

국가철도안전목표 설정방안 연구

A Study on Setting Up National Railway Safety Target

곽상록[†]

Sanglog Kwak

Abstract According to the national railway safety plan 1 billion US\$ have been invested in railway industry every year. As a result, railway accident rate has been reduce to half recent 6 years. Currently, Korea has 3 kinds of national railway safety target, which are accident fatalities, train accident rate, and passenger fatality per passenger kilometer. Increase of railway passengers and train operating companies force to set up new safety target. Current safety target cannot reflect train operator's safety activities because they include suicide and trespass related accidents, which are hard to be controlled by the operators. In order to reflect to the national railway safety plan, new safety targets are proposed in this study.

Keywords : Railway Safety, Safety Planning, Safety Measure, Safety Target

초 록 철도안전법을 중심으로한 체계적인 안전관리와 연간 1조원의 철도안전분야에 대한 투자를 통해 최근 6년간 철도사고 발생률의 50%를 저감하였다. 철도사고율이 크게 감소하여 일부 지표는 선진국 수준에 도달하거나 선진국 보다 안전성이 높게 개선되었다. 2005년 이후 국가철도안전 목표는 철도사망자수, 열차사고발생률 및 10억인km당 여객사망자수 등으로 설정되어 운영중이다. 열차의 충돌, 탈선, 화재와 같은 열차사고 발생 및 관련 인명피해가 크게 감소한 반면, 안전사고 및 자살 관련 사고가 급증하고 있어 과거의 국가철도안전목표를 유지하기 어려운 실정이다. 철도운영기관의 안전관리 활동에 대한 노력과 국내의 취약점 도출에 활용할 수 있는 목표로의 변경이 요구되는 시점이다. 본 연구에서는 2011~2012년 사이에 새로이 수립되는 국가차원의 다양한 철도안전분야 계획들의 목표를 설정하기 위해 필요한 철도사고율 분석, 추세분석, 목표 설정 방법론 분석 등을 수행하였다.

주요어 : 철도안전, 안전계획, 안전대책, 안전목표

1. 서 론

국내는 물론 국제적으로 철도 운영노선과 이용의 편의성 증가로 인해 철도이용객은 지속적으로 증가하는 추세이다. 국내에서는 2004년 제정된 철도안전법을 기초로 하여 철도 안전관리를 강화하고 연간 1조원의 예산투자를 통해 2004년 대비 철도사고 발생건수를 1/2로 저감하는 큰 성과를 거두었다[1]. 제1차 철도안전종합계획(2006~2010)에서는 2010년까지 철도사고 발생건수 및 사망자수 저감을 위해 77개의 안전과제를 발굴하여 추진하였으며, 40개의 과제를 완료하였다. 진행중인 과제는 철도안전시설 개량, 건널목 입체화, 대국민 홍보 및 연구개발 등 지속적인 추진이 필요한 과제이다[2]. 최근 사고율의 급격한 감소로 인해 국내의 철도 안전성이 크게 개선됨에 따라 과거와 같이 단순한 추세분석에 기초한 안전목표를 설정할 경우 선진국의 사고율보다 낮은 목표가 예측되어 더 이상 추세분석에 기초한 철도안전목표의 설정이 어려운 실정이다.

현재의 철도안전목표는 연간 철도사고 사망자수와 같이 여객의 증가에 대한 고려가 없어 향후 철도 여객이 크게 증

가할 경우 달성이 불가능한 목표이며, 철도운영기관 및 정부의 노력만으로는 예방이 어려운 자살자가 포함되어 있어 사고율의 국제비교나 안전목표의 체계적인 관리와 평가에 어려움이 발생하고 있다.

본 연구에서는 향후의 국가차원의 철도안전목표 설정을 위해 사고발생률 추세분석, 목표설정에 대한 방법론 검토, 철도사고율의 국제비교, 국외의 목표 사례분석, 철도운영 환경 변화예측 등을 수행하였으며, 이들 결과를 종합하여 새로운 국가차원의 철도안전 목표를 제시하였다. 제시된 안전목표는 철도안전과 관련된 국가교통안전기본계획, 철도안전종합계획, 국가안전관리기본계획 등 국가차원의 중장기 기본계획에 반영하는 방안을 모색 하였다.

2. 본 론

2.1 국내의 국가철도 안전목표 현황 및 추세분석

국가차원의 철도안전목표는 교통안전법[3] 제22조에 따른 “국가교통안전기본계획[4]”과 철도안전법[5] 제5조에 따른 “철도안전종합계획[6]”에 기술되어 있다. 철도안전목표는 2004년 이후 급격한 철도안전투자의 영향을 고려하여 2010년까지 매년 8.2% 감소를 기본으로 설정되었다. 이러한 감

[†]교신저자 : 한국철도기술연구원 시험인증안전센터
E-mail : silkwak@krti.re.kr

소 목표치는 과거 10년간의 철도사고 사망자 감소율과 동일한 수치이다. 현재 국가철도안전목표 현황은 다음과 같이 4개의 목표로 설정되어 있다.

- 1) 제6차 국가교통안전계획계획의 목표[4]
 - ① 여객10억인km당 사망자수 40% 감소
 - ② 대형철도사고로 인한 인명피해 발생 제로(0)화
- 2) 제1차 철도안전종합계획의 목표[6]
 - ① 열차 1억km당 사고발생건수 40% 감소 (2004년 23.7건 → 2010년 14.2건)
 - ② 철도사고 사망자수 40% 감소 (2004년 249명 → 2010년 149명)

철도운영거리 및 이용객수의 지속적인 증가에도 사고발생건수 및 사망자수는 Fig. 1 및 Fig. 2와 같이 지속적으로 감소하는 추세이다. 선진국의 경우 Fig. 3[7]에 나타난 바와 같이 연간 2% 이내의 사고감소율을 달성하거나 현재의 수준을 유지하는 실정이다. 철도이용율이 높은 유럽연합가입국의 경우 Fig. 3에서와 같이 사고율이 낮은 국가(Fig. 3에서 EU 15로 표시)의 감소율은 연간 2% 이내로 완만한 반면, 사고율이 높은 국가(Fig. 3에서 EU 25로 표시)의 감소율은 연간 5% 이상으로 급격히 감소하고 있다. 이를 근거로 단순한 추세를 분석해보면, 2004년을 기준으로 사고율이 높은 국가의 사고율이 선진국의 사고율보다 개선되는 모순점이 발견된다. 과거 국내의 사고율은 Fig. 3의 EU 25와 같은 감

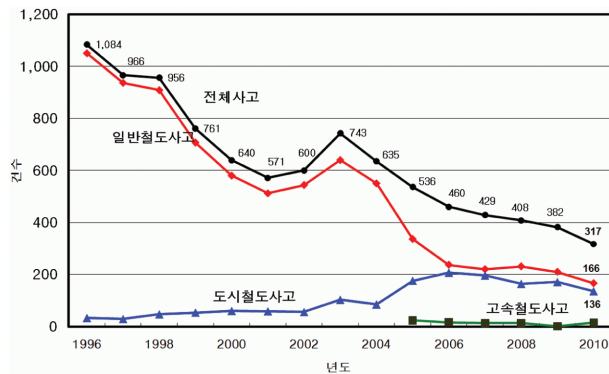


Fig. 1 Number of railway accidents

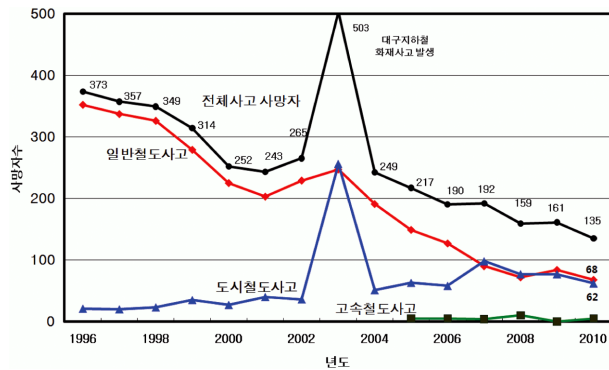


Fig. 2 Number of railway accident fatalities

소율을 보였으며, 향후에는 과거와 같이 급격한 사고감소율의 달성은 어려울 것으로 예상된다. Fig. 4에서와 같이 과거와 같은 추세로 목표를 예측한다면 2016년에는 자살을 포함한 철도사고 사망자는 49명(자살 제외시 20명)으로 현실적으로 달성이 어려운 목표치가 계산된다. 따라서 국내의 경우 안전성이 크게 개선되어 더 이상 추세분석에 기초한 목표설정이 어려운 실정이다.

국내 철도사고의 안전성을 객관적으로 비교하기 위해 철도사고율이 낮은 선진국 및 국내와 열차운행거리가 유사한 국가를 선정하여 동일한 사고산출 기준을 적용하여 비교하였다. 과거에는 국가별 철도사고의 비교가 용이하지 않았으나, 유럽철도국에서 철도사고통계 산출기준을 세부적으로 정의하여 공통안전지표를 설정하였으며, 이에 따라 국가별 철도안전성을 다양한 각도에서 객관적으로 비교할 수 있게 되었다. 국내의 사고통계를 유럽철도국의 기준에 따라 수정한 2009년도의 자료를 Table 1에 수록하였다. 분석 결과 국내의 경우 건널목 사고율 및 사상사고율을 제외한 열차의 충돌, 탈선, 화재와 같은 주요 사고율은 선진국 수준에 도달하였다. 따라서 일부 지표를 제외하면 현재 국내의 철도안전성은 선진국 수준에 도달하여 향후에는 연간 8% 대의 사고감소율 달성은 어려울 것으로 예상되며, 사고율이 낮은 선진국과 같이 완만한 감소가 예상된다.

기준에는 목표 설정시 “선진국 수준의 안전성 달성”, “과

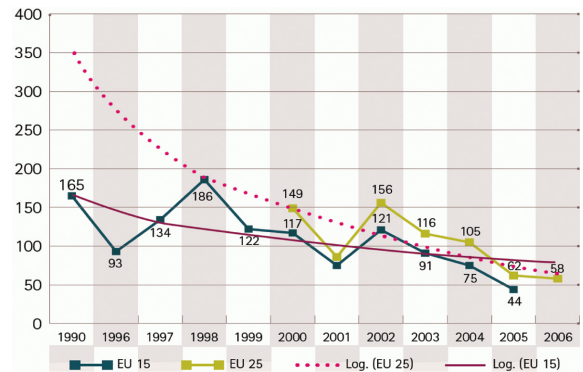


Fig. 3 Accidents fatalities in European Union[7]

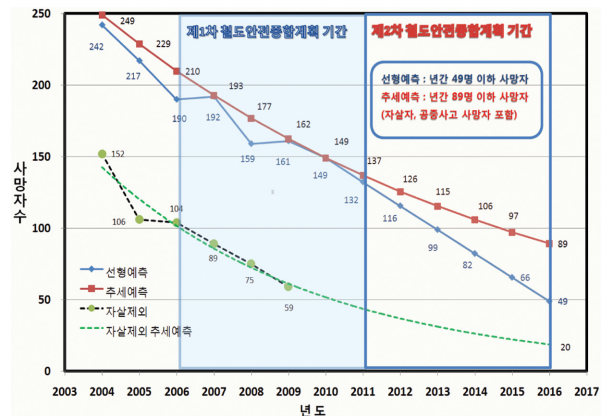


Fig. 4 Trend analysis for railway accidents fatalities in Korea

Table 1 Comparison of accident occurrence rate(2009)

국가	열차 백만km	여객 백만인km	선로 연장km	건널목 수	자살사고/ 1억km	충돌사고/ 1억km	탈선사고/ 1억km	건널목사고/ 1억km	화재사고/ 1억km	직무사고/ 1억km	1,2 종건널목 비율(%)
영국	548	50,405	31,240	6,680	38	3.1	2.2	3.0	1.1	0.2	24
프랑스	541	87,000	29,473	14,640	67	1.4	2.8	9.7	3.2	0.2	73
독일	1,044	82,500	51,851	18,051	88	1.6	0.7	6.4	0.4	0.4	59
이탈리아	367	49,471	25,720	7,643	32	2.0	1.7	2.0	2.6	1.4	84
스웨덴	138	10,838	16,075	11,352	47	0.7	4.9	9.1	0.7	0	31
오스트리아	158	10,600	8,197	6,713	66	3.3	0.66	23.6	0.7	0	29
헝가리	109	8,288	10,577	5,910	131	0	0.9	36.7	0.9	0.9	59
네덜란드	139	16,500	6,700	2,700	140	1.4	1.4	9.3	0	0.7	76
철도공사	121	29,706	3,145	1,455	58	0	0.8	16.8	0	-	92
대한민국	187	57,707	3,915	1,456	67	0	0.5	10.6	0	1.6	92

거 추세분석에 기초한 목표 설정"이 주로 사용되어 보다 체계적인 목표 설정 방법론에 대한 검토가 부족하였다. 기존과 같은 목표설정이 어려운 상황에서 새로운 목표를 설정하기 위해 다음 절에 안전목표 설정과 관련된 방법을 분석하여 수록하였으며, 유럽철도국의 연구수행 내용을 참고로 하였다[8].

2.2 안전목표 설정 방법론 분석

안전목표 설정방법으로는 목표설정의 순서에 따라 상향식 설정(Bottom-up)과 하향식 설정(Top-down)방법으로 구분하고 있으며, 목표에 따라 다양한 분류가 가능하다. 또한 목표설정을 위해 사용 가능한 정보의 확보 여부에 따라 상향식과 하향식 방법 등을 절충하는 방법 역시 가능하다. 목표 설정의 세부적인 방법론을 다음에 간략히 기술하였다.

1) 하향식 목표설정 : 국가차원의 안전목표를 설정 후 철도운영기관별 세부적인 안전대책을 수립하여 목표 달성 방안을 마련하는 방법으로 현재까지 철도분야의 모든 계획의 목표 수립시 활용되고 있다.

2) 상향식 목표설정 : 세부적인 안전대책의 기대효과를 종합적으로 분석하여 상위수준의 안전목표를 설정하는 이상적인 방법이다. 안전대책의 기대효과 예측 등의 세부적인 분석과 많은 기초자료가 요구되어 국가차원보다는 철도운영기관 단위의 목표 수립시 사용이 가능하다[9,10].

3) 기능별 목표설정 : 기관별로 철도시스템이 상이하더라도 차량, 신호, 시설, 종사자 등의 핵심기능이 유사한 점에 착안하여 기능별로 안전목표를 설정하는 방식으로 모든 운영 모드(정상, 고장, 비상 등)에 대한 다양한 목표 설정이 가능하다. 예로서 차량의 운행장애, 시설의 고장을 등 세부적인 목표 설정에 활용이 가능하다. 혹은 고속철도, 도시철도, 일반철도와 같이 구분된 목표 설정이 가능하다.

4) 위험요인별 목표설정 : 위험도 분포에 따른 안전목표 설정과 같이 위험도를 위험요인별로 나누어 안전목표를 설

정하는 방법이다[11]. 원인별 목표설정이 가능하고 국가관리 영역인 중대사고에 집중이 가능한 장점이 있으나 위험도 분석이 선행되어야 하며, 많은 기초자료가 요구되어 실제 적용은 어려우나 철도시스템 전체가 아닌 세부 분야별 목표에는 적용이 가능하다.

5) 사고종류별 목표설정 : 현재 국제철도연맹 등에서 적용중인 목표설정으로 충돌, 탈선, 화재, 사상사고별 목표를 설정하는 방법으로 명확한 설정이 가능하다. 현재의 사고분류 체계를 활용할 수 있는 장점이 있으며, 국가간 비교가 용이하나 사고의 원인보다 결과에 초점을 두어 안전대책 마련에는 활용하기 어렵다.

6) 사고원인별 목표설정 : 상위 수준에서 개략적인 분석을 통해 도출된 사고원인별로 목표를 설정하는 방법이다. 기술적요인, 인적요인, 제도적 요인, 외부요인 등으로 구분하여 목표를 설정하는 방법이다. 그러나 1개의 사고에 다수의 사고원인이 존재하여 실제 적용시 객관성을 확보하기 어렵다.

2.3 국외의 국가철도 안전목표 현황

선진국에서는 철도사고율이 낮아 국내에 비하면 매우 낮은 감소율을 목표로 설정하고 있다. 영국의 경우 향후 5년간 3%의 사고율 감소를 목표로 하고 있으며[12], 일본의 경우 사고율 및 사망자수가 현재 수준보다 단순히 감소하는 것을 목표로 설정하였다[13]. 유럽철도국 회원국은 현재보다 안전성이 강화되거나 동일하게 유지하는 것을 목표로 하고 있다[14]. 최근 유럽연합에서는 철도안전성 향상과 개선이 필요한 분야를 찾기 위해 공통안전목표와 공통안전지표를 설정하여 운영중이다[14].

과거 영국을 비롯한 일부 국가의 경우 철도안전에 대한 많은 정보가 축적되어 상향식 방법에 기초한 안전목표를 설정하였으나, (1) 유럽연합의 기준 적용, (2) 타 교통수단과의 안전성 비교, (3) 국가별 비교 및 조화를 위해 하향식 방법에 기초한 안전목표로 수정하였다. 다만 철도운영기관 자체나 노선별로는 보조적으로 원인별 목표 혹은 상향식 목표를 함

게 사용중이다.

국내에서는 철도사고 원인중 상당수가 선로침입(자살포함), 불법행위, 기상변화 등 외적인 요인으로 발생하고 있으며, 운영기관의 과실로 발생하는 사고의 비중이 낮아 철도안전목표의 감축량을 연간 2% 이내로 설정하고 있다. 국내에서는 열차의 충돌, 탈선, 화재와 같은 사고는 연간 5건 정도로 매우 낮은 수준으로 발생하고 있으나, 승강장내 자살, 도로차량의 선로침입, 공중의 선로 무단횡단, 기상악화 등 철도 운영기관 자체적인 예방대책 수립에 한계가 있는 사고는 연간 200건 이상 발생하고 있다. 향후 이들 사고의 10%를 감축하면 모든 분야에서 철도운영 선진국과 동일하거나 선진국보다 높은 안전수준에 도달할 예정이다.

2.4 국내 철도안전에 대한 미래전망 분석

철도안전목표 수립시 철도안전에 영향을 미치는 주요 미래 환경변화를 고려해야 하며, 이를 본 절에 기술하였다. 아래 기술된 내용은 국내 철도운영기관 안전관리 전문가들의 인터뷰와 자문을 통해 이루어졌다[2].

1) 열차운행속도 향상 : 고속열차 및 틸팅열차 운행, 선로 개량을 통한 고속화 등 열차운행속도 향상에 따른 대책 마련 필요. 여기에는 운행속도 향상을 위해 설치한 터널 및 교량 구간에서의 비상시 여객탈출 방안 마련 등의 내용이 포함된다.

2) 이용객수 증가 : 승강장 및 객실내부 안전설비의 추가 설치와 운행중 시설 및 차량 장애 발생시 사회적 파장이 확대되는 것을 대비한 대책 마련이 필요하다.

3) 고령인구 증가 : 2010년 1월 부산에서 발생한 에스컬레이터 사고(중상 19명, 경상 21명 발생)와 같이 노약자의 철도 이용 증가에 따른 대책 마련이 필요하다. 또한 종사자의 경우 고령화에 따른 신속한 대응 및 인지능력 감소에 대응한 대책 마련이 포함되어야 한다.

4) 위험물, 화물 수송 증가 : 석유화합물, 화학약품 등 철도를 이용한 화물 수송 증가에 따른 보안 및 사고시 안전성 확보 대책 마련이 필요하다.

5) 새로운 형태의 사고발생에 대응 : 무인운전 경량전철, 틸팅차, 자기부상열차 등 신기술 적용에 따른 종사자의 전문성 강화와 사고시 복구 및 대응 방안의 수립이 필요하다.

6) 외부 위험요인의 관리 강화 필요 : 도로차량의 선로침입, 선로변 공사장비의 선로침입, 철도건널목 및 선로변 사상사고 위험을 감소시키기 위한 대책 마련이 필요하며, 지속적으로 증가하는 철도 역사, 객실내 안전설비의 임의조작 및 불법행위에 대한 대응이 포함된다.

7) 유지보수 체계화 필요 : 승강장 스크린도어, 비상통신설비, 화재감시 및 소화설비, 에스컬레이터 등 다양한 안전 및 편의설비 증가에 따른 체계적인 유지보수 방안의 마련이 필요하다.

3. 국가 철도안전목표 설정방안

3.1 국가 철도안전목표 설정 방안 검토

과거 국가철도안전목표에 반영된 열차충돌,탈선,화재 사고는 지속적으로 감소하여 낮은 수준을 유지하고 있어 안전목표 설정의 중요성을 확인할 수 있다. 향후 선진국에 비해 상대적으로 높은 사고율을 보이는 선로불법침입, 공중사상사고, 건널목 사고에 대한 추가적인 관리가 요구된다. 철도건널목 사고의 97%는 도로교통이용자의 과실로 분석되고 있으며, 공중사상 사고의 대부분은 선로침입(무단횡단) 및 자살로 보고된다[2]. 이러한 사고의 감소를 위해서는 승강장 스크린도어 설치, 선로변 울타리 설치, 건널목 입체화, 도로교통운전자의 의식수준 개선 등 많은 예산과 시간이 소요될 것으로 예상된다. 철도건널목의 경우 국내의 안전설비 설치율은 세계 최고수준이나 사고율은 2배 높은 실정이다. 또한 승강장 스크린도어 및 승강기 설치율 역시 높은 수준이나 역사내 안전사고는 지속적으로 발생하고 있다. 이들 사고는 철도운영기관 개별적인 관리보다는 국가차원의 대책(제도개선, 안전설비 예산 확보 등)이 요구되는 사항이 다수 포함되어 있어 상향식 목표설정보다는 제도개선, 예산투자를 통한 하향식 안전목표 설정이 보다 유리한 실정이다. 전 절에서 기술한 안전목표의 추세분석, 현황분석 등을 통하여 안전목표 설정의 필수사항으로 다음의 사항을 도출하였다[2].

- 철도사고로 인한 인적피해를 세분화하여 설정 : 사고발생장소(승강장, 선로, 객실 및 역사 등)별 안전대책의 수립에 활용하고 사고 피해를 여객, 종사자, 건널목 이용자, 선로침입자 등으로 나눈후 이를 피해 정도에 따라 사망, 중상, 경상으로 다시 구분
- 국제적인 비교가 가능하도록 설정 : 국내 철도안전성의 객관적 검토를 통해 추가적인 감소대책 마련이 필요한지 검토하고, 국내의 취약분야에 대한 강화된 대책 수립을 유도하는 방안의 검토
- 철도이용객의 변화(이동거리, 소규모 운영기관 증가, 노령인구 증가)를 고려할 수 있도록 설정. 과거와 같이 철도사고건수, 사망자수로 정의하기보다는 열차운행거리 혹은 이용객수로 정규화한 목표의 설정 방안의 검토
- 종사자의 안전목표는 산업안전보건법의 재해율과 연동하도록 설정 : 직원사고 건수보다는 사고건수와 피해도를 전체 종사자 및 운행거리로 환산하는 방안의 검토
- 위험도정보를 활용한 안전목표의 설정 : 철도사고의 발생원인과 목표를 연계하는 방안의 검토
- 도시철도 운영특성을 고려하여 역사내 단순한 부상사고 보다는 대형참사 예방을 고려한 목표 설정
- 철도사고의 범위 및 대상에 대한 검토를 통해, 철도운영기관의 노력으로 예방이 어려운 자살관련 사고의 제외 방안을 검토
- 기존 철도안전목표와 연속성 유지 : 새로운 목표를 설정하는 경우 기존의 목표와 호환 또는 변환이 가능하도록 설정하는 방안을 검토

3.2 현행 국가철도안전 목표에 대한 검토

현재 철도안전목표인 사망자수는 안전관리 활동으로 예방이 어려운 자살자가 포함되어 있으며, 향후 증가하는 여객 및 철도운영거리를 고려하면 실제 안전성이 향상되어도 안전목표가 달성되지 않는 문제점이 있다(국제적으로 자살자는 교통사고 및 철도사고 통계에서 제외하고 있음). 또한 사망자의 발생 장소나 특성을 쉽게 파악할 수 없어 안전대책의 마련에 어려움이 있는 실정이다. 사고감소율의 설정에 있어 충돌, 탈선, 화재사고와 같은 주요 지표는 더 이상 개선이 어려운 정도로 선진국 수준에 도달하였으며, 철도건널목 사고의 경우 도로교통사고율과 상관관계가 높아 점진적인 감소가 예상된다. 따라서 향후 5년간의 중장기 목표설정시 사고발생율의 감소 목표치는 최대 10% 이내에서 설정이 가능할 것으로 판단된다(사고율 10% 감소시 선진국 수준에 도달).

3.3 국가철도안전 목표 설정방안

본 절에서는 위에서 기술한 안전목표 설정방향과 국가 안전목표에 대한 검토 내용, 사고율의 국제비교, 국외 안전목표 현황을 고려하여 다음과 같이 안전목표 변경안을 제시하였다.

1) 대형철도사고 발생 Zero화 달성(기존 목표유지) : 대구 지하철 사고 이후 적용된 강화된 중대사고 예방대책의 기대효과를 반영하였으며, 국내에서 10년 주기로 발생하는 대형 철도사고 예방을 목표로 설정하였다.

2) 열차운행 1억km당 사고율 10% 감축 : 기존 철도안전 목표와의 연속성을 유지하도록 하였다. 다만, 철도건널목 사고의 경우 도로교통사고와 상관성이 높아 급격한 감소가 어려운 실정이다. 따라서 도로교통사고 감소율과 철도건널목 입체화 등의 안전대책의 기대효과를 반영하여 설정하였다. 향후 열차운행거리 증가를 고려하여 열차운행 1억km로 정규화한 지표로 설정하였다. 이는 유럽연합 가입국, 일본, 호주 등 주요 국가의 안전목표와 동일한 목표이다.

3) 열차운행 1억km당 사망자수 10% 감축 : 승강장 스크린도어 설치, 선로변 안전울타리 설치 등 강화된 사상사고 예방대책의 기대효과를 반영하였으며, 철도운영기관의 노력만으로 예방이 어려운 자살자를 제외하였다. 또한 사망자의 종류를 정책수립에 활용하기 위해 사망자를 여객, 직원, 일반공중, 선로침입, 건널목 이용자로 세분화 하였다. 통계의 산출 및 관리가 어려운 부상자는 현재 철도안전지표로 관리중이어서 목표에서는 제외하였다.

4. 결 론

본 연구에서는 국내철도사고 발생현황, 사회적 환경변화, 국내외 안전목표 현황 분석, 목표설정 사례 분석 등을 통하여

새로운 국가철도안전목표를 제시하였다. 제시된 새로운 국가철도안전목표는 기존의 목표와 연속성을 유지하는 (1) 열차운행 1억km당 사고율 10% 감축, (2) 대형철도사고 발생 Zero화와 새로이 제시된 (3) 열차운행 1억km당 사망자수 10% 감축이 있다. 국가 목표로 제시된 3개 목표를 산출하기 위해서는 세부적으로 (1) 열차사고, (2) 철도 건널목 사고, (3) 직원, 여객, 공중 등 사상사고에 대해 세부 통계가 요구된다. 또한 이들 안전목표의 감축수치로 5년간 10%를 설정하였다. 감소 수치 설정을 위해서 미래 철도운영환경 변화와 국외 현황분석 자료를 참고하였다.

참고문헌

- [1] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2011) "Annual Railway Safety Plan 2011".
- [2] Korea Railroad Research Institute Report (2010) "Development of the 2nd Integrated Railway Safety Plan".
- [3] Ministry of Government Legislation (2010) "Transportation Safety Act".
- [4] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2005) "The 6th National Transportation Safety Plan".
- [5] Ministry of Government Legislation (2010) "Railway Safety Act".
- [6] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2011) "The 2nd Integrated Railway Safety Plan".
- [7] European Railway Agency (2009) "The Railway Safety Performance in the European Union".
- [8] European Railway Agency (2007) "Feasibility study: Apportionment of Safety targets and Consolidation of TSIs from a safety point of view (WP1.1): Assessment of the feasibility to apportion Common Safety Targets".
- [9] S.L. Kwak, et al. (2008) Construction of Event Tree & Fault Tree for Train Fire Risk Assessment, *Journal of the Korean Society for Railway*, 11(6), pp. 530-535.
- [10] C.W. Park, et al. (2009) Development of Risk Assessment Models for Railway Casualty Accidents, *Journal of the Korean Society for Railway*, 12(2), pp. 190-198.
- [11] Rail Safety & Standard Board, U.K. (2004), "Profile of Safety Risk on the UK Mainline Railway", Issue 3.
- [12] Rail Safety & Standard Board, U.K. (2009) "The Railway Strategic Safety Plan"
- [13] Ministry of Land and Transport, Japan (2006) "The 8th National Transportation Safety Plan".
- [14] European Railway Agency (2008) "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".

접수일(2011년 4월 4일), 수정일(2011년 5월 2일),
게재확정일(2011년 6월 9일)