

고속철도 운전직무의 휴먼에러 감축방안을 위한 실증적 연구

주창훈* · 김태길* · 임정운* · 강경식**

*명지대학교 산업경영공학과 · **명지대학교 산업경영공학과 교수

An Empirical Study on method to Reduce of Human Error of High-Speed Train Drivers

Chang Hoon Joo* · Tae Gil Kim* · Jeong Oun Lim* · Kyung Sik Kang**

*Department of Industrial Engineering, Graduate School, University of Myongji

**Department of Industrial Management Engineering, Myongji University

Abstract

This study tried to propose plan to prevent human error of railroad driver among human error of railroad worker which takes great share in railroad accident. For this, in order to maintain correlation between the accident actually occurred after the opening of high-speed railroad and experience of accident that did not happened, survey on respondent was analyzed by conducting survey on KTX captain who is working in driving work of high-speed railroad, and instruction management team manager who manages KTX captain and captain. This thesis classified the factors by human factor, job factor, environment factor, organization factor, and established human error management model by comparing and analyzing how each factors have spatial interrelations with a railroad accident.

The purpose of this study is to contribute to make safe railroad, and reliable railroad by preventing human error accident by minimizing human error of high-speed railroad drivers, and improving driving workers to cope accurately and fast with irregularities through various institutional improvement, improvement of driving facilities, improvement of operating room environment, and improvement of education system.

Keywords : Human Error, Railway Accident, High-Speed Train Drivers

1. 서론

2004년 세계에서 다섯 번째로 '시속 300km 고속철도 시대'를 연 한국고속철도는 올해로 10년의 운영기간을 거쳐 2014년 3월까지 누적이용객이 약 4억 1천만 명을 돌파하였고, 하루 평균 15만 명이 이용하는 우리나라 교통에서 없어서는 안 될 중요한 수단으로 자리 잡았다.

한국 철도는 국제적으로도 그 위상이 강화 되고 있는데, 2012년 UIC(국제철도연맹)[1]가 각국의 2010년도 철도관련 자료를 바탕으로 실시한 평가에서 한국철도의

열차사고율(100만km당 사고건수)은 0.066건으로 철도분야 선진국인 이탈리아(0.073건), 스위스(0.078건), 독일(0.137건), 프랑스(0.165건), 네덜란드(0.177건) 등을 모두 앞섰다. 철도는 차량, 전기, 신호, 토목, 시설과 관제업무 및 운전업무가 집약된 종합적이고 유기적인 시스템으로 철도 자체의 고속성과 대량수송으로 인해 사고가 발생할 경우 그 피해의 심각도는 매우 높다 할 것이다. 철도사고 발생의 주요한 원인은 철도기술의 발전으로 철도 시스템이 디지털 기반의 정보화 및 자동화되는 등 첨단시스템으로 발전하면서 기계적 요인에 의한 철도사고는

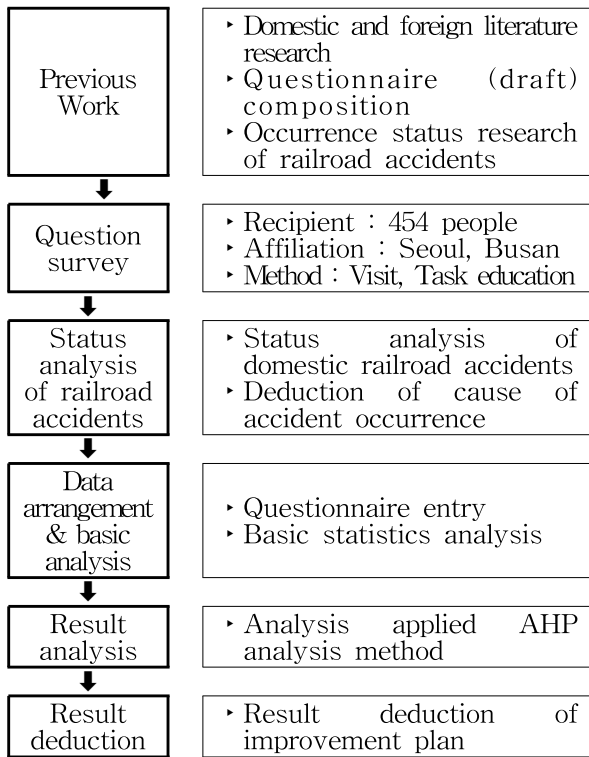
† Corresponding Author : Chang Hoon Joo, 5F, 755, Hanbat-daero, Seo-gu, Daejeon City, Korea
H·P: 010-8959-6739, E-mail: jchh999@naver.com

Received April 20, 2014; Revision Received June 16, 2014; Accepted June 16, 2014.

지속적으로 감소하고 있는 추세이지만, 인적오류로 인한 사고의 가능성은 상대적으로 늘어나고 있다.

따라서, 본 연구에서는 고속철도 운전업무 종사자의 휴먼에러 관리모형을 기반으로 고속철도 운전업무 종사자의 휴먼에러 요인 개선을 위해 철도사고 현황 및 고속철도 운전업무 종사자의 휴먼에러를 분석하여 종사자의 인적오류 유발요인을 도출하기 위해 제도적 요인, 근무환경과 고속철도 운전업무 특성을 고려한 인적오류 유발요인의 감축을 위한 개선방안을 제시하고자 하였다.

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 국내외의 서적과 논문을 활용한 문헌연구를 토대로 이론적 논거를 구축한 후 연구항목과 가설을 설정하며 연구항목에서 도출된 각 요인간의 관계를 밝히기 위해 설문을 토대로 실증연구의 수행절차는 Fig 1로 요약 정리하였다.



[Figure 1] Study performance procedure

2. 이론적 고찰

2.1 기존 연구

전중근(2013)[2]은 KTX 운전사고 예방을 위한 인적오류 저감방안 연구에서 운전사고 및 사고사례교육, 고장조치 역량향상 교육 등의 활성화를 통하여 아차사고 경험빈도를 줄이는데 효과가 있는 것으로 검증되었으

며, 또한, 고속차량 고장 시 신속하고 정확한 응급조치의 시행으로 열차안전운행에 기여하게 될 것이며, 아울러 운전업무에 영향을 미치는 개인적 요인으로서 집중도 저하, 인지의 실패, 졸음, 잡념 등도 개인의 노력에 의해 극복해야 할 과제로 도출하였으며, 분임별 카운슬링과 출무 시 정확한 적합성검사의 시행, 건강증진을 위한 동호회 활동 참여 등으로 직무만족도를 높이고 자부심을 부여해 주는 등 적극적인 치유활동이 요구된다고 밝혔다.

박정우(2014)[3]는 사고발생 후 뿐 아니라 평상시 직무 수행 시 유발되는 불안 및 긴장의 이완에 초점을 두고 기관사 정신 건강관리를 시행해야 하며, 결론적으로 기관사 작업 환경의 물리적 개선과 함께 기관사의 직무스트레스 감소를 위해 노사간 신뢰 증진을 위한 소통을 확대하고 노사 간 자유로운 의견 교환 통로의 확보로 직장 내 심리적 안정감을 부여할 필요가 있다고 주장하였다.

유승열(2011)[4]은 인적오류 저감을 위한 시뮬레이터 훈련의 효과적 디브리핑(Debriefing) 방법에 관한 연구에서 안전업무 종사자에 대한 효과적인 오류관리 훈련을 개발하는 과정에 초점을 두고 인적오류 저감 시뮬레이터 훈련을 효과적으로 지원하기 위한 디브리핑 설계 방법론을 수립하였으며, 수립된 디브리핑 방법론을 설문조사를 통해 인적오류 저감 시뮬레이터 훈련의 디브리핑 방법을 제시하고자 하였다. 또한, 안전업무 종사자를 위한 인적오류 저감 시뮬레이터 훈련의 체계적이고 구체화된 디브리핑 방법을 통해 오류관리훈련의 효과를 극대화시킬 수 있을 것으로 기대하였다.

곽상록(2008)[5]의 연구에서는 철도 종사자의 인적요인 관리를 위해 인적오류의 문제점을 분석하고 원자력 인적오류 관리 프로그램과 시스템엔지니어링 기법을 응용한 철도산업에 적용 가능한 인적오류 관리 검토모델을 제시하였다.

한국철도공사(2012)[6]는 철도 운전업무 종사자의 휴먼에러 예방을 위한 근본해결책을 마련, 운전업무 종사원의 건강증진 및 업무 집중력향상을 통해 열차운행의 안전성과 신뢰성을 강화하는 것을 최종 목표로 학계 및 관련 업계의 전문가 18인으로 구성된 ‘휴먼에러 연구위원회’를 구성하고 총 3개 분과에서 각 세부 연구목적 달성을 위한 연구를 수행하였다. 오류분석분과는 휴먼에러와 관련된 철도시스템의 전반적인 진단을 통하여 휴먼에러 오류분석 및 원인규명을 통한 시스템 개선방안 도출을 목표로 오류사례 분석 및 현장 실시, 설문조사 및 인적오류 분석, 개선방안 도출 등의 세부 업무를 수행하였고, 심리분석분과는 운전업무 종사자 심리적 오류의 유발요인 분석을 통한 업무효율 향상을

목표로 심리적 오류를 감소시킬 수 있는 작업환경 조성
 과 운전업무 종사자의 정신건강 문제를 예방하고, 조
 기에 발견 및 치료하기 위한 지침을 제공하는 등 방
 지 대책을 마련하였으며, 치유대책분과는 운전업무
 종사자의 신체적 특징과 휴면에러와의 상관관계를
 규명하는 것을 목표로 운전업무 종사자의 사회·
 심리학적 상태 분석 및 뇌의 피로도 조사를 위한 생
 리학적 조사 등으로 휴면에러 치유방안을 마련하
 고 체계적 인적오류 최소화를 위한 과학적인 프
 로그램을 제시하였다.

2.2 기존연구의 한계 및 시사점

최근 철도사고의 중요성을 인식하고 휴면에러와
 관련된 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 이는
 철도가 대중교통으로 확고히 자리매김함에 따른
 결과라고 할 수 있다. 철도분야는 철도사고를 예
 방하기 위하여 설비에 투자를 하기 보다는 제도
 적인 보완을 우선적으로 시행하고 있었다.

기존연구에서는 철도사고의 원인 중 하나인 휴
 면에러 유발요인을 분석하고, 사고의 취약성과 인
 적 특성간의 관계를 증명하여 그 휴면에러를 예
 방하기 위한 다양한 방법을 제시하였으나, 그럼
 에 불구하고 철도사고의 대부분을 차지하는 인
 적오류와 관련된 철도사고 및 운전장애는 지속
 적으로 반복되는 것이 현실이다. 휴면에러는 개
 인적·조직적 요인 등 다양한 요인이 중첩되어
 발생되고 있는 점을 직시하고 근본적인 원인을
 규명하고 이를 시스템적으로 해결할 수 있는 방
 안을 모색하는 것이 최상이라고 판단한다.

이에 본 연구에서는 선행연구 사례에서 제시된
 휴면에러 해소방안을 이론적 바탕으로 고속철도
 운전업무 종사자가 실제 업무수행 중 발생한 철
 도사고 및 장애뿐만 아니라, 아차 사고 및 장애
 까지 분석하여 계층적 분석을 통하여 인적오류
 를 근본적으로 예방하고 최소화하기 위한 인적
 요인, 직무요인, 환경요인, 조직요인 측면에서
 개선방안을 마련하고자 한다.

2.3 철도 교통사고 발생현황 및 분석

1) 연도별 철도교통사고

철도사고는 철도운영 또는 철도시설 관리와
 관련하여 발생한 사람의 사상 또는 물건의 손
 괴를 말하며 지난 10년간 철도교통사고의 발
 생 추세를 살펴보면 <Table 1>과 같다. 2003
 년에 총 651건 중 사망 495명, 부상 649명이
 었으나, 2012년에는 166건 중 사망 106명,
 부상 105명이 발생하여 연평균 사고건수는
 14.1%, 사망자는 15.7%, 부상자는 18.3%
 비율로 감소하였다. 이는

철도차량의 현대화, 철도안전설비의 고도화,
 철도종사원의 안전의식 향상으로 분석된다[7].

<Table 1> Occurrence status of railroad traffic accidents

Division	Cases of accidents(number)			The dead(people)			The injured(people)		
	entirety	Except for suicide	Except for suicide & task	entirety	Except for suicide	Except for suicide & task	entirety	Except for suicide	Except for suicide & task
'03	651	514	489	495	403	386	649	604	586
'04	542	411	385	239	150	138	319	276	262
'05	386	238	230	201	89	87	171	133	126
'06	329	208	194	171	86	81	141	105	95
'07	302	168	161	184	81	78	116	85	80
'08	282	166	147	153	69	63	130	95	79
'09	261	133	120	156	58	56	108	77	65
'10	225	118	102	130	54	47	88	55	46
'11	186	112	103	118	57	51	70	57	49
'12	166	94	79	106	49	42	105	90	82
Average variation	△ 14.1	△ 17.2	△ 18.3	△ 15.7	△ 20.9	△ 21.8	△ 18.3	△ 19.1	△ 19.6

2) 철도종류별 사고발생 현황

철도종류별 철도교통사고를 살펴보면 <Table 2>
 에 나타난 바와 같이 일반철도가 2003년의 446
 건에서 2012년에 74건이 발생하여 연평균 183.9
 건으로 매년 지속적인 감소가 이루어졌으며,
 2003년 대비 83.4%가 감소한 것으로 나타났
 다. 고속철도는 개통연도인 2004년 35건에서
 2012년에 7건이 발생하여 연평균 10.9건으로
 2004년 대비 80%가 감소한 것으로 나타났
 다. 철도종류별로 매년 감소 추세에 있는 것
 으로 분석되었다[7].

<Table 2> Occurrence status of railroad traffic accidents by railroad type

(unit : number)

Division	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	계
Total	651	542	386	329	302	282	261	225	186	166	3,330
High Speed	-	35	10	9	10	13	-	10	15	7	109
Convention	446	312	208	163	148	140	135	112	101	74	1,839
Metro politan	205	195	168	157	144	129	126	103	70	85	1,382

3) 코레일 열차사고 요인별 발생현황

<Table 3>에 나타난 것과 같이 각종 규정 및
 안전수칙 준수 소홀, 유지보수 소홀 등 종사
 원의 인적결함으로 인한 사고가 23건으로
 가장 큰 비중을 차지하였고, 차량결함 10
 건, 차량과 시설결함 6건, 기타 외부요인 1
 건의 사고가 발생한 것으로 분석되었다[8].

<Table 3> Occurrence status of train accidents of by aspects

(unit : number)

Year Assortment	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	계
Human flaw	1	1	5	4	4	1	1	2	2	2	23
Rolling stock flaw	1	2	1	1	1	-	-	-	1	3	10
Rolling stock · facilities competing flaw	-	1	-	1	-	2	1	-	1	-	6
External factors	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Total	2	4	6	6	5	3	2	2	4	6	40

4) 코레일 인적오류 발생현황

최근 10년간 인적 취급부주의에 의하여 발생한 열차 사고는 <Table 4>와 같다. 기관사의 신호 확인소홀로 인한 사고가 9건, 유지보수 소홀이 7건으로 인적오류 사고의 대부분을 차지하였고, 역운전취급자와 승무원간 운전협의, 기기취급 소홀이 각각 2건, 선로전환기 취급, 작업방법, 운전방법 불량이 각각 1건씩 발생한 것으로 분석되었다[8].

<Table 4> Occurrence status caused by handling carelessness (unit : number)

Year Field	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	계
Carelessness of handling equipment	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	2
Carelessness of signal confirmation	-	-	1	3	2	-	-	-	1	2	9
Poor driving way	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Carelessness of operation consultation	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	2
Carelessness of maintenance	1	1	1	-	1	1	1	1	-	-	7
Etc	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	2
Total	1	1	5	4	4	1	1	2	2	2	23

5) 코레일 운행장애 원인별 분석

최근 5년간 발생한 운행장애를 원인별로 분석하여

보면 <Table 5>에 나타난 바와 같이 시설장비에 의한 결함이 연평균 총 203.2건으로 대부분을 차지하고, 인적결함이 44.6건, 외적요인에 의한 장애 54.6건, 기타요인 4.4건 순으로 발생하였다.

<Table 5> Occurrence status by causes

(단위 : 건)

Model Year	Human flaw	Facility flaw	External factors	Etc	Total
Average	44.6	203.2	54.6	4.4	306.8
'13	39	185	67	-	291
'12	50	213	51	-	314
'11	48	231	48	-	327
'10	42	196	52	9	299
'09	44	191	55	13	303

3. 설문조사 및 기초통계 분석

3.1 연구대상 선정

설문지의 작성은 휴먼에러와 관련된 기존 연구들에서 제시하고 있는 설문조사지와 영국의 RSSB(철도표준안전위원회)가 제안한 휴먼에러 발생요인의 분류체계를 참고하여 작성되었다. 연구조사 대상은 코레일 고속철도기관차승무사업소 운전업무 종사자 454명을 대상으로 설문조사를 시행하였다. 본 조사는 2014년 4월 4일부터 18일까지 15일간 직접 방문 또는 소집교육 및 출근시간을 활용하여 시행하였다. 설문조사 전에 각 변수에 대한 개념정의 및 설문답변 항목별 정도표시와 횡수표시 항목에 대한 구분을 충분히 설명한 후 설문을 시행하였다.

3.2 설문조사지 설계

본 연구에서는 고속철도 운전업무 종사자의 취급부주의 예방을 위한 선행연구를 중심으로 인적오류 요인별 가설을 제시하여, 설문지 구성은 다음과 같이 구성하였다.

(PART 1)에서는 통계적 처리를 위한 사항으로 소속, 직명, 연령, 학력, 결혼상태, 자녀 수, 기관사 경력, 무사고 주행거리, 월 평균 주행거리, 기장 업무 전 운전한 차종 등으로 구성하였다.

(PART 2)에서는 경험한 사고와 관련된 사항으로 최초 사고 경험, 본인의 과실로 인한 책임사고 횡수, 사상사고 경험횡수, 경험한 사고의 유형 등으로 구성하였으며, AHP 분석기법 쌍대비교를 위하여 인적요인, 직무요인, 환경요인, 조직요인으로 분류하여 설문지를 구

성하였다.

(PART 3)에서는 영국의 RSSB가 제안한 분류체계를 적용하여 최종적으로 인적, 직무, 환경, 조직 요인의 4가지 대분류와 신체적 상태, 심리적 상태 등의 14가지 중분류로 구분된 주 항목 중 인적요인, 직무요인, 환경요인, 조직요인을 쌍대비교하여 가중치를 산출할 수 있도록 설문지를 구성하였다.

(PART 4)에서는 휴먼에러의 4가지 구성요소에 대한 개별 응답자의 만족도를 조사하는 설문문항으로 구성하였다. 또한, 개별 문항에 대한 분석 시에는 응답 값을 그대로 사용하였으나, 인적, 직무, 환경, 조직요인에 대한 평균 값 적용 시에는 방향성을 일치시켜 분석을 수행하였다.

3.3 기초통계 분석결과

1) 응답자의 특성

본 연구를 위한 설문 대상자인 고속철도 운전업무에 종사하고 있는 코레일 고속철도기관차승무사업소 운전업무 전체 종사자(KTX기장 및 지도운용팀장) 454명 중 실제 설문에 응답한 인원은 296명이었으나, 응답의 결측치가 존재하는 12명을 제외한 유효 응답인원 284명에 대하여 분석을 수행하였는데 응답자의 기초통계 분석결과는 <Table 6>과 같다.

<Table 6> Respondent's characteristic

Characteristic	Division	Frequency	Percentage
Gender	Seoul(original suit)	110	38.73
	Seoul(Iksan)	52	18.31
	Busan	122	42.96
Job title	KTX Driver	261	91.90
	Team leader	23	8.10
Age	above 40	104	36.62
	above 50	180	63.38
Final academic background	High school graduate	101	35.56
	College graduate	84	29.58
	University graduate	93	32.75
	Etc	6	2.11
Marriage status	Unmarried	2	0.70
	Married	279	98.24
	Etc	3	1.06
Main driving model	DL	196	69.01
	EL	30	10.56
	EC	23	8.10
	Etc	35	12.32

2) 사고경험 특성

사고 경험 시기를 책임사고와 사상사고로 구분하고 이를 또다시 기관사와 기장 업무수행 중 발생한 경험에 대한 특성은 <Table 7>과 같다.

<Table 7> Characteristic of accident experience

Characteristic	Division	Frequency	Percentage
Experience time of initial accidents	within career 2 years	181	63.7
	carrier 3~5 years	65	22.8
	carrier 6~10 years	19	6.6
	carrier 11 years of more	19	6.6
Experience number of responsible accident (on train driver's duty)	Zero	123	43.3
	Once	93	32.7
	Twice	66	23.2
	3 times or more	2	0.7
Experience number of responsible accident (on KTX driver's duty)	Zero	148	52.1
	Once	81	28.5
	Twice	55	19.3
	3 times or more	0	0.0
Experience number of casualty accident (on train driver's duty)	Zero	76	26.7
	Once	63	22.1
	Twice	63	22.1
	3 times or more	82	28.8
Experience number of casualty accident (on KTX driver's duty)	Zero	133	46.8
	Once	88	30.9
	Twice	59	20.7
	3 times or more	4	1.4

3.4 가중치 분석결과

각 요인을 쌍대비교의 척도를 기준으로 상대적 중요도를 산출하여 상대비중을 구하여 가중치를 분석결과는 <Table 8>과 같다.

<Table 8> Analysis result of weighted value

Division	Human	Task	Environment	Organization	Relative specific gravity
Human	0.492	0.417	0.533	0.462	0.476
Task	0.098	0.083	0.067	0.077	0.081
Environment	0.246	0.333	0.267	0.308	0.288
Organization	0.164	0.167	0.133	0.154	0.154
Total	1	1	1	1	1

위와 같이 개인의 요인별 가중치인 상대비중을 분석 후 응답자의 유효응답자 284명 중 CR 값이 0.1미만 인 224명에 대한 값들의 평균값을 인적, 직무, 환경, 조직 요인의 가중치로 분석하였다. 분석결과 <Table 9>와 같이 인적요인이 0.331로 중요도가 가장 높은 것으로 분석되었다.

<Table 9> Analysis result of AHP

Division	Human	Task	Environment	Organization	Total
Weighted value	0.331	0.295	0.200	0.174	1.000

분석 결과 응답인원은 평균적으로 휴먼에러의 발생 요인이 인적, 직무, 환경, 조직요인 순으로 영향을 끼치는 것을 의미한다. AHP를 통한 가중치 분석 결과는 향후 모형을 각 변수의 계수 값으로 추정 가능한 요인별 중요도와 비교하여 모형이 논리적으로 일치함을 확인하는 기초자료와 개선방안 우선순위를 설정하는 참고자료로 활용하였다.

4. 철도종사자 휴먼에러 관리모형 구축

4.1 이항 Logistic 회귀분석 결과

사고경험에 대한 모형을 전체사고와 아차사고로 구분하여 모형을 추정하였다. 전체사고에 대한 추정결과 <Table 10>과 같고 분류정확도는 <Table 11>과 같다. 모형의 분류정확도를 확인한 결과 81.53%로 본 연구에서 구축한 모형은 우수한 설명력을 가지는 것으로 확인되었다.

<Table 10> Analysis result of whole accidents

variables	coefficient	t-value	p-value	Exp(B)
Constant	18.59	1.16	0.21	-
Age	0.05	1.86	0.05	1.05
Running distance of monthly average	0.13	1.64	0.09	1.14
Human	-3.33	2.84	0.01	0.04
Task	-3.19	4.71	0.00	0.04
Environment	-1.13	2.08	0.02	0.32
Organization	-0.86	3.95	0.00	0.42

<Table 11> Classification accuracy result of whole accidents

Category	Predicted		Percentage Correct
	Accident experience N	Accident experience Y	
Accident experience N	84	10	89.36
Accident experience Y	50	140	73.68
Total			81.53

아차사고에 대한 추정결과 <Table 12>와 같고, 모형의 분류표를 통해 분류정확도를 확인한 결과 <Table 13>과 같이 전체사고 모형보다 다소 높은 82.84%로 본 연구에서 구축한 모형은 우수한 설명력을 가지는 것으로 확인되었다.

<Table 12> Analysis result of near miss accidents

variables	coefficient	t-value	p-value	Exp(B)
Constant	17.66	1.10	0.20	-
Age	0.04	1.77	0.07	1.04
Running distance of monthly average	0.12	1.42	0.13	1.13
Human factor	-3.14	2.68	0.01	0.04
Task factor	-2.01	4.45	0.00	0.13
Environment factor	-2.56	1.97	0.02	0.08
Organization factor	-0.06	3.73	0.00	0.94

<Table 13> Classification accuracy result of near miss accidents

Category	Predicted		Percentage Correct
	Accident experience N	Accident experience Y	
Accident experience N	96	15	86.49
Accident experience Y	36	137	79.19
Total			82.84

4.2 Tobit 모형 분석결과

사고건수에 대한 모형을 전체사고와 아차사고로 구분하여 모형을 추정한 분석결과는 <Table 14>와 <Table 15>과 같다. 각 독립변수별 만족도의 경우 앞선 이항로지스틱 모형, AHP 분석결과와 마찬가지로 인적, 직무, 환경, 조직요인 순으로 중요도가 높은 것으로 분석되었다.

<Table 14> Analysis result of whole accidents of model Tobit

Variable	Odds ratio estimate	Standard error	t value	p value
Constant	2.18	1.16	1.02	0.08
Age	0.025	0.03	0.83	0.11
Running distance of monthly average	0.013	0.01	1.31	0.04
Human	-0.057	0.02	2.48	0.01
Task	-0.044	0.01	4.11	0.00
Environment	-0.031	0.02	1.82	0.02
Organization	-0.015	0.00	3.44	0.00
Log likelihood function= -390.711				

<Table 15> Analysis result of near miss accident Tobit model

Variable	Odds ratio estimate	Standard error	t value	p value
Constant	2.535	0.929	2.729	0.02
Age	0.024	0.035	0.703	0.22
Running distance of monthly average	0.012	0.009	1.345	0.04
Human	-0.064	0.022	-2.936	0.01
Task	-0.036	0.021	-1.689	0.06
Environment	-0.049	0.009	-5.668	0.00
Organization	-0.016	0.010	-1.587	0.08
Log likelihood function= -422.711				

모형 분석결과를 살펴본 결과 기존 연구들에서 사고에 대하여 단순한 다중선형회귀분석을 적용하여 분석함에 따라, 0건의 응답이 많은 사고의 특성을 제대로 반영치 못한 결론이 나오며, R^2 값이 낮게 나타나는 경향이 있었다. 이에 따라, 본 연구에서는 사고경험 유무에 대한 이항로지스틱 모형 분석과 중도절단회귀모형인 Tobit모형의 적용을 통해 기존 연구의 모형적 한계점을 극복하였으며, 이를 토대로 분석결과와 적합도가 상대적으로 높게 나타나는 것으로 확인하였다.

5. 결론

우리나라의 고속철도가 짧은 기간에 속도혁명을 불러온 것은 사실이지만, 이제 겨우 경부축의 대동맥을 완성했을 뿐이다. 전국이 고속철도의 수혜를 골고루 받기 위해서는 2015년 호남고속철도가 개통되어 광주까지 시간이 단축되고, 2016년 수도권고속철도 개통으로 서울 강남권에서도 고속철도를 이용할 수 있게 되고, 2017년 말 원강선(원주~강릉간)이 개통되면 2018년 평창에서 열리는 동계올림픽 때는 인천공항에서 평창, 강릉까지 고속열차가 운행하게 될 것이다. 또한, 우리 철도인 뿐만 아니라 국민의 숙원 사업인 「유라시아 대륙철도」를 성공시키기 위한 교두보를 마련하고자, 코레일은 지난 3월 「국제철도협력기구(OSJD)」 제휴회원 가입해 대륙횡단열차 진출 교두보를 마련했으며, 지난 4월 코레일 사장이 북한에서 열린 국제철도협력기구에 참석하는 등 대륙철도의 도약을 꿈꾸고 있다.

설문조사와 모형분석을 통해 휴먼에러로 인한 사고의 가장 중요한 요인은 인적요인, 직무요인, 환경요인, 조직요인 순으로 나타났다. 다만, 아차사고의 경우 환경요인이 직무요인에 비해 상대적으로 만족도가 높은 것으로 나타났다.

고속철도 운전업무 종사자의 휴먼에러 관리모델 개발을 위한 개선방안을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 인적요인 개선을 위하여 고속철도 운전업무 종사자의 고속운전에 대한 부담감을 해소하고, 업무수행을 위해서는 충분한 휴양관리를 위한 방안이 마련되어야 할 것이다.

둘째, 직무요인 개선을 위하여 운전취급관련 제도 및 매뉴얼에 대하여 명확한 기준을 재정립하며 유사한 항목들을 통폐합하여 제·개정하여 현실여건을 반영하는 제도체계를 확립하고, 지적확인환호응답의 체계를 단순하고 간결하게 개선하는 방안을 수립하여야 할 것이다.

셋째, 환경요인 개선을 위하여 운전실의 각종 기기 배치를 위하여 설계부터 제작까지 인체공학적인 설계

기준을 마련하고, 운전업무 종사자 지원시스템의 정상 기능 유지를 위한 안전기준체계를 구축하여야 하며, 운전업무 종사자가 운전 중 휴대폰을 사용하지 않도록 엄격한 관리방안을 제고하여야 할 것이다.

넷째, 조직요인 개선을 위하여 고속철도 운전업무 종사자의 직무교육을 강화하도록 교육체계를 재정비하고, 운전업무 종사자의 인적관리방안을 수립하여야 할 것이다. 이를 위하여 제한된 예산과 인력 자원을 사고예방을 위해 효율성을 극대화하기 위해서는 선택과 집중이 필요하다. 따라서 철도사고발생 원인이 높은 인적요인에 대해 상기의 AHP 분석 결과 및 모형 추정결과에 따른 가중치가 높게 도출된 사업에 우선적으로 사업을 추진해야 할 것이다.

본 연구는 고속철도 운전업무 종사자를 대상으로 수행된 만큼, 본 연구의 결과를 일반화 하는 데는 일정한 한계가 있다. 따라서 향후 도시철도와 일반철도 운전업무 종사자를 포함한 확대 연구는 물론, 설문이라는 양적 방법론의 한계를 보완하기 위하여 실험과 심층면담을 통한 질적 방법론을 적용한 연구의 필요성이 있어 보이며, 사고의 인과관계를 정확히 파악하기 위하여 사고 발생 당시의 상황에 대하여 데이터베이스를 구축하여 좀 더 과학적인 분석을 통하여 휴먼에러 요인을 사전에 제거하여 안전한 열차운전 서비스를 제공하여야 할 것이다. 이와 같은 한계를 안고 있음에도 고속철도 운전업무 종사자의 휴먼에러 최소화를 위해 인적, 직무, 환경, 조직 요인을 구성개념으로 설정하여 사고와의 연관성을 살펴보았다는 점에서 의의가 있다고 할 것이다.

6. References

- [1] UIC(International Union of railways(2012), 「Year book of Railroad statistics 2012」, UIC
- [2] Jun Junggeun, Jeong Seongbong, Lee Mingyu. (2012). 「A Study on the Technique for Preventing Passing-by of High-speed Train」, 2012 Journal of Korean Safety Management and Science, Vol. 14 No. 6, pp 101-109
- [3] Park Jungwoo(2014), 「A Study on Psychological aspects for human error causes of train drivers.」, Theses for Master's Degree, 'Seoul National University of Science and Technology, pp. 71-78
- [4] Yoo Seungyeol(2011), 「(A) framework of debriefing for simulation-based error training : focused on railroad industry」, Theses for Master's Degree, Hanyang University
- [5] Kwak Sang(2008), 「A Study on Program Review Model for Human Factors in Railway Industry」, Korean Society for Railway, Collected papers of academic conference, pp. 2040-2044.
- [6] Korean Railroad Corporation(2012), 「A study report on the research committee of human error」, Korean Railroad Corporation
- [7] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2013), 「annual report of traffic safety 2013」, Ministry of Land, Infrastructure and Transport
- [8] Korean Railroad Corporation(2014), 「Casebook of railway accident(Vol. 14)」, Korean Railroad Corporation

저 자 소 개

주 창 훈



한국방송대학교 법학사, 한남대학교 산업경영대학원 공학석사를 취득하였으며 명지대학교 산업경영공학과 박사과정 중에 있다. 현재 수서고속철도(주) 수송기획팀장으로 재직하고 있다.

관심분야는 열차수송계획, 철도안전경영 등이다.

주소 : 대전시 대덕구 송촌동 선비마을아파트 417-1802호

임 정 운



한국철도대학 운전과, 한국방송통신대학교 행정학사, 명지대학교 산업대학원 공학석사과정, 현재 한국철도공사 안전본부 열차계획처 차장으로 재직. 관심분야는 철도사고조사, 철도안전관리체계, 운전제도 등이다.

주소 : 대전시 서구 둔산동 동지아파트 104-802

김 태 길



한국방송통신대학교 경영학사, 한남대학교 경영산업대학원 공학석사를 취득하였으며 명지대학교 산업경영공학과 박사과정 중에 있다. 현재 한국철도공사 안전본부 안전지도부장으로 재직하고 있다. 관심분야는 철도안전관리, 안전경영 등이다.

주소 : 대전시 서구 청사로 65, 103-405(월평동, 황실타운아파트)

강 경 식



인하대학교 산업공학에서 학사·석사·박사와 연세대학교·경희대학교에서 경영학 석사·박사 취득. North Dakota State Univ.에서 Post -Doc과 Adjunct Professor 역임. 현재 명지대학교 산업경영공학과 교수로 재직 중. 주요 관심분야는 생산관리, 물류

관리, 안전경영 등이다.

주소 : 경기도 용인시 처인구 남동 산 38-2 명지대학교 산업경영공학과