



## 取扱説明書

静電容量型 6 軸力覚センサ WEF-6A シリーズ

[www.wacoh-tech.com](http://www.wacoh-tech.com)

Ver. 4.03    2018.07

## ■ はじめに

本書は、静電容量型 6 軸力覚センサ (WEF-6A シリーズ) についての取扱説明書になります。

力覚センサの注意点、ご使用方法、センサ仕様などについて記載しています。誤った取り扱いにより製品の故障や事故等を引き起こす可能性がありますので、ご使用前に必ず本書を一読され、正しくご使用いただきますようお願い致します。

## ■ 重要なお知らせ

1. 本書に記載されている内容は発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。
2. 本書では 10 進数と 16 進数の 2 種類の表現方法を用いています。特に断りが無い数値はすべて 10 進数での表記となります。
3. 本製品は精密機器です。必ず本書に定める仕様範囲内でのご使用をお願いします。特に定格荷重よりも大きな負荷を与えるような使用法は製品の故障に繋がる恐れがあります。並進力 3 軸とモーメント 3 軸を含む 6 軸すべてが必ず定格荷重範囲内に収まるようにご使用ください。
4. 製品によって色ムラや傷がある場合がありますが、性能に影響はありません。
5. 放射線環境、クリーンルーム、強力な磁場、油や薬品が噴霧されるなど特殊な環境下でのご使用を検討される場合は、事前に当社営業担当までお問い合わせください。
6. 本製品は保護等級 IP65 に対応していますが、IP65 の性能を発揮するのは製品が適切に設置された場合のみです。本書に記載の設置方法をよく読み、適切に取り付けをお願いします。
7. 本製品は原子力、航空、鉄道、医療機器、安全装置などの高度な安全性や信頼性が要求されるシステムへの組み込みを想定した設計・製造は行っておりません。そのような設備、制御システムなどに本製品を組み込み、人命や健康、財産に重大な影響・損害が生じた場合においても当社は一切の責任を負いません。
8. 地震、雪、風水害などの天災および当社の責任以外の火災、第三者による行為、その他の事故、お客様の故意または過失・誤用・その他異常な条件下での使用により生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いません。
9. 本製品の使用または使用不能から生ずる附随的な損害（事業利益の損失、事業の中断など）に関して、当社は一切の責任を負いません。
10. 「取扱説明書」の記載内容を守らないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いません。
11. 当社が関与しない機器、ソフトウェアとの組み合わせによる誤動作などから生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いません。
12. 海外への輸出を行う場合は「外国為替及び外国貿易法」などの輸出関連法を順守し、必要な手続きを行ってください。非該当証明書が必要な場合は当社営業担当までお問い合わせください。
13. 本製品の保証期間は製品出荷日から半年間です。保証期間経過後の修理はすべて有償となります。また、保証期間内であっても「仕様外の取り扱いによる故障」、「ユーザ様の過失による故障」、「製品を分解した場合」においては保証の対象外となります。
14. 当社が販売する静電容量型力覚センサの商品名である DynPick (ダインピック) は株式会社ワコーテックの登録商標です。
15. 取扱説明書の著作権は株式会社ワコーテックに帰属します。

## ■ 用語と定義

用語・定義	意味
定格荷重	センサの仕様を満足する最大荷重。この値を超えた場合はすべての仕様について保証されない。
過負荷	定格荷重を超えた負荷。過負荷がセンサに加わると故障する可能性がある。
最大静的荷重	過負荷保護機能であるストッパが動作し始める荷重。
破壊荷重	1度でもセンサに加わると故障する荷重。
定格出力	無負荷状態から定格荷重を印加した時の出力変化量。FS (Full Scaleの略)とも表記する。「%FS」と表記した場合は定格出力に対する百分率を表す。
零点出力	マウント部と地面が水平であり、さらにマウント部が地面側を向いている姿勢の時の無負荷時の出力値。
LSB	センサ内部の数値演算の分解能を表す単位。センサの検出値はこの単位で表され、0～16383の範囲で出力される。 (センサの荷重検出分解能では無いことに注意)
主軸感度	単位荷重あたりの出力変化量。並進力は1 N、モーメントは1 Nmあたりの数値で、それぞれLSB/N、LSB/Nmで表す。センサごとに感度は異なるため、出荷特性データに記載されている主軸感度を用いて出力変化量を荷重に換算する。
他軸感度	ある1成分に定格荷重を加えた時に他の成分の出力におよぼす影響の度合いをそれぞれ定格出力に対する百分率(%FS)で表す。絶対値で表記する。
直線性	校正曲線の荷重増加時における無負荷時出力と定格荷重時出力とを結ぶ直線との最大偏差で、定格出力に対する百分率(%FS)で表す。絶対値で表記する。(fig.1)
零点温度特性	周囲温度の変化に伴う零点出力の変化。動作温度範囲内での零点出力の最大値と最小値の差分を動作温度範囲で除算し、1℃あたりの変化量として定格出力に対する百分率(%FS/℃)で表す。絶対値で表記する。(fig.2)
ヒステリシス	定格荷重を正負に続けて1サイクル負荷したことに起因する零点出力の変化。変化量を定格出力に対する百分率(%FS)で表す。絶対値で表記する。(fig.3)
IP65	JIS C0920で規定された防水・防塵の程度に関する等級。IP65は以下の性能を有す。 防水性・・・あらゆる方向からのノズルによる噴流水によっても有害な影響が無い 防塵性・・・粉じんの侵入が発生しない

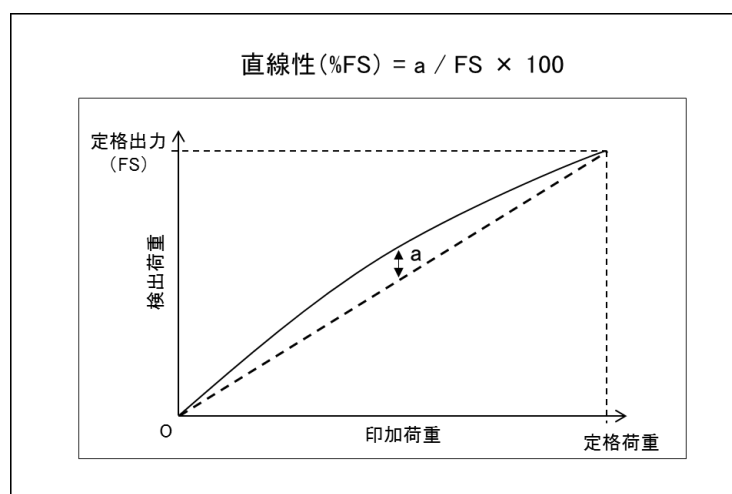


fig.1 直線性

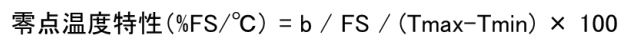


fig.2 零点温度特性

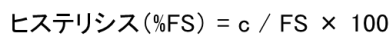


fig.3 ヒステリシス

## ■ WEF-6A シリーズ製品一覧

型式	検出軸		定格荷重		外形寸法 [mm] (*1)	電源電圧 [V]
	並進力	モーメント	並進力 [N]	モーメント [Nm]		
WEF-6A200-4-RCD	Fx Fy Fz	Mx My Mz	±200	±4	Φ80×H32.5	5～24
WEF-6A200-4-RCD-B	Fx Fy Fz	Mx My Mz	±200	±4	Φ80×H32.5	5～24
WEF-6A500-10-RCD-B	Fx Fy Fz	Mx My Mz	±500	±10	Φ80×H32.5	5～24
WEF-6A1000-30-RCD-B	Fx Fy Fz	Mx My Mz	±1000	±30	Φ90×H40	5～24
WEF-6A200-20-RCD-B	Fx Fy Fz	Mx My Mz	±200	±20	Φ90×H32.5	5～24

注釈  
 \*1 : 外形寸法にコネクタケースと入出力コネクタは含まず 詳細は取り付け寸法図を参照

# 目次

はじめに

重要なお知らせ

用語と定義

WEF-6A シリーズ 製品一覧

1. 製品概要	1
1.1 製品機能	1
1.2 機構的な特徴	2
1.3 電氣的な特徴	3
1.4 保護等級 IP65 への対応	3
2. センサの設置	4
2.1 センサの取り付け手順	4
2.2 ケーブルの取り付け	5
2.3 IP65 対応条件	6
3. 製品の使用方法	7
3.1 起動方法	7
3.2 データ入出力	8
3.3 出力値の荷重への換算式	8
4. 取扱上の注意	8
5. 製品仕様	9
5.1 基本仕様	9
5.2 センサの変位量	12
5.3 取り付け寸法図	13
5.4 データ入出力仕様	17
5.5 入力コマンド一覧	18
5.6 専用ケーブルとアクセサリ(別売)	19
6. 製品同梱内容	20
6.1 同梱品目	20
6.2 サンプルプログラム概要	20
6.3 サンプルプログラム実行例	21
7. アプリケーションノート	24
7.1 出力値の範囲	24
7.2 無負荷状態について	25
7.3 力覚センサ動作例	25
7.4 力覚センサ使用ポイント	28
8. お問い合わせについて	28

## 1. 製品概要

### 1.1 製品機能

本製品は、並進力 3 軸とモーメント 3 軸を同時に検出する静電容量型 6 軸力覚センサです。ケーブル接続時の取り回しをコンパクトにできるコネクタケースを搭載した「RCD-B」と、コネクタケースを取り外してより低価格を実現した「RCD」の 2 種類の形状をご用意しております。(RCD は 200N タイプのみ)

それぞれの外観は図 1.1 及び図 1.4 の通りです。本センサは、力の印加によって起こる「ツール部」と「マウント部」間の変位を静電容量の変化として検出します。センサ使用時には、変位を妨げないように設置して下さい。また、ツール部では図 1.2 及び図 1.5 のように定格荷重に対して所定の値の変位が発生します。詳細は 5.2 項を参照ください。

本センサは、図 1.3 及び図 1.6 のように定義された XYZ 軸方向の並進力 ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ) と各軸回りのモーメント ( $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ ) を検出し、検出荷重に応じた値を出力します。

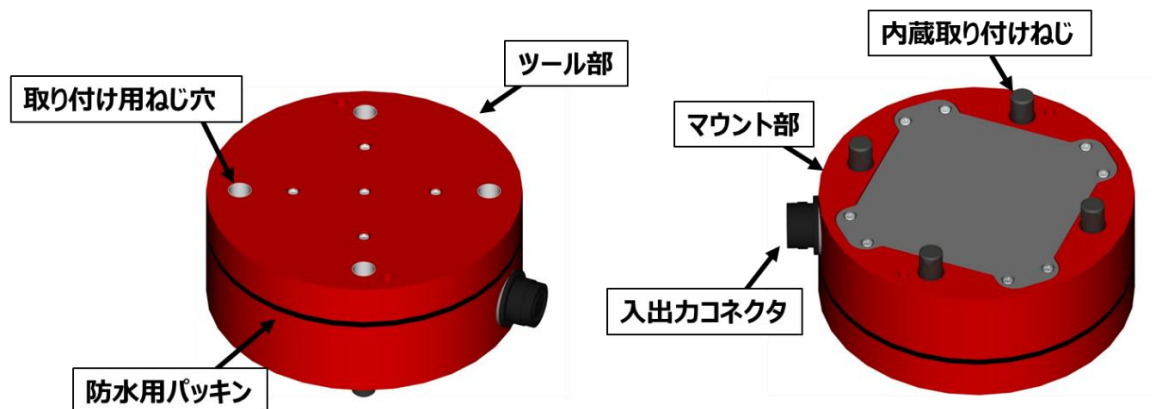


図 1.1 センサ外観(RCD)

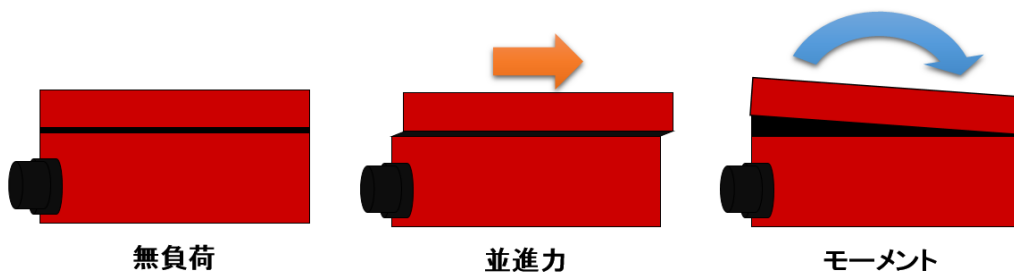


図 1.2 ツール部の変位(RCD)

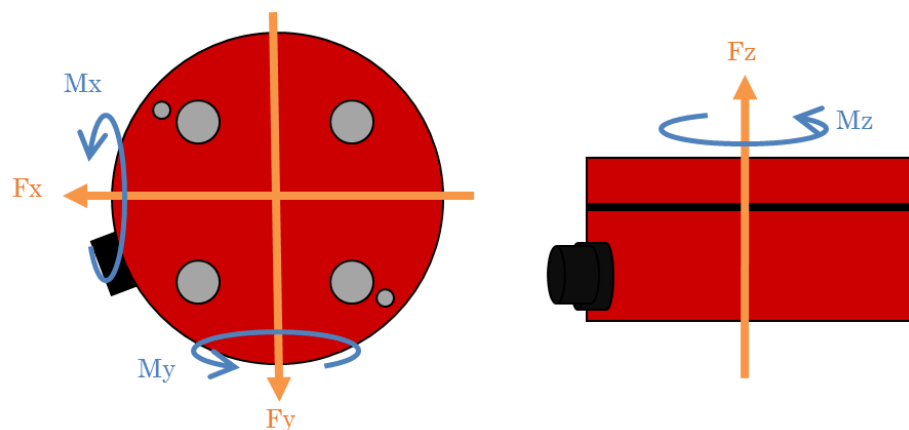


図 1.3 並進力・モーメントの軸定義(RCD)

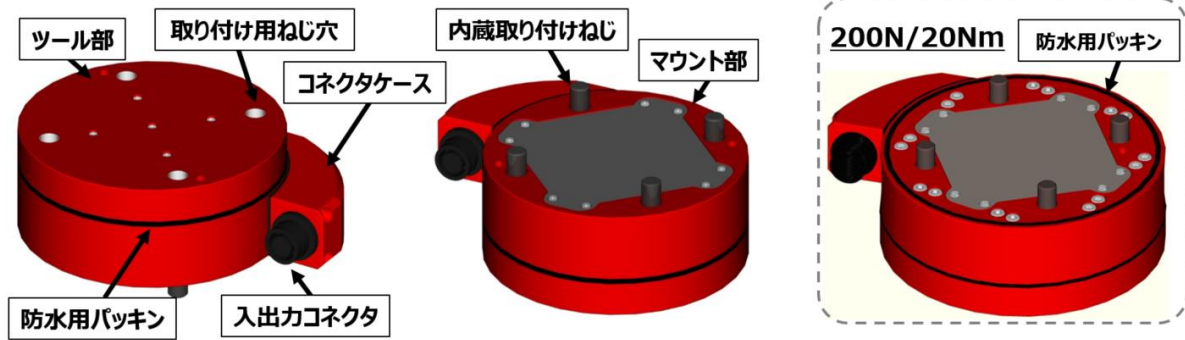


図 1.4 センサ外観(RCD-B)

\*200N/20Nm の製品のみマウント側に防水用パッキンが装着されています。

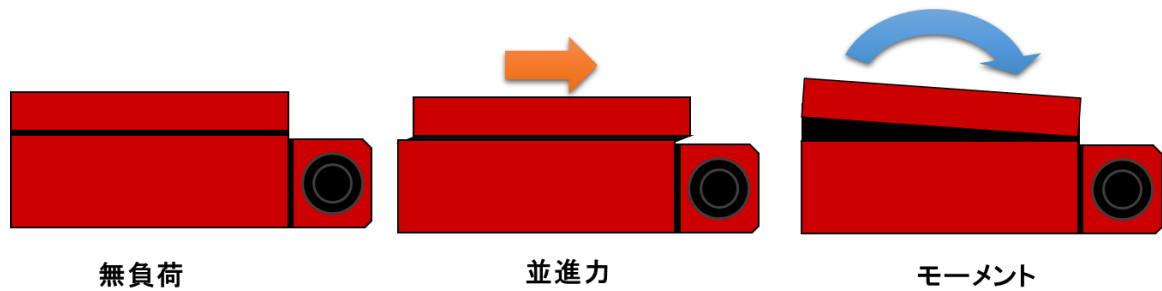


図 1.5 ツール部の変位(RCD-B)

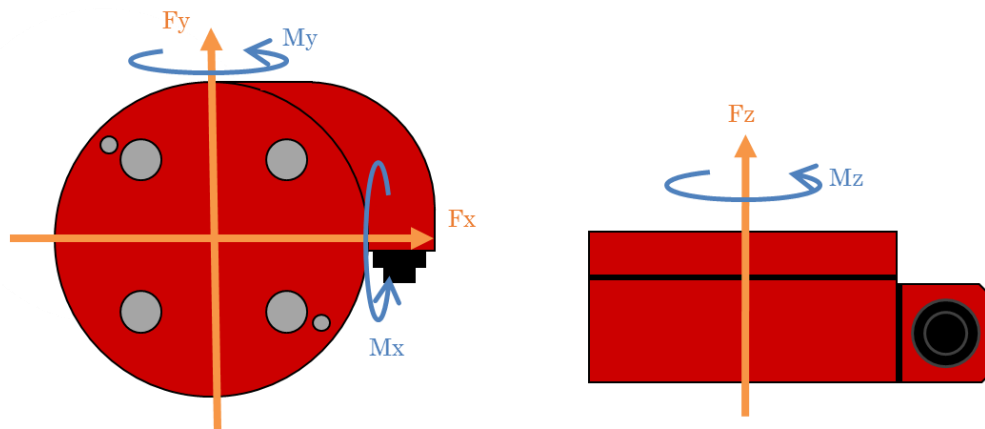


図 1.6 並進力・モーメントの軸定義(RCD-B)

\*200N/20Nm の製品のみコネクタケースと検出軸との関係が図 1.6 とは異なります。詳細は 5.3 項の「取り付け寸法図」を参照ください。

## 1.2 機構的な特徴

センサ内部にストッパ構造を設けており、定格荷重以上の過負荷に対する保護をしています。センサへの負荷が最大静的荷重の値を超えた場合、図 1.7 のようにメカニカルなストッパによってそれ以上の変位を止め、破断や永久変形といった深刻な故障を防ぎます。

\*ストッパは突発的な過負荷に対するセンサ保護のための機能です。繰り返し過負荷が加わるとセンサ機構が劣化しますので、定格荷重範囲内でのご使用をお願いします。

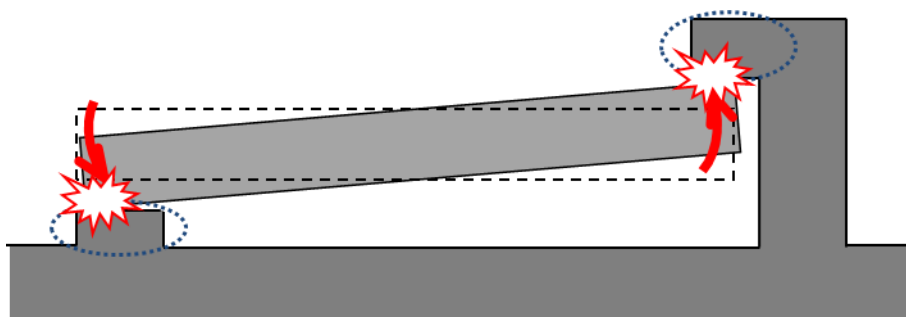


図 1.7 ストップ構造

## 1.3 電気的な特徴

センサ本体に信号処理マイコンを内蔵しており、他軸感度補正や内部温度センサによる温度補正を行っています。図 1.8 のような構成にてお使いいただけます。

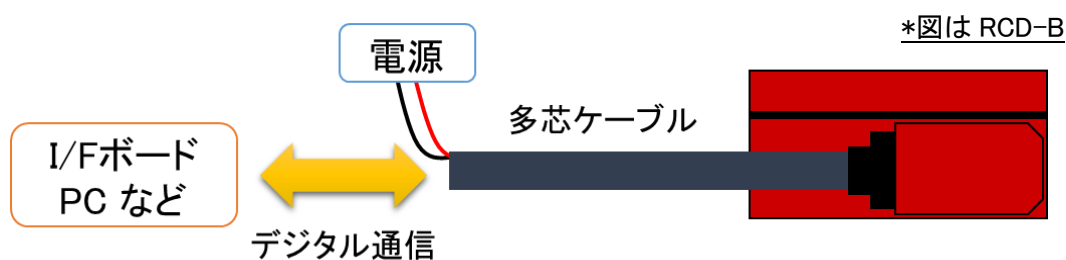


図 1.8 センサ使用時の構成

センサ筐体(ツール部とマウント部)は回路 GND と絶縁されています。センサ筐体をアースすることで内部回路に対するシールドとなり、外来ノイズの影響を受けにくくなります。

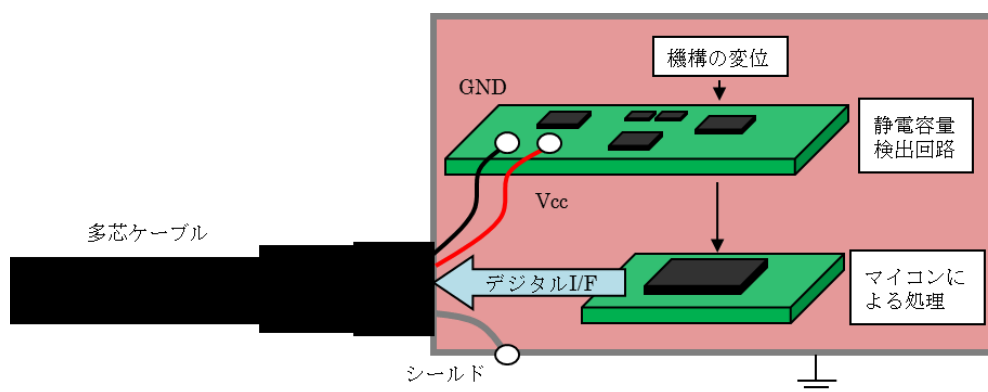


図 1.9 センサ内部回路

## 1.4 保護等級 IP65 への対応

ツール部とマウント部の間に柔軟なゴムパッキンを組み込むことで、センサの動作に影響を与えることなく防水・防塵機能を実現しています。

\*保護等級 IP65 への対応は、2 項に従い適切に設置した場合にのみ有効となります。ツール及びコネクタ取り付けがない場合対応しません。マウント部についても同様です。

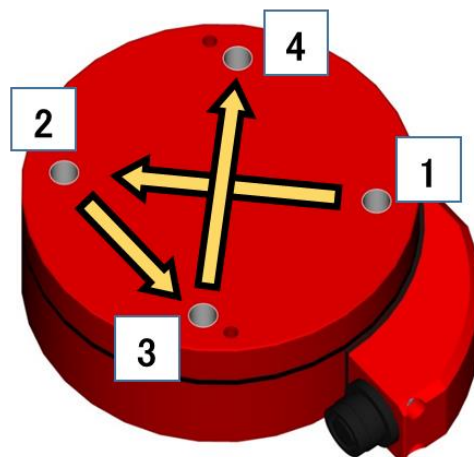


## 2. センサの設置

センサの取り付け穴位置、締め付けトルク、軸定義など取り付けに関する情報は 5. 3 項の「取り付け寸法図」を参照してください。

### 2. 1 センサの取り付け手順

ロボットなどのアプリケーションに対しての代表的な取り付け手順です。ねじを締める際にはセンサと取り付け物が均一に接触するようにねじを図 2. 1 のように対角順に徐々に締めてください。一度に推奨トルクまで締め上げるとセンサの故障に繋がる恐れがあります。



\*図は RCD-B

図 2. 1 ねじ締め順序

- (1) 設置対象のアプリケーション、マウントアダプタ及びセンサ取り付け面に傷や異物が無いことを確認する。

\*傷による凹凸、異物の挟み込みがあるとマウントアダプタとセンサとの間に隙間ができるため、IP65 の性能を発揮しません。ツール部についても同様です。

- (2) アプリケーションへマウントアダプタを取り付ける。

- (3) マウントアダプタへセンサマウント部を取り付ける。取り付けにはセンサに内蔵されている 4 本のねじを使用する。ツール部の取り付け穴から六角レンチ(二面幅 4mm)を挿入し、右ねじ方向に回して固定する。

\*マウントアダプタが金属の場合は、内蔵ねじを通してセンサ筐体がマウントアダプタと同電位に接続されます。

\*位置決めピンはセンサ取り付けの再現性を得るためのものです。位置決めピンを使用しなくてもセンサの性能に影響はありません。ピンの挿入に関しては 5.3 項の「取り付け寸法図」を参照してください。

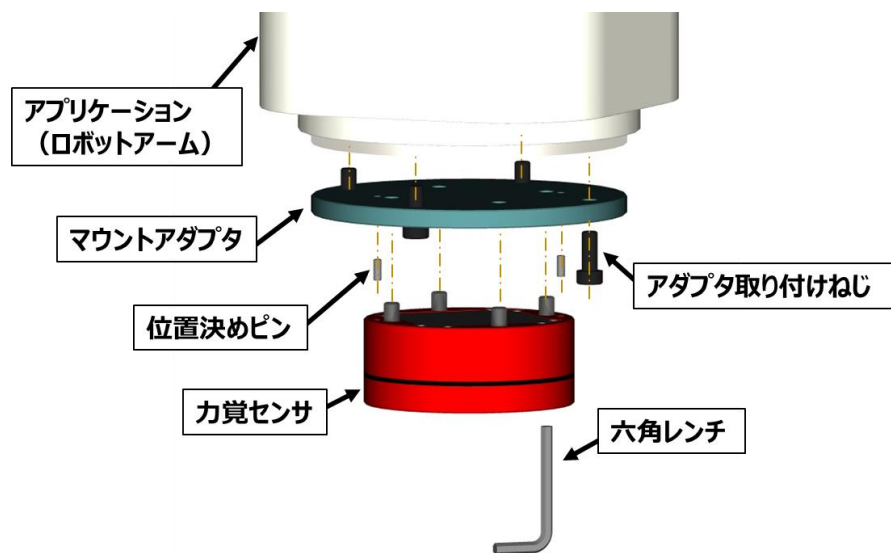


図 2.2 マウント部取り付け

(4) センサツール部へツールアダプタなどを取り付ける。取り付けにはツール部に設けてある M6 ねじ 穴 4 箇所を使用する。

\*ねじのかかり長さが取り付け条件よりも長い場合はセンサが故障する可能性があるため十分注意してください。かかり長さは 5.3 項の「取り付け寸法図」を参照してください。

\*位置決めピンはツールアダプタ取り付けの再現性を得るためのものです。位置決めピンを使用しなくてもセンサの性能に影響はありません。ピンの挿入に関しては 5.3 項の「取り付け寸法図」を参照してください。

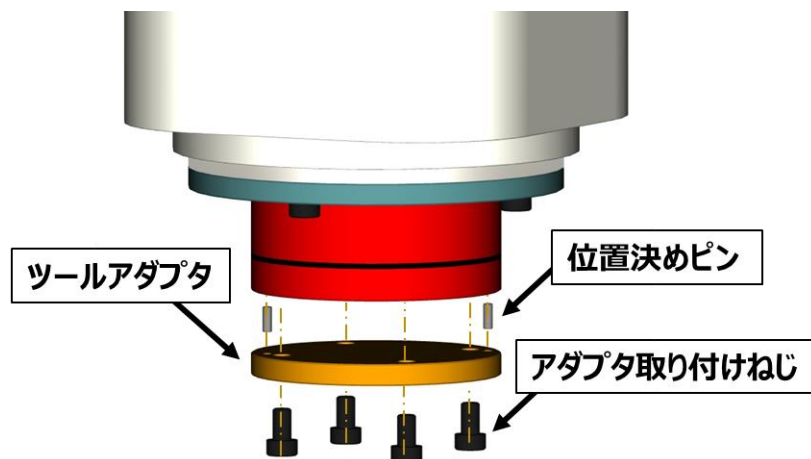


図 2.3 ツール部取り付け

## 2.2 ケーブルの取り付け

ケーブル側コネクタとセンサ側入出力コネクタを接続します。図 2.4 のようにケーブル側コネクタとセンサ側コネクタの白矢印の位置を合わせて押し込みます。カチッという音と感触がしたら完了です。尚、センサにケーブルは付属しておりませんので、ユーザー様のご使用環境に合わせたケーブル(別売)を 5.6 項からお選びください。

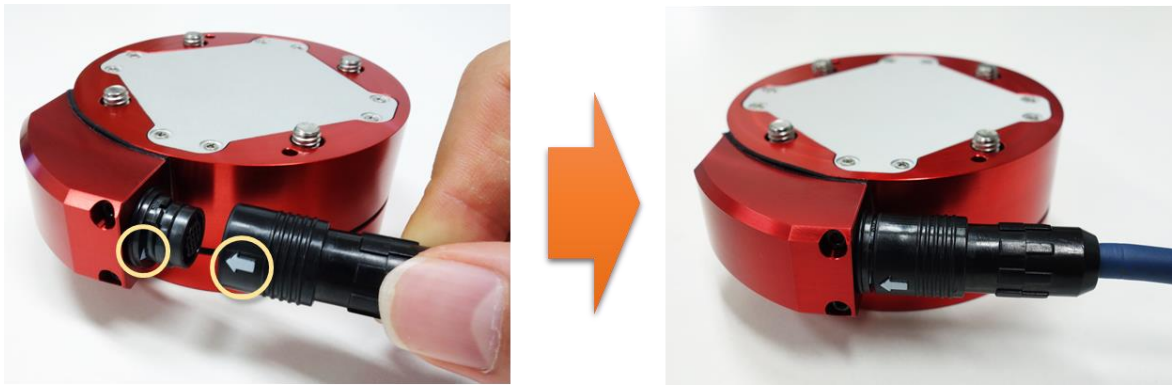


図 2.4 ケーブルの接続(写真は RCD-B)

取り外す時は、図 2.5 のようにケーブル側コネクタの先端付近を持ち、黄色の矢印方向にスライドさせながら手前に引きます。このとき、コネクタは回さないでください。コネクタの破損やケーブルの断線に繋がります。



図 2.5 ケーブルの取り外し(写真は RCD-B)

## 2.3 IP65 対応条件

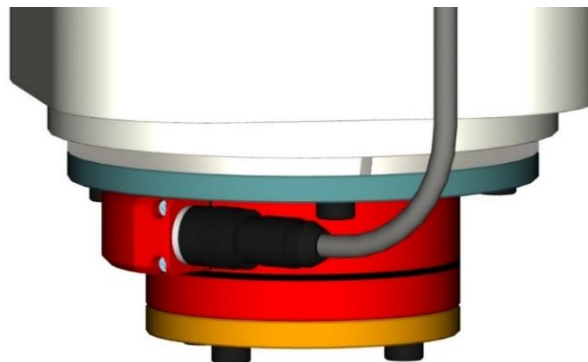
本センサにて IP65 保護等級に対応するためには、下記条件が必要となります。

(1) 入出力コネクタ：ケーブル側コネクタと勘合状態

(2) マウント部・ツール部：平面部材(表面粗さ Ra6.3 以下 平面度 0.05/100mm 以下)取り付け状態

\*平面部材がセンサ外形よりも小さい場合は IP65 に対応しませんが、その他の性能に影響はありません。

\*常温の水以外の液体による噴流、及び、常温の水であっても水没に対しては IP65 保護等級の対象外です。



\*図は RCD-B

図 2.6 IP65 対応状態

## 3. 製品の使用方法

### 3.1 起動方法

電源電圧を印加するとセンサが起動します。起動してから内部動作安定までの数秒間は、センサは応答しません。センサへのコマンド入力には5秒以上経過してから行ってください。また、電源の立ち上がり時間は1秒以下として下さい。立ち上がり時間が遅いと内部動作が安定せず、動作しません。

センサ起動後、内部回路の発熱のため出力値が徐々に変動することがあります。センサの出力を安定させるために10～30分の暖気運転をしてからお使い下さい。

\*出力が安定するまでの時間は周囲温度やツールの取り付け状態によって変化します。

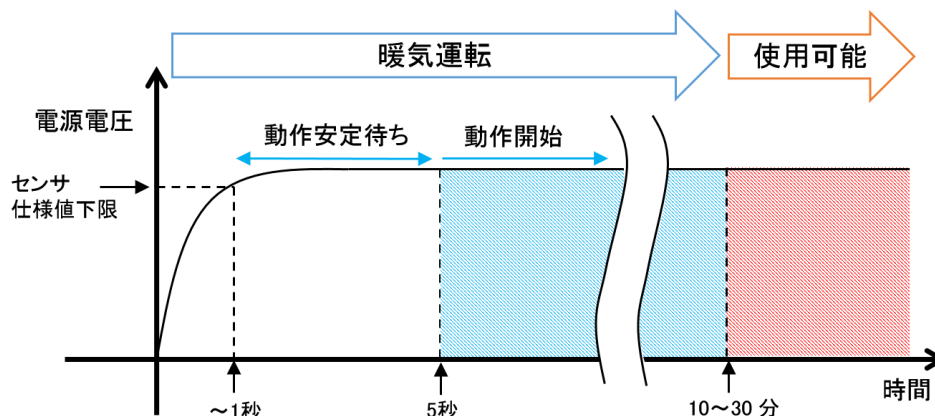


図 3.1 電源電圧の立ち上がりとセンサの起動

本センサは5～24Vの電源電圧に対応しており、仕様範囲内であれば入力電圧によるセンサ特性への影響はありません。ただし、センサ内部の回路特性により電源電圧と消費電流の関係は図3.2のようになります。

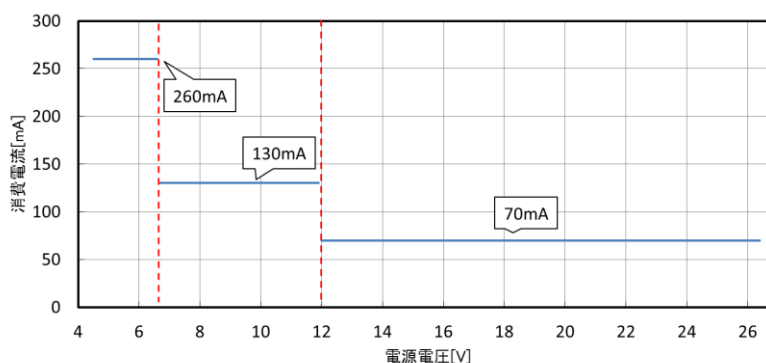


図 3.2 電源電圧-消費電流特性(代表値)

電源電圧仕様値はセンサ内部での値です。ケーブルによる電圧降下(表3.1)を考慮し、電源電圧を印加して下さい。

電源電圧仕様値 / 最大消費電流	1mあたりの電圧降下[V/m]		
	AWG26	AWG28	AWG30
5V / 280mA	0.039	0.062	0.100
24V / 80mA	0.011	0.018	0.029

表 3.1 ケーブルでの電圧降下

## 3.2 データ入出力

センサからのデジタル出力値を得るには、コマンドを入力する必要があります。コマンドの種類については 5.5 項を参照下さい。センサは入力コマンドに対し応答します。

## 3.3 出力値の荷重への換算式

センサに”R”コマンドまたは”S”コマンドが入力されると、その時にセンサが検出した並進力とモーメントの数値が出力されます。荷重を加えることで「荷重(N or Nm) × 主軸感度( LSB/N or LSB/Nm) 」分だけ数値が増減します。出力値から並進力・モーメントへの換算は以下の式で算出されます。

並進力:

$$\text{検出荷重[N]} = (\text{検出値 [LSB]} - \text{零点出力値 [LSB]}) \div \text{主軸感度 [LSB/N]}$$

モーメント:

$$\text{検出荷重[Nm]} = (\text{検出値 [LSB]} - \text{零点出力値 [LSB]}) \div \text{主軸感度 [LSB/Nm]}$$

\*出力形式は 5.4 項を参照してください。

## 4. 取扱上の注意

- (1) 仕様外の温湿度環境や直射日光の当たる場所での保管、動作はしないで下さい。
- (2) 急激な温湿度の変化やセンサ筐体の温度分布に偏りがある場合、温度補正処理が乱れ、出力が不安定になる場合があります。外気に触れる環境、直射日光や冷暖房の風がセンサに当たるような環境でのご使用は避けて頂き、安定した温湿度環境にてお使い下さい。
- (3) 電源投入時に接続端子を間違えないよう注意して下さい。接続端子を間違えた場合、センサ内部の回路がショートし、故障する可能性があります。センサ側には保護回路は搭載されていません。
- (4) センサ内には精密部品が搭載されています。当社規定の振動・衝撃試験をクリアしておりますが、製品の落下、過度な衝撃は故障の原因となりますので十分にご注意ください。
- (5) 入出力コネクタ嵌合後は図 4.1 の矢印に示した方向に 30 N 以上の荷重をケーブルに加えないで下さい。コネクタの破損の原因となります。
- (6) 図 4.2 のようにセンサツール部に直接荷重を加えますと、センサカバーに位置ずれが起こり、正しく荷重がセンサに伝わりません。正しく取り付けしたツールに荷重を加えるようにして下さい。
- (7) ツールに並進力を加えた場合、センサには並進力と同時にモーメントが加わります。どちらも定格荷重を超えない範囲でお使いになるよう注意下さい。6 軸のうち 1 軸でも定格荷重を超えていた場合、全ての軸で正しい値が検出されません。
- (8) センサは仕様の範囲内でお使い下さい。仕様範囲外でのご使用は故障の原因になります。

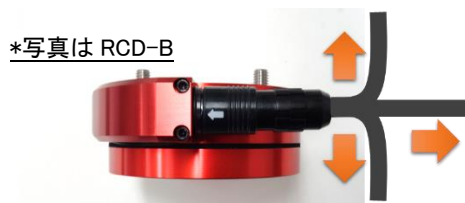


図 4.1 ケーブルへの負荷

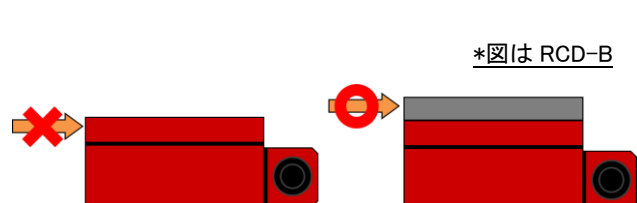


図 4.2 ツールへの荷重の印加



## 5. 製品仕様

### 5.1 基本仕様

			型式	
			WEF-6A200-4-RCD	WEF-6A200-4-RCD-B
定格荷重	Fx,Fy,Fz	[N]	± 200	
	Mx,My,Mz	[Nm]	± 4	
最大静的荷重 (*1)	Fx,Fy,Fz	[N]	± 500	
	Mx,My,Mz	[Nm]	± 6	
破壊荷重 (*1)	Fx,Fy,Fz	[N]	± 10000	
	Mx,My,Mz	[Nm]	± 300	
零点出力		[LSB]	8192 ± 655	
定格出力 (*2)	Fx,Fy,Fz	[LSB]	6553 ± 655	
	Mx,My,Mz	[LSB]	6553 ± 655	
直線性		[%FS]	3	
ヒステリシス		[%FS]	3	
他軸感度		[%FS]	5	
零点温度特性		[%FS/°C]	0.2	
外形寸法(*3)		[mm]	φ 80 × H32.5	
インターフェース			RS-422	
材質			アルミ合金	
表面処理			アルマイト処理(*7)	
重量		[g]	約 360	約 380
防水・防塵機能(*4)		保護等級	IP65	
繰り返し荷重の耐久性(*5)		[万回]	2000	
電源電圧		[V.DC]	4.8 ~ 25.2	
電源立ち上がり時間		[秒]	1 以下	
動作環境 (*6)	温度	[°C]	0 ~ 50	
	湿度	[%RH]	Max 95	
保存環境 (*6)	温度	[°C]	-10 ~ 60	
	湿度	[%RH]	Max 95	
最大消費電流		[mA]	280	
注釈				
*1 : 設計値				
*2 : センサごとの主軸感度については同梱される「出荷特性データ」を参照				
*3 : コネクタケースと入出力コネクタは含まず				
*4 : センサのマウント部とツール部へ平面部材を取付け、コネクタを勘合した状態のとき IP65 に 対応する(平面部材はセンサ外形以上の大きさであり、さらに表面粗さ: Ra6.3 以下かつ 平面度: 0.05/100mm 以下であること)				
*5 : 定格荷重での繰り返し荷重耐久回数				
*6 : 結露無きこと				
*7 : 製品のロットによって色が異なる場合あり				
*8 : 5V 動作時に最大となり、24V 動作時は最大で 80mA(詳細は 3. 1 項参照)				
* : 平面部材が「*4」の条件を満たさない場合でも防水・防塵機能以外の性能に影響はありません				
* : ストッパは突発的な過負荷に対するセンサ保護のための機能であり、繰り返し過負荷が 加わるとセンサ機構が劣化しますので、定格荷重範囲内でのご利用をお願いします				
* : 上記仕様は定格荷重範囲内での数値であり、定格荷重を超える場合は一切保証されません				

表 5.1 WEF-6A200-4-RCD/ WEF-6A200-4-RCD-B 製品仕様

		型式	
		WEF-6A500-10-RCD-B	WEF-6A1000-30-RCD-B
定格荷重	Fx,Fy,Fz [N]	± 500	± 1000
	Mx,My,Mz [Nm]	± 10	± 30
最大静的荷重 (*1)	Fx,Fy,Fz [N]	± 2500	± 5000
	Mx,My,Mz [Nm]	± 15	± 50
破壊荷重 (*1)	Fx,Fy,Fz [N]	± 10000	± 50000
	Mx,My,Mz [Nm]	± 300	± 500
零点出力 [LSB]		8192 ± 655	
定格出力 (*2)	Fx,Fy,Fz [LSB]	6553 ± 655	
	Mx,My,Mz [LSB]	6553 ± 655	
直線性 [%FS]		3	
ヒステリシス [%FS]		3	
他軸感度 [%FS]		5	
零点温度特性 [%FS/°C]		0.2	
外形寸法(*3) [mm]		φ 80 × H32.5	φ 90 × H40
インターフェース		RS-422	
材質		アルミ合金	
表面処理		アルマイト処理(*7)	
重量 [g]		約 380	約 600
防水・防塵機能(*4) 保護等級		IP65	
繰り返し荷重の耐久性(*5) [万回]		2000	
電源電圧 [V.DC]		4.8 ~ 25.2	
電源立ち上がり時間 [秒]		1 以下	
動作環境 (*6)	温度 [°C]	0 ~ 50	
	湿度 [%RH]	Max 95	
保存環境 (*6)	温度 [°C]	-10 ~ 60	
	湿度 [%RH]	Max 95	
最大消費電流(*8) [mA]		280	

## 注釈

- \*1 : 設計値
- \*2 : センサごとの主軸感度については同梱される「出荷特性データ」を参照
- \*3 : コネクタケースと入出力コネクタは含まず
- \*4 : センサのマウント部とツール部へ平面部材を取付け、コネクタを勘合した状態のとき IP65 に対応する(平面部材はセンサ外形以上の大きさであり、さらに表面粗さ: Ra6.3 以下かつ平面度: 0.05/100mm 以下であること)
- \*5 : 定格荷重での繰り返し荷重耐久回数
- \*6 : 結露無きこと
- \*7 : 製品のロットによって色が異なる場合あり
- \*8 : 5V 動作時に最大となり、24V 動作時は最大で 80mA(詳細は 3. 1 項参照)
- \* : 平面部材が「\*4」の条件を満たさない場合でも防水・防塵機能以外の性能に影響はありません
- \* : ストッパは突発的な過負荷に対するセンサ保護のための機能であり、繰り返し過負荷が加わるとセンサ機構が劣化しますので、定格荷重範囲内でのご利用をお願いします
- \* : 上記仕様は定格荷重範囲内での数値であり、定格荷重を超える場合は一切保証されません

表 5. 2 WEF-6A500-10-RCD-B/ WEF-6A1000-30-RCD-B 製品仕様

		型式
		WEF-6A200-20-RCD-B
定格荷重	Fx,Fy,Fz [N]	± 200
	Mx,My,Mz [Nm]	± 20
最大静的荷重 (*1)	Fx,Fy,Fz [N]	± 500
	Mx,My,Mz [Nm]	± 50
破壊荷重 (*1)	Fx,Fy,Fz [N]	± 10000
	Mx,My,Mz [Nm]	± 300
零点出力 [LSB]		8192 ± 655
定格出力 (*2)	Fx,Fy,Fz [LSB]	6553 ± 655
	Mx,My,Mz [LSB]	6553 ± 655
直線性 [%FS]		3
ヒステリシス [%FS]		3
他軸感度 [%FS]		5
零点温度特性 [%FS/°C]		0.2
外形寸法(*3) [mm]		φ 90 × H32.5
インターフェース		RS-422
材質		アルミ合金
表面処理		アルマイト処理(*7)
重量 [g]		約 550
防水・防塵機能(*4) 保護等級		IP65
繰り返し荷重の耐久性(*5) [万回]		2000
電源電圧 [V.DC]		4.8 ~ 25.2
電源立ち上がり時間 [秒]		1 以下
動作環境 (*6)	温度 [°C]	0 ~ 50
	湿度 [%RH]	Max 95
保存環境 (*6)	温度 [°C]	-10 ~ 60
	湿度 [%RH]	Max 95
最大消費電流(*8) [mA]		280

## 注釈

- \*1 : 設計値
- \*2 : センサごとの主軸感度については同梱される「出荷特性データ」を参照
- \*3 : コネクタケースと入出力コネクタは含まず
- \*4 : センサのマウント部とツール部へ平面部材を取付け、コネクタを勘合した状態のとき IP65 に対応する(平面部材はセンサ外形以上の大きさであり、さらに表面粗さ: Ra6.3 以下かつ平面度: 0.05/100mm 以下であること)
- \*5 : 定格荷重での繰り返し荷重耐久回数
- \*6 : 結露無きこと
- \*7 : 製品のロットによって色が異なる場合あり
- \*8 : 5V 動作時に最大となり、24V 動作時は最大で 80mA(詳細は 3. 1 項参照)
- \* : 平面部材が「\*4」の条件を満たさない場合でも防水・防塵機能以外の性能に影響はありません
- \* : ストッパは突発的な過負荷に対するセンサ保護のための機能であり、繰り返し過負荷が加わるとセンサ機構が劣化しますので、定格荷重範囲内でのご利用をお願いします
- \* : 上記仕様は定格荷重範囲内での数値であり、定格荷重を超える場合は一切保証されません

表 5. 3 WEF-6A200-20-RCD-B 製品仕様



## 5.2 センサの変位量

荷重印加時に並進方向、モーメント方向へそれぞれ所定の値の変位が発生します。  
定格荷重時の変位量は次の通りです。

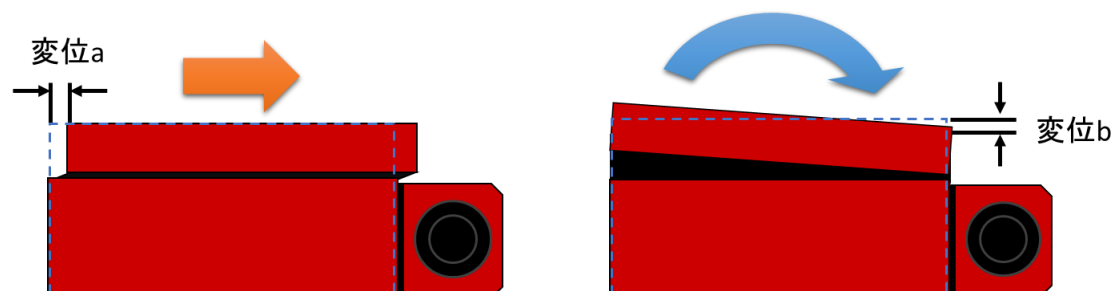


図 5.1 センサの変位(図は RCD-B)

(単位:mm)

型式	変位 a	変位 b
WEF-6A200-4-RCD	0.03	0.1
WEF-6A200-4-RCD-B	0.03	0.1
WEF-6A500-10-RCD-B	0.02	0.1
WEF-6A1000-30-RCD-B	0.02	0.1
WEF-6A200-20-RCD-B	0.03	0.1

表 5.4 定格荷重時のセンサ変位量

## 5.3 取り付け寸法図

(1) WEF-6A200-4-RCD

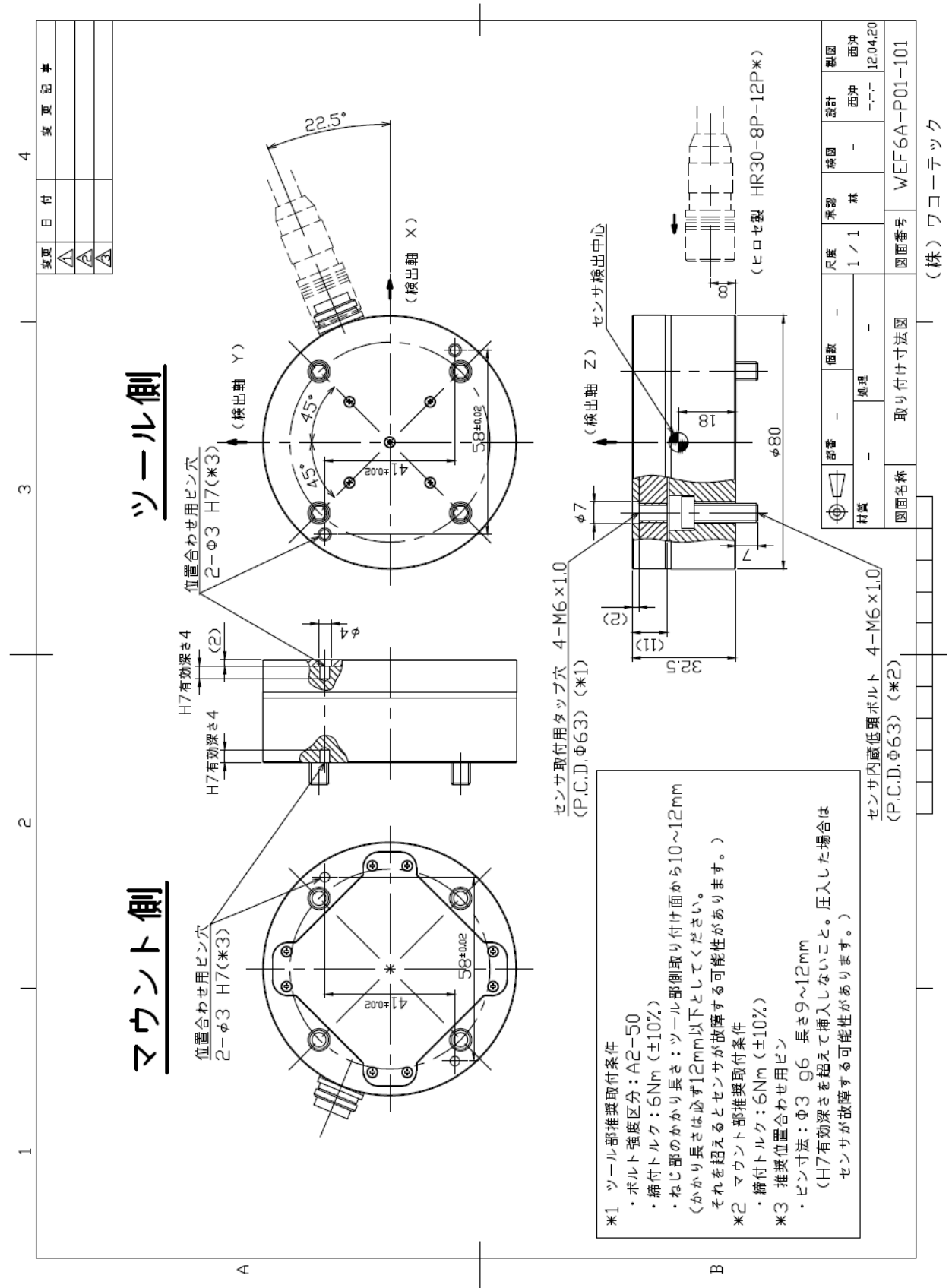


図 5.2 WEF-6A200-4-RCD 取り付け寸法図

(2) WEF-6A200-4-RCD-B、WEF-6A500-10-RCD-B 共通

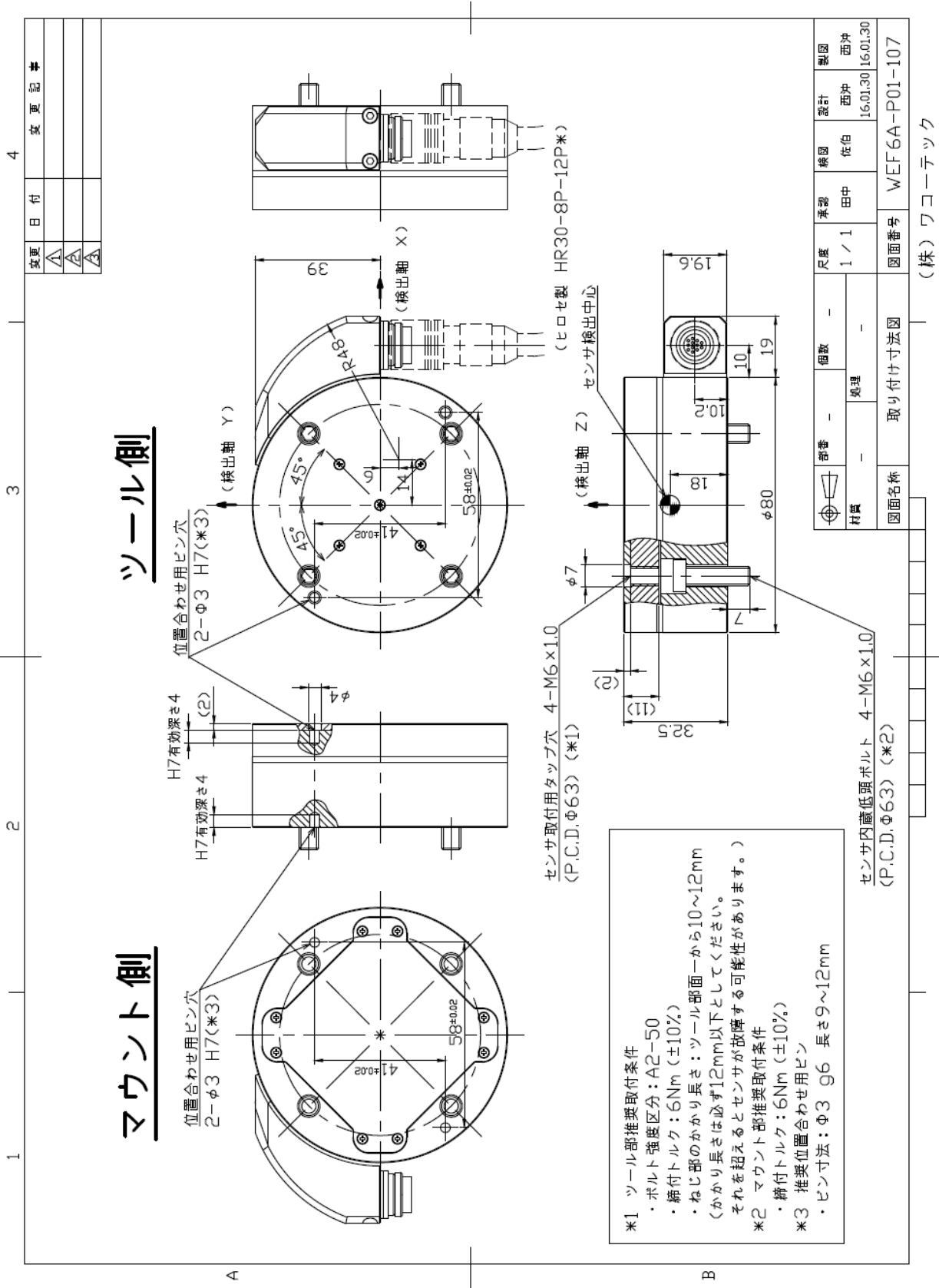


図 5.3 WEF-6A200-4-RCD-B、WEF-6A500-10-RCD-B 共通取り付け寸法図

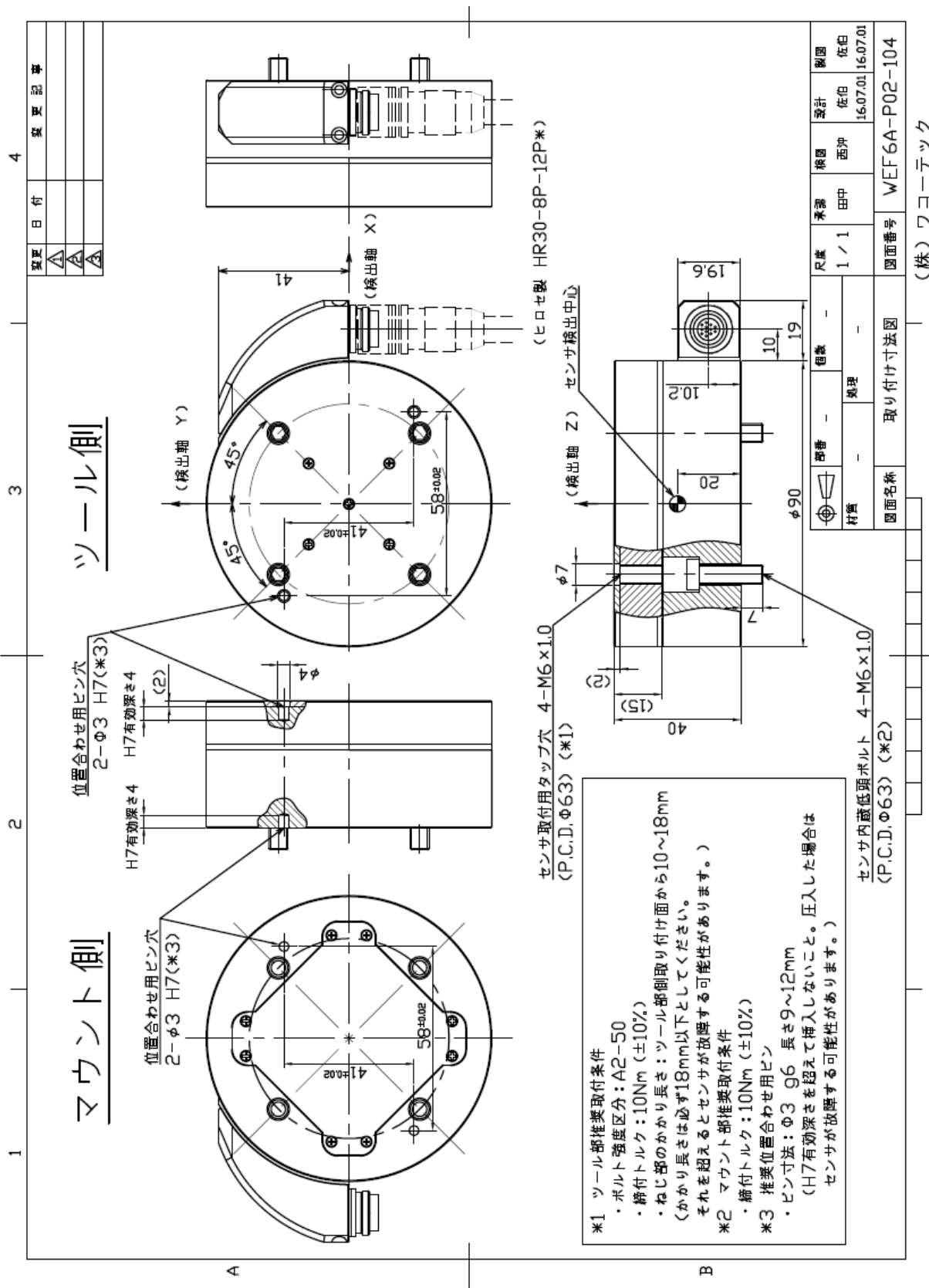


図 5.4 WEF-6A1000-30-RCD-B 取り付け寸法図



#### 5.4 データ入出力仕様

(1) センサからのデータの取得はコマンド入力応答により行います。通信仕様は表 5.5 の通りです。

項目	仕様
インターフェース	RS-422
サンプリング周期(*1)	0.5 ms
ボーレート(*2)	921.6 kbps
データビット	8 bit
ストップビット	1 bit
パリティ	なし
フロー制御	なし
注釈 *1 : S コマンド実行時の値であり、R コマンド実行時はこの値が最小時間となる *2 : 当社からのセンサ出荷時のみボーレート変更可能であり、ユーザ様での変更は不可 出荷時の設定ボーレートは「出荷特性データ」へ記載	

表 5.5 通信仕様

(2) センサからのデータ出力は表 5.6 の形式で行われます。

データ出力形式															
<table><tr><td>N</td><td>Fx</td><td>Fy</td><td>Fz</td><td>Mx</td><td>My</td><td>Mz</td><td>CRLF</td></tr></table>								N	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	CRLF
N	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	CRLF								
変数	データ量	内容													
N	1 バイト	レコード番号を表し、0～9 の数値で 1 ずつ増加する													
Fx～Mz	各 4 バイト	各軸の検出値を表し、0000～3FFF (16 進数) の値をとる													
CRLF	2 バイト	改行コード													
注釈															
* : 本センサには補正マイコンを内蔵しており、温度補正・他軸補正された Fx,Fy,Fz,Mx,My,Mz の 6 軸の検出値が直接出力されます															

表 5.6 データ出力形式

## 5.5 入力コマンド一覧

コマンド	機能	出力例
R	データ出力形式に従い、検出値を 1 度だけ出力する。	420042006200420041FFE1FF4
S	データ出力形式に従い、検出値を連続的に出力する。データ周期はサンプリング周期に従う。S コマンド実行中は O コマンドと E コマンド以外は受け付けない。	51FFC20002008200420041FF0 61FFE20022000200420001FE0 720002004200C200420001FE8 .....
E	S コマンドにて開始されたデータ出力を停止する。	※センサ出力無し※
O	3 回以上連続で実行した後に R コマンドもしくは S コマンドを送信した時点の検出値を 6 軸全て 2000(16 進数)とする。 *アルファベット 大文字の“オー” *2000(16 進数) = 8192(10 進数)	※センサ出力無し※
V	ファームウェアのバージョンを表示する。 それぞれの意味は以下の通り。 Firm → バージョン名・更新日付 Hard → ハード名 Param → 管理番号	Firm : WEF6A Ver 4.00.01 2017/04/07 Hard : WEF-6A200-4 Param : 20
T	センサ内部の温度センサ値を出力する。出力値は検出値の 16 倍の値を 16 進数へ変換した値。出力値が「01DB(16 進数)」の場合の 10 進数の温度[°C]への変換は以下の式となる。  01DB(16 進数)→475(10 進数) / 16 ≒ 29.7 °C	01DB
p (小文字)	センサ主軸感度を 10 進テキストにて表示する。各軸の主軸感度は Fx,Fy,Fz,Mx,My,Mz の順に並んでおり、各数値の間はコンマで区切られる。単位は並進力[LSB/N]、モーメント[LSB/Nm]で表す。小数点以下有効数字 3 桁で表示。	32.800,32.815,32.835,1653.801,1634.816,1636.136
#F	検出値に対してフィルタ処理を行う。#で指定された数値に応じ、センサ検出値に単純移動平均処理を行う。 出荷時設定は移動平均処理を行わない[1F]となっており、1F、2F、4F、8F の 4 段階の設定が可能。尚、応答周波数についてはサンプリング定理に従う。 ＜処理内容＞ 1F: 移動平均点 1 点 → 応答周波数 1000Hz 2F: 移動平均点 2 点 → 応答周波数 500Hz 4F: 移動平均点 4 点 → 応答周波数 250Hz 8F: 移動平均点 8 点 → 応答周波数 125Hz	※センサ出力無し※
0F	フィルタ設定(#F)の現在設定を表示する。	2
<b>注釈</b> * : O コマンド、#F コマンドについては電源再投入時に出荷設定状態に戻ります * : V コマンド、T コマンド p コマンド、0F コマンドの行末には改行コード(CRLF)が付加されます		

表 5.7 入力コマンド一覧



## 5.6 専用ケーブルとアクセサリ(別売)

センサと通信を行うためには専用ケーブルが必要です。表 5.8 からお選びください。また、センサからは RS-422 の信号が出力されますが、各種アクセサリを用いることでアナログ信号や USB などの他の形式でも信号出力が可能になります。ご希望のユーザー様は当社営業担当までお問い合わせください。

・ケーブル型番:大電製 RMFEV-SB/2517 AWG26/4P

・コネクタ型番:ヒロセ電機製 HR30-8P-12P\*

電源電圧	ケーブル型式	センサ側	アプリケーション側
5~24V	CWE-6AR##(24)	コネクタ	ばら線
5~24V	CWE-6AR##(24)-DI	コネクタ	コネクタ

表 5.8 ケーブル一覧

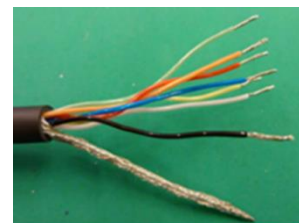


図 5.6 ケーブルばら線

図 5.7 はセンサとユーザー様アプリケーションの結線図になります。センサとアプリケーションを接続する際にご確認をお願いします。特に Vcc と GND が逆に接続されるとセンサが故障する可能性がありますので十分にご注意ください。

コネクタ ピン番号	ケーブル 配色	役割	役割
1	白	Vcc	Vcc
2	橙	TxD+	RxD+
3	赤	RxD+	TxD+
4	黄	GND	GND
5	緑	TxD-	RxD-
6	青	RxD-	TxD-
7	シールド線	F.G.	-
8	黒	GND	GND
9	-	NC	-
10	-	COM1	-
11	-	COM2	-
12	-	COM3	-

図 5.7 結線図

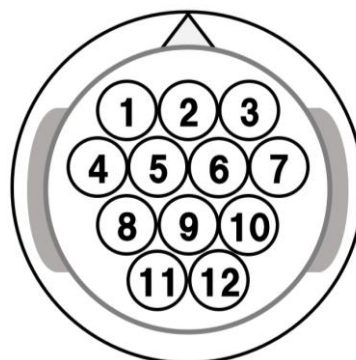


図 5.8 センサ側コネクタピン番号  
(コネクタ嵌合面側から見た場合)

\*F.G.とシールド線が接続されており、筐体とシールド線が同電位となっています。

F.G.はオープン状態でもセンサは動作しますが、接地させることで耐ノイズ性が向上する場合があります。ユーザー様の環境に応じて処置をお願いします。

\*通常は 4 番の GND をご使用ください。電源と信号が離れている場合は信号側の GND として 8 番をお使いください。

\*センサ側の 10、11、12 番ピンは出荷検査用の端子です。ユーザー様でケーブルを作成する場合は 10、11、12 番ピンへは結線しないようにしてください。



## 6. 製品同梱内容

### 6.1 同梱品目

- (1) センサ本体
- (2) 出荷特性データ
- (3) CD-R(取扱説明書、サンプルプログラム、取り付け寸法図 在中)

\*マウントアダプタ、ツールアダプタ、アダプタ取り付けねじ、位置決めピンは同梱していませんので  
 ユーザ様にて準備をお願いします。

\*ケーブルやその他アクセサリ類を同時にご購入いただいたユーザ様にはそれらも同梱いたします。



\*写真は RCD-B

図 6.1 同梱品目

### 6.2 サンプルプログラム概要

指定されたサンプリング周期に従ってデータを取得するためのプログラムです。

次のような機能があります。

- (1) 16 進テキストのレコードを単データ方式で取得し、10 進数で画面表示とファイルへの記録を行う。
- (2) サンプリング周期はユーザ側で指定する。  
 非リアルタイム OS の場合は、Windows は 16ms、Linux は 10ms の倍数で指定する。
- (3) 10 秒間データを取得し、指定されたファイルに記録する。画面には 1 秒ごとのデータを表示する。
- (4) データの記録・表示内容は次のとおり。

「起動時からの経過時間(ms)」、「レコード番号(0~9)」、「Fx,Fy,Fz,Mx,My,Mz の各 LSB 値」

また、サンプルプログラムは Windows 用、Linux 用の 2 種類を用意しています。概要は次の通りです。

OS	Windows	Linux
開発環境	WindowsXP / Windows7	Linux (Ubuntu 等)
コンパイラ	Visual C++	gcc
サンプルソースコード	test-com.cpp	test-com.c、kbhit.c
ビルド用メイクファイル	-	mk
実行ファイル	test-com.exe	test-com
注釈 * : Visual C++のプロジェクトファイル等は含まないため、Visual C++ のバージョンに 応じてご用意願います * : 処理の説明についてはソースコード内のコメントを参照してください		

表 6.1 サンプルプログラム概要

## 6.3 サンプルプログラム実行例

Windows 用ファイル「test-com.exe」の実行例を記載します。

- (1)「test-com.exe」を実行するとコマンドプロンプトが起動し、図 6.2 のような画面が立ち上がります。センサを接続しているポート番号を入力し、Enter キーを押します。例では「6」を入力しています。

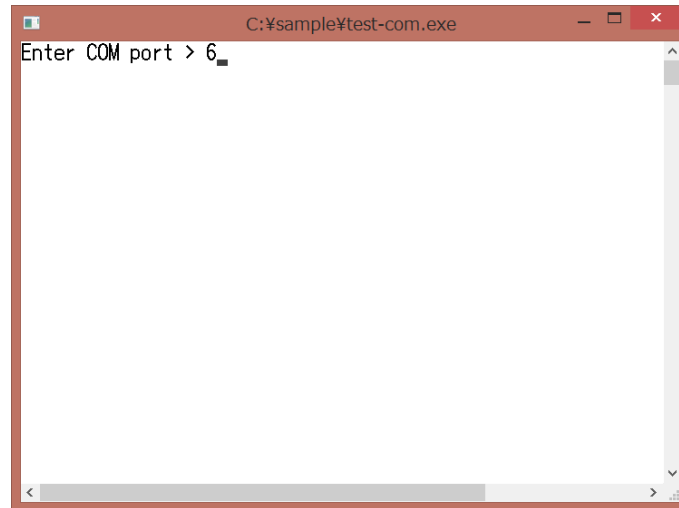


図 6.2 ポート番号入力

- (2) 正しくポートが開けた場合は図 6.3 のように Open COM#となります。  
続いてデータ取得のサンプリング周期を入力し、Enter キーを押します。  
例では「160」と入力しています。

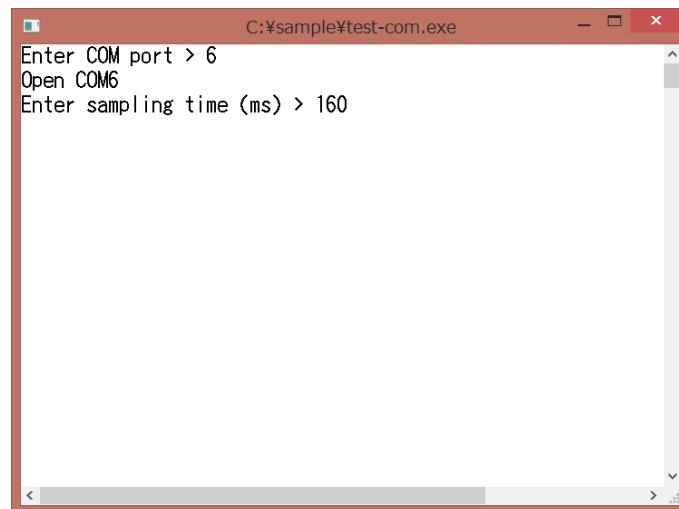


図 6.3 サンプリング周期入力

- (3) データを保存するファイル名を入力します。ファイルは test-com.exe と同じフォルダ内に保存されます。ファイル名を入力後、Enter キーを押してください。例では「test.csv」と入力しています。

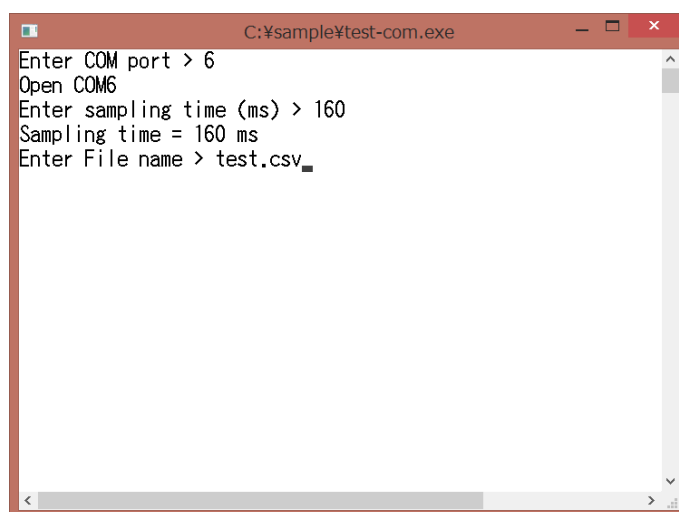


図 6. 4 データ保存ファイル名入力

- (4) 指定されたサンプリング周期で 10 秒間データが取得されます。

1 秒ごとのデータが図 6. 5 のように画面上に出力されます。データ取得を終了する場合は「y」、続ける場合は「n」を入力し、Enter キーを押してください。例では「y」を入力しています。

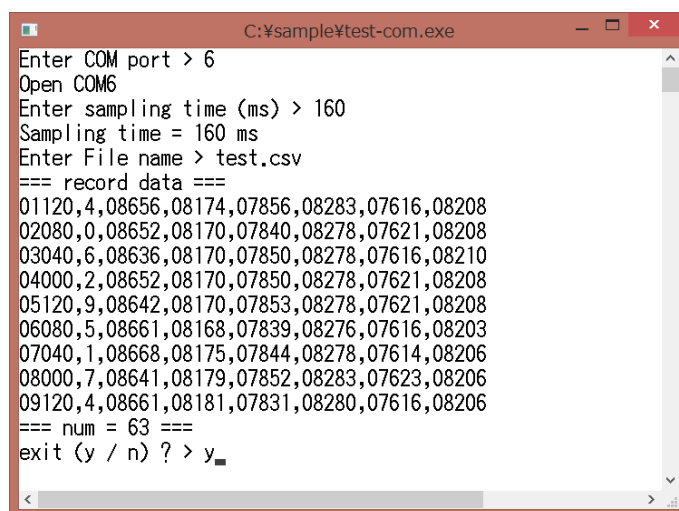


図 6. 5 実行結果

(5) 保存されたファイルを Excel で開いたものが図 6. 6 です。経過時間、レコード番号、Fx～Mz 検出値が格納されています。

項目	説明
経過時間	データ取得開始からの経過時間。 データは 10000ms(10 秒)を 1 回超えるまで取得される。 実行例では 10080ms まで取得されている。
レコード番号	0～9 の数字を取得データごとに繰り返す。
Fx～Mz 検出値	6 軸の検出値を出力する。データは 10 進数で表記。

表 6. 2 保存データ説明

経過時間	レコード番号	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
7520	4	8649	8183	7843	8276	7619	8205
7680	5	8651	8171	7839	8280	7616	8209
7840	6	8646	8176	7832	8280	7623	8208
8000	7	8641	8179	7852	8283	7623	8206
8160	8	8651	8181	7815	8280	7616	8209
8320	9	8648	8179	7852	8283	7614	8212
8480	0	8642	8194	7850	8283	7621	8213
8640	1	8657	8168	7841	8276	7621	8209
8800	2	8664	8175	7852	8278	7619	8206
8960	3	8658	8172	7844	8274	7614	8201
9120	4	8661	8181	7831	8280	7616	8206
9280	5	8668	8175	7846	8278	7614	8209
9440	6	8654	8178	7865	8276	7612	8212
9600	7	8648	8175	7831	8278	7614	8214
9760	8	8651	8185	7831	8285	7616	8206
9920	9	8659	8173	7840	8276	7619	8202
10080	0	8642	8180	7840	8278	7621	8202

図 6. 6 保存ファイル

## 7. アプリケーションノート

本項ではセンサの出力値に関して具体的な例を用いて説明しています。尚、次に記載の前提条件を踏まえたものですので内容をご確認の上ご覧ください。

前提条件：

- 出力値の変化は他軸感度、直線性、ノイズなどの誤差要因をすべて排除した「理想的な数値変化」を表しています。実際のご使用の際にはそれら誤差要因を含んだ値が出力されますので十分にご留意頂きますようお願い致します。
- 本来はセンサの検出値は 5.4 項の通り 16 進数の LSB 単位で出力されます。ただし、本項では説明を簡略化するために断りが無い場合はすべて 10 進数の荷重値で表記しています。
- 例は表 7.1 の条件に従います。

センサ型式	WEF-6A200-4-RCD-B
ツールアダプタ重量	102 g
ツール重量	204 g
主軸感度	32.765 LSB/N 、 1638.250 LSB/Nm
その他	(1) センサの自重は無視 (2) 0.98 N = 100 g とし計算

表 7.1 条件

### 7.1 出力値の範囲

出力値は 0～16383 LSB の範囲をとりますが、定格荷重内でご使用いただいている限りでは 0 LSB、16383 LSB に達することはありません。これは周囲温度に依存する零点出力の変動や、センサごとに固有の値を持つ主軸感度に幅を持たせており、それぞれが Max、Min に振れたときにも正常に出力されるようにマージンを確保しているためです。

よって定格荷重印加時の定格出力の値は零点出力と主軸感度で決まるため、センサごと、また検出軸ごとに別の値となります。零点出力が Max、Typ、Min 時の印加荷重と出力範囲の関係を図 7.1 に示します。

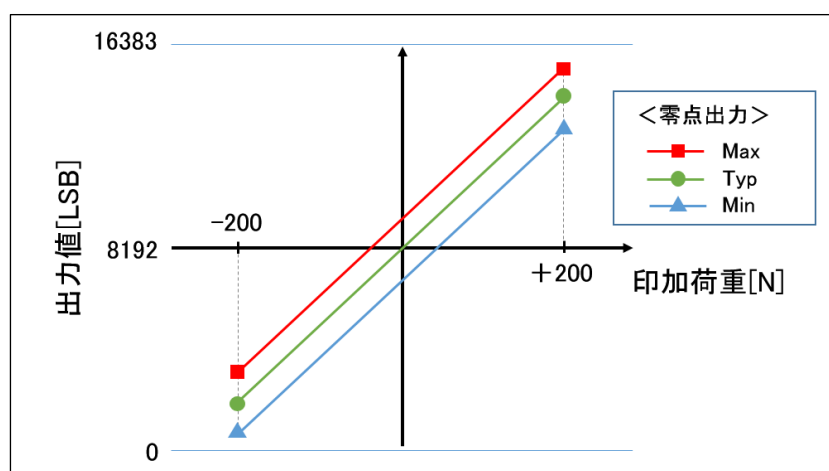


図 7.1 印加荷重と出力範囲

## 7.2 無負荷状態について

無負荷はセンサへ自重以外の荷重が加わっていない状態を指します。具体的には図 7.2 の左側の状態のようにツール部に何も取り付いておらず、マウントアダプタが地面の方を向いており、さらに地面と水平になっている状態が無負荷になります。図 7.2 の右側の状態のようにツールアダプタとツールを取り付けるとそれらの重量がセンサへ荷重として加わるため、無負荷ではなくなります。ツールアダプタやツールの重量も含めて定格荷重を超えないようにご注意ください。

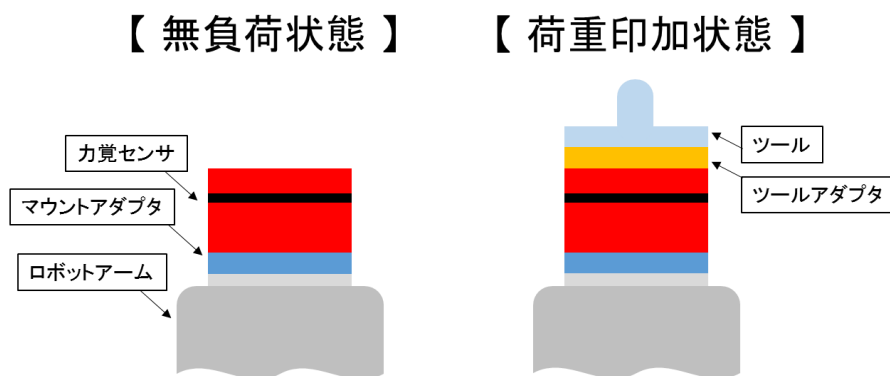


図 7.2 無負荷の定義

## 7.3 力覚センサ動作例

ロボットハンドが横向きでワークの位置まで移動し、ツールをワークへ 10 N で押し当てる動作を行った場合のセンサ出力値の変化を示します。動作は①～⑦までの 7 ステップに分けられ、各ステップの動作は図 7.3 の通りです。出力値の変化を図 7.4 と表 7.2 に示します。

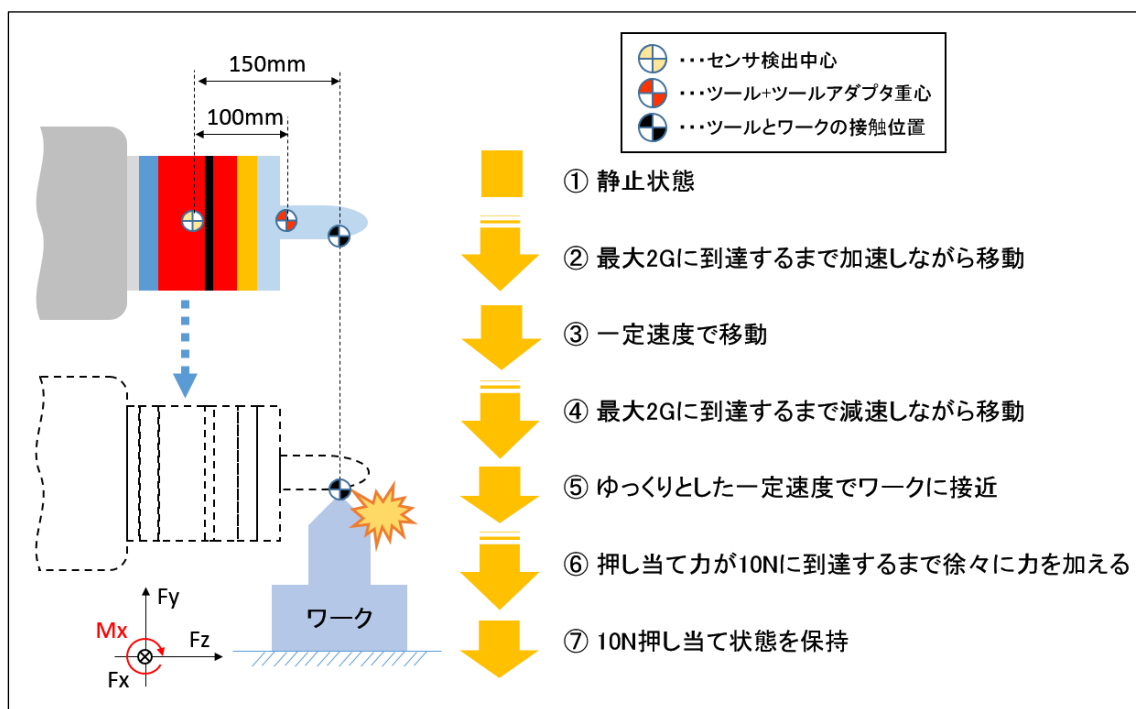


図 7.3 7ステップの動作

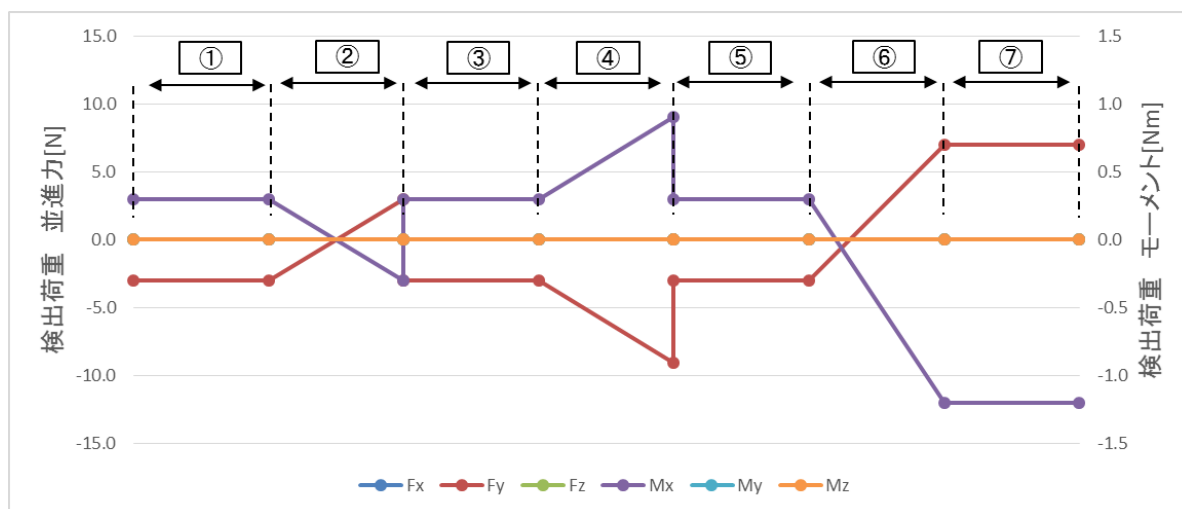


図 7.4 出力変化(グラフ)

単位: 並進力[N]、モーメント[Nm]

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
①	0.0	-3.0	0.0	0.3	0.0	0.0
②	0.0	3.0	0.0	-0.3	0.0	0.0
③	0.0	-3.0	0.0	0.3	0.0	0.0
④	0.0	-9.0	0.0	0.9	0.0	0.0
⑤	0.0	-3.0	0.0	0.3	0.0	0.0
⑥	0.0	7.0	0.0	-1.2	0.0	0.0
⑦	0.0	7.0	0.0	-1.2	0.0	0.0

表 7.2 出力変化(数値)

## 【解説】

### ステップ①：静止状態

ツールアダプタとツールの重量がそれぞれ 102g と 204g なので、合わせて 306g の重量物がセンサに取りついています。センサ検出中心からツールアダプタ+ツールの重心までが 100mm ですので、センサで検出される荷重は次の通りです。

Fy:  $306[\text{g}] \div 3[\text{N}]$  であり、重力方向が  $-F_y$  方向なので符号はマイナス。 $-3[\text{N}]$  となる。

Mx:  $3[\text{N}] \times 0.1[\text{m}] = 0.3[\text{Nm}]$  であり、Fx 軸の右ねじ方向の力なので符号はプラス。

よって  $0.3[\text{Nm}]$  となる。

\* Fy、Mx 以外の軸は荷重を受けていないため検出値は変化しません。以降のステップも同様です。

### ステップ②：最大 2G に到達するまで加速しながら移動

$F = m \times a$  (力 = 荷重 × 加速度) より、加速中の検出値は次の通りです。

Fy:  $(-3[\text{N}]) \times (-2[\text{G}]) = 6[\text{N}]$  ステップ①の解  $-3[\text{N}]$  より、 $(-3[\text{N}]) + 6[\text{N}] = 3[\text{N}]$

Mx:  $0.3[\text{Nm}] \times (-2[\text{G}]) = -0.6[\text{Nm}]$  ステップ①の解  $0.3[\text{Nm}]$  より、

$0.3 \text{ Nm} + (-0.6 \text{ Nm}) = -0.3[\text{Nm}]$

## ステップ③：一定速度で移動

加速度が 0 G であるため  $F = 0$  となり、ステップ②と同様の式を用いると検出値は次の通りです。

$$F_y: (-3[N]) + 0[N] = \underline{-3[N]}$$

$$M_x: 0.3[Nm] + 0[Nm] = \underline{0.3[Nm]}$$

## ステップ④：最大 2G に到達するまで減速しながら移動

減速なのでステップ②の逆方向の力が働きます。検出値は次の通りです。

$$F_y: (-3[N]) \times 2[G] = -6[N] \quad \text{ステップ①の解が } -3[N] \text{ より、} (-3[N]) + (-6[N]) = \underline{-9[N]}$$

$$M_x: 0.3[Nm] \times 2[G] = 0.6[Nm] \quad \text{ステップ①の解 } 0.3[Nm] \text{ より、} 0.3[Nm] + 0.6[Nm] = \underline{0.9[Nm]}$$

## ステップ⑤：ゆっくりとした一定速度でワークに接近

加速度が非常に小さい為、加速度は 0 G とみなします。よって  $F = 0$  となり、ステップ③と同様の検出値となります。

$$F_y: \underline{-3[N]}$$

$$M_x: \underline{0.3[Nm]}$$

## ステップ⑥：押し当て力が 10N に到達するまで徐々に力を加える

$F_y$  が 10 N 増加するまで荷重を加え続けるのでステップ①の解  $-3[N]$  より、検出値は次の通りです。

$$F_y: (-3[N]) + 10[N] = \underline{7[N]}$$

センサ検出中心からワークとツールの接触位置までの距離は 150mm です。 $F_y$  に 10N 加わった時の  $M_x$  の検出値は次の通りです。

$$M_x: (-10[N]) \times 0.15[m] = -1.5[Nm] \quad \text{ステップ①の解 } 0.3[Nm] \text{ より、} \\ 0.3[Nm] + (-1.5[Nm]) = \underline{-1.2[Nm]}$$

## ステップ⑦：10N 押し当て状態を保持

ステップ⑥で  $F_y$  と  $M_x$  の荷重が所定の値に到達した状態を保持するため、検出値は次の通りです。

$$F_y: \underline{7[N]}$$

$$M_x: \underline{-1.2[Nm]}$$

ステップ⑦時点でのセンサ検出値は  $F_y: 7 \text{ N}$ 、 $M_x: -1.2 \text{ Nm}$  ですが、本来は 16 進数の LSB 単位でセンサから出力されます。R コマンド実行時には下記の 16 進数のデータが出力されます。

1200020E52000185220002000<CR><LF>

上記の出力値の意味は表 7.3 の通りです。詳細については 5.4 項をご確認ください。

レコード番号	$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$	改行コード
1	2000	20E5	2000	1852	2000	2000	<CR><LF>

表 7.3 センサ出力値



#### 7.4 力覚センサ使用ポイント

ステップ⑦での  $F_y$  の検出値は 7 N ですがツールのワークへの押し当て力は 10 N となっています。つまり「ステップ⑦-ステップ⑤」の値が、ツールをワークへ押し当てた荷重値となります。この時、ステップ⑤の代わりにステップ①の値を用いても計算上は 10 N の押し当て力となります。ただし、実際の動作時には周囲温度変化の影響やツールの微小な姿勢の変化により出力値が変動する場合があります。その影響を排除するために押し当て動作直前の値を用いるのが望ましく、今回の動作例であればステップ①ではなくステップ⑤の値を用いた方がより正確な荷重での押し当て動作を行うことができます。

また、センサ検出中心からワークと接触する位置までの距離が明らかな場合は、 $F_y$  は使用せずに  $M_x$  の値のみでも 10 N の押し当て動作を行うことができます。

検出中心からワークとの接触位置までの距離が長い場合は小さな荷重でも大きなモーメントが加わることになり、今回の例でも  $F_y$  は 3.5 %FS ですが  $M_x$  は -30 %FS となっています。このように小さな並進力でもツールの長さや姿勢、ツール移動中の加速度の大きさによっては、並進力よりもモーメントの値が定格荷重をオーバーするリスクが高くなります。力覚センサをご使用の場合は十分にご注意ください。

#### 8. お問い合わせについて

故障時やご不明点、校正のご相談については以下の窓口までご連絡下さい。

■お問合せ先窓口：株式会社ワコーテック 東京営業所

URL：<http://www.wacoh-tech.com/>

Mail：[info@wacoh-tech.com](mailto:info@wacoh-tech.com)

TEL：03-6803-0271

FAX：03-6803-0275