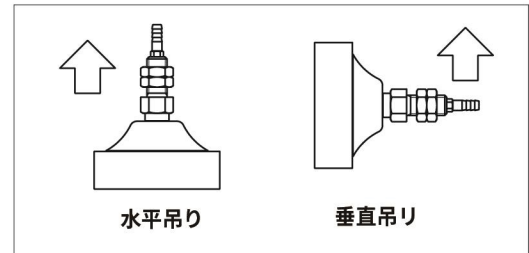


1. ワークの検討

下記の事項を検討してください

- ①ワークの特性
表面状態、通気性の有無、嫌静電気、嫌銅イオン、形状が変化するか（紙、ビニール）。
- ②ワークの形状
吸着面の大きさ、平坦性（曲面の度合い）、形（直方体、球体、円筒状）。
- ③ワーク質量。
- ④ワーク吊り上げ方向、水平吊り、垂直吊り。



2. 真空パッドの選定

1)、真空圧力の設定

真空発生源の仕様から余裕を見て設定します。
エジェクタの場合は、-66.6 kPaを目安にします。
ただし、ワークに通気性があったり、表面状態が粗い場合は真空圧力があがりません。
別途テストが必要になりますのでご相談ください。

2)、真空パッド経の算出

パッド形状が円形の場合、次の式よりパッド経を算出します。
D：必要パッド経（mm）
M：ワーク質量（kg）
S：安全係数 水平吊り：S=4、垂直吊り：S=8
n：パッドの個数
P：真空圧力（-kPa）

注）質量（M）に9.8Nをかけて必要吸着力とします。

ワークの吸着可能な寸法（面）を考慮して、カタログより求めた必要パッド経（D）以上のパッドを決定します。
パッドの外径は、吸着時に変形し10%程度大きくなります。ワークからパッドがはみ出さないように選定してください。
求めたパッド経がカタログ値を超えている場合は、パッドの数を2個以上に設定して算出ください。
パッド形状が円形でない場合はご相談ください。

計算例

水平吊り
丸形パッドの経を算出する。
ワーク質量：M=0.5 kg
真空圧力：P=-70 kPa
パッド個数：n=1個
安全係数：水平吊りなので：S=4

$$D=2\sqrt{\frac{M \times 9.8 \times S \times 1000}{\pi \times n \times P}}$$

$$D=2\sqrt{\frac{0.5 \times 9.8 \times 4 \times 1000}{\pi \times 1 \times 70}}$$

$$=18.8 \text{ (mm)}$$

パッド経 Ø20 を選定する

吸着面積は真空圧によりパッドが変形し、パッド径より小さくなります。変形度はパッド材質、形状、ゴム硬度により異なりますので、パッド径を算出する場合は余裕を持って行うことが必要です。安全係数は変形分も含まれています。

吸着面積

吸着面積はパッド径から算出します。

$$A = \frac{3.14 \times D^2}{4 \times 100}$$

A: 吸着面積 (cm²)
D: パッド外径 (mm)

有効吸着面積

パッド径はパッド外径を表しておりますが、真空圧でワークを吸着すると、真空圧によりゴムが変形し吸着面積が縮小します。これを有効吸着面積といい、その時のパッド径を有効パッド径といいます。有効パッド径は真空圧力、パッドゴムの肉厚、ワークとの摩擦係数などにより異なりますが、一般的な場合 10% 縮小することを見込んでください。

有効吸着面積

理論吊り上げ力（吸着力）

1)、水平吊りの場合

真空圧から吊り上げ力を算出します

$$F = 0.1 \times A \times P$$

F: 理論吊り上げ力 (N)
A: パッドの吸着面積 (cm²)
P: 真空圧力 (- kPa)

2)、垂直吊りの場合

真空圧の吸着力とワークとパッドの吸着面の摩擦力が吸着保持する力（吊り上げ力）になります。

$$F = \mu \times 0.1 \times A \times P$$

F: 理論吊り上げ力 (N)
 μ : 摩擦係数
A: パッドの吸着面積 (cm²)
P: 真空圧力 (- kPa)

摩擦力はワーク、パッドの材質、ワーク表面の面粗さなど大きく変化します。実際にお使いになる場合は実測して求める方法をお奨めします。

理論吊り上げ力（吸着力）

円形パッド

(N)

パッド径 φmm	cm ²	真空圧力 (kPa)					
		-40	-50	-60	-70	-80	-90
2	0.031	0.126	0.157	0.188	0.220	0.251	0.283
3.5	0.096	0.385	0.481	0.577	0.673	0.770	0.866
5	0.196	0.785	0.982	1.178	1.374	1.571	1.767
6	0.283	1.131	1.414	1.696	1.979	2.262	2.545
8	0.503	2.011	2.513	3.016	3.519	4.021	4.524
10	0.785	3.142	3.927	4.712	5.498	6.283	7.069
15	1.77	7.069	8.836	10.60	12.37	14.14	15.90
20	3.14	12.57	15.71	18.85	21.99	25.13	28.27
25	4.91	19.63	24.54	29.45	34.36	39.27	44.18
30	7.07	28.27	35.34	42.41	49.48	56.55	63.62
35	9.62	38.48	48.11	57.73	67.35	76.97	86.59
40	12.57	50.27	62.83	75.40	87.96	100.5	113.1
50	19.63	78.54	98.17	117.8	137.4	157.1	176.7
60	28.27	113.1	141.4	169.6	197.9	226.2	254.5
80	50.27	201.1	251.3	301.6	351.9	402.1	452.4
95	70.88	283.5	354.4	425.3	496.2	567.1	637.9
100	78.54	314.2	392.7	471.2	549.8	628.3	706.9
120	113.1	452.4	565.5	678.6	791.7	904.8	1017.9
150	175.7	706.9	883.6	1060	1237	1414	1590
200	314.2	1257	1571	1885	2199	2513	2827

理論吊り上げ力（吸着力）

楕円パッド

(N)

パッド経 mm	吸着面積 cm ²	真空圧力 (kPa)					
		-40	-50	-60	-70	-80	-90
2x4	0.071	0.286	0.357	0.428	0.500	0.571	0.643
3.5x7	0.219	0.875	1.094	1.312	1.531	1.750	1.968
4x10	0.366	1.463	1.828	2.194	2.560	2.925	3.291
4x20	0.766	3.063	3.828	4.954	5.360	6.125	6.891
4x30	1.166	4.663	5.828	6.994	8.160	9.325	10.49
5x10	0.446	1.785	2.232	2.678	3.124	3.571	4.017
5x20	0.946	3.785	4.732	5.678	6.624	7.571	8.517
5x30	1.446	5.785	7.232	8.678	10.12	11.57	13.02
6x10	0.523	2.091	2.614	3.136	3.659	4.182	4.705
6x20	1.123	4.491	5.612	6.736	7.859	9.982	10.10
6x30	1.723	6.891	8.614	10.34	12.06	13.78	15.50
8x20	1.463	5.851	7.313	8.776	10.24	11.70	13.16
8x30	2.263	9.051	11.31	13.58	15.84	18.10	20.36

注意:

1. 過負荷によるワークの落下を防ぐため、表の理論吸着力の40%を超えないようにしてください。
2. ワーク搬送中は、真空圧を安定させておく必要があります。
3. もしパッドが経年劣化していることが判明した場合は、定例頻度で交換必要になります。

3)、吸盤材質

項目 材質	※ 記号	硬度 ShoreA	カラー	使用温度	特性							
					耐油性	耐候性	耐オゾン性	耐酸性	耐アルカリ性	耐摩耗性	電気絶縁性	耐気体透過性
NBR (ニトリルゴム)	N	A55/S	ブラック	-20 ~ 120℃	◎	×	×	△	○	◎	×	○
シリコーンゴム	S	A55/S	ホワイト	-50 ~ 220℃	△	◎	◎	△	○	×	◎	×
導電性シリコーンゴム	SE	A55/S	ブラック 赤点	-30 ~ 180℃	△	◎	◎		○	×	×	×
※ フッ素シリコーンゴム	FS	A55/S	レッド	-30 ~ 180℃	◎	○	○	◎	◎	○	○	○
※ 導電性 NBR (ニトリルゴム)	NE	A65/S	ブルー 黒 い点	0 ~ 120℃	◎	◎	×	△	○	◎	×	○
※ FKM (フッ素ゴム)	F	A70/S	グレー	-10 ~ 230℃	◎	○	◎	◎	◎	○	○	○
導電性 FKM (フッ素ゴム)	FE	A70/S	ブラック 白い点	0 ~ 200℃	◎	○	◎	◎	◎	○	○	○
ウレタンゴム	U	A50/S	ブルー	-20 ~ 120℃	△	◎	◎	×	×	◎	○	○
導電性ウレタンゴム	UE	A60/S	ブルー 黒 い点	-10 ~ 120℃	△	◎	◎	×	×	◎	○	○
EPDM (エチレン・プロピレン・ジエンゴム)	EM	A55/S	濃い緑色	-30 ~ 150℃	×	◎	◎	○	○	△	◎	○
導電性 EPDM (エチレン・プロピレン・ジエンゴム)	EE	A65/S	ブラック 緑点	-30 ~ 150℃	×	◎	◎	○	○	△	◎	○
CR (クロロプレンゴム)	CR	A55/S	イエロー	-30 ~ 120℃	○	◎	◎	△	×	×	△	◎
導電性 CR (クロロプレンゴム)	CE	A65/S	イエロー 黒い点	-30 ~ 120℃	○	◎	◎	△	×	×	△	◎
水素化ニトリルゴム	HN	A55/S	オレンジ	-40 ~ 150℃	◎	△	×	◎	◎	◎	△	△
導電性水素化ニトリルゴム	HE	A65/S	ブラック 黄点	-30 ~ 150℃	◎	△	×	◎	◎	◎	△	△

注: ◎: 優 ○: 良 △: 可 ×: 不可

使用条件、使用流体、雰囲気により適切な材質を選定します。主な特性は下記の表を参考してください。詳細はお問い合わせください。

注) ゴム硬度はパッドで使用している標準的な硬度です。

この表は天然ゴム、合成ゴムの一般的特性を示したものです。

※ 吸着跡のつきにくい PEEK 材料で吸着跡対策パッド製作ことができます。

※ パッドの表面処理で吸着跡のつきにくくさせます。

4)、パッドの形状

ワークの形状、材質によりパッドの形状を選択します。実際にサンプルにて吸着テストを行う必要がある場合はご相談ください。その他ワークに合わせたパッドを製作いたします。ご相談ください。

パッド形状	対象ワーク
平形	一般的なワーク ワークの表面が平らで変形小さいワーク
深形	球形ワーク
ジャバラ形	パッドでバッファ機能を行う場合ワーク吸着面が斜めの場合

3. エジェクタの選定

1)、ノズル径の決定

①吸込量

特性表から、必要な吸込量よりノズル径を選択します。

②真空到達時間

特性表からノズル径を選択します。ただし、配管内径が太い場合、配管長さが長い場合は真空到達時間は長くなりますので、余裕を見て選定します。

③パッド径

通気性ワークなど漏れのない標準的なワークで、パッド1個の場合の目安は次表を参考してください。

パッド径	ノズル径
Ø80 以下	Ø0.5
Ø150 以下	Ø1.0
Ø200 以下	Ø1.5

漏れの有るワークの場合は1ランク以上のノズル径を選定してください。

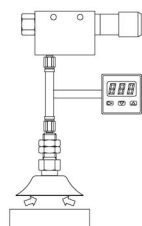
④パッドの個数

パッドを複数個使用する場合は1ランク以上のノズル径を選択してください。

テストによる漏れ量の算出

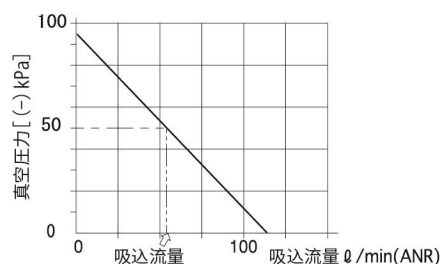
ワークの漏れ量は、真空パッド、エジェクタを設定して、真空センサを取り付けてサンプル試験をすることにより測定することができます。

試験回路



エジェクタ GV-20HS でワークを吸着したところ、圧力センサの圧力が -50kPa となった。この時のパッドとワークからの漏れ量は？

吸込流量－真空圧力特性より漏れ量を算出する



-50kPa 時の流量を読み取り、45R/min (ANR) これがパッド、ワーク間の漏れ量となる。

2)、真空タイプの決定

①重量物ワーク：圧力形 H タイプ

鉄板など重量物の場合は、吸込量は少ないが到達真空度の高い H タイプを選定します。

②通気性ワーク 流量形 L タイプ

ダンボール紙など通気性の有るワークの場合は、到達真空度は低い吸込量の多い L タイプを選定します。

3)、定格圧力タイプの選定

定格圧力から選定します。供給空気圧はエジェクタ作動時の圧力で設定してください。

定格圧力	供給空気圧タイプ
0.5MPa	S
0.35MPa	R

4)、流路状態

電磁弁搭載形の場合、流路状態を選定します。

①常時閉タイプ

電磁弁 ON 時（通電時）に真空を発生します

②常時開タイプ

電磁弁 OFF 時（非通電時）に真空を発生します

5)、オプション

ユニットタイプの場合は次のようなオプションがありますので、個別の仕様を確認の上で選定します。

①圧力 真空センサ

②真空破壊機能

③真空用フィルタ

④サイレンサ

⑤その他

4. 吸着時間（真空到達時間）の算出

1)、エジェクタ使用時

エジェクタ使用時にパッド吸着する場合、エジェクタへの空気圧供給電磁弁を ON（通電）後、パッド内の真空圧力が一定の真空圧力に到達するまでの時間（真空到達時間）は次の式で算出します。

$$T = (V/C)^{1/\alpha}$$

T: 真空到達時間 (s)

V: エジェクタからパッドまでの配管容積 (R)

C: 最高真空圧力による常数 (表 1 参考)

α : エジェクタタイプによる係数 (表 1 参考)

注)、この計算式は実験により求められたもので、計算値はあくまでも目安としてください。

計算例

10 の円形パッドに内径 4 長さ 1m のワレタンチューブを使用してエジェクタで吸着時間 (-80kPa に到達する時間) を算出する。

1、配管容積を求める。

$$V = \frac{\pi \times D^2 \times L}{4 \times 100}$$

V: 配管容積 (R)

D: 配管内径 (cm)

L: 配管長さ (cm)

$$V = \frac{\pi \times 0.4^2 \times 100}{4 \times 1000} = 0.012(R)$$

2、真空到達時間の算出

エジェクタ H タイプ、ノズル経 Ø0.5 とした。表より、Ø0.5、真空圧 -80kPa の場合

$$C = 0.05, \alpha = 1.02$$

真空到達時間は

$$\begin{aligned} T &= (V/C)^{1/\alpha} \\ &= (0.012/0.05)^{1/1.02} \\ &= 0.23 \text{ (s)} \end{aligned}$$

エジェクタ C α 一覧表
圧力形 (Hタイプ)

真空タイプ	定格圧力タイプ	ノズル経 mm	C						α
			真空圧 (kPa)						
			-40	-50	-60	-70	-80	-90	
H	S	Ø0.5	0.126	0.157	0.188	0.220	0.251	0.283	1.02
	S	Ø0.7	0.385	0.481	0.577	0.673	0.770	0.866	1.02
	S	Ø1.0	0.785	0.982	1.178	1.374	1.571	1.767	1.09
	S	Ø1.3	1.131	1.414	1.696	1.979	2.262	2.545	1.03
	S	Ø1.5	2.011	2.513	3.016	3.519	4.021	4.524	1.00
	R	Ø1.5	3.142	3.927	4.712	5.498	6.283	7.069	1.06
	S	Ø2.0	7.069	8.836	10.60	12.37	14.14	15.90	1.09
	R	Ø2.0	12.57	15.71	18.85	21.99	25.13	28.27	1.17
	S	Ø2.5	19.63	24.54	29.45	34.36	39.27	44.18	1.00
	S	Ø3.0	28.27	35.34	42.41	49.48	56.55	63.62	1.00

流量形 (Lタイプ)

真空タイプ	定格圧力タイプ	ノズル径 mm	C			α
			真空圧 (kPa)			
			-40	-50	-60	
L	S	Ø0.5	0.26	0.18	0.11	1.06
	S	Ø0.7	0.71	0.50	0.31	1.02
	S	Ø1.0	0.90	0.60	0.25	1.09
	S	Ø1.3	1.6	1.00	0.50	1.09
	S	Ø1.5	2.30	1.60	0.74	1.09
	S	Ø2.0	3.60	2.40	1.00	1.09
	S	Ø2.5	6.80	4.72	3.27	1.00
	S	Ø3.0	10.0	7.40	4.88	1.00

4. パッド金具の選定

1) 、パッド取付金具

パッドと組合せて使用する金具は次の種類から使用目的に合わせて選定します

1、固定式金具

一般的に使用します

2、スプリング式金具

スプリングにとるパッファ機構付の金具です。ワークの破損防止などストロークに余裕を持ちたい場合に有効です。

ジャバラ形パッドによるパッファ機能では十分にカバー出来ない場合に有効です。

3、回り止め式金具

パッファ機構に回り止め機構を付加した金具です。ワークの吸着位置を保持したい場合に使用します。この他、首振り形、ガイド付なども製作可能です。

2) ポート取り出し位置

金具のポート位置により次の種類から選定します。

①ポート縦取り出し

金具の軸端にポートが設けられています

②ポート横取り出し

金具のサイド面にポートが設けられています

3) ポート継手

ポートサイズ及び配管径に合わせて選定します。ポートサイズがM 3、M 5の場合はワンタッチ継手、パーブ継手をオプションで準備しております。

5. 配管

1) 、パッドへの真空回路の配管

真空圧の場合、圧力の高い正圧と比較して、配管抵抗などの影響されやすい特性を持っております。特に真空到達時間は配管の内径と長さにより大きく影響されます。

出来るだけ配管容積が小さくなるように配管を選定します。真空パッドとエジェクタまたは真空切換弁の間は出来るだけ短くすることが肝要です。

2) 、エジェクタへの正圧供給配管

エジェクタへは消費空気量を十分カバー出来る内径を持った配管選定します。

次の表を目安にして選定します

エジェクタノズル内径	ナイロンチューブ (外径 × 内径)	フレタンチューブ (外径 × 内径)
Ø0.5	Ø6×4	Ø6×4
Ø0.7	Ø6×4	Ø6×4
Ø0.9	Ø6×4	Ø6×4
Ø1.0	Ø6×4	Ø6×4
Ø1.5	Ø6×4	Ø6×4
Ø2.0	Ø6×4	Ø6×4
Ø2.5	Ø10×7.5	Ø12×8
Ø3.0	Ø10×7.5	Ø12×8