2001년도 대한전기학회 전기기기 및 에너지변환시스템학회 춘계학술대회 논문집(2001.4.19~21)

철도에서의 안전성 인증방안에 관한 연구

정의진*, 이종우*, 황종규*, 김양모**
*한국철도기술연구원, **충남대학교

A Study on the Safety Management Structure in Railway

E.J.Joung*°, J.W.Lee*, J.G.Hwang*, Y.M.Kim**
*KRRI(Korea Railroad Research Institute), **Chungnam National University

Abstract - Certification is the process of issuing a certificate to indicate conformance with a standard, a set of guidelines or some similar document. Any organization or individual may issue a certificate. In some cases a certificate may be required for legal reason. In such circumstance the certificate takes on the role of a licence from a statutory authority. In railway industry safety has always been the first concern. To achieve certification, specific safety management is required. In this paper, different types of safety management process through out the world are mentioned, and safety management structure appropriate to our circumstance is represented

1. 서 론

철도시스템에서 현재 컴퓨터와 전자기기의 사용증대는 철도 시설과 성능 개량에 크게 기여하여 제어를 용이하게 하고, 비용 절감효과를 가져오고 있다. 그러나 컴퓨터와 결합된 전자제어제품을 사용함으로써 기존의 기계 혹은 전기제품에 비해서 고장 및 사고의 원인규명이 어렵고, 기존 기술에 비하여 상대적으로 안전성 확보가 어려운 상황이다.

철도는 안전을 중시하는 교통수단으로써 철도의 높은 안전율은 다른 교통수단에 비하여 월등한 장점으로서 작용하여 철도가 경쟁력을 갖게 하는 요소이며, 일반인들 또한 철도에 대한 안전성 요구가 상당히 크다. 현재 철도의 민영화와 더불어 이익을 중시하는 풍토가 자칫 상대적으로 안전을 소홀히 할 우려가 있을 수 있으며, 여러 지자체에서 지하철, 경전철 등을 운용, 건설, 계획중에 있는 때에 철도의 안전성을 확보하기 위한 방안을 다각적으로 연구할 필요가 있다. 본 논문에서는 국내·외 철도시스템 안전성 확보방안에 대하여 조사하고, 국내에 적용 가능한 방안에 대하여 언급하고자 하였다.

2. 안전성과 책임성

철도선진국의 경우 안전과 관련하여 책임을 명확히 하여 만일의 사고가 발생할 경우 책임소재를 명확히 함으로써 추후에 발생할 수 있는 사고를 미연에 방지하려는 노력을 하고 있다.

책임의 경우 민법적인 책임과 형법적인 책임으로 나누어 생각해 볼 수 있는데 민법적인 책임은 철도운영회사에 적용하는 것이며, 형법적인 경우는 철도운영회사를 대표하는 사람에게 적용한다. 또한 정부와 철도운용회사에 지워지는 책임의 한계는 관련 국가 법률로 정하여 책임 소재를 명확히 하고 있다. 이에 따라 철도회사와 정부간, 철도와 공급자간으로 나누어 각각의 경우에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

2.1 철도회사와 정부간의 책임성

① 각 나라별로 철도회사와 정부간의 책임을 명확히 규명하고 있다.
② 작업장에서 보건과 안전법령은 형사법으로 규정하고 있다.
③ 철도회사는 시운전에 앞서서 교통부의 승인을 얻어야 한다.
④ 안전에 관련된 장치는 사용에 앞서 이에 관련된 모든 수단과 대응책을 수용하여야 한다.

2.2 철도회사와 공급자간의 책임성

① 철도운용자가 모든 안전성의 증명, 시험 및 시운전에 대한 책임을 갖는다.
② 공급자는 관련 모든 안전 요구사항을 만족하는 것을 확인하기 위하여 안전성 증명 문서로 제시하여야 한다.
③ 공급자는 관련규격에 따라 인증을 받은 것을 인정하여야 한다.
④ 일부 장치와 시스템의 개발에 대한 요구사항은 규정과 법으로 정의하고 있다.
⑤ 철도사업자는 감사와 기타 적절한 방법에 의해서 안전성 증명을 인증하여야 한다.

3. 안전성 확보 방법

안전성을 확보하기 위해서는 두 가지 사항을 만족하여야만 한다. 문서화 작업과 안전성 입증이 그것으로 내용은 다음과 같다. 안전성 평가를 위하여 각국에서는 자국내 실정에 맞추어 규격을 갖추고 있다.

3.1 안전성 확보 사항

3.1.1 문서화작업

① 안전성 절차의 정의
② 안전성 입증을 할 수 있는 문서화된 모든 것을 포함

3.1.2 안전성 입증

① 안전성과 관련하여 사양의 정확함을 확인 검증
② 구현된 기능이 정확하게 명시된 것과 일치하는 가를 확인 검증

③ 운용과 유지보수가 안전요구사항과 일치하는가 확인

3.2 안전성 평가 규격 및 방법

3.2.1 안전성 평가 규격

각 국은 철도내부지침, 국가 규격 및 국제규격을 이용하여, 안전에 관련된 제품의 정의와 이에 관련된 안전성 입증체계를 세워 시행 중에 있다.

① 독 일 : VDE0831과 MU8004를 제정하여 사용
② 프랑스 : NF 71011, 71012 및 71013을 제정하여 사용
③ 이태리 : IS 402의 기술표준제정
④ 영 국 : IEC 61508를 근거로 하여 RIA 23 규격을 제정
⑤ 일 본 : 열차보안시스템의 안전성기술지침(안) 제정
⑥ 국제규격 : IEC 61508 안전에 관련된 전기 전자 및 프로그래밍 전자제품에 관련된 요구사항 마련

표 1. 각국의 안전성 규제 현황

철도 사업체	법적 주체	규격	신제품 도입시 정부의 관여 여부
BR	교통국	RIA 23	HSE에서 관여
DB	Bundesbahngesetz	VDE 0831 MU 8004	없음
FS	있음	IS 402	없음
LUL	교통국	RIA 23	HSE에서 관여
NMBS	없음	없음	없음 (건널목은 제외)
NS	Spoowegwet	없음	없음
OeBB	Eisenbahngesetz	있음	없음
SBB	Eisenbahngesetz	없음	없음
SNCF	교통국	NF	교통국에서 관여

3.2.2 기술적인 안전성 평가 방법

① Hazard Identification
위험요소의 규명 및 순서화
② Causal Analysis
중요 위험요소에서 발생되는 원인요소의 규명
③ Consequence Analysis
위험요소로부터 발생되는 연쇄 범위의 결정
④ Loss Analysis
일어나지 않아야 할 손실에 대한 평가
⑤ Option Analysis
각각의 위험요소에 대해서 완화 및 제어방법의 규명
⑥ Impact Analysis
각 대책에 대한 영향, 비용, 손실방지 이득에 대해서 평가
⑦ ALARP과 그것과의 일치성
비용, 모든 완화방법의 영향, 제어 방법을 고려하여 작업, 생산품 및 절차상 나타나는 안전성 위험도가 ALARP에 일치되는 가의 평가.

4. 안전성 평가 체계

평가체계의 구축을 위하여 유럽 및 일본에서 제정한 안전성 평가 방법에 대하여 그 내용을 조사하였다. 유럽의 경우 영국의 안전성 평가 관리체계를 조사하였으며, 일본의 경우 안전성 기술 지침을 기준으로 안전성 평가방법을 살펴보았다.

4.1 영국의 안전성 평가 체계

안전성 승인위원회(철도사업자) 및 독립평가조직을 구성하고, 관리 및 운용절차에 따라 위험평가관리 지침을 마련하고 안전성 평가대상 및 제약조건을 선정하여 안전성 계획을 도출한다.

즉 그림 1과 같이 어떤 사업을 진행할 경우 사업 주체 즉, 생산업체에서는 안전성 계획 초안을 작성한 후 위험요소 목록 작성, 위험요소 규명 및 분석, 위험평가 안전 요구사양 작성, 안전성 계획 준비, 안전성 계획 적용, 안전성 평가 검사, 안전성 확보방안 준비, 안전성 책임성 전달의 과정을 거치는 일련의 과정을 거치게 되는데 여기에서 제출된 안전성 계획 및 안전성 평가와 관련하여 독립적인 안전성 평가기관에서 안전성 평가를 한 후 그에 따른 안전성 평가 보고서를 작성한다. 작성한 안전성 평가 보고서는 승인 기관인 철도사업자에게 제출되어 안전성 확보 방안에 대한 승인을 거쳐 안전성을 인증하게 된다. 또한 각 단계마다 생산업체가 제출한 안전성 계획 초안, 안전성 요구사양, 안전성 계획에 대하여 승인하게 된다.

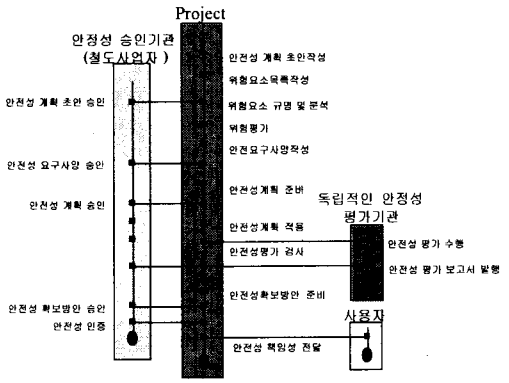

그림 1. 영국의 안전성 평가 체계

4.2 일본의 안전성 평가 체계

일본의 안전성 평가체계는 시스템의 안전성 원칙 및 안전성 관리방법을 정하고 안전성 라이프사이클에 따라 시스템을 분석하며 각 라이프사이클 단계마다 검증과 타당성 검사를 한다. 최종적으로 안전성 심사를 한 후 안전성 기술에 대한 문서화 작업을 수행하는 방법으로 평가작업을 수행한다.

- 라이프사이클 검증 및 타당성 검사

① 안전성의 타당성 검사계획을 작성하고 요구되는 타당성, 항목, 방법, 환경조건, 사용조건 등을 명확하게 한다.
② 설계 및 제작의 각 단계에 있어 안전성 검증계획을 작성하고 검증에 사용되는 기준, 기술 및 기법 등을

명확하게 한다.

③ 안전성의 검증계획에 따라 검증을 행하고 각 단계에서 검증내용과 검증결과를 기록한다.

④ 안전성의 타당성 검사계획에 따라 타당성 검사를 하고 검사내용과 검사결과를 기록한다.

⑤ 검증 또는 타당성 검사에 관련하여 기대된 결과와 실제의 결과에 차이가 있는 경우는 차이 내용에 대해 검토하고 안전성 라이프사이클 다음 단계로 이행하거나 변경 요구를 내어 이전단계로 되돌릴 것인가를 결정한다. 또한 그 검토과정, 결과에 대해 기록한다.

- 안전성 심사

① 열차신호시스템이 설정된 보안기능을 달성하고 있는가 아닌가에 대해 독립된 기관(동일부문의 다른 요원, 동일조직의 다른 부문, 또는 전부 독립된 다른 조직)에서 심사한다.

② 심사에 필요한 정보는 심사기관에 게시되어져야 한다.

③ 안전성 심사계획을 작성하고 심사기관의 조건을 정한다.

④ 안전성 심사의 내용을 기술하고 심사결과를 보인다.

- 안전성 기술의 문서화

① 효과적인 안전성 관리를 위하여 안전성 라이프사이클의 각 단계에서 필요한 문서를 작성한다.

② 문서의 관리는 미리 정해진 형태와 순서 및 방법 등에 의해 실시한다.

③ 문서의 내용변경에 있어 미리 정해진 순서에 따른다.

④ 안전성기술의 적용결과, 가동후의 실적, 문제점 등의 데이터를 분석, 축적하고 안전성관리에 반영시킨다.

5. 결 론

지금까지 일반적인 안전성과 책임간의 관계 및 안전성을 확보하기 위한 사항 및 규격, 평가방법에 대하여 살펴보았다. 이를 토대로 영국과 일본의 안전성 평가 체계에 대하여 간략하게 살펴보았다.

안전성 평가체계의 도입은 안전성과 관련하여 정성적, 정량적인 평가를 가능하게 함으로써 안전성 향상에 크게 이바지할 것으로 사료되며, 이로 인해 사고를 미연에 예방함으로써 인명과 재산상의 피해를 방지할 수 있다. 또한 국외 구매 요구조건을 충족시킴으로써 국내 생산제품의 국제시장의 진출이 용이할 수 있을 것이며, 외국제품의 국내시장 진입시 안전성과 관련하여 정확한 진단 평가를 할 수 있어 철도제품의 품질향상에도 기여할 것으로 판단된다.

〔참 고 문 헌〕

〔1〕 Engineering Safety Management Issue 3. Volumes 1 and 2, Railtrack, 2000

〔2〕 열차보안제어시스템의 안전성 기술지침, 철도총합기술연구소, 1990

〔3〕 Safety System Validation with regard to cross acceptance of signalling systems by the railway, IRSE, 1992

〔4〕 Safety-Critical Computer System, Neil Storey, 1996

〔5〕 Railway Control System, Institute of Railway Signal Engineers, 1991

〔6〕 Railway Signalling, Institute of Railway Signal Engineers, 1991