

철도운전관련규정의 잦은 변경이 휴먼에러에 미치는 영향

김진태* · 신태현**
한국철도공사* · 서울과학기술대학교**

The Effect of Frequent Change in Railway Driving Regulations on Human Error

Jin-Tae Kim* · Tack-Hyun Shin**
*Korail

**Seoul National University of Science and Technology

Abstract

Korean societal concern for the train accidents is fast and widely increasing with an ever-increasing demand and use for KTX. Most of these train accidents are inclined to be caused by human error. Experts used to attribute the causes of human error to the defects in various aspects such as technology, organizational system, practices, corporate culture, and/or human resource itself.

Among the diverse causes of human error, an important one, even though it was rarely focused, may be the issue of impact of rule or procedure change on human error. Giving attention to the implicit importance of this issue, this study intends to highlight the theme of frequent procedure change in railway driving manual as a critical factor of human error.

To attain this purpose mentioned above, dual methodologies were adopted. One is to qualitatively analyze the real cases of procedure change in relevant manuals followed by the incident case (passing the station scheduled to stop) happened lately. Another is to quantitatively perform statistical analysis based on questionnaires received from 224 train drivers.

Results show that frequent changes in internal affairs procedure is or may be an important factor causing stress and human error from train drivers.

Keyword : Regulatory Changes, Human Error, Human Engineering, Cognitive Science

1. 연구의 목적 및 필요성

본 연구는 휴먼에러(Human Error)의 발생은 기획 단계에서부터 휴먼에러에 노출되어 있다고 보고 그곳에서부터 문제점이 있다는 전제하에 연구를 시작하였다.

휴먼에러(human error)는 '시스템 설계 및 설치와 운

용 및 폐기의 전 과정에서 정보처리 과정이나 행동형성요인으로 인하여 생기는 에러'라고 할 수 있다.

Reason(1990)은 휴먼에러를 인간이 계획하고 실행한 일련의 정신적, 신체적 활동이 의도한 결과에 이르지 못한 경우 가운데서 그 실패가 다른 우발적인 환경의 영향에 의한 것이 아닌 경우라고 정의내리고 있다[1].

† 이 연구는 서울과학기술대학교 교내연구비의 지원으로 수행되었습니다.

† Corresponding author : Tack-Hyun Shin, Seoul National University of Science and Technology
M · P : 010-4201-6468, E-mail : shin6468@seoultech.ac.kr

Received April 16, 2014; Revision Received May 29, 2014; Accepted June 23, 2014.

대부분의 오류는 잘못된 설계, 잘못된 판단, 잘못된 조작과 연계되어 있으며, 상당수 경우가 의도적인 오류가 아닌 실수에 기인한다. 그런데 이 실수에 의한 오류의 경우에 문제가 많다. 휴먼에러를 분석하기 위한 방법에는 안전공학적 접근, 인간공학적 접근, 인지공학적 접근, 사회기술적 접근 등 여러 방법이 있다[2]. 이들을 각각 살펴보자면, 먼저 가장 원론적인 안전공학적 접근법에선 작업자를 시스템의 한 구성요소로 보고 이 시스템에서 요구하는 기준에 부합하지 아니할 때를 작업자 실수에 의한 휴먼에러로 판단한다. 두 번째 인간공학적인 접근법은 근자에 도입된 영역으로, 주로 인간의 특성이 시스템에 얼마나 부합하는가라는 관점에서 접근하는 방식이다. 세 번째는 인지공학적 접근법으로 가장 최근의 접근법인데, 주로 의사결정 및 문제해결에서 나타나는 휴먼에러를 분석하는데 이용된다. 마지막으로 사회기술적 측면의 접근은 인간이 속한 사회와 문화의 차원에서 휴먼에러가 미치는 영향을 분석하는 접근방법이다. 이 같은 제반 연구방법론의 특성들로 미루어 볼 때 휴먼에러에 접근하는 방법을 달리하여 좀 더 세심하게 살펴볼 필요가 있다는 판단 하에 본 연구를 수행하게 되었다. 그 방법의 일환으로 규정의 변경이 휴먼에러에 얼마나 영향을 미치는지, 규정의 변경이 직무에 주는 스트레스는 얼마나 되는지를 알아보고, 이러한 규정변경이 직무를 수행하는 작업자에게 휴먼에러의 노출을 얼마나 증대시키는지 알아보려고 하였다.

지금까지 휴먼에러에 대한 학계나 산업계의 접근을 살펴보자면, 인간공학의 경우 지극히 작은 부분에 국한하여 다루고 있고, 다른 학문분야의 경우도 직무스트레스라는 연구주제와 관련하여 부분적인 측면에서 다루는 경향이 있었다. 그러나 휴먼에러는 인간이 활동하고 있는 이 사회의 어디서나 발생할 개연성을 지니고 있기 때문에 지엽적 관점에서 접근하는 것은 문제가 있다.

모든 부문과 그 어떠한 직업에서도 휴먼에러는 발생하게 된다. 특히 인간의 생명이나 위험을 동반하는 직종에서의 휴먼에러는 상당한 위험부담을 안고 있다. 원자력 연구기관이나, 운전을 하는 직업(가령, 항공조종사, 철도기관사, 버스운전사, 택시기사, 선박항해사 등), 병원의 의사, 간호사 등의 직업은 휴먼에러의 노출이 가장 많은 직업으로 알려지고 있다. 이러한 직종에서 휴먼에러를 줄이는 방법은 여러 가지가 있으나 본 연구는 KTX기장(철도기관사)의 업무가 다른 직종보다도 내부규정인 사규의 적용을 받는 경우가 빈번하다는 점에서 운전과 관계된 규정의 잦은 변경으로 인한 휴먼에러를 줄이고자 하는데 연구목적을 두었다.

본 연구는 규정변경에 따른 휴먼 에러의 유발을 실제 사례에 대한 질적 분석과 설문에 토대한 양적 분석

등 복수방법론을 토대로 살펴보고자 시도하였다. 단 본 연구의 주요 국면인 사규변경에 의한 휴먼에러 유발과 직속상사의 별도의 지시에 의한 혼란에서 유발되는 휴먼에러 등 두 차원의 휴먼에러의 구분 및 영향은 설문 분석의 결과를 해석하여 설명하는 방식을 따랐다.

그동안 휴먼에러를 산업현장에서의 재해로 인식하는 경영진이나 국가에서는 경영에서 요구하는 효율성을 지나치게 강조한 나머지 안전을 등한시하는 사례가 많았다. 그러나 하위집단(실행집단과 집행집단)에게만 휴먼에러의 책임을 부담시킬 것이 아니라 기획단계나 디자인단계 또는 의사결정단계에서부터 휴먼에러의 노출을 줄인다면 궁극적으로 마지막 집행집단이나 실행집단에서의 휴먼에러를 현저히 줄일 수 있을 뿐만 아니라 개정된 규정의 교육체계도 개선된다고 본다. 따라서 본 연구를 통해 의사결정 집단에서의 휴먼에러를 최소화하고 마지막 집행집단이나 실행집단 등 하위집단의 휴먼에러를 최소화할 수 있다면 이는 결국 전체적인 휴먼에러를 저감시키는데 기여할 수 있다는 점에서 연구의 의의를 찾을 수 있겠다.

2. 연구의 내용 및 방법

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 국내외의 논문과 서적을 활용한 문헌연구를 통하여 이론적 논거를 구축한 후 연구항목과 연구가설을 설정하고, 연구항목에서 도출된 각 요인들 간의 관계를 밝히기 위해 현업에 종사하고 있는 KTX기장들을 대상으로 설문을 받아 가설의 관계를 증명하고자 했다. 이를 설명하면 다음과 같다.

첫째, 휴먼에러와 지역적 특성의 관련성을 살펴보기 위해 업무의 범위를 서울, 부산, 익산(KTX기장이 근무하는 지역)으로 나누어 설문을 받았다.

둘째, 휴먼에러를 유발한 기장의 성격특성을 알아보기 위해 유형행동이론과 관련된 설문을 활용하였다.

셋째, 운행중의 환경과 휴먼에러의 인과관계를 알아보기 위해 운행상의 규정취급 문제, 규정적용 문제, 규정변경에 대한 부담 문제, 규정에 토대한 적법한 관제의 지시문제, 사고나 장애의 경우 규정 적용의 문제와 관제의 지시문제, 규정 적용시 일반선과 고속선의 문제를 알아보려고 하였다.

철도 현업에서 기관사 자격을 취득하고 실무에서 운행을 하려면 부기관사로 입사하여 최소 3년의 기간이 경과해야 기관사가 되기 위한 응시자격을 취득할 수 있다.

<Table 1> Literature on rule and error

주요저자/ 연구자	주 제	논 의 내 용
Reason (1990) [1]	휴먼에러 사적 고찰 및 인지과학이론 소개	-Rumelhart의 'schemata' 소개(episodic information과 generic information의 관계 및 기억저장과 검색의 원리) -Rasmussen의 'skill-rule-knowledge framework' 소개 (과업수행의 단계를 skill-based level, rule-based level 및 knowledge-based level의 3단계로 구분하여 휴먼에러와의 관계를 설명) -Rouse의 'fuzzy rule' model 소개(symptomatic rule과 topographic rule의 역할과 기능을 설명)
	과업수행의 단계와 오류유형	-skill-based level 및 rule-based level에서의 휴먼에러 발생원리 설명 -rule-based level에서 good rule, bad rule, encoding 및 action의 결합, wrong rule, inadvisable rule 등 언급
Reason (1997) [3]	Rouse's Model의 4가지 유형	a) The rule must be recallable. b) The rule must be applicable to the current situation. c) The rule must have some expected utility. d) The rule must be simple.
Dekker (2005) [4]	규정이 준수되지 않는 이유	-문서화된 규정과 실제과업간의 불일치 -모든 상황을 규정에 반영하는 것은 불가능 -신기술 등으로 과업이 새로 생길 경우, 과업의 수행이 안정화될 때까지 일정한 시간 소요
Dhillon (2013) [5]	항공기 유지보수분야의 휴먼에러 감소지침	-유지보수작업의 공식규정 준수 여부를 정기적으로 점검 -일관성/현실성/접근가능성을 기준으로 유지보수 규정과 실제관행을 정기적으로 점검
Kecklud 등 (2013) [6]	위험도 평가	-유럽국가의 철도운영자, 시설관리자, 유지보수업체 및 안전담당 정부기관에 대한 2012년 설문조사에서 응답기관의 약 60%가 과거 2년간(2010~2011)새로운 규정의 제정시 안전도평가를 하는 것으로 나타남
Bauman 등 (2009) [7]	상황의 변화와 규정에 토대한 통제	-새로운 상황을 제대로 반영하지 못하는 규정의 경우, 이 규정에 토대한 통제는 어려우며 구성원의 행동은 변하지 않는 경향이 있음

물론 현실적으로는 약 5년의 시간이 경과하여야 하는데, 이 때 이 시험에 응시하는 자는 최소한 6개월 이상, 많게는 2년 정도의 기간을 약 14개에 이르는 사규와 해당 자격이 요구하는 기술적인 공부를 하게 된다.

철도차량(열차)의 운전은 시스템적 운전이다. 국유철도 건설규칙의 규정에 토대한 온전한 열차운행 시스템의 조건에 맞게 열차운행을 안전하게 하고, 법규를 잘 지키며, 시스템에 맞게 열차운행을 해야 한다. 또한 규정의 내용이 몸에 체득화(내용이 뇌에 새겨되어 행동에 무의식으로 적용되는 것)되어야만 한다.

이러한 관점에서 운전과 관계된 운전사규를 살펴보고 그 사규의 개정된 내용이 장애나 사고에 어느 정도

의 영향을 미치며 어떠한 관련성이 있는지 또한 인과 관계가 있다면 그 인과관계의 결정점은 무엇인지를 알아내고 그 결과를 토대로 대안을 찾고자 한다. 이를 위해 인간공학적 접근과 인지과학이론을 바탕으로 규정을 세심하게 살펴 합리적인 규정을 제정한다면 열차를 운전하는 기장(기관사)에게 운행 중 사고나 장애의 수습과정에서 휴먼에러의 노출을 대폭 줄일 수 있을 것으로 판단한다.

넷째, 2012년 제357열차의 영등포역 통과 장애(사회적으로 문제가 발생한 것을 “사고”라고 함)를 중심으로 내용을 재조명하여 그 장애가 지니고 있는 문제점을 살펴보고 그 개선 대안을 제시하고자 한다. 방법은 현

재 동일한 구간을 운전하고 있는 KTX기장들을 대상으로 단답형 설문을 실시하여 그 설문을 바탕으로 개정된 사규의 맹점을 살펴보고 사규의 개정에 인지와 인간공학적인 요소가 반영될 수 있는 방안을 살펴보고자 한다.

3. 관련문헌의 검토

규정과 휴먼에러의 관계를 언급한 주요 문헌의 내용을 요약하면 다음과 같다<Table 1>.

4. 규정변경으로 인한 사고 사례

4.1 사고개요

서울역을 19시 03분에 출발해 부산역으로 운행하는 제357열차가 영등포역에 정차를 해야 하나 정차하지 못하고 약 1200미터를 지나 역을 통과한 것을 인지하고 비상정차한 후 퇴행운전을 해 영등포역에서 여객을 승, 하차시킨 후 부산역으로 운행한 장애다.

4.2 사고 발생경위

서울역을 19시 03분에 출발하여 노량진역을 지나면서 영등포역에 대한 정차지적확인을 하고 운행을 계속하던 중 영등포역으로부터 앞에 열차가 있으니 신호대로 운행을 하라는 통보를 받고 영등포역 진입신호기를 지날 즈음 영등포역의 진입여부를 묻는 신호기가 주의(황색) 신호에서 진행(녹색) 신호로 바뀌는 것을 보고 계속 진행하는 취급을 하였다. 이 후 열차탑장의 무전기를 들고 나서야 영등포역을 지나온 것을 알고 1200미터를 지나쳐 정차하였다.

4.3 357열차의 영등포역 통과시 환경

357열차는 2009년 이전에는 영등포역을 상시통과역으로 통과하였다. 이후 열차의 운행환경의 변화로 인해 영등포역을 정차하도록 시각표가 개정되었다. 이러한 환경의 변화로 인해 당시 운행을 하던 기장은 정차역을 순간적으로 망각하여 통과하게 되었다<Table 2>. 이러한 변경도 규정의 변경으로 볼 수 있다. 과거 2005-2013년 사이의 사규변경은 <Table 3>에서처럼 빈번한 편이다.

<Table 2> The change of train number

열차번호 변경으로

- 357열차 영등포 정차역 통과 장애

2009년 이전	2009년 이후
1-199:경부선 200-299:경부선 임시	1-199:경부선 200-299:경부선 임시
300-: 동대구 시 종착	300-349: 밀양, 구포 경유 부산행 350-399: 영등포 정차, 수원 경유 부산행
400-: 호남선 목포 시 종착	400-: 경전선 (마산, 진주행)
500-: 호남선 광주 시 종착	500-: 호남선 목포행
600-: 경부선 구미 김천 경유 운행	600-: 호남선 광주행
	700-: 전라선 여수 엑스포 행

<Table 3> Frequency of rule change(2005-2013)

운전취급규정	23회
철도안전관리규정	11회
운전보안장치 및 운전장표취급지침	18회
연결선 구간 운전취급지침	15회
철도사고 등의 보고 및 조사에 관한지침	16회
철도운행에 관한 안전지침	10회
동력차승무원지도운용 내규	6회
운전취급지침	18회
열차운전시행세칙	20회
고속철도 운전취급세칙	11회

5. 열차사고 및 휴먼에러 현황

열차사고를 인적 요인에 따라 구분하면 <Table 4>와 같다. 그리고 최근 6년간 발생한 KTX의 오류는 <Table 5>와 같다.

<Table 4> Classification of human error and accident

원인 구분	주요 내용
열차사고의 인적요인	신호위반, 과속운전, 제동실패, 신호취급 잘못, 운전지시 잘못, 폐색취급 잘못, 선로전환 잘못, 열차번호 잘못, 차량 정비잘못, 차량검사 잘못, 미승인 작업, 열차 운전 조작 잘못, 기기취급 잘못, 규정변경 숙지 잘못, 취급순서 바꿈,
운전 장애의 취급(관리) 부주의	위험사건 및 열차지연 운행

<Table 5> Statistics on the latest 6 years of KTX accidents and problems

년 도	계	규 정 위 반	차 량 고 장	팬 토 취 급	신 호 장 에	선 로 장 에	교 통 사 상	기 타	사 고 유 형	
									사 고	준 사 고
07	31	2	21	2		3	5		3	28
08	42	1	23		1	1	12	2	3	39
09	41	3	21		5	1	12	3	4	37
10	81	4	59			5	8	5	7	74
11	149	1	93	2	12	4	13	24	5	144
12	113	2	76	2	4	8	7	13	26	87
합 계	457	13	293	6	22	22	57	47	48	409

주 : 책임사고 26건 중 이선진입, 정차역 통과가 9건, 기기 취급미숙 16건임. 이 중 규정변경으로 인한 혼동으로 발생한 시스템적 사고는 7건임.

출처 : 한국철도공사 2007-2012사고통계(2013년)

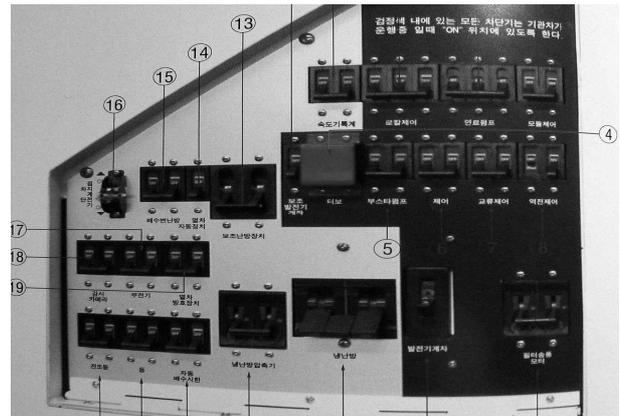
6. 휴면에러를 유발하는 환경

사람은 편향맹점(Bias Blind Spot)을 가지고 있어 '내가 하면 완벽하고 남이 하면 편향'[8]이라고 한다. 즉, '내가 하면 논리, 남이 하면 편향'이라는 것으로 이는 사람은 기본적으로 자신에게 유리한 측면만 본다고 하는 것을 말한다. 이렇게 자신에게 유리한 측면만을 바라보는 성향으로 인해 항공기 기장의 경우 2인 승무를 통해서 자신의 오류를 제3자나 타인 또는 같은 승무조로 편성된 동료가 지적하고 보안을 하도록 만든 제도가 지적확인환호응답이라는 제도다. 그러나 철도의 경우 경영효율화라는 패러다임의 변화로 인해 1인 승무가 보편화되고 있으며, 이로 인한 지적확인환호응답의 실천은 업무 담당자 스스로에게 일임할 수밖에 없다.

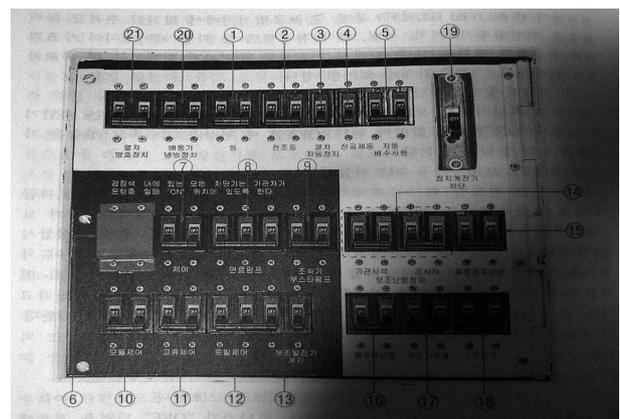
자기생각에 빠지는 또 다른 현상으로 신념편향(Belief Bias)을 들 수 있다. 이 신념편향은 결론이 내 마음에 들면 다 올바른 것이라고 믿는 성향을 말한다[8]. 사람들은 종종 논리 과정의 타당성을 떠나 결론이 자신의 신념과 일치한다는 이유만으로 그 결론이 참이라고 생각한다. 이러한 사람들의 경향은 다른 사람의 의견을 들어보려고 하지 않고 자신의 의견과 일치하는 의견만 옳고 자신의 의견과 다른 의견을 가지고 있으면 배척한다. 이러한 논리에 잡혀 생각하는 것을 심리학에서는 신념편향이라고 한다.

따라서 기장이나 기관사가 운전 중 장애나 사고로 인하여 장애제거 조치를 하는 과정에서 잘못된 기기 취급을 했지만 그것을 발견하지 못하고 계속적으로 같은 행동을 반복한다는 것이다. 과거 고속철도 운전취급

매뉴얼과 고속철도 운전취급시행 세칙의 항목 중 몇 번의 개정을 가져온 규정이 있었는데 99조의 규정이 그러한 대표적 사례이다. 그러나 이러한 문제의 소지는 처음 이러한 차량을 도입하면서 발생되었는데 이를 무시한 경영진의 휴면에러라 할 수 있다. 그 기기 오 취급의 원인을 제공한 것은 다음의 사진들을 보면 알 수 있다[Figure 1, 2].



[Figure 1] Distribution box of 4400 series in diesel locomotive



[Figure 2] Distribution box of 7400 series in diesel locomotive

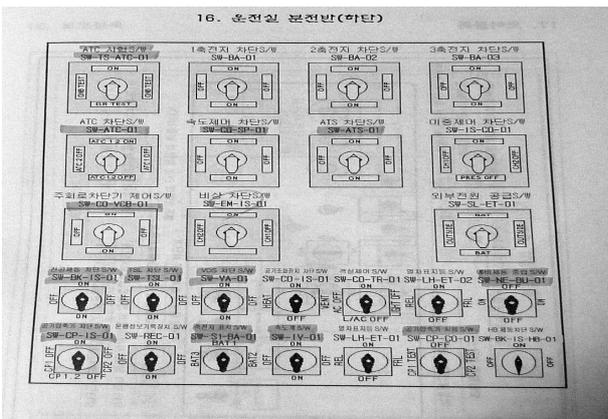
위 두 장의 사진은 국내에서 제작되어 코레일에서 운용되고 있는 디젤전기기관차의 분전함 내부의 모습이다. 이 디젤기관차는 초기에 미국의 EMD와 GM에서 만들어진 디젤기관차의 모형으로 약50년 이상을 운용하여 현재에 이르고 있다. 이를 보면 취급할 기기의 명칭이 취급할 기기의 아래에 표기되어 있는 것을 볼 수 있다.

다음 두 장의 사진 중 아래의 사진은 2004년 고속철도의 개통으로 새롭게 들여와서 운용되고 있는 고속철도의 운전실 분전함의 모습이고, 아래 사진은 KTX를 기본으로 하여 국내기술로 제작되어 사용되고 있는 산

천 운전실의 분전함의 모습이다. 이를 보면 취급할 기기의 명칭이 기기의 위에 표기되어 있는 것을 볼 수 있다. 이는 정상적인 상황에서도 잘못 취급할 수도 있지만 비정상상황인 이례상황이 발생하면 기장은 시간과 안전한 조치, 규정적 조치와 변경된 규정에 대한 부담, 그리고 잘못된 조치를 취했을 경우에 신분상 불이익에 대한 부담 등으로 인해 기기의 취급을 잘못할 확률은 급상승하게 된다. 이는 기본적인 휴먼에러 유발요인이라 하겠다.



[Figure 3] Distribution box of Sancheon' cabin



[Figure 4] Distribution box of KTX's cabin

기 위한 4문항과 운행 중 사규변경으로 인한 스트레스의 강도를 알아보는 문항 4문항, 사규의 저장과 열람의 정도를 알아보는 4문항을 질문하였다. 네 번째는 실제로 규정변경의 예를 이용해 규정변경으로 운행 중의 혼란을 한 경험이 있는지의 4문항, 변경된 규정의 적용이 운행 중 발생한 경험이 있는지의 4문항, 운행 구간의 교육과 관계된 2문항 등 총 10문항을 질문하였다. 다섯 번째는 일반적인 규정과 관계된 8문항을 질문을 하였는데, 사규의 열람과 관계된 4문항, 변경된 사규의 적용의 적절성 4문항을 질문하였다. 마지막으로 여섯 번째는 운전업무를 하면서 규정적 조치와 관제지시에 의한 조치의 혼란과 관계된 5문항, 응급조치시 우선시 되는 조치의 혼란과 관계된 5문항을 질문하여 조치의 적절성과 관련한 혼란을 알아보고자 하였다. 최근 경험한 아차사고(Incident) 사례나 장애가 낱 번한 경험, 또는 장애나 사고를 낸 경험이 있었는지의 내용과 이러한 사례를 경험한 당사자들의 심적 부담, 그리고 열차번호의 변경으로 인한 오류의 경험을 한 그룹, 열차번호로 인해 자신의 운행선구를 착각을 한 경험 등 관련 질문들을 포함하였다. 지역과 성격에 따라 사고에 대응하는 방식이나 침착함, 사고나 장애 발생 시 대처하는 방법의 차이를 알아보고자 하였다. 설문문의 문항 중 사규의 변경과 관계된 문항과 별개로 변경전의 사규에 의한 운전 취급의 방법, 사고나 장애가 발생 했을 때 사규적 적용과 관제의 지시에 의한 취급의 혼란은 없는지, 회사 관리자의 지시에 의한 취급과 규정적 조치의 갈등관계를 알아보 고자 하였다. 또한 실제로 사규가 변경된 시점 이후의 그 사규를 현업에서 적용하기 위해 잘못 적용한 사례가 있는지, 있으면 그 잘못을 언제 짚 알게 되었는지, 열차를 운행 하면서 사규의 적용으로 인한 스트레스는 얼마나 되는지를 알아보고자 하였다. 또한 무사고 운행기록의 기록과 규정적 조치의 상관관계를 알아보고자 하였다. 설문지에서 문항의 신뢰도를 측정 한 결과 3개의 그룹으로만 분석이 가능하고 나머지는 분석 대상에서 제외하였다. 첫 번째 그룹은 업무의 긴장도를 알아보는 그룹으로 업무와 관련된 15문항 중 3, 4, 5, 6, 7 번 문항과 사규변경과 관계된 8, 9, 10, 11번 문항이다. 기호는 W3, W4, W5, W6, W7 그리고 W8, W9, W10, W11으로 구분을 하였다. 다음으로 지역적 특색을 알아보고 시도한 결과 지역적 특색은 없는 것으로 나타나 분석에서 제외를 하였다. 두 번째 그룹은 사규변경으로 잘못 적용한 문항에서 2, 3, 9, 10번 문항으로 기호는 RC2, RC3, RC9, RC10으로 구분 했다. 세 번째 그룹은 운전업무에 임하면서 느끼는 갈등과 경험을 묻는 항목으로 1,2,5,6과 4,7,8,9,문항으로 기호는RD1, RD2, RD5, RD6과 RD4, RD7, RD8, RD9으로 나타냈다.

7. 설문조사 및 결과분석

7.1 설문의 개요

설문조사의 내용은 첫째 연령, 부기관사의 경력, 근무 경력, 무사고 주행키로 수, 학력, 혈액형, 취미, 철도 교통안전관리자 자격 유무 등의 기초자료 그룹 8문항, 두 번째 성격유형과 관계된 측정지수는 이종목(2007)의 저서를 참고하여 스트레스 원의 행동유형 분석측정지수 12문항을 사용하였다[9]. 세 번째는 업무와 관련된 내용으로 열차 운행 전의 긴장도와 운행 전 상황을 파악하

<Table 6> Degree of tension in doing tasks

	차량 고장시 당황			기기 오취급시 당황			타기기 취급 망각			편안한 운행			긴장 상태 운행		
	서울	부산	익산	서울	부산	익산	서울	부산	익산	서울	부산	익산	서울	부산	익산
설문부수(부)	120	70	34	120	70	34	120	70	34	120	70	34	120	70	34
전혀 그렇지 않다	5	0	2	6	3	2	8	7	5	11	3	2	6	1	0
그렇지 않다	23	11	9	24	14	9	27	11	8	18	11	6	11	12	9
보통이다	5	6	2	11	4	2	20	9	4	15	6	3	18	6	2
그렇다	49	33	11	46	33	14	46	32	11	30	26	7	44	36	14
매우 그렇다	38	20	10	33	16	7	19	11	6	46	24	16	41	15	9
5점척도 평균값	3.8	3.89	3.5	3.0	3.6	3.4	3.3	3.4	3.2	3.7	3.8	3.85	3.9	3.74	3.2

7.2 설문결과 분석

설문의 결과는 위 <Table 6>과 같다.

먼저 업무긴장도의 경우<Table 6>, 운행 중 차량이 고장이 발생 하였을 때(W3) 항목에서 120명 중 87명(72.5%)이 긴장을 하고 있는 것으로 나타난다. 대부분의 사람이 긴장을 하고 운행을 한다고 볼 수 있다. 운행 중 기기취급을 잘못해 당황한 경우(W4)도 79명(66%)이 경험을 하였고, 운행 중 잘못된 기기취급으로 다른 기기 취급을 잊은 경험(W5)도 65명(54%)이나 된다. 이는 아차사고(INCIDENT)에 해당하는 것으로 사고의 잠재적인 요소를 안고 있다고 볼 수 있다. 그러나 운행의 긴장도 질문(W6)에서는 편안하게 운행을 한다고 답한 사람이 76명(63%)이나 된다. 이는 운행을 편안한 마음으로 임하나 사고나 장애가 발생하면 당사자는 극도의 긴장 상태로 옮겨간다는 것을 알 수 있다.

이 후 긴장상태를 유지 한 채 운행을 하느냐의 질문에는 85명(71%)이 그렇다고 답을 했다. 이는 이러한 사고나 장애가 발생한 다음에는 이로 인한 병발사고가 발생 할 수 있음을 안고 있다는 것이다. 이러한 상황을 그래프로 나타내 보면 다음 그림과 같다. 이러한 형태의 현상은 부산과 익산도 같은 결과를 가져왔다.

다음으로는 운행 중 사고나 장애의 경우 사규적용의 혼동한 경우와 사규 변경에 대해 얼마나 알고 있는지, 운행 중 사규변경으로 인해 당황하거나 혼란을 경험한 경우, 사규의 변경에 대해 얼마나 알고 있는지에 대해 물었다<Table 7>.

이번 항목을 보면 운행 중 사고나 장애 발생 시 사규적용의 혼동을 한 경험을 물었다. 82(68%)명이 그러한 경험이 있다고 답을 했다. 다음으로 운행 중 사고나 장애가 발생 했을 때 사규의 변경으로 얼마나 당황을 했느냐의 질문에는 75(62.5%)명이 당황을 했다고 답했다.

<Table 7> Degree of confusion in applying rules

	사규 적용 혼란			사규 변경 당황			사규 변경 인지			사규 변경 적정		
	서울	부산	익산									
설문부수(부)	120	70	34	120	70	34	120	70	34	120	70	34
전혀 그렇지 않다	4	2	2	3	1	1	4	2	1	32	12	7
그렇지 않다	18	11	8	19	10	10	26	15	8	31	10	1
보통이다	16	10	4	23	8	2	23	14	5	32	25	20
그렇다	44	31	13	52	39	14	50	28	18	17	15	4
매우 그렇다	38	16	7	23	12	7	17	11	2	8	8	2
5점척도 평균값	3.78	3.69	3.44	3.61	3.73	3.47	3.42	3.44	3.35	2.48	2.96	2.79

사규 변경에 대해 얼마나 알고 있는지의 질문에는 67(55%)명이 약간이상 알고 있다고 답했다. 거의 알고 있다고 답한 사람은 17(14%)명에 지나지 않았다. 이는 교육의 문제로 봐야 할 것 같다. 마지막으로 사규의 변경이 적절하게 이루어지고 있는지에 대한 물음에는 부정적인 답이 많았다. 보통이다 이하가 95명(79.2%)이나 된다. 적절하게 이루어지지 않고 있다는 부정적인 답에는 무려 63명(52.5%)이 답을 하고 있다. 이는 현장의 직원들과 본사 경영조직과의 소통이 이루어지지 않고 있다는 것을 볼 수 있다. 즉 현장과 별개의 규정이 만들어 지고 있기 때문에 규정의 현장 적용에 괴리 현상으로 나타나는 것으로 볼 수 있다.

다음 기장들의 변경된 사규의 적용 혼란에 대한 설문문을 살펴보면<Table 8>, RC2에서 운행 행선표를 잘못 입력한 경우의 물음에는 보통이다 이하(보통이다, 그렇다, 매우 그렇다)는 한번 이상 경험이 있는 경우를 말함)가 70명(58%)으로 나타났고, 그런 경험이 없는 경우가 50명(48%)으로 거의 비슷했지만 그래도 실수가 10%정도 더 높다는 것은 휴먼에러의 환경에 노출된 정도가 휴먼에러 노출이 없는 환경보다는 거의 6배의 수준으로 올라간다는 것을 의미한다. 이는 직무스트레스에서 직무스트레스 측정지수를 측정하는 관계에서도 같게 나타난다. 또한 이러한 환경에서 운행하는 당사자는 운행 중 선구의 갈림길에서 내가 운행하는 열차와

내가 운행하는 선구가 같을까? 라고 의심을 하는 운전자는 표(RC10)에서 보듯이 그렇다고 답한 사람이 62명(51.6%)나 되고, 그러한 마음이 들 때가 있다고 답한 사람도 29명(24.2%)나 된다. 그렇다면 91명(75.8%)이나 되는 운전자들은 항상 갈림길에서 운전조건의 100% 신뢰를 가지고 있는 신호의 조건을 믿지 못하고 자신의 눈으로 확인을 해야만 믿고 운전을 한다는 것이다. 이러한 시스템은 불완전하다. 열차는 대량수송과 고속으로 운행하는 운송수단이고 열차의 운행 조건은 시스템으로 이루어져 있는데, 이 시스템에서 휴먼에러가 발생한다는 기본 조건이 형성되면 다른 시스템은 운전을 안전하게 하기 위한 조건을 만들 수가 없다.

부산승무원들은 서울 승무원보다 좀 더 안정적으로 대처를 하고 있다. RC2에서의 비율도 서울 보다는 조금 낮은 37명(53%)와 안정적으로 대처를 하고 있는 승무원 33명(47%)로 나타났다. 운행 전 열차번호의 올바른 인지는 61명(87%)가 안정적으로 인지를 하고 있다. 그러나 운행 중 갈림길에서 운행선구와 자신의 운행 열차의 일치에 관한 질문에서는 의심을 하는 승무원44명((63%)와 52명(74.3%)이 절대 다수를 차지하고 있다. 이 역시 서울 승무원과 같은 결과로 받아들일 수 있다.

다음은 운행 중 변경된 사규의 적절성과 변경된 사규로 인하여 곤란을 경험한 경우를 알아보면 <Table 9>와 같다.

<Table 8> Mishandling of changed train

	잘못 입력			열차번호 옳은 인지			본인열차 의심			운행중 갈림길 의심		
	서울	부산	익산	서울	부산	익산	서울	부산	익산	서울	부산	익산
설문부수(부)	120	70	34	120	70	34	120	70	34	120	70	34
전혀 그렇지 않다	23	11	14	4	3	0	32	18	3	17	10	7
그렇지않다	27	22	3	8	7	0	26	8	8	12	8	3
보통이다	39	17	7	17	14	7	22	16	6	29	15	12
그렇다	22	17	9	45	28	11	30	21	12	42	24	7
매우그렇다	9	3	1	46	19	16	10	7	5	20	13	5
5점척도 평균값	2.73	2.7	2.41	4.01	3.79	4.26	2.67	2.87	3.24	3.30	3.31	3.00

<Table 9> Confusion between formal rules and changed rules

	규정적 조치			사규변경 불안			사규변경 혼란			사규변경 사고조사 목격		
	서울	부산	익산	서울	부산	익산	서울	부산	익산	서울	부산	익산
설문부수(부)	120	70	34	120	70	34	120	70	34	120	70	34
전혀 그렇지 않다	2	2	1	3	1	1	6	5	4	12	10	8
그렇지 않다	11	7	4	12	10	7	31	16	8	43	25	11
보통이다	39	26	9	36	23	8	36	26	9	27	21	7
그렇다	58	23	16	38	27	13	29	19	9	26	9	6
매우 그렇다	10	12	4	31	9	5	18	4	4	12	5	2
5점척도 평균값	3.35	3.51	3.53	3.68	3.47	3.41	3.18	3.01	3.03	2.86	2.63	2.50

<Table 10> Confusion between rules and instructions

	규정조치 혼란			적절한 규정조치			사고시 관제지시 정당			규정, 지시 혼란		
	서울	부산	익산	서울	부산	익산	서울	부산	익산	서울	부산	익산
설문부수(부)	120	70	34	120	70	34	120	70	34	120	70	34
전혀 그렇지 않다	2	1	0	2	0	0	3	0	3	1	0	0
그렇지 않다	10	2	2	11	3	4	19	8	4	16	10	4
보통이다	27	18	11	36	25	9	67	36	18	50	29	16
그렇다	53	39	18	58	35	19	27	24	9	35	26	13
매우 그렇다	28	10	3	13	7	2	4	2	0	18	5	1
5점척도 평균값	3.79	3.79	3.65	3.58	3.66	3.56	3.08	3.29	2.97	3.44	3.37	3.32

운행 중 사고나 장애 발생시 규정적 절차에 따라 조치를 한다(GR4)와 규정적 절차에 따라 조치를 함에 있어서 변경된 사규인지 불안한가?(GR5)라는 질문에 각각 107명(89%) 및 105명(87.5%)의 승무원들이 그렇다고 대답을 했다. 이는 대단히 높은 스트레스를 유발하는 것으로 휴먼에러의 환경에 규정의 변경 역시 많은 비중을 차지하고 있다고 볼 수 있다. 또한 변경된 사규로 곤란한 경험이 있는가(GR6)와 변경된 사규를 적용하여 사고조사를 받은 경우를 목격한 적이 있는가?(GR7)에 대한 물음에도 각각 83명(69%) 및 65명(54.2%)의 승무원이 그렇다는 답을 했다. 이러한 응답 비율을 볼 때 변경된 규정으로 인한 승무원의 휴먼에러 지수는 급상승 하는 것으로 볼 수 있다. 스트레스와 관련하여 유사한 결과를 도출한 연구[10]에 따르면 안전 지시사항의 반복 청취로 인한 심리적 거부감이란 항목에서 스트레스 지수가 기관사의 경우 평균 3.42로 나타났으며, 기기의 오작동이 초래하는 결과에 대한 우려감은 3.82, 지식, 기술의 변동 및 기기의 고장에 대비한 사전 교육이수와 적용의 부담감은 3.61 등으로 나타나 스트레스 지수가 상당히 높은 것으로 밝혀졌다.

마지막으로 운전업무를 수행함에 있어서의 갈등관계를 알아보면, 운행 중 규정적 조치의 혼란의 경험이 있는가?(RD1) 운행 중 사고나 장애의 발생시 규정적 적절한 조치를 한 경험이 있는가?(RD2) 운행 중 관제실의 지시가 적절한가에 대한 질문(RD4), 운행 중 사고나 장애발생시의 조치과정에서 규정을 우선시 할지 아니면 상급기관의 지시를 우선시 할지 적용혼란을 경험하였는가?(RD5) 규정적 조치가 우선인지(RD6), 지시적 조치가 우선인지(RD7), 응급조치 매뉴얼이 복잡하다고 생각하는지(RD9), 사고나 장애발생시 적법한 절차를 적용하기 위한 고민을 많이 하는지(RD10)등을 질문을 하였다.<Table 10>

운행 중 규정적 조치의 혼란 경험이 있는가(RD1)라는 질문에는 108명(90%)의 기장이 혼란을 경험했다고 답하였다. 이처럼 운행 중 발생하는 장애나 사고 시 규정적 조치의 혼란이 있다는 것은 규정의 적용에 문제가 있다는 것을 의미할 수 있다. 개정된 규정의 존재여부에 대한 불안에 따른 혼란일 수도 있고, 규정과 지시의 혼란이 원인일 수 있다. 설문에 의하면 규정과 지시의 혼란이 90%로 높게 나타났으며, 개정된 규정에 대한 불안에서도<Table 7> 107명(89%)의 높은 비율로 나타났다. 이처럼 비율이 높다는 것은 고속열차를 운행하는 KTX기장들이 높은 수준의 휴먼에러에 노출되어 과도한 스트레스를 받고 있음을 의미한다. 결국 휴먼에러를 유발하는 충분조건이 형성되었다고 볼 수 있다. 또한 운행 중 사고나 장애의 발생 시 규정적으로 적절한 조치를 한 경험이 있는가?(RD2)라는 질문에는 107명(89.2%)의 기장이 한번이상 경험을 한 사례가 있다고 답했다. 이처럼 휴먼에러의 노출이 극에 달해 있을 때 이러한 경험을 하였다라는 것은 결국 휴먼에러에 완전히 노출되어 있는 것이나 다름없다고 볼 수 있다. 이 같은 질문과 연계하여 운행 중 관제실의 지시가 적절한지의 질문(RD4)에는 98명(81.6%)의 기장이 운행 중 관제실의 지시가 적절하다고 답을 하고 있다. 이 질문에서는 관제실의 적절한 지시를 받았을 경우가 아니라 반대로 적절한지 의심을 하는 경우를 살펴봐야 할 것이다. 그 이유는 관제실의 운행관련 지시는 열차를 안전하게 운행할 수 있는 조건을 미리 알려주는 지시를 하고 있으므로 관제실의 지시는 100% 가까운 응답이 나와야 열차의 안전운행을 하기 위한 기본적 조건이 된다. 이를 충족하지 못하면 열차의 안전운행은 상당한 제약을 받게 되고 기장과 관제실과의 통제 - 운행관계는 불신을 갖게 되어 안전운행의 장애를 유발한다. 이는 곧 관제실과의 커뮤니케이션이 휴먼에러의 유발과

상관관계가 있음을 보여주는 결과다. 다음으로 운행 중 사고나 장애발생시 규정에 따른 조치가 우선인지 상급 기관의 지시가 우선인지의 적용혼란을 경험 하였는가(RD5)라는 질문에 103명(85.8%)이 그렇다는 답을 했다. 열차운행의 경우 기본적으로 운전취급규정을 가장 중요한 원칙으로 삼고 있다. 그러나 때로는 규정을 벗어난 상급기관의 지시를 우선 적용하라는 명령이 발동될 때가 있는데 이 때 기장들이 우선적용의 혼란을 겪고 있다. 어떠한 경우라도 기본원칙은 무시되어서는 안 된다. 그리고 지시를 할 때도 규정을 벗어난 지시를 할 수 없어야 함에도 종종 그러한 경우가 발생한다는 것은 문제가 아닐 수 없다. 법을 어기는 지시는 따르지 않는다는 기본원칙을 지켜야 하겠지만, 그 이전에 관리자의 편의에 의한 지시를 하지 않는 것이 무엇보다 중요하다.

8. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 KTX기장의 휴먼에러를 줄이기 위한 방법을 찾고자 연구하였다.

일본 철도사고 전문가인 야마노우치 슈우이치로는 그의 저서 ‘철도사고 왜 일어나는가?’에서 다음과 같이 결론을 맺고 있다[11]. ‘일본철도 상층 경영진을 포함한 모든 간부가 “안전은 철도에서 가장 중요하다.”고 말한다. 그러나 일상의 행동이나 의사결정의 과정을 보고 있으면 정말로 안전을 진지하게 고려하고 있다는 생각이 들지 않는다. 대부분 수송량 증대와 설비투자 합리화, 정치적인 문제만 있었다.’라고 주장하면서 현안문제를 규정의 강화, 안전교육, 시스템 전체의 재검토를 토대로 고쳐야 한다고 주장하고 있다.

한편, “실속”의 저자 야나기와 쿠니오는 ‘일본의 정신적 풍토에 문제가 있다’라고 말하면서 휴먼에러의 발생 원인을 다음과 같이 기술하고 있다[12].

1. 과실 책임이 기술의 입장에서 사고와 혼동되어 있다.
2. 실수에 관한 사고방식이 도덕적, 계율적인 것에 머물러 비과학적이다.
3. 일본인이 시스템적 사고에 익숙하지 않다. 사물의 상태를 종합적, 합리적으로 보는 발상이 지배적이다.
4. 사실의 확인에 불가결한 사고 관계자의 정확한 증거 조사가 불가능하다.

따라서 이 같은 현상의 인과관계를 정확히 밝히기 위해서 저자는 ‘안전의 문제를 다양한 각도에서 검토하고 만일 사고가 일어났을 때에도 모든 가능성을 상정

하여 충분하고도 면밀한 대책을 검토하고 밝힌다는[16]는 자세로 임해야 한다. 그러기 위해서는 최고 경영자의 의지가 매우 중요하다. 사람은 보통의 수단으로는 통제가 어렵다. 이를 대표하는 이론이 있는데 야나기와 쿠니오는 ‘상식적 사고이론에 대한 반문’에서 인간의 실수에 대해 다음과 같이 역설하고 있다.

1. 실수(mistake)에는 초보적인, 전문적인 실수의 구별이 없다.
2. 베테랑이라도 의외의 실수를 한다.
3. 기계나 시스템이 편리해지면 인간은 그만큼 나태해지고 새로운 실수를 범할 위험이 발생한다.

따라서 인간이 실수를 범한다는 전제로 안전 시스템을 만들어야 하지만 안전에 도움이 되지 않는다면 그 시스템은 만들지 않아야 한다. 인간에게 어느 정도 자유롭게 맡기고 때로는 위험한 경험도 시켜서 임기응변적인 대응도 할 수 있도록 해야 한다. 결론적으로는 기관사에게 자유로이 운전을 맡기되 진정으로 위험한 국면은 시스템을 통한 보호장치를 마련해야 한다고 생각한다. 열차에 있어서 정차역 통과는 사실상 사고에 속하지 않는다. 이는 철도사고 중별에서는 ‘정지위치 어김’으로 분류되고 안전규정에서는 위험요인으로 분류되어 잠재적으로 위험을 내포한다는 개념으로 ‘지연운행’으로 구분하고 있다. 그렇지만 우리 사회에서는 이 같은 경우를 사고와 연관시키고 있으며 현재는 통신매체의 발달로 인하여 매우 급속하게 전파되고 있는 실정이다. 열차를 운전하는 기관사는 사고나 장애가 발생하면 조치과정에서 새로운 규정보다는 과거에 암기된 규정이나 사규가 우선 출력되어 적용되는 성향으로 인해 357열차와 같은 정차역 통과사태가 발생한다고 본다.

따라서 향후에는 규정을 개정할 때 용어를 단순하고 간결하게 만들어야 하며, 규정을 자주 개정을 하는 것을 지양하고 엄격한 적용을 해야 한다. 또한 규정을 개정한 이후에 바로 적용을 할 것이 아니라 충분한 교육을 한 후에 적용함이 바람직하겠다. 성인의 교육은 집중도를 향상 시킬 수 있는 방향으로 전환하여야 하며, 시청각 자료를 이용한 교육을 하여 단기간에 집중도를 높여야 한다고 본다. 또한 운전 업무에 종사할 사람을 채용할 때는 인지적 특성과 인성을 별도로 평가하는 기준이 마련될 필요가 있겠다. 적성검사도 최대한의 활용을 위해 다시 부활시킬 필요가 있다. 평가 방식은 다면 평가를 하되 암기를 해서 적용을 하는 것 보다는 평가 방법을 달리하여 위기의 대응방법과 절차를 준수할 수 있는 측정도구를 개발하고 인지적 특성을 평가하는 방법을 마련해야 한다. 가장 커다란 모순은 휴먼

에러를 연구하면서 휴면에러를 측정할 수 있는 측정도구가 아직 없다는 것이다. 휴면에러는 직무스트레스의 한 부분으로 나열하는 수준으로 머물기에는 너무나 큰 비중을 차지한다고 본다. 휴면에러 측정도구를 개발하기에 앞서 우선 휴면에러 노출지수의 연구가 선행되어야 한다고 본다. 휴면에러를 연구함에 있어 어느 직종은 어느 정도의 휴면에러에 노출되어 있는지를 알면 휴면에러 측정을 위한 측정도구의 개발은 한층 더 용이할 것이다.

9. References

- [1] J.Reason (1990). Human Error, New York, Cambridge University Press, 10-13, 33-46, 68-86.
- [2] K.S.Lee etals (2009). Human Engineering, hyungseul Publishing Company.
- [3] J.Reason (1997). Managing the Risks of Organizational Accidents, England, Ashgate Publishing Limited.
- [4] S.W.A.Dekker (2005). Ten Questions about Human Error: A New View of Human Factors and System Safety, Florida, Taylor & Francis, 133-150.
- [5] B.S.Dhillon (2013). Safety and Human Error in Engineering Systems, Florida, Taylor & Francis, 196-198.
- [6] L.Kecklund, A.O.Mowitz, M.Antova (2013). Current Practices of the Assessment and Acceptance of Risks related to Human Interactions within the European Railways, in Rail Human Factors: Supporting reliability, safety and cost reduction, Edited by N.Dadashi etals, Florida, Taylor & Francis.
- [7] A.A.Bumann, J.Abreu-Rodrigues, A.S.Souza(2009). Rules and Self-Rules: Effects of Variation upon Behavioral Sensitivity to Change, The Psychological Record, 59, 641-670.
- [8] N.S.Lee (2013). Bias, Okdangbooks. J.M.Lee (2007). Understanding and Management Strategy of Job Stress, Chonnam National University Publisher.
- [9] T.S.Shin (2009). An Empirical Study for Improving the Aptitude Management of the Railway's Safety-Critical Workers : Focusing on the Way of Stress Management, Jr. of the Korean Society for Railway, 12(5), 605-612.

저 자 소개

김진근



성균관대학교에서 행정학 전공, 방송통신대학교에서 법학전공, 서울과학기술대학교 철도전문대학원에서 경영정책을 전공하였다. 관심분야는 휴면에러, 교통심리, 교통정책, 철도정책, 철도사업 등이다.

주소 : 서울 은평구 응암동39-23 한일아파트 A동401호

신택현



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

주소 : 서울시 노원구 공릉2동 172번지 서울과학기술대학교 글로벌융합산업공학과