

# 적재작업과 교통사고의 연관성에 관한 연구

김형태\* · 김기홍\*\*

\*우송대학교 교수

\*\*우송대학교 초빙교수

## A Study on the Relationship between Loading Work and Traffic Accidents

Hyoungtae Kim\* · Ki Hong Kim\*\*

\*Woosong University Professor

\*\*Woosong University Visiting Professor

### Abstract

Ensuring the safe arrival of delivery cargo at its intended destination is of utmost importance. Truck drivers play a crucial role in guaranteeing the secure delivery of cargo without any mishaps. However, there are various factors that may lead to delayed arrival of trucks at their destination, such as late departures or prolonged loading operations.

The timely departure of cargo transportation is contingent upon several variables, including the driver's experience, cargo volume, and loading time. If the transportation commencement is delayed, it may increase the risk of accidents due to an elevated operating speed. Consequently, we conducted a study to investigate the correlation between cargo loading time, cargo volume, driving experience, and the likelihood of accidents.

Our findings indicate that both cargo volume and driver experience can impact the likelihood of vehicle accidents. Furthermore, all factors can have an interactive effect on the occurrence of accidents. However, extending the loading time may mitigate the impact on the likelihood of accidents.

**Keywords :** Delivery vehicles, Loading work, Vehicles accident

### 1. 서론

고객에게 화물을 전달하기 위해 물류센터의 화물차량에 고객의 화물을 적재하는 작업이 필수적이다. 최종 화물이 차량에 적재되면 차량이 출발하므로 적재작업은 운송이 시작되는 첫 번째 단계이기도 하다. 하지만 화물 차량 운전자가 출고장까지 도착한 배송화물을 차량에 직접 적재할 경우 화물의 파손사고, 작업자 낙하사고, 화물과 작업자가 서로 부딪히는 사고 등 여러 종류의 사고가 발생할 수 있다. 마찬가지로 운송이 끝난 뒤 하역작업 과정에서도 운송사고가 발생할 수 있다. 배송 시간과 배송목적지는 한정되어 있고, 1일 작업 시간 내 배송업무를 완료해야 한다면, 운전자에게 배송업무의 할당된 시간은 크지 않다, 화

물운송은 크게 세 가지 작업으로 구분할 수 있다. 화물을 차량 적재공간에 적재하는 적재작업, 화물차량을 목적지까지 운행하는 운행작업, 마지막으로 화물을 고객에게 전달하는 전달작업이다. 이 세 가지 작업에서 사고가 발생되지 않을 경우 화물을 차량에서 하차하는 작업에서까지 사고가 발생되지 않는다면, 안전하게 화물이 배송되어 배송을 완료할 수 있게 된다.

만일 업무가 수작업으로 이루어질 경우, 화물을 밀고, 당기고, 이동하게 된다. 밀고 당길 때, 남녀 기준, 25Kg과 15Kg이 되고, 이동 시에는 10Kg과 7Kg의 힘이 사용된다[1] 배송화물을 화물차량에 적재할 때, 운전자들은 화물을 밀고, 당기고, 이동하게 된다, 특히, 택차량은 소화물들을 집고 적재함 안쪽부터 적재하게 되면 화물을 이동

<sup>†</sup>본 논문은 2023년 우송대학교 교내 학술연구조성비 지원을 받아 수행된 연구임

<sup>†</sup>Corresponding Author : Kihong Kim, Department of Logistics System, Woosong University, 171 Dongdaeseon-ro, Daejeon 300-712, Korea, E-mail: akk72@korea.com

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

하게 된다. 택배 차량 1톤인 경우 2.8미터 길이인데 이동하는 총 거리는 10미터는 넘을 것이다.

화물을 밀고, 당기는데 총 35Kg의 힘이 소요되고, 길이가 10미터를 이동하고 여러 번 동작을 하게되면 중간에 힘의 충전을 위해 휴식이 필요할 것이다. 적정무게가 여러 번 이동하고 밀고, 당겨진다면 작업자는 피로의 통증을 느끼게 될 것이며 휴식은 다음 작업에 큰 영향을 미치지 않을 수 있다. 만약, 그렇지 않다면 다음 작업에서 사고가 발생할 가능성이 있을 것이다.

본 연구에서는 출고장에 있는 배송화물을 차량 적재함에 배송운전자가 직접 상차작업을 한 후 운송을 하게 된다. 실험을 통해 직전 작업으로 인한 다음 작업에서 사고가 발생할 가능성에 대한 영향이 있는지를 연구하려고 한다. 운전자가 직접 화물을 차량에 적재하고, 운전도 직접 운행하게 되므로 운전자의 피로가 과중하게 쌓이게 될 것이다. 피로가 쌓이면, 안전운전에 대한 위험성이 높아질 것이다. 위험성이 높다는 것은 사고가 발생할 가능성도 높다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구의 구성은 1장 서론, 2장 선행연구, 3. 연구모형 및 결과 4장 결론으로 진행하려고 한다

## 2. 선행연구

물류센터에 보관하는 제품들은 수주에 따라 수량이 달라지고 배송 목적지별로 달라진다. 3PL의 물류센터에서는 다수의 화주사의 제품을 보관, 오더픽킹 및 배송하는 작업을 수행한다[2] 물류센터에서는 입고 후 제품은 보관 장소에 보관된 후 출고 주문에 따라 일부품목 또는 전체 품목의 수량이 출고된다. 출고할 때 주문의 수량에 따라 파렛트화 입고된 제품은 파렛트화된 상태로 출고된다, 그렇지 않으면 분류 수작업을 해서 파렛타이징화 해서 출고된다. 안광혁외1명은 다수의 화주사가 존재하는 3PL 물류센터에서 시간대별로 수주량의 변동에 의해 상당한 작업인력이 낭비되고 있는 실정인데, 수주되는 물량을 가장 효과적으로 처리할 수 있는 작업자수를 결정하는 모형을 연구하였다.[2] 예를 들면, A화주사와 B화주사의 주문량은 상이하므로 정수모형계획을 통해 시간 내 A화주사는 2명, B화주사는 1명으로 결정해준다면 기업에서는 최소 필요인력을 준비하면 된다. 보통의 경우 선형계획을 하게 되면 1.5명처럼 비선형과 같은 결과를 얻게 된다.

임은천외4명은 물류 출하 관계 서비스를 위한 GPS 기반의 차량 모니터링 시스템을 설계 및 구현하는 연구를 하였다. GPS가 내장된 PDA와 CDMA망을 통해 클라이언트에게 정보를 제공하는 g-LOGICS 시스템 개발을 한 것

이다[3] 클라이언트에게 제품을 공급하기 위해 출하된 차량정보, 상차작업, 배송경로, 및 목적지 도착 여부를 실시간 모니터링 할 수 있는 시스템이다. 출하시점부터 제품이 안전하게 목적지까지 이동하도록 확인되는 시스템이다. 단, 시간 내 안전하게 운송되는 과정을 모니터링하여 정보를 제공하는 것으로 교통사고가 나지 않은 환경에서는 최고의 정보제공 시스템이 되는 것이다.

이태우외5명은 화물의 적재량에 따라 가속운전시 연료 소비와 오염물질 배출의 정도를 측정하여 정상운행시보다 더 많은 연료소비와 오염물질이 배출되는데 연료소비와 오염물질 배출량의 최고점이 어느 가속지점인지를 찾아내는 연구를 하였다.[4] 가속에 따라 가지고 있는 무게에 의해 안전에 영향을 미치는 결과이다. 가속으로 인한 차량사고 역시 안전에 안 좋은 결과를 초래하는 결과와 같다. 연료와 오염물질은 환경에 안정적이지 못하고 가속은 사고와 연계되어 교통의 안전에 좋지 못한 영향을 미치게 되는 요인들이다.

김주찬외1명은 택배트럭이 하루 평균 250~300개 물품을 배송하는데 적재인력의 노하우에 따라 적재효율이 달라진다고 주장했다. 또한 2022년 기준 3년간 모든 물품 손상 중 43.5%가 부실한 적재활동으로 인해 발생하고 있으며, 이로 인해 작업의 난이도, 물량 및 목적지를 기반으로 최적화된 적재 모델이 개발되어 생산성 향상에 기여하고 있다고 주장했다.[5] 적재 효율이 낮아지면 운송시간이 지연되어 목적지까지 제시간에 도착할 수 없어 가속운행을 하게 된다. 따라서 과도한 적재로 인한 안전운행이 어려운 환경에서도 운전자는 운전할 수밖에 없다.

김하영외1명은 택배 근로자의 평균 작업시간 12.1시간 642명의 근로자가 근골격계 질환 증상을 호소하여 배송 근로자의 심혈관질환 예방을 목적으로 세 그룹으로 나누어 업무 중 심장을 측정하는 실험을 통해 택배 업무는 과로를 유발하는 작업으로 추정하는 연구결과가 나왔다.[6] 택배작업은 화물을 직접 적재하고 운송하며 본 연구모형처럼 목적지로의 직접 배송과 유사한 작업을 수반합니다. 그러나, 최소 120개의 아이템을 매일 배송해야 하는 환경에서 하루에 200 ~ 300개의 아이템을 배송하는 택배원으로 일하는 것은 힘든 직업일 수 있습니다. 반면, 본 실험 연구모형은 택배 서비스에 비해 배송 건수가 적고 운송 시간도 짧게 운영됩니다..

택배운송의 운송작업은 많은 사회적 이슈거리로 거론되고 있기도 하다. 또한 택배운송이 가장 대표적인 배송 모델이지만, 편의점 배송, 가전제품설치 배송 등 다양한 배송모형이 존재한다.

### 3. 연구모형

#### 3.1 연구이론

고객 요구사항에 맞는 제품이나 서비스를 경제적으로 제공하는 것이 품질경영이다[7]. 즉, 고객의 요구사항은 제품을 목적지까지 안전하게 배송하는 서비스를 경제적으로 제공하고, 안전하게 배송할 수 있는 서비스가 품질경영이 되는 것이다. 품질의 특성에 맞게 경제적인 서비스를 제공하기 위한 위험요인들은 내·외적으로 많이 발생하게 된다. 여러 요인들인 인자 중 어떤 인자가 얼마나 많은 결과에 영향을 미치는지 실험을 통해 인지를 발견할 수 있다

실험계획법은 영국의 R.A. Fisher의 농장실험의 합리화를 위해 개발된 수법이다. 실험을 통하여 얻어진 데이터를 통계적으로 분석하면 최소의 노력과 비용으로 최대의 정보는 얻는 계획이다.[7]

제품 운송차량에 사고가 발생되면 다양한 손실비용이 쏟아진다. 일부 예를 들어보면, 기업의 이미지 실추비용, 손배배상, 차량손실비용 등이 발생하며 이외에도 다른 여러가지 기회비용의 유발 시킬 수 있을 것이다.

하지만, 하역작업을 운전자가 직접할 경우, 운전자의 운행 중 피로도나 하역작업을 직접하지 않는 운전자보다 상대적으로 더 높을 것이다. 이 경우 운전자는 누적된 피로 및 하역을 통해 사용된 시간을 보충하기 위해 운행속도를 높여 사고로 이어질 수 있는 가능성이 커질 수 있을 것이다. 따라서, 본 논문에서는 관련된 실험 및 실험계획법을 활용한 통계분석을 통하여 사고에 영향을 미치는 인자들의 영향도를 면밀히 분석하여 밝힘으로써 사고예방을 위한 최선의 방법이 무엇인지 규명해 보려 한다.

#### 3.2 연구모형

##### 3.2.1 연구배경

화물을 차량에 적재하는 과정에서 최종목적지가 한 곳이면 적재의 효율성을 높이기 위해 최대한 많이 적재하려고 한다. 예를 들면, 택배 근로자의 하루 평균 작업시간이 12.1시간[6]이면 총 726분 동안 작업을 하는데 하역과 운송을 모두 포함한 시간이라고 가정하고, 택배의 물동량이 125건일 때는 1개의 배송을 위해 5.8분이 소요되며, 200건일 때는 3.6분에 배송을 해야 한다. 두 가지 경우를 볼 때 하역비율을 분당 10%를 할당하면 10초 이내에 하역을 마쳐야 한다. 총 14분 이내에 하역작업이 이루어져야 한다. 1대의 차량에 14분 이내 작업이 이루어진다면 문제가 되지 않지만, 여러 대의 차량에 적용된다면, 인력

으로 해결하기 힘든 상황이다. 하역의 비중을 20%으로 더 소요되도록 한다고 해도 22분 이내에 200개 수량을 적재해야 하는 조건의 환경이다. 하지만, 2020년 기준 택배 노동시간이 12시간 42분에서 집화가 11.1%로 1시간 20분 이상이 소요된다고 한다[9]

2014년 기준 일반화물운송 차량의 운행시간은 일평균 8.6시간이다. 운행 외 시간은 4.2시간이며 총 운행시간은 12.8시간이다.[10] 용달화물은 운행시간 4.8시간, 운행 외 시간 5시간, 총 9.9시간이다[11] 택배산업이다 일반화물운송산업이다 운행시간은 노동시간을 초과하게 되어 운영되는 현실이다. 운행 외 시간이 배송물량을 하역, 배송, 분류, 대기 등의 작업을 하는 시간이라고 추정할 수 있다. 운행시간의 반이 화물을 이동하기 위해 걸리는 시간이다. 운송 시간을 제외한 운송 보조 시간이 이렇게 많다 보니 운전자의 피로 누적으로 인해 사고가 발생할 수 있다.

##### 3.2.2 연구모형 정의

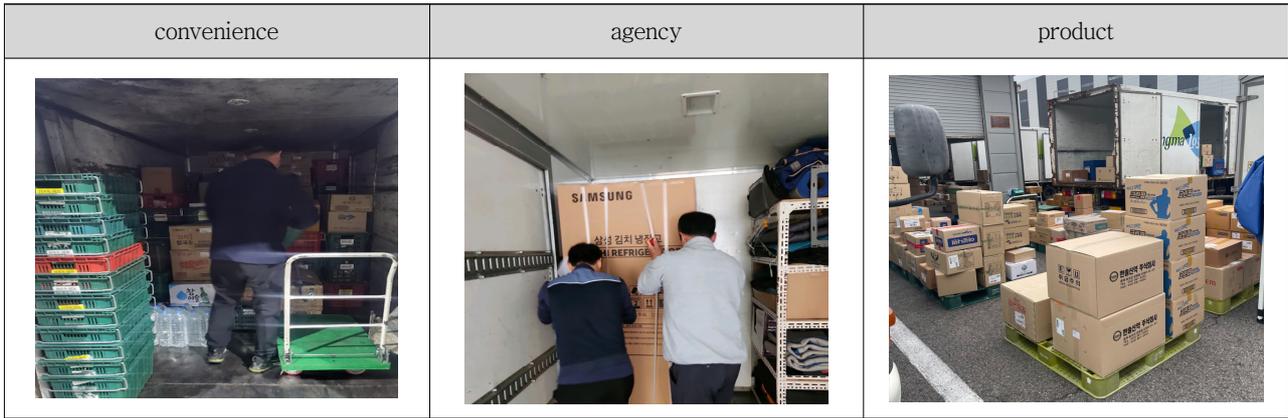
택배산업은 소화물을 전문적으로 배송하는 운송방식이다. 하지만 일반화물차량을 운행하는 기업들도 소화물을 전문적으로 배송하는 운송 서비스가 제공된다. 즉, 1톤 차량이라도 택배를 배송할 수도 있고, 일반기업의 화물을 목적별로 배송할 수 있다. 후자는 일반기업 물류화물은 편의점 공급화물, 생산공장의 부품화물, 대리점 납품화물 등 택배처럼 소화물도 있지만 <Table 1> agency처럼 대형 화물들도 있다. 같은 규모가 적은 소화물이지만 각자 다르게 배송을 한다.

<Table 1>은 첫 번째 편의점(Convenience store)에 상품을 납품배송하기 위한 차량을 상품을 적재하는 과정이다. 두 번째 대리점(agency)상품은 대리점에서 고객이 구매한 상품을 고객에게 직접 배송하고 상품을 설치하는 배송하는 운송이며, 차량에 상품을 적재하는 과정이다. 마지막으로 생산된 제품을 공급 목적지에 배송하는 과정에서 차량에 적재하는 작업이다. 본 연구에서는 화물적재 수량과 적재작업 시간이 적재작업 완료 후 운전자가 운행 중 상차작업으로 인해 사고가 발생되는지를 실험해보려고 한다. 본 연구에서는 두 번째 대리점(agency) 상품을 적재하는 작업들의 자료를 기초로 실험연구를 진행하려고 한다.

##### 3.2.3 연구모형 요인

중소물류기업에 소속된 241대 화물차량의 1주일 간 주문에 따른 하역작업량과 작업시간 자료로 차량의 주간 평균값을 이용하여 최소 및 최대값을 실험 요인으로 사용하였다. 실험은 minitab14 프로그램을 통해 실험하였다.

<Table 1> Loading Work



<Table 2> Design factor

factor	Min	Max
volume of cargo	8	18
loading time	20	30
driving experience	1	7

<table 2>는 3개의 화물수량, 상차작업시간, 운전경력이다. 화물의 사이즈는 대, 중, 소로 구분하였다. 최대 1800mm이고, 최소 700mm의 화물 크기이며, 작업시간은 최소 20분에서 최대 30분으로 정하였고, 시간은 택배 운영시간 726분(12.1시간) [6]을 기준으로 20%를 하역 시간을 사용하도록 조건을 정의하였다. 마지막으로 운전 경력은 241대 운전자들의 평균경력 7년으로 실험계획 요인으로 정하였다.

### 3.3 연구모형 분석

실험계획의 요인배치법은 인자가 A, B, C의 3개이고 각 인자의 수준이 2개이며 반복수가  $\gamma$ 일 때 모형이다[8] 즉, 요인 실험에 따라 인자에 대한 각 수준의 모든 가능한 조합에 대하여 반복 실험을 하여 인자의 효과(주효과와 교호작용 효과)를 구하고자 함이다. [12]  $2^3$ 요인 실험은  $c_k$ 는 인자 C의 수준 k에서의 효과를 나타내며  $(bc)_{jk}$ 는 인자 B와 인자C의 교호작용이고,  $(abc)_{ijk}$ 는 인자 A,B,C의 3차 교호작용이며 각 실험처리조합입니다[8]

$$y_{ijkm} = \mu + a_i + b_j + c_k + (ab)_{ij} + (ac)_{ik} + (bc)_{jk} + (abc)_{ijk} + \epsilon_{ijkm}$$

<formula 1>

(i,j,k=0,1, m=1,2,...,r)

<formula 1>은  $2^3$ 요인실험 모형의 A,B,C의 3개인자와 2개의 각 인자의 수준이며, 반복일때의 모형식이다.

$$A = \frac{1}{4_r} [a + ab + ac + abc - (1) - b - b - bc]$$

<formula 2>

$$B = \frac{1}{4_r} [b + ab + bc + abc - (1) - a - c - ac]$$

<formula 3>

$$C = \frac{1}{4_r} [c + ac + bc + abc - (1) - a - b - ab]$$

<formula 4>

<formula 2>은 A인자 주효과로 A의 1수준에서의 4개의 처리조합과 0수준에서의 처리조합의 차이를 대비하는 표현이다. <formula 3>, <formula 4>도 같은 방식이다. 1수준과 0수준 사이에는 반응치의 평균의 차이가 있고, 서로 교호작용이 있다고 할 수 있기 때문이다

<table 3>의 실험계획 요인들을 배치하여 실험요인들을 스크리닝 설계로 구성하였다. 표준순서(S/O:StdOrder)는 처음 실험이 설계될 때의 순서, 실험실행순서(R.O:RunOrder)는 실험 계획 후 실험 실시에 따른 랜덤순서[8]로 화물수량, 적재작업시간, 운전자 경력 순으로 구성된 표이다. 요인설계방식의 구성 내용은 <table 2>의 요인값을 입력하여 설계되었다.

### 3.4 연구모형 결과

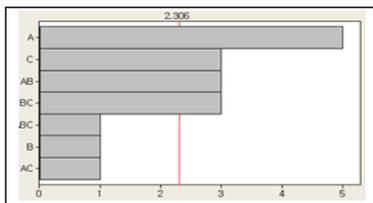
#### 3.4.1 AS-IS결과

운전자가 배송화물을 직접 차량에 적재하는 과정에서 운전자의 피로는 시작된 것이다. 적재작업이 빠르게 완료되어야 차량을 출발할 수 있고, 고객에게 약속된 시간에 화물을 배송할 수 있다. 특히 택배산업은 고객의 약속을 제일 중요시 한다, 물론 일반화물을 배송하는 운송차량들도 정시에 공급하는 것을 최우선으로 한다. 고객과의 신뢰도 때문이다.

<Table 3> Factorial design method scheme

S/O	R/O	node	block	volume of cargo	loading time	driving experience	accident
1	1	1	1	8	20	1	2
16	2	1	1	18	30	7	1
5	3	1	1	8	20	7	2
3	4	1	1	8	30	1	1
14	5	1	1	18	20	7	1
9	6	1	1	8	20	1	2
6	7	1	1	18	20	7	1
4	8	1	1	18	30	1	1
13	9	1	1	8	20	7	2
7	10	1	1	8	30	7	2
12	11	1	1	18	30	1	1
11	12	1	1	8	30	1	1
8	13	1	1	18	30	7	2
10	14	1	1	18	20	1	1
2	15	1	1	18	20	1	1
15	16	1	1	8	30	7	2

출발지점에서 정시에 출발하지 못하면 다음 단계인 운송구간에서 운전자들은 과속을 통해 운송시간을 단축하려고 할 것이다, 이때 운전자는 적재작업으로 프로는 쌓여있고 운송시간을 단축하기 위해 속도를 높인다면 안전에 대한 인지는 낮아질 것이다. 안전에 대한 인지도가 낮아지면 속도는 계속 올리것이고 그렇게 되면 사고는 당연히 발생할 것이다.



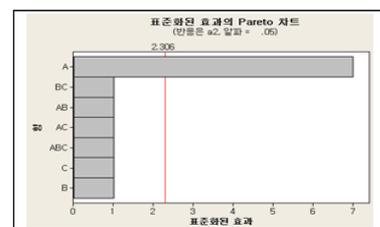
[Figure 1] AS-IS Result

<Figure 1>는 AS-IS 연구결과이다, 3개의 인자인 A(수량), B(시간), C(경력)이다. A(수량)와 C(경력)의 인자는 사고 발생에 영향을 미치는 인자이다. 유의수준이 A(수량)는 0.001이고 C(경력)는 0.017이다. B(시간)는 사고와 영향이 없는 것으로 결과가 도출되었다. 하지만 2차 상호작용에서는 유의수준이 0.017로 서로 교호작용에 의해 사고에 영향이 있는 것으로 판단된다, <Figure 1>처럼 A(수량) × B(시간)의 교호작용에서는 유의수준이 0.017로 사고에 영향을 미친다. 마지막으로 B(시간) × C(경력)의 2차원 교호작용에서 유의수준이 0.017로 영향을 미친다. 하지만, A(수량) × A(수량) × B(시간) × C(경력)의 3차원 교호작용은 유의하지 않은 결과가 나왔

다. 이 연구의 R제곱인 결정계수 값은 87.3%로 모형이 적합하다고 판단된다

### 3.4.2 TO-BE결과

사고 안전 예방을 위해 개선된 모형으로 실험설계를 한 결과가 <Figure 2>이다. <Figure 1>의 실험 결과에서처럼, B(시간)는 사고에 영향이 없는 인자이지만, B(시간) 인자의 설계를 최소시간과 최대시간을 각각 5분씩 지연되도록 요인설계를 수정하였다. 5분이 지연되므로 경력이 짧은 운전자도 여유 있는 마음으로 하역작업을 할 수 있고 경력이 많은 운전자도 빠르게 일을 마칠 때는 작업이 마치지 않은 하역작업에 지원이 가능하기 때문이다.



[Figure 2] TO-BE Result

<Figure 2> TO-BE 연구결과처럼, A(수량)인자만 사고에 영향을 미치고, B(시간), C(경력)인자는 영향을 미치지 않는다 A(수량)인자를 제외한 모든 인자 유의수준이 0.347이다. 2차원 및 3차원 교호작용에서도 유의수준이 0.441과 0.347로 영향이 없는 것으로 결과가 나왔다.

TO-BE 모형의 R제곱인 결정계수 값은 87.3%로 AS-IS와 같이 모형이 적합하다고 판단된다.

#### 4. 결론

기업에서 사고 발생은 매우 중요한 문제이다. 특히, 내부적인 사고는 인사사고가 아니면, 사고를 공개하지 않은 경우가 많다. 2022년부터 중대재해법이 시작되었다. 대형화물차량은 인명피해 등을 동반할 사고발생 확률이 높다[13] 대형화물차량들은 고속도로를 이용한 장거리 운행이 많다. 따라서 피로와 운행시간이 원인이 될 것이다. 따라서 기업들도 외국처럼, 노동시간을 기준으로 운행시간을 준수하고, 충분한 휴식을 가지는 환경으로 전화하도록 노력해야 할 것이다.

본 연구결과처럼, 운송사고의 발생 원인은 여러 요인들이 있겠지만, 하역작업 중 상차작업이 운송을 시작하기 전 첫 번째 단계이다, 첫 번째 단계인 상차작업에서 운전자의 무리한 육체활동은 다음 작업인 운행에서 작업자 운행활동에 중대한 영향을 미칠 수 있다는 것이다. 바로 운행 중 사고로 이어질 수 있는 것이다. 따라서, 잠재적 사고를 사전에 예방하여 줄이기 위해서는 배송화물량을 줄이고, 운송시간을 단축하며, 적재방법을 모듈화하여 작업자의 상차작업 적재환경을 개선해야 한다. 본 연구에서 진행한 실험계획법 연구의 결과처럼, 기업의 실증적 자료를 기초로 실증적 측정연구가 지속적으로 축적되어 사고에 영향을 미칠 수 있는 잠재인자들의 영향도를 더욱 정확하게 파악할 수 있다면 향후 운송사고를 사전에 예방하거나 더욱 줄일 수 있을 것이다.

#### 5. References

- [1] Korea Occupational Safety and Health Agency(2011), Safety guide for manual work. pp. 8-10.
- [2] G. H. An, S. C. Rim(2013), Integrated workers operation model for the distribution centers of third party logistics service providers. Korean Institute of Industrial Engineers, pp. 623-630.
- [3] E. C. Lim, D. W. Yang, C. S. Shin, C. B. Shim, J. H. Lee(2007), "Implementation of an efficient GPS based vehicle monitoring system for logistics shipping service." Proceedings of the Korea Contents Society General Academic Conference, 5(1):15-19.
- [4] T. Lee, J. Keel, S. Jeon, J. Park, J. Lee, J. Hong(2011), "Effect of payload on fuel consumption and emission of light duty freight truck during acceleration driving." Transactions of KSAE, 19(2):131-141.
- [5] J. Kim, H. Kim(2022), "Delivery truck loading optimization model considering product loading task difficulty and time." 2022 Spring Joint Academic Conference, Industrial Engineering Society of Korea, pp. 1975-1987.
- [6] H. Kim, S. Jin(2023), "A Quantifying the load of courier worker delivery jobs." Journal of the Korean Society of Ergonomics, 4(1):29-37.
- [7] T. H. Woo, J. H. Park, Y. W. Cho, K. M. Yang(2010), Design of experiments. Hyungseul Publisher, pp. 13-15.
- [8] H. C. Kim(2009) Design of experiment with hangul minitab. Hanol Publisher, pp. 212-242.
- [9] H. Baek, Y. Jeon(2021), "Health problems of delivery drivers, preventive measures and preventive measures." Industrial Health February issue, Korean Industrial Health Association, pp. 30-35.
- [10] I. Park(2014), Operating hours and non-operating hours of general cargo owners. CN, [http://www.cvinfo.com/news/articleView.html?id\\_xno=3530](http://www.cvinfo.com/news/articleView.html?id_xno=3530)
- [11] Korea Transport Institute(2022), "2021 cargo transportation market trends second half report." 2021 Volume 2 Second half Volume 64, Korea Transport Institute, pp. 116-117.
- [12] T. H. Woo, J. H. Park, Y. W. Cho, K. M. Yang(2010), Op. cit. pp. 297-308.
- [13] S. W. Park(2010), "Analysis of motor carrier crash risk with driver hours of service." International Journal of Highway Engineering, 12(1):21-27.

## 저자 소개



### 김형태

한양대학교 학사  
조지아공대 산업공학 석사 및 박사  
관심분야 : SCM, 빅데이터, 인공지능, 생산관리, 공정관리, 품질관리



### 김기홍

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