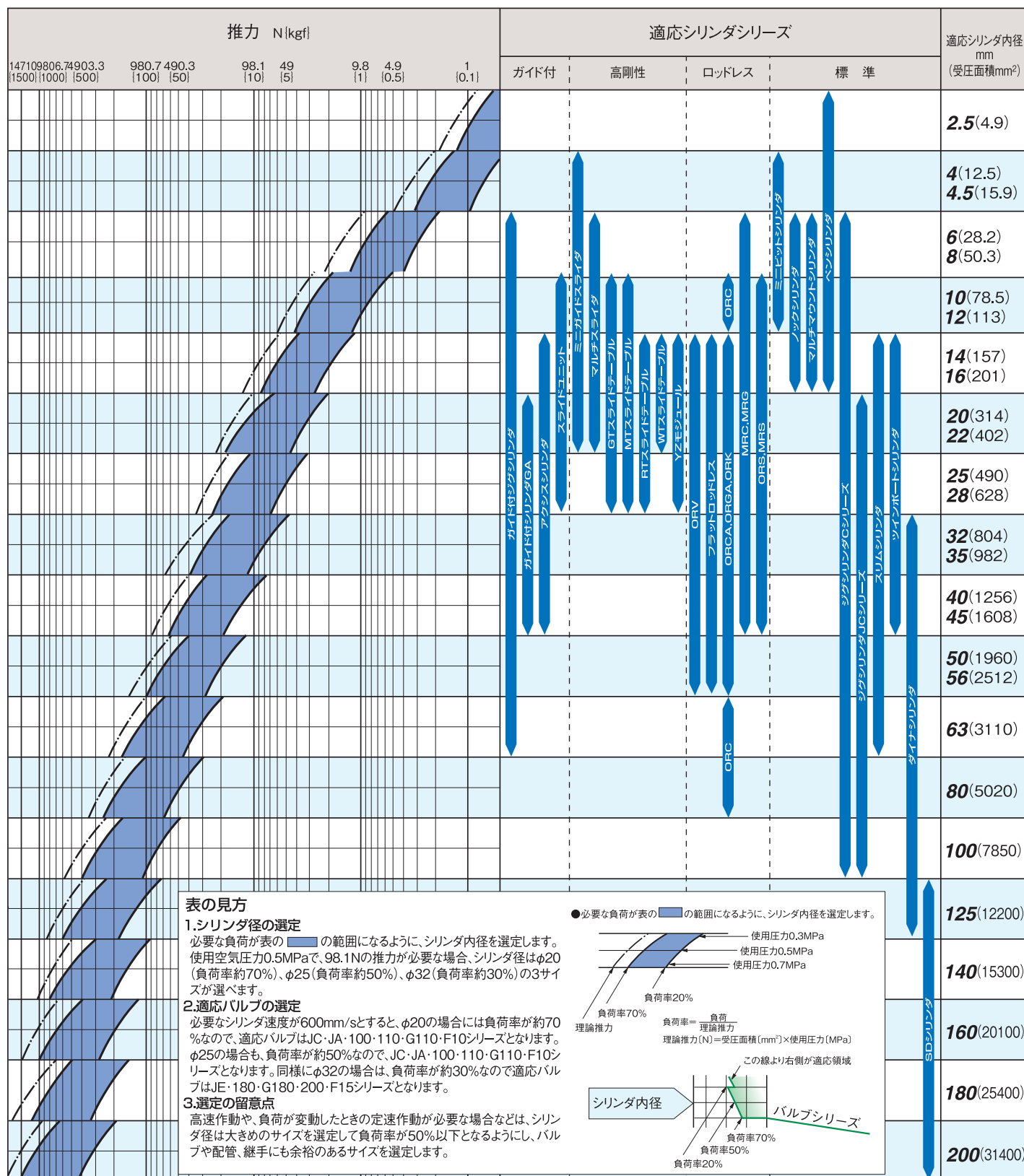


BEST SELECTION ベストセクション

ベストセクション エアシリンダと、これを駆動する空気圧システム機器の選定表です。

1st Step 必要な力に合わせてシリンダ径を選びます。



備考：上記には紙面の都合上代表的な機種を記載しております。

2nd Step

シリンダ内径と速度に合わせて
バルブサイズを決めます。

3rd Step

シリンダの機能と制御方式に合わせてバルブの形式を決めます。

シリンダ速度 mm/s 1000 600 200	適応 バルブ シリーズ	電磁弁				省配線対応等
		2・3ポート	4・5ポート		3ポジション	
		2ポジション		ダブルソレノイド		
		シングルソレノイド				
1000 600 200	G010-010シリーズ	G010E1 直動形 S=0.2 Cv=0.01	010-4E1 パイロット形 ←			
		025E1 直動形 S=0.5 Cv=0.03				(低電流形0.5W)
		030E1 直動形 S=0.6 Cv=0.03	030-4E1 パイロット形 ←			
		EB10□F1~F4,A1~A4 パイロット形 S=1.3 Cv=0.07 C=0.26				標準タイプ0.55W 低電流タイプ0.15W
		EA10□F1~F4,A1~A4 パイロット形 S=1.3 Cv=0.07 C=0.26	EA10□F5,A5 ←	EA10□F6,A6 ←		標準タイプ0.55W 低電流タイプ0.15W
		050E1,050LE1 直動形 S=1.5 Cv=0.08	050-4E1,050-4LE1 ← S=1.2 Cv=0.07	050-4E2 ←		
		JC10□F1~F4,A1~A4 パイロット形 S=3.0 Cv=0.17 C=0.60	JC10□F5,A5 ←	JC10□F6,A6 ←	JC10□F7~F9,A7~A9 ← S=2.85 Cv=0.16 C=0.57	標準タイプ0.55W 低電流タイプ0.15W
		JA10□A1~A4 S=3.5 Cv=0.19	JA10□A5 ←	JA10□A6 ←	JA10□A7~A9 ← S=3.4 Cv=0.19	4ポジション・タンデム3ポート シリアル伝送システム対応
		100E1 直動形 S=5.0 Cv=0.28	100-4E1 ← S=3.4 Cv=0.19	100-4E2 ← S=3.0 Cv=0.17		
		111E1, 112E1 パイロット形 S=4.2 Cv=0.23	110-4E1 ←	110-4E2,110-4KE2 ←	113-4E2,113-4KE2 ← S=3.8 Cv=0.21	PCボードマニホールド 省配線システム対応 スタッキングマニホールド FMソリッドマニホールド シリアル伝送システム対応
600 200	EA・EB・050シリーズ			A110-4ME2 パイロット形 S=4.0 Cv=0.22	A113-4ME2 ← S=3.6 Cv=0.2	
		G110E1 パイロット形 S=4.2 Cv=0.23	G110-4E1 ←	G110-4E2 ←	G113-4E2 ← S=3.8 Cv=0.21	
			F10T0 (シングル専用), F10T1, F10T2 パイロット形 S=5.0 Cv=0.28		F10T3, F10T4, F10T5 ← S=4.5 Cv=0.25	PCボードマニホールド フラットケーブルコネクタ方式 D-Sub コネクタ方式 端子盤方式 低電流形0.9W シリアル伝送システム対応
		JE12□A1~A4 パイロット形 S=9.5 Cv=0.53 C=1.90	JE12□A5 ←	JE12□A6 ←	JE12□A7~A9 ← S=7.45 Cv=0.41 C=1.49	標準タイプ0.55W 低電流タイプ0.15W
		181E1,182E1 パイロット形 S=10.2 Cv=0.57	180-4E1 ←	180-4E2,180-4KE2 ←	183-4E2,183-4KE2 ← S=9.0 Cv=0.50	省配線システム対応 スタッキングマニホールド FMソリッドマニホールド シリアル伝送システム対応 サブベースレギュレータ
				A180-4ME2 パイロット形 S=8.2 Cv=0.46	A183-4ME2 ←	
		200E1 直動形 S=8.5 Cv=0.47	200-4E1 ← S=7.5 Cv=0.42	200-4E2 ←	203-4E2 ← S=6.5 Cv=0.36	サブベースレギュレータ
		G180E1 パイロット形 S=10.2 Cv=0.57	G180-4E1 ←	G180-4E2 ←	G183-4E2 パイロット形 S=9.0 Cv=0.50	
			F15T0 (シングル専用), F15T1, F15T2 パイロット形 S=10.0 Cv=0.56		F15T3, F15T4, F15T5 ←	PCボードマニホールド フラットケーブルコネクタ方式 D-Sub コネクタ方式 端子盤方式 低電流形0.9W シリアル伝送システム対応
			240-4E1 パイロット形 S=16 Cv=0.88	240-4E2 ←	243-4E2 ← S=15 Cv=0.83	省配線システム対応
200	JC・JA・100・110・ G110・F10シリーズ		F18T0 (シングル専用), F18T1, F18T2 パイロット形 S=18 Cv=1		F18T3, F18T4, F18T5 ←	フラットケーブルコネクタ方式 D-Sub コネクタ方式 端子盤方式 低電流形0.9W シリアル伝送システム対応
			PA24, PB24 パイロット形 S=25 Cv=1.4	PA24, PB24 ←	PA24, PB24 ←	省配線システム対応 シリアル伝送システム対応
			300-4E1,300-4LE1 パイロット形 S=25 Cv=1.39	300-4E2,300-4LE2 ←	303-4E2 ← S=20 Cv=1.11	
			PA24H, PB24H パイロット形 S=36 Cv=2.0	PA24H, PB24H ←	PA24H, PB24H ←	省配線システム対応 シリアル伝送システム対応
			430-4E1 パイロット形 S=40 Cv=2.22(S=35 Cv=1.94)	430-4E2 ←	433-4E2 ← S=35 Cv=1.94(S=30 Cv=1.67)	省配線システム対応 () はRc1/4
			600-4E1 パイロット形 S=60 Cv=3.33	600-4E2 ←	603-4E2 ←	
		750E1 パイロット形 S=140 Cv=7.0	750-4E1 ← S=100 Cv=5.0			
		1000E1,1250E1 パイロット形 S=280 Cv=14	1000-4E1,1250-4E1 ← S=240 Cv=12			
100	240シリーズ					
20	F18シリーズ					
10	PA24・PB24・ 300シリーズ					
5	PA24H・PB24H・ 430シリーズ					
2.5	600シリーズ					
1.25	750・1000・ 1250シリーズ					

S : 有効断面積 [mm²] Cv : Cv値 C : 音速コンダクタンス [dm³/(s・bar)]

選定資料：空気流量・空気消費量

エアシリンダの空気流量、空気消費量は次の計算式によって求められますが、下の早見表を用いて、より簡便に求めることができます。

空気流量 $Q_1 = \frac{\pi D^2}{4} \times L \times \frac{60}{t} \times \frac{P+0.1013}{0.1013} \times 10^{-6}$

空気消費量 $Q_2 = \frac{\pi D^2}{4} \times L \times 2 \times n \times \frac{P+0.1013}{0.1013} \times 10^{-6}$

Q₁: シリンダ部分に必要な空気流量 ℓ/min (ANR)
Q₂: シリンダ空気消費量 ℓ/min (ANR)
D: シリンダチューブ内径 mm
L: シリンダストローク mm
t: シリンダが1ストロークするのに必要な時間 s
n: 1分間あたりのシリンダ往復回数 回/min
P: 使用圧力 MPa

ストローク1mm毎の空気消費量 cm³/往復 (ANR)

シリンダ径	空気圧力 MPa								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
2.5	—	—	—	0.05	0.06	0.07	0.08	—	—
4	—	—	—	0.12	0.15	0.17	0.20	—	—
6	—	0.17	0.22	0.28	0.34	0.39	0.45	—	—
10	0.31	0.47	0.62	0.78	0.93	1.09	1.24	—	—
16	0.80	1.20	1.59	1.99	2.39	2.78	3.18	—	—
20	1.25	1.87	2.49	3.11	3.73	4.35	4.97	5.59	6.21
25	1.95	2.92	3.89	4.86	5.83	6.80	7.77	8.73	9.70
32	3.20	4.78	6.37	7.96	9.55	11.14	12.72	14.31	15.90
40	4.99	7.48	9.96	12.44	14.92	17.40	19.88	22.36	24.84
50	7.80	11.68	15.56	19.43	23.31	27.19	31.06	—	—
63	12.39	18.54	24.70	30.85	37.01	43.16	49.32	—	—
80	19.98	29.90	39.83	49.75	59.67	69.60	79.52	89.45	99.37
100	31.21	46.72	62.23	77.73	93.24	108.75	124.25	139.76	155.27
125	48.77	73.00	97.23	121.46	145.69	169.92	194.14	218.37	242.60
140	61.18	91.57	121.97	152.36	182.75	213.14	243.54	273.93	304.32
160	79.91	119.61	159.30	199.00	238.69	278.39	318.09	357.78	397.48
180	101.13	151.38	201.62	251.86	302.10	352.34	402.58	452.82	503.06
200	124.86	186.88	248.91	310.93	372.96	434.98	497.01	559.04	621.06

表中の数字は、ストローク1mmのエアシリンダを1往復させたときの空気流量・空気消費量を計算するためのものです。
実際に必要とする空気流量・空気消費量は下の方法によって求めます。

●空気流量を求めるとき。(F.R.L.,などを選定する場合。)

例 シリンダ径40mmのエアシリンダを速度300mm/s、空気圧力0.5MPaで作動させた場合。

$14.92 \times \frac{1}{2} \times 300 \times 10^{-3} = 2.24 \text{ ℓ / s (ANR)}$
(このときの毎分の流量は、 $14.92 \times \frac{1}{2} \times 300 \times 60 \times 10^{-3} = 134.28 \text{ ℓ / min (ANR)}$ となります。)

●空気消費量を求めるとき。

例1. シリンダ径40mm、ストローク100mmのエアシリンダを空気圧0.5MPaで1往復させた場合。

$14.92 \times 100 \times 10^{-3} = 1.492 \text{ ℓ / 往復 (ANR)}$

例2. シリンダ径40mm、ストローク100mmのエアシリンダを空気圧0.5MPaで1分間10往復させた場合。

$14.92 \times 100 \times 10 \times 10^{-3} = 14.92 \text{ ℓ / min (ANR)}$

選定資料：推力

N													
シリンダ内径 mm	ロッド径 mm	作動形式	作動方向	受圧面積 mm ²	空気圧力 MPa								
					0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
2.5	1	押出単動形		4.9	—	—	—	0.8	1.3	1.7	2.2	—	—
4	2	押出単動形		12.6	—	—	—	2.2	3.5	4.8	6.0	—	—
4.5	2	複動形	押側	15.9	—	3.2	4.8	6.4	8.0	9.5	11.1	—	—
			引側	12.8	—	2.6	3.8	5.1	6.4	7.7	9.0	—	—
		押出単動形		15.9	—	—	1.9	3.5	5.1	6.6	8.2	—	—
6	3	押出単動形		28.3	—	—	5.0	7.8	10.7	13.5	16.3	—	—
		引込単動形		21.2	—	—	2.9	5.0	7.1	9.2	11.3	—	—
		複動形	押側	28.3	—	5.7	8.5	11.3	14.2	17	19.8	—	—
			引側	21.2	—	4.2	6.4	8.5	10.6	12.7	14.8	—	—
		押出単動形		78.5	—	9.8	17.7	25.5	33.4	41.2	49.1	—	—
10	4	引込単動形		66	—	7.3	13.9	20.5	27.1	33.7	40.3	—	—
		複動形	押側	78.5	7.9	15.7	23.6	31.4	39.3	47.1	55	—	—
			引側	66	6.6	13.2	19.8	26.4	33	39.6	46.2	—	—
		押出単動形		201	—	30.4	50.5	70.6	90.7	110.8	130.9	—	—
16	5	引込単動形		181	—	26.4	44.5	62.6	80.7	98.8	116.9	—	—
		複動形	押側	201	20.1	40.2	60.3	80.4	100.5	120.6	140.7	—	—
			引側	181	18.1	36.2	54.3	72.4	90.5	108.6	126.7	—	—
		押出単動形		314	—	24.6	56	87.4	118.8	150.2	181.6	213	244.4
20	8	複動形	押側	314	31.4	62.8	94.2	125.6	157	188.4	219.8	251.2	282.6
			引側	264	26.4	52.8	79.2	105.6	132	158.4	184.8	211.2	237.6
		押出単動形		490	—	98	147	196	245	294	343	392	441
25	10	複動形	押側	490	49	98	147	196	245	294	343	392	441
			引側	412	41.2	82.4	123.6	164.8	206	247.2	288.4	329.6	370.8
		押出単動形		804	—	161	241	322	402	482	563	643	724
32	12	複動形	押側	804	80	161	241	322	402	482	563	643	724
			引側	690	69	138	207	276	345	414	483	552	621
		押出単動形		1256	—	251	377	502	628	754	879	1005	1130
40	16	複動形	押側	1256	126	251	377	502	628	754	879	1005	1130
			引側	1055	106	211	317	422	528	633	739	844	950
		押出単動形		1963	196	393	589	785	982	1178	1374	—	—
50	16	複動形	引側	1762	176	352	529	705	881	1057	1233	—	—
			押出単動形		3117	312	623	935	1247	1559	1870	2182	2494
63	20	複動形	引側	2803	280	561	841	1121	1402	1682	1962	2242	2523
			押出単動形		5026	503	1005	1508	2010	2513	3016	3518	4021
80	25	複動形	引側	4536	454	907	1361	1814	2268	2722	3175	3629	4082
			押出単動形		7853	785	1571	2356	3141	3927	4712	5497	6282
100	30	複動形	引側	7147	715	1429	2144	2859	3574	4288	5003	5718	6432
			押出単動形		12271	1227	2454	3681	4908	6136	7363	8590	9817
125	36	複動形	引側	11254	1125	2251	3376	4502	5627	6752	7878	9003	10129

1. 空気圧シリンダの選定

① チェック項目

特定の場合を除き、一般に空気圧シリンダ (以下シリンダという) を選定する際には、下記項目をチェックする必要があります。

チェック項目	選定項目
① 仕事は一方のみか。	単動、複動
② 直線運動か揺動運動か。	支持形式
③ 負荷の移動に必要な力は。	シリンダ径 (シリンダ推力計算)、使用圧力
④ 負荷の移動距離は。	シリンダストローク (シリンダの座屈による限界ストローク)
⑤ 負荷の移動速度は。	バルブサイズ、配管サイズ
⑥ シリンダエンドでの負荷による衝撃力は。	クッション (クッション効果の確認)
⑦ 使用周囲温度は5～60℃以内か。	パッキン材質
⑧ 周囲の雰囲気はよいか。塵埃、切屑は。	防塵カバー
⑨ 腐蝕の恐れはないか。	耐蝕シリンダ (防錆塗装、メッキ、耐蝕材料の使用)

② シリンダの推力計算

● 複動形シリンダ

シリンダ推力は、シリンダ径とピストンロッド径および使用圧力から決定されます。単動シリンダと特殊なものを除いては、シリンダの実際の推力 F_A は次式によります。

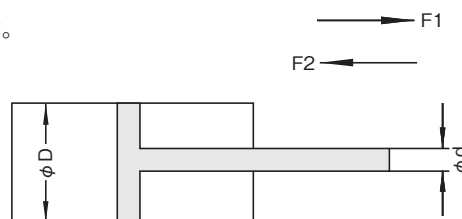
$$F_A = F \cdot \eta = (A \cdot P) \times \eta$$

理論推力とは上式でシリンダ効率 (η) を100 [%] としたものです。

$$\text{押側のシリンダ推力 } F_1 \text{ [N] は } F_1 = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot P \cdot \eta$$

$$\text{引側のシリンダ推力 } F_2 \text{ [N] は } F_2 = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot P \cdot \eta \text{ となります。}$$

F_A : 実際の推力 [N]
 F : 理論推力 [N]
 η : シリンダ推力効率 [%]
 A : ピストン受圧面積 [mm²]
 P : 使用圧力 [MPa]
 D : シリンダ径 [mm]
 d : ピストンロッド径 [mm]



前付89ページにシリンダ内径別の理論推力を示してあります。

● 単動形シリンダ

単動形シリンダは、シリンダの復帰に、内蔵しているスプリングを利用しているため、シリンダの推力は、複動形シリンダと比べて異なります。単動形シリンダの推力は複動形シリンダの推力からスプリングの戻り力を差し引いた値となりますが、押出単動形と引込単動形とでは推力が異なります。また、スプリングの戻り力は、ゼロストロークとストロークエンドとは異なってきます。

押出単動形シリンダの推力

$$F_3 = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot P \cdot \eta - (\text{スプリングの戻り力})$$

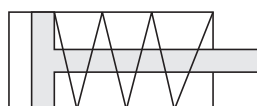
引込単動形シリンダの推力

$$F_4 = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot P \cdot \eta - (\text{スプリングの戻り力})$$

※スプリングの戻り力は、ストロークエンドとしてください。

F : 理論推力 [N]
 η : シリンダ推力効率 [%]
 P : 使用圧力 [MPa]
 D : シリンダ径 [mm]
 d : ピストンロッド径 [mm]

押出単動形
スプリング戻り力小

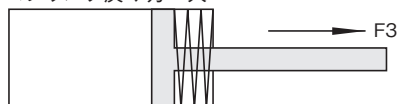


ゼロストローク

引込単動形
スプリング戻り力小

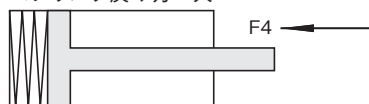


スプリング戻り力大



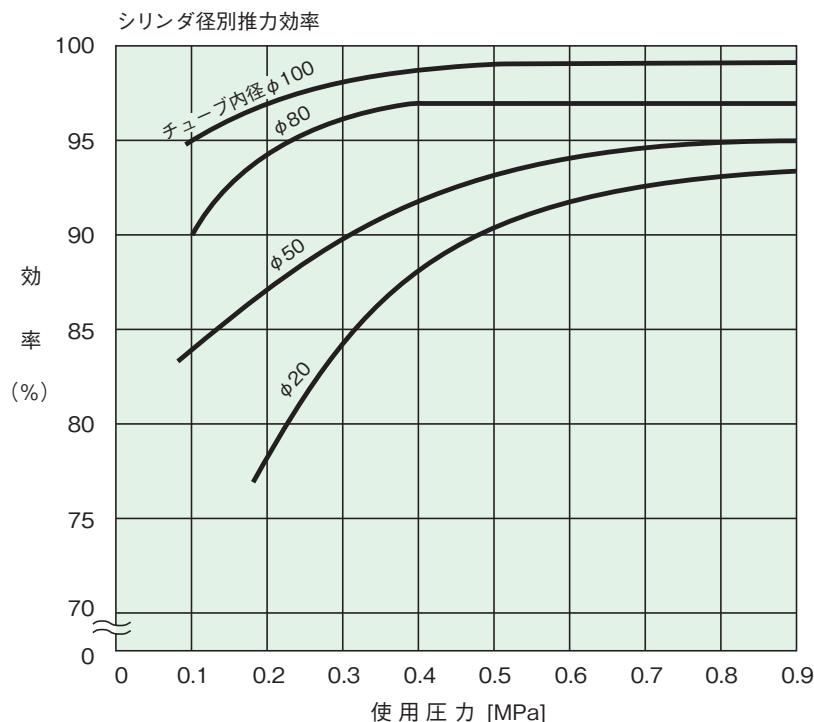
ストロークエンド

スプリング戻り力大



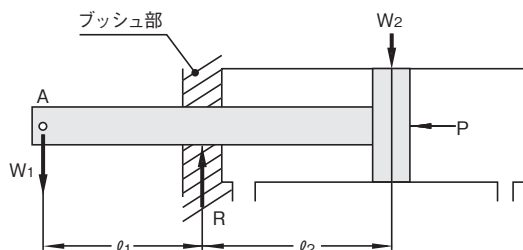
③シリンダの効率

理論推力は摩擦抵抗などを考えない理論的なものですので、実用に際しては効率を考慮する必要があります。右にシリンダ径別の推力効率を示します。グラフより明らかなように、使用圧力が0.3MPa以上において、シリンダ効率は80～95[%]となりますが、一般的には効率を50[%]程度と考えたほうがよいでしょう。



④許容横荷重

ピストンロッドに横荷重がかかると、グランド部(シリンダヘッドのブッシュ)や、シリンダチューブの内面に局部的に大きな接面圧力が発生して、かじりや摩擦抵抗増大の原因となります。そこでJIS規格B8377「空気圧シリンダ」では、横荷重について「ブッシュは、すべり面で最大シリンダ力の1/20の横荷重に耐えなければならない」と規制しております。したがって横荷重に対する強度もJISに基づいて設計されています。



W_1 : ロッドの任意点Aに加わった横荷重 [N]
 W_2 : ピストンに作用する接面力 [N]
 R : ブッシュに作用する反力 [N]
 l_1 : ブッシュ中心より W_1 までの距離 [mm]
 l_2 : ブッシュとピストンの中心間距離 [mm]
 D : シリンダ径 [mm]
 P : シリンダ使用最高圧力 [MPa]

上図において、ブッシュがJIS規格に基づいて設計され、ピストンの幅も充分大きく、ピストンが横荷重の影響を受けないものとしますと、空気圧シリンダの最大許容横荷重は次のように算出できます。最大シリンダ力を F [N]とすれば

$$R = \frac{F}{20} \quad \text{となります。ただし} \quad F = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot P$$

上図より明らかなように R と W_1 との間にはモーメントの関係が成立します。

$$R \cdot l_2 = W_1 (l_1 + l_2)$$

したがって最大許容横荷重

$$W_1 \leq \frac{l_2}{l_1 + l_2} \cdot R$$

でなければなりません。シリンダを使用する場合、ピストンロッドに横荷重が作用しないように注意してください。やむを得ず、ある程度の横荷重が加わる場合は、許容横荷重範囲にとどめ、これ以上の横荷重が作用するときはピストンロッドを中間受け台または、案内棒等によって支持する方法を考慮する必要があります。

(参考文献:「空気圧応用機構と回路設計」日刊工業新聞社発行)

形式	寸法			
	ϕD (mm)	l_2 (mm)	l (mm)	R (N)
ツインロッドシリンダBシリーズ (標準)	10	16.5	11.15	5.4
	16	23.0	15.0	13.7
	20	22.5	14.5	21.5
	25	25.0	18.7	33.7
ツインロッドシリンダBシリーズ (ロングブッシュ)	10	21.5	16.2	10.8
	16	28.0	20.0	27.5
	20	27.5	19.5	43.0
スリムシリンダ (標準)	25	30.0	23.7	67.5
	20	28.0	45.0	13.7
	25	31.5	46.5	21.6
	32	36.5	46.5	35.3
	40	37.5	45.5	55.9
	50	61.0	38.5	67.2
ダイナシリンダ (スタンダード)	63	61.0	38.5	106.9
	32	51.0	45.0	40.2
	40	47.5	50.5	62.8
	50	47.5	58.5	98.2
	63	49.5	58.5	155.9
	80	60.0	73.0	251.3
	100	59.0	74.0	392.7
SDシリンダ (スタンダード)	125	63.0	88.0	613.6
	125	55.0	105.0	420.7
	140	55.0	105.0	528.6
	160	59.0	115.0	689.4
	180	62.5	129.0	872.8
	200	62.5	129.0	1077.8

上記以外のシリンダと単動形のシリンダに関しては、最寄りの弊社営業所へご相談ください。