

한국철도 안전인증 현황 및 미래전망



신 덕 호 한국철도기술연구원
철도안전연구실장
(안전인증책임자)
(dk.krri@gmail.com)

1 서론

철도안전인증은 철도안전에 대한 국제표준의 적합성 평가결과로써 전 세계 대형 철도사업과 물품구매에 필수요건으로 활용되고 있다. 국내에서는 수출차량과 신호시스템 중심으로 2005년부터 활성화 되었으며, 2004년 철도안전법 제정과 2014년 형식승인제도 도입 등 철도안전관리의 국제화의 일환으로 규제, 제작, 운영기관을 포함한 철도산업 생태계 전반의 주요 이슈가 되고 있다.

본 글에서는 이러한 우리철도의 안전인증현황을 소개하고 급변하는 세계시장에서의 철도안전 경쟁력 확보를 위한 안전인증의 미래를 전망하였다.

2 본문

1.1 적합성평가와 철도안전인증

적합성 평가는 제품, 서비스, 공정, 시스템 등이 기관의 표준, 제품규격, 기술규정 등에서 정한 요건에 적합한지의 여부를 평가하는 행위으로써 다음과 같이 시험, 검사, 인증으로 구분할 수 있다.

• 시험(Testing)

제품, 공정, 서비스의 특성을 규정된 절차에 따라 측정 하는 기술적인 작업 (역학시험, 열·온도 시험, 전기시험, 화학시험 등)

• 검사(Inspection)

측정, 시험, 계측 등의 방법으로 제품, 공정, 서비스가 특정 요구사항을 얼마나 충족하는 지에 대한 진단절차 (공산품안전검사, 법정계량기검정, 석유제품 품질검사 등)

• 인증(Certification)

제3자가 제품, 공정 또는 서비스가 특정한 요구사항을 충족한다는 신뢰를 주는 진술을 발행하는

작업으로써 적합성 평가의 보증(전기용품 안정인증, KS인증, ISO 9000인증 등)

위 정의에 따라 시험은 크기 및 에너지 등 물리량을 측정하는 행위로서 결과물인 시험성적서(Testing Report)에는 측정된 수치와 불확도를 제공한다. 검사는 다중계구조, 자기검사회로, 안전측동작 등의 측정이 불가한 요건에 대하여 전문적 판단을 통해 적부평가결과를 검사보고서(Inspection Report)로 제공한다. 마지막으로 인증은 시험 또는 검사결과의 요구사항 만족여부와 시험검사 과정의 건전성을 평가하여 적합한 경우 인증서를 통해 보증(Assurance)하는 활동이다.

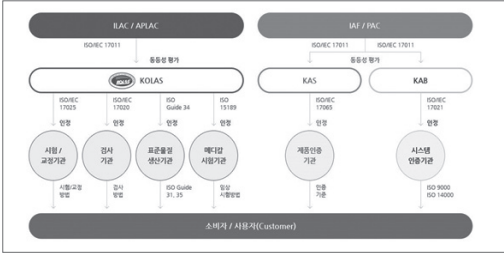
과거에는 시험과 검사요건이 혼재된 표준에 대하여 공신력 있는 기관(일반적으로 공공기관)이 시험, 검사, 인증을 모두 수행하여 시험성적서를 발행하였으며, 발행된 성적서는 인증서의 효력을 가졌다.

이러한 과거의 통합형 방식은 시험, 검사, 인증을 단일기관에서 수행하여 독립성과 공정성의 유지가 이슈화 되었으며, 1회 시험, 검사, 인증을 통한 결과물의 재사용과 상호수용관점에서 한계로 작용하게 되었다.

따라서 국제표준기구에서는 시험, 검사, 인증기관의 자격요건에 대한 표준을 다음과 같이 제정하여, 국가별 인정기관(Accreditation body)이 인정한 시험, 검사, 인증기관의 결과가 전 세계에서 통용되도록 제도화 하였다.

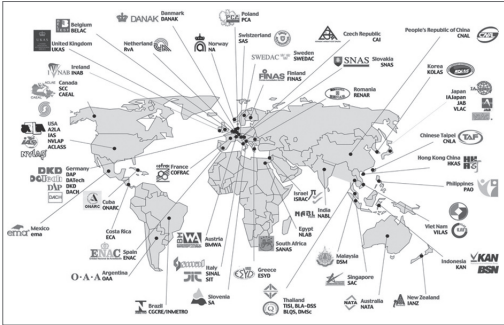
- ISO/IEC 17025 : 공인시험기관의 요건
- ISO/IEC 17020 : 공인검사기관의 요건
- ISO/IEC 17065 : 공인인증기관의 요건

우리나라의 인정기관은 국가표준기본법에 따라 국가기술표준원의 적합성 평가부서에서 수행하며, [그림 1]과 같이 시험 및 검사기관에 대해서는 KOLAS(Korea Laboratory Accreditation Scheme), 인증기관에 대해서는 KAS(Korea Accreditation System) 프로그램을 통해 운영하고 있다.



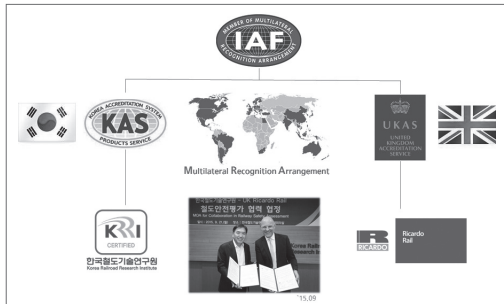
[그림 1] 국내 적합성평가 제도

국가별 적합성 평가결과와 상호수용을 위해 [그림 2]와 같이 국가별 인정기관은 IAF(International Accreditation Forum) 등 국제적 협력조직을 통해 상호수용에 대한 원칙을 강화하고 있다. 따라서 공인인증서는 IAF 67개 회원국 간 협정(MRA, Multilateral Recognition Arrangement)을 바탕으로 상호수용하고 있다.



[그림 2] 국가별 인정기관 현황

국가 간 상호수용을 위한 IAF의 MRA는 법적 강제력은 없기 때문에 인증기관 간에 [그림 3]과 같이 협정을 체결하여 상호수용을 강화하고 있다.

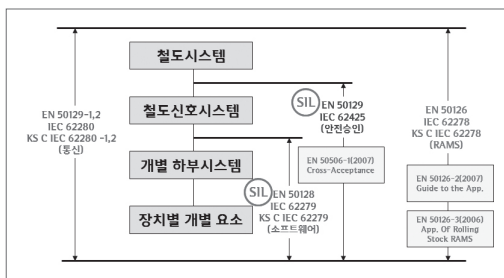


[그림 3] 인증기관 간 협력 협정(KRRI-Ricardo Rail)

[그림 3]의 경우 철도안전 국제표준에 대한 공인인증기관인 한국철도기술연구원과 영국의 Ricardo Rail이 각국의 인정기관 간 IAF MRA의 상호수용을 강화하기 위해 공동인증과 전문가 교류를 목표로 하는 단계별 협력 프로그램에 대한 협정(MoA)을 체결(15.09)한 사례이다.

1.2 철도안전 국제표준

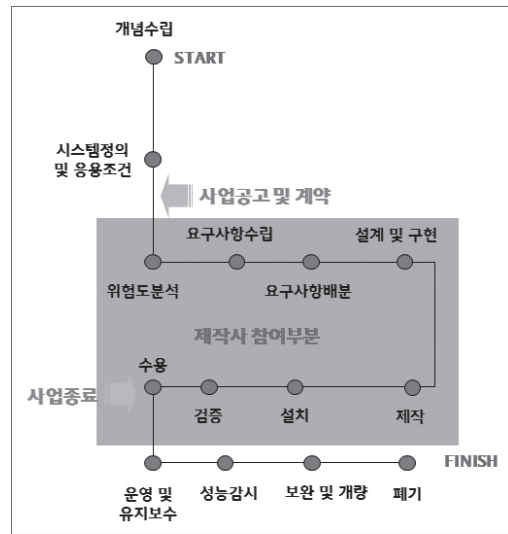
철도안전표준은 [그림 4]와 같은 체계를 가지며, 1990년대 유럽표준(EN) 제정을 시작으로 2002년 국제표준(IEC)으로 제정되었으며, 2007년부터 국내표준(KS)으로 부합화 되었다.



[그림 4] 철도안전표준 현황

국내에서는 열차충돌, 탈선, 대규모지연의 원인이 되는 시스템 중에서 건축과 기계류와 같이 마모고장특성을 갖는 분야보다는 우발고장특성을 갖는 전자제어기 활용분야를 중심으로 철도안전표준을 적용하여 왔다. 따라서 철도신호분야에서는 국제표준에 대한 적합성 평가가 일반화 되어 있으며, 해외 대형 사업에서도 차량과 신호분야에 대한 국제표준 적용은 필수로 자리 잡게 되었다.

철도의 시설과 차량을 포함한 모든 분야에 대한 신뢰성, 유지보수성, 가용성, 안전성(RAMS)에 대한 관리요건인 IEC 62278은 대표적 철도안전표준으로써 [그림 5]와 같이 개념수립부터 폐기까지의 수명주기 단계를 14개로 나누어 각 수명주기 단계의 요구사항을 제시하고 있다.



[그림 5] IEC 62278의 수명주기

IEC 62278에서는 국가가 관여하는 건설 및 개량의 계획단계부터 시스템공급자인 제조사, 운영 및 유지보수를 수행하는 운영기관의 모든 안전관리활동에 대한 요구사항을 제시하고 있으며, 해당 표준에서는 중대사고에 해당하는 위험원

(Hazard)이 포함될 경우 제3의 독립된 전문기관으로부터 평가받을 것을 권고한다.

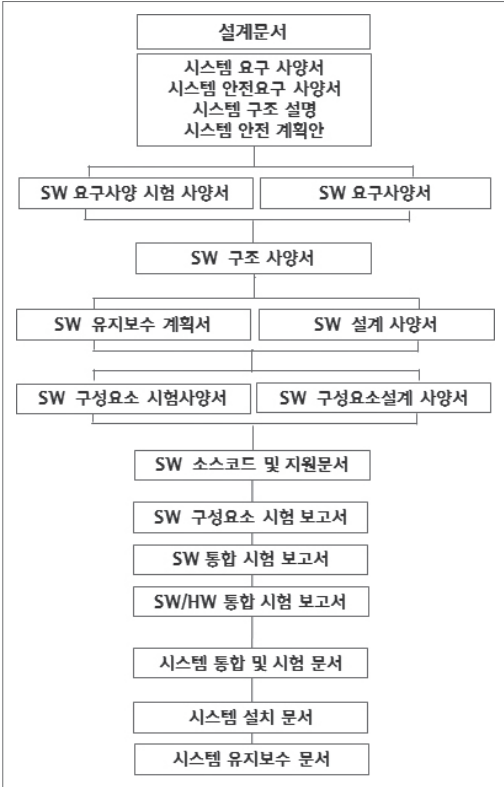
신호통신을 포함한 제어기의 안전에 대해서는 앞에서 기술한 바와 같이 우발고장으로 인한 사고를 예방하기 위해 설계와 제작요건을 [표 1]의 예와 같이 IEC 62425를 통해 강화하고 있으며, 대상의 기능별 안전에 미치는 영향을 평가하여 안전 무결성등급(SIL)에 따른 설계, 제작, 검증, 사용 도구, 공정관리의 요구사항을 제시한다.

[표 1] IEC 62425의 설계단계 SIL요건

Techniques	SIL			
	1	2	3	4
동작오류에 대한 보호	R	R	HR	HR
고의적 오취급에 대한 보호	-	-	R	R
핵심부품의 단일결함에 대한 보호	R	R	HR	HR
전자부품의 단일결함에 대한 보호	R	R	HR	HR
안전관련 구조간 물리적 분리	R	R	HR	HR
단일결함의 검지	R	R	HR	HR
안전상태 유지	R	R	HR	HR
다중결함	R	R	HR	HR
동적결함 검지	R	HR	HR	HR
프로그램 실행상태 모니터링	R	HR	HR	HR
전원변동 측정	HR	HR	HR	HR
온동상승 검지	HR	HR	HR	HR

* IEC 62425 Table E.5
 ** HR(Highly Recommended), R(Recommended)

우발고장특성을 갖는 전자제어기와 유사하게 소프트웨어의 시스템적 오류(사양명세, 코딩, 모듈통합 등의 오류)를 최소화하기 위해 IEC 62279를 제정하여 [그림 6]과 같이 구분된 문서화 및 제3자 검증을 권고한다.



[그림 6] IEC 62279의 문서화 요건

이러한 국제표준 제정과 검사 및 인증제도의 강화는 철도안전강화라는 명분하에 전세계 철도사업으로 확산되고 있으나, 유럽 전문기관 중심으로 적합성 평가가 이루어지고, 적합성 입증 과정에서 기업의 노하우가 전문기관에 공유되는 등 선진철도 추종형 산업구조인 우리나라에는 녹록치 않은 환경이다.

1.3 철도안전인증 현황

한국철도기술연구원은 2005년부터 철도안전 국제표준에 대한 운영기관과 민간에 대한 교육을 시행하였고, 우리기업의 안전인증 취득을 위한 지원사업을 20여 차례수행하여 국제표준에 대한 적합성 입증 및 평가 전문조직과 인력을 양성하였다.

또한, 한국철도기술연구원은 우리기업의 철도 안전 국제표준 준수를 위한 비용절감과 노하우의 해외유출을 최소화할 목적으로 2년여 간의 준비를 통해 철도안전 국제표준에 대한 국제공인인증 기관으로 2016년 8월 인정받았다. 이러한 성과는 과거 우리철도에 많은 영향을 준 일본과 빠르게 성장하는 중국에 비하여 우수한 성과로 평가되고 있다.¹

한국철도기술연구원은 국내기업의 철도안전 국제표준 준수를 활성화하기 위해 위험원분석과 위험도평가를 바탕으로 시스템 및 제품의 설계단계 위험원 누락을 다수 발굴하여 안전이 확보되도록 컨설팅 하였으며, 부품선정과정의 고장영향분석을 통해 위험측고장 발생확률을 경제적으로 제어하는 등 RAMS활동에 대한 인식을 국제표준 등 규제극복 수준의 소극적 개념에서 기업과 운영자에게 비용절감 및 안전·품질향상에 중요한 활동이라는 공감대를 형성하였다. 이러한 노력으로 최근에는 자발적 표준준수와 건전한 검사인증 제도운영을 이끌고 있다.

하지만 안전인증에 대한 개념정립을 위한 지속적인 노력이 필요해 보인다. 예를 들어 인증서, 공인인증서, 공인기관의 인증서가 혼용되고 있으며, 경험을 바탕으로 다음과 같이 용어가 의미하는 개념이 상이함을 강조하고자 한다.

• 인증서

적합성 평가결과의 보증으로써 누구나 발행할 수 있으며, 공신력과 배상능력을 인증서 수령인이 판단

• 공인인증서

법률적 근거에 따라 자격이 부여된 기관이 평가 자격이 부여된 표준(기준 포함)에 대한 적합성 평가결과로써 공신력, 전문성, 배상능력을 인정기관이 주기적으로 평가

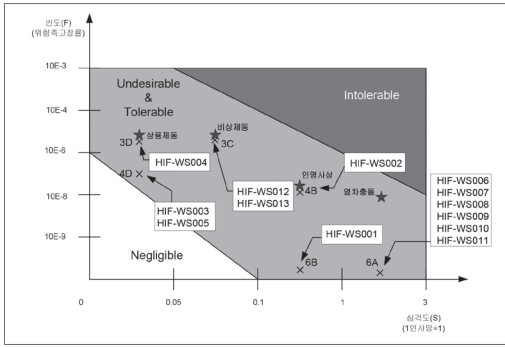
• 공인기관의 인증서

법률적 근거에 따라 자격이 부여된 기관이 평가 자격이 부여되지 않은 표준에 대한 적합성 평가결과로써 공신력, 전문성, 배상능력을 인증서 수령인이 판단

또한, 하부시스템(용품)과 부품단위로 발행된 다수의 인증서를 전체시스템이나 사업단위에서 안전이 유지되는지를 최종 평가하는 활동이 미흡하다. 해외사업과 국내 다수의 민자사업은 독립안전평가 단계를 두어 철도안전 국제표준에 따라 관련된 인증서의 유효성 및 용품 간 안전관련 전제조건(SRAC, Safety Related Application Condition)의 충돌여부를 확인하고 있다. 구성품 단위로는 모두 철도안전에 대한 공인인증서를 확보한 경우에도 조합된 전체 시스템이 안전하지는 않기 때문에 사업단위 독립안전평가를 수행토록 제도적 보완이 필요하다.

하부시스템과 부품단위 안전인증서는 대부분 인수단계에서 사용자가 요구한 안전이 확보되었음을 안전보고서(Safety Case)를 첨부하여 보증한다. 안전보고서에는 현재 위험도가 표기된 위험원목록(Hazard Log)이 포함되며, [그림 7]과 같이 모든 위험원의 위험도는 노후화 및 운행빈도 증가 등의 운영상황에 따라 변화(증가)하여 어느 순간 안전하지 않은 상태에 진입하게 된다.

1. 일본 NRCC는 철도안전표준에 대한 인증기관지정 일부지정 및 준비 중이며, 중국은 유럽기관과 합작법인을 설립하여 활동 중



[그림 7] 위험도평가와 허용수준의 예

따라서, 운영자는 구성품별 이력과 각각의 고장 및 유지보수정보를 수집하여 위험원목록의 위험원별 위험도가 그림7의 위험한 구간(Intolerable)으로 발전하지 않도록 유지보수주기 조정, 개량사업 추진 등에 반영해야 하나 현재까지 국내에서는 사용개시 후 시스템과 구성품별 위험원목록에 대한 관리가 원활하지 않고, 유지보수주기는 내규에 의해 고정적으로 수행하고 있는 것으로 파악된다.

국제표준에 따른 안전관리의 일환으로 운영자는 철도안전법 철도안전관리기술기준에 따라 위험원목록기반의 안전관리를 강제 받고 있으며, 운영기관별 위험원목록을 구성품별 위험원목록과 연계하고 나아가 국가의 정량적 철도안전목표를 기관별 위험도 허용수준과 연계하여 국가 — 건설기관 — 운영기관 — 제작사의 안전관리 생태계의 연결고리 복원이 필요하다.

1.4 철도안전인증의 미래전망

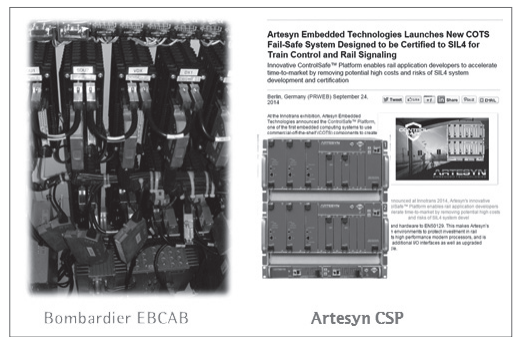
건전한 철도안전인증의 제도적 정착과 철도산업의 장기적 활성을 위해서는 유럽철도 사례와 같이 철도안전법 등 규제요건 검토에 공인시험성적서와 공인검사보고서, 공인인증서의 적극적 활용이 요구된다. 공인기관의 적합성 평가결과는 법률

적 근거에 따라 인정 및 유지관리 제도가 구축되어 있으므로 이러한 시스템을 활용하여 적합성 평가업무의 민간 개방이 필요하다.

이러한 개발을 통해 시험·검사·인증 공인기관 간 경쟁 유도를 통해 철도산업의 외연을 확장함과 동시에 기업과 운영기관의 적합성 평가비용 절감과 투명성 강화를 기대할 수 있다.

기업은 적합성 평가결과의 재사용을 극대화 할 수 있도록 구성품의 범용화와 모듈화노력이 필요하다. 빠르게 양극화 되고 있는 세계철도산업에서 우리나라가 선진그룹에 속하기 위해서는 플랫폼 산업에 대한 투자와 강소기업 육성이 요구된다.

이미 유럽철도의 대형 기업들은 [그림 8]과 같이 구성품을 플랫폼화 하여 공인인증서의 활용성을 강화하고 있으며, 철도시장규모 대비 투자비용이 높은 제어기 분야의 경우 특성화된 기업의 하드웨어 플랫폼을 공동으로 활용하여 검증시간과 인증비용을 절감하고 있다.



[그림 8] 고안전 플랫폼산업의 예

마지막으로 철도선진그룹에 포함되기 위해서는 적극적 표준 활동에 필요하다. 유럽이 주도하는 철도선진그룹은 철도안전 관련 기 제정 표준에 대한 요구사항 강화(기술적 난이도 상향)와 새로운 안전표준 개발(사이버 보안 등)에 노력하고 있

으며, 유럽표준화와 국제표준화를 통해 선진그룹의 기득권을 유지하고 강화하기 위한 노력을 하고 있다.

대부분의 철도관련 국제표준은 IEC의 기술위원회(TC) 9와 ISO TC 269에서 수행하고 있으며, 해당 위원회에 회원국인 우리나라는 현재 동향파악 중심의 빠른 대처에 방점을 두고 있다. 앞으로는 우리기술 중심의 적극적 대응과 취약기술의 표준제정 지원 등 전략적 활동이 필요하다.

3 결론

본 글은 2016년 2월 20일 한국철도기술연구원과 영국 리카르도 레일이 공동주최한 세미나의 주제발표 일부를 요약한 것으로써, 세미나에 국토교통부, 영국대사관, 철도건설 및 운영기관, 제작사 관계자 등 110여 명의 참석을 통해 다시 한 번 철

도안전인증에 대한 관심을 확인할 수 있었다.

한국철도기술연구원은 나날이 치열해 지는 국제 철도시장에서 국내기업과 건설운영기관이 국제표준에 따른 철도분야 안전인증을 보다 효율적으로 진행하고, 해외진출에 도움이 되는 방법과 제도를 마련하기 위해 더욱 노력할 것이다.



[그림 9] 한-영 철도안전인증기관 공동세미나

