

국내 4지 원형교차로 법규위반별 사고모형 개발

박병호[†] · 김경용

충북대학교 도시공학과

(2012. 3. 19. 접수 / 2013. 1. 21. 수정 / 2015. 3. 23. 채택)

Development of Accident Model by Traffic Violation Type in Korea 4-legged Circular Intersections

Park, Byung Ho[†] · Kim, Kyeong Yong

Department of Urban Engineering, Chungbuk National University

(Received March 19, 2012 / Revised January 21, 2013 / Accepted March 23, 2015)

Abstract : This study deals with the traffic accident of circular intersections. The purpose of the study is to develop the accident models by traffic violation type. In pursuing the above, this study gives particular attention to analyzing various factors that influence traffic accident and developing such the optimal models as Poisson and Negative binomial regression models. The main results are the followings. First, 4 negative binomial models which were statistically significant were developed. This was because the over-dispersion coefficients had a value greater than 1.96. Second, the common variables in these models were not adopted. The specific variables by model were analyzed to be traffic volume, conflicting ratio, number of circulatory lane, width of circulatory lane, number of traffic island by access road, number of reduction facility, feature of central island and crosswalk.

Key Words : roundabout, poisson regression model, negative binomial regression model, traffic violation

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

회전교차로는 평면교차로의 일종으로 교차로 중앙에 원형 교통섬을 두고 교차로를 통과하는 자동차가 이 원형 교통섬을 우회하도록 하는 형식의 교차로이다. 기존 로터리도 회전교차로의 일종이지만, 회전교차로에 진입 할 경우 끼어들기를 원칙으로 하는 운영방식이다. 그러나 현대식 회전교차로는 교차로내로 진입하는 자동차가 교차로 내부에서 회전하는 자동차에게 양보하는 것을 기본 원리로 운영 된다. 우리나라의 경우 외국 기준을 검토하여 회전교차로에 대한 잠정지침이 제시되었으나 사회적 인식 부족과 회전교차로 운영방에 대한 국내 운전자들의 미 적응으로 많은 법규위반의 문제가 발생하고 있다.

도로에서 안전하고 원활한 교통을 확보하기 위하여 법률로써 차량과 사람의 운행을 규제하고 있으며, 이를 따르지 않을 경우엔 벌칙을 가하고 있다. 도로교통

법으로 규정하고 있는 내용들이 그 대표적인 예로 볼 수 있다. 교통법규 위반사항에 대한 경찰의 꾸준한 단속에도 불구하고 매년 많은 운전자들이 법규위반 사고를 일으켜 본인 뿐 아니라 타인의 생명과 재산에 심각한 피해를 입히고 있다.

따라서 이 연구에서는 국내 원형교차로에서 발생한 법규위반의 종류에 따른 모형을 개발하여 교통사고의 감소에 작은 기여를 하고자 한다.

1.2 연구의 내용 및 방법

현재 우리나라는 기존 로터리 형식의 교차로를 회전교차로로 전환하고 있는 실정이지만, 로터리 방식에 익숙한 운전자들이 회전교차로의 통행방법을 혼돈하고 있다. 따라서 이 연구에서는 국내에서 운영되고 있는 회전교차로와 로터리를 모두 잠정적으로 원형교차로라 명명한다.

이 연구는 국내 30개의 4지 원형교차로에서 발생한 교통사고를 다루고 있다. 여기서는 9개의 법규위반별

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

Department of Urban Engineering, Chungbuk National University, 52 Naesudong-ro, Seowon-gu, Cheongju, Chungbuk 361-763, Korea

사고 자료를 파악하여 모형을 개발하기 위해 현장조사 및 비디오 촬영을 통해 사고 관련 변수를 수집 및 분석한다. 도로교통공단의 「교통사고 분석 시스템(TAAS)」을 활용하여 총 428건의 사고 자료를 도출하였다. 이 자료를 근거로 SPSS 17.0과 LIMDEP 3.0을 이용 모형을 개발하였다.

연구의 수행절차는 우선 선행연구의 고찰을 통해 원형교차로의 사고와 관련된 연구를 살펴본 후, 사고 자료를 수집 및 정리한다. 마지막으로 수집된 자료를 토대로 모형을 개발하여 사고에 영향을 주는 요인을 파악한 후 이를 위한 모형을 개발한다.

2. 기존연구 고찰

2.1. 선행연구 고찰

사고모형을 구축하기 위하여 원형교차로 사고모형 또는 기타 사고모형에 관한 연구를 검토한다. 분석결과 법규위반을 토대로 진행된 연구는 법적연구와 사고통계분석의 연구가 대부분이었다. 검토내용은 다음과 같다.

나희 등²⁾은 국내 20개의 로터리를 대상으로 사고발생위치를 구분하여 그에 대한 각각의 사고모형을 개발하였다. 분석결과 4개의 포아송 모형과 다중선형 회귀모형이 개발되었다.

나희 등³⁾은 ZAM을 이용하여 국내 원형교차로에서 발생한 사고를 사고 원인별로 구분하여 분석을 하였다. 그 결과 교통량과 회전차로폭이 사고에 많은 영향을 주는 요인으로 나타났다.

김준용 등⁴⁾은 로터리의 교통사고 모형을 개발하기 위해 로터리 교통사고에 영향을 주는 여러 법규위반 요소들을 분석하고 이를 설명할 적정 모형을 개발하였다.

유두선 등⁶⁾은 주간과 야간의 교통사고 특성과 사고모형을 비교·분석하기 위하여 다중선형, 다중비선형과 포아송 및 음이항 모형을 개발하여 12개의 사고모형을 개발하였으며, 모형의 공통변수와 특정변수를 활용하여 모형의 차이를 비교·분석하였다.

한수산 등⁷⁾은 원형교차로 내의 차대사람 사고, 차대차 사고, 차량단독 사고 등 다양한 사고 유형을 차악하여 모형을 통해 심각도를 분석하고 사고 유형별 영향을 미치는 요인을 비교·분석하였다.

Chin, Hoong Chor⁸⁾은 기존의 모형 분석의 한계를 설명하고, 싱가포르 신호교차로에서 발생한 사고에 대한 음이항 모형을 구축한 후, 사고발생과 기하구조 사이의 관계를 비교·분석하였다.

2.2. 포아송 및 음이항 모형

이 연구에서 사용되는 ‘사고건수를 이산적 확률 변수(discrete random variable)로 해석’하는 포아송 회귀모형(Poisson regression model)의 일반식은 식(1)과 같다. 여기서, $P(n_i)$ 는 사고 n 이 지점 i 에서 발생할 확률, λ_i 는 평균사고건수 ($\lambda_i = \exp(\beta X_i)$)를 의미한다. 그리고 X_i 은 사고수를 결정하는 지점 i 의 속성, 그리고 β 는 회귀계수를 나타낸다.

$$P(n_i) = \frac{\lambda_i^{n_i} \cdot \exp(-\lambda_i)}{n_i!} \quad (1)$$

λ_i 형태의 계수 β 를 추정하기 위해서는 표준최우추정법(standard maximum likelihood method)을 사용하는 데, 이때 우도함수($L(\beta)$)는 식(2)와 같다.

$$L(\beta) = \prod_i \frac{\exp[-\exp(\beta X_i)] \cdot [\exp(\beta X_i)]^{n_i}}{n_i!} \quad (2)$$

아울러 이 연구에서는 과분산의 문제를 해결하기 위해 ‘분산이 평균보다 크다는 가정에서 출발’하는 음이항 회귀모형(negative binomial regression model)이 사용된다. 음이항 분포는 사고건수 λ_i 에 오차 ϵ_i 가 포함되며, 다음 식(3)과 같다.

$$\lambda_i = \exp(\beta X_i + \epsilon_i) \quad (3)$$

여기서, $\exp(\epsilon_i)$ 는 ‘평균이 1이고 분산이 α 인 감마 분포를 따르는’ 오차 항이며, 이를 조건부 확률로 나타내면 식(4)와 같다.

$$P(n_i|\epsilon) = \exp[-\lambda_i \exp(\epsilon_i)] \cdot [\lambda_i \exp(\epsilon_i)]^{n_i} \quad (4)$$

식(4)에 ϵ 을 합하면 n_i 의 비조건 분포가 되며, 이를 식으로 나타내면 식(5)와 같다.

$$P(n_i) = \frac{\Gamma(\theta + n_i)}{[\Gamma(\theta \cdot n_i!)]} \cdot U_i^\theta (1 - U_i)^{n_i} \quad (5)$$

여기서, $U_i = \theta / (\theta + \lambda_i)$, $\theta = 1/\alpha$ 를 의미하며, 이 경우 우도함수는 아래 식(6)과 같고, 이를 최대화하는 α, β 를 산출하며, n 은 사고지점의 총수를 의미한다.

$$L(\beta) = \prod_i^n \frac{\Gamma(\theta + n_i)}{[\Gamma(\theta \cdot n_i!)]} \left[\frac{\theta}{\theta + \lambda_i} \right]^\theta \cdot \left[\frac{\lambda_i}{\theta + \lambda_i} \right]^{n_i} \quad (6)$$

이 두 모형 중 어느 모형을 사용할 것인가를 결정하기 위해 식(6)이 사용되며, α 가 0에 가까우면 포아송 회귀모형이 바람직하고, 0에 가깝지 않으면 음이항 회귀모형을 사용하는 것이 적합하다. 최종적으로 도출된 모형에 대한 설명력과 모형의 적합성을 검증하기 위하여 우도비(ρ^2)와 t 값(t-value)을 이용한다.

2.3. 연구의 차별성

기존에 진행된 연구는 신호교차로나 일반 가로구간 및 고속도로에 한해 진행되어 왔다¹⁾. 하지만 이제 우리나라도 신호교차로를 회전교차로로 전환하고 있는 사업이 시행중에 있다. 그러므로 이 연구는 기존 연구의 주제에서 벗어나 원형교차로에서 발생하고 있는 사고에 대한 연구를 진행하였다. 사고를 살펴보면 가장 많이 발생한 법규위반은 안전운전 불이행이며, 가장 적게 발생한 위반은 차로위반으로 분석되었다. 안전운전 불이행 항목은 4년간 127건에서 144건, 168건, 192건으로 증가하며, 안전거리 미확보는 22건에서 24, 24, 26건으로 증가하고 있다. 또한 보행자 주의의무 위반은 22건에서 24, 27, 41건의 순으로 증가하며, 나머지 법규위반 항목은 90건에서 97, 103, 113건의 순으로 증가하는 추세를 보이고 있다. 따라서 이 연구에서는 운행방법 혼돈으로 인해 발생할 수 있는 법규위반 항목인 안전운전 불이행과 안전거리미확보 미 보행자 주의의무 위반 항목으로 구분하여 연구를 진행하였다는데 기존 연구와의 차별성이 있다.

3. 분석의 틀 설정

3.1. 법규위반별 사고건수

이 연구의 대상인 30개의 4지 원형교차로에서 발생한 교통사고는 총 428건으로 나타났다.

Table 1. List of traffic violation

Traffic violation		Cases of accidents
1	Violation of duty to drive safely	206
2	Violation of duty to protect pedestrians	56
3	Violating the operational method of intersection	40
4	Interruption of drive	11
5	Violation of lane	4
6	Centerline invasion	14
7	Traffic signal violation	33
8	Violation of safe distance	56
9	Other violations	8
Total		428

3.2. 변수의 선정 및 상관관계 분석

이 연구에서는 법규위반 내용 중 가장 많이 발생한 법규위반 내용인 안전운전불이행(Y_1)과 안전거리 미확보(Y_2), 보행자 주의의무위반(Y_3)과 사고건수가 적은 법규위반(진로방해, 차로위반, 중앙선침범, 신호위반, 과속)을 통합한 기타 사고(Y_4)를 종속변수로 선정하였다.

독립변수로는 선행연구와 비디오 촬영 및 현장조사를 통해 11개의 관련변수가 선정되었다. 변수의 종류와 정의는 Table 2와 같다. 특히 이 연구에서는 일반교차로와 달리 원형교차로에서는 중앙교통섬, 분리교통섬, 회전차로 등으로 인해 발생하는 사고가 많아 기하구조를 교통량 등과 함께 독립변수로 선정하여 연구를 진행한다.

변수와 변수가 서로 어떤 관련성을 가지고 있다면 이것을 상관이 있다고 한다. 이런 관계를 밝히는 것을 상관분석이라 하며 상관계수인 Pearson의 R계수를 사용하여 변수간의 관련 유무와 방향, 정도를 파악한다. 상관관계 분석 결과 4개의 종속변수에 있어 교통량, 중앙교통섬 직경 및 회전차로수가 높은 상관관계가 있는 것으로 분석된다.

또한 변수들 간 다중공선성의 여부를 확인하기 위해 분석을 진행한 결과 각 변수들의 VIF값이 10미만으로 나타나 변수 간 다중공선성의 문제는 없는 것으로 평가된다.

Table 2. List of independent variables

Dependent and independent variables		Definition	Mean
(ln) Traffic volume	X_1	Traffic volume of intersection	9.5
Conflict ratio	X_2	If the observation approach within 5m, the two vehicles stopped or decelerated	2.06
Central island width	X_3	Width of central island	31.87
Circulatory roadway width	X_4	Width of Circulatory roadway width	5.49
Number of circulatory roadway	X_5	Number of circulatory roadway	1.50
Splitter island of Approach	X_6	Number of splitter island by Approach	0.63
Number of reduction facility	X_7	Number of reduction facility	0.22
Streetlight	X_8	Whether the installation of the street light	-
Circular of traffic island	X_9	Traffic Islands is circular or not.	-
Number of crosswalk	X_{10}	Number of crosswalk	1
Crosswalk	X_{11}	Whether the installation of the crosswalk	-

4. 모형 개발

4.1. 안전운전 불이행 (Y_1)

‘안전운전 불이행’ 모형에는 Table 3과 같이 교통량 (X_1), 회전차로수(X_5) 그리고 교통섬 원형유무(X_9)가 독립변수로 채택되었다. 채택된 변수의 p 값은 신뢰수준 90%($\alpha = 0.10$) 기준에 유의하다. 비록 모형의 설명력을 나타내는 우도비는 포아송 모형이 음이항 모형보다 높지만, 과분산 계수(Φ)의 t 값이 2.342로 나타나, 포아송 모형보다 음이항 모형이 적합한 것으로 분석되었다.

채택된 변수인 교통량과 회전차로수는 많을수록 사고에 영향을 더 많이 미치고, 교통섬은 원형에 가까울수록 사고에 영향을 덜 미치는 것으로 분석되었다.

따라서 회전교통량이 많은 교차로에서는 회전 교통류의 대기행렬이 직진차로에까지 영향을 미쳐 직진교통류의 흐름에 큰 방해가 될 뿐 아니라, 교통사고 유발 등 안전에도 좋지 못한 영향을 미칠 수 있는 것으로 분석된다.

4.2. 안전거리 미확보 (Y_2)

‘안전거리 미확보’ 모형에서는 Table 4와 같이 상충비(X_2), 감속시설수(X_7) 그리고 교통섬 원형유무(X_9)가 변수로 채택되었다. 채택된 변수의 p 값은 신뢰수준 90%($\alpha = 0.10$) 기준에 유의하다. 과분산 계수(Φ)의 t 값이 2.208로 포아송 모형보다 음이항 모형이 적합한 것으로 분석되었다. 모형의 설명력을 나타내는 우도비는 0.651로 매우 설명력이 높은 것으로 나타났다.

채택된 변수인 상충비와 감속시설수가 많을수록 사고에 심각한 영향을 끼치고, 교통섬이 원형에 가까울수록 사고에 영향이 덜한 것으로 분석되었다. 감속시

Table 3. Poisson and negative binomial regression models(Y_1)

Variables		Models	
		Poisson	Negative Binomial
X_1	Coefficient	0.172(9.099)	0.171(3.357)
	p-value	0.000	0.001
X_5	Coefficient	0.657(9.081)	0.595(3.217)
	p-value	0.000	0.001
X_9	Coefficient	-1.230(-9.104)	-1.042(-2.700)
	p-value	0.000	0.007
ρ^2		0.550	0.210
Alpha(Φ)		-	2.342

Comment : () is t value

Table 4. Poisson and negative binomial regression models(Y_2)

Variables		Models	
		Poisson	Negative Binomial
X_2	Coefficient	0.345(5.516)	0.279(1.137)
	p-value	0.000	0.056
X_7	Coefficient	3.124(8.550)	3.903(2.462)
	p-value	0.000	0.014
X_9	Coefficient	-2.090(-5.710)	-1.868(-2.119)
	p-value	0.000	0.034
ρ^2		0.179	0.651
Alpha(Φ)		-	2.208

Comment : () is t value

설수의 경우 그 수가 많을수록 사고의 심각도가 낮아지는 것이 일반적이나 감속시설이 많이 설치되어 있다고 하더라도 그것을 인지하고 판단하는 운전자의 행태에 따라 사고의 심각도 및 빈도가 달라지는 것으로 분석된다.

4.3. 보행자 주의의무 위반 (Y_3)

‘보행자 주의의무 위반’ 모형에서는 Table 5와 같이 회전차로수(X_5), 접근로별 분리교통섬수(X_6), 그리고 횡단보도 설치여부(X_{11})가 독립변수로 채택되었다. 채택된 변수의 신뢰수준은 모두 기준에 유의하다. 과분산 계수(Φ)의 t 값이 1.961로 음이항 모형이 적합한 것으로 나타났다.

회전차로수와 접근로별 분리교통섬수는 양의 관계를 갖고, 횡단보도 설치하는 음의 관계를 갖는 것으로 분석되었다. 횡단보도가 설치되어 있지 않은 교차로에서는 보행자가 다른 방향에 있는 진입로로 가고자 할 때, 무단으로 횡단하기 때문에 차량 운전자가 횡단하는 보

Table 5. Poisson and negative binomial regression models(Y_3)

Variables		Models	
		Poisson	Negative Binomial
X_5	Coefficient	0.701(5.126)	0.559(2.322)
	p-value	0.000	0.020
X_6	Coefficient	1.518(3.425)	1.489(2.181)
	p-value	0.000	0.029
X_{11}	Coefficient	-1.733(-3.297)	-1.470(-1.996)
	p-value	0.000	0.046
ρ^2		0.251	0.337
Alpha(Φ)		-	1.961

Comment : () is t value

행자에 대한 적절한 반응을 하지 못할 경우 보행자 주의의무를 위반하게 된다.⁵⁾ 또한 원형교통섬의 경우에는 차량이 회전을 하는 경우에 속도를 낮추어 안전한 운행이 가능하지만 접근로에 설치된 분리교통섬은 회전을 하는 경우가 아니므로 특별히 속도에 변화가 없고, 보행자가 무단으로 횡단할 때, 보통 교통섬을 거쳐 통과하기 때문에 이를 대처하지 못한 운전자에 의해 사고를 당할 확률이 높다. 실제로 원형교차로에서 발생한 보행자 주의의무위반의 사고내용을 살펴보면 무단으로 횡단한 보행자가 교통섬을 거쳐 통과하는 것을 확인하지 못한 운전자가 앞 범퍼로 보행자 신체의 하부와 충돌하는 사례가 많은 것으로 분석된다.

4.4. 기타(Y_4)

기타 모형에는 사고건수가 적은 진로방해, 차로위반, 중앙선침범, 신호위반의 사고를 통합하여 구축하였다. 그 결과는 Table 6과 같이 회전차로폭(X_4), 회전차로수(X_5), 교통섬원형유무(X_9), 횡단보도 설치여부(X_{11})가 유의한 독립변수로 채택되었다.

변수의 p 값은 신뢰수준 90%($\alpha = 0.10$) 기준에 유의하다. 모형의 설명력을 나타내는 우도비는 포아송 모형이 0.568로 높지만 과분산 계수(ϕ)의 t 값이 2.009로 분석되어 음이항 모형이 포아송 모형보다 적합한 것으로 평가되었다.

채택된 변수 중 회전차로폭과 회전차로수는 양의 관계를 나타내고 있어 폭이 넓고 차로수가 많을수록 사고 발생이 많아지게 된다. 반면, 교통섬의 원형 유무와 횡단보도의 유무는 음의 관계를 갖는 것으로 분석되어, 횡단보도가 설치되지 않았거나 교통섬이 타원형 등 원

형이 아닐 경우 사고의 발생확률이 높아지는 것으로 분석되었다. 위반 내용 중 진로방해의 사고 내용은 고의로 뒷 차의 통행을 방해하거나 급정지로 인한 방해로 발생한 사고이었다. 차로위반의 경우 실제 사고내용을 살펴보면 2차로로 주행하던 차량이 1차로로 진입하고 있던 차와 충돌한 사고가 대부분이었다.

4.5. 모형 결과 종합

전술한 4가지 유형의 모형들에서 채택된 모든 독립변수의 p 값이 신뢰수준 90%($\alpha = 0.10$) 기준에 유의한 것으로 분석되었다. 과분산 계수의 t 값이 모든 모형에서 1.96 이상으로 포아송 모형보다 음이항 모형이 적합한 것으로 평가되었다. 모형의 설명력을 나타내는 우도비(ρ^2) 또한 통계적으로 의미 있는 것으로 분석되었다.

안전거리 미확보에 대한 사고가 높은 4지 원형교차로는 일반교차로와는 다르게 교차로 중앙에 있는 교통섬을 우회하여 통행하는 교차로이다. 많이 보편화되었다고 하여도 운전자들에게 있어 생소한 통행방식이기에 통행방법 미 숙지 등에 의한 사고가 빈번히 발생하고 있다. 예를 들어 교차로에서 통행 중이던 차량이 통행우선권을 숙지하지 못한 채 지체하고 있어 뒤에 오던 차와 빈번히 충돌하게 된다. 이를 해결하기 위해 중앙 교통섬의 정비와 교통표지와 같은 부대시설을 설치하여 운전자들이 쉽게 통행할 수 있는 방안을 제시해 주어야 한다고 판단된다.

중속변수로 선정된 4개의 법규위반 항목에 있어 회전차로수와 교통섬 관련 기하구조 요인이 사고에 미치는 영향이 높다고 판단된다. 안전운전 불이행의 경우 운전자의 심리상태를 대부분 반영하고 있지만, 이는 기하구조 결합에 의해서도 발생할 수 있다. 교통량이 많거나 회전차로수가 많아질수록 사고가 발생하게 된다. 회전차로수의 증가로 인해 운전자가 본래의 차선을 혼동하여 운행하여 일어나는 사고가 많은 것으로 판단된다. 따라서 평균 회전차로수의 수를 숙지하여 교차로를 설계하여야 한다.

안전거리 미확보의 경우는 상충비와 크게 관련이 있다. 로터리의 운행방법과 회전교차로의 운행 방법 혼동으로 인해 우선권을 가져야 하는 회전차로에서 진입차로에 진입하고 있는 차량을 발견하여 멈추게 된다면, 회전차로 내에 있는 차량들 간에 충돌이 발생하게 된다. 그렇기 때문에 운전자의 안전교육 및 회전교차로에 대한 교육을 강화하여 정확한 운행방법을 숙지하도록 해야 한다고 판단된다. 보행자가 횡단보도가 아닌 접근로에 설치된 분리교통섬을 거쳐 통행하게 될 경우

Table 6. Poisson and negative binomial regression models(Y_4)

Variables		Models	
		Poisson	Negative Binomial
X_4	Coefficient	0.269(3.643)	0.257(2.019)
	p-value	0.000	0.043
X_5	Coefficient	1.403(10.332)	1.176(4.377)
	p-value	0.000	0.000
X_9	Coefficient	-2.937(-8.039)	-2.060(-3.135)
	p-value	0.000	0.002
X_{11}	Coefficient	-1.678(-3.365)	-1.701(-2.155)
	p-value	0.001	0.031
ρ^2		0.568	0.308
Alpha(ϕ)		-	2.009

Comment : () is t value

Table 7. Common and specific variables

Classification	Specific Variables
Violation of duty to drive safety	Traffic volume, Number of circulatory roadway
Violation of safety distance	Conflict ratio, Number of reduction facility
Violation of duty to protect pedestrians	Number of circulatory roadway, Separator island of Approach, Crosswalk
Other violations	Circulatory roadway width, Number of circulatory roadway, Circular of traffic island, Crosswalk

Table 8. Models by traffic violation

Classification	Equation
Violation of duty to drive safety	$Y_1 = \text{EXP}(0.171.X_1 + 0.595.X_5 - 1.042.X_9)$
Violation of safety distance	$Y_2 = \text{EXP}(0.279.X_2 + 3.903.X_7 - 1.868.X_9)$
Violation of duty to protect pedestrians	$Y_3 = \text{EXP}(0.559.X_5 + 1.489.X_6 - 1.470.X_{11})$
Other violations	$Y_4 = \text{EXP}(0.257.X_4 + 1.176.X_5 - 2.060.X_9 - 1.701.X_{11})$

무단횡단이 증가하게 되면서, 이로 인해 차량과의 충돌이 불가피하다.

따라서 횡단보도 수를 늘리고 접근로에 설치된 분리 교통섬에도 중앙교통섬처럼 정원화 또는 울타리를 설치하는 등의 작업을 통해 보행자의 횡단을 금지하여야 한다고 판단된다. Table 7은 개발된 모형에서 채택된 변수를 구분한 표이며, 그리고 Table 8은 모형식이다.

4.6 모형의 검정

이 연구에서는 대응표본 t검정(paired sample t-test)을 이용하여 실측치와 예측치 사이의 차이 여부를 통계적으로 입증하여 모형의 적합성을 검정한다.

구축된 모형을 대응표본 t검정의 유의확률이 0.636~0.975로 나타나 95% 신뢰수준에서 귀무가설($H_0 : d_0 = 0$)을 기각하지 못하여, 실측치와 예측치 간에 차이가 있다고 할 수 없는 것으로 분석되었다.

5. 결론

이 연구는 국내 4지 원형교차로에서 발생한 교통법규 위반별 사고를 다루고 있다. 연구의 주요결과는 다음과 같다

첫째, 통계적으로 의미 있는 4개의 음이항 모형이

개발되었다. 이는 모형의 과분산계수(ϕ) t 값이 1.96보다 큰 값을 나타내 포아송 모형보다는 음이항 모형이 적합한 것으로 판단되었기 때문이다. 음이항 모형의 적합성을 판단하는 우도비(β^2)의 값은 0.210, 0.651, 0.337 및 0.308로 모형의 설명력이 높은 것으로 분석되었다.

둘째, 구축된 모형에서는 공통변수가 채택되지 않았다. 모형별 특정변수로는 교통량, 상충비, 회전차로수, 회전차로폭, 접근로별 분리교통섬수, 감속시설수, 교통섬 원형유무 및 횡단보도 설치여부가 채택되었다.

또한 이 연구의 모형분석 결과에서 제시된 정책적 함의를 바탕으로 향후 사고건수의 추가 수집을 통해 기타 모형을 재분류한 항목별 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

References

- 1) J. S. Kim, T. Y. Kim, K. H. Kim and B. H. Park, "Developing the Traffic Accident Models by the Function of Arterial Link Sections in the Case of Cheongju", International Journal of Highway Engineering, Vol. 13, No. 1, 2011.
- 2) H. Na and B. H. Park, "Developing Accident Models of Rotary by Accident Occurrence Location", Journal of Korean Society of Road Engineers, Vol. 14, No 4, pp. 83-91, 2012.
- 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) B. H. Park and J. Y. Kim, "Developing the Accident Models of Cheongju Arterial Link Sections using ZAM Model", International Journal of Highway Engineering, Vol. 12, No. 2, pp. 43-49, 2010.
- 5) 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", Journal of the Korea Planners Association, Vol. 43, No. 6, pp. 69-78, 2008.
- 6) D. S. Yoo, S. J. Oh, T. Y. Kim and B. H. Park, "Comparative Analysis on the Characteristics and Models of Traffic Accidents by Day and Nighttime in the Case of Cheongju 4-legged signalized Intersections", Journal of the Korean Society of Civil Engineers, Vol. 28, No. 2D, pp.181-189, 2008.
- 7) S. S. Han, K. H. Kim and B. H. Park, "Accident Models of Circular Intersections by Type in Korea", Journal of

- Korean Society of Road Engineering, Vol. 13, No. 3, pp. 103-110, 2011.
- 8) H. C. Chin and M. A. Quddus, "Applying the Random Effect Negative Binomial Model to Examine Traffic Accident Occurrence at Signalized Intersections", *Accident Analysis & Prevention* 35, pp. 253-259, 2003.
 - 9) Washington, Simon P, Matthew G, Karlaftis and Fred L, "Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis", Champan & Hall/CRC, 2003.
 - 10) Yan Xuedong, Radwan, Essam and Abdel-Aty, Mohamed, "Characteristics of Rear-end Accidents at Signalized Intersections using Multiple Logistic Regression Models", *Accident Analysis & Prevention* 37, pp. 983-995, 2005.