

# 가산자료 모형을 이용한 국내 원형교차로 유형별 교통사고 분석

김태양 · 이민영 · 박병호<sup>†</sup>

충북대학교 도시공학과

(2017. 6. 13. 접수 / 2017. 8. 25. 수정 / 2017. 8. 31. 채택)

## Analysis of Traffic Accident by Circular Intersection Type in Korea Using Count Data Model

Tae Yang Kim · Min Yeong Lee · Byung Ho Park<sup>†</sup>

Department of Urban Engineering, Chungbuk National University

(Received June 13, 2017 / Revised August 25, 2017 / Accepted August 31, 2017)

**Abstract :** This study aims to develop the traffic accident models by circular intersection type using count data model. The number of accident, the number of fatal and injured persons(FSI), and EPDO are calculated from the traffic accident data of TAAS. The circular intersection accident models are developed through Poisson and negative binomial regression analysis. The main results of this study are as follows. First, the null hypotheses that there are differences in the number of traffic accidents, FSI and EPDO by type of circular intersections are rejected. Second, the scale of intersection(median, large), number of approach road, mean width and length of exit road, area of the circulating roadway and central island are selected as factors influencing the number of traffic accidents, FSI and EPDO in rotary. Third, the scale of intersection(median), guide signs(limited speed, direction, roundabout), number of approach road, entry angle, area of the intersection and central island are adopted as factors influencing the number of traffic accidents, FSI and EPDO in roundabout. Finally, transferring from rotary to roundabout could be expected to make the accident decrease.

**Key Words :** type of circular intersection, EPDO, count data model, roundabout, rotary, elasticity

### 1. 서론

#### 1.1. 연구의 배경 및 목적

로터리와 회전교차로를 통칭하여 일컫는 용어인 원형교차로에서는 통행우선권을 가진 차량이 교차로 중앙의 교통섬을 끼고 반시계방향으로 회전하여 통과한다. 로터리는 진입 차량에, 그리고 회전교차로는 회전 차량에 우선권이 있다.

일반적으로 로터리는 회전 차량이 진입 차량에게 양보하기 위해 속도를 낮추기 때문에 사고 발생이 잦은 반면, 회전교차로는 진입 차량이 회전 차량의 적정 임계간격 내에 통과하여 사고 발생이 상대적으로 적다.

현재 많은 교차로들이 회전교차로로 전환되었음에도, 아직까지 운전자들은 회전교차로의 운영 방식에 대한 이해가 낮아 교통사고 및 차량 정체를 유발시키고 있다. 즉 원형교차로의 유형별 사고 발생 빈도의 차이가 있는 것으로 평가되며, 교차로의 운영 방식에 대

한 올바른 이해가 필요할 것으로 판단된다.

기존 연구는 주로 다중선형회귀모형을 이용한 사례로써, 무작위로 발생하는 교통사고의 이산적 행태가 반영되지 못하는 것으로 평가된다. 따라서 이 연구는 가산자료 모형을 이용하여 원형교차로의 유형별 교통사고를 분석하는데 그 목적이 있다.

#### 1.2. 연구의 내용 및 방법

이 연구에서는 국내 원형교차로 85개소에서 최근 9년간(2007-2015년)의 교통사고를 이용한 사고 모형이 개발된다. 기하구조 자료는 Daum 지도 등을 이용하여 수집되며, 모형 개발에는 Stata 13.0이 이용된다.

연구 방법은 다음과 같다. 첫째, 모형 개발을 위한 관련 자료의 수집 및 변수가 선택된다. 둘째, 가설 검정과 변수 간 상관관계 분석이 실시된다. 셋째, 사고 자료에 적합한 가산자료 모형이 채택되며, 사고건수와 EPDO(equivalent property damage only), 그리고 중상이

<sup>†</sup> Corresponding Author : Byung Ho Park, Tel : +82-10-5462-2496, E-mail : bhpark@chungbuk.ac.kr  
Department of Urban Engineering, Chungbuk National University, 1 Chungdae-ro, Seowon-gu, Cheongju-si 28644, Korea

상 사상자수(FSI)를 종속변수로 하는 사고 모형이 개발된다. 넷째, 탄력성(elasticity)을 중심으로 모형의 개발 결과가 논의된다.

## 2. 기존 연구 검토

### 2.1. 국내 연구

백태현 등<sup>1)</sup>은 국내 도시부 원형교차로 사고 모형을 개발하였다. 저자들은 포아송 및 음이항 모형, ZAM(zero-altered models)을 이용하여 모형을 개발한 후, 일일 교통량(ADT)과 중앙교통섬의 유/무를 공통 변수로 선정하였다.

이승주 등<sup>2)</sup>은 포아송, 음이항, 그리고 다중선형회귀 모형을 통해 원형교차로의 사고를 예측하였으며, 사고와 관련이 높은 변수로 접근로 차로 수 평균, 주차장 유무 등을 언급하였다.

박병호 등<sup>3)</sup>은 포아송 및 음이항 모형을 이용하여 국내 4지 원형교차로의 범규위반 행위별 교통사고를 분석하였으며, 특정 변수로 교통량, 상충비, 그리고 회전차로 수 등을 채택하였다.

백태현 등<sup>4)</sup>은 음이항 모형을 이용하여 도시 및 지방부의 회전교차로의 사고를 분석한 결과, 회전교차로는 설치 지점(도시 및 지방부)에 따라 교통사고건수의 차이가 존재하는 것으로 평가하였다.

이민영 등<sup>5)</sup>은 다중선형회귀모형을 이용하여 토지이용 유형별 사고 모형을 개발하였다. 저자들은 토지이용 유형이 회전교차로의 사고에 유의미한 영향을 미치는 점을 확인하였다.

조아해 등<sup>6)</sup>은 교통 저해요소별 회전교차로 사고 모형을 다중선형회귀분석을 이용하여 개발하였다. 저자들은 버스정류장 및 노상주차장이 설치된 지역에서는 유입교통량이 교통사고 건수와 양(+)의 관계에 있는 것으로 분석하였다.

### 2.2. 국외 연구

S. Daniels 등<sup>7)</sup>은 미국과 이탈리아의 회전교차로를 중심으로 접근속도 데이터를 활용한 안전성 분석 및 속도 예측을 실시하였다. 저자들은 ZIP(zero-inflated Poisson) 모형이 분석에 적합하다고 판단하였다.

A. Montella<sup>8)</sup>는 이탈리아의 회전교차로 교통사고 모형을 구축하였다. 분석 결과 교통사고는 여러 요인이 복합적으로 작용하여 발생하며, 요인간의 결합 경우의 수는 112가지임을 밝혔다.

Y. Chen 등<sup>9)</sup>은 벨기에의 회전교차로 교통사고에 영

향을 미치는 요인을 계층 이항 로지스틱 회귀분석을 통해 분석한 결과 운전자의 연령이 높을수록, 보행자 및 이륜차량의 운전자일수록 교통사고의 위험에 노출될 확률이 높다고 분석하였다.

### 2.3. 연구의 차별성

첫째, 이 연구에서는 분석의 신뢰수준 향상을 위해 가산자로 모형(count data model)이 사용된다. 교통사고 자료는 대표적인 가산자료로써, 기존 연구 중 일부는 다중선형회귀모형을 이용하여 사고를 분석한 바 있다. 그러나 이는 무작위로 발생하는 교통사고의 이산적인 행태를 제대로 반영하지 못한다는 단점이 있다.

둘째, 이 연구에서는 종속변수로 사고건수와 EPDO, 그리고 FSI 지표를 이용하여 원형교차로의 사고가 분석된다. EPDO는 사고 건수를 기반으로 피해정도에 따라 가중치를 부여하는 대물피해 교통사고 환산계수로, 이 연구에서의 EPDO는 사망사고에 12, 부상사고(중상·경상·부상신고)에 3의 가중치를 부여한 값의 합계로 산출된다.

셋째, 원형교차로가 로터리와 회전교차로로 구분되며, 교차로 유형별로 사고 영향요인이 도출된다.

넷째, 독립변수의 탄력성을 통해 모형 개발 결과가 논의된다. 기존 연구에서는 종속변수와 독립변수 간 부호 관계(양, 음)에 따라 분석 결과가 논의된 바 있다. 이 연구에서는 변수간 부호적 관계에 탄력성을 동시에 고려하여, 독립변수의 통계량 변화에 따른 종속변수의 영향이 논의된다.

## 3. 분석의 틀 설정

### 3.1. 자료 수집 및 분석

사고 자료는 도로교통공단의 교통사고관리시스템(TAAS)에 수집된 최근 9년(2007-2015년)간의 원형교차로 사고 총 2,801건이다. 기하구조 및 교통시설물들은 Daum 지도 등을 통해 수집된다.

로터리와 회전교차로는 회전교차로 설계 지침(국토해양부, 2014)<sup>10)</sup>을 준용하여 구분된다. 로터리에서는 통행우선권이 진입 차량에 있으며, 차량은 고속으로 진입 및 회전하여 교차로를 통과하고, 분리교통섬은 선택적으로 설치된다. 반면 회전교차로에서는 회전 차량에 통행우선권이 있으며, 차량은 저속으로 진입 및 회전하여 교차로를 통과한다. 또한 교차로 전방에 양보 표지가 설치되며, 분리교통섬의 설치 필수적이다.

또한 이 연구에서는 회전차로 수에 따라 원형교차로

가 분류된다. 이를 위해 회전차로가 1차로일 경우 소형, 2차로일 경우 중형, 그리고 3차로 이상일 경우 대형으로 분류된다.

**3.2. 변수 설정**

이 연구에서는 종속변수로 교차로별 사고 건수와 FSI, 그리고 EPDO가 사용된다. 또한 독립변수는 기하구조 자료이며, 선행연구 검토를 통해 원형교차로 사고와 관련성이 높을 것으로 판단되는 총 23개 변수가 채택된다. 변수 정의는 Table 1과 같다.

**Table 1.** Definition of variables and summary statistics

Definition of variable	Unit	Mean	S. D. <sup>b</sup>
$Y_1$ : EPDO	-	101.82	138.86
$Y_2$ : No. of accidents	No.	32.95	46.15
$Y_3$ : FSI <sup>c</sup>	No.	14.27	18.41
$X_1$ : 1-lane circulatory roadway(small)	Dummy <sup>a</sup>	0.55	-
$X_2$ : 2-lane circulatory roadway(medium)	Dummy <sup>a</sup>	0.32	-
$X_3$ : 3 and more-lane circulatory roadway(large)	Dummy <sup>a</sup>	0.13	-
$X_4$ : Mean No. of approach road	No.	1.58	0.69
$X_5$ : Mean entry width	m	5.44	2.13
$X_6$ : Length of entry curvature	100m	0.32	0.43
$X_7$ : Entry radius	100m	0.82	0.95
$X_8$ : Entry angle	Degree	30.48	10.94
$X_9$ : Mean No. of exit road	No.	1.52	0.61
$X_{10}$ : Mean exit width	m	5.43	2.10
$X_{11}$ : Length of exit curvature	100m	0.41	0.71
$X_{12}$ : Exit angle	100m	1.01	1.27
$X_{13}$ : Lighting	Dummy <sup>a</sup>	0.94	-
$X_{14}$ : Speed limit sign	Dummy <sup>a</sup>	0.09	-
$X_{15}$ : Yield sign	Dummy <sup>a</sup>	0.31	-
$X_{16}$ : Circulator intersection sign	Dummy <sup>a</sup>	0.51	-
$X_{17}$ : Advanced roundabout sign	Dummy <sup>a</sup>	0.47	-
$X_{18}$ : No. of circulatory roadway	No.	1.75	0.99
$X_{19}$ : Circulatory roadway width	m	5.45	2.35
$X_{20}$ : Area of intersection	1,000m <sup>2</sup>	4.64	6.37
$X_{21}$ : Area of central island	1,000m <sup>2</sup>	1.12	4.00
$X_{22}$ : Area of circulatory roadway	1,000m <sup>2</sup>	1.12	1.25
$X_{23}$ : Roundabout	Dummy <sup>a</sup>	0.37	-

<sup>a</sup>Dummy : dummy variable(if yes=1, otherwise=0), Mean values of dummy variables mean distribution ratio.

<sup>b</sup>S. D. : Standard deviation

<sup>c</sup>FSI<sup>c</sup> : Number of fatal and serious injured persons.

**3.3. 가설검정 및 상관관계 분석**

원형교차로의 유형별로 사고건수와 EPDO, 그리고 FSI가 통계적으로 유의한 차이가 있는지에 대한 검정

이 독립표본 t-검정을 통해 확인된다. 귀무가설은 ‘원형교차로의 유형별 사고건수와 EPDO, 그리고 FSI의 차이가 없다’로 설정된다.

분석 결과 신뢰수준 95%에서 귀무가설이 기각되어, 원형교차로의 유형별로 사고건수와 EPDO, 그리고 FSI의 차이가 없다고 판단하기 어려운 것으로 판단된다. 분석 결과는 Table 2와 같다.

**Table 2.** Result of independent sample t-test

Item	Mean		Std. Dev.		t-value	p-value
	Rotary	Round about	Rotary	Round about		
No. of accident	45.78	10.61	53.63	8.41	4.693	0.000
EPDO	140.33	34.74	161.17	27.91	4.718	0.000
FSI	19.50	5.16	2.90	0.66	3.710	0.000

상관계수  $\rho$ 는  $-1 \leq \rho \leq 1$ 의 범위를 가지며, 부호에 따라 해당 변수와 양(+) 또는 음(-)의 관계를 나타낸다. 사고건수와 EPDO, 그리고 FSI와 상관관계가 높은 변수는 회전차로 면적( $X_{21}$ ), 회전차로 수( $X_{18}$ ) 그리고 대형교차로( $X_3$ ) 등으로 평가된다.

**4. 모형 개발 및 논의**

**4.1. 개요**

가산자료 분석에는 대표적으로 포아송 또는 음이항 모형이 사용된다. 분석 모형은 Cameron & Trivedi의 검정에서 과분산(over-dispersion)을 나타내는 계수  $\alpha$ 의 t-값에 의해 결정된다. 앞서 검정에서 귀무가설은 ‘ $\alpha=0$ ’, 대립가설은 ‘ $\alpha>0$ ’으로, 신뢰수준 95%에서 귀무가설이 기각될 경우 음이항 모형이, 그렇지 않을 경우 포아송 모형이 적합한 것으로 판단된다. 우도비( $\rho^2$ )는 0.2-0.4 사이일 경우 설명력이 있는 것으로 평가된다.

이 연구에서는 Cameron & Trivedi의 검정을 통해 분석 모형이 결정된다. 이후 종속변수를 사고건수와 EPDO, 그리고 FSI로 하는 로터리와 회전교차로, 그리고 전체 원형교차로의 사고 모형이 개발되며, 모형 개발결과는 탄력성(elasticity)을 중심으로 논의된다.

탄력성은 독립변수에 대한 종속변수의 민감도를 나타내는 지표로, 독립변수의 1% 변화에 의한 종속변수의 변화량을 의미한다.

**4.2. 로터리(Rotary) 사고 모형**

모형 개발 결과는 Table 3과 같다. 모형 채택을 위해 Cameron & Trivedi 검정을 실시한 결과, t-값=1.78로 신

Table 3. Rotary accident models(Poisson)

Variable	No. of accident		EPDO		FSI	
	Coef.	t-value	Coef.	t-value	Coef.	t-value
constant	2.841	33.70	3.960	82.68	2.263	19.24
$X_2$	0.330	4.80	0.299	7.65	0.283	2.83
$X_3$	0.675	6.70	0.627	10.92	0.639	4.49
$X_4$	0.343	6.76	0.347	11.94	-	-
$X_{10}$	-0.119	-6.93	-0.112	-11.49	-0.065	-2.71
$X_{11}$	0.325	6.24	0.314	10.47	0.437	6.38
$X_{21}$	-0.029	-6.18	-0.028	-10.19	-0.026	-4.33
$X_{22}$	0.375	15.84	0.367	27.10	0.393	10.85
Model	Poisson		Poisson		Poisson	
No. of Obs.	54		54		54	
Log Likelihood	-511.876		-1271.518		-296.996	
$\rho^2$	0.596		0.638		0.483	
AIC	1039.753		2559.036		607.992	
BIC	1055.665		2574.948		621.915	

회수준 95%에서 귀무가설이 채택되어, 과분산이 존재한다고 보기 어렵기 때문에 포아송 모형이 선정된다.

로터리의 사고 모형 중 종속변수가 FSI인 모형에서는 6개 요인이, 사고건수 및 EPDO인 모형에서는 7개 요인이 선정되며 독립변수와의 관계성 역시 동일하게 분석된다. 우도비( $\rho^2$ )는 각각 0.483, 0.596, 그리고 0.638으로 설명력이 높은 것으로 평가된다. 종속변수와 양(+)의 관계인 변수는 교차로의 규모(중·대형), 진입차로 수, 그리고 진출차로 곡선길이, 회전차로 면적의 5개 요인이 채택된다. 반면 음(-)의 관계인 변수는 진출차로 폭과 중앙섬 면적이 선정된다.

4.3. 회전교차로(Roundabout) 사고 모형

모형 개발 결과는 Table 4와 같다. 모형 채택을 위해 Cameron & Trivedi 검정을 실시한 결과, t-값=0.96으로 신뢰수준 95%에서 귀무가설이 채택되어, 과분산이 존재한다고 보기 어려운 것으로 판단된다. 따라서 회전교차로 사고 모형으로 로터리와 동일하게 포아송 모형이 채택된다.

회전교차로의 사고 모형 가운데 종속변수가 FSI인 모형에서는 2개 요인이, 사고건수인 모형에서는 6개 요인 그리고 EPDO인 모형에서는 7개 요인이 채택되며, 독립변수와의 관계성도 동일하게 분석된다. 우도비( $\rho^2$ )는 각각 0.152, 0.270, 그리고 0.310으로 로터리 사고 모형에 비해 다소 설명력이 낮은 것으로 평가된다.

종속변수와 양(+)의 관계인 변수는 교차로 규모(중형)와 교차로 전체 면적이 채택된다. 반면 음(-)의 관계

Table 4. Roundabout accident models(Poisson)

Variable	No. of accident		EPDO		FSI	
	Coef.	t-value	Coef.	t-value	Coef.	t-value
constant	3.732	11.79	4.991	28.55	2.483	7.92
$X_2$	0.953	4.50	0.924	7.84	0.605	3.53
$X_4$	-0.331	-1.78	-0.443	-4.14	-	-
$X_8$	-0.029	-4.37	-0.033	-9.09	-0.029	-3.30
$X_{14}$	-0.423	-2.12	-0.336	-3.08	-	-
$X_{16}$	-	-	-0.193	-2.50	-	-
$X_{20}$	0.152	1.89	0.266	5.37	-	-
$X_{21}$	-1.569	-3.56	-1.564	-6.31	-	-
Model	Poisson		Poisson		Poisson	
No. of Obs.	31		31		31	
Log Likelihood	-116.806		-289.612		-77.049	
$\rho^2$	0.270		0.310		0.152	
AIC	247.611		595.224		160.097	
BIC	257.649		606.696		164.399	

인 변수로 진입차로 수, 엇갈림 각도, 제한속도 노면표지, 그리고 중앙섬 면적의 4개 요인이 선정된다. EPDO 모형에서는 추가로 방향안내 표지판의 설치가 음(-)의 영향을 미치는 것으로 분석된다.

4.4. 전체 원형교차로 사고 모형

모형 개발 결과는 Table 5와 같다. 모형 채택을 위해 Cameron & Trivedi 검정을 실시한 결과, t-값=2.03으로 신뢰수준 95%에서 귀무가설이 기각되어, 과분산이 존재하는 것으로 판단된다. 따라서 전체 원형교차로 사고 모형으로 음이항 모형이 채택된다.

Table 5. Total accident models(negative binomial)

Variable	No. of accident		EPDO		FSI	
	Coef.	t-value	Coef.	t-value	Coef.	t-value
constant	3.289	13.69	4.444	17.64	2.692	11.38
$X_2$	0.610	3.32	0.569	3.01	0.343	2.15
$X_3$	1.124	3.01	1.022	2.66	-	-
$X_8$	-0.019	-2.25	-0.020	-2.35	-0.031	-3.79
$X_{20}$	0.095	1.8	0.107	2.02	0.202	6.14
$X_{21}$	-0.121	-1.71	-0.136	-1.86	-0.240	-4.75
$X_{23}$	-0.658	-3.63	-0.601	-3.28	-0.550	-2.96
Model	negative binomial		negative binomial		negative binomial	
No. of Obs.	85		85		85	
Log Likelihood	-338.619		-436.489		-273.267	
$\rho^2$	0.117		0.088		0.129	
AIC	693.238		888.978		560.534	
BIC	712.779		908.519		577.632	

전체 원형교차로의 사고 모형 가운데 종속변수가 FSI인 모형에서는 5개 요인이, 사고건수 및 EPDO인 모형에서는 6개 요인이 채택되며 독립변수와의 관계성 역시 동일하게 분석된다. 우도비( $\rho^2$ )는 각각 0.129, 0.117, 그리고 0.088으로 앞의 두 교차로 모형에 비해 다소 설명력이 낮은 것으로 판단된다.

종속변수와 양(+)의 관계인 변수에는 교차로의 규모(중·대형), 교차로 면적이 선정된다. 반면 음(-)의 관계에 있는 변수에는 엇갈림 각도, 중앙섬 면적, 그리고 원형교차로 유형(회전교차로)이 채택된다.

#### 4.5. 탄력성

분석 결과는 Table 6과 같다. 두 교차로의 공통변수를 중심으로 살펴보면, 진입차로 수가 1% 증가할 경우 로터리에서는 사고건수가 0.591% 증가하나, 회전교차로에서는 0.438% 감소하는 것으로 분석된다. 중앙교통섬 면적이 1% 증가할 경우 로터리에서는 사고건수가 0.046%, 회전교차로에서는 사고건수가 0.529% 감소하는 것으로 분석된다.

Table 6. Elasticity(Rotary & Roundabout)

Variable	Rotary			Roundabout		
	No. of accident	EPDO	FSI	No. of accident	EPDO	FSI
$X_2$	0.129	0.116	0.110	0.185	0.179	0.117
$X_3$	0.138	0.128	0.130	-	-	-
$X_4$	0.591	0.597	-	-0.438	-0.586	-
$X_8$	-	-	-	-1.059	-1.197	-1.043
$X_{10}$	-0.722	-0.683	-0.398	-	-	-
$X_{11}$	0.086	0.083	0.116	-	-	-
$X_{14}$	-	-	-	-0.068	-0.054	-
$X_{16}$	-	-	-	-	-0.093	-
$X_{20}$	-	-	-	0.412	0.719	-
$X_{21}$	-0.046	-0.043	-0.041	-0.529	-0.527	-
$X_{22}$	0.535	0.523	0.561	-	-	-

교차로별 특이변수로는 로터리에서 진출차로의 곡선길이가 1% 증가할 경우 사고건수가 0.086%, FSI가 0.116% 증가하는 것으로 판단된다. 반면 진출차로 폭 평균이 1% 증가할 경우 사고건수가 0.722%, FSI가 0.398% 감소하는 것으로 평가된다. 아울러 회전차로 면적이 1% 증가할 경우 사고건수는 0.535%, FSI는 0.561% 증가하는 것으로 판단된다.

회전교차로에서는 교차로면적이 1% 증가할 경우 사고건수가 0.412% 증가하는 반면, 엇갈림각도가 1% 증가할 경우 사고건수가 1.059% 감소하는 것으로 분석된

다. 아울러 EPDO 모형에 채택된 탄력성 규모는 사고건수 모형과 유사한 수준인 것으로 판단된다.

#### 4.6. 모형 논의

비교 결과는 Table 7과 같다. 첫째, 모형의 공통 변수로 교차로 규모(중형), 진입차로 수, 그리고 중앙섬 면적이 채택된다. 이는 원형교차로의 교통사고에 기하 구조가 영향을 미치는 것으로 판단된다.

Table 7. Comparisons of model variables

Type	Common variable	Specific variable
Rotary	$X_2, X_4, X_{21}$	$X_3, X_{10}, X_{11}, X_{22}$
Roundabout		$X_8, X_{14}, X_{16}, X_{20}$
Total		$X_1, X_3, X_8, X_{20}$

둘째, 로터리에서는 교차로와 회전차로의 면적이 넓고 진입차로 수가 많을수록, 그리고 진출차로 길이가 길수록 사고발생 확률 및 위험성이 높아지는 것으로 분석된다. 반면 중앙섬 면적과 진출차로 폭이 넓을수록 사고의 발생가능성 및 위험성이 낮아지는 것으로 평가된다. 또한 탄력성 분석 결과 사고 증가의 주된 요인은 진입차로 수 평균과 회전차로 면적이며, 사고 감소의 주된 요인은 진출차로 폭 평균과 중앙섬 면적으로 파악된다.

국내에 도입된 로터리는 미국의 운영 방식을 따른다. 이는 기본적으로 진입차량에 우선권을 가지고 끼어들기를 원칙으로 한다. 그러나 교차로의 직경이 커질수록 진입속도가 높아져 진입용량은 감소하고 접촉 사고는 증가하는 현상이 발생하게 된다.<sup>11)</sup> 따라서 로터리를 점진적으로 회전교차로 또는 신호교차로로 전환할 필요가 있다.

셋째, 회전교차로에서는 교차로 면적이 넓고 중형 교차로일수록 사고발생 확률 및 위험성이 높아지는 것으로 분석된다. 반면 진입차로 수가 많고 중앙섬 면적이 넓으며, 엇갈림각도가 크고 제한속도노면표지가 설치된 지역일수록 사고의 발생가능성 및 위험성이 낮아지는 것으로 평가된다. 또한 탄력성 분석 결과 사고 증가의 주된 요인은 교차로 면적이며, 사고 감소의 주된 요인은 엇갈림각도와 중앙섬 면적, 그리고 진입차로 수 평균으로 파악된다.

회전교차로는 로터리와 달리 회전차량에 우선권을 부여하며, 진입차량이 회전차량 간 적정 임계간격 내 진입함으로써 사고율이 로터리에 비해 훨씬 낮다. 그러나 통행우선권에 대한 운전자들의 인식 부족으로, 회전교차로 도입 7년이 지난 지금까지도 회전차량에게

양보해야 한다는 사실을 인지하지 못하여 교통사고와 교통정체가 야기되고 있는 실정이다.

최근 도로교통공단(이하 공단)은 보도자료<sup>12)</sup>를 통해 2013년 이후 회전교차로 내 교통사고 발생률(연평균 12.6%씩 증가)이 같은 기간 회전교차로 설치 추세(연평균 8.1%씩 증가)에 비해 높다는 점을 언급한 바 있다. 공단은 운전자들의 회전교차로 통행방법 및 안전수칙 미숙지를 원인으로 제시하였으며, 향후 운전자들의 인식 및 운전행태의 개선이 필요할 것으로 판단한 바 있다. 따라서 회전교차로의 안전한 통행 방법에 대한 적극적인 홍보가 필요하다.

넷째, 전체 원형교차로에서는 교차로가 대형화 될수록 사고발생 확률 및 위험성이 높아지는 것으로 분석된다. 반면 회전교차로이면서 엇갈림각도가 크고, 중앙섬 면적이 넓을수록 사고의 발생가능성 및 위험성이 낮아지는 것으로 평가된다. 이는 회전교차로가 로터리에 비해 사고 발생률이 낮아 안전성에서 우위를 점하고 있는 것으로 판단된다.

## 5. 결론

이 연구에서는 원형교차로의 사고건수와 EPDO, FSI를 종속변수로 하는 가산자료 모형이 개발되며, 주요 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 가설검정 결과 ‘원형교차로의 유형별 사고건수와 EPDO, 그리고 FSI의 차이가 없다’라는 귀무가설이 기각된다. 따라서 원형교차로의 유형별 사고건수와 EPDO, 그리고 FSI가 통계적으로 유의한 차이가 없다고 판단하기 어려운 것으로 평가된다.

둘째, 로터리 사고모형에서는 종속변수에 교차로 규모(중·대형), 진입차로 수, 진출차로의 폭과 곡선길이, 회전차로 면적, 제한속도 노면표지 유무, 그리고 중앙섬 면적의 7개 요인이 영향을 미치는 것으로 분석된다.

셋째, 회전교차로 사고모형에서는 종속변수에 교차로 규모(중형), 안내 표지판(제한속도, 회전) 유무, 교차로 면적, 진입차로 수, 엇갈림 각도, 그리고 중앙섬 면적의 6개 요인이 영향을 미치는 것으로 판단된다.

넷째, 전체 원형교차로 사고모형에서는 종속변수에 교차로 규모(중·대형) 및 면적, 회전교차로 유무, 엇갈림 각도, 그리고 중앙섬 면적의 6개 요인이 영향을 미치는 것으로 분석된다. 특히 회전교차로일수록 사고가 감소하는 것으로 평가되어, 향후 주변 환경을 고려한 로터리의 형태 전환이 필요할 것으로 판단된다.

이 연구에서는 기하구조 중심의 사고 모형이 개발되나, 교통량 및 토지이용 등은 원형교차로 내 사고에 상당한 영향을 미칠 것으로 판단된다. 향후 이를 고려한 실증적인 모형 개발이 요구된다.

## References

- 1) T. H. Beak and B. H. Park, “Accident Models of Urban Roundabout using Count Data”, Journal of Korea Transportation Research Society, Vol. 65, pp. 235-239, 2011.
- 2) S. J. Lee, M. K. Park and B. H. Park, “Accident Models of Circular Intersections in Korea”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 29, No. 1, pp.54-58, 2012.
- 3) B. H. Park and K. Y. Kim, “Development of Accident Model by Traffic Violation Type in Korea 4-legged Circular Intersections”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 30, No. 2, pp.70-76, 2015.
- 4) T. H. Beak and B. H. Park, “Urban and Rural Roundabout Accident Occurrence Models”, International Journal of Highway Engineering, Vol. 17, No. 5, pp.39-46, 2015.
- 5) M. Y. Lee and B. H. Park, “Traffic Accident Model of Roundabout Based on Type of Land Use”, International Journal of Highway Engineering, Vol. 18, No. 6, pp.153-160, 2016.
- 6) A. H. Cho and B. H. Park, “Roundabout Accident Model by Traffic Impeding Factor”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 32, No. 1, pp.128-133, 2017.
- 7) S. Daniels, T. Briis, E. Nuyts and G. Wets, “Externality of Risk and Crash Severity at Roundabouts”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 42, pp.1966-1973, 2010.
- 8) A. Montella, “Identifying Crash Contributory Factors at Urban Roundabouts and using Association Rules to Explore Their Relationships to Different Crash Types”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 43, pp.1451-1463, 2011.
- 9) Y. Chen, B. Persaud, E. Sacchi and M. Bassani, “Investigation of Models for Relating Roundabout Safety to Predicted Speed”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 50, pp.196-203, 2013.
- 10) Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, “Roundabout Design Guideline”, pp.3-6, 2010.
- 11) B. H. Park and S. O. Ryu, “Planning and Design of Modern Roundabout”, Yewon-sa, pp.12-15, 2009.
- 12) The Road Traffic Authority, “Frequent Traffic Accidents in a Roundabout”, 2017.