

電磁弁について

基本用語と技術資料

電磁弁の作動原理

直動式：

直動式電磁弁では、電磁コイルの電磁力によってプランジャを、直接弁座から引き上げ、弁を開きます。

パイロット式：

パイロット式電磁弁では、電磁コイルの電磁力はパイロット回路の弁座を開くためののみ、利用されます。主弁座のダイヤフラムやピストンを駆動するエネルギーは、流体から供給されます。そのため、いくぶんの圧力損失を伴います。

最小作動差圧

直動式電磁弁では、通常の作動では、最小作動差圧を必要としません。

パイロット式電磁弁では全開状態を維持するために約5kPaから15kPaの最小差圧が必要です。流量が不十分で、この差圧がとれない場合には、電磁弁が閉じてしまいます。このような電磁弁の閉止は装置の停止（または故障）につながり、繰り返し起こることになります。

これは、不適切な電磁弁の選定、つまり、多くは過大な電磁弁の使用が原因です。この点は、冷凍回路の制御において、たいへん重要です。

適切な電磁弁選定の決定要素は、継手サイズではなく、各々の弁流量能力です。

流量能力（負荷）と圧力損失（差圧）の関係は、次の公式に表されます。一つの流量能力での圧力損失が判ると、流量が変わった時の圧力損失（差圧）が計算できます。

$$\frac{\Delta P_2}{\Delta P_1} = \left(\frac{Q_{n2}}{Q_{n1}} \right)^2 \quad \text{つまり} \quad \Delta P_2 = \Delta P_1 \times \left(\frac{Q_{n2}}{Q_{n1}} \right)^2$$

型式の表示

例) 100RB 2S3

100RB	2	S	3
型 名		継手サイズ3/8 (1/8インチ基数)	
ポート口径 (1/16インチ基数)		継手種類 S：ろう付	

ΔP_1 ：カタログでの圧力損失（たとえば定格条件での）
 ΔP_2 ：流量能力 Q_{n2} における圧力損失
 ΔQ_{n1} ：カタログでの流量能力、ただし圧力損失 ΔP_1 の時
 ΔQ_{n2} ：圧力損失 ΔP_2 の時の流量能力

最高作動差圧（MOPD）

最高作動差圧（MOPD）とは、電磁弁が適切に開くことができる弁前後の許容最大差圧です。電磁弁は、型式によって異なります。

主要電磁弁各部の締付けトルク

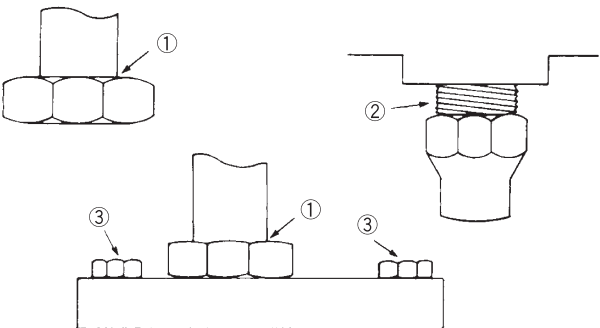
下図の①：エンクロージング・チューブ・カラー

②：取付け金具または手動押し上げ棒

③：ボルト

の締付けトルクは、次表のとおりです。

型 式	締付けトルク Nm (≒0.1kgf・m)		
	①カラー	②取付け金具	③ボルト
100RB	6	34 (3.4)	—
200RB	(0.6)		
240RA 8/9/12	12～14 (1.2～1.4)		4.5 (0.45)
240RA 16			18 (1.8)
240RA 20			29 (2.9)



型式の表示

例) 200RB 4T3T

200RB	4	T	3	T
型 名		継手サイズ3/8 (1/8インチ基数)		
ポート口径 (1/16インチ基数)		M：手動押し棒つき T：Tプラグつき		
継手種類 T：ろう付				

補正係数（電磁弁用）

この補正係数は、電磁弁100RB、200RB、240RAなどに適用します。

電磁弁選定のための補正係数

電磁弁の必要能力を、次式で補正して、定格条件での相当能力を求めます。そして、その相当能力を満足する定格能力を持つ電磁弁を選定します。

$$Q_n = Q_o \times K_t \times K_{\Delta P}$$

Q_n ：相当定格能力（ $T_e=+4^{\circ}\text{C}$ 、 $T_c=+38^{\circ}\text{C}$ 、過冷却度1K）

K_t ：温度補正係数（蒸発温度と凝縮温度による）

$K_{\Delta P}$ ：圧力差補正係数（弁前後の圧力降下による）

Q_o ：必要能力

選定例：冷媒 R134a吸込みガスの場合、蒸発温度 $T_e=-20^{\circ}\text{C}$ 、凝縮温度 $T_c=+45^{\circ}\text{C}$ 、圧力降下 $\Delta P=20\text{kPa}$ 以下、必要能力 $Q_o=9.2\text{kW}$ （ $\approx 2.6\text{USRT}$ ）では

吸込みガスの補正係数（下表）から

温度補正係数 $K_t=1.88$ 圧力差補正係数 $K_{\Delta P}=0.87$

したがって、相当定格能力 Q_n は

$$Q_n = Q_o \times K_t \times K_{\Delta P} = 9.2 \times 1.88 \times 0.87 = 15.0\text{kW} \quad (\approx 4.3\text{USRT})$$

ここで、21ページの一覧表より定格能力16.0kW（ $\approx 4.5\text{USRT}$ ）の240RA16を選定します。

吸込みガス（サクション）・補正係数

蒸発温度 (T_e) ℃	温 度 補 正 係 数 K_t										蒸発温度 (T_e) ℃	
	凝 縮 温 度 (T_c) °C											
	+60	+55	+50	+45	+40	+35	+30	+25	+20			
+10	1.03	0.97	0.92	0.88	0.84	0.80	0.76	0.74	0.71	+10		
0	1.40	1.32	1.25	1.20	1.14	1.10	1.04	1.01	0.96	0		
−10	1.71	1.62	1.53	1.47	1.40	1.34	1.27	1.23	1.18	−10		
−20	2.20	2.08	1.97	1.88	1.80	1.72	1.64	1.58	1.51	−20		
−30	2.79	2.63	2.50	2.39	2.27	2.19	2.07	2.01	1.92	−30		
−40	3.68	3.47	3.29	3.15	3.00	2.89	2.73	2.65	2.53	−40		
圧 力 差 補 正 係 数 $K_{\Delta P}$												
ΔP (MPa)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	ΔP (MPa)
$K_{\Delta P}$	1.73	1.22	1.00	0.87	0.77	0.71	0.65	0.58	0.48	0.55	0.52	$K_{\Delta P}$

液・補正係数（R134a/R22）

R134a								R22								
弁入口 液温度 ℃	温 度 補 正 係 数 K_t												弁入口 液温度 ℃			
	蒸 発 温 度 (T_e) ℃															
	+10	0	−10	−20	−30	−40	+10	0	−10	−20	−30	−40				
+60	1.33	1.40	1.48	1.56	1.67	1.79	1.26	1.30	1.38	1.38	1.44	1.50	+60			
+55	1.23	1.29	1.36	1.43	1.52	1.62	1.19	1.22	1.29	1.29	1.34	1.39	+55			
+50	1.15	1.20	1.26	1.32	1.39	1.48	1.12	1.15	1.21	1.22	1.26	1.30	+50			
+45	1.08	1.12	1.17	1.22	1.29	1.37	1.06	1.08	1.15	1.15	1.18	1.23	+45			
+40	1.01	1.05	1.10	1.14	1.20	1.27	1.01	1.03	1.09	1.09	1.12	1.16	+40			
+35	0.96	0.99	1.03	1.07	1.12	1.18	0.96	0.98	1.03	1.03	1.06	1.10	+35			
+30	0.91	0.94	0.98	1.01	1.06	1.11	0.92	0.94	0.99	0.98	1.01	1.04	+30			
+25	0.86	0.89	0.92	0.95	1.00	1.04	0.88	0.89	0.94	0.94	0.96	0.99	+25			
+20	0.82	0.85	0.88	0.91	0.94	0.98	0.84	0.86	0.90	0.90	0.92	0.95	+20			
+15	0.78	0.81	0.84	0.86	0.89	0.93	0.81	0.82	0.87	0.86	0.88	0.91	+15			
+10	0.75	0.77	0.80	0.82	0.85	0.98	0.78	0.79	0.83	0.83	0.85	0.87	+10			
+5		0.74	0.76	0.78	0.81	0.84		0.76	0.80	0.79	0.81	0.83	+5			
0		0.71	0.73	0.75	0.75	0.81		0.73	0.77	0.77	0.78	0.80	0			
−5			0.70	0.72	0.74	0.77			0.74	0.74	0.75	0.77	−5			
−10			0.68	0.69	0.71	0.74			0.72	0.71	0.73	0.74	−10			
压 力 差 補 正 係 数 $K_{\Delta P}$																
ΔP (MPa)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	ΔP (MPa)
$K_{\Delta P}$	1.73	1.22	1.00	0.87	0.77	0.71	0.65	0.61	0.58	0.55	0.52	0.50	0.48	0.46	0.45	$K_{\Delta P}$

補正係数（電磁弁用）

液・補正係数（R404A/R407C/R507）

R404A																
弁入口 液温度 ℃	温 度 補 正 係 数 K_t												弁入口 液温度 ℃			
	蒸 発 温 度（ T_e ）℃															
	+10	0	−10	−20	−30	−40										
+60	1.74	1.88	2.06	2.28	2.57	2.95							+60			
+55	1.46	1.55	1.68	1.83	2.01	2.25							+55			
+50	1.26	1.34	1.43	1.54	1.68	1.84							+50			
+45	1.12	1.18	1.26	1.34	1.45	1.57							+45			
+40	1.02	1.07	1.13	1.20	1.28	1.38							+40			
+35	0.93	0.97	1.02	1.08	1.15	1.23							+35			
+30	0.86	0.90	0.94	0.99	1.05	1.11							+30			
+25	0.80	0.83	0.87	0.92	0.97	1.02							+25			
+20	0.75	0.78	0.81	0.85	0.90	0.95							+20			
+15	0.71	0.73	0.76	0.80	0.84	0.88							+15			
+10	0.67	0.69	0.72	0.75	0.79	0.83							+10			
+5		0.66	0.68	0.71	0.74	0.78							+5			
0		0.63	0.65	0.68	0.71	0.74							0			
−5			0.62	0.65	0.67	0.70							−5			
−10			0.60	0.62	0.64	0.67							−10			
R407C								R507								
弁入口 液温度 ℃	温 度 補 正 係 数 K_t												弁入口 液温度 ℃			
	蒸 発 温 度（ T_e ）℃															
	+10	0	−10	−20	−30	−40	+10	0	−10	−20	−30	−40				
+60							1.71	1.83	1.98	2.18	2.43	2.75	+60			
+55	1.28	1.34	1.40	1.48			1.43	1.52	1.62	1.76	1.92	2.12	+55			
+50	1.17	1.22	1.27	1.33			1.24	1.31	1.40	1.49	1.61	1.76	+50			
+45	1.08	1.12	1.17	1.22			1.11	1.17	1.23	1.31	1.40	1.52	+45			
+40	1.01	1.04	1.08	1.13			1.01	1.06	1.11	1.17	1.25	1.34	+40			
+35	0.94	0.98	1.01	1.05			0.93	0.97	1.01	1.07	1.13	1.20	+35			
+30	0.89	0.92	0.95	0.99			0.86	0.89	0.93	0.98	1.03	1.09	+30			
+25	0.84	0.87	0.90	0.93			0.80	0.83	0.87	0.91	0.95	1.01	+25			
+20	0.80	0.82	0.85	0.88			0.75	0.78	0.81	0.85	0.89	0.93	+20			
+15	0.76	0.78	0.81	0.84			0.71	0.73	0.76	0.79	0.83	0.87	+15			
+10	0.73	0.75	0.77	0.80			0.67	0.69	0.72	0.74	0.78	0.81	+10			
+5		0.72	0.74	0.76				0.65	0.68	0.70	0.73	0.76	+5			
0		0.69	0.71	0.73				0.62	0.64	0.66	0.69	0.72	0			
−5			0.68	0.70					0.61	0.63	0.65	0.68	−5			
−10			0.65	0.67					0.58	0.60	0.62	0.64	−10			
圧 力 差 補 正 係 数 $K_{\Delta P}$																
ΔP (MPa)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	ΔP (MPa)
$K_{\Delta P}$	1.73	1.22	1.00	0.87	0.77	0.71	0.65	0.61	0.58	0.55	0.52	0.50	0.48	0.46	0.45	$K_{\Delta P}$

ホットガス（吐出しガス）・補正係数

	温 度 補 正 係 数 K_t											
	凝 縮 温 度（ T_e ）℃											
	10	5	0	−5	−10	−15	−20	−25	−30	−35	−40	
K_t	0.96	1.00	1.03	1.06	1.10	1.13	1.17	1.20	1.24	1.29	1.33	K_t
压 力 差 補 正 係 数 $K_{\Delta P}$												
ΔP (kPa)	35	50	70	100	150	200	250	300	400			ΔP (kPa)
$K_{\Delta P}$	1.72	1.49	1.22	1.00	0.86	0.78	0.73	0.70	0.65			$K_{\Delta P}$