

# 회전교차로 측면충돌 사고모형 개발

박병호<sup>†</sup> · 임진강 · 김성룡

충북대학교 도시공학과

(2014. 12. 2. 접수 / 2015. 1. 26. 수정 / 2015. 2. 3. 채택)

## Developing the Sideswipe Accident Model at Roundabouts

Park, Byung Ho<sup>†</sup> · Lim, Jin Kang · Kim, Sung Ryong

Department of Urban Engineering, Chungbuk National University

(Received December 2, 2014 / Revised January 26, 2015 / Accepted February 3, 2015)

**Abstract :** This study deals with the roundabout accidents. The goal of this study is to develop the sideswipe accident models at roundabout. In the pursuing the above, this study gives particular attentions to collecting the data of geometric structure and accidents of 54 roundabouts in Korea and developing the Poisson and negative binomial regression models. The main results are as follows. First, sideswipe accident is analyzed to be the highest frequency that is 39.5% of total accident data. Second, Poisson models which is statistically significant is developed. Finally, traffic volume per approach( $X_1$ ), number of circulatory roadway( $X_3$ ), operation of parking lot( $X_4$ ) and width of circulatory roadway( $X_6$ ) are adopted as the common variables. This study might be expected to give some implications to the accident research on the roundabout.

**Key Words :** roundabout, accident model, sideswipe, poisson and negative binomial regression models

### 1. 서론

#### 1.1. 연구의 배경 및 목적<sup>1)</sup>

지속적인 경제성장으로 인한 삶의 질 향상은 국민 생활 전반에 많은 영향을 주고 있다. 그 중 하나가 자동차의 수와 이용의 증가이다. 우리나라의 경우 2014년 기준으로 세계에서 15번째로 자동차 등록대수 2천만대를 돌파하였다. 이는 1가구당 2차량 시대가 도래하였다는 것을 의미한다(국토교통부, 2014).

자동차의 증가는 편리성 뿐 아니라 사고의 위험이라는 양면성을 드러내고 있다. 또한 주정차 위반과 불필요한 시설 및 신호체계로 인한 교통흐름이 방해받고 있는 실정이다. 아울러 우리는 불필요한 신호대기시간으로 신호위반과 사고의 위험에 노출되어 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위해 정부는 2009년 교통운영체계 선진화 방안 5대 중점과제로 회전교차로를 적극 도입하고 있다.

회전교차로는 통행우선권을 통해 로터리의 잠김 현상 문제를 해결한 것으로 1966년 영국에서 개발되었다. 1970년부터 영국, 프랑스 및 호주 등에서 적극 도

입되었으며, 이후 미국에서도 기존에 운영 중인 로터리의 폐지와 함께 회전교차로 도입을 위한 많은 노력이 이루어졌다. 그러나 여러 시행착오를 겪으면서 발달되어온 유럽 및 미국과 달리, 국내 회전교차로의 도입은 급진적으로 이루어졌기 때문에 아직 국내 운전자에게는 다소 생소하다<sup>2)</sup>.

2010년 회전교차로 설계지침이 개발됨에 따라 회전교차로는 아직 국내에서 도입단계라 할 수 있다. 따라서 회전교차로의 성공적인 도입 및 활성화를 위해서는 회전교차로의 가장 큰 특징 중 하나인 안전성과 관련된 다양한 연구가 필요하며, 특히 국내 회전교차로의 사고에 영향을 미치는 요인을 규명할 필요가 있다.

이 연구에서는 회전교차로 내에서 발생한 사고 중 가장 많은 비중을 차지하고 있는 측면충돌 사고모형을 개발하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 회전교차로 설계지침 개발과 국내 회전교차로의 적극적 도입 시점이라 할 수 있는 2010년 이후의 사고자료를 활용하였다. 연구의 결과는 향후 국내 회전교차로 설계를 위한 종합적인 지침과 일련의 절차를 제시할 수 있는 주요 결과로 활용될 것으로 기대된다.

<sup>†</sup> Corresponding Author : Byung Ho Park, Tel : +82-43-261-2496, E-mail : bhpark@chungbuk.ac.kr

Department of Urban Engineering, Chungbuk National University, 52 Naesudong-ro, Seowon-gu, Cheongju, Chungbuk 361-763, Korea

## 1.2. 연구의 내용 및 방법

이 연구는 국내 회전교차로 54개소에서 발생한 사고를 다루고 있다. 연구의 진행을 위해 도로교통공단의 「교통사고 분석시스템(TAAS)」를 활용하며, 2010~2013년 동안 발생한 사고 자료를 수집한다. 또한 사고에 영향을 주는 요인을 분석하기 위해 현장조사 및 동영상 촬영 등을 통해 기하구조 및 운영자료를 수집한다. 수집된 자료를 이용하여 사고모형을 개발하며, 개발된 모형을 통해 회전교차로의 측면충돌사고에 영향을 미치는 요인을 규명한다. 연구의 진행은 다음과 같다.

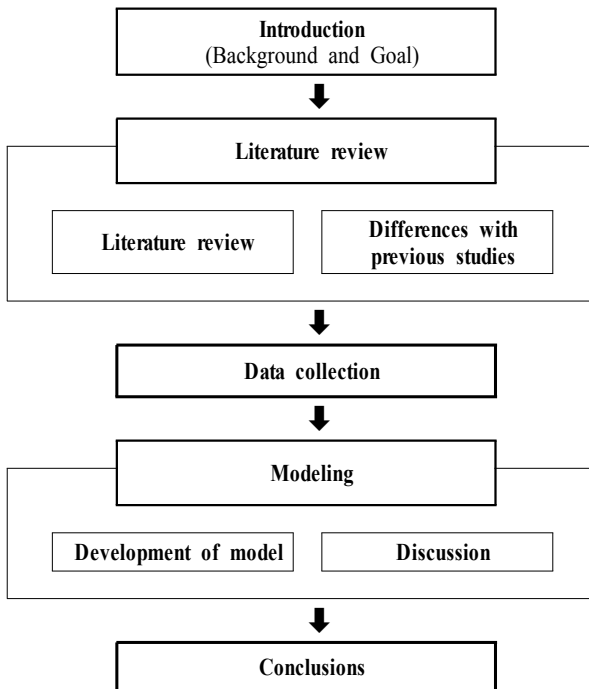


Fig. 1. Research flow.

## 2. 기존연구 고찰

### 2.2. 선행연구 고찰

회전교차로에서 발생한 측면충돌 사고모형을 개발하고 연구의 차별성을 밝히기 위해 기존에 진행되어 왔던 연구를 검토하였다.

박병호 등<sup>3)</sup>은 국내 회전교차로에서 발생한 오토바이 사고를 대상으로 사고예측모형을 개발하였다. 분석을 위해 2007~2010년 사고자료를 수집하였으며, 0건인 교차로 지점이 48%인 것에 착안하여 ZAM(zero-altered-model)을 개발하였다. 그들은 오토바이 사고요인을 규명하였으며, 이를 통해 회전교차로에서의 오토바이 사고와 기존 자동차사고와의 차이점을 제시하였다.

백태현 등<sup>4)</sup>은 국내 운영 중인 회전교차로 중 2008~2010년도에 개선된 회전교차로 23개 지점을 선정하여, 회전교차로 도입 사고감소효과를 분석하였다. 이를 위해 단순비교방법과 비교그룹방법을 통해 분석하였으며, 분석결과 회전교차로로 전환할 경우 사고감소효과가 있는 것으로 평가되었다.

나희 등<sup>5)</sup>은 94개 원형교차로를 대상으로 자료를 수집하였으며, 사고자료를 7가지 사고원인으로 분류하였다. 그는 분류된 사고원인 중 교차로 운행방법 위반과 안전거리 미확보를 종속변수로 하여 ZAM을 개발하였으며, 분석결과 교통량, 회전차로 폭, 접근로 수, 감속 시설 수가 사고영향요인 변수로 채택되었다.

박길수<sup>6)</sup>는 국내에서 운영 중인 83개 원형교차로를 대상으로 자료를 수집하였다. 그는 조사된 원형교차로 자료를 회전교차로형 교차로와 로터리형 교차로로 분류하였으며, 다중선형 회귀모형, 다중비선형 회귀모형, 포아송 및 음이항 회귀모형 등을 활용하여 사고모형을 개발하였다.

Chiu et al.<sup>7)</sup>은 미국 위스콘신에 위치한 26개소 회전교차로를 대상으로 자료를 수집하였다. 저자들은 수집된 자료를 2가지 유형(교차로 수준 및 사고위치)으로 분류하였으며, 포아송 및 음이항 회귀모형 활용하여 사고예측모형을 개발하였다.

Dixon et al.<sup>8)</sup>은 오레곤 주에 위치한 4지 1차로 회전교차로 23개소를 대상으로 자료를 수집하였다. 그들은 2007~2011년 까지 5개년도 사고자료를 통해 포아송 및 음이항 회귀모형을 개발하였다.

Burnsi et al.<sup>9)</sup>은 캐나다 퀘벡에 위치한 37개 지점의 회전교차로를 대상으로 사고심각도 모형을 개발하였다. 2000~2011년 까지 총 12개년도 사고자료를 수집하였으며, 모형개발을 위해 다항로지모형을 활용하였다.

Daniels et al.<sup>10)</sup>은 기존 2010년 연구의 확장연구로 회전교차로를 대상으로 안전성 연구를 수행하였다. 기존 90개 대상지에서 58개소를 추가하였으며, 이를 바탕으로 사고예측모형을 개발하였다. 1996~2005년까지 총 10개년도 사고자료를 활용하였으며, 포아송 및 감마모형을 구축하였다.

### 2.2. 연구의 차별성

국내 회전교차로의 도입시점은 2010년이라 할 수 있다. 2010년 이전에도 회전교차로는 운영되고 있었으나, 대부분의 운전자들은 회전교차로의 통행방법에 생소하여 많은 문제점을 지닌 채 로터리 형식으로 운영되었다. 기존연구를 고찰한 결과 Table 1과 같이 회전교차로 사고모형과 관련된 연구는 2010년 이전의 사고자

료를 수집하였다. 특히 나희<sup>5)</sup>, 박길수<sup>6)</sup> 등 일부 저자는 이러한 점에 주목하여 회전교차로(roundabout)가 아닌 원형교차로(circular intersection)로 정의하여 분석하였다. 본 연구는 기존 연구들과는 달리 국내 회전교차로의 도입시점이라 할 수 있는 2010년 이후의 사고자료를 활용하여 사고모형을 개발한다.

기존 연구들을 살펴보면 다양한 유형분류를 통해 회전교차로 사고모형을 개발하고 있다. 박길수는 회전교차로형과 로터리형으로 분류하여 소형, 1차로 및 2차로로 분류하여 사고모형을 개발하였으며, Chiu et al.은<sup>8)</sup> 교차로 수준과 사고위치에 따라 유형을 분류하여 모형을 개발하였다.

회전교차로에서는 운전자가 교차로 운행방법을 위반하여 역주행하는 경우를 제외하면, 차대차 사고는 측면충돌과 후미추돌 사고만이 발생한다. 이 중 측면충돌 사고의 경우 회전교차로에서 가장 빈번하게 발생하는 사고이다. 이러한 점에 착안하여 이 연구에서는 기존연구와는 달리 회전교차로에서 가장 빈번하게 발생하는 측면충돌사고를 중심으로 사고영향요인을 분석한다.

Table 1. Differences with previous studies

Authors	Year	Methodology	Period of data collection
Park, K.S.	2010	Multiple linear, Non-linear multiple, Poisson, Negative binomial	2007~2009
Daniels, S. et al.	2011	Poisson, Gamma	1996~2005
Na, H. et al.	2012	ZINB, ZIP	2007~2009
Dixon, K.K. et al.	2013	Poisson, Negative binomial	2007~2011
Burnsi, S. et al.	2013	Multinomial logit model	2000~2011
Park, B.H. et al.	2014	ZINB, ZIP	2007~2010
Beak, T.H. et al.	2014	Before-After evaluation with comparison group	2007~2011
Chiu, L.H.	2014	Poisson, Negative binomial	2009~2012

### 3. 분석의 틀 설정

#### 3.1. 자료의 수집 및 분석

이 연구는 국내 회전교차로에서 발생한 측면충돌사고를 바탕으로 사고모형을 개발한다. 총 54개 지점의 회전교차로를 대상으로 하며, 분석을 위해 『교통사고 분석시스템(TAAS)』에서 제공되는 2010~2013년 사고자료를 수집하였다. Table 2는 수집된 사고자료를 나타낸 것이다.

Table 2. Analysis of accident data(2010~2013)

Collision type	Accident type	Number of accident	Ratio(%)
Vehicle · Pedestrian	-	105	28.0
Vehicle · Vehicle	Rear-end	47	12.5
	Sideswipe	148	39.5
	Others	61	16.3
Single-vehicle accident	-	14	3.7
Total		375	100.0

총 375건의 사고 중 측면충돌 사고는 148건으로 전체 사고 중 39.5%를 차지하는 것으로 분석되었다. 또한 차대차 사고에서는 256건 중 57.8%를 차지해 가장 높은 빈도를 갖는 것으로 분석되었다.

Table 3. List of independent variables

Classification		Mean	Standard deviation
Traffic volume per approach(ADT)	$X_1$	2801.59	1959.47
Number of approach	$X_2$	4.41	1.04
Number of circulatory roadway (Single lane=1, otherwise =0)	$X_3$	0.69	0.47
Operation of parking lot Yes/No(Yes =1, otherwise =0)	$X_4$	0.28	0.45
Installation of lighting facilities Yes/No(Yes =1, otherwise =0)	$X_5$	0.83	0.38
Width of circulatory roadway(m)	$X_6$	5.93	2.37
Central island diameter(m)	$X_7$	20.78	8.15
Number of average approach lane	$X_8$	1.33	0.41
Width of average approach lane(m)	$X_9$	3.60	0.55
Number of splitter island	$X_{10}$	3.17	1.61
Number of reduction facility	$X_{11}$	0.74	1.42
Number of crosswalk	$X_{12}$	3.72	1.75
Acceptance ratio(number of entering vehicle to yield/total conflicting vehicle)	$X_{13}$	49.47	13.45

Table 4. Comparison of independent variables between existing literature and this study

Na, H. et al.(2012)	Chiu, L.H.(2014)	Lee, S.J. et al.(2014) <sup>11)</sup>
Traffic volume, Acceptance ratio, Central island diameter, Width of circulatory roadway, Number of circulatory roadway, Width of approach lane, Number of average approach lane, Width of splitter island by approach, Number of crosswalk, Number of reduction facility	Traffic volume, Inscribed Circle Diameter, Center Island Radius, Minimum driveway Width, Number of Circulating Lanes, Number of Approaches	Diameter traffic circle, Width of circular roadway, Number of circular roadway, Number of approach, Average of approach lane, Average of traffic islands, Average of crosswalk, Average of reducing facilities, Lighting facilities, Parking lot, Bus stop

Table 5. Result of multicollinearity analysis

Variable	Allowance	VIF
$X_1$	0.449	2.229
$X_2$	0.536	1.865
$X_3$	0.612	1.635
$X_4$	0.700	1.429
$X_5$	0.808	1.237
$X_6$	0.646	1.549
$X_7$	0.499	2.002
$X_8$	0.353	2.836
$X_9$	0.304	3.284
$X_{10}$	0.429	2.332
$X_{11}$	0.536	1.864
$X_{12}$	0.478	2.092
$X_{13}$	0.702	1.425

사고모형을 개발하기 위해 종속변수와 독립변수를 선정하였으며, 가장 높은 사고빈도를 나타내는 측면충돌 사고건수를 종속변수로 하였다. 독립변수의 경우 사고에 영향을 미칠 것으로 판단되는 교차로 기하구조 및 운영현황자료를 활용하였다. Table 3은 선정된 변수의 현황 및 기술통계를 나타낸 것이다.

Table 4의 경우 기존연구들의 독립변수들을 검토한 것이다. 검토결과 주로 운영요인 및 기하구조요인으로 선정하여 분석하였으며, 대부분의 변수들이 본 연구의 독립변수들과 부합되는 것으로 분석되었다.

### 3.2. 다중공선성 분석

모형개발에 앞서 상관관계 분석 후 선정된 변수간의 다중공선성 분석하였으며 Table 5와 같다.

모 분석결과 모든 변수들의 VIF값이 5미만으로 분석되어 변수간의 다중공선성 문제는 발생하지 않는 것으로 평가되었다.

## 4. 모형 개발

교통사고 예측을 위한 연구진행을 위해 많은 교통 전문가들이 포아송 및 음이항 회귀모형을 사용하였다. 이는 교통사고의 불규칙적이고 임의발생이라는 특성을 분석하기에 가장 적합하기 때문이다. 이에 따라 본 연구에서도 포아송 및 음이항 회귀모형을 활용하여 분석을 수행한다.

일반적으로 포아송 및 음이항 회귀모형은 종속변수인 사고자료의 과분산에 정도에 따라 선별되어 사용된다. 과분산계수( $\phi$ )가 0에 가까우면 포아송 회귀모형에 적합하며, 0값과 멀어질수록 음이항 회귀모형에 적합하다. 일반적으로 과분산계수 1.96을 기준으로 하며,

1.96 초과시 음이항 모형을 사용한다.

McFadden<sup>12)</sup>은 모형의 적합도를 나타내는 우도비( $\rho^2$ )는 0과 1사이이며, 1에 가까울수록 모형의 적합도가 높다는 것을 표시한다. 그러나 회귀분석의 경우와는 달리 0.2~0.4 사이의 값을 지니면 적합도가 충분히 높은 것으로 판단한다. 본 연구에서도 이를 적용하여 개발된 모형의 적합도를 판단한다.

### 4.1. 포아송 및 음이항 모형 개발

측면충돌 사고자료를 바탕으로 사고모형을 개발한 결과는 Table 5와 같다. 모형 구축결과 과분산계수( $\phi$ )값이 1.956으로 분석되어 음이항 회귀모형보다 포아송 회귀모형에 적합한 것으로 분석되었다.

모형의 설명변수는 접근로 별 교통량( $X_1$ ), 회전차로 수( $X_3$ ), 주차장 운영유무( $X_4$ ) 및 회전차로 폭( $X_6$ )이 채택되었으며, 모두 신뢰수준 95%( $\alpha=0.05$ )에서 유의한 것으로 평가되었다. 모형의 설명력을 나타내는 우도비( $\rho^2$ )의 경우 0.405로 분석되어 통계적으로 설명력이 높은 모형이 개발된 것으로 판단된다.

채택된 변수는 회전차로 수( $X_3$ )를 제외한 모든 변수들이 양(+)의 상관관계를 갖는 것으로 분석되었다. 이는 접근로별 교통량이 많을수록, 주차장이 운영될 경우, 회전차로 폭이 넓을수록 측면충돌사고는 증가하는 것으로 분석된다. 반면 회전차로 수는 1차로를 제외한 2차로 및 3차로에서 측면충돌사고 위험이 높은 것으로 분석되었다.

Table 6. Poisson and negative binomial regression models

Classification		Poisson	Negative binomial
Constant	Coeff.	-0.105	-0.429
	t-ratio	-0.367	-0.893
	p-value	0.714	0.372
$X_1$	Coeff.	2.977E-04	3.281E-04
	t-ratio	6.893	4.391
	p-value	0.000	0.000
$X_3$	Coeff.	-1.324	-1.412
	t-ratio	-7.200	-3.787
	p-value	0.000	0.000
$X_4$	Coeff.	0.713	0.879
	t-ratio	4.234	3.113
	p-value	0.000	0.002
$X_6$	Coeff.	0.083	0.117
	t-ratio	2.445	1.358
	p-value	0.015	0.174
$\rho^2$		0.405	0.063
Alpha( $\phi$ )		-	1.956

#### 4.2. 결과논의

측면충돌 사고모형을 개발한 결과 4개의 설명변수가 채택되었다.

접근로별 교통량의 경우 양의 상관관계로 교통량이 많을수록 사고발생 위험이 높아지는 것으로 평가되었다. 일반적으로 교통량과 사고의 관계는 정비례하며, 교통량 증가에 따라 상충빈도도 증가하기 때문인 것으로 판단된다. 박해찬 등<sup>13)</sup>과 이승택 등<sup>14)</sup>의 연구에 따르면 교통사고와 상충은 밀접한 관계가 있는 것으로 분석되었기 때문에 이를 뒷받침 할 수 있다. 또한 회전교차로의 경우 비신호로 운영되기 때문에 실질적으로 같은 교통량일 경우 신호교차로보다 상충빈도가 높으며, 이는 운전자의 부주의가 사고로 직결될 수 있는 문제이다. 측면충돌 사고의 경우 주로 회전차량과 진입차량에 의해 발생되기 때문에 진입차량의 양보운전이 요구되는 것으로 판단된다.

회전차로 수의 경우 음의 상관관계를 갖는 것으로 분석되며, 이는 회전차로가 1차로 이상일 경우 측면충돌 사고도 증가하는 것으로 평가된다. 회전교차로의 경우 4지 1차로의 상충지점은 8개 지점이나 4지 2차로는 22개 지점으로, 회전차로 수가 증가할수록 상충지점은 급격히 증가한다. 2차로 회전교차로의 경우 1차로에서 진입하는 차량은 바깥쪽 회전차로를 이용하는 회전차량과 1차적으로 상충이 발생하며, 이어서 안쪽 회전차로를 이용하는 회전차량과 2차 상충이 발생한다. 즉 회전차로의 증가는 회전차량과 진입차량간의 상충이 증가하며, 이는 측면충돌 사고발생 위험도 증가하는 것으로 판단된다. 따라서 상충지점의 증가로 사고감소에 기여하는 회전교차로의 최대 장점이 약화되는 것이다.

최근 국외에서는 일반 다차로 회전교차로의 안전성 문제와 관련한 연구들이 증가추세에 있으며 이를 해결하기 위한 대책마련에 노력중이다. 가장 대표적인 사례를 들면 Turbo형 회전교차로라 할 수 있다. 또한 슬로베니아에서는 기존 회전교차로보다 상충지점을 더욱 감소시키는 Flower형 회전교차로 및 Target형 회전교차로가 개발되었다. 국내의 경우 아직 회전교차로의 도입단계이므로, 향후 다른 유형의 회전교차로가 충분히 검토되어 단계적 도입이 필요할 것으로 판단된다.

주차장 운영의 경우 양의 상관관계로 분석되며, 이는 주차장의 운영이 측면충돌 사고를 증가시키는 것으로 판단된다. 회전교차로의 경우 주차장 운영이 금지되고 있으나 아직 일부 지점에서는 접근로 및 회전부에서 주차장이 운영되고 있다. 또한 주차장 미운영시에도 노면표시 된 분리교통섬에 일부 운전자들의 불법



Fig. 2. Turbo roundabout.

Table 7. Number of conflict by roundabout type

Classification	Normal Roundabout	Turbo roundabout	Flower roundabout	Target roundabout
Number of conflict	22	10	8	8



Fig. 3. Operation of parking lot in circulatory roadway.

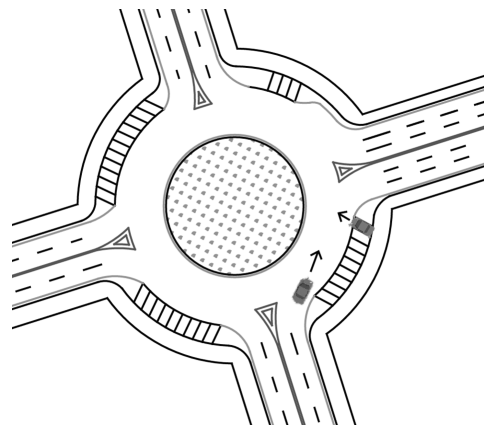


Fig. 4. Conflict between parking and circulating vehicles.

주·정차가 만연하게 이루어지고 있다.

만약 회전부에서의 주차차량이 출차할 경우 시야확보가 원활하지 않을 수 있기 때문에 Fig. 4와 같이 회전차량과 측면으로 충돌할 가능성이 매우 높을 것으로 판단된다. 이러한 사고를 방지하기 위해 주차장의 운영은 반드시 금지되어야 하며, 일부 운전자들의 불법

Table 8. Comparison between existing literature and this study

Author	Model	Positive factor	Negative factor
Lee, S.J. et al. (2014)	Poisson and Negative binomial	Number of average approach lane	Average of reducing facilities
	Multiple linear	Number of average approach lane, Parking lot	-
Park, B.H. et al. (2012)	Poisson and Negative binomial	Traffic volume, Number of approach, number of approach lane	-
Ann, H.S. (2014)	Poisson and Negative binomial	Traffic volume, Number of approach lane	Right turn-bypass lane

주·정차를 방지하기 위해 볼라드 형태 혹은 돌출형태의 분리교통섬 설치가 필요할 것으로 판단된다.

회전차로 폭의 경우 양의 상관관계를 가지며, 회전차로 폭이 넓어질수록 사고도 증가하는 것으로 분석되었다. 회전차로 폭은 설계기준 자동차, 곡선반지름, 회전부 설계속도 및 회전차로 수에 따라 결정된다. 특히 회전차로 폭과 교차로 크기에 따라 회전차량의 궤적과 속도가 변화될 수 있다. 회전차로 폭이 넓을수록 운전자의 회전운행이 용이해지며, 이는 회전차량 운전자의 과속을 유발할 수 있다. 국내의 경우 아직 통행우선권 확립이 되지 않고 있기 때문에 회전차량 속도의 증가는 진입차량과의 사고로 이어질 수 있다. 따라서 이를 방지하기 위해 회전교차로 설계지침에서 제시하고 있는 회전차로 폭 설계제원이 준용되어야 한다.

측면충돌사고와 회전교차로 전체사고와의 비교를 위해 선행연구의 분석결과와 비교·분석하였다. 먼저 유형구분 없이 회전교차로 전체 모형을 개발한 이승주 등<sup>15)</sup>의 경우 교통량, 접근로 차로 수, 평균 접근로 차로 수, 주차장 운영유무, 우회전별도차로 및 평균 감속시설이 설명변수로 채택되었다. 이 중 이승주 등의 연구에서 채택된 주차장 운영유무와 안해성 연구에서 채택된 교통량은 본 연구의 결과와 부합하는 것으로 분석되었다.

박병호 등<sup>16)</sup>은 주·야간으로 유형분류 후 사고모형을 개발하였다. 분석결과 교통량, 접근로 수 및 평균 접근로 차로 수가 설명변수로 채택되었으며, 교통량의 경우 본 연구와 부합되는 연구결과인 것으로 평가되었다.

## 5. 결론

이 연구는 국내에서 운영 중인 54개 회전교차로를 대상으로 측면충돌 사고모형을 개발하였다. 연구의 주요결과는 다음과 같다.

첫째, 수집된 사고자료를 분석한 결과 측면충돌 사고가 전체 39.5%를 차지하여 가장 높은 것으로 분석되었다. 특히 차대차 사고의 경우 측면충돌 사고가 57.8%로 가장 높은 빈도를 차지하여 본 연구의 필요성이 높은 것으로 평가된다.

둘째, 측면충돌 사고모형을 개발한 결과 통계적으로 유의한 포아송 모형이 개발되었다. 모형의 설명력을 나타내는 우도비( $\rho^2$ )의 경우 0.405로 분석되어 통계적으로 매우 높은 설명력을 지니는 것으로 평가되었다.

셋째, 교통량( $X_1$ ), 회전차로 수( $X_3$ ), 주차장 운영유무( $X_4$ ) 및 회전차로 폭( $X_6$ )이 설명변수로 채택되었다. 채택된 변수들은 모두 신뢰수준 95%( $\alpha = 0.05$ )에서 유의한 것으로 판단되었다.

본 연구는 국내에서 회전교차로가 도입된 시점인 2010년 이후의 사고자료를 바탕으로 분석한 것에 의의가 있다. 향후 본 연구결과와 보완과 모형의 정교화를 위해 보다 많은 대상지 및 사고자료가 추가 수집되어야 할 것으로 판단된다. 또한 향후 회전교차로 설계를 위한 종합적인 지침과 일련의 절차를 제시할 수 있는 연구가 수행되어야 할 것이다.

## References

- 1) Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "Roundabout Guideline", 2010.
- 2) J. K. Lim, "Analysis of Transferring Effects from Rotary to Roundabout in Korea", Master's degree dissertation, University of Chungbuk, 2013.
- 3) B. H. Park, J. K. Lim and H. Na, "Motorcycle Accident Model at Roundabout in Korea using ZAM", Journal of the Korean Society of Safety, Vol. 29, No. 3, pp. 107-113, 2014.
- 4) T. H. Beak and B. H. Park, "Accident Reduction Effects of Roundabout by Entering Volume and Number of Approach", Journal of the Korea Planners Association, International Journal of Highway Engineering, Vol. 49, No. 1, pp. 235-245, 2014.
- 5) H. Na and B. H. Park, "Accident Models of Circular Intersection by Cause Using ZAM", International Journal of Highway Engineering, Vol. 14, No 2, pp. 101-108, 2012.
- 6) K. S. Park, "Traffic Accident Models of Urban Circular Intersections by Operational Type", Ph. D. Dissertation, Chungbuk National University, 2011.
- 7) L. H. Chiu, "The Development of Safety Performance Functions for Roundabouts in Wisconsin", Master's Degree Dissertation, University of Wisconsin, 2013.

- 8) K. K. Dixon and J. Zheng, "Safety Performance for Roundabout Applications in Oregon", TRB 2013 Annual Meeting, 2011.
- 9) S. Burns, L.M. Moreno, N. Saunier and K. Ismail, "Crash Severity Analysis at Roundabouts: A Case Study in Quebec, Canada", TRB 2014 Annual Meeting, 14-5636, 2014.
- 10) S. Daniels, T. Brijs, E. Nuyts and G. Wets, "Extended Prediction Models for Crashes at Roundabout", Safety Science, Vol. 49, pp. 198-207, 2011.
- 11) S. J. Lee, M. K. Park and B. H. Park, "Accident Models of Circular Intersections in Korea", Journal of the Korean Society of Safety, Vol. 29, No. 1, pp. 54-58, 2014.
- 12) D. McFadden "The Theory and Practice of Disaggregate Demand Forecasting for Various Modes of Urban Transportation", Berkeley, Institute of Transportation Studies, Working Paper No. 7623, 1976.
- 13) S. K. Kang and H. C. Park, "A Correlation Estimation Between Accidents and Conflicts at Intersection", Bulletin of the Institute for industrial Science, Vol. 22, No. 1, pp. 345-354, 1999.
- 14) S. T. Lee and M. S. Jang, "Relationship Analysis between Accidents and Conflicts for For-legged Signalized Intersection Using Traffic Conflict Technique", Proceedings of the KOR-KST Conference, pp. 1-5, 2002.
- 15) H. S. Ann, "An Analysis of Roundabout Geometric Elements Influencing on Accidents", Master's degree dissertation, University of Seoul, 2014.
- 16) B. H. Park, J. K. Lim and T. H. Beak, "Traffic Accident Models of Domestic Rotary by Day and Nighttime", Journal of The Korean Society of Safety, Vol 27, No 2, pp. 104-109, 2012.