

KTL 규격

KTL R 067-2020

도시철도차량용 무급유식 공기압축기

(Oil-free Compressor for Urban rail vehicle)



2020년 10월 28일 제정

한 국 산 업 기 술 시 험 원

KTL 규격

KTL R 067-2020

도시철도차량용 무급유식 공기압축기 (Oil-free Air Compressor for Urban rail vehicle)

1. 적용범위

이 규격은 도시철도차량용에 적용되는 무급유식 공기압축기의 구조, 겉모양, 성능 등에 대하여 규정한다.

2. 인용규격

다음에 나타내는 규격들은 KTL 규격에 인용됨으로써 규정 일부를 구성하며, 인용된 규격들은 그 최신판을 적용한다.

- KRTS-VE-Part51-2018(R1)** 도시철도차량(전동차) 기술기준
- KRS BR 0019-16** 전동차용 주공기압축기(회전스크류식)
- ISO 1217** Displacement compressors - Acceptance tests
- ISO 12500-3** Filters for compressed air - Test methods - Part 3 : Particulates
- IEC 61373** Railway applications - Rolling stock equipment - Shock and vibration tests
- IEC 60034-1** Rotating electrical machines - Part 1 : Rating and performance
- KS B 6361** 송풍기·압축기의 A 특성 음압 레벨 측정 방법
- KS C 4202** 일반용 저압 3상 유도전동기
- KS R 9156** 철도차량용 전자기기의 시험 통칙
- KS R 9158** 전기차용 제어기기의 시험 방법
- KS R 9213** 철도차량 부품의 고온 및 저온시험 방법
- KS R 9225** 철도 차량용 공기 압축기 - 시험 방법
- KS B ISO 1940-1** 기계진동-균일한(강제)상태 회전체에 대한 평형 품질 요구사항
- KS C IEC 60034-1** 회전기기 - 제1부: 정격 및 성능

3. 용어의 정의 이 규격에 사용하는 주된 용어의 정의는 다음과 같다.

3.1 무급유식 공기압축기 무급유식 공기압축기는 실린더 내부에 윤활유를 사용하지 않는 대신에 피스톤을 교체 윤활제로 코팅하여 사용하여 유분을 함유하지 않는 깨끗한 압축 공기를 생성하는 장치를 말한다.

3.2 방진장치 기계의 진동이 구조물에 전달되지 않도록 고안한 장치를 말한다.

3.3 자유 공기 토출량(토출 공기량) 토출된 공기량을 흡입 상태(대기압, 흡입 공기 온도)의 체적으로 환산한 것을 말한다.

3.4 표준 흡입 상태 압축기가 온도 20 ℃, 절대 압력 101.325 kPa, 관계 습도 65 %의 습한 공기를 빨아들이는 경우의 흡입 상태를 말하며, 표준 흡입 상태에서 공기 1 m³의 질량은 1.20 kg로 간주한다.

3.5 공기의 압력 공기가 미치는 압력을 뜻하며, 정압은 흐름에 평행한 벽의 표면에 수직으로 뚫은 구멍에서 이것을 측정한다.

3.6 서비스 인디게이터 공기여과기의 오염, 공기 차단 등 상태를 지시하는 장치를 말한다.

3.7 배기전자밸브 공기압축기 정지 후 공기냉각기 내부에 있는 압축공기가 배기되어 재 기동 시 모터에 부하가 발생되지 않도록 제어하는 장치를 말한다.

3.8 등가소음도 변동이 심한 소음의 평가방법으로 측정시간 동안의 변동 소음에너지를 시간적으로 평균하여 이를 대수 변환 시킨 것을 말한다.

3.9 열전대 제베크효과를 이용하여 넓은 범위의 온도를 측정하기 위해 두 종류의 금속으로 만든 장치를 말한다.

3.10 압력스위치 공기압축기 및 공기압축기의 기동장치와 연계되어 설치된 장치로써 전동기 전원 공급 장치의 보조회로로 작동된다.

4. 종류

도시철도차량용 무급유식 공기압축기의 종류는 2종(1,000 L/min, 1,600 L/min)으로 공기압축용량으로 구분된다.

표 1 도시철도차량용 무급유식 공기압축기 종류

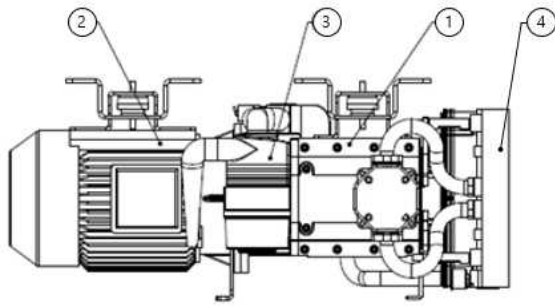
구 분	공기압축용량	비 고
1종	1,000 L/min	
2종	1,600 L/min	

5. 구조

5.1 무급유식 공기압축기는 피스톤 블록, 전동기, 공기냉각기, 공기여과기로 구성되며 피스톤 블록의 상하 왕복 운동에 의해 공기를 연속적으로 압축하는 구조로 되어 있어야 한다.

5.2 무급유식 공기압축기의 프레임에 방진장치가 설치되어 있어야 한다.

5.3 무급유식 공기압축기 안정적으로 동작할 수 있도록 고압부 및 저압부 시스템 상에 안전밸브가 설치되어 있어야 한다.



구분	장 치 명
1	피스톤 블록(PISTON BLOCK)
2	전동기(MOTOR)
3	공기여과기(AIR FILTER)
4	공기냉각기(AIR COOLER)

그림 1 무급유식 공기압축기 구성

6. 겉모양

- 6.1 무급유식 공기압축기는 사용상 해로운 흠, 녹, 오손과 변형이 없어야 한다.
- 6.2 무급유식 공기압축기의 볼트 및 너트에 이완표시가 되어있어야 한다.
- 6.3 무급유식 공기압축기의 냉각팬에 회전방향이 표시되어 있어야 한다.
- 6.4 무급유식 공기압축기의 주요 치수는 최종 승인된 제작사 도면을 기반으로 제작사가 제시한 치수기준에 만족해야 한다.

7. 성능

표 2 무급유식 공기압축기 성능

시험항목	시험기준	시험방법
회전방향시험	공기압축기에 표시된 방향과 냉각팬의 회전 방향이 일치하여야 한다.	8.1
회전속도시험	무급유식 공기압축기 제작사양서(또는 제품규격서)에 명시된 정격 회전속도의 $\pm 5\%$ 범위 이내이어야 한다.	8.2
공기누설시험	무급유식 공기압축기의 배관 이음부와 밸브 조립부에 공기 누설을 확인하였을 때, 1분 동안 공기 누설이 없어야 한다.	8.3
토출 공기량 시험	공기압축기의 실제 토출 공기량이 1,000 L/min 모델은 $\pm 6\%$, 1,600 L/min 모델은 $\pm 5\%$ 범위 이내이어야 한다.	8.4
토출 공기 온도 시험	토출 공기 온도가 흡입 공기 온도의 $+15.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 이하이어야 한다.	8.5
서비스 인디케이터 작동시험	무급유식 공기압축기의 공기여과기 흡입구를 임의로 차단하였을 때 서비스 인디케이터의 빨간색 피스톤이 상승되어야 한다.	8.6
배기전자밸브시험	무급유식 공기압축기가 가동하다가 멈추었을 때 배기 전자 밸브에서 압축 공기가 정상적으로 배출이 되어야 한다.	8.7
온도상승시험	무급유식 공기압축기를 약 30분 동안 연속 구동하였을 때 저압 및 고압 실린더 헤드 온도가 $230.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 이하이어야 한다.	8.8

시험항목	시험기준		시험방법
소음시험	무급유식 공기압축기를 가동시켰을 때 사방 1 m 거리에서 등가소음레벨이 1,000 L/min 모델은 85 dB(A) 이하, 1,600 L/min 모델은 89 dB(A) 이하여야 한다.		8.9
진동 및 충격시험	IEC 61373 1종 B에 따라 진동 및 충격시험 완료 후, 무급유식 공기압축기의 성능시험을 진행하였을 때 이상이 없어야 한다.		8.10
내구시험	무급유식 공기압축기를 1,000시간 동안 구동하여 내구 성능 (일상점검 및 완료점검)을 확인하였을 때 이상이 없어야 한다.		8.11
내구시험 전 성능시험	회전방향시험	공기압축기에 표시된 방향과 냉각팬의 회전 방향이 일치하여야 한다.	8.1
	회전속도시험	정격 회전속도의 $\pm 5\%$ 범위 이내이어야 한다.	8.2
	공기누설시험	무급유식 공기압축기의 배관 이음부와 밸브 조립부에 공기 누설을 확인하였을 때, 1분 동안 공기 누설이 없어야 한다.	8.3
	토출공기량 시험	공기압축기의 실제 토출 공기량이 1,000 L/min 모델은 $\pm 6\%$, 1,600 L/min 모델은 $\pm 5\%$ 범위 이내이어야 한다.	8.4
내구시험 일상점검	외관검사	공기압축기 사용상 해로운 변형이나 파손 발생 등 공기압축기 외관에 이상이 없어야 한다.	8.11.2
	정상 기동 상태 확인	공기압축기가 이상 없이 동작하여야 하며 토출 압력이 (9 ~ 10) kgf/cm ² 범위 이내이어야 한다.	
	이상소음 확인	소음을 측정하였을 때 평시 소음(5회 평균값) 대비 소음이 5 dB(A) 이상 변화가 없어야 한다.	
	구동전류 확인	구동 전류가 정격전류의 120 % 이하이어야 한다.	
	실린더온도 확인	저압 및 고압 실린더헤드 온도가 230 ℃ 이하이어야 한다.	
	전동기 온도 확인	전동기 외함의 온도가 130 ℃ 이하이어야 한다.	
내구시험 완료점검	회전방향시험	공기압축기에 표시된 방향과 냉각팬의 회전 방향이 일치하여야 한다.	8.1
	회전속도시험	정격 회전속도의 $\pm 5\%$ 범위 이내이어야 한다.	8.2
	공기누설시험	무급유식 공기압축기의 배관 이음부와 밸브 조립부에 공기 누설을 확인하였을 때, 1분 동안 공기 누설이 없어야 한다.	8.3
	토출공기량 시험	공기압축기의 실제 토출 공기량이 1,000 L/min 모델은 $\pm 6\%$, 1,600 L/min 모델은 $\pm 5\%$ 범위 이내이어야 한다.	8.4
	분해점검	볼트의 이완 상태, 베어링의 윤활 상태, 마찰 부품의 마모 상태가 이상이 없어야 한다.	8.11.3

8. 시험방법

8.1 회전방향시험

- 공기압축기에 전원을 투입하여 공기압축기 팬의 회전방향을 확인한다.

8.2 회전속도시험

- 공기압축기 구동축의 회전 속도를 회전 속도계로 측정한다.

8.3 공기누설시험

- 부하 공기압 10 kgf/cm²으로 공기압축기를 약 30분 동안 연속 가동 후 공기압축기의 배관 이음부와 밸브 조립부에 비눗물을 도포하여 누설을 확인한다.

8.4 토출공기량시험

- 부하 공기압 10 kgf/cm²으로 공기압축기를 가동시켜 표준 상태(0 ℃, 760 mmHg)에서 토출되는 공기량을 측정하고 다음 식 (1)에 따라 공기압축기의 실제 토출 공기량을 계산한다.

$$Q_t = Q_n \times \{(273 + t) / 273\} \times (760 / p_t) \dots\dots\dots (1)$$

여기에서, Q_t : 공기압축기의 실제 토출 공기량(L/min)

Q_n : 표준 상태에서의 토출 공기량[(N·L)/min]

t : 흡입 공기 온도(℃)

p_t : 흡입 공기의 절대 압력(760 mmHg)

8.5 토출공기온도시험

- 부하 공기압 10 kgf/cm²으로 공기압축기를 가동시켜 공기압축기로 흡입되는 공기 온도와 공기압축기에서 토출되는 공기 온도를 측정한다.

8.6 서비스 인디게이터 작동시험

- 공기압축기를 가동시켜 부하 공기압 10 kgf/cm²으로 유지한 상태에서 공기여과기 흡입구를 임의로 차단했을 때 서비스 인디게이터의 빨간색 피스톤의 작동상태를 확인한다.

8.7 배기전자밸브시험

- 공기압축기를 부하 공기압 10 kgf/cm²으로 가동하다가 멈추었을 때 배기전자밸브가 개방되어 압축 공기가 배출이 되는 것을 확인한다.

8.8 온도상승시험

- 공기압축기를 부하 공기압 10 kgf/cm²으로 약 30분 동안 연속 구동하고 온도계를 이용하여 저압 및 고압 실린더 헤드의 온도를 확인한다.

8.9 소음시험

- **KS B 6361**에 준하여 소음 시험을 진행하며 공기압축기 몸체 주위 4방향으로 1 m 이격 시킨 거리 및 마이크로폰 높이 위치 산정 수식에 의해 바닥면으로부터 1 m 높이에서 소음을 측정한다.

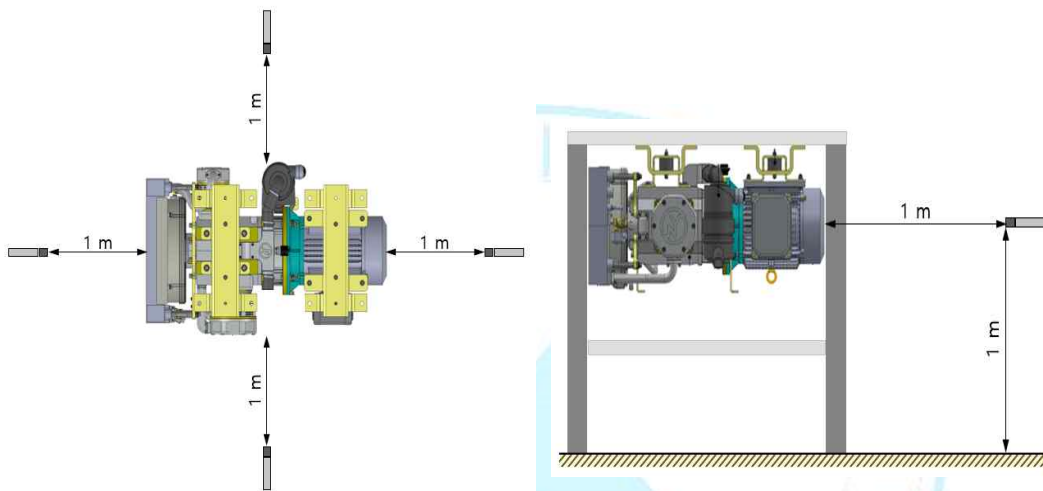


그림 2 무급유식 공기압축기 소음 측정 위치

8.10 진동 및 충격시험

- **IEC 61373**에 따라 진동 및 충격 시험을 진행하며, 1종 B등급의 조건을 적용한다..
- 진동 및 충격 시험 전, 중, 후에 실시하는 기능 및 성능 시험은 다음과 같이 정의한다.
 - 공기압축기가 작동 후 1분 동안 공기압축기에 연결된 공기탱크에 공기압 (1,000 ± 100) kPa을 정상적으로 충전하여야 한다.
 - 성능 시험(토출공기량시험)은 규정된 모든 시험의 시작 전 및 종료 후에 실시하며, 성능 시험의 방법은 **8.4항**에 따른다.

8.11 내구시험

- 내구시험 실시 전에 **8.11.1항**의 성능시험을 실시한다.
- 무급유식 공기압축기를 (0 ~ 900) 시간은 연속 구동, (900 ~ 1,000) 시간은 단속 구동 (5분 동작 후 10분 휴지)으로 1,000 시간 이상 구동하며 일상 점검 및 완료 점검을 통해 내구 성능을 확인한다.

8.11.1 내구시험 전 성능시험

- 회전방향시험
 - 회전방향시험의 시험방법은 **8.1항**에 따른다.
- 회전속도시험
 - 회전속도시험의 시험방법은 **8.2항**에 따른다.
- 공기누설시험
 - 공기누설시험의 시험방법은 **8.3항**에 따른다.
- 토출공기량시험
 - 토출공기량시험의 시험방법은 **8.4항**에 따른다.

8.11.2 내구시험 일상점검

- 외관검사
 - 부하기동 시 또는 기동 정지 후 공기압축기의 외관 상태를 확인하여 변형이나 파손 발생 유무를 확인한다.
- 기동상태 확인
 - 공기압축기가 정상적으로 동작하는지 확인하고 토출 압력을 측정한다.
- 이상소음 확인
 - 일상 점검 시 공기압축기 동작 중 이상 소음 발생 여부를 확인하며, 공기압축기 동작 시 공기압축기의 전방 1 m, 바닥면으로부터 (1.2 ~ 1.5) m 위치에 마이크로폰을 설치하여 1 분 동안 등가소음레벨(L_{Aeq})을 3회 측정한다.
- 구동전류 확인
 - 후크 메타를 이용하여 각 상의 구동 전류를 측정한다.
- 실린더온도 확인
 - 온도계를 이용하여 저압 및 고압 실린더 헤드의 온도를 측정한다.
- 전동기온도 확인
 - 온도계를 이용하여 전동기의 외함 온도를 측정한다.

8.11.3 내구시험 완료점검

- 회전방향시험
 - 회전방향시험의 시험방법은 **8.1항**에 따른다.
- 회전속도시험
 - 회전속도시험의 시험방법은 **8.2항**에 따른다.
- 공기누설시험
 - 공기누설시험의 시험방법은 **8.3항**에 따른다.

- 토출공기량시험
 - 토출공기량시험의 시험 방법은 **8.4항**에 따른다.
- 분해점검
 - 1,000시간 구동 완료 후 공기압축기를 분해하여 볼트의 이완 상태, 베어링의 윤활 상태, 마찰 부품의 마모 상태 등을 점검 한다.

9. 표시

인증제품은 쉽게 지워지지 않는 방법으로 다음 사항을 표시하여야 한다.

- (1) 제조자명 또는 약호
- (2) K-마크 표시



K- 마크 인증번호

- (3) 품명 및 호칭, 모델
- (4) 제조 년 월 일
- (5) 원산지(제조국)
- (6) 연락처 및 전화번호