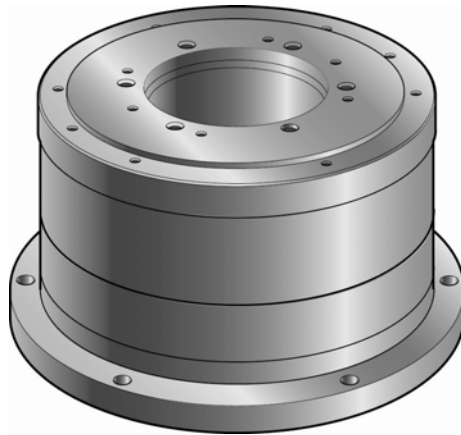


Harmonic Drive[®]

ダイレクトドライブ・モータ
KDU シリーズ 技術資料



はじめに

このたびは、ダイレクトドライブ・モータ KDU シリーズをご採用いただき誠にありがとうございます。本製品の取り扱いや使用方法を誤りますと、思わぬ事故を起こし、さらに製品の寿命を短くすることがあります。長期にわたり安全にご使用いただくために、本書をよくお読みの上、正しくご使用ください。

本書に記載されている内容は、予告なく変更することがありますので、ご了承ください。

本書は大切に保管してください。



本書は必ず最終ユーザー様へお渡しください。

安全にお使いいただくために

本製品を安全に正しくお使いいただくために、ご使用前に必ず「安全にお使いいただくために」と本文を熟読し、内容を十分理解してから使用してください。

表示の説明

ここに示した注意事項は、安全に関する重大な内容を記載しています。必ずお守りください。


 警告	取り扱いを誤った場合、死亡または重傷を負う可能性が想定される内容を示しています。
 注意	取り扱いを誤った場合、傷害を負う可能性が想定される内容および物的損害の発生が予想される内容を示しています。
注意	製品が動作不能、誤動作、または性能、機能への悪影響を予防するために、実施または回避すべきことを示しています。

用途の限定

本製品は、次の用途へのご使用には考慮されていません。

- | | | | |
|---------------|---------|----------|----------------|
| ・宇宙用機器 | ・航空機用機器 | ・原子力用機器 | ・家庭内で使用する機器、機具 |
| ・真空用機器 | ・自動車用機器 | ・遊戯用機器 | ・人体に直接作用する機器 |
| ・人の輸送を目的とする機器 | | ・特殊環境用機器 | |

このような用途でお使いになる場合は、あらかじめ弊社にご相談ください。

 注意	本製品を、人命にかかわるような設備及び重大な損失の発生が予測される設備への適用に際しては、破壊によって出力が制御不能になっても、事故にならないよう安全装置を設置してください。
---	---

安全上のご注意

モータをご使用の際に注意していただきたいこと

● 設計上の注意



決められた環境でご使用ください。

モータは屋内使用を対象としています、次の条件を守ってください。

- ・ 周囲温度：10～30℃
- ・ 周囲湿度：20～80%RH（結露しないこと）
- ・ 振動及び、衝撃のない環境下
- ・ 水、油がかからないこと
- ・ 腐食性、爆発性ガスのないこと

取り付けは決められた方法で行ってください。

- ・ モータ軸と相手機械の心出しを技術資料に基づいて正確に行ってください。
- ・ 心ずれがあると振動や出力軸の破壊につながります。

● ご使用上の注意



コンセントに直接接続しないでください。

- ・ モータは専用のドライバに接続しないと運転できません。
- ・ 直接商用電源をつなぐことは絶対に避けてください。モータが壊れ、火災になることがあります。

モータをたたかないでください。

- ・ モータは高精度エンコーダが直結されていますので衝撃を与えないでください。
- ・ エンコーダが破壊するとモータが暴走することがあります。

リード線は引っ張らないでください。

- ・ リード線を強く引っ張ると接続部が損傷し、モータが暴走することがあります。



注意

許容トルクを越えないでください。

- ・ 最大トルク以上のトルクが加わらないようにしてください。
- ・ 出力軸への負荷取付は重量バランスをとってください。

ドライバをご使用の際に注意していただきたいこと

● 設計上の注意



決められた環境でご使用ください。

ドライバは熱を発生します。放熱に十分注意して、次の条件でご使用ください。

- ・ 取り付け方向は垂直にし、十分空間を設ける
- ・ 0～50℃、95%RH 以下(結露のないこと)
- ・ 振動、衝撃のないこと
- ・ チリ、ほこり、腐食性、爆発性ガスのないこと

ノイズ処理、接地処理を確実に行ってください。

信号線にノイズが乗ると振動や動作不良が起こります。次の条件をお守りください。

- ・ 強電線と弱電線は分離してください。
- ・ 配線は極力短くしてください。
- ・ モータ、ドライバの設置は1点接地で第3種接地以上としてください。
- ・ モータ回路に電源入力用フィルタを使用しないでください。

負荷側から回す運転には十分ご注意ください。

- ・ モータが負荷側から回されながら運転を行うとドライバが壊れるおそれがあります。
- ・ このような使用にあたっては弊社にご相談ください。

漏電ブレーカはインバータ用を使用してください。

漏電ブレーカを使用する場合はインバータ用を使用してください。時延形の使用はできません。

本製品を、人命にかかわるような設備および重大な損失の発生が予測される設備への適用に際しては、破壊によって出力が制御不能になっても、事故にならないよう安全装置を設置してください。

● ご使用上の注意



通電中は配線変更をしないでください。

配線の取り外し、コネクタの抜き差しは必ず電源を切ってから行ってください。感電や暴走の危険があります。

電源オフ後 15 分間は、端子部に触れないでください。

- ・ 電源を切っても内部に電気がたまっています。感電防止のため、点検作業は電源オフ後、15分以上たってから行ってください。
- ・ 設置にあたっては、内部の電気部品に簡単にさわれない構造としてください。



耐電圧試験は行わないでください。

- ・ メガーテストおよび耐圧試験は行わないでください。ドライバの制御回路を破壊します。
- ・ このような使用にあたっては弊社にご相談ください。

電源のオン/オフでの運転はできません。

- ・ 電源のオン/オフを頻繁に行うと内部回路素子の劣化を招きます。
- ・ モータの運転/停止は、指令信号で行ってください。

廃棄について



産集廃棄物として処理してください。

ドライバには、ケースおよび筐体に材質表示がしてありますので分別して廃棄をお願いします。

本書の構成

第 1 章	概要	モータの型式、仕様、外形寸法等の概要を説明します。
第 2 章	設置	モータの設置方法について説明します。
第 3 章	別売品	別売品について説明します。
付録		単位の換算、慣性モーメントの計算方法について説明します。

目次

安全にお使いいただくために.....	1
表示の説明.....	1
用途の限定.....	1
安全上のご注意.....	2
本書の構成.....	5
目次.....	6

第1章 概要

1-1 概要.....	1-1
主な特徴.....	1-1
1-2 型式.....	1-2
1-3 ドライバとの組合せ.....	1-3
1-4 仕様.....	1-4
1-5 外形寸法.....	1-6
1-6 機械的精度.....	1-8
1-7 絶対位置決め精度.....	1-9
1-8 繰返し位置決め精度.....	1-10
1-9 モーメント剛性.....	1-11
1-10 アキシャル荷重・モーメント荷重.....	1-12
1-11 回転方向.....	1-13
1-12 耐振動・耐衝撃.....	1-14
1-13 使用可能な負荷慣性モーメント.....	1-15
1-14 使用可能領域.....	1-16
1-15 結線仕様.....	1-17

第2章 設置

2-1 品物の確認.....	2-1
2-2 取扱上の注意.....	2-2
2-3 設置場所と設置工事.....	2-3
設置場所の環境条件.....	2-3

設置作業.....	2-5
-----------	-----

第3章 別売品

3-1 中継ケーブル.....	3-1
3-2 通信ケーブル.....	3-2
3-3 標準組合せ一覧.....	3-3

付録

付録-1 単位の換算.....	付-1
付録-2 慣性モーメントの計算.....	付-3
質量・慣性モーメントの計算式.....	付-3
円柱の慣性モーメント.....	付-5

第1章

概要

ここでは、モータの型式、仕様、外形寸法等の概要を説明します。

1-1	概要	1-1
1-2	型式	1-2
1-3	ドライバとの組合せ	1-3
1-4	仕様	1-4
1-5	外形寸法	1-6
1-6	機械的精度	1-8
1-7	絶対位置決め精度	1-9
1-8	繰返し位置決め精度	1-10
1-9	モーメント剛性	1-11
1-10	アキシヤル荷重・モーメント荷重	1-12
1-11	回転方向	1-13
1-12	耐振動・耐衝撃	1-14
1-13	使用可能な負荷慣性モーメント	1-15
1-14	使用可能領域	1-16
1-15	結線仕様	1-17

1-1 概要

KDU シリーズは、超高分解能で高精度の位置決め動作を提供するダイレクトドライブ・モータです。KDU シリーズ専用のドライバ HA-770 は、コマンド通信指令・パルス指令による位置制御が可能なサーボ駆動装置です。小型で多機能なドライバ HA-770 を使用することによって、KDU シリーズの動作を精密に制御することができます。

KDU シリーズは、超精密計測装置、半導体・液晶板製造装置の超精密位置決め機構の駆動、その他各種 FA 機器にお役立ていただけます。

主な特徴

超高分解能

11,840,000 pulse / rev と超高分解能を実現しました。超高精度計測装置、超精密半導体製造装置等の滑らかな割出し動作や、微細な割出し位置決めが可能となります。

高位置決め精度

絶対位置決め精度 10 秒（位置補正制御あり）、繰返し位置決め精度 ± 0.5 秒の高精度を実現しました。

大きな中空穴

中空穴径 $\phi 50$ と大きな中空穴構造と成っております。モータの貫通穴に配線・配管・レーザ光などを通し、機械・装置の駆動部にエネルギーの供給・信号の授受が可能となります。

独自のモータ構造

独自のモータ構造（特許取得済）で、優れたトルク/重量比を実現しました。装置の小型、軽量化が可能となります。

機械的精度

高剛性、高精度のクロスローラベアリング構成により出力軸面振れ精度 $2\mu\text{m}$ を実現しました。

1-2 型式

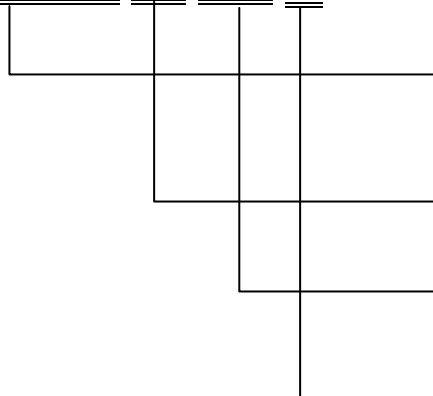
1

概要

ダイレクトドライブ・モータ KDU シリーズは、専用ドライバ HA-770 と組み合わせて使用します。

システムの型式名と記号の見方は次の通りです。

KDU-13SB-D3-100-□



モータ型式：ダイレクトドライブ・モータ
KDU シリーズ

KUD-13SB : KDU-13SB-E10

KDU-13WB : KDU-13WB-E10

システム表記

ドライバ HA-770-2 との組み合わせ

電源電圧 100 : AC100V

200 : AC200V

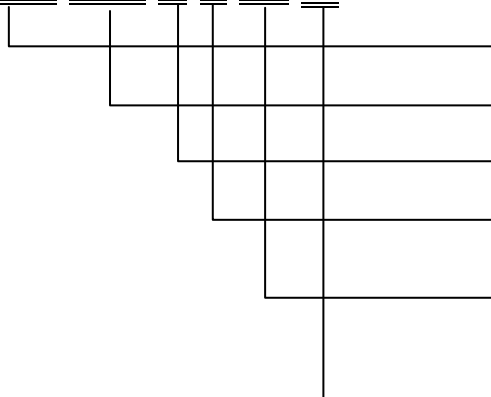
仕様記号

無記号 : 標準仕様製品

SP : 特殊仕様製品

ダイレクトドライブ・モータ KDU シリーズの型式名と記号の見方は次の通りです。

KDU-13S B-E 10-□



機種：ダイレクトドライブ・モータ
KDU シリーズ

型番：13S、13W

バージョン記号

エンコーダの種類

E：インクリメンタルエンコーダ

エンコーダの分解能

10：11,840,000 p/rev

仕様記号

無記号 : 標準仕様製品

SP : 特殊仕様製品

1-3 ドライバとの組合せ

モータの型式名、ドライバ HA-770 シリーズと組み合わせたシステム型式名を以下に示します。

電源電圧	システム型式名	モータ型式名	ドライバ型式名
100V	KDU-13SB-D3-100	KDU-13SB-E10	HA-770-2
	KDU-13WB-D3-100	KDU-13WB-E10	
200V	KDU-13SB-D3-200	KDU-13SB-E10	
	KDU-13WB-D3-200	KDU-13WB-E10	



注意

KDU シリーズとドライバは組み合わせセットで使用ください。
KDU シリーズの絶対位置決め精度 10 秒はドライバのメモリによる補正データに基づいております。表示外のモータとドライバの組み合わせでは絶対位置決め精度の保証は出来なくなります。

1-4 仕様

1

概要

KDU シリーズの仕様を示します。

項目	型式	KDU	
		-13SB	-13WB
最大トルク 注2	Nm	7.0	15.0
	kgfm	0.7	1.5
最高回転速度	r/min	127	127
トルク定数	N m/A	3.1	6.5
	kgfm/A	0.32	0.66
入力電源電圧	V	AC100/AC200	
誘起電圧定数	V/(r/min)	0.33	0.68
線間抵抗	Ω (20°C)	9.1	14.0
線間インダクタンス	mH	19	35
慣性 (GD ² /4)	kgm ²	0.0047	0.0065
モーメント (J)	kgfcm ²	0.048	0.066
モーメント剛性	Nm/rad	2.4×10^5	
	kgfm/rad	0.2×10^4	
モータ位置検出器	pulse/rev	インクリメンタルエンコーダ A,B 相矩形波 : 11,840,000 Z 相パルス信号	
繰返し位置決め精度 注3	arc sec	±0.5	
絶対位置決め精度 注3	arc sec	10 (角度位置補正あり) 注4	
質量	kg	4.0	5.0
保護構造		全閉自冷型 (IP40 相当)	
周囲環境条件		使用温度 : 10~30°C / 保存温度 : -10~60°C (注3) 使用湿度 / 保存湿度 : 20~80%RH (結露しないこと) 運搬・取り付け時の耐振動 : 25m/s ² (周波数 : 10~400Hz) 運搬・取り付け時の耐衝撃 : 300 m/s ² 粉塵、金属粉、腐食性ガス、引火性のガス、オイルミスト等のないこと 屋内使用、直射日光が当たらないこと 海拔 1000m 以下	
モータ絶縁		絶縁抵抗 : 100M Ω 以上 (DC500V) 絶縁耐圧 : AC1500V/1min 絶縁階級 : B 種	
取り付け方向		出力軸上向き	

注1 : 上表の値は、出力軸における値を示します。

注2 : HA-770 サーボドライバと組み合わせたときの値です。

注3 : 繰返し位置決め精度・絶対位置決め精度の値は、取り付け方向が出力軸上向きの条件で、温度 23±0.3°C、湿度 50%の測定環境による値です。なお、次ページ記載の精度維持のための注意事項をご確認のうえ、ご使用ください。

注4 : サーボドライバの角度位置補正による値です。

角度位置補正を有効にするには、必ずサーボドライバによる原点復帰動作を行う必要があります。

注意

精度維持のための注意事項

精度維持のために次の注意事項を厳守して、ご使用ください。

使用環境にご注意ください

- 弊社の精度測定の実環境条件は温度 $23 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 、湿度 50% です。精度の高い位置決め制御が要求される装置にご使用する場合は、温度変化 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 以内で機構の剛性、各 부품の膨張係数、外部振動等十分な配慮をお願いします。

定期的に出力軸を 90 度以上回転させてください

- クロスローラベアリングのグリース切れによる偏摩耗を防ぐために、微小動作での動作環境の装置では精度維持のため定期的に出力軸を 90 度以上回転させてください。

取り付け方向の確認

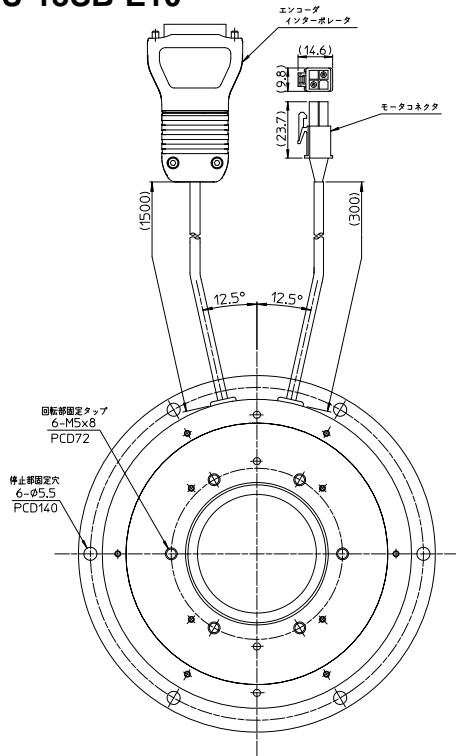
- 弊社の精度測定時の取り付け条件は出力軸上向きです。
出力軸上向き以外の取り付け条件でお使いの場合は弊社までお問合せください。

振動や衝撃の掛かる環境下では精度保証できません

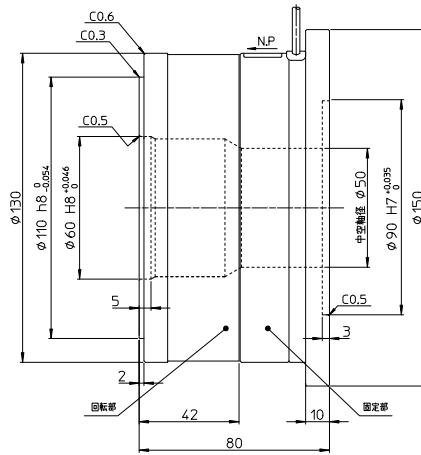
- 仕様表に記載の耐振動・耐衝撃は運搬・取り付け時を想定した場合の基準です。運搬・取り付け時に振動、衝撃は極力加わらないようにご注意ください。高精度でご使用いただくには衝撃、振動の無い環境でご使用ください。
-

1-5 外形寸法

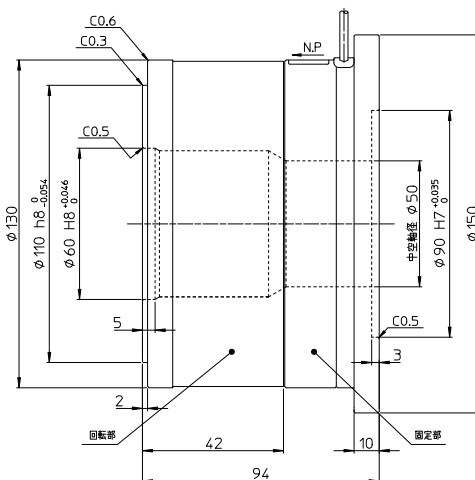
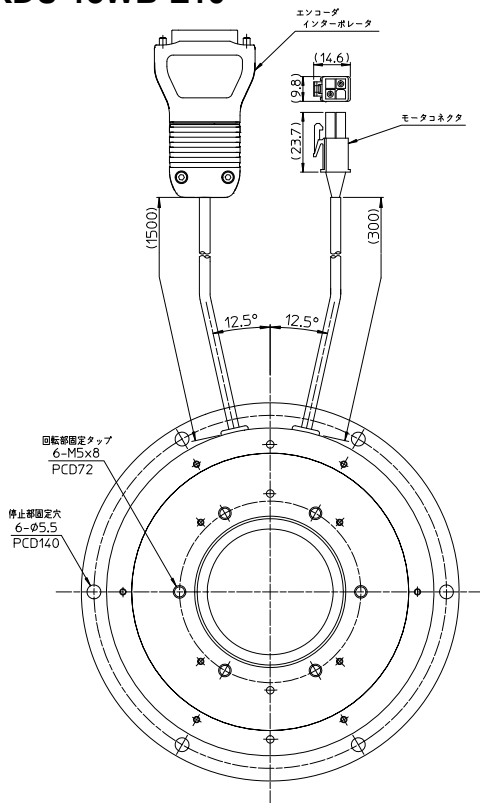
下図は KDU シリーズの外形寸法です。
KDU-13SB-E10



単位 : mm (第3角法)



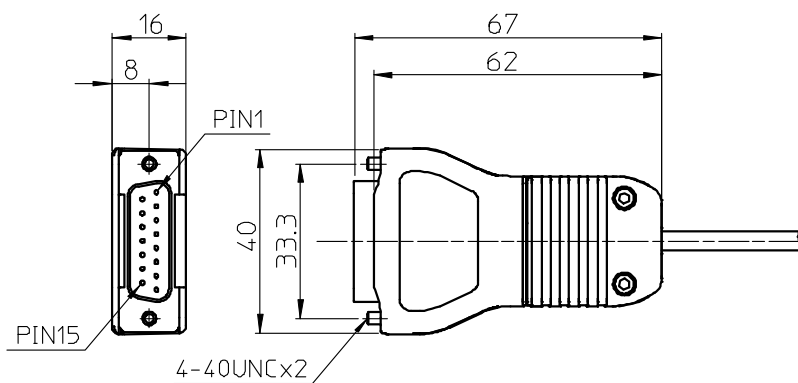
KDU-13WB-E10



1
概要

エンコーダ
インターポレータ

単位 : mm (第3角法)



1-6 機械的精度

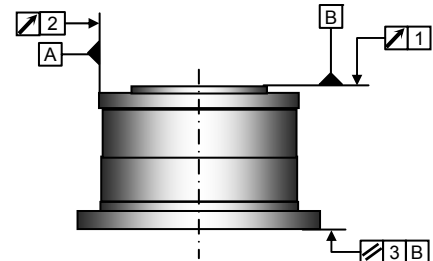
1 概要

KDU シリーズの出力軸および取り付けフランジの機械的精度は次の通りです。

単位：mm

精度の項目	KDU-13
1.出力軸面振れ	0.002
2.出力軸軸振れ	0.040
3.出力軸と取り付け面との平行度	0.040

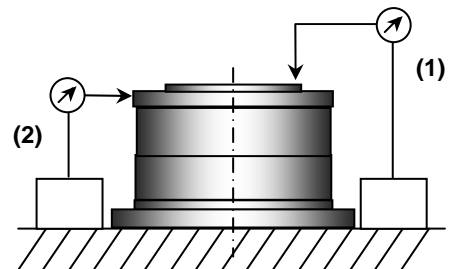
注) T.I.R(Total Indicator Reading)での値です



測定方法を次に示します。

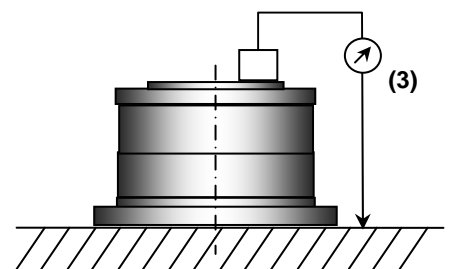
(1) 出力軸面振れ

出力回転部を1回転させたときの出力軸最外周部のアキシャル振れ（最大振れ幅）を固定部に取り付けたダイヤルゲージにて測定する。



(2) 出力軸軸振れ

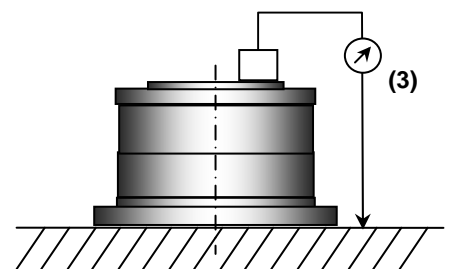
出力回転部を1回転させたときの出力軸のラジアル振れ（最大振れ幅）を固定部に取り付けたダイヤルゲージにて測定する。



出力軸軸振れを小さくする方法

規定の出力軸軸振れ値 0.040mm は KDU 各 부품の組み立ての誤差によります。軸振れを小さくする方法を以下に示します。

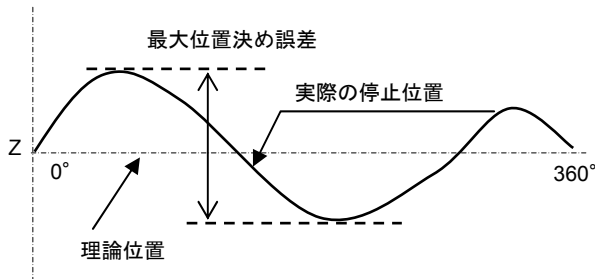
- 1 貴社にて搭載負荷（円盤）を製作時、真円度 $1\mu\text{m}$ 以下で製作してください。
- 2 KDU の出力軸に負荷を仮止めします。
- 3 搭載負荷の側面に(2)のようにダイヤルゲージをセットします。
- 4 モータを低速で回転させながら、ダイヤルゲージの目盛が小さくなるように搭載負荷の振れを調整します。
- 5 振れ調整後、搭載負荷を固定するために増し締めします。上記作業により、 $4\mu\text{m}$ 以下の軸振れ精度に収めることができます。



(3) 出力軸と取り付け面との平行度

出力回転部を1回転させたときの取り付け面最外周部（出力軸側および反出力軸側）のアキシャル振れ（最大振れ幅）を出力回転部に取り付けたダイヤルゲージにて測定する。

1-7 絶対位置決め精度



「絶対位置決め精度」とは

基準エンコーダとの比較測定により、精度を計測しています。Z 信号を基点として 1 回転させ、それぞれの位置決めポイントにおける実測値（基準点から実際に移動した位置）と基準エンコーダとの差を求め、（最大－最小）の値を絶対位置決め精度として示します。

[基準エンコーダ]

分解能：57,600,000 pulse/rev

絶対位置精度：0.26 arc sec

「絶対位置決め位置補正機能」とは

絶対位置決め精度測定を全周行い、理論上の回転停止位置と実際の回転停止位置の角度との差を位置補正データとしてメモリし、モータ位置決め動作時に位置補正データを参照し、位置補正をすることで絶対位置決め精度を向上させます。

「絶対位置決め精度」を次に示します。

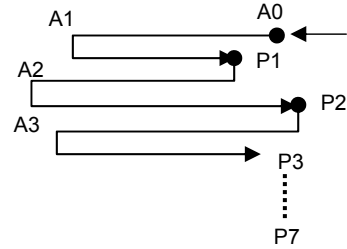
項目	型式	KDU-13
絶対位置決め精度（位置補正機能有り）	arc sec	10

1-8 繰返し位置決め精度

1
概要

「繰返し位置決め精度」とは

- 1 任意の位置 A0 点から一定の角度移動させます。
ここを A1 点とし A0 点からの移動値と同一の移動値で逆方向に移動させます。停止位置 P1 を計測器にて計測します。
- 2 P1 点から 1 と同一操作で P2 点を計測します。
- 3 同一操作を 7 回繰り返します。
- 4 P1～P7 の計測値の最大値から最小値の差の 1/2 の値に±の符号を付加して繰返し位置決め精度とします。



$$\text{繰返し位置決め精度} = \pm \frac{P_{\text{MAX}} - P_{\text{MIN}}}{2}$$

「繰返し位置決め精度」を次に示します。

項目	型式	KDU-13
繰返し位置決め精度	arc sec	±0.5



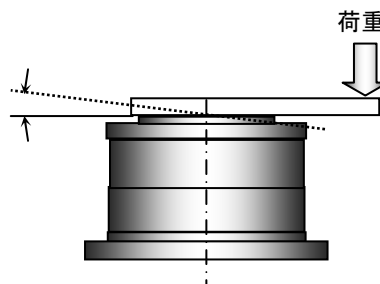
上記繰返し位置決め精度を求めるには、温度変動環境±3℃以内での条件を保ってください。

1-9 モーメント剛性

「モーメント剛性」とは、KDUシリーズの出力軸の面に、図のようにモーメント容量を加えたときの構造的な倒れ強さを示します。

例えば、図のように KDU シリーズの出力軸面に剛体アームを取り付け、その先端に荷重を加えると出力軸面は荷重に比例して傾きます。この傾き角に対する荷重の比率が「モーメント剛性」です。

項目	型式	KDU-13
モーメント剛性	Nm/rad	2.4×10^5
	kgfm/rad	2.4×10^4
	kgfm/arc min	7.12



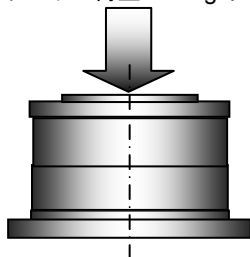
1-10 アキシャル荷重・モーメント荷重

1

概要

KDU シリーズの位置決め精度は、アキシャル荷重で 16kg 以下の出力軸負荷にて精度の確認をします。

アキシャル荷重：16kg 以下

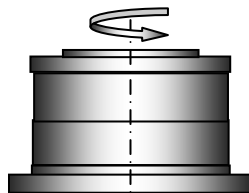


注意

16kg 以上のアキシャル荷重およびモーメント荷重が加わる場合には、位置決め精度に影響がありますので、別途弊社にお問合せください。

1-11 回転方向

KDU シリーズに HA-770 ドライバから正回転方向の指令を与えたときのモータの正回転方向は、出力軸側から見て反時計方向回転です。



正回転：出力軸側から見て反時計回転方向

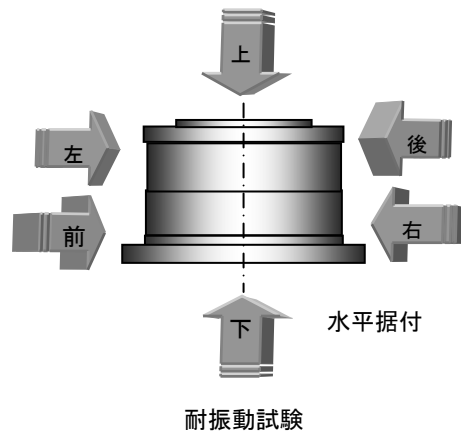
1-12 耐振動・耐衝撃

モータ設置後の振動・衝撃は停止安定性・位置精度を維持できなくなる可能性があります。
振動・衝撃の無い状態でご使用ください。

但し、輸送中および製品取り付け時の振動、衝撃は下記条件を考慮してください。

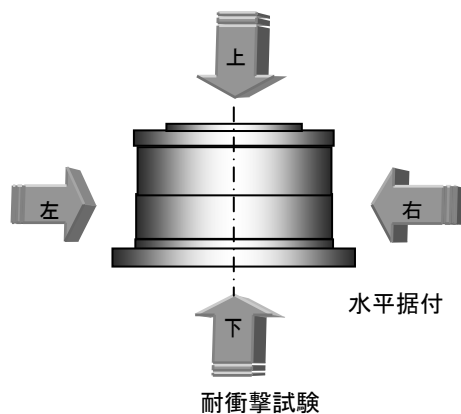
耐振動

振動加速度：25 m/s² (周波数：10～400Hz)



耐衝撃

衝撃加速度：300 m/s²
回数：各3回



注意

振動や衝撃の加わる環境下では精度保証できません。

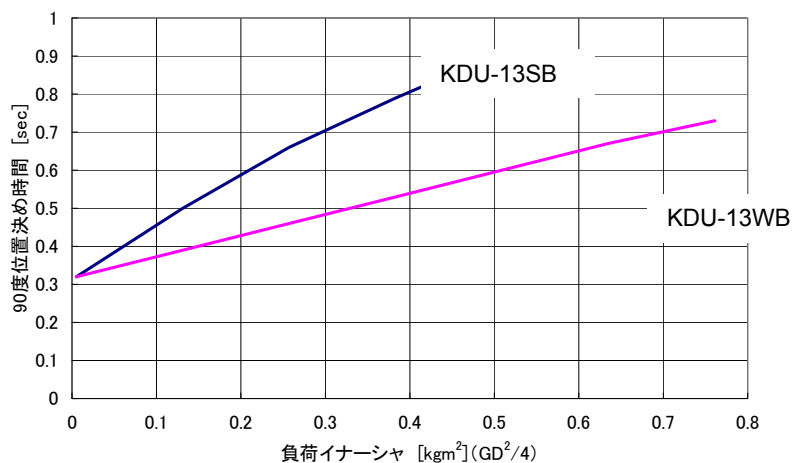
上記に記載の耐振動・耐衝撃は運搬・取り付け時を想定した場合の基準です。運搬・取り付け時の振動、衝撃は極力加わらないようご注意ください。高精度で KDU シリーズをご使用いただくには衝撃、振動の無い環境でご使用してください。

1-13 使用可能な負荷慣性モーメント

KDU-13SB および KDU-13WB の負荷慣性モーメントと 90 度位置決め時間との関連を下記グラフに示します。負荷条件選定は下記グラフの負荷慣性モーメントを参考にしてください。

下記グラフ以上の負荷慣性モーメントおよび位置決め時間を短縮する場合は、弊社にお問合せください。なお、下記グラフの値は参考値です。

● 負荷慣性モーメントと 90 度位置決め時間



1-14 使用可能領域

1

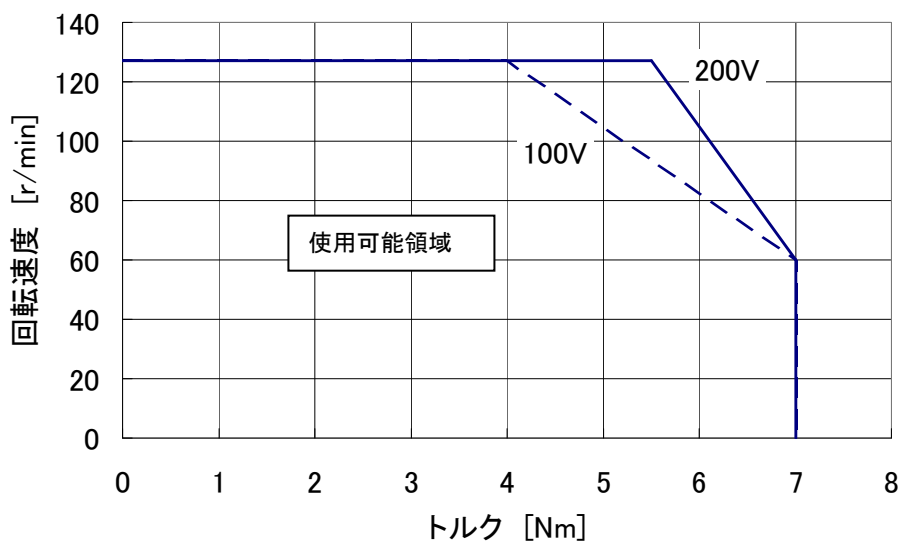
概要

下のグラフは、KDU シリーズと HA-770 ドライバの組み合わせによる使用可能領域グラフを次に示します。

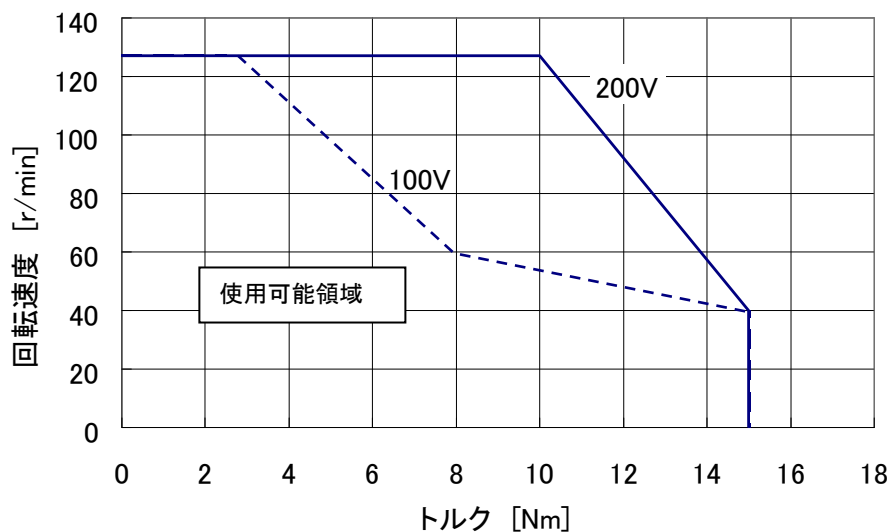
使用可能領域

最高回転速度および最大トルクは瞬時的に運転可能な領域を示します。通常の加速・減速時による位置割出し動作は使用可能領域内でご使用ください。

● KDU-13SB-E10



● KDU-13WB-E10



1-15 結線仕様

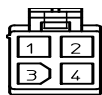
KDU シリーズのモータコネクタ線およびエンコーダコネクタの仕様を次表に示します。

モータ用動力ケーブル

● ピン配列

ピン番号	線色	信号名	備考
1	赤 (RED)	U	モータ U 相
2	白 (WHT)	V	モータ V 相
3	黒 (BLK)	W	モータ W 相
4	緑 (GRN)	E	接地

● ピン位置



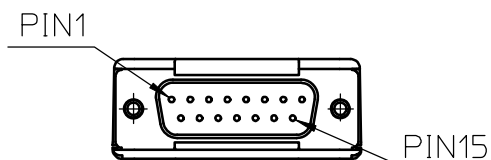
使用コネクタ	プラグ	: 172167-1(AMP)
	ピン	: 170364-1
対応奨励コネクタ	キャップ	: 172159-1(AMP)
	ソケット	: 170366-1

エンコーダケーブル

● ピン配列

ピン番号	信号名	備考
1	—	接続不可
2	GND	電源入力(GND)
3	—	接続不可
4	Z-	Z-相出力
5	B-	B-相出力
6	A-	A-相出力
7	+5V	電源入力
8	+5V	電源入力
9	GND	電源入力(GND)
10	—	接続不可
11	—	接続不可
12	Z+	Z+相出力
13	B+	B+相出力
14	A+	A+相出力
15	—	接続不可

● ピン位置



第2章

設置

ここでは、モータの設置方法について説明します。

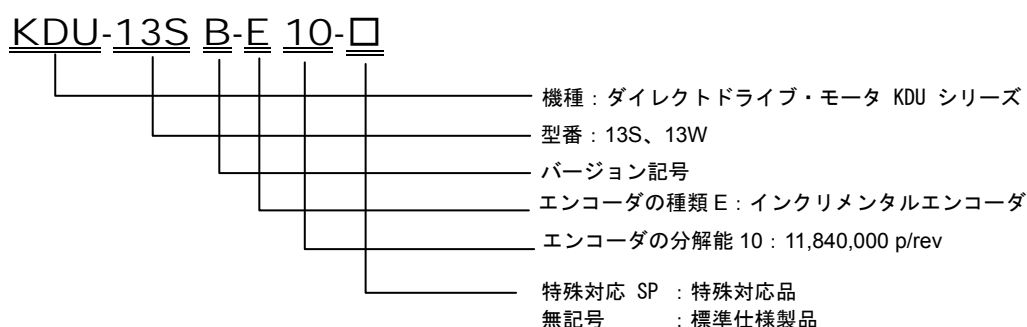
2-1	品物の確認	2-1
2-2	取扱上の注意	2-2
2-3	設置場所と設置工事	2-3

2-1 品物の確認

品物の開梱後、次のことを確認してください。

確認の手順

- 1 輸送中の事故で品物が破損していないか、詳細にご確認ください。
万一、破損している場合は直ちに購入先にご連絡ください。
- 2 KDU シリーズの側面に銘板が貼り付けてあります。ご注文品かどうかをこの銘板に記載の型式でお確かめください。
万一、違う品の場合は直ちに購入先にご連絡ください。
型式記号には、次の意味を持っています。



型式記号の詳細は、第 1 章「1-2 型式」(1-2 ページ)をご参照ください。

- 3 HA-770 ドライバの銘板に組み合わせて使用する KDU シリーズのシリアル No. を記載しています。
組み合わせるドライバを間違えないように準備してください。



注意

モータとドライバはセットの組み合わせです。

HA-770 ドライバには KDU シリーズとの組み合わせの位置補正データがメモリされています。モータとドライバはそれぞれの銘板の「SER.No」に同一の番号が記載されております。異なる番号の組み合わせでは、モータの位置精度は保証できません。

2-2 取扱上の注意

KDU シリーズの取り扱いに際し、以下の注意事項を守って丁寧に取り扱いってください。



モータの端子を直接電源に接続しないでください。モータが焼損し、火災・感電の危険があります。



- (1) 特に KDU シリーズの出力軸には、規定以上の力や衝撃を加えないよう注意してください。
- (2) 落下の危険性のある台、棚などに KDU シリーズを載せないでください。
- (3) 保存時の温度の限界は、 -10°C ～ $+60^{\circ}\text{C}$ です。直射日光に長時間あてたり、低温・高温の場所に保管しないでください。
- (4) 保存時の湿度の限界は、相対湿度 80%以下です。特に高湿な場所や、温度変化の激しい場所・昼夜の温度差のある場所に保管しないでください。
- (5) 腐食性のガス、粉塵のある場所では使用および保管をしないでください。

2-3 設置場所と設置工事

2

設置

設置場所の環境条件

KDU シリーズの設置場所の環境条件は次の通りです。

必ずこの条件を守って設置場所を決めてください。

- **使用温度**： 10℃～30℃ 温度変動環境 ±3℃以下
ボックス内に収納される場合、ボックス内温度は内蔵される機器の電力損失およびボックスの大きさなどにより、外気温度より高くなる場合があります。必ずモータ周辺の温度が 30℃以下になるようにボックスの大きさ、冷却および配置の考慮をしてください。
- **使用湿度**： 20～80% ただし結露の無いこと
昼夜の温度差が大きい場所や運転・停止がたびたび起こる使用状態では、結露の可能性が高いので注意をお願いします。
- **振動**： 振動が有る環境下では±1パルスの停止安定性が得られない可能性があります。
モータに振動が伝わらない環境でご使用ください。
- **衝撃**： モータに衝撃は絶対に与えないでください。
- **チリ、ほこり、結露、金属粉、腐食性ガス、水、水滴、オイルミスト等のないこと。**
- **保護等級**： 標準品は、「IP-40」の保護等級を満たす構造で設計しています。

水の浸入に対する保護等級を示します。
0：水に対し保護はされていません。

接触および異物に対する保護等級を示します。
4：1mmより大きな固形異物に対し保護する。

ただし、回転する摺動部およびコネクタ部には適用されません。

- 屋内での使用、直射日光が当たらないこと。
- 海拔：1000m 以下

注意**精度維持のための注意事項**

精度維持のために次の注意事項を厳守して、ご使用ください。

使用環境にご注意ください

- 弊社の精度測定の実環境条件は温度 $23 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 、湿度 50% です。精度の高い位置決め制御が要求される装置にご使用する場合は、温度変化 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 以内で機構の剛性、各 부품の膨張係数、外部振動等十分な配慮をお願いします。

定期的に出力軸を 90 度以上回転させてください

- クロスローラベアリングのグリース切れによる偏摩耗を防ぐために、微小動作での動作環境の装置では精度維持のため定期的に出力軸を 90 度以上回転させてください。

取り付け方向の確認

- 弊社の精度測定時の取り付け条件は出力軸上向きです。
出力軸上向き以外の取り付け条件でお使いの場合は弊社までお問合せください。

振動や衝撃の掛かる環境下では精度保証できません

- 仕様表に記載の耐振動・耐衝撃は運搬・取り付け時を想定した場合の基準です。運搬・取り付け時に振動、衝撃は極力加わらないようにご注意ください。高精度でご使用いただくには衝撃、振動の無い環境でご使用ください。

設置作業

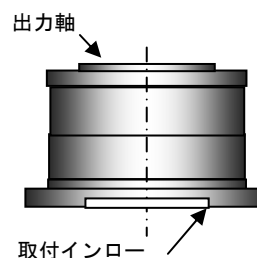
KDU シリーズは、負荷機械装置を高精度に駆動します。設置作業にあたっては特に精度面に注意し、KDU シリーズの出力部をハンマで叩く等の作業を絶対行わないでください。大きな衝撃はエンコーダを破壊し、位置精度を保証できなくなる危険があります。

設置の手順

1 KDU シリーズの取り付けインローと負荷装置の心出しを十分に行います。

注1： とくに剛体カップリングを使用するときには、充分注意して心出しを行ってください。わずかな心ずれでも KDU シリーズの位置精度保証が出来なくなる危険があります。

注2： 取り付けの際には、絶対に衝撃を与えないでください。



2 高張力ボルトを使って、装置に KDU シリーズを固定してください。

締め付け時には、トルクレンチを使って締め付けトルクを管理してください。締め付けトルクは次表の通りです。

項目	型式	KDU-13SB		KDU-13WB	
		出力軸	フランジ	出力軸	フランジ
締め付けトルク	ねじ穴深さ	6-M5 深さ 8	6-M5	6-M5 深さ 8	6-M5
	Nm	7.4	7.4	7.4	7.4
	kgfcm	75	75	75	75

3 エンコーダ部インターポレータの取り付け

エンコーダの信号をデジタルの高分解能信号に変換する機能を持っています。しっかりと固定してください。また、インターポレータとドライバは必ず接地される必要があります。接地が不完全ですとノイズにより正しい位置決め動作が出来ない場合があります。

4 配線作業については、HA-770 ドライバの技術資料の第 6 章「ドライバの設置」を参照してください。

5 モーターケーブル・エンコーダケーブル

ケーブルは強い力で引っ張らないでください。接続部が損傷する恐れがあります。設置のとき、ケーブルの布線には必ず余裕を持たせ、モータとの間に張力がかからないようにしてください。特に、ケーブルが屈曲運動をするような使用方法の場合には、十分な曲げ半径 (R=40mm 以上) を持たせてください。



注意

モータの分解・組み立てをしないでください。

モータは、精密部品を多く使用しています。お客様での分解・組み立てによる精度および性能の低下は保証できません。

第3章

別売品

ここでは、別売品について説明します。

3-1	中継ケーブル	3-1
3-2	通信ケーブル	3-2
3-3	標準組み合わせ一覧	3-3

3-1 中継ケーブル

ダイレクトドライブ・モータ KDU シリーズとドライバを接続する中継ケーブルです。
モータ用、インクリメンタルエンコーダ用の 2 種類の中継ケーブルがあります。

3

別売品

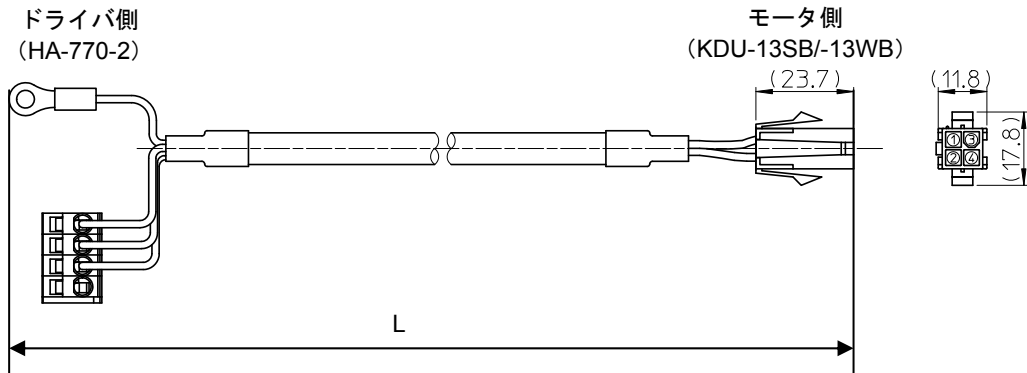
中継ケーブル型式 (**はケーブルの全長「3m、5m」を表します。)

● モータ用

EWA-M**-A04-WG04-01

ケーブル長さ

記号	L
03	3m
05	5m

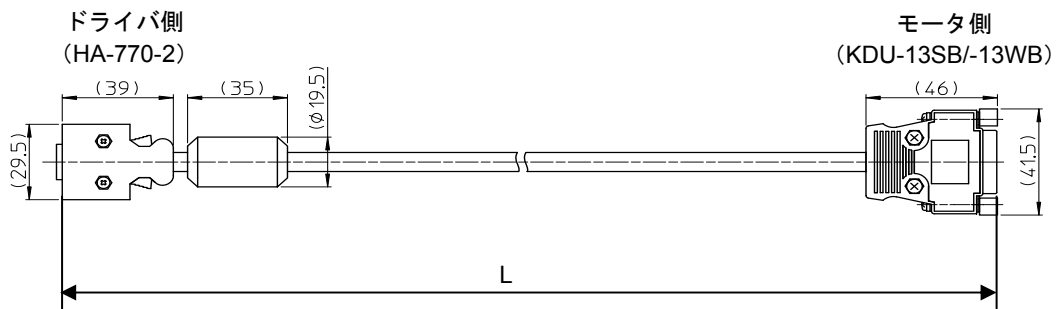


● インクリメンタルエンコーダ用

EWA-E**-OM15-3M14

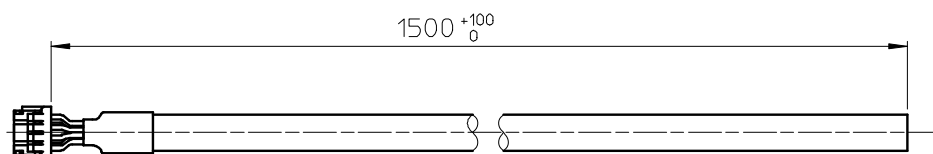
ケーブル長さ

記号	L
015	1.5m
035	3.5m



3-2 通信ケーブル

HA-770 ドライバとの RS-422/RS-485 通信ケーブルです。
 ケーブル型式：HDM-RS422-HA770



● コネクタ結線

ピン No.	線色	信号線	
		RS422	RS485
1	赤	TXD	TRX
2	赤白	NTXD	NTRX
3	緑	RXD	-
4	緑白	NRXD	-
5	黄	RT1	RT1
6	黄白	RT2	RT2
7	黒	GND	GND
8	シールド	FG	FG

3

別売品

3-3 標準組合せ一覧

ダイレクトドライブ・モータ KDU シリーズ、サーボドライバ、中継ケーブルの標準組み合わせを次に示します。

3

別売品

システム型式名	最大トルク	モータ型式名	ドライバ型式名	インクリメンタル エンコーダ用 中継ケーブル型式名	全ケーブル長 (コネクタ分は除く)
				モータ用 中継ケーブル型式名	
KDU-13SB-D3-□	7.0Nm	KDU-13SB-E10	HA-770-2	EWA-E015-OM15-3M14	エンコーダケーブル：3m
				EWA-M03-A04-WG04-01	モータケーブル：3.3m
				EWA-E035-OM15-3M14	エンコーダケーブル：5m
				EWA-M05-A04-WG04-01	モータケーブル：5.3m
KDU-13WB-D3-□	15.0Nm	KDU-13WB-E10	HA-770-2	EWA-E015-OM15-3M14	エンコーダケーブル：3m
				EWA-M03-A04-WG04-01	モータケーブル：3.3m
				EWA-E035-OM15-3M14	エンコーダケーブル：5m
				EWA-M05-A04-WG04-01	モータケーブル：5.3m

付録

付録-1 単位の換算	付-1
付録-2 慣性モーメントの計算	付-3

付録-1 単位の換算

本技術マニュアルでは、基本的にS I 単位系を採用しています。S I 単位系と他の単位系との換算係数は次の通りです。

(1) 長さ

SI 単位	m	
	↓	
単位	ft.	in.
係数	3.281	39.37

(2) 直線速度

SI 単位	m/s			
	↓			
単位	m/min	ft./min	ft./s	in/s
係数	60	196.9	3.281	39.37

(3) 直線加速度

SI 単位	m/s ²			
	↓			
単位	m/min ²	ft./min ²	ft./s ²	in/s ²
係数	3600	1.18x10 ⁴	3.281	39.37

(4) 力

SI 単位	N		
	↓		
単位	kgf	lb(力)	oz(力)
係数	0.102	0.225	4.386

(5) 質量

SI 単位	kg	
	↓	
単位	lb.	oz.
係数	2.205	35.27

(6) 角度

SI 単位	rad		
	↓		
単位	度	分	秒
係数	57.3	3.44x10 ³	2.06x10 ⁵

(7) 角速度

SI 単位	rad/s			
	↓			
単位	度/s	度/min	r/s	r/min
係数	57.3	3.44x10 ³	0.1592	9.55

単位	ft.	in.
係数	0.3048	0.0254
	↓	
SI 単位	m	

単位	m/min	ft./min	ft./s	in/s
係数	0.0167	5.08x10 ⁻³	0.3048	0.0254
	↓			
SI 単位	m/s			

単位	m/min ²	ft./min ²	ft./s ²	in/s ²
係数	2.78 x10 ⁻⁴	8.47x10 ⁻⁵	0.3048	0.0254
	↓			
SI 単位	m/s ²			

単位	kgf	lb(力)	oz(力)
係数	9.81	4.45	0.278
	↓		
SI 単位	N		

単位	lb.	oz.
係数	0.4535	0.02835
	↓	
SI 単位	kg	

単位	度	分	秒
係数	0.01755	2.93x10 ⁻⁴	4.88x10 ⁻⁶
	↓		
SI 単位	rad		

単位	度/s	度/min	r/s	r/min
係数	0.01755	2.93x10 ⁻⁴	6.28	0.1047
	↓			
SI 単位	rad/s			

(8) 角加速度

SI 単位	rad/s ²	
↓		
単位	度/s ²	度/min ²
係数	57.3	3.44x10 ³

単位	度/s ²	度/min ²
係数	0.01755	2.93x10 ⁻⁴
↓		
SI 単位	rad/s ²	

(9) トルク

SI 単位	N·m			
↓				
単位	kgf·m	lb·ft	lb·in	oz·in
係数	0.102	0.738	8.85	141.6

単位	kgf·m	lb·ft	lb·in	oz·in
係数	9.81	1.356	0.1130	7.06x10 ⁻³
↓				
SI 単位	N·m			

(10) 慣性モーメント

SI 単位	kg·m ²							
↓								
単位	kgf·m·s ²	kgf·cm·s ²	lb·ft ²	lb·ft·s ²	lb·in ²	lb·in·s ²	oz·in ²	oz·in·s ²
係数	0.102	10.2	23.73	0.7376	3.42x10 ³	8.85	5.47x10 ⁴	141.6

単位	kgf·m·s ²	kgf·cm·s ²	lb·ft ²	lb·ft·s ²	lb·in ²	lb·in·s ²	oz·in ²	oz·in·s ²
係数	9.81	0.0981	0.0421	1.356	2.93x10 ⁻⁴	0.113	1.829x10 ⁻⁵	7.06x10 ⁻³

SI 単位	kg·m ²							
-------	-------------------	--	--	--	--	--	--	--

(11) ねじりバネ定数・モーメント剛性

SI 単位	N·m/rad				
↓					
単位	kgf·m/rad	kgf·m/arc min	kgf·m/度	lb·ft/度	lb·in/度
係数	0.102	2.97 x10 ⁻⁵	1.78x10 ⁻³	0.0129	0.1546

単位	kgf·m/rad	kgf·m/arc min	kgf·m/度	lb·ft/度	lb·in/度
係数	9.81	3.37 x10 ⁴	562	77.6	6.47

SI 単位	N·m/rad				
-------	---------	--	--	--	--

付録-2 慣性モーメントの計算

質量・慣性モーメントの計算式

(1) 回転中心が重心線と一致しているとき

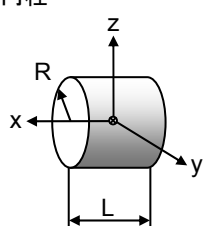
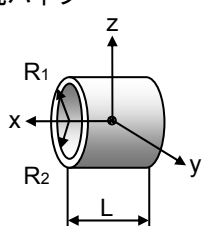
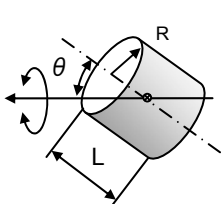
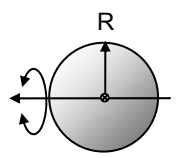
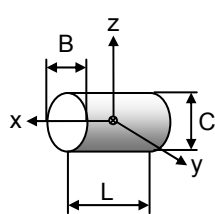
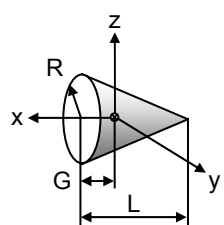
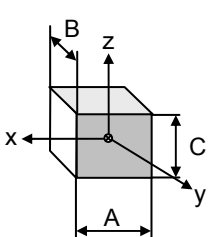
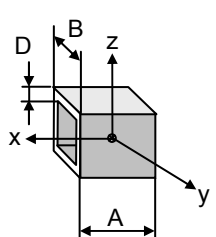
次表は、質量・慣性モーメントの計算式です。

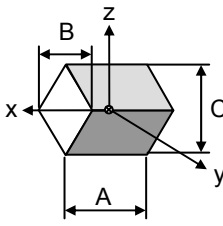
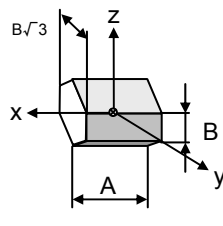
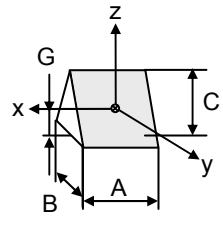
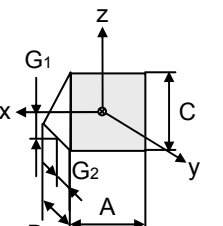
m : 質量 (kg)、 I_x, I_y, I_z : x, y, z 軸を回転中心とする慣性モーメント ($\text{kg}\cdot\text{m}^2$)

G : 重心の端面からの距離 (m)

ρ : 比重

単位 長さ : m、質量 : kg、慣性モーメント : $\text{kg}\cdot\text{m}^2$

物体形状	質量・慣性・重心位置	物体形状	質量・慣性・重心位置
円柱 	$m = \pi R^2 L \rho$ $I_x = \frac{1}{2} m R^2$ $I_y = \frac{1}{4} m \left(R^2 + \frac{L^2}{3} \right)$ $I_z = \frac{1}{4} m \left(R^2 + \frac{L^2}{3} \right)$	丸パイプ 	$m = \pi (R_1^2 - R_2^2) L \rho$ $I_x = \frac{1}{2} m (R_1^2 + R_2^2)$ $I_y = \frac{1}{4} m \left\{ (R_1^2 + R_2^2) + \frac{L^2}{3} \right\}$ $I_z = \frac{1}{4} m \left\{ (R_1^2 + R_2^2) + \frac{L^2}{3} \right\}$ R_1 : 外径、 R_2 : 内径
傾いた円柱 	$m = \pi R^2 L \rho$ $I_\theta = \frac{1}{12} m \times \left\{ 3R^2(1 + \cos^2\theta) + L^2 \sin^2\theta \right\}$	球 	$m = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$ $I = \frac{2}{5} m R^2$
楕円柱 	$m = \frac{1}{4} B C L \rho$ $I_x = \frac{1}{16} m (B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{4} m \left(\frac{C^2}{4} + \frac{L^2}{3} \right)$ $I_z = \frac{1}{4} m \left(\frac{B^2}{4} + \frac{L^2}{3} \right)$	円錐 	$m = \frac{1}{3} \pi R^2 L \rho$ $I_x = \frac{3}{10} m R^2$ $I_y = \frac{3}{80} m (4R^2 + L^2)$ $I_z = \frac{3}{80} m (4R^2 + L^2)$ $G = \frac{L}{4}$
角柱 	$m = A B C \rho$ $I_x = \frac{1}{12} m (B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{12} m (C^2 + A^2)$ $I_z = \frac{1}{12} m (A^2 + B^2)$	正四角パイプ 	$m = 4AD(B - D)\rho$ $I_x = \frac{1}{3} m \left\{ (B - D)^2 + D^2 \right\}$ $I_y = \frac{1}{6} m \left\{ \frac{A^2}{2} + (B - D)^2 + D^2 \right\}$ $I_z = \frac{1}{6} m \left\{ \frac{A^2}{2} + (B - D)^2 + D^2 \right\}$

物体形状	質量・慣性・重心位置	物体形状	質量・慣性・重心位置
菱形柱 	$m = \frac{1}{2}ABC\rho$ $I_x = \frac{1}{24}m(B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{24}m(C^2 + 2A^2)$ $I_z = \frac{1}{24}m(B^2 + 2A^2)$	正六角柱 	$m = \frac{3\sqrt{3}}{2}AB^2\rho$ $I_x = \frac{5}{12}mB^2$ $I_y = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{5}{2}B^2\right)$ $I_z = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{5}{2}B^2\right)$
等辺三角柱 	$m = \frac{1}{2}ABC\rho$ $I_x = \frac{1}{12}m\left(\frac{B^2}{2} + \frac{2}{3}C^2\right)$ $I_y = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{2}{3}C^2\right)$ $I_z = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{B^2}{2}\right)$ $G = \frac{C}{3}$	直角三角柱 	$m = \frac{1}{2}ABC\rho$ $I_x = \frac{1}{36}m(B^2 + C^2)$ $I_y = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{2}{3}C^2\right)$ $I_z = \frac{1}{12}m\left(A^2 + \frac{2}{3}B^2\right)$ $G_1 = \frac{C}{3} \quad G_2 = \frac{B}{3}$

比重の例

次表は比重の参考値です。実際の材料の比重については、個々に確認してください。

材料	比重	材料	比重	材料	比重
SUS304	7.93	アルミニウム	2.70	エポキシ樹脂	1.90
S45C	7.86	ジュラルミン	2.80	ABS	1.10
SS400	7.85	シリコン	2.30	シリコン樹脂	1.80
鋳鉄	7.19	石英ガラス	2.20	ウレタンゴム	1.25
銅	8.92	テフロン	2.20		
真鍮	8.50	フッソ樹脂	2.20		

(2) 回転中心が重心線と不一致のとき

慣性体の重心軸と回転軸が一致していないときの慣性モーメントは、次式で計算します。

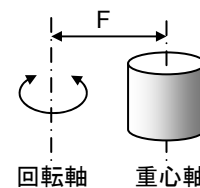
$$I = I_g + mF^2$$

I : 重心軸と回転軸が不一致時の慣性モーメント (kg・m²)

I_g : 重心軸と回転軸が一致時の慣性モーメント (kg・m²)
形状に応じ(1)の式で計算します。

m : 質量 (kg)

F : 回転軸と重心軸の距離 (m)



(3) 直線運動物体の慣性モーメント

ネジなどで駆動される直線運動物体のFHA-Cアクチュエータ軸換算慣性モーメントは、次式で計算します。

$$I = m\left(\frac{P}{2\pi}\right)^2$$

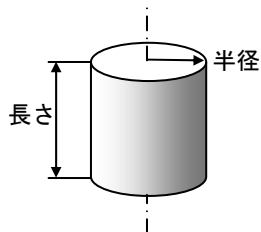
I : 直線運動物体のアクチュエータ軸換算慣性モーメント (kg・m²)

m : 質量 (kg)

P : アクチュエーター回転当たりの直線移動量 (m/rev)

円柱の慣性モーメント

右グラフにより、円柱の慣性モーメントの概算値を求めることができます。



上のグラフをアルミニウム（比重：2.7）に、下のグラフを鉄鋼材料（比重：7.85）に適用します。

（例）

材質：アルミニウム

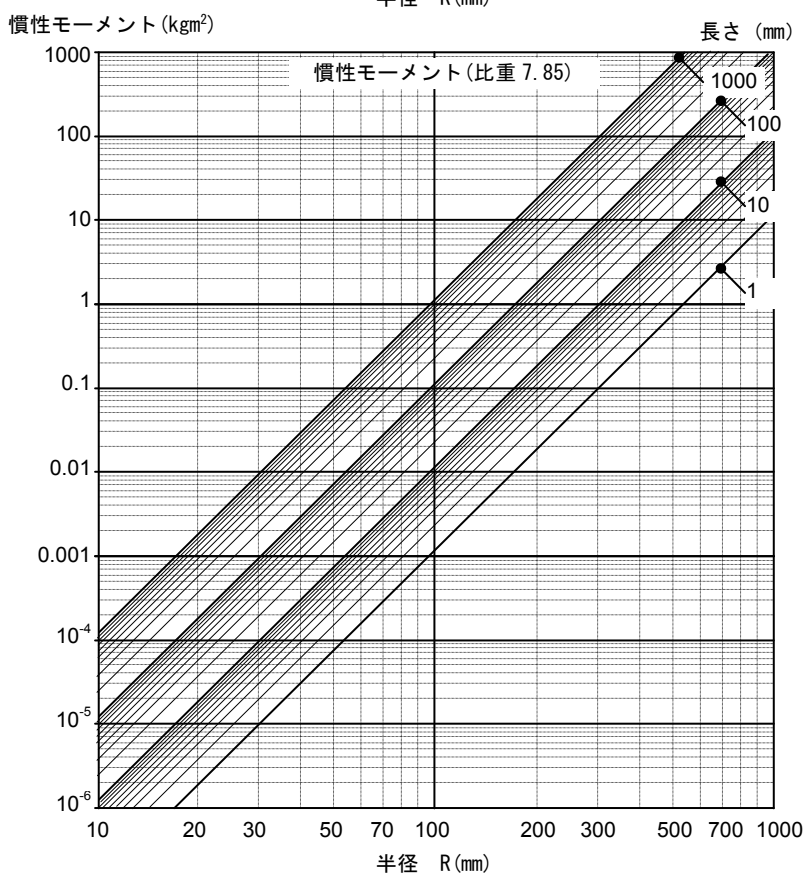
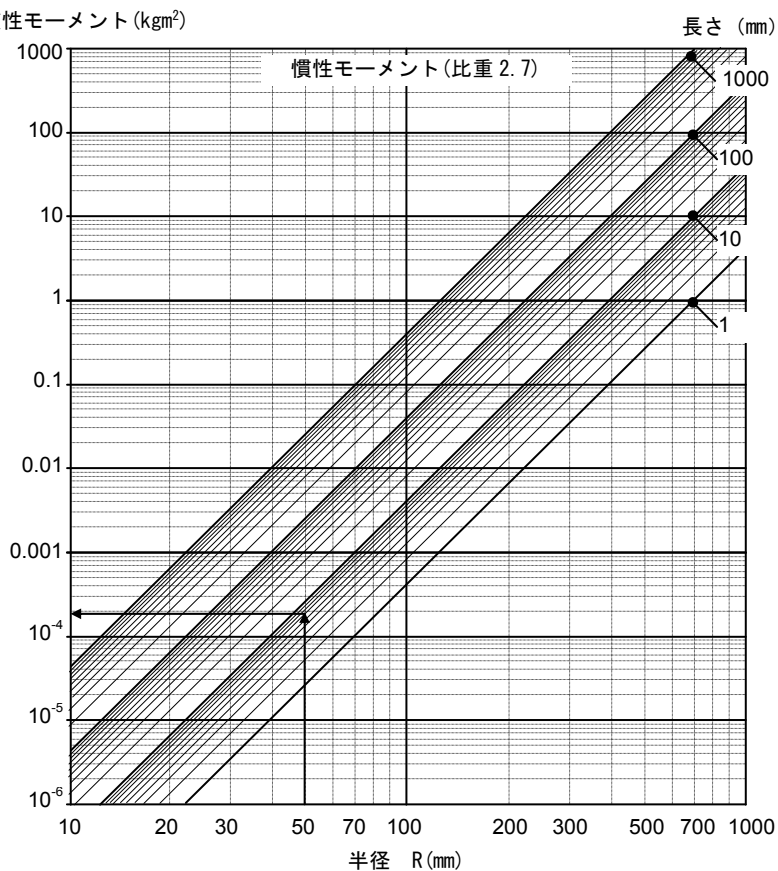
外径：100mm

長さ：7mm

形状：円柱

外径：100mm であるから、半径は50mm です。したがって上図より慣性モーメントは、約 $1.9 \times 10^{-4} \text{kg} \cdot \text{m}^2$ です。

（計算値： $0.000186 \text{kg} \cdot \text{m}^2$ ）



付

録

索引

え

円柱の慣性モーメント.....付-6

か

外形寸法..... 1-6

概要..... 1-1

荷重..... 1-12

型式..... 1-2

慣性モーメント.....付-3

く

組合せ..... 1-3, 3-3

け

ケーブル..... 3-1

結線..... 1-17

こ

剛性..... 1-11

し

仕様..... 1-4

せ

精度..... 1-8, 1-9, 1-10

設置作業..... 2-5

た

単位.....付-1

ふ

負荷慣性モーメント..... 1-15

り

領域..... 1-16

保証期間と保証範囲

KDU シリーズの保証期間および保証範囲は、次の通りとさせていただきます。

■保証期間

技術資料および取扱説明書に記載された、各項を遵守してご使用頂く事を条件に、納入後 1 年間、または当該品につき運転時間 2,000 時間のどちらか早い到達時期とさせていただきます。

■保証範囲

上記保証期間内において、弊社の製造上の不具合により故障した場合は、当該品の修理、または交換を弊社側の責任において行います。

ただし、次に該当する場合は、保証対象範囲から除外させていただきます。

- ①お客様の不適切な取り扱いまたは使用による場合
- ②弊社以外による改造、または修理による場合
- ③故障の原因が当該品以外の事由による場合
- ④その他、天災など弊社側に責任がない場合

なお、ここでいう保証とは、当該品についての保証を意味するものです。

当該品の故障により誘発される他の損害、実機よりの取りはずし及び取り付けに関する工数、費用等については弊社負担範囲外とさせていただきます。



HarmonicDrive® ハーモニックドライブ	HarmonicPlanetary® ハーモニックプラネタリー	Harmonicsyn® ハーモニクスイン
HarmonicLinear® ハーモニックラインアール	AccuDrive® アキュドライブ	BEAM SERVO® ビームサーボ

■緊急時の修理・技術お問い合わせ窓口【緊急の修理依頼および技術的な相談窓口です】

T E L : CS部 0263 (83) 6812

受付時間 : 月～金曜日 9:00～12:00 13:00～17:00 (土曜、日曜、祝日、弊社指定休日を除く)

ISO14001 (穂高工場) / ISO9001 認証取得 (TÜV Management Service GmbH)

本技術資料に記載されている仕様・寸法などは予告なく変更することがあります。

本技術資料は、2012年2月現在のものです。

本 社	東京都品川区南大井 6-25-3	ビリーヴ大森 7 F
〒140-0013	TEL. 03 (5471) 7800(代)	FAX. 03 (5471) 7811
東京営業所	東京都品川区南大井 6-25-3	ビリーヴ大森 7 F
〒140-0013	TEL. 03 (5471) 7830(代)	FAX. 03 (5471) 7836
北関東営業所	埼玉県さいたま市大宮区桜木町 4-263	Y. S. T. ビル 3 F
〒330-0854	TEL. 048 (647) 8891(代)	FAX. 048 (647) 8893
甲信営業所	長野県安曇野市穂高牧 1856-1	
〒399-8305	TEL. 0263 (83) 6910(代)	FAX. 0263 (83) 6911
中部営業所	愛知県名古屋市中東区本郷 2-173-4	名古屋インタービル 6 F
〒465-0024	TEL. 052 (773) 7451(代)	FAX. 052 (773) 7462
関西営業所	大阪府大阪市淀川区西中島 7-4-17	新大阪上野東洋ビル 3 F
〒532-0011	TEL. 06 (6885) 5720(代)	FAX. 06 (6885) 5725
九州営業所	福岡県福岡市博多区博多駅前 1-15-20	NOF 博多駅前ビル 7 F
〒812-0011	TEL. 092 (451) 7208(代)	FAX. 092 (481) 2493
穂高工場	長野県安曇野市穂高牧 1856-1	
〒399-8305	TEL. 0263 (83) 6800(代)	FAX. 0263 (83) 6901

「ハーモニックドライブ®」の学術的・一般名称は「波動歯車装置」であり、「ハーモニックドライブ®」は当社が製造販売する製品にのみ使用できる登録商標です。
韓国・台湾・中華人民共和国においても、商標権を取得しています。

No.1202-1R-TKDU2