

철도안전도 평가지표 개발에 관한 연구

A Study on Development of Safety Index for Evaluating Railway Safety

송보영[†] · 문대섭* · 이동훈**

Bo-Young Song · Dae-Seop Moon · Dong-hun Lee

Abstract This study propose a model for railway safety evaluation with which the safety of whole railway system can be evaluated. The evaluation model is to generate a safety index which quantitatively represent the degree of railway safety. Safety index is proposed a function of three indexes; an accident index, safety management index, and safety culture index. This paper describes the first result from the study on the safety target which will be a key starting point toward the development of safety evaluation model. It is recommended that the safety target be composed of several sub-targets that are apportioned to constituent components. It is concluded that the classification of safety target influence on deciding components or attributes that constitute each sub-indexes; an accident index, safety management index, and safety culture index.

Keywords : Railway safety law, Acceptable risk, Evaluating railway safety, Railway safety index, Safety objective

요 지 국가에서는 철도운영 및 시설기관에 산재되어 있는 철도안전정보를 수집하여 분석할 수 있는 철도안전정보 종합관리시스템을 구축하여 철도안전관리를 효율적으로 수행하기 위하여 노력하고 있다. 매년 철도안전도를 평가하기 위하여 철도사고 자료를 분석하여 사망자 및 부상자 수를 산출하고 있으며 사고 원인 및 위험발생 경위를 규명하여 사고를 최소화 할 수 있도록 여러 안전정책 및 안전관리방안을 시행하고 있다. 따라서 보다 선진적인 안전정책 수립 및 안전관리를 위해 철도안전도를 입체적으로 그리고 정량적으로 표현할 수 있는 방안이 필요하며 이를 위해서는 철도 안전에 대한 주요 영향요소가 무엇인지를 파악해야 하며 선정된 개별적 요소들에 대한 정량적 철도안전지수(Railway Safety Index)를 개발해야 한다. 본 연구에서는 철도안전도를 정량적으로 평가할 수 있는 안전도 평가지표를 개발하여 안전목표 수립 및 관리 등 철도안전향상을 위한 전략적 방향 및 정책수립 과정에서 활용할 수 있는 모델을 제공하고자 한다.

주 요 어 : 철도안전법, 허용위험도, 철도안전도 평가, 철도안전지수, 안전목표

1. 서 론

철도안전법 제4조에 기술한 것처럼 국가에서는 허용위험도라는 개념을 적용하여 철도 이용자의 안전을 최대한 보장할 수 있도록 노력하고 있다. 매년 철도안전도를 평가하기 위하여 철도사고 자료를 분석하여 사망자 및 부상자 수를 산출하고 있으며 사고 원인 및 위험발생 경위를 규명하여 사고를 최소화 할 수 있도록 여러 안전정책 및 안전관

리방안을 시행하고 있다. 이러한 노력의 결과로 과거 10년간 사망자수 47% 감소, 사고건수 64% 이상 감소하는 등 철도분야의 안전성이 크게 향상되었다[1].

그러나 사고통계에 의한 단순한 사고건수 및 사고 피해의 집계로 철도안전도를 표현하는 것은 부족한 면이 있다. 사고통계라는 최종적 결과에 대한 평가뿐만 아니라 사고가 발생하는 원인요소를 제공하는 환경적 또는 의식적(정신적) 요소들에 대한 평가 결과도 철도안전도 평가의 요소가 될 수 있다. 따라서 보다 선진적인 안전정책 수립 및 안전관리를 위해 철도안전도를 입체적으로 그리고 정량적으로 표현할 수 있는 방안이 필요하며 이를 위해서는 철도 안전에 대한 주요 영향요소가 무엇인지를 파악해야 하며 선

[†] 책임저자 : 정회원, 교통안전공단, 과장, 철도전문대학원 박사과정
E-mail : smj6961@ts2020.kr

TEL : (031)362-3644 FAX : (031)362-3639

* 정회원, 한국철도기술연구원, 책임연구원

** 교신저자, 서울산업대학교 기계공학과, 교수

정된 개별적 요소들에 대한 정량적 철도안전지수(Railway Safety Index)를 개발해야 한다. 본 연구에서는 철도안전도를 정량적으로 평가할 수 있는 안전도평가 지표를 개발하여 안전목표 수립 및 관리 등 철도안전향상을 위한 전략적 방향 및 정책수립 과정에서 활용할 수 있는 모델을 제공하고자 한다.

2. 철도안전도 평가 모델

철도안전도를 평가하기 위해서는 철도안전도에 기여하는 요소들에 대한 지수적 표현이 필요하다. 동시에 평가항목과 분류기준을 수립해야 하며 평가항목의 지수화 방법을 개발해야 한다. 평가항목은 철도안전도에 미치는 영향요소를 고려하여 결정하여야 하는데 항공분야에서는 평가항목 설정을 위해 델파이 분석 등을 사용하였다[2]. 델파이 방법은 개방형설문을 통하여 전문가로부터의 의견을 수집하여 평가항목을 선정하고 제한된 항목을 질문하여 2차로 중요한 항목을 선정하는 방법이다. 이 외에도 안전성과를 측정하는 방법을 4가지(경영, 운영, 정비, 계획)부문과 13개 측정항목을 분류하는 방법[3]도 있지만 철도분야에서 우선적으로 아래와 같이 모델링하였다.

$$RSI = f(AI, SMI, SCI)$$

RSI = 철도 안전도 (Railway Safety Index)

AI = 사고발생지수 (Accident Index)

SMI = 안전관리지수 (Safety Management Index)

SCI = 안전문화(의식)지수 (Safety Culture Index)

철도안전도를 구성하는 지수를 사고발생, 안전관리 및 안전문화 지수들의 조합으로 정의하였지만 이에 대한 검증은 추후 적절한 분석기법을 사용하여야 한다. 그러나 본 논문에서는 우선적으로 구성요소에 대한 논의 및 검토를 수행하고 추가 항목 선정이나 각 구성요소의 세부항목에 대한 선정은 다음으로 미루기로 하였다. 위 모델은 그림 1과 같이 사고가 발생하는 메카니즘을 가정하여 설정하였다. 즉 정상운영 상태에서 기능적 또는 성능적 저하가 발생하기도 하고 고장이 발생하기도 하지만 방호벽 또는 유지보수 등의 관리행위에 의하여 정상상태로 회복하기도 한다. 일단 고장이 발생하면 시스템은 위험상태가 되기도 하지만 방호벽에 의한 차단을 통과한 경우만 위험상태로 가정하였다. 위험상태는 사고손실이 미미한 아차사고(Near miss)와 실제 사고로 발생하는 것으로 가정하였다. 아차사고도 아니고 실제사고도 아닌 준사고(Incident)도 고려할 수 있지

만 이는 추후 사건(Event) 분류를 확정된 후 고려하기로 하였다. 이는 사건(Event)분류가 본 논문에서는 중요한 선결사항이 아니기 때문이다.

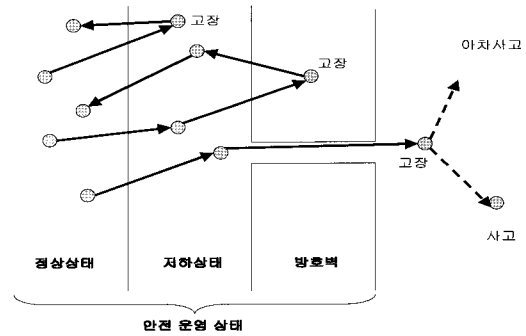


그림 1. 철도사고 발생 메카니즘

이와 같은 사고발생모델에서는 사고발생 측면뿐만 아니라 사고발생을 억제하려는 총체적인 안전관리측면을 고려해야 하는데 이는 사고발생이 되지 않더라도 안전관리의 허점이 언제든지 사고로 발전할 수 있기 때문이다. 책임 및 역할이 상이한 유관기관의 안전관리요소를 어떻게 평가할지는 더 연구가 필요하지만 우선적으로 안전관리에 대한 지수화는 필수적이다. 이와 더불어 안전의식의 정도를 선정할 수 있는데, 여기서 철도종사자 측의 안전의식은 철도 유관기관의 안전관리측면의 요소에 반영된다고 가정할 수 있기 때문에 철도 종사자와 관련한 안전의식보다는 철도를 이용하는 일반대중의 안전의식을 의미한다. 철도사고가 철도시스템의 오류에 의해 발생할 수도 있지만 건물목 사고 등과 같이 일반대중의 안전의식결여에 의해 사고가 발생하는 경우도 많기 때문이다.

철도안전도는 결국 표면적으로는 사고발생정도에 따라 주로 결정되지만 사고발생을 억제하고 저감하는 측면으로 안전관리 및 안전의식 정도를 포함하였다. 각 요소들에 대한 구성항목들 및 분류는 면밀한 분석과정을 거쳐야 하지만 다음과 같은 원칙을 포함해야 한다.

첫째, 사고자료의 분석은 객관적으로 수행되어야 하며 실제사고 뿐만 아니라 준사고(Incident), 또는 아차사고(Near-miss)에 대한 분류 및 분석이 필요하다. 항공분야에서는 준사고와 아차사고를 분리하여 사용하고 있지만

철도분야에서도 동일한 정의를 적용할 지는 좀 더 연구가 필요하다. 다만 상당한 손실 및 인명피해를 야기한 실제사고와 손실이 미미한 사건 등으로 분류하여 분리된 분석 및 관리가 수행되어야 한다. 영국철도에서도 Incident, Near-Miss, Accident 등으로 분리하여 정의하고 있기는 하지만 실제사고의 통계뿐만 아니라 준사고이든 아차사고이든 간에 그것들의 발생정도도 철도시스템의 위험정

도를 나타내는 중요한 요소라는 관점이다. 그 이유는 그러한 사건들이 사고발생에 대한 전조가 되고 그것들의 발생원인을 분석하여 대처하면 사고예방에 큰 도움을 주기 때문이다. 실질적으로 대형사고는 발생전조가 있었으며 대부분의 경우 그것을 무시하여 발생하는 경우가 많았다.

둘째, 철도안전도에 안전관리정도가 미치는 영향이 매우 크기 때문에 안전관리에 대한 평가지표가 개발되어야 한다. 예를 들면 철도유관기관의 경영 및 재정능력, 종사자의 기술적 수준 등은 사고예방을 위한 중요한 요소가 되기 때문이다. 이러한 항목들에 대해 최대한 객관적인 자료를 활용하여 표준적인 구성 항목을 선정해야 한다. 일반철도 및 도시철도의 차이, 화물열차와 여객열차의 특성을 고려하여 공통적으로 적용할 수 있으며 철도유관기관간의 업무 특성을 고려한 표준화된 안전지표가 개발되어야 한다.

셋째, 각 요소별 가중치는 적절하게 선정되어야 한다. 영향요소들이 철도안전도에 기여하는 정도에 대한 가중치 뿐만 아니라 각 요소를 구성하는 항목들에 대한 가중치도 적절하게 선정되어야 한다.

본 논문의 최종목표는 현재 국내 철도사고 관리 상황을 분석하고, 이를 토대로 철도안전도지수 모델을 개발하여 현행 철도시스템의 안정성 정도를 표현하기 위한 것이다. 더욱이 철도안전도 지수를 활용하여 안전향상 정책 및 방향을 결정하고 분야별 안전도 또는 기관별 안전도를 평가하기 위해서는 안전목표 또한 지수적 형태로 표현되어야 한다. 안전목표를 지수적 형태로 표현하기 위해서는 철도안전도와 동일하게 3가지(사고발생, 안전관리, 안전의식)의 평가항목을 내포하고 있어야 철도안전목표 대비 철도안전도의 정도를 산출함으로써 순환적 정책관리가 가능하다. 본 연구에서는 철도안전도의 구성요소(사고발생, 안전관리, 안전의식)의 세부적 평가항목을 제시하고 활용방안을 제시하였다.

3. 안전목표와 안전지표

안전목표는 '각종 철도시스템(고속, 일반, 화물 등)과 전체시스템에 의해서 성취되어야 하는, 위험도 허용기준으로 표현되는 안전수준'으로 정의할 수 있다. 철도안전법 제 5조를 보면,

- ① 건설교통부장관은 5년마다 철도안전에 관한 종합계획을 수립하여야 한다.
- ② 철도안전종합계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.

1. 철도안전종합계획의 추진목표 및 방향
2. 철도안전시설의 확충·개량 및 점검 등에 관한 사항
3. 철도차량의 정비 및 점검 등에 관한 사항
4. 철도안전관련 법령의 정비 등 제도개선에 관한 사항
5. 철도안전관련 전문인력의 양성 및 수급관리에 관한 사항
6. 철도안전관련 교육훈련에 관한 사항
7. 철도안전관련 연구 및 기술개발에 관한 사항
8. 그 밖의 철도안전에 관한 사항으로서 건설교통부장관이 필요하다고 인정하는 사항

이라고 철도종합안전계획을 규정하고 있다. 즉 철도종합안전계획에서 '철도안전종합계획의 추진 목표 및 방향'을 수립하도록 되어 있으며 이는 철도안전시설, 정비 및 점검, 전문인력양성 및 교육, 그리고 기술개발에 관한 사항에 대해 안전 목표 및 방향을 수립하도록 되어 있다. 다시 말하면 각 분야에 대한 안전지표를 설정하여 안전 목표 대비 안전성과를 측정하여야 한다. 영국의 경우 Railway Safety Directive[4]를 통하여 EU 공통적으로 적용할 수 있는 안전목표(Common Safety Target, CST)를 정의하고 이를 평가할 수 있는 안전지표의 정의를 요구하고 있으며 이에 따라 SAMRAIL 및 SAMNET의 파트너들(RSSB, SNCF, ProRail, CP, DB, Train Italia, TIFSA) 로 구성된 팀이 Common Safety Indicator(CSI)의 개발을 위해 검토를 수행한 결과 다음의 결론을 도출하였다.

- Specific set of CSI are needed to monitor railways safety performance against the safety objectives set out by the specified CST;
- For the purpose of measuring relative safety performance CSI relating to accidents are most appropriate as CSI relating to incidents and other non-accident type of events are not uniquely defined by the railways, and nor are they reported and analysed uniformly;
- CSI also provide the basis for improving safety performance, for example incident investigations identifying their precursors and corrective measures;
- Historic data on CSI could be used in specifying risk profiles of their associated hazards;
- Safety management related indicators could be used to check the compliance with the organizations Safety Management System.

표 1. 안전목표 및 지표(EU)

안전목표	지표 (매년 당)	단위	비고
모든원인에 의한 철도 여객의 사망 및 부상 위험도	모든 원인에 의한사망 및 부상수	per passenger km	정거장에서 여객의 행동 잘못에 의한 추락 등 포함
철도종사원의 사망 또는 부상 위험도	모든 원인에 의한 사망 및 부상수	per track km	계약에 의한 종사원 포함
여객 또는 종사원이 아닌 일반 공중의 사망 및 부상 위험도	모든원인에 의한 사망 및 부상수	per train km	건널목의 적법한 사용자 또는 철도근처 거주자 포함
위법한 공중의 사망 및 부상 위험도	모든 원인에 의한사망 및 부상수	per train km	건널목의 위법적통행 및 철도 침입자 포함. 자살자 제외

즉 안전지표들의 집합으로 안전목표를 설정할 수 있어야 하며 안전지표의 종합이 안전지수가 되고 안전지수는 안전목표를 정량적으로 표현되어야 한다는 것이다. 또한 안전지수에 의해 설정된 안전목표에 대비하여 철도안전성고에 대해 지속적이고 효과적인 감시 및 관리를 위해 필요하며, 안전성고의 평가 뿐만 아니라 철도안전향상을 위한 근간이 되는 것으로 판단하였다. 더욱이 철도사고 및 사건자료를 근간으로 하여 산출된 안전지표는 사고위험원(Hazard)의 Risk Profile 결정에 활용할 수 있다는 것이다. 이를 근거로 안전목표에 대한 지표를 표 1과 같이 설정하는 것을 제안하였다.

4. 국내 철도안전관리 체계 현황

4.1 국내 철도안전관리체계

철도안전법은 철도안전을 확보하기 위하여 필요한 사항을 규정하고 철도안전관리체계를 확립함으로써 공공복리의 증진에 기여함을 목적으로 한다. 철도안전법에서는 철도안전관리체계를 구축하기 위한 요구사항들이 기술되어 있으며 특히 철도안전관리체계는 그림 2와 같이 철도안전종합계획(매 5년), 시행계획, 안전관리규정, 비상대응계획, 종합안전심사 등으로 구성되어 있어 철도운영자들이 이들을 기준으로 관련 계획을 수립하고 이에 따라 철도안전관리활동을 이행하고 있다. 이러한 철도운영자들의 안전관리 활동은 2년에 한 번씩 철도종합안전심사를 통하여 종합적으로 심사평가 받고 있으며, 국내 철도의 안전관리는 교통안전법, 철도안전법에 의해 코레일 등 운영기관이 자체적

으로 마련한 안전관리규정을 바탕으로 안전관리 계획을 수립하여 시행하여 왔다[5].

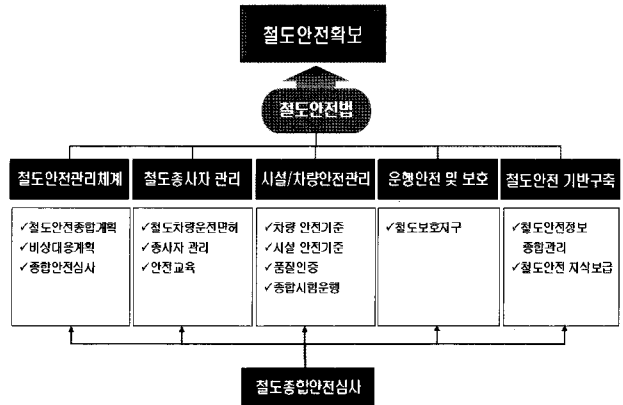


그림 2. 철도안전법 체계와 이를 기준으로 정의된 철도안전관리체계

4.2 국내 철도사고 관리체계

국내 철도사고의 경우 2005년부터 철도안전법에 근거하여 일정규모 이상의 중대 사고는 국토해양부 산하 철도사고 조사위원회에서 사고조사를 담당하고, 그 외의 사고는 철도 운영회사에서 자체 조사를 통해 그 결과를 철도사고 등의 보고에 관한 지침(2008)[6]을 통하여 국토해양부 장관에게 보고 하도록 하였다. 그 내용을 정리하면 다음과 같다.

국가차원의 사고수습 및 복구지원이 필요한 철도사고에 대한 보고체계 및 즉시보고는 지침 제 4조에 의거 사고발생 1시간 이내에 국토해양부 및 항공철도사고조사위원회에 구두로 보고하고, 15일 이내에 사고보고서를 제출하도록 하고 있다.

사고보고 절차는 그림 3과 같다.

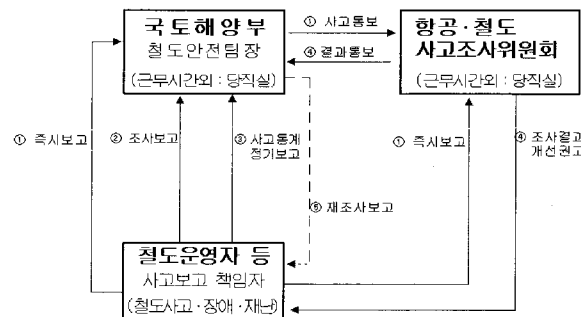


그림 3. 철도사고등의 보고체계

- ① 철도운영자 등이 항공·철도사고조사위원회에 즉시보고 (통보)
- ② 철도운영자등이 사고원인에 대한 자체조사결과보고
- ③ 철도운영자등이 철도사고·위험사건 및 운행 장애의

통계를 보고

- ④ 항공철도사고조사위원회에서 사고원인에 대한 조사 결과 통보 (개선권고 등)
- ⑤ 국토해양부장관이 자체조사결과에 대한 재조사 지시

지침 제 5조에 의거 철도운영자 등이 사고원인을 조사하여 보고하여야 하는 철도사고 대상 및 사고보고방법을 구체적으로 규정하여 국가차원에서 사고원인을 조사할 필요는 없지만 안전관리를 위하여 사고원인을 관리할 필요가 있는 사고규모의 사고의 경우 사고발생 보고는 2일 이내에 보고하고, 사고원인조사보고는 조사완료 후 15일 이내 제출하도록 하고 있다.

또한 철도사고의 효율적인 관리를 위하여 철도안전정보종합관리시스템에 사고 담당자가 사고에 관련 자료들을 직접 입력하게 하고, 이를 교통안전공단에서 직접 관리하게 함으로서 사고조사/보고단계부터 철저하게 위험요인을 규명할 수 있도록 사고유형, 사고원인 및 현장상황에 대하여 별도의 분류체계를 마련하여 정확하게 보고 할 수 있도록 하였다.

4.3 철도안전정보종합관리시스템

국토해양부(교통안전공단)는 철도안전과 관련해 다양한 정보를 표준화, 체계화하여 철도사고 예방을 효율적으로 수행하기 위하여 철도종합안전관리시스템을 구축하고 있다.

현재 철도안전정보종합관리시스템에는 철도종합안전심사, 철도사고통계분석, 철도차량운전면허관리, 철도자격관리시스템이 구축되어 있고, 향후 년차적으로 정보연계, e-learning, 사이버체험관, 정책지원분석시스템 등을 정부에서 구축할 예정이며, 그 주요내용을 살펴보면 그림 4와 같다.

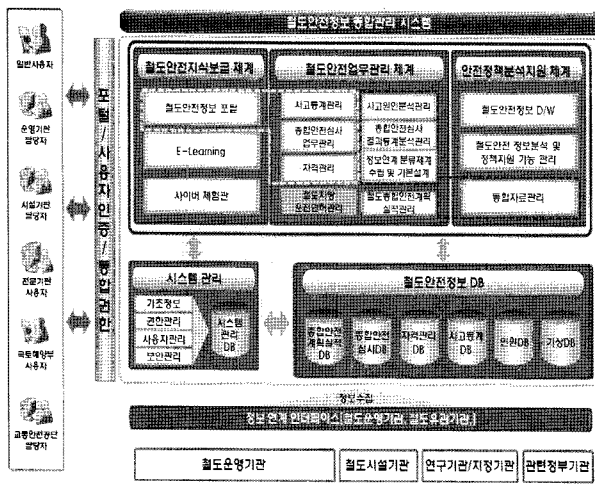


그림 4. 철도안전정보종합관리시스템 구성도

본 시스템의 DW구축을 위해 사전에 시스템에서 활용할 수 있는 데이터의 현황분석인 정보연계분석을 실시하였으며, 본 논문에서는 정보연계 활동의 결과로부터 철도안전 지표에 사용 가능한 데이터 현황을 정리하였다.

4.4 정보연계 활용방안

철도안전정책(계획·대책 등)에 대한 효과를 정량적으로 평가하고 철도안전수준을 지수화 하면 철도안전에 대한 객관적인 평가를 통해 자원의 효율적인 배분과 국가와 철도 운영자간의 원활한 의사소통 체계를 마련하고, 국가간 또는 철도운영기관 상호비교를 통한 안전성능 향상과 철도관련자 뿐만 아니라 일반인에게도 철도안전정보전달에 기여할 수 있을 것이다.

철도안전도 평가지수 개발을 위하여 현재 철도사고통계분석시스템에 있는 정보로는 전체적인 안전지표 도출에는 한계점이 있으므로 철도운영기관이 보유하고 있는 안전정보 현황을 분석한 결과 수집해야할 대상정보를 표 2와 같이 6개 분야로 도출하였다.

표 2. 철도운영 및 시설기관으로부터의 철도안전지표 수집 정보 현황

연계대상정보	용도
철도 안전 정책	안전계획실적 (과제별예산정보) <ul style="list-style-type: none"> •국가 철도안전목표 모니터링 •추진과제별 계획/실적 모니터링 •추진과제별 예산/실적모니터링
철도 차량	차량(안전장치)제원차량고장차량점검계획/실적차량보유현황 <ul style="list-style-type: none"> •기관별 철도사고발생현황 분석(차량수/ 고장/ 사고 발생빈도 비교) •차량고장, 위험사건 발생현황비교(개조 및 보수현황 포함)
철도 시설	시설제원건널목제원 시설고장 시설점검계획/실적시설보유현황 <ul style="list-style-type: none"> •기관별 철도사고발생현황 분석(사설수/선로거리/고장/사고) •시설고장, 위험사건 발생현황 분석(개조 및 보수현황 포함)
철도 종사자 (차량/ 시설)	유지보수종사자 정보 교육훈련계획/실적 <ul style="list-style-type: none"> •기관별 철도사고발생현황 분석(인원수/고장/사고 발생빈도 비교) •철도종사자 수급계획 지원
수송 관리	열차운행거리 차량운행실적 여객/화물수송실적 <ul style="list-style-type: none"> •운영기관별 철도운영현황 비교(안전목표,100만Km,수송량, 사고건수) •사고통계 및 위험도분석 기준제시 사고·장애/연인거리 연통거리) •위험물 철도수송현황 제시
철도 사고/ 장애	철도사고/운행장애해발생정보 <ul style="list-style-type: none"> •사고유형별/원인별/피해규모별 사고발생현황

5. 철도안전도 평가지수 제안

국내외 철도 및 타 분야에서 관리하고 있는 안전관리체계 및 정보연계 결과의 활용 가능한 데이터 등을 종합하여 철도안전문화 지수를 제외한 철도안전지수(Railway Safety Index)의 사고발생지수(Accident Index), 안전관리지수(Safety Management Index)에 대한 평가항목을 아래와 같이 제안한다.

5.1 철도안전도 지수 평가를 위한 항목

철도안전도를 평가하기 위한 항목을 설정하기 위해 국내외 교통(도로, 항공, 철도)과 관련된 선행연구 검토[7-13]와 전문가 설문조사 및 자문 등을 거쳐서 정리한 항목중 현재 각 철도유관기관 등을 통해 수집가능한 항목들을 기준으로 국가의 철도안전도 평가를 위한 철도교통사고관련부문, 자살관련부문, 안전사고관련부문, 사상자 관련부문, 안전관리 관련 부문의 5개분야에 대하여 24개의 지표를 설정하였다.

표 3. 사고발생 지수 평가 항목

평가항목	평가지표	측정단위	
철도교통 사고관련 부문 (6)	열차운행 100만km당 열차사고건수	건수/km	
	열차운행 100만km당 교통사고건수(◎)	건수/km	
	열차운행 100만km당 교통사고 감소율	%	
	열차운행 100만km당 교통사상사고건수	건수/km	
	열차운행 100만km당 운전사고건수	건수/km	
	100만 수송인원당 교통사상사고 건수	건수/인	
자살관련 부문(2)	열차운행 100만km당 자살사고건수(◎)	건수/km	
	열차운행 100만km당 자살사고 감소율	%	
안전사고 관련부문 (2)	열차운행 100만km당 안전사고건수(◎)	건수/km	
	열차운행 100만km당 안전사고 감소율	%	
사상자 관련 부문 (12)	사상자 열차운행 100만km당 사망자수(◎)	인/km	
	열차운행 100만km당 등가사망자수	인/km	
	여객	열차운행 100만km당 여객 사망자수	인/km
		열차운행 100만km당 여객 등가사망자수	인/km
	열차운행 10억인km당 여객 사망자수	인/인-km	
		열차운행 10억인km당 여객 등가사망자수	인/인-km
	종사자	열차운행 100만km당 종사자 사망자수	인/km
		열차운행 100만km당 종사자 등가사망자수	인/km
	건널목이용자	열차운행 100만km당 건널목이용자의 사망자수	인/km
		열차운행 100만km당 건널목이용자의 등가사망자수	인/km
	불법침입자	열차운행 100만km당 불법침입자 사망자수	인/km
		열차운행 100만km당 불법침입자 등가사망자수	인/km

현재 철도안전정보종합관리시스템에서는 본 제안 지표 내용을 바탕으로 구축 중에 있으며, 각 항목별 세부 분석 내용은 그림 5, 6과 같다(각 항목별 분석 내용을 모두 기입할 수 없어 주요 대표지표(◎)에 대하여 제시하기로 한다).

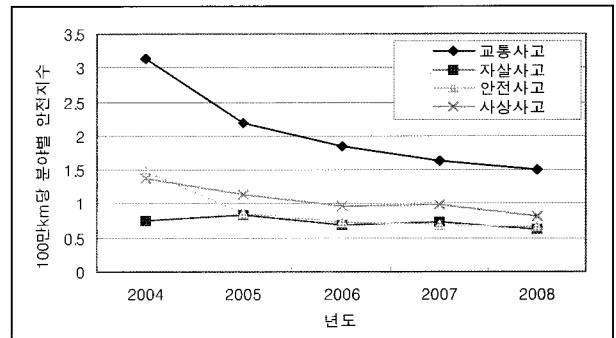


그림 5. 5년간 4개분야별 안전지수 추이

그림 5는 5년간 대표지표를 분석한 결과로서 자살사고를 제외하고는 년도별로 지속적으로 감소하고 있는 추세로 나타났다.

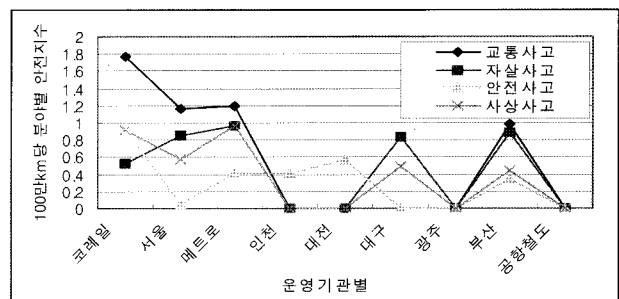


그림 6. 2008년도 철도운영기관별 4개분야의 안전지수 비교

그림 6은 2008년도 운영기관별 대표지표를 분석한 결과로서 기관별 운영 및 환경특성에 의해 상당한 차이가 있음을 알 수 있었다.

5.2 철도안전관리 지수 평가를 위한 항목

국내외 철도안전도 평가지표 현황을 분석하여 철도운영 및 시설기관의 안전관리와 관련하여 지수 평가를 위한 항목을 표 4와 같이 선정하였다.

표 4. 안전관리 지수 평가 항목

평가항목	평가지표	측정단위
안전관리 관련부문 (2)	전체 안전점검건수	건수
	요구(계획)대비 안전점검건수	건수

철도안전문화 지수는 철도이용자를 대상으로 설문을 통

해 산출될 수 있는 내용으로 시스템적으로 관리할 수 있는 대상이 아니므로 본 연구에서는 제외한다.

6. 결론

지금까지 철도안전도 평가를 위한 요소로서 3가지(사고 발생, 안전관리, 안전의식) 요소에 대한 지수적 모델을 국내의 선행연구 및 정보연계 결과를 바탕으로 활용 가능한 데이터들을 분석하여 평가항목들을 제안하였다. 철도안전도에 대한 지수적 모델을 제시한 근본적인 이유는 그것이 철도안전관리체계를 수립함에 있어서 기본적 출발점이기 때문이다. 즉, 안전목표설정-안전계획수립-안전평가-안전대책수립이라는 안전관리 주기 내에서 장기적 안전관리 방안에 대한 일관적이고 정량적인 안전목표 설정 및 안전평가의 척도가 되기 때문이다. 이러한 모델의 완성도 및 타당성을 성취하기 위하여 안전목표를 어떻게 설정할 것인지에 대한 검토를 외국사례 및 국내 항공분야의 사례를 참고하여 제안하였다.

본 연구는 국내 실정에 적절한 철도운영 및 시설기관의 철도안전도를 객관적으로 파악할 수 있는 평가모델 및 지표를 개발하기 위한 방향을 설정하였다는 데 의의가 있다. 향후 철도안전도 평가 방법에 의해 철도운영 및 시설기관의 안전도를 평가하여 국가, 철도운영 및 시설기관의 안전관리에 활용할 수 있도록 하고, 국가에서 구축중인 철도안전정보관리시스템 활용에 의한 효과적인 분석 및 활용이 가능할 것이다.

본 연구에서 제안한 철도안전도 평가항목을 통해 안전지수가 도출되면 철도운영 및 시설기관이나 국가의 안전관리 체계(SMS)에 연계되어 안전목표 및 위험관리에 적용하여 활용할 수 있으며, 지수관리를 통한 안전성과의 모니터링,

측정이 가능하다. 목표수준을 정하고 그 수준에 도달하기 위해 어떤 분야에서 얼마만큼의 개선이 필요한지가 명확히 제시된다면 정책수립 과정에서의 활용도가 높을 것으로 예상된다. 또한 연구결과를 토대로 철도안전정보시스템의 활용방안을 마련할 수 있을 것이며, 범국가적 안전관리체계(SMS) 구축에 기여할 것으로 예상된다.

참고문헌

1. 광상록 외 3인(2006), "철도안전관리를 위한 안전지표 선정에 관한 연구," 한국철도학회 추계학술대회 논문집, pp. 1053-1058.
2. 김연명, 안혁수(2006), "항공안전도 평가방법개발에 관한 연구," 한국교통연구원.
3. Yu-Hern Chang, Chung-Hsing Yeh(2004), "A New Airline Safety Index," Transportation Research, Part B 38, pp.369-383
4. Directive 2004/49/EC of The European Parliament and of the Council of 29 April 2004 (Railway Safety Directive), Official Journal of the European Union, L164, 30 April 2004.
5. 손명선(2005), "철도안전법에 근거한 철도안전관리체계 개선방안," 한국철도학회지, 제8권 제2호, pp. 12-18.
6. 국토해양부(2008), "철도사고등의 보고에 관한 지침."
7. 건설교통부(2006), "철도안전종합계획."
8. 건설교통부(2006), "제6차 교통안전기본계획."
9. 건설교통부(2009), "2009년도 국가교통안전시행계획."
10. 왕중배 외 11명(2006), "철도사고 위험도 분석 및 평가체계 구축," 철도종합안전기술개발사업 제2차년도 중간보고서.
11. EU(2004), "Official journal of the European Union L 164 of 30 April 2004," EN 2004/49/EC.
12. EU(2002), "White Paper : European transport policy for 2010: Time to decide."
13. ERA(2008), "Recommendation for the revision of Annex 1 to Directive 2004/49/EC."

접수일(2008년 8월 13일), 수정일(2008년 10월 7일),
게재확정일(2009년 8월 3일)