

열차 운전 종사자를 대상으로 한 인적오류의 개선 방안 연구

김동원* · 송보영** · 이희성***†

A Study on the Prevention Measures of Human Error with Railway Drivers

Dong Won Kim* · Bo Young Song** · Hi Sung Lee***†

†Corresponding Author

Hi Sung Lee

Tel : +010-3261-0420

E-mail : hslee@seoultech.ac.kr

Received : October 8, 2018

Revised : November 15, 2018

Accepted : February 13, 2019

Abstract : In this study, the causes of human error were identified through the survey of the drivers of the three organizations: Seoul Metro, Seoul Metropolitan Rapid Transit Corporation, and Korail. It was started with the aim of finding and eliciting causes in various directions including human factors, job factors, and environmental factors. The Cronbach alpha value was 0.95 for the reliability significance of the stress-induced factors in the operational area. The significance probability for organisational factors was shown to be 0.82, and the significance of the sub-accident experience and the driving skill factors in operation was 0.81. In addition, the analysis results showed that stress-induced in the field of driving is higher than the human factors in the reliability analysis. The results of the analysis confirmed that the reliability of the organizational and operational stress-induced factors was higher than other causes. In order to reduce urban railroad accidents, this paper suggests a method for operating safe urban railroad through the minimization human errors.

Copyright©2019 by The Korean Society of Safety All right reserved.

Key Words : railway drivers, handling-related accidents, human error, statistical testing, perception

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

업무의 특성상 열차 운전기관사들은 교번 근무제를 통해 운행 구간에 따라 4시간 이상씩 협소한 기관실에서 운행을 하기도 하고, 운전 사령요원들은 시스템적으로 사고 발생 예방 프로그램이 도입되었더라도 인간이 한번에 인지할 수 있는 정보의 양에 한계가 있음에도 불구하고 현황판에 나타난 다양하고 많은 정보를 분석하여 사고 방지를 위해 긴장을 놓지 못하고 있다¹⁾.

철도직원들은 물론 현대 직장인들은 급격한 경제성장과 구조적 변화 등은 조직을 구성하고 있는 철도직원 뿐만 아니라 현대 직장인들은 삶의 질적 향상과 편의성을 제공받게 되었으나 직무환경의 변화, 경쟁을 통한 직무에 대한 성과, 조직에서 감당해야 할 책임감

등 다양한 문제들로 직무수행에 어려움을 겪고 있고 하루 대부분을 직장에서 보내면서 경험하게 되는 스트레스는 개인에게나 조직에게서 상당한 영향을 끼치고 있다는 것이다²⁾.

기관별 소속에 따라 운행환경과 근무제도에 따라 지상, 지하구간을 다르게 운행하면서 인적오류를 발생시키는 환경을 유발하기도 한다. 또한 1인 승무의 근무형태로 인해 신호와 차량고장 등 복합적인 장애발생 시 1인 승무원 혼자 해결해야 한다는 부담감으로 인해 사고발생 시 당황하고 일시적인 공황상태가 발생되면서 열차지연을 가중시키는 요인으로 작용하고 있는 것이 현실이다. 또한 일상적인 생활을 인적오류 측면에서 살펴본다면, 가정 내의 갈등과 개인의 건강문제, 휴양관리의 부족함과 특히 불규칙한 수면 환경과 생활로 인한, 피로 등의 요인은 운행 중 졸음이나 집중력 저하

*서울과학기술대학교 철도차량시스템공학과 박사과정 (Department of Rolling Stock System, Seoul National University of Science & Technology)

**국토교통부 철도안전관리과 철도안전감독관 (Ministry of Land Infrastructure and Transport)

***서울과학기술대학교 철도차량시스템공학과 교수 (Department of Rolling Stock System, Seoul National University of Science & Technology)

Table 1. Fault conditions by cause³⁾

Cause		'14	'15	'16	Total	Avg
Management error		17	20	29	66	22.0
Facility equipment defect	Rolling stock	154	142	114	410	136.7
	Facility	4	2	6	12	4.0
	Switch point	8	3	9	20	6.7
	Signal facility	19	21	17	57	19.0
	Rolling stock and facility I/F	0	1	0	1	0.3
	Rolling stock and switch point facility I/F	3	0	2	5	1.7
	Rolling stock and signal I/F	5	2	1	8	2.7
etc.	7	2	1	10	3.3	
External factor		58	56	43	157	52.3
etc.		4	4	14	22	7.3

로 이어지면서 인적오류에 의한 사고를 유발할 수 있는 상황이 발생 할 수 있다.

기존의 연구 모형에서는 학자의 연구 목적과 관심에 따라서 개발 되어진 인적오류를 야기하는 심리적 과정이다. 인지적 특성에 관심을 두는 경향이 있었다. 최근에는 여러 가지의 모델분석 및 다양한 분석방법에 따라 주된 관심이 모아지고 있다. 인적오류의 원인과 분석에 따라 도시철도의 인적오류 사고 유발요인이 무엇인지를 밝혀 보려는데 목적이 있다.

철도공사, 서울메트로, 도시철도공사의 기관사를 대상으로 인적오류를 발생시키는데 기여하는 유발요인이 무엇인지를 밝혀보는데 목적을 가진 만큼 근본적 원인을 도출하고 철도사고 발생에 대해서 대안을 마련하고 설문을 기초로 통계분석을 수행한다.

기존의 연구에서는 인적오류의 선행연구가 제한적으로 변인을 활용하였지만 본 연구는 3개 운영기관의 기관사를 대상으로 범주를 다양하게 하였으며 3개 기관별로 가지고 있는 다양한 특수성 속에서 조직이나, 환경, 직무, 스트레스, 인적요인 등 변인과 함께 인적오류로 인한 사고와의 관계성에서 사고의 원인을 찾는 데 중요한 설문 분석이 시도 되었다는 점에서 연구의 필요성을 찾을 수 있다.

2. 기존문헌고찰

국내의 경우 정경희 등 3인이 한 지하철 조직의 현업기관사 전원을 대상으로 물리적 환경·직무자율·관계갈등·조직체계·직무불안전·직장문화 등 여러 항목에 걸쳐 수행한 조사에 의하며, 여러 요인 중에서도 특히 물리적 환경으로 인한 직무스트레스 정도가 전국

산업체 근로자의 평균치보다 매우 높고, 20% 전후의 기관사가 우울증이나 상당한 불안증에 시달리고 있다는 사실을 밝혔다⁴⁾.

이영민은 서울 메트로의 전직군을 대상으로 스트레스와 우울증을 조사한 결과 사무직과 현장직에 비해 기관사의 직무스트레스가 상당히 높고 우울증 발생 가능성 또한 다른 직군에 비해 유의하게 높다는 사실을 밝혔다⁵⁾.

남용과 김형렬은 서울에 위치한 지하철 소속 기관사 961명 전원을 대상으로 직무스트레스 평가도구를 이용한 설문조사와, 인구통계요인을 고려한 집단 간 차이를 밝히기 위해 20명을 대상으로 직무스트레스 세부적 원인을 파악하기 위한 심층인터뷰를 실시하였다. 기관사들의 직무스트레스 수준을 평가하고 이를 전국 근로자의 평균값이 포함된 4분위 점수와 비교한 결과 8개의 직무스트레스 영역 중에 4개의 영역에서 의미 있는 높은 수치를 보였는데, 가장 두드러지는 영역은 관계갈등 영역이었고 그 외에 물리적 환경·직무자율성·조직체계 등의 스트레스 영역이 높은 점수를 보이는 것으로 나타났다. 즉 기관사들의 직무스트레스는 조직체계에서 관계갈등·만족하지 못한 근무환경과 불규칙한 근무시간·직무자율성 결여·사상사고로 인한 정신보건의 문제의 가능성으로 인해 높은 수준인 것으로 나타났다. 이들 연구자는 지하철 기관사들의 직무스트레스를 경감하기 위한 대안으로 물리적 환경의 개선·직장인 지원 프로그램 도입·2인 승무·사상사고에 대한 대중 홍보의 필요성 등을 제시하고 있다⁶⁾.

이영선도 같은 메트로 기관사를 대상으로 스트레스와 정신건강과의 유의한 관계를 밝혔다⁷⁾.

김민기 등은 지하철공사에 근무하는 근로자 1,010명 전수를 대상으로 하여 한국인 직무스트레스 측정도구 단축형을 사용한 근무교대제별 직무스트레스 및 외적·내적 통제신념의 조절효과를 분석하였다⁸⁾.

장혜연 등은 수동으로 운전되는 서울의 1,2,3,4호선의 기관사를 대상으로 열차 가·감속장치인 마스콘의 손잡이를 누르고 운전할 때 발생하는 팔 근육에 발생하는 피로를 연구하였으며, 이로 인한 피로를 유발하지 않을 수 있는 마스콘 조작에 대한 새로운 형태의 접근이 필요하다고 하였다. 마스콘에는 기관사의 졸음을 감지하기 위한 장치가 있으며 이 장치를 일정한 힘으로 연속적으로 누르지 않으면 열차가 정지하도록 되어 있다⁹⁾.

양두성은 서울메트로 승무직원을 대상으로 한 연구에서, 직무스트레스 유발요인을 직무관련 요인·조직관련 요인·인간관계 요인으로 구분하고 이 중 직무관련 요인으로 인한 스트레스가 가장 높은 것으로 나타

났으며, 직무스트레스의 심리적·행동적 증세를 완화시키고 직무스트레스에 유연히 대처할 수 있는 내적강화를 위한 힐링 프로그램을 제안하였다¹⁰⁾.

외국의 연구로서 Malt 등은 기관사의 사고경험이 심리적 건강에 미치는 영향을 연구한 바 있는데 이들은 임상적 인터뷰와 설문지를 이용한 접근을 통해 사고를 경험한 기관사의 절반 이상이 사고 후 수 시간에서 며칠간 중간 정도에서 높은 수준에 이르는 강박적 고통을 느꼈으며, 단지 1/3의 기관사가 정신생리학적 각성(psychophysiological arousal)을 경험한 것으로 파악했다¹¹⁾.

또한 Göran 등은 기관사의 근무환경 및 안전·스트레스·수면부족과의 영향에 관한 연구에서 스트레스는 업무량의 범위가 초과할 때 정신적인 수용력을 감소시키고 부적절한 업무태도로 나타날 수 있으며, 1980년에서 1997년까지의 79건의 사고 중 스트레스와 관련된 사고는 14%(11건)를 차지했다고 밝혔다¹²⁾.

3. 연구 방법

현재 연구수행 절차로는 Fig. 1과 같이 사전작업, 설문조사, 도시철도 사고분석, 설문지정리 및 통계분석, 결과분석, 설문조사 순으로 이루어진다^{13,14)}.

본 연구에서는 이러한 일련의 단계들 중 휴면에러로 인한 위험요인에 대한 결과분석 및 가설검증을 하였다. 결과분석 방법으로는 IBM SPSS statistics 분석과 MS excel를 바탕으로 분석하였다.

신뢰도 분석방법 중 Cronbach의 alpha 값은 문항들의 내적일관성에 기초하여 추정되는 신뢰도 지수의 하나이며 다분문항에 대한 신뢰도를 추정할 수 있다¹⁵⁾.

Cronbach alpha의 절대값이 0.7이상이면 항목들 간에 어느 정도 일관성이 있다고 판단하고 0.8이상이면 일관성이 좋다고 판단하며, 0.6이하이면 일관성이 없다고 판단한다¹⁶⁾.

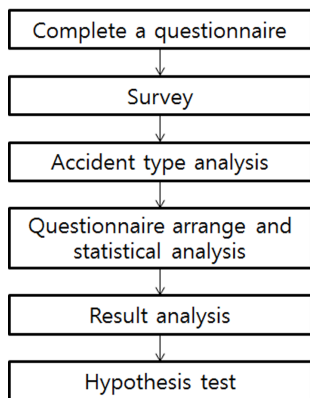


Fig. 1. Procedure for conducting research.

본 연구의 진행은 도시철도기관사의 인적오류와 관련된 사고사례 분석 및 참고 문헌과 보고서 등 각종 문헌을 이용하여 다각적으로 요인을 파악하며, 국내외 및 타 기관의 인적오류 분석체계 현황과 인적오류 장단점을 비교한다. 또한 도시철도 인적오류사고와 비교하여 인적 요인, 관리적 요인, 기계적 요인, 운영, 근무제도 등 물질, 환경적 요인에 대한 현황 및 분석을 제시한다¹⁷⁾.

3.1 인적 요인의 신뢰도 분석¹⁸⁾

인적요인에 대한 문항은 14개 문항으로 Cronbach의 alpha 값은 0.726으로 대체적으로 높고 항목이 삭제된 경우에 대한 Cronbach의 alpha 값이 Table 2와 같이 대체적으로 0.73이하로 모든 문항이 인적요인에 대한 요소로서 충분한 문항으로 판단된다.

Table 2. Reliability analysis of human factors

Human factors	Deleted items case			Modified-all correlation coefficient
	Scale average	Scale variance	Cronbach alpha	
1	46.6926	24.461	.694	.510
2	46.4805	24.441	.692	.544
3	47.2186	24.475	.712	.340
4	47.3593	24.534	.707	.374
5	46.8139	24.803	.699	.467
6	47.1299	24.621	.699	.449
7	46.7597	25.636	.709	.368
8	46.6840	24.681	.693	.537
9	47.3074	25.636	.735	.181
10	47.2532	24.845	.730	.232
11	46.0346	25.109	.714	.317
12	47.0455	24.976	.702	.432
13	47.0931	27.260	.734	.108
14	47.0216	26.885	.734	.127

3.2 현업 직무요인 요소의 신뢰도 분석¹⁹⁾

현업의 직무요인에 대한 문항은 16개 문항으로 Cronbach의 alpha 값은 0.766으로 대체적으로 높고 항목이 삭제된 경우에 대한 Cronbach의 alpha 값은 Table 3과 같이 대체적으로 0.73 이하로 모든 문항이 인적요인에 대한 요소로서 충분한 문항으로 판단되며, 환경적인 요인과 제도 요소에 대한 신뢰도 분석에서는 환경적인 요인과 제도요소에 대한 문항은 16개 문항으로 Cronbach의 alpha값은 0.692로 대체적으로 높게 나타났으며 대체적으로 0.7 이하로 모든 문항이 인적요인에 대한 요소로서 충분함을 보여주고 있다.

Table 3. Reliability analysis of factors

	Deleted items case			Modified-all correlation coefficient
	Scale average	Scale variance	Cronbach alpha	
Human factors	47.3074	25.636	.735	.181
Job factors	48.8033	37.785	.783	.090
Environmental system factors	44.6487	31.853	.691	.170
Organizational factors	42.6862	53.587	.846	.175
Experiences of near miss accident and experiences in driving	24.849	57.605	.823	.381
Stress induction factors	93.306	305.891	.956	.475

조직적 요인에 대한 신뢰도 분석 결과에서는 15개 문항으로 Cronbach의 alpha값은 0.838로 대체적으로 높고 항목이 삭제된 경우에 대한 Cronbach의 alpha값이 대체적으로 0.85 이하로 모든 문항이 인적요인에 대한 요소로서 충분하다고 할 수 있다.

계속해서 운행 중 아차사고 경험 및 운전숙련도요인에 대한 신뢰도 분석 결과에서는 운행 중 아차사고 경험 및 운전숙련도 요인에 대한 문항은 18개 문항으로 Cronbach의 alpha값은 0.832로 대체적으로 높게 나타났으며 대체적으로 0.83 이하로 모든 문항이 인적 요인에 대한 요소로서 충분한 문항의 구성이 올바르게 정리되었다.

마지막으로 운전업무분야 스트레스 유발요인에 대한 신뢰도분석에서는 운전업무분야 스트레스 유발요인에 대한 문항은 28개 문항으로 Cronbach의 alpha값은 0.953으로 대체적으로 높으며 Table 3과 아래 표와 같이 대체적으로 0.95정도로 모든 문항에서 높게 구성이 되었음을 보여준다.

4. 가설 검증

본 연구에서는 설문을 분석한 내용을 바탕으로 다음과 같이 적용하여 가설을 검증 하였다^{20,21,22}.

4.1 인적요인에 대한 평균비교

가설 : 인적요인에 대한 인식은 총 근무년수별 차이가 없다.

휴먼에러의 사고에 관한 인식의 차이를 총 근무년수별로 분석을 수행하기 위하여 분산분석을 한 결과 분산분석표는 Table 4과 같이 유의확률이 0.008(<0.05)로 매우 작아 총 근무년수별로 휴먼에러의 사고에 관한 인식의 차이가 존재하는 것으로 판단된다.

Table 4. ANOVA Table for average comparison of human factors

Human factors	Sum of square	Degree of freedom	Mean SS	F	P-value
Between groups	1.798	3	.599	4.027	.008
Within a group	71.287	479	.149		
Total	73.085	482			

Table 5. Work year comparison

Total number of years of service	N	Sig. = subset for 0.05		
		1	2	3
2~10 years	58	3.5339		
11~20 years	104	3.5801	3.5801	
More than 21 years	263		3.6626	3.6626
Less than 2 years	58			3.7449
P-value		.439	.168	.169

총 근무년수별로 세부적인 비교를 하기 위하여 Duncan의 사후분석을 수행한 결과 Table 5와 같이 2년 이하가 가장 높은 점수를 보이고 있으며, 2년 이하를 제외하면 근무년수가 높을수록 인적오류에 대한 인식 점수가 높은 경향을 보이고 있다.

총 근무년수가 (2~10년, 11~20년), (11~20년, 21년 이상), (21년 이상, 2년 이하) 간에는 인적오류에 대한 인식 점수 차이가 나지 않으나 이를 제외한 다른 그룹 간 평균의 차이는 존재한다.

4.2 직무요인에 대한 평균비교

가설 : 직무요인에 대한 인식은 소속별로 차이가 없다.

직무요인에 대한 인식의 차이를 소속별로 분석을 수행하기 위하여 분산분석을 한 결과 분산분석표는 Table 6과 같이 유의확률이 0.380(>0.05)로 매우 높아 소속별 평균 차이는 존재 하지 않은 것으로 판단된다.

Table 6. ANOVA Table for average comparison of job factors

Job Factors	Sum of square	Degree of freedom	Mean SS	F	P-value
Between groups	.302	2	.151	.970	.380
Within a group	74.809	480	.156		
Total	75.112	482			

Table 7. Average by membership

Operating company	N	Average by operating company
		1
Korea railroad	158	3.2052
Seoul metro	222	3.2124
Seoul metropolitan rapid Transit	103	3.2700
P-value		.188

4.3 아차사고 운전 숙련도 요인에 대한 평균비교

가설 : 아차사고 운전 숙련도 요인에 대한 인식은 징계사고 횟수별과 차이가 없다.

아차사고 운전 숙련도 요인에 대한 인식의 차이를 징계사고 회수별 분석을 수행하기 위하여 분산분석을 한 결과 분산분석표는 Table 8와 같이 유의확률이 0.035(<0.05)로 낮아 징계사고 횟수별 평균 차이는 존재 하는 것으로 나타나고 있으나 그 차이는 크지 않다.

Table 8. ANOVA Table for average comparison of skill in near miss

Factors of skill in driving a near miss	Sum of square	Degree of freedom	Mean SS	F	P-value
Between groups	2.216	4	.554	2.606	.035
Within a group	95.866	451	.213		
Total	98.082	455			

Table 9. Average by number of disciplinary accidents

Number of disciplinary accidents	N	Average by number of disciplinary accidents
		1
None	371	1.4972
Twice	14	1.5119
One-time	63	1.6290
More than four times	3	1.7256
three times	5	2.0000
P-value		.051

5. 결론

인간요소는 복잡하고 다양하기 때문에 인적요인에 대한 위험성을 평가하고 제어하기는 쉽지 않다^{23,24,25}).

본 논문에서는 국내 대형 철도운영기관의 운전직무 종사자를 대상으로 인적오류를 유발하는 요인과 각 기관간 특성차이 등을 분석하여 인적오류를 최소화하고 개선할 수 있는 방안을 검토하고자 하였다.

인적오류 분석을 위하여 1개의 운영기관을 대상으로 설문 분석을 제시한 사례보다 3개의 기관을 대상으로 인적오류를 유발하는 요인을 확대 된 범주를 가지고 설문분석의 값을 제시하였다.

이를 바탕으로 인적 오류의 유형 분석을 실시하였다. 또한 사고의 원인 및 유형, 인적오류 관련하여 운전종사자의 다양한 형태의 관점에서 현업에서 업무 중 실제 이루어지고 있는 상황을 변수를 이용하여 설문하였다.

인적오류의 요인별에 대한 오류 유형 분석 결과에

따라 어떠한 요인이 상대적으로 발생 빈도가 높게 나타나는지 어떤 범주가 더 많은 인적오류와 관계되는지 어떠한 상황에서 인적오류가 발생하는지에 대하여 알 수 있었으며 특히 다양한 범주 안에서 중점적으로 관리와 개선을 하여야 할 인적오류 유형을 확인할 수 있었다.

운전업무 종사자라는 업무 특성상 지속적으로 업무 중 다양한 상황에서 아차사고와 스트레스를 받게 되며 다양한 상황에서 스트레스와 아차사고는 특별한 상황의 경우에만 해당 되지 않고 이후에 발생 할지도 모르는 상황에 대한 예기 불안과도 관련이 있으며 사고에 따른 처벌과 받게 될 불이익에 대한 불안감과 압박감 과도 관련이 있다.

이러한 이례적인 상황에서 불안감과 우려는 정신적인 면과 심리적 압박감으로 인해 피로를 가져온다.

피로는 업무 중 졸림과 인지 실패, 집중력을 감소시킬 수 있으며 다양한 오류를 가져 올 수 있다. 정신적인 문제와 심리적인 나약함으로 인한 문제로 인해서 실수 같은 현상은 행동을 하는데 불안정한 모습을 유발 하여 운행장애나 사고를 발생시키는 요인으로 이어진다.

오류유발요인을 개선시키기 위해서 연구에서 결과로 도출된 것과 같이 운전 종사자의 심리적인 관리를 위한 부서를 설치하고 인적오류발생 운전 업무 종사자에 대해서는 전문가를 통한 심리상담과 함께 치료도 함께 관리가 되어야 한다. 또한 운전업무종사자의 업무 중에는 집중력을 필요로 하기에 집중력을 위해서는 환경적인 면에서 수면을 취하는데 필요한 침실 개선에도 주안점을 가지고 있어야 할 것이다.

설문 분석에서 나타난 운전업무종사자의 아차사고 경험과 환경적인 물리적 개선이 함께 이루어져야 운전 업무종사자의 인적오류를 감소시키기 위한 다양한 방안을 마련 할 수 있다.

사고 발생 후 적극적인 관리, 정신적인 관리, 교번제도의 합리적 개선과 스트레스 유발요인과 아차사고의 예방, 건강한 수면질의 개선 등 교육과 훈련이 체계적으로 이루어 져야 한다.

추후에는 운행 중 다양한 상황으로 인한 운전업무종사자가 받게 될 스트레스 요인에 대한 해결점을 찾아야 할 것이며 아차사고의 예방을 위해서 운행환경과 운전업무종사자가 운전직무에만 집중할 수 있는 방안을 마련하여야 할 것이다.

감사의 글: 이 연구는 서울과학기술대학교 교내연구비의 지원으로 수행되었음.

References

- 1) M. K. Park, "A Study of Human Error Prevention in Railroad Accident", M.A., Dongguk University, 2004.
- 2) D. W. Kim, "Effect of Job stress on Job Satisfaction for Railway Workers", M. A., Seoul National University of Science and Technology, 2015.
- 3) Korea Transportation Safety Authority "Rail Accidents and Safety Performance Analysis Report", 2017.
- 4) K. Jung, Y. C. Kim, D. Kang and J. Kim, "Study of Relation Between Work-Related Musculoskeletal Disorders · Psychiatric Disorders and Job Stress in Train Drivers", Journal of Ergonomics Society of Korea, Vol. 27, Issue 1, pp. 1-7, 2008.
- 5) Y. M. Lee, "The Relationship between the Job Stress and Depression Symptom at a Subway Workers by Job Groups", Department of Occupational and Environmental Health, Hraduate School of Public Health, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea, 2007.
- 6) W. Nam and H. R. Kim "A Study on the Size and Cause of Task Stress for Urban Subway Operator", Korean Journal of Occupational and Environmental Medicine, Vol. 41, pp. 426, 2008.
- 7) Y. Lee, "A Study on the Effect of Job Stress on Mental Health Problems among Subway Drivers", Department of Counselling Psychology, The Graduate School of Education Hankuk University of Foreign Studies, 2007.
- 8) M. G. Kim, W. C. Lee, Y. M. Lee, J. H. H. C. Ryoo, H. C. Kim, S. W. Yoo and K. H. Nam, "Factors Associated with Quality on Sleep of Subway Workers by Shift-Work", Annals of Occupational and Environmental Medicine, Vol. 20, No.4, pp. 326-334, 2008.
- 9) H. Y. Jang, Y. G. Lee, J. H. Jang, T. S. Kim, S. J. Hong, C. S. Han, J. S. Han and J. Y. Ahn, "A Study on Upper Extremity Muscle Fatigue Changes of Train Driver", Journal of the Korean Society for Railway, Vol. 10, No. 5, pp. 576-581, 2007.
- 10) D. S. Yang, "Study of Occupational Stress Reduction for Subway Crews", Journal of The Korean Society for Urban Railway, Vol. 2, No. 1, pp. 157-164, 2014.
- 11) D. E. Guest, "Perspectives on the Study of Work-Life Balance", A Discussion Paper prepared for the 2001 ENOP Symposium, Paris, 29-31, March 2001.
- 12) G. Kecklund, T. Åkerstedt, M. Ingre and M. Söderström, "Train Drivers' Working Conditions and Their Impact on Safety, Stress and Sleepiness: A Literature Review, Analyses of Accidents and Schedules", Stress Research Report, 288, pp. 20-22, 1999.
- 13) C. H. Joo, T. K. Kim, J. W. Lim and K. S. Kang, "An Empirical Study on Method to Reduce of Human Error of High-Speed Train Drivers," Journal of the Korea Safety Management & Science, Vol. 16, No. 2, pp. 1-9, 2014.
- 14) B. J. An, "A Study on the Types of Human Errors for Railway Safety Personnel", Journal of the Korea Safety Management & Science, Vol. 9, No. 2, pp. 9-17, 2007.
- 15) J. H. Kim, "Educational Evaluation Dictionary", 2004.
- 16) leerider, "Cronbach Alpha", <https://blog.naver.com/leerider/100190060736>, 2013.6.16.
- 17) J. C. Park, J. B. Baek, J. W. Lee and S. H. Yang, "A Study on the Analysis of Human-errors in Major Chemical Accidents in Korea," J. Korean Soc. Saf., Vol. 33, No. 1, pp. 66-72, 2018.
- 18) J. H. Ko, W. D. Jung and J. W. Kim, "An Analysis of Human Error Mode and Type in the Railway Accident and Incident," J. Korean Soc. Saf., Vol. 22, No. 4, 2007.
- 19) B. J. Kim, W. K. Ji and S. K. Jeon, "A Mediating Effect of Job Stress between Physical Environmental Risk and Safety Behavior, and Moderating Effect of Perceived Control," J. Korean Soc. Saf., Vol. 32, No. 2, pp. 105-111, 2017.
- 20) K. S. Moon, S. K. Kim, Y. H. Lee and T. I. Jang, "Development of Safety Competences, Behavioral Indicators and Measuring Methods for Preventing Human-Error in Nuclear Power Plants: A Preliminary Study," J. Korean Soc. Saf., Vol. 31, No. 1, pp. 132-138, 2016.
- 21) S. H. Lee and H. K. Im, "Cognitive Analysis on Accident-related Human Factors during Shunting Movements," Jo. Korean Soc. Saf., Vol. 20, No. 4, 2005.
- 22) J. K. J, "Countermeasures to Mitigate Human Errors for Preventing KTX Driving Accidents", Seoul National University of Science and Technology, Ph.D., 2013.
- 23) J. Lee and H. S. Lee, "Disaster Response System and Management Plan of Urban Railway Accidents," The Korea Transport Institute, 2014.
- 24) Korean Railroad Corporation, "A Study Report on the Research Committee of Human Error", Korean Railroad Corporation, 2014.
- 25) Korea Transportation Safety Authority, "Railway Operating Accident Statistics", 2017.