

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、パツ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、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. 理論リフト力

- 理論リフト力は、真空圧力と真空パッドの吸着面積で決まります。
- 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、パッドの早期摩耗や亀裂の発生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

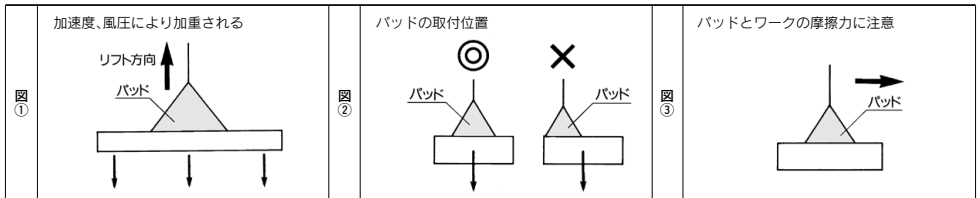
4倍

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。

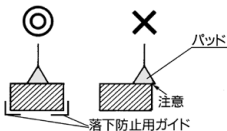
リフト力、モーメント、水平力

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）

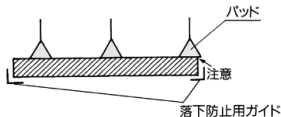


パッドとワークのバランス

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。



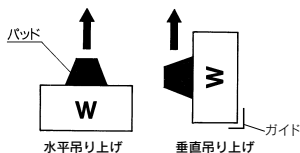
面積の広い板状のものを複数個のパッドで搬送する場合は、バランス良くパッドを配置してください。特に周辺部ははずれやすいので位置決め等を行ってください。



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

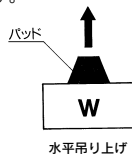
- 真空圧力は、吸着後の安定した圧力以下に設定します。
- ただし、ワークに通気性がある場合や、ワークの表面が粗い場合には大気を吸込むため、真空圧力が低下することを考慮する必要があります。この場合は、吸着テストによる確認が必要です。
- エジェクタを使用する場合の真空圧力は、-60kPa程度を目安とします。

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。

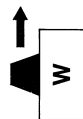
計算式による方法

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

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



水平吊り上げ



垂直吊り上げ

(基本的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。

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

①理論リフト力表 (理論リフト力=P×S×0.1)

パッドサイズ(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	166
	-80	0.14	0.25	0.77	1.00	2.26	4.0	6.2	10	16	25	39	64	100	157
	-75	0.13	0.24	0.72	0.94	2.12	3.7	5.8	10	15	23	36	60	94	147
	-70	0.12	0.22	0.67	0.88	1.98	3.5	5.5	9.3	14	22	34	56	87	137
	-65	0.11	0.20	0.63	0.82	1.84	3.2	5.1	8.6	13	20	31	52	81	127
	-60	0.11	0.19	0.58	0.75	1.70	3.0	4.7	8.0	12	18	29	48	75	117
	-55	0.10	0.17	0.53	0.69	1.55	2.7	4.3	7.3	11	17	27	44	69	107
	-50	0.09	0.16	0.48	0.63	1.41	2.5	3.9	6.7	10	15	24	40	62	98
	-45	0.08	0.14	0.43	0.57	1.27	2.2	3.5	6.0	9.0	14	22	36	56	88
	-40	0.07	0.13	0.38	0.50	1.13	2.0	3.1	5.3	8.0	12	19	32	50	78

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、ベロウ形、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。
ベロウ形パッド 	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。
バッファ 	ワーク高さが均でない場合や、ワークへの緩衝が必要な場合。
高荷重パッド 	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)をご確認のうえ選択してください。

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

- ◎=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…強烈に影響があるため、使用に適さない。

●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、電気的 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。	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	
	最低使用温度℃	0	-30	0	0	-40	-20	0	-10	-30	
	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	○	×~△	×~△	×~△	○	×~△	○	×~△	×	×	
耐溶油性	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 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	○	◎	×	○	◎	◎	○	◎	△		

※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、お願い致します。
- ・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。

●ゴム材質識別(ZP/ZP2)

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 ・ $\text{\textcircled{E}}$	・赤色1点 ・ $\text{\textcircled{C}}$	・ $\text{\textcircled{E}}$	・銀色1点	・銀色2点	—	—
ゴム硬度HS(±5°)	A50/S	高荷重以外A40/S 高荷重A50/S	A60/S	A60/S	A50/S	A50/S	A50/S	A50/S	20	15

●ゴム材質識別(ZP3)

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)	導電性NBR (ニトリル ゴム)	導電性 シリコーン ゴム
ゴム色	黒	白色	茶	黒	黒	黒
識別(点)	—	—	—	・緑色1点	・銀色1点	・桃色1点
ゴム硬度HS(±5°)	A60/S					

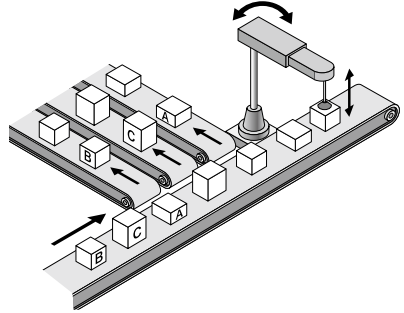
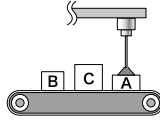
注) ゴム硬度は、「JIS K 6253」による。スポンジ硬度は、「SRIS 0101」による。

●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ア付としてください。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。

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ア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アをご使用ください。

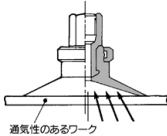


●ワークに応じた対応例

- 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

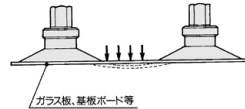
多孔質のワークや紙など通気性のあるワークを吸着する場合は、ワークが持ち上がるのに必要十分な小径のパッドを選びます。また、空気の漏れ量が多い場合は、吸着力が低下しますのでエジェクタや真空ポンプの能力アップ、配管経路のコンダクタンスを大きくする等の対策が必要です。



通気性のあるワーク

②平板のワークの場合

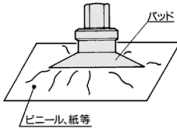
面積の広い、ガラス板、基板ボードなどを吊上げる場合は、風圧による大きな力が加わったり、衝撃によって波打つことがあります。パッドの配置や大きさを考慮する必要があります。



ガラス板、基板ボード等

③柔らかいワークの場合

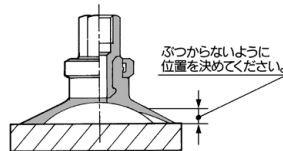
ビニール・紙・薄板等の柔らかいワークを吸着すると、真空圧力によってワークが変形したり、シワが寄りますので、小形のパッドやリップ付パッドを使用し、さらに真空圧力を低くする必要があります。



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、リップ部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。


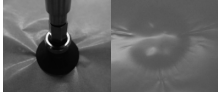


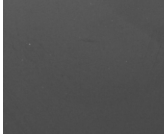



ぶつからないように位置を決めてください。

機種選定方法

⑤吸着跡が付く

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量を増やす。 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) 吸着後対策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(ベロウパッド)
 - 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。