

## 종사자의 직무사고 현황분석에 관한 연구

### An Accident Analysis for Reducing Railway Staff Fatalities

곽상록\* · 박찬우 · 왕종배

Sanglog Kwak · Chanwoo Park · Jongbae Wang

**Abstract** As a result of investment in railway safety focusing on passenger safety, the train accident rate has been reduced by half domestically and we have reached a high level of safety compared to other countries and other transportation modes. However, accidents related to staff are still at a high ratio compared to other countries. There have been few studies on staff safety and no relevant systematic safety measures have been implemented. More than 90% of staff fatalities occurred from rolling stock in motion and electrification, which are representative railway accidents. In this study, causes of accidents, and current safety measures for staff are analyzed focusing on trains in motion. The results can be utilized for developing new safety measures

**Keywords** : Railway accident, staff fatality, track worker, safety measures

**초 록** 철도여객 안전에 초점을 둔 안전관리활동의 결과로 철도여객 사망자는 크게 감소하여 2009년 이후 선진국 수준의 높은 안전성을 달성하였다. 반면, 철도종사자의 작업중 사고는 지속적으로 발생하여 선진국 사고율의 5배 이상 높은 실정이다. 철도종사자의 작업중 사고율이 높으나, 이에 대한 기초연구가 부족하고 사고 원인 중 상당수가 작업자 개인의 부주의로 보고되고 있어 현재까지 종합적인 종사자의 사고예방을 위한 안전대책이 없는 실정이다. 본 연구에서는 국내 철도사고통계를 분석하여 종사자의 작업중 사고원인을 분석하였다. 종사자의 작업중 사고중 피해가 가장 큰 운행중인 열차와 작업자의 충돌로 인한 철도교통사고에 초점을 두었으며, 사고 피해예방 대책 현황 및 국내의 문제점 분석, 국내외 안전성 비교 등을 수행하여, 종사자의 직무사고 예방을 위한 새로운 대책 개발에 활용하고자 하였다.

**주요어** : 철도사고, 직무사고, 선로작업자, 안전대책

## 1. 서 론

과거에는 국가간의 철도사고정보의 교류가 부족하고 사고 통계 산출기준이 상이하여 국내 철도안전성에 대한 객관적인 비교가 어려웠으나, 2006년 이후에 발생한 사고에 대해서는 많은 국가들이 표준화된 기준에 따라 사고정보를 교류하고 있다[1,2]. 동일한 기준을 적용하여 국내외 철도사고정보 비교결과 국내의 열차의 충돌, 탈선 및 화재와 같은 사고는 2009년 이후 선진국 수준을 유지하고 있다[3]. 다만 국내는 종사자의 직무사고율이 선진국에 비해 5배 높으며, 철도 건설목사고율은 2배 정도 높은 것으로 선행연구에서 분석되었다. 국내의 철도건설목사고는 지속적으로 감소하는 추세로 2000년 60건에서 2011년에는 14건으로 크게 감소하여 선진국과의 사고율의 차이가 감소하는 추세이다. 사고율이 조금 높은 철도건설목사고에 대해서는 철도건설목 입체화 등의 대책이 추진중이다[4]. 반면 종사자의 작업중 사고는 크게 감소하지 않고 있으며, 과거 국내 철도 사고의 1/10을 차

지했던 종사자 직무사고는 현재 전체 철도사고의 26% 이상을 차지하는 주요 사고로 안전관리의 중요성이 부각되고 있다. 국내에서는 2003년 신대인역 부근의 선로작업자 7명이 사망한 사고 이후 종사자의 작업중 안전에 대한 대책이 크게 강화되어 년평균 직원 사망자수가 10명 이하로 감소하였다[5]. 그러나 아직 국내의 철도종사자의 작업중 사고율은 높은 수준이며, 2011년 발생한 공항철도 선로작업자 5명의 사망사고 등으로 인해 철도종사자의 직무사고 예방에 대한 필요성이 최근에 증가하였다.

철도종사자의 작업중 사고의 특징은 운행중인 차량과 작업자의 접촉으로 인한 사고와 고압선로 감전사고가 있다. 나머지 사고는 일반 작업장에서 발생하는 산업재해와 유사하다. 최근 철도작업자에 대한 안전관리가 강화되어 일반 산업재해는 크게 감소하였으며, 철도산업현장에서 일반 산업재해에 의한 사망자는 최근 6년 평균 2명으로 비교적 낮은 수준을 유지하고 있다. 또한 산업안전보건법에 따라 지속적으로 관리되어 관련 피해가 지속적으로 감소 추세이다. 반면, 운행중인 열차와 작업자의 접촉에 의한 사망자는 연평균 5명 이상으로 매우 높은 수준으로 대책 마련이 필요하다. 철도안전법에서는 이를 철도안전 사고와 철도교통사고로 분류하여 관리하고 있다[6].

\*Corresponding author.

Tel.: +82-31-460-5544, E-mail : slkwak@krii.re.kr

©The Korean Society for Railway 2013

http://dx.doi.org/10.7782/JKSR.2013.16.2.122

2010년까지 추진된 국내의 철도안전정책과 철도안전 연구 개발은 여객의 안전에 초점을 두고 있어 중사자의 안전에 대해서 세부적인 분석이나 연구 자료가 부족한 실정이다. 이러한 이유로 현재까지 작업자의 사고 원인과 사고통계에 대한 정량적인 분석이 부족하여, 정성적인 평가에 기초한 작업자 안전대책 위주로 수립하여 왔다. 예로서 현재 시행중인 사전 작업협의 강화, 중사자의 사전 안전교육, 안전보호구 확보, 열차감시자 배치 확대, 작업장 환경개선 등이 현재까지 추진중인 대표적인 대책들이다[7]. 사고원인 분석에 있어서도 세부적인 분석보다는 사고 유형과 전체 사상자수에 기초한 분석이 수행되었다. 이로 인해 작업자의 직무사고에 대한 정량적인 분석이 어려워 작업자 안전에 대한 목표설정, 정량적인 안전대책 마련 등에 어려움이 있었다. 2004년 제정된 철도안전법에 따라 작업자 관련 사고 통계가 일관성 있게 관리된 2006년 이후의 사고정보가 지속적으로 누적되어 정량적인 분석이 일부 가능하게 되었으며, 이를 토대로 작업자 사고를 분석하였다.

본 연구에서는 중사자의 직무사고 예방을 위한 체계적인 분석을 위해 사고 예방대책 현황분석, 작업자 사고분석, 국외와의 사고율 비교, 국내 열차운행 특성 분석 등을 수행하였다. 연구 결과는 직무사고에 대한 감소목표 설정과 이의 관리를 위한 관리지표 설정과 세부 대책 마련에 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

## 2. 본 론

### 2.1 철도중사자의 작업중 사고 현황 및 추세

철도안전법에 따라 철도사고정보가 체계적으로 관리되기 시작한 2006년 이후의 자료를 분석한 결과를 Figs. 1~2에 수록하였으며, 국내에서 운행중인 고속철도, 일반철도(화물철도 포함), 도시철도(경량전철 포함)의 사고가 포함된 수치이다. 국내에서 발생한 철도자료는 “철도사고조사보고에관한지침[6]”에 따라 국가에 보고하고 있으며, 본 연구에서는 이에 따라 보고된 자료와 사고조사를 수행한 전문가의 면담을 통해 연구를 수행하였다. 인적피해가 발생한 사상사고중 직무사고 건수와 사상자 비율을 나타내었다. Figs. 1~2와 같이 직무사고 건수 및 사상자 비율은 전체 사상사고의 26%를 차지하고 있다. Fig. 2에서 자살자를 제외하면, 중사자관련 사

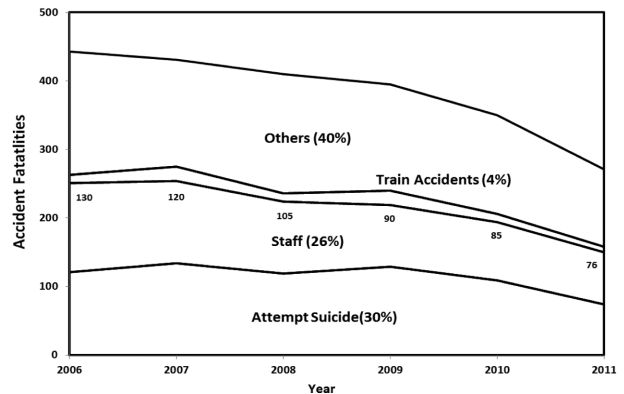


Fig. 1 The trend in railway accidents to persons

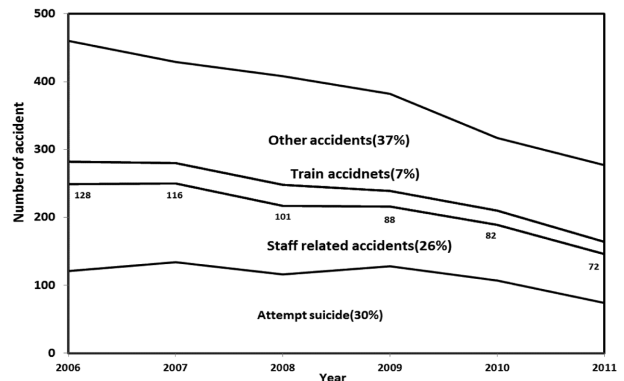


Fig. 2 The trend in the ratio of railway accidents to persons

고의 비중은 38%로 더욱 증가한다. 나머지 사고는 선로침입 등으로 발생하는 사상사고와 역사 내에서 발생하는 여객의 실족, 승강기 관련 사고 등으로 대부분 경상자가 발생하는 사고이다. 최근 5년간 사상자수는 41%, 사고건수는 44% 감소하였다. Table 1에 철도사고로 인한 중사자 사상자를 철도교통사고와 철도안전사고로 구분하여 수록하였다.

철도교통사고는 열차운행으로 인해 발생하는 사고로 열차와 직원의 접촉으로 발생하는 사고로 철도중사자 관련 사고의 특징이다. 안전사고는 열차운행과 무관하게 발생하는 사고로 전차선 감전, 작업중 추락, 전도와 같은 사고이다. 이중 전차선 감전을 제외하면, 나머지 사고는 일반 산업현장

Table 1 Number of railway accident fatalities and serious injuries

Year	Tot.	Rolling Stock in Motion			Other Accident		
		Sub. Tot.	Fatality	Major Injury	Sub. Tot.	Fatality	Major Injury
2006	80	12	6	6	68	2	66
2007	80	9	4	5	71	2	69
2008	79	19	6	13	60	0	60
2009	56	7	2	5	49	2	47
2010	59	14	7	7	45	4	41
2011	47	13	6	7	34	1	33
Total	401	74	31	43	327	11	316

**Table 2** Comparison of railway accidents with other countries [4,10]

Average(2006-2010)	U.K.	France	Germany	Italy	Sweden	Austria	Netherlands	Spain	EU Total	Korea
Train km(100mil. km)	5.29	5.13	10.28	3.57	1.38	1.55	1.38	1.88	41.39	1.87
Total Fatality	45.4	83.8	170.4	72	23.2	40.2	16	47	1421.6	73
Staff Fatality	0.8	2.0	7.0	6.2	0.4	1.0	0.4	1.4	37.4	5.0
Fatality/100mil. km	8.58	16.34	16.58	20.17	16.81	25.94	11.59	25.0	34.34	39.04
Staff Fatality/ 100 mil. km	0.15	0.39	0.68	1.74	0.29	0.65	0.29	0.74	0.90	2.67
Comparison to EU ave.	17%	43%	76%	193%	32%	72%	32%	83%	100%	297%

에서 발생하는 재해와 유사하다. 경상자의 경우 대부분 실족, 근골격계 질환 등 작업장내 안전과 유사하며, 산업안전보건법에서 관리하는 작업장 안전관리 분야의 내용이 다수이다. 또한 경상자에 대한 보고체계가 아직 정립되어 있지 않아 년도별로 경상자 발생 수치가 큰 편차를 보이고 있고, 현장에서 경상자에 대한 사고보고 및 사후관리에 어려움이 있어 본 연구에서 경상자 관련 통계는 제외하였다[7]. 작업자의 직무사고에 대한 연구와 자료가 부족한 현실에서 본 연구에서는 중요도와 시급성이 높은 사망 및 중상자가 발생한 사고에 대해서 사고 및 원인분석을 수행하였다. Table 1에서 중상자를 제외하면 사망자 추세는 감소하지 않고 있는 실정이며, 철도교통사고 중상자는 대부분 철도차량의 조성 및 입환과정에서 발생하고 있다. 철도안전사고의 경우 장비에 기입, 추락, 실족 등 일반 산업재해와 유사한 원인이다[8,9].

철도 운영경험이 많은 선진국 및 EU 가입 25개국의 전체 평균값과 국내의 중상자 사망자수를 비교한 수치를 Table 2에 수록하였다[4,10]. 국가별 운영 특성이 상이하여 동등한 비교는 어려울 수 있으나, 수록된 값은 통일된 기준에 따라 산출된 자료를 근거로 하고 있어 과거의 자료보다는 신뢰성이 높다고 할 수 있다. 국내 철도중상자의 사망률은 EU 전체 평균 대비 3배 높으며, 선진국(사고율이 낮은 15개 국가 평균값)에 비해서는 5배, 영국에 비해서는 17배 이상 높은 수준이다. Table 2에 수록된 수치는 2006년부터 2010년까지의 5년간 평균값을 사용하여 비교하였으며, 동일한 기준으로 비교하기 위해 국내 사고 통계중 자살 관련 사망자 및 안전사고 사망자를 제외한 수치를 비교하였다. 반면 열차의 충돌,탈선,화재사고의 경우 2009년 이후 선진국 수준의 안전성에 이미 도달하였으며, 철도전널목사고의 경우 지속적으로 개선되어 2012년도에는 연간 10건으로 크게 감소하여 향후 2~3년 내에 선진국 수준인 9건에 도달할 예정이다. 이와 같이 철도안전과 관련된 모든 분야에서 국내의 철도안전성은 선진국 수준에 도달하였으나, 중상자의 직무사고 분야만 정체되어 개선이 되지 않고 있는 실정이다. 중상자의 직무사고는 교통사상사고 수치를 기준으로 비교하였다. 국외의 자료는 ERA에서 공표된 수치와 통계산출기준[1]을 적용하였으며, 2012년에 수정되어 발표된 통계를 활용하였다[10]. 열차운행 1억km당 중상자의 사망자수는 비교대상 국가중 최고 수준으로 EU 전체 평균대비 환산한 수치로 표현할 경우 297%로 약 3배 높은 수치이다.

## 2.2 철도중상자의 작업중 사고 원인 분석

본 연구에서는 2006년부터 2011년 사이 발생한 철도중상자 관련 사고를 분석하였으며, 사고조사 보고서와 국가통계, 철도운영기관 전문가의 면접을 통하여 진행되었다. 국내에서 발행한 사고정보는 “철도사고조사보고에 관한 지침”에 따라 작성되며, 교통안전공단의 철도안전정보포털에서 전산으로 관리중에 있다. 이를 토대로 정기적으로 철도사고에 대한 분석이 진행중이며, 이중 중상자의 작업중 사망사고 발생원인을 일반철도, 도시철도, 고속철도로 분류하여 Table 3에 수록하였다. 1건의 사고에 대해 복수개의 사고원인이 존재할 수 있으나, 본 연구에서는 사고의 1차원인을 중심으로 분석하였다. 중상자의 경우 80% 정도가 철도차량의 입환 과정에서 발생하고 있으며, 대부분 작업수칙을 지키지 않아서 발생하고 있어 분석에서 제외하였다.

선로 접근이 어렵고, 선로 침입 감시장치가 설치된 고속철도의 경우 사망자가 상대적으로 적었으며, 노선이 길고 선로침입 감시장치가 없어 선로 접근이 용이한 일반철도와 도시철도에서 사망자가 집중적으로 발생하였다. 전체 사망자 중 열차와의 접촉으로 인해 발생한 중상자의 사망자는 31명이며, 여기에는 철도운영기관에 직접 고용된 중상자와 철도차량 및 시설의 유지관리, 청소, 역사관리, 물품 하역 등과 같은 용역기관의 중상자가 모두 포함된 수치이다. 화물열차의 경우 일반철도에 포함하여 산정하였다. 사망사고 원인 분류는 향후 중상자의 안전대책 수립과 현재 수행중인 안전대책의 실효성 평가에 활용하기 위해 직원과 외부직원을 구분하였으며, 선로 불법침입에 의한 일반 공중의 사고와 구분하기 위해 미승인 작업을 별도로 추가하였다. 과거 많은 사망자가 발생하였던 입환과정에서의 사고는 최근 급격히 감소하여 과거에는 세부적으로 분류하던 입환 과정의 사고를 입환사고 1개로 단순화하였다. 또한 직원의 선로작업중 열차접촉을 보다 세분화하여 열차감시자나 기계장비 작업의 감시자를 추가하였다. 철도교통 사상사고 사망자의 50% 이상은 작업전이나 종료 후 선로를 통한 이동 혹은 역구내에서 선로 횡단을 통한 사무실간 이동중 발생하였다. 과거에 수행한 연구결과와 비교하면, 작업과정에서 직원이 사망하는 경우는 감소하였으며, 작업전 혹은 작업 이후의 이동과정과 출퇴근시 선로를 횡단하는 과정에서의 사고가 증가하였다. 이는 작업공간 접근성의 문제로 장비의 이동, 작업장소간의 이동, 사무소간 이동, 장비 운송용 도로차량의 주차후 이동

**Table 3** Causes of railway accidents involving staff fatalities

	Causes of Railway Staff Fatality(2006-2011)	Total	Rate (%)	Conventional rail	Urban rail	High speed rail
Rolling stock in motion	Train contact while track crossing or moving around track	8	19.1	4	4	0
	Train contact while cleaning or lodging(sub-contractor)	7	16.7	3	3	1
	Train contact while engineering work(unauthorized work)	8	19.1	1	6	1
	Train contact while train safe guard(train protection work)	4	9.5	3	1	0
	Train contact or falling while shunting work	3	7.1	2	1	0
	Train contact with engineering equipment	1	2.4	1	0	0
Other accident	Electrification from electric car line system	3	7.1	3	0	0
	Electrification from equipment in infrastructure	3	7.1	1	2	0
	Falling from work	3	7.1	1	1	0
	Contact with fallen or dropping object	2	4.8	2	1	0
	Total	42	100	21	19	2

등 부대적인 작업과정에서의 사고가 증가한 것으로 분석된다. 1999년에서 2003년 사이의 선로상 작업자 관련 사고를 분석한 기존 연구[9,11]에서 가장 높은 비중을 차지하던 작업중 관리감독 소홀은 크게 감소하였다. 작업중 관리감독 소홀로 인한 사고는 지속적인 제도개선을 통해 크게 개선되었다. 전체 철도중사자 사망자 85명중 87%에 해당하는 74명이 철도운행으로 인해 발생하는 것으로 분석되었다. 전차선 감전 등을 포함하면 전체 직원 사망자의 94%인 80명이 철도운행으로 인한 사망자였다. 이는 현재 철도 중사자의 안전 확보를 위해 수행중인 다양한 대책과 차이가 나는 부분이다.

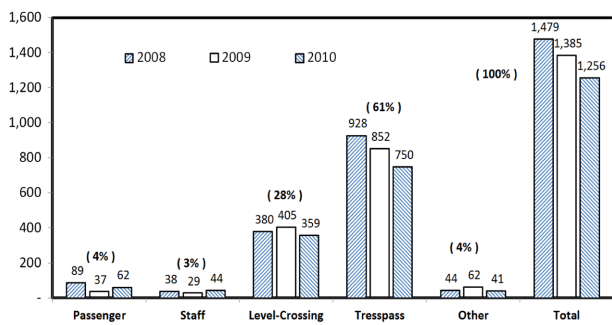
국내의 중사자 사고율이 선진국에 비해 상대적으로 높은 원인에 대한 전문가의 의견을 수렴한 결과 국내의 높은 열차운행밀도가 가장 큰 원인으로 지적되었다. 열차운행밀도가 높아 운행중인 열차를 차단할 수 있는 시간이 부족하여 운행선로 작업의 비율이 높거나 열차 차단시간이 부족하여 작업전 후에 안전확인 및 안전설비(조명, 펜스, 표지판 등)를 설치하고 안전을 확인하기 위한 시간부족으로 연결될 수 있다. 또한 신속한 작업을 위해 안전한 경로로 이동하기 보다는 선로변으로 이동하거나 선로를 횡단하는 과정에서 사고로 연결 될 수 있다. 이를 위해 동일한 선로연장당 열차운행빈도와 선로연장당 여객수를 분석하여 Table 4에 수록하였다. Table 4에서 국내와 일본의 열차운행밀도가 세계 최고수준으로 높은 것으로 분석되었다. 열차운행 밀도가 높으면 안정적인 선로 유지보수 시간확보 및 사고 및 장애시 처리시간 확보가 어려워 선로 유지보수 어려움으로 작용할 수 있다. 선로연장당 열차운행 빈도는 선로의 유지보수 빈도 및 유지보수 가능 시간과 연결되며, 수치가 높을수록 빈번한 유지보수와 유지보수에 필요한 시간의 확보가 어려운 경우이다. 선로연장당 여객수는 사고 및 장애가 발생할 경우 영향을 받는 여객의 수로 대체 차량의 제공 및 여객 수송의 어려움과 연결되는 지표이다. 국가별 운행 특성을 고려하기 위한 분석은 Table 4에 수록하였다. Table 4에서 국내는 비교

대상 국가중 가장 높은 선로연장당 운행거리 및 여객인km를 보이고 있다. 예로서 영국의 경우 선로 연장은 국내의 7.6배 수준이나 운행거리는 2.5배 수준이다. 즉, 국내의 선로 이용율이 3배 이상으로 이는 동일한 선로 길이에 3배 이상 많은 열차와 여객이 존재하는 것을 의미한다. 이로 인해 국내에서는 선로 유지보수에 필요한 충분한 시간을 확보하기 어려운 실정이다.

선로 유지보수에 필요한 충분한 시간을 확보하기 위해, 사전에 협의된 시간보다 일찍 선로에 인력과 장비를 투입하거나, 선로 차단시간 직전에 인력과 장비의 철수시 안전 확인을 위한 시간이 상대적으로 줄어들 수 있다. 그러나 이러한 작업시간은 국가별 혹은 노선별로 상이하여 직접 비교는 어려우며, 국가 차원의 전체적인 비교만 가능한 실정이다. 선로 연장당 여객인km는 긴급한 선로 유지보수 및 사고시 영향을 받는 여객수와 연결되며, 수치가 높을수록 보다 많은 여객이 영향을 받는다. 국내는 긴급한 선로유지보수가 필요한 경우 높은 운행빈도와 많은 여객수로 인해 유지보수가 필요한 선로 전체를 차단하지 못하고 단선운행을 시행하는 경우가 다수 발생하게 된다. 2000년대부터 영국을 중심으로 유럽의 많은 국가에서는 선로 유지보수시 작업자의 안전을 위해 인근 선로의 열차운행을 전면 중단하고 있으나[13], 국내에서는 적용하기 어려운 실정이다. Table 4에서 국내가 일본과 함께 높은 열차운행밀도를 가지고 있으나, 일본의 경우 국내에 비해 보다 많은 우회선로가 확보되어 있어 긴급한 선로의 유지보수 및 필요시 우회선로를 이용이 용이하다. 국내도 우회선로가 확보되어 있으나, 우회운행시 열차운행거리가 100~200km 이상 증가하여 실제로는 우회운행이 거의 이루어 지지 않고 있다. 이로 인해 국내보다 선로의 유지보수에 필요한 시간의 확보가 유리하다고 볼 수 있다. 다만, 일본은 중사자의 직무사고 통계산출기준이 국내 및 유럽과 상이하여 현시점에서는 사고 통계의 직접비교에 어려움이 있다. Fig. 3에는 EU 전체국가에서 2008년부터 2010년 사이에 발생한 전체 철도사고 사망자수를 수록하였으며, 국내의

**Table 4** Comparison of track utilization ratios with other countries [4,10,12]

Country	Train km (100.mil km)	Track km (km)	Passenger km (100mil.km)	Train km/track km	Passenger km/track km
U.K. (2010)	5.20	31,630	558.30	16.44	17.65
France (2010)	4.85	46,039	817.50	10.53	17.76
Germany (2010)	10.32	33,792	837.02	30.54	24.77
Italy (2010)	3.24	16,794	434.74	19.29	25.89
Sweden (2010)	1.41	11,066	110.36	12.74	9.97
Japan (2010)	13.14	27,337	4,044.37	48.07	147.94
Korea (2011)	2.07	4,148	642.39	49.90	154.88



**Fig. 3** Number of fatalities per victim category [10]

자료와 비교할 때 중사자의 사고율이 3% 수준으로 국내에 비해 매우 낮은 것을 확인할 수 있다.

**2.3 국내의 철도중사자 사고예방 대책 현황**

2003년 이후 철도중사자의 작업중 사고예방 대책이 강화되어 시행중에 있으며, 현재 국내의 철도운영기관에서 수행 중인 안전대책현황은 기관별 특성에 따라 차이가 있으나, 대부분 다음의 12가지 대책을 시행중에 있다[14].

- (1) 운행선로상의 작업계획 사전협의 의무화(철도시설관리자 및 철도운영자), 월간 작업조정회의 개최
- (2) 운행선 주요 차단 작업전 안전성 확보 여부 검증
- (3) 비상상황시 비상연락체계 구축 및 운영
- (4) 열차감시체계 확보(열차감시자 배치, 열차접근 감시/통보장치 시범 운영 등)
- (5) 작업 안내표지 설치, 작업장 조명설치, 시야내 장애물 제거 및 가시거리 확보
- (6) 중사자의 안전수칙 교육 및 자주 위반되는 작업절차의 현실화
- (7) 사고 빈발 장소(차량검수고, 접근로 등)의 CCTV 설치, 선로횡단 경보등/차단기 설치 확대
- (8) 교량의 안전점검 작업시 작업자 대피를 위한 교측 보도 확대 설치
- (9) 심야시간 터널 출입/철도장비 운행 통제를 위한 관리체계 구축
- (10) 터널 출입문내 안내문 게시
- (11) 작업장 출입 승인절차 운영

**(12) 단독작업 및 선로 통행/순회 감시 제한**

이외에 현재 운영중인 경량전철운영기관의 경우 급전선이 선로상으로부터 1m 이내의 높이에 설치되어 있어 열차 운행중 작업자가 선로에 접근시 감전사고 위험이 매우 높아 작업자의 선로상 접근을 차단하고 접근시 안전을 확보하기 위한 다양한 감시제어시스템이 설치 운영중이다. 이와 같은 많은 안전대책의 영향으로 선로상 중사자의 사고피해는 감소하였으나, 선진국 수준의 작업자 안전성 달성을 위해서는 보다 강화된 대책이 필요하다. 국내 철도의 구조적 문제점인 작업시 안정적인 작업시간 확보를 위한 방안 마련이 요구된다. 이를 위해서는 우회선로 건설과 같은 장시간이 소요되는 대책이 시행되기 전까지 단기적인 대책 마련이 필요하다. 이를 위해 국외에서 수행중인 안전대책[13,15,16]중 국내에서 적용되는 대책과 차이가 있는 부분을 다음에 기술하였다.

- (1) 현장의 선로작업자를 위한 만화형태의 매뉴얼 제작(문서화된 안전수칙을 작업자들이 숙지하지 않거나, 용어등이 어려워 이해하지 못하는 작업자들이 많은 네덜란드에서 운영)
- (2) 열차감시자/안전관리자에 대한 자격제도 운영(영국)
- (3) 열차감시자/선로작업자/안전관리자에 대한 관련 교육 프로그램 운영(영국, 일본)
- (4) 작업시간 단축과 작업자 부상을 최소화하기 위한 다양한 전용 장비개발(독일)
- (5) 작업장 위험요인 발견시 작업자의 작업중지/거부 권한 부여(미국)
- (6) 작업의 위험도에 따라 등급 분류 및 등급에 따른 안전대책/인력/장비 투입 기준 운영(영국,네덜란드 등 다수 국가)
- (7) 안전수칙 미준수/안전보호구 미착용시 작업자 개인과 관리자에 벌금형(미국)

**2.4 철도중사자의 작업중 사고예방 대책 마련**

국내는 선진국에 비해 열차운행빈도가 높고, 우회선로도 부족하여 선로작업자의 작업시간 확보에 어려움이 있는 구조적인 문제점이 있으며, 산악지형이나 지하구간, 터널구간, 교량구간이 많아 장비의 접근이 어려운 경우 중량물을 작업자가 직접 이동하는 등 장비의 활용도가 낮은 편이다. 이러한 문제는 우회선로 확보, 전용 장비의 개발 및 도입과 같이 단기적으로 해소가 어려운 부분으로 장기적인 대책과 단

기적인 대책을 나누어 접근이 필요하다. 과거 수행된 선로 상 작업자 안전강화 대책이 제도개선에 초점을 두어 시행되어 작업자의 피해를 크게 감소시켰으며, 교량에 작업자 대피를 위한 교측보도 설치, 일부 도시철도 운영기관의 선로 접근 감시/제어 시스템 도입 등으로 작업자 사고를 감소시켰다. 그러나 선진국 수준으로 작업자 사고를 감소시키기 위해서는 국내의 열차운행 특성을 고려한 추가적인 노력이 요구된다. 이를 위한 사고의 원인분석과 대책을 검토하였으며, 장기적인 대책과 단기적인 대책으로 구분하여 다음에 제시하였다.

#### 2.4.1 중사자의 철도사고 원인분석

Table 3에 제시된 바와 같이 중사자 사망사고의 직접적인 원인중 87%는 운행중인 열차와 중사자의 접촉으로 발생하였다. 열차와 작업중인 중사자가 접촉하는 원인으로는 해당 작업선로나 인근선로에 열차운행이 중단되지 않아 발생하며, 이의 가장 큰 근본원인은 사전에 협의된 작업시간보다 미리 선로에 작업자가 투입되어 발생하고 있다. 이를 방지하기 위해 현재 CCTV 감시, 사전작업협의, 감독자 배치, 개인별 열차접근 정보 장치 제공 등이 추진중에 있으나, 사고는 지속적으로 발생하고 있다. 작업자가 미리 선로에 투입된 사례는 최근의 공항철도 작업자 사고와 같이 다수의 사례가 있다. 이와 같은 대책에도 작업자가 사전에 투입된 가장 큰 요인으로는 협의된 작업 시간내에 안전을 확인하고 작업자 보호를 위한 각종 안전설비와 조명의 설치, 이상시 작업 중단과 같은 조치를 취하기에 충분하지 못한 작업시간으로 발생하고 있다. 작업시간이 부족한 이유는 Table 4에 제시된 바와 같이 국내의 열차운행밀도가 높아 심야에서 새벽시간에만 열차운행을 제한하고 유지보수작업이 가능하여 발생하고 있다. 심야에 수행되는 작업으로 인해 중사자의 사전교육, 안전설비 및 조명설비, 안전감독자 배치 등에 어려움이 발생하고 있다. 철도의 전철화 과정 및 전철화 초기에 자주 발생하던 전차선 감전사고는 지속적인 교육과 안전설비 확보로 감소하는 추세이나, 작업시간 부족에 따른 작업자의 사고는 감소하지 않고 있다. 이와 같이 충분한 작업시간의 확보가 가능하다면, 중사자의 직무사고중 가장 큰 비중을 차지하는 작업전후의 사고를 상당부분 감소시킬 것으로 예상된다.

#### 2.4.2 중사자 사고예방을 위한 대책의 마련

현행 철도운영체계를 변화시키지 않고, 작업시간을 확보하는 방안은 작업의 자동화와 기계화 방안, 작업자의 전문성 강화 등이 가능하다. 작업장비의 기계화 및 자동화, 작업자의 전문화는 모두 작업시간 감소로 연결되며 작업시간 감소로 확보되는 시간을 작업전 안전확인과 작업자의 안전한 이동시간 확보, 안전설비의 설치, 심야 작업장의 조명 설치, 사전 교육 등에 활용이 가능하다.

본 연구에서 분석된 작업자 사고통계와 주요 원인 분석, 현행 작업자 안전 대책의 분석을 통해 다음과 같이 장기적인 대책과 단기적인 대책을 구분하여 제시하였다.

장기적인 대책으로 1) 열차우회 선로확보를 통해 사고나

유지보수 활동시 인근의 모든 열차운행을 중지하는 방안의 채택, 2) 작업시간 단축을 위한 작업장비 및 선로내 이동용 장비 확보가 요구된다.

단기적인 대책으로 1) 중사자에 대한 교육의 내실화, 2) 열차감시, 감독자에 대한 철도운영기관 내부자격제도 운영, 3) 직원의 선로횡단 사고가 예상되는 지점에 대한 정보 및 보안 개선, 4) 상시적인 작업자 통행로 별도설치, 5) 작업자의 안전에 대한 책임과 권한을 강화가 필요하다.

이외에 현재 추진중인 개인 보호장비 확보, 안전수칙 미 준수시 기관과 개인을 모두 처벌, 외부 용역작업자/청소작업자 등에 대해서도 안전교육 강화 등의 대책 등은 이미 추진하고 있어 제외하였다. 이러한 대책이 추진된다면, 현재 선진국에 비해 5배 수준인 중사자의 작업중 사고를 크게 감소시킬 것으로 예상된다.

### 3. 결 론

본 연구에서는 국내외 철도중사자와 관련하여 2006년부터 2011년 사이에 발생한 사고자료와 현재 작업자 안전대책을 분석하여 다음의 결론을 얻었다.

- 1) 국내 철도 중사자의 사망률은 선진국에 비해 5배 이상, EU 전체 평균 대비 3배 높은 수준으로 추가적인 개선이 요구된다.
- 2) 열차사고 발생을, 여객사망율은 선진국 수준에 도달하였으며, 지속적으로 감소하는 추세이다. 또한 철도건설목 사고의 경우 급격히 개선중이나, 중사자의 사망률은 개선되지 않고 있어 시급한 대책마련이 요구되는 것으로 분석되었다.
- 3) 최근 6년간의 사고원인과 2004년도에 수행된 사고원인의 비교결과 작업중 중사자의 사고는 크게 감소한 반면 작업전과 작업후의 사고는 감소하지 않았다.
- 4) 국내의 중사자 사망률이 높은 원인으로는 높은 운행밀도에 의한 작업시간 부족과 터널/교량/산악지형이 많은 특성상 장비활용도가 낮은 구조적인 문제점이 있으며, 현행 안전대책을 유지할 경우 개선이 어려운 문제가 있다.
- 5) 중사자의 안전성 개선을 위한 방안을 장기적인 대책과 단기적인 대책으로 구분하여 제시하였다. 현행 운영체계를 유지하면서, 효과적으로 직무사고를 저감하기 위한 방안으로 작업시간 감소를 위한 전용장비의 개발 등의 방안을 제시하였다.
- 6) 본 연구의 결과를 토대로 향후 운영기관별 특성, 운영노선별 특성, 계절별 특성 등을 추가적으로 고려한 연구를 수행하면 상황별 안전대책마련이 가능할 것으로 예상된다.

### 참고문헌

- [1] European Railway Agency (2012) Implementation Guidance for CSIs, Annex 1 of Directive 2004/49/EC
- [2] International Union of Railways (2012) Safety Database Activity Report 2012.
- [3] MLTM (2011) The 7th National Transportation Safety Plan(2012-2016).

- [4] Kwak, et al. (2012) A comparative study on railway accident safety statistics among nations and other transportation modes, *Journal of the Korean Society for Railway*, 14(2), pp.193-198.
- [5] MLTM (2012) 2012 Annual Railway Safety Plan.
- [6] MLTM (2010) Railway Accident Investigation and Reporting Rule.
- [7] MLTM (2011) 2011 Annual Railway Safety Plan.
- [8] Park, et al. (2007) Development of qualification analysis preliminary frame for railway personal injury accident, *Proceeding of the Korean Society for Railway*, pp. 65-70.
- [9] Kwak, et al. (2008) Risk Assessment Case Study for the Track Worker Safety, *Proceeding of the Korean Society for Railway*, pp. 174.
- [10] European Railway Agency (2011) Annual Safety Report 2012.
- [11] Korea Railroad Research Institute (2004) A Study on Improving Railway SMS, Final Report.
- [12] Japan Ministry of Land, Infrastructure, Transportation and Tourism (2011) Transportation Safety Plan.
- [13] IQPC (2004) *Achieving track worker competency & safety*, Proceeding of IQPC Conference, London.
- [14] MLTM (2010) The 2nd Integrated Railway Safety Plan.
- [15] FRA (1996) Roadway worker protection, 49 CFR 214.
- [16] RSSB (2004) Safe system of work when walking or working on or near the line, GE/RT8000-T7.
- 접수일(2012년 10월 12일), 수정일(2012년 12월 12일),  
게재확정일(2013년 3월 11일)
- 

**Sanglog Kwak** : slkwak@krri.re.kr

Safety Research Division, Korea Railroad Research Institute, 176  
Railroad Museum street, Uiwang-city, Korea

**Chanwoo Park** : cwpark@krri.re.kr

Safety Research Division, Korea Railroad Research Institute, 176  
Railroad Museum street, Uiwang-city, Korea

**Jongbae Wang** : jbwang@krri.re.kr

Safety Research Division, Korea Railroad Research Institute, 176  
Railroad Museum street, Uiwang-city, Korea