

충돌유형에 따른 로터리 사고모형 개발

Developing Accident Models of Rotary by Conflict Type

배병근* · 박병호**

Bae, Byeong Geun · Park, Byung Ho

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

국내에서는 기존에 교차로 중앙에 원형의 중앙교통섬을 두어 차량이 회전하여 통과하도록 하는 로터리(Rotary)형식의 교차로가 운행되어 오고 있으나 사고, 혼잡 등과 같은 많은 문제점을 발생시켜 운전자들에게 좋지 않게 인식되어 왔다. 국내에서는 로터리로 운영되고 있는 교차로를 회전교차로 형식으로 전환하고 있으나 완벽한 회전교차로의 모습을 보이진 못하고 있다. 이는 평면교차로 설계지침에서 회전교차로에 대한 잠정적 설계지침만을 제시하고 있어 국내도입에 있어 도입 초기의 단계이며 기존 로터리 교차로 분석에 있어 로터리에 대한 설계 및 운영기준이 없기 때문이다. 이로 인해 현재까지 국내 로터리에 대한 사고모형개발이 협소한 상태이며 국내 로터리에 대한 사고유형별 모형개발은 기초 연구만 진행된 상태이다.

본 연구는 국내 로터리 17개소를 대상으로 사고발생지점의 기하구조 및 환경요소를 중심으로한 교통사고모형을 다루고 있다. 또한 교통사고는 다양한 사고유형을 갖고 있으므로 이에 대한 분석이 요구된다. 즉, 로터리 내의 정면충돌, 측면직각충돌, 진행중 추돌, 정차중 추돌 등 다양한 사고유형을 파악하여 모형을 통해 사고 유형별로 어떠한 요인이 사고에 영향을 미치는지를 비교·분석하는데 그 목적이 있다.

1.2 연구의 내용 및 수행과정

이 연구는 국내 로터리의 사고유형에 따른 교통사고모형을 개발하기 위해 국내 원형교차로를 공간적 범위로 설정하여 교통사고현황 및 특성을 규명한다. 이 연구에서는 총 100개소의 국내 로터리 중 무작위 추출된 17개소의 로터리를 대상으로 『도로교통공단 TAAS 교통사고분석시스템』와 현장조사된 자료를 통하여 교통사고 유형 및 교통조건을 분석하고 SPSS를 이용하여 각 변수들 간의 상관관계를 분석하고 각 사고유형별 사고모형을 개발한다.

이 연구의 수행절차는 다음과 같다. 첫 번째, 사고유형 및 로터리와 관련된 문헌을 고찰한다. 둘째, 국내 로터리 100개소 중 추출된 17개소의 교차로 기하구조 자료를 수집한다. 셋째, 수집된 자료를 바탕으로 통합모형과 각각 사고유형별로 다중선형회귀모형을 구축하여 이를 비교하여 적정 모형을 개발하여 국내 로터리의 사고 예방을 위한 개선방안을 제시한다. 연구의 수행과정은 그림 1과 같다.

* 충북대학교 도시공학과 석사과정(E-mail : skaskao24@gmail.com) - 발표자
** 정회원 · 충북대학교 도시공학과 교수(E-mail : bhpark@chungbuk.ac.kr)

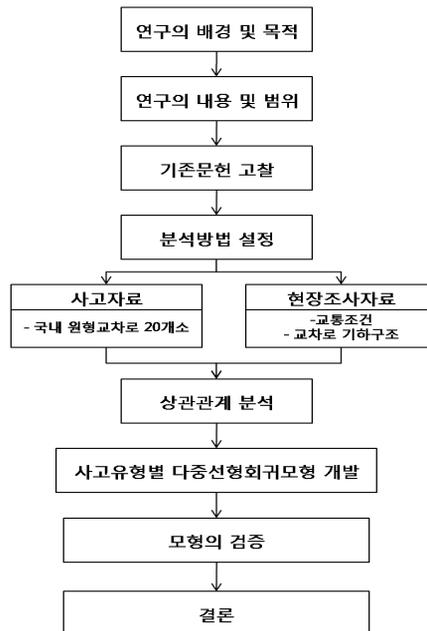


그림 1. 연구의 수행과정

2. 기존문헌 고찰

2.1 국내 연구

심관보(1998)는 운전자 특성 및 교통사고 발생유형에 따른 사고 심각도를 분석함으로써 사고 발생시 위험도가 높은 사고 유형을 규명하고자 하였다. 사고 유형별 심각도 분석은 사고유형을 여덟 가지로 분류하고, 로그-선형 모형 및 로짓모형을 사용하여 카테고리 자료를 분석하였다. 사고유형과 심각도와의 관계에서는 정면충돌사고와 앞지르기시 우회전시 사고가 기여위험도가 매우 높아 부상 또는 사망사고와 연계될 가능성이 큰 것으로 나타났다.

하태준 등(2001)은 4지 신호교차로 교통사고 분석에 단순통계분석과 교차분석, 다중회귀분석을 사용하였다. 이중 다중회귀분석에는 사고유형을 종속변수로 방향별 접근 교통량을 독립변수로 각각 적용하여 교통사고 예측모형을 도출하였다. 그리고 도출된 예측모형을 이용하여 전라남도 4지 신호교차로 대상 교통사고 잦은 지점 선정 30개소의 교차로를 대상으로 사고유형 분석 후 교통사고 예측모형을 적용하여 사고모형을 검증하였다.

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

박병호 등(2008)은 연구에서 과산포 검정을 통해 사고유형별 특성에 따른 음이항 회귀모형을 개발하였다. 모형식의 공통변수는 교통량으로 나왔으며 특정변수로는 정면충돌의 경우 이중정지선행, 추돌의 경우 종단경사합, 측면직각시에 우회전전용차로합, 접촉사고의 경우 주도도로차로폭평균이 각각 교통사고에 영향을 미치는 요소로 제시하였다.

2.2 국외 연구

James A. Bonneson(1993)의 연구에서는 125개 교차로의 교통량과 사고 데이터를 분석하여 주도도로와 부도

로 교통량과 사고와의 관계를 정회함으로서 사고예측모형을 개발하였다. 주도로와 부도로 교통량이 많아질수록 사고는 지수관계의 형태로 증가하게 되나, 주도로의 경우 부도로 보다 교통량이 증가하는 것에 비해 사고에 영향을 덜 준다는 것을 밝혔다.

Kara Maria Kockelman(2002)의 연구에서는 미국의 GES(General Estimates System) 데이터를 이용하여 순서형 프로빗 모형(Ordered Probit Model)을 적용하여 차량단독사고, 차량 대 차량사고, 그리고 모든 사고형태에 분석을 실시하였다.

Xuedong Yan(2005)은 선형 및 접근도로의 종단경사가 서로 다른 신호교차로 6개소를 대상으로 비보호좌회전과 관련된 측면직각 충돌사고를 분석하여, 측면직각 충돌사고에 영향을 미치는 요인을 분석하였다.

Jose'M.Pardillo Mayora 등(2006)의 연구에 의하면 마드리드 폴리테크닉 대학(Madrid Polytechnic University) 옛 이전에 수행된 사고예측모형을 정교화하였으며 노출, 사고수 및 도로설계의 변수를 대상으로 음이항 회귀분석을 통해 구축하고, 누적잔차분석과 표본의 무작위 제거(Random reduction of sample)를 통해 모델을 정교화하였다.

2.3 연구의 차별성

이 연구의 차별성은 다음과 같다.

첫째, 기존 연구는 신호교차로에 국한하여 사고유형별 사고모형을 개발하였지만, 국내 로터리를 대상으로 한 사고 유형별 사고모형 개발은 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 따라서 이 연구에서는 국내 로터리의 사고유형별 사고모형을 개발하여 어떤 요인이 구체적으로 사고에 영향을 미치는지를 공통변수와 특정변수를 통해 비교·분석하였다.

둘째, 로터리 교통사고에 영향을 주는 다양한 기하구조의 종속변수를 이용하였으며 사고유형에 따라 사고에 영향을 줄 것으로 예상되는 변수들을 기존문헌을 참고하여 독립변수를 선정하였다.

3. 분석방법 설정

3.1 자료수집 및 분석

사고모형 개발을 위해 도로교통공단의 2007~2009년도의 교통사고분석시스템(TAAS)자료에서 사고자료를 활용하였고, 선정 로터리 17개소의 교통량 및 기하구조 현장조사를 통해 수집하였다. 로터리의 사고유형별로 분석을 실시하기 위하여 측면직각 충돌, 진행중 추돌, 정차중 추돌, 기타(정면충돌+기타)로서 분류하였다. 또한 사고유형별 사고건수에 영향을 줄 것으로 예상되는 기하구조 및 독립변수 13개를 선정하여 코딩작업을 수행하였다.

3.2 변수의 선정 및 분석

이 연구에서는 사고유형은 다양하나 사고건수가 적어 측면직각 충돌, 진행중 추돌, 정차중 추돌, 기타사고(기타+정면충돌)를 종속변수로 선정하였으며 정면충돌의 사고건수가 적어 기타에 귀속되도록 설정하여 각각의 총 사고건수를 선정하였다.

표 1을 통해 분석된 전체사고건수 중 측면직각 충돌사고건수는 총 73건으로 국내 원형교차로 20개소 사고수의 57.03%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 다음으로는 진행중 추돌 사고건수가 총 25건으로 전체의 19.53%, 정차중 추돌 사고건수가 14건으로 10.93%, 그리고 기타 사고건수 16건인 12.5%로 분석되었다.

독립변수는 현장조사를 통해 수집된 사고관련요소들 중 원형교차로에서 발생한 교통사고와 밀접한 관련성이 있을 것으로 판단되는 변수를 선정하였다. 여기에서는 다른 변수의 변화에 관계없이 독립적으로 변화하는 독립변수에 대한 현장조사 및 자료수집에 관한 방법을 정리하면, 표 2와 같다.



표 1. 사고유형별 사고건수

단위 : 건

사고유형	총사고건수	비중(%)
측면직각 충돌사고	73	57.03
진행중 추돌사고	25	19.53
정차중 추돌사고	14	10.94
기타(정면충돌+기타)	16	12.5
합계	128	100

표 2. 종속변수 선정

변수 명	기호	범위	평균
1. 회전차로수(개)	X_1	3-7	4.25
2. 진입차로수(개)	X_2	1-3	1.60
3. 회전차로폭(m)	X_3	4-15	8.13
4. ADT(pcph)	X_4	77-1993	842.80
5. 진출입구수(개)	X_5	2-7	3.95
6. 횡단보도수(개)	X_6	1-7	3.45
7. 과속방지턱(개)	X_7	0-3	0.60
8. 분리교통섬(개)	X_8	2-5	3.95
9. 내접원직경(m)	X_9	29-69	41.75
10. 교통섬직경(m)	X_{10}	11-38	23.35
11. 돌출형태(개)	X_{11}	1-3	0.94
12. 진입차로우선(건)	X_{13}	1-58	25.55
13. 회전차로우선(건)	X_{14}	1-468	50.95

3.3 상관관계 분석

상관관계를 분석하기 위해 신뢰수준을 90%($\alpha=0.1$)로 하며, Pearson 상관계수를 통해 변수들 간의 상관성을 분석을 실시하여 표 3과 같이 교통사고와 관련성이 있는 13개의 독립변수를 추출하였다.

상관성 분석결과 측면직각충돌사고의 경우 진입차로수와, 회전차로우선시의 상충회수에 대해 유의확률이 높은 것으로 분석되었고, 진행중 추돌사고의 경우 교통량과 횡단보도수에 유의확률이 높은 것으로 분석되었고, 정차중 추돌의 경우 통량과 횡단보도수, 진입차로우선시의 상충회수에 유의확률이 높은 것으로 분석되었으며, 기타사고 사고의 경우 회전차로우선 시 상충회수에 대해 유의확률이 높은 것으로 분석되었다.

표 3. 독립변수 선정

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
Y_1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y_2	0.460	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y_3	0.531*	0.094**	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y_4	0.815**	0.509*	0.612**	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X_1	-0.066	0.156	0.152	0.091	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X_2	0.491*	0.281	0.090	0.282	0.063	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X_3	0.334	0.316	0.363	0.475	0.617**	0.317	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X_4	0.433	0.713**	0.511*	0.473	0.028	0.450	0.386	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X_5	0.255	0.472	0.455	0.382	0.654**	0.086	0.555*	0.447	1	-	-	-	-	-	-	-	-
X_6	0.427	0.630**	0.566*	0.458	0.328	0.128	0.342	0.608**	0.747**	1	-	-	-	-	-	-	-
X_7	-0.017	0.062	-0.096	-0.190	0.094	0.000	-0.115	-0.031	0.129	0.191	1	-	-	-	-	-	-
X_8	0.233	0.427	0.446	0.263	0.589*	0.099	0.409	0.299	0.673**	0.692**	0.312	1	-	-	-	-	-
X_9	0.285	0.331	0.355	0.446	0.130	0.236	0.712**	0.298	0.092	0.149	-0.078	0.146	1	-	-	-	-
X_{10}	0.118	0.293	0.282	0.273	-0.167	0.116	0.295	0.163	-0.194	0.020	-0.046	-0.018	0.865**	1	-	-	-
X_{11}	-0.200	-0.136	-0.285	-0.277	0.183	0.054	-0.174	-0.110	-0.167	-0.283	0.663**	0.011	-0.266	-0.285	1	-	-
X_{12}	0.325	0.446	0.593*	0.244	0.150	-0.059	0.412	0.339	0.167	0.265	-0.050	0.224	0.255	0.085	-0.040	1	-
X_{13}	0.801**	0.107	0.160	0.557*	-0.162	0.545**	0.415	0.380	0.046	0.194	-0.014	0.085	0.434	0.234	-0.127	0.285	1

*. 상관계수는 0.05 수준양쪽에서 유의함
 **. 상관계수는 0.01 수준양쪽에서 유의함



4. 사고모형 개발

이 연구에서는 통합(측면직각충돌+진행중 추돌+정차중 추돌+기타), 측면직각충돌, 진행중 추돌, 정차중 추돌, 기타 사고의 사고건수를 대상으로 다중선형회귀모형을 구축하여 이를 비교·분석하였다. 또한 통합 사고건수는 사고유형을 더미변수로 변환하여 모형을 구축하였다.

4.1 통합모형(Y)

통합모형은 측면직각충돌+진행중 추돌+정차중 추돌+기타사고건수 전체에 대한 모형을 구축함에 있어 더미변수를 사용하여 개발하였다. 모형구축 결과, 표 4에서 보는 바와 같이 독립변수로는 회전차로수(X_1), 교통량(X_4), 과속방지턱(X_7), 상충회수(X_{12}), 진입차로우선(X_{13}) 및 회전차로우선(X_{13})이 선정되었다.

이 변수들의 p값은 신뢰수준 95%($\alpha=0.05$)로 기준에 유의한 것으로 분석되었다. 또한 표 4에서 보는 바와 같이, 더미변수(d_1, d_2, d_3)의 계수가 각각 -2.824, -3.471, -3.353으로 분석되어 측면직각 충돌사고가 가장 많이 발생하며, 다음으로는 진행중 추돌사고, 정차중 추돌사고, 기타 순인 것으로 판단된다. 모형의 적합성을 나타내는 R^2 값은 0.542로 분석되었으며, p값이 0.000으로 나타나 구축된 모형은 통계적으로 유의한 것으로 판단된다.

표 4. 통합모형(Y_1)

변수	비표준화 계수	표준화 계수	t값	sig.
X_1	0.551	0.302	2.043	0.045
X_4	0.004	1.303	5.761	0.000
X_7	0.667	0.383	3.334	0.001
X_{12}	0.136	1.387	4.793	0.000
X_{13}	0.042	1.503	5.378	0.000
d_1	-2.846	-0.419	-4.557	0.000
d_2	-3.493	-0.514	-5.594	0.000
d_3	-3.375	-0.496	-5.405	0.000
R^2	수정 R^2	Dubin-Watson 계수	F값	sig.
0.719	0.676	1.905	16.771	0.000

4.2 측면직각 충돌모형

모형구축 결과 표 5에서 보는 바와 같이, 독립변수로는 ADT(X_4)와 과속방지턱(X_7), 진입차로우선(X_{12}) 및 회전차로우선(X_{13})이 선정되었고, p값은 신뢰수준 95%($\alpha=0.05$)로 기준에 유의한 것으로 분석되었다. 모형의 적합성을 나타내는 R^2 값은 0.912로 분석되었으며, p값이 0.000으로 나타나 구축된 모형은 통계적으로 유의한 것으로 판단된다.

표 5. 측면직각충돌(Y_1)

변수	비표준화 계수	표준화 계수	t값	sig.
X_4	0.005	0.885	3.703	0.003
X_7	1.019	0.331	2.512	0.027
X_{12}	0.192	1.103	3.451	0.005
X_{13}	0.081	1.633	4.903	0.000
R^2	수정 R^2	Dubin-Watson 계수	F값	sig.
0.912	0.876	2.012	24.913	0.000

4.3 진행중 추돌모형

모형구축 결과 표 6에서 보는 바와 같이, 독립변수로는 회전차로우선시의 상충회수(X_{14})가 선정되었고, p값은 신뢰수준 95%($\alpha=0.05$)로 기준에 유의한 것으로 분석되었다. 모형의 적합성을 나타내는 R^2 값은 0.699로 분석되었으며, p값이 0.000으로 나타나 구축된 모형은 통계적으로 유의한 것으로 판단된다.

표 6. 진행중 추돌(v_2)

변수	비표준화 계수	표준화 계수	t값	sig.
X_{14}	0.002	0.836	6.097	0.000
R^2	수정 R^2	Dubin-Watson 계수	F값	sig.
0.699	0.680	1.068	37.171	0.000

4.4 정차중 추돌모형

모형구축 결과 표 7에서 보는 바와 같이, 독립변수로는 상충시 진입차로 통행 우선(X_{12})이 선정되었고, p값은 신뢰수준 95%($\alpha=0.05$)로 기준에 유의한 것으로 분석되었다. 모형의 적합성을 나타내는 R^2 값은 0.554로 분석되었으며, p값이 0.000으로 나타나 구축된 모형은 통계적으로 유의한 것으로 판단된다.

표 7. 정차중 추돌(v_3)

변수	비표준화 계수	표준화 계수	t값	sig.
X_{12}	.030	.762	4.705	0.000
R^2	수정 R^2	Dubin-Watson 계수	F값	sig.
0.580	0.554	1.083	22.134	0.000

4.5 기타모형

모형구축 결과 표 8에서 보는 바와 같이, 독립변수로는 진입차로수(X_2), 회전차로수(X_3), ADT(X_4), 구간길이(X_5), 과속방지턱(X_7), 내접원직경(X_9), 교통섬직경(X_{10}), 돌출형태(X_{11}) 및 상충시 진입차로 통행 우선(X_{12})이 선정되었고, p값은 신뢰수준 90%($\alpha=0.1$)로 기준에 유의한 것으로 분석되었다. 모형의 적합성을 나타내는 R^2 값은 0.839로 분석되었으며, p값이 0.000으로 나타나 구축된 모형은 통계적으로 유의한 것으로 판단된다.

표 8. 기타(v_4)

변수	비표준화 계수	표준화 계수	t값	sig.
X_2	-0.691	-0.723	-2.242	0.055
X_3	0.892	4.599	3.555	0.007
X_4	0.003	2.183	5.643	0.000
X_7	0.598	0.668	3.593	0.007
X_9	-0.354	-8.920	-3.191	0.013
X_{10}	0.329	4.659	2.952	0.018
X_{11}	-0.108	-5.409	-5.495	0.001
X_{12}	0.101	2.000	4.364	0.002
X_{13}	0.043	2.976	6.390	0.000
R^2	수정 R^2	Dubin-Watson 계수	F값	sig.
0.924	0.839	1.892	10.893	0.001

4.6 모형결과 종합

사고건수를 대상으로 통합모형과 각 개별 사고 모형식을 구축한 결과, 모든 변수들의 p값은 신뢰수준 95%($\alpha=0.05$)

기준에 유의하다. 또한 사고 유형을 더미변수로 하였을 경우와 각각의 사고 유형별로 모형을 구축하였을 경우의 차이를 비교한 결과, R^2 값은 측면직각 충돌사고와 진행중 추돌, 기타의 순으로 각각 0.876, 0.680, 0.839로 나타나, 더미변수 모형에 비해 좋은 것으로 분석되었다. 반면 정차중 추돌의 R^2 는 0.554로 더미변수 모형에 비해 낮은 것으로 분석되었다.

사고 유형별 특징을 살펴보면, 사고유형별 공통변수로는 상충시 회전차로 통행 우선(X_{14})이 선정되었으며, 특정 변수로는 통합사고는 회전차로수(X_1), ADT(X_4), 과속방지턱(X_7) 및 상충시 진입차로 통행 우선(X_{13}), 측면직각 충돌사고는 ADT(X_4), 과속방지턱(X_7) 및 상충시 진입차로 통행 우선(X_{13}), 진행중 추돌사고는 상충시 회전차로 통행 우선(X_{14}), 정차중 추돌사고는 상충시 진입차로 통행 우선(X_{13})이 채택되었으며, 기타사고는 진입차로수(X_2), 회전차로수(X_3), ADT(X_4), 구간길이(X_5), 과속방지턱(X_7), 내접원직경(X_9), 교통섬직경(X_{10}), 교통섬직경(X_{12}) 및 상충시 진입차로 통행 우선(X_{13})이 선정되었다.

채택된 독립변수는 진입차로수, 내접원직경을 제외한 모든 변수가 양의 관계를 갖는 것으로 분석되었다. 이는 회전차로수가 증가하고, 회전차로폭, ADT, 과속방지턱, 교통섬직경이 커지고 상충시 진입차로 통행 우선의 수치가 커질수록 사고건수 역시 높아지는 것으로 판단된다. 또한 진입차로수와 내접원 직경이 음의 관계를 갖는 것은 동일교통량이 로터리 내 진입 시 진입차로가 작을수록 상충회수를 많이 가지기 때문이며 또한 내접원 직경이 작을수록 차량경로의 굴절반경이 심각해지기 때문에 사고건수가 증가하기 때문인 것으로 판단되었다.

5. 결론

이 연구는 국내 로터리 17 개소에 대해 사고유형에 따른 교통사고모형을 다루었다. 대상 로터리 17개소의 2007년부터 2009년까지의 발생 사고자료를 바탕으로 사고유형 별 사고건수를 종속변수로 다중선형회귀모형을 통해 모형을 구축한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 운전 유형별 사고건수는 직진이 전체사고의 57.03%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, 진행중 추돌사고 19.53%, 기타사고(정면충돌사고+기타사고) 12.5%, 정차중 추돌사고 10.94의 순으로 분석되었다.
- 2) 사고 유형을 더미변수로 한 통합모형과 각각의 측면직각충돌, 진행중 추돌, 정차중 추돌, 기타사고 모형을 비교한 결과, R^2 값은 통합모형의 경우 0.676의 값이 산출되었으며 측면직각 충돌사고와 진행중 추돌, 기타의 순으로 각각 0.876, 0.680, 0.839로 나타나, 더미변수 모형에 비해 좋은 것으로 분석되었다. 반면 정차중 추돌의 R^2 는 0.554로 더미변수 모형에 비해 낮은 것으로 분석되었다.
- 3) 사고유형별 사고건수의 공통변수는 상충시 회전차로 통행 우선의 조건이 선정되었으며, 특정변수로는 회전차로수, 회전차로폭, ADT, 과속방지턱, 교통섬 직경, 상충시 진입차로 통행 우선이 채택되었다.

본 연구에서는 국내 로터리를 대상으로 차대차 사고유형별 사고심각도 모형을 구축하였으나, 자료의 부족과 사고건수의 차이로 차대사람과 차량단독 사고유형을 포함시키지 못했다. 향후 더욱 설명력 있는 연구를 위해서는 차대차 사고 외 사고를 포함한 다양한 사고유형에 따른 사고모형이 개발되어야 하며 좀 더 다양한 유형의 로터리에 대한 분석을 통해 사고의 잠재성을 갖는 지점 고찰을 위해 더욱 다양한 종속변수로 심층적인 연구가 필요하다.

감사의 글

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



참고 문헌

- [1] 국토해양부, 2004, “평면교차로 설계지침”.
- [2] 국토해양부, 2000, “도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침”.
- [3] 하오근, 2005, “국도변 신호교차로 안전성 향상을 위한 사고예측모형개발과 심각도 분석”, 한양대학교 대학원 석사학위 논문
- [4] 한상진·김근정, 2007, “도로종류별 교통사고 추세분석 및 시계열 분석모형 개발”, 한국도로학회 논문집 9권 3호, pp.1-12
- [5] 박병호·김태영·한상욱·김원호, 2008, “지방부 신호교차로 사고특성분석 및 모형개발(청주·청원을 중심으로)”, 대한교통학회지 제26권 제2호, pp. 35-46
- [6] 박병호·김태영·한상욱·김원호, 2008, “사고유형에 따른 청주시 4지 신호교차로 교통사고모형”, 대한교통학회지 제26권 제5호, pp. 153-162.
- [7] 박병호·류승욱, 2008, “회전교차로의 계획과 설계”, 예원사.
- [8] 한상진·김근정, 2007, “도로종류별 교통사고 추세분석 및 시계열 분석모형 개발”, 한국도로학회 논문집 9권 3호, pp.1-12
- [9] 김응철·지민경, 2009, “회전교차로의 서비스수준 기준 정립 연구”, 대한교통학회지 제27권 제1호, pp.7-16.
- [10] Kara. M. K., 2001, “Driver Injury Severty : An Application of Ordered Probit Models”, Accident Anal ysis & Prevention, Vol.28, pp.313~321
- [11] Xuedong Yan, 2005, “Safety Issue of Red-light Running and Unprotected Left-turn at Signalized Intersecti ons”, B. Sc. Xi an University of Architecture & Technology M. Sc. University of Central Florida
- [12] Jose'M. Pardillo Mayora, Rafael bojorquez, Alberto Camarero Orive, 2006, “Refinement of Accident Pr ediction Models for the Spanish National Network”(TBR) Transportation Research Board 85th Annual Meeting, January 2006.