

KRISS/TR--2018-017

# 라디오존데 지상평가 측정가이드

Measurement guide for the ground level evaluation  
on the temperature and humidity of radiosonde

2017. 09.

한국표준과학연구원

이 측정가이드는 측정·시험 절차가 없는 신제품(기술)에 대한 신뢰성 제고를 위해 개발되었습니다. 현재까지의 축적된 경험과 과학적 사실에 근거해 해당분야 전문가에 의해 작성되었고 새로운 과학적 타당성이 확인될 경우 언제든지 개정될 수 있습니다.

또한, 이 측정가이드에 기술된 내용은 권고사항으로 법적인 구속력을 갖지 않습니다. 제시된 방법은 최신의 규정과 과학적 근거를 바탕으로 기술한 것으로 추후 관련 규정 개정 및 과학의 발전으로 수정 될 수 있습니다.

이 측정가이드에 대한 의견이나 문의사항이 있을 경우 한국표준과학연구원 중소기업협력센터로 연락주시기 바랍니다.

전화번호: (042) 868-5781

## 측정가이드 제·개정 이력

개정 번호	일 시	개정사유	작 성 자	
			소 속	성 명
0	2017.09.29	최초 제정	한 국 표 준 과 학 연 구 원	김용규
최종 제·개정 심의위원			강 룡 원 주 대 학 교 공 주 대 학 교 한 국 표 준 과 학 연 구 원 한 국 표 준 과 학 연 구 원	김병곤 김주완 이상욱 최병일

※ 심의위원 명단은 '가나다' 순서임.

## 목 차

1. 요약문 .....	1
2. 적용범위 .....	1
3. 참고문서 및 문헌 .....	1
4. 용어의 정의 .....	1
5. 시험내용 .....	3
6. 필요장비 명세 및 최저 요구성능 .....	4
7. 준비사항 .....	4
8. 시험방법 .....	5
9. 시험결과의 작성 .....	8

# 라디오존데 지상평가 측정가이드

## Measurement guide for the ground level evaluation on the temperature and humidity of radiosonde

### 1. 요약문

이 가이드는 고층기상 관측용으로 이용되는 라디오존데의 온도 및 습도센서의 성능을 시험하는데 필요한 절차 및 방법에 대한 것이다. 라디오존데의 시험은 실제 비양조건에 동일하게 라디오존데와 지상수신장치 간의 무선통신에 의한 측정방법으로 진행된다.

이 측정가이드는 위와 같은 시험에 필요한 각종 장비 및 절차, 측정결과 분석, 시험성적서 작성법 등을 제공하고 있다. 이 가이드는 국내에서 사용되는 라디오존데의 신뢰성 평가에 활용하기 위하여 개발되었으며, 지상 기상조건에서의 라디오존데 온습도 평가를 위하여 작성되었다. 향후에는 고층기상환경을 고려하여 기압, 풍속 그리고 태양복사조도의 변화를 감안한 측정가이드를 개발하고자 한다.

### 2. 적용범위

이 측정가이드는 고층기상관측용 라디오존데의 온도 및 습도센서를 향온향습 챔버 내에서 기준 백금저항온도계 및 기준 노점습도계와 비교측정하여 그 성능을 시험하는데 적용한다. 시험범위는 온도  $-70\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 습도<sup>1)</sup>  $20\text{ \%rh} \sim 90\text{ \%rh}$ 이다. 이때 측정은 라디오존데와 지상수신장치 간의 무선 데이터 통신에 기반한다.

### 3. 참고문서 및 문헌

- 3.1 KS A ISO/IEC 17025, 시험기관 및 교정기관의 자격에 대한 일반 요구사항
- 3.2 KOLAS G-002, 측정결과의 불확도 추정 및 표현을 위한 지침
- 3.3 KRISS-99-070-SP: 1999, 측정불확도 표현 지침
- 3.4 KRISS/SP-2008-022: 국제측정학 용어집-기본 및 일반개념과 관련용어 (VIM), KRISS, (2008)
- 3.5 향온향습조를 사용한 박막습도계 비교교정절차, KRISS, C-20-1-0091-2017, (2017)
- 3.6 기상온도측정용 온도계 비교교정절차, KRISS, C-18-3-0200-2017, (2017)

### 4. 용어의 정의

#### 4.1 라디오존데 (radiosonde)

자유비행기구(풍선)을 이용하여 하늘 높이(성층권 이상 고도) 띄우는 일련의 1 회용 대

---

1) 이 가이드에서 습도측정은  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 를 기준으로 하며, 이는 현재 KRISS에서 준용하고 있는 습도계 교정기준을 따른다.

기요소 측정기기로서, 지표면에서 성층권까지의 대기요소들의 수직분포를 측정하여 해당 데이터를 무선통신하여 지상수신 시스템에 전송하는 일련의 기상관측기기

#### 4.2 지상수신장치 (ground station)

라디오존데에서 발사되는 전파를 수신하여 디지털 데이터값으로 변환하고 원하는 기상관측량으로 표시하는 장치 및 소프트웨어

#### 4.3 센서붐 (sensor boom)

라디오존데의 온도 및 습도 센서가 부착되어 있는 활대.

#### 4.4 라디오존데 몸체 (radiosonde body)

측정회로와 주파수 송신부 및 안테나, 그리고 배터리를 포함한 함체. 센서붐과 몸체는 서로 분리가 가능한 구조로 되어 있다.

#### 4.5 기준온도계 (reference thermometer): 온도계를 비교교정 할 때 기준으로 사용하는 계기로서 일반적으로 표준소급성이 유지된 백금저항온도계가 사용된다.

#### 4.6 기준습도계(reference hygrometer)

습도계를 비교교정할 때 기준으로 사용하는 계기로서 일반적으로 표준소급성이 유지된 냉각거울 노점습도계가 사용된다.

#### 4.7 항온항습조(constant temperature-humidity chamber)

온도계 및 습도계를 비교교정할 때 사용되는 일정한 온도 및 습도가 유지될 수 있도록 조절이 가능한 장치.

#### 4.8 유효 공간 (working space)

규정된 온도 및 습도조건이 허용범위 내에서 유지될 수 있는 챔버 내의 일정 공간.

#### 4.9 온·습도 균일도 (uniformity)

항온기 유효 공간 내의 공간적 온도 및 습도분포 특성.

#### 4.10 온·습도 안정도 (stability)

항온기 유효 공간 내 기준 온도 및 습도의 시간적 변화특성.

#### 4.11 노점(dew point)

압력을 일정하게 유지하면서 공기를 냉각하면 공기 중에 있는 수증기가 포화되면서 이슬이 생기게 되는데, 이때 물과 수증기와의 평형온도를 노점이라 하며, 이 온도에서의 포화수증기압이 냉각 전의 수증기 분압과 같다. 또한 물이 아닌 얼음과 수증기가 평형을 이룰 때의 온도를 상점(frost point)이라고 하여 노점과는 분리해서 취급하기도 한다.

#### 4.12 노점습도계(dew point hygrometer)

노점의 정의에 따라 공기 중 혹은 가스 내의 수증기 양을 측정하는 기구. 냉각거울 노점습도계는 거울 면에 맺히는 이슬점(또는 상점)온도를 이용하여 노점을 측정하는 기구.

#### 4.13 박막형 디지털습도계(thin film digital hygrometer)

박막형 감습센서를 이용하여 상대습도의 변화에 따라 감습 물질의 전기저항이나 정전용

량을 전기적 신호로 바꾸어 디지털 지시부에 나타나도록 한 전기식 습도계를 의미함.

4.14 감습부(humidity sensing element)

수분에 민감한 물질에 수분이 흡착 또는 탈착 될 때 그 물질의 전기저항 또는 정전용량의 변화를 일으켜 습도를 감지하는 부분.

4.15 상대습도(relative humidity)

일정 온도에서 기체 내의 수증기 분압과 해당 온도에서의 포화 수증기압과의 비이며 보통 백분율로 나타낸다.

4.16 측정(measurement)

어떤 양에 대하여 합리적으로 여겨지는 하나 또는 그 이상의 값을 실험적으로 얻는 과정

4.17 측정오차(measurement error)

측정값에서 기준값을 뺀 값

4.18 최대허용 측정오차(maximum permissible measurement error)

주어진 측정, 측정기기 또는 측정시스템의 명세서나 규정에 의해 허용된, 알려진 기준값에 대한 측정오차의 극한값

4.19 검증(verification)

주어진 품목이 명시된 요건을 충족한다는 객관적인 증거의 제공

4.20 불확도 (uncertainty)

사용된 정보를 기초로 하여, 측정량에 대한 측정값의 분산특성을 나타내는 음이 아닌 파라미터

4.21 검사(inspection)

교정 전 측정센서나 지시부의 상태를 살펴보고 교정이 가능한지를 판단하는 과정.

4.22 보정값(correction value)

기준값에서 측정된 지시값을 뺀 값

5. 시험내용

시험항목	시험범위	시험방법
5.1 온도	-70 °C ~ 50 °C	항온항습조 안에서 기준온도계와 비교교정
5.2 상대습도	20 %rh ~ 90 %rh	항온항습조 안에서 기준노점습도계와 비교교정

## 6. 필요장비 명세 및 최저 요구성능

장비명	수량	최저 요구성능
6.1 향온향습조	1	온도범위: (-70 ~ 50) °C 최소 유효공간: 1000 cm <sup>3</sup> 온도안정도: ±0.03 °C/30 min 온도균일도: ±0.05 °C
		습도범위: (20 ~ 90) %rh 최소 유효공간: 1000 cm <sup>3</sup> 습도안정도: ±1.0 %rh/30 min 습도균일도: ±1.5 %rh
6.2 기준 온도계	1	온도범위: (-80 ~ 100) °C 교정불확도: 50 mK 이내 ( $k = 2$ ) 디스플레이 분해능: 0.01 °C 이상
6.3 냉각거울노점습도계	1	노점측정범위: (-20 ~ 30) °Cdp 교정불확도: 0.2 °Cdp 이내 ( $k = 2$ )
6.4 빙점조	1	담금깊이 20 cm 이상
6.5 데이터 수집용 PC 시스템	1	옵션 사항

## 7. 준비사항

- 7.1 라디오존데와 지상수신장치 간의 통신상태를 점검한다.
- 7.2 향온향습조의 작동상태를 확인하고, 기준온도계 및 기준노점습도계의 연결 및 이상 유무를 확인한다.
- 7.3 향온향습조의 내부는 항상 청결해야 하며 벽면의 습기 등이 묻어 있으면 깨끗한 마른수건으로 닦아내어 건조한 내부 상태를 유지한다.
- 7.4 라디오존데 습도센서의 감습부위를 검사한다. 센서가 오염되었거나 유기용제와 같은 것에 의해 변화가 있을 경우 상대적으로 측정오차가 크게 나타날 수 있다. 따라서 오염된 것으로 판단되면 반드시 세척하여야 한다. 그 방법은 카메라 렌즈를 닦을 때 사용하는 먼지털이로 바람을 불어 털어 내고, 그래도 안되면 센서를 아래로 향하게 한 후 증류수를 분무(spray)하여 세척한다. 센서를 다룰 때 맨손으로 잡으면 안 되며, 물체에 닿아 흠이 생기면 센서의 기능에 치명적 손상을 주기 때문에 얇은 폴리글러브(poly-glove)를 착용하고 센서부는 어떤 물체든지 직접 닿지 않도록 주의하여야 한다.
- 7.5 시험에 앞서 모든 계측장비는 30분 전에 전원을 인가하여 안정이 이루어지도록 한다.



## 8. 시험방법

8.1 시험용 라디오존데 및 지상수신장치, 기준온습도계를 그림 1과 유사한 형태로 설치한다. 이때 라디오존데는 향온향습챔버의 유효공간 내에 위치하도록 하며, 기준 온도계 및 기준노점습도계는 라디오존데의 센서부와 밀접하게 설치한다.

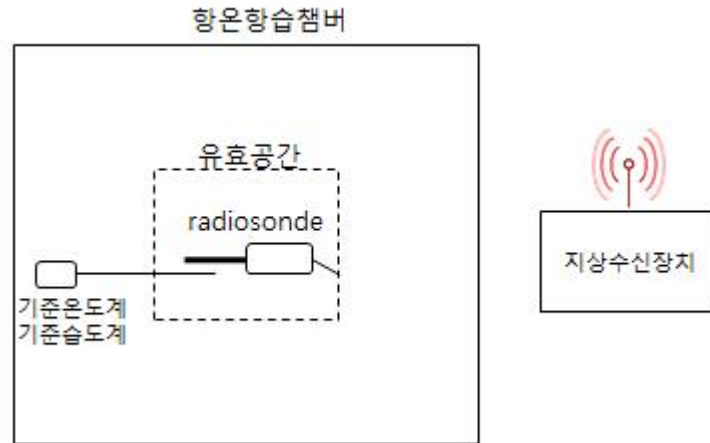


그림 1 시험장치 설정

8.2 라디오존데 시험평가는 온도와 습도로 나누어 실시한다.

8.3 온도는 (-70 ~ 40) °C 영역에서 (20 ~ 40) °C 간격으로 실시한다.

8.4 습도는 20 °C에서 상대습도를 (20 ~ 90) %rh 영역에서 (20 ~ 30) %rh 간격으로 실시한다.

8.5 라디오존데는 전원을 켜 상태로 내부의 공기 흐름을 방해하지 않으면서 외부에서 잘 보이도록 향온향습조 내의 유효공간 내에 설치한다.

### 8.6. 온도특성 평가

8.6.1 기준 온도계를 빙점에 넣고 빙점에서의 시험 전 온도를 측정한다.

8.6.1 향온향습챔버의 설정온도를 원하는 온도로 설정한 후 온도가 안정화되도록 기다린다.

8.6.2 기준온도계로 읽은 챔버 내의 온도가 30분 동안  $\pm 0.05$  °C 이내에서 안정하게 유지되면 측정을 시작한다.

8.6.3 측정은 라디오존데 온도지시값과 기준 온도계의 지시값을 3초에서 5초 간격으로 10회 반복하여 측정한다.

8.6.4 상기와 같이 측정이 완료되면 다음 시험 온도로 챔버의 설정온도를 조절한 뒤 8.6.1항에서 8.6.3항의 과정을 반복한다.

8.6.5 모든 시험온도에서 측정이 완료되면 기준온도계를 다시 빙점에 넣고 시험 후 온도를 측정한다. 이때 시험 전후의 온도변화가 0.05 °C 이내이면 시험이 유효한 것으로 간주한다. 그렇지 못할 경우 기준온도계를 다시 교정한 후 재시험해야 한다.

## 8.7 습도특성 평가

- 8.7.1 박막형 습도계는 제품에 따라 다르기는 하지만 대부분 사용영역이 (10 ~ 99) %rh 정도이나 항온항습조의 상대습도가 20 %rh 이하에서는 조절이 어렵고, 상대습도가 90 %rh 이상이 되면 운전 중에 시험조의 벽면에 수증기가 응결하는 등 운전상의 문제가 발생하기 쉬우므로 보통 (30 ~ 85) %rh 의 습도영역을 시험 영역으로 선택한다.
- 8.7.2 습도를 30 %rh 로 맞추어 놓은 다음 항온항습조를 가동시킨다.
- 8.7.3 온도는 (20 ± 1) °C 로 고정시키며, 기준노점습도계의 변화를 살피면서 습도가 교정점 까지 도달할 때까지 기다린다.
- 8.7.4 기준습도계로 읽은 챔버 내의 상대습도가 30분 동안 ±1 %rh 이내에서 안정하게 유지 되면 측정을 시작한다.
- 8.7.5 측정은 라디오존데 습도지시값과 기준 습도계의 지시값을 3초에서 5초 간격으로 10회 반복하여 측정한다.
- 8.7.6 상기와 같이 측정이 완료되면 다음 시험 온도로 챔버의 설정온도를 조절한 뒤 8.7.2항에서 8.7.4항의 과정을 반복한다.
- 8.8 측정완료 후 각 시험점에서 평균값을 계산한다. 이때 평균값은 각 지시계의 분해능에 맞추어 계산한다.
- 8.9 식(1)과 같이 측정값과 기준값과의 차이인 측정오차를 각 시험점에서 계산한다. 기준기와 라디오존데 지시기의 분해능이 다를 경우 라디오존데의 분해능에 맞추어 계산하며, 이때 필요할 경우 반올림 혹은 반내림을 한다.

$$\text{측정오차} = \text{측정값} - \text{기준값} \quad (1)$$

- 8.10 상기와 같이 평균을 구하여 표 1 및 표 2와 같이 모든 시험점에서의 계산결과를 정리 하여 나타낸다. 표 1은 분해능 0.01 °C 기준온도계로 분해능 0.1 °C를 갖는 라디오존데의 측정 결과를 예시로 나타낸 것이고, 표 2는 분해능 0.01 %rh 기준습도계로 분해능 0.1 %rh 라디오존데의 측정 결과를 예시로 나타낸 것이다.
- 8.11 온도측정의 경우 기준온도계의 빙점 안정성을 평가하여 표 1에 기입한다.

표 1. 온도 측정데이터 계산 결과

시험 온도 /°C	평균 온도 /°C		측정오차 /°C
	라디오존데	기준 온도계	
-70	-69.8	-69.99	0.2
-30	-29.8	-29.98	0.2
10	10.1	10.03	0.1
50	50.2	50.03	0.2
기준온도계 빙점(시험 전): 0.01 °C 기준온도계 빙점(시험 후): 0.02 °C		온도측정 유효성 평가	
		유효함.	

표 2. 습도 측정데이터 계산 결과

시험 습도 /%rh	평균 습도 /%rh		측정오차 /%rh
	라디오존데	기준 습도계	
30	28.1	29.67	-1.6
60	57.7	59.91	-2.2
85	82.2	84.99	-2.8

## 9. 시험결과의 작성

9.1 시험성적서에 일반적으로 표기하여야 할 사항은 다음과 같다.

- ① 시험의뢰 기관명 및 주소, 시험번호
- ② 라디오존데의 제작회사 및 형식
- ③ 지상수신장치의 형식 및 소프트웨어 버전 정보
- ④ 시험환경 (시험실 온도, 습도 등)
- ⑤ 시험방법 및 절차 : 이 절차서의 번호와 제목을 기입한다.
- ⑥ 시험에 사용된 기준기의 소급성 (사용기기, 제작회사, 기기번호, 불확도)
- ⑦ 시험결과 (측정값 및 측정오차): 아래와 같은 표로 제공하는 것이 편리하다.

시험 온도 /°C	평균 온도 /°C		측정오차 /°C
	라디오존데	기준 온도계	
-70	-69.8	-69.99	0.2
-30	-29.8	-29.98	0.2
10	10.1	10.03	0.1
50	50.2	50.03	0.2
기준온도계 빙점(시험 전): 0.01 °C 기준온도계 빙점(시험 후): 0.02 °C	온도측정 유효성 평가		
	유효함.		

시험 습도 /%rh	평균 습도 /%rh		측정오차 /%rh
	라디오존데	기준 온도계	
30	28.1	29.67	-1.6
60	57.7	59.91	-2.2
85	82.2	84.99	-2.8

⑧ 기타 사용자의 편의를 위하여 시험기관이 필요하다고 인정하는 사항 (최대허용측정오차 여부 및 합부 판정 등)