

Print ISSN: 2233-4165 / Online ISSN: 2233-5382  
doi:http://dx.doi.org/10.13106/ijdb.2018.vol9.no10.63.

[Short Communication]

## A Study on the Development of Safety Management Checklist Using Accident Case adjacent to Railway Operation\*

### 철도운행선 인접공사 사고분석과 체계적인 체크리스트 개발 등 안전대책 수립에 관한 연구

Sang-Hwan Ryu(류상환)\*\*, Byeoung-Soo Yum(염병수)\*\*\*, Won-Mo Gal(갈원모)\*\*\*\*

Received: September 17, 2018. Revised: October 02, 2018. Accepted: October 15, 2018.

## Abstract

**Purpose** - This thesis is to develop a management plan and checklist by analyzing the prevention of accidents in advance by presenting the management plan for the major causes of railway accidents.

**Research design, data and methodology** - In recent 5 years, we have analyzed the cases of railway accident, presented the management plan for the accident, and made a practical safety checklist focusing on the main measures according to the management plan.

**Results** - The analysis of the cases of near-railway accidents suggests more concrete and practical safety management measures because the similar accidents are continuously occurring due to formal safety management.

**Conclusions** - It is more valuable to apply to the adjacent construction of the railway line by creating a detailed checklist based on cases rather than the existing checklist. This study is written only as a human factor. For future real-time safety management, it is necessary to study more precisely cause analysis and safety equipment as a big data-based safety control system for more systematic safety management.

**Keywords:** Railway, Accidents, Checklist, Near-railway, Safety Management.

**JEL Classifications:** G41, G48, G49.

## 1. 서론

최근 철도운행선 인접공사와 관련된 주요 사고의 원인을 살펴보면 복합적인 원인으로 인해 발생하는 경향이 많으며, 또한 작업자의 취급부주의와 기타 외부 요인으로 인한 사고가 증가하고 있는 것으로 확인되었다. 사고 발생 시 열차의 고속화와

더불어 작업자의 실수, 순간적인 부주의, 임의작업 또한 사고 발생의 다양한 원인으로 작용하고 있는 것이 최근의 국내 철도물류업종의 현황이다.

따라서 철도사고 발생 시 인적, 기술적인 측면의 명확한 사고원인에 대하여 철저한 분석을 시도하고 국내 현장에 적합한 개선과 조치와 관련한 안전관리 대책을 강구함과 동시에 추후 사고예방과 관련된 장치 또는 시스템의 안전성을 향상시키기 위한 체계적 연구와 철도 인프라 개선 등의 노력이 꼭 필요하다.

본 연구에서는 최근 5년간 발생한 열차운행선 인접공사의 사고사례를 중심으로 주요 사고발생 원인에 대한 조사·분석을 실시하고 이와 관련 선행 연구에서 제시한 결과를 반영하여 안전관리 개선측면에서 현장의 문제점들을 일괄적으로 점검하고 각종 조치 등을 확인할 수 있는 종합적 체크리스트를 설계, 개발하는 등 안전관리 대책을 수립, 제시하여 철도운행선 인접공사 사고예방을 도모하고자 한다.

\* This study was carried out by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Railway Technology Research Project (18RTRP-B082515-05).

\*\* First Author, Korea Railroad Research Institute, 176, Cheoldobangmulgwan-ro, Uiwang-si, Gyeonggi-do, Korea.  
E-mail: shryu@krii.re.kr

\*\*\* Second Author, Professor, Ajou University, 206, World cup-ro, Yeongtong-gu, Suwon 16499, Korea.  
E-mail: bs670128@hanmail.net

\*\*\*\* Corresponding Author, Professor, Eulji University, Korea.  
Tel : +82-31-740-7158. E-mail : wongal@eulji.ac.kr

## 2. 이론적 고찰

### 2.1. 선행연구 검토

현재 대부분 철도 운행선 인접 공사 개소 현장에서 실시되고 있는 종사원 안전교육이 철도의 특수성을 무시하고, 의무적이고 형식적으로 시행되고 있는 것이 현실이며, 사고 발생에 대한 대책 수립도 단순한 통계에 의존하여 교육하는 수준임으로 열차 운행선 사고 발생 시 열차 충돌, 열차 탈선, 열차 화재, 철도 사상사고 등의 사고를 유발할 수 있는 위험요인을 내재하고 있다(Park, Wang, & Cho, 2009).

최근 빈번하게 발생하는 안전사고를 예방하고, 피해를 최소화하기 위한 해결책 마련에 많은 관심이 주목되고 있으며, 교통 분야에서도 이에 따른 다양한 연구가 진행되고 있다(Park, Choi, Woo, Lee, & Yuu, 2013).

Fleming and Lardner (1999)는 항공안전 분야에 적용하기 위한 목적으로 해양산업 분야에서 개발된 3단계 모델은 직무 자별 안전에 대한 책임을 명확히 이행하여 Dependent → Independent → Interdependent로 제시한 바 있고, Min and

Hwang(2018)은 우리나라 저비용항공사의 안전관리가 정착하기 위해서는 조직 강화, 안전전문가 확보 및 안전관련 정보의 체계적 수집과 분석, 안전보증 업무와 안전증진 업무가 지속적이고 강력하게 수행되어야 한다고 강조하였다.

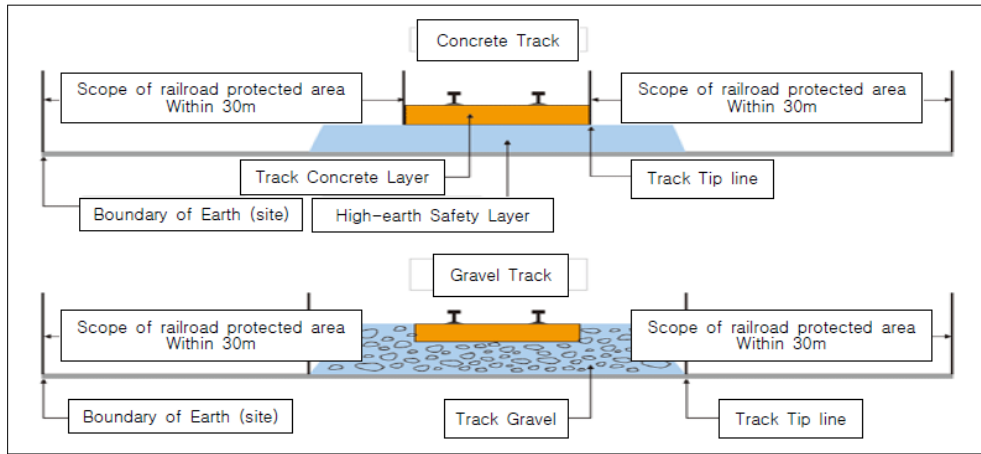
Sun and Lee (2011)는 물류센터 선진화를 위한 발전 방안으로 안전관리에 대한 중요성을 설명한 바 있으며 철도 물류 기지를 구축으로 하여 철도화물 운송의 안정화를 위해서는 사고 위험예측, 유지보수 비용에 따른 저감을 위해서 실시간 철도안전관제시스템 DDS(Data Distribution Service) 표준 기술 기반으로 한 데이터 전송 방안을 적용하여 기존 현장의 안전 감지 장치로부터 발생한 데이터를 통합 및 관리하고 있으며 최근 실시간 안전관제시스템을 적용하여 운행선 인접 공사의 안전관리 방안을 제시하였다(Park, Lim, Min, & Kim, 2016).

### 2.2. 철도사고의 종류 및 정의

철도사고는 철도교통사고 및 철도안전사고로 구분된다. <Table 1>에서는 철도사고의 등의 분류에 대하여 세분화하였다.

<Table 1> Korean Railroad Corporation Public railway accident investigation and detailed victim concept

Railway accident	Railway traffic accident	Train accident	Train crash	An accident where a train collides with or is in contact with another train or obstacle.
			Train derailment	The accident that a wheel of a railroad car constituting a train deviated or deviated from its track.
			Train fire	A fire broke out on a train, causing casualties or stopping trains
			Other trains	Trafficking or explosion in trains caused injury or damage to property
	Crossing accidents		Collision and contact with a train or railway car at a crossing and a car passing the road	
	Railway traffic accident	Passenger	Accidents involving casualties related to the operation of passengers by train	
		Public	When the general public finds a casualty in connection with the operation of a train or railway vehicle, or finds a casualty on the track and stops	
		employee	Accidents involving casualties during work related to railway operation and facility management	
	Railway safety accidents	Railway fire		History, machinery room, etc. Railway facility or railway vehicle fire accidents
		Railway facility		Bridges, tunnels, tracks, signals, electricity, communication facilities, etc.
Railroad Safety idea		Passenger Public employee	Accidents involving passengers, public, and employees due to falls, electric shocks, and shocks in railway facilities such as waiting rooms, platforms, and railways without railway fire or railway facility damage accidents	
Other Railway		Railway safety accidents not covered by the above items		
Mobility impairment	Risk event		It means that there is a high possibility of developing into a railway accident	
	Delayed service	Vehicle derailment		The wheel of the railway vehicle deviates from the track,
		Vehicle breakage		A railway car is damaged by a crash or touch
		Vehicle fire		Fire on train or vehicle
		Train separation		The connection between railway cars is separated regardless of the composition of the train during operation of the train
		Vehicle cloud		When a train or railway vehicle rolls out of a station at a stop
		Violation of regulations		When handling a violation of the regulations, such as signal, obstruction handling violation,
		Track failure		Defects such as breakdown, breakage and deformation of railway facilities, obstacles on railway lines,
		Feeding disturbance		Damage such as failure, breakage and deformation of electric equipment, contact with external shocks or foreign matter, etc. may cause power supply interruption such as power failure or voltage drop,
		Signal failure Vehicle breakdown		Faults such as breakdown and deformation of the signal security device impede train operation
		Train disruption		Failure of railway train prevents train operation
	Other obstacles		Interfering with train operation deliberately such as occupation Failure not applicable to each call	



<Figure 1> Range of train operation line adjoining works

2.3. 철도 운행선 인접공사의 범위 및 종류

2.3.1. 철도 운행선 인접공사의 정의

철도 운행선 인접 공사는 열차 또는 철도 차량이 운행되는 철도 선로 및 철도 보호지구에서 시행되는 공사와 철도 보호지구 외 공사 중 철도 운행선에 영향을 줄 수 있는 공사를 모두 포함한다.

철도 보호지구란 철도안전법 제45조에 정해진 것으로 철도 경계선(가장 바깥쪽 궤도의 끝선)으로부터 30미터 이내의 지역을 말하며, 선로 장비 지침 제2조에 정해진 것으로 궤도는 레일+침목+자갈(콘크리트)로 구성되며 끝 선은 자갈(콘크리트) 끝 선을 말한다(<Figure 1>).

2.3.2. 철도 운행선 인접공사 종류

차단작업이라 하면 철도시설의 정상 취급을 중지하거나 열차운행을 중지하면서 시행하는 작업을 말하며 현재 철도 운행선에서 시행하고 있는 차단작업의 종류는 세 가지 종류의 작업이 있다.

① 철도시설의 정상 취급을 중지하거나 열차 또는 차량의 운행을 중지하면서 시행하는 작업으로 신설 또는 철거 등 철도시설물을 새롭게 변경하는 변경 차단작업과 철도시설물을 유지보수 또는 교체하는 보수 차단작업

② 열차 사이 차단작업으로 작업 시행 시간을 사전에 설정하지 않고 열차운행이 없는 시간대에 관제사의 승인으로 정시성 있게 시행하는 차단작업을 말하거나 운전 명령 상 각 열차 사이 차단작업 제한시간 범위 내에서 시행하는 작업

③ 상례 작업으로 차단작업 및 열차 사이 차단작업 이외에 운전 명령발령에 따르지 않고 열차운행에 지장이 없이 시행하는 작업으로 구별할 수 있다.

2.4. 열차 운행선 인접공사 최근 5년간(2011~2015) 사고분석

2.4.1. 연도별 사고발생 현황

본 연구는 2011년부터 2015년까지 최근 5년간 운행선 인접공사 개소에서 발생한 사고사례를 분석하였으며 국토교통부, 교통안전공단, 한국철도시설공단, 한국철도공사에서 발간한 철도 운행선 인접공사 사고사례집과 한국철도공사의 사고조사 보고서 자료 등을 활용하였다.

2.4.2. 연도별 사고발생 현황

최근 5년(2011~2015년)간 발생한 열차 운행선 인접공사 사고의 전체 사고 건수는 <Table 2>과 같다. 이와 관련하여 사고 발생의 연도 별로 정리해 보면 현저히 감소하는 경향이 있음을 확인할 수 있으며, 그동안 각 운영 기관 및 공사 업체의 안전관리 수준도 상당 부분 향상은 되어가고 있으나, 사고 발생을 근원적으로 차단할 수 있도록 철저한 안전관리 대책 마련이 필요하다고 할 수 있다.

<Table 2> Number of accidents per year for the last five years

division	2011	2012	2013	2014	2015	합 계
Number of occurrences (cases)	31	34	29	25	19	138

source: Case report of accident near railway line (Ministry of Land Transportation, Traffic Safety Corporation, Korea Railroad Corporation, Korea Railroad Corporation)

2.4.3. 분야별 사고발생 현황

<Table 3>는 최근 5년간 운행선 인접공사 개소에서 발생한 사업주체(분야)별 사고 발생 현황을 분석한 결과 노반 분야가 39건, 전력·전차선 28건, 건축·설비 26건, 신호 25건, 궤도 14건, 통신 6건 순서로 발생하였다. 사고발생 전체 건수는 감소하는 추세를 보이지만 사고의 발생이 지속적해서 근절되지 않

음으로 분야별로 안전관리 확보를 위한 세부 대책 수립이 필요하다.

<Table 3> Accident occurrence by sector

division	Bedrock	orbit	Architecture	signal	Communication	Electricity, electric cable	Sum
2011	15	3	1	4	1	7	31
2012	12	5	2	8	2	5	34
2013	9	3	6	3	1	7	29
2014	2	1	10	6		6	25
2015	1	2	7	4	2	3	19
total	39	14	26	25	6	28	138

Source: Ministry of Land Transport and Traffic Safety, Korea Railroad Authority, Korea Railroad Corporation

2.5. 재해 원인 분석

2.5.1. 작업자 재해발생 원인 분석

<Table 4>에서는 최근 5년간 발생한 작업자 사상사고 관련하여 사상자를 사망자와 부상자로 세분화하여 구분해 보았다. 최근 5년간 사상자 발생 건수는 23건이며 총 25명의 사상자가 발생하였다. 그중 사망사고는 12건(12명)이며, 부상사고는 11건(13명)으로 운행선 인접 공사 개소에서 매년 평균 5명의 사상자가 발생하고 있는 것으로 조사되었다. 사상자 중 사망자의 사고 발생 유형은 운행 중인 열차에 접촉되어 사망한 경우이며, 원인은 작업 시작 전 작업에 대한 협의 사항이 없이 임의로 운행선로에 들어와 사전 준비 작업을 하다가 사고를 당하거나 열차를 등지고 선로를 보행하다 사고를 당한 경우이며,

차량접촉 한계 구역 내에서 작업 중 열차에 접촉되어 사고를 당한 경우가 대부분을 차지하고 있다. 부상자의 사고 발생 유형을 보면 감전에 의한 재해가 7건(7명)으로 가장 많은 것으로 나타났으며, 열차 접촉 2건(2명), 떨어짐 1건(3명), 감전에 의한 화상 재해가 1건(1명) 순으로 발생하였다.

2.5.2 사고발생 원인별 분석 현황

<Table 5>에서는 사고발생에 대하여 세부 원인별로 분석하여 제시하였다. 사고발생의 원인분석 과정은 향후 사고를 예방하기 위해 가장 중요한 항목 중 하나로 볼 수 있다. 가장 큰 영향을 주는 사고원인으로는 작업방법 불량(부주의 포함)이 66건으로 가장 높은 비율을 보였으며, 그 다음이 임의작업 24건, 안전조치 소홀 18건, 장비접촉 8건, 선로 지장물 7건, 작업지연 7건의 순으로 분류되었다. 특히 작업 불량, 임의작업, 안전조치 소홀로 인한 사고가 108건으로 가장 많은 비율을 점유하고 있는 있음에 따라 철저한 안전관리 대책 수립이 꼭 필요한 개선활동이라고 보여 진다. 연도별로 사고발생 원인을 분석하여 보면 작업 불량(부주의)에 의한 사고는 점차 감소하고 있으나, 안전조치 소홀과 임의작업, 작업시간 지연, 선로 지장 물체에 의한 사고는 현저히 줄어들지 않고 있는 실정이며 장비접촉에 의한 운행선 사고 또한 줄어들지 않고 있는 것으로 나타났다. 특히, 임의작업에 관련해서는 운행선 인접공사의 특성 상 야간(심야)에 공사 및 작업을 주로 시행하고 있다. 열차의 운행이 종료되거나 운행간격이 넓은 시간대에 차단작업 승인을 받은 후 정해진 작업 시간에 마무리 작업까지 완료를 해야 하므로 공사 진행과 관련 시간적인 제약이 있을 수 있다. 작업자들은 제한된 시간 이내에 공정별로 작업을 완료해야 하므로 작업관련 사전에 협의된 시간 전에 선로에 들어가 작업준비를 시도한다거나 장비 또는 공사용 자재를 옮기는 등 사전에 작업을 시행하다 열차에 접촉되어 사고가 발생하였다.

<Table 4> Cause-by-cause casualties analysis

division	'11year	'12year	'13year	'14year	'15year	Sum	
dead	-	4(4)	3(3)	4(4)	1(1)	12(12)	
Injured	Electric shock	1(1)	1(1)	3(3)	-	2(2)	7(7)
	Fall			1(3)	-	-	1(3)
	Train (Equipment)	1(1)	1(1)	-	-	-	2(2)
	burn	-	-	-	1(1)	-	1(1)
Subcategory (23/25)	2(2)	6(6)	7(9)	5(5)	3(3)	23(25)	

Source: The case of the accident near the railway line construction casebook 2016.

<Table 5> Analysis of cause of accident occurrence

division	work Bad (carelessness)	Low safety measures	Component failure	Random action	Operation delay	Maintenance neglect	track Obstacle	Equipment Contact	Etc	Sum
2011	20	3	-	2	2	-	1	-	3	31
2012	16	4	1	7	2	-	-	3	1	34
2013	14	6	-	6	1	-	-	1	1	29
2014	10	1	1	5	2	-	5	1	-	25
2015	6	4	-	4	-	1	1	3	-	19
total	66	18	2	24	7	1	7	8	5	138

Source: Ministry of Land Transport and Traffic Safety, Korea Railroad Authority, Korea Railroad Corporation

### 3. 위험확인 및 안전점검을 위한 체크리스트의 개발 등 안전관리 대책 수립

#### 3.1. 사고원인별 분석과 안전관리 방안

철도운행선 인접공사 시 발생하는 사고의 주요 원인은 열차를 운행하면서 공사를 진행하여야 하므로 다른 건설공사에 비하여 사고발생의 위험도가 대단히 높은 편이라서 철저한 안전관리 활동의 전개가 꼭 필요하다. 2011년에서 2015년까지 5년간 사고발생의 원인을 조사·분석해 본 결과, 종사원 인적오류에 기인된 사고와 관리감독의 소홀로 인하여 발생한 사고가 많이 있었다. 작업 진행과 관련하여 세부적으로 열차운행선 인접공사를 실시할 경우에 작업안전계획서 작성과 안전교육이 형식적으로 시행되고 있었고, 또한 안전설비 및 장비 활용 측면에서 안전관리가 소홀한 사고사례가 많아서 사고의 주요 요인으로 분석되었다.

결과적으로 사고사례를 중심으로 도출된 안전관리 개선방안은 크게 4가지 분야로 분류하여 제시하고자 한다. 중점적 개선이 필요한 1번째 분야는 시공 불량, 안전조치 소홀, 임의작업에 대하여 중점관리가 필요하며 2번째 분야는 건설장비 활용 측면의 개선이 시급하다. 3번째 개선분야는 안전시설에 대한 철저한 관리 방안 수립과 운영이 필요하고 마지막 4번째 분야는 공사현장의 산업안전보건법의 미 준수 사례가 많아서 시급한 개선이 필요한 분야로 확인됨에 따라서 이 4대 분야를 동시에 점검하고 각종 조치 등을 확인, 개선하기 위하여 종합적인 체크리스트를 새롭게 설계, 개발하고자 한다.

##### ① 시공불량, 안전조치 소홀, 임의작업 대한 중점관리

작업방법 불량이나 시공 불량을 방지하기 위해서는 감독자 역량강화를 위한 맞춤형 교육시행과 공정 단계별로 작업에 대한 철저한 공사감독 시행, 시방서 등의 설계 계획과 시험성적서 등을 확인하여 시공불량으로 사고 및 장애가 발생하지 않도록 조치를 해야 한다. 안전조치 소홀로 인한 사고를 방지하기 위해서는 작업 전 건설장비 회전반경이나 높이 등을 사전에 확인, 검토하여 조치를 취하고 사고발생 우려가 있는 위험작업 시에는 작업방법에 대한 체크리스트를 활용하여 점검 및 검토를 실시한 후에 작업을 시행하도록 해야 한다. 임의작업 관련하여 선로 차단 및 전차 선로 단전 승인 확인과 반드시 작업과 관련하여 담당부서와 충분한 협의 후 현장 작업에 투입하고 사전 준비작업 및 임의작업은 절대하지 않도록 철저한 사전 안전교육이 필요하다.

##### ② 건설장비 안전관리 방안

작업 전 현장의 여건, 장비의 회전반경과 높이 등 제원을

검토하여 전차선 근접작업은 원칙적으로 금지시키고 불가피한 경우 전차선 단전 조치 후 작업을 시행하여야 한다. 인접공사 장비작업 시 장비 신호수를 반드시 배치토록 해야 하며 장비 신호수는 다른 업무를 병행하지 않도록 해야 한다. 장비의 넘어지는 사고가 많이 발생하는 만큼 현장 여건을 고려하여 노반 상태를 점검하고 아웃트리거 고정 받침판 등을 확인하여 장비의 넘어짐 위험에 대해 사전에 확인, 검토를 실시하고 작업을 진행토록 개선이 필요하다.

##### ③ 안전시설 설치 방안

공사 전 선로작업 표지(200미터~500미터 이상), 공사 알림판, 임시 신호기 등을 설치하고, 작업구간 내 안전울타리를 설치하여 건축한계 침범에 대한 위험요인을 사전 제거해야 한다. 작업자 안전을 확보하기 위한 건축한계 접근 경보기 및 열차 접근 시 작업자의 충분한 대피시간의 확보를 위하여 열차접근 경보기를 설치하여 운영하여야 하며, 전력, 신호, 통신 등 매설물이 많은 지역에는 광케이블 등 지중매설물의 매립상태를 사전에 조사해야 한다.

##### ④ 산업안전보건법에 대한 안전관리 방안

산업안전보건법 제38조(사전조사 및 작업계획서의 작성 등) ①항 12호(궤도나 그 밖의 관련 설비의 보수·점검·작업)에 의거하여 작업계획서 작성 시 면밀한 검토 및 관계자간 협의 후 시행하며 작업계획 수립자는 승인시간 내 작업이 완료될 수 있도록 계획을 수립하고, 승인시간 내 작업이 완료되지 않을 경우에는 작업을 일시 중지하고 관계자와 협의 후 시행토록 한다. 열차 운행선로에서 작업 시 인접 역과 상호연락 체계를 구축하도록 하고, 운행선 지장 작업 시 작업자들은 반드시 현장에 입회하여 지도와 감독을 실시해야 한다.

#### 3.2. 체계적인 체크리스트의 설계

철도운행선 인접공사 사고에 대한 합리적 개선 및 현장에서의 활용도 제고 측면에서 새로운 체크리스트를 설계하였다. 특히 체크리스트 설계과정에서 현장의 안전을 확보하기 위하여 공사와 작업분석 등 현장 실태를 파악하였고, 설비의 불안정한 상태나 사람의 불안정한 행동 등 위험요인과 각종 결함을 손쉽게 확인할 수 있도록 구체적으로 제시하였다. 특히 시설과 장비 부문은 설계, 제작, 운전, 유지보수 등의 각 과정에서 나타날 수 있는 다양한 문제점에 대하여 구체적 항목으로 제시를 하였으며, 현장의 작업과정을 반영하여 체계적이고 실질적인 안전사항들이 확인과 점검이 진행될 수 있도록 5개 분야로 집약하여 항목을 작성하였다.

① 공사에 대한 안전조치 체크리스트

<Table 6> Safety measures checklist for operation line construction

division	check list	result	Action contents
1	Has the equipment been checked before use?		
2	Did the person in charge of the work before the start of the work join in?		
3	Before, during, and after the work, did the person in charge of the job have consultation and exchange of driving information with the person concerned?		
4	Have safety signs, safety fences and safety belts been fitted for the job?		
5	Is the construction material prevented from coming into contact with the train that it is operating?		
6	Does the person in charge work after establishing safety plan for safety construction?		
7	Has safety training been carried out for workers (workers, trains, temporary workers)?		
8	Train supervisor, guard crossing Do you have a temporary supervisor in place and carry out work?		
9	Does the task manager follow the task approval time? Does it take place after consulting with the relevant force field in advance when anticipating delays?		
10	Are there preliminary consultations between the persons involved in the installation and dismantling of the electric wire / cable and ground?		
11	Does the person in charge of the operation affect the operation of the tramp / donggang system?		
12	Does the person in charge of the operation work on the work in consultation with the concerned person whenever there is a concern that it may interfere with or obstruct the train service line?		
13	Does the worker thoroughly discuss the work section, work contents, work method, use and transportation of the equipment in parallel with other work such as civil engineering track and signal work in the same cut-off section?		
14	After finishing the work, did you put the equipment away from the track a considerable distance after finishing and working the equipment?		
15	Has the Emergency Recovery System been established in case of emergency?		
16	Has the task manager made the worker understand the rules of operation?		
17	Are there any railway facilities that affect construction work?		
18	Are there any handling changes?		
19	Has the adjacent line been secured?		
20	Are safety precautions taken for workers?		
21	Has the employee's safety training been accurately trained in the content and hazards of the work?		
22	Have safety precautions been taken where there is a risk of train contact?		
23	Are all equipment and tools properly checked?		
24	Is the worker's safety gear worn to the job?		
25	Does the train supervisor understand the luggages, protective gear, and behavioral tips?		
26	Does the worker understand the job description and the risk factors for the job?		
27	Is cable duct installation good?		
28	Has the appropriateness of creating a connection box been considered?		
29	Is the connection between the manhole and the pipeline good?		
30	Is the installation of the appliance box and the connection box good?		
31	Is the power supply installed in good condition?		
32	Is the power supply insulation resistance and insulation strength checked?		
33	Is power supply redundancy checked?		
34	Have manuals such as interlocking devices and track circuit devices been obtained?		
35	Is the interface between signaling facilities and other facilities good?		
36	Has it been reflected on site signaling facilities and facilities with CTC control centers?		
37	Has the train radio facility function been secured?		
38	Is the location of the operation facility secured? (Security windows, air conditioners, fire extinguishers, etc.)		
39	Is the appearance of the various facilities and the cleaning conditions around the facilities good?		

## ② 공사 현장에 대한 안전조치 체크리스트

&lt;Table 7&gt; Safety measure checklist on construction site

division	check list	result	Action contents
1	For the work specified in Article 45 of the Railway Safety Act, was the relevant department carrying out the consultation with the actor noticed the specificity of the proximity construction of the train line and secured the safe operation of the train and the facilities?		
2	If the traffic on the construction site is expected to interfere with the walking or traffic of the surrounding area due to the vehicles, the roads to be installed, the roads, etc., have the planners made plans for traffic safety management for smooth traffic communication?		
3	Did you specify the installation plan of the installation site and analyze the risk factors to prevent electric shock accident and have you set up the safety plan and the safety measures for the electric machinery and equipment?		
4	Have you presented data, drawings and documents that outline the methods of manpower, machinery, blasting and excavation, and have you presented specific technical safety management measures such as excavation and blasting plans, retention plans, fall prevention and slope failure prevention measures, and measurement plans ?		

## ③ 운행선 인접공사 안전 요건에 대한 체크리스트

&lt;Table 8&gt; Safety measures checklist for safety requirement of operation line adjacent construction

division	Safety requirements	check list	result	Action contents
1	Consultation and approval of management officers	When carrying out the construction work in the vicinity of the existing railway area, have you consulted or approved the implementation of the construction in advance to the person in charge of the facility management and the person in charge of the construction site management?		
2	Expert consultation by field in design	When designing the train operation line or the proximity construction of the train line, the designer has designed the train in detail to facilitate the construction in accordance with the order of the construction such as the earth, earth, special ship,		
		Are you working in full consultation with all the areas involved in the work (civil engineering, orbiting, construction, electricity, sales, etc.)?		
3		Has the supervisor reviewed and confirmed the construction plans and detailed drawings drawn by the contractor and managed the works in accordance with the relevant regulations?		
		Has the construction supervision diary been completed?		
		Is the contractor performing construction safety management according to the provisions of the Safety Management Plan and the Industrial Safety and Health Act under the Construction Technology Management Act or the Electricity Technology Management Act?		
		Did you conduct safety education and keep records?		
		Does the safety management plan include information on ensuring safe operation of trains when the train is operated close to or on the service line?		
4	Supervisor review and verification	Has the construction supervisor been able to complete the work within the approved time frame when establishing the day's work plan?		
5		If you are planning to work (train) the train operation adjacent to the train line, do you notify the relevant station and conduct consultation?		

④ 운행선 인접공사 시 안전교육에 대한 체크리스트

<Table 9> Safety education checklist during adjacent line construction

division	check list	result	Action contents
1	Are there any architectural limits and vehicle limits?		
2	Is there any information on how to quickly report accidents and how to stop trains?		
3	Is there any information on the procedure and method of line shut-off operation?		
4	Is there a signaling method between the equipment operator and the work conductor?		
5	Is there any information on how to inform train operators when train arrives and how to evacuate workers?		
6	Is there information about the guiding instructions of the car and the passerby at the crosswalk?		
7	Are there any precautions for high-voltage wires in the train section?		
8	Is there anything to consult with the relevant agencies before the construction starts?		
9	Are there any regulations and instructions required for construction?		
10	Are there details of the location and operation instructions of the workshop?		
11	Is there anything about the hazardous area in the vicinity of other service lines?		

⑤ 산업안전보건법 준수에 대한 체크리스트

<Table 10> Industrial Safety and Health Law Checklist

division	check list	result	Action contents
1	Has the trainee supervisor been assigned for maintenance or inspection of tracks in orbit on trains?		
	Is the train operation supervisor prohibiting the assignment of tasks other than the danger warning in the case of surveillance tasks and abnormalities?		
	Did you provide the appropriate signal equipment to the trained train supervisor for the job characteristics?		
	Did the alarm facilities such as loudspeakers, alarms, and radiocommunication devices that were provided carried out a functional check before the operation so that the performance can always be demonstrated?		
2	Have you deployed a train supervisor or blocked the track?		
	In tunnels and bridges where shelters are not installed, have you cut off the tracks?		
	If you are working on a line, have you installed a railway alarm plate at a safe distance so that you can stop at an appropriate distance from the line shutoff site?		
	Are you working after installing a train access alarm when working on the track?		
3	Is the anti-flow wheel block installed at the bottom of the vehicle?		
	Do you check and operate the adjacent train when you are checking (on the way)?		
	Did you ban the switchboard during driving?		
4	Do you have a rigid safety guardrail or equivalent installation or use a safety guard?		
	Track work When working with a tracked work vehicle Is the track installed in a place where there is a risk of electric shock, such as a top plate of a working vehicle?		
	Have you made any necessary measures to prevent electric shocks, such as installing an insulation guard in the charging path?		
5	Trolleys, etc. Do you have rails or sleepers mounted on your work vehicle or have braces installed to prevent danger from falling or collapsing?		
	Did you take safety measures, such as roping on cargo?		
	When loading cargo on tracked vehicles such as trolleys, did not it exceed the maximum load of the trolley?		
6	Did you place inductors when working with line equipment in places where there is potential for contact with trains or workers?		
	Is the deployed inducer safely guiding the ship's equipment?		
	Is the operator of the line equipment working in accordance with the induction of the inducer?		
7	Are trolleys operating solo orbits necessarily equipped with a braking system and have they checked the braking status before using it?		
	Did you use the proper connection when connecting towing trolleys to tracked vehicles?		



division	check list	result	Action contents
8	Is the signal visible to the naked eye and working safely?		
	Do you work with the inductors in the place where the signal can not be visually confirmed?		
	Is the inducing person inducing the mouthpiece while monitoring the risk factors such as falling, collision, or pinching of the worker?		
	Did you provide alarm equipment such as loudspeakers, alarms, and wireless communication devices to inform other workers of the risks?		
9	Did you train before your work so that employees can not jump or jump during train operations?		
	Is the worker on board with a footrest and handles that are sturdy and prevent slippage?		
	Is there a risk that there will be a collision between the train and the worker by restricting the operation of other trains on the line?		
	When connecting or disconnecting a train, is it necessary to safely shut down the inlet when there is a risk of interfering with the worker in the job?		
	When performing the pouring work, is it necessary to prevent the person concerned from entering or leaving the work place?		
10	Are tunnels equipped with orbits? Are there shelters installed at appropriate intervals when workers pass through or work on underground sections and bridges?		
	When installing a shelter, did the worker secure enough space to carry and carry work tools?		
11	When installing a bridge or other related equipment, is it necessary to install a safety guardrail or safety net or a security guard to prevent danger from falling?		
12	Are tunnels, trains interrupted during underground sections or bridge interchanges?		
	Is there sufficient work space to allow workers to work safely?		

체크리스트의 분야별 항목은 사고사례를 중심으로 개선방안 적용 측면에서 주요 원인을 고려한 후, 꼭 필요한 안전 확인 사항을 중심으로 항목별로 분류하였으며, 정확한 확인을 위하여 구체적인 내용을 상세히 기입하는 등 체계적으로 작성을 하였다. 철도운행선 인접공사의 경우, 열차의 탈선이나 충돌 등 긴박한 위험요소를 내포하고 있음에 따라 실질적인 안전교육의 실시와 상기 체크리스트를 활용하여 좀 더 정확하고 신속한 점검과 개선활동의 적용으로 인하여 철도운행선 인접선 공사의 사고예방에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

또한 철도안전관리는 철도에 종사하는 모든 관리자와 작업자, 이용자들이 해결해 가야 할 핵심 과제임에 따라 철도 사고 예방 측면에서 무엇보다 계층별 안전문화 정착과 종사원 확인 점검 실천이 가장 우선시 되어야만 한다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 철도운행선 인접공사 사고사례의 주요 원인에 대하여 조사분석을 실시하였고 그 결과로 안전조치의 소홀과 임의작업, 작업방법 불량과 장비 등에 의한 사고가 대부분의 원인으로 파악되었다. 이와 관련하여 철도 인접공사 안전대책 수립의 일환으로 2011~2015년까지 5년간 사고사례 분석을 기초로 하여 현장에서 안전관련 점검과 확인의 주요 요소별로 구체적이고, 종합적인 체크리스트를 설계, 개발하였다. 사고위험이 많은 열차운행선 인접공사 시 안전관리 체계화 측면에서 새로운 체크리스트를 작성하여 현장에 적용토록 함으로서 철도사고를 사전에 예방하고, 작업자들이 각종 위험요인을 손쉽게 확인, 제거할 수 있도록 개선을 유도하여 철도사고예방에 기여하고자 한다. 철도운행선 인접공사 사고 원인분석을 통하여 주로 형식적인 안전관리로 인하여 동종 사고가 지속적으로

발생하고 있음이 확인됨에 따라 보다 효과적인 체크리스트를 새롭게 설계, 개발하여 각종 위험요소를 신속하면서 빠르게 확인하고 제거할 수 있도록 체크리스트를 5개의 분야로 나누어 개선을 시도하였다. 따라서 철도운행선 인접공사 사고예방 측면에서 본 연구에서 개발된 체크리스트를 적용, 운영함으로 철도운행선 인접공사 사고예방에 기여할 수 있음은 물론이며 철도 실무자를 중심으로 활용도 제고 측면에서 가치가 크다고 할 수 있다. 향후, 국내 실시간 철도안전관리시스템의 도입과 운영 고도화를 위하여 스마트 시설안전관리체계 구축 및 빅데이터 기반의 안전관제시스템 운영, 정확한 인적, 물적 사고 원인 분석체계의 도입, 첨단 안전설비에 대한 연구 확대 및 철도인프라 조성이 이루어져야만 한다.

#### References

- Lee, E. J., Jung, H. S., & Yum, B. S. (2008). Factors Affecting Fatigue in Male Railroad Workers. *Korean Journal of Occupational Health Nursing*, 17(2), 117-125.
- Min, K. C., & Hwang H. W. (2018). "A Study on the Revitalization Method of National Carrier ( Low Cost Carrier) Safety Management System." *International Journal of Industrial Distribution & Business*, 9(6), 37-47.
- Park, C. W., Wang J. B., & Cho, Y. O. (2009). Development of Accident Scenario Models for the Risk Assessment of Railway Casualty Accidents. *Journal of the KOSOS*, 24(3), 79-87.
- Park, M., Choi, Y., Woo, G., Lee, J., Oh, I., & Yuu, Y. (2013). Research Trends in Foreign Countries for Human Error Prevention in Railway System. *in*

- Proceeding of 2013 Autumn Conference & Annual Meeting of the Korean Society for Railway*, 1447-1453.
- Park, Y. j., Lim, D. S., Min, D. K., & Kim. S. A. (2016). Research on Design of DDS-based Conventional Railway Signal Data Specification for Real-time Railway Safety Monitoring and Control. *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 20(4), 739-746.
- Sun, I. S., & Lee, W. D. (2011). A Contemplation on Measures to Advance Logistics Centers. *Journal of Distribution Science*, 9(1), 17-27.