

## 회전교차로에서의 화물차 사고모형

### Traffic Accident Models for Trucks at Roundabouts

손슬기 Son, Seul Ki | 정회원 · 충북대학교 공과대학 도시공학과 석사과정 (E-mail : ssg0208@naver.com)  
김태양 Kim, Tae Yang | 정회원 · 충북대학교 공과대학 도시공학과 석사과정 (E-mail : hapsunny@gmail.com)  
박병호 Park, Byung Ho | 정회원 · 충북대학교 공과대학 도시공학과 교수 · 교신저자 (E-mail : bhpark@chungbuk.ac.kr)

#### ABSTRACT

**PURPOSES :** This study deals with traffic accidents involving trucks. The objective of this study is to develop a traffic accident model for trucks at roundabouts.

**METHODS :** To achieve its objective, this study gives particular attention to develop appropriate models using Poisson and negative binomial regression models. Traffic accident data from 2007 to 2014 were collected from TAAS data set of road traffic authority. Thirteen explanatory variables such as geometry and traffic volume were used.

**RESULTS :** The main results can be summarized as follows: (1) two statistically significant Poisson models ( $\rho^2 = 0.398$  and  $0.435$ ) were developed, and (2) the analysis revealed the common variables to be traffic volume, number of exit lanes, speed breakers, and truck apron width.

**CONCLUSIONS :** Our modeling reveals that increasing the number of speed breakers and speed limit signs, and widening the truck apron width are important for reducing the number of truck accidents at roundabouts.

#### Keywords

*Roundabout, Traffic accident models, Truck, Poisson and negative binomial regression model*

Corresponding Author : Park, Byung Ho, Professor  
Department of Urban Engineering, Chungbuk University 1,  
Chungdae-ro, Sewon-gu, Cheongju, 28644, Korea  
Tel : +82.10.2433.0306  
E-mail : bhpark@chungbuk.ac.kr

International Journal of Highway Engineering  
<http://www.ksre.or.kr/>  
ISSN 1738-7159 (print)  
ISSN 2287-3678 (Online)  
Received Dec. 06, 2016 Revised Jun. 15, 2017 Accepted Jul. 17, 2017

#### 1. 연구배경 및 목적

최근 정부차원에서 회전교차로 도입을 활성화하기 위한 다양한 방안의 추진에 따라 전국적으로 회전교차로가 증가되고 있는 추세이다. 회전교차로는 일반적인 평면교차로에 비해 상충 횡수가 적고, 교차로 내와 진입부에서 감속운행을 유도하기 때문에 안전성이 높다는 장점을 가지고 있다. 이는 회전교차로 운영에 따른 각종 통계 자료와 회전교차로 안전성 관련 연구들로 증명되고 있다. 하지만, 여전히 회전교차로에서도 교차로 기하

구조, 운전자들의 부주의 등으로 인한 교통사고가 지속적으로 발생되고 있다.

화물차는 일반 승용차보다 차폭이 넓어 회전궤적이 크다는 특징을 가지고 있다. 따라서 화물차 운전자는 일반 운전자에 비해 회전교차로를 주행할 때 주의가 더욱 필요하다. 그러나 기존 회전교차로 안전성과 관련된 연구들 대부분이 전체 차량에 대한 연구이며, 화물차에 관한 연구는 미비한 실정이다.

이러한 점에 착안하여 이 연구는 국내에서 운영되고

있는 회전교차로들을 대상으로 회전교차로에서의 화물차 사고에 영향을 주는 요인들을 분석하여 모형을 개발하는데 그 목적이 있다.

## 2. 연구의 방법

이 연구는 국내 79개의 회전교차로의 화물차사고를 다루고 있다. 연구의 방법은 다음과 같다. 첫째, 국내·외 문헌을 통하여 연구와 관련된 전반적인 사고모형의 기법과 연구의 흐름을 파악한다. 둘째, 화물차 사고와 기하구조 자료를 수집하여 이를 코딩한 후, 다중공선성 분석을 통해 독립변수를 선정한다. 셋째, LIMDEP 4.0을 활용하여 가산자료 모형인 포아송과 음이항 회귀모형을 활용하여 다양한 사고모형을 개발한다. 넷째, 개발한 모형의 타당성을 검증한다. 다섯째, 개발된 모형을 분석하고 논의한다. 마지막으로, 화물차 사고모형을 통해 개선방안을 제안하고, 향후 과제를 제시한다.

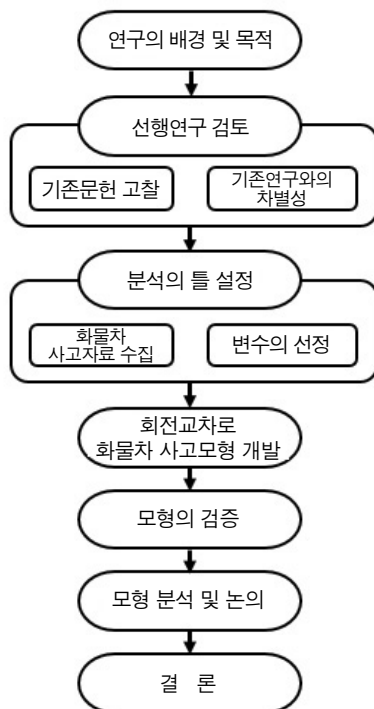


Fig. 1 Research Flowchart

## 3. 선행연구 검토

### 3.1. 기존문헌 고찰

이 연구에서는 화물차 사고모형이나 회전교차로 사고모형과 관련된 전반적인 연구의 흐름이나 변수들을 파악하기 위해 기존문헌들을 고찰한다.

채범석 등(2008)은 화물차에 의해 발생한 교통사고를 분석하고, 화물차 운전자들을 대상으로 설문조사를 실시하여 화물차의 운행실태 및 문제점을 파악하고 있다. 저자들은 사고유형별에 있어 차대차 사고가 가장 많고, 측면직각과 정면충돌로 인한 사고가 가장 심각하게 나타나고 있으며, 법규준수, 방어운전 그리고 양보운전이 함께 개선되어야 한다고 밝히고 있다.

정재풍 등(2014)은 교통사고 건수와 같은 가산자료에 대한 가장 적합한 모형을 추천하고자 포아송 또는 음이항 회귀모형을 사용해 실증적인 분석을 시행한 바 있다. 저자들은 음이항 회귀모형이 보다 적절하다고 판단하며, 모형에 유의하지 않은 변수들을 제외한 축소모형이 모형의 설명력은 유의하게 떨어지지 않으면서 간결해 최종모형은 음이항 회귀 축소모형을 교통사고건수에 적용을 위한 최적모형으로 분석하고 있다.

한수산 등(2011)은 차량유형을 세 그룹으로 나누어 로터리의 교통사고 특성을 비교분석하고, 사고모형을 개발한 바 있다. 저자들은 차량용도 및 크기에 따라 채택된 독립변수가 다양한 것으로 판단하고, 이는 로터리를 통행하는 차량종류를 파악하고, 그에 따른 기하구조를 개선함으로써 사고를 예방하는데 기여할 수 있다고 밝히고 있다.

김경환 등(2010)은 청주시 단일로를 대상으로 사고차량의 유형을 세분화한 후, 각 차종별 EPDO를 산출하여 사고 심각도를 파악하고 모형을 개발하고 있다. 저자들은 교통량과 구간의 길이가 증가할수록 사고위험도가 증가하며, 교통섭수가 증가할수록 사고 위험도가 오히려 감소하는 것으로 분석하고 있다.

Zhu, X. 등(2011)은 화물차 충돌이 사고의 심각도에 미치는 영향요인들을 분석하고 있다. 저자들은 운전자의 음주운전, 주의산만 여부 및 정서적 요인들이 화물차 사고의 심각성에 영향을 미치는 것으로 분석하고 있다.

Lemp, J. D 등(2011)은 프로빗 모형을 이용하여 대형 화물차 충돌 부상 심각도 분석을 한 바 있다. 저자들은 LCV(Light Commercial Vehicles) 충돌 비용이 다른 화물트럭보다 더 적은 것으로 분석하고 있다.

### 3.2. 기존연구와의 차별성

기존 화물차 교통사고와 관련된 논문들은 일반적으로 단일로, 고속도로 및 신호교차로와 관련된 논문이 대부분이다. 그러나 2010년 정부차원의 회전교차로 활성화 방안이 추진됨에 따라 회전교차로의 설치가 전국적으로 증대되고 있는 추세이다. 이에 따라 이 연구에서는 회전

교차로에서의 화물차 사고모형이 필요하다고 판단되어, 포아송 및 음이항 회귀모형을 이용하여 사고모형을 개발하고, 채택된 변수들을 통하여 회전교차로에서의 화물차사고의 원인을 파악해 개선방안을 제시하는데 기존 연구와의 차별성이 있다.

## 4. 분석의 틀 설정

### 4.1. 자료수집 및 기초통계분석

이 연구는 도로교통공단의 「교통사고분석시스템(TAAS)」을 이용하여 8개년도(2007~2014년)의 사고 자료를 수집하며, 이를 통해 76개의 회전교차로를 분석 대상으로 선정(한국교통연구원에서 선정한 100개소의 회전교차로 중, 2007년 이전에 건설된 76개의 회전교차로를 대상으로 함)한다. 또한 기존문헌 고찰 및 회전교차로 설계지침을 참고하여, 회전교차로의 화물차 사고에 영향을 미칠 것으로 판단되는 각 교차로의 교통량 자료는 현장조사를 통해 수집하며, 기하구조자료는 오토캐드(AutoCAD) 및 현장조사를 통해 수집하고 보완한다.

회전교차로의 전체 차량에 대한 사고 건수는 2,412건 이었고, 이 중 화물차 사고 건수는 404건으로 전체 사고의 17%를 차지하는 것을 알 수 있다. 이 중 신복교차로의 사고건수가 37건으로 화물차사고가 가장 많은 것으로 분석된다. 아울러 덕수궁 미술관, 대송빌딩 앞 교차로 등이 사고건수 '0' 건으로 화물차사고가 가장 적게 일어난 것으로 분석된다.

또한 승용차에 대비한 화물차의 사고특성을 알아보기 위해 차종별 사고유형과 사고 심각도를 비교해 본 결과, 승용차와 화물차의 사망사고비율은 각각 0.7%(12건), 1.5%(8건)로, 화물차의 사망사고비율이 약 2배 이상 높은 것으로 평가된다. 또한 승용차와 화물차의 중상사고 비율은 각각 36.1%(604건), 45.8%(185건)이며, 경상 사고비율은 각각 61.4%(1028건), 51.7%(209건)을 차지한다. 따라서 일반 승용차보다 화물차가 대형사고에 대한 위험을 가지고 있으며, 사고의 심각도가 더 높은 것으로 분석된다. 이는 차량의 속도가 일정하다고 가정할 때, 운동에너지는 물체의 질량에 비례하게 된다. 따라서, 화물차 사고의 충격량은 승용차 사고의 충격량보다 커지기 때문에 사고의 심각도가 증가한 것으로 판단된다. 회전교차로의 사고건수에 대한 표는 Table 1과 같다.

Table 1. The Number of Accidents in Roundabout

(unit : No.)

Classification	Total	Car	Truck	
Number of accident	2,412	1,675	404	
Mean number of accident	24	22	5	
Maximum number of accident	204	203	37	
Standard deviation of accident	25.37	23.18	6.24	
Minimum number of accident	0	0	0	
Traffic accident severity	Death	23	12	6
	Serious injury	894	604	185
	Slight injury	1,420	1,028	209
	Others	75	31	4
Type of accident	Vehicle-to-vehicle	1,880	1,112	346
	Vehicle-to-pedestrian	445	287	55
	Vehicle alone	85	41	2

### 4.2. 변수의 선정

이 연구는 교통사고건수를 종속변수로 선정하며, 기존 문헌 검토를 통해 교통류의 특성을 나타내는 교통량과 회전교차로에서의 화물차 사고와 밀접한 관련이 있을 것으로 판단되는 기하구조 요인들을 독립변수로 선정한다.

모형을 개발하기에 앞서 선정된 종속변수와 독립변수들이 변수들 간에 높은 상관관계가 존재하는지 알아보기 위하여 신뢰수준 95%( $\alpha=0.05$ )를 기준으로 다중공선성 분석을 수행한다. 분산팽창요인(VIF)이 10이 넘을 경우 다중공선성에 문제가 있다고 판단하며, 값이 적을수록 다중공선성이 낮다. 그 결과 유입차로 폭, 유출차로 폭, 회전차로 수, 내접원 직경 단축 등이 다중공선성에 문제가 있다고 판단되어 독립변수에서 제외하며, 최종적으로 채택된 독립변수와 제외된 변수는 Table 2와 같다.

## 5. 사고모형 개발 및 논의

일반적으로 가산자료모형인 포아송 회귀모형과 음이항 회귀모형은 종속변수인 사고자료의 과분산 정도에 따라 선별되어 사용된다. 분산이 평균보다 큰 경우 과분산되었다고 말할 수 있는데, 과분산계수(alpha) 값이 '0'에 가까우면 포아송 회귀모형이 적합하며, '0'에 가까우면 음이항 회귀모형을 사용하는 것이 바람직하다.

### 5.1. 화물차 사고모형

먼저 신뢰 수준 95% 기준으로 한 사고모형 구축 결과

Table 2. List of Variables

Classification	Symbol	Definition of variable (unit)	VIF	Mean	Standard deviation	Variance
Dependent variable	$Y_1$	Number of truck accident (No.)	-	5	6.24	39.02
Selected independent variables	$X_1$	Traffic volume (veh./day)	7.125	21,294.69	20,396.12	416,001,540.54
	$X_2$	Circulatory traffic volume (veh./day)	8.151	22,686.27	20,349.33	414,095,043.63
	$X_3$	Number of approach road (No.)	2.258	4.67	1.09	1.19
	$X_4$	Number of entry lane (No.)	6.024	1.66	0.74	0.54
	$X_5$	Splitter island (yes=1, Otherwise=0)	1.875	0.61	0.49	0.24
	$X_6$	Average area of splitter island (m <sup>2</sup> )	8.449	32.58	111.83	12,506.88
	$X_7$	Number of exit lane (No.)	5.785	1.58	0.63	0.40
	$X_8$	Speed hump (yes=1, Otherwise=0)	1.613	0.42	0.49	0.24
	$X_9$	Roundabout sign (yes=1, Otherwise=0)	1.843	0.75	0.43	0.19
	$X_{10}$	Speed limit sign (yes=1, Otherwise=0)	1.411	0.29	0.45	0.21
	$X_{11}$	Truck apron width (m)	4.625	5.34	2.34	5.50
	$X_{12}$	Truck apron (yes=1, Otherwise=0)	3.194	0.47	0.50	0.25
	$X_{13}$	Circulatory roadway width (m)	3.736	0.64	0.88	0.78
Excluded independent variables	$X_{14}$	Entry lane width (m)	20.563	5.68	2.20	4.86
	$X_{15}$	Exit lane width (m)	22.688	5.70	2.31	5.34
	$X_{16}$	Number of circulatory roadway (No.)	11.793	1.84	1.00	1.00
	$X_{17}$	Inscribed circle diameter of minor axis (m)	451.094	45.02	30.26	915.82
	$X_{18}$	Inscribed circle diameter of major axis (m)	384.630	46.67	31.14	969.52
	$X_{19}$	Central island diameter of minor axis (m)	734.485	27.97	27.38	749.78
	$X_{20}$	Central island diameter of major axis (m)	685.038	29.36	28.10	789.67
	$X_{21}$	Total area (m <sup>2</sup> )	120.768	5,180.77	6,853.01	46,963,739.79
	$X_{22}$	Central island area (m <sup>2</sup> )	60.792	1,230.48	4,188.92	17,547,071.74
	$X_{23}$	Circulatory roadway area (m <sup>2</sup> )	22.684	1,222.66	1,303.39	1,698,815.90
	$X_{24}$	Area of Splitter island (m <sup>2</sup> )	14.084	516.59	727.11	528,691.61

Table 3. Truck Accident Model(I) of Roundabout (Confidence Level=95%)

Variable	Model		
	Poisson	Negative binomial	
Constant	coefficient	1.351	1.289
	p-value	0.000	0.000
Traffic volume ( $X_1$ )	coefficient	0.299	0.303
	p-value	0.000	0.000
Number of exit lane ( $X_7$ )	coefficient	0.198	0.174
	p-value	0.046	0.215
Speed hump ( $X_8$ )	coefficient	-0.292	-0.319
	p-value	0.010	0.039
Truck apron width ( $X_{11}$ )	coefficient	-0.192	-0.144
	p-value	0.001	0.085
Alpha( $\phi$ )		1.753	-
$\rho^2$		0.398	-
$Y_1 = \exp(1.351 + 0.299X_1 + 0.198X_7 - 0.292X_8 - 0.192X_{11})$			

는 Table 3과 같다. 통계분석 결과, 교통량( $X_1$ ), 유출차로수( $X_7$ ), 감속시설 유무( $X_8$ ) 및 화물차터 폭( $X_{11}$ )이 설명변수로 채택되며, 신뢰수준 95% 기준에 모두 유의하는 것으로 나타난다. 과분산계수( $\phi$ )는 1.753으로 포아송 모형이 적합한 것으로 판단된다. 또한 이 모형의 우도비( $\rho^2$ )는 0.398로 신뢰수준 95%( $\alpha=0.05$ )에서 통계적으로 유의한 모형이 개발된 것으로 평가된다.

채택된 변수들 중 교통량과 유출차로수는 양(+의 상관관계로 교통량이 증가할수록, 유출차로수가 많을수록 사고가 더 많이 발생하며, 감속시설 유무와 화물차터 폭은 음(-의 상관관계로 감속시설이 적을수록, 그리고 화물차터 폭이 좁을수록 사고가 많이 발생하는 것으로 분석된다.

화물차 사고에 관련되는 더 많은 독립변수들을 살펴 보기 위하여 신뢰수준 90%를 기준으로 한 분석결과는 Table 4와 같다. 통계분석결과, 교통량( $X_1$ ), 유출차로수( $X_7$ ), 감속시설 유무( $X_8$ ), 제한속도표지판 유무( $X_{10}$ ),

화물차턱 폭( $X_{11}$ ) 및 화물차턱 유무( $X_{12}$ )가 설명변수로 채택된다. 또한 이 모형의 과분산계수( $\phi$ )는 1.151로 분석되어 포아송 모형이 적합한 것으로 판단되며, 우도비( $\rho^2$ )는 0.435로 파악되어 신뢰수준 90%( $\alpha=0.10$ )에서 통계적으로 유의한 모형인 것으로 평가된다.

채택된 변수들 중 교통량과 유출차로수는 양(+)의 상관관계로 교통량이 증가할수록, 유출차로수가 많을수록 사고가 더 많이 발생하며, 감속시설 유무, 제한속도표지판 유무, 화물차턱 폭과 화물차턱 유무는 음(-)의 상관관계로 감속시설이 적을수록, 제한속도 표지판이 없을수록, 화물차턱 폭이 좁을수록, 그리고 화물차턱이 없을수록 사고가 많이 발생하는 것으로 분석된다.

Table 4. Truck Accident Model(II) of Roundabout (Confidence Level=90%)

Variable		Model	
		Poisson	Negative binomial
Constant	coefficient	1.042	1.077
	p-value	0.000	0.000
Traffic Volume ( $X_1$ )	coefficient	0.324	0.322
	p-value	0.000	0.000
Number of exit lane ( $X_7$ )	coefficient	0.189	0.192
	p-value	0.064	0.161
Speed hump ( $X_8$ )	coefficient	-0.330	-0.339
	p-value	0.005	0.029
Speed limit sign( $X_{10}$ )	coefficient	-0.361	-0.316
	p-value	0.003	0.028
Truck apron width ( $X_{11}$ )	coefficient	-0.344	-0.306
	p-value	0.000	0.039
Truck Apron ( $X_{12}$ )	coefficient	-0.453	-0.410
	p-value	0.001	0.042
Alpha( $\phi$ )		1.151	-
$\rho^2$		0.435	-

$$Y_1 = \exp(1.042 + 0.324X_1 + 0.189X_7 - 0.330X_8 - 0.361X_{10} - 0.344X_{11} - 0.453X_{12})$$

## 5.2. 승용차 사고모형

먼저 신뢰 수준 95% 기준으로 한 승용차 사고모형 구축 결과는 Table 5와 같다.

통계분석 결과, 교통량( $X_1$ ), 유입차로수( $X_4$ ), 감속시설 유무( $X_8$ ) 및 회전교차로 안내표지판 유무( $X_9$ )가 설명변수로 채택되며, 신뢰수준 95% 기준에 모두 유의하는 것으로 나타난다. 과분산계수( $\phi$ )의 t값이 2.158로 음이항 모형이 적합한 것으로 판단된다. 또한 이 모형의 우도비( $\rho^2$ )는 0.247로 신뢰수준 95%( $\alpha=0.05$ )에서 통계적으로 유의한 모형이 개발된 것으로 평가된다.

Table 5. Car Accident Model(III) of Roundabout (Confidence Level=95%)

Variable		Model	
		Poisson	Negative binomial
Constant	coefficient	2.174	2.177
	p-value	0.247	0.005
Traffic volume ( $X_1$ )	coefficient	0.278	0.298
	p-value	0.612	0.038
Number of entry lane ( $X_4$ )	coefficient	0.487	0.481
	p-value	0.173	0.000
Speed hump ( $X_8$ )	coefficient	-2.118	-2.107
	p-value	0.210	0.001
Roundabout sign ( $X_9$ )	coefficient	-0.100	0.297
	p-value	0.614	0.031
Alpha(t-value)		-	0.153 (2.158)
$\rho^2$		-	0.247

채택된 변수들 중 교통량과 유출차로수는 양(+)의 상관관계로 교통량이 증가할수록, 유입차로수가 많을수록 사고가 더 많이 발생하며, 감속시설 유무와 회전교차로 안내표지판 유무는 음(-)의 상관관계로 감속시설이 적을수록, 그리고 회전교차로 안내표지판이 없을수록 사고가 많이 발생하는 것으로 분석된다.

승용차 사고에 관련되는 더 많은 독립변수들을 살펴 보기 위하여 신뢰수준 90%를 기준으로 한 분석결과는 Table 6과 같다.

Table 6. Car Accident Model(IV) of Roundabout (Confidence Level=90%)

Variable		Model	
		Poisson	Negative binomial
Constant	coefficient	2.178	2.157
	p-value	0.247	0.000
Traffic volume ( $X_1$ )	coefficient	0.318	0.311
	p-value	0.517	0.061
Number of entry lane ( $X_4$ )	coefficient	0.347	0.348
	p-value	0.173	0.017
Splitter island ( $X_5$ )	coefficient	-3.187	-3.105
	p-value	0.277	0.001
Speed hump ( $X_8$ )	coefficient	-0.108	-0.297
	p-value	0.651	0.019
Roundabout sign ( $X_9$ )	coefficient	-0.387	-0.371
	p-value	0.003	0.091
Alpha(t-value)		-	0.318 (2.517)
$\rho^2$		-	0.374

통계분석결과 교통량( $X_1$ ), 유입차로수( $X_4$ ), 분리교통

섬 유무( $X_5$ ), 감속시설 유무( $X_8$ ) 및 회전교차로 안내표지판 유무( $X_{10}$ )가 설명변수로 채택된다. 또한 이 모형의 과분산계수( $\phi$ )의 t값이 2.517로 분석되어 음이항 모형이 적합한 것으로 판단되며, 우도비는( $\rho^2$ )는 0.374로 파악되어 신뢰수준 90%( $\alpha=0.10$ )에서 통계적으로 유의한 모형인 것으로 평가된다. 채택된 변수들 중 교통량과 유입차로수는 양(+의 상관관계로 교통량이 증가할수록, 유입차로수가 많을수록 사고가 더 많이 발생하며, 분리교통섬 유무, 감속시설 유무 및 회전교차로 안내표지판 유무는 음(-의 상관관계로 감속시설이 적을수록, 회전교차로 안내표지판과 분리교통섬이 없을수록 사고가 많이 발생하는 것으로 분석된다.

### 5.3. 모형별 비교 분석 및 논의

Table 7은 전술한 2개 모형의 비교를 위하여 공통변수와 특정변수를 보여주는 표이다. 두 모형의 공통변수로는 교통량, 감속시설유무 및 화물차터 폭이 채택되며, 신뢰수준 90%를 기준으로 한 모형에서는 제한속도표지판과 화물차 터크 유무가 추가로 채택된다.

Table 7. Truck Accident Models Common and Specific Variables (Model I~II)

Variable	Number of accident ( $Y_1$ )
Common variables	Traffic volume ( $X_1$ )
	Speed hump ( $X_8$ )
	Number of exit lane ( $X_7$ )
	Truck apron width ( $X_{11}$ )
Specific variables of model (II) (confidence level=90%)	Speed limit sign ( $X_{10}$ )
	Truck apron ( $X_{12}$ )

교통량이 증가할수록, 유출차로수가 많을수록 화물차 교통사고가 증가하는 것으로 분석되는데, 이는 차량 간 상충횟수가 많아지기 때문에 사고가 증가하는 것으로 판단된다. 화물차는 무거운 화물을 운반하기 때문에 급제동을 하게 되면 제동거리가 증가하면서 대형 사고로 이어지기 쉽다. 하지만 교차로 진입 전 감속시설이 설치되어 있거나, 제한속도 표지판 설치로 운전자에게 교차로의 제한속도를 미리 알려주게 되면 차량의 속도를 서서히 감소시킬 수 있기 때문에 사고의 감소효과를 가지는 것으로 판단된다. 회전교차로 설계지침(2010)에서는 화물차 터크를 “중앙교통섬과 가장자리에 대형자동차 또는 세미트레일러가 밟고 지나갈 수 있도록 만든 부분, 설치여부는 해당 교차로의 기능, 용지여건, 대형차 혼입률에 따라 선택적으로 결정되며, 화물차 터크는 중앙교통

섬의 일부임”이라고 정의하고 있다. 화물차 터크 없거나 폭이 좁으면 화물차가 밟고 지나갈 수 있는 차로 폭이 좁아지는데, 이는 회전반경이 큰 화물차에게 영향을 미치기 때문에 화물차 사고가 증가한 것으로 판단된다.

Table 8은 화물차 및 승용차 사고모형의 공통변수와 특정변수를 보여주는 표이다. 승용차 사고모형과 화물차 사고모형의 공통변수로는 교통량과 감속시설 유무가 채택된다. 또한 화물차 사고모형의 특정변수에는 제한속도 표지판 유무, 화물차 터크 유무 및 화물차 터크 폭이 채택되며, 승용차 사고모형의 특정변수는 분리교통섬 유무 및 회전교차로 안내표지판 유무가 채택된다. 각 모형에서 선정된 변수들을 살펴보면, 승용차 사고에 비해 화물차 사고에서 감속시설이나 제한속도 표지판과 같이 속도와 관련된 변수와 화물차 터크에 관련된 변수가 중요하게 나타난 것을 알 수 있다. 따라서 화물차 사고가 많이 나는 회전교차로에 감속시설 설치와 제한속도 표지판 설치를 유도하고 화물차 터크 폭을 넓히는 것을 권장한다.

Table 8. Compared Truck and Car Accident Models

Variable		Number of accident ( $Y_1$ )
Common variables		Traffic Volume ( $X_1$ )
		Speed hump ( $X_8$ )
Specific variables	Truck accident model (Model I & II)	Number of exit lane ( $X_7$ )
		Speed limit sign ( $X_{10}$ )
	Car accident model (Model III & IV)	Truck apron width ( $X_{11}$ )
		Truck apron ( $X_{12}$ )
		Number of entry lane ( $X_4$ )
		Splitter island ( $X_5$ )
		Roundabout sign ( $X_9$ )

### 5.4. 모형의 검증

이 연구에서는 개발된 모형을 검증하기 위해서 개발된 모형 식에 적용한 예측치의 평균값과 실제 조사된 값(실측치)을 비교해 모형의 적합성을 검증하였다. 대응표본 t검정(paired sample t-test)을 통해 실측치와 예측치 사이의 차이를 통계적으로 검정하며, 결과는 Table 9와 같다.

화물차 사고모형을 대응표본 t검정을 통해 검증한 결과, 포아송 회귀모형의 유의확률이 0.786, 0.988로 나타나 귀무가설( $H_0: d_0=0$ )을 기각하지 못하여 실측치와 예측치 간에 차이가 있다고 할 수 없는 것으로 분석되었다.



Table 9. Paired Simple T-test

Model	Paired simple t-test					t	Correlation coefficient	p-value
	Mean	Standard deviation	Standard error of the means	95% Confidence interval				
				Min.	Max.			
$Y_{95}$	0.273	1.059	0.521	-3.725	2.856	0.268	0.492	0.786
$Y_{90}$	0.010	0.589	0.152	-0.562	0.632	0.052	0.942	0.988

## 6. 결론

이 연구는 국내에서 운영되고 있는 회전교차로들을 대상으로 회전교차로에서의 화물차 사고에 영향을 주는 요인들을 분석한 연구이다. 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 통계적으로 유의한 2개의 포아송 화물차 사고 모형이 개발되었으며, 모형의 설명력을 나타내는 우도 비( $\rho^2$ )가 0.398과 0.435로 분석되어 신뢰도가 높은 모형으로 평가된다.

둘째, 화물차 사고에 영향을 미치는 공통변수는 교통량, 유출차로수, 감속시설 유무 및 화물차터 폭이며, 특정변수는 제한속도표지판 유무, 화물차터 유무인 것으로 판단된다.

마지막으로 교통량과 유출차로수는 양(+)의 상관관계, 감속시설 유무, 제한속도표지판 유무, 화물차터 폭과 화물차터 유무는 음(-)의 상관관계를 갖는 것으로 분석된다. 따라서 화물차사고가 많이 일어나는 회전교차로에 감속시설 설치와 제한속도 표지판 설치를 유도하고 화물차 터 폭을 넓힌다면 화물차사고를 감소시키는 효과가 있을 것으로 기대된다.

이 연구는 기존 국내 연구에서 많이 다루어지지 않은 회전교차로에서의 화물차 사고를 대상으로 연구를 수행한 점에 의의가 있다고 판단되며, 화물차 사고가 많이 발생하는 회전교차로의 기하구조를 개선함으로써 사고를 예방하는데 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

향후 더욱 설명력 있는 연구를 위해서는 보다 많은 회전교차로 지점을 대상으로 인적요인 자료를 이용해 사고 심각도 분석 및 다양한 유형의 모형 개발이 요구된다.

## REFERENCES

- Baek Seungcheol, Jang Hyunho, Kang Jeonggyu, 2005. "Estimation of Freeway Traffic Accident Rate using Traffic Volume and Trip Length", Korean society of Transportation, Vol.23, No.2, pp. 95-105.
- Cheon Bumseok, Go Myungsoo, 2008. "Traffic Accident analysis and preventive Measures for commercial vehicle", Korean society of Transportation, Vol.58, No.1, pp. 611-620.
- Han, Susan, Park, Byung Ho, 2011. "Accident Models of Rotary by Vehicle Type", Korean society of Transportation, Vol.29, No.6, pp. 67-74.
- Jeong Jaepoong, Choi Jeonghoo, 2014. "Poisson Regression and Negative Binomial Regression Model Fit for Traffic Accidents", Journal of the Korean Data Analysis Society, Vol.16, No.1, pp.165-172.
- Kim. Kyunghwan, Park, Byungho, 2010, "Developing the Traffic Accident Severity Models by Vehicle Type", The Korean Society of Safety, Vol.25, No.3, pp.131-136.
- Lemp, J. D., Kockelmanb, K. M., Unnikrishnanc, A.. 2011. "Analysis of large truck crash severity using heteroskedastic ordered probit models.", Accident Analysis and Prevention, Vol.43, No.1, pp.370-380.
- Park, Byung Ho, Lim Jinkang, Kim Sungryong, 2015, "Developing the Sideswipe Accident Model at Roundabouts", The Korean Society of Safety, Vol.30, No.1, pp.104-110.
- Roundabout Design Guidelines. 2010.
- Zhu, X., Srinivasan, S., 2011, "A comprehensive analysis of factors influencing the injury severity of large-truck crashes." Accident Analysis and Prevention, Vol.43, pp.49-57.