

# HEAR 분석방법을 이용한 철도사고의 인적오류 원인분석 연구

이용만\* · 박민규\*\* · 신태현\*

\*서울과학기술대학교 철도전문대학원 · \*\*교통안전공단 철도안전처

## A Study on the Cause Analysis of Human Error for of Railway Accidents using HEAR Analysis Methods

Yong Man Lee\* · Min Kyu Park\*\* · Tack Hyun Shin\*

\*Seoul National University of Science & Technology

\*\*Korea Transportation Safety Authority

### Abstract

Because the damages of corrosion resulting from the chloride ion are very serious, many research studies have been performed to measure the penetration depth of the chloride ion. However, there is a problem with data selection obtained from collection during experiments. In this study, it appears that the collected data are not conformed to a normal distribution. The result of this study will play a very important role, as a first step for the development and construction of a forecasting system to help determine a reliable service lifetime of marine structures.

**Keywords** : Human Error, Railway Accidents, HEAR(Human Error Analysis and Reduction), Why-Because Tree

## 1. 서론

### 1.1 연구 배경 및 목적

국내 고속철도인 KTX(Korea Train Express)는 약 1,000명의 승객을 수송하는 대형 교통 시스템으로써 신속한 이동 편의 제공으로 국민의 업무 및 여가생활의 변화를 가져온 의미있는 교통수단이다. 또한 항공, 원자력 등과 같이 없어서는 안 되는 서비스이지만 한 번의 사고로 우리 사회에 끼칠 피해는 매우 심각하기 때문에 안전성 향상을 위한 기술적, 문화적 노력을 기울이고 있는 상황이다.

현재 우리나라의 철도안전 수준은 1억 km당 중대철도사고(충돌, 탈선, 화재, 건널목사고) 건수가 2011년에 4.83건으로 영국에 이어 세계 2위를 차지하였다[1]. 아울러 최근 철도안전 환경의 급격한 변화로 기존의 철도안전체계를 한 단계 향상시키기 위해 철도안전법 개정안 시행(2014.3월)을 앞두는 등 많은 노력을 기울이고 있다.

일반적으로 철도사고는 열차, 전기신호 등 기계 신뢰도와 연관된 기계적 요인과 직무자 신뢰도와 연관된 인적 요인의 영향을 받는다. 철도 기술의 발전으로 인하여 기계 신뢰도는 꾸준히 향상되어 기계적 요인에 의한 철도사고는 지속적으로 감소하고 있지만 광명역 KTX 탈선사고, 부산지하철 추돌사고 등 인적오류(Human Error)에 의한 사고는 지속적으로 발생하고 있다.

† Corresponding Author : Min Kyu Park, Korea Transportation Safety Authority

M · P : 010-5878-1000, E-mail : railsafety@ts2020.kr

Received July 20, 2013; Revision Received September 16, 2013; Accepted October 21, 2013.

이는 사고예방을 위한 첨단 기술이 도입되고 있으나 100% 완벽한 기술에 도달하기에는 아직 해결해야 할 난제들이 많고 상대적으로 정보저리, 문제해결 의사결정에 있어서는 인적오류로 귀결되어 대형사고 가능성이 상존하고 있다고 볼 수 있다[2]. 이러한 현상은 해외에서도 마찬가지로 2013년 7월 스페인 고속열차 기관사가 시속 80km의 곡선구간을 200km로 달리면서 탈선하여 현재까지 80여명 이상이 사망하였고, 스페인 당국은 사고 원인을 기관사의 인적오류로 예측하고 있다. 이처럼 철도에서의 인적오류 예방 노력은 지속적으로 추진되어야 하고 사고발생 원인의 근원적 분석은 반드시 필요하다.

따라서 본 연구에서는 철도분야 맞춤형 인적오류 분석체계인 HEAR(Human Error Analysis and Reduction)를 활용하여 실제 철도운영기관에서 발생한 사고를 대상으로 하여 근본적 원인을 도출하고 이를 바탕으로 철도사고 발생에 대한 맞춤형 대안 마련에 도움을 주고자 하였다.

## 1.2 연구동향

### 1.2.1 기존연구

인적오류 분석체계와 관련된 국내외 연구는 원자력 분야에서 가장 먼저 시작되어 항공 분야에서도 분야에 적합한 인적오류 분석체계 및 방법론들이 많이 개발되었다. 철도분야는 비교적 늦게 인적오류에 관심을 갖게 되었지만 타 분야의 연구경험을 바탕으로 현재 활발한 연구가 진행 중이다. 본 연구에서의 대상은 철도분야에 대한 인적오류체계이므로 관련 분야의 연구동향을 조사하였다.

국내의 철도분야 경우, 한국철도공사의 안전조사팀에서 철도사고 및 장애분석절차에 있어서 단계별로 조사하고 있으나, 인적오류에 관한 효과적인 분석기법이 매우 미흡하다.

국외의 철도분야 경우, 철도 선진국인 영국을 중심으로 이루어지고 있다. 영국의 대표적인 철도 연구기관인 RSSB(Rail Safety & Standards Board)와 영국의 철도 사고 조사 전담기구인 RAIB(Rail Accident Investigation Branch)에서 사고 분석 및 인적오류 관련체계 사고 분석 활동이 활발히 이루어지고 있다.

### 1.2.2 차별화

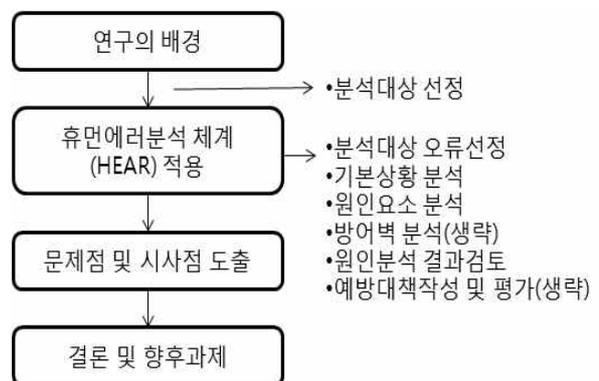
기존 국내 연구에서는 HEAR를 개발하기 위한 이론적 배경 중심의 연구와 휴먼에러를 감소시키기 위한 연구가 주류를 이루었다. 하지만 본 논문은 HEAR를 실제 사고에 적용하여 휴먼에러를 유발시키는 직접적·간접적 원인을 도출하여 사고 예방책을 설정하는 데 도움을 주기 위한 연구이다.

<Table 1> Accident Reconstructed forms

논문명	학회	비고
철도 인적오류 분석방법론 개발	한국철도학회	2009 춘계
인적오류 분석기법의 국내외 활용현황 및 국내 철도 산업에의 적용방안	한국철도학회	2007 2월
철도사고 인적오류 분석을 위한 지원시스템 프레임워크 개발	한국철도학회	2008 8월
철도사고의 인적오류 분석을 위한 수행도 영향인자 분석	산업경영시스템학회	2008 3월
철도보선작업에서의 휴먼에러와 리스크 관리	대한토목학회	2012 9월
철도 분야에서의 휴먼에러 분석법 도입·전개	한국철도학회	

## 1.3 연구 내용 및 방법

본 연구에서는 인적오류가 원인으로 판단되는 도시 철도 사고를 대상으로 인적분석체계인 HEAR를 적용하여 근본적 사고원인을 분석하고자 하였다. 이를 위하여 먼저 대표적인 철도 인적오류 사고를 선정하고 해당 사고에 대해 분석한 ‘항공·철도사고조사위원회’의 보고서를 참고로 하여 HEAR 분석을 위한 자료를 수집·분석하였다. 단 HEAR에서는 사고 당사자에 대한 인터뷰를 시행토록 하였으나 현실적으로 당사자 접촉의 어려움과 시간적·공간적 제약으로 인하여 해당 보고서의 시나리오를 참고하여 활용하였다. 상기의 자료를 바탕으로 HEAR 분석 절차를 시행하여 그 원인 결과를 Why- Because Tree에 작성하여 도식화 하였다 본 연구의 전반적인 연구 내용 및 방법은 Fig. 1과 같다.



[Figure 1] Research Performed Procedures

## 2. 철도 인적오류 분석체계(HEAR)[3]

### 2.1 목적

철도 인적오류 분석체계인 HEAR의 목적은 철도사고 및 장애에 개입된 인적 오류행위들의 발생 경위 및 원인을 체계적으로 분석하여 유사 인적오류로 인한 사고의 재발을 방지할 수 있는 효과적인 예방대책을 마련함으로써 철도의 안전성과 경제성을 향상시키는 것이다.

즉, 철도 안전업무종사자들의 행위가 직접 또는 간접적으로 관련되어 발생한 철도 사고 및 장애를 조사하고 그사고 및 장애에 개입된 인적오류행위들의 원인을 분석하여 그 원인에 대한 대체 방안을 제시 후 그 결과를 관련 기관들에 전파하여 유사 사고의 재발을 미연에 방지하기 위함이다[4].

또한, 국토교통부 철도종합안전기술개발사업(2004~2011)의 세부과제에서 KAIST, 한양대학교에서 국내외 인적오류 분석기법을 분석하고 국내 실정에 맞는 철도 인적오류 전문 분석기법인 HEAR을 개발하였으며 교통안전공단에서는 이미 2번의 전문가 양성과정 교육을 시행하여 철도 운영기관으로부터 호응을 얻기도 하였다.

### 2.2 적용범위

기본적으로 인적 오류(업무종사의 부절한 행위)가 개입된 철도사고 및 장애를 분석할 때 적용한다. 즉, 현장조사 및 분석 초기 단계에서 인적 오류가 사고에 중대한 영향을 끼친 것으로 판단되며 HEAR를 적용한다

HEAR를 통해 분석된 인적행위에 대한 일체의 사항은 인적행위에 개선을 위한 목적 이외에는 사용될 수 없으며 특히, 인사와 관련된 문제에 HEAR 분석 결과를 참조할 수 없다.

또한, 본 연구에서 대상인 인적오류 용어에 대한 정의를 다음과 같다. 사람이 자신이 의도한 목적을 이루기 위해 계획한 어떤 행위가 실패하여 의도하지 않은 결과를 야기한 경우에 인적 오류가 발생했다고 말할 수 있다. 계획 자체는 적절한 나타난 행위가 계획대로 이루어지지 않는 경우를 실수(Slip)라고 하고, 나타난 행위는 계획대로 이루어졌지만 계획 자체가 부적절하여 실패한 경우를 착오(Mistake)라고 한다. 잘못 기억했거나 제 때 기억해내지 못하여 생긴 오류를 따로 구분하여 기억실패(Lapse)라고 하기도 한다.

정해진 규칙 또는 절차를 고의적으로 위반 행위(Violation)를 오류(Error)와 따로 구분하는 경우도 있지만, HEAR에서는 고의로 위반 행위도 인적 오류의 한 유형으로 본다.

## 2.3 분석 단계 및 절차

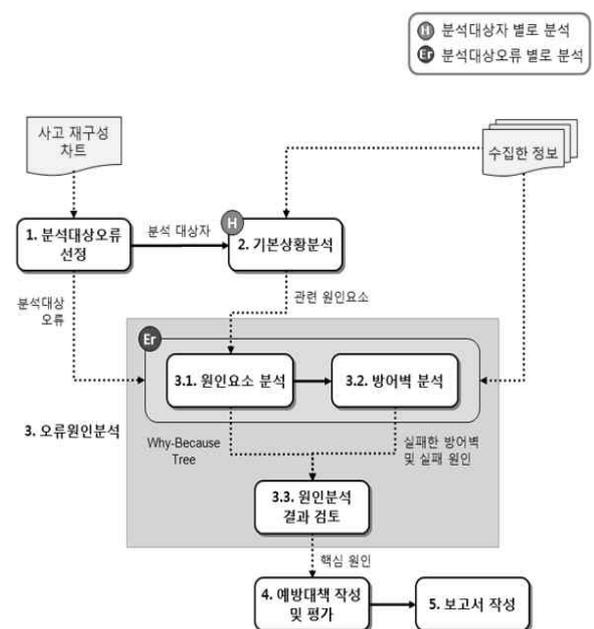
HEAR는 대분류 5단계와 10개의 세부단계로 구성되어 각 단계별로 분석도구를 제공하고 있다.

분석 단계 및 절차는 Fig. 2와 같이 첫째 ‘분석대상 오류선정’ 단계에서는 사고경위 파악과 분석대상에 대한 인적오류 선정 단계로 구성되고, 둘째 ‘기본상황분석’ 단계를 거쳐, 셋째 ‘원인분석’ 단계에서는 원인요소 분석과 방어벽 분석, 원인요소 분석결과 검토의 3단계로 구성된다. 넷째 ‘예방대책 마련’ 단계는 예방대책 작성과 예방대책 평가로 구성되고, 마지막 ‘분석결과 보고’ 단계에서는 보고서 작성 및 결과보고의 세부단계로 구성된다.

본 연구에서는 인적오류 사고원인요소 분석 단계까지를 본 연구 범위로 한정하여 더욱 심도 있는 원인분석이 이루어지도록 하였다.

## 3. 시나리오 선정

HEAR을 적용함에 앞서 연구에 필요한 시나리오는 검토하였다. 분석 시나리오는 2010년 11월 19시 49분경한 도시철도 운영기관에서 발생한 사고로서 급행전동열차가 전환 중인 선로전환기를 통과하면서 선두차량의 앞 대차는 직진(정위) 방향으로, 뒤 대차부터 후속 차량 3량은 좌측방향으로 진행하다가 탈선한 사고이다. 해당 사고로 인명피해는 없었고, 차체와 대차 파손 및 신호통신 케이블 등이 손상되었다.



[Figure 2] Analysis Procedure of HEAR

본 사고의 경위는 Table 1과 같이 2010년 11월, 목 적지로 향하던 사고전동차가 A역사 구내로 진입하면서 전환 중이던 선로전환기를 통과하면서 탈선한 사고로, 사고당시 관제과장은 정상적인 상선 도착선에서 선행 열차가 도착선으로 사용하고, 사고전동차의 도착선을 하선 급행출발승강장으로 진로를 변경하도록 기지관제 사에게 지시하여 제어명령에 의해 선로전환기가 전환 되고 있었고, 운전관제사로부터 선행열차에 주의하여 운행하라고 지시받은 기관사는 정지신호를 무시하고 사고전동차를 운행하여 전환 중인 선로전환기를 통과 하다가 탈선사고가 발생한 것으로 이와 같이 관제운영 의 이원화 상황이 사고를 유발하는 조건이 되었다. 본 사고는 상기의 내용과 같이 철도 운전관련자들의 일련 의 인적오류가 복합적으로 발생한 사고이며 참고로 사 고로 인한 물적피해액은 872,482천원으로 추산되었고, 그 내용은 다음 Table 2와 같다.

<Table 2> Accident Reconstructed forms

Time	Control section chief	Accident driver	Driving controller
19:02	· ATC 정상구간에 FMC 지시(정지현 시 무시 지시) · 관제업무분 리지시	· 정지현시 무시 운전	
19:39		· 관제지시없 이 열차 출발	· 선행열차 운행정지 현시 무시 출발지시 (1차 현시 무시)
19:47		· 사평역 통과통보	· 전방 주의 운행 지시
19:48	· 선로전환기 해정지시 · 운전관제사 에 미통보		· 전방 주의 운행 지시
19:49		· 정지현시에 도 속도상승운행 (2차 현시무시)	· 타 통제미실시
19:52		· 전동차 탈선 통보	· 사고전동차 Call(5회)

※ ATC : 자동열차제어. FMC : 비상운전모드

<Table 3> Damage details of the accident[5]

Types	Damage Items	Cost (1000 won)
Rolling Stock	No.9013(TC), 9113(M) carbody, bogie damage(4type 84item)	572,000
Signal Communication	AF cable(6type 11item) wireless cable(4item)	299,882
Facilities	Inducement copperplate	600
Total		872,482

## 4. HEAR를 이용한 인적오류 원인분석

### 4.1 분석대상 인적오류 선정

HEAR를 분석하기 위해 우선시 되어야 하는 과정은 사고개입 인적오류를 선정하는 것으로서 사고 개입 오류 중 인적오류 행위를 표시하고, 그 중 추가적인 분석이 필요한 분석대상 인적오류를 선정하는 것이다. 이 때 사고영향 시점부터 사고발생 직전까지의 시간흐름 별로 관계자간의 주요 행동 및 의사결정을 사고재구성 양식에 표시하여야 한다.

본 연구의 제 3의 시나리오 선정에서 언급된 사고의 경우 관련 주체는 관제과장, 사고기관사, 운전관제사, 기지관제사로 분류할 수 있고, 특히 관제과장은 운전관제사에게 상행선 열차통제업무를, 기지관제사에게는 원격조작업무를 분담하도록 각각 지시하면서 정보소통은 단절되어 진로변경 내용이 운전관제사 및 기관사에게 전달되지 않은 결과를 초래하였다.

이러한 형태로 정리한 인적오류 중에서 사고 발생에 끼친 영향이 매우 적다고 판단되는 오류는 분석대상에서 제외하고, 분석대상 인적오류로 이미 선정된 오류에 영향을 끼친 인적오류는 반드시 분석대상 인적오류로 포함하여 분석토록 하였다. 분석 결과, 본 연구에서는 관제과장의 ‘선호전환기 변경을 운전관제사에 미통보’ 행위를 분석대상 인적오류로 선정하였다.

## 4.2 기본상황 분석

두 번째 단계인 HEAR 분석체계를 활용한 기본상황 분석에서는 상기에서 선정한 분석대상 인적오류 행위자를 대상으로 인터뷰 및 자료조사를 통해 작업자(10개 항목), 직무(11개 항목), 작업환경(15항목), 조직관련(9개 항목)을 분석하였다. 그러나 서론에서 언급한 바와 같이 불가피한 현실적인 문제를 해결하지 못함에 따라 사고상황을 가장 잘 분석한 ‘항공철도사고조사보고서’를 참고로 하였다. 해당 자료를 바탕으로 기본상황을 분석한 결과 Table 3과 같이 관제과장에게 교육/훈련, 질병/술, 감정상태 등의 이상상황은 없는 것으로 분석되었다.

## 4.3 오류원인분석

세 번째 단계인 오류원인분석에는 상기에서 선정한 분석대상 인적오류 각각에 대해 기본상황분석 결과 및 기타 수집된 증거들을 활용하여 오류유형 및 원인요소, 실패 방어벽들과 실패원인 등을 파악함으로써 사고 발생의 핵심적인 원인을 도출하고자 하였다. 특히 그 결과는 이해가 쉽도록 Why-Because Tree에 도식화 함으로서 원인요소간의 상관관계를 명확히 제시하고자 하였다.

일반적으로 HEAR에서는 분석대상 오류의 1차원인은 오류유형을 선정하고, 2차원인은 작업자/직무/작업환경 관련 요인, 3차원인은 조직에 기인한 원인을 도출할 수 있다. 해당 절차를 적용하여 관제과장의 오류유형을 분석결과 운전관제사, 기지관제사와 기관사에게 선로변경에 대한 통보를 하지 않아 작업자가 당시 상황에서 적절한 의사결정을 내리지 못했고(의사결정오류), 그리고 이는 절차/규정 위반과도 연계되어 당시의 위급 상황으로 인해 위반한 것으로 분석되었다.

또한, 운전관제사와 기지관제사간의 업무를 분리한 관계 이원화를 하였고, 서로 간의 소통을 단절시키는 ‘실행오류’를 범해 작업 절차의 일부를 빠뜨린 것으로 나타났다.

<Table 4> Analysis table of Error Types

분석대상 인적오류가 다음 중 어느 유형에 해당합니까?  
 (복수 선택 가능)

① 실행 오류 : 작업자가 의사결정을 내린 후 실행에 옮기는 과정에서 문제가 생김

- 작업 절차의 일부를 빠뜨림
- 불필요한 작업이 추가 또는 반복됨
- 잘못된 순서로 작업을 수행함
- 타이밍을 제대로 맞추지 못함
- 작업수행 대상을 잘못 선정함
- 작업수행 방법이 잘못됨
- 정량적 결함(수치상의 오류)이 발생함
- 의사 전달이 잘못됨
- 기타 ( )

② 의사결정 오류 : 작업자가 당시의 상황에서 제 때 적절한 의사결정을 내리지 못함

- 잘못된 의사결정을 내림
- 불완전한 의사결정을 내림
- 필요한 의사결정을 제 때 내리지 못함
- 기타 ( )

\* 의사결정 오류 중 하나의 항목을 선택한 경우에는 ②-1 절차/규정위반 예도 해당되는 항목이 없는지 반드시 살펴본다.

②-1 절차/규정 위반 : 분석대상 오류가 명문화된 규정 및 업무 절차를 위반함

- 습관적으로 위반함 (개인, 팀, 조직의 관행인 경우)
- 예외적인 상황의 발생으로 인해 위반함
- 해당 규정 및 절차에 대한 지식이 부족하여 위반함
- 기타 ( )

③ 상황판단 오류 : 작업자가 당시의 상황을 제 때 정확하게 판단하지 못함

- 당시 상황을 잘못 판단함
- 당시 상황을 불완전하게 판단함
- 당시 상황을 제 때 판단하지 못함
- 기타 ( )

④ 정보인식 오류 : 작업자가 상황 판단에 필요한 정보들을 제 때 정확하게 인식하지 못함

- 상황 판단에 필요한 정보를 잘못 인식함
- 상황 판단에 필요한 정보를 불충분하게 인식함
- 상황 판단에 필요한 정보를 제 때 인식하지 못함
- 기타 ( )

### 4.3.1 의사결정오류

관제과장의 오류유형 분석결과인 의사결정오류를 유발하는 첫 번째 요인으로 검토한 결과, Fig. 4와 같이 Why-Because Tree로 나타낼 수 있다. 선로변경 상황에 대한 관제과장의 통보의무가 있음에도 안일한 생각과 태도(1.4)로서 하지 못한 것이다. 안일한 생각과 태도는 주어진 급박한 상황에 대한 올바른 상황판단능력

부족(3.5)에 기인한 것이고, 이는 수행빈도가 낮은 직무(4.7) ← 망각/기억착오(1.9) ← 작업부하 높은 직무(4.2) ← 교육/훈련 부족(9.5)에 기인한 것이고, 최종적으로 올바른 의사결정을 위해 비상상황에 대한 교육/훈련 평가 및 개선미흡(9.10)에 기인한 것으로 분석되었다 참고로 상기에서 언급된 가로 ( )안의 번호는 그림에 표시된 사각형 번호이다

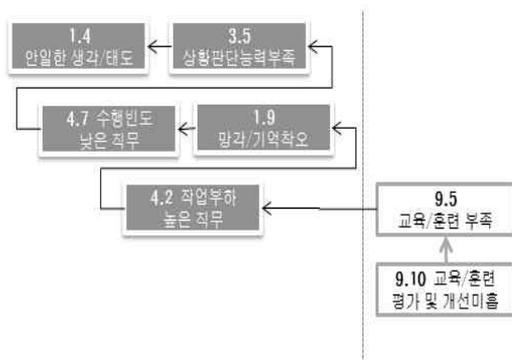
<괄호(00.00)의 의미>

괄호안의 앞 번호는 HEAR 분석 양식의 1~13 카테고리를 의미하며, 1~8 카테고리는 작업자/직무/작업환경 요인, 9~13 카테고리는 조직원인을 의미함. 뒷 번호는 해당 카테고리에 해당하는 세부분류 항목을 의미함.

(예)

- category 1 : 작업자의 정신상태(14세부)
- category 2 : 작업자의 신체상태(8세부)
- category 3 : 작업자의 지식, 경험, 능력(10세부)
- category 4 : 직무특성(8세부)
- category 5 : 작업장 내 도구 및 장비(11세부)
- category 6 : 작업장 내 물리적 환경(9세부)
- category 7 : 열차, 기반시설, 외부환경(18세부)
- category 8 : 규정 및 절차서(14세부)
- category 9 : 작업자 선발, 배치 등 조직 인적자원 관리(12세부)
- category 10 : 작업자간 의사소통(14세부)
- category 11 : 그룹 및 팀의 특성(10세부)
- category 12 : 관리 및 감독(11세부)
- category 13 : 조직 프로세스, 정책/문화(9세부)

의사결정 오류

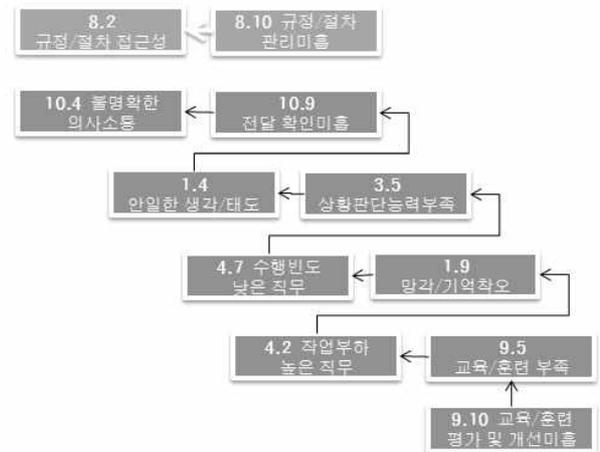


[Figure 3] Why-Because Tree on the Error of Making-Decision

4.3.2 실행오류

관계과장의 오류유형 분석결과인 또 다른 실행오류를 유발하는 두 번째 요인은 검토한 결과, Fig. 4와 같이 Why-Because Tree로 나타낼 수 있다. 비상상황 대응을 위한 규정/절차의 접근성 난이(8.2)에 의한 것으로 이는 규정/절차에 대한 관리 미흡(8.10)이 원인으로 분석되었다. 두 번째 요인은 업무 관련자 간의 불명확한 의사소통(10.4) ← 전달확인 미흡(10.9) ← 단일한 생각/태도(1.4) ← 상황판단능력 부족(3.5) ← 수행빈도가 낮은 직무(4.7) ← 망각/기억착오(1.9) ← 작업부하가 높은 직무(4.2) ← 교육/훈련부족(9.5)에 기인한 것이고, 최종적으로 올바른 실행을 위한 교육/훈련평가 및 개선 미흡(9.10)에 기인한 것으로 분석되었다. 또한, 실행오류 발생원인은 상기에서 분석된 의사결정 오류 발생의 원인과 중복된 것을 확인할 수 있었다.

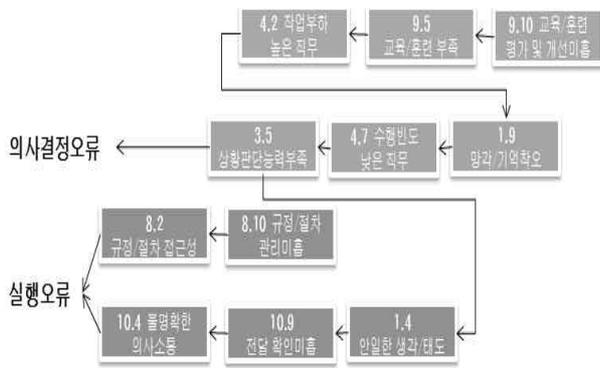
실행오류



[Figure 4] Why-Because Tree on the action Error

4.3.3 종합결과

HEAR를 활용하여 관계과장의 의사결정오류와 실행오류를 종합하여 분석한 결과, Fig. 5와 같이 일부 중복되는 원인을 포함하여 관계과장의 오류 종합을 Why-Because Tree로 나타낼 수 있다. 관계과장의 의사결정 오류는 비상상황에 대한 교육/훈련의 적절한 평가와 개선이 미흡함으로 발생한 것이고 이는 최종적으로 실행오류를 유발시켰음을 확인할 수 있었다. 또한, 해당 사고의 경우 3차 원인에 해당하는 조직적 요인에 기인한 사고가 아님을 분석결과를 통하여 확인할 수 있었고 주로 작업자/직무/작업환경 관련 요인에 의한 몇 가지 2차 원인이 작용한 것으로 판단된다.



[Figure 5] Why-Because Tree of the Control Section Chief

## 5. 결론

최근 발생되는 철도사고 중 주원인이 인적오류로 인하여 밝혀짐에 따라, 본 연구에서는 따라서 본 연구에서는 철도분야 맞춤형 인적오류 분석체계인 HEAR를 활용하여 실제 철도운영기관에서 발생한 사고사례를 대상으로 하여 근본적 원인을 도출하고 방지대책을 모색하고자 하였다.

본 연구에 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 2011년 발생한 도시철도 탈선사고를 대상으로, 사고 관계자들 중 가장 중요한 업무를 담당한 관제과장의 오류를 분석한 결과, 조직적 원인에 기인하기 보다는 관제과장 자신, 직무 및 근무환경에 영향을 받아 오류를 범한 것으로 나타났다. 이는 당시 상하행 선로 변경으로 선형열차와의 충돌을 예방하기 위한 급박한 상황에서 관련 규정 및 의사전달, 상황판단 능력이 부족하여 발생한 것으로 판단된다.

2) 또한 기본상황분석은 사고 관계자와의 직접적인 접촉을 통하여 정보를 얻어야 하지만 본 연구에서는 참고자료로 한정하여 분석을 진행하였으며 분석결과에 대한 한계가 있다. 향후 연구에서는 인적오류로 발생하는 철도사고에 대하여 사고관계자와의 대면 인터뷰를 통하여 객관적인 사실에 기반을 둔 철도사고 인적오류 연구가 필요하다고 판단된다.

## 6. References

- [1] Korea Transportation Safety Authority -Railway Safety Office(2012), Railway Safety White Book.
- [2] Kee-Youl Han and You-Seoung Back(2012), "A Study on the Priority Making of Human Error Prevention Business Using AHP", Journal of the Korea safety management & science, 14(3), pp. 111~117.
- [3] KAIST, HanYang University. (2009), Human Error Analysis and Reduction(User Manual ver1.0).
- [4] KAIST, HanYang University. (2010), Human Error Analysis and Reduction(User Manual ver1.1)
- [5] Aviation-Railway Accidents Investigation Board (2011), Railway Accident Investigation Book.
- [6] Dong-San Kim, Dong-Hyun Baek and Wan-ChulYoon(2006), "Analysis of human errors in safety-critical systems: A framework for analysis and its application to a railway accident case", Ergonomics society of Korea, pp. 451~455, 454~455
- [7] Dong-Hyun Baek, Lock-Jo Koo, Kyung-Sun Lee, Dong-San Kim, Min-Ju Shin, Wan-Chul Yoon and Myung-Chul Jung(2008), "Taxonomy of Performance Shaping Factors for Human Error Analysis of Railway Accidents", Korea Industrial and System Engineering, 31(1), pp. 41~42.
- [8] Eun-Mee Heo and Seong-Nam Byun(2010), "A Study on Human Error for safety improvement in railway industry", Korea Railway society for railway", pp. 2040~2044.
- [9] Sang-Log Kwak, Jong-Bae Wang, Chan-woo Park and Don-Bum Choi(2008), "A Study on Program Review Model for Human Error factors in Railway Industry", Korea Railway society for railway, pp. 2040~2044.
- [10] Wiegman, D.A. and Shappel, S.A(2001)., "A human error analysis of commercial aviation accidents using the Human Factors Anlysis and Classification System(HFACS)", DOT/FAA/AM- 01/03.
- [11] Reason, J(1990)., "Human Error", Cambride University Press: New York.

### 저 자 소 개

#### 박 민 규



동국대학교에서 학사 및 공학석사, 서울과학기술대학교 철도대학원에서 박사학위를 취득하였다. 탐엔지니어링 기술연구소를 거쳐 현재 교통안전공단 철도안전처에서 철도안전정책 및 철도 R&D 연구를 수행하고 있다. 관심분야는 철도 휴먼에러, 비상대응계획, 위험물 수송안전 등이다.

주소: 경기도 안산시 단원구 화랑로 376 교통안전공단 철도안전처

#### 신 택 현



서울대학교에서 경영학 석사, 연세대학교에서 경영학 박사 학위를 취득하였다. 현재 서울과학기술대학교 글로벌융합산업공학과 교수로 재직 중이며, 주요 관심분야는 철도휴먼에러, 안전문화 등이다.

주소: 서울시 노원구 공릉2동 172번지 서울과학기술대학교 글로벌융합산업공학과

#### 이 용 만



서울시립대학교 경영대학원에서 석사, 서울과학기술대학교 철도전문대학원에서 박사과정을 수료하였다. 현재 서울도시철도공사 에서 근무 중이며, 관심분야는 철도안전과 철도정책 분야이다.

주소: 서울시 노원구 공릉2동 172번지 서울과학기술대학교 철도경영정책연구소