

KR C-14060

Rev.7 , 28. August 2023

궤도재료설계

2023. 8. 28



국가철도공단

REVIEW CHART

개정 번호	개정 일자	개정사유 및 내용(근거번호)	작성자	검토자	승인자
0	2012.12.5	설계기준 체계 전면개정 (설계기준처-3537, '12.12.5)	장을호	석종근 손병두	김영우
1	2013.10.24	궤도분야 업무효율화를 위한 협력사 합동 토론회결과(궤도처-426, '13. 2. 7) 반영 및 궤도처 “철도설계지침 및 편람 (궤도편)개정 요청사항 반영(궤도처 -975, '13. 3.27)	엄종우	이용희	김영우
2	2014.1.10	“철도의 건설기준에 관한 규정('13.5.16)” 및 “철도설계기준('13.12.5)” 개정내용 반영(설계기준처-77)	최용진	유승위 이용희	김영우
3	2017.7.25	연구용역결과반영(레일체결장치 시험 기준 정립 및 유지관리합리화 방안) (설계기준처-2183, '17.07.25)	엄종우	백효순 이만수	김영하
4	2018.09.03	이원화된 자갈궤도의 침묵배치간격을 속도별 기준으로 일원화 등(기준심사 처-1745, '18.09.10)	이성도	박진용 민병균	손병두
5	2019.03.29	설계속도에 따라 레일 및 침묵 적용 반영 (기준심사처- , '19.03.29)	임정빈	박진용 민병균	손병두
6	2021.11.15	레일규격 확대적용 및 레일연마기 준 변경(기준심사처-4491, '21.11.15)	공병근	이창현 심형환	최원일
7	2023.08.28	“분기기 설치조건 및 도상자갈 품질기 준 개선 연구” 결과를 반영한 분기기 설치기준 중복 또는 상이내용 일원화, 도상자갈 적용기준 반영(기준심사처 -3119호)	공병근	이창현 안기성	김종호

경 과 조 치

이 “철도설계지침 및 편람” 이전에 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여는 발주기관의 장이 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 우리공단 “철도설계지침 및 편람”을 그대로 사용할 수 있습니다.

일 러 두 기

- 사용자의 이용 편의를 위하여 책 단위로 구성된 “철도설계지침” 및 “편람”을 국제적인 방식에 맞게 체계를 코드별로 변경하였습니다.
또한, 코드에 대한 해설 및 목차역할을 하는 KR CODE 2012, 각 코드별로 기준 변경사항을 파악할 수 있도록 Review Chart 및 Record History를 제정하였습니다.
- 이번 개정된 “철도설계지침 및 편람”은 개정 소요가 발생할 때마다 각 항목별로 수정되어 공단 EPMS, CPMS에 게시될 것이니 설계적용 시 최신판을 확인 바랍니다.
- “철도설계지침 및 편람”에서 지침에 해당하는 본문은 설계 시 준수해야 하는 부분이고, 해설(이전 편람) 부분은 설계용역 업무수행의 편의를 제공하기 위해 작성한 참고용 기술도서입니다. 여기서, 제목 부분의 편람은 각 코드에서의 해설을 총칭한 것입니다.

목 차

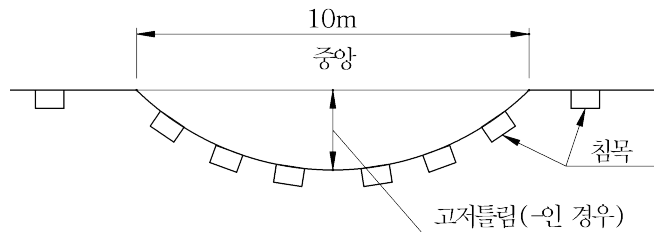
1. 용어의 정의	1
2. 궤도재료	7
2.1 궤도재료의 조건	7
2.2 궤도재료의 선정	8
2.3 선정방법 및 선정절차	8
2.4 신규궤도재료의 검증	9
2.5 레일	9
2.6 침목	10
2.7 레일 체결장치	11
2.8 도상자갈	12
3. 분기기	13
3.1 분기기의 역할	13
3.2 분기기의 요구조건	13
3.3 분기기의 적용	14
3.4 크로싱	14
4. 장대레일 신축이음장치	14
4.1 신축이음매의 역할	14
4.2 신축이음매의 요구조건	14
4.3 신축이음매의 적용	15
5. 레일 이음매	16
5.1 이음매의 배치	16
5.2 레일 이음매의 지지방법	16
6. 접착절연 레일	16
6.1 적용범위	16
6.2 성능	16
해설 1. 궤도재료	17
1. 레일	17
1.1 레일의 종류 및 규격	17
1.2 레일의 적용 기준	17

1.3 레일연마 기준	17
2. 침목	20
2.1 침목의 종류 및 규격	20
3. 레일체결장치	20
3.1 레일 체결장치의 종류 및 규격	20
4. 도상자갈	20
4.1 도상자갈의 종류 및 규격	21
해설 2. 분기기	20
1. 탄성분기기와 노스가동분기기 종류 및 규격	20
1.1 탄성분기기	20
1.2 노스가동분기기	20
해설 3. 장대레일 신축이음매	20
1. 신축이음매의 종류 및 규격	20
해설 4. 절연접착레일	23
1. 접착절연 레일 분류	23
2. 요구조건	23
3. 절연저항 시험	23
부록 1. 궤도구조 성능검증 절차	24
별표 1. 구성품 성능규격	29
별표 2. 궤도구조 설계 요구조건	30
별표 3. 조립시험 항목 및 기준	42
별표 4. 현장설치 시험항목 및 기준	48
별표 5. 개량항목에 따른 단계별 성능검증 항목 선정 예	51
부록 2. 레일체결장치 기술기준	54
RECORD HISTORY	55

1. 용어의 정의

본 설계지침과 관련된 용어는 가, 나, 다 순으로 정리하였다.

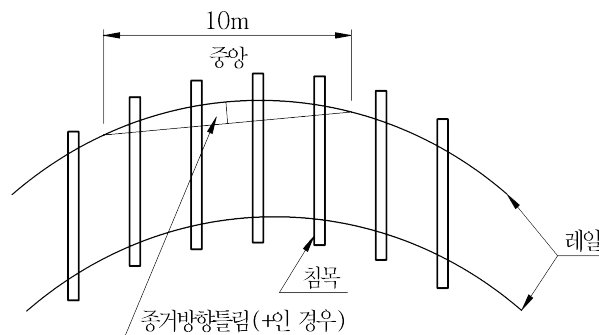
- (1) 강성(剛性) : 구조물의 단단한 정도를 말하며, 보통 단위 변형을 일으키는 힘의 크기로 나타냄
- (2) 건널목 : 철도 선로가 도로와 평면적으로 교차하는 부분으로 도로교통을 용이하게 하기 위하여 궤도부분 또는 선로부지 내를 나무, 콘크리트, 석재 등으로 포장하고 필요에 따라 통행자의 주의를 끌도록 경계표를 설치. 교통량에 따라 보안설비를 하며 그 설비의 종류에 따라 제 1, 2, 3종 등으로 나누며 보안설비로 안전을 보장하기 힘든 경우 또는 도로망 등의 관계로 입체교차로 하는 경우가 있음
- (3) 고속분기기 : 통상 노스가동 크로싱을 사용한 철차번호 F18.5번 이상의 분기기
- (4) 고속철도(高速鐵道) : 열차가 주요구간을 시속 200킬로미터 이상의 속도로 주행하는 열차
- (5) 고저(면틀림) : 한쪽 레일의 레일길이 방향에 대한 레일면의 높이차



- (6) 궤간(軌間) : 양쪽 레일 안쪽 간의 거리 중 가장 짧은 거리를 말하며, 레일의 윗면으로부터 14밀리미터 아래지점을 기준으로 함
- (7) 궤도(軌道) : 레일 · 침목 및 도상과 이들의 부속품으로 구성된 시설
- (8) 궤도 중심(軌道 中心) : 궤도의 선형 중심선
- (9) 궤도틀림(irregularity of track) : 열차의 반복하중에 의해 궤도에 발생하는 궤간, 수평, 방향, 고저, 평면성 등의 틀어짐
- (10) 기지(基地) : 화물의 취급 또는 차량의 유치 등을 목적으로 시설한 장소로서 화물기지, 차량기지, 주박기지, 보수기지 및 궤도기지
- (11) 노반(路盤) : 궤도를 부설하기 위한 토목구조물 및 토공
- (12) 도상(道床) : 도상은 레일 및 침목으로부터 전달되는 열차하중을 노반에 넓게 분산시키고, 침목 또는 체결장치를 소정위치에 고정시키는 기능을 하며, 온도에 의한 레일의 좌굴을 방지하고 침목의 종방향력에 저항하는 궤도재료로서 일반적으로 깐자갈 또는 콘크리트가 사용
- (13) 레일(Rail) : 레일은 열차하중을 직접 지지하며, 차량이 탈선하지 않도록 유도하여 차량의 안전운행을 확보. 레일은 침목과 도상을 통하여 열차하중을 넓게 노반에 분

포시키며, 원활한 주행면을 제공하여 주행저항을 적게 하고, 신호전류의 궤도회로, 동력전류의 통로도 형성하는 역할을 하여 열차를 안전하게 유도하는 궤도의 가장 중요한 재료

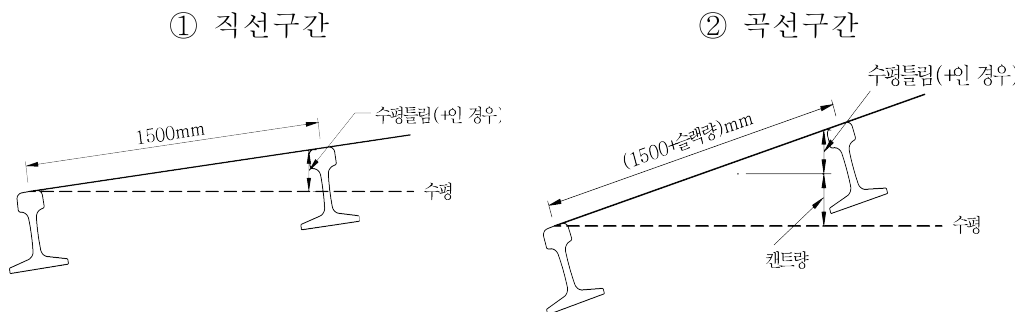
- (14) 레일신축 : 레일이 온도의 변화에 따라서 신축하는 현상
- (15) 레일응력 : 열차 하중에 의해서 레일에 발생하는 응력
- (16) 레일 체결장치(Rail fastening device) : 레일을 침목 또는 다른 레일 지지구조물에 결속시키는 장치를 레일 체결장치라 함. 레일 체결장치는 레일에 가해지는 각종 부하요소, 즉, 레일 상하방향, 레일 좌우방향, 레일 종방향의 하중 또는 작용력, 여기에 수반된 회전력, 충격력 및 진동에 저항할 수 있어야 함. 레일 체결장치는 좌우레일을 항상 바른 위치로 유지시켜야 하며, 이와같은 부하요소를 침목, 도상 등 하부구조에 전달 또는 차단하는 역할을 함
- (17) 레일 축력(Axial force) : 레일의 길이방향으로 발생하는 힘
- (18) 방향(줄뜰림 : 方向) : 궤간 측정선에 있어서의 레일 길이 방향의 좌우 굴곡차



- (19) 본선(本線) : 열차운행에 상용할 목적으로 설치한 선로 (예 : 주본선, 부분선)
- (20) 부분선(副本線) : 정거장 내에 있어 주본선 이외의 본선 (예 : 상·하부분선, 착발선, 도착선, 통과선, 대피선, 교행선)
- (21) 분기기(Turnout or Switch) : 분기기는 열차 또는 차량을 한 궤도에서 타궤도에 전이시키기 위하여 설치한 궤도상의 설비
- (22) 선로(線路) : 차량을 운행하기 위한 궤도와 이를 받치는 노반 또는 인공구조물로 구성된 시설
- (23) 선로 전환기(線路 轉換機) : 차량 또는 열차 등의 운행 선로를 변경시키기 위한 기기
- (24) 설계서(設計書) : 국가계약법상 회계예규 '공사계약 일반조건 제2조 제4호'에 의거 공사시방서, 설계도면 및 현장설명서를 말함. 다만, 공사 추정가격이 1억원 이상인 공사(제19조제2항제2호 및 제3호에 규정한 공사는 제외)에 있어서는 공종별 목적물 물량(가설물의 설치에 소요되는 물량포함. 이하 같다)이 표시된 내역서를 포함
- (25) 소음(騒音) : 소음이란 듣는 사람이 원하지 않는 소리. 즉 소음은 일반적으로 기계 ·

기구·시설 등의 사용에 따라 발생하는 강한 음, 불쾌한 음, 충격성의 음, 음악감상이나 대화를 하는 음, 주의집중이나 작업을 방해하는 음 등 “사람이 원하지 않는 모든 소리”라고 정의되며 소음 발생원에 따라 공장소음, 교통소음, 생활소음으로 구분

- (26) 등가 소음도(Leq : Equivalent Sound Level) : 충격성 음의 시끄러움은 그 지속시간 중 음 강도의 총에너지에 의해 결정된다는 등음향 에너지법칙을 기초로 하여 큰 폭으로 변동하는 소음을 평가하는 평가량 중의 하나이며, 변동하는 소음을 주어진 시간동안 변동하지 않는 평균레벨의 크기로 환산하는 방법
- (27) 전동음(Rolling Noise) : 차륜과 레일의 상호작용에 의해서 발생하는 음
- (28) 충격음(Impact Noise) : 레일의 이음매를 차륜이 통과할 때 혹은 차륜담면에 발생한 마모에 의해서 레일에 충격을 가해서 발생하는 음
- (29) 스킬소음(Squeal Noise) : 차량이 곡선을 통과할 때에 차륜 후렌지와 레일의 측면이 접촉해서 발생하는 음
- (30) 수평(수평틀림) : 레일의 직각방향에 있어서 좌우 레일면의 높이차



- (31) 슬랙(Slack) : 차량이 곡선부를 원활하게 통과하도록 바깥쪽 레일을 기준으로 궤간을 넓히는 것
- (32) 시공기면(Foundation Level) : 노반을 조성하는 기준이 되는 면을 말하며, 시공기면(F.L)의 기준점은 궤도중심에서 수평거리 750mm 되는 레일두부 정점에서 아래 방향으로 노반면까지의 최단거리점으로 함
- (33) 신축이음매(Rail expansion joint) : 신축이음매란 장대레일의 온도상승 및 하강에 따라 발생하는 축력이 허용 좌굴강도를 초과하거나 파단시 개구량이 허용량을 초과하는 개소에 설치하는 장치
- (34) 안전측선(安全側線) : 정거장 또는 신호소에서 둘 이상의 열차 또는 차량이 동시에 진입 또는 출발할 때 과주하여 충돌 등의 사고가 발생하는 것을 방지하기 위하여 설치한 측선
- (35) 열차(列車) : 동력차에 객차 또는 화차 등을 연결하여 본선을 운전할 목적으로 조성한 차량

- (36) 완화곡선(緩和曲線) : 캔트 체감에 대응한 곡률 저감을 위해 원곡선과 직선 사이에 위치하는 곡선
- (37) 유치선(留置線) : 수용선이라고도 하며, 전동차나 객차, 화차를 수용·유치하는 선으로 운용차를 수용하는 선로, 도착선, 출발선, 세척선, 검사선, 기회선 등을 제외한 선
- (38) 일반철도(一般鐵道) : 열차가 주요구간을 시속 200킬로미터 미만의 속도로 주행하는 열차
- (39) 임시선(臨時線) : 기존 운행선과 인접하여 시설물 또는 선로를 건설할 경우 운행열차의 안전을 확보하고 철도 운영자의 열차운행의 지장을 최소화하기 위하여 일정기간 임시적으로 기존선을 변경하여 사용하는 선
- (40) 장대레일(長大) : 레일을 연속으로 용접하여 한 개의 길이가 200m 이상으로 구성된 레일
- (41) 장척레일(長尺) : 레일을 연속으로 용접하여 레일 한 개의 길이가 25m 이상, 200m 미만으로 구성된 레일
- (42) 전동차 전용선(電動車 專用船) : 축중 180kN 이하의 전동차를 전용으로 운행하는 선로
- (43) 절연이음매(insulation joint) : 레일과 이음매판의 볼트 주위 및 유간에 직접 파이버(fiber) 또는 합성수지(plastic) 및 기타의 재료로 된 절연재를 삽입하여 전기를 절연시키는 이음매
- (44) 정거장(停車場) : 여객 또는 화물의 취급을 위한 철도시설 등을 설치한 장소[주차장(열차의 조성 또는 차량의 입환을 위하여 철도시설 등이 설치된 장소) 및 신호장(열차의 교차 통행 또는 대피를 위하여 철도시설 등이 설치된 장소)을 포함]
- (45) 정척레일(定尺) : 레일 한 개의 길이가 25m인 레일
- (46) 종곡선(縱曲線) : 차량이 선로기울기의 변경지점을 원활하게 운행할 수 있도록 중단 면상에 두는 곡선
- (47) 좌굴(Buckling) : 레일의 온도상승에 의해 레일이 휘는 현상
- (48) 주본선(主本線) : 정거장 내에 있어 동일방향의 열차를 운전하는 본선이 2개 이상 있을 경우 그 가운데에서 가장 중요한 본선 (예 : 상·하본선)
- (49) 진동(振動) : 진동이란 질점 또는 물체가 외력을 받아 평형위치에서 반복 운동하는 현상. 진동에는 주기운동과 불규칙으로 운동하는 비주기 운동으로 나눌 수 있음. 일반적으로 기계나 구조물은 질량, 강성, 감쇠가 분포된 계로써, 질량과 강성은 물체가 정적인 평형위치를 중심으로 진동하는 원인이 되며, 감쇠는 시간이 경과함에 따라 진동이 소멸되는 원인이 됨
- (50) 진동가속도 레벨(vibration acceleration level : VAL) : 진동의 물리량을 dB로 나타낸 것으로, 측정대상 진동의 가속도 실효치(m/s²)를 기준진동의 가속도 실효치(1

gal 이나 $10 \sim 5\text{m/s}^2$)로 나누어 상용대수에 20을 곱하여 dB로 나타낸 값

- (51) 진동레벨(vibration level) : 1~90Hz 범위의 주파수대역별 진동가속도 레벨에 주파수대역별 인체의 진동감각특성(수직 또는 수평감각)을 보정한 후의 값들을 dB 합산한 것
- (52) 차량(車輛) : 선로를 운행할 목적으로 제작된 동력차·객차·화차 및 특수차
- (53) 철도(鐵道) : 전용 용지에 토공, 교량, 터널, 배수시설 등 노반을 조성하여 그 위에 레일, 침목, 도상 및 그 부속품으로 구성된 궤도를 부설하고 그 위를 기계적, 전기적 또는 기타 동력으로 차량을 운행하여 일시에 대량의 여객과 화물을 수송하는 육상 교통기관
- (54) 축중(軸重) : 차량 1쌍의 축이 레일에 가해진 수직인 힘
- (55) 충격하중(衝擊荷重) : 동적하중 중에서 레일절손, 용접부 불량, 차륜 플랫 등과 같은 열차운행 중 예외적으로 발생하는 하중을 말하며 비교적 변동이 큰 하중
- (56) 측선(側線) : 본선 외의 선로 (예 : 유치선, 조성선, 예비차선, 압상선, 전송선, 인상선, 분별선, 화물적하선, 반복선, 기회선, 기대선, 세척선, 검수선, 안전측선 등)
- (57) 침목(Sleeper or Tie) : 침목은 레일을 소정위치에 고정시키고 지지하며, 궤간을 정확하게 유지하며, 레일을 통하여 전달되는 하중을 도상에 넓게 분포시키는 역할
- (58) 캔트(Cant) : 차량이 곡선구간을 원활하게 운행할 수 있도록 안쪽 레일을 기준으로 바깥쪽 레일을 높게 부설하는 것
- (59) 콘크리트궤도 : 도상구조에 콘크리트를 사용하는 방식의 궤도구조로서 ‘사전제작 콘크리트궤도’와 ‘현장타설 콘크리트궤도’ 등을 말함
- (60) 탄성(彈性)체결 : 레일을 침목에 탄성적으로 체결하는 것
- (61) PC침목 : Pre-stressed Concrete 침목
- (62) 하중(荷重) : 구조물 또는 부재에 응력이나 변형의 증감을 일으키는 전체의 작용력

2. 궤도재료

2.1 궤도재료의 조건

궤도재료는 고속으로 주행하는 열차하중을 직접 지지하므로 다음 조건을 구비하여야 한다.

- (1) 열차의 충격하중을 견딜 수 있는 재료로 구성될 것
- (2) 열차하중을 시공기면 이하의 노반에 광범위하게 균등하게 전달할 것
- (3) 차량의 동요와 진동이 적고 승차기분이 좋게 주행할 수 있을 것
- (4) 유지·보수가 용이하고, 구성 재료의 갱환이 간편할 것
- (5) 궤도틀림이 적고, 열화진행이 완만할 것

(6) 차량의 원활한 주행과 안전이 확보되고 경제적인 것

2.2 궤도재료의 선정

- (1) 궤도재료는 한국산업규격(KS), 한국철도표준규격(KRS)과 한국철도시설공단 및 코레일의 표준규격으로 설계하여야 하며, 기술발전에 따라 궤도용품이 개량된 경우 공단의 승인을 득한 후 기술(시스템)을 수용하여야 한다.
- (2) 주요자재 선정시 신기술을 획득한 자재 등 독과점적인 성격이 강하여 분쟁발생 우려가 있는 제품일 경우 공단이 정한 “기술심의 위원회” 규정에 따라 운영하여 결정한다.
- (3) 궤도부설을 위하여 궤도자재 및 궤도재료 선정시 고려할 사항은 다음과 같다.
 - ① 국내외 적용사례 등을 통해 열차운행 안전성이 확보된 것
 - ② 시공 및 유지관리비 절감과 가격의 안전성이 확보된 경제적으로 유리한 것
 - ③ 보수자재의 안정적 수급이 용이하고 기존 시스템과 호환성이 있는 유지관리성이 유리한 것
 - ④ 소음 진동저감 및 미관이 양호한 환경성이 고려된 것
 - ⑤ 가능한 한 국내 경험이 있고 시공 및 자재공급이 원활하며 국내산인 것
 - ⑥ 궤도기술의 향상과 발전적인 궤도형식에 적합한 것

2.3 선정방법 및 선정절차

- (1) 궤도자재 및 궤도재료의 선정시 다음 순서에 따라 선정 사용하여야 한다.
 - ① 한국산업표준화법에 의한 한국산업규격(KS)품
 - ② 철도용품표준규격(KRS 또는 KRCS)품
 - ③ 「건설기술관리법」 제25조에 의한 국립품질검사 전문기관 시험검사 합격품
 - ④ 공단품질시험단에서 「산업표준화법」에 의한 한국산업규격에 따라 품질시험을 실시하여 KS 표시품과 동등 이상의 성능이 있다고 확인된 제품
 - ⑤ 「환경기술개발 및 지원에 관한 법률」에 의한 환경표지(환경마크) 사용인증을 받은 것
 - ⑥ 철도시설공단 또는 철도공사의 서류에 등록된 규격용품
 - ⑦ 기 사용 또는 신규재료인 경우 「철도안전법」 제27조에 따라 품질인증을 받은 제품
- (2) 신제품, 특수제품, 수입품 등의 공사 적용시 유의사항
 - ① 궤도자재 및 궤도재료의 신제품 및 특수 제품은 국·공립시험기관, 국가공인기관 또는 품질검사 시험기관에서 검사를 받아 해당검사 항목에 합격한 것으로 사용한다.
 - ② 수입품의 궤도자재 및 궤도재료는 공급한 국가의 품질시험에 합격하여 사용실적이 있는 것을 사용하여야 한다.(국제공인시험기관)
 - ③ 신제품 및 특수제품인 경우 「철도안전법」 제27조에 따라 품질인증을 받은 제품을 사용하여야 한다.

2.4 신규궤도재료의 검증

성능검증 대상재료 및 요건 등 세부 절차는 공단 “철도시설성능검증지침” 및 KR C-14060[부록 1]의 “궤도구조 성능검증 절차”에 따른다.

2.5 레일

2.5.1 레일의 역할

레일은 열차하중을 직접 지지하며, 차륜이 탈선하지 않도록 유도하여 차량의 안전운행을 확보한다. 레일은 침목과 도상을 통하여 넓게 노반에 분포시키며, 평활한 주행면을 제공하여 주행저항을 적게 하고, 신호전류의 궤도회로, 동력전류의 통로도 형성하는 역할을 하여 열차를 안전하게 유도하는 궤도의 가장 중요한 재료이다.

2.5.2 레일의 요구조건

- (1) 최소의 단면적으로 연직 및 수평방향의 작용력에 대하여 충분한 강도와 강성을 갖고 있어야 한다.
- (2) 두부의 마모가 적고, 더욱이 마모에 대하여 충분한 여유가 있으며, 내구년수가 길어야 한다.
- (3) 레일의 재질이 균질하고 내부결함이 없어야 한다.
- (4) 침목에의 설치가 용이하며, 외력에 대하여 안정된 형상이어야 한다.
- (5) 두부의 형상은 차륜을 잘 유도 안내할 수 있고, 평활한 주행면이 되도록 두정면에 결함 또는 요철이 없어야 한다.
- (6) 마모 후의 형상과 차이가 적어야 한다.
- (7) 수직하중은 높이가 높은 쪽이 바람직하다.

2.5.3 레일의 적용기준

- (1) 레일의 길이 규격은 20m, 25m를 표준으로 한다. 다만 현장 및 운송여건에 따라 레일 길이를 40m, 50m의 레일을 사용할 수 있다.
- (2) 분기부, 절연레일 등 특별한 경우를 제외하고는 레일 길이 10m 미만의 것을 사용할 수 없다.
- (3) 레일의 중량은 설계속도에 따라 다음 표의 값 이상으로 하는 것을 원칙으로 하되, 열차의 통과 톤수, 축중 및 운행속도 등을 고려하여 다르게 조정할 수 있다.

설계속도 V(km/h)	레일의 중량(kg/m)	
	본 선	측 선
V > 120	60	50
V ≤ 120	50	50

- (4) 레일의 종류는 설계속도에 따라 다음 표의 값 이상으로 하는 것으로 원칙으로 하되 KTX 운행구간으로 레일 파상마모가 우려되는 구간은 60E1 레일을 적용한다.

설계속도 V(km/h)	레일규격(기호)
$V \geq 150$	60E1
$120 < V < 150$	KR60
$V \leq 120$	50N

- (5) 다음의 곡선구간에는 선구의 중요도, 누적통과톤수, 마모주기 등을 감안하여 열처리 레일을 우선 사용하여야 한다. 다만, 내측레일에도 필요성, 경제성을 검토하여 사용할 수 있다.

경도기준	사용개소
HH370	반경 500m 이하의 외측레일, 분기기용 레일
HH340	반경 501m~800m 미만의 외측레일

- (6) 종류가 서로 다른 레일을 연결할 경우에는 10m 이상의 중계레일을 사용하여야 한다.
 (7) 신호절연을 위하여 절연이 필요한 본선 및 측선은 접착절연레일의 사용을 원칙으로 한다. 다만, 측선의 경우 접착절연레일의 사용이 곤란한 경우에는 절연이음매를 사용할 수 있다.
 (8) 접착절연레일의 길이는 가능한 12m를 사용한다.

2.5.4 본선(주본선 및 부분선 포함, 신축이음매 및 분기기 제외)의 선로 신설 및 레일교환 후에는 탈탄층 제거를 위하여 1회(통과톤수 500,000톤 이내 시행)에 한하여 예방연마를 시행하여야 한다.

2.6 침목

2.6.1 침목의 역할

침목은 레일을 정해진 위치에 고정시키고 지지하며, 궤간을 정확하게 유지하며, 레일을 통하여 전달되는 하중을 도상에 넓게 분포시키는 역할을 한다.

2.6.2 침목의 요구조건

- (1) 레일을 견고하게 체결할 수 있어야 하고, 열차하중을 지지할 수 있도록 충분한 강도가 있어야 한다.
- (2) 탄성, 내충격성, 완충성, 내구성 등이 풍부하여 레일로부터 전달되는 열차의 충격, 진동을 완충할 수 있어야 한다.
- (3) 수평방향의 도상저항력을 크게 할 수 있어야 하고, 도상다지기 작업에 편리한 치수이어야 한다.
- (4) 궤도에 충분한 좌굴 저항력을 줄 수 있어야 한다. 즉, 궤도 종방향 및 궤도에 직각인 방향에 대한 이동저항이 커야 한다.
- (5) 취급이 용이하며 내구년한이 길어야 한다.

- (6) 재료구입이 용이하고 경제적이어야 한다.
- (7) 폐기물 처리에 따른 비용을 줄일 수 있고 친환경적이어야 한다.
- (8) 양 레일 간에 필요한 전기절연을 확보하여야 한다.

2.6.3 침목의 적용

- (1) 침목은 콘크리트침목의 사용을 원칙으로 하며 다음표 값 이상으로 한다. 다만, 분기기, 교량 등 현장의 특성상 특별한 사유가 있는 경우에는 현장 여건에 적정한 침목을 사용한다.

설계속도 V(km/h)	침목규격
$V \geq 150$	60E1(L=2.6m)
$120 < V < 150$	60, 60K, KR60(L=2.4m)
$V \leq 120$	50N(L=2.4m)

- (2) 자갈케도의 정척레일구간 침목 배치간격은 다음 표에 따른다. 다만, 반경 600m 미만의 곡선, 20% 이상의 기울기, 중요한 측선, 기타 노반연약 등 열차의 안전운행에 필요하다고 인정되는 구간에는 배치 수를 증가할 수 있다.

(단위 : cm)

침목종별	설 계 속 도					측선
	고속철도	일반철도				
	$200 \leq v \leq 350$	$150 < v < 200$	$120 < v \leq 150$	$70 < v \leq 120$	$v \leq 70$	
콘크리트침목	60	60	60	62.5	62.5	65
목 침 목		60	60	62.5	62.5	65
교량침목		40	40	40	40	55

- (3) 자갈케도의 장대레일 및 장척레일 구간의 침목배치 간격은 60cm를 원칙으로 한다. 다만 측선은 65cm로 할 수 있다.
- (4) 콘크리트케도의 침목배치 간격은 65cm를 표준으로 한다. 다만, 콘크리트도상케도 구조형식에 따라 침목의 배치 간격을 증감할 수 있다.
- (5) 무도상교량에 있어서는 드와프거더 교량을 제외하고는 교량침목을 부설하여야 한다.
- (6) 각 교량침목은 반드시 교량침목 체결장치 또는 교량침목 고정장치를 사용하여 침목을 거더에 견고하게 고정하여야 한다.
- (7) 이음매침목은 지점법으로 설치하는 것을 원칙으로 하고 이음매침목을 사용한 구간이라도 보통침목의 배치간격은 2함을 따른다.
- (8) 연속되는 분기기에서 분기기 전후 침목은 분기침목과 동일재질의 침목으로 부설하여야 한다.

2.7 레일 체결장치

2.7.1 레일 체결장치의 역할

레일을 침목 또는 다른 레일 지지구조물에 결속시키는 장치를 레일 체결장치(Rail fastening device)라 한다. 레일 체결장치는 레일에 가해지는 레일상하방향, 레일좌우방향, 레일종방향의 하중 또는 작용력, 회전력, 충격력 및 진동에 저항할 수 있어야 한다. 레일 체결장치는 레일을 바른 위치에 유지시키고 침목, 도상 등 하부구조에 전달 또는 차단하는 역할을 할 수 있어야 한다.

2.7.2 레일체결장치의 요구조건

- (1) 부재의 강도 및 내구성 : 충분한 강도와 내구성이 있어야 하며 조합된 부재의 강도가 균일해야 한다.
- (2) 궤간의 확보 : 단순한 수평하중 뿐만 아니라 경사에 대해서도 억제기능이 필요하다.
- (3) 레일 체결력 : 레일의 복진방지, 레일 신축 및 레일 축력의 규제, 레일 부상 등은 궤도의 안정성을 유지할 수 있도록 레일을 누른 힘을 유지할 수 있어야 한다.
- (4) 하중의 분산과 충격의 완화 : 레일 체결장치의 부재자체 및 침목 등 지지구조물의

부담력을 경감시켜 부재를 보호하기 위해서는 하중을 넓게 분산시키고, 또한 충격력을 완화시키는 것이 필요하다.

- (5) 진동 저감 : 레일에 일어나는 진동은 침목, 도상 등 하부구조에 파괴를 유도하므로 가능한 한 감소 또는 차단시켜야 한다.
- (6) 전기적 절연성능의 확보 : 레일은 일반적으로 각종 신호 또는 제어의 궤도회로 및 전차전류의 귀회로로 사용되므로 레일과 하부구조물과 절연저항을 확보해야 한다.
- (7) 조절성 : 슬랙 확보나 궤간 조정이 가능하여야 한다.
- (8) 레일체결장치의 기술기준은 “KR C-14060 궤도재료 설계 [부록 2] ”레일체결장치 기술기준“에 규정된 성능시험 합격기준을 만족해야 한다.

2.7.3 레일 체결장치의 적용

- (1) 레일 체결장치는 기술적 특성, 유지관리성, 시공성, 전기절연성, 수급성, 경제성, 환경성 등의 종합적인 검토를 하여 선정하여야 한다.
- (2) 체결장치는 이중탄성 체결장치의 사용을 원칙으로 한다. 다만, 현장의 특성상 특별한 사유가 있는 경우에는 현장 여건에 적정한 체결장치를 사용한다.
- (3) 소음 및 진동에 민감한 지역에서는 이를 고려하여 재료를 선정하여야 한다.
- (4) 침목을 사용하지 아니하는 경우 체결장치의 배치간격은 일반적으로 침목의 배치수량과 같이 한다.
- (5) 신호시스템에 적합한 레일 체결장치를 선정 절연저항 성능을 검토·확인하여야 하며, 필요한 경우 절연저항 향상을 위한 보완대책을 강구하여 설계하여야 한다.

2.8 도상자갈

2.8.1 도상의 역할

도상은 레일 및 침목으로부터 전달되는 열차하중을 넓게 분산시켜 노반에 전달하

고, 침목을 소정위치에 고정시키는 역할을 하며, 온도에 의한 레일의 좌굴을 방지하고 침목의 종방향력에 저항하는 궤도재료로서 일반적으로 갯자갈 또는 콘크리트가 사용된다.

2.8.2 도상자갈의 요구조건

- (1) 견고하여 충격과 마찰에 강해야 한다.
- (2) 단위중량이 크고, 능각이 풍부하며 입자 간의 마찰력이 커야 한다.
- (3) 입도가 적정하고 도상작업이 용이하여야 한다.
- (4) 점토 및 불순물의 혼입률이 적고 배수가 양호하여야 한다.
- (5) 동상 및 풍화에 강하고 압축육성을 방지하여야 한다.
- (6) 재료공급이 용이하고 경제적이여야 한다.

2.8.3 도상자갈의 적용

- (1) 도상자갈은 다음표와 같이 설계속도에 따라 공단표준규격(KRSA-1019 도상자갈)에서 정한 시험별 품질기준을 만족하는 도상자갈을 사용하여야 한다.

설계속도	품질기준		
	마모율	편장석율	청결도
			0.08mm체 통과율
$V > 200\text{km/h}$	1등급	1등급	1등급 또는 2등급
$V \leq 200\text{km/h}$	2등급	2등급	

* $V > 200$ 인 경우 공급조건 등을 고려하여 2등급 검토 가능

- (2) 도상자갈의 세척여부는 설계속도, 현장조건(도심지, 지하·터널 등)과 환경성 등을 고려하여 적용한다.

3. 분기기

3.1 분기기의 역할

분기기는 열차 또는 차량이 주행하고 있는 궤도에서 다른 궤도로 전이시키기 위하여 설치한 궤도상의 설비를 말한다. 분기기는 포인트, 크로싱, 리드부의 3부분으로 구성되며 포인트와 크로싱은 리드레일로 연결된다.

3.2 분기기의 요구조건

- (1) 분기기는 구조적으로 안전하고, 열차통과 충격이 적고 재료 손상이 적어야 하며 승차감이 좋은 구조이어야 한다.
- (2) 레일을 견고하게 체결할 수 있어야 하고, 열차하중을 지지할 수 있도록 충분한 강도가 있어야 한다.
- (3) 탄성, 내충격성, 완충성, 내구성 등이 풍부하여 열차의 충격, 진동을 완화할 수 있어

야 한다.

- (4) 유지관리가 용이하며 내구년한이 길어야 한다.
- (5) 시공성이 좋고 재료수급이 용이하여야 한다.
- (6) 신호체계와의 호환성이 있어야 한다.

3.3 분기기의 적용

- (1) 설계속도가 120km/h 초과하는 구간의 본선 및 본선에 부대하는 선로에 설치하는 분기기는 60kg 분기기를 부설하며, 레일 및 분기기 규격은 본선과 동일한 규격으로 하여야 한다. 단, 측선의 경우 궤도구조 일관성, 경제성, 유지관리성 등을 고려하여 동종 또는 50kg 분기기를 사용할 수 있다.
- (2) 설계속도가 120km/h이하인 구간의 본선 및 본선에 부대하는 선로에 설치하는 분기기는 50kg 이상의 분기기를 부설하며, 레일 및 분기기 규격은 본선과 동일한 규격으로 하여야 한다. 단, 열차의 통과톤수, 축중 및 운행속도를 고려하여 60kg 분기기를 적용할 수 있다. 측선의 경우에는 50kg 이상의 분기기를 부설한다.
- (3) 본선의 분기기용 침목은 콘크리트침목을 원칙으로 한다.
- (4) 측선의 분기기용 침목은 콘크리트침목을 원칙으로 하며, 현장여건 및 재료수급 등을 고려하여 합성침목 또는 목침목을 사용할 수 있다.
- (5) 분기기에 사용되는 침목, 레일체결장치에 대하여는 사전에 해당 제품의 생산업체로부터 성능확인, 설계, 제작, 시공성 등의 자료를 제공받아 종합적으로 검토하여 적용하여야 한다.

3.4 크로싱

- (1) 본선에 사용하는 분기기에는 탄성포인트, 망강크로싱 또는 노스가동 크로싱 사용을 원칙으로 한다.
- (2) 부분선, 착발선 및 정거장내, 기지 등의 측선에는 고정크로싱 또는 이와 동등 이상 성능의 것을 사용할 수 있다.

4. 장대레일 신축이음장치

4.1 신축이음매의 역할

신축이음매란 장대레일의 온도상승 및 하강에 따라 발생하는 축력이 허용 좌굴강도를 초과하거나 파단시 개구량이 허용량을 초과하는 개소에 설치하는 장치로서 레일은 가능한 한 길이를 길게 하는 것이 이상적이지만, 선로조건, 궤도구조, 부설조건 등에 따라 그 길이가 제한된다.

4.2 신축이음매의 요구조건

- (1) 장대레일의 온도상승 또는 하강에 따른 레일의 신축량을 충분히 수용할 수 있어야 한다.
- (2) 열차가 신축이음매를 통과시 구조적 안전을 보장하고, 통과 충격이 적어 신축이음매의 손상을 최소화 하고 승차감을 향상시킬 수 있어야 한다.
- (3) 레일을 견고하게 체결할 수 있어야 하고, 열차하중을 지지할 수 있도록 충분한 강도가 있어야 한다.
- (4) 탄성, 내충격성, 완충성, 내구성 등이 풍부하여 레일로부터 전달되는 열차의 충격, 진동을 완충할 수 있어야 한다.
- (5) 유지관리가 용이하며 내구년한이 길어야 한다.
- (6) 시공성이 좋고 재료수급이 용이하여야 한다.

4.3 신축이음매의 적용

- (1) 신축이음매의 위치는 축력해석의 결과에 따라 축력이 허용범위를 초과하는 개소에 설치하여야 한다. 다만, 현장여건상 또는 기타의 사유로 필요하다고 판단되는 개소에 설치할 수 있다.
- (2) 장대레일과 장척 또는 정척레일이 만나는 곳에는 신축이음매 설치를 원칙으로 한다. 다만, 현장상황에 따라 완충레일을 사용하여 신축량을 수용할 수 있다.
- (3) 신축이음매는 탄성체결식 PC침목의 사용을 원칙으로 한다.
- (4) 신축이음매의 선정은 스트로크 범위가 적정하고 본선과 같은 형식의 체결장치를 사용하는 것이 바람직하다.
- (5) 레일신축이음장치에 사용되는 침목, 레일체결장치에 대하여는 사전에 해당 제품의 생산업체와 협의하여 설계, 제작, 시공성 등을 종합적으로 검토하여야 한다.
- (6) 교량상의 신축이음매 설치는 교량구조물과 장대레일 축력을 종합적으로 검토하여야 하며, 가급적 레일신축이음매의 설치를 최소화할 수 있도록 설계하여야 한다.
- (7) 콘크리트궤도상에 신축이음매를 설치하는 경우에는 콘크리트궤도에서 사용실적이 있는 것을 사용하여야 한다.
- (8) 신축이음매의 설치조건은 다음을 원칙으로 한다.
 - ① 완화곡선 또는 기울기 변환개소에 설치하여서는 안 된다.
 - ② 반경 1,000m 미만의 곡선구간에 설치하여서는 안 된다.
 - ③ **자갈궤도에 레일신축이음매를 설치할 경우** 구조물 신축이음으로부터 5m 이내에 설치하여서는 안 된다.
 - ④ 신축이음매 상호간의 최소거리는 300m 이상으로 한다.
 - ⑤ 직선상에 설치하는 것을 원칙으로 하며 부득이한 경우 곡선상에 설치시 곡선용 장대레일 신축이음장치를 설치할 수 있다.
- (9) 신축이음매의 이격거리는 다음을 원칙으로 한다.
 - ① **장대레일 구간에서의 분기기, 원곡선(완화곡선) 및 종곡선과의 이격거리**

- 자갈궤도 : 100m 이상
 - 콘크리트궤도 : 50m 이상
- ② 장대화 하지 않은 구간의 분기기와의 이격거리
- 정척레일 또는 단척레일의 단위 길이만큼 이격
- ③ 단, 선형제약, 특수교량 등으로 인하여 상기 기준을 만족하기 어려운 경우 해당구간의 축력 및 변위 등에 대한 안정성 검토를 시행하여 이격거리를 적용 할 수 있다.

5. 레일 이음매

5.1 이음매의 배치

- (1) 장대레일 구간이 아닌 곳에 설치하는 레일 이음매는 상대식으로 부설하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 이음매를 상대식으로 부설하는 경우에 직선부에서는 양측 레일 이음매 위치는 되도록 궤도 중심선에 직각으로 하고, 곡선부에 있어서는 곡선반경에 따라 단척레일을 사용하여 양측레일 이음매는 원심력 방향에 일치하도록 부설하여야 한다.

5.2 레일 이음매의 지지방법

- (1) 이음매의 지지방법은 지점법을 원칙으로 한다. 다만 분기부 등 부득이한 경우에는 현점법으로 할 수 있다.
- (2) 지점법의 경우에는 이음매 P.C침목을 사용하고 베이스 플레이트를 부설한다.

6. 접착절연 레일

6.1 적용범위

철도선로의 절연구간에 사용하는 접착실 절연레일에 대하여 적용한다.

6.2 성능

- (1) 제품의 저항력
 - ① 인 장 력 : 1766kN 이상
 - ② 압 축 력 : 1766kN 이상
 - ③ 절연저항 : DC 500V급 절연저항계로 측정하여 5MΩ 이상

해설 1. 궤도재료

1. 레일

1.1 레일의 종류 및 규격

- (1) 50kg N 레일(50N) : KSR 9106
- (2) 60kg KS 레일(KS60) : KSR 9106
- (3) 60kg KR 레일(KR60) : KSR 9106
- (4) 50kg N 열처리레일(50N-HH340) : KSR 9110
- (5) 50kg N 열처리레일(50N-HH370) : KSR 9110
- (6) 60kg KS 열처리레일(KS60-HH340) : KSR 9110
- (7) 60kg KS 열처리레일(KS60-HH370) : KSR 9110
- (8) 60kg K 보통레일(60K) : KRS TR 0001
- (9) 60kg K 열처리레일(60K-HH340) : KRS TR 0001
- (10) 60kg K 열처리레일(60K-HH370) : KRS TR 0001
- (11) 60kg UIC 레일(UIC 60) : KRS TR 0001
- (12) 60kg K - 50kg N 중계레일용 10m : KRS TR 0003
- (13) 60kg KS - 50kg N 중계레일용 10m : KRS TR 0003
- (14) 60kg K - 60kg UIC 중계레일용 10m : KRS TR 0003
- (15) 60kg UIC - 50kg N 중계레일용 10m : KRS TR 0003
- (16) 50kg N 접촉절연 레일용 6.0m, 12.0m : KRS TR 0004
- (17) 60kg KS 접촉절연 레일용 6.0m, 12.0m : KRS TR 0004
- (18) 60kg K 접촉절연 레일용 6.0m, 12.0m : KRS TR 0004
- (19) 60kg UIC 접촉절연 레일용 6.0m, 12.0m : KRS TR 0004

1.2 레일의 적용 기준

- (1) 설계속도 $V \geq 150\text{km/h}$ 구간의 본선은 60E1 레일을, 설계속도 $120\text{km/h} < V < 150\text{km/h}$ 구간의 본선은 KR60 레일을 사용한다.
- (2) 설계속도 $V \leq 120\text{km/h}$ 구간의 본선 및 측선의 경우에는 50kg N 레일을 사용한다.
단, 열차운행횟수, 통과톤수, 유지보수성 등을 종합적으로 검토하여 60kg 레일을 적용할 수 있다.

1.3 레일연마 기준

(1) 연마범위

- ① 궤간내측 두부 모서리 접선각 -70° 에서 외측의 두부 모서리 접선각 $+5^\circ$

② 레일두부의 곡선반경(R)은 레일 종별에 따라 규정
가. KS60 : 13mm, 50mm, 600mm, 600mm, 50mm

나. UIC60, KS50, KR6 : 13mm, 80mm, 300mm, 300mm, 80mm

(2) 연마 깊이(연마 범위는 다양)

연마작업은 탈탄층 제거, 표면결함 및 파상마모 등이 제거되는 깊이로 실시한다.

(3) 파상결함

연마석과 레일이 접촉하는 개소에 육안으로 감지되는 자국이 있어서는 안 되며 잔류 흠이 0.1mm 이하여야 한다.

(4) 작업기준 및 허용오차

연마작업은 다음의 품질기준 및 허용오차를 만족하여야 하며, 전체 연마구간을 육안으로 검사하여 이상이 없어야 한다.

① 종방향 단면

가. 레일두부 종방향 단면 측정은 레일 두부 중앙지점에서 횡방향으로 $\pm 15\text{mm}$ 이내이다.

나. 레일두부 종방향 프로파일의 합격 기준치는 <표 1>과 같다.

표 1. 종방향 단면 요철 한계값

열차운행속도	파장대역(mm)	원도우 길이(m)	침두간 한계값(mm)
모든 속도	10~30	0.5	0.01
	30~100	0.5	0.01
	100~300	1.5	0.03
	300~1,000	5	0.10

② 횡방향 단면

가. 횡방향 단면의 편차는 레일 중심선으로부터 게이지 코너 쪽으로 25~30mm 사이에서, 레간 외측으로 14mm에서 공칭단면의 접선과 직각 방향으로 측정한다.

나. 연마 작업 후 <표 2>의 허용 한계치를 초과하는 최대 확률은 <표 3>과 같다.

표 2. 횡방향 단면 편차 한계치

열차운행 속도(km/h)	한계치(mm)
$V \leq 160$	+0.5 / -0.5
$160 < V \leq 280$	+0.3 / -0.3
$V > 280$	+0.2 / -0.2

표 3. 횡방향 단면 편차한계 초과 허용 최대 확률(%)

열차운행 속도(km/h)	한계치(mm)		
	+0.2 / -0.2	+0.3 / -0.3	+0.5 / -0.5
$V \leq 160$	-	-	15
$160 < V \leq 280$	-	10	5
$V > 280$	10	5	0

③ 표면 거칠기

레일두부의 종 방향으로 파장 10mm에 대한 최대 표면 거칠기는 10 μ m 이내여야 한다.

④ 단면의 형상

연마로 인하여 평면이 생성되는 경우에 최대 연마의 폭은 다음의 값 이하이어야 한다.

가. 레일두부 게이지 코너 : 4mm

나. 레일두부 게이지 코너와 레일두부 중심 사이 : 7mm

다. 레일두부 중심에서 10mm 범위내 : 10mm

(5) 작업종료 후의 검측

① 자주식 삭정차에 장착된 검측장비로 측정

레일두부의 종방향 단면(파장범위 : 10~1,000mm)과 횡방향 단면을 전체 삭정 구간에 대해 측정한다.

② 휴대용 수동 검측장비로 측정

휴대용 수동 검측장비 혹은 측정장치가 장착되지 않은 자주식 삭정차의 경우(특별한 경우에 한함), 혹은 삭정 차에 장착된 측정장치가 고장을 일으킨 경우에는 종방향(파장범위 : 10~1,000mm) 및 횡방향 단면에 대해서 최소한 다음과 같이 측정을 실시하여야 한다.

가. 레일 종방향 단면

- 작업구간에서 각 삭정 레일에 대해서 5개소 측정
- $V \leq 160\text{km/h}$: 최소한 모든 개소 측정길이 합이 500m 이상 측정
- $V > 160\text{km/h}$: 각 개소마다 100m 이상 측정

나. 레일 횡방향 단면

- 작업구간에서 각 삭정 레일에 대해서
- $V \leq 160\text{km/h}$ 직선구간 : 매 500m마다 최소 1회 측정
곡선구간 : 매 500m마다 최소 1회 측정

- $V > 160 \text{ km/h}$: 매 100m마다 최소 1회 측정

(6) 검사 작업

검사는 연마작업 후 즉시 시행하는 것을 원칙으로 하되, 부득이한 경우는 300,000톤의 열차하중 통과 전 또는 작업완료 후 8일 이내에 실시한다.

2. 침목

2.1 침목의 종류 및 규격

- (1) 표준궤간용 목침목(타이플레이트 부설 천공용 보통침목) : KRS TR 0007-07(R)
- (2) 표준궤간용 목침목(베이스플레이트 부설 천공용 보통침목) : KRS TR 0007-07(R)
- (3) 표준궤간용 목침목(베이스플레이트 부설 천공용 교량침목) : KRS TR 0007-07(R)
- (4) 표준궤간용 목침목(미 천공용 분기침목) : KRS TR 0007-07(R)
- (5) 표준궤간용 목침목(미 천공용 이음매침목) : KRS TR 0007-07(R)
- (6) 50kgN 레일용 건널목보판용 목침목 : KRS TR 0007-07(R)
- (7) 50kgPS 레일용 건널목보판용 목침목 : KRS TR 0007-07(R)
- (8) 50kgN, 60kgKR, 60kg UIC 레일용 PC침목(e-크립용) : KRS TR 0008-07(R)
- (9) 50kgN, 60kgKR 레일용 PC침목(RHEDA Vossloh용) : KRS TR 0008-07(R)
- (10) 50kgN, 60kgKR, 60kg UIC 레일용 PC침목(패스트크립용) : KRS TR 0008-07(R)
- (11) 50kgN, 60kgKR PC침목(이음매용) : KRS TR 0008-07(R)
- (12) 50kgN, 60kgKR 레일용 RC침목(DELKOR 궤도구조용) : KRS TR 0009-07(R)
- (13) 50kgN, 60kgK 레일용 RC침목(L.V.T 궤도구조용) : KRS TR 0009-07(R)
- (14) 50kgN, 60kgK 레일용 RC침목(RHEDA 궤도구조용) : KRS TR 0009-07(R)
- (15) RHEDA 용(UIC 60레일) : KRCS A022 02
- (16) 50kgN, 60kgK, UIC 60 레일용 PC침목(분기기용) : KRCS A021 02
- (17) 60kgK, UIC 60 레일용 PC침목(신축이음매장치용) : KRCS A021 02

3. 레일체결장치

3.1 레일 체결장치의 종류 및 규격

- (1) 레일체결장치(e-크립용) : KRS TR 0010-06(R)
- (2) 레일체결장치(패스트크립용) : KRCS 0602 01
- (3) 레일체결장치(RHEDA용) : KRCS A017 02
- (4) 레일체결장치(DELKOR용) : KRCS 0304 02
- (5) 레일체결장치(이음매 PC침목용) : KRS TR 0010-07(R)

4. 도상자갈

4.1 도상자갈의 종류 및 규격

- ① 도상자갈(22.4 - 63mm) : KRSA-1019

해설 2. 분기기

1. 탄성분기기와 노스가동분기기 종류 및 규격

1.1 탄성분기기

- (1) 50kg N 레일용 탄성분기기(목침목, PC침목) : KRCS 9801 02
- (2) 60kg 레일용 탄성분기기(목침목, PC침목) : KRCS 9801 02
- (3) 60kg K 레일용 탄성분기기(목침목, PC침목) : KRCS 9801 02
- (4) UIC 60 레일용 탄성분기기(목침목, PC침목) : KRCS 9801 02
- (5) 50kg N 레일용 I형 분기기(목침목, PC침목) : KRCS 9801 02

1.2 노스가동분기기

- (1) 50kgN 레일용 노스가동분기기(8#, 10#, 12#, 15#) : KRCS 0204 02
- (2) 60kgK 레일용 노스가동분기기(8#, 10#, 12#, 15#) : KRCS 0204 02
- (3) UIC 60kg 레일용 노스가동분기기(18.5#, 26#, 46#) : KRCS 0204 02

해설 3. 장대레일 신축이음매

1. 신축이음매의 종류 및 규격

- (2) 50kgN 레일용 신축이음매장치(탄성체결식)(편단, 양단) : KRCS 0101 02
- (2) 60kg K 레일용 신축이음매장치(탄성체결식)(편단, 양단) : KRCS 0101 02
- (3) UIC 60 레일용 신축이음매장치(탄성체결식)(편단, 양단) : KRCS 0101 02
- (4) 50kgN 레일용 신축이음매장치(목침목용) : KRS TR 0006-06(R)
- (5) 60kg 레일용 신축이음매장치(목침목용) : KRS TR 0006-06(R)
- (6) 60kgK 레일용 신축이음매장치(목침목용) : KRS TR 0006-06(R)

해설 4. 절연접착레일

1. 접착절연 레일 분류

- (1) KRS규격에 따른다. 단, 부득이한 경우 접착절연 레일의 길이는 현장여건에 맞게 조정할 수 있다.

2. 요구조건

(1) 레일

절연레일 제작에 사용하는 레일은 KS R 9110의 50N-HH370 및 KS R 9110의 60-HH370 또는 KRS TR 0001-06의 60K-HH370 레일, 60kg UIC레일에 의한다.

(2) 절연재

- (3) 레일형, 튜브형 절연재의 형상은 제작도면에 의하고 요철이 없어야 한다.

(4) 접착

- ① 레일과 이음매판 등의 접착은 접착제를 도포한 건조절연재를 삽입하여 이음매판 및 체결장치를 조립하고 균일하게 가열하여 접착하며, 이때 레일은 단면, 방향, 고저의 틀림이 없도록 하여야 한다.
- ② 볼트 체결력은 $490.5\text{N} \cdot \text{m}$ 를 기준으로 한다.

3. 절연저항 시험

- (1) 전기절연저항 시험은 제작자가 전수 시행하고 그 결과를 납품시 제출하여야 하며, 검사자는 제품 20개에 1개를 임의 추출 시행하여야 한다.
- (2) 접착제가 완전히 경화되었을 때 500V급 절연저항계로 측정 적합하여야 한다.
- (3) 수평의 대위에 두께 150mm의 건조된 목재를 깔고 절연제를 놓은 다음, 접착절연 레일을 올려놓고 레일과 레일 및 레일과 볼트 사이의 절연저항을 측정한다.

KR C 14060 [부록 1]

궤도구조 성능검증 절차

제1장 총 칙

제1조(목적) 이 절차는 공단 “철도시설성능검증지침”에 따라 궤도구조와 그 구성요소의 성능을 확인하여 궤도구조를 실제 선로에 적용하는데 대한 타당성을 검증하기 위한 세부 시험항목, 기준 등 궤도분야 성능검증 절차를 제시하는 것을 목적으로 한다.

제2조(적용범위) ① 이 절차에서 규정하는 성능검증의 절차, 기준 등은 새롭게 개발된 신규 궤도구조나 이미 성능이 확인되어 운영 중에 있는 기존 궤도구조를 일부 개량, 변경한 궤도구조(단순 개량형 및 중요 개량형)의 성능검증에 적용한다.

② 성능검증에 필요한 적용범위, 성능검증위원회의 구성(이하 “위원회”라 한다) 및 운영, 성능검증 절차 등 제반 사항은 공단 “철도시설성능검증지침”에 따른다.

③ 이 절차는 일반철도(전동차 전용선 포함)와 고속철도의 궤도구조에 적용한다.

제3조(정의) 이 절차에서 사용하는 용어의 정의는 다음 각 호와 같다.

1. “궤도 구성품(구성요소)”이라 함은 레일, 레일체결장치, 침목과 그 부속자재 등 궤도를 구성하는 구성요소를 말한다.
2. “궤도구조”라 함은 궤도를 구성하는 구성요소의 조합으로 이루어져 하중을 직접 지지하는 구조체로 일반 궤도구조 외에 분기기를 포함하며, 개량의 범위에 따라 다음 각목에 따라 구분한다.
 - 가. “기존 궤도구조”란 공단 “철도시설성능검증지침” 제3조 2항 가목에 규정된 기존 철도시설을 말하며, 운행선에서 기 운영되어 궤도 구성요소를 포함하여 그 성능이 검증된 궤도구조를 말한다.
 - 나. “개량형 궤도구조”란 공단 “철도시설성능검증지침” 제3조 2항 나목에 규정된 개량 철도시설을 말하며, 기존 궤도구조와 이를 구성하는 구성품 일부를 변경하여 개량한 것으로 개량범위에 따라 단순개량과 중요개량으로 구분한다
 - 다. “신규 궤도구조”란 공단 “철도시설성능검증지침” 제3조 2항 다목에 규정된 신규 철도시설을 말하며, 궤도구조 자체의 기능 또는 기능을 발휘하는 방법이 기존 궤도구조와 달리 새롭게 개발된 경우를 말한다.
3. “궤도구조 일반”이라 함은 분기기를 제외한 일반 궤도구조를 말한다.

4. “조립 시험”이라 함은 궤도구조의 조합된 성능을 검증하기 위해 전체 구성품이 조립된 상태로 실내에서 실시하는 시험을 말한다.
5. “현장설치시험”이라 함은 검증 대상 철도시설에 대해 현장에서 실제 열차가 주행하는 조건 및 계절 변화에 따른 성능 및 적합성을 확인하고 신뢰성을 검증하기 위해 시험설치한 후 일정 기간 동안 실제 열차를 주행하여 성능을 평가하고 모니터링하는 시험을 말한다.

제2장 궤도구조 성능검증 절차

제4조(궤도구조 성능검증절차) 궤도구조의 성능검증은 공단 “철도시설성능검증지침”에 규정한 바에 따라 기술요건 적합성 검토 단계, 조립시험 단계, 현장설치시험 단계로 나누어 실시한다.

제5조(기술요건 적합성 검토 목적) 기술요건 적합성 검토는 구성품의 성능규격과 성능시험결과, 설계기준 및 궤도구조 성능요건, 상세 설계결과, 설계도면, 시공 또는 설치방법, 유지보수 방법, 기존 시스템 및 타 분야와의 인터페이스 사항 등 해당 궤도구조의 기술요건에 대한 적합성을 판단하기 위하여 실시한다.

제6조(기술요건 적합성 검토) ① 공단 “철도시설성능검증지침” 제18조(기술요건 적합성 검토 방법)에서 정한 바에 따르며, 궤도분야 기술요건은 “제3장 단계별 검토항목 및 기준”에서 규정한 바에 따른다.

② 기술요건 적합성 검토를 위해 제출한 서류에 충분한 정보가 포함되지 않은 경우에는 서류의 보완을 요청할 수 있으며, 기 수행한 구성품 시험결과 외에 구성품에 대한 성능시험을 추가로 실시할 필요가 있는 경우에는 추가로 시험항목을 지정하여 시험결과의 보완을 요청할 수 있다.

③ 기술요건 적합성 및 조립시험 또는 현장설치 시험 실시여부의 판정 등 세부 절차는 공단 “철도시설성능검증지침” 제19조(기술요건 적합성 및 조립시험 또는 현장설치 시험 실시여부의 판정)에 따른다.

제7조(조립시험) ① 조립시험은 구성요소를 조합한 철도시설의 단위 성능을 조립시험을 통해 검토하는 단계로써 구성 요소간의 인터페이스를 고려한 조합체로서의 성능 검증이 필요한 경우에 실시한다.

② 조립시험의 방법, 조립시험 결과의 적합성 및 현장설치 시험 실시여부의 판정 등 세부 절차는 공단 “철도시설성능검증지침”에 따른다.

제8조(현장설치 시험) ① 현장에서 실제 열차가 주행하는 조건에서 성능 및 적합성을 검증하는 단계로써 실제 열차 주행에 의한 효과, 계절 변화에 따른 영향 등 기술요건 적합성 검토단계나 조립시험에서 성능을 명확히 확인하기 곤란한 사항들을 종합적으로 판단하기 위하여 실시한다.

② 현장설치 시험시공, 방법, 시험결과 심의 등 세부 절차는 공단 “철도시설성능검증지침”에 따른다

제3장 단계별 검토항목 및 기준

제1절 기술요건 적합성 검토

제9조(구성품 성능규격) ① 궤도구조 각 구성품은 해당 규격, 사양 및 제작기준에 따라 설계, 제작되어야 하며, 성능시험을 통해 그 성능을 검증하여야 한다.

② 공단 “철도시설성능검증지침” 제27조(구성품 성능규격)에 규정된 궤도분야 “구성품 성능규격”은 [별표1]에 따른다.

③ 신규 개발품으로 국내외에 아직 규격이 정립되어 있지 않은 경우 또는 관련 규격이 있더라도 해당 규격에서 규정하지 않은 사항에 대해서는 개발자가 제시한 규격을 적용할 수 있도록 하되 그 적합여부를 위원회에서 판단한다.

제10조(구성품 성능시험) ① 구성품 성능시험은 공인시험기관에서 시행하는 것을 원칙으로 하고, 해당 기관에서 발행한 시험성적서 또는 결과보고서를 공단에 제출하여야 한다.

제11조(설계 요구조건) ① 궤도구조는 철도건설규칙, 철도설계기준, 철도설계지침 및 편람, 콘크리트구조 설계기준, 한국철도 표준규격, 한국철도시설공단/한국철도공사 표준규격, EN규격 등 관련 규정의 설계 요구조건을 만족해야 한다.

② 궤도구조 설계요구 조건은 [별표2]에 따른다.

제2절 조립시험

제12조(조립시험 항목 및 기준) ① 조립시험은 개별 구성요소의 성능시험이 아니라 궤도구조에 대하여 조합된 성능을 검증하기 위해 전체 또는 일부 구성품이 조립된 상태에서 실시하여야 한다.

② 조립시험 항목 및 기준 등은 공단 또는 신청자가 제시한 기준에 의하되 사업부서의 검토 후 위원회에서 결정한다.

- ③ 공단 “철도시설성능검증지침” 제30조(조립시험 항목 및 기준)에 규정된 궤도분야 “조립시험 항목 및 기준”은 [별표3]에 따른다.
- ④ 위원회에서는 철도시설의 특성을 고려하여 시험조건을 조정할 수 있고, 필요한 경우 별도의 시험항목과 기준을 추가 및 조정 할 수 있다.(개정 2011. 2.23)

제3절 현장설치 시험

- 제13조(현장설치 시험 항목 및 기준)** ① 현장설치 시험은 현장설치 후 현차 주행 시 주행안전 및 승차감, 설비의 구조적 안전성, 동적특성, 동작상태 등에 대해 검토하는 현차주행 시험과 궤도구조의 상태를 정기적으로 점검, 확인하는 모니터링으로 나누어 실시한다.
- ② 현차주행 시험 및 모니터링에 대한 시험항목과 검증기준은 공단 또는 신청자가 제시한 기준에 의하되 사업부서의 검토 후 위원회에서 결정한다.
- ③ 공단 “철도시설성능검증지침” 제31조(현장설치 시험 항목 및 기준)에 규정된 궤도분야 “현장설치 시험 항목 및 기준”은 [별표4]에 따른다.
- ④ 위원회에서는 궤도구조 특성을 고려하여 시험조건이나 측정항목, 검증기준 등을 조정할 수 있고, 필요한 경우 별도의 측정항목과 기준을 추가할 수 있다.
- ⑤ 현차주행 시험은 시공 직후 최초 1회 실시하고, 모니터링 단계에서 필요시(검증 대상구간의 현저한 이상 발생 등) 추가 시험을 실시하여야 한다.

제14조(현장설치 시험 기간) 위원회는 궤도구조의 특성과 중요도 등을 고려하여 현장설치 시험기간을 6개월 이내로 하며, 계절적 특성 확인이 필요한 경우 혹한기, 혹서기를 포함하여 12개월로 한다. 단, 성능검증이 확인된 경우에는 기간을 단축할 수 있다.

- 제15조(현장설치 시험조건 및 시험속도)** ① 시험장소, 기후조건, 선형조건, 차량조건(축중 등), 최고 운행속 등 시험조건은 신청자가 제시한 궤도구조의 적용 범위를 검토하여 위원회에서 결정하되, 기술 적합성 검토 및 조립시험 결과에 따라 필요한 경우 적용 범위를 신청자가 제시한 수준보다 더 제한할 수 있다.
- ② 현장설치 시험장소의 선정 및 시험속도 등 세부 절차는 공단 “철도시설성능검증지침”에 따른다

제4장 개량의 범위와 수준

제16조(개량 범위 및 수준에 따른 정의) 궤도구조는 그 개량의 범위와 수준에 따라 아래와 각 호와 같이 구분한다.

1. 기존 궤도구조(V) : 현장설치에서 기 운영된 실적을 보유하고 있고, 궤도 구성품을 포함하여 그 성능이 검증된 궤도구조(다만, 속도와 적용 구간 등 적용 범위가 현저히 다른 경우는 해당되지 않는다), 또는 궤도구조와 이를 구성하는 구성품이 하중을 전달하지 않는 요소에서 단순한 형상, 치수, 규격 등만 변경된 궤도구조
2. 개량형 궤도구조(R)
 - 가. 단순 개량형(R0) : 궤도구조와 이를 구성하는 구성품의 기능 또는 그 기능을 발휘 하는 구조적 원리(하중 전달 구조 등)의 변경 없이 단순한 형상 또는 치수, 규격 등이 변경된 경우라도 하중을 전달하는 요소 또는 궤도구조의 기능에 영향을 줄 수 있는 구성품이 변경된 경우
 - 나. 중요 개량형(R1) : 궤도구조와 이를 구성하는 구성품의 기능 또는 그 기능을 발휘하는 구조적 원리의 변경을 동반하는 주요 구성품의 형상 또는 치수, 규격 등이 변경된 경우를 말하며, 공단 “철도시설성능검증지침” 제37조(개량 범위 및 수준에 따른 정의)에 규정된 궤도분야 “개량항목에 따른 단계별 성능검증 항목 선정 예”는 [별표5]를 참조한다.
3. 신규 궤도구조(N) : 구조 및 기능이 기존 궤도구조와 달리 새롭게 개발된 경우

제17조(개량 범위 및 수준에 따른 성능검증 항목) ① 개량형(R0, R1) 또는 신규(N) 궤도구조의 경우는 변경된 구성요소의 종류와 개량의 범위와 수준을 고려하여 성능검증 항목을 결정하되, 아래 각 호의 기준에 의한다(별표 5 참조)

1. 기술요건 적합성 검토는 개량형(R0, R1) 또는 신규(N) 궤도구조의 변경된 요소에 대해 실시해야 한다.
 2. 조립시험은 개량형(R0, R1) 또는 신규(N) 철도시설에 대해 실시하되, 개량형 궤도구조에 경우 변경된 구성품의 성능시험만으로 성능 검증이 가능하다고 판단되는 경우는 조립시험을 생략할 수 있다.
 3. 기 검증된 궤도구조가 아닌 개량형(R0, R1) 또는 신규(N) 궤도구조의 경우 현장설치 시험을 실시하는 것을 원칙으로 하되, 다만 구성품 성능시험 또는 조립시험으로 변경 요소에 대한 충분한 성능 검증이 가능하다고 판단되는 경우에는 현장설치 시험을 면제할 수 있다.
- ② 기존 궤도구조(V)는 본 절차의 적용 대상으로 하지 않는다.
- ③ 제2항의 규정에도 불구하고 국외에서 적용 실적이 있더라도 국내에서 적용 타당성이 입증되지 않은 경우 또는 중요 구성품이 변경되어 성능검증이 필요하다고 판단되는 경우 본 절차의 적용 대상으로 하는 것을 원칙으로 한다.

[별표1]

구성품 성능규격

구분	구성품	적용 규격	비고(특기사항)
궤도구조 일반	레일	1.1 KRS TR 0001~0006 (국토해양부) 1.2 KS R 9106, KS R 9110 (지식경제부)	-
	레일체결장치	2.1 철도설계지침 및 편람(궤도편) 2.2 KRS TR 0014 2.3 EN 13146/EN 13481(CEN)	-
	침목(콘크리트)	3.1 EN 13230(CEN) 3.2 PC침목설계절차(KR C-14030 부록 1) 3.3 KRS TR 0008/0009(국토해양부)	-
	자갈	4.1 철도용품표준규격 5610-1058 - 도상자갈(코레일)	적용 대상 선로의 규격이 별도로 있는 경우는 해당 규격 적용
	기층재료	5.1 철도설계기준(노반편) 5.2 고속철도설계기준(노반편) 5.3 철도건설공사전문시방서(노반편)	
	노반	6.1 철도설계기준(노반편) 6.2 고속철도설계지침 및 편람(노반편) 6.3 철도건설공사전문시방서(노반편)	
	기타	개발자(궤도구조 공급자) 제시 규격	국내외 적용규격이 없거나 해당 규격에서 규정하지 않는 사항이 있는 경우
분기기	체결장치	1.1 철도설계지침 및 편람(궤도편) 1.2 EN 13146, EN 13481	
	미끄럼상판	2.1 철도설계지침 및 편람(궤도편) 2.2 EN 13146, EN 13481	
	가드상판 ^(a)	3.1 철도설계지침 및 편람(궤도편) 3.2 EN 13146, EN 13481	
	분기침목 ^(b)	4.1 철도설계지침 및 편람(궤도편) 4.2 EN 13230-4	

주) ¹⁾ 궤도 구성품의 규격은 아래 표와 같이 국내 관련 규격을 우선 적용하되, 국내 관련 규격이 제정되어 있지 않거나 충분한 요건이 제시되어 있지 않은 경우는 국외 규격을 적용할 수 있다.

^(a) 단, 미끄럼상판 및 가드상판에 대한 성능검증 방법 및 기준은 아래의 사항을 우선적으로 적용하여야 한다.

- 피로시험 하중 크기 및 재하 각도는 EN 13481-7:2003 Railway applications Track Performance requirements for fastening system Part 7 : Special systems for switch and crossing and check rails의 기준을 적용한다.
- 패드의 정·동적 수직 강성 시험은 시험의 정확도를 향상시키기 위하여 실제 적용되는 베이스플레이트와 레일을 조립하여 시험할 수 있다.
- 체결력 시험시 비대칭 클립에 의해 체결된 경우에는 체결장치 변위량 $d_0 \geq 4\text{mm}$ 의 기준은 적용하지 않는다.

^(b) 콘크리트 도상에 의해 고정되어 분기침목의 휨변형이 미소한 궤도구조는 적용하지 않는다.

[별표2]

궤도구조 설계 요구조건

1. 적용기준 및 설계하중

가. 적용기준

궤도구조 일반 및 분기기의 설계에 적용되는 기준은 아래와 같다.

- 철도건설규칙(국토해양부)
- 철도설계기준(철도교편)(국토해양부)
- 철도설계기준(노반편)(국토해양부)
- 고속철도설계기준(노반편)(국토해양부)
- 콘크리트 구조설계기준(국토해양부)
- EN 1990(+A1)¹⁾
- EN 1991-2²⁾
- EN 1992-1-1³⁾ 또는 DIN 1045-1⁴⁾
- 콘크리트 궤도 일반 설계요건(한국철도시설공단)
- 접속부 설계지침(한국철도시설공단)
- 궤도/교량 종방향 상호작용 해석 지침(한국철도시설공단)
- 콘크리트궤도 교량 단부 궤도 사용성 검토 지침(한국철도시설공단)
- 선로정비지침

나. 설계하중

설계하중은 “철도설계기준(철도교편)”, “고속철도설계기준(노반편)” 또는 EN 1991-2의 규정을 적용한다. 다만 궤도 설계를 위해 별도로 요구되는 사항은 아래에서 정하는 값을 우선으로 한다.

(1) 수직하중

① 자중

1) Eurocode - Basis of structural design(including amendment A1:2005)

2) Eurocode 1: Actions on structures - Part 2: Traffic loads on bridges

3) Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings

4) Deutsche Norm, Plain, reinforced and prestressed concrete, Part 1: Design and construction

궤도의 자중은 실제 적용된 궤도 자재의 실중량을 고려하는 것을 원칙으로 한다. 단 궤도 자중을 고려하지 않는 것이 더 보수적인 경우에는 자중을 생략해도 좋다.

② 열차 수직하중

궤도에 작용하는 열차 수직하중은 다음과 같이 산정한다.

$$P = P_0 \cdot i (1 + \Delta P_c / P_0) \quad (3.1)$$

여기서, P_0 : 정적 윤하중(kN), 설계 축하중(W)의 1/2

i : 동적 충격율

동적충격율은 합리적인 근거를 토대로 가정해야 한다. 별도의 측정값이나 근거자료가 없는 경우 아래 추천값을 사용할 수 있다.

<참고> 동적충격율 추천값

$$i = 1 + \beta \bar{s} = 1 + \beta(n\phi)$$

β : 신뢰도지수, 검토대상에 따라 아래의 값 적용

- 레일, 레일체결장치, 침목, 도상(슬래브), 기층 $\beta = 3.0$
- 흙노반 $\beta = 1.0$

\bar{s} : 하중변동 표준편차 $\bar{s} = n\phi$

n : 궤도품질지수 (표 3.1)

ϕ : 하중증가계수 (표 3.1)

표 3.1. 궤도품질지수(n)와 하중증가계수(ϕ)

궤도형식	구분	속도(V)(km/h)	궤도품질지수(n)	하중증가계수(ϕ)
자갈궤도	화물열차	$V \leq 140$	0.20	$1.0 + 0.5 \frac{V-60}{80} (V \geq 60)$ 1.0 ($V < 60$)
	여객열차	$V \leq 200$	0.20	$1.0 + 0.5 \frac{V-60}{190} (V \geq 60)$
		$200 < V \leq 350$	0.15	1.0 ($V < 60$)
콘크리트 궤도	화물열차	$V \leq 140$	0.10	$1.0 + 0.5 \frac{V-60}{80} (V \geq 60)$ 1.0 ($V < 60$)
	여객열차	$V \leq 350$	0.10	$1.0 + 0.5 \frac{V-60}{190} (V \geq 60)$ 1.0 ($V < 60$)

ΔP_c : 곡선부에서 원심하중에 의한 윤하중 증가분(kN)

일반적으로 $\Delta P_c = \pm 0.2P_0$ 로 가정해도 좋다. 선형조건을 고려하여 보다 엄밀하게 계산할 경우에는 아래 식을 적용하여 산정한다.

$$\Delta P_c = \overline{P_{i,o}} - P_0 \quad (3.2-a)$$

$$\overline{P_i} = P_0 \left[\left\{ 1 + \frac{V^2}{gR} \cdot \frac{C}{G} \right\} - \frac{h_g^*}{G/2} \cdot \left\{ \frac{V^2}{gR} - \frac{C}{G} \right\} \right] \quad (3.2-b)$$

$$\overline{P_o} = P_0 \left[\left\{ 1 + \frac{V^2}{gR} \cdot \frac{C}{G} \right\} + \frac{h_g^*}{G/2} \cdot \left\{ \frac{V^2}{gR} - \frac{C}{G} \right\} \right] \quad (3.2-c)$$

여기서, $\overline{P_i}$: 안쪽 레일 유효윤중 정상분(kN)

$\overline{P_o}$: 바깥쪽 레일 유효윤중 정상분(kN)

V : 주행속도(m/s)

G : 궤간(m) (레일 중심 간 거리, 표준궤의 경우 $G=1.5\text{m}$ 로 가정)

C : 캔트(m)

R : 곡선반경(m)

g : 중력가속도($\approx 9.81 \text{ m/s}^2$)

h_g^* : 차량유효중심높이(m)(비진자차량의 경우, 실제 차량 중심 높이의 1.25배)

설계 축하중(W)과 축하중의 배치는 “철도건설규칙”에 규정된 다음의 표준활하중을 적용한다.

- 여객화물혼용선 KRL-2012
- 여객전용선 0.75KRL-2012
- 전동차 전용선 EL-18

(2) 수평하중

수평방향의 하중은 다음과 같은 하중을 고려해야 한다.

가) 선로 방향

- ① 열차의 시·제동하중 : 시/제동하중은 등분포하중으로 레일 두정면에 작용하는 것으로 하고 그 크기 및 재하길이는 다음과 같다.

- 시동하중:
 - 고속철도의 경우: $q_a = 33\text{kN/m/궤도}$, 재하길이는 33m이하
 - 일반철도의 경우: $q_a = 24\text{kN/m/궤도}$, 재하길이는 33m이하
- 제동하중:
 - 고속철도의 경우: $q_b = 20\text{kN/m/궤도}$, 재하길이는 400m이하
 - 일반철도의 경우: $q_b = 12\text{kN/m/궤도}$, 재하길이는 300m이하

② 교량 상부구조의 온도신축에 의한 하중(교량구간의 경우)

궤도와 하부 구조물의 상호작용을 고려하여 산정(상세 사항은 “궤도-구조물 종방향 상호작용 해석지침(한국철도시설공단)” 참조), 온도의 범위는 아래 표의 값을 기본으로 하되 해당 지역의 온도 측정결과가 있는 경우에는 그 값을 적용할 수 있다.

표 3.4. 온도 범위

구 분		온도변화 범위	비 고
레 일		+40°C, -50°C	상세 사항은 “궤도-구조물 종방향 상호작용 해석지침(한국철도시설공단)” 참조
구조물	콘크리트	±25°C	
	강(鋼)	±35°C(보통기온지역) ±45°C(한랭지역)	

<참고> 교량구간의 궤도 설계에 있어서, 레일의 축응력 및 변위를 검토하는 경우에는 시제동하중과 교량 상부구조의 신축에 의한 궤도-구조물 종방향 상호작용을 고려하여 엄밀한 계산으로 산정해야 하지만, 궤도 슬래브의 표준 단면을 설계하는 경우에는 엄밀한 계산을 하지 않고 궤도에 작용하는 종방향 힘의 최대값을 궤도 종저항력으로 가정할 수 있다. 콘크리트궤도의 종저항력의 최대값은 다음의 값을 기본으로 하되, 레일체결장치의 종저항력 시험을 통해 측정된 시험값이 있는 경우 그 값을 적용할 수 있다.

- 자갈궤도
 - 열차하중이 있는 경우 60kN/m/궤도
 - 열차하중이 없는 경우 12kN/m/궤도 (레일응력을 검토하는 경우)
 20kN/m/궤도 (구조물 변위를 검토하는 경우)
- 콘크리트궤도 및 기타 무자갈도상궤도, 또는 자갈궤도에 있어서 자갈도상이 동결되는 조건을 고려하는 경우
 - 열차하중이 있는 경우 60kN/m/궤도
 - 열차하중이 없는 경우 40kN/m/궤도

③ 종구배에 의한 하중 : 종구배 구간에서 수직하중의 선로방향 성분 고려

$$H_s = (P + P_D) \frac{s}{1000} \quad (3.3)$$

여기서, P : 열차 수직하중(kN), P_D : 자중(kN), s : 종구배(‰)

④ 온도변화, 크리프 및 건조수축에 의한 슬래브 변형

궤도 슬래브 또는 하부층 자체의 온도, 건조수축에 의한 신축 또는 뒤틀림 등의 변형을 고려해야 한다. 온도변화의 범위는 표 3.5의 값을 기본으로 하되 해당 지역의 온도 측정결과가 있는 경우에는 그 값을 적용할 수 있다. 크리프와 건조수축 변형율은 “콘크리트 구조설계기준” 또는 EN 1992-1-1(또는 DIN 1045-1)의 규정을 적용한다.

표 3.5. 궤도 슬래브 및 하부층의 온도변화 범위

구 분		온도변화 범위	비 고
궤도 슬래브 및 하부층 (콘크리트궤도)	슬래브-하부구조의 온도차	최대 10°C	-
	슬래브 상하면 온도구배	0.05 t (°C)	t : 슬래브 두께(mm)

⑤ 교량 상부구조의 변형에 의한 힘

콘크리트 궤도의 경우에는 하부 교량 상부구조의 변형에 의해 궤도 슬래브에 유발되는 휨변형을 고려하여야 한다. 교량 상부구조의 변형(휨)은 “철도설계기준(철도교편)”, “고속철도 설계기준(노반편)” 또는 EN 1991-2에 규정된 설계하중 및 하중조합을 적용하여 산정한다.

나) 선로직각방향(횡방향)

① 원심하중 : 곡선 바깥쪽 레일에 작용

$$Q_c = 2P_0 \left(\frac{V^2}{gR} - \frac{C}{G} \right) \quad (3.4)$$

여기서, V : 주행속도(m/s), R : 곡선반경(m)

② 풍하중 : “철도설계기준(철도교편)”, “고속철도 설계기준(노반편)” 또는 EN 1991-2 참조

③ 열차 횡하중(사행동 하중) : “철도설계기준(철도교편)”, “고속철도 설계기준(노반편)” 또는 EN 1991-2 참조

④ 곡선부 장대레일 온도 횡하중 : 곡선부에서 장대레일 온도축력의 횡방향 성분

$$q_T = \frac{T}{R} \quad (3.5)$$

여기서, q_T : 장대레일 온도축력의 횡방향 성분(kN/m),

R : 곡선반경(m), T : 장대레일 온도축력(kN)

⑤ 온도변화, 크리프 및 건조수축에 의한 슬래브 변형

궤도 슬래브 또는 하부층 자체의 온도, 건조수축에 의한 신축 또는 뒤틀림 등의 변형을 고려해야 한다. 온도변화의 범위는 표 3.5의 값을 기본으로 하되 해당 지역의 온도 측정결과가 있는 경우에는 그 값을 적용할 수 있다. 크리프와 건조수축 변형율은 “콘크리트 구조설계기준” 또는 EN 1992-1-1(또는 DIN 1045-1)의 규정을 적용한다.

⑥ 곡선전향횡압

열차가 곡선을 주행할 때 바퀴와의 마찰에 의해 열차 진행방향의 대차 앞측에서 곡선 안쪽과 바깥쪽에 동일한 크기의 힘이 반대 방향으로 작용하는 힘(따라서 곡선전향횡압은 레일에 작용하는 힘을 산정하는 경우에만 적용)

$$Q_{fr} = \kappa \overline{P}_i \quad (3.6)$$

여기서, \overline{P}_i : 안쪽 레일 윤중 정상분(kN)

κ : 마찰계수 ($\kappa \approx 0.3$)

⑦ 교량 상부구조의 변형에 의한 힘

콘크리트 궤도의 경우에는 하부 교량 상부구조의 변형에 의해 궤도 슬래브에 유발되는 휨변형을 고려하여야 한다. 교량 상부구조의 변형(휨)은 “철도설계기준(철도교편)”, “고속철도 설계기준(노반편)” 또는 EN 1991-2에 규정된 설계하중 및 하중조합을 적용하여 산정한다.

<참고> 레일체결장치, 자갈궤도 침목 등 궤도 구성품의 설계 시에는 엄밀한 계산을 하지 않고 아래의 값으로 횡하중을 산정할 수 있다.

상시하중 : 축중의 25% (곡선 외측에 작용)

극한하중 : 축중의 40% (곡선 외측에 작용)

2. 궤도구조 일반에 대한 요구조건

가. 자갈궤도의 요구조건

- (1) 주어진 하중에 대해 각 궤도 구성품(레일, 레일체결장치, 침목, 노반 등)에 작용하는 응력이 허용응력(표 3.3) 이하라야 하며, 한다. 또한 허용응력 검토 외에 검토되어야 하는 항목은 해당 성능규격 및 시방서(별표1 참조)에 따른다.
- (2) 주어진 하중에 대해 급격한 줄뜸(좌굴) 및 복진(크리프) 방지를 위해 도상 횡저항력 및 종저항력을 확보해야 한다. 다만 도상 횡저항력 및 종저항력의 최소값은 아래의 값 이상이라야 한다.
 - 도상 횡저항력 : 500kg/m (편측레일당)
 - 도상 종저항력 : 레일 파단 시 개구량 한도를 만족하는 최소 도상 종저항력 이상(상세 사항은 “궤도-구조물 종방향 상호작용 해석지침(한국철도시설공단)” 참조)
- (3) 교량구간의 경우, 궤도-구조물 종방향 상호작용에 의한 레일 응력 및 변위 요건을 만족해야 한다(상세 사항은 “궤도-구조물 종방향 상호작용 해석지침” 참조).

나. 콘크리트궤도의 요구조건

- (1) 주어진 설계하중에 대해 각 궤도 구성품(레일, 침목 및 슬래브, 노반 등)에 작용하는 응력이 허용응력(표 3.3) 이하라야 한다. 또한 허용응력 검토 외에 검토되어야 하는 항목은 해당 성능규격 및 시방서(별표1 참조)에 따른다. 다만 강도설계법을 적용하는 경우는 콘크리트 구조설계기준 또는 EN 1992-1-1 (또는 DIN 1045-1)의 기준을 적용한다.
- (2) 주어진 하중에 대해 수평방향으로 궤도의 위치를 유지하기 위해 콘크리트궤도에 요구되는 종저항력 및 횡저항력의 최소값을 확보해야 한다.
- (3) 교량구간의 경우 궤도-구조물 종방향 상호작용에 의한 레일 응력 등 요구조건을 만족해야 한다(상세 사항은 “궤도-구조물 종방향 상호작용 해석지침” 참조).

다. 시공 및 유지보수에 관한 요구조건

설계요건에서 정한 성능을 확보할 수 있도록 시공이 가능한지, 또 이를 계속 유지할 수 있는 지가 입증되어야 한다.

표 3.5. 궤도 구성요소별 허용응력

구 분		허용응력(MPa)	비 고
레일	장대레일	130	흙노반/터널의 경우(교량구간은 “궤도-구조물 종방향 상호작용 해석지침(한국철도시설공단)”에 따름)
	이음매레일	157	
레일체결장치		사용 재료에 따라 별도로 규정되어야 함.	개발자의 제시 규격에 따름.
프리스트레스드 콘크리트(PSC) 침목	콘크리트	1. 프리스트레스 도입 직후 1) 압축 $0.6f'_{ci}$ 2) 인장 $0.24\sqrt{f_{ck}}$ 3) 지압응력 $0.75f'_{ci}\sqrt{A_e/A} - 0.2 \leq 1.1f'_{ci}$ 2. 사용하중 상태 1) 압축 $0.4f_{ck}$ 2) 인장 $0.24\sqrt{f_{ck}}$ 3) 지압응력 $0.5f_{ck}\sqrt{A_e/A} \leq 0.9f_{ck}$	상세 사항은 “PC침목설계절차” 참조 f'_{ci} : 프리스트레스 도입 시 콘크리트 압축강도(MPa) $f'_{ci} \geq 1.7f_c$ 또는 35MPa (프리텐션) $f'_{ci} \geq 1.7f_c$ (포스트텐션) f_c : 프리스트레스 도입 후 발생하는 콘크리트 압축응력 f_{ck} : 콘크리트 설계기준 압축강도(MPa) A_e : 유효지압면적, 정착판의 도심과 일치하는 정착판의 덮은꼴을 부재 단부에 가장 크게 그렸을 때의 그 도형의 면적 (콘크리트구조설계기준 참조) A : 하중작용면적
	PS강재	1. 긴장시 $0.8f_{pu}$ 와 $0.94f_{py}$ 중 작은 값 2. 프리스트레스 도입직후 1) 프리텐서닝 : $0.74f_{pu}$ 와 $0.82f_{py}$ 중 작은 값 2) 포스트텐서닝 : $0.70f_{pu}$	상세 사항은 “PC침목설계절차” 참조 f_{pu} : PS강재의 인장강도 f_{py} : PS강재의 항복강도
슬래브 및 콘크리트 기층 (콘크리트궤도)	슬래브	λf_r	상세 사항은 “콘크리트궤도 일반 설계요건(한국철도시설공단)” 참조 λ : f_0 에 따라 산정(그림 3.1 참조) f_0 : 온도변화에 의한 초기응력 $f_0 = E_c \alpha_c \Delta T$ (연속인 경우) E_c : 콘크리트 탄성계수(MPa) α_c : 콘크리트 선팽창계수($1/^\circ\text{C}$) ΔT : 최대 온도변화($^\circ\text{C}$) f_r : 콘크리트 설계 휨강도 (MPa) $f_r = 2f_{ctm} = 2(0.3f_{ck}^{2/3})$
	콘크리트 기층(HSB)	$0.5f_r$	
노반	흙노반	$f_{sa} = \frac{0.006 \cdot E_{dyn}}{1 + 0.7 \log(n)}$	E_{dyn} : 노반 동탄성계수($\approx E_{v2}$) E_{v2} : DIN 18 1345)에 따라 측정 n : 하중 반복횟수(2×10^6)
	콘크리트 노반	$0.85f_{ck}\sqrt{A_e/A}$	A_e : 유효지압면적 (“콘크리트 구조설계기준 (국토해양부)” 참조)

구 분	허용응력(MPa)	비 고
		A : 하중작용면적

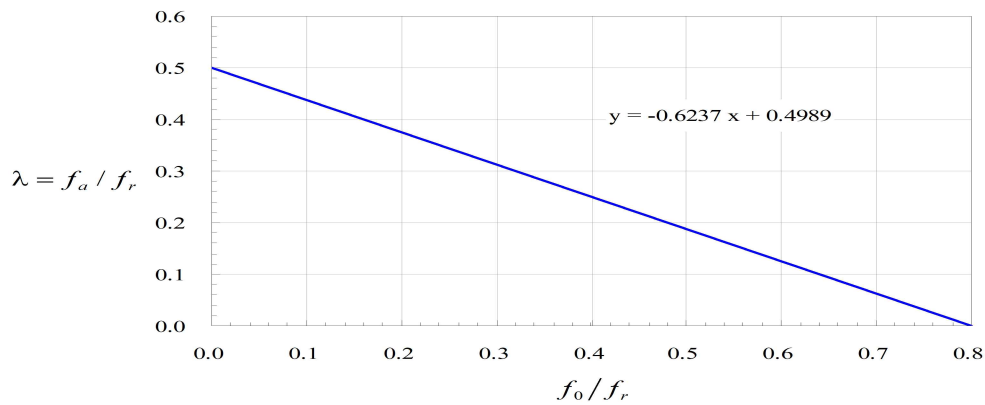


그림 3.1. 온도변화에 의한 초기응력(f_0)을 고려한 허용응력(f_a)/휨강도(f_r) 비

라. 인터페이스 요구사항

(1) 신호시스템 인터페이스

신호시스템에서 요구하는 절연저항을 확보해야 한다.

(2) 열차 진동

저진동 궤도의 경우에는 차량-궤도-구조물 상호작용을 고려하여 해당 궤도구조가 구조적 안전 외에 주행안전 및 승차감, 진동저감 목표를 만족할 수 있는지를 입증해야 한다.

(3) 이 외에도 타 시스템에서 요구되는 인터페이스 사항이 있는 경우 그 적합여부를 검토해야 한다.

3. 분기기에 대한 요구조건

분기기는 주어진 설계속도 하중에 대해 주행안전성, 승차감 및 구조적 안전에 대해 신뢰성을 확보할 수 있도록 설계되어야 한다. 분기기 설계에 대해 주요하게 검토되어야 하는 항목 및 관련 기준은 다음과 같다.

가. 분기기 선형

분기기의 선형은 주행안전성 및 양호한 승차감 확보할 수 있도록 설계되어야 한다. 분기기 선형 설계와 관련한 검토 항목과 기준은 다음과 같다.

- 부족캔트
- 부족캔트 변화량

5) Deutsche Norm, Determination of deformation and strength characteristics of soil by the plate loading test

- 곡선반경
- 부족캔트 변화율

표 3.6. 분기기 선형 기준

항목	기호 (단위)	분기통과속도 V(km/h)		
		$V \leq 70$	$70 < V \leq 170$	$170 < V \leq 230$
부족캔트 한계값	$C_{d,lim}(\text{mm})$	120	105	85
부족캔트변화량 한계값	$\Delta C_{d,lim}(\text{mm})$	120	105	85
곡선반경	$R(\text{m})$	$R \geq 11.8 V^2 / C_d$		
부족캔트 변화율 한계값	$(dC_d/dt)_{lim}(\text{mm/s})$	90	90	75

나. 구조적 안전

분기기는 주어진 하중에 대해 구조적 안전을 확보할 수 있도록 설계되어야 한다. 표 4의 레일, 분기침목, 포인트부와 크로싱부에서 장대레일 축력에 저항하는 구성품 및 가드레일은 특히 구조적 안전이 검토 되어야 할 주요 부재들이다. 레일은 전환시 레일에 발생하는 휨응력에 대한 구조적 안전을 확보할 수 있도록 설계되어야 하며, 분기침목은 주어진 하중에 대해 구조적으로 안전할 뿐만 아니라, 침목 인서트의 인발에 대한 구조적 안전을 확보할 수 있도록 인서트의 위치가 설계되어야 하고, 제작된 인서트의 위치는 규정된 허용치수 이내이어야 한다(그림 3). 또한 포인트부 및 크로싱부에서 장대레일 축력에 저항하는 구성품 또한 축력에 대한 구조적 안전을 확보할 수 있도록 설계되어야 하고, 고정 크로싱을 적용하는 분기기의 가드레일은 고정크로싱의 결손부 통과시 발행하는 배면횡압에 저항할 수 있도록 설계되어야 한다.

표 3.7. 구조적 안전 검토 필요 부재 및 세부 검토 항목

구 분	세 부 검 토 항 목	하중조건 또는 관련 규격	비고
레 일	- 텅레일 휨응력 - 가동노스 크로싱 휨응력	전환력	
분기침목	- 분기침목의 휨응력 ^(a)	PC침목설계 절차	그림 3.2
	- 인서트와 분기침목 끝단까지의 거리 - 인서트와 분기침목 측면까지의 거리		
포인트부 및 크로싱부	- 장대레일 축력에 저항하는 구성품에 대 한 구조적 안전성	UIC 774-3(R)	
가드레일	- 배면횡압에 의한 구조적 안전성 ^(b)	배면횡압	

(a) 콘크리트 도상에 의해 전면 지지되어 분기침목의 휨변형이 미소한 궤도구조 이외에 적용

(b) 고정크로싱을 적용하는 분기기의 가드레일에 적용

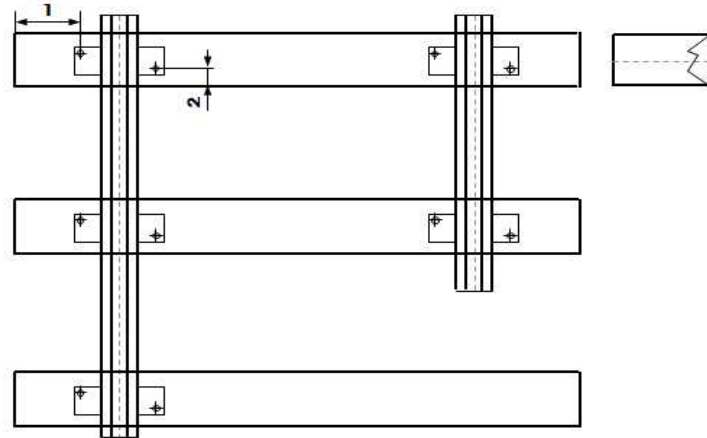


그림 3.2. 분기침목에 대한 인서트 위치 검토항목

다. 차량/분기기 상호작용

분기기에서는 차량/분기기 상호작용을 고려하여 주행안전성을 확보할 수 있도록 설계되어야 한다. 차량/분기기 상호작용과 관련한 검토 항목은 다음과 같다.

- 공격각
- 접촉각
- 레일의 수직처짐 및 응력

표 3.8. 차량/분기기 상호작용 검토 기준

구분		합격기준	비고
공격각(ψ)		$\leq 1^\circ$	단, 분기기 입사각 제외
접촉각(γ_A)		$\geq 40^\circ$	팅레일 및 가동노스 단면과 차륜과의 접촉각(그림 3.3)
레일	수직처짐	분기기 위치별 급격한 변화가 없을 것(설계값 $\pm 25\%$ 이내).	팅레일과 가동노스 단면형상 변화에 따른 레일의 강성과 체결구조 및 도상의 강성을 고려 체결장치 중앙에서 레일의 수직처짐을 고려
	응력(편진폭)	$\leq 130\text{MPa}$	

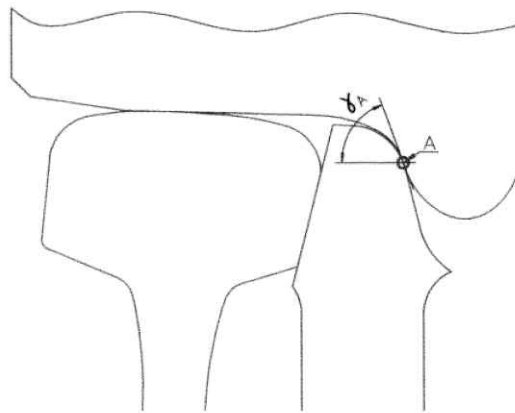


그림 3.3. 접촉점(A)와 접촉각(γ_A)

[별표3]

조립시험 항목 및 기준

1. 궤도구조 일반

시험항목	시험목적	적용 대상	시험조건	합격기준	비 고
경사반복하중시험 (기본시험)	연직하중과 수평하중의 반복하중을 동시에 받는 조건에서 구조적 성능을 검증	모든 구조형식에 적용	① 설계 최대 캔트 적용 ② 설계축중+충격(1 σ) ③ (4 \pm 1)Hz/300만회 이상 ④ 시험체는 최소 침목 5개 길이 이상 ⑤ 아스팔트 재료를 사용하는 경우 온도의 변화(최대 40°C)를 고려 ⑥ 체결장치의 최대 연직방향 조정폭까지 조정된 후 시행	① 레일, 체결장치, 슬래브 등 구성요소 응력 설계기준 이하 ② 레일 및 슬래브 변위 변동이 급격하게 증가하지 않을 것 (일정한 값으로 수렴하는 경향) ③ 구성품의 파손이 없을 것(기능상실 수준)	그림 4.1 참조
궤간확대 시험 (선택시험)	반복하중에 의한 궤간 확대 가능성 확인	체결장치 외에 궤간 확대가 가능한 구조 ^(a)	① 관절형 재 적용 ② 설계축중에 의한 1 지점 하중(0.5Hz 내외/20만회 이상) ③ 시험체는 침목 1개 길이	시험종료 후 잔류 궤간확대 8mm 이하	그림 4.2 참조
연직크리프 하중시험 (선택시험)	지속하중에 의한 크리프 변형 검토	아스팔트 기층 또는 슬래브를 적용하는 구조	① 설계축중(정적) 적용 ② 슬래브 표면 온도 36°C 유지 ③ 시험체는 최소 침목 5개 길이 이상	잔류 소성침하량이 설계값 이하일 것.	
횡저항력 시험 (선택시험)	횡방향 하중에 의한 궤광의 소성변형 가능성 확인	침목이 슬래브에 매립되어 있지 않고 앵커 등으로 슬래브에 고정되어 있거나 방진고무상자 내부에 들어 있는 구조 ^{(b)(c)}	① 설계 횡/종하중 (정적) 적용 ② 열차하중(정적) 고려하는 경우와 고려하지 않는 경우 중 극한조건 적용 ③ 시험체는 최소 침목 5개 길이 이상 ④ 체결장치의 최대 연직방향 조정폭까지 조정된 후 시행	변위 2mm에서의 하중이 종/횡저항력이 설계값 이상일 것.	그림 4.3 참조
종저항력 시험 (선택시험)	종방향 하중에 의한 궤광의 소성변형 가능성 확인				그림 4.4 참조
업리프트 (Up-lift) 시험 (선택시험)	지점당 인발강도 확인		① 정적하중으로 최대하중까지 재하 ② 시험체는 침목 1개 또는 지점 1개 적용	지점당 인발강도 (최대하중) 5kN 이상	

^(a) 체결장치에서만 궤간 확대가 발생하는 구조(예, 침목매립형 또는 직결체결형)의 경우 레일체결장치 성능시험 중 반복하중시험에서 궤간확대에 대한 검증을 실시하므로 생략 가능

^(b) 침목이 매립되어 있거나 침목없이 레일이 슬래브에 직결되어 있는 경우와 같이 레일체결장치 하부에서 횡방향 및 종방향 하중에 의한 변위의 발생 가능성이 낮은 경우 레일체결장치 성능시험 중 종방향 저항력 시험이나 비틀림 저항력 시험에서 검증 가능하므로 생략 가능

^(c) 침목이 매립되어 있거나 침목없이 레일이 슬래브에 직결되어 있는 경우와 같이 레일체결장치 하부에서 인발하중에 의한 변위의 발생 가능성이 낮은 경우 레일체결장치 성능시험 중 앵커(매립전)에 대한 인발강도시험에서 인발강도를 검증할 수 있으므로 생략 가능, 다만 침목이 매립되어 있더라도 인발하중에 대한 저항력을 확신하기 어려운 경우에는 실시할 수 있음.

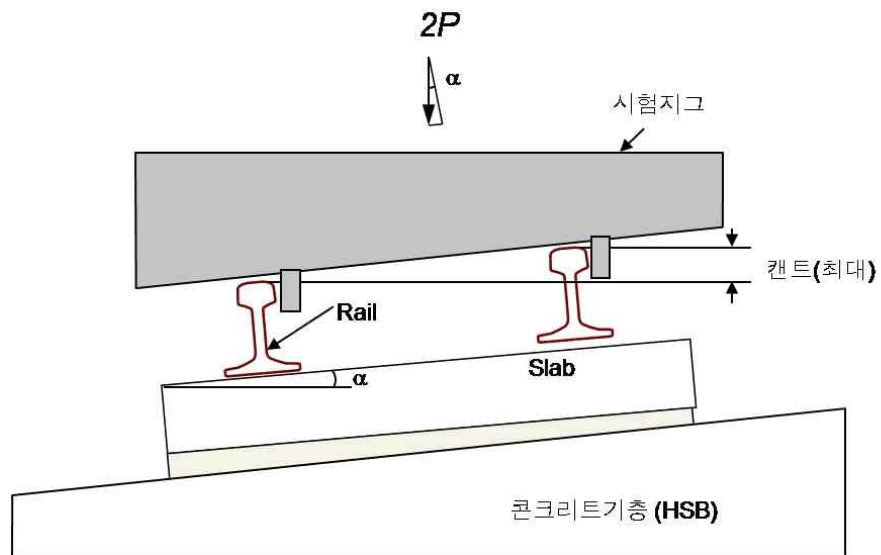
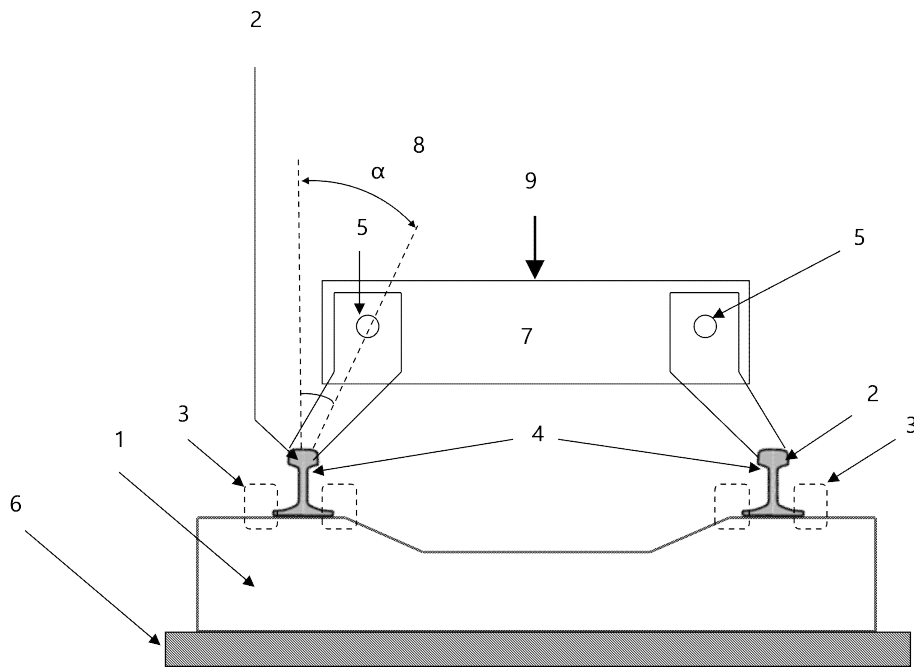


그림 4.1. 경사반복하중시험 개념도 및 시험 예시



- | | | |
|-----------------------|--|-----------------|
| 1: 침목 | 5: Free pivot | 9: 하중($2P_v$) |
| 2: 레일(시험체 길이) | 6: 지지층 | |
| 3: 레일체결장치 | 7: 재하용 지그 | |
| 4: 레일의 회전을 허용하는 재하 장치 | 8: 하중 재하각 $P = P_v / \cos\alpha$ (P 는 윤중) | |

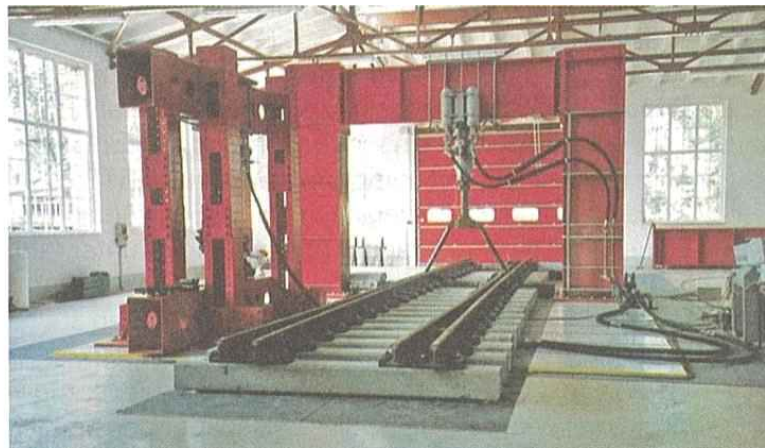
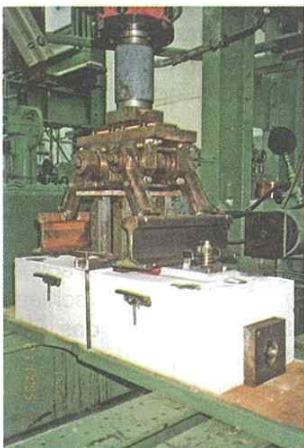


그림 4.2. 궤간확대시험

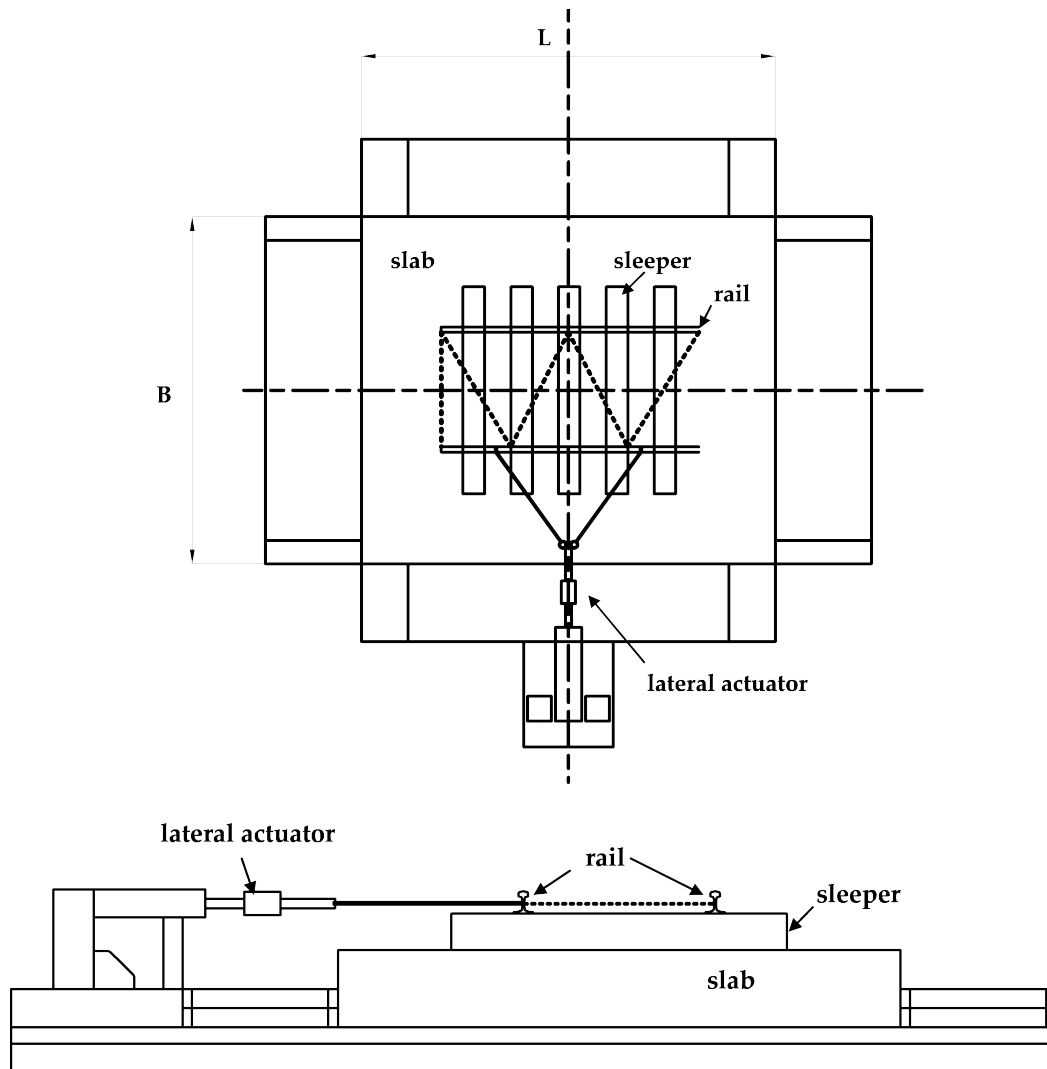


그림 4.3. 궤도 횡저항력 시험 개념도

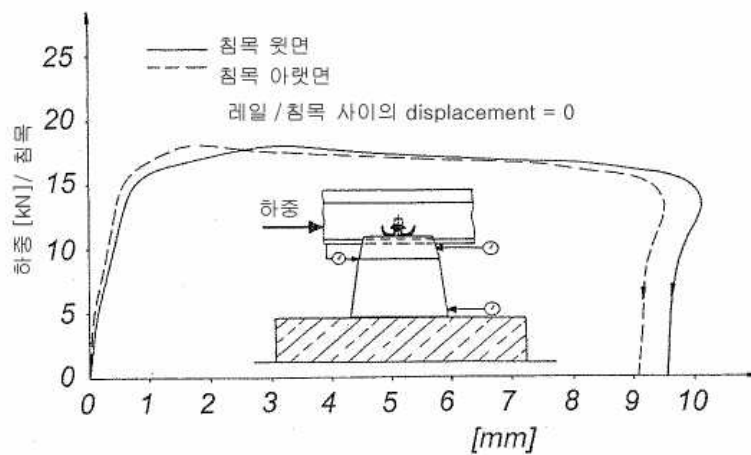
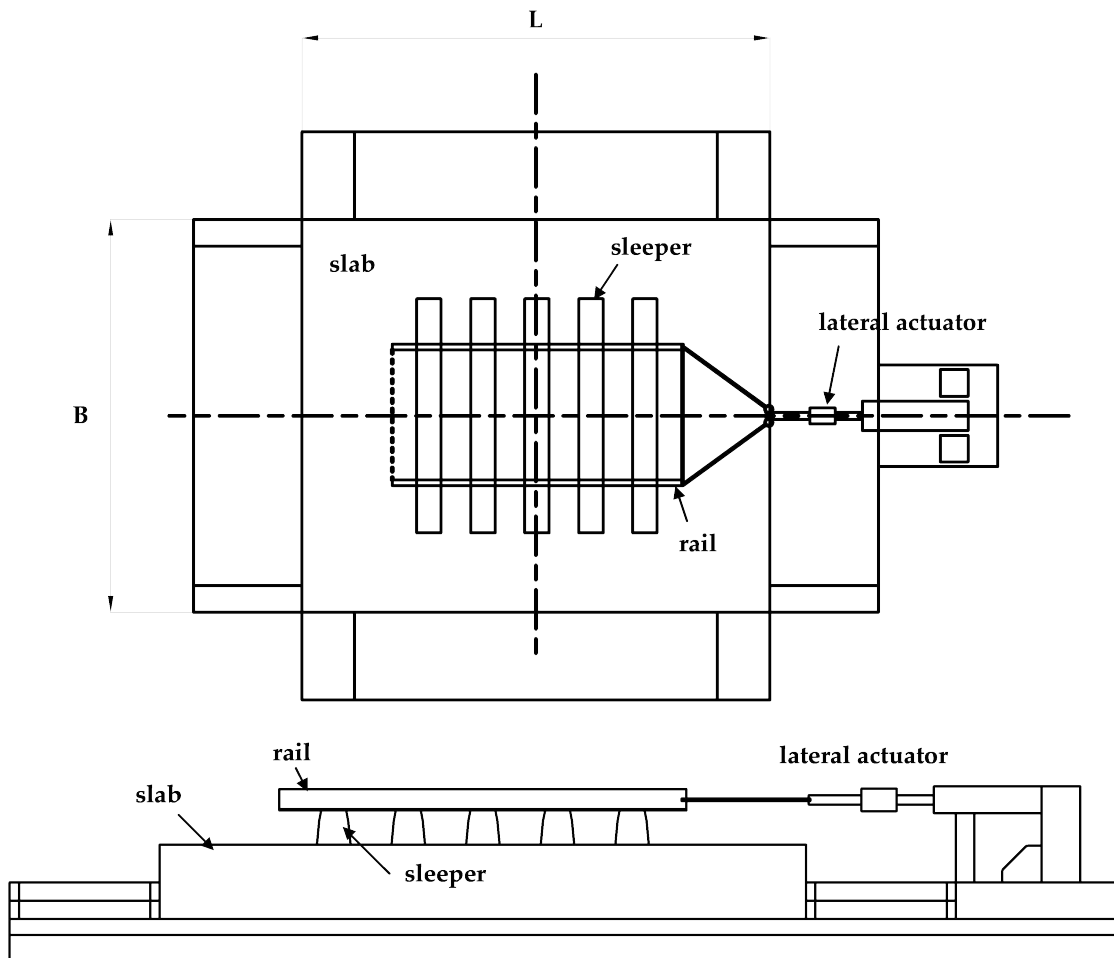


그림 4.4. 궤도 종저항력 시험 개념도

2. 분기기

시험항목	시험목적	적용 대상	시험조건	합격기준	비 고
정적재하 시험 ^{(a)(b)} (선택시험)	연직하중과 수평하중을 동시에 받는 조건에서 구조적 성능검증	체결장치 외에 레일 수직처짐이 발생 가능한 구조 ^(c) 에서 리드레일 탄성패드와 다른 형식의 탄성 패드가 적용되는 포인트부 및 크로싱부 (단, 자갈케도용 분기기 제외)	① 관절형 잭 적용 ② 설계축중+충격(1 σ)에 의한 각각의 체결장치 중앙 1지점 하중	체결장치 중앙에서 레일의 수직처짐은 분기기 위치별 급격한 변화 없을 것(설계값 $\pm 25\%$)	그림 4.2 참조
궤간확대 시험 ^{(a)(b)} (선택시험)	반복하중에 의한 궤간 확대 가능성 확인	체결장치 외에 궤간 확대가 가능한 구조 ^(d) 에서 전철기에 의해 가동되는 포인트부와 크로싱부	① 관절형 잭 적용 ② 설계축중에 의한 가동부 침단 1지점 하중 재하(0.5Hz 내외/20만회 이상)	시험종료 후 잔류 궤간확대 8mm 이하	그림 4.2 참조
장애물 검지 시험 ^{(a)(e)} (기본시험)	장애물 검지 성능검증	전철기에 의해 가동되는 포인트부와 크로싱부	기본레일과 텅레일 및 워레일과 가동노스 사이의 장애물 검지	설계값 이하	
밀착 확인 시험 ^{(a)(e)} (기본시험)	밀착상태 검증	전철기에 의해 가동되는 포인트부와 크로싱부	기본레일과 텅레일 및 워레일과 가동노스 사이의 밀착 상태 확인	① 멈춤쇠와 텅레일의 해당 표면 사이의 유격 ≤ 0.5 mm ② 텅레일과 기본레일의 접촉 표면 사이의 유격 ≤ 0.5 mm ③ 밀착쇄정부에서 텅레일과 기본레일의 접촉 표면 사이의 유격 ≤ 0.5 mm	
전환력 확인 시험 ^{(a)(e)} (기본시험)	전환력 검증	전환 장치와 전환 로드 또는 쇄정 장치간의 접합부	① 관절축을 측정 장치로 교체하여 전환력을 측정 ② 전환력을 측정할 때에는 포인트부의 레일 또는 장치 등에서 유발되는 힘에 대해 영향을 받지 않도록 할 것 ③ 시험은 양 방향에 대해 3회 실시. 단 측정할 때마다 포인트부 또는 크로싱부를 2회 동작시킴	설계값 이하	

- (a) 분기기 시험체는 전체 또는 포인트와 크로싱부로 각각 패널 상태로 구성 가능
- (b) 분기기 시험체의 지지 조건은 궤도구조와 동등하도록 설정할 것
- (c) 체결장치에서만 레일 수직처짐이 발생하는 구조(예. 침목매립형 또는 직결체결형)의 경우 레일체결장치 성능시험 중 정적강성 시험에서 레일 수직처짐의 균일성에 대한 검증을 실시하므로 생략 가능
- (d) 체결장치에서만 궤간 확대가 발생하는 구조(예. 침목매립형 또는 직결체결형)의 경우 레일체결장치 성능시험 중 반복하중시험에서 궤간확대에 대한 검증을 실시하므로 생략 가능
- (e) 분기기 시험체는 평탄한 지지대에 고정되도록 거치하여야 함

[별표4]

현장설치 시험 항목 및 기준

1. 현차주행 성능시험 - 궤도구조 일반

구분	시험항목	시험방법	합격기준	비고
준정적 침하	레일 및 침목 처짐	① 하중이 주어진 차량을 이용하여 저속주행(10km/h 이하) 시 지상 계측 ② 계측지점 3개소 이상	① 설계값 이하 ② 하중영향선에서 현저한 불연속점이 없을 것(설계값 \pm 25%)	
동적 변위/응력	- 윤중, 횡압 - 레일, 레일체결장치, 슬래브 등 구성요소 응력 - 레일 처짐, 좌우변위 - 슬래브 처짐 - 슬래브 또는 침목 전후/좌우변위 - 레일-슬래브(또는 침목) 상대변위 등에서 궤도구조의 특성과 개량요소를 감안하여 선정 (상기 항목 외에도 필요한 경우 추가할 수 있음)	① 현차주행시험 시 지상 계측 ② 계측지점 3개소 이상	현장설치 시험 기간 중 측정값의 급격한 변화가 없을 것 (설계값 \pm 25%)	

2. 현차주행 성능시험 - 분기기

항 목		기 호	단 위	합격기준	차단주파수(Hz)
차상 시험 ^(a)	횡압	Y	kN	N.A	≥ 40
	유도력	$(\Sigma Y)_{2m}^{(b)}$	kN	$10 + P_o/3^{(c)}$	≥ 20
	윤중	Q	kN	N.A	≥ 20
	탈선비($R \geq 250m$)	$(Y/Q)_{2m}$	-	0.8	≥ 20
	대차의 횡방향 가속도	\ddot{y}_s^+	m/sec ²	$12 - M_b/5^{(d)}$	10
	차체의 횡방향 가속도	\ddot{y}_s^*	m/sec ²	3 ^(e)	6
	차체의 수직방향 가속도	\ddot{z}_s^*	m/sec ²	3 ^(e)	4
지상 시험	횡압	Y	kN	40	
	윤중	최대치	kN	200	
		최소치		35	
	탈선비	Y/Q	-	0.8	
	레일 수직변위 ^(f)	y_r	-	분기기 위치별 급격한 변화 없을 것 (설계값 \pm 25%)	
	레일 응력(전진폭)	σ_r	MPa	130	

(a) 차상시험에 대한 세부적인 시험방법은 UIC 518을 준용

(b) 2m에 대한 이동 평균값

(c) P_o : 정적 축중

(d) M_b : 대차 질량(ton)

(e) 주행안전성에 대한 한계값으로 승차감 한계값은 2.5m/sec²임

(f) 체결장치 중앙에서 레일 수직처짐을 고려

(주) 횡압, 윤중 및 탈선비 측정은 차상시험 또는 지상시험 중에서 한 가지 방법만 적용 가능

3. 현장 모니터링 - 궤도구조 일반

구분	항목	시험항목	시험방법	합격기준	비고
공통	궤도틀림	궤도 검측	궤도 검측차 또는 그에 준하는 장비 이용 궤도틀림 측정	- 해당 구간의 운영기준 적용 - 통상적인 수준 이하 또는 동등의 유지보수 횟수, 난이도 확보	-
	타 분야와의 인터페이스	노반, 차량, 전차선, 신호와의 인터페이스	해당 분야의 시험기준 적용	- 현장설치 시험 전후 타 분야와의 인터페이스 정상기능 유지	
자갈 궤도	도상 저항력	도상 횡/종저항력	도상 횡/종저항력 시험장치 이용	도상 횡/종저항력 설계값 이하	
	외관 상태	구성품의 손상상태 침목 균열	육안조사	① 체결장치 각 구성요소의 정상기능 유지 ② 레일의 이상마모 등 구성품의 조기손상(premature failure)이 없을 것.	-
콘크리트 궤도 및 기타 신형식 궤도	외관 상태	구성품의 손상상태 콘크리트(슬래브 및 침목) 균열	육안조사	① 콘크리트 슬래브(TCL) 및 침목 등의 하중전달 및 구조적 안정성에 영향을 주는 유해한 균열 또는 손상이 없을 것. ② 체결장치 각 구성요소의 정상기능 유지 ③ 레일의 이상마모 등 구성품의 조기손상(premature failure)이 없을 것.	-

4. 현장 모니터링 - 분기기

시험항목		시험방법	합격기준	비고
궤도틀림	분기기 틀림 검측	궤도 검측차 또는 그에 준하는 장비 이용 궤도틀림 측정	유지보수 기준 이하	-
치수	포인트부 및 크로싱부 침단 개구값	측정자를 이용 포인트부 및 크로싱부 침단 개구값 측정	유지보수 기준 이하	-
	포인트부 및 크로싱부 플랜지웨이 폭	궤간측정게이지를 이용 플랜지웨이 폭 측정	유지보수 기준 이하	
	가드레일 높이	측정자를 이용 가드레일 높이 측정	유지보수 기준 이하	
	팅레일 직각 틀림	측정자를 이용 텅레일 직각 틀림량 측정	유지보수 기준 이하	
	포인트부 및 크로싱부 보호값	궤간측정게이지를 이용 보호값 측정	유지보수 기준 이하	
외관상태	레일마모 및 이빠짐	마모 측정기 이용 마모 및 이빠짐 측정	유지보수 기준 이하 및 조기손상(premature failure) 없을 것	-
	체결구 상태	육안	체결구의 각 구성요소의 정상기능 유지	
밀착	① 멈춤쇠와 텅레일의 해당 표면 사이의 유격 ② 텅레일과 기본레일의 접촉 표면 사이의 유격 ③ 밀착쇄정부에서 텅레일과 기본레일의 접촉 표면 사이의 유격	틈새게이지 이용 밀착 측정	유지보수 기준 이하	-
전환력	전환 장치와 전환 로드 또는 쇄정 장치간의 접합부	① 관절축을 측정장치로 교체하여 전환력을 측정 ② 전환력을 측정할 때에는 포인트부의 레일 또는 장치 등에서 유발되는 힘에 대해 영향을 받지 않도록 할 것 ③ 시험은 양 방향에 대해 3회 실시. 단 측정할 때마다 포인트부 또는 크로싱부를 2회 동작시킴	설계값 이하	

[별표5]

개량항목에 따른 단계별 성능검증 항목 선정 예

1. 궤도구조 일반

구 분	개량항목	기능	영향	개량 수준	단계별 성능검증 항목			
					기술 적합성 검토		실내 성능시험	현장 성능시험
					구성요소 성능	설계요건		
궤도구조 시스템	궤도구조 구성 및 하중전달구조	-	-	N	모든 구성요소	관련 항목	궤도구조 에 따른 해당 항목	관련 항목
구 성 요 소	레일	레일단면 형상 및 치수	하중 지지, 분포 - 탈선 - 승차감 저하 - 레일마모 증대	R1	레일 휨강도	레일 및 구성품의 응력 검토	-	레일 및 구성품 응력 및 변위, 윤중/횡압 등 관련 항목
		레일 재질 및 강도		R0/ R1			-	
		기타		R0	관련 항목	관련 항목	-	-
	레일체 결장치	탄성패드 재질 및 스프링상수	하중전달, 분포 완충 - 승차감 저하 - 내구수명 감소	R1	스프링상 수 시험 반복하중 시험	구성품의 응력 검토 등 관련 항목	-	구성품 응력 및 변위, 윤중/횡압 등 관련 항목
		앵커 등 하중전달구조	횡방향 및 업리프트하 중 전달, 지지 - 탈선	R0/ R1	인발강도 시험 반복하중 시험	앵커 인발강도 및 Uplift 등 관련 항목	-	앵커 인발강도 및 Uplift 등 관련 항목
		기타	-	R0	관련 항목	관련 항목	-	-

구 분	개량항목	기능	영향	개량 수준	단계별 성능검증 항목			
					기술 적합성 검토		실내 성능시험	현장 성능시험
					구성요소 성능	설계요건		
구 성 요 소	침 목	형상 및 치수	연직방향 하중전달, 지지	R0	침목 휨강도	침목 및 구성품 응력 검토 등 관련 항목	-	-
		침목 강도 및 텐던량 등		R0			-	-
		침목 패드		R1	침목 휨강도 침목패드 변형	침목 및 구성품 응력 검토, 레일변위, 침목패드 변형 등 관련 항목	-	침목 및 구성품 응력 검토, 레일변위, 침목패드 변형 등 관련 항목
		기타		R0	관련 항목	관련 항목	-	-
	슬 레 브	형상 및 치수	연직방향 하중전달, 지지	R0	슬래브 휨강도	슬래브 및 구성품 응력 검토 등 관련 항목	-	-
		강도 및 텐던량		R0			-	-
		슬래브 매트		R1	슬래브 휨강도	슬래브 및 구성품 응력 검토 등 관련 항목	-	구성품 응력 및 변위, 윤중/횡압 등 관련 항목
		기타		R0	관련 항목	관련 항목	-	-
	기 층 또 는 바 닥 콘 크 리 트	재질 및 강도	연직방향 하중 전달(노반) , 분포	R0/ R1	콘크리트 휨강도	구성품의 허용응력 검토 등 관련 항목	-	-
		기타		R0	관련 항목	관련 항목	-	-

2. 분기기

구분		개량항목	기능	영향	개량 수준	단계별 성능검증 항목			
						기술 적합성 검토		조립 성능시 험	현장 성능시 험
분기기 시스템		분기기 구조와 하중전달 구조 (국내· 외에서 적용실적 이 없는 경우)			N	모든 항목	관련 항목	관련 항목	관련 항목
구 성 요 소	선형		-차량을 안내	-탈선 -승차감	R0	-	분기기 선형 및 차량/ 분기기 상호작용(공격각, 접촉각)	-	-
	팅 레일 또는 가동 노스	단면 형상	-차량을 안내	-탈선 -레일마모	R1	-	차량/분기기 상호작용(접촉각)	-	-
	체결 장치	탄성 패드	-차량하중 을 지지 -탄성제공	-탈선 -승차감 -레일마모	R1	체결장 (피로시험)	차량/분기기 상호작용(레일의 수직변위 및 응력)	-	관련 항목
		그외	-차량하중 을 지지	-탈선	R0	체결장치	체결구 매립 방식이 개량·변경된 경우 : 구조적 안전(분기침목)	-	-
구 성 요 소	미끄럼 상판	탄성 패드	-차량하중 을 지지 -탄성제공	-탈선 -승차감 -레일마모	R1	미끄럼상판 (피로시험)	구조적 안전(분기침목) 및 차량/분기기 상호작용(레일의 수직변위 및 응력)	-	관련 항목
		그외	-차량하중 을 지지	-탈선	R0	미끄럼상판	미끄럼 상판 매립 방식이 개량·변경된 경우 : 구조적 안전(분기침목)	-	-
	가드 상판	탄성 패드	-차량하중 을 지지 -탄성제공	-탈선 -승차감 -레일마모	R1	가드상판 (피로시험)	-	-	-
		그외	-차량하중 을 지지	-탈선	R0	가드상판	가드 상판 매립 방식이 개량·변경된 경우 : 구조적 안전(분기침목)	-	-
	분기침목		-차량하중 을 지지	-탈선	R0	-	구조적 안전(분기침목)	-	-

KR C 14060 [부록 2]

레일체결장치 기술기준

1. 레일체결장치 성능요건은 <표 1>에 규정된 성능시험 합격기준을 만족해야 한다.

시 험 항 목		요 구 값		시험방법
		콘크리트침목(자갈궤도)용 레일체결장치	콘크리트궤도용 레일체결장치	
정적 수직강성	A 형식	40~400 kN/mm	15~50 kN/mm	KRS(TR 0014)에 의거 시행
	B 형식	40~400 kN/mm	15~50 kN/mm	
	C 형식	40~190 kN/mm	20~45 kN/mm	
	D 형식	40~130 kN/mm	20~45 kN/mm	
	E 형식	설계에서 정한 값	-	
동적 수직강성		설계에서 정한 값(반복시험 하중 결정 값)		
체결력 시험		· 체결력: ≥ 16kN	· 체결력 : ≥ 16kN	
종방향 저항력 시험	7 kN 이상(A, B, C, E 형식)	7 kN 이상(A, B, C 형식)		
	9 kN 이상(D 형식)	9 kN 이상(D 형식)		
비틀림 저항력 시험 (선택적 시험)		· 장대레일 거동계산을 위한 참고값으로 활용 · 요구값 : 참고 값	· 장대레일 거동계산을 위한 참고값으로 활용 · 요구값 : 참고 값	
반복 하중 시험	정적 수직강성 변화범위	반복하중시험 전 결과의 25% 이하 (A, B, C, D, E 형식)	반복하중시험 전 결과의 25% 이하 (A, B, C, D 형식)	
	종방향 저항력 및 강성 변화범위	반복하중시험 전 결과의 20% 이하 (A, B, C, D, E 형식)	반복하중시험 전 결과의 20% 이하 (A, B, C, D 형식)	
	체결력 변화범위			
	레일 두부 횡변위	· 레일 두부 하중하에서 발생한 각각의 횡 변위 : 4mm이하 (A, B, C, D 형식) · 레일 두부 하중하에서 발생한 각각의 횡 변위 : 설계에서 정한 값 (E 형식)		
전기저항시험		· 일반구간용 : 5 kΩ 이상 · 분기기용 : 3 kΩ 이상 (A, B, C, D, E 형식)	· 일반구간용 : 5 kΩ 이상 · 분기기용 : 3 kΩ 이상 (A, B, C, D 형식)	
부식저항시험		체결이 용이 하고 손상이 없어야 함	체결이 용이 하고 손상이 없어야 함	
충격감쇠시험		설계에서 정한 값	설계에서 정한 값	
인발저항시험		균열 및 파손이 없어야 함	균열 및 파손이 없어야 함	

주)

1) 수지고정형 체결장치가 적용되는 매립형 궤도에 대한 종방향 강성 시험의 경우 0~7 mm 사이의 범위에서 『KRS TR 0014, [별지 4]의 종방향 저항력 시험』 방법으로 시험하며, 육안으로 식별할 수 있는 손상이 없어야 한다.

2) 체결력 변화범위에 대한 요구사항은 복부지지 체결장치 및 매립형궤도의 수지고정형 체결장치에는 적용되지 않는다.

3) 정적 수직강성 변화범위에 대한 요구사항은 정적 수직강성이 300 kN/mm 이상인 체결장치에는 적용되지 않는다.

4) AF궤도회로가 적용되는 콘크리트 슬래브궤도용 레일체결장치의 경우, 전기저항은 13 kΩ 이상이어야 한다.

5) 목침목용 레일체결장치의 시험기준 및 요구값은 『KRS TR 0014(레일체결장치)』에 의한다.

6) 분기기용 레일체결장치(미끄럼상판 및 가드레일)에서 안티크리프 패드를 레일좌면부에 사용하는 경우 종방향 저항력은 7kN 이상이어야 하고, 패드가 사용되지 않는 경우 종방향 저항력은 5kN 이상이어야 한다.

7) 반복하중 시험관련 요구성능을 만족하는 것은 다음 사항을 의미한다.

- E형식 체결장치의 반복하중 시험요구 성능을 만족하는 레일체결장치 : A~E형식 모두에 적용 가능
- C형식 체결장치의 반복하중 시험요구 성능을 만족하는 레일체결장치 : C, D 형식 모두에 적용 가능
- B형식 체결장치의 반복하중 시험요구 성능을 만족하는 레일체결장치 : A, B 형식 모두에 적용 가능

8) 도시철도에 적용되는 정적 수직 강성이 15 kN/mm이하인 방진체결장치에 대한 시험방법은 B형식을 적용하되 시험하중은 $F_{sp1} = 16\text{kN}$, $F_{spmax} = 54\text{kN}$, $P_v/\cos\alpha = 45\text{ kN}$ 을 적용한다.

9) 종방향력 레일체결장치(RLR), 활동레일체결장치(ZLR), 교량 단부용 레일체결장치(ERL) 등 특수 레일체결 장치의 종방향저항력, 체결력, 정적 수직 강성 등은 설계에서 정한 값으로 한다.

10) 기존 운행선, 측선, 임시선 등의 레일체결장치 정적 수직 강성은 설계에서 다르게 정할 수 있다

<표 1> 레일체결장치 성능시험 합격기준

- 상기 <표 1>에 명시하지 않은 레일체결장치 성능시험에 대한 적용범위, 용어정의, 시험항목, 시험방법, 요구 값 등 제반 사항은 한국철도표준규격 『KRS TR 0014(레일체결장치)』에 따른다.
- 철도용품표준규격(KRS) 개정되어 <표 1> 의 성능시험 합격기준 및 시험에 대한 제반사항이 상호 상충 될 경우 개정된 KRS 규격에 따른다.

RECORD HISTORY

- Rev.0('12.12.5) 철도설계기준 철도설계지침, 철도설계편람으로 나누어져 있는 기준 체계를 국제적인 방법인 항목별(코드별)체계로 개정하여 사용자가 손쉽게 이용하는데 목적을 둔.
- Rev.1('13.10.24) 궤도분야 업무효율화를 위한 협력사 합동 토론회결과(궤도처-426, '13.2.7) 반영 및 궤도처 “철도설계지침 및 편람(궤도편)개정 요청사항 반영(궤도처-975, '13.3.27)
- Rev.2('14.1.10) 철도의 건설기준에 관한 규정(국토교통부고시 제2013-236호, '13.5.16) 및 철도설계기준(국토교통부고시 제2013-757호, '13.12.5)이 개정 고시됨에 따라 개정내용을 반영
- Rev.3('17.7.25) 연구용역결과반영(레일체결장치 시험기준 정립 및 유지관리합리화 방안)
- Rev.4('18.9.10) 이원화된 자갈궤도의 침묵배치간격을 속도별 기준으로 일원화 등
- Rev.5('19.3.29) 설계속도에 따라 레일 및 침묵 적용 반영
- Rev.6('21.11.15) 레일규격 확대적용 및 레일연마기준 변경(기준심사처-4491, '21.11.15)
- Rev.7('23.8.28) “분기기 설치조건 및 도상자갈 품질기준 개선 연구” 결과를 반영한 분기기 설치기준 중복 또는 상이내용 일원화, 도상자갈 적용기준 반영(기준심사처-3119호)