

철도차량의 충돌 사건 시나리오 전개에 관한 고찰

A Study on the Development of the Collision Event Scenarios for Rolling Stock

최성필[†], 공명상*, 오지은*, 명원일*

Seong-Pil Choi*, Myong-Sang Kong*, Ji-Eun Oh*, Won-Il Myung*

초 록 오늘날 철도차량 이용객 수의 증가와 안전 사고에 대한 관심이 높아짐에 따라 철도차량 위험도에 대해서도 관심이 증가하고 있다. 철도차량의 위험도는 각종 위험 사건(충돌, 화재, 탈선, 감전 등)의 발생빈도와 심각도의 조합으로 평가 될 수 있는데 본 연구에서는 그 중 장애물 충돌사고에 대해 사건 시나리오를 전개 하여 심각도 평가 방법에 대해 고찰하였다. 이를 위해 사건 나무 분석(Event Tree Analysis)기법을 사용 하였는데 위험사건의 심각도에 영향을 미치는 인자 4가지를 선정하였고 이를 도식화 하였다. 안전 사고에 대한 목표가 0(제로)인 요즘 위험도 분석에 대한 연구는 꾸준히 진행될 것이며 본 연구 내용이 정량적 위험도 분석에 활용 될 수 있을 것으로 예상된다.

주요어 : 철도차량 충돌, 사건 시나리오, 사건나무분석, Event Tree Analysis(ETA)

1. 서론

철도차량의 충돌사고는 자주 발생하지는 않지만 발생시 탈선을 유발 하는 등 큰 피해를 일으킬 수 있어서 충돌사고에 따른 위험도를 미리 분석하는 것이 중요하다. 이러한 위험도 분석 기법도 다양해 지고 있으며 본 연구에서는 그 분석 기법 중 하나인 사건 나무 분석(ETA, Event Tree Analysis)에 대해 고찰해보고자 한다. 보다 구체적인 연구를 위해 위험 사건은 도시철도차량의 장애물 충돌 사건으로 가정하였다.

2. 본론

2.1 개요

사건 나무 분석이란 사건 나무(Event Tree)을 이용하여 인명피해를 초래하는 영향

인자를 사건 전개 시나리오로 구성하고 위험 사건별 사고 심각도를 등가사망자수로 환산하여 계산하는 위험도 평가 모델이다.[1] 본 연구에서는 분석 과정의 일부인 사건(Event)의 선정에 대해 고찰해보았다.

2.2 사건 선정

사건을 선정하기 위해서, 먼저 인명피해를 초래하는 영향인자를 검토하였으며, 1) 승객 부하 정도 2) 장애물 검지 여부 3) 제동 체결 여부 4) 충돌 속도로 선정하였다. 각 사건의 선정 이유는 다음과 같다

2.2.1 승객 부하 정도

열차 승객의 수(중량)는 충돌사고에서 충돌 에너지에 비례하므로 심각도를 키울 뿐만 아니라 승객의 수가 많을수록 더 많은 사람이 위험에 노출되므로 인명 피해도 같이 증가하게 된다. 때문에 승객 부하 정도를 사건으로 선정하였다.

2.2.2 장애물 검지 여부

철도차량은 고속으로 주행할 뿐만 아니라

[†] 교신저자: 현대로템주식회사 시스템엔지니어링팀 (spchoi@hyundai-rottem.co.kr)

*현대로템주식회사 시스템엔지니어링팀

큰 중량을 가지고 있기 때문에 주행 중 장애물을 발견하고 비상제동을 사용하더라도 충돌을 회피하기는 어렵다.[2] 하지만, 기관사가 장애물을 감지하여 비상 제동을 사용하는 경우, 주행속도 대비 낮은 속도로 충돌하게 되므로 심각도는 많이 낮아질 수 있다. 때문에 기관사의 장애물 감지 여부를 사건으로 선정하였다.

2.2.3 제동장치 체결(작동) 여부

충돌사건에서 제동장치의 결합은 원인과 결과에 모두 영향을 준다. 장치 결합으로 인해 충돌이 발생할 수 있고, 제동장치가 작용되지 않을 경우 주행 속도가 곧바로 충돌속도로 연결되기 때문에 심각도도 증가하게 된다. 때문에 제동 장치의 결합으로 인한 제동 체결(작동) 여부를 사건으로 설정하였다.

2.2.4 충돌 속도

충돌 에너지는 속도의 제곱에 비례하기 때문에 충돌 속도는 사건의 심각도에 영향을 미치는 가장 중요한 인자로 볼 수 있다. 따라서 충돌 속도를 사건으로 선정하였으며, 고속과 저속으로 구분할 수 있다.

2.3 사건 시나리오 도식화

앞에서 검토한 4개의 사건을 토대로 사고 시나리오를 전개하면 Figure 1 과 같다.

사고 시나리오 16개가 도출 되었고, 추가 분석을 통해 각 시나리오 별 등가사망자수를 조합하면 정량적인 위험도 평가가 가능 할 것으로 판단되다.

3. 결론

본 연구에서는 철도차량 충돌사건의 정량적 위험도 분석을 위한 기초 연구로 사고 전개 시나리오에 대하여 고찰하였다. 사건 나무 분석은 인명 피해에 영향을 미치는 인자를 식별하여 시나리오를 도출하고, 각 시나리오 별 발생 확률과 등가사망자수를 조합하여 최종 정량적 위험도 수준을 알 수 있는 분석 기법이다.본 연구에서는 발생 확률을 산정하는 방법에 대해 고찰 하였으며, 향후 시나리오 별 등가사망자수 산정에 대한 연구가 진행된다면 철도차량 충돌 사건의 정량적인 심각도 산정이 가능해질 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 박찬우, 왕종배, 김민수, 최돈범, 곽상록 (2009) 철도 사상사고 위험도 평가 모델 개발에 관한 연구, 한국 철도학회 논문집 제 12권 제 2호(190-198)
- [2] 국토해양부/ 한국건설교통기술평가원 (2011) 철도차량 충돌 안전성능 평가 및 피해저감 기술 개발, 철도종합안전기술개발사업 최종 보고서

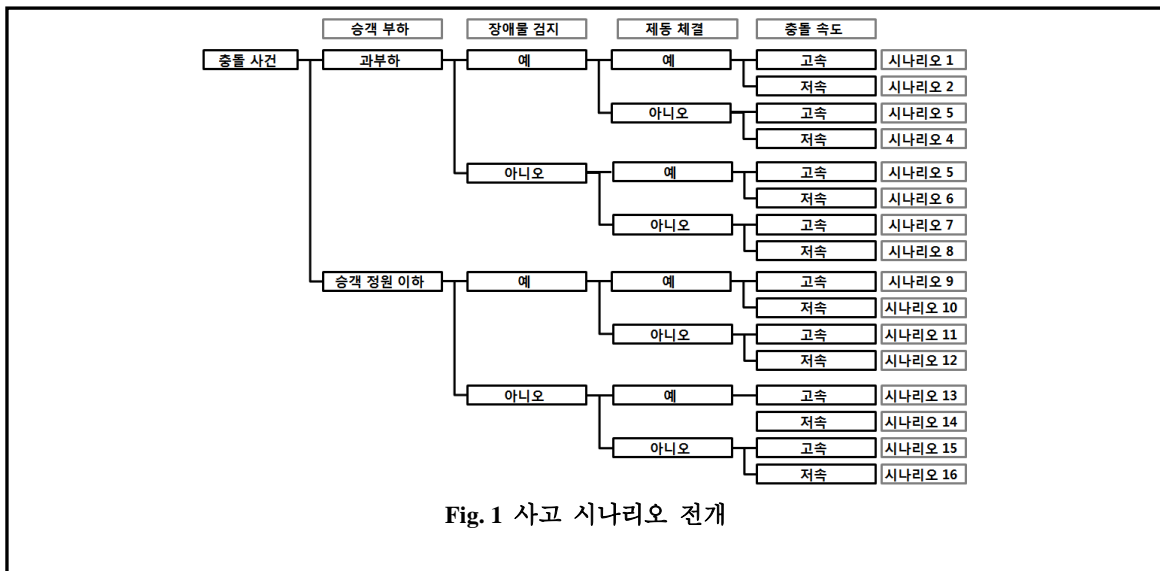


Fig. 1 사고 시나리오 전개