「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3.3.3.4　圧空システム

1．圧空システムと設備概要

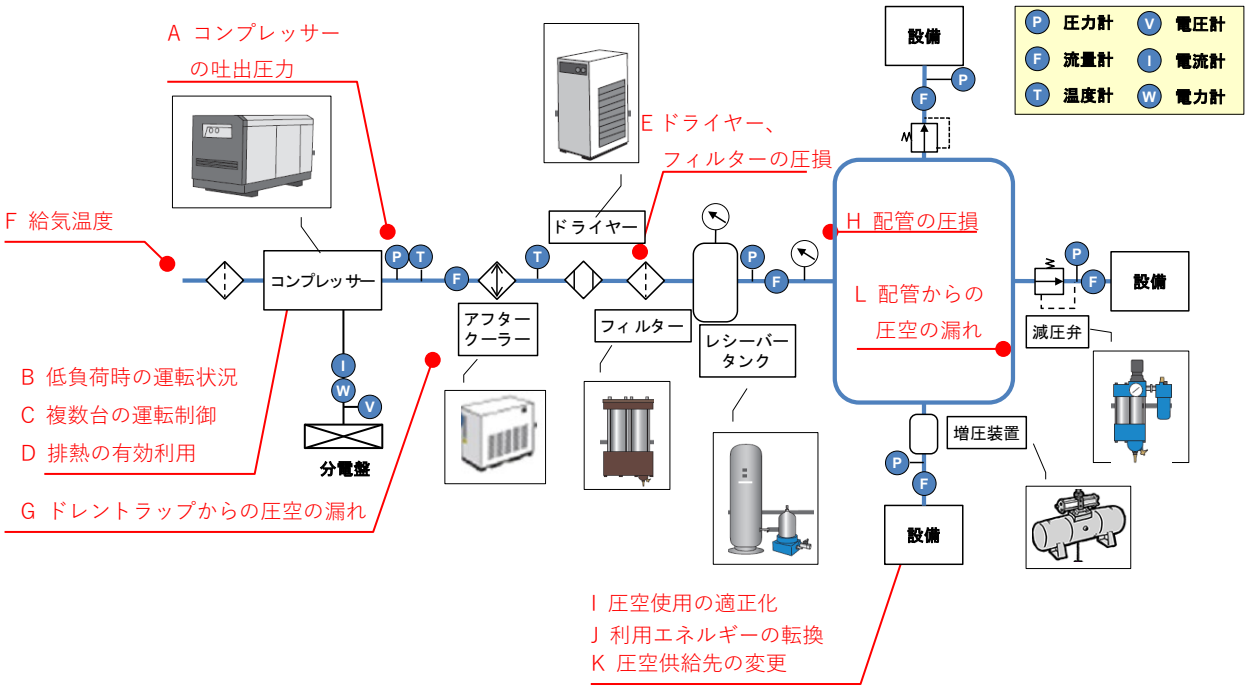


図 3.3.3.4-1　圧空システムの機器構成と計測箇所の例

圧空システムはコンプレッサーにより空気を吸引、圧縮、供給する設備集合であり、大きく圧空供給系と圧空消費系に分けられる。CO_2削減を行なうためには、システム全体、圧空供給系と圧空消費系、各系の課題を把握して適切な対策を採る必要がある。システムの構成としては、分散設置方式と集中設置方式がある。

分散設置方式は、圧縮空気を必要とする機器の近くにコンプレッサーを設置する方式であり、集中設置方式は、複数のコンプレッサーをコンプレッサー室などに集中配置し、空気ヘッダー、配管などを介して使用先に供給する方式である。

集中設置方式は、配管が長い、圧力損失が大きい、空気漏れ箇所が多い、初期投資が大きいなどの欠点はあるが、使用側の負荷平準化等により、コンプレッサー台数・容量を減らすことができる。これによりメンテナンス費が抑えられることで集中設置方式が多く採用されている。

システムの構成機器は、次の通りである（図 3.3.3.4-1）。

①コンプレッサー

②圧縮空気内の水分、油分、粉塵などを除去・清浄化する除湿機、フィルター

③管路内の圧力変動を緩和するレシーバータンク、アキュムレーター等の空気槽

④気体を搬送する、配管、分岐、接続機器

⑤管路内の流体の量、圧力を制御調節するバルブなどの可変機構を持つ機器

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

コンプレッサーの種類は、圧縮方式による分類の他、冷却方式、制御方式、圧縮段数、潤滑・シール方式などによる分類がある。

なお、コンプレッサーとは圧力を 0.1MPa-G 以上にするものをいう。

memo

漏れの調査と補修、油分・水分のドレンによる圧力損失の解消が CO_2 削減の第一歩です。

2．圧空システムで発生するエネルギーロス

1）空気漏れ、圧力損失による圧力、流量のロス

2）使用側設備の圧力と流量に対するコンプレッサーの吐出圧力、吐出量の設定不備による電力ロス

3）複数台コンプレッサーの非連携（台数制御しない）運転による電力ロス

4）吸入空気温度、湿度が高いことによる質量流量の減少ロス

5）吸入フィルターの目詰まりによる質量流量の減少ロス

3．エネルギーロス把握のための計測方法

1）供給段階のロスの把握

●コンプレッサー動力計測

コンプレッサーの消費電力、吐出圧力、圧縮空気流量が基本的な計測項目である。コンプレッサー吐出口や除湿機出口の空気温度を計測することにより、除湿・冷却性能を把握する。計器が常設されていないところは、盤内配線、端子にクランプを付けて計測し、ロガーでデータを記録する。

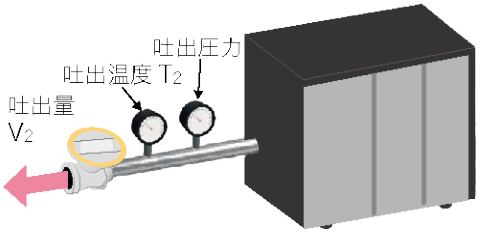


図 3.3.3.4-2　コンプレッサーと出口計測



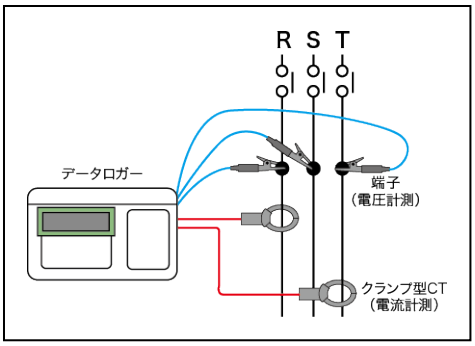


図 3.3.3.4-3　コンプレッサー配電盤での電流、電圧測定

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

●流量計測

空気流量計の型式と特徴を表 3.3.3.4-1 に示す。熱式、差圧式、渦式が多いが、管外部からの計測には超音波式が適している。

表 3.3.3.4-1 空気流量測定方法と特徴

型式	特徴	型式	特徴
差圧式	流量範囲が比較的狭い	容積式	高精度、高価
面積式	構造簡単、安価、垂直取付	渦式	稼働部なし
超音波式	汎用、圧損ゼロ	タービン式	高精度
熱式	質量流量計測、高精度	ピトー管	構造簡単、安価、高速用

memo

現場に流量計がない場合は、ポータブル型超音波式流量計がよく使われます。レンタル品もあります。

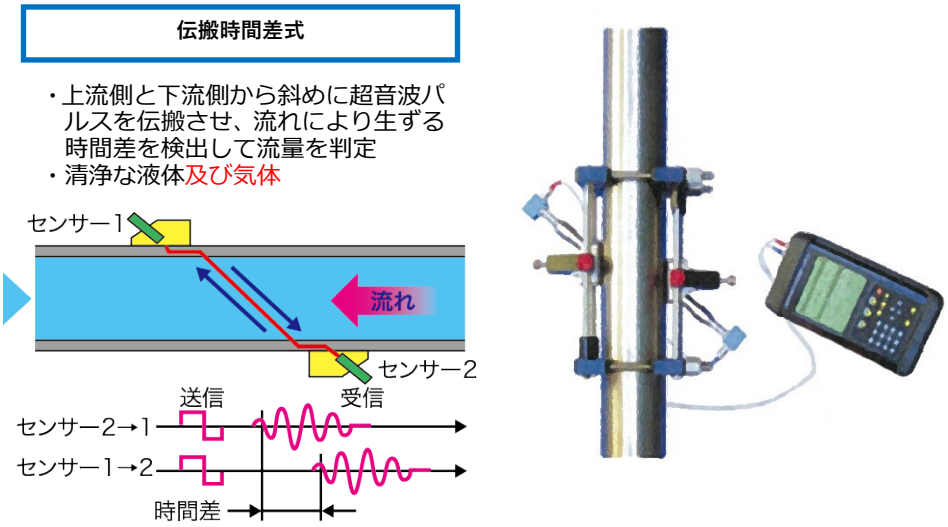


図 3.3.3.4-4 超音波流量計の原理と計測状況

●**圧力計測**

圧力センサーには、電子式と機械式がある。電子式は圧力を受けて歪んだ感圧素子の電気抵抗の変化を信号として計測する。機械式は、ブルドン管、ベローズがあるが精度は電子式に劣る。

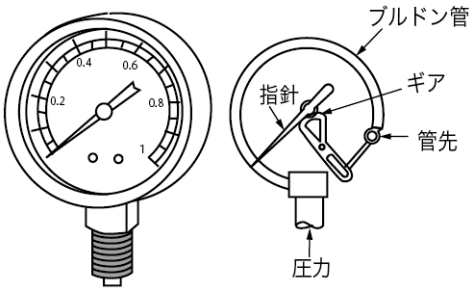


図 3.3.3.4-5 ブルドン管圧力計

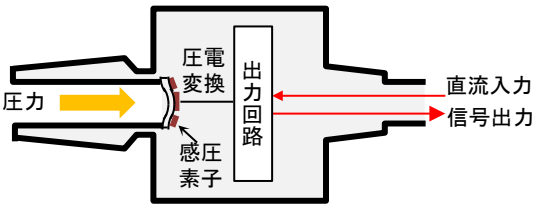


図 3.3.3.4-6 電子式圧力計

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

●温度計測

温度は、一般的に熱電対が用いられるが常設型、簡易型でさまざまな種類がある。



図 3.3.3.4-7　端子箱付温度計

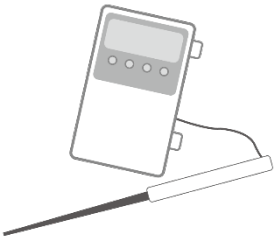
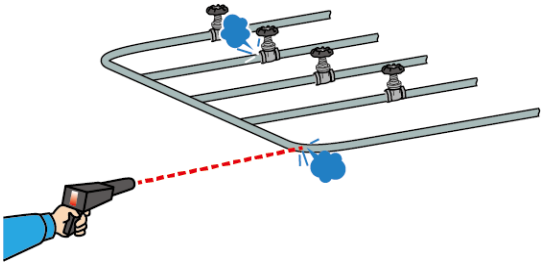


図 3.3.3.4-8　ハンディ温度計

2）移送段階のロス把握

レシーバータンク出口（ループ配管網入口）の圧力、流量の計測とエアー漏れの検知を行う。圧力、流量の計測方法は発生段階と同様である。

エアー漏れ計測には、超音波で離れたところからエアー漏れを検知するセンサーが診断時などに用いられている。



原理

流体がピンホールを通過するときに発生する超音波(40kHz)を受診して、その音量(音圧 dB)で漏れの程度が確認できる。

図 3.3.3.4-9　エアー漏れ計測状況図

memo

超音波センサーは、7～8m離れた遠方から測定し、近づきながら場所を特定します。レーザーポインター付もあります。

なお、最近では、１台で温度、圧力、流量、漏れ量の同時計測ができるマルチ型の計測器が出てきている。

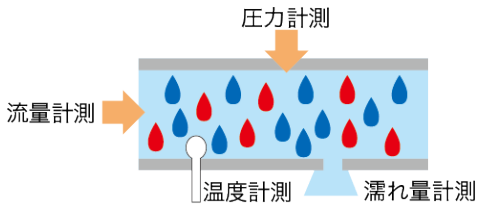


図 3.3.3.4-10　マルチ計測器イメージ

3）消費段階のロスの把握

各種装置に対して圧縮空気が適切に供給されているかどうかを把握するために、各装置の使用端における圧力、流量を計測する。減圧弁、増圧装置が使用されている場合はそれらの出口で計測する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

4．対策候補選定時に考慮すべき事項

1）高圧を必要とする設備が少ない場合は、コンプレッサーの吐出（ベース）圧力を高めるのではなく個別に増圧器、または小型高圧用コンプレッサーで対応し、ベース圧力をなるべく下げる。

2）圧空の使用形態として高圧小流量（動力目的）と低圧大流量（ブロー目的）が混在している場合が多い。必要とされる形態でコンプレッサーとブロワーの使い分けが必要である。

3）コンプレッサーは運転時間が長く出力も大きいので、できる限り高効率な機種を選定する。

4）情報把握

memo

配管が長く圧力損失が大きい場合は、コンプレッサーを設備に近い方に置く分散設置方式の検討も必要です。

項目	把握すべき情報
基本情報	
1．空気供給系統	1. 空気供給系統の全体把握 2. 設備配置図、配管系統図 3. 設置方式（集中、分散） 4. 配管形式（樹枝状、ループ、バイパス） 5. 清浄化機器、レシーバータンク、調整弁等の設置状況
2．圧力損失と供給状態	1. 供給配管が空気使用量に応じた適切な経路や長さ・サイズを選定しているか 2. 空気供給源が、供給系統別に設置され、圧縮空気が各装置に必要とする圧力や流量にバランスよく配分されているか
3．コンプレッサー本体	1. 設備仕様（機種、型式、定格電源、出力、モーター効率、定格吐出圧力、定格吐出空気量、容量調整方式、駆動方式、冷却方式）
現地情報	
1. 空気漏れ	1. 配管、機器系からの漏洩と点検状況 2. 漏れ量調査（①使用側設備停止中にコンプレッサーを稼働させ、吐出側流量指示値での漏洩総量把握　②リークテスター）
2. 生産設備の使用状況	1. 使用先設備図面、運転記録などからの使用端での最低必要圧力と必要空気量および圧力、流量の変動幅
3. コンプレッサーの運転状態と設置環境	1. 吐出圧力、吐出流量、消費電力、負荷率 2. 稼働日数、時間 3. 単独運転か台数制御運転か 4. 運転台数と負荷の関係
4. 点検、整備状況	1. コンプレッサーの吸入空気温湿度、換気状況 2. メンテナンス状況 3. コンプレッサー、フィルターなど劣化状況

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

5. 診断ポイントと対策技術

設備機器	診断ポイント	対策種類	対策の例	シート番号
コンプレッサー	吸い込み絞り弁制御のコンプレッサーを中低負荷で使用していないか	設備導入	回転数制御型（インバータ型）のコンプレッサーに更新	A14131 C14131
	圧力を使用する設備の必要圧力に対して供給圧力が高過ぎないか A	運用改善	コンプレッサーの吐出圧低減	A14111 C14111
	減圧弁を使ってブローしていないか	設備導入	コンプレッサーをブロワーに取り換え	
	少量の高圧用途に合わせて吐出圧を高くしていないか	設備導入	高圧用には増圧器、または小型高圧用コンプレッサーを導入	
	負荷が少ない時に複数台コンプレッサーが稼働し頻繁にオンロード、アンロードを繰返していないか（容量調整） B	部分更新・機能付加	コンプレッサーの台数制御	
			レシーバータンクの設置、容量の最適化	
		設導備入	適正容量の高効率コンプレッサーの導入	A14131 C14131
	複数のコンプレッサーが稼働しているとき効率の良いものを優先稼働するなどルールは適切化しているか C	部分更新・機能付加	コンプレッサーの台数制御（運転パターン設定）	
	排熱は有効活用されているか D	設導備入	コンプレッサー排熱の有効利用	A14122 C14133
供給系	フィルターやドライヤーの圧損は高くないか。差圧の経時確認 E	運用改善	フィルターやドライヤーの清掃、更新	
	コンプレッサーの排気などが部屋にこもり、吸気温度が高くなっていないか F	部分更新・機能付加	コンプレッサー吸気の低温化（換気の適切化、吸気専用ダクト設置など）	C14121
	水抜きのドレンと一緒に圧空は漏れていないか G		適切なドレントラップへの更新	
消費設備	先止め配管になっていないか。末端の圧を確保するため吐出圧が高くなっていないか H	部分更新・機能付加	配管のループ化	
	パルスブローで良いところに連続ブローしていないか I		エアブローのパルス化	C14321
	消費設備の動力源を替えられないか J	燃料転換	圧縮空気駆動から電気駆動への転換	
	近隣の工場から供給してもらえないか K	電力低炭素化	近隣会社からの余剰圧空の購入	
配管	配管や継手などから空気は漏れていないか、定期点検を行なっているか L	運用改善	配管の空気漏れ防止（使用側設備停止中にコンプレッサーを稼働させ、吐出側流量指示値での漏洩総量把握、リークテストやセンサーによる点検）	C14211

memo

一般工場の総電力の 20～25%をコンプレッサーが消費します。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

参考図書

［1］『CO_2削減ポテンシャル診断　【実践ガイドライン 2019】』（環境省）

［2］『エネルギー診断プロフェショナル認定試験公式テキスト　平成 28 年度版』
（省エネルギーセンター）