

스마트센서

교정방법 및 유지관리 설명서

2023. 01

(주)유앤유

| 버전 | 수정날짜 | 수정내용 | |
|--------|----------|---------|--|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| V1.0.0 | 2023. 01 | ◆ 최초 작성 | |

목 차

| | |
|-------------------------|----|
| 1. 스마트센서 표준물질 검증 | |
| 1.1. 표준물질 제조 방법 | 1 |
| 1.2. 표준물질 교정 방법 | 7 |
| 1.3. 실시료 교정 방법 | 9 |
| 1.4. Factor 입력 방법 | 11 |
| 2. 스마트센서 | |
| 2.1. 지시부 화면 | 13 |
| 2.2. 지시부 상태코드 | 15 |
| 2.3. 유지관리 | 16 |

1. 스마트센서 표준물질 검증

1.1 표준물질 제조 방법

검보정 하고자 하는 항목에 필요한 표준원액을 제조 후 *희석하여 원하는 농도의 표준용액을 만들어 사용한다. 2L 플라스틱 비이커 기준 1000mL 정도면 측정부가 충분히 잠기기 때문에 검보정 표준용액의 용량은 1000mL 정도로 제조하는 것을 권장한다.

*희석

$$\begin{aligned} \text{희석배수} &= \text{희석 전 농도} / \text{희석 후 농도} \\ &= \text{희석 후 용액의 부피} / \text{희석 전 용액의 부피} \\ &= \text{희석 후 질량} / \text{희석 전 질량} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (1) \text{ 표준원액의 농도} &= \text{희석 전 농도} \\ &= 10,000\text{mg/L} \end{aligned}$$

▶ 공정시험기준 제조 방법으로 제조되어 규정된 농도를 가지는 것

$$\begin{aligned} (2) \text{ 표준용액의 농도} &= \text{희석 후 농도} \\ &= 100\text{mg/L} \end{aligned}$$

▶ 스마트센서 검보정에 사용하고자 하는 농도

▶ 표준원액을 이용하여 만들고자 하는 농도

$$\begin{aligned} (3) \text{ 희석배수} &= \text{희석 전 농도} / \text{희석 후 농도} \\ &= 10000/100 \\ &= 100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (4) \text{ 표준용액 용량(부피)} &= \text{희석 후 용액의 부피} \\ &= 1,000\text{mL} \end{aligned}$$

▶ 스마트센서 검보정에 사용하고자 하는 용액의 용량, 1,000mL권장

$$\begin{aligned} (5) \text{ 희석 전 용액의 부피} &= \text{표준용액을 만들 때 필요한 표준원액의 용량} \\ &= \text{희석 후 용액의 부피} / \text{희석배수} \\ &= 1,000\text{mL} / 100 \\ &= 10\text{mL} \end{aligned}$$

(6) 10,000mg/L 표준원액을 이용하여 100mg/L농도의 표준용액 1000mL를 제조하려면 표준원액 10mL에 정제수를 더해 1,000mL로 하면 된다.

1.1.1 TOC: KHP(프탈산수소포타슘)용액

KHP 용액은 “수질오염공정시험기준 ES04311.1 총유기탄소-고온연소산화법” 시험법의 표준용액으로 스마트 센서의 TOC 교정 용액으로 사용되고 있다. 스마트센서의 측정범위를 고려하여 시험법의 1,000mg-C/L보다 높은 10,000mg-C/L로 제조한다.

표준물질 제조 방법은 아래와 같다.

- (1) KHP 표준원액 제조방법은 KHP 10,000mg-C/L 표준원액 KHP 시약을 105℃~120℃에서 약 1시간 건조한 뒤 데시케이터 방냉 후 21.25g을 정제수에 녹여 1L로 하여 제조한다.
- (2) 스마트센서 검보정용 표준용액 제조 기준은“총유기탄소 연속자동측정기 및 그 부속기기 TM0306.1” 성능시험방법을 기준으로 검보정용 표준용액을 제조한다. 제조하는 용액은 총 세 종류로 제로 용액, 직선성 용액, 스펀 용액이며 측정범위를 기준으로 제로용액은 5%이하, 직선성용액은 25%, 45% 65%, 스펀용액은 90%이상이다.
- (3) 스마트센서 검보정용 표준용액 제조 방법은 1,000mL 정제수를 준비한 후 스마트센서의 OPL^{주1)}에 맞춰 만들고자 하는 농도를 표 1에서 찾아준다. 이후 농도칸 오른쪽의 주입량을 확인한 후 피펫으로 1,000mL 정제수에서 주입량만큼을 분취하여 버려주고 KHP 10,000mg-C/L 표준원액을 주입량만큼 넣어준다. 정제수와 KHP 표준원액이 잘 섞일 수 있도록 교반시켜 준다.

* KHP 10,000mg-C/L, 제조 용량 1000mL 기준

| OPL | | 2mm | | 5, 6mm | | 10mm | | 40mm | |
|------------|-----|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| 측정범위(mg/L) | | 600 | | 200 | | 100 | | 20 | |
| 기준 | | 농도 (mg/L) | 주입량 (mL) | 농도 (mg/L) | 주입량 (mL) | 농도 (mg/L) | 주입량 (mL) | 농도 (mg/L) | 주입량 (mL) |
| 제로 | 5% | 30 | 3 | 10 | 1 | 5 | 0.5 | 1 | 0.1 |
| | 25% | 150 | 15 | 50 | 5 | 25 | 2.5 | 5 | 0.5 |
| 직진성 | 45% | 270 | 27 | 90 | 9 | 45 | 4.5 | 9 | 0.9 |
| | 65% | 390 | 39 | 130 | 13 | 65 | 6.5 | 13 | 1.3 |
| 스팬 | 90% | 540 | 54 | 180 | 18 | 90 | 9 | 18 | 1.8 |

표 1 스마트센서 OPL 별 KHP 검보정 표준용액 농도 및 주입량

주1) OPL: 측정부의 광경로 길이를 뜻함 (Optic Path-Length)

1.1.2 TSS: Formazin용액

Formazin용액은 “수질오염공정시험기준 ES04313.1 탁도” 시험법의 표준용액으로 스마트센서 TSS 교정 용액으로 사용하고 있다. 스마트센서의 측정범위를 고려하여 시험법의 400NTU보다 높은 4,000NTU로 제조하며 황산하이드라진용액과 헥사메틸렌테트라아민용액을 섞어 제조한다.

표준물질 제조 방법은 아래와 같다.

- (1) Formazin 표준원액 제조 방법은 황산하이드라진 5g에 정제수를 넣어 400mL로 만들고 헥사메틸렌테트라아민 50g에 정제수를 넣어 400mL로 한다. 황산하이드라진용액 400mL, 헥사메틸렌테트라아민용액 400mL를 1L 부피 플라스크에 넣고 정제수를 넣어 1L로 한다. 이 후 두 용액을 잘 섞어준 뒤 실온에서 24~48시간 방치한다. 방치 후 흰색의 침전물이 생기며 Formazin 용액이 완성된다.

***완성된 용액은 교반하여 흰색의 침전물을 고르게 분산시킨 뒤 사용해야 한다.**

- (2) 스마트센서 검보정용 표준용액 제조 기준은“부유물질 연속자동측정기 및 그 부속기기 TM0308.1” 성능시험방법을 기준으로 검보정용 표준용액을 제조한다. 제조하는 용액은 총 세 종류로 제로 용액, 직선성 용액, 스펠 용액이며 측정범위를 기준으로 제로용액은 5%이하, 직선성용액은 25%, 45% 65%, 스펠용액은 90%이상이다.
- (3) 스마트센서 검보정용 표준용액 제조 방법은 1,000mL 정제수를 준비한 후 스마트센서의 OPL에 맞춰 만들고자하는 농도를 표 2에서 찾아준다. 이후 농도칸 오른쪽의 주입량을 확인한 후 피펫으로 1,000mL 정제수에서 주입량만큼을 분취하여 버려주고 Formazin 4,000NTU 표준원액을 고르게 잘 섞어준 뒤 주입량만큼 넣어준다. *정제수와 Formazin 표준원액이 잘 섞일 수 있도록 교반 시켜준다.

* Formazin 4,000NTU, 제조 용량 1,000mL 기준

| OPL | | 2mm | | 5, 6mm | | 10mm | | 40mm | |
|------------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 측정범위(mg/L) | | 3600 | | 1200 | | 580 | | 40 | |
| | 기준 | 농도 (NTU) | 주입량 (mL) | 농도 (NTU) | 주입량 (mL) | 농도 (NTU) | 주입량 (mL) | 농도 (NTU) | 주입량 (mL) |
| 제로 | 5% | 180 | 45 | 60 | 15 | 30 | 7.5 | 2 | 0.5 |
| | 25% | 900 | 225 | 300 | 75 | 150 | 37.5 | 10 | 2.5 |
| 직진성 | 45% | 1620 | 405 | 540 | 135 | 270 | 67.5 | 18 | 4.5 |
| | 65% | 2340 | 585 | 780 | 195 | 380 | 95 | 26 | 6.5 |
| 스팬 | 90% | 3240 | 810 | 1080 | 270 | 530 | 132.5 | 36 | 9 |

표 2 스마트센서 OPL 별 Formazin 검보정 표준용액 농도 및 주입량

1.1.3 T-N: KNO₃(질산칼륨)용액

KNO₃용액은 “수질오염공정시험기준 ES04363.1 총 질소-자외선/가시선 분광법-산화법” 시험법의 표준용액으로 스마트센서 T-N 교정 용액으로 사용하고 있다. 스마트센서의 측정범위를 고려하여 시험법의 100mg-N/L보다 높은 1000mg-N/L로 제조한다.

표준물질 제조 방법은 아래와 같다.

- (1) KNO₃ 표준원액 제조 방법은 KNO₃ 1,000mg-N/L 표준원액은 KNO₃ 시약을 105℃~110℃에서 4시간 건조한 뒤 데시케이터 방냉 후 7.218g을 정제수에 녹여 1L로 하여 제조한다.
- (2) 스마트센서 검보정용 표준용액 제조 기준은“총질소 연속자동측정기 및 그 부속기기 TM0304.1” 성능시험방법을 기준으로 검보정용 표준용액을 제조한다. 제조하는 용액은 총 세 종류로 제로 용액, 직진성 용액, 스펠 용액이며 측정범위를 기준으로 제로용액은 5%이하, 직진성용액은 25%, 45% 65%, 스펠용액은 90%이상이다.
- (3) 스마트센서 검보정용 표준용액 제조 방법은 1,000mL 정제수를 준비한 후 스마트센서의 OPL에 맞춰 만들고자 하는 농도를 표 3에서 찾아준다. 이후 농도칸 오른쪽의 주입량을 확인한 후 피펫으로 1,000mL 정제수에서 주입량만큼을 분취하여 버려주고 KNO₃ 1,000mg-N/L 표준원액을 주입량만큼 넣어준다. 정제수와 KNO₃ 표준원액이 잘 섞일 수 있도록 교반 시켜준다.

* KNO₃ 1000mg-N/L, 제조 용량 1000mL 기준

| OPL | | 2mm | | 5, 6mm | | 10mm | | 40mm | |
|------------|-----|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| 측정범위(mg/L) | | 100 | | 100 | | 100 | | 50 | |
| 기준 | 5% | 농도 (mg/L) | 주입량 (mL) | 농도 (mg/L) | 주입량 (mL) | 농도 (mg/L) | 주입량 (mL) | 농도 (mg/L) | 주입량 (mL) |
| | 제로 | 5% | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2.5 |
| 직진성 | 25% | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 12.5 | 12.5 |
| | 45% | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 22.5 | 22.5 |
| | 65% | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 32.5 | 32.5 |
| 스팬 | 90% | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 45 | 45 |

표 3 스마트센서 OPL 별 KNO₃ 검보정 표준용액 농도 및 주입량

1.1.4 NH₄-N: NH₄Cl(염화암모늄)용액

NH₄Cl용액은 “수질오염공정시험기준 ES04355.1 암모니아성 질소-자외선/가시선 분광법” 시험법의 표준용액으로 스마트센서 NH₄-N 교정 용액으로 사용하고 있다. 스마트센서의 측정범위를 고려하여 시험법의 100mg-N/L보다 높은 1000mg-N/L로 제조한다.

표준물질 제조 방법은 아래와 같다.

- (1) NH₄Cl 표준원액 제조 방법은 NH₄Cl 1,000mg-N/L 표준원액은 NH₄Cl 시약을 100℃에서 건조한 뒤 데시케이터 방냉 후 3.819g을 정제수에 녹여 1L로 하여 제조한다.
- (2) 스마트센서 검보정용 표준용액 제조 기준은“총질소(암모니아성 질소 포함) 연속자동측정기 및 그 부속기기 TM0304.1” 성능시험방법을 기준으로 검보정용 표준용액을 제조한다. 제조하는 용액은 총 세 종류로 제로용액, 직진성 용액, 스펀 용액이며 측정범위를 기준으로 제로용액은 5%이하, 직진성용액은 25%, 45% 65%, 스펀용액은 90%이상이다.
- (3) 스마트센서 검보정용 표준용액 제조 방법은 1,000mL 정제수를 준비한 후 스마트센서의 OPL에 맞춰 만들고자 하는 농도를 표 4에서 찾아준다. 이후 농도칸 오른쪽의 주입량을 확인한 후 피펫으로 1,000mL 정제수에서 주입량만큼을 분취하여 버려주고 NH₄Cl 1,000mg-N/L 표준원액을 주입량만큼 넣어준다. 정제수와 NH₄Cl 표준원액이 잘 섞일 수 있도록 교반시켜준다.

* NH₄Cl 1,000mg-N/L, 제조 용량 1,000mL 기준

| OPL | | 2mm | | 5, 6mm | | 10mm | | 40mm | |
|------------|-----|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| 측정범위(mg/L) | | 100 | | 100 | | 100 | | 50 | |
| 기준 | | 농도 (mg/L) | 주입량 (mL) | 농도 (mg/L) | 주입량 (mL) | 농도 (mg/L) | 주입량 (mL) | 농도 (mg/L) | 주입량 (mL) |
| 제로 | 5% | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2.5 | 2.5 |
| | 25% | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 12.5 | 12.5 |
| 직진성 | 45% | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 22.5 | 22.5 |
| | 65% | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 32.5 | 32.5 |
| 스팬 | 90% | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 45 | 45 |

표 4 스마트센서 OPL 별 NH₄Cl 검보정 표준용액 농도 및 주입량

1.1.5 T-P: KH₂PO₄(인산이수소칼륨)용액

KH₂PO₄용액은 “수질오염공정시험기준 ES04362.1 총인-자외선/가시선 분광법” 시험법의 표준용액으로 스마트센서 T-P 교정 용액으로 사용하고 있다. 스마트센서의 측정범위를 고려하여 시험법의 100mg-P/L보다 높은 1000mg-P/L로 제조한다.

표준물질 제조 방법은 아래와 같다.

- (1) KHL₂PO₄ 표준원액 제조 방법은 KH₂PO₄ 1,000mg-P/L 표준원액은 KH₂PO₄ 시약을 105°C에서 건조한 뒤 데시케이터 방냉 후 4.39g을 정제수에 녹여 1L로 하여 제조한다.
- (2) 스마트센서 검보정용 표준용액 제조 기준은“총인 연속자동측정기 및 그 부속기기 TM0305.1” 성능시험방법을 기준으로 검보정용 표준용액을 제조한다. 제조하는 용액은 총 세 종류로 제로 용액, 직선성 용액, 스펀 용액이며 측정범위를 기준으로 제로용액은 5%이하, 직선성용액은 25%, 45% 65%, 스펀용액은 90%이상이다.
- (3) 스마트센서 검보정용 표준용액 제조 방법은 1,000mL 정제수를 준비한 후 스마트센서의 OPL에 맞춰 만들고자 하는 농도를 표 5에서 찾아준다. 이후 농도칸 오른쪽의 주입량을 확인한 후 피펫으로 1000mL 정제수에서 주입량만큼을 분취하여 버려주고 KH₂PO₄ 1,000mg-P/L 표준원액을 주입량만큼 넣어준다. 정제수와 KH₂PO₄ 표준원액이 잘 섞일 수 있도록 교반시켜준다.

* KH₂PO₄ 1,000mg-P/L, 제조 용량 1,000mL 기준

| OPL | | 2mm | | 5, 6mm | | 10mm | | 40mm | |
|------------|-----|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| 측정범위(mg/L) | | 100 | | 100 | | 100 | | 50 | |
| 기준 | | 농도 (mg/L) | 주입량 (mL) | 농도 (mg/L) | 주입량 (mL) | 농도 (mg/L) | 주입량 (mL) | 농도 (mg/L) | 주입량 (mL) |
| 제로 | 5% | 5 | 5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 0.5 | 0.5 |
| | 25% | 25 | 25 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 2.5 | 2.5 |
| 직진성 | 45% | 45 | 45 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 4.5 | 4.5 |
| | 65% | 65 | 65 | 32.5 | 32.5 | 32.5 | 32.5 | 6.5 | 6.5 |
| 스팬 | 90% | 90 | 90 | 45 | 45 | 45 | 45 | 9 | 9 |

표 5 스마트센서 OPL 별 KH₂PO₄ 검보정 표준용액 농도 및 주입량

1.2 표준물질 교정 방법

스마트센서를 표준물질에 교정하기 전 준비 단계는 아래와 같다.

- (1) 스마트센서 본체와 측정부를 정밀 세척하고 와이퍼 또는 킴와이프스 등을 이용하여 수분을 제거한다. (자세한 내용은 2.3.1 스마트센서 유지관리 참조)
- (2) 자동세정장치 탈거 또는 자동 세정 주기를 '0' min으로 만들어 교정 중 자동세정장치 동작을 방지한다. (자세한 내용은 2.3.1 스마트센서 유지관리 참조)
- (3) 스마트센서 교정에 사용되는 표준물질 또는 물은 실온에서 약 1시간 동안 보관한다.

스마트센서를 표준물질에 교정하는 방법은 아래와 같다.

- (1) 비커에 표준물질을 스마트센서 측정부가 잠길 정도로 담고 측정부 사이에 기포나 이물질이 끼었는지 확인한다. (그림 1 비커에 담긴 스마트센서 이미지 참조)

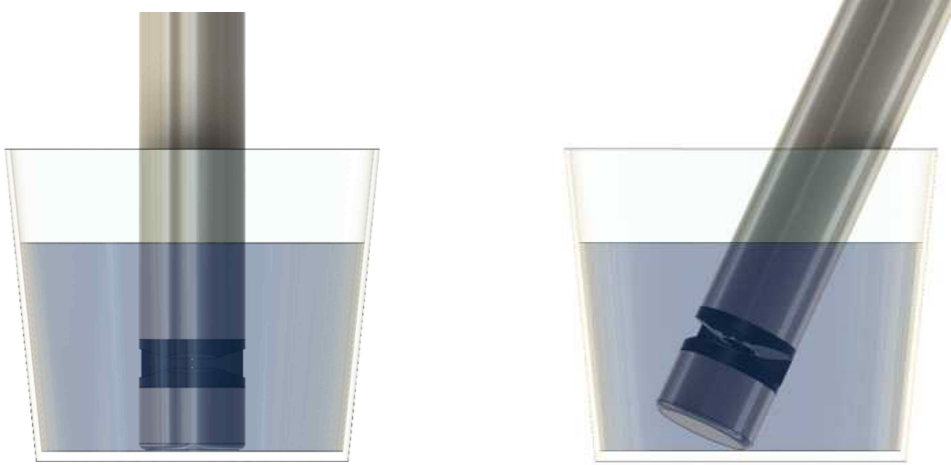


그림 1 비커에 담긴 스마트센서 이미지

- (2) 스마트센서 측정 온도와 표준물질의 온도가 비슷해야 정확한 값을 나타냄으로 약 20~30분 후 비교한다.
- (3) 스마트센서 OPL 별 표준물질 농도 기준값을 확인하여 측정값과 비교하여 Factor를 계산한다. (표 6 OPL 및 항목 별 표준물질 기준값)

**** 현장 시료 또는 이전 표준물질에서 사용한 기존 Factor 값이 존재한다면 계산 편의 상 Factor를 1로 맞추고 진행하는 것을 권장한다.**

| 측정 항목 | 표준물질 기준값 | | | | |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------------|--------------|--------------|
| | (OPL : 2mm) | (OPL : 5mm) | (OPL : 6mm) 단종 | (OPL : 10mm) | (OPL : 40mm) |
| TOC | 540 mg/L | 180 mg/L | 180 mg/L | 90 mg/L | 18 mg/L |
| DOC | 540 mg/L | 180 mg/L | 180 mg/L | 90 mg/L | 18 mg/L |
| TBOD | 945 mg/L | 315 mg/L | 315 mg/L | 153 mg/L | 72 mg/L |
| SBOD | 945 mg/L | 315 mg/L | 315 mg/L | 153 mg/L | 72 mg/L |
| TCODcr | 1080 mg/L | 360 mg/L | 360 mg/L | 180 mg/L | 72 mg/L |
| SCODcr | 1080 mg/L | 360 mg/L | 360 mg/L | 180 mg/L | 72 mg/L |
| TCODmn | 405 mg/L | 135 mg/L | 135 mg/L | 72 mg/L | 45 mg/L |
| SCODmn | 405 mg/L | 135 mg/L | 135 mg/L | 72 mg/L | 45 mg/L |
| TSS | 3240 mg/L | 1080 mg/L | 1080 mg/L | 522 mg/L | 36 mg/L |
| T-N | 90 mg/L | 90 mg/L | 90 mg/L | 90 mg/L | 45 mg/L |
| NH ₄ ⁺ -N | 90 mg/L | 90 mg/L | 90 mg/L | 90 mg/L | 45 mg/L |
| T-P | 90 mg/L | 45 mg/L | 45 mg/L | 45 mg/L | 9 mg/L |
| PO ₄ -P | 90 mg/L | 45 mg/L | 45 mg/L | 45 mg/L | 9 mg/L |

표 6 OPL 및 항목 별 표준물질 기준값

(4) Factor를 계산하는 방법은 [표준물질 기준값 / 스마트센서 측정값]을 하여 나오는 결과값을 Factor 메뉴에 입력한다.

예시)

- OPL : 5mm
- 입력된 Factor : 1.0
- 항목 : TOC
- 표준물질 기준값 : 180 mg/L
- 스마트센서 측정값 : 90 mg/L
- 위 수식 적용 시 '180 / 90 = 2'
- Factor 결과값 : 2.0
- 기존 입력된 Factor가 있다면 신규 Factor와 기존 Factor를 곱한 값을 Factor에 입력해야 함

(5) 계산된 Factor 값을 스마트센서 지시부에 입력한다. (1.4 Factor 입력 방법 참조)

1.3 실시료 교정 방법

교정 및 검증을 위해 수분석용 채수를 수행할 때 스마트센서와 인근에 있는 시료를 채취할 수 있도록 하며, 채수로 인해 부유물이 발생하거나 스마트센서 측정부에 태양광이 들어가지 않도록 각별히 주의해야 한다. 흐르는 시료의 경우엔 시료의 흐름방향을 확인하고 스마트센서 후단에서 채수하고, 수조 타입은 수조 내에 시료를 상시 교반할 수 있는 장치를 구성하여 수조 내에 시료의 오염정도가 균일하게 유지될 수 있도록 하는 것을 권장한다.

스마트센서 교정 전 필히 스마트센서 세척 후 진행해야 하며 수조 타입의 경우 측정수조 또한 정밀세척이 필요하다. (스마트센서 세척 및 측정수조 세척 방법은 2.3 유지관리 부분을 참조)

교정 전 스마트센서 세척 및 측정수조 청소 완료 후 스마트센서가 다시 실시료에 들어가고 난 후 안정화 시간 30분 이후부터 채수를 진행해야 한다.

교정주기는 측정대상의 조건에 따라 상의할 수 있으며, 제조사에서는 3개월 주기를 권장한다.

스마트센서를 실시료 교정 방법은 아래와 같다.

- (1) 스마트센서 실시료 교정 방법은 스마트센서가 현장에서 측정한 측정값과 같은 시간, 같은 위치에서 채수한 수분석 자료가 필요하다.
- (2) 스마트센서 교정을 위해 필요한 수분석 자료는 첫 번째 시료 이후 1시간 간격으로 총 24개를 권장하나 최소 개수는 첫 번째 시료 이후 1시간 간격으로 유입 6개, 방류 4개의 수분석 자료가 필요하다.
- (3) 채수를 진행한 시점의 수분석 자료와 스마트센서 측정값을 비교하여 항목별 Factor 값을 구한다. 수분석 자료와 스마트센서 측정값은 **평균값**으로 사용한다. Factor를 구하는 방법은 **수분석 자료의 전체 평균과 스마트센서 측정값의 전체 평균**을 나누어 나온 값을 Factor로 계산하여 입력한다.

[수분석 자료 전체 평균 / 스마트센서 측정값 전체 평균]

예시) Factor가 1.0으로 들어가 있을 경우

| | TOC | |
|-------|--------|-----------|
| | 수분석 자료 | 스마트센서 측정값 |
| 10:00 | 54.0 | 27.0 |
| 11:00 | 56.0 | 28.0 |
| 12:00 | 58.0 | 29.0 |
| 13:00 | 52.0 | 26.0 |
| 14:00 | 51.0 | 25.5 |
| 15:00 | 50.0 | 25.0 |
| 평균 | 53.5 | 26.75 |

수분석 자료 전체 평균 : 53.5 mg/L

스마트센서 측정값 전체 평균 : 26.75 mg/L

위 수식 적용 시 [$53.5 / 26.75 = 2$] '2'라는 결과값이 나오므로 'CALIBRATION' Menu 내 'FACTOR' 메뉴 안에 'TOC' Page에 들어가서 TOTAL 부분에 '2'를 입력해준다. (자세한 내용은 1.4 Factor 입력 방법 참조)

예시) Factor 적용 이후 재교정 경우

| | TOC | |
|-------|--------|-----------|
| | 수분석 자료 | 스마트센서 측정값 |
| 10:00 | 108.0 | 54.0 |
| 11:00 | 112.0 | 56.0 |
| 12:00 | 116.0 | 58.0 |
| 13:00 | 104.0 | 52.0 |
| 14:00 | 102.0 | 51.0 |
| 15:00 | 100.0 | 50.0 |
| 평균 | 107.0 | 53.5 |

수분석 자료 전체 평균 : 107.0 mg/L

스마트센서 측정값 전체 평균 : 53.5 mg/L

위 수식 적용 시 [$107.0 / 53.5 = 2$] '2'라는 결과값이 나오지만 기존 Factor가 이미 들어가 있는 경우에는 [결과값 X 기존 Factor]를 해주어야 한다.

[결과값 X 기존 Factor]

TOC Factor가 '1'일 경우 '26.75'이라는 값이 나오고 위 수식을 적용하여 Factor를 다시 구할 때는 '2' X '2'를 해서 '4'라는 결과값이 나오게 된다. [26.75×4]을 통해 '107.0'이라는 값을 나타낼 수 있다.

- (4) 추후 항목별 교정을 다시 진행할 경우 이전에 입력한 Factor 값이 계산공식에 필요하게 됨으로써 항목별 Factor 값 관리가 필요하다. 기록된 Factor 값이 없다면 스마트센서 지시부에서 확인이 가능하다. 기록된 Factor 값과 스마트센서 지시부에 입력된 Factor 값이 다를 경우 입력할 Factor 값이 잘못 계산됨으로 주의가 필요하다. 제조사에서 제공하는 Factor 계산 엑셀파일을 사용할 경우 사용 전 또는 Factor 입력 전 제조사 엔지니어에게 문의해야 한다.

1.4 Factor 입력 방법

계산된 Factor는 스마트센서 지시부에 입력한다. CALIBRATION Menu로 진입하는 경로는 아래와 같다. (화면 및 button 설명은 2.1 지시부 화면 참조)

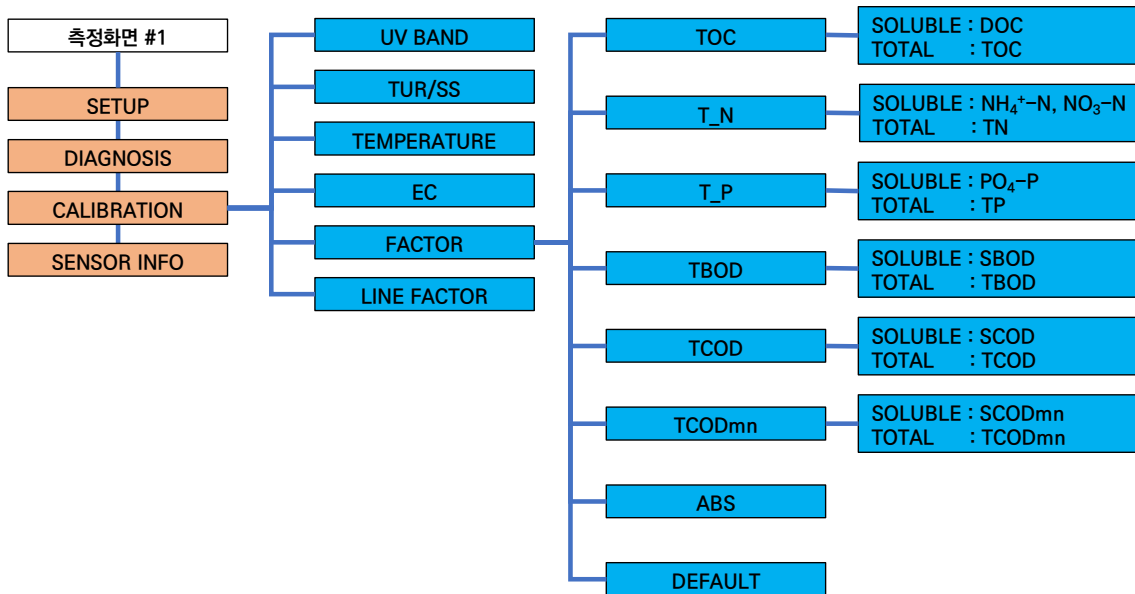


그림 2 지시부 CALIBRATION Menu 진입 경로

- (1) Menu button을 눌러 진입 후 Up button 또는 Down button을 이용하여 커서를 'CALIBRATION'으로 위치한 후 Ent. button을 눌러 진입한다.
- (2) 'CALIBRATION' Menu 내에는 여러 Factor를 설정할 수 있는 Menu가 있다. 값을 수정하기 위해서는 Right button을 눌러 Editing Mode로 진입한다. Editing Mode로 진입하게 되면 변경하고자 하는 설정값 밑에 커서가 깜빡거리게 된다. Editing Mode를 취소하고 싶으면 Esc button을 눌러 취소한다. Editing Mode로 진입 후 설정값을 변경하기 위해서 Up button 또는 Down button을 이용하여 설정값을 수정하고 Right button을 이용하여 설정값 자리변경을 한다. 원하는 설정값을 저장하기 위해서는 Right button을 이용하여 커서를 Menu 우측 하단에 있는 'OK'로 이동 후 Ent. button을 이용하여 설정값을 저장한다.

(3) 'CALIBRATION' Menu 내에는 여러 Factor를 설정할 수 있는 Menu가 있다. TSS, EC Factor은 각 항목에 해당하는 Menu에 진입하여 SLOPE 값을 수정하여 Factor를 입력한다.



그림 3 TUR/SS, EC Page 화면

(4) 다른 항목의 Factor를 입력하기 위해서는 'FACTOR' Menu에 진입하여 해당 항목의 Page에서 입력이 가능하다. 각 항목 Page 내에는 'SOLUBLE'과 'TOTAL'로 구성되어 있으며 SOLUBLE 부분에는 DOC, SBOD, SCODcr, SCODmn, NH₄⁺-N, NO₃-N, PO₄-P의 Factor를 입력하고 TOTAL 부분에는 TOC, TBOD, TCOD, TCODmn, TN, TP의 Factor를 입력한다. (단. NH₄⁺-N, NO₃-N 동시 측정 불가)



그림 4 FACTOR Page 화면

2. 스마트센서 주요기능 설명

2.1 지시부 화면

스마트센서 지시부 화면은 아래와 같다.



그림 5 지시부 화면



Up button

- 메뉴 이동
- 설정값 변경



Left button

- 메뉴 이동
- 설정값 자리변경



Right button

- 메뉴 이동
- 설정값 자리변경
- Editing Mode 진입



Down button

- 메뉴 이동
- 설정값 변경



Back button

- 하위 메뉴 이동
- 설정 취소



Menu button

- 측정화면에서 메뉴로 진입



Ent. button

- 메뉴 진입
- 변경된 설정 저장



Main button

- 메뉴 목록에서 측정화면으로 이동
- 측정화면 페이지 변경

2.2 지시부 상태코드

스마트센서 지시부 상태코드는 아래와 같다.



그림 6 지시부 상태코드

E

라는 코드는 스마트센서가 물 밖으로 나와 있거나 측정부 표면이 오염되어 정확한 측정값을 측정하지 못할 때 나타납니다. 스마트센서가 물속에 침적된 상태에서 발생하는 경우 스마트센서 측정부 오염을 확인해야 합니다.

T

라는 코드는 스마트센서와 지시부가 통신을 못할 때 나타납니다. 이 경우에는 전원을 OFF 시킨 후 일정 시간 이후 다시 전원을 올렸음에도 코드가 발생할 경우 스마트센서 전용 케이블 손상, 혹은 스마트센서 커넥터 손상을 의심해야 하며 제조사에게 문의해야 합니다.

C

라는 코드는 자동세정장치가 세정 중일 때 나타납니다. 세정시간이 지났음에도 코드가 계속 나타날 경우 'CLENING SET' Menu에 설정된 시간을 확인해야 합니다.

2.3 유지관리

2.3.1 스마트센서 유지관리

스마트센서 점검 포인트는 아래와 같다.

- 스마트센서 측정부 확인
- 스마트센서 전용 케이블 상태 확인
- 지시부 정상작동 확인

스마트센서를 점검하기 전에 자동세정장치의 세정주기를 '0' Min으로 변경 후 진행해야 한다.(스마트센서 점검 중 자동세정장치 동작 방지하기 위함) *단 점검이 끝난 후 세정주기를 원래 설정한 값으로 꼭 돌려주어야 한다.

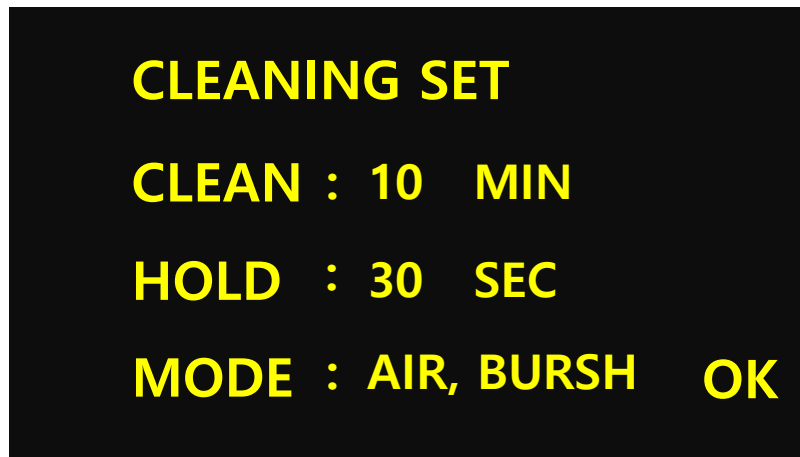



그림 7 'CLEANING SET' Page

'CLEANING SET' Page는 'SET UP' Menu 내 있으며 설정값의 설명은 아래와 같다.

| | |
|-------|---|
| CLEAN | 자동세정장치 세정 주기 5 Min 단위로 설정 가능 |
| HOLD | 자동세정장치 동작 후 일정 시간 데이터를 잡아주는 역할 5 SEC 단위로 설정 가능 |
| MODE | 세정장치의 종류에 따라 AIR, BRUSH, AIR,BRUSH 세 가지 모드로 설정 |

표 7 'CLEANING SET' Page 설명

스마트센서 유지관리 방법은 아래와 같다.

- (1) 스마트센서 정밀 세척을 위해 브러쉬 세정장치의 방향을 측정부 반대 방향으로 돌려줘야 한다. 브러쉬 세정장치의 방향 설정은 'DIAGNOSIS' Menu 내 'CLEANING TEST' Page에서 가능하다. Page에 진입 후  Down button을 수초이상 누르면 세정기가 동작하게 되며, 측정부를 청소하기 좋은 위치에 브러쉬가 이동하면 손을 뺀다.
- (2) 브러쉬 세정장치의 방향 설정이 완료 되었다면 세척키트를 이용하여 측정부 사이를 청소해준다. 스마트센서 측정부의 유리는 사파이어 재질 임으로 강도가 매우 높다. 세척키트로 충분한 세척이 되지 않았다고 판단되면 제공된 사포를 이용하여 세척이 가능하다.
- (3) 스마트센서 세척 후 정상동작 확인 방법은 공기 중 Raw Data 값을 이용하여 확인한다. 스마트센서의 Raw Data는 'DIAGNOSIS' Menu 내 'VIEW RAW DATA' Page에서 확인 가능하며 스마트센서 공기 중 Raw Data 허용 범위는 아래와 같다.

***스마트센서 지시부 버전에 따라 화면에 표출되는 내용이 상이할 수 있음**

***스마트센서 측정부 버전에 따라 공기 중 Raw Data 범위가 상이할 수 있음**

| | 2mm | 5mm | 6mm(단종) | 10mm | 20mm(단종) | 40mm |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| UVC | 35000 이상 | 34000 이상 | 34000 이상 | 30000 이상 | 28000 이상 | 23000 이상 |
| UVB | - | - | - | - | - | - |
| UVA | 38000 이상 | 34000 이상 | 34000 이상 | 30000 이상 | 30000 이상 | 25000 이상 |
| IR | 37000 이상 | 35000 이상 | 35000 이상 | 31000 이상 | 30000 이상 | 34000 이상 |

표 8 스마트센서 공기 중 Raw Data 허용 범위

- (4) 공기 중 Raw Data 확인 시 주의사항은 외부에서 들어오는 빛, 측정부 윈도우에 묻어있는 물기에 의하여 측정값이 차이가 날 수 있으므로 김와이프스, 또는 마른 재질의 천, 와이퍼 등을 이용하여 물기 제거 및 외부 빛을 차단해 주어야 한다.
- (5) 스마트센서 전용 케이블은 급격하게 꺾인 상태로 운영하지 말아야 하며, 구조물에 의한 찍힘 증상이 발생하여 케이블이 손상될 경우 스마트센서에 영향을 줄 수 있어 교체를 권장한다.
- (6) 스마트센서 지시부 화면이 알 수 없는 문자를 표출하거나 지시부 조작 시 화면이 깨지는 증상이 나타날 경우엔 지시부를 재부팅하고, 비정상 상태를 계속 유지한다면 제조사 엔지니어에게 문의해야 한다. (원인: 스마트센서로 공급되는 전원에 과전압 또는 정전기 등)

2.3.2 측정수조 유지관리

스마트센서 점검 포인트는 아래와 같다.

- 측정수조로 유입되는 유량 확인
- 수조 바닥 내 이물질 및 슬러지 쌓임 확인
- 미세기포 및 유분을 잡아주기 위한 메쉬망 오염도 확인 (메쉬망 적용에 한함)
- 순환펌프의 정상동작 유무 (순환펌프 적용에 한함)

- (1) 슬러지와 이물질에 의하여 유입되는 라인이 막혀 유입 유량이 충분하지 않다면 측정수조 내 물이 원활하게 순환하지 못하기 때문에 측정값 오차가 발생할 수 있다.
- (2) 측정수조에 물을 비우고 청소할 때 측정수조 벽면에 있는 슬러지와 이물질은 큰 솔과 물을 이용하여 잘 닦아주어야 하고, 스마트센서 브라켓 사이 긴 슬러지와 이물질도 잘 닦아주어야 한다. 측정수조에 물을 다시 채울 때 벽면에 있는 슬러지들이 떨어져 나오면서 측정값에 오차가 발생할 수 있다.
- (3) 메쉬망이 막혔을 경우 유입되는 물이 메쉬망을 통과하지 못하고 다른 곳으로 오버플로우 되어 넘어가기 때문에 물을 이용하여 지속적인 세척을 해주거나 새로운 메쉬망으로 교체가 필요하다.
- (4) 순환펌프가 적용된 측정수조는 청소 전 순환펌프용 인버터의 동작을 정지시켜야 한다. 시료가 없는 상태에서 순환펌프를 장시간 가동하게 되면 펌프 및 인버터 고장의 원인이 된다. 측정수조에 반정도 시료가 공급된 후 순환펌프를 가동해야 하며, 기존 설정된 주파수와 비슷하게 설정을 한다. 일반적으로 15 ~ 20Hz 사이에서 설정을 하게 된다.
 - 순환펌프를 멈출 땐 주파수 변경 다이얼을 시계 반대 방향으로 돌려 표시창의 숫자가 0.0이 되게 한다.
 - 순환펌프를 동작할 땐 주파수 변경 다이얼을 시계 방향으로 돌려 15~20 사이가 되게 한다

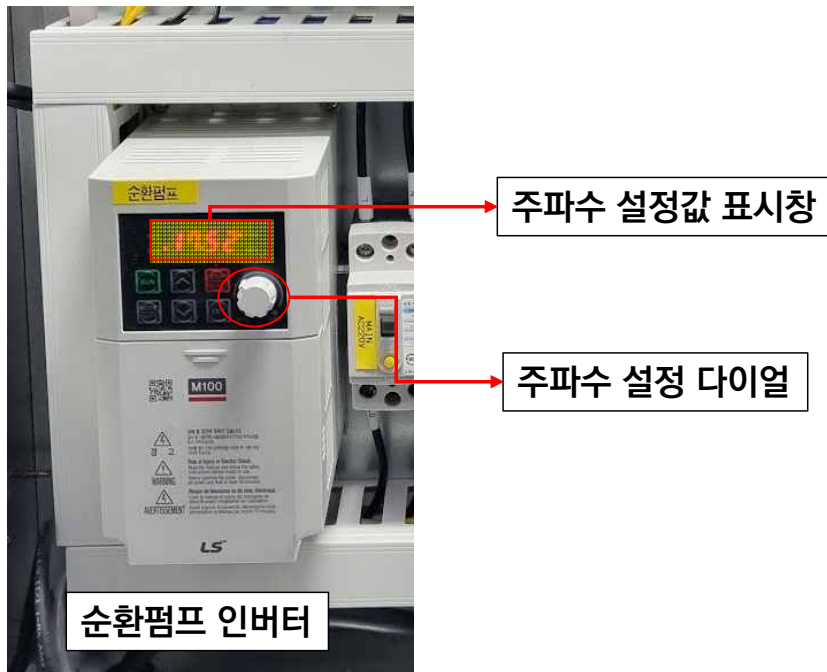


그림 8 현장지시판넬 내 순환펌프 인버터 사진

2.3.3 자동세정장치 유지관리

자동세정장치의 점검 포인트는 세정장치 종류에 따라 다음과 같다.

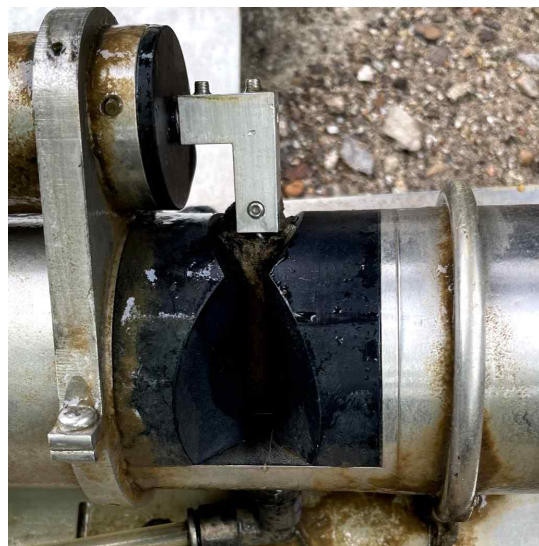
2.3.3.1 브러쉬 세정장치

- 브러쉬 꺾임 증상 확인
- 브러쉬 솔 마모 확인
- 브러쉬 동작 방향 확인
- 브러쉬 동작 시 측정부 윈도우를 잘 닫고 있는지 확인
- 브러쉬 세정장치 4회 왕복운동 확인

- (1) 브러쉬 솔이 손상되면 제대로 세척을 하지 못하기 때문에 예비품으로 교체해야 하고 브러쉬 세정장치 동작 시 측정부 윈도우를 잘 닫고 있지 못한다면 브러쉬 세정장치의 위치를 다시 잡아주어야 한다.
- (2) 브러쉬 세정장치가 4회 왕복운동을 하지 못하고 한 방향으로 돌거나 정상 동작하지 못한다면 브러쉬 세정장치 전용 케이블 및 브러쉬 세정장치 점검이 필요하다.
- (3) 브러쉬 솔 교체 및 브러쉬 세정장치 전용 케이블 교체 시 주의사항은 브러쉬 솔을 교체 후 세정장치가 동작할 때 측정부 윈도우를 잘 닫는지, 측정부 끼임 현상은 없는지, 브러쉬 세정장치의 방향이 잘 설정되어 있는지 필히 확인해야 한다.
- (4) 브러쉬 세정장치 전용 케이블 교체 시 스마트센서 및 브러쉬 세정장치에 달린 커넥터와 케이블 커넥터 분리 시 커넥터에 물기를 충분히 제거 후 분리를 해야 하며 커넥터 분리 후 커넥터 암, 수 부분에 물기가 들어가지 않게 주의해야 한다. 재결합 시 커넥터를 충분히 조여 결합시킨다.



[브러쉬 세정장치 위치 틀어진 모습]



[측정부 끼임 증상]

(5)

그림 9 브러쉬 세정장치 점검 포인트 사진

2.3.3.1 압축공기 세정장치

- 설정된 압력을 제대로 도달 하는지 확인
- 펌프가 정상작동 하여 에어탱크에 압력이 차는지 확인
- 압축공기 세정장치와 스마트센서 간 연결된 튜브 확인
- 기준 압력 초과를 방지하기 위한 릴리프 밸브 결합 여부 확인

(1) 압축공기 세정장치가 설정된 압력에 도달하지 못하고 펌프가 작동해도 에어탱크에 압력이 충분히 차지 못한다면 펌프 점검이 필요하다.

(2) 압축공기가 분사될 때 스마트센서 측정부에 충분한 공기가 도달하지 못한다고 판단되면 에어튜브를 점검해야 한다.

(3) 약 6 ~ 7 bar 이상의 압력이 에어탱크에 도달했음에도 지속적으로 압력이 증가하거나 압축공기 세정장치 내부에 밸브가 빠져 있다면 릴리프 밸브를 다시 결합시켜 주어야 한다.



그림 10 압축공기 세정장치 내 릴리프 밸브