



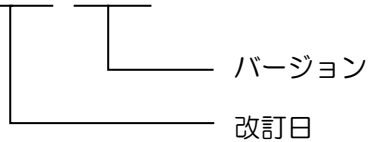
リニアモーター

ユーザーマニュアル

改訂履歴

マニュアルのバージョンは、フロントカバーの下部にも表示されています。

MP99UJ01-2506_V1.5



改定日	バージョン	対象製品	改訂内容
2025 年 6 月	1.5	リニアモーター	1. LME シリーズを追加。 2. LMC-EFF、LMC-HUB、LME、LMSS のフォーサー並列設計を修正。 3. スターターの警告および注意事項を補足。 4. スターター極性の定義を補足。
2024 年 2 月	1.4	リニアモーター	1. セクション 3.2.1 の LMSA0 シリーズにおける力とエアギャップの増加。 2. セクション 3.2.1 項の LMSA0 シリーズの吸着力対エアギャップの増加。 3. セクション 3.3.3 の LMSA-Z シリーズのホールセンサーの改訂手順。 4. モデルの説明 1.3 章にラベルの説明を追加。 5. セクション 2.1.2.4 ストール条件を追加。 6. セクション 4.1.1.1 および 4.1.1.2 のプレススターターの組立説明を追加。
2024 年 2 月	1.3	リニアモーター	1. 延長ケーブルの取り付け手順を増やす 2. 電圧制限を上げる命令
2022 年 10 月	1.2	リニアモーター	構成改定
2022 年 3 月	1.1	リニアモーター	1. モーターアセンブリの平面度公差を修正 2. ホールのエアギャップの説明を追加 3. 延長ケーブルの取り付け説明に LMSA-Z シリーズを追加 4. コネクター付きモーター用の銅ピラーの選択を追加 5. 信号のピンを修正
2021 年 10 月	1.0	リニアモーター	初版

序文

本製品をご利用いただきありがとうございます。このマニュアルでは、リニアモーターシリーズに関する情報を提供します。内容は次のとおりです：

- リニアモーター使用時の安全上の注意
- リニアモーター入門
- リニアモーターの選定
- リニアモーターインターフェース設計
- リニアモーターの設置
- トラブルシューティング
- 廃棄物処理
- 付録

製品を正しく使用するために、使用前にこのマニュアルをよくお読みください。

認証

Motor Model	Approvals			
	EU Directives		UL Approvals	
LMSA	CE	RoHS	UL	cUL
LMSA-Z		RoHS		
LMFA	CE	RoHS	UL	cUL
LMFP	CE	RoHS	UL	cUL
LMSS	CE	RoHS	UL	cUL
LME	CE	RoHS	UL	
LMC	CE	RoHS		
LMT	CE	RoHS		

一般的な注意事項

製品を使用する前に、このマニュアルをよくお読みください。HIWIN Mikrosystem (HIWIN) は、このマニュアルに記載されている設置手順および操作手順に従わなかったことに起因する損害、事故、または傷害について一切責任を負いません。

- 製品を設置または使用する前に、外観に損傷がないことを確認してください。検査後に損傷が見つかった場合は、HIWINまたは最寄りの販売代理店にご連絡ください。
- 製品を分解または改造しないでください。製品の設計は、構造計算、コンピュータシミュレーション、および実機試験によって検証されています。HIWINは、ユーザーによる分解または改造によって生じた損害、事故、または傷害について一切責任を負いません。
- 子供を製品に近づけないでください。
- ペースメーカーまたは A.I.C.D を装着している方は本製品の使用を禁止します。
- 製品は経験と技術的知識を持つ担当者のみが操作する必要があります。

製造中止のお知らせ：LMS シリーズおよび LMF シリーズは 2016 年 4 月をもって製造中止となります。従来の LMS シリーズは LMSA シリーズに、従来の LMF シリーズは LMFA シリーズに置き換えられます。

HIWINは本製品に1年間の保証を提供します。ただし、不適切な使用（本書に記載されている注意事項および指示を参照）または自然災害による損傷は保証の対象外となります。

安全上の注意

- 製品を適切に使用するために、製品の設置、輸送、保守、検査を行う前にこのマニュアルをよくお読みください。
- 製品を使用する前に、モーターの情報、安全情報、および関連する注意事項をよくお読みください。
- このマニュアルの安全上の注意事項は、DANGER「危険」、WARNING「警告」、CAUTION「注意」の 3 つのカテゴリに分かれています。

DANGER

差し迫った危険！

適切な予防措置を講じない場合、死亡または重傷を負う可能性があることを示します。

WARNING

潜在的に危険な状況です！

適切な予防措置を講じない場合、死亡または重傷を負う可能性があることを示します。

CAUTION

潜在的に危険な状況です！

適切な予防措置を講じない場合、物的損害または環境汚染が発生する可能性があることを示します。

各章の概要

章	タイトル	内容
1	はじめに	この章では、リニアモーターの構造、仕様、モデルの説明など、リニアモーターの基礎情報を紹介します。
2	構成	この章ではリニアモーターの選定方法を紹介します。
3	インターフェース設計	この章では、リニアモーターのインターフェース設計について紹介します。
4	設置	この章では、リニアモーターの設置条件と注意事項を紹介します。
5	トラブルシューティング	この章では、リニアモーターが故障した場合の対処法を紹介します。
6	廃棄物処理	この章では、リニアモーターの廃棄の方法を紹介します。
7	付録	この章では、リニアモーターに関する用語集、単位換算などの補足コンテンツを紹介します。

目次

1.	はじめに	1-1
1.1	概要	1-2
1.1.1	安全に関する注意事項と安全記号の説明	1-2
1.1.2	安全上の注意事項	1-3
1.1.3	使用目的	1-6
1.1.4	配線上の注意事項	1-7
1.1.5	メンテナンスと保管上の注意事項	1-7
1.1.6	輸送上の注意事項	1-8
1.2	特長	1-10
1.2.1	リニアモーターの概要	1-10
1.3	型式の説明	1-11
1.3.1	銘板	1-11
1.3.2	モーターの IP 保護等級	1-12
2.	構成	2-1
2.1	モーター関連	2-2
2.1.1	リニアモータの選定	2-2
2.1.1.1	コア付きリニアモーター（LMSA/LME/LMSA-Z/LMSS）の構造	2-3
2.1.1.2	水冷式リニアモーター（LMFA/LMFP）の構造	2-5
2.1.1.3	コア付きリニアモーター（LMSC）の構造	2-7
2.1.1.4	コアレスリニアモーター（LMC）の構造	2-8
2.1.1.5	円筒型リニアモーター（LMT）の構造	2-10
2.1.1.6	水冷式リニアモーター冷却システム	2-11
2.1.1.7	LMFC 精密水冷フォースー	2-12
2.1.1.8	LMFC 精密水冷ステーター	2-12
2.1.2	モーターの熱計算	2-13
2.1.2.1	モーターの熱損失	2-13
2.1.2.2	連続動作温度	2-14
2.1.2.3	熱時定数	2-15
2.1.2.4	ストール状態	2-17
2.1.2.5	環境温度と連続推力	2-19
2.1.2.6	温度センサー	2-20
2.1.2.7	ドライバースンプへの接続	2-22
2.1.2.8	過熱保護の設定	2-23
2.2	ドライバ関連	2-24
2.2.1	電源とコントローラーの選択	2-24
2.2.2	ケーブル線路電圧反射現象	2-27
2.3	冷却関連	2-28

2.3.1	冷却システムの計算	2-28
2.3.2	冷却機の選定	2-30
2.3.3	冷却電力の選択	2-31
2.3.4	流量の選択	2-33
3.	インターフェース設計	3-1
3.1	インターフェース設計	3-3
3.1.1	水冷設計	3-3
3.1.1.1	LMFA/LMFP 水冷モーター冷却チューブ設計	3-3
3.1.1.2	LMFC 精密水冷チャネル設計を備えた LMFA/LMFP 水冷モーター	3-4
3.1.1.3	水冷チャネルに使用される材料	3-8
3.1.1.4	水冷式リニアモーターの冷却剤	3-9
3.1.2	コア付きリニアモーター組立インターフェース	3-10
3.1.2.1	LMSA コア付きリニアモーターシリーズ	3-11
3.1.2.2	LMFA 水冷式リニアモーターシリーズ	3-12
3.1.2.3	LMSC ダブルスラストリニアモーターシリーズ	3-15
3.1.2.4	LMSS コア付きリニアモーターシリーズ	3-16
3.1.2.5	LME コア付きリニアモーターシリーズ	3-17
3.1.3	コアレスリニアモーター（LMC）の機械的設置インターフェース	3-18
3.1.4	円筒型リニアモーター（LMT）の機械的設置インターフェース	3-19
3.2	取り付け	3-23
3.2.1	推力とエアギャップ	3-23
3.2.1.1	LMSA シリーズ	3-24
3.2.1.2	LMFA シリーズ	3-26
3.2.1.3	LMFP シリーズ	3-32
3.2.1.4	LMSC シリーズ	3-38
3.2.1.5	LME シリーズ	3-39
3.2.2	ネジの選択ルールと指示	3-43
3.2.2.1	推力とステーターネジ取り付け穴の仕様表	3-44
3.2.2.2	フォーサー推奨ネジ締め付け深さ表	3-47
3.2.2.3	ステーター推奨ネジ締め付け最小深さ表	3-48
3.2.2.4	フォーサーとステーターの推奨ネジトルク表	3-48
3.3	電気接続	3-49
3.3.1	ケーブル	3-49
3.3.1.1	電源ケーブルの標準仕様	3-49
3.3.1.2	接地保護のための推奨施工方法	3-49
3.3.1.3	コアレスリニアモーターの接地保護のための推奨施工方法	3-50
3.3.1.4	LMSA-Z シリーズ用延長ケーブルの推奨設置方法	3-51
3.3.1.5	コネクタ付きモーターシリーズ	3-58
3.3.1.6	コネクタの選択とピンアサイン	3-60
3.3.2	フォーサー並列設計	3-64
3.3.2.1	リニアモーターの移動方向	3-65

3.3.2.2	LMSA/LMSA-Z/LME リニアモーターシリーズ	3-66
3.3.2.3	LMFA 水冷式リニアモーターシリーズ.....	3-67
3.3.2.4	LMSC 磁気ブレーキリニアモーターシリーズ.....	3-68
3.3.2.5	LMSS リニアモーターシリーズ.....	3-69
3.3.2.6	LMC コアレスリニアモーターシリーズ	3-70
3.3.2.7	LMT 円筒型リニアモーターシリーズ.....	3-74
3.3.3	ホール付属品.....	3-77
3.3.3.1	ホールセンサー	3-77
3.3.3.2	ホールセンサーの取り付け手順	3-83
3.3.3.3	ホールセンサーネジの選択	3-84
3.3.3.4	ホールエンコーダー	3-85
3.3.3.5	ホールエンコーダーコード体系	3-86
3.3.3.6	ホールエンコーダー特性仕様	3-87
3.3.3.7	ホールエンコーダーの寸法	3-88
4.	設置	4-1
4.1	機械的設置	4-2
4.1.1	コア付きリニアモーターの取り付け	4-2
4.1.1.1	ステーターの取り扱い上の注意	4-2
4.1.1.2	フォーサーとステーターの取り付けに関する注意事項	4-9
4.1.1.3	LMSC フォーサーとステーターの取り付けに関する注意事項	4-15
4.1.2	コアレスリニアモーターの取り付け	4-21
4.1.2.1	LMC フォーサーとステーターの取り付けに関する注意事項	4-21
4.1.2.2	LMT フォーサーとステーターの取り付けに関する注意事項	4-26
4.1.3	水冷式リニアモーター冷却システムの設置.....	4-31
4.1.3.1	フォーサーとステーターの精密水冷装置.....	4-31
4.1.3.2	水冷モータークイックコネクタの取り付け	4-33
4.1.3.3	精密水冷モータークイックコネクタの取り付け	4-34
5.	トラブルシューティング.....	5-1
5.1	トラブルシューティング	5-2
6.	廃棄物処理	6-1
6.1	廃棄物処理	6-2
7.	付録.....	7-1
7.1	用語集	7-2
7.2	単位換算	7-6
7.3	ユーザー要求フォーム.....	7-8

1. はじめに

1.1	概要	1-2
1.1.1	安全に関する注意事項と安全記号の説明.....	1-2
1.1.2	安全上の注意事項.....	1-3
1.1.3	使用目的.....	1-6
1.1.4	配線上の注意事項.....	1-7
1.1.5	メンテナンスと保管上の注意事項	1-7
1.1.6	輸送上の注意事項.....	1-8
1.2	特長	1-10
1.2.1	リニアモーターの概要.....	1-10
1.3	型式の説明	1-11
1.3.1	銘板	1-11
1.3.2	モーターの IP 保護等級.....	1-12

1.1 概要

1.1.1 安全に関する注意事項と安全記号の説明

安全に関する注意事項は、常に注意喚起語を使用して示され、場合によっては特定のリスクを表す記号も使用されます。

使用される注意喚起語とリスクレベルは次のとおりです：

 DANGER
差し迫った危険！ 適切な予防措置を講じない場合、死亡または重傷を負う可能性があることを示します。
 WARNING
潜在的に危険な状況です！ 適切な予防措置を講じない場合、死亡または重傷を負う可能性があることを示します。
 CAUTION
潜在的に危険な状況です！ 適切な予防措置を講じない場合、物的損害または環境汚染が発生する可能性があることを示します。

このユーザーマニュアルでは次の記号が使用されています。

警告表示			
	アクティブな埋め込み型心臓デバイスを装着している人はアクセスできません。		環境に有害な物質！
	警告！		手の挟み込みに注意！
	電気の警告！		高温面に注意！
	磁場の警告！		

1.1.2 安全上の注意事項

DANGER

永久磁場による死亡の危険。

モーターの電源がオフになっている場合でも、永久磁石は、アクティブな医療用インプラントを装着した人がモーターの近くにいと危険にさらす可能性があります。

ステーターアセンブリには強力な磁場があるため、取り扱いには十分注意してください。取り扱いを誤ると、作業員が負傷したり、ステーターが損傷したりする恐れがあります。



- ◆ ステーターをシステム構造に組み立てる際は、手を怪我する危険を防ぐために磁性体を遠ざけてください。
- ◆ 運転中はフォーサーとステーターに触れないでください。
- ◆ 影響を受ける場合は、モーターから最低 500 mm の距離を保ってください (指令 2013/35/EU に従い、静磁場のトリガーしきい値は 0.5 mT です)。

WARNING

リニアモーター組み立てのリスク。

ステーターの永久磁石により押しつぶされる危険があります。

ステーターの吸引力は磁化可能な材料に作用します。ステーターに近づくほど吸引力は著しく増大します。

ステーターに近づくと、押しつぶされる危険性が高くなります。

ステーターの近くでは、吸引力は数 kN になることがあります。たとえば、磁気吸引力は 100 kg の力に相当し、身体の一部を損傷するのに十分です。



- ◆ 製品の設置および操作は専門の担当者が行う必要があります。
- ◆ 組み立ての際は、磁気工具やネジを使用しないでください。
- ◆ ステーターを固定する前に、人身事故を防止するために、強磁場のラベルを目立つ位置に貼り付けてください。
- ◆ ステーターを分解する際は、カバーの端でステーターを直接扱わないでください。作業員が怪我をしたり、ステーターが損傷したりする恐れがあります。
- ◆ 複数のステーターを同時に開梱しないでください。
- ◆ 適切な予防措置を講じずに、ステーターを隣り合わせて配置しないでください。

 WARNING

リニアモーター作動の危険性。

誤った操作や故障が発生した場合、モーターが過熱し、火災や発煙が発生する可能性があります。重傷や死亡につながる可能性があります。

温度が高すぎるとモーターの部品が破壊され、故障が増え、モーターの耐用年数が短くなります。



- ◆ 関連する仕様に従ってモーターを操作してください。
- ◆ 火傷を防ぐため、製品の周りで作業する前に、成形機が十分に冷めるまで（室温 25°C 以内）お待ちください。
- ◆ 異常な臭い、音、煙、振動などを感じた場合は、直ちに電源を切ってください。

 WARNING

高温の表面による火傷。

動作中はモーターが高温になる可能性があり、触れると火傷をする可能性があります。



- ◆ 関連する仕様に従ってモーターを操作します。
- ◆ 作業を始める前にモーターを冷ましてください。
- ◆ 手袋などの適切な人員保護具を使用してください。

 CAUTION

組み立てによって生じた損傷。

電界や静電放電により、個々のコンポーネント、集積回路、モジュール、デバイスが損傷し、誤動作が発生する可能性があります。



- ◆ 損傷の原因となる磁場を避けるため、磁気記憶媒体や精密機器を製品から遠ざけてください。（例：磁気スケール、時計、クレジットカード、磁気応答装置）
- ◆ 手袋や靴などを着用するなど、ESD（静電放電）に対する予防措置を講じる必要があります。
- ◆ フォーサーユニットとステーターユニットを移動または配置する際にケーブルを引きずらないでください。
- ◆ 感電を避けるため、ケーブルを傷つけたり曲げたりしないでください。
- ◆ 動作中に他の部品と干渉しないことを必ず確認してください。ケーブルの曲げ半径が十分に大きく、ケーブルの寿命を縮めないことをご確認ください。

 CAUTION

製品に関する注意事項

製品の外観の説明と不適切な分解による損傷を避けてください。



- ◆ 使い捨ての綿布とイソプロパノールアルコール（95% Vol.）などの洗浄液を使用して、ステーターの表面を清掃してください。PCB 加工機やドリル加工機など、ヒューム発生率の高い機械が設置されている施設では、3 ヶ月に 1 回、または 2 週間に 1 回の表面清掃をお勧めします。
- ◆ エポキシを使用した製品は表面に斑点がありますが、これは自然現象です。
- ◆ 製品の修理は HIWIN のエンジニアのみが対応いたします。万が一、異常が発生した場合は、製品を HIWIN までご返送ください。
- ◆ ご自身で部品の交換や分解をしないでください。HIWIN は、これにより発生した事故やフォアサーおよびステーターの損傷について一切責任を負いません。
- ◆ 納品日から 1 年間の保証期間が提供されます。HIWIN は、誤った取り扱い（本書の注意事項および指示を参照してください）による製品、または自然災害による製品の交換またはメンテナンスについては責任を負いません。

- 製品を持ち上げる際や置く際には、ケーブルを引っ張って引きずらないでください。
- 製品に衝撃を与えないでください。
- 製品が定格負荷で使用されていることを確認してください。
- IEC 60034-5規格によれば、HIWIN リニアモーターは保護クラスを備えています（セクション1.3.2を参照）。
- HIWIN リニアモーターは、IEC 60085 規格に準拠した熱クラス F を備えています。
- HIWIN リニアモーター認証テストは以下の基準を満たしています。

表 1.1.2.1

CE	LVD Safety: 2014/35/EU reference standard	EN60034-1:2010
		EN61000-6-4:2007/A1:2011
	EMC: 2014/30/EU reference standard	EN61000-6-2:2005
UL	Linear motor reference standard 1004-1	

1.1.3 使用目的

- モーターは産業用システムのみを使用してください。
- モーターは汚れや腐食性物質、研磨性物質との接触を避けなければなりません。モーターが設置されている場所が汚染され汚れていると、モーターが故障する可能性があります。
- モーターを設置する場所を汚れや汚染のない状態に保ってください。
- モーターにラベルと説明が付いていない場合は、危険区域にモーターを設置しないでください。
- 設置条件が仕様に適合していることを確認してください。
- 液体に時折さらされる場合、セグメントカバーはカバーと二次セクションの間に液体が溜まることに対する保護力が低くなります。二次セクションのカプセルを侵したり浸透したりして磁石材料を損傷する可能性のある物質の場合は、カバーを使用しない方が有利です。これにより、液体が排出され、部品が乾燥します。
- リニアモーターシステムは、以下の場合には操作しないでください。
 - (1) 屋外
 - (2) 爆発の危険性のある雰囲気中

1.1.4 配線上の注意事項

- 製品を使用する前に、製品ラベルに記載されている仕様をよく読み、製品要件で指定された電源で製品が使用されていることを確認してください。
- 配線が正しいか確認してください。配線が間違っていると、モーターが異常動作したり、モーターに永久的な損傷を与える可能性があります。
- シールド付きの延長コードを選択してください。シールドは必ず接地してください。
- 電源ケーブルと温度センサーケーブルを同じ延長コードに接続しないでください。
- 電源ケーブルと温度センサーケーブルにはシールドが内蔵されています。シールドは必ず接地してください。

1.1.5 メンテナンスと保管上の注意事項

WARNING

製品に関する注意事項。



ダイレクトドライブまたはそのコンポーネント（特に永久磁石を含むコンポーネント）を適切に廃棄しないと、死亡、重傷、および/または物的損害が発生する可能性があります。

- ◆ 破損した製品の廃棄方法: 地方自治体の法律および規制に従ってリサイクルしてください。
- ◆ 関連する廃棄方法については、第 6 章を参照してください。

HIWIN リニアモーターの保管については以下の手順に従ってください：

- 使用済みのリニアモーターは保管前に清掃して保護してください。
- リニアモーターコンポーネントは輸送用梱包材に入れて保管し、垂直にせず、積み重ねずに水平に置いてください。
- モーターケーブルをモーターの下に配置しないでください。

- リニアモーター部品を爆発性雰囲気内や化学物質にさらされる環境で保管しないでください。
- リニアモーターのコンポーネントは、腐食のない雰囲気で乾燥した、霜が降りない場所にのみ保管し、保管中にモーターが振動や衝撃を受けないようにしてください。
- スターターは分離し、厚さ40mm以上の非磁性保護具（例：発泡スチロール）で包んでください。部品を保管する際は、磁場に関する警告標識を貼付してください。
- 長期保管や熱帯諸国では、この製品に防錆梱包を使用することをお勧めします。
- 損傷を防ぐため、金属物を製品の近くに置かないでください。

表 1.1.5.1

動作環境	温度	0~40°C
	湿度	5~85%
保管環境	温度	-5°C~40°C
	湿度	5~85%
高度		1000M 以下
温度変化速度		最大 0.5K/min
結露		不可
氷結		不可

1.1.6 輸送上の注意事項

- 永久磁石は、国際航空運送協会（IATA）に従って危険物（磁性物質：UN2807）としてリストされています。
- 永久磁石を含む製品の場合、海上輸送および内陸輸送の際の磁場に耐えるための梱包の追加措置は必要ありません。
- 永久磁石を含む製品を航空輸送する場合、該当するIATA包装基準で規定されている最大許容磁場強度を超えてはなりません。これらの製品を輸送するには特別な措置が必要となる場合があります。

一定の磁場強度を超える場合は、IATA包装基準953に従ってラベルを貼付する必要があります（下記またはIATAの最新の規則をご参照ください）。

- (1) 製品から4.6メートルの距離において、最大電界強度が $0.418 \text{ Am}/(0.525 \mu\text{T})$ を超えるか、または方位磁針偏角 2° を超える製品は、製品の出荷国（原産国）および航空貨物会社が拠点を置く国の責任ある国家機関による輸送許可が必要です。製品の輸送には特別な措置が必要です。
 - (2) 製品から2.1メートルの距離で測定した場合の最大電界強度が $0.418 \text{ Am}/(0.525 \mu\text{T})$ 以上またはコンパス偏差 2° 以上の製品を輸送する場合は、危険物輸送の規定に従って輸送されます。
 - (3) 製品から2.1メートルの距離で測定された最高電界強度が $0.418 \text{ Am}/(0.525 \mu\text{T})$ 未満の製品を出荷する場合は、関係当局への通知や製品へのラベル表示は不要です。
- 元々梱包されていたモーター部品の出荷については、開示やマークを付ける必要はありません。
 - 輸送条件はEN 60721-3-2に準拠する必要があります（次のページの表1.1.6.1を参照してください）。

表 1.1.6.1 輸送条件

環境パラメーター	単位	数値
大気温	(°C)	-5~40
相対湿度	(%)	5~85
温度変化率	(°C/min)	0.5
結露		不可
氷結		不可
輸送条件		Class 2K2
対候性に優れた環境（屋内/工場）でモーターを輸送してください		
生物学的条件	Class 2B1	
化学的に活性な物質	Class 2C1	
機械的に活性な物質	Class 2S2	
機械的条件	Class 2M2	

1.2 特長

1.2.1 リニアモーターの概要

リニアモーターは、コア付きリニアモーターとコアレスリニアモーターに分けられます。コア付きリニアモーターは比較的推力が大きく、コアレスリニアモーターは比較的コンパクトで、優れた動特性を備えています。モーターと負荷の間に伝達機構がないため、負荷を直接駆動できます。そのため、機構が比較的シンプルで、優れた動的応答性を実現できます。さらに、リニアモーターは非接触設計を採用しているため、摩耗がなく、高精度を実現できるだけでなく、メンテナンスやメンテナンスの手間も軽減できます。リニアモーターのステーターはモジュール組立方式を採用しており、組立数に制限がないため、ストロークの長さに制限はありません。

1.3 型式の説明

1.3.1 銘板

- 各種モーターの型式銘板に関する情報。（型式銘板の例）
- LMFA(P)の連続出力および連続電流値は水冷式です。その他のモーター（LMSA/LMC/LMT/LMSS/LME）仕様は自然冷却式です。

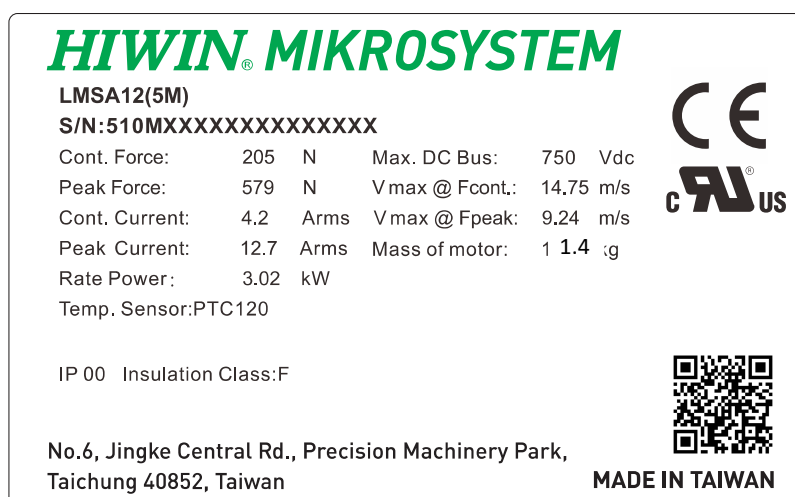


図1.3.1.1 銘板例

1.3.2 モーターの IP 保護等級

リニアモーターはIEC規格の保護等級を定めています。IP□□の最初の数字は、粉塵の侵入に対する保護等級を表します。クラス6は粉塵の侵入を完全に防止します。2番目の数字は水の侵入に対する保護等級を表します。クラス0は保護なしを意味します。クラス5は、あらゆる方向からの低圧噴流水に対する保護を意味します。クラス6は、あらゆる方向からの高圧噴流水に対する保護を意味します。

■ さまざまなモーター タイプに対応する IP 保護等級

表 1.3.2.1

リニアモーター	保護等級
LMSA	IP60
LMFA	IP60
LMFP	IP65
LMSC	IP60
LMC	IP60
LMSS	IP60
LME	IP60
LMT	IP66

ステーターは、その機械設計により、腐食に対してほぼ保護されています。しかしながら、強磁性粒子（例えば鉄片）がステーター上に堆積するのを防ぐため、適切な構造的対策を講じる必要があります。液体との接触および腐食性媒体との一般的な接触は、適切な保護対策（カプセル化、ベローズ、保護ラッカー）によって回避する必要があります。

2. 構成

2.1	モーター関連.....	2-2
2.1.1	リニアモータの選定.....	2-2
2.1.1.1	コア付きリニアモーター（LMSA/LME/LMSA-Z/LMSS）の構造	2-3
2.1.1.2	水冷式リニアモーター（LMFA/LMFP）の構造	2-5
2.1.1.3	コア付きリニアモーター（LMSC）の構造.....	2-7
2.1.1.4	コアレスリニアモーター（LMC）の構造.....	2-8
2.1.1.5	円筒型リニアモーター（LMT）の構造.....	2-10
2.1.1.6	水冷式リニアモーター冷却システム.....	2-11
2.1.1.7	LMFC 精密水冷フォーサー	2-12
2.1.1.8	LMFC 精密水冷ステーター	2-12
2.1.2	モーターの熱計算.....	2-13
2.1.2.1	モーターの熱損失.....	2-13
2.1.2.2	連続動作温度.....	2-14
2.1.2.3	熱時定数.....	2-15
2.1.2.4	ストール状態.....	2-17
2.1.2.5	環境温度と連続推力	2-19
2.1.2.6	温度センサー	2-20
2.1.2.7	ドライバースンプへの接続	2-22
2.1.2.8	過熱保護の設定.....	2-23
2.2	ドライバー関連.....	2-24
2.2.1	電源とコントローラーの選択	2-24
2.2.2	ケーブル線路電圧反射現象	2-27
2.3	冷却関連	2-28
2.3.1	冷却システムの計算.....	2-28
2.3.2	冷却機の選定.....	2-30
2.3.3	冷却電力の選択.....	2-31
2.3.4	流量の選択.....	2-33

2.1 モーター関連

2.1.1 リニアモータの選定

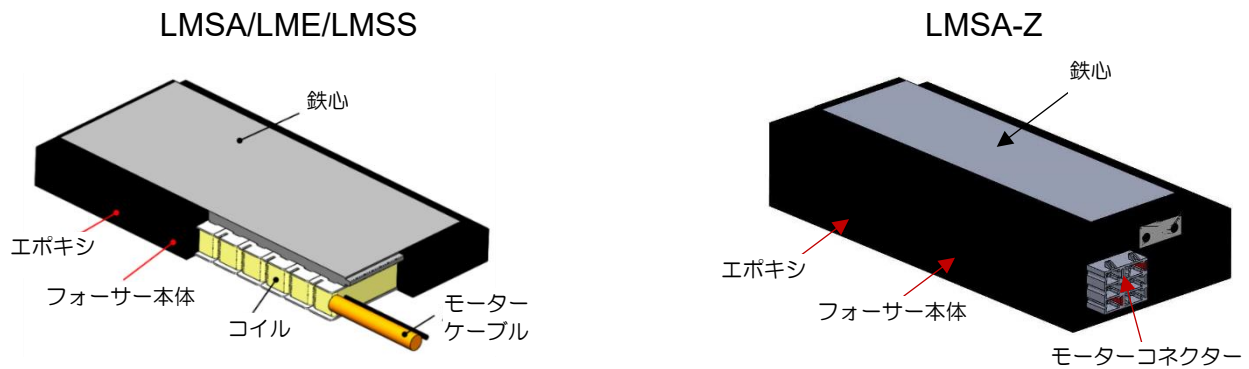
産業用途に応じて、リニアモーターは主にポイントツーポイント移動用途とスキャン用途に分けられます。図2.1.1.1に示すように、コア付きリニアモーターはポイントツーポイント移動用途に適しており、コアレスリニアモーターはスキャン用途に適しています。



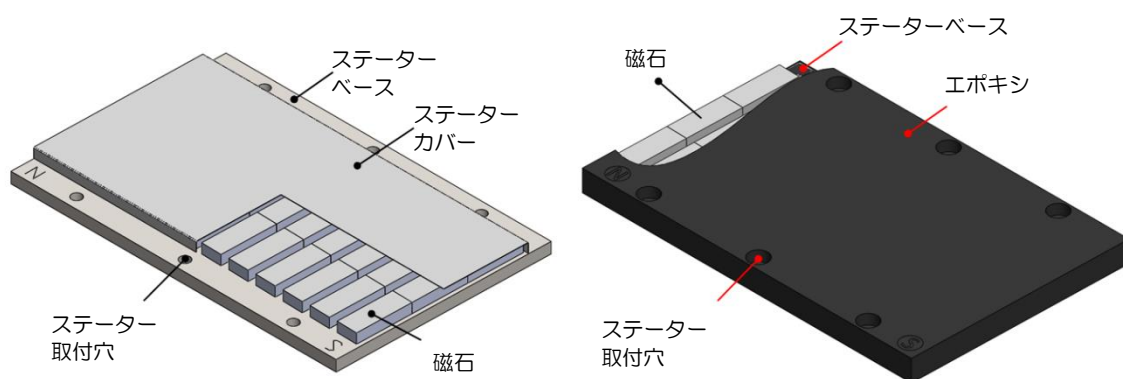
図2.1.1.1 リニアモーターの応用例

2.1.1.1 コア付きリニアモーター（LMSA/LME/LMSA-Z/LMSS）の構造

LMSA/LME/LMSA-Z/LMSS製品はコア付きモーターで、フォーサーは鉄心、コイル、エポキシ樹脂を一体化して構成されています。鉄心は磁石と相互作用するため、このシリーズのモーターはコギング力とフォーサーとステーター間の吸引力の影響を受けます。そのため、フォーサーの設置ベースを設計する際には、これらの要因を考慮する必要があります。本製品は、コンベア/搬送装置、デジタル印刷、3Dプリンター、PCBドリルマシン、軽加工機など、高加減速用途に適しています。



LMSA/LME/LMSA-Z/LMSSのステーターは、上面から見ると長方形の構造です。お客様は、産業用途に応じて、カバー付きまたはエポキシ樹脂製のステーターを選択できます。また、ステーターは可動部品としても使用できます。



ステーターの極性の説明は図2.1.1.1.3に示され、移動方向はセクション 3.3.2.1を参照してください。

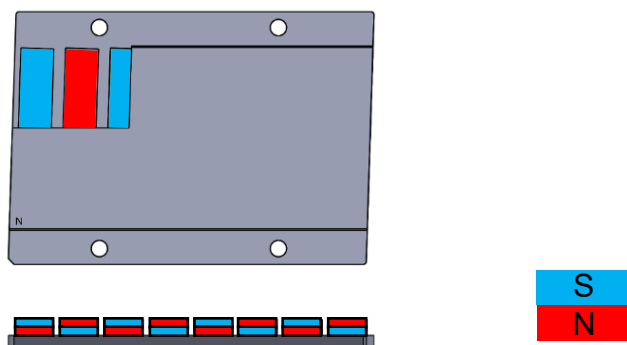
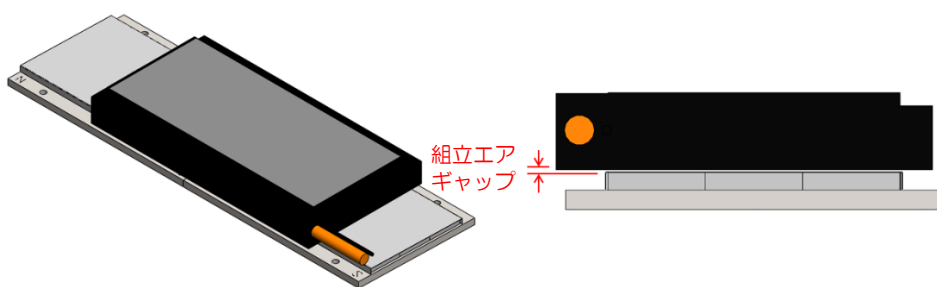


図2.1.1.1.3 ステーター極性

モーターの取り付け時には、フォーサーとステーター間のエアギャップにご注意ください。コア付きリニアモーターのエアギャップとモーター性能の関係については、マニュアルのセクション 3.2.1を参照してください。

モーターのフォーサーとステーターの取り付けガイドラインについては、マニュアルのセクション 4.1.1を参照してください。フォーサーとステーターの間には強力な吸引力が存在するため、危険を避けるため、ステーターを勝手に取り外したり、磁性体を使用して装置に近づいたりしないでください。また、ステーターアセンブリの長さはフォーサーの長さよりも長くする必要があります。そうしないと、予期せぬリスクが発生する可能性があります。

LMSA/LME/LMSS



LMSA-Z

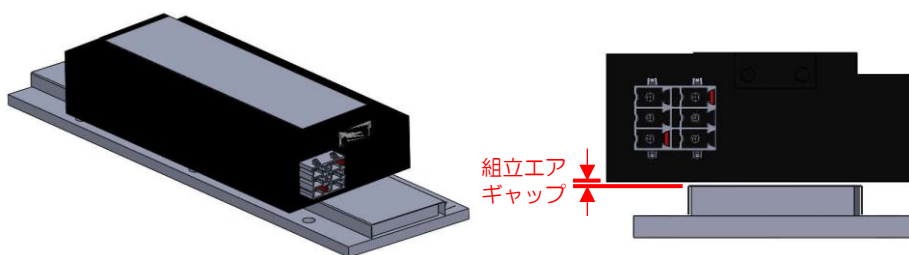


図2.1.1.1.4 フォーサーとステーターの構造

2.1.1.2 水冷式リニアモーター（LMFA/LMFP）の構造

LMFA/LMFP製品はコア付きの水冷式モーターで、フォーサーは鉄心、フォーサーベース、コイル、冷却銅管、エポキシ樹脂を一体化して構成されています。鉄心は磁石と相互作用するため、このシリーズのモーターはコギング力とフォーサーとステーター間の吸引力の影響を受けます。そのため、フォーサーの取付ベースを設計する際には、これらの要因を考慮する必要があります。本製品は冷却システムを採用することでモーター性能を向上させており、コンベア・搬送装置、PCBドリルマシン、研削盤などの高負荷用途に適しています。

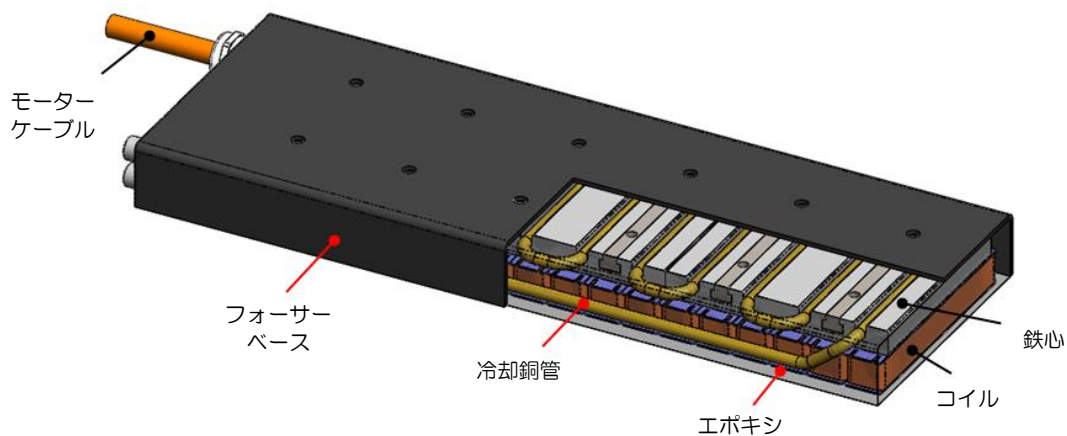


図2.1.1.2.1 フォーサーの構造

LMFA/LMFPのステーターは、上面から見ると長方形の構造です。お客様は、産業用途に応じて、カバータイプまたはエポキシタイプのステーターをお選びいただけます。

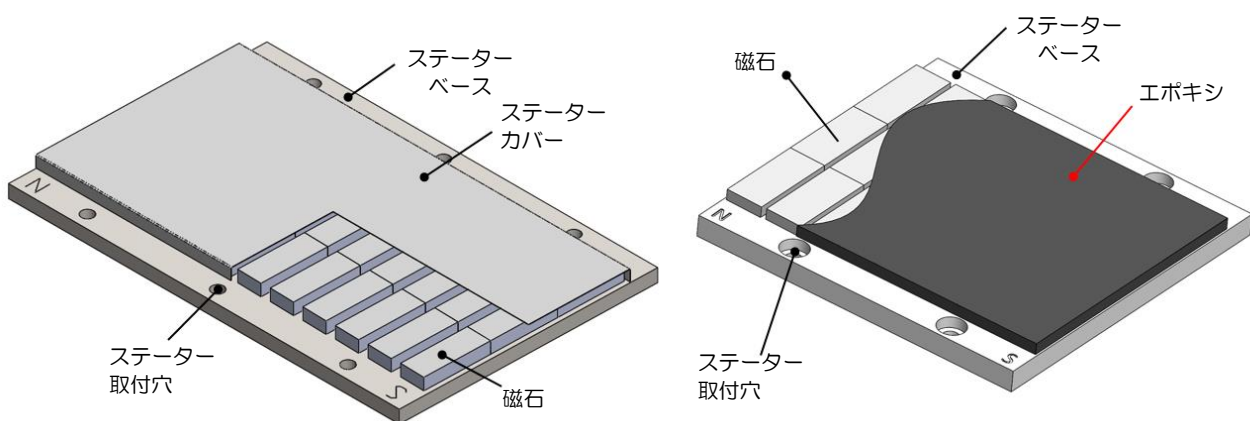


図2.1.1.2.2 ステーター構造

ステーターの極性の説明は図2.1.1.2.3に示され、移動方向は章3.3.2.1を参照してください。

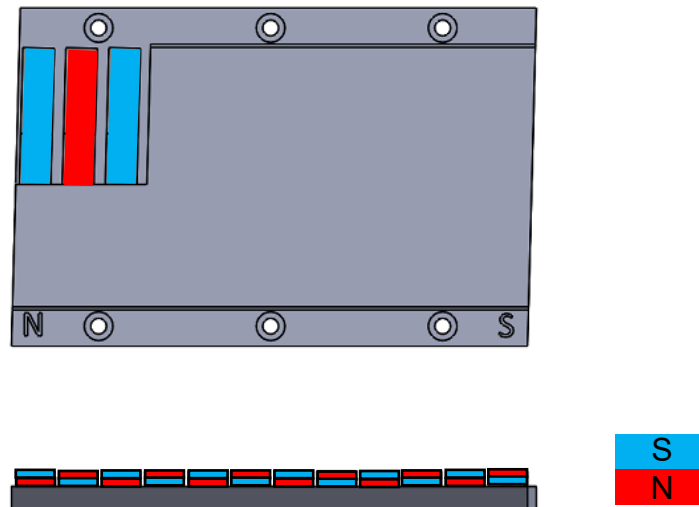


図2.1.1.2.3 ステーターの極性

モーターの設置時には、フォーサーとステーター間のエアギャップにご注意ください。コア付きリニアモーターのエアギャップとモーター性能の関係については、マニュアルのセクション3.2.1を参照してください。

モーターのフォーサーとステーターの取り付けガイドラインについては、マニュアルのセクション 4.1.1を参照してください。フォーサーとステーターの間には強力な磁気吸引力が存在するため、危険を避けるため、ステーターを勝手に取り外したり、磁性体を使用して装置に近づいたりしないでください。また、ステーターアセンブリの長さはフォーサーの長さよりも長くする必要があります。そうしないと、予期せぬリスクが発生する可能性があります。

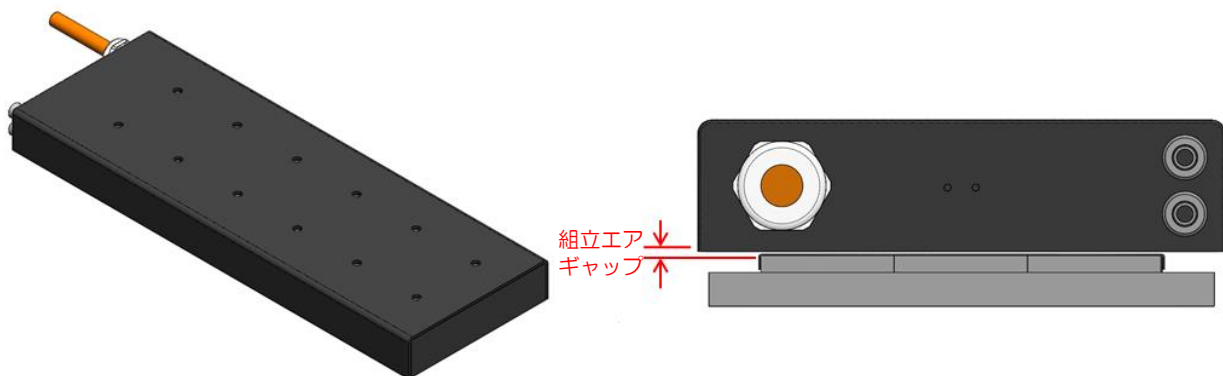


図2.1.1.2.4 フォーサーとステーターの構造

2.1.1.3 コア付きリニアモーター（LMSC）の構造

LMSC製品は、鉄心、フォーサーベース、コイル、エポキシ樹脂で組み立てられた鉄心モーターです。鉄心が背中合わせに配置されているため、フォーサーとステーター間の吸引力が相殺され、ガイドウェイへの負荷が大幅に軽減され、ガイドウェイの寿命が延びます。

この製品は、コンベア/輸送機器、自動化生産ライン、軽量加工機器などの高加速度用途に適しています。

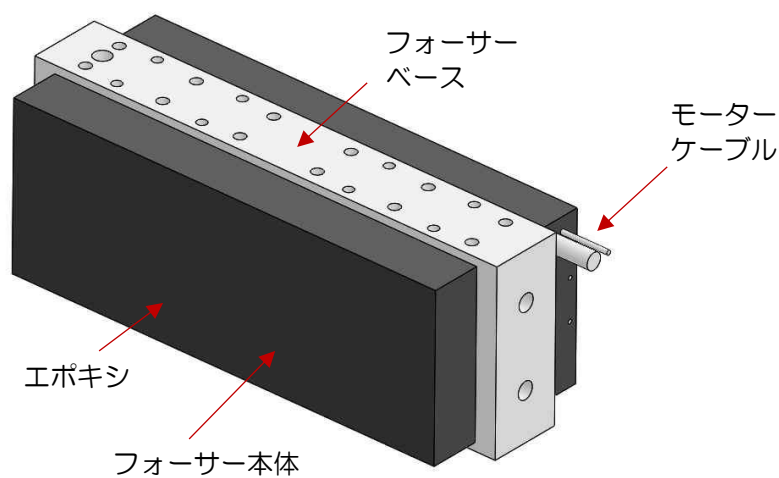


図2.1.1.3.1 フォーサーの構造

2.1.1.4 コアレスリニアモーター（LMC）の構造

LMC製品はコアレスモーターです。図2.1.1.4.1のフォーサー組立図から、フォーサー内部は鉄心ではなくコイルのみで構成されており、フォーサーベースとエポキシ樹脂を一体化して構成されていることがわかります。コアレス構造のため、コギング力がなく、フォーサーとステーター間の吸引力もなく、低慣性という特性を持っています。光学検査装置、走査型電子顕微鏡装置など、高速・軽負荷用途、極低速リップル・低磁場損失が求められる用途に適しています。

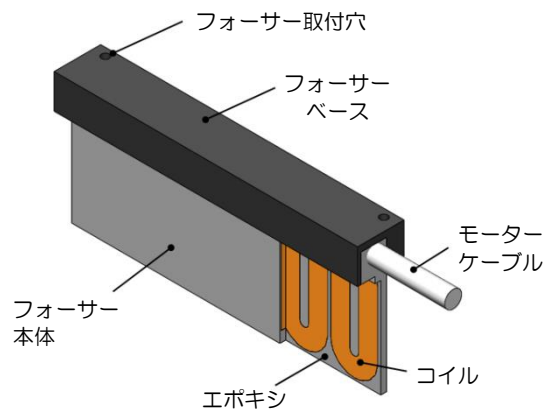


図 2.1.1.4.1 フォーサーの構造

LMCのステーターは、側面から見るとU字型構造で、図2.1.1.4.2に示すように、ベースと2列の磁石が組み合わさった構造になっています。磁石の数量がコア付きリニアモーターよりも多いため、全体の重量はフォーサーよりも重くなります。そのため、お客様はステーターを可動部品として使用する必要はありません。

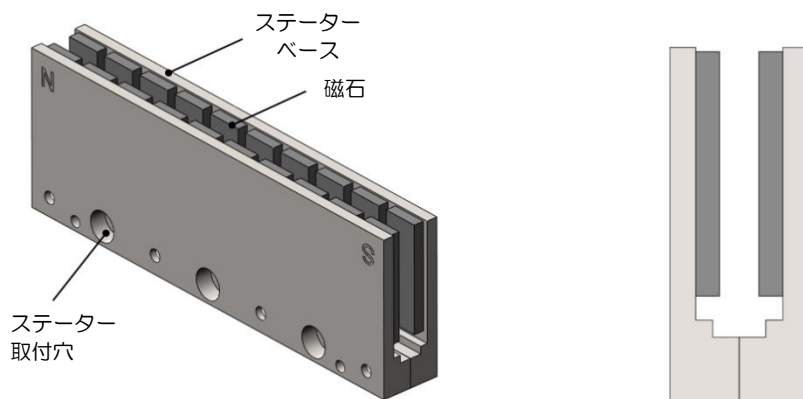


図 2.1.1.4.2 ステーター構造

ステーターの極性の説明は図2.1.1.4.3に示され、移動方向はセクション 3.3.2.1を参照してください。

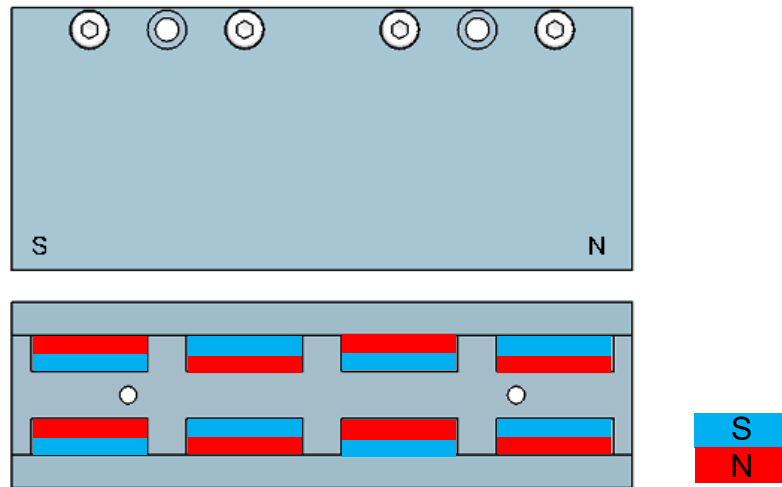


図 2.1.1.4.3 ステーターの極性

LMCステーターのU字型構造の切り欠き部は、フォーサーがステーター間を移動できるようにするためのものです。モーターの取り付け時には、図2.1.1.4.3に示すように、ステーター間の組み立て隙間にご注意ください。モーターフォーサーとステーターの取り付けガイドラインについては、マニュアルのセクション4.1.2を参照してください。ステーターに使用されている磁石は強力な磁気吸引力を持っているため、危険を避けるため、ステーターを勝手に取り外したり、磁性体を使用してステーターに近づいたりしないでください。

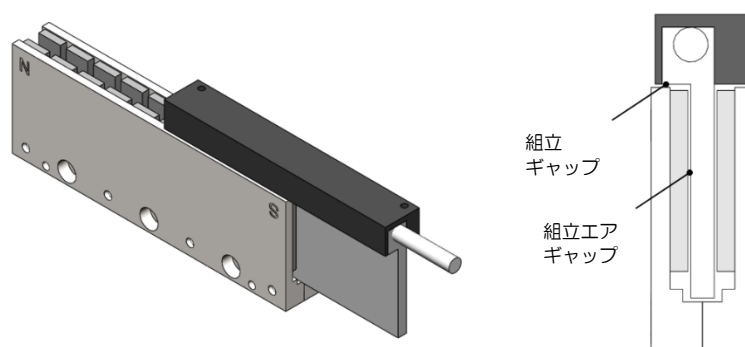


図 2.1.1.4.4 フォーサーとステーターの構造

2.1.1.5 円筒型リニアモーター（LMT）の構造

当社のLMTシリーズ製品は、コアレス円筒型モーターです。コアレス構造のため、モーター特性はLMCシリーズの特性と一致し、コギング力、吸引力がなく、低慣性の特性を持っています。フォーサーアセンブリは図2.1.1.5.1に示すように、内部構造はコアレスです。LMTとLMCの違いは、LMTが比較的コンパクトでシンプルな構造で、外観はネジ管状直線運動機構に似ているため、メンテナンスが容易で、機構スペースの利用率を高めることができます。ネジ管状直線運動機構からダイレクトドライブ直線運動機構に変更するお客様にとって、最適なソリューションです。一般的な用途には、光学検査装置、工作機械のワイヤー切断装置、走査型電子顕微鏡装置、食品自動化装置、医療自動化産業などがあります。

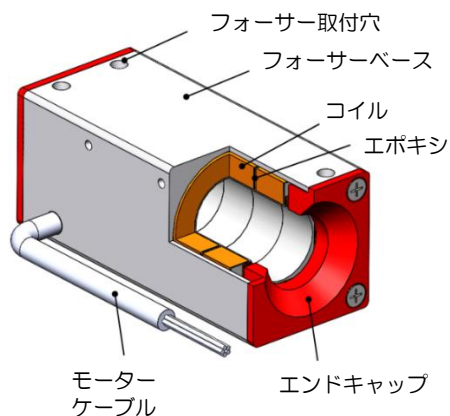


図2.1.1.5.1 フォーサーの構造

LMTステーターの外観は密閉された円形ロッドで、図2.1.1.5.2に示すように、ステーター外筒と磁石によって形成されています。モーターの取り付け時には、図2.1.1.5.3に示すように、フォーサーとステーター間の組み立てギャップにご注意ください。モーターフォーサーとステーターの取り付けガイドラインについては、マニュアルのセクション4.1.2を参照してください。ステーターに使用されている磁石は強力な磁気吸引力を持っているため、危険を防止するため、ステーターを勝手に取り外したり、磁性体を使用してステーターに近づいたりしないでください。

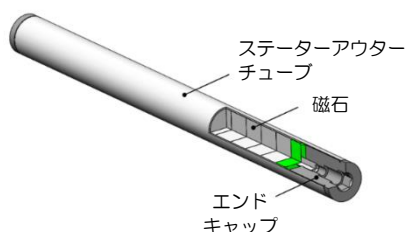


図2.1.1.5.2 ステーターの構造



図2.1.1.5.3 フォーサーとステーターの構造

2.1.1.6 水冷式リニアモーター冷却システム

HIWIN LMFA/LMFPシリーズモーターは、内部水冷方式を採用し、最適なモーター性能を実現します。内部水冷に加え、LMFA/LMFPシリーズモーターにはオプションのLMFC精密水冷アクセサリも搭載されており、熱交換面積を拡大し、モーターからの熱伝達を遮断することで、お客様の機械の温度を大幅に低減します。図2.1.1.6.1に示す温度分布比較により、高精度アプリケーションのニーズを満たします。構造は図2.1.1.6.2の通りです。

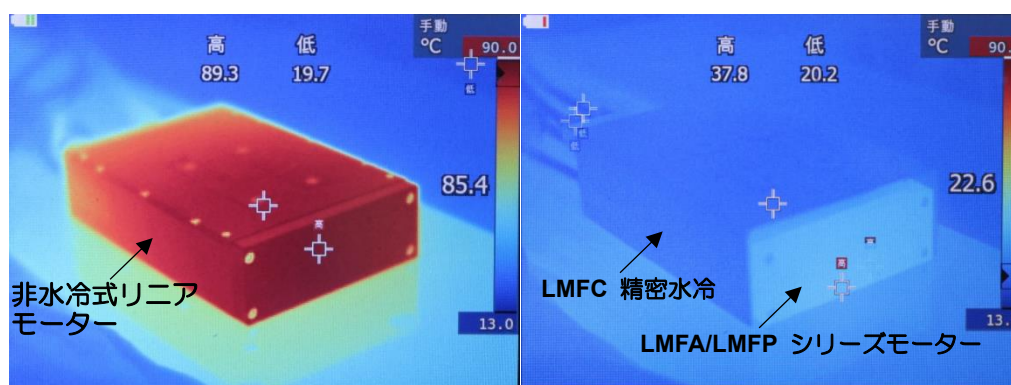


図2.1.1.6.1 温度分布比較画像

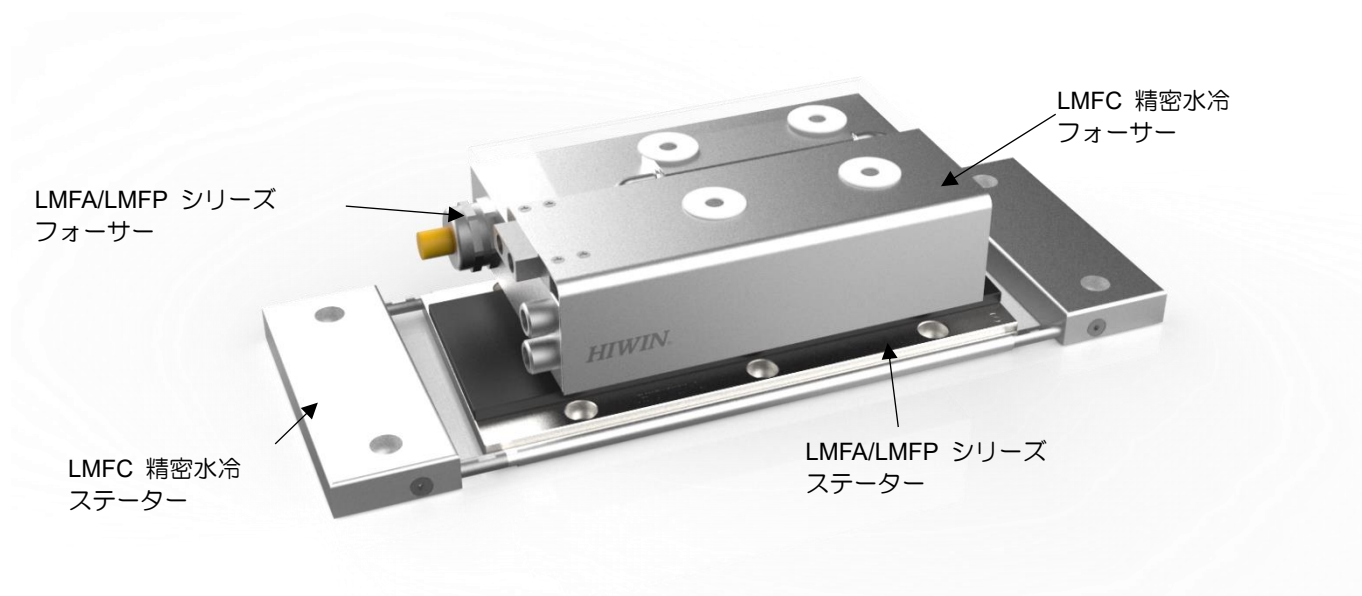


図2.1.1.6.2 LMFC精密水冷モーターの基本構造のLMFA / LMFPシリーズ

2.1.1.7 LMFC 精密水冷フォーサー

LMFA / LMFPシリーズモーターの内部には冷媒チャンネルが装備されており、冷媒は水冷コネクタ入口からモーター内部に入り、冷却を行います。密閉されたチャンネルを通過して放熱された後、冷媒は水冷コネクタ出口から水冷機に戻ります。LMFCフォーサー精密水冷を備えたモーターの場合、LMFC精密水冷アクセサリが元のLMFA / LMFPフォーサーの上に取り付けられています。精密水冷用に提供されている断熱材は、熱伝達を遮断するために使用されます。冷媒は水冷コネクタ入口からモーター内部に入り、冷却を行い、密閉されたチャンネルを通過して放熱された後、水冷コネクタ出口から水冷機に戻ります。

2.1.1.8 LMFC 精密水冷ステーター

ステーターの放熱のための冷却設計は、LMFC精密水冷シリーズのみに採用されています。LMFCステーター精密水冷は、LMFA/LMFPステーターの下部に設置されています。冷却液は水冷コネクタ入口からモーター内部に入り、冷却を行います。その後、密閉された放熱チャンネルを通過し、水冷コネクタ出口から水冷装置に戻ることによって、迅速な放熱効果を実現します。

2.1.2 モーターの熱計算

2.1.2.1 モーターの熱損失

モーターの電気エネルギーを運動エネルギーに変換するプロセスでは、銅損、鉄損、機械損も避けられません。銅損は、モーターのフォーサーコイルに電流が流れる際に抵抗によって生じる損失です。鉄損は、フォーサーとステーター磁石間の磁場変換によって生じます。機械損は、一般に銅損や鉄損に比べてはるかに小さいため、無視できます。

連続力による銅損計算方法は次のとおりです：

$$P_C = \frac{3}{2} \times R_{25} \times \{1 + [0.00393 \times (T_{max} - 25)]\} \times I_C^2$$

P_C : コイル温度が T_{max} のときの銅損[W]

R_{25} : コイル温度25℃時の線間抵抗[Ω]

I_C : コイル温度が T_{max} のときの連続電流 [A_{rms}]

T_{max} : 最高巻線温度[℃]（各シリーズモーターのカatalogをご参照ください）

熱損失は主に熱伝導方式を利用してコイルの損失をモーター表面に伝達します。自然空冷の例では、熱損失源は空気と接触しているモーター表面からの熱対流によって外部環境に伝達され、さらに熱は熱放射と顧客設置面からの熱伝導によって排出されます。水冷の例では、熱損失源は熱伝導を利用して熱源中心から冷却水に熱を伝達します。冷却水の熱対流係数は空気の熱対流係数よりもはるかに高いため、対流による熱源から空気への熱伝達の影響を省略できます。LMFAシリーズモーターの冷却方式は、水冷式または空冷式を使用できます。使用するパラメーターが仕様に記載されているものと同じであることを確認してください。また、最大巻線温度が120℃を超えないことにもご注意ください。

2.1.2.2 連続動作温度

モーターコイルの定常温度は、銅損と鉄損の比に基づいて定義されます。リニアモーターを使用する場合、鉄損は無視できます。モーターの全損失と定格連続推力 (F_c) は、カタログに記載されている最大巻線温度に基づいて定義されます。等価推力 (F_e) が定格連続推力 (F_c) より小さい場合、異なる動作条件におけるモーターコイルの定常温度は、以下の式で求められます。

動作電流が定格電流 ($I_e \leq I_c$) より低い場合、温度と推力の関係は次のようになります。

$$T_e = T_{amb} + \left(\frac{F_e}{F_c} \right)^2 \times (T_{max} - 25)$$

T_e : 等価推力下におけるコイル定常温度 [°C]

T_{amb} : 環境温度 [°C]

F_e : 実動作時の等価推力 [N] (コイル温度が T_e のとき)

F_c : 定格連続力 [N] (コイル温度が T_{max} のとき)

2.1.2.3 熱時定数

モーターの動作過程において、コイル温度は熱時定数と相関関係にあります。熱時定数は、コイルの初期温度 T_0 と最高巻線温度 T_{max} との温度差が63%となる時間（図2.1.2.3.1参照）と定義されます。モーターが定常状態に達するまでの時間は、熱時定数 t_{TH} の約5倍です。

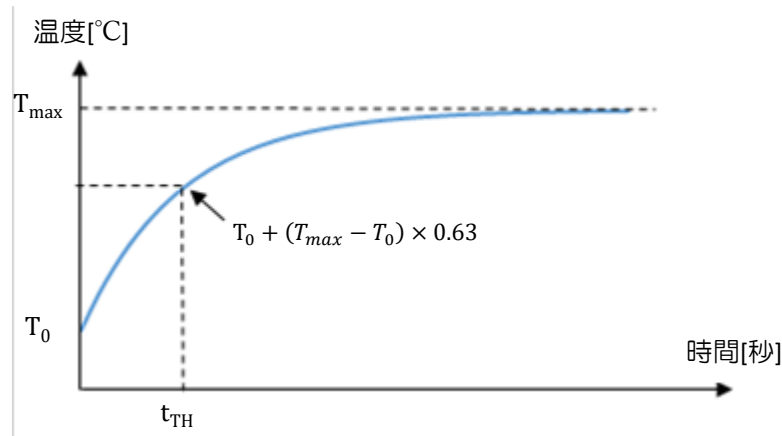


図2.1.2.3.1 モーター温度上昇曲線グラフ

熱時定数と温度の関係式は

$$T(t) = T_0 + (T_{max} - T_0) \times \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{t_{TH}}\right)}\right)$$

$T(t)$: コイル温度 [°C] (動作時間 t)

T_0 : コイル初期温度 [°C]

T_{max} : 最大巻線温度 [°C]

t_{TH} : 熱時定数 [sec] (各シリーズのモーターについてはカタログを参照してください)

t : 稼働時間 [sec]

動作電流が定格電流とピーク電流の間 ($I_c < I_e < I_p$) にある場合、モーターを冷却するために電源を切ったアイドル時間を設定する必要がある。また、前述の熱時定数は、負荷サイクルに必要な時間を計算するために使用できる。まず、2.1.2.2項に従い、実際の動作における等価推力 (F_e) を用いて、等価推力におけるコイルの定常温度 (T_e) 値を求め、次に以下の式を用いて相対最大動作時間を求めます。

等価推力と最大動作時間におけるコイルの定常温度 (T_e) の式は、

$$t = -t_{TH} \times \ln \left(1 - \frac{T_e - T_0}{T_{max} - T_0} \right)$$

t : 最大稼働時間 [sec]

注記：ここで説明する等価電流のコイル温度（ T_e ）は、カタログに規定されている最大巻線温度（ T_{max} ）を超えてはなりません。

2.1.2.4 ストール状態

モーターの回転速度が非常に遅い場合（停止時を含む）、モーター内部の電流整流速度は非常に遅く、電流はモーター内の特定のコイル群に蓄積されます。この状態で連続電流を使用すると、最終的に放熱不足に陥り、モーターが過熱状態になります。

概念は次のようになります（図 2.1.2.4.1）：

- 矢印はモーターの周囲に放熱用の水の流れのようなもので、単位時間あたりに流出できる水の量は決まっています。
- ストール状態にある場合、モーターの温度は特定の 2 つの相またはモーターの特定の相に集中します。
- モーター周囲の水の流れは増加していないため、モーターの熱は一部のコイルに蓄積され続けます。

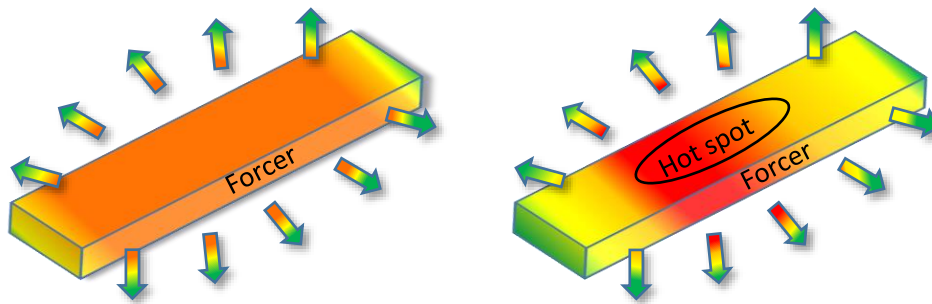


図 2.1.2.4.1 通常運転（左） ストール状態（右）

モーターが 1Hz 未満のモーター周波数で動作している場合、ストール状態とみなされます。モーター周波数、モーター速度、および極数の関係は次のとおりです。

$$v = 2\tau f$$

v = 速度 (m/s)

f = 電気周波数 (Hz)

2τ = 極対ピッチ (m)

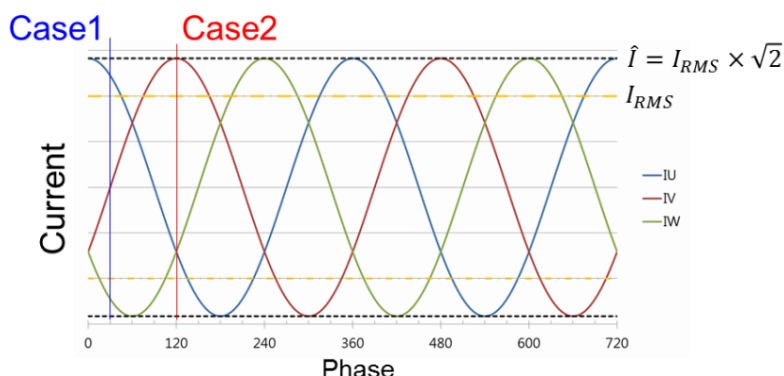


図 2.1.2.4.2 異なる位相におけるモーターの電流

前述の通り、モーター回転速度が極めて低く、モーターがストール状態にある場合、図 2.1.2.4.2 に示すように、電流は二相または单相の各相が耐えられる連続電流を超えます。過熱を防ぐため、動作電流を適切に低減する必要があります。ストール状態には 2 つの境界があり、どの電気角においても、電流は次の 2 つのケースの間である必要があります。

ケース 1 両相過電流。(U 相、W 相の例)

➔ 電流は連続電流の 81% まで低下 ($\frac{1}{\sqrt{1.5}}$)

➔ 電流の変更: $I_{\text{phase_U}} = I_{\text{phase_W}} = \frac{1}{\sqrt{1.5}} I_c(w)$

ケース 2 单相過電流 (V 相の例)

➔ 電流は連続電流の 70% まで低下します ($\frac{1}{\sqrt{2}}$)

➔ 電流の変更: $I_{\text{phase_U}} = \frac{1}{\sqrt{2}} I_c(w)$

ストール状態は、ユーザーがアプリケーションや計算において簡単に無視してしまうことがあります。モーター速度が表 2.1.2.4.1 に示す速度よりも低い場合、ストール状態と見なす必要があります。動作条件は慎重に評価する必要があります。モーターの過熱による損傷を防ぐため、電流と温度を監視する必要があります。

表 2.1.2.4.1 HIWIN リニアモーターのストール速度

LM シリーズ	LMSA/LME	LMFA0□~2□, LMFP2□	LMFA3□~6□, LMFP3□~6□
速度 (m/s)	0.03	0.03	0.046
LM シリーズ	LMSS	LMCA, LMCB, LMCC	LMCD, LMCE, LMCF, LMC-EFC, LMC-EFE, LMC-EFF
速度 (m/s)	0.02	0.032	0.06
LM シリーズ	LMC-HUB	LMT2	LMT6
速度 (m/s)	0.024	0.048	0.06
LM シリーズ	LMTA	LMTB	LMTD
速度 (m/s)	0.072	0.09	0.12

2.1.2.5 環境温度と連続推力

HIWINリニアモーターの連続出力は、環境温度25℃におけるモーターの最高巻線温度に基づいて定義されます。動作環境温度が25℃を超えると、モーターが達成できる連続出力は低下します。異なる環境温度下において、モーターが最高巻線温度を超えずに達成できる連続出力は、以下の式で計算できます。

$$\frac{T_{max} - T_{amb}}{T_{max} - T_0} = \frac{F_x^2}{F_C^2}$$

T_{max} : 最大巻線温度（カタログ値） [°C]

T_{amb} : 環境温度 [°C]

T_0 : モーターの初期温度 [°C], 水冷 $T_0=20^\circ\text{C}$, 自然冷却 $T_0=25^\circ\text{C}$

F_C : 連続推力（カタログ値） [N]

F_x : 異なる環境温度下でも連続的に力を発揮 [N]

異なる環境温度と達成可能な連続力の関係は、図 2.1.2.5.1 と図 2.1.2.5.2 に示されています。

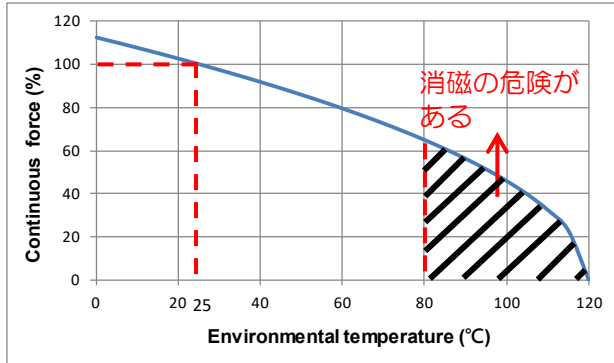


図 2.1.2.5.1 自然冷却モーターの環境温度と連続推力の関係グラフ

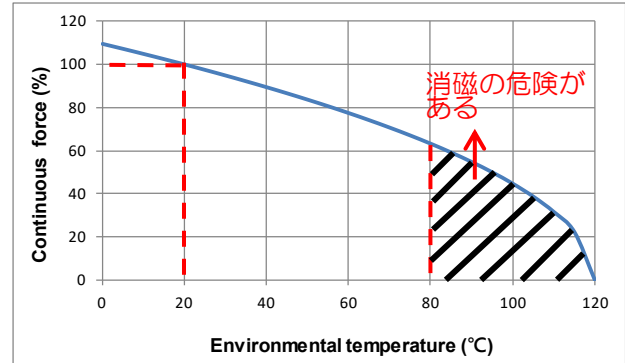


図 2.1.2.5.2 水冷式モーターの環境温度と連続推力の関係グラフ

2.1.2.6 温度センサー

リニアモーターには温度センサーが内蔵されており、モーターの過熱保護に必要な信号を制御システムに提供します。

PTC素子を用いた温度監視のみによるモーター保護では不十分な場合があります。例えば、モーターが連続電流を超える電流で動作している場合などがこれに該当します。HIWINは、制御側で追加の保護アルゴリズムを使用することを推奨しています。連続電流を超える電流での最大動作時間の計算については、セクション2.1.2.3を参照してください。

一般的な温度センサーにはPTC、Pt1000などがあります。モーターに搭載されている温度センサーの種類については、カタログまたは受入図面を参照してください。温度センサーの性能はそれぞれ次のとおりです：

PTC 100とPTC 120はそれぞれサーミスタであり、コイルの温度に応じて出力抵抗が変化します。PTC 100は $T_{REF} = 100^{\circ}\text{C}$ で抵抗が大きく増加し、PTC 120は $T_{REF} = 120^{\circ}\text{C}$ で抵抗が大きく増加します。それぞれの特性は以下のとおりです。

表2.1.2.6.1 PTC温度センサの特性

温度	抵抗
$20^{\circ}\text{C} < T < T_{REF} - 20\text{K}$	$20\Omega \sim 250\Omega$
$T = T_{REF} - 20\text{K}$	$\leq 550\Omega$
$T = T_{REF} + 5\text{K}$	$\geq 1330\Omega$
$T = T_{REF} + 15\text{K}$	$\geq 4000\Omega$

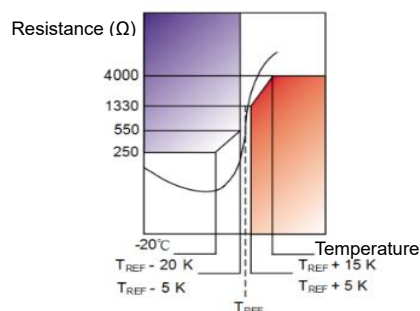


図2.1.2.6.1 PTC温度と抵抗の関係グラフ

Pt1000は白金抵抗温度センサ（RTD）であり、温度が 0°C のときに抵抗値が 1000Ω となるという特性があります。出力抵抗を測定することで実際の温度を求めることができます。抵抗と温度の関係は図2.1.2.6.2に示されており、抵抗と温度の標準的な関係式は以下のように表されます：

温度範囲が $-200\sim 0^{\circ}\text{C}$ の場合

$$R_{\theta} = R_0[1 + A\theta + B\theta^2 + C(\theta - 100)\theta^3]$$

温度範囲が $0\sim 850^{\circ}\text{C}$ の場合

$$R_{\theta} = R_0(1 + A\theta + B\theta^2)$$

$$R_0 = 1000 \text{ } [\Omega]$$

θ = 動作温度 $[^{\circ}\text{C}]$

$$A = 3.9083 \times 10^{-3} \text{ } [^{\circ}\text{C}^{-1}]$$

$$B = -5.7750 \times 10^{-7} \text{ } [^{\circ}\text{C}^{-2}]$$

$$C = -4.1830 \times 10^{-12} \text{ } [^{\circ}\text{C}^{-4}]$$

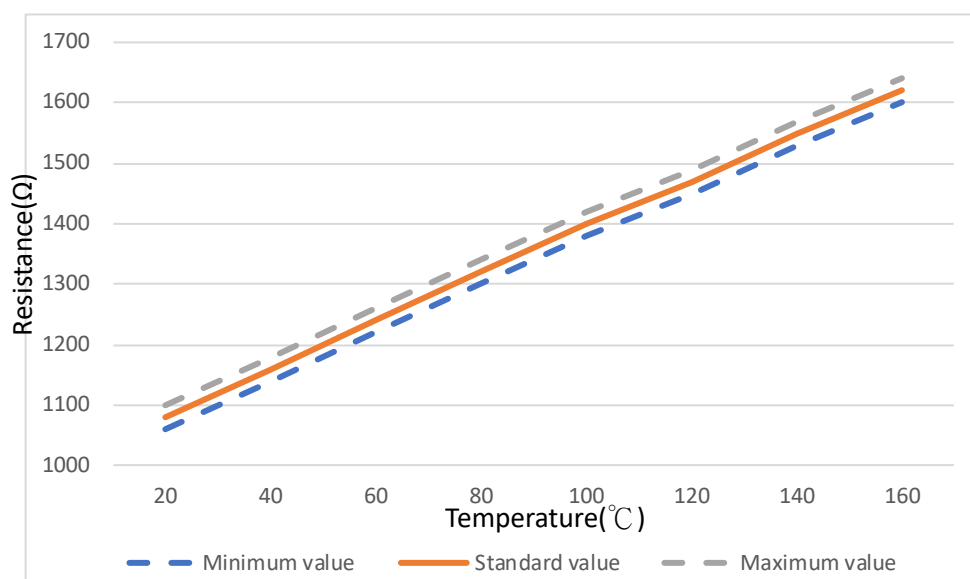


図 2.1.2.6.2 Pt1000 の抵抗と温度の関係グラフ

KTY84-130はシリコン温度センサであり、出力抵抗を測定することで実際の温度を得ることができます。その特性は表2.1.2.6.2に示され、抵抗と温度の関係は図2.1.2.6.3に示されています。

表2.1.2.6.2 KTY84-130温度センサーの特性

記号	パラメーター	基準	最小値	標準値	最大値	単位
R_{100}	00°C以下の温度での耐性	$I_{(out)} = 2mA$	970	-	1030	Ω
R_{250} / R_{100}	抵抗比	T = 250°C および 100°C	2.111	2.166	2.221	Ω
R_{25} / R_{100}	抵抗比	T = 25°C および 100°C	0.595	0.603	0.611	Ω

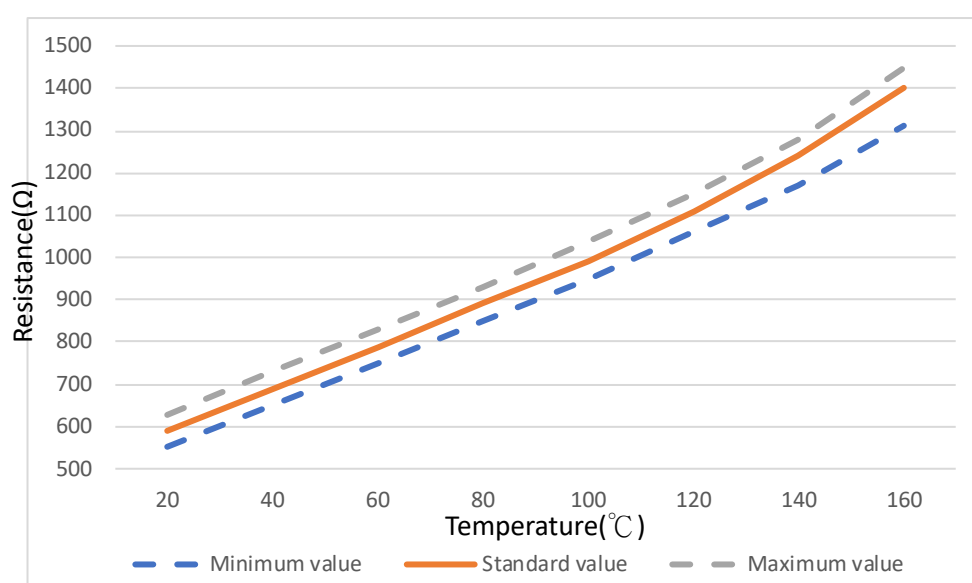


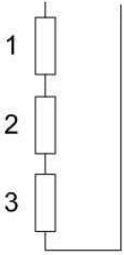
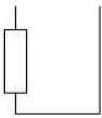
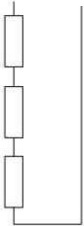
図2.1.2.6.3 KTY84-130の抵抗と温度の関係グラフ

2.1.2.7 ドライバーアンプへの接続

温度監視回路は通常、ドライバー制御装置に直接接続できます。EN61800-5-1に準拠した保護分離要件を満たすには、センサーをドライバーメーカーが提供するデカップリングモジュールに接続する必要があります。

2.1.2.8 過熱保護の設定

表2.1.2.8.1 過熱保護構成図

	構成図
PTC SNM120	T1 – (yellow)T1 + (red) Phase 1 Phase 2 Phase 3 
PT1000	T2 + (black)T2 – (white) 
SKM120	T – (blue)T + (brown) Phase 1 Phase 2 Phase 3 

2.2 ドライバー関連

2.2.1 電源とコントローラーの選択

電源を選択する際には、連続電流、ピーク電流、およびバス電圧を考慮する必要があります。さらに、一部の駆動システムによってモーターに誘起される共振効果も考慮する必要があります。モーターは、複数の個別コイルを直列に接続して組み立てられます。これらのコイルはそれぞれ、直列インダクタンスとアースに対する浮遊容量を持ちます。得られたLCネットワークは共振周波数を持つため、位相入力に電気振動（特にPWM周波数）が加えられると、モーターの中性点がアースに対して非常に大きな振幅で振動し、その結果、絶縁が損傷する可能性があります。この現象は、極数の多いモーター（リニアモーターなど）でより顕著になります。

理想的な条件下では、電源によって生成される600VDCバス電圧は、アースに対して ± 300 VDCになるはずですが、構成によっては、バスとアース間の電圧が振動し、高電圧のピークがモーターに伝達されることがあります。電圧とアース間の振動はシステム特性に依存します。経験上、バス電圧に接続される軸数が少ないシステムでは、バスに不必要な振動が発生する可能性は低くなりますが、例えば、多数の軸と複数のスピンドルを備えた大型工作機械では、振動が大きな振幅に達する可能性があります。これらの振動の周波数がモーターの共振周波数に近い場合、中性点の過電圧故障につながる可能性があります。

コントローラーのPWM周波数がモーターの共振周波数と一致する場合があります。この場合、PWM周波数の基本波がモーターの共振周波数を直接励起し、中性点に非常に高い電圧が発生します。また、PWM電圧は矩形波であるため、奇数次高調波（1、3、5、7など）も含まれており、これらもモーターの共振を励起する可能性があります。幸いなことに、これらの高調波の振幅は基本波よりも小さくなっています。

別のケースでは、過電圧による故障につながる可能性もあります。この場合、PWM周波数の基本波がモーターの共振周波数を直接励起し、中性点に非常に高い電圧が発生します。さらに、PWM電圧は矩形波であるため、奇数次高調波（1、3、5、7など）も含まれており、これらもモーターの共振を励起する可能性があります。結論として、故障の発生を防ぐには、バス電圧とアース間の振動とPWM周波数という2つの要素を考慮する必要があります。上記の2つの要素がモーターと共振しない限り、モーターにリスクはありません。

電源を選択する際には、以下の条件を確認してください：

電源によって生成されるピーク電圧および dv/dt 勾配は、以下の値を超えてはなりません：

- 300 VDC コントローラー：750（相間、相対アース、中性点对アース）、電圧勾配：8kv/us（表 2.2.1.1 および図 2.2.1.1 参照）。
- 600 または 750 VDC コントローラー：最大 1050 VP（PWM 周波数における相間、相対接地、中性点对接地）、電圧勾配：11kV/us（表 2.2.1.2 および図 2.2.1.2 参照）。

コントローラーとモーター間のケーブルは、ケーブルとモーター間のインピーダンス不整合により反射波を発生します。反射電圧が後続の入力電圧に重畳され、電圧上昇を引き起こします。この現象はモーターケーブルが長いほど顕著になります。コントローラーとモーター間のケーブル長が 10 メートルを超える場合は、モーター端子の電圧を測定し、上記の規定値よりも低いことを確認する必要があります。測定値が規定値外の場合は、保護のため、コントローラーとモーターの間に dV/dt フィルタを挿入する必要があります。

この電圧振動現象の詳細については、セクション 2.2.2 および 2.2.3 を参照してください。

表 2.2.1.1 LMC、LMT シリーズの電源と中性点の電圧制限

項目	330 V_{DC} コントローラー
V_{bus}	Max. 330
$ V_{peak. to ground}^+ $	< 750 V_p (位相対接地) @ PWM 周波数
$ V_{peak. to ground}^- $	< 750 V_p (位相対接地) @ PWM 周波数
電圧勾配 $ dV/dt $	< 8kV/ μs (瞬時) 瞬間的な電圧勾配を得るのが難しい場合は、次の式で推定できます。(図 2.2.1.1)： $ dV/dt = (90\%V_{pp} - 10\%V_p)/t_r $

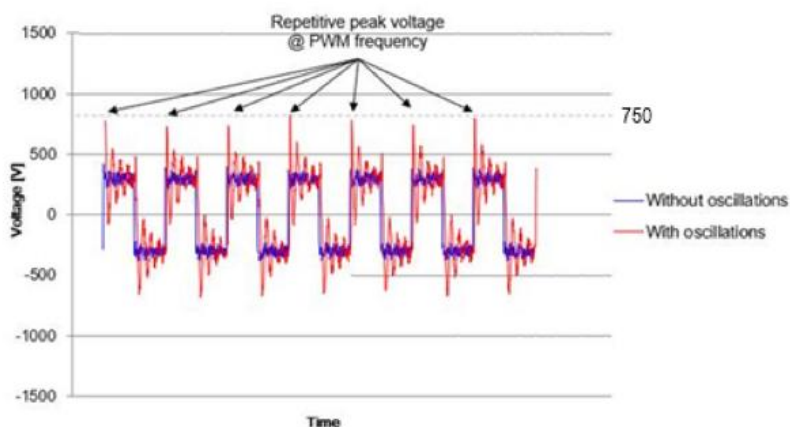


図2.2.1.1 電圧発振回路図（300 V_DCコントローラー）

表 2.2.1.2 LMS、LMSA、LMF、LMFA、LMFP シリーズの電源および中性点の電圧制限

項目	LMSA, LMF, LMFA, LMFP	LMS
V_{bus}	最大 750	最大 600
$ V_{peak. to ground}^+ $	$< 1050 V_p$ (位相対接地) @ PWM 周波数	
$ V_{peak. to ground}^- $	$< 1050 V_p$ (位相対接地) @ PWM 周波数	
電圧勾配 $ dV/dt $	$< 11kV/\mu s$ (瞬時) 瞬間的な電圧勾配を得るのが難しい場合は、次の式で推定できます。(図 2.2.1.1) : $ dV/dt = (90\%V_{pp} - 10\%V_p)/t_r $	

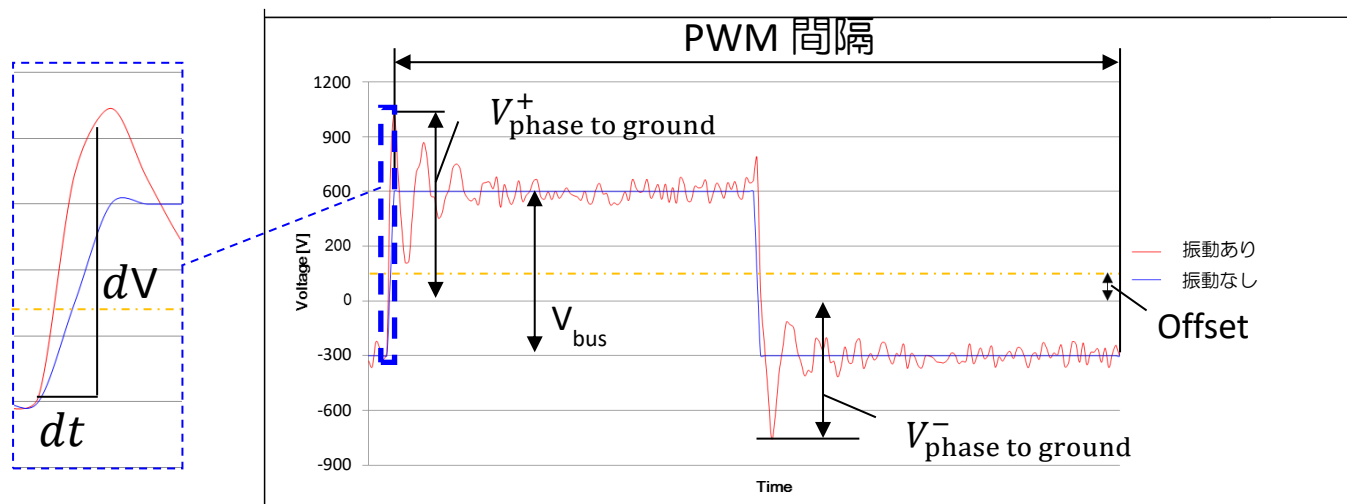


図 2.2.1.2 電圧発振回路図 (600/750 V_DC コントローラー)

2.2.2 ケーブル線路電圧反射現象

電磁波が導体内を伝送されると、実際には導体に沿って電圧と電流の変化が発生します。線路の長さが波長に比べて非常に短い場合、この現象は無視でき、線路全体を同じ電圧と見なすことができます。しかし、電磁波の周波数が十分に高い場合、波長は非常に短くなります。この場合、電圧はケーブル内で明確な分布を持つため、伝送線路理論を使用して導体の電圧分布を計算する必要があります。伝送線路理論では、電気はケーブル内を伝送される電磁波と見なされます。伝送中のインピーダンスの不整合は、入射反射につながります。この現象は、モーターを使用する場合に発生する可能性が高くなります。モーターのインピーダンスはケーブルのインピーダンスよりも比較的大きいため、反射電圧が発生し、それが入射電圧波形に重畳されます。

この現象は電圧信号の立ち上がり時間の影響を受けます。IEC61800-8によれば、一般的な立ち上がり時間 t_r は $50\text{ns} \sim 1\mu\text{s}$ です（図 2.2.2.1 に定義）。ケーブルの特性インダクタンスと特性容量に基づいて伝送波速度 v を計算すると、最大反射電圧が発生する限界長 l_{cr} を推定できます：

$$v = \frac{1}{\sqrt{L_0 C_0}} \quad (\text{通常 } 50 \sim 300 \text{ m}/\mu\text{s})$$

$$l_{cr} = \frac{v t_r}{2}$$

v = ケーブルの伝送波速度

L_0 = ケーブル特性インダクタンス

C_0 = ケーブル特性容量

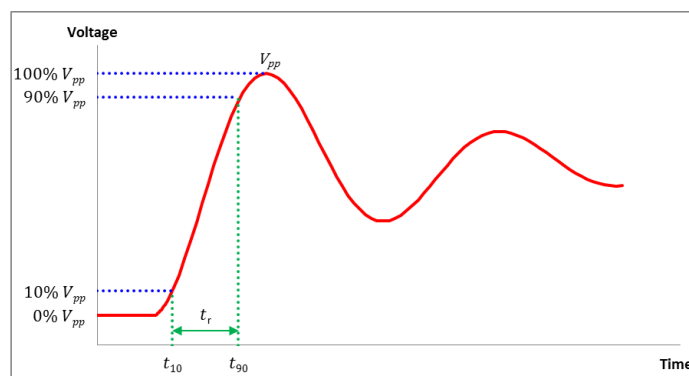


図 2.2.2.1 立ち上がり時間 t_r の定義

2.3 冷却関連

2.3.1 冷却システムの計算

WARNING

作業温度のリスク

誤った操作や故障の場合、モーターが過熱し、発火や発煙の原因となることがあります。これにより、重傷または死亡に至る可能性があります。さらに、過度の高温はモーター部品を破壊し、故障の増加とモーターの耐用年数の短縮につながります。



- ◆ 関連する仕様に従ってモーターを操作します
- ◆ やけどをしないように、製品の周りで作業する前に、フォーサーが十分に冷めるのを待ちます(室温 25℃の場合)
- ◆ モーターコイルは最高使用温度 120℃に達します
- ◆ 異臭、異音、発煙、振動等が発生した場合は、直ちに電源を切ってください

モーター冷却システムは、主にモーターの最大放熱量、冷却剤の最小流量、冷却剤入口と出口間の圧力差、および冷却剤入口と出口間の温度差を計算に利用します。運転時には、カタログ値に従って冷却システムの設計と選択を行うことで、モーターが最適な性能を発揮することができます。モーターがより高い温度（ただし、最大巻線温度120℃を超えない）で動作することが許可されている状態で、モーターの実動作の等価推力がカタログに示されている連続推力よりも低い場合、そのポンピング作業の過度の消費を防ぐために、クーラントの流量を下げるすることができます。冷却条件は、以下の式に従って適宜調整することができます。

次の式を使用して、さまざまなモーターの電力損失に応じて水冷システムの境界条件を調整できます。等価スラスト力が連続推力よりも小さい($F_e < F_c$)ユーザーの動作条件の下で、冷却剤の流量を決定します。ユーザー側で調整する必要がある場合、次の式を使用して、等価スラスト力に対応するクーラント流量を解くことができます。

$$Q_{P,H,e} = \frac{Q_{P,H,MAX}}{(F_c/F_e)^2}$$

$$Q_{P,H,e} = 69.7 \times q_e \times \Delta T$$

$Q_{P,H,e}$ ：等価推力下でのモーター全損失 [W]

$Q_{P,H,MAX}$ ：最大放散熱出力 [W]

ΔT ：入口と出口の温度差 [°C]

q_e ：等価推力時のクーラント流量 [L/min]

F_c ：連続推力（カタログ値） [N]

F_e ：実機相当推力 [N]

冷却水流量と入口と出口温度差の関係は図2.3.1.1に、入口と出口圧力差と流量の関係は図2.3.1.2のようになります。

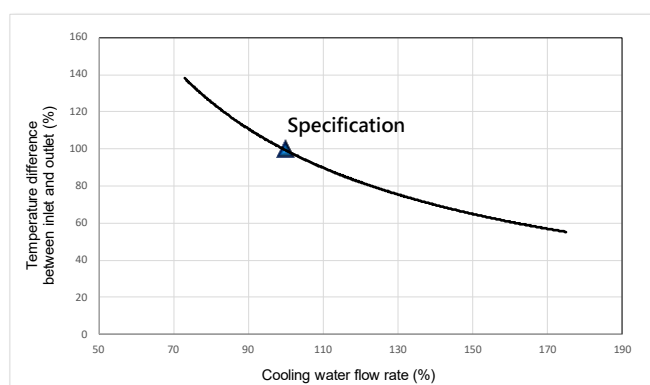


図2.3.1.1 冷媒流量と入口・出口温度差の関係グラフ

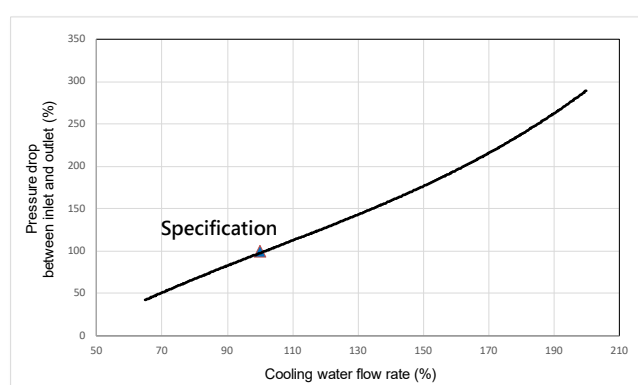


図2.3.1.2 入口と出口の圧力差と流量の関係グラフ

2.3.2 冷却機の選定

冷却機の選定にあたっては、電源と冷媒の使用範囲を考慮するほか、主に冷却能力と流量の選定が重要となります。カタログ値に基づき、モーターが最大限の性能を発揮できる冷却機を選定することをお勧めします。また、2.3.1項に記載されている冷却システムの計算値を参考に選定することもできます。

2.3.3 冷却電力の選択

以下に例を示します。LMFA31のリニアモーターを2台使用し、カタログスペックに記載されている最大発熱量が324(W)の場合、2台のモーターの最大発熱量の合計は $2 \times 324 = 648$ (W)となります。例えば、モーターの最大発熱量が648(W)を超える冷却機を使用した場合、50Hzでは冷却能力は980(W)となり、より大きくなります。

表2.3.3.1 LMFA31シリーズの仕様

LMFA3 シリーズ仕様	記号	単位	LMFA31	LMFA31L
連続推力	F_c	N	380	380
連続電流	I_c	A(rms)	3.1	4.6
連続推力 (WC)	$F_c(wc)$	N	759	759
連続電流 (WC)	$I_c(wc)$	A(rms)	6.2	9.1
ピーク推力 (1 秒)	F_p	N	1750	1750
ピーク電流 (1 秒)	I_p	A(rms)	19.2	28.3
推力定数	K_f	N/A(rms)	122.7	83.1
吸引力	F_a	N	3430	3430
最大巻線温度	T_{max}	°C	120°C	
電気時定数	K_e	ms	11.3	11.4
抵抗値 (線間, 25°C)	R_{25}	Ω	4.3	1.9
抵抗値 (線間, 120°C)	R_{120}	Ω	5.6	2.6
インダクタンス (線間)	L	mH	48.3	22.2
ポール間距離	2τ	mm	46	
逆位電力定数 (線間)	K_v	Vrms(m/s)	70.9	48.0
モーター定数 (25°C)	K_m	N/ $\sqrt{W}$	48.4	48.7
熱抵抗	R_{th}	°C/W	1.17	1.19
熱抵抗 (WC)	$R_{th}(wc)$	°C/W	0.29	0.30
最小流量	-	L/min	4.0	4.0
冷却水の温度	-	°C	20	
温度センサスイッチ	-		1xKTY84-130+1x(3PTC SNM120 直列)	
ピーク推力の最高速度	V_{max}, F_{max}	m/s	4.08	6.19
最大出力電力	PEL, MAX	W	10255	13910
最大放散熱出力	$Q_{P,H,MAX}$	W	324	320
ローター拘束トルク (水冷)	F_e	N	531	531
ストール電流 (水冷)	I_0	A(rms)	4.3	6.4

表2.3.3.2 冷却機の電力選択

項目/型式		HWK- 50PTS	HWK- 250PTS	HWK- 400PTS	HWK- 600PTS	HWK- 750PTS	HWK- 900PTS
冷却能力	KCAL/H 50/60Hz	450/500	840/1000	1400/1500	1700/2100	2600/3000	3200/3800
	W 50/60Hz	525/580	980/1170	1630/1750	1980/2450	2900/3500	3700/4400
	BTU/H 50/60Hz	1800/2000	3360/4000	5600/6000	6800/8400	10000/12000	12800/15200
温度管理	A	固定式（設定範囲 10~40℃）					
	B	温度差式（室温/機体温度追従式、設定範囲-10~+10℃）					
使用範囲	室温	10 ~ 40℃					
	油温	10 ~ 30℃					
電源		3 相 200~230V 50/60Hz					
モーター (W)	コンプレッサー	460			740	1135	1450
	ファン	56	50	95		180	
	ポンプ	120	750				
ポンプ流量 (L/min)	50Hz	2	40				
	60Hz	3.5	50				

2.3.4 流量の選択

冷却機が選択した周波数(50/60Hz)未満の場合、ポンプの流量はモーターの最小流量の合計よりも大きく、ポンプの流量によって生成される圧力は圧力の合計よりも大きくなります。モーター内部冷却ループの低下。大型機器の冷却ループが長い場合は、ループ配管抵抗による圧力降下を考慮する必要があります。

以下に例を示します。LMFA31のリニアモーターを2台使用し、カタログ仕様の最小流量が4.0(L/min)の場合、2台のモーターの最小流量の合計は $2 \times 4.0 = 8.0$ (L/min)となります。表2.3.4.2の冷却機を例にとると、50Hzでのポンプ流量は40(L/min)で、モーターの最小流量8.0(L/min)よりも大きくなっています。

表2.3.4.1 LMFA31シリーズの仕様

LMFA3 シリーズ仕様	記号	単位	LMFA31	LMFA31L
連続推力	Fc	N	380	380
連続電流	Ic	A(rms)	3.1	4.6
連続推力 (WC)	Fc(wc)	N	759	759
連続電流 (WC)	Ic(wc)	A(rms)	6.2	9.1
ピーク推力 (1 秒)	Fp	N	1750	1750
ピーク電流 (1 秒)	Ip	A(rms)	19.2	28.3
推力定数	Kf	N/A(rms)	122.7	83.1
吸引力	Fa	N	3430	3430
最大巻線温度	Tmax	°C	120°C	
電気時定数	Ke	ms	11.3	11.4
抵抗値 (線間, 25°C)	R ₂₅	Ω	4.3	1.9
抵抗値 (線間, 120°C)	R ₁₂₀	Ω	5.6	2.6
インダクタンス (線間)	L	mH	48.3	22.2
ポール間距離	2τ	mm	46	
逆起電力定数 (線間)	Kv	Vrms(m/s)	70.9	48.0
モーター定数 (25°C)	Km	N/√W	48.4	48.7
熱抵抗	Rth	°C/W	1.17	1.19
熱抵抗 (WC)	Rth(wc)	°C/W	0.29	0.30
最小流量	-	L/min	4.0	4.0
冷却水の温度	-	°C	20	
熱センサースイッチ	-		1xKTY84-130+1x(3PTC SNM120 直列)	
ピーク推力の最高速度	Vmax,Fmax	m/s	4.08	6.19
最大出力電力	PEL,MAX	W	10255	13910
最大放散熱出力	Q _{P,H,MAX}	W	324	320
ローター拘束トルク (水冷)	Fe	N	531	531
ストール電流 (水冷)	I0	A(rms)	4.3	6.4

表2.3.4.2 冷却機の流量選択

項目/型式		HWK- 50PTS	HWK- 250PTS	HWK- 400PTS	HWK- 600PTS	HWK- 750PTS	HWK- 900PTS
冷却能力	KCAL/H 50/60Hz	450/500	840/1000	1400/1500	1700/2100	2600/3000	3200/3800
	W 50/60Hz	525/580	980/1170	1630/1750	1980/2450	2900/3500	3700/4400
	BTU/H 50/60Hz	1800/2000	3360/4000	5600/6000	6800/8400	10000/12000	12800/15200
温度管理	A	固定式（設定範囲 10~40℃）					
	B	温度差式（室温/機体温度追従式、設定範囲-10~+10℃）					
使用範囲	室温	10 ~ 40℃					
	油温	10 ~ 30℃					
電源		3 相 200~230V 50/60Hz					
モーター (W)	コンプレッサー	460			740	1135	1450
	ファン	56	50	95		180	
	ポンプ	120	750				
ポンプ流量 (L/min)	50Hz	2	40				
	60Hz	3.5	50				

記は冷却機の選定について簡単に説明したものです。冷却機の選定についてご質問がある場合は、上記の情報を冷却機メーカーにご提供いただき、詳細なご相談をお受けいただくことをお勧めします。

(このページはブランクになっています)

3. インターフェース設計

3.1	インターフェース設計	3-3
3.1.1	水冷設計	3-3
3.1.1.1	LMFA/LMFP 水冷モーター冷却チューブ設計	3-3
3.1.1.2	LMFC 精密水冷チャンネル設計を備えた LMFA/LMFP 水冷モーター	3-4
3.1.1.3	水冷チャンネルに使用される材料	3-8
3.1.1.4	水冷式リニアモーターの冷却剤	3-9
3.1.2	コア付きリニアモーター組立インターフェース	3-10
3.1.2.1	LMSA コア付きリニアモーターシリーズ	3-11
3.1.2.2	LMFA 水冷式リニアモーターシリーズ	3-12
3.1.2.3	LMSC ダブルスラストリニアモーターシリーズ	3-15
3.1.2.4	LMSS コア付きリニアモーターシリーズ	3-16
3.1.2.5	LME コア付きリニアモーターシリーズ	3-17
3.1.3	コアレスリニアモーター（LMC）の機械的設置インターフェース	3-18
3.1.4	円筒型リニアモーター（LMT）の機械的設置インターフェース	3-19
3.2	取り付け	3-23
3.2.1	推力とエアギャップ	3-23
3.2.1.1	LMSA シリーズ	3-24
3.2.1.2	LMFA シリーズ	3-26
3.2.1.3	LMFP シリーズ	3-32
3.2.1.4	LMSC シリーズ	3-38
3.2.1.5	LME シリーズ	3-39
3.2.2	ネジの選択ルールと指示	3-43
3.2.2.1	推力とステーターネジ取り付け穴の仕様表	3-44
3.2.2.2	フォーサー推奨ネジ締め付け深さ表	3-47
3.2.2.3	ステーター推奨ネジ締め付け最小深さ表	3-48
3.2.2.4	フォーサーとステーターの推奨ネジトルク表	3-48
3.3	電気接続	3-49
3.3.1	ケーブル	3-49
3.3.1.1	電源ケーブルの標準仕様	3-49
3.3.1.2	接地保護のための推奨施工方法	3-49
3.3.1.3	コアレスリニアモーターの接地保護のための推奨施工方法	3-50
3.3.1.4	LMSA-Z シリーズ用延長ケーブルの推奨設置方法	3-51
3.3.1.5	コネクタ付きモーターシリーズ	3-58
3.3.1.6	コネクタの選択とピンアサイン	3-60
3.3.2	フォーサー並列設計	3-64
3.3.2.1	リニアモーターの移動方向	3-65

3.3.2.2	LMSA/LMSA-Z/LME リニアモーターシリーズ	3-66
3.3.2.3	LMFA 水冷式リニアモーターシリーズ.....	3-67
3.3.2.4	LMSC 磁気ブレーキリニアモーターシリーズ.....	3-68
3.3.2.5	LMSS リニアモーターシリーズ.....	3-69
3.3.2.6	LMC コアレスリニアモーターシリーズ	3-70
3.3.2.7	LMT 円筒型リニアモーターシリーズ.....	3-74
3.3.3	ホール付属品.....	3-77
3.3.3.1	ホールセンサー	3-77
3.3.3.2	ホールセンサーの取り付け手順	3-83
3.3.3.3	ホールセンサーネジの選択	3-84
3.3.3.4	ホールエンコーダー	3-85
3.3.3.5	ホールエンコーダーコード体系	3-86
3.3.3.6	ホールエンコーダー特性仕様	3-87
3.3.3.7	ホールエンコーダーの寸法	3-88

3.1 インターフェース設計

3.1.1 水冷設計

3.1.1.1 LMFA/LMFP 水冷モーター冷却チューブ設計

複数のリニアモーターを使用する場合、モーターの冷却チューブは図3.1.1.1.1に示すように並列方式で設置する必要があります（モーター左側の入口と右側の入口を接続し、出口も同様に接続します）。精密水冷を使用する場合の流路は図3.1.1.1.2のようになります。複数の精密水冷流路を使用する場合は、図3.1.1.1.3を参照してください。

推奨事項：フォーサーの精密水冷とステーターの精密水冷のチャンネルを分離して動作させると、より大きな効果が得られます。

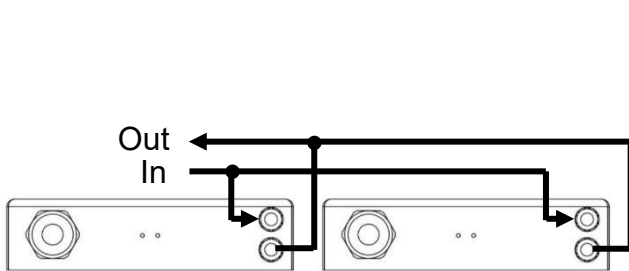


図3.1.1.1.1 モーター冷却チューブの取り付け図

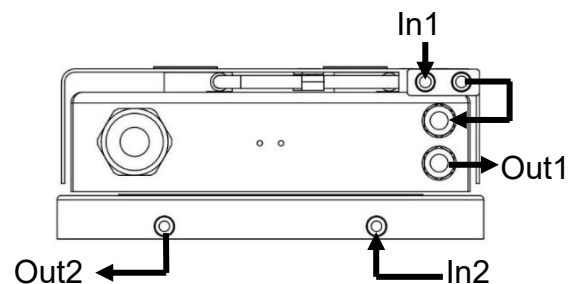


図3.1.1.1.2 精密水冷チャンネルの図

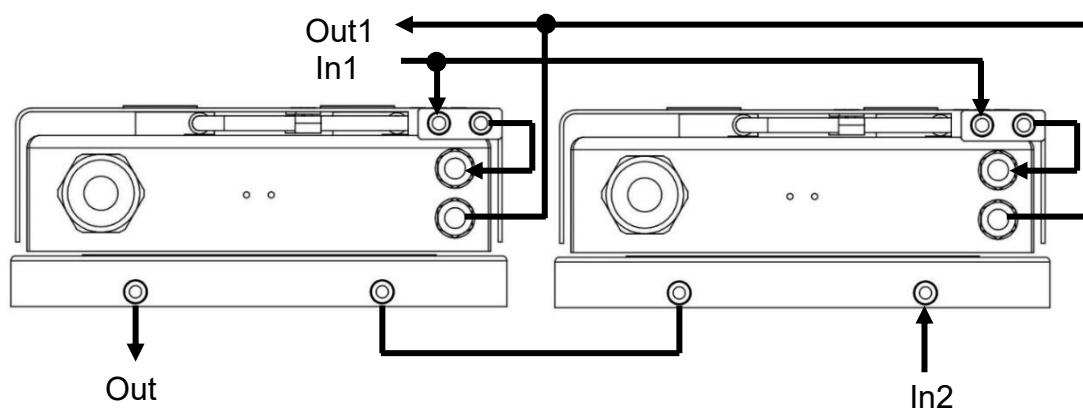


図3.1.1.1.3 複数の精密水冷チャンネルの図

3.1.1.2 LMFC 精密水冷チャネル設計を備えた LMFA/LMFP 水冷モーター

水冷式リニアモーターLMFA/LMFPを精密水冷シリーズLMFCと併用する場合、HIWIN水冷モーターの図面と仕様書に記載されているモーター特性は水冷条件を指し、冷媒温度は20℃です。水冷モーターは油冷も可能で、このとき冷媒の特性に応じてモーター性能を適切に調整することができます。モーター仕様書に記載されている冷却条件とは、モーターステーターが連続運転時の力の基準を満たし、コイル温度が120℃以下の最低基準以下に制御されることを保証する連続運転条件を指します。LMFC精密水冷の性能は、精密水冷表面温度が冷却機出口温度設定より4℃以上高くないことと定義されています。LMFCステーター精密水冷には次の2種類があり、LMFC3～6シリーズは図3.1.1.2.1に示すように標準タイプの水路設計を採用しています。LMFC3～4シリーズは、図3.1.1.2.2に示すように、戻り流型水路設計を採用しています。

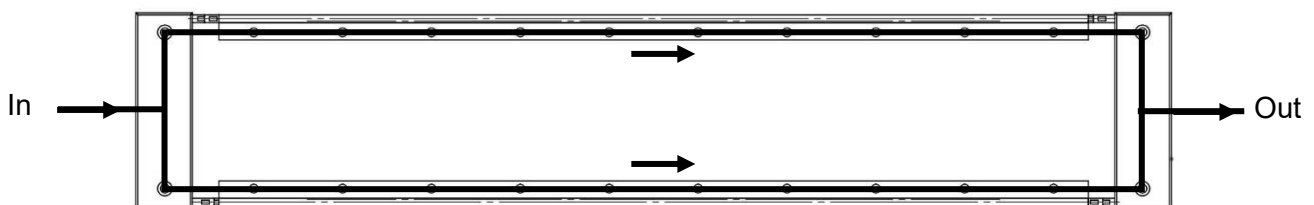


図3.1.1.2.1 標準型水路図

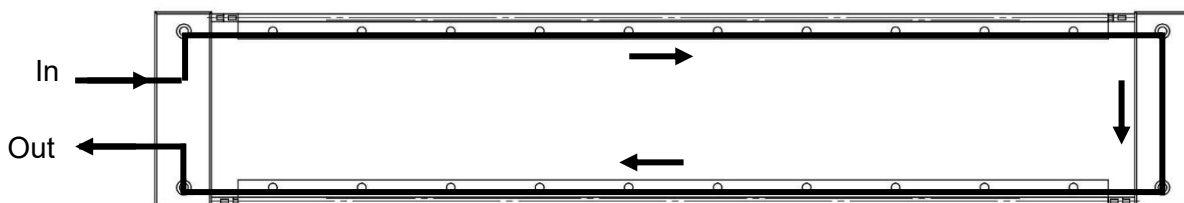


図3.1.1.2.2 戻り流型水冷チャネル図

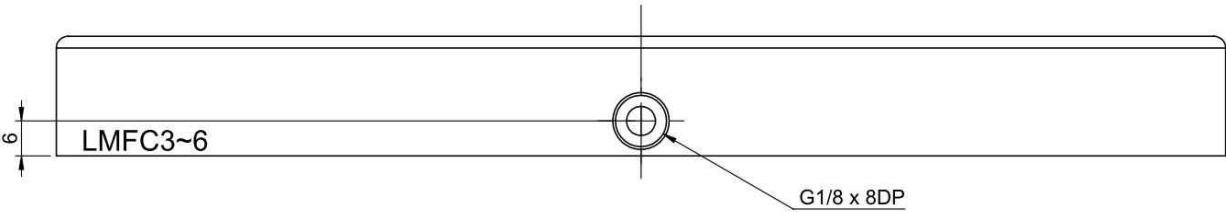


図3.1.1.2.3 標準タイプの設置インターフェース

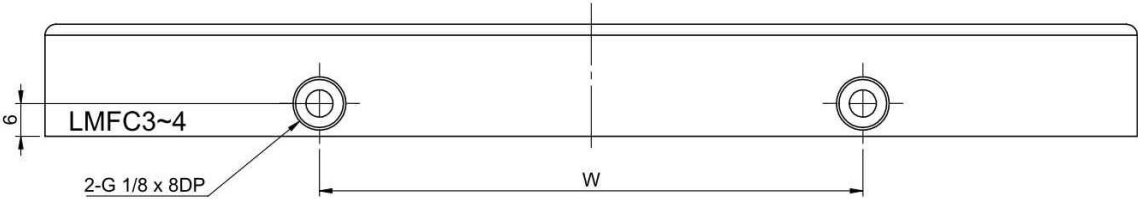


図3.1.1.2.4 戻り流型設置インターフェース

表3.1.1.2.1 戻り流量タイプ 設置寸法図

型式	寸法 (mm)
	W
LMFC3□	50
LMFC4□	100

LMFC精密水冷式リニアモーターアセンブリの図は下図の通りです。

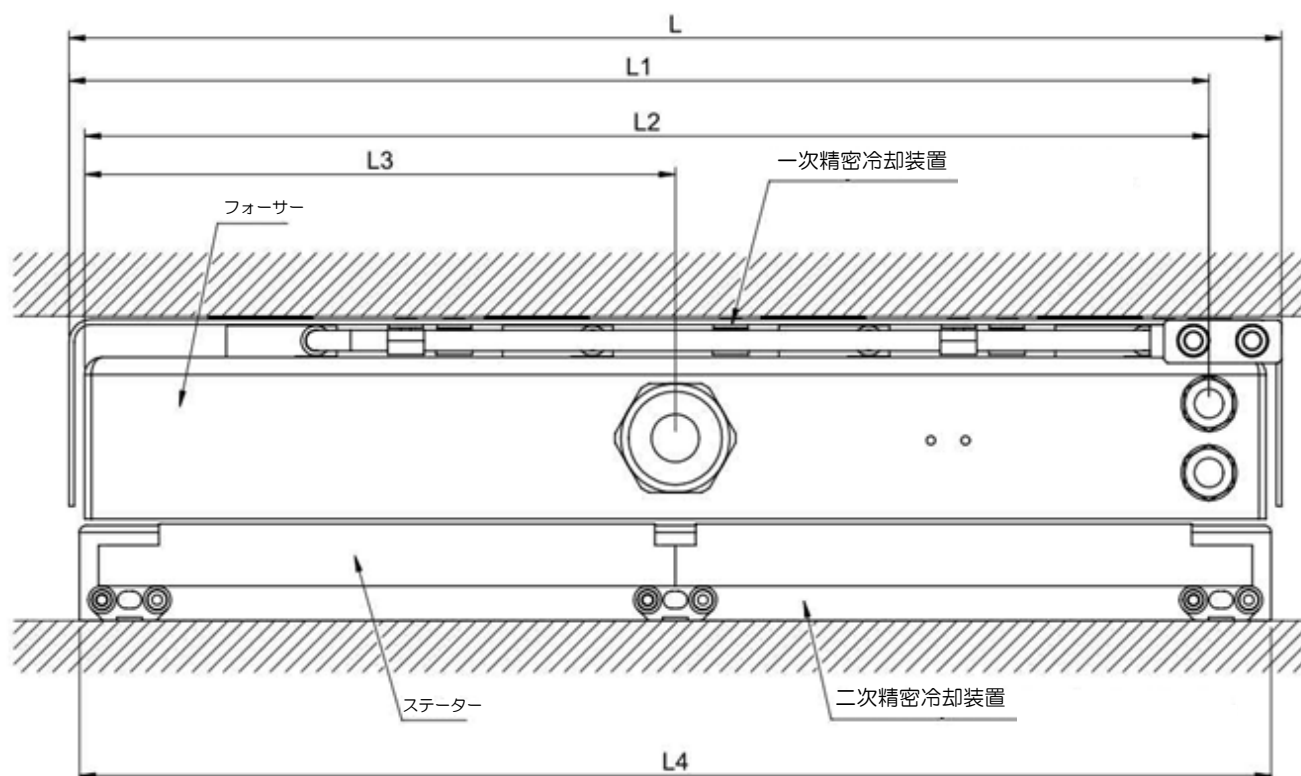


図3.1.1.2.5 LMFA精密水冷式リニアモーターの組立図

表3.1.1.2.2 LMFA精密水冷装置の設置寸法

型式	寸法 (mm)				
	L	L1	L2	L3	L4
LMFC0□					
LMFC1□					
LMFC2□					
LMFC3□	150	131	126.5	30	155
LMFC4□	197	178	173.5	30	201
LMFC5□	257	236	231.5	124	251
LMFC6□	351	330	325.5	171	345

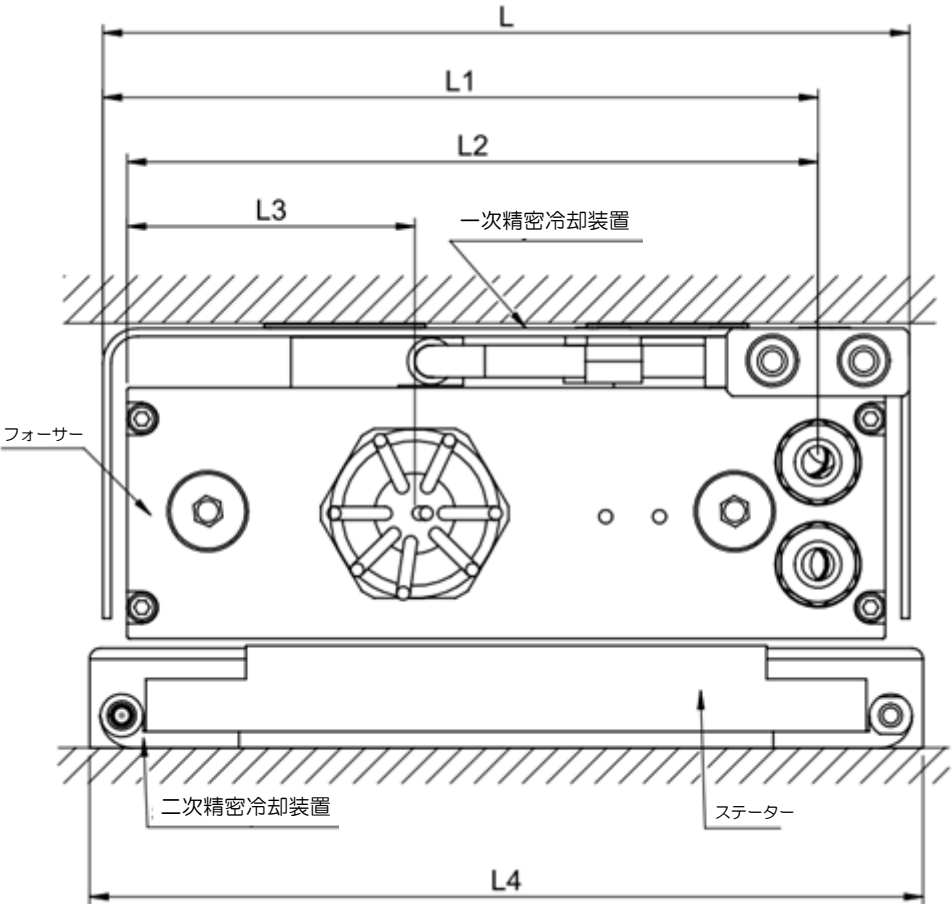


図3.1.1.2.6 LMFP精密水冷式リニアモーターの組立図

表3.1.1.2.3 LMFP精密水冷装置の設置寸法

型式	寸法 (mm)				
	L	L1	L2	L3	L4
LMFC0□					
LMFC1□					
LMFC2□					
LMFC3□	150	133	128.5	53.5	155
LMFC4□	197	180	175.5	53.5	201
LMFC5□	257	240	235.5	53.5	251
LMFC6□	351	334	329.5	53.5	345

3.1.1.3 水冷チャンネルに使用される材料

表3.1.1.3.1 水冷チャンネル材料表

項目	材料
LMFA 水冷式リニアモーター	Cu (SF-Cu), SUS303 (1.4305), バイトン
LMFC フォーサー精密水冷	A6061 (AlMgSi0.5), SUS304 (1.4301), バイトン
LMFC ステーター精密水冷	A6061 (AlMgSi0.5), SUS303 (1.4305), バイトン

3.1.1.4 水冷式リニアモーターの冷却剤

 CAUTION

作業温度の危険性

損傷を避けるために、冷却システムの動作環境に注意してください。

- ◆ 霜や氷のある環境では冷却システムを使用しないでください。
- ◆ 未処理の水を使用しないでください。重大な損傷や故障の原因となる可能性があります。

ユーザーは、以下の要件に応じて、使用する冷却システムと冷却剤を決定できます。

- 冷却水には防錆水の使用をお勧めします。
- 冷却回路の詰まりを防ぐため、冷却媒体は事前に洗浄またはろ過しておく必要があります。
- 冷却媒体中の粒子の最大許容サイズは100µmです。
- 汚染を避けるために、冷却剤は O リングの材質と互換性がなければなりません。
- 推奨添加剤を含みます。

- (1) エチレングリコール（感熱性）
- (2) エチレングリコール20～30%軟水
- (3) パノリン3%水
- (4) Tyfocor 10～20%水
- (5) 粘度7cstの油
- (6) 30%クリサンチンを含む水

冷却剤のベースとして使用される水は、少なくとも以下の要件を満たす必要があります。

- (1) 塩化物濃度： $c < 100 \text{ mg/l}$
- (2) 硫酸塩濃度： $c < 100 \text{ mg/l}$
- (3) $6.5 \leq \text{PH 値} \leq 9.5$

追加要件に関しては防錆剤メーカーにお問い合わせください。

3.1.2 コア付きリニアモーター組立インターフェース

組み立て後、フォーサーとステーター間の隙間寸法を確認してください。これはリニアモーターの性能と信頼性に影響を与えます。適切に設計された位置決めステージと適切な許容値により、製品の安定性が向上します。以下に、一般的なりニアモーターステージベースの断面図と推奨許容値を示します。ステーターとの取り付け面の平面度は、500mmごとに0.1mmにする必要があります（図3.1.2.1を参照）。

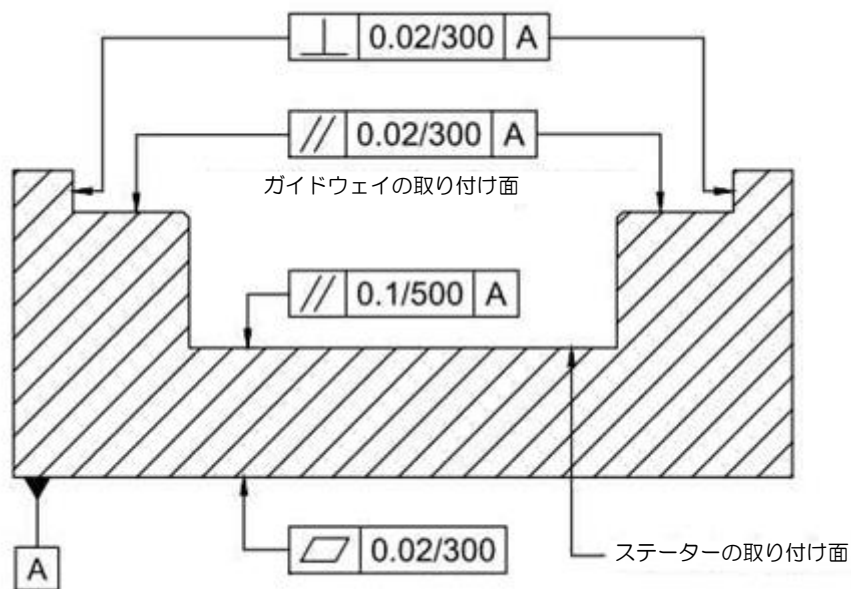


図 3.1.2.1 ベース設計の断面図

組立後の全高Hと、フォーサーとステーター間のエアギャップ寸法Gにご注意ください。これらはリニアモーターの性能と信頼性に影響します（各シリーズのモーターのエアギャップ仕様をご参照ください）。ステーターには、ステンレスカバーバージョンとエポキシバージョンの2種類があります。

コア付きリニアモーターのフォーサーとステーターは、互いに非常に強い磁気吸引力を持っています（吸引力については、各シリーズのリニアモーターカタログFaを参照してください）。したがって、フォーサーとステーターの取り付け面を設計する際には、吸引力による変形を考慮して計算し、フォーサーとステーター間の全体高さHとエアギャップGが維持されるようにする必要があります。構造的な変形、またはフォーサーとステーターの干渉による損傷によりエアギャップGが悪化した場合、HIWINは無償で修理または調整を行う責任を負いません。

3.1.2.1 LMSA コア付きリニアモーターシリーズ

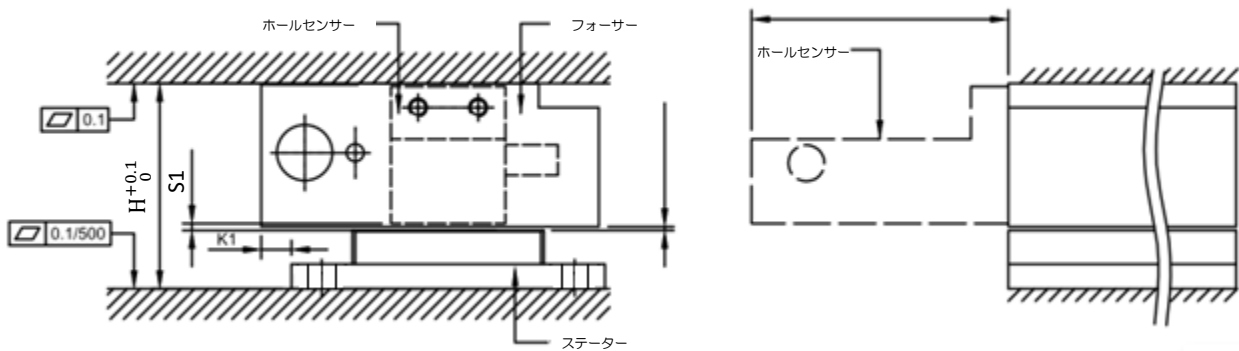


図3.1.2.1.1 LMSA コア付きリニアモーター組立

表3.1.2.1.1 LMSA/LMSA-Z コア付きリニアモーター組立寸法

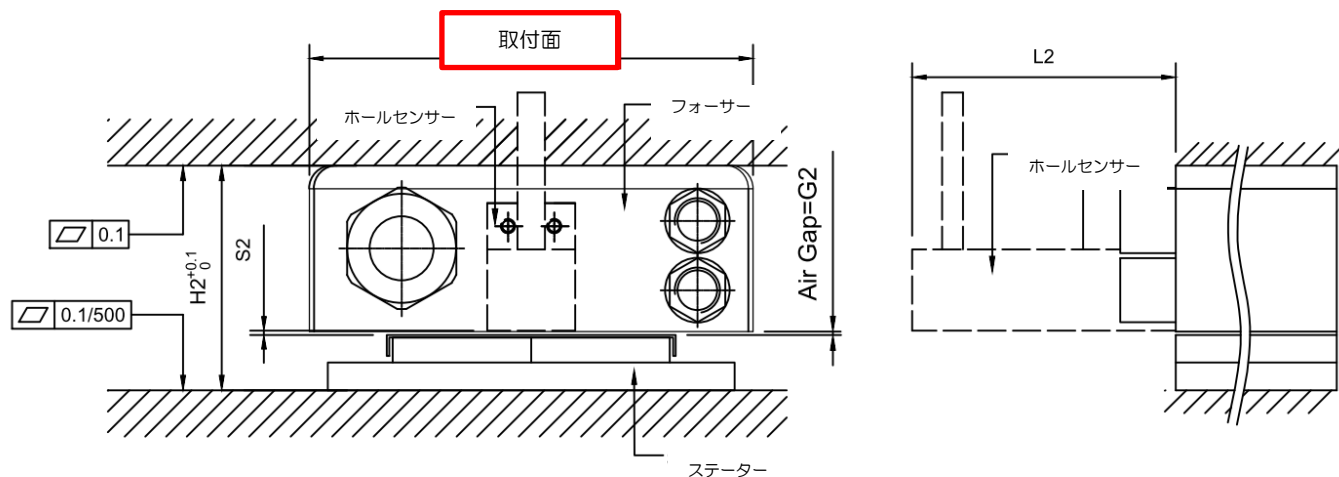
型式	寸法 (mm)							
	H1	K1		L1		G1		S1
		カバ ー	エポキ シ	デジタ ル	アナロ グ	ステンレスカバ ー	エポキシ	ステンレスカ バー/エポキシ
LMSA0□ LMSA0□-Z	34	4.2	3.5			0.6 +0.35/-0.25	0.6 ±0.25	
LMSA1□ LMSA1□-Z	34	5.7	5	28	42.6			1 ±0.2
LMSA2□ LMSA2□-Z	34	3.7	3	28	42.6			
LMSA3□ LMSA3□-Z	36	3.7	3	28	42.6			
LMSAC□	36	1.75		28	42.6			

注記: S1 は、モーター組み立て後のホール センサーとステーター間のギャップです。

3.1.2.2 LMFA 水冷式リニアモーターシリーズ

注記：

- (1) 精密水冷装置の取付寸法は含まれていません。
- (2) 接着剤の幅を測る際、エポキシは温度変化により膨張したり収縮したりするので、下図のように注意してください。



(3) 図 3.1.2.2.1 LMFA水冷リニアモーター組立

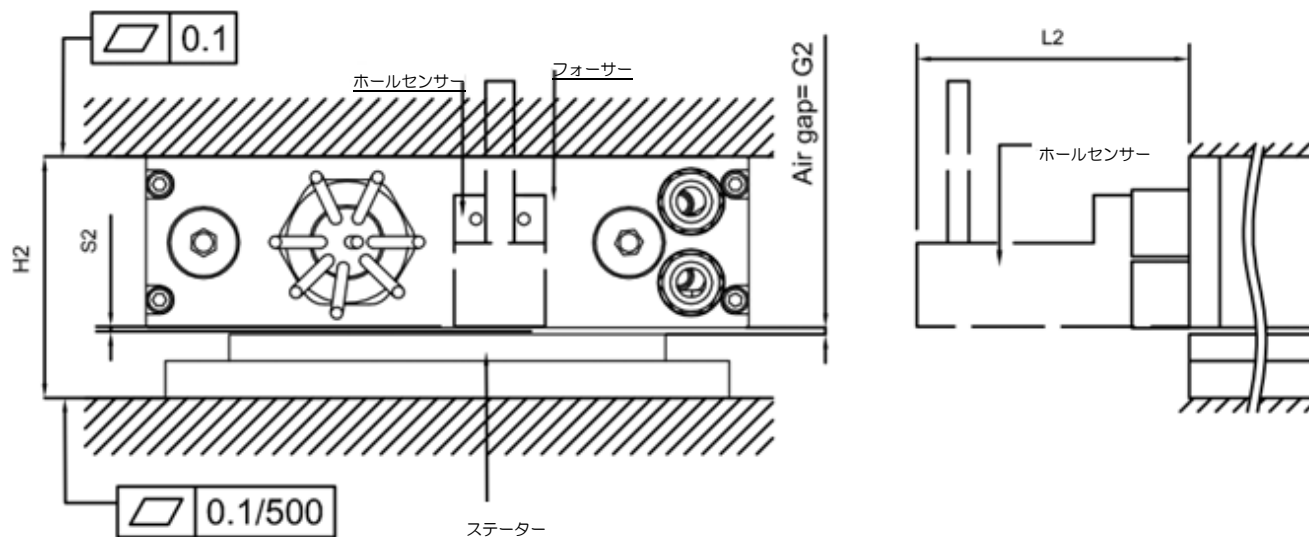


図 3.1.2.2.2 LMFP水冷式リニアモーター組立

表3.1.2.2.1 LMFA/LMFP水冷式リニアモーター組立寸法

型式	寸法 (mm)						
	H2	L2		G2		S2	
		デジタル	アナログ	ステンレスカバー	エポキシ	ステンレスカバー	エポキシ
LMFA0□	48.5	26.4	57	0.9±0.2	1.4±0.2	1.1±0.2	1.4±0.2
LMFA1□	48.5	26.4	57				
LMFA2□/LMFP24	50.5	26.4	57				
LMFA3□/LMFP3□	64.1	33	34.9				
LMFA4□/LMFP4□	66.1	33	34.9				
LMFA5□/LMFP5□	64.1	33	34.9				
LMFA6□/LMFP6□	66.1	33	34.9				

注記: S2 は、モーター組み立て後のホール センサーとステーター間のギャップです。

注記: LMFC 精密水冷の設置寸法が含まれています。

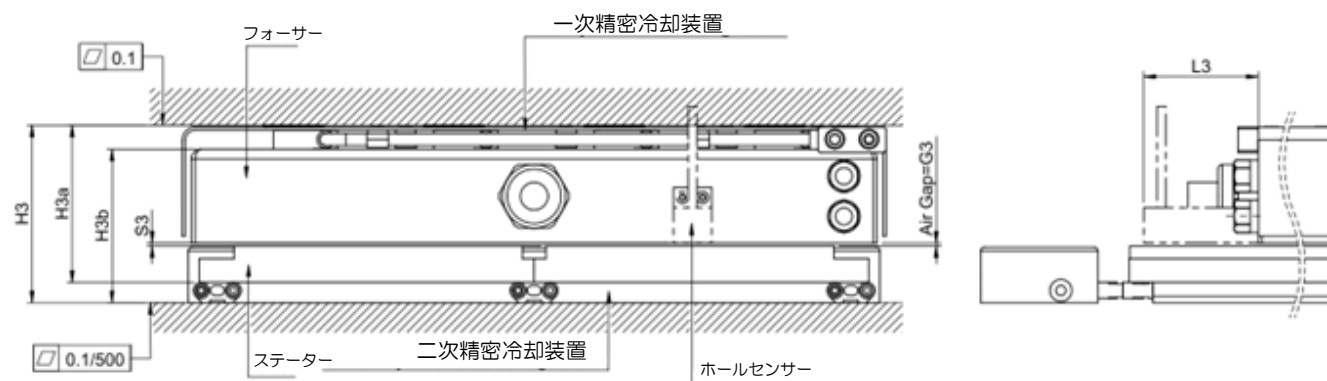


図 3.1.2.2.3 LMFA精密水冷式リニアモーター組立

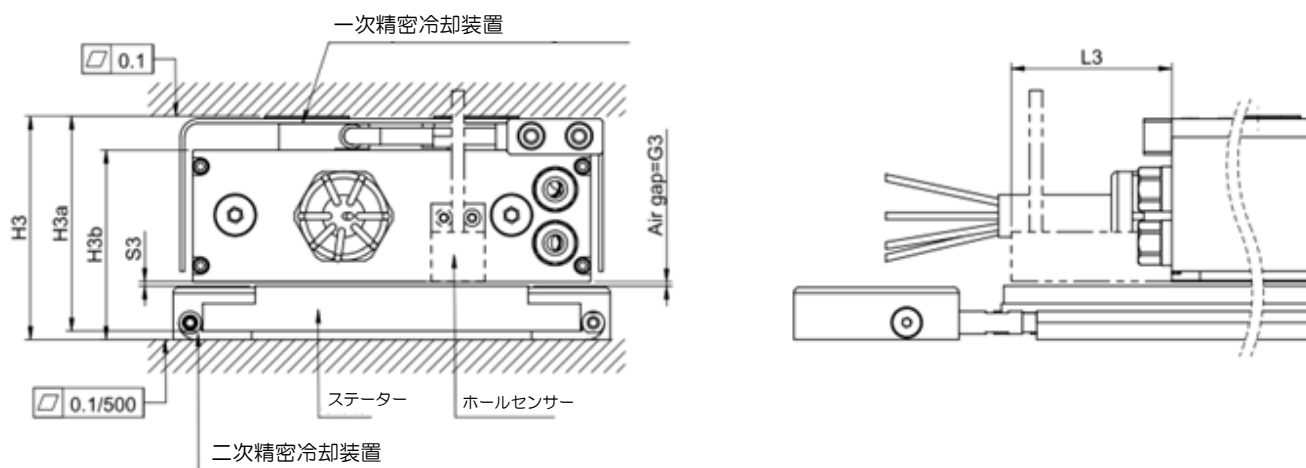


図 3.1.2.2.4 LMFP精密水冷式リニアモーター組立

表3.1.2.2.2 LMFA/LMFP精密水冷式リニアモーター組立寸法

型式	寸法 (mm)									
	H3	H3a	H3b	L3		G3		S3		
				デジ タル	アナロ グ	ステンレ スカバー	エポキシ	ステンレ スカバー	エポキシ	
LMFA0□				26.4	57			1.1±0.2	1.4±0.2	
LMFA1□				26.4	57					
LMFA2□/LMFP24				26.4	57					
LMFA3□/LMFP3□	79.0	76	67.1	33	34.9	0.9±0.5	1.4±0.5			
LMFA4□/LMFP4□	81.0	78	69.1	33	34.9					
LMFA5□/LMFP5□	86.0	76	74.1	33	34.9					
LMFA6□/LMFP6□	88.0	78	76.1	33	34.9					

注記：

- (1) H3：フォーサー、ステーター、フォーサーとステーターの精密冷却装置システムが含まれます。
- (2) H3a：フォーサー、ステーター、フォーサー用の精密冷却装置システムが含まれます。
- (3) H3b：フォーサー、ステーター、およびステーター用の精密冷却装置システムが含まれます。
- (4) S3はモーター組み立て後のホールセンサーとステーター間のギャップです。

3.1.2.3 LMSC ダブルスラストリニアモーターシリーズ

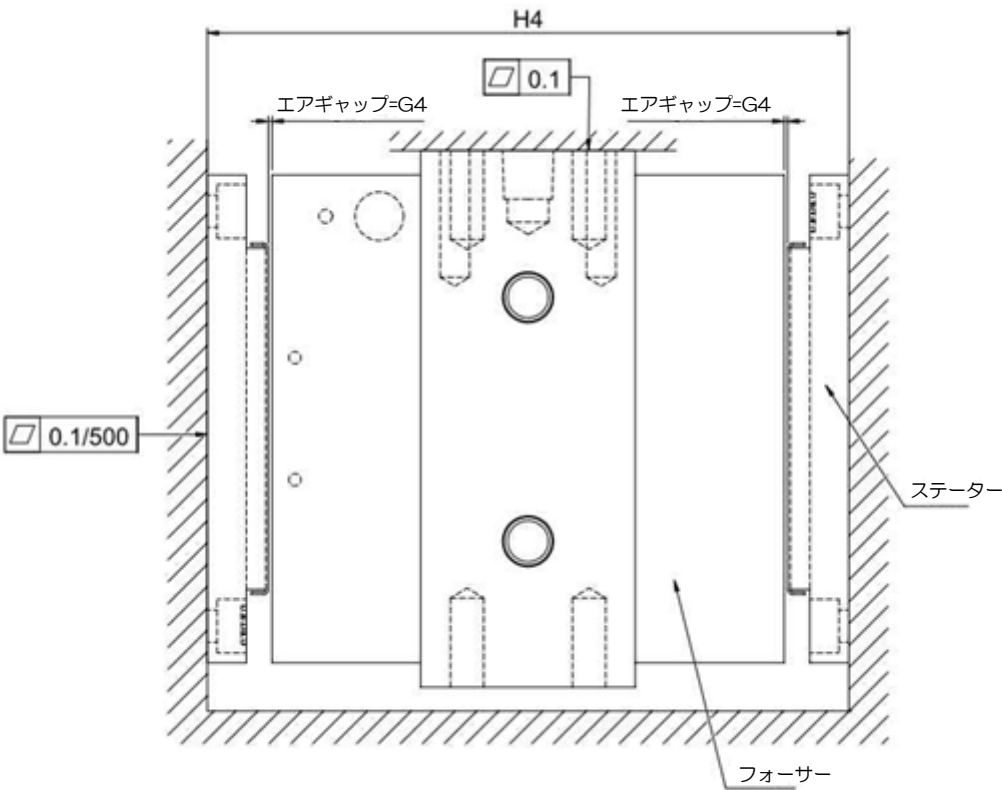


図3.1.2.3.1 LMSCダブルスラストリニアモーター組立

表3.1.2.3.1 LMSCダブルスラストリニアモーター組立寸法

型式	寸法 (mm)	
	H4	G4
LMSC7	131.5	0.75 +0.35/-0.2

3.1.2.4 LMSS コア付きリニアモーターシリーズ

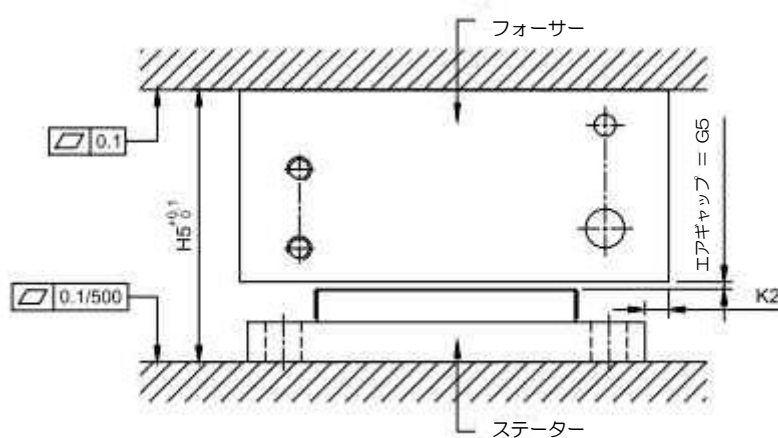


図3.1.2.4.1 LMSS コア付きリニアモーター組立

表3.1.2.4.1 LMSS コア付きリニアモーター組立寸法

型式	寸法 (mm)		
	H5	K2	G5
LMSS11	34.3	3	0.9 +0.3/-0.35

3.1.2.5 LME コア付きリニアモーターシリーズ

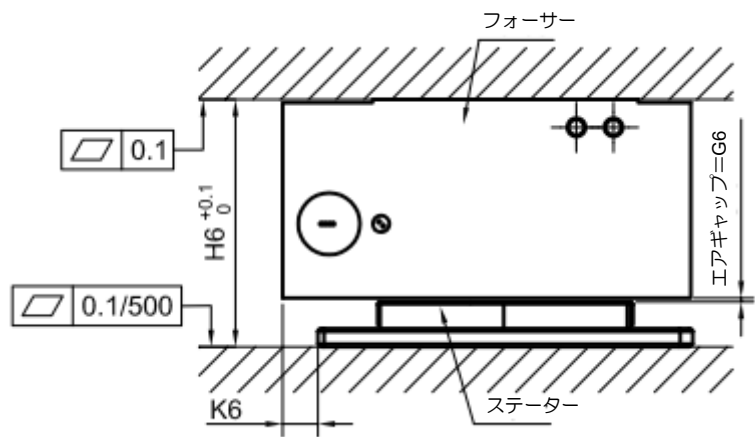


図 3.1.2.5.1 LME コア付きリニアモーター組立

表 3.1.2.5.1 LME コア付きリニアモーター組立寸法

型式	寸法 (mm)		
	H6	K6	G6
		カバー	ステンレスカバー
LME-A-12	40	5.7	0.6 +0.35/-0.25
LME-A-22(L)			
LME-B-13			
LME-B-22			
LME-B-23(L)			

3.1.3 コアレスリニアモーター（LMC）の機械的設置インターフェース

コアレスリニアモーターをステーター組立で固定する場合の設置面（基準面A）の推奨平面精度は0.02mm/300mmです。フォーサー組立で固定する場合の設置面の推奨平面精度は0.02mm/300mmで、基準面Aと平行で平行精度は0.02mm/300mmです。

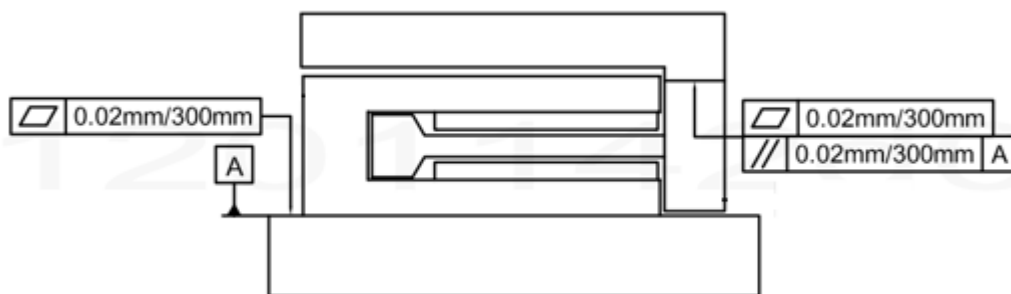


図3.1.3.1 コアレスリニアモーターの取り付けインターフェースの組立精度

コアレスリニアモーターをフォーサーとステーターに組み込む場合、フォーサーとステーター間の寸法（H、G1、G2、G3）に特に注意してください。これらの寸法は、リニアモーターの性能と信頼性に影響を与える可能性があります。（H、G1、G2、G3の値については、表3.1.3.1を参照してください。）

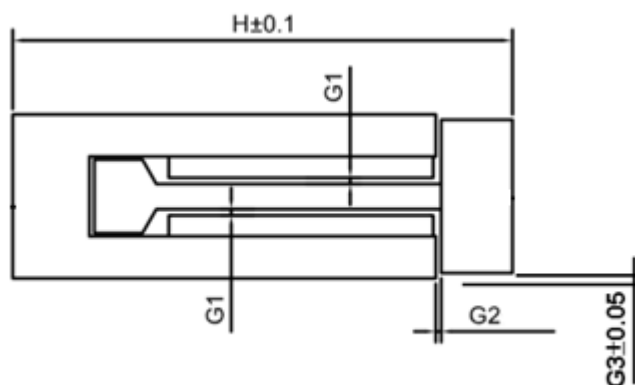


図3.1.3.2 コアレスリニアモーターの取り付け寸法

表3.1.3.1 コアレスリニアモーターの取り付け寸法表

型式	寸法 (mm)			
	H	G1	G2	G3
LMCA	74.5	≥ 0.4	1	1
LMCB	94.5	≥ 0.4	1	1
LMCC	117.5	≥ 0.4	1	3
LMCD	105	≥ 0.4	1.2	1
LMCE	125	≥ 0.4	1.2	1
LMCF	172	≥ 0.4	1.2	2.3
LMC-EFC	68.5	≥ 0.4	1.3	0.35
LMC-EFE	93	≥ 0.4	1.3	0.35
LMC-EFF	122	≥ 0.4	1.4	0.5
LMC-HUB	53	≥ 0.4	0.5	0.65

3.1.4 円筒型リニアモーター（LMT）の機械的設置インターフェース

ステーター組立下部に固定する固定ベース設置面（基準面A）の推奨平面精度は0.02mm/300mmです。フォーサー組立に固定する設置面の推奨平面精度は0.02mm/300mmで、基準面Aと平行であり、平行精度は0.02mm/300mmです。

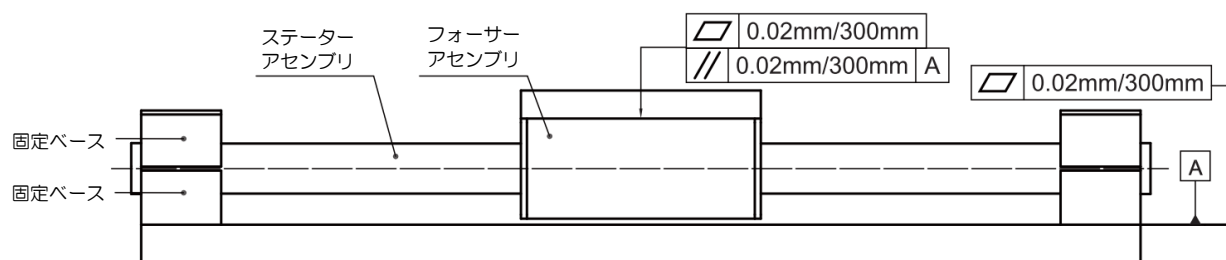


図3.1.4.1 円筒型リニアモーターの設置インターフェースの幾何学的精度

ステーター固定ベースの推奨設計は、V 字型ブロックの形状を使用することです。

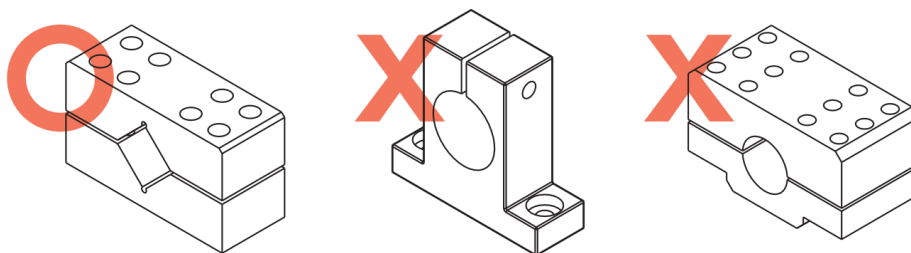


図3.1.4.2 固定ベースの設計

ステーターを固定するための固定ベース長さ（L1）は、ストロークに応じて変更できます。

表3.1.4.1 固定ベースの固定長さ

型式	LMT2D/LMT2T/LMT2Q		
ストローク S (mm)	50~350	400~800	850~1050
L1 (mm)	25	40	60
型式	LMT6D/LMT6T/LMT6Q		
ストローク S (mm)	100~350	400~800	850~1050
L1 (mm)	25	40	60
型式	LMTA2/LMTA3/LMTA4		
ストローク S (mm)	100~300	350~700	750~1550
L1 (mm)	25	40	60
型式	LMTB2/LMTB3/LMTB4		
ストローク S (mm)	100~700	750~1300	1350~1550
L1 (mm)	50	70	100
型式	LMTC2/LMTC3/LMTC4		
ストローク S (mm)	100~750	800~1500	1550~2000
L1 (mm)	50	70	100

H1とH2は、基準面Aからステーターアセンブリ中心までの高さ寸法を指します。ステーターアセンブリ取り付け後、高さの差は0.2mmを超えないようにすることをお勧めします。W1とW2は、基準面Bからステーターアセンブリ中心までの高さ寸法を指します。ステーターアセンブリ取り付け後、高さの差は0.2mmを超えないようにすることをお勧めします。 $|H1-H2| \leq 0.2\text{mm}$ 、 $|W1-W2| \leq 0.2\text{mm}$ です。（図3.1.4.3 参照）

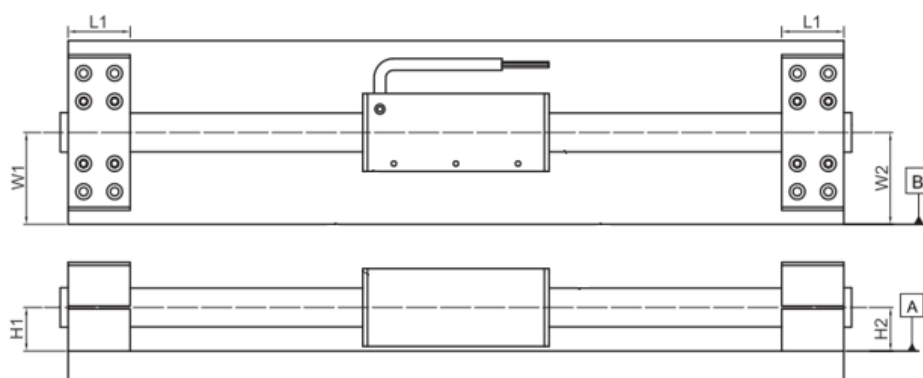


図3.1.4.3 スターアセンブリの取り付け寸法

データムCはスターアセンブリの中心を指し、データムDはフォーサーアセンブリの基準軸を指します。フォーサーアセンブリとスターアセンブリを取り付けた後、データムCとデータムDの同心度は0.2mmを超えないようにすることが推奨されます（図3.1.4.4参照）。

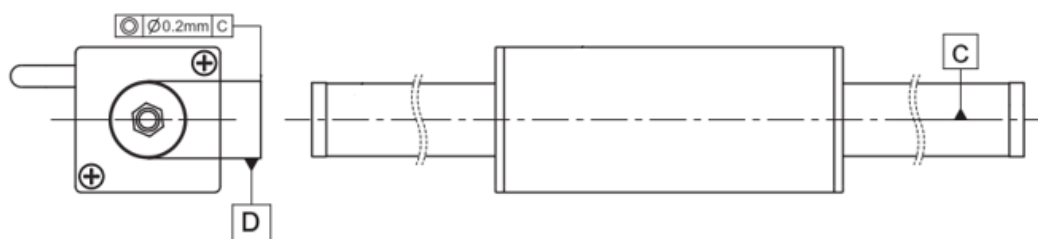


図3.1.4.4 フォーサーとスターアセンブリの取り付け高さの幾何公差

フォーサーとスターアセンブリの取り付け時には、フォーサーとスター間の寸法（G）に特に注意してください。これらの寸法は、リニアモーターの性能と信頼性に影響を与える可能性があります（図3.1.4.5を参照）。（G、 $\Phi D1$ の値は表3.1.4.2に示されています）。

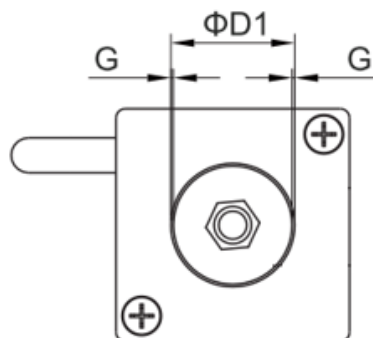


図3.1.4.5 フォーサーとスターの取り付け寸法精度

表3.1.4.2 設置寸法

型式	寸法 (mm)	
	øD1	G
LMT2	13	0.25~0.50
LMT6	16	0.25~0.50
LMTA	21.5	0.375~0.75
LMTB	26.5	0.375~0.75
LMTC	37	0.50~1.00

ガイドウェイは磁性体であり、ステーターとの間で容易に吸引力を発生する可能性があります。吸引力によるステーターの変形や設置上の問題を回避するため、図3.1.4.6および表3.1.4.3に示す設置距離(c)を確保してください。

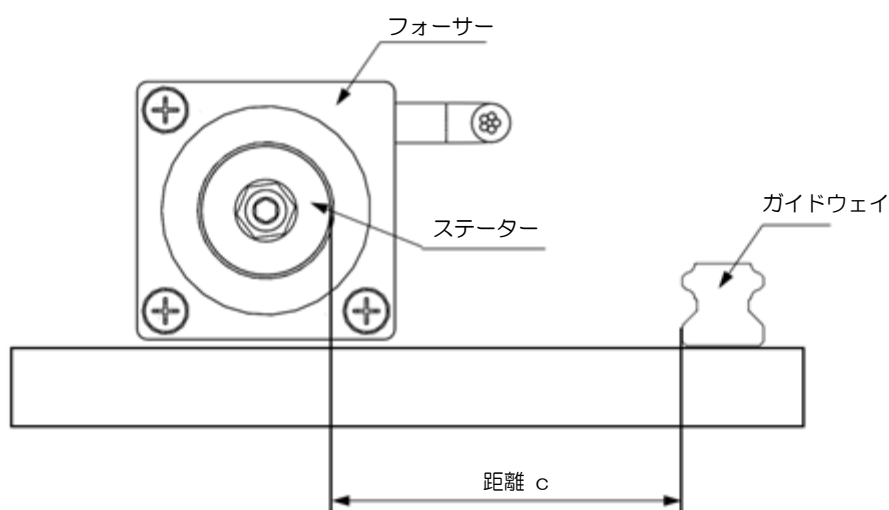


図3.1.4.6 ガイドウェイ設置時の設置距離

表3.1.4.3 設置距離

シリーズ	LMT2	LMT6	LMTA	LMTB	LMTC
c (mm)	≥30	≥30	≥40	≥50	≥80

磁気スケールを設置する際には、図3.1.4.7および表3.1.4.4に示す設置距離（d）も維持する必要があります。そうしないと、磁場が強すぎる場合に位置決めの干渉が発生しやすくなります。

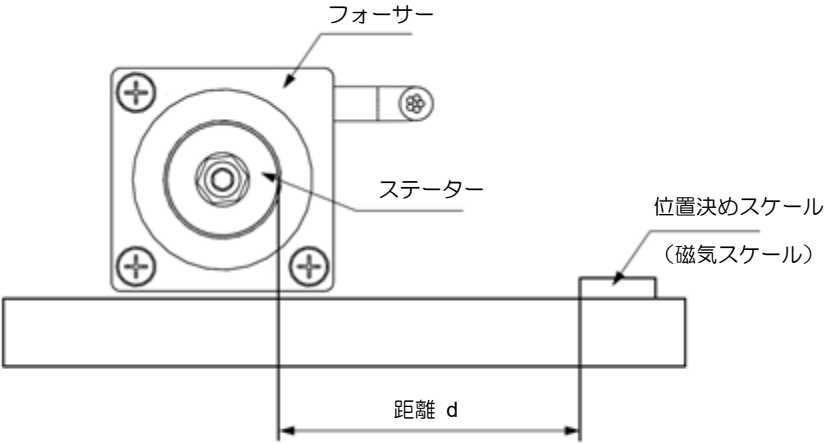


図 3.1.4.7 磁気スケール設置時の設置距離

表 3.1.4.4 設置距離

シリーズ	LMT2	LMT6	LMTA	LMTB	LMTC
d (mm)	≥40	≥50	≥60	≥70	≥100

3.2 取り付け

3.2.1 推力とエアギャップ

リニアモーターの連続力／ピーク力、およびフォーサーとステーター間の吸引力は、フォーサーとステーター間の組立エアギャップに応じて変化します。本章では、各シリーズモーターの連続力／ピーク力、吸引力、および組立エアギャップの関係について解説し、モーター選定や機械設計の参考情報を提供します。

3.2.1.1 LMSA シリーズ

■ 連続力/ピーク推力とエアギャップ

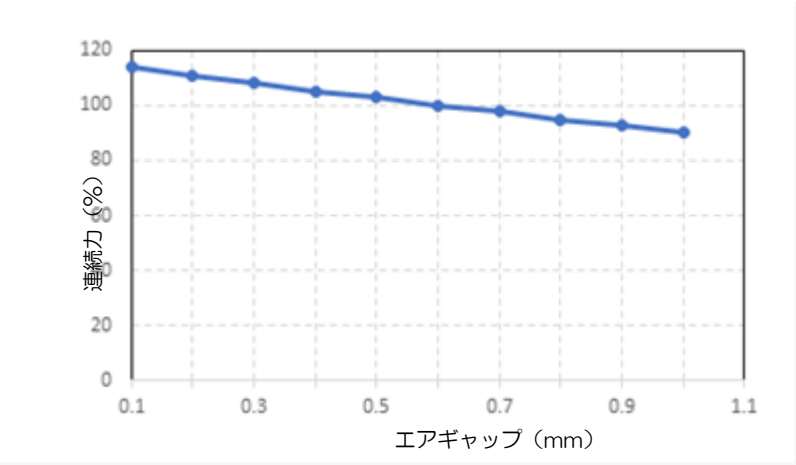


図3.2.1.1.1 LMSA連続推力/ピーク推力とエアギャップの関係グラフ

表3.2.1.1.1 LMSA連続推力/ピーク推力-エアギャップ比較表

シリーズ	LMSA□□/ LMSA□□-Z									
エアギャップ (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
推力 (%)	114	111	108	105	103	100	98	95	93	90

■ 吸引力とエアギャップ

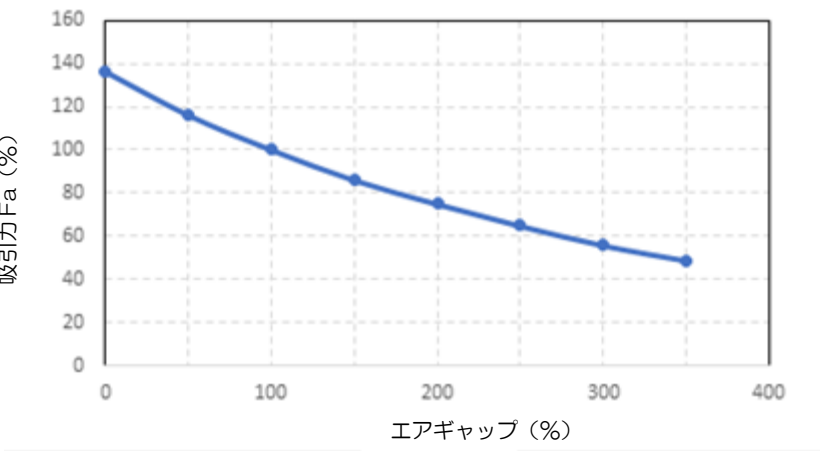


図3.2.1.1.2 LMSA吸引力とエアギャップの関係グラフ

表3.2.1.1.2 LMSA吸引力とエアギャップの比較表

	LMSA0□~LMSA2□ / LMSA0□-Z ~LMSA2□-Z シリーズの吸引力. 単位： N								
エアギャップ (mm)	LMSA01 LMSA01-Z	LMSA02 LMSA02-Z	LMSA11 LMSA11-Z	LMSA12 LMSA12-Z	LMSA13 LMSA13-Z	LMSA21 LMSA21-Z	LMSA22 LMSA22-Z	LMSA23 LMSA23-Z	LMSA24 LMSA24-Z
0	327	653	653	1306	1959	1306	2612	3918	5224
0.3	280	560	560	1120	1680	1120	2240	3360	4480
0.6	241	481	481	963	1444	963	1926	2888	3851
0.9	208	415	415	830	1245	830	1660	2490	3320
1.2	180	359	359	718	1077	718	1436	2154	2872
1.5	156	312	312	624	936	624	1248	1872	2496
1.8	136	271	271	542	813	542	1084	1626	2168
2.1	118	236	236	472	708	472	944	1416	1888
5	33	66	66	132	198	132	264	396	528
10	4	8	8	16	24	16	32	48	64
15	0.5	1	1	2	3	2	4	6	8
	LMSA3□ ~LMSAC□/ LMSA3□-Z シリーズ吸引力. 単位： N								
エアギャップ (mm)	LMSA31 LMSA31-Z	LMSA32 LMSA32-Z	LMSA33 LMSA33-Z	LMSA34 LMSA34-Z	LMSAC3	LMSAC5			
0	1959	3918	5877	7836	6367	10611			
0.3	1680	3360	5040	6720	5460	9100			
0.6	1444	2888	4333	5777	4694	7823			
0.9	1245	2490	3735	4980	4046	6744			
1.2	1077	2154	3231	4308	3500	5834			
1.5	936	1872	2808	3744	3042	5070			
1.8	813	1626	2439	3252	2642	4404			
2.1	708	1416	2124	2832	2301	3835			
5	198	396	594	792	644	1073			
10	24	48	72	96	78	130			
15	3	6	9	12	10	16			

3.2.1.2 LMFA シリーズ

■ 連続推力/ピーク推力とエアギャップ：カバータイプ

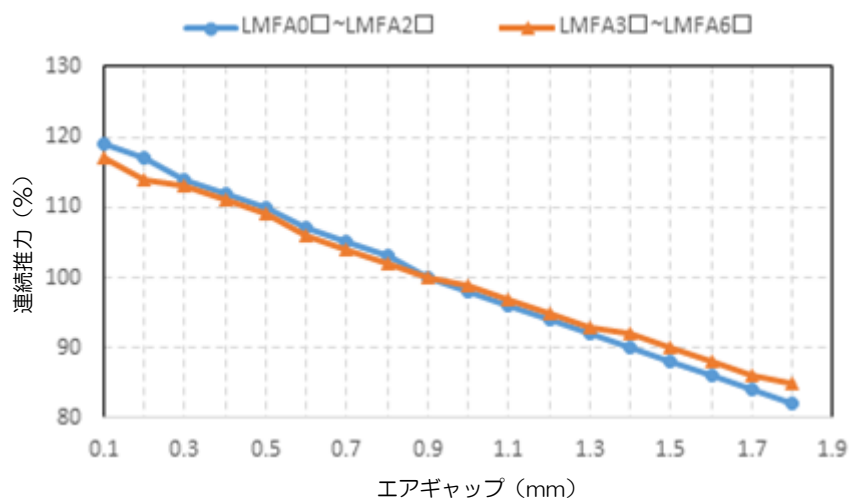


図 3.2.1.2.1 カバー付LMFA 連続推力/最大推力-エアギャップ関係グラフ

表3.2.1.2.1 カバー付きLMFAの連続推力/ピーク推力-エアギャップ比較表

LMFA シリーズの連続推力/最大推力 (カバータイプ). 単位： %		
エアギャップ (mm)	LMFA0□~LMFA2□	LMFA3□~LMFA6□
0.1	119	117
0.2	117	114
0.3	114	113
0.4	112	111
0.5	110	109
0.6	107	106
0.7	105	104
0.8	103	102
0.9	100	100
1	98	99
1.1	96	97
1.2	94	95
1.3	92	93
1.4	90	92
1.5	88	90
1.6	86	88
1.7	84	86
1.8	82	85

■ 連続推力/ピーク推力とエアギャップ：エポキシタイプ

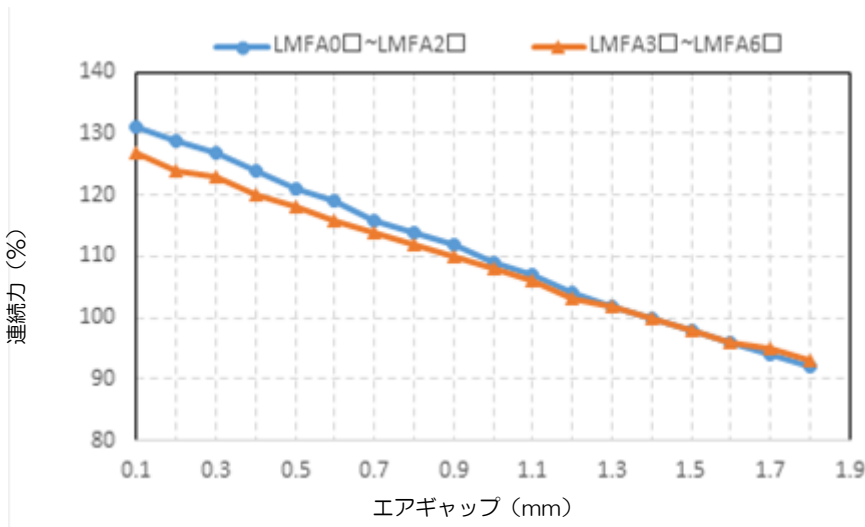


図3.2.1.2.2 エポキシタイプのLMFA連続推力/ピーク推力-エアギャップ関係グラフ

表3.2.1.2.2 エポキシタイプのLMFA連続推力/ピーク推力-エアギャップ比較表

LMFA シリーズ連続推力/ピーク推力（エポキシ系）。単位：％		
エアギャップ (mm)	LMFA0~LMFA2	LMFA3~LMFA6
0.1	131	127
0.2	129	124
0.3	127	123
0.4	124	120
0.5	121	118
0.6	119	116
0.7	116	114
0.8	114	112
0.9	112	110
1	109	108
1.1	107	106
1.2	104	103
1.3	102	102
1.4	100	100
1.5	98	98
1.6	96	96
1.7	94	95
1.8	92	93

■ 吸引力とエアギャップ：カバータイプ

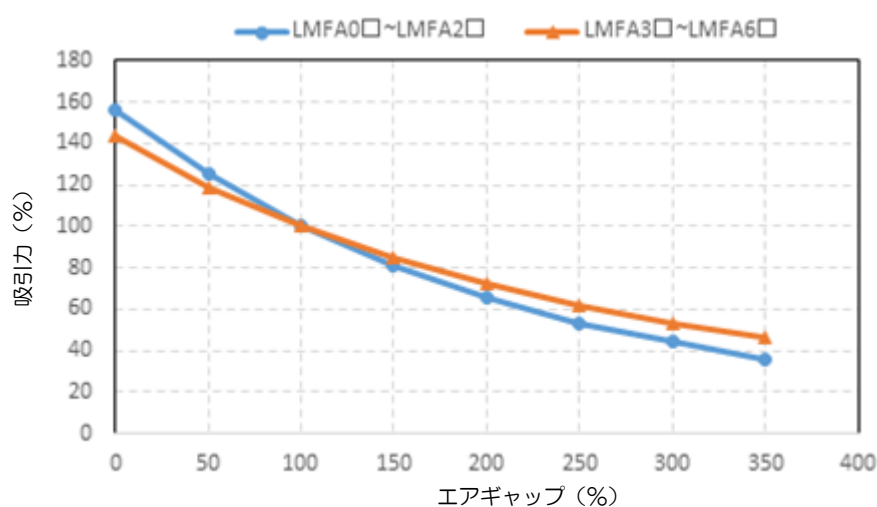


図3.2.1.2.3 カバー付きLMFAの吸引力とエアギャップの関係グラフ

表3.2.1.2.3 LMFA0~2 カバー付吸引力-エアギャップ比較表

LMFA0~LMFA2シリーズの吸引力（カバータイプ） 単位：N											
エアギャップ (mm)	LMFA01	LMFA02	LMFA03	LMFA11	LMFA12	LMFA13	LMFA14	LMFA21	LMFA22	LMFA23	LMFA24
0	713	1426	2141	1306	2612	3919	5225	1965	3930	5894	7859
0.45	569	1138	1709	1042	2085	3127	4169	1568	3136	4704	6271
0.9	457	914	1372	837	1674	2511	3348	1259	2518	3777	5036
1.35	369	738	1108	676	1352	2029	2705	1017	2034	3051	4068
1.8	299	599	899	548	1097	1645	2194	825	1650	2475	3299
2.25	244	487	731	446	892	1338	1785	671	1342	2013	2684
2.7	199	398	597	364	729	1093	1458	548	1097	1645	2193
3.15	163	325	488	298	595	893	1191	448	896	1343	1791
5	72	145	218	133	266	398	531	200	399	599	799
10	9	17	26	16	32	48	64	24	48	72	96
15	1	3	4	2	5	7	10	4	7	11	15
20	0	0	1	0	1	1	2	1	1	2	2

表3.2.1.2.4 LMFA3～6 カバー付タイプの吸引力-エアギャップ比較表

LMFA3□～LMFA4□シリーズの吸引力（カバータイプ） 単位：N								
エアギャップ (mm)	LMFA31	LMFA32	LMFA33	LMFA34	LMFA41	LMFA42	LMFA43	LMFA44
0	4926	9851	14777	19703	7388	14777	22165	29554
0.45	4089	8179	12268	16357	6134	12268	18402	24536
0.9	3430	6860	10290	13720	5145	10290	15435	20580
1.35	2902	5805	8707	11609	4354	8707	13061	17414
1.8	2471	4942	7413	9884	3707	7413	11120	14826
2.25	2117	4234	6351	8468	3176	6351	9527	12703
2.7	1821	3642	5462	7283	2731	5462	8193	10925
3.15	1572	3144	4717	6289	2358	4717	7075	9433
5	885	1770	2655	3539	1327	2655	3982	5309
10	208	417	625	833	312	625	937	1250
15	52	104	156	207	78	156	233	311
20	13	26	40	53	20	40	59	79
LMFA5□～LMFA6□シリーズの吸引力（カバータイプ） 単位：N								
エアギャップ (mm)	LMFA52	LMFA53	LMFA54	LMFA62	LMFA63	LMFA64		
0	19674	29511	39348	29554	44331	59108		
0.45	16333	24500	32667	24536	36804	49072		
0.9	13700	20550	27400	20580	30870	41160		
1.35	11593	17389	23185	17414	26121	34828		
1.8	9870	14805	19740	14826	22239	29653		
2.25	8456	12684	16912	12703	19054	25405		
2.7	7272	10909	14545	10925	16387	21849		
3.15	6280	9419	12559	9433	14150	18866		
5	3534	5301	7069	5309	7964	10618		
10	832	1248	1664	1250	1874	2499		
15	207	311	414	311	467	622		
20	53	79	105	79	119	158		

■ 吸引力とエアギャップ：エポキシタイプ

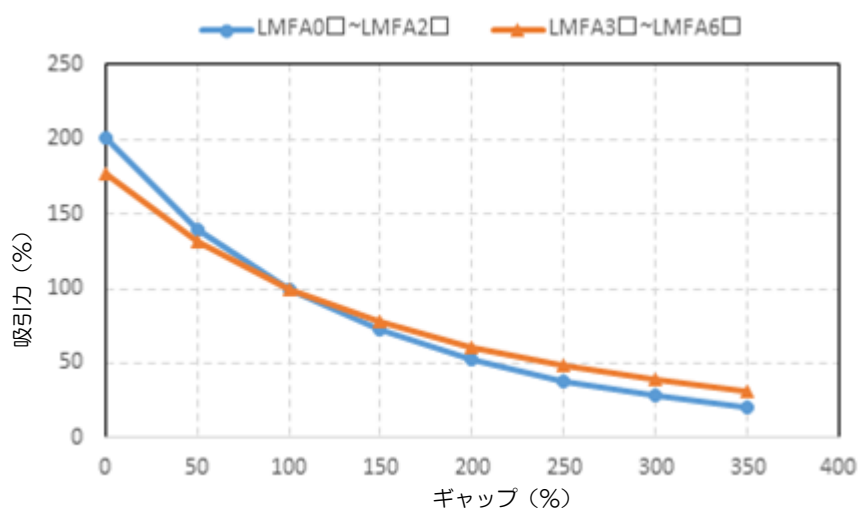


図3.2.1.2.4 エポキシタイプのLMFAの吸引力とエアギャップの関係グラフ

表3.2.1.2.5 LMFA0~2エポキシ系吸着力-エアギャップ比較表

LMFA0~LMFA2シリーズの吸引力（エポキシタイプ） 単位：N											
エアギャップ (mm)	LMFA01	LMFA02	LMFA03	LMFA11	LMFA12	LMFA13	LMFA14	LMFA21	LMFA22	LMFA23	LMFA24
0	919	1839	2760	1684	3368	5052	6736	2533	5066	7599	10132
0.7	641	1282	1925	1174	2349	3523	4697	1766	3533	5299	7066
1.4	457	914	1372	837	1674	2511	3348	1259	2518	3777	5036
2.1	329	659	988	603	1206	1809	2412	907	1814	2721	3628
2.8	239	478	718	438	876	1314	1752	659	1318	1976	2635
3.5	175	350	525	320	640	960	1280	482	963	1445	1926
4.2	129	257	386	236	472	707	943	355	709	1064	1419
4.9	95	189	284	173	346	520	693	261	521	782	1042
10	11	22	33	20	40	60	79	30	60	90	119
15	1	3	4	3	5	8	11	4	8	12	16
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表3.2.1.2.6 LMFA3～6エポキシ系吸引力-エアギャップ比較表

LMFA3□～LMFA4□シリーズの吸引力（エポキシタイプ） 単位：N								
エアギャップ (mm)	LMFA31	LMFA32	LMFA33	LMFA34	LMFA41	LMFA42	LMFA43	LMFA44
0	6069	12138	18206	24275	9103	18206	27310	36413
0.7	4494	8989	13483	17978	6742	13483	20225	26966
1.4	3430	6860	10290	13720	5145	10290	15435	20580
2.1	2663	5326	7988	10651	3994	7988	11982	15977
2.8	2098	4195	6293	8391	3147	6293	9440	12586
3.5	1665	3330	4995	6660	2497	4995	7492	9989
4.2	1335	2670	4005	5340	2002	4005	6007	8010
4.9	1076	2152	3228	4304	1614	3228	4842	6456
10	245	490	734	979	367	734	1102	1469
15	61	122	184	245	92	184	275	367
20	15	31	46	62	23	46	69	93
30	0	0	0	0	0	0	0	0
LMFA5□～LMFA6□シリーズの吸引力（エポキシタイプ） 単位：N								
エアギャップ (mm)	LMFA52	LMFA53	LMFA54	LMFA62	LMFA63	LMFA64		
0	24240	36360	48480	36413	54619	72826		
0.7	17951	26927	35903	26966	40450	53933		
1.4	13700	20550	27400	20580	30870	41160		
2.1	10635	15953	21271	15977	23965	31953		
2.8	8379	12568	16757	12586	18880	25173		
3.5	6650	9975	13300	9989	14984	19979		
4.2	5332	7998	10664	8010	12014	16019		
4.9	4297	6446	8595	6456	9683	12911		
10	978	1467	1956	1469	2203	2938		
15	244	367	489	367	551	734		
20	62	92	123	93	139	185		
30	0	0	0	0	0	0		

3.2.1.3 LMFP シリーズ

■ 連続推力/ピーク推力とエアギャップ：カバータイプ

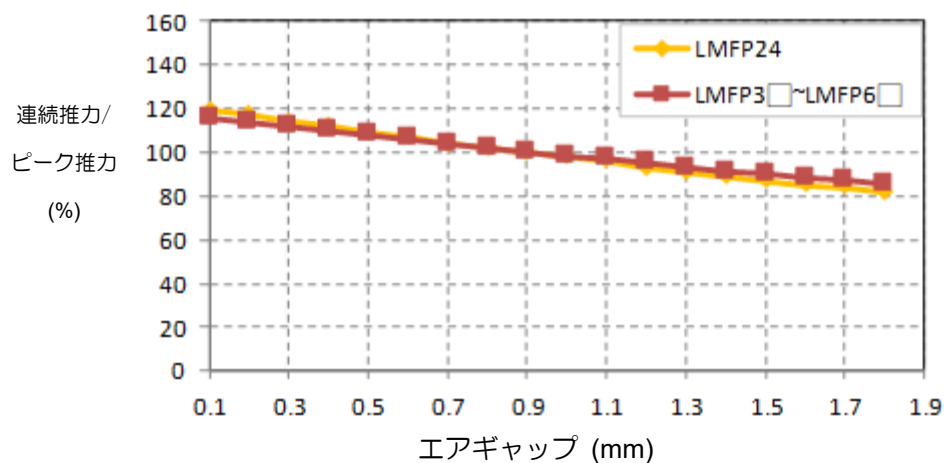


図3.2.1.3.1 カバー付きLMFPの連続推力/ピーク推力とエアギャップの関係グラフ

表3.2.1.3.1 カバー付きLMFPの連続推力/ピーク推力-エアギャップ比較表

LMFP シリーズ 連続推力/ピーク推力（カバータイプ） 単位：％		
エアギャップ (mm)	LMFP24	LMFP3□~LMFP6□
0.1	119	116
0.2	117	114
0.3	114	112
0.4	112	110
0.5	109	108
0.6	107	106
0.7	104	104
0.8	102	102
0.9	100	100
1	98	98
1.1	96	97
1.2	93	95
1.3	91	93
1.4	89	91
1.5	87	90
1.6	85	88
1.7	84	87
1.8	82	85

■ 連続推力/ピーク推力とエアギャップ：エポキシタイプ

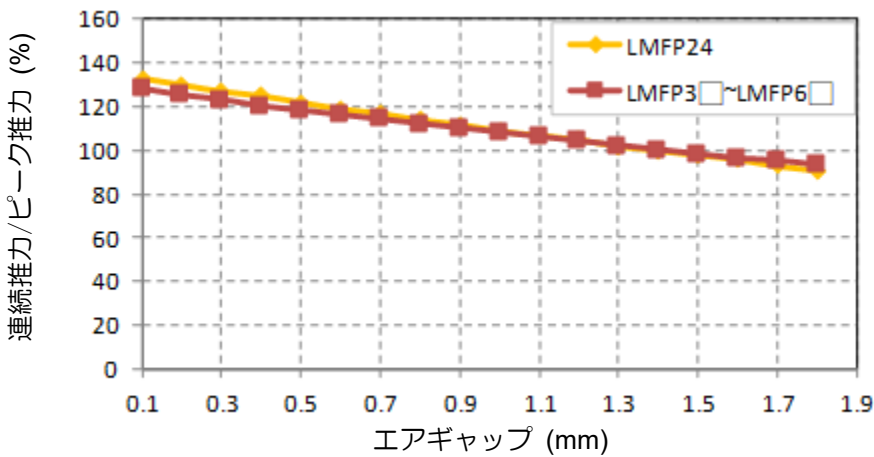


図 3.2.1.3.2 エポキシタイプの LMFP 連続推力/ピーク推力-エアギャップ関係グラフ

表3.2.1.3.2 エポキシタイプのLMFP連続推力/ピーク推力-エアギャップ比較チャート

LMFP シリーズ 連続推力/ピーク推力（エポキシタイプ） 単位：％		
エアギャップ (mm)	LMFP24	LMFP3□~LMFP6□
0.1	133	128
0.2	130	125
0.3	127	123
0.4	125	120
0.5	122	118
0.6	119	116
0.7	117	114
0.8	114	112
0.9	112	110
1	109	108
1.1	107	106
1.2	105	104
1.3	102	102
1.4	100	100
1.5	98	98
1.6	96	96
1.7	93	95
1.8	91	93

■ 吸引力とエアギャップ：カバータイプ

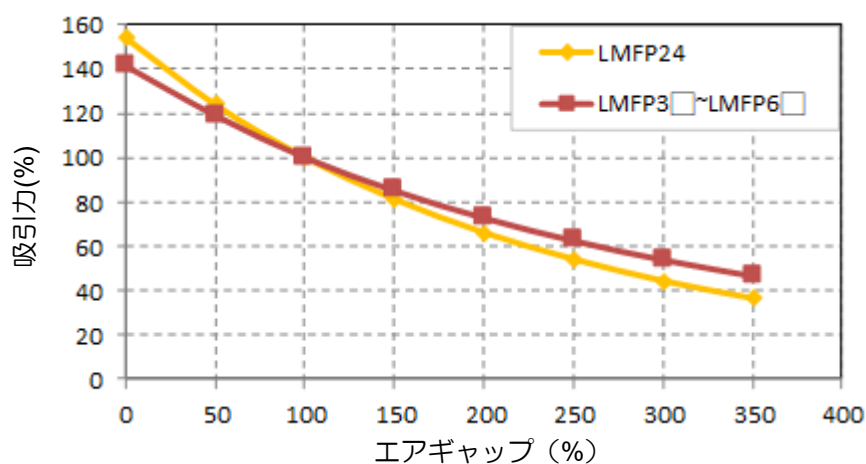


図3.2.1.3.3 カバー型LMFPの吸引力とエアギャップの関係グラフ

表3.2.1.3.3 LMFP24~4□カバー付型吸引力-エアギャップ比較表

LMFP24~LMFP4□シリーズの吸引力（カバータイプ）。単位：N									
エアギャップ (mm)	LMFP24	LMFP31	LMFP32	LMFP33	LMFP34	LMFP41	LMFP42	LMFP43	LMFP44
0	7065	4404	8808	13213	17617	6606	13213	19819	26425
0.45	5674	3710	7419	11129	14839	5565	11129	16694	22258
0.9	4583	3121	6243	9364	12485	4682	9364	14046	18728
1.35	3710	2656	5313	7969	10625	3984	7969	11953	15938
1.8	3017	2273	4546	6819	9092	3409	6819	10228	13638
2.25	2466	1955	3910	5864	7819	2932	5864	8797	11729
2.7	2013	1687	3374	5061	6748	2531	5061	7592	10123
3.15	1653	1461	2922	4383	5845	2192	4383	6575	8767
5	737	828	1657	2485	3313	1243	2485	3728	4970
10	87	196	393	589	786	295	589	884	1179
15	11	50	99	149	198	74	149	223	297
20	0	12	24	37	49	18	37	55	73

表3.2.1.3.4 LMFP5□～6□カバー付吸引力-エアギャップ比較表

LMFP5□～LMFP6□シリーズの吸引力（カバータイプ） 単位：N						
エアギャップ (mm)	LMFP52	LMFP53	LMFP54	LMFP62	LMFP63	LMFP64
0	17591	26387	35183	26425	39638	52851
0.45	14814	22226	29635	22258	33388	44517
0.9	12467	18701	24934	18728	28092	37456
1.35	10610	15914	21219	15938	23906	31875
1.8	9079	13618	18157	13638	20457	27276
2.25	7808	11712	15616	11729	17593	23458
2.7	6739	10108	13477	10123	15184	20245
3.15	5836	8754	11672	8767	13150	17534
5	3309	4963	6617	4970	7455	9940
10	785	1177	1569	1179	1768	2357
15	198	297	396	297	446	595
20	49	73	97	73	110	146

■ 吸引力とエアギャップ：エポキシタイプ

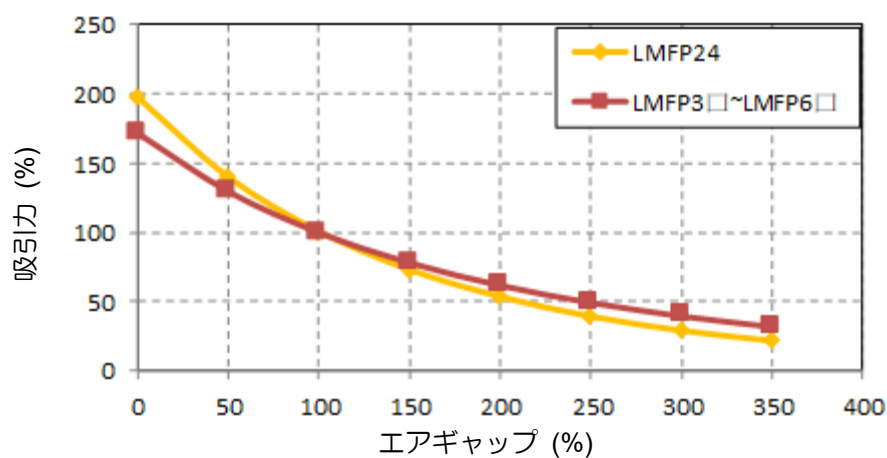


図3.2.1.3.4 エポキシタイプのLMFPの吸引力とエアギャップの関係グラフ

表3.2.1.3.5 LMFP24~4□エポキシ系吸引力-エアギャップ比較表

LMFP24~LMFP4□シリーズの吸引力（エポキシタイプ） 単位：N									
エアギャップ (mm)	LMFP24	LMFP31	LMFP32	LMFP33	LMFP34	LMFP41	LMFP42	LMFP43	LMFP44
0	9016	5355	10713	16068	21424	8034	16068	24102	32136
0.7	6380	4044	8089	12133	16177	6067	12133	18200	24266
1.4	4583	3121	6243	9364	12485	4682	9364	14046	18728
2.1	3319	2444	4888	7332	9776	3666	7332	10998	14664
2.8	2420	1936	3872	5807	7743	2904	5807	8711	11615
3.5	1773	1545	3091	4636	6181	2318	4636	6954	9272
4.2	1306	1241	2483	3725	4966	1862	3725	5587	7450
4.9	965	1004	2009	3013	4017	1506	3013	4519	6026
10	114	974	1949	2923	3898	1462	2923	4385	5847
15	18	230	460	689	919	345	689	1034	1379
20	0	57	114	171	228	85	171	256	342
30	-	15	30	45	60	22	45	67	90

表3.2.1.3.6 LMFP5□～6□エポキシ系吸引力-エアギャップ比較表

LMFP5□～LMFP6□シリーズの吸引力（エポキシタイプ） 単位：N						
エアギャップ (mm)	LMFP52	LMFP53	LMFP54	LMFP62	LMFP63	LMFP64
0	21393	32090	42786	32136	448205	64273
0.7	16154	24231	32307	24266	36399	48532
1.4	12467	18701	24934	18728	28092	37456
2.1	9762	14643	19523	14664	21996	29328
2.8	7732	11598	15463	11615	17422	23229
3.5	6172	9258	12344	9272	13907	18543
4.2	4959	7439	9918	7450	11175	14899
4.9	4011	6017	8023	6026	9039	12052
10	3892	5838	7784	5847	8770	11693
15	918	1377	1836	1379	2068	2758
20	228	341	455	342	513	684
30	60	90	119	90	135	179

3.2.1.4 LMSC シリーズ

■ 吸引力とエアギャップ

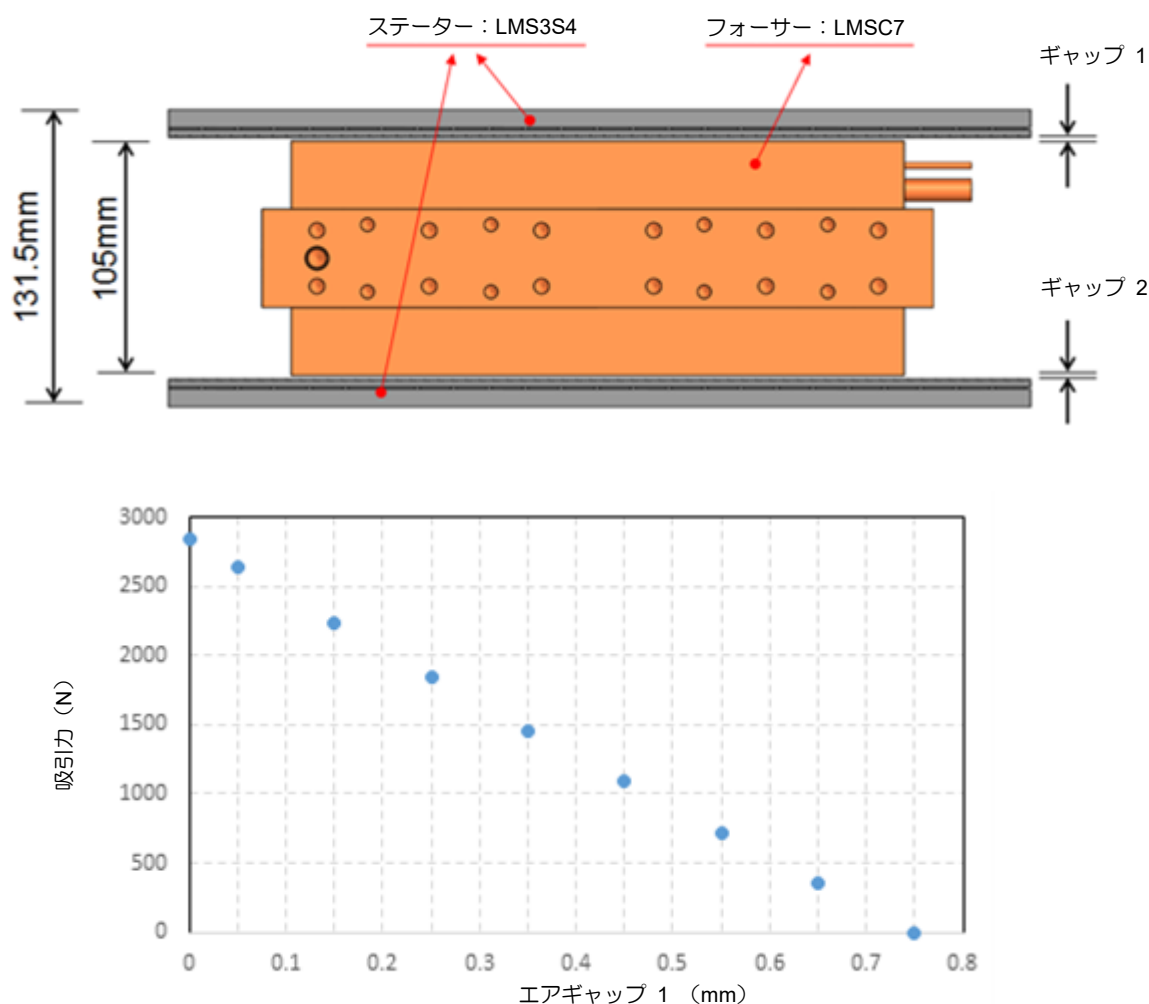


図3.2.1.4.1 LMSC吸引力とエアギャップの関係グラフ

表3.2.1.4.1 LMSC吸引力とエアギャップの比較表

シリーズ	LMSC7(L) (WC)								
エアギャップ 1 (mm)	0	0.05	0.15	0.25	0.35	0.45	0.55	0.65	0.75
エアギャップ 2 (mm)	1.5	1.45	1.35	1.25	1.15	1.05	0.95	0.85	0.75
吸引力 (N)	2838	2633	2230	1840	1464	1090	724	361	0

3.2.1.5 LME シリーズ

- LME-A シリーズ
- 連続推力/ピーク推力とエアギャップ：カバータイプ

表3.2.1.5.1 LME-A 連続推力/ピーク推力とエアギャップの関係図

シリーズ	LME-A									
エアギャップ (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8 最大	0.9	1.0
推力 (%)	113.0	110.4	108.1	106.1	103.1	100	97.7	95.1	92.5	89.8

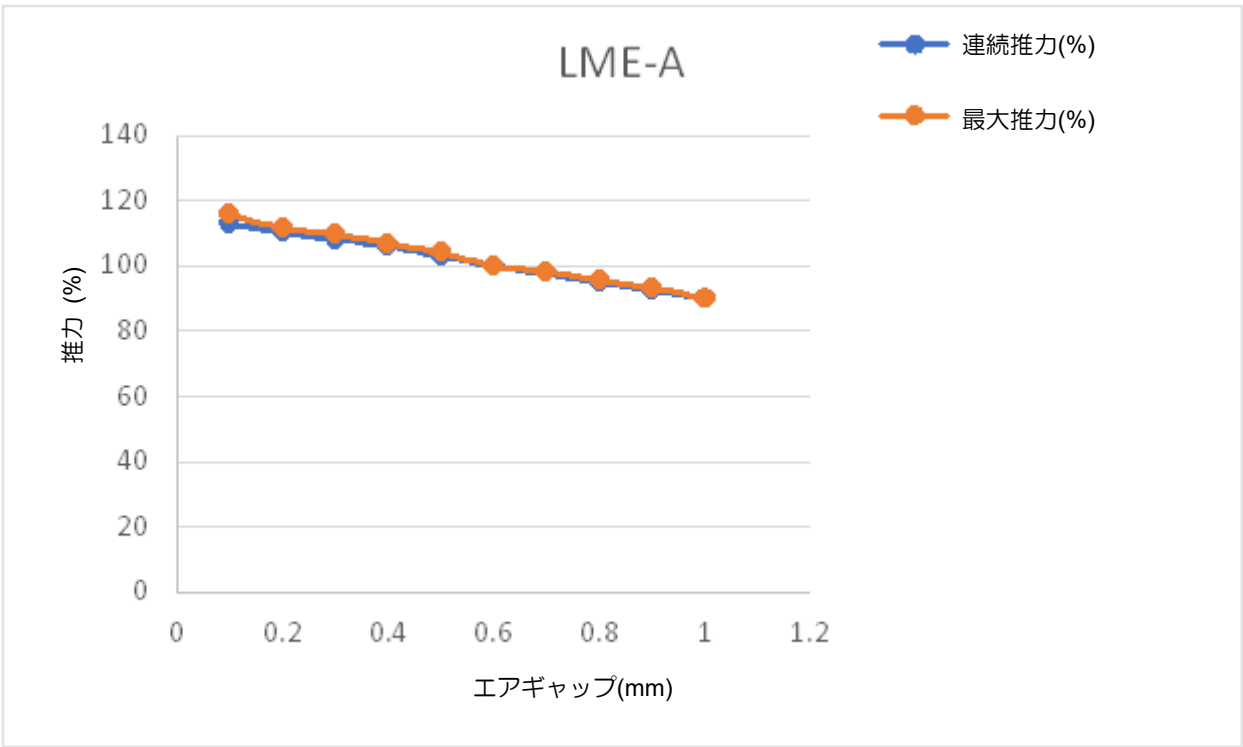


図3.2.1.5.1 カバータイプLME-Aの連続推力/最大推力とエアギャップの関係グラフ

表3.2.1.5.2 LME-A 吸引力とエアギャップの関係図

シリーズ	LME-A										
エアギャップ (mm)	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	5.0	10.0	15.0
推力 (%)	0	50	100	150	200	250	300	350	833	1666	2500

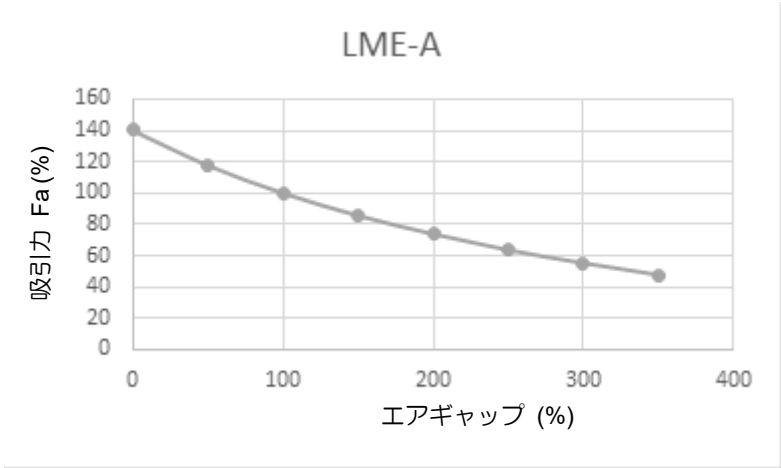


図3.2.1.5.2 カバー付きLME-Aの吸引力とエアギャップの比較グラフ

- LME-B シリーズ
- 連続推力/最大推力とエアギャップ：カバータイプ

表3.2.1.5.3 LME-B 連続推力/最大推力とエアギャップの関係図

シリーズ	LME-B									
エアギャップ (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
推力 (%)	113.5	110.5	107.6	104.8	102.3	100	97.6	95.3	93.0	90.6

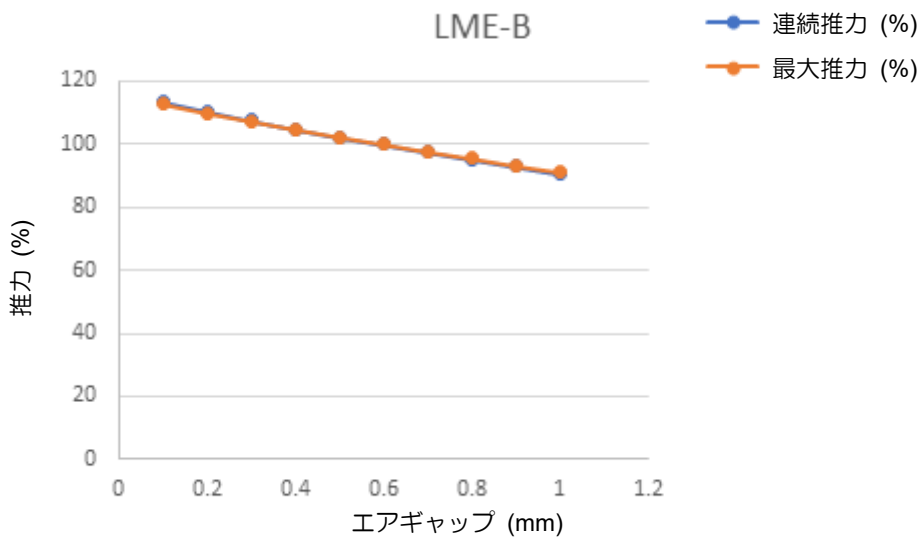


図3.2.1.5.3 カバー付きLME-B 連続推力/最大推力-エアギャップ関係グラフ

■ 吸引力とエアギャップ：カバータイプ

表3.2.1.5.4LME-B 吸引力とエアギャップの関係図

シリーズ	LME-B										
エアギャップ (mm)	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	5.0	10.0	15.0
推力 (%)	0	50	100	150	200	250	300	350	833	1666	2500

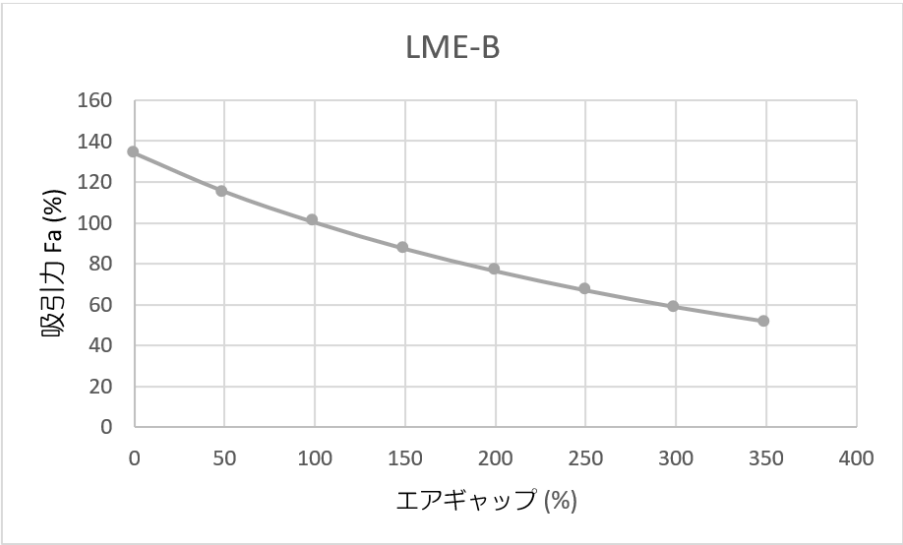


図3.2.1.5.4 カバー付きLME-Bの吸引力とエアギャップの関係グラフ

3.2.2 ネジの選択ルールと指示

- フォーサーとステーター部品を取り付ける前に、まず取り付け寸法を確認してください。
- フォーサーとステーター部品の取り付け面と機械の表面を清掃します。
- ネジは、DIN912規格に準拠し、強度10.9のネジを使用してください。
- 新しいネジを使用し、フォーサーとステーターの取り外しと取り付けをできるだけ繰り返さないようにしてください。
- フォーサー、ステーターのネジ穴寸法に合わせて適切なネジをお選びください。
- ステーターの取り付け中、ネジの頭がステーターの表面を超えてはなりません。
- ネジの締め付けはトルクレンチを使用し、下表の推奨締め付けトルク値を参考にしてください。
- 動く構造物や振動する構造物では、ネジの接着剤でネジを固定する必要があります。

3.2.2.1 推力とステーターネジ取り付け穴の仕様表

表3.2.2.1.1 LMFAフォーサー、ステーターネジ取り付け穴仕様表

LMFA シリーズフォーサー		LMFA シリーズステーター	
LMFA0□(L)~LMFA2□(L)	M5x0.8Px 深 10	LMF0S□(E)	Ø4.5 通シ; Ø8x 深 2
		LMF1S□(E)	Ø5.5 通シ; Ø10x 深 1.5
LMFP24	M5x0.8Px 深 9	LMF2S□(E)	Ø5.5 通シ; Ø10x 深 3.5
LMFA3□(L)~LMFA6□(L)	M8x1.25Px 深 14	LMF3S□(E)	Ø9 通シ; Ø15x 深 6
		LMF4S□(E)	Ø9 通シ; Ø15x 深 6
LMFP3□~6□	M8x1.25Px 深 12.5	LMF5S□E	Ø9 通シ; Ø15x 深 6
		LMF6S□E	Ø6.5 通シ; Ø10.5x 深 6

表3.2.2.1.2 LMSAフォーサー、ステーターネジ取り付け穴仕様表

LMSA シリーズフォーサー			LMSA シリーズステーター	
	取付穴		カバータイプ	エポキシタイプ
LMSA0□ LMSA0□-Z	M5x0.8Px 深 4	LMSA0S□(EA)	Ø4.5 通シ	Ø4.5 通シ, Ø8x 深 5.6
LMSA1□(L) ~LMSA3□(L) LMSA1□-Z ~LMSA3□-Z	M4x0.7Px 深 4	LMSA1S□(EA)	Ø4.5 通シ	Ø4.5 通シ, Ø8x 深 5.6
		LMSA2S□(EA)	Ø5.5 通シ	Ø5.5 通シ, Ø10x 深 5.6
		LMSA3S□(EA)	Ø5.5 通シ	Ø5.5 通シ, Ø10x 深 5.6
LMSAC□(L)		LMSACS□(EA)	Ø5.5 通シ	Ø5.5 通シ, Ø10x 深 5.6

表3.2.2.1.3 LMSSフォーサー、ステーターネジ取付穴仕様表

LMSS シリーズフォーサー		LMSS シリーズステーター	
LMSS11	M3x0.5Px 深 5	LMSS1S□	Ø4.5 通シ

表3.2.2.1.4 LMSCフォーサー、ステーターネジ取り付け穴仕様表

LMSC シリーズフォーサー		LMSC シリーズステーター	
LMSC7(L)	M8x1.25Px 深 12	LMS3S□	Ø6.5 通シ, Ø11x 深 4

表3.2.2.1.5 LMCフォーサー、ステーターネジ取付穴仕様表

LMC シリーズフォーサー			LMC シリーズステーター	
	底部取付穴	側面取付穴		
LMCA	M3x0.5Px 深 4.5	M4x0.7Px 深 5	LMCAS□	Ø5.5 通シ, Ø9.5x 深 8
LMCB			LMCBS□	Ø5.5 通シ, Ø9.5x 深 8
LMCC			LMCCS□	Ø6.5 通シ, Ø11x 深 10
LMCD	M5x0.8Px 深 6	M4x0.7Px 深 8	LMCDS□	Ø6.5 通シ, Ø11x 深 8
LMCE			LMCES□	Ø6.5 通シ, Ø11x 深 8
LMCF		M5x0.8Px 深 9	LMCFS□	Ø6.5 通シ, Ø11x 深 8

表3.2.2.1.6 LMC-EFフォーサー、ステーターネジ取付穴仕様表

LMC-EF シリーズフォーサー		LMC-EF シリーズステーター	
	底部取付穴		
LMC-EFC	M4x0.7Px 深 5 M4x0.7Px 深 12	LMC-EFCS□	Ø4.2 通シ, Ø7.5x 深 6.35
LMC-EFE	M4x0.7Px 深 5 M4x0.7Px 深 12	LMC-EFES□	Ø5.5 通シ, Ø9.5x 深 6.85
LMC-EFF	M5x0.8Px 深 10 M5x0.8Px 深 12	LMC-EFFS□	Ø5.5 通シ, Ø9.5x 深 8

表3.2.2.1.7 LMC-HUBフォーサー、ステーターネジ取り付け穴仕様表

LMC-HUB シリーズフォーサー			LMC-HUB シリーズステーター	
	底部取付穴	側面取付穴		
LMC-HUB	M3x0.5P 通シ	M3x0.5Px 深 3	LMC-HUBS□	Ø4.5 通シ, Ø8x 深 4.5

表3.2.2.1.8 LMTフォーサーネジ取り付け穴仕様表

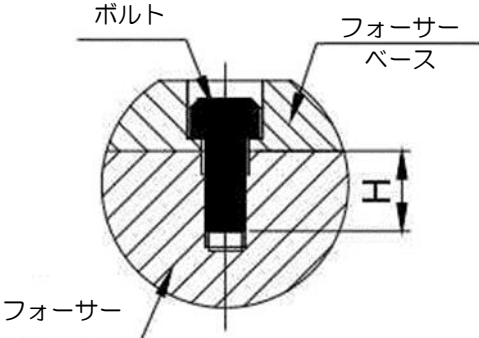
LMT シリーズフォーサー	
LMT2	M3x0.5Px 深 5
LMT6	M3x0.5Px 深 5
LMTA	M4x0.7Px 深 6
LMTB	M6x1.0Px 深 9
LMTC	M8x1.25Px 深 12

表 3.2.2.1.6 LME フォーサー、ステーターネジ取付穴仕様表

LME シリーズフォーサー		LME シリーズステーター	
	取付穴		カバータイプ
LME-A-12 LME-A-22(L)	M3x0.5Px 深 5	LME-A-1S□ LME-A-2S□	Ø4.5 通シ
LME-B-13 LME-B-22 LME-B-23(L)	M4x0.7Px 深 4	LME-B-1S□ LME-B-2S□	Ø4.5 通シ

3.2.2.2 フォーサー推奨ネジ締め付け深さ表

表3.2.2.2.1 フォーサーネジ締め深さ表

フォーサー仕様	ネジ仕様	ネジ締め付け深さ H(mm)	概略図
LMSS	M3	4.5 0/-1	
LMSA0□/LMSA0□-Z	M5	3.5 0/-1	
LMSA1□~C□/LMSA1□-Z~3□-Z	M4	3.5 0/-1	
LME-A	M3	5 0/-1	
LME-B	M4	5 0/-1	
LMFA0□~2□	M5	9 0/-2.5	
LMFP24	M5	8 0/-2	
LMFA3□~6□	M8	12 0/-3.5	
LMFP3□~6□	M8	11 0/-3	
LMSC7	M8	11 0/-3	
LMCA~C	M3(底面)	4 0/-1	
	M4(側面)		
LMCD~E	M5(底面)	5 0/-1	
	M4(側面)	6 0/-2	
LMCF	M5(底面)	5 0/-1	
	M5(側面)	8 0/-2	
LMC-EFC/EFE	M4	4 0/-1	
		8 0/-3	
LMC-EFF	M5	8 0/-2s	
LMT2□	M3	4.5 0/-1	
LMT6□			
LMTA□	M4	5 0/-1	
LMTB□	M6	8 0/-2	
LMTC□	M8	11 0/-3	

注記：LMC-EFCシリーズのフォーサー底のネジ穴には2種類の深さがありますので、カタログの図面を参照してください。

表3.2.2.2.2 精密水冷式フォーサーのネジ締め付け深さ表

フォーサー仕様	ネジ仕様	ネジ締め付け深さ H(mm)	概略図
LMFA3□~6□	M8	24 $0/-3.5$	
LMFP3□~6□	M8	23 $0/-3$	

3.2.2.3 ステーター推奨ネジ締め付け最小深さ表

表3.2.2.3.1 ステーターネジ締結深さ表

材質	炭素鋼	鋳鉄	アルミニウム合金
締付深さ	1.2 x d	1.6 x d	1.8 x d

注記：最大締め付け深さは、ユーザーの機械のネジ穴により決まります。

3.2.2.4 フォーサーとステーターの推奨ネジトルク表

表3.2.2.4.1 ネジトルク規格表

ネジ寸法	トルク (kgf-cm)	トルク (N-m)
M3x0.5P	15	1.5
M4x0.7P	34	3.3
M5x0.8P	69	6.8
M6x1.0P	118	11.6
M8x1.25P	286	28.1

3.3 電気接続

3.3.1 ケーブル

3.3.1.1 電源ケーブルの標準仕様

標準リニアモーターの電源ケーブルと温度ケーブルの長さは0.5mから1.2mです。ケーブルの長さの単位は100mmです。ケーブルの出口は、図3.3.1.1.1に示すように、コネクタ付きまたは開放端タイプがあります。

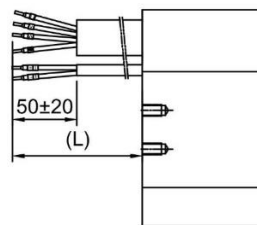


図 3.3.1.1.1 電源ケーブルのコンセント仕様

3.3.1.2 接地保護のための推奨施工方法

- シールドは電源ケーブルまたは温度ケーブルに必ず接続してください。また、シールドは接地する必要があります（図3.3.1.2.1を参照）。
- シールドを剥がした後、シールド全体を適切な長さに切断すると作業がしやすくなります。シールドの一部を切断しないでください。シールドが破損しやすくなり、接地効率が低下する可能性があります。

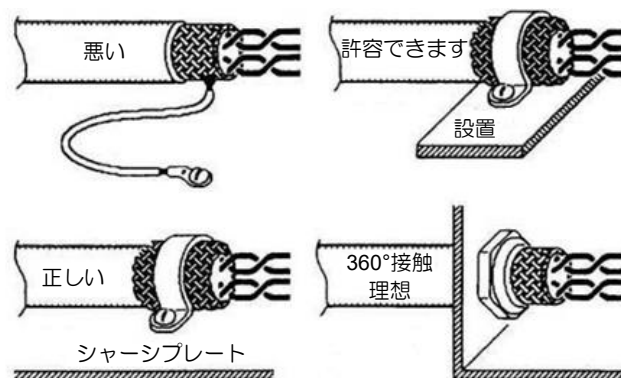


図3.3.1.2.1 推奨接地方法

3.3.1.3 コアレスリニアモーターの接地保護のための推奨施工方法

コアレスリニアモーター電源ケーブルでは、接地保護のために絶縁ネットの使用を推奨します。絶縁ネットは2つの部分に分かれており、1つは接地用、もう1つは銅箔で包まれて金属ケースに接続されます(図3.3.1.3.1を参照)。

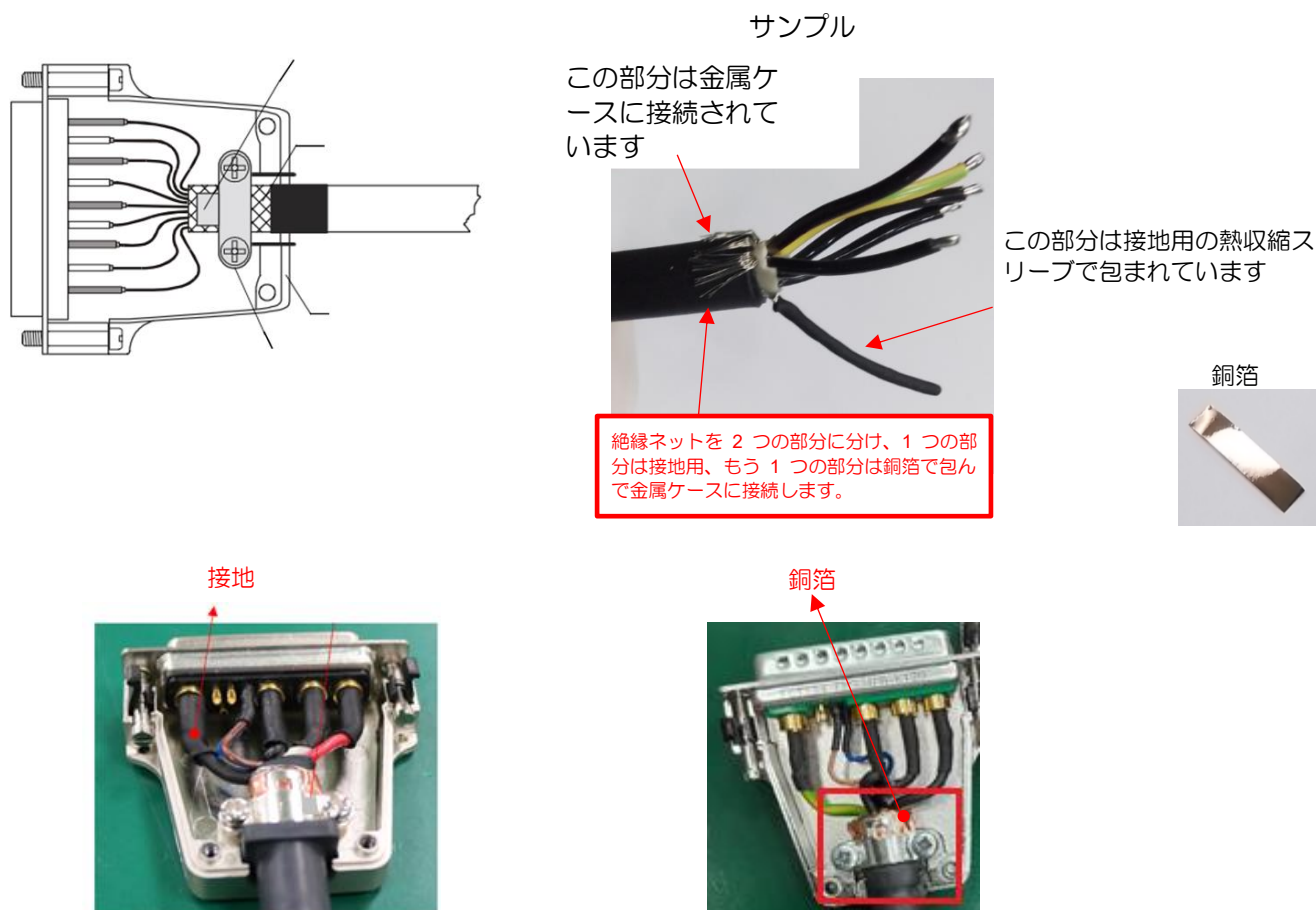
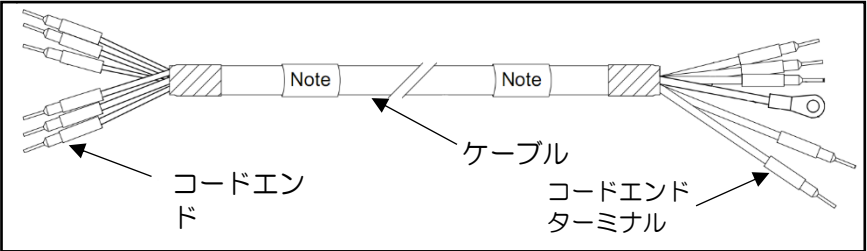


図3.3.1.3.1 コアレスリニアモーターの接地保護

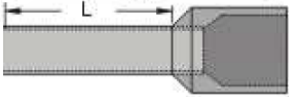
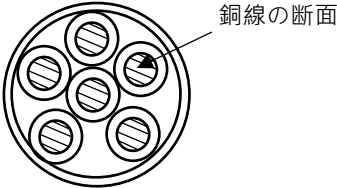
3.3.1.4 LMSA-Z シリーズ用延長ケーブルの推奨設置方法

■ 延長ケーブルの製造



- (1) コード端末端子の長さの規定については、表 3.3.1.4.1 を参照してください。
- (2) ケーブルの銅線の断面積の規格については、表 3.3.1.4.1 を参照してください。
- (3) コネクターピンについては図 3.3.1.4.1 を参照してください。

表 3.3.1.4.1 仕様

コード端末端子の長さ (L) (mm)		銅線の断面積	
			
		AWG	DIN (mm ²)
10		22	0.5
10		20	0.75
10		18	1.0

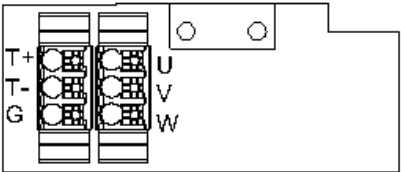


図3.3.1.4.1 コネクターピン

■ コネクタの取り付け

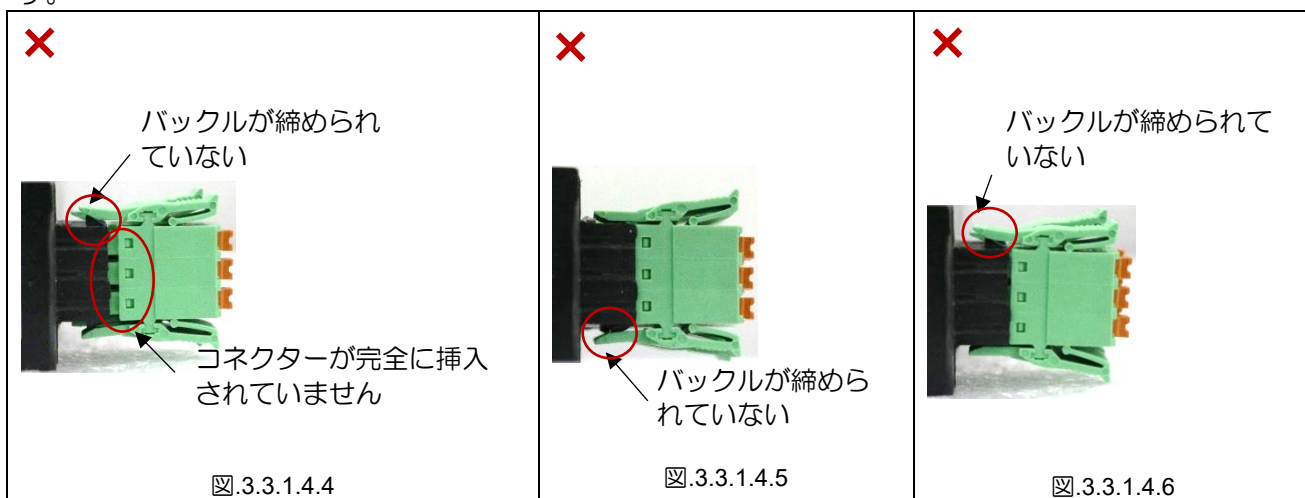
モーターがコネクタに接続されました。

コネクタを抜き差しするときは、コネクタが底まで挿入され、4 つのバックルすべてが完全に締められていることに注意してください。

バックルの位置を図 3.3.1.4.2 に示します。正しい取り付けを図 3.3.1.4.3 に示します。



不適切なインストールは、図 3.3.1.4.4～3.3.1.4.6 に示すように、運用上のリスクにつながります。



■ モーターと延長ケーブルの取り付け

モーターはコネクタに接続されており、コネクタを取り外すことで延長ケーブルとして使用できます。図 3.3.1.4.7 を参照してください。



図 3.3.1.4.7 モーターを延長ケーブルに接続する

モーターを粉塵の多い環境で使用する場合は、機械に防塵カバーを取り付けることをお勧めします。

熱収縮チューブの詳細な取り付け方法については、以下をご覧ください。

■ インストールに関する注意事項

- (1) モーターをパッケージから取り出します（図 3.3.1.4.8）（緑色のコネクタを引き抜かないでください。コネクタが奥まで挿入され、4 つのバックルが完全に固定されていることを確認してください）。そして、熱収縮チューブを準備します。（図 3.3.1.4.9）
- (2) 熱収縮チューブ $\Phi=22\text{mm}$ 。小さい熱収縮チューブの長さ：9mm、大きい熱収縮チューブの長さ：70mm。
- (3) モーターコネクタのバックル（下図の赤で示した部分）に①の小型熱収縮チューブを取り付け、ヒートガンで締めます。（図 3.3.1.4.10）
- (4) ② 熱収縮チューブ（大）を③ 延長コードの中に入れます。
- (5) 手順（3）の延長ケーブルをモーターのコネクタ④に接続します。（図 3.3.1.4.12）
※延長ケーブルのモーターコネクタに接続される側のコード端末端子の仕様については表 3.3.1.4.1 を参照してください。
※モーターコネクタピンについては、図 3.3.1.4.1 を参照してください。
- (6) ④が冷えたことを確認します。②をモーターのコネクタ④に取り付けます。（図 3.3.1.4.13）
- (7) ヒートガン⑤を使用して、大きな熱収縮チューブ②を締め付けます。締め付け方向は図 3.3.1.4.14 に示すようになります。
- (8) 熱収縮チューブのコーティングを完了します。（図 3.3.1.4.15）
- (9) 最後に、手順（7）の延長ケーブルを含めたモーターを機械に取り付けます。



図3.3.1.4.8 モーターのパッケージ

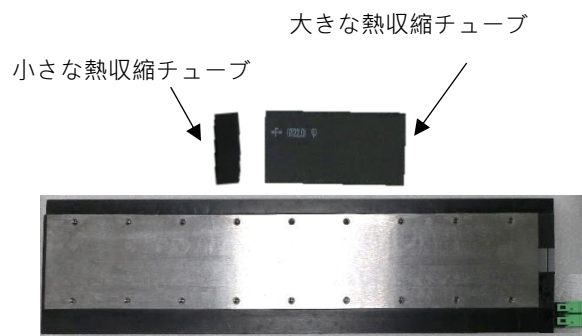


図3.3.1.4.9 モーター、熱収縮チューブ

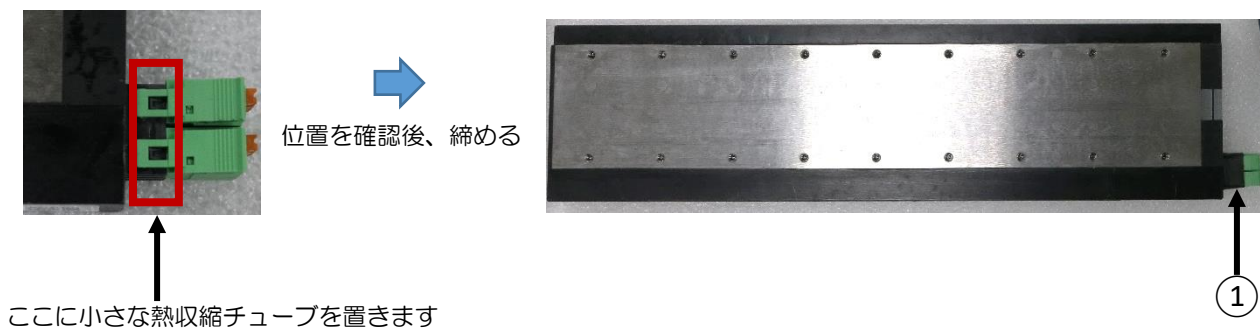


図 3.3.1.4.10 小さな熱収縮チューブの位置



図 3.3.1.4.11 延長ケーブル内の大きな熱収縮チューブ

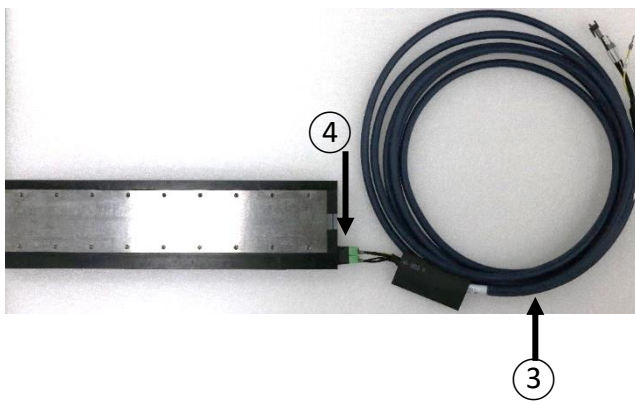


図 3.3.1.4.12 延長ケーブルをモーターコネクタに接続します

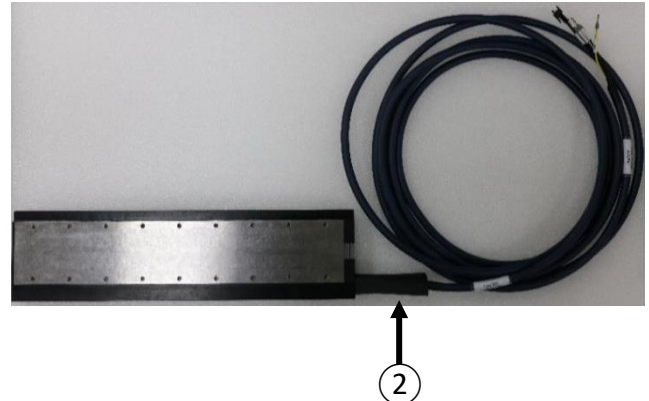


図 3.3.1.4.13 大きな熱収縮チューブをモーターコネクタに移動

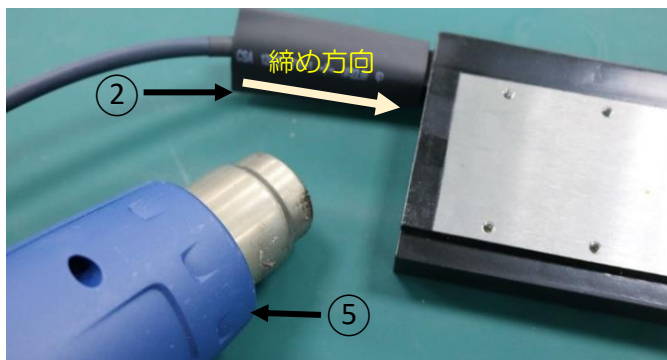


図 3.3.1.4.14 ヒートガンで締める



図 3.3.1.4.15 完了

フォーサーをフォーサープレートに取り付けた後、モーターケーブルはケーブルタイとケーブルトレイで固定する必要があります。また、延長ケーブルもケーブルタイで固定し、ケーブルチェーンに収納して正常に動作することを確認してください（図 3.3.1.4.16 および図 3.3.1.4.17 を参照）。

図 3.3.1.4.18、図 3.3.1.4.19 に示すようにケーブルが正しく取り付けられていない場合、揺れや摩擦などの障害が発生し、異常な状態を引き起こす可能性があります。

■ 推奨される取り付け方法

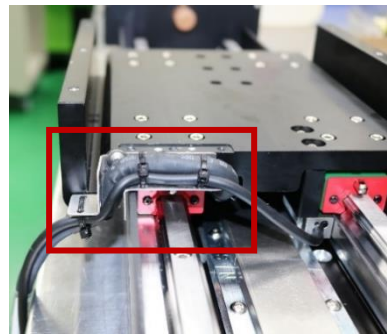


図 3.3.1.4.16 ケーブルタイとケーブルトレイでモーターケーブルを固定する

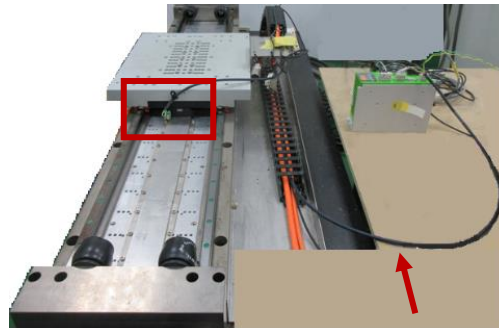
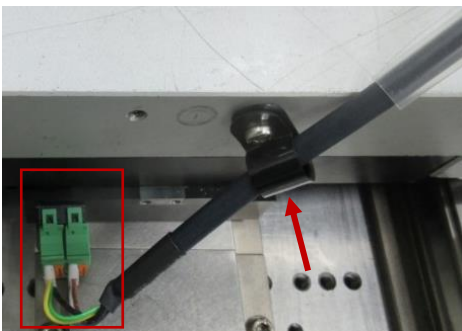


図 3.3.1.4.17 延長ケーブルをケーブルタイで固定し、ケーブルチェーンに入れる

■ 不適切な取り付け方法

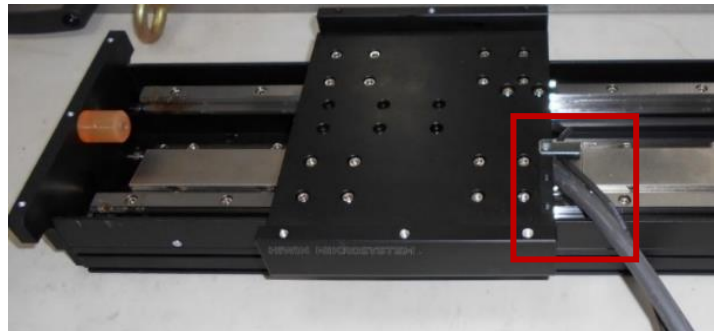
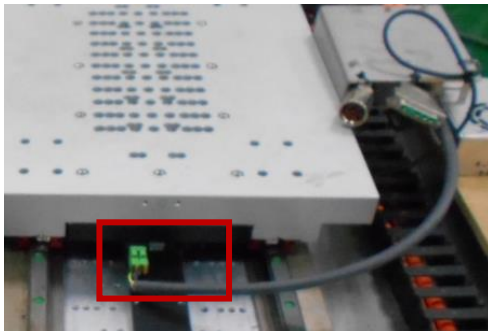


図 3.3.1.4.18 延長ケーブルが固定されていない

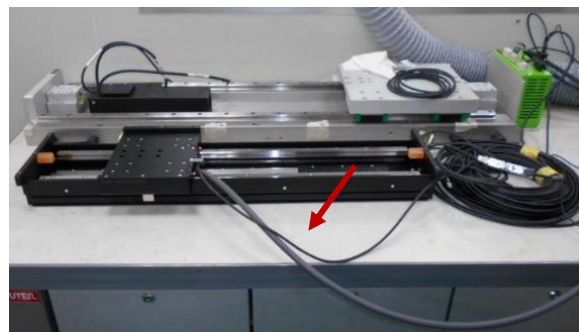


図 3.3.1.4.19 延長ケーブルがケーブルチェーンに挿入されていない

3.3.1.5 コネクター付きモーターシリーズ

標準コネクター付きモーターの場合、標準延長ケーブルの推奨取り付け方法は次のとおりです。

- 銅柱アクセサリは、標準出荷時にはモーター延長ケーブルに取り付けられています。
- 銅線なしデザインを選択：ユーザー専用の4つの内ネジ付きボード取り付けブラケットを用意しており、柱ネジを固定できます。使用例は図3.3.1.5.2（左）をご覧ください。
- 銅箔設計を選択：ユーザー自身のアダプタ基板取付ブラケットにスルーホールを設け、ネジ柱を貫通させてコネクターを固定します（図3.3.1.5.1の赤丸で囲まれた部分）。使用例は図3.3.1.5.2（右）をご覧ください。

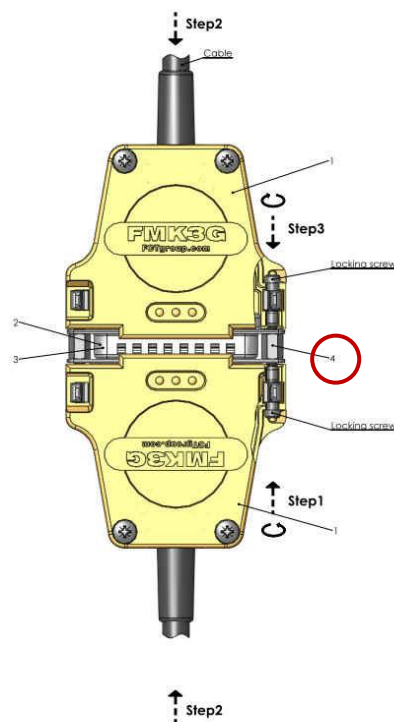
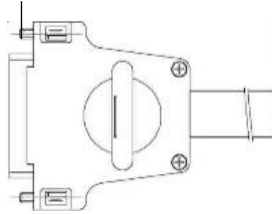


図3.3.1.5.1 接続図

標準：銅柱設計なし

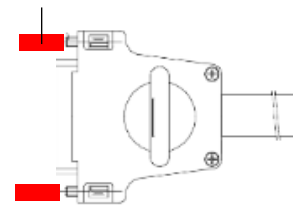
外ねじ



例:固定ボードと接続

付属品：銅柱デザイン付き

銅柱付き



例: 銅柱で接続する

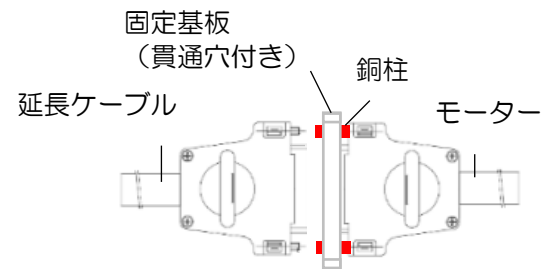
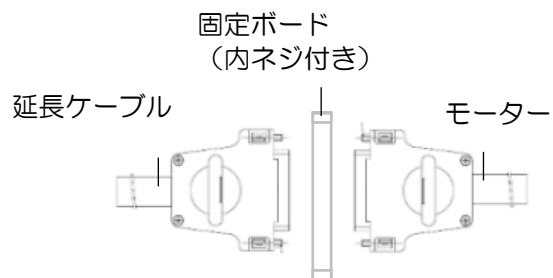
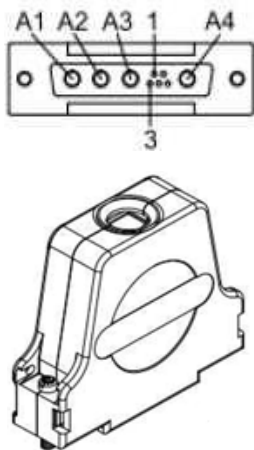
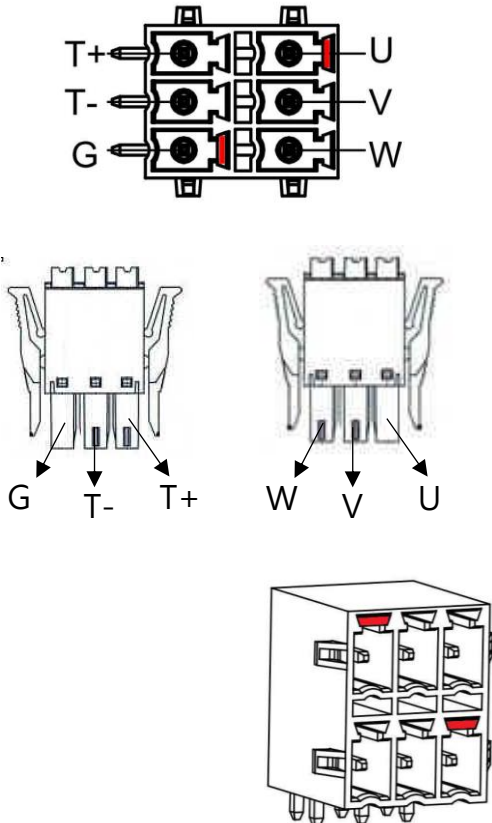


図3.3.1.5.2 接続図

3.3.1.6 コネクターの選択とピンアサイン

表3.3.1.6.1 接続選択配線図

型式	コネクター	ピン																		
LMSA シリーズ	 D-Sub 9-ピンコネクター	<table><tr><th colspan="2">配線</th></tr><tr><th>D-Sub (オス)</th><th>信号</th></tr><tr><td>A1</td><td>V</td></tr><tr><td>A2</td><td>U</td></tr><tr><td>A3</td><td>W</td></tr><tr><td>A4</td><td>GND</td></tr><tr><td>1</td><td>T+</td></tr><tr><td>3</td><td>T-</td></tr><tr><td>CASE</td><td></td></tr></table>	配線		D-Sub (オス)	信号	A1	V	A2	U	A3	W	A4	GND	1	T+	3	T-	CASE	
	配線																			
D-Sub (オス)	信号																			
A1	V																			
A2	U																			
A3	W																			
A4	GND																			
1	T+																			
3	T-																			
CASE																				
LMSA-Z シリーズ	 プラグ式端子台	<table><tr><th colspan="2">配線</th></tr><tr><th>プラグ式端子台</th><th>信号</th></tr><tr><td>U</td><td>U</td></tr><tr><td>V</td><td>V</td></tr><tr><td>W</td><td>W</td></tr><tr><td>T+</td><td>T+</td></tr><tr><td>T-</td><td>T-</td></tr><tr><td>G</td><td>G</td></tr></table>	配線		プラグ式端子台	信号	U	U	V	V	W	W	T+	T+	T-	T-	G	G		
	配線																			
プラグ式端子台	信号																			
U	U																			
V	V																			
W	W																			
T+	T+																			
T-	T-																			
G	G																			

LMFA シリーズ
(M23)

金属コネクタ（角度付き回転式）（オス）

配線	
金属コネクタ（オス）	信号
1	U
4	V
3	W
(2) 	
Case	
A	T1+(灰)
B	T1-(灰)
C	T2+(赤)
D	T2-(白)

PTC
SNM120

Pt1000

金属コネクタ（オス）

配線	
金属コネクタ（オス）	信号
1	U
4	V
3	W
(2) 	
Case	
A	T1+(灰)
B	T1-(灰)
C	T2+(赤)
D	T2-(白)

PTC
SNM120

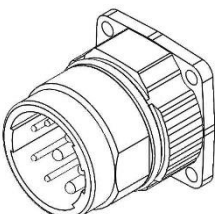
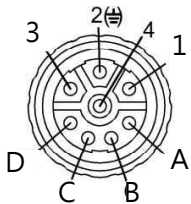
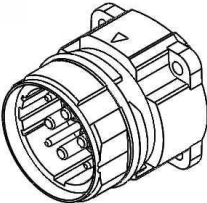
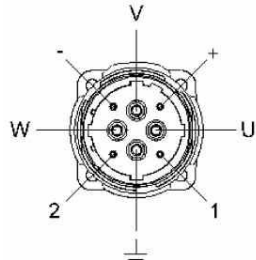
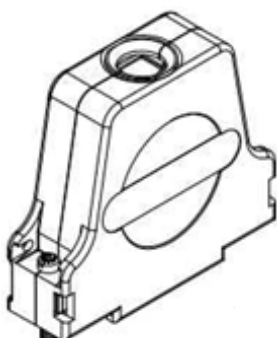
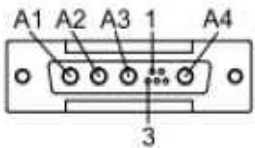
Pt1000

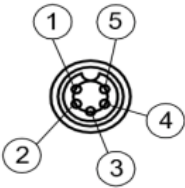
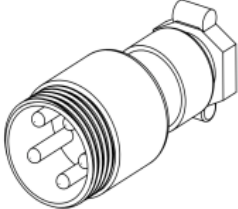
金属コネクタ（オス）

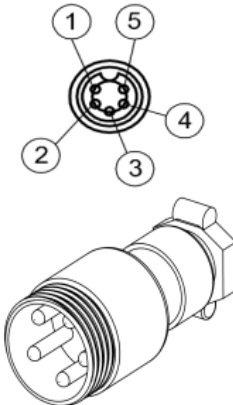
配線	
金属コネクタ（オス）	信号
1	U
4	V
3	W
2()	
Case	
A	T1+
B	T1-
C	T2+
D	T2-

PTC
SNM120

Pt1000

LMFP シリーズ	 金属コネクタ (M23)	<table><tr><th colspan="2">配線</th></tr><tr><th>金属コネクタ (オス)</th><th>信号</th></tr><tr><td>1</td><td>U</td></tr><tr><td>4</td><td>V</td></tr><tr><td>3</td><td>W</td></tr><tr><td>2(⏏)</td><td rowspan="2">⏏</td></tr><tr><td>Case</td></tr><tr><td>A</td><td>T1+</td></tr><tr><td>B</td><td>T1-</td></tr><tr><td>C</td><td>T2+</td></tr><tr><td>D</td><td>T2-</td></tr></table> PTC SNM120 Pt1000	配線		金属コネクタ (オス)	信号	1	U	4	V	3	W	2(⏏)	⏏	Case	A	T1+	B	T1-	C	T2+	D	T2-
	配線																						
金属コネクタ (オス)	信号																						
1	U																						
4	V																						
3	W																						
2(⏏)	⏏																						
Case																							
A	T1+																						
B	T1-																						
C	T2+																						
D	T2-																						
	 金属コネクタ (M40)	<table><tr><th colspan="2">配線</th></tr><tr><th>金属コネクタ (オス)</th><th>信号</th></tr><tr><td>U</td><td>U</td></tr><tr><td>V</td><td>V</td></tr><tr><td>W</td><td>W</td></tr><tr><td>⏏</td><td rowspan="2">⏏</td></tr><tr><td>Case</td></tr><tr><td>1</td><td>T1+</td></tr><tr><td>2</td><td>T1-</td></tr><tr><td>+</td><td>T2+</td></tr><tr><td>-</td><td>T2-</td></tr></table> PTC SNM120 Pt1000	配線		金属コネクタ (オス)	信号	U	U	V	V	W	W	⏏	⏏	Case	1	T1+	2	T1-	+	T2+	-	T2-
配線																							
金属コネクタ (オス)	信号																						
U	U																						
V	V																						
W	W																						
⏏	⏏																						
Case																							
1	T1+																						
2	T1-																						
+	T2+																						
-	T2-																						
LMSC7	 D-Sub 9-ピンコネクタ	<table><tr><th colspan="2">配線</th></tr><tr><th>D-Sub (オス)</th><th>信号</th></tr><tr><td>A1</td><td>V</td></tr><tr><td>A2</td><td>U</td></tr><tr><td>A3</td><td>W</td></tr><tr><td>A4</td><td>GND</td></tr><tr><td>1</td><td>T+</td></tr><tr><td>3</td><td>T-</td></tr><tr><td>CASE</td><td></td></tr></table>	配線		D-Sub (オス)	信号	A1	V	A2	U	A3	W	A4	GND	1	T+	3	T-	CASE				
配線																							
D-Sub (オス)	信号																						
A1	V																						
A2	U																						
A3	W																						
A4	GND																						
1	T+																						
3	T-																						
CASE																							

LMSS11	  M16-P5P (オス)
---------------	---

LMT 2/6/A/B/C	 M16-P5P (オス)	<table><tr><th colspan="2">配線</th></tr><tr><th>M16-P5P (オス)</th><th>信号</th></tr><tr><td>1</td><td>V</td></tr><tr><td>2</td><td>U</td></tr><tr><td>3</td><td>W</td></tr><tr><td>Case</td><td>GND</td></tr><tr><td>4</td><td>T+</td></tr><tr><td>5</td><td>T-</td></tr></table>	配線		M16-P5P (オス)	信号	1	V	2	U	3	W	Case	GND	4	T+	5	T-
		配線																
M16-P5P (オス)	信号																	
1	V																	
2	U																	
3	W																	
Case	GND																	
4	T+																	
5	T-																	

注記：製品の GND またはアース記号（ $\equiv$ ）は、どちらも出荷可能です。図面承認時に、どちらか一方の表示が選択されます。

3.3.2 フォーサー並列設計

リニアモーターは、複数組のフォーサーを並列に同軸上に設置して使用することができます。複数組のフォーサーを並列に設置する場合、モーターの型式が互いに同一であることを確認する必要があります。また、作動前にリニアモーターの位相が一致するように、出力方向と並列スパン（ ΔX ）設計に従って組み立てを行う必要があります。各直列モーターの並列スパンと設置出力の関係については、後の章で詳しく説明します。並列モーターのパラメーター計算については、表3.3.2.1を参照してください。

表3.3.2.1 モーター並列パラメーターの計算

	単体	2 ユニット 並列	3 ユニット 並列	4 ユニット 並列
抵抗 (Ω)	A	A/2	A/3	A/4
インダクタンス (mH)	B	B/2	B/3	B/4
推力定数 (N/Arms)	C	C	C	C
逆起電力定数 ($V_{rms}/(m/s)$)	D	D	D	D
連続電流 (Arms)	E	E*2	E*3	E*4
ピーク電流 (Arms)	F	F*2	F*3	F*4
連続推力 (N)	G	G*2	G*3	G*4
ピーク推力 (N)	H	H*2	H*3	H*4

3.3.2.1 リニアモーターの移動方向

リニアモーターの正方向の定義は次のとおりです。U/V/W を順番に入力すると、初期の移動方向が正方向になります。

リニアモーター動作の正方向は次のとおりです：

■ コア付き：

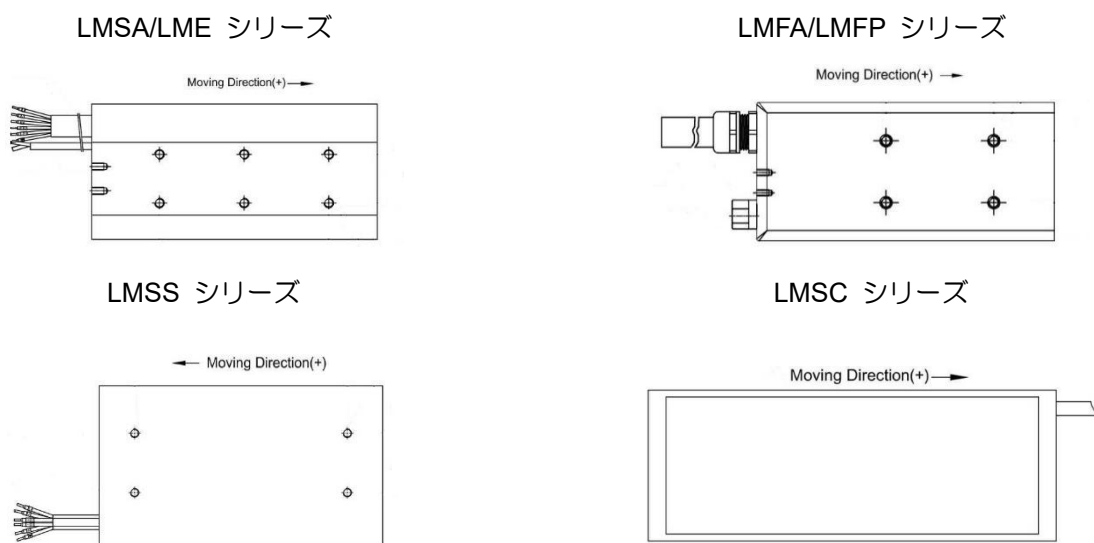


図3.3.2.1.1 接続図

■ コアレス：

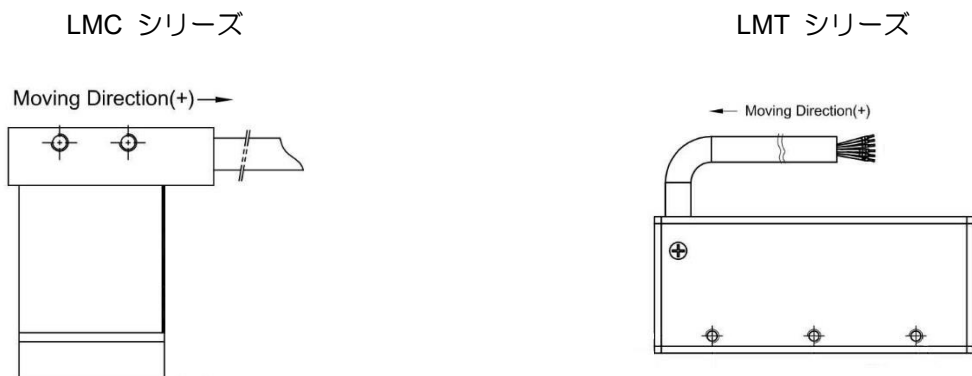


図3.3.2.1.2 接続図

3.3.2.2 LMSA/LMSA-Z/LME リニアモーターシリーズ

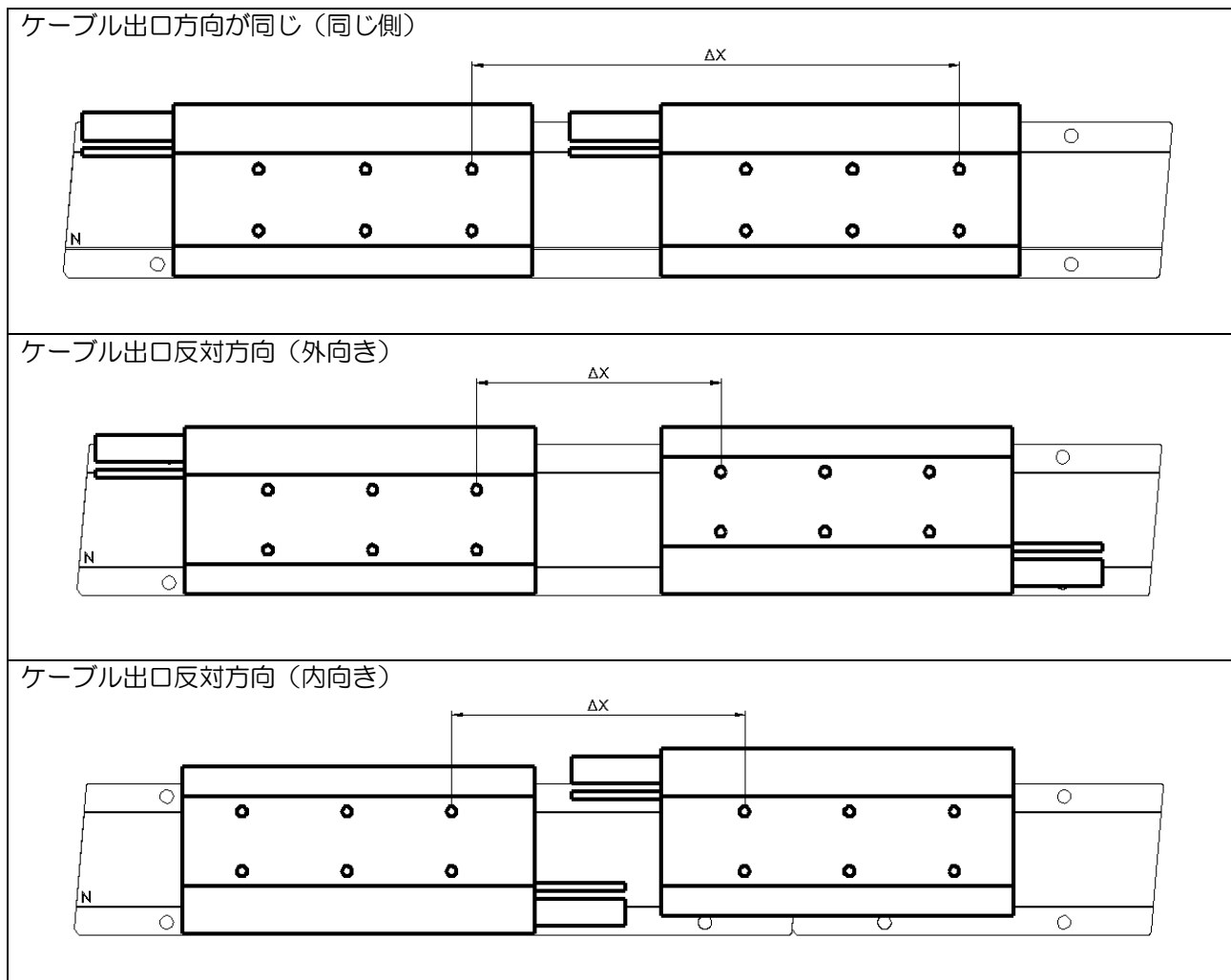


図3.3.2.2.1 LMSA/LME/LMSA-Z/LMEリニアモーター並列接続図

表3.3.2.2.1 LMSA/LMSA-Z/LME並列配線図

モータータイプ		同じ側			外向き			内向き		
モーター 1		U	V	W	U	V	W	U	V	W
モーター 2		U	V	W	W	V	U	W	V	U
LMSA/LMSA-Z	ΔX (2P=30mm)	$n*2P$ (n は整数)			$65+n*2P$ (n=0,1,2...etc.)			$65+n*2P$ (n=0,1,2...etc.)		
LME-A	ΔX (2P=24mm)	$n*2P$ (n は整数)			$50+n*2P$ (n=0,1,2...etc.)			$102+n*2P$ (n=0,1,2...etc.)		
LME-B	ΔX (2P=30mm)	$n*2P$ (n は整数)			$47.5+n*2P$ (n=0,1,2...etc.)			$112.5+n*2P$ (n=0,1,2...etc.)		

3.3.2.3 LMFA 水冷式リニアモーターシリーズ

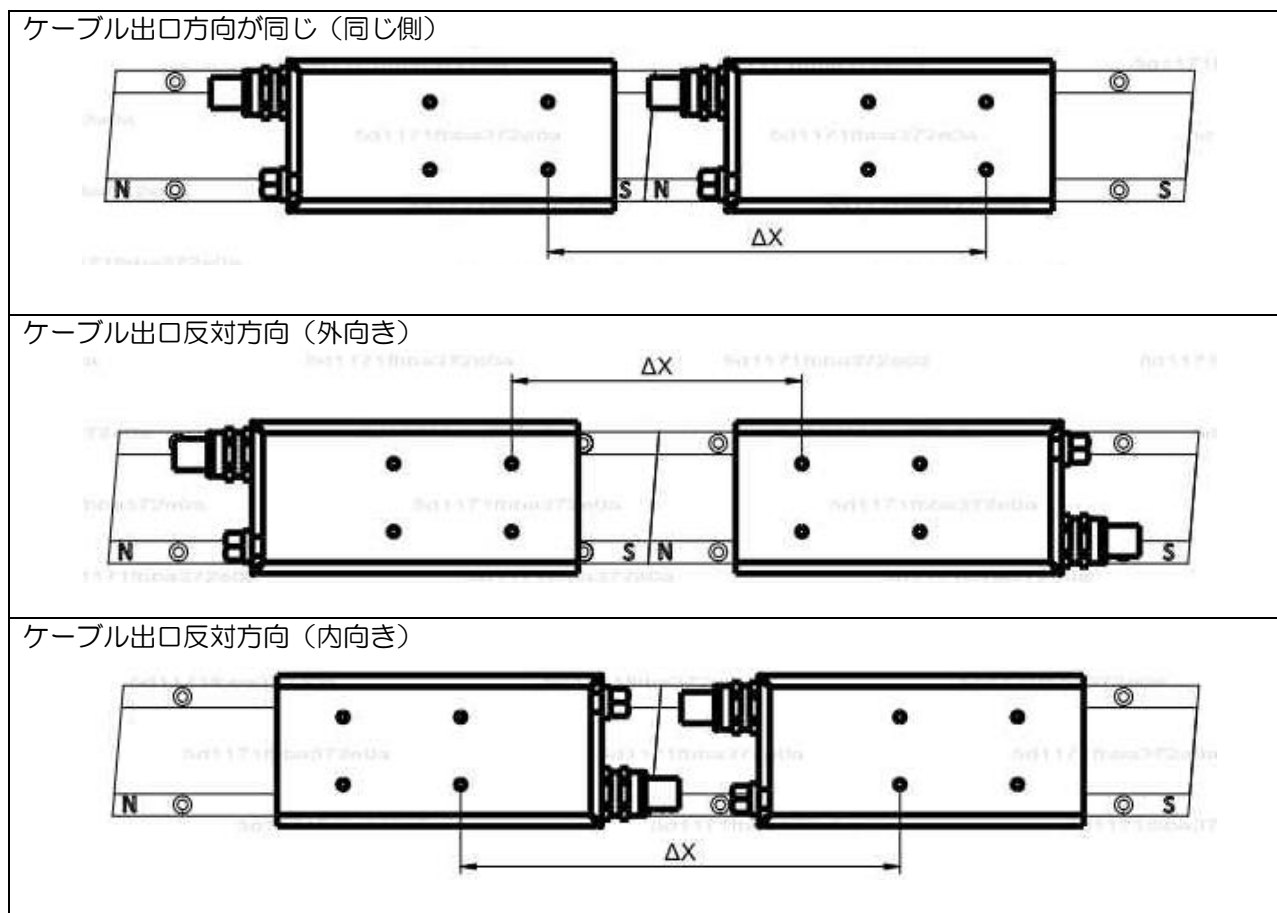


図3.3.2.3.1 LMFA/LMFPリニアモーター並列接続図

表3.3.2.3.1 LMFA/LMFP並列配線図

LMFA/LMFP	同じ側			外向き			内向き			モデル
モーター 1	U	V	W	U	V	W	U	V	W	
モーター 2	U	V	W	W	V	U	W	V	U	
ΔX (2P=30mm)	$n \cdot 2P$ (n は整数)			$82.5 + n \cdot 2P$ (n=0,1,2...etc.)			$322.5 + n \cdot 2P$ (n=0,1,2...etc.)			LMFA0~2 シリーズ LMFP24 シリーズ
ΔX (2P=46mm)	$n \cdot 2P$ (n は整数)			$127 + n \cdot 2P$ (n=0,1,2...etc.)			$402 + n \cdot 2P$ (n=0,1,2...etc.)			LMFA3~6 シリーズ LMFP3~6 シリーズ

3.3.2.4 LMSC 磁気ブレーキリニアモーターシリーズ

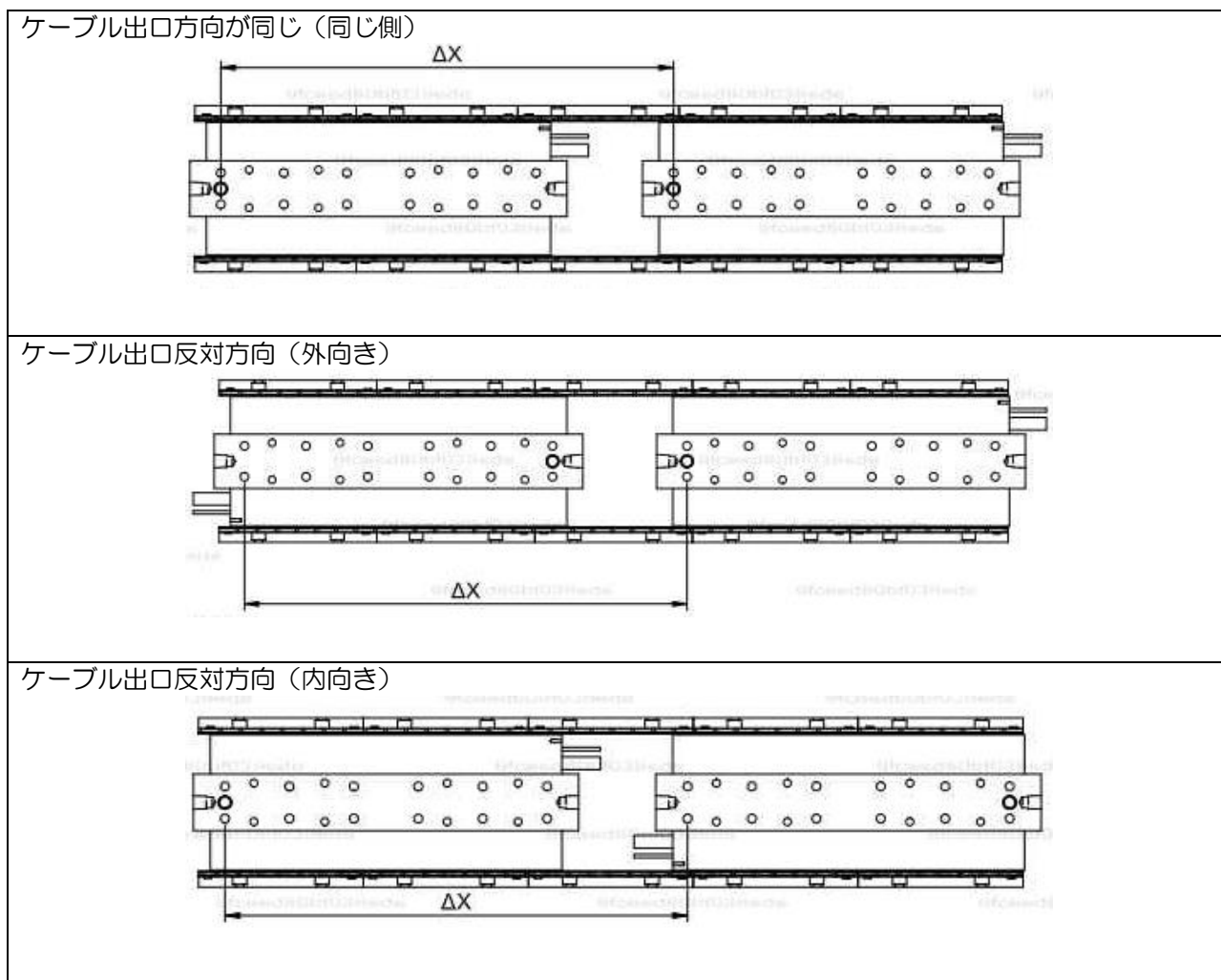


図3.3.2.4.1 LMSCリニアモーター並列接続図

表3.3.2.4.1 LMSC並列配線図

LMSC	同じ側			外向き			内向き		
モーター 1	U	V	W	U	V	W	U	V	W
モーター 2	U	V	W	W	V	U	W	V	U
ΔX (2P=32mm)	320+n*2P (n=1,2...etc.)								

3.3.2.5 LMSS リニアモーターシリーズ

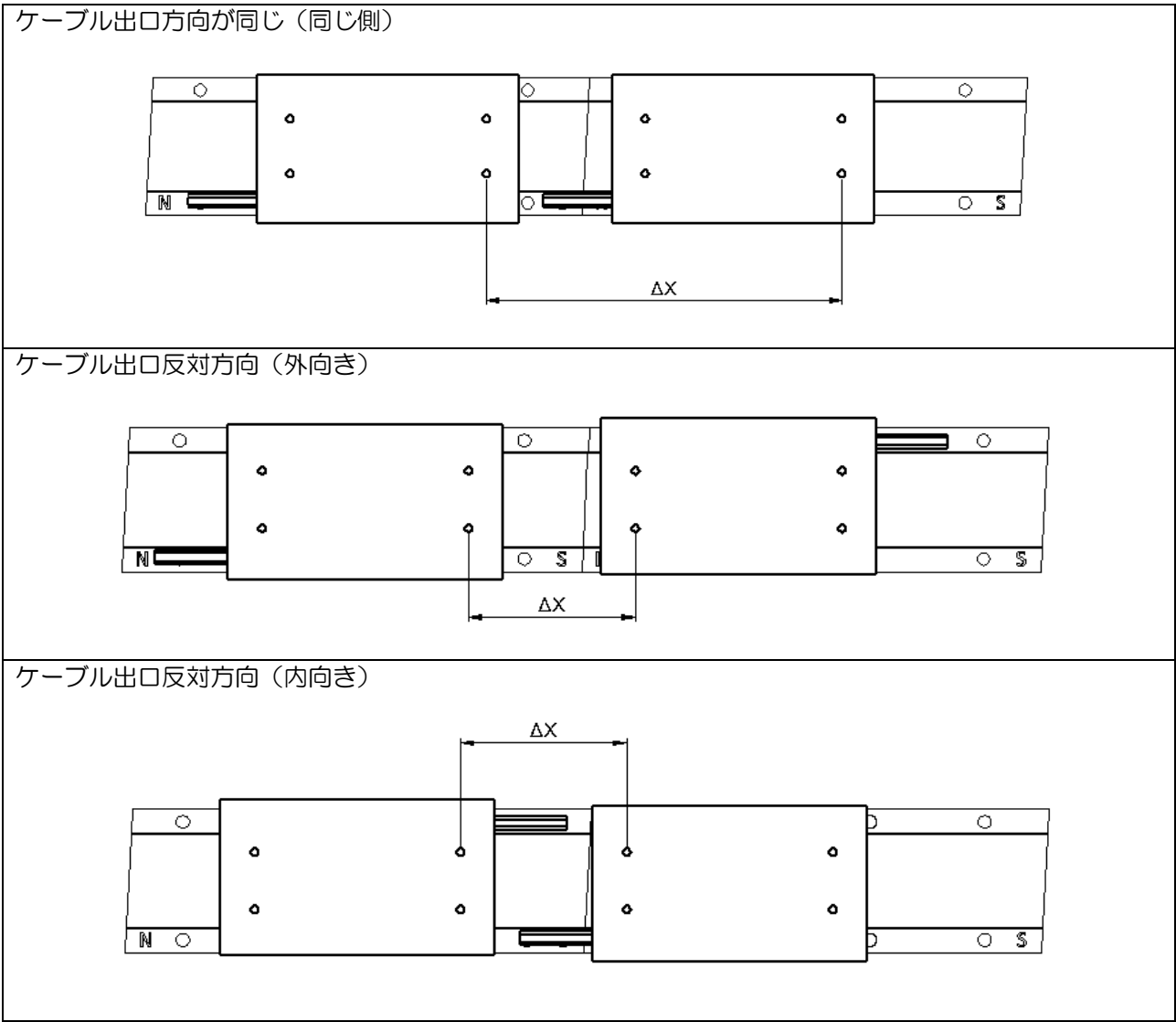


図3.3.2.5.1 LMSSリニアモーター並列接続図

表3.3.2.5.1 LMSS並列配線図

LMSS	同じ側			外向き			内向き		
モーター 1	U	V	W	U	V	W	U	V	W
モーター 2	U	V	W	V	U	W	V	U	W
ΔX (2P=20mm)	$120+n*2P$ (n=0,1,2...etc.)			$48+n*2P$ (n=0,1,2...etc.)			$48+n*2P$ (n=0,1,2...etc.)		

3.3.2.6 LMC コアレスリニアモーターシリーズ

■ LMC A/B/C/D/E/F シリーズ

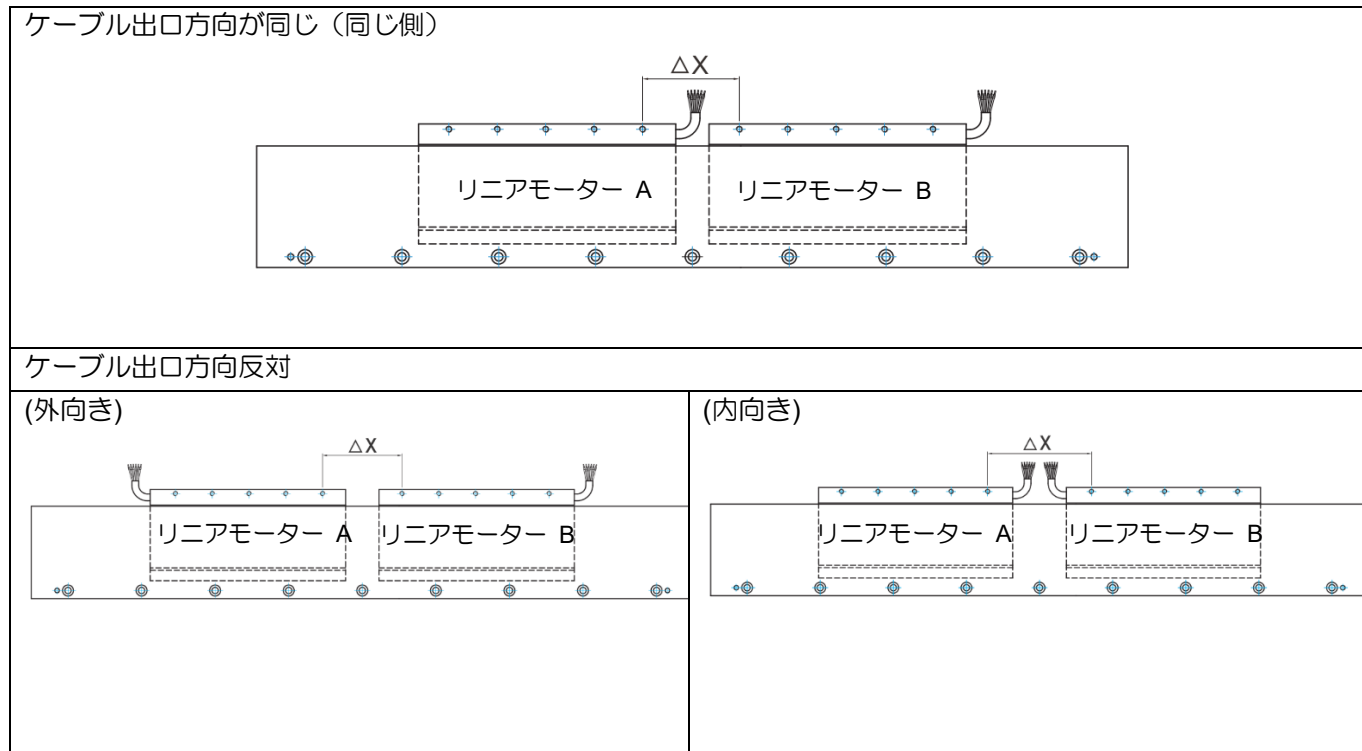


図3.3.2.6.1 LMC A/B/C/D/E/Fリニアモーター並列接続図

表3.3.2.6.1 LMCA/B/C並列配線図

LMCA/B/C	同じ側			外向き			内向き		
リニアモーター A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
リニアモーター B	U	V	W	W	V	U	W	V	U
ΔX (2P=32mm)	$32+n*2P$ (n=1,2...etc.)			$18+n*2P$ (n=1,2...etc.)			$46+n*2P$ (n=1,2...etc.)		

表 3.3.2.6.2 LMCD/E/F 並列配線

LMCD/E/F	同じ側			外向き			内向き		
リニアモーター A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
リニアモーター B	U	V	W	U	W	V	V	U	W
ΔX (2P=60mm)	$60+n*2P$ (n=1,2...etc.)			$50+n*2P$ (n=0,1,2...etc.)			$50+n*2P$ (n=0,1,2...etc.)		

■ LMC-EF シリーズ

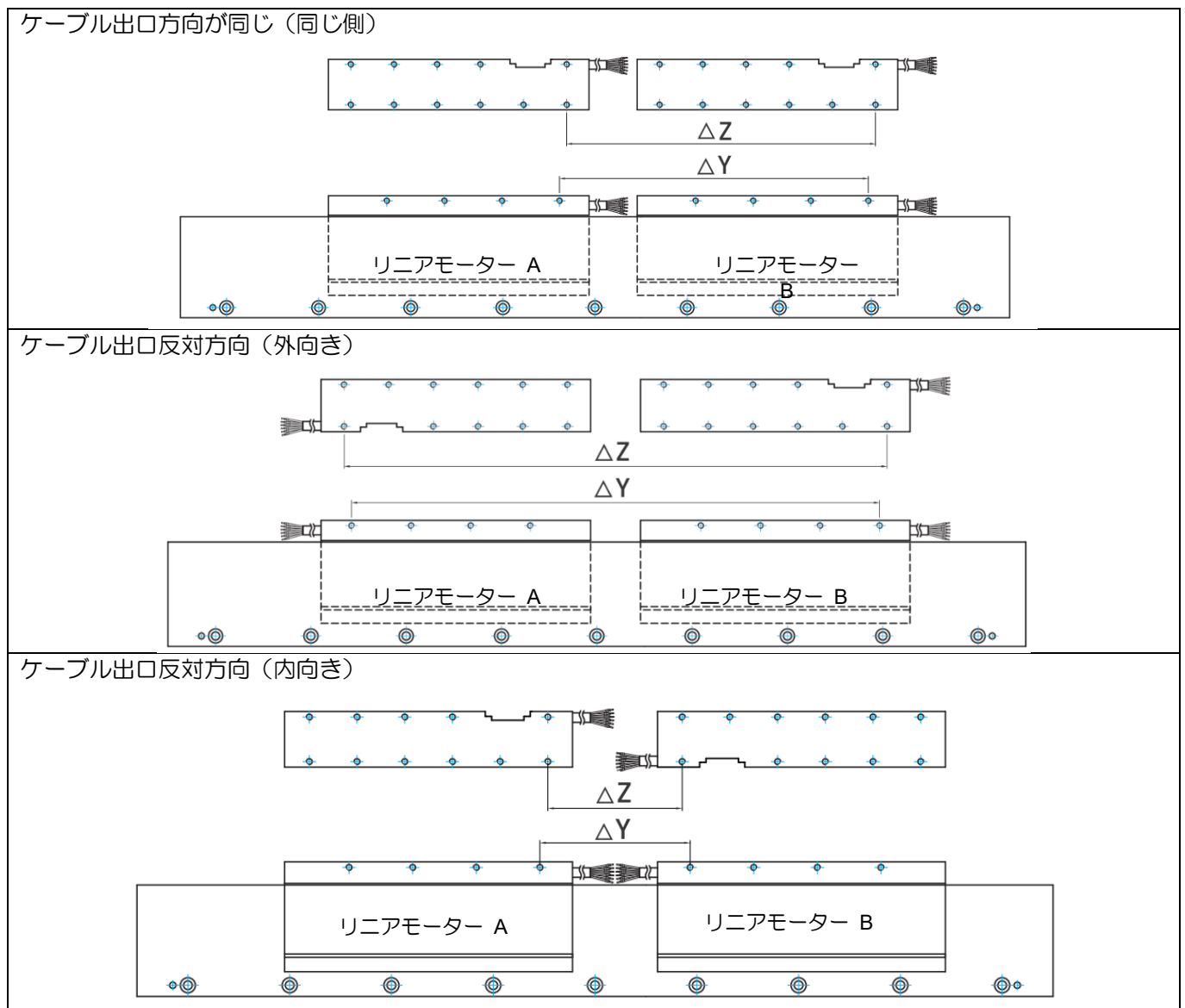


図3.3.2.6.2 LMC-EFリニアモーター並列接続

表3.3.2.6.3 LMC-EF並列配線図

LMC-EFC	同じ側			外向き			内向き		
リニアモーター A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
リニアモーター B	U	V	W	U	W	V	V	U	W
ΔY (2P=60mm)	n*2P			90+n*2P			10+n*2P		
ΔZ	n*2P			100+n*2P			n*2P		
n	LMC-EFC1 : n=2,3,4... LMC-EFC2 : n=3,4,5... LMC-EFC3 : n=4,5,6... LMC-EFC4 : n=5,6,7...			LMC-EFC1 : n=0,1,2... LMC-EFC2 : n=2,3,4... LMC-EFC3 : n=4,5,6... LMC-EFC4 : n=6,7,8...			n=2,3,4...		
LMC-EFE	同じ側			外向き			内向き		
リニアモーター A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
リニアモーター B	U	V	W	U	W	V	V	U	W
ΔY (2P=60mm)	n*2P			90+n*2P			10+n*2P		
ΔZ	n*2P			99+n*2P			1+n*2P		
n	LMC-EFE1 : n=2,3,4... LMC-EFE2 : n=3,4,5... LMC-EFE3 : n=4,5,6... LMC-EFE4 : n=5,6,7... LMC-EFE5 : n=6,7,8... LMC-EFE6 : n=7,8,9...			LMC-EFE1 : n=0,1,2... LMC-EFE2 : n=2,3,4... LMC-EFE3 : n=4,5,6... LMC-EFE4 : n=6,7,8... LMC-EFE5 : n=8,9,10... LMC-EFE6 : n=10,11,12...			n=2,3,4...		
LMC-EFF	同じ側			外向き			内向き		
リニアモーター A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
リニアモーター B	U	V	W	U	W	V	V	U	W
ΔZ (2P=60mm)	n*2P			89+n*2P			11+n*2P		
n	LMC-EFFx: n=x+1, x+2, x+3...			LMC-EFFx: n=(x-1)*2,(x-1)*2+1,(x-1)*2+2...			n=2,3,4...		
x(1~9)	x=1~9			x=1~9					
x(A~D)	x=10~13			x=10~13					

■ LMC-HUB シリーズ

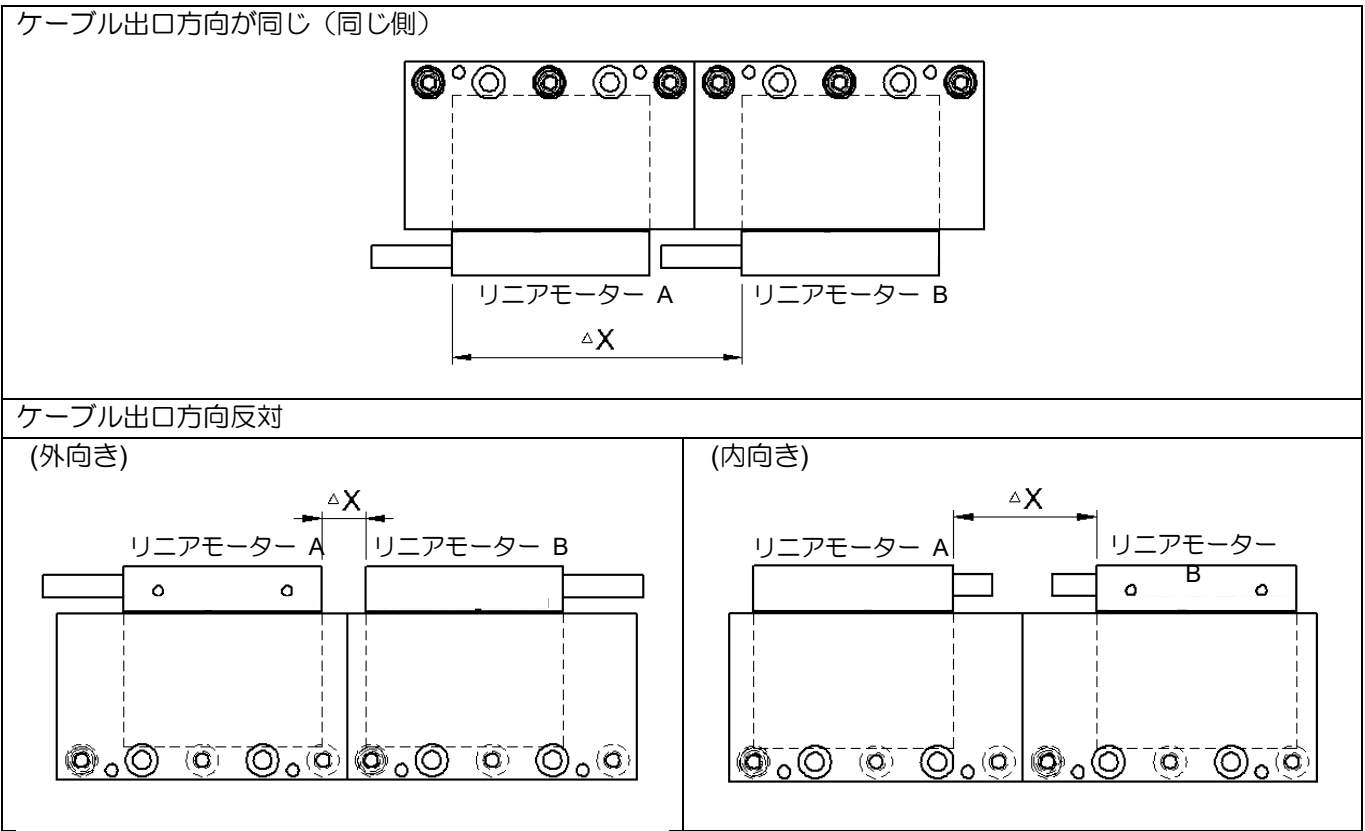


図3.3.2.6.3 LMC-HUBリニアモーター並列接続図

表3.3.2.6.4 LMC-HUB並列配線図

モータータイプ		同じ側			外向き			内向き		
リニアモーター A		U	V	W	U	V	W	U	V	W
リニアモーター B		U	V	W	V	U	W	V	U	W
LMC-HUB1	ΔX (2P=24mm)	72+n*2P (n=1, 2...etc.)			11+n*2P (n=1, 2...etc.)			35+n*2P (n=1, 2...etc.)		
LMC-HUB2	ΔX (2P=24mm)	120+n*2P (n=1, 2...etc.)								

3.3.2.7 LMT 円筒型リニアモーターシリーズ

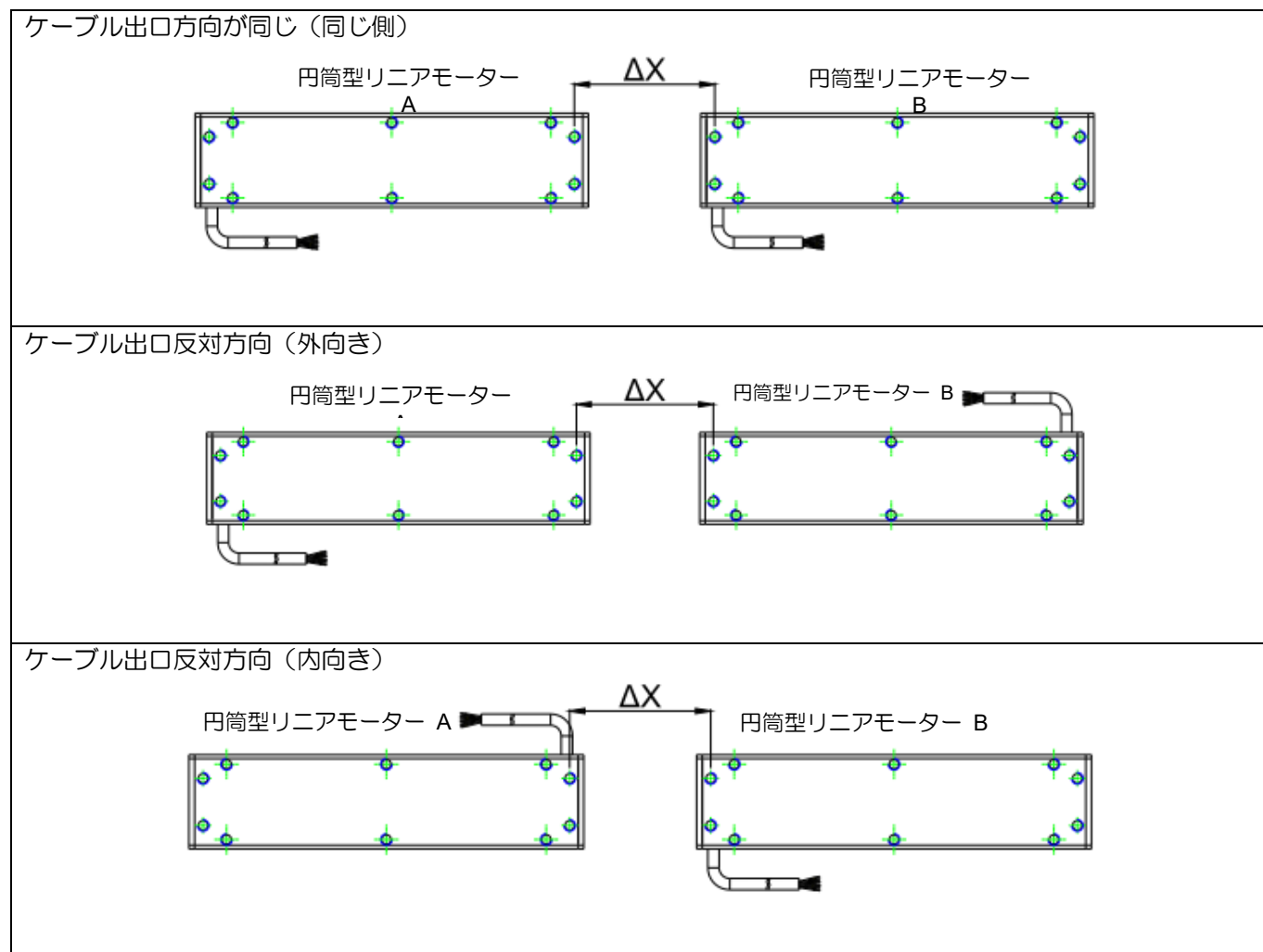


図3.3.2.7.1 LMT円筒型リニアモーター並列接続図

表3.3.2.7.1 LMT同一ケーブル出口方向並列配線図

LMT 2D/2Q	同じ側			LMT 2T	同じ側		
リニアモーター A	U	V	W	リニアモーター A	U	V	W
リニアモーター B	U	V	W	リニアモーター B	U	V	W
ΔX (2P=48mm)	$n*2P-8.2$ ($n=1,2,3\dots$)			ΔX (P=24mm)	$(2n-1)*P-8.2$ ($n=1,2,3\dots$)		
LMT 6D/6Q	同じ側			LMT 6T	同じ側		
リニアモーター A	U	V	W	リニアモーター A	U	V	W
リニアモーター B	U	V	W	リニアモーター B	U	V	W
ΔX (2P=60mm)	$n*2P-10.5$ ($n=1,2,3\dots$)			ΔX (P=30mm)	$(2n-1)*P-10.5$ ($n=1,2,3\dots$)		
LMT A2/A4	同じ側			LMT A3	同じ側		
リニアモーター A	U	V	W	リニアモーター A	U	V	W
リニアモーター B	U	V	W	リニアモーター B	U	V	W
ΔX (2P=72mm)	$n*2P-12$ ($n=1,2,3\dots$)			ΔX (P=36mm)	$(2n-1)*P-12$ ($n=1,2,3\dots$)		
LMT B2/B4	同じ側			LMT B3	同じ側		
リニアモーター A	U	V	W	リニアモーター A	U	V	W
リニアモーター B	U	V	W	リニアモーター B	U	V	W
ΔX (2P=90mm)	$n*2P-15$ ($n=1,2,3\dots$)			ΔX (P=45mm)	$(2n-1)*P-15$ ($n=1,2,3\dots$)		
LMT C2/C4/C6	同じ側			LMT C3/C5	同じ側		
リニアモーター A	U	V	W	リニアモーター A	U	V	W
リニアモーター B	U	V	W	リニアモーター B	U	V	W
ΔX (2P=120mm)	$n*2P-20$ ($n=1,2,3\dots$)			ΔX (P=60mm)	$(2n-1)*P-20$ ($n=1,2,3\dots$)		

表3.3.2.7.2 LMTの異なるケーブル出口方向の並列配線配線図

LMT 2 シリーズ	外向き			内向き		
リニアモーター A	U	V	W	V	U	W
リニアモーター B	V	U	W	U	V	W
ΔX (2P=48mm)	n*2P-8.2 (n=1,2,3...)					
LMT 6 シリーズ	外向き			内向き		
リニアモーター A	U	V	W	V	U	W
リニアモーター B	V	U	W	U	V	W
ΔX (2P=60mm)	n*2P-10.5 (n=1,2,3...)					
LMT A シリーズ	外向き			内向き		
リニアモーター A	U	V	W	V	U	W
リニアモーター B	V	U	W	U	V	W
ΔX (2P=72mm)	n*2P-12 (n=1,2,3...)					
LMT B シリーズ	外向き			内向き		
リニアモーター A	U	V	W	V	U	W
リニアモーター B	V	U	W	U	V	W
ΔX (2P=90mm)	n*2P-15 (n=1,2,3...)					
LMT C シリーズ	外向き			内向き		
リニアモーター A	U	V	W	V	U	W
リニアモーター B	V	U	W	U	V	W
ΔX (2P=120mm)	n*2P-20 (n=1,2,3...)					

3.3.3 ホール付属品

3.3.3.1 ホールセンサー

⚠ WARNING

制御不能なモーター動作による怪我の危険！



- ◆ ホールセンサーの取り付けや接続が不適切だと、モーターが制御不能に動き、怪我をしたり、機械が損傷したりするおそれがあります。
- ◆ ホールセンサーは専門の担当者のみが接続できます！

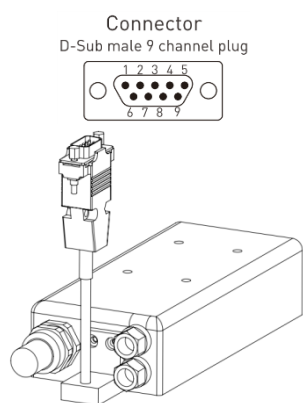
リニアモーターの駆動制御には、最適な電気角を見つけるためにホールセンサーを選定・購入できます。ホールセンサーは、信号出力方式によりデジタルホールセンサーとアナログホールセンサーに分けられます。デジタルホールセンサーは耐干渉性に優れていますが、電気角誤差は最大30°です。アナログホールセンサーは干渉の影響を受けやすいものの、電気角誤差はありません。以下では、コア付きリニアモーター用とコアレスリニアモーター用のホールセンサーについてそれぞれ詳しく説明します。

表3.3.3.1.1 コア付きリニアモーター用ホールセンサー仕様比較表（デジタル信号）

ホールセンサー仕様	出力信号	出力モード	ホールセンサー寸法図	適用リニアモーターシリーズ
LMAHS	デジタル	コネクター		LMS シリーズ
LMAHS-W	デジタル	バラ線		
LMAHSA	デジタル	コネクター		LMSA1~C シリーズ LMSA1□-Z~3□-Z シリーズ
LMAHSA-W	デジタル	バラ線		
LMAHF1	デジタル	コネクター		LMFA0~2 シリーズ
LMAHF1-W	デジタル	バラ線		
LMAHF2	デジタル	コネクター		LMFA3~6 シリーズ
LMAHF2-W	デジタル	バラ線		

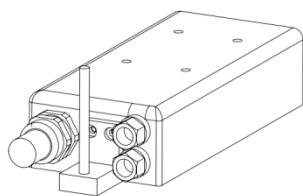
コンセントモードと信号ピンの図

例 1: コネクタの出口モードと信号ケーブルのピンの図



信号ケーブル	
信号	ピン
Vcc	1
Hall A(out)	2
Hall B(out)	3
Hall C(out)	4
GND	5
$\perp$	ケース

例 2: バラ線ケーブル出口モードと信号ケーブルピンの図

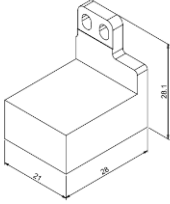
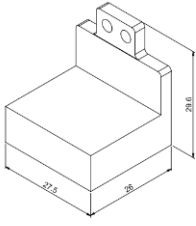


信号ケーブル	
信号	色
Vcc	茶
Hall A(out)	白
Hall B(out)	灰
Hall C(out)	黄
GND	緑
$\perp$	シールド線

注記：

- 例2では、信号ケーブルのピンにLMAHF2およびLMAHF2-Wタイプは含まれません。
- LMAHF2およびLMAHF2-Wの信号ケーブルピンは次のとおりです。

信号ケーブル		
信号	色	ピン
Vcc	茶	1
Hall B(out)	白	2
Hall C(out)	灰	3
Hall A(out)	黄	4
GND	緑	5
$\perp$	シールド	ケース

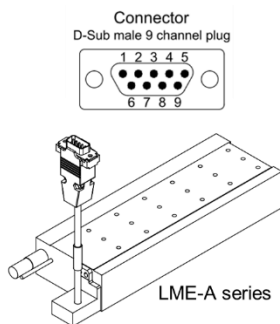
ホールセンサー仕様	出力信号	出力モード	ホールセンサー寸法図	適用リニアモーターシリーズ
LMAH-EA-D-□□□-7-0	デジタル	コネクター		LME-A シリーズ
LMAH-EA-D-□□□-0-0	デジタル	バラ線		
LMAH-EB-D-□□□-7-0	デジタル	コネクター		LME-B シリーズ
LMAH-EB-D-□□□-0-0	デジタル	バラ線		

注記：

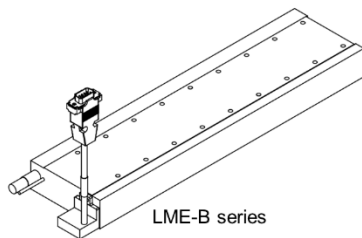
□□□：出口ラインの長さを意味します。単位：m。

コンセントモードと信号ピンの図

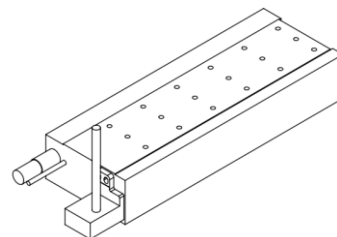
LME-A、LME-B シリーズ：コネクター出口形状と信号ケーブルピン図



Signal cable	
Signal	Connector
Vcc	1
Hall A (out)	2
Hall B (out)	3
Hall C (out)	4
GND	5
⏏	Casing

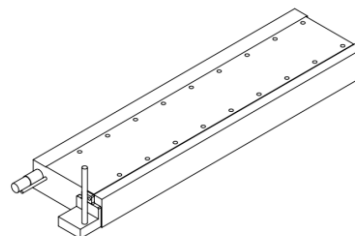


LME-A シリーズ：バラ線出口モードと信号ケーブルピン図



Signal cable	
Signal	Color
Vcc	Brown
Hall A (out)	Red
Hall B (out)	Gray
Hall C (out)	Yellow
GND	White
⏏	Isolation net

LME-B シリーズ：バラ線出口モードと信号ケーブルピン図



Signal cable	
Signal	Color
Vcc	Brown
Hall A (out)	White
Hall B (out)	Gray
Hall C (out)	Yellow
GND	Green
⏏	Isolation net

表3.3.3.1.2 コア付きリニアモーター用ホールセンサー仕様とアナログ信号の比較表

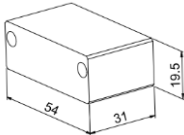
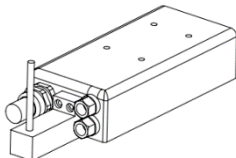
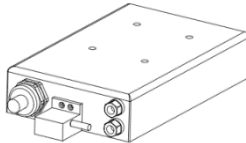
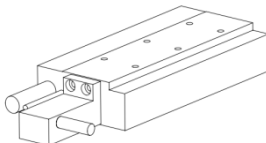
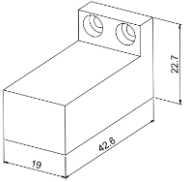
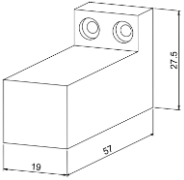
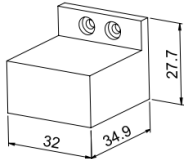
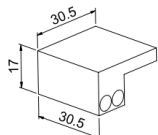
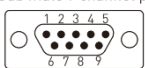
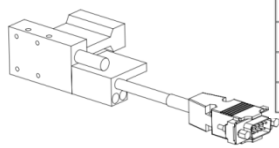
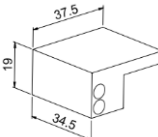
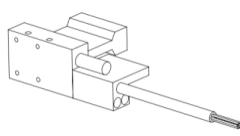
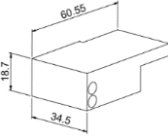
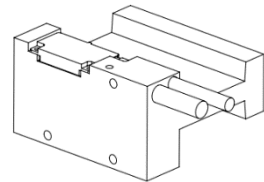
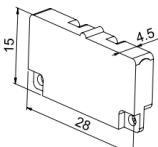
ホールセンサー仕様	出力信号	出力モード	ホールセンサー寸法図	適用リニアモーターシリーズ	コンセントモードと信号ピンの図																		
LMAHSA-D	アナログ	バラ線		LMS シリーズ	例:アナログ出力信号の裸ケーブルモードと信号ケーブルピンの図    <table><tr><th colspan="2">信号ケーブル</th></tr><tr><td>信号</td><td>色</td></tr><tr><td>Vcc</td><td>茶</td></tr><tr><td>A+</td><td>赤</td></tr><tr><td>A-</td><td>青</td></tr><tr><td>B+</td><td>黄</td></tr><tr><td>B-</td><td>緑</td></tr><tr><td>GND</td><td>白</td></tr><tr><td></td><td>シールド線</td></tr></table>	信号ケーブル		信号	色	Vcc	茶	A+	赤	A-	青	B+	黄	B-	緑	GND	白		シールド線
信号ケーブル																							
信号	色																						
Vcc	茶																						
A+	赤																						
A-	青																						
B+	黄																						
B-	緑																						
GND	白																						
	シールド線																						
LMAHSAA-D	アナログ	バラ線		LMSA1~C シリーズ LMSA1□-Z~3□-Z シリーズ																			
LMAHFA1-D	アナログ	バラ線		LMFA0~2 シリーズ																			
LMAHFA2-D	アナログ	バラ線		LMFA3~6 シリーズ																			

表3.3.3.1.3 LMC用デジタル信号対応ホールセンサー仕様比較表

ホールセン サー仕様	出力 信号	出力 モード	ホールセンサ ー寸法図	適用リニアモ ーターシリー ズ	コンセントモードと信号ピンの図																
LMAHC	デジタ ル	コネクタ ー		LMCA/LMCB/ LMCC シリーズ	例 1: コネクタの出口モードと信号ケーブルのピン の図 Connector D-Sub male 9 channel plug   <table><tr><th colspan="2">信号ケーブル</th></tr><tr><th>信号</th><th>ピン</th></tr><tr><td>Vcc</td><td>1</td></tr><tr><td>Hall A(out)</td><td>2</td></tr><tr><td>Hall B(out)</td><td>3</td></tr><tr><td>Hall C(out)</td><td>4</td></tr><tr><td>GND</td><td>5</td></tr><tr><td>⏏</td><td>ケース</td></tr></table>	信号ケーブル		信号	ピン	Vcc	1	Hall A(out)	2	Hall B(out)	3	Hall C(out)	4	GND	5	⏏	ケース
信号ケーブル																					
信号	ピン																				
Vcc	1																				
Hall A(out)	2																				
Hall B(out)	3																				
Hall C(out)	4																				
GND	5																				
⏏	ケース																				
LMAHC-W	デジタ ル	バラ線																			
LMAHC2	デジタ ル	コネクタ ー		LMCD/LMCE シリーズ	例 2: バラ線ケーブル出口モードと信号ケーブルピン の図  <table><tr><th colspan="2">信号ケーブル</th></tr><tr><th>信号</th><th>色</th></tr><tr><td>Vcc</td><td>茶</td></tr><tr><td>Hall A(out)</td><td>白</td></tr><tr><td>Hall B(out)</td><td>灰</td></tr><tr><td>Hall C(out)</td><td>黄</td></tr><tr><td>GND</td><td>緑</td></tr><tr><td>⏏</td><td>シールド線</td></tr></table>	信号ケーブル		信号	色	Vcc	茶	Hall A(out)	白	Hall B(out)	灰	Hall C(out)	黄	GND	緑	⏏	シールド線
信号ケーブル																					
信号	色																				
Vcc	茶																				
Hall A(out)	白																				
Hall B(out)	灰																				
Hall C(out)	黄																				
GND	緑																				
⏏	シールド線																				
LMAHC2-W	デジタ ル	バラ線																			
LMAHC3	デジタ ル	コネクタ ー		LMCF シリーズ	例: バラ線ケーブル出口モードと信号ケーブルピンの 図  <table><tr><th colspan="2">信号ケーブル</th></tr><tr><th>信号</th><th>色</th></tr><tr><td>Vcc</td><td>茶</td></tr><tr><td>Hall A(out)</td><td>白</td></tr><tr><td>Hall B(out)</td><td>灰</td></tr><tr><td>Hall C(out)</td><td>黄</td></tr><tr><td>GND</td><td>緑</td></tr><tr><td>⏏</td><td>シールド線</td></tr></table>	信号ケーブル		信号	色	Vcc	茶	Hall A(out)	白	Hall B(out)	灰	Hall C(out)	黄	GND	緑	⏏	シールド線
信号ケーブル																					
信号	色																				
Vcc	茶																				
Hall A(out)	白																				
Hall B(out)	灰																				
Hall C(out)	黄																				
GND	緑																				
⏏	シールド線																				
LMAHC3-W	デジタ ル	バラ線																			
LMAHEF3-W	デジタ ル	バラ線		LMC-EFC/ LMC-EFE/ LMC-EFF シリーズ	<table><tr><th colspan="2">信号ケーブル</th></tr><tr><th>信号</th><th>色</th></tr><tr><td>Vcc</td><td>茶</td></tr><tr><td>Hall A(out)</td><td>白</td></tr><tr><td>Hall B(out)</td><td>灰</td></tr><tr><td>Hall C(out)</td><td>黄</td></tr><tr><td>GND</td><td>緑</td></tr><tr><td>⏏</td><td>シールド線</td></tr></table>	信号ケーブル		信号	色	Vcc	茶	Hall A(out)	白	Hall B(out)	灰	Hall C(out)	黄	GND	緑	⏏	シールド線
信号ケーブル																					
信号	色																				
Vcc	茶																				
Hall A(out)	白																				
Hall B(out)	灰																				
Hall C(out)	黄																				
GND	緑																				
⏏	シールド線																				

注記：LMAHEF3-Wは単体販売しておりませんので、対応するフォーサーシリーズと併せてご注文ください。このホールセンサはフォーサーに取り付けた状態で出荷されます。

表3.3.3.1.4 LMC用アナログ信号とホールセンサーの仕様比較表

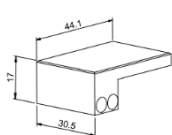
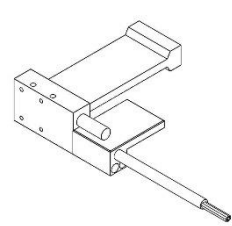
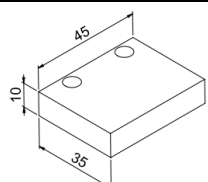
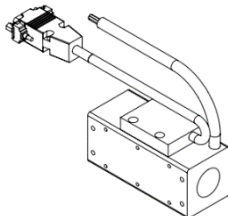
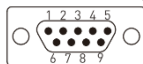
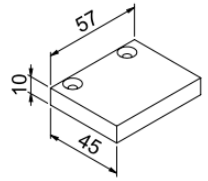
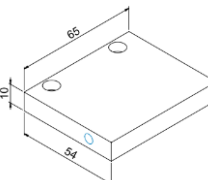
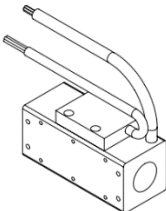
ホールセンサー仕様	出力信号	出力モード	ホールセンサー寸法図	適用リニアモーターシリーズ	コンセントモードと信号ピンの図																		
LMAHCA-D	アナログ	バラ線		LMCA/ LMCB/ LMCC シリーズ	例：バラ線ケーブル出口モードと信号ケーブルピン図 <table><thead><tr><th colspan="2">Signal cable</th></tr><tr><th>Signal</th><th>Color</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vcc</td><td>Brown</td></tr><tr><td>A+</td><td>Red</td></tr><tr><td>A-</td><td>Blue</td></tr><tr><td>B+</td><td>Yellow</td></tr><tr><td>B-</td><td>Green</td></tr><tr><td>GND</td><td>White</td></tr><tr><td></td><td>Isolation net</td></tr></tbody></table>	Signal cable		Signal	Color	Vcc	Brown	A+	Red	A-	Blue	B+	Yellow	B-	Green	GND	White		Isolation net
Signal cable																							
Signal	Color																						
Vcc	Brown																						
A+	Red																						
A-	Blue																						
B+	Yellow																						
B-	Green																						
GND	White																						
	Isolation net																						

表3.3.3.1.5 LMT用デジタル信号対応ホールセンサー仕様比較表

ホールセンサー仕様	出力信号	出力モード	ホールセンサー寸法図	適用リニアモーター寸法図	コンセントモードと信号ピンの図																
LMDHTA	デジタル	コネクタ		LMTA シリーズ	例 1: コネクタの出口モードと信号ケーブルのピンの図 Connector D-Sub male 9 channel plug <table><thead><tr><th colspan="2">信号ケーブル</th></tr><tr><th>信号</th><th>ピン</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vcc</td><td>1</td></tr><tr><td>Hall A(out)</td><td>2</td></tr><tr><td>Hall B(out)</td><td>3</td></tr><tr><td>Hall C(out)</td><td>4</td></tr><tr><td>GND</td><td>5</td></tr><tr><td>⏏</td><td>ケース</td></tr></tbody></table>	信号ケーブル		信号	ピン	Vcc	1	Hall A(out)	2	Hall B(out)	3	Hall C(out)	4	GND	5	⏏	ケース
信号ケーブル																					
信号	ピン																				
Vcc	1																				
Hall A(out)	2																				
Hall B(out)	3																				
Hall C(out)	4																				
GND	5																				
⏏	ケース																				
LMDHTA-W	デジタル	バラ線																			
LMDHTB	デジタル	コネクタ		LMTB シリーズ																	
LMDHTB-W	デジタル	バラ線																			
LMDHTC	デジタル	コネクタ		LMTC シリーズ	例 2: バラ線ケーブル出口モードと信号ケーブルピンの図 <table><thead><tr><th colspan="2">信号ケーブル</th></tr><tr><th>信号</th><th>色</th></tr></thead><tbody><tr><td>Vcc</td><td>茶</td></tr><tr><td>Hall A(out)</td><td>白</td></tr><tr><td>Hall B(out)</td><td>灰</td></tr><tr><td>Hall C(out)</td><td>黄</td></tr><tr><td>GND</td><td>緑</td></tr><tr><td>⏏</td><td>シールド線</td></tr></tbody></table>	信号ケーブル		信号	色	Vcc	茶	Hall A(out)	白	Hall B(out)	灰	Hall C(out)	黄	GND	緑	⏏	シールド線
信号ケーブル																					
信号	色																				
Vcc	茶																				
Hall A(out)	白																				
Hall B(out)	灰																				
Hall C(out)	黄																				
GND	緑																				
⏏	シールド線																				
LMDHTC-W	デジタル	バラ線																			

3.3.3.2 ホールセンサーの取り付け手順

⚠ DANGER

ホールセンサーのストロークに注意！

- ◆ ホールセンサーの設置を評価するには、ステーターの全ストロークを超えないことを確認する必要があります。ステーターのストロークを超えた場合、駆動制御でエラーアラームが発生する可能性があります。

ホール センサーをフォーサーに固定する場合、ホール センサーの底面は基準面 A と同一平面であるか、基準面 A を超えないようにする必要があります。

LMSA/LMSA-Zシリーズの取り付けギャップについては、セクション3.1.2.1のS1を参照してください。

LMFA/LMFPシリーズの取り付けギャップについては、セクション3.1.2.2のS2を参照してください。

LMFA/LMFP精密水冷シリーズの取り付けギャップについては、セクション3.1.2.2のS3を参照してください。

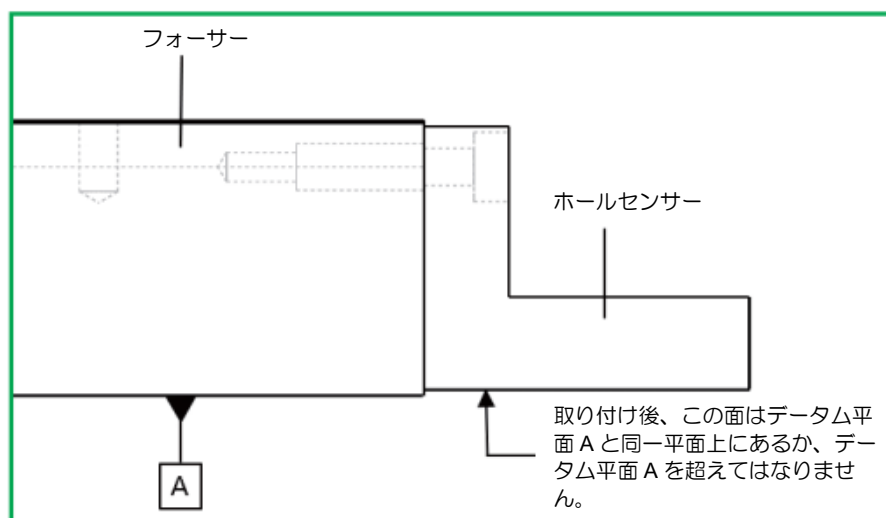


図3.3.3.2.1 ホールセンサーの取り付け図

注記：

LME シリーズ用ホールセンサーケーブルの最大曲げ半径：

出口が 30mm 未満の場合は、信号ケーブルを曲げないでください。最小曲げ半径は 40mm です。信号ケーブルの静的限界半径は 25mm です。

3.3.3.3 ホールセンサーネジの選択

コア付きリニアモーターのホールセンサーにはM3ネジを使用してください。コアレスリニアモーターのホールセンサーには、型番によって種類が異なります。

表3.3.3.3.1 ホールセンサーネジ選択表

ネジ仕様	適用ホールセンサーシリーズ
M2	LMAHEF3, LMAHEF3-W
M3	LMAHS, LMAHS-W, LMAHSA, LMAHSA-W LMAHF1, LMAHF1-W, LMAHF2, LMAHF2-W LMAHSA-D, LMAHSAA-D, LMAHFA1-D, LMAHFA2-D LMAHC, LMAHC-W, LMAHC2, LMAHC2-W LMAHC3, LMAHC3-W, LMAHCA-D, LMDHTA, LMDHTA-W LMAH-EA-D-□□□-7-0、LMAH-EA-D-□□□-0-0、LMAH-EB-D-□□□-7-0、LMAH-EB-D-□□□-0-0
M4	LMDHTB, LMDHTB-W, LMDHTC, LMDHTC-W

3.3.3.4 ホールエンコーダー

リニアモーター位置決めプラットフォームには、アナログホールエンコーダーが採用されています。市販のインクリメンタルリニアスケールや磁気スケールに加え、お客様にエンコーダーの選択肢を提供します。ホールセンサー読み取りヘッドを取り付けるだけでエンコーダーの位置スケールを省略でき、リニアモーターの既存のステーター部品と併用することで優れた位置決め性能を実現します。

■ 特長

- (1) コア付きリニアモーターと組み合わせて使用します。
- (2) リニアスケール、磁気スケールエンコーダーから置き換えできます。
- (3) 取付けが簡単です。
- (4) ポイントツーポイントのロングストロークに対する一般的な精度要求の用途に適しています。
- (5) 耐塵・耐油・耐水性に優れています。

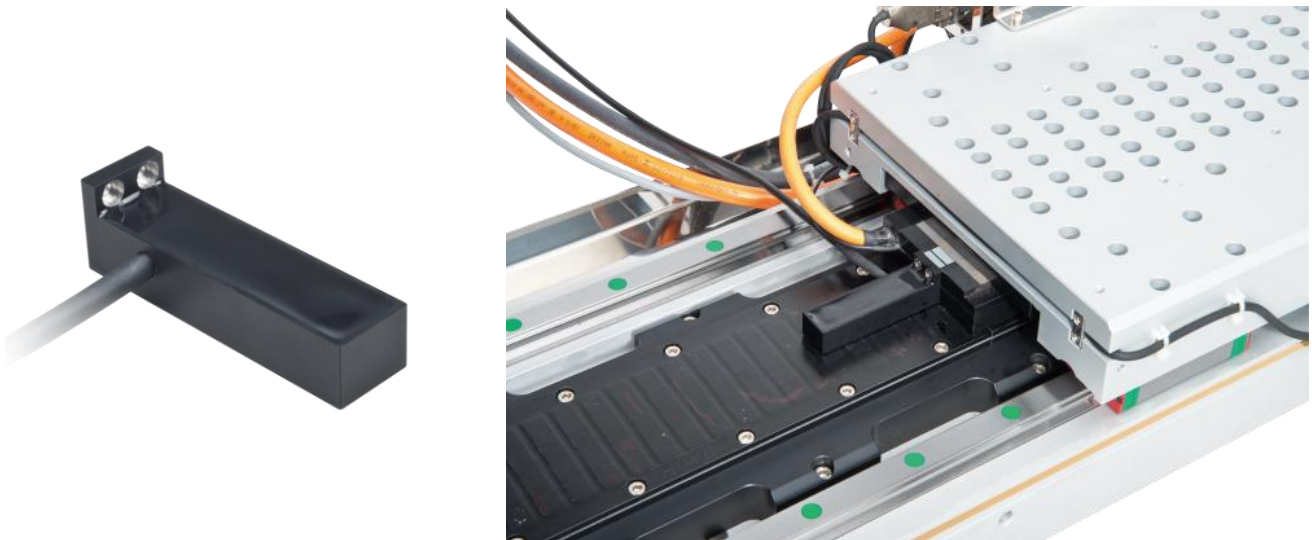
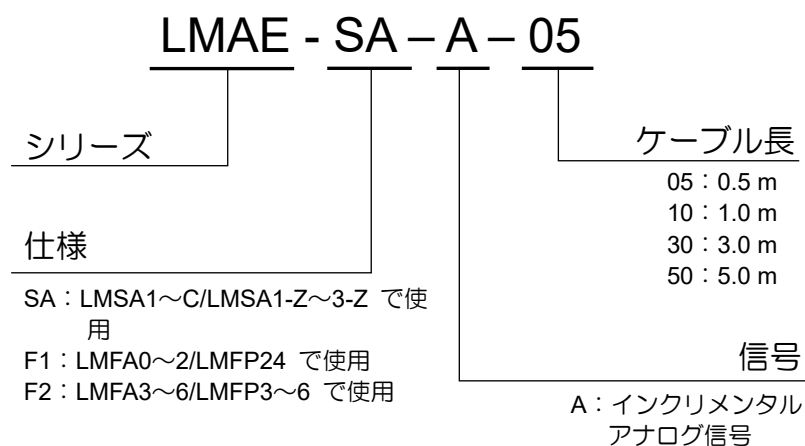


図3.3.3.4.1 ホールエンコーダーの実際の画像

3.3.3.5 ホールエンコーダーコード体系

■ 製品型番のコード体系



■ 信号ピン配列

表3.3.3.5.1 ホールエンコーダ信号ピン配列

機能	信号	色
電源	+5V	茶
	GND	白
出力信号	SIN+	緑
	SIN-	黄
	COS+	青
	COS-	赤

3.3.3.6 ホールエンコーダー特性仕様

表3.3.3.6.1 ホールエンコーダー特性図

	LMAESA	LMAEF1	LMAEF2
電源	5V±5%	5V±5%	5V±5%
極対ピッチ	30mm	30mm	46mm
分解能 ⁽¹⁾	7.5μm	7.5μm	11.5μm
繰返し精度 ⁽¹⁾	±15μm	±15μm	±23μm
位置決め精度 ⁽¹⁾⁽²⁾	±45μm	±45μm	±69μm
出力信号	SIN/COS 1Vp-p	SIN/COS 1Vp-p	SIN/COS 1Vp-p
動作温度（凍結不可）	0~50℃	0~50℃	0~50℃
保存温度（凍結不可）	-5~60℃	-5~60℃	-5~60℃

注記：

- (1) HIWINドライバーで動作、分解能は4000。
- (2) 精度は補正後の誤差を指します（HIWINドライバーで動作）
- (3) LMAESAはSSA単軸位置決めプラットフォームと一緒に出荷することができ、再現精度は±5μmになります。

3.3.3.7 ホールエンコーダーの寸法

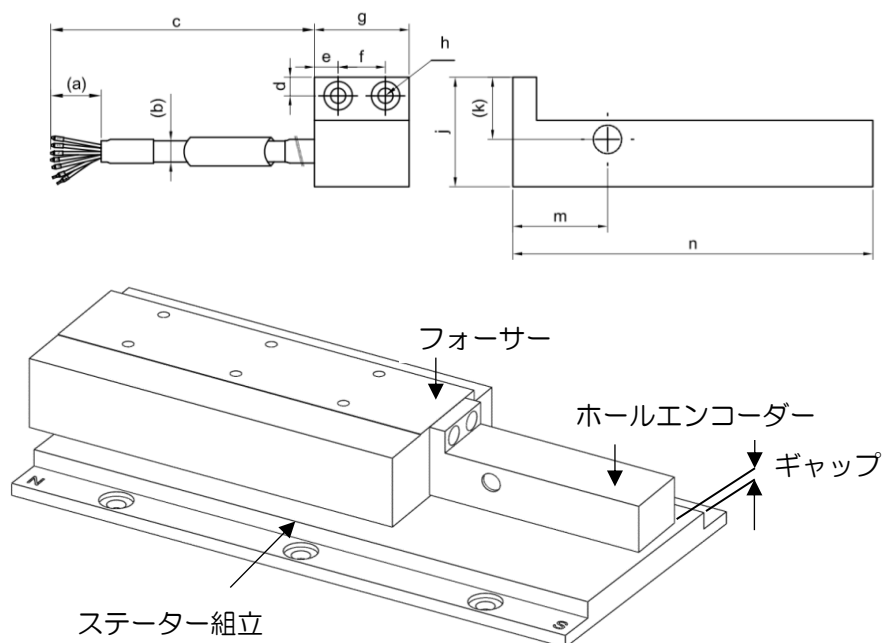


図3.3.3.7.1 ホールエンコーダーの寸法図

表3.3.3.7.1 ホールエンコーダー仕様寸法表

寸法	LMAESA-A	LMAEF1-A	LMAEF2-A
a (mm)	50	50	50
b (mm)	5, 曲げ半径 R=25	5, 曲げ半径 R=25	5, 曲げ半径 R=25
c (mm)	500~5000	500~5000	500~5000
d (mm)	3.9	4.4	4.4
e (mm)	5	5	5
f (mm)	10	10	10
g (mm)	20	20	20
h (mm)	2- $\varnothing$ 3.5 通シ, $\varnothing$ 6x 深 3	2- $\varnothing$ 3.5 通シ, $\varnothing$ 6x 深 3	2- $\varnothing$ 3.5 通シ, $\varnothing$ 6x 深 3
j (mm)	23.1	26.6	26.6
k (mm)	13.1	16.6	15.6
m (mm)	24.3	24.3	24.3
n (mm)	72.3	72.3	98.5
ギャップ (mm)	1.1	1.4(カバータイプ)/ 1.9(エポキシタイプ)	1.4(カバータイプ)/ 1.9(エポキシタイプ)

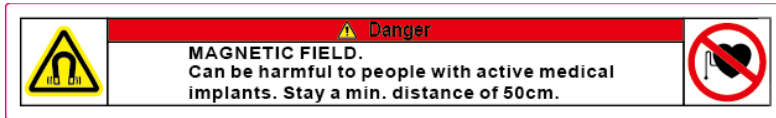
4. 設置

4.1	機械的設置	4-2
4.1.1	コア付きリニアモーターの取り付け	4-2
4.1.1.1	ステーターの取り扱い上の注意	4-2
4.1.1.2	フォーサーとステーターの取り付けに関する注意事項	4-9
4.1.1.3	LMSC フォーサーとステーターの取り付けに関する注意事項	4-15
4.1.2	コアレスリニアモーターの取り付け	4-21
4.1.2.1	LMC フォーサーとステーターの取り付けに関する注意事項	4-21
4.1.2.2	LMT フォーサーとステーターの取り付けに関する注意事項	4-26
4.1.3	水冷式リニアモーター冷却システムの設置.....	4-31
4.1.3.1	フォーサーとステーターの精密水冷装置.....	4-31
4.1.3.2	水冷モータークイックコネクタの取り付け.....	4-33
4.1.3.3	精密水冷モータークイックコネクタの取り付け.....	4-34

4.1 機械的設置

4.1.1 コア付きリニアモーターの取り付け

ステーターユニットの警告ラベル



4.1.1.1 ステーターの取り扱い上の注意

WARNING

サードパーティコンポーネントのリスク。



- ◆ サードパーティ製部品の使用は保証対象外です。HIWIN 製品（ステータ、フォーサーなど）をサードパーティ製品と併用または混在させることは禁止されています。組み立て時や軸の動作時に問題や危険が生じる可能性があります。

WARNING

ステーターへのアクセスの危険性。

製品の損傷や作業者の傷害を防ぐために、ステーターは正しい方法で取り扱ってください。



- ◆ 人的傷害を防止するために、磁石警告ラベルを目に見える場所に貼り付ける必要があります。
- ◆ 人身傷害やステーターの損傷を防ぐために、ステーターを適切な方法で取り扱ってください。
- ◆ 人身事故やステーターの損傷を防止するために、ステーターを正しく取り扱ってください。（図 4.1.1.1.3 参照）。
- ◆ どのような方法を使用する場合でも、カバーの端を持ってステーターを直接取り出さないでください（図 4.1.1.1.4 を参照）。そうしないと、人が負傷したり、ステーターが損傷する可能性があります。

 WARNING

怪我や物的損害の危険。



- ◆ ステーターセグメントの位置が正しくないと、モーターの誤動作や制御不能な動きにつながる可能性があります。
- ◆ ステーターセグメントを正しい順序で配置します。(図 4.1.1.1.5 を参照)

 WARNING

強い引力により押しつぶされる危険。

ステーターセグメントが直列に接続されると、ステーターの永久磁石によって強い吸引力と反発力が生じます。



- ◆ ステーターは取り付け直前までパッケージから取り出さないでください。
- ◆ 複数のステーターを同時に開梱しないでください。
- ◆ ステーターを固定せずに隣り合わせに置かないでください。
- ◆ 開梱したらステーターを直ちにに取り付けてください。
- ◆ ケーブル付きの部品を設置する場合は、挟まれる危険にも注意する必要があります。

 WARNING

永久磁場により死亡する危険！

モーターの電源がオフになっている場合でも、モーターに近づくと、永久磁石によってアクティブな医療用インプラントを装着した人が危険にさらされる可能性があります。



- ◆ 永久磁石からは 50mm 以上離れてください。
- ◆ 心臓リズム装置または金属インプラントを使用している人は、永久磁石から最低 500 mm の距離を保ってください (指令 2013/35/EU に従い、静磁場のトリガー閾値は 0.5 mT です)。

 WARNING

永久磁場による損傷の危険性。

永久磁石を備えたコンポーネントから 100 mm 以内の距離で動作する場合、磁場は磁化可能な材料に対して強力な磁気吸引力を生成します。



- ◆ 磁気引力の強さを過小評価しないでください。
- ◆ 誘導区域内には磁性物質を持ち込まないでください。
- ◆ 非磁性体の工具を使用してください。
- ◆ 永久磁石アセンブリと導電材料の相対的な移動、および導電材料と永久磁石アセンブリの相対的な移動を避けてください。

- ◆ モーターアセンブリのパッケージは、取り付けが必要な場合にのみ開封してください。
- ◆ パッケージを開封したら、永久磁石を含むコンポーネントをすぐに取り付けてください。
- ◆ 誤作動を防止するために設置されているリニアモーターの取り扱いには注意してください。

** CAUTION**

作業温度の危険。

損傷を避けるためにステーターの動作環境に注意してください。

- ◆ 最大許容ステーター温度は 70°C です。

■ 梱包材の説明（ステーター）

(1) 外箱



(2) 外箱を開ける



(3) 外箱の2層目を開けます。

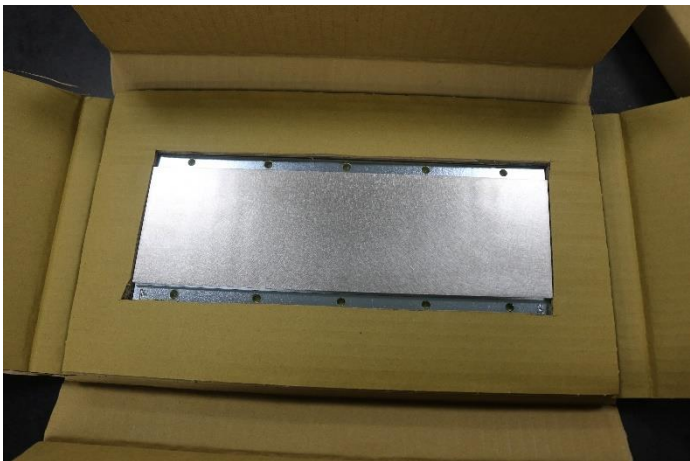
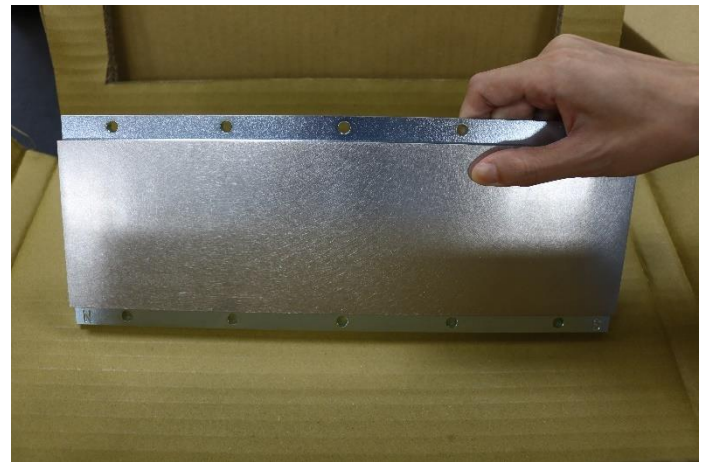
(4) 内箱を取り出し、ステーターを取り出します。
(同時に複数のステーターを開梱しないでください)

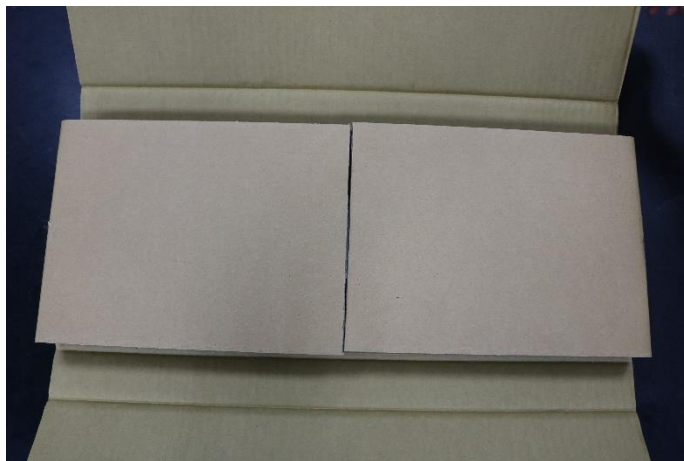
図4.1.1.1.1 コア付きステーターの包装材料

■ 包装材の説明（フォーサー）

(1) 外箱



(2) 外箱を開ける



(3) 外箱の2層目を開ける

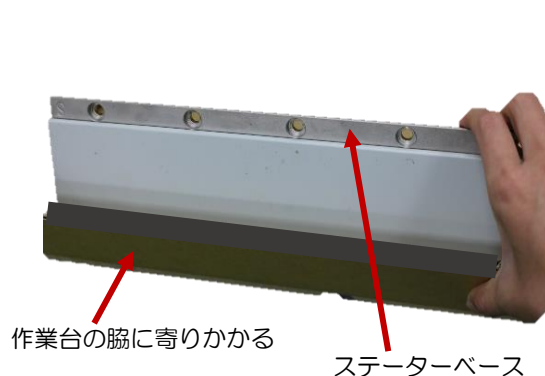


(4) 内箱を取り出し、フォーサーを取り出します。



図 4.1.1.1.2 コア付きフォーサーの梱包材

■ 正しい



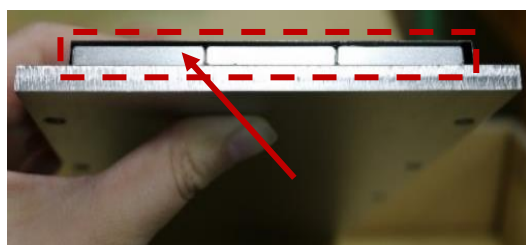
ステーターを作業台の片側に立てかけます。
ステーターのベース部分を握って持ちます。



非磁性の補助工具を使ってステーターを片側に傾けます。
ステーターのベース部分を手で持ちます。

図4.1.1.1.3 ステーターの正しい取り扱い方法

■ 間違い



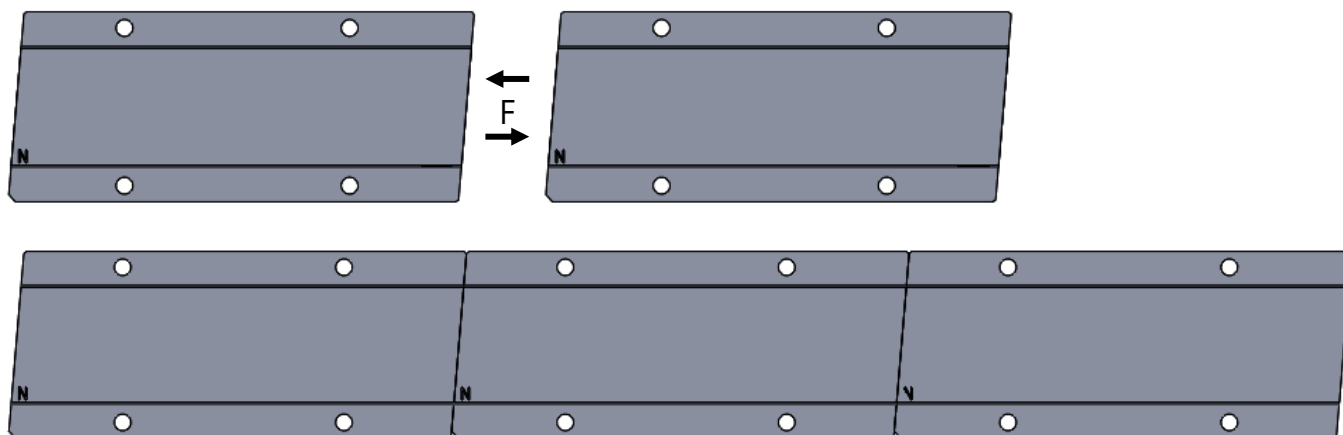
カバーの端を持ってステーターを持たないでください。



人身事故やステーターの損傷を防ぐため、カバーの端に触れてステーターを取り外すことは固く禁じられています。

図4.1.1.1.4 ステーターの間違った取り扱い方

■ ステーターの正しい組み立て



■ ステーターの間違った組み立て

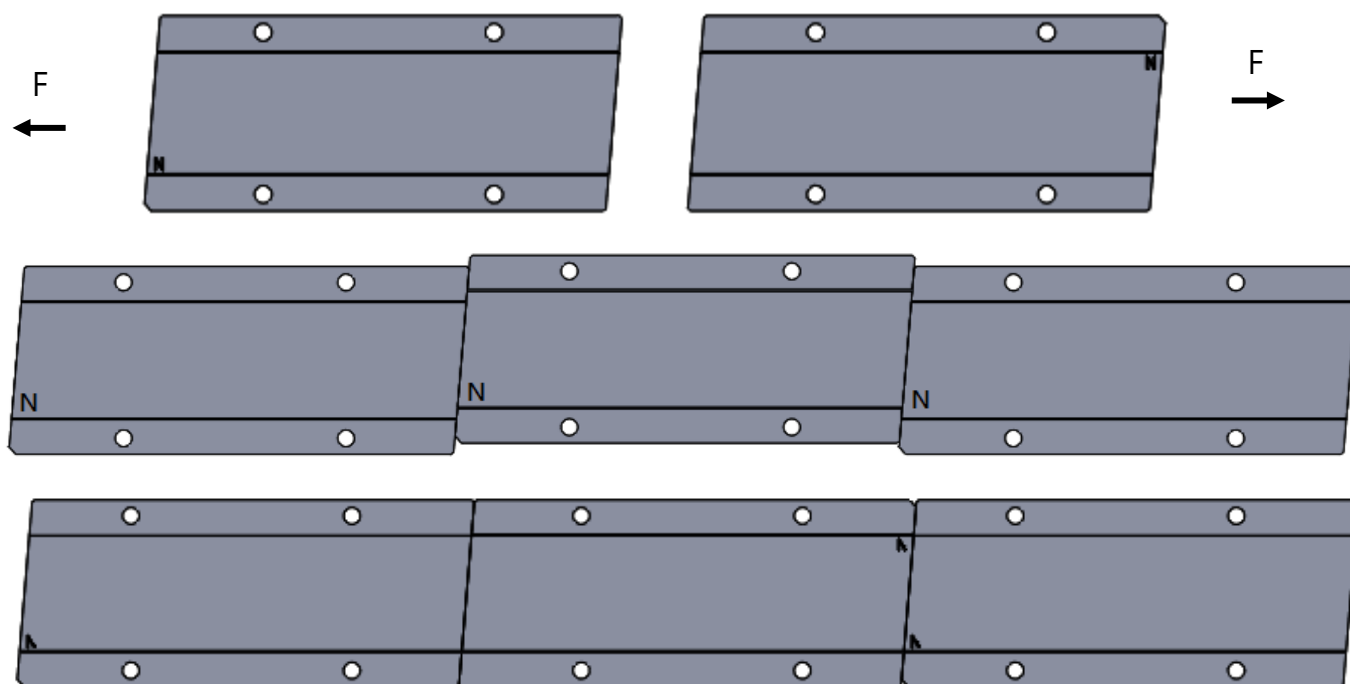


図4.1.1.1.5 ステータの正しい組み立てと間違った組み立て

4.1.1.2 フォーサーとステーターの取り付けに関する注意事項

 DANGER

強力な磁石による危険！



- ◆ フォーサーとステーターの間には強力な磁気吸引力があります。作業員への危害を避けるため、規制に従ってください。
- ◆ LMSA/LMFA のフォーサーとステーター間には強力な吸引力（数百キログラム）が発生します。フォーサーとステーターによる挟み込み事故を防ぐため、設置作業者はマニュアルに従って設置作業を行ってください。

 WARNING

リニアモーター組み立てのリスク。

作業員への危害を防止するために、規制に従ってフォーサーとステーターを設置してください。



- ◆ 複数セットのフォーサーを並列に設置する場合は、有効な推力を確保するために、スパン仕様とモーター位相に注意してください。
- ◆ フォーサーの取り付け時は、フォーサーとステーター間のエアギャップにご注意ください。エアギャップが適切に設置されていない場合、コギング力が増加したり、モーターの推力が低下したりする可能性があります。
- ◆ フォーサーを取り付ける前は、図 4.1.1.2.4 に示すように、フォーサーをプラットフォームに置いた際に隙間が生じますが、これは正常です。フォーサーアセンブリを取り付けるには、図 4.1.1.2.5 に示すように、中央部分から左右両端に向かってネジを順番に締め付けます。締め付けが完了すると、図 4.1.1.2.6 に示すように、フォーサーとフォーサーベースの間に隙間がなくなります。
- ◆ 2 つのステーター間には強力な磁気吸引力がありますので、ご注意ください。人身事故を防ぐため、2 つのステーター間に手を入れることは禁止されています（図 4.1.1.2.9 参照）。（磁性体や時計なども近づけないでください。）
- ◆ 複数組のステーターを取り付ける際、ステーターの長さに公差が生じ、穴位置のずれが生じることがあります。これは正常な現象です。そのため、取り付け時に、2 つのステーターの間に 0.1~0.2mm のスペーサーを配置することで、ネジの位置調整を容易にすることができます（図 4.1.1.2.10 参照）。位置合わせが完了したら、締め付けを行います。締め付けが完了したら、スペーサーを取り外します。
- ◆ 図 4.1.1.2.11 に示すように、反りの危険があるため、ステーターを一方向的にロックしないでください。
- ◆ ステーター穴をロックするには、変形の危険を避けるために、図 4.1.1.2.12 に示すように、マークされた順序に従ってください。

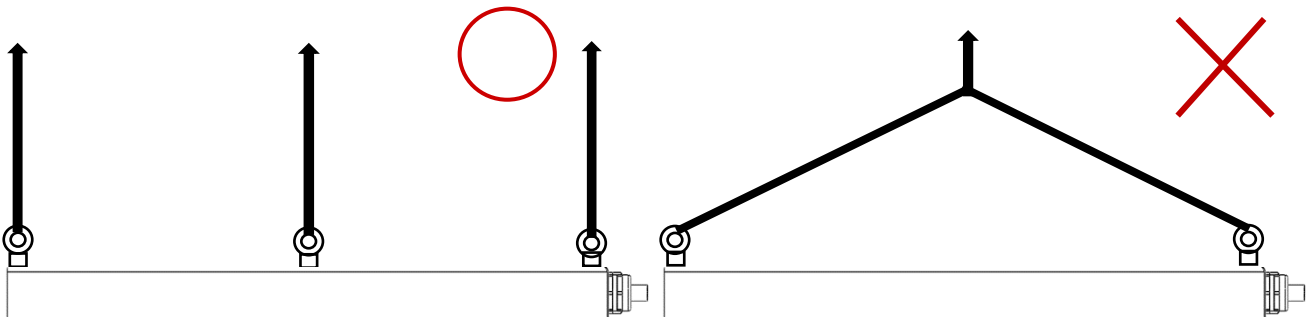
⚠ CAUTION

リニアモーターのリスク



- ◆ フォーサーとステーターアセンブリを固定するためのネジのトルク強度については、セクション 3.2.2.2 を参照してください。
- ◆ ステーターに選定するネジの最大締め付け深さは、ユーザーのプラットフォームのネジ穴によって異なります。最小締め付け深さについては、セクション 3.2.2.2 を参照してください。
- ◆ フォーサーに選択したネジの最大締結深さと最小締結深さについては、セクション 3.2.2.2 を参照してください。

大型のフォーサー（LMFA/LMFPなど）を輸送する場合は、吊り具を使用し、両端が完全に対向していることを確認した上で輸送してください。フォーサーの重量が20kgを超える場合は、危険防止のため、吊り上げロープを3本以上使用してください。



組み立て手順：

■ 最初のステーターの取り付け

まず、ステーターを1セット取り付けます。取り付けの際は、スライドレールとステーターの平行度に注意し、ネジを使用して、（1）ステーターをプラットフォーム（2）に取り付けます（3）。（図4.1.1.2.1 参照）

■ フォーサーベースとフォーサーの取り付け

ネジ④を使用して、⑤フォーサーベースをスライディングブロック⑥に取り付けます。（図4.1.1.2.2参照）

フォーサー⑦をフォーサーベースにネジで取り付けます。取り付け方法は、中央部から左右両端に向かって順にネジを締め付けます。（図4.1.1.2.3参照）

■ ステーターの取り付け

他のステータの取り付けを容易にするために、フォーサーベース⑨をプラットフォームの上に移動します。（図4.1.1.2.7参照）

ネジを使用してステーター⑪をプラットフォームに取り付け、干渉がないようにフォーサーベースをスライドさせて移動します。（図4.1.1.2.8参照）

組み立てる際は、ステーターベースプレートと同じ直線に揃えてください。（図4.1.1.1.5-正解参照）

ステーターの組み立て時にずれが生じないようにしてください。（図4.1.1.1.5参照 – 間違った方）

ステーター固定ボルトを固定する際は、1本のボルトを直接固定することでステーターが変形するのを防ぐため、すべてのボルトを仮固定で大まかに締め付け、最終的に必要な固定トルクで固定してください。（図4.1.1.2.11および図4.1.1.2.12参照）

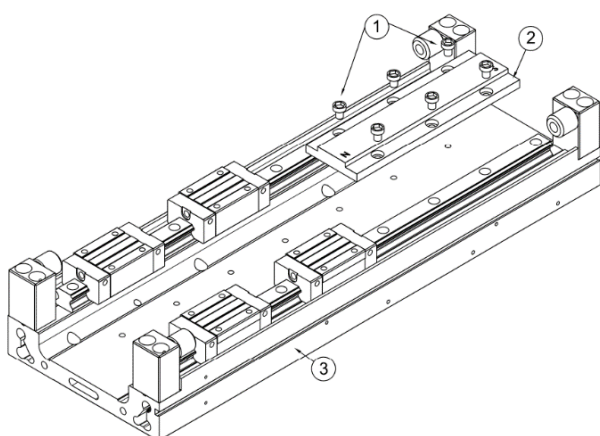


図4.1.1.2.1 最初のステーターの取り付け

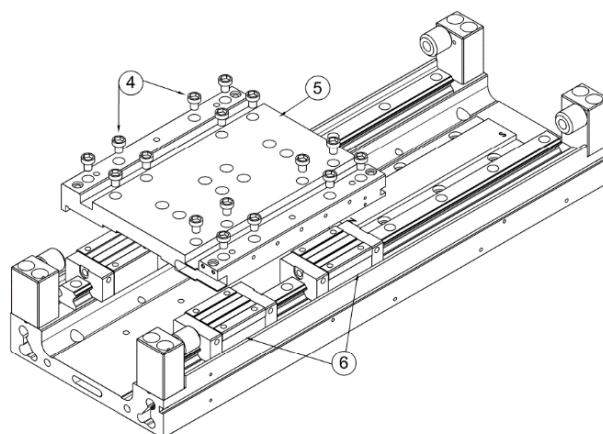


図4.1.1.2.2 フォーサーベースの取り付け

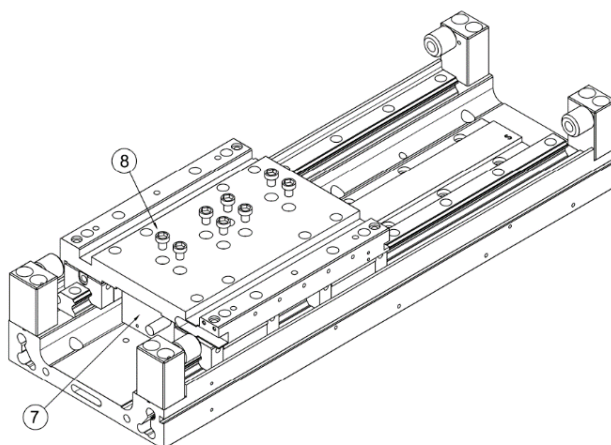


図4.1.1.2.3 フォーサの取り付け



モーター正面



モーター後面

図4.1.1.2.4 設置ギャップの確認

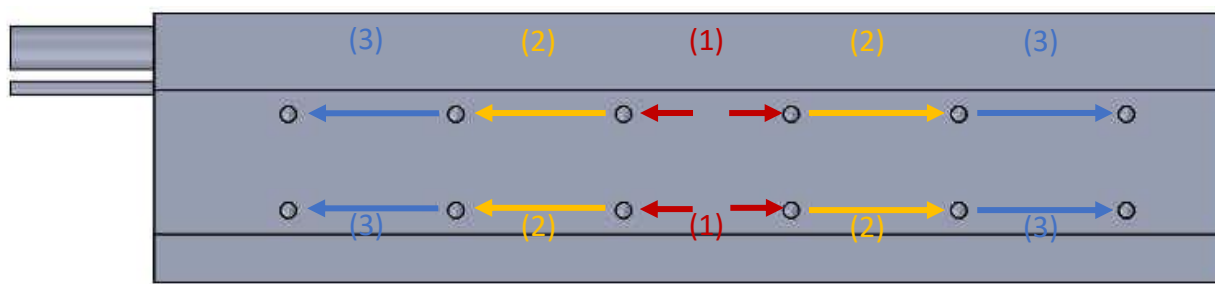


図4.1.1.2.5 フォーサーの設置手順の図

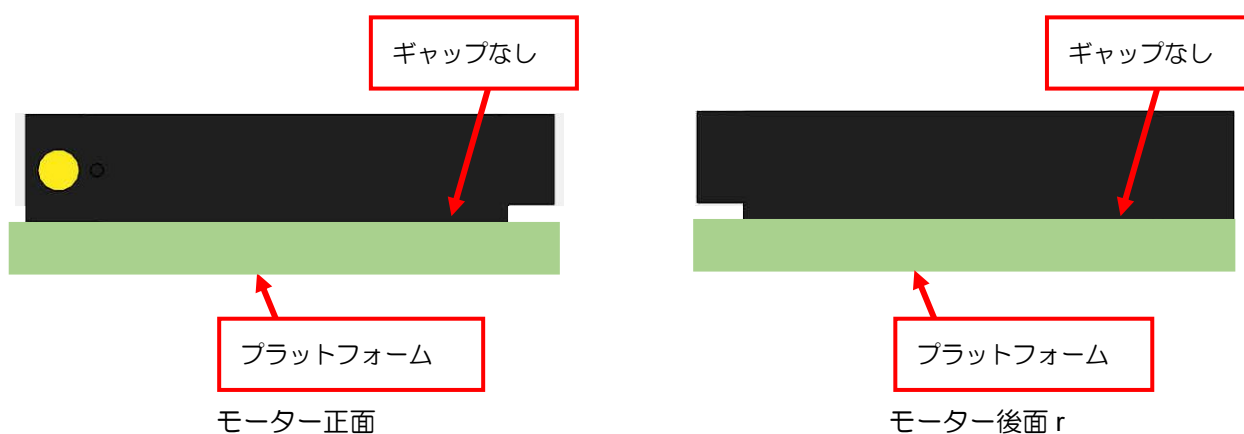


図4.1.1.2.6 フォーサーギャップの図

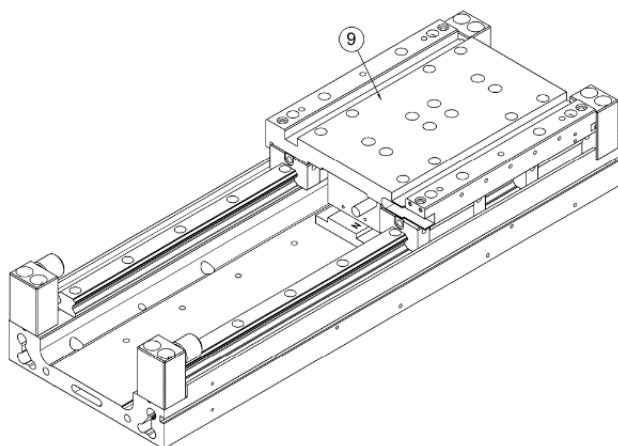


図 4.1.1.2.7 フォーサーベースの移動

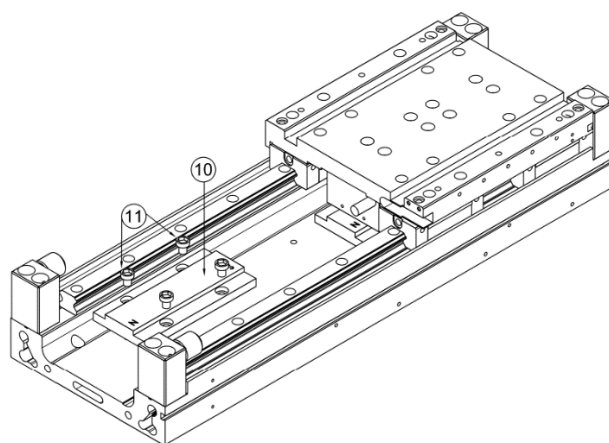


図 4.1.1.2.8 ステーターの取り付け

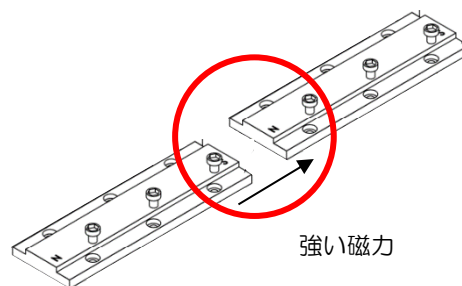


図4.1.1.2.9 作業者の手を挟んで怪我をしないように、ステータ間の強力な磁気吸引力に注意してください。

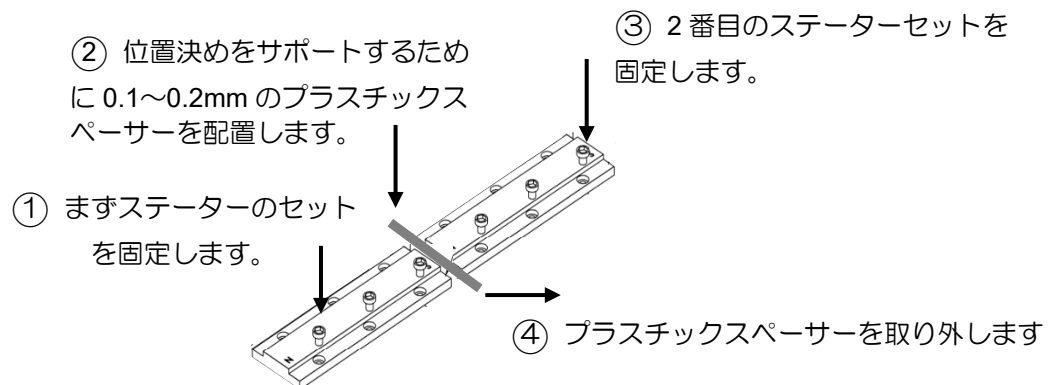


図4.1.1.2.10 複数のステーターセットを固定する際の位置決めに補助するためのスペーサーの推奨使用法。

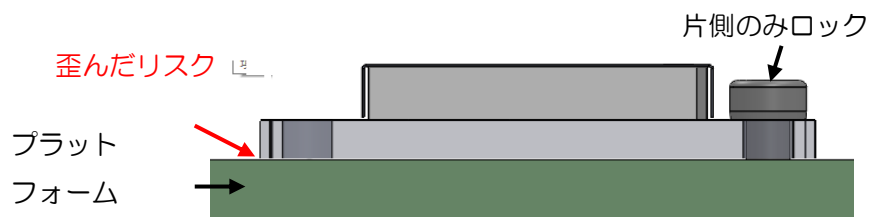


図 4.1.1.2.11 片側ネジを締めた後のゆがみを避ける

下記の番号の順番にネジを締めてください: (1)→(2)→(3)→(4)→(5)→
(6)→(7)→(8)→(9)→(10)

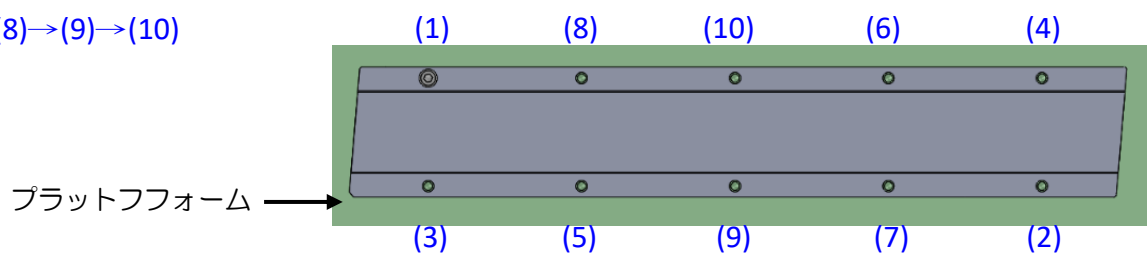


図 4.1.1.2.12 ネジの締め付け順序

4.1.1.3 LMSC フォーサーとステーターの取り付けに関する注意事項

 WARNING

モーターアセンブリが損傷する危険があります。

フォーサーとステーターの間には強力な磁気吸引力があるため、設計機器の構造強度にご注意ください。構造強度が不十分だと構造が変形し、設置公差が大きすぎると機器の調整性能に影響を及ぼします。



- ◆ フォーサーとステーターの間には強い磁気吸引力があり、その吸引力は片側で 2850N 以上あります。
- ◆ 強い吸引力による構造変形を防止するため、ステーター両側の取り付け構造強度を考慮する必要があります。
- ◆ フォーサーとステーターの隙間が 4.5mm を超えると吸引力は 0 に近くなります。
- ◆ ステーターの両側の極性ラベルは互いに反対になるようにします。
- ◆ LMSC 磁気ブレーキリニアモーターのエアギャップが不均一だと、フォーサーとステーター間の吸引力に影響を与える可能性があります。（図 4.1.1.3.13 参照）

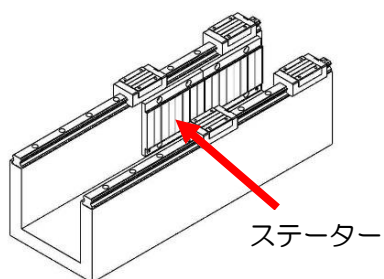
■ 組み立て手順（ステーター）：

- （1） まず最初に設置面をきれいにします。
- （2） ステータを固定する全てのネジにロックタイト塗布します。（図4.1.1.3.1参照）
- （3） ステーター上部の間隔には非磁性材料を使用してください。
- （4） ステーターを所定の位置に置きます。
- （5） 非磁性工具（図4.1.1.3.2参照）を使用して、ステーターの片側をストロークの半分だけ取り付けます。
- （6） ステーターの設置面の両側に非磁性体を挟みます。（図4.1.1.3.3参照）
- （7） 非磁性工具を使用して、ステーターの反対側をストロークの半分だけ取り付けます。（図 4.1.1.3.4参照）



ネジにロックタイトを塗布します

図4.1.1.3.1 ネジにロックタイトを塗布

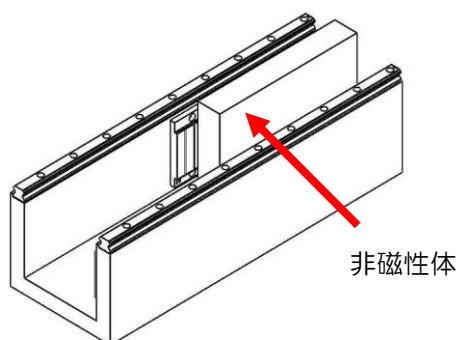


ステーター



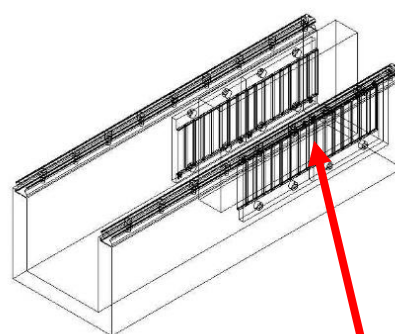
非磁性工具

図4.1.1.3.2 非磁性工具を使用してステーターを取り付ける



非磁性体

図4.1.1.3.3 非磁性体を配置する



ステーターの反対側を取り付けます

図4.1.1.3.4 非磁性工具を使用してステーターを取り付ける

■ 組み立て手順（フォーサー）：

- (1) まずフォーサーをフォーサーベースに取り付けます。（図4.1.1.3.5参照）
- (2) フォーサーベースをベーススライディングブロックに取り付けます。（図4.1.1.3.6参照）
- (3) 厚さゲージを使用してエアギャップ（図4.1.1.3.7参照）を $0.75 \pm_{-0.15}^{+0.25}$ に調整します。

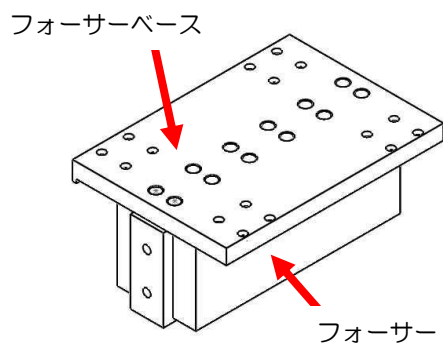


図4.1.1.3.5 フォーサの取り付け

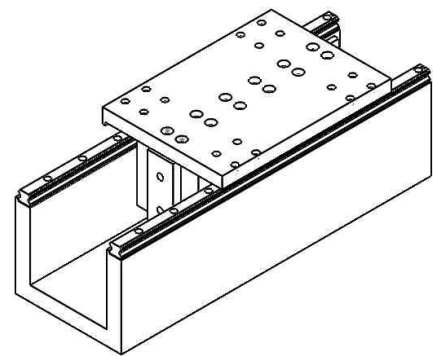


図4.1.1.3.6 フォーサーベースの取り付け

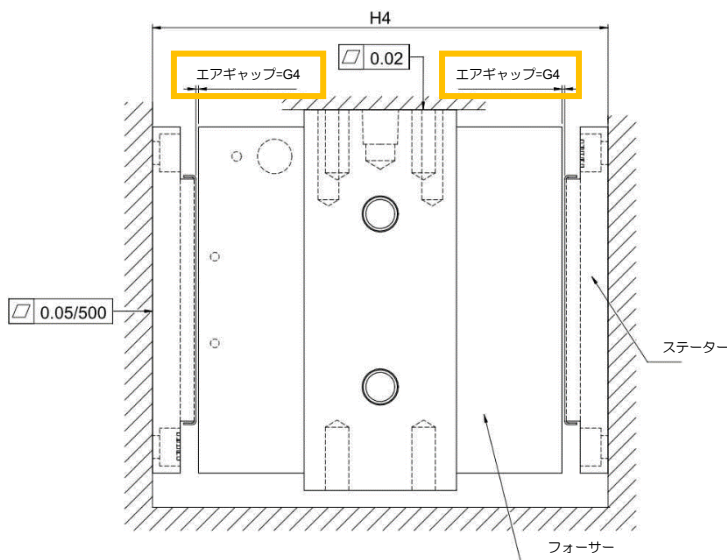


図4.1.1.3.7 エアギャップの図

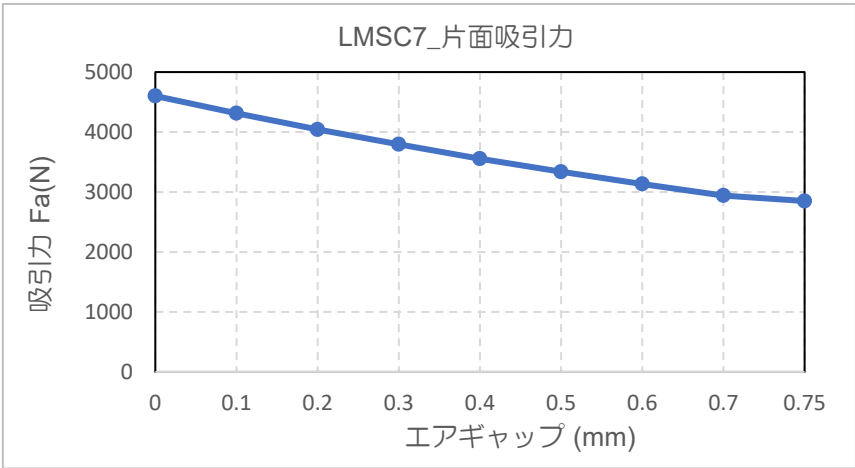


図4.1.1.3.8 LMSCエアギャップ-吸引力関係グラフ

表4.1.1.3.1 エアギャップと吸引力の関係表

エアギャップ (mm)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.75
片側吸引力 Fa (N)	4601	4313	4042	3796	3556	3338	3134	2942	2850

■ 組み立て手順（残りのステーター）：

- （1） フォーサーベースを移動させて残りのステーターを取り付けます。（図4.1.1.3.9参照）
- （2） 非磁性工具を使用して、ステータの片側をストロークの半分だけ取り付けます。（図4.1.1.3.10参照）
- （3） 非磁性体をステーターの設置面の両側に置きます。（図4.1.1.3.11参照）
- （4） 非磁性工具を使用して、ステーターの反対側をストロークの半分だけ取り付けます。（図4.1.1.3.12参照）

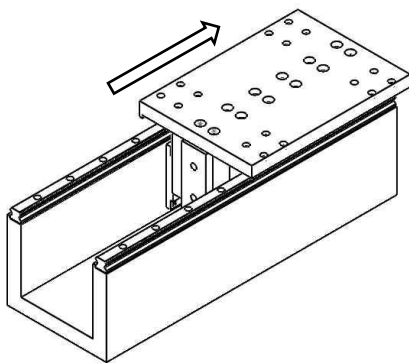


図4.1.1.3.9 フォーサーベースの移動

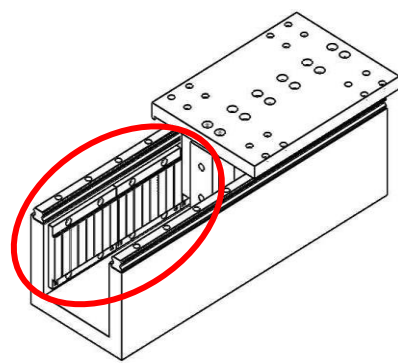


図4.1.1.3.10 ステーターの片側を取り付ける

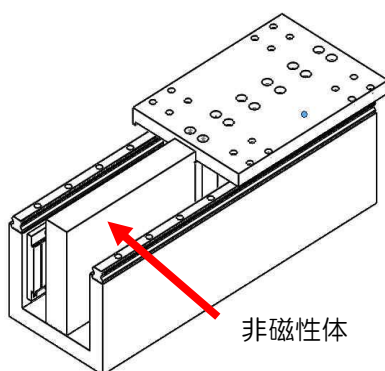


図4.1.1.3.11 非磁性体を配置する

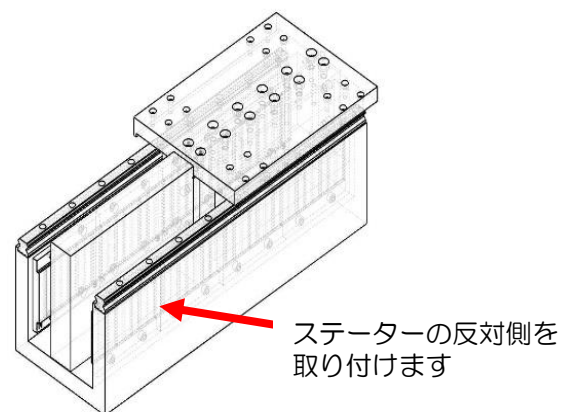


図4.1.1.3.12 ステーターの反対側を取り付ける

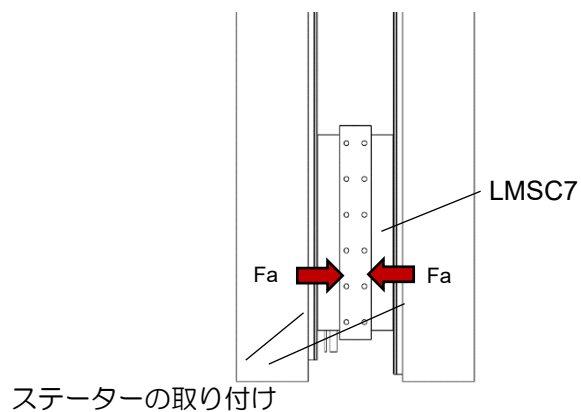


図4.1.1.3.13 LMSCの力とステーターの取り付け図

表4.1.1.3.2 LMSC不均一エアギャップ-吸引力対応表

エアギャップ 1 (mm)	0	0.05	0.15	0.25	0.35	0.45	0.55	0.65	0.75
エアギャップ 2 (mm)	1.5	1.45	1.35	1.25	1.15	1.05	0.95	0.85	0.75
吸引力 F_a (N)	2838	2633	2230	1840	1461	1090	724	361	0

4.1.2 コアレスリニアモーターの取り付け

4.1.2.1 LMC フォーサーとステーターの取り付けに関する注意事項

WARNING



フォーサーとステーターの組み立ての危険性

製品を組み立てする際は、手を挟んで怪我をしないようにしてください。

- ◆ 手で挟んで怪我をしないように、ステーターアセンブリを慎重に取り扱ってください。

CAUTION



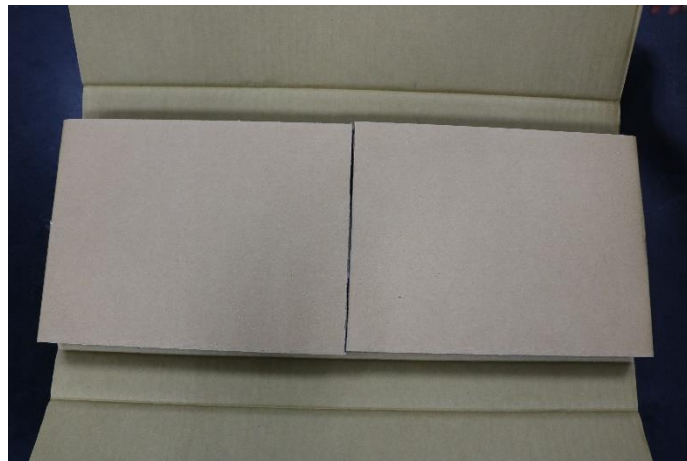
- ◆ ステーターの警告ラベルは上向きにします。
- ◆ セクション 3.1.3 に従ってステーターアセンブリを取り付けた後、ステーター間のギャップに特に注意してください。
- ◆ フォーサーとステーターアセンブリを固定するためのネジのトルクについては、セクション 3.2.2.2 を参照してください。
- ◆ ネジの長さやネジ深さの選択については、セクション 3.2.2.2 を参照してください。

■ 梱包材の説明（ステーター）

(1) 外箱



(2) 外箱を開けます



(3) 外箱の2層目を開けます



(4) 内箱を取り出し、ステーターを取り出します。（複数のステーターを同時に取り出さないでください。）

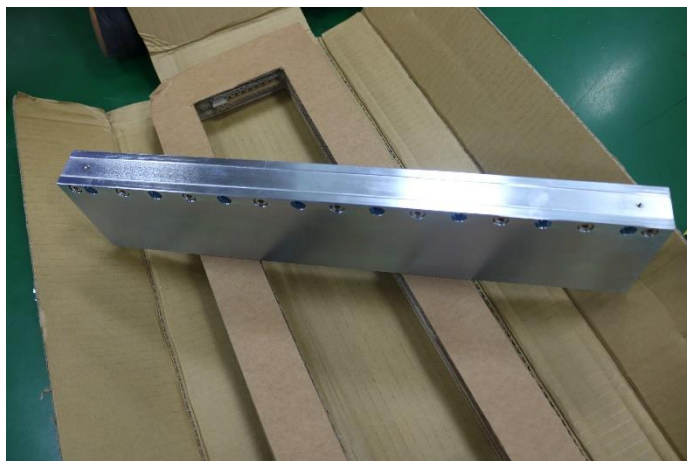


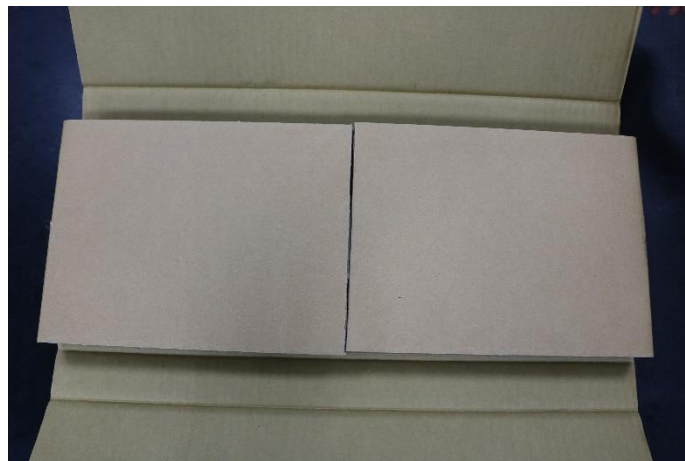
図4.1.2.1.1 コアレスステーターの梱包材

■ 包装材の説明（フォーサー）

(1) 外箱



(2) 外箱を開けます



(3) 外箱の二層目を開けます



(4) 内箱を取り出し押えを取ります

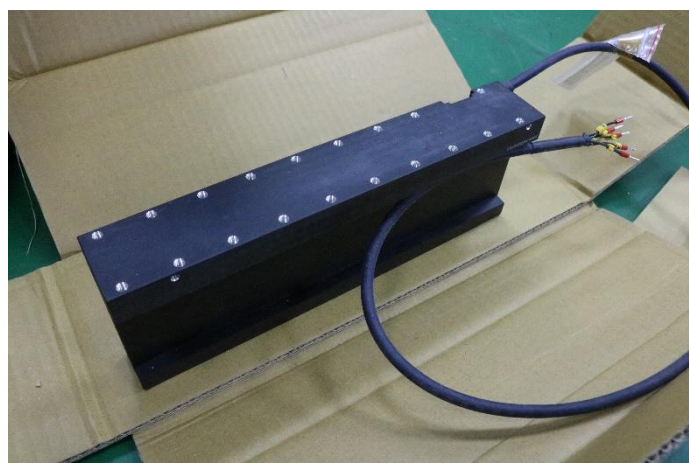


図4.1.2.1.2 コアレスフォーサーの梱包材

■ 組み立て手順：

- (1) 清潔な布をアルコール(95%工業用アルコール)に浸し、取り付け面を清掃します。(図4.1.2.1.3参照)
- (2) ネジ①を使用して、ステーターアセンブリ②をベースプレート③の右端に取り付けます。(図4.1.2.1.4参照)
- (3) ネジ④を使用して、フォーサーベース⑤をリニアスライディングブロック⑥に取り付けます。(図4.1.2.1.5参照)
- (4) フォーサーベース⑦を左端に移動させて、フォーサーアセンブリー⑧を締め付けやすくします。(図4.1.2.1.6参照)
- (5) 正しく取り付けられたフォーサーアセンブリ⑨を右側に移動し、フォーサーとステーターアセンブリに干渉がないか確認して、次のステーターセットの取り付け準備をします。(図4.1.2.1.7参照)
- (6) 残りのステーターアセンブリ⑩をベースプレート⑪に固定します。(図4.1.2.1.8参照)
- (7) 取り付けが完了したら、フォーサーベースを移動させてスライドさせ、干渉がないことを確認します。(図4.1.2.1.9参照)

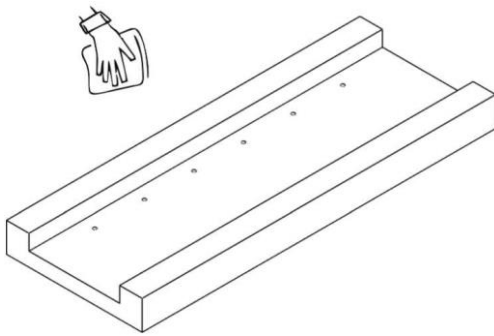


図4.1.2.1.3 取り付け面をきれいに清掃する

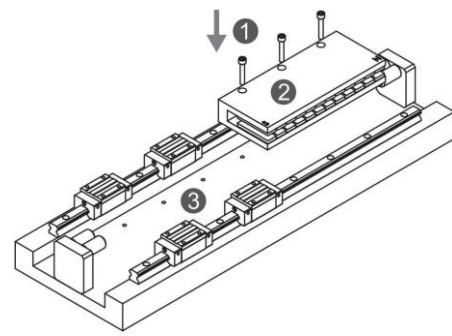


図4.1.2.1.4 スターターの取り付け

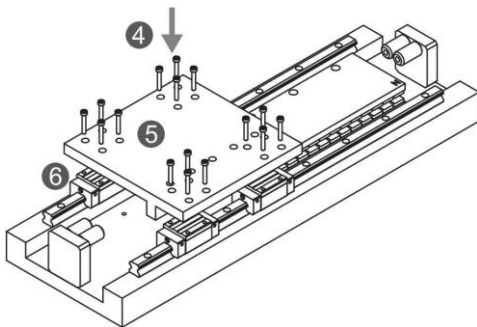


図4.1.2.1.5 フォーサーベースの取り付け

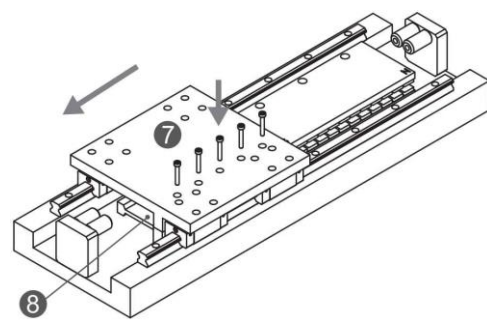


図4.1.2.1.6 フォーサーベースの移動

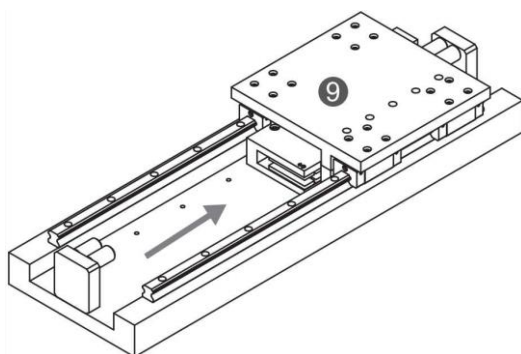


図4.1.2.1.7 フォーサーの取り付け

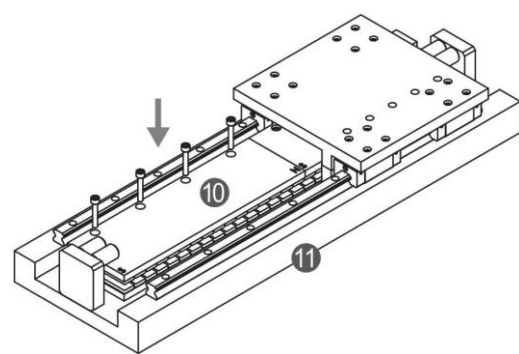


図4.1.2.1.8 スターターの取り付け

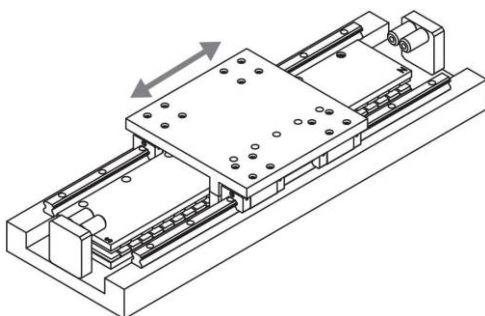


図4.1.2.1.9 滑らかな動作の確認

4.1.2.2 LMT フォーサーとステーターの取り付けに関する注意事項

 WARNING

フォーサーとステーターの組み立ての危険性

組み立てする際は、手を挟んで怪我をしないようにしてください。

- ◆ 手で挟んで怪我をしないように、ステーターアセンブリを慎重に取り扱ってください。

 CAUTION

フォーサーとステーターの組み立ての危険性。

ステーターとフォーサーの取り付けでは、ユニット間の異常な隙間に注意してください。

- ◆ セクション 3.1.4 に従ってフォーサーアセンブリを取り付けた後、同心度は 0.2mm を超えてはなりません。
- ◆ セクション 3.1.4 に従ってステーターアセンブリを取り付けた後、ステーター間のギャップに特に注意してください。
- ◆ フォーサーとステーターアセンブリを固定するためのネジのトルクについては、セクション 3.2.2.2 を参照してください。
- ◆ ネジの長さやネジ深さの選択については、セクション 3.2.2.2 を参照してください。

■ 梱包材の説明（ステーター）

1. 外箱



2. 外箱を開けます



3. 緩衝材を取り出します



4. ステーターを取る際は、同時に複数のステーターを取らないでください。



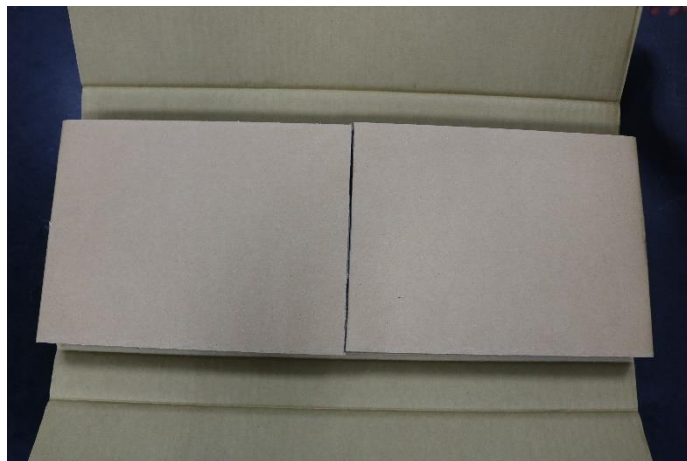
図4.1.2.2.1 円筒型モーターステーターの梱包材

■ 包装材の説明（フォーサー）

1. 外箱



2. 外箱を開けます



3. 箱の二層目を開けます



4. 内箱を取り出し、フォーサーを取り出します。



図 4.1.2.2.2 円筒型モーターフォーサーの包装材

■ 組み立て手順：

- (1) 清潔な布をアルコール（95%工業用アルコール）に浸し、ステーターアセンブリを清掃します。
（図4.1.2.2.3参照）
- (2) フォーサーアセンブリー①をステーターアセンブリ②の上に置きます。（図4.1.2.2.4参照）
- (3) ネジ③を使用してステータアセンブリ④を固定ベース⑤に取り付け、高さの差と左右の差を測定すると、0.2mm以下である必要があります。（図4.1.2.2.5参照）
- (4) ネジ⑥を使用して、フォーサーベース⑦をスライディングブロック⑧に取り付けます。（図4.1.2.2.6参照）
- (5) ネジ⑨を使用して、フォーサーアセンブリ⑩をフォーサーベース⑪に固定します。（図4.1.2.2.7参照）
- (6) 取り付けが完了したら、フォーサーベースを移動させてスライドさせ、干渉がないことを確認します。（図4.1.2.2.8参照）

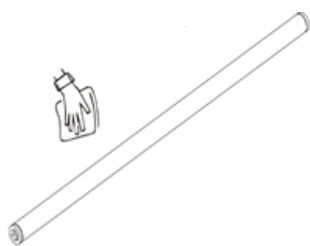


図4.1.2.2.3 取り付け面をきれいにします

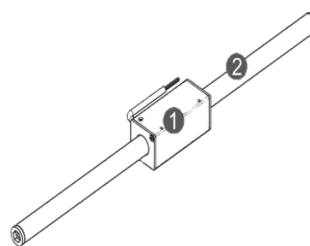


図4.1.2.2.4 フォーサーとステーターを組み立てます

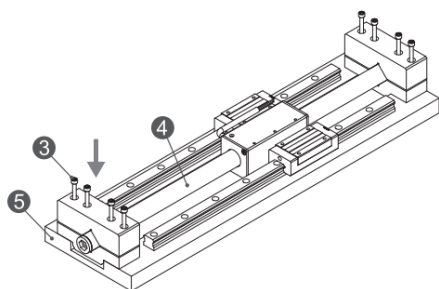


図4.1.2.2.5 ステーターの取り付け

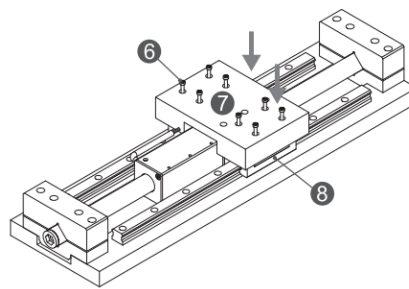


図4.1.2.2.6 フォーサーベースの取り付け

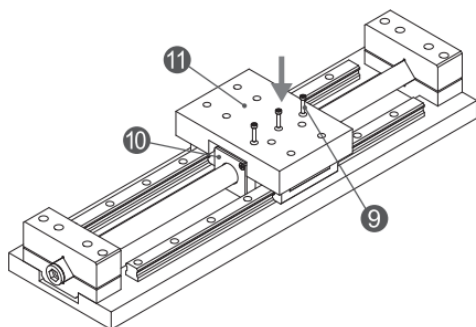


図4.1.2.2.7 フォーサーの取り付け

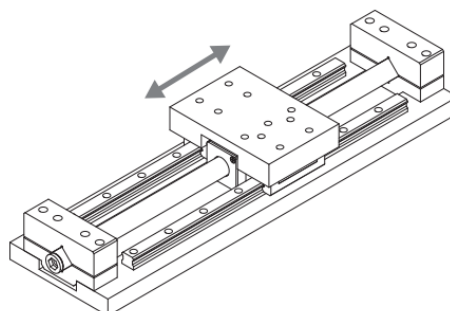


図4.1.2.2.8 滑らかな動作の確認

4.1.3 水冷式リニアモーター冷却システムの設置

4.1.3.1 フォーサーとステーターの精密水冷装置

■ 組み立て手順（フォーサー精密水冷）：（図4.1.3.1.1、図4.1.3.1.2参照）

- (1) フォーサー精密水冷②をフォーサー③の上に置き、両者の穴の位置を合わせ、方向を一致させます。
- (2) フォーサーベース①とフォーサー精密水冷②の穴位置をフォーサー③に合わせて取り付けます。
- (3) 固定が完了したら、作業台スライドブロックに取り付けます。4.1.1.2項の手順を参照してください。

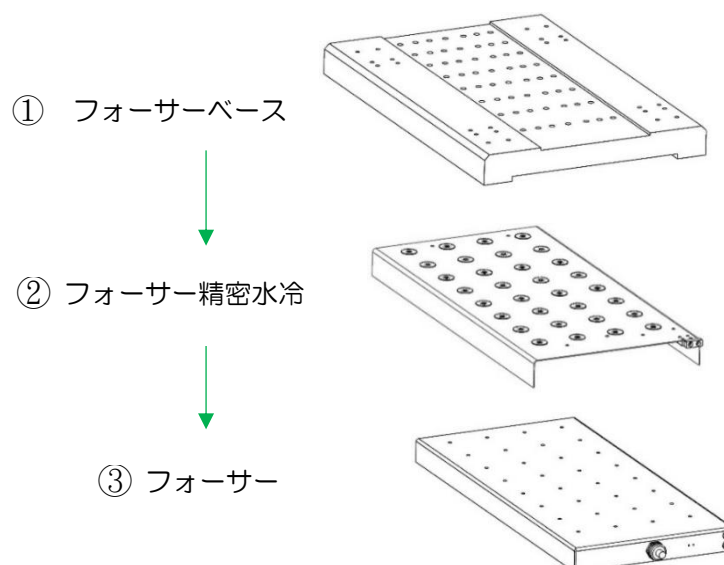


図4.1.3.1.1 フォーサー精密水冷システムの設置図

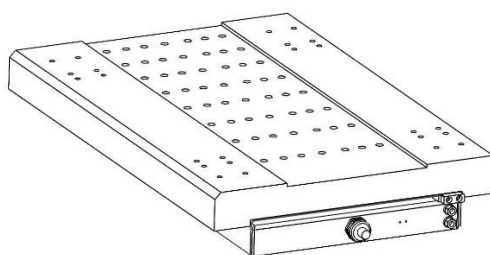


図4.1.3.1.2 フォーサー精密水冷システム設置完了図

■ 組み立て手順（ステーター精密水冷）：（図4.1.3.1.3、図4.1.3.1.4参照）

- (1) 片側の連結ベース①を作業台の作業位置に固定します。
- (2) 冷却パイプ②をプラットフォーム上の接続ベース①に挿入します。
- (3) ステーター⑤の長さが長い場合は、冷却パイプ②をジョイント方式で接続します。
- (4) 全ての冷却管②の設置が完了したら、反対側の接続台⑥を使用して冷却管との調整・固定を行います。
- (5) ステーター⑤を冷却パイプ②の対応する位置に配置します。
- (6) 全てのステーター⑤を固定します。複数組のステーターの固定方法については、4.1.1.2項に記載されているステータの取り付けを参照してください。

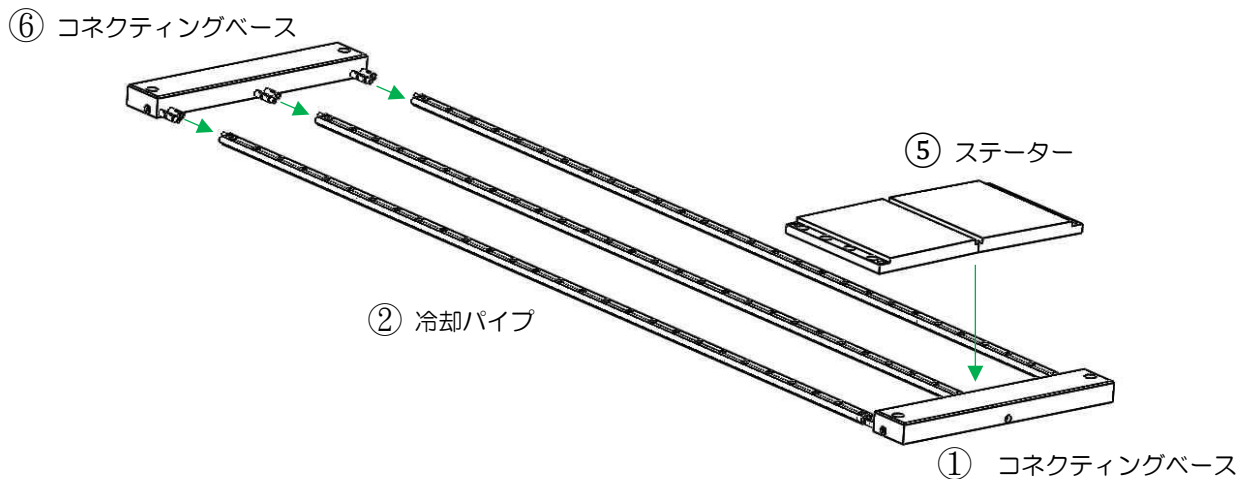


図4.1.3.1.3 ステーター精密水冷設置図

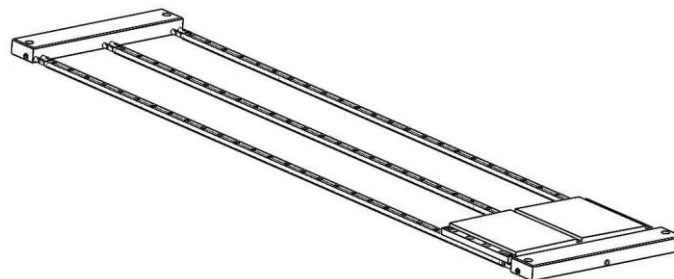


図 4.1.3.1.4 ステーター精密水冷装置設置完了図

4.1.3.2 水冷モータークイックコネクターの取り付け



⚠ CAUTION

- ◆ 1/8PT 径のクイックコネクタを入口または出口に固定する場合は、水漏れを防ぐためにコネクタの周りに白いシールテープを巻き付けてください。
- ◆ 入口または出口に G1/8 径のクイックコネクタを固定し、漏れを防ぐために O リングを追加します。
- ◆ PTFE コーティングされたねじ付きクイックコネクタを入口または出口に固定する場合、コネクタの周りに白いシールテープを巻く必要はありません。
- ◆ 水冷ループの最大圧力は 10 bar です。
- ◆ トルクレンチを使用します（最大トルクは 100kgf-cm（9.8Nm）を超えないようにしてください）。
- ◆ 上記が正しく取り付けられていない場合、水冷コネクタの破損、水漏れ、破裂の原因となる可能性があります。
- ◆ 工場出荷時の製品に付属するすべてのアクセサリを勝手に取り外さないでください。取り外すと、製品の性能が保証されません。

LMFAシリーズのフォーサー仕様にはLMFAとLMFPがあり、使用されるパイプねじは次の表のとおりです：

表4.1.3.2.1 フォーサー水冷コネクタのネジ

フォーサー仕様	パイプねじ
LMFA	1/8 PT
LMFP	G 1/8
LMSC	1/8PT

水冷コネクタ⑫は入口、水冷コネクタ⑬は出口を指します。

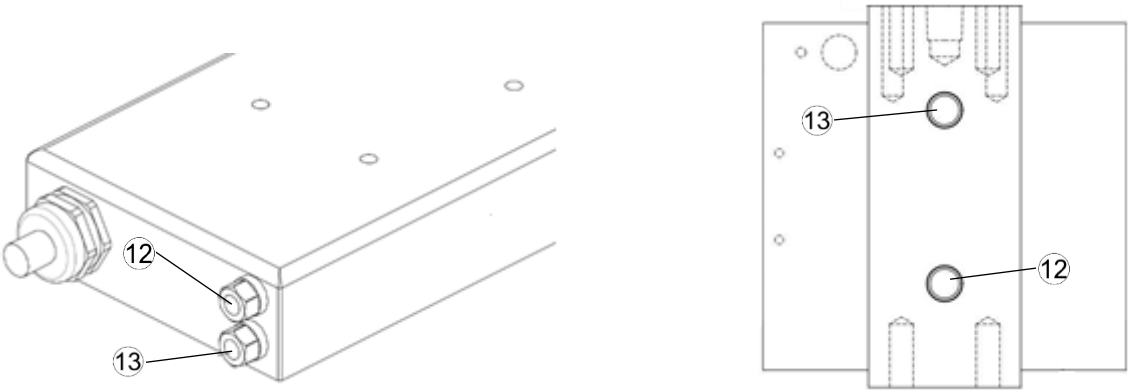


図4.1.3.2.1 水冷コネクタの取り付け位置

4.1.3.3 精密水冷モータークイックコネクターの取り付け

水冷コネクタ⑫は入口、水冷コネクタ⑬は出口を指し、両方ともG1/8です。

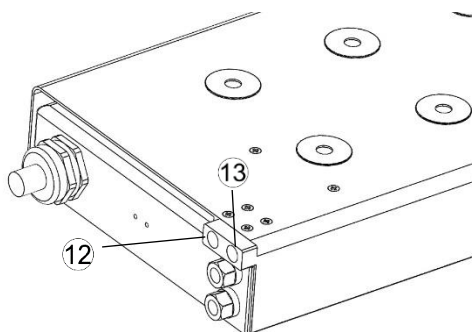


図4.1.3.3.1 フォーサー精密水冷コネクターの取り付け位置

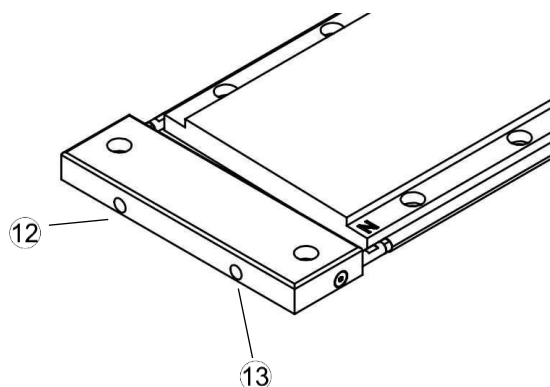


図4.1.3.3.2 スター精密水冷コネクターの取り付け位置

5. トラブルシューティング

5.1	トラブルシューティング	5-2
-----	-------------------	-----

5.1 トラブルシューティング

表5.1.1 トラブルシューティング

症状	原因	対応
モーターがまったく回転しない	間違ったケーブル配線	コントローラーに接続されているケーブルを確認してください。
回転方向が違う	間違ったエンコーダー設定	エンコーダーの設定を確認してください。
	間違ったモーター電源ケーブルの配線	コントローラーに接続されている二相電源ケーブルを交換します。
焦げ臭い	冷却系の異常作動	冷却システムをチェックします。
	コントローラーの設定がおかしい	コントローラーの設定を確認してください。
	間違ったモーターパラメーター設定	モーターパラメーターの設定を確認してください。
モーターアウターケーシングの異常温度	冷却系の異常作動	冷却システムをチェックします。
	コントローラーの設定がおかしい	コントローラーの設定を確認してください。
	異常動作	組み立て方法を確認。
	温度調節表示異常	シールドの組立方法と接地を確認してください。
不安定な回転（振動）	絶縁不良	相/アースの抵抗値が 10MΩ より大きいことを確認します。
	間違ったエンコーダーの取り付け	エンコーダーの取り付け剛性を確認してください。
	間違ったエンコーダー信号	エンコーダーの接地と接続を確認してください。
	エンコーダー信号干渉	シールドの接地を確認してください。
	コントローラーの設定がおかしい	コントローラーの設定を確認してください。
回転が不安定（振動） 回転しにくい、摩擦音がする	ローターの取り付け異常	組み立て方法を確認。
	エアギャップには異物が存在する	異物を取り除きます。
	異常なエアギャップ	組み立て公差と構造剛性を確認してください。

6. 廃棄物処理



6.1 廃棄物処理6-2

6.1 廃棄物処理

DANGER



強力な磁石による危険！

- ◆ 永久磁性材料は、後続の処理を施す前に完全に脱磁する必要があります。そうしないと、重大な損傷が発生する可能性があります。

CAUTION



環境有害物質による危険！

- ◆ 廃棄物は、地域の関連規制およびリサイクル可能な材料のリサイクル手順に従って処分する必要があります。
- ◆ 廃棄物には電子材料、鉄、アルミニウム、絶縁材料、永久磁性材料などが含まれます。リサイクルには適切な手順に従ってください。
- ◆ 永久磁性材料の消磁または加熱は、非磁性材料でできた固体の耐熱容器に入れて炉内に入れるため、保持時間は少なくとも 30 分間、加熱は少なくとも 300 °C でなければなりません。
- ◆ 製品に使用されている梱包材がリサイクル可能な場合は、リサイクルする必要があります。

リニアモーター関連製品、特に永久磁石材料は、使用期限が切れた時点で廃棄前に適切な処理が必要です。前述の警告に従って消磁を行わない場合、作業者に重篤な傷害を与える可能性があります。

HIWIN は、上記の注意事項に従わなかったことによる損害、事故、または傷害については一切責任を負いません。

7. 付録



7.1	用語集	7-2
7.2	単位換算	7-6
7.3	ユーザー要求フォーム.....	7-8

7.1 用語集

- 連続推力 F_c [N]
環境温度 25°Cで停止せずに連続運転しているモーターの出力推力として定義され、この連続推力がモーターに流れる連続電流 I_c に相当します。
- 連続電流 I_c [A_{rms}]
環境温度 25°Cにおいて、モーターコイルに連続的に供給できる電流として定義され、連続推力の電流も発生します。
- 水冷連続推力 ($F_c(wc)$) [N]
水冷温度 20°Cで停止することなく連続運転しているモーターの出力推力として定義され、この水冷連続推力がモーターにかかる連続電流(wc) I_c に相当します。
- 連続電流(wc) $I_c(wc)$ [A_{rms}]
水冷温度 20°Cにおいて、モーターコイルに連続的に供給できる電流として定義され、水冷連続推力の電流も発生します。
- ピークフォース F_p [N]
1 秒を超えない時間内にモーターが出力できる最大の推力として定義されます。一般的には加減速の目的で使用されます。
- ピーク電流 I_p [A_{rms}]
モーターのピーク推力に対応する瞬間的な大電流と定義され、通常の動作範囲では、ピーク電流は 1 秒間許容されます。
- 究極の力 F_u [N]
到達推力に対応する到達電流 I_u として定義されます。通常の動作範囲では、0.5 秒間到達電流を供給できます。
- 究極の力 F_u [N]
モーターの到達電流 I_u に対応する出力推力として定義されます。
- 到達電流 I_u [A_{rms}]
これは、モーターの連続電流 I_c の 5 倍として定義されます。このような電流の下では、モーターによって出力される推力は飽和非線形ゾーン内にあり、力定数は減少します。このような電流の入力は、モーターの過熱のリスクを引き起こす可能性があり、動作時間は 0.5 秒未満にすることをお勧めします。
- 吸引力 F_a [N]
これは、定格エアギャップ下で鉄心リニアモーターのフォーサーとステーターの間に作用する力として定義され、このような力によってスライディングブロックに加えられるプリロードは、スライディングトラックによって支えられます。

■ 最大巻線温度 T_{max} [°C]

これは、モーターコイルの許容最大温度として定義されます。モーターの実際の平衡温度は、メカニズム、冷却方法、動作計画などの要因によって異なります。理論計算とは多少のずれがある場合があり、通常は実測結果が使用されます。

■ 電気時定数 K_e [ms]

モーターに供給される電流が目標値の 63%に達するまでの時間として定義され、この値が小さいほど応答時間が速いことを意味します。

■ 力定数 K_f [N/A_{rms}]

単位電流でのモーターの出力推力として定義され、LMFA 水冷モーターシリーズを除き、残りのシリーズが正常な動作範囲にある場合、出力推力と入力電流は線形関係であり、非線形部分は鉄心飽和の影響を受けます。

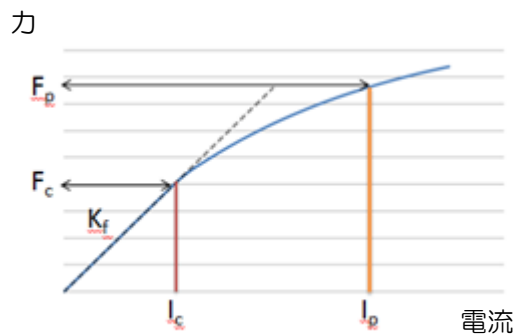


図 7.1.1

■ 抵抗 R_{25} [Ω]

コイル温度が 25°Cのときに測定されたモーターの線間抵抗として定義されます。抵抗は温度の上昇とともに増加します。

$$R_c = R_{25} \times (1 + 0.00393) \times (T_c - 25)$$

R_c : 任意の温度下での線間抵抗を指します

T_c : 任意の温度

■ インダクタンス L [mH]

これは、測定されたモーターの線間インダクタンス (ステーターを除く) として定義されます。

■ 極対ピッチ 2τ [mm]

これは、ステーター上の同じ極性の 2 つ極性間の距離、つまり N→N または S→S として定義されます。

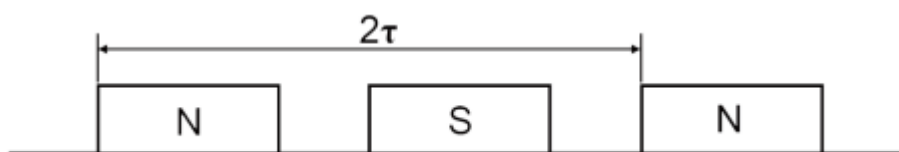


図 7.1.2

- 逆起電圧定数 K_v [$V_{rms}/(m/s)$]
磁石温度が 25°C のとき、モーターの単位速度によって生成される誘導 EMF として定義されます。コイルが磁場の変化を感知すると発生し、EMF は通過する電流に抵抗するために生成されます。
- モーター定数 K_m [$N/\sqrt{W}$]
コイル温度とマグネット温度が 25°C のときの消費電力の平方根に対するモーター出力推力の比で定義されます。モーター定数が大きいほど、モーターが特定の推力を出力したときの電力損失が少ないことを意味し、モーター効率を判断する指標の 1 つとして使用されます。
- 熱抵抗 R_{TH} [$^{\circ}C/W$]
これは、モーターコイルの内部から放熱環境までの熱抵抗として定義されます。熱抵抗が小さいほど、同じ入熱量でもコイルと放熱環境の温度差が小さい、つまり放熱効果が高いことを意味します。
- 熱時定数 t_{TH} [sec]
モーターに連続電流を流したとき、コイル初期温度 T_0 が最大巻線温度 T_{max} の 63% まで上昇するのに必要な時間として定義されます。

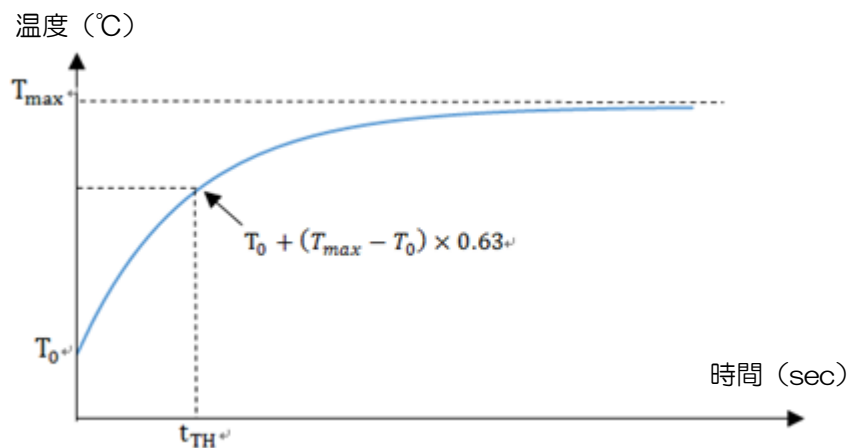


図 7.1.3

- 最小流量 (L/min)
これは、冷却水の定格温度 $F_c(wc)$ の下で、モーターが水冷連続推力に到達するために必要な冷却水の最小流量として定義されます。
- 冷却水の温度 [$^{\circ}C$]
これは、水冷連続推力 $F_c(wc)$ を達成するために、最小流量でモーター冷却剤が到達する必要がある温度として定義されます。
- 圧力損失 ΔP [bar]
冷媒が最小流量以下のときの入口と出口の間の圧力差として定義されます。

- 最大力最大速度 V_{max,F_p} [m/s]
これは、ピーク推力の下でモーターが達成できる最大速度として定義されます。このパラメーターは最大 DC バス電圧に依存します。
- 最大入力電力 $P_{EL,max}$ [W]
これは、モーターが最大速度 V_{max,F_p} および最大放散熱出力 $Q_{P,H,max}$ のピーク推力で動作している条件下に必要な入力電力として定義されます。
- 最大放散熱量 $Q_{P,H,max}$ [W]
これは、コイルが最高温度 T_{max} にあるときにモーターのコイルによって生成される熱として定義されます。
- ストール電流 I_0 [A_{rms}]
モーターの環境温度が 25°C以下で、ローター拘束状態で供給できる電流の上限値として定義されており、この値は放熱の基準に関係しています。
- 失速力 F_0 [N]
モーターがショートストローク（極対ピッチ 2τ よりも小さいストローク）で、かつローター拘束状態で使用できる推力の上限値として定義され、ストール電流により制限されます。
- 最大 DC バス電圧 [V_{DC}]
これは、通常の作業環境でモーターが使用できる最大 DC バス電圧として定義されます。

7.2 単位換算

A 列の単位を B 列の単位に変換するには、表の対応する数値を掛けます。

■ 質量

表 7.2.1

		B			
		g	kg	lb	oz
A	g	1	0.001	0.0022	0.03527
	kg	1000	1	2.205	35.273
	lb	453.59	0.45359	1	16
	oz	28.35	0.02835	0.0625	1

■ 速度

表 7.2.2

		B				
		m/s	cm/s	mm/s	ft/s	in/s
A	m/s	1	100	1000	3.281	39.37
	cm/s	0.01	1	10	3.281×10^{-2}	0.3937
	mm/s	0.001	0.1	1	3.281×10^{-3}	3.937×10^{-2}
	ft/s	0.3048	30.48	304.8	1	12
	in/s	0.0254	2.54	25.4	8.333×10^{-2}	1

■ 推力

表 7.2.3

		B		
		N	lb	oz
A	N	1	0.2248	3.5969
	lb	4.4482	1	16
	oz	0.2780	0.0625	1

■ 長さ

表 7.2.4

		B				
		m	cm	mm	ft	in
A	m	1	100	1000	3.281	39.37
	cm	0.01	1	10	3.281×10^{-2}	0.3937
	mm	0.001	0.1	1	3.281×10^{-3}	3.937×10^{-2}
	ft	0.3048	30.48	304.8	1	12
	in	0.0254	2.54	25.4	8.333×10^{-2}	1

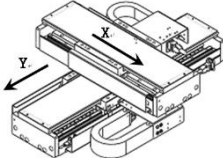
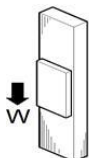
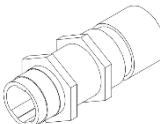
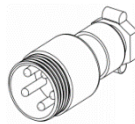
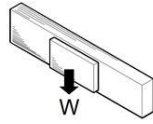
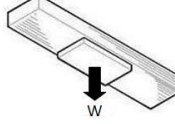
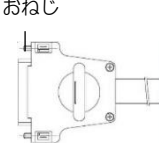
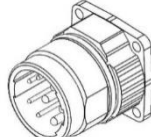
■ 温度

表 7.2.5

		B	
		°C	°F
A	°C	1	$(^{\circ}\text{F} - 32) \times 5 / 9$
	°F	$(^{\circ}\text{C} \times 9 / 5) + 32$	1

7.3 ユーザー要求フォーム

表 7.3.1

アスタリスク (*) が付いている項目は必須です。				日付: _____	
ユーザー名: _____			HIWIN 担当: _____		
Email: _____			問い合わせ番号: _____		
Tel: _____ Fax: _____			事業主: _____		
* 業種・用途	_____		複数可動子	☐ Yes, 数: _____ 個 ☐ No	
* 動作環境	☐ 室内、一般 25°C ☐ クリーンルーム・クラス: _____ ☐ 真空・クラス: _____ ☐ その他: _____		* 動作	☐ Point to point ☐ スキャニング	
* ステージタイプ	☐ 単軸 ☐ XY 軸 ☐ 2 軸ブリッジ ☐ ガントリー (1 軸駆動) ☐ ガントリー (2 軸駆動) ☐ その他: _____		安全要求	☐ CE ☐ UL ☐ その他 _____	
* 負荷	☐ 質量: _____ kg		移動時間	_____ sec	
外力 (N)	X-軸	Y-軸	Z-軸	休止時間	_____ sec
* 最大速度 (m/s)	X-軸	Y-軸	Z-軸	ドライバー	入力電源 ☐ 110V ☐ 220V ☐ その他: _____ V
* 最大加速度 (m/s ²)	X-軸	Y-軸	Z-軸	ホールセンサー	☐ Yes, ☐ デジタル信号 ☐ アナログ信号 ☐ No
* ストローク (m)	X-軸	Y-軸	Z-軸	フォーサー電源ケーブルのタイプ、標準はケーブルです (下図を参照)。 ☐ ケーブル すべてのタイプに適用されます	
* ステージ設置	☐ 水平軸: _____ 		☐ 垂直軸: _____ 		☐ ケーブル+丸型コネクタ 適用タイプ: LMFx LMC、LMT  
	☐ 掛け軸: _____ 		☐ 逆さ軸: _____ 		☐ ケーブル+D サブ 適用タイプ: LMSA、LMC-EFE、LMC-EFF、LMCF 
動作パターン			その他		☐ ケーブル+メタルコネクタ 適用タイプ: LMFA、LMFP 
以下の情報は、HIWIN または認定代理店が記入いたします。 推奨仕様:					

リニアモーターユーザーマニュアル
バージョン：V1.5 2025 年 6 月改訂

-
1. HIWIN は HIWIN Mikrosystem Corp., HIWIN Technologies Corp., ハイウィン株式会社の登録商標です。ご自身の権利を保護するため、模倣品を購入することは避けてください。
 2. 実際の製品は、製品改良等に対応するため、このカタログの仕様や写真と異なる場合があります。
 3. HIWIN は「貿易法」および関連規制の下で制限された技術や製品を販売・輸出しません。制限された HIWIN 製品を輸出する際には、関連する法律に従って、所管当局によって承認を受けます。また、核・生物・化学兵器やミサイルの製造または開発に使用することは禁じます。
-