

# 운송차량 사고예방을 위한 연구

정 병 현\* · 김 기 홍\*\*

\*우송대학교 교수

\*\*우송대학교 초빙교수

## A Study on Transportation Accident Prevention

Byung Hyun Chung\* · Ki Hong Kim\*\*

\*Woosong University Professor

\*\*Woosong University Visiting Professor

### Abstract

The delivery truck is traveled around the delivery area for a long time. Truck drivers cause traffic accidents because of long hours of driving, fatigue, and speeding, etc. In this study, we will test the factors for preventing accidents of drivers. We would like to find factors that affect accidents and improve that can prevent accidents. As in the results of the study, accidents occur when traffic increases and profits increase among driver age, career, and profit factors. In addition, if the volume of traffic increases during the season, the number of accidents increases further. Therefore, in order to prevent truck accidents, a stable cargo quantity must be allocated to truck and cargo must be delivered.

**Keywords :** Traffic accident, Accident prevention, Truck driver delivery area

### 1. 서론

화물운송은 출발지에서 목적지까지 화물을 옮기는 물류 활동이다. 화물을 옮기는 과정에서 출발지에서 목적지까지 한번에 이동하는 과정을 수송이라고 정의하고, 일정 권역 내에서 여러 곳 또는 순회하며 화물을 전달하는 과정을 배송이라고 한다. 따라서, 기업에서는 수송과 배송으로 운송서비스 방법을 구분하고 있다. 수송은 고속도로를 주로 이용하여 장거리 운행이 많다. 하지만, 권역내 한번의 운송도 수송이라고 할 수 있다. 배송은 권역 내 여러 목적지를 지나고 다시 출발점으로 돌아오는 운행을 주로 배송이라고 설명할 수 있다. 따라서 수송차량이 한번 사고가 나면 대형사고로 이어지지만, 배송 차 사고는 여러곳을 이동하므로 대형사고까지로 이어지는 경우가 수송보다는 낮다. 그러나 수송차량보다 배송차량 사고 발생률은 높을 수 있다.

수송은 한번에 장시간 운전하게 되고 배송은 단시간 여러곳을 운행하게 되면 두 운송방법은 거리가 누적되어 운

행시간이 길어 운전자의 피로가 누적되어 있을 것이다. 권역 내 배송차량은 여러 목적지에 화물을 배송하는 운행으로 운행시간이 누적되어, 장거리 운행 거리만큼 운행되는 것과 같다. 따라서 단거리 및 장거리 운행차량의 화물차량 사고 유형을 보면, 과로, 과적, 과속으로 구분하여[1] 연구되어 있다. 과로, 과적, 과속은 서로 화물차량의 사고발생 원인에 관계성을 가지고 있다고 할 수 있다. 과로는 화물자동차들의 장시간 운행에 따라, 피로가 누적되어 과로로 인한사고가 발생할 가능성이 크다. 과적은 많은 화물을 한번에 이동하게 되면 경제적인 효과와 비용이 절감되므로 화물차량은 한번에 많은 양을 적재하여 이동하려고 한다. 과속은 고객 만족도를 높이고 신뢰를 위해 빠르게 배송하려고 한다. 빠르게 배송하려면, 빠른 운행을 위해 운행 속도를 높일 수 있다.

화물자동차 운전자들의 나이가 많은 운전자들이 장시간 운행할수록 과로로 인한 사고 발생률이 높을 것이지만 만약, 경력이 많을수록 사고의 위험성은 낮을 수도 있다. 2017년 기준 화물차량 운전자들의 평균 나이는 54세이다

†본 논문은 2023년 우송대학교 교내 학술연구조성비 지원을 받아 수행된 연구임

†Corresponding Author : Kihong Kim, Department of Logistics System, Woosong University, 171 Dongdaeseon-no, Daejeon 300-712, Korea, E-mail: akk72@korea.com

Received June 13, 2023; Revision June 26, 2023; Accepted June 26, 2023

[2] 평균연령이 높아져 장시간 운전으로 인한 피로도가 높아지면 사고 발생 환경에 노출되어 있다. 경제침체로 인해 기업들은 안전에 대해 소홀해질 것이다. 경제침체로 인해 기업들의 안전분야에 대한 인력감축과 비용축소 등을 안전여건은 더욱 열악해 질 우려가 있다.[3] 경기가 좋지 않을수록 운전자들의 수익성에도 영향을 미치고 수익을 높이기 위해 장시간 운행을 많이 할 수밖에 없다. 따라서 장시간 운행 환경에 노출되어 있다. 또한, 나이에 비해 경력에 짧을수록 사고 발생률이 높을 것이다. 하지만 나이에 비해 운전경력이 많으면 사고 발생률은 낮아질 수도 있을 것이다. 따라서 나이는 장시간 운전환경에서는 사고에 영향을 미칠 수 있다. 나이가 많을수록 인지 능력이 낮아지기 때문이다.

사고는 발생원이 되는 유해요인이나 사고 발생 경향을 확인하여 그것을 변형시키면 예방이 가능하다.[4] 본 연구에서는 안전예방을 위해 나이, 경력, 수익적 요인들 중 사고발생에 영향을 미치는지에 관한 연구를 하려고 한다. 경력이 많을수록 사고발생이 낮을 수는 있겠지만 수익이 떨어지게 되면 장시간 차량운행을 통해 수익을 높이려고 할 것이다. 장시간 차량운행은 속도와 피로에 의해 사고는 발생할 수밖에 없다. 따라서 본 연구의 구성은 1장 서론, 2장 선행연구, 3. 연구모형 및 결과 4장 결론으로 진행하려고 한다

## 2. 선행연구

2019년 기준 화물자동차 사고 건수는 28,788건수로 사고발생의 12.5%이다[5] 승용차 다음으로 많은 비중을 차지한다. 영업용 화물자동차 등록대수가 2001년 시작으로 2021년 까지 총 등록대수는 42만대 매년 최소 5천대에서 최대 3만대까지 등록을 하는데 평균 사고건은 2만대 수준이다. 그렇다면 등록대수만큼의 차량이 사고가 난다고 볼 수 있다.

유진화외2명은 전국 화물자동차 사고로 인한 사망자수가 전국보다는 경남 사망자가 높는데 사고원인으로는 신호위반, 진로변경, 교차로운행방법, 음주운전, 과속의 원인인 것으로 연구되었다.[6] 신호위반, 진로변경, 교차로운행, 음주, 과속의 원인은 운전자들의 피로와 과로로 인한 사고로 유발될 수 있는 높은 수준의 원인이라고 할 수 있다. 전국적으로 화물차량을 운행하는 동안 신호위반, 진로변경, 과속 등을 1회 이상 습관적으로 운행하는 경우가 많을 것이다, 이유로는 정시에 화물을 공급해야 하기 때문일 것이다. 대형차량의 경우 진로변경시 균형의 변화로 차가 전복되는 교통사고가 있고, 과속으로 인한 집중도가 떨어지고 피로도가 높아지면 사고 발생률은 더욱 높아질 것이다

김민준외3명은 디지털운행기록계의 데이터를 통해 사업용 차량의 안전운전 지원 서비스 컨셉을 개발하는 연구가 진행되었다[7] 운전자들의 데이터 분석하여 분석과 결과에 따른 안전운전 아이디어를 제공하는 방법이다. 예를 들면, 운전제동장치를 단계별로 제동할 수 있게 메시지를 전달하면 될 것이다. 그렇게 되면 운전자들의 제동거리는 운전자마다 다르므로 안전하게 정지하고 운행될 수 있을 것이다. 디지털운행기록계의 데이터를 운전자유형별 운전방법, 차량적재정보를 데이터화 한다면 더욱 안전운행에 영향을 미칠 수 있을 것이다

유진화외1명은 사고운전자 연령은 20대와, 50대 이상 운전자가 재직운전자 비율보다 상대적으로 높다고 연구되었다. 뿐만아니라, 운전자 경력 1년 이내에는 사고가 발생하는 것으로 연구되었다.[8] 20대와 50대의 사고 발생률이 높은 것은 운전경력에 대한 미숙함과 연령으로 인한 집중력이 떨어질 경우 사고율이 다른 연령에 비해 사고가 발생한 것으로 해석할 수 있다. 단지 연령과 기간으로 인해 전체의 사고 조사도 중요하지만, 운송차량 유형별로 조사가 필요하다. 예를 들면, 같은 배송운송을 하지만 택배배송과 편의점 납품 배송차량은 화물의 유형은 비슷하지만, 단위당 물동량이 다르다. 택배차량은 1:1 배송이 많지만, 편의점 배송은 1대n개의 수량이 많을 수 있다. 전자는 장기간 운행하지만, 후자는 하역량이 많아 피로의 누적이 다를 수도 있어 사고의 발생률이 다를 수도 있다.

고우영외1명은 1988년부터 사고발생 요인별 토픽에 사고발생의 심각 수준을 찾는 알고리즘을 연구하였다.[9] 도로특성, 사고건수, 사고시간, 화물특성, 운전자특성 등 다양한 요인으로 인해 사고가 발생할 수 있다. 예를 들면, 위험물을 운송하는 나이 많은 운전자는 안개가 많은 고속도로에서 야간 운행시 시야 확보의 어려움으로 대형사고 발생할 수 있는 경우가 많다.

본 연구에서는 운전자의 사고 발생 원인을 찾아 사고를 예방하기 위함이다, 경제적 안전성과 경력 및 나이에 따른 사고 발생 가능성에 관한 요인 분석 연구로서 전체적인 배송차량이 아닌 편의점 배송차량과 유사한 모형의 기업에서 배송 사고발생 건수, 수익성, 나이 및 경력에 관한 자료로 수익, 나이, 경력에 관해 사고발생과 연관성에 관한 연구를 하려고 하는 것이다.

### 3. 연구모형

#### 3.1 연구이론

두 변수 사이의 연관성과 같은 상호관계를 규명하는 것이 상관분석이고, 두 변수 사이의 함수관계를 규명하는 분야를 회귀분석이라고 한다[10] 두 변수 사이는 종속변수와 독립변수들로 구성되었다.  $y = f(X)$ 의 함수관계가 있을 때,  $x$ 를 설명변수[10] 즉 독립변수이다. 독립변수가 1개이면 단순회귀분석 1개 이상이면 다중회귀분석이라고 한다. 다중회귀분석은 독립변수가 여러개인 경우에 실시하는 회귀분석이다[11] 본 연구에서는 다양한 독립변수들이 종속변수에 어떤 영향을 미치는지 연구의 가설을 검증하기 위해 다중회귀분석 <식3-1>의 통계적 기법을 활용하여 연구하려고 한다.

$$E(Y/X_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_i X_{ij} \quad \text{<식3-1>[11]}$$

#### 3.2 연구배경

##### 3.2.1 연구 문제점

물류기업의 운송차량 유형은 2가지로 분류한다. 직영차량과 비직영차량이다. 직영차량은 물류기업이 직접 차량을 구입하고 운전자를 고용하여 직접 화물차량을 운행하고 비직영차량은 물류기업과 위수탁계약을 맺은 운전자 또는 운송사를 통해 화물을 운송하는 형태이다. 직영차량과 비직영차량의 차이는 화물자동차의 소유가 회사와 개인 간의 차이뿐이다. 두 유형 모두의 차량은 월 운행을 통해 수익을 창출해야 한다

차량의 하역은 운전자 모두 직접 하역하기 때문에 많은 운송시간이 소요되게 된다. 화물을 적재할 때 기계가 아닌 타인에 의해 화물이 파손, 분실 등과 같은 일이 발생하면 책임에 대한 명확성이 불명확하므로 운전자가 직접 화물을 차량에 적재할 수밖에 없다. 또 다른 이유로는 배송 순서에 따라 화물을 적재해야 하므로 운전자가 직접 하역을 하게 된다.

운전자가 직접 화물을 차량에 적재하므로 총 운송시간은 늘어나게 된다, 앞에서 언급되었듯이, 직영차량과 비직영차량 모두 수익창출을 위해 운행시간이 증가되도록 운행계획을 수립할 것이다. 예를 들면, 안전성을 보장하기 위해서는 1일 1회전의 배송권역을 운행하도록 계획을 해야 하지만, 수익성을 위해서는 1일 N번의 운송계획을 수립하게 되는 것이다.

수익성을 높이기 위해서 운전자들은 운행 중 과속을 할려고 할 것이고 만약 과속하게 되면 사고로 이어지게 될 것이다. 특히 운전자의 경력이 짧고 나이가 젊을수록 더욱 과속과 위반 운행을 할 경우가 많을 것으로 예상된다. 뿐만 아니라, 나이가 많고 운전경력이 짧은 운전자들도 수익성을 높이기 위해 속도를 높일 것이다. 마지막으로 나이가 많고 경력이 많은 운전자들로 운전에 대한 경험을 받고 속도를 높일 것으로 판단된다. 그렇다면, 수익성이 높은 차량들은 안전하게 운행할 것이라고 예상되지 않는다. 수익성이 아무리 높아도 운전자들은 차량운행시간을 단축하여 운행을 빨리 마치기 위해 속도를 높일 것이다. 그렇게 되면 모든 환경에서도 속도를 높여 운행을 빠르게 하려고 하는 운전자들은 사고의 환경이 노출되어 있다고 할 수 있다.

본 연구에서는 수익성, 운전자 나이, 운전경력에 따라 사고의 발생건수와 상관관계가 있는지를 분석하려고 한다.

##### 3.2.2 연구조사자료

물류기업에 소속된 전체 차량 249대의 차량 분기별 수익, 차량 분기별 사고건수, 운전자 경력, 운전자 나이 순으로 9개월 간의 자료를 수집하였다. 9개월의 수익성 자료를 분기별 평균값을 구하고 분기별 사고건수를 집계하였다. 운전자 나이와 운전 경력기간은 다르므로 사업자 개시일을 기준으로 운전경력기간 자료로 이용되었다. 수집된 자료로 통계분석을 실시하였고 통계프로그램은 spss 27 버전을 사용하였다.

##### 3.2.3 연구자료 정의

본 연구를 위한 변수들을 분류하여 연구의 결과를 얻게 되는 종속변수는 사고의 발생건수이다 독립변수는 수익, 운전자 나이와 경력이다. 다음은 변수와 독립변수(X)들의 정의이다.

###### ▶ 수익

화물차량은 월별 운행 기록과 함께 운송료 수익이 발생되어 수입에 대한 세무 신고를 하게 되어 있다. 따라서 본 연구에서는 차량 월별 수익에 대한 세무 신고 사료를 기준으로 분기별 평균값을 구하고 전체 평균값을 기준으로 평균값 이상과 이하로 구분하였다.

###### ▶ 운행기간(경력)

화물차량이 배송일을 시작한 달부터 연구를 위한 자료를 받은 달까지의 운행기간을 적용하였다. 운행기간이 단기간인 경우 1개월이 최소이며, 장기간 운전자는 매우 오

랜기간 운행되어 왔다. 운행기간은 사업을 개시한 년과 월을 기준으로 자료를 수집한 월까지로 기준하였다.

▶ 운전자나이

운전자들의 나이는 주민등록상의 나이를 기준으로 자료를 수집한 월까지 기준으로 하였다

3.3 연구모형

3.3.1 연구가설정의

가설검정은 두가지 상호배반적인 가설, 즉, 기본가설( $H_0$ )과 대립가설( $H_1$ ) 중 어느 가설이 타당한지를 표본정보를 이용하여 판단한다[9] 여기서 기본가설은 연구가설이 되고 대립가설은 귀무가설이 된다. 기존의 현상에서 발생하는 문제점이 참이되면 그렇지 못한 배반적인 가설의 입증을 할 수 없는 결과이다. 연구결과가 상호 배반적인 결과가 나온다면 기본가설이 문제가 있다고 해석이 가능할 것이다. 본 연구에서 독립변수인 나이, 경력, 수익에 따른 사고건수에 영향을 미치는지에 대한 가설을 설정하려고 한다

3.3.2 연구기초분석

<table 1> 월별 수익과 사고건의 기초 통계의 빈도수이다. 수익성은 50만원 이하, 100만원이하, 150만원이하, 150만원이상으로 구분하였다. 부가세 자료를 이용했기 때문에 공급가액은 부가세 10배이다.

<Table 1> Monthly profit

profit/month	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50미만	93	98	92	74	46	49	36	94	115
100미만	65	71	74	109	111	92	114	80	99
150미만	75	77	74	63	86	102	92	72	33
150이상	16	3	9	3	6	6	7	3	2

수익에서는 50만원 이상 ~ 150미만 사이의 차량별 많은 수익이 발생되었다. 특히, 5월과 7월 사이에서의 수익이 큰 비중이 있는 것으로 분석되었다. 5월에서 7월 기간에는 여름 시즌을 포함하여 물동량이 증가된 것으로 판단된다. 여름 시즌을 포함하여 운행하게 되면 운전자들의 가속운전이 더욱 심해질수 있다. 100명의 운전자들이 1일 1.5회전 배송을 한다고 해도 운행시간은 장시간 운전을 하게되는 결과이다. 만약 1회전을 한다면, 차량과 운전자들의 과인공급이 될 수 있는 운영상의 위험이 있을 수

있다.

<Table 2> Monthly accident

accident/month	1	2	3	4	5	6	7	8	9
nonexistence	244	243	244	244	244	237	240	244	247
existence	5	6	5	5	5	12	9	5	2

<table 2>월별 사고 발생건수도 <table 1>처럼 6~7월에 사고건이 높다. <table 1>처럼, 물동량이 5월 ~ 7월 사이에 100대의 운전자가 운해되어야 하는데 사고건수 발생이 집중되었다는 것은 운전자당 1.5회전 된 것으로 해석할 수 있다. 만약 50대의 차량으로 1.5회전 미만으로 운행된다면 <table 2>처럼 70 ~ 80대 사이에서 차량별 매출건수가 발생되었을 것이다

<Table 3> Monthly above average profit

평균이상/월	1	2	3	4	5	6	7	8	9
이상	127	121	116	122	152	129	159	124	112
이하	122	128	133	127	97	120	90	125	137

<table 3>도 5월에서 7월사이에 평균 이하의 수익이 발생한 운전자들이 다른 달보다 낮다. 100건의 미만으로 발생되었다. 매출이 실제적으로 평균이상이 되었다면 수익적인 측면에서 나쁘지는 않았다고 설명될 수 있다

<Table 4> Career & age

career	age
80	15
64	93
59	76
46	65

<table 4>사업개시일을 기준으로 5년, 10년, 15년 이하 및 15년 이상으로 구분하였다. 5년미만이 80명, 10년 미만이 64명, 15년 미만은 59명, 15년 이상은 46명으로 5년 미만의 경력자가 제일 많은 것으로 조사되었다. 나이는 30대, 40대, 50대 이하이고, 50대이상으로 구분하고 40대가 96명으로 제일 많은 것으로 조사되었다. 조사결과, 나이는 40대와 50대 이상이 제일 많고, 경력은 5 ~ 10년 이하의 경력이 많다. 운행 미숙으로 인한 안전운전의 지속적인 교육이 필요한 것으로 판단된다

<Table 5> Factor & reliability analysis results

Kaiser-Meyer-Olkin	
measure	0.871
Cronbach's Alpha	
measure	0.858

<table3-5>의 요인 분석 결과는 0.871이며, 요인으로 유용하다. 요인값이 0.50미만이면 요인분석의 결과가 유용하지 않을 수 있다[12] Cronbach의 알파 신뢰성분석 결과는 0.858로 신뢰성이 있다 Cronbach의 알파는 0.6 이상이면 신뢰성 결과로 설명력이 있다.

### 3.4 연구결과

본 연구는 운전자 경력, 운전자 나이, 차량별 수익에 사고에 영향을 미치는지에 관한 연구이다. 운전자 나이가 많고, 경력이 짧으며 수익이 높으면 사고가 발생할 것이라고 이야기들 한다. 이유는 나이가 많을수록 인지능력이 떨어진다라고 한다. 고령운전자의 대부분 신체적 저하로 물리적 대응과 판단력, 인지력 감각기능 저하는 불가피하다고 한다. [13] 본 연구에서 가설은 다음과 같다

- 가설1. 수익은 사고 발생에 영향력이 있다.
- 가설2. 운전자 나이는 사고 발생에 영향력이 있다.
- 가설3. 운전자 경력은 사고 발생에 영향력이 있다.

<Table 6> Hypothesis test

	B	SE	D/F	S/P
EXY	-0.58	368	1	0.875
age	221	405	1	0.586
IC7	1,271	914	1	0.013
ICA7	776	836	1	0.353
Constant term	-8.372	2,523	1	0.001

<table 6>은 가설검정에 대한 결과이다. 가설1은 채택되고 가설2와 가설3은 기각되었다. 기초연구자료에서 5~7월 사이 수익도 다른 달에 비해 높았고, 사고건수도 많이 발생되었듯이, 본 연구의 가설검정에서도 IC7는 5월과 7월의 수익에서 사고에 영향이 있다고 유의한 것으로 검정되었다. 특히 7월 유의수준(S/P)이 0.013으로 매우 높게 검정되었다. 그렇다면 7월의 수익이 50 ~ 100만원 사이에 100건 이상이 발생되면 사고는 발생하는 것으로 해석된다. 따라서 배송차량을 운행하는 과정에서 100건 이상의 배송물량이 있는 달에는 차량을 증가하거나 운전자의 운행시간을 단축하고 충분한 휴식시간이 제공되어야

사고를 예방할 수 있을 것이다

### 4. 결론

연구모형 <table 6>처럼 운전자 경력, 나이, 수익적 요인에서 수익이 높을수록 사고의 위험이 크다. 특히 수익이 50만원 ~ 100만원 사이에 100건이 넘는 달에는 사고의 발생이 더욱 높아진다. 수익이 높아도 운행 건수가 100건 미만이면 운전자의 운행은 안정적이라고 연구가 되었다.

만약 시준별로 물동량이 증가하는 달에는 사고의 예방을 위한 준비가 필요하다. 첫 번째는 안전운전에 대한 운전자 보수교육이 매일 시행되어야 한다. 교통사고 교육 후 사고 발생률은 59%가 감소되었다고 한다. [14] 두 번째는 운전자들의 차량 운행시간을 단축해야 한다, 운행시간이 짧아지면 장기간 운행되지 않아 운전자의 집중력도 높아 지므로 인지능력도 감소되지 않아 사고를 예방할 수 있다. 10시간을 운행하는 운전자는 1시간 운행자보다 사고 위험도가 2.2배가 높다고 한다. 마지막으로 휴식시간을 제공해야한다. 화물자동차 운수사업법에도 4시간 운행시 30분휴식을 취하도록 한다. [16] 하지만 3시간 30분 운행하고 30분 휴식 후 다시 3시간 30분 운행한다면 차량별 2회전 운행하므로 장기간 운행되는 것과 유사하다. 운전자의 충분한 휴식 시간이 안전운전에 매우 중요하다. 운전자의 경력, 나이, 수익뿐만 아니라, 물동량 및 물동량 증가 비율에 따른 사고발생 예방에 관한 지속적인 연구는 이어 가야 할 것이다.

### 5. References

- [1] S. Han, S. Kang, S. Kim(2021), "Analysis on risk factors of commercial freight truck crashes to identify safety measures." Korea Transportation Research Report, Korea Transport Institute, pp. 86-89.
- [2] B. M. Lee(2019), The reason why the age of driving commercial trucks is getting higher every year. TBN News, <http://tbnews.co.kr/news>
- [3] G. D. Park(2016), Doing our best to prevent safety accidents when the economy is in trouble. The JoongAng, <https://www.joongang.co.kr>
- [4] K. J. Lee, C. Y. Lee, K. S. Kang, J. S. Han(1993), "A study on the occurrences and policy development for accident prevention." Journal of Korean Academy

- of Nursing, 25(2):362-371.
- [5] S. Han, S. Kang, S. Kim(2021), Op. cit. pp. 15-20.
- [6] J. Yoo, K. Kim, J. Han(2017), "A study on car accident reduction plan through the commercial truck driver in Gyeongnam: Research of commercial truck driver's trait through the survey." Transportation Technology and Policy, 14(2):18-25.
- [7] M. Kim, C. Lim, C. Lee, G. Kim(2014), "Development of a service concept for supporting safe driving of business vehicles based on data analysis." Proceedings of the Korean Industrial Engineering Society Spring Joint Academic Conference the Korean Institute of Industrial Engineers, pp. 446-451.
- [8] J. Yoo, K. Kim(2017), "A study on the effect of truck driver's re-accident on total traffic accident." Transportation Technology and Policy, 14(6):18-25.
- [9] W. Go, J. Hong(2021), "An integrated review of domestic and foreign studies for the analysis of factors influencing cargo vehicle accidents." The 85th Academic Conference of the Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, pp. 152-156.
- [10] M. Song, S. Jo(2012), Introduction to statistics in excel. FREEACADEMY INC., pp. 184-192.
- [11] K. Noh(2021), Basic statistics to get started properly: Using Excel. Hanbit Publishing Network Inc., pp. 344-347.
- [12] IBM(n.d.), KMO and Bartlett's test. <https://www.ibm.com/docs/ko/spss-statistics>
- [13] C. Song(2020), "A study on expert perceptions of elderly drivers' ability." The 82th Academic Conference of the Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, pp. 95-100.
- [14] J. Joo, I. Oh, S. Park, S. Jo, J. Yoo(2015), "On the traffic accident reduction effect of traffic safety experiential education." The 73th Academic Conference of the Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, pp. 275-280.
- [15] S. W. Park(2010), "Analysis of motor carrier crash risk with driver hours of service." Journal of the Korean Society of Road Engineers, 12(1):21-27.
- [16] J. Kim, T. Yang, T. Yoon(2020), "Evaluation of current service areas' location to improve freight car's safety: A case study of Seohaean expressway." J. Korean Soc. Transp., 38(5):335-345.

## 저자 소개



### 정병현

한양대학교 도시공학 학사 및 교통계획 석사  
일본 關西大學 철도정책 및 물류박사  
관심분야 : 철도물류, 철도안전



### 김기홍

고려대학교 경영학사  
SNHU 경영석사,  
명지대학교 박사  
관심분야 : SCM, 레이아웃, 시뮬레이션, 운송  
경로