

# 철도차량기술기준

[KRTS-VE-Part81-2017(R1)]

## Part 81

### 철도차량 안전품목검사기준

(Inspection Criteria for Safety Components of Railway Vehicles)

# 목 차

Ⅰ. 개요	
1. 일반사항	1
2. 정의	1
Ⅱ. 검사기준	
1. 내장판(커텐 등 포함) 화재	4
2. 의자(객실, 운전실, 보조) 화재	10
3. 통로연결막(벨로우즈) 화재	16
4. 바닥재(카펫 등 포함) 화재	21
5. 단열재 화재	28
6. 전선(고압, 저압, 신호) 화재	33
7. 전두부마스크(복합재료 등) 화재	38
8. 화재감지장치	43
9. 차륜(철제차륜)	44
10. 차축(일반차축)	53
11. 윤축	60
12. 저널박스	65
13. 센터피봇	68
14. 모노링크	71
15. 오일댐퍼	74
16. 1차 스프링	77
17. 2차 스프링	81
18. 대차프레임	87
19. 연결기(너클포함)	92
20. 요크	97
21. 이동링	100
22. 고정링	104
23. 에어백 서포트	108
24. 제동실린더	112
25. 제동마찰재(합성수지)	114
26. 제동디스크(합금소재)	117
27. 신호보안장치(차상)	120
28. 하부구조(Under Frame)	123
29. 측면구조(Side Frame)	129
30. 지붕구조(Roof Frame)	135
31. 단부구조(End Frame)	141
32. 전두부구조(Cab Frame)	147
33. 구조체조립(Car Body)	152
34. 절연판(베크라이트)	156

## 1. 개요

### 1. 일반사항

- 1) 본 철도차량기술기준(안전품목검사: KRTS-VE-Part81, 이하 "안전품목검사기준"이라 한다)은 철도안전법(이하 "법"이라 한다) 제26조의6의 1항에 따른 철도차량 완성검사, 같은 법 시행규칙(이하 "규칙"이라 한다) 제57조제1항제1호의 완성차량검사, 철도차량형식승인·제작자승인·완성검사시행지침(이하 "지침"이라 한다) 제38조제1항제1호의 안전품목검사를 위한 기술상의 기준을 규정한다.
- 2) 본 기술기준은 철도차량의 안전, 성능에 대한 최소한의 요구사항만을 정의한 것이며, 모든 경우에 대한 철도차량의 품질과 안전운행을 보장하지는 않는다.
- 3) 본 기술기준에서 정하지 않은 재료·부품 등의 기준은 한국산업규격(KS), ISO, IEC, UIC, EN, 기타 국제적으로 공인된 규격기준을 준용할 수 있다.
- 4) 철도차량의 안전품목검사 신청자(이하 "신청자"라 한다)는 본 기술기준에서 참고한 표준규격(KS, ISO, IEC, UIC, EN 등), 타 법률에서 정하는 각종기준 등에 대해 철도차량을 구매하는 자(이하 "발주자"라 한다)와 신청자 사이의 차량공급계약일 기준의 최신판을 적용함을 원칙으로 하며, 진행과정에 인용규격의 개정이나 이의사항이 발생하면 철도차량기술기준 Part 1의 총칙 7)의 내용에 따라 실시한다.
- 5) 신청자가 발주자와의 계약 등에 따라 본 기술기준보다 높은 수준의 기준 적용을 요청하는 경우 전문기관은 신청자의 요청에 따라 검사업무를 수행할 수 있다.
- 6) 안전품목 중 화재성능시험 대상(내장재, 의자, 통로연결막, 바닥재, 단열재, 전선, 전두부마스크)이 총칙 정의 19)에서 정의하는 불연재로 입증 될 경우 본 기술기준에서 요구하는 화재성능시험을 면제할 수 있다.
- 8) 본 기술기준에서 정하지 않는 사항은 철도차량기술기준기술의 Part 1 총칙, Part 21 철도차량기술기준의 적용, Part 30시리즈 고속철도차량, Part 40시리즈 일반철도차량, Part 50시리즈 도시철도차량, Part 60시리즈 특수철도차량의 기준을 우선 적용한다.

### 2. 정의 : 이 규정에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

- 1) "완성검사"라 함은 규칙 제57조제1항에 따라 양산차량이 형식승인을 받은 철도차량의 형식과 동등함을 검증하기 위해 실시하는 완성차량검사와 주행시험을 포함한다.
- 2) "완성차량검사"라 함은 규칙 제57조제1항제1호에 따라 안전과 직결되는 안전품목의 안전성 확보 등 양산차량이 기술기준에 적합하고, 형식승인을 받은 철도차량의 형식과 동등하게 제작되었는지를 확인·검사하는 안전품목검사와 완성차검사를 포함한다. 완성차검사는 형식승인검사의 완성차시험의 항목과 기준 등을 준용하여 실시한다.
- 3) "안전품목검사"라 함은 지침 제38조제1항제1호에 따라 철도차량 운행 중 분리, 탈선, 전복, 화재

등 열차사고와 밀접한 관련이 있는 품목에 대하여 안정성 및 성능을 확인하는 검사를 말한다.

- 4) "전문기관"이라 함은 지침 제2조제2호에 따라 철도차량에 대한 완성차량검사 업무를 국토교통부장관으로부터 위탁받은 기관을 말한다.
- 5) "열차"라 함은 선로를 운행할 목적으로 열차번호를 부여받은 철도차량을 말한다.
- 6) "차량"이라 함은 승객 또는 화물 등의 운송을 목적으로 열차를 구성하는 철도차량 1량을 말한다.
- 7) "고속철도차량"이라 함은 선로를 200km/h 이상의 최고속도로 주행할 수 있는 철도차량을 말한다.
- 8) "일반철도차량"이라 함은 선로를 200km/h 미만의 최고속도로 주행할 수 있는 철도차량을 말한다.
- 9) "도시철도차량"이라 함은 도시교통의 원활한 소통을 위하여 도시교통권역에서 운영하는 철도차량을 말하며, 고무차륜차량·모노레일·노면전차·선형유도전동기·자기부상열차 등 경전철 차량을 포함한다.
- 10) "경전철"이라 함은 AC 또는 DC 또는 AC/DC겸용 전동차로서 축중이 13.5톤 이하인 경우를 말한다.
- 11) "기관차"라 함은 동력원 및 운전장치가 탑재되어 있지만, 여객 또는 화물 수송설비를 갖추지 않고 객차 또는 화차를 견인하여 운행하는 차량을 말하며, 동력집중식 고속철도의 기관차, 일반철도의 디젤전기기관차, 전기기관차 등이 대표적인 예이다.
- 12) "객차"라 함은 승객·수화물 및 우편물을 운송할 수 있는 구조로 제작된 철도차량을 말한다.
- 13) "화차"라 함은 화물을 운송할 수 있는 구조로 제작된 철도차량을 말한다.
- 14) "특수차"라 함은 특수사용을 목적으로 제작된 사고복구용차·작업차·시험차 등으로서 동력차와 객차 및 화차에 속하지 아니하는 철도차량을 말한다.
- 15) "동력차"라 함은 열차에서 동력원을 구비한 차량을 말한다.
- 16) "고속동력객차"라 함은 동력집중식 고속철도차량으로 운전실이 없고 부속동력원이 탑재되어 있는 철도차량을 말한다.
- 17) "부수차"라 함은 열차에서 동력원을 구비하지 않은 차량을 말한다.
- 18) "제어차"라 함은 열차에서 운전실 및 여객 수송설비를 갖춘 차량을 의미하며, 동력원의 탑재 여부에 따라 동력제어차 및 부수제어차로 분류된다.
- 19) "동력분산식"이라 함은 다수의 차량에 동력원이 분산 배치되어 구성된 열차를 말하며, KTX-해무, 전기동차(전동차, 경전철 포함), 디젤동차 등이 대표적인 예이다.
- 20) "불연재"라 함은 다음을 말한다.

- 가) 철 · 구리 · 알루미늄 · 스테인리스 등 금속이나 유리 등 무기질 재료
- 나) 국제표준화기구(International Organization for Standardization)에서 정한 시험방법 ISO 1182 또는 한국산업규격에서 정한 시험방법 KS F ISO 1182에 의하여 시험한 결과 시료(試料)의 연소에 의한 추가 온도상승이 섭씨 50도 이하인 재료
- 다) 국제표준화기구에서 정한 시험방법 ISO 4589-2 또는 한국산업규격에서 정한 시험방법 KS M ISO 4589-2에 의하여 시험한 결과 산소지수(Limited Oxygen Index)가 70 이상인 재료

## II. 검사기준

### 1. 내장판(커텐 등 포함) 화재

#### 1.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 취부되는 내장판(커텐 등 포함) 화재시험에 대하여 적용 한다.

[표 1] 내장판 분류

분류	적용차종	시험항목	비고
내장판	고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량	최대 평균열방출률 화염전파 연기밀도 독성지수	

[표 2] 커텐 분류

분류	적용차종	시험항목	비고
커텐	고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량	최대 평균열방출률 또는 산소지수	

#### 1.2. 정 의

- 가. “내장판” 이라 함은 내장 또는 보온 등을 위하여 천장 및 바닥 이외의 차체 내부에 붙인 판을 말한다.
- 나. “커텐” 이라 함은 차체 내부로 들어오는 빛을 차단하기 위하여 설치하는 것을 말한다.

#### 1.3. 일반사항

- 가. 내장판의 화재시험 세부 대상품목은 실내 벽 및 천정판, 실내 덕트, 출입문, 창문틀, 차량간 통로 연결부 방염판이 포함되어야 한다.

#### 1.4. 화재위험 등급

- 가. 운행유형과 설계유형에 따라 위험등급을 분류한다. 작업자 침식차 이외의 특수차의 경우 화재성능 시험 적용대상에서 제외할 수 있다.
- 나. 철도차량의 운행유형 분류 기준은 [표 3]과 같다.

[표 3] 철도차량의 운행유형에 따른 분류 기준

운행유형 기 호	승객의 대피 용이성 구분	철도차량의 운행구간 특성
[가]	즉시 대피 가능	최장 길이가 1km 이하인 지하구간, 터널 및 고가지역 운행
[나]	단시간 이동 대피 가능	다음 안전지역까지의 거리가 5km 이하 또는 정상운행 속도로 4분 이내 이동 가능한 지역 운행
[다]	장시간 이동 대피 가능	다음 안전지역까지의 거리가 20km 이하 또는 정상운행 속도로 15분 이내 이동 가능한 지역 운행
[라]	대피 곤란 또는 불가능	상위의 분류유형에 속하지 않는 지역 또는 대피불가능 지역을 운행

- 주) 1. 안전지역이란 화재의 위험으로부터 벗어난 개활지 및 지상에 설치된 역사를 말한다.
- 2. 대피불가능 지역이란 대피할 수 있는 통로가 없는 200m 이상의 지하구간, 터널 또는 고가지역을 의미한다.
- 3. 철도차량이 운행 시 두 가지 이상의 운행유형에 속하는 경우에는 승객 대피가 어려운 운행 유형에 따른다.

다. 설계유형 분류기준은 [표 4]와 같다.

[표 4] 철도차량의 설계유형에 따른 분류 기준

설계유형 기호	적 용 기 준
[A]	[B] 내지 [D]의 설계유형에 속하지 아니하는 철도차량
[B]	고속철도차량의 고속기관차·고속동력차·고속객차(고속동력객차 포함)·고속부수차(고속제어차 포함), 디젤동차, 디젤전기기관차, 전기동차, 전기기관차, 일반객차, 도시철도차량 전동차(동력차·부수차(제어차 포함)), 도시철도차량 트램(동력차·부수차(제어차 포함)), 경전철( 고무차륜형식, 모노레일, 철제차륜형식, LIM형식, 도시형자기부상)
[C]	침대가 설치된 철도차량, 이층구조의 철도차량
[D]	무인운전의 철도차량

라. 철도차량의 운행유형 및 설계유형에 따른 분류기준에 의하여 철도차량의 실내설비에 적용되는 화재 위험등급 분류기준은 [표 5]와 같다.

[표 5] 철도차량의 화재위험등급 분류기준

운행범위	설계범위			
	[A]	[B]	[C]	[D]
[가]	위험등급[1]	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[2]
[나]	위험등급[2]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]
[다]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	위험등급[4]
[라]	위험등급[3]	위험등급[4]	위험등급[4]	위험등급[4]

마. 시험항목별 적용규격 및 판정기준

[ 표 6 ] 내장판 화재안전 기준

화재성능 요구기준	시험방법	시험항목	합격기준			
	시험규격		위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]
내장판	ISO 5660-1	MARHE(kW/m <sup>2</sup> ,@50kW/m <sup>2</sup> )	-	≤90	≤90	≤60
	ISO 5658-2	Qasb(MJ/m <sup>2</sup> )	≥1.2	≥1.2	≥1.5	≥1.5
	ISO 5658-2	CFE(kW/m <sup>2</sup> )	≥15	≥18	≥20	≥20
	ASTM E 662	Ds(1.5min)	≤150	≤100	≤75	≤50
	ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤300	≤200	≤150	≤100
	ASTM E 662	Ds(10min)	-	-	≤300	≤200
	BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤3.6	≤2.7	≤1.6	≤1.6

1.5. 내장판 시험방법

가. 인용표준(내장판, 커튼)

- 1) ISO 5658-2 : Reaction to Fire Tests - Spread of Flame - Part 2: Lateral Spread on Building Products in Vertical Configuration  
(연소성 시험-화염전파- 제2부 수직형상 건축 재료의 화염전파 시험)
- 2) ASTM E 662 : Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials(고체물질 연소로부터 발생한 연기의 광학밀도 측정법)
- 3) BS 6853 : Code of practice for fire precautions in the design and construction of passenger carrying trains(여객 열차의 화재예방 설계및 제작 실행 지침)
- 4) ISO 5660-1 (Reaction to fire test - Heat release, smoke production and mass loss rate- Part 1: Heat release rate(cone calorimeter method)  
(연소성능시험-열방출, 연기발생질감소율-제1부 열방출율)

나. 시험방법 및 합격기준

1) 내장판

- 가) 화재성능시험은 내장판 분류별 아래 시험방법에 따라 시행하여야 한다.
- 나) 화재성능시험의 시료채취는 표면도장 또는 표면필름 제품 또는 완성품에서 시편을 채취하여 시험을 실시하며, 현품으로 시험이 불가능한 시험의 경우 현품 제작과 동일한 공정 및 조건으로 제작한 시편으로 시험을 실시한다.
- 다) 화재성능시험은 LOT별로 검사하며, 로트구분은 별도로 정한 기준에 따른다.
- 라) 최대 평균열방출률(MARHE) 시험
  - (1) 시험방법은 ISO 5660-1 (Reaction to fire test - Heat release, smoke production and mass loss rate- Part 1: Heat release rate(cone calorimeter method)에 따라 시험하여 [표 7]의 기준치에 만족 하여야 한다.
  - (2) 시험장비는 콘칼로리미터법을 사용한다. 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의 하여야 한다.
  - (3) 최대평균열방출률(Maximum average rate of heat emission)의 계산은 아래와 같이 수행하되 평균열방출률의 데이터 수집은 2초 간격으로 하고 20분 이내에서 계산된 아래 평균열방출률 (Average rate of heat emission)값의 최대값으로 처리한다.

$$\text{평균 열방출률} : ARHE(t_n) = \frac{\sum_{n=1}^n (t_n - t_{n-1}) \times \frac{\dot{q}_n + \dot{q}_{n-1}}{2}}{t_n - t_1}$$

(4) 내장판 시험의 경우 시험에 부가되는 콘히터의 복사열조건은 50kW/m<sup>2</sup>으로 설정한다.

[표 7] 최대 평균열방출률 시험기준

시험항목	시험기준				비고
	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
MARHE(kW/m <sup>2</sup> )	-	≤90	≤90	≤60	

마) 화염전파 시험

- (1) 시험방법은 ISO 5658-2 (Reaction to fire tests - Spread of flame - Part 2: Lateral spread on building and transport products in vertical configuration)에 따라 시험하여 [표 8]의 기준치에 만족하여야 한다.
- (2) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
- (3) 평균연소지속열(Qasb, Average heat for sustained burning)이라 함은 시료의 연소가 지속되기 위하여 필요한 단위면적당 평균 열량을 말한다.
- (4) 소화점 임계열류량(CFE, Critical Flux at Extinguishment)이라 함은 시료의 연소시 화염이 더 이상 진행되지 아니하는 지점에서의 단위면적이 시간당 받는 열량을 말한다.

[표 8] 화염전파 시험기준

시험항목	시험기준				비고
	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
Qasb(MJ/m <sup>2</sup> )	≥1.2	≥1.2	≥1.5	≥1.5	
CFE(kW/m <sup>2</sup> )	≥15	≥18	≥20	≥20	

바) 연기밀도 시험

- (1) 시험방법은 ASTM E 662 (Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials)에 따라 시험하여, 가염조건(Flaming mode)과 비 가염조건(Non-Flaming mode)에서 모두 [표 9]의 기준치에 만족하여야 한다.
- (2) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
- (3) 연기밀도(Ds, Density of smoke)라 함은 시료의 연소시 발생하는 연기의 양을 빛의 투과율 변화를 이용하여 측정된 값을 말한다. 연기밀도 계산은 아래와 같이 계산한다.

$$D_s = G[\log_{10}(\frac{100}{T}) + F]$$

- G = V/AL,
- V = 챔버의 용량, ft<sup>3</sup>(혹은 m<sup>3</sup>),
- A = 표본의 노출 면적, ft<sup>2</sup>(혹은 m<sup>2</sup>)
- L = 연기를 통한 광 경로의 길이, ft(혹은 m),
- T = 광감지 장치로 측정된 광투과율 퍼센트
- F = 필터조건 상수

[표 9] 연기밀도 시험기준

시험항목	시험기준				비고
	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
Ds(1.5min)	≤ 150	≤ 100	≤ 75	≤ 50	
Ds(4.0min)	≤ 300	≤ 200	≤ 150	≤ 100	
Ds(10min)	-	-	≤ 300	≤ 200	

사) 독성지수(R : Index of Toxicity)

- (1) 시험방법은 BS 6853 Annex B.2(Code of practice for fire precautions in the design and construction of passenger carrying trains)에 따라 시험하여 [표 10]의 기준치에 만족하여야 한다.
- (2) 시험체에 추가되는 열복사 강도는 25kW/m<sup>2</sup> 으로 유지하여야 한다.
- (3) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
- (4) 독성지수라 함은 시료의 연소시 발생된 주요 가스(일산화탄소, 질소화합물 등)의 농도를 기준값과 비교한 지수를 말한다.

[표 10] 독성지수 시험기준

시험항목	시험기준				비고
	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
독성지수(R)	≤ 3.6	≤ 2.7	≤ 1.6	≤ 1.6	

2) 커텐

- 가) 화재성능시험은 아래 시험방법에 따라 시행하여야 한다.
- 나) 화재성능시험의 시료채취는 도장이 완료된 제품 또는 완성품에서 시편을 채취하여 시험을 실시하며, 현품으로 시험이 불가능한 시험의 경우 현품 제작과 동일한 공정 및 조건으로 제작한 시편으로 시험을 실시한다.
- 다) 화재성능시험은 LOT별로 검사하며, 로트구분은 별도로 정한 기준에 따른다.
- 라) 최대 평균열방출률(MARHE) 시험
  - (1) 시험방법은 ISO 5660-1 (Reaction to fire test - Heat release, smoke production and mass loss rate- Part 1: Heat release rate(cone calorimeter method)에 따라 시험한다.
  - (2) 시험장비는 콘칼로리미터법을 사용한다. 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
  - (3) 최대평균열방출률(Maximum average rate of heat emission)의 계산은 아래와 같이 수행하되 평균열방출률의 데이터 수집은 2초 간격으로 하고 20분 이내에서 계산된 아래 평균열방출률(Average rate of heat emission)값의 최대값으로 처리한다.

$$\text{평균 열방출률} : ARHE(t_n) = \frac{\sum_2^n (t_n - t_{n-1}) \times \frac{\dot{q}_n + \dot{q}_{n-1}}{2}}{t_n - t_1}$$

(4) 커텐 시험의 경우 시험에 부가되는 콘히터의 복사열조건은 50kW/m<sup>2</sup>로 설정한다.

[표 11] 최대 평균열방출률 시험기준

시험항목	시험기준	비고
MARHE(kW/m <sup>2</sup> )	100 미만	

마) 산소지수시험

시험방법은 ISO 4589-2, 또는 KS M ISO 4589-2에 따라 시험한다.

[표 12] 산소지수 시험 기준

시험항목	시험기준	비고
산수지수(LOI)	24 이상	

## 1.6. 시험기록

시험결과 기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 시험의뢰자 및 시험품 제작자
- 나. 시험품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 시험실 또는 시험자 정보
- 라. 시험일자 및 시험실 환경 조건
- 마. 시험항목별 시험결과
- 바. 기타 특이사항

## 2. 의자(객실, 운전실, 보조) 화재

### 2.1. 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 취부되는 의자(객실, 운전실, 보조)에 대하여 적용한다.

[표 1] 의자 분류

분류	적용차종	검사항목	비고
객실 의자	고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량	최대 평균열방출률 연기밀도 독성지수	
운전실 의자			
접이식 의자			

### 2.2. 정의

- 가. “객실 의자” 라 함은 객실 내에 설치되어 이용할 수 있도록 제작된 의자를 말한다.
- 나. “운전실 의자” 라 함은 운전실에 설치되는 승무원용 의자로서 운전조작에 필요한 각종 기기들을 조작 할 수 있도록 제작된 의자를 말한다.
- 다. “접이식 의자” 라 함은 사용하지 않는 경우 수직 위치로 자동 복귀되는 구조로 승무원실, 승강대용 및 수유실 등에 설치되어 이용할 수 있도록 제작된 의자를 말한다.

### 2.3. 일반사항

- 가. 의자의 화재시험 세부 대상품목은 커버, 쿠션, 몸체, 조립체가 포함되어야 한다.

### 2.4. 화재위험 등급

- 가. 운행유형과 설계유형에 따라 위험등급을 분류한다. 작업자 침식차 이외의 특수차의 경우 화재 성능시험 적용대상에서 제외할 수 있다.
- 나. 철도차량의 운행유형 분류 기준은 [표 2]와 같다.

[표 2] 철도차량의 운행유형에 따른 분류 기준

운행유형 기 호	승객의 대피 용이성 구분	철도차량의 운행구간 특성
[가]	즉시 대피 가능	최장 길이가 1km 이하인 지하구간, 터널 및 고가지역 운행
[나]	단시간 이동 대피 가능	다음 안전지역까지의 거리가 5km 이하 또는 정상운행 속도로 4분 이내 이동 가능한 지역 운행
[다]	장시간 이동 대피 가능	다음 안전지역까지의 거리가 20km 이하 또는 정상운행 속도로 15분 이내 이동 가능한 지역 운행
[라]	대피 곤란 또는 불가능	상위의 분류유형에 속하지 않는 지역 또는 대피불가능 지역을 운행

- 주) 1. 안전지역이란 화재의 위험으로부터 벗어난 개활지 및 지상에 설치된 역사를 말한다.  
 2. 대피불가능 지역이란 대피할 수 있는 통로가 없는 200 m 이상의 지하구간, 터널 또는 고가지역을 의미한다.  
 3. 철도차량이 운행 시 두 가지 이상의 운행유형에 속하는 경우에는 승객 대피가 어려운 운행유형에 따른다.

다. 설계유형 분류기준은 [표 3]과 같다.

[표 3] 철도차량의 설계유형에 따른 분류 기준

설계유형 기호	적용기준
[A]	[B] 내지 [D]의 설계유형에 속하지 아니하는 철도차량
[B]	고속철도차량의 고속기관차·고속동력차·고속객차(고속동력객차 포함)·고속부수차(고속제어차 포함), 디젤동차, 디젤전기기관차, 전기동차, 전기기관차, 일반객차, 도시철도차량 전동차(동력차·부수차(제어차 포함)), 도시철도차량 트램(동력차·부수차(제어차 포함)), 경전철(고무차륜형식, 모노레일, 철제차륜형식, LIM형식, 도시형자기부상)
[C]	침대가 설치된 철도차량, 이층구조의 철도차량
[D]	무인운전의 철도차량

라. 철도차량의 운행유형 및 설계유형에 따른 분류기준에 의하여 철도차량의 실내설비에 적용되는 화재 위험등급 분류기준은 [표 4]와 같다.

[표 4] 철도차량의 화재위험등급 분류기준

운행범위	설계범위			
	[A]	[B]	[C]	[D]
[가]	위험등급[1]	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[2]
[나]	위험등급[2]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]
[다]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	위험등급[4]
[라]	위험등급[3]	위험등급[4]	위험등급[4]	위험등급[4]

마. 시험항목별 적용규격 및 합격기준

[ 표 5 ] 의자 화재안전 기준

화재성능 요구기준	시험방법	시험항목	합격기준				
			시험규격	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]
의자	커버	ISO 5660-1	MARHE(kW/m <sup>2</sup> , @25kW/m <sup>2</sup> )	≤ 75	≤ 50	≤ 50	≤ 50
		ASTM E 662	Ds(1.5min)	≤ 150	≤ 125	≤ 100	≤ 100
		ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤ 300	≤ 250	≤ 200	≤ 200
		BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤ 3.2	≤ 2.7	≤ 2.3	≤ 2.0
	쿠션	ISO 5660-1	MARHE(kW/m <sup>2</sup> , @25kW/m <sup>2</sup> )	≤ 75	≤ 50	≤ 50	≤ 50
		ASTM E 662	Ds(1.5min)	≤ 175	≤ 175	≤ 125	≤ 100
		ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤ 300	≤ 300	≤ 200	≤ 175
		BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤ 3.6	≤ 3.6	≤ 3.2	≤ 3.2
	몸체	ISO 5660-1	MARHE(kW/m <sup>2</sup> , @50kW/m <sup>2</sup> )	≤ 90	≤ 90	≤ 90	≤ 60
		ASTM E 662	Ds(1.5min)	-	-	-	≤ 100
		ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤ 300	≤ 300	≤ 200	≤ 200
		BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤ 3.2	≤ 2.7	≤ 2.3	≤ 2.0
	조립체	EN 45545-2 Annex B	MARHE (kW)	≤ 75	≤ 55	≤ 45	≤ 20

2.5. 의자 시험방법

가. 인용표준

- 1) ISO 5658-2 : Reaction to Fire Tests - Spread of Flame - Part 2: Lateral Spread on Building Products in Vertical Configuration  
(연소성 시험-화염전파- 제2부 수직형상 건축 재료의 화염전파 시험)
- 2) ASTM E 662 : Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials(고체물질 연소로부터 발생한 연기의 광학밀도 측정법)
- 3) BS 6853 : Code of practice for fire precautions in the design and construction of passenger carrying trains (여객 열차의 화재예방 설계 및 제작 실행 지침)
- 4) ISO 5660-1 : Reaction to fire test - Heat release, smoke production and mass loss rate - Part 1: Heat release rate(cone calorimeter method)  
(연소성능시험-열방출, 연기발생질감소율-제1부 열방출율)
- 5) EN 45545-2 (Railway applications - Fire protection on railway vehicles Part 2: Requirements for fire behaviour of materials and components) Annex B (Fire testing method for seating)

나. 시험방법 및 합격기준

1) 의자(커버, 쿠션, 몸체)

- 가) 화재성능시험은 의자 부품별(커버, 쿠션, 몸체)로 각각 실시하여야 한다.
- 나) 화재성능시험의 시료채취는 도장이 완료된 제품 또는 완성품에서 시편을 채취하여 시험을 실시하며, 현품으로 시험이 불가능한 시험의 경우 현품 제작과 동일한 공정 및 조건으로 제작한 시편으로 시험을 실시한다.
- 다) 화재성능시험은 LOT별로 검사하며, 로트구분은 별도로 정한 기준에 따른다.
- 라) 최대 평균열방출률(MARHE) 시험
  - (1) 시험방법은 ISO 5660-1 (Reaction to fire test - Heat release, smoke production and mass loss rate- Part 1: Heat release rate(cone calorimeter method)에 따라 시험하여 [표 6]의 기준치에 만족하여야 한다.
  - (2) 시험장비는 콘칼로리미터법을 사용한다. 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
  - (3) 최대평균열방출률(Maximum average rate of heat emission)의 계산은 아래와 같이 수행하되 평균열방출률의 데이터 수집은 2초 간격으로 하고 20분 이내에서 계산된 아래 평균열방출률(Average rate of heat emission)값의 최대값으로 처리한다.

$$\text{평균 열방출률 : } ARHE(t_n) = \frac{\sum_2^n (t_n - t_{n-1}) \times \frac{\dot{q}_n + \dot{q}_{n-1}}{2}}{t_n - t_1}$$

- (4) 의자 시험의 경우 커버와 쿠션 시험에 부가되는 콘히터의 복사열조건은 25kW/m<sup>2</sup>로 설정하고, 몸체의 시험에서는 50kW/m<sup>2</sup> 로 설정한다.

[표 6] 최대 평균열방출률(MARHE) 시험 기준

시험품목	시험항목	시험기준				비고
		위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
커버	MARHE(kW/m <sup>2</sup> )	≤75	≤50	≤50	≤50	
쿠션		≤75	≤50	≤50	≤50	
몸체		≤90	≤90	≤90	≤60	

마) 연기밀도 시험

- (1) 시험방법은 ASTM E 662 (Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials)에 따라 시험하여, 가염조건(Flaming mode)과 비 가염조건(Non-Flaming mode)에서 모두 [표 7]의 기준치에 만족하여야 한다.
- (2) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
- (3) 연기밀도(Ds, Density of smoke)라 함은 시료의 연소시 발생하는 연기의 양을 빛의 투과율 변화를 이용하여 측정한 값을 말한다. 연기밀도 계산은 아래와 같이 계산한다.

$$D_s = G[\log_{10}(\frac{100}{T}) + F]$$

G = V/AL,  
 V = 챔버의 용량, ft<sup>3</sup>(혹은 m<sup>3</sup>),  
 A = 표본의 노출 면적, ft<sup>2</sup>(혹은 m<sup>2</sup>)  
 L = 연기를 통한 광 경로의 길이, ft(혹은 m),  
 T = 광감지 장치로 측정된 광투과율 퍼센트  
 F = 필터조건 상수

[표 7] 연기밀도 시험기준

시험품목	시험항목	시험기준				비고
		위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
커버	Ds(1.5min)	≤ 150	≤ 125	≤ 100	≤ 100	
	Ds(4.0min)	≤ 300	≤ 250	≤ 200	≤ 200	
쿠션	Ds(1.5min)	≤ 175	≤ 175	≤ 125	≤ 100	
	Ds(4.0min)	≤ 300	≤ 300	≤ 200	≤ 175	
몸체	Ds(1.5min)	-	-	-	≤ 100	
	Ds(4.0min)	≤ 300	≤ 300	≤ 200	≤ 200	

바) 독성지수(R : Index of Toxicity)

- (1) 시험방법은 BS 6853 Annex B.2(Code of practice for fire precautions in the design and construction of passenger carrying trains)에 따라 시험하여 [표 8]의 기준치에 만족하여야 한다.
- (2) 시험체에 부가되는 열복사 강도는 25kW/m<sup>2</sup> 으로 유지하여야 한다.
- (3) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
- (4) 독성지수라 함은 시료의 연소시 발생된 주요 가스(일산화탄소, 질소화합물 등)의 농도를 기준값과 비교한 지수를 말한다.

[표 8] 독성지수 시험기준

시험품목	시험항목	시험기준				비고
		위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
커버	독성지수(R)	≤ 3.2	≤ 2.7	≤ 2.3	≤ 2.0	
쿠션		≤ 3.6	≤ 3.6	≤ 3.2	≤ 3.2	
몸체		≤ 3.2	≤ 2.7	≤ 2.3	≤ 2.0	

사) 조립체 시험(완성품 화재시험)

- 1) 시험방법은 EN 45545-2 (Railway applications – Fire protection on railway vehicles Part 2: Requirements for fire behaviour of materials and components) Annex B (Fire testing method for seating)의 세부사항에 따라 시험하여 [표 9] 기준치에 만족하여야 한다.

- 2) 추가적인 시험절차의 세부 사항은 EN 45545-2 Annex B를 따른다.
- 3) 다만, EN 45545-2 Annex B와 달리 점화조건은 커버의 훼손된 상태(Vandalised seat)를 조건으로 수행하지 않고 정상적인 시트 커버 조건으로 수행한다.

[표 9] 조립체 시험기준

시험품목	시험항목	시험기준				비고
		위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
조립체	MARHE(kW)	≤ 75	≤ 55	≤ 45	≤ 20	

2.6. 시험기록

시험결과 기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 시험의뢰자 및 시험품 제작자
- 나. 시험품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 시험실 또는 시험자 정보
- 라. 시험일자 및 시험실 환경 조건
- 마. 시험항목별 시험결과
- 바. 기타 특이사항

### 3. 통로연결막(벨로우즈) 화재

#### 3.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 취부되는 통로연결막(이하 벨로우즈)에 대하여 적용한다.

[표 1] 통로연결막 분류

분류	적용차종	검사항목	비고
통로연결막 (벨로우즈)	고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량	최대 평균열방출률 화염전파 연기밀도 독성지수	

#### 3.2 정의

가. “통로연결막” 이라 함은 차량과 차량간에 여객이나 승무원이 안전하게 통행할 수 있는 통로연결 장치를 말한다.

#### 3.3 화재위험 등급

가. 운행유형과 설계유형에 따라 위험등급을 분류한다. 작업자 침식차 이외의 특수차의 경우 화재 성능 시험 적용대상에서 제외할 수 있다.

나. 철도차량의 운행유형 분류 기준은 [표 2]와 같다.

[표 2] 철도차량의 운행유형에 따른 분류 기준

운행유형 기 호	승객의 대피 용이성 구분	철도차량의 운행구간 특성
[가]	즉시 대피 가능	최장 길이가 1km 이하인 지하구간, 터널 및 고가지역 운행
[나]	단시간 이동 대피 가능	다음 안전지역까지의 거리가 5km 이하 또는 정상운행 속도로 4분 이내 이동 가능한 지역 운행
[다]	장시간 이동 대피 가능	다음 안전지역까지의 거리가 20km 이하 또는 정상운행 속도로 15분 이내 이동 가능한 지역 운행
[라]	대피 곤란 또는 불가능	상위의 분류유형에 속하지 않는 지역 또는 대피불가능 지역을 운행

- 주) 1. 안전지역이란 화재의 위험으로부터 벗어난 개활지 및 지상에 설치된 역사를 말한다.  
 2. 대피불가능 지역이란 대피할 수 있는 통로가 없는 200m 이상의 지하구간, 터널 또는 고가지역을 의미한다.  
 3. 철도차량이 운행 시 두 가지 이상의 운행유형에 속하는 경우에는 승객 대피가 어려운 운행 유형에 따른다.

다. 설계유형 분류기준은 [표 3]과 같다.

[표 3] 철도차량의 설계유형에 따른 분류 기준

설계유형 기호	적용기준
[A]	[B] 내지 [D]의 설계유형에 속하지 아니하는 철도차량
[B]	고속철도차량의 고속기관차·고속동력차·고속객차(고속동력객차 포함)·고속부수차(고속제어차 포함), 디젤동차, 디젤전기기관차, 전기동차, 전기기관차, 일반객차, 도시철도차량 전동차(동력차·부수차(제어차 포함)), 도시철도차량 트램(동력차·부수차(제어차 포함)), 경전철(고무차륜형식, 모노레일, 철제차륜형식, LIM형식, 도시형자기부상)
[C]	침대가 설치된 철도차량, 이층구조의 철도차량
[D]	무인운전의 철도차량

라. 철도차량의 운행유형 및 설계유형에 따른 분류기준에 의하여 철도차량의 실내설비에 적용되는 화재 위험등급 분류기준은 [표 4]와 같다.

[표 4] 철도차량의 화재위험등급 분류기준

운행범위	설계범위			
	[A]	[B]	[C]	[D]
[가]	위험등급[1]	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[2]
[나]	위험등급[2]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]
[다]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	위험등급[4]
[라]	위험등급[3]	위험등급[4]	위험등급[4]	위험등급[4]

마. 시험항목별 적용규격 및 합격기준

[표 5] 통로연결막 화재안전 기준

화재성능 요구기준	시험방법	시험항목	합격기준			
	시험규격		위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]
통로연결막 (A)형	ISO 5660-1	MARHE(kW/m <sup>2</sup> , @50kW/m <sup>2</sup> )	-	≤90	≤90	≤60
	ISO 5658-2	Qasb(MJ/m <sup>2</sup> )	-	≥1.2	≥1.5	≥1.5
	ISO 5658-2	CFE(kW/m <sup>2</sup> )	≥15	≥18	≥20	≥20
	ASTM E 662	Ds(1.5min)	≤150	≤100	≤75	≤50
	ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤300	≤200	≤150	≤100
	BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤3.6	≤2.7	≤1.6	≤1.6

[표 5 - 계속] 통로연결막 화재안전 기준

화재성능 요구기준	시험방법	시험항목	합격기준			
	시험규격		위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]
통로연결막 (B)형	ISO 5660-1	MARHE(kW/m <sup>2</sup> , @50kW/m <sup>2</sup> )	-	≤90	≤90	≤60
	ISO 5658-2	Qasb(MJ/m <sup>2</sup> )	-	-	≥1.0	≥1.0
	ISO 5658-2	CFE(kW/m <sup>2</sup> )	≥7	≥7	≥10	≥10
	ASTM E 662	Ds(1.5min)	≤200	≤150	≤100	≤100
	ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤400	≤300	≤200	≤200
	BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤3.6	≤3.6	≤2.7	≤2.7

- 주) 1. (A)형 객실간 단부문이 없으며 객실측 통로막에 방염판도 없는 경우  
 2. (B)형 객실간 단부문이 있거나 또는 객실측 통로막에 방염판이 있는 경우

3.4 통로연결막 시험방법

가. 인용표준

- 1) ISO 5658-2 : Reaction to Fire Tests - Spread of Flame - Part 2: Lateral Spread on Building Products in Vertical Configuration  
(연소성 시험-화염전파- 제2부 : 수직형상 건축 재료의 화염전파 시험)
- 2) ASTM E 662 : Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials  
(고체물질 연소로부터 발생한 연기의 광학밀도 측정법)
- 3) BS 6853 : Code of practice for fire precautions in the design and construction of passenger carrying trains(여객 열차의 화재예방 설계 및 제작 실행 지침)
- 4) ISO 5660-1 (Reaction to fire test - Heat release, smoke production and mass loss rate- Part 1: Heat release rate(cone calorimeter method)  
(연소성능시험-열방출, 연기발생질감소율-제1부 : 열방출율)

나. 시험방법 및 합격기준

1) 화재성능 시험

- 가) 화재성능시험은 통로연결막 분류별 아래 시험방법에 따라 시행하여야 한다.
- 나) 화재성능시험의 시편채취는 완성품에서 시편을 채취하여 시험을 실시하며, 현품으로 시험이 불가능한 시험의 경우 현품제작과 동일한 공정 및 조건으로 제작한 시편으로 시험한다.
- 다) 화재성능시험은 LOT별로 검사하며, 로트구분은 별도로 정한 기준에 따른다.
- 라) 최대 평균열방출률(MARHE) 시험

- (1) 시험방법은 ISO 5660-1 (Reaction to fire test - Heat release, smoke production and mass loss rate- Part 1: Heat release rate(cone calorimeter method)에 따라 시험하여 [표 6]의 기준치에 만족 하여야 한다.
- (2) 시험장비는 콘칼로리미터법을 사용한다. 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의 하여야 한다.
- (3) 최대평균열방출률(Maximum average rate of heat emission)의 계산은 아래와 같이 수행하되 평균열방출률의 데이터 수집은 2초 간격으로 하고 20분 이내에서 계산된 아래 평균열방출률 (Average rate of heat emission)값의 최대값으로 처리한다.

$$\text{평균 열방출률} : ARHE(t_n) = \frac{\sum_2^n (t_n - t_{n-1}) \times \frac{\dot{q}_n + \dot{q}_{n-1}}{2}}{t_n - t_1}$$

(4) 통로연결막 시험의 경우 시험에 부가되는 콘히터의 복사열조건은 50kW/m<sup>2</sup>으로 설정한다.

[표 6] 최대 평균열방출률(MARHE) 시험 기준

시험품목	시험항목	시험기준				비고
		위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
[A]형	MARHE(kW/m <sup>2</sup> )	-	≤90	≤90	≤60	
[B]형		-	≤90	≤90	≤60	

마) 화염전파 시험

- (1) 시험방법은 ISO 5658-2 (Reaction to fire tests - Spread of flame - Part 2: Lateral spread on building and transport products in vertical configuration)에 따라 시험하여 [표 7]의 기준치에 만족하여야 한다.
- (2) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
- (3) 평균연소지속열(Qasb, Average heat for sustained burning)이라 함은 시료의 연소가 지속 되기 위하여 필요한 단위면적당 평균 열량을 말한다.
- (4) 소화점 임계열류량(CFE, Critical Flux at Extinguishment)이라 함은 시료의 연소시 화염이 더 이상 진행되지 아니하는 지점에서의 단위면적이 시간당 받는 열량을 말한다.

[표 7] 화염전파 시험기준

시험품목	시험항목	시험기준				비고
		위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
[A]형	Qasb(MJ/m <sup>2</sup> )	-	≥1.2	≥1.5	≥1.5	
	CFE(kW/m <sup>2</sup> )	≥15	≥18	≥20	≥20	
[B]형	Qasb(MJ/m <sup>2</sup> )	-	-	≥1.0	≥1.0	
	CFE(kW/m <sup>2</sup> )	≥7	≥7	≥10	≥10	

바) 연기밀도 시험

- (1) 시험방법은 ASTM E 662 (Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials)에 따라 시험하여, 가염조건(Flaming mode)과 비 가염조건(Non-Flaming mode)에서 모두 [표 8]의 기준치에 만족하여야 한다.
- (2) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
- (3) 연기밀도(Ds, Density of smoke)라 함은 시료의 연소시 발생하는 연기의 양을 빛의 투과율 변화를 이용하여 측정한 값을 말한다. 연기밀도 계산은 아래와 같이 계산한다.

$$D_s = G[\log_{10}(\frac{100}{T}) + F]$$

- G = V/AL,
- V = 챔버의 용량, ft3(혹은 m3),
- A = 표본의 노출 면적, ft2(혹은 m2)
- L = 연기를 통한 광 경로의 길이, ft(혹은 m),
- T = 광감지 장치로 측정된 광투과율 퍼센트
- F = 필터조건 상수

[표 8] 연기밀도 시험기준

시험품목	시험항목	시험기준				비고
		위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
[A]형	Ds(1.5min)	≤ 150	≤ 100	≤ 75	≤ 50	
	Ds(4.0min)	≤ 300	≤ 200	≤ 150	≤ 100	
[B]형	Ds(1.5min)	≤ 200	≤ 150	≤ 100	≤ 100	
	Ds(4.0min)	≤ 400	≤ 300	≤ 200	≤ 200	

사) 독성지수(R : Index of Toxicity)

- (1) 시험방법은 BS 6853 Annex B.2(Code of practice for fire precautions in the design and construction of passenger carrying trains)에 따라 시험하여 [표 9]의 기준치에 만족하여야 한다.
- (2) 시험체에 부가되는 열복사 강도는 25kW/m<sup>2</sup> 으로 유지하여야 한다.
- (3) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
- (4) 독성지수라 함은 시료의 연소시 발생된 주요 가스(일산화탄소, 질소화합물 등)의 농도를 기준값과 비교한 지수를 말한다.

[표 9] 독성지수 시험기준

시험품목	시험항목	시험기준				비고
		위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
[A]형	독성지수(R)	≤ 3.6	≤ 2.7	≤ 1.6	≤ 1.6	
[B]형		≤ 3.6	≤ 3.6	≤ 2.7	≤ 2.7	

### 3.5. 시험기록

시험결과 기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 시험의뢰자 및 시험품 제작자
- 나. 시험품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 시험실 또는 시험자 정보
- 라. 시험일자 및 시험실 환경 조건
- 마. 시험항목별 시험결과
- 바. 기타 특이사항

#### 4. 바닥재(카펫 등 포함) 화재

##### 4.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 시공되는 바닥재(카펫 등 포함) 화재시험에 대하여 적용한다.

[표 1] 바닥재 분류

분류	적용차종	검사항목	비고
바닥재 (카펫 등 포함)	고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량	최대 평균열방출률 화염전파 연기밀도 독성지수	

##### 4.2 정의

가. 일반사항

- 1) “바닥재” 라 함은 철도차량의 객실과 운전실 내부의 바닥부분에 시공되는 바닥재(카펫 등 포함)를 말한다.
- 2) 바닥재는 화재성능시험에 적합한 성능을 가져야 하며, 특히 실내 바닥재로서 화재성능이 보장되도록 설계되어야 한다.

##### 4.3 일반사항

가. 화재성능시험은 LOT별로 검사하며, 로트구분은 별도로 정한 기준에 따른다.

##### 4.4 화재위험 등급

가. 운행유형과 설계유형에 따라 위험등급을 분류한다. 작업자 침식차 이외의 특수차의 경우 화재성능시험 적용대상에서 제외할 수 있다.

나. 철도차량의 운행유형 분류 기준은 [표 2]와 같다.

[표 2] 철도차량의 운행유형에 따른 분류 기준

운행유형 기 호	승객의 대피 용이성 구분	철도차량의 운행구간 특성
[가]	즉시 대피 가능	최장 길이가 1km 이하인 지하구간, 터널 및 고가지역 운행
[나]	단시간 이동 대피 가능	다음 안전지역까지의 거리가 5km 이하 또는 정상운행 속도로 4분 이내 이동 가능한 지역 운행
[다]	장시간 이동 대피 가능	다음 안전지역까지의 거리가 20km 이하 또는 정상운행 속도로 15분 이내 이동 가능한 지역 운행
[라]	대피 곤란 또는 불가능	상위의 분류유형에 속하지 않는 지역 또는 대피불가능 지역을 운행

- 주) 1. 안전지역이란 화재의 위험으로부터 벗어난 개활지 및 지상에 설치된 역사를 말한다.  
 2. 대피불가능 지역이란 대피할 수 있는 통로가 없는 200m 이상의 지하구간, 터널 또는 고가지역을 의미한다.  
 3. 철도차량이 운행 시 두 가지 이상의 운행유형에 속하는 경우에는 승객 대피가 어려운 운행유형에 따른다.

다. 설계유형 분류기준은 [표 3]과 같다.

[표 3] 철도차량의 설계유형에 따른 분류 기준

설계유형 기호	적 용 기 준
[A]	[B] 내지 [D]의 설계유형에 속하지 아니하는 철도차량
[B]	고속철도차량의 고속기관차·고속동력차·고속객차(고속동력객차 포함)·고속부수차(고속제어차 포함), 디젤동차, 디젤전기기관차, 전기동차, 전기기관차, 일반객차, 도시철도차량 전동차(동력차·부수차(제어차 포함)), 도시철도차량 트램(동력차·부수차(제어차 포함)), 경전철(고무차륜형식, 모노레일, 철제차륜형식, LIM형식, 도시형자기부상)
[C]	침대가 설치된 철도차량, 이층구조의 철도차량
[D]	무인운전의 철도차량

라. 철도차량의 운행유형 및 설계유형에 따른 분류기준에 의하여 철도차량의 실내설비에 적용되는 화재 위험등급 분류기준은 [표 4]와 같다.

[표 4] 철도차량의 화재위험 등급 분류기준

운행범위	설계범위			
	[A]	[B]	[C]	[D]
[가]	위험등급[1]	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[2]
[나]	위험등급[2]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]
[다]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	위험등급[4]
[라]	위험등급[3]	위험등급[4]	위험등급[4]	위험등급[4]

마. 시험항목별 적용규격 및 판정기준

[표 5]바닥재 화재안전 기준

화재성능 요구기준	시험방법	시험항목	합격기준			
	시험규격		위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]
바닥재	ISO 5660-1	MARHE(kW/m <sup>2</sup> ,@25kW/m <sup>2</sup> )	-	-	≤100	≤100
	ISO 5658-2	CFE(kW/m <sup>2</sup> )	≥4.5	≥4.5	≥7	≥7
	ASTM E 662	Ds(1.5min)	-	-	-	≤100
	ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤400	≤300	≤250	≤200
	BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤5.0	≤4.0	≤3.0	≤3.0

[표 6] 카페트 화재안전 기준

종류	시험항목	시험방법	합격기준			
			위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]
			B	A2	A1	
카페트	화염전파	NF F 16-101 (시험방법 : NF P 92-501)	Grid 10	Grid 5 또는 Grid 8	Grid 5	
	연기밀도	NF F 16-101				
	독성지수					

4.5 시험방법

가. 인용표준(바닥재, 카페트)

- 1) ISO 5660-1 (Reaction to fire test - Heat release, smoke production and mass loss rate - Part 1 : Heat release rate(cone calorimeter method)  
(연소성능시험-열방출, 연기발생질감소율-제1부 열방출율)
- 2) ISO 5658-2 : Reaction to Fire Tests - Spread of Flame - Part 2: Lateral Spread on Building Products in Vertical Configuration  
(연소성 시험-화염전파- 제2부 수직형상 건축 재료의 화염전파 시험)
- 3) ASTM E 662 : Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials  
(고체물질 연소로부터 발생한 연기의 광학밀도 측정법)
- 4) BS 6853 : Code of practice for fire precautions in the design and construction of passenger carrying trains  
(여객 열차의 화재예방 설계 및 제작 실행 지침)
- 5) NF F 16-101 / NF P 92-501 / NF P 92-507 : Fire test to railway components  
(철도차량 부품에 대한 화재시험 / 건축 및 장식 재료의 화재시험 방법)

나. 시험방법 및 합격기준

1) 바닥재

가) 바닥재 화재성능시험은 아래 시험방법에 따라 시행하여야 한다.

나) 화재성능시험의 시료채취는 제작이 완성된 완성품에서 시편을 채취하여 시험을 실시하며, 현품으로 시험이 불가능한 시험의 경우 현품 제작과 동일한 공정 및 조건으로 제작한 시편으로 시험을 실시 한다.

(1) 최대 평균열방출률(MARHE) 시험

(가) 시험방법은 ISO 5660-1 (Reaction to fire test - Heat release, smoke production and mass loss rate- Part 1: Heat release rate(cone calorimeter method)에 따라 시험하여 [표 7]의 기준치에 만족하여야 한다.

(나) 시험장비는 콘칼로리미터법을 사용한다.

(다) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.

(라) 최대평균열방출률(Maximum average rate of heat emission)의 계산은 아래와 같이 수행 하되 평균열방출률의 데이터 수집은 2초 간격으로 하고 20분 이내에서 계산된 아래 평균 열방출률(Average rate of heat emission)값의 최대값으로 처리한다.

$$\text{평균 열방출률 : } ARHE(t_n) = \frac{\sum_2^n (t_n - t_{n-1}) \times \frac{\dot{q}_n + \dot{q}_{n-1}}{2}}{t_n - t_1}$$

(마) 바닥재 시험의 경우 시험에 부가되는 콘히터의 복사열조건은 25kW/m<sup>2</sup>으로 설정하여 시험하며, 시험기준은 [표 7]의 기준에 따른다.

[표 7] 최대 평균열방출률 시험기준

시험항목	시험기준				비고
	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
MARHE(kW/m <sup>2</sup> )	-	-	≤100	≤100	

(2) 화염전파 시험

(가) 시험방법은 ISO 5658-2 (Reaction to fire tests - Spread of flame - Part 2: Lateral spread on building and transport products in vertical configuration)에 따라 시험하여 [표 8]의 기준치에 만족하여야 한다.

(나) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.

(다) 소화점 임계열류량(CFE, Critical Flux at Extinguishment)이라 함은 시료의 연소시 화염이 더 이상 진행되지 아니하는 지점에서의 단위면적이 시간당 받는 열량을 말한다.

[표 8] 화염전파 시험기준

시험항목	합격기준				비고
	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
CFE(kW/m <sup>2</sup> )	≥4.5	≥4.5	≥7	≥7	

(3) 연기밀도 시험

(가) 시험방법은 ASTM E 662 (Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials)에 따라 시험하여 [표 9]의 기준치에 만족하여야 한다.

(나) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.

(다) 연기밀도(D<sub>s</sub>, Density of smoke)라 함은 시료의 연소시 발생하는 연기의 양을 빛의 투과율 변화를 이용하여 측정한 값을 말한다. 연기밀도 계산은 아래와 같이 계산한다.

$$D_s = G[\log_{10}(\frac{100}{T}) + F]$$

G = V/AL,

V = 챔버의 용량, ft<sup>3</sup>(혹은 m<sup>3</sup>),

A = 표본의 노출 면적, ft<sup>2</sup>(혹은 m<sup>2</sup>)

L = 연기를 통한 광 경로의 길이, ft(혹은 m),

T = 광감지 장치로 측정된 광투과율 퍼센트

F = 필터조건 상수

[표 9] 연기밀도 시험기준

시험항목	합격기준				비고
	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
Ds(1.5min)	-	-	-	≤100	
Ds(4.0min)	≤400	≤300	≤250	≤200	

(4) 독성지수(R : Index of Toxicity)

- (가) 시험방법은 BS 6853 Annex B.2(Code of practice for fire precautions in the design and construction of passenger carrying trains)에 따라 시험하여 [표 10]의 기준치에 만족하여야 한다.
- (나) 시험체에 부가되는 열복사 강도는 25kW/m<sup>2</sup> 으로 유지하여야 한다.
- (다) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
- (라) 독성지수라 함은 시료의 연소시 발생된 주요 가스(CO<sub>2</sub>, CO, HF, HCl, HBr, HCN, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>)의 농도를 기준값과 비교한 지수를 말한다.

[표 10] 독성지수 시험기준

시험항목	합격기준				비고
	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
독성지수(R)	≤5.0	≤4.0	≤3.0	≤3.0	

2) 카페트

- 가) 카페트의 화재성능시험은 아래 (다 ~ 마)항의 시험방법에 따라 시행하여야 한다.
- 나) 화재성능시험의 시료채취는 제작이 완성된 완성품에서 시편을 채취하여 시험을 실시하며, 현품으로 시험이 불가능한 시험의 경우 현품 제작과 동일한 공정 및 조건으로 제작한 시편으로 시험을 실시한다.
- 다) 화염전파 시험
  - (1) 시험방법은 NF F 16-101 및 NF P 92-501의 표준 규격을 따른다.
  - (2) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
  - (3) 5mm 이하의 유연성 재료는 하부에서 가열하는 버너를 이용하여 시험하며, 일반적인 경우에는 M값은 발화 높이 및 시간을 아래 식에 대입하여 계산된 값을 화재저항 등급 [표 11]으로 산정하며, 시험의 기준은 아래 바)항의 총체지수에 따른다.

$$\text{화재저항}(Q) = 100 \times h / (t_i \times \sqrt{\Delta t})$$

h = 30초간 최대 높이  
 t<sub>i</sub> = 발화전 경과 시간  
 Δt = 타는 시간

[표 11] 화재저항 등급

화재등급	화재저항값	비고
M0	Q=0	
M1	Q<2.5	
M2	2.5≤Q≤15	
M3	15<Q≤50	
M4	50<Q	

라) 연기밀도

- (1) 시험방법은 NF F 16-101의 표준 규격을 따른다.
- (2) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
- (3) “S.I.” 라고 하는 “연기 지수(Smoke Index)” 는 광학적 비 밀도(Dm), 암흑화된 값(VOSA) 그리고 기존 유독성 지수(C.I.T.)의 최대치로부터 계산되는데, 이 값들은 연기의 시험을 통해 얻어진 값이며, 다음 식을 따른다.

$$S.I. = \frac{Dm}{100} + \frac{VOSA}{30} + \frac{C.I.T}{2}$$

위의 변수들의 각각의 얻어진 값은 소수 둘째자리 까지 표시한다. 결과(S.I.)는 가장 가까운 자연수로 반올림한다.

S.I.재료들로부터 얻어진 값에 따르면 [표 12]에 정의된 것처럼 F0~F5의 6가지로 분류하며, 시험의 기준은 아래 바)항의 총체지수에 따른다.

[표 12]

Class	Value Of S.I.
F0	≤ 5
F1	≤ 20
F2	≤ 40
F3	≤ 80
F4	≤ 120
F5	> 120

마) 독성지수

- (1) 시험방법은 NF F 16-101의 표준 규격을 따른다.
- (2) 분출된 가스의 유독성을 평가하기 위해, 분석으로 발견된 사항은 mg/m<sup>3</sup> 으로 표현하고 “CC” 로 표기되는 “임계 농도 (Critical Concentrations)” 라는 참조치와 비교한다.  
 가스의 임계 농도는 비가역적인 생물학적 효과 없이 15분 동안 지탱하는 능력이 있는 개별적인 농도의 최대치이다.  
 가스들(CO, CO<sub>2</sub>, HCl, HBr, HCN, HF, SO<sub>2</sub>)은 “t<sub>i</sub>” 의 항목으로, 재료의 그램당 가스의 밀리 그램으로 표현한다. (mg-gas / g-material)  
 이러한 값 “t<sub>i</sub>” 와 임계 농도의 대조값 “CC<sub>i</sub>”, 유독성의 기존 지수인 “C.I.T.” 로부터 결정하며, 시험의 기준은 아래 바)항의 총체지수에 따른다.

$$C.I.T. = 100 \times \sum \frac{t_i}{CC_i}$$

바) 총체지수

- 1) 화염전파와 연기밀도, 독성지수의 종합 판정지수를 말한다.
- 2) 카페트 화재성능시험의 총체지수 판정 Grid 시험기준은 [표 13]의 기준에 만족하여야 한다.

[표 13] 총체지수 판정기준

시험항목	시험방법	합격기준			
		위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]
		B	A2	A1	
화염전파	NF F 16-101 (시험방법 : NF P 92-501)	Grid 10	Grid 5 또는 Grid 8	Grid 5	
연기밀도	NF F 16-101				
독성지수					

4.6 시험기록

시험결과 기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 시험의뢰자 및 시험품 제작자
- 나. 시험품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 시험실 또는 시험자 정보
- 라. 시험일자 및 시험실 환경 조건
- 마. 시험체 크기, 두께 및 다층구조의 경우 층별 구성에 대한 기록
- 바. 시험항목별 시험결과
- 사. 기타 특이사항

5. 단열재 화재

5.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 취부되는 단열재에 대하여 적용한다.

[표 1] 단열재 분류

분류	적용차종	검사항목	비고
단열재	고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량	최대 평균열방출률 화염전파 연기밀도 독성지수	

5.2 정의

가. “단열재” 라 함은 일정한 온도를 유지하거나 열을 차단하기 위해 사용하는 재료로서 열을 전도하기 어려운 유리 섬유 등을 말한다.

5.3 일반사항

가. 차체에 취부되는 단열재의 시편은 현차 취부조건에 따라 시편을 채취하여 시험을 실시한다.

5.4 화재위험 등급

가. 운행유형과 설계유형에 따라 위험등급을 분류한다. 작업자 침식차 이외의 특수차의 경우 화재 성능 시험 적용대상에서 제외할 수 있다.

나. 철도차량의 운행유형 분류 기준은 [표 2]와 같다.

[표 2] 철도차량의 운행유형에 따른 분류 기준

운행유형 기호	승객의 대피 용이성 구분	철도차량의 운행구간 특성
[가]	즉시 대피 가능	최장 길이가 1km 이하인 지하구간, 터널 및 고가지역 운행
[나]	단시간 이동 대피 가능	다음 안전지역까지의 거리가 5km 이하 또는 정상운행 속도로 4분 이내 이동 가능한 지역 운행
[다]	장시간 이동 대피 가능	다음 안전지역까지의 거리가 20km 이하 또는 정상운행 속도로 15분 이내 이동 가능한 지역 운행
[라]	대피 곤란 또는 불가능	상위의 분류유형에 속하지 않는 지역 또는 대피불가능 지역을 운행

- 주) 1. 안전지역이란 화재의 위험으로부터 벗어난 개활지 및 지상에 설치된 역사를 말한다.  
 2. 대피불가능 지역이란 대피할 수 있는 통로가 없는 200m 이상의 지하구간, 터널 또는 고가지역을 의미한다.  
 3. 철도차량이 운행 시 두 가지 이상의 운행유형에 속하는 경우에는 승객 대피가 어려운 운행 유형에 따른다.

다. 설계유형 분류기준은 [표 3]과 같다.

[ 표 3 ] 철도차량의 설계유형에 따른 분류 기준

설계유형 기호	적용기준
[A]	[B] 내지 [D]의 설계유형에 속하지 아니하는 철도차량
[B]	고속철도차량의 고속기관차·고속동력차·고속객차(고속동력객차 포함)·고속부수차(고속제어차 포함), 디젤동차, 디젤전기기관차, 전기동차, 전기기관차, 일반객차, 도시철도차량 전동차(동력차·부수차(제어차 포함)), 도시철도차량 트램(동력차·부수차(제어차 포함)), 경전철(고무차륜형식, 모노레일, 철제차륜형식, LIM형식, 도시형자기부상)
[C]	침대가 설치된 철도차량, 이층구조의 철도차량
[D]	무인운전의 철도차량

라. 철도차량의 운행유형 및 설계유형에 따른 분류기준에 의하여 철도차량의 실내설비에 적용되는 화재 위험등급 분류기준은 [ 표 4 ]와 같다.

[ 표 4 ] 철도차량의 화재위험등급 분류기준

운행범위	설계범위			
	[A]	[B]	[C]	[D]
[가]	위험등급[1]	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[2]
[나]	위험등급[2]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]
[다]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	위험등급[4]
[라]	위험등급[3]	위험등급[4]	위험등급[4]	위험등급[4]

마. 시험항목별 적용규격 및 합격기준

[ 표 5 ] 단열재 화재안전 기준

화재성능 요구기준	시험방법	시험항목	합격기준				
			위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
단열재	벽면 정부 객실 덕트 내부	ISO 5660-1	MARHE(kW/m <sup>2</sup> , @50kW/m <sup>2</sup> )	-	≤ 90	≤ 90	≤ 60
		ISO 5658-2	CFE(kW/m <sup>2</sup> )	-	≥ 7	≥ 10	≥ 20
		ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤ 350	≤ 300	≤ 250	≤ 100
		BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤ 3.0	≤ 2.7	≤ 2.0	≤ 1.6
	외부 공조기 내부	ISO 5660-1	MARHE(kW/m <sup>2</sup> , @50kW/m <sup>2</sup> )	-	≤ 90	≤ 90	≤ 60
		ISO 5658-2	CFE(kW/m <sup>2</sup> )	-	-	≥ 7	≥ 10
		ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤ 400	≤ 350	≤ 300	≤ 250
		BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤ 4.0	≤ 3.0	≤ 2.7	≤ 2.0

[표 5 - 계속] 단열재 화재안전 기준

화재성능 요구기준		시험방법	시험항목	합격기준			
				시험규격	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]
단 열 재	바 닥 부	ISO 5660-1	MARHE(kW/m <sup>2</sup> ,@50kW/m <sup>2</sup> )	-	≤ 90	≤ 90	≤ 90
		ISO 5658-2	CFE(kW/m <sup>2</sup> )	-	-	≥ 7	≥ 7
		ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤ 400	≤ 350	≤ 300	≤ 250
		BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤ 4.0	≤ 3.0	≤ 2.7	≤ 2.7

5.5 단열재 시험방법

가. 인용표준

- 1) ISO 5658-2 : Reaction to Fire Tests - Spread of Flame - Part 2: Lateral Spread on Building Products in Vertical Configuration  
(연소성 시험-화염전파- 제2부 : 수직형상 건축 재료의 화염전파 시험)
- 2) ASTM E 662 : Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials  
(고체물질 연소로부터 발생한 연기의 광학밀도 측정법)
- 3) BS 6853 : Code of practice for fire precautions in the design and construction of passenger carrying trains  
(여객 열차의 화재예방 설계 및 제작 실행 지침)
- 4) ISO 5660-1 (Reaction to fire test - Heat release, smoke production and mass loss rate- Part 1: Heat release rate(cone calorimeter method)  
(연소성능시험-열방출, 연기발생질감소율-제1부 : 열방출율)

나. 시험방법 및 합격기준

1) 화재성능 시험

- 가) 화재성능시험은 통로연결막 분류별 아래 시험방법에 따라 시행하여야 한다.
- 나) 화재성능시험의 시편채취는 완성품에서 시편을 채취하여 시험을 실시하며, 현품으로 시험이 불가능한 시험의 경우 현품제작과 동일한 공정 및 조건으로 제작한 시편으로 시험한다.
- 다) 화재성능시험은 LOT별로 검사하며, 로트구분은 별도로 정한 기준에 따른다.
- 라) 최대 평균열방출률(MARHE) 시험
  - (1) 시험방법은 ISO 5660-1 (Reaction to fire test - Heat release, smoke production and mass loss rate- Part 1: Heat release rate(cone calorimeter method)에 따라 시험하여 [표 6]의 기준치에 만족하여야 한다.
  - (2) 시험장비는 콘칼로리미터법을 사용한다. 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
  - (3) 최대평균열방출률(Maximum average rate of heat emission)의 계산은 아래와 같이 수행되되 평균열방출률의 데이터 수집은 2초 간격으로 하고 20분 이내에서 계산된 아래 평균열방출률 (Average rate of heat emission)값의 최대값으로 처리한다.

$$\text{평균 열방출률 : } ARHE(t_n) = \frac{\sum_2^n (t_n - t_{n-1}) \times \frac{\dot{q}_n + \dot{q}_{n-1}}{2}}{t_n - t_1}$$

(4) 단열재 시험의 경우 시험에 부가되는 콘히터의 복사열조건은 50kW/m<sup>2</sup>으로 설정한다.

[표 6] 최대 평균열방출률(MARHE) 시험 기준

시험품목	시험항목	시험기준				비고
		위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
벽면정부. □ 객실 덕트내부	MARHE(kW/m <sup>2</sup> ,@50kW/m <sup>2</sup> )	-	≤90	≤90	≤60	
외부 공조기 내부		-	≤90	≤90	≤60	
바닥부		-	≤90	≤90	≤90	

마) 화염전파 시험

- (1) 시험방법은 ISO 5658-2 (Reaction to fire tests - Spread of flame - Part 2: Lateral spread on building and transport products in vertical configuration)에 따라 시험하여 [표 7]의 기준치에 만족하여야 한다.
- (2) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
- (3) 평균연소지속열(Q<sub>asb</sub>, Average heat for sustained burning)이라 함은 시료의 연소가 지속 되기 위하여 필요한 단위면적당 평균 열량을 말한다.
- (4) 소화점 임계열류량(CFE, Critical Flux at Extinguishment)이라 함은 시료의 연소시 화염이 더 이상 진행되지 아니하는 지점에서의 단위면적이 시간당 받는 열량을 말한다.

[표 7] 화염전파 시험기준

시험품목	시험항목	시험기준				비고
		위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
벽면정부. □ 객실 덕트내부	CFE(kW/m <sup>2</sup> )	-	≥7	≥10	≥20	
외부 공조기 내부		-	-	≥7	≥10	
바닥부		-	-	≥7	≥7	

바) 연기밀도 시험

- (1) 시험방법은 ASTM E 662 (Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials)에 따라 시험하여, 가염조건(Flaming mode)과 비 가염조건(Non-Flaming mode)에서 모두 [표 8]의 기준치에 만족하여야 한다.
- (2) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
- (3) 연기밀도(D<sub>s</sub>, Density of smoke)라 함은 시료의 연소시 발생하는 연기의 양을 빛의 투과율 변화를 이용하여 측정한 값을 말한다. 연기밀도 계산은 아래와 같이 계산한다.

$$D_s = G[\log_{10}(\frac{100}{T}) + F]$$

G = V/AL,  
 V = 챔버의 용량, ft3(혹은 m3),  
 A = 표본의 노출 면적, ft2(혹은 m2)  
 L = 연기를 통한 광 경로의 길이, ft(혹은 m),  
 T = 광감지 장치로 측정된 광투과율 퍼센트  
 F = 필터조건 상수

[표 8] 연기밀도 시험기준

시험품목	시험항목	시험기준				비고
		위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
벽면정부.□ 객실 덕트내부	Ds(4.0min)	≤ 350	≤ 300	≤ 250	≤ 100	
외부 공조기 내부		≤ 400	≤ 350	≤ 300	≤ 250	
바닥부		≤ 400	≤ 350	≤ 300	≤ 250	

사) 독성지수(R : Index of Toxicity)

- (1) 시험방법은 BS 6853 Annex B.2(Code of practice for fire precautions in the design and construction of passenger carrying trains)에 따라 시험하여 [표 9]의 기준치에 만족하여야 한다.
- (2) 시험체에 부가되는 열복사 강도는 25kW/m<sup>2</sup> 으로 유지하여야 한다.
- (3) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
- (4) 독성지수라 함은 시료의 연소시 발생된 주요 가스(일산화탄소, 질소화합물 등)의 농도를 기준값과 비교한 지수를 말한다.

[표 9] 독성지수 시험기준

시험품목	시험항목	시험기준				비고
		위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
벽면정부.□ 객실 덕트내부	독성지수(R)	≤ 3.0	≤ 2.7	≤ 2.0	≤ 1.6	
외부 공조기 내부		≤ 4.0	≤ 3.0	≤ 2.7	≤ 2.0	
바닥부		≤ 4.0	≤ 3.0	≤ 2.7	≤ 2.7	

5.6. 시험기록

시험결과 기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 시험의뢰자 및 시험체 제작자
- 나. 시험품의 형식 및 제조자번호
- 다. 시험실 또는 시험자 정보
- 라. 시험일자 및 시험실 환경 조건
- 마. 시험항목별 시험결과
- 바. 기타 특이사항

## 6. 전선(고압, 저압, 신호) 화재

### 6.1 적용 범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 사용되는 전선에 대하여 적용한다.

[표 1] 분류

분류	적용차종	적용구분	검사항목	비고
전선	일반철도차량 도시철도차량 고속철도차량	내부용 외부용	수직화염전파 연기밀도 독성지수	

### 6.2 정의

- 가. “내부용” 이라 함은 차량내부 또는 전선덕트에 설치되는 전선을 말한다.
- 나. “외부용” 이라 함은 차량외부에 독립적으로 설치되는 전선을 말한다.

### 6.3 일반사항

- 가. 차량의 외부에서 차량내부 또는 전선덕트에 연속적으로 설치되는 전선의 시험에 대한 판정기준은 “내부용” 전선의 기준에 따른다.
- 나. 차량에 사용되는 전선은 [표 5]의 기준에 만족해야 하나, 특수목적용 소량 사용되거나 차량 부속장치 내부전선 및 특수전선(데이터버스 케이블)의 경우 제외할 수 있다.

### 6.4 화재위험 등급

- 가. 운행유형과 설계유형에 따라 위험등급을 분류한다.
- 나. 철도차량의 운행유형 분류 기준은 [표 2]와 같다.

[표 2] 철도차량의 운행유형에 따른 분류 기준

운행유형 기 호	승객의 대피 용이성 구분	철도차량의 운행구간 특성
[가]	즉시 대피 가능	최장 길이가 1km 이하인 지하구간, 터널 및 고가지역 운행
[나]	단시간 이동 대피 가능	다음 안전지역까지의 거리가 5km 이하 또는 정상운행 속도로 4분 이내 이동 가능한 지역 운행
[다]	장시간 이동 대피 가능	다음 안전지역까지의 거리가 20 km 이하 또는 정상운행 속도로 15분 이내 이동 가능한 지역 운행
[라]	대피 곤란 또는 불가능	상위의 분류유형에 속하지 않는 지역 또는 대피불가능 지역을 운행

- 주) 1. 안전지역이란 화재의 위험으로부터 벗어난 개활지 및 지상에 설치된 역사를 말한다.  
 2. 대피불가능 지역이란 대피할 수 있는 통로가 없는 200m 이상의 지하구간, 터널 또는 고가지역을 의미한다.  
 3. 철도차량이 운행 시 두 가지 이상의 운행유형에 속하는 경우에는 승객 대피가 어려운 운행유형에 따른다.

다. 설계유형 분류기준은 [표 3]과 같다.

[표 3] 철도차량의 설계유형에 따른 분류 기준

설계유형 기호	적용기준
[A]	[B] 내지 [D]의 설계유형에 속하지 아니하는 철도차량
[B]	고속철도차량의 고속기관차·고속동력차·고속객차(고속동력객차 포함)·고속부수차(고속제어차 포함), 디젤동차, 디젤전기기관차, 전기동차, 전기기관차, 일반객차, 도시철도차량 전동차(동력차·부수차(제어차 포함)), 도시철도차량 트램(동력차·부수차(제어차 포함)), 경전철(고무차륜형식, 모노레일, 철제차륜형식, LIM형식, 도시형자기부상)
[C]	침대가 설치된 철도차량, 이층구조의 철도차량
[D]	무인운전의 철도차량

라. 철도차량의 운행유형 및 설계유형에 따른 분류기준에 의하여 철도차량의 실내설비에 적용되는 화재 위험등급 분류기준은 [표 4]와 같다.

[표 4] 철도차량의 화재위험등급 분류기준

운행범위	설계범위			
	[A]	[B]	[C]	[D]
[가]	위험등급[1]	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[2]
[나]	위험등급[2]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]
[다]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	위험등급[4]
[라]	위험등급[3]	위험등급[4]	위험등급[4]	위험등급[4]

6.5 시험 항목별 적용규격 및 판정기준

시험 항목별 적용규격 및 판정기준은 [표 5]와 같다.

[표 5] 전선 화재안전 기준

화재성능 요구기준	시험방법 시험규격	시험항목	합격기준			
			위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]
전선 내부용	외경 12mm 이상 IEC 60332-3-24 (EN 60332-3-24)	수직화염전파 (연소거리; m)	≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤2.5
	외경 6mm 초과 12mm 미만 IEC 60332-3-25 (EN 60332-3-25)	수직화염전파 (연소거리; m)	≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤2.5
	외경 6mm 이하 EN 50305	수직화염전파 (연소거리; m)	≤1.5	≤1.5	≤1.5	≤1.5
	IEC 61034-2 (EN 61034-2)	연기밀도 (투과율: %)	≥25	≥50	≥50	≥70
	BS 6853 Annex B.1	독성지수(R)	≤3.6	≤2.7	≤1.6	≤1.6

[표 5 - 계속] 전선 화재안전 기준

화재성능 요구기준		시험방법	시험항목	합격기준			
		시험규격		위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]
전선	외부용	외경 12mm 이상 IEC 60332-3-24 (EN 60332-3-24)	수직화염전파 (연소거리; m)	≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤2.5
		외경 6mm 초과 12mm 미만 IEC 60332-3-25 (EN 60332-3-25)	수직화염전파 (연소거리; m)	≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤2.5
		외경 6mm 이하 EN 50305	수직화염전파 (연소거리; m)	≤1.5	≤1.5	≤1.5	≤1.5
		IEC 61034-2 (EN 61034-2)	연기밀도 (투과율: %)	-	≥25	≥50	≥50
		BS 6853 Annex B.1	독성지수(R)	-	≤3.6	≤2.7	≤2.7

상기 [표 5] 시험방법 및 기준 외에 BS 6853-Category 1a 또는 NF F 16-101 Category A1 기준을 만족하는 경우에도 사용할 수 있다

### 6.6 시험방법

#### 가. 인용표준

- 1) 수직화염전파 시험(전선의 시험방법은 전선의 외경 굵기에 따라 )
  - 가) 12 mm 이상의 경우 : IEC 60332-3-24 (Tests on electric and optical fiber cables under fire conditions-Part 3-24:Test for vertical flame spread of vertically mounted bunched wires or cables - Category C ),
  - 나) 6 mm 초과 12 mm 미만의 경우 : IEC 60332-3-25 (Tests on electric and optical fiber cables under fire conditions - Part 3-25: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category D )
  - 다) 6 mm 이하의 경우 : IEC 60332-3-24 표준규격에 따르며, 시험시료 관련규정은 EN 50305 9.1.2항 규정을 따른다. 시험에 의한 연소결과가 1.5 m 이하를 만족하여야 한다.
- 2) 연기밀도 시험  
IEC 61034-2 (Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions - Part 2: Test procedure and requirements)
- 3) 독성지수  
BS 6853 Annex B.1(Code of practice for fire precautions in the design and construction of passenger carrying trains - Annex B.1 Mass based test method(NF X 70-100))

#### 나. 시험방법

- 1) 수직화염전파 시험
  - 가) 전선의 시험방법은 전선의 외경 굵기에 따라
    - (1) 12 mm 이상의 경우 : IEC 60332-3-24 (Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category C ),
    - (2) 6 mm 초과 12 mm 미만의 경우 : IEC 60332-3-25 (Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 3-25: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category D )

- (3) 6mm 이하의 경우 : IEC 60332-3-24 표준규격에 따르며, 시험시료 관련규정은 EN 50305 9.1.2항 규정을 따른다. 시험에 의한 연소결과가 1.5m 이하를 만족하여야 한다.
- (4) 시험장비는 정해진 규격에 적합한 수직화염전파시험기를 사용한다. 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.

[표 6] 수직화염전파 시험기준

시험항목	위험등급	전선분류	시험기준	비고
연소거리 (m)	1~4	12mm 이상	2.5 이하	내, 외부용
		6mm 초과 12mm 미만		
		6mm 이하	1.5 이하	

2) 연기밀도시험

- 가) 시험방법은 IEC 61034-2 (Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions - Part 2: Test procedure and requirements)에 따라 시험하여 [표 8]의 기준에 만족하여야 한다.
- 나) 시험환경 및 시료의 전처리 조건(23℃ ± 5℃, 16시간 이상) 등의 규정에 유의하여야 한다.
- 다) 케이블의 외경에 따라 시험 케이블의 숫자나 번들을 구성하기 케이블 수량에 유의한다.

[표 7] 케이블 외경에 따른 분류

외경 D (mm)	시편의 수량	
	전선 단선(cables)	전선 묶음(bundles)
mm		
D > 40	1	-
20 < D ≤ 40	2	-
10 < D ≤ 20	3	-
5 < D ≤ 10	N1	-
2 ≤ D ≤ 5	-	N2

주(Notes)

- 1  $N1 = \frac{45}{D}$  전선(단선)
- 2  $N2 = \frac{45}{3D}$  묶음(주 4에 따름)
- 3 N1, N2 각 수는 버림 처리하여 정수부만 사용함
- 4 전선 묶음은 각 7가닥의 전선으로 20 D에서 30 D 거리 기준으로 한바퀴 돌아가는 정도의 뒤틀림 묶음으로 구성하며 약 0.5mm 지름의 가는 선을 이용하여 묶음의 중앙부로부터 양쪽으로 매 100mm 간격으로 두 바퀴씩 감는 묶음 형태로 제작한다.

[표 8] 연기밀도시험 시험기준

시험항목	시험기준				비고
	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
연기밀도 (투과율: %)	25 이상	50 이상	50 이상	70 이상	내부용
	-	25 이상	50 이상	50 이상	외부용

3) 독성지수 시험

- 가) 시험방법은 BS 6853 Annex B.1(Code of practice for fire precautions in the design and construction of passenger carrying trains - Annex B.1 Mass based test method(NF X 70-100)에 따라 시험하여 [표 9]의 기준에 만족 하여야 한다.
- 나) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
- 다) 독성지수라 함은 시료의 연소 시 발생된 주요 가스(일산화탄소, 질소화합물 등)의 농도를 기준값과 비교한 지수를 말한다.

[표 9] 독성지수 시험기준

시험항목	시험기준				비고
	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
독성지수(R)	3.6 이하	2.7 이하	1.6 이하	1.6 이하	내부용
	-	3.6 이하	2.7 이하	2.7 이하	외부용

6.7 검사기록

검사결과 기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 시험의뢰자
- 나. 공사명
- 다. 검사품의 형식명 및 제조자번호
- 라. 항목별 시험결과
- 마. 기타 특이사항

## 7. 전두부마스크(복합재료 등) 화재

### 7.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 취부되는 전두부마스크 화재시험에 대하여 적용 한다.

[표 1] 전두부 마스크 분류

분류	적용 차종	검사항목	비고
전두부마스크	고속철도차량 일반철도차량 도시철도차량	최대 평균열방출률 화염전파 연기밀도 독성지수	

### 7.2 정 의

가. “전두부 마스크”란 철도차량 운전실 전두부에 취부되는 것을 말한다.

### 7.3 화재위험 등급

가. 운행유형과 설계유형에 따라 위험등급을 분류한다. 작업자 침식차 이외의 특수차의 경우 화재 성능시험 적용대상에서 제외할 수 있다.

나. 철도차량의 운행유형 분류 기준은 [표 2]와 같다.

[표 2] 철도차량의 설계유형에 따른 분류 기준

운행유형 기 호	승객의 대피 용이성 구분	철도차량의 운행구간 특성
[가]	즉시 대피 가능	최장 길이가 1km 이하인 지하구간, 터널 및 고가지역 운행
[나]	단시간 이동 대피 가능	다음 안전지역까지의 거리가 5km 이하 또는 정상운행 속도로 4분 이내 이동 가능한 지역 운행
[다]	장시간 이동 대피 가능	다음 안전지역까지의 거리가 20km 이하 또는 정상운행 속도로 15분 이내 이동 가능한 지역 운행
[라]	대피 곤란 또는 불가능	상위의 분류유형에 속하지 않는 지역 또는 대피불가능 지역을 운행

주) 1. 안전지역이란 화재의 위험으로부터 벗어난 개활지 및 지상에 설치된 역사를 말한다.

2. 대피불가능 지역이란 대피할 수 있는 통로가 없는 200m 이상의 지하구간, 터널 또는 고가 지역을 의미한다.

3. 철도차량이 운행 시 두 가지 이상의 운행유형에 속하는 경우에는 승객 대피가 어려운 운행 유형에 따른다.

다. 설계유형 분류기준은 [표 3]과 같다.

[표 3] 철도차량의 설계유형에 따른 분류 기준

설계유형 기호	적용기준
[A]	[B] 내지 [D]의 설계유형에 속하지 아니하는 철도차량
[B]	고속철도차량의 고속기관차·고속동력차·고속객차(고속동력객차 포함)·고속부수차(고속제어차 포함), 디젤동차, 디젤전기기관차, 전기동차, 전기기관차, 일반객차, 도시철도차량 전동차(동력차·부수차(제어차 포함)), 도시철도차량 트램(동력차·부수차(제어차 포함)), 경전철(고무차륜형식, 모노레일, 철제차륜형식, LIM형식, 도시형자기부상)
[C]	침대가 설치된 철도차량, 이층구조의 철도차량
[D]	무인운전의 철도차량

라. 철도차량의 운행유형 및 설계유형에 따른 분류기준에 의하여 철도차량의 실내설비에 적용되는 화재 위험등급 분류기준은 [표 4]와 같다.

[표 4] 철도차량의 화재위험등급 분류기준

운행범위	설계범위			
	[A]	[B]	[C]	[D]
[가]	위험등급[1]	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[2]
[나]	위험등급[2]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]
[다]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	위험등급[4]
[라]	위험등급[3]	위험등급[4]	위험등급[4]	위험등급[4]

마. 시험항목별 적용규격 및 판정기준

[표 5] 전두부마스크 화재안전 기준

화재성능 요구기준	시험방법	시험항목	합격기준			
			위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]
차체 외장 / 전두부마스크	ISO 5660-1	MARHE(kW/m <sup>2</sup> , @50kW/m <sup>2</sup> )	-	≤ 90	≤ 90	≤ 60
	ISO 5658-2	CFE(kW/m <sup>2</sup> )	≥ 10	≥ 10	≥ 15	≥ 15
	ASTM E 662	Ds(1.5min)	≤ 200	≤ 100	≤ 100	≤ 100
	ASTM E 662	Ds(4.0min)	≤ 400	≤ 200	≤ 200	≤ 200
	BS 6853 Annex B.2	독성지수(R)	≤ 3.2	≤ 3.2	≤ 3.0	≤ 3.0

7.4 전두부 마스크 시험방법

가. 인용표준

- 1) ISO 5658-2 : Reaction to Fire Tests - Spread of Flame - Part 2: Lateral Spread on Building Products in Vertical Configuration  
(연소성 시험-화염전파- 제2부 수직형상 건축 재료의 화염전파 시험)
- 2) ASTM E 662 : Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials  
(고체물질 연소로부터 발생한 연기의 광학밀도 측정법)
- 3) BS 6853 : Code of practice for fire precautions in the design and construction of passenger carrying trains  
(여객 열차의 화재예방 설계및 제작 실행 지침)
- 4) ISO 5660-1 (Reaction to fire test - Heat release, smoke production and mass loss rate- Part 1: Heat release rate(cone calorimeter method)  
(연소성능시험-열방출, 연기발생질감소율-제1부 열방출율)

나. 시험방법 및 합격기준

- 1) 화재성능시험은 아래 시험방법에 따라 시행하여야 한다.
- 2) 화재성능시험의 시료채취는 표면도장 또는 표면필름 제품 또는 완성품에서 시편을 채취하여 시험을 실시하며, 현품으로 시험이 불가능한 시험의 경우 현품 제작과 동일한 공정 및 조건으로 제작한 시편으로 시험을 실시한다.
- 3) 화재성능시험은 LOT별로 검사하며, 로트구분은 별도로 정한 기준에 따른다.

가) 최대 평균열방출률(MARHE) 시험

- (1) 시험방법은 ISO 5660-1 (Reaction to fire test - Heat release, smoke production and mass loss rate- Part 1: Heat release rate(cone calorimeter method)에 따라 시험하여 [표 6]의 기준치에 만족하여야 한다.
- (2) 시험장비는 콘칼로리미터법을 사용한다.
- (3) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
- (4) 최대평균열방출률(Maximum average rate of heat emission)의 계산은 아래와 같이 수행 하되 평균열방출률의 데이터 수집은 2초 간격으로 하고 20분 이내에서 계산된 아래 평균열방출률(Average rate of heat emission)값의 최대값으로 처리한다.

$$\text{평균 열방출률 : } ARHE(t_n) = \frac{\sum_2^n (t_n - t_{n-1}) \times \frac{\dot{q}_n + \dot{q}_{n-1}}{2}}{t_n - t_1}$$

- (5) 전두부마스크 시험의 경우 시험에 부가되는 콘히터의 복사열조건은 50kW/m<sup>2</sup>으로 설정한다.

[표 6] 최대 평균열방출률 시험기준

시험항목	시험기준				비고
	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
MARHE(kW/m <sup>2</sup> )	-	≤90	≤90	≤60	

나) 화염전파 시험

- (1) 시험방법은 ISO 5658-2 (Reaction to fire tests - Spread of flame - Part 2: Lateral spread on building and transport products in vertical configuration)에 따라 시험하여 [표 7]의 기준치에 만족하여야 한다.
- (2) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
- (3) 평균연소지속열(Q<sub>asb</sub>, Average heat for sustained burning)이라 함은 시료의 연소가 지속 되기 위하여 필요한 단위면적당 평균 열량을 말한다.
- (4) 소화점 임계열류량(CFE, Critical Flux at Extinguishment)이라 함은 시료의 연소시 화염이 더 이상 진행되지 아니하는 지점에서의 단위면적이 시간당 받는 열량을 말한다.

[표 7] 화염전파 시험기준

시험항목	시험기준				비고
	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
CFE(kW/m <sup>2</sup> )	≥ 10	≥ 10	≥ 15	≥ 15	

다) 연기밀도 시험

- (1) 시험방법은 ASTM E 662 (Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials)에 따라 시험하여, 가염조건(Flaming mode)과 비 가염조건(Non-Flaming mode)에서 모두 [표 8]의 기준치에 만족하여야 한다.
- (2) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
- (3) 연기밀도(D<sub>s</sub>, Density of smoke)라 함은 시료의 연소시 발생하는 연기의 양을 빛의 투과율 변화를 이용하여 측정한 값을 말한다. 연기밀도 계산은 아래와 같이 계산한다.

$$D_s = G[\log_{10}(\frac{100}{T}) + F]$$

G = V/AL,

V = 챔버의 용량, ft<sup>3</sup>(혹은 m<sup>3</sup>),

A = 표본의 노출 면적, ft<sup>2</sup>(혹은 m<sup>2</sup>)

L = 연기를 통한 광 경로의 길이, ft(혹은 m),

T = 광감지 장치로 측정된 광투과율 퍼센트

F = 필터조건 상수

[표 8] 연기밀도 시험기준

시험항목	시험기준				비고
	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
D <sub>s</sub> (1.5min)	≤ 200	≤ 100	≤ 100	≤ 100	
D <sub>s</sub> (4.0min)	≤ 400	≤ 200	≤ 200	≤ 200	

라) 독성지수(R : Index of Toxicity)

- (1) 시험방법은 BS 6853 Annex B.2(Code of practice for fire precautions in the design and construction of passenger carrying trains)에 따라 시험하여 [표 9]의 기준치에 만족하여야 한다.
- (2) 시험체에 부가되는 열복사 강도는 25kW/m<sup>2</sup> 으로 유지하여야 한다.
- (3) 시험환경 및 시료의 전처리 조건 등의 규정에 유의하여야 한다.
- (4) 독성지수라 함은 시료의 연소시 발생된 주요 가스(CO<sub>2</sub>, CO, HF, HCl, HBr, HCN, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>)의 농도를 기준값과 비교한 지수를 말한다.

[표 9] 독성지수 시험기준

시험항목	시험기준				비고
	위험등급[1]	위험등급[2]	위험등급[3]	위험등급[4]	
독성지수(R)	≤3.2	≤3.2	≤3.0	≤3.0	

### 7.5 시험기록

시험결과 기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 시험의뢰자 및 시험품 제작자
- 나. 시험품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 시험실 또는 시험자 정보
- 라. 시험일자 및 시험실 환경 조건
- 마. 시험체 크기, 두께 및 다층구조의 경우 층별 구성에 대한 기록
- 바. 시험항목별 시험결과
- 사. 기타 특이사항

## 8. 화재감지장치

### 8.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 취부되는 화재감지장치에 대하여 적용한다.

[표 1] 화재감지장치 분류

분류	적용차종	검사항목	비고
화재감지장치	고속철도차량 일반철도차량 도시철도차량	화재 동작시험 고장 동작시험	

### 8.2 정의

객실 화재감지장치는 열 및 연기로 감응하는 복합형 감지센서를 설치하여 감지기가 감지하고, 수신기와 운전실 모니터를 통하여 승무원에게 화재정보를 전달하도록 구성되어 있으며 자가진단 또는 실내온도 감지기능이 있다. 감지기는 현재 주변의 온도 및 연기 농도값을 수신기로 전송하고 수신기는 감지기로 부터 전송받은 정보를 화재, 고장 및 수신기, 감지기 상태 등을 판단하여 즉시 차량측 정보장치로 전송한다.

### 8.3 일반사항

- 가. 화재위험이 있다고 판단되는 차량의 구획공간에는 화재감지기가 설치되어야 한다.
- 나. 화재의 발생을 감지하는 장치는 다음 기준에 적합하여야 한다.
  - 1) 화재경보의 오류 가능성을 최소화하고 화재를 조기에 감지할 것
  - 2) 먼지□습기□진동□실내온도□공기흐름□전자기 등의 설치 환경요건을 고려하여 설치할 것
  - 3) 한국소방산업기술원의 형식승인을 득한 제품을 사용할 것

### 8.4 화재감지장치 시험방법

동작기능 시험은 전수검사를 실시한다.

- 가. 화재 동작시험
  - 화재수신기와 화재감지기가 연결된 상태에서 화재감지기가 설정된 화재감도 값 이상 감지될 때 화재수신기는 화재를 현시하여야 한다.
- 나. 고장 동작시험
  - 화재수신기와 화재감지기간 단선, 화재수신기의 스위치 눌러짐 발생, 프로그램의 체크 등이 상이할 때 화재수신기는 고장을 정상적으로 현시하여야 한다.

### 8.5 검사기록

시험결과 기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 검사뢰자 및 검사품 제작자
- 나. 검사품의 형식명 및 제조자 번호
- 다. 시험일자 및 시험자 정보
- 라. 시험항목별 시험결과
- 마. 기타 특이사항

## 9. 차륜(철제차륜)

### 9.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 사용되는 강제 압연 일체형 차륜(이하 "일체차륜"이라 한다.)에 대하여 적용하며 아래 [표 1]과 같이 분류 한다.

[표 1] 차륜의 분류

분 류	형 식	적용차종	검사항목
주행속도 200km/h 이상	Category 1	고속철도차량	[표 2]참조
주행속도 200km/h 미만	Category 2	일반철도차량 도시철도차량	

### 9.2 정의

- 가. “차륜” 이라 함은 회전을 목적으로 축에 장치한 둥근테 모양의 물체로서 철도차량의 중량을지지 할 뿐만 아니라 회전운동을 하여 주행을 가능케 하는 용품을 말한다. 차축의 양 사이트에 압입되는 부품으로, 레일과 직접 접촉하는 답면부는 곡선통과가 용이하도록 구배를 준다.
- 나. “차륜 접촉면” 이라 함은 레일과 접하는 차륜의 원통 모양의 마모되는 부분을 말한다.
- 다. “림(rim)” 이라 함은 차륜에서 레일 접촉면을 포함하는 가장자리 테두리 부분을 말한다.
- 라. “보스” 라 함은 차륜에서 차축이 압입되는 부분을 말한다.
- 마. “판” 이라 함은 림과 보스를 연결하는 원판을 말한다.

### 9.3 일반사항

- 가. 차륜은 품질이 균일하고 정상 상태에서 유해한 흠, 밀림, 박리, 찰상, 기타 결함이 없어야 한다.
- 나. 차륜은 단련한 후 압연 성형하고 림 부에 열처리를 시행하여야 한다.
- 다. 차륜에 사용되는 재료, 구조 및 형태는 제작도면에 의한다.
- 라. 차륜은 운행 중 발생하는 하중을 견딜 수 있는 충분한 기계적 강도를 가져야 한다.
- 마. 차륜의 폭은 130mm 이상 150mm 이하이어야 한다.
- 바. 차륜 플레이트의 두께는 19mm 이상이어야 한다.
- 사. 차륜의 기하학적 공차 및 치수는 제작도면에 따른다.
- 아. 플랜지(Flange)의 두께는 23mm 이상 34mm 이하이어야 한다.
- 자. 잔류응력 시험, 화학분석, 비금속 개재물 검사 및 기계적 성질 시험(인성시험 제외)은 동일 용강, 동일 열처리에 해당되는 차륜 수량을 1검사 로트로 하여 Lot별로 1개의 차륜을 발취한 후 시험편을 채취하여 시험한다.
- 차. 비파괴검사는 전수검사를 실시하고, 인성검사는 시제품검사를 실시한다.
- 카. 본 기술기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.

[ 표 2 ] 차륜의 검사수준

검사항목			적용규격		비고
			EN13262	KS R 9221	
잔류응력 시험			○		
화학 분석 시험			○	○	
현미경시험(비금속개재물)			○		
기계적 성질 시험	인장시험	림부	○	○	
		웹부	○		
		감소치	○		
	경도시험	림 단면	○	○	
		균일성	○		
충격시험			○	○	
비파괴검사	초음파 탐상		○	○	
	자분탐상		○		
인성시험			○		

※ [ 표 2 ]의 적용규격 이외에 차륜에 대한 재질사양은 국가/국제 재료규격 또는 별도로 정한 기준에 따른다.

9.4 시험방법

가. 인용표준

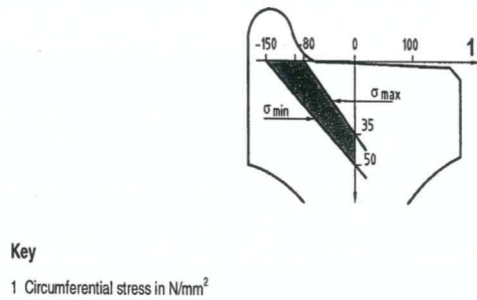
- 1) KS D 1801: 철 및 강의 분석 방법 통칙
- 2) KS D 1802: 철 및 강의 인 분석 방법
- 3) KS D 1803: 철 및 강의 황 분석 방법
- 4) KS D 1804: 철 및 강의 탄소 분석 방법
- 5) KS D 1805: 철 및 강의 규소 분석 방법
- 6) KS D 1806: 철 및 강의 망가니즈 분석 방법
- 7) KS D 1952: 철 및 강의 스파크 방전 원자방출 분광분석방법
- 8) KS B 0801: 금속재료의 인장시험편
- 9) KS B 0802: 금속재료의 인장시험방법
- 10) KS B 0805: 금속재료의 브리넬경도 시험방법
- 11) KS B 0809: 금속재료의 충격 시험편
- 12) KS B 0810: 금속재료의 충격 시험방법
- 13) KS B 0817: 금속재료의 펄스 반사법에 따른 초음파 탐상 시험방법 통칙
- 14) KS D ISO 5948: 철도차량용 압연재료 초음파 탐상 검사 시험방법
- 15) KS D 0213: 철강 재료의 자분탐상 시험방법 및 자분모양의 분류
- 16) KS D ISO 6933: 철도차량용 압연재료 자분탐상 시험방법
- 17) KS R 9221: 철도 차량용 차륜
- 18) EN 13262: Railway applications-Wheel sets and bogies-Wheels-Product requirements

나. 시험방법 및 합격기준

- 1) EN 규격 적용차륜
  - 가) 잔류응력 시험

(1) 시제품검사

잔류응력 시험은 EN 13262 3.5절 시험 절차에 따라 답면 표면 근처에서 측정된 압축 주방향의 응력 등급은 80N/mm<sup>2</sup> 이상이어야 한다. 이 응력들은 35mm와 50mm사이의 깊이에서 제로(0)와 같아야 한다. 그 응력 분포는 아래 [그림 1]에서 보여 주는 것과 같다.



[그림 1] 응력 분포

(2) LOT별 검사

잔류응력 시험은 EN 13262의 F.4.3항에 따라 표점거리가 100.0mm 떨어진 두 점을 플랜지 반대 쪽의 평편한 표면 위의 림 두께 중심을 표시하고, 플랜지 윗부분에서 보어까지 표점사이의 중심으로 반지름으로 절단한 후 두 점 사이를 측정하여 표점거리가 1.0mm 이상 감소하여야 한다.

나) 화학분석시험

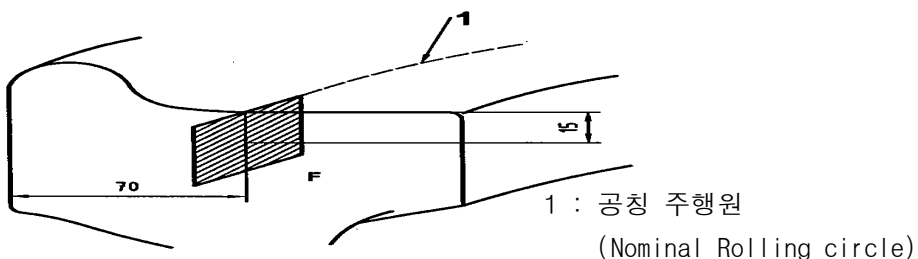
ISO/TR 9769에 따라 시험하여, 아래 [표 3]의 판정기준을 만족하여야 한다. 다만, 시험편 채취는 [그림 2]의 빗금친 면에서 차륜 답면의 15mm아래 부위에서 실시되어야 한다.

[표 3] 화학 성분

규격	재질	최대성분(%)										
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Mo	Ni	V	Cr+Mo+Ni
EN 13262	ER6	0.48	0.40	0.75	0.020	0.015	0.30	0.30	0.08	0.30	0.06	0.50
	ER7	0.52	0.40	0.80	0.020	0.015	0.30	0.30	0.08	0.30	0.06	0.50
	ER8	0.56	0.40	0.80	0.020	0.015	0.30	0.30	0.08	0.30	0.06	0.50
	ER9	0.60	0.40	0.80	0.020	0.015	0.30	0.30	0.08	0.30	0.06	0.50

다) 현미경시험(비금속 개재물)

ISO 4967에 따라 실시하며, [표 4]의 판정기준을 만족하여야 한다. 다만, 시험편 채취는 [그림 2]의 빗금친 면에서 차륜 답면의 15mm아래 부위에서 실시되어야 한다.



[그림 2] 시편채취 부위

[표 4] 비금속 개재물 검사 기준

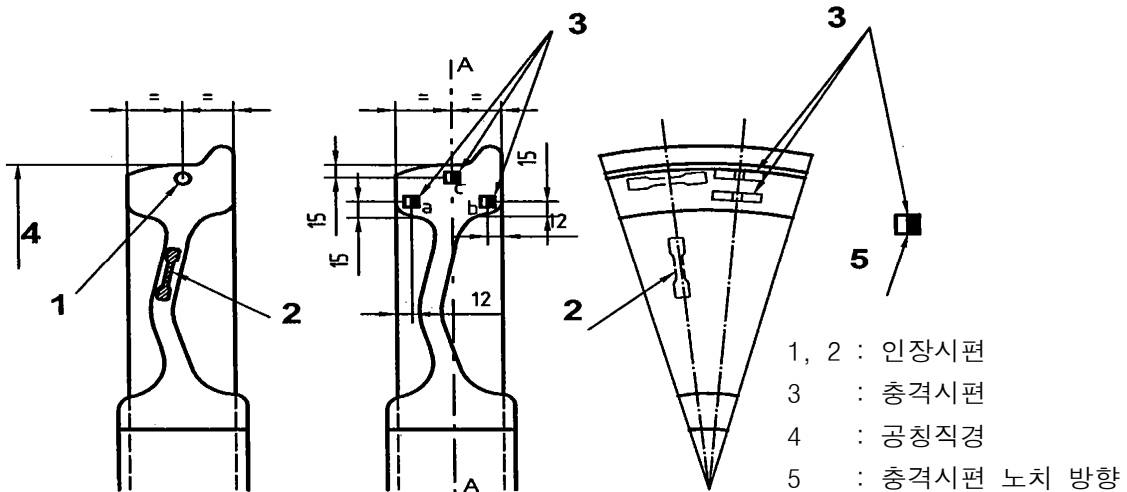
구분	(Category 1)		(Category 2)	
	THICK	THIN	THICK	THIN
A (황)	1.5 이하	1.5 이하	1.5 이하	2 이하
B (알루미늄산염)	1 이하	1.5 이하	1.5 이하	2 이하
C (규산염)	1 이하	1.5 이하	1.5 이하	2 이하
D (구형 산화물)	1 이하	1.5 이하	1.5 이하	2 이하
B+C+D	2 이하	3 이하	3 이하	4 이하

라) 기계적 성질 시험

EN 13262 3.2에 따라 시험편을 채취, 아래의 시험방법에 따라 시험하여 그 결과가 아래 [표 5] 및 [표 6]의 판정기준을 만족하여야 한다.

(1) 인장강도 시험

EN10002-1에 따라 실시하며, 시험편은 [그림 3]의 1번, 2번과 같이 차륜의 림(Rim) 부분과 웹(Web)에서 채취한다. 다만, 채취된 시편의 평행부 직경은 최소 10mm이어야 하고, 길이는 직경의 5배 이어야 한다. 또한 웹(Web)부의 인장강도는 동일 차륜의 림부 인장강도와 비교하여 그 감소치를 확인한다.



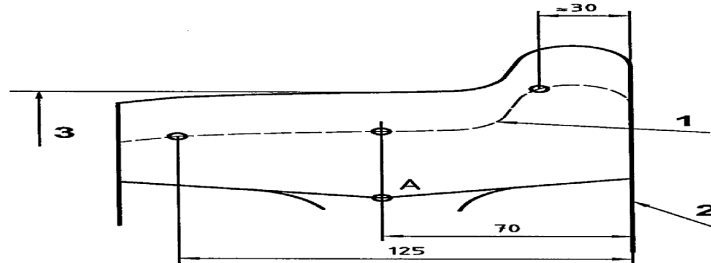
[그림 3] 인장 및 충격 시편 채취 부위

[표 5] 기계적 성질

재질	재질	인장 시험						
		항복강도 (N/mm <sup>2</sup> )		인장강도 (N/mm <sup>2</sup> )		연신율 (%)		단면 수축률 (%)
		림부	웹부	림부	웹부	림부	웹부	
EN 13262	ER6	500 이상	-	780 ~ 900	림부-웹부 ≥ 100	15이상	16 이상	-
	ER7	520 이상	-	820 ~ 940	림부-웹부 ≥ 110	14 이상	16 이상	-
	ER8	540 이상	-	860 ~ 980	림부-웹부 ≥ 120	13 이상	16 이상	-
	ER9	580 이상	-	900 ~ 1050	림부-웹부 ≥ 130	12 이상	14 이상	-

(2) 림 단면 경도 시험

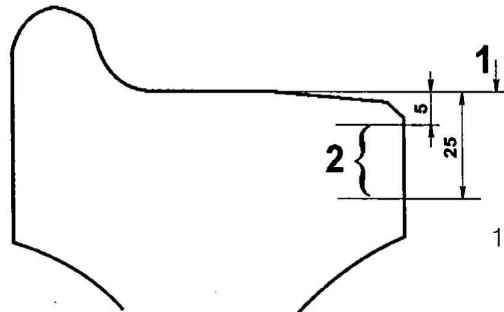
EN ISO 6506-1 에 따라, [그림 4]와 같은 부위의 브리넬 경도(ball 5 mm/7.355 kN)를 측정하여 [표 6]의 판정기준을 만족하여야 한다.



- 1. 마모 한계 또는 최종 터닝 지름
- 2. 정삭 차륜의 내면
- 3. 공칭 지름 [그림 4] 림 경도 시험 측정 부위

(3) 균일성 경도시험

EN ISO 6506(10 mm ball/29.42 kN)에 따라 실시된 완성 차륜의 [그림 5]와 같은 위치(플랜지 반대면)에서 측정한 표면경도를 확인하고 동일로트(the same batch)의 경도 편차를 확인하여 [표 6]의 판정기준을 만족하여야 한다.



- 1 : 공칭 주행원 (Nominal Rolling circle)
- 2 : 브리넬 경도 측정 부위

[그림 5] 균일성 경도시험 측정 부위

[표 6] 경도시험

규격	재질	경도시험				
		Category 1			Category 2	
		HBW (5 mm/7.355 kN)		HBW (10 mm/29.42 kN)	HBW (5 mm/7.355 kN)	
		림부 (1)	정삭차륜의 내면(2)	균일성	림부 (1)	정삭차륜의 내면(2)
EN13262	ER6	-	-	-	225 이상	림부-차륜 내면 ≥ 10
	ER7	245 이상	림부-차륜 내면 ≥ 10	30 이하	235 이상	림부-차륜 내면 ≥ 10
	ER8	245 이상	림부-차륜 내면 ≥ 10	30 이하	245 이상	림부-차륜 내면 ≥ 10
	ER9	-	-	-	255 이상	림부-차륜 내면 ≥ 10

(4) 충격시험

EN 100015-1에 따라 실시하며, 시험편은 [그림 3]과 같은 부위에서 3개의 시험편을 채취한다. 다만, 충격시험편은 +20℃ 시험은 U-노치, -20℃ 시험은 V-노치 시험편을 사용하며 시험편의 노치는 [그림 3]의 5번에 표현된 것과 같이 A-A축과 평행한 방향으로 제작되어야 하며, 시험결과가 [표 7]의 기준에 만족하여야 한다.

[표 7] 충격시험

규격	재질	충격시험			
		흡수에너지 (J) KU +20℃		흡수에너지 (J) KV -20℃	
		평균	최소	평균	최소
EN 13262	ER6	17 이상	12 이상	12 이상	8 이상
	ER7	17 이상	12 이상	10 이상	7 이상
	ER8	17 이상	12 이상	10 이상	5 이상
	ER9	13 이상	9 이상	8 이상	5 이상

마) 비파괴 검사

(1) 초음파 탐상 시험

ISO 5948에 따라 실시한다.

(가) 림

같은 깊이의 위치에서 측정된 표준결함보다 크거나 같은 큰 에코를 가진 내부결함이 없어야 한다. 기준결함의 직경은 [표 8]에 따른다.

[표 8] 기준결함의 지름

부위	기준결함의 지름	
	Category 1	Category 2
림	1mm	3mm

단, 축방향 시험 중 4dB보다 같거나 큰 백 에코의 감쇄는 없어야 한다.

(나) 웹

- $\phi 3\text{mm}$ 의 기준결함에서 얻어지는 에코의 진폭이상의 에코가 10개 미만이어야 한다. 다만, 결함사이의 거리는 50mm 이상 이어야 한다.
- $\phi 5\text{mm}$ 의 기준결함에서 얻어지는 에코의 진폭이상의 에코가 없어야 한다.

(다) 허브

- $\phi 3\text{mm}$ 의 기준결함에서 얻어지는 에코의 진폭이상의 에코가 3개 미만이어야 한다. 다만, 결함사이의 거리는 50mm 이상 이어야 한다.
- $\phi 5\text{mm}$ 의 기준결함에서 얻어지는 에코의 진폭이상의 에코가 없어야 한다.

(2) 자분탐상 시험

ISO 6933에 따라 실시하여 다음 [표 9]의 판정기준을 만족 하여야 한다.

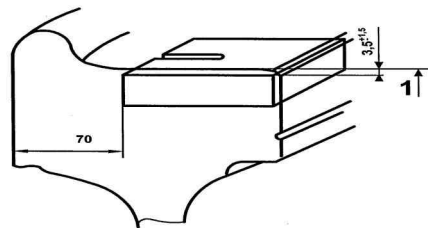
[표 9]

부위	검사 기준	비고
	최대허용 결함	
기계가공면	2mm 이하	
단조 또는 압연상태표면	6mm 이하	

바) 인성특성 시험

EN 13262의 3.2.5 절에 따라 실시하며, ER6 재질의 차륜은 여섯 개의 시험시편으로 부터 얻은 평균값은 100N/mm<sup>2</sup> 이상이어야 하고 시편 한 개로부터 얻은 개별값은 80N/mm<sup>2</sup> 이상이어야 하며, ER7 재질의 차륜은 여섯 개의 시험시편으로 부터 얻은 평균값은 80N/mm<sup>2</sup> 이상이어야 하고 시편 한 개로부터 얻은 개별값은 70N/mm<sup>2</sup> 이상이어야 한다.

다만, 기타 재질(ER8, ER9)에 판정기준은 차량구매자와 차량제작공급사간에 협의하여 정한다. 시험 시편은 아래 [그림 6]에 보이는 바와 같이 림 부위로부터 채취한다.



Key  
1 Nominal diameter

Figure 3— Test pieces taken from the rim

[그림 6] 인성시험 시편채취 위치

2) KS규격 적용차륜

가) 화학분시험

화학분석시험은 KS D 1652 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 분석시험 시행하여야 하며, [표 10]의 기준에 만족하여야 한다.

[표 10] 화학 성분 최대성분(%)

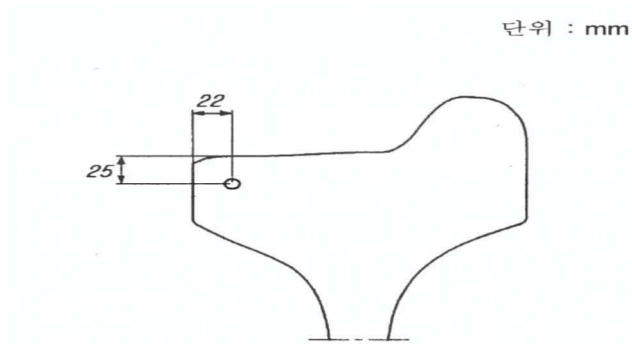
규격	재질	C	Si	Mn	P	S	Cu
KS R 9221	RSW1	0.67	0.15	0.6 ~ 0.9	0.045	0.045	0.35
	RSW2	이하	이상				
	RSW3						

(%)

나) 기계적 성질 시험

(1) 인장시험

시험방법은 KS B 0802에 따라 실시하며 [표 11]의 기준에 만족하여야 한다. 시험편은 [그림 7]과 같이 차륜의 림(Rim) 부분에서 채취한다. 다만 연신을 및 단면 수축률의 최소 허용값은 각각 인장 강도의 하한값과 상한값에 대한 값을 표시한 것이고, 중간 범위의 인장 강도에 대한 연신을 및 단면 수축률의 최소 허용값은 비례 계산에 의하여 구한다.



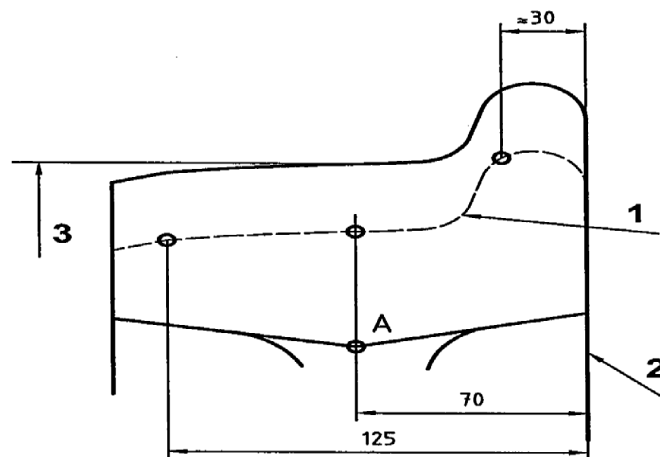
[그림 7] 인장 시편 채취 부위

[표 11] 인장시험

규격	재질	인장 시험		
		인장강도(N/mm <sup>2</sup> )	연신율(%)	단면 수축률(%)
		립부	립부	립부
KS R 9221	RSW1	835 ~ 960	14 이상 11 이상	28 이상 23 이상
	RSW2	930 ~ 1030	13 이상 10 이상	26 이상 20 이상
	RSW3	980 ~ 1130	11 이상 8 이상	22 이상 16 이상

(2) 경도

시험방법은 KS B 0805 에 따라 실시하며, [표 12]의 기준에 만족하여야 한다. 다만, [그림 8]과 같은 단면형으로 차륜 접촉면으로부터 25mm 깊이에서 측정하여야 한다.



1. 마모 한계 또는 최종 터닝 지름
2. 정삭 차륜의 내면
3. 공칭 지름

[그림 8] 경도시험방법

[표 12] 경도시험

규격	재질	경도시험
KS R 9221	RSW1	248 ~ 285
	RSW2	269 ~ 311
	RSW3	294 ~ 341

(3) 충격시험

시험방법은 KS B 0810에 따라 실시하며, 시험편은 KS B 0809의 그림 2 a) U노치 시험편으로 [그림 3]과 같은 부위에서 3개의 시험편을 채취하여 시험하며, [표 13]의 기준에 만족하여야 한다.

[표 13] 경도시험

규격	재질	충격시험
KS R 9221	RSW1	20 이상
	RSW2	20 이상
	RSW3	20 이상

(4) 비파괴검사(초음파 탐상검사)

초음파 탐상기기는 2~5MHz의 주파수를 발생시켜야 하며, 시험방법은 KS B 0817을 따른다. 검사는 열처리 후 시행하고 차륜의 모든 림 부분의 내부 불연속 여부를 조사하여야 하며 내부 결함에 의하여 생기는 유해한 에코가 있어서는 안 된다.

9.5 검사기록

검사결과 기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 검사자 및 검사품 제작자
- 나. 검사품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 재질, 용강번호 및 로트번호
- 라. 검사일자 및 시험실 환경 조건
- 마. 항목별 검사결과
- 바. 기타 특이사항

## 10. 차축(일반차축)

### 10.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 사용되는 철도차량용 차축(이하"차축"이라 한다)에 대하여 적용하며, [표 1]과 같이 분류된다.

[표 1] 차축의 분류

분류	형식	적용차종	검사항목
주행속도 200km/h 이상	Category 1	고속철도차량	[표 2]참조
주행속도 200km/h 미만	Category 2	일반철도차량 도시철도차량	

### 10.2 정의

- 가. “차축” 이라 함은 철도차량의 중량을 지지하면서 회전운동을 차륜에 전달하는 부품을 말한다. 주행 중에 충격적인 하중을 부담하는 부품으로, 차륜, 기어, 브레이크 디스크 시트 등이 차축에 압입된다.
- 나. “강괴” 라 함은 전로, 전기로 등의 제강로에서 정련한 강을 주형에 주입하여 응고시킨 것으로 압연, 단조, 압출 등의 각 공정에 공급되는 소재 및 연속 주조로 제조되어 분괴공정을 생략하고 다음 공정에 공급되는 연주강편 또는 주편을 포함한다.
- 다. “킬드강” 이라 함은 용해된 강에 포함된 산소를 강한 탈산제를 사용하여 탈산한 강을 말한다.
- 라. “불량 에코” 라 함은 차축 내에 불연속 부분으로부터 초음파 펄스가 반사되어 수신된 것을 말한다.

### 10.3 일반사항

- 가. 강괴는 어느 부분도 건전하여야 하며, 사용상 해로운 결함이 있어서는 안 된다.
- 나. 강괴는 가스 함유량을 줄이는 탈가스 시설에 의해 적절한 탈가스 처리를 하여야 한다.
- 다. 강괴를 직접 단조할 때나 압연할 때에는 강괴의 평균 단면적이 단조 또는 압연한 차축의 평균 단면적 보다 4배 이상이어야 한다.
- 라. 차축은 단조 또는 압연 후 열처리를 시행한 후 기계 가공을 하여야 한다. 다만, 열처리를 하지 않을 때는 서냉 관리하여야 한다.
- 마. 차축의 표면 및 내부에는 운행의 안전에 지장을 주는 흠 또는 균열 등 결함이 없어야 한다.
- 바. 차축에 사용되는 재료, 구조 및 형태는 제작도면에 의한다.
- 사. 수소분석, 산소분석, 화학분석, 비금속 개재물 검사 및 기계적 성질 시험은 동일 용강, 동일 열처리에 해당되는 차축 수량을 1검사 로트로 하여 Lot별로 1개의 차축을 발체한 후 시험편을 채취하여 시험한다.
- 아. 비파괴검사는 전수검사를 실시하고, 잔류응력시험 및 미세조직시험은 시제품검사를 실시한다.
- 자. 본 기술기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.
- 차. 검사항목은 아래 [표 2]에 따른다.

[ 표 2 ] 차축의 검사항목

검사항목			적용규격		비고
			EN13261	KS R 9220	
수소 성분 분석			○	○	
산소 성분 분석				○	
화학 성분 분석			○	○	
현미경시험(비금속개재물)			○		
비파괴 검사	초음파 탐상	내부균일성	○	○	
		투과성	○		
	자분탐상		○	○	
	탈자처리확인		○		
기계적 성질	인장시험		○	○	
	굽힘시험			○	
	충격시험	길이방향	○	○	
		횡방향	○		
잔류응력			○		
미세조직시험			○		

※ [ 표 2 ]의 적용규격 이외에 차축에 대한 재질사양은 국가/국제 재료규격 또는 별도로 정한 기준에 따른다.

10.4 시험방법

가. 인용표준

- 1) KS D 1801: 철 및 강의 분석 방법 통칙
- 2) KS D 1802: 철 및 강의 인 분석 방법
- 3) KS D 1803: 철 및 강의 황 분석 방법
- 4) KS D 1804: 철 및 강의 탄소 분석 방법
- 5) KS D 1805: 철 및 강의 규소 분석 방법
- 6) KS D 1806: 철 및 강의 망가니즈 분석 방법
- 7) KS D 1952: 철 및 강의 스파크 방전 원자방출 분광분석방법
- 8) KS B 0801: 금속재료의 인장시험편
- 9) KS B 0802: 금속재료의 인장시험방법
- 10) KS B 0804: 금속재료의 굽힘 시험방법
- 11) KS B 0809: 금속재료의 충격 시험편
- 12) KS B 0810: 금속재료의 충격 시험방법
- 13) KS B 0817: 금속재료의 펄스 반사법에 따른 초음파 탐상 시험방법 통칙
- 14) KS D ISO 5948: 철도차량용 압연재료 초음파 탐상 검사 시험방법
- 15) KS D 0213: 철강 재료의 자분탐상 시험방법 및 자분모양의 분류
- 16) KS D ISO 6933: 철도차량용 압연재료 자분탐상 시험방법
- 17) KS R 9220: 철도 차량용 차축
- 18) EN 13261: Railway applications-Wheelsets and bogies-Axles-Product requirements

나. 시험방법 및 합격기준

1) EN규격 적용차축

가) 수소분석

EN 13261 첨부 G에 따라 시험을 하며, 수소의 함유량이 아래 [표 3]의 기준에 만족하여야 한다.

[표 3] EN 13261에 따른 수소 함유량

재질	Category 1	Category 2
EA1N	0.0002(2 ppm)% 이하	0.00025(2.5 ppm)% 이하
EA1T		
EA4T		

나) 화학분석시험

ISO/TR 9769에 따라 시험하여, 아래 [표 4]의 기준에 만족하여야 한다. 다만, 중공축 내/외부 표면사이 중앙 부위에서 채취한다.

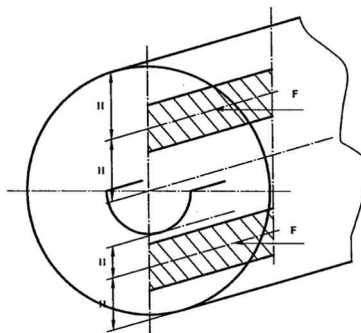
[표 4] 화학분석시험

최대성분(%)

규격	재질	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Mo	Ni	V
EN 13261	EA1N	0.40	0.50	1.20	0.020	0.020	0.30	0.30	0.08	0.30	0.06
	EA1T	0.40	0.50	1.20	0.020	0.020	0.30	0.30	0.08	0.30	0.06
	EA4T	0.22 ~ 0.29	0.15 ~ 0.40	0.50 ~ 0.80	0.020	0.015	0.90 ~ 1.20	0.30	0.15 ~ 0.30	0.30	0.60

다) 현미경 시험(비금속 개재물)

ISO 4967에 따라 시험을 실시하며 [표 5]의 판정기준을 만족하여야 한다. 다만, 시편채취는 내/외부 표면 사이의 중간 부위에서 [그림 1]과 같이 화살표 F에 수직한 면의 면적 200 mm<sup>2</sup> 에서 실시되어야 한다.



[그림 1] 비금속 개재물 검사 부위

[표 5] 현미경시험(비금속 개재물) 판정 기준

구분	Category 1		Category 2	
	두꺼운 계열(최대)	얇은 계열(최대)	두꺼운 계열(최대)	얇은 계열(최대)
A (황)	1.5 이하	1.5 이하	1.5 이하	2 이하
B (알루미늄산염)	1 이하	1.5 이하	1.5 이하	2 이하
C (규산염)	1 이하	1.5 이하	1.5 이하	2 이하
D (구형 산화물)	1 이하	1.5 이하	1.5 이하	2 이하
B+C+D	2 이하	3 이하	3 이하	4 이하

라) 비파괴 검사

(1) 내부균일성

EN 13261의 3.4.2항에 따라 실시하여 차륜의 불연속 신호의 진폭 크기는 3mm 표준결함 직경을 가진 평저공의 신호 진폭 이하이어야 한다. 다만, 내부 결함이나 재질의 불균일성으로 인하여 4dB이상의 반향파 감쇠는 허용하지 않는다.

(2) 투과성 검사

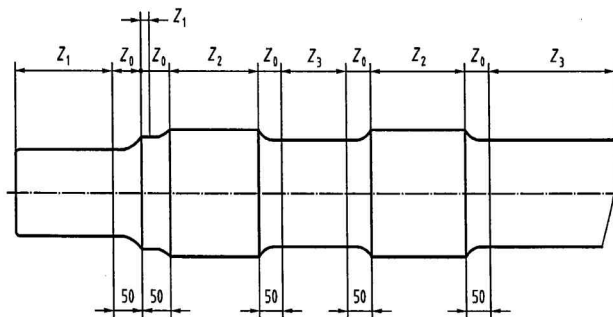
초음파 투과성 검사는 EN 13261의 3.5.항에 따라, 차축의 길이 방향에 대하여 실시하여 탐촉자를 보정한 후 차축으로부터 얻어진 반향파가 전체 화면 높이의 50 % 이상이고, 바탕노이즈(background noise) 높이는 화면 높이의 10 % 이하 이어야 한다.

(3) 자분 탐상 검사

EN 13261의 3.7.2항에 따라 열처리 후 최종 가공이 완료된 상태에서 실시하여 다음 판정 기준을 만족하여야 한다.

(가) 횡 방향 결함 및 크랙은 없어야 한다.

(나) 길이방향 결함은 [그림 2]의 부위에 대하여 [표 6]에 명기된 기준을 만족하여야 한다.



[그림 2] 길이방향 결함 부위

[표 6] 길이방향 결함 기준

부분	Category 1		Category 2	
	독립결함 최대길이	독립결함 누적길이	독립결함 최대길이	독립결함 누적길이
Z0	0	0	0	0
Z1	6mm 이하	6mm 이하	6mm 이하	6mm 이하
Z2	6mm 이하	15mm 이하	6mm 이하	15mm 이하
Z3	6mm 이하	15mm 이하	10mm 이하	30mm 이하

(4) 탈자 처리 확인

탈자처리 확인은 ISO 6933에 따라 자분탐상이 완료된 차축으로 확인하여 10 GS(가우스) 이하 이어야 한다.

마) 기계적 성질

EN 13261의 3.2항에 따라 시편을 채취, 아래의 시험방법에 따라 시험하여 그 결과가 아래 [표 7]의 판정기준을 만족하여야 한다.

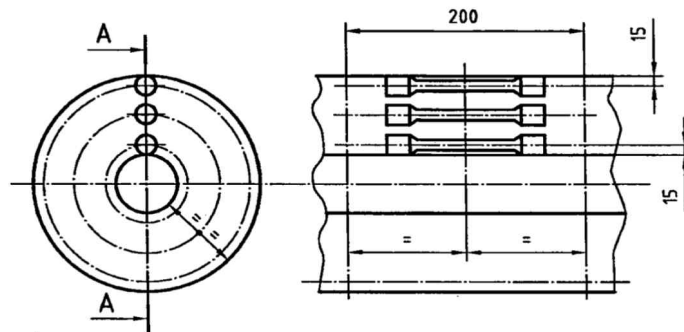
(1) 인장강도 시험

EN 10002-1에 따라 실시하며, [그림 3]과 같이 중공축 내/외부 표면 사이의 3 개소 중 채취 가능한 부위에서 1개를 채취한다. 다만, 채취된 시편의 평행부 직경은 최소 10mm 이어야 하고, 평행부의 길이는 직경의 5배 이어야 한다. 또한 인장강도에 한해 시편의 채취 부위별 따라 감소할 수 있다.

(가) 중간 부위: 100 %

(나) 외부표면 부위: 중간부위 기준에 95 %이상

(다) 내부표면 부위: 중간부위 기준에 80 %이상



[그림 3] 중공축 인장강도 시험편

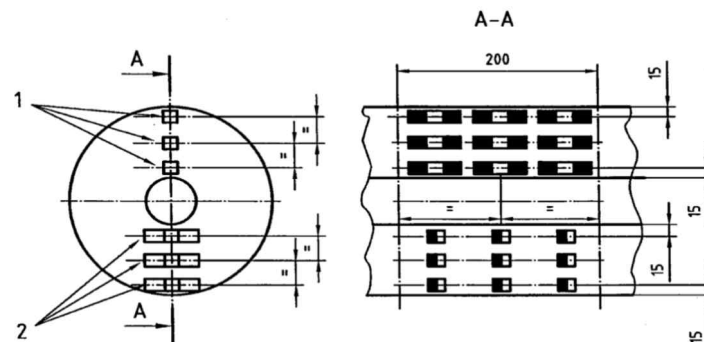
(2) 충격 시험

EN 13261의 3.2.2항에 따라 실시하며 차축에서 [그림 4]와 같이 길이 방향과 횡 방향에서 채취된 시편에 대하여 각각 실시하여야 한다. 다만, 충격시험 시편은 [그림 4]와 같이 중공축 내/외부 표면 사이의 3개소 중 채취 가능한 부위에서 길이방향 및 횡 방향으로 각각 3개를 채취한다. 또한 시편 채취 따라 부위에 따른 흡수에너지는 아래와 같다.

(가) 중간 부위: 100 %

(나) 외부표면 부위: 중간부위 기준에 95 %이상

(다) 내부표면 부위: 중간부위 기준에 80 %이상



[그림 4] 충격 시편 채취 부위

[표 7] 기계적 성질 시험

재질	인장 시험			충격시험			
	항복강도 (N/mm <sup>2</sup> )	인장강도 (N/mm <sup>2</sup> )	연신율 (%)	흡수에너지 (J), @ 20 ° C			
				평균		개별	
				길이	횡	길이	횡
EA1N	320 이상	550 ~ 650	22 이상	30 이상	20 이상	평균값의 70% 이상	
EA1T	350 이상	550 ~ 700	24 이상	25 이상	25 이상	평균값의 70% 이상	
EA4T	420 이상	650 ~ 880	18 이상	40 이상	25 이상	평균값의 70% 이상	

바) 미세조직시험

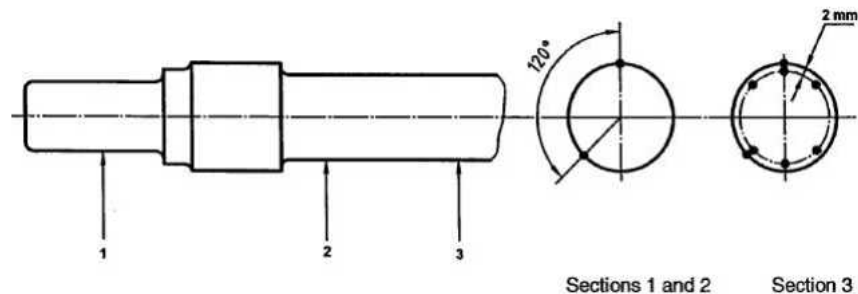
시험방법은 EN ISO 643에 따르며 판정기준은 [표 8]에 만족하여야 한다. 시편은 화살표 F와 수직인 200mm<sup>2</sup> 평면에서 가장 큰 차축 단면으로부터 얻어야 한다. [그림 1]과 같이 중공 차축의 반경에서 혹은 중공 차축의 외-내부 면 사이의 중간 거리에서 얻는다. 입자의 크기는 EN ISO 643의 부속서 B에 따른다.

[표 8] 미세조직시험 판정기준

재질	미세구조	입자크기
EA1N	페라이트 및 펄라이트	5 이하
ET1T	페라이트 및 펄라이트	5 이하
ET4T	베이나이트/풀림처리된 마르텐사이트	5 이하

사) 잔류응력검사

EN 13261에 따라 시험을 실시하며, [그림 5]와 같이 표면에서의 잔류 응력은 +100N/mm<sup>2</sup> 이하 이어야 하며, 표면 아래 2mm 부위의 두 지점에서의 잔류 응력 차이는 40N/mm<sup>2</sup> 보다 작아야 한다. 잔류 응력 측정은 완성된 Axle에서 실시하며 X-ray diffraction으로 측정한다. 측정 지점은 [그림 5]와 같다.



[그림 5] 잔류응력 측정 위치

2) KS 규격 적용차축

가) 수소분석

매 용강마다 또는 제품에서 직접 채취한 시료에 대한 분석시험을 실시하여야 하며, 수소의 함유량이 0.00025(2.5ppm)% 이하이어야 한다. 다만, 시험은 주문자의 요구가 있는 경우 시행한다.

나) 산소분석

매 용강마다 또는 제품에서 직접 채취한 시료에 대한 분석시험을 실시하여야 하며, 산소의 함유량이 0.004(40ppm)% 이하이어야 한다. 다만 시험은 주문자의 요구가 있는 경우 시행한다.

다) 화학분석

화학분석시험은 KS D 1652 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 분석시험 시행하여야 하며 [표 9]의 기준에 만족하여야 한다.

[표 9] 화학 성분

규격	재질	C	Si	Mn	P	S
KS R 9220	RSA1	0.35	0.15	0.40	0.035	0.040
	RSA2	~ 0.48	~ 0.40	~ 0.85	이하	이하

(%)

라) 비파괴 검사

(1) 초음파 탐상검사

KS B 0817에 따라 실시하며, 내부 결함에 의하여 생기는 유해한 예코가 없어야 한다.

(2) 자분탐상검사차축의 표면의 결함 검사는 KS D 0213에 따라 실시하며, 균열 등의 결함이 없어야 한다.

마) 인장시험

KS R 9220의 c)항 및 d)항에 따라 실시하여 [표 10]의 판정기준을 만족하여야 한다.

바) 굽힘시험(KS규격 적용차축)

KS R 9220의 b)항, c)항 및 d)항에 따라 실시하여 굽힘면에 크랙이 없어야 한다.

사) 충격시험

KS R 9220의 b)항, c)항 및 d)항에 따라 실시하여 [표 10]의 판정기준을 만족하여야 한다.

[표 10] 기계적 성질

재질	인장 시험				굽힘 시험		충격시험
	항복강도 (N/mm <sup>2</sup> )	인장강도 (N/mm <sup>2</sup> )	연신율 (%)	단면 수축률 (%)	굽힘 각도 (°)	안쪽 반지름 (mm)	흡수에너지 (J) @ 20 ° C
	평균						
RSA1	300 이상	590 이상	20 이상	30이상	180	22	31 이상
RSA2	350 이상	640 이상	23이상	45이상	180	16	39 이상

10.5 검사시험기록

검사결과 기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 검사자 및 검사품 제작자
- 나. 검사품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 재질, 용강번호 및 로트번호
- 라. 검사일자 및 시험실 환경 조건
- 마. 항목별 검사결과
- 바. 기타 특이사항

## 11. 윤축

### 11.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 사용되는 차축과 일체형 압연 차륜의 조립 (이하 "윤축"이라 한다.)에 대하여 적용한다.

[표 1] 윤축의 분류

분류	형식	적용차종	검사항목
주행속도 200 km/h 이상	Category 1	고속철도차량	[표 2]참조
주행속도 200 km/h 미만	Category 2	일반철도차량 도시철도차량	

### 11.2 정의

- 가. “윤축” 이라 함은 차륜과 차축을 조립한 것을 말한다.
- 나. “차륜” 이라 함은 회전을 목적으로 축에 장치한 동근테 모양의 물체로서 철도차량의 중량을 지지할 뿐만 아니라 회전운동을 하여 주행을 가능케 하는 용품을 말한다. 차축의 양 사이드에 압입되는 부품으로, 레일과 직접 접촉하는 담면부는 곡선통과가 용이하도록 구배를 준다.
- 다. “차축” 이라 함은 철도차량의 중량을 지지하면서 회전운동을 차륜에 전달하는 부품을 말한다. 주행 중에 충격적인 하중을 부담하는 부품으로, 차륜, 기어, 브레이크 디스크 시트 등이 차축에 압입된다.
- 라. “저널” 이라 함은 차축의 부담 하중을 받는 부분을 말한다.
- 마. “차륜 시트” 라 함은 차륜 또는 축심을 고정시키는 차축의 한 부분을 말한다.
- 바. “일체 압연 차륜” 이라 함은 타이어나 내부 차륜이 일체로 되어 있으며, 압연하여 제작한 차륜을 말한다.
- 사. “압입” 이라 함은 차축을 일체 압연 차륜에 압력을 가하여 조립하는 것을 말한다.
- 아. “압입 공차” 라 함은 차륜 시트 평균 지름과 차륜 축 구멍의 평균 지름간의 차이를 말한다.
- 자. “동축” 이라 함은 동력을 전달하는 차륜에 고정된 차축을 말한다.
- 차. “종축” 이라 함은 동축 이외의 차축을 말한다.
- 카. “내면거리” 라 함은 차륜 축에서 좌우 양 차륜의 내면의 거리를 말한다.

### 11.3 일반사항

- 가. 부품의 변형과 기계 가공 부분, 특히 저널의 손상을 방지하기 위한 적절한 예방 조치가 취해져야 한다.
- 나. 압입부 축 및 구멍의 표면 조도는 제작도면에 따른다.
- 다. 차륜 시트 및 차륜의 축 구멍에 압입유를 도포한 후, 유압 프레스로 적당한 속도로 차륜과 차축을 서서히 압입한다.
- 라. 프레스는 정확하게 조정된 기록용 압력계를 갖추고 있어야 하며, 작업하는 동안 차륜 시트에 대한 차륜의 상대적 위치에 따른 압입력 선도를 그릴 수 있어야 한다. 압입력을 가하기 전에 기록계는 영에 맞춰 놓는다.
- 마. 차륜과 차축을 억지끼움 방식으로 결합하여 차량을 지지하고, 구동력과 제동력을 전달받아 회전하는 윤축은 사용조건에 적합하도록 제작되어야 하며, 표면 및 내부에 결함이 없어야 한다.
- 바. 윤축에 대한 검사는 전수검사를 실시한다.
- 사. 본 기술기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.

아. 검사수준은 아래 [표 2]에 따른다.

[표 2] 윤축의 검사구분

검사항목		적용규격	
		EN13260	KS R 9218
압입력 검사		○	○
전기 저항 검사		○	○
임발란스 검사		○	
치수검사	차륜 내면간 거리	○	○
	차축/차륜 압입부 위치 편차	○	
	차륜직경의 좌우편차	○	○
	차륜직경의 원주 흔들림 공차	○	
	차륜내측면의 원주 흔들림 공차	○	○

11.4 시험방법

가. 인용표준

- 1) KS R 9218: 철도 차량 차륜축의 조립 및 검사 방법
- 2) EN 13260: Railway applications-Wheelsets and bogies-Wheelsets-Product requirements

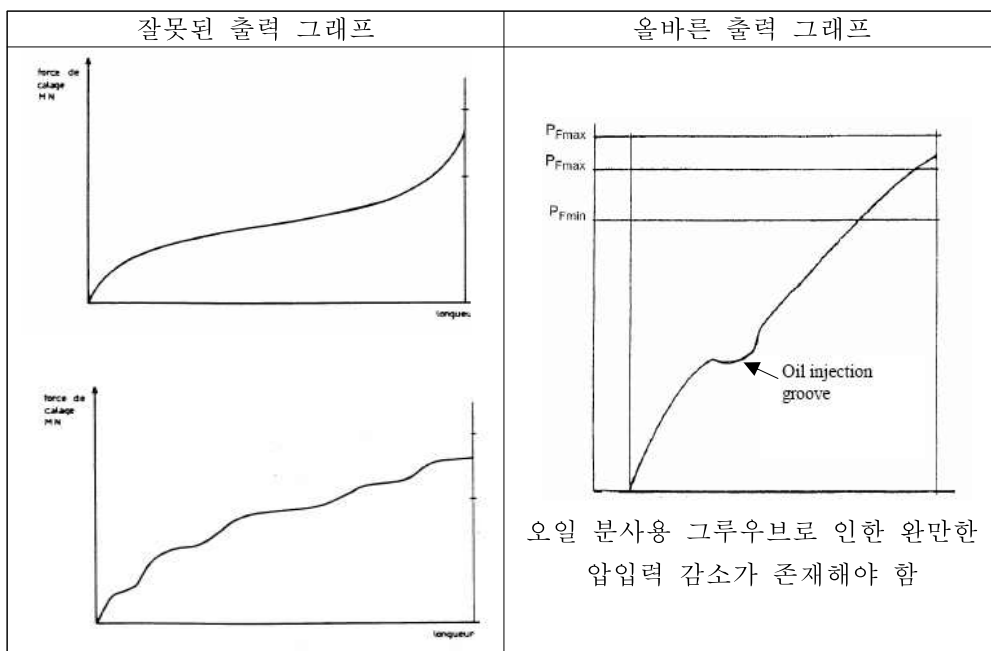
나. 시험방법 및 합격기준

1) EN규격 적용윤축

가) 압입력 검사

압입력 검사는 EN 13260의 3.1.3.1항에 따라 산출된 압입력은 제작도면에 따른다.

다만, 차륜 압입의 경우 출력된 그래프를 확인하여 [그림 1]의 올바른 출력 그래프를 만족하여야 한다.



[그림 1] 출력 그래프 비교

나) 전기 저항 검사

윤축조립품을 절연된 지지대에 올려놓고 좌우 차륜사이에서 저항측정기(최소측정값 0.001옴(Ω)이하)로 측정하여 전기 저항값이 0.01옴(Ω) 이하 이어야 한다.

다) 임발란스 검사

객차용 윤축에 대하여 EN 13260의 시험방법에 따라 시험을 실시하며, 측정값이 [표 3]의 기준을 만족하여야 한다.

[표 3] 임발란스 판정기준

Max. Speed (km/h)	최대값 (g · m)
120 < V ≤ 200	75
V > 200	50

라) 치수검사

(1) 차륜 내면간 거리 :(a1)

길이 측정기를 이용하여 한 육축에 대해 120° 방향으로 3회 측정 후 차륜 내면간 거리가 1354mm 이상 1356mm 이하 이어야 한다.

(2) 차축/차륜 압입부 위치 편차 : (c-c1)

[그림 2] 의 c 및 c1 의 치수를 적합한 게이지 또는 계측 장비를 이용 측정하여 그 편차가 1mm 이하 이어야 한다.

(3) 차륜 직경의 좌우편차 : (d-d1)

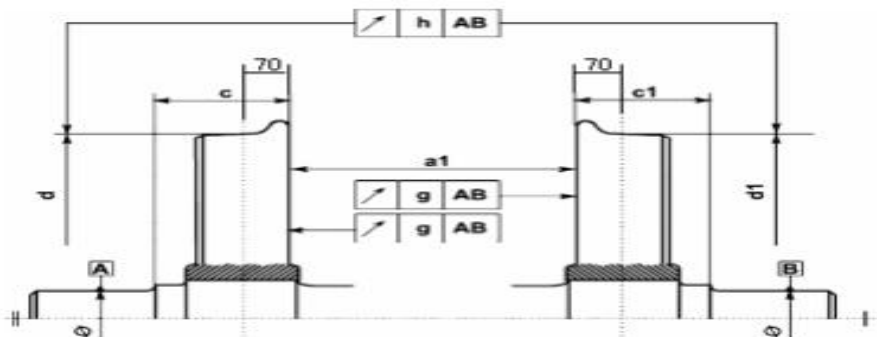
윤축 조립 전에 좌,우 차륜의 직경을 측정 또는 해당 차륜의 검사 성적서를 확인하여 좌우 차륜직경의 편차를 계산하여 [표 4]의 기준에 만족하여야 한다.

(4) 차륜 직경의 원주 흔들림 공차 : (g)

[그림 2]와 같이 차륜 내측면 기준 60mm 부분 또는 차륜 직경(d, d1)에 대한 측정 기준 부위에 마그네틱 스탠드를 이용 다이얼 게이지를 설치하고 다이얼 게이지를 차륜의 플랜지면에 접촉하여 영점을 잡은 후 차륜을 1회전 시켜 다이얼 게이지의 눈금 변화가 [표 4]의 기준에 만족하여야 한다.

(5) 차륜 내측면의 원주 흔들림 공차 : (h)

[그림 3]과 같이 윤축조립품에 마그네틱 스탠드를 이용 다이얼 게이지를 설치하고 다이얼 게이지를 차륜의 플랜지면에 접촉하여 영점을 잡은 후 차륜을 1회전 시켜 다이얼 게이지의 눈금 변화가 [표 4]의 기준에 만족하여야 한다.



[그림 2] 치수 검사 부위 상세

[표 4] 치수 검사 부위 및 기준

항목	Category1	Category2
a1	1356 0, - 2	1356 0, - 2
c-c1	1.0 이하	1.0 이하
d-d1	0.3 이하	0.5 이하
h	0.3 이하	0.5 이하
g	0.3 이하	0.8 이하

2) KS 규격 적용윤축

가) 압입력 검사

압입력 검사는 KS R 9218 4. h)에 따라 확인하며 산출된 압입력은 제작도면에 따른다.

종축의 경우  $F=(0.3\sim0.5) \times D$ , 동축의 경우  $F=(0.35\sim0.55) \times D$

여기에서 F: 압입력(N), D: 차륜 시트 호칭지름(mm)

나) 전기 저항 검사

윤축조립품을 절연된 지지대에 올려놓고 좌우 차륜사이에서 저항측정기(최소측정값 0.001옴(Ω)이하)로 측정하여 전기 저항값이 0.01옴(Ω) 이하 이어야 한다.

다) 치수검사

(1) 차륜 내면간 거리

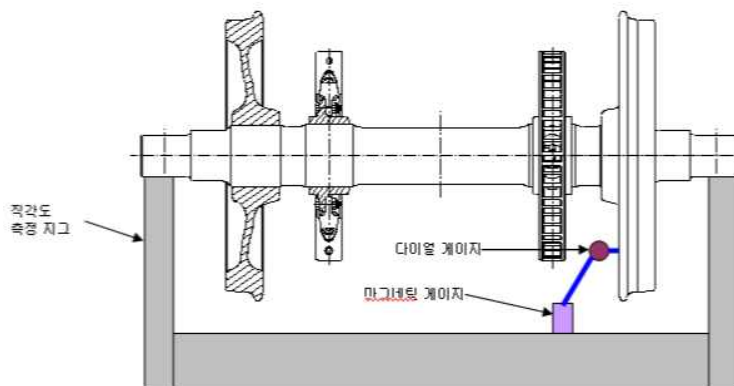
길이 측정기를 이용하여 한 육축에 대해 120° 방향으로 3회 측정 후 차륜 내면간 거리가 1354mm 이상 1356mm 이하 이어야 한다.

(2) 차륜 직경의 좌우편차

윤축 조립 전에 좌,우 차륜의 직경을 측정 또는 해당 차륜의 검사 성적서를 확인하여 좌우 차륜직경의 편차를 계산하여 0.5mm 이하 이어야 한다.

(3) 차륜 내측면의 원주 흔들림 공차

[그림 3]과 같이 윤축조립품에 마그네틱 스탠드를 이용 다이얼 게이지를 설치하고 다이얼 게이지를 차륜의 플랜지면에 접촉하여 영점을 잡은 후 차륜을 1회전 시켜 다이얼 게이지의 눈금 변화가 0.5mm 이내 이어야 한다.



[그림 3] 차륜 내측면의 원주 흔들림 측정

### 11.5 검사시험기록

검사결과 기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 검사자 및 검사품 제작자
- 나. 검사품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 검사일자
- 라. 항목별 검사결과
- 마. 기타 특이사항

## 12. 저널박스

### 12.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 취부되는 저널박스에 대하여 적용한다.

[표 1] 저널박스 분류

재질구분	적용 차종	검사항목	비고
SC450	일반철도차량 도시철도차량 고속철도차량	재료시험 비파괴검사	KS D 4101
GCD400-18L			KS D 4302
GE280N			

\* [표 1]의 재질구분 이외에 저널박스에 대한 재질사양은 별도로 정한 국가/국제 재료규격에 따른다.

### 12.2 정의

- 가. “저널박스” 라 함은 차축베어링을 지지하는 케이스를 말한다.
- 나. “Normalizing(불림) 열처리”라 함은 강(鋼)의 조직을 표준상태로 하기 위하여 변태점 이상의 적당한 온도로 가열한 후 대기 중에서 냉각하는 열처리. 강을 오스테나이트가 되는 온도까지 가열하여 충분히 오스테나이트화 한 다음, 공기 중에서 천천히 냉각시켜, 층 간격이 미세한 펄라이트를 생성시키는 조작을 말한다.
- 다. “Annealing(풀림) 열처리”라 함은 강(鋼)을 그 목적에 따라 적당한 온도로 가열해 일정한 시간 유지한 뒤, 노(Furnace)속에서 냉각하는 조작을 말한다.
- 라. “Quenching(담금질) 열처리”라 함은 강(鋼)을 오스테나이트( $\gamma$ 상)의 상태로 가열하고 펄라이트로의 변화를 저지하여 단단한 마르텐사이트(martensite) 등의 조직이 되도록 물 속 또는 기름 속에서 급랭 시키는 조작을 말한다.
- 마. “Tempering(뜨임) 열처리”라 함은 퀴칭 또는 어닐링된 강을 경도 감소, 내부 응력의 제거, 연성의 증가 등의 목적으로 A1점 이하의 온도로 가열하여, 정해진 시간을 유지한 후 냉각 처리하는 조작을 말한다.

### 12.3 일반사항

- 가. 저널박스는 KS규격, JIS규격, EN규격 등 국가/국제 재료규격에 규정된 Normalizing(불림), Annealing(풀림), Normalizing(불림)-Tempering(뜨임) 또는 Quenching(담금질)-Tempering(뜨임) 열처리방법 중 선택하여 시행하여야 한다.
- 나. 저널박스의 재질사양 제작사양서에 따르며, 형상은 제작도면에 따른다.
- 다. 재료시험은 국가/국제 재료규격에서 규정한 Lot별로 구분하여 시험한다.
- 라. 본 기술기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.

### 12.4 저널박스 시험방법

- 가. 인용표준
  - 1) KS D 1652 : 철 및 강의 스파크 방전 원자방출 분광분석방법
  - 2) KS B 0801 : 금속재료의 인장시험편
  - 3) KS B 0802 : 금속재료의 인장시험방법

- 4) KS B 0805 : 금속재료의 브리넬경도 시험방법
- 5) KS B 0809 : 금속재료의 충격 시험편
- 6) KS B 0810 : 금속재료의 충격 시험방법
- 7) KS D 4302 : 구상화흑연 주철품
- 8) KS D 0213 : 철강 재료의 자분탐상시험방법 및 자분모양의 분류
- 9) KS D ISO 4986 : 주강품-자분탐상검사
- 10) KS D 0227 : 주강품의 방사선투과 시험방법
- 11) KS D ISO 4993 : 주강품-방사선투과검사
- 12) ASTM E 446 : 두께 51 mm 미만의 주강품의 방사선투과 사진
- 13) 기타 상기 시험방법과 동등한 국가/국제규격

나. 시험방법 및 합격기준

1) 화학분석시험

화학분석시험은 KS D 1652 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 분석시험 시행하여야 하며, 판정기준 [표 2]의 기준을 따른다.

[표 2] 화학성분

재질	화학성분(%)									비고
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	P	S	V	
SC450	0.35 이하	-	-	-	-	-	0.040 이하	0.040 이하	-	
GE280N	0.25 이하	0.60 이하	1.20 이하	0.30 이하	0.40 이하	0.15 이하	0.035 이하	0.030 이하	0.05 이하	

\* [표 2]의 화학분석 판정기준 이외의 재질기호에 대해서는 국가/국제 재료규격의 화학분석시험 판정기준에 따른다.

2) 기계적 성질시험

기계적 성질시험 중 인장시험은 KS B 0802 또는 이와 동등한 국가/국제규격, 경도시험은 KS B 0805 또는 이와 동등한 국가/국제규격, 충격시험은 KS B 0809 또는 이와 동등한 국가/국제규격, 흑연구상화흑연시험은 KS D 4302 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 시험을 시행하여야 하며, 판정기준은 [표 3]의 기준을 따른다.

[표 3] 기계적 성질

재질	인장시험				경도시험 브리넬경도 (HBW)	구상화율 (%)	충격시험 샤르피흡수에너지(J)
	항복강도 (N/mm <sup>2</sup> )	인장강도 (N/mm <sup>2</sup> )	연신율 (%)	단면수축률 (%)			
SC450	225 이상	450 이상	19 이상	30 이상	-	-	-
GCD400-18L	250 이상	400 이상	18 이상	-	-	80 이상	12 이상 (3개 시편 평균) (개별값 : 9 이상) [at (-20 ± 2) ° C]
GE280N	280 이상	480 이상	20 이상	-	145□190	-	20 이상 (3개 시편 평균) (개별값 : 14 이상) [at -40 ° C]

\* [표 3]의 기계적 성질 판정기준 이외의 재질기호에 대해서는 국가/국제 재료규격의 기계적 성질 판정기준에 따른다.

## 3) 자분탐상시험

자분탐상검사는 전수검사를 실시하며, KS D 0213 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 표면 전 부위에 대하여 자분탐상시험을 실시하고, 판정기준은 KS D ISO 4986의 엄격도 2 이내 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 판정기준에 따른다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

## 4) 방사선투과시험

고속철도차량 및 기관차의 경우 필요시 KS D 0227 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 방사선 투과시험을 실시하고, 검사부위 및 검사수량은 제작사양서에 따르며, 판정기준은 KS D ISO 4993의 3류 이내 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 판정기준에 따른다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

## 12.5 검사기록

검사결과 기록양식은 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 검사의뢰자 및 검사품 제작사
- 나. 검사품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 검사품명 및 제품(로트)번호
- 라. 검사장소 및 검사자 정보
- 마. 검사일자 및 필요시 검사환경 조건
- 바. 검사항목별 검사결과
- 사. 기타 특이사항

### 13. 센터피봇

#### 13.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 취부되는 센터피봇에 대하여 적용한다.

[ 표 1 ] 센터피봇 분류

재질구분	적용차종	검사항목	비고
SC450	일반철도차량 도시철도차량 고속철도차량	재료시험 비파괴검사	KS D 4101
AAR M201 Gr.C			AAR Standard
AF60			객차용 피봇
25CrMo4			동력차용 커넥션 핀

\* [ 표 1 ]의 재질구분 이외의 센터피봇에 대한 재질사양은 별도로 정한 국가/국제 재료규격에 따른다.

#### 13.2 정의

- 가. “센터피봇” 라 함은 차체와 대차를 연결하는 장치를 말한다.
- 나. “Normalizing(불림) 열처리”라 함은 강(鋼)의 조직을 표준상태로 하기 위하여 변태점 이상의 적당한 온도로 가열한 후 대기 중에서 냉각하는 열처리. 강을 오스테나이트가 되는 온도까지 가열하여 충분히 오스테나이트화 한 다음, 공기 중에서 천천히 냉각시켜, 층 간격이 미세한 펄라이트를 생성시키는 조작을 말한다.
- 다. “Annealing(풀림) 열처리”라 함은 강(鋼)을 그 목적에 따라 적당한 온도로 가열해 일정한 시간 유지한 뒤, 노(Furnace)속에서 냉각하는 조작을 말한다.
- 라. “Quenching(담금질) 열처리”라 함은 강(鋼)을 오스테나이트(γ상)의 상태로 가열하고 펄라이트로의 변화를 저지하여 단단한 마르텐사이트(martensite) 등의 조직이 되도록 물 속 또는 기름 속에서 급랭 시키는 조작을 말한다.
- 마. “Tempering(뜨임) 열처리”라 함은 퀴칭 또는 어닐링된 강을 경도 감소, 내부 응력의 제거, 연성의 증가 등의 목적으로 A1점 이하의 온도로 가열하여, 정해진 시간을 유지한 후 냉각 처리하는 조작을 말한다.

#### 13.3 일반사항

- 가. 센터피봇은 KS규격, JIS규격, EN규격 등 국가/국제 재료규격에 규정된 Normalizing(불림), Annealing(풀림), Normalizing(불림)-Tempering(뜨임) 또는 Quenching(담금질)-Tempering(뜨임) 열처리방법 중 선택하여 시행하여야 한다.
- 나. 센터피봇의 재질사양은 제작사양서에 따르며, 형상은 제작도면에 따른다.
- 다. 재료시험은 국가/국제 재료규격에서 규정한 Lot별로 구분하여 시험한다.
- 라. 본 기술기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.

#### 13.4 센터피봇 시험방법

- 가. 인용표준
  - 1) KS D 1652 : 철 및 강의 스파크 방전 원자방출 분광분석방법
  - 2) KS B 0801 : 금속재료의 인장시험편
  - 3) KS B 0802 : 금속재료의 인장시험방법

- 4) KS B 0805 : 금속재료의 브리넬경도 시험방법
- 5) KS B 0809 : 금속재료의 충격 시험편
- 6) KS B 0810 : 금속재료의 충격 시험방법
- 7) KS D 0213 : 철강 재료의 자분탐상시험방법 및 자분모양의 분류
- 8) KS D ISO 4986 : 주강품-자분탐상검사
- 9) 기타 상기 시험방법과 동등한 국가/국제규격

나. 시험방법 및 합격기준

1) 화학분석시험

화학분석시험은 KS D 1652 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 분석시험 시행하여야 하며, 판정기준 [표 2]의 기준을 따른다.

[표 2] 화학성분

재질	화학성분 (%)							비고
	C	Si	Mn	Cr	Mo	P	S	
SC450	0.35 이하	-	-	-	-	0.040 이하	0.040 이하	
AAR M201 Gr.C	0.32 이하	1.50 이하	1.85 이하	-	-	0.040 이하	0.040 이하	
AF60	0.37 ~0.45	0.10 ~0.40	0.50 ~0.80	-	-	0.040 이하	0.040 이하	
25CrMo4	0.22 ~0.29	0.40 이하	0.60 ~0.90	0.90 ~1.20	0.15 ~0.30	0.035 이하	0.035 이하	

\* [표 2]의 화학분석 판정기준 이외의 재질기호에 대해서는 국가/국제 재료규격의 화학분석시험 판정기준에 따른다.

2) 기계적 성질 시험

기계적 성질시험 중 인장시험은 KS B 0802, 경도시험은 KS B 0805, 충격시험은 KS B 0809의 [그림 1] V-노치 시험편을 사용하여 KS B 0810 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 시험을 시행하여야 하며, 판정기준은 [표 3]의 기준을 따른다.

[표 3] 기계적 성질

재질	인장시험				경도시험	충격시험	
	항복강도 (N/mm <sup>2</sup> )	인장강도 (N/mm <sup>2</sup> )	연신율 (%)	단면수축률 (%)	브리넬 경도 (HBW)	에너지 흡수율(J) (at Q/T)	에너지 흡수율(J) (at N/T)
SC450	225 이상	450 이상	19 이상	30 이상	-	-	
AAR M 201 Gr.C	413 이상	620 이상	22 이상	45 이상	179~241	27 이상 (-40 ° C)	20 이상 (-17.8 ° C)
AF60	490 이상	700~890	14 이상	-	197~250	-	
25CrMo4	450 이상	700~850	15 이상	-	열처리전: 207~253, 열처리후: 270~321	50 이상 (20 ° C)	

비고 : Q/T : Quenching(담금질)-Tempering(뜨임) 열처리

N/T : Normalizing(불림)-Tempering(뜨임) 열처리

\* [표 3]의 기계적 성질 판정기준 이외의 재질기호에 대해서는 국가/국제 재료규격의 기계적 성질 판정기준에 따른다.

3) 자분탐상시험

자분탐상검사는 전수검사를 실시하며, KS D 0213 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 표면 전 부위에 대하여 자분탐상시험을 실시하고, 판정기준은 KS D ISO 4986의 엄격도 2 이내 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 판정기준에 따른다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

### 13.5 검사기록

검사결과 기록양식은 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 검사의뢰자 및 검사품 제작사
- 나. 검사품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 검사품명 및 제품(로트)번호
- 라. 검사장소 및 검사자 정보
- 마. 검사일자 및 필요시 검사환경 조건
- 바. 검사항목별 검사결과
- 사. 기타 특이사항

## 14. 모노링크

### 14.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 취부되는 모노링크에 대하여 적용한다.

[ 표 1 ] 모노링크 분류

재질구분	적용차종	검사항목	비고
SC450	일반철도차량 도시철도차량 고속철도차량	재료시험 비파괴검사	KS D 4101
AAR M201 Gr.C			AAR Standard
SF490A			AAR Standard
AF42			

\* [ 표 1 ]의 재질구분 이외에 모노링크에 대한 재질사양은 별도로 정한 국가/국제 재료규격에 따른다.

### 14.2 정의

- 가. “모노링크” 라 함은 센터피봇과 대차를 연결하는 장치를 말한다.
- 나. “Normalizing(불림) 열처리”라 함은 강(鋼)의 조직을 표준상태로 하기 위하여 변태점 이상의 적당한 온도로 가열한 후 대기 중에서 냉각하는 열처리. 강을 오스테나이트가 되는 온도까지 가열하여 충분히 오스테나이트화 한 다음, 공기 중에서 천천히 냉각시켜, 층 간격이 미세한 펄라이트를 생성시키는 조작을 말한다.
- 다. “Annealing(풀림) 열처리” 라 함은 강(鋼)을 그 목적에 따라 적당한 온도로 가열해 일정한 시간 유지한 뒤, 노(Furnace)속에서 냉각하는 조작을 말한다.
- 라. “Quenching(담금질) 열처리” 라 함은 강(鋼)을 오스테나이트(γ상)의 상태로 가열하고 펄라이트로의 변화를 저지하여 단단한 마르텐사이트(martensite) 등의 조직이 되도록 물 속 또는 기름 속에서 급랭시키는 조작을 말한다.
- 마. “Tempering(뜨임) 열처리” 라 함은 퀴칭 또는 어닐링된 강을 경도 감소, 내부 응력의 제거, 연성의 증가 등의 목적으로 A1점 이하의 온도로 가열하여, 정해진 시간을 유지한 후 냉각 처리하는 조작을 말한다.

### 14.3 일반사항

- 가. 모노링크는 KS규격, JIS규격, EN규격 등 국가/국제 재료규격에 규정된 Normalizing(불림), Annealing(풀림), Normalizing(불림)-Tempering(뜨임) 또는 Quenching(담금질)-Tempering(뜨임) 열처리방법 중 선택하여 시행하여야 한다.
- 나. 모노링크의 재질사양은 제작사양서에 따르며, 형상은 제작도면에 따른다.
- 다. 재료시험은 국가/국제 재료규격에서 규정한 Lot별로 구분하여 시험한다.
- 라. 본 기술기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.

14.4 모노링크 시험방법

가. 인용표준

- 1) KS D 1652 : 철 및 강의 스파크 방전 원자방출 분광분석방법
- 2) KS B 0801 : 금속재료의 인장시험편
- 3) KS B 0802 : 금속재료의 인장시험방법
- 4) KS B 0805 : 금속재료의 브리넬경도 시험방법
- 5) KS B 0809 : 금속재료의 충격 시험편
- 6) KS B 0810 : 금속재료의 충격 시험방법
- 7) KS D 0213 : 철강 재료의 자분탐상시험방법 및 자분모양의 분류
- 8) KS D ISO 4986 : 주강품-자분탐상검사
- 9) KS D 0248 : 탄소강 및 저합금강 단강품의 초음파탐상 시험방법
- 10) 기타 상기 시험방법과 동등한 국가/국제규격

나. 시험방법 및 합격기준

1) 화학분석시험

화학분석시험은 KS D 1652 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 분석시험 시행하여야 하며, 판정기준 [표 2]의 기준을 따른다.

[표 2] 화학성분

재 질	화학성분 (%)							비 고
	C	Si	Mn	Cr	Mo	P	S	
SC450	0.35 이하	-	-	-	-	0.040 이하	0.040 이하	
AAR M201 Gr.C	0.32 이하	1.50 이하	1.85 이하	-	-	0.040 이하	0.040 이하	
SF490A	0.60 이하	0.15~ 0.50	0.30~ 1.20	0.030 이하	0.035 이하	-	-	
AF42	0.14~ 0.21	0.10~ 0.40	0.50~ 0.80	0.040 이하	0.040 이하	-	-	

\* [표 2]의 화학분석 판정기준 이외의 재질기호에 대해서는 국가/국제 재료규격의 화학분석시험 판정기준에 따른다.

2) 기계적성질시험

기계적 성질시험 중 인장시험은 KS B 0802, 경도시험은 KS B 0805, 충격시험은 KS B 0809의 [그림 1] V-노치 시험편을 사용하여 KS B 0810 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 시험을 시행하여야 하며, 판정기준은 [표 3]의 기준을 따른다.

[표 3] 기계적 성질

재질	인장시험				경도시험	충격시험	
	항복강도 (N/mm <sup>2</sup> )	인장강도 (N/mm <sup>2</sup> )	연신율 (%)	단면수축률 (%)	브리넬 경도 (HBW)	에너지 흡수율(J) (at Q/T)	에너지 흡수율(J) (at N/T)
SC450	225 이상	450 이상	19 이상	30 이상	-	-	
AAR M 201 Grade C	413 이상	620 이상	22 이상	45 이상	179~241	27 이상 (-40 ° C)	20 이상 (-17.8 ° C)
SF490A	245 이상	490~590	축방향: 22 이상, 절선방향: 17 이상	축방향: 40 이상, 절선방향: 30 이상	134 이상	-	
AF42	255 이상	410~510	26 이상	-	121~149	70 이상 (20 ° C)	

비고 : Q/T : Quenching(담금질)-Tempering(뜨임) 열처리

N/T : Normalizing(불림)-Tempering(뜨임) 열처리

SF490A 재질의 경도 : 동일 로트에서 채취한 3개 단조품의 경도 편차는 HBW 30이하로 하고, 1개 단조품 내의 2개 부위 이상에서 측정한 경도편차는 HBW 30이하로 한다.

\* [표 3]의 기계적 성질 판정기준 이외의 재질기호에 대해서는 국가/국제 재료규격의 기계적 성질 판정기준에 따른다.

3) 자분탐상시험

자분탐상시험은 전수검사를 실시하며, 주강품 재질의 모노링크는 KS D 0213 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 표면 전 부위에 대하여 자분탐상시험을 실시하고, 판정기준은 KS D ISO 4986의 엄격도 2 이내 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 판정기준에 따른다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

4) 초음파탐상시험

초음파탐상시험은 전수검사를 실시하며, 단조품 재질의 모노링크는 KS D 0248 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 초음파탐상시험을 하고, 판정기준은 2류 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 판정기준에 따른다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

14.5 검사기록

검사결과 기록양식은 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 검사의뢰자 및 검사품 제작사
- 나. 검사품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 검사품명 및 제품(로트)번호
- 라. 검사장소 및 검사자 정보
- 마. 검사일자 및 필요시 검사환경 조건
- 바. 검사항목별 검사결과
- 사. 기타 특이사항

## 15. 오일댐퍼

### 15.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 취부 되는 오일댐퍼(이하 "댐퍼"라 한다)에 대하여 적용한다.

[ 표 1 ] 댐퍼의 분류

분류	적용차종	검사항목	비고
댐퍼	고속철도차량 일반철도차량 도시철도차량	고무특성시험 오일누유시험 감쇠력시험	

### 15.2 정의

- 가. “댐퍼(Damper)”란 외부로부터 흡수된 에너지를 열에너지로 전환하여 발산하는 기계부품으로, 진동이 충격을 흡수하는 장치를 말함
- 나. “감쇠력(Damper Force)”이란 감쇄진동에 있어서 진폭이 시간의 흐름과 더불어 감소하는 것은 기계에 작용하는 마찰에 의하여 진동에너지가 열에너지로 변환하기 때문인데 이와 같은 마찰력을 감쇠력이라 한다.
- 다. “스프링(Spring)”이란 흡수한 에너지를 탄성에너지의 형태로 축적하여 스프링이 원위치로 되돌려질 때 외부로 방출하는 장치를 말하며 댐퍼와 구별된다.

### 15.3 일반사항

- 가. 댐퍼의 구조, 형상, 특성은 제작도면에 따른다.
- 나. 댐퍼의 겉모양은 사용상 해로운 결함이 없어야 한다.
- 다. 고무특성 시험은 원추방향, 축방향, 반경방향, 비틀림방향 등으로 구분하여 본 기술기준에 명시된 기준을 원칙으로 하나, 차량의 구조 및 하중조건에 따라 설계사양이 변경될시에는 별도로 정한 기준에 따른다.
- 라. 고무특성시험과 감쇠력시험은 LOT별로 시료를 발체하여 검사하고 오일누유검사는 시제품검사를 실시한다.
- 마. 본 기술기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.
- 바. 국제규격을 적용하는 경우에는 해당 국제규격에 따른다.

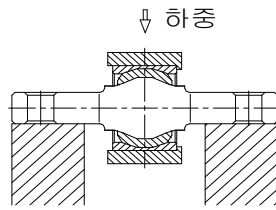
### 15.4 시험방법

가. 시험방법 및 검사기준

1) 고무특성시험

가) Radial 특성 시험

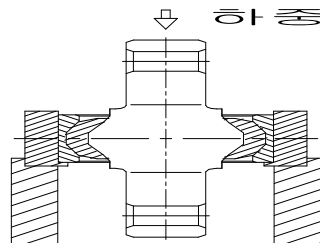
Radial 특성 시험은 [그림 1]과 같이 시험기에 고무부위를 설치하고, [그림 1]의 하중방향으로 설계사양에서 정한 속도와 하중 또는 속도와 변위로 압축하였다가 이완시키는 것을 1 사이클로 하여 2회 연속 예비시험을 하고, 3회째 시험에서 얻어진 하중-변위곡선의 스프링상수 값이 설계사양에서 정한 판정기준에 만족하여야 한다.



[그림 1] Radial 특성 시험 개략도

나) Axial 특성 시험

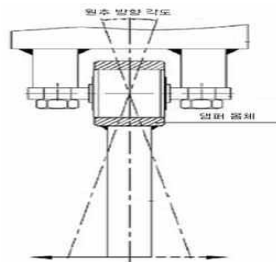
Axial 특성 시험은 [그림 2]와 같이 시험기에 고무부쉬를 설치하고, [그림 2]의 하중방향으로 설계사양에서 정한 속도와 하중 또는 속도와 변위로 압축하였다가 이완시키는 것을 1 사이클로 하여 2회 연속 예비시험을 하고, 3회째 시험에서 얻어진 하중-변위곡선의 스프링상수 값이 설계사양에서 정한 판정기준에 만족하여야 한다.



[그림 2] Axial 특성 시험 개략도

다) Conical 각도 시험

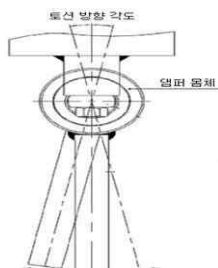
[그림 3]과 같이 시험기에 고무부쉬를 설치하고 설계사양에서 정한 하중 또는 변위를 가하여 고무의 손상 없이 설계사양에서 정한 각도 이상 고무의 변형이 이루어져야 한다.



[그림 3] Conical 각도 시험 개략도

라) Torsional 각도 시험

[그림 4]과 같이 시험기에 고무부쉬를 설치하고 설계사양에서 정한 하중 또는 변위를 가하여 고무의 손상 없이 설계사양에서 정한 각도 이상 고무의 변형이 이루어져야 한다.



[그림 4] Torsional 각도 시험 개략도

## 2) 오일누유시험

오일누유검사는 댐퍼길이 및 설치조건에 따라 시험준비를 하고 설계사양에서 정한 속도 및 진폭에 맞추어 인장 및 압축을 20 사이클 반복하여 시험하여 댐퍼의 Dust Tube(외부 커버) 제거 후 댐퍼의 각 부분에 오일의 누유 여부를 검사하여 누유가 없어야 한다.

## 3) 감쇠력 검사

댐퍼 감쇠력 시험은 시험기에 댐퍼를 설치하고 설계사양에서 정한 속도 및 진폭으로 신장과 압축을 2사이클 예비시험을 실시하고 3회째 얻어진 감쇠력선도를 확인하여 설계사양에서 정한 기준값을 만족하여야 한다.

### 15.5 검사기록

검사결과 기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 검사의뢰자 및 제작사
- 나. 검사신청일자 및 검사접수 번호
- 다. 검사 LOT 번호 및 제품번호
- 라. 검사장소 및 검사일자
- 마. 검사 수량
- 바. 검사/시험항목별 시험결과
- 사. 기타 특이사항

## 16. 1차 스프링

### 16.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 사용하는 1차 스프링에 대하여 적용한다.

[표 1] 1차 스프링의 분류

분류	적용차종	검사항목	비고
코일 스프링	고속철도차량 일반철도차량 도시철도차량	재료시험(코일, 고무) 스프링 특성시험(코일, 고무) 비파괴검사(코일)	
고무 스프링			

### 16.2 정의

- 가. “1차 스프링” 이라 함은 철도차량의 하부 시스템인 대차의 현가장치 요소로서 차량의 주행 안정성, 승차감 등 차량의 동적 성능을 결정하는 용품으로 금속재료 및 고무를 사용하여 만든 스프링을 말한다.
- 나. “스프링” 이라 함은 변형될 때 에너지를 축적하고 원 형태로 돌아갈 때 축적된 양의 에너지를 방출하도록 설계된 기계요소를 말한다.
- 다. “수평 편향(Transverse deflection)” 이라 함은 수직력 하에서 스프링의 상단표면과 하단표면이 평행과 좌우로 자유롭게 움직이는 것을 유지하는 동안 스프링 축의 자연적인 수평 움직임을 말하며 수평력은 스프링이 초기 중심위치로 되돌아가는 데 필요한 힘이다.
- 라. “크리프(Creep)” 라 함은 정해진 시간에 규정된 정적 또는 동적 하중에 따른 스프링 길이의 손실을 말한다.
- 마. “접촉선” 이라 함은 하중이 부가된 조건에서, 연마 닫힘형(ISO 2162-2의 D에 따라)원형 강선으로 만들어진 일정한 경사도의 원통형 헬리컬 스프링의 코일 끝단과 인접한 유효 코일 사이에 위치한 선을 말한다.
- 바. “유효 코일” 이라 함은 스프링의 전체 하중-변위 내에서 인접한 코일과 접촉 없이 유지되는 일정한 직경을 가진 강선의 나선형 회전으로 완성되는 것을 말한다.

### 16.3 일반사항

- 가. 스프링 표면에는 사용상 유해한 거칠어짐, 흠집이 없어야 한다.
- 나. 코일스프링 모양은 원통형의 동일한 피치로 구성되어야 한다.
- 다. 스프링에 사용되는 재료, 구조 및 형태는 제작도면에 의한다.
- 라. 코일스프링은 충분히 녹을 제거하여 방청 페인트를 도장한다. 다만, 쇼트 피닝을 한 것은 그 직후에 방청 페인트를 도장한다.
- 마. 스프링은 철도차량의 탈선·윤중 감속·전복 등을 방지하고 안전운행을 보장하도록 설계되어야 한다.
- 바. 화학성분은 원재료의 로트별로 재질의 종류 및 직경별로 채취하여 실시한다.
- 사. 인장시험, 충격시험, 경도시험은 재료 직경별로 1회 연속 열처리수량을 1로트로 하여, 열처리가 완료된 제품 또는 원재료에서 직경별로 시편을 채취하여 제품과 동일한 열처리 과정을 거친 후 시험을 실시한다.
- 아. 고무 재료시험은 1회 배합량을 1 LOT로 하여 LOT별로 시료를 발취하여 시험을 실시한다.
- 자. 자분탐상시험(코일스프링에 적용)은 전수검사를 실시하고, 스프링특성시험은 LOT별로 시료를 발취

하여 검사를 실시한다.

차. 본 기술기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.

카. 검사수준은 아래 [표 2]에 따른다.

[표 2] 1차 스프링의 검사수준

구분	검사 및 시험항목		비고	
코일 스프링	재료시험	화학성분		
		인장시험		인장 강도
				항복 강도
				연신율
		충격 시험		
		경도 시험		
	비파괴검사	자분탐상 검사		
	스프링 특성시험	정적수직 하중시험		
정적수직 강성시험				
고무스프링	재료시험	인장 시험(인장강도, 연신율)		
		노화 시험		
		내오존시험		
		압축영구 변형시험		
	스프링 특성시험	정적스프링 상수시험		

\* 비고 : 국가/국제 재료규격을 적용하는 경우에는 해당 국가/국제규격에 따른다.

16.4 1차 스프링 시험 방법

가. 인용표준

- 1) KS D 1801: 철 및 강의 분석 방법 통칙
- 2) KS D 1802: 철 및 강의 인 분석 방법
- 3) KS D 1803: 철 및 강의 황 분석 방법
- 4) KS D 1804: 철 및 강의 탄소 분석 방법
- 5) KS D 1805: 철 및 강의 규소 분석 방법
- 6) KS D 1806: 철 및 강의 망가니즈 분석 방법
- 7) KS D 1952: 철 및 강의 스파크 방전 원자방출 분광분석방법
- 8) KS B 0801: 금속재료의 인장시험편
- 9) KS B 0802: 금속재료의 인장시험 방법
- 10) KS B 0809: 금속재료의 충격시험편
- 11) KS B 0810: 금속재료의 충격시험 방법
- 12) KS B 0805: 브리넬 경도시험 방법
- 13) KS B 0806: 로크웰 경도시험 방법
- 14) KS D 0213: 철강 재료의 자분탐상 시험방법 및 자분모양의 분류

- 15) KS D 3701: 스프링 강재
- 16) KS R 9235: 철도 차량용 스프링 장치
- 17) EN 13298: Railway applications-Suspension components-Helical suspension springs, steel
- 18) KS M 6729: 철도 차량 축 스프링 및 침목 스프링 방진고무

나. 시험 방법

1) 코일스프링

가) 재료시험

(1) 화학성분

화학성분은 원재료의 로트별로 재질의 종류 및 직경별로 실시하며, KS D 1652 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 시험을 하여 해당 재질의 국가/국제 화학성분 판정기준에 만족하여야 한다.

(2) 인장시험

인장시험은 KS B 0802 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 시험을 하며, 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 인장시험 판정기준에 만족하여야 한다.

(3) 충격시험

충격시험은 KS B 0810 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 시험을 하며, 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 충격시험 판정기준에 만족하여야 한다.

(4) 경도시험

경도시험은 KS B 0805 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 시험을 하며, 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 경도시험 판정기준에 만족하여야 한다.

나) 자분탐상시험

자분탐상시험은 KS D 0213 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 시험을 하며, 크랙 등의 결함이 없어야 한다.

다) 스프링 특성시험

(1) 정적수직 하중시험

정적수직 하중시험은 스프링 단품에 대하여 실시하며, 설계사양에서 정한 적용하중에 따른 변위값을 측정하여 설계사양에서 정한 판정기준에 만족하여야 한다.

(2) 정적수직 강성시험

정적수직 강성시험은 설계사양에서 정한 적용하중에 대한 스프링 높이를 측정하여 특성값이 설계사양에서 정한 판정기준에 만족하여야 한다.

2) 고무스프링

가) 고무재료시험

(1) 인장시험

인장시험은 KS M 6604(방진고무의 시험방법) 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격에 따라 시험을 하여 인장강도 및 연신율이 설계사양에서 정한 해당 재질의 국가/국제 인장 시험 판정기준에 만족하여야 한다.

(2) 노화시험

노화시험은 KS M 6604(방진고무의 시험방법) 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격에 따라 시험을 하여 신장변화율이 설계사양에서 정한 해당 재질의 국가/국제 재료규격 노화 시험 판정기준에 만족하여야 한다.

(3) 내오존시험

내오존시험은 KS M 6604(방진고무의 시험방법) 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격에 따라 시험을 하여 설계사양에서 정한 해당 재질의 국가/국제 재료규격 내오존시험의 판정 기준에 만족하여야 한다.

## (4) 압축영구 변형시험

압축영구 변형시험은 KS M 6604(방진고무의 시험방법) 또는 이와 동등 이상의 국가/국제 규격에 따라 시험을 하여 영구변형율이 설계사양에서 정한 해당 재질의 국가/국제 재료 규격 압축영구 변형시험 판정기준에 만족하여야 한다.

## 나) 정적스프링 상수시험

정적스프링 상수시험은 설계사양에서 정한 적용하중에 따른 변위량을 측정하여 특성값이 설계사양에서 정한 판정기준에 만족하여야 한다.

**16.5 검사기록**

검사결과 기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 검사의뢰자 및 제작사
- 나. 검사신청일자 및 검사접수 번호
- 다. 검사 LOT 번호 및 제품번호
- 라. 검사장소 및 검사일자
- 마. 검사 수량
- 바. 검사/시험항목별 시험결과
- 사. 기타 특이사항

## 17. 2차 스프링

### 17.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 취부되는 2차 스프링에 대하여 적용한다.

[표 1] 2차 스프링의 분류

분류	적용차종	검사항목	비고
공기 스프링	고속철도차량 일반철도차량 도시철도차량	재료시험(강재, 고무) 특성시험(코일스프링, 에어스프링) 스토퍼 특성시험	
코일 스프링			

### 17.2 정의

- 가. “공기 스프링” 이란 철도 차량의 하부 시스템인 대차와 상부 시스템인 차체 간의 현가계 요소로서 고무로 된 용기(벨로즈) 안에 압축공기를 넣어 공기의 탄성을 이용한 스프링을 말한다.
- 나. “코일 스프링” 이라 함은 철도 차량의 하부 시스템인 대차와 상부 시스템인 차체 간의 현가장치 요소로서 차량의 주행 안전성, 승차감 등 차량의 동적 성능을 결정하는 용품으로 금속재료를 사용하여 만든 스프링을 말한다.
- 다. “차동 밸브” 란 두 공기 스프링 사이에서 압력의 차가 한계를 넘어가면 공기의 흐름을 허용하는 기능을 갖고 있는 밸브를 말한다.
- 라. “필터” 란 압축된 공기 안에서 이물질들을 걸러내는 기기를 말한다.
- 마. “레벨링 밸브” 란 정하중에 의해 공기가 들어오거나 나가는 동안에도 공기스프링의 정해진 일정 높이를 유지시켜 주는 밸브를 말한다.
- 바. “엔드 스톱 밸브(End stop valve)” 란 대기 중으로 빠르게 배기 시켜 공기스프링의 높이를 제한하는 역할을 하는 밸브를 말한다.
- 사. “최소압력밸브(minimum pressure valve)” 란 기본 기능은 주어진 압력에서 한쪽 방향으로 공기 흐름을 가하는 밸브를 말한다.
- 아. “역방향유동 방지밸브:(non-return valve)” 란 한 방향으로만 공기가 흐르도록 하는 밸브를 말한다.
- 자. “압력 강하(pressure drop)” 란 입구 압력과 출구 압력의 차이를 말한다.
- 차. “절연 밸브(isplating valve)” 란 공기의 흐름이나 방향에 상관없이 제어하는 밸브를 말한다.
- 카. “감압 밸브(pressure reducing valve)” 란 입구의 압력과 출구의 기류에 상관없이 비교적 일정한 출구 압력을 공급하는 밸브를 말한다.

### 17.3 일반사항

가. 공기스프링

- 1) 공기 스프링의 겉모양은 고무부의 표면이 매끄럽고 기포, 이물질의 혼입 및 부착, 보강 코드의 노출 등의 결함이 없어야 한다. 또한 금속부는 표면의 다듬질이 양호하고 사용상 유해한 흠, 균열, 용접부의 언더컷 등의 결함이 없어야 한다.
- 2) 공기스프링의 다이어그램은 설계사양에서 정한 운행조건에 적합하여야 한다.
- 3) 다이어그램에 부가되는 하중과 변위(축방향, 반경방향, 회전방향)는 차량의 종류와 사용조건에 따라 결정한다.
- 4) 공기스프링은 여객 등에 의한 하중이 변화하더라도 철도차량의 차체높이를 일정하게 유지할 수 있어야 하며, 운행중 한쪽의 공기스프링이 파손될 경우 자동적으로 좌,우측의 차체 바닥면의 높이가 조정되는 보조장치 등을 갖추어야 한다.

- 5) 다이아프램은 균열, 팽출 또는 기포가 발생하지 않아야 하며, 누출 및 백화는 그들을 닦는 것만으로 제거 할 수 있을 경우에 한하여 허용된다. 공기스프링의 고무부에 다공성이나 구멍이 없어야 하며, 표면은 기름기가 함유되지 않아야 한다.
- 6) 다이아프램은 극한의 수평 변형에 의한 외관상태가 설계사양에서 정한 기준에 적합하여야 한다.
- 7) 다이아프램은 압력특성시험 후 찢기거나 균열, 절손 같은 손상 발생 없이 견딜 수 있어야 한다.
- 8) 다이아프램을 설치할 경우 다이아프램이 밀폐되어야 하며 기밀시험을 실시하여 압력 손실이 설계사양에서 정한 기준값에 적합하여야 한다.
- 9) 다이아프램의 피로 특성은 부가되는 모든 응력 및 하중을 견딜 수 있어야 하며, 피로시험을 실시하여 찢어짐 균열, 마모 등 성능저하가 없어야 한다.
- 10) 다이아프램의 파열 특성은 파열시험을 실시하여 파열 압력이 달리 규정하지 않는 경우 최소 2MPa 이상이어야 한다.
- 11) 다이아프램의 스프링 상수는 설계기준에 적합하여야 한다.
- 12) 다이아프램은 달리 명시하지 않는 한, 작동온도범위는 (-35 ~ 70) °C에서 정상적으로 동작하여야 하며, 저온(-35 °C)에서 견딜 수 있어야 한다.
- 13) 다이아프램은 오존의 영향에 견딜 수 있어야 하며, 특별히 명시하지 않는 경우 오존 시험 후 균열 발생이 없어야 한다.
- 14) 다이아프램의 외부 표면은 마모를 견딜 수 있어야 한다.
- 15) 특별히 명시하지 않는 경우, 다이아프램의 화재 거동, 연기의 불투명도 및 가스의 독성은 설계 사양에서 정한 기준에 따라 검사하여 이상이 없어야 한다.
- 16) 공기스프링의 벨로우즈 및 스토퍼에 대한 고무재료 시험 및 완성품에 대한 모든 시험은 4.항의 시험방법 및 검사기준을 원칙으로 하나 차량의 구조 및 성능에 따라 변경될 경우는 별도로 정한 기준에 따른다.
- 17) 재료시험은 LOT별로 시료를 발취하여 검사를 실시하며, LOT구분은 별도로 정한 기준에 따른다.
- 18) 기밀시험은 전수검사를 실시하고, 스프링특성시험 및 스토퍼 특성시험은 LOT별로 시료를 발취하여 시험한다.
- 19) 본 기술기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.

#### 나. 코일스프링

- 1) 스프링 표면에는 사용상 유해한 거칠어짐, 흠집 등의 결함이 없어야 한다.
- 2) 스프링 모양은 원통형의 동일한 피치로 구성되어야 한다.
- 3) 스프링에 사용되는 재료, 구조 및 형태는 제작도면에 의한다.
- 4) 스프링은 충분히 녹을 제거하여 방청 페인트를 도장한다. 다만, 쇼트 피닝을 한 것은 그 직후에 방청 페인트를 도장한다.
- 5) 스프링은 철도차량의 탈선·윤중 감속·전복 등을 방지하고 안전운행을 보장하도록 설계되어야 한다.
- 6) 화학성분은 원재료 로트별로 재질의 종류 및 직경별로 채취하여 실시한다.
- 7) 인장시험, 충격시험, 경도시험은 재료 직경별로 1회 연속 열처리수량을 1로트로 하여, 열처리가 완료된 제품이나, 원재료에서 직경별로 시편을 채취하여 제품과 동일한 열처리 과정을 거친 후 시험을 실시한다.
- 8) 자분탐상시험은 전수검사를 실시하고, 스프링특성 시험은 LOT별로 시료를 발취하여 검사를 실시한다.
- 9) 본 기술기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.

#### 다. 2차 스프링의 검사수준

2차 스프링의 검사 수준은 아래 [표 2]와 같이 코일스프링과 공기스프링으로 구분한다.

[표 2] 2차 스프링의 검사 수준

구분	검사 및 시험항목				비고
코일 스프링	재료시험	인장시험		화학성분	
				인장강도	
				항복강도	
				연신율	
		충격 시험			
		경도 시험			
	비파괴검사	자분탐상 검사			
스프링 특성시험	정적수직 하중시험				
	정적수직 강성시험				
공기스프링	재료 시험	에어 벨로우즈	경도시험		
			인장시험		
			노화시험		
			반복 굴곡 시험		
			인열강도 시험		
			오존균열 시험		
			압축영구 줄임을 시험		
	스토퍼	경도시험			
		인장시험			
		노화시험			
		오존 균열시험			
		접착강도 시험			
		압축영구 줄임을 시험			
	완제품 검사	에어 벨로우즈	특성 시험	수직방향 스프링상수시험	
				수평방향 스프링상수시험	
		기밀시험			
	스토퍼	특성 시험	스프링상수시험		

\* 비고 : 국가/국제 재료규격을 적용하는 경우에는 해당 국가/국제규격에 따른다.

17.4 시험방법

가. 인용표준

- 1) 안전기준 규칙(철도) 60조
- 2) EN 13597 Railway applications - Rubber suspension components - Rubber diaphragms for pneumatic suspension spring
- 3) EN 14817 Railway applications - suspension components - Air-spring control element
- 4) JIS E 4206 Spring rigging for railway rolling stock
- 5) KS R 9235 철도차량용 공기 스프링 장치(Spring rigging for railway rolling stock)
- 6) KS R 9243 철도차량용 공기 스프링 시험방법  
(Testing methods of air spring for railway rolling stock)
- 7) KRS RN 0002-06 전동차용 공기스프링(Air Spring for Electric Car)

- 8) KRT EV200-AS001 전동차용 공기스프링(Air Spring for Electric Car)
- 9) KS M 6518 가황고무 물리시험 방법
- 10) KS M 6781 가황고무의 물리시험 방법 통칙
- 11) KS R 4001 공기 스프링용 고무벨로우즈 시험 방법
- 12) ISO 37, JS K 6251, JIS K 6257 인장시험 및 노화시험 방법
- 13) ISO 4662, JIS K 6262 압축 영구 줄임을 시험 방법
- 14) ISO 4649, JIS K 6264 마모시험 방법
- 15) ISO 34 인열강도 시험 방법
- 16) ISO 1431, JIS K 6259 오존시험방법
- 17) KS M 6545 접착강도 시험 방법
- 18) JIS K 6260 반복 굴곡시험 방법

#### 나. 시험방법 및 검사기준

##### 1) 코일 스프링

###### 가) 재료시험

###### (1) 화학성분

화학성분은 원재료의 로트별로 재질의 종류 및 직경별로 실시하며, KS D 1652 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 시험을 하여 해당 재질의 국가/국제 화학성분 판정기준에 만족하여야 한다.

###### (2) 인장시험

인장시험은 KS B 0802 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 시험을 하며, 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 인장시험 판정기준에 만족하여야 한다.

###### (3) 충격시험

충격시험은 KS B 0810 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 시험을 하며, 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 충격시험 판정기준에 만족하여야 한다.

###### (4) 경도시험

경도시험은 KS B 0805 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 시험을 하며, 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 경도시험 판정기준에 만족하여야 한다.

###### 나) 자분탐상시험

자분탐상시험은 KS D 0213 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 시험을 하며, 크랙 등의 결함이 없어야 한다.

###### 다) 스프링 특성시험

###### (1) 정적수직 하중시험

정적수직 하중시험은 스프링 단품에 대하여 실시하며, 설계사양에서 정한 적용하중에 따른 변위값을 측정하여 설계사양에서 정한 판정기준에 만족하여야 한다.

###### (2) 정적수직 강성시험

정적수직 강성시험은 설계사양에서 정한 적용하중에 대한 스프링 높이를 측정하여 특성값이 설계사양에서 정한 판정기준에 만족하여야 한다.

##### 2) 공기 스프링

###### 가) 고무재료시험

###### (1) 에어벨로우즈

###### (가) 경도시험

경도시험은 KS M 6518 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 경도시험 방법에 따라 시험하여 설계사양에서 정한 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 경도시험 판정기준에

만족하여야 한다.

(나) 인장시험

인장시험은 KS M 6518 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 인장시험 방법에 따라 시험하여 설계사양에서 정한 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 인장시험 판정기준에 만족하여야 한다.

(다) 노화시험

노화시험은 KS M 6518 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 노화시험 방법에 따라 시험하여 설계사양에서 정한 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 노화시험 판정기준에 만족하여야 한다.

(라) 반복굴곡시험

반복굴곡시험은 KS M 6518 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 반복굴곡시험 방법에 따라 시험하여 설계사양에서 정한 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 반복굴곡시험 판정기준에 만족하여야 한다.

(마) 인열강도시험

인열강도시험은 KS M 6518 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 인열강도시험 방법에 따라 시험하여 설계사양에서 정한 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 인열강도시험 판정기준에 만족하여야 한다.

(바) 오존균열시험

오존균열시험은 KS M 6518 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 오존균열시험 방법에 따라 시험하여 설계사양에서 정한 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 오존균열시험 판정기준에 만족하여야 한다.

(사) 압축영구줄임률시험

압축영구줄임률시험은 KS M 6518 또는 이와 동등 이상의 국가/국제 재료규격의 압축영구줄임률시험 방법에 따라 시험하여 설계사양에서 정한 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 압축영구줄임률시험 판정기준에 만족하여야 한다.

(2) 스토퍼

(가) 경도시험

경도시험은 KS M 6518 또는 이와 동등 이상의 국가/국제 재료규격의 경도시험 방법에 따라 시험하여 설계사양에서 정한 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 경도시험 판정기준에 만족하여야 한다.

(나) 인장시험

인장시험은 KS M 6604 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 인장시험 방법에 따라 시험하여 설계사양에서 정한 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 인장시험 판정기준에 만족하여야 한다.

(다) 노화시험

노화시험은 KS M 6604 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 노화시험 방법에 따라 시험하여 설계사양에서 정한 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 노화시험 판정기준에 만족하여야 한다.

(라) 오존균열시험

오존균열시험은 KS M 6604 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 오존균열시험 방법에 따라 시험하여 설계사양에서 정한 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 오존균열시험 판정기준에 만족하여야 한다.

(마) 접착강도시험

접착강도시험은 KS M 6604 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 접착강도 시험방법

에 따라 시험하여 설계사양에서 정한 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 접착강도시험 판정기준에 만족하여야 한다.

(바) 압축영구줄음률시험

압축영구줄음률시험은 KS M 6518 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 압축영구 줄음시험 방법에 따라 시험하여 설계사양에서 정한 해당 재질의 국가/국제 재료규격의 압축영구줄음률시험 판정기준에 만족하여야 한다.

나) 완제품 검사

(1) 기밀시험

KS R 4001, JIS E 4206 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격(공기스프링용 고무 벨로우즈 시험방법)에 따라 시험을 실시하며, 설계사양에서 정한 표준높이, 압력, 유지시간으로 시험을 하여, 설계사양에서 정한 기준값(압력강하)을 만족하여야 한다.

(2) 공기 스프링 특성시험

KS R 4001, NF F 18-805, JIS E 4206 또는 이와 동등한 국가/국제규격(공기스프링용 고무 벨로우즈 시험방법)에 따라 시험을 실시하며, 시험기에 차량에 조립되는 상부 플레이트부와 하부 스토퍼 부분을 고정하여 공기 스프링을 장착하고 특성시험을 한다.

(가) 수직방향 스프링상수 시험

설계사양에서 정한 표준높이를 유지하고 압력을 가하여 봉입한 후 수직방향으로 변위를 주어 하중을 구하고 스프링상수를 계산하여 설계사양에서 정한 판정기준에 만족하여야 한다.

(나) 수평방향 스프링상수 시험

설계사양에서 정한 표준높이를 유지하고 압력을 가하여 봉입한 후 수평방향으로 변위를 주어 하중을 구하고 스프링상수를 계산하여 설계사양에서 정한 판정기준에 만족하여야 한다.

(3) 스토퍼 특성시험

설계사양에서 정한 시험방법에 따라 정해진 방향으로 하중을 가하여 하중-변위곡선에서 산출된 스프링상수를 계산하여 설계사양에서 정한 판정기준에 만족하여야 한다.

## 17.5 검사기록

검사결과 기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 검사의뢰자 및 제작사
- 나. 검사신청일자 및 검사접수 번호
- 다. 검사 LOT 번호 및 제품번호
- 라. 검사장소 및 검사일자
- 마. 검사 수량
- 바. 검사/시험항목별 시험결과
- 사. 기타 특이사항

18. 대차프레임

18.1 적용범위

이 기준은 철도차량에 사용하는 대차프레임(Truck Frame)에 대하여 적용하며, [표 1]과 같이 분류한다.

[표 1] 대차프레임 분류

분류	적용차량	검사항목	비고
용접 대차프레임	고속철도차량 일반철도차량 도시철도차량	재료시험 용접검사 비파괴검사	
주강 대차프레임	일반철도차량	재료시험 비파괴검사	

18.2 인용표준

가. 재료

- 1) ASTM A 370, Standard Test Method and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products.
- 2) AAR M 201, Cast Steel
- 3) KS D 0001, 강재의 검사통칙

나. 용접

- 1) KS B ISO 5817, 용접-강, 니켈, 타이타늄과 그의 합금강에서 용융 용접이음(빔용접 제외)-결함에 대한 품질 등급
- 2) KS B ISO 9606-1, 용접사의 자격인정 시험-용융용접-제1부:강

다. 비파괴

- 1) ASTM E 709, Standard Guide for Magnetic Particle Testing
- 2) KS B 0845, 강용접 이음부의 방사선투과 시험방법
- 3) KS B 0896, 강용접부의 초음파탐상 시험방법
- 4) KS D 0213, 철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분모양의 분류

18.3 일반 및 기술적 요구사항

가. 재료

1) 용접 대차프레임

용접 대차프레임의 화학성분 및 기계적 성질은 [표 2]의 재료 및 적용표준에 따르며, 해당 철도차량의 설계 특성에 따라 조정될 수 있다.

[표 2] 재료 및 적용표준

재료	상세분류	적용표준 <sup>a,b</sup>	비고
강재	용접구조용 압연 강재	KS D 3515	
	용접구조용 내후성 열간 압연 강재	KS D 3529	
	고 내후성 압연강재	KS D 3542	
	기계 구조용 탄소 강관	KS D 3517	
비고 a. 동등 이상의 국가/국제 규격을 적용할 수 있다. b. 고속철도차량 대차프레임에 적용되는 두께 6 mm 이상의 강재는 충격시험 및 비파괴검사(초음파 탐상검사)을 실시하여야 한다.			

2) 주강 대차프레임

주강 대차프레임의 화학성분 및 기계적 성질은 AAR M 201 GRADE B<sup>+</sup> 에 따르며, 해당 철도차량의 설계특성에 따라 조정될 수 있다.

나. 용접

1) 환경 조건

가) 용접작업은 눈, 비, 바람 등의 영향을 받지 않는 장소에서 실시하여야 하며, 한냉 시에는 관련규격에 따라 예열하여야 한다.

나) 용접작업장은 용접부의 품질에 영향을 줄 수 있는 먼지, 티끌, 금속가루 및 습기가 적고 청결하여야 한다.

2) 용접사 기량시험

가) 용접사는 KS B ISO 9606-1(용접사 자격인정시험-용융용접-제1부:강) 또는 동등 이상의 규격에서 규정한 시험방법에 따라 기량이 입증된 자 또는 국가 용접기술 자격증을 보유한 자이어야 하며, 용접작업 착수 전에 관련 증빙서류를 제출하여야 한다. 다만, 아래의 나)항과 다)항에 해당하는 용접사는 별도의 기량시험을 통해 기량을 입증하여야 한다.

나) 용접사가 해당 용접작업 공정에서 최근 6개월 이상 종사하지 아니한 경우 그 기량자격이 상실된다.

다) 용접사의 기량이 용접검사 기준에 미달된다고 전문검사기관이 인정하는 경우에는 그 용접사 기량자격을 정지할 수 있다.

3) 용접용 재료의 적정성

가) 용접용 재료는 국가규격 또는 동등 이상의 국제규격에 명기된 적정 재료를 사용하여야 한다.

나) 용접용 재료는 상표, 제조공장명, 용접용 재료의 종류 또는 기호, 제조번호 등이 표시되어야 하며, 해당 제조번호의 용접용 재료 성적서(Mill Sheet)를 제출하여야 한다.

다) 국가규격 또는 국제규격에 명기되지 않은 용접용 재료는 제조사의 권고사항을 준용한다. 다만, 이 경우 차량제작사는 용접용 재료 인증시험 자료를 제출하여야 한다.

라) 저수소계 용접용 재료는 수량, 건조온도, 시간, 재사용 회수가 명기된 불출대장을 작성하여 비치하여야 하며, 전문검사기관은 이행 여부를 확인하여야 한다.

4) 용접작업절차서 (WPS : Welding Procedure Specification)

용접작업절차서는 국가규격 또는 동등 이상의 국제규격을 준용하여 작성되어야 하며, 용접 작업 전에 전문검사기관에 제출하여야 한다. 다만, 다음 각 항에 해당하는 경우 해당 용접절차서는 용접절차확인기록서(WPQR : Welding Procedure Specification Record)를 근거로 입증되어야 한다.

가) 해당 용접방법이 대차프레임의 용접에 처음 적용되는 경우

나) 용접작업절차서에 규정된 용접변수가 승인된 범위를 넘어 변경하는 경우

5) 용접 준비

가) 홈(Groove) 가공

(1) 홈 가공은 설계 제작도면과 같은 모양으로 가공되어야 하며, 용접부에 유해한 결함이 생길 우려가 있는 수분, 유지, 녹, 도료 또는 기타의 불순물을 제거하여야 한다.

(2) 홈 가공면은 평탄하고 균일해야 하며, 노치(Notch), 층상(Lamination) 또는 균열 등과 같은 결함이 없어야 한다.

나) 가용접(Tack Welding)

(1) 가용접은 용접사 기량시험에 합격한 자가 시행하여야 한다.

(2) 맞대기 이음의 가용접은 본용접 전에 제거하든가 또는 본용접과 같은 방법으로 결함이 생기지 않게 하여야 하며, 가용접에 사용되는 용접용재료는 본용접에 사용하는 것과 동급 이상의 것이어야 한다.

(3) 가용접으로 인한 흠, 형상의 변화 등으로 본용접에 영향을 미칠 경우 본 용접에 지장이

없도록 제거되어야 한다.

다. 비파괴검사(NDI, Non-Destructive Inspection)

대차프레임의 비파괴검사는 [표 3]의 용접이음별 비파괴검사 방법에 따르고, 해당 철도차량의 설계 특성에 따라 조정될 수 있다

1) 용접이음별 비파괴검사 방법

[표 3] 용접이음별 비파괴검사 방법

용접이음	검사방법
완전용입 맞대기 용접부	MT, UT, RT
완전용입 T, 모서리 및 십자 용접 이음	MT, UT, RT
부분용입 T, 모서리 및 십자 용접이음 및 필릿 용접 이음	MT, UT

비고 (1) 용접이음부의 표면결함 검출은 자분탐상검사를 원칙으로 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준을 따른다.  
 (2) 용접이음부의 내부결함의 검출은 방사선투과 검사 또는 초음파탐상 검사를 원칙으로 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준을 따른다.  
 (3) 고속철도차량의 대차프레임 맞대기 용접부는 UT 또는 RT를 실시하여야 한다.

2) 검사 조건

가) 비파괴 검사자 요건

- (1) 비파괴검사를 수행하는 검사자는 KS B ISO 9712, SNT-TC-1A, EN473, ASNT Central Certification Program(ACCP) 또는 동등 이상의 국제기준에서 정하는 NDT Level 2에 해당하는 자격을 가진 자 이어야 한다.
- (2) 절차의 승인을 포함하는 비파괴검사 활동에 책임이 있는 검사자는 Level 3에 해당하는 자격을 가진 자이어야 한다.
- (3) 비파괴검사 성적서에는 반드시 검사자와 Level 3 승인자의 날인이 있어야 한다.
- (4) 검사자의 자격은 증서로 확인되어야 한다.

나) 비파괴검사 조건

- (1) 비파괴검사는 용접부가 실온까지 냉각된 후 실시하여야 하며, 용접 후 열처리를 하는 경우 열처리 후 자분탐상 검사를 실시하여야 한다.
- (2) 비파괴검사를 실시하는 용접부의 표면상태는 결함을 정확히 판정할 수 있도록 깨끗하게 처리되어야 하며, 초음파탐상 검사를 하는 경우는 강재 표면에 탐촉자와 강재간의 적절한 접촉상태를 방해하는 모든 용접 스패터, 먼지, 스케일 등이 제거되어야 한다.

18.4 검사 방법 및 기준

가. 재료 검사

1) 강재

- 가) 사용 재료는 강재 제조사의 검사성적서(Mill Sheet)와 사용 재료에 각인 또는 표기된 내용이 일치하며, 강재 제조사 검사성적서가 적용표준을 만족하여야 한다.  
 다만, 검사성적서와 사용 재료에 각인 또는 표기내용이 일치하지 않을 경우 전문검사기관의 입회 하에 시편을 채취하여 시험 및 검사를 실시하여야 한다.
- 나) 시험 및 검사가 필요한 경우에는 LOT별로 시험편을 현품에서 채취하여 시험한다.  
 다만, LOT구분이 어려울 경우 1회 반입된 원자재를 1 LOT로 한다.

다) 상세 검사방법은 KS D 0001(강재의 검사통칙)에 따른다.

2) 주강품

주강 대차프레임의 주강품은 사이드프레임 및 볼스터에 대하여 적용한다.

가) 열처리는 LOT별로 확인한다.

나) 재료시험은 1회 용해량을 1 LOT로 하여 동일주조 수량을 구분하고 매 LOT당 동시 주조된 공시재에서 시험편을 제작 시험한다. 다만, 공시재가 동시에 주조 작업한 것을 확인할 수 없을 경우에는 현품에서 시료를 채취하여 시험하며, 복수의 용해로부터 용강을 1개 래들(Ladle)에 합탕 할 경우 이것을 1 LOT로 한다.

다) 상세 검사방법은 AAR M 201에 따르며, 해당 철도차량의 설계특성에 따라 조정될 수 있다.

라) 해외 제작 국제규격 인증품인 경우 제조사의 검사 및 시험성적서 확인으로 검사를 시행할 수 있다.

3) 화학분석

가) 화학분석은 각 사용 재료의 적용표준에서 정한 방법에 따른다.

나) 화학성분은 별도의 규정이 없는 경우, 레이들 분석에 의하여 결정한다.

다) 강재의 경우 제품 분석을 할 경우, 시료 채취 방법 및 그 허용 변동값은 KS D 0228(강재의 제품 분석방법 및 그 허용 변동값)에 따른다.

4) 기계적 성질

가) 인장시험

KS B 0802(금속재료 인장시험방법) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 인장강도, 항복강도, 연신을 등을 확인한다.

나) 충격시험

KS B 0810(금속재료 충격시험방법) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 확인한다.

다) 경도시험

KS B 0805(금속재료의 브리넬경도 시험방법), KS B 0811(금속재료의 비커스경도 방법), KS B 0806(금속재료의 로크웰경도 시험방법) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 확인한다.

나. 용접 검사

대차프레임의 용접은 사이드프레임, 트랜섬의 수동용접 및 자동용접, 대차프레임 조립용접에 대하여 적용한다.

1) 용접 조건 검사

18.3.나항에 따라 확인한다.

2) 용접부 검사

가) 용접검사 항목

- (1) 사이드프레임 및 트랜섬 수동용접
- (2) 사이드프레임 및 트랜섬 자동용접
- (3) 대차프레임 조립용접

나) 외관 검사

육안[조도는 최소 350 Lx 이상, 거리는 600mm 이내, 조망각은 30° 이상] 및 계측 장비를 이용하여 외관검사를 실시하며 아래 각 항을 만족하여야 한다.

- (1) 용접부의 각장은 도면에 명기된 치수를 만족하여야 한다.
- (2) 용접부는 도면에 명기된 형상으로 마무리되어야 한다.
- (3) 용접부의 균열은 허용되지 않는다.
- (4) 용접부의 크레이터는 완전히 채워져야 한다.

(5) 기타 용접부 결합은 KS B ISO 5817, 용접-강, 니켈, 타이타늄과 그의 합금강에서 용융 용접 이음(빔용접 제외)-결합에 대한 품질 등급에 따르며, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

다) 열처리 검사

- (1) 용접 완료 후 열응력을 제거하기 위한 적절한 열처리가 시행되어야 한다.
- (2) 열처리는 KS B0883 (용접부의 노내 응력제거 방법)에 따라 시행하여야 하며, [표 4]의 열처리 방법에 적합하여야 한다.

[표 4] 열처리 방법

구 분	기 준	비 고
유지온도 °C	625 ± 25 <sup>a</sup>	
유지시간 h	1 × T <sup>b</sup> /25	
비고 a. 템퍼링 처리를 한 강재에 대하여는 그 템퍼링 온도를 넘어서는 안 된다. b. 가열부에 있어서 용착부의 최대 두께(mm)		

다. 비파괴 검사

1) 사이드프레임 및 트랜섬

- 가) 사이드 프레임 및 트랜섬 용접이음부에 대한 내부결합의 검출은 KS B 0896(강 용접이음부의 초음파탐상 방법) 또는 KS B 0845(강용접 이음부의 방사선투과 시험방법)에 따라 실시하여 결과가 1류 이어야 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.
- 나) 사이드 프레임 및 트랜섬 용접이음부에 대한 표면결합의 검출은 KS D 0213(철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분모양의 분류)에 따라 실시하여 자분모양이 없어야 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.
- 다) 초음파탐상 및 방사선투과 검사가 불가능한 용접부위는 자분탐상 검사를 실시할 수 있다.
- 라) 검사방법 및 절차는 해당 철도차량의 설계특성에 따라 조정될 수 있다

2) 대차 프레임 조립용접

대차프레임 용접이음부에 대한 표면결합의 검출은 KS D 0213(철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분모양의 분류)에 따라 실시하여 자분모양이 없어야 하며, 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

18.5 표시

합격한 제품은 각인된 제작 일련번호를 확인하고 다음 공정으로 진행할 수 있다.

18.6 검사기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록하여야 한다.

- 가. 검사일시 및 기후
- 나. 제작일련번호
- 다. 검사항목별 결과
- 라. 기타 특이사항

## 19. 연결기 (너클포함)

### 19.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량 설치되는 연결기(너클 포함)에 대해 적용한다.

[표 1] 연결기 분류

구분	적용 차종	검사항목	비고
연결기	일반철도차량 도시철도차량 고속철도차량	재료시험 비파괴검사	자동연결기 밀착연결기 자동복합연결기 중간연결기

### 19.2 정의

- 가. 자동연결기는 너클, 스로워, 록크리프트의 3개 부분으로서 쇠정 개정 개방의 3작용의 기능을 가진 연결기를 말한다.
- 나. 밀착연결기는 연결면을 평면으로 하여 연결면 사이의 틈새를 없앤 일종의 자동 연결기를 말하며, 차량의 기동 및 정지 시에 충격이 적고, 공기관, 전기배선 등을 연결할 수 있는 장치를 갖춘 여러 종류의 밀착연결기가 있다.
- 다. 자동복합연결기는 차량의 분리, 결합장치로서 기계연결 및 전기회로 접속이 별도의 보조 작업 없이 자동으로 이루어지는 연결기를 말한다.
- 라. 중간연결기는 고정편성 차량에서 차량과 차량을 연결하기 위해 사용되는 연결기를 말한다.
- 마. “Normalizing(불림) 열처리” 라 함은 강(鋼)의 조직을 표준상태로 하기 위하여 변태점 이상의 적당한 온도로 가열한 후 대기 중에서 냉각하는 열처리. 강을 오스테나이트가 되는 온도까지 가열하여 충분히 오스테나이트화 한 다음, 공기 중에서 천천히 냉각시켜, 층 간격이 미세한 펄라이트를 생성시키는 조작을 말한다.
- 바. “Annealing(풀림) 열처리” 라 함은 강(鋼)을 그 목적에 따라 적당한 온도로 가열해 일정한 시간 유지한 뒤, 노(Furnace)속에서 냉각하는 조작을 말한다.
- 사. “Quenching(담금질) 열처리” 라 함은 강(鋼)을 오스테나이트( $\gamma$ 상)의 상태로 가열하고 펄라이트로의 변화를 저지하여 단단한 마르텐사이트(martensite) 등의 조직이 되도록 물 속 또는 기름 속에서 급랭시키는 조작을 말한다.
- 아. “Tempering(뜨임) 열처리” 라 함은 퀴칭 또는 어닐링된 강을 경도 감소, 내부 응력의 제거, 연성의 증가 등의 목적으로 A1점 이하의 온도로 가열하여, 정해진 시간을 유지한 후 냉각 처리하는 조작을 말한다.

### 19.3 일반사항

- 가. 자동연결기
  - 너클핀과 너클을 붙인 록크장치를 가져야 하고, 너클, 스로워, 록크리프트의 3개 부분으로서 쇠정 개정 개방의 3 작용을 하여야 하며 부품간의 호환성이 있어야 하고 작동이 원활하여야 한다.
- 나. 밀착연결기
  - 차량 및 장치의 연결은 성능을 완전히 수행할 수 있어야 하며, 각종 장치의 연결기능이 충분히 유지되도록 연결한 상태에서, 연결면이 밀착되어야 한다.
- 다. 자동복합연결기
  - 기계연결기와 전기연결기가 1조로 구성되어, 자동으로 연결 및 해방이 이루어지는 구조이어야

하며 전기연결기는 차량의 연결 또는 해방 시 제어에 의하여 자동으로 전기회로의 접속 및 분리가 가능한 구조이어야 한다.

라. 중간연결기

차량과 차량 사이에 설치가 되는 반영구 연결장치로서, 압축 및 인장강도를 유연하게 흡수 할 수 있어야 한다.

마. 연결기는 KS규격, JIS규격, EN규격 등 국가/국제 재료규격에 규정된 Normalizing(불림), Annealing(풀림), Normalizing(불림)-Tempering(뜨임) 또는 Quenching(담금질)-Tempering(뜨임) 열처리방법 중 선택하여 시행하여야 한다.

바. 연결기의 재질사양은 제작사양서에 따르며, 형상은 제작도면에 따른다. 다만, 재질은 해당 차량의 강도규정을 만족하는 재질임을 입증하여야 한다.

사. 재료시험은 국가/국제 재료규격에서 규정한 Lot별로 구분하여 시험한다.

아. 본 기술기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.

**19.4 연결기 시험방법**

가. 인용표준

- 1) KRS CP 0001 - 08(R) 자동연결기(Automatic Coupler)
- 2) KS R 9208 철도차량 - 자동연결기
- 3) KS R 9209 철도차량 - 밀착연결기
- 4) KS R 9219 철도차량용 자동 복합연결기
- 5) KRCS B307-03 화차용 연결기 너클
- 6) KS D 0213 : 철강 재료의 자분탐상시험방법 및 자분모양의 분류
- 7) KS D ISO 4986 : 주강품-자분탐상검사
- 8) KS D 0227 : 주강품의 방사선투과 시험방법
- 9) KS D ISO 4993 : 주강품-방사선투과검사
- 10) KS D 1952 : 철 및 강 of 스파크 방전 원자방출 분광분석방법
- 11) KS B 0801 : 금속재료의 인장시험편
- 12) KS B 0802 : 금속재료의 인장시험방법
- 13) KS B 0805 : 금속재료의 브리넬경도 시험방법
- 14) KS B 0809 : 금속재료의 충격 시험편
- 15) KS B 0810 : 금속재료의 충격 시험방법
- 16) KRS CP 0002 -13 철도차량 연결기 시험방법
- 17) AAR M 211 철도차량용 자동연결기
- 18) 기타 상기 시험방법과 동등한 국가/국제규격

나. 시험방법 및 합격기준

1) 화학분석시험

화학분석시험은 KS D 1652 또는 이에 상응하는 국가/국제 규격의 화학분석 방법에 따라 분석 시험을 하며, 시험결과가 아래 [표 2] ~ [표 4]의 판정기준에 만족하여야 한다. 다만, 아래 표의 화학분석 판정기준 이외의 재질기호에 대해서는 국가/국제 재료규격의 화학분석시험 판정 기준에 따른다.

가) 일반철도차량(자동연결기)

[ 표 2 ] 화학성분

재질	화학성분 (%)					비고
	C	Mn	P	S	Si	
AAR M-201 Grade E	0.32 이하	1.85 이하	0.04 이하	0.04 이하	1.50 이하	Body, Knuckle

나) 고속철도차량(자동연결기)

[ 표 3 ] 화학성분(%)

구분	재질	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni
연결기 몸체	G26CrMo4	0.22 ~ 0.29	0.60 이하	0.50 ~ 0.80	0.025 이하	0.020 이하	0.80 ~ 1.20	0.15 ~ 0.30	-
	42CrMo4	0.38 ~ 0.45	0.40 이하	0.60 ~ 0.90	0.035 이하	0.035 이하	0.90 ~ 1.20	0.15 ~ 0.30	-
	C45E	0.42 ~ 0.52	0.40 이하	0.50 ~ 0.80	0.035 이하	0.035 이하	0.40 이하	0.10 이하	0.40 이하
어댑터	G26CrMo4	0.22 ~ 0.29	0.60 이하	0.50 ~ 0.80	0.025 이하	0.020 이하	0.80 ~ 1.20	0.15 ~ 0.30	-
	P460NL1	0.20 이하	0.60 이하	1.00 ~ 1.70	0.030 이하	0.020 이하	0.30 이하	0.10 이하	-

다) 일반철도차량, 도시철도차량(밀착연결기, 중간연결기)

[ 표 4 ] 화학성분(%)

재질	C	Si	Cu	Mn	P	S	Ni	V	탄소 당량
SCC60	0.13 ~ 0.20	0.20 ~ 0.70	-	0.60 ~ 1.20	0.030 이하	0.030 이하	0.75 이하	0.20 이하	*0.43 이하
SC450	0.35 이하	-	-	-	0.040 이하	0.040 이하	-	-	-

$$\text{※ 탄소당량(}\%) = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$$

2) 기계적 성질 시험

기계적 성질시험 중 인장시험은 KS B 0802 또는 이와 동등한 국가/국제규격, 경도시험은 KS B 0805 또는 이와 동등한 국가/국제규격, 충격시험은 KS B 0810 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 시험을 하며, 판정기준은 아래 [표 5] ~ [표 8]의 판정기준에 만족하여야 한다. 다만, 아래 표의 기계적 성질 시험 판정기준 이외의 재질기호에 대해서는 국가/국제 재료규격의 기계적 성질 판정기준에 따른다.

가) 일반철도차량(자동연결기)

[표 5] 기계적 성질

재질	인장 시험				브리넬 경도시험 (HBW)	충격시험 (J) at -40 ° F (-40 ° C) (20 ft.lb)
	항복강도 (N/mm <sup>2</sup> )	인장강도 (N/mm <sup>2</sup> )	연신율 (%)	단면수축률 (%)		
AAR M-201 Grade E	689 이상 (100 ksi)	827 이상 (120 ksi)	14 이상	30 이상	241 ~ 311	27 이상 (20 ft.lb)

나) 고속철도차량(자동연결기)

[표 6] 기계적 성질

구분	적용 재질	적용부위	인장시험			충격시험	
			항복강도 (N/mm <sup>2</sup> )	인장강도 (N/mm <sup>2</sup> )	연신율 (%)	온도(°C)	기준값(J)
연결기 몸체	G26CrMo4	연결기헤드 하우징	650 이상	750□1000	14 이상	-40	27 이상
	42CrMo4	연결링크, 후크플레이트	750 이상	1000□1200	11 이상	Room temp.	35 이상
	C45E	머프연결장치	430 이상	650□800	16 이상	Room temp.	25 이상
어댑터	G26CrMo4	어댑터 (Type10, AAR)	650 이상	750□1000	14 이상	-40	27 이상
	P460NL1	연결링크	450 이상	570□720	17 이상	-20	47 이상

다) 일반철도차량, 도시철도차량(밀착연결기, 중간연결기)

[표 7] 기계적 성질

구분	재질	항복점	인장강도	연신율	단면수축률	경도(HB)
연결기몸체	SCC60 (KS R 9208)	390 MPa 이상	570 MPa 이상	23 % 이상	35 % 이상	163 ~ 201
키블럭	SC450 (KS D 4101)	225 MPa 이상	450 MPa 이상	19 % 이상	30 % 이상	-

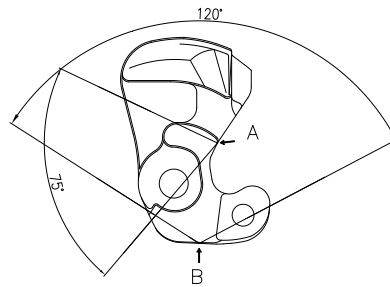
라) 일반철도차량, 도시철도차량(자동복합 연결기)

[표 8] 기계적 성질

재질	인장강도 (N/mm <sup>2</sup> )	항복점 (N/mm <sup>2</sup> )	연신율 (%)	
			4호 시험편 11호 시험편 12호 시험편	4호 시험편 11호 시험편
STKM18C (몸체)	510 이상	380 이상	15 이상	10 이상

3) 비파괴검사

- 가) 몸체 및 너클에 대하여 전수검사를 실시하며, KS D 0213 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 표면 전 부위에 대해 자분탐상검사를 실시하고, 판정기준은 KS D ISO 4986의 엄격도 2 이내 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 판정기준에 따른다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.
- 나) 화차용 연결기 Knuckle의 경우에 검사요청수량의 10 %에 대하여 실시하며, 시험방법은 KS D 0227 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 [그림 1]의 A,B부위에 대해 실시하고 판정기준은 흠의 영상분류 1류~3류 이내 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 판정기준에 따른다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.



[그림 1] 방사선투과시험 부위

19.5 검사기록

검사결과 기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 검사자 및 검사품 제작자
- 나. 검사품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 재질, 용강번호(주형번호) 및 로트번호
- 라. 검사일자
- 마. 항목별 검사결과
- 바. 기타 특이사항

## 20. 요크

### 20.1 적용범위

이 기준은 일반철도차량, 도시철도차량에 취부되는 요크에 대하여 적용한다.

[표 1] 요크 분류

재질구분	적용차종	검사항목	비고
SC450	일반철도차량 도시철도차량	재료시험 비파괴검사	KS D 4101
AAR M201 Gr.C			AAR Standard
AAR M201 Gr.E			AAR Standard
SCC60			KS R 9208

\* [표 1]의 재질구분 이외에 요크에 대한 재질사양은 별도로 정한 국가/국제 재료규격에 따른다.

### 20.2 정의

- 가. “요크” 라 함은 완충기를 지지하여 차체와 연결하는 장치를 말한다.
- 나. “Normalizing(불림) 열처리”라 함은 강(鋼)의 조직을 표준상태로 하기 위하여 변태점 이상의 적당한 온도로 가열한 후 대기 중에서 냉각하는 열처리. 강을 오스테나이트가 되는 온도까지 가열하여 충분히 오스테나이트화 한 다음, 공기 중에서 천천히 냉각시켜, 층 간격이 미세한 펄라이트를 생성시키는 조작을 말한다.
- 다. “Annealing(풀림) 열처리”라 함은 강(鋼)을 그 목적에 따라 적당한 온도로 가열해 일정한 시간 유지한 뒤, 노(Furnace)속에서 냉각하는 조작을 말한다.
- 라. “Quenching(담금질) 열처리”라 함은 강(鋼)을 오스테나이트( $\gamma$ 상)의 상태로 가열하고 펄라이트로의 변화를 저지하여 단단한 마르텐사이트(martensite) 등의 조직이 되도록 물 속 또는 기름 속에서 급랭시키는 조작을 말한다.
- 마. “Tempering(뜨임) 열처리”라 함은 퀴칭 또는 어닐링된 강을 경도 감소, 내부 응력의 제거, 연성의 증가 등의 목적으로 A1점 이하의 온도로 가열하여, 정해진 시간을 유지한 후 냉각 처리하는 조작을 말한다.

### 20.3 일반사항

- 가. 요크는 KS규격, JIS규격, EN규격 등 국가/국제 재료규격에 규정된 Normalizing(불림), Annealing(풀림), Normalizing(불림)-Tempering(뜨임) 또는 Quenching(담금질)-Tempering(뜨임) 열처리방법 중 선택하여 시행하여야 한다.
- 나. 요크의 재질사양은 제작사양서에 따르며, 형상은 제작도면에 따른다. 다만, 재질사양은 해당 차량의 강도규정을 만족하는 재질임을 입증하여야 한다.
- 다. 재료시험은 국가/국제 재료규격에서 규정한 Lot별로 구분하여 시험한다.
- 라. 본 기술기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.

### 20.4 요크 시험방법

- 가. 인용표준
  - 1) KS D 1652 : 철 및 강의 스파크 방전 원자방출 분광분석방법
  - 2) KS B 0801 : 금속재료의 인장시험편

- 3) KS B 0802 : 금속재료의 인장시험방법
- 4) KS B 0805 : 금속재료의 브리넬경도 시험방법
- 5) KS B 0809 : 금속재료의 충격 시험편
- 6) KS B 0810 : 금속재료의 충격 시험방법
- 7) KS D 0213 : 철강 재료의 자분탐상시험방법 및 자분모양의 분류
- 8) KS D ISO 4986 : 주강품-자분탐상검사
- 9) 기타 상기 시험방법과 동등한 국가/국제규격

나. 시험방법 및 합격기준

1) 화학분석시험

화학분석시험은 KS D 1652 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 분석시험 시행하여야 하며, 판정기준 [표 2]의 기준을 따른다. 다만, 아래 표의 화학분석 판정기준 이외의 재질기호에 대해서는 국가/국제 재료규격의 화학분석시험 판정기준에 따른다.

[표 2] 화학성분

재질	화학성분 (%)									
	C	Si	Mn	Cr	Mo	P	S	Ni	V	탄소당량
SC450	0.35 이하	-	-	-	-	0.040 이하	0.040 이하	-	-	-
AAR M201 Gr.C	0.32 이하	1.50 이하	1.85 이하	-	-	0.040 이하	0.040 이하	-	-	-
AAR M201 Gr.E	0.32 이하	1.50 이하	1.85 이하	-	-	0.040 이하	0.040 이하	-	-	-
SCC60	0.13~0.20	0.20~0.70	0.60~1.20	-	-	0.030 이하	0.030 이하	0.75 이하	0.20 이하	0.43 이하

$$\text{※ 탄소당량(\%)} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$$

2) 기계적 성질 시험

기계적 성질시험 중 인장시험은 KS B 0802, 경도시험은 KS B 0805, 충격시험은 KS B 0809의 그림 1 V-노치 시험편을 사용하여 KS B 0810 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 시험을 시행하여야 하며, 판정기준은 [표 3]의 기준을 따른다. 다만, 아래 표의 기계적 성질 시험 판정기준 이외의 재질기호에 대해서는 국가/국제 재료규격의 기계적 성질 판정기준에 따른다.

[표 3] 기계적성질

재질	인장 시험				경도시험	충격시험	
	항복강도 (N/mm <sup>2</sup> )	인장강도 (N/mm <sup>2</sup> )	연신율 (%)	단면수축률 (%)	브리넬 경도 (HBW)	에너지 흡수율(J) (at Q/T)	에너지 흡수율(J) (at N/T)
SC450	225 이상	450 이상	19 이상	30 이상	-	-	
AAR M 201 Grade C	413 이상	620 이상	22 이상	45 이상	179~241	27 이상 (-40 ° C)	20 이상 (-17.8 ° C)
AAR M 201 Grade E	689 이상	827 이상	14 이상	30 이상	241~311	27 이상 (-40 ° C)	-
SCC60	392 이상	570 이상	23 이상	35 이상	163~201	-	

- \* 비고 : Q/T : Quenching(담금질)-Tempering(뜨임) 열처리  
N/T : Normalizing(불림)-Tempering(뜨임) 열처리

### 3) 자분탐상시험

자분탐상검사는 전수검사를 실시하며, KS D 0213 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 표면 전 부위에 대하여 자분탐상시험을 실시하고, 판정기준은 KS D ISO 4986의 엄격도 2 이내 또는 이와 동등이상의 국가/국제규격의 판정기준에 따른다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

## 20.5 검사기록

검사결과 기록양식은 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 검사의뢰자 및 검사품 제작사
- 나. 검사품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 검사품명 및 제품(로트)번호
- 라. 검사장소 및 검사자 정보
- 마. 검사일자 및 필요시 검사환경 조건
- 바. 검사항목별 검사결과
- 사. 기타 특이사항

## 21. 이동링

### 21.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량에 설치되는 **이동링**(Carrying Ring)에 대하여 적용한다.

[ 표 1 ] 이동링 분류

분류	적용차종	검사항목	비고
이동링	고속철도차량	재료검사 비파괴검사 피로강도시험	

### 21.2 정의

- 가. “이동링(Carrying Ring)” 이라 함은 고정링(Fixed Ring)과 차량간의 연결기능을 수행하며 고정링(Fixed Ring)과 더불어 차량전체의 수직하중을 지탱하는 장치를 말한다.
- 나. “주조” 라 함은 고체상태의 금속을 용해하여 만들고자 하는 모양의 주형에 주입하여 응고시켜 목적하는 모양을 한번에 만드는 작업을 말한다.
- 다. “용체화 처리” 라 함은 이전에 이미 석출된 성분들을 재용해하여 고용되도록 시행하는 열처리를 말한다.
- 라. “시효경화” 라 함은 필요한 성질을 가지도록 용체화 처리한 뒤에 적용하는 열처리를 말한다.

### 21.3 일반사항

- 가. 이동링은 철도차량 안전기준의 하중조건에 만족할 수 있도록 구조, 형상, 강도를 가져야 한다.
- 나. 이동링의 화학성분 및 기계적 성질은 제작사양서에 따르고 형상은 제작도면을 따른다.
- 다. 재료시험은 국가/국제 재료규격에서 규정한 Lot별로 구분하여 시험한다.
- 라. 비파괴 검사에 투입되는 검사 시행자는 비파괴 분야 국가기술자격을 취득한 자격자이어야 한다.
- 마. 비파괴검사는 전수검사를 실시한다.
- 바. 침투탐상검사는 주조 상태와 가공 상태에서 지정부 및 비지정부에 대하여 실시하고, 방사선투과검사는 주조 상태에서 지정부 및 비지정부에 대하여 실시한다.
- 사. 피로강도시험은 시제품 주조시 실시하며, 모재와 동일한 용탕을 별도 주형에 주입한 공시재를 사용하여 시험한다.
- 아. 본 기술기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.

### 21.4 이동링 시험방법

- 가. 인용표준
  - 1) KS B 0801 : 금속재료의 인장시험편
  - 2) KS B 0802 : 금속재료의 인장시험방법
  - 3) KS B 0805 : 금속재료의 브리넬경도 시험방법
  - 4) KS D 1650 : 금속재료의 광전 측광식 발광 분석 방법 통칙
  - 5) KS B 0250 : 주조품-치수 공차 및 절삭 여유 방식
  - 6) KS B 0816 : 침투탐상시험 방법 및 지시 모양의 분류
  - 7) KS B 0161 : 표면 거칠기 정의 및 표시
  - 8) NF A 04-150 : 알루미늄 합금으로 된 주조품의 방사선 검사
  - 9) KS D 0213 : 철강 재료의 자분탐상시험방법 및 자분모양의 분류

- 10) EN 1371.1 : 침투탐상 검사
- 11) BS EN 1706 : 알루미늄 합금의 화학성분 및 기계적 성질
- 12) KS D 1851 : 알루미늄 및 알루미늄합금 분석방법 통칙
- 13) KS D 1678 : 알루미늄과 알루미늄합금의 용융결합 플라즈마 방출 분광 분석 방법
- 14) MIL-STD-453C : 방사선 투과 시험
- 15) AFS C-9 : Cast Microfinish Comparator
- 16) ASTM E 155 : 방사선 투과 시험 판독을 위한 참조 필름
- 17) 기타 상기 시험방법과 동등한 국가/국제규격

나. 시험방법

1) 재료검사

가) 열처리 확인

BS EN 1706에 따라 용체화 처리(담금질)후 시효경화(에이징) 열처리를 시행한다.

나) 화학분석시험

KS D 1851(알루미늄 및 알루미늄합금 분석방법 통칙) 또는 KS D 1678(알루미늄과 알루미늄 합금의 용융결합 플라즈마 방출 분광 분석 방법)에 따라 시행하며, 시험결과가 [표 2]의 기준을 만족 하여야 한다. 다만, 아래 표의 화학분석 판정기준 이외의 재질기호에 대해서는 국가/국제 재료규격의 화학분석시험 판정기준에 따른다.

[표 2] 화학성분

재질	Si	Fe	Cu	Mg	Mn	Zn	Ti	Others	
								Each	Total
EN AC42200	6.5~7.5	0.19 이하	0.05 이하	0.45~0.70	0.10 이하	0.07 이하	0.08~0.25	0.03 이하	0.10 이하

다) 기계적 성질 시험

인장시험은 KS B 0802, 경도시험은 KS B 0805에 따라 실시하며 시험 결과가 [표 3] BS EN 1706의 기계적 성질(인장강도, 항복강도, 경도 및 연신율) 기준을 만족 하여야 한다.

다만, 아래 표의 기계적 성질 시험 판정기준 이외의 재질기호에 대해서는 국가/국제 재료규격의 기계적 성질 판정기준에 따른다.

또한, 지정부에 공시재 취부가 불가할 경우에는 양산 본품에서 1개를 KS Q 1003 랜덤 샘플링 방법에 의해 선정하여 절단 시험 할 수 있으며 BS EN 1706에 따라 인장강도 및 항복강도는 70%, 연신율은 50% 이상이어야 한다.

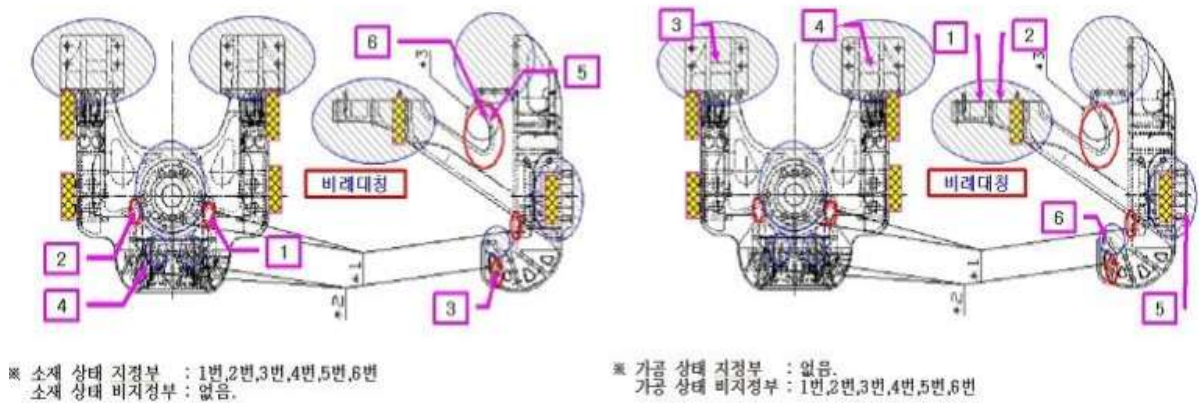
[표 3] 기계적 성질

구분	재질	인장 시험			경도시험	피로강도시험 (N/mm <sup>2</sup> )
		항복강도 (N/mm <sup>2</sup> )	인장강도 (N/mm <sup>2</sup> )	연신율 (%)	브리넬경도(HBW)	
지정부위	EN AC42200	250 이상	290 이상	2 이상	100 이상	80 이상
비지정부위		240 이상	270 이상	1 이상	90 이상	-

2) 비파괴검사

가) 침투탐상시험(PT)

침투탐상시험(PT)는 아래 [그림 1]을 참조하여 주조상태 및 가공상태에서 지정부 및 비지정부의 대하여 KS B 0816에 따라 실시하여 균열은 없어야 하며, 기타 결함은 EN 1371-1에 따라 다음 [표 4]를 만족하여야 한다. 다만, 재질 및 형상변경에 따른 침투탐상시험(PT) 방법 및 판정기준은 상기 방법과 동등 이상의 시험방법 및 판정기준에 따른다.



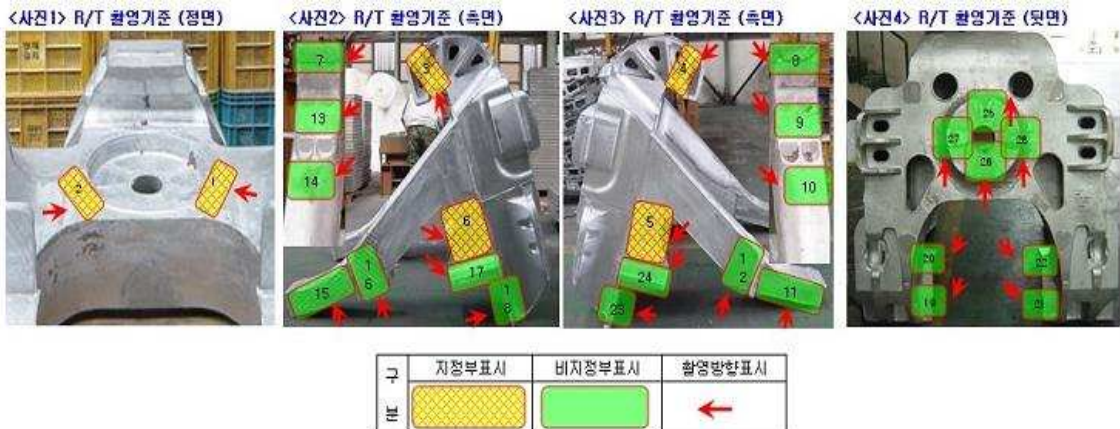
[그림 1] 침투탐상시험(PT) 포인트

[표 4] 침투탐상시험(PT) 판정기준

구분	분산 결함/독립 결함 (Clustered/Isolated Indication)	연속 결함 (Aligned indications)
지정된 부위	SP1 - CP1 이상	LP3 - AP3 이상
비지정 부위	SP2 - CP2 이상	LP4 - AP4 이상

나) 방사선투과시험(RT)

방사선 투과 시험은 아래 [그림 2]를 참조하여 주조상태에서 MIL-STD-453C에 따라 실시하며, 판정은 ASTM E 155의 기준 사진과 대조 비교하여 다음 [표 5]의 등급을 만족하여야 한다. 다만, 재질 및 형상변경에 따른 방사선투과시험(RT) 방법 및 판정기준은 상기 방법과 동등 이상의 시험방법 및 판정기준에 따른다.



[그림 2] 방사선투과시험(RT) 포인트

[표 5] 방사선투과시험(RT) 판정기준

- 지정부위

결 합	ASTM E 155 (¼ inch) 두께 12.7 mm 이하	ASTM E 155 (⅜ inch) 두께 12.7 mm초과 51 mm이하
가스 홀	5등급 이내	4등급 이내
가스 프로시티(원형)	5등급 이내	4등급 이내
가스 프로시티(장공)	4등급 이내	3등급 이내
수축(캐비티)	2등급 이내	4등급 이내
수축(스펀지 모양)	4등급 이내	3등급 이내
이물질(Thin)	4등급 이내	4등급 이내
이물질(Heavy)	4등급 이내	3등급 이내

- 비지정부위

결 합	ASTM E 155 (¼ inch) 두께 12.7 mm 이하	ASTM E 155 (⅜ inch) 두께 12.7 mm초과 51 mm이하
가스 홀	5등급 이내	4등급 이내
가스 프로시티(원형)	5등급 이내	5등급 이내
가스 프로시티(장공)	4등급 이내	5등급 이내
수축(캐비티)	2등급 이내	4등급 이내
수축(스펀지 모양)	4등급 이내	5등급 이내
이물질(Thin)	4등급 이내	5등급 이내
이물질(Heavy)	4등급 이내	4등급 이내

3) 피로강도시험

피로강도시험은 (81 ~ 160)MPa 범위내에서 10Hz 주파수 범위로 파단 시험(Cycle 수 1 × 10<sup>7</sup> 이상)을 시행하여 시험결과가 [표 3]의 기준을 만족하여야 한다. 다만, 재질 및 형상변경에 따른 피로강도시험 방법 및 판정기준은 상기 방법과 동등 이상의 시험방법 및 판정기준에 따른다.

21.5 검사기록

검사결과 기록양식은 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 검사뢰자 및 검사품 제작사
- 나. 검사품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 검사품명 및 제품(로트)번호
- 라. 검사장소 및 검사자 정보
- 마. 검사일자 및 필요시 검사환경 조건
- 바. 검사항목별 검사결과
- 사. 기타 특이사항

## 22. 고정링

### 22.1. 적용범위

이 기준은 고속철도차량에 취부되는 고정링(Fixed Ring)에 대하여 적용한다.

[ 표 1 ] 고정링 분류

분류	적용차종	검사항목	비 고
고정링	고속철도차량	재료검사 비파괴검사 피로강도시험	

### 22.2 정의

- 가. “고정링(Fixed Ring)” 이라 함은 **이동링(Carrying Ring)**과 차량간의 연결기능을 수행하며 **이동링(Carrying Ring)**과 더불어 차량전체의 수직하중을 지탱하는 장치를 말한다.
- 나. “주조” 라 함은 고체상태의 금속을 용해하여 만들고자 하는 모양의 주형에 주입하여 응고시켜 목적하는 모양을 한번에 만드는 작업을 말한다.
- 다. “용체화 처리” 라 함은 이전에 이미 석출된 성분들을 재 용해하여 고용되도록 시행하는 열처리를 말한다.
- 라. “시효경화” 라 함은 필요한 성질을 가지도록 용체화 처리한 뒤에 적용하는 열처리를 말한다.

### 22.3 일반사항

- 가. 고정링은 철도차량 안전기준의 하중조건에 만족할 수 있도록 구조, 형상, 강도를 가져야 한다.
- 나. 고정링의 화학성분 및 기계적성질은 제작사양서에 따르고 형상은 제작도면을 따른다.
- 다. 재료시험은 국가/국제 재료규격에서 규정한 Lot별로 구분하여 시험한다.
- 라. 비파괴 검사에 투입되는 검사 시행자는 비파괴 분야 국가기술자격을 취득한 자격자이어야 한다.
- 마. 비파괴검사는 전수검사를 실시한다.
- 바. 침투탐상검사는 주조 상태와 가공 상태에서 지정부 및 비지정부에 대하여 실시하고, 방사선투과검사는 주조 상태에서 지정부 및 비지정부에 대하여 실시한다.
- 사. 피로강도시험은 시제품 주조 시 실시하며, 모재와 동일한 용탕을 별도 주형에 주입한 공시재를 사용하여 시험한다.
- 아. 본 기술기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.

### 22.4. 고정링 시험방법

가. 인용표준

- 1) KS B 0801 : 금속재료의 인장시험편
- 2) KS B 0802 : 금속재료의 인장시험방법
- 3) KS B 0805 : 금속재료의 브리넬경도 시험방법
- 4) KS D 1650 : 금속재료의 광전 측광식 발광 분석 방법 통칙
- 5) KS B 0250 : 주조품-치수 공차 및 절삭 여유 방식
- 6) KS B 0816 : 침투탐상시험 방법 및 지시 모양의 분류
- 7) KS B 0161 : 표면 거칠기 정의 및 표시
- 8) NF A 04-150 : 알루미늄 합금으로 된 주조품의 방사선 검사
- 9) KS D 0213 : 철강 재료의 자분탐상시험방법 및 자분모양의 분류
- 10) EN 1371.1 : 침투탐상 검사

- 11) BS EN 1706 : 알루미늄 합금의 화학성분 및 기계적 성질
- 12) KS D 1851 : 알루미늄 및 알루미늄합금 분석방법 통칙
- 13) KS D 1678 : 알루미늄과 알루미늄합금의 용융결합 플라즈마 방출 분광 분석 방법
- 14) MIL-STD-453C : 방사선 투과 시험
- 15) AFS C-9 : Cast Microfinish Comparator
- 16) ASTM E 155 : 방사선 투과 시험 판독을 위한 참조 필름
- 17) 기타 상기 시험방법과 동등한 국가/국제규격

나. 시험방법

1) 재료검사

가) 열처리 확인

BS EN 1706에 따라 용체화 처리(담금질)후 시효경화(에이징) 열처리를 시행한다.

나) 화학분석시험

KS D 1851(알루미늄 및 알루미늄합금 분석방법 통칙) 또는 KS D 1678(알루미늄 과 알루미늄 합금의 용융결합 플라즈마 방출 분광 분석 방법)에 따라 시행하며, 시험결과가 [표 2]의 기준을 만족 하여야 한다. 다만, 아래 표의 화학분석 판정기준 이외의 재질기호에 대해서는 국가 /국제 재료규격의 화학분석시험 판정기준에 따른다.

[표 2] 화학성분

재질	Si	Fe	Cu	Mg	Mn	Zn	Ti	Others	
								Each	Total
EN AC42200	6.5~7.5	0.19 이하	0.05 이하	0.45~0.70	0.10 이하	0.07 이하	0.08~0.25	0.03 이하	0.10 이하

다) 기계적 성질 시험

인장시험은 KS B 0802, 경도시험은 KS B 0805에 따라 실시하며 시험 결과가 [표 3] BS EN 1706의 기계적성질(인장강도, 항복강도, 경도 및 연신율) 기준을 만족 하여야 한다.

다만, 아래 표의 기계적 성질 시험 판정기준 이외의 재질기호에 대해서는 국가/국제 재료규격의 기계적 성질 판정기준에 따른다.

또한, 지정부에 공시재 취부가 불가할 경우에는 양산 본품에서 1개를 KS Q 1003 랜덤 샘플링 방법에 의해 선정하여 절단 시험 할 수 있으며 BS EN 1706에 따라 인장강도 및 항복강도는 70%, 연신율은 50% 이상이어야 한다.

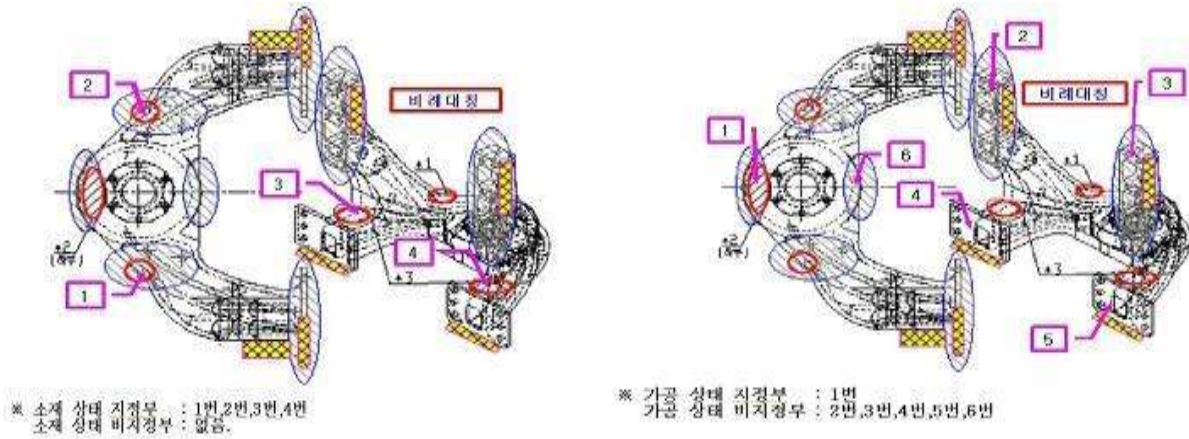
[표 3] 기계적 성질

구분	재질	인장 시험			경도시험	피로강도시험 (N/mm <sup>2</sup> )
		항복강도 (N/mm <sup>2</sup> )	인장강도 (N/mm <sup>2</sup> )	연신율 (%)	브리넬경도(HBW)	
지정부위	EN AC42200	250 이상	290 이상	2 이상	100 이상	80 이상
비지정부위		240 이상	270 이상	1 이상	90 이상	-

2) 비파괴검사

가) 침투탐상시험(PT)

침투탐상시험(PT)은 아래 [그림 1]을 참조하여 주조상태 및 가공상태에서 지정부 및 비지정부의 대하여 KS B 0816에 따라 실시, 균열은 없어야 하며, 기타 결함은 EN 1371-1에 따라 다음 [표 4]를 만족 하여야 한다. 다만, 재질 및 형상변경에 따른 침투탐상시험(PT) 방법 및 판정기준은 상기 방법과 동등 이상의 시험방법 및 판정기준에 따른다.



[그림 1] 침투탐상시험(PT) 포인트

[표 4] 침투탐상시험(PT) 판정기준

구분	분산 결함/독립 결함 (Clustered/Isolated Indication)	연속 결함 (Aligned indications)
지정된 부위	SP1 - CP1 이상	LP3 - AP3 이상
비지정 부위	SP2 - CP2 이상	LP4 - AP4 이상

나) 방사선투과시험(RT)

방사선 투과 시험은 아래 [그림 2]를 참조하여 주조상태에서 MIL-STD-453C에 따라 실시하며, 판정은 ASTM E 155의 기준 사진과 대조 비교하여 다음 [표 5]의 등급을 만족 하여야 한다. 다만, 재질 및 형상변경에 따른 방사선투과시험(RT) 방법 및 판정기준은 상기 방법과 동등 이상의 시험방법 및 판정기준에 따른다.



[그림 2] 방사선투과시험(RT) 포인트

[ 표 5 ] 방사선투과시험(RT) 판정기준

- 지정부위

결 합	ASTM E 155 (¼ inch) 두께 12.7 mm 이하	ASTM E 155 (⅜ inch) 두께 12.7 mm초과 51 mm이하
가스 홀	5등급 이내	4등급 이내
가스 프로시티(원형)	5등급 이내	4등급 이내
가스 프로시티(장공)	4등급 이내	3등급 이내
수축(캐비티)	2등급 이내	4등급 이내
수축(스펀지 모양)	4등급 이내	3등급 이내
이물질(Thin)	4등급 이내	4등급 이내
이물질(Heavy)	4등급 이내	3등급 이내

- 비지정부위

결 합	ASTM E 155 (¼ inch) 두께 12.7 mm 이하	ASTM E 155 (⅜ inch) 두께 12.7 mm초과 51 mm이하
가스 홀	5등급 이내	4등급 이내
가스 프로시티(원형)	5등급 이내	5등급 이내
가스 프로시티(장공)	4등급 이내	5등급 이내
수축(캐비티)	2등급 이내	4등급 이내
수축(스펀지 모양)	4등급 이내	5등급 이내
이물질(Thin)	4등급 이내	5등급 이내
이물질(Heavy)	4등급 이내	4등급 이내

4) 피로강도시험

피로강도시험은 (81 ~ 160) MPa 범위 내에서 10Hz 주파수 범위로 파단 시험(Cycle 수  $1 \times 10^7$  이상)을 시행하여 시험결과가 [ 표 3 ]의 기준을 만족 하여야 한다. 다만, 재질 및 형상변경에 따른 피로강도시험 방법 및 판정기준은 상기 방법과 동등 이상의 시험방법 및 판정기준에 따른다.

22.5 검사기록

검사결과 기록양식은 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 검사뢰자 및 검사품 제작사
- 나. 검사품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 검사품명 및 제품(로트)번호
- 라. 검사장소 및 검사자 정보
- 마. 검사일자 및 필요시 검사환경 조건
- 바. 검사항목별 검사결과
- 사. 기타 특이사항

## 23. 에어백 서포트

### 23.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량에 취부되는 에어백 서포트(Air Bag Support)에 대하여 적용한다.

[표 1] 에어백 서포트 분류

분류	적용차종	검사항목	비고
에어백 서포트	고속철도차량	소재검사 비파괴검사 피로강도시험	

### 23.2 정의

- 가. “에어백 서포트(Air Bag Support)” 라 함은 차체와 대차를 연결하는 2차 현수장치를 지지하는 장치를 말한다.
- 나. “주조” 라 함은 고체상태의 금속을 용해하여 만들고자 하는 모양의 주형에 주입하여 응고시켜 목적하는 모양을 한번에 만드는 작업을 말한다.
- 다. “용체화 처리” 라 함은 이전에 이미 석출된 성분들을 재용해하여 고용되도록 시행하는 열처리를 말한다.
- 라. “시효경화” 라 함은 필요한 성질을 가지도록 용체화 처리한 뒤에 적용하는 열처리를 말한다.

### 23.3 일반사항

- 가. 에어백 서포트는 철도차량 안전기준의 하중조건에 만족할 수 있도록 구조, 형상, 강도를 가져야 한다.
- 나. 에어백 서포트의 화학성분 및 기계적성질은 제작사양서에 따르고 형상은 제작도면을 따른다.
- 다. 재료시험은 국가/국제 재료규격에서 규정한 Lot별로 구분하여 시험한다.
- 라. 비파괴 검사에 투입되는 검사 시행자는 비파괴 분야 국가기술자격을 취득한 자격자이어야 한다.
- 마. 비파괴검사는 전수검사를 실시한다.
- 바. 침투탐상검사는 주조 상태와 가공 상태에서 지정부 및 비지정부에 대하여 실시하고, 방사선투과검사는 주조 상태에서 지정부 및 비지정부에 대하여 실시한다.
- 사. 피로강도시험은 시제품 주조 시 실시하며, 모재와 동일한 용탕을 별도 주형에 주입한 공시재를 사용하여 시험한다.
- 아. 본 기술기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.

### 23.4 에어백서포트 시험방법

가. 인용표준

- 1) KS B 0801 : 금속재료의 인장시험편
- 2) KS B 0802 : 금속재료의 인장시험방법
- 3) KS B 0805 : 금속재료의 브리넬경도 시험방법
- 4) KS D 1650 : 금속재료의 광전 측광식 발광 분석 방법 통칙
- 5) KS B 0250 : 주조품-치수 공차 및 절삭 여유 방식
- 6) KS B 0816 : 침투탐상시험 방법 및 지시 모양의 분류
- 7) KS B 0161 : 표면 거칠기 정의 및 표시
- 8) NF A 04-150 : 알루미늄 합금으로 된 주조품의 방사선 검사
- 9) KS D 0213 : 철강 재료의 자분탐상시험방법 및 자분모양의 분류
- 10) EN 1371.1 : 침투탐상 검사

- 11) BS EN 1706 : 알루미늄 합금의 화학성분 및 기계적 성질
- 12) KS D 1851 : 알루미늄 및 알루미늄합금 분석방법 통칙
- 13) KS D 1678 : 알루미늄과 알루미늄합금의 용융결합 플라즈마 방출 분광 분석 방법
- 14) MIL-STD-453C : 방사선 투과 시험
- 15) AFS C-9 : Cast Microfinish Comparator
- 16) ASTM E 155 : 방사선 투과 시험 판독을 위한 참조 필름
- 17) 기타 상기 시험방법과 동등한 국가/국제규격

나. 시험방법

1) 재료검사

가) 열처리 확인

BS EN 1706에 따라 용체화 처리(담금질)후 시효경화(에이징) 열처리를 시행하여야 한다.

나) 화학분석시험

KS D 1851(알루미늄 및 알루미늄합금 분석방법 통칙) 또는 KS D 1678(알루미늄 과 알루미늄 합금의 용융결합 플라즈마 방출 분광 분석 방법)에 따라 시행하며, 시험결과가 [표 2]의 기준을 만족 하여야 한다. 다만, 아래 표의 화학분석 판정기준 이외의 재질기호에 대해서는 국가/국제 재료규격의 화학분석시험 판정기준에 따른다.

[표 2] 화학성분

재질	Si	Fe	Cu	Mg	Mn	Zn	Ti	Others	
								Each	Total
EN AC42200	6.5~ 7.5	0.19 이하	0.05 이하	0.45~ 0.70	0.10 이하	0.07 이하	0.08~ 0.25	0.03 이하	0.10 이하

다) 기계적 성질 시험

인장시험은 KS B 0802, 경도시험은 KS B 0805에 따라 실시하며 시험 결과가 [표 3] BS EN 1706의 기계적성질(인장강도, 항복강도, 경도 및 연신율) 기준을 만족 하여야 한다.

다만, 아래 표의 기계적 성질 시험 판정기준 이외의 재질기호에 대해서는 국가/국제 재료규격의 기계적 성질 판정기준에 따른다.

또한, 지정부에 공시재 취부가 불가할 경우에는 양산 본품에서 1개를 KS Q 1003 랜덤 샘플링 방법에 의해 선정하여 절단 시험 할 수 있으며 BS EN 1706에 따라 인장강도 및 항복강도는 70%, 연신율은 50% 이상이어야 한다.

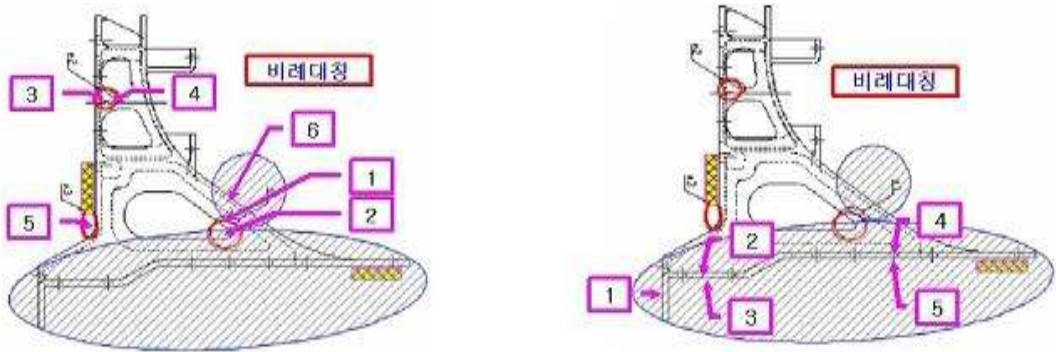
[표 3] 기계적 성질

구분	재질	인장 시험			경도시험	피로강도시험 (N/mm <sup>2</sup> )
		항복강도 (N/mm <sup>2</sup> )	인장강도 (N/mm <sup>2</sup> )	연신율 (%)	브리넬경도(HBW)	
지정부위	EN AC42200	250 이상	290 이상	2 이상	100 이상	80 이상
비지정부위		240 이상	270 이상	1 이상	90 이상	-

2) 비파괴검사

가) 침투탐상시험(PT)

침투탐상시험(PT)는 아래 [그림 1]을 참조하여 주조상태 및 가공상태에서 지정부 및 비지정부의 대하여 KS B 0816에 따라 실시, 균열은 없어야 하며, 기타 결함은 EN 1371-1에 따라 다음 [표 4]를 만족 하여야 한다. 다만, 재질 및 형상변경에 따른 침투탐상시험(PT) 방법 및 판정기준은 상기 방법과 동등 이상의 시험방법 및 판정기준에 따른다.



※ 소제 상태 지정부 : 1번,2번,3번,4번,5번  
 소제 상태 비지정부 : 6번

※ 가공 상태 지정부 : 없음.  
 가공 상태 비지정부 : 1번,2번,3번,4번,5번

[그림 1] 침투탐상시험(PT) 포인트

[표 4] 침투탐상시험(PT) 판정기준

구 분	분산 결함/독립 결함 (Clustered/Isolated Indication)	연속 결함 (Aligned indications)
지정된 부위	SP1 - CP1 이상	LP3 - AP3 이상
비지정 부위	SP2 - CP2 이상	LP4 - AP4 이상

나) 방사선투과시험(RT)

방사선 투과 시험은 아래 [그림 2]를 참조하여 주조상태에서 MIL-STD-453C에 따라 실시하며, 판정은 ASTM E 155의 기준 사진과 대조 비교하여 다음 [표 5]의 등급을 만족 하여야 한다. 다만, 재질 및 형상변경에 따른 방사선투과시험(RT) 방법 및 판정기준은 상기 방법과 동등 이상의 시험방법 및 판정기준에 따른다.

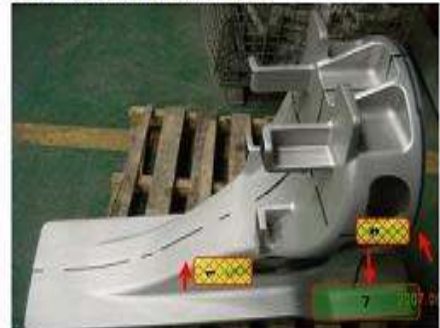
<사진1> R/T 촬영기준 (좌측면)



<사진2> R/T 촬영기준 (뒷면)



<사진3> R/T 촬영기준 (우측면)



구 분	지정부표시	비지정부표시	촬영방향표시

[그림 2] 방사선투과시험(RT) 포인트

[ 표 5 ] 방사선투과시험(RT) 판정기준

- 지정부위

결 합	ASTM E 155 (¼ inch) 두께 12.7 mm 이하	ASTM E 155 (⅜ inch) 두께 12.7 mm초과 51 mm이하
가스 홀	5등급 이내	4등급 이내
가스 프로시티(원형)	5등급 이내	4등급 이내
가스 프로시티(장공)	4등급 이내	3등급 이내
수축(캐비티)	2등급 이내	4등급 이내
수축(스펀지 모양)	4등급 이내	3등급 이내
이물질(Thin)	4등급 이내	4등급 이내
이물질(Heavy)	4등급 이내	3등급 이내

- 비지정부위

결 합	ASTM E 155 (¼ inch) 두께 12.7 mm 이하	ASTM E 155 (⅜ inch) 두께 12.7 mm초과 51 mm이하
가스 홀	5등급 이내	4등급 이내
가스 프로시티(원형)	5등급 이내	5등급 이내
가스 프로시티(장공)	4등급 이내	5등급 이내
수축(캐비티)	2등급 이내	4등급 이내
수축(스펀지 모양)	4등급 이내	5등급 이내
이물질(Thin)	4등급 이내	5등급 이내
이물질(Heavy)	4등급 이내	4등급 이내

4) 피로강도시험

피로강도시험은 (81 ~ 160) MPa 범위내에서 10Hz 주파수 범위로 파단 시험(Cycle 수  $1 \times 10^7$  이상)을 시행하여 시험결과가 [표 3]의 기준을 만족할 경우 양호로 한다. 다만, 재질 및 형상 변경에 따른 피로강도시험 방법 및 판정기준은 상기 방법과 동등 이상의 시험방법 및 판정기준에 따른다.

23.5 검사기록

검사결과 기록양식은 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 검사의뢰자 및 검사품 제작사
- 나. 검사품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 검사품명 및 제품(로트)번호
- 라. 검사장소 및 검사자 정보
- 마. 검사일자 및 필요시 검사환경 조건
- 바. 검사항목별 검사결과
- 사. 기타 특이사항

## 24. 제동실린더

### 24.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 설치되는 제동실린더에 대하여 적용 한다

[표 1] 제동실린더 분류

분류	적용 차종	검사항목	비고
제동 실린더	고속철도차량 일반철도차량 도시철도차량	누설시험 성능시험	

### 24.2 정의

가. “제동실린더” 라 함은 고압의 공기를 보내어 피스톤을 작동시켜 레버장치에 의해 브레이크슈를 차륜에 제동마찰패드를 제동디스크에 접촉시켜 제동력을 발생시키는 장치를 말한다.

### 24.3 일반사항

- 가. 제동실린더는 비, 눈, 서리 및 먼지 등의 물질이 제동제어나 안전 작동에 영향을 주지 아니하는 구조이어야 하고 고온, 저온, 고습에서도 기기의 정상적인 기능을 확보하도록 제작 되어야 한다.
- 나. 제동실린더는 사양은 제작사양서에 따르며, 현상은 설계도면에 따른다.
- 다. 누설시험 및 출력시험은 전수검사를 실시한다.
- 라. 본 기술기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.

### 24.4 시험방법

- 가. 인용표준  
해당사항 없음
- 나. 검사방법 및 합격기준
  - 1) 누설시험  
제동실린더에 설계사양에서 정한 압력공기를 공급하여 차단 후 2분 동안 유지하여 공기누설이 없어야 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.
  - 2) 성능시험  
성능시험은 설계사양에서 정한 시험방법에 따라 성능시험을 시행하여 출력값이 설계사양에서 정한 판정기준에 적합하여야 한다.

### 24.5 시험기록

시험결과 기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 시험의뢰자 및 시험품 제작자
- 나. 시험품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 검사품명 제품 번호

- 라. 시험장소 및 검사자 정보
- 마. 시험일자 및 필요시 시험환경 조건
- 바. 시험 항목별 시험 결과
- 사. 기타 특이사항

25. 제동마찰재(합성수지)

25.1. 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 취부되는 제동마찰재(답면제동용 합성제륜자 및 디스크제동용 제동패드)에 대하여 적용한다.

[표 1] 합성제륜자/제동패드 분류

분류	적용차종	검사항목	비고
합성제륜자	고속철도차량 일반철도차량 도시철도차량	[표2, 표3]	답면제동
제동패드			디스크제동

25.2 정의

- 가. “합성제륜자” 라 함은 차륜답변에 제동력을 가압하는 부품을 말한다.
- 나. “마찰면” 이라 함은 반지름 방향 및 원주 방향으로 연장되며 제동 마찰 패드의 마찰 맞물림에 이용할 수 있는 디스크의 평면 부분을 말한다.
- 다. “평균마찰계수” 라 함은 브레이크 정지거리, 브레이크 흡수 에너지 및 제동 마찰 패드 총 압착력에서 산출한 제동 마찰 패드와 제동 디스크의 마찰 계수를 말한다.
- 라. 제동패드는 캘리퍼가 설치된 휠 실린더의 피스톤과 디스크 사이에 설치되어 피스톤의 압력을 받아 회전하는 디스크에 접촉 시 마찰로써 직접적인 제동을 가하는 부품을 말한다.

25.3 일반사항

- 가. 제동마찰재 제조에 사용되는 재료는 석면 이외에도 인체에 유해한 물질이 포함되지 않은 일반폐기물로 처리가 가능한 재질의 마찰재로 제조하여야 한다.
- 나. 제동마찰재는 내부까지 균일하도록 제조하여 사용상 마찰계수의 변화가 없도록 하여야 한다.
- 다. 평균마찰계수시험, 마모량시험, 열균열시험은 시제품검사를 실시하고, 유해물질 분석시험, 압축강도시험, 경도시험, 굽힘강도시험, 전단강도시험, 충격강도시험은 LOT별로 시료를 발취하여 검사를 실시한다.
- 라. 제동마찰재의 재질사양은 설계사양서에 따르며, 형상은 제작도면에 따른다.
- 마. 본 기술기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.
- 바. 검사수준은 아래 [표 2], [표 3]에 따른다.

[표 2] 합성제륜자의 검사항목

검사 항목	적용차종		
	고속철도차량	일반철도차량	도시철도차량
평균마찰계수	○	○	○
마모량시험	○	○	○
유해물질 분석시험	○	○	○
압축강도시험	○	○	○
경도시험	○	○	○
굽힘강도시험	○	○	-
전단강도시험	○	○	-
열균열 시험	○	○	○

[ 표 3 ] 제동패드의 검사항목

검사 항목	적용차종		
	고속철도차량	일반철도차량	도시철도차량
평균마찰계수	○	○	○
마모량시험	○	○	○
유해물질 분석시험	○	○	○
압축강도시험	-	○	○
경도시험	○	-	-

25.4 합성제륜자 시험방법

가. 인용표준

- 1) KS M 3015 : 열경화성 플라스틱 일반 시험방법
- 2) KS M ISO 2039-2 : 플라스틱-경도의 측정-제2부 : 로크웰 경도
- 3) UIC 541-4 : Brakes-Regulations concerning th manufacture of brake components-Self-adjusting load-proportional braking system and automatic 'empty-loaded' control device
- 4) IEC 62321 : Electrotechnical products - Determination of levels of six regulated substances. (lead, mercury, cadmium, hexavalent chromium, polybrominated biphenyls, polybrominated diphenyl ethers)

나. 시험방법 및 합격기준

- 1) 평균마찰계수시험  
 평균마찰계수시험은 설계사양에서 정한 방법에 따라 시험을 실시하여, 평균마찰계수가 설계사양에서 정한 판정기준을 만족하여야 한다.
- 2) 마모량시험  
 마모량시험은 평균마찰계수시험 후의 제륜자의 중량을 측정하여 마모량을 산출하고, 마모량은 설계사양에서 정한 판정기준을 만족하여야 한다.
- 3) 유해물질 분석시험  
 제륜자에는 인체에 유해한 석면이 포함되지 않아야 하며 석면의 분석은 환경부고시 제2011-3호 「환경분야 시험, 검사등에 관한법률」 제 6조에 따른 폐기물 공정 시험기준 ES06305.1 폐기물 공정시험기준 - 석면 편광 현미경법 또는 ES 06305.2 폐기물 공정시험기준 - 석면 X선 회절기법에 따라 시험하여 인체에 유해한 석면이 포함되지 않아야 한다.
- 4) 압축강도시험  
 압축강도시험은 KS M 3015 또는 동등 이상의 국가/국제규격에 따라 시행하여야 하며 판정기준 설계사양에서 정한 압축강도시험의 판정기준에 따른다.
- 5) 경도시험  
 로크웰경도 시험은 KS M ISO 2039-2 또는 동등 이상의 국가/국제규격에 따라 시행하여야 하며 판정기준은 설계사양에서 정한 경도시험의 판정기준에 따른다.
- 6) 굽힘강도시험  
 굽힘 강도 시험은 UIC 541-4 또는 동등 이상의 국가/국제규격에 따라 시행하여야 하며 판정기준은 설계사양에서 정한 굽힘강도시험의 판정기준에 따른다.
- 7) 전단강도시험  
 전단강도시험은 UIC 541-4 또는 동등 이상의 국가/국제규격에 따라 시행하여야 하며 판정기준은 설계사양에서 정한 전단강도시험의 판정기준에 따른다.

## 8) 열균열시험

평균마찰계수시험을 실시한 후 마찰면 상태를 육안으로 확인하여 균열이 발생하지 않아야 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

## 25.5. 제동패드 시험방법

## 가. 인용표준

- 1) KS M 3015 열경화성 플라스틱 일반 시험방법
- 2) IEC 62321, Electrotechnical products - Determination of levels of six regulated substances (lead, mercury, cadmium, hexavalent chromium, polybrominated biphenyls, polybrominated diphenyl ethers)
- 3) ASTM-E-18, Standard test methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials
- 4) KS M ISO 179-1 플라스틱- 사르피 충격강도의 측정

## 나. 시험방법 및 합격기준

## 1) 평균마찰계수시험

평균마찰계수시험은 설계사양에서 정한 방법에 따라 시험을 실시하여, 평균마찰계수가 설계사양에서 정한 판정기준을 만족하여야 한다.

## 2) 마모량시험

마모량시험은 평균마찰계수시험 전후의 제륜자의 중량을 측정하여 마모량을 산출하고, 마모량은 설계사양에서 정한 판정기준을 만족하여야 한다.

## 3) 유해물질 분석시험

제동패드에는 인체에 유해한 석면이 포함되지 않아야 하며 석면의 분석은 환경부고시 제2011-3호 「환경분야 시험, 검사 등에 관한법률」 제 6조에 따른 폐기물 공정 시험기준 ES06305.1 폐기물 공정시험기준 - 석면 편광 현미경법 또는 ES 06305.2 폐기물 공정시험기준 - 석면 X선 회절 기법에 따라 시험하여 인체에 유해한 석면이 포함되지 않아야 한다.

## 4) 압축강도시험

압축강도시험은 KS M 3015 또는 동등 이상의 국가/국제규격에 따라 시행하여야 하며 판정기준은 설계사양에서 정한 압축강도시험의 판정기준에 따른다.

## 5) 경도시험

로크웰경도 시험은 ASTM E 18 또는 동등 이상의 국가/국제규격에 따라 시행하여야 하며 판정기준은 설계사양에서 정한 경도시험의 판정기준에 따른다.

## 25.6 검사기록

검사결과 기록양식은 다음과 같은 사항을 기록한다.

## 가. 검사의뢰자 및 검사품 제작사

## 나. 검사품의 형식명 및 제조자번호

## 다. 검사품명 및 제품(로트)번호

## 라. 검사장소 및 검사자 정보

## 마. 검사일자 및 필요시 검사환경 조건

## 바. 검사항목별 검사결과

## 사. 기타 특이사항

26. 제동디스크(합금소재)

26.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 취부되는 제동디스크에 대하여 적용한다.

[표 1]제동디스크 분류

구분	적용차종	검사항목	비 고
제동디스크	고속철도차량 일반철도차량 도시철도차량	재료시험 비파괴시험 밸런싱시험 열균열시험	

26.2 정의

- 가. “제동 디스크” 라 함은 제동 디스크와 관련 차축 또는 구동축 사이에 회전을 전달하는 수단과 제동패드의 결합을 위한 환형 마찰면을 포함하는 회전자를 말한다.
- 나. “단일 디스크” 라 함은 하나의 브레이크 링이 하나의 허브와 결합되는 디스크를 말한다.
- 다. “이중 디스크” 라 함은 하나의 허브가 축방향으로 간격을 두고 있는 2개의 브레이크 링을 지지하는 디스크를 말한다.
- 라. “편심” 이라 함은 힘의 작용이 재축(材軸)에서 벗어나 작용하는 것. 힘이 편심하고 있는 경우는 재축방향의 힘과 힘이 작용하고 있는 것과 같다.

26.3 일반사항

- 가. 제동디스크의 재질은 제작사양서를 따르고 구조, 형상은 제작도면을 따른다.
- 나. 분리형 제동디스크는 2쪽의 결합면과 디스크 제동 마찰 패드 면과의 수직수평이 정확히 되도록 가공 제작하여야 한다
- 다. 재료시험은 국가/국제 재료규격에서 규정한 Lot별로 구분하여 시험한다.
- 라. 열균열시험은 시제품검사를 시행하고, 자분탐상시험 및 밸런싱시험은 전수검사, 초음파탐상시험은 LOT별로 시료를 발체하여 검사를 실시한다. 다만, 밸런싱시험은 고속철도차량 및 설계사항에서 정한 경우에 한하여 실시한다.
- 마. 본 기술기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.

26.4 제동디스크 시험방법

- 가. 인용표준
  - 1) KS B 0801 : 금속재료 인장시험편
  - 2) KS B 0802 : 금속재료 인장시험방법
  - 3) KS B 0805 : 브리넬 경도시험방법
  - 4) KS D 1652 : 철 및 강철의 스파크 방전 원자방출 분광분석 방법
  - 5) KS D 1801 : 철 및 강의 분석방법 통칙
  - 6) KS D 0213 : 철강재료의 자분탐상 시험방법
  - 7) KS D ISO 4986 : 주강품-자분탐상검사
  - 8) KS B 0817 : 금속재료의 펄스 반사법에 따른 초음파 탐상 시험방법 통칙
  - 9) KS D 0248 : 탄소강 및 저합금강 단강품의 초음파 탐상 시험방법
- 나. 시험방법

1) 재료시험

가) 화학분석시험

화학분석시험은 KS D 1652, KS D 1801 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 분석시험을 시행하며 판정기준은 [표 2]에 따른다. 다만, [표 2]의 화학분석 판정기준 이외의 재질에 대해서는 국가/국제 재료규격의 화학분석시험 판정기준 또는 설계사양에서 정한 기준에 따른다.

[표 2] 화학 분석

재질	화학분석(%)									
	C	Si	Mn	S	P	Al	Cr	Mo	Ni	V
주철(합금재료)	3.0 ~3.4	1.7 ~2.2	0.6 ~0.9	0.12 이하	0.07 이하	-	-	-	-	-

나) 기계적 성질

인장시험은 KS B 0802 또는 이와 동등한 국가/국제 규격, 경도시험은 KS B 0805 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 시험을 시행하며 판정기준은 [표 3]에 따른다. 다만, [표 3]의 기계적 성질 판정기준 이외의 재질에 대해서는 국가/국제 재료규격의 기계적성질 시험 판정 기준에 따른다.

[표 3] 기계적 성질

재질	인장강도 (N/mm <sup>2</sup> )	항복강도 (N/mm <sup>2</sup> )	경도 (HBW)	비고
주철(합금재료)	245 이상	-	190 ~ 240	-

2) 비파괴 시험

가) 자분탐상시험

자분탐상시험은 제동디스크 마찰면에 대하여 KS D 0213 또는 이와 동등한 국가/국제 규격에 따라 시험을 시행하고 판정기준은 KS D ISO 4986의 엄격도 2 이내 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 판정기준에 따른다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

나) 초음파탐상시험

제동디스크 마찰면에 대하여 KS B 0817, KS B 0248 또는 이와 동등한 국가/국제규격에 따라 시험을 시행하고 판정기준은 3급 이상 또는 이와 동등 이상의 국가/국제규격의 판정기준에 따른다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

3) 밸런스 시험

제동디스크 편심하중에 의해 나타나는 모니터의 언밸런스 값을 측정하여 설계사양에서 정한 판정기준을 만족하여야 한다.

4) 열균열 시험

제동마찰재와 조합하여 조합시험을 실시한 후 디스크 표면에 이상 마모 및 열크랙 발생이 없어야 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

## 26.5 검사기록

검사결과 기록양식은 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 검사의뢰자 및 검사품 제작사
- 나. 검사품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 검사품명 및 제품(로트)번호
- 라. 검사장소 및 검사자 정보
- 마. 검사일자 및 필요시 검사환경 조건
- 바. 검사항목별 검사결과
- 사. 기타 특이사항

## 27. 신호보안장치(차상)

### 27.1 적용범위

고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량 등에 취부되는 차상신호장치에 대하여 적용한다.

[표 1] 차상신호장치 분류

구분	적용
차상신호장치	고속철도차량
	일반철도차량
	도시철도차량

[표 2] 차종별 신호장치 적용

구분	신호장치 적용			
	ATS	ATC	ATP	ATP/ATO
고속철도차량	○	○	○	
일반철도차량	○		○	
도시철도차량	○	○		○

### 27.2 정의

차상신호장치는 열차 또는 차량의 안전운행과 수송능률 향상을 목적으로 시설한 종합적인 설비로서, 열차 또는 차량운행의 안전을 확보하고 정확성과 신속화로 선로 이용률을 최대한 높여주며 수송능률을 향상시키고 운행열차를 보호하는 장치이다. 차상신호장치에는 자동열차정지장치(ATS), 자동열차 제어장치(ATC), 자동열차방호장치(ATP), 자동열차운전장치(ATO), 등으로 나눌 수 있다.

### 27.3 일반사항

- 가. 각 차종별 운용되고 있는 자동열차제어장치(ATC : Automatic Train Control), 자동열차정지장치(ATS : Automatic Train Stop), 자동열차방호장치(ATP : Automatic Train Protection)에 대응하는 차상신호장치들이 모두 설치 및 운용되어야 한다.
- 나. 차상신호장치는 지상신호장치의 정보를 수신하는 지상자 수신부, 차상제어컴퓨터, 운전자 표시 장치로 구성한다.
- 다. 본 기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.

### 27.4 차상신호장치 시험규격 및 시험기준

- 가. 시험규격
  - 1) KS R 9156 : 한국철도차량의 전자기기의 시험통칙
- 나. 시험기준
  - 1) 자동열차정지장치(ATS)
    - 가) ATS는 지상 선로상의 불연속적인 지상자 신호를 검지하여 열차 제한속도를 설정 및 제동하는 장치로서, 단변주식 점제어 방식과 다변주식 속도조사방식이 있으며 해당선구에 운용 중인 지상신호 방식에 대응하는 ATS 장치가 설치 및 운용되어야 한다.
    - 나) ATS 차상장치는 지상의 신호설비와 인터페이스 하여 적합하게 동작되어야 한다.

- 다) ATS 차상장치는 자기진단기능을 가져야 하고, 고장시 경고신호를 제공하여야 한다.
- 라) 운전자 표시장치는 제한속도 및 신호장치의 상태 정보를 현시하는 맨-머신 인터페이스(MMI : Man Machine Interface) 기능을 제공하여야 한다.
- 마) 차상신호장치는 출발 전 검사기능을 수행하여 정상 유무를 인지할 수 있어야 한다.
- 바) 점제어식 ATS
  - (1) 점제어식 ATS는 지상신호기가 정지신호에서만 동작하며, 정지신호 현시일 때 열차가 지상자를 통과하면 운전실의 적색등이 점멸되고 경보벨이 울려 운전자에게 경보를 전달하여야 한다.
  - (2) 경보벨이 울릴 경우 일정시간 이내에 운전자에 의해 확인버튼이 동작되지 않으면 비상제동이 체결되어야 한다.
- 사) 속도조사식 ATS
 

속도조사식 ATS는 지상 신호기의 현시에 따른 제한속도 대비 현재 열차속도가 높으면 열차 과속상태를 검지하면, 기관사가 제동을 취급하도록 경보를 울려야 하며 그럼에도 불구하고 일정시간 감속이 이루어지지 않으면 비상제동이 체결되어야 한다.
- 2) 자동열차방호장치(ATP)/자동열차운전장치(ATO)
  - 가) 차상신호장치는 열차의 안전운행을 지원하는 기능을 담당하고 있으며, 지상신호장치에서 폐색기반의 제한속도정보를 수신하여 열차를 제어하는 ATP와 열차운행에 필요한 제어정보 및 상태정보의 효율적인 송수신 기능을 담당하는 차상 지상간 통신장치, 열차의 안전운행을 확보하고 계획된 제어방식에 의하여 효율적으로 자동운전을 할 수 있는 자동열차운전장치(ATO 장치: Automatic Train Operation)로 구성된다.
  - 나) 차상신호장치는 자기진단기능 및 안전측동작(Fail-safe) 기능을 가져야 하고, 고장시 경고신호를 제공하여야 한다.
  - 다) 차상신호장치는 안전측 동작 개념에 의해 동작하여야 한다.
  - 라) 표시장치는 제한속도 및 차상신호장치의 상태 정보를 현시하는 맨-머신 인터페이스(MMI : Man Machine Interface)를 기능을 제공하여야 한다.
  - 마) ATP 안테나는 레일로부터 지상의 코드화된 반송파 신호를 수신하기 위하여 사용되는 신뢰성 있는 소형 경량의 안테나이어야 한다.
  - 바) 차상신호장치는 속도센서로 부터의 입력 기능을 가져야 한다.
  - 사) 차상신호장치는 출입문 닫힘 입력 기능을 가져야 한다.
  - 아) 차상신호장치는 열차정지 상태를 검지하는 기능을 가져야 한다.
  - 자) 차상신호장치는 비상정지 입력신호를 인지할 수 있어야 한다. 다만, 차량신호장치가 차량으로 부터의 비상정지 입력신호를 수신하지 못하는 경우에는 적용하지 않는다.
- 3) 자동열차제어장치(ATC)
  - 가) 차상 ATC는 지상 궤도회로의 연속 신호를 수신하여 열차 제한속도를 설정하는 연속제어 방식의 자동열차보호기능을 수행하는 장치이다.
  - 나) 차상신호장치는 자기진단기능 및 페일-세이프(Fail-Safe) 기능을 가져야 하고, 고장시 경고신호를 제공하여야 한다.
  - 다) 차상신호장치는 안전측 동작 개념에 의해 동작하여야 한다.
  - 라) 차상 ATC 장치는 차상컴퓨터, 연속 및 불연속정보 수신 안테나, 표시장치로 구성된다.
  - 마) 운전자 표시장치
    - (1) 표시장치는 현재 열차의 속도, 허용속도 등이 표시된다.
    - (2) 표시장치는 제한속도 및 신호장치의 상태 정보를 현시하는 MMI를 기능을 제공하여야 한다.
  - 바) ATC 안테나
    - (1) 차상 안테나는 연속정보전송을 위한 안테나와 불연속정보 전송을 위한 안테나로 구분되며

모두 차량의 전두부 하부에 설치되어 차상컴퓨터와 연결된다.

(2) 차상안테나는 지상 궤도회로 및 불연속 정보전송 루프로 부터 전송정보가 정확하게 수신될 수 있는 차량 하부에 설치되어야 한다.

사) 차상신호장치는 출발 전 검사 기능을 수행하여 정상 유무를 인지할 수 있어야 한다.

아) 차상신호장치는 속도센서로부터 입력 기능을 가져야 한다.

자) 차상신호장치는 출입문 닫힘 입력 기능을 가져야 한다.

차) 차상신호장치는 열차 정지 상태를 검지하는 기능을 가져야 한다.

카) 차상신호장치는 동작 중 발생하는 각종 고장을 데이터저장용 메모리에 기록해야 한다.

## 27.5 검사기록

검사결과 기록 양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

가. 검사의뢰자 및 검사품 제작자

나. 검사품의 형식명 및 제조자 번호

다. 검사일자 및 환경조건

라. 검사항목별 검사결과

마. 기타 특이사항

28. 하부구조(Under Frame)

28.1. 적용범위

이 기준은 철도차량에 사용하는 하부구조(Under Frame)에 대하여 적용하며, [표 1]과 같이 분류한다.

[표 1] 하부구조 분류

분류	적용차량	검사항목	비고
강재 구조	고속철도차량 일반철도차량 도시철도차량	재료시험 용접검사 비파괴검사	
스테인리스 구조			
알루미늄 구조			

28.2 인용표준

가. 재료

- 1) EN 755-2 : Aluminium and Aluminium alloys - Extruded rod/bar, tube and profiles - Part2 : Mechanical properties
- 2) KS D 0001 : 강재의 검사통칙
- 3) KS D 0002 : 비철 금속재료의 검사통칙

나. 용접

- 1) KS B 0850 : 점 용접부의 검사방법
- 2) KS B ISO 5817 : 용접-강, 니켈, 타이타늄과 그의 합금강에서 용융 용접이음(빔용접 제외)-결함에 대한 품질 등급
- 3) KS B ISO 9606-1 : 용접사 자격인정 시험-용융용접-제1부:강
- 4) KS B ISO 9606-2 : 용접사 승인시험-용융용접-제2부:알루미늄 및 알루미늄 합금
- 5) KS B ISO 10042 : 알루미늄 및 그 합금의 아크용접 이음-불완전의 품질등급 지침
- 6) KS R 9152 : 철도차량용 아크용접 이음 설계방법
- 7) KS R 9153 : 철도차량-연강용 점용접 이음-설계방법
- 8) KS R 9204 : 철도차량용 스테인리스강재 용접 이음-설계방법
- 9) KS R 9205 : 철도차량용 알루미늄합금 용접 이음-설계방법

다. 비파괴

- 1) KS B 0816 : 침투 탐상시험 방법 및 침투지시 모양의 분류
- 2) KS B 0896 : 강용접부의 초음파탐상 시험방법
- 3) KS B 0897 : 알루미늄 맞대기 용접부의 초음파 경사각탐상 시험방법
- 4) KS D 0213 : 철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분모양의 분류

28.3 일반 및 기술적 일반사항

가. 재료

하부구조의 화학성분 및 기계적 성질은 [표 2]의 재료 및 적용표준에 따르며, 해당 철도차량의 설계 특성에 따라 조정될 수 있다.

[표 2] 재료 및 적용표준

재료	상세분류	적용표준*	비고
강재 구조	용접구조용 압연 강재	KS D 3515	
	용접구조용 내후성 열간 압연 강재	KS D 3529	
	고 내후성 압연 강재	KS D 3542	
스테인리스 구조	압연 스테인리스 강판	KS D 3698	
알루미늄 구조	알루미늄 판재	KS D 6701	
	알루미늄 압출재	KS D 6759	
비고 ※ 동등 이상의 국가/국제 규격을 적용할 수 있다.			

나. 용접

1) 환경 조건

- 가) 용접작업은 눈, 비, 바람 등의 영향을 받지 않는 장소에서 실시하여야 하며, 한냉 시에는 관련규격에 따라 예열하여야 한다.
- 나) 용접작업장은 용접부의 품질에 영향을 줄 수 있는 먼지, 티끌, 금속가루 및 습기가 적고 청결하여야 한다.

2) 용접사 기량시험

- 가) 용접사는 KS B ISO 9606-1(용접사 승인시험-용융용접-제1부:강) 및 KS ISO 9606-2(용접사 승인시험-용융용접-제2부:알루미늄 및 알루미늄 합금) 또는 동등 이상의 규격에서 규정한 시험방법에 따라 기량이 입증된 자 또는 국가 용접기술 자격증을 보유한 자이어야 하며, 용접작업 착수 전에 관련 증빙서류를 제출하여야 한다. 다만, 아래의 나)항과 다)항에 해당하는 용접사는 별도의 기량시험을 통해 기량을 입증하여야 한다.
- 나) 용접사가 해당 용접작업 공정에서 최근 6개월 이상 종사하지 아니한 경우 그 기량자격이 상실된다.
- 다) 용접사의 기량이 용접검사 기준에 미달된다고 전문검사기관이 인정하는 경우에는 그 용접사의 기량자격을 정지할 수 있다.

3) 용접용 재료의 적정성

- 가) 용접용 재료는 국가규격 또는 동등 이상의 국제규격에 명기된 적정 재료를 사용하여야 한다.
- 나) 용접용 재료는 상표, 제조공장명, 용접용 재료의 종류 또는 기호, 제조번호 등이 표시되어야 하며, 해당 제조번호의 용접용 재료 성적서(Mill Sheet)를 제출하여야 한다.
- 다) 국가규격 또는 국제규격에 명기되지 않은 용접용 재료는 제조사의 권고사항을 준용한다. 다만, 이 경우 차량제작사는 용접용 재료 인증시험 자료를 제출하여야 한다.
- 라) 저수소계 용접용 재료는 수량, 건조온도, 시간, 재사용 회수가 명기된 불출대장을 작성하여 비치하여야 하며, 전문검사기관은 이행 여부를 확인하여야 한다.

4) 용접작업절차서 (WPS : Welding Procedure Specification)

용접작업절차서는 국가규격 또는 동등 이상의 국제규격을 준용하여 작성되어야 하며, 용접작업 전에 전문검사기관에 제출하여야 한다. 다만, 다음 각 항에 해당하는 경우 해당 용접작업절차서는 용접절차확인기록서(WPQR : Welding Procedure Specification Record)를 근거로 입증되어야 한다.

- 가) 해당 용접방법이 하부구조의 용접에 처음 적용되는 경우
- 나) 용접작업절차서에 규정된 용접변수가 승인된 범위를 넘어 변경하는 경우

5) 용접 준비

가) 홈(Groove) 가공

- (1) 홈 가공은 설계 제작도면과 같은 모양으로 가공되어야 하며, 용접부에 유해한 결함이 생길 우려가 있는 수분, 유지, 녹, 도료 또는 기타의 불순물을 제거하여야 한다.
- (2) 홈 가공면은 평탄하고 균일하여야 하며, 노치(Notch), 층상(Lamination) 또는 균열 등과 같은 결함이 없어야 한다.

나) 가용접(Tack Welding)

- (1) 가용접은 용접사 기량시험에 합격한 자가 시행하여야 한다.
- (2) 맞대기 이음의 가용접은 본용접 전에 제거하거나 또는 본용접과 같은 방법으로 결함이 생기지 않게 하여야 하며, 가용접에 사용되는 용접용 재료는 본용접에 사용하는 것과 동급 이상의 것이어야 한다.
- (3) 가용접으로 인한 홈, 형상의 변화 등으로 본용접에 영향을 미칠 경우 본 용접에 지장이 없도록 제거되어야 한다.

다. 비파괴검사(NDI : Non-Destructive Inspection)

하부구조의 비파괴검사는 표-3의 용접이음별 비파괴검사 방법에 따르고, 해당 철도차량의 설계 특성에 따라 조정될 수 있다

1) 용접이음별 비파괴검사 방법

[표 3] 용접이음별 비파괴검사 방법

용접이음	검사방법
완전용입 맞대기 용접부	PT, MT, UT
완전용입 T, 모서리 및 십자 용접 이음	PT, MT
부분용입 T, 모서리 및 십자 용접이음 및 필릿 용접 이음	PT, MT
비고 (1) 용접이음부의 표면결함 검출은 자분탐상검사를 원칙으로 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준을 따른다. (2) 용접이음부의 내부결함의 검출은 방사선투과 검사 또는 초음파탐상 검사를 원칙으로 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준을 따른다. (3) 하부구조의 중량물(감속기 취부용 패드 등)이 조립되는 부재의 용접부는 비파괴 검사를 실시하여야 한다.	

2) 검사 조건

가) 비파괴 검사자 요건

- (1) 비파괴검사를 수행하는 검사자는 KS B ISO 9712, SNT-TC-1A, EN473, ASNT Central Certification Program(ACCP) 또는 동등 이상의 국제기준에서 정하는 NDT Level 2에 해당하는 자격을 가진 자 이어야 한다.
- (2) 절차의 승인을 포함하는 비파괴검사 활동에 책임이 있는 검사자는 Level 3에 해당하는 자격을 가진 자이어야 한다.
- (3) 비파괴검사 성적서에는 반드시 검사자와 Level 3 승인자의 날인이 있어야 한다.

- (4) 검사자의 자격은 증서로 확인되어야 한다.
- 나) 비파괴검사 조건
  - (1) 비파괴검사는 용접부가 실온까지 냉각된 후 실시하여야 한다.
  - (2) 비파괴검사를 실시하는 용접부의 표면상태는 결함을 정확히 판정할 수 있도록 깨끗하게 처리되어야 하며, 초음파탐상 검사를 하는 경우는 재료 표면에 탐촉자와 재료간의 적절한 접촉상태를 방해하는 모든 용접 스파터, 먼지, 스케일 등이 제거되어야 한다.

## 28.4 검사 방법 및 기준

하부구조의 검사방법 및 절차는 아래에 따르며, 해당 철도차량의 설계특성에 따라 조정될 수 있다.

### 가. 재료검사

#### 1) 강재 및 스테인리스

- 가) 사용 재료는 강재 제조사의 검사성적서(Mill Sheet)와 사용 재료에 각인 또는 표기된 내용이 일치하며, 강재 제조사 검사성적서가 적용표준을 만족하여야 한다.  
다만, 검사성적서와 사용 재료에 각인 또는 표기내용이 일치하지 않을 경우 전문검사기관의 입회 하에 시편을 채취하여 시험 및 검사를 실시하여야 한다.
- 나) 시험 및 검사가 필요한 경우에는 LOT별로 시험편을 현품에서 채취하여 시험한다.  
다만, LOT구분이 어려울 경우 1회 반입된 원자재를 1 LOT로 한다.
- 다) 상세 검사방법은 KS D 0001(강재의 검사통칙)에 따른다.

#### 2) 알루미늄

- 가) 알루미늄 판재의 시험 및 검사는 강재의 경우와 동일하게 상기 28.4.가.1)항을 따른다.  
다만, 상세 검사방법은 KS D 0002(비철금속재료의 검사 통칙)에 따른다.
- 나) 알루미늄 압출재는 LOT별로 시험편을 채취하여 시험 및 검사를 시행하여 적용표준을 만족 하여야 한다. 1 LOT는 재질별로 동일한 열처리로에서 동시에 열처리(인공시효처리)한 압출재를 말한다.
- 다) 시험용 시험편의 채취 방향은 압출방향으로 하고, 채취 위치는 압출재 양단부 300 mm 이하에서 채취한다.

#### 3) 화학분석

- 가) 화학분석은 각 사용 재료의 적용표준에서 정한 방법에 따른다.
- 나) 화학성분은 별도의 규정이 없는 경우, 레이들 분석에 의하여 결정한다.
- 다) 재료의 제품 분석을 할 경우, 시료 채취 방법 및 그 허용 변동값은 해당재료의 관련규격에 따른다.

#### 4) 기계적성질

##### 가) 인장시험

KS B 0802(금속재료 인장시험방법) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 인장강도, 항복강도, 연신율 등을 확인한다.

##### 나) 충격시험

KS B 0810(금속재료 충격시험방법) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 확인한다.

##### 다) 경도시험

KS B 0805(금속재료의 브리넬경도 시험방법), KS B 0811(금속재료의 비커스경도 방법), KS B 0806(금속재료의 로크웰경도 시험방법) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 확인한다.

##### 라) 굽힘시험

KS B 0804(금속재료 굽힘시험) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 확인한다.

마) 변형시험

변형시험은 알루미늄 압출재의 거시적 변형특성 관찰을 통해 취약부의 파괴특성을 평가하기 위한 것으로, 중공형 압출형재(Hollow Profile)에만 적용하며, 형재 그대로의 형태로 시편을 채취하여, 수직 변형시험 또는 확관시험 중 선택하여 시험을 시행하여 확인한다.

다만, 확관시험은 KS B ISO 8493(금속재료-관-확관시험) 또는 이와 동등한 규격에 따른다.

바) 거시조직 분석시험

거시조직 분석시험은 압출재 조직의 건전성 및 이물질 혼입여부를 평가하기 위한 것으로, 시료를 적당한 방법으로 부식시킨 후에 육안 또는 10배 이하의 확대경으로 확인하며, 균열 또는 기계적 성질에 영향을 미칠 수 있는 비금속개재물 등이 없어야 한다.

사) 압출형재 이음매 건전성 확인

상기 인장시험, 굽힘시험, 변형시험 및 거시조직 분석시험 중 택일하여 시험을 시행하여 건전성을 확인한다.

나. 용접 검사

1) 용접 조건 검사

28.3.나항에 따라 확인한다.

2) 용접부 검사 항목

가) 볼스터 및 센터셀 용접

나) 엔드블럭 용접

다) 하부구조 조립용접

라) 현수장치 브라켓트 용접

마) 중량기기 브라켓트 용접

3) 용접 외관 검사

용접 외관검사는 육안[조도는 최소 350Lx 이상, 거리는 600 mm 이내, 조망각은 30° 이상] 및 계측 장비를 이용하여 실시하며, 아래 각 항을 만족하여야 한다. 다만, 일반강재의 하부구조 용접부 육안검사는 표면처리 완료 후 실시한다.

가) 용접부의 각장은 도면에 명기된 치수를 만족하여야 한다.

나) 용접부는 도면에 명기된 형상으로 마무리되어야 한다.

다) 용접부의 균열은 허용되지 않는다.

라) 용접부의 크레이터는 완전히 채워져야 한다.

마) 저항 점 용접부의 표면은 갈라짐이 없어야 한다.

바) 기타 용접부 결함은 KS B ISO 5817(강의 아크용접이음-불완전부의 품질등급지침) 및 KS B ISO 10042(알루미늄 및 그 합금의 아크 용접이음-불완전부의 품질등급지침)에 따르며, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

4) 알루미늄 불활성 가스 아크 용접의 용접부 거시조직(Macro) 시험

가) 알루미늄합금 중공형압출재의 완전용입 맞대기 이음부는 용접연장선에서 시료를 채취하여야 하며, 시험편은 용접금속, 용융선 및 열영향부가 분명히 나타나도록 용접부의 횡단면을 채취한다.

나) 시험편은 적당한 부식액으로 부식시킨 후 10배 이하의 배율로 단면을 확인하여 균열, 용입 불량, 융합불량 및 유해하다고 인정되는 결함이 없어야 한다.

5) 저항점 용접 검사

가) 단면시험

(1) 단면시험 방법은 KS B 0854(점 용접 이음의 단면시험 방법)에 따라 너겟 지름 및 용입을 측정한다.

(2) 판정기준은 KS B 0850(점 용접부의 검사방법)에 따른다.

## 나) 인장전단시험

(1) 인장전단시험 방법은 KS B 0851(저항 점 용접 및 프로젝션 용접이음의 전단시험에 대한 시험편 치수와 시험방법)에 따른다.

(2) 판정기준은 KS B 0850(점 용접부의 검사방법)에 따른다.

## 다. 비파괴 검사

## 1) 침투 탐상 검사

KS B 0816(침투 탐상 시험 방법 및 침투 지시 모양의 분류)에 따라 실시하며, 침투지시 모양이 없어야 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

## 2) 자분 탐상 검사

KS D 0213(철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분모양의 분류)에 따라 실시하여, 자분모양이 없어야 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

## 3) 초음파 탐상 검사

KS B 0896(강용접부의 초음파탐상 시험방법) 및 KS B 0897(알루미늄 맞대기 용접부의 초음파 경사각탐상 시험방법)에 따라 시험하여 1류 이어야 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

**28.5. 표시**

합격한 제품은 각인된 제작 일련번호를 확인하고 다음 공정으로 진행할 수 있다.

**28.6. 검사기록**

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록하여야 한다

가. 검사일시 및 기후

나. 차량번호 또는 제작일련번호

다. 검사항목별 결과

라. 기타 특이사항

## 29. 측면구조(Side Frame)

### 29.1. 적용범위

이 기준은 철도차량에 사용하는 측면구조(Side Frame)에 대하여 적용하며, [표 1]과 같이 분류한다.

[표 1] 측면구조 분류

분류	적용차량	검사항목	비고
강재 구조	고속철도차량 일반철도차량 도시철도차량	재료시험 용접검사 비파괴검사	
스테인리스 구조			
알루미늄 구조			

### 29.2 인용표준

#### 가. 재료

- 1) EN 755-2 : Aluminium and Aluminium alloy - Extruded rod/bar, tube and profiles - Part2 : Mechanical properties
- 2) KS D 0001 : 강재의 검사통칙
- 3) KS D 0002 : 비철 금속재료의 검사통칙

#### 나. 용접

- 1) KS B 0850 : 점 용접부의 검사방법
- 2) KS B ISO 5817 : 용접-강, 니켈, 타이타늄과 그의 합금강에서 용융 용접이음(빔용접 제외)-결함에 대한 품질 등급
- 3) KS B ISO 9606-1 : 용접사 자격인정 시험-용융용접-제1부:강
- 4) KS B ISO 9606-2 : 용접사 승인시험-용융용접-제2부:알루미늄 및 알루미늄 합금
- 5) KS B ISO 10042 : 알루미늄 및 그 합금의 아크용접 이음-불완전의 품질등급 지침
- 6) KS R 9152 : 철도차량용 아크용접 이음 설계방법
- 7) KS R 9153 : 철도차량-연강용 점용접 이음-설계방법
- 8) KS R 9204 : 철도차량용 스테인리스강재 용접 이음-설계방법
- 9) KS R 9205 : 철도차량용 알루미늄합금 용접 이음-설계방법

#### 다. 비파괴

- 1) KS B 0816 : 침투 탐상시험 방법 및 침투지시 모양의 분류
- 2) KS D 0213 : 철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분모양의 분류

### 29.3 일반 및 기술적 요구사항

#### 가. 재료

측면구조의 화학성분 및 기계적성질은 [표 2]의 재료 및 적용표준에 따르며, 해당 철도차량의 설계 특성에 따라 조정될 수 있다.

[표 2] 재료 및 적용표준

재료	상세분류	적용표준*	비고
강재 구조	용접구조용 압연 강재	KS D 3515	
	용접구조용 내후성 열간 압연 강재	KS D 3529	
	고 내후성 압연 강재	KS D 3542	
스테인리스 구조	압연 스테인리스 강판	KS D 3698	
알루미늄 구조	알루미늄 판재	KS D 6701	
	알루미늄 압출재	KS D 6759	
비고 ※ 동등 이상의 국가/국제 규격을 적용할 수 있다.			

나. 용접

1) 환경 조건

- 가) 용접작업은 눈, 비, 바람 등의 영향을 받지 않는 장소에서 실시하여야 하며, 한냉 시에는 관련규격에 따라 예열하여야 한다.
- 나) 용접작업장은 용접부의 품질에 영향을 줄 수 있는 먼지, 티끌, 금속가루 및 습기가 적고 청결하여야 한다.

2) 용접사 기량시험

- 가) 용접사는 KS B ISO 9606-1(용접사 승인시험-용융용접-제1부:강) 및 KS ISO 9606-2(용접사 승인시험-용융용접-제2부:알루미늄 및 알루미늄 합금)또는 동등 이상의 규격에서 규정한 시험 방법에 따라 기량이 입증된 자 또는 국가 용접기술 자격증을 보유한 자이어야 하며, 용접작업 착수 전에 관련 증빙서류를 제출하여야 한다. 다만, 아래의 나)항과 다)항에 해당하는 용접사는 별도의 기량시험을 통해 기량을 입증하여야 한다.
- 나) 용접사가 해당 용접작업 공정에서 최근 6개월 이상 종사하지 아니한 경우 그 기량자격이 상실된다.
- 다) 용접사의 기량이 용접검사 기준에 미달된다고 전문검사기관이 인정하는 경우에는 그 용접사의 기량자격을 정지할 수 있다.

3) 용접용 재료의 적정성

- 가) 용접용 재료는 국가규격 또는 동등 이상의 국제규격에 명기된 적정 재료를 사용하여야 한다.
- 나) 용접용 재료는 상표, 제조공장명, 용접용 재료의 종류 또는 기호, 제조번호 등이 표시되어야 하며, 해당 제조번호의 용접용 재료 성적서(Mill Sheet)를 제출 하여야 한다.
- 다) 국가규격 또는 국제규격에 명기되지 않은 용접용 재료는 제조사의 권고사항을 준용한다. 다만, 이 경우 차량제작사는 용접용 재료 인증시험 자료를 제출하여야 한다.
- 라) 저수소계 용접용 재료는 수량, 건조온도, 시간, 재사용 회수가 명기된 불출대장을 작성하여 비치하여야 하며, 전문검사기관은 이행 여부를 확인하여야 한다.

4) 용접작업절차서 (WPS : Welding Procedure Specification)

용접작업절차서는 국가규격 또는 동등 이상의 국제규격을 준용하여 작성되어야 하며, 용접 작업 전에 전문검사기관에 제출하여야 한다. 다만, 다음 각 항에 해당하는 경우 해당 용접작업절차서는 용접절차확인기록서(WPQR : Welding Procedure Specification Record)를 근거로 입증되어야 한다.

- 가) 해당 용접방법이 측면구조의 용접에 처음 적용되는 경우
- 나) 용접작업절차서에 규정된 용접변수가 승인된 범위를 넘어 변경하는 경우

5) 용접 준비

가) 홈(Groove) 가공

- (1) 홈 가공은 설계 제작도면과 같은 모양으로 가공되어야 하며, 용접부에 유해한 결함이 생길 우려가 있는 수분, 유지, 녹, 도료 또는 기타의 불순물을 제거하여야 한다.
- (2) 홈 가공면은 평탄하고 균일하여야 하며, 노치(Notch), 층상(Lamination) 또는 균열 등과 같은 결함이 없어야 한다.

나) 가용접(Tack Welding)

- (1) 가용접은 용접사 기량시험에 합격한 자가 시행하여야 한다.
- (2) 맞대기 이음의 가용접은 본용접 전에 제거하든가 또는 본용접과 같은 방법으로 결함이 생기지 않게 하여야 하며, 가용접에 사용되는 용접 용재료는 본용접에 사용하는 것과 동급 이상의 것이어야 한다.
- (3) 가용접으로 인한 흠, 형상의 변화 등으로 본용접에 영향을 미칠 경우 본 용접에 지장이 없도록 제거되어야 한다.

다. 비파괴검사(NDI : Non-Destructive Inspection)

측면구조의 비파괴검사는 표-3의 용접이음별 비파괴검사 방법에 따르고, 해당 철도차량의 설계 특성에 따라 조정될 수 있다

1) 용접이음별 비파괴검사 방법

[ 표 3 ] 용접이음별 비파괴검사 방법

용접이음	검사방법*
완전용입 맞대기 용접부	PT, MT
완전용입 T, 모서리 및 십자 용접 이음	PT, MT
부분용입 T, 모서리 및 십자 용접이음 및 필릿 용접 이음	PT, MT
비고 ※ 용접이음부의 표면결함 검출은 침투탐상 및 자분탐상검사를 원칙으로 한다. 다만 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준을 따른다.	

2) 검사 조건

가) 비파괴 검사자 요건

- (1) 비파괴검사를 수행하는 검사자는 KS B ISO 9712, SNT-TC-1A, EN473, ASNT Central Certification Program(ACCP) 또는 동등 이상의 국제기준에서 정하는 NDT Level 2에 해당하는 자격을 가진 자 이어야 한다.
- (2) 절차의 승인을 포함하는 비파괴검사 활동에 책임이 있는 검사자는 Level 3에 해당하는 자격을 가진 자이어야 한다.
- (3) 비파괴검사 성적서에는 반드시 검사자와 Level 3 승인자의 날인이 있어야 한다.
- (4) 검사자의 자격은 증서로 확인되어야 한다.

나) 비파괴검사 조건

- (1) 비파괴검사는 용접부가 실온까지 냉각된 후 실시하여야 한다.
- (2) 비파괴검사를 실시하는 용접부의 표면상태는 결함을 정확히 판정할 수 있도록 깨끗하게 처리되어야 한다.

### 29.4 검사 방법 및 기준

측면구조의 검사방법 및 절차는 아래에 따르며, 해당 철도차량의 설계특성에 따라 조정될 수 있다.

#### 가. 재료 검사

##### 1) 강재 및 스테인리스

가) 사용 재료는 강재 제조사의 검사성적서(Mill Sheet)와 사용 재료에 각인 또는 표기된 내용이 일치하며, 강재 제조사 검사성적서가 적용표준을 만족하여야 한다.

다만, 검사성적서와 사용 재료에 각인 또는 표기내용이 일치하지 않을 경우 전문검사기관의 입회 하에 시편을 채취하여 시험 및 검사를 실시하여야 한다.

나) 시험 및 검사가 필요한 경우에는 LOT별로 시험편을 현품에서 채취하여 시험한다.

다만, LOT구분이 어려울 경우 1회 반입된 원자재를 1 LOT로 한다.

다) 상세 검사방법은 KS D 0001(강재의 검사통칙)에 따른다.

##### 2) 알루미늄

가) 알루미늄 판재의 시험 및 검사는 강재의 경우와 동일하게 상기 29.4.가.1)항을 따른다.

다만, 상세 검사방법은 KS D 0002(비철금속재료의 검사 통칙)에 따른다.

나) 알루미늄 압출재는 LOT별로 시편을 채취하여 시험 및 검사를 시행하여 적용표준을 만족하여야 한다. 1 LOT는 재질별로 동일한 열처리로에서 동시에 열처리(인공시효처리)한 압출재를 말한다.

다) 시험용 시험편의 채취 방향은 압출방향으로 하고, 채취 위치는 압출재 양단부 300 mm 이하에서 채취한다.

##### 3) 화학분석

가) 화학분석은 각 사용 재료의 적용표준에서 정한 방법에 따른다.

나) 화학성분은 별도의 규정이 없는 경우, 레이들 분석에 의하여 결정한다.

다) 재료의 제품 분석을 할 경우, 시료 채취 방법 및 그 허용 변동값은 해당재료의 관련규격에 따른다.

##### 4) 기계적성질

###### 가) 인장시험

KS B 0802(금속재료 인장시험방법) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 인장강도, 항복강도, 연신율 등을 확인한다.

###### 나) 충격시험

KS B 0810(금속재료 충격시험방법) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 확인한다.

###### 다) 경도시험

KS B 0805(금속재료의 브리넬경도 시험방법), KS B 0811(금속재료의 비커스경도 방법), KS B 0806(금속재료의 로크웰경도 시험방법) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 확인한다.

###### 라) 굽힘시험

KS B 0804(금속재료 굽힘시험) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 확인한다.

###### 마) 변형시험

변형시험은 알루미늄 압출재의 거시적 변형특성 관찰을 통해 취약부의 파괴특성을 평가하기 위한 것으로, 중공형 압출형재(Hollow Profile)에만 적용하며, 형재 그대로의 형태로 시편을 채취하여, 수직 변형시험 또는 확관시험 중 선택하여 시험을 시행하여 확인한다.

다만, 확관시험은 KS B ISO 8493(금속재료-관-확관시험) 또는 이와 동등한 규격에 따른다.

###### 바) 거시조직 분석시험

거시조직 분석시험은 압출재 조직의 건전성 및 이물질 혼입여부를 평가하기 위한 것으로,

시료를 적당한 방법으로 부식시킨 후에 육안 또는 10배 이하의 확대경으로 확인하며, 균열 또는 기계적 성질에 영향을 미칠 수 있는 비금속개재물 등이 없어야 한다.

사) 압출형재 이음매 건전성 확인

상기 인장시험, 굽힘시험, 변형시험 및 거시조직 분석시험 중 택일하여 시험을 시행하여 건전성을 확인한다.

나. 용접 검사

1) 용접 조건 검사

29.3.나항에 따라 확인한다.

2) 용접 외관 검사

용접 외관검사는 육안[조도는 최소 350Lx 이상, 거리는 600 mm 이내, 조망각은 30° 이상] 및 계측 장비를 이용하여 실시하며, 아래 각 항을 만족하여야 한다. 다만 일반 강재의 측면구조 용접부 육안검사는 표면처리 완료 후 실시한다.

가) 용접부의 각장은 도면에 명기된 치수를 만족하여야 한다.

나) 용접부는 도면에 명기된 형상으로 마무리되어야 한다.

다) 용접부의 균열은 허용되지 않는다.

라) 용접부의 크레이터는 완전히 채워져야 한다.

마) 저항 점 용접부의 표면은 갈라짐이 없어야 한다.

바) 기타 용접부 결함은 KS B ISO 5817(강의 아크용접이음-불완전부의 품질등급지침) 및 KS B ISO 10042(알루미늄 및 그 합금의 아크 용접이음-불완전부의 품질등급지침)에 따르며, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

3) 알루미늄 불활성 가스 아크 용접의 용접부 거시조직(Macro) 시험

가) 알루미늄합금 중공형압출재의 완전용입 맞대기 이음부는 용접연장선에서 시료를 채취하여야 하며, 시험편은 용접금속, 용융선 및 열영향부가 분명히 나타나도록 용접부의 횡단면을 채취한다.

나) 시험편은 적당한 부식액으로 부식시킨 후 10배 이하의 배율로 단면을 확인하여 균열, 용입불량, 융합불량 및 유해하다고 인정되는 결함이 없어야 한다.

4) 저항 점 용접 검사

가) 단면시험

(1) 단면시험 방법은 KS B 0854(점 용접 이음의 단면시험 방법)에 따라 너겟 지름 및 용입을 측정한다.

(2) 판정기준은 KS B 0850(점 용접부의 검사방법)에 따른다.

나) 인장전단시험

(1) 인장전단시험 방법은 KS B 0851(저항 점 용접 및 프로젝션 용접이음의 전단시험에 대한 시험편 치수와 시험방법)에 따른다.

(2) 판정기준은 KS B 0850(점 용접부의 검사방법)에 따른다.

다. 비파괴 검사

1) 침투 탐상 검사

KS B 0816(침투 탐상 시험 방법 및 침투 지시 모양의 분류)에 따라 실시하며, 침투지시 모양이 없어야 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

2) 자분 탐상 검사

KS D 0213(철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분모양의 분류)에 따라 실시하여, 자분모양이 없어야 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

### 29.5 표시

합격한 제품은 각인 또는 표기된 제작 일련번호를 확인하고 다음 공정으로 진행할 수 있다.

### 29.6 검사기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록하여야 한다

- 가. 검사일시 및 기후
- 나. 차량번호 또는 제작일련번호
- 다. 검사항목별 결과
- 라. 기타 특이사항

### 30. 지붕구조(Roof Frame)

#### 30.1 적용범위

이 기준은 철도차량에 사용하는 지붕구조(Roof Frame)에 대하여 적용하며, [표 1]과 같이 분류한다.

[표 1] 지붕구조 분류

분류	적용차량	검사항목	비고
강재 구조	고속철도차량 일반철도차량 도시철도차량	재료시험 용접검사 비파괴검사	덮개형 지붕구조 포함
스테인리스 구조			
알루미늄 구조			

※ 덮개형 구조라 함은 기관차형태의 지붕덮개 구조 중 주요 중량물(예, 판토품 등)이 설치되어 안전을 위한 용접구조 검사를 수행하는 구조물을 말한다.

#### 30.2 인용표준

##### 가. 재료

- 1) EN 755-2 : Aluminium and Aluminium alloy - Extruded rod/bar, tube and profiles - Part2 : Mechanical properties
- 2) KS D 0001 : 강재의 검사통칙
- 3) KS D 0002 : 비철 금속재료의 검사통칙

##### 나. 용접

- 1) KS B 0850 : 점 용접부의 검사방법
- 2) KS B ISO 5817 : 용접-강, 니켈, 타이타늄과 그의 합금강에서 용융 용접이음(빔용접 제외)-결함에 대한 품질 등급
- 3) KS B ISO 9606-1 : 용접사 자격인정 시험-용융용접-제1부:강
- 4) KS B ISO 9606-2 : 용접사 승인시험-용융용접-제2부:알루미늄 및 알루미늄 합금
- 5) KS B ISO 10042 : 알루미늄 및 그 합금의 아크용접 이음-불완전의 품질등급 지침
- 6) KS R 9152 : 철도차량용 아크용접 이음 설계방법
- 7) KS R 9153 : 철도차량-연강용 점용접 이음-설계방법
- 8) KS R 9204 : 철도차량용 스테인리스강재 용접 이음-설계방법
- 9) KS R 9205 : 철도차량용 알루미늄합금 용접 이음-설계방법

##### 다. 비파괴

- 1) KS B 0816 : 침투 탐상시험 방법 및 침투지시 모양의 분류
- 2) KS D 0213 : 철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분모양의 분류

#### 30.3 일반 및 기술적 요구사항

##### 가. 재료

지붕구조의 화학성분 및 기계적 성질은 [표 2]의 재료 및 적용표준에 따르며, 해당 철도차량의 설계 특성에 따라 조정될 수 있다.

[표 2] 재료 및 적용표준

재료	상세분류	적용표준*	비고
강재 구조	용접구조용 압연 강재	KS D 3515	
	용접구조용 내후성 열간 압연 강재	KS D 3529	
	고 내후성 압연 강재	KS D 3542	
스테인리스 구조	압연 스테인리스 강판	KS D 3698	
알루미늄 구조	알루미늄 판재	KS D 6701	
	알루미늄 압출재	KS D 6759	
비고 ※ 동등 이상의 국가/국제 규격을 적용할 수 있다.			

나. 용접

1) 환경 조건

- 가) 용접작업은 눈, 비, 바람 등의 영향을 받지 않는 장소에서 실시하여야 하며, 한냉 시에는 관련규격에 따라 예열하여야 한다.
- 나) 용접작업장은 용접부의 품질에 영향을 줄 수 있는 먼지, 티끌, 금속가루 및 습기가 적고 청결하여야 한다.

2) 용접사 기량시험

- 가) 용접사는 KS B ISO 9606-1(용접사 승인시험-용융용접-제1부:강) 및 KS ISO 9606-2(용접사 승인시험-용융용접-제2부:알루미늄 및 알루미늄 합금) 또는 동등 이상의 규격에서 규정한 시험방법에 따라 기량이 입증된 자 또는 국가 용접기술 자격증을 보유한 자 이어야 하며, 용접작업 착수 전에 관련 증빙서류를 제출하여야 한다. 다만, 아래의 나)항과 다)항에 해당하는 용접사는 별도의 기량시험을 통해 기량을 입증하여야 한다.
- 나) 용접사가 해당 용접작업 공정에서 최근 6개월 이상 종사하지 아니한 경우 그 기량자격이 상실된다.
- 다) 용접사의 기량이 용접검사 기준에 미달된다고 전문검사기관이 인정하는 경우에는 그 용접사의 기량자격을 정지할 수 있다.

3) 용접용 재료의 적정성

- 가) 용접용 재료는 국가규격 또는 동등 이상의 국제규격에 명기된 적정 재료를 사용하여야 한다.
- 나) 용접용 재료는 상표, 제조공장명, 용접용 재료의 종류 또는 기호, 제조번호 등이 표시되어야 하며, 해당 제조번호의 용접용 재료 성적서(Mill Sheet)를 제출 하여야 한다.
- 다) 국가규격 또는 국제규격에 명기되지 않은 용접용 재료는 제조사의 권고사항을 준용한다. 다만, 이 경우 차량제작사는 용접용 재료 인증시험 자료를 제출하여야 한다.
- 라) 저수소계 용접용 재료는 수량, 건조온도, 시간, 재사용 회수가 명기된 불출대장을 작성하여 비치하여야 하며, 전문검사기관은 이행 여부를 확인하여야 한다.

4) 용접작업절차서 (WPS : Welding Procedure Specification)

용접작업절차서는 국가규격 또는 동등 이상의 국제규격을 준용하여 작성되어야 하며, 용접 작업 전에 전문검사기관에 제출하여야 한다. 다만, 다음 각 항에 해당하는 경우 해당 용접작업절차서는 용접절차확인기록서(WPQR : Welding Procedure Specification Record)를 근거로 입증되어야 한다.

- 가) 해당 용접방법이 지붕구조의 용접에 처음 적용되는 경우
- 나) 용접작업절차서에 규정된 용접변수가 승인된 범위를 넘어 변경하는 경우

5) 용접 준비

가) 홈(Groove) 가공

- (1) 홈 가공은 설계 제작도면과 같은 모양으로 가공되어야 하며, 용접부에 유해한 결함이 생길 우려가 있는 수분, 유지, 녹, 도료 또는 기타의 불순물을 제거하여야 한다.
- (2) 홈 가공면은 평탄하고 균일하여야 하며, 노치(Notch), 층상(Lamination) 또는 균열 등과 같은 결함이 없어야 한다.

나) 가용접(Tack Welding)

- (1) 가용접은 용접사 기량시험에 합격한 자가 시행하여야 한다.
- (2) 맞대기 이음의 가용접은 본용접 전에 제거하든가 또는 본용접과 같은 방법으로 결함이 생기지 않게 하여야 하며, 가용접에 사용되는 용접용 재료는 본용접에 사용하는 것과 동급 이상의 것이어야 한다.
- (3) 가용접으로 인한 홈, 형상의 변화 등으로 본용접에 영향을 미칠 경우 본 용접에 지장이 없도록 제거되어야 한다.

다. 비파괴검사(NDI : Non-Destructive Inspection)

지붕구조의 비파괴검사는 [표 3]의 용접이음별 비파괴검사 방법에 따르고, 해당 철도차량의 설계 특성에 따라 조정될 수 있다

1) 용접이음별 비파괴검사 방법

[표 3] 용접이음별 비파괴검사 방법

용접이음	검사방법*
완전용입 맞대기 용접부	PT, MT
완전용입 T, 모서리 및 십자 용접 이음	PT, MT
부분용입 T, 모서리 및 십자 용접이음 및 필릿 용접 이음	PT, MT
비고 ※ 용접이음부의 표면결함 검출은 침투탐상 및 자분탐상검사를 원칙으로 한다. 다만 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준을 따른다.	

2) 검사조건

가) 비파괴 검사자 요건

- (1) 비파괴검사를 수행하는 검사자는 KS B ISO 9712, SNT-TC-1A, EN473, ASNT Central Certification Program(ACCP) 또는 동등 이상의 국제기준에서 정하는 NDT Level 2에 해당하는 자격을 가진 자 이어야 한다.
- (2) 절차의 승인을 포함하는 비파괴검사 활동에 책임이 있는 검사자는 Level 3에 해당하는 자격을 가진 자이어야 한다.
- (3) 비파괴검사 성적서에는 반드시 검사자와 Level 3 승인자의 날인이 있어야 한다.
- (4) 검사자의 자격은 증서로 확인되어야 한다.

나) 비파괴검사 조건

- (1) 비파괴검사는 용접부가 실온까지 냉각된 후 실시하여야 한다.
- (2) 비파괴검사를 실시하는 용접부의 표면상태는 결함을 정확히 판정할 수 있도록 깨끗하게 처리되어야 한다.

### 30.4 검사 방법 및 기준

지붕구조의 검사방법 및 절차는 아래에 따르며, 해당 철도차량의 설계특성에 따라 조정될 수 있다.

#### 가. 재료 검사

##### 1) 강재 및 스테인리스

가) 사용 재료는 강재 제조사의 검사성적서(Mill Sheet)와 사용 재료에 각인 또는 표기된 내용이 일치하며, 강재 제조사 검사성적서가 적용표준을 만족하여야 한다. 다만, 검사성적서와 사용 재료에 각인 또는 표기내용이 일치하지 않을 경우 전문검사기관의 입회하에 시편을 채취하여 시험 및 검사를 실시하여야 한다.

나) 시험 및 검사가 필요한 경우에는 LOT별로 시험편을 현품에서 채취하여 시험한다. 다만, LOT 구분이 어려울 경우 1회 반입된 원자재를 1 LOT로 한다.

다) 상세 검사방법은 KS D 0001(강재의 검사통칙)에 따른다.

##### 2) 알루미늄

가) 알루미늄 판재의 시험 및 검사는 강재의 경우와 동일하게 상기 30.4.가.1)항을 따른다. 다만, 상세 검사방법은 KS D 0002(비철금속재료의 검사 통칙)에 따른다.

나) 알루미늄 압출재는 LOT별로 시편을 채취하여 시험 및 검사를 시행하여 적용표준을 만족하여야 한다. 1 LOT는 재질별로 동일한 열처리로에서 동시에 열처리(인공시효처리)한 압출재를 말한다.

다) 시험용 시험편의 채취 방향은 압출방향으로 하고, 채취위치는 압출재 양단부 300mm 이하에서 채취한다.

##### 3) 화학분석

가) 화학분석은 각 사용 재료의 적용표준에서 정한 방법에 따른다.

나) 화학성분은 별도의 규정이 없는 경우, 레이들 분석에 의하여 결정한다.

다) 재료의 제품 분석을 할 경우, 시료 채취 방법 및 그 허용 변동값은 해당재료의 관련규격에 따른다.

##### 4) 기계적성질

###### 가) 인장시험

KS B 0802(금속재료 인장시험방법) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 인장강도, 항복강도, 연신율 등을 확인한다.

###### 나) 충격시험

KS B 0810(금속재료 충격시험방법) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 확인한다.

###### 다) 경도시험

KS B 0805(금속재료의 브리넬경도 시험방법), KS B 0811(금속재료의 비커스경도 방법), KS B 0806(금속재료의 로크웰경도 시험방법) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 확인한다.

###### 라) 굽힘시험

KS B 0804(금속재료 굽힘시험) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 확인한다.

###### 마) 변형시험

변형시험은 알루미늄 압출재의 거시적 변형특성 관찰을 통해 취약부의 파괴특성을 평가하기 위한 것으로, 중공형 압출형재(Hollow Profile)에만 적용하며, 형재 그대로의 형태로 시편을 채취하여, 수직 변형시험 또는 확관시험 중 선택하여 시험을 시행하여 확인한다. 다만, 확관시험은 KS B ISO 8493(금속재료-관-확관시험) 또는 이와 동등한 규격에 따른다.

###### 바) 거시조직 분석시험

거시조직 분석시험은 압출재 조직의 건전성 및 이물질 혼입여부를 평가하기 위한 것으로,

시료를 적당한 방법으로 부식시킨 후에 육안 또는 10배 이하의 확대경으로 확인하며, 균열 또는 기계적 성질에 영향을 미칠 수 있는 비금속개재물 등이 없어야 한다.

사) 압출형재 이음매 건전성 확인

상기 인장시험, 굽힘시험, 변형시험 및 거시조직 분석시험 중 택일하여 시험을 시행하여 건전성을 확인한다.

나. 용접검사

1) 용접 조건 검사

30.3.나 항에 따라 확인한다.

2) 용접 외관 검사

용접 외관검사는 육안[조도는 최소 350Lx 이상, 거리는 600 mm 이내, 조망각은 30° 이상] 및 계측 장비를 이용하여 실시하며, 아래 각 항을 만족하여야 한다. 다만 일반 강재의 지붕구조 용접부 육안검사는 표면처리 완료 후 실시한다.

가) 용접부의 각장은 도면에 명기된 치수를 만족하여야 한다.

나) 용접부는 도면에 명기된 형상으로 마무리되어야 한다.

다) 용접부의 균열은 허용되지 않는다.

라) 용접부의 크레이터는 완전히 채워져야 한다.

마) 저항 점 용접부의 표면은 갈라짐이 없어야 한다.

바) 기타 용접부 결함은 KS B ISO 5817(강의 아크용접이음-불완전부의 품질등급지침) 및 KS B ISO 10042(알루미늄 및 그 합금의 아크 용접이음-불완전부의 품질등급지침)에 따르며, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

3) 알루미늄 불활성 가스 아크 용접의 용접부 거시조직(Macro) 시험

가) 알루미늄합금 중공형압출재의 완전용입 맞대기 이음부는 용접연장선에서 시료를 채취하여야 하며, 시험편은 용접금속, 용융선 및 열영향부가 분명히 나타나도록 용접부의 횡단면을 채취한다.

나) 시험편은 적당한 부식액으로 부식시킨 후 10배 이하의 배율로 단면을 확인하여 균열, 용입불량, 융합불량 및 유해하다고 인정되는 결함이 없어야 한다.

4) 저항 점 용접 검사

가) 단면시험

(1) 단면시험 방법은 KS B 0854(점 용접 이음의 단면시험 방법)에 따라 너겟 지름 및 용입을 측정한다.

(2) 판정기준은 KS B 0850(점 용접부의 검사방법)에 따른다.

나) 인장전단시험

(1) 인장전단시험 방법은 KS B 0851(저항 점 용접 및 프로젝션 용접이음의 전단시험에 대한 시험편 치수와 시험방법)에 따른다.

(2) 판정기준은 KS B 0850(점 용접부의 검사방법)에 따른다.

다. 비파괴 검사

1) 침투 탐상 검사

KS B 0816(침투 탐상 시험 방법 및 침투 지시 모양의 분류)에 따라 실시하며, 침투지시 모양이 없어야 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

2) 자분 탐상 검사

KS D 0213(철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분모양의 분류)에 따라 실시하여, 자분모양이 없어야 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

### 30.5 표시

합격한 제품은 각인 또는 표기된 제작 일련번호를 확인하고 다음 공정으로 진행할 수 있다.

### 30.6 검사기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록하여야 한다.

- 가. 검사일시 및 기후
- 나. 차량번호 또는 제작일련번호
- 다. 검사항목별 결과
- 라. 기타 특이사항

### 31. 단부구조(End Frame)

#### 31.1 적용범위

이 기준은 철도차량에 사용하는 단부구조(End Frame)에 대하여 적용하며, [표 1]과 같이 분류한다.

[표 1] 단부구조 분류

분류	적용차량	검사항목	비고
강재 구조	고속철도차량 일반철도차량 도시철도차량	재료시험 용접검사 비파괴검사	
스테인리스 구조			
알루미늄 구조			

#### 31.2 인용표준

가. 재료

- 1) EN 755-2 : Aluminium and Aluminium alloy - Extruded rod/bar, tube and profiles - Part2 : Mechanical properties
- 2) KS D 0001 : 강재의 검사통칙
- 3) KS D 0002 : 비철 금속재료의 검사통칙

나. 용접

- 1) KS B 0850 : 점 용접부의 검사방법
- 2) KS B ISO 5817 : 용접-강, 니켈, 타이타늄과 그의 합금강에서 용융 용접이음(빔용접 제외)-결함에 대한 품질 등급
- 3) KS B ISO 9606-1 : 용접사 자격인정 시험-용융용접-제1부:강
- 4) KS B ISO 9606-2 : 용접사 승인시험-용융용접-제2부:알루미늄 및 알루미늄 합금
- 5) KS B ISO 10042 : 알루미늄 및 그 합금의 아크용접 이음-불완전의 품질등급 지침
- 6) KS R 9152 : 철도차량용 아크용접 이음 설계방법
- 7) KS R 9153 : 철도차량-연강용 점용접 이음-설계방법
- 8) KS R 9204 : 철도차량용 스테인리스강재 용접 이음-설계방법
- 9) KS R 9205 : 철도차량용 알루미늄합금 용접 이음-설계방법

다. 비파괴

- 1) KS B 0816 : 침투 탐상시험 방법 및 침투지시 모양의 분류
- 2) KS D 0213 : 철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분모양의 분류

#### 31.3 일반 및 기술적 요구사항

가. 재료

단부구조의 화학성분 및 기계적 성질은 [표 2]의 재료 및 적용표준에 따르며, 해당 철도차량의 설계 특성에 따라 조정될 수 있다.

[표 2] 재료 및 적용표준

재료	상세분류	적용표준*	비고
강재 구조	용접구조용 압연 강재	KS D 3515	
	용접구조용 내후성 열간 압연 강재	KS D 3529	
	고 내후성 압연 강재	KS D 3542	
스테인리스 구조	압연 스테인리스 강판	KS D 3698	
알루미늄 구조	알루미늄 판재	KS D 6701	
	알루미늄 압출재	KS D 6759	
비고 ※ 동등 이상의 국가/국제 규격을 적용할 수 있다.			

나. 용접

1) 환경 조건

- 가) 용접작업은 눈, 비, 바람 등의 영향을 받지 않는 장소에서 실시하여야 하며, 한냉 시에는 관련규격에 따라 예열하여야 한다.
- 나) 용접작업장은 용접부의 품질에 영향을 줄 수 있는 먼지, 티끌, 금속가루 및 습기가 적고 청결하여야 한다.

2) 용접사 기량시험

- 가) 용접사는 KS B ISO 9606-1(용접사 승인시험-용융용접-제1부:강) 및 KS ISO 9606-2(용접사 승인시험-용융용접-제2부:알루미늄 및 알루미늄 합금) 또는 동등 이상의 규격에서 규정한 시험방법에 따라 기량이 입증된 자 또는 국가 용접기술 자격증을 보유한 자 이어야 하며, 용접작업 착수 전에 관련 증빙서류를 제출하여야 한다. 다만, 아래의 (나)항과 (다)항에 해당하는 용접사는 별도의 기량시험을 통해 기량을 입증하여야 한다.
- 나) 용접사가 해당 용접작업 공정에서 최근 6개월 이상 종사하지 아니한 경우 그 기량자격이 상실된다.
- 다) 용접사의 기량이 용접검사 기준에 미달된다고 전문검사기관이 인정하는 경우에는 그 용접사의 기량자격을 정지할 수 있다.

3) 용접용 재료의 적정성

- 가) 용접용 재료는 국가규격 또는 동등 이상의 국제규격에 명기된 적정 재료를 사용하여야 한다.
- 나) 용접용 재료는 상표, 제조공장명, 용접용 재료의 종류 또는 기호, 제조번호 등이 표시되어야 하며, 해당 제조번호의 용접용 재료 성적서(Mill Sheet)를 제출 하여야 한다.
- 다) 국가규격 또는 국제규격에 명기되지 않은 용접용 재료는 제조사의 권고사항을 준용한다. 다만, 이 경우 차량제작사는 용접용 재료 인증시험 자료를 제출하여야 한다.
- 라) 저수소계 용접용 재료는 수량, 건조온도, 시간, 재사용 회수가 명기된 불출대장을 작성하여 비치하여야 하며, 전문검사기관은 이행 여부를 확인하여야 한다.

4) 용접작업절차서 (WPS : Welding Procedure Specification)

용접작업절차서는 국가규격 또는 동등 이상의 국제규격을 준용하여 작성되어야 하며, 용접 작업 전에 전문검사기관에 제출하여야 한다. 다만, 다음 각 항에 해당하는 경우 해당 용접작업절차서는 용접절차확인기록서(WPQR : Welding Procedure Specification Record)를 근거로 입증되어야 한다.

- 가) 해당 용접방법이 단부구조의 용접에 처음 적용되는 경우
- 나) 용접작업절차서에 규정된 용접변수가 승인된 범위를 넘어 변경하는 경우

5) 용접 준비

가) 홈(Groove) 가공

- (1) 홈 가공은 설계 제작도면과 같은 모양으로 가공되어야 하며, 용접부에 유해한 결함이 생길 우려가 있는 수분, 유지, 녹, 도료 또는 기타의 불순물을 제거하여야 한다.
- (2) 홈 가공면은 평탄하고 균일하여야 하며, 노치(Notch), 층상(Lamination) 또는 균열 등과 같은 결함이 없어야 한다.

나) 가용접(Tack Welding)

- (1) 가용접은 용접사 기량시험에 합격한 자가 시행하여야 한다.
- (2) 맞대기 이음의 가용접은 본용접 전에 제거하든가 또는 본용접과 같은 방법으로 결함이 생기지 않게 하여야 하며, 가용접에 사용되는 용접 용재료는 본용접에 사용하는 것과 동급 이상의 것이어야 한다.
- (3) 가용접으로 인한 흠, 형상의 변화 등으로 본용접에 영향을 미칠 경우 본 용접에 지장이 없도록 제거되어야 한다.

다. 비파괴검사(NDI : Non-Destructive Inspection)

단부구조의 비파괴검사는 [표 3]의 용접이음별 비파괴검사 방법에 따르고, 해당 철도차량의 설계 특성에 따라 조정될 수 있다

1) 용접이음별 비파괴검사 방법

[표 3] 용접이음별 비파괴검사 방법

용접이음	검사방법*
완전용입 맞대기 용접부	PT, MT
완전용입 T, 모서리 및 십자 용접 이음	PT, MT
부분용입 T, 모서리 및 십자 용접이음 및 필릿 용접 이음	PT, MT
비고 ※ 용접이음부의 표면결함 검출은 침투탐상 및 자분탐상검사를 원칙으로 한다. 다만 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준을 따른다.	

2) 검사조건

가) 비파괴 검사자 요건

- (1) 비파괴검사를 수행하는 검사자는 KS B ISO 9712, SNT-TC-1A, EN 473, ASNT Central Certification Program(ACCP) 또는 동등 이상의 국제기준에서 정하는 NDT Level 2에 해당하는 자격을 가진 자 이어야 한다.
- (2) 절차의 승인을 포함하는 비파괴검사 활동에 책임이 있는 검사자는 Level 3에 해당하는 자격을 가진 자이어야 한다.
- (3) 비파괴검사 성적서에는 반드시 검사자와 Level 3 승인자의 날인이 있어야 한다.
- (4) 검사자의 자격은 증서로 확인되어야 한다.

나) 비파괴검사 조건

- (1) 비파괴검사는 용접부가 실온까지 냉각된 후 실시하여야 한다.
- (2) 비파괴검사를 실시하는 용접부의 표면상태는 결함을 정확히 판정할 수 있도록 깨끗하게 처리되어야 한다.

### 31.4 검사 방법 및 기준

단부구조의 검사방법 및 절차는 아래에 따르며, 해당 철도차량의 설계특성에 따라 조정될 수 있다.

#### 가. 재료 검사

##### 1) 강재 및 스테인리스

가) 사용 재료는 강재 제조사의 검사성적서(Mill Sheet)와 사용 재료에 각인 또는 표기된 내용이 일치하며, 강재 제조사 검사성적서가 적용표준을 만족하여야 한다.

다만, 검사성적서와 사용 재료에 각인 또는 표기내용이 일치하지 않을 경우 전문검사기관의 입회하에 시편을 채취하여 시험 및 검사를 실시하여야 한다.

나) 시험 및 검사가 필요한 경우에는 LOT별로 시험편을 현품에서 채취하여 시험한다.

다만, LOT구분이 어려울 경우 1회 반입된 원자재를 1 LOT로 한다.

다) 상세 검사방법은 KS D 0001(강재의 검사통칙)에 따른다.

##### 2) 알루미늄

가) 알루미늄 판재의 시험 및 검사는 강재의 경우와 동일하게 상기 31.4.가.1)항을 따른다.

다만, 상세 검사방법은 KS D 0002(비철금속재료의 검사 통칙)에 따른다.

나) 알루미늄 압출재는 LOT별로 시편을 채취하여 시험 및 검사를 시행하여 적용표준을 만족하여야 한다. 1 LOT는 재질별로 동일한 열처리로에서 동시에 열처리(인공시효처리)한 압출재를 말한다.

다) 시험용 시험편의 채취 방향은 압출방향으로 하고, 채취 위치는 압출재 양단부 300 mm 이하에서 채취한다.

##### 3) 화학분석

가) 화학분석은 각 사용 재료의 적용표준에서 정한 방법에 따른다.

나) 화학성분은 별도의 규정이 없는 경우, 레이들 분석에 의하여 결정한다.

다) 재료의 제품 분석을 할 경우, 시료 채취 방법 및 그 허용 변동값은 해당재료의 관련규격에 따른다.

##### 4) 기계적성질

###### 가) 인장시험

KS B 0802(금속재료 인장시험방법) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 인장강도, 항복강도, 연신율 등을 확인한다.

###### 나) 충격시험

KS B 0810(금속재료 충격시험방법) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 확인한다.

###### 다) 경도시험

KS B 0805(금속재료의 브리넬경도 시험방법), KS B 0811(금속재료의 비커스경도 방법), KS B 0806(금속재료의 로크웰경도 시험방법) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 확인한다.

###### 라) 굽힘시험

KS B 0804(금속재료 굽힘시험) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 확인한다.

###### 마) 변형시험

변형시험은 알루미늄 압출재의 거시적 변형특성 관찰을 통해 취약부의 파괴특성을 평가하기 위한 것으로, 중공형 압출형재(Hollow Profile)에만 적용하며, 형재 그대로의 형태로 시편을 채취하여, 수직 변형시험 또는 확관시험 중 선택하여 시험을 시행하여 확인한다.

다만, 확관시험은 KS B ISO 8493(금속재료-관-확관시험) 또는 이와 동등한 규격에 따른다.

###### 바) 거시조직 분석시험

거시조직 분석시험은 압출재 조직의 건전성 및 이물질 혼입여부를 평가하기 위한 것으로, 시료를 적당한 방법으로 부식시킨 후에 육안 또는 10배 이하의 확대경으로 확인하며, 균열

또는 기계적 성질에 영향을 미칠 수 있는 비금속개재물 등이 없어야 한다.

사) 압출형재 이음매 건전성 확인

상기 인장시험, 굽힘시험, 변형시험 및 거시조직 분석시험 중 택일하여 시험을 시행하여 건전성을 확인한다.

나. 용접검사

1) 용접 조건 검사

31.3.나 항에 따라 확인한다.

2) 용접 외관 검사

용접 외관검사는 육안[조도는 최소 350Lx 이상, 거리는 600 mm 이내, 조망각은 30° 이상] 및 계측 장비를 이용하여 실시하며, 아래 각 항을 만족하여야 한다. 다만 일반 강재의 단부구조 용접부 육안검사는 표면처리 완료 후 실시한다.

가) 용접부의 각장은 도면에 명기된 치수를 만족하여야 한다.

나) 용접부는 도면에 명기된 형상으로 마무리되어야 한다.

다) 용접부의 균열은 허용되지 않는다.

라) 용접부의 크레이터는 완전히 채워져야 한다.

마) 저항 점 용접부의 표면은 갈라짐이 없어야 한다.

바) 기타 용접부 결함은 KS B ISO 5817(강의 아크용접이음-불완전부의 품질등급지침) 및 KS B ISO 10042(알루미늄 및 그 합금의 아크 용접이음-불완전부의 품질등급지침)에 따르며, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

3) 알루미늄 불활성 가스 아크 용접의 용접부 거시조직(Macro) 시험

가) 알루미늄합금 중공형압출재의 완전용입 맞대기 이음부는 용접연장선에서 시료를 채취하여야 하며, 시험편은 용접금속, 용융선 및 열영향부가 분명히 나타나도록 용접부의 횡단면을 채취한다.

나) 시험편은 적당한 부식액으로 부식시킨 후 10배 이하의 배율로 단면을 확인하여 균열, 용입 불량, 융합불량 및 유해하다고 인정되는 결함이 없어야 한다.

4) 저항 점 용접 검사

가) 단면시험

(1) 단면시험 방법은 KS B 0854(점 용접 이음의 단면시험 방법)에 따라 너겟 지름 및 용입을 측정한다.

(2) 판정기준은 KS B 0850(점 용접부의 검사방법)에 따른다.

나) 인장전단시험

(1) 인장전단시험 방법은 KS B 0851(저항 점 용접 및 프로젝션 용접이음의 전단시험에 대한 시험편 치수와 시험방법)에 따른다.

(2) 판정기준은 KS B 0850(점 용접부의 검사방법)에 따른다.

다. 비파괴 검사

1) 침투 탐상 검사

KS B 0816(침투 탐상 시험 방법 및 침투 지시 모양의 분류)에 따라 실시하며, 침투지시 모양이 없어야 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

2) 자분 탐상 검사

KS D 0213(철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분모양의 분류)에 따라 실시하여, 자분모양이 없어야 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

### 31.5 표시

합격한 제품은 각인 또는 표기된 제작 일련번호를 확인하고 다음 공정으로 진행할 수 있다.

### 31.6 검사기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록하여야 한다.

- 가. 검사일시 및 기후
- 나. 차량번호 또는 제작일련번호
- 다. 검사항목별 결과
- 라. 기타 특이사항

### 32. 전두부구조(Cap Frame)

#### 32.1 적용범위

이 기준은 철도차량에 사용하는 전두부구조(Cap Frame)에 대하여 적용하며 [표 1]과 같이 분류한다.

[표 1] 전두부구조 분류

분류	적용차량	검사항목	비고
강재 구조	고속철도차량 일반철도차량 도시철도차량	재료시험 용접검사 비파괴검사	
스테인리스 구조			
알루미늄 구조			

#### 32.2 인용표준

가. 재료

- 1) EN 755-2 : Aluminium and Aluminium alloy - Extruded rod/bar, tube and profiles - Part2 : Mechanical properties
- 2) KS D 0001 : 강재의 검사통칙
- 3) KS D 0002 : 비철 금속재료의 검사통칙

나. 용접

- 1) KS B 0850 : 점 용접부의 검사방법
- 2) KS B ISO 5817 : 용접-강, 니켈, 타이타늄과 그의 합금강에서 용융 용접이음(빔용접 제외)-결함에 대한 품질 등급
- 3) KS B ISO 9606-1 : 용접사 자격인정 시험-용융용접-제1부:강
- 4) KS B ISO 9606-2 : 용접사 승인시험-용융용접-제2부:알루미늄 및 알루미늄 합금
- 5) KS B ISO 10042 : 알루미늄 및 그 합금의 아크용접 이음-불완전의 품질등급 지침
- 6) KS R 9152 : 철도차량용 아크용접 이음 설계방법
- 7) KS R 9153 : 철도차량-연강용 점용접 이음-설계방법
- 8) KS R 9204 : 철도차량용 스테인리스강재 용접 이음-설계방법
- 9) KS R 9205 : 철도차량용 알루미늄합금 용접 이음-설계방법

다. 비파괴

- 1) KS B 0816 : 침투 탐상시험 방법 및 침투지시 모양의 분류
- 2) KS D 0213 : 철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분모양의 분류

#### 32.3 일반 및 기술적 요구사항

가. 재료

전두부구조의 화학성분 및 기계적 성질은 [표 2]의 재료 및 적용표준에 따르며, 해당 철도차량의 설계 특성에 따라 조정될 수 있다.

[표 2] 재료 및 적용표준

재료	상세분류	적용표준*	비고
강재 구조	용접구조용 압연 강재	KS D 3515	
	용접구조용 내후성 열간 압연 강재	KS D 3529	
	고 내후성 압연 강재	KS D 3542	
스테인리스 구조	압연 스테인리스 강판	KS D 3698	
알루미늄 구조	알루미늄 판재	KS D 6701	
	알루미늄 압출재	KS D 6759	
비고 ※ 동등 이상의 국가/국제 규격을 적용할 수 있다.			

나. 용접

1) 환경 조건

- 가) 용접작업은 눈, 비, 바람 등의 영향을 받지 않는 장소에서 실시하여야 하며, 한냉 시에는 관련규격에 따라 예열하여야 한다.
- 나) 용접작업장은 용접부의 품질에 영향을 줄 수 있는 먼지, 티끌, 금속가루 및 습기가 적고 청결하여야 한다.

2) 용접사 기량시험

- 가) 용접사는 KS B ISO 9606-1(용접사 승인시험-용융용접-제1부:강) 및 KS ISO 9606-2(용접사 승인시험-용융용접-제2부:알루미늄 및 알루미늄 합금) 또는 동등 이상의 규격에서 규정한 시험방법에 따라 기량이 입증된 자 또는 국가 용접기술 자격증을 보유한 자 이어야 하며, 용접작업 착수 전에 관련 증빙서류를 제출하여야 한다. 다만, 아래의 나)항과 다)항에 해당하는 용접사는 별도의 기량시험을 통해 기량을 입증하여야 한다.
- 나) 용접사가 해당 용접작업 공정에서 최근 6개월 이상 종사하지 아니한 경우 그 기량자격이 상실된다.
- 다) 용접사의 기량이 용접검사 기준에 미달된다고 전문검사기관이 인정하는 경우에는 그 용접사의 기량자격을 정지할 수 있다.

3) 용접용 재료의 적정성

- 가) 용접용 재료는 국가규격 또는 동등 이상의 국제규격에 명기된 적정 재료를 사용하여야 한다.
- 나) 용접용 재료는 상표, 제조공장명, 용접용 재료의 종류 또는 기호, 제조번호 등이 표시되어야 하며, 해당 제조번호의 용접용 재료 성적서(Mill Sheet)를 제출 하여야 한다.
- 다) 국가규격 또는 국제규격에 명기되지 않은 용접용 재료는 제조사의 권고사항을 준용한다. 다만, 이 경우 차량제작사는 용접용 재료 인증시험 자료를 제출하여야 한다.
- 라) 저수소계 용접용 재료는 수량, 건조온도, 시간, 재사용 회수가 명기된 불출대장을 작성하여 비치하여야 하며, 전문검사기관은 이행 여부를 확인하여야 한다.

4) 용접작업절차서 (WPS : Welding Procedure Specification)

용접작업절차서는 국가규격 또는 동등 이상의 국제규격을 준용하여 작성되어야 하며, 용접 작업 전에 전문검사기관에 제출하여야 한다. 다만, 다음 각 항에 해당하는 경우 해당 용접작업절차서는 용접절차확인기록서(WPQR : Welding Procedure Specification Record)를 근거로 입증되어야 한다.

- 가) 해당 용접방법이 전두부구조의 용접에 처음 적용되는 경우
- 나) 용접작업절차서에 규정된 용접변수가 승인된 범위를 넘어 변경하는 경우

5) 용접준비

가) 홈(Groove) 가공

- (1) 홈 가공은 설계 제작도면과 같은 모양으로 가공되어야 하며, 용접부에 유해한 결함이 생길 우려가 있는 수분, 유지, 녹, 도료 또는 기타의 불순물을 제거하여야 한다.
- (2) 홈 가공면은 평탄하고 균일하여야 하며, 노치(Notch), 층상(Lamination) 또는 균열 등과 같은 결함이 없어야 한다.

나) 가용접(Tack Welding)

- (1) 가용접은 용접사 기량시험에 합격한 자가 시행하여야 한다.
- (2) 맞대기 이음의 가용접은 본용접 전에 제거하거나 또는 본용접과 같은 방법으로 결함이 생기지 않게 하여야 하며, 가용접에 사용되는 용접용 재료는 본용접에 사용하는 것과 동급 이상의 것이어야 한다.
- (3) 가용접으로 인한 홈, 형상의 변화 등으로 본용접에 영향을 미칠 경우 본 용접에 지장이 없도록 제거되어야 한다.

다. 비파괴검사(NDI : Non-Destructive Inspection)

전두부구조의 비파괴검사는 [표 3]의 용접이음별 비파괴검사 방법에 따르고, 해당 철도차량의 설계 특성에 따라 조정될 수 있다.

1) 용접이음별 비파괴검사 방법

[표 3] 용접이음별 비파괴검사 방법

용접이음	검사방법*
완전용입 맞대기 용접부	PT, MT
완전용입 T, 모서리 및 십자 용접 이음	PT, MT
부분용입 T, 모서리 및 십자 용접이음 및 필릿 용접 이음	PT, MT
비고 ※ 용접이음부의 표면결함 검출은 침투탐상 및 자분탐상검사를 원칙으로 한다. 다만 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준을 따른다.	

2) 검사조건

가) 비파괴 검사자 요건

- (1) 비파괴검사를 수행하는 검사자는 KS B ISO 9712, SNT-TC-1A, EN473, ASNT Central Certification Program(ACCP) 또는 동등 이상의 국제기준에서 정하는 NDT Level 2에 해당하는 자격을 가진 자 이어야 한다.
- (2) 절차의 승인을 포함하는 비파괴검사 활동에 책임이 있는 검사자는 Level 3에 해당하는 자격을 가진 자이어야 한다.
- (3) 비파괴검사 성적서에는 반드시 검사자와 Level 3 승인자의 날인이 있어야 한다.
- (4) 검사자의 자격은 증서로 확인되어야 한다.

나) 비파괴검사 조건

- (1) 비파괴검사는 용접부가 실온까지 냉각된 후 실시하여야 한다.
- (2) 비파괴검사를 실시하는 용접부의 표면상태는 결함을 정확히 판정할 수 있도록 깨끗하게 처리되어야 한다.

### 32.4 검사 방법 및 기준

전두부구조의 검사방법 및 절차는 아래에 따르며, 해당 철도차량의 설계특성에 따라 조정될 수 있다.

#### 가. 재료검사

##### 1) 강재 및 스테인리스

가) 사용 재료는 강재 제조사의 검사성적서(Mill Sheet)와 사용 재료에 각인 또는 표기된 내용이 일치하며, 강재 제조사 검사성적서가 적용표준을 만족하여야 한다.

다만, 검사성적서와 사용 재료에 각인 또는 표기내용이 일치하지 않을 경우 전문검사기관의 입회 하에 시편을 채취하여 시험 및 검사를 실시하여야 한다.

나) 시험 및 검사가 필요한 경우에는 LOT별로 시험편을 현품에서 채취하여 시험한다.

다만, LOT구분이 어려울 경우 1회 반입된 원자재를 1 LOT로 한다.

다) 상세 검사방법은 KS D 0001(강재의 검사통칙)에 따른다.

##### 2) 알루미늄

가) 알루미늄 판재의 시험 및 검사는 강재의 경우와 동일하게 상기 32.4.가.1)항을 따른다.

다만, 상세 검사방법은 KS D 0002(비철금속재료의 검사 통칙)에 따른다.

나) 알루미늄 압출재는 LOT별로 시편을 채취하여 시험 및 검사를 시행하여 적용표준을 만족하여야 한다. 1 LOT는 재질별로 동일한 열처리로에서 동시에 열처리(인공시효처리)한 압출재를 말한다.

다) 시험용 시험편의 채취 방향은 압출방향으로 하고, 채취 위치는 압출재 양단부 300 mm 이하에서 채취한다.

##### 3) 화학분석

가) 화학분석은 각 사용 재료의 적용표준에서 정한 방법에 따른다.

나) 화학성분은 별도의 규정이 없는 경우, 레이들 분석에 의하여 결정한다.

다) 재료의 제품 분석을 할 경우, 시료 채취 방법 및 그 허용 변동값은 해당재료의 관련규격에 따른다.

##### 4) 기계적성질

###### 가) 인장시험

KS B 0802(금속재료 인장시험방법) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 인장강도, 항복강도, 연신율 등을 확인한다.

###### 나) 충격시험

KS B 0810(금속재료 충격시험방법) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 확인한다.

###### 다) 경도시험

KS B 0805(금속재료의 브리넬경도 시험방법), KS B 0811(금속재료의 비커스경도 방법), KS B 0806(금속재료의 로크웰경도 시험방법) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 확인한다.

###### 라) 굽힘시험

KS B 0804(금속재료 굽힘시험) 또는 이와 동등한 규격에 따라 시험을 시행하여 확인한다.

###### 마) 변형시험

변형시험은 알루미늄 압출재의 거시적 변형특성 관찰을 통해 취약부의 파괴특성을 평가하기 위한 것으로, 중공형 압출형재(Hollow Profile)에만 적용하며, 형재 그대로의 형태로 시편을 채취하여, 수직 변형시험 또는 확관시험 중 선택하여 시험을 시행하여 확인한다.

다만, 확관시험은 KS B ISO 8493(금속재료-관-확관시험) 또는 이와 동등한 규격에 따른다.

###### 바) 거시조직 분석시험

거시조직 분석시험은 압출재 조직의 건전성 및 이물질 혼입여부를 평가하기 위한 것으로, 시료를 적당한 방법으로 부식시킨 후에 육안 또는 10배 이하의 확대경으로 확인하며, 균열

또는 기계적 성질에 영향을 미칠 수 있는 비금속개재물 등이 없어야 한다.

사) 압출형재 이음매 건전성 확인

상기 인장시험, 굽힘시험, 변형시험 및 거시조직 분석시험 중 택일하여 시험을 시행하여 건전성을 확인한다.

나. 용접 검사

1) 용접 조건 검사

32.3.나 항에 따라 확인한다.

2) 용접 외관 검사

용접 외관검사는 육안[조도는 최소 350Lx 이상, 거리는 600 mm 이내, 조망각은 30° 이상] 및 계측 장비를 이용하여 실시하며, 아래 각 항을 만족하여야 한다. 다만 일반 강재의 전두부구조 용접부 육안검사는 표면처리 완료 후 실시한다.

가) 용접부의 각장은 도면에 명기된 치수를 만족하여야 한다.

나) 용접부는 도면에 명기된 형상으로 마무리되어야 한다.

다) 용접부의 균열은 허용되지 않는다.

라) 용접부의 크레이터는 완전히 채워져야 한다.

마) 저항 점 용접부의 표면은 갈라짐이 없어야 한다.

바) 기타 용접부 결함은 KS B ISO 5817(강의 아크용접이음-불완전부의 품질등급지침) 및 KS B ISO 10042(알루미늄 및 그 합금의 아크 용접이음-불완전부의 품질등급지침)에 따르며, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

다. 비파괴 검사

1) 침투 탐상 검사

KS B 0816(침투 탐상 시험 방법 및 침투 지시 모양의 분류)에 따라 실시하며, 침투지시 모양이 없어야 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

2) 자분 탐상 검사

KS D 0213(철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분모양의 분류)에 따라 실시하여, 자분모양이 없어야 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

### 32.5 표시

합격한 제품은 각인 또는 표기된 제작 일련번호를 확인하고 다음 공정으로 진행할 수 있다.

### 32.6 검사기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록하여야 한다.

가. 검사일시 및 기후

나. 차량번호 또는 제작일련번호

다. 검사항목별 결과

라. 기타 특이사항

### 33. 구조체조립(Car Body)

#### 33.1 적용범위

이 기준은 철도차량에 사용하는 구조체조립(Car Body)에 대하여 적용하며, [표 1]과 같이 분류한다.

[표 1] 구조체조립 분류

분류	적용차량	검사항목	비고
강재 구조	고속철도차량 일반철도차량 도시철도차량	용접검사 비파괴검사	
스테인리스 구조			
알루미늄 구조			

#### 33.2 인용표준

##### 가. 용접

- 1) KS B 0850 : 점 용접부의 검사방법
- 2) KS B ISO 5817 : 용접-강, 니켈, 타이타늄과 그의 합금강에서 용융 용접이음(빔용접 제외)-결함에 대한 품질 등급
- 3) KS B ISO 9606-1 : 용접사 자격인정 시험-용융용접-제1부:강
- 4) KS B ISO 9606-2 : 용접사 승인시험-용융용접-제2부:알루미늄 및 알루미늄 합금
- 5) KS B ISO 10042 : 알루미늄 및 그 합금의 아크용접 이음-불완전의 품질등급 지침
- 6) KS R 9152 : 철도차량용 아크용접 이음 설계방법
- 7) KS R 9153 : 철도차량-연강용 점용접 이음-설계방법
- 8) KS R 9204 : 철도차량용 스테인리스강재 용접 이음-설계방법
- 9) KS R 9205 : 철도차량용 알루미늄합금 용접 이음-설계방법

##### 나. 비파괴

- 1) KS B 0816 : 침투 탐상시험 방법 및 침투지시 모양의 분류
- 2) KS D 0213 : 철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분모양의 분류

#### 33.3 일반 및 기술적 요구사항

##### 가. 용접

##### 1) 환경 조건

가) 용접작업은 눈, 비, 바람 등의 영향을 받지 않는 장소에서 실시하여야 하며, 한냉 시에는 관련규격에 따라 예열하여야 한다.

나) 용접작업장은 용접부의 품질에 영향을 줄 수 있는 먼지, 티끌, 금속가루 및 습기가 적고 청결하여야 한다.

##### 2) 용접사 기량시험

가) 용접사는 KS B ISO 9606-1(용접사 승인시험-용융용접-제1부:강) 및 KS ISO 9606-2(용접사 승인시험-용융용접-제2부:알루미늄 및 알루미늄 합금) 또는 동등 이상의 규격에서 규정한 시험방법에 따라 기량이 입증된 자 또는 국가 용접기술 자격증을 보유한 자 이어야 하며, 용접작업 착수 전에 관련 증빙서류를 제출하여야 한다. 다만, 아래의 나)항과 다)항에 해당하는 용접사는 별도의 기량시험을 통해 기량을 입증하여야 한다.

나) 용접사가 해당 용접작업 공정에서 최근 6개월 이상 종사하지 아니한 경우 그 기량자격이 상실된다.

다) 용접사의 기량이 용접검사 기준에 미달된다고 전문검사기관이 인정하는 경우에는 그 용접사의 기량자격을 정지할 수 있다.

3) 용접용 재료의 적정성

- 가) 용접용 재료는 국가규격 또는 동등 이상의 국제규격에 명기된 적정 재료를 사용하여야 한다.
- 나) 용접용 재료는 상표, 제조공장명, 용접용 재료의 종류 또는 기호, 제조번호 등이 표시되어야 하며, 해당 제조번호의 용접용 재료 성적서(Mill Sheet)를 제출하여야 한다.
- 다) 국가규격 또는 국제규격에 명기되지 않은 용접용 재료는 제조사의 권고사항을 준용한다. 다만, 이 경우 차량제작사는 용접용 재료 인증시험 자료를 제출하여야 한다.
- 라) 저수소계 용접용 재료는 수량, 건조온도, 시간, 재사용 회수가 명기된 불출대장을 작성하여 비치하여야 하며, 전문검사기관은 이행 여부를 확인하여야 한다.

4) 용접작업절차서 (WPS : Welding Procedure Specification)

- 용접작업절차서는 국가규격 또는 동등 이상의 국제규격을 준용하여 작성되어야 하며, 용접 작업 전에 전문검사기관에 제출하여야 한다. 다만, 다음 각 항에 해당하는 경우 해당 용접작업절차서는 용접절차확인기록서(WPQR : Welding Procedure Specification Record)를 근거로 입증되어야 한다.
- 가) 해당 용접방법이 구조체조립의 용접에 처음 적용되는 경우
- 나) 용접작업절차서에 규정된 용접변수가 승인된 범위를 넘어 변경하는 경우

5) 용접 준비

가) 홈(Groove) 가공

- (1) 홈 가공은 설계 제작도면과 같은 모양으로 가공되어야 하며, 용접부에 유해한 결함이 생길 우려가 있는 수분, 유지, 녹, 도료 또는 기타의 불순물을 제거하여야 한다.
- (2) 홈 가공면은 평탄하고 균일하여야 하며, 노치(Notch), 층상(Lamination) 또는 균열 등과 같은 결함이 없어야 한다.

나) 가용접(Tact Welding)

- (1) 가용접은 용접사 기량시험에 합격한 자가 시행하여야 한다.
- (2) 맞대기 이음의 가용접은 본용접 전에 제거하거나 또는 본용접과 같은 방법으로 결함이 생기지 않게 하여야 하며, 가용접에 사용되는 용접용 재료는 본용접에 사용하는 것과 동급 이상의 것이어야 한다.
- (3) 가용접 으로 인한 홈, 형상의 변화 등으로 본용접에 영향을 미칠 경우 본 용접에 지장이 없도록 제거되어야 한다.

나. 비파괴검사(NDI : Non-Destructive Inspection)

구조체조립의 비파괴검사는 [표 2]의 용접이음별 비파괴검사 방법에 따르고, 해당 철도차량의 설계 특성에 따라 조정될 수 있다

1) 용접이음별 비파괴검사 방법

[표 2] 용접이음별 비파괴검사 방법

용접이음	검사방법*
완전용입 맞대기 용접부	PT, MT
완전용입 T, 모서리 및 십자 용접 이음	PT, MT
부분용입 T, 모서리 및 십자 용접이음 및 필릿 용접 이음	PT, MT
비고 ※ 용접이음부의 표면결함 검출은 침투탐상 및 자분탐상검사를 원칙으로 한다. 다만 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준을 따른다.	

2) 검사 조건

가) 비파괴 검사자 요건

- (1) 비파괴검사를 수행하는 검사자는 KS B ISO 9712, SNT-TC-1A, EN473, ASNT Central Certification Program(ACCP) 또는 동등 이상의 국제기준에서 정하는 NDT Level 2에 해당하는 자격을 가진 자 이어야 한다.
- (2) 절차의 승인을 포함하는 비파괴검사 활동에 책임이 있는 검사자는 Level 3에 해당하는 자격을 가진 자이어야 한다.
- (3) 비파괴검사 성적서에는 반드시 검사자와 Level 3 승인자의 날인이 있어야 한다.
- (4) 검사자의 자격은 증서로 확인되어야 한다.

나) 비파괴검사 조건

- (1) 비파괴검사는 용접부가 실온까지 냉각된 후 실시하여야 한다.
- (2) 비파괴검사를 실시하는 용접부의 표면상태는 결함을 정확히 판정할 수 있도록 깨끗하게 처리되어야 한다.

**33.4 검사 방법 및 기준**

구조체조립의 검사방법 및 절차는 아래에 따르며, 해당 철도차량의 설계특성에 따라 조정될 수 있다.

가. 용접 검사

1) 용접 조건 검사

33.3 가 항에 따라 확인한다.

2) 용접 외관 검사

용접 외관검사는 육안[조도는 최소 350Lx 이상, 거리는 600 mm 이내, 조망각은 30° 이상] 및 계측장비를 이용하여 실시하며, 아래 각 항을 만족하여야 한다. 다만 일반 강재의 구조체조립 용접부 육안검사는 표면처리 완료 후 실시한다.

가) 용접부의 각장은 도면에 명기된 치수를 만족하여야 한다.

나) 용접부는 도면에 명기된 형상으로 마무리되어야 한다.

다) 용접부의 균열은 허용되지 않는다.

라) 용접부의 크레이터는 완전히 채워져야 한다.

마) 저항 점 용접부의 표면은 갈라짐이 없어야 한다.

바) 기타 용접부 결함은 KS B ISO 5817(강의 아크용접이음-불완전부의 품질등급지침) 및 KS B ISO 10042(알루미늄 및 그 합금의 아크 용접이음-불완전부의 품질등급지침)에 따르며, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

3) 저항 점 용접 검사

가) 단면시험

(1) 단면시험 방법은 KS B 0854(점 용접 이음의 단면시험 방법)에 따라 너겟 지름 및 용입을 측정한다.

(2) 판정기준은 KS B 0850(점 용접부의 검사방법)에 따른다.

나) 인장전단시험

(1) 인장전단시험 방법은 KS B 0851(저항 점 용접 및 프로젝션 용접이음의 전단시험에 대한 시험편 치수와 시험방법)에 따른다.

(2) 판정기준은 KS B 0850(점 용접부의 검사방법)에 따른다.

나. 비파괴 검사

1) 침투 탐상 검사

KS B 0816(침투 탐상 시험 방법 및 침투 지시 모양의 분류)에 따라 실시하며, 침투지시 모양이 없어야 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

## 2) 자분 탐상 검사

KS D 0213(철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분모양의 분류)에 따라 실시하여, 자분모양이 없어야 한다. 다만, 별도의 기준을 정하는 경우 그 기준에 따른다.

**33.5 표시**

합격한 제품은 각인 또는 표기된 제작 일련번호를 확인하고 다음 공정으로 진행할 수 있다.

**33.6 검사기록**

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록하여야 한다.

- 가. 검사일시 및 기후
- 나. 차량번호 또는 제작일련번호
- 다. 검사항목별 결과
- 라. 기타 특이사항

### 34. 절연판(베크라이트)

#### 34.1 적용범위

이 기준은 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량에 사용되는 절연판 중 인체에 유해한 석면, 카드뮴 포함여부 검사에 적용한다.

[ 표 1 ] 절연판 분류

구 분	적용 차종	시험항목	비 고
절연판(베크라이트)	고속철도차량 일반철도차량 도시철도차량	석면함량검사 카드뮴함량검사	

#### 34.2 정의

석면이란 자연적으로 생성되며 섬유상 형태를 갖는 규산염 광물류로서 환경부령으로정하는 물질을 말한다.

#### 34.3 일반사항

##### 가. 일반사항

철도차량에 사용되는 절연판에는 인체에 유해한 석면, 카드뮴 등의 성분이 기준치 이상으로 포함되지 않아야 한다.

나. 유해물질함량검사는 LOT별 전수검사를 실시한다.

다. 본 검사기준에 정하지 않은 사항에 대해서는 별도로 정한 기준에 따른다.

#### 34.4 시험방법

##### 가. 인용표준

- 1) ES 06305-1 : 폐기물 공정시험기준 - 석면 편광 현미경법
- 2) ES 06305-2 : 폐기물 공정시험기준 - 석면 X 선회절기법
- 3) IEC 62321 : Electrotechnical products - Determination of levels of six regulated substances (lead, mercury, cadmium, hexavalent chromium, polybrominated biphenyls, polybrominated biphenyl ethers)

##### 나. 시험방법 및 시험기준

###### 1) 석면함량검사

환경부 고시 제 2011-3호 「환경분야 시험, 검사등에 관한법률」 제 6조에 따른 폐기물 공정 시험기준 ES06305.1 폐기물 공정시험기준 - 석면 편광 현미경법 또는 ES 06305.2 폐기물 공정 시험기준 - 석면 X선 회절기법에 따라 시험하여 인체에 유해한 석면이 포함되지 않아야 한다.

###### 2) 카드뮴함량검사

카드뮴이 포함되지 않아야 한다.

### 34.5 검사기록

검사결과 기록양식은 다음과 같은 사항을 기록한다.

- 가. 검사의뢰자 및 검사품 제작사
- 나. 검사품의 형식명 및 제조자번호
- 다. 검사품명 및 제품(로트)번호
- 라. 검사장소 및 검사자 정보
- 마. 검사일자 및 필요시 검사환경 조건
- 바. 검사항목별 검사결과
- 사. 기타 특이사항