

국가철도안전지표 개발 방안 연구

Development of Railway Safety Index in Korea

곽상록+ 박찬우* 최돈범* 왕종배*
Kwak, Sang-log Park, Chan-Woo Choi, Don-Bum Wang, Jong-Bae

ABSTRACT

In order to establish railway long-term safety policy, various railway safety indexes are required. But these indexes are not use efficiently due to the limitation of safety information. Recently many safety related information have been obtained based on Railway Safety Act 2004. In this study, various safety index, which can be applied both preventive safety activities and safety measure development, are proposed. These safety indexes are based on common safety index in European Railway Agency, but also include special index in Korea. Proposed safety index include accident results, precursors to accident, infrastructure, accident cost and safety management system. These indexes will be applied in railway industry from 2009.

1. 서 론

국내에서는 철도안전법을 중심으로 선진국 수준으로 철도안전성 확보를 위한 많은 대책이 추진중에 있다. 철도분야의 안전목표 및 지표는 철도안전법 제5조에 따른 철도안전종합계획과 교통안전법 제15조에 따른 국가교통안전기본계획에 포함되어 있다. 국가교통안전계획은 도로차량, 항공, 철도 및 해양분야를 총괄하는 상위의 계획으로 철도분야에서는 교통을 이용하는 여객의 안전에 초점을 둔 안전목표 및 지표를 운영하고 있다. 반면, 철도안전종합계획은 여객의 안전은 물론 작업자, 일반 대중의 안전까지 포함한 보다 광범위한 안전목표 및 지표를 운영하고 있다. 현재 제1차 철도안전종합계획(2006-2010)과 제6차 교통안전기본계획(2007-2011)이 추진중에 있으며, 주요 내용으로는 안전관리체계, 제도화, 차량 및 시설안전, 종사자 안전관리, 사고조사 및 위기관리, 연구개발 및 홍보의 6가지 분야에 대한 세부적인 대책이 포함되어 있다. 국가 차원의 기본계획에 따라 철도운영기관별로 자체적인 계획을 수립하여 안전활동에 활용하고 있다. 이러한 노력의 결과로 최근 10년간 철도사고건수 및 철도사고 사망자수는 절반수준으로 감소하였다. 사고건수 및 사망자수는 2003년 이후 지속적으로 감소하는 추세이나 아직 선진국 보다는 높은 사고율을 보이고 있다.

국내는 물론 국외에서도 국가차원의 철도의 안전성에 대한 정량적인 안전목표와 세부적인 안전지표를 설정하고 이를 달성하기 위한 세부적인 전략 및 대책을 수립하고 있는 실정이다. 최근 증가하는 철도안전투자를 효율적으로 수행하기 위해서는 다양한 안전대책에 대한 효과를 정량적으로 평가하고 안전에 대한 수준을 지수화 하여 지속적으로 관리하여야 한다. 또한 국제비교를 통해 국내 철도산업의 취약한 분야의 도출이나, 정책 수립시 우선순위 결정에 안전지표가 효율적으로 활용될 수 있으나 기존의 안전지표로는 어려움이 많았다.

† 책임저자 : 정회원, 한국철도기술연구원, 철도종합안전기술개발사업단
E-mail : slkwak@krii.re.kr
TEL : (031)460-5544 FAX : (031)460-5540
* 한국철도기술연구원, 철도종합안전기술개발사업단

유럽통합이후 유럽철도국(European Railway Agency, ERA)에서는 유럽연합 가입국의 철도교통 안전성 향상이라는 공통목표를 위해 공통안전지표(Common Safety Indexes, CSIs)를 개발하여 현재 시범운영중이다. 2005년 10월 공통안전지표 개발을 위한 모임을 구성후 지속적인 논의를 통하여 2007년 12월 공통안전지표 초안을 도출하였으며, 2008년까지의 시범적용기간을 거쳐 2009년 개정하여 운영할 예정이다. 유럽연합에서 운영중인 공통안전지표는 안전관련 지표를 200개 이상으로 세분화하여 국가간의 안전성 비교는 물론 안전목표 설정 및 안전정책에 활용할 수 있도록 하고 있다. 본 연구에서는 과거에 국내에서 운영되던 안전지표를 개선하고, 국제적인 비교와 안전정책에 효율적으로 활용하기 위한 안전지표의 개발 방안을 제시하였다.

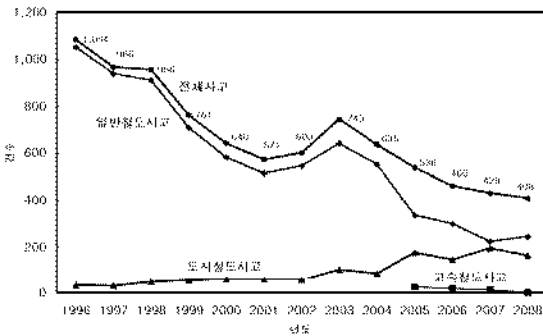


그림 1. 철도 사고발생건수 변화 추세

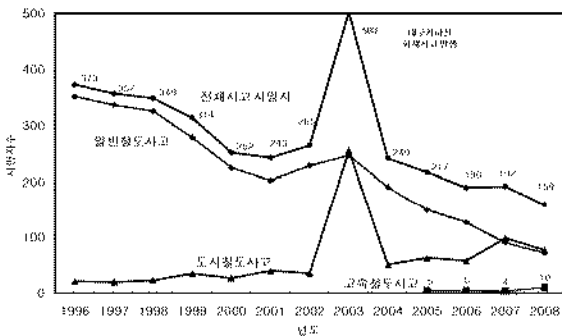


그림 2. 철도 종류별 사망자수 변화 추세

2. 국내의 국가 철도안전 목표 및 지표 설정 현황

현재 국내에서 사용중인 안전목표와 지표는 서론에서 설명한 바와 같이 국가교통안전계획 및 철도안전종합계획에 포함되어 있으며, 이를 다음에 수록되어 있다.

1) 철도안전종합계획 : 2010년까지 적용

- 제1차 계획의 안전목표

① 열차 1억km당 사고발생건수 23.7건('04년) → 14.2건('10년)

② 철도사고 사망자수 : 249명('04년) → 149명('10년)

※ 설정근거 : 연간 8.2% 씩 사고건수 및 사망자수를 감축(6년간 40% 감축)

과거 10년간 평균적인 사망자 감소율인 연간 8.2%를 적용(40% 감축)

- 제1차 계획의 성과지표(안전지표)

① 직무사상사고 건수(152건→92건), ② 안전예산 투자율(8.6%→10%)

③ 안전전문인력 자격자 비율(0→50%), ④ 철도안전 교육시간(10시간→20시간/년)

⑤ 철도시설 고장율(44건→26건/1만km), ⑥ 철도차량 고장율(119건→71건/1만km)

⑦ 건널목 운영개소(1,577개소→1,071개소), ⑧ 승강장 스크린도어 설치(3역→131역)

⑨ 안전기술개발 예산(13억→150억)

2) 국가교통안전기본계획

- 제5차 계획(2001년 설정, 2004년 변경)의 목표 : 2006년까지 적용

① 열차주행 100만km당 운전사고건수 : 2000년(0.8건) → 2006년(0.4건)

② 철도사고 사망자수 30% 감소 : 2002년(229명) → 2004년(192명) → 2006년(160명)

③ 열차주행 100만km당 차량·화재·설비사고 발생건수를 22% 감축

④ 차량·설비·화재로 인한 사망자 발생 제로화(0) 달성

- 제6차 계획(2006년 설정)의 목표 : 2011년까지 적용
- ① 여객10억인km당 사망자수 감소
- ② 대형철도사고로 인한 인명피해 발생 제로화(0) 달성

- 제6차 계획의 세부목표(안전지표)
- ① 건널목 사고건수 및 사망자수 40% 감소(2011년 까지 목표)
- ② 철도역사 및 객실내부의 안전사고 연간 8% 감소
- ③ 직무사상사고 연간 8% 감소
- ④ 철도 운행장애 연간 8% 감소
- ⑤ 노약자, 장애인의 안전사고 연간 8% 감소

3. 국외의 철도안전 목표 및 지표 설정 현황

철도안전관련 지표는 사고건수와 같은 사고발생과 관련된 지표, 사망자수와 같은 사고피해와 관련된 지표, 사고비용과 같은 사고결과와 관련된 지표, 연간 사망자수와 같은 절대적 지표, 10억인km당 사망자수와 같은 상대적 지표 등 다양한 분류가 가능하다. 많은 국가들에서 다양한 지표를 사용하고 있으나, 국가간의 비교는 세부적인 기준이 국가별로 상이하여 정확한 비교는 용이하지 않다. 예로서 철도사고 사망자의 기준 및 범위, 사고의 범위, 열차사고의 기준 등 세부적인 사항에 따라 국가간의 비교시 안전지표에서 큰 차이가 발생할 수 있다. 현재 일본, 미국, 캐나다, 호주 등의 국가에서는 국제철도연맹의 안전지표 산출기준에 따라 안전지표를 관리하고 있는 실정이나, 보다 세분화하고 명확하게 기술한 유럽연합의 공통안전지표를 적용할 것으로 예상된다. 공통안전지표는 일반철도나 고속철도에 적용하기 위해 개발된 것으로 열차충돌·탈선·화재 및 건널목과 같은 사고가 매우 드물게 발생하는 도시철도 운영기관에 적용하기 위해서는 수정이 필요하다. 도시철도는 승강장에서의 안전사고, 추락사고 등이 빈발하여 사상사고를 보다 세부화한 안전지표의 운영이 필요하다. 국제적으로 사용되는 안전지표는 유럽연합의 공통안전지표를 대표적으로 아래에 소개하였으며, 도시철도 기관의 경우 국내보다 세분화하여 관리하는 런던지하철의 안전관리지표를 다음에 수록하였다.

3.1 유럽연합의 공통안전지표 현황

유럽연합의 안전지표의 적용 범위는 과거 철도와 관련된 모든 사고에서 철도운행과 관련된 부분에 국한하여 안전지표를 설정한 것이 특징으로 열차의 이동과 무관한 작업장에서 사고, 근골격계통의 질병, 역사내에서의 안전사고 등은 제외하고 있다. 반면 사고에 대해서는 매우 세부적으로 구분하여 200개가 넘는 다양한 안전지표를 개발하여 운영중이다.

- 1) 사고 관련 지표
 - ① 사고발생건수, 열차운행키로당 상대적인 사고건수
 - 열차충돌, 탈선, 화재, 건널목, 사상사고로 세부분류
 - ② 사상자수 및 열차운행키로당 상대적인 사상자수
 - 여객, 작업자, 건널목 이용자, 선로불법침입자, 기타로 세부분류
 - 사망 및 중상자로 세부분류
 - 여객에 대하여 10억인km당 사망자수 및 중상자수로 세부분류
- 2) 장애 및 준사고 관련 지표
 - 전체 및 열차운행키로당 준사고 관련 지표
- 3) 사고결과와 관련된 지표
 - ① 전체 손실비용 및 열차운행키로당 비용

- ② 전체 손실시간 및 열차운행키로당 작업자의 근로시간 손실시간
- 4) 기반시설의 기술적안전과 관련된 지표
- 5) 안전관리와 관련된 지표
- 6) 기초지표 : 열차운행km, 여객수송인km, 여객수, 선로연장, 직원의 총근무 시간

3.2 도시철도 운영기관의 여객 안전관리지표 현황

도시철도의 경우 운영기관에 따라 시설, 차량, 신호, 차량편성 등 운영방식이 상이하여 기관별로 상이한 지표를 사용중이며, 열차사고, 건널목 사고보다는 역사나 승강장에서의 사상사고가 빈발하고 있다. 이로 인해 사상사고 분야를 보다 세부화한 안전지표가 다양한 도시철도 운영기관에서 사용중이며, 기관에 따라 범죄나 보안과 관련된 지표를 강화하여 운영중인 도시철도 기관도 있다. 본 절에서는 다양한 노선, 차량, 신호방식을 보유하고 있는 런던지하철의 안전지표를 사례로 수록하였다.

- 1) 여객의 안전과 관련된 지표
 - ① 여객/이용객 안전관련 지표
 - 여객수, 여객 사상사고 건수, 사망자수, 사고 발생 건수
 - 여객 자살자수, 자살사고 건수, 선로 불법침입 건수
 - ② 승강장-열차 안전관련 지표
 - 승강장 사고건수/여객수, 출입문 충격사고건수/여객수, 열차와 승강장 사이 추락건수
 - 승하차중 선로추락 건수/여객수, 열차와 승객의 접촉사고 건수, 승강장에서 추락건수
 - 승객이 열차에 끼여 끌려간 사고 건수, 스크린도어 관련 사고 건수
 - ③ 정지신호무시(SPAD)
 - 정지신호무시 건수 및 정지신호무시 건수/열차운행 km
 - 기관사의 실수로 인한 정지신호무시 건수
 - 차상장치, 신호취급자 오류로 인한 정지신호무시 건수
 - 신호관련 설비 오류로 인한 정지신호무시 건수
 - ④ 화재사고 및 안전대책과 관련된 지표
 - ⑤ 열차출입문 고장 건수
 - ⑥ 노후차량 폐기일정 및 관련항목
 - ⑦ 승강기 관련 지표
 - 승강기 이용중의 장애건수(Lift hand winding incidents)
 - 승강기 전력관련 장애건수(Lift power winding incidents)
 - 승강기 승하차중의 장애건수(Lift cross transfer incidents)
 - 승강기 화재안전 장비관련 장애건수(Lifts fire brigade attendance required)
 - ⑧ 여객 혼잡으로 인한 장애건수 : 주요 혼잡역사별, 노선별 통계관리(상위 10개 역사)
 - ⑨ 에스컬레이터 추락사고 건수
 - ⑩ 계단추락/실족 사고건수
 - ⑪ 화재경보관련장비 및 오작동 건수
 - ⑫ 여객열차 탈선사고 건수
- 2) 종사자 관련 지표
 - 종사자의 사상, 작업시간 손실, 복구시간 등에 대한 지표 사용
- 3) 자산관련 지표
 - 선로지장 회수, 선로이상 건수, 선로 파손 건수
- 4) 외부계약자/공급자 관련 지표
 - 부상으로 인한 손실시간, 이음매 파손건수, 활량 출입문 파손/고장 건수

- 노반관련 장애, 열차부속물 탈락, 중대한 선로 결함 등 지표

4. 국가철도안전지표 개발 방안

철도사고의 경우 국내는 물론 국외에서도 건널목사고, 선로 불법침입, 자살과 같이 외부요인으로 인한 사고 발생 비율이 높으며, 열차충돌, 탈선, 화재와 같은 사고의 비율은 매우 낮다. 반면 대형사고가 발생할 경우 막대한 피해를 유발할 수 있다. 이를 위해 국가 철도안전지표에서는 기존의 사고건수 위주의 지표에서 사고피해, 사고비용을 포함하였다. 또한 대형철도사고로 연결될 수 있는 선로결함과 같은 준사고 관련 지표, 종사자의 안전성과 관련된 지표를 반영하였다. 유럽연합의 공통안전지표에서는 인명피해의 경우 사망자와 중상자만을 관리하고 있으나, 국내의 경우 외부요인으로 인한 사고를 제외하면 사상자가 매우 낮아 경상자를 포함하는 방안을 제시하였다. 또한 외부요인으로 인한 사고라도 국가 차원의 안전대책이 요구되는 분야는 별도의 지표를 추가하여 관리하는 방안을 제시하였다.

1) 사고 관련 지표

- ① 사고발생건수, 열차운행키로당 상대적인 사고건수
 - 열차충돌, 탈선, 화재, 건널목, 사상사고로 세부분류
- ② 사상자수 및 열차운행키로당 상대적인 사상자수
 - 여객, 작업자, 건널목 이용자, 선로불법침입자, 기타로 세부분류
 - 사망, 중상, 경상자로 세부분류
 - 여객에 대하여 10억인km당 사망자수 및 중상자수로 세부분류
- ③ 불법행위 발생건수 : 자살 및 선로무단침입 건수, 열차운행키로당 상대적인 사고건수

2) 장애 및 준사고 관련 지표

- 전체 및 열차운행키로당 준사고 관련 지표
 - 레일파손, 궤도좌굴, 차륜파손, 차축파손, 위험측 신호현시(Wrong side signal fault)
 - 정지신호무시(Signal Passed At Danger, SPAD)

3) 사고결과와 관련된 지표

- ① 전체 손실비용 및 열차운행키로당 비용
 - 사망, 중상 및 경상에 따른 비용, 복구비용, 보상비용, 운행손실 비용
 - 비용의 산출기준 별도제시
- ② 전체 손실시간 및 열차운행키로당 작업자의 근로시간 손실시간
 - 직원의 근로손실, 계약자의 근로손실 및 전체 손실시간

4) 기반시설의 기술적안전과 관련된 지표

- 운영선로중 ATP 사용 선로의 비율, ATP설치 구간의 열차운행키로 비율
- 건널목수 및 자동차단 건널목 비율, 선로연장당 건널목수

5) 안전관리와 관련된 지표

- 안전점검 및 감사 수행건수
- 법정 점검건수 대비 수행건수

- 6) 기초지표 : 열차운행km, 여객수송인km, 여객수, 선로연장, 직원의 총근무 시간

5. 결론

본 연구에서는 국가철도안전지표 개발방안을 제시하였으며, 제시된 안전지표는 국내의 철도운영기관의 의견을 수립하여 지속적으로 개선할 예정이다. 과거 사고건수 위주의 안전지표는 철도노선이나 이용객의 증가에 따른 영향을 적절히 반영하지 못하는 문제를 해결할 수 있을 것으로 기대하며, 주요 선진국과의

철도안전성을 동일한 기준으로 비교하여 국내의 취약점 발굴 및 안전정책 수립의 기초자료로 활용 될 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

1. 법제처, “철도안전법”, 2008.2
2. 법제처, “교통안전법”, 2009.1
3. 국토해양부, “제1차 철도안전종합계획 : 2006-2010”, 2006.2
4. 국토해양부, “제6차 교통안전기본계획 : 2007-2011”, 2006.12
5. 건설교통부, “제5차 교통안전기본계획(변경계획) : 2002-2006”, 2004. 1
6. 일본 국토교통성, “제8차 교통안전기본계획(2006-2010) : 철도부문”, 2006.3
7. ERA, “Railway Safety Performance in the European Union 2008”, 2008
8. London Underground Limited, “Safety, Health & Environmental Performance Report”, 2008
9. ERA, “Recommendation for the revision of Annex 2 to Directive 2004/49/EC, Common Definitions for the Common Safety Indexes and methods to calculate the economic impact of accidents”, 2008
10. EU, “Regulation No. 91/2003 of the European parliament and of the council”, 2003