탁도
(Turbidity)

2025

1.0 개요

1.1 목적

이 시험기준은 먹는물, 샘물 및 염지하수의 탁도를 측정하는 방법으로, 시료 중의 탁도를 탁도계를 사용하여 측정하는 방법이다.

1.2 적용범위

1.2.1 이 시험기준은 먹는물, 샘물 및 염지하수의 탁도 측정에 적용한다.

1.2.2 시료 중 탁도의 정량한계는 0.02 NTU이고 정량범위는 0.02 NTU ~ 400 NTU이다.

1.3 간섭물질

1.3.1 탁도를 측정하는 용기가 더럽거나 미세한 기포는 탁도에 영향을 줄 수 있다.

1.3.2 시료가 색을 띠는 경우 빛을 흡수하므로 탁도가 낮아질 수 있다.

2.0 용어 정의

2.1 NTU (nephelometric turbidity units)

NTU는 빛을 산란시키는 정도를 대조군과 비교하여 나타낸 값으로 빛을 산란시키는 정도가 클수록 탁도가 높다.

3.0 분석기기 및 기구

3.1 탁도계

광원부와 광전자식 검출기를 갖추고 있으며 정량한계가 0.02 NTU 이상인 NTU 탁도계로서 광원인 텅스텐 필라멘트는 2 200 ℃ ~ 3 000 ℃ 온도에서 작동하고 측정 튜브 내에서의 투사광과 산란광의 총 통과거리는 10 cm를 넘지 않아야 하며, 검출기에 의해 빛을 흡수하는 각도는 투사광에 대하여 (90 ± 30) 도를 넘지 않아야 한다.

3.2 측정관

무색투명한 유리재질로서 튜브의 내외부가 긁히거나 부식되지 않아야 한다.

4.0 시약 및 표준용액

4.1 시약

4.1.1 정제수

0.02 NTU 이하의 정제수를 사용한다.

4.1.2 황산하이드라진용액

황산하이드라진 (hydrazine sulfate, $(NH_2)_2 \cdot H_2SO_4$, 분자량 : 130.12) 1.0 g을 100 mL 부피의 마개 있는 부피플라스크에 넣고 정제수를 넣어 100 mL로 한다.

4.1.3 헥사메틸렌테트라아민용액

헥사메틸렌테트라아민 (hexamethylenetetramine, $(CH_2)_6N_4$, 분자량 : 140.19) 10.0 g을 100 mL 부피의 마개 있는 부피플라스크에 넣고 정제수를 넣어 100 mL로 한다.

4.2 표준용액

4.2.1 탁도표준원액 (400 NTU)

황산하이드라진용액 5.0 mL와 헥사메틸렌테트라아민용액 5.0 mL를 섞어 실온에서 24 시간 방치한 다음 정제수를 넣어 100 mL로 한다.(이 용액 1 mL는 탁도 400 NTU에 해당하며 1 개월간 사용한다)

4.2.2 탁도표준용액 (40 NTU)

탁도표준원액을 잘 섞으면서 1.0 mL를 정확히 취하여 정제수로 10 배 희석한다. 이 용액은 탁도 40 NTU에 상당하며, 사용할 때에 만든다. 시판되는 탁도표준용액을 사용 할 수 있다.

5.0 시료채취 및 관리

5.1 시료는 유리 또는 폴리에틸렌 용기에 채취하고 가능한 빨리 측정한다.

5.2 시료를 보관하여야 할 경우 미생물에 의한 분해를 방지하기 위해 1 ℃ ~ 5 ℃로 보관한다.

6.0 정도보증/정도관리(QA/QC)

6.1 방법바탕시료의 측정

ES 05001 정도보증/정도관리에 따라 시료군마다 1 개의 방법바탕시료 (method blank)를 측정한다. 방법바탕시료는 정제수를 사용하여 7.0 분석절차와 동일하게 전처리·분석한다.

6.2 검정곡선의 작성 및 검증

6.2.1 0 NTU ~ 5.0 NTU의 범위 안에 3 개 이상의 탁도 농도에 대해 검정곡선을 작성하고 얻어진 검정곡선의 직선성 결정계수 (R^2)가 0.98 또는 감응계수 (RF)의 상대표준편차가 20 % 이내이어야 하며 상관계수나 상대표준편차가 허용범위를 벗어나면 재작성 한다.

6.2.2 검정곡선의 직선성을 검증하기 위하여 각 시료군마다 1 회의 검정곡선 검증을 실시하는 것이 바람직하다. 0 NTU ~ 5.0 NTU의 범위 또는 1.0 NTU 표준용액을 측정한다. 측정값은 검정곡선 작성 시의 값과 20 % 이내에서 일치하여야 한다. 만약 이 범위를 넘는 경우, 검정곡선의 재작성이 요구된다.

6.3 정밀도 및 정확도

6.3.1 정밀도 (precision) 및 정확도(accuracy) 측정은 ES 05001 정도보증/정도관리에 따른다. 정제수에 정량한계의 10 배 농도가 되도록 동일하게 표준물질을 첨가한 시료를 4 개 이상 준비하고 7.0 분석절차와 동일하게 측정하여 평균값과 표준편차를 구한다.

6.3.2 정밀도는 4 회 이상 측정한 평균값과 상대표준편차 (RSD)를 구하여 산출한다.

6.3.3 정확도는 4 회 이상 측정한 평균값과 조제한 표준용액의 농도에 대한 상대 백분율(%)로 나타낸다.

6.4 현장 이중시료의 측정

현장 이중시료 (field duplicate sample)는 동일한 시료채취 장소에서 동일한 조건으로 중복 채취한 시료로서 한 조사팀이 하루에 20 개 이하를 채취할 경우에는 1 개를 그리고 그 이상을 채취할 때에는 시료 20 개당 1 개를 추가로 취한다. 동일한 조건의 두 시료 간의 측정값의 편차는 20 % 이하이어야 한다.

6.5 내부정도관리 주기 및 목표

6.5.1 검정곡선 검증 및 시약바탕시료의 분석은 각 시료군마다 실시하며, 고농도의 시료 다음에는 시약바탕시료를 측정하여 오염여부를 점검한다.

6.5.2 각 정도관리 항목에 대한 정도관리 목표 값은 표 1과 같다.

7.0 분석절차

7.1 검정곡선의 작성

탁도표준용액 (40 NTU)을 0.5 mL, 5.0 mL, 12.5 mL를 취해 정제수로 100 mL로 희석하면 각각 0.2 NTU, 2.0 NTU, 5.0 NTU의 용액이 되며 이를 사용하여 제조사의 보정방법에 따라 탁도계를 보정한다.

7.2 측정법

시료를 강하게 흔들어 섞고 공기방울이 없어질 때까지 가만히 둔 후 일정량을 취하여 측정튜브에 넣고 보정된 탁도계로 탁도를 측정한다.

8.0 결과보고

8.1 탁도계에서 읽은 값에 묽힘 배수를 곱하여 구한다.

8.2 행정사항과 관련된 항목별 시험결과의 표시는 ES 05003의 먹는물 수질기준의 표시 한계 및 결과표시에 따른다.

9.0 참고자료

9.1 US EPA Method 180.1, 1978, Turbidity (Nephelometric)

9.2 Standard Methods 2130, 2005, Turbidity

9.3 DIN Method 38404-C2-1, Visuelle Bestimmung der Tuerbung

9.4 수질오염공정시험기준 ES 04313.1 탁도, 국립환경과학원, (2024)

10.0 부록

표 1. 정도관리 목표 값

정도관리 항목	정도관리 목표
정량한계	0.02 NTU
검정곡선	결정계수 (R^2) ≥ 0.98 또는 감응계수 (RF)의 상대표준편차 ≤ 20 %
정밀도	상대표준편차 20 % 이내
정확도	75 % ~ 125 %
현장이중시료	상대편차백분율 ± 20 % 이내