

真空用機器 機種選定方法

CONTENTS

- 1 真空吸着方式の特長** 前付11
- 2 真空パッドの選定方法** 前付11
 - 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. 理論リフト力
 - B. 真空パッドにかかる、せん断力とモーメント
 - リフト力と真空パッド径の求め方
 - ①理論リフト力の求め方
 - 真空パッドの形状
 - 真空パッドの材質
 - ゴム材質と特性
 - ゴム材質識別
 - バッファの有無
 - 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** 前付17
 - 計算式により、真空エジェクタ・真空切換弁のサイズを求める方法
- 4 ワーク吸着時の漏れ量の求め方** 前付17
 - 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** 前付18
 - 供給弁(切換弁)作動後の真空圧力と応答時間の関係
 - 計算式により、吸着応答時間を求める方法
 - 選定グラフにより、吸着応答時間を求める方法
- 6 真空用機器選定上の注意事項と当社からの提案** 前付20
 - 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 真空用機器の選定例** 前付24
 - 半導体チップの搬送
- 8 資料** 前付25
 - 選定用グラフ
 - 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

機種選定方法

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。

- 構造が簡単。
- 吸着可能な面があれば対応可能。
- 正確な位置決めは不要。
- 柔らかい、変形しやすいワークにも容易に対応可能。

ただし、以下については注意が必要です。

- ワークを吸着して搬送するため、条件によっては落下する可能性がある。
- ワークの周囲にある液体や異物も吸込まれることがある。
- 大きな把持力を得るには、大きな吸着面積が必要。
- 真空パッド(ゴム)の劣化に対する注意が必要。

上記特長を十分に理解し、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の径(またはパッドの面積)を明確にします。
- 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、実際の吊り上げ方法や移動条件による安全率を考慮したリフト力を求めます。
- 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)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、バッファの有無を決定します。

上記手順は、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、全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. 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、「高いほど良い」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ずる場合があります。
- ・ 真空圧力を必要以上に高くすると、パッドの磨耗量の増加や亀裂の発生が起りやすくなり、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 [40-kPa]	真空圧力 [80-kPa]
φ20	3.14	理論リフト力 12.56N	理論リフト力 25.11N
φ40	12.56	理論リフト力 50.23N	理論リフト力 100.45N

4倍

B. 真空パッドにかかる、せん断力とモーメント

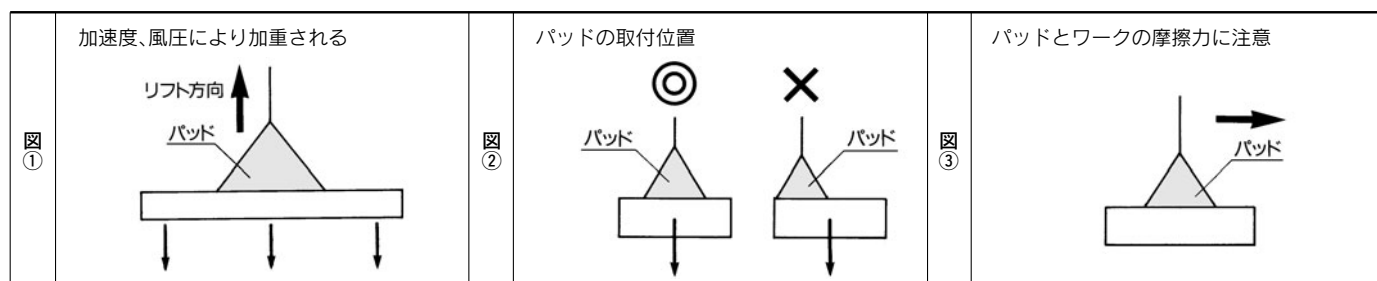
- 真空パッドはせん断力(吸着面と平行方向の力)とモーメントに強くありません。
- ワークの重心位置を考慮し、真空パッドにかかるモーメントを最小にしてください。
- 移動時の加速度はできるだけ小さくするとともに、風圧や衝撃についても考慮する必要があります。移動時の加速度をやわらげる方策を導入すれば、ワークの落下を防止でき安全性が向上します。
- 真空パッドでワークの垂直方向の面を吸着して吊り上げること(垂直吊り上げ)はなるべく避けてください。やむを得ない場合は十分な安全率を見ることが必要です。

リフト力、モーメント、水平力

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①参照)

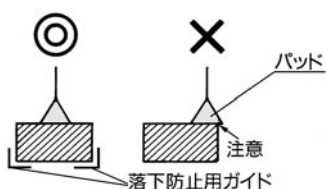
パッドはモーメントに弱いため、ワークのモーメントが発生しない取付けにしてください。(図②参照)

水平吊り上げ作業の場合も、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、ワークのスレを生じます。横移動の加速度は低くおさえてください。(図③参照)

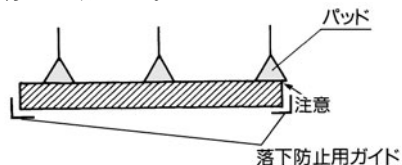


パッドとワークのバランス

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。



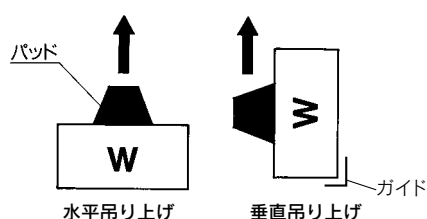
面積の広い板状のものを複数個のパッドで搬送する場合は、バランス良くパッドを配置してください。特に周辺部ははずれやすいので位置決め等を行ってください。



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

取付姿勢

水平を基本とします。斜めや垂直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。



機種選定方法

●リフト力と真空パッド径の求め方

①理論リフト力の求め方

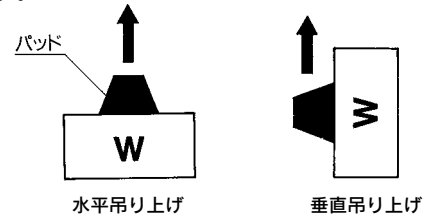
- 真空圧力は、吸着後の安定した圧力以下に設定します。
- ただし、ワークに通気性がある場合や、ワークの表面が粗い場合には大気を吸込むため、真空圧力が低下することを考慮する必要があります。この場合は、吸着テストによる確認が必要です。
- エジェクタを使用する場合の真空圧力は、-60kPa程度を目安とします。

パッドのリフト力は、計算式および表①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



(基本にご使用はなるべくお避けください。)

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。

リフト力 = 理論リフト力 ÷ t

①理論リフト力表(理論リフト力=P×S×0.1)

パッドサイズ(φ2~φ50)

単位:N

パッドサイズ(mm)	φ2	φ4	φ6	φ8	φ10	φ13	φ16	φ20	φ25	φ32	φ40	φ50
S/パッドサイズの面積cm ²	0.03	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	0.27	1.07	2.40	4.27	6.67	11.3	17.1	26.7	41.7	68.3	107
	-80	0.25	1.00	2.26	4.02	6.28	10.6	16.1	25.1	39.3	64.3	101
	-75	0.24	0.94	2.12	3.77	5.89	10.0	15.1	23.6	36.8	60.3	95
	-70	0.22	0.88	1.98	3.52	5.50	9.3	14.1	22.0	34.3	56.3	88
	-65	0.20	0.82	1.84	3.27	5.10	8.6	13.1	20.4	31.9	52.2	82
	-60	0.19	0.75	1.70	3.01	4.71	8.0	12.1	18.8	29.4	48.2	76
	-55	0.17	0.69	1.55	2.76	4.32	7.3	11.1	17.3	27.0	44.2	69
	-50	0.16	0.63	1.41	2.51	3.93	6.7	10.0	15.7	24.5	40.2	63
-45	0.14	0.57	1.27	2.26	3.53	6.0	9.0	14.1	22.1	36.2	57	
-40	0.13	0.50	1.13	2.01	3.14	5.3	8.0	12.6	19.6	32.2	50	

パッドサイズ(φ63~φ340)

単位:N

パッドサイズ(mm)	φ63	φ80	φ100	φ125	φ150	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	490.6	706.5	907.5
真空圧力 kPa	-85	265	427	667	1043	1501	4170	6005
	-80	250	402	628	982	1413	3925	5652
	-75	234	377	589	920	1325	3680	5299
	-70	218	351	550	859	1236	3434	4946
	-65	203	326	510	798	1148	3189	4592
	-60	187	301	471	736	1060	2944	4239
	-55	172	276	432	675	971	2698	3886
	-50	156	251	393	614	883	2453	3533
-45	140	226	353	552	795	2208	3179	
-40	125	201	314	491	706	1962	2826	

長円パッド(2×4~8×30)

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
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
真空圧力 kPa	-85	0.60	1.79	3.06	3.74	4.42	6.46	7.99	9.52	12.41	9.86	12.24	14.62
	-80	0.56	1.68	2.88	3.52	4.16	6.08	7.52	8.96	11.68	9.28	11.52	13.76
	-75	0.53	1.58	2.70	3.30	3.90	5.70	7.05	8.40	10.95	8.70	10.80	12.90
	-70	0.49	1.47	2.52	3.08	3.64	5.32	6.58	7.84	10.22	8.12	10.08	12.04
	-65	0.46	1.37	2.34	2.86	3.38	4.94	6.11	7.28	9.49	7.54	9.36	11.18
	-60	0.42	1.26	2.16	2.64	3.12	4.56	5.64	6.72	8.76	6.96	8.64	10.32
	-55	0.39	1.16	1.98	2.42	2.86	4.18	5.17	6.16	8.03	6.38	7.92	9.46
	-50	0.35	1.05	1.80	2.20	2.60	3.80	4.70	5.60	7.30	5.80	7.20	8.60
-45	0.32	0.95	1.62	1.98	2.34	3.42	4.23	5.04	6.57	5.22	6.48	7.74	
-40	0.28	0.84	1.44	1.76	2.08	3.04	3.76	4.48	5.84	4.64	5.76	6.88	

●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 	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やりたい場合。
深形 	ワーク形状が曲面の場合。
ペロウ形パッド 	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。
長円形パッド 	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やりたい場合。

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。
ロングスロトーク バッファ 	ワーク高さが均一でない場合や、ワークへの緩衝が必要な場合。
大型パッド 	重量物のワーク。
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。

●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上、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)をご確認の上選択してください。

真空パッド／搬送ワーク例

材質別

材質	用途
NBR	段ボール・ベニヤ板・鉄板・その他一般ワーク
シリコンゴム	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
導電性NBR	半導体の一般ワーク(静電気対策)
導電性シリコンゴム	半導体(静電気対策)

機種選定方法

●ゴム材質と特性

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)	EPR (エチレン・ プロピレン ゴム)	導電性NBR (ニトリル ゴム)	導電性 シリコーン ゴム	導電性 シリコーン スポンジ	導電性CR スポンジ (クロロプレン スポンジ)
主な特長		耐油性、耐 摩耗性、耐 老化性が 良い。	耐熱性と 耐寒性に 優れる。	機械強度 に優れて いる。	最高の耐 熱性と耐 薬品性を もつ。	耐候性、耐 オゾン性、 耐薬品性 など平均 した性質。	耐老化性、 耐オゾン 性、電氣的 性質が良 い。	耐油性、耐 摩耗性、耐 老化性が 良い。 導電性。	高度の耐 熱性と耐 寒性に優 れる。 導電性。	断熱性、反 発弾性に 優れている。 導電性。	反発弾性、 遮音性に優 れている。 難燃性である。
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	1.00-1.20	0.95-0.98	0.4g/cm ³	0.161g/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	200	60	250	150	150	100	200	180	120
	最低使用温度℃	0	-30	0	0	-40	-20	0	-10	-30	-20
	体積固有抵抗(Ωcm)	—	—	—	—	—	—	10 ⁴ 以下	10 ⁴ 以下	4.8×10 ⁴	3.8×10 ⁴
	熱老化性	○	◎	△	◎	○	○	○	◎	△	△
	耐候性	○	◎	◎	◎	◎	○	○	◎	△	△
	耐オゾン性	△	◎	◎	◎	○	◎	△	◎	△	△
耐ガス透過性	○	×~△	×~△	×~△	○	×~△	○	×~△	×	×	
耐油 耐溶 剤性	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	×~△	△	×~△	×	×~△	◎	×~△	△	×	×
耐酸 耐アル カリ性	水	◎	○	△	◎	◎	◎	◎	○	○	○
	有機酸	×~△	○	×	△~○	×~△	×	×~△	○	×	×
	高濃度有機酸	△~○	△	×	◎	○	○	△~○	△	×	×
	低濃度有機酸	○	○	△	◎	◎	◎	○	○	×	×
	強アルカリ	○	◎	×	○	◎	◎	○	◎	△	△
	弱アルカリ	○	◎	×	○	◎	◎	○	◎	△	△

◎=優…全く、あるいはほとんど影響がない。

○=良…若干の影響はあるが、条件により充分使用に耐える。

△=可…なるべく使わない方がよい。

×=不可…烈しい影響があるため、使用に適さない。

※掲載の物性、耐薬品性およびその他の数値は保証値ではありません。

使用環境でかなり変わりますので、当社としましては何等保証を行うことはできませんので、ご使用に際しては十分調査・ご確認頂きますようお願い致します。

●ゴム材質識別

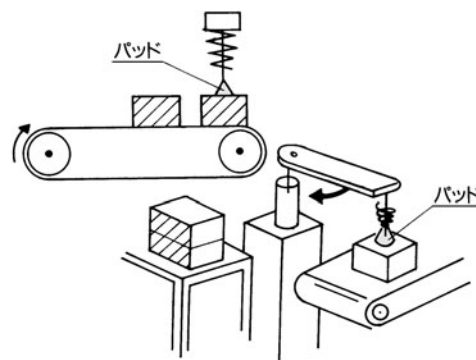
一般名	NBR (ニトリル ゴム)	シリコーン ゴム	ウレタン ゴム	FKM (フッ素ゴム)	CR (クロロプレン ゴム)	EPR (エチレン・ プロピレン ゴム)	導電性NBR (ニトリル ゴム)	導電性 シリコーン ゴム	導電性 シリコーン スポンジ	導電性CR スポンジ (クロロプレン スポンジ)
ゴム色	黒	白色	茶	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒
識別(点または刻印)	—	—	—	・緑色1点 ・F	・赤色1点 ・C	・E	・銀色1点	・銀色2点	—	—

●バッファの有無

- ワークの高さにバラツキがある場合、衝撃に弱いワークの吸着(ワークへの緩衝)の場合はバッファ付としてください。また、位置決めが必要な場合は、回り止め付バッファを選択してください。

パッドとワーク間の距離が一定にならない場合

高さが不揃いのワークの吸着等、パッドとワークの位置決めができない場合、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。更に位置決めが必要な場合は、回り止め付のバッファをご使用ください。

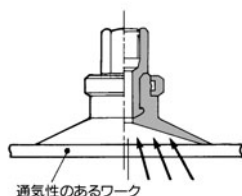


●ワークに応じた対応例

- 以下のようなワークの場合には、注意してください。

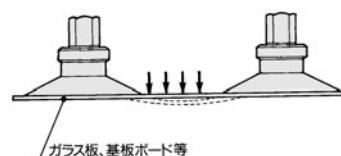
①ワークに通気性や穴がある場合

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。



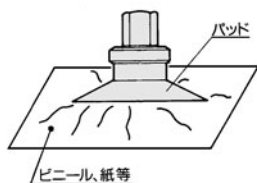
②平板のワークの場合

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。



③柔らかいワークの場合

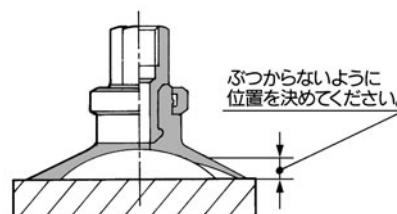
ビニール・紙・薄板等の柔らかいワークを吸着すると、真空圧力によってワークが変形したり、シワが寄りますので、小形のパッドやリブ付パッドを使用し、さらに真空圧力を低くする必要があります。



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。



●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吸着面が磨耗し、外形が徐々に小さくなってきます。パッド径が減少することによりリフト力も減少しますが、吸着は可能です。
- 真空パッドの交換時期は使用条件に大きく影響されるため、交換時期を推定することは非常に困難です。お客様での実際の使用状況から判断してください。

機種選定方法

3 真空エジェクタ・真空切換弁の選定方法

●計算式により、真空エジェクタ・真空切換弁のサイズを求める方法

吸着応答時間を達成させるための平均吸込流量

$$Q = \frac{V \times 60}{T_1} + Q_L$$

$$T_2 = 3 \times T_1$$

Q : 平均吸込流量 L/min (ANR)
 V : 配管容積 (L)
 T_1 : 吸着後の安定した圧力 P_v の 63% に到達する時間 (sec)
 T_2 : 吸着後の安定した圧力 P_v の 95% に到達する時間 (sec)
 Q_L : ワーク吸着時の漏れ量 L/min (ANR) … (注1)

最大吸込流量

$$Q_{max} = (2 \sim 3) \times Q_L / \text{min (ANR)}$$

- 〈選定手順〉
- エジェクタの場合
上記の Q_{max} より大きい最大吸込流量のエジェクタを選定します。
 - 直動切換弁の場合

$$\text{コンダクタンス } C = \frac{Q_{max}}{5 \times 11.1} [(dm^3 / (s \cdot bar))]$$

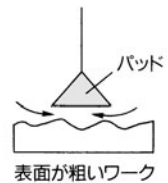
※上式コンダクタンス C より大きいコンダクタンスのバルブ (電磁弁) を関連機器 (Best Pneumatics No.④ P.1278) より選定してください。

- 注1) Q_L : ワーク吸着時に漏れない場合は 0 としてください。
 ワーク吸着時に漏れがある場合は、「4. ワーク吸着時の漏れ量の求め方」に従い漏れ量を求めてください。
 注2) チューブの配管容積は、8. 資料「チューブ内径別配管容積 (選定グラフ②)」からも求めることができます。

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

$$\text{漏れ量 } Q_L = 11.1 \times 5 \times C_L$$

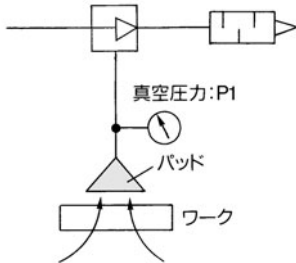
Q_L : 漏れ量 L/min (ANR)

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

下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 0.45 MPa 時においてエジェクタ (ZH07□S) 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 -53 kPa を示した。この場合のワークからの漏れ量を求めます。

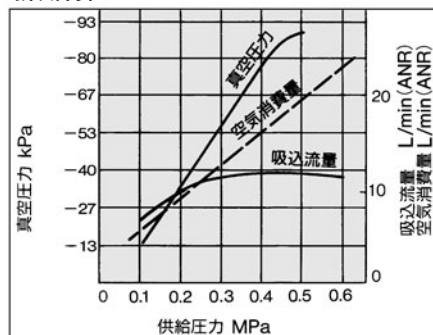
〈選定手順〉

ZH07DS の流量特性グラフより -53 kPa の場合の吸込流量を求めると、5 L/min (ANR) となります。(A) → (B) → (C)

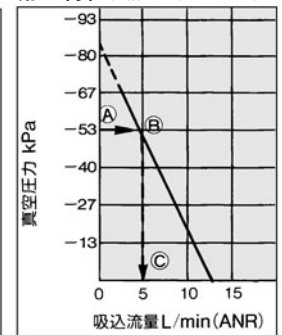
漏れ量 = 吸込流量 5 L/min (ANR)

ZH07BS, ZH07DS

排気特性



流量特性 (供給圧力 {0.45 MPa})



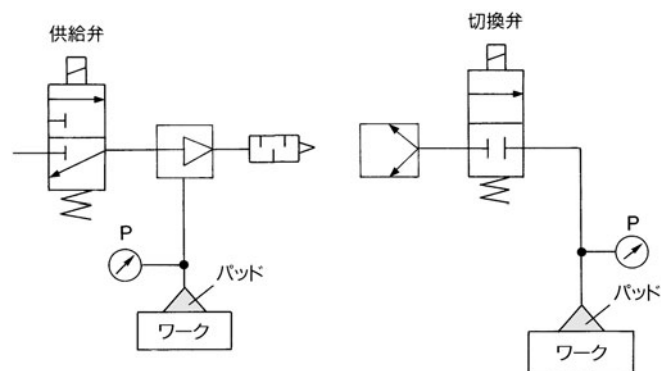
5 吸着応答時間の求め方

真空パッドでワークを吸着搬送する場合、吸着応答時間(供給弁または真空切換弁を作動後、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)の目安を求めることができます。
吸着応答時間の目安は、計算式および選定グラフにより求めることができます。

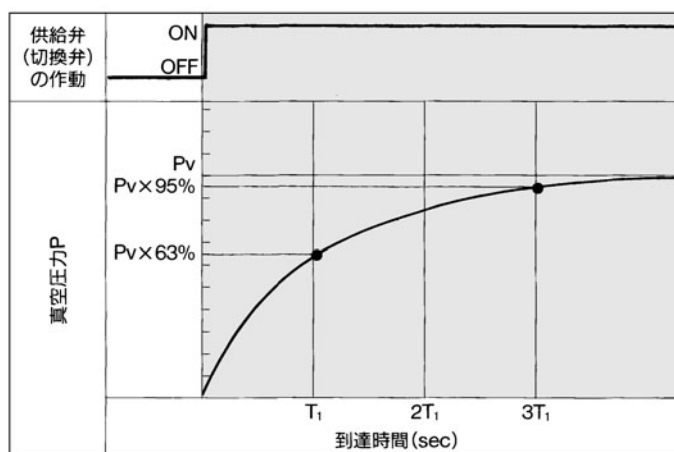
●供給弁(切換弁)作動後の真空圧力と応答時間の関係

供給弁(切換弁)作動後の真空圧力と応答時間の関係は以下のようになります。

真空システム回路



供給弁(切換弁)作動後の真空圧力と応答時間



Pv : 最終真空圧力
T1 : 最終真空圧力Pvの63%に到達する時間
T2 : 最終真空圧力Pvの95%に到達する時間

●計算式により、吸着応答時間を求める方法

吸着応答時間T1, T2は下式によって求めることができます。

$$\text{吸着応答時間 } T_1 = \frac{V \times 60}{Q}$$

$$\text{吸着応答時間 } T_2 = 3 \times T_1$$

$$\text{配管容積 } V = \frac{3.14}{4} D^2 \times L \times \frac{1}{1000} (\text{L})$$

T1 : 最終真空圧力Pvの63%に到達する時間(sec)

T2 : 最終真空圧力Pvの95%に到達する時間(sec)

Q1 : 平均吸込流量 L/min (ANR)

平均吸込流量の求め方

● エジェクタの場合

$$Q_1 = (1/2 \sim 1/3) \times \text{エジェクタ最大吸込流量 L/min (ANR)}$$

● 真空ポンプの場合

$$Q_1 = (1/2 \sim 1/3) \times 5 \times 11.1 \times \text{切換弁コンダクタンス [dm}^3/(\text{s} \cdot \text{bar})]$$

D : 配管内径 (mm)

L : エジェクタおよび切換弁からパッドまでの長さ (m)

V : エジェクタおよび切換弁からパッドまでの配管容積 (L)

Q2 : エジェクタおよび切換弁からパッドまでの配管システムによる最大流量

$$Q_2 = C \times 5 \times 11.1 \text{ L/min (ANR)}$$

Q : Q1, Q2のどちらか少ない流量 L/min (ANR)

C : 配管のコンダクタンス [dm³/(s·bar)]

配管のコンダクタンスについては、8. 資料「チューブ内径別コンダクタンス(選定グラフ③)」から相当コンダクタンスを求めることができます。

機種選定方法

●選定グラフにより、吸着応答時間を求める方法

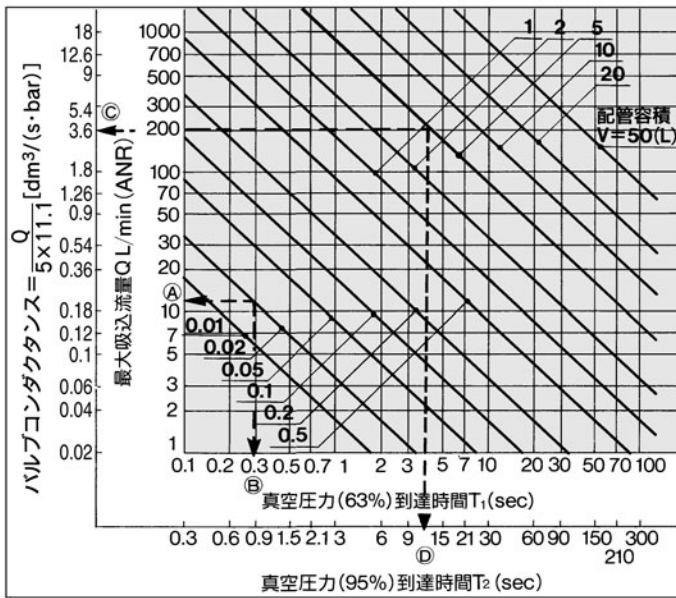
1. チューブの配管容積を求める

エジェクタおよび真空ポンプ側切換弁からパッドまでの配管容積を、8. 資料「チューブ内径別配管容積(選定グラフ②)」から求めます。

2. 吸着応答時間を求める

エジェクタ(真空ポンプ)を制御する供給弁(切換弁)を作動させて所定の真空圧力に到達するまでの吸着応答時間 T_1 、 T_2 は選定グラフ①から求めることができます。

選定グラフ① 吸着応答時間



※吸着応答時間より、逆にエジェクタのサイズや真空ポンプシステムの切換弁のサイズを求めることができます。

図の見方

例1：真空エジェクタZH07□S最大吸込流量12L/min(ANR)を使用して配管容積0.02Lの配管システム内圧力を最終真空圧力の63%(T_1)まで排気する場合の吸着応答時間を求める場合。

〈選定手順〉

真空エジェクタ最大吸込量12L/min(ANR)と配管容積0.02Lの交点より、最高真空圧力の63%に到達する吸着応答最長時間 T_1 が求められます。
(選定グラフ①のA→Bの順序) $T_1 \approx 0.3$ 秒

例2：コンダクタンス3.6[dm³/(s·bar)]のバルブを使用して5Lのタンク内圧力を最終真空圧力の95%(T_2)まで排気する場合の排気応答時間を求める場合。

〈選定手順〉

バルブコンダクタンス3.6[dm³/(s·bar)]と配管容積5Lの交点より、最終真空圧力の95%に到達する排気応答時間(T_2)が求められます。
(選定グラフ①のC→Dの順序) $T_2 \approx 12$ 秒

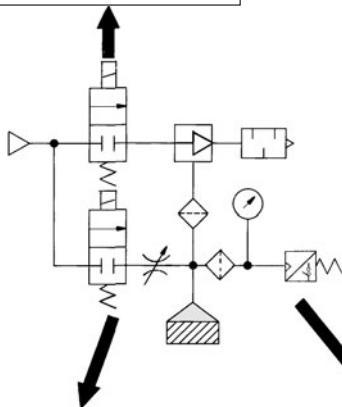
6 真空用機器選定上の注意事項と当社からの提案

●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。

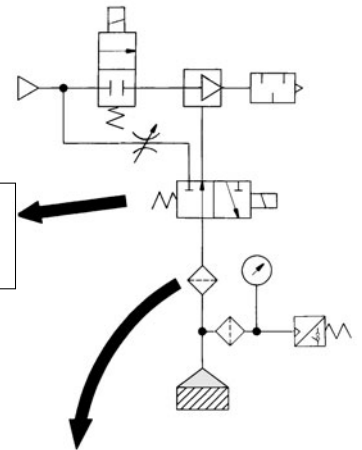
●真空用機器選定上のご注意

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選定してください。

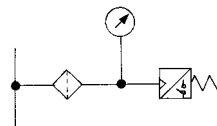


破壊弁は、低真空仕様の2・3ポート弁を選定してください。
また破壊流量調節のためニードル弁を使用してください。

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を小さくしないコンダクタンスをもつ弁を選定してください。



- ワークの吸着搬送では、真空圧カスイ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。
- 小径吸着ノズルによる小物部品吸着搬送にはZSP1タイプが最適です。
- 使用雰囲気が悪い場合には、圧カスイ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オンフィルタ(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オ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事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事により他のパッドへの影響をおさえる。

機種選定方法

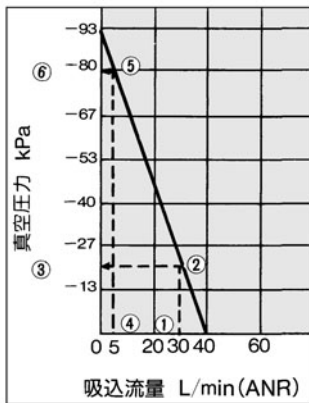
●真空エジェクタ選定、使用上のご注意

エジェクタ選定上のご注意

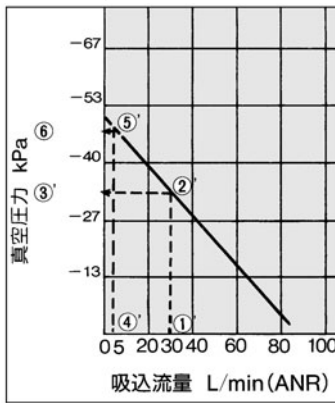
エジェクタの流量特性は、高真空タイプ(Sタイプ)と大流量タイプ(Lタイプ)で異なります。

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上選定してください。

高真空タイプ
流量特性/ZH13□S



大流量タイプ
流量特性/ZH13□L

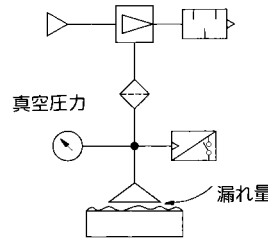


上図に示す様に漏れ量によって真空圧力が異なります。

漏れ量が30L/min(ANR)の場合、真空圧力はSタイプで-20kPa(①→②→③)、Lタイプで-33kPa(①'→②'→③') 漏れ量が5L/min(ANR)の場合、真空圧力はSタイプで-80kPa(④→⑤→⑥)、Lタイプで-47kPa(④'→⑤'→⑥')となり、漏れ量が30L/min(ANR)ではLタイプの方が、漏れ量が5L/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す。

従って選定に際し、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上、最適なタイプを選定してください。

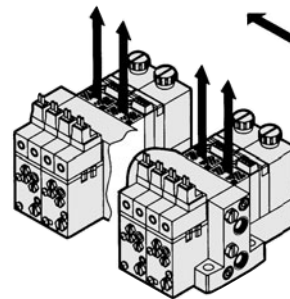
エジェクタノズル径選定上のご注意



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, ZM, ZR, ZLシリーズより選定してください。

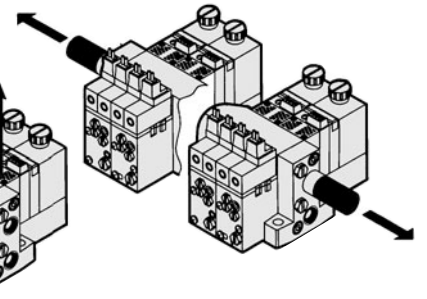
マニホールド使用上のご注意

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い場合、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使用してください。

●真空エジェクタの供給圧力

- 真空エジェクタは、標準供給圧力で使用してください。
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、標準供給圧力を超える供給圧力で使用しないでください。

●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バラツキがありますので、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予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. 真空圧カスイッチの設定圧力

真空圧カ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がありますが、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。真空圧カスイッチの設定値を下げることにより、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。

真空圧カスイッチ(ZS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。このような場合は小さな応差を検知できるZSP1又はフローセンサーを使う必要があります。

- 注) ● 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。



吸着確認スイッチ
ZSP1



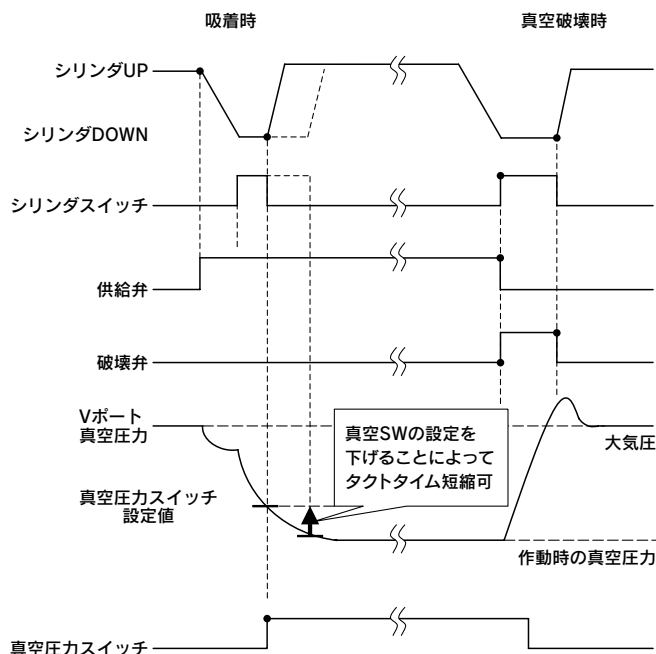
フローセンサー
PFMV



真空用圧力計
GZ46

詳細につきましてはBest Pneumatics No.⑥をご参照ください。

タイミングチャート図例



機種選定方法

●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実際のご使用の前に、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。特に、掃除機のようにダストの吸引を目的とする場合には、専用のフィルタが必要です。
 - 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使用してください。
 - 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、眞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わせて、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。)

$$C = \frac{Q_{\max}}{5 \times 11.1}$$

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

7 真空用機器の選定例

●半導体チップの搬送

- 選定条件：①ワーク : 半導体チップ
寸法：8mm×8mm×1mm、質量：1g
②真空側配管長：1m
③吸着応答時間：300msec以下

1. 真空パッドの選定

- ①ワークの大きさから、パッドの径を4mm(1個)とします。
②前付13の計算式から、リフト力を確認します。

$$\begin{aligned} W &= P \times S \times 0.1 \times 1/t \\ 0.0098 &= P \times 0.13 \times 0.1 \times 1/4 \\ P &= 3.0\text{kPa} \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} W = 1\text{g} = 0.0098\text{N} \\ S = \pi/4 \times (0.4)^2 = 0.13\text{cm}^2 \\ t = 4 \text{ (水平吊上げ)} \end{array} \right.$$

計算結果から、-3.0kPa以上の真空圧力であればワークを吸着可能と判断できます。

- ③ワークの形状および種類から、
パッド形状：平形
パッド材質：シリコーン
を選びます。
④以上の結果から、真空パッドの品番はZPT04US-□□となります。
(真空取出口□□は、パッドの取付状態から決定してください。)

2. 真空エジェクタの選定

- ①真空側配管容積を求めます。
チューブの内径を2mmと仮定すると、配管容積は次のとおりです。
 $V = \pi/4 \times D^2 \times L \times 1/1000 = \pi/4 \times 2^2 \times 1 \times 1/1000$
 $= 0.0031\text{L}$
②吸着時の漏れ(Q_L)はないものとして、前付17の計算式から、吸着応答時間を達成させるための平均吸込流量を求めます。

$$Q = (V \times 60) / T_1 + Q_L = (0.0031 \times 60) / 0.3 + 0 = 0.62\text{L}$$

前付17の計算式から、最大吸込流量Q_{max}は

$$\begin{aligned} Q_{\max} &= (2 \sim 3) \times Q = (2 \sim 3) \times 0.62 \\ &= 1.24 \sim 1.86\text{L/min(ANR)} \end{aligned}$$

となり、真空エジェクタの最大吸込流量から、ノズル径0.5が使用可能と判断できます。
使用する真空エジェクタをZXシリーズとすると、代表型式ZX105□が選定できます。
(使用条件に合わせて、使用する真空エジェクタのフル品番を決定してください。)

3. 吸着応答時間の確認

選定した真空エジェクタの特性から、応答時間の確認を行います。

- ①真空エジェクタZX105□の最大吸込流量は5L/minですので、前付18の計算式から、平均吸込流量Q₁は、次のようになります。

$$\begin{aligned} Q_1 &= (1/2 \sim 1/3) \times \text{エジェクタの最大吸込流量} \\ &= (1/2 \sim 1/3) \times 5 = 2.5 \sim 1.7\text{L/min} \end{aligned}$$

となります。

- ②次に、配管による最大流量Q₂を求めます。配管のコンダクタンスCは、選定グラフ③から
C=0.22が求まります。前付18の計算式から配管による最大流量は次のようになります。

$$Q_2 = 5 \times C \times 11.1 = 5 \times 0.22 \times 11.1 = 12.2\text{L/min}$$

- ③Q₂よりQ₁が小さいので、Q=Q₁となります。

よって、吸着応答時間は、前付18の計算式より

$$\begin{aligned} T &= (V \times 60) / Q = (0.0031 \times 60) / 1.7 = 0.109\text{秒} \\ &= 109\text{msec} \end{aligned}$$

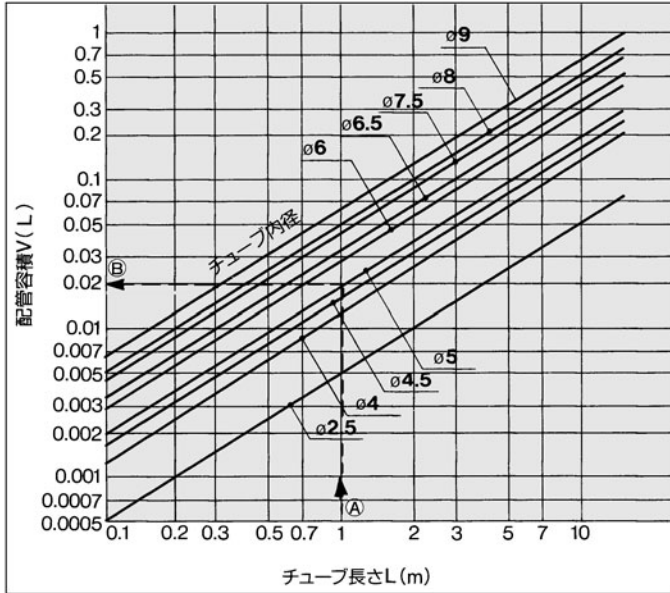
となり、要求仕様である300msecを満足することが確認できました。

機種選定方法

8 資料

●選定用グラフ

選定グラフ② チューブ内径別配管容積



図の見方

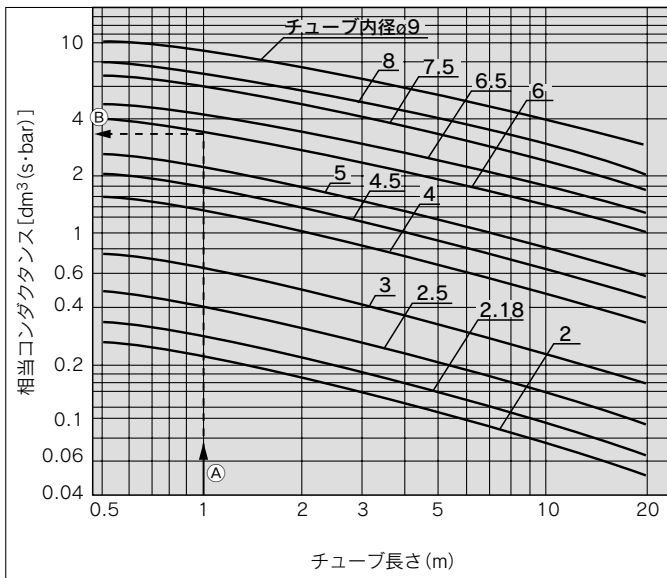
例：チューブ内径 $\phi 5$ 、チューブ長さ1mのチューブの容積を求める場合。

〈選定手順〉

横軸チューブ長さ1mと、チューブ内径 $\phi 5$ の線の交点より、左に延長し縦軸の配管容積 $\approx 0.02\text{L}$ が求められます。

配管容積 $\approx 0.02\text{L}$

選定グラフ③ チューブ内径別コンダクタンス



図の見方

例：チューブサイズ $\phi 8/\phi 6$ 、1mの場合

〈選定手順〉

横軸チューブ長さ1mとチューブ内径 $\phi 6$ の線の交点より、左に延長し縦軸の相当コンダクタンス $\approx 3.6[\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{bar})]$ が求められます。

相当コンダクタンス $\approx 3.6[\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{bar})]$

サクシオンアシストバルブ ZP2V Series 機種選定方法

真空発生器1台に使用できる、サクシオンアシストバルブの数量を選定します。

選定条件

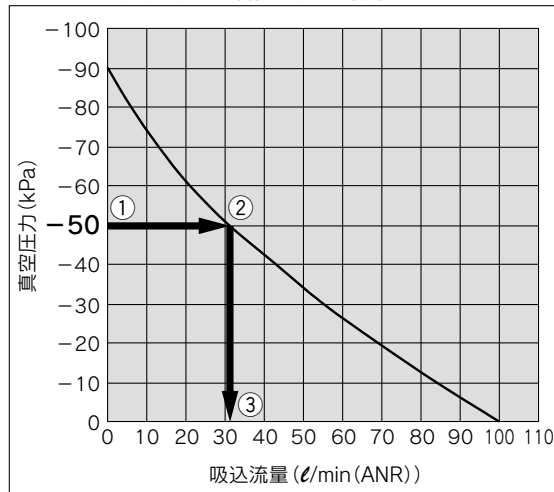
ワーク：漏れがないワークでサイズが複数。
必要真空圧力：真空パッド1個当たりの真空圧力が-50kPa以上。
使用サクシオンアシストバルブ品番：ZP2V-A8-05
(パッド側接続ねじ径：M8, 固定絞り径：φ0.5)

1 使用する真空発生器の流量特性の確認。

真空発生器の流量特性(グラフ1参照)より
必要真空圧力から真空発生器の吸込流量(Q1)を求めます。

真空圧力-50kPa(①→②→③)で、
吸込流量(Q1)≒31ℓ/min(ANR)となります。

グラフ1.真空発生器の流量特性



2 サクシオンアシストバルブの数量(N)を求める。

仕様表(P.1)より、最低作動流量(Q2)と真空発生器の吸込流量(Q1)を用いて、
真空発生器1台に使用できるサクシオンアシストバルブの数量(N)を求めます。

$$\text{サクシオンアシストバルブの数量(N)} = \frac{\text{真空発生器の吸込流量(Q1)}}{\text{最低作動流量(Q2)}}$$

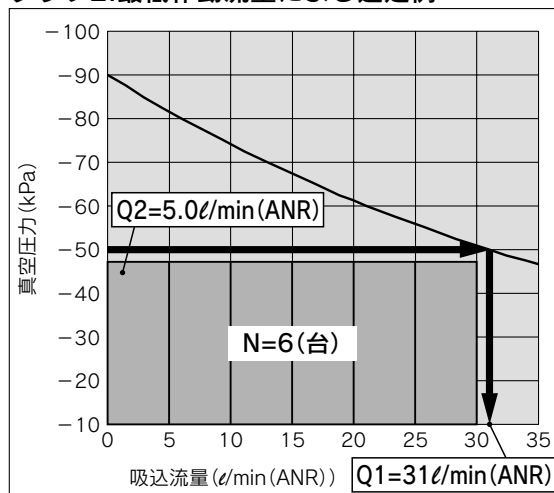
例. 使用サクシオンアシストバルブ：ZP2V-A8-05
表1より、Q2は5.0ℓ/min(ANR)となります。

$$N = \frac{31 \{ \ell / \text{min(ANR)} \}}{5 \{ \ell / \text{min(ANR)} \}} \div 6 \text{ (台)}$$

表1.固定絞り径による最低作動流量の関係

パッド側接続ねじ径	M8
固定絞り径(mm)	0.5
最低作動流量(ℓ/min(ANR))Q2	5.0

グラフ2.最低作動流量による選定例



上記選定例は、上記選定条件における一般的な選定方法を示していますので、全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、使用条件を決定してください。