

1. 차륜 (KRTS-CO-Part3-1-2016)

1. 적용범위

이 기준은 철도차량에 사용하는 철제차륜(이하 “일체차륜”이라 한다)에 대하여 적용하며, 다음 표와 같이 분류된다.

<차륜의 종류와 분류>

형식	용도	기호
1종	주행속도 200 km/h 이상	W1
2종	주행속도 200 km/h 미만	W2

2. 용어정의

- 1) “차륜 접촉면”이라 함은 레일과 접하는 차륜의 원통모양의 마모되는 부분을 말한다.
- 2) “림(rim)”이라 함은 차륜에서 차륜접촉면을 포함하는 가장자리 테두리 부분을 말한다.
- 3) “보스(boss)”라 함은 차륜에서 차축이 압입되는 구멍의 테두리를 보강하기 위해 붙여진 돌기된 두꺼운 부분을 말한다.
- 4) “플레이트(plate)”라 함은 림과 보스를 연결하는 원판을 말한다.
- 5) “플랜지(flange)”라 함은 철도차량이 궤도를 이탈하지 아니하고 주행할 수 있도록 한 차륜의 돌출 부분을 말한다.

3. 적합성 평가

- 1) 철도안전법 시행규칙(이하 "규칙"이라 한다) 제60조의 규정에 따라 철도용품에 대한 형식승인(설계 적합성 검사, 합치성 검사, 용품형식시험)에서 평가되는 항목은 [별표]을 참고할 수 있다.
- 2) 1)항의 규정에도 불구하고, [별표]의 평가항목은 철도용품의 상이한 설계, 개발, 생산 특성에 따라 조정되어 시행될 수 있다. 특히, 각각의 설계적합성 입증방법은 신청자가 선택적으로 적용할 수 있다.

4. 요구사항

4.1 일반사항

- 1) 차륜은 품질이 균일하고 정상 상태에서 유해한 흠, 밀림, 박리, 찰상, 기타 결함이 없어야 한다.
- 2) 차륜은 단련한 후 압연 성형하고 림 부에 담금질, 뜨임의 열처리를 시행하여야 한다.
- 3) 차륜에 사용되는 재료, 구조 및 형태는 제조도면에 의한다.
- 4) 차륜은 운행 중 발생하는 하중을 견딜 수 있는 충분한 기계적 강도를 가져야 한다.
- 5) 차륜은 일체형 구조로 제작되어야 한다. 다만, 철도차량의 종류 및 특성상 불가피한 경우에는 그러하지 아니하다.

4.2 재질 및 강도

- 1) 다음의 표에 나타난 특성에 따라 강의 등급을 ER6, ER7, ER8, ER9으로 규정하며 운행 최대 축 하중에 따라 제작자가 안전을 보장할 수 있도록 선택하여 적용한다. 다만, 2종 차륜에서 150km/h 이하 속도를 갖는 차량에 적용하는 경우에는 KS R 9221에서 규정한 재질을 적용할 수 있다.
- 2) 축의 부담중량이 증가할수록 강의 등급이 높아진다. ER6는 일반적인 화차가 아닌 낮은 축하중에 적용하며, ER9는 축의 부담중량이 높은 특수차량에 적용한다.

3) 차륜에 사용된 재료의 화학 성분은 KRS RN 0007의 4.2.2 가항의 화학 분석 시험에 따라 시험하여 다음 표에 적합하여야 한다.

강의 등급	탄소 (C)	실리 콘 (Si)	망간 (Mn)	인 (P)	황 (S)	크롬 (Cr)	구리 (Cu)	몰리 브덴 (Mo)	니켈 (Ni)	바나 뒴 (V)	최대성분(%)
											크롬+몰리 브덴+니켈 Cr+Mo+Ni
ER6	0.48	0.40	0.75	0.02	0.015	0.30	0.30	0.08	0.30	0.06	0.50
ER7	0.52	0.40	0.80	0.02	0.015	0.30	0.30	0.08	0.30	0.06	0.50
ER8	0.56	0.40	0.80	0.02	0.015	0.30	0.30	0.08	0.30	0.06	0.50
ER9	0.60	0.40	0.80	0.02	0.015	0.30	0.30	0.08	0.30	0.06	0.50

* 인(P)는 상호 협의에 따라서 0.025%까지 허용 가능함

4) 차륜의 인장강도는 KRS RN 0007의 4.2.2 나항의 인장 시험에 따라 시험하여 다음 표에 적합하여야 한다. 플레이트의 인장강도 감소치는 동일차륜에서 림의 인장강도값 대비 감소치를 확인하여 기준값 이상이어야 한다.

강의 등급	림			플레이트	
	항복강도 R_{eH} (N/mm ²)	인장강도 R_m (N/mm ²)	파단연신율 A_5 (%)	인장강도 감소치 R_m (N/mm ²)	파단연신율 A_5 (%)
ER6	≥500	780/900	≥15	≥100	≥16
ER7	≥520	820/940	≥14	≥110	≥16
ER8	≥540	860/980	≥13	≥120	≥16
ER9	≥580	900/1050	≥12	≥130	≥14

5) 차륜의 경도는 KRS RN 0007의 4.2.2 나항의 경도 시험에 따라 시험하여 다음 표의브리넬 경도값 이상이어야 한다. KRS RN 0007 그림 2의 A점에서의 경도값은 마모한도 경도값보다 최소 10이상 적어야 한다.

강의 등급	브리넬 경도값	
	1종(W1)	2종(W2)
ER6	-	≥225
ER7	≥245	≥235
ER8	≥245	≥245
ER9	-	≥255

6) KRS RN 0007의 4.2.2 나항의 충격 시험에 따라 U노치 또는 V노치를 시험하여 다음 표의 에너지 흡수 값에 적합하여야 한다.

강의 등급	20°C 에서 U노치 에너지 흡수 KU(J)		-20°C 에서 V노치 에너지 흡수 KV(J)	
	평균	최소	평균	최소
ER6	≥17	≥12	≥12	≥8
ER7	≥17	≥12	≥10	≥7
ER8	≥17	≥12	≥10	≥5
ER9	≥13	≥9	≥8	≥5

7) 차륜의 피로 특성은 KRS RN 0007의 4.2.2 나항의 피로 시험을 99.7%의 확률에 상당하는 응력 조

건에서 10⁷사이클 동안 실시하여 균열발생이 없어야 한다. 이때 부가하는 하중은 플레이트의 압연 또는 가공상태에 따라 표의 응력변화에 해당하는 하중을 부가하여야 한다.

플레이트의 가공 상태	응력 변화 (N/mm ²)
기계가공차륜(machined)	450
압연상태차륜(as rolled)	315

8) 림의 인성은 압면 브레이크를 사용하는 차량의 차륜만을 대상으로 KRS RN 0007의 4.2.2 나항의 인성 시험을 실시하여 다음 조건에 적합하여야 한다.

- ER 6: 평균값(시험편 6개): ≥100 N/mm²√m, 하나의 값도 80 N/mm²√m보다 작아서는 안 됨.
- ER 7: 평균값(시험편 6개): ≥80 N/mm²√m, 하나의 값도 70 N/mm²√m보다 작아서는 안 됨.
- 다른 등급의 경우에는 제작도면에 의한다.

9) 차륜의 잔류 응력은 KRS RN 0007의 4.2.2 마항의 잔류 응력 시험에 따라 시험하여 압면의 표면 근처에서 측정된 압축 원주 응력이 80 N/mm² 이상이어야 한다. 단, 응력은 (35 ~ 50) mm의 깊이에서 0 이 되어야 한다. 응력 분포는 EN 13262를 참고한다.

10) 열처리 균질성(heat treatment homogeneity)는 1종(W1)에 대하여 KRS RN 0007의 4.2.2 다항의 열처리 균질성 시험에 따라 시험하여 림에서 측정된 경도 값의 변화 범위가 30 HB 이하 이어야 한다.

4.3 내부 및 표면 특성

1) 재질 청결성(material cleanliness)

(1)재질 청결성은 KRS RN 0007의 4.2.2 라항의 현미경 시험(micrographic examination)에 따라 측정하여 개재물은 다음 표의 조건 이내여야 한다.

개재물 유형	1종(W1)		2종(W2)	
	두꺼운 계열 (최대)	얇은 계열 (최대)	두꺼운 계열 (최대)	얇은 계열 (최대)
A(황)	1.5	1.5	1.5	2
B(알루미늄산염)	1	1.5	1.5	2
C(규산염)	1	1.5	1.5	2
D(산화물)	1	1.5	1.5	2
B+C+D	2	3	3	4

(2)내부 무결성(internal integrity)은 KRS RN 0007의 4.2.2 라항의 초음파 시험으로 시행한다.

- 림은 동일한 깊이의 기준 결함에서 얻어진 에코 진폭 이상의 에코가 발생하는 내부결함이 없어야 한다. 기준 결함의 직경은 다음 표를 참고한다.

기준 결함의 지름(mm)	1종(W1)	2종(W2)	
	1	2	3

- 플레이트는 다음 조건에 적합하여야 한다. 다만, 플레이트의 두 허용 결함 사이의 거리가 최소 50mm 이상이어야 한다.

- 플레이트는 지름 3mm의 기준 결함에서 얻어지는 에코 진폭 이상의 에코가 10개 이하여야 한다.

- 플레이트는 지름 5mm의 기준 결함에서 얻어지는 에코 진폭 이상의 에코가 없어야 한다.
- 허브는 다음 조건에 적합하여야 한다. 단, 허브는 두 허용 결함 사이의 거리가 최소 50mm 이상이어야 하며, 원주 검사에 대해 6dB 이상의 되울림 감쇠를 허용하지 않는다.
- 허브는 지름 3mm 기준 결함에서 얻어지는 에코 진폭 이상의 에코가 3개 이하여야 한다.
- 허브는 지름 5mm 기준 결함에서 얻어지는 에코 진폭 이상의 에코가 없어야 한다.

2) 표면 특성

(1)표면 외관

- 용도에 따라, 차륜은 전체 또는 부분을 가공할 수 있다.
- 단조 또는 압연 상태로 남은 부분은 숏-블라스트(shot-blasted)를 하여, 가공부와 단차가 생기지 않도록 조화를 이루어야 한다.
- 차륜의 표면 거칠기(Ra)는 다음 표에 적합하여야 한다.

차륜의 영역	인도 상태	거칠기 (Ra) (μm)	
		1종(W1)	2종(W2)
보어	완성품(finished)	≤12.5	
	조립부(ready for assembly)	0.8~3.2	
플레이트 및 허브	완성품(finished)	≤3.2	≤12.5
림 답면(rim tread)	완성품(finished)	≤6.3	≤12.5
림 페이스(rim face)	완성품(finished)	≤6.3	≤12.5

(2)표면 무결성(surface integrity)은 KRS RN 0007의 4.2.2 바항의 자분 탐상 시험으로 측정하여 표면의 허용 최대 추적(trace) 길이가 다음 표의 최대 추적 길이 이내여야 한다.

표면	최대 추적(trace) 길이(mm)
가공 면	2
단조 또는 압연 상태의 표면	6

4.4 기능특성

차륜의 최대 정적 편심량은 KRS RN 0007의 4.2.2 사항의 정적불균형 시험에 따라 측정한 값이 다음 표에 적합하여야 한다.

차량 속도 v (km/h)	정적불균형(g·m)
v ≤ 120	≤ 125
120 < v ≤ 200	≤ 75
200 < v ≤ 250	≤ 50
v > 250	≤ 25

4.5 인터페이스

- 1) 동일한 차종에서는 호환성이 보장되어야 한다.
- 2) 제작도면에서 요구하는 관련부품들과의 원활한 인터페이스가 이루어져야 한다.
- 3) 차륜의 직경은 768mm 이상이어야 한다. 다만, 동력차 및 특수차의 직경은 그러하지 아니하다.
- 4) 차륜의 폭은 130mm 이상 150mm 이하여야 한다.
- 5) 차륜 플레이트의 두께는 19mm 이상이어야 한다.
- 6) 차륜 한 쌍의 내면거리는 1,352mm 이상 1,356mm 이하여야 한다. 다만, 특수차의 내면거리는 변경

될 수 있다

- 7) 차륜의 기하학적 공차 및 치수는 제작도면에 따른다.
- 8) 플랜지의 높이는 차륜 직경 기준점으로 측정하여 25밀리미터 이상 35mm 이하여야 한다.
- 9) 플랜지의 두께는 23mm 이상 34mm 이하여야 한다.

4.6 유지보수성

1) 부식에 대한 보호

- (1)림의 표면을 제외하고 모든 가공 표면에 부식에 대한 보호처리를 한다.
- (2)가공하지 않은 플레이트와 허브에는 부식에 대한 보호처리를 한다.

[별표] 차륜의 적합성 평가

적합성 평가항목	설계적합성 검사			합치성 검사	용품 형식시험
	기술 검토서	도면	해석서 (계산서)		
1. 적용범위					
2. 용어정의					
3. 적합성 평가					
3.1)					
3.2)					
4. 요구사항					
4.1 일반사항					
4.1.1)		○			
4.1.2)		○			
4.2.3)		○			
4.2.4)	○	○			
4.2.5)		○			
4.2 재질 및 강도					
4.2.1)		○			
4.2.2)		○			
4.2.3)		○			화학분석시험
4.2.4)		○			인장시험
4.2.5)		○			경도시험
4.2.6)		○			충격시험
4.2.7)		○			피로시험
4.2.8)		○			인성시험

적합성 평가항목	설계적합성 검사			합치성 검사	용품 형식시험
	기술 검토서	도면	해석서 (계산서)		
4.2.9)		○			잔류응력시험
4.2.10)		○			열처리균질성시험
4.3 내부 및 표면 특성					
4.3.1)		○			현미경시험/ 초음파시험
4.3.2)		○			조도시험/ 자분탐상시험
4.4 기능특성					
		○			정적불균형시험
4.5 인터페이스					
4.5.1)		○			
4.5.2)		○			
4.5.3)		○		○	
4.5.4)		○		○	
4.5.5)		○		○	
4.5.6)		○			
4.5.7)		○		○	
4.5.8)		○		○	
4.5.9)		○		○	
4.6 유지보수성					
4.6.1)		○			