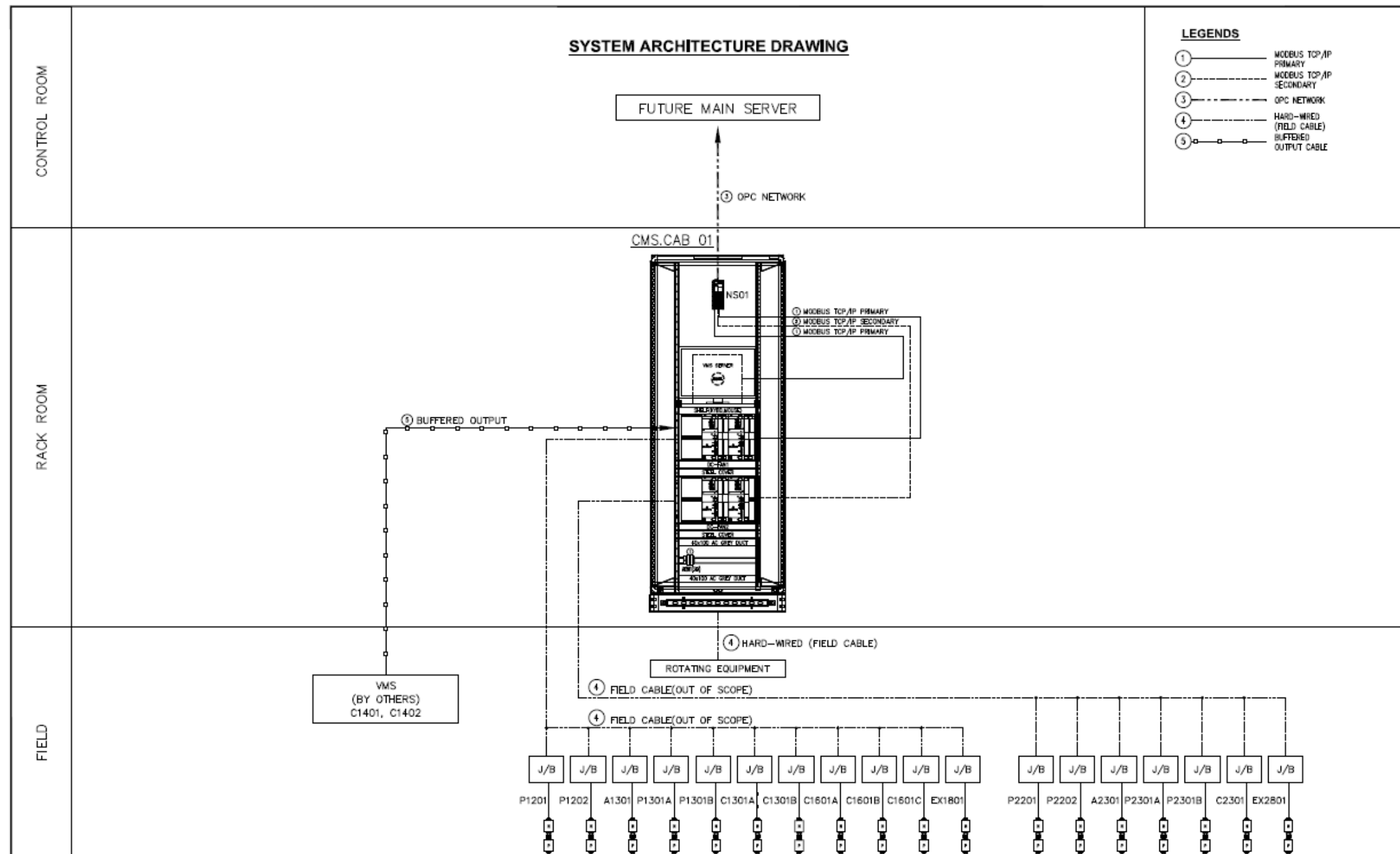
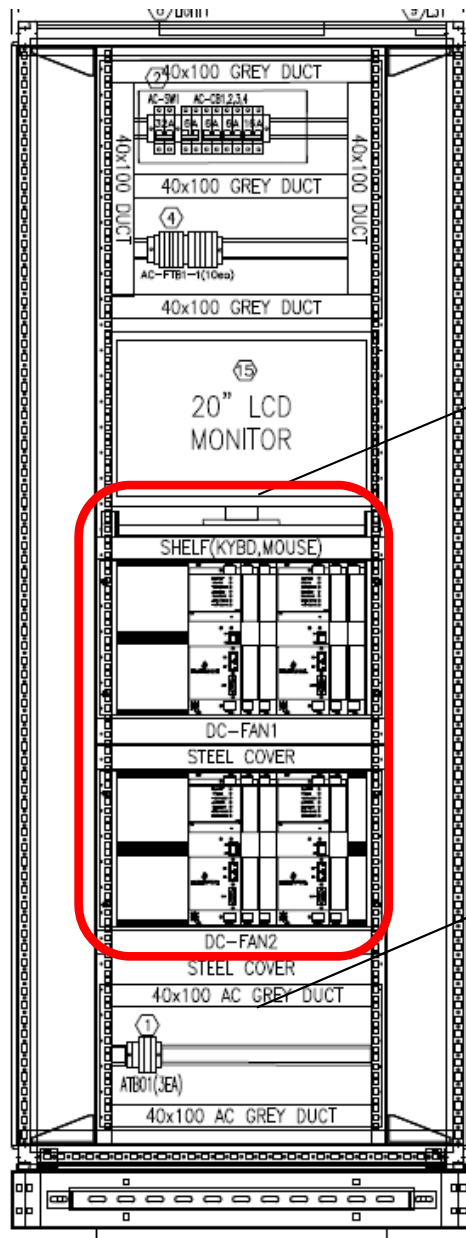


CMS Configuration



Rack of System Cabinet



CSI 6500 Prediction

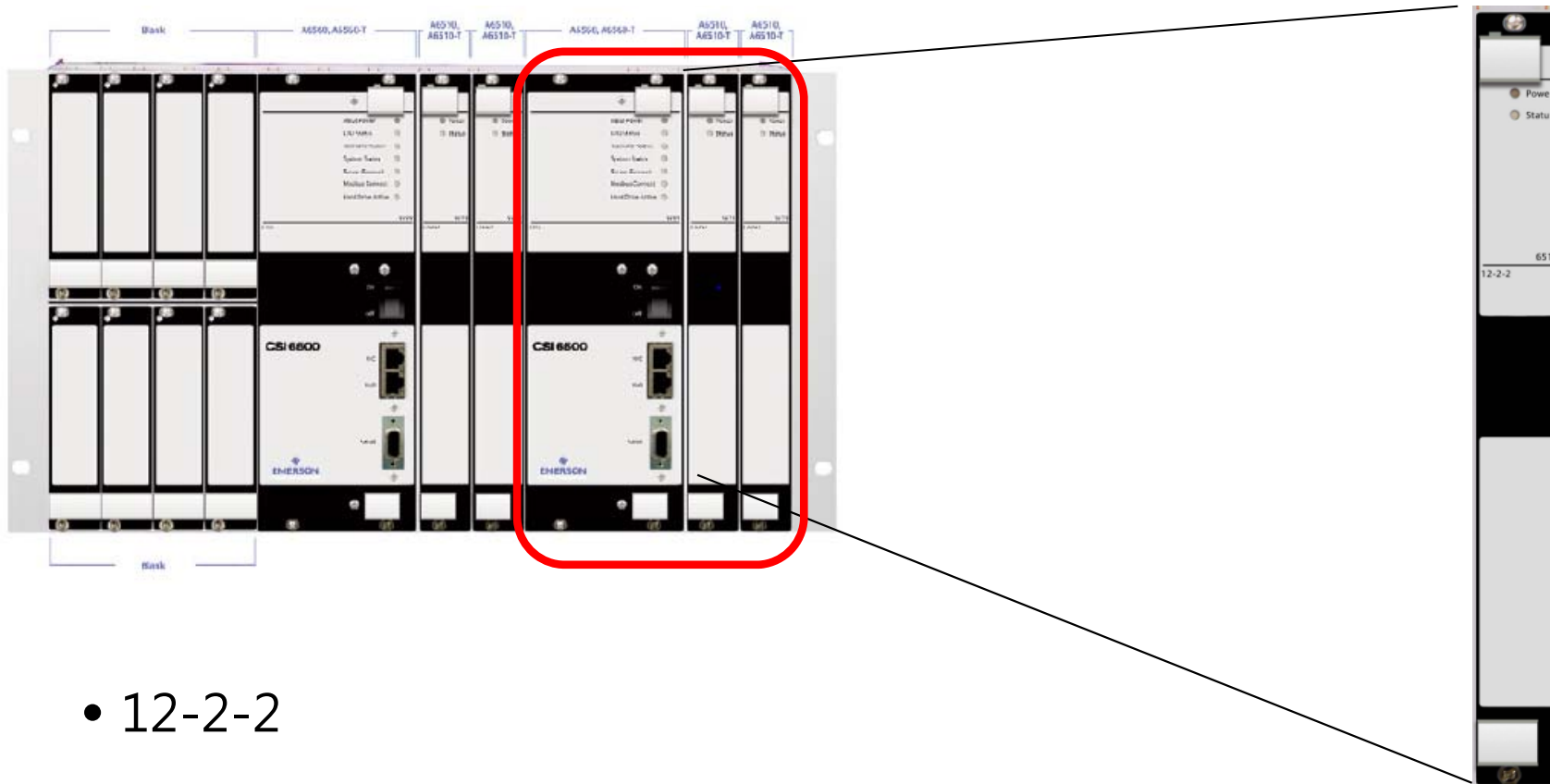
Rack of System Cabinet



A6560

- LEDs - CUP 카드 상태, 통신 상태
- Power On/Off 스위치
- NIC and Hub Ethernet connections
 - Modbus TCP Ethernet out
 - Ethernet used for machinery health monitoring configuration
- Serial service port (no Modbus out)

Rack of System Cabinet



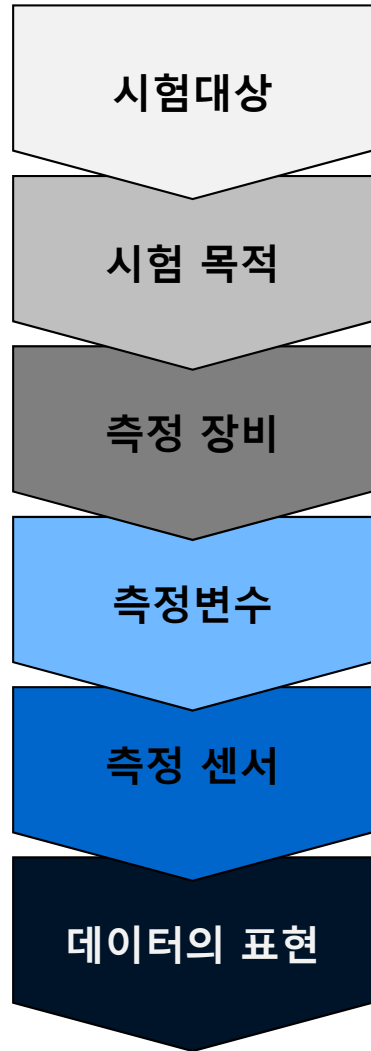
A6510

- 12-2-2
- 12채널 시그널 inputs
 - Displacement, velocity, accelerometer, process input, LVDT, position
- 2채널 스피드
 - Speed, phase
- 2채널 릴레이

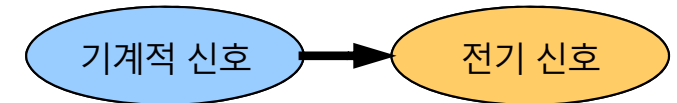
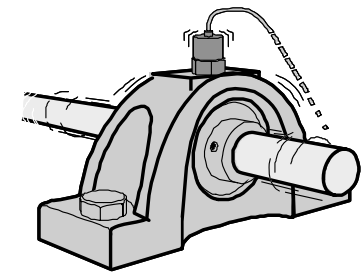
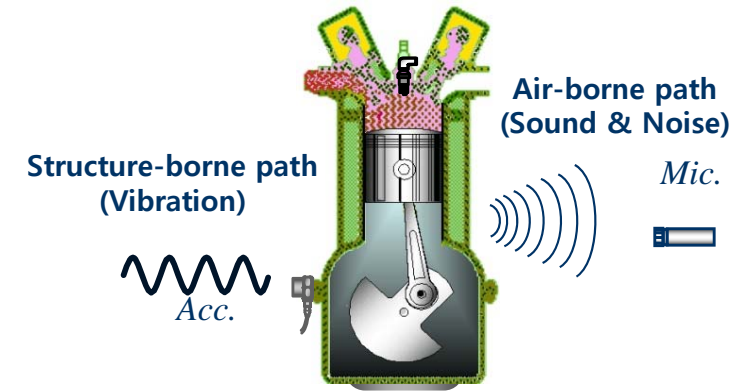
IO List

No	Equipment	Sensor point	Sensor length	J/B 수량
1	P1201	4	10M	1EA
2	P1202	4	10M	
3	A1301	2	10M	1EA
4	P1301A	2	10M	1EA
5	P1302A	2	10M	
6	C1301A	4	10M	1EA
7	C1301B	4	10M	1EA
8	C1401	1		Buffered Output
9	C1402	1		Buffered Output
10	C1601A	4	15M	1EA
11	C1601B	4	15M	
12	C1601C	4	15M	
13	EX1801	12	10M	1EA
14	P2201	4	10M	1EA
15	P2202	4	10M	
16	A2301	2	10M	1EA
17	P2301A	2	5M	1EA
18	P2301B	2	5M	
19	C2301	4	10M	1EA
20	EX2801	1	5M	1EA
21	EX2801	11	15M	
	TOTAL	78		

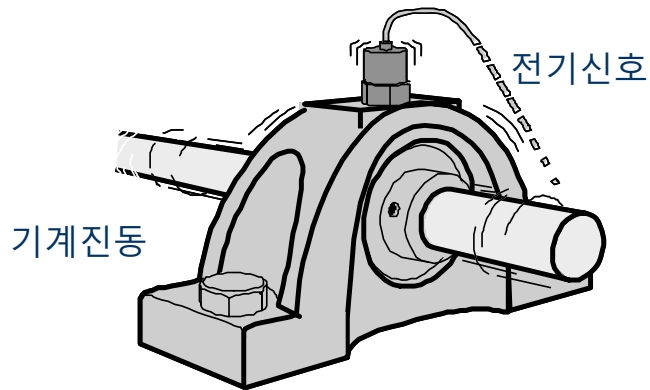
개요 – 데이터 취득



- 대상설비의 작동 원리 및 구성부품 등을 고려
 - 기계설비(전동기, 펌프, 압연기, 기어,...)
 - 기타(인체, 지반, ...)
- 기계상태 감시 및 평가, 결함진단
- 품질 승인시험(Acceptance Test), 품질검사
- 설계 및 구조변경을 위한 정보 취득
- 사용자의 능력
- 시험목적, 데이터의 특성
- 시험대상의 수량, 시험조건
- 시험목적 데이터의 특성
- 센서의 측정원리 및 측정범위
- 센서의 설치 위치와 부착방식
- 데이터의 특성이 잘 나타나는 표현방식
 - Overall Value, 경향선도(Trend)
 - 시간파형, 위상, 궤도(Orbit)
 - 스펙트럼, 3차원 스펙트럼(Waterfall, Cascade), Full spectrum
 - 극좌표(Polar plot), 보데(Bodé) 선도,



개요 – 데이터 취득

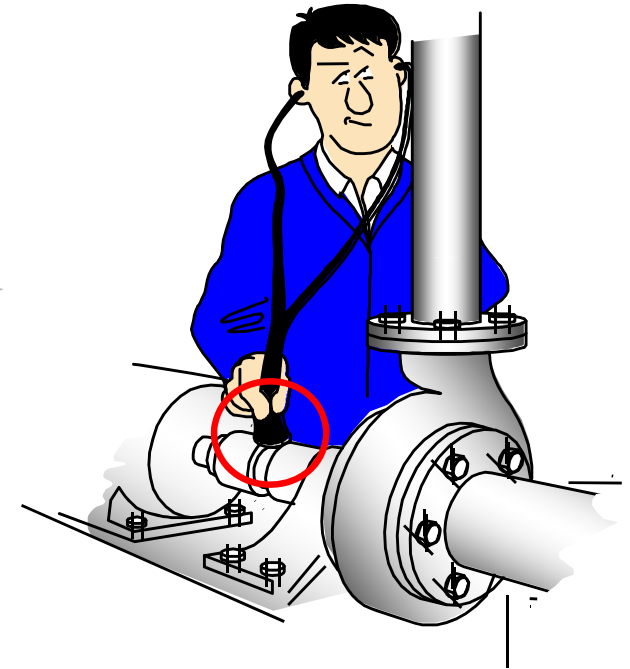
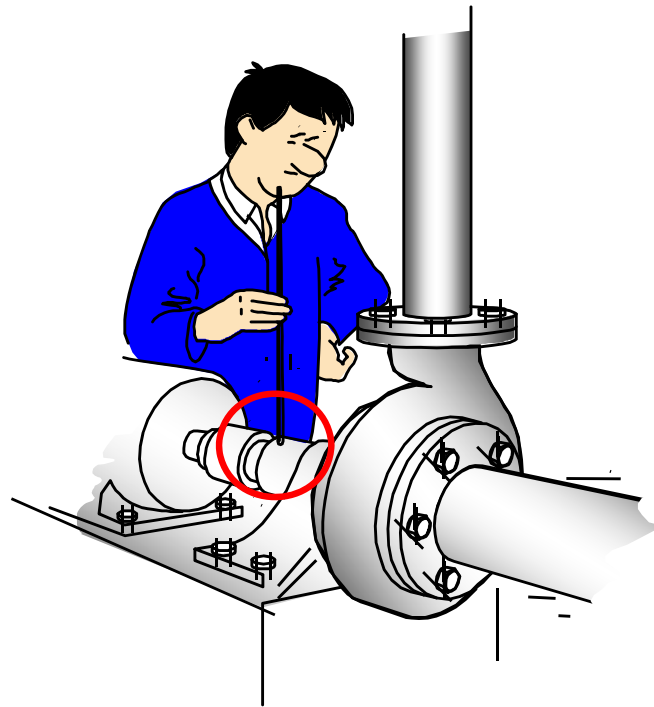
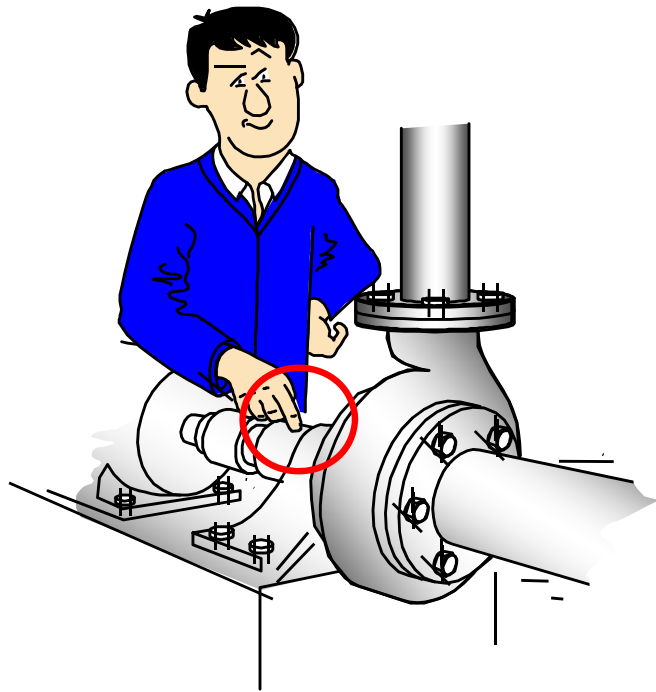


데이터 취득(Data acquisition)

센서: 기계적 신호 → 전기적 신호

- 대상 선정 : 모터, 펌프, 송풍기, 지반, 엔진, 인체 등
- 측정 목적 : 라인품질 검사, 환경 영향 평가, 기계의 고장원인분석, 제품 최적설계, 기계상태평가
- 측정 변수의 선택 : 변위, 속도, 가속도
- 센서의 종류 : 변위, 속도, 가속도계(Voltage, Charge), 감도(센서크기), 주파수범위
- 센서의 부착방법 : Probe, 자석, 양면테이프, 순간접착제, 밀납, 볼트
- 부착위치 : 진동 원에 가까운 곳이나 측정 목적에 부합하는 위치
- 계측장비선택 : 진동계, FFT
- 계측장비의 설정 : 진동데이터의 특성고려, 장비의 이해

개요 - 초기의 진동측정방법



진동측정장치

진동측정장치는 휴대형(Off-line, Portable) 그리고 상시설치형(On-line)으로 구분할 수 있습니다.

진동계 (Vibration Meter)

- 휴대형의 간단한 **진폭의 측정, 평가** → 저장 기능이 있는 경우도 있음
- 가장 저렴하고 신뢰성이 낮음

데이터 수집기 (Data Collector)

- 상태감시 소프트웨어에서 측정설정을 다운로드하여 진폭, 주파수, 위상 데이터를 **저장**
- 휴대용으로 설비에 대한 데이터 취득을 취득하여 컴퓨터로 업로드, 분석
- 현장에서 신호의 단순한 분석이 가능

다채널 분석기 (Multi Ch. Analyzer)

- 사용자가 시험목적에 따라서, 여러 측정신호를 취득하고 데이터의 **저장, 처리, 분석**이 가능한 기기
 - 진폭, 주파수, 위상의 측정, 회전속도를 기준으로 하는 과도신호의 분석
- 채널간 신호분석(Cross Ch.)을 통한 고유진동수 분석, 주파수응답함수(FRF), ODS 등이 가능
- 소음, 전류, 전압 등의 동적인 신호의 다양한 신호처리가 가능

상시감시 시스템 (On-line Monitoring System)

- 중요도가 높고 열화속도가 빠른 설비에 대한 연속적인 감시 및 보호를 위한 다채널의 고정형 시스템
 - 신호처리장치 및 소프트웨어, 데이터베이스와 처리서버, 센서 및 송신장치류로 구성
- 공정의 자동제어, 알람 시스템 혹은 경영관리시스템과 통합, 연계됨

신호 송신기 (Signal Transmitter)

- 단순 진폭 혹은 측정대역별 에너지레벨을 측정, 감시하여 공정의 제어시스템에 전송해주는 기기
- 최근에 무선형으로 개발되어 설치, 운영됨

진동측정장치 - 진동계



진동측정장치 – 데이터 컬렉터 & 분석기



진동측정장치 - 다채널 분석기



진동측정장치 – 상시감시 시스템



진동측정장치 – 신호 송신기

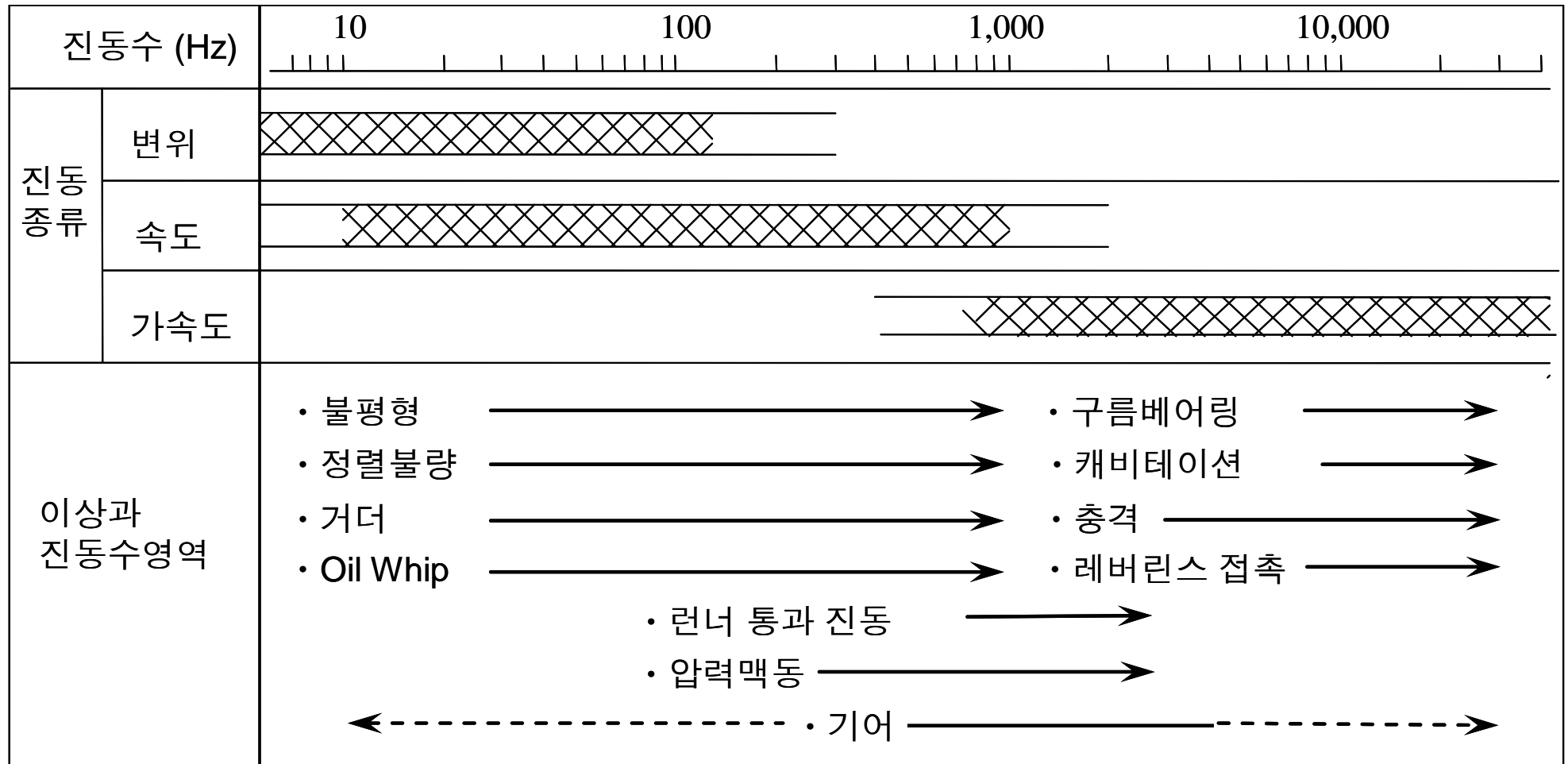


진동측정변수

측정변수는 분석의 목적, 신호의 특성, 원하는 정보의 형태에 따라서 결정될 수 있습니다.

측정변수		주파수 범위	물리적 의미	적용	비고
변위	상대 변위	0 ~ 1,000 Hz	운동과 응력	<ul style="list-style-type: none"> 기계베어링과 케이싱 사이의 상대운동, 구조적 운동 변형, 응력과 관련된 경우 	눈으로 느끼는 진동과 유사
	절대 변위	0 ~ 20 Hz			
속도		10 ~ 1,000 Hz	에너지와 피로	<ul style="list-style-type: none"> 일반적인 기계의 중간 주파수 대역의 기계진동 감시, 분석 진동의 심각도를 평가 	몸으로 느끼는 진동과 유사
가속도		>1,000 Hz	충격과 힘	<ul style="list-style-type: none"> 일반적인 중간, 고주파수대의 기계진동 감시, 분석 기계의 동특성 파악 	귀로 느끼는 소리와 유사

기계진동의 측정



진동 센서(Vibration Sensor)

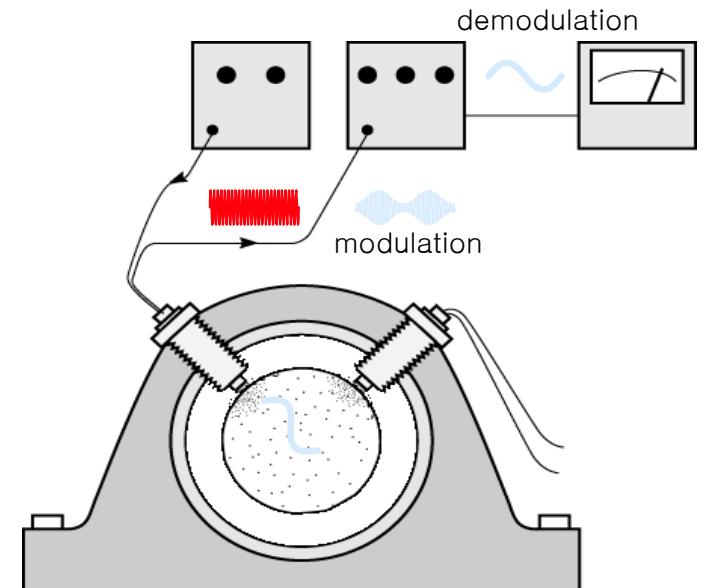
- 진동센서는 진동 변환기(transducer), 진동픽업(pick-up) 등의 다양한 방식으로 불림
- 진동센서는 기계진동을 전기신호로 변환하는 장치임

진동 종류	진동 센서 종류	성 능	
진동변위	와전류식	비접촉	(DC) 0 Hz 10 kHz
진동속도	동전식	접촉	1 Hz 2 kHz
진동가속도	압전식		0.1 Hz 30 kHz

표 3.2 진동센서의 종류와 성능 (ISO 13373-1)

와전류식(Eddy Current) 변위센서

- 증기터빈이나 원심압축기와 같이 미끄럼 베어링으로 지지된 대형회전기계의 상태감시나 진동진단을 위해서 와전류식 변위센서를 주로 사용함
- 변위센서는 API 670 규격에 따른 것을 주로 사용하며 센서는 축에서 1.2mm 전후의 거리를 유지하면서 베어링 하우징에 고정되어 축과 베어링 하우징의 상대운동을 측정함
- 구성 : 원통의 선단에 센서코일을 넣고 밀봉한 형태로 변위계는 발진회로(oscillator), 공진회로, 검파회로 등의 전자회로가 있는 변환기와 센서부(Proximity Probe)로 구성이 됨

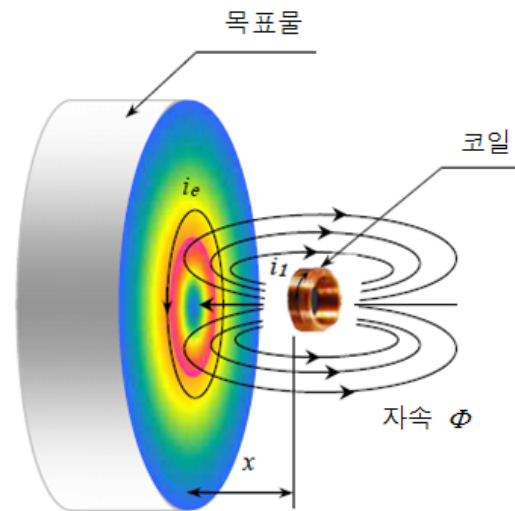


와전류식 변위센서의 원리

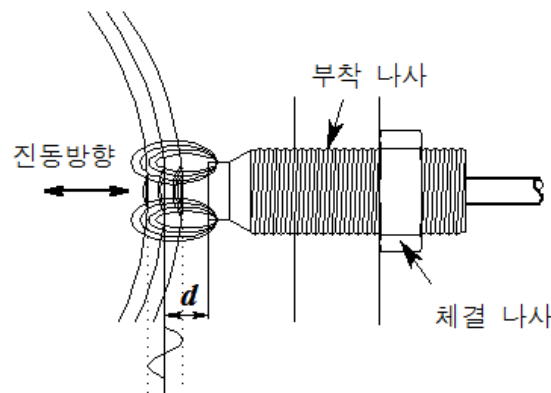
• 변위센서의 원리

1. 센서코일에 변환기의 발진회로에 의해 수 MHz의 고주파가 여기됨
2. 센서코일 주변에 고주파의 자속이 발생
3. 자계에 금속물체가 놓여지면 금속물체 표면에 와전류(Eddy Current)가 발생
4. 와전류의 방향은 센서코일의 전류와는 역방향으로 센서코일의 자속밀도를 감소
(와전류의 크기는 센서코일과 금속 사이의 거리에 따라 반비례함.)

- 변환기의 공진회로에서는 센서 코일의 임피던스를 전압으로 출력하고 검파회로에서는 이를 거리에 대응한 직류전압으로 변환함



(a) 와전류의 발생



(b) 거리와의 관계

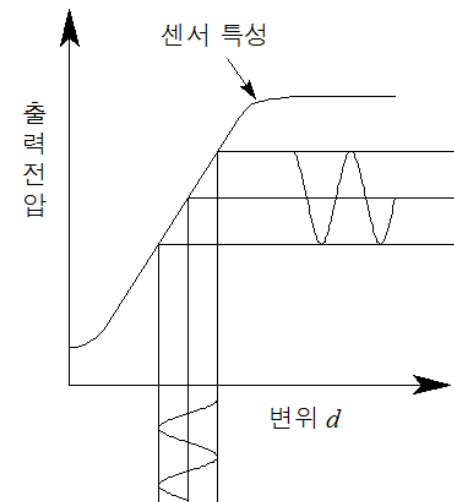


그림 3.6 와전류식 변위센서의 특성 예

와전류식 변위센서의 특징

• 일반 사항

- 0 – 2 mm 범위에서 8mV/ μ m 수준임
- 사용온도범위는 30 – 150 도 수준이며 세라믹을 사용한 경우 800도까지 사용가능
- 센서와 변환기를 연결하는 케이블은 회로정수가 조정되어 있기 때문에 길이 변경이 불가

• 장점

- 와전류식 변위센서의 출력은 센서와 금속 물체 사이의 거리에 비례하므로 직류(DC) 성분의 측정이 가능
- 구조가 간단하고 견고하므로 신뢰성이 높다

• 단점

- 변환기에 전자회로가 포함되어 있기 때문에 외부로부터 전원이 필요하다.
- 센서코일에서 고주파 자속이 발생하므로 2개의 센서가 근접하면 고주파의 자속 간섭에 의한 울림현상이 발생하므로 센서직경의 3배 이상 떨어져 설치하여야 함
- 표면의 거칠기와 잔류자기에 의한 진원도(Run-out)를 수정해주어야 함
- 설치가 복잡하다

• 전기적 런아웃(Electrical runout)

- 회전축 둘레 표면의 투자율(Permeability)이나 도전율(Electrical Conductivity)이 고르지 못하여 잔류자기가 있으면 회전축의 1회전에 따른 전기 출력이 발생하는 현상

동전식 진동 속도센서

• 일반 사항

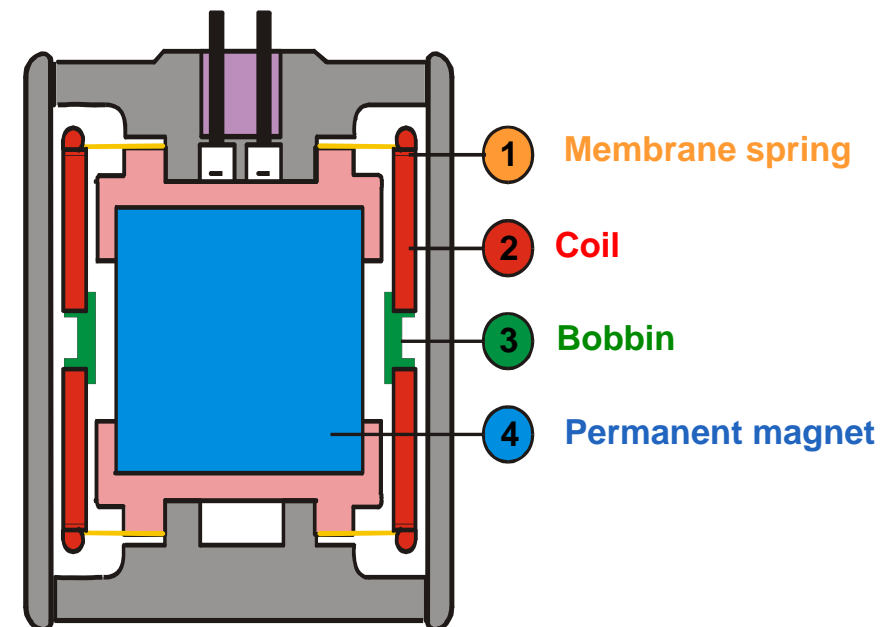
- 특별한 정밀도가 요구되지 않는 일반기계의
- 진동 측정에 사용됨
- 형태 : 영구자석, 코일, 스프링
- 원리 : 코일과 자석의 상대속도에 비례해서 유도 전류가 발생
- 특징 : 내부의 자석의 크기, 스프링의 강성 등에 따라서 응답 특성이 다르다.

• 장점

- 출력 신호가 강력하다.
- 외부전원이 필요치 않다.
- 접촉식으로 설치가 용이하다.

• 단점

- 크고 무거워서 측정 대상이 제한적이다.
- 다른 종류의 센서에 비해 오차범위가 넓다.
- 운동부에 피로현상이 누적되어 고장이 발생하는 경우가 많다.
- 수평으로 장착이 불가하다



압전식 진동 가속도센서

• 일반 사항

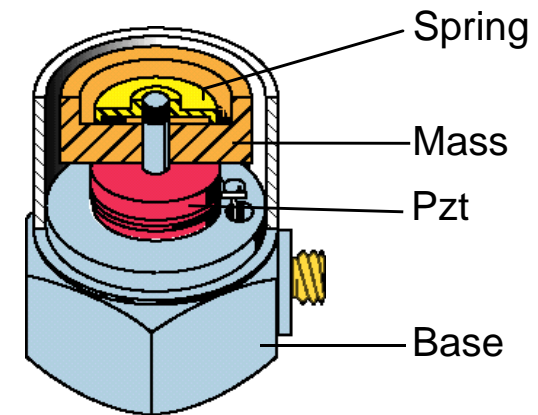
- 가장 넓은 주파수 범위를 가지며, 진동측정에 일반적으로 사용됨
- 형태 : 압전 소자(Piezoelectric material), 질량
- 원리 : 압전 소자 위에 질량을 부착하여, 진동이 발생될 경우에 압전 소자가 받는 힘에 비례하는 전류의 변화가 발생된다.

• 장점

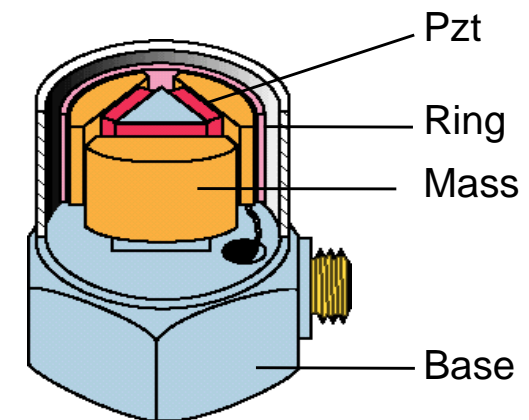
- 경량, 소형으로 사용이 편리하다.
- 운동부가 없으므로 수명이 길다.
- 정밀도가 높다.

• 단점

- 출력신호가 약해서 Low noise Cable을 사용(Charge type)
- 외부 전원이 필요하다.(Voltage type)
- 5 Hz 이하의 주파수 측정이 어렵다

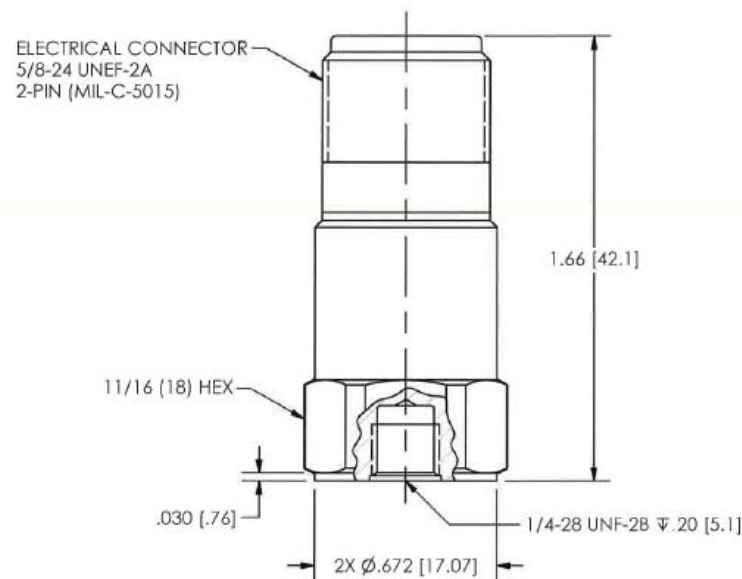
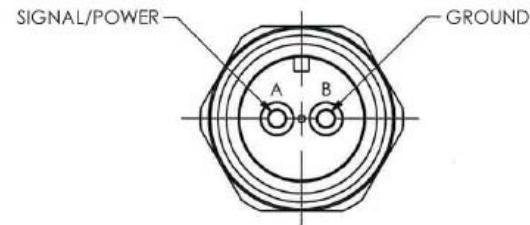


압축형



전단형

압전식 진동 가속도센서(EX603C01)



Performance

Sensitivity($\pm 10\%$)
Measurement Range
Frequency Range($\pm 3\text{ dB}$)
Resonant Frequency
Broadband Resolution(1 to 10,000 Hz)
Non-Linearity
Transverse Sensitivity

Environmental

Overload Limit(Shock)
Temperature Range
Temperature Response
Enclosure Rating

Electrical

Settling Time(within 1% of bias)
Discharge Time Constant
Excitation Voltage
Constant Current Excitation
Output Impedance
Output Bias Voltage
Spectral Noise(10 Hz)
Spectral Noise(100 Hz)
Spectral Noise(1 kHz)
Electrical Isolation(Case)

Physical

Size (Hex x Height)
Weight
Mounting Thread
Mounting Torque
Sensing Element
Sensing Geometry
Housing Material
Sealing
Electrical Connector
Electrical Connection Position

ENGLISH

100 mV/g	10.2 mV/(m/s ²)	[2]
$\pm 50\text{ g}$	$\pm 490\text{ m/s}^2$	
30 to 600,000 cpm	0.5 to 10,000 Hz	[3]
1500 kcpm	25 kHz	[1]
350 μg	3434 $\mu\text{m/s}^2$	[1]
$\pm 1\%$	$\pm 1\%$	[4]
$\leq 7\%$	$\leq 7\%$	
5000 g pk	49,050 m/s ² pk	
-65 to +250 °F	-54 to +121 °C	
See Graph	See Graph	[1]
IP68	IP68	
$\leq 2.0\text{ sec}$	$\leq 2.0\text{ sec}$	
$\geq 0.3\text{ sec}$	$\geq 0.3\text{ sec}$	
18 to 28 VDC	18 to 28 VDC	
2 to 20 mA	2 to 20 mA	
<150 ohm	<150 ohm	
8 to 12 VDC	8 to 12 VDC	
8 $\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$	78.5 ($\mu\text{m/s}^2$)/ $\sqrt{\text{Hz}}$	[1]
5 $\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$	49.1 ($\mu\text{m/s}^2$)/ $\sqrt{\text{Hz}}$	[1]
4 $\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$	39.2 ($\mu\text{m/s}^2$)/ $\sqrt{\text{Hz}}$	[1]
$>10^8\text{ ohm}$	$>10^8\text{ ohm}$	
11/16 in x 1.65 in	18 mm x 42.2 mm	
1.8 oz	51 gm	
1/4-28 Female	No Metric Equivalent	[5]
2 to 5 ft-lb	2.7 to 6.8 N-m	
Ceramic	Ceramic	
Shear	Shear	
Stainless Steel	Stainless Steel	
Welded Hermetic	Welded Hermetic	
2-Pin MIL-C-5015	2-Pin MIL-C-5015	
Top	Top	

Typical Sensitivity Deviation vs Temperature

진동 센서

- 진동센서는 기계진동을 전기신호로 변환하는 것이며 진동센서를 크게 나누면 접촉식과 비접촉식이 있고, 측정 주파수영역에 DC 영역이 측정가능한 것과 불가능한 것이 있다.
- 일반적인 기계진동의 감시와 분석에는 10 – 1000 Hz 범위의 진동 속도를 측정함
- 대부분 진동계는 가속도계로 측정하여 이를 적분하여 속도값을 얻음

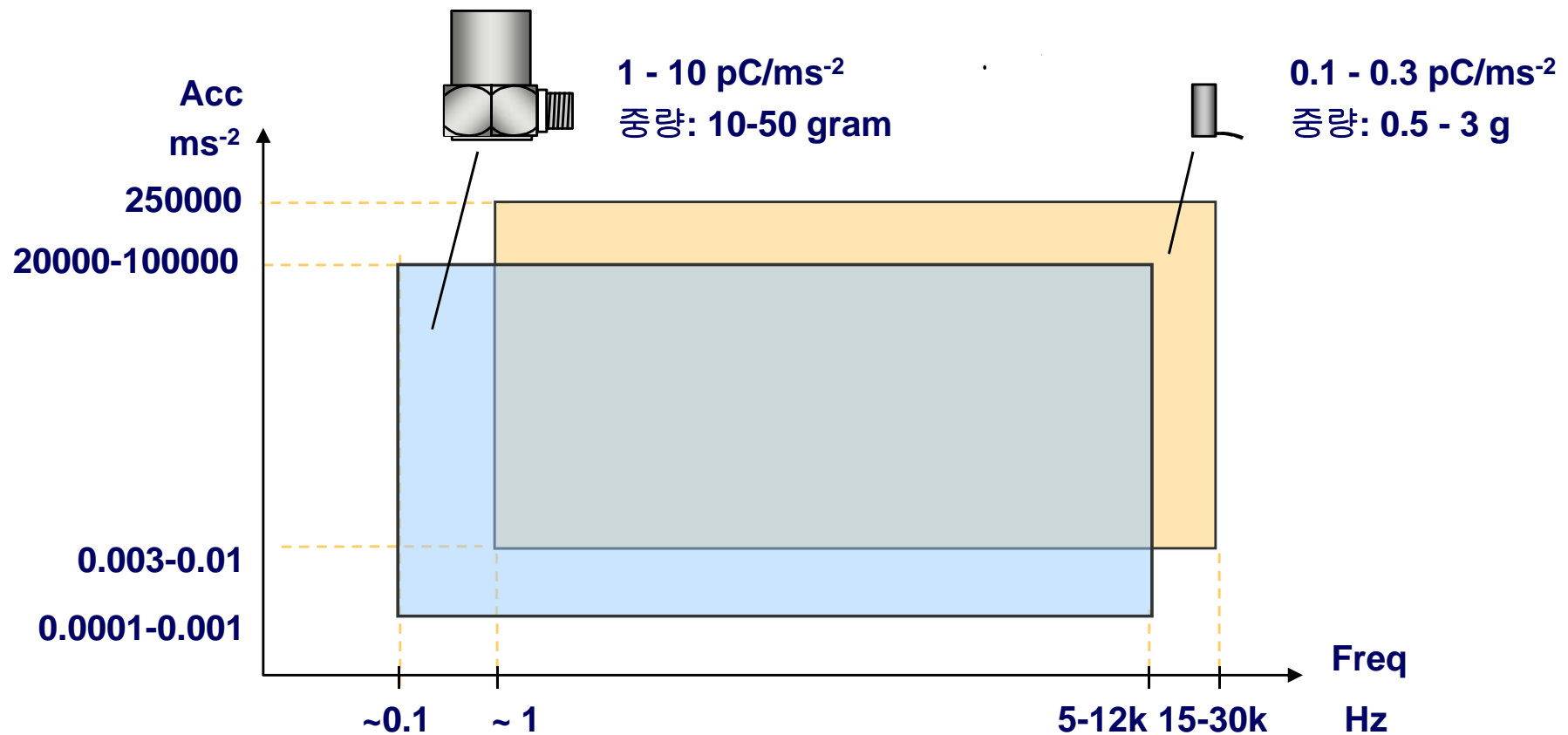
진동의 종류		성 능	
변 위	<ul style="list-style-type: none"> • 와전류식 • 반사광식 • 레이저 간섭호 계수식 	비접촉	DC 영역 측정 가능
진동속도	<ul style="list-style-type: none"> • 레이저 도플러식 • 동전식 		
진동가속도	<ul style="list-style-type: none"> • 동압식 • 스트레인 게이지식 • 서보식 	접촉	DC 영역 측정 불가
			DC 영역 측정 가능

표 3.1 진동센서의 종류와 기능

- 영역I에서는 많이 사용되는 Proximity Probe, 압전형 가속도계, 동전식 속도센서에 대해 언급하였으며 영역 II에서는 기타 사용빈도가 낮은 센서에 대해 설명한다

감도에 따른 가속도센서 선택

크기가 큰 가속도계의 경우, 감도가 높고 작은 진동과 저주파진동을 측정하는데 적합하며, 작은 가속도계의 경우에는 충격진동과 고주파 진동을 측정하는데 적합함.



가속도계 사양서 예

Calibration Chart for DeltaTron® Accelerometer Type 4398

Serial No.: 2739716

Reference Sensitivity* 0.9951 mV/ms⁻²
or 9.759 mV/g

at 159.2 Hz ($\omega = 1000 \text{ s}^{-1}$),
4 mA supply current and 24 °C

Transverse Sensitivity:
Maximum (at 30 Hz, 100 ms⁻²) 2.5 %
Angle of minimum, α : (see drawing) 140

Frequency Range ($\pm 10\%$): Typ. 0.3 Hz – 18 kHz

Undamped Natural Frequency: Typ. 45 kHz

Mounted Resonance Frequency: Typ. 38 kHz

Transverse Resonance Frequency: Typ. 14 kHz

Polarity is positive on the center of the connector for
an acceleration directed from the mounting surface into
the body of the accelerometer.

* The calibration is traceable to the National Institute of Standards and
Technology, USA and Physikalisch-Technische Bundesanstalt,
Germany.



For further information, please see Product Data Sheet BP 1288.

Acceleration Range
(T < 100 °C): Typ. $\pm 7500 \text{ ms}^{-2}$ peak
(T < 125 °C): Typ. $\pm 5000 \text{ ms}^{-2}$ peak

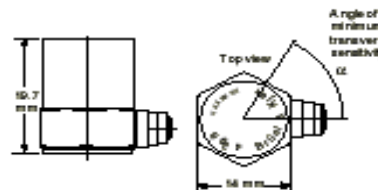
Output Impedance: < 100 Ω

Bias Voltage:
at 25 °C and 4 mA: +12 V \pm 0.5 V
at full temperature and current range: +8 V to +15 V

Power Supply:
Constant Current: +2 to +20 mA
Unloaded Supply Voltage: +24 V to +30 V

Recovery Time After Overload (2 x FS): < 15 μ s

Noise (RMS):
Total: (1 Hz – 22 kHz) Typ. < 15 μ V (0.015 ms⁻²)
Density at 1 kHz: Typ. 0.12 μ V/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (0.00012 ms⁻²/ $\sqrt{\text{Hz}}$)



Physical:

Electrical Connector: Coaxial 10 – 32 UNF – 2A

Material: Titanium ASTM Grade 2

Sensing Element: Piezoelectric Type PZ 23

Weight: 11.6 gram excl. cable

Construction: Delta Shear

Mounting Thread: 10 – 32 UNF – 2B

Mounting Surface Flatness: < 3 μ m

Mounting Torque: Max. 3.5 Nm, Min. 0.5 Nm

Center of Gravity of Seismic Mass: 12.4 mm above
mounting surface on central axis

Center of Gravity of Accelerometer: 8.9 mm above
mounting surface

Mounting Technique:
Examine the mounting surface for cleanliness and
smoothness.

If necessary, machine surfaces to a flatness < 10 μ m
and a roughness < 2 μ m.
Fasten the 4398 using a 10 – 32 UNF – 2A stud. Take
care not to exceed the recommended mounting
torque and that the stud does not bottom in the
mounting hole.

A thin film of oil or grease between the accelerometer
and the mounting surface helps achieve good contact
and improves mounting stiffness.

For other types of mounting, see Brüel & Kjær
handbook "Piezoelectric Accelerometers and Vibration
Preamplifiers" (available from your local Brüel & Kjær
representative).

Environmental:

Temp. Transient Sensitivity: Typ. 0.2 ms⁻²/°C

Magn. Sensitivity (50 Hz, 0.038 T): Typ. 20 ms⁻²/T

Ground Loops can introduce error signals. These can
be avoided by insulating the accelerometer from the
mounting surface.

Acoust. Sensitivity (154 dB SPL): Typ. 0.005
ms

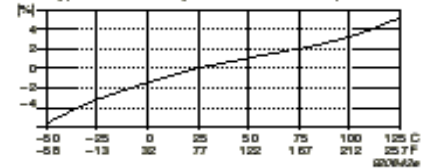
Max. Non-destructive Shock: Axial: 50 kms⁻² peak
Transverse: 20 kms⁻² peak

Humidity: Welded, Sealed

Temperature Range: –50 to +125 °C (–58 to +257 °F)

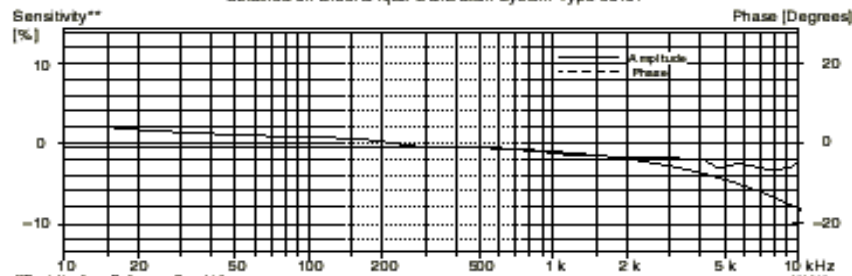
Base Strain Sensitivity
(at 250 μ m in base plane): Typ. 0.02
ms⁻²/ μ m

Typical Sensitivity Deviation vs. Temperature



Specifications obtained in accordance with ANSI S2.11-1969

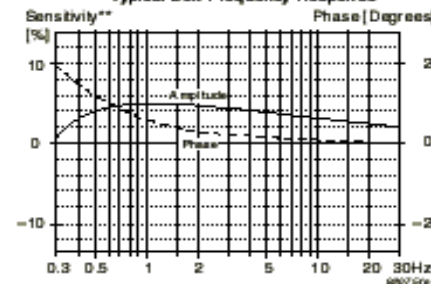
Individual Frequency Response*** Obtained on Brüel & Kjær Calibration System Type 9610.



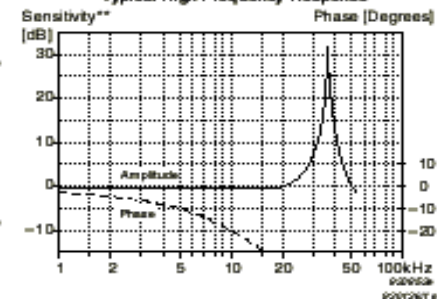
** Deviation from Reference Sensitivity

*** The expanded uncertainty on this measurement is: 10 Hz to 2 kHz: 1.0 % and 2 kHz to 10 kHz: 2.0%. A coverage factor of 2 is used

Typical Low Frequency Response



Typical High Frequency Response



DeltaTron® Accelerometer Type 4398

Serial No.: 2739716

가속도계 사양서 예

Calibration Chart for Accelerometer Type 4381

Serial No.: 2901215

Reference Sensitivity* 10.07 pC/ms⁻²
or 99.0 pC/g
at 159.2 Hz ($\omega = 1000 \text{ s}^{-1}$) and 24 °C

Upper Frequency Limit ($\pm 10\%$): 4.8 kHz

Mounted Resonance Frequency: Typ. 16 kHz

Undamped Natural Frequency: Typ. 25 kHz

Transverse Sensitivity:
Maximum (at 30 Hz, 100 ms⁻²): 1.2 %

Angle of minimum, α : (see drawing) 68

Transverse Resonance Frequency: Typ. 5 kHz

Polarity is positive on the centre of the connector for an acceleration directed from the mounting surface into the body of the accelerometer.

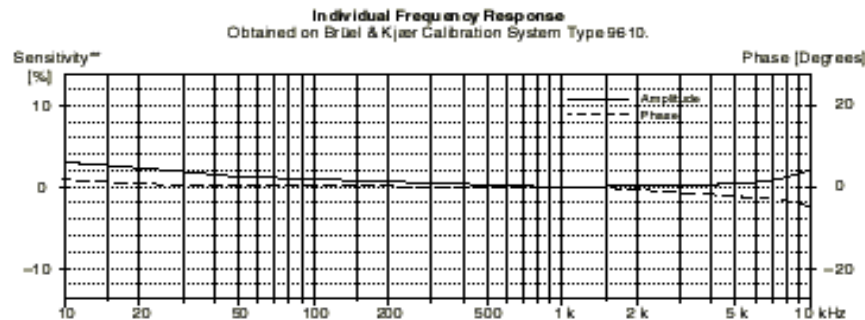
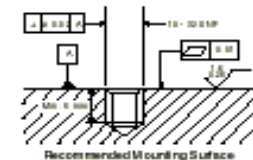
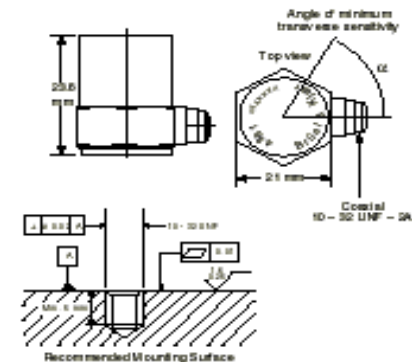
*This calibration is traceable to the National Institute of Standards and Technology, USA and Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany.

Acceleration Range:
Max. operational shock (\pm peak): 20 kms⁻²
Max. continuous sinusoidal: 20 kms⁻²

Capacitance of Transducer: Typ. 1100 pF

Capacitance of cable AO 0038: Typ. 110 pF

Isolation Resistance (room temp.): >20 G Ohm



**Deviation from Reference Sensitivity

Physical:

Case Material: Titanium, ASTM Grade 2

Sensing Element: Piezoelectric, Type PZ 23

Construction: Delta Shear

Weight: 43 gram excl. cable

Mounting Thread: 10-32 UNF-2 B

Mounting Surface Flatness: <3 µm

Mounting Torque (Recommended): 1.8 Nm
Max. 3.5 Nm, Min. 0.5 Nm

Seismic Mass: 25 gram

Center of Gravity of Seismic Mass: 14 mm above mounting surface on central axis

Center of Gravity of Accelerometer: 11.5 mm above mounting surface

Mounting Technique:

Examine the mounting surface for cleanliness and smoothness.
If necessary, machine surface as per drawing of recommended mounting surface. Fasten the accelerometer using a 10-32 UNF-2 A stud. Take care not to exceed the max. recommended mounting torque and that the stud does not bottom in the mounting holes.

A thin film of oil or grease on the mounting surface improves the mounting stiffness.
For other types of mounting see Brüel & Kjær "Piezoelectric Accelerometers and Vibration Preamplifiers" handbook.

Environmental:

Temperature Range: -74 to +250 °C
(-100 to +482 °F)

Temp. Transient Sensitivity (3 Hz LLF): Typ. 0.04 ms⁻²/°C

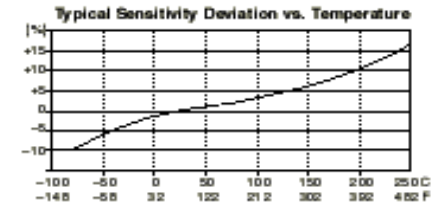
Magn. Sensitivity (50 Hz): Typ. 1 ms⁻²/T

Acoustic Sensitivity (154 dB SPL, 2 = 100 Hz): Typ. 0.001 ms⁻²

Max. Non-destructive Shock: 20 kms⁻² peak

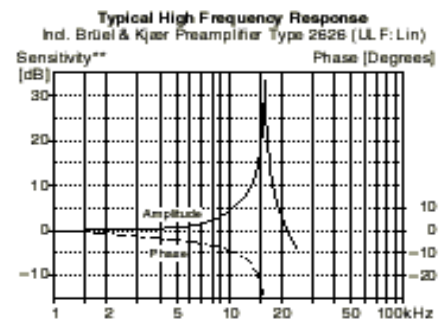
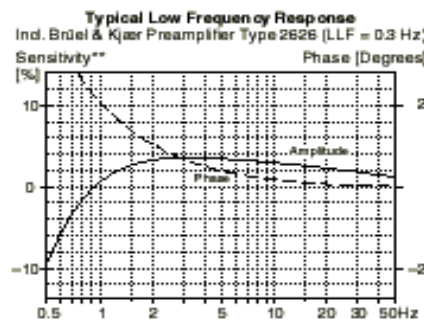
Humidity: Welded, Sealed

Base Strain Sensitivity (at 250 µε in base plane): Typ. 0.003 ms⁻²/µε



Specifications obtained in accordance with ANSI S2.11-1969

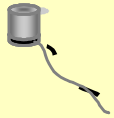
Date 98.08.07 Operator TVP



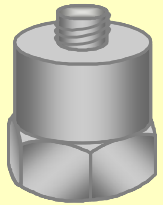
Accelerometer Type 4381

Serial No.: 2901215

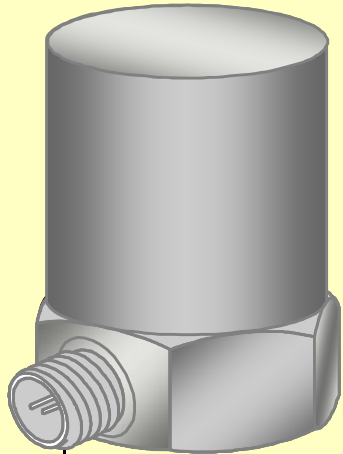
측정 센서의 중량고려



0,1 pC/ms⁻²
0.65 g $\implies M > 7 \text{ g}$

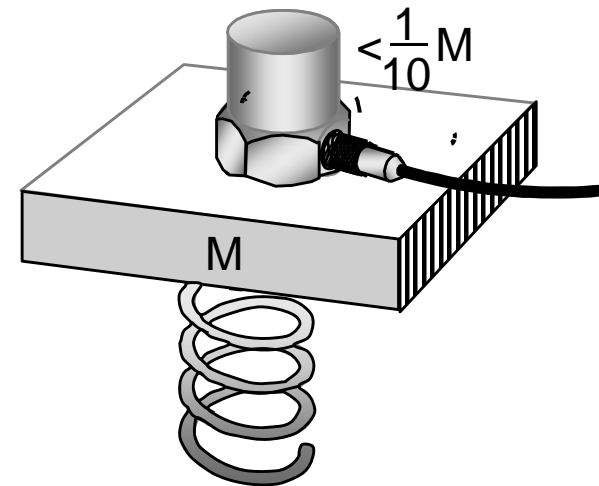


10 pC/ms⁻²
54 g $\implies M > 600 \text{ g}$



1000 pC/ms⁻²
470 g $\implies M > 5 \text{ kg}$

Dynamic Mass



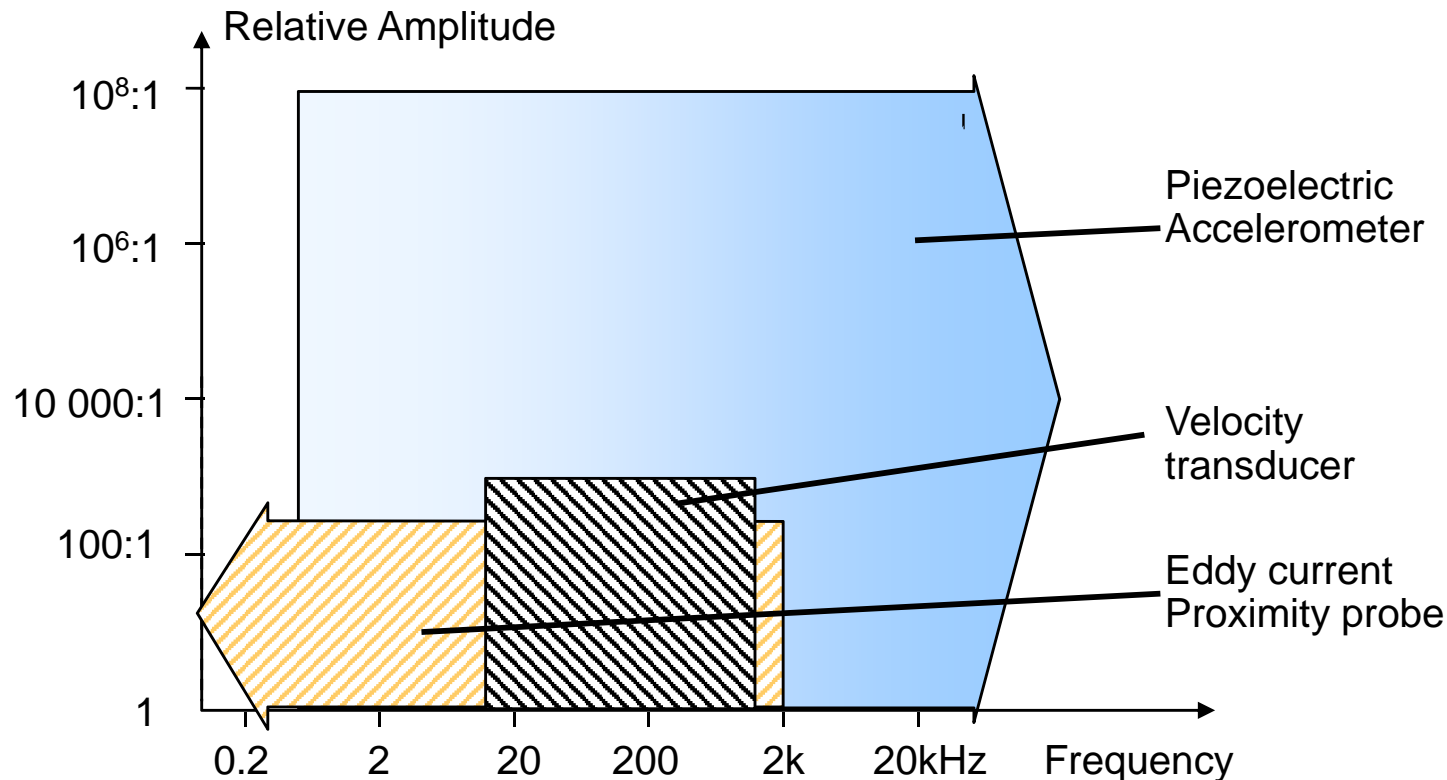
진동 센서의 선택

- **진동 센서의 선택시 중요한 사항**

- 주파수 응답특성, 신호 대 노이즈비, 센서 감도, 측정하고자 하는 신호의 강도 등을 고려하여 선택한다.

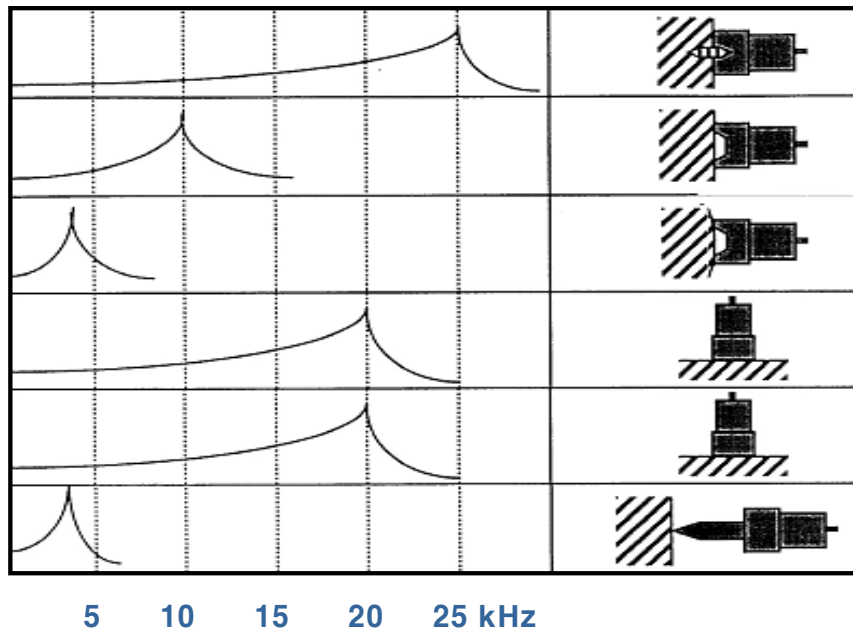
- **일반적인 센서의 선택**

- 최근에는, 축의 실제적인 움직임이나 축의 궤도를 측정하는 경우를 제외하면, 일반적으로 가속도계를 사용한다.

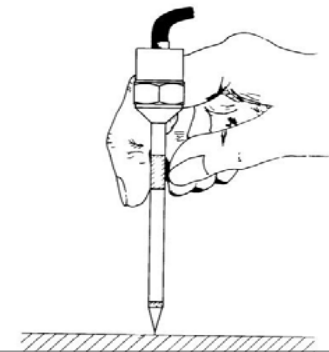
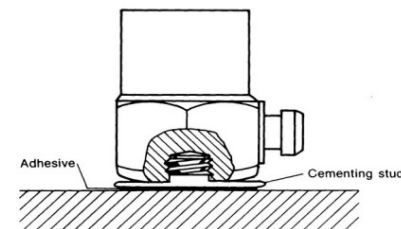
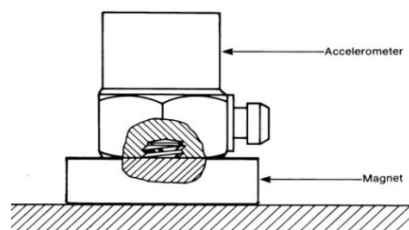
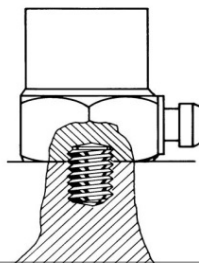


가속도 센서의 부착방법

- 센서 부착 시, 센서와 부착면 역시 스프링-질량 시스템으로 구성되며, 이에 따른 접촉면에서의 고유진동수가 있으며, 접촉면에서의 접촉공진이 생길 수 있다. 접촉공진은 센서의 부착방법과 부착면의 상태(도장면, 기름 먼지 등)에 따라 공진 주파수가 결정되며 공진 주파수 이상 영역에서는 신호가 거의 측정되지 않는다.



- 스테드 고정 (10 kHz 이하)
- 부드러운 면에 자석고정 (5 kHz 이하)
- 거칠은 주조면에 자석고정 (2 kHz 이하)
- 밀납 왁스 고정 (7 kHz 이하)
- 순간접착제고정 (7 kHz 이하)
- 손으로 누름 (0.5 kHz 이하)



가속도 센서의 부착 방법

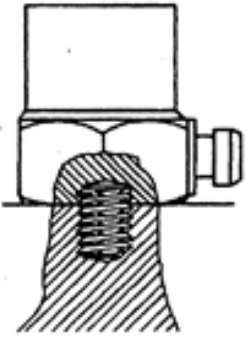
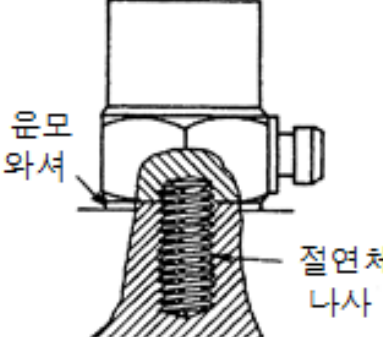
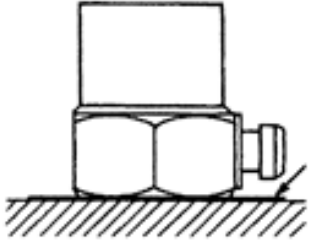
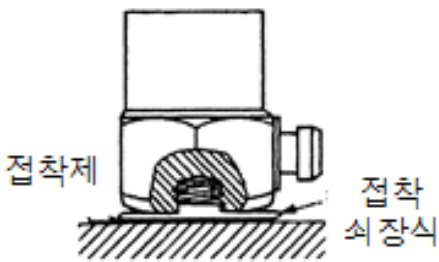
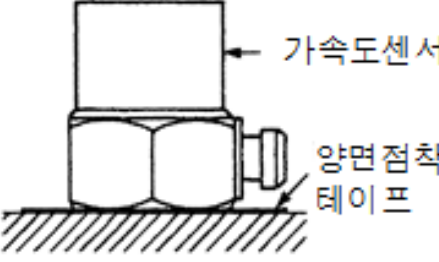
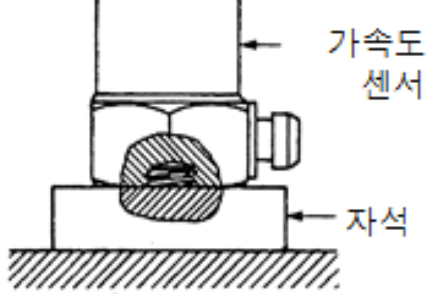
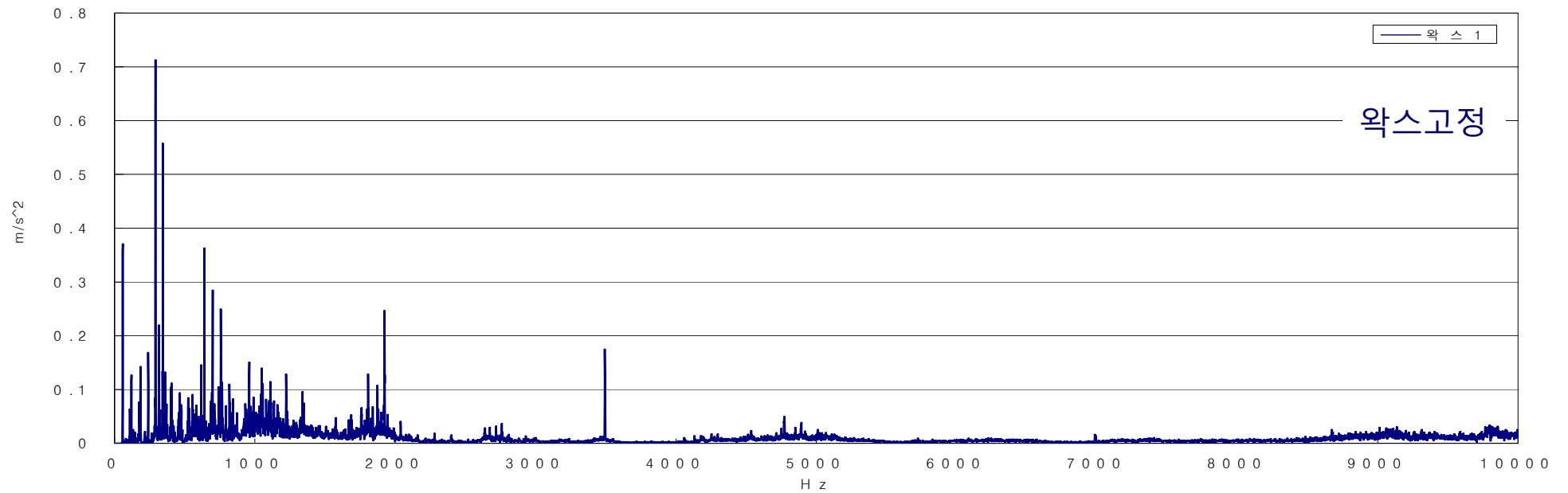
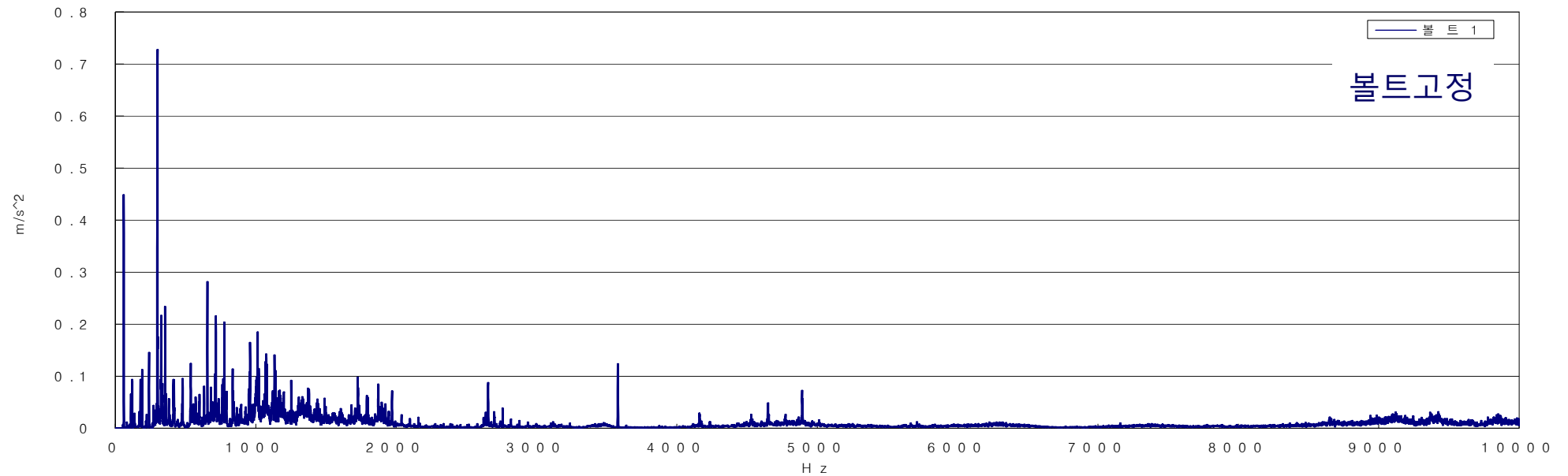
(A)	(B)	(C)
 <p>(A)</p>	 <p>문모 와셔</p> <p>절연체 나사</p> <p>(B)</p>	 <p>접착제</p> <p>(C)</p>
<p>전나사 고정. 센서를 완전나사로 측정면에 직접 부착한다</p>	<p>전기절연체의 완전나사를 사용, 센서와 측정면의 가운데 문모와셔를 삽입하여 부착한다</p>	<p>접착제로 측정점에 직접 붙인다</p>
(D)	(E)	(F)
 <p>접착제</p> <p>접착식장식</p> <p>(D)</p>	 <p>가속도센서</p> <p>양면점착 테이프</p> <p>(E)</p>	 <p>가속도센서</p> <p>자석</p> <p>(F)</p>
<p>접착식장식을 센서에 끼우고, 쇠장식을 접착제로 측정면에 부착한다</p>	<p>양면점착 테이프로 센서를 측정면에 부착한다</p>	<p>자석의 접착식장식을 센서에 나사 고정후, 측정면에 부착한다</p>

그림 10.9(1) 압전형 가속도센서의 장착 방법

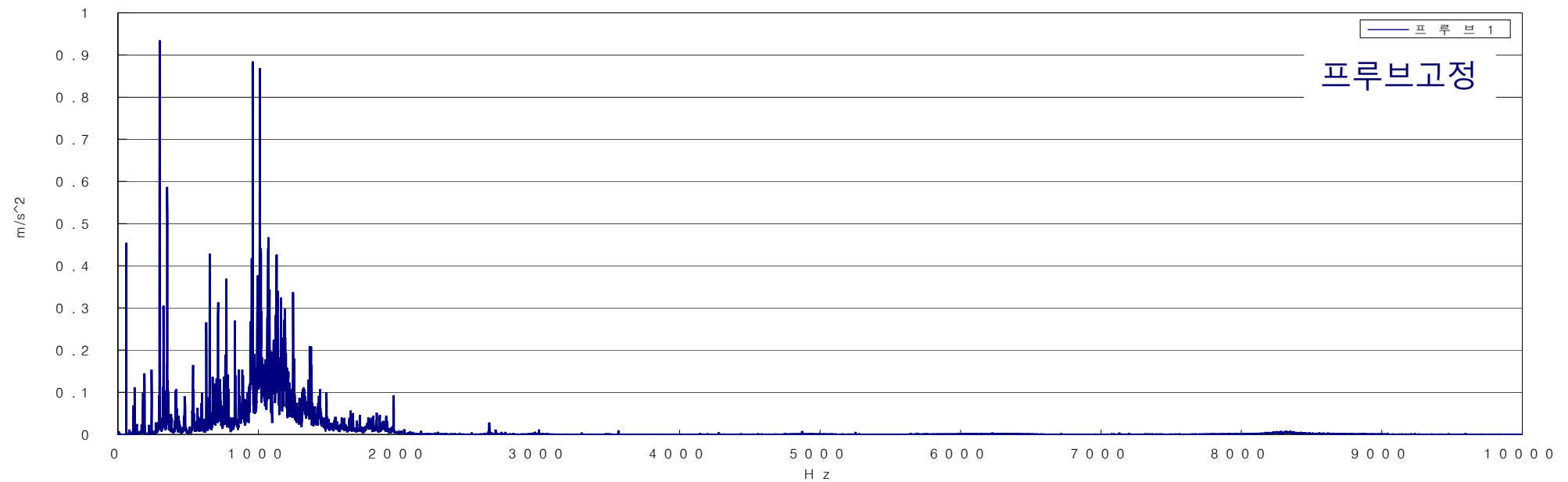
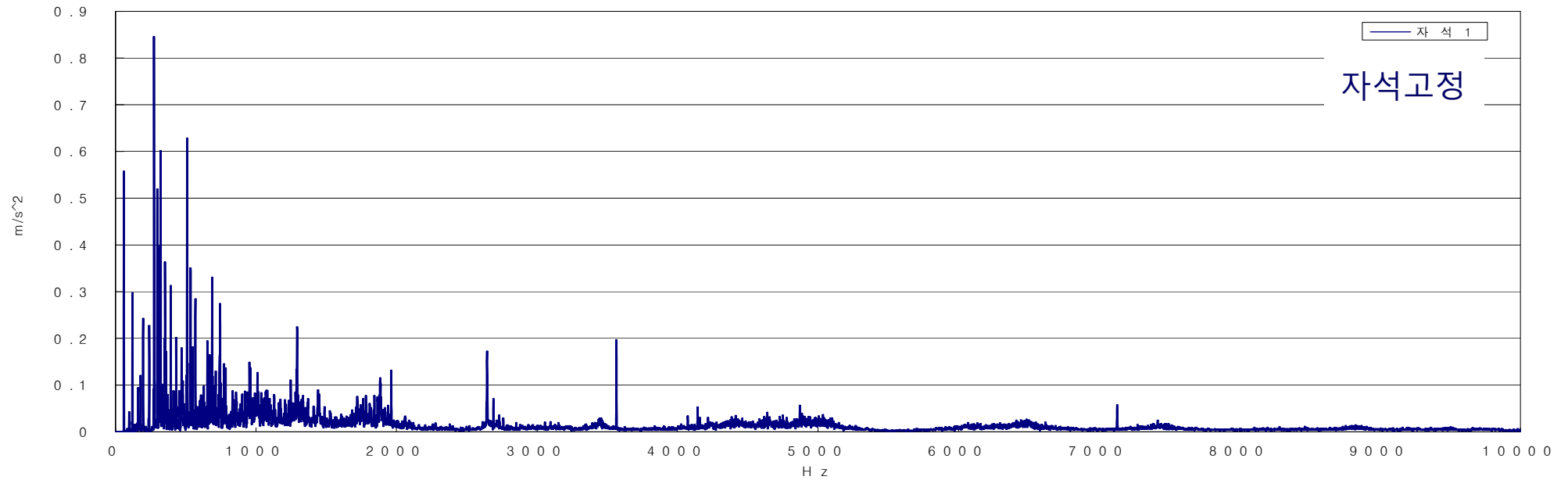
변환기 설치에 의한 영향 (ISO 13373-1)

설치 방법	변환기 성능에 미치는 영향 (변환기 자체 공진 30kHz)
나사에 의한 강한 설치	설치에 의한 가속도계의 공진 주파수에 있어서의 저감 없음
절연재를 넣은 나사에 의한 설치	마이카제 와셔와 같은 강한 비전도 물질을 그랜드 루프나 그 외의 영향을 방지하기 위해서 사용하는 경우에는 설치에 의한 공진 주파수는 약간 저하하여 약 28kHz 가 됨
순간접착제에 의한 설치	공진은 약 28kHz 로 저하
양면 테이프에 의한 설치	공진은 약 8kHz 로 저하
자석에 의한 부착	공진은 약 7kHz 로 저하
탐침봉	공진은 약 2kHz 로 저하하지만, 이 방법은 약 1kHz 이상의 측정에는 추천할 수 없음

접촉방식별 측정 결과



접촉방식별 측정 결과



접촉 방법 비교

방 식	장 점	단 점
스터드 (Stud)	넓은 주파수 범위를 측정하기 위해 가장 좋은 방법	시편에 탭홀을 내야 함
밀납 (Beewax)	비교적 넓은 주파수 범위와 간단한 부착방법	온도에 민감하여 높거나 낮은 온도에서 부착 안됨
순간접착제	비교적 높은 온도에서도 견디며 심한 가속도의 측정에 적합	측정 후 시편의 접착제를 제거해야 함
양면 테이프	쉽게 부착 가능	낮은 가속도에서만 가능
자석 (Magnetic)	높은 가속도에서 가능하며 쉽게 부착 가능	장착부위가 철로 한정
탐침봉 (Probe)	간단한 측정에 적합	공진주파수가 낮아 500Hz 미만에만 측정가능

부착 방법에 따른 사용 주파수 영역

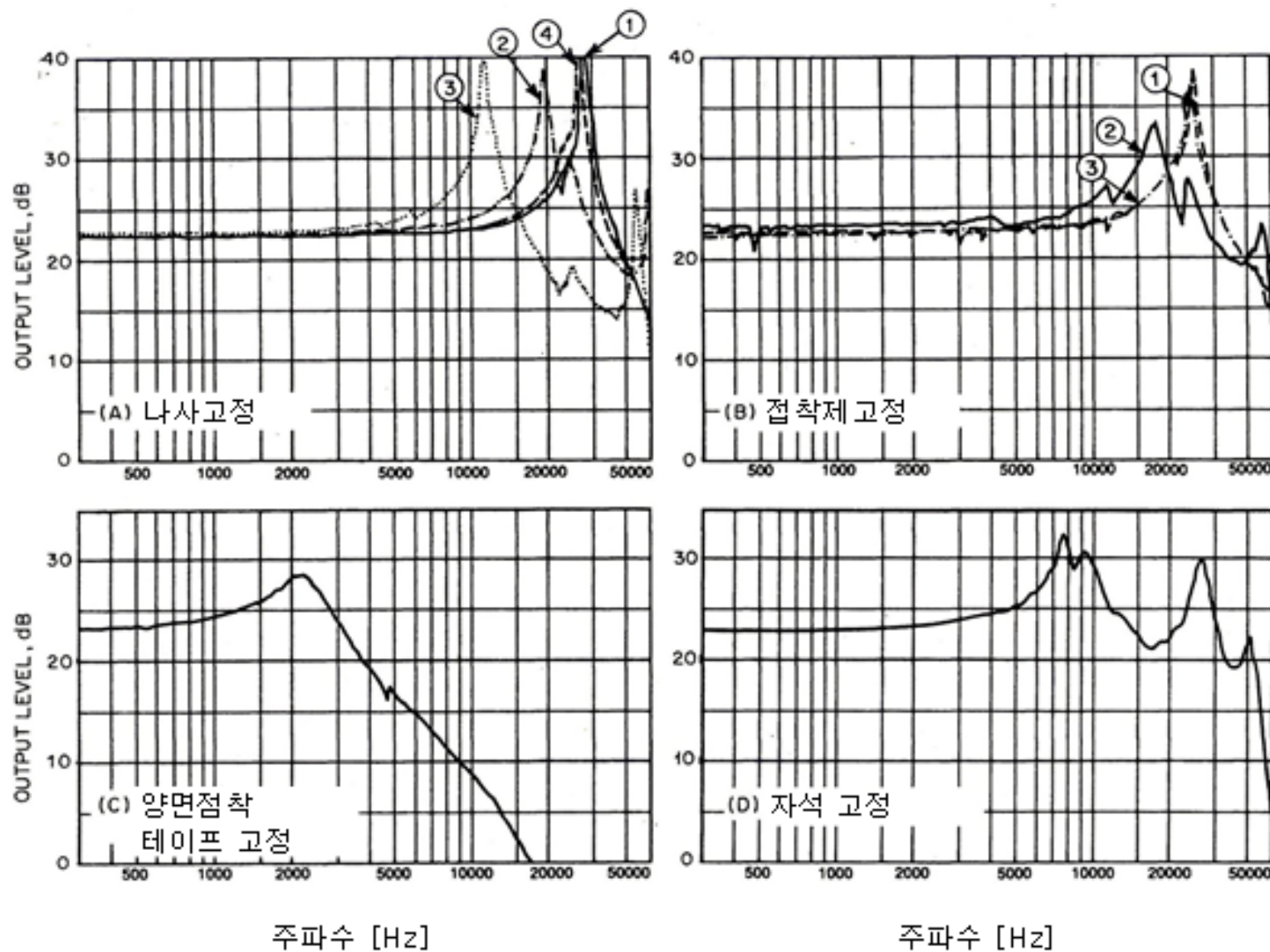
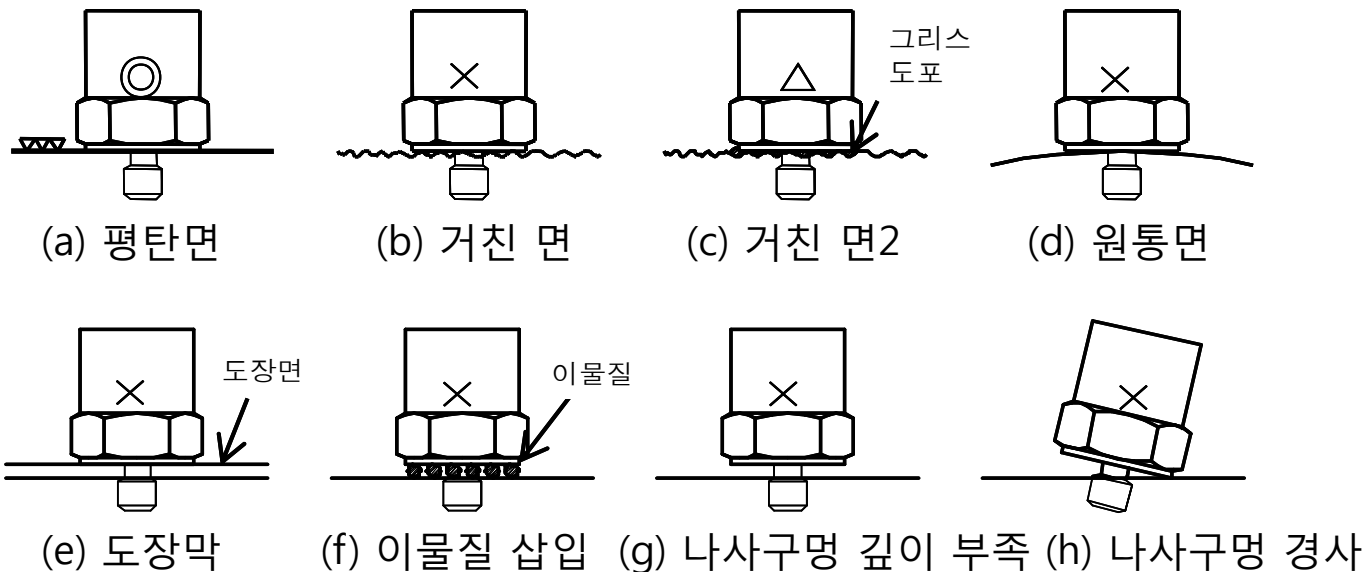


그림 10.9(2) 여러 방법으로 부착된 동일 센서의 주파수 응답

압전식 가속도 센서의 설치상 주의점

- 센서의 부착 시 나사고정, 순간접착제, 자석고정, 양면테이프, 손으로 고정하는 방법에 따라 주파수 특성이 변하며 나사고정 방법이 가장 공진주파수가 높고, 손으로 고정하는 방법이 가장 낮다.
- 또한 고정상태에 따라서도 달라지는 사항이 아래의 그림에 나와있다. (a)의 경우 가장 이상적인 상태이며 나머지는 불량한 상태를 나타낸다.
- (c)의 경우는 (b)의 거친면을 보완하기 위해 그리스를 도포한 것을 보여준다. 그리스 도포는 미세한 공극을 제거하여 전달률을 증가시킨다. (g)나 (h)의 경우는 눈으로 잘 식별이 안되며 이러한 가공 잘못은 흔히 발생하므로 주의하도록 한다.



센서 – 센서의 설치위치

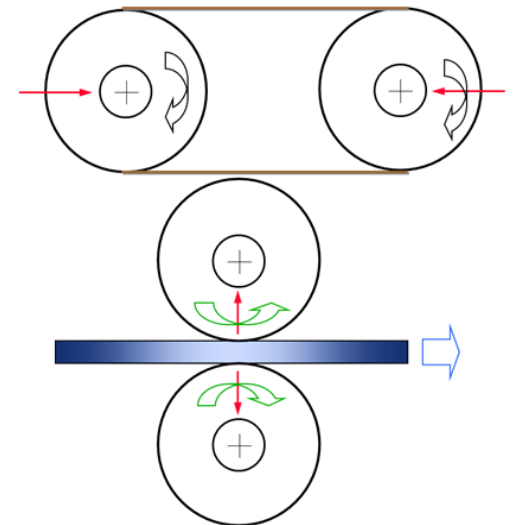
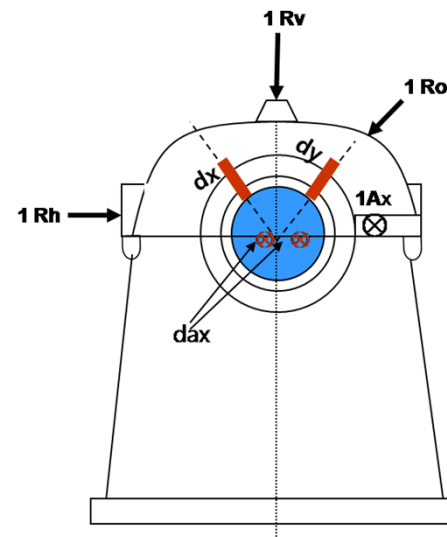
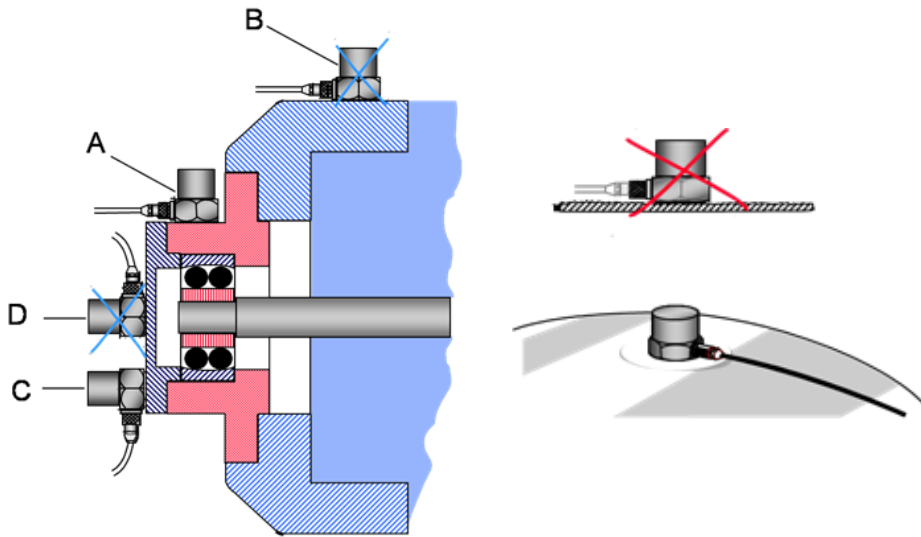
센서는 기계 상태의 변화를 가장 잘 나타내는 위치인 부하영역(Load Zone)에 설치한다.

측정 위치

- 베어링 하우징 : 회전체에서 발생하는 가진력이 전달됨, 따라서 기계 상태의 변화를 나타내기 가장 좋음

- 수평 방향 : 일반적인 기계 결함 판단
- 수직 방향 : 베어링 손상, 공진 여부 판단
- 축 방향 : 추력을 받는 경우

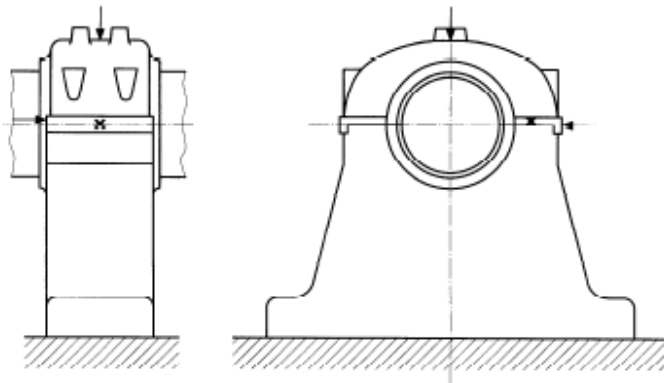
(angular contact bearing, 스퍼 기어를 제외한 기어들)



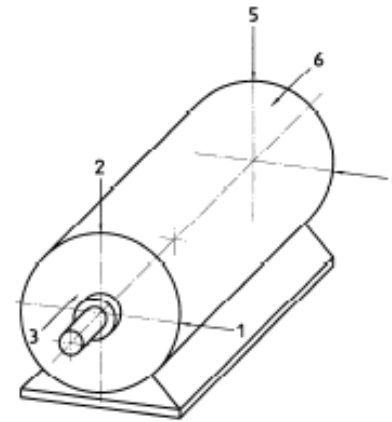
센서 – 센서의 설치위치

ISO 10816-1에서는 진동 측정 위치를 다음과 같이 권장한다.

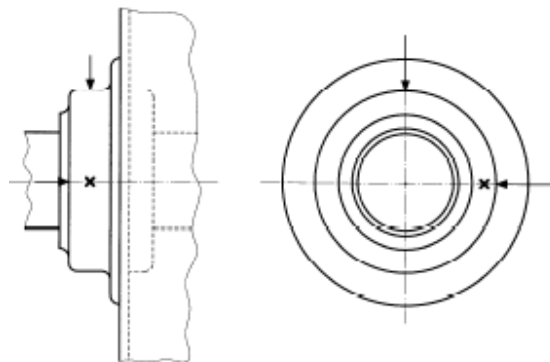
측정 위치



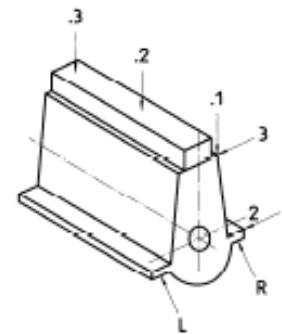
베어링 지지대에서의 측정점



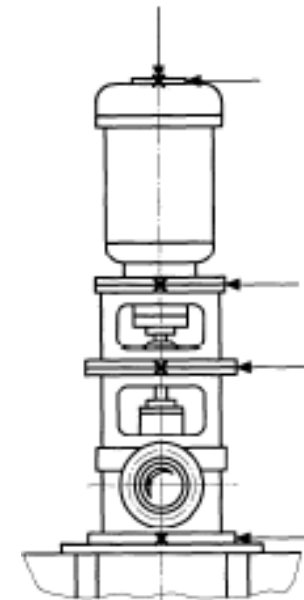
소형 전기설비의 측정점



하우징 베어링에서의 측정점



왕복동설비의 측정점

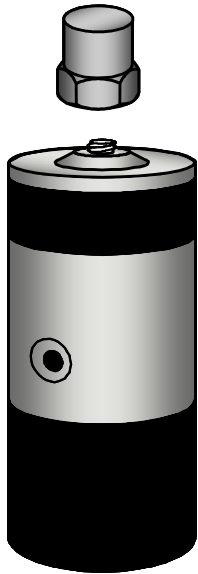


수직형 설비의 측정점

Calibration

- **현장에서의 Calibration**

센서의 오작동
케이블의 단락
계측기 설정의 오류

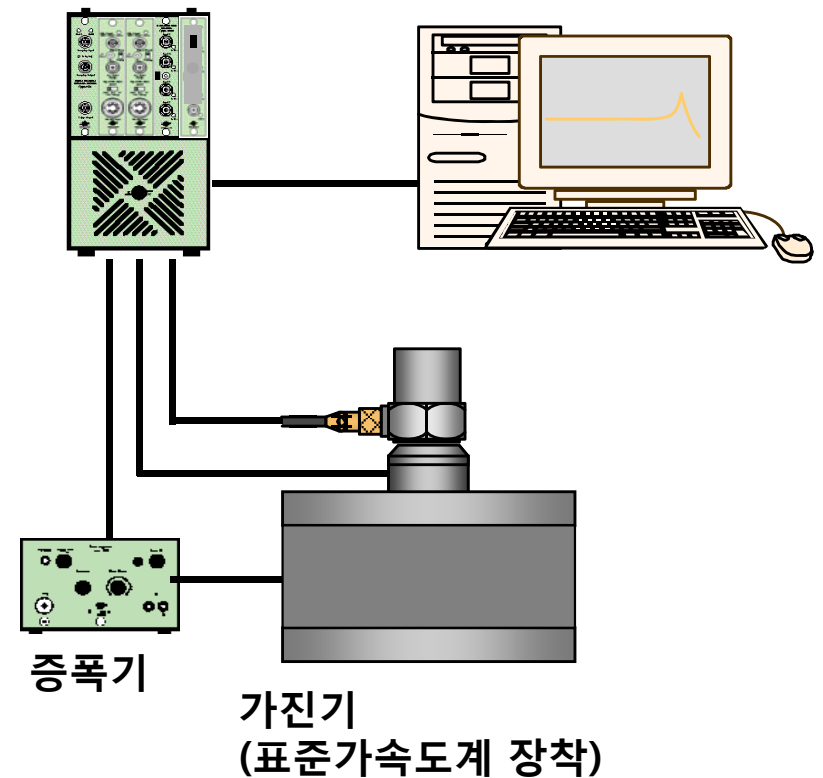


가속도 : 10 m/s^2
주파수 : 159.2 Hz (1000 rad/sec)

속도 10 mm/s , 변위 $10 \text{ }\mu\text{m}$

- **시험실에서의 Calibration**

표준가속도계가 장착되어있는 가진기에 정량화된 가진력을 주어 센서에서 측정되는 신호를 확인



End of Document