

철도종합시험운행 결과검토 도입에 따른 철도노선 안전성 강화에 대한 연구

A Study on the Safety Enhancement of Railway depending on the Result Review of Comprehensive Running Test

윤경철*†, 엄범규*, 허남규*, 이용상**

Gyeong Cheol Yun*†, Beom Gyu Eom*, Nam Gyu Heo*, Yong Sang Lee**

Abstract Recently, To solve the social concerns about railway safety issues, the safety management system about railway operators, infrastructure manage and etc. was completely reorganized from ex post, restrictive management system to ex ante, continuous management system. And the Korean railway safety law was revised by instituting the various institution, including the type approval, manufacturer approval, result Review of comprehensive running test and etc.

As this study, to the target result review of comprehensive running test, the safety enhancement methods about the new/reconstruction of railway were suggested. Firstly, the data of domestic and foreign railway comprehensive running test system was investigated. And the step-by-Step procedure, method and etc. of comprehensive running test were compared and analyzed in effect in Korea. Also, the field, item, standard and etc. of review were suggested. Lastly, the performances of Cheongna station that is first case were confirmed.

Keywords : Comprehensive running test, Result review, Facility verification tests, Business test drive

초 록 최근 철도안전 문제에 대한 사회적 우려를 해소하기 위하여 철도운영자 및 철도시설관리자에 대한 안전관리제도를 사후적·제한적 관리체제에서 사전적·상시적 관리체제로 전면 개편하고 형식, 제작자 승인제도, 철도노선의 종합시험운행제도 개선 등 다양한 제도 도입을 통하여 철도안전법을 개정하였다. 본 연구에서는 도입된 제도 중 종합시험운행 결과검토를 대상으로 하여 신규/개량노선에 대한 안전성 강화 방법을 제시하고자 하였다. 먼저, 국내외 철도종합시험운행 체계 자료를 조사하여 시행 중인 종합시험운행의 단계별 절차, 방법 등을 비교·분석하였다. 결과검토 제도에서의 검토분야와 단계별로 시행되는 검토항목 및 검토기준 등을 제시하였고 결과검토의 첫 번째 적용사례인 청라역에 대한 해당 성과를 확인하였다.

주요어 : 철도종합시험운행, 결과검토, 시설물검증시험, 영업시운전

1. 서론

1.1 연구배경 및 필요성

최근 철도안전 문제에 대한 사회적 우려를 해소하기 위하여 철도운영자 및 철도시설관리자에 대한 안전관리제도를 사후적·제한적 관리체제에서 사전적·상시적 관리체제로 전면

† 교신저자: 교통안전공단 철도항공본부(korai11988@ts2020.kr)

* 교통안전공단 철도항공본부

** 우송대학교 철도물류대학 철도경영학과

개편하고 철도차량/철도용품의 형식승인제도, 철도용품 제작자승인제도, 철도노선의 종합 시험운행제도 개선 등 다양한 제도 도입을 통하여 철도안전법을 개정하였다.[1]

개정된 철도안전법의 제38조(종합시험운행)의 경우, 철도노선을 새로 건설하거나 기존노선을 개량하여 운영하려는 경우에 운행 중 발생할 수 있는 안전사고부터 국민을 보호하기 위해 운영 전 종합시험운행을 강화하고자 종합시험운행 결과검토 제도를 도입하였다. 이전까지는 철도시설관리자 및 철도운영자가 영업운영 전에 시설물검증시험 및 영업시운전 등 종합시험운행을 자체적으로 실시하여 국토교통부에 결과보고를 하는 단계였지만 개정된 철도안전법에서는 철도시설관리자와 철도운영기관이 종합시험운행을 자체적으로 실시하되, 결과에 대한 적합성 여부를 국토교통부에서 판단하여 필요에 따라 개선 및 시정명령을 내릴 수 있도록 규정하였다.

또한, 언급된 바와 같이 결과검토 단계가 신설되어 종합시험운행 과정에 추가되었고, 국내 사례조사 결과, 결과검토 제도와 유사한 개념으로서 2010년 교통안전공단에서 특정 철도 운영기관인 B경전철(주)을 대상으로 철도안전컨설팅을 시행한 사례를 확인할 수 있었다.[2] 철도안전컨설팅에서는 안전, 운행, 시설, 전기분야를 대상으로 하여 운영기관의 잠재적인 위험요인을 사전에 발굴하여 사고를 미연에 방지함으로써 철도안전을 확보하고자 하였다.

컨설팅 이후, 현재까지 B경전철(주)에 대한 운행장애 등 안전상태를 확인하기 위하여 교통안전공단의 철도안전정보포탈를 활용하여 분석한 결과, 2013년 운행장애 1건이 발생하였다.

컨설팅에 대한 효과를 확인하고자 컨설팅을 시행하지 않는 U경전철(주)와의 사고비교를 실시하였고 2개 기관 비교결과, 개통 후 현재까지 B경전철(주) 1건, U경전철(주) 17건의 차이를 확인할 수 있었다. 이는 종합시험운행 단계를 수행하는데 있어 신규 적용된 결과검토 제도가 철도안전에 대하여 상당한 파급효과가 있다는 것을 재확인할 수 있었다.

1.2 연구목적

본 연구에서는 신규 및 개량노선에 대한 안전성 강화를 제시하는 방법으로서 먼저, 국외 철도종합시험운행 체계를 조사하고 철도안전법 제38조 등 관련 법령 및 행정규칙에서 명시되어 있는 사항들을 바탕으로 국내에서 시행되고 있는 종합시험운행의 단계별 절차 및 방법을 비교·분석하였다. 특히 이번에 신설된 종합시험운행에 대한 결과검토 도입에 따른 다른 종합시험운행 단계인 시설물검증시험 및 영업시운전과의 상관관계를 도출하였다.

또한, 종합시험운행 결과검토 제도의 안정적인 정착을 위하여 결과검토의 분야와 단계별로 시행되는 검토항목 및 검토기준 등을 제시하였다. 이를 바탕으로 종합시험운행 결과검토의 첫 번째 적용사례인 코레일공항철도에 대한 청라역을 대상으로 하여 검토 진행사항 및 결과검토 제도의 결과물인 단계별 개선·시정명령 사항, 보완조치 여부를 조사하였다.

2. 국내외 철도종합시험운행 체계 및 제도[3]

2.1 국외현황

2.1.1 유럽연합(EU)

유럽연합 철도의 경우, Fig. 1과 같이 개별 국가의 관련규정 체계에서 상호운용에 관한 기술기준(TSIs, Technical Specifications for Interoperability) 체계로 전환되었다. 종합 시험운행과 관련된 규정은 TSIs에 따라 개정되었으나 국내에서는 현실적인 어려움으로 인해 종합시험운행의 요구조건 수준정도만 확인할 수 있었다.

2.1.2 일본

일본 철도의 경우, 기술기준(성령)에서 종합시험운행과 관련된 사항들을 요구하고 있다. 기술기준 내 제9장 시설 및 차량의 보전 제88조(신설 및 신제차량 등의 검사 및 시운전)에 규정되어 있으며 Fig. 2와 같다.

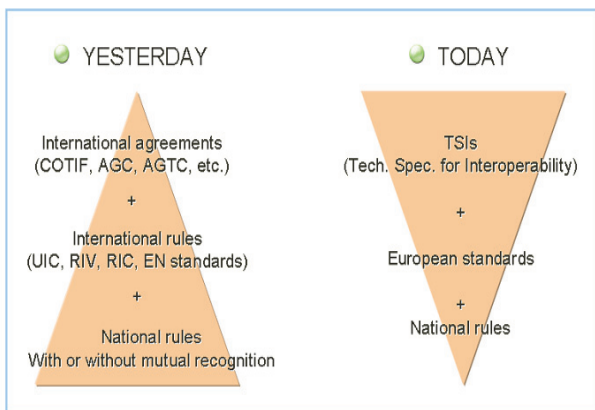


Fig. 1 Safety management system in Europe

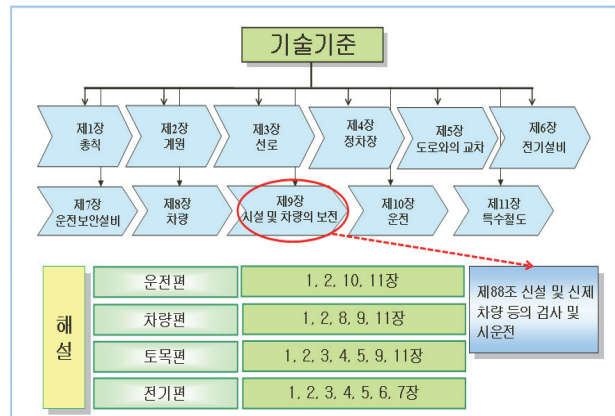


Fig. 2 Technical regulation in Japan

2.1.3 미국

미국 철도의 경우, 고속철도 안전프로그램 FOX(Florida Overland eXpress)에서 종합시험 운행에 대한 관련 규정들에 대한 규정이 수록되어 있다. 종합시험운행을 사전-운영검증 시험, 시스템 통합운영 시험, 사전-영업 서비스 시험 나눠 시험을 실시하고 있으며 최종 단계에서 모든 사전운영/사전 영업서비스 자격시험 결과보고서를 제출하고 보고서에 명시하는 결함들을 정정하는 필요 조치 실행 등 승인 확인 단계를 명시하였다.

2.2 국내현황

국내에서는 종합시험운행과 관련하여 상세한 사항들은 철도종합시험운행 시행지침에 명시되어 있으며 철도안전법 개정일('14.3.19)과 동일한 날짜에 철도종합시험운행 시행지침 내에 결과검토 제도가 도입되었다.

철도종합시험운행 시행지침은 총칙, 종합시험운행을 위한 사전준비, 종합시험운행의 시행, 안전성검토 등, 안전관리 등 총 5장으로 구성되어 있고, 결과검토 업무에 대한 주요 사항들은 제3장 종합시험운행의 시행, 제4장 안전성검토 등에 포함되어 있으며 세부내용은 참고문헌 1과 같다.[4]

2.2.1 종합시험운행의 시행

철도시설관리자 및 철도운영자 측면에서의 사항들이 포함된 종합시험운행의 시행(총 8개 조항)에서는 크게 종합시험운행 시행계획 수립, 종합시험운행팀 구성, 시설물검증시험, 영업시운전, 시험운행 결과의 처리 등 관련 순으로 진행되며 항목별 주요 내용은 Table 1과 같다.

Table 1 No. 10~16 of comprehensive running test enforcement policy

항목	주요 내용
제 10 조 (종합시험운행 시행계획의 수립)	<ul style="list-style-type: none"> 철도시설관리자는 종합시험운행시행계획을 철도운영자와 협의하여 종합시험운행 실시 1개월 전에 수립하여 시행 철도시설관리자는 시행계획과 공중별 시험 및 사전점검 결과를 국토교통부장관 (검토팀포함) 보고 및 관계기관 통보 등
제 11 조 (종합시험운행의 조직의 구성 및 비용부담)	<ul style="list-style-type: none"> 철도시설관리자는 철도운영자와 합동으로 분야별 전문지식과 경험을 가진 자를 전담요원으로 하는 종합시험운행팀 구성 종합시험운행 소요 비용은 철도시설관리자와 철도운영자가 협의하여 공동 부담 등
제 13 조 (시설물 검증시험)	<ul style="list-style-type: none"> 철도시설관리자는 사전점검을 시행한 후 시설물의 정상작동 상태, 철도시설의 안전상태, 철도차량의 운행적합성, 철도시설과 차량 간의 연계성 등 관련 내용이 포함 시설물검증시험 수행 시험대상 시설물의 특성 및 규모에 따라 설계속도 또는 철도차량의 최고속도까지 단계적으로 올리면서 시행
제 14 조(영업시운전)	<ul style="list-style-type: none"> 종합시험팀은 시설물 검증시험을 완료한 후에 신설 또는 개량한 철도시설의 전반적인 성능을 확인하고, 운영체계 점검 및 종사자의 업무숙달 등을 축적하기 위하여 영업서비스 운영을 가정한 영업시운전 실시
제 16 조 (시험운행 결과의 처리)	<ul style="list-style-type: none"> 종합시험팀은 종합시험을 완료한 때에는 종합시험운행의 실시내용 및 시험결과 등을 확인하고 지침 [별지 서식 1]의 종합시험운행 결과보고서 작성

2.2.2 안전성검토 등

국토교통부 및 검토업무를 위탁받은 검토팀 측면에서의 사항들이 포함된 안전성 검토(5개 조항)에서는 크게 철도시설의 기술기준에의 적합여부 검토, 종합시험운행 결과에 대한 검토 계획 수립, 철도시설 및 열차운행체계 안전성 여부 검토, 정상운행 준비의 적절성 여부 검토, 검토 결과의 보고 등 관련 순으로 진행되며 항목별 주요 내용은 Table 2와 같다.

Table 2 No. 18~22 of comprehensive running test enforcement policy

항목	주요 내용
제 18 조 (철도시설의 기술기준에의 적합여부 검토)	<ul style="list-style-type: none"> 검토팀은 제출받은 서류(공중별시험, 사전점검 결과, 철도종합시험운행 시행계획 등)을 철도시설의 기술기준에의 적합여부 검토 점검항목에 따라 법 제 25 조의 철도시설의 기술기준에의 적합여부 검토
제 19 조 (종합시험운행 결과에 대한 검토계획 수립)	<ul style="list-style-type: none"> 검토팀은 제 18 조의 철도시설의 기술기준에의 적합여부를 검토한 결과 종합시험운행 시행에 문제가 없다고 판단된 경우, 종합시험운행 결과에 대한 검토계획을 수립하여 종합시험운행 착수일 14 일 이전에 철도시설관리자에게 내용 통보
제 20 조 (철도시설 및 열차운행체계 안전성 여부 검토)	<ul style="list-style-type: none"> 검토팀은 제출받은 서류(시설물 검증시험 결과 등)을 철도시설 및 열차운행체계 안전성여부 점검항목에 따라 철도시설 및 열차운행체계 안전성 여부 검토
제 21 조 (정상운행 준비의 적절성 여부 검토)	<ul style="list-style-type: none"> 검토팀은 제출받은 서류(영업시운전 결과 등)을 정상운행 준비의 적절성 여부 점검항목에 따라 정상운행 준비의 적절성 여부 검토
제 22 조 (검토 결과의 보고 등)	<ul style="list-style-type: none"> 검토팀은 종합시험운행 결과보고서를 받은 후 10 일 이내에 개선.시정명령 조치 결과를 포함한 종합시험운행 결과 검토보고서를 작성하여 국토교통부장관에게 보고

3. 철도종합시험운행 결과검토

3.1 검토분야 및 단계별 절차

철도종합시험운행 결과검토는 수행분야는 관제, 운전, 영업, 철도차량, 노반, 궤도, 건축, 전철전력, 신호, 통신 이상 10개 분야로 나뉘어져 있으며 관련 검토절차를 고속철도 신설선으로 예를 들어 Fig. 3과 같이 정리하였다. 단, 설명된 검토일정은 검토과정 중 개선.시정명령 등을 고려하여 변경될 수 있다. 참고로 지침에서 명시된 것과 같이 종합시험운행기간은 실제로 시설물 검증과 영업시운전을 시행한 기간으로 정의하고 있다.

3.2 단계별 검토항목

종합시험운행 결과검토의 단계별 검토항목별 주요내용은 Table 3과 같으며 상기에서 언급된 바와 같이 철도시설의 기술기준에의 적합 여부, 철도시설 및 열차운행체계 안전성 여부, 정상운행 준비의 적절성 여부 3단계로 나뉜다.

➢ Ex) 고속철도 신설선의 경우

○ 종합시험운영기간 90일 이상

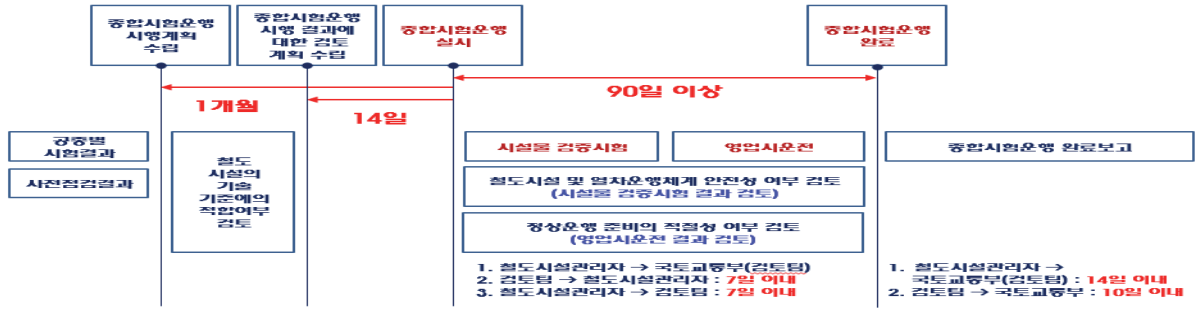


Fig. 3 Procedure of result review on comprehensive running test

3.2 단계별 검토항목

종합시험운영 결과검토의 단계별 검토항목별 주요내용은 Table 3과 같으며 상기에서 언급된 바와 같이 철도시설의 기술기준에의 적합 여부, 철도시설 및 열차운행체계 안전성 여부(시설물검증시험 결과검토), 정상운영 준비의 적절성 여부(영업시운전 결과검토) 3단계로 나뉜다.

Table 3 Phased review items

순번	항목	주요 내용	비고
1	철도시설의 기술기준에의 적합여부 검토	<ul style="list-style-type: none"> 철도 관계법령의 적용의 적정성 일반 선로 구조물 및 궤도 시설물의 설치 기준 준수 확인 모든 선로 구조물, 지지물 및 설비의 기계적, 전기적인 안전간격 확보와 안전 여유 한계 확인 공중별 시험 및 사전점검 결과의 적정성 종합시험운영 시행계획의 적정성 종합시험운영팀 조직구성의 적정성 등 	철도종합시험운영 시행지침 별표 6
2	철도시설 및 열차운행체계 안전성여부	<ul style="list-style-type: none"> 철도시설 기술기준에의 적합여부 검토결과 시정조치의 적정성 시설물 검증시험의 적정성 선로구조물(궤도/노반/교량/터널 /역시설 등), 전철전력(전차선/전력), 신호통신 분야, 차량과의 연계성 시설물검증시험의 적정성 시설물 검증시험 결과 처리의 적정성 등 	철도종합시험운영 시행지침 별표 7
3	정상운영 준비의 적절성 여부	<ul style="list-style-type: none"> 시설물 검증시험의 적정성 영업시운전의 적정성 종합시험운영(영업시운전) 기간의 적정성 운전, 영업분야 영업시운전의 적정성 시험운영 결과 처리의 적정성 등 	철도종합시험운영 시행지침 별표 8

4. 철도종합시험운행 결과검토 적용사례

결과검토 위탁 업무를 담당하고 있는 교통안전공단 검토팀에서 코레일공항철도에 대한 청라역 대상 결과검토 업무를 수행하였고 이에 따른 검토 진행 사항 및 단계별 개선·시정명령 사항을 조사하였다. 참고로 검토팀에서는 현재 호남고속철도 오송~광주송정 구간, 경의선 강매역 등 종합시험운행 결과검토 시행계획에 따른 업무를 수행 중에 있다.

4.1 종합시험운행 개요

코레일공항철도 검암~운서역간 청라역 신설건설사업으로서 사업기간 2011~2014년으로서 인천경제자유구역 개발계획에 따른 청라지역 입주민 등의 교통편의 제공 및 인천광역시 서구지역 지역개발 촉진을 목적을 하고 있다. 예정대로 2014년 6월 21일(토)에 개통을 시작하였으며 청라역에 대한 주요 노선도는 Fig. 4 및 주요 시설물 현황은 Table 4와 같다.

청라역과 관련하여 한국철도시설공단에서는 시설물의 안전상태 및 정상작동 여부, 철도차량의 운행적합성, 철도시설물과의 연계성(Interface), 열차운행체계 점검 및 동력차 승무원의 운전 취급 적응훈련 등을 확인·점검하고자 철도종합시험운행 시행지침에서 명시된 바와 같이 공중별시험, 사전점검, 시설물검증시험(‘14. 05. 27~28), 영업시운전(‘14. 06. 10, 17~20)을 시행하였다.

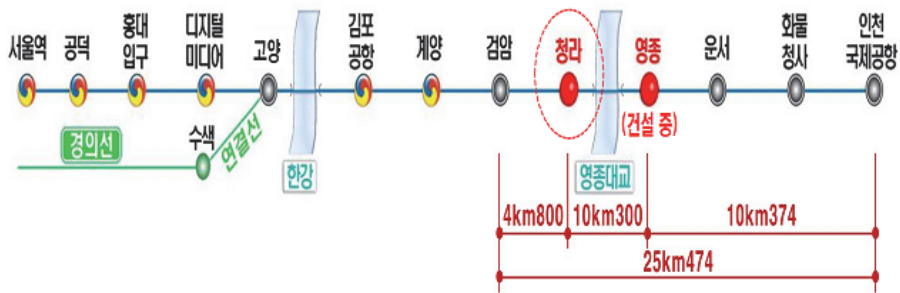


Fig. 4 Line map of Cheongna station

Table 4 Main facility of Cheongna station

분야	주요 시설물 현황	분야	주요 시설물 현황
노반	<ul style="list-style-type: none"> 토 공 : 1.281km 연결통로 : 보도육교(L=114m) 승강장 : 11x170m(섬식 고상홈 1 식) 	전차선/전력	<ul style="list-style-type: none"> 전차선로 철거/신설 1 식 배전선로 철거/신설 1 식 청라역사 건축전기 신설 1 식
궤도	<ul style="list-style-type: none"> 레일 이설 및 정정 : 0.687Km 	신호	<ul style="list-style-type: none"> 궤도회로 2 개소 신설 정위치 정차(상·하선)
건축	<ul style="list-style-type: none"> 역사 : 청라역 	통신	<ul style="list-style-type: none"> 열차무선설비 1 식

4.2. 종합시험운행 결과검토 결과

검토팀에서는 코레일공항철도 청라역을 대상으로 하여 결과검토 단계인 철도시설의 기술 기준에의 적합여부 검토, 철도시설 및 열차운행체계 안전성여부(시설물검증시험 결과검토), 정상운행 준비의 적절성 여부(영업시운전 결과검토)을 수행하였고 이에 따른 검토결과는 다음과 같다.

검토 결과, 결과검토 단계별로 개선사항(부적합)은 없으며 단계별 시정(보완) 사항은 Table 5와 같고 해당 사항 30건 모두 개통 전에 조치 완료된 것을 확인할 수 있었다.

단, 코레일공항철도 경의선의 경우 전체 종합시험운행구간이 기존 운행선에 역사를 신설하는 짧은 구간으로서 부적합(개선)사항은 없고 보완(시정)사항은 다수 발생한 것을 재확인할 수 있었다.

Table 5 Review results of Cheongna station

분야	검토결과											
	계	관계	운전	영업	차량	노반	궤도	건축	전철전력	신호	통신	
검토절차												
계	30	3	3	1	-	1	2	7	5	2	6	
철도시설의 기술기준에의 적합 여부	17	-	-	-	-	1	2	5	3	2	4	
철도시설 및 열차운행체계 안전성여부 (시설물검증시험 결과검토)	8	3	1	-	-	-	-	-	2	-	2	
정상운행 준비의 적절성 여부 (영업시운전 결과검토)	5	-	2	1	-	-	-	2	-	-	-	

5. 결론

본 연구에서는 신규 및 개량노선에 대한 안전성 강화를 제시하는 방법으로서 국내외 철도 종합시험운행 체계를 비교 분석하고 검토팀에서는 수행하는 종합시험운행에 대한 결과검토 업무와 철도운영자 등이 수행하는 시설물검증시험 및 영업시운전과의 상관관계를 도출하였다. 또한, 결과검토의 분야와 단계별로 시행되는 검토항목 및 검토기준 등을 제시하였다. 종합시험운행 결과검토의 적용사례로서 코레일공항철도 청라역에 대한 검토 진행사항 및 단계별 개선·시정명령 사항, 보완조치 여부를 조사하였다.

본 연구를 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 국내외 종합시험운행 체계 및 제도 분석결과, 유럽연합(EU) 철도안전 체계와 TSIs 규정에 대한 요구사항을 정리하였고, 일본, 미국 등 종합시험운행과 관련된 규정 검토 및 결과물에 대한 검토 단계를 확인하였다. 이는 이전의 철도시설관리자 및 철도운영자의 종합시험운행 업무수행과 비교하여 신설된 종합시험운행 결과검토 제도의 필요성과 타당성을 재확인

인할 수 있었다.

2) 철도종합시험운행 결과검토 제도 및 적용사례 세부분석결과, 단계별로 진행되는 결과검토 항목 및 주요 내용을 철도시설관리자 및 철도운영자에게 제시함으로써 결과검토 제도의 안정적 정착에 상당한 효과가 있다고 판단된다. 또한, 결과검토 적용사례 결과물들은 결과검토 제도가 위험요인을 사전에 발굴함으로써 개통 후 철도사고 및 운행장애 감소에 대한 긍정적인 효과를 입증할 수 있었다.

3) 향후, 철도종합시험운행 결과검토 제도의 성공적인 추진을 위하여 워크숍 등을 통한 제도홍보활동이 필요한 뿐만 아니라, 철도관련 종사자들의 의견수렴을 통하여 현 검토항목 적정성 검토, 검토기준의 정량화 등 세부단계별로 신뢰성 있는 근거자료를 수립하는 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] Railway safety law and its implementing ordinances, regulations (2014)
- [2] Korea Transportation Safety Authority (2010) Reports of railway safety consulting on Busan-Gimhae Light Rail Transit.
- [3] Korea Rail Network Authority (2011) 일반(고속화)·고속철도 등 철도종합시험 기준개선 연구 용역.
- [4] Comprehensive Running Test Enforcement Policy (2014)
- [5] J.J. Kim (2006) Methodology of Full System Commissioning for ensuring Railway Safety, M. S. Dissertation, Seoul National University of Science And Technology.