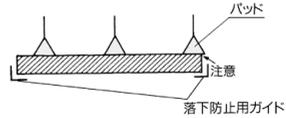
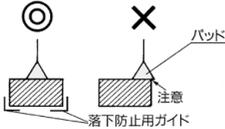
(図③参照) 水平吊上げ作業の場合も、横方向へ移動する際、加速度の大きさや、パッドとワーク間の摩擦係数の大きさによっては、ワークのズレを生じます。横移動の加速度は低くおさえてください。



パッドとワークのバランス

1) パッドの吸着面積は、ワークの表面より大きくしないでください。真空漏れが発生し、吸着が不安定になります。

2) 面積の広い板状のものを複数個のパッドで搬送する場合は、バランス良くパッドを配置してください。特に周辺部は、はずれやすいので位置決めを行ってください。



また、必要に応じて、ワークの落下を防ぐために補助具(例：落下防止用ガイド)を設置してください。

※落下防止用ガイドは、ワークに負荷を与えない(ワークを押上げない)ように設置してください。負荷を与えますと、落下防止用ガイドを外した際にパッドに負荷がかかるため、ワークが落下する場合があります。

3) 吸着バランスにより一定の個所に負荷が増大する場合があるので、考慮してください。

梁の公式例(参考)

荷重・形状条件			
公式 (反力R 全荷重W)	$RA=RB=P/2$ $W=P$	$RA=Pb/L$ $RB=Pa/L$ $W=P$	$RA=RC=5Pb/16$ $RB=11P/8$

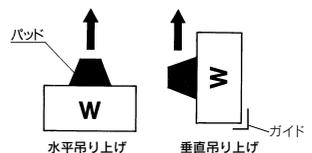
取付姿勢

水平吊上げを基本とします。

斜め吸着、垂直吸着、固定用吸着(ワーク負荷をパッドで受ける)等は極力行わないでください。

やむを得ない場合は、ガイドおよび十分な安全率を見ることが必要です。

また、真空パッドは、ワークに対し上方からの吸着搬送を想定して設計されていますので、下方からの吸着、他部材で位置決めを行いパッドでワークを固定する等を行う場合は、実機にて吸着テスト(確認)を行い、使用可否の判断を行ってください。



B. 理論リフト力

- 理論リフト力は、真空圧力と真空パッドの接触面積で決まります。
- 理論リフト力は、静的条件における数値ですので、実際に使用する場合は使用状態に応じた安全率を見込む必要があります。
- 真空圧力は、「高ければ良い」ということではありません。真空圧力が高いと逆に不都合が生じる場合があります。
 - ・ 真空圧力を必要以上に高くすると、パッドの摩耗量の増加や亀裂の発生、パッドとワークの貼付き、パッドの貼付き（ベロウパッド）が起こりやすくなり、パッドの寿命が短くなります。
 - ・ 真空圧力を2倍にすると理論リフト力も2倍になりますが、パッド径を2倍にすると理論リフト力は4倍になります。
 - ・ 真空圧力（設定圧力）が高いと、応答時間が長くなるだけでなく、真空発生に必要なエネルギーも増大します。

例) 理論リフト力=圧力×面積

パッド径	面積 (cm ²)	2倍	
		真空圧力 [-40kPa]	真空圧力 [-80kPa]
φ20	3.14	理論リフト力 12N	理論リフト力 25N
φ40	12.56	理論リフト力 50N	理論リフト力 100N

4倍

リフト力と真空パッド径の求め方

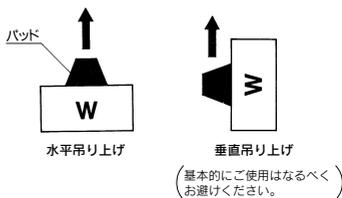
- 真空圧力は、吸着後の安定した圧力以下に設定します。
ただし、ワークに通気性がある場合や、ワークの表面が粗い場合には大気を吸込むため、真空圧力が低下することを考慮する必要があります。この場合は、吸着テストによる吸着時到達真空圧力を確認することが必要です。
- エジェクタを使用する場合の真空圧力は、-40~-60kPa程度を目安とします。

パッドのリフト力は、計算式および理論リフト力表から求めることができます。

計算式による方法

$$W = P \times S \times 0.1 \times \frac{1}{t}$$

W : リフト力 (N)
 P : 真空圧力 (kPa)
 S : パッドの面積 (cm²)
 t : 安全率 水平吊り上げ: 4以上
 垂直吊り上げ: 8以上



理論リフト力表による方法

パッド径、真空圧力より安全率を含まない理論リフト力を求めます。
 次に、理論リフト力を安全率tで割り、リフト力を求めます。

$$\text{リフト力} = \text{理論リフト力} \div t$$

理論リフト力表 (理論リフト力 = P × S × 0.1)

パッドサイズ (φ1.5~φ50)

単位: N

パッドサイズ (mm)	φ1.5	φ2	φ3.5	φ4	φ6	φ8	φ10	φ13	φ16	φ20	φ25	φ32	φ40	φ50
S/パッドサイズの面積 cm ²	0.02	0.03	0.10	0.13	0.28	0.50	0.79	1.33	2.01	3.14	4.91	8.04	12.6	19.6
真空圧力 kPa	-85	0.15	0.27	0.82	1.07	2.40	4.2	6.6	11	17	26	41	68	106
	-80	0.14	0.25	0.77	1.00	2.26	4.0	6.2	10	16	25	39	64	100
	-75	0.13	0.24	0.72	0.94	2.12	3.7	5.8	10	15	23	36	60	94
	-70	0.12	0.22	0.67	0.88	1.98	3.5	5.5	9.3	14	22	34	56	87
	-65	0.11	0.20	0.63	0.82	1.84	3.2	5.1	8.6	13	20	31	52	81
	-60	0.11	0.19	0.58	0.75	1.70	3.0	4.7	8.0	12	18	29	48	75
	-55	0.10	0.17	0.53	0.69	1.55	2.7	4.3	7.3	11	17	27	44	69
	-50	0.09	0.16	0.48	0.63	1.41	2.5	3.9	6.7	10	15	24	40	62
	-45	0.08	0.14	0.43	0.57	1.27	2.2	3.5	6.0	9.0	14	22	36	56
	-40	0.07	0.13	0.38	0.50	1.13	2.0	3.1	5.3	8.0	12	19	32	50

パッドサイズ(φ63~φ340)

単位：N

パッドサイズ(mm)	φ63	φ80	φ100	φ125	φ150	φ200	φ250	φ300	φ340	
S/パッドサイズの面積cm ²	31.2	50.2	78.5	122.7	176.6	314.0	490.6	706.5	907.5	
真空圧力 kPa	-85	265	427	667	1043	1501	2669	4170	6005	7714
	-80	250	402	628	982	1413	2512	3925	5652	7260
	-75	234	377	589	920	1325	2355	3680	5299	6806
	-70	218	351	550	859	1236	2198	3434	4946	6353
	-65	203	326	510	798	1148	2041	3189	4592	5899
	-60	187	301	471	736	1060	1884	2944	4239	5445
	-55	172	276	432	675	971	1727	2698	3886	4991
	-50	156	251	393	614	883	1570	2453	3533	4538
	-45	140	226	353	552	795	1413	2208	3179	4084
	-40	125	201	314	491	706	1256	1962	2826	3630

長円パッド(2×4~8×30, 30×50)

単位：N

パッドサイズ(mm)	2×4	3.5×7	4×10	5×10	6×10	4×20	5×20	6×20	8×20	4×30	5×30	6×30	8×30	30×50	
S/パッドサイズの面積cm ²	0.07	0.21	0.36	0.44	0.52	0.76	0.94	1.12	1.46	1.16	1.44	1.72	2.26	13.07	
真空圧力 kPa	-85	0.60	1.79	3.0	3.7	4.4	6.4	7.9	9.5	12.4	9.8	12.2	14.6	19.2	112
	-80	0.56	1.68	2.8	3.5	4.1	6.0	7.5	8.9	11.6	9.2	11.5	13.7	18.0	105
	-75	0.53	1.58	2.7	3.3	3.9	5.7	7.0	8.4	10.9	8.7	10.8	12.9	16.9	98
	-70	0.49	1.47	2.5	3.0	3.6	5.3	6.5	7.8	10.2	8.1	10.0	12.0	15.8	92
	-65	0.46	1.37	2.3	2.8	3.3	4.9	6.1	7.2	9.4	7.5	9.3	11.1	14.6	85
	-60	0.42	1.26	2.1	2.6	3.1	4.5	5.6	6.7	8.7	6.9	8.6	10.3	13.5	79
	-55	0.39	1.16	1.9	2.4	2.8	4.1	5.1	6.1	8.0	6.3	7.9	9.4	12.4	72
	-50	0.35	1.05	1.8	2.2	2.6	3.8	4.7	5.6	7.3	5.8	7.2	8.6	11.3	66
	-45	0.32	0.95	1.6	1.9	2.3	3.4	4.2	5.0	6.5	5.2	6.4	7.7	10.1	59
	-40	0.28	0.84	1.4	1.7	2.0	3.0	3.7	4.4	5.8	4.6	5.7	6.8	9.0	53

■ 真空パッドの形状

- 真空パッドには、平形、深形、ペロウ形、薄形、リップ付、長円形等があります。ワークおよび使用環境に対して最適な形状を選択してください。なお、カタログに記載されていない形状につきましては、当社まで問合せください。

形状別

パッド形状	用途
平形 平形溝付 	ワーク表面が平面で、変形等のない場合。
平形リップ付 	ワークが変形しやすい場合や、ワークの離脱を確実にしたい場合。
深形 	ワーク形状が曲面の場合。
ペロウ形 ペロウ形溝付 	バッファを取付けるスペースがない場合や、ワーク吸着面が斜めになっている場合。
長円形 	吸着面の少ないワークや、ワークが長いもので位置決めを確実にしたい場合。

パッド形状	用途
首振りパッド 	吸着面が水平でないワーク。
導電性パッド 	静電気対策の一つとして、抵抗率を下げたゴムを使用する。帯電防止用。
フィルム吸着用 	フィルム包装ワーク。
ノズル形 	ICチップなどの小型ワーク。
スポンジ 	凹凸のあるワーク。

真空パッドの材質

- ワークの形状、使用環境との適合性、吸着跡の影響、導電性等を十分考慮のうえ、真空パッドの材質を決定する必要があります。
- 材質別の搬送ワーク例を参考に、ゴムの特性(適合性)をご確認のうえ選択してください。

材質別 真空パッド/搬送ワーク例

材質	用途
NBR、導電性NBR	段ボール・ベニヤ板・鉄板・その他一般ワーク
シリコーンゴム、導電性シリコーンゴム	半導体・金型成形品取出・薄物ワーク・食品関係
ウレタンゴム	段ボール・鉄板・ベニヤ板
FKM	薬品性のワーク

- 下記材質は特定環境下に適さないため、推奨材質から選択してください。

材質	特定環境	不具合例	推奨材質
NBR、導電性NBR	<ul style="list-style-type: none"> オゾン環境(オゾン環境例) クリーンルーム内 静電除去装置周辺 モータ機器周辺 	特に応力が加わっている箇所にて早期に亀裂発生	シリコーンゴム ウレタンゴム FKM 導電性シリコーンゴム
ウレタンゴム	<ul style="list-style-type: none"> 高温、高温環境 	変形/変色/亀裂/増粘等が発生	NBR シリコーンゴム FKM 導電性シリコーンゴム

ゴム材質と特性

- =優…全く、あるいはほとんど影響がない。 △=可…なるべく使わない方がよい。
 ◎=良…若干の影響はあるが、条件により充分使用に耐える。 ×=不可…烈しい影響があるため、使用に適さない。

一般名	NBR (ニトリルゴム)		シリコーンゴム		ウレタン ゴム	FKM (フッ素ゴム)	CR (クロロプレン ゴム)	EPDM (エチレン・ プロピレン・ ジエンゴム)	導電性EPDMスポンジ (エチレン・プロピレン スポンジ)	
	—	導電性	—	半導電性 導電性						導電性
主な特長	耐油性に優れ、汎用的で広範囲な用途に適應できる。		柔軟性があるためワークへの追従性が良い。耐熱性、耐寒性が良く、使用温度範囲が広い。その他、耐オゾン性に優れる。FDA、食品衛生法に適合している。(導電性は除く)		機械的強度が強く、耐摩耗性に優れる。その他、耐オゾン性に優れる。	万能素材で様々な用途で優れた性能を発揮できる。耐摩耗性、耐熱性、耐オゾン性、耐薬品性、耐油性に優れる。	耐オゾン性に優れ、汎用的で広範囲な用途に適應できる。	アルコール類、ケトン類に対する抵抗性が良い。その他、耐オゾン性に優れる。	柔軟性があるため凹凸ワークに追従できる。耐オゾン性に優れ、汎用的で広範囲な用途に適應できる。	
純ゴムの性質(比重)	1.00-1.20		0.95-0.98		1.00-1.30	1.80-1.82	1.15-1.25	0.86-0.87	0.12g/cm ³	
配合ゴムの物理的性質	反発弾性	○	◎		◎	△	◎	○	×	
	耐摩耗性	◎	×~△		◎	△	◎	○	×	
	引裂抵抗	○	×~△		◎	○	○	△	×	
	耐屈曲亀裂性	○	×~○		◎	○	○	○	×	
	最高使用温度℃	120	100		60	250	150	150	80	
	最低使用温度℃	0	-30	-10		0	0	-40	-20	-20
	体積固有抵抗(Ωcm)	—	10 ⁴ 以下	—		10 ⁴ 以下	—	—	10 ² ~10 ⁴	
	表面抵抗値(Ω)	—	—	10 ⁶ ~10 ⁹		—	—	—	—	
	熱老化性	○	◎		◎	◎	◎	○	○	
	耐候性	×	◎		◎	◎	◎	○	○	
耐溶剤性	耐オゾン性	×	◎		◎	◎	◎	◎	○	
	耐ガス透過性	○	×~△		×~△	×~△	○	×~△	×	
	ガソリン・軽油	◎	×~△		◎	◎	○	×	×	
	ベンゼン・トルエン	×~△	×		×~△	◎	×~△	×	×	
	アルコール	◎	◎		◎	△~◎	◎	◎	◎	
	エーテル	×~△	×~△		×	×~△	×~△	◎	△	
	ケトン(MEK)	×	○		×	×	△~◎	◎	△	
	酢酸エチル	×~△	△		×~△	×	×~△	△	△	
	水	◎	◎		×	×	◎	◎	◎	
	耐酸	有機酸	×~△	○		×	×	△~◎	×	×
耐アルカリ性	高濃度有機酸	△~○	△		×	◎	◎	◎	×	
	低濃度有機酸	◎	◎		×	◎	◎	◎	△	
	強アルカリ	○	◎		△	◎	◎	◎	×	
	弱アルカリ	○	◎		×	◎	◎	◎	△	

※掲載の物性、耐薬品性およびその他の数値はあくまで目安としての参考値であり保証値ではありません。

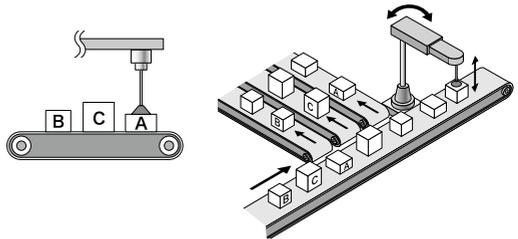
- ご使用条件や環境により上記一般の特性は変化する場合があります。
- 材質を決定される際には、事前に十分な確認・検証を行うよう、お願いいたします。
- SMCはこのデータの正確さおよびこのデータから生じた損害に対して責任を負いません。

バッファの有無

- ワークの高さにばらつきがある場合や、衝撃に弱いワークを吸着する場合(ワークへの緩衝)、パッドへの衝撃を緩和させたい場合はバッファ付としてください。また、回転方向の規制が必要な場合は、回り止め付バッファを選択してください。
- バッファは、ワークにパッドを当てる際の緩衝用(パッドを衝撃から守る)を目的として製作されています。取付姿勢、配管(チューブ)等によりバッファに負荷(偏荷重)がかかる、適切なバッファ取付け時の締付トルクで取付けられていない等により、摺動不良、早期ライフアウトになる場合があります。また、横方向の力を最小限となるようにしてください。
- 配管(チューブ)等によりバッファに負荷(偏荷重)がかからないようにしてください。チューブ配管は、継手延長線上に伸ばし、自由度を持たせた配管としてください。また、チューブ配管長さが長い、束ねる、チューブ材質等により負荷になる場合がありますので調整ください。
- バッファは、ストローク内でご使用ください。

パッドとワーク間の距離が一定にならない場合

高さが揃わないワークの吸着等においてパッドとワークの高さ方向が一定でない場合、スプリング内蔵タイプのバッファ付パッドをご使用ください。パッドとワークの緩衝ができます。更に回転方向の規制が必要な場合は、回り止め付のバッファをご使用ください。

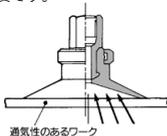


ワークに応じた対応例

- 以下のようなワークの場合には、ご注意ください。

①ワークに通気性や穴がある場合

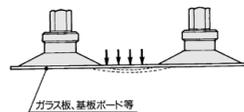
多孔質のワークや紙など通気性のあるワークを吸着する場合は、ワークが持ち上がるのに必要十分な小径のパッドを選びます。また、空気の漏れ量が多い場合は、吸着力が低下しますのでエジェクタや真空ポンプの能力アップ、配管経路のコンダクタンスを大きくする等の対策が必要です。



通気性のあるワーク

②平板のワークの場合

面積の広い、ガラス板、基板ボードなどを吊上げる場合は、風圧による大きな力が加わったり、衝撃によって波打つことがあります。パッドの配置や大きさを考慮する必要があります。



ガラス板、基板ボード等

③柔らかいワークの場合

ビニール・紙・薄板等の柔らかいワークを吸着すると、真空圧力によってワークが変形したり、シワが寄りますので、小形のパッドやリブ付パッドを使用し、さらに真空圧力を低くする必要があります。

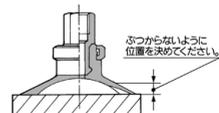


ビニール、紙等

④パッドへの衝撃について

パッドをワークに押し付ける場合、衝撃や大きな力を加えないでください。パッドの変形、亀裂、摩耗が早くなります。パッドの押し付けはスカートの変形範囲内か、リブ部等が軽くあたる程度にします。

特に、小径パッドでは、位置決めを正確にしてください。



ぶつからないように位置を決めてください

ワークに応じた対応例

⑤ 吸着跡が付く場合

吸着跡には、代表的に下記のような跡が考えられます。

	吸着前	吸着後	対応策
ワーク変形(しわ)による跡。			1) 真空圧力を下げる。 リフト力が足りない場合はパッド数を増やす。 2) パッド中心部空間(面積)が少ないパッドを選定する。
	吸着条件 ワーク：ビニール 真空パッド：ZP20CS 真空圧力：-40kPa		
パッドの材料であるゴム材料に含まれる成分がワークに移行したためによる跡。			1) 吸着跡対策NBR 2) ZP2シリーズ ・フッ素樹脂焼付パッド ・樹脂アタッチメントを使用する。
	吸着条件 ワーク：ガラス 真空パッド：ZP20CS 真空圧力：-40kPa		
ワーク表面の凹凸により、パッドの材料であるゴムが磨耗し、ワークの凹凸に残る跡。			1) ZP2シリーズ ・フッ素樹脂焼付パッド ・樹脂アタッチメントを使用する。
	吸着条件 ワーク：樹脂板(表面粗さ 2.5μ) 真空パッド：ZP20CS 真空圧力：-80kPa		

真空パッドの耐久性

- 真空パッド(ゴム)の劣化に対する注意が必要です。
- 真空パッドを使用していくと、
 - 1) 吸着面の摩耗。
パッド外形の小径化、ゴム部同士の接触部の貼付き(ヘロウパッド)
 - 2) ゴム部のヘタリ(吸着面スカート部、屈曲部等)等が生じます。
※発生時期に関しては、ご使用条件(高い真空圧力/吸着時間(真空保持)等)により早期に発生する場合があります。
- パッド交換の目安として、摩耗による外観変化、到達真空圧力の低下、搬送タクトの遅れ等から、お客様にて交換時期を判断してください。

3 真空エジェクタ・真空切換弁の選定方法

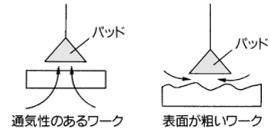
真空エジェクタ・真空切換弁は吸込流量の能力にて機種選定を行います。
 吸込流量は真空側の配管容積、および要求される吸着応答時間※から求めます。
 吸込流量を算出する計算式(概念)を以下に示します。
 ※吸着応答時間：供給弁、もしくは真空切換弁作動後、パッド内真空圧力が吸着に必要な真空圧力に到達するまでの時間

$$「吸込流量」= 「配管容積」 / 「吸着応答時間」$$

具体的な機種を選定についてはホームページ上にて機種選定プログラムを公開しておりますのでそちらをご確認ください。

4 ワーク吸着時の漏れ量の求め方

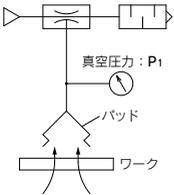
ワークの種類により、パッドがワークを吸着時にも大気を吸い込み、パッド内の真空圧力が低下して吸着に必要な圧力を得られない場合があります。
 このようなワークを吸着する場合には、ワークからの漏れ量を考慮してエジェクタ、真空切換弁のサイズを選定する必要があります。



ワークのコンダクタンスがわかる場合の、漏れ量の求め方

漏れ量 $Q_L = 60 \times C_L$
 Q_L : 漏れ量 L/min (ANR)
 C_L : ワークとパッド間の隙間および、ワークの開口部のコンダクタンス [(dm³/(s・bar))]

吸着テストによる漏れ量の求め方



左図の様にエジェクタ、パッド、真空ゲージを用いて、エジェクタで吸着させます。
 この時の真空圧力 P_1 を読み取り、使用しているエジェクタの流量特性グラフより吸込流量を求め、これをワークの漏れ量とします。

例題：供給圧力0.45MPa時においてエジェクタ(ZH07□SA)で漏れのあるワークを吸着した場合、真空ゲージの圧力が-60kPaを示した。この場合のワークからの漏れ量を求めます。

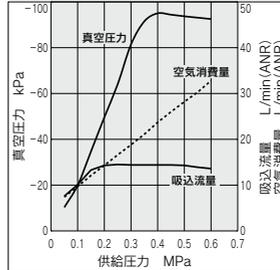
〈選定手順〉

ZH07□SAの流量特性グラフより-60kPaの場合の吸込流量を求めると、4L/min (ANR)となります。(A)→(B)→(C)

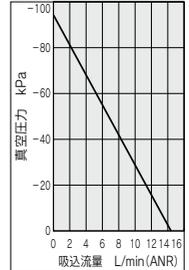
漏れ量≒吸込流量4L/min (ANR)

ZH07□SA

排気特性



流量特性



5 吸着応答時間の求め方

真空パッドでワークを吸着搬送する吸着応答時間※は、真空側の配管容積、および吸込流量より目安を求めることができます。
 吸着応答時間を算出する計算式(概念)を以下に示します。
 ※吸着応答時間：供給弁、もしくは真空切換弁作動後、パッド内真空圧力が吸着に必要な真空圧力に到達するまでの時間

$$「吸着応答時間」= 「配管容積」 / 「吸込流量」$$

具体的な吸着応答時間の算出についてはホームページ上にて算出ソフトを公開しておりますのでそちらをご確認ください。
 なお、多段エジェクタZLシリーズは製品仕様として「真空到達時間」のグラフを掲載しておりますので、併せてご活用ください。

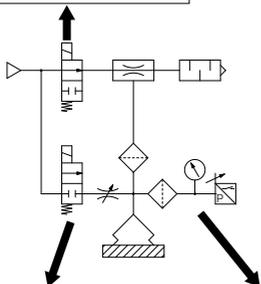
6 真空用機器選定上の注意事項と当社からの提案

安全対策

- 停電、空気源停止にともなう真空圧力低下に対する安全設計を実施してください。
特に、ワークが落下して危険と考えられる場合は、必ず落下防止の対策をお願いします。

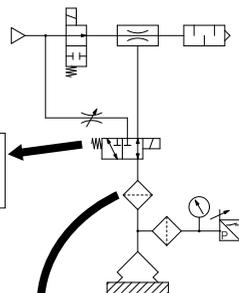
真空用機器選定上のご注意

停電対策の場合、供給弁はノーマルオープンまたは自己保持機能付をご選定ください。

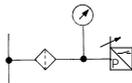


3ポート弁を使用される場合は排気ポートをプラグしてください。
真空発生時に大気圧が流入してきて真空圧が低下します。

真空切換弁は、パッド～エジェクタ間の合成コンダクタンスが低下しないようご注意ください。



- ワークの吸着搬送では、真空圧カスィッチによる確認をおすすめします。
- 重量物、危険物の場合は、ゲージによる目視確認も併用してください。
- 使用雰囲気が悪い場合には、圧カスィッチの前にフィルタ (ZFA, ZFB, ZFC シリーズ) を取付けてください。



切換弁の保護、エジェクタの目詰り防止のためサクシジョンフィルタ (ZFA, ZFB, ZFC シリーズ) をご使用ください。
また、ダストの多い環境で使用される場合はサクシジョンフィルタを併用してください。
ユニットのフィルタのみでは、目詰りが早くなります。

真空エジェクタ、ポンプと真空パッドの個数

エジェクタとパッドの個数		真空ポンプとパッドの個数	
1つのエジェクタに対して1つのパッドが理想です。	1つのエジェクタに複数のパッドを付けた場合、1つのワークが外れた時、真空圧が下がり、他のワークも外れますので下記対策をとってください。 ● ニードル弁により、吸着・非吸着の変動圧を小さくする。 ● 個々のパッドに真空切換弁を設け、吸着ミス時に切り換えることにより他のパッドへの影響をおさえる。	1つのラインに対して1つのパッドが理想です。	1つの真空ラインに複数のパッドを付ける場合には下記項目の対策をしてください。 ● ニードル弁により、吸着非吸着の変動圧を小さくする。 ● タンクおよび真空減圧弁 (真空調圧弁) を入れて元圧を安定させる。 ● 個々のパッドに真空切換弁を設け、吸着ミス時に切り換えることにより他のパッドへの影響をおさえる。

真空エジェクタ選定、使用上のご注意

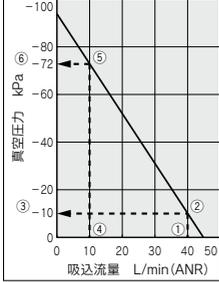
エジェクタ選定上のご注意

エジェクタの流量特性は、高真空タイプ(Sタイプ)と大流量タイプ(Lタイプ)で異なります。

特に漏れ量のあるワークを吸着する場合は、真空圧力にご注意のうえご選定ください。

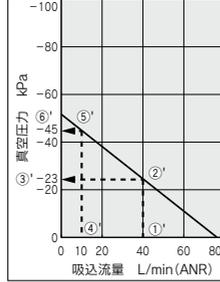
高真空タイプ

流量特性/ZH13□SA



大流量タイプ

流量特性/ZH13□LA

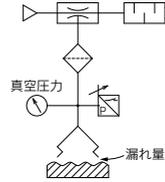


上図に示すように漏れ量によって真空圧力が異なります。

漏れ量が40L/min (ANR)の場合、真空圧力はSタイプで-10kPa(①→②→③)、Lタイプで-23kPa(①'→②'→③')漏れ量が5L/min (ANR)の場合、真空圧力はSタイプで-72kPa(④→⑤→⑥)、Lタイプで-23kPa(④'→⑤'→⑥')となり、漏れ量が40L/min (ANR)ではLタイプの方が、漏れ量が10L/min (ANR)ではSタイプの方がそれぞれ高い真空圧力を得ることができま。

したがって選定に際し、高真空タイプ(Sタイプ)、大流量タイプ(Lタイプ)の流量特性をご確認のうえ、最適なタイプをご選定ください。

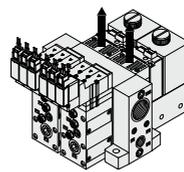
エジェクタノズル径選定上のご注意



ワークとパッド間の漏れによる漏れ量が多く、吸着が不完全な場合や吸着搬送時間を短くしたい場合にはエジェクタノズル径の大きいものをZH、ZR、ZLシリーズよりご選定ください。

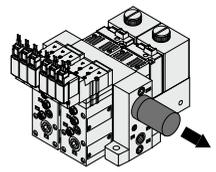
マニホールド使用上のご注意

個別排気の場合



エジェクタマニホールドで同時作動連数が多の場合、サイレンサ内蔵型かポート排気型としてください。

集合排気の場合



エジェクタマニホールドで連数が多く集合排気の場合は、両側にサイレンサを取付けてください。配管で屋外等に排気する場合には、配管による背圧がエジェクタに影響しないように配管径を大きくし、背圧が5kPa以下となるようにしてください。

- 真空エジェクタは、ある一定の供給圧力において排気から間欠音(異音)が発生して真空圧力が一定にならないことがあります。この状態で使用しても真空エジェクタの機能上は問題ありませんが、間欠音が気になる場合や、真空圧力スイッチの動作への影響が考えられる場合には、真空エジェクタの供給圧力を少しずつ下げるか上げるかして間欠音が発生しない供給圧力範囲でご利用ください。

真空エジェクタの供給圧力

- 真空エジェクタは、標準供給圧力での使用を推奨します。真空エジェクタは、標準供給圧力時に、最高真空圧力、最大吸込流量が得られ、吸着応答時間が向上する等のメリットがあります。省エネルギーの観点からも標準供給圧力で使用することが最も効率的です。過剰な供給圧力で使用するとエジェクタの性能が低下しますので、標準供給圧力での使用を推奨いたします。

真空発生タイミングと吸着確認

A. 真空を発生させるタイミング

真空パッドが下降しワークに接してから真空を発生させると、バルブの開閉時間が加算されます。また、真空パッドの下降検出用スイッチの作動タイミングにばらつきがありますので、真空を発生させるタイミングが遅れる可能性もあります。

これらの問題を解決するため、真空パッドが下降してから真空を発生させるのではなく、真空パッドが下降を開始する段階からあらかじめ真空発生状態にしてワークに近づけ、ワークを吸着する方法を推奨します。ワークが極端に軽い場合には位置がずれることがありますので、ご確認をお願いします。

B. 吸着確認について

ワーク吸着後に真空パッドを上昇させる場合、真空圧カススイッチによる吸着確認信号が検出された後に、真空パッドを上昇させてください。

タイマ等によるタイミングで真空パッドの上昇動作を行うと、ワークの取り残しが発生する恐れがあります。一般的な吸着搬送においては、作動ごとに真空パッドやワークの位置が変化するため、吸着に要する時間も微妙に変化します。したがって、吸着後の動作は吸着完了の確認を真空圧カススイッチ等で行ってから次の動作に移行するシーケンスを設定してください。

C. 真空圧カススイッチの設定圧力

真空圧カススイッチの圧力設定値は、ワークを持ち上げるのに必要な真空圧力を算出し、適切な値に設定してください。必要以上に高い設定圧力にすると、ワークが吸着している状態においても吸着確認ができずに吸着エラーと認識してしまうことがあります。

また、真空圧カススイッチの設定値は、ワーク移動時の加速度や振動を十分考慮する必要はありますが、ワークが確実に吸着できる範囲で極力低い値に設定することを推奨します。真空圧カススイッチの設定値を下げることで、ワーク上昇までの時間が短縮されます。また、吸着できていないことを検知する訳ですから、それを判別できる圧力にすることが重要です。

真空圧カススイッチ (ZSEシリーズ)
フローセンサ (PFMVシリーズ)
真空用圧力計 (GZシリーズ)

ワークを吸着および搬送する際は、なるべく真空圧カススイッチによる確認 (特に重量物、危険物の場合は圧力計による目視確認と併用) を行ってください。

吸着ノズルがφ1程度の場合

エジェクタ、真空ポンプの能力により、ON/OFFの応差が小さくなります。このような場合は設定最小単位の細かいデジタル圧カススイッチZSE10、ZSE20□または流量検知のフロースイッチを使う必要があります。

- 吸引能力の大きな真空発生器の場合検知できなくなる場合もありますので適切な機器選定が必要です。
- 応差が小さいため真空圧を安定させる必要があります。



真空圧カススイッチ
ZSE10、ZSE20□

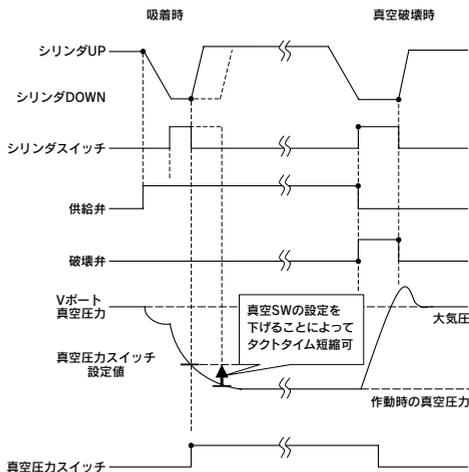


フローセンサ
PFMV



真空用圧力計
GZ46

タイミングチャート図例



詳細につきましては、WEBカタログをご参照ください。

真空機器におけるダスト処理

- 真空機器はワークだけでなく周囲のダストなども機器の内部に吸込むため、ダストの侵入を防ぐことが他の空気圧機器よりも必要になります。当社の真空機器はフィルタ付のものもありますが、大量のダスト等がある場合には、別途フィルタを追加する必要があります。
- また、油や接着剤等の蒸発物質を吸入すると、機器の内部に蓄積し問題が発生する可能性があります。
- 基本的には、真空機器にダストが入り込まないような配慮が必要です。
 - ① ダストを吸引しないよう、環境およびワーク近傍の状態を清浄に保つようお願いします。
 - ② 実際のご使用前に、ダストの量と種類を検討していただき、必要に応じて配管中にフィルタ等を設置するようお願いします。
 - ③ 使用前に試験を行い、使用条件をクリアできることを確認してからご使用ください。
 - ④ 汚れ具合に応じて、フィルタのメンテナンスをお願いします。
 - ⑤ フィルタの目詰まりは、吸着部分とエジェクタ部の圧力差を生じ、真の吸着確認ができなくなりますので注意が必要です。

サククションフィルタ(ZFA, ZFB, ZFCシリーズ)

- 真空側回路には切換弁の保護、エジェクタの目づまり防止のため、サククションフィルタの使用をおすすめします。
- ダストの多い環境で使用される場合、ユニットのフィルタでは、目詰りが早くなるため、ZFA, ZFB, ZFCシリーズとの併用をおすすめします。

真空ライン用機器選定上のご注意

エジェクタ/真空ポンプの最大吸込流量に合せて、サククションフィルタの容量、切換弁等のコンダクタンスを決定してください。コンダクタンスは下式によって求めた値以上としてください。(真空ライン中で機器を直列に接続する場合は、コンダクタンス合成を行ってください。)

$$C = \frac{Q_{\max}}{60}$$

C : コンダクタンス [dm³/(s·bar)]
Q_{max} : 最大吸込量 L/min (ANR)

7 資料

真空用機器用語

用語	内容
(最大)吸込流量	エジェクタが吸い込む空気の流量。最大は真空ポートに何も接続しない状態で大気を吸い込む流量。
最高真空圧力	エジェクタが発生する真空圧力の最大値。
空気消費量	エジェクタが消費する、圧縮空気の流量。
標準供給圧力	エジェクタを使用するのに最適な供給圧力。
排気特性	エジェクタの供給圧力を変化させた時の真空圧力と吸込流量の関係。
流量特性	エジェクタの標準供給圧力での真空圧力と吸込流量の関係。
真空用圧力スイッチ	ワークの吸着を確認するための圧力スイッチ。
(空気)供給弁	エジェクタへ圧縮空気を供給する弁。
(真空)破壊弁	吸着パッド等の真空状態を解除するため、正圧または大気を供給する弁。
流量調整弁	真空破壊を行う際、供給する空気の量を調整するための弁。
パイロット圧力	エジェクタのバルブを操作する圧力。
外部破壊	エジェクタユニットからではなく、外部より空気を供給して真空破壊を行うこと。
真空ポート	真空を発生するポート。
排気ポート	エジェクタで使用した空気と、真空ポートより吸い込んだ空気を排出するポート。
供給ポート	エジェクタが使用する空気を供給するポート。
背圧	排気ポート内部の圧力。
漏れ	ワークとパッド、継手とチューブの間などから、真空通路側へ空気が入ること。漏れが生じると真空圧力は低下する。
応答時間	供給弁または破壊弁に定格電圧を印加してから、Vポート圧力が規定の圧力まで到達する時間。
平均吸込流量	応答速度を求める時に使用する、エジェクタまたはポンプの吸込流量で、最大吸込流量の $1/2 \sim 1/3$
導電性パッド	静電気対策のため電気抵抗の低いパッド。
真空圧力	大気圧以下の圧力を言う。圧力の表示は、大気圧を基準にした場合-kPa(G)で表し、絶対圧力を基準にした場合kPa(abs)で表す。 一般的には、エジェクタ等の真空機器では-kPaが利用される。
エジェクタ	圧縮空気をノズルから高速で噴射することにより、ノズル周辺の空気が吸引されて圧力が低下する現象を利用して、真空を発生させる装置。
サクシオンフィルタ	エジェクタまたは真空ポンプまたは周辺機器に塵埃が侵入するのを防止するため真空通路中に設ける真空用フィルタ。
1段エジェクタ	ノズル・ディフューザが1対の真空エジェクタ(ZH, ZBシリーズ等)
多段エジェクタ	1段エジェクタの排気部にディフューザを設置し、排気エアにて真空を発生させる真空エジェクタ(ZK2, ZLシリーズ等)

■ 真空吸着システムにおける問題点の対応策(トラブルシューティング)

状態、改善内容	要因	対応策
初期吸着不良 (試運転時)	吸着面積が小さい (ワークの重さよりリフト力が小さい)	ワークの重さとリフト力の関係を再確認する ・吸着面積の大きな真空パッドを使用する ・真空パッドの個数を増やす
	真空圧力が低い (吸着面からの漏れ) (通気性のあるワーク)	吸着面からの漏れをなくす(減らす) ・真空パッドの形状見直し 真空エジェクタの吸込流量と到達圧力の関係を確認する ・吸込流量の大きな真空エジェクタを使用 ・吸着面積を増やす
	真空圧力が低い (真空配管からの漏れ)	漏れ箇所の修理
	真空回路の内容積が大きい	真空回路の内容積と真空エジェクタの吸込流量との関係を確認 ・真空回路の内容積を減らす ・吸込流量の大きな真空エジェクタを使用
	真空配管の圧力降下が大きい	真空配管の見直し ・チューブは短く、太く(適切な径)
	真空エジェクタの供給圧力不足	真空発生状態における供給圧力を測定 ・標準供給圧力で使用する ・圧縮空気回路(ライン)の見直し
	ノズル、ディフューザの目詰まり (配管時の異物混入)	異物を除去する
	供給弁(切換弁)が作動していない	テスターで、電磁弁の供給電圧を測定 ・電気回路、配線、コネクタの見直し ・定格電圧範囲で使用する
真空到達時間がおそい (応答時間の短縮)	吸着時にワークが変形する	ワークが薄いため、変形して漏れる ・薄物吸着用パッドを使用する
	真空回路の内容積が大きい	真空回路の内容積と真空エジェクタの吸込流量との関係を確認 ・真空回路の内容積を減らす ・吸込流量の大きな真空エジェクタを使用
	真空配管の圧力降下が大きい	真空配管の見直し ・チューブは短く、太く(適切な径)
	必要な真空圧力が高すぎる	パッド径の最適化などにより真空圧力を必要最低限にする エジェクタ等は真空圧力が低いほど吸込み量が多いパッド径を1サイズ大きくする等により必要真空圧力を低くし、吸込み量を増やす
真空圧力スイッチの設定が高すぎる	適切な設定圧力にする	
真空圧力の変動	供給圧力の変動	圧縮空気回路(ライン)の見直し (タンクの追加等)
	エジェクタの特性上、ある一定の条件において真空圧力が変動することがある	供給圧力を少しずつ下げるか上げるかして、真空圧力が変動しない供給圧力範囲で使用する
真空エジェクタの排気から異音(間欠音)が発生	エジェクタの特性上、ある一定の条件において間欠音が発生することがある	供給圧力を少しずつ下げるか上げるかして、間欠音の発生しない供給圧力範囲で使用する
マニホールドタイプの真空エジェクタで、真空ポートよりエアが漏れる	エジェクタの排気エアが、停止中の他のエジェクタの真空ポートに回りこむ	チェック弁付仕様の真空エジェクタを使用する (チェック弁付エジェクタの品番は、当社までお問合せください)

■ 真空吸着システムにおける問題点の対応策(トラブルシューティング)

状態、改善内容	要因	対応策
終時的吸着不良 (試運転時には吸着していた)	サクシヨンフィルタの目詰まり	フィルタの交換 設置環境の改善
	吸音材の目詰まり	吸音材の交換 供給(圧縮)空気回路へのフィルタ追加 サクシヨンフィルタの追加設置
	ノズル、ティフューザの目詰まり	異物を除去する 供給(圧縮)空気回路へのフィルタ追加 サクシヨンフィルタの追加設置
	真空パッド(ゴム)の劣化、摩耗	真空パッドの交換 真空パッド材質とワークの適合性確認
ワークが離脱しない	破壊流量不足	破壊流量調整コードルを開く
	真空圧力が高い 真空圧力における押付け力がパッド(ゴム)部に生じている	真空圧力を下げる リフト力が不足しワーク搬送に支障が生じる場合は、パッド数量を増やす等の見直しを行う
	静電気による影響	導電性パッドを使用する
	使用環境やパッドの摩耗によるゴムの粘着性増加 ・ゴムの一般特性として粘着性がある ・真空パッド(ゴム)の摩耗により粘着性も増加する	パッドの交換 パッド材質の見直しおよびパッド材質とワークの適合性確認 パッドの形状の見直し (リップ付/溝付/プラスチック付への変更) パッド径や使用数量等の見直し

不適合事例

問題	原因	対策
テスト時には問題がなかったが、本運用を開始したら吸着が不安定になった。	<ul style="list-style-type: none"> 真空スイッチの設定が適正でない。供給圧力が不安定で、真空圧力が設定値に満たない。 ワークと真空パッド間の漏れがある。 	<ol style="list-style-type: none"> ワーク吸着時に、真空機器の圧力(エジェクタの場合、供給圧力)を、必要な真空圧力になるように設定し、真空スイッチの設定圧力を、吸着に必要な真空圧力に設定してください。 テスト時において漏れがあったが、吸着に支障が起こるレベルではなかったことが考えられます。真空エジェクタ、真空パッド形状、径、材質等の見直しを行ってください。真空パッドの見直しを行ってください。
パッド交換を行ったら、吸着が不安定になった。	<ul style="list-style-type: none"> 初期の設定条件が変更(真空圧力、真空スイッチの設定、パッドの高さ方向の位置等)されている。使用環境下において、パッドに摩耗・へたり等が生じたために設定変更を行った。 パッド交換時に、ねじ接続部および、パッドとアダプタの接合部からの漏れが生じている。 	<ol style="list-style-type: none"> 使用条件(真空圧力・真空スイッチの設定圧力、パッドの高さ方向設定位置等)の見直しを行ってください。 再度、接合部の見直しを行ってください。
同じワークを同じパッドで吸着しているが、吸着できる場所とできない場所がある。	<ul style="list-style-type: none"> ワークと真空パッド間に漏れがある。 空気圧回路において、シリンダ・電磁弁等とエジェクタの供給回路が同一系統にあり、同時使用時に供給圧力が低下する。(真空圧力が上がらない) ねじ接続部および、パッドとアダプタの接合部からの漏れが生じている。 	<ol style="list-style-type: none"> パッド径、形状、材質、真空エジェクタ(吸込流量)等の見直しをしてください。 空気圧回路の見直しを行ってください。 再度、接続部の見直しを行ってください。
ベロウパッドの蛇腹部に貼付き現象、復元遅延が発生する。(早期に発生する場合あり)	真空パッド(ベロウ形)のライフアウトのモードとして、屈曲部のへたり、摩耗、ゴムの貼付き等をもっている。	使用条件下におけるライフアウト。 十分検証を行い、交換時期を設定してください。 <ul style="list-style-type: none"> パッド交換 真空パッド径、形状、材質等の見直し。 真空パッドの使用数量の見直し。
	必要以上の真空圧力にて使用しており、真空圧力における押付け力がパッド(ゴム)部に生じている。	真空圧力を下げる。 真空圧力を下げる事により、リフト力が不足しワーク搬送に支障が生じる場合は、パッド数量を増やす等の見直しを行う。
	下記のような動作により、蛇腹屈曲部に負荷がかかり、ゴムの貼付き、パッド復帰力が低下することがある。 <ul style="list-style-type: none"> パッド変位量(稼働範囲)以上の押付け、外部負荷。 ワーク保持/待機動作 ワーク保持状態で10秒以上の待機動作。 ※10秒以内であっても、使用環境、使用方法によっては、貼付き現象、復元遅延が早期に発生する場合がある。 また、ワーク保持状態時間が長くなると、復帰時間が長くなり、寿命も短くなる。	パッドへの負荷低減を行う。 <ul style="list-style-type: none"> パッド変位量(稼働範囲)以上の外部負荷がかからないように、設備の見直しを行う。 ワーク保持/待機動作を避ける。 お客様のご使用条件におけるライフアウト。 十分検証を行い、交換時期を設定してください。
製品(パッド/バッファ等)の交換を行ったら、前回より寿命が短くなった。	<ul style="list-style-type: none"> 製品のセッティングが変わった。 チューブが引っ張られている。 偏荷重(回転方向)が増加。 搬送速度が上がった。 搬送ワークが変わった。(形状/重心/重量等) 取付姿勢が斜めになった。 作業環境変化。 バッファ(取付用ナット)が、適正トルクで締められていない。 	使用開始時における問題(吸着できない)でない場合は、お客様仕様条件におけるライフアウトの可能性ががあります。配管および作業(仕様)の見直しを行ってください。また、現状の搬送ワーク/仕様に合っていないことが考えられます。製品の再選定(パッド形状、径、数量、吸着バランス含む)を、ご検討ください。

不適合事例

問題	原因	対策
使用中に、アダプタからパッドが抜ける。 パッドに亀裂が発生する。	下記より、パッド(ゴム部)に負荷がかかった。 ・リフト力が足りない。 ・吸着バランスが悪い。 ・選定時に、搬送時の加速度による負荷が考慮されていない。	現状の搬送ワーク/仕様に合っていないことが考えられます。 製品の再選定(パッド形状、径、数量、吸着バランス含む)を、ご検討ください。
ゴム(NBR/導電性NBR)にクラック(ヒビ、亀裂等)が入った。 	・オゾン環境で使用している。 ・イオナイザを使用している。 ※押当て、使用真空圧力が高い等により、早期に現象が発生し易くなる。	使用環境の見直しを行う。 使用材料の見直しを行う。
吸着跡対策パッドを使用した が、早期に先端部が摩耗する。 (吸着跡が付く)	クリーン度が高いワークを吸着した場合、滑り現象が発生し難い状態となり、パッド先端部に負荷(衝撃)がかかる。	・フッ素樹脂焼付パッド ・クリーンアタッチメント を使用する。
吸着跡対策パッドを使用した が、吸着跡が付く。	・使用目的が違う。 (跡が、変形による跡であった) ・装置取付時によるパッドの汚れ(洗浄不足)、 使用環境における埃等	ワークに付着した跡を確認する。 1) ワーク変形(しわ)による跡。 パッド径、形状、材質、真空エジェクタ(吸込流量)等の見直しを行う。 2) ゴムが摩耗したことによる跡。 パッド径、形状、材質、真空エジェクタ(吸込流量)等の見直しを行う。 3) 成分移行による跡。 吸着跡を、布、ウエス等で拭き(溶剤を使用しない)とり、吸着痕が消えた(薄くなった)場合は、パッドが汚れたことが考えられるため洗浄を行う。 カタログ記載の「吸着跡対策パッド」の洗浄方法を参照。
バッファの動作がスムーズでない、摺動しない現象が生じる。	・バッファを取付ける際の、ナット締付トルク値が範囲外。	推奨締付トルクにて組立を行う。 製品個別注意事項(P.190、223、271、388参照)
	・摺動部に、ゴミの付着、または、キズの発生。	周囲環境の見直しを行う。
	・ピストンロッドに横方向荷重がかかり、偏摩耗が生じている。	配管等によりラジアル荷重が加わっていないか見直しを行う。

真空パッドの交換時期について

- 真空パッドは消耗品ですので、定期的な交換を行ってください。

真空パッドは使用していきまると吸着面が摩耗し、外形部が徐々に小さくなっていきます。パッド径が小さくなる事によりリフト力は減少しますが、吸着は可能です。

真空パッドの交換時期を推測する事は大変困難です。それは、表面粗さ、使用環境(温度、湿度、オゾン、溶剤等)、使用条件(真空圧力、ワーク重量、真空パッドのワークへの押付け力、バッファの有無等)等に影響されるためです。

(ペロウ形においては、屈曲部のヘタリ、摩耗、ゴムの貼付きが発生する場合があります。)

従って、真空パッドの交換時期は、初回に使用していただいた状況下において、お客様にて真空パッドの交換時期を判断してください。

また、使用条件・使用環境により、ボルトが緩む場合があります。定期的にメンテナンスを行ってください。