

토지이용별 로터리 및 회전교차로 사고율 모형개발 및 논의

이민영 · 박병호^{*}

충북대학교 도시공학과

(2017. 9. 20. 접수 / 2017. 12. 12. 수정 / 2018. 1. 29. 채택)

Modeling and Discussing the Accident Rate Model of Rotary and Roundabout by Type of Land Use

Min Yeong Lee · Byung Ho Park^{*}

Department of Urban Engineering, Chungbuk National University

(Received September 20, 2017 / Revised December 12, 2017 / Accepted January 29, 2018)

Abstract : Rotary that causes traffic delays and safety issues by high-speed entry vehicles is currently being improved to roundabout. The operational difference between rotary and roundabout can cause driver's confusion and traffic accident. The purpose of this study is to develop the accident rate models which explain the factors related to the accidents by land use and intersection type. The main results are as follows. First, the null hypotheses that the type of land use and two intersections do not affect the accident rate are rejected. Second, the conflicting factors such as the number of crosswalk and bicycle lane should be carefully considered to reduce traffic accident at rotary. In the case of roundabout, greater than 3.5 m in circulatory lane width and two circulatory lane are analyzed to be important to prevent the accidents. Finally, the commercial and mixed areas are evaluated to be weak to traffic accidents than residential area.

Key Words : accident rate model, land use, multiple linear regression, rotary, roundabout

1. 서론

교차로 교통사고는 전체 교통사고의 45%를 차지할 만큼 교통사고가 가장 빈번하게 발생하는 장소이다. 회전교차로는 교차로의 교통사고를 예방하고 통행량 및 통행속도를 향상시키기 위해 2010년에 도입되어 2017년 현재 전국 461개소에서 운영되고 있으며, 앞으로 추가 설치될 계획이다¹⁾.

한편, 로터리는 진입차량이 우선권을 갖고 통행하는 방식의 교차로로 회전교차로와 매우 다른 특징을 가진다. 이러한 로터리의 통행방법이 교통지체와 고속 진입차량에 의한 안전성 문제 등을 유발^{2,3)}한다는 문제가 지적됨에 따라 최근 회전교차로로 개선되는 사례가 증가하고 있으나 여전히 운영되고 있다.

2010년부터 2014년 동안 발생한 연평균 교통사고율을 비교해보면 로터리는 21.55건/천대, 회전교차로는 11.31건/천대로 약 2배의 차이를 보이고 있으므로, 교차로 유형별 교통사고의 특성을 파악하고 예방하기 위

한 모형 개발이 요구된다. 또한 로터리 및 회전교차로와 관련한 기존연구에서 공간적 특성인 토지이용에 대한 고려가 미흡한 실정이다. 이 연구는 교차로 운영유형과 토지이용을 고려함으로써 기존 연구와 달리 공간적 특성이 고려된 교차로의 사고모형을 개발하여 사고 예방에 기여하는데 그 목적이 있다.

2. 선행연구 검토

2.1 로터리와 회전교차로

국토교통부는 로터리는 진입차량이 우선하여 고속으로 교차로에 진입하는 방식의 교차로 형태로, 교통지체 유발 및 안전성 등의 문제를 가지고 있다고 지적하고 있다. 반면 회전교차로는 서행으로 접근한 차량이 회전차로에서 주행하는 차량에서 양보하며 진입하는 방식으로, 교차로 중앙의 원형교통섬을 중심으로 반시계 방향으로 회전하여 통과하는 평면교차로라고 정의된다²⁾.

^{*} 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 28644, Korea

건설교통부는 잘 설계된 회전교차로는 접근성을 높이며, 지체시간을 감소시키는 효과를 가진다고 설명한다. 반면 로터리는 초기에 도입되었으나, 진입용량 감소, 교통사고 발생 등의 문제로 점차 사라지게 되었다고 기술되고 있다. 로터리는 진입속도를 향상시키기 위해 회전교차로와 달리 큰 회전반경과 중앙교통섬 직경을 갖도록 설계된다는 특징을 갖는다³⁾.

박병호 등은 대규모 로터리에서는 교차로 내 주차, 횡단보도 및 고속 주 이동류를 위한 직진을 허용하는 특징을 갖는다고 기술한다. 반면 회전교차로 내에서는 주차, 보행활동 등이 금지되며, 회전차로의 이동경로 변화를 통해 저속 운행을 유도하는 차이점을 가진다고 설명된다⁴⁾.

2.2 기존문헌 검토

박병호 등은 전국에서 운영되고 있는 로터리를 대상으로 주·야간 교통사고를 음이항 회귀모형을 통해 분석하였다. 로터리의 야간 사고건수(유입차량 천대당)는 1.03건으로 주간 0.47건에 비해 높은 것으로 분석되었다. 아울러 저자들은 주·야간 교통사고에 공통적으로 영향을 미치는 변수는 진출입구 수와 평균 진입차로 수인 것으로 판단하였다⁵⁾.

조아해 등은 소형 및 초소형 회전교차로에서 교통사고에 영향을 미치는 요인에 대해 차종별로 비교분석함으로써 사고감소를 위한 정책적 대안을 논의하였다. 소형 및 초소형 회전교차로 사고모형에 공통적으로 영향을 미치는 변수는 인도설치 여부와 회전차로 수인 것으로 분석되었다⁶⁾.

Matcalfe et al.은 영국 뉴캐슬을 대상으로 보행자사고와 토지이용과의 관계를 분석하였다. 저자들은 대상지를 시내 중심지와 비보행자 지역으로 구분하여 사고 발생빈도, 토지이용변수, 교차로 및 인구변수를 분석하였다. 시내중심지의 상업용지가 증가할수록 보행자 사고가 증가되는 것으로 파악되었다⁷⁾.

Priyantha et al.은 포아송 회귀모형을 이용하여 도시의 토지이용에 따른 보행자 사고모형을 개발하였다. 저자들은 소매업이 1% 상승할 때마다 평일 및 주말의 성인 보행자 사망 및 중상사고가 30~50% 증가하는 것으로 분석하였다⁸⁾.

Megan et al.은 토지이용 및 교통계획에 따른 지역수준의 보행자 사고모형을 개발하였다. 저자들은 샌프란시스코 176개 지역의 도로를 대상으로 부상 및 사망사고를 분석하였다. 교통량, 간선도로, 주거 및 상업이 혼합된 토지이용, 고용자 수 및 인구 수 등의 증가는 보행자 교통사고를 증가시키는 요인인 것으로 평가되었다⁹⁾.

2.3 연구의 차별성

기존 연구와의 차별성은 다음과 같다. 첫째, 로터리 및 회전교차로의 교통사고와 관련된 기존연구들은 주로 물리적·환경적 특성을 주요 변수로 다루고 있으며, 토지이용을 고려한 연구는 미흡한 실정이다. 토지의 이용 및 개발은 목적통행을 유발하며, 그에 따라 발생하는 통행량이 다르므로 토지이용은 교통사고에 영향을 미치는 주요 변수로서 고려되어야 한다. 이 연구는 토지이용을 유형별로 구분하여 교통사고와의 관계를 고려한 모형을 구축하고 있다. 이를 위해 물리적 요소뿐 아니라 다인승 차량 비율, 수락·상충비 등 교통 환경적 요소들을 고려하고자 하였다.

둘째, 종속변수가 사고건수일 경우, 교통량이 많은 교차로에서는 상대적으로 사고발생 빈도가 증가하므로 분석결과에 영향을 미칠 수 있다. 이 연구는 사고율을 종속변수로 하여 변수를 표준화함으로써 모형의 신뢰도를 높이고자 한다.

셋째, 이 연구는 로터리와 회전교차로의 교통사고에 미치는 요인의 차이를 비교함으로써 각 특성에 맞는 효율적인 사고관리에 기여할 수 있는 모형을 구축하며, 기존의 행정구나 행정동 혹은 특정 교차로가 아닌 교차로 진입로 250 m 이내의 모든 방향의 토지이용을 고려함으로써 보다 직접적인 교차로의 토지이용이나 공간적 특성의 영향을 고려한다.

3. 분석의 틀 설정

3.1 자료의 수집

분석을 위해 자료의 구득이 가능한 국내 로터리 39개소와 회전교차로 32개소가 선정된다. 로터리와 회전교차로는 운영특성, 정지선의 위치, 분리교통섬, 표지판 등 기하구조를 기준으로 분류된다. 토지이용 자료 수집에는 국토교통부에서 운영하는 ‘온나라부동산정보통합포털’이 이용되며, 도로교통공단의 교통사고분석 시스템을 활용하여 2010년부터 2014년 동안 발생한 1,424건의 교통사고가 수집된다.

토지이용 유형은 수집된 자료와 기존 문헌을 참고하여 교차로 주변 250 m 진입로의 토지용도 비율에 따라 3가지로 분류된다. 토지용도 비율과 관련하여 장진영 등은 상업 및 주거, 산업시설의 비율이 75% 이상 일 때 단일 토지이용의 성격이 강하다고 판단하고 있으며¹⁰⁾, 이지은 등은 업무기능 외 약 17~34%의 주거지역 비율을 보일 때, 업무와 주거기능이 공존하고 있다고 판단하고 있다¹¹⁾. 각 토지이용 유형별 분포에 따른 분류기준은 Table 1과 같으며, 요약통계량은 Table 2와 3에 나타난다.

Table 1. Classification criteria

Type 1 : Commercial area	Type 2 : Commercial · residential area	Type 3 : Residential area
Over 60% commercial area	From 40% to 60% commercial area and from 40% to 60% residential area	Over 80% residential area

Table 2. Descriptive statistics by type of intersection

Classifications	No. of intersection	No. of accident	Mean no. of accident	Std. dev.
Rotary	39	1,026	26.307	34.129
Roundabout	32	452	14.125	15.700

Table 3. Descriptive statistics by type of land use

Class.	No. of intersection	Mean of accident density	Std. dev.
Type 1	21	18.599	10.884
Type 2	25	13.874	7.754
Type 3	25	7.703	4.847

3.2 변수선정

모형의 종속변수는 각 교차로에서 발생한 사고건수를 일평균교통량(천대)으로 나눈 사고율이다. 독립변수는 조사된 자료와 기존문헌 고찰을 통해 로터리 및 회전교차로의 사고발생에 영향을 미칠 것으로 예측되는 교통량, 기하구조 등의 17개 변수가 선정되었다. 변수 표시방법 및 기술통계량은 Table 4와 같다.

Table 4. Variables and summary statistics

Variable	Definition (unit)	Mean	Std. dev.
Y	No. of accident/entering volume (No./1,000vehicle)	13.099	9.067
X_1	Number of leg(No.)	4.671	1.143
X_2	Number of entry lane(No.)	1.612	0.597
X_3	Entry lane width(m)	5.695	2.156
X_4	Splitter island (if yes=1, otherwise=0)	0.589	-
X_5	Number of pedestrian crossings(No.)	0.888	0.339
X_6	Number of bus stop(No.)	1.370	1.439
X_7	Number of speed hump(No.)	1.164	1.732
X_8	Bicycle lane on approach road (if yes=1, otherwise=0)	0.384	-
X_9	Inscribed circle diameter(m)	46.534	31.930
X_{10}	Area of circulatory roadway(100m ²)	12.162	12.868
X_{11}	Area of central island(100m ²)	13.494	43.587
X_{12}	Central island diameter(m)	29.692	28.769
X_{13}	Number of circulatory roadway lane(No.)	1.808	1.023
X_{14}	Circulatory roadway width(m)	5.296	2.329
X_{15}	Ratio of HOV (high-occupancy vehicle)(%)	7.507	6.631
X_{16}	Number of lighting facilities (No.)	5.619	2.963
X_{17}	Conflict ratio ((acceptance/conflict)/100)	1.411	2.895

Note : The means of dummy variables indicate the distribution ratios.

4. 모형 개발 및 논의

4.1 가설검정

4.1.1 토지이용유형

토지이용 유형에 대해 다음과 같은 가설이 설정된다. 귀무가설은 ‘토지이용은 교차로의 사고율에 영향을 미치지 않는다.’이다. 유의확률이 0.006으로 유의수준 0.05보다 작아 귀무가설이 기각된다. 따라서 토지이용은 로터리 및 회전교차로의 사고건수에 영향을 미친다고 추론할 만한 근거가 있다고 분석된다.

Table 5. Result of one-way analysis of variance

Classification	Sum of square	d.f.	Mean square	F	p-value
between group	2123.940	2	1061.970	5.508	0.006
within group	13111.758	68	192.820	-	-
Total	15235.698	70	-	-	-

4.1.2 교차로 유형

교차로 유형에 대한 검정결과는 Table 6에 나타난다. 유의확률 p값이 0.004로 ‘로터리와 회전교차로의 사고율은 차이가 없다.’라는 귀무가설은 기각된다. Table 2에서도 로터리의 평균 천대 차량 당 사고건수는 17.440건, 회전교차로는 7.862건으로 약 2.3배의 차이를 보이고 있다. 따라서 로터리와 회전교차로에서 발생하는 평균 교통사고율은 차이가 없다고 추론할 만한 증거가 없는 것으로 추론된다.

Table 6. Result of t-test

Classification	Mean of accident rate	Std. dev.
Rotary	17.440	9.536
Roundabout	7.862	4.715
t-value(p)	5.125(0.004)	

4.2 기하구조 비교 및 분석

세 가지 토지이용 유형에서 로터리와 회전교차로 간에 특히 차이를 보이는 기하구조는 분리교통섬 유무, 내접원직경, 중앙교통섬 면적 그리고 회전차로 폭인 것으로 나타난다. 특히 로터리의 평균 내접원 직경과 중앙교통섬 면적은 회전교차로보다 크게 나타나고 있는데, 로터리의 경우 진입속도 향상을 위해 큰 회전반경과 중앙교통섬 직경을 갖도록 설계된다는 선행연구와 일치하는 결과로 판단된다. 또한 회전교차로는 진입차량의 감속을 유도하고 보행자 안전을 위해 로터리에서 개선된 교차로 형태이므로 분리교통섬의 설치비율이 높고, 회전차로 폭이 좁아지는 경향을 보이고 있

다. 아울러 상업지역의 회전차로 면적과 중앙교통섬 면적이 상업주거지역이나 주거지역 비해 비교적 큰 것으로 확인 된다. 이러한 결과는 토지이용 유형에 따라 기하구조 설계에 차이를 보이므로, 유형별 모형의 개발이 필요하다 점을 시사한다.

4.3 유형별 모형 개발

4.3.1 전체모형

토지이용 변수를 더미변수로 변환하여 전체모형을 개발한 결과는 Table 7과 같다. 로터리 모형에서 유의한 변수는 상업지역 및 상업주거지역 더미변수, 평균 횡단보도 수, 과속방지턱 수 및 내접원직경으로 나타난다. 토지이용 더미변수가 모두 양의 계수이므로 기준변수인 주거지역보다 상업지역과 상업주거지역 로터리에서 사고발생 확률이 높다고 평가된다. 이러한 결과는 주거와 상업이 혼합된 토지이용이 보행자 사고를 증가시킨다는 Megan et al.의 연구¹²⁾와, 유동인구 및 상업시설이 밀집된 중심상업지역에 교통사고가 군집 분포하는 형태를 보인다는 성중기 등의 연구¹³⁾결과와 유사한 것으로 판단된다.

회전교차로 모형에서는 상업지역 및 상업주거지역 더미변수와 대형차 혼입률, 회전차로 면적, 중앙교통섬 면적 및 버스정류장 수가 신뢰수준 95%에서 유의한 것으로 분석된다. 토지이용 더미변수는 로터리 모형과 동일한 분석결과를 나타낸다. 한편 회전차로 면적은 음의 계수로 나타나는데, 분석대상 회전교차로에서 회

Table 7. Total accident model of rotary and roundabout

Classification	Non-std. coeff.		t-value	p-value	
	B	Std. err.			
Rotary	Constant	-6.011	-	-5.114	0.000
	Type 1(dummy)	5.171	0.259	2.071	0.046
	Type 2(dummy)	5.582	0.306	4.345	0.000
	Pedestrian crossings	5.385	0.235	2.933	0.006
	Speed hump	-1.595	-0.147	-2.019	0.041
	Inscribed circle diameter	0.077	0.442	3.093	0.004
Adj. R ² :0.764, D.W.:1.827					
Roundabout	Constant	-24.496	-	-3.823	0.001
	Type 1(dummy)	0.361	0.018	3.124	0.004
	Type 2(dummy)	3.591	0.186	5.499	0.000
	Ratio of HOV	0.555	0.374	2.256	0.030
	Area of circulatory roadway	-0.255	-0.399	-5.661	0.000
	Area of central island	0.048	0.341	2.717	0.011
	Bus stop	0.325	0.052	2.162	0.039
	Adj. R ² :0.824, D.W.:2.279				

전차로 폭이 가장 작은(2.5 m) 교차로는 평균 사고율보다 높은 값을 나타낸다.

대형차는 회전반경이 크고 승용차의 시야를 방해해 교통사고에 양의 영향을 미치는 것으로 판단된다.

중앙교통섬 면적은 사고와 양의 상관관계이다. 회전교차로는 진입차량의 감속을 유도하는 기하구조로 설계되어야 하는데, 중앙교통섬 면적이 크면 차량이 직선도로처럼 인식하여 과속할 위험이 높아지기 때문인 것으로 판단된다.

4.3.2 상업지역 모형

Table 8에서 추정된 변수들은 모두 95% 신뢰수준에서 통계적으로 유의한 것으로 분석된다. 상업지역의 로터리 교통사고에 영향을 미치는 변수는 과속방지턱 수와 평균 유입차로 수로 나타난다. 과속방지턱이 사고감소를 감소시키는 변수이므로, 통행우선권이 진입차량에게 있더라도 과속을 방지하기 위한 노력이 필요하다고 판단된다. 또한 평균 유입차로 수가 많을수록 회전부로 진입하는 차량 간 상충이 발생하기 쉽고, 회전부 통행량의 증가로 혼란이 가중되므로 사고발생 위험이 높아지게 된다. 따라서 차량의 진입경로를 명확히 하는 표지판이나 노면표시 등의 안전대책이 요구된다.

회전교차로 교통사고에 영향을 미치는 변수는 회전차로 수, 평균 유입차로 폭 및 버스정류장 수이다. 회전차로 수가 많으면 교차로 내에 교통량이 증가하게 되어 상충횟수가 증가하므로 교통 혼잡 및 지체가 발생하기 쉽다. 평균 유입차로 폭은 사고와 음의 상관관계에 있는데 이는 분석 회전교차로 중 평균 사고건수보다 사고가 많이 발생한 교차로의 유입차로 폭이 회전교차로 설계지침에서 권장하는 수준보다 좁기 때문인 것으로 분석된다. 김태영 등은 회전교차로의 진입부 확폭이 평균지체를 감소시키고 용량을 증가시킨다고¹⁴⁾

Table 8. Type 1 accident model of rotary and roundabout

Classification	Non-std. coeff.		t-value	p-value	
	B	Std. err.			
Rotary	(Constant)	7.495	-	2.286	0.048
	Speed hump	-6.291	-0.512	-2.421	0.042
	Entry lane	3.515	0.476	3.412	0.008
Adj. R ² :0.856, D.W.:2.140					
Roundabout	(Constant)	5.306	-	4.125	0.002
	Circulatory roadway lane	0.129	1.257	5.123	0.000
	Entry lane width	-2.211	-0.887	-6.122	0.002
	Bus stop	3.418	0.406	2.800	0.038
	Adj. R ² :0.896, D.W.:2.021				

분석하고 있다. 따라서 회전교차로 설계지침을 준수하여 적절한 유입차로 폭으로 설계하는 것이 사고감소에 영향을 줄 것으로 예측된다.

4.3.3 상업주거지역 모형

Table 9에서 추정된 변수들이 모두 신뢰수준 95% 내에서 통계적으로 유의하며, 모형의 보정 R²은 0.7 이상으로 높게 나타나고 있다.

Table 9. Type 2 accident model of rotary and roundabout

Classification		Non-std. coeff.		t-value	p-value
		B	Std. err.		
Rotary	(Constant)	-3.532	-	-3.781	0.014
	Number of leg	0.128	0.004	5.266	0.000
	Pedestrian crossings	2.650	0.073	3.125	0.025
	Bicycle lane	4.279	0.035	2.493	0.030
	Adj. R ² :0.876, D.W.:1.906				
Roundabout	(Constant)	13.063	-	4.634	0.002
	Circulatory roadway width	-0.720	-0.172	-3.488	0.010
	Area of circulatory roadway	-0.438	-0.848	-3.899	0.006
	Lighting	-0.142	-0.139	-3.781	0.032
	Adj. R ² :0.749, D.W.:1.895				

상업주거지역 로터리의 교통사고에 영향을 미치는 변수는 접근로 수, 평균 횡단보도 수 및 자전거도로 유무이다. 대규모 로터리에서는 회전부 내 횡단보도 설치를 허용하고 있으나, 횡단보도 수가 많을 경우 보행자와 차량 간 상충빈도가 증가하기 때문인 것으로 판단된다. 또한 상업주거지역에 위치한 로터리의 접근로 수는 평균 4.8 개이며, 가장 많은 곳은 7지로 설계되어 있다. 접근로 수가 많을수록 운전자의 혼란이 가중되므로, 4지 이하의 설계가 바람직할 것으로 판단된다. 또한 자전거도로가 있을 때 사고가 증가하는 것으로 분석된다.

회전교차로 사고모형에서 유의한 변수로는 회전차로 폭, 회전차로 면적 및 조명시설이다. 회전차로 폭 과 회전차로 면적이 좁으면 운전자에게도 심리적 불안정감을 주며, 회전차량 간 충분한 거리를 유지하기 어렵다. 따라서 회전교차로의 원활한 순환을 위해 회전교차로 설계지침에서 제시하는 최소 회전차로 폭 이상의 너비가 요구된다. 또한 충분한 조명시설을 통해 야간에도 차량을 쉽게 인지할 수 있도록 설계되어야 한다.

4.3.4 주거지역 모형

Table 10에서 추정된 변수들이 모두 통계적으로 유의하며, 모형이 70% 이상의 설명력을 갖는다. 주거지

Table 10. Type 3 accident model of rotary and roundabout

Classification		Non-std. coeff.		t-value	p-value
		B	Std. err.		
Rotary	(Constant)	-1.612	-	-3.532	0.006
	Pedestrian crossings	0.743	0.596	5.684	0.000
	Inscribed circle diameter	0.028	0.457	4.185	0.003
	Lighting	-1.641	-0.349	-3.285	0.011
	Adj. R ² :0.886, D.W.:2.134				
Roundabout	(Constant)	0.804	-	3.721	0.003
	Area of circulatory roadway	-0.360	0.418	-2.665	0.019
	Bus stop	0.368	0.365	2.243	0.043
	Entry lane width	-0.125	0.164	-2.443	0.030
	Adj. R ² :0.722, D.W.:2.358				

역 로터리의 교통사고에 영향을 미치는 변수는 평균 횡단보도 수, 내접원직경 및 조명시설이다. 내접원직경이 크면 진입차량이 직선도로처럼 인식하여 과속할 우려가 있다. 분석대상 중 내접원직경이 약 100 m에 달하는 교차로도 있어, 로터리라고 할지라도 큰 내접원직경은 사고위험을 높인다는 점에 주의하여야 한다. 또한 횡단보도 수가 사고에 양의 영향을 미치므로, 분리교통섬, 노면표시 등을 활용하여 보행자와 차량 간 상충을 감소시키려는 노력이 필요하다.

주거지역에 위치한 회전교차로의 교통사고에 영향을 미치는 요인은 회전차로면적, 버스정류장 수 및 평균 유입차로 폭인 것으로 분석된다. 회전교차로 설계지침에서는 회전차로 내에 버스정류장은 설치할 수 없으며, 진입부 설치를 원칙으로 하고 있다. 버스는 승용자동차의 시야를 방해하며, 정차로 인한 교통흐름 방해, 버스이용객과의 상충 등 사고 위험을 증가시키므로 버스정류장의 설치 위치에 유의하여야 한다. 평균 유입차로 폭이 좁으면 차량 간 상충 위험이 높고, 교통지체를 유발하므로 사고와 양의 상관관계에 있는 것으로 분석된다.

4.4 모형 논의

유형별 모형의 공통변수 및 특이변수는 Table 11~12와 같다. 로터리와 회전교차로 사고모형의 공통변수는 조명시설이다. 지민경 등은 진입부 및 중앙교통섬에 반드시 조명시설을 설치하여 야간에도 회전교차로에 진입했음을 인식할 수 있도록 해야 한다¹⁴⁾고 지적하고 있다. 따라서 차량과 교차로 기하구조를 명확히 확인할 수 있도록 충분한 조명시설이 확보되어야 한다.

상업주거지역과 주거지역의 로터리 모형에서 평균 횡단보도 수가 공통변수로 나타난다. 따라서 이 지역

Table 11. Comparison of model by type of intersection

Classification	Common variables	Specific variables
Rotary	Lighting	Speed hump, Entry lane, Number of leg, Pedestrian crossings, Bicycle lane, Inscribed circle diameter
Roundabout		Area of circulatory roadway, Bus stop, Entry lane width, Circulatory roadway width, Circulatory roadway

Table 12. Comparison of model by type of land use

Classification	Common variables
Rotary	Pedestrian crossings(Type2 & Type3)
Roundabout	Area of circulatory roadway(Type2 & Type3) Entry lane width, Bus stop(Type1 & Type3)

의 로터리에서는 안전시설을 통해 보행자와 차량 간 상충을 감소시키는 노력이 중요하다. 회전교차로의 상업주거지역과 주거지역 사고모형의 공통변수는 회전차로 면적이다. 따라서 차량 간 적절한 거리를 유지할 수 있도록 회전차로 면적의 조절이 필요하다. 또한 평균 유입차로 폭 및 버스정류장이 상업지역과 주거지역 회전교차로 사고모형의 공통변수이다. 따라서 차량 간 상충을 방지하고 지체를 감소시키기 위해, 평균 유입차로 폭은 설계지침에서 제시하는 최소 폭인 2.9 m보다 넓게 설계되어야 할 것으로 판단된다.

5. 결론

이 연구는 교차로 주변의 토지이용과 교차로 운영유형에 따른 교통사고를 분석하고자 모형을 구축하였다. 개발된 모형은 토지이용과 교통사고를 통합적 관점에서 분석하였다는 데에 의의를 찾을 수 있으며, 공간적 특성에 따라 교통사고의 영향요인이 다르다는 점을 보여주고 있다.

연구의 주요결과는 다음과 같다. 첫째, 토지이용이 교차로의 사고율에 영향을 미치지 않는다는 귀무가설과, 교차로 유형에 따른 교통사고율에 차이가 없다는 귀무가설이 모두 기각된다. 로터리의 평균 천대 당 사고건수는 21.55건 그리고 회전교차로는 11.31건으로 약 2배의 차이를 보이는 것으로 분석된다.

둘째, 로터리의 교통사고 감소를 위해 횡단보도 수나 자전거도로와 같은 상충요인을 감소시키는 것이 중요하며, 내접원 직경 및 진입로 수와 같은 기하구조의 설계에도 주의하여야 한다. 또한 과속방지턱의 설치를 통해 진입차량의 속도가 감소될 필요가 있다. 아울러 회전교차로의 경우 회전차로 폭을 3.5 m 이상으로 설

계하는 것이 차량 간의 상충을 방지하는 데에 도움이 될 것으로 분석된다.

셋째, 토지이용 유형에 따라 로터리 및 회전교차로 사고모형에 영향을 미치는 요인이 다르게 나타난다. 특히 주거지역에 비해 상업지역 및 상업주거지역에서 교통사고가 빈번한 것으로 판단된다. 이는 각 교차로 유형의 특성에 대한 이해와 효율적인 사고관리가 필요함을 시사한다.

이 연구는 토지이용 유형별 로터리와 회전교차로 사고모형을 개발하였다. 그러나 토지이용에 따른 변수들의 차이에 어떤 요소가 영향을 미치고 있는지 분석하지 못하였다. 향후 토지이용별 영향요인에 대한 인과관계, 실제 발생한 사고와 연구결과 간의 일치여부 등의 분석이 요구된다. 또한 토지이용 유형별 분석대상 수가 적어 분석결과를 일반화하기에는 어려움이 따른다. 향후 표본의 추가 수집을 통해 회귀분석의 신뢰성과 표본의 대표성을 높이기 위한 노력이 필요할 것으로 판단된다.

References

- 1) Ministry of Public Safety and Security, Installation of Roundabout-Greater Impact on the Traffic Safety and Operation, 2017.
- 2) Ministry of Land Infrastructure and Transport, Roundabout Design Guidelines, 2014.
- 3) Ministry of Land Infrastructure and Transport, Intersection Design Guidelines, 2004.
- 4) B. H. Park and S. O. Ryu, "Planning and Design of Roundabout", Yeawonsa, 2008.
- 5) B. H. Park, J. K. Lim and T. H. Back, "Traffic Accident Models of Domestic Rotary by Day and Nighttime", J. Korean Soc. Saf., Vol. 27, No. 2, pp.104-109, 2012.
- 6) A. H. Cho and B. H. Park, "Analysis and Discussion of Small-size Roundabout Accidents by Vehicle Type", J. Korean Soc. Saf., Vol. 32, No. 6, pp.131-136, 2017.
- 7) D. M. P. Wedagama, R. N. Bird and A. V. Metcalfe, "The Influence of Urban Land-use on Non-motorized Transport Casualties", Accident Analysis & Prevention, Vol. 38, No. 6, pp. 1049-1057, 2006.
- 8) D. M. P. Wedagama, R. N. Bird and D. Dissanayake, "The Influence of Urban Land use on Pedestrians Casualties -Case Study Area: Newcastle Upon Tyne, UK-", IATSS Research, Vol. 32, No. 1, pp.62-73, 2008.
- 9) M. Wier, J. Weintraub, E. H. Humphreys, E. Seto and R. Bhatia, "An Area-level Model of Vehicle-pedestrian Injury

- Collisions with Implications for Land use and Transportation Planning”, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 41, pp. 137-145, 2009.
- 10) J. Y. Jang, S. T. Choi, H. S. Lee, S. J. Kim and S. H. Choo, “A Comparison Analysis of Factors to Affect Pedestrian Volumes by Land-use Type using Seoul Pedestrian Survey Data”, *Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, Vol.14, No. 2, pp. 39-53, 2015.
 - 11) J. E. Lee and M. H. Lee, “Analyzing the Landuse Characteristics in Seoul - Focused on Distribution of the Building Area in 2008”, *Journal of Contents*, Vol. 11, No. 5, pp. 467-473, 2011.
 - 12) J. G. Sung and D. G. Kim, “Identifying the Effects of Jurisdiction-related Characteristics on the Highway Safety of Vulnerable Users”, *Crisisonomy*, Vol. 12, No. 9, pp. 107-117, 2016.
 - 13) T. Y. Kim and B. H. Park, “Analysis on the Effectiveness of Roundabout by Flare of Entry and Exit”, *Journal of Korea Transportation Research Society*, No. 62, pp. 457-462, 2010.
 - 14) M. G. Jee, G. Y. Jee, E. C. Kim and B. Y. Shin, “Introduction and Enhancement Directions of Modern Roundabout by Analyzing Current Rotary Operations, *Transportation Technology and Policy*, Vol. 6, No. 3, pp. 65-80, 2009.