국내 로터리의 연령별 사고모형

Accident Models of Rotary by Age in Korea

박민규* · 박병호**

Park, Min Kyu · Park, Byung Ho

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

국내에서는 기존에 교차로 중앙에 원형의 중앙교통섬을 두어 차량이 회전하게 하는 로터리(Rotary)형식의 교차로를 운영하여 교통량이 적은 교차로의 신호운영 시 발생하는 지체를 해결하려 했지만, 운전자들에게 이용되면서 많은 문제점이 발생되어 좋지 않게 인식되고 있다. 로터리에서 발생되는 문제점을 해결하기 위한 기초연구로 국내 로터리의 회전교차로로의 전환을 위한 운영효율 분석이나 기하구조 분석 등의 연구들이 진행되었지만 정작 로터리의 운영효율 및 사고모형, 기하구조에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

이에 본 연구는 국내 로터리의 사고모형을 다루고 있다. 연구의 목적은 로터리의 사고를 1당사자를 기준으로 연령별로 구분하여 그 특성을 분석하고, 다중선형회귀식을 이용하여 사고모형을 구축하는데 있다.

1.2 연구 내용 및 방법

연구의 수행과정은 다음과 같다. 첫째, 국내 로터리에서 발생한 2007년부터 2009년까지의 사고자료를 수집한 후, 17개소의 해당 로터리의 기하구조를 AutoCAD와 EXCEL을 이용하여 수집하였다. 둘째, 수집된 자료를 종속변수와 독립변수로 나누고 각 변수들의 특성을 SPSS 17.0을 이용하여 분석한다. 셋째, 수집·분석된 자료를 중심으로 통계프로그램인 SPSS 17.0을 이용하여 다중선형회귀모형을 구축한다. 넷째, 구축된 모형의 공통변수와 특정변수를 비교·분석한 후, 본 논문의 결론 및 향후과제를 제시한다.

2. 기존연구 고찰

2.1 국내·외 연구

박병호 등(2008)은 지방부 신호교차로 사고특성분석 및 모형개발에서 청주시와 청원군의 시호교차로를 중심으로 다중선형, 포아송 및 음이항회귀모형을 개발하였다.

하오근 등(2005)은 포아송 회귀모형을 사용하여 ρ^2(우도비), 상관계수, MAD, MPB를 알아보고 가장 적합한 결과가 도출된 모델을 주 모델로 선정하여 사고예측모형을 만들고 ρ^2(우도비), x^2(Chi-squaer)의 값으로 모형 설명력을 검증하여 사고 심각도를 분석하였다.

이용재 등(2002)는 회전교차로의 용량분석을 실시하는 경우 활용될 수 있는 새로운 형태의 용량보정계수의 도출에 관한 연구를 진행하였다. 그 결과 기존 모형식의 기본구조는 그대로 유지하지만 이 모형식이 갖고 있는 비현실적인 한계점을 극복하고 이를 해결할 수 있는 확장된 형태의 용량 모형식을 제시하였다.

윤지환 등(2004)은 회전교차로의 굴절에 의한 속도감소와 교통사고감소율의 분석에 관한 연구에서 중앙교통섬의 반경에 따른 차량 경로요소를 분석하여 회전교차로의 통과속도를 도출하였고, 국외 사고예측모형을 통해 회전교차로의 규모에 따른 속도와 사고건수와의 관계를 도출하였다.

* 충북대학교 도시공학과 석사과정(E-mail : kripy1004@hotmail.com) – 발표자

** 정회원 · 충북대학교 도시공학과 교수(E-mail : bhpark@chungbuk.ac.kr)

Evdokia Vlahos 등(2008)은 AWSC에서 회전교차로로 전환될 때의 효과를 비교분석하고 있으며, 신호교차로와의 비교분석도 제시하고 있다. 신호교차로와의 비교분석에서는 교차로 용량이 2,400pcph일 때 변환점이 생긴다고 밝히고 있다.

Frank F. Saccomanno 등(2008)은 VISSIM을 이용한 미시적 분석을 실시하였고, 사고잠재효과 분석에서 회전교차로가 신호교차로보다 안전한 것으로 분석하고 있다.

2.2 기존연구와의 차별성

이 논문의 차별성은 다음과 같다. 첫째, 국내 로터리에 관한 연구는 서비스수준 분석이나 사고모형개발이 아니라 회전교차로로의 전환을 위한 운영효율 분석에 관한 연구에 치중되어 왔으나, 이 논문에서는 로터리의 사고모형을 구축하였다.

둘째, 이 논문에서는 로터리에서 발생한 사고자료를 사고1당사자의 연령별로 30세 미만, 30~49세, 50세 이상으로 구분하여 종속변수로 채택한 후 로터리의 기하구조 등 9가지 독립변수와의 분석을 진행하였다는 점에서 기존연구와 차별성이 있다.

3. 분석틀 설정

3.1 자료 수집 및 분석

국내 로터리 17개소의 조사지점을 선정하였으며, 선정기준으로 사고자료 유무, 교차로의 크기, 도로특성, 유형 등을 고려하였다. 표 1과 같이, 각 로터리 별 사고자료 총 173건이 수집되었으나, 그 중 2건은 연령과 성별이 불분명하여 분석에서 제외하였으며, 171개의 사고자료를 연령별로 크게 3가지로 분류하였다.

표 1. 국내 로터리의 연령별 사고 건수

구 분	계	연령		
		30세 미만(건)	30~49세(건)	50세 이상(건)
화천군 화천대교오거리	2	0	2	0
청원군 오산원형교차로	3	2	1	0
청원군 서평원형교차로	1	1	0	0
진천군 원동교차로	1	0	1	0
고창군 월곡원형교차로	6	1	2	3
구례군 군청앞오거리	7	0	3	4
화순군 교리교차로	7	1	4	2
제주시 금악교차로	3	1	2	0
서귀포시 서광서리교차로	3	0	3	0
동해시 시청로터리	30	3	19	8
서산시 1호광장로터리	17	7	5	5
논산시 동산교차로	3	0	2	1
김제시 시청오거리	13	2	7	4
김제시 경찰서오거리	10	2	4	4
영주시 꽃동산로터리	29	9	14	6
진주시 오죽광장사거리	22	3	14	5
진주시 봉곡광장사거리	14	0	9	5
계	171	32	92	47

출처 : 도로교통공단 교통사고분석시스템(TAAS)

표 1을 살펴보면, 국내 로터리에서 발생한 사고건수 중 30세 미만 연령층 운전자의 사고건수는 전체의 18.71%를 차지했으며, 30~49세 연령층 운전자의 경우는 53.8%를 차지하여 전체 사고건수 중 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 50세 이상 운전사의 경우 전체의 27.49%를 차지하였다. 30~49세 연령층의 사고건수가 다른 연령층에 비해 많은 것은 사회활동을 본격적으로 시작하게 되는 30~49세의 운전자를 대상으로 한 것이기에 사고위험에 더 많이 노출되는 환경에 속하였기 때문으로 판단된다.

표 2와 같이, 국내 17개 로터리의 기하구조는 총 7개로 분류하여 조사하였고 해당 로터리의 토지이용자료와 교통량자료를 수집하였으며 교통량자료는 동영상분석을 통하여 수집하였다. 17개 로터리 각각의 회전차로수를 살펴보면 1차로 8개소, 2차로 6개소, 3차로 3개소로 1차로의 회전차로를 가진 로터리가 많은 것으로 나타났다. 진입차로 수를 보면 1차로 7개소, 2차로 8개소, 3차로 2개소로 4개소 로터리는 회전차로수가 더 많은 것으로 나타났고, 3개소 로터리는 진입차로수가 더 많은 것으로 나타났다.

분리교통섬과 횡단보도의 경우 주방향에만 설치되어 있거나, 모든 방향에 설치되어 있는 로터리가 있지만 과속방지턱의 경우 전체 17개소 중 11개소의 로터리에서 설치되어 있지 않은 것으로 나타났다. 로터리의 진출입로 수를 비교하면, 5지로터리의 경우가 6개소로 35.3%를 차지하고 있으며, 3지, 4지 순으로 23.5%, 29.4%를 차지하였다. 6지와 7지 로터리는 각각 1개소로 5.9%씩 차지하고 있는 것으로 나타났다.

표 2. 국내 로터리의 기하구조

(단위 : 개, m)

구 분	회전차로 수 (개)	진입차로 수(개)	회전차로 폭(m)	진출입구 수(개)	횡단보도 수(개)	과속방지턱 (개)	분리교통섬 (개)
화천대교오거리	3	1	15	5	3	1	5
오산원형교차로	1	1	7	3	2	0	3
서평원형교차로	1	1	4	3	4	1	5
원동교차로	2	2	7	5	2	0	4
월곡원형교차로	2	2	7.5	3	2	2	3
군청앞오거리	3	2	10	5	5	0	5
교리교차로	2	2	9	4	2	0	4
금악교차로	1	1	5	3	2	0	3
서광서리교차로	1	1	6.5	5	4	3	4
시청로터리	1	3	12	4	4	0	4
1호광장로터리	3	2	12	7	7	0	5
동산교차로	1	1	8	4	4	0	3
시청오거리	2	2	8	5	5	5	5
경찰서오거리	2	2	9	5	5	5	5
꽃동산로터리	2	1	9.5	6	6	0	5
오죽광장사거리	1	2	8.5	4	4	0	4
봉곡광장사거리	1	3	9	4	4	0	4

3.2 변수의 선정

본 논문에서는 사고당사자의 연령을 종속변수로 선정하였으며, 그 분류에 있어서 10년 단위로 구분하기에는 특정 연령대의 사고건수가 부족하여 30세 미만, 30~49세, 50세 이상으로 분류하여 종속변수로 채택하였다. 독립변수는 기존문헌조사를 통해 선정하였고, 총 9개의 독립변수를 본 논문에서 사용하였으며, 그 내용은 표 3과 같다. 아울러 신뢰수준을 95%($\alpha = 0.05$)로 하여 Pearson 상관계수를 통해 변수들 간의 상관성을 분석하였으며, 결과는 표 4와 같다.

표 3. 선정된 종속 · 독립변수 내용

구 분	기호	정의	범위	평균
연령(세)	Y_1	1당사자가 30세 미만인 사고	0 ~ 9	1.882
	Y_2	1당사자가 30세~49세인 사고	0 ~ 19	5.412
	Y_3	1당사자가 50세 이상인 사고	0 ~ 8	2.765
회전차로 수(최대 개수)	X_1	최대 회전차로의 차로수	1 ~ 3	1.706
진입차로 수(개)	X_2	진입로의 차로수	1 ~ 3	1.706
회전차로 폭(m)	X_3	회전차로의 차로폭	4 ~ 12	8.647
교통량(pcph)	X_4	회전차로로의 진입교통량	203 ~ 1,993	963.529
진출입구 수(개)	X_5	최대 진출입구 개수	3 ~ 7	4.412
토지이용	X_6	1 = 상업, 2 = 농업	1 ~ 2	1.000
횡단보도 수(개)	X_7	횡단보도 개수	2 ~ 7	3.824
과속방지턱(개)	X_8	과속방지턱 개수	0 ~ 5	1.000
분리교통섬 수(개)	X_9	분리교통섬 개수	3 ~ 5	4.176

표 4. 상관계수 분석 결과

구분	Y_1	Y_2	Y_3	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
Y_1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y_2	0.533*	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y_3	0.574*	0.856**	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X_1	0.204	-0.192	0.120	1	-	-	-	-	-	-	-	-
X_2	-0.021	0.518*	0.698**	0.062	1	-	-	-	-	-	-	-
X_3	0.257	0.379	0.460	0.617**	0.317	1	-	-	-	-	-	-
X_4	0.551*	0.574*	0.643**	0.028	0.450	0.386	1	-	-	-	-	-
X_5	0.543*	0.205	0.359	0.654**	0.086	0.555*	0.447	1	-	-	-	-
X_6	0.015	0.429	0.274	-0.290	0.044	0.138	0.161	-0.060	1	-	-	-
X_7	0.628**	0.388	0.597*	0.328	0.128	0.342	0.608**	0.747**	0.079	1	-	-
X_8	-0.128	-0.145	-0.014	0.094	0.000	-0.115	-0.031	0.129	0.366	0.191	1	-
X_9	0.344	0.166	0.320	0.589*	0.099	0.409	0.299	0.673**	-0.148	0.692**	0.312	1

* : 유의확률 0.05에서 유의함
** : 유의확률 0.01에서 유의함

3가지 모형에 대한 대응표본 t검정을 실시한 결과, Y_1 - Y_2, Y_2 - Y_3는 p값이 각각 0.006, 0.007로 귀무가설을 기각하지 못하여 차이가 없다고 할 수 없는 것으로 분석되었으며, Y_1 - Y_3는 귀무가설을 기각하여 차이가 있다고 할 수 없는 것으로 분석되었다.

표 5. 대응표본 t검정 결과

구 분	대응차					t	자유도	상관계수	유의확률(양쪽)
	평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간					
				하한	상한				
Y_1 - Y_2	-3.529	4.638	1.125	-5.914	-1.145	-3.137	16	0.533	0.006
Y_1 - Y_3	-0.882	2.369	0.574	-2.100	0.336	-1.536	16	0.574	0.144
Y_2 - Y_3	2.647	3.517	0.853	0.839	4.460	3.103	16	0.856	0.007

4. 모형의 구축

4.1 30세 미만 모형구축(Y_1)

다중선형회귀모형 구축 결과 전체교통량(X_4)이 채택되었고, 회귀선에 의해 설명되는 비율을 의미하는 결정계수 R^2값이 Y_1은 0.552로 분석되었다. 이 변수는 신뢰수준 90% 이내에서 유의하다. 구축된 모형의 p값 역시 0.000으로 통계적으로 유의하다.

표 6. 30세 미만(Y_1) 다중선형회귀모형 구축 결과

관련변수	비표준화계수 B	표준화계수 베타	t	유의확률
X_4	0.002	0.743	4.440	0.000

R^2	수정된 R^2	Durbin-Watson	F	유의확률
0.552	0.524	1.904	19.715	0.000

4.2 30~49세 모형구축(Y_2)

30~49세 연령층의 모형의 R^2값은 0.774로 분석되었다. 독립변수는 회전차로 수(X_1), 회전차로 폭(X_3), 횡단보도 수(X_7)들이 채택되었고, 이 변수들 역시 30세 미만과 마찬가지로 신뢰수준 90% 이내에서 유의하다. 구축된 모형의 p값은 0.000으로 통계적으로 유의하다.

표 7. 30~49세(Y_2) 다중선형회귀모형 구축 결과

관련변수	비표준화계수 B	표준화계수 베타	t	유의확률
X_1	-5.400	-1.328	-3.263	0.006
X_3	1.209	1.440	3.019	0.009
X_7	1.153	0.623	1.777	0.097

R^2	수정된 R^2	Durbin-Watson	F	유의확률
0.774	0.726	1.866	15.980	0.000

4.3 50세 이상 모형구축(Y_3)

구축된 모형은 신뢰수준 90% 이내에서 유의하며, p값이 0.000으로 나타나 통계적으로 유의하다. R^2값은 0.878로 분석되었다. 독립변수는 진입차로 수(X_2), 횡단보도 수(X_7), 분리교통섬수(X_9)가 채택되었다.

표 8. 50세 이상(Y_3) 다중선형회귀모형 구축 결과

관련변수	비표준화계수 B	표준화계수 베타	t	유의확률
X_2	2.120	1.040	4.302	0.001
X_7	1.243	1.363	3.904	0.002
X_9	-1.322	-1.504	-3.602	0.003

R^2	수정된 R^2	Durbin-Watson	F	유의확률
0.878	0.852	1.936	33.529	0.000

4.4 구축된 모형의 비교분석

연령별 사고모형을 공통변수와 특정변수로 구분한 결과는 표 9와 같다. Y_1 모형에서는 공통변수가 없고 특정변수만 선정되었다. 반면, Y_2와 Y_3 모형의 경우 공통변수로는 횡단보도 수, 특정변수로는 Y_2에선 회전차로 폭, Y_3에선 진입차로 수와 분리교통섬 수가 채택되었다

채택된 독립변수 중 분리교통섬 수를 제외한 변수는 양의 상관관계를 갖는 것으로 평가되었다. 이는 교통량, 진입차로 수 및 횡단보도 수가 많을수록, 회전차로 폭이 넓을수록, 사고건수가 많아지는 것으로 판단된다.

표 9. 구축된 모형의 종합

분류	공통변수	특별변수
Y_1	-	교통량(+)
Y_2	횡단보도 수(+)	회전차로 수(−), 회전차로 폭(+)
Y_3		진입차로 수(+), 분리교통섬 수(−)

5. 결론 및 향후과제

이 연구는 국내 로터리의 사고요인 특징을 파악하기 위해 연령별로 분류한 종속변수를 사용하여 사고특성을 분석하였다. 분석을 위해 다중선형회귀식의 사고모형을 구축함으로써, 각 연령별 사고건수가 로터리 기하구조에 어떠한 영향을 받는지를 파악하였다.

연령별 사고원인분석을 위해 로터리 기하구조 7가지와 교통량, 토지이용 특성을 파악하여 독립변수로 사용하였으며, 모형구축 결과 R^2이 각각 0.552, 0.774, 0.878로 비교적 설명력이 높은 모형이 구축되었다. 모형구축 시 채택된 변수를 보면, 전체교통량이 30세 미만의 사고대상자가 가장 영향을 받는 변수로 채택되었으며, 30~49세의 사고대상자는 로터리내 회전차로 폭이 가장 영향을 받는 변수로 채택되었다. 50세 이상의 사고대상자는 진입차로 수가 가장 영향을 받는 변수로 분석되었다.

각 모형별로 종속변수에 대한 독립변수의 상관관계를 살펴보면 Y_1모형은 진입교통량이 많을수록 사고가 많이 발생하는 것으로 분석되었고 Y_2모형은 회전차로수가 적을수록, 회전차로 폭이 넓을수록, 횡단보도 수가 많을수록 사고가 많이 발생하는 것으로 분석되었다. Y_3모형의 경우 진입차로 수가 많을수록, 횡단보도 수가 많을수록, 분리교통섬이 적을 수 록 사고가 많이 발생한다고 분석되었다.

본 연구의 향후과제로는 첫째, 파악된 총 9가지 변수 외에 회전속도, 주・야간, 신호기의 설치 여부 등 독립변수의 다양화를 통한 보다 폭 넓은 분석이 필요하다. 둘째, 2007년부터 2009년 자료를 활용하였기에 보다 많은 자료의 확보를 통하여 보다 설명력 있는 사고모형의 예측이 필요하다. 마지막으로, 모형의 선택에 있어서 다중선형회귀모형만을 사용하였기에, 보다 많은 모형의 적용을 통한 비교분석을 할 필요가 있다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 2009년 첨단도시개발사업(과제번호 : 07도시재생/B01)에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

[1] 유두선・박병호・양정모・이영민(2008), “지방부 신호교차로 사고특성분석 및 모형개발(청주・청원을 중심으로)”, 대한교통학회지 Vol.26 No2, pp.35~46.

[2] 오주택・성낙문・하오근(2005), “국도변 신호교차로 안전성 향상을 위한 사고예측모형개발”, 대한토목학회 논문집 Vol.5 No.1, pp.9~15.

[3] 이용재・김석근(2002), “현대식 회전교차로의 용량보정계수에 관한 연구”, 대한토목학회 논문집 Vol.22 No.2, pp.185~195.

[4] 윤지환・이용재(2004), “회전교차로의 굴절에 의한 속도감소와 교통사고감소율의 분석에 관한 연구”, 대한토목학회 정기학술대회, Vol.2004 No.10, pp.2831~2836

[5] E. Vlahos・A. Polus・D. Lacombe・P. Ranjitkar(2008), “Evaluating conversion of all-way stop-controlled intersections into roundabouts”, TRB 2008 Annual Meeting.

[6] F. F. Sasaccomanno・F. Cunto・G. Guido・A. Vitale(2008) “Comparing safety at signalized intersections and roundabouts using simulated rear end conflicts.”, TRB 2008 Annual Meeting.