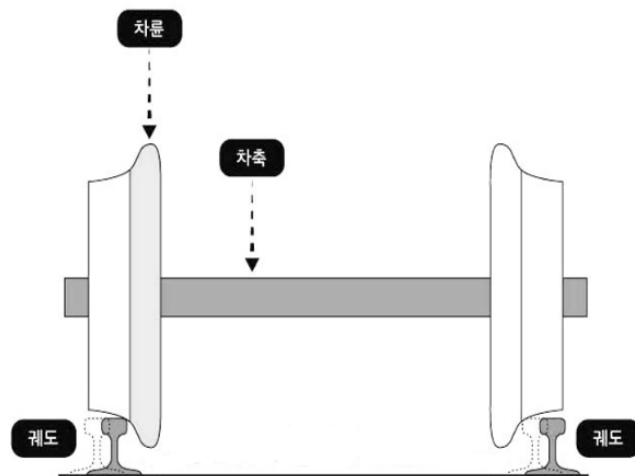


2023 제1회 철도 인공지능 경진대회

▼ 데이터 칼럼 용어 정리



주행장치(대차)의 주요부품인 차륜과 차축은 선로의 궤도 위에 놓이며 좌우 궤도 간의 거리를 궤간이라 부른다

▼ 주행 데이터 칼럼 정보

- Distance : 거리[m]
- 대차상부 차체 횡가속도[m/s²]
 - 열차의 차체가 좌우로 움직이는 가속도
 - 주행 중 열차가 좌우로 흔들리거나 움직이는 정도
- 대차상부 차체 수직가속도[m/s²]
 - 열차의 차체가 위아래로 움직이는 가속도
 - 주행 중 레일의 불평등이나 충격 등으로 인해 열차가 흔들리거나 움직이는 정도
- 대차 프레임 횡가속도[m/s²]
 - 열차의 대차(차량 간의 연결 부분) 프레임이 좌우로 움직이는 가속도
 - 대차 프레임의 가속도 변화는 열차의 곡선 이동이나 좌우 움직임에 영향을 줌
- 대차 프레임 수직가속도[m/s²]

- 열차의 대차 프레임이 위아래로 움직이는 가속도
- 열차가 도로의 불평등이나 충격을 받을 때 대차의 움직임에 영향을 줌
- **액슬박스 횡가속도[m/s²]**
 - 열차의 액슬박스(변속기)가 좌우로 움직이는 가속도
 - 액슬박스의 가속도 변화는 열차의 변속 과정 중에 나타날 수 있음
- **액슬박스 수직가속도[m/s²]**
 - 열차의 액슬박스가 위아래로 움직이는 가속도
 - 액슬박스의 수직 가속도 변화는 도로 표면의 불규칙성이나 충격에 의해 발생
- **차륜 수직하중[kN]**
 - 열차의 각 차륜이 지면에 가하는 수직 방향 하중(무게)
 - 열차의 총 무게와 차량의 배치에 따라 달라짐
- **차륜 윤중감소율**
 - 열차가 커브를 따라 움직일 때 바퀴가 외부 커브를 따라 움직이는 정도
 - 열차의 안정성을 높이는 데 기여
- **차륜 탈선계수(Target Data)**
 - 바퀴의 회전축과 차체의 중심 사이의 수평거리에 대한 비율
 - 바퀴의 회전과 열차의 운동을 모델링하고 분석하는 데 사용

▼ 라인 데이터 칼럼 정보

▼ Curve

- **Distance : 거리[m]**
- **Curvature : 곡률[1/km]**
 - 트랙이 곡선 형태로 굽혀진 정도나 곡선의 반경
 - 곡률 값이 클수록 곡선이 더욱 급하게 굽혀져 있음
 - 예시
 - 0.001인 경우, 이는 1 km의 거리 동안 곡선이 0.001만큼 굽혀져 있음
- **Vertical offset : 선로 중심부 높이[mm]**
 - 트랙의 수직 방향 높이 차이

- 트랙 간격 조정 및 레일의 높낮이 차이를 설명할 때 사용
- 트랙 상단의 높이 - 레일 상단의 높이
 - 트랙 상단의 높이: 트랙의 상단면에서 지면까지의 수직 거리
 - 레일 상단의 높이: 기차가 움직이는 레일의 상단에서 지면까지의 수직 거리
- 트랙의 높이를 측정하고 선로의 불규칙성을 분석하는 데 사용

- **Cross level offset : 캔트[mm]**

- 기차의 트랙과 레일 사이의 수직 거리 차이
- 레일 상단의 높이 - 트랙 상단의 높이
 - 레일 상단의 높이: 기차가 움직이는 레일의 상단에서 지면까지의 수직 거리
 - 트랙 상단의 높이: 트랙의 상단면에서 지면까지의 수직 거리
- **캔트**
 - 철도 차량이 곡선 선로 위를 주행할 때 작용하는 원심력을 상쇄 시키기 위해 선로의 외측 레일을 내측 레일보다 높게 하는 것
 - 캔트량이 부족할 경우
 - 레일 외측이 손상
 - 캔트량이 과다할 경우
 - 레일 내측이 손상
 - 수식

$$C = \frac{Gv^2}{127R} = 11.8 \frac{v^2}{R} [mm]$$

- G=궤간(1500mm), R=곡선 반지름
- 허용 캔트 부족량을 고려할 경우

$$C = 11.8 \frac{v^2}{R} - C' [mm]$$

- C'=캔트 부족량

▼ Straight

- Distance : 거리[m]
- Cross level irregularity : 우측 선로에 대한 좌측 선로 높이차(캔트) 불규칙도[mm]
 - 트랙의 한쪽 레일이 다른 쪽보다 높거나 낮아질 때 발생하는 불규칙도
- Curvature irregularity : 곡선에 대한 불규칙도[1/km]
 - 곡선 부분에서 발생하는 불규칙도
 - 철도 선로의 곡선 부분에서 발생하는 불규칙도
- Lateral irregularity : 수평 불규칙도[mm]
 - 수평 방향으로 발생하는 불규칙한 변화
 - 트랙의 수평 불규칙도는 열차의 흔들림과 안정성과 속도에 영향을 줌
- Vertical irregularity : 수직 불규칙도[mm]
 - 수직 방향으로 발생하는 불규칙한 변화
 - 열차의 충격 흡수 및 안정성에 영향을 줌
- Gauge variation : 선로 게이지(좌우거리차이) 불규칙도[mm]
 - 트랙 간의 좌우 거리 차이
 - 열차의 정확한 위치와 트랙 상태를 고려할 때 중요한 요소

▼ 탈선

▼ 탈선의 종류

▼ 주행 탈선

- 타오르기 탈선
 - 차륜 플랜지가 회전하면서 레일에 접촉되어 타고오르는 탈선
 - 발생하는 탈선의 대부분을 차지
 - 공격각에 의해 미소한 좌우방향의 미끄러짐이 생기고 이에 레일을 향하는 횡방향력이 발생
 - 공격각이 +일 경우 발생
 - 곡선 구간에서 주로 발생 + 저속에서도 발생
- 미끄러져오르기 탈선
 - 차륜플랜지가 회전하면서 레일에 접촉되어 미끄러져 올라가는 탈선

- 공격각이 -일 경우 발생
- 곡선 구간에서 주로 발생 + 저속에서도 발생
- 타오르기 탈선에 비해 발생이 어려움

▼ 튀어오르기 탈선

- 윤축의 레일에 대한 횡방향의 운동 속도가 커져 차륜이 레일에 충돌하여 튀어 올라 레일을 넘어서는 탈선
- 고속에서 발생
- 충격적으로 단시간에 횡압이 작용하거나 윤중 감소가 있을 때, 충격적인 횡방향력이 차륜에 작용하면 레일과 플랜지의 충돌 시 발생
- 곡선부나 분기기를 통과할 때, 직선부에서 좌우 진동과 사행동이 심할 때 발생

▼ 좌굴 탈선

- 열차의 전후방향에 압축하중이 작용하였을 때 편성중의 차량이 좌우로 압출되거나 상하로 올라타서 발생
- 열차의 추돌/충돌사고 발생 시, 하구배 구간의 급정거 시에 발생
- 객차의 압축 하중이 120t을 초과 했을 때 발생
- 단순 구배나 곡선 통과 시에는 10t이내일 경우 발생

▼ 탈선 공식(나달 공식)

- 탈선에 대한 안정성을 평가하는 수식

$$\frac{Q}{P} = \frac{\tan\alpha - \mu}{1 + \mu \tan\alpha} \quad (\text{타오르기 탈선})$$

$$\frac{Q}{P} = \frac{\tan\alpha + \mu}{1 - \mu \tan\alpha} \quad (\text{미끄러져오르기 탈선})$$

- Q=윤중, P=횡압, α =플랜지 접촉각, μ =플랜지와 레일의 점착계수
- $Q/P \geq 0.8$ 일 경우 탈선 발생

▼ 탈선의 원인

▼ 분야별 요인

- 운전관계
 - 곡선 및 분기점에서의 과속
 - 하구배에서의 비상제동

- 화물의 과적·편적 및 적재고의 과대
- 열차 편성의 부적합

• 궤도관계

- 궤도 틀림 과대
- 구배 변화와 종곡선 반지름의 부적합
- 캔트량 부적합
- 캔트 체감 배율 과대
- 완화 곡선장 과소 및 슬랙량 부적합
- 레일 침하량 과대

• 차량관계

- 전후좌우의 중심 편기
- 전후좌우의 차륜 지름차가 심할 때
- 차량의 중심고 과대
- 차륜 플랜지의 수직 마모
- 차륜 답면의 찰상 및 편마모

▼ 윤중 감소

- 곡선에서의 캔트 과대, 과소, 원심력, 그리고 풍압 등에 의한 경우 윤중 감소 측에는 횡압이 발생치 않으므로 이 같은 **윤중 감소가 탈선의 주원인이 되는 것은 드물**
- 차량이 심한 상하 진동을 일으킬 때 레일 고저의 불균형이나 레일 침하의 불균형, 차륜 레일면의 국부적 흠에 의하여 일어나고 이것이 윤중의 감소를 일으킨다.
- 차량의 좌우진동 및 주로 롤링이 큰 경우 윤중 감소와 횡압이 오랜 시간 동안 작용하게 되면 탈선의 원인
- 차량 자체의 중심 틀림 또는 화물이나 승객의 편저에 의해 발생
- 전후 및 좌우 차륜의 지름 차가 심할 경우 발생

▼ 횡압 증대

- 차량의 심한 좌우 진동 특히 사행동을 일으키는 경우
- 차량의 고정축 간 거리가 큰 경우

- 차량의 레일에 대한 주행각이 클 때
- 곡선 반지름이 작을 때
- 궤간 틀림이 심할 때
- 열차에 급격한 제동을 체결하였을 때
- 차량 답면의 구배가 클 때
- 큰 풍압력이 작용할 때

▼ 관련 링크

- [철도용어사전](#)
- [철도차량의 윤중 감소가 탈선계수에 미치는 영향 연구](#)