

# 철도차량기술기준

(KRTS-VE-Part43-2016(R1))

Part 43

일반철도차량(화차) 기술기준



# 목 차(Contents)

<b>1. 개 요</b> .....	1
1.1 목적 .....	1
1.2 적용범위 .....	1
1.2.1 기술적 범위 .....	1
1.2.2 지리적 범위 .....	1
1.3 주요내용 .....	1
<b>2. 적합성 평가</b> .....	2
<b>3. 필수요구사항</b> .....	3
3.1 일반사항 .....	3
3.2 안전 .....	3
3.2.1 차량한계 .....	3
3.2.1.1 차량한계 .....	3
3.2.1.2 차량중량 .....	3
3.2.1.3 중량분포 .....	4
3.2.1.4 차량구조 .....	4
3.2.1.5 차량표시 .....	4
3.2.2 주행안전 .....	4
3.2.2.1 차량-선로 작용력 .....	4
3.2.2.2 윤중 감소량 .....	4
3.2.2.3 횡압 .....	4
3.2.2.4 탈선계수 .....	5
3.2.2.5 전복방지 .....	5
3.2.3 화재안전 .....	5
3.2.3.1 화재 안전설계 .....	5
3.2.3.2 화재 진압설비 .....	5
3.2.4 전기안전 .....	6
3.2.4.1 전기안전 .....	6
3.2.4.2 절연거리 확보 .....	6
3.2.4.3 전류귀환 및 접지 .....	6
3.2.4.4 전자기유도장애의 억제 .....	6
3.2.4.5 배선 및 전기기기의 배치 .....	6
3.2.5 위험도분석 .....	7
3.3 성능 .....	7
3.3.1 운행조건 .....	7

- 3.3.1.1 기후조건 .....7
- 3.3.1.2 하중조건 .....7
- 3.3.1.3 운전조건 .....7
- 3.3.2 운행성능 .....8
- 3.4 인터페이스 .....8
  - 3.4.1 차량-궤도 .....8
    - 3.4.1.1 선로조건 .....8
    - 3.4.1.2 캔트 부족 .....8
    - 3.4.1.3 레일 좌면 경사 .....8
    - 3.4.1.4 궤도에 가해지는 하중 .....8
    - 3.4.1.5 선로의 유지보수 한계값 .....9
- 3.5 운영 및 유지관리 .....9
  - 3.5.1 유지보수 기준 .....9
  - 3.5.2 유지보수를 위한 자료 .....9
    - 3.5.2.1 일반자료 .....9
    - 3.5.2.2 유지보수 자료 .....10
    - 3.5.2.3 운행관련 자료 .....10
    - 3.5.2.4 리프팅 도해 및 지침 .....10
    - 3.5.2.5 구조 관련 자료 .....10
- 3.6 운용한계 .....10
  - 3.6.1 안전운행 .....10
  - 3.6.2 보건 .....11
  - 3.6.3 소음 .....11
    - 3.6.3.1 평가범위 .....11
    - 3.6.3.2 평가조건 .....11
    - 3.6.3.3 평가기준 .....12
    - 3.6.3.4 평가방법 .....12

**4. 주요장치별 기준 .....13**

- 4.1 일반사항 .....13
- 4.2 차체 및 설비 .....13
  - 4.2.1 구조체 설계 .....13
  - 4.2.2 구조체 안전 .....14
  - 4.2.3 리프팅 .....14
  - 4.2.4 부식억제 .....14
  - 4.2.5 고압가스 운송차량 특수장치 .....14
- 4.3 주행장치 .....15
  - 4.3.1 주행장치 설계 .....15
  - 4.3.2 주행장치틀 .....15
  - 4.3.3 윤축 및 차륜특성 .....15

4.3.4	축상조립장치 .....	15
4.3.5	현가장치 .....	16
4.3.6	차체지지장치 .....	16
4.4	제동장치 .....	16
4.4.1	제동장치 설계 .....	16
4.4.2	제동 요구사항 .....	17
4.4.3	비상제동 .....	17
4.4.4	상용제동 .....	17
4.4.5	주차제동(수용제동) .....	18
4.4.6	기초제동 .....	18
4.5	연결장치 .....	18
4.5.1	연결기 .....	18
<b>5.</b>	<b>시험규격서 .....</b>	<b>19</b>
5.1	구성품시험 .....	19
5.1.1	구조체 하중시험 .....	19
5.1.2	대차시험 .....	21
5.1.2.1	완성대차검사 .....	21
5.1.2.2	대차하중시험 .....	22
5.1.3	대차안정성시험 .....	24
5.1.4	차체지지장치시험 .....	28
5.1.5	제동장치시험 .....	29
5.2	완성차시험 .....	31
5.2.1	중량측정시험 .....	31
5.2.2	차량한계측정 .....	32
5.2.3	곡선통과시험 .....	34
5.2.4	누수시험 .....	36
5.2.5	차체리프팅시험 .....	37
5.2.6	제동시험 .....	38
5.3	시운전시험 .....	40
5.3.1	제동시험 .....	40
5.3.2	유도장애시험 .....	43
5.3.3	소음시험 .....	43
5.3.4	진동시험 .....	49
5.3.5	주요기기온도시험 .....	51
5.3.6	주행안전성시험 .....	52

[별표 1] 화차의 적합성평가 .....	59
[별표 2] 기술기준 세부항목과 필수요구사항의 관계 .....	62
[별표 3] 화차의 총중량 세부기준 .....	65
[별표 4] 화차의 제원산정 세부기준 .....	66
[별표 5] 화차의 풍력 전복방지 세부기준 .....	68
[별표 6] 화차의 구조체 세부기준 .....	70
[별표 7] 화차의 차체지지장치 세부기준 .....	72
[별표 8] 구성품시험의 대상항목 .....	73
[별표 9] 완성차시험의 대상항목 .....	74
[별표 10] 시운전시험의 대상항목 .....	75

## 1. 개요

### 1.1 목적

- 1) 본 일반철도차량(화차) 기술기준은 철도안전법(이하 "법"이라 한다) 제26조제3항에 따른 철도차량 형식승인, 법 제26조의6제1항에 따른 철도차량 완성검사, 법 제31조제1항 및 제32조제1항에 따른 형식승인 사후관리에 필요한 기준을 규정함을 목적으로 한다.
- 2) 국내에서의 철도운영을 위해 일반철도 차량(화차)의 형식승인 또는 완성검사를 신청하는 자(이하 "신청자"라 한다)는 해당 차량이 본 기술기준에서 정하는 사항에 적합하게 설계되었음을 입증하여야 한다.
- 3) 본 기술기준에서 정하지 않는 사항에 대해서는 차량을 구매하는 발주자 (이하 "발주자"라 한다)와 제작자가 별도로 정할 수 있으며, 신청자가 별도로 요구하지 않는 한 형식승인, 제작자승인, 완성검사에는 적용되지 않는다.

### 1.2 적용범위

#### 1.2.1 기술적 범위

- 1) 본 기술기준은 철도차량기술기준의 총칙(Part 1) [별표 1]에서 정의된 최고속도 200km/h 미만인 일반철도차량(화차)에 적용된다.
- 2) 화차와 연결되는 기관차, 차장차 등은 포함되지 않는다.
- 3) 명백하게 구분되는 도시교통권역에서 운영하는 도시철도 차량 또는 경전철 차량에는 적용되지 않는다.
- 4) 철도차량의 부속시스템(부품 또는 구성품 등)에 관한 추가적 정보는 제4장에 제시되어 있다. 다만, 철도용품의 형식승인 및 사후관리를 위해 국토교통부장관이 고시한 철도용품형식승인과 중복 또는 상충되는 부분이 있는 경우에는 철도용품기술기준을 우선하여 적용한다.

#### 1.2.2 지리적 범위

본 기술기준의 지리적 범위는 법 제26조제1항의 규정에 따라 대한민국 내에서 운영되는 일반철도 차량(화차)에 적용된다.

### 1.3 주요내용

본 기술기준은 다음과 같은 내용을 포함하고 있다.

- 1) 본 기술기준의 기술적 및 지리적 범위를 기술한다.(제1장)
- 2) 본 기술기준을 이용한 적합성평가를 기술한다.(제2장)
- 3) 일반철도차량(화차)의 차량한계, 주행안전, 충돌 및 전복, 화재안전, 위험도분석, 시스템보호 등 안전 요구사항들을 기술한다. (제3장)
- 4) 일반철도차량(화차)의 운행조건, 운행성능 등 성능 요구사항들을 기술한다. (제3장)
- 5) 일반철도차량(화차)과 궤도설비 등과의 인터페이스 요구사항들을 기술한다. (제3장)
- 6) 일반철도차량(화차)의 운영 및 유지관리에 대한 요구사항들을 기술한다. (제3장)
- 7) 일반철도차량(화차)의 안전운행, 신뢰성 및 가용성, 보건, 환경, 호환성 등 운용한계 요구사항들을 기술한다. (제3장)
- 8) 일반철도차량(화차)의 차체 및 설비, 주행장치, 제동장치, 연결장치 등 주요장치별 설계 및 구조에 대한 요구사항들을 기술한다.(제4장)

- 9) 일반철도차량(화차)의 부품, 구성품, 완성차에 대한 설계적합성을 시험으로 입증할 경우 사용되는 표준화된 시험규격들을 기술한다. (제5장)

## 2. 적합성 평가

- 1) 철도안전법 시행규칙(이하 "규칙"이라 한다) 제46조제2항의 규정에 따라 일반철도 차량(화차)에 대해 형식승인(설계적합성검사, 합치성검사, 차량형식시험) 및 완성검사 단계에서 평가되는 항목은 [별표 1]을 참고할 수 있다.
- 2) 1)항의 규정에도 불구하고, [별표 1]의 평가항목은 일반철도차량(화차)의 상이한 설계, 개발, 생산 특성에 따라 조정되어 시행될 수 있다. 특히, 각각의 설계적합성 입증방법은 선택적으로 적용될 수 있다.
- 3) 철도안전법의 부칙(이하 "부칙"이라 한다) 제6조제1항의 규정에 따라 종전의 성능시험 및 제작검사가 진행 중이거나 합격하여 형식승인 및 완성검사를 받은 것으로 인정받은 철도차량을 법 시행(2013년 3월 19일) 이후에 새로이 제작하여 완성검사를 받는 경우에는 [별표 1]의 평가항목에 발주자 설계승인, 성능시험, 제작검사에서 수행되었던 항목이 추가될 수 있다.



### 3. 필수요구사항

#### 3.1 일반사항

- 1) 제3장에서는 일반철도차량(화차)의 설계에 대한 필수 요구사항을 다음과 같이 기술한다.
  - (1) 3.2의 차량한계, 주행안전, 화재안전, 위험도분석 등 안전요구사항 관련 조항들
  - (2) 3.3의 운행조건, 운행성능 등 성능 요구사항 관련 조항들
  - (3) 3.4의 차량-궤도, 등 인터페이스 관련 조항들
  - (4) 3.5의 운영 및 유지관리 요구사항 관련 조항들
  - (5) 3.6의 안전운행, 신뢰성 및 가용성, 보건, 소음, 구원운전 등 운용한계 요구사항 조항들
- 2) 본 기술기준의 제3장에서 기술된 핵심적인 필수요구사항과 제4장에서 기술된 주요장치별 기준들은 다음의 핵심사항들을 기반으로 한다.
  - (1) 안전
  - (2) 최소성능
  - (3) 인터페이스
  - (4) 운용 및 유지관리
  - (5) 신뢰성 및 가용성
  - (6) 보건
  - (7) 환경 보호
  - (8) 기술적 호환성
- 3) 2)항의 핵심사항과 제3장의 필수요구사항 및 제4장의 장치별 기준들의 관계는 [별표 2]와 같다.

#### 3.2 안전

##### 3.2.1 차량한계

###### 3.2.1.1 차량한계

- 1) 차량한계는 해당 일반철도 차량의 설계 및 제작의 적합성, 궤도시설에 대한 안전성, 차체와 차체 그리고 차체와 대차 사이의 간섭이 발생하지 않음을 보장해야 한다.
- 2) 차량과 선로구조물과의 간섭유무 확인 시에는 철도차량의 동적거동을 고려하여야 한다.(최소 곡선반경, 차량의 최대 변위, 최대 캔트 부족량, 하중 및 속도조건, 차륜의 마모, 틸팅각 등을 고려한다)
- 3) 하중 고려 시 최대 적재하중 등을 고려한다.
- 4) 해당 철도차량은 모든 경우의 동적거동이 건축한계 내에 있도록 설계되어야 하며, IEC 62486, EN 15273-1, EN 15273-2, EN 15273-3, UIC 505-1 등을 참고할 수 있다.
- 5) 신청자는 정적한계의 경우 차량한계 측정시험으로 입증하고, 동적한계의 경우는 계산서(또는 해석서)를 이용하여 입증할 수 있다.

###### 3.2.1.2 차량중량

- 1) 철도차량의 총중량은 정상적인 운전이 가능한 상태의 철도차량 자체만의 중량(공차중량, W0)과 최대 적재하중을 합한 중량(정비중량, W1)으로 한다.
- 2) 정차상태에서 일반철도 차량(화차)의 축중과 총중량은 [별표 3]을 참고할 수 있다. 다만 신청자가 해당 일반철도 차량에 대해 별도의 기준을 제시하고, 차량 발주자가 동의하는 경우 철도

차량형식승인·제작자승인·완성검사시행지침(이하 “지침”이라 한다) 제2조제1호에 따른 검사기관(이하 “검사기관”이라 한다) 또는 지침 제2조제2호에 따른 전문기관(이하 “전문기관”이라 한다)은 이를 바탕으로 형식승인검사 또는 완성검사를 수행한다.

### 3.2.1.3 중량분포

- 1) 공차중량 상태에서 각 차축의 한쪽 차륜하중은 동일차축의 좌우측차륜하중 평균치와의 편차가 4% 이내이어야 한다.
- 2) 공차중량 상태에서 한쪽 선로의 차륜의 하중합은 그 동일철도차량의 좌우측선로 차륜의 하중합의 평균치와의 편차가 4% 이내이어야 한다.

### 3.2.1.4 차량구조

일반철도 차량(화차)의 구조와 관련된 제원산정은 [별표 4] 등을 참고할 수 있다.

### 3.2.1.5 차량표시

- 1) 철도차량에는 다음 각 호의 사항이 표기되어야 한다.
  - (1) 차량종류
  - (2) 형식승인번호
  - (3) 제작자승인번호
  - (4) 완성검사 일련번호
  - (5) 차량제작사
  - (6) 제작연월
- 2) 제1항외의 차량표시는 신청자와 발주자의 협의에 따르며, KS R 9113을 참고할 수 있다.

## 3.2.2 주행안전

### 3.2.2.1 차량-선로 작용력

- 1) 철도차량은 정상적인 운행조건하에서 주행안전성을 확보하기 위하여 철도차량과 선로간의 작용력을 최소화할 수 있도록 설계되어야 한다.
- 2) 철도차량은 정상적인 선로조건하에서 차륜 담면과 궤도 두부간의 접촉지점에서 응력과 변형이 발생하여 철도차량의 안전이 침해되지 아니하도록 정적윤중·차륜직경 및 차륜담면 형상간의 상호연계효과를 고려하여 설계되어야 한다. 이 경우 정적윤중의 최대값은  $0.13 \times D$ (mm로 표시된 차륜직경을 말한다)kN과 125kN의 수치중 작은 값을 초과할 수 없다.
- 3) 철도차량의 주행안전에 대한 설계 및 입증은 EN 14363, UIC 518 등을 참고할 수 있다.

### 3.2.2.2 윤중 감소량

- 1) 철도차량의 공차중량상태에서의 윤중 감소량은 동일 차축에서 양쪽 차륜 평균치의 최대 60%까지 허용된다.
- 2) 철도차량의 운행상태에서의 윤중 감소량은 빈도누적확률이 100%인 경우에는 50%까지, 0.1%인 경우에는 최대 80%까지 허용된다.

### 3.2.2.3 횡압

철도차량은 정상적인 선로와 운행조건하에서 레일과 선로의 구조적안전을 위협하는 횡압의 발생

을 최소화하도록 설계되어야 한다. 이 경우에 횡압은 다음의 기준을 초과하여서는 안된다.

$$Y = (P/3 + 10) \alpha$$

Y : 1축 당 횡압(kN)

P : 축중(kN)

$\alpha$  : 화차의 경우는 0.85

### 3.2.2.4 탈선계수

- 1) 철도차량은 정상적인 선로와 운행조건하에서 안전하고 안정된 주행이 가능하여야 한다.
- 2) 철도차량이 주행하는 경우의 탈선계수는 곡선반경이 250m 이상인 구간에서는 1개의 차륜에서 빈도누적확률이 100%인 경우에는 0.8까지 허용하고, 0.1%인 경우에는 1.1까지 허용하며, 최대 값은 1.2까지 허용한다.

$$\text{탈선계수} = L/V$$

L : 횡압(Lateral Force)

V : 운중(Vertical Force)

### 3.2.2.5 전복방지

- 1) 철도차량은 설정된 최대 캔트의 곡선구간을 규정된 속도로 운행하는 경우 전복하지 아니하고 통과할 수 있는 구조와 장치를 갖추어야 한다.
- 2) 철도차량의 전복방지는 [별표 5], EN 14067-1, EN 14067-6 등을 참고할 수 있다.

## 3.2.3 화재안전

### 3.2.3.1 화재안전설계

- 1) 화차는 화재발생 위험의 최소화, 화재의 전파방지, 터널 등 접근이 어려운 장소에서의 화재위험성 등을 고려하여 설계되어야 한다.
- 2) 화차는 열차에 화재가 발생한 경우 그 탑승자가 화재·열·연기 및 독성가스 등의 영향으로부터 보호받으며 안전하게 탈출할 수 있도록 설계되어야 한다.
- 3) 화차는 화재가 발생한 경우 화물을 대피시킬 수 있는 안전한 장소로 이동하는 동안 제동 및 관련 장치의 기능이 확보되어야 한다. 이때 화재로 인하여 발생한 장애로 인하여 열차가 자동적으로 정지되지 않도록 설계되어야 한다.
- 4) 화차에 설치되는 각종설비에 대한 화재예방이 필요한 경우에는 화재시험을 실시하여야 한다. 다만, 화재시험의 필요성은 차량발주자의 요구사항에 따른다.

### 3.2.3.2 화재 진압설비

- 1) 화차에는 [표1]의 기준에 따라 소화기가 비치되어야 한다.

[표 1] 철도차량 소화기 비치 기준

차종	규격	수량	설치장소
화차	ABC분말 3.3kg이상	1	승무원실(설치된 경우)

- 2) 소화기는 「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」에 따라 소방방재청장이 정하여 고시한 기준에 적합한 것으로 하며 아래 사항을 충족하여야 한다.
  - (1) 일반화재·유류화재 및 전기화재 모두를 진압할 수 있을 것
  - (2) 소화기의 사용적정압력은 섭씨 20° 에서 784.8kPa (또는 8kgf/cm<sup>2</sup>)이상 981.0kPa (또는 10kgf/cm<sup>2</sup>)이하일 것
  - (3) 방사거리는 3m 이상일 것
- 3) 소화기는 승무원 또는 탑승자가 용이하게 접근하여 사용할 수 있는 위치에 비치되어야 하며, 소화기의 보관함은 소화기를 쉽게 사용할 수 있도록 덮개가 없는 개방형으로 설치하여야 한다.
- 4) 소화기 인근에는 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」에 의하여 고시하는 화재안전기준에 적합한 축광위치표지(이하 "축광위치표지"라 한다)로 소화기의 위치와 화재발생시 사용방법 등을 표시한 표지를 부착하여야 한다.

### 3.2.4 전기안전

#### 3.2.4.1 전기안전

전기 또는 전자장비를 설치하는 경우, 전기배선 및 전기장치는 인체에 대한 감전과 화재발생 위험을 방지할 수 있도록 설치되어야 한다.

#### 3.2.4.2 절연거리 확보

전기장치를 설치하는 경우, KS C IEC 60077-1 또는 동등이상의 기준을 고려하여 설계되어야 한다.

#### 3.2.4.3 전류귀환 및 접지

전철구간에서의 전식 문제가 예상되는 경우 절연베어링의 사용 등 전식대책을 수립하여야 한다.

#### 3.2.4.4 전자기유도장애의 억제

- 1) 각종 제어장치, 후부표시등, 기타 전기 또는 전자장비를 사용하는 경우, 외부로부터의 전자기 유도장애의 영향을 받지 아니하고 정상기능을 확보할 수 있어야 한다. 이 경우 해당 장비에 대한 전자제어기기환경시험을 실시하여야 한다.
- 2) 각종 제어장치, 후부표시등, 기타 화차에 설치되는 전기 또는 전자 장치의 전자파적합성은 KS C IEC 62236-3-2, IEC 62236-3-2 을 따르며, KS C 표준과 IEC 국제표준간의 상이한 사항은 최신판을 적용한다.

#### 3.2.4.5 배선 및 전기기기의 배치

- 1) 전기장치를 설치하는 경우, 배선은 적절하게 지지되고 마모 또는 손상으로부터 보호될 수 있는 곳에 설치되어야 한다.
- 2) 전기장치를 설치하는 경우, 철도차량간에 연결되는 각종 전선은 예상 최대변위에서의 비틀림·진동 및 충격 등에 견딜 수 있도록 충분한 여유를 가져야 하며, 유지보수가 용이한 구조로 설치되어야 한다.
- 3) 전기장치를 설치하는 경우, 전선의 단자는 운행중 발생하는 기계적 충격 및 진동에 의한 풀림을 방지할 수 있는 구조이어야 한다.
- 4) 전기장치를 설치하는 경우, 철도차량의 배선·단자 및 전기장치에는 식별이 용이해야 하고 쉽게 지워지지 아니하는 표시가 있어야 하며, 사용중 추가적인 표시가 가능하여야 한다.

- 5) 전기장치를 설치하는 경우, 철도차량의 배선은 유도장애를 고려하여 전선관 및 전선덕트(Duct) 안에 사용전압 및 기능별로 분리하여 수용되어야 한다.
- 6) 전기장치를 설치하는 경우, 전기회로는 철도차량기기의 전기부식이 최소화되도록 구성되어야 한다.
- 7) 전기장치를 설치하는 경우, 물방울, 기름 등이 낙하하거나 튕길 염려가 있는 장소에 설치하는 전기기계 및 전기기구에는 그의 정상적인 기능이 방해되지 아니하도록 보호되어야 한다.

### 3.2.5 위험도분석

- 1) 화차는 기관사, 승무원 또는 승객이 탑승하지 않기 때문에 위험도 분석의 적용범위에 해당되지 않는다.
- 2) 차량발주자는 제1)항에도 불구하고 도입하려는 화차의 안전 및 운행안전을 보장하는 요구사항의 식별이 필요하다고 판단하는 경우 위험도 관리수준을 정하고 예비위험분석(PHA: Preliminary Hazard Analysis)을 실시할 수 있다.
- 3) 신청자는 차량발주자가 요구하는 경우에 한하여 예비위험분석 결과를 반영하여 철도차량을 설계하고, 제작, 시험평가, 운영 및 유지관리 전반에 걸친 위험도분석 보고서를 작성하여 검사기관 또는 전문기관에 제출하여야 한다.

## 3.3 성능

### 3.3.1 운행조건

#### 3.3.1.1 기후조건

- 1) 신청자는 다음 각호의 기후조건에 대한 해당 일반철도 차량(화차)의 적합성을 입증하여야 한다.
  - (1) 외기조건 : 온도, 습도, 풍속
  - (2) 기타조건 : 먼지, 눈, 비 등의 요구조건
- 2) 신청자는 제 1)항의 기후조건을 제안하여 입증하며, IEC 62498-1 등을 참고할 수 있다.

#### 3.3.1.2 하중조건

- 1) 신청자는 다음 각호에 해당하는 하중조건에 대한 해당 일반철도 차량(화차)의 적합성을 입증하여야 한다.
  - (1) 량 당 최대 하중량(성능/강도기준)
  - (2) 관성질량 보상계수
- 2) 하중은 화물 중량으로서 차량발주자의 요구사항에 따른다.

#### 3.3.1.3 운전조건

- 1) 신청자는 다음 각호에 해당하는 운전조건에 대한 해당 일반철도 차량(화차)의 적합성을 입증하여야 한다.
  - (1) 노선 평면선형 및 노선 종단, 편성열차 당 1일 평균 주행거리
  - (2) 운행시간에 대해 1km당 예비시간과 각 정차역에서 정차시간을 갖도록 설계, 제작되어야 한다. 특히 각 역에서의 정차시간을 고려하여야 한다.
- 2) 신청자는 제 1)항에 대한 발주자의 요구사항을 고려하여 설계하여야 한다.

### 3.3.2 운행성능

- 1) 신청자는 일반철도 차량(화차)에 대해 다음 각호에 해당하는 성능을 입증해야 한다.
  - (1) 최고속도
  - (2) 제동성능
  - (3) 진동
- 2) 해당 일반철도 차량(화차)에 대한 제1)항의 성능기준은 신청자가 제안하여 입증한다.
- 3) 운행성능에 대한 설계 및 입증은 KS C IEC 61133, KS C IEC 61373, KS R 9148, KS R 9216, KS R 9217 등을 참고할 수 있다.

### 3.4 인터페이스

#### 3.4.1 차량-궤도

##### 3.4.1.1 선로조건

- 1) 신청자는 다음 각 호에 해당하는 선로조건에 대한 해당 일반철도 차량(화차)의 적합성을 입증하여야 한다.
  - (1) 궤 간
  - (2) 최대 축중
  - (3) 최대 구배(본선 및 측선) : 일반철도 선로를 운행하는 모든 철도 차량은 최대 35 mm/m 경사(상향 및 하향)에서 운행 및 시제동이 가능하여야 한다.
  - (4) 최소곡선 반경(본선 및 측선) : 해당 철도차량이 운행하는 본선 및 측선에서의 최소반경
  - (5) 최대칸트
  - (6) 차량한계 등
- 2) 신청자는 제 1)항의 선로조건을 고려하여 설계하여야 한다.
- 3) 차량-궤도 인터페이스 설계 및 입증은 EN 14363, EN 13674-1, EN 13715, EN 15302, EN 15427 등을 참고할 수 있다.

##### 3.4.1.2 칸트 부족

일반철도 선로를 주행하는 모든 철도 차량은 100mm 이하의 칸트 부족 한계값(최소 곡선 반경 및 차량 운행 속도 고려) 내에서 안전운행이 보장되어야 한다.

##### 3.4.1.3 레일 좌면 경사

- 1) 일반철도 선로의 레일은 궤도 중심을 향해 기울어지게 설치되므로, 일반철도 차량(화차)용 차량은 레일 좌면 경사에 부합하도록 설계되어야 한다.
- 2) 분기기의 경우 다음의 허용된 예외를 제외하고는 일반철도 선로의 레일 좌면 경사와 동일하다.
  - (1) 레일 좌면 경사는 레일 두부 단면의 작동부 형태에 따라 지정될 수 있다.
  - (2) 철도차량 주행속도가 200 km/h 이하인 분기 구간에서, 비 경사 레일의 배치가 분기기 및 짧은 길이의 일반 선로에서 허용된다.

##### 3.4.1.4 궤도에 가해지는 하중

- 1) 수직방향의 동적 차륜 하중  
차륜에 의해 레일에 가해지는 최대 동적 차륜하중은 최대축중 미만이어야 한다.

## 2) 종방향 하중

일반철도 차량(화차)에 의해 궤도 상에 가해지는 종방향 하중을 제한하기 위해, 최대 가속 또는 감속은  $2.5 \text{ m/s}^2$  미만이어야 한다.

### 3.4.1.5 선로의 유지보수 한계값

해당 고속철도 차량은 주행안전 또는 궤도하중에 영향을 미치는 선로의 유지보수 한계값 내에서 탈선 대비 안전성, 주행장치의 피로강도 등에 대한 사항이 보장되어야 한다.

## 3.5 운영 및 유지관리

### 3.5.1 유지보수 기준

지침 제7조제1항(4호)의 규정에 따른 유지보수 조건 및 기술문서는 다음 각 호를 포함한다.

- 1) 차종별 유지보수의 종류
- 2) 유지보수 항목 또는 부품의 교체
  - (1) 각 부품의 사용재료
  - (2) 제어장치, 계기, 표시장치, 스위치 등의 위치정보, 주요기능 및 운용내용 (설치되는 경우에 한한다)
- 3) 유지보수 세부 시행방법
 

유지보수자가 효율적으로 검사, 조정, 장애조치, 보수, 교체를 수행 할 수 있도록 작성되어야 하고, 중수선에 필요한 상세한 기술정보(정비기준, 절차, 설비/공구, 검사 등)가 제공되어야 한다.

  - (1) 하부 시스템 작동 및 정지절차
  - (2) 고장 및 장애 증상과 진단방법
  - (3) 비정상상태의 응급처치 및 안전조건
  - (4) 차량 고장 시의 장애처리대책에 대한 정보와 운할유 사양에 관한 정보
- 4) 유지보수 작업의 기록 및 추적성
  - (1) 차량시스템의 설명은 계통도, 공압흐름도, 기능설명도 및 세부 부품의 설명서가 부품 및 하부 시스템, 각 시스템 간에 관계 및 조립에 대한 설명이 되어야 한다. 매뉴얼은 각 주요장치가 분리된 부품의 그룹이 아니라 하나의 통합된 시스템으로 구성되어야 한다.
  - (2) 시스템 운용매뉴얼에 있는 정보사항을 다뤄야 하고, 운용 중 보수에 알맞은 장애진단 정보를 제공하는 기본 계통도와 블록다이어그램을 수록하여야 한다.
  - (3) 차량의 안전조건을 유지하기 위한 안전관련 주의사항, 특별유지보수절차, 경고문 또는 기타 필요한 정보를 기술하여야 한다.

### 3.5.2 유지보수를 위한 자료

지침 제7조 제1항 제4호 또는 제33조 제3항 제4호의 규정에 따른 유지보수 조건 및 기술문서는 다음 각 호를 포함한다.

#### 3.5.2.1 일반자료

- 1) 시스템의 기능 및 작동을 설명, 이해할 수 있는 필수적인 상하기기 및 공압 제어 회로 및 구성도
- 2) 축 하중 및 차축의 간격
- 3) 시험 궤도의 품질 기록을 포함하여 주행의 동적 특성과 관련된 시험 보고서
- 4) 대차 주행에 기인한 하중을 평가하는 데 취해진 가설들

- 5) 3.6.4항(소음)에 요구된 환경 파라미터의 선택된 범위와 관련하여 취해진 조항들
- 6) 하중 조건에 관한 가설과의 무게 균형
- 7) 제동 성능

### 3.5.2.2 유지보수 자료

신청자는 차량을 최적의 상태로 운용하는데 필요한 각 유지보수 체계의 단계별 유지보수 항목 및 조치내역을 상세하게 기술하는 “유지보수계획”을 제출해야 하며, “유지보수계획”은 차량을 구성하는 각 구성품의 기능 수준, 유지보수의 경제성, 운용 제약 조건, 유사 차종의 유지보수 사례, 제작사 추천 주기 등을 고려하여 작성해야 한다.

### 3.5.2.3 운행관련 자료

일반철도 차량(화차)을 운영하는 데 필요한 기술자료는 다음의 내용이 포함되어야 한다.

- 1) 정상 상태에서의 운행에 관한 설명, 일반철도 차량(화차)의 운행 특성 및 한계 값 포함(예: 차량한계, 최대 설계 속도, 축 하중, 제동 성능 등)
- 2) 허용 가능한 한계 값 및 발생 가능한 운행 조건, 본 기술기준에 설명된 장비나 기능의 안전에 현저한 장애가 발생한 경우 예측 가능한 다양한 현상에 관한 설명

### 3.5.2.4 리프팅 도해 및 지침

- 1) 리프팅과 재킹을 위한 절차의 설명 및 관련 지침
- 2) 리프팅과 재킹을 위한 인터페이스의 설명

### 3.5.2.5 구조 관련 자료

- 1) 응급상황 시 조치절차와 제동장치의 강제완해, 견인(Towing) 등과 같이 수행되어야 하는 필수적 관련 예방 조치들에 관한 설명
- 2) 설명된 응급조치 사항들이 취해졌을 때, 예측되는 상황 및 영향(예: 브레이크 분리 후의 브레이크 성능 감소와 같은 경우의 영향)에 관한 설명 등

## 3.6 운용한계

### 3.6.1 안전운행

- 1) 안전 관련 주요 부품 또는 구성품, 그리고 보다 특정하게는 열차의 동작과 관련된 부품 또는 구성품들의 설계, 구축이나 조립, 유지보수 및 모니터링은 특정한 열화 상황에 대한 것들을 포함하여 부여된 목표에 해당하는 수준의 안전을 보장하는 것이어야 한다. 일반철도 차량(화차)의 경우 이 핵심 요건은 제4장(주요장치별 기준) 조항들의 기능 및 기술 규격들을 충족하여야 한다.
- 2) 차륜-레일 접촉에 관련된 요소들은 최대 인가 속도에서의 안전한 주행을 보장하기 위해 요구되는 안정성 요건들을 충족해야만 한다. 일반철도 차량(화차)의 경우 이 핵심 요건은 3.2.1(차량한계)과 3.2.2(주행안전)의 기능 및 기술 규격을 충족하여야 한다.
- 3) 사용된 부품 또는 구성품들은 그들의 사용 기간 동안, 규정된 모든 정상적, 혹은 예외적 응력을 견딜 수 있어야 한다. 모든 돌발적 장애가 안전에 미치는 영향들은 적절한 수단에 의해 제한되어야 한다. 일반철도 차량(화차)의 경우 이 핵심 요건은 3.2(안전), 제4장(주요장치별 기준)의 기능 및 기술 규격을 충족하여야 한다.



- 4) 고정 설비 및 철도 차량의 설계와, 사용된 재료의 선택은 화재의 발생, 전파 및 영향과 화재 발생 시의 연기를 제한하여야 한다. 일반철도 차량(화차)의 경우 이 핵심 요건은 3.2.4(화재 안전)의 기능 및 기술 규격을 충족하여야 한다.
- 5) 사용자에게 의해 취급되도록 고안된 모든 장비들은 만약 예측 가능하게, 정통한 지침에 따른 방식으로 사용된다면, 그들의 안전을 손상시키지 않도록 설계되어야 한다.
- 6) 일반철도 차량(화차)은 시설물, 장비, 그리고 접촉될 가능성이 있는 공공 및 개인 네트워크들과 전자기적으로 호환되는 방식으로 설계되고 제조되어야 한다.
- 7) 일반철도 차량(화차)은 실내외 소음 관련 규정들을 고려해야 한다

### 3.6.2 보건

- 1) 화차에 사용되는 재료는 그 사용방법의 영향으로 인하여 재료에 접촉하는 작업자가 건강상의 위해를 받을 가능성이 있는 재료, 즉 산업안전보건법시행령 제29조 제1항에 규정된 유해물질을 함유하는 재료는 사용되어서는 안 된다. 이 요건은 신규로 제작하는 차량뿐만 아니라, 운영 중 차량의 유지보수 과정까지 전 수명주기에 적용된다.
- 2) 화차에 사용되는 재료는 특히 화재 시 인체에 유해하거나 위험한 연기 또는 가스의 배출을 억제하는 방향으로 선택되고, 배치되고, 사용되어야 한다. 이 요건은 신규로 제작하는 차량뿐만 아니라 운영 중 차량의 유지보수 과정까지 전 수명주기에 적용된다.

### 3.6.3 소음

#### 3.6.3.1 평가범위

소음에 대한 평가는 철도차량의 편성차량 또는 단일차량에 대하여 정차소음과 주행소음으로 구분되며, 각각의 경우에 있어 배경소음, 주행소음, 환경소음에 대하여 평가를 하여야 한다.

##### 1) 배경소음

한 장소에 있어서 측정하고자 하는 대상소음이 없을 때 그 장소의 소음을 대상소음에 대한 배경소음이라 하며, 대상차량이 운행되지 않는 상태에서 대상소음을 제외한 주변환경소음을 알기 위해 실시된다.

##### 2) 주행소음

주행소음은 모든 보조장치 및 주변장치를 가동한 상태의 차량을 최고속도에서 평가되며, 주행 시 배경소음, 실외소음을 평가하기 위해 실시된다.

##### 3) 제동소음

제동소음은 차량이 30km/h 주행상태에서 상용제동을 통해 정지 시까지 방사되는 소음을 평가하기 위해 실시된다.

##### 4) 환경소음

대상 철도차량이 정상운행속도로 주행 시 철도소음을 대표할 수 있는 장소나 철도소음으로 인하여 문제를 일으킬 우려가 있는 장소에서 소음을 평가하기 위해 실시된다.

#### 3.6.3.2 평가조건

##### 1) 차량조건

- (1) 대상차량은 평가를 위한 최소한의 인원을 제외한 공차상태를 유지하고, 모든 보조장치 및 주변장치를 가동하고 실시한다.
- (2) 차량은 운전규정에 따라 충분히 정비되어야 하며, 모든 출입문, 창문 및 차량간의 통행문

은 달혀있어야 한다.

- (3) 주행소음은 설계최고속도  $\pm 5\text{km/h}$ (측정시간 동안의 평균속도는 설계최고속도 이상) 또는 운행선로에서의 운행최고속도  $\pm 5\text{km/h}$ (측정시간 동안의 평균속도는 운행최고속도 이상)에서 평가되어야 한다. 단, 실외소음측정을 위한 운행여건이 어려운 경우 최고속도의 80% 이상의 속도에서 측정하고, 최고속도에서의 소음을 유럽연합(EU) 기술규정(Commission Regulation No 1304/2014)의 6.2.2.3.2.2(Wagons) 등을 참고하여 평가할 수 있다.

## 2) 주변환경조건

- (1) 실외소음 평가를 위한 기상조건으로는 온도, 습도, 바람 등으로 인해 소음측정에 대한 영향이 없도록 하며 우천 시는 측정을 하여서는 안 된다.
- (2) 레일의 상태는 양호한 상태이고, 이음매는 틈새가 없어야 하며, 배경소음과 대상소음의 차이는 10dB(A) 이상이어야 한다. 단, 차이가 10dB(A) 이하일 경우 열차의 상태 및 주변 환경조건에 대해 입증하여야 한다.
- (3) 시험선로의 조건은 차량이 운행할 운행노선과 동등한 조건의 직선선로(최고속도가 가능한 곡선노선 허용 가능함)에서 평가하며, 시험선로 중 자갈도상 및 콘크리트도상이 존재할 경우, 두 경우에 대해 평가하며, 터널이 존재하는 경우는 터널구간 내에서 자갈도상 및 콘크리트 도상에 대해 각각 측정을 실시하여야 한다.

### 3.6.3.3 평가기준

- 1) 주행시 실외소음, 제동소음의 평가방법은 ISO 3095 등을 참고할 수 있다.
- 2) 환경소음의 평가방법은 소음진동공정시험기준(환경부고시 제2015-85호), 소음진동관리법 시행규칙 제25조(교통소음의관리기준)의 별표 11, 철도차량의 소음권고기준 및 검사방법 등에 관한 규정(환경부 고시 제2010-73호) 등을 참고할 수 있다.
- 3) 소음측정 및 평가기준은 “환경분야 시험검사등에 관한 법률”, EN 15461, EN 15610 등을 참고할 수 있다.

### 3.6.3.4 평가방법

- 1) 소음계는 피스톤폰(Pistonphone, Calibrator) 등의 표준음원에 따라 발생음의 오차  $\pm 1\text{dB}$  이내로 측정전후에 교정한다.
- 2) 실외측정의 경우 풍속이 2m/s이상일 때에는 반드시 마이크로폰에 방풍망을 부착하여야 하며, 풍속이 5m/s를 초과할 때에는 측정하여서는 안 된다.
- 3) 소음계의 청감보정회로는 A특성을 사용하며, 동특성은 빠름(Fast)을 사용한다.
- 4) 배경소음측정은 각 시험항목당 5분 이상 3회 측정하여 소수점 첫째자리에서 반올림한 정수를 산술평균한 값을 기록한다.
- 5) 모든 측정위치는 사진이 첨부되어야 하며, 평면도로서 정확히 명기되어야 한다.

## 4. 주요장치별 기준

### 4.1 일반사항

- 1) 화차를 구성하는 부품 또는 구성품은 다음 각 호의 목적에 적합하도록 설계·제작·사용되어야 한다.
  - (1) 화물운송의 안전을 확보할 수 있을 것
  - (2) 기기취급과 유지보수가 용이한 방향으로 설계·제작되고 용도에 맞게 사용될 것
  - (3) 기후조건, 운행선로 또는 그 근처에 근무하거나 거주하는 자에 미치는 영향 등 화차의 운행환경과의 적합성을 고려할 것
  - (4) 시설물과의 간격·강도·하중이 궤도시설물 및 토목구조물과 조화를 이룰 것
  - (5) 누수방지가 요구되는 차량의 지붕은 누수가 되지 않고, 빗물이나 이물질 등이 고이지 않도록 하고 필요시 배수로가 준비되어야 한다.
  - (6) 부품 또는 구성품은 방수, 효율, 소음, 중량, 강도, 강성, 열발산, 오염방지 등을 고려하여 설계되어야 한다.
- 2) 화차의 주요장치들의 기준을 정하는 기본적인 파라미터들은 다음과 같다.
  - (1) 최대 궤도부담력(궤도에 가해지는 하중의 한계 값들)
  - (2) 축중
  - (3) 기구학적 한계
  - (4) 최소 제동성능
  - (5) 기계적 특성
  - (6) 소음한계
  - (7) 경량화
  - (8) 인터페이스 한계
  - (9) 최대 경사도(구배)
  - (10) 유지보수
- 3) 최소 성능 요건
  - (1) 일반철도 차량(화차)은 운영노선에서 전반적인 운행관제를 통한 원활한 운영을 위해서는 최소 성능수준을 보유해야 한다. 또한 최소 성능수준을 발생시키거나 유지하는데 기여하는 장치들은 장애 시에도 충분한 예비 및 백업(back-up) 용량을 갖춰야 한다.
  - (2) 화차 주요장치들의 최소 성능 요건은 KS R 9144, KS R 9146, KS R 9151, KS R 9202, KS R 9213, KS R 9222, KS R 9229, KS R 9233 등을 참고할 수 있다.
- 4) 최고속도 : 200km/h 미만
- 5) 차량의 설계
 

다음의 차량들로 구성된 편성이 허용된다.

  - (1) 연접식(articulated) 및/또는 비연접식
  - (2) 틸팅시스템의 수반 및/또는 비수반
  - (3) 단층 및/또는 2층 화차 포함

### 4.2 차체 및 설비

#### 4.2.1 구조체 설계

- 1) 구조체는 화차의 기대수명까지 안전하게 운행할 수 있도록 설계되어야 한다.
- 2) 구조체는 균열·훼손·부식 및 리벳 부분의 느슨해짐 또는 용접부의 균열이 있어서는 안된다.

- 3) 구조체를 구성하고 있는 판재류의 부식·노후 및 마모 등이 승객 등의 안전에 영향을 미치지 아니하여야 한다.
- 4) 최대하중시 차체의 처짐량은 대차중심간거리의 1/1000이하로 하며, 이때 출입문이 있는 경우 동작이 원활해야 한다.
- 5) 공차시 캠버량은 공차시부터 최대하중이 가해진 상태까지의 처짐량(Deflection)을 보상할 수 있도록 한다.
- 6) 구조체는 측문이 설치되는 경우 원활한 동작을 보장해야 한다.
- 7) 측문 및 하화를 위한 개방부는 강도 및 강성의 보강 구조를 갖추도록 한다.
- 8) 차량기기 설치부위에는 충분한 강도를 유지할 수 있도록 하여야 한다.

#### 4.2.2 구조체 안전

- 1) 구조체는 차종별 하중조건에서 구조체에 발생하는 응력, 처짐량 등이 허용범위 이내이어야 하며 영구변형이 있어서는 안된다.
- 2) 구조체는 해석적인 평가와 시험에 의한 평가로서 입증되어야 한다
- 3) 해석적인 평가는 적합한 해석절차 및 기준이 적용되어야 하며, 유한요소해석과 같은 수치해석 프로그램 등이 이용될 수 있다.
- 4) 구조체의 설계 및 입증은 [별표 6]을 참고할 수 있다. 다만 신청자가 해당 화차에 대해 별도의 기준을 제시하고, 차량 발주자가 동의하는 경우 검사기관 또는 전문기관은 이를 바탕으로 형식승인검사 또는 완성검사를 수행한다.

#### 4.2.3 리프팅

- 1) 철도차량에는 차체를 정상적으로 들어올릴 수 있도록 들어 올림용 받침대(Pad)가 설치되어야 하며 필요한 경우 케이블을 사용할 수 있는 고리(Bracket) 등을 설치하여야 한다. 이 경우 차체를 들어올리는 위치는 유지보수·사고시 조치 등의 용도별로 명확히 표시되어야 한다.
- 2) 차체는 들어올림 하중과 정상적인 유지보수시 발생하는 하중을 손상 없이 견딜 수 있는 구조이어야 한다.

#### 4.2.4 부식억제

- 1) 차체는 기름류의 접촉이나 악천후에의 노출 등에 의하여 안전에 영향을 미치는 수준 이상으로 부식되지 아니하여야 한다.
- 2) 화학적 성질이 다른 금속 간에 접촉이 되는 모든 구성품에는 각종 부식을 억제하기 위한 예방조치가 강구되어야 한다.

#### 4.2.5 고압가스 운송차량 특수장치

고압가스 운송용 화차의 경우에는 다음 각 호의 특수 장치가 설치되어야 한다.

- 1) 외열차단장치
- 2) 2개 이상의 액주입 및 배출관(액세스플로우밸브가 부착된 것을 말한다)
- 3) 2개 이상의 통기관(액세스플로우밸브가 부착된 것을 말한다)
- 4) 2개 이상의 안전밸브
- 5) 1개 이상의 압력계밸브
- 6) 1개 이상의 잔액시험밸브
- 7) 주입 및 배출시의 정전기 제거장치
- 8) KS R 9227, KS R 9242 등을 참고할 수 있다.

### 4.3 주행장치

#### 4.3.1 주행장치 설계

- 1) 주행장치는 열차를 운행할 때 주행안전성이 확보될 수 있도록 3.2.2(주행안전)의 규정에 의한 주행안전기준에 적합하도록 설계되어야 한다.
- 2) 주행장치에는 비·눈 및 세척제 등에 의한 오작동 및 부식을 방지하도록 보호대책이 강구되어야 한다.
- 3) 주행장치와 그 구성품에는 유해물질의 사용을 억제하고, 운행 중 유해물질이 대기에 방출되지 아니하여야 한다.

#### 4.3.2 주행장치들

- 1) 신청자는 해당 화차의 주행장치들에 대한 강도기준을 제시하고, 설계된 주행장치들의 안전을 입증하여야 한다.
- 2) 주행장치들의 강도에 대한 입증은 해석적인 강도평가, 정하중시험, 피로시험 및 선로주행시험을 통한 평가 등 4가지 방법으로 수행되어야 한다.
- 3) 해석적인 평가는 적합한 해석절차 및 기준이 적용되어야 하며, 유한요소해석과 같은 수치해석 프로그램 및 피로수명평가 코드 등이 이용될 수 있다.
- 4) 선로주행시험은 차량의 운행 구간에서 수행되어야 하며 적합한 수명평가 절차와 기준에 따라 입증되어야 한다. 다만, 선로주행시험은 복합소재 등 신소재를 적용한 경우나 국내에서 유사한 사례가 없는 새로운 설계특성을 갖는 대차에 대해서만 시행한다.
- 5) 주행장치들은 제작 후 주요부위의 표면 및 내부는 자분탐상검사, 초음파검사, 방사선검사 등의 비파괴 검사를 시행하여 정해진 기준을 초과하는 결함이 없어야 한다.
- 6) 주행장치들에는 비틀림 관측을 쉽게 하기 위하여 측정기준이 되는 3축 좌표가 표시되어야 한다.
- 7) 가로빔을 보조 공기통으로 이용하는 경우, 내부를 방청처리하고 기밀을 유지하도록 한다.
- 8) 주행장치들의 설계에 대해 신청자는 EN 13749, EN 15085-1, EN 15085-2, EN 15085-3, EN 15085-4, EN 15085-5, EN 13979, KS R 9224, KS R 9210, AAR M-202, AAR M-203, AAR M-203A 등을 참고하여 적합하다고 판단되는 규격으로 기술기준의 요구 사항을 입증 할 수 있다.

#### 4.3.3 윤축 및 차륜특성

- 1) 화차 윤축의 차축과 차륜은 상호간의 탄성력에 의하여 결합되어 사용중 분리되지 아니하는 구조이어야 한다.
- 2) 궤도회로의 원활한 작동을 위하여 윤축 상태에서 동일차축의 차륜사이에서 측정된 전기저항이 0.01오옴( $\Omega$ ) 이하이어야 한다.
- 3) 윤축 및 차륜의 설계에 대해 신청자는 EN 12082, EN 13715, EN 13262, EN 13260, EN 15313, EN 13103, EN 13261, KS R 9220, KS R 9221, KS R 9218, AAR M-101 등을 참고하여 적합하다고 판단되는 규격으로 기술기준의 요구사항을 입증할 수 있다.

#### 4.3.4 축상조립장치

- 1) 축상조립장치는 운행 중 떨어지지 아니하는 구조이어야 한다.
- 2) 축상조립장치에 사용하는 베어링은 전기부식에 의한 손상이 없어야 한다.
- 3) 베어링은 최고속도와 설계최대하중에 적합한 성능을 구비하여야 한다.
- 4) 축상조립장치 이외의 장치가 차축의 끝부분에 설치된 경우에는 그 고장시에도 베어링의 작동

에 영향을 미치지 아니하여야 한다.

- 5) 윤축과 주행장치들을 연결하는 구성품은 축상조립장치의 정상온도 상승으로 인한 윤축과 주행장치의 분리를 방지할 수 있도록 충분한 기계적 강도를 가져야 한다.
- 6) 액슬박스는 베어링으로 차축을 지지하는 구조이며 그리이스(Grease) 누출 및 오염물질 침입방지를 최소화 할 수 있는 구조로 한다.
- 7) 축상조립장치의 설계에 대해 신청자는 AAR M-924, EN 15437-1, EN 15437-2, EN 12082, ISO 2813, KS R 9238 등을 참고하여 적합하다고 판단되는 규격으로 기술기준의 요구사항을 입증할 수 있다.

#### 4.3.5 현가장치

- 1) 현가장치는 최고속도와 설계최대하중에 적합한 성능을 가져야 하며, 운행 중 절단 또는 파손 시 설치된 위치로부터 떨어지지 아니하여야 한다.
- 2) 현가장치는 철도차량의 탈선·윤증 감소·전복 등을 고려하고 안전운행을 보장하도록 설계되어야 한다.
- 3) 현가장치의 설계에 대해 신청자는 EN 14363, KS R 9234, KS R 9235, KS R 9207 등을 참고하여 적합하다고 판단되는 규격으로 기술기준의 요구사항을 입증할 수 있다.

#### 4.3.6 차체지지장치

- 1) 주행장치와 차체를 연결하여 지지하는 장치는 운행 중 주행장치와 차체의 연결이 분리되지 아니하는 구조이어야 하고, 영구변형이 발생하지 않아야 한다.
- 2) 차체지지장치는 운행 중 견인력을 전달하는데 있어 진동 및 충격을 완화시킬 수 있는 구조이어야 한다.
- 3) 차체지지장치는 수평, 수직 및 대차 회전 시 필요한 운동에 제한이 없도록 하여야 한다.
- 4) 차체지지장치는 주행장치와 차체의 결합과 분리가 용이하여야 한다.
- 5) 일반철도 차량(화차)의 차체지지장치 강도에 대한 세부기준은 [별표 7]을 참고할 수 있다.

### 4.4 제동장치

#### 4.4.1 제동장치 설계

- 1) 제동장치는 제동거리를 일정하게 유지하고 원활하게 작동하여야 하며, 동일형식 화차와의 편성 시에도 제동성능이 유지되어야 한다.
- 2) 정상운전조건하에서 요구되는 열차의 비상제동거리는 신청자가 제시하여 입증하고, 검사기관 또는 전문기관은 이를 바탕으로 형식승인검사 또는 완성검사를 수행한다.
- 3) 제동관 압력의 비상 감압 조건 시에는 열차가 자동 정지되어야 하고, 비상 감압조건은 발주자의 요구사항에 따른다.
- 4) 선로의 최대구배에서도 공차상태로 열차를 지속적으로 정차할 수 있는 주차제동기능(수용제동)을 갖추어야 하며, 별도의 장비 없이 제동을 유지할 수 있어야 한다. 다만, 만차상태에서의 주차제동기능은 발주자의 요구사항에 따른다.
- 5) 고온 및 고압부와 같이 작동 또는 접근에 주의를 요하는 장치·기기 및 부품에는 사람이 보기 쉬운 위치에 주의표시 또는 보호장치를 갖추어야 한다.

#### 4.4.2 제동 요구사항

- 1) 화차에는 상용제동, 비상제동, 주차제동(수용제동)의 기능을 갖추어야 한다.
- 2) 제동성능의 입증은 상용제동, 비상제동 등 최소 2가지 모드에 대해 수행되어야 한다.
  - (1) 제동성능은 평탄선로에서 입증되어야 한다. 제동성능은 신규, 절반 마모, 그리고 완전 마모된 차륜에 대해 수행되어야 하며, 요구되는 차륜-궤도 접촉 수준의 계산을 포함해야 한다. 다만, 차륜의 절반마모 및 완전마모 시의 제동성능은 해석 또는 계산서를 이용하여 입증할 수 있다.
  - (2) 제동성능의 입증은 설계적합성검사 또는 형식동등성검사 단계에서 수행되어야 하며, 형식 시험 또는 주행시험의 결과들과 비교되어 각종 변수들이 수정되어야 한다. 시험결과와 일치하는 최종적인 제동성능 입증결과가 기술문서에 수록되어야 한다.
  - (3) 마찰계수, 제동명령 관련 응답시간 및 지연시간 등 각종 입증조건들이 고려되어야 한다.
- 3) 신청자는 제동장치가 제동 에너지의 소산을 견딜 수 있도록 설계되었음을 입증하여야 한다.
  - (1) 계산은 최대하중, 평탄선로에서 최고속도로 2회 연속 비상제동을 수행하는 시나리오를 포함하여야 한다. 이때 최고속도까지 열차를 가속하는 데 필요한 시간을 고려한다.
  - (2) 제동 열 용량과 관련하여 제동장치가 설계된 운영조건(열차길이, 운영속도 등)과 선로조건(경사도 등)에 대한 계산이 고려되어야 한다.
- 4) 압축공기의 공급이 중지되는 경우에도 마찰제동만을 사용해서 최급경사 상에서 정상적인 하중이 실린 열차를 최소 2시간 동안 정지시키고 유지하는 것이 가능해야 한다.
- 5) 제동장치는 서리, 흑한, 폭설, 폭염, 먼지 등에 의한 오염물질이 제동제어나 안전작동에 영향을 주지 아니하는 구조이어야 하고, 동파할 경우 열차의 안전운행에 지장을 주는 장치에는 전 열기 등 보호장치를 구비하여야 한다.
- 6) 제동장치의 설계 및 입증에 관하여 신청자는 EN 14531-1, EN 14531-6, EN 15663, UIC 544-1, EN 14198, EN 15220-1, EN 15355, EN 15595, EN 15611, EN 15612, EN 15625, UIC 540, KS R 9225 등을 참고하여 적합하다고 판단되는 규격으로 기술기준의 요구사항을 입증할 수 있다.

#### 4.4.3 비상제동

- 1) 기관사에 의한 비상제동지령, 열차분리 및 제동관 이상 등과 같은 비정상적인 상황에서 비상제동기능이 자동적으로 작동되어야 한다.
- 2) 비상제동의 성능입증은 다음과 같은 모드에서 수행되어야 한다.
  - (1) 정상조건: 제동장치에 어떠한 장애가 없고, 마찰제동에 사용된 마찰계수(건조조건)가 공칭값을 사용하는 경우
  - (2) 비정상조건(고장): 단일 고장으로 비상제동 정지거리의 계산이 수행되어야 한다.(단, 단일 고장에 대한 정의는 발주자의 제안에 따른다.)
  - (3) 환경저하조건(degraded condition) : 휠-레일 점착계수 한계값을 고려하여 계산이 수행되어야 한다.(단, 점착계수 한계값은 발주자의 제안값을 따른다.)
- 3) 비상제동의 성능입증은 다음과 같은 하중조건들에 대해 수행되어야 한다.
  - (1) 공차중량(W0) 또는 정비중량(W1)
  - (2) 만차중량(W2) 또는 초과중량(W3)
- 4) 비상제동 시에는 기계제동을 이용하여 열차가 안전하게 정지될 수 있어야 한다.

#### 4.4.4 상용제동

- 1) 상용제동의 성능입증은 다음의 조건에서 EN 14531-6, EN 14198 등을 참고하여 수행되어야 한다.

- (1) 고장이 없는 정상조건인 제동장치
  - (2) 최고속도
  - (3) 정상하중에서의 설계하중 조건
  - (4) 공칭 마찰계수
- 2) 최대 상용제동 성능 : 상용제동이 비상제동 보다 높은 제동성능 용량을 가지는 경우, 비상제동보다 낮은 수준에서 최대 상용제동 성능을 제한하는 것이 가능해야 한다.

#### 4.4.5 주차제동(수용제동)

- 1) 차량 단부에서 인력으로 제동, 완해 조작이 가능한 수용제동기를 설치하여야 한다.
- 2) 수용제동기의 제륜자에 작용하는 제동력은 발주자의 요구사항에 따른다.

#### 4.4.6 기초제동

- 1) 제동마찰재는 불꽃·먼지 및 가스 등의 발생이 적은 재질이어야 하며, 석면 등 유해물질이 포함되어서는 안된다. 다만, 유해물질 별로 허용기준이 있는 경우에는 이에 따른다.
- 2) 제동장치의 각종 레버 및 제동 빔 등과 같이 힘을 지탱하거나 전달하는 부품은 충분한 강도를 가져야 한다.
- 3) 제동 마찰재와 차륜 또는 디스크(Disk) 간 간격을 조정할 수 있는 장치를 갖추어야 한다.
- 4) 기초제동장치는 최대제동력이 작용하는 경우에도 차륜 혹은 디스크에 과열에 의한 허용기준을 초과하는 손상이 없도록 설계되어야 한다. 다만, 허용기준은 발주자의 요구사항에 따른다.
- 5) 기초제동장치의 설계에 대해 신청자는 EN 14198, KS R 9237, KS R 9241 등을 참고하여 적합하다고 판단되는 규격으로 기술기준의 요구사항을 입증할 수 있다.

### 4.5 연결장치

#### 4.5.1 연결기

- 1) 화차의 양단에는 연결기가 설치되어야 한다. 자동연결구조의 적용여부는 발주자의 요구사항에 따른다.
- 2) 연결기는 화차를 동일형식의 화차와 연결하는 경우, 열차 운행중 진동·충격 등에 의하여 연결장치가 분리되지 아니하도록 풀림방지장치가 설치되어야 한다. 다만, 동일형식이 아닌 차량들 사이의 연결은 발주자의 추가 요구사항에 따른다.
- 3) 연결기는 화차를 동일형식의 화차와 연결하는 경우에 연결기의 상대각도로 인한 측면변위를 고려하여야 하며, 분리하는 경우에는 연결기 양 측면에서 수동으로 분리가 가능한 구조이어야 한다. 다만, 운전실에서의 원격분리 적용여부는 발주자의 요구사항에 따른다.
- 4) 연결기는 주어진 온도 및 기후조건하에서 운행 중 발생하는 하중을 견딜 수 있는 강도를 가져야 한다.
- 5) 연결기는 정확한 결합여부가 시각·청각 등에 의하여 확인되는 구조이어야 한다.
- 6) 연결기에는 EN 15566 등의 요건들을 충족할 수 있는 완충기 등을 장착해야 한다.
- 7) 연결기는 정상운행에서의 하중들을 견딜 수 있는 용량을 갖추어야 한다.
- 8) 연결기의 설계 및 입증은 EN 15566, EN 15020, UIC 825, UIC 527-1, AAR M-211 등을 참고할 수 있다.



## 5. 시험규격서

- 1) 신청자는 해당 철도차량에 대한 설계적합성 또는 형식동등성 입증의 일환으로 각종 시험을 검사기관의 승인 하에 시행하여야 한다.
- 2) 신청자는 각종 시험의 세부항목, 절차, 방법 등을 사전에 검사기관에 제출하여 승인받아 시행하여야 한다.
- 3) 검사기관은 지침 제15조제1항 또는 제39조제1항의 규정에 따라 다음 각 호를 포함한 각종 시험을 신청자에게 요구할 수 있다.
  - (1) 구성품시험의 대상항목은 [별표 8]을 참고할 수 있다.
  - (2) 완성차시험의 대상항목은 [별표 9]를 참고할 수 있다.
  - (3) 예비주행시험
  - (4) 시운전시험의 대상항목은 [별표 10]을 참고할 수 있다.
- 4) 본 시험규격서는 차량형식시험절차서 또는 차량주행시험절차서 작성을 위한 전형적인 요구사항을 규정한 것이며, 철도차량의 설계특성 등에 따라 그 세부내용은 추가 또는 삭제하여 적용될 수 있다.

### 5.1 구성품시험

#### 5.1.1 구조체 하중시험

##### 1) 적용범위

해당 화차 에 적용되는 구조체에 대한 설계적합성 또는 형식동등성을 시험으로 입증하는 경우에 적용된다.

##### 2) 참고규격

- (가) EN12663:Railway applications. Structural requirements of railway vehicle bodies
- (나) EN12663-1:Railway applications. Structural requirements of railway vehicle bodies. Locomotives and passenger rolling stock (and alternative method for freight wagons)
- (다) EN12663-2:Railway applications. Structural requirements of railway vehicle bodies. Freight wagons
- (라) EN 15085-1:Railway applications. Welding of railway vehicles and components. General
- (마) EN 15085-2:Railway applications. Welding of railway vehicles and components. Quality requirements and certification of welding manufacturer
- (바) EN 15085-3:Railway applications. Welding of railway vehicles and components. Design requirements
- (사) EN 15085-4:Railway applications. Welding of railway vehicles and components. Production requirements
- (아) EN 15085-5:Railway applications. Welding of railway vehicles and components. Inspection, testing and documentation

##### 3) 시험 방법

###### (1) 시험체 조건

시험체는 차량의 의장을 제외한 골격을 갖춘 구조체를 대상으로 한다.

(2) 시험종류 및 측정항목

- 가. 구조체하중시험의 세부시험으로는 수직하중시험, 압축하중시험, 인장하중시험, 조합하중시험, 운행하중시험, 3점지지하중시험시험, 리프팅/잭킹, 고유진동수시험(x,y,z)으로 구성된다.
- 나. 제 2항에도 불구하고, 철도차량의 설계특성에 따라 별표 6 및 EN 12663-2의 제9장 (Validation programme)을 참고하여 세부시험 항목은 신청자(제작자)와 협의하여 조정할 수 있다.
- 다. 제 2항에 따라 시험을 수행할 경우 시험별 측정항목을 표 1과 같다. 제 2)항에 따라 세부시험이 조정되는 경우에는 측정항목을 조정해야 한다.

표 1. 시험종류별 측정항목

시험종류	측정항목			
	응력	변위량	진동수	시험하중
수직하중시험	○	○		○
압축하중시험	○	○		○
인장하중시험	○	○		○
조합하중시험	○	○		○
운행하중시험	○	○		○
리프팅/잭킹	○	○		○
3점지지시험	○	○		○
고유진동수 측정 시험(x,y,z)			○	

※ 수직방향 고유진동수(굽힘, 비틀림)는 시험으로 입증하고, 횡방향 및 진행방향 고유진동수는 해석으로 입증할 수 있다.

(3) 측정 장비

측정장비는 응력과 변위량, 진동수를 측정하기에 적합한 장비로 대표적인 계측기는 스트레인게이지, 다이얼게이지, 가속도계, 로드셀 등이 있으며 각 계측기는 측정특성을 충분히 반영할 수 있어야 한다.

(4) 측정점의 선정방법

가. 응력의 측정점

- 가) 강도계산의 결과 높은응력 발생이 예측되는 부분
- 나) 형상 및 단면의 급변화부분, 용접비드의 끝단부 등 응력집중이 예측되는 부분
- 다) 구조체 제작시 용접, 가공 등 주의를 요하는 부분

나. 변위량의 측정점

- 가) 차량의 길이방향으로 수직방향의 변위량
  - (가) 구조체의 지지점
  - (나) 출입구의 개구부 양단
  - (다) 변형상태가 관측 가능한 위치로 대략 등간격이 되는 점
- 나) 차량단면내의 변위량
  - 형상 및 단면의 급변화부분등, 구조체의 성능에 영향을 미치는 점으로 한다.

다. 진동수의 측정점

진동수의 측정점은 고유모드가 가장 명확하게 나타나는 점으로 한다.

(5) 시험하중

가. 수직하중시험

수직하중, 동하중계수는 별표 6, EN 12663-1, EN 12663-2 등을 참고할 수 있다.

나. 표 1의 수직하중시험을 제외한 나머지 세부시험의 하중조건은 별표 6, EN 12663-2 등을 참고할 수 있다.

(6) 측정방법

가. 구조체의 지지방법

구조체의 지지방법은 대차에 의한 지지방식과 동일하게 지지하며, 차량의 구조에 따라 KS R 9228을 참고하여 신청자(제작자)와 협의하여 결정한다.

나. 시험하중의 부하방법

가) 시험하중은 물탱크, 주물블록, 유압 등을 사용하여 수직하중을 부하한다.

나) 부하는 바닥면적 등분포부하이다.

4) 평가 기준

(1) 각각의 시험은 총 2회를 실시하며 각 시험의 결과는 아래의 기준에 만족해야 한다.

(2) 각각의 시험항목(하중조건)에서 측정된 응력값이 별표 6의 평가기준을 만족하여야 한다.

(3) 3점지지시험은 3점지지상태에서 영구변형이 생기지 않아야 한다.

(4) 굽힘 고유진동수 측정시험에서 측정된 고유진동수는 대차와의 공진을 피하기 위하여 10Hz 이상이어야 한다.

5) 시험기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

(1) 측정일시 및 기상조건 (온도, 습도, 날씨)

(2) 시험하중 확인을 위한 주요 제원 및 시험하중 환산표

(3) 하중인가지점 표시도

(4) 구성품의 재질 및 강도 (항복, 인장, 압축강도)

(5) 측정게이지 부착 지점표시도

(6) 측정지점 선정을 위한 수치해석 결과도

(7) 시험기의 종류·형식·설치위치 및 구성도

(8) 측정항목별 결과

(9) 기타 특이사항

## 5.1.2 대차시험

### 5.1.2.1 완성대차검사

1) 적용범위

해당 화차 에 적용되는 대차의 설계적합성 또는 형식동등성을 시험으로 입증하는 경우의 조립 품체결검사 및 축상고 확인시험에 적용된다.

2) 시험방법

(1) 사전 확인 사항

가. 주요 부품 및 대차프레임 품질 확인

대차 조립에 사용되는 주요부품 및 대차프레임에 대해서는 품질입증 확인을 위해 철도

안전법에 의거 실시/확인한 성적서를 확인하고 발행번호를 기록한다.

나. 대차 조립상태 검사 및 기능 확인

가) 대차에 장착되는 모든 부품들이 장착되어 있는지를 확인한다.

나) 대차 기능이 정상적으로 작동하는지를 확인한다. 다만, 대차상태에서 확인할 수 있는 항목으로 한정한다.

(2) 조립품 체결검사

가. 부품체결 볼트 및 너트는 진동 및 충격에 의하여 느슨해지거나 풀림을 방지할 수 있는 와셔, 분할핀 등을 사용하여야 하고, 볼트, 너트에는 이완표시가 되어 있어야 한다.

나. 제동장치의 취부 볼트가 진동 및 충격에 의하여 파손될 경우에도 주행장치에서 분리되지 않도록 제동장치용 안전 링크가 취부되어 있어야 한다.

다. 고무 부품의 경우 찢어짐이 없어야 한다.

라. 댐퍼의 경우 누유가 없어야 한다.

(3) 축상고 확인검사

대차 축상고 검사는 아래와 같은 절차로 실시하며, 규정된 하중을 적용하여 1차 현가장치의 간극이 규정치를 만족하면 양호로 한다.

가. 검사를 원하는 대차를 정적 하중시험 장비에 위치시킨다.

나. 센터피봇 상면에 규정된 축중이 되도록 하중을 적용한 상태로 유지시킨다.

다. 대차의 지정된 축상고 (h)를 4개소에 대하여 측정한다.

3) 평가기준

조립품 체결 및 축상고 확인 검사 결과 규정조건을 만족시켜야 한다.

### 5.1.2.2 대차하중시험

1) 적용범위

해당 화차에 적용되는 대차프레임의 강도특성에 대한 설계적합성 또는 형식동등성을 시험으로 입증하는 경우에 적용된다.

2) 용어정의

(1) 정하중 (Static force) : 시간에 따라 일정한 하중

(2) 준정적하중 (Quasi-static force) : 동적인 외력에 의하지 않고 시간에 따라 변화하는 하중

(3) 동적하중 (Dynamic force) : 동적인 외력에 의하여 시간에 따라 변화하는 하중

(4) 극한하중조건(Exceptional load case) : 정적인 강도특성을 평가하기 위한 최대하중 조건에 해당하는 극한하중조건

(5) 피로하중조건(Fatigue load case) : 피로강도특성을 평가하기 위한 반복적인 하중조건

3) 참고규격

(1) EN 13749:Railway applications - Wheelsets and bogies - Method of specifying the structural requirements of bogie frames

(2) EN 15085-1:Railway applications. Welding of railway vehicles and components. General

(3) EN 15085-2:Railway applications. Welding of railway vehicles and components. Quality requirements and certification of welding manufacturer

(4) EN 15085-3:Railway applications. Welding of railway vehicles and components. Design requirements

(5) EN 15085-4:Railway applications. Welding of railway vehicles and components.

Production requirements

- (6) EN 15085-5:Railway applications. Welding of railway vehicles and components. Inspection, testing and documentation
- (7) KS R 9224:철도차량용 대차의 하중시험방법
- (8) KS R 9210 :철도차량용 대차스톡 - 설계통칙
- (9) UIC 615-4:Motive power units-Bogies and running gear-Bogie frame structure strength tests
- (10) AAR M-202 : Truck Bolsters, Cast or Structural - Design and Testing
- (11) AAR M-203 : Truck Side Frames, Cast Steel - Design and Testing
- (12) AAR M-203A : Bolster Design Loads

4) 정하중 시험

정하중시험은 용접대차와 주강대차 설계특성에 따라 EN 13749, AAR M-202, AAR M-203, AAR M-203A 등을 참고하여 실시하여야 한다.

5) 피로하중 시험

- (1) 피로하중시험은 용접대차와 주강대차 설계특성에 따라 EN 13749, AAR M-202, AAR M-203, AAR M-203A 등을 참고하여 실시하여야 한다.
- (2) 신청자(제작자)는 구성품시험 단계에서 피로하중시험의 수행이 곤란한 경우 피로해석으로 우선 입증하고, 시운전시험단계에서 선로주행시험(피로)으로 입증하여야 한다.

6) 평가기준

(1) 정하중 시험

가. 용접대차 : EN 13749의 평가기준에 따른다.

가) 극한하중 시험

모든 하중 조건에 대하여 다음의 사항이 만족되어야 한다.

(가) 측정된 응력이 재료의 항복강도 이하이어야 한다.

(나) 하중 제거 후 영구변형이 없어야 한다.

나) 정상하중 시험

각각의 하중조건에 따른 응력이 재료의 피로한도 이내이어야 한다.

나. 주강대차 : AAR M-202, AAR M-203, AAR M-203A 등에 따른다.

(2) 피로 시험

대차 프레임은 다음의 조건을 만족하도록 충분한 강성을 가져야 한다.

가. 1, 2 단계 : 균열이 발견되어서는 안 된다.

나. 3 단계 : 운행 중에 발생한다면 즉각적인 보수가 필요하지 않은 미소 균열은 허용된다.

7) 시험기록

기록양식에는 다음과 같은 사항이 포함되어야 한다.

(1) 정하중 시험

가. 하중의 크기, 조합, 방향 및 위치를 포함한 시험 프로그램 문서

나. 지그(jig), 액츄에이터(actuator), 내재된 단순화 및 한계를 포함한 시험 단계별 문서  
다. 센서(스트레인 게이지, 로드 셀, 변위센서 등) 종류 및 위치, 교정 문서

라. 측정된 변형률 및 응력, 허용 값 등의 해석 및 평가 방법

마. 각각의 측정위치에서 평가기준 및 결과

(2) 피로 시험

가. 하중의 크기, 조합, 방향 및 위치, 반복 싸이클을 포함한 시험 프로그램 문서

- 나. 지그(jig), 액츄에이터(actuator), 내재된 단순화 및 한계를 포함한 시험 단계별 문서
- 다. 센서(스트레인 게이지, 로드 셀 등) 종류 및 위치, 교정 문서
- 라. 비파괴검사 방법 및 스케줄을 포함한 평가 기준
- 마. 비파괴검사 시험결과
- 바. 평가기준에 대한 분석 결과

**5.1.3 대차안정성시험**

1) 적용범위

해당 화차에 적용되는 대차의 동적특성에 대한 설계적합성 또는 형식동등성을 구성품시험으로 입증하는 경우에 적용된다. 다만, 3축대차 등은 해석을 통해 입증할 수 있다.

2) 용어정의

- (1) 대차동특성주행시험기: 실제 차량(대차)의 주행을 회전하는 궤조륜을 통해 모사할 수 있으며 실궤도틀림 주행모사 등 대차를 인위적으로 가진할 수 있는 장치가 구비된 주행시험대
- (2) 비가진 주행안정성 시험: 인위적인 가진 없이 궤조륜의 속도를 시험최고속도까지 증가시키면서 시험속도 구간내에 대차(대차프레임 및 윤축 등)의 헌팅(hunting) 발생여부 확인 시험
- (3) 가진 주행안정성 시험: 시험속도를 단계별로 나누어 일정속도에서 주행하면서 인위적인 정현파 가진을 통해 대차에 외란을 가한 후 대차(대차프레임 및 윤축 등)의 거동이 시간이 지남에 따라 수렴하는지를 확인하는 시험
- (4) 궤도틀림 적용 주행안전 시험: 시험속도를 단계별로 나누어 일정속도에서 주행하면서 궤도틀림을 준용한 외란에 대하여 대차프레임의 가속도가 평가기준 내에 있는지 판별하는 시험
- (5) 선형 임계속도: 차륜과 레일의 접촉 역학을 포함한 차량의 선형화된 수학적모델에서 차량이 불안정해져서 헌팅이 발생하기 시작하는 주행속도. 실험적으로는 인위적인 가진 없이 주행할 때 윤축이 갑자기 좌우로 흔들리기 시작하는 속도
- (6) 비선형 임계속도: 차륜과 레일의 접촉 역학을 포함한 차량의 비선형 수학적모델이 주기해(periodical solutions)를 갖는 주행속도 중 가장 낮은 주행속도. 실험적으로는 인위적인 가진 없이 주행할 때 윤축이 갑자기 좌우로 흔들리기 시작한 이후, 속도를 서서히 낮추어 갈 때 흔들림이 사라지는 주행 속도. 또는 인위적인 가진을 주었을 때 대차(대차프레임 및 윤축 등)의 거동이 수렴하지 않고 지속적으로 흔들리는 주행 속도 중 가장 낮은 속도

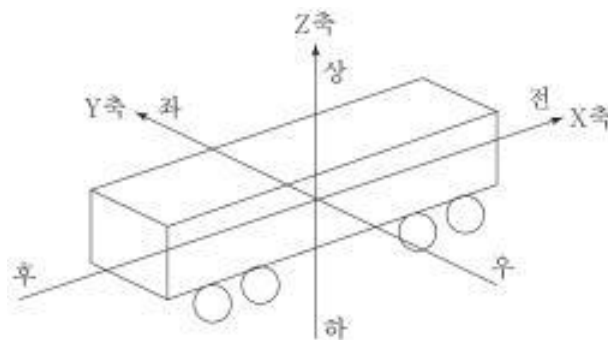


그림 1. 좌표축

## 3) 참고규격

- (1) UIC 518:Testing and approval of railway vehicles from the point of view of their dynamic behavior - Safety - Track fatigue - Ride quality
- (2) EN 12082:Railway applications. Axleboxes. Performance testing
- (3) EN 13260:Railway applications. Wheelsets and bogies. Wheelsets. Product requirements
- (4) EN 15313:Railway applications. In-service wheelset operation requirements. In-service and off-vehicle wheelset maintenance
- (5) EN 13103:Railway applications. Wheelsets and bogies. Non powered axles. Design method
- (6) EN 13261:Railway applications. Wheelsets and bogies. Axles. Product requirements
- (7) EN 13262:Railway applications. Wheelsets and bogies. Wheels. Product requirements
- (8) EN 13715:Railway applications. Wheelsets and bogies. Wheels. Tread profile
- (9) EN 13979-1:Railway applications. Wheelsets and bogies. Monobloc wheels. Technical approval procedure. Forged and rolled wheels
- (10) UIC 510-2:Trailing stock: wheels and wheelsets. Conditions concerning the use of wheels of various diameters
- (11) UIC 510-5:Technical approval of monobloc wheels - Application document for standard EN 13979-1
- (12) UIC 810-1:Technical specification for the supply of rough rolled non-alloy steel tyres for tractive and trailing stock
- (13) EN 15437-1:Railway applications. Axlebox condition monitoring. Interface and design requirements. Track side equipment and rolling stock axlebox
- (14) EN ISO 2813:Paints and varnishes. Measurement of specular gloss of non-metallic paint films at 20° , 60° and 85°
- (15) EN 14363:Railway applications. Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles. Testing of running behavior and stationary tests

## 4) 시험

## (1) 대차 조건

- 가. 시험대차는 실제 운행편성에 조립될 대차로 한다.
- 나. 시험하중은 공차상태 및 만차상태로 하며, 하중조건은 시험용 차체에 웨이트 블록을 적재하여 맞춘다.
- 다. 대차는 주행이 가능하도록 충분히 정비되어 있어야 한다.
- 라. 제동장치의 패드 등, 시험과정에서 발생할 수 있는 간섭물은 필요한 경우 철거한다.

## (2) 시험체 구성

- 가. 차체의 구성은 시험체 1량을 구성하되 그림 2와 같이 더미(dummy) 차체와 경계조건 설정 장치로 구성한다.
- 나. 시험대차와 더미 차체의 조립을 위하여 별도로 인터페이스 지그를 설치할 수 있다.
- 다. 궤조륵의 프로파일(profile)은 실제 운영될 선로의 레일 프로파일로 궤조륵을 삭정하여 적용하되 변형되지 않은 레일 프로파일로 가정한다.

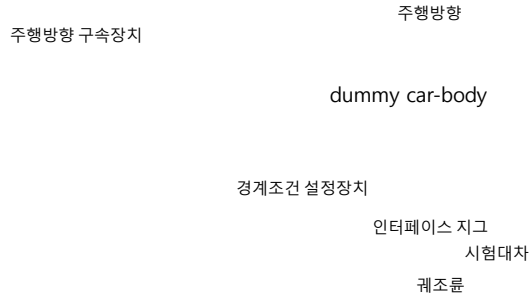


그림 2. 시험체 구성 개략도

(3) 시험 최고속도

설계최고속도 또는 합의된 시험속도까지 시험한다.

(4) 측정항목 및 측정위치

가. 측정항목별 측정위치는 그림 1의 좌표축을 기준으로 표 1과 그림 3에 나타내었다.

표 1 측정항목 및 측정위치

연번	측정 항목	측정 위치	측정 개수
1	전륜축 좌우변위	전륜축 액슬박스	1
2	후륜축 좌우변위	후륜축 액슬박스	1
3	전륜축 좌우 가속도	전륜축 액슬박스	1
4	후륜축 좌우 가속도	후륜축 액슬박스	1
5	전륜축상 대차프레임 좌우 변위	전륜축상 대차프레임	1
6	후륜축상 대차프레임 좌우 변위	후륜축상 대차프레임	1
7	전륜축상 대차프레임 좌우 가속도	전륜축상 대차프레임	2
8	전륜축상 대차프레임 상하 가속도	전륜축상 대차프레임	2
9	후륜축상 대차프레임 좌우 가속도	후륜축상 대차프레임	2
10	후륜축상 대차프레임 상하 가속도	후륜축상 대차프레임	2

나. 표 1의 측정항목 중 연번 7, 8, 9, 10은 합의 하에 측정 개수를 2개에서 1개로 줄일 수 있다. 또한 8, 10은 합의하에 생략할 수 있다.

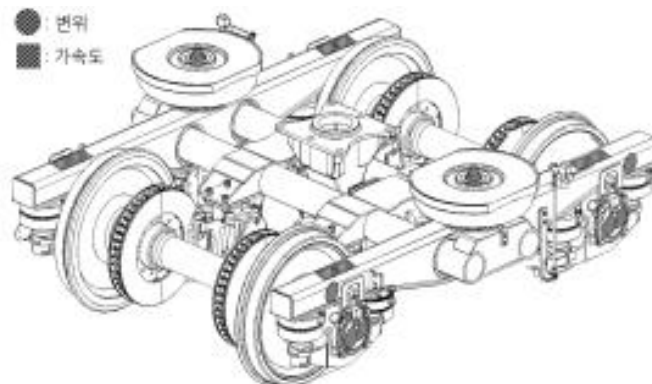


그림 3. 측정위치



## (5) 시험 횟수

시험은 2회 반복을 원칙으로 한다.

## (6) 시험 항목

가. 비 가진 주행안정성 시험

나. 가진 주행안정성 시험

다. 궤도틀림 적용 주행안전 시험

라. 상기 3개의 시험항목 중 가), 나)항은 필수 시험항목이며 다)항은 필요시 합의하에 수행한다.

## (7) 시험 방법

가. 비 가진 주행안정성 시험은 궤조륵이 정지상태에서 시험 최고속도까지 분당 24km/h이내의 가속도로 서서히 증가시키면서 윤축 및 대차프레임의 좌우 변위에서 급격한 거동이 발생하는지 확인하고, 시험 최고속도 내에서 급격한 거동이 발생할 경우 거동이 사라질 때 까지 시험 속도를 분당 10km/h이내의 가속도로 서서히 감소시킨다.

나. 가진 주행안정성 시험은 시험 속도를 구간으로 나누어 일정한 속도로 주행시키면서 두 쌍의 궤조륵이 정현파 운동을 하도록 하여 대차에 외란을 가하고 외란에 대한 응답이 수렴하는지를 확인한다. 이 때 정현파의 방향은 시험대차의 z축 회전방향(그림 1 참조)으로서, 즉 전륵축 아래의 궤조륵과 후륵축 아래의 궤조륵이 서로 반대 방향으로 움직이도록 가진한다. 가진 주파수 및 진폭은 차륵이 궤조륵에서 탈선이 일어나지 않는 범위내로 당일 시험상태에 따라 결정하되 진폭은 최대  $0.2^\circ$ , 주파수는 최대 5Hz를 넘지 않도록 한다. 최소 5초 이상 가진하고 10초 이상 수렴여부를 확인한 후에 다음단계로 주행속도를 증속한다.

다. 궤도틀림 적용 주행안전 시험은 가진 주행안정성 시험과 마찬가지로 시험 속도를 구간으로 나누어 일정한 속도로 주행시키면서 시험하되, 실제 운행될 선로의 궤도틀림데이터나 설계 및 해석시 사용한 궤도틀림 샘플(sample)을 대차동특성주행시험기가 모사하도록 한다. 이때 최소 2km이상 주행을 하고 다음단계로 주행속도를 증속한다.

라. 모든 시험에 있어서 대차(대차프레임 및 윤축)에 급격한 거동이 발생할 경우에는 속도를 0으로 서서히 감소시키고 시험을 종료한다.

## (8) 측정 장비

측정 장비는 대차동특성주행시험기의 부속장비로 한다. 그 외에 다음사항을 고려한다.

가. 센서는 측정방향에 올바르게 설치한다.

나. 센서는 측정 중의 진동에 의해 움직이지 않도록 고정한다.

다. 필터는 측정 데이터를 왜곡시키지 않는 범위에서 사용한다.

라. 변위계 및 진동가속도계의 주파수특성은 측정대상 진동수의 범위를 충분히 만족하여야 한다.

마. 시험당일까지 유효한 교정성적서를 가진 변위계 및 진동가속도계를 사용한다.

## (9) 측정 방법

시험 항목 별로 궤조륵의 정지상태에서 시험 후 감속하여 다시 정지상태가 될 때 까지 1kHz의 샘플링속도(sampling rate)로 연속적으로 측정 및 저장한다.

## 5) 결과의 분석

(1) 변위 및 진동가속도 파형을 읽을 때는 피크 투 피크(Peak to Peak)로 하고, 변위의 단위는 mm, 진동 가속도의 단위는  $m/s^2$ 로 한다.

(2) 시험항목 가)에서는 헌팅현상이 나타나는 주행속도와 헌팅현상이 사라지는 주행속도를 분석한다.

(3) 시험항목 나)에서 가진 후 대차가 수렴하지 않는 거동이 지속되는 가장 낮은 주행속도를

분석한다.

(4) 시험항목 다)항의 경우 UIC-518 OR에 따른 분석방법을 따른다.

6) 평가 기준

(1) 시험항목 4)-(6)-가 및 4)-(6)-나의 경우, 최고속도까지 헌팅현상이 없어야 한다.

(2) 시험항목 4)-(6)-다의 경우 평가기준이 UIC 518 OR에 따라 제시된다.

7) 시험기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

(1) 시험일시

(2) 시험자 및 입회자

(3) 시험대차 제조사 및 식별번호

(4) 측정 위치별 센서 품명 및 식별번호

(5) 센서 실제 설치위치

(6) 공차 및 만차 운중 실측값

(7) 시험 항목별 결과

(8) 기타 특이사항

#### 5.1.4 차체지지장치시험

1) 적용범위

신청자(제작자)는 차체지지장치(주행장치와 차체 연결부 지지장치)의 설계적합성 또는 형식동등성 입증을 해석서(계산서) 또는 시험으로 선택할 수 있다. 신청자가 차체지지장치에 대해 시험으로 입증하는 경우에 본 시험규격서를 적용한다.

2) 참고규격

(가) EN 12663-1:Railway applications. Structural requirements of railway vehicle bodies. Locomotives and passenger rolling stock (and alternative method for freight wagons)

(나) EN 12663-2:Railway applications. Structural requirements of railway vehicle bodies. Freight wagons

(다) EN 15085-1:Railway applications. Welding of railway vehicles and components. General

(라) EN 15085-2:Railway applications. Welding of railway vehicles and components. Quality requirements and certification of welding manufacturer

(마) EN 15085-3:Railway applications. Welding of railway vehicles and components. Design requirements

(바) EN 15085-4:Railway applications. Welding of railway vehicles and components. Production requirements

(사) EN 15085-5:Railway applications. Welding of railway vehicles and components. Inspection, testing and documentation

(아) UIC 566:Loadings of coach bodies and their components

(자) KS R 9228 철도차량 차체의 하중시험 방법

3) 시험방법

(1) 하중조건

가. 화차의 차체지지장치 강도시험을 위한 하중조건은 EN 12663-1 및 EN 12663-2을 참

고할 수 있다.

가) 구조체 요구사항 : 제5장 (Structural requirements)

나) 하중조건 : 제6장 (Design load cases)

다) 허용응력 : 제7장 (Permissible stresses for materials)

라) 하중시험 : 제8장 (Requirements of strength demonstration tests)

마) 입증방법 : 제9장 (Validation programme)

나. 화차의 설계특성에 따라 EN 12663-1 또는 EN 12663-2 외에도 KS R 9228, EN 15085-1, EN 15085-2, EN 15085-3, EN 15085-4, EN 15085-5 등을 선택적으로 참고할 수 있다.

#### (2) 사전 시험준비

가. 시험대상인 차체지지장치에 대한 구조해석을 수행하여 고응력이 작용하는 부위에 스트레인게이지를 장착한다.

나. 시험 차체는 하중이력이 없는 상태이므로 차체의 안정화를 위하여 예비 하중시험을 실시한다. 또한, 예비 하중시험 상태에서 구조해석 결과와 일치하도록 스트레인게이지를 조정한다.

#### (3) 하중시험

주행장치를 바닥에 고정된 상태에서 열차진행방향( $F_x$ ), 열차 횡방향( $F_y$ ), 수직방향( $F_z$ )에 대해 시험하중을 각각 가한 후 주행장치와 차체연결부 지지장치에 영구변형이나 파손이 발생되지 않는지를 육안으로 확인하면서 각 하중조건에서 각종 계측량을 측정한다.

#### 4) 평가기준

주행장치와 차체의 연결부위는 “3)-(1).” 항의 하중조건에서 영구변형이나 파손이 발생하지 않아야 하고 하중이 제거된 후에도 정상적으로 작동되어야 한다. 또한, 각 하중조건에서 측정된 응력값이 사용 재료의 항복강도 이하인가를 확인한다.

### 5.1.5 제동장치시험

#### 1) 적용범위

해당 철도차량에 적용되는 제동장치 특성에 대한 설계적합성 또는 형식동등성을 시험으로 입증하는 경우에 적용된다.

#### 2) 참고규격

(1) KS A 0006:시험장소의 표준상태

(2) KS C IEC 61133:전기 견인 및 엔진 견인 철도 차량의 사용 전 완성차 시험 방법.

- 6. 본선시험 " 6.5 선로 제동 시험"에 따른다.

(3) KS B 5305:브르돈관 압력계

(4) KS R 9144:철도차량부품의 진동시험 방법

(5) KS R 9146:철도차량부품의 충격시험 방법

(6) KS R 9213:철도차량부품 - 고온 및 저온 시험 방법

(7) KS R 9236:호스연결기 패킹 고무

(8) KS R 9244:공기호스연결기

(9) KS R 9245:공기호스연결기 마개

(10) EN 14531-1:Railway applications. Methods for calculation of stopping distances, slowing distances and immobilization braking. General algorithms

- (11) EN 14531-6:Railway applications. Methods for calculation of stopping and slowing distances and immobilization braking. Step by step calculations for train sets or single vehicles
- (12) EN 15663:Railway applications. Definition of vehicle reference masses
- (13) EN 14198:Railway applications. Braking. Requirements for the brake systems of trains hauled by a locomotive
- (14) EN 15220-1:Railway applications. Brake indicators. Pneumatically operated brake indicators
- (15) EN 15355:Railway applications. Braking. Distributor valves and distributor-isolating devices
- (16) EN 15595:Railway applications. Braking. Wheel slide protection
- (17) EN 15611:Railway applications. Braking. Relay valves
- (18) EN 15612:Railway applications. Braking. Brake pipe accelerator valve
- (19) EN 15625:Railway applications. Braking. Automatic variable load sensing devices
- (20) UIC 544-1:Brakes - Braking power
- (21) UIC 540:Brakes - Air Brakes for freight trains and passenger trains

3) 시험 방법

- (1) 시험종류( 해당 철도차량의 제동장치 설계에 관련된 항목에 한한다)

- 가. 공기누설시험
- 나. 성능시험
- 다. 진동시험
- 라. 충격시험
- 마. 온도시험

(2) 시험방법

- 가. 공기누설시험

가) 공기공급 시 누설시험 : 공기제동장치에 공급압력을 공급하고 누설이 있는지 확인한다.

나) 동작 시 누설시험 : 공기제동장치에 최대상용제동, 비상제동을 인가하고 누설이 있는지 확인한다.

- 나. 성능시험

공기제동장치에 포함되어 있는 모든 구성부품은 적용되는 규격서에 규정된 필요조건이 확인되어야 한다. 공기제동장치의 필요조건에 만족하게 될 때까지 시험대에서 다음의 상호관련 작용시험을 행한다.

가) 상용제동시험 : 공기제동장치에 상용제동을 인가하고 BC 압력을 측정한다. 그리고 이때의 BC 압력을 측정한다.

나) 비상제동시험 : 공기제동장치에 비상제동을 인가하고 BC 압력을 측정한다.

다. 진동시험 : KS R 9144 철도차량부품의 진동시험 방법에 준하여 시험 한 후 성능시험을 하였을 때 제품에 이상이 없어야 한다.

라. 충격시험 : KS R 9146 철도차량부품의 충격시험 방법에 준하여 시험 한 후 성능시험을 하였을 때 제품에 이상이 없어야 한다.

마. 온도시험 : KS R 9213 고온 및 저온 시험방법의 제H8종 고온시험, 제L9종 저온시험에 준하여 방치 후 항온조에서 꺼내어 상온에서 방치시험을 하였을 때 이상이 없어야 하며, 제 H8종 고온시험, 제 L9종 저온시험에 준하여 방치 상태에서 동작시험을 하였을 때 이상이

없어야 한다.

#### 4) 시험기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- (1) 측정일시 및 기후
- (2) 공기누설시험 결과
- (3) 성능시험 결과
- (4) 진동시험 결과
- (5) 충격시험 결과
- (6) 온도시험 결과
- (7) 기타 특이사항

### 5.2 완성차시험

#### 5.2.1 중량측정시험

##### 1) 적용범위

해당 철도차량의 중량에 대한 설계적합성 또는 형식동등성을 시험으로 입증하는 경우에 적용된다.

##### 2) 참고규격

- (1) 유럽연합(EU) Commission Regulation No 1302/2014 4.2.3.2(Axle load and wheel load)
- (2) KS C IEC 61133: 전기 견인 및 엔진 견인 철도 차량의 사용 전 완성차 시험 방법
- (3) EN 15663:Railway applications. Definition of vehicle reference masses
- (4) KS R 9142 철도차량의 무게 측정 방법

##### 3) 용어 정의

- (1) 공차중량(W0) : 화물이 없는 차량중량으로서 주행에 필요한 추가중량(물, 모래 등)은 제외된다.
- (2) 정비중량(W1) : 운행준비 시의 차량중량으로서 공차중량(W0)에 추가중량(모래, 물 등의 최대용량 기준)을 모두 포함한 상태를 말한다.
- (3) 만차중량(W2) : 주행이 가능한 정비중량(W1)에 화물이 모두 적재된 상태를 말한다.
- (4) 초과중량(W3) : 다른 열차가 고장난 경우 고장차량의 모든 화물을 적재한 최대 열차중량을 말한다. 다만, 초과중량은 발주자가 요구하는 경우에 한한다.

##### 4) 시험 방법

###### (1) 차량 조건

- 가. 차종별 1량씩 측정한다.
- 나. 시험은 정지/단차 상태에서 시행한다
- 다. 모든 서스펜션의 작동상태는 정상적이어야 한다.
- 라. 운행중 발생하는 모든 하중이 고려된 상태를 고려한다.

###### (2) 시험 방법

- 가. 계근대를 이용하여 ton 단위로 측정하며, 소수점 2자리까지 측정하고 이를 반올림 한다.
- 나. 축중은 각축의 윤중을 측정한다
- 다. 측정 회수는 동일차량에 대해서 3회 시행하여 산술 평균값을 사용한다.

###### (3) 측정항목 및 측정위치

측정 항목별 측정위치는 그림 1의 RF, LF, RR, LR과 같다.

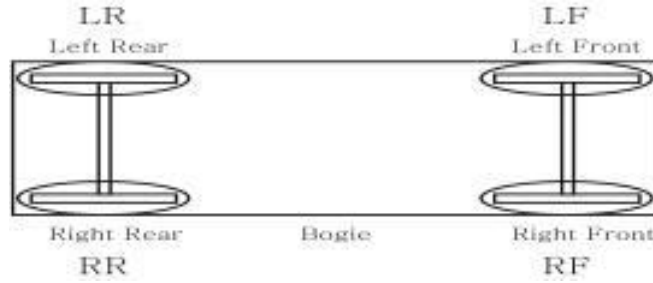


그림 1 윤중 및 축중 측정위치

(4) 측정 장비

가. 측정장비의 최대 측정범위는 차량의 설계 최대하중보다 10% 높은 값을 측정할 수 있어야 한다.

나. 측정장비의 최소 측정단위는 0.01ton(10kg) 단위 이하이어야 한다.

5) 결과의 분석

(1) 축중은 각 축의 윤중을 측정하여 합산하고, [별표3]의 기준을 만족하는지 확인한다.

(2) 동일차량에서의 좌우 윤중 합 편차

전위 대차와 후위 대차를 모두 포함한 좌우 윤중 합 편차는 ±4%를 적용해야 한다.

6) 평가 기준

(1) 공차중량 상태에서 각 차축의 한쪽 차륜하중은 동일차축의 좌우측 차륜하중 평균치와 편차가 4% 이내이어야 한다

(2) 공차중량 상태에서 한쪽 선로 차륜하중의 합은 그 동일 철도차량의 좌우측선로 차륜의 하중 합의 평균치와 편차가 4% 이내이어야 한다.

(3) 축중량의 합이 다음의 조건을 만족하여야 한다.

- 축중 24ton 이하
- 1m당 평균중량 7ton 이하

7) 시험기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- (1) 측정일시 및 기후
- (2) 차량편성상태 및 측정차량
- (3) 측정 항목별 위치
- (4) 측정 항목별 하중
- (5) 축간 거리
- (6) 기타 특이사항

5.2.2 차량한계측정

1) 적용범위

해당 철도차량의 차량한계에 대한 설계적합성 또는 형식동등성을 시험으로 입증하는 경우에 적용된다. 차량의 정적한계는 차량한계 측정으로 입증하고, 동적한계는 계산서(또는 해석서)를 이용하여 입증할 수 있다.

2) 용어정의

- (1) 차량과 구조물의 간격의 명칭 및 설명은 EN 15273-1(그림 15)을 참고한다.
- (2) 차량단면 수평변위의 명칭 및 설명은 EN 15273-1(그림2)를 참고한다.

- (3) 차량단면 회전변위의 명칭 및 설명은 EN 15273-1(그림 10)을 참고한다.
- (4) 차량의 길이방향 단면의 변위에 영향을 미치는 영역은 EN 15273-2(그림 A7)를 참고한다.
- (5) 차량의 길이방향 단면의 변위에 영향을 미치는 영역은 EN 15273-1 (그림 7)을 참고한다.

3) 참고규격

- (1) EN 15273-1:Railway Applications-Gauges, Part1-Generals
- (2) EN 15273-2:Railway Applications-Gauges, Part2 Rolling stock gauge
- (3) EN 15273-3:Railway Applications-Gauges, Part3 Structural gauge
- (4) UIC 505-1:Railway Transport stock, Rolling stock construction gauge
- (5) EN 14363:Railway applications. Testing for the acceptance of running
- (6) characteristics of railway vehicles. Testing of running behavior and stationary tests
- (7) KS R 9113:철도 차량 및 철도 차량 부품의 문자 삽입 기호

4) 시험 방법

- (1) 차체를 대차와 편성 조립 후 차량한계 게이지 와 줄자를 이용하여 측정한다
- (2) 구내 주행시험 후 공차상태에서 한다.
- (3) 기준선상에 설치된 소정의 측정 게이지를 이용한다.
- (4) 차량한계 측정용 게이지는 차량한계 측정 전 치수검사를 실시하여 합격한 것 이어야 한다.
- (5) 시험 측정 차량이 차량 한계 게이지에 간섭이 되는지 한계 게이지를 3회 왕복 통과한다.
- (6) 차량한계 측정용 게이지는 다음을 고려하여 제작한다. 다만, 동적한계에 해당하는 항목은 계산서(또는 해석서)로 대체할 수 있다.

가. 차량한계 계산은 차량의 최대 변위가 발생하는 최악의 조건을 고려한다.

- 가) 최대의 변위가 발생하는 속도조건
- 나) 최대의 변위가 발생하는 하중조건
- 다) 최대의 변위가 발생하는 선로조건  
(캔트 및 곡선반경)
- 라) 차량의 수명기간 동안 발생가능한 마모, 변형을 고려
- 마) 차륜의 마모, 유지보수 조건을 고려하여 최악의 상황을 고려
- 바) 기타 차량의 특수조건(하화장치 작동 등)

나. 차량의 최대 변위에는 다음을 고려하여 계산한다

- 가) 차량의 형상(길이, 폭, 높이)
- 나) 발주자가 제시한 단면방향 및 길이방향의 최소 구간
- 다) 차량과 건축한계와의 여유간격 및 유지보수 조건
- 라) 차량의 기울어짐에 따른 비대칭
- 마) 하중 및 자중에 의한 처짐
- 바) 서스펜션 변위 및 마모
- 사) 차륜의 반경 및 마모, 이를 보정하기 위한 장치

다. 차량의 변위 계산은 수학적 계산, 컴퓨터 시뮬레이션을 활용할 수 있다

- 가) 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 변위 계산을 활용할 수 있다
- 나) 수치 계산은 EN15273-2의 내용을 활용할 수 있다
- 다) 수치 계산이 어려운 항목에 대해서는 실험자료를 활용할 수 있다

라. 돌방입환을 하는 철도차량의 경우 해당입환장소의 수평구배를 고려해서 차량하부의 단면을 보정하여야 한다

## 5) 결과의 분석

- (1) 차량 한계 측정 시험을 실시하여 설계 및 제작의 적합성 및 궤도 시설에 대한 안전성 및 차체 와 차체 차체와 대차간의 장치간 간섭유무를 확인한다.
- (2) 차량한계 측정게이지 통과시 차량 어느 부위라도 차량 한계 측정게이지에 접촉하거나 벗어나서는 안 된다.
- (3) 차량의 변위 계산의 세부적인 사항은 EN15273-1, EN15273-2, EN15273-3에 제시된 수학적 방법을 활용할 수 있다.

## 6) 평가 기준

차량 한계 측정게이지와 차량의 접촉이 없어야 한다.

차량한계 측정게이지의 치수결정에 사용된 다음의 자료를 제시하여야 한다.

- (1) 차축스프링 상단부에서 중력중심 계산값
- (2) 차량단면의 중력중심 계산값
- (3) 차축스프링 상단부의 높이
- (4) 스프링의 강도
- (5) 스프링의 높이
- (6) 스프링의 폭
- (7) 스프링의 작동범위
- (8) 스프링 제외 하중
- (9) 전체 하중 계산값
- (10) 차륜 및 차축의 하중 계산값
- (11) 차량의 치수
- (12) 차량한계 계산에 사용된 최대 구배값
- (13) 회전중심의 높이
- (14) 대차내 축간거리
- (15) 최대속도
- (16) 운행구간의 최소 곡선반경 등
- (17) 기타 계산에 사용된 기초자료로 EN15273-2 Annex R(Static and Kinematic gauges : list of documents for a vehicle gauge conformance certification)에 기술된 항목

## 7) 시험기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- (1) 측정일시 및 기후
- (2) 차량편성상태 및 측정차량
- (3) 측정구간의 곡선반지름, 기울기, 구조 등
- (4) 차량한계 게이지의 부위치 치수
- (5) 차량한계 측정게이지의 치수결정을 위한 계산자료(시뮬레이션자료, 실험자료, 계산자료 등)
- (6) 기타 특이사항

## 5.2.3 곡선통과시험

## 1) 적용범위

해당 철도차량이 최소곡선반경을 통과할 때 연결장치 및 차체와 대차 등 각 부위의 간섭 여부를 시험으로 입증하는 경우에 적용된다.

## 2) 용어정의



곡선반경(Radius of Curvature) : 곡선 선로에 있어서 곡선의 크기를 표시하는 단위

### 3) 참고규격

- (1) EN 14363:Railway applications. Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles. Testing of running behavior and stationary tests
- (2) UIC 518:Testing and approval of railway vehicles from the point of view of their dynamic behavior - Safety - Track fatigue - Ride quality
- (3) EN 13674-1:Railway applications. Track. Rail. Vignole railway rails 46 kg/m and above
- (4) EN 13715:Railway applications. Wheelsets and bogies. Wheels. Tread profile
- (5) EN 15302:Railway applications. Method for determining the equivalent conicity
- (6) EN 15427:Railway applications. Wheel/rail friction management. Flange lubrication

### 4) 시험 방법

#### (1) 차량 조건

- 가. 차량편성은 실제 운행편성으로 한다.
- 나. 측정은 차량별로 실시한다.
- 다. 시험은 공차상태로 한다.
- 라. 차량은 운전규정에 따라 충분히 정비되어 있어야 한다.

#### (2) 측정구간

- 가. 측정구간은 최소곡선반경 구현이 가능한 적절한 선로를 협의하여 선정한다.
- 나. 측정구간의 선정은 차량발주자 또는 운영자와 협의할 수 있다.

#### (3) 주행 속도

- 가. 최소곡선반경에서 주행 가능한 최고속도 또는 합의된 주행속도에서 측정한다.
- 나. 필요 시, 최소곡선반경 내 차량 정지 상태에서 차체, 대차, 연결기 등 각 부위의 간섭 여부를 정밀하게 확인할 수 있다.

#### (4) 시험항목

- 가. 차체와 차체 사이의 간섭 여부
- 나. 연결기장치 상태
- 다. 차체와 대차 부품간의 간섭
- 라. 대차 부품간의 간섭

#### (5) 시험 횟수

측정구간을 상·하행으로 구분하여 각각 2회 이상 측정한다.

#### (6) 시험방법

- 가. 차량이 최소곡선반경을 통과한 후, 차량을 정지시킨 상태에서 간섭에 따른 차체, 대차, 연결기 등 각 부위의 마모, 손상 여부를 검사한다.
- 나. 필요 시, 최소곡선반경 내 차량 정지 상태에서 차체, 대차, 연결기 등 각부의 간섭 여부를 검사한다.
- 다. 현가장치(코일스프링 등)는 수축된 상태에서 실시한다.

### 5) 평가 기준

- (1) 차체와 차체 끝단 부위 간섭 없어야 함
- (2) 연결기 상태 이상 없어야 함
- (3) 차체와 대차부품간의 간섭 없어야 함
- (4) 대차부품간 간섭 없어야 함

### 6) 시험기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- (1) 측정일시 및 기후
- (2) 차량편성상태 및 측정차량
- (3) 측정구간 및 측정구간 곡선반경
- (4) 주행속도
- (5) 측정항목별 결과
- (6) 기타 특이사항

#### 5.2.4 누수시험

##### 1) 적용범위

해당 철도차량의 차체 및 차체외부에 장착된 기기의 누수에 대한 설계적합성 또는 형식동등성을 시험으로 입증하는 경우에 적용된다. 다만, 누수시험은 차량발주자가 요구하는 경우에만 실시한다.

##### 2) 참고규격

KS R 9145:철도차량의 방수시험 방법

##### 3) 시험 방법

###### (1) 시험 조건

시험장소의 온도는 0℃ 이상으로 하고, 풍속은 10m/s이하로 한다.

###### (2) 차량조건

가. 차량은 완성 후의 것으로 한다.

나. 차체 외면의 창 및 문은 닫은 상태로 한다.

다. 지붕의 통풍기는 통기의 상태로 한다.

라. 그 밖에 차체 바깥면의 점검 구멍마개, 통풍구 등의 개구부는 운전에서의 평상 주행시와 같은 상태로 한다.

###### (3) 측정시점

살수시험은 차체와 연결부에 연속 1시간 이상 살수하고 살수가 실시된 10~20분 경과 후 내부에서 누설 유무를 확인한다. 다만, 완성시험의 경우 살수시간을 30분 이상으로 조정할 수 있다.

###### (4) 측정 장비

누수시험 장비는 물분사 노즐을 갖춘 살수장치에서 시험하며, 물분사구의 모든 노즐은 동시에 물을 분사한다.

가. 물분사량 : 150mm/hr 이상

나. 분사 노즐부의 수압 : 100kPa 이상

다. 살수노즐은 원칙적으로 2m 이내의 거리에서 차량의 각 면에 살수할 수 있는 것으로 한다.

라. 정지상태에서의 누수시험이 어려운 경우 이와 동일한 조건으로 차량이 균등한 속도로 서행 통과하면서 시험 할 수 있다.

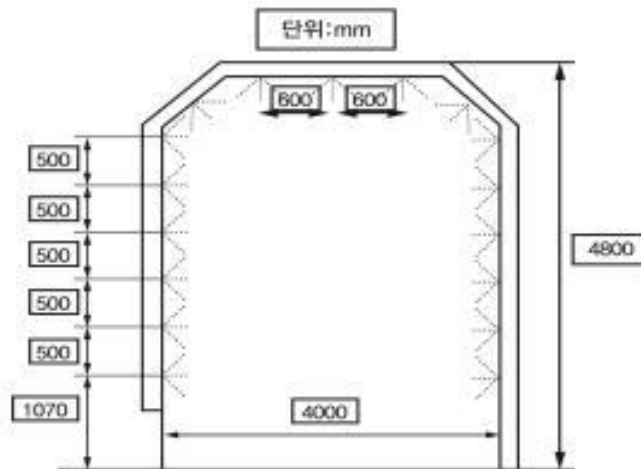


그림 1. 살수장치의 예시

4) 결과의 분석

누수의 확인은 육안으로 하며 다음 3가지 판정기준에 따른다.

- (1) 고인물이 없음(Non retention of water) : 간접적인 방수능력을 나타내며 차량이 약천 후에 노출되었을 때 다량의 수분이 침투하는 것을 방지하고 침투한 수분은 자연스럽게 외부로 배출되어 내부에 잔존하는 고인물이 없어야 하는 상태를 나타낸다.
- (2) 수분 침투가 없음 (Non infiltration of water) : 본 방수능력은 침투한 수분이 흘러내려 고이는 현상이 없어야 하며 방수 씰(Seal)의 내부표면에 물기가 보이거나 물방울이 맺히는 정도의 수분 침투는 허용한다.
- (3) 완전방수(Perfect tightness) : 본 방수능력은 어떠한 수분침투 및 침투흔적이 없어야 한다.

5. 평가 기준

- (1) 부득이하게 물 침투가 발생하는 출입문 부위를 제외하고 각각의 경우 물의 침투는 없어야 한다.
- (2) 결선부위와 전기장치 또는 차량의 안전운행 및 유지보수에 필요한 다른 장치들에 영향을 주어서는 안된다.

6. 시험기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- (1) 측정일시 및 기상조건
- (2) 시험대상
- (3) 시험장치
- (4) 시험방법
- (5) 시험결과
- (6) 기타 특이사항

5.2.5 차체리프팅시험

1) 적용범위

해당 철도차량의 대차와 차체의 분리 및 조립작업의 원활성에 대한 설계적합성 또는 형식동등성을 시험으로 입증하는 경우에 적용된다.

2) 시험 방법

- (1) 차량 조건

- 가. 차량은 완성차종별 실시한다.
- 나. 각종 공압장치의 압력을 배기하여 대기압으로 한다.
- 다. 평탄 선로에서 한다.
- 라. 시험은 대차분리시험과 차량운반시험으로 실시한다.

(2) 측정 장비

완성차량을 충분히 들어올리고 운반이 가능한 시험지그(Jig) 및 크레인 설비로 한다.

(3) 측정방법

가. 대차분리시험

- 가) 차체와 대차의 분리에 필요한 각종 연결장치를 공차상태에서 해체한다.
- 나) 리프팅 장비를 언더프레임에 설치된 잭패드에 고정한다.
- 다) 리프팅 작업 후 차체와 대차를 조립한다.
- 라) 언더프레임에 설치된 잭패드로부터 리프팅 장비를 해체한다.
- 마) 차체와 대차사이에 분리된 각종 연결장치를 공차상태에서 다시 조립한다.

나. 차량운반시험

- 가) 차체와 대차가 조립된 차량을 공차상태에서 인양한다.
- 나) 차량을 인양 후 서서히 안착시킨다.

3) 평가 기준

(1) 대차분리시험

- 가. 리프팅 장비를 언더프레임에 설치된 잭패드에 고정할 때 간섭이 없고 양호하게 고정되어야 한다.
- 나. 차체와 대차를 연결하는 연결장치의 해체, 결합시 작동상태가 간섭이 없고 양호하여야 한다.
- 다. 리프팅작업에 의하여 차량과 대차가 분리 또는 결합될 때 작동상태가 간섭이 없이 원활하여야 한다.

(2) 차량운반시험

- 가. 전체적인 리프팅 작업이 간섭없이 원활하여야 한다.
- 나. 리프팅 작업 후 차체의 내외표면, 내부기기, 상하기기, 옥상기기의 조립 및 장착상태에 이상, 변형이 없이 양호하여야 한다.

4) 시험기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- (1) 측정일시 및 기상조건
- (2) 차량상태 및 측정차량
- (3) 기타 특이사항

### 5.2.6 제동시험

1) 적용범위

해당 철도차량에 적용되는 제동장치의 설계적합성 또는 형식동등성을 시험으로 입증하는 경우에 적용된다.

2) 용어정의

- (1) 상용전제동 : 정상운전시 사용되는 제동에서 작용 가능한 최대상용제동.
- (2) 제동 총기시간 : 제동실린더로 공기가 유입되는 순간부터 제동실린더의 압력이 최대치의 95 %가 되는 순간까지의 시간

(3) 제동 완해시간 : 전제동 후 제동실린더의 압력이 49kPa(0.5kgf/cm<sup>2</sup>)가 되는 순간까지의 시간

### 3) 참고규격

- (1) IEC 62313:Railway Applications. Power supply and rolling stock. Technical criteria for the coordination between power supply (substation) and rolling stock to achieve interoperability
- (2) KS A 0006:시험장소의 표준상태
- (3) KS C IEC 61133:전기 견인 및 엔진 견인 철도 차량의 사용 전 완성차 시험 방법  
- 6. 본선시험 " 6.5 선로 제동 시험"에 따른다.
- (4) KS B 5305:브르돈관 압력계
- (5) KS R 9144:철도차량부품의 진동시험 방법
- (6) KS R 9146:철도차량부품의 충격시험 방법
- (7) KS R 9213:철도차량부품 - 고온 및 저온 시험 방법
- (8) EN 14531-1:Railway applications. Methods for calculation of stopping distances, slowing distances and immobilization braking. General algorithms
- (9) EN 14531-6:Railway applications. Methods for calculation of stopping and slowing distances and immobilization braking. Step by step calculations for train sets or single vehicles
- (10) KS C IEC 61133: 전기 견인 및 엔진 견인 철도 차량의 사용 전 완성차 시험 방법
- (11) EN 15663:Railway applications. Definition of vehicle reference masses
- (12) EN 14198:Railway applications. Braking. Requirements for the brake systems of trains hauled by a locomotive
- (13) EN 15220-1:Railway applications. Brake indicators. Pneumatically operated brake indicators
- (14) EN 15355:Railway applications. Braking. Distributor valves and distributor-isolating devices
- (15) EN 15595:Railway applications. Braking. Wheel slide protection
- (16) EN 15611:Railway applications. Braking. Relay valves
- (17) EN 15612:Railway applications. Braking. Brake pipe accelerator valve
- (18) EN 15625:Railway applications. Braking. Automatic variable load sensing devices
- (19) UIC 544-1:Brakes - Braking power
- (20) UIC 540:Brakes - Air Brakes for freight trains and passenger trains

### 4) 시험차량의 구성

#### (1) 시험 대상 차량의 구성

완성차량별로 제동시험을 실시하여야 한다. 시험에서 사용되는 각각의 기능품들은 단품 및 구성품 상태에서 각각의 기술기준에서 요구하는 성능을 만족하는 제품을 이용하여 구성되어야 한다.

#### (2) 완성차의 편성시험

완성차량의 개별시험을 통과한 차량을 조합 편성하여 영업열차로 구성하여야 한다. 편성의 제동시험은 상용제동과 비상제동을 구분하여 실시하고, 하중조건 및 속도조건에 의하여 변화하는 제동력을 모의로 지령하거나 시험선에서 운행조건으로 실시하여야 한다.

### 5) 시험(해당 철도차량의 제동장치 설계에 관련된 항목에 한한다)

#### (1) 시험조건

가. 시험차량은 정차시험과 운행시험(50km/h 이상)으로 구분하여 실시하되 모의시험이 가능한 경우에는 모의지령이 충분한지를 검증한 후에 실시한다.

나. 시험하중은 정비중량(W1) 상태로 실시한다.

## (2) 완성차량 시험

가. 제동장치 동작시험

가) 상용제동시험

제동지령에 반응하여 BC 압 생성 및 완해가 원활히 동작하는지 확인한다.

나) 비상제동시험

비상제동지령에 반응하여 BC 압 생성 및 완해가 원활히 동작하는지 확인한다.

나. 제동시험

가) 제동제어장치 시험

(가) 상용제동시험

(나) 비상제동시험

나) 기초제동장치

(가) 주차제동 시험

(나) 압부력 시험

(다) 대차차단장치 성능시험(설치되는 경우에 한한다).

## 6) 시험기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- (1) 측정일시 및 날씨
- (2) 시험기의 종류·형식·설치위치 및 구성도
- (3) 사용한 필터특성
- (4) 측정항목별 결과
- (5) 기타 특이사항

## 5.3 시운전시험

### 5.3.1 제동시험

#### 1) 적용범위

해당 철도차량에 적용되는 제동장치의 설계적합성 또는 형식동등성을 시험으로 입증하는 경우에 적용된다.

#### 2) 용어정의

- (1) 상용전제동 : 정상운전시 사용되는 제동에서 작용 가능한 최대상용제동
- (2) 비상제동 : 열차가 비상상황이 발생 시에 제동을 체결하여 급히 정차하는 제동
- (3) 공주시간 : 제동지령이 발생한 순간부터 제동작용이 효과적으로 이루어지는 순간까지의 시간을 측정하여 유효제동이 신속히 이루어지는 시간
- (4) 완해시간 : 전제동 후 제동실린더의 압력이 49.0KPa(또는 0.5kgf/cm<sup>2</sup>)가 되는 순간까지의 시간

#### 3) 참고규격

- (1) KS A 0006 : 시험장소의 표준상태
- (2) KS C IEC 61133, 전기 견인 및 엔진 견인 철도 차량의 사용 전 완성차 시험 방법. - 6. 본선시험 " 6.5 선로 제동 시험 "
- (3) KS B 5305 : 브르돈관 압력계

- (4) KS R 9144 : 철도차량부품의 진동시험 방법
  - (5) KS R 9146 : 철도차량부품의 충격시험 방법
  - (6) KS R 9213 : 철도차량부품 - 고온 및 저온 시험 방법
  - (7) EN 14531-1 Railway applications. Methods for calculation of stopping distances, slowing distances and immobilization braking. General algorithms
  - (8) EN 14531-6 Railway applications. Methods for calculation of stopping and slowing distances and immobilization braking. Step by step calculations for train sets or single vehicles
  - (9) KS C IEC 61133: 전기 견인 및 엔진 견인 철도 차량의 사용 전 완성차 시험 방법
  - (10) EN 15663: Railway applications. Definition of vehicle reference masses
  - (11) EN 14198: Railway applications. Braking. Requirements for the brake systems of trains hauled by a locomotive
  - (12) EN 15220-1: Railway applications. Brake indicators. Pneumatically operated brake indicators
  - (13) EN 15355: Railway applications. Braking. Distributor valves and distributor-isolating devices
  - (14) EN 15595: Railway applications. Braking. Wheel slide protection
  - (15) EN 15611: Railway applications. Braking. Relay valves
  - (16) EN 15612: Railway applications. Braking. Brake pipe accelerator valve
  - (17) EN 15625: Railway applications. Braking. Automatic variable load sensing devices
  - (18) UIC 544-1: Brakes - Braking power
  - (19) UIC 540: Brakes - Air Brakes for freight trains and passenger trains
- 4) 시험열차의 구성
- (1) 시험 대상 차량의 구성  
 시운전차량은 영업편성 단위로 편성되어야 한다. 시험에서 사용되는 기능품들은 단품 및 구성품 상태와 완성차량 제동시험의 각각의 규격서에서 요구하는 성능을 만족하는 시험차량을 이용하여 구성되어야 한다.
  - (2) 영업 편성시험  
 완성차량의 개별시험을 통과한 차량을 편성하여 영업열차로 구성하여야 한다. 편성의 제동시험은 상용제동과 비상제동을 구분하여 실시하고, 하중조건 및 속도조건에 의하여 변화하고 영업운행조건으로 실시하여야 한다.
- 5) 시험
- (1) 시험 및 분석 조건
    - 가. 시험조건
      - 가) 선로는 평탄하고 직선인 선로에서 실시한다.
        - (가) 경사(gradient):  $\pm 4\text{mm/m}$  이내
        - (나) 휘어짐(twist): 없음
        - (다) 곡선반경: 20,000m 이상 (다만, 시험노선 조건에 따라 조정할 수 있다)
        - (라) 터널: 없음
        - (마) 선로 점착 상태: 건조/습윤(젖은 레일조건)
          - ※ 선로는 기름이나 기타 이물질에 노출되지 않아야하며, 활주방지장치가 없는 경우 습윤 조건 시험은 제외할 수 있다.

- 나) 선로조건이 적절치 않을 경우 동일구간에서 각 방향으로 운행하여 측정된 값의 평균치를 결과 값으로 하거나, 측정된 감속도의 구배조건에 해당하는 보상치를 적용한다.
- 다) 시험횟수는 동일 속도에서 최소 2회 이상 실시하는 것을 원칙으로 하며 필요 시 또는 발주자의 요구 시에 따라 다르게 적용할 수 있다.
- 라) 시험차량은 영업운영 열차편성으로 구성한다.
- 마) 하중조건은 공차(과제동 및 활주발생) 및 만차조건(최대제동)에서 실시한다. 다만, 활주방지장치가 없는 활주방생 조건은 제외할 수 있다.
- 바) 기후조건은 건조 및 습윤 상태로 실시하되 여건이 어려울 경우는 모의로 습윤 조건을 제공하여 모의시험으로 실시한다.(습기조건<Wet Rail>은 젖은 레일 상태를 위하여 Ethylene Glycogen과 물의 혼합액을 사용할 수 있다. 습기조건시험은 첫 번째 휠셋의 바로 앞 두 레일 면에 각각 15L/h(리터/시간)의 혼합액을 뿌리면서 시험을 수행한다.)

나. 분석 조건

- 가) 본 시험은 KS C IEC 61133에 의거하여 편성된 열차를 각기 다른 선로 점착조건에 제동성능을 측정하는데 있다.
- 나) 시험결과 보고서에는 중량과 차륜의 지름, 정보가 표시되어야 한다.
- 다) 제동을 체결하기 전에 차량의 속도는 시험할 속도에 가능한 근접하도록 한다. 제동 체결 시의 열차 속도(V km/h)는 일정하여야 하며, 시험하고자 하는 속도 V0 에 대하여  $\pm 3$  km/h (KS C IEC 61133) 이하이어야 한다. 제동의 체결 신호에 따라 시험에 필요한 제동이 작용되도록 한다.
- 라) 측정된 제동거리는 미터(meter)로 표시하며, 매 시험마다 기록되어야 한다.
- 마) 제동 작용시 시간에 따른 속도변화 곡선이 기록되어야 한다.
- 바) 시험시 제동압력의 총기와 완해가 정상적으로 작동하는지 확인한다.
- 사) 제동거리 측정이 실제적으로 평탄선이 아닌 경우, 직선구간의 구배변화가  $\pm 4$  mm/m (KS C IEC 61133) 이하 이어야 한다. 다만, 평탄선의 조건을 충족하기 어려울 경우는 신청자(제조사)와 협의하여 시험하되 선로구배 조건에 따른 보정과 속도에 대한 제동거리 편차는 보정되어야 한다.
- 아) 활주 시험은 젖은 레일(Wet Rail) 조건의 비상제동시험 과정에서 함께 수행하며, 차축 속도를 측정하여 차륜활주가 발생하는 경우 활주방지장치의 작동 및 재점착이 이루어 짐을 확인한다. 다만, 활주시험은 활주방지장치가 설치되는 경우에 한한다.

(2) 시험의 분류(해당 철도차량의 제동장치 설계에 관련된 항목에 한한다)

가. 제동성능시험

- 가) 상용제동시험
- 나) 비상제동시험

(3) 시험방법

가. 제동성능시험

- 가) 상용 제동시험
  - (가) 제동거리 측정
  - (나) 감속도 측정
  - (다) 공주시간 측정시험

나. 비상제동시험

- (가) 비상제동거리 측정
- (나) 공주시간 측정



6) 시험기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- (1) 측정일시 및 날씨
- (2) 열차번호 및 열차편성 차호
- (3) 시험기의 종류·형식·설치위치 및 구성도
- (4) 사용한 필터특성
- (5) 측정항목별 결과
- (6) 기타 특이사항

5.3.2 유도장애시험

1) 적용범위

해당 철도차량에 전기/전자기기가 설치되어 유도장애에 대한 설계적합성 또는 형식동등성을 시험으로 입증하는 경우에 적용된다.

2) 참고규격

- (1) KS C IEC 62236-1, IEC 62236-1:철도용 전기자기적합성 - 제1부 : 일반사항
- (2) KS C IEC 62236-3-1, IEC 62236-3-1:철도용 전기자기적합성 - 제3-1부 : 철도차량 - 열차 및 공차

3) 시험 방법 및 기준

		시험방법	참고규격 및 기준	비고
복사성 간섭 시험	정차	설치 기기 동작	KS C IEC 62236-3-1, IEC 62236-3-1 정차 허용기준	

9 ~ 150kHz 주파수 대역에서 기준치를 초과하는 방사 주파수가 있는 경우 KS C IEC 62236-3-1, IEC62236-3-1 및 KN 50에 따라 현재 사용중인 무선통신 서비스 대역과의 간섭여부를 확인하여 결과를 판정한다.

4) 시험기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- (1) 측정일시 및 기후
- (2) 차량편성상태 및 측정차량
- (3) 측정작성
- (4) 시험기의 종류·형식·설치위치 및 구성도
- (5) 사용한 필터특성
- (6) 측정항목별 결과
- (7) 기타 특이사항

5.3.3 소음시험

1) 적용범위

해당 철도차량에서 발생하는 소음특성에 대한 설계적합성 또는 형식동등성을 시험으로 입증하는 경우에 적용된다.

2) 용어정의

- (1) 음압레벨(Sound pressure level) : 실효치 음압의 제곱을 기준 음압의 제곱으로서 나눈 값의 상용로그의 10배이며, 다음 식으로 주어진다. 단위는 데시벨(dB)로 나타낸다. 다만, 식 (1)은 참고규격인 EN ISO 3095를 참조하였다.

$$L_p = 10 \log_{10} \left( \frac{P}{P_0} \right)^2 \quad (1)$$

여기서  $P$  : 실효치 음압(Pa)  
 $P_0$  : 기준음압(20 μPa)

- (2) 소음레벨(A-weighted sound pressure level) : A가중 음압레벨이라고 하며 A 주파수 가중(KS C 1502 또는 KS C 1505 참고)을 사용하여 측정된 실효치 음압의 제곱을 기준 음압의 제곱으로 나눈 값의 상용로그의 10배이며, 다음 식으로 주어진다. 다만, 식 (2)는 참고규격인 EN ISO 3095를 참조하였다.

$$L_{pA} = 10 \log_{10} \left( \frac{P_A}{P_0} \right)^2 \quad (2)$$

여기서  $P_A$  : 대상으로 하는 A가중 음압(Pa)  
 $P_0$  : 기준음압(20 μPa)

- (3) 등가소음레벨(Equivalent continuous A-weighted sound pressure level) : 등가 A가중 음압레벨이라고 하며 어떤 시간 범위  $T$ 에 대하여 시간에 따라 변동하는 음의 A가중 음압레벨을 에너지적인 평균값으로 나타낸 양으로 다음 식으로 주어진다. 식 (3)은 참고규격인 환경부 고시(제2010-73호) 별표 4를 참조하였다.

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P_A^2(t)}{P_0^2} dt \right] \quad (3)$$

여기서  $L_{Aeq, T}$  : 시각  $t_1$ 에서 시각  $t_2$ 까지의 시간  $T$ (s) 동안의 등가 A가중 음압레벨(dB)  
 $P_A(t)$  : 대상으로 하는 음의 순시 A가중 음압(Pa)  
 $P_0$  : 기준음압(20 μPa)

- (4) 배경소음(Background sound pressure level) : 한 장소에 있어서 측정하고자 하는 대상소음이 없을 때 그 장소의 소음을 대상소음에 대한 배경소음이라 한다.  
 (5) 직선평탄로 : 얼지 않은 마른상태의 정상적인 선로로서, 구배는 3:1000 이하여야 하며, 곡선반경은 5,000 m 이상을 직선평탄로라 한다.

3) 참고규격

- (1) EN ISO 3095:Acoustics-Railway applications  
 -Measurement of noise emitted by railbound vehicles  
 (2) KS I ISO 1996-1:음향 - 환경소음의 표현 측정 및 평가방법  
 - 제1부 : 기본량 및 평가절차

- (3) 환경부고시 제2010-73호 철도차량의 소음권고기준 및 검사방법 등에 관한 규정
- (4) 환경부고시 제2015-85호 소음·진동 공정시험기준 ES 03304.2 소음관리기준 중 철도소음 측정방법
- (5) EN 15461:Railway applications. Noise emission.  
Characterization of the dynamic properties of track selections for pass by noise measurements
- (6) EN 15610:Railway applications. Noise emission.  
Rail roughness measurement related to rolling noise generation

4) 시험방법

(1) 차량 및 시험조건

- 가. 시험차량편성은 실제 운행편성으로 한다.
- 나. 시험하중은 공차상태(다만, 측정자 및 측정기자재 포함)로 한다. 단, 시험조건이 불가피한 경우 공차상태의 10% 초과 중량을 허용하여 시험할 수 있다.
- 다. 각 시험은 차량의 모든 보조장치 및 주변장치를 가동하고 실시한다. 단, 배경소음측정시는 제외한다.
- 라. 차량은 운전규정에 따라 충분히 정비되어 있어야 한다.
- 마. 레일의 조도(rail roughness level)상태는 “철도차량의 소음권고기준 및 검사방법 등에 관한 규정 <부록 1>” 시험 부분의 승인에서 정한 요구사항을 만족해야한다.
- 바. 건물 및 장애물 등으로 인한 반사소음으로 측정에 영향을 주지 않는 지점을 선정한다.
- 사. 풍속이 5m/s를 초과하거나 우천 시에는 측정하여서는 안 된다.

(2) 측정구간

측정구간은 시험대상 열차의 운행구간을 선정하는 것을 원칙으로 하며, 시험에 적절한 구간은 신청자(제작자)와 협의하여 선정할 수 있다. 단, 차량발주자 또는 운영자 협의는 관련법규 및 발주사양에 근거하여 협의가 진행되어야 한다.

(3) 운행속도

설계최고속도±5km/h(측정시간 동안의 평균속도는 설계최고속도 이상) 또는 운행선로에서의 운행최고속도±5km/h(측정시간 동안의 평균속도는 운행최고속도 이상)로 주행하여 측정한다. 단, 환경소음시험의 경우는 해당 운영선로에서의 정상운행속도에서 측정한다.

(4) 측정항목 및 측정위치

측정항목별 측정위치는 표 1과 같다.

표 1. 측정항목 및 측정위치

측정 항목		측정 위치
주행소음시험	실외소음시험	4)-(6)-나의 내용 및 3)-(1)참고
제동소음시험		4)-(6)-다의 내용 및 3)-(1)참고
환경소음시험		- 시험대상차량의 실제운행선로에서 발생하는 철도소음을 대표 할 수 있는 장소나 철도소음으로 인하여 문제를 일으킬 우려가 있는 장소 <sup>1)</sup> 로써 3개소 이상 위치 및 측정. ※ 자세한 사항은 소음·진동 공정시험기준 철도소음한도 측정방법에 따른다. <sup>1)</sup> 철도소음을 대표할 수 있는 장소는 해당 선로구

측정 항목	측정 위치
	간의 환경영향평가를 통해 소음으로 인해 환경적으로 문제가 될 수 있는 지점 또는 소음으로 인한 민원발생지역을 위주로 선정

(5) 측정장비

측정장비는 KS C IEC 61672-1에 정한 클래스 2의 소음계 또는 동등 이상의 성능을 가진 것이어야 한다. 그 외에 다음사항을 고려한다.

- 가. 교정기(Calibrator, Pistonphone)는 주기적으로 검증된 기관으로부터 교정이 이루어져야 한다.
- 나. 소음계 또는 마이크로폰은 협의된 상황을 제외하고 고정대(삼각대, 높이 또는 길이조절이 가능하며 고정할 수 있는 장치 등)에 고정하여 측정하는 것을 원칙으로 한다.
- 다. 측정하는 소음데이터는 로깅(Logging)되어야 하며, 재분석이 가능해야 한다.

(6) 측정방법

가. 공통사항

- 가) 마이크로폰은 각 측정항목 별 측정시작 전 교정기 발생음의 오차  $\pm 1\text{dB}$  이내로 매회 교정을 실시한다.
- 나) 풍속이 2m/s이상일 때에는 반드시 마이크로폰에 방풍망을 부착하여야 하며, 풍속이 5m/s를 초과할 때에는 측정하여서는 안 된다.
- 다) 배경소음 측정은 각 시험항목별 측정 전 동일지점에서 3분 이상 3회 측정한다.
- 라) 모든 측정지점은 평면도로써 정확히 명기되어야 하며, 측정사진이 첨부되어야 한다.
  - 가) 열차운행 최고속도로 주행하여 측정하며, 마이크로폰의 위치는 선로중심으로부터 25m 거리, 레일면으로부터 3.5m 높이에서 측정한다. 단, 열차의 주요 소음원이 열차 상부에 존재할 경우 마이크로폰의 일반위치와 동일거리, 레일면으로부터 3.5m 높이에서 추가측정을 하여야 한다. 자세한 사항은 참고규격인 EN ISO 3095를 참고할 수 있다.
  - 나) 차량의 전면부를 중심으로 좌우의 특성 및 타입이 다른 경우는 위와 같은 위치에서 좌·우 대칭으로 마이크로폰을 설치하여 측정한다.
  - 다) 차량은 직선평탄 개활지 주행상태에서 측정한다.
  - 라) 측정시간은 환경부고시(제2010-73호)에서 지정한 전체 철도차량에 대한 측정시간(T) 동안 측정해야한다.

※ T시간은 전체 철도차량에 대한 측정 시간을 말하며, 자세한 사항은 환경부고시 제2010-73호 별표 4를 참고할 수 있다.

마) 측정횟수는 각 측정지점별 3회 이상 측정한다.

나. 제동소음시험

- 가) 마이크로폰의 위치는 선로중심으로부터 7.5m거리, 레일면으로부터 1.2m 높이에 선로를 중심으로 양쪽에 위치시키는 것을 기준으로하며, 측정지점은 열차 선두 차량의 정지지점을 기준으로 하며, 자세한 사항은 참고규격인 EN ISO 3095를 참고할 수 있다. 정지지점을 기준으로 디스크제동이나 담면제동을 포함한 기초제동장치가 설치된 차량이 있는 경우는 위와 같은 방법으로 해당 차량 중앙부를 중심으로 선로 양쪽에 추가 마이크로폰을 설치하여 측정해야 한다.

나) 측정시간은 열차가 30km/h를 유지하면서 주행하여 일반제동(normal service braking)을 통해 정지지점에서 정지하는 순간까지 측정하며, 이러한 방법으로 각 측정지점별 총 3회 이상 측정한다.

다. 환경소음시험

가) 마이크로폰의 위치는 옥외로 선정하는 것을 원칙으로 하며, 지면 위 1.2 ~ 1.5m 높이에서 소음원 방향으로 고정한다.

나) 측정점에 장애물이나 주거, 학교, 병원, 상업 등에 활용되는 건물이 있을 때에는 건축물로부터 철도방향으로 1.0m 떨어진 지점의 지면 위 1.2~1.5m 높이로 한다.

다) 철도소음을 대표하는 장소가 2층 이상의 건물인 경우는 소음레벨이 더 높은 지점에서 선로방향으로 창문·출입문 또는 건물벽 밖의 0.5 ~ 1.0m 떨어진 지점으로 한다.

라) 환경부고시 소음·진동공정시험기준 내 철도소음한도 측정방법에서 정한 2시간 간격을 두고 1시간 씩 주간 2회, 야간 1회 측정하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 기존 운행 선로에 검사대상 차량이 추가 운영되는 경우 또는 제작사와의 협의에 따라 시험대상 선로를 주행하는 모든 철도차량 종류별 주행 시 발생하는 소음을 열차전체통과시간(T) 시간 동안을 각 3회 이상 측정한다.

5) 결과의 분석

(1) 주파수가중은 KS C IEC 61672-1의 5.4의 주파수 가중 A를 사용하며, 시간가중은 KS C IEC 61672-1의 5.7의 시간 가중 F(Fast)을 사용하여 분석한다.

(2) 측정결과의 분석은 각 측정시간대별 등가소음레벨분석을 수행한다. 단, 출발 및 정지소음 측정결과와 환경소음측정결과는 측정시간 동안의 최고소음레벨( $L_{pAFmax}$ )을 분석한다.

실외소음시험의 경우는 각 측정지점의 등가소음레벨을 다음 식 (4)에 의해 평균등가소음레벨을 분석한 것을 1회 측정분석으로 한 후 각 횟수별로 소수점 첫째자리에서 반올림한 정수로 기록하고 이를 산술평균한 값을 결과값으로 표시한다.

$$\overline{L_{pAeq}} = 10 \log_{10} \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_{pAeq,i}} \right) \quad (4)$$

여기서  $L_{pAeq,i}$  :  $i$ 번째 마이크로폰의 등가소음레벨

(3) 주행소음측정결과의 분석은 각 측정시간대별 등가소음레벨분석을 수행하며, 실외소음시험의 경우는 철도차량통과시간( $T_p$ ) 동안의 등가소음레벨분석을 수행하여 표시한 후 소수점 첫째자리에서 반올림한 정수로 기록하고 이를 산술평균한 값을 결과값으로 표시한다.

※  $T_p$  시간은 시험 대상 철도차량의 통과시간을 말하며, 자세한 사항은 환경부고시(제 2010-73호) 별표 4를 참고할 수 있다.

(4) 출발소음측정결과의 분석은 각 측정시간대별 최고소음레벨분석을 수행하며, 각 측정지점 및 횟수별로 소수점 첫째자리에서 반올림한 정수로 기록하고 이를 산술평균한 값을 결과값으로 표시한다.

(5) 환경소음측정결과의 분석은 1시간 동안의 등가소음레벨분석을 수행한 경우, 소수점 첫째 자리에서 반올림한 정수로 기록하고, 주간 2회의 기록한 결과를 산술평균한 것은 주간시험결과로 야간 1회의 기록한 결과를 야간시험의 결과로 표시한다. T시간 동안 측정한 경우는 각  $T_p$ 시간 동안 최고소음레벨을 이용하여 아래의 식들 중에서 해당하는 선로의 식을 적용하여 각 차량의 1시간 등가소음레벨을 산출한 후 에너지 합산하여 소수점 첫째자리에

서 반올림하여 기록한 값을 결과값으로 표시한다. 식 (5)~(10)은 참고규격인 환경부고시 (제2015-85호)의 ES 03304.2를 참고할 수 있다.

가. 경부·호남선 등 복선구간

$$L_{pAeq} = \overline{L_{pAFmax}} + 10 \log_{10} \left( \frac{2.4n}{T} \right) \quad (5)$$

나. 경부선 복복선구간(서울~구로)

$$L_{pAeq} = \overline{L_{pAFmax}} + 10 \log_{10} \left( \frac{5n}{T} \right) \quad (6)$$

다. 중앙, 태백, 영동선 등 단선구간

$$L_{pAeq} = \overline{L_{pAFmax}} + 10 \log_{10} \left( \frac{8n}{T} \right) \quad (7)$$

라. 전철

$$L_{pAeq} = \overline{L_{pAFmax}} + 10 \log_{10} \left( \frac{6n}{T} \right) \quad (8)$$

마. 고속철도

$$L_{pAeq} = \overline{L_{pAFmax}} + 10 \log_{10} \left[ \frac{(1.5d+l)}{v} \right] - 30 \quad (9)$$

바. 가~마에 해당되지 않는 경우

$$L_{pAeq} = \overline{L_{pAFmax}} + 10 \log_{10} n - 32.6 \quad (10)$$

여기서  $\overline{L_{pAFmax}}$  : 열차 개별 통과시의 파워(Power) 평균치

$n$  : 7시간 동안의 열차 통과대수(대)

$d$  : 선로중앙으로부터의 거리(m)

$l$  : 평균 열차 길이(m)

$v$  : 열차통과속력(km/h)

## 6) 평가 기준

- (1) 주행시험평가는 발주자의 요구사항 또는 환경부고시 제2010-73호 철도차량의 소음권고기준 및 검사방법 등에 관한 규정 별표[2]를 통해 평가한다.
- (2) 제동소음평가는 제동소음시험 결과값이 최고속도에서의 피크치를 넘지 않아야 한다.
- (3) 환경소음평가는 발주자의 요구사항 또는 소음·진동관리법 시행규칙 별표 12 교통소음·진동의 관리기준(제25조관련) 2. 철도의 규제기준을 통해 평가한다. 단, 기존선 운행의 경우 추가 또는 대체차종은 기존차량의 운행결과(철도소음을 대표할 수 있는 장소<sup>1)</sup>에서 측정된 결과)를 기준으로 동등이하임을 입증할 수 있어야 한다.

## 7) 시험기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- (1) 측정일시 및 기후

- (2) 차량편성상태 및 측정차량
- (3) 측정구간
- (4) 주행속도
- (5) 주행거리
- (6) 측정구간의 곡선반지름, 기울기, 구조 등
- (7) 시험기의 종류·형식·설치위치 및 구성도
- (8) 사용한 필터특성
- (9) 측정항목별 결과
- (10) 기타 특이사항

### 5.3.4 진동시험

#### 1) 적용범위

해당 철도차량에서 발생하는 진동특성에 대한 설계적합성 또는 형식동등성을 시험으로 입증하는 경우에 적용된다.

#### 2) 용어정의

(1) 좌우방향의 정상가속도 : 차량이 곡선구간을 통과할 때, 원곡선 부분에서 정상적으로 발생하는 좌우방향 가속도의 차체바닥면에 평행하는 성분으로서 세부적인 사항은 KS R 9160에 따른다.

#### 3) 참고규격

- (1) EN 61373:Railway applications - Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles - Test of running behaviour and stationary test
- (2) UIC 518 OR:Testing and approval of railway vehicles from the point of view of their dynamic behavior - Safety - Track fatigue - Ride quality
- (3) KS C IEC 61373:철도 차량 설비의 충격 및 진동 시험 방법
- (4) KS R 9160 철도차량의 진동특성 - 측정방법

#### 4) 시험의 종류 및 목적

- (1) 상하좌우방향 진동시험  
일반철도차량 주행 시 차체의 진동수준을 평가하기 위함이다.
- (2) 좌우방향 정상가속도 시험  
일반철도차량의 곡선선로 주행 시 차체의 진동수준을 평가하기 위함이다.

#### 5) 시험방법

##### (1) 차량조건

- 가. 차량편성은 실제 운행편성으로 한다.
- 나. 진동시험의 측정차량은 발생 진동이 최고로 예상되는 차량을 선정하며, 측정위치는 표 1과 같다. 다만, 여의치 않을 경우 협의에 따르는 것으로 한다.
- 다. 시험하중은 공차상태(다만, 측정자 및 측정기자재 포함)로 한다.
- 라. 차량은 운전규정에 따라 충분히 정비되어 있어야 한다.
- 마. 차량주행속도는 최고속도로 한다. 다만, 여의치 않을 경우 협의에 따르는 것으로 한다.

##### (2) 측정구간

협의에 따라 선정하며, 통상적으로 정비되어 있고, 10km 이상 최고속도로 주행할 수 있는 직선 평탄도로 한다. 다만, 여의치 않을 경우 협의에 따르는 것으로 한다.

##### (3) 측정항목 및 측정위치

측정항목별의 측정위치는 표 1과 같다.

표 1. 측정항목 및 측정위치

측정항목	측정위치
상하방향진동의 진동가속도	전·후위 대차중심상의 차체 바닥
좌우방향진동의 진동가속도	전·후위 대차중심상의 차체 바닥
좌우방향의 정상가속도	전·후위 대차중심상의 차체 바닥

(4) 측정횟수

진동시험은 2회 이상 동일조건에서 반복 측정한다.

(5) 측정 장비

측정장비는 진동가속도계와 시험목적, 진동의 측정, 기록, 분석에 적합한 부속장비로 한다. 그 외에 다음사항을 고려한다.

- 가. 측정장비는 측정대상 진동수에 대하여 공진주파수가 충분히 떨어진 동특성의 것을 사용한다.
- 나. 측정장비는 국부적인 진동이 없는 장소에서 측정방향에 올바르게 설치한다.
- 다. 측정장비는 수평면에 부착하고, 측정 중의 진동에 의해 움직이지 않도록 고정한다.
- 라. 필터는 대상이 되는 진동의 측정에 영향을 주지 않는 범위에서 사용한다.
- 마. 진동가속도계의 주파수특성은 측정대상 진동수의 범위를 충분히 만족하는 것으로 한다.
- 바. 진동가속도계는 측정범위가  $\pm 50m/s^2(5.1g)$  이 내인 것으로 한다.

(6) 측정방법

가. 상하 좌우방향 진동

- 가) 선정된 선로를 최고속도로 주행하며, 주행속도와 상하 좌우방향 진동가속도를 저장한다.
- 나) 차량의 주행속도는 EN 14363 또는 UIC 518을 참고하여 신청자(제작자)와 협의하여 추가할 수 있다.

나. 좌우방향 정상가속도

- 가) 선정된 곡선선로를 협의된 속도로 주행시킨다.
- 나) 주행속도와 좌우방향 진동가속도를 저장한다.

6) 시험기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- (1) 측정일시 및 기후
- (2) 차량편성상태 및 측정차량
- (3) 측정구간
- (4) 주행속도
- (5) 주행거리
- (6) 선로의 곡선반지름, 기울기, 구조 등
- (7) 시험기의 종류·형식·설치위치 및 구성도
- (8) 사용한 필터특성
- (9) 측정항목
- (10) 기타 특이사항



7) 결과분석방법

(1) 상하·좌우방향 진동

가. EN 14363에 따라 분석하는 것이 원칙이며, 측정된 다른 차체의 진동가속도에 대해 다음의 필터를 적용한다.

측정 항목	적용필터
차체 좌우방향 진동	0.4 ~ 10 Hz 밴드패스 필터
차체 상하방향 진동	

나. 필터를 통과시킨 데이터를 전체 시험구간을 단위구간(EN 14363 참조)으로 구분하고, 각 구간에 대해 진동 실효값,  $|h_1|$ (0.15%의 진동값의 절대치)와  $h_2$ (99.85%의 진동값)을 구한다. 전체 시험구간에 대해 각 방향에 대한 실효값과 최대값의 Estimated maximum value(X)를 다음 식으로부터 계산한다. 최대값의 Estimated maximum value(X)은  $|h_1|$ 과  $h_2$ 의 합한 데이터를 사용한다.

$$X=X_m+S \cdot k$$

여기서  $X_m$ 과 S는 Estimated maximum value 계산에 사용한 데이터의 산술평균과 표준편차를 의미한다.

(2) 좌우방향 정상가속도

가. EN 14363에 따라 분석하는 것이 원칙이며, 측정된 다른 차체의 진동가속도에 대해 다음의 필터를 적용한다.

측정 항목	적용필터
좌우방향 정상가속도	20 Hz 저주파패스 필터

나. 필터를 통과시킨 데이터를 전체 시험구간을 단위구간(EN 14363 참고)으로 구분하고, 각 구간에 대해  $|h_0|$ (50%의 진동값의 절대치)을 구한다. 전체 시험구간에 대해 좌우방향 정상가속도의 Estimated maximum value(X)를 다음 식으로부터 계산한다.

$$X=X_m+S \cdot k$$

여기서  $X_m$ 과 S는 전체 시험구간에서의 산술평균과 표준편차를 의미한다.

5.3.5 주요기기온도시험

1) 적용범위

해당 철도차량의 주요기기 온도에 대한 설계적합성 또는 형식동등성을 시험으로 입증하는 경우에 적용된다.

2) 시험 목적

(1) 온도시험

주행중 주요기기의 온도를 측정하여 안전한 범위 이하로 제한되는지 여부의 확인을 목적으로 한다.

## 3) 참고규격

IEC 62498-1:Railway applications. Environmental conditions for equipment. Equipment on board rolling stock

## 4) 시험방법 및 판정기준

## (1) 시험조건

가. 출발시 시험노선 전구간을 왕복운행하며 반복 실시한다.

나. 가속은 가능한한 최대견인력을 발휘하도록 하며 정차시 감속은 최대 제동력을 발휘하도록 한다.

다. 허용 최고속도로 운행한다.

## (2) 하중조건

가. 형식승인 : 만차상태

나. 완성검사 : 공차상태

## (3) 온도시험

가. 측정항목

가) 외기 온도

나) 축상 온도

다) 기타 필요한 부위

나. 시험방법 및 판정기준

가) 측정항목 온도를 시험운행동안 기록하여 규정된 온도범위 이내이어야 한다.

나) 축상온도는 운행 전·후에 측정하여 기록한다.

## 5) 시험기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

(1) 측정일시 및 기후

(2) 차량편성상태 및 측정차량

(3) 측정구간

(4) 주행속도

(5) 주행거리

(6) 측정구간의 곡선반지름, 기울기, 구조 등

(7) 시험기의 종류·형식·설치위치 및 구성도

(8) 사용한 필터특성

(9) 측정항목별 결과

(10) 기타 특이사항

## 5.3.6 주행안전성시험

## 1) 적용범위

해당 철도차량의 주행안전성에 대한 설계적합성 또는 형식동등성을 시험으로 입증하는 경우에 적용된다. 다만, 차량 형식시험은 최초 개발된 철도차량 또는 새로 설계된 주행장치를 포함하는 철도차량에 대해 직접적인 시험방법을 적용하고, 이미 개발된 차량 중 주행안전성에 영향을 미치지 않는 정도의 설계변경이 이루어진 철도차량에 대해서는 단순화 방법을 적용한다. 차량주행시험은 단순화 방법을 적용한다.

## 2) 용어정의

(1) 약어 설명

L/V : 탈선계수

L : 횡압(Lateral Force), 수평방향의 힘

V : 윤중(Vertical Force), 수직방향의 힘

$\Delta V$  : 윤중감소치

Y : 1축 당 횡압(kN)

P : 축중(kN)

$\alpha$  : 플랜지 접촉각

$\mu$  : 마찰계수

(2) 수직방향 하중(윤중, V)

차량이 선로를 주행하면서 레일에 작용시키는 수직방향의 하중을 말한다.

(3) 수평방향 하중(횡압, L)

정적윤중이 차량의 자중만큼만 검출된다면 횡압은 0이라고 볼 수 있다. 그러나 차량이 주행하게 되면 윤중감소가 발생하고 아울러 차륜 플랜지와 레일의 접촉으로 횡방향 하중이 발생하는데 이것을 횡압이라고 부른다. 어떠한 경우여라도 횡압이 윤중보다 커지게 되면 탈선의 위험성은 그만큼 높아지는 것이다.

(4) 탈선계수(L/V)

차량이 주행할 때 레일과 차륜은 차량의 하중 외에 주행시의 복잡한 운동으로, 차륜은 레일에 수직방향의 힘과 수평방향의 힘을 작용시킨다. 이 수평방향의 힘(횡압 L)에 대한 수직방향의 힘(윤중 V)의 비(L/V)를 탈선계수라 하며 이 값이 일정치를 넘으면 차륜이 레일을 올라타거나 뛰어넘어 탈선을 하게 되므로 주행안전성 검토의 기준이 된다. 탈선계수의 해석은 정적해석과 동적해석으로 구별되고 그림 1과 같은 상태에서의 정적 해석은 접촉점에서 힘의 평형을 고려하면 다음과 같은 식이 성립한다.

$$V \sin \alpha = L \cos \alpha + \mu (V \cos \alpha + L \sin \alpha)$$

$$\frac{L}{V} = \frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$$

$$\left( \frac{L}{V} \right) = \frac{\tan \alpha \mp \mu}{1 \pm \mu \tan \alpha}$$

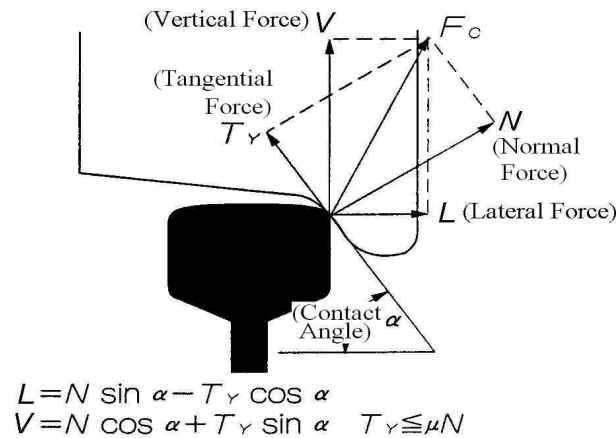


그림 1. Interaction forces between wheel and rail

(5) 윤중감소량

가. 정적윤중(V)

차량의 진동에 의한 영향이 없는 경우의 윤중으로 차량의 자중에 따라 그 크기가 결정되며, 윤중의 기본적인 값은 평탄 직선 구간을 5 km/h 정도의 속도로 주행할 때 윤중을 측정하여 수십개의 평균치를 구한 것으로 한다. 이것은 탈선계수 측정용 윤축의 교정값을 검증할 수 있도록 정확히 구하여야 한다.

나. 윤중감소비(ΔV/V)

차량의 진동이나 중심의 편기, 궤도 및 차량의 평면성 틀림, 곡선에서의 캔트 및 원심력, 풍압 등에 의해 윤중의 감소가 발생한다. 이때 윤중 감소치(ΔV)에 대한 정적인 윤중(V)의 비를 윤중감소비라 하며 이 값이 허용한도를 초과하면 탈선의 위험이 있다.

3) 참고규격

- (1) UIC CODE 518: Testing and approval of railway vehicles from the point of view of their dynamic behaviour - Safety - Track fatigue - Running behaviour, International Union of Railways
- (2) EN 14363: Railway applications. Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles. Testing of running behavior and stationary test.

4) 시험 방법

곡선추종성을 평가하기 위한 탈선계수 및 윤중감소량 측정은 차량의 운용상태, 주행하는 선로 조건, 차량에 적재된 하중조건 등에 따라 다양하게 변화하므로 본선 시운전시 실제 선로에서 차량의 주행중에 측정하는 것을 원칙으로 하며, 횡압 및 윤중의 측정은 차륜에 스트레인 게이지를 부착하여 정비·교정한 윤축을 차량에 장착하여 측정하고, 이 때 시험조건은 다음과 같다.

(1) 차량조건

- 가. 차량편성은 실제 운행편성으로 한다.
- 나. 시험하중은 공차 및 만차상태로 한다.
- 다. 차량은 사양에 맞게 제작되고 운전규정에 따라 충분히 정비되어 있어야 한다.

(2) 측정위치

- 가. 측정위치는 주행중 궤도나 차량의 특성에 의한 영향이 가장 큰 열차 진행방향의 최전

부 차축에서 하는 것을 원칙으로 한다.

나. 이론해석이나 외부환경에 따라 주행안전성이 보다 열악한 위치가 발생하게 되면 그 위치에서 측정하도록 한다.

(3) 측정구간

가. 측정구간은 본선 운행구간 또는 시험에 적정한 구간을 협의하여 선정한다.

나. 측정구간에 따른 운행거리는 별표의 주행안전기준에 따른다.

다. 측정구간의 선정은 신청자(제작자)와 협의할 수 있다.

(4) 운행속도

가. 시험속도 =  $\{(1.1 \times \text{제한속도}) \text{ 또는 } (\text{제한속도} + 10\text{km/h}) \text{ 중 큰 값}\} \pm 5\text{km/h}$

나. 요구되는 시험속도의 구현이 불가능한 경우, 해당운행구간에서의 운행최고속도로 한다.

(5) 측정항목

가. 윤중 및 윤중 감소량

나. 차륜당 횡압 및 축당 횡압

다. 차륜당 탈선계수

(6) 측정 횟수

측정구간을 상·하행으로 구분하여 분석에 필요한 충분한 데이터를 확보해야한다.

(7) 측정 장비

가. Measuring Wheel set : 차륜과 레일의 작용력을 측정할 수 있도록 차륜의 변형량을 센싱하여 하중으로 환산하는 스트레인 게이지를 부착한 측정용 윤축

나. Telemetry system : 회전체 윤축에서 고정체 차체로 신호를 전송하는 장치

가) Telemetry Transmitter

나) Battery Powered Transmitter Carrier

다) Telemetry Receiver

다. Speed sensor : 윤축 1회전당 1펄스씩 감지하여 속도와 거리를 연산

라. Data Recorder : 계측되는 신호 데이터를 저장하는 장치

마. 노트북 : 계측현장에서 신호를 모니터링하고 제어하는 역할

바. Signal Processor : 분석실에서 계측된 데이터를 재생하면서 신호를 처리

5) 결과의 분석

(1) 샘플링 주파수는 최소 200Hz 이상이어야 한다. 각각의 측정구간별, 시험구간별로 처리하여 측정값 중 최대값을 산정한다.

(2) 측정용 윤축에 부착된 Strain Gauge의 Bridge 회로 출력은 차륜 1회전에 2개의 파형이 그림 2와 같이 V, L 가 대응하여 나타난다. 여기서 기준선을 잡고 적용목적에 따라 나누어진 구간 중에서 V, L 파형의 최대치 또는 최소치를 치수 크기로 읽어 교정치와 비교하여 V, L의 크기를 하중단위로 환산하고 지점, 속도, 선로상태 등을 확인한다.

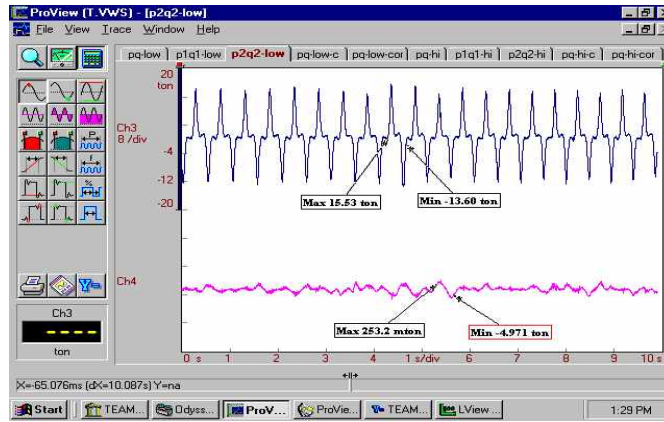


그림 2. Example of pulse (V, L)

6) 평가 기준

(1) 탈선계수

측정 전구간을 차륜 1회전마다 L/V의 최대치를 구하고 0.05 단위로 구분하여 빈도누적확률로 나타내어 기준에 적용한다. 이때 허용한도는 기본적으로 0.8 이하이며 추가적으로 그림 3과 같이 빈도누적확률로 나타내어 100%일 때 0.8, 0.1%일 때 1.1까지 허용하며, 최대값은 1.2까지 허용된다.

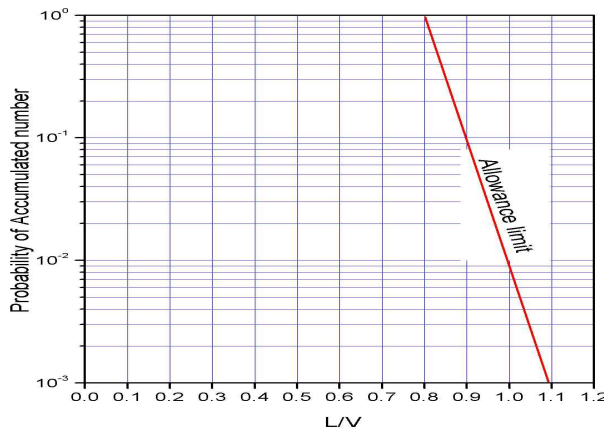


그림 3. 탈선계수 허용한도

(2) 횡압

횡압은 주로 곡선 통과시의 초과원심력에 의한 외궤측에서의 횡압과 차량의 좌우진동(Rolling, Yawing)에 의한 횡압으로 대별되고 보통 측정하는 횡압은 이들이 혼합된 것이다. 횡압의 허용한도는 측정 전구간에서 일정치 이상의 횡압과 일정치 이하의 윤증을 읽고 이것에 대응하는 횡압도 함께 읽어 기준에 적용한다. 이 경우에 횡압은 다음의 기준을 초과하여서는 안 된다.

$$Y = (P/3 + 10) \alpha$$

Y : 1축 당 횡압(kN)

P : 축중(kN)

$\alpha$  : 동력차·객차의 경우는 1, 화차의 경우는 0.85

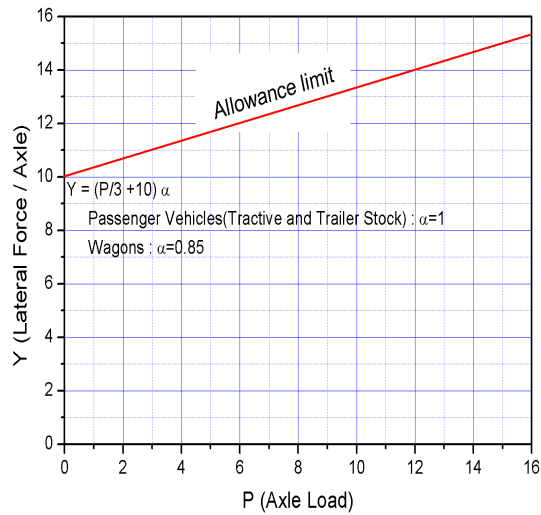


그림 4. 횡압 허용한도

(3) 윤중감소율

공차중량상태의 정적인 윤중감소량은 동일 차축에서 양쪽 차륜 평균치의 최대 60%까지 허용된다. 동적인 윤중감소량은 측정 전구간을 차륜 1회전마다 최소윤중(Pmin)을 읽고 윤중감소비를 계산하여 10% 단위로 나누어 빈도누적확률로 나타내어 기준에 적용한다. 이때 허용한도는 빈도누적확률로 100%일 때 50%, 0.1%일 때 80% 이하를 기준으로 평가한다.

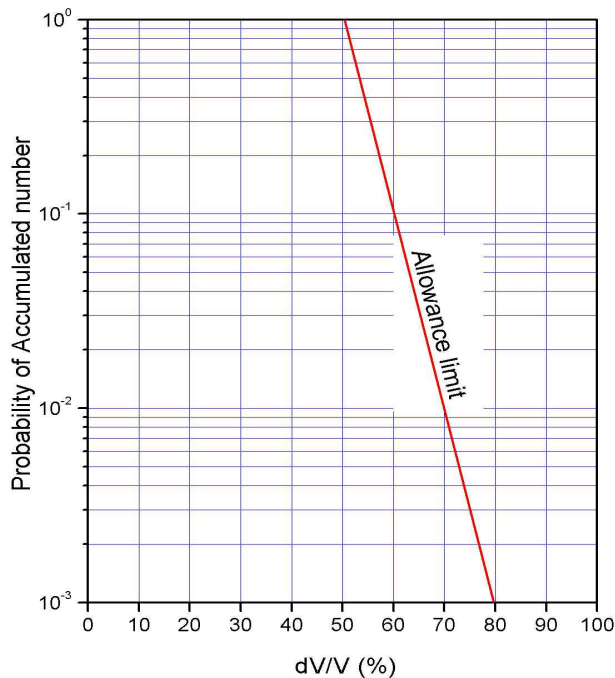


그림 5. 윤중감소율 허용한도

## 7) 시험기록

기록양식에는 다음과 같은 사항을 기록한다.

- (1) 측정일시 및 기후
- (2) 차량편성상태 및 측정차량
- (3) 측정구간
- (4) 주행속도
- (5) 시험기의 종류·형식·설치위치 및 구성도
- (6) 측정항목별 결과
- (7) 곡선, 구배, 교량, 전철기 등 기타 필요한 사항



[별표 1] 화차의 적합성평가

적합성 평가항목	설계적합성검사			차량형식시험
	기술 검토서	도면	해석서 (계산서)	
<b>제1장 개요</b>				
1.1 목적				
1.2 적용범위				
1.3 주요내용				
<b>제2장 적합성평가</b>				
<b>제3장 필수요구사항</b>				
<b>3.1 일반사항</b>				
<b>3.2 안전</b>				
<b>3.2.1 차량한계</b>				
1) 차량한계		○		차량한계시험
2) 차량중량	○		○	중량측정시험
3) 중량분포	○		○	중량측정시험
4) 차량구조		○		
5) 차량표시		○		
<b>3.2.2 주행안전</b>				
6) 차량-선로 작용력	○			주행안전성시험
7) 윤중 감소량	○			주행안전성시험
8) 횡압	○			주행안전성시험
9) 탈선계수	○			주행안전성시험
10) 전복방지		○	○	
<b>3.2.3 화재안전</b>				
11) 화재 안전설계	○			
12) 화재진압설비	○			자동화재진압 설비시험
<b>3.2.4 전기안전</b>				
13) 전기안전	○	○		내전압시험
14) 절연거리확보	○	○		절연저항시험
15) 전류귀환 및 접지	○			접지시험
16) 전자기유도장애의 억제	○			유도장애시험 전자제어기기 환경시험
17) 배선 및 전기기기의 배치		○		
<b>3.2.5 위험도분석</b>				

적합성 평가항목	설계적합성검사			차량형식시험
	기술 검토서	도면	해석서 (계산서)	
<b>3.3 성능</b>				
<b>3.3.1 운행조건</b>				
18) 기후조건	○			주요기기 온도 및 상태 시험
19) 하중조건	○			
20) 운전조건	○			
<b>3.3.2 운행성능</b>				
21) 제동성능	○			제동시험
22) 진동	○			진동시험
<b>3.4 인터페이스</b>				
<b>3.4.1 차량-궤도</b>				
23) 선로조건	○			곡선통과시험
24) 캔트 부족	○			
25) 레일 좌면 경사	○			
26) 궤도에 가해지는 하중	○			
27) 선로의 유지보수 한계값	○			
<b>3.5 운영 및 유지관리</b>				
<b>3.5.1 유지보수 기준 - 28)</b>	○			
<b>3.5.2 유지보수를 위한 자료</b>				
29) 일반자료	○			
30) 유지보수 자료	○			
31) 운행관련 자료	○			
32) 리프팅 도해 및 지침	○			
33) 구조 관련자료	○			
<b>3.6 운용한계</b>				
<b>3.6.1 안전운행 - 34)</b>	○			
<b>3.6.2 보건 - 35)</b>	○			
<b>3.6.3 소음</b>				
36) 주행소음 측정	○			소음시험
37) 제동소음 측정	○			소음시험
38) 환경소음 측정	○			소음시험
<b>제4장 주요장치별 기준</b>				
<b>4.1 일반사항</b>				

적합성 평가항목	설계적합성검사			차량형식시험
	기술 검토서	도면	해석서 (계산서)	
<b>4.2 차체 및 설비</b>				
39) 구조체 설계	○	○		누수시험
40) 구조체 안전	○		○	구조체하중시험
41) 리프팅	○	○		차체리프팅시험
42) 부식억제	○			
43) 고압가스 운송차량 특수장치	○	○		
<b>4.3 주행장치</b>				
44) 주행장치 설계		○		대차안정성시험
45) 주행장치틀		○	○	대차시험
46) 윤축 및 차륜특성	○	○		
47) 축상조립장치	○	○		
48) 현가장치	○	○		
49) 차체지지장치		○	○	차체지지장치시험
<b>4.4 제동장치</b>				
50) 제동장치 설계	○		○	
51) 제동 요구사항	○			제동장치시험
52) 비상제동	○			제동시험
53) 상용제동	○			제동시험
54) 주차제동(수용제동)	○			제동시험
55) 기초제동	○	○		제동장치시험
<b>4.5 연결장치</b>				
56) 연결기	○	○	○	

[별표 2] 기술기준 세부항목과 필수요구사항의 관계

기술기준 항목	필수 요구사항							
	안전	최소 성능	인터 페이스	운영 및 유지관리	신뢰성 및 가용성	보건	환경 보호	기술적 호환성
3. 필수요구사항								
3.1 일반사항								
3.2 안전								
3.2.1 차량한계								
1) 차량한계	○		○					
2) 차량중량	○		○					
3) 중량분포	○		○					
4) 차량구조	○		○	○				
5) 차량표시				○				○
3.2.2 주행안전								
1) 차량-선로작용력	○		○	○				
2) 운중감소량	○		○	○				
3) 횡압	○		○	○				
4) 탈선계수	○		○	○				
5) 전복방지	○		○	○				
3.2.3 화재안전								
1) 화재안전설계	○			○		○		
2) 화재진압설비	○			○		○		
3.2.4 전기안전								
1) 전기안전	○		○	○	○			
2) 절연거리확보	○		○	○	○			
3) 전류귀환 및 접지	○		○	○	○			
4) 전자기유도장애의 억제	○		○	○	○		○	
5) 배선 및 전기기기의 배치	○		○	○	○			
3.2.5 위험도분석								
3.3 성능								
3.3.1 운행조건								
1) 기후조건	○	○			○			
2) 하중조건	○	○						○
3) 운전조건	○	○			○			
3.3.2 운행성능	○	○	○	○				

기술기준 항목	필수 요구사항							
	안전	최소 성능	인터페이스	운영 및 유지관리	신뢰성 및 가용성	보건	환경 보호	기술적 호환성
3.4 인터페이스								
3.4.1 차량-궤도								
1) 선로조건	○		○	○				○
2) 캔트 부족	○		○					○
3) 레일 좌면 경사	○		○					○
4) 궤도에 가해지는 하중	○		○					○
5) 선로의 유지보수 한계값	○		○					○
3.5 운영 및 유지관리								
3.5.1 유지보수기준	○			○	○	○		
3.5.2 유지보수를 위한 자료								
1) 일반자료				○	○			
2) 유지보수 자료				○	○			
3) 운행 관련 자료				○	○			
4) 리프팅 도해 및 지침				○	○			
5) 구조 관련자료				○	○			
3.6 운용한계								
3.6.1 안전운행	○			○				
3.6.2 보건						○		
3.6.3 소음								
1) 평가범위		○		○			○	
2) 평가조건		○		○			○	
3) 주행소음 측정		○		○			○	
4) 제동소음 측정		○		○			○	
5) 환경소음 측정		○		○			○	
6) 평가방법		○		○			○	
4. 주요장치별기준								
4.1 일반사항	○	○	○	○				
4.2 차체 및 설비								
1) 구조체 설계	○	○						
2) 구조체 안전	○	○						
3) 리프팅	○	○		○				
4) 부식억제	○			○	○			

기술기준 항목	필수 요구사항							
	안전	최소 성능	인터 페이스	운영 및 유지관리	신뢰성 및 가용성	보건	환경 보호	기술적 호환성
5) 고압가스 운송차량 특수장치	○	○		○				
4.3 주행장치								
1) 주행장치 설계	○	○						
2) 주행장치틀	○	○						
3) 윤축 및 차륜특성	○	○	○					
4) 축상 조립장치	○	○						
5) 현가장치	○	○						
6) 차체 지지장치	○	○						
4.4 제동장치								
1) 제동장치 설계	○	○						
2) 제동 요구사항	○	○		○	○			
3) 비상제동	○	○						
4) 상용제동	○	○						
5) 주차제동(수용제동)	○	○						
6) 기초제동	○	○			○		○	
4.5 연결장치								
1) 연결기	○		○	○				○

**[별표 3] 화차의 총중량 세부기준**

1. 화차의 총중량은 정상적인 운전이 가능한 상태의 철도차량 자체만의 중량(공차중량)으로 하 되, 다음의 축중의 기준에 적합하여야 한다.
2. 축중 등 정차상태에서 철도차량의 축중 등은 아래 표의 기준을 만족하여야 한다.
3. 전용철도 구간에서만 운행하는 철도차량의 경우에는 적용하지 않는다.

[표] 일반철도 차량(화차)의 총중량 세부기준

차량유형	축중량	총중량
화차	≤ 24ton	≤ 1000ton ( 1m당 평균중량 ≤ 7ton )

4. 참고규격

- 1) KS C IEC 61133: 전기 견인 및 엔진 견인 철도 차량의 사용 전 완성차 시험 방법
- 2) EN 15663:Railway applications. Definition of vehicle reference masses
- 3) KS R 9142:철도 차량의 무게 측정 방법

**[별표 4] 화차의 제원산정 세부기준**

## 1. 적용범위

철도차량 구조의 치수·면적·용적 및 자중 등 철도차량의 제원산정은 다른 법령에서 정하는 것을 제외하고는 이 기준에서 정하는 바에 의한다.

## 2. 단위

단위의 표기 및 환산방법은 다음 각 호와 같다.

- 1) 길이, 폭, 높이는 밀리미터(mm)로 표시하며 소수점 이하는 반올림한다.
- 2) 면적은 제곱미터(m<sup>2</sup>)로 표시하며 소수점 1자리 미만은 반올림한다.
- 3) 용적은 세제곱미터(m<sup>3</sup>)로 표시하며 소수점 1자리 미만은 반올림한다.
- 4) 중량은 톤(ton)으로 표시하며 소수점 1자리 미만은 반올림한다.

## 3. 치수의 산정

- 1) 철도차량의 치수는 잔류적재물이 없고, 기준치수[새로이 제작되는 경우 또는 구조가 변경되어 제작되는 경우(부분품의 개량을 포함) 설계도 또는 제작설명서에 명기된 치수를 말한다. 이하 같다]대로 완전정비(급수는 제외한다)된 상태(이하 “공차상태”라 한다)에서 산정한다.
- 2) 철도차량 길이(Length, 영문약칭은 "L"로 표기한다)의 산정은 다음 각 호와 같다.
  - (1) 최대길이는 연결기 연결상태(완충기에 하중이 작용하지 아니할 때)에서 전후 양 연결면(넉클 안쪽 면)간의 거리로 한다.
  - (2) 차체외부길이는 차체의 길이방향 양쪽 끝판 바깥 면 사이의 수평거리로 하며, 양쪽 끝판이 없는 철도차량에서는 양끝 돌출부(end sill) 바깥 면 사이의 수평거리로 한다.
  - (3) 차체내부길이는 차체의 길이방향 양쪽 끝판 안쪽 면간의 거리로 한다. 다만, 벽이 굴곡된 구조일 경우 작은 쪽 치수를 적용한다.
- 3) 철도차량 폭(Width, 영문약칭은 "W"로 표기한다)의 산정은 다음 각 호와 같다.
  - (1) 최대 폭은 옆판(side plate) 바깥 쪽의 최대 돌출부간의 거리로 한다. 다만, 좌우 돌출부의 거리가 다를 때에는 많이 돌출한 쪽에서 차체중심선까지 측정한 길이의 2배로 한다.
  - (2) 외부 폭은 옆판의 바깥 면간 수평거리로 하며, 옆판이 없는 철도차량은 사이드실(side sill) 쪽 바닥판 바깥 면 사이의 수평거리로 한다.
  - (3) 내부 폭은 옆판 안쪽 면간 거리로 한다.
- 4) 철도차량 높이(Height, 영문약칭은 "H"로 표기한다)의 산정은 다음 각 호와 같다.
  - (1) 최대높이는 레일 윗면으로부터 철도차량 최상부까지의 높이로 한다.
  - (2) 차체상면높이는 레일 윗면에서 철도차량의 바닥판 윗면까지의 높이로 한다.
  - (3) 차체내부높이는 바닥판의 윗면으로부터 중앙부 지붕골조 아래쪽 부분까지의 거리로 하며, 천장이 있는 것은 바닥판 윗면에서 천장판의 표면 최고부까지의 높이로 한다. 무개화차의 경우에는 바닥판 윗면에서 옆판 및 끝판 중 낮은 쪽 표면까지의 높이로 하고, 호퍼차의 경우에는 바닥판과 문짝이 접촉하는 지점에서 옆판 및 끝판 중 낮은 쪽 표면까지의 높이로 한다.
- 5) 고정축거(rigid wheel base)는 중심회전이 가능한 주행장치에 부착된 1군의 고정축 중 맨 앞부분의 차축과 맨 뒷부분의 차축중심간 수평거리를 기준으로 산정한다.
- 6) 전체 축간거리(total wheel base)는 철도차량 1량의 앞뒤 양 끝에 있는 차축간의 수평 중



심거리를 기준으로 산정한다.

- 7) 대차중심간 거리(distance between centers of bogies)는 철도차량 1량의 앞부분 대차와 뒷부분 대차의 대차 중심간 수평거리를 기준으로 산정한다.
- 8) 철도차량의 바닥면적은 차체 내부의 길이와 폭을 곱한 것으로 한다.

#### 4. 용적의 산정

용적은 화물적재 장치의 내부 부피를 계산한 값으로 한다.

#### 5. 자중의 산정

- 1) 철도차량 자중의 산정을 위한 계중은 기준치수대로 관리된 공차상태에서 측정한다.
- 2) 새로이 제작되는 철도차량의 자중은 5량 이상(제작수량이 10량 미만인 경우는 제작수량의 50% 이상)을 계중하여 표준자중(동일한 설계도 또는 제작설명서에 의하여 제작된 철도차량에서 일정량을 표본 조사하여, 그 평균치로 산정한 중량을 말한다. 이하 같다)으로 산정한다. 이 경우 표준자중은 기준치수의  $\pm 5\%$  이내로 산정되어야 한다.
- 3) 구조가 변경되어 제작되는(부분품의 개량을 포함) 철도차량 중 정해진 표준자중에서 5% 이상의 차이가 발생될 요인이 있을 때에는 5량 이상(제작수량이 10량 미만인 경우는 제작수량의 50% 이상)을 계중하여 표준자중을 산정한다.
- 4) 운행차량 중 파손, 부식, 마모의 정도가 심각한 철도차량을 대보수하는 등 중량의 변동이 예상될 경우에는 대상차를 계중하여 자중을 재산정 한다. 다만, 재산정한 자중과 정해진 표준자중과의 차이가 5% 미만일 때에는 변경하지 아니한다.
- 5) 철도차량의 자중은 이상 유무를 확인하고 관리되어야 한다.

#### 6. 속도의 산정

열차운전속도는 선로와 차량의 구조, 운전취급조건과 해당운행구간의 선로상황 등을 고려하여 결정하고, 설계최고속도(design maximum speed)는 차량을 설계할 때 추정하는 해당운행구간에서의 최고속도로 한다.

**[별표 5] 화차의 풍력 전복방지 세부기준**

1. 적용범위

철도차량이 기후변화에 의한 횡풍과 열차 교행에 의한 열차풍을 받을 경우에 대한 전복방지기준을 규정한다.

2. 철도차량 전복 유형 분류

- 1) 곡선 통과중 외측 열차가 횡풍과 교행 열차풍을 받는 경우
- 2) 평탄선로 주행중 횡풍과 교행 열차풍을 받는 경우
- 3) 곡선에 내측 열차가 정차한 상태에서 횡풍과 교행 열차풍을 받는 경우

3. 철도차량 전복 방지 기준

- 1) 차량에 작용하는 외력의 합력의 작용점은 최소한 차륜-레일 접촉점을 넘지 않아야 한다. 즉, 차량중심선으로부터 합력의 작용점거리(아래 그림에서 b)는 차량중심선으로부터 차륜-레일 접촉점까지의 거리보다 작아야 한다.
- 2) 합력의 작용점 거리는 차량 중량, 차량 중심높이, 차량 측면 면적, 궤간, 곡선 반경, 캔트, 곡선 통과속도, 풍압력으로 구하며, 안전율은 합력의 작용점 거리와 차량 중심선으로부터 차륜-레일 접촉점까지의 거리를 고려하여 산정한다.
- 3) 유형별 합력작용점 산정기준
  - (1) 곡선 통과중 외측 열차가 횡풍과 교행 열차풍을 받는 경우

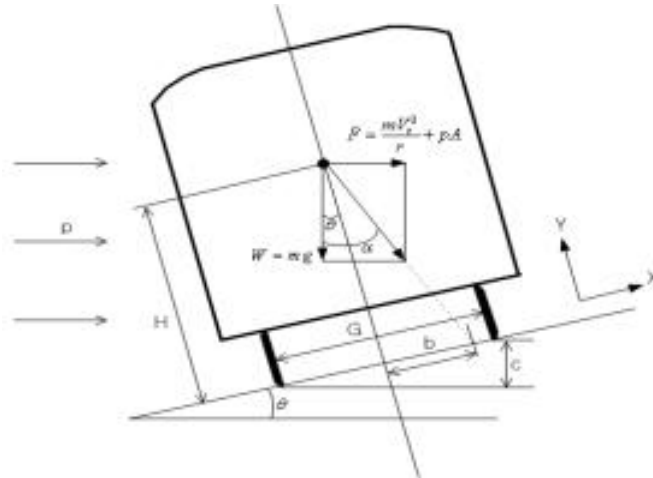
$$b = H \left\{ \frac{\frac{m V_t^2}{r} + \left( \frac{1}{2} \rho C_d C_w U^2 + p_t \right) A}{mg} - \frac{c}{G} \right\}$$

- (2) 평탄선로를 주행중에 횡풍과 교행 열차풍을 받는 경우

$$b = H \left\{ \frac{\left( \frac{1}{2} \rho C_d C_w U_\infty^2 + p_t \right) A}{mg} \right\}$$

- (3) 곡선에 내측열차가 정차한 상태에서 횡풍과 교행 열차풍을 받는 경우

$$b = H \left\{ \frac{c}{G} + \frac{\left( \frac{1}{2} \rho C_d C_w U_\infty^2 + p_t \right) A}{mg} \right\}$$



<그림 1> 차량의 중심선과 합력의 작용점

그림에서,

A : 차량 측면 면적 (m<sup>2</sup>)

c : 캔트 높이 (m)

$C_d$  : 항력계수

$C_w$  : 돌풍율(선로 및 지형조건에 따름, 일반적으로  $C_w \leq 1.0$ )

G : 궤간 (m)

g : 중력가속도 (m/s<sup>2</sup>)

H : 차량 중심 높이 (m)

m : 차량 중량 (kg)

p : 전(全) 풍압 ( $p_s + p_t$ ) (Pa)

$p_s$  : 횡풍에 의한 풍압 (Pa)

$p_t$  : 주행에 의한 열차풍압 (Pa)

r : 곡선 반경 (m)

s : 안전율 (일반적으로  $s = \frac{G}{2b} > 1.0$ )

$V_t$  : 열차속도 (m/s)

U : 원방의 횡풍 속도 (m/s)

$\rho$  : 공기밀도 (kg/m<sup>3</sup>)

**[별표 6] 화차의 구조체 세부기준**

## 1. 적용범위

화차 구조체의 설계 및 입증을 위한 조건과 방법을 정한다.

## 2. 구조체의 설계 및 입증

1) 화차의 구조체 설계 및 입증은 EN 12663-2(Railway application - Structural requirements of railway vehicle bodies)을 참고할 수 있다.

(1) 하중조건 : 제5장 (Load cases)

(2) 구조체의 설계검증 : 제6장 (Design validation of vehicle body)

(3) 특수장치의 설계검증 : 제7장 (Design validation of associated specific equipment)

(4) 충격시험 : 제8장 (Buffing impact testing)

(5) 입증방법 : 제9장 (Validation programme)

2) 화차의 설계특성에 따라 EN 12663-1 또는 EN 12663-2 외에도 KS R 9223, KS R 9228, EN 12663, EN 15085-1, EN 15085-2, EN 15085-3, EN 15085-3, EN 15085-4, EN 15085-5, KS R 9151, KS R 9152, KS R 9204, KS R 9205 등을 선택적으로 참고할 수 있다.

## 3. 구조체 하중시험

1) 하중시험을 하기 위해서는 차체를 올려놓고 하중종류별로 하중작용점에 하중을 가할 수 있는 하중시험대(test rig) 및 지그(jig)를 갖추어야 한다.

2) 시험대상 구조체에 1축 및 3축 스트레인게이지(strain gauge)를 응력 집중점과 부하가 많이 걸리는 지점 등에 설치한다. 게이지의 취부위치를 결정하기 위해 반드시 구조해석 등의 과학적 방법을 사용하여야 한다.

3) 시험 전 및 시험 중 아래 값을 측정 기록한다.

(1) 개구부 코너 등을 비롯한 과다 변형 예상 지점의 변형을

(2) 차체 중앙부의 처짐

(3) 잔류 처짐량

(4) 개구부를 비롯한 관심 위치의 잔류 변형량

4) 각종 하중시험 전에 구조체 전체의 안정화를 위한 예비하중을 가한다.

5) 하중을 가할 때에는 최대하중의 75%까지 부하를 가한 후, 그 단계에서 최대하중까지 가하는 시험을 최소한 2회 하여야 하고 최종적으로 가한 최대 하중상태에서 측정된 값들로 성능평가를 하여야 한다.

6) 연결기 높이, 창문틀 높이, 캔트레일 높이에 가해지는 압축하중들은 하중을 가할 때 해당되는 구조체 부재에 집중응력이 발생하지 않고 하중을 골고루 분포시키기 위해 필요한 지그 및 장치를 이용하여야 한다. 또한, 압축하중에 대한 반력이 하중작용점과 수평면에 발생하도록 조치하여야 한다.

7) 수직하중 부하 및 운행조건하중 부하 시 전체 하중이 바닥에 골고루 분포되도록 중량물이나 적절한 장치를 이용하여야 하며, 장치의 무게도 부하하중에 포함되도록 계산되어야 한다.

8) 바닥 면에 골고루 분포되는 중량물의 무게는 아래와 같이 결정된다.

하중무게 = 수직하중/g - 구조체의 무게

여기서 g는  $9.81\text{m/s}^2$  의 중력가속도이다.

9) 수직하중시험 및 운행조건하중시험의 정적응력은 하중 부하 시 측정되는 응력들로부터 아

래의 계수를 곱하여 얻어질 수 있다.

1 + (구조체 무게/하중무게)

- 10) 각 차종별로 연결기 높이에서 가해진 순수 압축하중 시험 시 구조체의 중앙부에 아래쪽 처짐이 발생하는 경우에는, 압축하중과 수직하중이 동시에 가해지는 조합하중시험을 추가하여야 하며, 그 외에는 인장하중과 수직하중을 동시에 가하는 조합하중시험을 추가하여야 한다.

4. 평가기준

1) 판정기준

- (1) 압축하중 및 수직하중의 판정기준은 시험대상체가 제한된 허용응력을 초과하지 않는 것이다. 허용응력은 안전계수와 항복응력에 의해 결정된다.

$$\sigma_{perm} = \frac{1}{S_1} \sigma_Y$$

여기서  $\sigma_{perm}$ 는 허용응력,  $S_1$ 는 압축 및 수직하중에 대한 안전계수,  $\sigma_Y$ 는 재료의 항복응력이다.

- (2) 운행조건 하중에 대한 허용응력은 안전계수와 피로한도에 의해 아래와 같이 결정된다.

$$\sigma_{perm} = \frac{1}{S_2} \sigma_d$$

여기서  $\sigma_d$ 는 재료의 피로한도이며  $S_2$ 는 운행조건 하중에 대한 안전계수이다.

- (3) 진동시험은 합부의 판정 없이 고유진동수를 측정하여 제시하도록 한다.
- (4) 강재(Steel)의 경우는 허용응력이 파단한계(breaking limit)에 의하여 결정될 수 있다.

2) 안전계수의 산정 : EN 12663-1의 제5장 (Structural requirements)과 다음 표를 참고한다.

(1) 압축하중 및 수직하중에 대한 안전계수( $S_1$ )

구 분	안전계수		비고
파단(fracture) 일 경우	안전계수 $S_1=1.5$ 로 정한다.		강재(steel)의 경우
항복응력(yield stress)일 경우	비용접 구조 및 결합부분	$S_1=1.0$	
	용접된 구조 및 결합부분	$S_1=1.1$	

(2) 운행조건 하중에 대한 안전계수( $S_2$ )

구 분	안전계수		비고
파단(fracture) 일 경우	안전계수 $S_2=2.2$ 로 정한다.		강재(steel)의 경우
피로응력(fatigue stress)일 경우	비용접 구조 및 결합부분	$S_2=1.5$	
	용접된 구조 및 결합부분	$S_2=1.65$	

**[별표 7] 화차의 차체지지장치 세부기준**

## 1. 적용범위

일반철도 차량(화차)의 주행장치(대차)와 차체를 연결하여 지지하는 장치(차체지지장치)의 설계 및 입증을 위한 조건과 방법을 정한다.

## 2. 차체지지장치의 설계 및 입증

1) 화차의 차체지지장치 설계 및 입증은 EN 12663-2를 참고할 수 있다.

(1) 하중조건 : 제5장 (Load cases)

(2) 구조체의 설계검증 : 제6장 (Design validation of vehicle body)

(3) 특수장치의 설계검증 : 제7장 (Design validation of associated specific equipment)

2) 일반철도 차량(화차)의 설계특성에 따라 EN 12663-1 또는 EN 12663-2 외에도 KS R 9228, EN 15085-1, EN 15085-2, EN 15085-3, EN 15085-4, EN 15085-5 등을 선택적으로 참고할 수 있다.

## 3. 판단기준

주행장치와 차체의 연결부위는 “2” 항의 하중조건에서 영구변형이나 파손이 발생하지 않아야 하고 하중이 제거된 후에도 정상적으로 작동되어야 한다.

[별표 8] 구성품시험의 대상항목

연번	시험규격	시험대상	세 부 시험항목	비 고
1	구조체 하중시험	차체 구조체	압축하중시험 인장하중시험 조합하중시험 수직하중시험 운행하중시험 3점지지시험 리프팅/잭킹 고유진동수 측정시험(x,y,z)	
2	대차시험	대차	완성대차검사 대차하중시험 (정하중시험) (피로시험)	
3	대차안정성시험	대차	비가진 주행안정성 시험 가진 주행안정성 시험 궤도틀림 적용 주행안전 시험	
4	차체지지장치시험	차체지지장치	하중시험 (해석으로 입증 시 불필요)	
5	제동장치시험	제동장치	공기누설시험 성능시험 진동시험 온도시험 충격시험	

[별표 9] 완성차시험의 대상항목

연번	시험규격	시험대상	세 부 시험항목	비 고
1	중량측정시험	완성차량	축중측정 동일축 운중차이 동일차량 좌우운중 합 차이 차량중량 편성중량	
2	차량한계측정	완성차량	차량한계측정	
3	곡선통과시험	완성차량	곡선통과시험	
4	누수시험	완성차량	차체누수시험	
5	차체리프팅 시험	완성차량	차량운반시험 대차분리시험	
6	제동시험	완성차량	제동시험	



[별표 10] 시운전시험의 대상항목

연번	시험규격	시험대상		세 부 시험항목	비 고
1	제동시험	상용제동시험	감속도 측정	상용제동	
			제동거리 측정 (평탄)	상용제동	
		비상제동 시험	공주시간측정	비상제동	
			비상 제동거리 측정 (평탄)	건조레일 젖은레일 순수공기	
2	유도장애시험	전자파간섭		복사성간섭시험	
3	소음시험	편성차량		주행소음 제동소음 환경소음	
4	진동시험	편성차량		상하좌우방향 진동시험 좌우방향 정상가속도 시험	
5	주요기기온도시험	온도시험		외기 온도 기타 필요한 부위	
6	주행안전성시험			윤중 및 윤중 감소량 차륜당 횡압 및 축당 횡압 차륜당 탈선계수	