

신규열차 도입시의 안전관리에 관한 연구

A Study on the Safety Management for the Introduction of New Trains

한석윤¹⁾
(Han, Seok-Youn)

윤성철²⁾
(Yoon, Sung-Cheol)

이병송³⁾
(Lee, Byong-Song)

This paper provides a brief overview of the process for the introduction of new train in England since privatization in 1994. They have railway safety case which the safety management for the introduction of new trains is to be considered in all process including design, manufacturing, test, maintenance etc. To achieve safety in track, they also consider evidence available from the design and build process.

1. 서론

철도차량 운행시 발생하는 안전문제는 철도가 갖는 시스템적인 특성으로 인해 여러 가지의 원인이 복합적으로 작용하여 발생하는 경우가 많으며, 사고 발생시에는 대형사고로 이어질 수도 있으므로 무엇보다도 예방이 중요하다. 또한 위험을 완전히 제거하는 것은 불가능하기 때문에 안전에서는 얼마나 안전하며, 충분히 안전한가가 무엇보다 중요하다. 이를 위해 철도차량을 제작하여 영업노선에서 운행하기 위해서는 제작자의 관점에서뿐만 아니라 차량의 설계, 제작, 시험, 유지보수등의 측면에서 전주기적으로 안전문제가 고려되어야 한다. 특히 우리나라는 철도구조개혁이 철도청의 업무를 기반시설부분과 철도차량의 운영부분으로 구분하여 민영화를 시행하는 방향으로 본격적으로 진행되고 있는 시점에서 우리보다 앞서 민영화를 시행하고 있는 영국의 경우에 대해 조사하고 이에 대해 우리의 경우에 신규차량 도입시 고려해야할 요소로서 검토해 보고자 한다.

2. 신규열차 도입시의 안전관리에 관한 영국의 사례

2.1 추진배경

영국의 경우에 1992년까지는 차량에 의해서 맞추어져야 하는 안전요구사항은 HMRI(Her Majesty's Railway Inspectorate, 현재는 HSE의 일부가 됨)에 의해 자문을 받는 철도운영처에 의해 결정되고 감시되었다. 구 BR의 체계에서는 승인을 위한 전 과정이 BR의 관련 프로젝트에 의해 관리되었으나, 1994년의 철도안전규정은 철도기반시설통제자가 열차안전규정을 만들어 HSE(The Health and Safety Commission)

1) 한국철도기술연구원 책임연구원, 비회원
2) 한국철도기술연구원 선임연구원, 정회원
3) 한국철도기술연구원 책임연구원, 정회원

의 승인을 받도록 하고 있고, 열차운영자는 열차안전규정을 만들고 열차가 운행하기 전에 철도기반시설통제자에게 승인을 받도록 하고 있다.

이 규정의 목적은 운영자가 승객과 승무원의 건강과 안전에 대한 위협을 적절하게 대처하고 평가할 수 있는 수단과 책임 및 능력을 가지고 있다는 신뢰를 주는 것이고, 위협의 관리를 검토하기 위한 문서를 주는 것으로서 제작자들을 포함한 여러 관계자들로 위협을 분산하고 있다.

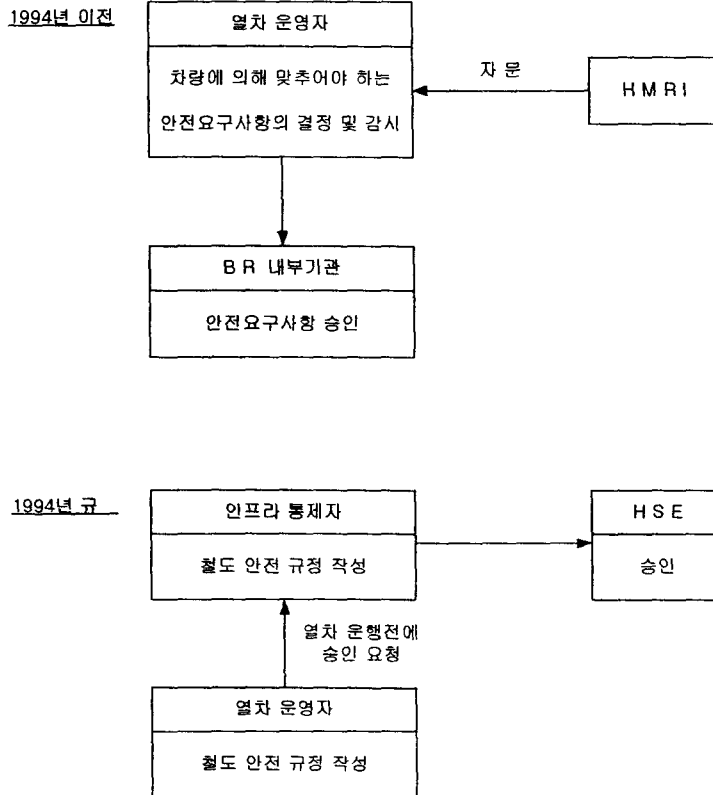


그림 1. 열차안전규정의 작성 및 승인과정

Railtrack(선로, 신호 및 역을 소유하고 운영하는 회사)안전규정의 주요 특징은 신규열차, 신규서비스, 서비스패턴, 또는 변경한 철도기반시설과 같은 새로이 도래하는 위협을 통제하는 것이다. 열차로부터의 위협을 통제하기 위해 Railtrack은 차량이 운행하는 곳과 크게 관계되지 않는 요소에는 엔지니어링승인을 그리고 철도기반시설과의 인터페이스가 있는 특별한 위치에 대한 요소들에는 노선승인에 대한 절차를 그룹표준 규격에 두었다.

차량승인기구(Vehicle Acceptance Body)에 의한 엔지니어링 승인은 차량설계, 차량제작, 승인시험, 검수 및 완전분해검사정책, 안전조사를 포함하며, 각 각의 경우에 성적서발행기구에 의한 일치성적서가 요구된다.

차량승인위원회(Rolling Stock Acceptance Body)에 의한 선로승인은 열차탐지시스템과 다른 통신수단과의 조화성, 전력공급시스템과의 조화성, 철도기반시설과의 조화성, 노선에 대한 운행절차와의 조화성을 표시하고 이를 증명한다.

선로승인(Route Acceptance)이 Railtrack에 의해 통제되는 반면에 엔지니어링 승인은 여러 회사들로 분산되어 있다. 이러한 상황을 통제하기 위해 Railtrack은 성적서와 인증절차를 수립하여 인증받지 않으면 승인의 어떤 요소에 대해 성적서를 발행하지 못한다.

승인에는 모든 차량에 공통적인 위협, 건축한계와의 간섭과 같은 해당 노선의 특별한 위협, 차량의 특성 또는 운행계획 등이 포함된다.

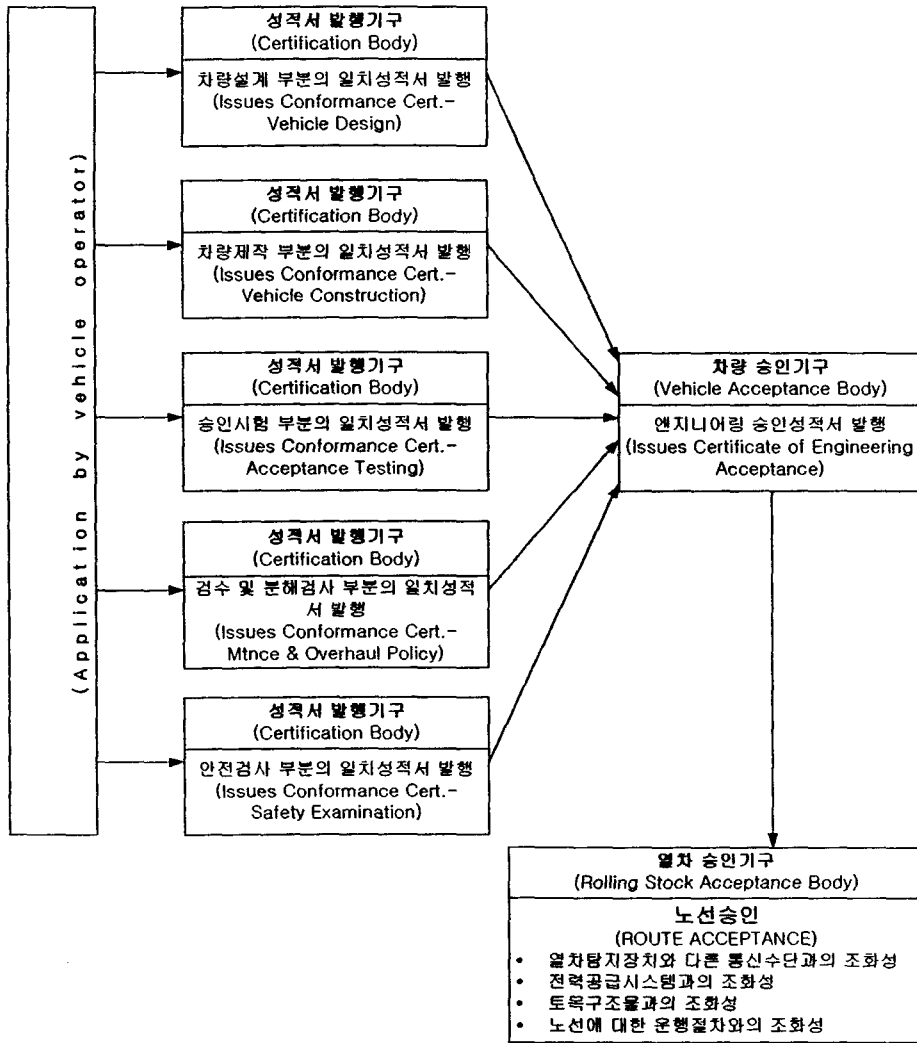


그림 2. 엔지니어링 승인 및 노선과의 적합성 승인
(Engineering Acceptance and Route Acceptance)

2.2 안전관리 프로세서

모든 회사들은 그들이 생산하는 제품의 무결점을 확실히 하기 위한 관리과정을 갖고 있으며, 철도민영화에 따라 이러한 과정들이 적절하게 변경되었으며, 이들이 열차운영자, 선로통제자, 규정당국에서 요구하는 사항들이 어떻게 안전관리에 적용되었는지를 다음 장에서 설명하기로 한다.

2.3 설계 성적서(Design certification)

Railtrack의 철도기반시설에서 운행하도록 예정된 모든 신규열차들은 차량승인성적서(Vehicle Acceptance Certificate)를 요구한다. 그 승인 과정은 대부분 설계증명기구로부터 승인된 설계와의 일치 여부를 Railtrack에서 승인한 성적서 발행기관으로부터 성적서를 획득하는 것이다. 예를 들면 GecAlstom의

Juniper와 같은 EMU는 설계가 철도그룹표준규격서의 약 10,000가지 조항과 일치한다는 것을 증명하도록 요구하고 있으며, 1개의 조항이라도 확정되지 않으면, 성적서는 발행되지 않는다.

설계 증명 과정이 수립된 방향은 새로운 열차가 어떻게 개발되고, 서비스를 시작하는지에 대한 이상적인 비전이다. 통제는 산업계가 과거 BR차량프로젝트에서 성공적으로 수행했던 것 보다 더욱 엄격해졌다. 설계 증명서에 필요한 어떤 정보는 1호차의 제작과정에서 장치나 차량형식시험에서 유효성이 입증될 때까지 이용가능하지 않다. 이 단계에서 발견되는 불일치항목은 위험성이 평가되어야 하며, 평가결과가 허용 가능한 위험일 경우에 임시불일치성적서를 획득하게 된다.

설계증명서는 정해진 날짜에 대한 설계를 포함하는 것이며, 추후 설계 변경이 있을 때에는 절차가 더욱 복잡해진다.

2.4 위험관리 목록

위험관리목록(Hazard Log)은 열차의 운행 결과 발생할 수 있는 알려진 위험들에 대한 목록이다. 위험 들은 공급업체, 설계자들 그리고 운영자들에 의해 위임된 기구들에 의해 확인된다. 확인된 위험은 이전의 프로젝트와 비교하고 필요한 곳에 위험들을 추가한다. 각 위험의 심각한 정도는 공식적인 방법에 의해 평가 하고, 열차의 설계, 운영 및 검수에서 나타나는 위험을 경감시키기 위한 연구가 수행된다.

위험관리목록은 독립된 안전 평가자(ISA, Independent Safety Assessor)에 의해 정밀검사 하도록 되어 있다. ISA와 Railtrack을 만족시키기 위해 필요한 완성 수준은 어떤 단계의 운행 즉 설계, 시험, 임시운행, 승객탑승여부 등에 달려있다.

2.5 구조 성적서(Construction certification)

Railtrack은 열차에 대한 엔지니어링승인성적서(Engineering Acceptance Certificate)가 준비될 때까지 는 운영을 위한 성적서를 발행하지 않는다. 운영에 대한 성적서를 받기 위해서는, 열차가 설계증명 요구들에 맞게 만들어 졌다는 것이 보여져야 한다.

일단 모든 검중기록, 시험결과, 검사들이 완전하다면, 일치증명서가 제공되며, 대부분의 기록들은 회사의 품질체계에 의해 제공된다.

2.6 안전시험(Safety exam)

안전시험성적서의 요구조건들은 지금까지의 수행했던 것과 같이 자격이 있는 검사원에 의해 시행된다. 유일한 문제점은 인도주행을 하기에 앞서 화물회사(EWS)의 운행절차에 따라 EWS에 의해서 정상적으로 행해지는 것들과 의무와 사이에서의 경계를 정의하는 것이다. 그 절차들은 명확하고 간결하나, 필요에 따라 화차나, 차량 편성의 모든 경우를 포함할 수 있도록 개정될 수도 있다.

2.7 승인시험(Acceptance test)

Railtrack에서 운영을 허락하기 위해 맞추어야 하는 조건들은 성적서발행기구에 의해 명시되어 있다. 처음으로 열차를 주행할 수 있게 하거나, 또는 피견인 되는 경우 탈선 및 차량한계를 증명하기 위해 기본시험이 수행되어야 하며, 이 경우 시험목적만을 위해 사용되는 성적서를 발행한다. 시험후에는 관련 기준과 일치할 경우 일치성적서가 발행된다.

2.8 검수 및 완전분해 검사 계획

철도그룹표준규격에서는 검수정책은 열차운영자가 하고 성적서발행기구는 검수계획을 하도록 구분하고 있다.

2.9 엔지니어링 승인 성적서

엔지니어링승인성적서는 차량승인기구가 일치성적서를 발행했을 때 발행된다. 설계 및 승인시험성적서는 특수한 시험을 제외하고는 모든 열차에 적용되며, 철도표준규격에 있는 과정중에 발생하는 불일치 및 성능 저하는 고려하여야 하고, 불일치나 성능저하동안에는 일시적인 불일치성적서가 발행될 수도 있다. 구조 및 안전시험성적서는 각 각의 차량, 또는 편성, 차량의 그룹이 성적서발행기관기구가 허용가능한 결과라는 것을 인정할 때 발행된다.

새로운 열차의 도입이 진행됨에 따라 검수 및 완전분해 계획성적서는 Railtrack에서 통제하는 선로를 주행하는 첫 번째 차량들의 운행결과와 특별한 검수 요구사항을 반영할 수도 있다. 첫 번째 운행동안에 검수계획은 미해결 검수절차의 개발과 함께 완전분해검사까지 되도록 한다. 운전을 허락하기 위해 성적서발행기구는 성적서에 시간한계를 두며, 임시 불일치성적서가 고려된다. 임시불일치는 시간제한형이고 그들의 종료시간은 엔지니어링승인 성적서의 만기를 결정한다.

만일 불일치성적서중의 하나가 어떤 이유 즉 차량의 수정 또는 성적서의 만기에 의해 무효가 된다면, 엔지니어링승인 성적서도 무효가 된다.

2.10 변경 통제 과정

신규열차의 개발에서 설계변경은 불가피하며, 이러한 과정이 불필요하다고 하기보다는 고려하여야 한다. 제작자, 검수자, 운영자들에게는 변경이 있을 경우에 상세한 절차들이 있었으나, 성적서와 안전요구조건을 맞추기 위해서는 더 많은 조정이 필요하다.

설계변경평가서식은 지금 안전측면에서 철도표준규격 및 HMRI, DETR(Department of the Environment, Transport and the Regions)과 같은 다른 법정당국의 요구조건들과 일치하는 결과를 포함하여 어떤 영향을 받는지를 확인하기 위하여 모든 변경에 대하여 완성되어야 한다.

모든 변경요구들은 Peer Group에 의해 추가적으로 검토되며, Peer group은 승인을 위해 제3기관에게 넘기기 전에 수정하지 않은 열차들의 계속운행을 위해 경감조치를 하던가 평가를 확인한다.

2.11 철도기반시설과의 전기적인 조화성

차량과 지상탐지설비와의 조화성은 철도그룹규격서에 의해서는 효과적으로 커버되지 않는다. 특히 IDI는 여러 형식의 궤도회로에 대한 응답으로서 정보와 모델을 모으고, 프로젝트의 각 단계에서 RSAB(Railtrack's Safety Advisory Board)로부터 보증을 획득한다. 이것은 IDI정보에서 만들어진 가정과 일치하지 않는 어떤 궤도회로를 구분하기 위하여 RAR(Railtrack Asset Resister)과 함께 연결되어야 한다. 전력공급시스템과의 인터페이스는 특성과 용량이 지역별, 노선별로 결정되기 때문에 철도표준규격에 의해 커버되지 않는다. 이것은 노선별로 기반시설 설계를 다르게 하는 원인이 된다.

2.12 철도기반시설과의 물리적인 조화성

차량과 시설물과의 물리적인 조화성을 증명하기 위한 구조는 규정이 어떻게 만들어지는가에 따라 다소 다르다. 치수를 확인하는 것은 선로은행 승인에서 가장 기본적인 요소로서 Railtrack의 분석결과를 기다려야만 하는 것이다. ALSTOM의 New Juniper EMU의 경우 Railtrack이 철도기반시설에 대한 정보를 제공하지 않기 때문에 기존의 차량의 치수와 비교평가와 시설물의 치수와 차량치수를 입력하여 모의시험한 결과를 이용하여 검토하였다. 이와 더불어 HMRI의 요구조건 즉 계단과의 거리와 플랫폼의 높이 및 간격을 맞추는 것이다.

2.13 선로-차량의 접근성 관련 규정

장애차차별금지조약(Disability Discrimination Act)에 따라 만들어진 선로-차량의 접근성관련 규정에 따라 일치에 대한 최종 증명은 HMRI와 협력하여 DETR(Department of the Environment, Transport and the Regions)에 의해 행해진다.

2.14 HMRI(Her Majesty's Railway Inspectorate)

열차가 영업운행을 하기 위해서는 작업규정(Works Regulations)의 승인을 받은 HMRI가 허락한다.

Railtrack에 제출된 안전규정보다 더 많은 정보를 운영자에게 제공하여 그가 일치증명서를 완성하여 HMRI에 제출하는 것을 지원한다. 이것은 Railtrack과 HMRI사이의 인터페이스문제를 야기하며, 이것은 철도안전규정의 체계와 작업규정의 승인에 의해 공식적으로 결정되나, 화재를 포함한 내부 안전의 영역에서 인터페이스로 남게되는데, 열차운영회사협회가 철도안전회사의 도움을 받아 검토한다.

2.15 차량도입과정동안의 안전관리

Railtrack, HMRI, DETR에 의해 규정된 요구조건은 신규열차의 쏠안전을 확실하게 하는 과정이다. 그러나 그들이 모든 것을 포함하는 것은 아니며, 제작자는 제품에 대해서 열차가 선로위를 주행하는데 안전하다는 것을 확인하는 책임규정을 또한 고려해야 한다. 이들은 설계보증과 일치성적서에 관해 고려한 것이며, 지금은 대부분 안전규정요구조건으로 포함된다. 첫 번째 열차 또는 차량이 시험할 준비를 할 때 규정은 열차가 Railtrack에서 통제하는 기반시설물을 위에서 서술한 모든 과정에 의해서 그리고 불완전한 정보가 가능할 때 주행하는데 안전하다는 것으로 되어야 하며 각 열차 또는 차량이 주행하는 데 안전하다는 것을 제작자가 서명하는 것을 요구한다. 제작자는 열차가 영업운전을 위해 열차운영자에게 인도할 때까지 각 열차의 안전에 대해 책임을 진다. 이것은 제작자들에게 법적자격을 요구하는 것이며, 전에는 BR에 의해 커버되었던 사항이다. 이러한 것은 열차가 Railtrack에서 통제하는 기반시설물에서의 운행을 승인받기 전에 위험이 적절하게 평가되는 것을 보증하기 위해 Peer Group Review의 도입을 야기하였다. 안전규정관리팀은 열차를 운행하기 위하여 모든 요구사항들을 참고하고 관계기관의 성적서를 종합하며 경험이 있는 엔지니어들로 구성된 Peer group에 의해 검토되고, 만일 만족스럽다면, 성적서를 승인한다. 시험동안에는 시험중에 얻어진 경험과 위에서 설명한 각 시험의 요구사항들을 반영하기 위해 변경될 수도 있다. 최종 성적서는 모든 승인과 통제에 관련된 상세한 내용과 함께 열차인도서에 고객에게 발행된다.

2.16 시사점

위에서 기술한바와 같이 영국의 경우 현재의 제품책임규정에 맞는 안전한 제품을 인도하도록 요구된 과정은 철도의 규정을 만족하도록 조정되었다는 것이 보여진다. 또한 열차는 기준에 맞게 안전하도록 설계되

고 제작된다는 것이 보여져야 하기 때문에, 안전규정은 이론적인 논쟁이 아니라, 차량자체를 완성하는 것으로서 설계 및 제작과정으로 부터 이용 가능한 증거를 사용하는 것이 중요하다는 것이 강조되고 있다. 왜냐하면 증명의 짐은 신청자에 달려있기 때문이다. 시험이 안전한 방법으로 시행되도록 하기 위해 시험절차는 철저하게 검토되고 절차에 따라서만 시험이 이루어져야 하며, 참여하는 모든 당사자들의 책임과 의무의 경의는 포함되어야 한다.

3. 우리나라에서의 신규차량도입시의 안전관리 현황

우리나라에서는 선진국에서와 같은 신규열차 도입시의 전주기적인 안전관리개념이 아직 정립되어 있지는 않다. 일반적으로 차량제작사의 자체검사와 더불어 운영처의 위임을 받은 한국철도차량엔지니어링에서 검사를 시행하며, 운영처에서 파견된 제작감관의 제작감독으로 차량제작시 감독업무를 수행한다. 공장의 구내 시험을 완료한 본선 시험을 하며, 발주처, 한국철도기술연구원, 한국철도차량엔지니어링에서 차량의 성능 등을 시험하고 합격시에는 발주처에 인도하는 것이 일반적인 과정이다. 도시철도의 경우 도시철도법에 의해 국내에서 운행되는 모든 차량은 성능시험을 받도록 되어 있으며, 안전 및 품질확보를 위해 도시철도안전기준에 관한 규칙, 정밀진단지침, 철도용품의 품질인증요령을 고시하여 적용토록 하고 있다.

4. 결론

철도가 갖는 대량 수송수단으로서의 특성으로 인해 철도사고는 발생시에는 큰 사상사고로 이어지기 때문에 안전관리가 무엇보다 중요하다. 또한 안전관리는 영업목표 달성과 분리된 목표가 아니라 관계자 모두가 함께 수행해야 하는 것으로 선택이 아닌 필수적인 요건이다. 우리나라 보다 앞서 민영화가 시행된 영국의 경우를 보면 안전확보를 관련규정의 정비는 물론 관련기관간의 역할을 명확히 정의하고 있는 것을 알 수 있다. 우리나라의 경우에도 신규차량도입시에 전주기적인 안전관리가 수행될 수 있도록 관련규정의 정비와 전문전담기관의 지정등 종합적인 대책을 수립하여야 할 것이다.

5. 참고문헌

1. C.H Llewellyn의, Nov.21~22, 2000, Safety management for the introduction of new trains, The Railway Technology Conference 2000, the Railway Division of the Institution of Mechanical Engineers and the Institution of Civil Engineers
2. R Illingworth Ma, April 23~24, 1997, The role of railway group standards in rolling stock maintenance, The 3rd International Conference, Institution of Mechanical Engineers and the Institution of Civil Engineers
3. 왕종배, 2001.8.16, 철도구조개혁과 안전확보방안, 철도안전세미나, 한국철도기술연구원
4. A Kennedy, 1997 Vol 211 No F1, Risk Management and assessment for rolling stock safety cases, Journal of rapid Transit
5. Railtrack's Safety and Standards Directorate - Review of main functions and their locations, 2000.2