

リニアモーターの選定方法

リニアモーターは以下の手順に従って選定してください。

注1) ご使用条件をご提示いただければTHKにて推奨形番を選定させていただきます。
詳しくは、THKまでお問い合わせください。

1 必要最大推力比の検討

モーターの最大推力が使用上必要となる推力以上であることを確認します。
負荷変動を考慮して最大推力比 **80%以下**^{※1} で使用することを推奨します。

※1 CCMは**90%以下**

2 二乗平均推力比の検討

モーターの定格推力が使用上必要となる二乗平均推力以上であることを確認します。
負荷変動を考慮して定格推力比 **60%以下**^{※2} で使用することを推奨します。

※2 CCMは**80%以下**

※2 GLM15AP/20APは**70%以下**(天吊姿勢で使用される場合は、60%以下で使用することを推奨します。)

3 選定形番の仕様確認

上記で選定した形番の詳しい仕様を確認し、外形寸法、ストローク、最高速度、分解能、繰り返し位置決め精度等の必要仕様を満たすか確認します。

4 磁極検出動作の検討 (GLM15AP/20AP+MR-J4仕様のみ)

磁極検出を正常に行うため、計算で求めた負荷力が定格推力の **20%以下** であることを確認します。

5 回生オプションの選定

動作条件により回生抵抗器が必要となる場合があります。
選定方法については、各形番の取扱説明書をご確認ください。

注2) 別途貴社にてケーブルチェーンを設置されるような場合には、検討条件の搭載質量にケーブルチェーンおよび挿入するケーブル質量も考慮の上、検討する必要があります。

リニアモータの選定方法

-1章-
コンパクト
シリーズ

-2章-
ユニバーサル
シリーズ

-3章-
エコノミー
シリーズ

-4章-
クリーン
シリーズ

-5章-
多軸
シリーズ

-6章-
コンパクト
シリーズ

-7章-
リニアモータ
シリーズ

-8章-
プレス
シリーズ

-9章-
精密
シリーズ

■ 計算式

計算条件

m_1	搭載質量	[kg]
m_2	スライダ質量/ロッド質量	[kg]
V	動作速度	[m/s]
g	重力加速度(9.807m/s ²)	
μ	摩擦係数	
a	加速度	[m/s ²]
L	ストローク	[m]
P	モータ吸引力	[N]
f	LMブロック摺動抵抗	[N/個]
n	使用LMブロック数	
T	1サイクル時間	[s]
t_1	加速時間	[s]
t_2	等速時間	[s]
t_3	減速時間	[s]
t_4	停止時間	[s]

摩擦係数： μ

形番	GLM	CLM	KLM
摩擦係数： μ	0.01	0.003	0.006

GLM, KLM, CLM スライダ質量： m_2 [kg]

形番		GLM10	GLM15AP	GLM20AP	GLM25	KLM46	CLM60
モータ 形式*	Sタイプ	0.6 (0.5)	2.3 (2.2)	5.3 (5.1)	25.3 (25)	4	4
	Mタイプ	0.9 (0.8)	4.2 (4.1)	9.1 (8.9)	48.3 (48)	5	5.8
	Lタイプ	—	—	12.9 (12.7)	—	—	7.8

※ ()内は磁極センサ無し仕様の値です。

CCM ロッド質量： m_2 [kg]

形番	CCM03S/M	CCM05S/M	CCM07S/M
100mm当たりロッド質量	0.01	0.02	0.04

リニアモータの選定方法

1. 必要最大推力比の検討

必要となる最大推力は、次の3式により求められた各値の最大値となります。

負荷力：F

$$\text{(GLM, KLM)} \quad F = \mu \times m_1 \times g$$

$$\text{(CLM)} \quad F = \mu \times (m_1 + m_2) \times g$$

$$\text{(CCM)} \quad F = \mu \times \{ (m_1 + m_2) \times g \} + f$$

注1) 各形番により異なります。

注2) CCMの摺動抵抗fは、お客様の使用される直動案内により異なります。

加速時推力：F_a

$$\text{(全形番共通)} \quad F_a = (m_1 + m_2) \times a + F$$

減速時推力：F_d

$$\text{(全形番共通)} \quad F_d = (m_1 + m_2) \times a - F$$

必要最大推力 F_{\max} = 上記F, F_a, F_dの最大値

各形番基本仕様ページ記載の推力・速度特性図より、
動作速度時のモータ、またはアクチュエータの**最大推力**：F_{peak}を読み取る。

$$\text{必要最大推力比}\% = \frac{F_{\max}}{F_{\text{peak}}} \times 100$$

リニアモータの選定方法

-1章-
コンパクト-2章-
ユニバーサル-3章-
エコノミー-4章-
シリリズン-5章-
多軸-6章-
コンローラ-7章-
リニアモータ-8章-
プレス-9章-
精密ステーション

2. 二乗平均推力比の検討

1.で計算した負荷力、加速時推力、減速時推力および動作パターン内の各時間により二乗平均推力を計算します。

二乗平均推力： F_{rms}

$$F_{rms} = \sqrt{\frac{F_a^2 \times t_1 + F^2 \times (t_2 + t_4) + F_d^2 \times t_3}{T}}$$

また、動作パターンより平均速度： V_{ave} を計算

平均速度： V_{ave}

$$V_{ave} = \frac{L}{T}$$

各形番基本仕様ページ記載の推力・速度特性図より、モータの連続定格推力： F_{cont} を読み取る。

$$\text{二乗平均推力比}\% = \frac{F_{rms}}{F_{cont}} \times 100$$

3. 磁極検出動作の検討 (GLM15AP、GLM20AP (MR-J4仕様時) のみ)

計算で求めた負荷力Fが基本仕様記載の定格推力の20%以下か確認する。

$$\frac{F}{\text{定格推力}} \times 100 \leq 20\%$$

最大推力比、二乗平均推力比および磁極検出動作確認の結果より、仕様を満たすか確認する。

リニアモータの選定方法

■ 選定例1 (GLM 水平使用)

以下にGLM15AP-Mタイプ(AC200V仕様)を使用し、質量2kgを下記動作パターンで駆動させることが可能であるかの検討を実施します。

選定形番 : GLM15AP-Mタイプ AC200V仕様 磁極センサ付き

搭載質量 : $m_1 = 2$ [kg]

スライダ質量 : $m_2 = 4.2$ [kg]

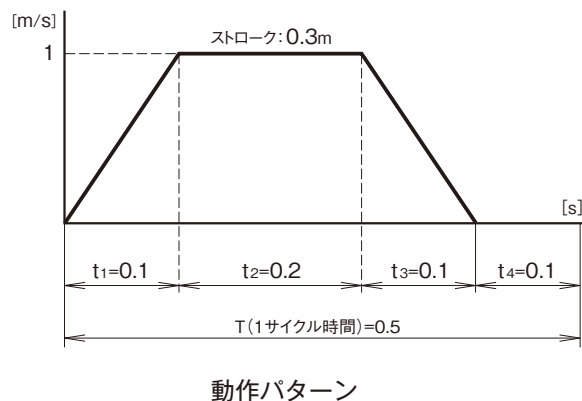
動作速度 : $V = 1$ [m/s]

加速度 : $a = 10$ [m/s²]

ストローク : $L = 0.3$ [m]

摩擦係数 : $\mu = 0.01$

重力加速度 : $g = 9.807$ [m/s²]



(1) 最大推力の検討

必要となる最大推力は、次式により求められる各値の最大値となります。

$$\begin{aligned} \text{負荷力} : F &= \mu \times m_1 \times g \\ &= 0.01 \times 2 \times 9.807 \\ &= 0.2 \text{ [N]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{加速時推力} : F_a &= (m_1 + m_2) \times a + F \\ &= (2 + 4.2) \times 10 + 0.2 \\ &= 62.2 \text{ [N]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{減速時推力} : F_d &= (m_1 + m_2) \times a - F \\ &= (2 + 4.2) \times 10 - 0.2 \\ &= 61.8 \text{ [N]} \end{aligned}$$

上記の結果より

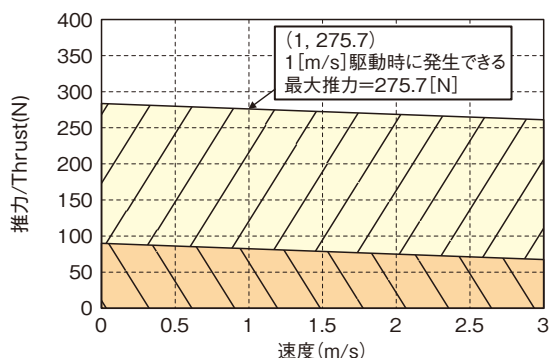
$$\text{必要最大推力} : F_{\max} = F_a = 63.2 \text{ [N]}$$

一方、GLM15AP-Mタイプの推力・速度特性図より
ユニットの最大推力: $F_{\text{peak}} (V=1 \text{ [m/s]})$ の推力を
読み取ると $F_{\text{peak}} (V=1 \text{ [m/s]}) = 275.7 \text{ [N]}$

従ってモータの最大推力に対する必要最大推力比は

$$\frac{F_{\max}}{F_{\text{peak}}} \times 100 = \frac{63.2}{275.7} \times 100 = 23\% (\leq 80\%)$$

モータ形式: Mタイプ
ドライバ: TDP-045CU-200AC



リニアモータの選定方法

-1章-
コンパクト
シリーズ

-2章-
ユニバーサル
シリーズ

-3章-
エコノミー
シリーズ

-4章-
シリリオン
シリーズ

-5章-
多軸
シリーズ

-6章-
コンパクト
シリーズ

-7章-
リニアモータ
シリーズ

-8章-
プレス
シリーズ

-9章-
精密
シリーズ

(2) 二乗平均推力比の検討

(1) で計算した負荷力、加速時推力、減速時推力および動作パターン内の各時間より、二乗平均推力を計算します。

二乗平均推力：

$$F_{rms} = \sqrt{\frac{F_a^2 \times t_1 + F^2 \times (t_2 + t_4) + F_d^2 \times t_3}{T}}$$

$$= \sqrt{\frac{62.2^2 \times 0.1 + 0.2^2 \times (0.2 + 0.1) + 61.8^2 \times 0.1}{0.5}}$$

$$= \underline{\underline{39.2}} \text{ [N]}$$

また、動作パターンより平均速度： V_{ave} を計算すると

$$V_{ave} = \frac{L}{T} = \frac{0.3}{0.5} = 0.6 \text{ [m/s]}$$

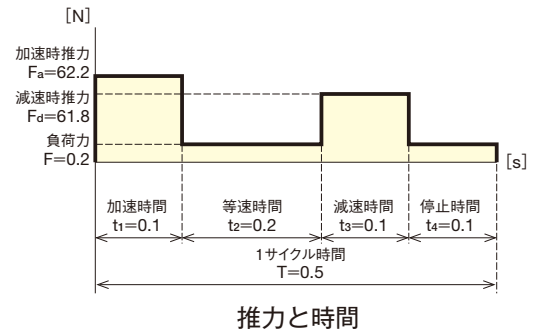
一方、GLM15AP-Mタイプの推力・速度特性図よりユニットの連続定格推力： F_{cont} ($V_{ave}=0.6$ [m/s]) の推力を読み取ると

$$F_{cont} = \underline{\underline{84.6}} \text{ [N]}$$

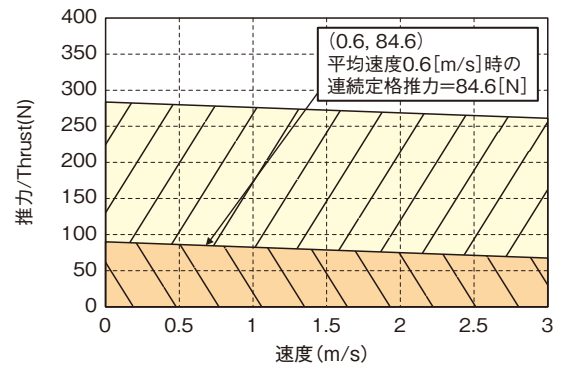
従ってモータの連続定格推力に対する二乗平均推力比は

$$\frac{F_{rms}}{F_{cont}} \times 100 = \frac{39.2}{84.6} \times 100 = \underline{\underline{46\%}} (\leq 60\%)$$

最大推力比および二乗平均推力比の検討結果より、動作可能と判断される。



モータ形式：Mタイプ
ドライバ：TDP-045CU-200AC



推力・加速度特性図
(モータ吸引力は加味してあります)

リニアモータの選定方法

■ 選定例2 (CCM 水平使用)

以下にCCM07Sタイプ(DC48V駆動)を使用し、質量1kgを下記動作パターンで駆動させることが可能であるかの検討を実施します。

選定形番 : CCM07S-038 (DC48V駆動)

搭載質量 : $m_1 = 1$ [kg]

ロッド質量 : $m_2 = 0.0744$ [kg]

動作速度 : $V = 0.55$ [m/s]

加速度 : $a = 11$ [m/s²]

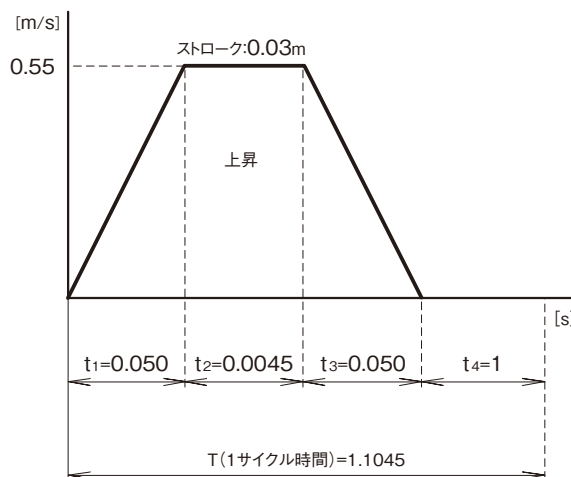
ストローク : $L = 0.03$ [m]

摩擦係数 : $\mu = 0.003$

摺動抵抗 : $f = 2$ [N]

重力加速度 : $g = 9.807$ [m/s²]

注) 摺動抵抗 f は、お客様の使用される直動案内により異なります。



動作パターン

(1) 最大推力比の検討

必要となる最大推力は次の3式により求められた各値の最大値となります。

$$\begin{aligned} \text{負荷力} : F &= \mu \times \{(m_1 + m_2) \times g\} + f \\ &= 0.003 \times \{(1 + 0.0744) \times 9.807\} + 2 \\ &= 2.03 \text{ [N]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{加速時推力} : F_a &= (m_1 + m_2) \times a + F \\ &= (1 + 0.0744) \times 11 + 2.03 \\ &= 13.85 \text{ [N]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{減速時推力} : F_d &= (m_1 + m_2) \times a - F \\ &= (1 + 0.0744) \times 11 - 2.03 \\ &= 9.79 \text{ [N]} \end{aligned}$$

上記の計算結果より

$$\text{必要最大推力} : F_{\max} = F_a = \underline{\underline{13.85 \text{ [N]}}}$$

一方、CCM07Sタイプ(DC48V駆動)の

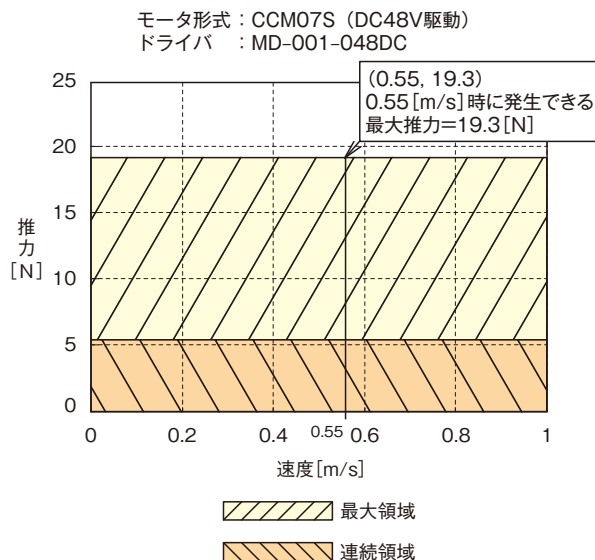
推力・速度特性図より

モータの最大推力: F_{peak} ($V=0.55$ [m/s]) の推力を読み取ると

$$F_{\text{peak}} (V=0.55 \text{ [m/s]}) = \underline{\underline{19.3 \text{ [N]}}}$$

従ってモータの最大推力に対する最大推力比は

$$\frac{F_{\max}}{F_{\text{peak}}} \times 100 = \frac{13.85}{19.3} \times 100 = \underline{\underline{72\%}} (\leq 90\%)$$



推力・速度特性図

リニアモータの選定方法

-1章-
コンパクト

-2章-
ユニバーサル

-3章-
エコノミー

-4章-
シリリズン

-5章-
多軸

-6章-
コンローラ

-7章-
リニアモータ

-8章-
プレス

-9章-
精密ステーション

(2) 二乗平均推力比の検討

(1) で計算した負荷力、加速時推力、減速時推力および動作パターン内の各時間より二乗平均推力を計算します。

二乗平均推力：

$$F_{rms} = \sqrt{\frac{F_a^2 \times t_1 + F^2 \times (t_2 + t_4) + F_d^2 \times t_3}{T}}$$

$$= \sqrt{\frac{13.85^2 \times 0.05 + 2.03^2 \times (0.0045 + 1.0) + 9.79^2 \times 0.05}{1.1045}}$$

$$= \underline{\underline{4.1 \text{ [N]}}}$$

また、動作パターンより平均速度： V_{ave} を計算すると

$$V_{ave} = \frac{L}{T} = \frac{0.03}{1.1045} = 0.027 \text{ [m/s]}$$

一方、CCM07Sタイプ(DC48V駆動)の
推力・速度特性図より

モータの連続定格推力： F_{cont} ($V_{ave} = 0.027 \text{ [m/s]}$) の
推力を読み取ると

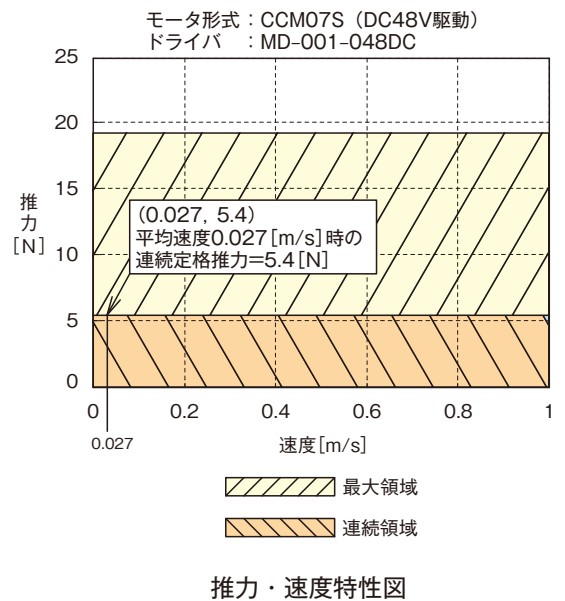
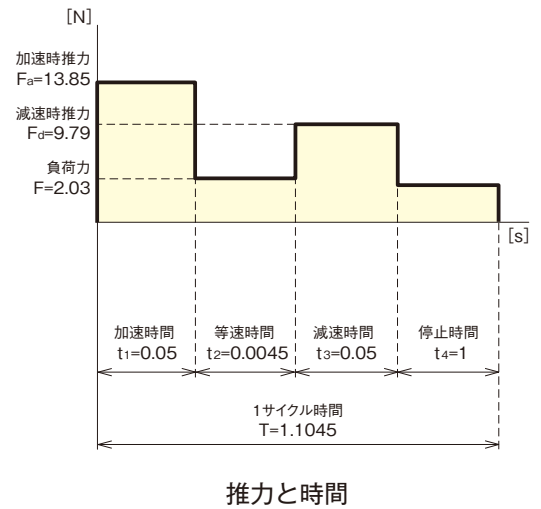
$$F_{cont} = \underline{\underline{5.4 \text{ [N]}}}$$

従ってモータの連続定格推力に対する二乗平均推力比は

$$\frac{F_{rms}}{F_{cont}} \times 100 = \frac{4.1}{5.4} \times 100 = \underline{\underline{76\%}} (\leq 80\%)$$

最大推力比および二乗平均推力比の検討結果より、動作可能と判断される。

注) ドライバMDをご使用になる場合、外付け回生抵抗は必要ありません。



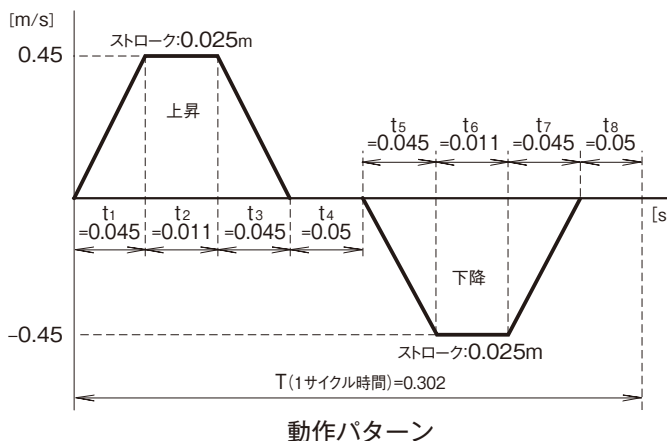
リニアモーターの選定方法

選定例3 (CCM 垂直使用)

以下にCCM05Mタイプ(DC24V駆動)を使用し、質量0.2kgを下記動作パターンで駆動させることが可能であるかの検討を実施します。

選定形番 : CCM05M-032 (DC24V駆動)
 搭載質量 : $m_1 = 0.2$ [kg]
 ロッド質量 : $m_2 = 0.043$ [kg]
 動作速度 : $V = 0.45$ [m/s]
 加速度 : $a = 10$ [m/s²]
 ストローク : $L = 0.025$ [m]
 摺動抵抗 : $f = 1$ [N]
 重力加速度 : $g = 9.807$ [m/s²]

注) 摺動抵抗はお客様の使用される直動案内により異なります。



(1) 最大推力比の検討

必要となる最大推力は次の8式により求められた各値の最大値となります。

$$\begin{aligned} \text{負荷力} : F &= (m_1 + m_2) \times g \\ &= (0.2 + 0.043) \times 9.807 \\ &= 2.38 \text{ [N]} \\ \text{上昇加速時推力} : F_{a1} &= (m_1 + m_2) \times a + F + f \\ &= (0.2 + 0.043) \times 10 + 2.38 + 1 \\ &= 5.81 \text{ [N]} \\ \text{上昇等速時推力} : F_{c1} &= (m_1 + m_2) \times g + f \\ &= (0.2 + 0.043) \times 9.807 + 1 \\ &= 3.38 \text{ [N]} \\ \text{上昇減速時推力} : F_{d1} &= (m_1 + m_2) \times (-a) + F + f \\ &= (0.2 + 0.043) \times (-10) + 2.38 + 1 \\ &= 0.95 \text{ [N]} \\ \text{下降加速時推力} : F_{a2} &= (m_1 + m_2) \times (-a) + F - f \\ &= (0.2 + 0.043) \times (-10) + 2.38 - 1 \\ &= -1.05 \text{ [N]} \\ \text{下降等速時推力} : F_{c2} &= (m_1 + m_2) \times g - f \\ &= (0.2 + 0.043) \times 9.807 - 1 \\ &= 1.38 \text{ [N]} \\ \text{下降減速時推力} : F_{d2} &= (m_1 + m_2) \times a + F - f \\ &= (0.2 + 0.043) \times 10 + 2.38 - 1 \\ &= 3.81 \text{ [N]} \\ \text{停止時推力} : F_s &= (m_1 + m_2) \times g + f \\ &= (0.2 + 0.043) \times 9.807 + 1 \\ &= 3.38 \text{ [N]} \end{aligned}$$

上記の計算結果より

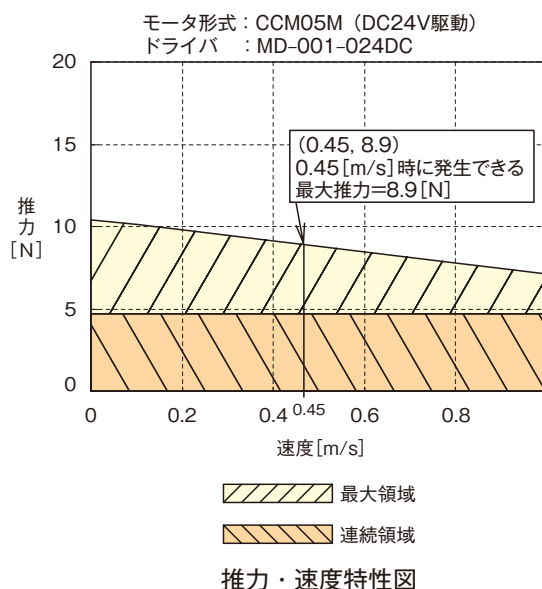
$$\text{必要最大推力} : F_{\max} = F_{a1} = \underline{\underline{5.81 \text{ [N]}}}$$

一方、CCM05Mタイプ(DC24V駆動)の

推力・速度特性図より

モーターの最大推力: $F_{\text{peak}} (V=0.45 \text{ [m/s]})$ の推力を読み取ると

$$F_{\text{peak}} (V=0.45 \text{ [m/s]}) = \underline{\underline{8.9 \text{ [N]}}}$$



リニアモータの選定方法

-1章-
コンパクト

-2章-
ユニバーサル

-3章-
エコノミー

-4章-
シリリオン

-5章-
多軸

-6章-
コンパクトローラ

-7章-
リニアモータ

-8章-
プレス

-9章-
精密シリーズ

従ってモータの最大推力に対する最大推力比は

$$\frac{F_{\max}}{F_{\text{peak}}} \times 100 = \frac{5.81}{8.9} \times 100 = \underline{\underline{65\%}} (\leq 90\%)$$

(2) 二乗平均推力比の検討

(1) で計算した停止時推力、加速時推力、減速時推力および動作パターン内の各時間より二乗平均推力を計算します。

二乗平均推力：

$$F_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{F_{a1}^2 \times t_1 + F_{c1}^2 \times t_2 + F_{d1}^2 \times t_3 + F_{a2}^2 \times t_5 + F_{c2}^2 \times t_6 + F_{d2}^2 \times t_7 + F_s^2 \times (t_4 + t_8)}{T}}$$

$$= \sqrt{\frac{5.81^2 \times 0.045 + 3.38^2 \times 0.011 + 0.95^2 \times 0.045 + (-1.05)^2 \times 0.045 + 1.38^2 \times 0.011 + 3.81^2 \times 0.045 + 3.38^2 \times (0.05 + 0.05)}{0.302}}$$

$$= \underline{\underline{3.43}} [\text{N}]$$

また、動作パターンより平均速度： V_{ave} を計算すると

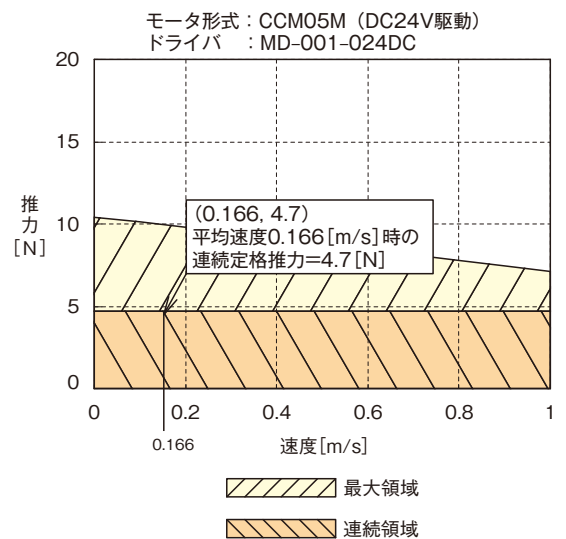
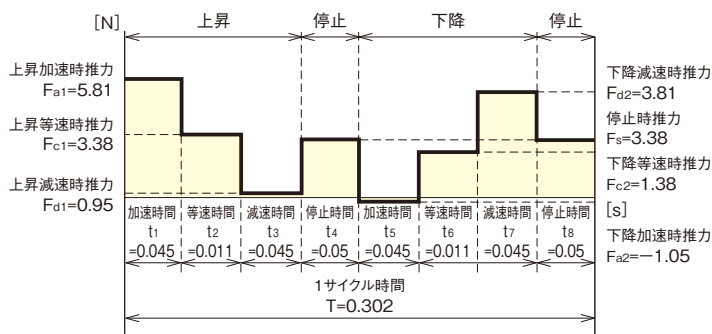
$$V_{\text{ave}} = \frac{L \times 2}{T} = \frac{0.025 \times 2}{0.302} = 0.166 [\text{m/s}]$$

一方、CCM05Mタイプ(DC24V駆動)の推力・速度特性図よりモータの連続定格推力： F_{cont} ($V_{\text{ave}} = 0.166 [\text{m/s}]$) の推力を読み取ると

$$F_{\text{cont}} = \underline{\underline{4.7}} [\text{N}]$$

従ってモータの連続定格推力に対する二乗平均推力比は

$$\frac{F_{\text{rms}}}{F_{\text{cont}}} \times 100 = \frac{3.43}{4.7} \times 100 = \underline{\underline{73\%}} (\leq 80\%)$$



推力・速度特性図

最大推力比および二乗平均推力比の検討結果より、動作可能と判断される。

注) ドライバMDをご使用になる場合、外付け回生抵抗は必要ありません。