



그림 4. 동력차 전두부에 취부되어 있는 충격흡수장치

진 궤도를 주행한다. 이때 차륜의 특성 및 레일과 차륜간의 상호작용에 의해 레일 중심을 기준으로 좌우 진동이 발생하며, 이러한 운동은 차량의 진행과 합쳐져 뱀이 기어가는 형태와 비슷한 모양으로 나타난다 하여 사행동(Snake Motion)이라 부른다. 이러한 진동은 차량의 속도가 커짐에 따라 점차 증가하여 한계값에 이르면 차량이 궤도를 벗어나 탈선에 이르게 된다. 이때 차량이 안전하게 달릴 수 있는 이론적 한계속도를 임계속도라 하며, 임계속도가 높을수록 차량은 탈선에 대해 안전하다고 할 수 있다.

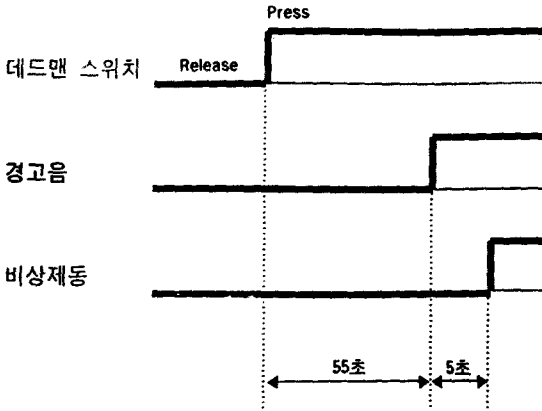
경부고속열차의 경우 운행 최고속도는 300km/h이나, 이론상 임계속도는 400km/h 이상을 요구하고 있어 상당한 안전여유를 갖도록 설계되었을 뿐만 아니라, 주행시 일정한 기준(0.8g)을 넘는 횡방향 진동이 35초 이상 지속할 경우 이를 감지하여 운전자에게 알리고 운전자는 즉시 열차를 감속하여 탈선을 방지할 수 있

도록 되어 있다.

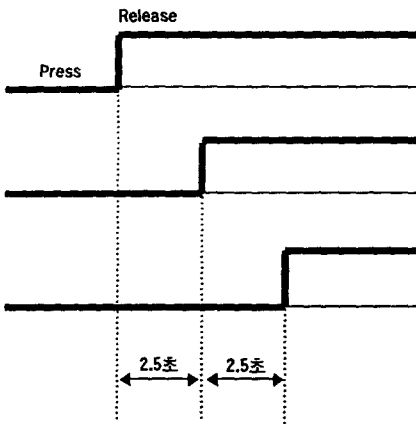
8. 결 언

이상에서 설명한 것과 같이 경부고속열차에는 신호 시스템 이외에도 열차 자체에 열차의 안전성을 확보하기 위한 많은 장치들이 설치되어 있다. 어떠한 경우에도 승객의 안전 나아가서는 열차의 안전까지도 확보하도록 하여야 하며 이는 아무리 강조하고 준비하여도 지나치지 않다. ☺





a) 페달 스위치나 터치 센서를 계속 누르고 있는 경우



b) 페달 스위치나 터치 센서를 누르지 않고 있는 경우

그림 3. 운전자 운전감시 시스템의 개념도

6. 충돌안전 시스템

고속철도는 많은 승객을 싣고 고속으로 운행하므로, 완벽한 승객안전 확보가 절대적이다. 기존 TGV의 경우, 운행중에 단 1건의 인명사고도 없었다. 안전을 최우선적으로 고려한 경부고속 열차에도 위험을 사전에 방지하기 위한 각종 감

시 및 제어 시스템이 장착되어 있어서 승객의 안전을 보장하고 있다. 그럼에도 불구하고 만일의 경우에 대비하여 열차 충돌시에도 승객을 보호하기 위한 각종 안전장치를 추가로 고려하고 있다.

달리는 열차가 갖는 운동에너지는 충돌시 차체와 충격흡수장치에 의해 흡수되며, 그 나머지가 승객에게 전달된다. 따라서 충돌시 승객의 안전을 위해서는 차체와 충격흡수장치의 에너지 흡수를 최대화하여 승객에 전달되는 에너지를 최소화시켜야 한다. 경부고속열차는 충돌시 에너지가 동력차의 전두부에서 최대한 흡수될 수 있도록 그림 4에 보이는 것과 같이 전두부에 하니콤(Honeycomb)이라는 특수한 충격흡수장치를 설치하였을 뿐만 아니라, 차체 구조를 에너지 흡수에 적합하도록 설계하였다. 한편 운전실과 승객을 보호하기 위해 운전실과 객실의 차체는 강한 충격에 견딜 수 있도록 하였다.

또한 열차 사고시 인명피해의 대부분이 차량과 차량이 서로 타오름(Overriding)으로써 발생하므로, 이러한 현상을 방지하기 위해 타오름 방지장치(Anti-climber)를 동력차와 동력객차간에 설치하였다. 기존 열차의 경우에 차량과 차량이 링크만으로 연결되어 타오르는 현상이 쉽게 발생하는데 비하여, 객차와 객차가 하나의 대차에 동시에 고정되는 TGV 차량의 독특한 연결 방식은 충돌시 탈선과 타오름 현상을 방지하는데 매우 효과적이다.

7. 열차 사행동 및 탈선방지 시스템

철도차량은 자동차와 달리 레일에 의해 정해

- ③ 주행거리
- ④ 시각, 날짜
- ⑤ 운전자의 운전취급 내용
- ⑥ 열차의 주요기기 동작상태(주회로차단기, 판토틀레프 등)
- ⑦ 운전자 정보(운전자 ID)

3.3 기록 재생 및 보관

기록된 속도 및 사건기록의 내용은 착탈식 카세트를 지상 해석장치에 삽입하거나 휴대용 컴퓨터를 직접 연결하여, 기록된 정보를 추출하여 분석하고, 지상의 데이터 저장장치에 보관한다.

4. 열차 화재감시 시스템

경부고속열차에는 열차내 화재를 감시하여 화재발생시 관련된 전기회로를 차단함으로써 화재확산을 방지하고 신속히 대처하기 위한 화재감시 시스템이 채택되어 있으며, 화재감지 센서는 다음과 같은 주요 전기장치에 설치되어 있다.

- 동력차의 경우
 - 주 변압기
 - 모타 블록
 - 보조 블록
- 객차의 경우
 - 보조전원 인버터
 - 축전지 충전기
 - 비디오/오디오 캐비넷
 - 배전반

화재감지센서로는 Rilsan Tube를 이용하며 이

튜브안에 압축공기를 주입한 상태에서 온도가 약 175℃에 이르면 튜브가 녹으면서 압축공기가 배기되고 압력센서가 동작함으로써 화재를 감지한다.

일단 화재가 감지되면 관련회로에 전원공급이 차단되며, 운전대에 있는 화재감지표시등이 점등되고, 운전실 및 객실에 경고음이 울린다. 또한, 객차 각 배전반에 설치된 승무원용 고장표시기에 화재발생 위치를 표시하여 운전자 및 승무원이 신속히 조치하도록 하고 있다.

5. 운전자 운전감시 시스템 (Deadman System)

운전중 운전자의 갑작스런 발작이나 졸음운전으로 정상적인 운전을 수행할 수 없는 경우를 감지하여 열차의 안전을 확보하기 위해서 열차를 비상정지시키는 시스템으로서, 운전자에게 일정한 동작을 반복시킴으로써 항상 운전 경계태세를 유지시키는 장치이다. 이를 위하여 운전자가 운전석에 앉은 위치에서 발을 이용해 페달 스위치를 주기적으로 취급하거나 또는 주간제어기 좌우 측면에 붙어 있는 터치 센서를 반복 접촉함으로써 정상운전상태임을 확인하고 있다.

만일 정해진 반복동작을 행하지 않는 경우에는 1차 경고음이 울리고 이에 반응하지 않을 경우 자동으로 비상제동이 체결되어 열차는 정지하게 되며 또한 열차무선시스템을 통해 자동으로 열차종합사령실로 통보된다.

이를 도식적으로 설명하면 그림 3과 같다.

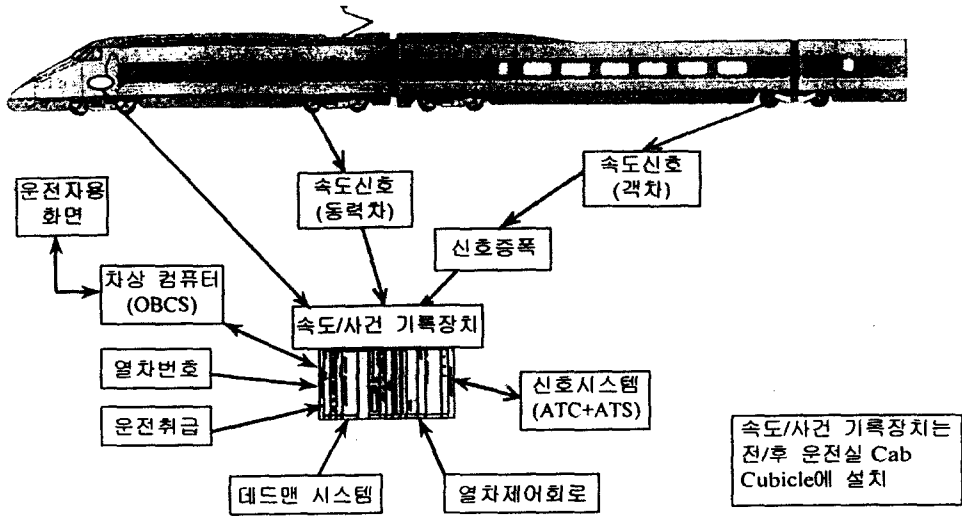


그림 2. 속도 및 사건기록 시스템의 인터페이스 개념도

2.5 터널경보장치

터널내에서 작업중인 보수작업자의 안전을 위하여 열차가 터널진입시 자동으로 터널내에 경보음이 울리도록 설계되어 있다.

3. 속도 및 사건기록 시스템 (Speed and Event Recorder)

경부고속열차에는 비행기의 블랙박스과 같은 역할을 하는 속도 및 사건기록장치가 앞과 뒤의 운전실에 설치되어 있어서, 평상시에는 운행기록 유지관리에 활용하며, 만일 사고의 경우에는 원인규명을 할 수 있는 단서를 제공하여 사고 원인규명 및 수습에 도움이 되도록 하고 있다. 그림2에 속도 및 사건기록 시스템의 인터페이스 개념도를 보이고 있다.

3.1 기록 형식

속도 및 사건기록 장치는 고도의 안전성을 확

보하기 위하여 전/후 운전실 모두에 설치되어 있으며, 각 기록장치에서는 다음과 같은 독립된 3가지 유형으로 기록된다.

- ① 착탈가능한 특수 카세트에 주요 내용을 기록 (동작중인 운전실의 것에만 기록)
- ② 착탈가능한 특수 카세트에 최근 운행의 상세 내용을 연속적으로 기록 (전/후부 운전실 모두에서 기록)
- ③ 기록장치 자체에 있는 메모리(EEPROM : Electrically Erasable and Programmable ROM)에 최근 운행의 상세내용을 연속적으로 기록 (전/후부 운전실 모두에서 기록)

3.2 기록 정보

속도 및 사건기록 장치에 기록되는 정보의 유형은 다음과 같다.

- ① 운전자에게 현시되는 차상신호 정보
- ② 열차속도

- 속도 및 사건기록 시스템(Speed and Event Recorder)
- 열차 화재감시 시스템
- 운전자 운전감시 시스템(Deadman System)
- 충돌안전 시스템
- 열차 사행동 및 탈선방지 시스템

- 시간당 강우량 60mm 이상 시 : 열차 운행중지
- 일일 연속 250mm이상 시 : 열차 운행중지
- 풍속 20m/s 이상 시 : 열차 감속운행
- 풍속 35m/s 이상 시 : 열차 운행중지

2. 열차 안전운행감시 시스템

경부고속철도 시스템에는 차축의 고착이나 돌발적인 기상변화 혹은 낙석과 같은 안전운행을 저해하는 요소를 사전에 인지하여, 열차를 정지시키거나 감속운행하게 함으로써 열차안전운행을 확보하도록 하는 열차 안전운행감시 시스템이 설치되어 있다. 대표적으로 다음과 같은 장치로 구성되어 있다.

2.1 차축과열 감지장치

운행중인 열차의 차축에 압입되어 있는 차축 베어링이 손상되면 과도한 마찰로 인하여 베어링부의 온도가 상승하고, 차축 변형 및 파손으로 인하여 탈선사고를 일으킬 수 있다. 이를 미연에 방지하기 위하여 선로변에 약 50 km 간격으로 차축발열 감지기가 설치되어 있으며, 감지온도가 70℃에 이르면 경고, 90℃ 이상이면 열차를 정지시키도록 되어있다.

2.2 기상 감시장치

강우량, 적설량 및 풍속을 감지하여, 열차종합사령실에서 열차감속, 정지 및 주의운행을 지시하도록 되어 있다.

① 열차 운행기준

② 설치 위치 : 선로변 약 20km 간격

③ 설치수량

- 강우 및 풍속 감지 장치 : 20 개소
- 적설 감지장치 : 3개소(대구 이북)

2.3 선로내 장애물 감지설비

- 1차적으로 선로를 횡단하는 고가도로와 낙석 및 토사붕괴가 우려되는 비탈면에 장애물 방호벽을 설치하고,
- 2차적으로 그물망형의 감지시스템을 설치하여, 장애물이 방호벽을 파괴하고 선로내로 침입시 이를 감지하여 열차를 비상정지시키며,
- 차로, 그물망형 감지시스템에 감지되지 않은 작은 장애물이 선로내로 침입하면, 동력차 전부에 설치된 배장기(테일상면보다 235mm이상의 장애물)와 대차 전부에 설치된 제석기(60~235mm의 작은 장애물)로 장애물을 제거하도록 되어 있다.

2.4 끌림감지장치

차량의 부품이나 부착물이 탈락하여 끌리면서 열차가 영업선에 진입하는 것을 방지하기 위하여 기존선 또는 고속선 진입지점에 끌림감지장치를 설치하여 끌림 여부를 감지한다.



경부고속열차의 안전성 확보 대책



한국고속철도건설공단
부이사장 李 愚 鉉

1. 서 언

고속철도 시스템이 타 수송수단에 비하여 비교 우위에 있는 점은 속시성(速時性), 정시성(定時性), 안전성(安全性) 및 대량 수송성(大量輸送性)이라 할 수 있다. 안전성은 타 수송시스템에서도 물론 가장 심혈을 기울이는 분야이다. 현재 프랑스에서 300 km/h로 시험운행중에 있는 경부고속철도 시스템(그림 1)에서도 열차의 안전을 확보하기 위하여 여러 가지 첨단 기술의 감시 및 제어 시스템을 채택하고 있다. 그중에서 대표적

인 역할을 하는 신호 시스템 분야는 별도의 주제로 다루어져야 할 것으로 생각하며, 여기서는 신호 시스템을 제외한 경부고속철도 시스템에서 채택하고 있는 안전에 관한 다음과 같은 대표적인 몇 가지를 소개하고자 한다.

- 열차 안전운행감시 시스템
 - 차축과열감지 시스템
 - 선로장애물검지 시스템
 - 기상감시 시스템
 - 끌림검지 시스템

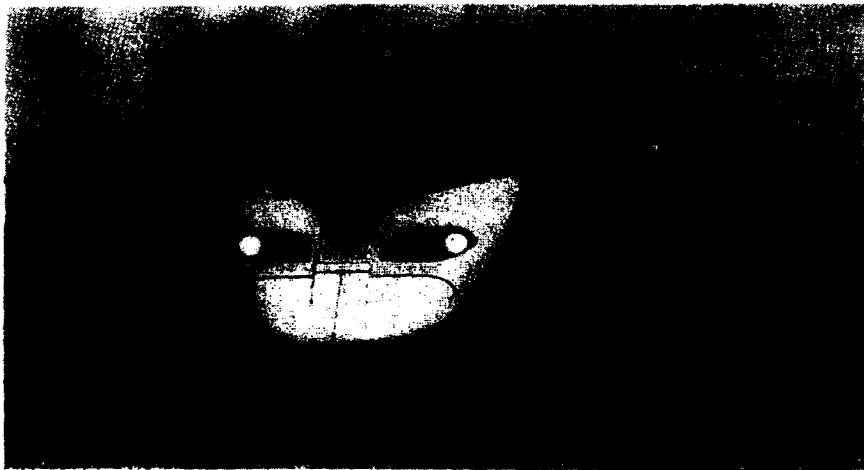


그림 1. 프랑스 고속선에서 300 km/h로 시험운행중인 경부고속열차