

한국철도표준규격

KOREAN **R**AILWAY **S**TANDARDS

KRS RN 0002 – 17(R)

전동차용 공기스프링

Air Spring for Electric Multiple Units



철도기술심의위원회 심의
2006년 3월 7일 제정

전동차용 공기스프링

Air Spring for Electric Multiple Units

1. 적용범위 및 종류

1.1 적용범위

이 규격은 전동차용 고무 벨로우즈형 공기스프링(이하 공기스프링 이라 한다) 에 대하여 적용한다.

1.2. 종류

1.2.1 1종 : 수직방향 특성만을 이용하는 것(볼스타 스프링 대차에 적용)

1.2.2 2종 : 수직 및 수평방향 특성을 이용하는 것(볼스타리스 대차에 적용)

2. 적용자료 및 문서

KS M 6745 철도 차량용 방진 고무 통칙

KS M 6518 가황 고무 물리 시험 방법

KS M 6695 가황 고무의 균열 성장 시험 방법 (데마티아법)

KS M 6625 가교고무의 마모 시험 방법(NBS)

KS R 9243 철도차량용 공기스프링 시험방법

3. 필요조건

3.1 형상 및 치수

공기스프링의 구조형상 및 치수는 제작도면에 의한다. 특별히 제작도면에 지정되지 않는 치수허용차는 KS M 6745에 의한다.

3.2 재료

3.2.1 공기스프링의 외층고무는 내노화성, 내굴곡피로성 및 내충보호를 목적으로 배합되어야한다. 중층은 내압에 대한 보강을 목적으로 나이론 코드사 또는 동등 이상의 물성을 갖는 인조 섬유를 사용한다.

3.2.2 내층고무는 내부공기의 기밀유지를 목적으로 배합되어야 하고, 벨로우즈와 접합되는 부위는 기밀유지와 보강을 목적으로 타이어 비드 또는 동등이상의 금속 와이어를 사용한다.

3.3 표면처리

고무의 외층은 특별히 지정한 경우를 제외하고 시험완료 후 흑색 내후성 도료를 도포 한다. 사용중 고무와 접촉하는 금속에는 적절한 부식방지 처리를 하여야 한다.

4. 검사 및 시험

4.1 검사의 종류 및 방법

4.1.1 외관검사

공기스프링은 외관의 형상이 바르고 제품의 표면에 유해한 흠이 없어야 한다.

4.1.2 치수검사

치수검사는 제작도면에 의거 시행하여 그 측정값은 기준치에 적합하여야 한다.

4.2 시험의 종류 및 방법

4.2.1 시험의 종류 및 기준

시험의 종류 및 기준(상용 최고 사용 내압 0.5 MPa)은 다음 [표 1]에 따른다.

[표 1] 시험의 종류 및 기준

| 항 목 | | 기 준 | |
|--------------------|---|-----------------------------------|--|
| | | 내 층 | 외 층 |
| (1) 고무 재료 시험 | (가) 인장시험 | 인장강도 18 MPa이상 연신율 400 % 이상 | 인장강도 15 MPa이상 연신율 350 % 이상 |
| | (나) 경도시험 | 55±5 | 55±5 |
| | (다) 노화시험 | 인장강도와 연신율의 변화율 : 노화전의±20 % 이내 | 인장강도와 연신율의 변화율 : 노화전의 +20 %, ~-30 %이내 |
| | (라) 반복굴곡시험 | — | 찢어지는 것이 없어야 함 |
| | (마) 압축영구줄임 률 시험 | 25 %이하(70 ℃, 22 Hr) | 25 %이하(70 ℃, 22 Hr) |
| | (바) 마모시험 | — | 90 %이상 |
| | (사) 오존균열시험 | A-2이내 (50±5 pphm, 40 ℃, 24 hr) | A-2이내 (50±5 pphm, 40 ℃, 24 hr) |
| | (아) 옥외노출시험 | — | 찢어지는 것이 없어야 함 |
| | (자) 스톱퍼 접착성시험 | 118 N/cm | |
| | (2) 제품시험 | | |
| (가) 압력시험 | 각부에 이상 없을 것(1.2 MPa 3분) | | |
| (나) 기밀시험 | 형식시험 : 압력강하 19,614 Pa이하 (0.5 MPa 24 시간) | | |
| | 전수시험 : 압력강하 29,421 Pa이하 (0.6 MPa 180 초) | | |
| (다) 신축시험 | 공기누설, 파손, 이상변형 등 결함이 없을것 | | |

| 항 목 | | 기 준 |
|---|---------------------------------------|--|
| (라) 특성 시험 w=7,700kg Vi= 45 ℓ p=3kg/cm ³ | 1) 수직지지 하중 시험 | 75,511 ±1,961 N (0.3 MPa 일 때) |
| | 2) 정하중 시험 | 수직방향 (370 N/mm±10 %) 수평방향 (> 98.1 N/mm at ±40mm stroke) |
| | 3) 동하중 시험 | 수평방향(167 N/mm±15% at ±10mm, 1 Hz) |
| | 4) 진동시험 | 공진곡선 및 주파수 산출 |
| | 5) 내용적측정시험 | 37±2 liter |
| | 6) 최대횡변위시험 | 105 mm 이상에서 결함 없을것 |
| | 7) 스톱퍼 시험 | $\delta(101.009 \text{ N}) - \delta(4,903 \text{ N}) = 8 \pm 1.2 \text{ mm}$ |
| (마) 파괴시험 | 파괴내압 1.96 MPa 이상 | |
| (바) 피로시험 | 수직 100만회, 수평 50만회(외경, 내경, 외관에 이상 없을것) | |

4.2.2 시험조건 및 방법

가. 시험실의 일반조건

시험실은 특별히 지정하지 않는 한 20~30℃로 하며, 시료는 접촉후 24시간 이상 경과한 것으로서 시험 전 6시간이상 표준상태의 온도 중에 넣어 두어야 한다. 이 온도는 가능한 한 시험실의 온도와 일치하여야 한다.

나. 시험방법

1) 고무재료시험

각 시험에 사용되는 시편은 제품과 동일 롯트에서 채취하여 소정의 금형을 사용 제품과 동일한 상태에서 가황하여 제작하여야 한다.

가) 인장시험

KS M 6518의 인장시험에 의한다.

나) 경도시험

KS M 6518의 경도시험(Shore A)에 의한다

다) 노화시험

KS M 6518의 노화시험(공기가열노화시험)에 의한다.

단 내,외층고무를 서로 다른 재질로 사용하였을 경우 내층에 대하여는 70±1℃, 외층에 대하여는 100±1℃로써 96시간 행하여 노화시험 전후의 인장강도 및 연신변화율을 산출한다. 벨로우즈의 내외층을 동일재료로 사용한 경우는 외층 고무시험을 적용한다.

라) 반복굴곡시험

KS M 6695에 의해 테마티아 굴곡시험기를 사용하여 외층고무에 적용한다. 이때 반복굴곡은 매분 300회의 속도로서 20만회 행하며 홈부분의 균열에 대하여 관찰한다(단, 시험편에 바늘구멍이 생기지 않도록 할 것).

마) 압축영구 줄임률시험

KS M 6518의 압축영구줄임률 시험방법에 의한다. 단, 노화조건은 70±1℃, 22시간 행하여 압축 영구줄임률을 산출한다.

바) 마모시험

KS M 6625의 NBS식 마모시험기를 사용하여 외층 고무에 대하여 시행한다. 단, 연마자의 입도는 40메시, 시험기 회전수는 45±5rpm으로 시험편이 2.54mm 마모되었을 때 회전수를 기록하여 내마모율을 산출한다.

사) 오존균열시험

KS M 6518의 오존균열시험에 의한다. 단, 오존농도는 공기에 대한 체적비로 50±5pphm, 시험온도40℃, 표선거리 40mm, 신장률 20%로 24시간 진행 후에 균열된 상태를 관찰한다.

아) 옥외노출시험

외층 고무에 대하여 시행한다. 시험 편 형상은 KS M 6518의 아령형이며 시험편 수량은 2개로 한다. 시험방법으로는 시험편을 10%이상 연신시켜 60일간 남향 경사각 35°(수평면 기준)의 노출가대에 취부하여 평행부분의 표면에 나타나는 균열에 대하여 관찰한다.

자) 스톱퍼 접착성 시험

KS M 6518의 금속과의 접착시험방법에 의한다.

2) 제품시험

가) 압력시험

KS R 9243의 압력시험에 의한다.

나) 기밀시험

KS R 9243의 기밀시험 방법에 의한다.

다) 신축시험

KS R 9243의 신축시험 방법에 의한다. 단, 수직 가능 최대신장 및 압축은 ±40mm로 5회 반복한 후 결함유무를 확인한다.

라) 특성시험

특성시험은 다음 [표2] 에 따른다.

[표 2] 특성시험 종류

| 항 목 | 제 1 종 | 제 2 종 |
|-----------|-------|---------|
| 수직지지하중 시험 | 수직방향 | 수직방향 |
| 정하중 시험 | 수직방향 | 수직·수평방향 |
| 동하중 시험 | — | 수평방향 |
| 최대횡변위 시험 | — | 측정 |
| 진동시험 | 수직방향 | 수직방향 |
| 내용적 측정시험 | 측정 | 측정 |
| 스톱바 시험 | 측정 | 측정 |

(1) 수직지지하중 시험

KS R 9243의 수직지지 하중 시험방법에 따라서 공기스프링을 표준높이로 하고 공기압력을 사용최고내압(0.5 MPa)까지증가시켜 0.3MPa일 때 수직 지지하중을 측정한다.

(2) 정하중 시험

KS R 9243의 정하중 시험방법에 따라서 다음과 같이 실시한다.

① 수직방향

- ㉠ 공기스프링을 표준높이로 유지하고 공기압력을 각각 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 MPa의 5 단계로 나누어 붓입한다.
- ㉡ 각각의 경우에 대해 수직방향으로 0→ -30→ 0→ +30→ 0→ -30 mm(+ : 압축) 단계로 변위를 변동시키고 하중과 변위와의 관계를 측정한다.
- ㉢ 이 시험은 지정한 용량을 보유한 공기탱크가 부착된 상태에서 실시한다.
- ㉣ 공기스프링 본체내에 스톱퍼가 있는 경우에는 스톱퍼를 장착한 상태에서 실시한다.

② 수평방향

- ㉠ 공기스프링을 표준높이로 유지하고 공기압력을 각각 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 MPa의 5 단계로 나누어 붓입한다.
- ㉡ 각각의 붓입압력에 대하여 상면판에 좌우방향으로 0 → -40→0 → +40 → 0 → -40mm의 단계로 변위를 주어 수평방향의 하중과 변위와의 관계를 측정한다.
- ㉢ 상판면에 변위를 가할 때 상판면이 하판면에 대해 평행을 유지하면서 이동하도록 필요한 안내장치를 설치하여야 하며, 이때 안내장치에는 큰 마찰이 생기지 않도록 주의해야 한다.
- ㉣ 필요에 따라서 표준높이 이외의 특정높이나 내압을 지정하여 시험을 실시할 수 있다.

(3) 동하중 시험

KS R 9243의 동하중 시험방법에 따라서 다음과 같이 실시한다.

① 수평방향

- ㉠ 공기스프링을 표준높이로 유지하고 공기압력을 각각 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5MPa의 5 단계로 나누어 붓입한다.
- ㉡ 각각의 경우에 상면판 수평방향으로 진폭 ±10mm, 진동수 0.8~1.5Hz의 강제변위를 가하여 수평방향의 하중과 변위와의 관계를 측정한다.
- ㉢ 상판면에 변위를 가할 때 상판면이 하판면에 대해 평행을 유지하면서 이동하도록 필요한 안내장치를 설치하여야 하며, 이때 안내장치에는 큰 마찰이 생기지 않도록 주의해야 한다.
- ㉣ 필요에 따라서 표준높이 이외의 특정높이나 내압을 지정하여 시험을 실시할 수 있다.
- ㉤ 수평방향 동적 스프링정수(kd)는 상기 방법에 의해 별도로 지정하는 수직하중을 부가한 경우에 상당하는 내압에 있어 얻게되는 하중-변위곡선 ±10mm에 대한 하중차에서 스프링정수(kd)를 구한다. 이수치는 0.1~0.5MPa의 내압에 있어 얻게 되는 것에서 내압의 비례배분에 의해 구하여도 좋다.

(4) 진동시험

① 수직방향

- ㉠ 공기스프링을 표준높이로 유지하고 압력을 각각 100 kPa, 200 kPa, 300 kPa, 400 kPa, 500 kPa의 5단계로 나누어 공기를 봉입한다.
- ㉡ 각각의 봉입압력에 대해 공기스프링의 상면에 당해 공기스프링에 걸리는 공차, $\frac{1}{2}$ 만차, 만차에 해당하는 예비하중(pre-load)을 가한후 그 상태를 유지한다.
- ㉢ 공기스프링 본체와 지정용량을 갖는 탱크를 오리피스를 통하여 연결시킨다.
- ㉣ 공기스프링의 하면에 진폭 $\pm 1.25, \pm 2.5, \pm 5, \pm 10\text{mm}$ 와 진동수 0~6Hz의 진동 변위를 가하여 공진곡선 및 공진주파수를 구한다. 이 때의 최대진동가속도는 0.1g로 한다.

(5) 내용적 측정시험

KS R 9243의 내용적 시험방법에 따라서 다음과 같이 실시한다.

- ① 공기스프링을 표준높이로 유지한 후 압력 0.5MPa 물을 봉입한 후 내부의 물을 차례로 빼내어 내압을 0.4, 0.3, 0.2, 0.1MPa 의 단계로 떨어뜨리면서 유량을 측정한다.
- ② 다시 내부에 잔류하는 물을 전부 빼내어 유량을 측정한다.
- ③ 공기스프링의 내용적은 각 내압에 대한 내부 유량을 산출하여 측정한다.
- ④ 공기스프링 본체내에 스톱퍼가 설치되는 경우 스톱퍼를 설치한 상태에서 행한다.

(6) 최대 횡변위 시험

공기스프링을 표준높이로 유지하고 압력 0.3MPa의 공기를 봉입하여 수평방향으로 정적변위를 가하여 최대변위를 측정한다.

(7) 스톱퍼 시험

KS R 9243의 스톱퍼 시험방법에 따라서 다음과 같이 실시한다.

- ① 고무를 가황성형한 다음 제품을 상온에서 24시간 방치후 특성시험을 실시한다.
- ② 시험 전 수직방향으로 최대하중까지 압축을 3회 실시한다
- ③ 최대 변위량은 고무 총두께 1/3이 되며 이 변위량까지의 하중-변위 곡선을 구한다.

마) 파괴시험

KS R 9243의 파괴시험에 의한다.

바) 피로시험

KS R 9243의 피로시험방법에 따라서 다음과 같이 실시한다.

- (1) 공기스프링을 표준높이로 유지하고 압력 0.5MPa 이상의 공기를 봉입 한 후 수직방향에 대하여 진폭 $\pm 30\text{mm}$, 진동수 1~3Hz로 100만회 반복진동 변위를 가하여 각부의 상태를 조사한다.
- (2) 추가로 제2종에 대하여는 진폭 $\pm 75\text{mm}$, 진동수 1~3Hz, 회전반경 1,000mm의 조건으로 50만회 반복진동 변위를 가하여 각부의 상태를 조사한다.
- (3) 시험 중 내부압력은 0.5MPa 이하로 떨어져서는 안 되며 상하 면판의 구속조건은 현차와 비슷한 조건이어야 한다. 시험 후 재시험의 필요가 있을 때는 기밀시험과 함께 특성시험

을 재 시행한다.

4.3 검사 방식과 수준

4.3.1 검사방식

가. 외관검사, 치수검사 및 기밀시험은 전수 검사한다.

나. 기타시험은 최초 1개 제작 시 시행(형식시험)하며, 고무재료시험은 1회 발주분을 1로트로 하여 시험하고, 공인기관 성적서로 갈음할 수 있다.

4.3.2 합격품질 수준

4.1, 4.2 항의 시험결과 기준치에 적합할 때 합격으로 한다.

5 표시 및 포장

5.1 표시

가. 내부표시 : 제품의 사용상 지장이 없는 곳에 쉽게 지워지지 않는 방법으로 품명, 제작년월, 제작자명 또는 그 약호, 제품의 일련번호를 표시하여야 한다.

나. 외부표시 : 외부 포장 표면의 적당한 곳에 품명, 제작년월, 제작자명 또는 그 약호, 수량을 표시하여야 한다.

다. 기타 필요한 추가사항은 인수·인도 당사자 간의 협정에 따라 별도로 정할 수 있다.

5.2 포장

포장 방법 및 세부사항은 인수·인도 당사자 간의 협정에 따른다.