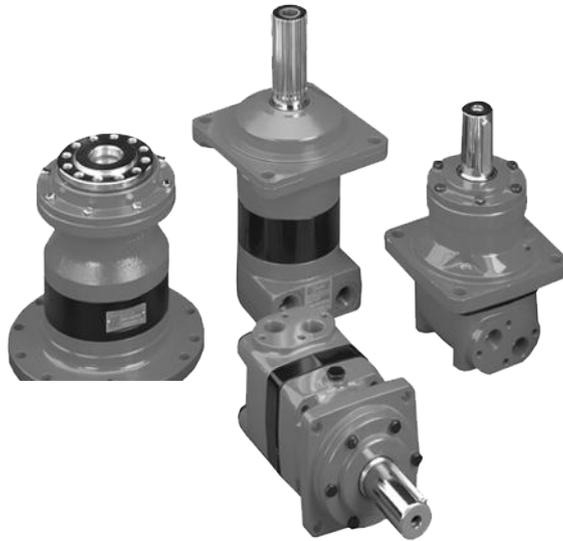


ENGINEERING  
TOMORROW



テクニカルインフォメーション

# オービタルモータ 一般解説 オービタルモータ



改訂履歴

改訂表

日付	変更済み	改訂
December 2021	カタログの全面的な更新	0401
	カタログ番号を「BC00000083」「520L0232」から「BC152886483554」に変更。	0301
July 2018	レイアウトフォーマットの更新	0203
June 2015	min.回転数の更新	0202
May 2015	フラッシングバルブ内蔵モータの項からモータのバージョンを削除	CB
November 2014	ダンフォスレイアウトに変換 - DITA CMS	CA
June 2005		BA

## 目次

### 一般情報

オービタルモータの紹介.....	5
オービタルモータの特長.....	5
技術的特長.....	5
オービタルモータのアプリケーション領域.....	5
オービタルモータカタログの概要.....	6

### 単位換算

#### 油圧モータについて、構造、作動原理

油圧モータの作動原理.....	8
ギアセット.....	8
分配弁.....	8
ディスクバルブ.....	8

### モータの選定

主なモータの特長.....	9
OMT, OMV.....	9
TMT.....	9
派生機種.....	9
ホイールモータ.....	9
ショートモータ.....	10
ウルトラショートモータ.....	10
ネガティブブレーキ付モータ.....	10
フラッシングバルブ付モータ.....	11
タコシャフト付モータ.....	11
スピードセンサ付モータ.....	12

### モータサイズの選定

機能ダイヤグラムの構築.....	13
連続運転/断続運転/ピーク負荷.....	13
効率.....	14
容積効率.....	14
例.....	14
機械効率.....	15
例.....	15
全効率.....	16
Min. 回転数.....	16

### 軸荷重とベアリング寿命

軸荷重とベアリング寿命.....	17
ベアリング寿命と回転数の関係.....	17
ベアリング寿命と軸荷重の関係.....	17
許容軸荷重と回転数の関係.....	18
Max. ラジアル荷重.....	18

### 油圧システム

Max. シャフトシール圧力.....	19
標準シャフトシール (NBR).....	19
高圧シャフトシール (NBR).....	19
バイトンシャフトシール (FPM).....	19
シール材質の特性.....	19
ショート/ウルトラショートモータ.....	20
ドレンライン.....	20
ドレンライン使用上の注意.....	20
ドレンラインの流量.....	20
ブレーキング.....	21

## 目次

ブレーキトルク.....	21
デュアルショックバルブの開放圧力.....	21
作動油の補充.....	21
スリップ.....	23
メカブレーキ付モータ.....	23
OMT FX, OMT FL および TMT FL.....	24
OMT FH.....	24
取付、スタートアップ、保守、作動油の種類.....	25
良好な組立作業.....	25
取付.....	25
スタートアップと運転.....	25
油圧システム内にエアがある兆候.....	26
油圧システム内にエアがある場合.....	26
運転時.....	26
保守.....	26
作動油の種類.....	26
鉱物油.....	26
難燃性作動油、生分解性作動油.....	26
温度、粘度およびフィルトレーション.....	26
温度.....	26
粘度.....	27
フィルトレーション.....	27

## 一般情報

### オービタルモータの紹介

ダンフォスは世界の低速・高トルク油圧モータ市場をリードする信頼のブランドです。形式、サイズおよび各種の出力軸等の派生機種を含めると、1500種類以上の油圧モータを提供することができます。

サイズ(理論的容量)は、130~800 cm<sup>3</sup> [7.9~48.9 in<sup>3</sup>] と非常に幅広い製品範囲を持っています。

- モータサイズ:
  - OMT and OMV
  - TMK
  - TMT
  - TMTHW
  - TMVW

回転数は約 600 min<sup>-1</sup> (rpm) までです。

最大作動トルクは 3400 N•m [30090 lb•in] (ピーク時)、最大出力は 70 kW [95 hp] です。

### オービタルモータの特長

- 全回転数範囲でスムーズな作動
- 広い回転数範囲で一定の作動トルク
- 高起動トルク
- ドレンラインを使用しなくても高い戻り圧力 (高圧シャフトシール)
- 高効率
- 高いラジアルおよびスラストベアリング負荷容量
- 過酷な作動条件でも長い寿命
- 堅牢でコンパクトなデザイン
- 開回路および閉回路への使用可能
- さまざまな作動油に使用可能

### 技術的特長

プログラムは、多数のアプリケーションにアピールする技術的特長と、特定のアプリケーションに適応できるモータという特長があります。

適応には以下のようなバリエーションがあります。

- 次の機能を搭載したモータ
  - ネガティブブレーキ付モータ
  - 速度センサ
  - 黒色塗装
- ショートモータ(ベアリング無し)またはウルトラショートモータ
- ホイールモータ、凸型取付フランジあり

### オービタルモータのアプリケーション領域

オービタルモータは次の用途に使用されています。

- 建設作業用機械
- 農業機械
- 物流、荷揚げ機械
- 林業機械
- 草刈機、芝刈機

## 一般情報

- 工作機械、一般産業機械
- 船舶機器
- 特殊作業車

## オービタルモータカタログの概要

技術データを含む全オービタルモータに関する詳細データは、次のサブカタログに記載されています。オービタルモータの出力、トルク、回転数等の概略データは別刷のカタログをご参照ください。

カタログ名	カタログタイプ	参照番号
一般解説オービタルモータ	テクニカルインフォメーション	BC152886483554
OMT, OMV オービタルモータ	テクニカルインフォメーション	BC152886483862
TMK, TMKW, TMK FL オービタルモータ	テクニカルインフォメーション	BC152886483785
TMT, TMTU, TMTW, TMT FL オービタルモータ	テクニカルインフォメーション	BC152886483631
TMTHW オービタルモータ	テクニカルインフォメーション	BC152986483537

## 単位換算

$$1 \text{ Nm} = [8.851 \text{ lbf.in}]$$

$$1 \text{ cm}^3 = [0.061 \text{ in}^3]$$

$$1 \text{ N} = [0.2248 \text{ lbf}]$$

$$1 \text{ l} = [0.22 \text{ UK gal}]$$

$$1 \text{ bar} = [14.50 \text{ psi}]$$

$$1 \text{ l} = [0.264 \text{ US gal}]$$

$$1 \text{ mm} = [0.0394 \text{ in}]$$

$$^{\circ}\text{F} = [1.8 \text{ }^{\circ}\text{C} + 32]$$

## 油圧モータについて、構造、作動原理

### 油圧モータの作動原理

油圧モータは、油圧エネルギー（圧力、流量）を機械的エネルギー（トルク、回転）に変換します。

ダンフォスのオービタルモータは固定容量の高トルクモータです。与えられた油量と圧力に対してモータのサイズが回転数とトルクを決定します。モータのサイズが決まっていますと回転数は、油量によって決まりますし、またトルクは圧力によって決まります。

### ギアセット

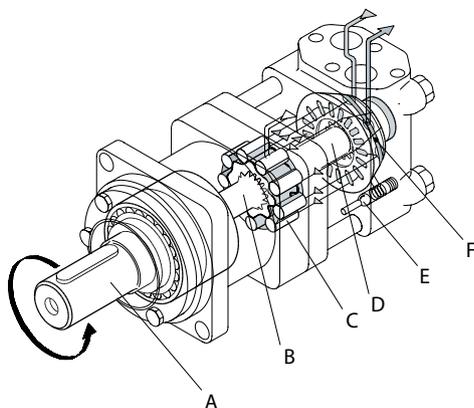
油圧モータのギアセットは固定された内歯歯車とそのセンターのまわりを遊星運動し、トルクと回転を伝える外歯歯車より構成されています。

### 分配弁

分配弁はカルダンシャフトを介して外歯歯車と同期して駆動され、個々のチャンバーに高圧油と低圧油を損失無しに正確に分配します。

### ディスクバルブ

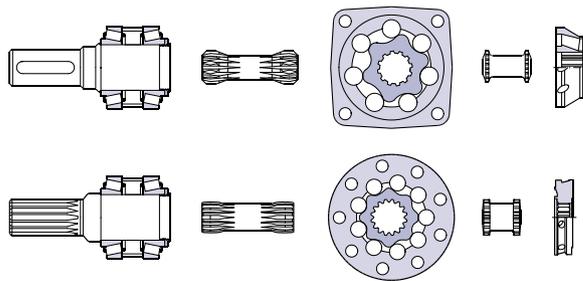
OMT, OMV および TMT のモータの分配弁はディスクバルブで、分配弁は出力軸とは別に短いカルダンシャフト（バルブドライブ）によって駆動されています。バランスプレートが分配弁のまわりの油圧バランスをとり、これによって油圧および機械損失を最小にしています。



151-1053.10

- |             |            |
|-------------|------------|
| A: 出力軸      | D: バルブドライブ |
| B: カルダンシャフト | E: チェックバルブ |
| C: ギアセット    | F: ディスクバルブ |

## モータの選定



151-1374.10

### OMT, OMV

- ローラギアリム
- バルブドライブにより駆動されるディスクドライブ
- テーパーローラベアリングにより支持された出力軸

### TMT

- ローラギアリム
- バルブドライブにより駆動されるディスクドライブ
- テーパーローラベアリングにより支持された出力軸

## 主なモータの特長

### OMT, OMV

OMT および OMV は連続で高圧、低粘度の作動油あるいは頻繁な正逆回転下での厳しい運転条件での用途に最適です。出力軸はテーパーローラベアリングで保持されていますので、大きなラジアル荷重およびスラスト荷重に耐えることができます。更に、出力を伝えるカルダンシャフトとは別にバルブドライブにより駆動される油圧バランスをさせたディスクバルブは油圧的損失や機械的損失を減らし、効率を向上させ、スタート時の性能を向上させます。

### TMT

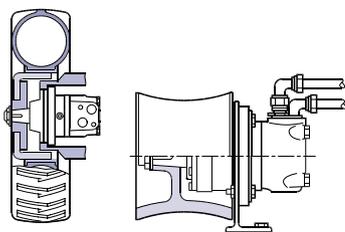
より高圧の要求に応える為に開発されたモータで、OMT、OMV と同様の優れた特性を備えています。低速域でスムーズな回転を必要とする用途には、OMT、OMV、または TMT の使用をお勧めします。

## 派生機種

### ホイールモータ

OMT および OMV のモータがホイールモータとして適応できます。取付フランジを後退させることによりホイールハブやウインチドラムが取付け可能となり、ラジアル荷重はベアリングの中間に作用することになります。これによりベアリングの能力を最大限利用でき、またコンパクトな設計が可能です。

OMTW および OMVW のタイプがあります。



151-887.10

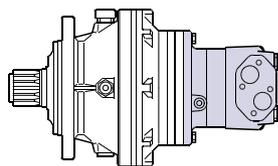
151-1056.10

## モータの選定

## ショートモータ

OMT および OMV が適用できます。ラジアルおよびアキシャル負荷にすでに耐えられるように設計されているギアボックスのような装置にはショートモータを使用することを推奨します。ショートモータとは出力軸、ベアリング、ベアリングハウジングがないモータです。

OMTS、OMVS のタイプがあります。



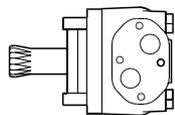
151-977.10

## ウルトラショートモータ

ウルトラショートモータは OMT、OMV および TMT に適用できます。非常に短い長さを要求される場合に有効で、ベアリングと出力軸がありません。ウルトラショートモータは取付相手と最適な形で結合できます。

特殊な条件下での取付はダンフォスにご相談ください。

OMTU、OMVU および TMTU のタイプがあります。



151-1691.10

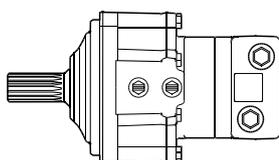
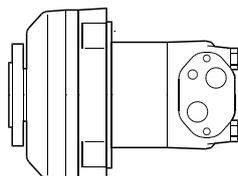
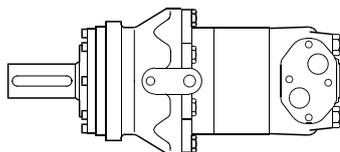
## ネガティブブレーキ付モータ

OMT および TMT モータに多板ディスクブレーキを内蔵したもので、

OMT FH、OMT FL、OMT FX および TMT FL のタイプがあります。このブレーキは油圧力により開放されるスプリングロードタイプの多板ブレーキです。OMTFH は高い圧力差で作動します（開回路でのシャットバルブからのパイロット圧力で開放）。一方 OMT FL、OMT FX および TMT FL は低圧でブレーキを開放します（閉回路のチャージポンプからのパイロット圧力で開放）。OMT FX は特に長手方向の長さを短くしたい用途に適しています（例えばロードローラやタイヤローラ）。

OMT F および TMT F タイプのモータはダイナミック緊急ブレーキとしても使用できます。

## モータの選定



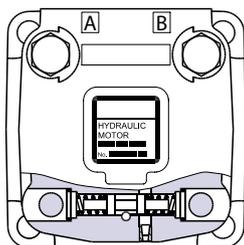
151-1425.10

### フラッシングバルブ付モータ

外形寸法を全く変えずにフラッシングバルブを内蔵したモータで OMT、OMV および TMT に適用されます。

内蔵フラッシングバルブは閉回路に於ける作動油の交換および冷却を行います。フラッシングバルブはモータの高圧側の圧力により作動し、低圧側の油をドレンラインを経由してタンクに戻します。

OMTV、OMVV および TMTV のタイプがあります。

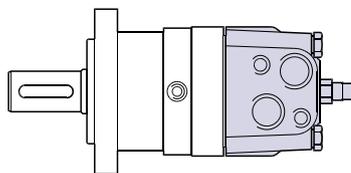


151-1627.10

### タコシャフト付モータ

OMT、OMV にはタコメータを駆動するシャフトの付いたモータがあります。タコメータを取り付けることによりモータの回転数を検出できます。

OMTT、OMVT のタイプがあります。



151-1372.10

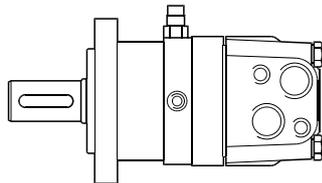
## モータの選定

### スピードセンサ付モータ

OMT および OMV にはスピードセンサが内蔵されたモータがあります。出力電気信号は規格化された電圧信号なので Danfoss の EHSC 電気モジュールと組合わせて油圧モータのスピードが制御できます。

信号処理および信号増幅はセンサのハウジングに内蔵されています。

OM - EM のタイプがあります。



151-1569.10

## モータサイズの選定

モータのタイプがそれぞれの用途に応じて選定されますが、モータのサイズはトルクと回転数によって決定されます。

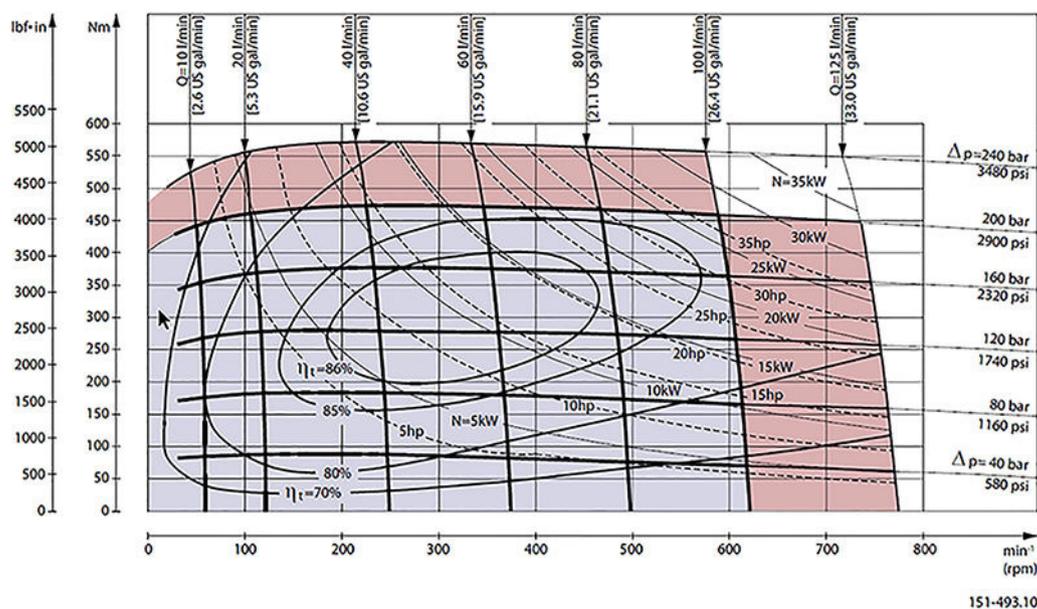
この為に個々のモータカタログの最初のページにあるバー・チャートとモータタイプ毎にある機能ダイヤグラムが用いられます。

## 機能ダイヤグラムの構築

油圧モータの機能ダイヤグラムは、作動トルク  $M$  (縦軸) と回転数  $n$  (横軸) の関係を圧力差  $\Delta p$  と流量  $Q$  をパラメータとして示されています。

定圧力差および定流量の曲線は、座標軸の上に重ねられてネットワークを形成しています。また定出力 (N) の曲線 (双曲線) および定効率曲線が描かれています。特に定効率曲線は貝の殻のようなリング状を描いていますので、この機能ダイヤグラムをシェルダイヤグラムと呼ぶこともあります。

OMT 160 機能ダイヤグラム



## 連続運転/断続運転/ピーク負荷

機能ダイヤグラムは網目がかかっている黒い所 A 域と 2 カ所の白い所 B 域に分けられます。

黒い A 域はモータの連続運転範囲を示しています。この A 域ではモータを最適の効率と運転寿命で連続運転することができます。

運転したり、また高いブレーキ力を得るために逆転させたりする場合のような断続運転範囲を使用するために有効なダイヤグラムです

max. 10% 運転/分で断続回転または断続圧力差をモータに与えることができます。モータに上記の断続回転数および断続圧力差を同時に与えることはできませんのでご注意ください。

断続圧力差および断続トルクの上限をこした範囲では max. 1% 運転/分しか許容されません (ピーク負荷)。max. ピーク負荷の値はそれぞれのモータのテクニカルデータの所に記載されています。例えば、リリーフバルブが作動したとき、または方向制御弁が作動したときに大きな圧力ピークが生じます。max. ピーク圧力を越えないようにするためにリリーフバルブおよびデュアルショックバルブを取付けることが必要です。大きな圧力変動を伴うシステムでは圧力およびトルクのピーク値を電子計測器で測定することが必要です。

問題なく運転するためにはモータサイズは連続および断続運転の許容値を用いて選定してください。また圧力ピーク値が max. ピーク値を越えないことを確認しておく必要があります。

## モータサイズの選定

### 効率

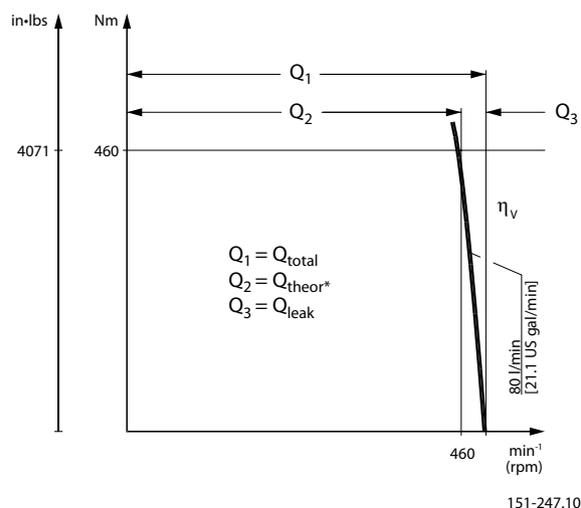
全効率 ( $\eta_t$ ) は容積効率( $\eta_v$ )と油圧・機械効率 ( $\eta_{hm}$ )の積で表されます。  $\eta_t = \eta_v \times \eta_{hm}$

### 容積効率

縦の線は一定の流入量に対する圧力による回転数の変化を表しています。曲線 Q の傾きは容積効率を表しています。この傾きはモータに供給される流量が出力回転数にどのくらいの割合で変換されているかを示しています。残りの流量は内部リークとなって小さな隙間やベアリングの表面を經由して流れ潤滑および冷却の役割を果たします

負荷が大きくなると圧力差が大きくなり、

リークも大きくなりその分ギアセットに流れる流量が減少し回転数が下がります。



Q 曲線の傾きは効率の大きさを表します。

### 例

OMT 160 が、460 Nm [4071 lbf-in] のトルク、460 min<sup>-1</sup> (rpm) の回転数で出力軸を駆動するとします。

容積効率が 100%であった場合、モータに流入する油量は理論的容量に回転数をかけたものとなります。

理論的な供給作動油量は次のとおりとなります。

Metric		US units
$Q_{theor} = \frac{\text{Displ. (cm}^3) \cdot \text{speed (min}^{-1})}{1000}$	(l/min)	$Q_{theor} = \frac{\text{Displ. [in}^3] \cdot \text{speed [rpm]}}{231}$
$= \frac{161.1 \cdot 460}{1000} \sim 74 \text{ l/min}$		$= \frac{9.83 \cdot 460}{231} \sim 19.57 \text{ US gal/min}$

しかしながら、実際に供給された作動油量は 50 l/min [13.2 米ガロン] です。容積効率は次のように計算できます。

## モータサイズの設定

$$\eta_v = \frac{74 \cdot 100}{80} \sim 93\% \quad \text{Metric} \qquad \eta_v = \frac{19.57 \cdot 100}{21.1} \sim 93\% \quad \text{US units}$$

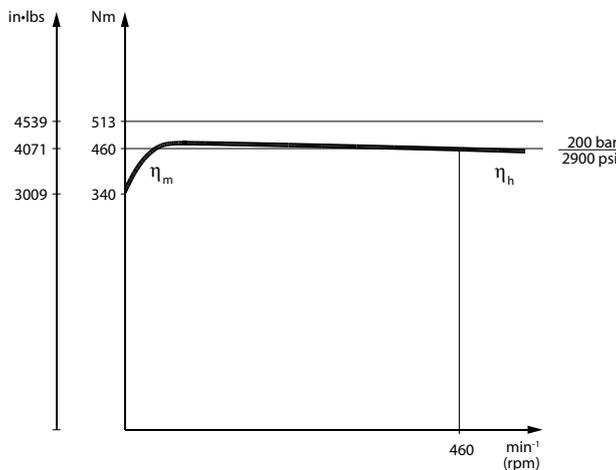
### 機械効率

下図の線はモータに一定圧力差をかけた場合の回転数による出力トルクの変化を示しています。

モータの出力トルクは非常に低い回転域および高い回転域では低下します。低い回転域では機械損失が大きくなり、高い回転域では流入量が増えるため圧力損失が大きくなって曲線が下がることを表しています。機械損失はモータ起動時に回転部分に潤滑油膜が形成されていないので最大となります。回転が始まり数回転後は潤滑油膜が形成され摩擦が減少しトルクが増加します（曲線は上がります）。

OMT 160 は圧力差 200 bar [2900 psi] の時の起動トルクが 340 Nm [3009 lbf·in]であることを示しています。モータが回転し始めると直ちに潤滑油膜が形成されて 460 Nm [4071 lbf·in] のトルクが発生します。

実際の機能ダイヤグラムでは圧力差曲線はトルク軸と交差していません。しかし max.連続、max.断続の圧力差時の min. 起動トルクが各モータのテクニカルデータの所に記載されています。



151-248.10

### 例

機械効率  $\eta_{hm}$  を計算するためには与えられた流量と圧力差に対するモータトルク  $T_{mot\ eff}$  を読み取る（測定する）必要があります。13 頁に記載の図表は、OMT 160 が、200 bar [2900 psi] の圧力差で、流量 80 l/min [21.1 US gal/min] 時に 460 Nm [4071 lbf·in] のトルクを発生することを示しています。

同じ圧力差での理論トルクは次のように求められます。

$$T_{theo} = \frac{\text{Displ. (cm}^3) \cdot \text{pressure drop (bar)}}{62.8} \text{ (Nm)} \qquad T_{theo} = \frac{\text{Displ. (in}^3) \cdot \text{pressure drop (psi)}}{6.28} \text{ [lbf·in]}$$

$$T_{theo} = \frac{161.1 \cdot 200}{62.8} \sim 513 \text{ Nm} \quad \text{Metric}$$

$$T_{theo} = \frac{9.83 \cdot 2900}{6.28} \sim 4539 \text{ lbf·in} \quad \text{US units}$$

## モータサイズの選定

読み取った実際のトルクを理論トルクで割ると、機械効率が得られます。

$$\eta_{hm} = \frac{460 \cdot 100}{513} \sim 90\%$$

$$\eta_{hm} = \frac{4071 \cdot 100}{4539} \sim 90\%$$

### 全効率

従って、 $\Delta p = 200 \text{ bar}$  [2900 psi]、 $Q = 80 \text{ l/min}$  [21.1 US gal/min] 時の OMT 160 の全効率を得ることができます。

$$\eta_t = \frac{\eta_v \cdot \eta_{hm}}{100} = \frac{93 \cdot 90}{100} \sim 84\%$$

13 頁の機能ダイヤグラム上の効率曲線からもほぼ同じ効率の値が得られます。

### Min. 回転数

非常に低い回転数ではモータはスムーズに回転しないことがあります。従って各モータについて min. 回転数が示されています。このボーダーラインでモータを使用する場合モータのサイズや形式を決る前に、予め要求される使用条件でテストをすることが必要です。

非常に低い回転数でスムーズに運転するにはモータのリーケージは一定でなければなりません。従ってディスクバルブ付モータ (OMT、OMV あるいは TMT) を推奨します。しかしより小さな容量のモータは避けてください。負荷圧が一定で、戻り圧力が 3-5 bar [45-70 psi] および作動油粘度が  $35 \text{ mm}^2/\text{s}$  [164 SUS] の場合により結果が得られます。

## 軸荷重とベアリング寿命

### 軸荷重とベアリング寿命

多くの用途で油圧モータは

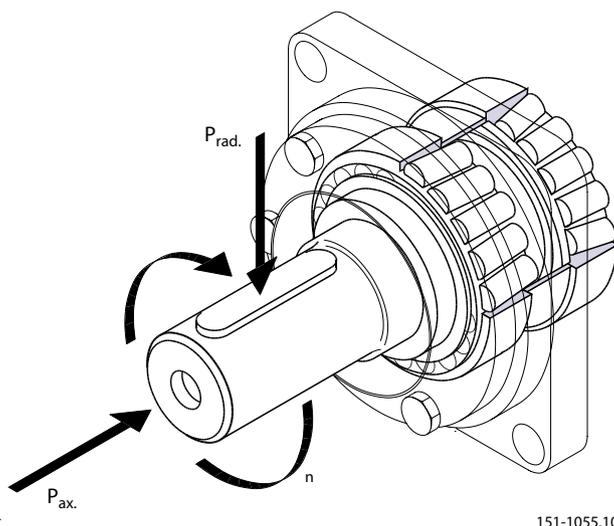
- 直接出力軸に作用する（車重からの）ラジアル/アキシャル力
- 歯車、スプロケット、ベルト車あるいはウインチドラムからのトルク伝達によって生ずるラジアル力の両方に耐えなければなりません。

このような用途には転がりベアリングをもった油圧モータが最適です。ダンフォスの油圧モータには2つの異なったタイプのベアリングが使われています。

1. ニードルベアリング付 WPN. ニードルベアリングは大きなラジアル荷重に耐えられます。またモータには別個にスラストベアリングが用いられていますので、アキシャル荷重はニードルベアリングの寿命に影響を与えません。
2. テーパーローラベアリング付 OMT, OMTW, OMV, OMW, TMT. テーパーローラベアリングは大きなラジアルおよびスラスト荷重に耐えられます。

OMTW または OMW は取付フランジが後退して荷重がモータ内の2つのベアリングの中間にかかるように設計されていますので、より大きな荷重を支持することができます。ホイールハブやウインチドラム用として最適です。

### テーパーローラベアリング付モータ



151-1055.10

### ベアリング寿命と回転数の関係

ベアリングの寿命と回転数は反比例します。つまり回転数が半分になれば寿命は2倍になります。従ってサブカタログに示されている回転数以外の回転数に対するベアリング寿命も計算できます。

次式で簡単に計算できます。

$$L_{\text{new}} = L_{\text{ref}} \times (n_{\text{ref}} / n_{\text{new}})$$

ここに  $L_{\text{new}}$  は回転数  $n_{\text{new}}$  における寿命、 $L_{\text{ref}}$  と  $n_{\text{ref}}$  はサブカタログに示されている与えられたモータのデータです。

### ベアリング寿命と軸荷重の関係

軸荷重が小さければベアリングの寿命は長くなります。この関係は次式によって示されます。

$$\frac{L_{\text{new}}}{L_{\text{ref}}} = \left( \frac{P_{\text{ref}}}{P_{\text{new}}} \right)^{3.3}$$

$L_{\text{new}}$  は軸荷重  $P_{\text{new}}$  におけるベアリング寿命、 $L_{\text{ref}}$  と  $n_{\text{ref}}$  はサブカタログに示されているデータです。

## 軸荷重とベアリング寿命

### 許容軸荷重と回転数の関係

低速で高いラジアル荷重で運転する場合（例えばモータが車両を支える要素として使用される）回転数とベアリング荷重との間の次のような関係を考慮する必要があります。（ベアリングの寿命が変わらないとして）

$$\frac{P_{new}}{P_{ref}} = \sqrt[3.3]{\frac{n_{ref}}{n_{new}}}$$

$P_{new}$  は  $n_{new}$  における軸荷重、 $P_{ref}$  と  $n_{ref}$  はサブカタログからのデータです。

$n_{ref} = 200 \text{ min}^{-1}$  [rpm] の場合、

$P_{new} / P_{ref}$  の関係は下表のようになります

$n_{new} / \text{min}^{-1}$ (rpm)	25	50	100	200	300	400	500	600	700
$P_{new} / P_{ref}$	1.88	1.52	1.23	1.00	0.88	0.81	0.75	0.72	0.68

### Max. ラジアル荷重

上記の計算式はベアリングの負荷容量と寿命との関係から得られたものです。しかしモータの他の部分（ベアリングハウジング、取付フランジ、出力軸）に作用する荷重にも限界があります。従って機械的破損を避けるために軸荷重が制限されます。

OMT、OMV および TMT についてはそれぞれの軸荷重ダイヤグラムに Max. 軸荷重（ラジアル荷重）が示してあります。

もし Max. 軸荷重を越えるような場合や、特にショックの大きい使用条件（ショックファクター > 3）の場合にはダンフォスにご照会ください。

## 油圧システム

### Max. シャフトシール圧力

ダンフォスのオービタルモータは、次の3種類のシャフトシールのいずれかを取り付けて提供されます。

#### 標準シャフトシール (NBR)

ダンフォスのモータのシャフトシールは長い寿命と過酷な条件下でもすばらしいシーリング特性を保持します。組込まれたバックアップリングとリップの適正な設計によりシールは高圧、高回転に耐えられます。シャフトシールに対する Max. 圧力はサブカタログの個々のモータ毎にグラフによって示されています。

#### 高圧シャフトシール (NBR)

高圧シャフトシール (HPS) は標準シャフトシールを発展させたもので、内蔵のバックアップリングにより、ほとんどの運転状況下で外部ドレンラインが不要となっています。

#### バイトンシャフトシール (FPM)

弊社のモータに合成作動油を使用する場合には、バイトンシャフトシールを推奨します。

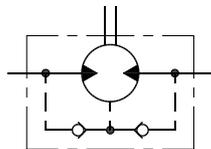
#### シール材質の特性

材質	温度 °C [°F]	備考
NBR	-30 ~ +100 [-22 ~ 212]	大部分の合成油に接触すると膨潤します。鉍物油系およびエマルジョンの作動油に使用可能です。
FPM	-30 ~ +150 [-22 ~ 302]	鉍物油系、合成油およびエマルジョンに適しています。

ダンフォスのモータは高圧側、低圧側、ケースの3つのチャンバーからなっています。従ってケースと高圧側は隔離されており、戻り側（低圧側）の圧力が極端に高い場合ドレン配管が必要となります。ケース圧を考慮してモータには下記のオプションがあります。

#### チェックバルブ付モータ

これらのモータにはチェックバルブが内蔵されています。これによってシャフトシールの圧力は決して戻り圧力以上にはなりません。従ってシャフトシールの Max. 圧力はテクニカルデータの所にドレンラインが無い時の Max. 戻り圧力となります。またドレンラインがある時はドレンラインの Max. 圧力として示されています。

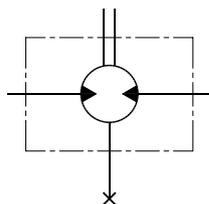


151-1803.10

#### 外部ドレンライン付モータ

外部ドレンラインはシャフトシールにかかる圧力をタンクに逃がします。言い換えれば、タンクの圧力は必ず、サブカタログに示すシャフトシールグラフの Max. 圧力と同じかそれ以下でなければなりません。

## 油圧システム



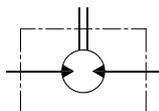
151-1807.10

### チェックバルブおよび外部ドレンライン無しのモータ

シャフトシールの圧力は入り口圧力と戻り圧力の平均値と等しくなります。

$$P_{\text{seal}} = (P_{\text{inlet}} + P_{\text{return}}) / 2$$

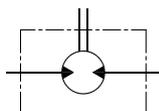
$P_{\text{seal}}$  はサブカタログに示すシャフトシールグラフの Max. 圧力と同じかそれ以下でなければなりません。



151-1743.10

### ショート/ウルトラショートモータ

これらのモータを使用する場合、取り付けるコンポーネントのシャフトシールの圧力によって異なります。



151-1743.10

## ドレンライン

### ドレンライン使用上の注意

ドレンラインはシャフトシールの圧力をタンクに逃します。ダンフォスのモータをドレンラインに接続する場合、次のような規則に従ってください。

- シャフトシールの Max. 圧力が許容値以上になる場合はドレン配管を推奨します。さもなければシャフトシールの寿命は急速に短くなります。
- 次のような場合にはドレン配管を推奨します。
  - 減速機と組み合わせるショートモータ。
  - HST のモータとして使用される場合。

### ドレンラインの流量

閉回路でチャージポンプの容量を計算する場合ドレン内の Max. 流量を知る必要があります。ダンフォスのモータの Max. ドレン量はサブカタログの各モータ毎にテクニカルデータに示されています。

## 油圧システム

### ブレーキング

ダンフォスのモータは負荷をブレーキするためにしばしば使用されます。この時モータはポンプ作用をし運動エネルギー（質量、速度）を油圧エネルギー（流量、圧力）に変換します。このような用途にみられます。

- 車両のクレーンウインチ
- 漁船の魚網ウインチ
- クレーンやエクスカベータのブーム
- HST

モータのブレーキングトルクとデュアルショックバルブのリリーフ圧力によって負荷の制動時間が決まります。

### ブレーキングトルク

モータの機械効率是有効トルクが理論値よりも低いことを示しています。

$$T_{\text{motor eff}} = T_{\text{theor}} \times \eta_{\text{hm}} \quad (1)$$

ポンプにとって機械効率は与えられた圧力差を得るためにポンプに理論値よりも大きい有効トルクを加えなければならないことを表しています。

$$T_{\text{pump eff}} = T_{\text{theor}} / \eta_{\text{hm}} \quad (2)$$

従って油圧モータがポンプ（ブレーキング）として作用する場合モータのブレーキトルクと有効トルクとの関係は次のようになります。

$$T_{\text{brake}} = T_{\text{theor}} / \eta_{\text{hm}} \quad (2) \text{ より}$$

$$T_{\text{theor}} = T_{\text{motor eff}} / \eta_{\text{hm}} \quad (1) \text{ より}$$

$$T_{\text{brake}} = T_{\text{motor eff}} / (\eta_{\text{hm}})^2$$

ダンフォスの油圧モータのブレーキングトルクは次の値を推奨します。

- OMT, OMV, TMT :  $T_{\text{brake}} \sim 1.2 \cdot T_{\text{motor eff}}$

$T_{\text{motor eff}}$  は各モータの機能ダイヤグラムから読み取ることができます。

ブレーキングトルクはモータの Max. 作動トルクを越えないようにしてください。

Max. トルクは個々のモータのテクニカルデータに記載されています。

### デュアルショックバルブの開放圧力

ブレーキングトルクはデュアルショックバルブの設定圧力によって調整することができます。設定圧力は最大流量時に設定しなければなりません。（流量が min. から max. に変わると実際の開放圧力は 20～30%上昇することを考慮してください。）

圧力ピークが過大にならないようにデュアルショックバルブは早く作動させるようにし、油圧モータの近くに設ける必要があります。

### 作動油の補充

ダンフォスの油圧モータをブレーキの負荷として使用する場合、効果的な作動油の補給が必要です。不十分な補給は故障の原因となります。

- ギアセットの内のキャビテーション発生
- ブレーキング力の不足

従ってモータのサクシオンポートに正のチャージ圧が必要になります。

このチャージ圧 ( $p_g$ ) はサクシオンポートよりギアセットまでの油路の圧力損失より大きくなければなりません。

## 油圧システム

この圧力損失はモータのタイプ、流量および粘度に影響されます。個々のモータの圧力損失がサブカタログに示してあります。

チャージ圧はこの圧力損失 (pd) のカーブから読み取れる圧損の半分以上にしてください。

$$p_s = p_d / 2$$

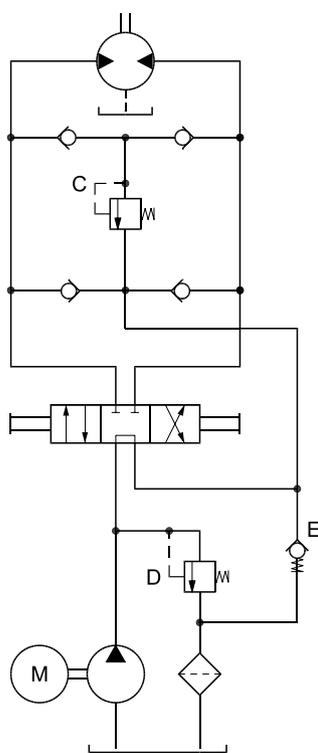
チャージ圧はモータのサクシオンポートで測定できます。

閉回路にチャージポンプ ( $p_s \sim 10-15 \text{ bar}$  [145-217 psi]) が設けられていれば常に正 (+) のチャージ圧力が発生しています。

開回路において大きなイナーシャのある負荷を動かす場合図 1 に示すように油の補充が必要です。

チェックバルブのクラッキング圧力はモータのチャージ圧 ( $p_s$ ) とチェックバルブとモータ入口間の圧力損失との合計よりも高くする必要があります。

図 1



151-122.10

C: ショックバルブ

D: リリーフバルブ

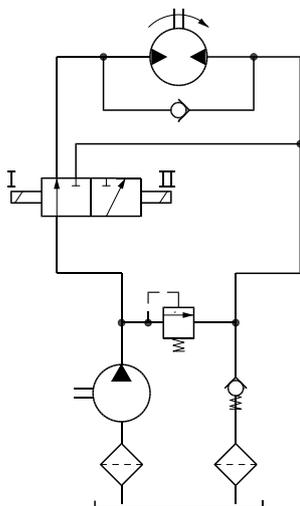
E: チェックバルブ

開回路で油圧モータが高いイナーシャの負荷を動かす場合の回路を示しています。方向切換弁をポジション I から II へ切換えるとポンプからモータへの油の流れは止まりますが、負荷のイナーシャはモータを駆動し続けます

モータに油を補給するためにチェックバルブが必要となります。さもないとモータには油がなくなってしまいます (図 2 を参照)。

図 2

## 油圧システム



151-1142.10

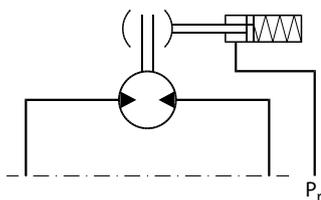
### スリップ

ある時間負荷を停止させ動かさないようにするために次の2つの条件を考慮してください。

1. モータにドレンラインがある場合モータに油の補充が必要です。さもなくばモータのギアセットの中の油が徐々に無くなり、最後に自由に落下してしまいます。最良の方法は図1に示してあります。
2. 油圧モータは負荷を完全に一定位置に保持し続けることはできません。モータ内部のリークにより負荷は動きます（スリップ現象）。従ってHST、クレーンの旋回あるいは負荷を吊っているウインチ等にはダンフォスの内蔵メカブレーキ付モータを使用してください。

あるいはモータの駆動軸を外部のブレーキで保持してください（図3を参照）。

図3



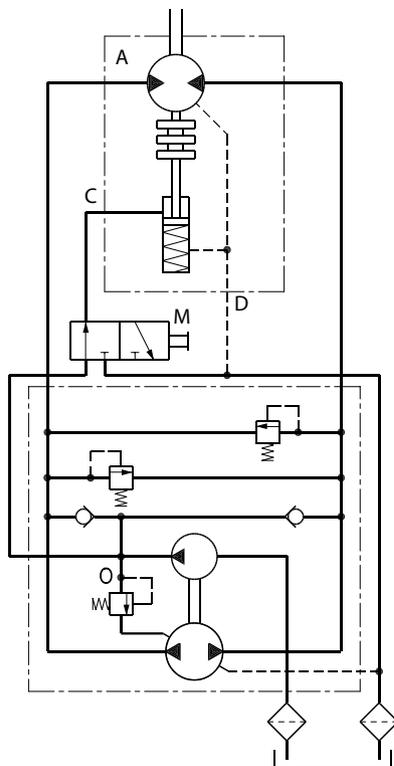
151-1143.10

### メカブレーキ付モータ

ダンフォス OMT および TMT には内蔵ブレーキ付のモータがあります。

## 油圧システム

- OMT FX, OMT FL, TMT FL および OMT FH はスプリング力によりブレーキが作動し、油圧によって開放します。



151-1404.10

- A: ブレーキ内蔵モータ
- C: ブレーキ解除用ポート
- D: ドレン配管ポート
- M: 方向制御弁
- O: チャージポンプ

### OMT FX, OMT FL および TMT FL

これらのモータは閉回路のチャージポンプ圧力で充分ブレーキを開放することができますので、HST や他の閉回路に適しています

- ブレーキを解放するのに十分な供給チャージポンプ圧力であることを確認します。

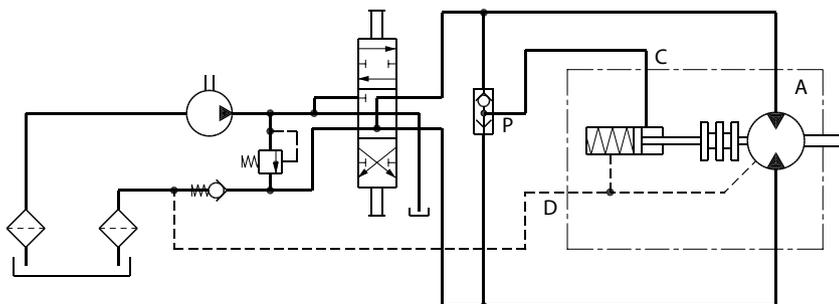
オートマチックドライブ装置に付いている方向制御弁 (M) により車両を停止させる時に位置が切替ってブレーキ開放の圧油はタンクに開放されます。

### OMT FH

これらのモータは開回路に設計されたものです。ブレーキ開放ラインはシステムの高圧側の圧力にも耐えられます。勿論低圧でもブレーキは開放されます。

ブレーキ開放ポートとポンプラインをつなげばブレーキは開放されます。ブレーキ開放を制御するためにシャトル弁または方向制御弁が使われます。

## 油圧システム



151-1462.10

- A: ブレーキ内蔵モータ
- C: ブレーキ解除用ポート
- D: ドレン配管ポート
- P: シャトルバルブ

ブレーキ内蔵モータには必ずドレン配管が必要です。

## 取付、スタートアップ、保守、作動油の種類

### 良好な組立作業

- 全ての油圧機器を正しく取り付けてください。
- ポンプラインに圧力計を取り付けてください。
- モータの取付フランジ面が平に正しく取り付けられているか確認し、余分な応力がかからないようにしてください。パイロットラインにエアポケットが無いようにしてください。

### 取付

- 油圧機器を個々の取扱説明書に従って取り付けてください。
- パイプやホースで配管するまでプラスチックプラグを取らないでください。
- モータ取付フランジと接続ポートが完全に接触していること。
- モータを取り付ける際、取付ボルトにより無理な力がかかりアラインメントが狂わないようにしてください。
- 糸シール、テフロンシール等不適切なシール材を使わないでください。ボンデットシール、Oリング、スチールワッシャーあるいは同等品を使用してください。
- ねじ込み配管する時取扱説明書に記載してある max. 締付けトルク以上で締付けしないでください。
- 作動油のコンタミネーションレベルは 20/16 (ISO 4406) より清浄に保持してください。フィルタを通してシステムに油を供給してください。

### スタートアップと運転

- 油中の気泡が無くなるまでエア抜きプラグを開けたままにしてください。
- 原動機を起動させ、できるだけ低い回転数で運転してください。油中の気泡が無くなるまでエア抜きプラグを開けたままにしてください。
- 油圧システムの油漏れをチェックし、また満足に作動しているか確認してください。
- ロードセンシングシステムでは全てのパイロットラインに油が充満していることを確認してください。

## 油圧システム

### 油圧システム内にエアがある兆候

- タンクに気泡がある
- モータやシリンダーのビビリ現象
- 騒音

### 油圧システム内にエアがある場合

- 作動油を補給してください。
- 油圧システムを別のフィルタ（10 $\mu$ m メッシュ）付きのタンク（max. 流量の2倍の容量）につなぎ、無負荷で約30分運転してください。
- システム内のエアが完全に抜けるまで負荷をかけないでください。
- 油圧システムの油漏れをチェックし、また満足に作動しているか確認してください。
- フィルタを交換してください。必要があれば油を補充してください。

### 運転時

- モータの圧力、圧力差、回転数がカタログに記載してある max 値を越えないようにしてください。
- 作動油のコンタミネーションレベルを 20/16 (ISO 4406) 以上に保つようしてください。

### 保守

- 徹底した保守によってのみ油圧システムの信頼性と運転寿命が得られます。
- それぞれの取扱説明書に従って作動油の補充および油、フィルタ、エアフィルタを交換してください。
- 作動油の状態、システムの油漏れ、油のレベルを定期的にチェックしてください。

### 作動油の種類

油圧システムの油の主な仕事はエネルギーを伝達することですが、その他に油圧機器の可動部を潤滑し、錆を防ぎ、汚れた粒子や熱をシステムから取り除きます。従って正常な運転と長い寿命を確保するために適正な添加剤が入った作動油を選ぶことが重要です。

### 鉱物油

ダンフォスの油圧モータを使用したシステムには耐摩耗性の添加剤の入った鉱物油系の作動油を推奨します。タイプ：HLP (DIN 51524) あるいは HM (ISO 6743/4)。

耐摩耗性の添加剤の無い鉱物油やモータオイルも使用可能な場合もあります。もし使用する作動油が特定できない時にはダンフォスにお問い合わせください。

### 難燃性作動油、生分解性作動油

ダンフォスの油圧モータは難燃性あるいは生分解性作動油が使用されているシステムにも使用可能です。しかしモータの性能や寿命は作動油の種類や使用条件によります。機能を満足し、作動寿命を確保するためには作動油の性質にマッチした使用条件にする事が必要です。

難燃性作動油や生分解性作動油を使用される場合にはダンフォスにお問い合わせください。

## 温度、粘度およびフィルトレーション

### 温度

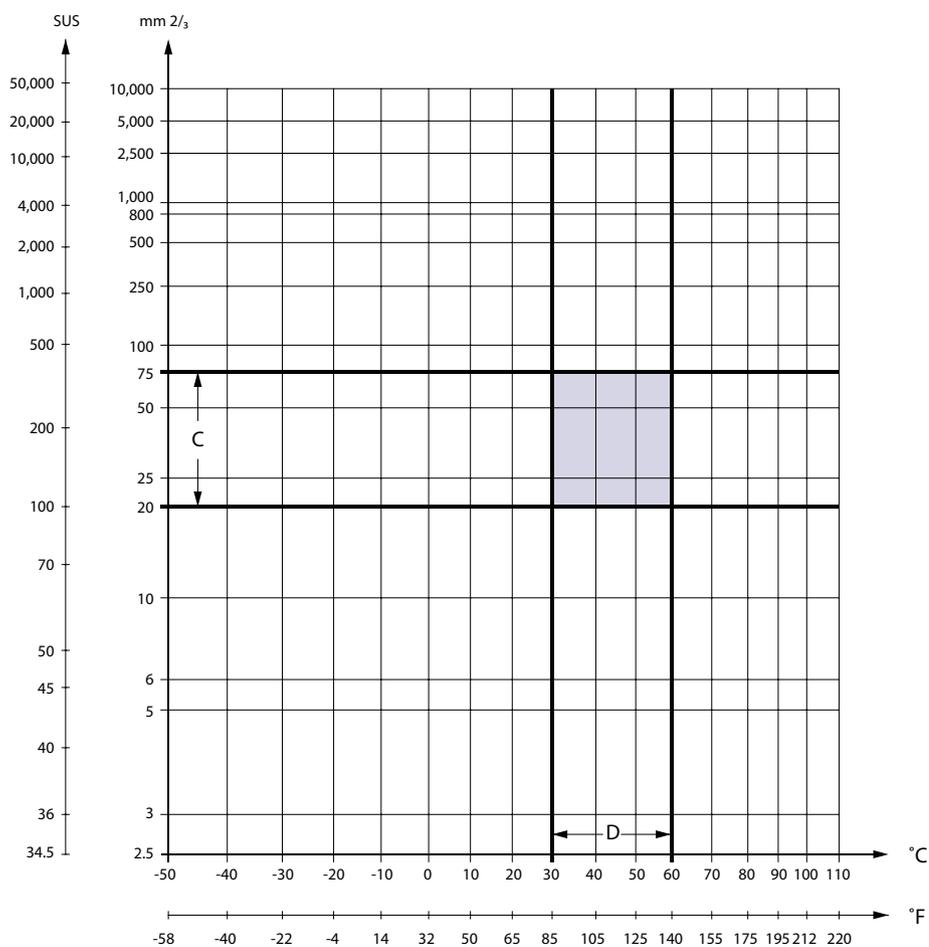
シャフトシールのシーリング機能を保つために周囲温度は-30°C [-22°F] から+90°C [+210°F] にしてください。

## 油圧システム

作動油の温度は通常の運転で+ 30°C [+ 85°F] から+ 60°C [+ 140°F] にしてください。もし+ 60°C [+ 140°F] を越えますと油の寿命は著しく低下します。一般に作動油の寿命は油温+ 60°C [+ 140°F] 以上で 8°C [15°F] 越す毎に半減します。

### 粘度

システムの作動油温度が安定したときの油の粘度は 20 mm<sup>2</sup>/s から 75 mm<sup>2</sup>/s [100 and 370 SUS] にしてください。実際の運転温度で 35 mm<sup>2</sup>/s [165 SUS] の粘度になるような作動油を選定してください。



151-1321.10

C: 推奨粘度範囲

D: 推奨温度範囲

### フィルトレーション

正常な運転を維持するために油のコンタミネーションを適正に保つことが必要です。ダンフォスの油圧モータを使用するシステムではコンタミネーションレベルを 20/16 (ISO 4406)より清浄にしてください。弊社の経験では 20/16 のコンタミネーションレベルは 40µm アブソリュートあるいは公称 25µm より目の細かいリターンフィルタを使用すれば可能です。非常にほこりの多い環境、複雑なシステム、あるいは閉回路では推奨フィルトレーションレベルは 20µm アブソリュートあるいは公称 10µm です。

## 油圧システム

(クイック着脱カップリングを使っているシステムでは 40 $\mu$ m アブソリュートの高圧フィルタをモータのすぐ前に設けてください。)

## 主な取扱製品：

- ・ シリンダ
- ・ エレクトリックコンバータと関連機器
- ・ エレクトリックコントローラ、HMI および IoT
- ・ ホースと継手
- ・ 油圧パワーユニットと関連システム
- ・ 油圧バルブ
- ・ 一般産業用クラッチとブレーキ
- ・ 油圧モータ
- ・ PLUS+1<sup>®</sup> ソフトウェア
- ・ 油圧ポンプ
- ・ ステアリング
- ・ トランスミッション

Danfoss Power Solutions は高品質の油圧、エレクトリック機器のグローバルメーカーです。私達は最先端のテクノロジーとソリューション提供に関する専門性を有しており、モバイルオフハイウェイ市場の過酷な動作条件だけではなく海洋部門もカバーします。幅広いアプリケーションの専門知識に基づいて、お客様と緊密に連携致します。世界中のお客様のシステム開発スピードアップ、コスト削減に貢献し、車両、船舶の市場投入を早める事に貢献致します。Danfoss Power Solutions – モバイル油圧、モバイル電化における最強のパートナー

詳細な製品情報については、[www.danfoss.com](http://www.danfoss.com) をご覧ください。

私達は傑出したパフォーマンスの為に可能な限り最高のソリューションを確保し、専門家による世界的なサポートを提供致します。また、グローバルサービスパートナーの広範なネットワークにより全てのコンポーネントに対して包括的なグローバルサービスを提供します。



## Hydro-Gear

[www.hydro-gear.com](http://www.hydro-gear.com)

## Daikin-Sauer-Danfoss

[www.daikin-sauer-danfoss.com](http://www.daikin-sauer-danfoss.com)

## ダンフォス株式会社

Danfoss Power Solutions (Japan) Ltd.

本社・東京営業所 〒108-0075 東京都品川区港南2丁目16番4号 品川グランドセントラルタワー15階  
TEL 03-6433-2030 FAX 03-6433-2031

大阪営業所 〒530-0001 大阪市北区梅田3丁目4番5号 毎日インテシオ  
TEL 06-6136-6105 FAX 06-6136-6107

福岡営業所 〒812-0011 福岡市博多区博多駅前2丁目12番9号 第6グリーンビル  
TEL 092-475-5364 FAX 092-412-2002

京都工場 〒621-0017 京都府亀岡市大井町北金岐柿木原35番地  
TEL 0771-22-9600 FAX 0771-29-2021

Danfoss  
Power Solutions (US) Company  
2800 East 13th Street  
Ames, IA 50010, USA  
Phone: +1 515 239 6000

Danfoss  
Power Solutions GmbH & Co. OHG  
Krokamp 35  
D-24539 Neumünster, Germany  
Phone: +49 4321 871 0

Danfoss  
Power Solutions ApS  
Nordborgvej 81  
DK-6430 Nordborg, Denmark  
Phone: +45 7488 2222

Danfoss  
Power Solutions Trading  
(Shanghai) Co., Ltd.  
Building #22, No. 1000 Jin Hai Rd  
Jin Qiao, Pudong New District  
Shanghai, China 201206  
Phone: +86 21 2080 6201

Danfoss はカタログ、パンフレット、その他の印刷物の誤りの可能性について一切の責任を負いません。Danfoss は予告なしに製品を変更する権利を留保します。同時に製品にも当てはまり、これはご注文済み製品にも適用されますが、但し既に合意されている仕様に対して追加変更処置が必要ない範囲に限ります。この資料に記載されているすべての商標は各企業の所有物です。Danfoss および Danfoss のロゴタイプは Danfoss A/S の商標です。無断転載を禁じます。