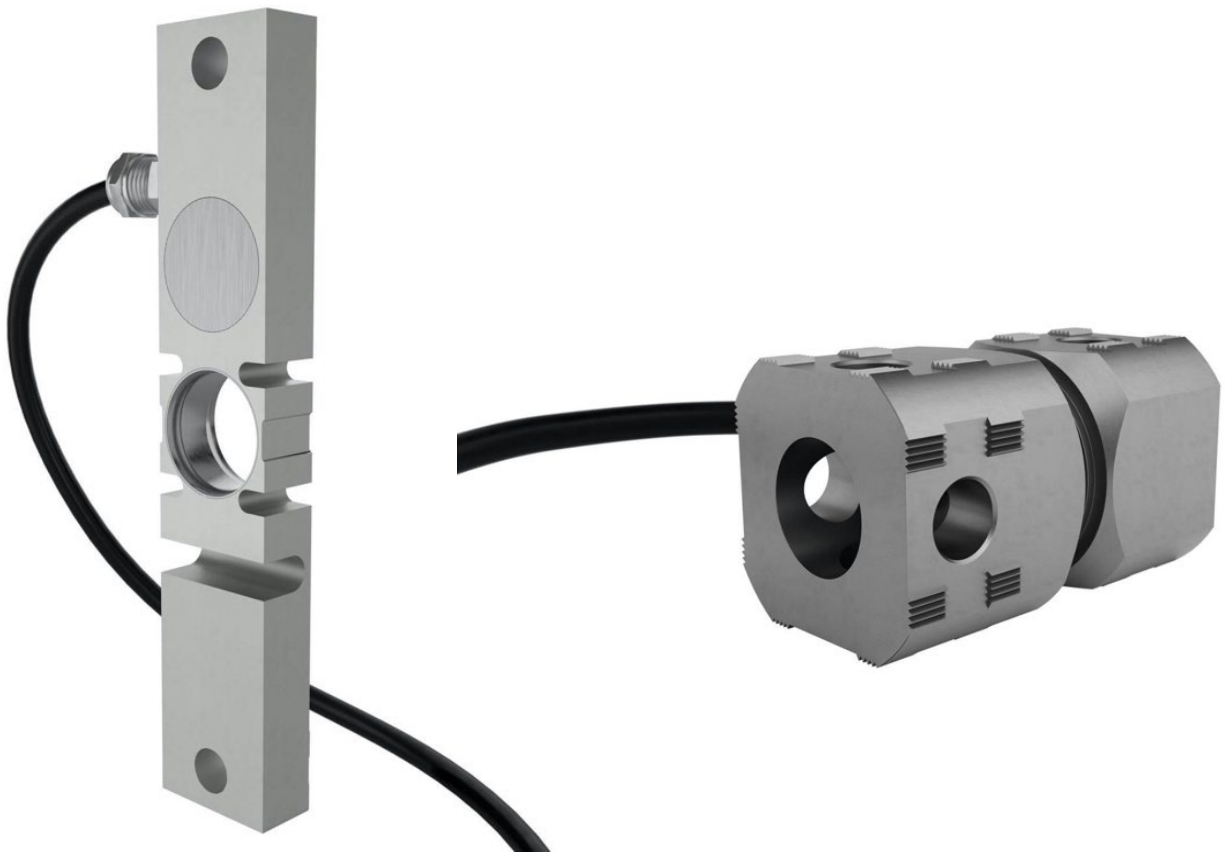


VT1 / XT50

Extensometer

User Manual



1. 개정 내역

Revision	Description of change	Date	Prepared by
01	First issue	17 th Nov 2022	N Jones
1.1	Edits : Greek Letters, Superscripts & Labels	28th May 2024	R Joslin

Table of Contents

1.	Revision history	2
2.	General instructions and preconditions for installation:	3
3.	Mounting options for extensometers:	3
3.1.	Bolting:	3
3.2.	Welding:	4
3.3.	Optional drilling and welding accessories	7
4.	Principles of strain/stress sensing on beam type structures:	8
4.1.	Compression or Tension.....	8
4.2.	Bending on beams, profiles, pipes etc.	9
4.3.	Shear.....	10
4.4.	Torsion.....	12
5.	Installation and wiring in pairs	14
5.1.	Compensation of thermal expansion effects	14
5.2.	Maximising signal output combined with 5.1	16
6.	Suitable indicators / instruments and adjustment.....	18
7.	Sun shield installation to reduce thermal effects on signal	19

2. General instructions and preconditions for installation:

신율계(EM)는 주의해서 다루십시오. 로드셀이나 힘 센서와 달리 EM은 최소 작동력으로 금속 구조물의 변형률을 감지하도록 설계되었습니다. EM은 외부 힘, 모멘트 또는 충격(예: 단단한 바닥에 떨어뜨리는 경우)에 의해 쉽게 손상됩니다. EM 본체를 드릴링 템플릿이나 용접 템플릿으로 사용하지 마십시오. 본체가 너무 유연하고 10.5mm 구멍이 너무 커서 M10 볼트를 정밀하게 위치시킬 수 없습니다. 설치 장소는 평평하고 깨끗한 금속 표면이어야 합니다. 스케일, 녹 또는 페인트(예: 적합한 크기의 벨트 그라인더, 권장 너비 30~40mm)를 제거하고 그리스 또는 기타 먼지는 적절한 용제로 제거하십시오. EM의 변형률 전달 톱니는 사이에 부드러운 층이 없이 금속 표면에 직접 "물려"야 합니다. EM과 구조 부품의 장착 표면 사이에 와셔나 심을 사용하지 마십시오. 신율계는 빈 사일로/탱크/호퍼 또는 하중이 없는 구조 부품에만 설치하십시오. 설치 후에도 제로 신호, 저항 – 입력(검정색 + 녹색) 및 출력(빨간색 + 흰색)을 확인하고, 신장계 본체와 케이블 차폐에 대한 전선의 절연 저항을 확인합니다. 제로(Zero)의 허용 오차는 $\pm 0.5 \text{ mV/V}$ 입니다. 이보다 높을 경우, 신율계 설치를 반복하고 볼트 체결 과정 중 압착, 굽힘 또는 변형을 방지하십시오. 권장 테스트 장비: 플린텍(Flintec) 로드셀 테스터 LCT-11 또는 5자리 디지털 멀티미터, GOhm 절연 테스터, mV/V 표시기. 가능하면 옥외 설치 시 케이블 인입구는 아래쪽 또는 측면을 향해야 합니다. 신율계는 사일로, 탱크, 호퍼 내용물 모니터링, 구조용 강철 물체의 하중 모니터링, 프레스, 크레인, 교량 등의 과부하 보호용으로 실내/실외에 설치할 수 있습니다.

중요 고지 사항: 플린텍 신장계는 인명 또는 건강을 보호하기 위한 비상 차단 제어 시스템의 안전 부품으로 인증되지 않았습니다! (기능 안전, SIL, PL 등)

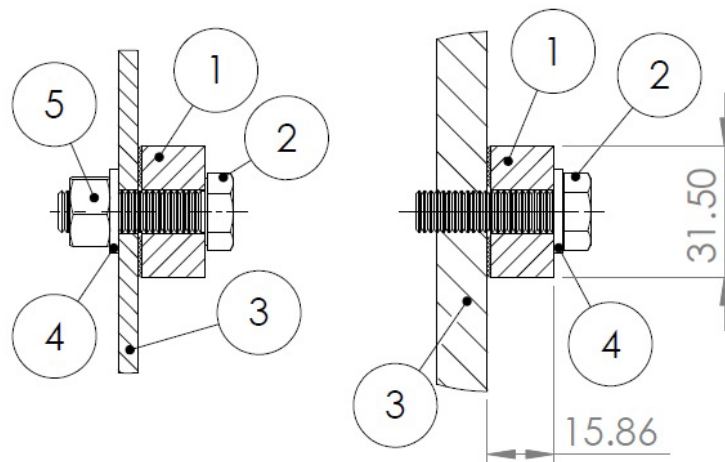
3. Mounting options for extensometers:

There are 2 options for mounting onto structural steel or aluminium parts:

3.1. Bolting:

선택한 영역에 M10 장착 볼트의 위치를 표시하고 구멍을 뚫으십시오. 경강으로 제작된 드릴링 템플릿(DT)(옵션으로 제공되는 Flintec 설치 키트 포함)을 사용하여 정확한 구멍 간격을 확보하십시오. 외부 클램핑이 불가능한 경우 DT 자체를 선택한 표면에 M6 볼트 2개로 볼트로 고정할 수 있습니다. 얇은 벽 부품의 경우 관통 구멍과 후면에서 두꺼운 와셔가 있는 잠금 너트를 사용하십시오. 두꺼운 벽 부품(12mm 이상)의 경우, 설치 영역 후면에 잠금 너트가 접근할 수 없는 경우 나사산 구멍을 사용할 수 있습니다. 조립 전에 볼트 나사산에 마찰 방지 오일이나 그리스를 바르십시오. M10-A4-80 장착 볼트에 대한 정확한 설정 값(50Nm)의 토크 렌치를 사용하십시오. A4-80 볼트를 사용할 수 없는 경우, M10-8.8 아연 도금 또는 용융 아연 도금 구조용 볼트(M10)를 사용할 수 있습니다. 등급 8.8은 최소 요구 사항입니다. 최종 토크 값에 도달하기 위해 단계별로 접근하고 각 단계마다 다른 장착 볼트로 전환하십시오. 볼트당 최소 2단계를 사용하십시오. 0 표시 변화를 확인하세요.

Bolted Installation (3.1)



- 1: Sensor VT-1 2: Hex-headed bolt M10 grade 8.8 or higher 3: Structural part
4: Washer 5: Lock nut grade 8.8 or higher

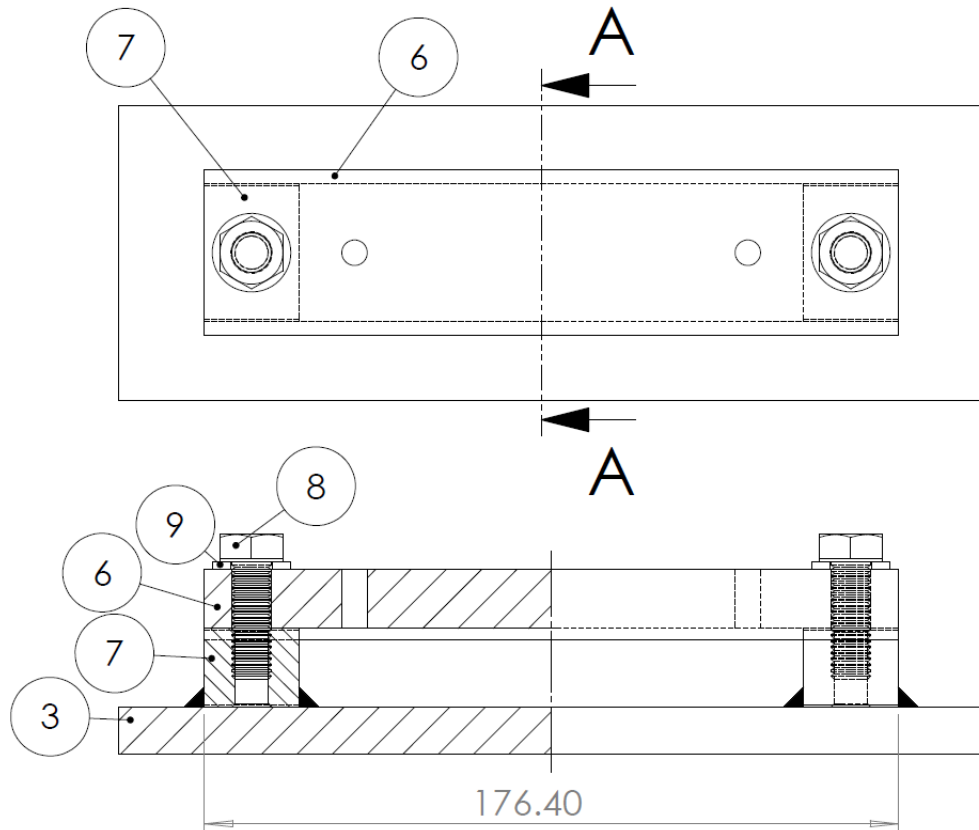
3.2. Welding:

특히 한쪽에서만 접근 가능하거나 약간 휘어진(오목 또는 볼록) 구조 부품에 권장됩니다. VT1 드릴링 템플릿(DT)에 맞게 설계된 용접 블록(WB) M10과 VT-1 드릴링 템플릿은 Flintec VT-1 설치 키트 범위 내에서 요청 시 제공됩니다.

WB M10을 드릴링 템플릿(DT) 양쪽 끝의 슬롯에 삽입하고 육각형 머리 M10 볼트로 볼트로 고정합니다. 볼트 끝이 WB 장착면에서 돌출되지 않았는지 확인합니다.

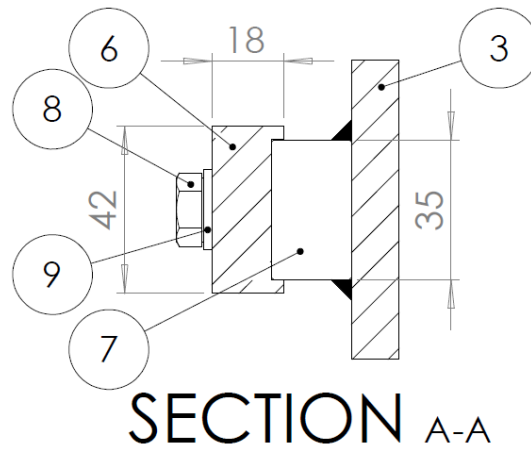
필요한 경우 DT와 볼트 머리 사이에 와셔를 사용하여 과도한 볼트 길이를 보정합니다. VT-1의 설치 위치에 정렬 표시를 하고, WB가 장착된 DT를 원하는 위치에 고정 한 후, WB 주변 용접 영역을 모든 면에서 약 10mm 더 넓게 표시합니다. WB가 장착된 DT를 M10으로 제거하고 지정된 용접 영역에서 철 구조물 표면을 연삭한 후 청소합니다. DT를 M10 WB로 다시 배치하고, 두 WB의 3면을 각각 가용접한 후, WB의 접근 가능한 3면을 모두 최소 3mm의 필렛 용접으로 용착 용접합니다. 볼트를 풀고 DT를 제거한 후 각 WB의 용접 이음매를 완료합니다. 필요한 경우 적절한 그라인더를 사용하여 용접 이음매를 청소하고 매끄럽게 합니다. 모든 슬래그를 제거하고 부식 방지 페인트를 도포합니다. VT-1은 스테인리스 스틸 A4-80 볼트, 용융 아연 도금 구조용 볼트 또는 M10 등급 8.8 이상의 아연 도금 육각 머리 볼트를 사용하여 설치합니다. 선택한 볼트 길이(권장 길이 30mm, 최대 34mm)가 M10 나사산 구멍 내부에서 구조 부품에 닿지 않도록 합니다. 긴 볼트의 경우, 볼트 머리와 VT1 사이에 아연 도금 강철 또는 스테인리스 스틸 와셔 DIN 125 하나 또는 더 두꺼운 심 와셔 DIN 988 하나를 사용하여 조정할 수 있습니다. 조립 전에 볼트 나사산에 마찰 방지 오일이나 그리스를 바르십시오. 선택한 볼트 유형에 권장 토크로 설정된 토크 렌치를 사용하십시오. 최종 토크 값에 도달하기 위해 단계별로 접근하고, 각 단계마다 다른 장착 볼트로 전환하십시오. 볼트당 최소 2단계를 사용하십시오.

Welded Installation (3.2)
Drilling Template with Weld Block M10:



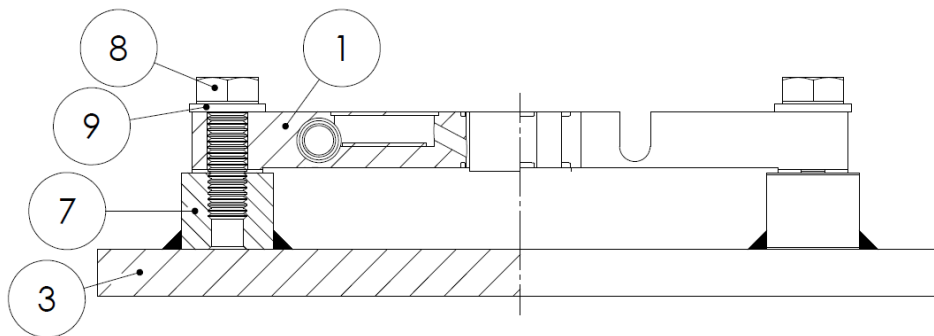
3: Structural part **6:** Drilling template **7:** Weld block M10 **8:** Hex-head-bolt M10
9: Washer

Section view of drilling template with Weld Block M10 (3.2)



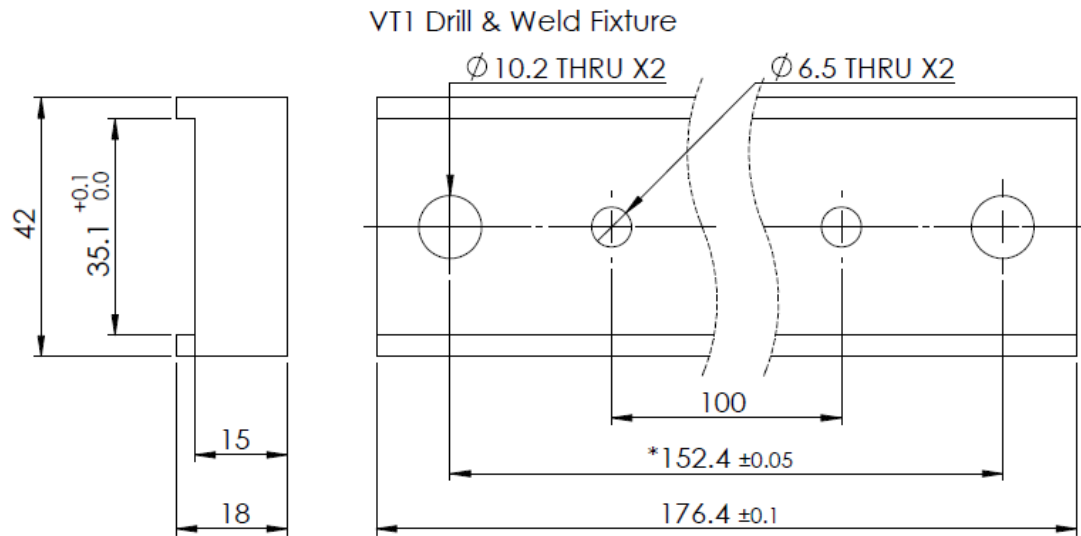
**3: Structural part 6: Drilling template 7: Weld block M10 8: Hex-head-bolt M10
9: Washer**

VT1 mounted on Weld Blocks (3.2)



**1: Sensor VT-1 3: Structural part 7: Weld Block M10 welded to 3
8: Hex-head-bolt M10 grade 8.8 9: Washer**

3.3. Optional drilling and welding accessories

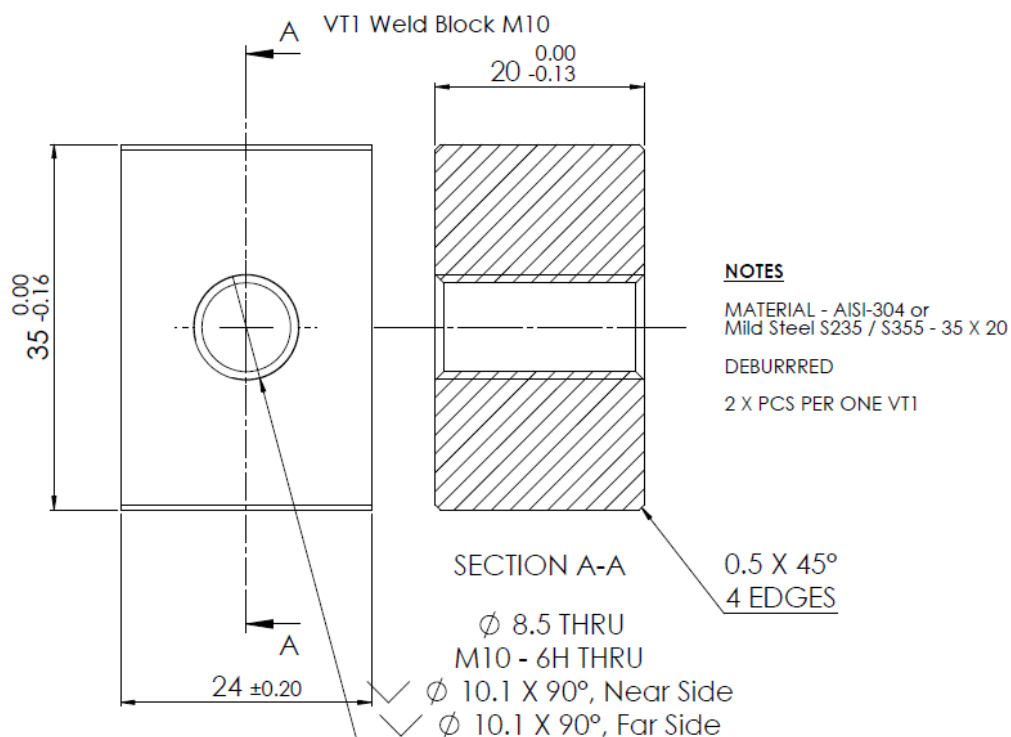


NOTES

MATERIAL - 17-4PH 1.75" X 0.75" X 180mm

HARDNESS - HRC 43~46

* 152.4 +/-0.05 SHOULD BE ACHIEVED AFTER HEAT TREATMENT



드릴링 템플릿은 최대 직경 35mm(그림에 표시되지 않음)의 사각 용접 블록 또는 원형 용접 블록용 용접 템플릿으로도 사용할 수 있습니다. 높은 강성을 위해 설계되었으며, M10 볼트용 위치 지정 구멍이 VT-1 장착 구멍 거리와 정확히 일치하도록 정밀하게 드릴링되었습니다. 드릴링 템플릿에 M10 용접 블록을 사전 조립하는 동안 회전을 방지하기 위해 사각 용접 블록은 템플릿의 35mm 슬롯에 정확히 맞춰져 있습니다.

4. Principles of strain/stress sensing on beam type structures:

4.1. Compression or Tension

신장계(EM)는 구조 부품의 종축과 평행하게 외면 또는 내면에 예상 하중에 맞춰 설치됩니다. 일반적인 적용 분야: 다리 위에 세워져 있거나 천장, 프레임 등에 매달린 사일로, 호퍼 또는 탱크, 오버헤드 크레인 교량, 도로 또는 철도 교량. 덜 일반적인 적용 분야: 과부하 또는 오용으로 인한 심각한 손상으로부터 장비를 보호하기 위해 간접적인 힘 측정이 필요한 모든 종류의 기계의 프레스 프레임 기둥, 푸시 또는 풀 로드, 액추에이터 로드 또는 암. 예상 EM 신호 출력(mV/V)은 다음에 의해 결정됩니다.

- 무부하/부하 상태 사이의 하중 또는 힘의 변화 ΔF (N)을
 - 관련 구조 부품의 하중 지지 단면적 A_s (mm²)로 나눈 값,
 - 구조 부품의 재료의 탄성 계수(영률) E (KN/mm²)
- part is made.

Values of E are:	Alloy and structural steel	210 KN/mm ²
	Stainless steel	200 KN/mm ²
	Aluminium	70 KN/mm ²

계산 공식:

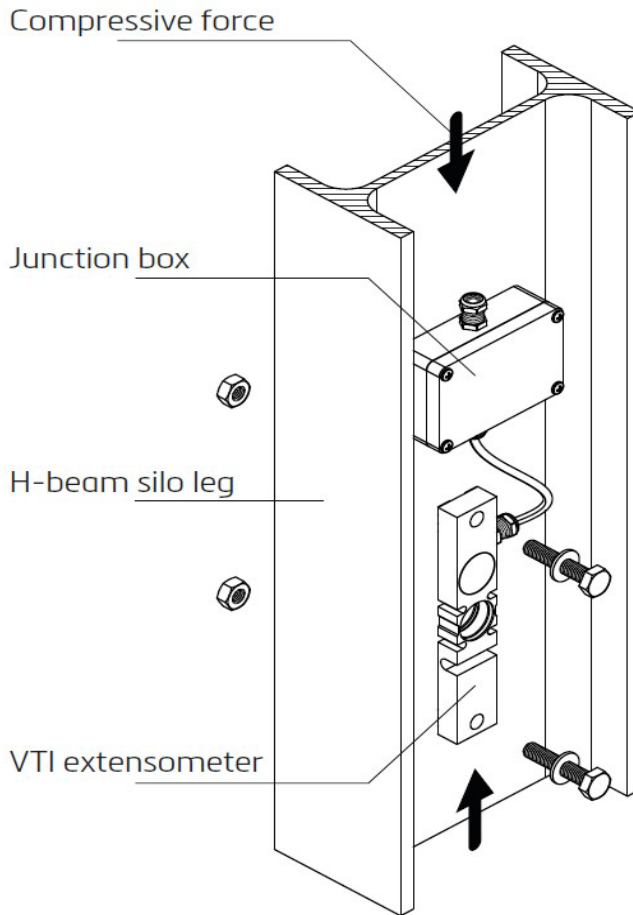
$$\text{재료 응력 변화 } \Delta \sigma \text{ (N/mm}^2 \text{)} = \Delta F \text{ (N)} / A_s \text{ (mm}^2 \text{)}$$

정격 FSO, 예: VT1 신장계 = 500ppm 변형률(또는 500마이크로 변형률)에서 1.7mV/V
(정격 FSO 값은 개별 신장계 데이터 시트 참조)

$$\text{표면 변형률 변화 } \Delta \epsilon \text{ (변형률 ppm)} = \Delta \sigma \text{ (응력(N/mm}^2 \text{))} / (E(\text{KN/mm}^2)) \times$$

$$1000) \text{ 예상 신호 출력(mV/V)} = \text{FSO} \times \Delta \epsilon / 500\text{ppm}$$

사일로 레그의 설치 예는 다음 페이지를 참조하세요.



Source: VT1-Data sheet page 4.

4.2. Bending on beams, profiles, pipes etc.

다양한 프로파일을 가진 보나 마스트와 같은 구조 부재에 발생하는 굽힘을 유발하는 힘이나 하중은 해당 프로파일의 외면에 길이 방향으로 설치된 신율계를 통해 감지됩니다. 높은 압축 또는 인장 응력이 예상되는 부위에 설치 위치를 선택하십시오. 대칭 단면을 가진 프로파일의 반대쪽 외면에 길이 방향으로 신율계를 쌍으로 설치하여 중심선을 따라 인장 및 압축 응력 또는 변형률의 크기가 유사한 경우 최상의 결과를 얻을 수 있습니다

"반평행" 연결 쌍을 사용하는 이 설치 방법의 이점은 3에서 설명합니다.

계산 방정식:

$$\text{굽힘 응력 } \sigma - b \text{ (N/mm}^2\text{)} = M_b / W_b$$

$$\text{굽힘모멘트 } M_b \text{ (Nmm)} = F \text{ (N)} \times L \text{ (mm)},$$

F = 보의 중심선에 수직인 힘,

L = 빔의 고정 또는 지지 끝에서 F 위치까지의 레버 암 길이,

W_b = 단면의 2차 모멘트(mm^3) (M_b 와 동일한 단면 축에 관련됨).

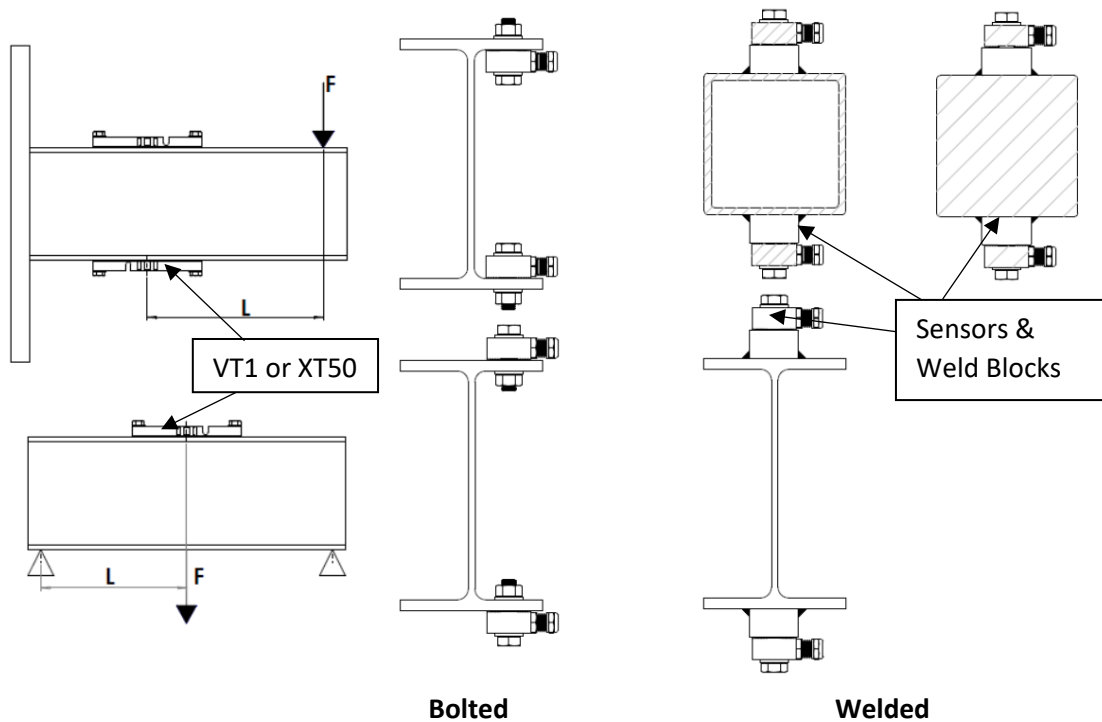
모든 표준화된 구조용 강재 및 알루미늄 프로파일의 W_b 값은 엔지니어링 웹사이트에서 확인할 수 있습니다. 이 값은 재료 특성이 아닌 형상과만 관련이 있으므로, 정확한 합금 종류와 관계없이 강재 프로파일 또는 알루미늄 프로파일 표를 사용할 수 있습니다

정격 신장계 FSO, 예: VT1 = 500ppm 변형률(또는 500마이크로 변형률)에서 1.7mV/V
(정격 FSO 값은 개별 신장계 데이터 시트 참조)

$$\Delta \epsilon \text{ (ppm 변형률)} = \Delta \sigma \text{ (응력(N/mm}^2 \text{))} / (E(\text{KN/mm}^2 \text{))} \times 1000$$

$$\text{기대 신호 출력(mV/V)} = \text{FSO (mV/V)} \times \Delta \epsilon \text{ (ppm 변형률)} / 500 \text{ (ppm 변형률)}$$

Bending on Beams (4.2) Positioning of Extensometers (examples)



지지대 보에는 반평행으로 연결된 쌍으로 설치하고 굽힘 보에는 단일 센서로 설치합니다.

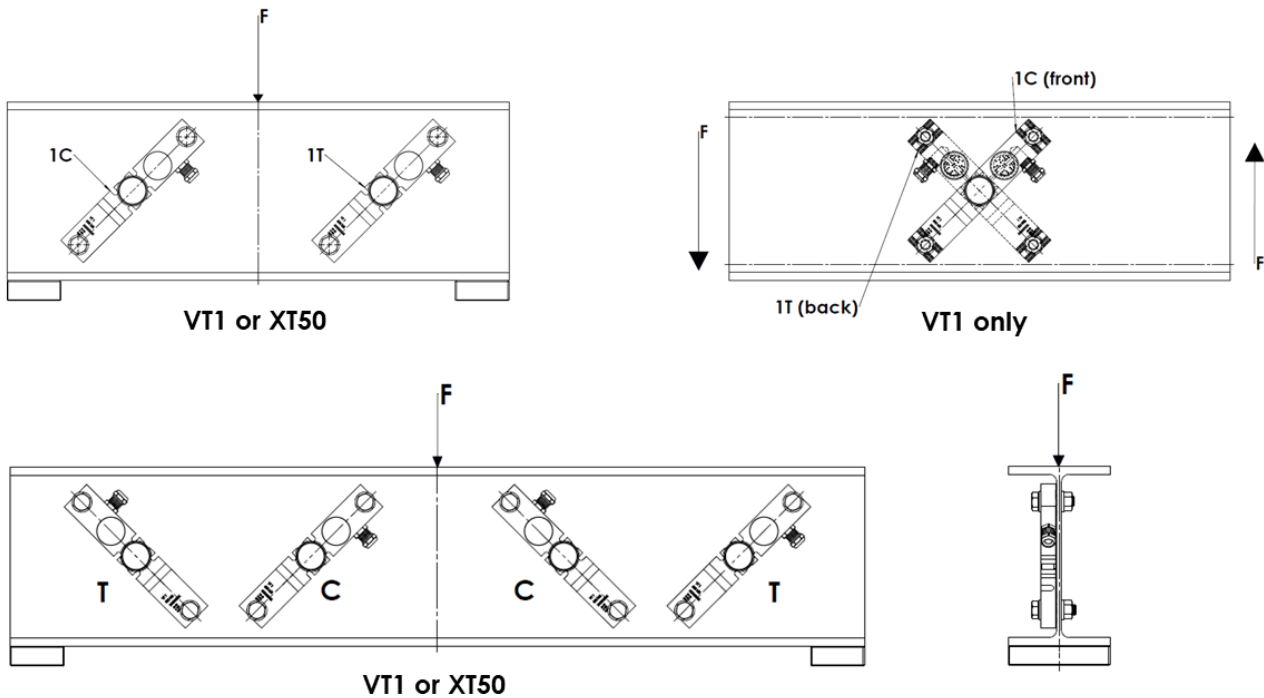
4.3. Shear

다양한 형상을 가진 거더나 요크와 같이 양쪽 끝이 지지되고 중앙 부분에 하중이 작용하는 수평 구조 부재에 작용하는 힘이거나 하중은 병렬로 연결된 한 쌍의 신장계로 측정합니다. 두 신장계를 반대 방향의 전단 응력이 작용하는 지점에 45° 각도로 설치하고 4.3절에 설명된 대로 반평행 모드로 연결하면 최상의 결과를 얻을 수 있습니다. 특히 지지부와 하중부 사이에 길이와 공간이 거의 없는 짧은 H형강이나 박스형 거더 또는 요크에 전단 응력 측정 장치를 설치하는 것이 좋습니다. 원형 프로파일의 경우, 45° 각도의 설치 위치와 고품질 필렛 용접 이음매를 확보하기 위해 외경에 맞는 특수 맞춤 용접 블록이 필요합니다.

"반평행"으로 연결된 쌍을 사용하는 이 설치 방법의 이점은 굽힘 설치에 대한 4.2항과 동일합니다. 최적의 온도 보상을 위해, 양의 변형률 및 음의 변형률 또는 응력 감지용 신장계를 가능한 한 서로 가깝게 설치해야 합니다. 반평행으로 연결된 각 신장계 쌍은 "하나의 측정점"으로 간주됩니다.

개략적 설치 예 및 익스텐소미터 방향:

Shear Sensing Installations (4.3) Positioning of Extensometers (examples)



1 T: 인장 변형률 센서

1 C: 압축 변형률 센서

XT-50은 길이가 짧기 때문에 X-배열로 전면-후면 장착이 불가능합니다.

계산을 위한 방정식:

영률(Young's Modulus) 또는 탄성 계수(Modulus of Elasticity) **E** 대신, 강철과 알루미늄의 경우 더 낮은 전단 계수(Shear Modulus) 또는 강성 계수(Modulus of Rigidity) **G**가 사용됩니다. G는 E와 푸아송 비(μ)를 사용하여 계산할 수 있습니다.

$$G = E / 2(1 + \mu)$$

또는 웹에서 찾을 수 있습니다(예: engineeringtoolbox.com): (GPa = KN/mm²)

	Shear Modulus G	Poisson's Ratio μ	Young's Modulus E
Aluminum	27 GPa	0,334	69 GPa
Aluminum 2024 T4:	28 GPa	0,32	70 GPa
Carbon Steel	77 GPa	0,295	200 GPa
Mild Steel	64 GPa	0,303	210 GPa
Cold rolled Steel	75 GPa	0,287	200 GPa
Stainless steel	77 GPa	0,305	180 GPa

Table 1

공식적인 구조 정적 계산을 위해서는 재료 공급업체에 공장 인증서 3.1 등의 값을 요청해야 합니다. 또는 원하는 구조적 프로파일과 금속 합금에 대한 적용 가능한 표준에 따라 최소한의 기계적 특성을 사용하세요.

전단응력을 굽힘응력 또는 압축/인장응력 “ σ ” 으로 구분하기 위해 전단응력은 “ τ - s” 로 표기합니다.

$$\text{전단응력 } \tau - s \text{ (N/mm}^2 \text{)} = \text{전단력 } F_s \text{ (N)} / \text{단면적 } A_s \text{ (mm}^2 \text{)} *$$

단면적 A_s 는 구조 프로파일의 종방향 중심선에 수직으로 취한 값입니다. 구조 요소의 기하학적 구조가 하중 적용 영역과 지지 영역 사이의 영역에서 프로파일 길이에 따라 변하는 경우, A_s 는 가장 작은 단면을 고려해야 합니다. 이는 일반적으로 프로파일의 최소 높이 위치입니다.

* 참고: I-빔/H-빔의 플랜지는 전단 저항에 크게 기여하지 않으므로, I-빔의 총 높이 H x 수직 웹의 두께 t 로 계산할 수 있습니다. $A_s = H \times t$

하중이 가해진 상태와 하중이 가해지지 않은 상태 사이의 전단 응력 변화 $\Delta \tau -s$ 를 알고 있을 때, 해당 변형률 변화 $\Delta \epsilon -s$ 는 다음과 같이 계산할 수 있습니다.

$$\Delta \epsilon -s \text{ (ppm strain) } = \Delta \tau -s \text{ (shear-stress in N/mm}^2 \text{) } / (\mathbf{G} \text{ in KN/mm}^2 \text{) } \times 1000$$

With rated FSO extensometer, e.g. VT1 = 1.7 (mV/V) at 500 ppm strain (or 500 micro strain)
(정격 FSO 값은 개별 신장계 데이터 시트 참조)

우리는 계산할 수 있습니다

$$\text{예상 신호 출력(mV/V)} = \text{FSO(mV/V)} \times \Delta \epsilon -s(\text{ppm 변형률}) / 500(\text{ppm 변형률})$$

4.4. 비틀림

고정 또는 회전 샤프트의 토크를 감지하기 위해, 비틀림 전단 응력을 감지하기 위해 샤프트 중심선에서 45° 각도 이하로 서로 반대 위치에 신율계를 설치합니다. 샤프트가 중실이든 중공이든(원형 또는 사각형, 두꺼운 벽의 파이프) 관계없이 3.2절에 설명된 대로 용접 블록 M10과 드릴링/용접 템플릿을 사용하는 것이 좋습니다. 이러한 구조 부품에 나사산 구멍을 뚫으면 응력이 증가하고 해당 부품의 피로 저항이 크게 감소하기 때문입니다. 또한, 원형 샤프트에 용접하지 않고는 신율계를 위한 두 개의 평평한 장착면을 만드는 것이 매우 어렵습니다.

특히 동적 질량 균형이 중요한 회전축의 경우, 축 중심선을 기준으로 대칭을 유지해야 하므로 반대 위치에 조심스럽게 배치해야 합니다. 4.4절에서 설명한 역평행 연결의 이점을 얻으려면 신장계를 45° 각도 미만으로 배치하는 것이 중요합니다. 하나는 축 축의 왼쪽을, 다른 하나는 축 축의 오른쪽을 향하도록 배치해야 합니다. 자세한 내용은 아래 그림을 참조하십시오. 회전하지 않는 축의 경우 단면 설치를 고려할 수 있지만, 양면 설치의 영점 신호의 온도 보상 외에도 중첩된 굽힘 모멘트를 보상합니다.

비틀림 전단 응력과 전단 응력 " $\tau -s$ "를 구별하기 위해 비틀림 전단 응력은 " $\tau -t$ "로 표시합니다.

계산을 위한 방정식:

강철이나 알루미늄의 경우 영률 또는 탄성 계수 E 대신 낮은 전단 계수 또는 강성 계수 G 가 4.3에서 설명한 대로 사용됩니다.

$$\text{비틀림 응력 } \tau -t \text{ (N/mm}^2 \text{) } = M_t / W_t$$

비틀림 모멘트 또는 토크 M_t (Nmm 또는 Nm 또는 KNm) = 일반적으로 고객 애플리케이션에서 제공됩니다.

W_t = 단면적의 2차 극성 모멘트(mm^3)(토크 M_t 를 받는 샤프트의 종축인 단면적 중심점과 관련됨).

모든 표준화된 구조용 강철 및 알루미늄 프로파일의 중량 값은 엔지니어링 웹사이트에서 확인할 수 있습니다. 이 값은 재료 특성이 아닌 형상과만 관련이 있으므로, 정확한 합금 종류와 관계없이 강철 프로파일 또는 알루미늄 프로파일 표를 사용할 수 있습니다.

솔리드 로드 또는 솔리드 사각 바 같은 간단한 프로파일의 경우, W_t 는 다음과 같이 계산할 수 있습니다.

$W_t\text{-로드(mm}^3) = \pi \times r^3 / 2$ (여기서 $r = D/2$, 원형 샤프트 및 직경 $D(\text{mm})$ 인 로드)
우 $\pi=3.1415$)

$W_t\text{-bar(mm}^3) = 0.208 \times a^3$ ($a = \text{bar 두께(mm)}$)

하중이 가해진 상태와 하중이 가해지지 않은 상태 사이의 알려진 비틀림 전단 응력 변화 $\Delta \tau$ -t에 따라 해당 변형을 변화 $\Delta \epsilon$ -t는 다음과 같이 계산할 수 있습니다.

$$\Delta \epsilon\text{-t (ppm 변형률)} = \Delta \tau\text{-t (응력(N/mm}^2)) / (G(\text{KN/mm}^2)) \times 1000$$

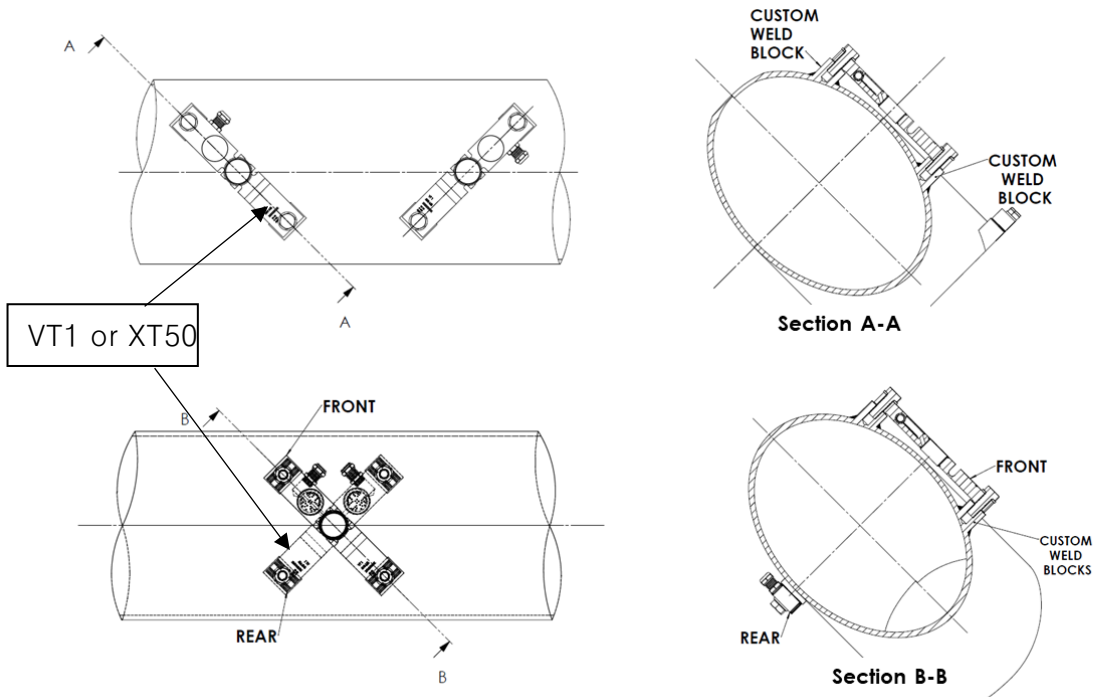
정격 FSO 신장계 사용 시, 예: 500ppm 변형률(또는 500마이크로 변형률)에서 $VT1 = 1.7\text{mV/V}$

(정격 FSO 값은 개별 신장계 데이터 시트를 참조하세요)

계산할 수 있습니다.

$$\text{예상 신호 출력(mV/V)} = \text{FSO(mV/V)} \times \Delta \epsilon\text{-t(ppm 변형률)} / 500(\text{ppm 변형률})$$

비틀림 응력 감지(4.4)



이러한 설치에는 구조 부품(예: 샤프트 또는 원형 보)의 반경에 맞춰 경사면을 가진 맞춤형 용접 블록 M10이 필요합니다.

사각형 샤프트 또는 보의 경우 표준 Flintec 용접 블록이 적합합니다.

5. 쌍으로 설치 및 배선

"반평행" 연결 쌍을 사용하는 이 설치 방법의 이점은 다음과 같습니다.

- 구조 부품의 온도 변화 또는 주변 온도 변화로 인한 열 팽창으로 인한 신호 드리프트 제거
- 각 "측정 지점"에 단일 신장계를 설치하는 경우와 비교하여 동일한 표면 변형률에 대해 최대 2배 더 많은 신호 생성

5.1. 열팽창 효과 보상

특히 옥외 설치 시 구조용 강철 또는 알루미늄 부품은 온도 변화에 취약합니다. 대형 구조물의 경우, 센서 설치 위치마다 온도 변화가 다릅니다. 이는 햇빛이나 그늘에 대한 방향, 바람과 비, 얼음과 눈에 대한 노출 정도에 따라 달라집니다. 구조용 합금의 열팽창 계수를 대략적으로 알고 있더라도, 신장계가 설치된 모든 구조 부품은 설계 효과뿐만 아니라 자유로운 열팽창이나 수축을 방해하는 요인으로 인해 온도 대비 팽창 특성이 각각 다르기 때문에 일반적인 보상은 쉽지 않습니다. 신장계를 "반평행" 모드로 연결하면 변형률 측정을 원하는 각 위치에 쌍으로 설치하여 해당 측정 위치에서의 열팽창을 개별적으로 보상할 수 있습니다. 금속 구조물의 모든 방향에서 열팽창은 동일하므로, 반평행으로 연결된 각 쌍의 신장계는 구조물에서의 방향과 관계없이 열에 의해 유도되는 제로 드리프트(Zero-Drift)가 제거됩니다. 이 기능이 제대로 작동하려면 두 신장계를 서로 가까이 설치하여 동일한 온도 변화를 측정해야 합니다.

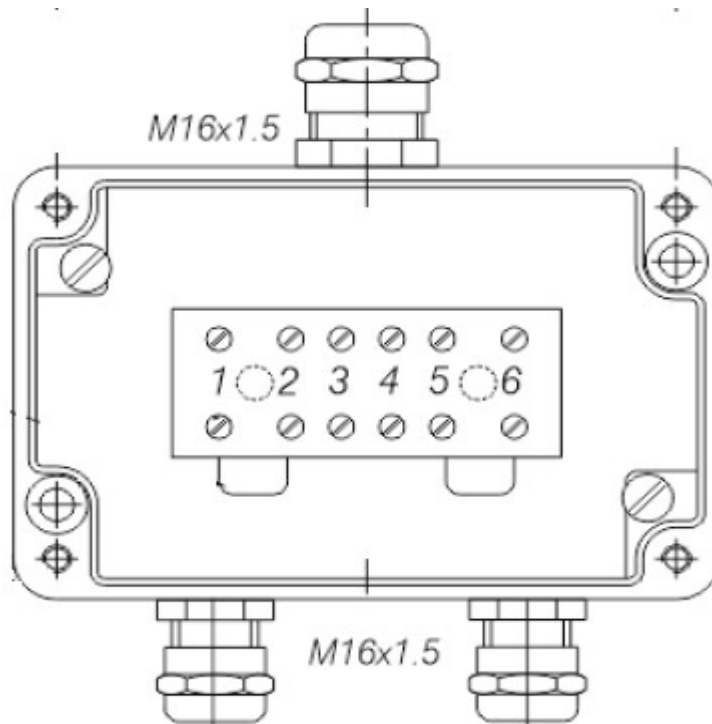
이러한 열 제로 드리프트 보상 원리는 단 하나의 센서가 힘이나 하중으로 인한 변형을 받는 경우에도 작동합니다.

이러한 열 제로 드리프트 보상을 활성화하고 "인장" 신장계 A와 "압축" 신장계 B가 병렬로 연결될 때 신호가 상쇄되는 것을 방지하려면, 한 신장계의 출력 신호선을 반대 극성 또는 "역병렬 연결"로 연결해야 합니다. 플린텍 색상 코드가 있는 센서 케이블의 경우: 신장계 A 흰색과 신장계 B 빨간색, 신장계 A 빨간색과 신장계 B 흰색. 녹색과 검은색 선은 평소처럼 색상별로 연결합니다.

이 "2 in 1 케이블 연결"에는 Flintec KA-2 정션 박스가 권장됩니다. 이 KA-2부터는 각 쌍의 신장계가 정션 박스(KAK-x, KPF-x, KPK-x, x개 이상의 쌍)를 통해 연결되거나 mV/V 표시기에 직접 연결됩니다.

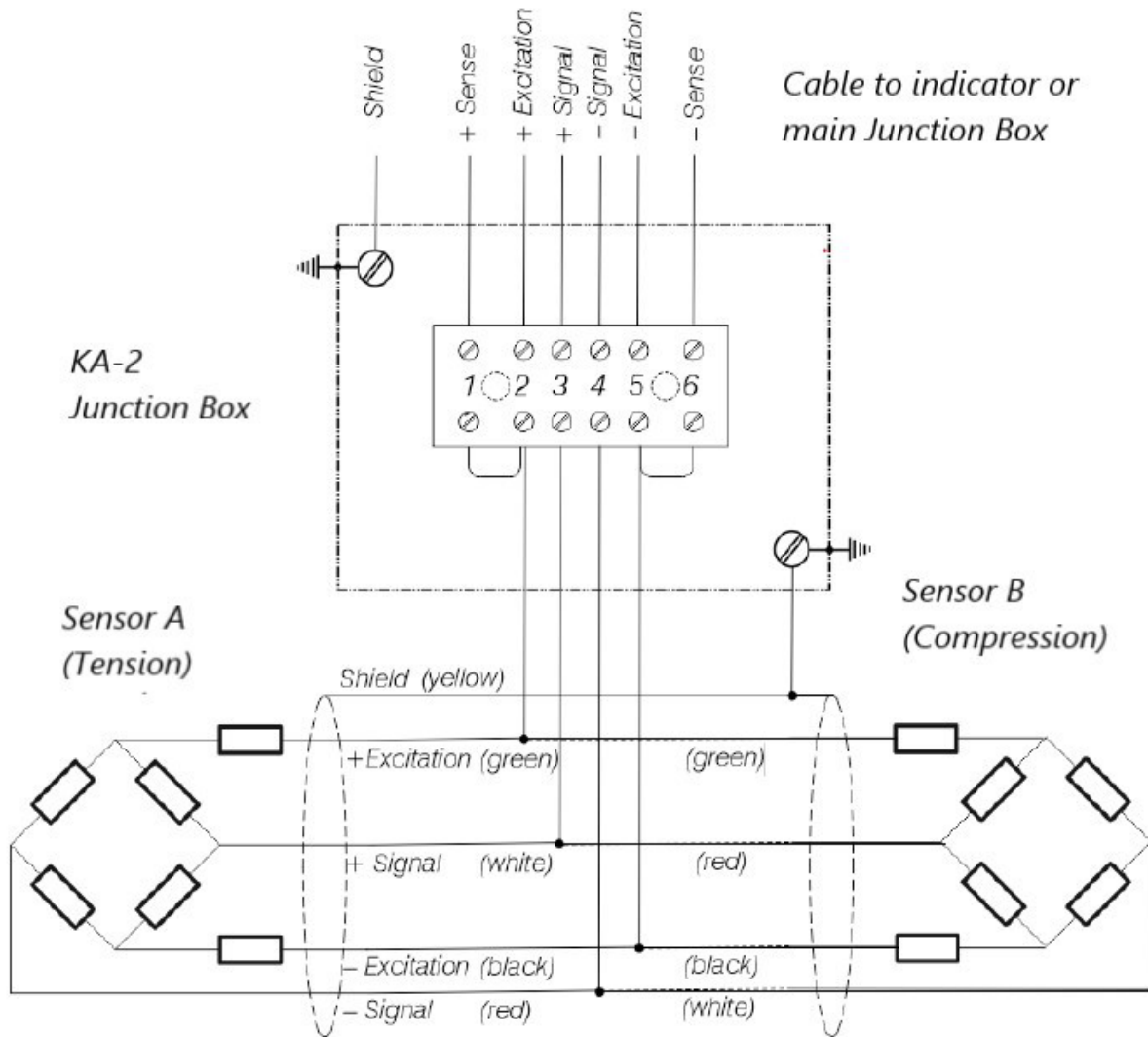
KA-2의 배선 지침은 다음 페이지를 참조하세요.

뚜껑이 없는 6선 나사 단자가 있는 KA-2 접합 상자(5.1)



다음 페이지에 배선 계획이 나와 있습니다.

KA-2(5.1)에 대한 배선 지침



5.2. 5.1과 결합된 신호 출력 최대화

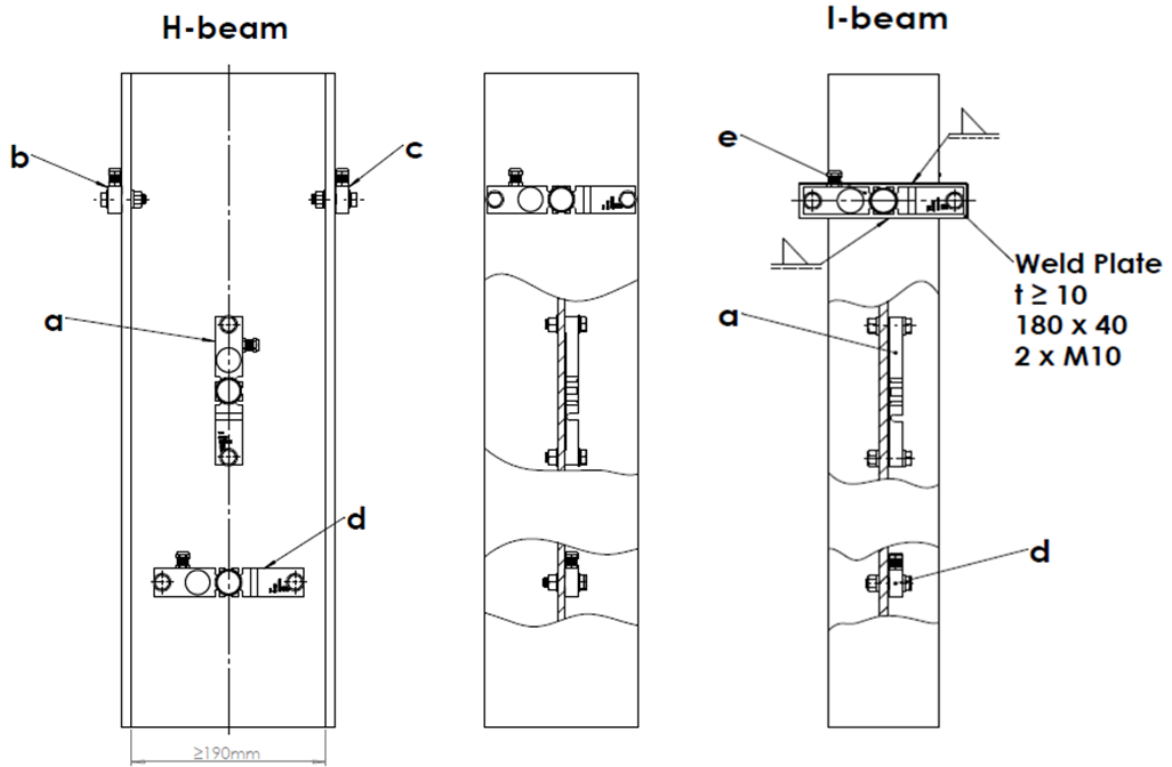
쌍의 역평행 연결에 동일한 양의 변형률을 반대 방향으로 적용할 수 있는 모든 설치 환경에서 가장 높은 신호 출력을 기대할 수 있습니다. 굽힘, 전단, 비틀림과 같은 하중에 적용됩니다.

해당 구조 부품의 완전 부하 및 무부하 상태 사이의 차이로서 약 100ppm(정격 변형률 500ppm의 20%)의 낮은 센서 활용도에서도 충분한 출력 신호 레벨을 기대할 수 있습니다.

압축 또는 인장력을 받는 기동형 구조물 및 프로파일의 경우, 푸아송 비에 의해 결정되는 반대 방향으로 제한된 변형률만 존재하며, 이는 4.3절의 표 1에 언급된 바와 같이 대부분의 금속의 경우 약 0.3입니다. T자형 구성으로 신장계를 장착하면 길이 방향에 대해 부호가 반대인 이 30% 측면 변형률을 활용합니다. 예를 들어, 압축을 받는 H-빔에서 신장계 A는 웹의 길이 방향 중심선을 따라 장착되고, 신장계 B는 플랜지 중 하나의 바깥쪽에 측면 방향, 즉 H-빔의 중심선에 수직인 방향, 즉 수직 H-빔의 수평 방향에 장착됩니다. 신호 증가는 단일 신장계 설치에 비해 약 30%에 불과하지만, Zero Drift의 온도 보상은 5.1절에 설명된 대로 완벽하게 작동합니다.

T자형 구성은 단일 측면 굽힘 빔 설치에도 사용할 수 있으며, 대칭적인 양면 설치가 불가능하거나 실용적이지 않은 경우, 예를 들어 도로를 향한 차량 차축의 밑면에 센서를 설치하면 손상되기 쉬운 경우에 사용할 수 있습니다.

반평행 쌍의 배열(5.2)

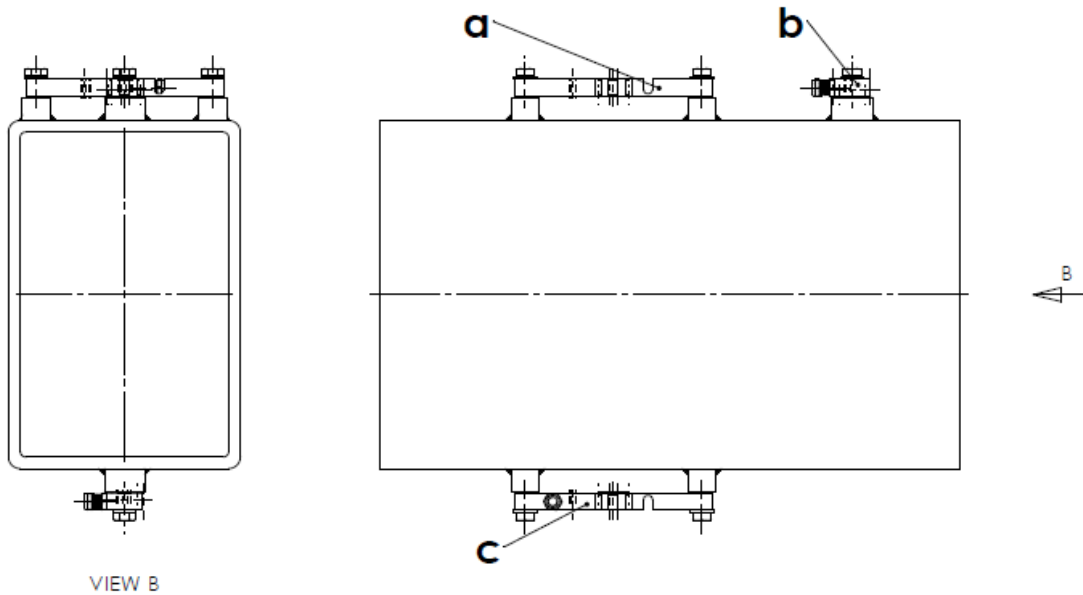


쌍의 반평행 연결을 위한 위치 $a + b$; $a + c$; $a + d$; $a + e$.

VT-1의 경우 I-빔 간격이 $< 190\text{mm}$ 이거나 XT-50의 경우 $< 90\text{mm}$ 인 경우 위치 $a + e$.

박스 거더용 센서 배열(5.2)

Box - girder: VT1 or XT50



a + b 위치는 세로 방향 인장 또는 압축, 또는 단일 측면 굽힘 설치에 적합합니다.

a + c 위치는 양면 설치(인장 및 압축) 굽힘에만 적합합니다.

반평행으로 연결된 쌍의 출력 신호:

a + b = 1.3 x 단일 센서; a + c = 2 x 단일 센서.

6. 적합한 지표/계기 및 조정

신장계는 사일로, 탱크 또는 호퍼의 내용물 모니터링에 사용되며, 계량 기기보다 예상 정확도가 훨씬 낮습니다(0.5~5%, 0.03% 이하). 따라서 고정된 계량 범위와 눈금 간격이 없는 인디케이터가 선호됩니다. 고정된 계량 범위와 눈금 간격이 없는 인디케이터를 사용할 수 없는 경우, 최소값(e-min)이 50kg 이상인 100e~1000e의 눈금 간격을 가진 클래스 III 계량 기기에 적합한 인디케이터도 사용 가능합니다. 고객의 제어 및 IT 시스템과는 별도로 설비를 점검할 수 있도록 자체 디스플레이가 있는 기기를 사용하는 것이 좋습니다.

eCal 기능, 가상 영점 및 외삽 용량을 갖춘 계측기는 시스템 조정에 매우 유용합니다. 관련 사일로의 최소 한 번의 완전 적재 및 하역 사이클 후에 알려진 하중 또는 알려진 양의 재료를 사용하여 추가적인 정밀 조정/교정을 수행해야 합니다. 신장계는 설치 후 이러한 조정 사이클을 거쳐 안정되고 반복 가능한 영점 복귀를 달성해야 합니다. 반복성이 만족스럽지 않으면 모든 신장계의 장착 볼트를 다시 조여야 합니다.

실외 사일로 내용물 모니터링 설비 조정은 봄이나 가을의 평균적인 기상 조건에서 수행될 때 연중 최상의 결과를 제공합니다. 흐린 하늘, 서리, 더위가 없는 날씨에서 수행해야 합니다. 내용물 모니터링의 정확도는 일출 전 이른 아침 실제 사일로 내용물을 측정할 때 가장 높습니다. 투입/충전 작업을 위한 중량 감소와 같은 상대 중량 측정은 단기 정확도가 더 높기 때문에 절대 사일로 내용물 계량보다 훨씬 정확합니다.

전체 사일로 용량의 30% 이상에 해당하는 알려진 양의 재료가 승인된 저울대에서 검증된 후 사일로 내용물에 추가되면 사일로 레벨 모니터링 설비를 비교하고 보정하거나 재조정할 수 있는 기회가 됩니다.

7. 신호에 대한 열 효과를 줄이기 위한 선섨드 설치

신장계는 구조 부품의 "치"로만 열적으로 연결되거나 구조 부품 표면에서 약 15mm 떨어진 용접 블록에 위치하기 때문에 구조 부품의 재료와 동일한 온도를 측정하지 않습니다. 또한, 신장계의 열용량은 장착된 구조 부품의 열용량에 비해 매우 작아 시스템에 시간 의존적인 기울기 문제를 야기합니다. 구조 부품과 신장계 사이의 온도 편차는 고정형이든 기울기형이든 각 신장계의 내부 온도 보상뿐만 아니라 역평행 설치에 따른 외부 온도 보상에도 영향을 미칩니다.

따라서 실외에 설치된 익스텐소미터는 직사광선으로부터 보호하는 것이 좋습니다.

신율계 설치 부위를 덮는 알루미늄 판금이나 광택 스테인리스 스틸을 U자 모양으로 접어 H빔과 같은 고객의 구조 부재에 장착하는 것은 간편하고 검증된 솔루션입니다. 양면 테이프로 고정하고 케이블 타이나 스테인리스 스틸 스트랩으로 고정해도 구조용 강철 부재의 부식 방지 코팅이 손상되지 않습니다.

다음 페이지에서 설치 제안을 확인하세요

단면 또는 양면 센서 설치를 위한 선설파드가 있는 H빔 사일로 다리(7)

H-beam with sunshields, eg. silo leg (5)

