



초음파 볼트 축력 측정기

● 사용 편의성

- 간편한 터치 스크린 디스플레이
- 장갑/스타일러스와 함께 사용 가능
- Windows 및 Excel과 완벽 호환

● IP44 방수 방진 등급

- 작업현장의 분진으로부터 보호
- 360도 전방향에서 분사되는 액체로부터 보호
- 완벽한 밀봉처리

● Micro-USB 충전식

- 리튬 리온 배터리 고속 충전
- 표준 외장 9V 전원 공급 장치

● 온도 탐촉자 내장형

- 작업자 수동 온도 입력 필요 없음

● 초정밀 초음파 측정 장비

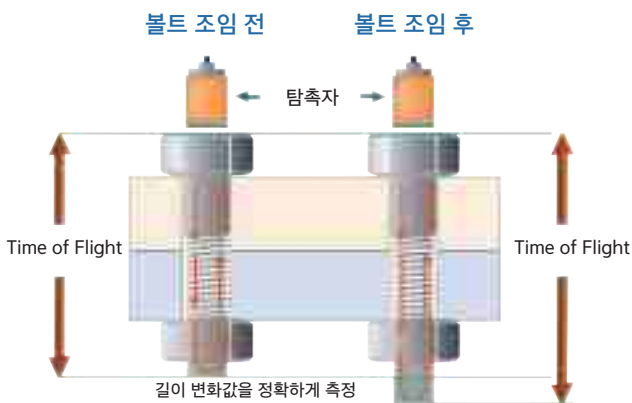
- 볼트의 연신량, 축력(Preload) 실시간 측정



www.bolttech.co.kr

델타시그마 초음파 볼트 축력 측정기는 펄스 에코 시스템(Pulse echo system) 고정밀 측정 장비로써 볼트에 부착된 탐촉자에서 초음파가 전달되어 볼트를 통과해서 끝단에 에코를 남기고 다시 탐촉자로 되돌아오는 통과시간의 변화(Time-Of-Flight TOF)를 정확히 측정 기록하여 볼트의 축력을 관리할 수 있습니다.

이러한 초음파 방식 델타 타임 측정법에 대한 물리학적 이론은 확실히 입증되었고, 현재까지 음파탐지 및 전파탐지 분야에 적용되어 왔습니다. 볼트의 축력관리는 대단히 중요합니다.



Bolted Joint Integrity

볼트로 체결되는 접합부 신뢰성

볼트의 체결력 또는 조임력(Clamping Force)을 토크(Torque)로 관리할 때의 문제점은 볼트와 너트의 재질, 가공 정밀도, 사용 윤활제의 종류 등에 따라 마찰력이 크게 달라지기 때문에 실제로 두 물체를 접합하여 주는 힘인, 볼트의 축 방향의 힘, 축력(장력)과 상관없는 토크(Torque)만 관리하는 셈이었으나, 초음파 볼트 축력 측정기는 실제 축 방향으로 작용하고 있는 축력(장력)을 직접 측정하는 것이므로, 두 접합면에서 요구되는 접합력 확인이 가능하고, 볼트의 축력관리가 가능해집니다.

일반적인 볼트 조임력 제어방법 및 정확도

제어방법	정확도
숙련된 작업자의 감각에 의존	±35%
토크법(Torque) 토크렌치 사용	±25%
각도법(Turn of Nut) 너트의 회전각도 사용	±15%
DTI Washer(Direct Tension Indicator) 텐션표시와셔 사용	±10%
볼트 신장량 측정(Bolt Elongation) 초음파 측정기 사용	±3%
스트레인게이지 (Strain Gauge) 연구용 고 정밀 측정 방법	±1%



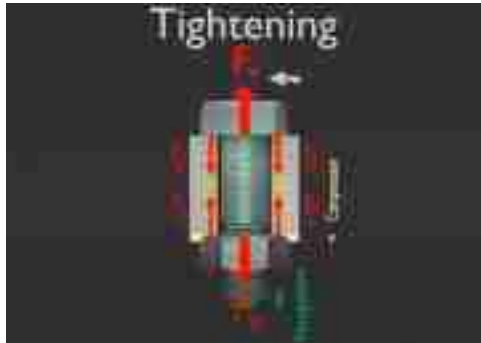
Bolts acts like a spring and produces clamping force when loaded



Technical Features

Delta Sigma의 기술적 특징

델타 시그마는 파스너의 늘어난 길이 즉, 볼트 신장량과 볼트의 축 방향으로 인가된 힘, 축력(장력)을 직접 실시간 측정하는데 가장 쉽고 진보된 방법입니다. 초음파 파동이 볼트의 금속 매질을 이동하는데 걸리는 Delta Time을 정확하게 측정할 수 있다면, 볼트가 조여지고 그만큼 늘어난 길이를 소수점 단위까지 정확히 계산할 수 있습니다.



볼트를 조이면 길이가 늘어남



▼ 표시는 볼트가 무부하 상태일 때 측정한 최초 길이 값

▲ 표시는 볼트가 조여져서 그 만큼 늘어난 값

실시간으로

1. Elongation 값 $Elon=0.129\text{mm}$ 측정
2. 축력값 $Load=45.34\text{kN}$ 측정



볼트를 풀면 원래의 최초 길이로 되돌아 감



▼ 표시는 볼트가 무부하 상태일 때 측정한 최초 길이 값

▲ 표시는 볼트가 풀려서 최초 측정한 값으로
원상회복되어 Elongation값 $Elon=0.000\text{mm}$ 측정 됨

직관적인 작동 방식

- 푸쉬 버튼 없음, 동작 단계 수 최소화, 프로그램 가능한 터치 패드, QWERTY방식 입력
- 개별 프로젝트의 생성, 보관, 검색 기능
- 반복 사용/회수를 위해 프로젝트용 볼트 종류 (형상, 재료 등) 개별적으로 보관 기능
- 프로젝트당 볼트/판독치 제한 없음
- 온도, 신호 파라미터, 스코프 추적 및 각 판독치와 함께 저장된 날짜/시간 저장 기능
- 비밀번호 설정 및 보호 작동 기능

데이터 저장소

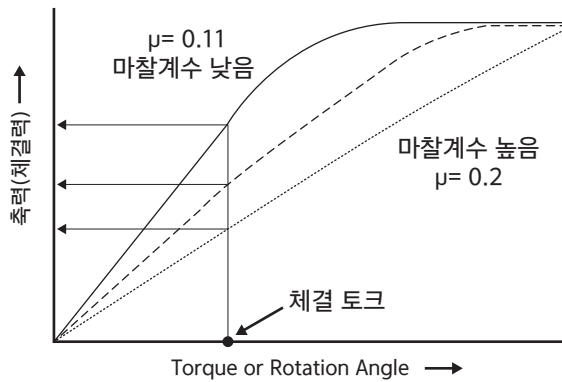
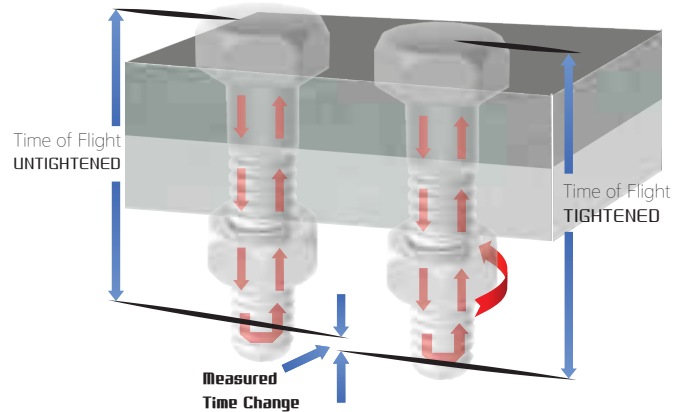
- 보안 데이터 파일 영역과 운영자가 제어하는 공용 파일 영역 별도 설정 가능
- 비밀번호 잠금 보호 기능
- 특별한 PC 소프트웨어가 필요하지 않음
- 모든 판독치, 각 판독치와 함께 저장된 날짜/시간마다 모든 신호의 에코 트레이스를 저장하고 표시
- 유연한 볼트 데이터 저장 옵션, 볼트 또는 하중 데이터에 대한 제한 없음

Tightening Force

볼트의 체결력

축력관리 및 Preload

탄성범위내에서 항복응력보다 약간 적은 응력 하에서 인장력을 받은 볼트는 하중이 제거될 때 원래의 길이로 되돌아가게 됩니다. 그러나 볼트가 항복점 또는 그 이상으로 인장 될 때는 영구변형 즉 소성변형이 생깁니다. 동하중이 존재하는 곳에서는 피로파괴를 방지하기 위해서는 각각의 볼트에 균일한 축력 (Preload)을 가해 주어야 합니다.



볼트의 체결을 위해 부가된 토크(Torque)의 대부분은 표면 Surface와 Thread에서의 마찰을 극복하기 위해 사용되며, 약 10%정도만이 체결력을 발생시키는데 기여합니다. 그래프에서는 동일한 체결토크 하에서도 볼트의 마찰계수(Coefficient of Friction)에 따라 체결력에 차이가 있음을 보여줍니다.

탄성상호작용

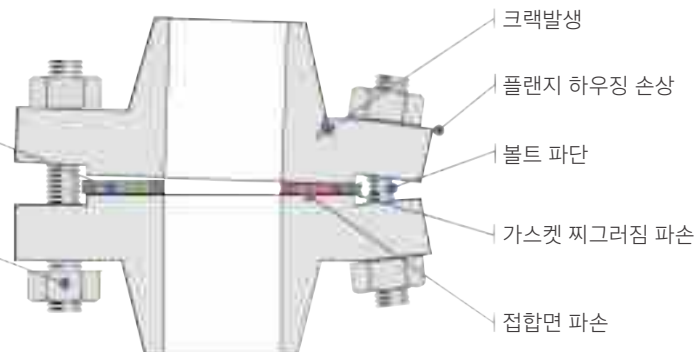
볼트를 조여 주는 것은 이미 조여진 주위의 타 볼트에서의 인장력을 감소시키는 영향을 미치게 됩니다. 따라서, 배관상에 설치되는 연결 조임 볼트의 축력(Preload)을 균일하게 관리하는 것이 매우 중요합니다.

볼트가 더 조여졌을 때

볼트가 덜 조여졌을 때

가스켓 압축이 덜 됨. 압축 압력 누수 발생

진동 및 부하변동에 의한 볼트 풀림



커플란트(Couplant)의 용도

탐촉자가 사용하는 주파수 대역의 초음파 펄스 에너지 특징은 금속과 액체에서 잘 통과하고, 공기에서 통과하지 않는 성질이 있습니다.

매질에 따른 저항특성을 소닉 임피던스(Sonic Impedance)라고 칭하며, 초음파가 볼트 끝 단면인 금속과 공기의 경계면에 도달하면 Sonic Impedance의 매우 큰 변화가 발생합니다. 탐촉자와 볼트 부착면에 공기 갭이 있으면 펄스 에너지가 전달되지 않으므로, 갭을 반드시 커플란트로 채워야 합니다. 요령은 볼트면에 커플란트 소량 몇 방울을 떨어트린 후, 탐촉자를 좌우로 돌리면서 눌러 접촉면에 기포가 생기지 않도록 견고하게 부착해야 합니다.



표준 탐촉자

Transducer Diameter	Frequency	Part Number
3/16" Magnetic	5MHz	P/N 2050-01
1/4 " Magnetic	5MHz	P/N 2050-02
3/8" Magnetic	5MHz	P/N 2050-03
1/2" Magnetic	5MHz	P/N 2050-04
3/4" Magnetic	5MHz	P/N 2050-05



탐촉자의 특성

최적의 주파수와 노이즈 감소를 위해 볼트에 적합한 탐촉자를 선택해야 합니다.

탐촉자의 직경은 피에조 크리스탈(Piezoelectric Crystals)의 실제 크기이며, 초음파 펄스 에너지 전송에 직접적으로 영향을 미칩니다. 즉, 직경이 크면 에너지를 송수신하는 능력이 크고, 그만큼 정확성을 높일 수 있습니다.

초음파 측정 관련 규정 및 기술지침

미국표준연구소(NIST)

볼트품질 관리방법 Fastener Quality Act of 1990; Public Law 101-592

미국재료시험협회(ASTM)

E1685-95 Standard Practice for Measuring the Change in Length of Fasteners Using the Ultrasonic Pulse-Echo Technique

한국산업안전보건공단

KOSHA Guide M-106-2012 짐쇠의 조임력에 관한 기술지침

한국산업표준

KS B 0140:2016 나사의 조임 통칙

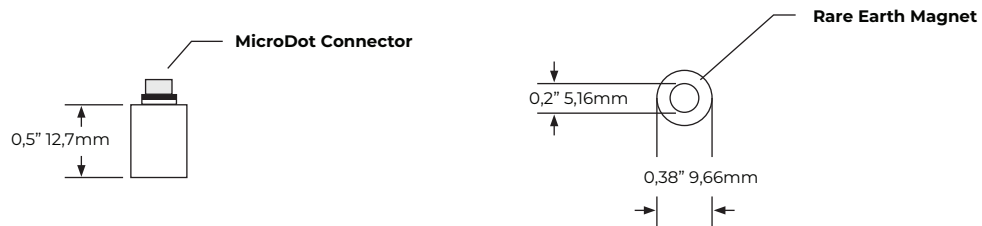
NIST
National Institute of
Standards and Technology

ASTM
ASTM INTERNATIONAL

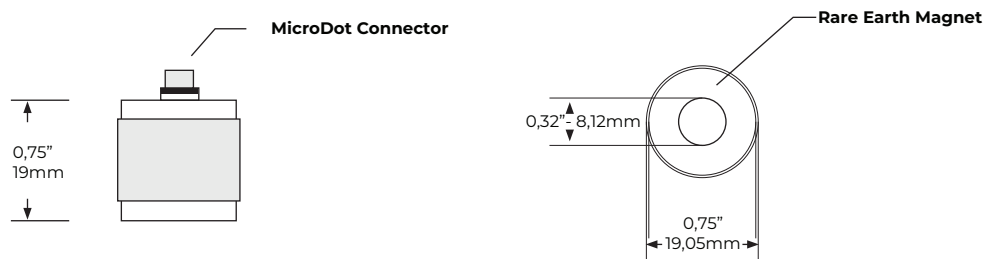
산업재해예방
안전보건공단
KOSHA OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH AGENCY

국가기술표준원
Korean Agency for
Technology and Standards

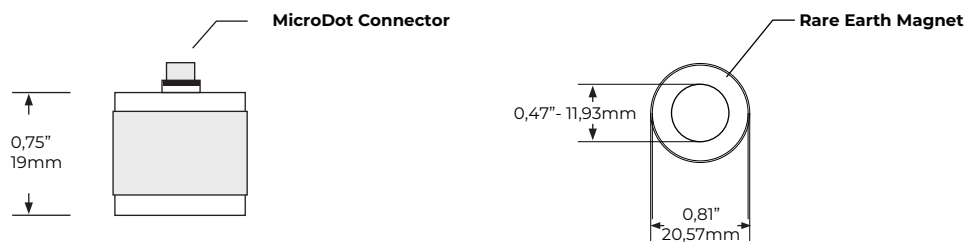
3/16" Magnetic 5MHz - P/N 2050-01



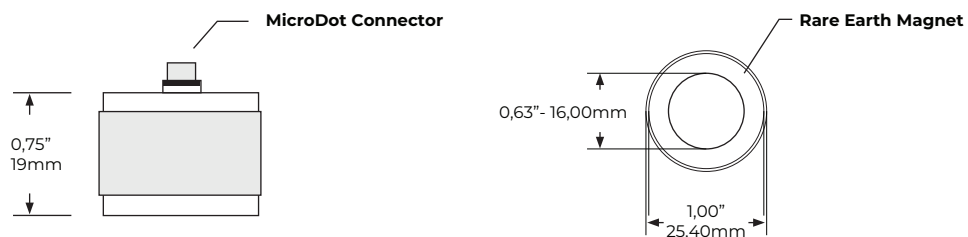
1/4 " Magnetic 5MHz - P/N 2050-02



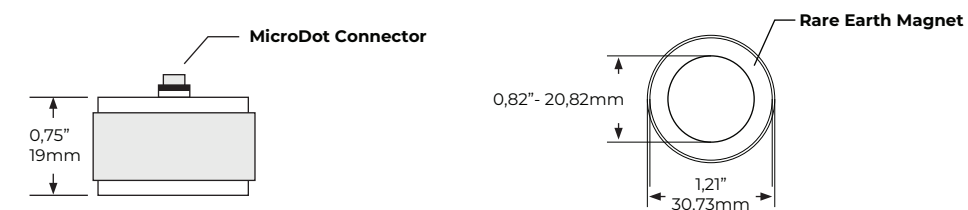
3/8" Magnetic 5MHz - P/N 2050-03



1/2" Magnetic 5MHz - P/N 2050-04



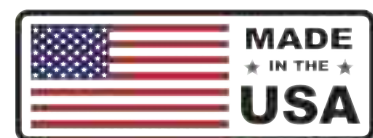
3/4" Magnetic 5MHz - P/N 2050-05



Specification & Features

사양 및 기능

사이즈 & 무게	디스플레이	온도 측정 트랜스듀서	마이크로프로세서
• 사이즈: 175(W) x 175(H) x 42(D) mm • 무게: 1,445그램 (배터리 포함)	• 사이즈: 97x56mm • 480x272 pixel 24비트 컬러, 햇빛에 반사되는 터치 패널 디스플레이 • -20 ~ +70°C 작동 범위 • 풀터치 패널 프로그램 작동 • 견고하고 밀폐된 디스플레이 모듈 (IP 44)	• 클래스A PT100	• 32비트 ARM®
커넥터	빠른 A-D 및/또는 발굴 제어	A-D	
• 레모 00: 초음파 및 0B: 온도 및 I/O 통신 • USB - 견고하고 밀봉된 USB 마이크로-B	• 윈도우 설정(고화질) 아날로그 출력, SETUP 파라미터로 스케일 조정, 0-10V • 외부 제어를 위한 디지털 격리 I/O • SSR 스위치 커기 프로그램 기능 • SSR EN50130-4 규격 대응	• 싱글샷 • 0.1ns 이상의 시간 분해능력 • 100dB 수신기 • 프로그래밍 가능한 펄스: 진폭, 주파수, 사이클	
예코의 실시간 오실로스코프 추적 기능	배터리	추가 기능	
• 각 판독값과 함께 저장 가능 • 자동 신호 획득 • 수신기 옵션의 완전한 제어	• 밀봉된 3.4mAH 리튬이온 18650 셀, SOC 모니터링 기능이 있는 트윈 스마트 충전기. • 델타 시그마는 장비 규정에 포함된 현행 ITAR / FAA : 리튬 금속 배터리를 충족하여 비행기에 탑승/운반이 가능합니다. • 작동 시간 20시간 이상 • 이중 충전기 입력 • 고속 9V 표준 2.1mm 전원 공급 장치 입력	• 실시간 시계 – 모든 판독치와 함께 저장된 날짜 시간 자동 기록 • 절전 모드 및 자동 차단 • 전원/휴면 LED • Designed and Manufactured in the USA	



Designed and Manufactured in the USA

Instructions

사용 방법

- 초음파 센서는 금속인 볼트와의 접촉상태에 측정치에 직접적인 영향을 미치므로 센서와 접촉되는 면의 표면이 매끈하고 수평이 되어야 한다.
- 측정할 볼트 길이에서 충분한 반사신호를 얻을 수 있으면서 가급적 높은 주파수의 트랜스듀서(탐촉자 센서)를 선정한다.
- 초음파 센서와 볼트의 접촉을 향상시켜 초음파 입사를 도와주는 역할을 수행하는 커플런트의 점도가 너무 높으면 센서와 검사물 사이의 미세한 거리로 인하여 오차가 발생되므로 가급적 점도가 낮은 것을 사용하며 동일한 측정에는 동일한 종류의 커플런트를 사용한다.
- 정확한 속도를 얻기위하여 센서의 위치는 볼트 단면의 정 중앙에 위치시켜야 한다.



Delta Sigma **한국 공식 대리점 볼트테크**



Tel : +82 032 813 5953
Fax : +82 032 814 5953



기술상담 및 문의
ask@bolttech.co.kr