

관측 자료의 실시간 품질관리 항목 및 기준(제7조제2항 관련)

1. 온실가스: 실시간 품질관리 항목 6개(전처리 검사, 계기상태 검사, 계측한계 검사, 물리적인 검사, 단계 검사, 표준가스 검사)

1.1 전처리 검사 기준

관측요소	기준값
이산화탄소 (CO ₂) 메탄 (CH ₄)	ndata: 1시간 자료수 H ₂ O, CavityPressure, CavityTemp, CO ₂ , CH ₄ : 1시간 평균 H ₂ O_std, CavityPressure_std, CavityTemp_std, CO ₂ _std, CH ₄ _std : 1시간 표준편차 $\text{delta_CO}_2 = \max \text{CO}_2(t) - \text{CO}_2(t \pm 1) $ $\text{delta_CH}_4 = \max \text{CH}_4(t) - \text{CH}_4(t \pm 1) $
염화불화탄소류 (CFCs)	CFC11, CFC12, CFC113 에 대해 아래 값을 각각 계산 $\text{bf_area} = \text{AREA}(\text{METHOD}=\text{STD})(n-1)$: 직전 standard 측정값 $\text{af_area} = \text{AREA}(\text{METHOD}=\text{STD})(n)$: 직후 standard 측정값 $\text{AREA_CORRECTED} = \text{fdrift} * \text{SMP}(t)$ $\text{CFC} = \text{STD_CONC} * \text{AREA_CORRECTED} / \text{bf_area}$ $\text{delta_sam_ret_time} = \text{RET_TIME}(\text{METHOD}=\text{SMP})(t) - \text{RET_TIME}(\text{METHOD}=\text{SMP})(t-1) $ $\text{delta_std_ret_time} = \text{RET_TIME}(\text{METHOD}=\text{STD})(n) - \text{RET_TIME}(\text{METHOD}=\text{STD})(n-1) $
아산화질소 (N ₂ O)	$\text{bf_area} = \text{AREA}(\text{METHOD}=\text{STD})(n-1)$: 직전 standard 측정값 $\text{af_area} = \text{AREA}(\text{METHOD}=\text{STD})(n)$: 직후 standard 측정값 $\text{AREA_CORRECTED} = \text{fdrift} * \text{SMP}(t)$ $\text{N}_2\text{O} = \text{STD_CONC} * \text{AREA_CORRECTED} / \text{bf_area}$ $\text{delta_sam_ret_time} = \text{RET_TIME}(\text{METHOD}=\text{SMP})(t) - \text{RET_TIME}(\text{METHOD}=\text{SMP})(t-1) $ $\text{delta_std_ret_time} = \text{RET_TIME}(\text{METHOD}=\text{STD})(n) - \text{RET_TIME}(\text{METHOD}=\text{STD})(n-1) $
육불화황 (SF ₆)	$\text{bf_area} = \text{AREA}(\text{METHOD}=\text{STD})(n-1)$: 직전 standard 측정값 $\text{af_area} = \text{AREA}(\text{METHOD}=\text{STD})(n)$: 직후 standard 측정값 $\text{AREA_CORRECTED} = \text{fdrift} * \text{SMP}(t)$ $\text{SF}_6 = \text{STD_CONC} * \text{AREA_CORRECTED} / \text{bf_area}$ $\text{delta_sam_ret_time} = \text{RET_TIME}(\text{METHOD}=\text{SMP})(t) - \text{RET_TIME}(\text{METHOD}=\text{SMP})(t-1) $ $\text{delta_std_ret_time} = \text{RET_TIME}(\text{METHOD}=\text{STD})(n) - \text{RET_TIME}(\text{METHOD}=\text{STD})(n-1) $

1.2. 계기상태 검사 기준

항 목	기준값
H ₂ O	0.02 % < 정상값
공동 압력	139.95 mPa < 정상값 < 140.05 mPa
공동 온도	44.99 °C < 정상값 < 45.01 °C

1.3. 계측한계 검사 기준

관측요소	기준값
이산화탄소(CO ₂) 메탄(CH ₄)	CO ₂ : 0 ~ 1,000 ppm, CH ₄ : 0 ~ 20,000 ppb
염화불화탄소류(CFCs)	CFC11: 100 ~ 260 ppt, CFC12: 150 ~ 650 ppt CFC113: 20 ~ 110 ppt
아산화질소(N ₂ O)	N ₂ O: 260 ~ 370 ppb
육불화황(SF ₆)	SF ₆ : 2 ~ 20 ppt
수불화탄소류(HFCs)	HCFC-22: 75 ~ 200 ppt (표준가스 및 종류에 따라 다름)
과불화탄소류(PFCs)	CF ₄ : 80 ~ 160 ppt (표준가스 및 종류에 따라 다름)

1.4. 물리한계 검사 기준

관측요소	기준값
이산화탄소(CO ₂) 메탄(CH ₄)	CO ₂ : 250 ~ 800 ppm, CH ₄ : 300 ~ 5,000 ppb

1.5. 단계 검사 기준

관측요소	기준값
이산화탄소(CO ₂) 메탄(CH ₄)	안면도 ndata = 720, (delta_CO ₂ < 30) & (CO ₂ _std < 30), (delta_CH ₄ < 0.1) & (CH ₄ _std < 0.2)
	제주고산 ndata > 720, (delta_CO ₂ < 20) & (CO ₂ _std < 20), (delta_CH ₄ < 0.1) & (CH ₄ _std < 0.2)
	울릉도 ndata = 720, (delta_CO ₂ < 20) & (CO ₂ _std < 10), (delta_CH ₄ < 0.1) & (CH ₄ _std < 0.1)
	독도 ndata = 720, (delta_CO ₂ < 20) & (CO ₂ _std < 20), (delta_CH ₄ < 0.1) & (CH ₄ _std < 0.1)

1.6. 표준가스 검사 기준

관측요소	기준값
이산화탄소(CO ₂) 메탄(CH ₄)	표준가스의 농도 범위는 현재 관측되는 농도보다 낮은 농도와 현재 관측되는 높은 농도보다 더 높은 농도의 표준가스를 포함하여 검정곡선이 충분히 신뢰할 만한 농도범위 (3개 이상)을 선택하여 확인 검정곡선의 불확도보다 기기 표류오차가 클 경우 표준가스 1개로 잦은 교정을 이행하되 이때 항목의 배경농도 수준의 표준가스를 선택 재현성이 CO ₂ ±0.1 ppm, CH ₄ ±2 ppb 이내일 때 교정주기를 결정하며, 5~14일 이내로 함
염화불화탄소류(CFCs)	재현성이 2 % 이내일 때 교정주기를 결정하며, 2 ~ 6시간 이내로 함
아산화질소(N ₂ O)	
육불화황(SF ₆)	

2. 반응가스: 실시간 품질관리 항목 4개(계기상태 검사, 물리한계 검사, 단계 검사, 지속성 검사)

2.1. 계기상태 검사 기준

관측요소	기준값
지표오존(O ₃)	0.5 ≤ 샘플 유량 ≤ 1.4 50,000 ≤ intensity ≤ 150,000
일산화탄소(CO)	0.3 ≤ 샘플 유량 ≤ 1 130,000 ≤ intensity ≤ 300,000
질소산화물(NO _x)	0.7 ≤ 샘플 유량 ≤ 2 300 ≤ 컨버터 온도 ≤ 350
이산화황(SO ₂)	0.3 ≤ 샘플 유량 ≤ 0.7 40 ≤ 램프 강도 ≤ 100

2.2. 물리한계 검사 기준

관측요소	기준값
지표오존(O ₃)	1 ≤ 정상값 ≤ 200 ppb
일산화탄소(CO)	40 ≤ 정상값 ≤ 10,000 ppb
질소산화물(NO _x)	0 ≤ 정상값 ≤ 200 ppb
이산화황(SO ₂)	0 ≤ 정상값 ≤ 200 ppb
휘발성유기화합물(VOCs)	0 ≤ 정상값 ≤ 200 ppb

2.3. 단계 검사 기준

관측요소	기준값
지표오존(O ₃)	O ₃ (n) - O ₃ (n-1) ≤ 20
일산화탄소(CO)	CO(n) - CO(n-1) ≤ 50
질소산화물(NO _x)	NO _x (n) - NO _x (n-1) ≤ 10 NO(n) - NO(n-1) ≤ 10
이산화황(SO ₂)	SO ₂ (n) - SO ₂ (n-1) ≤ 5

2.4. 지속성 검사 기준: 각 관측요소별 다음의 기준시간 동안 관측값의 변동이 없으면 그 시간의 관측값을 의심으로 처리

관측요소	기준값
지표오존(O ₃) 일산화탄소(CO) 질소산화물(NO _x) 이산화황(SO ₂)	10분

3. 에어로졸: 실시간 품질관리 항목 6개(계기상태 검사, 계측한계 검사, 물리한계 검사, 단계 검사, 지속성 검사, 정합성 검사)

3.1. 계기상태 검사 기준

관측요소	기준값
미세먼지(PM10) 질량농도	정상 상태 상태코드 = 000000
크기별 수농도	상태코드 0000 0000 0000 0000 event4 ≤ 500 dead time ≠ 0 ms 내부 diode 온도 > 18 ° C
미세입자 크기별 수농도	경고=0 또는 오류=0 인 경우만 '정상' , 나머지는 '의심'
응결핵 수농도	에러가 기록된 자료는 '의심'
광산란계수	Y9(기기에러) = 0000 상대습도 ≤ 40 % D1 = "ZBXX" 이고 표준상태 산란계수(450 nm) > 40 Mm^{-1} 일 경우 이후의 6시간 자료는 '의심' 4. 5 < lamp current < 7
광흡수계수	2.9 lpm ≤ 유량 ≤ 3.1 lpm
광학깊이	센서(내부)온도 19.5 ±0.5 ° C, -20 ° C < 외부온도 < +35 ° C, -40 ≤ 태양추적감시(pointing) ≤ +40
연직분포	532 nm 파장에서 30 mJ 이하면 '의심'

3.2. 계측한계 검사 기준

관측요소	기준값
미세먼지(PM10) 질량농도	1 ≤ PM10 질량농도 ≤ 5,000 $\mu g/m^3$
크기별 수농도	0 ≤ 구간별 수농도 ≤ 1,000 개/ cm^3 : 의심 0 ≤ 구간별 수농도 ≤ 1,0000 개/ cm^3 : 오류
미세입자 크기별 수농도	0 ≤ 총수농도 ≤ 10 ⁷ 개/ cm^3
응결핵 수농도	1 ≤ 평균 수농도 ≤ 10,000 개/ cm^3
광산란계수	0 ≤ 산란계수(blue, green, red) ≤ 20,000 m^{-1} 0 ≤ 후방산란계수(blue, green, red) ≤ 20,000 m^{-1}
광흡수계수	0 ng/ m^3 ≤ BC 농도
광학깊이	-6° < 태양고도

3.3. 물리한계 검사 기준

관측요소	기준값
미세먼지(PM10) 질량농도	$1 \leq \text{PM10 질량농도} \leq 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$
크기별 수농도	총 수농도 $\leq 500 \text{ 개}/\text{cm}^3$
응결핵 수농도	$0 \leq \text{평균 수농도} \leq 50,000 \text{ 개}/\text{cm}^3$
광산란계수	1. $0.29 \leq \text{표준상태의 산란계수}(450 \text{ nm}) \leq 2,000 \text{ Mm}^{-1}$ 2. $0.11 \leq \text{표준상태의 산란계수}(550 \text{ nm}) \leq 2,000 \text{ Mm}^{-1}$ 3. $0.17 \leq \text{표준상태의 산란계수}(700 \text{ nm}) \leq 2,000 \text{ Mm}^{-1}$ 4. $0.19 \text{ Mm}^{-1} \leq \text{표준상태의 후방산란계수}(450 \text{ nm})$ 5. $0.07 \text{ Mm}^{-1} \leq \text{표준상태의 후방산란계수}(550 \text{ nm})$ 6. $0.14 \text{ Mm}^{-1} \leq \text{표준상태의 후방산란계수}(700 \text{ nm})$ 7. $-2 \leq \text{옹스트롬지수 } 450_700$ 8. $-2 \leq \text{옹스트롬지수 } 550_700$
광흡수계수	$10 \leq \text{표준상태의 BC 농도} \leq 10,000 \text{ ng}/\text{m}^3$
광학깊이	$3 < \text{에어로졸 광학깊이(구름영향)}$

3.4. 단계 검사 기준

관측요소	기준값
미세먼지(PM10) 질량농도	1. $\Delta \text{PM10} \leq 50 + 0.15 \times \text{PM10}$ 2. $(\text{Md} - 7.0 \times \text{MAD} \leq d \leq \text{Md} + 7.0 \times \text{MAD})$ 또는 $(\text{PM10}_{\text{hr}} \times 0.8 \leq \text{PM10} \leq \text{PM10}_{\text{hr}} \times 1.2)$ ※ $\Delta \text{PM10} = \min \text{PM10}(t) - \text{PM10}(t \pm 1) $ $d = [\text{PM10}(t) - \text{PM10}(t-1)] - [\text{PM10}(t+1) - \text{PM10}(t)]$ $\text{Md}(t) = \text{median}(d(t-6), d(t-5), \dots, d(t+5), d(t+6))$ $\text{MAD} = \text{median}(d(t-6) - \text{Md}(t-6) , \dots, d(t+6) - \text{Md}(t+6))$ PM10_hr: PM10 질량농도의 1시간 이동평균
크기별 수농도	$\text{del}(t) \leq 50 + 0.15 \times \text{PM10 질량농도}(t)$ ※ $\text{del}(t) = \min \text{PM10 질량농도}(t) - \text{PM10 질량농도}(t \pm 1) $
광산란계수	1. $\Delta \text{SC} \leq 2 \times \text{SC}$ 과거 5시간 표준편차 2. $\Delta \text{BSC} \leq 2 \times \text{BSC}$ 과거 5시간 표준편차 ※ SC: 표준상태 산란계수, BSC: 표준상태 후방산란계수 $\Delta \text{SC} = \text{SC}(t) - \text{SC}(t-1) $, $\Delta \text{BSC} = \text{BSC}(t) - \text{BSC}(t-1) $
광흡수계수	1. $\Delta \text{ATTENUATION} < -30$ 또는 $\Delta \text{ATTENUATION} > 0$ 2. $\Delta \text{BC} < 2 \times \text{BC}$ 과거 3시간 표준편차 ※ ATTENUATION: 필터에 쌓인 입자에 의한 감쇄 $\Delta \text{ATTENUATION} = \text{ATTENUATION}(t) - \text{ATTENUATION}(t-1)$

	BC: 표준상태의 BC 농도(ng/m^3), $\Delta\text{BC} = \text{BC}(t) - \text{BC}(t-1) $
--	---

3.5. 지속성 검사 기준: 각 관측요소별 다음의 기준시간 동안 관측값의 변동이 없으면 그 시간의 관측값을 의심으로 처리

관측요소	기준값
미세먼지(PM10) 질량농도	60분
크기별 수농도	60분
미세입자 크기별 수농도	20분
응결핵 수농도	10분
광산란계수	10분
광흡수계수	10분

3.6. 정합성 검사 기준: 동일 관측요소의 관측값(부유분진측정기, 크기별수농도의 PM10 질량농도) 간 차이가 50 % 초과할 경우 의심으로 처리

4. 성층권 오존 및 자외선: 실시간 품질관리 항목 3개(계측한계 검사, 물리한계 검사, 단계 검사)

4.1. 계측한계 검사 기준

관측요소	기준값
연직오존	0 mPa < 정상값 < 30 mPa
자외선A	0 J/cm ² /10min < 정상값 < 6 J/cm ² /10min
자외선B(홍반자외선)	0 MED/10min < 정상값 < 1.7 MED/10min

* MED (Minimal Erythema Dose) : 홍반가중 복사(1 MED=210 J/m²)

4.2. 물리한계 검사 기준

관측요소	기준값
오존전량	200 DU < 정상값 < 600 DU
연직오존	지오포텐셜고도 > 0 km 고도 > 0 km, 기온 > -90 ° C 습도 > 0 %, 압력 > 0 hPa
자외선A	< UVA 복사전달모델 기준값
자외선B(홍반자외선)	< UVB 복사전달모델 기준값

* 복사전달모델 기준값은 지점에 따라 상이하며, 분석자 판단하에 무시될 수 있음

4.3. 단계 검사 기준

관측요소	기준값
오존전량	O ₃ 표준편차 < 2.5 DU, AMF < 3.8, SZA < 75°
연직오존	P _{t-1} -P _t > 0 (상승모션), 0 ° C < T _{pump} < 37 ° C
자외선A	23 ° C < 센서온도 < 27 ° C
자외선B (홍반자외선)	23 ° C < 센서온도 < 27 ° C

* AMF (Air mass factor) : 대기질량인자, SZA (Solar Zenith Angle) : 태양천정각,

P_{t-1} : 이전시간 기압, P_t : 해당시간 기압, T_{pump} : 펌프내부온도

5. 대기복사: 실시간 품질관리 항목 2개(물리한계 검사, 정합성 검사)

5.1. 물리한계 검사 기준

관측요소	기준값
태양하향복사	$-4 \text{ W/m}^2 < \text{정상값} < Sa \times 1.5 \times \mu_0^{1.2} + 100 \text{ W/m}^2$
태양상향복사	$-4 \text{ W/m}^2 < \text{정상값} < Sa \times 1.5 \times \mu_0^{1.2} + 100 \text{ W/m}^2$
직달일사	$-4 \text{ W/m}^2 < \text{정상값} < Sa$
산란일사	$-4 \text{ W/m}^2 < \text{정상값} < Sa \times 0.95 \times \mu_0^{1.2} + 50 \text{ W/m}^2$
지구하향복사	$40 \text{ W/m}^2 < \text{정상값} < 700 \text{ W/m}^2$
지구상향복사	$40 \text{ W/m}^2 < \text{정상값} < 900 \text{ W/m}^2$
순복사	정상값 < 1000 W/m ²

* Sa: S_0/AU^2 (S_0 : 태양상수, AU: 지구태양거리 천문단위)

μ_0 : $\cos(SZA)$, SZA(Solar Zenith Angle): 태양천정각

5.2. 정합성 검사 기준

관측요소	기준값
전천일사 직접관측값과 간접관측값 비교	<ul style="list-style-type: none"> ◦ $SZA < 75^\circ$ 이면서, $SUM > 50 \text{ W/m}^2$인 경우 : $0.92 \leq \text{전천일사}/SUM \leq 1.08$ ◦ $75^\circ < SZA < 93^\circ$ 이면서, $SUM > 50 \text{ W/m}^2$인 경우 : $0.85 \leq \text{전천일사}/SUM \leq 1.15$ ◦ SZA과 SUM이 위 두 조건에 해당하지 않는 경우 : 모두 정상 자료로 판단
산란일사와 전천일사 비교	<ul style="list-style-type: none"> ◦ $SZA < 75^\circ$ 이면서, $SUM > 50 \text{ W/m}^2$인 경우 : 산란일사/전천일사 < 1.05 ◦ $75^\circ < SZA < 93^\circ$, $SUM > 50 \text{ W/m}^2$인 경우 : 산란일사/전천일사 < 1.10 ◦ SZA과 SUM이 위 두 조건에 해당하지 않는 경우 : 모두 정상 자료로 판단
태양상향복사와 SUM 비교	<ul style="list-style-type: none"> ◦ $SUM > 50 \text{ W/m}^2$인 경우 : 태양상향복사 < SUM ◦ $SUM \leq 50 \text{ W/m}^2$인 경우 : 모두 정상 자료로 판단

기온(Ta)과 지구복사 비교	$\sigma (Ta-15)^4 < \text{지구상향복사} < \sigma (Ta+25)^4$ $0.4 \times \sigma Ta^4 < \text{지구하향복사} < \sigma Ta^4 + 25$
지구상향복사와 지구하향복사 비교	지구하향복사 > 지구상향복사-300 W/m ² 지구하향복사 < 지구상향복사+25 W/m ²
순복사 비교	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 순복사 < 50 W/m²인 경우 : 순복사 - Cal. NET < 25 W/m² ◦ 순복사 ≥ 50 W/m²인 경우 : (순복사 - Cal. NET)/순복사 < 0.5

* SUM : 전천일사 간접관측값(산란일사 + 직달일사 × μ₀)

μ₀: cos(SZA), SZA (Solar Zenith Angle): 태양천정각

σ : 스테판볼츠만 상수(5.67 × 10⁻⁸)

Cal. NET: 계산된 순복사(태양하향복사-태양상향복사+지구하향복사-지구상향복사)