



アプリケーションマニュアル
油圧(走行機械)製品の圧力および速度の制限



改訂履歴

改訂表

| 日付 | 変更済み | 改訂 |
|-----------|--------------------|------|
| May 2015 | ダンフォスのレイアウト - 主な更新 | 0401 |
| July 1997 | | D |

目次

はじめに

| | |
|--------------------|---|
| アプリケーションマニュアル..... | 4 |
|--------------------|---|

圧力と速度の制限

| | |
|----------------|----|
| はじめに..... | 5 |
| 負荷と寿命の関係..... | 5 |
| 油圧製品の圧力制限..... | 6 |
| 油圧製品の定格速度..... | 10 |

低速でのモータ性能

| | |
|----------------|----|
| 低速でのモータ性能..... | 15 |
|----------------|----|

バイパスバルブの速度制限

| | |
|-----------------------|----|
| バイパスバルブスピードの速度制限..... | 16 |
|-----------------------|----|

吸入口の負圧制限

| | |
|---------------|----|
| 吸入口の負圧制限..... | 17 |
|---------------|----|

ダイナミックブレーキ

| | |
|-----------------|----|
| ダイナミックブレーキ..... | 18 |
| 容量コントロール..... | 19 |

ケースドレン圧力制限

| | |
|-----------------|----|
| ケースドレン圧力制限..... | 20 |
|-----------------|----|

はじめに

アプリケーションマニュアル

これらのマニュアルに含まれる内容

これらのアプリケーションマニュアルは設計理論を提供し、油圧動力機械の組み立てのための詳細計算を提供します。

最初は4項目を持つ1冊のマニュアルとして書かれました。

現在は下記4つに分冊されています。旧マニュアルからの項目番号は、現行タイトルの後に括弧 () で表しています。

- *Selection of Driveline Components* (ドライブライン構成品の選定) BLN-9885 (旧項目 1)
- *Pressure and Speed Limits for Hydrostatic Units* (油圧(走行機械)製品の圧力および速度の制限) BLN-9884 (旧項目 2)
- *Transmission Circuit Recommendations* (トランスミッション回路推奨事項) BLN-9886 (旧項目 4)
- *Fluids and Lubricants* (作動油と潤滑油) 520L0463 (旧項目 3)

その他の参考マニュアル

- *Hydraulic Fan Drive Systems Technical Information* (油圧式ファン駆動システム) 520L0824
- (油圧式ファン駆動システム設計ガイドライン) 520L0926

圧力と速度の制限

はじめに

動力伝達アプリケーション向けに適切なサイズの油圧(走行機械)製品を選択するためには、適切な**設計圧力**と**設計速度**を選択する必要があります。これらの設計パラメータの選択は、必要な**製品寿命**の影響を受けます。このガイドラインの目的は、システムを集成する人が油圧製品の実用性を最適化し、満足なトランスミッション寿命を提供するために、設計圧力と設計速度を選択するのを支援することです。

ダンフォス・パワーソリューションは、圧力および速度の能力に関して、連続⁽¹⁾定格および最大定格を公表しています。アプリケーションに関する決定は、通常の動作条件と極端な動作条件の両方を考慮することによって行われます。設計圧力および速度に基づいて予測される製品寿命を、アプリケーションに必要な製品寿命と比較します。通常の定格と最大値の両方に対して、満足な設計基準が得られなければなりません。

(1) 「連続」という用語は、ダンフォスパワーソリューションズ製品の定格速度に関して用いますが定格圧力には関係しません。

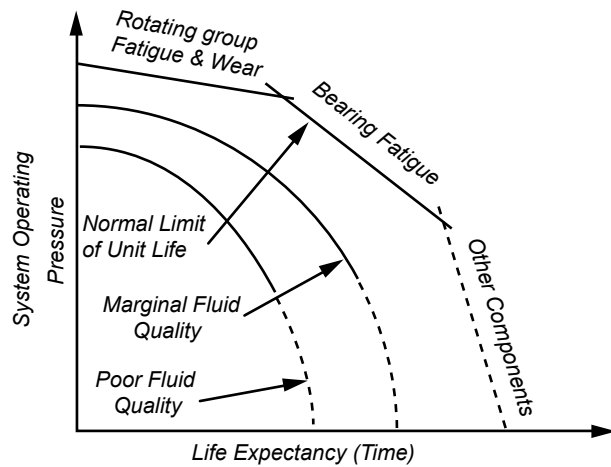
負荷と寿命の関係

システム圧力は油圧製品の寿命に影響する最も有力な変数です。高負荷からくる高い圧力は、エンジンやギアボックスなどの機械アセンブリ同様に、ユニットの寿命を短縮します。回転グループとシャフトベアリングでは、負荷と寿命の関係が異なっており、別々に考慮する必要があります。

油圧製品の寿命とシステム圧力のグラフは、予想寿命とシステム圧力との一般的な関係を示すものです。油圧製品寿命の上限は、回転グループの疲労と摩耗、ベアリングの疲労と磨耗、またはその他の部品の摩耗と劣化によって決まり、それぞれに独自の負荷/寿命関係があります。システム圧力が高い場合、**回転グループの疲労と摩耗**が制限要因となりますが、圧力が中程度の場合は**ベアリング破損**が制限要因となります。高システム圧力では寿命曲線が緩やかな傾斜になっていますが、これは圧力のわずかな上昇が寿命を大きく低下させることを示しています。

実際の寿命は、**油圧製品寿命とシステム圧力**で、理想的作動油品質に対応する曲線で示されるように、作動油品質に関する要因の組合せにも影響されます。作動油品質に関する要因には、温度、汚染(熱、硬質粒子、水分、化学作用、空気含有)、粘度、および潤滑特性などがあります。これらの要因のほとんどは、稼働圧力により影響されます。システム設計はこれらの要因を考慮してください。技術情報マニュアル(油圧作動油と潤滑剤520L0463、生分解性作動油の実証520L0465、および油圧作動油の清浄度に関する設計ガイダンス520L0467)で、このトピックを詳細に説明しています。

圧力と速度の制限



油圧製品の寿命とシステム圧力

油圧製品の圧力制限

次の油圧製品の圧力能力に関する定義と、関連する寿命要件は、トランスミッションコンポーネントのサイズ決定を支援するためのものです。通常の負荷サイクルに関するご質問は、お客様の機械のパラメータを弊社にお伝えください。

閉回路ハイドロスタティック製品では、**システム圧力**は高圧と低圧の作動ポートの間の差圧（デルタ）です。機械力と油圧力との間の変換によってトルクを受け入れるまたは提供するために利用される圧力の測定値です。システム圧力がゼロの状態は、油圧ループの両側が同じ圧力（通常チャージ圧力）である場合です。システム圧力は油圧製品寿命と性能に影響する主な作動変数です。高負荷からくる高いシステム圧力は、予想寿命を減少させます。油圧製品の寿命は、速度と、負荷サイクル分析によってのみ判定できる通常運転または荷重平均の圧力に依存します。

開回路製品では、低圧の方はタンクでのゲージ圧（ゼロ）であるため、**システム圧力**はワークポートのゲージ圧です。

閉回路ハイドロスタティック製品では、補給流量（チャージ流量）を油圧ループに提供するため、適度な圧力で流量源を提供することが一般的です。この流量源の圧力は**チャージ圧力**と呼ばれ、通常はケース圧力からの差圧で測定されます。油圧動力ループの低圧側は、通常チャージ圧力または、それに近い圧力です。開回路システムでは、チャージ圧力はポンプ吸込み側またはモータの吐出側での圧力と考えることができます。大気圧（ゼロゲージ圧）より上か下のどちらかです。チャージ圧力が大気圧より高い場合、ポンプの場合はブースト圧、モータの場合は背圧と呼ばれます。

閉回路製品では、**最低圧力**は過度のキャビテーションを回避し、すべり部品に潤滑を提供するため、すべての動作条件において作動ポート内で維持しなければならないゲージ圧力です。通常、最低圧力はチャージ圧力より低圧です。最低圧力限界は、各製品の技術情報広報に示されています。特に規定のない限り、最低圧力は 10bar [150 psig]と定義されています。

開回路製品では、最低吸込み圧力はポンプ吸込みラインの許容できる最低許容絶対圧です。吸込み側の最低圧力は、定常状態と過渡条件の両方で評価する必要があります。ポンプ容量が増加すると、吸込みライン内の作動油の加速により吸込み側圧力が低下することにご注意ください。

アプリケーション圧力とは、所定のアプリケーションで定義される許容される最高の瞬間圧力で、ポンプまたはモータの注文コード内に通常定義される、高圧リリーフ、圧力リミッター、または圧力補償セット圧です。機械の最大負荷要求によって決まります。アプリケーション圧力は、アプリケーションにおいて駆動系が最大牽引力またはトルクを生成するときにかかる「システム圧力」です。アプリケーション圧力は通常、車両の駆動系または作業機能構成品の最大設計負荷から求められます。アプリケーション圧力は、動作時間に占める割合は低いと想定され、通常全体の 2%未満です。

頻繁な過負荷を防ぐように動作する圧力リミッターバルブ付きのシステムでは、最大アプリケーション圧力である時間が過度である場合があるため、アプリケーション圧力より低い許容される減少された最大設計圧力を選択することが一般に必要になります。

圧力と速度の制限

最高動作圧力は、最高の推奨アプリケーション圧力です。最高使用圧力は、製品コード内で許容される最高の標準圧力です。アプリケーション圧力が最大使用圧力以下のシステムは、コンポーネントサイズが適切であると仮定して、予想（計算）製品寿命を得られます。最高使用圧力限界は、各製品の技術情報マニュアルに示されています。最高使用圧力を超えるアプリケーション圧は、デューティサイクル分析と工場の承認のみにより可能となります。（工場の承認とは、エンジニアリング認定が必要であるという意味です。）

最高圧力はあらゆる条件で許容される最高のシステム圧力です。システム圧力が最高圧力を超えると、ハイドロスタティックユニットが損傷する恐れがあり、既存の設計/寿命分析ツールで予想される耐用年数よりも寿命が短くなる場合があります。またハイドロスタティックユニットの性能や効率が恒久的に低下する場合もあります。

相乗平均有効圧力(RMEP)とは、考慮対象の内部構成部品に対して、特定の加重指数を使用した圧力デューティサイクルの加重平均時間です。RMEP は特定のデューティサイクルの、システム圧力相当量の計算値です。負荷サイクルの相対的な過酷さを比較するために使用でき、構成部品の寿命予想に使用されます。

RMEP 値の計算式は次のとおりです。

$$RMEP = \left[\sum_{i=1}^T (Pressure_i)^a * (\% time_i) \right]^{\frac{1}{a}}$$

ここで、

RMEP = 相乗平均有効圧力

Pressure = 時間ステップのシステム圧力平均

% time = 10 進パーセントで表された時間ステップの合計時間

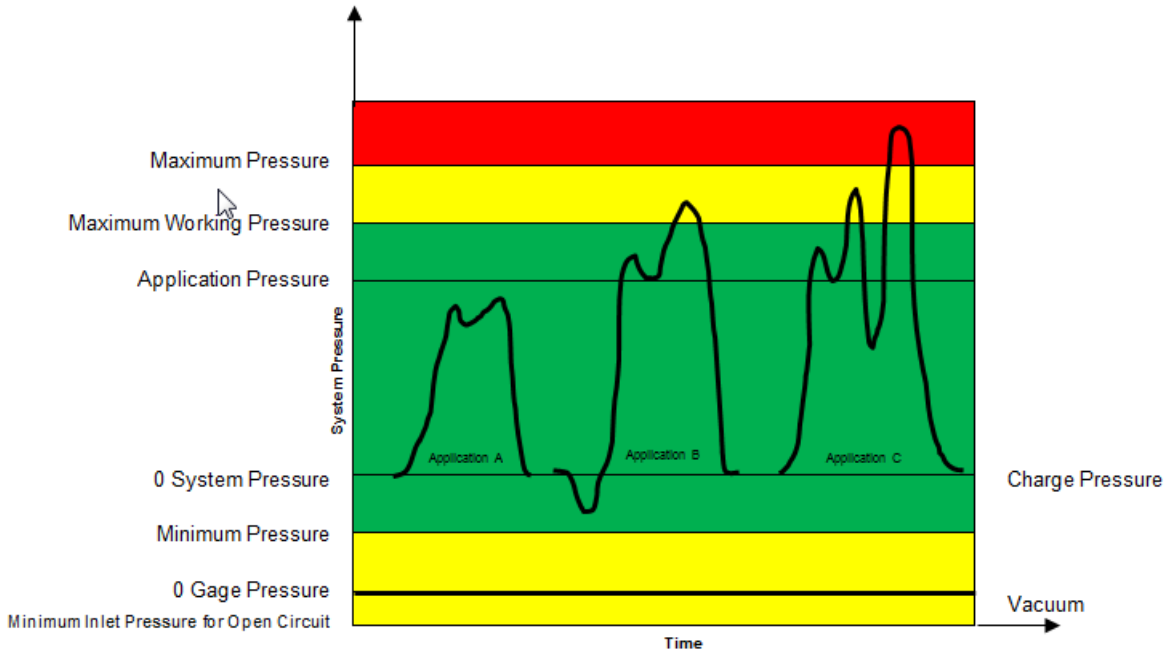
a = 対象のユニットまたはコンポーネントの累積疲労損傷指数

- a = 8、曲げ疲労のある回転グルーおよびシャフト
- a = 3、ボールベアリングの場合
- a = 10/3、テーパローラベアリングの場合

指数 8 は機械的疲労に由来し、ベアリングを除くすべての回転コンポーネントに適用できます。指数 3 および 10/3 は、ベアリングの業界標準技法に由来します。

圧力と速度の制限

主な圧力用語を示す圧力と時間のグラフ



アプリケーション A - システム圧力のデューティサイクルは、常にアプリケーション圧力以内です。このアプリケーションでは、作動油の粘度、品質、および清浄度が維持されれば、ユニットは満足できる予想寿命を持ちます。

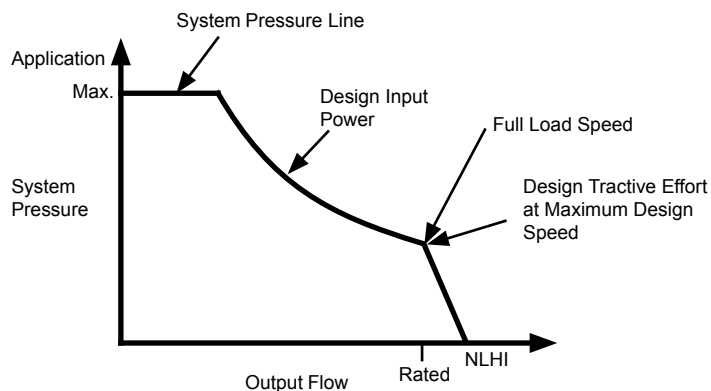
アプリケーション B - デルタシステム圧力は最高使用圧力内で始まりますが、最高使用圧力を超えるスパイクがあります。チャージ圧力より低いスパイクもありますが、最低圧力よりは上です。このアプリケーションのユニットは想定どおり機能しますが、最高圧力付近になる時間の合計量によっては、予想寿命が若干短くなる可能性があります。

アプリケーション C - システム圧力の波形に、最高使用圧力を大きく超えるスパイクがあります。このアプリケーションのユニットは損傷を起こす可能性があり、想定される寿命が大幅に短くなります。また、想定される性能を発揮しなくなる可能性もあります。

通常の使用圧力は、“通常”の作業機能を実行する際に想定される圧力です。それは通常の作業負荷範囲での平均圧力です。

通常の使用圧力は定期的に発生する負荷状態で生じます。その設計値は設計入力と最大ポンプ容量でのシステム圧力を計算することで得られます（次のグラフ参照）。種々の負荷サイクルの機械では、設計入力は最大の利用できるエンジン出力から、その他の機能への平均出力を差し引くことで推定できます。

圧力と速度の制限



アプリケーション圧力選択の推奨される方法では、アプリケーションのデューティサイクル情報が必要です。デューティサイクルは、特定のシステムの圧力および時間要求をパーセント時間基準で定量化する方法です。デューティサイクルデータは、圧力がユニット寿命に与える重要な影響を反映するため重視されます。弊社がさまざまな製品群向けに開発した、回転グループとシャフトとベアリングの負荷/寿命ツールを使用すると、アプリケーションに必要な予想寿命に基づいて最適なアプリケーション圧力を選択できます。

シャフトに外部負荷が予想される場合は、その大きさと斜板に対する方向が、ベアリングの想定寿命を計算するときに知っておかなければなりません。

圧力は回転グループの寿命に指数関数的な影響を与えるため、デューティサイクル情報ができるだけ正確であることが非常に重要です。

デューティサイクルデータがない場合、設計の許容圧力制限は通常、駆動系の最大と通常作業負荷に基づいて求められます。これはデューティサイクルが通常の帯域幅内にあることを前提としています。この手法を使用することにより、機械の寿命要求がわかっている場合に、2つの「圧力制限」値を使用して正常なアプリケーションを予測できます。

次の表は、エンジニアが所定のコンポーネント寿命要求に対して適切な設計圧力を理解し選択することを支援するために提供しています。これらの値は、さまざまなダンフォスパワーソリューションズ製品群の回転グループの、軸速度 1800 rpm、外部軸荷重なしの場合の負荷と寿命の関係から導いたものです。製品寿命は作動油の清浄度と粘度の公開されている推奨値に基づいて、回転グループについて L20 時間 (80% 残存) で求めています。このガイドラインを使用して、システムは許容できるとみなされる最高圧力制限および連続圧力制限をどちらも満たす必要があります。

油圧(走行機械)製品の最終的な設計の前に、動作圧力と予想製品寿命を確認するためのプロトタイプテストプログラムを実施することを強く推奨します。

圧力と速度の制限

必要な寿命の関数としての設計圧力の推奨値

| Required Life (L20Hours) | Series 15 | Series 40 | KV/LV | Series 42 | Series 90 | H1P | Series 51 | H1B | |
|---|-----------|-----------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Displacement (cc/rev) & Root Mean Effective Pressure, at Full Displacement, Psid [dbar] | | | | | | | | | |
| 1500 | 15 | 3200[220] | 25 3675[253] | L25 4150[286] | 28 4150[286] | 42 4900[338] | 45 4500[310] | 60 4900[338] | 60 >4150[286] |
| | | | 35 4150[286] | L30 3650[252] | 32 3650[252] | 55 4900[338] | 53 3900[269] | 80 4900[338] | 80 >4150[286] |
| | | | 44 4025[277] | L35 2875[198] | 41 4150[286] | 75 4900[338] | 60 4500[310] | 110 4900[338] | 110 >4150[286] |
| | | | PV046 3675[253] | K38 3650[252] | 51 3650[252] | 100 4900[338] | 68 3900[269] | 160 4900[338] | 160 >4150[286] |
| | | | MV046 3675[253] | K45 2875[198] | | 130 4900[338] | 69 4900[338] | 250 4900[338] | 250 >4150[286] |
| | | | MF046 3450[238] | | | 180 4900[338] | 78 4900[338] | | |
| | | | | | | 250 4900[338] | 89 4900[338] | | |
| | | | | | | | 100 4900[338] | | |
| | | | | | | | 115 4900[338] | | |
| | | | | | | | 130 4900[338] | | |
| | | | | | | | 147 4900[338] | | |
| | | | | | | | 165 4900[338] | | |
| | | | | | | | 210 4900[338] | | |
| | | | | | 250 4900[338] | | | | |
| 5000 | 15 | 2750[190] | 25 3175[219] | L25 3600[248] | 28 3600[248] | 42 4225[291] | 45 3850[265] | 60 4225[291] | 60 >3600[248] |
| | | | 35 3600[248] | L30 3125[215] | 32 3125[215] | 55 4225[291] | 53 3375[233] | 80 4225[291] | 80 >3600[248] |
| | | | 44 3450[238] | L35 2475[171] | 41 3600[248] | 75 4225[291] | 60 3850[265] | 110 4225[291] | 110 >3600[248] |
| | | | PV046 3175[219] | K38 3125[215] | 51 3125[215] | 100 4225[291] | 68 3375[233] | 160 4225[291] | 160 >3600[248] |
| | | | MV046 3175[219] | K45 2475[171] | | 130 4225[291] | 69 4225[291] | 250 4225[291] | 250 >3600[248] |
| | | | MF046 2975[205] | | | 180 4225[291] | 78 4225[291] | | |
| | | | | | | 250 4225[291] | 89 4225[291] | | |
| | | | | | | | 100 4225[291] | | |
| | | | | | | | 115 4225[291] | | |
| | | | | | | | 130 4225[291] | | |
| | | | | | | | 147 4225[291] | | |
| | | | | | | | 165 4225[291] | | |
| | | | | | | | 210 4225[291] | | |
| | | | | | 250 4225[291] | | | | |
| 15000 | 15 | 2400[165] | 25 2775[191] | L25 3125[215] | 28 3125[215] | 42 3650[252] | 45 3350[231] | 60 3650[252] | 60 >3125[215] |
| | | | 35 3125[215] | L30 2725[188] | 32 2725[188] | 55 3650[252] | 53 2925[202] | 80 3650[252] | 80 >3125[215] |
| | | | 44 3000[207] | L35 2150[148] | 41 3125[215] | 75 3650[252] | 60 3350[231] | 110 3650[252] | 110 >3125[215] |
| | | | PV046 2750[190] | K38 2725[188] | 51 2725[188] | 100 3650[252] | 68 2925[202] | 160 3650[252] | 160 >3125[215] |
| | | | MV046 2750[190] | K45 2150[148] | | 130 3650[252] | 69 3650[252] | 250 3650[252] | 250 >3125[215] |
| | | | MF046 2600[179] | | | 180 3650[252] | 78 3650[252] | | |
| | | | | | | 250 3650[252] | 89 3650[252] | | |
| | | | | | | | 100 3650[252] | | |
| | | | | | | | 115 3650[252] | | |
| | | | | | | | 130 3650[252] | | |
| | | | | | | | 147 3650[252] | | |
| | | | | | | | 165 3650[252] | | |
| | | | | | | | 210 3650[252] | | |
| | | | | | 250 3650[252] | | | | |

油圧製品の定格速度

油圧製品に適用される速度は、寿命にさまざまな影響を与えるいくつかの設計要因およびアプリケーション要因によって制限されます。一般に油圧製品の寿命は、(連続)速度制限以下の速度で速度に逆比例します。連続の速度制限を超える速度での動作を行うと、寿命が短くなりますが、最大出力未満であれば許容できます。最高速度制限を超えると、寿命が大幅に短くなり油圧出力の損失により直ちに故障する危険があります。

⚠ 警告

弊社は、ブロックリフトまたはその他の条件により生じる負荷の暴走を停止するために、第二のブレーキ手段を備えることを強く推奨します。

速度能力は流量および回転グループの機械的負荷の影響を受けるため、油圧製品の容量(斜板角度)の関数です。図: [ピストンポンプとモータの定格速度](#) (11 ページ) 度のグラフに、アクシシャルピストンおよび斜軸油圧製品の通常の定格速度と容量の関係を示します。一般に速度能力は、容量が減るほど増し、中間の容量で最大値を迎えます。

圧力と速度の制限

定格連続速度制限は、最高出力状態で推奨される最高速度です。この定格により、通常の寿命が想定できる最高速度が定義されます。連続最高出力運転は、連続圧力で定義される条件で適用されます。

定格速度制限を超える動作では、出力を抑えることが必要です。エンジン速度の増加（ポンプの場合）および損失の容積減少（モータの場合）によって、低出力または負の出力でのモータ/車輛速度が増加するためです。定格速度制限を超えて動作する場合、最大出力で寿命が若干短縮することが予想されます。通常のシステムでは、作動出力レベルと、その結果のシステム圧力は、適切に適用した場合には低く、定格速度制限を超える時間も低くなります。

定格速度制限は、減少した角度連続最大値までは斜板角度とともに変化します。上り坂速度特性は、アキシャルピストンポンプおよびモータの運動学的設計パラメータに由来します。このパラメータによって、十分なチャージ圧力に基づいて通常動作が想定される条件が定義されます。通常、ポンプは最高速度と最大角度で同時に動作しなければならないことが多いため、減じられた角度の定格速度は適用されません。

最大速度定格は推奨される最高稼働速度で、これを超えると、製品寿命が大幅に短くなったり、早期の故障や駆動力の損失の危険があります。連続速度制限と最高速度制限の間の運転条件では、最大出力以下に制限し、時間も制限する必要があります。ほとんどの駆動系では、最高モータ速度は、下り坂でのブレーキまたは負の動力状態時に発生します。

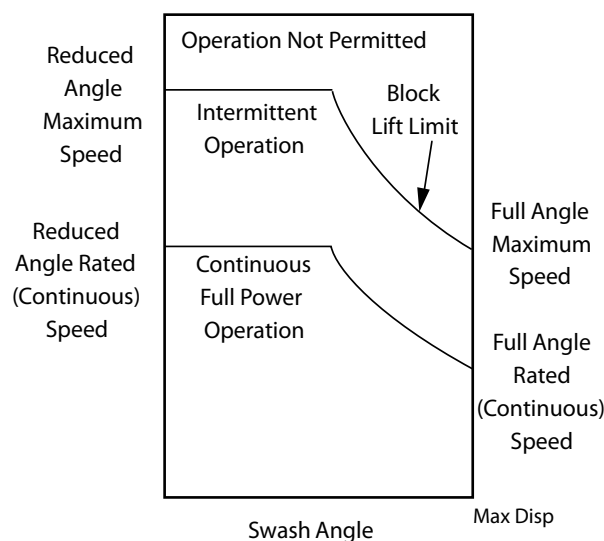
最高定格速度は、減少した角度の最大値までは斜板角度とともに変化します。この速度で、システム圧力が低い場合の制限された潤滑条件が存在する場合があります。また、回転力が高く異常な機械的負荷と応力を回転グループに生じることがあります。

すべての斜板および斜軸製品では、最高速度制限を超過することはランスミッションが減速力を供給している場合には安全上問題です。斜板角度が大きい場合、最高速度は、駆動力の損失を生じるブロックリフトによって制限されます。これにより危険な高い制御不能な出力速度になることがあります。最高速度制限を超える動作は、エンジンの加速およびブレーキ時の容量損失の減少を含む、すべての動作モードで避けなければなりません。

警告

弊社は、ブロックリフトまたはその他の条件により生じる負荷の暴走を停止するために、第二のブレーキ手段を備えることを強く推奨します。

ピストンポンプとモータの定格速度



P108902

弊社の閉回路ピストンポンプおよびモータの最高許容定格（連続）および最高速度制限を、表 [閉回路ポンプとモータの定格速度](#)（13 ページ）に示します。可変モータは「最大」および「最小」容量の両方で定格速度があります。「最小」容量の速度制限は、最大容量のおよそ半分で適用されますが、こ

圧力と速度の制限

これは製品群およびフレームサイズによって異なります。最小容量定格速度はポンプには指定されていません。これはポンプが通常最大容量で固定入力速度で動作することが想定されるからです。

圧力と速度の制限

閉回路ポンプとモータの定格速度

| Product | Pumps | | Fixed Motors | | Variable Motors | | | |
|-----------|-------|-------|--------------|------|-----------------|------|---------------|------|
| | Rated | Max | Rated | Max | Full Disp. | | Reduced Disp. | |
| | | | | | Rated | Max | Rated | Max |
| Series 90 | | | | | | | | |
| 042 | 4200 | 4600 | 4200 | 4600 | --- | --- | --- | --- |
| 055 | 3900 | 4250 | 3900 | 4250 | 3900 | 4250 | 4600 | 5100 |
| 075 | 3600 | 3950 | 3600 | 3950 | 3600 | 3950 | 4250 | 4700 |
| 100 | 3300 | 3650 | 3300 | 3650 | --- | --- | --- | --- |
| 130 | 3100 | 3400 | 3100 | 3400 | --- | --- | --- | --- |
| 180 | 2600 | 2850 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 250 | 2300 | 2500 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Series 20 | | | | | | | | |
| 21 | 3500 | 3800 | 3500 | 3800 | 3500 | 3800 | 4400 | 5250 |
| 22 | 3200 | 3900 | 3200 | 3900 | 3200 | 3900 | 4000 | 4850 |
| 23 | 2900 | 3350 | 2900 | 3350 | 2900 | 3350 | 3700 | 4550 |
| 24 | 2700 | 3100 | 2700 | 3100 | 2700 | 3100 | 3450 | 4100 |
| 25 | 2400 | 2950 | 2400 | 2950 | 2400 | 2950 | 3100 | 3750 |
| 26 | 2100 | 2500 | 2100 | 2500 | 2100 | 2500 | 2800 | 3400 |
| 27 | 1900 | 2050 | 1900 | 2050 | 1900 | 2050 | 2450 | 2950 |
| Series 51 | | | | | | | | |
| 060 | --- | --- | --- | --- | 3600 | 4400 | 5600 | 7000 |
| 080 | --- | --- | --- | --- | 3100 | 4000 | 5000 | 6250 |
| 110 | --- | --- | --- | --- | 2800 | 3600 | 4500 | 5600 |
| 160 | --- | --- | --- | --- | 2500 | 3200 | 4000 | 5000 |
| 250 | --- | --- | --- | --- | 2200 | 2700 | 3400 | 4250 |
| Series 42 | | | | | | | | |
| 28 | 3400 | 3900 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 41 | 3400 | 3900* | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Series 40 | | | | | | | | |
| M25 | 4000 | 5000 | 4000 | 5000 | 4000 | 5000 | | 5700 |
| M35 | 3600 | 4500 | 3600 | 4500 | 3600 | 4500 | | 5300 |
| M44 | 3300 | 4100 | 3300 | 4100 | 3300 | 4100 | | 4850 |
| M46 | 4000 | 4100 | 3600 | 3600 | 4000 | 4100 | | 5000 |
| Series 15 | | | | | | | | |
| 15 | 4000 | 4200 | 4000 | 4200 | --- | --- | --- | --- |
| Series 70 | | | | | | | | |
| BDP-10L | 3600 | 3600 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| BDP-21L | 3600 | 3600 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

* 定格速度以上のいかなる稼働もアプリケーションの許可を必要とします。

P108903

圧力と速度の制限

次の式は中間の容量でのモータ速度制限を計算するためのものです。計算値は斜板角度が低い場合には表の値を超えますが、表の速度制限は決して超えてはなりません。この式は「最大」および「定格」速度制限に対して有効で、計算の便宜上示されています。

アキシシャルピストンモータ

$$NV = NM (TM / TV)^{1/2}$$

または

$$NV = NM (DM / DV)^{1/2}$$

ここで、

NV = 角度が小さい時のモータ速度制限 (RPM)

NM = 表 2 の最大斜板角度でのモータ速度制限 (RPM)

TV = 斜板角度が小さい場合のタンジェント

TM = 最大斜板角度のタンジェント

- $\tan 15^\circ = 0.268$ (シリーズ 15 およびシリーズ 40-M25)
- $\tan 16^\circ = 0.287$ (シリーズ 40-M35 およびシリーズ 40-M44)
- $\tan 17^\circ = 0.306$ (シリーズ 90 および 40-M46)
- $\tan 18^\circ = 0.325$ (シリーズ 20、シリーズ 42 および H1P)

DM = 最大角度でのモータ容量 (cc/rev または in^3/rev)

DV = 角度減少時のモータ容量 (cc/rev または in^3/rev)

斜軸モータ

$$NV = NM (SM / SV)$$

または

$$NV = NM (DM / DV)$$

ここで、

NV = 角度が小さい時のモータ速度制限 (RPM)

NM = 表 2 の最大角度でのモータ速度制限 (RPM)

SV = 減少角度のサイン

SM = 最大角度のサイン、 $\sin 32^\circ = 0.530$ (51 シリーズおよび H1B)

DM = 最大角度でのモータ容量 (cc/rev または in^3/rev)

DV = 角度減少時のモータ容量 (cc/rev または in^3/rev)

低速でのモータ性能

低速でのモータ性能

一部のアプリケーションでは、低速でのモータ駆動を制御する必要があります。一般に、定格の5%未満の速度はアキシシャルピストンモータでは「低速」とみなされます。斜軸モータでは、定格の2-3%未満の速度が「低速」とみなされます。高速アプリケーションと同様に、低速駆動に関する一般的な要件は、出力シャフトの連続的でスムーズな回転です。しかし、アキシシャルピストンタイプのモータには、低速で許容できない性能を示す可能性のある固有の制限があります。

主な制限はピストンがバルブプレートを通じて高圧から低圧に移行するときの、その相互作用に関係しています。各ピストンが移行するのに伴って、モータの合計容量に変動があります。システム圧力が一定な場合でも、容量の変動によってモータ出力シャフトに「トルク波紋」が生じることがあります。これは一般にシャフトのコギング（歯車の歯）と言われます。システム圧力が上昇すると、コギングが発生して速度も増加します。この固有の現象に影響するその他のパラメータには、負荷の慣性、負荷変動、およびシステムの体積弾性率などがあります（ラインの直径と長さ、ラインタイプ、作動油の圧縮率）。

低速動作に固有のもう一つの制限は、すべてのタイプの駆動コンポーネントに共通で、機械的摩擦です。ピストンモータでは、これは装置の設計機能と回転グループ部品の製造許容誤差です。

大まかに言って、ほとんどの弊社のアキシシャルピストンモータは、150 rpm までスムーズに動作します。一部のアキシシャルピストンモータは150 rpm 未満でもスムーズに動作しますが、具体的なアプリケーションで性能を検証する必要があります。弊社は、すべてのサイズのアキシシャルピストンモータについて、100 rpm 未満の速度での連続動作は推奨しません。

H1B およびシリーズ 51 可変容量車軸モータは、ほとんどのアプリケーションで 50 rpm までスムーズな性能を示しますが、許容できるかどうかは具体的なアプリケーション要件に基づいて判断しなければなりません。

低速動作の制限はすべてのピストンタイプのモータに固有であるため、弊社は低速でのモータ性能を改善する「特殊なハードウェア」を提供することはできません。低速アプリケーションは設計段階で慎重に批評し、試作段階で性能が許容できることを十分にテストしてください。

バイパスバルブの速度制限

バイパスバルブスピードの速度制限

弊社のほとんどのアキシシャルピストンポンプにはバイパスバルブがあり、ポンプの入力シャフトが回転出来ない場合に、メインの「A」ポートと「B」ポート間でシステム作動油を接続します。このバルブでは、調整ねじやプランジャーなどのポンプ外部装置によって、手動で接続および接続解除をします。このバルブの目的は、閉回路を使用する推進車輛を、低速で短い距離を移動できるようにすることです。通常これは、車輛のトレーラーへの搭載、故障した機械を作業エリアまたは車線から移動などに使用します。

車輛を移動する間にモータが流量源になるため（モータがタイヤまたはトラック経由で地面と連動しているとして）、ポートのバイパス接続は、油圧の閉じこみを防ぐために必要です。バイパスバルブは、高速かつ長時間の使用を暗示する「牽引バルブ」として使用したり考慮したりしないでください。

ポートのバイパス接続に関連する車輛の速度制限は、流量と時間との関数です。これらの基準のいずれかまたは両方を超過すると、トランスミッションの故障につながります。バイパスバルブによる圧力上昇により過度の熱が発生して飽和する可能性があるため、流量は非常に重要です。作動油がバイパスバルブを通過するときの温度上昇は、流量の二乗に比例します（たとえば、流量を2倍にすると温度上昇率が4倍になります）。

回路内の漏れを補うチャージオイルはなく、システムラインが負圧になるため、継続時間が非常に重要です。バイパスされる流量はモータ容量、最終駆動減速比、および回転半径の関数です。バイパスモードの定格速度を厳密に提示することは出来ません。また、回路設計もシステム内の作動油が漏れてなくなるまでの時間に影響します。ただし、流量と時間については次の目安を使用してバイパスモードでの制限をうまく定量化できます。

トランスミッションを定格モータ速度の10~15%以上の速度で動作しないこと、また3~5分を超える時間動作しないこと（製品によります）。詳細および制限については製品固有の技術情報マニュアルを参照ください。

通常のトランスミッション動作時、バイパスバルブは完全に閉じたままにする必要があります。バルブを部分的に開くと性能が低下し、システム内に過度の熱が発生します。

バイパス機能はすべてのシリーズ90ポンプ、シリーズ40ポンプ、およびH1Pポンプで標準です。42シリーズポンプおよび15シリーズポンプではオプション機能です。バイパス機能の使用の詳細については、特定のポンプ群に関する技術情報公報を参照してください。

H1 タンデムポンプではバイパス機能は利用できません。

吸入口の負圧制限

吸入口の負圧制限

チャージ吸入口から流量はチャージポンプに入ります。この吸入口が加圧されていない限り、チャージポンプの吸入口ポートにつながる吸入ラインの流れに対する抵抗により、負圧が発生します。

吸入口の負圧は、チャージポンプが適切に流量供給する能力に影響を与えます。チャージポンプが適切に流量供給できないと、吸込み作動油が「エア発生」圧力レベルに達してキャビテーションが発生する場合があります。キャビテーションとは、作動油内で気体と気泡の発生と消滅が起きる現象です。気泡が消滅するとき、接触している金属表面に穴が開いたり表面が浸食されたりして、容積効率が低下します。チャージポンプは通常、チャージラインの低圧のため浸食による損傷を受けにくいですが、通常、システム回路内が高圧であるため、損傷はバルブプレート、シリンダブロック、およびピストンスリップバで生じます。容積損失が大きくなると、チャージポンプがシステムの需要を満たせなくなります。チャージ圧の損失によりシステムの性能が大幅に低下することがあり、コンポーネントの故障も生じる場合があります。

一般的な推奨事項として、ジロータタイプのチャージポンプでは、通常運転中に吸入口での連続的な負圧が6インチ Hg を超えないようにしてください。コールドスタート時の瞬間的な制限は、チャージポンプの能力により異なります。一般に、弊社の中～高出力ポンプは、短時間の作動では最高24インチ Hg 負圧に対応できる能力があります。15シリーズ製品は短時間の作動であれば20インチ Hg 台の負圧に対応できます。詳細および制限については製品固有の技術情報マニュアルを参照ください。

通常作動時に吸入口での6～10インチ Hg の範囲の負圧は、一般的にサクシオンフィルタの交換が必要な場合が多いです。

吸入口の吸入仕様は、海拔ゼロで石油系作動油を使用することを前提としています。難燃性作動油や合成作動油など、石油系作動油より比重が大きい作動油では、流への抵抗が大きく、キャビテーションが発生しやすくなります。これらの作動油の一部では、連続作動において吸入口の負圧を3インチ Hg に制限することが必要になる場合があります。このトピックの詳細は、*油圧作動油と潤滑剤520L0463*、*生分解性油圧作動油の実証520L0465*、および*油圧作動油の清浄度に関する設計ガイダンス520L0467* を参照してください。

海拔ゼロより高い場所で動作する場合も、チャージポンプの吸入の負圧の制限が変わります。目安として、海拔が1000フィート高くなるごとに、吸入口の負圧の制限を1インチ Hg ずつ減らしてください。閉回路油圧システムでの大気圧損失は、加圧タンクを使用して補うことができます。詳細および具体的な導入口の真空の制限については製品固有の技術情報マニュアルを参照ください。

ダイナミックブレーキ

ダイナミックブレーキ

定義により、閉回路 HST は、出力ループの「A」側および「B」側を介して動力を伝達できます。通常の移動システムでは、動力伝達には推進とブレーキの2つのモードがあります。**推進**とは、動力がエンジン（または原動機）からポンプを通してモータへ、さらに最終駆動ギアと車輪、最後に地面へと伝達されることを意味します。ブレーキモードでの動力の伝達は、推進モードと逆です。**ブレーキ**とは、の慣性による動力が地面から伝達され、車輪と最終駆動ギアを通してモータへ、さらにポンプへ、そしてエンジンに戻ることを意味します。負荷に対する加速と減速のデューティサイクルを含むすべての閉回路油圧(走行機械)システムには、推進とブレーキの動作モードがあります。移動装置アプリケーションでは、通常ブレーキモードはが迅速に減速することを命じられた場合や、十分な斜度のある傾斜を下降の転がり抵抗に対処する場合に生じます。この動作モードはしばしば、それぞれ「ダイナミックブレーキ」および「ダウンヒルブレーキ」と呼ばれます。

ダイナミックブレーキは閉回路油圧(走行機械)システムに固有の特徴ですが、ポンプとモータの動作は動力の伝達のみであり、のブレーキ力はエンジンのブレーキ力により制限されることに注意することが重要です。のダイナミックブレーキの能力は、エンジン、ポンプ、およびモータの最大速度制限内にとどまりながら、動力を吸収するエンジンの能力のみの関数です。ほとんどのエンジンは、定格出力の10～15%を吸収する能力があります。エンジンの吸収能力を超えるブレーキ力の伝達は、エンジンの速度超過を生じる場合があり、早期の故障の危険があります。ブレーキ力吸収能力については、エンジンのサプライヤにご相談ください。

一部の高慣性アプリケーションでは、特別なダイナミックブレーキバルブを追加してエンジンの速度超過を防ぐことが必要になる場合があります。**内蔵速度制限バルブ**はエンジンを速度超過による故障から保護するとともに、の減速性能を向上させます。H1 シリーズのポンプに該当する追加情報は、H1 アキシャルピストンポンプ115/130 147/165 ISL **内蔵速度制限**を参照してください。ダイナミックブレーキおよびダウンヒルブレーキのすべてのモードの安全で制御可能な性能を確認するため、テストを実施することを推奨します。

閉回路油圧(走行機械)システムはダイナミックブレーキ力をエンジンに戻して伝達することができますが、任意の動作モードでの油圧(走行機械)駆動系の動力損失により、油圧(走行機械)ブレーキ能力が失われる場合があります。そのため、そのような状況が発生した場合に車輛を停止させて維持するのに適した、HST から独立したブレーキシステムを備える必要があります。

上記のように、ダイナミックブレーキ中にはポンプとモータの役割が逆転します。モータが流量源になり、ポンプが流量を受入れて、その容量とエンジンの摩擦負荷に基づいて抵抗を提供します。抵抗はもちろん、ブレーキループ内のシステム圧力を決定します。ポンプは油圧動力（圧力下の流量）をエンジンに伝達し、そこで摩擦熱として散逸されます。

ダウンヒル動作モードでは、は2つの理由で移動速度が増します。ひとつ目の理由はポンプとモータの容積漏れに関係します。(上記の定義のような) 推進モードでは、通常のポンプとモータの漏れにより、入力速度に対する出力速度（速度）が減少します。しかし下り坂でブレーキをかけている間は、ポンプとモータの役割が逆転し、漏れは速度を増加させるように働きます。

ふたつ目の非常に重要な問題は、動力ループ内のブレーキ圧により斜板にかかる内部力に関係します。推進モードでは、内部の斜板力はポンプ容量を減少させるように働きます。その結果の力の大きさは、システム圧力、入力速度、およびサーボスプリング力、斜板の角度、およびバルブプレートの設計の関数です。しかしブレーキモードでは、斜板力はポンプ容量を増加させるように働きます。ポンプ容量が増加すると、ポンプの受け入れるフローが増えるため、モータがより高速で回転するようになり、その結果速度が増します。

ダイナミックブレーキ

容量コントロール

容量コントロールの機械的フィードバックメカニズムは、最終的にポンプの斜板角度のオーバートラベルと呼ばれる増加量を制限します。しかし、ポンプ容量コントロールには、ほとんどのコントロール同様に不感帯があり、フィードバックメカニズムからのエラー信号を受信できません。そのため、コントロールは斜板が不感帯の外側まで移動して初めて斜板の位置を調整します。つまり、容量コントロールにより斜板のオーバートラベル量は制限されますが、完全に取り除くことはできません。ダウンヒル条件でポンプが不感帯の範囲内で動作していると、車両の性能に与える効果は望ましいものではありません。

ダウンヒル時のポンプの速度上昇特性を改善するには、容量コントロールの不感帯を減らす、または内部斜板力を増やすの2つの方法があります。ダウンヒル時の速度増加は、大型で重量のある車両でより顕著になる傾向があるため、弊社は90シリーズおよびH1ポンプファミリーでこの問題に対処しました。

弊社は、「ダウンヒルキット」という特殊なハードウェアセットも作成しました。これは90シリーズポンプグループのダウンヒル条件下での内部力を改善するものです。「ダウンヒルキット」には二重のサーボスプリング（スプリングの内側にもう1つのスプリング）と、特殊なバルブプレートが含まれます。「ダウンヒルキット」はダウンヒル時の速度増加を最小化するように車両の能力を改善しますが、斜度が厳しい場合での速度増加を排除するものではありません。このような状況は、車両のパワートレインの設計段階でのみ考慮できます。

ダウンヒルキットにより、斜板のニュートラル戻り力が増すため、ポンプが最大容量に達することができるようになり、実際のチャージ圧力は24 bar (350 psi) 以上必要です。

ダウンヒル時の速度増加に関連するすべてのパラメータを定量化するのは困難であるため、設計者が所定のアプリケーションで考慮すべきかどうかを予測することは困難です。ただし一般に、オフハイウェイ級の慣性負荷の大きいアプリケーションでは、ダウンヒル時の性能を慎重に評価すべきです。

ケースドレン圧力制限

ケースドレン圧力制限

定常状態と過渡状態で、ケース圧力制限は、システム内の油圧(走行機械)ポンプやモータのアプリケーションへの効果に影響します。ケース圧力がシステムに目にみえるような影響を及ぼすことは稀ですが、シャフトシールや外部への漏れを防ぐためのさまざまなシール/ガスケットの効果に影響を与える場合があります。

ケース圧力は、内部ケース圧力によって、外気圧より上または下になります。例えば、ケース圧力が大気圧より上または下の場合に、ハウジングとエンドキャップとの間のさまざまな接合部のシール/ガスケットに影響することがあります。

同様に、ケース圧力が駆動系カップリング空洞部の圧力より上または下の場合に、シャフトシールの性能に影響を与えることがあります。一般に、それぞれのシャフトシールは外部圧より大きい内部圧に対して密封するように設計されています。もし外部圧が内部圧より高い場合、外部空洞内のオイル、空気、またはその他のコンタミネントがケース内に侵入することがあります。

弊社の一部の製品は、すべての内部コンポーネントが、システムのすべての動作範囲にわたって確実に潤滑されるように、最小ケース圧力制限があります。その他の製品では、最大ケース圧力制限が考慮されます。

システム内のすべての弊社製品について、それぞれの製品技術情報公報で最大、最小のケース圧力制限を確認してください。

アプリケーションによっては、特にケースドレンホースの直径が小さい、あるいはホースが長い場合に、ケース圧力が作動油の粘度および流速の急激な変化によって大きく影響されることがあります。粘度が最も高いコールドスタート条件では、ホース内の作動油の速度を落としホースの長さを短くすることで、ケース内の圧力を減少させることができます。

システム設計者は、短時間の過渡的な圧力も考慮すべきです。何らかの理由によりケースドレンライン内の作動油が急速に加速すると、ポンプまたはモータのケース内部に過渡的な圧力変化が生じます。ケースドレンライン内の作動油が増加すると、短時間、過渡的に圧力が通常の動作圧力よりも上昇します。この圧力パルスは、シャフトシールの寿命低下に影響します。ケースドレンライン内の作動油が減速すると、短時間、過渡的に圧力が通常の動作圧力よりも低下します。この圧力パルスにより、コンタミネント(オイル、空気、水、または研磨性の粒子)がシャフトシールの接触面からケース内に引き込まれる場合があります。

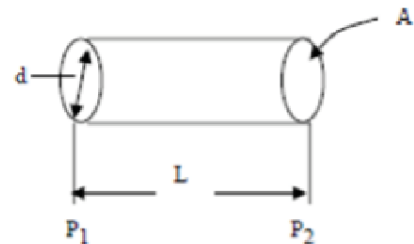
非圧縮性の作動油では、循環通路内の作動油を加速するのに必要な圧力のピーク値は、作動油の質量密度、ラインの長さ、ライン直径、および作動油の増加割合に関係します。ライン長を短くすると、過渡圧力が線形的に減少します。ラインの直径を大きくすると、過渡圧力がその直径の二乗に比例して減少します。

$$F = \Delta PA = ma = \rho QV$$

$$\Delta PA = \rho QV = \rho \frac{LA}{t} V$$

$$\Delta PA = \rho \frac{LA}{t} \frac{Q}{A}$$

$$\Delta P = \rho \frac{LQ}{tA}$$



P108904

ライン長は車輦内のさまざまなコンポーネントの位置によって制限されることが多いですが、ケース圧力を製品の技術情報マニュアルで定義された制限以内に保つために、ラインの直径を変更することは比較的簡単な場合があります。



主な取扱い製品：

- 斜軸モータ
- 閉回路アキシャル
ピストンポンプとモータ
- ディスプレイ
- 電子油圧ステアリング
- 電子油圧
- 油圧ステアリング
- 統合システム
- ジョイスティックと
フットペダル
- マイクロコントローラと
ソフトウェア
- 閉回路アキシャル
ピストンポンプ
- オービタルモータ
- PLUS+1[®] GUIDE
- 比例弁
- センサ
- ステアリング
- トラックミキサー用
駆動装置

ダイキン・ザウアーダンフォスは、世界各地に製造拠点と販売拠点を展開し、世界の車輛市場にシステムソリューションを提供する総合油圧機器メーカーのダンフォスグループとともに、車輛用油圧システムの専門メーカーとして皆様のベストパートナーを目指しています。

閉回路用ポンプ・モータ、開回路用ポンプ、オービタルモータ、バルブ、ステアリングコンポーネント、電子油圧制御機器など、豊富で広範囲にわたる製品群とシステムを取り揃え、農業・建設・物流・芝刈道路・建設・林業・オンハイウェイ環境での特殊車輛など、様々な分野で幅広く使用されています。

また豊富な販売代理店網および認定サービスセンターのネットワークを通して、グローバルなサービスを提供できる国際企業として高い評価をいただいています。

ダイキン・ザウアーダンフォス株式会社

本 社 〒566-0044 大阪府摂津市西一津屋1-1

TEL: 06-6349-7264 FAX: 06-6349-6789

西日本営業 〒532-0004 大阪府大阪市淀川区西宮原1-5-28 新大阪テラスサキ第3ビル6F

TEL: 06-6395-6090 FAX: 06-6395-8585

東日本営業 〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町2-7-1 神田IKビル8F

TEL: 03-5298-6363 FAX: 03-5295-6077