

정전용량형 6 축 힘/토크 센서 WEF-6A 시리즈



사용자 설명서

■ 머리말

본서는 정전용량형 6 축 힘 센서(WEF-6A 시리즈)에 대한 사용자 설명서입니다.

힘 센서의 주의점, 사용 방법, 센서 사양 등이 기재되어 있습니다. 잘못 취급할 경우, 제품의 고장 또는 사고가 발생할 수 있으니 사용 전에 반드시 본서를 읽고 올바르게 사용하십시오.

■ 공지사항

1. 본서에 기재된 내용은 발행시점의 사항이며, 예고 없이 변경될 수 있습니다.
2. 본서에서는 10 진수와 16 진수의 2 가지 표현 방법을 사용합니다. 특별한 양해를 구하지 않은 수치는 모두 10 진수로 표기합니다.
3. 본 제품은 정밀기기입니다. 반드시 본서에 정해진 사양범위 내에서 사용하십시오. 특히 정격하중보다 큰 부하를 줄 수 있는 사용 방법은 제품의 고장으로 이어질 수 있습니다. 병진력 3 축과 모멘트 3 축을 포함하는 6 축 모두가 반드시 정격하중 범위 내에 있도록 사용하십시오.
4. 제품에 따라 얼룩이나 흠집이 있는 경우가 있으나 성능에는 영향이 없습니다.
5. 방사선 환경, 클린룸, 강력한 자장, 오일이나 약품이 분무되는 등 특수한 환경에서의 사용을 검토 중인 경우에는 사전에 당사 영업담당자에게 문의 바랍니다.
6. 본 제품은 보호 등급 IP65 에 대응하고 있으나, IP65 의 성능은 제품이 적절하게 설치된 경우에만 발휘됩니다. 본서에 기재된 설치 방법을 잘 읽고, 적절하게 설치하시기 바랍니다.
7. 본 제품은 원자력, 항공, 철도, 의료기기, 안전장치 등 고도의 안전성이나 신뢰성이 요구되는 시스템으로의 내장을 상정하여 설계 및 제조된 것은 아닙니다. 이러한

설비나 제어 시스템 등에 본 제품을 내장하여 인명이나 건강, 재산에 중대한 영향 및 손해가 발생한 경우에 대해 당사는 일체 책임을 지지 않습니다.

8. 지진, 눈, 풍수해 등의 천재지변 및 당사의 책임 이외의 화재, 제 3 자에 의한 행위, 기타 사고, 고객의 고의 또는 과실이나 오용 및 기타 이상 조건 하에서의 사용으로 발생한 손해에 대해 당사는 일체 책임을 지지 않습니다.
9. 본 제품의 사용 또는 사용 불능으로 발생하는 부수적인 손해(사업 이익의 손실, 사업의 중단 등)에 대해 당사는 일체 책임을 지지 않습니다.
10. 「사용자 설명서」에 기재된 내용을 지키지 않음으로써 발생한 손해에 대해 당사는 일체 책임을 지지 않습니다.
11. 당사가 관여하지 않는 기기, 소프트웨어와의 조합에 의한 오동작 등으로 발생한 손해에 대해 당사는 일체 책임을 지지 않습니다.
12. 해외로 수출하는 경우 「외국환 및 외국 무역법」등의 수출관련법을 준수하여 필요한 절차를 밟으십시오. 비해당 증명서가 필요한 경우에는 당사 영업담당자에게 문의 바랍니다.
13. 본 제품의 보증기간은 제품 출하일로부터 6 개월간입니다. 보증기간 경과 후의 수리는 모두 유상입니다. 또한, 보증기간 내라도 「사양 외의 취급에 의한 고장」, 「사용자의 과실에 의한 고장」, 「제품을 분해한 경우」는 보증대상 외입니다.
14. 당사가 판매하는 정전용량형 힘 센서의 상품명인 DynPick(다인픽)는 주식회사 와코텍의 등록상표입니다.
16. 사용자 설명서의 저작권은 주식회사 주식회사 엔티로봇에 있습니다.

■ 용어와 정의

용어 · 정의	의미
정격하중	센서의 사양을 만족하는 최대 하중. 이 값을 초과한 경우에는 모든 사양에 대해 보증되지 않는다.
과부하	정격하중을 초과한 부하. 과부하가 센서에 가해지면 고장의 가능성이 있다.
최대 정적하중	과부하 보호기능인 스톱퍼가 동작하기 시작하는 하중.
파괴하중	1도라도 센서에 가해지면 고장을 일으키는 하중.
정격출력	무부하 상태에서 정격하중을 인가했을 때의 출력 변화량. FS(Full Scale의 약칭)라고도 표기한다. 「%FS」로 표시한 경우에는 정격출력에 대한 백분율을 나타낸다.
영점출력	마운트부와 지면이 수평이고 또한 마운트부가 지면측을 향하고 있는 자세일 때의 무부하 시의 출력값.
LSB	센서 내부의 수치연산 분해능을 나타내는 단위. 센서의 검출값은 이 단위로 나타내고, 0~16383의 범위에서 출력된다. (센서의 하중 검출 분해능이 아님에 주의)
주축감도	단위하중당 출력 변화량. 병진력은 1N, 모멘트는 1Nm당 수치이며, 각각 LSB/N, LSB/Nm로 나타낸다. 센서마다 감도는 다르기 때문에 출하특성 데이터에 기재되어 있는 주축감도를 사용하여 출력 변화량을 하중으로 환산한다.
타축감도	어떤 1 성분에 정격하중을 가했을 때 다른 성분의 출력에 미치는 영향의 정도를 각각 정격출력에 대한 백분율(%FS)로 나타낸다. 절대값으로 표기한다.
직선성	교정곡선의 하중 증가 시에 무부하 시 출력과 정격하중 시 출력을 연결하는 직선과의 최대 편차로, 정격출력에 대한 백분율(%FS)로 나타낸다. 절대값으로 표기한다. (fig.1)
영점온도 특성	주의온도의 변화에 따른 영점출력의 변화. 동작온도 범위 내에서의 영점출력의 최대값과 최소값의 차분을 동작온도 범위로 나누고, 1℃당 변화량으로서 정격출력에 대한 백분율(%FS/℃)로 나타낸다. 절대값으로 표기한다. (fig.2)
히스테리시스	정격하중을 양과 음의 값으로 계속해서 1사이클 부하한 것에 기인하는 영점출력의 변화. 변화량을 정격출력에 대한 백분율(%FS)로 나타낸다. 절대값으로 표기한다. (fig.3)

IP65	JIS C0920에 규정된 방수·방진의 정도에 관한 등급. IP65는 다음 성능을 갖는다. 방수성 . . . 모든 방향으로부터의 노즐에 의한 분류 수에 대해서도 유해한 영향이 없다 방진성 . . . 분진의 침입이 발생하지 않는다
------	--

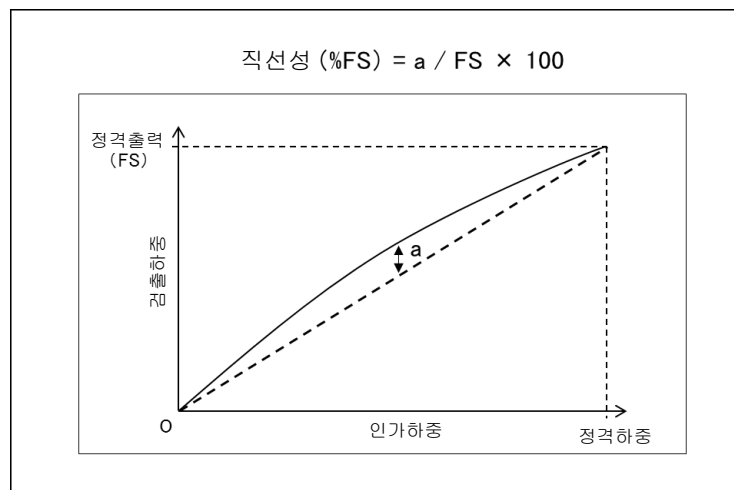


fig. 1 직선성

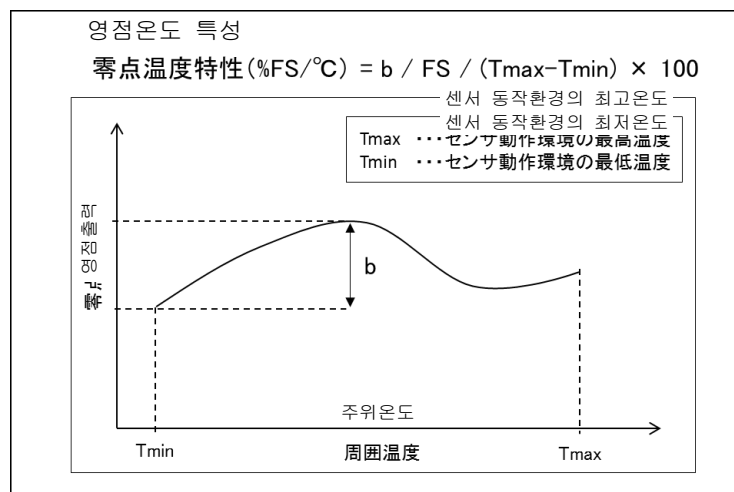


fig. 2 영점온도 특성

히스테리시스

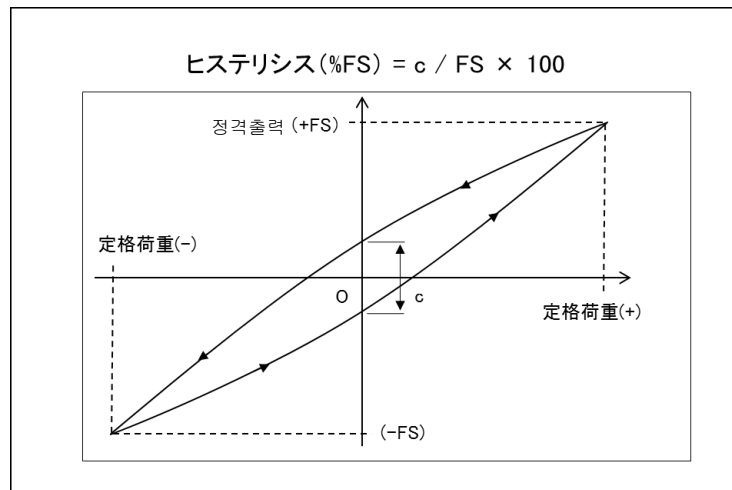


fig. 3 히스테리시스

■ WEF-6A 시리즈 제품 일람

형식	검출축		정격하중		외형치수 [mm] (*1)	전원전압 [V]
	병진력	모멘트	병진력 [N]	모멘트 [Nm]		
WEF-6A200-4-RC5	Fx Fy Fz	Mx My Mz	±200	±4	Φ80×H32.5	5
WEF-6A200-4-RC24	Fx Fy Fz	Mx My Mz	±200	±4	Φ80×H32.5	24
WEF-6A500-10-RC5	Fx Fy Fz	Mx My Mz	±500	±10	Φ80×H32.5	5
WEF-6A500-10-RC24	Fx Fy Fz	Mx My Mz	±500	±10	Φ80×H32.5	24
WEF-6A1000-30-RC5	Fx Fy Fz	Mx My Mz	±1000	±30	Φ90×H40	5
WEF-6A1000-30-RC24	Fx Fy Fz	Mx My Mz	±1000	±30	Φ90×H40	24

주석

*1: 외형치수에 커넥터부는 포함하지 않으며 자세한 사항은 설치 치수도 참조

1. 제품 개요	1
1.1 제품 기능	1
1.2 기구적인 특징	2
1.3 전기적인 특징	3
1.4 보호등급 IP65 에 대한 대응	3
2. 센서의 설치	4
2.1 센서의 설치 순서	4
2.2 케이블의 설치	6
2.3 IP65 대응조건	7
3. 제품 사용방법	8
3.1 기동방법	8
3.2 데이터 입출력	9
3.3 출력값의 하중에 대한 환산식	9

4. 취급상의 주의	9
5. 제품사양	11
5. 1 기본사양	11
5. 2 센서의 변위량	15
5. 3 설치 치수도	16
5. 4 데이터 입출력 사양	18
5. 5 입력 명령어 일람	19
5. 6 전용 케이블과 악세서리(별매)	21
6. 제품 동봉내용	23
6. 1 동봉품목	23
6. 2 샘플 프로그램 개요	23
6. 3 샘플 프로그램 실행 예	25
7. 프로그램 노트	28
7. 1 출력값의 범위	29
7. 2 무부하 상태에 대해	30
7. 3 힘 센서 동작 예	30
7. 4 힘 센서 사용 포인트	35

1. 제품 개요

1.1 제품 기능

본 제품은 병진력 3 축과 모멘트 3 축을 동시에 검출하는 정전용량형 6 축 힘 센서입니다.

외관은 그림 1.1 과 같습니다. 본 센서는 힘을 가하면서 생기는 「도구부」와 「마운트부」사이의 변위를 정전용량의 변화로 검출합니다. 센서 사용 시에는 변위에 지장이 없도록 설치하십시오. 또한, 도구부에서는 그림 1.2 와 같이 정격하중에 대해 소정값의 변위가 발생합니다. 자세한 사항은 5.2 항을 참조하십시오.

본 센서는 그림 1.3 과 같이 정의된 XYZ 축 방향의 병진력(F_x , F_y , F_z)과 각 축 주위의 모멘트(M_x , M_y , M_z)를 검출하여 검출하중에 따른 값을 출력합니다.

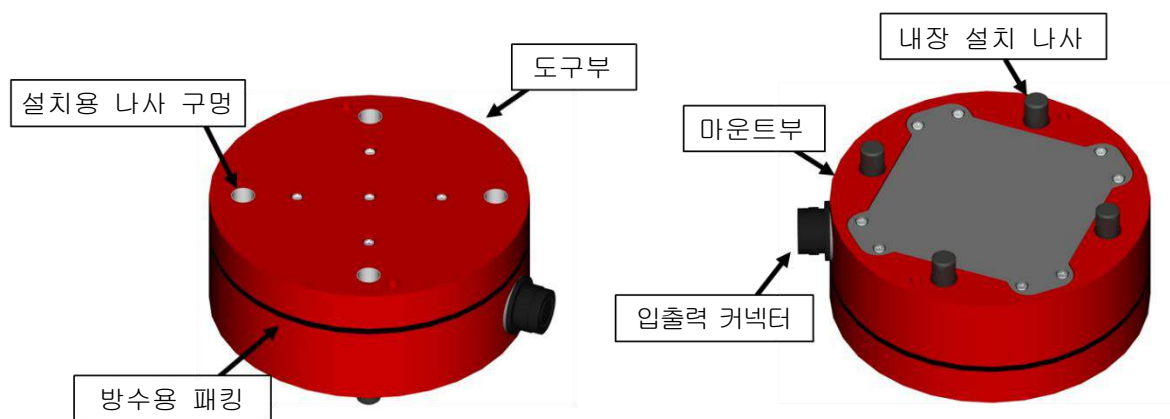


그림 1.1 센서 외관

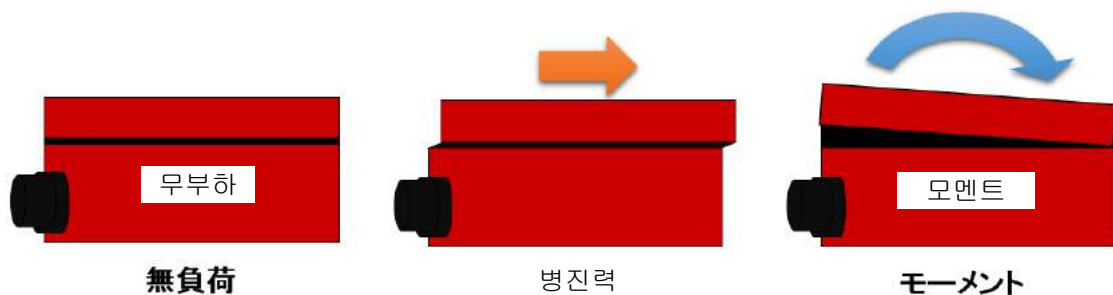


그림 1.2 도구부의 변위

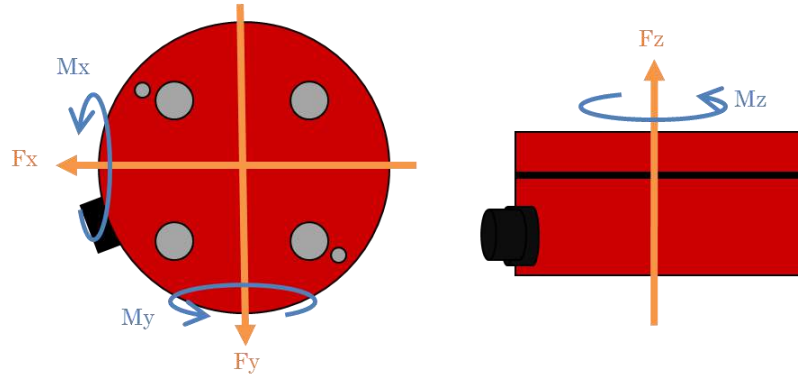


그림 1.3 병진력 · 모멘트의 축 정의

1. 2 기구적인 특징

센서 내부에 스토퍼 구조를 만들고 정격하중 이상의 과부하에 대한 보호를 하고 있습니다.

센서에 대한 부하가 최대 정격하중의 값을 초과한 경우, 그림 1.4 와 같이 기계적 스토퍼에 의해 그 이상의 변위를 멈추고, 파단이나 영구변형 등과 같은 심각한 고장을 방지합니다.

*스토퍼는 돌발적인 과부하 발생 시 센서를 보호하기 위한 기능입니다. 반복해서 과부하가 가해지면 센서 기구가 열화되오니 정격하중 범위 내에서 사용하십시오.

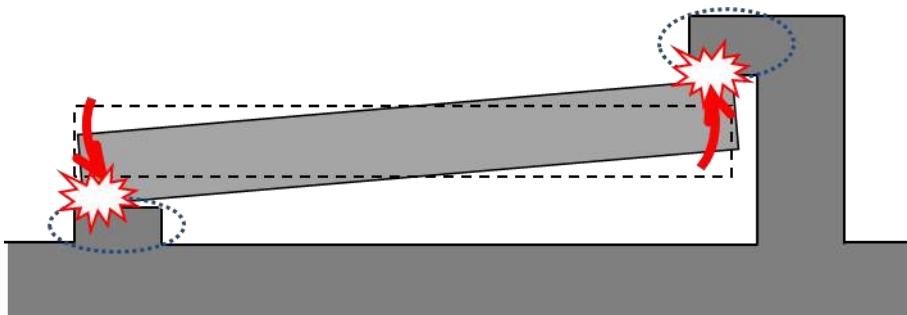


그림 1.4 스토퍼 구조

1.3 전기적인 특징

센서 본체에 신호처리 마이크로 컴퓨터를 내장하고 있으며 다른 축 감도보정이나 내부온도 센서에 의한 온도보정을 하고 있습니다. 그림 1.5 와 같은 구성으로 사용할 수 있습니다.

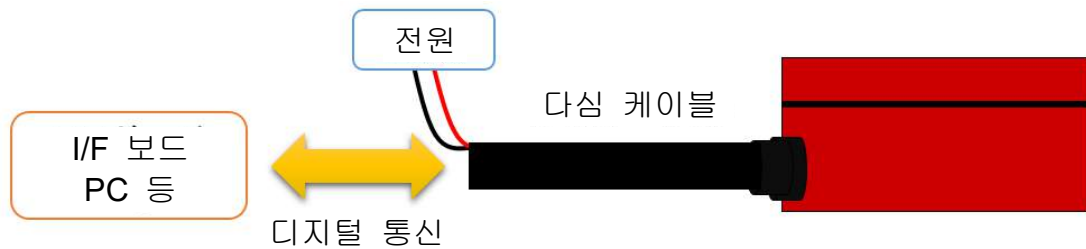


그림 1.5 센서 사용 시의 구성

센서 케이스(도구부와 마운트부)는 회로 GND 와 절연되어 있습니다. 센서 케이스를 접지함으로써 내부 회로에 대한 실드가 되어 외래 노이즈의 영향을 받기 어려워집니다.

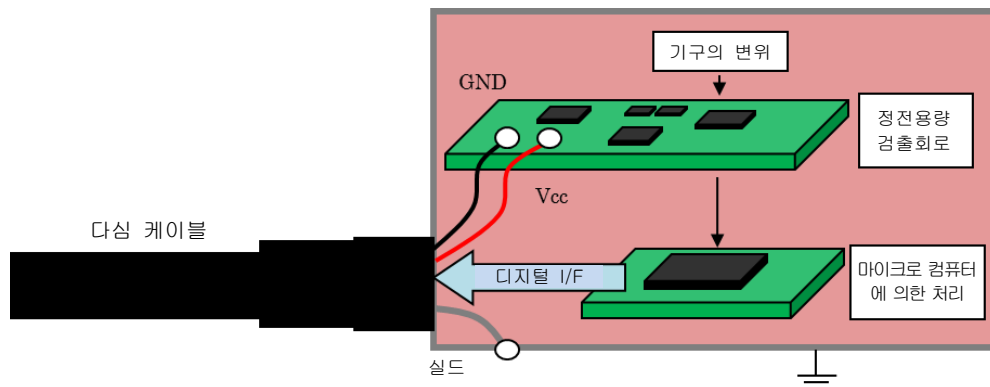


그림 1.6 센서 내부회로

1.4 보호등급 IP65 에 대한 대응

도구부와 마운트부 사이에 유연한 고무 패킹을 넣음으로써 센서의 동작에 영향을 미치지 않고 방수·방진기능을 실현합니다.

*보호등급 IP65 에 대한 대응은 2 항에 따라 적절하게 설치한 경우에만 유효합니다. 도구 및 커넥터 설치가 되지 않은 경우 대응하지 않습니다. 마운트부도 마찬가지입니다.

2. 센서의 설치

센서의 설치구멍 위치, 조임 토크(Tightening torque), 축 정의 등 설치에 관한 정보는 5.3 항의 「설치 치수도」를 참조하십시오.

2.1 센서의 설치 순서

로봇 등의 프로그램에 대한 대표적인 설치 순서입니다. 나사를 조일 때에는 센서와 설치물이 균일하게 접촉하도록 나사를 그림 2.1 과 같이 대각 순으로 서서히 조여주십시오. 한번에 권장 토크까지 조이면 센서의 고장으로 이어질 우려가 있습니다.

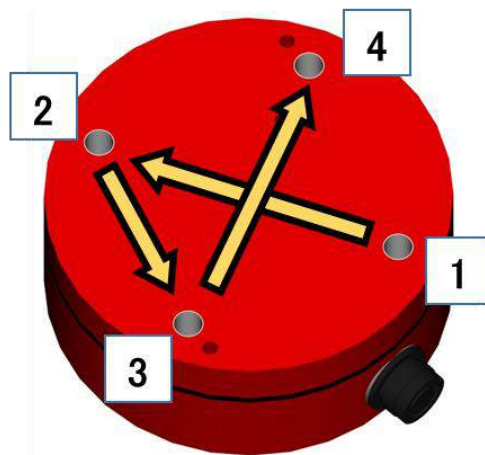


그림 2.1 나사 조임 순서

(1) 설치대상 프로그램, 마운트 어댑터 및 센서 설치면에 흠집이나 이물질이 없는지 확인한다.

*흠집에 의한 요철, 이물질의 들어있으면 마운트 어댑터와 센서 사이에 간격이 생기므로 IP65의 성능을 발휘하지 못합니다. 도구부도 마찬가지입니다.

(2) 프로그램에 마운트 어댑터를 설치한다.

(3) 마운트 어댑터에 센서 마운트부를 설치한다. 설치에는 센서에 내장되어 있는 4개의 나사를 사용한다. 도구부의 설치구멍에서 6각렌치(2면폭 4mm)를 삽입하고 오른나사 방향으로 돌려 고정한다.

*마운트 어댑터가 금속인 경우에는 내장 나사를 통하여 센서 케이스가 마운트 어댑터와 동 전위에 접속됩니다.

*위치결정 핀은 센서 설치의 재현성을 얻기 위한 것입니다. 위치결정 핀을 사용하지 않아도 센서 성능에는 영향이 없습니다. 핀의 삽입에 관해서는 5.3항의 「설치 치수도」를 참조하십시오.

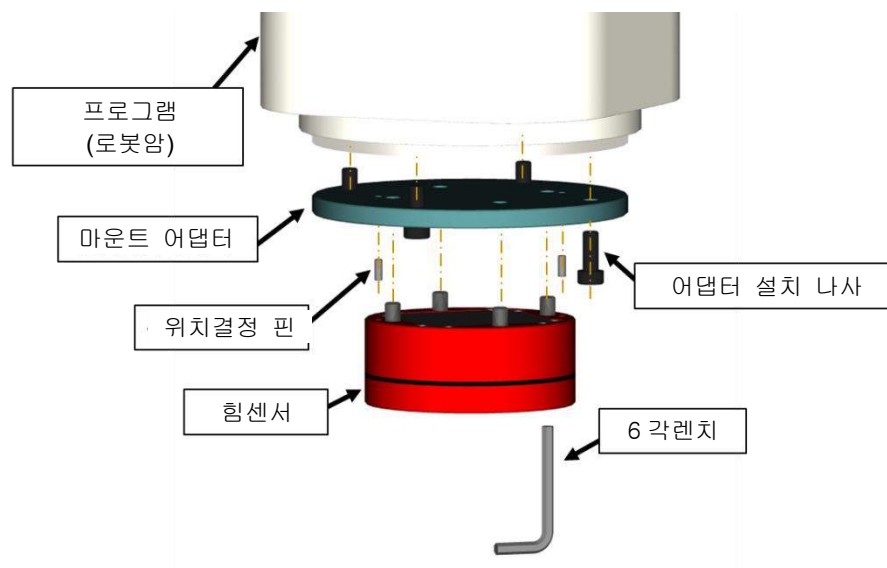


그림 2.2 마운트부 설치

(4) 센서 도구부에 도구 어댑터 등을 설치한다. 설치에는 도구부에 있는 M6 나사구멍 4 곳을 사용한다.

*나사의 해당 길이가 설치 조건보다 긴 경우에는 센서가 고장 날 가능성이 있으므로 주의하십시오. 해당 길이는 5.3 항의 「설치 치수도」를 참조하십시오.

*위치결정 핀은 도구 어댑터 설치의 재현성을 얻기 위한 것입니다. 위치결정 핀을 사용하지 않아도 센서 성능에는 영향이 없습니다. 핀의 삽입에 관해서는 5.3 항의 「설치 치수도」를 참조하십시오.

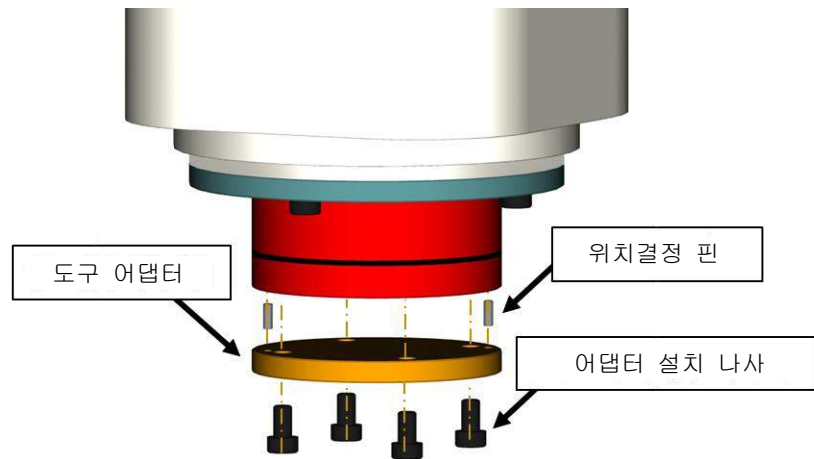


그림 2.3 도구부 설치

2.2 케이블 설치

케이블측 커넥터와 센서측 입출력 커넥터를 접속합니다. 2.4 와 같이 케이블측 커넥터와 센서측 커넥터의 흰 화살표 위치를 맞춰서 끼워 넣습니다. 딸깍하는 소리와 느낌이 오면 완료됩니다. 센서에 케이블은 부속되어 있지 않으므로 사용자의 사용환경에 맞는 케이블(별매)을 5.6 항에서 선택하십시오.



그림 2.4 케이블 접속

분리할 때는 그림 2.5 와 같이 케이블측 커넥터의 끝 부분을 잡고, 노란색의 화살표 방향으로 밀면서 본인 쪽으로 당깁니다. 이때, 커넥터는 돌리지 마십시오. 커넥터의 파손이나 케이블의 단선으로 이어집니다.

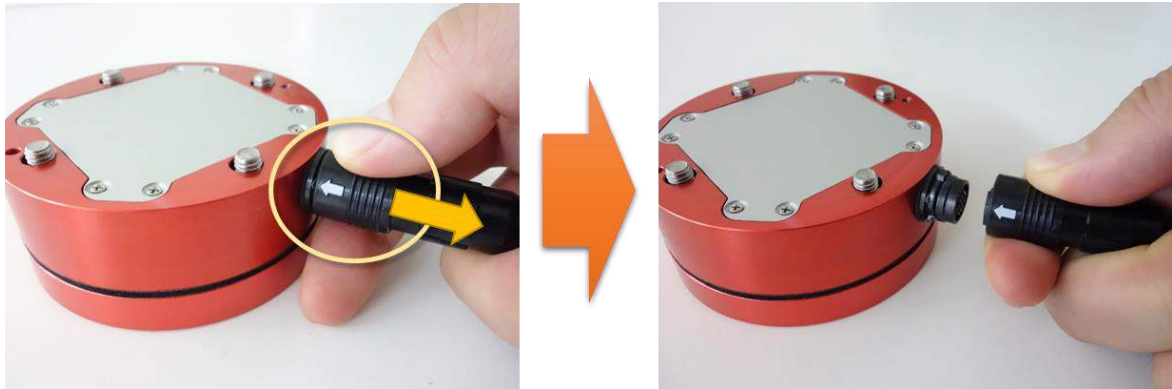


그림 2.5 케이블 분리

2.3 IP65 대응조건

본 센서에서 IP65 보호등급에 대응하기 위해서는 다음 조건이 필요합니다.

- (1) 입출력 커넥터: 케이블측 커넥터와 감합 상태
- (2) 마운트부 · 도구부: 평면부재(표면 거칠기 Ra6.3 이하 평면도 0.05/100mm 이하) 설치 상태

*평면부재가 센서 외형보다 작은 경우에는 IP65 에 대응하지 않지만, 기타 성능에는 영향이 없습니다.

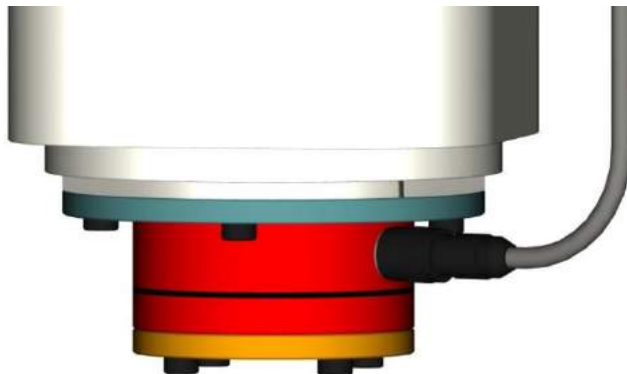


그림 2.6 IP65 대응상태

3. 제품 사용방법

3.1 기동방법

전원전압을 인가하면 센서가 기동합니다. 기동 후 내부 동작이 안정될 때까지의 수초간은 센서가 응답하지 않습니다. 센서로의 명령어 입력은 5 초 이상 경과한 후 실시하십시오.

또한, 전원의 기동시간은 1 초 이하로 하십시오. 기동시간이 느리면 내부 동작이 안정되지 않고, 센서가 동작하지 않습니다.

센서 기동 후에 내부회로의 발열로 인해 출력값이 서서히 변동되는 경우가 있습니다.

센서의 출력을 안정시키기 위해서 10~30 분의 워밍업 운전 후 사용하십시오.

*출력이 안정될 때까지의 시간은 주위온도나 도구의 설치상태에 따라 변화합니다.

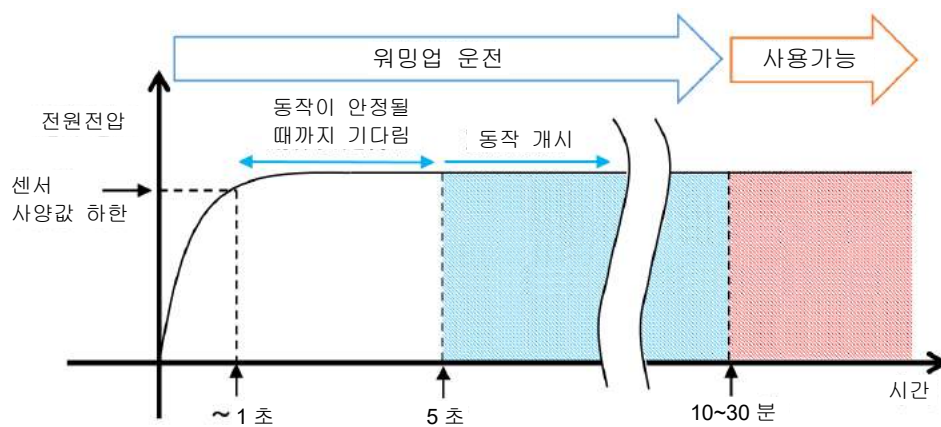


그림 3.1 전원전압의 기동과 센서의 기동

전원전압 사양값은 센서 내부에서의 값입니다. 케이블에 의한 전압강하(표 3.1)를 고려하여

전원전압을 인가하십시오.

		1m 당 전압강하[V/m]		
		AWG26	AWG28	AWG30
전원전압 사양값 /동작전류 사양값	5V / 200mA	0.030	0.046	0.076
	24V / 100mA	0.015	0.023	0.038

표 3.1 케이블에서의 전압강하

3.2 데이터 입출력

센서로부터의 디지털 출력값을 얻으려면 명령어를 입력해야 합니다. 명령어의 종류는

5.5 항을 참조하십시오. 센서는 입력 명령어에 대해 응답합니다.

3.3 출력값의 하중에 대한 환산식

센서에 "R" 명령어 또는 "S" 명령어가 입력되면, 그 때 센서가 검출한 병진력과 모멘트 수치가 출력됩니다. 하중을 더함으로써 「하중(N or Nm)×주축감도(LSB/N or LSB/Nm)」분만 수치가 증감합니다. 출력값에서 병진력·모멘트로의 환산은 다음 식으로 산출됩니다.

병진력:

$$\text{검출하중[N]} = (\text{검출값 [LSB]} - \text{영점출력값 [LSB]}) \div \text{주축감도 [LSB/N]}$$

모멘트:

$$\text{검출하중[Nm]} = (\text{검출값 [LSB]} - \text{영점출력값 [LSB]}) \div \text{주축감도 [LSB/Nm]}$$

*출력 형식은 5.4 항을 참조하십시오.

4. 취급상의 주의

- (1) 사양 외의 온습도 환경이나 직사광선이 비추는 장소에서는 보관이나 동작을 하지 마십시오.
- (2) 급격한 온습도의 변화나 센서 케이스의 온도분포에 치우침이 있는 경우, 온도보정 처리가 어려워 출력이 불안정해질 수 있습니다. 바깥 공기에 닿는 환경, 직사광선이나 냉난방의 바람이 센서에 닿는 환경에서의 사용은 피하시고, 안정된 온습도 환경에서 사용하십시오.
- (3) 전원 투입 시에 접속단자를 틀리지 않도록 주의하십시오. 접속단자가 틀린 경우, 센서 내부의 회로가 단락되어 고장의 가능성이 있습니다. 센서측에는 보호회로는 탑재되어있지 않습니다.
- (4) 센서 내에는 정밀부품이 탑재되어 있습니다. 당사에서 규정한 진동·충격시험을 통과했으나, 제품의 낙하, 과도한 충격은 고장의 원인이 되므로 충분한 주의를 기울여 사용하십시오.

- (5) 입출력 커넥터 감합 후에는 그림 4.1 의 화살표에 나타난 방향으로 30N 이상의 하중을 케이블에 가하지 마십시오. 커넥터 파손의 원인이 됩니다.
- (6) 그림 4.2 와 같이 센서 도구부에 직접 하중을 가하면 센서 커버에 위치 어긋남이 발생하여 하중이 센서에 올바르게 전달되지 않습니다. 올바른 설치한 도구에 하중을 가하도록 하십시오.
- (7) 도구에 병진력을 가한 경우, 센서에는 병진력과 동시에 모멘트가 더해집니다. 모두 정격하중을 넘지 않는 범위에서 사용하도록 주의하십시오. 6 축 중 1 축이라도 정격하중을 초과한 경우, 모든 축에서 올바른 값이 검출되지 않습니다.
- (8) 센서는 사양의 범위 내에서 사용하십시오. 사양범위 밖에서의 사용은 고장의 원인이 됩니다.



그림 4.1 케이블에 대한 부하

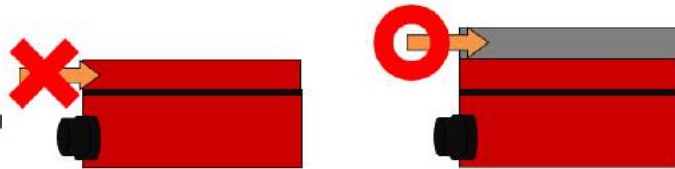


그림 4.2 도구에 대한 하중의 인가

5. 제품사양

5.1 기본사양

		형식	
		WEF-6A200-4-RC5	WEF-6A200-4-RC24
정격하중	Fx,Fy,Fz [N]	±200	
	Mx,My,Mz [Nm]	±4	
최대 정격하중 (*1)	Fx,Fy,Fz [N]	±500	
	Mx,My,Mz [Nm]	±6	
파괴하중 (*1)	Fx,Fy,Fz [N]	±10000	
	Mx,My,Mz [Nm]	±300	
영점출력 [LSB]		8192 ±655	
정격출력 (*2)	Fx,Fy,Fz [LSB]	6553 ±655	
	Mx,My,Mz [LSB]	6553 ±655	
직선성 [%FS]		3	
히스테리시스 [%FS]		3	
타측 감도 [%FS]		5	
영점온도 특성 [%FS/°C]		0.2	
외형치수(*3) [mm]		φ80 × H32.5	
인터페이스		RS-422	
재질		알루미늄 합금	
표면처리		알루마이트 처리(*7)	
중량 [g]		약 360	
방수 · 방진기능(*4) 보호등급		IP65	
반복 하중의 내구성(*5) [만회]		2000	
전원전압 [V.DC]		5±0.2	24 ±1.2
전원 기동시간 [초]		1 이하	
동작환경 (*6)	온도 [°C]	0 ~ 50	
	습도 [%RH]	Max 95	
보존환경 (*6)	온도 [°C]	-10 ~ 60	
	습도 [%RH]	Max 95	
최대 소비전류 [mA]		200	100

주석

*1: 설계값

*2: 센서별 주축감도에 대해서는 동봉된 「출하특성 데이터」를 참조

*3: 입출력 커넥터는 포함하지 않음

*4: 센서의 마운트부와 도구부에 평면부재를 설치, 커넥터를 감합한 상태일 때 IP65 에 대응함(평면부재는 센서 외형 이상의 크기이며, 또한 표면 거칠기: Ra6.3 이하이고 평면도: 0.05/100mm 이하일 것)

*5: 정격하중에서의 반복하중 내구횟수

*6: 결로 없을 것

*7: 제품의 로트에 따라 색이 다른 경우가 있음

* : 평면부재가 「*4」인 조건을 만족하지 않는 경우라도 방수 · 방진기능 이외의 성능에 영향은 없습니다

* : 스톱퍼는 돌발적인 과부하에 대한 센서 보호를 위한 기능이며, 반복 과부하가 더해지면 센서 기구가 열화되므로 정격하중 범위 내에서 사용하십시오

* : 상기 사양은 정격하중 범위 내에서의 수치이며, 정격하중을 초과하는 경우에는 일체 보증되지 않습니다

표 5. 1 WEF-6A200-4-RC5/RC24 제품사양

			형식	
			WEF-6A500-10-RC5	WEF-6A500-10-RC24
정격하중	Fx,Fy,Fz	[N]	±500	
	Mx,My,Mz	[Nm]	±10	
최대정적하중 (*1)	Fx,Fy,Fz	[N]	±2500	
	Mx,My,Mz	[Nm]	±15	
파괴하중 (*1)	Fx,Fy,Fz	[N]	±10000	
	Mx,My,Mz	[Nm]	±300	
영점출력		[LSB]	8192 ±655	
정격출력 (*2)	Fx,Fy,Fz	[LSB]	6553 ±655	
	Mx,My,Mz	[LSB]	6563 ±655	
직선성		[%FS]	3	
히스테리시스		[%FS]	3	
타축 감도		[%FS]	5	
영점온도 특성		[%FS/°C]	0.2	
외형치수(*3)		[mm]	φ80 × H32.5	
인터페이스			RS-422	
재질			알루미늄 합금	
표면처리			알루마이트 처리(*7)	
중량		[g]	약 360	
방수 · 방진기능(*4)		보호등급	IP65	
반복 하중의 내구성(*5)		[만회]	2000	
전원전압		[V.DC]	5 ±0.2	24 ±1.2
전원 기동시간		[초]	1 이하	
동작환경 (*6)	온도	[°C]	0 ~ 50	
	습도	[%RH]	Max 95	
보존환경 (*6)	온도	[°C]	-10 ~ 60	
	습도	[%RH]	Max 95	
최대 소비전류		[mA]	200	100
직선성		[%FS]	3	
히스테리시스		[%FS]	3	
타축 감도		[%FS]	5	
영점온도 특성		[%FS/°C]	0.2	
외형치수(*3)		[mm]	φ80 × H32.5	
인터페이스			RS-422	
재질			알루미늄 합금	
표면처리			알루마이트 처리(*7)	
중량		[g]	약 360	
방수 · 방진기능(*4)		보호등급	IP65	
반복 하중의 내구성(*5)		[만회]	2000	
전원전압		[V.DC]	5 ±0.2	24 ±1.2
전원 기동시간		[초]	1 이하	
동작환경 (*6)	온도	[°C]	0 ~ 50	
	습도	[%RH]	Max 95	
보존환경 (*6)	온도	[°C]	-10 ~ 60	
	습도	[%RH]	Max 95	
최대 소비전류		[mA]	200	100

주석

*1: 설계값

*2: 센서별 주축감도에 대해서는 동봉된 「출하특성 데이터」를 참조

*3: 입출력 커넥터는 포함하지 않음

*4: 센서의 마운트부와 도구부에 평면부재를 설치, 커넥터를 감합한 상태일 때 IP65에 대응함(평면부재는 센서 외형 이상의 크기이며, 또한 표면 거칠기: Ra6.3 이하이고 평면도: 0.05/100mm 이하일 것)

*5: 정격하중에서의 반복하중 내구횟수

*6: 결로 없을 것

*7: 제품의 로트에 따라 색이 다른 경우가 있음

* : 평면부재가 「*4」인 조건을 만족하지 않는 경우라도 방수·방진기능 이외의 성능에 영향은 없습니다

* : 스톱퍼는 돌발적인 과부하에 대한 센서 보호를 위한 기능이며, 반복 과부하가 더해지면 센서 기구가 열화되므로 정격하중 범위 내에서 사용하십시오

* : 상기 사양은 정격하중 범위 내에서의 수치이며, 정격하중을 초과하는 경우에는 일체 보증되지 않습니다

표 5. 2 WEF-6A500-10-RC5/RC24 제품사양

		형식	
		WEF-6A1000-30-RC5	WEF-6A1000-30-RC24
정격하중	Fx,Fy,Fz [N]	±1000	
	Mx,My,Mz [Nm]	±30	
최대 정격하중 (*1)	Fx,Fy,Fz [N]	±5000	
	Mx,My,Mz [Nm]	±50	
파괴하중 (*1)	Fx,Fy,Fz [N]	±50000	
	Mx,My,Mz [Nm]	±500	
영점출력 [LSB]		8192 ±655	
정격출력 (*2)	Fx,Fy,Fz [LSB]	6553 ±655	
	Mx,My,Mz [LSB]	6553 ±655	
직선성 [%FS]		3	
히스테리시스 [%FS]		3	
타축감도 [%FS]		5	
영점온도 특성 [%FS/°C]		0.2	
외형치수(*3) [mm]		φ90×H40	
인터페이스		RS-422	
재질		알루미늄 합금	
표면처리		알루마이트 처리(*7)	
중량 [g]		약 580	
방수 · 방진기능(*4) 보호등급		IP65	
반복 하중의 내구성(*5) [만회]		2000	
전원전압 [V.DC]		5 ±0.2	24 ±1.2
전원 기동시간 [초]		1 이하	
동작환경 (*6)	온도 [°C]	0 ~ 50	
	습도 [%RH]	Max 95	
보존환경 (*6)	온도 [°C]	-10 ~ 60	
	습도 [%RH]	Max 95	
최대 소비전류 [mA]		200	100

주석

- *1: 설계값
 *2: 센서별 주축감도에 대해서는 동봉된 「출하특성 데이터」를 참조
 *3: 입출력 커넥터는 포함하지 않음
 *4: 센서의 마운트부와 도구부에 평면부재를 설치, 커넥터를 감합한 상태일 때 IP65에 대응함(평면부재는 센서 외형 이상의 크기이며, 또한 표면 거칠기: Ra6.3 이하이고 평면도: 0.05/100mm 이하일 것)
 *5: 정격하중에서의 반복하중 내구횟수
 *6: 결로 없을 것
 *7: 제품의 로트에 따라 색이 다른 경우가 있음
 * : 평면부재가 「*4」인 조건을 만족하지 않는 경우라도 방수 · 방진기능 이외의 성능에 영향은 없습니다
 * : 스토퍼는 돌발적인 과부하에 대한 센서 보호를 위한 기능이며, 반복 과부하가 더해지면 센서 기구가 열화되므로 정격하중 범위 내에서 사용하십시오
 * : 상기 사양은 정격하중 범위 내에서의 수치이며, 정격하중을 초과하는 경우에는 일체 보증되지 않습니다

표 5. 3 WEF-6A1000-30-RC5/RC24 제품사양

5. 2 센서의 변위량

하중 인가 시에 병진 방향, 모멘트 방향으로 각각 소정값의 변위가 발생합니다.

정격하중시의 변위량은 다음과 같습니다.

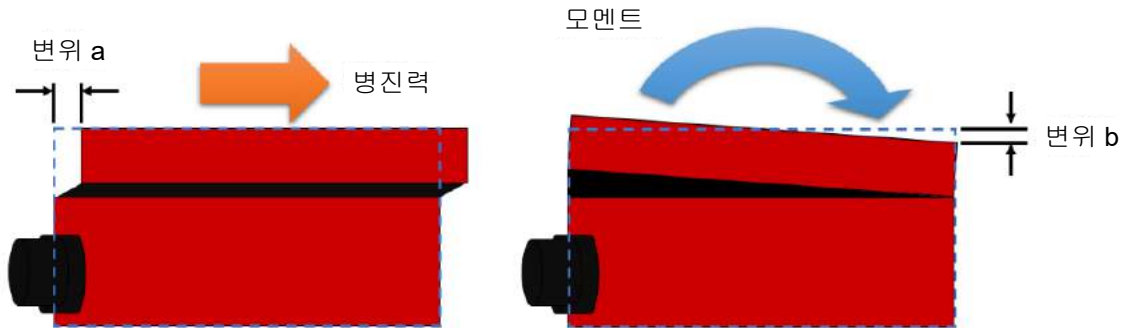


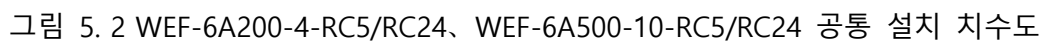
그림 5.1 센서의 변위

(단위: mm)

형식	변위 a	변위 b
WEF-6A200-4-RC5	0.03	0.1
WEF-6A200-4-RC24	0.03	0.1
WEF-6A500-10-RC5	0.02	0.1
WEF-6A500-10-RC24	0.02	0.1
WEF-6A1000-30-RC5	0.02	0.1
WEF-6A1000-30-RC24	0.02	0.1

표 5.4 정격하중시의 센서 변위량

(1) WEF-6A200-4-RC5/RC24 WEF-6A500-10-RC5/RC24 공통



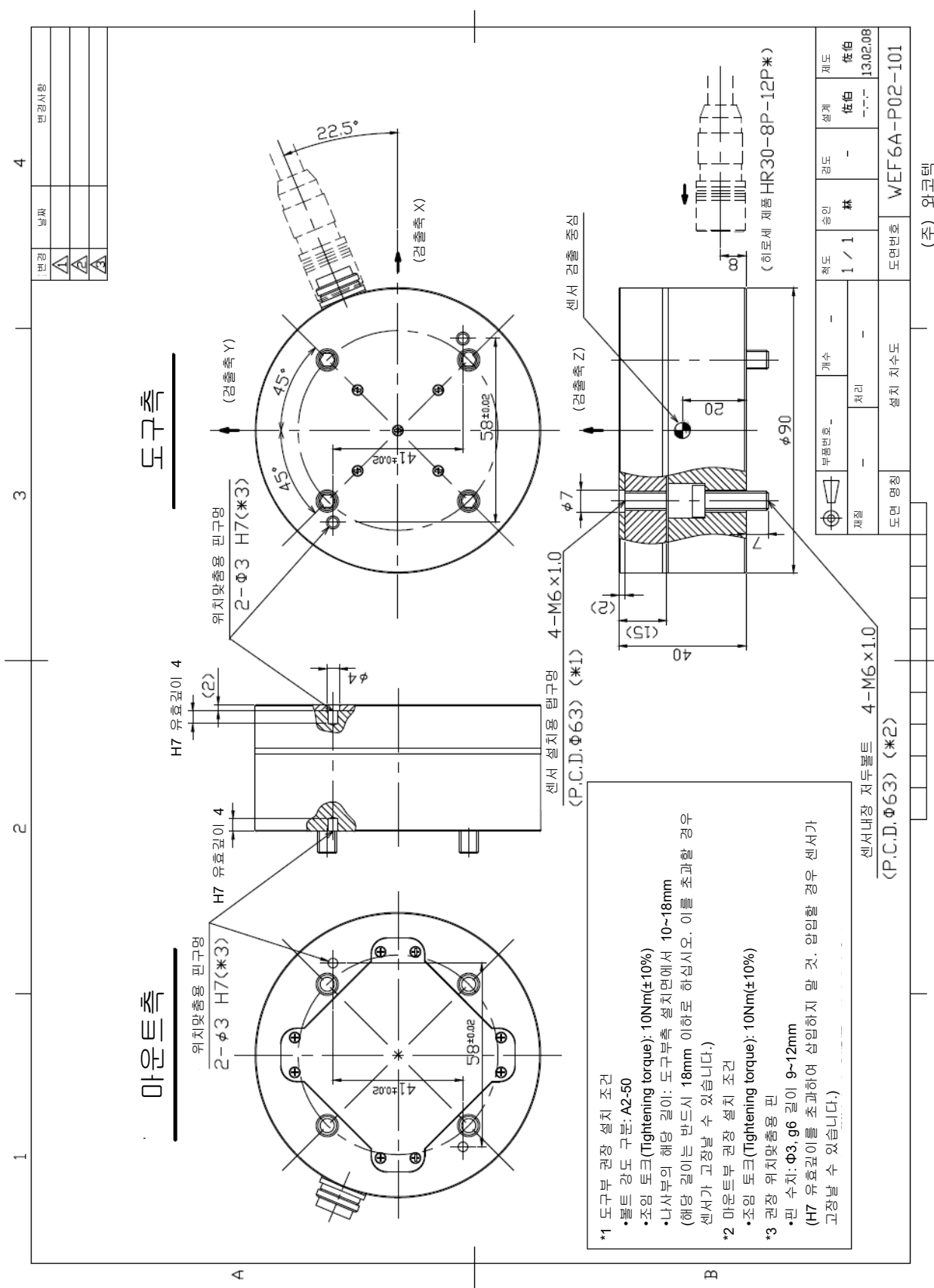


그림 5.3 WEF-6A1000-30-RC5/RC24 공통 설치 치수도

5. 4 데이터 입출력 사양

(1) 센서로부터의 데이터 취득은 명령어 입력 응답에 따라 실시합니다. 통신사양은 표

5.5 와 같습니다.

항목	사양
인터페이스	RS-422
샘플링 주기(*1)	0.5 ms
보레이트(*2)	921.6 kbps
데이터비트	8 bit
스톱비트	1 bit
패리티	없음
플로우 제어	없음
주석 *1: S 명령어 실행시의 값이며, R 명령어 실행 시에는 이 값이 최소 시간이 된다 *2: 당사로부터의 센서 출하시에만 보레이트 변경 가능하며, 사용자는 변경 불가 출하시의 설정 보레이트는「출하특성 데이터」에 기재	

표 5.5 통신사양

(2) 센서로부터의 데이터 출력은 표 5.6 의 형식으로 이루어집니다.

데이터 출력 형식											
<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				
변수	데이터량	내용									
N	1 바이트	레코드 번호를 나타내며, 0~9 의 수치에서 1 씩 증가한다									
Fx ~ Mz	각 4 바이트	각 축의 검출값을 나타내며, 0000~3FFF(16 진수)의 값을 취한다									
CRLF	2 바이트	개행 코드									
주석											
* : 본 센서에는 보정 마이크로 컴퓨터를 내장하고 있으며, 온도보정・타측 보정된 Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz 6 축의 검출값이 직접 출력됩니다											

표 5.6 데이터 출력 형식

5.5 입력 명령어 일람

명령어	기능	출력 예
R	데이터 출력 형식에 따라 검출값을 1 도만 출력한다.	420042006200420041FFE1FF4
S	데이터 출력 형식에 따라 검출값을 연속적으로 출력한다. 데이터 주기는 샘플링 주기에 따른다. S 명령어 실행 중에는 O 명령어와 E 명령어 이외는 받아들이지 않는다.	51FFC20002008200420041FF0 61FFE20022000200420001FE0 720002004200C200420001FE8
E	S 명령어로 시작된 데이터 출력을 정지한다.	※센서 출력 없음※
O	3 회 이상 연속으로 실행한 후에 R 명령어 혹은 S 명령어를 송신한 시점의 검출값을 6 축 모두 2000(16 진수)으로 한다. *알파벳 대문자의 "O" *2000(16 진수) = 8192(10 진수)	※센서 출력 없음※
V	펌웨어의 버전을 표시한다. 각각의 의미는 다음과 같다. Firm → 버전명 · 갱신 날짜 Hard → 하드명 Param → 관리번호	Firm : WEF-6A Ver 2.22 2016/05/11 Hard : WEF-6A200-4 Param : 13
T	센서 내부의 온도 센서값을 출력한다. 출력값은 검출값의 16 배의 값을 16 진수로 변환한 값. 출력값이 「01DB(16 진수)」인 경우의 10 진수의 온도[°C]로의 변환은 아래 식과 같다. $01DB(16 \text{ 진수}) \rightarrow 475(10 \text{ 진수}) / 16 \approx 29.7 \text{ }^{\circ}\text{C}$	01DB
p (소문자)	센서 주축 감도를 10 진 텍스트로 표시한다. 각 축의 주축 감도는 Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz 의 순으로 나열하고 각 수치 사이는 콤마로 구분된다. 단위는 병진력 [LSB/N], 모멘트[LSB/Nm]로 나타낸다. 소수점 이하 유효 숫자 3 자리로 표시.	32.800,32.815,32.835,1653.801,1634.816,1636.136

#F	검출값에 대해 필터 처리를 한다. #으로 지정된 수치에 따라 센서 검출값에 단순 이동 평균 처리를 한다. 출하시 설정은 이동 평균 처리를 하지 않은 [1F]로 되어 있고, 1F, 2F, 4F, 8F 의 4 단계 설정이 가능. 또한, 응답 주파수에 대해서는 샘플링 정리에 따른다. <처리내용> 1F:이동평균점 1 점→ 응답주파수 1000Hz 2F:이동평균점 2 점→ 응답주파수 500Hz 4F:이동평균점 4 점→ 응답주파수 250Hz 8F:이동평균점 8 점→ 응답주파수 125Hz	※센서 출력 없음※
0F	필터 설정(#F)의 현재 설정을 표시한다.	2

주석

* : O 명령어, #F 명령어는 전원 재투입 시에 출하설정 상태로 돌아갑니다

* : V 명령어, T 명령어 p 명령어, 0F 명령어의 행 끝에는 개행 코드(CRLF)가 부가됩니다

표 5.7 입력 명령어 일람

5. 6 전용 케이블과 악세서리(별매)

센서와 통신을 하려면 전용 케이블이 필요합니다. 표 5.8 의 3 개 중에서 선택하십시오. 또한, 센서로부터는 RS-422 의 신호가 출력되지만, 각종 악세서를 이용함으로써 아날로그 신호나 USB 등의 다른 형식으로도 신호출력이 가능해집니다. 원하는 사용자께서는 당사 영업담당자에게 문의 바랍니다.

- 케이블 형번: 다이덴사 제품 RMFEV-SB/2517 AWG26/4P
- 커넥터 형번: 히로세 전기사 제품 HR30-8P-12P*

전원전압	케이블 형식	센서측	프로그램측
5V 센서	CWE-6AR##	커넥터	가시철사
24V 센서	CWE-6AR##(24)	커넥터	가시철사
24V 센서	CWE-6AR##(24)-DI	커넥터	커넥터

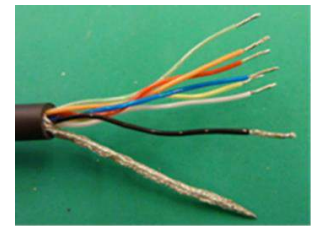


그림 5.4 케이블

표 5.8 케이블 일람

그림 5.5, 그림 5.6 은 센서와 사용자 프로그램의 결선도입니다. 센서와 프로그램을 접속할 때에 확인하시기 바랍니다. 특히 Vcc 와 GND 가 반대로 접속되면 센서가 고장 날 가능성이 있으므로 충분한 주의가 요구됩니다.

커넥터 핀번호	케이블 배색	역할	역할
1	흰색	Vcc	Vcc
2	주황색	TxD+	RxD+
3	빨간색	RxD+	TxD+
4	노란색	GND	GND
5	초록색	TxD-	RxD-
6	파란색	RxD-	TxD-
7	-	F.G.	-
8	-	NC	-
9	-	NC	-
10	검정색	GND	GND
11	-	COM1	-
12	-	COM2	-

그림 5.5 5V 사양 센서 결선도

커넥터 핀번호	케이블 배색	역할	역할
1	흰색	Vcc	Vcc
2	주황색	TxD+	RxD+
3	빨간색	RxD+	TxD+
4	노란색	GND	GND
5	초록색	TxD-	RxD-
6	파란색	RxD-	TxD-
7	실드선	F.G.	-
8	검정색	GND	GND
9	-	NC	-
10	-	NC	-
11	-	COM1	-
12	-	COM2	-

그림 5.6 24V 사양 센서 결선도

*5V 사양 센서의 7 번 핀은 F.G.로 되어 있는데, 케이블의 실드선과는 절연되어 있습니다.

24V 사양 센서는 F.G.와 실드선이 접속되어 있고, 케이스와 실드선이 동전위로 되어 있습니다.

*F.G.는 오픈 상태에서도 센서는 동작하지만, 접지시킴으로써 내노이즈성이 향상될

수 있습니다. 사용자의 환경에 따라 조치하십시오.

*통상은 4 번의 GND 를 사용하십시오. 전원과 신호가 떨어져 있는 경우에는 신호측의

GND로서 10 번 또는 8 번을 사용하십시오.

*센서측의 11 번, 12 번 핀은 출하검사용 단자입니다. 사용자께서 케이블을 작성할 경우에는

11, 12 번 핀으로는 결선하지 않도록 하십시오.

6. 제품 동봉내용

6.1 동봉품목

(1) 센서 본체

(2) 출하특성 데이터

(3) CD-R(사용자 설명서, 샘플 프로그램, 설치 치수도 재중)

*마운트 어댑터, 도구 어댑터, 어댑터 설치나사, 위치결정 핀은 동봉되어있지 않으므로

사용자께서 직접 준비하시기 바랍니다.

*케이블이나 기타 악세서리류를 동시에 구입하신 사용자께서는 같이 동봉해 드립니다.



그림 6.1 동봉품목

6.2 샘플 프로그램 개요

지정된 샘플링 주기에 따라 데이터를 취득하기 위한 프로그램입니다.

다음과 같은 기능이 있습니다.

(1) 16 진 텍스트의 레코드를 단일 데이터 방식으로 취득하고, 10 진수로 화면표시와 파일로 기록한다.

(2) 샘플링 주기는 사용자측에서 지정한다.

비 실시간 OS 인 경우, Windows 는 16ms, Linux 는 10ms 의 배수로 지정한다.

(3) 10 초간 데이터를 취득하고, 지정된 파일로 기록한다. 화면에는 1 초마다 데이터를 표시한다.

(4) 데이터의 기록·표시내용은 다음과 같다.

「기동 시부터의 경과시간(ms)」, 「레코드 번호(0~9)」, 「Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz 의 각 LSB 값」

또한, 샘플 프로그램은 Windows 용, Linux 용의 2 종류를 준비하였습니다. 개요는 다음과 같습니다.

OS	Windows	Linux
개발환경	WindowsXP / Windows7	Linux(Ubuntu 등)
컴파일러	Visual C++	gcc
샘플소스 코드	test-com.cpp	test-com.c、kbhit.c
빌드용 메이크파일	-	mk
실행파일	test-com.exe	test-com
주석 * : Visual C++의 프로젝트 파일 등은 포함하지 않으므로 Visual C++의 버전에 따라 준비하십시오 * : 처리의 설명은 소스코드 내의 코멘트를 참조하십시오		

표 6.1 샘플 프로그램 개요

6.3 샘플 프로그램 실행 예

Windows 용 파일 「test-com.exe」의 실행 예를 기재합니다.

(1) 「test-com.exe」를 실행하면 명령어 프롬프트가 기동하고, 그림 6.2와 같은 화면이 뜹니다.

센서를 접속하고 있는 포트번호를 입력하고 Enter 키를 누릅니다. 예시에서는 「6」이 입력되어 있습니다.

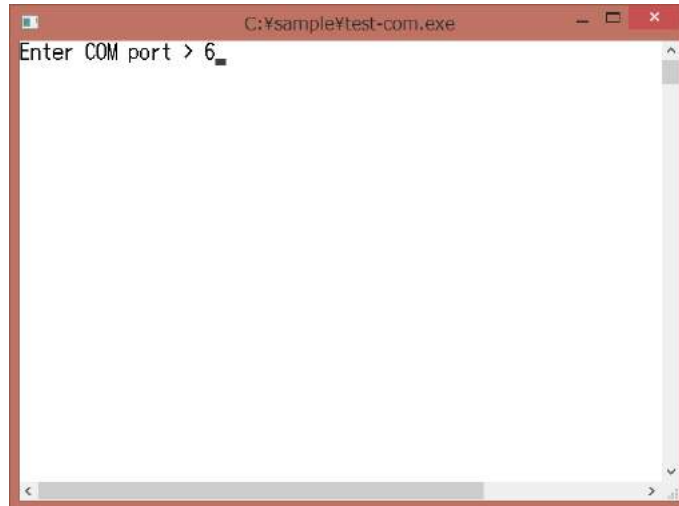


그림 6.2 포트번호 입력

(2) 올바른 포트가 열린 경우에는 그림 6.3과 같이 Open COM#이 됩니다.

계속해서 데이터 취득 샘플링 주기를 입력하고, Enter 키를 누릅니다.

예시에서는 「160」이 입력되어 있습니다.

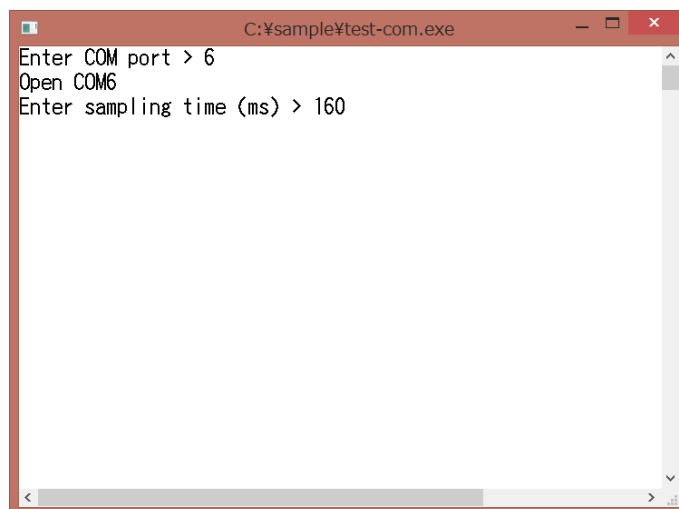


그림 6.3 샘플링 주기 입력

- (3) 데이터를 저장할 파일명을 입력합니다. 파일은 test-com.exe 와 같은 폴더 내에 저장됩니다. 파일명을 입력한 후에 Enter 키를 누르십시오. 예시에서는 「test.csv」로 입력되어 있습니다.

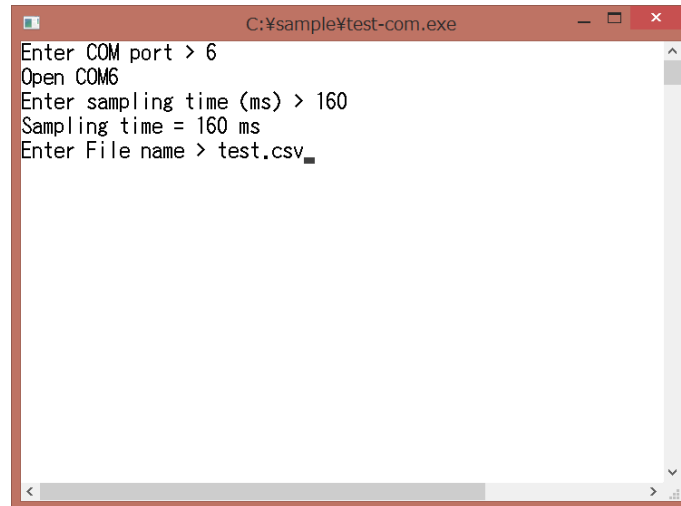


그림 6.4 데이터 저장 파일명 입력

- (4) 지정된 샘플링 주기로 10 초간 데이터가 취득됩니다.

1 초마다의 데이터가 그림 6.5 와 같이 화면상에 출력됩니다. 데이터 취득을 종료할 경우에는 「y」, 계속할 경우에는 「n」을 입력하고 Enter 키를 누르십시오. 예시에서는 「y」가 입력되어 있습니다.

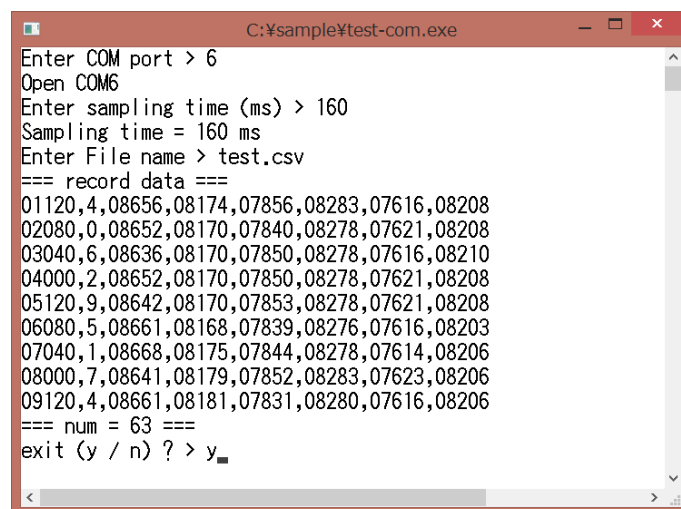


그림 6.5 실행결과

(5) 저장된 파일을 Excel 로 연 것이 그림 6. 6 입니다. 경과시간, 레코드 번호, Fx~Mz

검출값이 저장되어 있습니다.

항목	설명
경과시간	데이터 취득 시작 후 경과시간. 데이터는 10000ms(10 초)를 1 회 넘어설 때까지 취득된다. 실행 예에서는 10080ms 까지 취득되어 있다.
레코드 번호	0~9 의 숫자를 취득 데이터별로 반복한다.
Fx~Mz 검출값	6 축의 검출값을 출력한다. 데이터는 10 진수로 표기.

표 6.2 저장 데이터 설명

경과시간	레코드 번호	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

그림 6.6 저장 파일

7. 프로그램 노트

본 항에서는 센서의 출력값에 관해 구체적인 예를 들어 설명합니다. 이는 다음에 기재한

전제조건을 바탕으로 한 것이므로 내용을 확인한 후에 보시기 바랍니다.

전제조건:

1. 출력값의 변화는 타축감도, 직선성, 노이즈 등의 오차요인을 모두 배제한 「이상적인 수치변화」를 나타냅니다. 실제 사용하실 때는 오차요인을 포함한 값이 출력되므로 충분히 유의하시기 바랍니다.
2. 본래 센서의 검출값은 5.4 항과 같이 16 진수의 LSB 단위로 출력됩니다. 단, 본 항에서는 설명을 간략화하기 위해 양해를 구하지 않는 경우는 모두 10 진수의 하중값으로 표기합니다.
3. 예는 표 7.1 의 조건에 따릅니다.

센서 형식	WEF-6A200-4-RC5
도구 어댑터 중량	102 g
도구 중량	204 g

주축감도	32.765 LSB/N 、 1638.250 LSB/Nm
기타	(1) 센서의 자체 중량은 무시 (2) 0.98N = 100g 으로 계산

표 7.1 조건

7.1 출력값의 범위

출력값은 0~16383 LSB 의 범위를 취하지만, 정격하중 내에서 사용하시는 한 0 LSB, 16383 LSB 에 달하는 경우는 없습니다. 이는 주위온도에 의존하는 영점출력의 변동이나 센서마다 고유의 값을 갖는 주축감도에 폭을 갖게 하여 각각이 Max, Min 으로 치우쳤을 때에도 정상으로 출력되도록 마진을 확보하고 있기 때문입니다.

따라서 정격하중 인가시의 정격출력의 값은 영점출력과 주축감도로 정해지므로, 센서별 또는 검출축마다 별도의 값이 됩니다. 영점출력이 Max, Typ, Min 시의 인가하중과 출력범위의 관계를 그림 7.1 에 나타냅니다.

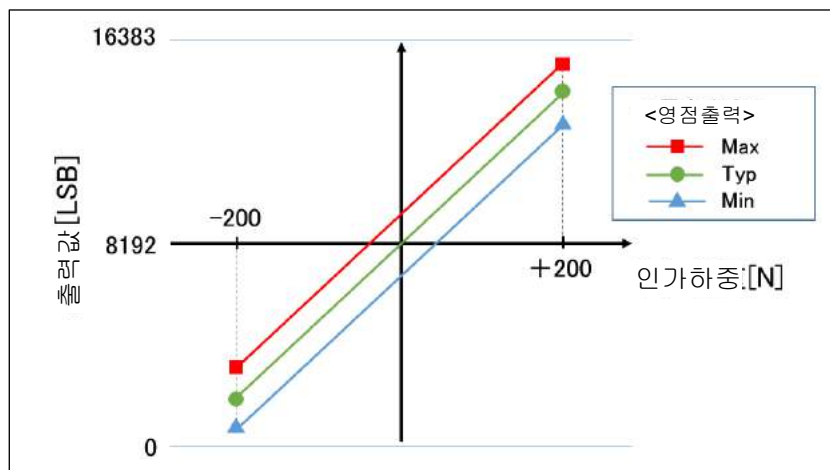


그림 7.1 인가하중과 출력범위

7.2 무부하 상태에 대해

무부하는 센서에 자체중량 이외의 하중이 가해지지 않은 상태를 가리킵니다. 구체적으로는 그림 7.2의 좌측 상태와 같이 도구부에 아무것도 붙어있지 않고 마운트부가 지면 쪽을 향해 있으며, 또한 지면과 수평으로 되어 있는 상태가 무부하입니다. 그림 7.2의 우측 상태와 같이 도구 어댑터와 도구를 설치하면 이들 중량이 센서에 하중으로서 가해지므로 무부하가 아니게 됩니다. 도구 어댑터나 도구의 중량도 포함하여 정격하중을 초과하지 않도록 주의하십시오.

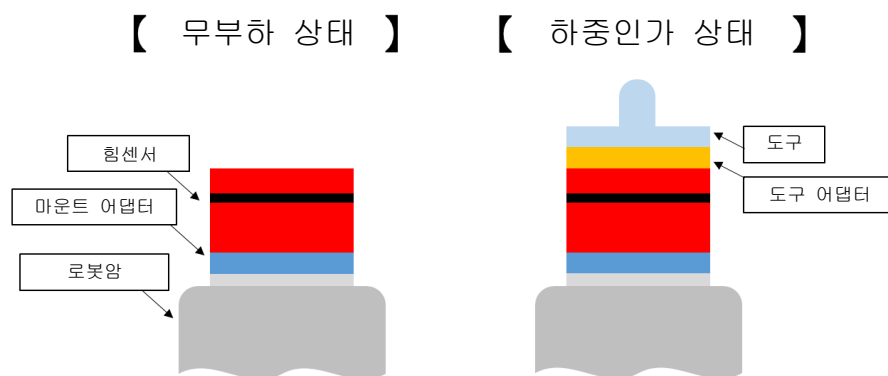


그림 7.2 무부하의 정의

7.3 힘 센서 동작 예

로봇 핸드가 옆으로 향한 상태에서 워크의 위치까지 이동하고, 도구를 워크에 10N으로 누르는 동작을 실시한 경우의 센서 출력값의 변화를 나타냅니다. 동작은 ①~⑦까지 7 단계로 나뉘며, 각 단계의 동작은 그림 7.3과 같습니다. 출력값의 변화는 그림 7.4와 표 7.2에 나타냅니다.

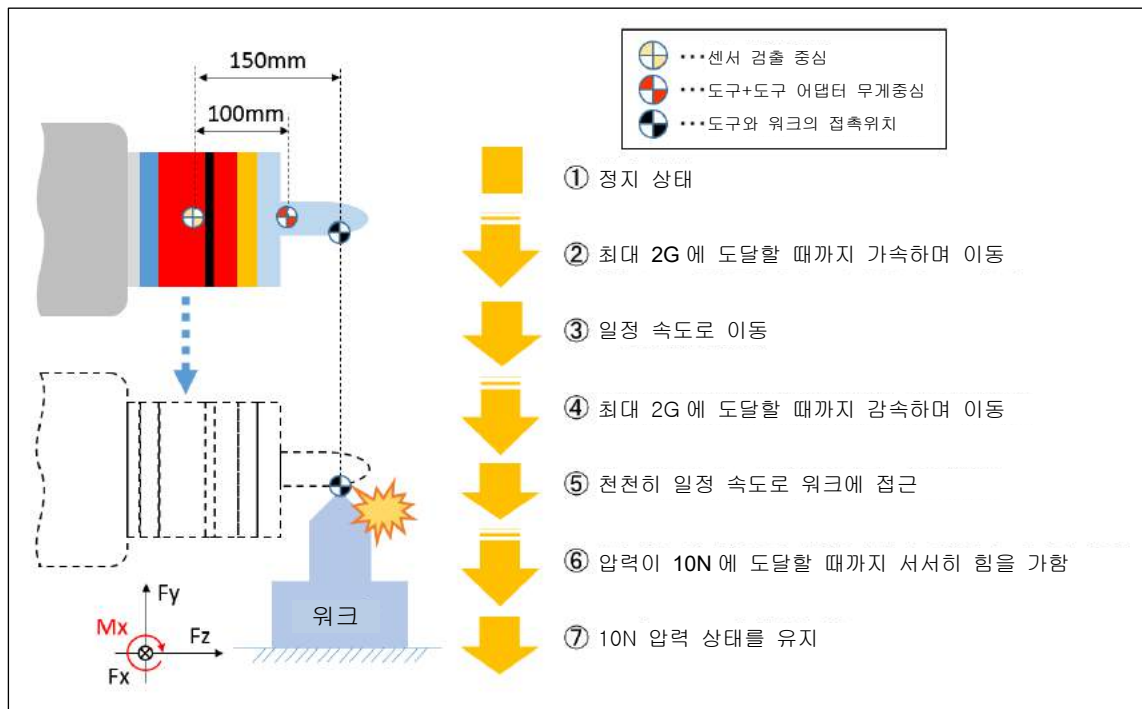


그림 7.3 7 단계 동작

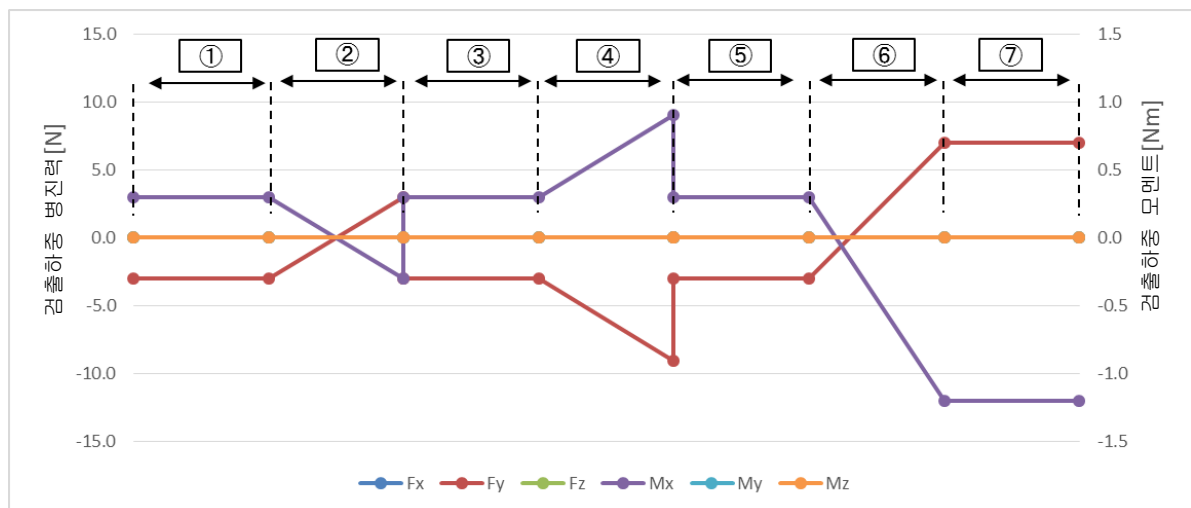


그림 7.4 출력변화(그래프)

단위: 병진력[N], 모멘트[Nm]

	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
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

표 7.2 출력변화(수치)

【해설】

①단계: 정지상태

도구 어댑터와 도구의 중량이 각각 102g과 204g 이므로 합쳐서 306g의 중량물이 센서에 붙어 있습니다. 센서 검출 중심부터 도구 어댑터 + 도구의 중심까지가 100mm 이므로 센서로 검출되는 하중은 다음과 같습니다.

Fy: $306[\text{g}] \approx 3[\text{N}]$ 이며, 중력방향이 -Fy 방향이므로 부호는 마이너스. -3[N]이 된다.

Mx: $3[\text{N}] \times 0.1[\text{m}] = 0.3[\text{Nm}]$ 이며, Fx 축의 오른나사 방향의 힘이므로 부호는 플러스.

따라서 0.3[Nm]이 된다.

* Fy, Mx 이외의 축은 하중을 받고 있지 않으므로 검출값은 변화하지 않습니다. 이후의 단계도 마찬가지입니다.

②단계: 최대 2G 에 도달할 때까지 가속하면서 이동

$F = m \times a$ (힘 = 하중×가속도)에서 가속 중의 검출값은 다음과 같습니다.

Fy: $(-3[\text{N}]) \times (-2[\text{G}]) = 6[\text{N}]$ ①단계의 답 -3[N]에서 $(-3[\text{N}]) + 6[\text{N}] = \underline{3[\text{N}]}$

Mx: $0.3[\text{Nm}] \times (-2[\text{G}]) = -0.6[\text{Nm}]$ ①단계의 답 0.3[Nm]에서,

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

③단계: 일정속도로 이동

가속도가 0 G 이므로 $F = 0$ 이며, ②단계와 같은 식을 이용하면 검출값은 다음과 같습니다.

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

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

④단계: 최대 2G 에 도달할 때까지 감속하면서 이동

감속이므로 ②단계의 역방향의 힘이 작용합니다. 검출값은 다음과 같습니다.

$$F_y: (-3[N]) \times 2[G] = -6[N] \quad \text{①단계의 답이 } -3[N] \text{에서, } (-3[N]) + (-6[N]) = \underline{-9[N]}$$

$$M_x: 0.3[Nm] \times 2[G] = 0.6[Nm] \quad \text{①단계의 답 } 0.3[Nm] \text{에서, } 0.3[Nm] + 0.6[Nm] = \underline{0.9[Nm]}$$

⑤단계: 서서히 일정 속도로 워크에 접근

가속도가 매우 작으므로 가속도는 0G 로 간주합니다. 따라서 $F = 0$ 이 되고, ③단계와 같은 검출값이 됩니다.

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

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

⑥단계: 압력이 10N 에 도달할 때까지 서서히 힘을 가한다

F_y 가 10N 증가할 때까지 하중을 계속 가하므로 ①단계의 답 $-3[N]$ 에서 검출값은 다음과 같습니다.

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

센서 검출 중심에서 워크와 도구의 접촉위치까지의 거리는 150mm 입니다. F_y 에 10N

가했을 때의 M_x 검출값은 다음과 같습니다.

$$M_x: (-10[N]) \times 0.15[m] = -1.5[Nm] \quad \text{①단계의 답 } 0.3[Nm] \text{에서}$$

$$0.3[Nm] + (-1.5[Nm]) = \underline{-1.2[Nm]}$$

⑦단계: 10N 누른 상태를 유지

⑥단계에서 F_y 와 M_x 의 하중이 소정값에 도달한 상태를 유지하므로 검출값은 다음과 같습니다.

F_y : 7[N]

M_x : -1.2[Nm]

⑦단계 시점에서의 센서 검출값은 F_y : 7N, M_x : -1.2Nm 이지만, 본래는 16 진수의 LSB 단위로 센서로부터 출력됩니다. R 명령어 실행 시에는 다음 16 진수의 데이터가 출력됩니다.

1200020E52000185220002000<CR> <LF>

상기 출력값의 의미는 표 7.3 과 같습니다. 자세한 사항은 5.4 항을 확인하십시오.

레코드 번호	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z	개행 코드
1	2000	20E5	2000	1852	2000	2000	<CR> <LF>

표 7.3 센서 출력값

7.4 힘 센서 사용 포인트

⑦단계에서의 F_y 검출값은 7N 이지만, 도구의 워크에 대한 압력은 10N 입니다. 즉, 「⑦단계-⑤단계」의 값이 도구를 워크에 누른 하중값이 됩니다. 이때, ⑤단계 대신에 ①단계의 값을 이용해도 계산상으로는 10N 의 압력이 됩니다. 단, 실제 동작 시에는 주위온도 변화의 영향이나 도구의 미세한 자세 변화에 의해 출력값은 변동할 수 있습니다. 그 영향을 배제하기 위해 누르는 동작 직전의 값을 이용하는 것이 바람직하며, 이번 동작 예에서는 ①단계가 아니라 ⑤단계의 값을 이용하는 편이 보다 정확한 하중에서의 누르기 동작을 할 수 있습니다.

또한, 센서 검출 중심에서 워크와 접촉하는 위치까지의 거리가 확실한 경우, F_y 는 사용하지 않고 M_x 의 값만으로도 10N 의 누르기 동작을 할 수 있습니다.

검출 중심에서 워크와의 접촉위치까지의 거리가 긴 경우에는 작은 하중이라도 커다란 모멘트가 가해지게 되며, 이번 예에서도 F_y 는 3.5%FS 이지만, M_x 는 -30%FS 로 되어 있습니다. 이렇게 작은 병진력이라도 도구의 길이나 자세, 도구 이동 중의 가속도의 크기에 따라서는 병진력보다도 모멘트의 값이 정격하중을 오버할 위험이 높아집니다. 힘 센서를 사용할 경우에는 충분한 주의가 요구됩니다.