

철도차량의 충돌안전 설계기준에 관한 고찰

A Study on the Crashworthiness Safety Requirement of the Rolling stock Carbody

*장대성¹, 선상원², #이원²

*D. S. Chang¹, S. W. Seon², #W. Yi(Yiwon@ssu.ac.kr)²
¹우송대학교 철도차량시스템학과, ²충실대학교 기계공학과

Key words : Rolling stock, Crashworthiness Safety, Crash, Anti-climbing device, Active safety design

1. 서론

철도선진 국가의 철도차량 고속화 경쟁이 치열해지면서 열차의 안전, 특히 충돌안전에 관한 관심이 증가하고 있다. 이에 본 연구에서는 철도 선진 국가별 열차 충돌설계 배경의 고찰 및 오랜 연구를 거쳐 제정된 철도선진 유럽의 충돌안전 기준(EN15227)을 검토하고, 이를 바탕으로 최근 마련된 국내의 충돌안전기준과 비교하고 국내 철도차량의 충돌안전기준의 적용성을 연구 및 향후 개정안 마련에 기여 하고자 한다.

2. 연구방향

주요 국가별 열차충돌안전에 관한 연구방향을 고찰하고, 유럽연합의 충돌안전 규격과 우리의 규격을 비교검토 하고자 한다. 또한 최초의 충돌안전 설계개념이 적용된 고속열차인 TGV- DUPLEX (프) 차량의 설계내용과 우리나라 고속전철의 충돌 설계 현황의 비교 연구를 통하여 향후 나아갈 방향을 제시하고자 한다.

3. 열차충돌안전 연구동향

3.1 개요

열차사고의 위험도는 사고발생 빈도와 사고 발생 시의 사고정도, 즉 심각도의 곱으로 표현 할 수 있다.

$$\text{위험도(Risk)} = \text{사고 발생빈도(Frequency)} \times \text{심각도(Severity)}$$

3.2 영국

BRR(British railway research center)을 중심으로 열차충돌안전에 관한 연구를 수행하고 있으며 특

히, 타오름 현상(Climbing) 발생 시 그렇지 않은 경우 대비 승객에 약 30배 이상 위험한 것으로 나타났고, 지금까지 차체의 강도기준을 강화해온 것에 대비해 오히려 강도가 약한 부분(압괴영역)을 차체에 도입하여 충돌에너지를 의도적으로 흡수 하도록 하였다.

3.3 독일

1998년 6월 하노버시 인근 Eschede에서 독일이 자랑하는 고속전철 ICE의 충돌사고를 계기로 각종 Scenario를 통하여 설계가이드라인을 제시하고 있다.

3.4 프랑스

고속철도차량 충돌안전 설계분야의 선두주자인 프랑스는 SNCF(국영 철도청), ALSTOM(차량제작사), 연구기관, 대학 등이 공동 추진한 COLFRONT 프로젝트(1990~1997)를 통하여 열차 충돌안전에 관한 연구를 통해 최고의 충돌안전능력을 갖춘 TGV-DUPLEX를 탄생시켰다.

3.5 일본

일본은 별도의 충돌안전기준을 제정하지 않고 있으며 충돌사고를 미연에 방지하는 Active safety design(충돌방지 안전설계)에 초점을 둔 것으로 여겨진다.

3.6 한국

경부고속전철(KTX)이 도입되면서 국내에서도 충돌안전에 관심을 가지게 되었고, “철도종합안전 기술개발사업”이라는 국가 프로젝트(2004~ 2010)를 통하여 철도차량의 안전을 위한 연구가 시작된 것으로 사료된다.

4. 유럽연합의 규격과 우리의 기준 비교

유럽은 각 국가별 규격을 EN standard로 통합하고 있으며, 현재는 열차충돌안전기준도 EN15227 (Crashworthiness Requirement for Railway Vehicle Bodies)로 통합 제정되기에 이르렀다. 우리나라는 EN 15227의 기준을 모방하여 최근에 “철도차량 안전기준에 관한 지침”16조에 “철도차량의 표준 충돌사고 각본”을 제정 공포하였다. 첨부 부록(생략)은 EN 규격과 우리의 충돌안전 기준에 대한 항목별 비교내용이다.

5. TGV-2D(Duplex) 차량의 충돌설계 고찰 및 우리의 현황

5.1 TGV-2D 객차 충돌설계 고찰

객차 차체는 Fig 1 에서와 같이 승객 탑승영역의 압축강도를 400톤으로 증가시키고 동시에, 승객 비 탑승 공간인 양쪽 단부를 유사시에는 압괴영역 (Crash zone)공간 즉 충돌에너지 흡수공간이 되도록 설계한 것으로 판단된다.

5.2 동력차 충돌설계

정하중 기준, 4개의 영역(앞쪽 및 뒤쪽 끝단, 운전실 Frame 부위, 가운데 기기실 부위) 으로 구분하였다. 이는 충돌사고 발생 시 운전실의 강도를 상대적으로 올려서 기관사의 생존영역을 확보하고, 양쪽 끝단부위를 약하게 설계하여 여기서 충격 에너지를 흡수하겠다는 의도로 보인다.

5.3 차량 간 충돌설계

동력차와 객차사이에는 버핑 기능을 가진 타옴 방지장치를 장착하였다. 객차와 객차 사이에는 대형 Shear bolt(전단볼트)를 장착하여 유사시 bolt 가 전단되면서 에너지를 흡수하도록 하고 이는 또 상하방향을 구속하여 차량 간 타고 오름을 방지하도록 설계하였다.

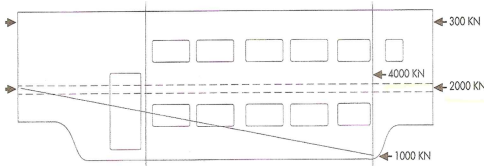


Fig. 1 TGV-2D trailer car criteria of static strength loads

5.4 종합

TGV-2D 차량의 충돌에너지 흡수 능력을 종합하면,

- ① 동력차 전 두부: 2.5MJ
- ② 동력차 Rear end: 2.5MJ
- ③ 첫 번째 객차 단부: 4.0MJ
- ④ 객차 차량 간 각각: 0.8MJ

즉, 7량 1편성 기준 $2.5MJ \times 4 + 4MJ \times 2 + 0.8MJ \times 4 = 21.2MJ$ 이라는 에너지 흡수가 가능한 차량이다. (약 21m의 에너지 흡수 공간)

5.5 우리차량 차량의 충돌설계 현황

철도선진국에 비교하면, 우리나라는 이제 막 충돌규정을 제정하여 적용 초기 단계이다.

6. 결론 및 제언

6.1 우리의 충돌안전 기준에 관한 보완사항 제시

- ① 실차크기의 충돌시험 내용 추가
- ② 2차 충돌에 의한 승객피해 저감에 대한 규정 마련
- ③ 승객 탑승영역과 비 탑승 영역에 대한 차등적인 강도기준 마련

6.2 차량제작사에 대한 제언

- ① 차량 전두부를 차량한계 내에서 최대한 길게 하여 충격흡수 공간으로의 활용
- ② 현재는 에너지 흡수공간이 거의 없는 차량 간 연결부위에서도 충격흡수가 가능하게 TGV-Duplex 형태의 Fusible 타입형 Bolt 체결 방식의 연구
- ③ 충돌 시 2차 피해 저감용 내장재 소재개발 및 승객용 좌석 전후에 운동에너지의 흡수가 가능한 구조 개발

참고문헌

1. KHSRCA, KTC Seoul-Pusan High Speed Rail Project Contract, 2003
2. EN15227, “Crashworthiness Requirement for Railway Vehicle Bodies“
3. 국토해양부, “철도차량 안전기준에 관한 지침”, 2008.4.16 고시 제2008-47호