

충돌유형별 회전교차로 사고모형 개발

박병호[†] · 백태헌

충북대학교 도시공학과

(2015. 8. 30. 접수 / 2015. 11. 16. 수정 / 2016. 6. 8. 채택)

Development of Accident Models by Collision Type at Roundabout

Byung Ho Park[†] · Tae Hun Beak

Department of Urban Engineering, Chungbuk National University

(Received August 30, 2015 / Revised November 16, 2015 / Accepted June 8, 2016)

Abstract : This study deals with traffic accident of roundabout by collision type. In pursuing the above, this study gives particular attention to developing the appropriate models using Tobit model. The main results are as follows. First, three Tobit models (by collision type) which are statistically significant (their R^2 values are 0.858, 0.918 and 0.859) are developed. Second, t-test results show that there are no differences between the predicted and actual values. Finally, such the common variable as traffic volume, and such the specific variables as diameter of central island, the number of circulatory roadway, approach width and average of the number of approach are adopted in this study.

Key Words : roundabout, accident model, Tobit model, collision type

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

현재 우리나라의 자동차 등록대수는 2013년 기준으로 약 1,940만 대의 자동차를 보유하고 있어 자동차 강대국이라는 평가를 받고 있다. 경제가 발전하고 국민의 의식이 성장해가면서 국민의 교통 수준도 상당히 높다. 하지만 우리나라는 자동차 강대국이라는 평가에 다소 부족한 안전수준을 지닌다. 이는 자동차 산업의 발달에 비해 문화가 따라잡지 못하는 문화지체현상으로도 볼 수 있다.

2011년을 기준으로 볼 때, 교통사고 발생건수는 OECD 국가 중 대한민국이 4위를 기록했음은 물론이고 인구 10만인당 사망자 순위는 OECD 회원국 33개국 중 2번째로 많아 매우 심각한 수준이다(OECD 회원국 교통사고 비교, 도로교통공단). 따라서 우리는 빠른 속도로 발전하고 있는 자동차 산업에 맞게 교통사고를 줄여서 교통문화선진국으로 도약해야 할 필요가 있다.

현재 비신호 교차로 통행 우선권 혼동 및 신호교차로의 불필요한 시간으로 인한 피해가 많다. 따라서 국내에서는 신호교차로의 단점을 보완하여 보다 원활한

교통소통을 위해 회전교차로의 도입을 추진하고 있는 실정이다. 회전교차로는 교차로의 지체를 줄일 뿐 아니라 환경오염과 교통사고의 위험을 감소시키는 역할을 한다.

회전교차로의 방식은 기존 교차로의 운영방식과는 우선권의 차이가 있어 운전자들에게는 다소 생소하고 운행방법의 혼동으로 인하여 잘못된 방법으로 운행하는 경우가 빈번하게 나타나며, 이는 사고 발생의 원인이 될 가능성을 내포하고 있다.

Park et al.¹⁾은 청주시 4지 신호교차로에서의 충돌유형을 분석하였는데 후미추돌, 접촉 측면직각 순으로 사고가 발생한 것으로 나타났으나, 연구에서 대상으로 하고 있는 회전교차로에서는 직각 충돌사고가 가장 많이 발생하고, 추돌사고, 기타사고 순으로 사고가 발생한다.

이처럼 사고의 충돌유형이 다르게 나타나기 때문에 사고 발생원인도 상이하게 나타날 가능성이 존재한다. 이에 회전교차로에서의 사고를 예측하기 위해서는 충돌유형별 사고모형을 개발하는 것이 필요하다.

이 연구는 국내 실정에 맞게 도입되고 있는 회전교차로 100개소를 대상으로 사고 자료를 수집하여, 충돌

[†] Corresponding Author : Byung Ho Park, Tel : +82-43-261-2496, E-mail : bhpark@chungbuk.ac.kr

Department of Urban Engineering, Chungbuk National University, 1, Chungdae-ro, Seowon-gu, Cheongju-si, Chungbuk 28644, Korea

유형별 사고모형을 개발하는데 그 목적이 있다.

1.2. 연구의 내용 및 방법

이 연구는 국내 회전교차로에서 발생한 충돌유형별 사고 현황을 토대로 모형의 개발을 위해 교통량, 중앙교통섬 폭, 차로 수 등의 기하구조 및 기타 요인을 현장조사와 동영상 분석을 통해 수집하고, 「교통사고 분석시스템(TAAS)」를 활용하여 총 1,023건의 사고자료를 도출한다. 수집된 자료의 통계적 분석을 위해 SPSS 17.0과 LIMDEP 3.0을 이용하여 모형을 개발한다. 연구의 수행절차는 다음과 같다.

첫 번째로 국내의 문헌을 통하여 회전교차로 특성과 사고모형의 연구를 살펴본다. 두 번째로 회전교차로의 2007~2010년도의 사고자료를 토대로 Tobit 모형을 개발하여 사고에 영향을 주는 요인을 분석하고 이를 위한 모형을 제시한 후, 모형의 검증을 통해 적합성을 판단한다.

2. 이론적 고찰

2.1. 선행연구 고찰

연구에 포함된 충돌유형과 사고모형에 관한 내용을 검토하기 위해 기존문헌과 관련 이론을 정리한다. 검토 결과 Tobit모형을 통한 사고모형 개발에 관한 국내 문헌은 부족한 실정이다. 검토내용은 다음과 같다.

Kim et al.²⁾은 Tobit모형을 이용하여 간선도로에서 발생한 교통사고 요인을 분석하였다. 저자들은 전체간선도로, 주간선도로, 보조간선도로 3가지로 구분하여 사고모형을 개발하였고, 공통변수로는 우회전 전용차로가 채택되었다.

Na et al.³⁾은 국내 원형교차로를 대상으로 원인별 사고모형을 개발하였다. 저자들은 공통변수로 교통량과 회전차로 폭을 채택하였으며, 교통량이 많을수록, 회전차로 폭이 좁을수록 사고가 많이 발생한다고 밝히고 있다.

Han et al.⁴⁾은 전국 원형교차로를 대상으로 기상상태에 따른 교통사고모형을 개발하였다. 저자들은 사고건수 및 EPDO를 종속변수로 하여 포아송과 음이항 모형을 구축하였다.

Park et al.⁵⁾은 청주시 가로구간에서 발생한 교통사고를 대상으로 ZAM을 이용해 사고모형을 개발하였다. 그 결과 ZINB모형이 최적모형으로 선택되었고, 사고에 영향을 끼치는 변수로 교통량, 진출입구수 및 중앙분리대가 채택되었다.

Park et al.⁶⁾은 청주시 3지, 4지 비신호 교차로를 대

상으로 ZAM을 이용해 사고모형을 개발하였다. 그 결과 사고에 영향을 끼치는 독립변수로 교통량, 횡단보도 수, 교차각, 시거, 차로 폭이 채택되었다.

Anastasopoulos et al.⁷⁾은 도시부의 주간선도로에서 발생한 사고를 대상으로 사고모형을 구축하였다. 저자들은 포장, 기하구조, 교통류 등의 변수를 사용하여 Tobit모형을 구축하였으며, 최종적으로 Random-parameter Tobit모형을 채택하였다.

Anastasopoulos et al.⁸⁾은 워싱턴주 고속도로에서 일어난 5년간의 사고 자료를 이용하여 심각도 모형을 개발하였다. 저자들은 Univariate Tobit과 Multivariate Tobit모형을 비교하였으며, 모형의 검증을 통해 Multivariate Tobit 모형을 최종모형으로 채택하였다.

Anastasopoulos et al.⁹⁾은 도로 횡단면 사고에 영향을 주는 요인을 분석하기 위해 Tobit모형을 사용하여 분석하였다. 저자들은 분석결과 포장 상태에 따른 요인, 도로 기하구조요인 및 교통특성이 차량 사고에 있어 크게 영향을 준다고 밝히고 있다.

Xuedung et al.¹⁰⁾은 기하구조가 다른 6개의 교차로를 대상으로 측면직각 충돌사고를 분석하였다. 저자들은 교차로의 기하구조, 날씨, 제한속도가 측면직각충돌사고에 영향을 끼친다고 밝히고 있다.

2.2. 이론적 고찰

Tobit모형은 Tobin(1985)에 의해 제안된 모형이다. Tobit모형은 종속변수가 취하는 값의 범위가 부분적으로 삭제 또는 절삭되어 어떤 특정한 값 이상이나 이하에서 관찰되지 않는 경우에 적용될 수 있는 회귀모형이다(Maddala, 1992). 즉, 종속변수가 일정한 범위의 값, 예컨대 0 이상의 비음수를 가진 종속변수에 대한 설명변수의 영향력을 효과적으로 검증할 수 있다(Green, 2003).

사고건수와 같이 일정한 영역에서만 관찰되는 변수를 종속변수로 하는 회귀모형에는 중도절단회귀모형(censored regression model)과 절단회귀모형(truncated regression model)이 있다. 이 중 전자를 Tobit모형이라고 부른다. 모형식은 다음과 같다.

$$y_i^* = \beta x_i + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, 3 \dots n \quad (\text{식 1})$$

$$y_i = y_i^* (\text{if } y_i^* > 0), y_i = 0 (\text{if } y_i^* \leq 0)$$

2.3. 기존연구와의 차별성

회전교차로는 기존의 교차로와 운영방식이 다르기 때문에 나타나는 충돌유형도 다르게 나타난다. 기존에

Table 1. Summary of differences with previous study

Classification	Signalized Intersection (Park et al. 2008)	Roundabout (this study)
Rear-end collision	24.7	62.56
Side right-angle collision	30.3	26.98
Etc.	45.0	10.46

진행된 신호교차로의 사고유형에 대한 연구와 본 연구에서 분석된 충돌유형별 비율은 Table 1과 같다. 이처럼 회전교차로와 신호교차로에서는 충돌 유형에서 큰 차이를 나타내기에 이에 대한 연구가 필요하다고 판단되나, 부족한 실정이다. 이에 이 연구는 회전교차로의 충돌유형을 분석한 것에서 차별성이 그 차별성이 있다.

또한 회전교차로에서의 사고모형은 포아송, 음이항, ZAM(zero-altered model), 다중선형 및 다중비선형 회귀모형을 이용한 연구가 대부분으로 Tobit 모형을 활용한 연구도 필요하다고 판단된다. 이에 이 연구에서는 중도절단회귀모형의 하나인 Tobit모형을 활용하여 모형을 개발한 후, 이를 기존의 가산자료 모형과 비교하여 최적모형을 도출한 점에서 연구의 차별성이 있다.

3. 분석의 틀 설정

3.1. 자료 수집 및 변수 분석

이 연구에서는 도로교통공단의 교통사고분석시스템(TAAS)를 활용하여 2007년~2010년 4년 동안 국내 100개소 회전교차로 내에서 발생한 사고 자료를 정리하였다. 수집결과 회전교차로에서 발생한 충돌유형별 사고건수는 총 1,023건이며, 이 중 측면직각 충돌사고는 640건(62.56%), 추돌사고는 276건(26.98%), 기타사고는 107(10.46%)건이다.

회전교차로의 기하구조는 도로교통공단에서 관리하는 기하구조 자료와 항공사진자료를 기본으로 하며, 현장조사를 통해 추가적으로 수집된 자료를 활용하였다.

3.2. 변수 선정 및 상관관계 분석

종속변수는 회전교차로에서 발생한 충돌유형별 사고로 정하며, 충돌유형은 측면직각충돌, 추돌 및 기타의 3가지 유형으로 구분한다. 차량 충돌유형의 정의는 Fig. 1과 같다. Fig.에 표현되지 않은 기타사고는 측면직각 충돌사고 및 추돌사고의 유형을 제외한 사고를 의미한다. 예를 들어 연구에서 조사된 기타사고의 이력 내용을 살펴보면, 기타사고란 다른 차량을 피하다가 차량 조작미숙으로 인해 분리교통섬 등과 같은 도

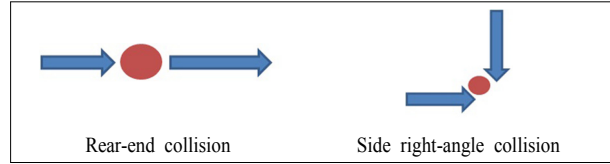


Fig. 1. Definition of collision type.

로의 일부분에 단독으로 부딪히거나, 사고를 피하기 위해 차량을 운전하다 미끄러져 주차 중이던 차량과 부딪힌 사고를 나타낸다. 즉, 차량과 차량의 사고가 아니거나 사고를 피하기 위하여 운전해서 발생한 사고의 유형을 기타사고라고 정의한다.

독립변수는 기존 문헌 고찰을 통해 충돌유형별 사고와 관련성이 높을 것으로 판단되는 변수를 선정하였다. 독립변수는 교통량, 중차량비 등의 운영행태 자료, 중앙교통섬 직경, 회전차로 폭 등의 기하구조 자료 및 수락비율(수락/총 상충)의 상충자료로 구성된다.

독립변수는 현장조사와 동영상 촬영 및 분석을 통해 수집하며, 내용은 Table 2와 같다.

Table 2. List of variables

Definition	Variables		
Operation	X_1	traffic volume	ADT
	X_2	ratio of HOV	%
Geometric Structure	X_3	diameter of central island	m
	X_4	circulatory roadway width	m
	X_5	number of circulatory lane	lane
	X_6	number of approach lane	lane
	X_7	width of approach	m
	X_8	average number of approach lane	lane
	X_9	splitter island by approach	unit
	X_{10}	number of crosswalk	unit
	X_{11}	number of reduction facility	unit
	Environment	X_{12}	yield line
X_{13}		stop line	
Conflict	X_{14}	acceptance ratio	%

변수와 변수가 서로 어떤 관련성을 가지고 있다면 이것을 상관성이 있다고 한다. 이런 관계를 밝히는 것이 상관분석으로 상관계수인 Pearson의 R계수를 사용하여 변수 간의 관련 유무와 방향 정도를 파악한다. 또한 다중공선성의 여부를 확인하기 위하여 분석을 진행한 결과 모든 변수들의 VIF값이 10이하로 다중공선성의 문제가 없는 것으로 분석된다. 상관관계 분석 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Correlation analysis

	Y ₁	Y ₂	Y ₃	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	X ₁₄
Y ₁	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y ₂	.841**	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y ₃	.690**	.600**	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X ₁	.675**	.840**	.508**	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X ₂	-.020	-.090	.070	-.150	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X ₃	.212*	.344**	.130	.570**	.060	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X ₄	-.160	-.170	-.070	-.120	.120	-.235*	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X ₅	.505**	.590**	.423**	.668**	-.020	.463**	-.423**	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X ₆	.080	.070	.060	.160	-.060	.030	-.020	.255*	1	-	-	-	-	-	-	-	-
X ₇	.475**	.490**	.452**	.633**	.090	.606**	-.150	.517**	-.050	1	-	-	-	-	-	-	-
X ₈	.520**	.583**	.497**	.671**	.010	.477**	-.200	.543**	-.090	.822**	1	-	-	-	-	-	-
X ₉	.180	.190	.100	.215*	.060	.207*	-.233*	.090	-.180	.212*	.222*	1	-	-	-	-	-
X ₁₀	.030	.030	.000	.140	-.140	.100	-.209*	.140	.070	.080	.120	.190	1	-	-	-	-
X ₁₁	-.120	-.090	-.120	-.110	-.170	.110	-.223*	-.120	-.190	-.080	-.020	-.263*	-.205*	1	-	-	-
X ₁₂	.100	.150	.190	.150	.020	-.050	-.160	.160	.070	.160	.243*	.374**	.050	-.300**	1	-	-
X ₁₃	.333**	.463**	.150	.457**	.140	.452**	-.200	.404**	.040	.502**	.400**	.120	.000	.060	.000	1	-
X ₁₄	-.115	-.199	-.085	-.225*	-.217*	-.343**	.156	-.277**	.044	-.233*	-.221*	-.123	.096	-.013	.007	-.284**	1

* : correlation is significant at the 0.05level (2-tailed)
 ** : correlation is significant at the 0.01level (2-tailed)

Table 4. Descriptive statistics of variables

Definition		Variables	
		Mean	Standard deviation
Side right-angle collision	Y ₁	6.809	12.418
Rear-end collision	Y ₂	2.936	6.723
Other collision	Y ₃	0.787	1.294
Operation	X ₁	17189	18352
	X ₂	8.974	7.841
Geometric Structure	X ₃	27.049	26.002
	X ₄	5.412	2.249
	X ₅	1.606	0.907
	X ₆	4.394	1.050
	X ₇	5.331	2.249
	X ₈	1.465	0.551
	X ₉	0.766	0.426
	X ₁₀	0.904	0.390
	X ₁₁	0.149	0.358
Environment	X ₁₂	0.426	0.497
	X ₁₃	0.223	0.419
Conflict	X ₁₄	39.677	28.187

4. 사고모형 개발 및 논의

가산자료모형과 Tobit모형 중 적합한 모형을 개발하기 위해 종속변수에 대해 두 가지 형태의 모형을 구축

하였다. 먼저 가산자료 모형 중 포아송 모형과 음이항 회귀모형을 구축한 결과 두 모형 중 음이항 모형이 적합한 것으로 분석되었다. 그렇기 때문에 RMSE, MPB, 및 MAD를 활용하여 Tobit모형과 음이항 모형의 적합성을 검정한다.

그 결과 측면충돌사고에서는 모든 검정에서 Tobit모형이 가산자료 모형보다 적합하게 평가되었으며, 측면 직각충돌 및 기타 사고에서는 MAD(Mean Absolute Deviation)에서 Tobit모형이 가산자료 모형보다 적합하게 평가되었다. 모형검정 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Fitness of developed model

Classification	Side right-angle collision		Rear-end collision		Other type collisions	
	NB	Tobit	NB	Tobit	NB	Tobit
RMSE	0.484	0.495	0.491	0.486	0.138	0.208
MPB	0.388	0.396	0.285	0.256	0.052	0.088
MAD	0.314	0.292	0.252	0.191	0.041	0.074

4.1. 측면직각충돌(Y₁) 사고모형

측면직각충돌사고를 종속변수로 모형을 구축한 결과는 Table 6과 같다. 모형구축결과 모형의 적합성을 나타내는 R²값이 0.858로 나타나 통계적으로 설명력이 높은 것으로 평가된다.

Table 6. Tobit model by side right-angle collision

Variables	Coeff.	Std.Err.	z-value	p-value	R^2
Constant	-87.94	14.36	-6.12	0.000	0.858
Traffic volume	9.35	1.70	5.50	0.000	
diameter of central island	-0.14	0.06	-2.44	0.015	
width of approach	-1.72	0.74	2.35	0.019	

모형의 변수로는 교통량, 중앙교통섬 직경 및 접근 차로로 폭이 채택된다. 채택된 변수 중 교통량을 제외한 두 개의 변수는 모두 음의 값을 갖는 것으로 나타난다. 중앙교통섬 직경이 작아지고 접근로 차로폭이 좁아질수록 사고가 증가하는 것으로 해석된다. 교통량은 사고 노출 빈도와 직접적인 영향이 있기 때문에 대부분의 사고와 양의 상관관계를 갖는다. 접근로 차로폭 및 중앙교통섬 직경이 측면직각 충돌사고와 음의 상관관계를 나타내는 것은 교차로 진입각과 관련성이 높은 것으로 판단된다. 좁은 차로폭과 작은 중앙교통섬은 작은 진입각도를 야기하며, 이러한 작은 진입각은 진입하는 차량이 회전하는 차량과 측면직각 충돌을 일으킬 가능성을 높이는 것으로 판단된다.

또한 측면직각 충돌을 줄이기 위해서는 진입 차로폭 및 중앙교통섬을 넓게 설계하는 것이 필요하다고 판단되나, 과도하게 설계된 진입 차로폭 및 중앙교통섬은 시거 미확보 및 추돌사고를 일으킬 가능성을 내포하고 있기 때문에 적절한 교차로 크기를 유지하는 것이 필요하다고 판단된다.

4.2. 추돌(Y_2) 사고모형

추돌 사고를 종속변수로 모형을 구축한 결과는 Table 7과 같다. 모형의 설명력을 나타내는 R^2 값이 0.918로 통계적으로 설명력이 높은 것으로 나타난다. 또한 채택된 변수들의 p 값은 신뢰수준 95%($\alpha = 0.05$) 기준에 만족하는 것으로 평가된다.

모형 구축 결과 교통량, 회전차로 수 및 접근로 평균 차로 수가 유의한 변수로 채택된다. 채택된 3개의 변수는 모두 양의 관계를 갖는 것으로 나타난다.

교통량이 증가하고 회전 차로 수 및 접근로 평균 차로 수가 증가할수록 사고가 많이 발생하는 것으로 나타난다. 접근로 차로 수 및 회전 차로 수가 증가하면, 차로 변경으로 인한 상충이 발생되며, 이는 추돌사고를 높이는 요인이 되는 것으로 판단된다.

또한 Fig. 2와 나타나듯이 다차로 회전교차로에서는 1차로 회전교차로와는 달리 잘못된 차로 유지로 인한 상충이 발생할 가능성이 존재한다. 이는 추돌사고의

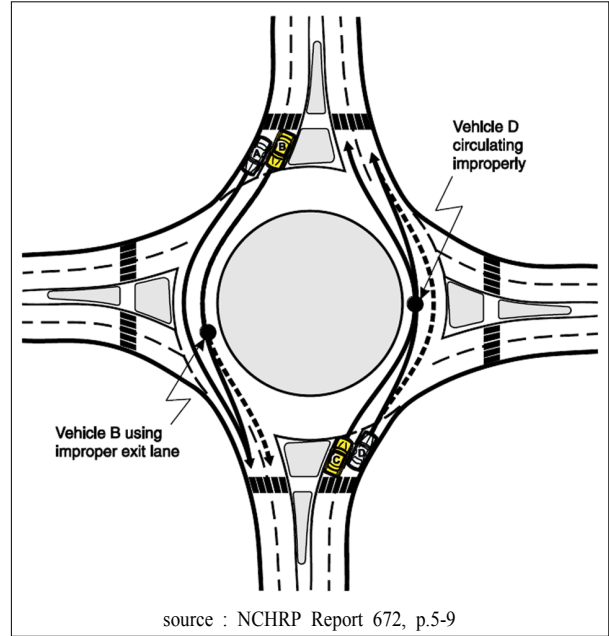


Fig. 2. Failing to maintain lane position at roundabout.

원인이 될 수 있는 것으로 판단된다.

Table 7. Tobit model by rear-end collision

Variables	Coeff.	Std.Err.	z-value	p-value	R^2
Constant	-65.52	10.97	-5.97	0.000	0.918
Traffic volume	6.05	1.28	4.72	0.000	
number of circulatory lane	1.68	0.91	1.84	0.046	
average number of approach lane	3.71	1.66	2.22	0.026	

4.3. 기타(Y_3) 사고모형

기타사고를 종속변수로 모형을 구축한 결과는 Table 8과 같다. 모형의 적합성을 판단하는 R^2 값은 0.859로 통계적으로 유의한 것으로 평가되며, 채택된 변수들의 유의확률은 신뢰수준 95%($\alpha = 0.05$)에 적합하다.

기타사고는 잘못된 진입으로 인한 정면충돌 및 차량 단독 사고를 포함하고 있으며, 채택된 변수들은 측면

Table 8. Tobit model by other type

Variables	Coeff.	Std.Err.	z-value	p-value	R^2
Constant	-16.33	3.71	-4.39	0.000	0.859
Traffic volume	1.58	0.41	3.78	0.000	
diameter of central island	-0.03	0.01	-2.25	0.024	
width of approach	-0.352	0.15	2.25	0.024	

직각 충돌사고 모형 구축 결과와 마찬가지로 교통량, 중앙교통섬직경 및 접근로차로 폭이다. 사고와의 관계에 있어서 교통량은 양의 관계를, 중앙교통섬직경과 접근로차로 폭은 음의 관계를 갖는 것으로 나타난다.

4.4. 모형 종합 및 검정

충돌유형별로 구축한 모형에서 채택된 공통변수와 특정변수는 Table 9와 같다. 모형의 분석결과 공통변수로는 교통량이 채택되며, 특정변수는 중앙교통섬직경, 회전차로 수, 접근로차로 폭, 접근로평균차로 수로 분석된다.

Table 9. Comparison of model by collision type

Classification	Common Variable	Specific Variables
Collision type	Traffic volume	diameter of central island, number of circulatory lane, approach width, average number of approach lane

이 연구에서는 실측치와 예측치 사이의 차이 여부를 통계적으로 입증하여 모형의 적합성을 검정한다. 분석결과는 Table 10과 같다. 구축된 모형을 토대로 대응표본 t검정을 실시한 결과 t검정의 유의확률이 0.610~0.960으로 나타나 95% 신뢰수준에서 귀무가설($H_0: d_0 = 0$)을 기각하지 못하여, 실측치와 예측치 간에 차이가 있다고 할 수 없는 것으로 분석된다.

Table 10. Result of paired t-test

Variable	Paired t-test				t	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. deviation	95% Confidence interval of the difference			
			Lower	Upper		
Y_2	-0.10	0.21	-0.14	-0.06	-0.08	0.686
Y_3	-0.09	0.26	-0.14	-0.04	-0.07	0.949
Y_4	-0.06	0.17	-0.09	-0.03	-0.04	0.610

5. 결론

이 연구는 국내 100개소 회전교차로에서 발생한 충돌유형에 따른 사고모형을 개발한다. 이를 위해 2007년~2010년 4년간 발생한 1,023건의 사고 자료를 이용하여 모형을 구축한다.

기존에 진행된 가산자료모형과의 비교를 위해 포아송 및 음이항 회귀모형을 구축하여 RMSE, %RMSE,

MPB, MAD 및 상관계수를 이용해 모형을 비교 한 결과 음이항 모형보다 Tobit 모형이 적합한 것으로 나타난다. 연구의 주요결과는 다음과 같다.

첫째, R^2 값이 각각 0.858, 0.918 및 0.859로 개발된 3개의 Tobit 모형은 통계적으로 유의한 것으로 분석된다.

둘째, 대응표본 t 검정을 시행한 결과 예측치와 실측치 간에 차이가 없는 것으로 나타난다.

마지막으로 공통변수로는 교통량이 선정되었으며, 특정변수로는 측면직각 충돌사고에서는 중앙교통섬직경 및 접근로차로 폭이, 추돌사고에서는 회전차로 수 및 접근로 평균차로 수가 선정된다.

향후 사고 자료와 대상 교차로의 수를 추가 수집하고, 기타 모형의 추가 분석을 통해 비교한다면 더욱 질 높은 연구가 진행될 것으로 판단된다.

References

- 1) B. H. Park, S. U. Han, T. Y. Kim and W. H. Kim, "Traffic Accident Models of Cheongju Four-legged Signalized Intersections by the Accident Type", Journal of Korean Society of Transportation, Vol.26, No.5, pp.153-162, 2008.
- 2) K. H. Kim and B. H. Park, "Analysis of Accident Factors at Arterial Road Using Tobit Model", International Journal of Highway Engineering, Vol. 15, No. 2, pp.131-138, 2013.
- 3) 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.
- 4) S. S. Han and B. H. Park, "Accident Models of Circular Intersections by Weather Condition in Korea", J. Korean Society of Safety, Vol.27, No.6, pp.178-184, 2012.
- 5) B. H. Park and J. Y. Kim, "Developing the Accident Models of Cheongju Arterial Link Sections Using ZAM Model", J. Korea Soc. Road Eng., Vol.12, No.2, pp.43-49, 2010.
- 6) B. H. Park, S. H. Park, Y. M. Lee and B. C. In, "Accident Analysis of Unsignalized Intersections using ZAM - In the Case of 3-legged and 4-legged Unsignalized Intersections in Cheongju", J. Korea Planners Association, Vol.43, No.6, pp.69-78, 2008.
- 7) P. C. Anastasopoulos, F. L. Mannering, V. N. Shankar and J. E. Haddock, "A Study of Factors Affecting Highway Accident Rates using the Random-parameters Tobit Model", Accident Analysis & Prevention, Vol. 45, pp. 628-633, 2012.
- 8) P. C. Anastasopoulos, V. N. Shankar, J. E. Haddock and F. L. Mannering, "A Multivariate Tobit Analysis of Highway Accident-injury-severity Rates", Accident Analysis and

- Prevention, Vol.45, pp.110-119, 2012.
- 9) P. C. Anastasopoulos, A. P. Tarko and E. L. Mannering, "Tobit Analysis of Vehicle Accident Rates on Interstate Highways", Accident Analysis and Prevention, Vol.40, pp.768-775, 2008.
 - 10) Y. Xuedong, "Safety Issue of Red-light Running and Unprotected Left-turn at Signalized Intersections", B.Sc. Xi'an University of Architecture & Technology, M.Sc. University of Central Florida, 2005.
 - 11) L. Rodegerdts et al., "Roundabouts: An Informational Guide", NCHRP Report 672, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, DC. 2010.