

FESTO

製品の保証、安全上の注意及び技術資料



Festo製品の保証	3
安全にご使用いただくために	4
Festo製品の保証と使用時, 保管時および搬送時の注意事項	7
空気圧の規格化	8
圧縮空気調質	9
バルブの使用条件	14
空気圧コンポーネント(ISO 5599準拠)のポート表記	15
アクチュエータの使用条件	16
圧力/推力の表とグラフ	17
座屈荷重	19
エア消費量	20
空気圧機器と防爆指令	21
EC指令/認証	23
デザイン	
クリーンルーム	24
塗装阻害物質と耐メディア性	25
耐腐食クラスCRC	26
IEC/EN 60529準拠の保護等級	27
機能設置 - 保護設置 - PELV	29
スパーク防止	31

1. 保証内容と保証期間

1. Festo株式会社(以下Festo)製品を構成する部品がその材料や素材、または製造上・構造上の理由による不具合・故障を認めた場合、Festoはこれを無償で修理または交換を行うものとする
2. 保証期間は納入後12カ月とし、これを過ぎたものに関しては有償にて修理または交換をする
3. Festo製品に付属する社外製品(モータや減速機など)については各メーカーの保証規約に準ずるものとする

2. 不具合の通知

発注者または使用者はFestoの製品に不具合などを認めた場合、確認後遅くとも5日以内にその旨をFestoまで書面等によって報告するものとし、Festoは受理後これを正当なものであると判断した場合には1.-(1)に従い対処するものとする

3. 修理・補修の保証

1. 1項の規定に基づき修理・補修または交換した製品またはサービスの保証期間は3カ月間とする
2. 修理については全てFesto本社工場(横浜市)持ち込みによるものとする
3. 修理が終わった製品の発送について、送り先は日本国内に限るものとする

4. 保証適用外

FestoはFestoが納入した製品単体に対してのみ責任を負うものとし、納入品の故障・不具合が原因となる二次的な損害や使用者の機会損失に対しては責任を負わないものとする

また、以下の場合に発生した不具合等については保証適用範囲外とし、Festoは一切の責任を負わないものとする

1. 不適切な、または通常ではない使用、運搬、保管が行われた場合
2. 発注者または使用者が誤った設置を行った場合
3. Festoに無断で修理・改造、変更などが行われた場合
4. 自然摩耗が認められた場合
5. 製品を誤って取り扱った場合、または乱暴に取り扱った場合
6. 化学物質、電気、電磁波、磁界などFestoに直接起因しない影響を製品がうけた場合
7. 製品の開発段階での科学技術的水準から、予測または回避することが困難な瑕疵があった場合
8. 取扱説明書やカタログの記載事項を遵守しなかった場合
特にFesto製品の使用条件に関する諸注意を怠った場合
9. Festo製品の品質や機能に関係ない軽度の発生音(モータの回転音など)や他の感覚的現象
10. 地震、落雷、水害など自然事象に起因する損害・故障

5. 引き渡し条件

1. 引き渡しは特定の長さを超える場合を除き基本的に混載便による車上渡しとする
2. 引き渡し後の開梱、設置、現地調整、試運転などについてはFestoの責務外とする

安全にご使用いただくために

FESTO

ご使用になる前に必ずお読みください。

本製品を正しく、安全にご使用いただくためにJIS B 8433及びISO 10 218などのシステム通則を遵守し、各製品ごとの仕様や注意事項もあわせて十分ご確認のうえ取り扱ってください。また、労働安全衛生法やその他の安全規則も確認のうえ、これを守るようにしてください。

本製品は一般産業機械部品として開発・設計・製造されたものです。

ここでは各項目の危険度や予測される危害の程度に応じて「危険」、「警告」、「注意」、「お願い」の4項目に分類し記述します。
たとえ「注意」や「お願い」に該当する項目でも状況や状態によって重大な結果につながる可能性があります。
いずれも重要な内容を記載していますので、必ず熟読のうえ、これらを遵守ください。

	危険	取り扱いを誤った際、『明らかに危険』な状態、または『切迫した危険』な状態 直ちに回避しない場合、人が死亡、重傷またはそれらに準ずる危険性を伴うもの
	警告	取り扱いを誤った際、状況によっては人が死亡、重傷を負う可能性があるもの またはそれに準ずる物的損壊の可能性を負うもの
	注意	取り扱いを誤った際に人が傷害を負う可能性があるもの またはそれに準ずる物的損壊が発生する可能性があるもの
	お願い	負傷、物的損壊等の可能性はないが使用に際して守るべきもの

危険

環境

- フェスト製品を発火性または引火性の危険物が存在する、またはそれらに近い場所には設置しないでください。
発火または引火、爆発の恐れがあります。
- フェスト製品は腐食性ガス、可燃性ガス、引火性液体の雰囲気気に設置しないでください。腐食性ガスにより錆が発生し、極度の劣化から製品寿命を著しく縮めることがあります。可燃性ガスや引火性液体の近くに設置すると、引火や爆発の原因となることがあります。

作業

- フェスト製品が可動状態にある時には機械の作動範囲には立ち入らないでください。不意の動作により重大な結果を招く原因になります。
- 弊社の許可なく製品の改造などをしないでください。誤作動や異常動作の原因となり、傷害や感電、火災を引き起こすことがあります。
- 製品の基本構造や性能、機能に支障をきたすような不適切な分解や組み立てを行わないでください。
傷害や感電、火災を引き起こすことがあります。
何らかの理由によりやむを得ず分解した場合、弊社へご一報のうえ返却してください。有償にて再調整、再組み立てを行います。

取り付け

- フェスト製品(負荷を含む)の取り付けの際の固定は確実にを行い、確認まで行ってください。これを怠った場合、落下や転倒、誤作動や異常動作により重大な結果を招く原因になります。

用途

- フェスト製品(特に電気系)を水中や洗浄が必要な場所、またはそれらに準ずる場所や用途、あるいは水分や油分が飛散する場所や用途へ設置しないでください。傷害や感電、火災を引き起こすことがあります。
- 以下の用途へのフェスト製品の採用を禁じます。
 1. 人命及び身体の維持や管理に関する医療機器、救命機器
 2. 人体の移動や搬送を目的とする機械、機構、装置など
 3. 機械や装置の重要保安装置

製品は高度な安全性を必要とする場所や用途へ対応できるように設計、製造されていません。これを無視して採用すると、人命に関わる重大な事故の原因になることがあります。

- ペースメーカー等の医療器具を装着している方のフェスト製品の周囲1m以内への接近を禁じます。
製品によっては磁気を発する、または磁性体をもつものがあり、これらが医療器具に影響を与える可能性があります。



警告

使用条件

- フェスト製品は必ず各取説またはカタログに記す仕様の範囲内にてご使用ください。
これらを超える範囲での使用は故障や機能停止、破損や誤作動、製品寿命の著しい低下の原因となることがあります。

選定と取り扱い

- フェスト製品の採用にあたっては、本書をよく読み必ずその仕様をご確認のうえ、決められた範囲内でご使用ください。
- フェスト製品は使用条件が多様になるため、選定にあたっては採用するシステムへの適合性を全システムの設計者、または仕様決定の責任者がその責任のもとに確認してください。システムの性能、安全性の保証については適合性を決定した方(お客様)の責任とします。
- システムの構成については製品カタログやその他の資料を基に全仕様を検討し、機器の故障などの可能性についての状況を十分に考慮のうえ行ってください。
- 取り扱いは十分な知識と経験を備えた方が行ってください。
- 本製品を火中に投じないでください。破損、有毒ガス発生の原因になります。
- 転落・転倒事故や損壊防止のために以下の行為を禁じます。
 1. 製品を足場にする、あるいはその上に乗る
 2. 製品の上に物を載せる

用途

- フェスト製品は一般産業機械にご使用いただくことを目的としています。以下の用途へのフェスト製品にあたっては安全対策に配慮し、前もってフェストまでご相談ください。
 1. 製品カタログに記載されている仕様範囲外の条件や環境および屋外への設置
 2. 原子力設備、鉄道や航空機、宇宙航空機、車輛などへの搭載
 3. 医療関連機器、食品および飲料製造機械や装置
 4. 人体や財産に大きな影響が予想される用途

安全対策

- フェスト製品の可動部や負荷が人体に危険を及ぼす可能性がある場合には、人体がこれらに直接触れることができないよう保護カバーを設置するなどの措置をとってください。
- フェスト製品を組み込む機械や装置には、非常時には人為的に停止をかけることができるような非常停止機能を持たせてください。
また、非常停止時には製品が人体や機械・装置に危害を及ぼさない設計にしてください。
- 停電などにより電源が遮断された場合、アクチュエータ等(負荷)の落下や異常動作が起こる可能性があります。
これらを回避する対策をとり、万が一の発生時には人体や機械・装置に危害を及ぼさない設計にしてください。
- 電源投入時、または稼働指示を出す場合には作業範囲の安全確認を十分に行ってください。
同時にアクチュエータ等の飛び出しを防止する設計をとってください。
- 保守や点検、メンテナンス、交換作業時にはシステムの電源を完全に落とし、アクチュエータの誤作動が起きないことを確認してから作業を開始してください。また、空気圧システムではエアの供給も完全に遮断し、残圧が残っていないこと、各機器が所定の位置に戻り、動かないことも確認してください。

設置

- フェスト製品の設置時には固定するボルトなどに弛み止めを施し、指定のトルクで確実に締め付けてください。
- 電気系製品の設置時には漏電時の感電や誤作動を防止するために必ず第3種接地工事(接地抵抗 $100\leq\Omega$)を行ってください。

運転

- アクチュエータ等の稼働中に異音や異常な振動などが認められた場合にはただちに運転を停止し、弊社へご相談ください。
運転を継続した場合、誤作動や異常動作の原因になり、製品の破損から機械・装置の破損へつながる恐れがあります。
- たとえアクチュエータや機械・装置が停止していても、電源が供給されている状態では端子部やスイッチなどに手を触れないでください。感電、誤作動、故障の原因になることがあります。
- ロボットケーブルやスイッチケーブル、空気圧配管を破損させないように十分配慮してください。
- 漏電や導通不良、これらに起因する火災や感電を防止するために、ケーブル類に関して以下の行為を禁じます。
 1. ケーブルを無理に引っ張る
 2. ケーブルに傷をつける

3. ケーブルを所定の半径以下に曲げる
4. ケーブルを巻きつける
5. ケーブルの上に物を置く
6. ケーブルを挟み込む

→ 注 意

取り付け, 接続

- アクチュエータ等の本体や取付面に打痕や傷をつけないようにしてください。ガイド部のガタや摺動抵抗増加の原因になります。
- 外部支持・案内をもつ負荷と接続する場合は適切な方法で接続し、芯出し作業を行ってください。
- 負荷の取り付け時には強い衝撃や過大なモーメントは避けてください。許容値以上のモーメントや外力が作用するとガイド部のガタや摺動抵抗増加の原因になります。

コミショニング

- アクチュエータが適切に動作することが確認できていない状態でのコミショニング起動は避けてください。コミショニングに入る前に駆動源を低速・低トルクに設定し、動作確認を行ってください。
- 設置時には適切な機能検査を行い、正しく取り付けられ安全かつ確実な動作が確認できるまではシステムを起動させないでください。

使用環境

- カタログや取扱説明書に記載する使用環境を遵守してください。
フェスト製品に使用されている部品には一部樹脂製のものも含まれています。
カタログや取扱説明書に記載している使用最高温度を遵守してください。またセンサやスイッチをあわせて使用している場合にはこれらの使用温度範囲にもご注意ください。
- 各国や地域で定める安全規格や規定, 法律を遵守してください。

潤 滑

- フェスト製品にはお客様より特に指定のない限り、潤滑油としてフェスト純正グリスを使用しています。
- 定期的に潤滑油の点検と補充を行ってください。潤滑油の点検については稼働後2〜3ヵ月を目安に行い、汚れが著しい場合にはこれを一度拭き取り、新たに潤滑油を塗布してください。
以後、点検・補充期間の目安を1年としますが使用条件や環境により適宜に間隔を設定してください。

i お 願 い

オプション

- 製品カタログでは一部社外製品をオプションとして紹介し、それらとの組み合わせも記載しています。これはあくまでも推奨する製品であるという意味で、フェストがこれら製品の安全性や品質、機械・装置との適合性を保証するものではありません。
これらについては各社のカタログや取扱説明書などを十分に参照し、それぞれの仕様や規格、安全規定に従ってください。

本書記載内容

- 本書に記載する内容は予告なしに変更することがあります。

Copyright

- 本書に記載する内容は全てFESTO SE & Co. KG に帰属し、著作権により保護されています。
いかなる理由であっても弊社の許可なく複写転製, 変更, 翻訳およびマイクロフィルムによる保存, 変更を禁止します。

Festo製品の保証と使用時、保管時、搬送時の注意事項

Festo製品使用時の注意事項

正しく機器をお使いいただくために、テクニカルデータに規定された限界値と具体的な安全指示を必ず厳守してください。

空気圧機器の使用時には腐食性の高い気体を含まない調質されたエア供給が必要です。→P.9～13
使用場所での稼働条件をご確認ください。腐食性の環境、研磨剤が入っている環境、粉塵の多い環境(例：水、オゾン、切削屑)は、製品寿命を縮めます。
Festo製品の材質が使用流体や周辺流体に対してどの程度の耐性があるかを確認してください。→P.25

Festo製品を安全優先アプリケーションで使用する場合は、国と地域が定めるすべての法令および行政規則(例：EC機械指令など)を遵守し、同時に規格に関する基準内容・事業者団体の規則・適用対象の国際規則も遵守してください。

正式な承認を得ずにFestoの製品およびシステムを改変あるいは改造することは、安全性をおびやかす行為であり、許可されていません。
Festoは結果として生じる損害に対して一切の責任を負わないものとする

次のいずれかの内容が使用アプリケーションに該当する場合は、Festoまでご連絡ください。

- 使用周囲条件および使用条件、または作動流体が、規定されたテクニカルデータとは異なる
- Festo製品でセーフティ機能を実行
- リスクまたは安全性の分析が必要
- 計画したアプリケーションに対する製品の適合性が不明確
- セーフティアプリケーションに使用時の製品適合性が不明確

すべてのテクニカルデータの正確性は本誌発刊時のものです。
本誌に記載されている内容、文章、テキスト、表現、画像、および図表はFesto AG & Co. KGが知的所有権を有し、著作権法によって保護されています。

翻訳も含めて無断複写・転載を禁じます。本カタログのいかなる部分もFestoの書面による事前の許諾がない限り、形式や手段(電子的、機械的、複製またはその他の方法)を問わず、複製および転送することはできません。

いずれの技術データは技術的更新に準じて予告なく変更されることがあります。

保管条件

温度

保管エリアの温度範囲は1年を通して10℃～40℃です。保管エリア内の急激な温度変化は避けてください。ヒーター、ケーブルからの放熱、その他同種の熱源は、シールドを施して保管製品が放熱から直接影響を受けないようにする必要があります。

紫外線

天窓や換気フラップなどからの直射日光、高紫外線の人工照明は厳禁です。紫外線カットの蛍光灯を使用してください。

周囲の空気

保管室では、流量制御された周囲空気の常時供給、ならびに空気の循環が絶対不可欠です。材質に影響を与える可能性のある媒体(例：溶媒、生産工程で生じる同種の物質)が保管エリアに侵入することを必ず防止してください。保管場所には、室内空気イオン化装置や高電圧装置などオゾンを生成する機器は一切置いてはなりません。
相対湿度は75%以下にする必要があります。いかなる場合も結露は防止してください。

粉塵

パーツは適切な容器に保管する必要があります。保管室は、最大限粉塵のない状態にしてください。この場合、特に耐摩耗性の閉気孔フロアカバーの使用時に注意が必要で、外部(周囲の空気)からの粉塵の侵入を防ぐ必要があります。
保管場所の建物に補修工事(溶接、研削など)を行う場合は、保管しているパーツを溶接スパッタや切り屑から保護する必要があります。

保管場所へのパーツの搬入出

パーツは極端な温度変化にさらさないでください。

機械的な影響

スベアパーツや消耗パーツを含むすべての製品は、機械的に変形や破損していない状態、つまり、座屈荷重、たわみ荷重、あるいは点荷重がない状態で保管する必要があります。弾性のあるゴム製品と銅やマンガンが長期にわたって直接接触すると相互反応が起こるため避ける必要があります。

倉庫管理

部品の有効期限が切れてしまうのを回避するには、先入れ先出しの原則に従う必要があります。
保管期間はできるだけ短くなるようにしてください。原則として、指定の保証期間が適用されます。

搬送条件

原則として、陸上・海上輸送あるいは空輸中の作業条件について特に制約はありません。

ただし、製品に適した発送梱包によって、製品データシートの仕様に基づく十分な保護が施されていることが条件になります。

必要に応じて、温調輸送といった特殊な搬送方法も手配可能です。

ただし、このような特殊な搬送方法の提供は契約書での合意が必要で、別途費用が発生します。

空気圧機器の規格化

FESTO

空気圧機器の規格化

空気圧機器には規格も非常に重要な側面です。規格とは、適切に統一されていることを意味します。また、国内外において企業間で商品やサービスを自由貿易するための基盤です。

業界規格は、最先端の技術を反映し、技術面を評価するための共通基準を提供します。空気圧機器に関する規格は、外形寸法、安全性、品質があります。

長年にわたりFestoは、国内外の関連した規格団体と積極的に連携しています。

空気圧駆動機器

- | | | | |
|---------------------|---|----------------------------------|-----------------------------|
| • ISO 6432準拠の規格シリンダ | • ISO 15552(ISO 6431, DIN ISO 6431, VDMA 24562), NFE 49003.1, UNI 10290に準拠の規格シリンダ | • ISO 8140およびDIN 71752に準拠の2山ナックル | • ISO 12240-4寸法系列Kに準拠のロッドアイ |
|---------------------|---|----------------------------------|-----------------------------|

バルブ/バルブターミナル

- | | | | |
|--|---|---|---|
| • 規格バルブ向けのバルブターミナル | • ISO 5599-1準拠のポートパターンを備えたソレノイドバルブと空気圧バルブ | • ISO 5599-1準拠のポートパターンを備えたバルブマニホールド、ならびにVDMA 24345準拠の外形寸法 | • VDI/VDE 3845(NAMUR)準拠のポートパターンを備えたソレノイドバルブ |
| • ISO 15407-1準拠のポートパターンを備えたソレノイドバルブと空気圧バルブ | • DIN ISO 5599-2準拠のポートパターンを備えたバルブターミナル | | |
| • ISO 15407-1準拠のマニホールド | | | |
| • ISO 15407-2準拠のポートパターンを備えたバルブターミナル | | | |

圧縮空気調質機器

- | | |
|----------------------------|---|
| • ISO 8573-1:2010準拠の圧縮空気品質 | • 2014/68/EU指令, 2014/29/EU指令, またはEN 286-1指令準拠のエアタンク |
| • EN 837-1準拠のブルドン管圧力計 | |
| • EN 837-3準拠のカプセル圧力計 | |

圧縮空気調質を行う理由

適切に調質された空気は、空気圧コンポーネントの故障防止に役立ちます。コンポーネントの長寿命化、マシンのエラーやダウンタイムの削減が可能となり、プロセスの信頼性向上に大きく貢献します。

圧縮空気には、次のようなコンタミが含まれています。

- 固体粒子
- 水分
- 油分

水分と油分は、液体と気体の両形態が考えられ、圧縮空気システム内で1つの形態から別の形態に変化することもあります。実際の圧縮空気システムでは、これらのコンタミはその物質だけでなく他の物質と混じった状態で存在します。この混在物の組成は、圧縮空気システム内の場所と時間によって大幅に異なる可能性があります。

例えば、水分は分岐配管に溜まり、固体粒子は時間経過に伴って空き空間に堆積し、その後、サージ圧のストロークで一挙に吐出されます。

不十分な圧縮空気調質を原因とした不良：

- シール摩耗の加速
- 制御セクションのバルブの油分付着
- サイレンサの汚れ

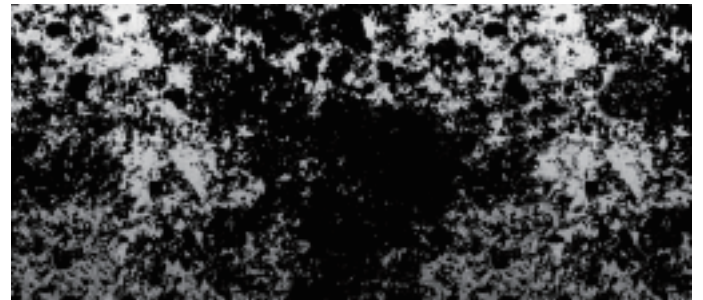
使用者と機器に対して考え得る影響：

- マシン稼働率の低下
- エアリークによるエネルギーコストの上昇
- メンテナンス費用の上昇
- コンポーネントとシステムの短寿命化

固体粒子

エア中の固体粒子は通常、ダスト(カーボンブラック、摩耗・腐食粒子)という形で発生します。場合によっては、交換作業などが原因のメタルチップや、PFTETテープなどのシーリング剤の残留物が、圧縮空気システムを介してエアに侵入することもあります。

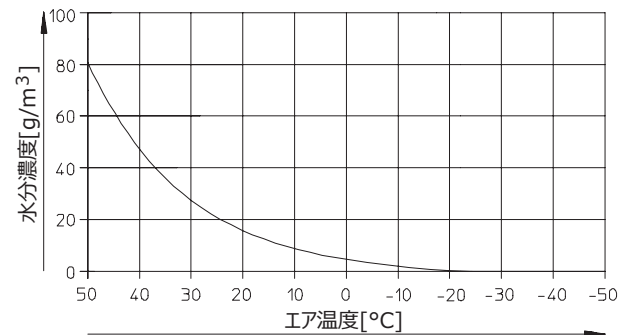
固体粒子はISO 85731:2010に基づき、粒子径0.1~5μmの微粉塵と、5μmを超える粗粉塵に分類されます。



エアの水分濃度

エア中の最大水分濃度(100%相対湿度)は温度によって決まります。エアは圧力に関係なく、体積単位(m³)あたり一定量だけの水分(g)を吸収できます。エアの温度が高いほど、より多くの水分が吸収されます。過度の湿度は液化されてドレンになります。

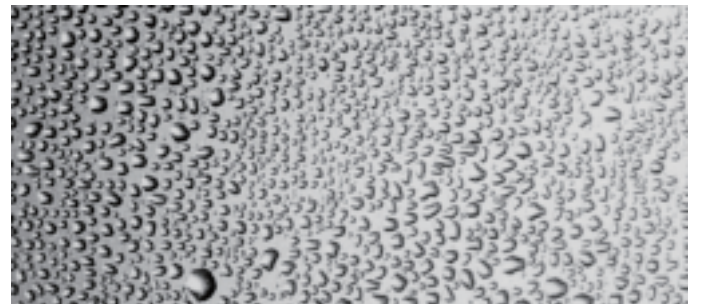
エアの温度が例えば20℃から3℃に下がると、エアの最大水分濃度は18g/m³から6g/m³に下がります。このため、エアは温度低下前と比べて約1/3の水分のみを吸収できることになります。残りの水分(12g/m³)は、水滴(結露)として凝結されるため、エラーの原因にならないように排出する必要があります。



水分凝結

水分は湿度の形で常に空気中に存在します。圧縮空気の冷却中には多量の水分が発生します。

エアを乾燥させると、圧縮空気システムの腐食による損傷防止に役立ち、接続されているエア消費機器のエラーが抑制されます。

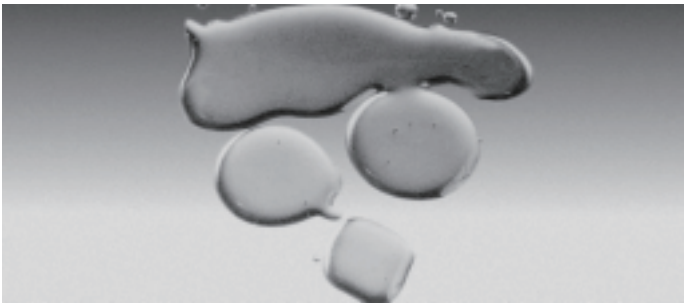


圧縮空気調質

オイルコンタミ

水分と同様に、無給油式のコンプレッサの場合も、取り込まれたエア中に浮遊するエアロゾル状の油微粒子が、油性の残存汚染物質を発生させます。

この油微粒子はアクチュエータの潤滑油には適しておらず、デリケートな部品の目詰まりを招くことがあります。



圧縮空気の清浄度について

エア品質は清浄度の要求事項により決定

圧縮空気は、装置の故障や破損が起きないように清浄化されていなければなりません。

各エレメントによって流体の流れ抵抗が生じるため、コスト効率の面から圧縮空気はできるだけクリーンである必要があります。

圧縮空気は幅広い範囲のアプリケーションに利用されており、エア品質は各種多数の要求事項によって決まります。

高いエア品質が求められる場合は、何段階かに分けたる過が必要で
す。→P.13
単体のファインフィルタのみを使用すると、そのフィルタは急速に機能しなくなります。

サイズ選定

注意

エア分岐 / 分配インプットの機器は必要なトータルエア量を供給するため、大流量を扱える必要があります。

詳細情報
→www.festo.jp/catalogue/
空気圧調質機器

サービスユニットのサイズは、システムのエア消費量に従って選定します。サイズが小さすぎる場合、圧力変動やフィルタの短寿命化の原因となります。

コスト上の理由から、高い品質の圧縮空気は、絶対必要な場合にのみ使用することが望ましいです。
個々のろ過段階で分岐モジュールを使用することにより、様々な品質の圧縮空気を取り出すことが可能です。

サービスユニット機能

エアフィルタは圧縮空気中の微粒子や水滴を除去します。
5～40μmを超える粒子(フィルタエレメントサイズによって異なる)は、焼結フィルタに残ります。液体は遠心力を用いて分離します。フィルタボウルに蓄積されたドレンは、流入エアが吸水してしまうことを防ぐため、適宜ドレン抜きする必要があります。

多くの場合、様々な産業で細かくろ過されたエアが求められています。それには、ファイン&マイクロフィルタを使用します。ファインフィルタは、1μm以上の粒子を事前にろ過するプリフィルタとして使用します。

その後さらにマイクロフィルタでパイロットエアを清浄し、残存している水滴や油滴、不純物の固体粒子を実質的にすべて除去します。圧縮空気のろ過精度は、0.01μm以上の粒子で99.999%です。

レギュレータはシステムの圧力変動(1次側)やエア消費量にかかわらず、一定の作動圧力(2次側)を維持します。1次側圧力は、作動圧力よりも常に高くしておく必要があります。

圧縮空気ルブリケータは、必要に応じて空気圧コンポーネントに適切な潤滑油を供給します。潤滑油はタンクから汲み上げられ、圧縮空気が流入するとオイルミストが噴霧されます。ルブリケータはエア流量が十分に強力な場合のみ機能します。

圧縮空気調質

FESTO

給油エア

給油エアを使用する場合は、次の事項を順守してください：

- Festo純正オイルOFSW-32またはFestoカタログ記載の代替え潤滑油を使用する(DIN 51524-HLP 32 準拠; 40℃での動粘度32cSt)
- 給油エアを使用する場合、追加の潤滑油は25mg/m³以下にする(ISO 8573-1:2010 準拠)；コンプレッサ下流の圧縮空気の品質は、無給油エアの場合と同等のエア品質でなければならぬ

- 無給油運転に必要な永久潤滑油は、機器を給油エアで動作させると流れ出てしまう場合があるため、システムの運転が給油エアから無給油エアに切り換わるとエラーを招く可能性がある
- システム全体が給油エアで動作することを防ぐために、可能な場合は必ずルブリケータを使用シリンダの上流側に直接設置する

- システムに潤滑油を供給しすぎない；ルブリケータの設定が正しいかどうかを判断するには「油分フォームテスト」を実施可能：
[テスト実施方法] 最も遠方にあるシリンダの作動バルブの排気ポート(サイレンサなし)から約10cm離れたところに白いカードを置き、ある程度の時間、システムを稼働させ、白いカードの着色が淡い黄色のみであることを確認；油滴が付着している場合は使用オイルが多すぎることを意味する
- 排気ポートのサイレンサの色と状態を、過剰給油のさらなる判断基準として利用可能；潤滑設定が高すぎる場合、黄い着色と油滴が見られる

- 汚れや誤って給油された圧縮空気は、空気圧コンポーネントの短寿命化を招く
- サービスユニットはドレンと適切な潤滑設定をチェックするために少なくとも週に2回点検する；これらの点検は機械のメンテナンス計画に含めておくこと
- 環境に配慮して、潤滑油の使用はできるだけ少量に抑える；Festoの空気圧バルブとシリンダは、許容された使用条件下では追加の潤滑油が不要で長寿命を確保できるように設計されている

油分濃度

無給油エアで作動時の残存オイルと、給油エアで作動時の追加オイルは、区別する必要があります。

無給油エアで作動：
残存油分の濃度チェックを含む調査により、システムへの影響はオイルの種類によって全く異なることが明らかになっています。

このため、残存油分の分析時には、次の種類のオイルを区別して扱う必要があります：

- バイオオイル：菜種油メチルエステルのような合成または天然エステル由来のオイル；残存油分の濃度は0.1mg/m³以下にする(ISO 8573-1:2010 クラス2に準拠)→www.festo.jp/catalogue/空気圧調質機器；多量のオイルは空気圧システムのリング、シール、その他の機器部品(例：フィルタボウル)に損傷を与え、製品の早期エア-につながる可能性がある

- 鉱物油(例：DIN 51524, Part 2 準拠のHLPオイル)またはポリアルファオレフィン(PAO)由来の類似オイル；残存油分の濃度は5mg/m³以下にする(ISO 8573-1:2010 クラス4に準拠)→www.festo.jp/catalogue/空気圧調質機器；時間の経過とともに永久潤滑油が流れ出てしまうため、コンプレッサの作動油の有無を問わず、多量の油分が含まれたエアは使用できない；永久潤滑油が流れ出てしまうとエラーが生じる可能性がある

湿度

最大圧力露点3℃；
ISO 8573-1:2010
少なくともクラス4に準拠
→www.festo.jp/catalogue/空気圧調質機器

- 注意

膨張した圧縮空気です氷が形成される原因となるため、圧力露点は少なくとも流体温度より10K低くしてください。

固形物

許容粒子負荷10mg/m³；
許容粒径40μm；
ISO 8573-1:2010クラス7に準拠
→www.festo.jp/catalogue/空気圧調質機器

適切な潤滑油

1リットル容器入りの純正潤滑油：
注文コード OFSW-32

- 注意

最適な圧縮空気調質を実施することで装置の不具合が減り、プロセスの信頼性が高まります。**圧縮空気品質の分析**を参照してください。
→www.festo.com

ISO 8573-1:2010規格の調質クラス：固体粒子			
クラス	1m ³ 中に含まれる粒子径d時の最大粒子個数		
	0.1μm < d ≤ 0.5μm	0.5μm < d ≤ 1.0μm	1.0μm < d ≤ 5.0μm
0	クラス1より厳しい条件で、使用者または機器の納入業者の規定による		
1	≤ 20,000	≤ 400	≤ 10
2	≤ 400,000	≤ 6,000	≤ 100
3	規定なし	≤ 90,000	≤ 1,000
4	規定なし	規定なし	≤ 10,000
5	規定なし	規定なし	≤ 100,000

クラス	質量濃度 C _p [mg/m ³]
6 ¹⁾	0 < C _p ≤ 5
7 ¹⁾	5 < C _p ≤ 10
X	C _p > 10

- 1) 産業用機器や空気圧機器の給気には、粒子径5μm(クラス6)と40μm(クラス7)対応向けに設計された汎用フィルタで浄化されたエアが通常使用されます。
 この設計は粒径測定最新のシステムが開発される以前から長年にわたり使用され、圧力降下(ひいては性能損失)を最小限に抑えながら良好な運転を実現しています。
 これらのフィルタエレメントは効率性100%ではなく、規定の粒子径に応じて少なくとも95%の効率性があり、クラス6の場合は粒径5μmの微粒子の95%、クラス7の場合は粒径40μmの微粒子の95%がろ過されます
 (ISO 125003に準じた測定値)。

ISO 8573-1:2010規格の調質クラス：湿度と水分	
クラス	圧力露点 [°C]
0	クラス1より厳しい条件で、使用者または機器の納入業者の規定による
1	≤ -70
2	≤ -40
3	≤ -20
4	≤ +3
5	≤ +7
6	≤ +10

クラス	水分濃度 C _w [g/m ³]
7	C _w ≤ 0.5
8	0.5 < C _w ≤ 5
9	5 < C _w ≤ 10
X	C _w > 10

ISO 8573-1:2010規格の調質クラス：オイル総量	
クラス	オイル総濃度(液状、エアロゾル、および蒸気) [mg/m ³]
0	クラス1より厳しい条件で、使用者または機器の納入業者の規定による
1	≤ 0.01
2	≤ 0.1
3	≤ 1
4	≤ 5
X	> 5

使用中の圧縮空気の品質

ISO 8573-1:2010準拠の表記
[固体粒子:水分:油分]

圧縮空気調質で達成できる等級は、
コンプレッサで圧縮して送り出されたエア
の下流側の品質によって決まります。

以下の仕様表は標準的な圧縮空気
システムに適用されるもので、すべてを
網羅したものではありません。

集中配置型の空気圧調質機器		エアディストリビュータ	分散配置型の空気圧調質機器		アプリケーション
コンポーネント	クラス	クラス	コンポーネント	クラス ³⁾	
コンプレッサ	[-:-:-]	[-:-:-]	ウォータセパレータ	[-:7:4]	圧縮空気のドレン発生が実質的に一切許容されないアプリケーション; 固体粒子のろ過に関する定義なし
コンプレッサ + プリフィルタ + エアドライヤ	[7:4:4] ¹⁾	[-:4:-] ²⁾	エレメントのろ過精度 40µm	[7:4:4]	バルブ、シリンダ、二次包装(標準)の作動流体
			エレメントのろ過精度 5µm	[6:4:4]	比例流量制御バルブと圧縮空気機器を使用したサーボ空気圧式の位置決め
			エレメントのろ過精度 5 + 1µm	[5:4:3]	残存油分が0.5mg/m ³ 未満のアプリケーション (例: 繊維産業, 空気圧式紡績機, 製紙産業)
			エレメントのろ過精度 5 + 1 + 0.01µm	[1:4:2]	残存油分が0.01mg/m ³ 未満のアプリケーション (例: エアベアリング, 塗装, 粉体コーティング)
			エレメントのろ過精度 5 + 1 + 0.01µm + 活性炭フィルタ	[1:4:1]	残存油分が0.003mg/m ³ 未満のアプリケーション (例: オイル蒸気の削減と脱臭, 光学機器, 精密ガラススケール/レーザーのパージエア, 一次包装)
			エレメントのろ過精度 5 + 1 + 0.01µm + 活性炭フィルタ + 膜式ドライヤ	[1:3:1]	半導体業界、医薬・製薬製品
			エレメントのろ過精度 5 + 1µm + 吸着式ドライヤ	[2:2:2]	低温度範囲のアプリケーション(例: 乾燥工程のエア, 粉体搬送, 食品生産 [1:2:1])

- 1) クラスが高いほどコンプレッサ下流での最適なエア調質が可能です。
- 2) 配管システムでは圧縮空気の粒子濃度(チップ、錆など)が高くなる場合があります。液状オイルは圧縮空気分配ラインの一部で蓄積する場合があります。仕様は通常の室温で適用されます。圧縮空気システムの部品が低温にさらされている場合、湿度の等級は、圧力露点が最低予測温度より10K低くなるように選択する必要があります。
- 3) 室温(20℃)でのISO 8573-1:2010に準じた等級

ISO 8573-1:2010規格の調質クラスの定義

圧縮空気の品質は次の物質の含有量によって決まります。

- 固形不純物(粒子)
- 湿度と水分
- 油 分

調質クラスは次のように規定されています：

A = 固体粒子
B = 湿 度
C = 油分濃度

例：

ISO 8573-1:2010 [-:7:-]

固体粒子： 規定なし
湿 度： ≤ 0.5 g/m³
油分濃度： 規定なし

作動流体			
通常の使用条件の場合、Festoの空気圧バルブは給油エア/無給油エアのいずれにも使用できます。 異なる品質の圧縮空気が必要な製品については、製品のテクニカルデータにその旨が記載されています。	無給油エアでの作動は、材質の組合せと摺動部パッキンの形状を選定し、永久潤滑油を塗布した出荷工場渡しを選択することで可能になります。 次の使用条件下では、無給油エアを用いて稼働させることはできません：	• 一度給油エアでバルブを作動させると、給油エア中のオイルによって永久潤滑油が流れ出てしまうため、以降も引き続き給油エアの使用が必須	• どのような場合も、粒子径40μm以下のコンタミを除去するフィルタエレメントサイズ(標準フィルタエレメント)が必要 特殊アプリケーションでは、マイクロエレメントでろ過されたエアが必要な場合があります。
有効径			
有効径は、バルブのメイン流量の最小断面に関する情報であり、mm単位で	オリフィス径を規定するものです。	この寸法は各種コンポーネントを比較するための情報の一部として提供されます。	製品同士の比較では、標準流量も検討する必要があります。
標準流量			
標準流量qnNは、デバイスやコンポーネントの流量特性を示すためにFestoが使用する表記であり、l/min単位を uses。	- 使用周囲温度範囲における試料テスト - 設定する圧力は、一定の断面を持つコンポーネント(例：方向制御バルブ)が対象： 1次側圧力 p₁ = 0.6MPa 2次側圧 p₂ = 0.5MPa	例外1： サイレンサ 1次側圧力 p ₁ = 0.6MPa 2次側圧力 p ₂ = pamb pamb = 大気圧 例外2： 低圧コンポーネント 1 次側圧力 p ₁ = 0.01MPa 2次側圧力 p ₂ = pamb	例外3： レギュレータの場合： 1次側圧力 p ₁ = 1MPa(一定), 2次側圧力 p ₂ = 0.6 MPa, q = 0 l/minをテスト試料用に設定、その後、流量範囲は2次側圧力が p ₂ = 0.5MPaに達するまで流量制御バルブによりゆっくりと絶えず増加、これにより得られた流量が測定される
標準流量qnNは、DIN 1343準拠の規格条件に基づいた、次の測定条件下における流量です： - 流体エアの検査 - 温度20±3℃(流体温度)	DIN 1343準拠の標準条件： - t_n = 0℃(標準温度) - p_n = 0.1013MPa(標準圧力)		
圧縮空気調質			
圧 力	記 号	作動圧力	使用圧力範囲
面積あたりの押す力を指します。大気圧を基準にした場合の差圧と、絶対圧との間には違いがあります。空気圧機器の圧力仕様は、特に明記されていない限り、通常は大気圧を基準にした差圧が前提になります。	大気圧を基準にした差圧 p 絶対圧 pabs 単位：bar、Pa(パスカル) 1bar = 100,000Pa	「最大」値または「許容」値と記されたデータは、コンポーネントやシステムを安全に稼働できる最大圧力を示します。	コンポーネントやシステムを安全に稼働させるために求められる使用最低圧力と使用最高圧力の範囲です。この圧力範囲は、空気圧機器では作動圧力範囲とも呼ばれます。
パイロット圧力範囲	降下圧力	絶対圧	応答圧力
バルブやシステムを適切に稼働させるために求められる必須最小圧力と許容パイロット圧の間の範囲です。 例えば、ISO 4399に準拠して次のような圧力が標準化されています：0.25, 0.63, 1, 1.6, 4.0, 10MPa	圧力が保持できなくなった場合に、方向制御バルブが自身のスプリングによって初期位置に戻るための圧力です。	ゼロ圧力は完全にエアのない空間、つまり絶対真空中で発生します。この理論上の絶対真空中を基準点(ゼロ点)として算出される圧力が絶対圧です。	方向制御バルブが作動する圧力です。応答圧力のカタログ仕様は、安全にバルブを開閉するためには、記載された最小圧力が信号入力時に存在する必要があることを示します。

空気圧コンポーネント(ISO 5599準拠)のポート表記



ポート表記		
	使用のISO 5599準拠ナンバー (5ポートバルブ, 3ポートバルブ)	使用のアルファベット文字 ¹⁾
入力ポート	1	P
出力ポート	2	B
	4	A
		C
排気ポート	3	S
	5	R
		T
パイロットポート(信号)	10 ²⁾	Z ²⁾
	12	Y
	14	Z
パイロット給気ポート(電源)	81 (12)	
	81 (14)	
パイロット排気ポート	83 (82)	
	83 (84)	
リークライン		L

1) 現在も一般的に使用
2) 出力信号を消去

アクチュエータの使用条件



作動流体

通常の使用条件の場合、Festoの空気圧アクチュエータは給油式/無給油式の乾燥エアのいずれにも使用できます。異なる品質の圧縮空気が必要な製品については、製品のテクニカルデータにその旨が記載されています。

無給油エアでの作動は、使用材質、材質の組合せ、摺動部パッキンの形状を選定し、グリースを塗布した出荷工場渡しを選択することで可能になります。次の使用条件下では、無給油エアを用いて稼働させることはできません：

一度給油を行ったエアでアクチュエータを作動させると、エア中のオイルによってグリースが流れ出てしまうため、以降も引き続き給油が必須です。

使用場所での稼働条件をご確認ください。腐食性の環境、研磨剤が入っている環境、粉塵の多い環境(例：水、オゾン、切削屑)は、製品寿命を縮めます。Festo製品の材質が使用流体や周辺流体に対してどの程度の耐性があるかを確認してください。➔P.25

推奨使用条件

空気圧アクチュエータの目的は、圧力エネルギーを運動エネルギーに変換することであり、このプロセスには力の伝達に伴います。

「推奨使用条件」にはスプリング装置や緩衝装置としての使用は、追加の負荷が別途かかるため考慮されていません。

空気圧アクチュエータを最大可能速度で作動させる場合は、ストローク動作間に一時停止時間を設けることを考慮する必要があります。

取付姿勢

一般に、Festoのアクチュエータはどのような姿勢でも取付け可能です。取付姿勢に制約があったり特別対策が必要な場合は、該当する製品のテクニカルデータにその旨が記載されています。

作動圧力

「最大」値または「許容」値と記されたデータは、アクチュエータやシステムを安全に稼働できる最大圧力を示しています。

使用圧力範囲

コンポーネントやシステムを安全に稼働させるために求められる必須最小圧力と許容作動圧力の間の範囲です。

この圧力範囲は、空気圧機器では作動圧力範囲とも呼ばれます。

単動シリンダの有効推力

単動シリンダの有効推力については、DIN 2095(品質クラス2)に準じてスプリング力の許容差を考慮する必要があります。

また、有効推力は摩擦力の値に基づいて減らす必要もあります。摩擦力の度合いは、取付姿勢および関連する負荷タイプによって異なります。

横荷重では摩擦力が大きくなります。摩擦力はスプリングの戻り力よりも小さくなければなりません。その場合に限り、

単動型シリンダは横荷重なしで作動可能です。

規格シリンダの許容ストローク差

ISO 15552(廃止された規格であるISO 6431、DIN ISO 6431、VDMA 24562、NF E 49003.1、UNI 10290

に相当)、ISO 6432およびISO 21287では、メーカー側の製品公差を考慮して、名目値からのストローク位置ずれが、ある程度の許容差で認められています。

これらの公差は常に正の値です。正確な許容差の詳細については、以下の表を参照してください。

規 格	サイズ Ø [mm]	ストローク長 [mm]	ストローク位置ずれの許容差 [mm]
ISO 6432	8, 10, 12, 16, 20, 25	0～500	+1.5
ISO 15552	32	0～500	+2
	40, 50	500～12,500	+3.2
	63	0～500	+2
	80, 100	500～12,500	+4
	125, 160	0～500	+4
	200, 250, 320	500～2,000	+5
ISO 21287	20, 25	0～500	+1.5
	32, 40, 50	0～500	+2
	63, 80, 100	0～500	+2.5

・ 注 意

ストローク長がこの表に記載の値よりも大きい場合は、許容差についてメーカーと使用者の間で合意を取る必要があります。

磁気近接スイッチ用マグネット

Festoの磁気近接スイッチ用マグネットを内蔵した空気圧アクチュエータは、シリンダピストンに永久磁石が取り付けられています。この磁石の永久磁場が近接スイッチの作動に使用されます。

近接スイッチを使用して、ストロークエンドやストローク中間停止位置を検出できます。1つ以上の近接スイッチをシリンダに直接または取付キットを使用して固定可能です。



シリンダサイズ

このマークはシリンダサイズを示すために使用されます。外形寸法図では○と表記されます。

圧力/推力の表

FESTO

ピストン推力[N]								
φ	作動圧力[bar]							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2.5	0.4	0.9	1.3	1.8	2.2	2.7	3.1	3.5
3.5	0.9	1.7	3.8	3.5	4.3	5.2	6.1	6.9
5.35	2	4	6.1	8.1	10.1	12.1	14.2	16.2
6	2.5	5.1	7.6	10.2	12.7	15.3	17.8	20.4
8	4.5	9	13.6	18.1	22.6	27.1	31.7	36.2
10	7.1	14.1	21.2	28.3	35.3	42.4	49.5	56.5
12	10.2	20.4	30.5	40.7	50.9	61.0	71.3	81.4
16	18.1	36.5	54.3	72.4	90.5	109	127	145
20	28.3	56.5	84.8	113	141	170	198	226
25	44.2	88.4	133	177	221	265	309	353
32	72.4	145	217	290	362	434	507	579
40	113	226	339	452	565	679	792	905
50	177	353	530	707	884	1,060	1,240	1,410
63	281	561	842	1,120	1,400	1,680	1,960	2,240
80	452	905	1,360	1,810	2,260	2,710	3,170	3,620
100	707	1,410	2,120	2,830	3,530	4,240	4,950	5,650
125	1,100	2,210	3,310	4,420	5,520	6,630	7,730	8,840
160	1,810	3,620	5,430	7,240	9,050	10,900	12,700	14,500
200	2,830	5,650	8,480	11,300	14,100	17,000	19,800	22,600
250	4,420	8,840	13,300	17,700	22,100	26,500	30,900	35,300
320	7 240	14,500	21,700	29,000	36,200	43,400	50,700	57,900

※1bar≒0.1MPa

ピストン推力[N]							
φ	作動圧力[bar]						
	9	10	11	12	13	14	15
2.5	4	4.4	4.9	5.3	5.7	6.2	6.6
3.5	7.8	8.7	9.5	10.4	11.3	12.1	13
5.35	18.2	20.2	22.2	24.3	26.3	28.3	30.3
6	22.9	25.4	28	30.5	33.1	35.6	38.2
8	40.7	45.2	49.8	54.3	58.8	63.3	67.9
10	63.6	70.7	77.8	84.8	91.9	99	106
12	91.6	101	112	122	132	143	153
16	163	181	199	217	235	253	271
20	254	283	311	339	368	396	424
25	398	442	486	530	574	619	663
32	651	724	796	869	941	1,010	1,090
40	1,020	1,130	1,240	1,360	1,470	1,580	1,700
50	1,590	1,770	1,940	2,120	2,300	2,470	2,650
63	2,520	2,810	3,090	3,370	3,650	3,930	4,210
80	4,070	4,520	4,980	5,430	5,880	6,330	6,790
100	6,360	7,070	7,780	8,480	9,190	9,900	10,600
125	9,940	11,000	12,100	13,300	14,400	15,500	16,600
160	16,300	18,100	19,900	21,700	23,500	25,300	27,100
200	25,400	28,300	31,100	33,900	36,800	39,600	42,400
250	39,800	44,200	48,600	53,000	57,400	61,900	66,300
320	65,100	72,400	79,600	86,900	94,100	101,000	109,000

※1bar≒0.1MPa

ピストン推力Fは、次の計算式を使用して、ピストン受圧面積A、作動圧力p、摩擦係数Rから算定できます：

ピストン推力(最終圧力)

$$F = p \cdot A - R$$

$$F = p \cdot 10 \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} - R$$

p=作動圧力 [bar]
d=シリンダ径 [cm]
R=摩擦係数～10% [N]
A=ピストン受圧面積 [cm²]
F=ピストン有効推力 [N]

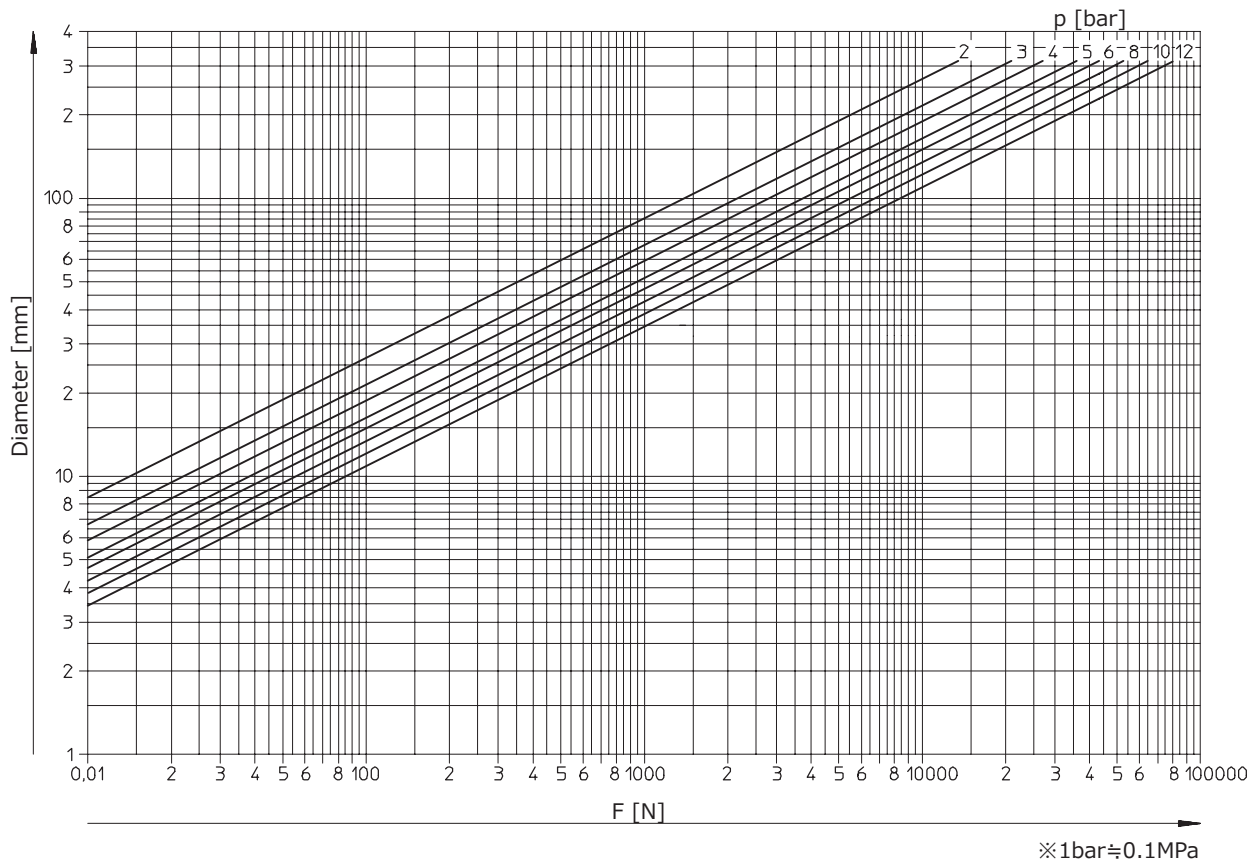
選定用ソフトウェアツール ProPneu
は、DVD および www.festo.com
で入手可能です。

圧力/推力のグラフ

FESTO

シリンダサイズとピストン推力F時の作動圧力p

摩擦力によって起こる誤差を10%想定済み



条件：
 負荷 800N
 使用可能なシステム圧力6bar

計算項目：
 必要なシリンダサイズ
 設定する作動圧力

手順：
 F = 800Nから垂直方向にグラフ線
 6barとの交点まで移動します。次の最
 大シリンダ径である50mmは4barと
 5barのグラフ線の間にあります。つまり、
 作動圧力は約4.5barに設定する必要
 があります。

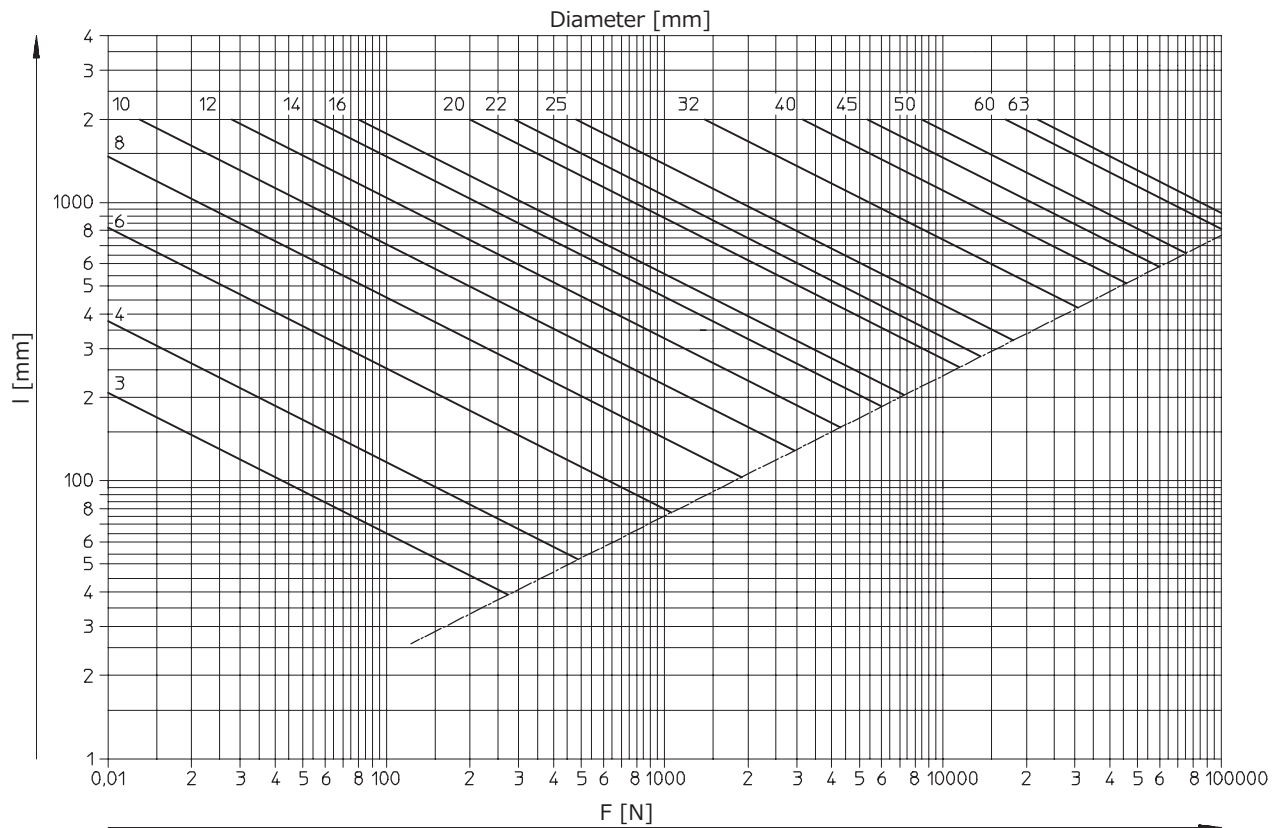
空気圧アクチュエータの選定で考慮す
 べき主な事項は、摩擦力に対して必要
 な推力と、移動距離です。摩擦力を克
 服するのに使用する力はピストン推力
 のごく一部であり、残りの推力は負荷
 分に対して使用されます。摩擦力は数
 多くの要因によって決まるため、概算値
 が前提となっています

(要因例：潤滑油、作動圧力、背
 圧、シール設計など)。背圧は反対方
 向に働く力を発生させ、ピストンの有効
 推力を部分的に打ち消します。
 背圧は、排気流量が制御されている
 場合または排気ポートが目詰りしてい
 る場合に特に発生します。

座屈荷重のグラフ

FESTO

ストローク長lとピストン推力F時のロッド出寸法



条件：
 負荷 800N
 ストローク長 500mm
 シリンダサイズφ 50mm

 計算項目：
 ロッド出寸法
 シリンダタイプ：規格シリンダ

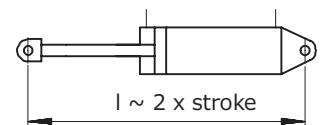
手順：
 F = 800Nから垂直方向にl = 500mm
 を通り過ぎて水平線との交点まで移動
 します。グラフ内において次の最大ロッド
 出寸法は16mmです。この500mm
 のストローク長には、ロッド出寸法20mm
 の規格シリンダDNC-50-500が適して
 います。

座屈応力に起因して、長ストロークの
 ロッドの許容負荷は、許容作動圧力と
 ピストン受圧面積から算定される推奨
 値よりも低くなります。この負荷は特定
 の最大値を超えてはなりません。最大
 値はストローク長さとロッド出寸法によ
 って決まります。

このグラフは、次の計算式に基づいた関
 係性を示したものです：

$$F_K = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l^2 \cdot S}$$

F_K = 許容座屈力 [N]
 E = 弾性係数 [N/mm²]
 J = 慣性モーメント [cm⁴]
 l = 座屈長
 = 2 x ストローク長 [cm]
 S = 安全係数(選択値：5)



- 注意

この種の応力に最も適していない取
 付方法は、トラニオン金具を使った取
 付です。それ以外の取付方法の場
 合は許容負荷が高くなります。

エア消費量の選定ソフトウェア

「エア消費量」選定ソフトウェアは、次の条件を考慮してシリンダのエア消費量(概算値)を決定します：

- シリンダの運転モード
- シリンダサイズ
- サイクル数
- ストローク長
- 作動圧力

この選定ソフトは、オンラインのエンジニアリングソフトウェアの[サポート]からアクセスできます。

選定ソフトによるエア消費量の算定

条 件：

シリンダ：DNC-32-500

サイズφ：32mm

ロッド出寸法：12mm

ストローク長：500mm

作動圧力：6bar(0.6MPa)

1分あたりのサイクル回数：60 l/min

計算項目：

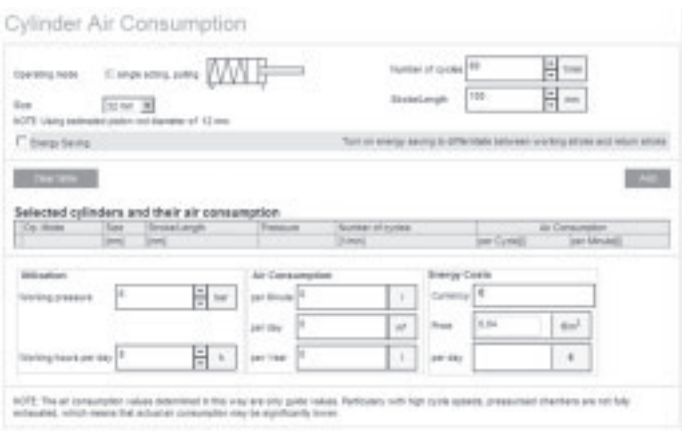
エア消費量

結 果：

パラメータの入力後すぐに、エア消費量に関する次の値が返されます：

サイクルあたり：5.23 l

分あたり：314.03 l



計算式を使用したエア消費量の算定

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (d_1^2 - d_2^2) \cdot h \cdot (p + 1) \cdot 10^{-6}$$

Q = 1cmストロークあたりのエア消費量 [l]

d_1 = シリンダサイズ [mm]

d_2 = ロッド出寸法 [mm]

h = ストローク [mm]

p = 作動圧力, 相対値 [bar]

押し側ストローク：

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (32\text{mm}^2) \cdot 500\text{mm} \cdot (6\text{bar} + 1\text{bar}) \cdot 10^{-6}$$
$$Q = 2.815\text{l}$$

引き側ストローク：

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot ((32\text{mm}^2) - (12\text{mm}^2)) \cdot 500\text{mm} \cdot (6\text{bar} + 1\text{bar}) \cdot 10^{-6}$$
$$Q = 2.419\text{l}$$

1サイクルあたりのエア消費量：

$$Q = 2.815\text{l} + 2.419\text{l} = 5.234\text{l}$$

空気圧機器と防爆指令 - ATEX

ATEXとは？

化学産業、石油化学産業において爆発の危険性がある環境は、使用する処理技術が要因となり常に危険が想定されます。このような爆発性雰囲気は、例えばガス、蒸気、ミストの放出・漏洩によって生じます。

また、製粉場、貯蔵庫、砂糖・飼料処理プラントなども、粉塵/酸素の混合が発生する可能性があるため、爆発の危険性がある環境です。

このため、防爆エリアで使用する電気機器には、特別指令2014/34/EUが適用されます。この防爆指令には、2003年7月1日付で非電気機器も対象に含まれました。

ATEX - 指令2014/34/EU

- ATEXは、フランス語「Atmosphère explosible」の略語です。
- **指令2014/34/EU**は、爆発性雰囲気中で使用予定で、それ自体が発火源となる機器と防爆システムに対して、安全要求事項の最小限の規制を規定したものです。
- 欧州経済地域(EEA)の内外で販売される機器と防爆システムに適用されます。
- 電気/非電気の両機器に対して、それ自体が潜在的な発火源となる場合に適用されます。

二重の防爆措置

防爆エリア向けの機器を製造する場合、システムの製造業者と部品のサプライヤーは緊密に連携し、適切なカテゴリと防爆ゾーンを確実に選ぶ必要があります。

システムの製造業者による 防爆文書	Festo/機器サプライヤー
システムの評価 指令1999/92/EC  結 果 : • ゾーン分類 • 温度等級 • 爆発グループ • 使用周囲温度範囲	機器の評価 指令2014/34/EU  結 果 : • 機器カテゴリ • 温度等級 • 爆発グループ • 使用周囲温度範囲
ゾーン カテゴリ	

防爆クラス					
ガスゾーン	粉塵ゾーン	爆発性雰囲気気の発生頻度	機器グループ	機器カテゴリ	アプリケーション例
-	-	-	I	M	採 鉱
				M1	
				M2	
			II	-	採鉱以外のアプリケーション
0	-	連続して、頻繁に、長期にわたり発生	II	1G	ガス、ミスト、蒸気
-	20		II	1D	粉 塵
1	-	時折発生	II	2G	ガス、ミスト、蒸気
-	21		II	2D	粉 塵
2	-	故障時にまれに短時間発生	II	3G	ガス、ミスト、蒸気
-	22		II	3D	粉 塵

ATEX適合のFesto製品

認証が必要な製品

→ www.festo.jp/catalogue/ex

認証不要の製品

認証が必要な製品は、それ自体に潜在的な発火の危険性がある製品です。このような製品にはCEマークと六角形の防爆認定マークが付いており、取扱説明書とEU適合宣言書が提供されています。



認証が不要な製品は、それ自体に潜在的な発火源がない製品です。次の製品は、製造元の指示に従って特定の防爆ゾーンで使用できます：

- 空気圧アクセサリ
- チューブ
- コネクタ
- 空気圧マニホールド
- 流量制御バルブとチェックバルブ
- 非電気サービスユニット
- 機械アクセサリ

Festoの防爆対応製品のラインナップには、機器カテゴリIIの製品も取り揃えています。



指令2014/34/EUに準拠して、バルブの場合はコイルとパワーバルブの両方に認証が義務付けられています。Festoでは、コイルとパワーバルブにそれぞれ個別の機器カテゴリ銘板を貼付して、バルブの使用可能な場所が一目で分かるようにしています。

重要：モジュール全体のカテゴリは、最も低い機器カテゴリに属する機器によって決まります。

プラグ =
認証不要；
規定要件を要順守

コイル = 電気設備

ソレノイドバルブ
(パワーバルブ)
の非電気部分
は認証必要

この例のモジュールの場合：
II 3G T4

注意

カタログには機器の許容範囲を示すテクニカルデータが記載されています。このテクニカルデータを順守し、付属の特別文書（デバイスの取扱説明書や参考文書など）に記載されている警告事項と安全情報も順守しなければなりません。

EC指令(CEマーク)



Festoは適用規制の原則を順守しています。すべての情報は既知の知識に基づいたものであり、変更される可能性があります。Festoは、これら規制への改訂/追加を注視しており、規制の変更時にはそれに従って当社製品を生産します。

これにより、Festo提供の製品は、現行有効な規格要求事項に常に準拠していることが保証されます。

2. 電磁両立性指令(EMC指令); 指令番号2014/30/EU(改訂版含む) :

Festoの電気製品および電子/空気圧製品は、EMC指令を適用する必要があります。対象製品にはCEマークが貼付され、それに対応する適合宣言書が入手可能です。つまり、CEマーク貼付の機器は、各産業分野の基本要求事項に適合していることが保証されます。この機器を住宅区域で使用する場合は、住宅区域向け指令の基本 requirements に準拠する追加措置を施さないかぎり、制限されています。コイルはEMC指令の対象ではありません。

大部分の空気圧製品はEC指令の対象ではないため、CEマークのラベルは付きません。現時点では、CEマーク付きのFesto製品は、以下の6つの欧州EC指令のうち1つまたは複数の対象になっています。

3. 低電圧指令(LVD); 指令番号2014/30/EU(改訂版含む) :

特定の電圧範囲内(50~1,000V AC および75~1,500V DC)での使用が指定されているFestoの電気・電子製品は、CEマークが貼付されており、それに対応する適合宣言書が入手可能です。

4. 簡易圧力容器指令; 指令番号2014/29/EU(改訂版含む) :

Festo提供の非合金鋼製の簡易圧力容器は、この指令の要求事項に適合しています。これら圧力容器のエアタンクは、ある特定の容量を超えている場合にCEマークが義務付けられています。

1. 機械指令(MD); 指令番号2006/42/EC(改訂版の2006/42/EC:2007-03-16および2009/127/EC:2009-10-21含む) :

Festoの空気圧製品は、ISO 4414の「空気圧流体動力 - システムとその構成部品に関する一般規則および安全要求事項」に準拠した空気圧システム規格を順守して設計されています。Festoの空気圧製品は、機械指令に規定されているアプリケーション範囲内に属していません。

該当する製品にはCEマークが貼付されており、それに対応する適合宣言書が入手可能です。

5. 圧力機器指令(PED); 指令番号2014/68/EU(改訂版含む) :

Festoの圧力容器は、この指令の要求事項に適合しています。これら圧力容器の製品は、ある特定の圧力/容積を超えている場合またはある特定の圧力/直径を超えている場合にCEマークが義務付けられています。該当する製品にはCEマークが貼付されており、それに対応する適合宣言書が入手可能です。ステンレス製のエアタンクは、この指令に準拠します。

このため、機械指令準拠のCEマークを貼付することはできません。ただし、安全コンポーネントに関しては例外です。2009年12月29日より、単体では完成品とならない不完全な機械についても、機械指令のアプリケーション範囲の対象となっています。

これに該当するのは、機械に取り付けるハンドリングシステムなどです。単体では完成品とならない機械にはCEマークは付きません。代わりに、適合宣言書ではなく企業の自己宣言が同封されます。

6. 防爆指令(ATEX指令 : 爆発性雰囲気中で使用する機器と防爆システムに関するEU指令); 指令番号2014/34/EU :

Festoの製品のなかで、爆発性雰囲気となる可能性がある場所での使用が想定され、かつ潜在的に発火源となる危険性がある製品は、この指令の要求事項を順守しています。この指令の対象となる製品にはCEマークが貼付され、この指令に準拠していることが識別できるようになっています。それに対応する適合宣言書と取扱説明書が入手可能です。

製品マーク	
	上記参照
	EU指令 2014/34/EU(ATEX)準拠 爆発性雰囲気となる可能性のある場所で規制に従って使用することを目的とする、機器および防爆システムへの追加マーク
	カナダおよび米国での使用を目的とするUL認証 Recognition認証マーク : 機器内部で使用するコンポーネントに対する認証(例 : MPA-Sバルブターミナル)
	カナダおよび米国での使用を目的とするUL認証 Listing認証マーク : 一般的に最終製品に対する認証(例 : プラグ式リミットスイッチ)
	カナダと米国向けのCSA認証マーク

PWIS不使用製品

	PW	I	S
塗料(Paint-wetting)			
阻害(impairment)			
物質(substances)			

PWISは、表面の塗装時に塗料層の様々な箇所に小さな窪みを生じさせる物質です。
シリコン、フッ素系物質、特定のオイルとグリースは、この種の物質を含んでいる可能性があります。

自動車産業、特に塗装機器に使用するコンポーネントには、塗料阻害物質を一切使用できません。

物質やコンポーネントに含まれる塗料阻害物質の濃度を肉眼で判定することは不可能なため、フォルクスワーゲン社によって検査規格PV3.10.7が策定されました。

Festoの全製品とそれに使用する潤滑油は、この検査規格に則して試験されます。Festoの製品は、標準でPWIS不使用です。
ただし、一部の製品では機能面や他の理由により、塗料阻害物質が含まれたグリースを使用する必要があります。

以下はPWIS不使用

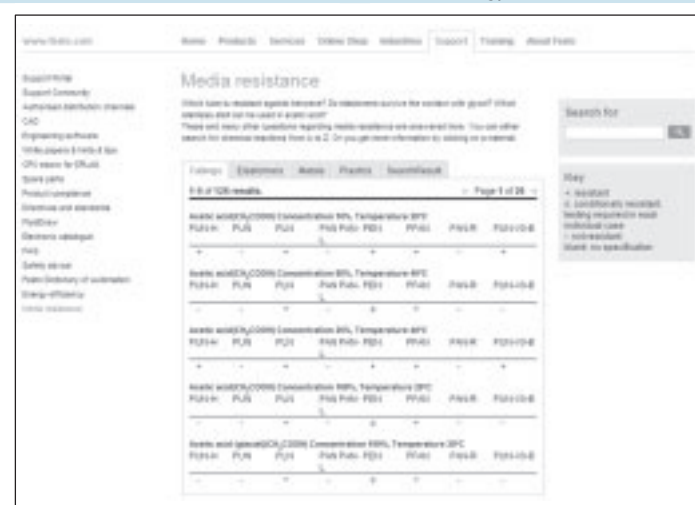
- 塗料阻害物質を含む材質、消耗品、雑品を使用せずに製造された個々のパーツおよびモジュール;
- 各製造工程の試験および受入品における抜取試験にて塗料阻害物質がないことが必要とされる。
- 試験結果として、アプリケーションの全工程にわたって塗装阻害が生じない液状またはペースト状の各種材質(例：潤滑用グリス)
- PWIS不使用のパーツで構成され、PWIS不使用の潤滑油が使用されている製品

耐性データベース

材質の耐性は、多数のパラメータによって決まることはよく知られています。(接触媒体の濃度、温度、圧力、接触時間等。またシリンダではストローク量や作動頻度、使用年数等)
これは特に、添加剤を含んだゴム部品の適合性について、しばしば言及されます。
Festoの耐性データベースには、化学物質に対する各材質の耐性が示されています。
このデータベースに含まれる情報は、原料素材メーカーの試験結果や部品およびシール部品サプライヤの経験則に基づいています。

この耐性データベースは、これまでの知識によって作成されており、正確性を保証するためにあらゆる努力がなされていますが、その内容は参照目的でのみ使用可能です。
この耐性データベースの推奨事項は、その内容を確約するものではなく、保証されるものではありません。
耐性の確認においては、実際の使用条件下で製品テストを実施することをお勧めします。

→ www.festo.jp/mediaresistance



デザイン - 耐腐食クラスCRC



Festo規格FN 940070に準拠した耐腐食クラスCRC		
CRC	保 護	説 明
0	保護なし	リン酸塩処理またはパニシング加工(場合によっては油塗布)された場合にのみ通常は使用可能なねじピン、止め輪、クランプスリーブなどの非光学的な標準的小型部品、あるいはプレーンベアリング部やCRC3以下のコンポーネント用ボールベアリング部に適用される
1	軽度の保護	乾燥した屋内での使用または搬送・保管、カバーで覆われている部品、外部から目視できない箇所、稼働中は内部に収まっている部品(ドライブシャフトなど)に適用される。
2	中程度の保護	屋内使用で結露が発生する場合に保護可能、周囲大気にさらされる外部の部品には予備的な表面処理が要求される
3	高度の保護	外部使用で腐食が発生する場合保護可能、標準産業環境に晒される外部の部品には予備的な表面処理が要求される
4	最高度の保護	シビアな耐腐食性 極めて高い腐食性を伴う屋外での使用、食品や薬品製造など、浸透性の強い流体を使用するエリアの部品に適用 これらのアプリケーションでは場合によっては同等のメディアを使った耐久テストを要求される(→ FN940082も参照)

デザイン - IEC/EN 60529準拠の保護等級

電気機器の保護

「IP」とはInternational Protectionの略で、IPに関する用語は、IEC/EN 60529「エンクロージャによる保護等級 (IPコード)」およびDIN 40050「IP保護等級」(道路車両の電気機器の保護規定)によって定められています。これらの保護規定は、定格電圧72.5 kV以下の電気機器のエンクロージャが提供する保護度合いを等級で示し、次の要求事項を定めています：

- エンクロージャ内の帯電部または可動コンポーネントへの接近に対する人体の保護(偶発的接触に対する保護)
- 塵埃などの外来固形物に対するエンクロージャ内の機器の保護(外来異物に対する保護)
- 損傷を生じる可能性のある水・水滴の侵入に対するエンクロージャ内の電気機器の保護(水・水滴に対する保護)

IEC/EN 60529規定のIPコード

エンクロージャが提供する保護等級は、規格化されたテスト方式によって規定されています。IPコードは、この保護等級を分類するために使用されます。IPコードは、文字「IP」と2桁からなる記号(数字)で構成されます。2桁の記号の定義については、次のページの表22を参照してください。→P.28

第1記号の意味：

第一に、第1記号は、人体に対する保護内容を示しており、危険な部分への人体の接触がエンクロージャによって保護される度合いを規定しています。身体部位の侵入または手に持つ物体の侵入が、エンクロージャによって防止または制限されます。第二に、第1記号は、外来固形物の侵入に対する機器の保護度合いを規定しています。

第2記号の意味：

第2記号は機器の防水性を示しており、水・水滴の浸入によって機器に生じる有害な影響について、エンクロージャによる保護度合いを等級付けしています。

- 注意

食品産業では一般的に、保護等級IP65(防塵形および防噴流形)またはIP67(防塵形および防浸形)のコンポーネントが使用されます。IP65とIP67のいずれを使用するかは、各等級が全く異なるテスト基準によって規定されているため、適用するアプリケーションによって異なります。必ずしもIP67がIP65より優れているとは限りません。したがって、IP67規格を満たすコンポーネントが、自動的にIP65規格に適合するわけではありません。

デザイン - IEC/EN 60529準拠の保護等級

IPコード

	IP	6	5
保護特性記号			
IP	International Protection		
第1記号	概 要	定 義	
0	保護なし	－	
1	直径50mm以上の外来固形物に対する保護	試験対象体(球体、直径50mm)が内部に侵入しない	
2	直径12.5mm以上の外来固形物に対する保護	試験対象体(球体、直径12.5mm)が内部に侵入しない	
3	直径2.5mm以上の外来固形物に対する保護	試験対象体(球体、直径2.5mm)が内部に一切侵入しない	
4	直径1.0mm以上の外来固形物に対する保護	試験対象体(球体、直径1.0mm)が内部に一切侵入しない	
5	粉塵からの保護	粉塵の侵入を完全には防護していない; 侵入する粉塵の量は機器の安全を損なったり、正常な運転を阻害しない程度	
6	完全な防塵構造	粉塵の内部への侵入が完全に防護されている	
第2記号	概 要	定 義	
0	保護なし	－	
1	水滴に対する保護	垂直に落ちてくる水滴によって有害な影響を受けない	
2	水滴に対する保護	エンクロージャが正常な取付位置より左右15°の範囲で傾斜したときに垂直に落ちてくる水滴によって有害な影響を受けない	
3	噴霧状の水に対する保護	垂直より左右60°の範囲内からの噴霧水によって有害な影響を受けない	
4	飛沫状の水に対する保護	いかなる方向から水の飛沫を受けても有害な影響を受けない	
5	噴射状の水に対する保護	いかなる方向から水の噴流を受けても有害な影響を受けない	
6	強力な噴射状の水に対する保護	いかなる方向から水の強力な噴流を受けても有害な影響を受けない	
7	一時的な入水に対する保護	規定の圧力、時間条件でエンクロージャを一時的に水中に沈めても有害な影響を受ける量の水が機器に侵入しない	
8	継続的な入水に対する保護	エンクロージャを継続的に水中に沈めても有害な影響を受ける量の水が機器に侵入しない; 圧力と時間の条件についてはメーカーと使用者で取り決める必要がある; ただし、取り決めた条件は保護等級7より厳しくなければならない	
9K	高圧水、スチーム噴射洗浄に対する保護	いかなる方向から高圧水を受けても有害な影響を受けない	

IEC 60364-4-41/VDE 0100 Part410準拠の感電防止コンセプト

定義

感電に対する保護は、間接的・直接的な接触に対する保護を意味します。	直接接触に対する保護とは、通常の使用条件において、絶縁されていない充電部(導電部)に偶発的に直接接触してしまうことを防ぐことです。	間接接触に対する保護とは、充電部と本体やエンクロージャとの間に絶縁不良が生じた場合に、許容範囲外の接触電圧の発生防止、または電源の速やかな遮断による保護を意味します。	感電保護の確保について最も広く周知されている3つのコンセプトは、専門文献や規格文書の中で保護等級I～IIIに分類されています。
-----------------------------------	---	---	---

保護等級I - 保護アース線あり

保護等級Iの電気機器の場合、直接接触に対する感電保護は基礎絶縁によって確保されます。 間接接触に対する感電保護は、故障状態で発生する電圧を速やかに遮断することで提供されます。	この遮断は、機器のエンクロージャに接続されている保護アース線を接地することで確保されます。	機器に絶縁故障が生じると、故障により発生した電流が保護回路を通過して大地電位に流れるため、上流ヒューズ(例：残存電流に対するデバイス保護や回路ブレーカ)が作動します。	保護等級Iの機器には、照明、白物家電(洗濯機、乾燥機など)、産業用機械が含まれます。 マーク： 
--	---	---	---

保護等級II - 保護絶縁

保護等級IIの機器の場合、改良した絶縁部をエンクロージャに施すことで直接的・間接的な接触に対する感電保護が確保されます。	エンクロージャの絶縁部は、強化絶縁または二重絶縁が施されるため、故障発生時または作動中に許容範囲外の接触電圧に触れることはありません。	保護等級IIの機器は、保護回路に接続できません。そのため、保護等級IIの機器のコンセントには接地極がありません。	保護等級IIの機器には、ハイファイ装置、電動工具、家電製品などが含まれ、次のマークで識別されます： 
--	---	--	---

保護等級III - PELV(保護特別低電圧)

保護等級IIIの機器の場合、充電部への直接接触の保護対策のための十分に高いIP保護等級、ならびに故障発生時の間接接触の保護対策のためのPELV(保護特別低電圧)またはSELV(安全特別低電圧)によるコンポーネントへの電源供給によって、	直接的・間接的な接触両方に対する感電保護が確保されます。	保護等級IIIの機器には多くの場合次のマークが付けられています(必須マークではありません)： 
---	------------------------------	---

Festoのコンポーネントに対する特別保護等級
保護等級III

Festoの24V DCバルブターミナル(CPV、MPAなど)、位置決めコントローラ(SPCなど)、センサ(近接スイッチ、圧カスイッチ、圧力センサ)、および比例圧力制御バルブはすべて、現在入手可能な情報に基づき、保護等級IIIに分類されています。	つまり、Festoの24V DCコンポーネントの場合、十分に高いIP保護等級と、PELV(保護特別低電圧)による電源供給によって、直接的・間接的な接触両方に対する感電保護が確保されているということです。	PELV回路による電源供給を使用すると、1次側から2次側への高絶縁耐力(4kV)が原因でエラーが発生しても、許容範囲外の接触電圧が生じることはありません。	そのため、アース端子は保護接地ではなく、機能接地(電磁妨害の解消)であり、常に接地する必要があります。 
---	---	---	--

Festoが保護等級IIIを導入している理由

近年においてオートメーション構成要素の設計のコンパクト化がますます進むなか、保護等級Iは構造サイズの最適なソリューションではなくなっています。	その理由は、規格でエアとリーク経路の最小距離が規定されているためです。つまり、保護等級Iでは寸法のさらなるコンパクト化をほぼ実現できません。	そのため最新のオートメーション構成要素には、保護等級III(PELVによる感電保護により保護アース線なし)が採用されています。
---	--	---

保護等級IIIの機器を設置する際に知っておくべきこと

機器への電源は、IEC/EN 60204-1 準拠のPELV回路によってのみ供給されなければなりません。IEC/EN 60204-1 準拠のPELV回路の一般的な要求事項を考慮する必要があります。電源は、IEC/EN 60204-1に準拠して作動電圧が電氣的に確実に絶縁されている場合にのみ使用が許可されます。	可能な場合は、コンポーネントに接続されたアース端子を使用して電磁妨害の解消、等電位ボンディングによる放電を実施することで、適切な機能を確保します。アース端子は抵抗の小さい状態(断面が大きい短ケーブル)で大地電位に接続する必要があります。
---	--

スパーク防止

コイルが組み込まれた回路の電流遮断時のスパーク防止

コイルのインダクタンスは回路が開くと電磁エネルギーを蓄積し、閉回路時にこのエネルギーを放電します。使用スイッチに応じて、このエネルギーは絶縁破壊を引き起こす可能性のある電圧ピーク(開回路の過電圧)、または接点を焼損させる可能性のあるアーク放電(材料クリープ)のいずれかに変換されます。

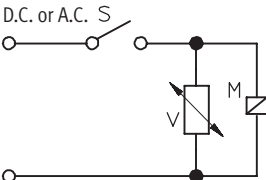
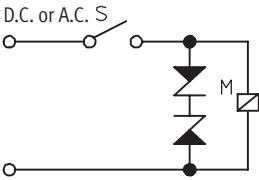
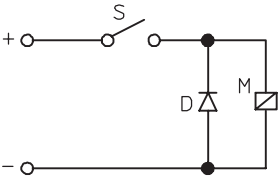
これらを防ぐために様々なタイプのコンポーネントを使用し、電磁エネルギーをゆっくりと継続的に放出させることが可能です。

電子アーク防止回路

DC回路の極性が明確に定義されている場合は、コイルに並列配線する形で単一ダイオードを使用できます。ただし、これによりソレノイドのスイッチオフ時間がかなり長くなることに注意してください。

2個の逆極性のブレークダウンダイオードをコイルに並列配線するほうがより適切な配置であり、DCとACの両方に使用できます。これにより、スイッチオフの遅延が回避されます。ただし、150Vを超える電圧の場合は、数個のブレークダウンダイオードを直列に配線する必要があります。

リーク電流は定格電圧を超えた場合に増加するため、バリスタは開回路の過電圧を低減するのに最適な電子部品です。バリスタはDC回路とAC回路の両方に適しています。



100%デューティサイクル

DIN VDE 0580では、100%デューティサイクル試験はコイルの電気部品のみが対象ですが、Festoでは、空気圧部の部品もこの試験対象に含めています。

試験は最悪の事態を想定したシナリオで実施され、ソレノイドの機能テストで構成されます。ソレノイドがバルブターミナルにも使用されている場合、100%デューティサイクル試験は単体デバイスと、マニホールドアセンブリ内の機器に実施されます。

条 件

- ソレノイドは、許容電圧で動作する (DIN VDE 0580規定の連続動作 S1)
- ソレノイドは、温度キャビネット内の許容周囲温度にさらされる(対流熱伝達なし)
- ソレノイドには、シール密閉された出力ポートを用いて許容作動圧力が入力される

手 順

- ソレノイドは、試験条件下で最低72時間、連続動作させ、この時間の終了後に次の試験を実施します：
- 降下電流測定：非通电の状態に切り換えたときの降下動作
 - 最小作動電圧と、励振に最も好ましくない増圧比を用いてすぐに通電させたときの開始動作

終了条件

- 降下動作、開始動作、リークが次に示す限界値を上回るまたは下回ると、試験を終了します：
- 降下電流： >1.0mA
 - 始動電圧： > UN+10%
 - リーク： > 10 l/h

- リークの測定
- 結果が記録されると、この試験手順は試験対象ユニットの合計デューティサイクルが最低でも1,000時間に達するまで、または終了条件が満たされるまで、再び繰り返される
- 100%デューティサイクル試験の完了後、シール密閉されたニップルに損傷があるかを目視で検査する