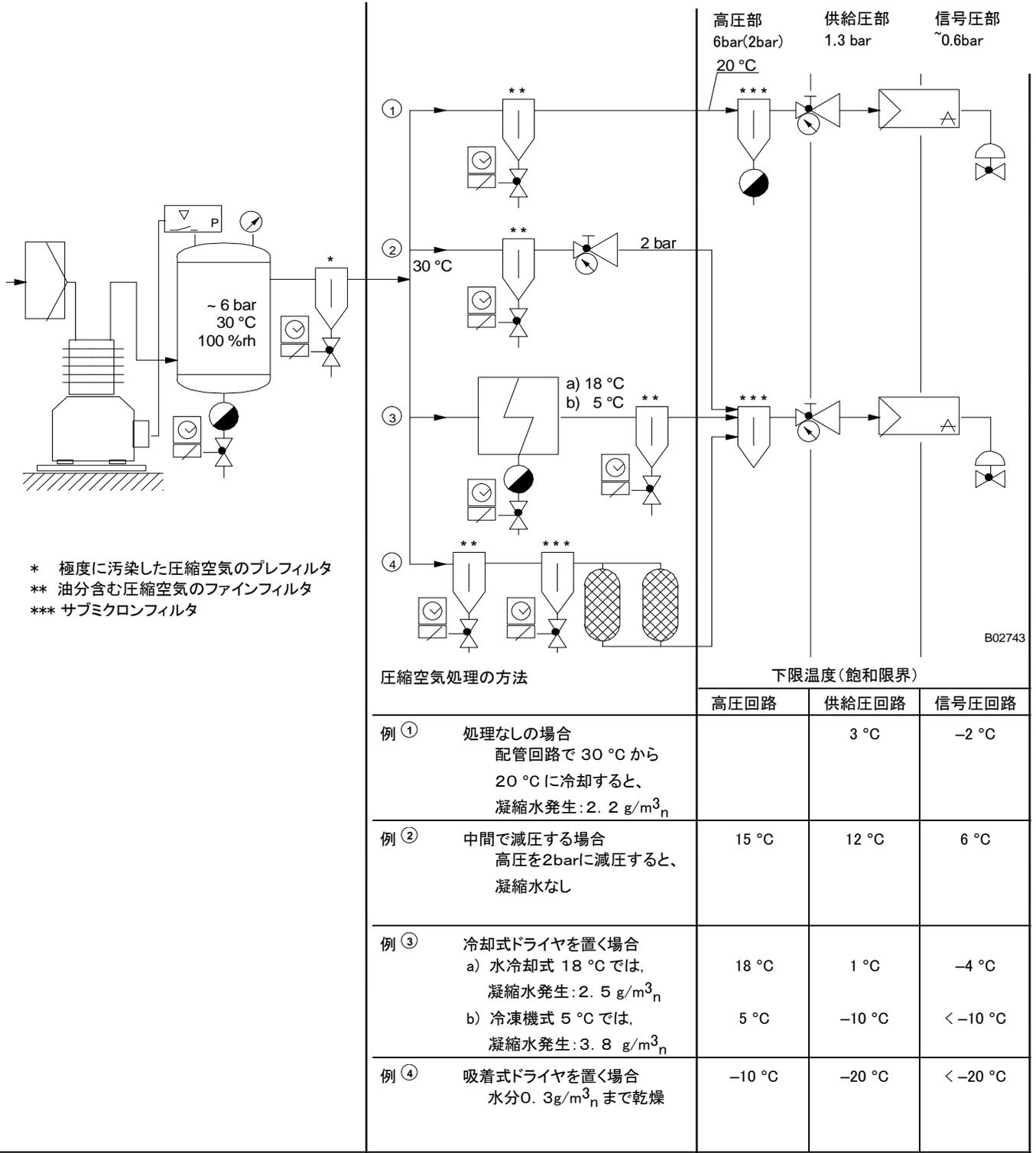


空気圧源設備について (V11)

- 1. 圧縮空気の供給
 - 1.1 圧縮空気の必要量
 - 1.2 圧縮機必要出力
 - 1.3 圧縮空気のタンク容量
 - 1.4 油とダストを含む空気の質
- 2. 圧縮空気の処理 (凝縮について)
 - 2.1 処理なしの場合
 - 2.2 途中で減圧する場合
 - 2.3 冷却式ドライヤを置く場合
 - 2.4 吸着式ドライヤを置く場合
- 3. 圧縮空気の配管
 - 3.1 高压部
 - 3.2 供給圧部と信号圧部
 - 3.3 機器接続
- 4. 供給空気配管設備



* 極度に汚染した圧縮空気のプレフィルタ
 ** 油分含む圧縮空気のファインフィルタ
 *** サブミクロンフィルタ

1. 圧縮空気の供給

1.1 圧縮空気の必要量

圧縮空気の必要量を求めるために接続している全機器の平均空気消費量を合計します。

- オープン/クローズループ装置では、平均空気消費量が
- 各機器のカタログシートに l_n/h で記載されています。
- 空気圧操作器では、1回の動作の空気消費量が記載されていますので、合計値は1時間当りの動作回数を見積って掛け算して求めます。

例:

発信器 変換器	x 12	@ 33 l_n/h	396 l_n/h
RCP 20	x 12	@ 40 l_n/h	480 l_n/h
XSP 31	x 2	@ 30 l_n/h	60 l_n/h
AV 44 P 20	x 2	@ 4.3 $l_n \times 10$ 回/h	86 l_n/h
AV 42 P 10	x 5	@ 0.5 $l_n \times 10$ 回/h	25 l_n/h
合計			1047 l_n/h

圧縮空気必要量=合計平均空気消費量 = 1,047 m^3_n/h .

1.2 必要圧縮機出力

圧縮機の容量を計算する時には圧縮機の動作稼働率が50%で見積りします。従って、必要圧縮機出力は1.1項で計算した圧縮空気必要量の2倍となります。

汎用の圧縮機の容量は計算した出力値に一致していないので、一般的には1ランク上の容量の機種を選択します。

これは安全係数を増すことになり、結果として動作寿命を延ばし空気漏れや装置の追加など設計余裕に関して有効となります。

例:

圧縮空気必要量	1.05 m^3_n/h
必要圧縮機出力	2.10 m^3_n/h

一般的に圧縮機出力は無負荷動作(背圧なし状態)で記載されていますので注意して下さい。しかし必要圧縮機出力は推奨システム圧力の約6 barを基準として記載しております。

1.3 圧縮空気用タンクの容量

容量Vの空気貯蔵器は圧力タンクとし、更に空気消費量 \dot{V} を含めたものとして使用します。圧力調節器の動作すきま Δp は圧縮機運転のオフ時間 Δt を決めます

$$\Delta t = \Delta p \times \frac{V}{\dot{V}} \times 60 \text{ (min)}$$

オン/オフの多頻度動作を避けるために、タンク容量は1時間あたりの平均空気消費量の少なくとも2%にすべきです。

$$V/\dot{V} = \text{約 } 0.02.$$

圧力調節器の動作すきまを2barとすると圧縮機は約2.5分のオフ時間となります。

例:

合計平均空気消費量	1047 l_n/h
タンク容量(2%)では	21 l
スイッチ-オフ時間	2.5 min
貯蔵タンクを利用すると	40 l
スイッチ-オフ時間	5 min

1.4 オイルとダストを含む空気の質

一般的には、オイルフリーやダストフリーの計器はオープン/クローズループ制御の全ての機器に必要です。不純物によって起きる損傷は長期間使用で明らかになります。特に危険なのはオイルとダストが混合している場合です。

- オイルフリー圧縮機は油分の含まない空気を作るには最も適している。
- ダストは圧縮機と接続している機器を損傷します。そのため、圧縮機の前には50 μm サクションフィルタ、後には5 μm プレフィルタを設けるべきです。
- ファインフィルタとサブミクロンフィルタは油潤滑圧縮機を使用して既設空気配管と接続する時に霧状のオイル(小滴の油)を取り除くために必要です。
- 冷却式ドライヤまたは吸着式ドライヤは空気の中に含まれるガス状のオイル混合物を分離するために推奨します。
- 吸着式ドライヤを使用する場合は、圧縮機の前に1ヶのファインフィルタと1ヶのサブミクロンフィルタを、後には1ヶのサブミクロンフィルタを設けるべきです。
- 冷却式ドライヤを使用する場合は、圧縮機の後に1ヶのサブミクロンフィルタのみを設けるべきです。
- もし冷却式ドライヤまたは吸着式ドライヤも設置できなければガス状のオイル不純物は活性炭フィルタで除去します。このフィルタはファインフィルタとサブミクロンフィルタの間に設けます。
- 圧縮機や減圧ユニットに設けたフィルタは埃りの多い環境、例えばセメントダストのある新築ビルなどでは、特に監視の必要があります。
- 付加している簡単なフィルタはサウタ空気式機器の接続部に設け、配管から発生する残りかすを除去します。これらの予防策をしても、機器類を接続する前にエアーフラッシングをして下さい。
- サウタの圧力減圧ユニット XFRP 5 と関連のアクセサリは上記の要求に適合しています。

2. 凝縮水に関するの圧縮空気処理

配管設計は凝縮による水滴の制御できなくなることはないよう、また配管が凍結しないよう考慮します。
その空気処理の対応は配管回路の個々の区間における最低温度によります。(頁1の系統図参照)

- 系統図①, 凝縮水は高圧区分で集めますので配管は僅かな傾斜が必要です。その凝縮水は最も低い点で定期的に排水が必要です。
供給圧と信号圧回路の最低温度は制限があります。
- 系統図②から④, 圧縮空気の処理は配管回路のどの箇所でも凝縮水が集まることのないように水分を移動します。個々の圧力区分の最低温度には制限があります。系統図の④だけは高圧配管回路が 0 °C 以下になっても凍結することがないので認められます。

温度の関数として標準空気 1m³_n に含み得る最大水分量 „a” を示すグラフは許容最低温度を決めるのに使用します。

次の公式が適用できます:

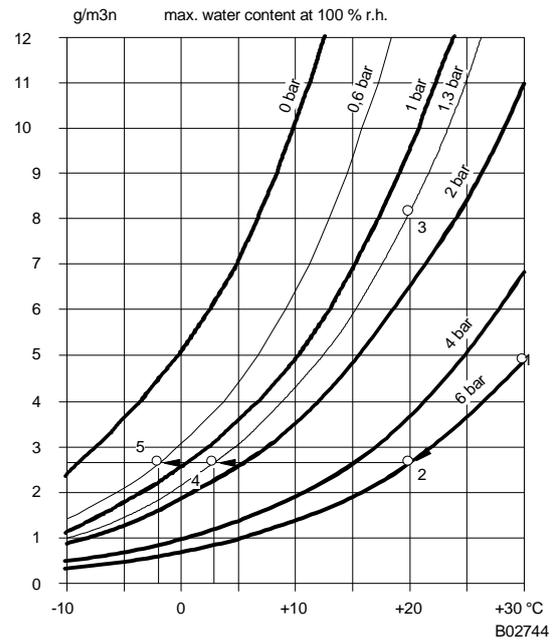
$$a \cong 0.8 \frac{p(T)}{p_{abs}} \text{ g/m}^3_n$$

p(T) = 与えられた温度 T での水蒸気圧 (mbar)
P_{abs} = 絶対圧力 (bar)

次の節において、頁1に記載した最低温度値は数値で明記されます。その例は代表な条件で表し、他の条件では比例配分で適用できます。

例②を除いて、凝縮水は常に最初の段階で分離されます。その量は高圧区分での冷却能力によります。この後水分は一定になります。各区分での相対湿度は最大水分量に対する実際の水分量の割合で表します。
最低温度値は実際と最大水分量が同じ (100 %rh.) になる時の圧力から求められます。

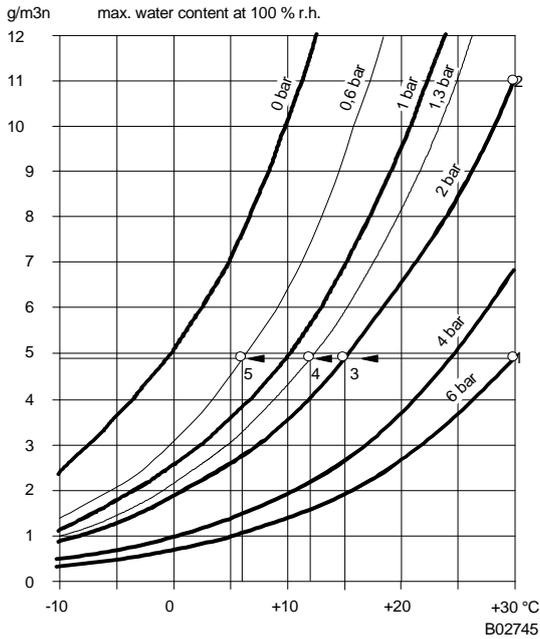
2.1 圧縮空気の処理なしの例①



高圧回路は凝縮水分離のために意図的に使用されます。

- ポイント1 圧力タンクの中の状態:
6bar, 30 °C, 100 %rh.,
水分量 **4.8 g/m³_n**
- ポイント2 高圧回路での状態:
20 °C に冷却, 6 bar, 100 %rh.,
水分量 **2.6 g/m³_n**
従って、凝縮水の量: 4.8 – 2.6 = **2.2 g/m³_n**
- ポイント3 1.3 bar に圧力降下の後では水分量 8.1 g/m³_n
まで可能、しかし実際の水分量は 6 g/m³_n
従って、相対湿度 rh. = 2.6/8.1 = 0.32 = **32 %**
- ポイント4 供給配管での最低温度は (1.3 bar) = 3 °C
(最大水分量 = 実際水分量)
- ポイント5 信号配管での最低温度は (約 0.6 bar) = -2 °C

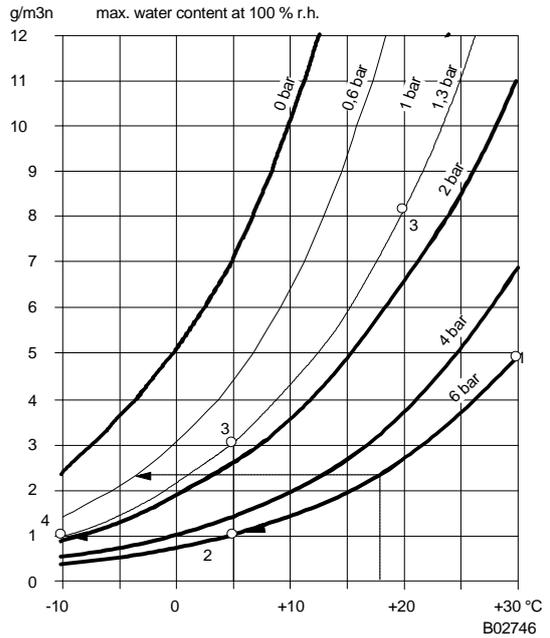
2.2 途中で減圧の場合、例②



圧縮機室で最初の圧力減圧は高圧回路内の相対湿度を減少させます。減圧した[高圧部]では配管内圧力降下は増加し、2 番目の減圧ユニットの機能は減少します。

- ポイント 1 圧力タンク内の状態:
6 bar, 30 °C, 100 %rh.
水分量 **4.8 g/m³_n**
- ポイント 2 2 bar に減圧後の水分量は 11 g/m³_n まで可能、
実際の水分量は **4.8 g/m³_n**
従って相対湿度 $rh. = 4.8/11 = 0.44 = 44 \%$
- ポイント 3 高圧回路部 (2 bar) での最低温度 = **15 °C**
(最大水分量 = 実際水分量の時)
- ポイント 4 供給圧回路部 (2 bar) での最低温度 = **12 °C**
- ポイント 5 信号回路部 (約 0.6 bar) での 最低温度 = **6 °C**

2.3 冷却式ドライヤの場合、例③



圧縮空気 (6 bar) は冷却され、下記のように水分が分離します。水冷却器では約 18 °C、冷凍機では約 5 °C で得ることができます (凍結により制限)。

- ポイント 1 圧力タンク内の状態:
6 bar, 30 °C, 100 %rh.
水分量 **4.8 g/m³_n**
- ポイント 2 冷却式ドライヤ:
5 °C に冷却、6 bar, 100 %rh.
水分量 = **1 g/m³_n**
従って、凝縮量: $4.8 - 1 = 3.8 \text{ g/m}^3_n$
高圧回路部 (6 bar) での最低温度 = **5 °C**
- ポイント 3 供給圧配管部 (1.3bar) での状態:
5 °C で 1.3 bar に減圧 で水分量は **1 g/m³_n**
最大水分量 = 3.1 g/m^3_n まで可能
従って、 $rh. = 1/3.1 = 0.32 = 32 \%$ %rh.
- ポイント 4 供給圧配管部 (1.3bar) での最低温度: **-10 °C**

水冷却器 (18 °C) の場合、水分量は **2.3 g/m³_n** (点線表示)

最低温度: 6 bar の点で 18 °C
 1.3 bar の点で +1 °C
 0.6 bar の点で -4 °C

2.4 吸着式ドライヤの場合、例④

吸着式ドライヤでは、空気は吸湿性材料の容器内に導かれます。その寸法と空気流量により、水分量は 0.3 g/m^3_n (メーカー情報による)以下まで減らすことができます。これは高圧回路では最低温度 -10°C に、供給圧回路では約 -20°C となります。吸着式ドライヤは定期的に再生の必要があります;このため、切換できる2重システムがよく使用されます。充填材の寿命は、もし冷却ドライヤが吸着式ドライヤの前に接続していれば相当延長されます。

- オイルレス圧縮機だけが吸着式ドライヤと接続して使用可能です。

3. 圧縮空気の配管

3.1 高圧配管(約 6 bar)

減圧ユニットに接続する高圧配管は一般的に 1/2B 亜鉛メッキ鋼管で敷設します。圧縮空気処理なしの例①では、配管は傾斜をもって敷設し、その最底個所で定期的に排水の必要があります。腐食の恐れがあるので注意して下さい。処理した空気は、2節で説明したように凝縮水が発生しますので最低温度値以下に下げないで下さい。

3.2 供給圧と信号圧配管

- ポリエチレン、ナイロンまたは軟銅管はねじ接続する配管工事に使われています。殆どの場合、可とう性で高価でないポリエチレン配管が特別な要求(火災事故やネズミなどにかじられての損傷など)がなければ使用します。銅管は接続する機器(特にプラスチックケース)には力が加わらないような方法で敷設します。このために、機器接続の前部 30cm 以上の所からプラスチックチューブなど使います。
- 特殊なポリウレタンで作られた可とうチューブがニッブルにプッシュオン接続するために開発されています(資料 69.06/69.600 参照)。

凝縮水発生を防ぐために、2節で規定した最低温度を守ります。通常の配管断面寸法は6x1(外形 6、厚み1)を使います。長い配管や空気処理量が大きい場合には、供給配管の圧力降下の増加について考慮します(4節参照)

3.3 機器の接続

- サウタの機器は通常メネジ Rp-1/8 (ISO7/1) 接続です。そのため、テーパねじ込みのニッブル R-1/8 (ISO 7/1)、(頁 69.06/69.600 参照)。テフロンテープまたは特殊接着剤(アクセサリno. 297169)がシール材として推奨します。(プラスチックにはロックタイト剤使用不可)金属製のニッブルをプラスチックケースにねじ込むときにはトルク制限を適用します(可能ならばプラスチック製のニッブルを使用)。
- 平面取付や組立の理由で、機器には固定またはねじ込み式プラグニッブルを備えているものがあります。それにはプラグニッブル用ポリウレタンチューブを使用します。追加チューブの連結(アクセサリ no. 277790)は緩衝用にまたは温度が 40°C 以上の時に使用します。
- チューブはニッブルから引っ張らないで押して外します。引き外し器具 (no. 297508)を使用します。
- 余分に巻かれた長さのチューブは切ります。

4. 供給空気圧設備の指針

一般的に、サウタ空気圧機器の供給圧は 1.3 bar ± 0.1 bar に規定されています。この圧力値は接続している機器が最大空気量を要求しても供給圧分配器(ヘッダー)で維持する必要があります。さもなければ、不具合動作はこのヘッダーに接続している全部の機器に起きます。

この 4 では装置の関連動作を説明し、供給配管回路の計画と実行の指針を準備します。

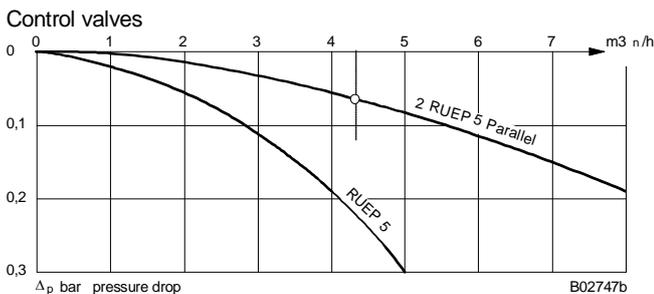
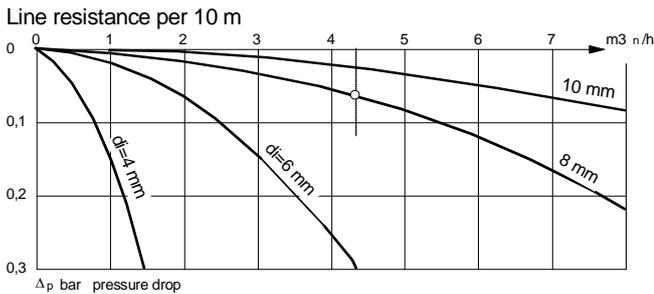
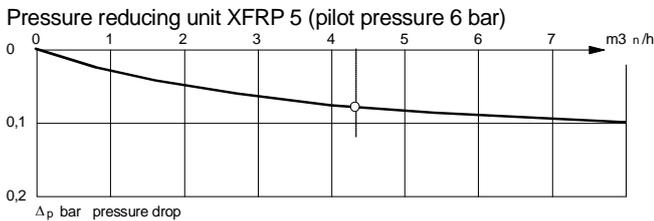
供給配管回路の機能は次の特性により決まります：

- 1) 圧力供給源の内部抵抗損失
- 2) 最大空気処理量 \dot{V}_{max}
- 3) 機器の供給圧の影響

4.1 圧力供給源の内部抵抗損失

圧縮空気配管内圧力は装置内で空気の流れると少しづつ低下します。その圧力降下は下記の流量による圧力降下の合計となります。：

- 減圧ユニット
- 配管抵抗
- 制御弁
- その他流量による抵抗のあるもの



合計の圧力降下を計算するためには空気処理量 \dot{V}_{max} を 4.2) により求め、相応する負荷曲線からの Δp 値を加算します。配管の Δp 値は長さ 10 m で規定されていますので、実際の配管長で比例計算します。

7頁での例を参照すると $\dot{V}_{max} = 4.3 \text{ m}^3/\text{h}$ となります。

4.2 最大空気処理量 \dot{V}_{max}

代表例として最大空気処理量は平均空気消費量(適当な圧縮機容量を選定)だけではなく、一時的な変動または設定変更の修正による操作空気量も計算に入れます。この空気処理量は圧縮機の選定に使う空気必要量とは関係しません。

温度と湿度制御ループでは、次の実験上の公式を適用します：

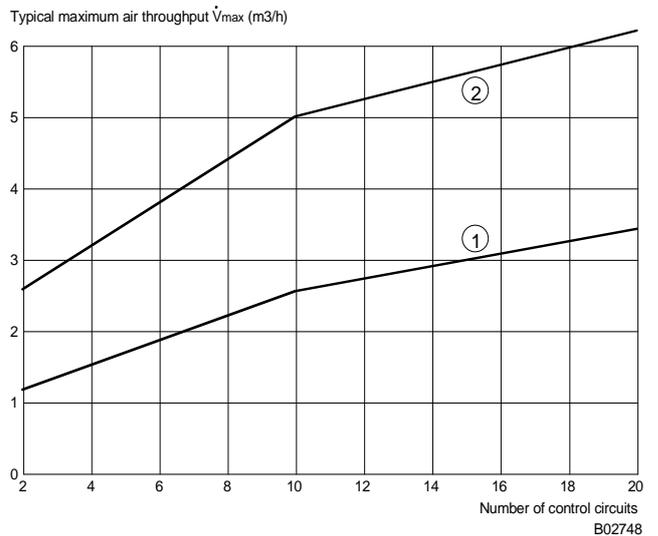
増幅器またはポジションを持つ 2 から 10 ケの制御ループでは、次のものが加算されます： $\dot{V}_{max} =$

- 接続している全機器の平均空気消費量
- + バルブ、操作器当り@0.1 m³/hの追加容量 (AV 44/45 P は, @0.2 m³/h)
- + 最大出力で 2 ケの機器の最大供給量

10ケ以上の制御ループでは、各追加の制御機器の 10%増を計算にいれます(同時動作の係数を考慮)。

制御ループの例：

- ① ポジションなしの小さな操作器をもつ調節器
例、RCP 20 と AV 42 P
- ② ポジション付きの大きな操作器をもつ調節器
例、RCP 20 と XSP 31 付き AV 44 P

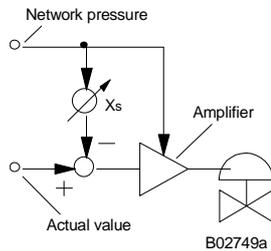


完成した設備で運転する時、または一般的な設定調整が実行される時は大きな空気容量が短時間に要求されるので、許容供給圧の下限を超過します。その結果 4.3)で詳述するように機器の影響についてのこれらの場合を検討しています。

4.3 機器の供給圧の影響

供給圧の一時的な降下は 4.2)による空気処理量 \dot{V}_{max} と 4.1)による負荷曲線でヘッダー(分配器)の所で算定できます。供給圧の減圧が大きいと次の不具合発生することがあります:

- a) 多くの空気圧機器では、供給空気が僅かに減少するだけです。しかし、設計限界近くの圧力値で作動し閉じている DA 操作器は瞬間的に開くことがあります、それは供給圧が最高圧力で出力としているからです。
- b) 2つめの不具合は安定化した基準圧(例として、調節器の設定点 X_s またはポジションナ XSP31 のゼロ基準点 P_o)をもつ調節機器で起きることがあります。制御が DA 動作では、供給圧の減少に相応して基準圧が僅かに減少(つまり増幅器入力は増)し、結果として出力圧が増えることとなります。この配管回路(ポジティブフィードバック)では機器が最大空気量で動作し、再び排出が止まる局面になるまで増幅してしまいます。



この結果、このタイプのいくつかの機器が同じ供給空気圧配管または細い供給配管に接続されていると重大な問題を起こすことになります。これらの場合にポジティブフィードバックは全機器に伝わり、圧力は全体の設備でブレークダウンし、システムは連続的に脈動となり最終的に停止することになります。

これらの情報と実際の経験に基づき、次の指針を提供します:

- ヘッダー(分配器)の供給空気は空気処理量 \dot{V}_{max} での圧力降下が 0.2bar 以下でヘッダー圧力が 1.2bar 以下に降下しないように設計します。これは対応する影響や操作器の瞬間の開動作をふせぎます。一般に無負荷での減圧ユニットは 1.4bar にセットします。

- ヘッダー(Distributor)から個々の空気消費機器への配管はループにしないで下さい。DA 制御動作の機器では、その配管は一定の長さを超えないようにします;その装置が永久的にハンチング(自己脈動)の恐れがあります。

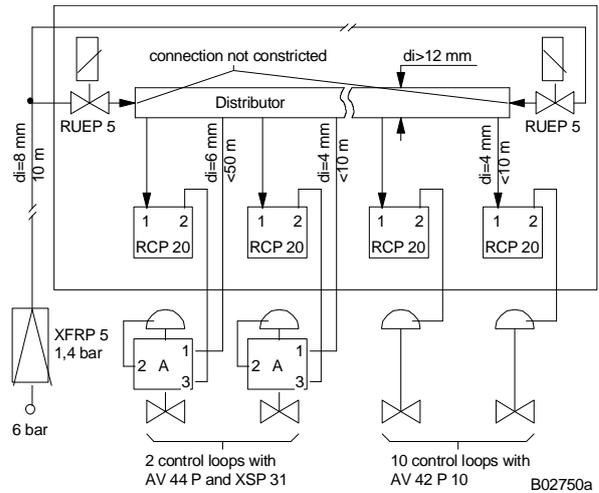
供給空気配管の最大長:

内径 $d_i = 4 \text{ mm}$ では $L_{max} = 10 \text{ m}$

内径 $d_i = 6 \text{ mm}$ では $L_{max} = 50 \text{ m}$

- 規定の配管(チューブ)の径は計装図に明記しておきます。供給主管ヘッダーには内径 12mm の管を使用します。供給空気圧ポートの接続ねじは配管径に適合したものを使います。

例: 12 制御ループの動作パネル



ヘッダー(供給圧分配器)での代表的な空気処理量 \dot{V}_{max} (参照 4.2 項)

RCP 20 x 12	40 l_n/h	each 0.48 m^3/h	消費 空気量
発信器、変換器 x 12	33	each 0.40	
XSP 31 x 2	30	each 0.06	
AV 44 P 20 x 2	200	each 0.40	要求 空気量
AV 42 P 10 x 10	100	each 1.00	
XSP 31 最大空気量 x 2	1000	each 2.00	
$\dot{V}_{max} = 4.34 \text{ m}^3/h$			

\dot{V}_{max} でヘッダーの特性曲線 = 4.34 m^3/h とすると (参照 4.1 節)

減圧ユニット	0.09	bar
配管 \varnothing 8/10 mm	0.07	bar
RUEP 5 x 2	0.04	bar
$\Delta p_{tot} = 0.20 \text{ bar}$		

ヘッダー内圧力降下限界は 1.4 bar から 1.2 bar とします。