

철도인접공사 안전관리 강화 방안에 대한 연구 : 해외적용사례를 중심으로

A Study on the Enhancement Plans of Safety Management in Adjacent Line Open Working : Focused on Foreign Countries

박흥규^{*†}, 박대혁^{**}, 안연현^{***}, 박성환^{**}, 한상원^{***}, 허남규^{*}

Hong Kyu, Park^{*†}, Dae Hyuk Park^{**}, Yoon Hyom Ahn^{***}, Sung Hwan Park^{**}, Sang Won Han^{***}, Nam Gyu Heo^{*}

Abstract The adjacent line open working is very dangerous work unlike the general construction. When the safety regulations are respected, It is expected that significant loss of life and property. Although the safety management activity is periodically performed in now, the risk element of accident is remaining. So the system improvement and safety technical development of adjacent line open working are required.

As this study, to suggest the enhancement plans of safety management in adjacent line open working that is suitable for domestic environment, the management, procedure and etc. of domestic adjacent line open working were investigated. The performances of cooperative project that is enhancement of ALO safety management were analyzed. Also, the safety management of foreign country (United Kingdom, France) were analyzed through benchmarking, the comparison with domestic and managerial implication were deducted on the basis of analysis data.

Keywords : Adjacent line open working, Safety management system

초 록 철도 운행선 인접부근에 시행하는 각종 공사는 일반적인 공사와는 달리 매우 위험한 작업일 뿐만 아니라 요구되는 안전 수칙이 준수되지 않을 경우 상당한 인적/물적 피해가 예상된다. 또한, 철도 인접 안전관리 활동을 주기적으로 시행함에도 불구하고 사고위험요소가 잔존하고 있으므로 인접공사 제도 개선 및 안전기술 개발에 대한 필요성이 요구되고 있다.

본 연구에서는 국내 현실에 맞는 철도인접공사 안전관리 강화 방안 제시를 위하여 국내 철도인접공사 관리, 절차 등을 조사하였고 철도인접공사 관련기관 등이 협업하여 추진하고 있는 철도인접공사 안전관리 강화 협업과제의 성과 등을 분석하였다. 또한 해외 벤치마킹을 통한 영국, 프랑스 철도건설, 운영 및 시설관리 전문기관의 자료를 바탕으로 현지에서 적용되고 있는 안전관리 등을 분석하고 국내 체계와의 비교 및 시사점을 도출하였다.

주요어 : 철도인접공사, 안전관리체계

1. 서론

철도 운행선 인접부근에서는 시행하는 각종 공사는 일반적인 공사와 달리 열차를 정상적으로 운행하면서 작업이 진행되기 때문에 매우 위험한 작업일 뿐만 아니라 해당 공사현장에

† 교신저자: 교통안전공단 철도항공본부(ppahong@ts2020.kr)

* 교통안전공단 철도항공본부

** 한국철도시설공단

*** 한국철도공사

서 안전 수칙이 준수되지 않을 경우에는 상당한 인적·물적 피해가 예상된다.[1]

이에 한국철도시설공단 및 한국철도공사 등 관련 기관이 철도인접공사에 대한 안전관리 활동을 주기적으로 시행함에도 불구하고 공사현장에서는 여전히 사고위험요소가 잔존하고 있으므로 인접공사 관련 제도 개선 및 안전기술 개발에 대한 필요성이 요구되고 있다.

최근, 정부의 공공기관 합리화 정책에 따른 공공기관간 협업체계 발굴 및 강화에 힘입어 2013년 교통안전공단, 한국철도시설공단, 한국철도공사 이상 3개 기관이 철도인접공사 안전관리강화 협업과제 발굴 및 MOU를 체결하였다. 협업과제에서는 인접공사 정보 및 안전정보 공유를 위한 통합안전정보시스템 구축, 합동안전점검, 안전교육 및 홍보 등을 수행하고 있으며 관련 성과를 바탕으로 철도 인접공사 안전관리 체계 구축을 위한 협업기관간 합동연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 국내 현실에 맞는 철도인접공사 안전관리 체계 구축 및 안전관리 강화 방안 제시를 위하여 먼저, 국내에서의 철도인접공사 안전관리, 절차 및 사고원인 등을 조사하였고 상기에서 언급된 협업과제의 주요내용 및 성과 등을 분석하였다. 또한, 해외 벤치마킹을 통한 영국, 프랑스의 철도건설, 운영 및 시설관리 전문기관의 자료를 바탕으로 현지에서 적용되고 있는 안전관리, 절차 및 제도 등을 분석하고 국내 철도인접공사 안전관리체계와의 비교 및 시사점을 도출하였다.

2. 국내 철도인접공사 안전관리체계[2]

2.1 철도인접공사 정의

철도인접공사(철도운행선 지장공사)는 철도건설 및 유지보수 작업을 위하여 열차 또는 차량의 운행을 지장하거나 지장할 우려가 있는 작업으로 한국철도공사 사규에서 정의하고 있으며 관련 공사는 차단작업, 열차사이 작업, 상레작업으로 나뉜다.

차단작업은 철도차량 운행시설물의 정상취급을 중지하거나 열차 또는 차량의 운행을 중지하고 시행하는 작업으로서 사전계획에 의하여 시행되며 작업의 규모나 형태에 따라 시설물 변경작업과 보수작업으로 나뉘어진다.

열차사이 작업은 열차가 운행하지 않는 시간의 작업으로서 작업소요시간이 비교적 짧고 간단하나, 작업책임자와 정거장 운전취급자, 관제사 등 확실한 정보공유가 중요하다.

상레작업은 열차운행에 지장을 주지 않는 범위에서 시행하는 작업으로서 선로나 신호장치의 점검, 열차 운행선에 지장을 주지 않지만 철도보호지구내에서 작업을 하는 경우 등이 있다.

2.2 철도인접공사 작업절차

열차 또는 차량의 운행에 지장을 주는 작업을 할 때에는 그 구간에 열차운행을 제한하거나 중지하는 조치를 하여야 한다. 철도인접공사 작업절차는 한국철도공사 운전취급규정과 열차운행선 지장작업 업무지침에 규정하고 있다. 참고로 작업승인은 연간/월간 작업계획 승인 작업, 작업 시작하기 전 승인 작업으로 이상 2가지로 나뉘어진다.

2.3 철도인접공사 사고위험요인

철도인접공사의 사고유형은 대표적으로 사상사고, 운행장애 등으로 나누어진다.

철도인접공사 사상사고는 작업자-열차/차량 접촉, 전기감전, 작업 중 당하는 부상 등이 있으며 첫째, 작업자-열차/차량 접촉에서는 소음 등으로 인한 열차접근을 인지 못하는 경우, 열차 감시인을 배치하지 않는 경우, 열차 감시인의 소홀한 업무수행 경우, 작업협의를 하지 않고 임의적으로 작업을 하는 경우 등이 있다.

둘째, 전기감전에서는 작업자가 직접 전차선로에 접촉하는 경우와 작업도구/자재 등이 전차선에 접촉하여 감전되는 경우 등이 있다

작업자가 열차접촉에 접촉하거나 전기감전 사고가 대부분이지만 셋째, 작업 중 당하는 부상에서는 작업장비 전도 및 추락, 구조물의 탈락, 자갈 비산 등에 의한 충격, 전도, 추락, 협착으로 작업자 등이 사상 경우 등이 있다.

철도인접공사 운행장애는 선로고장 및 지장물에 의한 선로장애, 전차선 단전으로 인한 급전장애, 열차운행 제어장치인 CTC나 신호보안장치 등의 기능상실로 인한 신호장애, 열차 또는 공사 차량의 탈선, 충돌, 파손으로 인한 차량장애, 작업지연 장애 등이 있다.

3. 철도인접공사 안전관리강화 협업과제

3.1 개요

철도인접공사 안전관리강화 협업과제는 2013년 7월 2일 기획재정부 공공기관 협업과제(30개)에 선정되어, 교통안전공단 주관 아래 한국철도시설공단, 한국철도공사 이상 3개 기관이 협업기관 업무협약 체계로 구성되어 있다.

주요내용으로는 정보공유, 안전관리로 나뉘지고 정보공유에서는 통합안전정보시스템(안) 구축, 안전관리에서는 합동안전점검, 교육, 홍보, 제도개선 연구 등 있으며 현재, 과제성과 달성을 위하여 관련 기관 등이 계획 예정대로 진행 중에 있다.

3.2. 주요내용

3.2.1 통합안전정보시스템 구축

철도인접공사 시행기관(한국철도시설공단, 한국철도공사)별로 관리하던 인접공사 정보를 통합관리하고, 협업기관간 안전정보를 공유하고자 통합안전정보시스템을 구축하였다. 교통안전공단이 운영중인 “철도안전정보포털(www.railsafety.or.kr)”을 활용하여 인접공사 기능을 추가 개발하였으며 Fig. 1와 같다. 상기의 시스템에는 인접공사 정보등록 및 관리, 안전점검 실적 및 사후관리 기능 생성, 안전교육 자료 등 기타 자료 공유 게시판이 생성되어 있다.

3.2.2 합동안전점검

운행선 인접공사 현장의 불안전요인 사전제거 및 안전대책 수립을 통하여 안전사고 예방, 협업기관 안전관리 노하우 및 안전기법을 공유하고자 합동안전점검을 계획하였다. 이에 정



Fig. 1 Total safety information system in Railway Safety Information Portal (www.railsafety.or.kr)

기점검인 분기별(해빙기, 풍수해대비, 동절기 포함) 4회, 대 수송 대비인 설 및 추석 대 수송 대비 2회 총 연중 6회 실시하였고, 협업기관별로 전문가 인원을 선정하여 합동 점검반을 구성하였다.

주요 점검내용은 운행선 인접 취약시설에 대한 안전관리 및 안전대책, 절.성토 사면, 축대, 옹벽 등 붕괴 위험개소 안전점검 및 열차운행 지장작업에 대한 안전관리계획 수립·시행 여부 등 있다.

3.2.3 합동안전교육 및 홍보

운행선 인접공사 현장 종사자에 대한 안전관리대책 및 사고사례 등 안전교육 및 홍보를 통하여 안전의식을 고취하고자 합동안전교육 및 홍보를 계획하였다. 이에 분기별 4회 정기교육 및 대형 사고발생시 특별교육 실시하였고 반기 별 2회(4월, 9월)로 안전홍보를 실시하였다.

주요 내용으로는 운행선 인접현장 안전관리 대책, 인접공사 사고사례 및 재발방지 대책 등의 안전교육, 교육자료 활용을 위한 교재개발, 인접공사 현장(철도보호지구 포함) 근로자 및 일반국민 홍보물 배포 등 있다.

3.2.4 제도개선 연구

철도인접공사 안전관리제도 개선 및 인접공사 사고예방을 위한 안전기술 개발을 목표로 제도개선 연구를 계획하였고 영국, 프랑스 벤치마킹 완료 및 관련 세부 연구가 진행되고 있다.

4. 해외 철도인접공사 안전관리체계

상기에서 언급된 협업과제의 주요 내용 중 제도개선 연구를 수행하기 위하여 해외 철도인접공사 적용사례를 조사하였고 영국, 프랑스의 철도인접공사 안전관리체계 주요 내용 및 이에 따른 국내와의 비교, 적용가능성 및 시사점은 다음과 같다.

4.1 영국

영국의 철도는 BR(British Railway)에서 철도시설관리자(Network Rail), 철도 운전자 등으로 나눠져서 운영되고 있다. 이에 철도인접공사 안전관리체계 관련 조사를 수집하고자 Network Rail에 현장 방문하였다. 참고로 Network Rail의 주요 임무는 시설의 유지 및 보수, 선로 배분 및 운영관리, 차량정비창 운영 및 역사 위탁관리 업무 등이 있다.

Network Rail에서는 신규노선 개통뿐만 아니라 철도인접공사의 안전관리를 통하여 작업으로 발생하는 위험요소를 제거하고 있으며 특히, Network Rail에서는 승객이 다치지 않는 것을 최우선 목표로 설정하고 있으며 장비 투입으로 인한 인력을 최소화하고 있다.

또한, 최근에는 굴삭기(Excavator)장비의 증가 및 굴삭기 신뢰확보를 위한 이동제한장치 설치 등을 통하여 인접공사 안전관리 활동인 Control System 3을 추진하고 있다.

4.1.1 정량적 위험분석 및 구역(Zone)별 관리

Network Rail에서는 철도인접공사 안전관리를 위하여 기존의 철도인접공사 사고사례를 분석하였고, 이를 바탕으로 철도인접공사(ALO : Adjacent Line Open) 작업의 리스크(Risk) 프로파일을 결정하기 위한 정량적 위험분석(QRA : Quantitative Risk Analysis)을 진행하고 있다. 또한, 작업 초기 단계부터 RRV(Road Rail Vehicle) 굴착기로 인한 위험 예측하고 비용 편익 분석을 통하여 다양한 위험 감소를 진행하고 있다.

철도인접공사 현장은 구역(Zone)별로 나눠 관리하고 있으며 Fig. 2과 같다. 철도인접공사의 모든 장비는 작업반경을 계산하여 열차운행에 대한 지장여부를 판단하고 해당 장비에 대한 한계치 등 분석 및 승인단계를 진행하여야만 활용 가능하도록 되어 있다. 이에 3가지 ALO 유형으로 나눠 구역 Zone A, B, C 안전관리 실시하고 있다.[3]

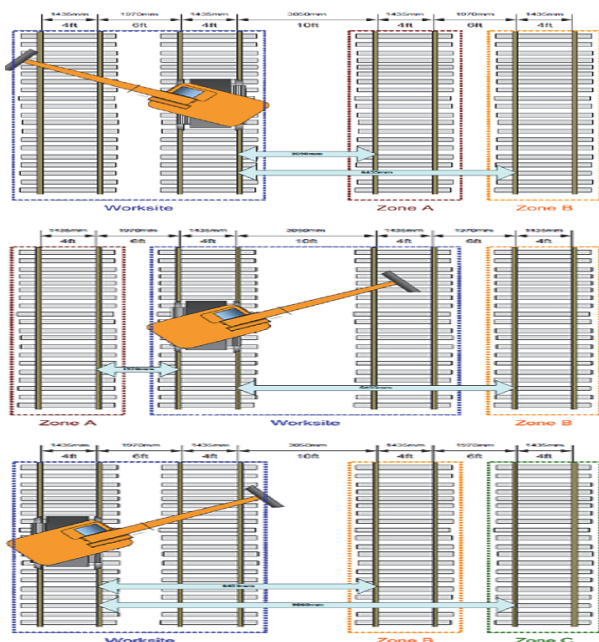


Fig. 2 Zone control system in ALO

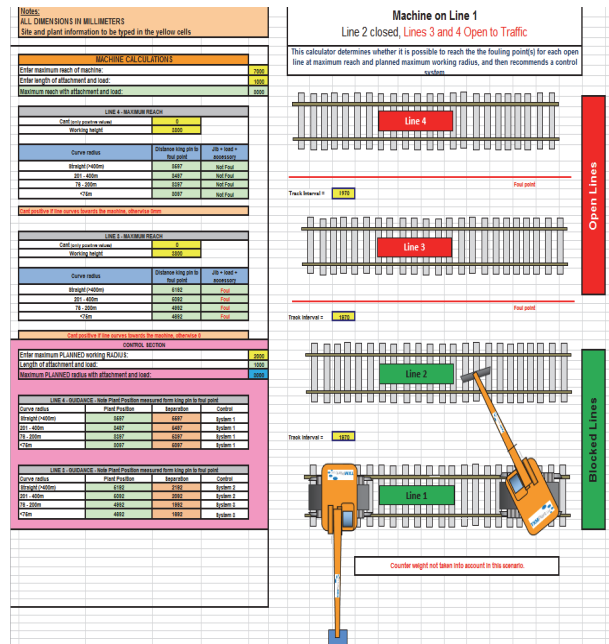


Fig. 3 Control System Calculator

이뿐만 아니라 ALO 작업 유형별로 작업 안전유무를 확인하기 위하여 작업반경, 선로간 거리 등을 반영하여 자동적으로 계산이 가능한 Control System Calculator를 제공하고 있으며 Fig. 3와 같다.

4.1.2 인원배치 별 안전관리

Network Rail에서는 인접공사 내에 Fig. 4와 같이 장비 운영자(MO : Machine Operator)는 RRV 운영, RRV 작업 설정 및 위험관리 조치 등을, 장비 관리자(MC : Machine Controller)는 RRV 운영 제어 관리, 장비 이동 감독 및 안내 등을 수행하고 이외에도 기술자(Technician), 계획자(Planner)로 역할을 나눠 안전관리 활동을 수행하고 있다.

4.1.3 ALO Toolkit

Network Rail에서는 ALO 안전관리를 위한 ALO Toolkit를 개발하여 관련 업체 및 종사자에게 Toolkit(가이드북, 체크리스트 등)를 제공하고 있다.

가이드북에는 인접공사 작업 도중에 발생 가능한 위험을 미리 예측하기 위한 ALO 가이드북으로서 정의, 약어, 계획, 매개변수, 일반 작업시나리오 등의 내용이 포함되어 있다.

체크리스트에는 ALO 활동에 대한 의무적인 요구사항을 제공하고 해당항목에 대한 확인이 반드시 필요하다. 체크리스트는 Fig. 5와 같이 3가지 유형으로 나누어진다.[4]

- ALO Site Coordinator : ALO 작업 시작되기 전에 계획되었던 사항들이 전반적으로 올바르게 되어있는지는 파악하는 단계
- ALO Change Control : ALO 작업에 대한 변화가 필요할 시 관리자가 승인하는 단계
- Management Assurance : ALO의 작업이 승인된 계획에 따라 이행되는지 확인하는 단계

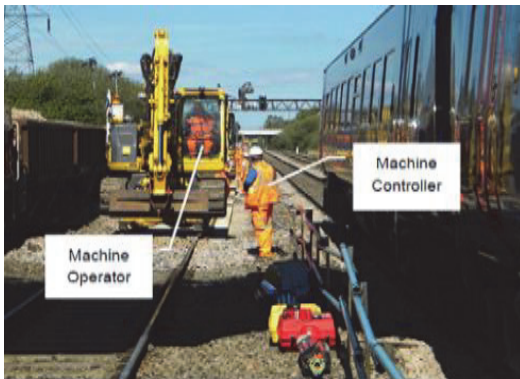


Fig. 4 Field supervision in ALO

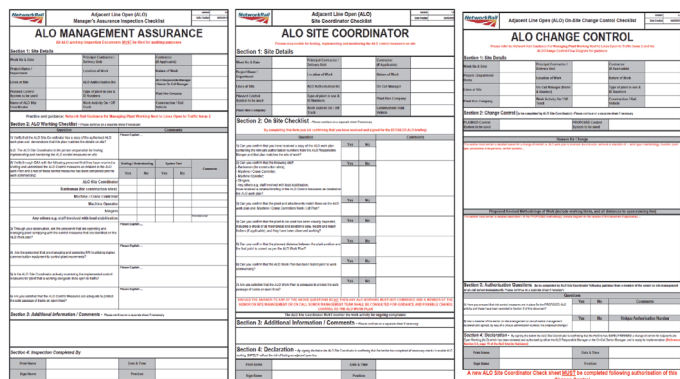


Fig. 5 ALO Toolkit (Planning & Assurance Requirements)

4.2 프랑스

프랑스의 경우는 철도운영회사인 SNCF(Société Nationale des Chemins de fer Français) 현장방문 후 관련 철도인접공사 자료조사 및 분석하였다. 참고로 SNCF는 프랑스 전국의 철도망을 총괄하는 철도운영법인으로서 열차의 운행 및 철도차량의 보유 등을 업무로 하고 있으며 TGV, 장거리, 중거리, 지역 여객 수송 및 화물 운송을 담당하고 있다.

4.2.1 구역별 관리(ZEP)

SNCF에서는 지정된 기간 동안 선로를 구역별(ZEP : Zones Élémentaires de Protection)로 관리함으로써 ZEP tpe G(전철기가 포함된 구간), ZEP type L(역간 사이 전철기 없는 구간)로 나눠 철도인접공사 안전관리를 시행하고 있다.

구역별 내 작업반장은 문제발생 시, 인접공사 책임자(RPTx)에게 차량운행 중단을 요청하고, 허락을 득하게 되면 해당분야에 대한 작업을 지시하고 있다. 구역별 관리에 따른 역할별 보고체계는 Fig. 6과 같다.

또한, 인접공사 보호구간(Planche travaux), 공사구간(Zone de chantier)을 설정하여 열차운행을 제어하고 있으며 Fig. 7과 같다.

열차가 보호구간에 있을 경우, RPTx와 AC에게 보고하고, 허락을 득하게 되면 공사구간에 진입이 가능하다. 이후 공사구간에 열차가 다시 보호구간으로 진입하고자 할 경우 CCh에서 보고 및 허락을 득하여 한다.

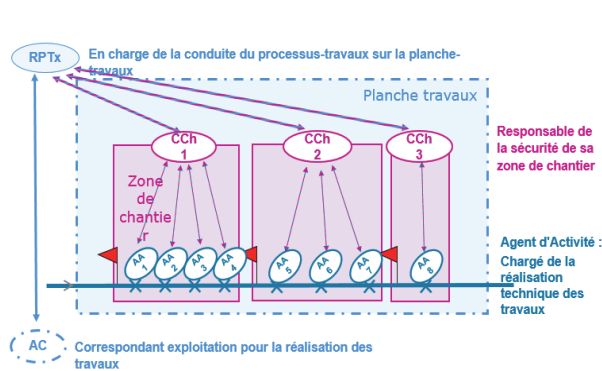


Fig. 6 ZEP system in ALO

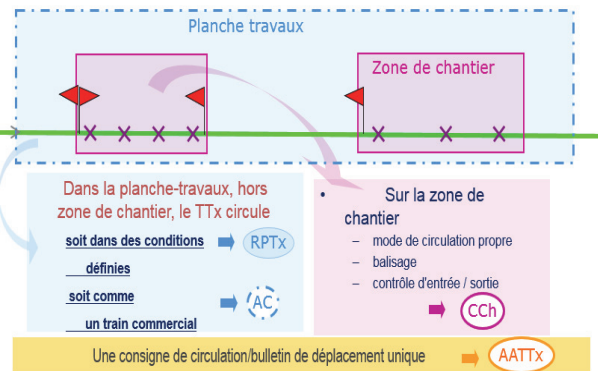


Fig. 7 Reporting system in ALO

- RPTx : 인접공사 책임자
- AC : 관제실 담당자
- ※ 상황에 따라 관제실은 역의 관제실, 종합관제실 중 택일
- CCh: 작업반장
- AA : 인접공사작업자

4.2.2 인력 및 장비 안전관리

철도인접공사 장비는 SNCF의 자체 인증절차 및 외부기관의 승인과정을 거쳐야만 작업현장에서 사용할 수 있으며 장비로 인한 사고를 방지하기 위하여 장비마다 기계적으로 이동제한장치를 설치하고 있다.

철도인접공사 공사현장 내 일용직의 안전관리는 SNCF 안전직원이 직접 관리한다. 공사현장 주변에는 상시 안전관리를 위한 사무실이 설치되어 있으며, 안전관리 책임자를 배치되어 있다. 작업추진사항뿐만 아니라 작업자들의 안전의식 고취를 위한 현황판이 게시되어 있으며 작업자, 방문자, 구조자 등 업무별로 보호헬멧 색상이 다르게 하여 운영하고 있다.

참고로 철도인력 및 장비에 대한 거리확보는 선로 양끝을 기준으로 작업자의 경우 1.5m 이상, 트레일러 경우 2.3m 이상 등 유형별로 거리를 확보하여 안전을 유지하고 있다.

4.3 국내 적용가능성 및 시사점

영국의 경우, 철도인프라 산업은 국내와 비교 시 산업크기뿐만 아니라 제품기술력 등 전반적으로 한 단계 앞서 있다고 판단된다.

Network Rail은 국내와 달리 인력에 들어가는 비용을 줄이기 위하여 굴삭기 등 장비를 회사자산으로 보유하고 있으며 장비 내 기계적인 구속 방지 장치를 설치하여 장비의 오작동 및 인적 오류로 인한 사고를 미연에 방지하고 있다.

또한 철도인접공사 안전관리 있어 정량적 위험분석(QRA), ALO 구역별관리, ALO Toolkit 등을 개발 및 활용하여 제도적 기반을 마련하고 있다.

프랑스의 경우, SNCF의 안전관리활동은 국내 환경과 별 차이가 없었으나, 국내 안전관리 체계보다 좀 세부적으로 단계를 나눠 역할별로 임무를 할당 후 보고 및 승인 절차로 관리하고 있다. 철도인접공사 현장은 인접공사 보호구간, 공사구간으로 나눠 안전관리를 수행하고 있으며 구역별로 책임자를 배치하고 있고, 만약 보고 후 허락을 득하지 못하게 되면 진입이 절대 불가하였다.

추가로 상기의 철도인접공사 안전관리 절차와 제도뿐만 아니라 이동제한장치가 장착된 장비, 열차접근경보장치, 건설현장 모니터링장비 등 다양한 장비 활용을 통하여 철도인접공사 안전관리체계를 구축하고 있다.

5. 결론

본 연구에서는 국내 현실에 맞는 철도인접공사 안전관리 체계 구축 및 안전관리 강화 방안 제시를 위하여 국내의 철도인접공사 안전관리 체계를 조사하였고, 현재 철도인접공사 관련 기관 등이 협업체계를 구축하여 진행되고 있는 철도인접공사 안전관리 강화 협업과제의 주요내용 등을 분석하였다. 또한 국내외 철도인접공사 안전관리체계 비교를 위하여 해외 벤치마킹을 통한 적용되고 있는 안전관리 체계를 분석하였고 이에 따른 국내 적용가능성 및 시사점을 도출하였다.

본 연구를 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 국내 철도인접공사 안전관리체계와 안전관리 활동 조사결과, 국내 적용되고 있는 철도인접공사 분류, 작업절차를 제시하였고, 사고 유형별로 발생 가능한 위험요인들을 확인할 수 있었다. 이에 대한 대책으로서 현재 진행되고 있는 철도인접공사 안전관리강화 협업과제를 대상으로 통합정보시스템 구축, 합동안전점검, 합동안전교육 및 홍보, 제도개선의 주요 내용 및 성과를 재확인하였다.

2) 해외벤치마킹을 통한 국내외 철도인접공사 안전관리체계 비교.분석 결과, 국내 철도인접공사를 시행하는데 있어, 작업 전에 사고율 감소를 위한 위험분석 및 비용 편익분석 등이 필요하다고 판단된다. 이뿐만 아니라 철도인접공사 관련기관인 한국철도시설공단, 한국철도공사 상호협의 및 정보공유를 통하여 국외에서 적용되고 있는 구역(Zone)별 관리, ALO Toolkit, 구역별 업무보고체계 등을 기반으로 한 국내 현실에 맞는 철도인접공사 안전관리 체계 구축과 관련된 추가 연구가 필요하다고 판단된다.

3) 또한, 상기의 철도인접공사 안전관리 절차와 제도뿐만 아니라 이동제한장치가 장착된 장비, 열차접근경보장치, 건설현장 모니터링장비 등 국외에서 활용되고 있는 다양한 장비의 도입 검토가 필요하고 이에 따른 경제성 분석 연구도 병행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Korea Transportation Safety Authority (2004) Safety Management in Adjacent Line Open Working.
- [2] D.H. Jung (2010) A Study on the Risk Assessment for Works on/near Operating Line, M. S. Dissertation, Seoul National University of Science And Technology.
- [3] Network Rail, Guidance for Managing Plant Working next to line open to traffic.
- [4] Network Rail (2013), ALO PLANNING & ASSURANCE REQUIREMENTS.
- [5] S.S. Choi (2007) A Study on Measures to Reduce Safety Related Accidents during Construction in the Proximity of Railway in Service, M. S. Dissertation, Woosong University.
- [6] Y.G. Park (2010) A Study on Safety System Problems of Obstacle Construction Works in Domestic Railways, M. S. Dissertation, Korea National University of Transportation.
- [7] K.S. Lee (2008) Cause and measure for workplase accident in railroad industry : base on the work at operating line, M. S. Dissertation, Yeungnam University.