

# 화물차사고 비율에 따른 고속도로 교통사고 분석모형에 대한 연구

## A Study of Traffic Accident Analysis Model on Highway in Accordance with the Accident Rate of Trucks

Sung-Ryong Yang<sup>a\*</sup>, Byoung-jo Yoon<sup>b,1</sup>, Eun-Hyeok Ko<sup>b,2</sup>

<sup>a</sup>Dept. of Urban Space Desigh, Yeosu Institute of Technology, Yeosu, Gyeonggi Yeosu Sejongno 338, Republic of Korea

<sup>b</sup>Dept. of Urban Eng., Incheon National Univ, Incheon 406-772, Republic of Korea

### ABSTRACT

Trucks take up more portions than cars on highways. Due to this, road use relatively diminish and it serves locally as a threatening factor to nearby drivers. Baggage car accident has distinct characteristics so that it needs the application of different analysis opposed to ordinary accidents. Accident prediction model, one of accident analyses, is used to predict the numbers of accident in certain parts, establish traffic plans as well as accident prevention methods, and diagnose the danger of roads. Thus, this study aims to apply the accident rate of baggage car on highways and calculate the correction factor to be put in the accident prediction models. Accident data based on highway was collected and traffic amounts and accident documents between 2014 and 2016 were utilized. The author developed an accident prediction model based on numbers of annual accidents and set mean annual and daily traffic amounts. This study intends to identify the practical accident prediction model on highway and present an appropriate solution by comparing the prediction model in accords with the accident rate between baggage cars.

### KEYWORDS

Highway,  
Commercial Vehicle  
Accident,  
Accident Prediction  
Model

고속도로에서 화물차는 승용차에 비해 도로의 많은 부분을 점유한다. 이로 인해 도로의 용량은 상대적으로 감소하며, 국소적으로 주변 운전자에게 위협적인 요소로 작용한다. 화물차 사고는 일반적인 사고와 달리 사고 특성이 다르므로 분석 방법 또한 일반적인 사고와 다르게 적용해야 한다. 사고 분석 방법 중 사고예측모형은 특정 구간에 대한 사고건수를 예측하며 교통계획을 수립할 때 사고 예방을 위한 대책 수립과 도로의 위험성을 진단할 때 활용된다. 이에 본 연구는 고속도로의 화물차 간 사고 비율을 적용하여 사고예측모형에 투입될 수 있는 보정계수를 산출하는 것을 목적으로 한다. 연구를 위해 고속도로를 대상으로 사고 자료를 수집하였으며 2014~2016년까지 3개 년도의 교통량 및 사고 자료를 활용하였다. 연간 사고건수를 토대로 사고예측모형을 개발하였으며, 본 연구를 통해 화물차 간 사고 비율에 따른 사고예측모형을 비교함으로써 실질적인 고속도로 사고예측모형을 확인하고 그에 대한 대책을 제시하고자 한다.

고속도로,  
화물차사고,  
사고예측모형

© 2017 Society of Disaster Information All rights reserved

\* Corresponding author. Tel. 82-10-8005-3086. Email. syyang@yit.ac.kr

1 Tel. 82-32-835-8778. Email. bjyoon63@inu.ac.kr

2 Tel. 82-32-835-4343 Email. thrinia63@inu.ac.kr

### ARTICLE HISTORY

**Received** Dec. 8, 2017

**Revised** Dec. 9, 2017

**Accepted** Dec. 29, 2017

## 1. 서론

화물차 사고는 충돌 및 부상의 위험을 증가시킨다는 많은 연구가 진행됐다. 충돌 빈도 증가와 관련된 가장 일반적인 두 가지 위험 요소는 도로 폭과 길이이다. 그러나 도로 폭의 경우 차량의 움직임과 주변 차량으로 인해 일시적으로 감소하는 효과를 나타낼 수 있으며 본 연구는 충돌 횟수에 대한 영향을 전반적으로 추정하기 위해 충돌 횟수와 화물차 비율 및 길이 간의 관계를 추정하고자 한다. 또한, 교통사고는 차량을 운전하는 운전자와 도로 및 교통조건 등에 따라 크게 좌우되며, 이들 세 가지 요인들이 교통사고와 관련된 특성을 분석하면 사고방지대책을 수립하는 데 도움이 된다. 이를 구성요소별로 세분화하여 이들이 교통사고와 어떤 관계가 있는지 파악하여 이들의 관련성을 파악하고 이를 이용하여 안전을 증진할 수 있도록 대책을 세우는데 기여할 수 있다. 따라서 본 연구는 경부고속도로 사고 데이터를 중심으로 공간적인 범위를 설정하여 화물차 비율에 따른 적합한 사고예측모형을 개발하는 것을 목적으로 한다. 이를 통해 1당사자와 2당사자 모두 화물차 운전자인 경우 사고 발생 위험을 확인하고 장래에 적절한 안전 대책 수립에 기여하고자 한다.

## 2. 기존 문헌 및 이론적 고찰

### 2.1 고속도로 사고 연구 고찰

강남원(2008)은 서해안 고속도로를 수차례 직접 왕복 주행하여 교통사고에 영향을 미칠 특성들을 파악하고 고속도로의 전 구간의 사고자료(2003~2007)를 구간별(직선 부, 곡선 부, 교량, 터널)로 분류하고, 구간별 주요 사고 특성(인적, 물적, 기하 구조, 요일, 날씨, 주야)을 분류하여 비교분석을 하여 그에 따른 사고 발생 건수, 사고율, 사고 심각도를 도출하였다.

김병수(2013)는 2009년부터 2011년까지 한국도로공사 호남지역본부 관내에서 발생한 교통사고를 대상으로 자료를 수집하고 사고특성을 분석하였다. 인적요인(원인별, 차종별, 유형별), 시간적 요인(월별, 요일별, 시간대별), 공간적요인(노선별, 관리 지사별, 기하 구조별, 위치별, 날씨별, 노면 상태별)로 분석하고 EPDO 추이 분석을 통한 산출결과로 주요사고 원인별 사고 취약지점을 상세히 분석하여 원인별 예방대책을 수립하였다.

손정민(2017)은 한국도로공사에서 경부고속도로 상행선 50개의 구간을 대상으로 교통량과 구간길이 자료를 수집하고 수집된 데이터를 중심으로 구간별 사고율을 계산하여 사고의 특성을 분석하였고 그 분석을 통해 교통사고 감소 및 교통사고 발생 시 피해 규모를 줄이는 데 도움이 되고자 교통사고시스템(TAAS)에서 (2010년~2015년) 사고 자료를 수집하여 년, 월, 요일, 시간, 날씨, 법규위반 등에 따른 사고 건수 및 사고율을 산출하였다.

김희경(2009)은 2004~2008년의 5년간 한국도로공사의 교통사고 속보자료를 이용하여 고속도로 분기점 연결로 선형조건 및 교통조건에 따른 교통사고 특성을 분석하였으며, 교통사고 특성분석은 분기점 연결로 형태의 도로선형조건 및 교통조건에 다른 다양한 교통사고분석을 수행하였으며, 연결로의 형태, 도로선형조건 및 교통조건이 교통사고에 미치는 영향을 규명하였고 이를 활용하여 고속도로 연결로 유형별 교통사고를 예측하기 위한 모형개발을 하였다.

박태훈(2006)은 2003~2005년의 3년간 한국도로공사의 교통사고 통계자료를 활용하여 23개 고속도로(당시 대한민국 고속도로의 전 구간)의 교통 통제가 이루어진 공사구간에서 발생한 사고 자료를 수집하여 이 공사 구간에서 발생하는 교통사고의 특성을 사고등급별, 사고유형별, 사고 심각도별, 공사유형별, 원인별, 사고 발생 경향별로 구분하여 비교하여 대안을 제시하였다.

홍성민(2012)은 2007~2010년의 4년간 한국도로공사의 교통사고등급의 A~D등급의 사고 자료에서 야간시간대 특성만을 고려하기 위하여 날씨에 영향을 받지 않는 맑은 날씨에 발생한 사고와 차량요소, 노면 잡물, 무면허, 음주, 졸음과 같은 야간시간대 사고와 무관한 사고 자료는 제외하고 전국 고속도로 중 비교적 주행속도가 높을 것으로 예상하는 (주행 제한속도 110km/h) 서해안 고속도로, 중부 고속도로, 중부내륙 고속도로의 총 2,037건의 교통사고에 대하여 분석을 하였고 교통사고 빈도모형개발을 통해 야간 교통안전에 영향을 미치는 기하 구조 요인을 도출하였다.

배운경은 교통사고자료가 내포하고 있는 이질성을 고려하여 교통사고 심각도에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위하여 로짓모형과 잠재계층을 적용하였다. 모형추정결과 사고지점, 사고유형 및 사고원인에 따라 3개의 계층으로 자료가 구분되었고 계층별로 교통사고 심각도에 영향을 미치는 유의한 변수의 크기 및 종류가 다른 것으로 나타난 결과는 교통사고 유형에 따라 교통사고 심각도에 영향을 미치는 변수가 다르다는 것을 증명하였다.

## 2.2 고속도로 사고예측 연구 고찰

문승라(2011)은 음이항 분포를 활용하여 고속도로에 적용할 수 있는 사고예측모형을 개발했다. 전체 사고 발생모형과 사상자 발생 사고모형을 개발하였으며 전체 사고에 대한 투입변수로는 구간길이, 일교통량, 버스 비율, 곡선 구간 수 등이 투입되어 유의한 것으로 나타났고 사상자 발생에 대해서는 구간길이, 일교통량, 버스 비율이 유의하게 나타났다.

노창균(2008)은 고속도로의 모든 트럼펫인터체인지와 클로버 인터체인지의 자료를 수집하여 인터체인지 연결로 형식별로 교통사고를 예측할 수 있는 음이항 회귀모형을 개발하였다. 개발된 사고모형은 고속도로 계획 및 설계 초기 단계에 연결로의 형태를 결정하는 데 도움을 줄 수 있다고 나타났다.

서임기(2015)은 고속도로 주요 6개 노선을 대상으로 교통사고 건수와 교통량을 기반으로 한 사고예측모형(안전성능함수)을 개발하였다. 노선별로 도로의 선형 및 규모가 다르기 때문에 6개 노선의 통합 안전성능함수를 구축하고, 각 노선에 적합한 보정계수를 산출하여 더 정확한 예측모형을 개발하였다.

유두선(2008)은 청주시 교차로에 대한 주·야간 교통사고 모형을 개발하여 비교분석을 하였다. 다중선형모형, 다중 비선형모형, 포아송 및 음이항 모형을 이용해 모형을 개발한 결과 가장 적합한 모형으로 포아송 및 음이항 모형이 선정되었다. 모형을 통해 주·야간 교통사고는 교통량과 차로 폭, 교차로 면적이 사고의 발생확률에 많은 영향을 준다고 분석하였다.

## 2.3 본 연구의 주안점

기존 선행연구 논문을 살펴보면 우리나라 주요 고속도로의 구간별, 요일별, 사고유형별 등의 자료를 수집하여 전 구간의 사고 자료를 구간별로 분류하고 또 그 구간 안에서 주요 사고특성을 분류하여 비교분석을 하였지만, 그 특성의 사고 예방 대책으로는 미비한 모습을 보였고 고속도로별 특징을 파악하여 비교한 구체적인 연구는 찾아볼 수 없었다. 또한, 1, 2당사자의 차종을 구별하여 분석한 연구는 많이 찾아볼 수 없으므로 이와 같은 분류기준을 추가한다면 보다 상세한 사고예측이 이루어질 수 있을 것으로 판단된다. 이에 본 연구에서는 비교적 많은 통행으로 인해 사고 데이터를 가지고 있는 경부고속도로 사고 자료를 토대로 사고예측모형을 제시하였다.

## 3. 자료 수집 및 분석 방법

### 3.1 기초 분석

고속도로에서 발생하는 교통사고를 분석하기 위해 고속도로 구간별로 교통량을 수집하여 관계를 예측하고자 하였고 국토교통부에서 제공하는 교통량정보제공시스템 TMS(Traffic Monitoring System)의 고속도로 교통량과 TAAS를 통해 교통사고 자료를 수집하고 일평균통행량을 토대로 구간별 교통사고 관계를 예측하고 또한, 고속도로에서 발생하는 교통사고는 다양한 요인이 있기 때문에 세부적인 요인 파악이 우선시 되어야 할 것이다. 교통량정보제공시스템의 경부고속도로의 연도별 일평균 교통량을 분석한 표는 다음과 같다.

Table 1. Gyeongbu Expressway Traffic Status

구분	경부고속도로		
	2013년	2014년	2015년
승용차	4,765,862	4,775,103	4,940,410
버스	322,553	311,947	332,200
소형화물	950,353	960,814	1,112,694
중형화물	524,638	562,554	568,752
대형화물	186,578	190,693	187,663
계	6,749,984	6,801,111	7,141,719

(단위 : 대/일)

경부고속도로의 차종별 일평균교통량을 분석한 결과, 모든 차종의 통행량이 시간이 지날수록 많아지는 것으로 나타났다. 점점 증가하는 교통량으로 인해 경부고속도로의 노면 상태로 인한 교통사고와 많은 교통량으로 인하여 지체되는 운전시간을 고려하여 줄음운전으로 발생하는 교통사고 또한 증가할 것으로 예상된다.

또한, 사망자 수는 총 164명으로 전체 사고대비 3.3%의 비율로 나타났고 그중 2013년도의 사망자 수가 57명으로 가장 많은 사망자 수가 나온 것으로 분석되었다. 부상자 수는 733명으로 전체 사고대비 14.8%의 비율로 나타났고 그중 2013년도의 부상자 수가 296명으로 가장 많은 부상자 수가 나온 것으로 분석되었다.

Table 2. Gyeongbu Expressway Accident Status

구분	2013년	2014년	2015년
교통사고수	1,633	1,787	1,527
사망자수	57	52	55
부상자수	296	240	197

경부고속도로는 최근 3개년 동안 총 4,947건의 교통사고가 발생하였으며 그 중 사고유형별로 분석결과 차대 시설 사고가 2,921건으로 가장 많은 사고가 발생한 것으로 나타났고, 다음으로는 기타 유형(차량단독사고, 노면 잡물로 인한 사고, 차량결함으로 인해 사고)의 사고가 1,248건, 차대 차 사고가 737건, 차대 사람 사고가 141건 순으로 분석되었다.

Table 3. Frequency by Gyeongbu Expressway Accident Type

	2013년	2014년	2015년	계
차-차	231	274	232	737
차-시설	992	983	946	2,921
차-사람	14	12	15	41
기타	396	518	334	1,248
계	1,633	1,787	1,527	4,947
부상자수	296	240	197	733

### 3.2 분석 방법

포아송 확률변수는 시간 또는 공간의 일정한 구간에서 발생하는 사건의 횟수를 추정하는 데 유용하다. 같은 길이의 어떤 두 구간에서 사건 발생확률은 같으며, 특정 구간의 사건 발생 유무는 다른 구간의 사건 발생 유무와 독립적이다. 어느 시간 또는 어느 지점에서 무작위로 일어나는 드문 사상을 설명하는 이산형 확률분포로써, 교통사고를 분석할 시 자주 사용되는 방법이며, 포아송 분포는 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$P(Y_i = y_i) = f(y_i) = \frac{e^{-\mu_i} \mu_i^{y_i}}{y_i!} \quad (1)$$

$P(Y_i)$  :  $i$ 구간에서 사고  $y$ 가 발생할 확률

$\mu_i$  : 평균 사고 건수

$$\mu_i = \exp(\alpha + \sum_j \beta_j x_j) \quad (2)$$

$x_j$  : 사고관련 도로구조 및 환경요소

$\alpha, \beta_j$  : 추정된 계수

#### 4. 분석결과

기존 문헌에서 연구된 기존 사고 발생예측을 보다 정확하게 산출하기 위해 포아송 회귀분석이 수행되었다. 결과는 Table 4와 Table 5에 나타냈다. 결과는 1당사자와 2당사자가 화물차인 경우 오히려 회귀계수가 낮아지는 것을 확인하였다. 보다 구체적으로, 화물차의 구분을 소형, 중형, 대형으로 분류하여 분석한 결과 소형화물차인 경우 사고 발생에 양적(+) 변화를 나타냈으며 중형 및 대형 화물차의 경우는 부적(-) 변화를 나타낸 것으로 보았을 때 1, 2 당사자 화물차 사고 비율이 부적 변화를 나타낸 것은 중형화물차와 대형화물차의 영향을 받은 것으로 보인다.

Table 4. Poisson regression analysis I

우도비카이제곱	자유도	유의확률
10857.057	7	.000

Table 5. Poisson regression analysis II

모수	B	표준오차	유의확률
(절편)	4.164	.0204	.000
승용차 비율	.436	.0267	.000
버스 비율	.033	.0183	.071
소형화물차 비율	.217	.0147	.000
중형화물차 비율	-.143	.0211	.000
대형화물차 비율	-.217	.0225	.000
연장(km)	-.004	.0020	.047
1·2당사자 화물차 사고 비율	-.030	.0126	.019

또한, 1, 2 당사자가 화물차인 사고의 비율을 투입하지 않은 일반적인 포아송 회귀분석 결과를 Table 6과 Table 7에 나타냈다. 나타난 결과를 토대로 유의하지 않은 변수를 제외하여 사고예측 모형을 구축하였고, 구축된 사고 모형을 토대로 하여 실측된 사고 건수를 예측하였으며 이에 따른 예측 정확도는 t 검정을 실시하여 예측력을 비교하였다.

Table 6. Poisson regression analysis III

우도비카이제곱	자유도	유의확률
10851.472	6	.000

Table 7. Poisson regression analysis IV

모수	B	표준오차	유의확률
(절편)	4.164	.0204	.000
승용차 비율	.436	.0267	.000
버스 비율	.039	.0181	.030
소형화물차 비율	.220	.0146	.000
중형화물차 비율	-.159	.0200	.000
대형화물차 비율	-.209	.0221	.000
연장(km)	-.004	.0020	.051

또한, 1, 2 당사자가 화물차인 사고의 비율을 투입하지 않은 일반적인 포아송 회귀분석 결과를 Table 6과 Table 7에 나타냈다. 나타난 결과를 토대로 유의하지 않은 변수를 제외하여 사고예측 모형을 구축하였고, 구축된 사고 모형을 토대로 하여 실측된 사고 건수를 예측하였으며 이에 따른 예측 정확도는 t 검정을 실시하여 예측력을 비교하였다.

이를 Table 8에 나타냈으며 t 검정 결과 화물차 사고 비율을 반영하였을 경우 반영하지 않은 경우보다 유의확률이 더 높게 나와 실측값에 더욱 동질적인 예측을 했다고 볼 수 있다.

Table 8. Paired Sample T-Test

	t	자유도	유의확률(양쪽)
1,2당사자 화물차 사고 비율 반영	.461	143	.645
1,2당사자 화물차 사고 비율 미반영	.656	143	.513

## 5. 결론

본 연구는 1당사자와 2당사자 간에 화물차 사고로만 이루어진 경우 도로 사고에 미치는 영향력과 관계를 조사하는 데 초점을 두어 진행했다. 기존에 선정된 연구의 결과를 토대로 이러한 분석의 효과에 관해 확인하고, 포아송 회귀분석은 모형의 분석을 위해 사용되었다. 또한, 실제 수집된 고속도로 사고자료에 대한 예측력을 확인하기 위해 t 검정을 실시하였고, 1, 2당사자 화물차 사고비율을 추가하였을 경우 0.645로 미반영된 경우인 0.513보다 실측값에 유사한 분포를 나타내며 예측력이 우수함을 확인하였다.

1,2당사자 화물차 사고 비율을 추가한 포아송 분석 결과 1,2당사자 화물차 사고 비율의 회귀계수는 -0.030으로 화물차 비율이 늘어날수록 오히려 사고 발생이 줄어든다는 결과가 나타났다. 이는 소형화물차 비율이 사고 발생에 미치는 영향력이 0.217, 중·대형 화물차 비율이 미치는 영향력은 -0.143, -0.217로 양의 영향력보다 음의 영향력이 더 크기 때문에 나타난 결과로 보인다. 즉, 중·대형 화물차 비율의 영향력을 제거하고 소형 화물차 사고의 케이스만 분석한다면 다른 결과를 얻을 수 있을 것이다.

분석 결과 고속도로 구간에서 중형 화물차와 대형 화물차보다 소형 화물차 비율이 사고에 더 영향을 끼치는 것으로 나타났다. 이는 중형 화물차나 대형 화물차가 다른 운전자에게 더욱 위협적인 만큼 안전운전을 유도하여 도류화 효과를 발생 시키기 때문이라고 판단된다. 이는 고속도로 구간 내의 차로가 감소하거나, 속도 변경, 급격한 선형 변화가 운전자에게 큰 영향을 미치지 않, 오히려 너무 큰 위협을 발생시켰을 때는 운전자의 안전운전으로 인해 사고 발생이 줄어드는 것을 나타낸다. 따라서 소형 화물차에 대해 사고 저감 대책이 필요하며, 안전 교육이 필요할 것이다.

앞으로는 전국 고속도로 자료를 모두 수집하고 고속도로 구간 내에 다양한 변수들을 고려하여 연구를 진행해야 할 것이다. 이는 보다 정확한 사고예측모형을 구축하는 데 유리하게 작용할 것이며 고속도로 구간의 사고감소에 큰 역할을 할 것으로 기대한다.

## References

- Chang, L. Y. (2017). Exploring contributory factors to highway accidents: A nonparametric multivariate adaptive regression spline approach. *Journal of Transportation Safety & Security*, 9(4), 419-438.
- Anand, K. (2017). A clinical analysis of outcome in management of head injury in patients with highway road accidents. *International journal of research in medical sciences*, 4(6), 2079-2083.
- Hao, W., Kamga, C., Yang, X., Ma, J., Thorson, E., Zhong, M., & Wu, C. (2016). Driver injury severity study for truck involved accidents at highway-rail grade crossings in the United States. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 43, 379-386.
- Hao, W., Kamga, C., Yang, X., Ma, J., Thorson, E., Zhong, M., & Wu, C. (2016). Driver injury severity study for truck involved accidents at highway-rail grade crossings in the United States. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 43, 379-386.
- Li, K., Qian, D., Huang, S., & Liang, X. (2016). Analysis of Traffic Accidents on Highways Using Latent Class Clustering. In *CICTP 2016* (pp. 1800-1810).

- Park, M. (2013). Relationship between Interstate Highway Accidents and Heterogeneous Geometrics by Random Parameter Negative Binomial Model-A case of Interstate Highway in Washington State, USA. *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 33(6), 2437-2445.
- Shankar, V., Mannering, F., & Barfield, W. (1995). Effect of roadway geometrics and environmental factors on rural freeway accident frequencies. *Accident Analysis & Prevention*, 27(3), 371-389.
- Åkerstedt, T., Kecklund, G., & Hörte, L. G. (2001). Night driving, season, and the risk of highway accidents. *Sleep*, 24(4), 401-406.
- McGuire, F. L. (1976). Personality factors in highway accidents. *Human Factors*, 18(5), 433-441.
- Hofstetter, H. W. (1976). Visual acuity and highway accidents. *Journal of the American Optometric Association*, 47(7), 887-893.
- McHenry, R. R. (1971). Development of a computer program to aid the investigation of highway accidents.
- Brown, B., & Baass, K. (1997). Seasonal variation in frequencies and rates of highway accidents as function of severity. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (1581), 59-65.
- Black, W. R. (1991). Highway accidents: a spatial and temporal analysis. *Transportation Research Record*, 1318, 75-82.
- Black, W. R. (1991). Highway accidents: a spatial and temporal analysis. *Transportation Research Record*, 1318, 75-82.