

신호교차로 안전성 향상을 위한 사고심각도 모형개발

하오근[†] · 허 익^{*} · 원제무^{*}

한양대학교 도시대학원 · *안전생활실천연합
(2008. 1. 25. 접수 / 2008. 4. 8. 채택)

A Development of Models for Analyzing Traffic Accident Injury Severity for Signalized Intersections

Oh-Keun Ha[†] · Ec Hu^{*} · Jai-Mu Won^{*}

Department of SOC & Transportation Graduate School of Urban Studies, Hanyang University

^{*}Citizens' Coalition for Safety, Hanyang University

(Received January 25, 2008 / Accepted April 8, 2008)

Abstract : As the interest in traffic safety has been increasing recently, social movement is being made to reduce the number of traffic accidents and the view on improving the mobility of the existing roads is being converted into on establishing traffic safety as a priority. The increase of traffic accidents related to an intersection in a state that traffic accidents are decreasing overall may suggests the necessity to investigate the specific causes. In addition, we have to consider them when establishing the measures against traffic accidents in a intersection by investigating and analyzing the influences and factors that may affect traffic accidents. To induce the accident severity model, we collected the factors that affect accidents and then applied the Poisson Regression Model among nonlinear regression analysis by verifying the distribution of variables. As a result of the analysis, it turned out that the volume of traffic on main roads, the right turn ratio on sub-roads, the number of ways out on sub-roads, the number of exclusive roads for a left turn, the signals for a right turn on main roads, and an intersect angle were the factors that affect the accident severity.

Key Words : accident distribution test, poisson regression models, accident injury severity

1. 서 론

1.1. 연구 배경 및 목적

최근 들어 교통안전에 대한 관심이 증대되면서 교통사고를 줄이기 위한 사회적 움직임이 일고 있으며, 기존 도로이동성 향상에 대한 관점을 교통안전을 우선으로 하는 교통안전수립에 대한 관점으로 전환되고 있는 실정이다. 교통사고로 인한 사고비용은 국내총생산(GDP)의 1.1%에 해당하는 연간 9조 1천 2백 28억 원(도로교통안전관리공단, 2005)에 달하는 것으로 조사되었으며, 이렇듯 사회·경제적으로 막대한 손실을 야기하고 있는 실정이다.

2005년 경찰청에서 발간된 통계보고서에 따르면 전체사고 214,171건 중 교차로 교통사고는 82,524건으로 38.5%를 차지하고 있으며, 2006년은 213,745

건 중 90,657건으로 전체의 42.4%로 교차로 교통사고의 비율이 증가하고 있는 실정이다. 이는 전체 교통사고의 감소추세에서 교차로 교통사고의 증가는 교차로를 대상으로 한 정밀한 사고원인분석의 필요성을 의미하며, 이러한 관점에서 본 연구에서는 교차로 교통사고 관련 연구들을 살펴보고 교차로를 대상으로 교통사고에 영향을 미치는 영향요인들을 조사 분석하여 교차로 교통사고 심각도에 영향을 미치는 영향요인을 도출하고 이를 통하여 교차로 교통안전 대책수립 및 교통사고 감소에 기여하고자 한다.

1.2. 연구의 내용 및 방법

1) 연구의 내용

본 연구는 교차로에서 발생하는 사고심각도에 영향을 미치는 교통량 및 주변환경요소와의 관계를 분석하기 위해, 공간적 범위로는 충청남·북도의 교차로 중 계층적 샘플링(Stratified Random Sampling)

[†] To whom correspondence should be addressed.
hok0809@hanmail.net

방법을 통하여 77개 교차로를 대상으로 하였고, 시간적 범위로는 2001년 이후 도로기하구조의 변화가 없는 교차로를 대상으로 하였으며 각 교차로에서 발생한 교통사고건수와 사고심각도 정도(대물, 경상, 중상, 사망사고)에 대해 도로교통 안전관리공단의 자료를 이용하였다.

2) 연구의 방법

연구의 방법에 있어서 교통사고의 특성상 불규칙적이고 이산적인 분포를 반영하기에 한계가 있으며, 최근 들어 이러한 문제점을 보완하고자 비선형 회귀분석 방법인 Poisson Regression과 Negative Binomial Regression을 통해 모형을 개발하고 있으나 사고 자료의 분포특성을 검증하지 않은 채 비선형 회귀분석을 사용하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 사고 자료의 분포특성을 검증하기 위해 K-S test를 이용하여 사고 자료의 분포특성을 검증하고 사고자료의 특성이 정규분포(Normal distribution)을 갖는다면 다중회귀모형, 포아송 분포(Poisson distribution)은 포아송 회귀 모델, 음이항 분포(Negative Binomial distribution)은 음이항 회귀 모델을 적용하여 사고심각도 모형을 개발한다. Fig. 1은 본 연구에서 수행한 연구의 흐름도를 나타낸다.

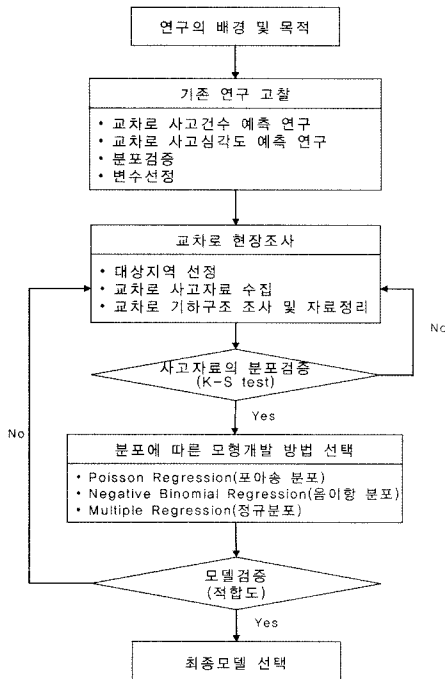


Fig. 1. 연구의 흐름도.

2. 문헌고찰

2.1. 기존 연구 고찰

교차로 교통사고의 영향요인을 분석하고 문제점을 개선하기 위하여 국내·외에서는 다양한 연구가 수행되고 있다. 오주택(2005)의 연구에서는 교통사고특성이 산발적이고 비선형적이라는 가정 하에 포아송 회귀모형을 이용하여 사고예측모형을 개발하였으며 사고에 영향을 미치는 변수로는 주·부도로 교통량, 중차량비율, 중앙분리대, 교차각도인 것으로 나타났다.

하오근(2005)의 연구에서는 교차로 사고심각도모형을 개발하기 위해 사고자료의 분포특성이 정규분포를 따른다는 가정 하에 순서형 프로빗 모형을 적용하였으며, 부도로 교통량, 중차량비율, 우회전비율, 조명시설, 좌회전 유도선이 사고심각도에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

한상욱(2007)은 충주시 4지 신호교차로 143개 지점을 대상으로 사고의 유형에 따른 사고예측모형을 도출하였으며, 종속변수인 사고심각도를 과산포 검정을 통하여 음이항회귀모형을 적용하여 사고유형별 사고심각도모형을 도출하였다.

국외의 연구로는 미연방도로국(FHWA)에서 개발된 도로안전성평가모델(IHSDM)의 사고예측모형에서는 사고 자료의 분포특성에 대한 검증이 없이 음이항 회귀모형을 적용하였으며, 교통량, 중차량 비율, 좌회전비율, 우회전 전용차로, 중단선형 구배, 교차각도, 도로 위험률 등이 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Kara Maria Kockelman(2002)의 연구에서는 미국의 GES(General Estimates System)데이터를 이용하여 사고심각도에 영향을 미치는 요소를 분석하기 위해 사고 자료의 특성이 정규분포를 따른다는 가정 하에 순서형 프로빗 모형을 적용하였으며, 이 연구에서는 차량 단독사고, 차량 대 차량사고, 모든 사고형태에 대해 3가지 사고형태에 따라 분석을 실시하였다.

Chin 등(2001)의 연구에서는 교차로의 공간적이고 시간적인 데이터를 이용할 수 있는 RENB(Random Effent Negative Binomial)모형을 이용하여 분석한 결과 접근교통량, 우회전 교통량, 좌회전 차로 수, 버스정류장, 단독카메라가 교통사고와 관련이 높은 것으로 나타났다.

2.2. 분석방법에 대한 이론적 고찰

1) 분포검증(Kolmogorov-Smimov 검증)

단일 표본 Kolmogorov-Smirnov 검정은 관측치들의 분포가 특정한 이론적 분포(정규분포, 포아송 분포 등)를 따르는지를 조사하는 방법이다. 누적관측분포와 누적이론분포와의 가장 큰 차이(절대값)로부터 검증값인 K-S Z값(Kolmogorov-Smirnov)이 계산된다.

K-S검증에 대한 이론적 설명은 다음과 같이 요약할 수 있는데 Z값이 작을수록 귀무가설(H_0 : 주어진 자료의 분포는 xxx분포를 따른다)을 기각하지 못한다. Kolmogorov-Smirnov 검정은 이러한 가정을 검증하는데 유용하며, 이를 통하여 분석하고자 하는 데이터의 분포특성을 파악할 수 있다.

2) 포아송 회귀 모형

포아송 분포는 각 사건이 서로 독립적이고 일정한 발생확률을 가지고 있다는 전제하에 일정기간에 어떤 사건이 몇 번 일어날지의 확률을 묘사한다.

교통사고의 발생은 산발적이고 이산적인 형태의 분포를 나타내므로 포아송 분포를 사용하는 것이 일반적이다. 교차로의 사고건수 \hat{Y}_i 가 포아송 분포를 따른다는 가정 하에 i 번째 교차로에서 m 개의 변수에 의해 발생할 사고의 확률에 대한 일반식은 다음과 같다.

$$P(n) = \frac{\lambda_i^n \exp(-\lambda_i)}{n!} \tag{1}$$

여기서, $P(n)$: 사고 n 이 교차로 i 에서 교통사고가 발생할 확률

$$\lambda_i = \exp(\beta_0 X_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_m X_m) = \exp\left(\sum_{j=0}^m \beta_j X_j\right) \tag{2}$$

여기서, β_j : 추정된 회귀 계수

위에서 모형계수인 β 는 최우추정법(Maximum-Likelihood)을 이용하여 계산된 것이다. 따라서 포아송 회귀모형을 종속변수가 일정기간 동안 주어진 사건의 발생 횟수를 나타낸 것이고, 그 값이 크지 않으며, 즉 과분산(Overdispersion)화 되어 있지 않은 경우, 그리고 그 사건들이 서로 독립적으로 발생하는 경우에 가장 적합하다.

3) 모형검증

① ρ^2 (우도비)

ρ^2 (우도비)는 McFadden의 결정계수라고도 불리며 0과 1사이의 값을 갖는데 1에 가까울수록 모델의 적합도가 높다고 평가되며 회귀분석의 결정계수와는 달리 0.2~0.4의 값이면 충분히 높은 적합도를 가진다고 볼 수 있다.

$$\rho^2 = 1 - \frac{L(\hat{\beta})}{L(0)} \tag{3}$$

② MPB(Mean Prediction Bias)

MPB는 모델을 만들기 위하여 종속변수로 사용된 자료에 대해서 모델에 의한 결과 값이 어느 정도, 그리고 어떻게 치우쳐 있는지를 판단할 수 있는 기준을 제공해준다. 이 방법에 의한 결과 값이 작을수록 모델의 예측 값은 정확한 것을 의미하며 식은 다음과 같다.

Table 1. Generalization of Existing Studies

| Researcher | Analysis | Variables of Influence | Y/N of Distribution Test |
|----------------------------|---------------------------------------|---|------------------------------------|
| Joo-Taeg Oh(2005) | Poisson regression model | Main/Secondary road traffic volume, ratio of heavy vehicles, medial strip, and crossing angle etc. | × |
| Oh-Keun Ha(2005) | Ordered probit model | Traffic volume, ratio of heavy vehicles, ratio of right turns, illumination facilities, and left-turn line etc. | △ |
| Sang-Woog Han (2007) | Negative binomial regression | Daily mean traffic volume, exclusive left-turn lane, gradient, mean yellow signal, Y/N of stops | ○ (Excessive distribution test) |
| Chin(2001) | RENB(Random Effect Negative Binomial) | Accessing traffic volume, right turn traffic volume, Y/N of left-turn lane, bus stops, monitoring camera etc. | × |
| Kara Maria Kockelman(2002) | Ordered probit model | Types of vehicles, cargo trucks, position of driver, age of driver, and vehicle speed etc. | △ |
| IHSMDM | Negative binomial regression | Traffic volume, ratio of heavy vehicles, ratio of left turns, and gradient etc. | × |

$$MPB = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)}{n} \quad (4)$$

여기서, Y_i : 모델을 만들기 위하여 종속변수로 사용된 자료
 \hat{Y}_i : 모델에 의한 결과값

③ MAD(Mean Absolute Deviation)

MAD는 모델의 예측 값이 평균적으로 얼마나 잘못 예측되었는지를 판단할 수 있는 척도를 제공해준다. 이 방법이 MPB와 다른 점은 각 수치의 음과 양의 차이로 인해 상쇄되지 않는다는 점이다. 결과 값이 0에 가까울수록 모델이 실제의 관측된 자료에 부합되는 결과를 나타냄을 의미하며 식은 다음과 같다.

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|}{n} \quad (5)$$

여기서, Y_i : 모델을 만들기 위하여 종속변수로 사용된 자료
 \hat{Y}_i : 모델에 의한 결과값

3. 자료수집 및 특성분석

3.1. 자료의 수집방법

자료수집은 사고자료 수집과 교통량 및 주변 환경

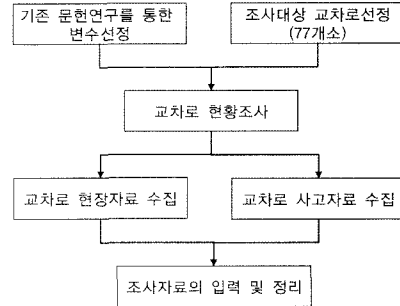


Fig. 2. 자료수집방법.

Table 2. Expression Methods of Variable Collection Methods and Statistical Analysis

| Variables | Expression Methods of Variable Collection Methods and Statistical Analysis |
|--|---|
| Seriousness level of accidents | Seriousness of accidents (Equivalent Property Damage Only) is calculated based on the traffic accidents happened at crossings |
| ADT | Daily mean traffic volume on the main/subsidiary roads (in number of vehicles) |
| Number of lanes | Number of lanes in one-way on the main/subsidiary roads (in number of vehicles) |
| Ratio of heavy vehicles | Ratio of heavy vehicles in total traffic volume (in %) |
| Ratio of left turns | Ratio of left turns in total traffic volume (in %) |
| Ratio of right turns | Ratio of right turns in total traffic volume (in %) |
| Limit facilities at roadside | Y/N of limit facilities at roadside (No=0, Yes=1) |
| Number of vehicle entrances/exits | Number of vehicle entrances/exits (in number) |
| Number of exclusive lanes for left turn | Number of exclusive lanes (in number of lane) |
| Number of exclusive lanes for right turn | Number of exclusive lanes (in number of lane) |
| Left turn signal | Y/N of left turn signal (No=0, Yes=1) |
| Median strip | Y/N of median strip (No=0, Yes=1) |
| Sight distance of left turn | Classification into 1~13 steps (<100 = 1, 1,000m ≤ = 13) |
| Sight distance of right turn | Classification into 1~13 steps (<100 = 1, 1,000m ≤ = 13) |
| Speed limit | Speed limit of each road (in Km/h) |
| Illumination facility | Y/N of illumination facility (No=0, Yes=1) |
| Landform | Landform of each road (Flat = 1, Upward = 2, Downward = 3) |
| Traffic island at crossing | Y/N of traffic island (No=0, Yes=1) |
| Pedestrian crossing | Y/N of pedestrian crossing within 75m (No=0, Yes=1) |
| Surrounding environment of crossing | Surrounding environment of crossing within 100m (Residential = 1, Stores = 2, House/Store = 3, Others = 4) |
| Bus stops | Y/N of bus stop within 75m (No=0, Yes=1) |
| Vehicle speed limit facility | Speed limit facility within 75m (No=0, Yes=1) |
| Left-turn line | Y/N of left-turn line (No=0, Yes=1) |
| Crossing angle at crossing | Classification in 1~6 steps (1 = 90° ≤, 6 = ≥60°) |

자료 수집과정으로 수행하였으며 전체적인 자료수집 과정은 Fig. 2와 같다.

본 연구에서의 사고 자료는 2001년 이후 도로기하구조의 변화가 없는 교차로를 대상으로 각 교차로의 사고 자료를 이용하였으며 교차로 교통사고에 영향을 미치는 교통량 및 주변 환경자료에 대해서는 기존 문헌조사를 통하여 24개의 주요변수를 선정하여 현장조사를 실시하였으며, 이에 대한 변수수집방법 및 통계분석을 위한 표시방법은 Table 2와 같다.

3.2. 상관분석 결과

사고심각도 예측모형의 개발에 앞서 종속변수인 사고심각도와 독립변수들간의 상관분석결과 주도로 교통량, 부도로 교통량, 교차로 크기, 중차량 비율, 부도로 유출입구 수가 신뢰수준 95%내에서 사

고심각도에 영향을 미치는 변수로 나타났으며, 이에 대한 결과는 Table 3과 같다.

4. 모형개발

4.1. 분포검증

사고심각도자료의 분포특성을 파악하기 위하여 K-S test를 이용하여 검증하였으며, 우선 분포특성에 대한 가설설정은 다음과 같다.

H_0 : 사고심각도 자료는 XXX분포를 따른다.

H_1 : 사고심각도 자료는 XXX분포를 따르지 않는다.

여기서, XXX는 정규, 포아송, 음이항 분포임.

Table 3. Result of Correlation Analysis of Seriousness of Accidents

| Independent Variables | Seriousness of Accidents | | Independent Variables | Seriousness of Accidents | |
|--|--------------------------|---------|---|--------------------------|---------|
| | Corr. | P-value | | Corr. | P-value |
| Traffic volume of main road | 0.291 | 0.010 | Left-turn sight-distance on main road | -0.047 | 0.687 |
| Traffic volume of secondary road | 0.421 | 0.000 | Left-turn sight-distance on secondary road | 0.076 | 0.514 |
| Number of lanes of main road | 0.052 | 0.652 | Right-turn sight-distance on main road | 0.118 | 0.305 |
| Number of lanes of secondary road | 0.268 | 0.019 | Right-turn sight-distance on secondary road | 0.096 | 0.407 |
| Size of crossing | 0.254 | 0.027 | Speed limit on main road | -0.153 | 0.184 |
| Ratio of heavy vehicles of main road | -0.252 | 0.027 | Speed limit on secondary road | -0.130 | 0.260 |
| Ratio of heavy vehicles of secondary road | -0.127 | 0.271 | Illumination facility on main road | -0.164 | 0.155 |
| Ratio of left turns on main road | 0.021 | 0.857 | Illumination facility on secondary road | -0.185 | 0.107 |
| Ratio of left turns on secondary road | -0.075 | 0.515 | Topographical condition of main road | 0.078 | 0.502 |
| Ratio of right turns on main road | 0.164 | 0.155 | Topographical condition of secondary road | 0.009 | 0.939 |
| Ratio of right turns on secondary road | -0.048 | 0.676 | Traffic island on main road | 0.159 | 0.167 |
| Limit facility on main road | 0.057 | 0.621 | Traffic island on secondary road | 0.120 | 0.300 |
| Limit facility on secondary road | 0.133 | 0.328 | Pedestrian crossing on main road | 0.073 | 0.527 |
| Number of entrance/exit on main road | 0.072 | 0.531 | 부Pedestrian crossing on secondary road | -0.165 | 0.151 |
| Number of entrance/exit on secondary road | 0.285 | 0.012 | Surrounding environment of crossing | 0.031 | 0.792 |
| Number of exclusive left-turn lanes on main road | -0.014 | 0.904 | Bus stop on main road | 0.026 | 0.819 |
| Number of exclusive left-turn lanes on secondary road | 0.100 | 0.385 | Bus stop on secondary road | -0.101 | 0.384 |
| Number of exclusive right-turn lanes on main road | -0.140 | 0.223 | Limit facilities on main road | -0.027 | 0.818 |
| Number of exclusive right-turn lanes on secondary road | -0.071 | 0.540 | Limit facilities on secondary road | -0.105 | 0.362 |
| Left-turn signal on main road | -0.089 | 0.440 | Left-turn line on main road | 0.096 | 0.408 |
| Left-turn signal secondary road | -0.085 | 0.460 | Left-turn line on secondary road | 0.066 | 0.571 |
| Median strip on main road | -0.121 | 0.294 | Crossing angle | -0.135 | 0.242 |
| Median strip on secondary road | -0.044 | 0.701 | - | - | - |

Table 4. Kolmogorov–Smirnov Test

| | | Accident Injury Severity |
|-----------------------|---------------|--------------------------|
| N | | 77 |
| Poisson Parameter | Mean | 6.5065 |
| Most Extreme | Std.Deviation | 3.91563 |
| Differences | Absolute | .149 |
| | Positive | .149 |
| | Negative | -.112 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 1.306 |
| Asymp. Sig.(2-tailed) | | .066 |

분포검증 결과 정규분포와 음이항분포는 신뢰수준 95% 내에서 귀무가설을 모두 기각하여 대립가설을 채택함으로써 정규분포와 음이항 분포를 따르지 않는 것으로 나타났으나 포아송 분포에 대한 분포검증결과 신뢰수준 95% 내에서 귀무가설을 채택하게 되어 사고심각도 자료는 포아송분포를 따르는 것으로 나타났으며, 이에 분포검증 절차는 다음과 같다.

우선 가설설정에서 귀무가설은 “전체 사고심각도 자료는 포아송분포를 따른다”, 대립가설은 “전체 사고심각도 자료는 포아송분포를 따르지 않는다”라 설정하였다.

- H_0 : 사고심각도 자료는 포아송분포를 따른다.
- H_1 : 사고심각도 자료는 포아송분포를 따르지 않는다.

K-S test결과 유의수준 값이 .066으로 나타나 신뢰수준 95%이내에서 귀무가설을 채택함으로써 “사고심각도 자료는 포아송분포를 따른다”라고 판단할 수 있으며 K-S test의 분석결과는 Table 4와 같다.

4.2. 모형개발 및 결과분석

1) 모형개발

본 연구에서는 교차로 사고심각도 분석을 하기 위해 통계패키지 LIMDEP(Limited Dependent Variable, ver. 8.0)을 이용하였다. 모형 개발 시 사용된 변수는 조사대상 교차로 77개소 지점에서 조사된 교통량, 주변환경조건에 대한 46개의 변수를 이용하였으며, 종속변수는 교통사고자료인 사망, 중상, 경상, 물피사고자료를 이용하여 사고심각도(EPDO)로 환산하였으며 중상, 경상사고를 부상사고로 적용하였다.

$$EPDO = \frac{[12(\text{사망사고건수}) + 3(\text{부상사고건수}) + \text{대물피해사고건수}] \times 10^6}{(\text{일평균 교통량}) \times (365)}$$

Table 5. Result of Analysis of Accident Seriousness Model

| Variables | Coeff. | t-value | Sig. |
|---|---------|---------|------|
| Constant | 8.653 | 12.69 | .000 |
| Traffic volume of main road | 0.684 | 9.559 | .000 |
| Ratio of left turns on secondary road | 0.445 | 2.238 | .025 |
| Number of entrances/exits of secondary road | 0.084 | 3.162 | .001 |
| Number of exclusive left-turn lanes on secondary road | 0.159 | 2.096 | .048 |
| Right-turn sight-distance on main road | -0.109 | -3.515 | .000 |
| Crossing angle | 0.164 | 3.633 | .000 |
| ρ^2 | 0.1889 | | |
| χ^2 | 193.472 | | |
| MAD | 0.042 | | |
| MPB | 1.533 | | |

사고 자료의 분포검증결과 포아송분포를 따르는 것으로 나타나 포아송 회귀모형을 이용하여 사고심각도 모형을 개발하였으며, 모형의 설명력을 나타내는 ρ^2 (우도비)와 MPB, MAD를 이용하여 모형을 검증하였다.

포아송 회귀모형을 이용하여 분석된 사고심각도 모형의 결과와 모형을 설명하는 변수들의 통계적 특성은 Table 5와 같다.

2) 결과분석

사고심각도에 영향을 미치는 변수로는 주도로 교통량, 부도로 우회전 비율, 부도로 유출입구 수, 부도로 좌회전 전용차로수, 주도로 우회전시거, 교차각도인 것으로 나타났으며, 모형의 설명력을 나타내는 ρ^2 는 0.1889로 나타났고, 적합도를 나타내는 χ^2 는 193.473로 95% 신뢰수준에서 유의한 것으로 나타나 모형의 적합도는 우수한 것으로 판단된다. 또한 모형의 설명변수에 대한 t-value와 유의수준 값도 통계적 유의성(Statistical Significance)을 나타내는 것으로 나타났다.

교차로 사고심각도에 미치는 영향에 대해 살펴보면 우선 주도로 교통량은 사고심각도에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났는데 이는 교통량이 증가함에 따라 사고 심각도가 커짐을 의미한다.

부도로 우회전 비율이 증가함에 따라 사고심각도도 증가하는 것으로 나타났는데 이는 주도로 직진차량과 부도로 우회전 차량과의 충돌시 우회전 차량의 운전석은 차량의 왼쪽에 위치하고 차량 충돌 지점은 대부분이 차체 왼쪽이기 때문에 차량 충돌로 인하여 사고심각도가 높게 나타나는 것이다.

유출입구수에 따라 사고심각도가 크게 나타나는데 이는 유출입구 수가 많은 수록 본선을 주행하는 차량과 진입차량의 상충횟수가 많아짐에 따라 교통사고의 위험성이 커짐을 의미한다.

부도로 좌회전 전용차로수는 양(+의 영향을 미치는 것으로 나타났는데 전용차로수가 많으면 부도로에서 주도로로 좌회전하는 교통량이 많은 것을 의미한다. 이때 좌회전 교통량이 많다는 것은 주도로 직진차량과 상충할 확률이 많다는 것이고 교통사고로 이어 질 가능성이 큰 것으로 해석할 수 있다.

우회전 시거는 사고심각도에 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났는데 이는 우회전 차량의 회전시거가 확보될수록 사고위험성이 줄어드는 것을 의미한다. 따라서 교차로주변에는 운전자의 시거를 방해하는 시설물의 설치·운영은 바람직하지 않다.

교차각도는 사고심각도에 정(+의 영향을 미치는 것으로 나타났는데 교차각도가 작아질수록 사고심각도가 크게 나타나는 것을 의미한다. 교차각도가 90도 보다 작은 예각의 경우 차량 주행시 차로를 이탈할 가능성이 커짐에 따라 사고로 이어지는 경우가 발생하게 된다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 교차로 교통사고 심각도에 영향을 미치는 영향요인 도출을 위하여 77개 교차로에 대한 사고 자료와 현장조사를 통하여 구축된 영향요인을 토대로 포아송 회귀모델을 이용하여 사고심각도 모형을 개발하였다.

교차로 교통사고 심각도에 영향을 미치는 변수로는 주도로 교통량, 부도로 우회전 비율, 부도로 유출입구 수, 부도로 좌회전 전용차로수, 주도로 우회전시거, 교차각도로 나타났다. 이렇게 개발된 사고심각도 모형을 통하여 기존·신설교차로의 안전성 평가 및 도로환경과 사고심각도와의 관계를 규명함으로써 교차로 부수·설계시 안전성 향상을 도모할 수 있으며 건설우선순위를 제시하는데 활용될 수 있다.

본 연구에서 제시된 교차로 교통사고 심각도모형의 단점을 보완하기 위해 향후 연구·보완되어야 할 몇 가지 사항을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 본 연구의 분석대상인 교차로에 있어 3지, 4지교차로의 조사 자료를 통합하여 모형을 개발하는데 사용하였는데, 3지, 4지 교차로의 특성에 따라 교통사고에 영향을 미치는 요인은 다를 것으로 판

단된다. 따라서 향후 연구시 3지, 4지 교차로에 대한 개별적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

둘째, 본 연구는 지방부 도로의 교차로 및 충청 북도라는 한정된 지역의 사고심각도 모형으로써 타지역 적용성에 문제가 있다. 따라서 도시부 및 다양한 지역을 대상으로 한 폭넓은 연구가 이루어져야 한다.

마지막으로 교통사고에 영향을 미치는 교통량 및 주변환경 요소 외에도 운전자에 대한 인적요소가 지대한 영향을 미친다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 인적 요소를 제외한 상태에서 연구를 진행하였으나 보다 정확하고 세밀한 분석을 위해서는 교차로에 관련된 모든 요소를 고려한 사고심각도 분석이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 1) 오주택, 성낙문, 하오근, “국도변 신호교차로 안전성 향상을 위한 사고예측모형개발”, 대한토목학회, 제25권, 제1호, pp. 9~15, 2005.
- 2) 하오근, 오주택, 원제무, 성낙문, “순서형 프로비트 모형을 이용한 사고심각도 분석”, 대한교통학회, 제23권 제4호, pp. 47~55, 2005.
- 3) 한상욱, 오상진, 박병호, “사고유형에 따른 충주시 4지 신호교차로 교통사고모형”, 대한국토·도시계획학회, 추계정기학술대회, pp. 307~314, 2007.
- 4) 이수일, “안전측면의 도로선형 설계일관성 평가 기준 개발에 관한 연구”, 한양대학교, 박사학위논문, 2006.
- 5) Bonneson, J. A., McCoy, P. T., “Estimation of safety at two-way stop-controlled intersections on rural highway”, Transportation Research Record 1401, pp. 83~89, 1993.
- 6) Kara, M. K., “Driver Injury Severity : An Application of Ordered Probit Models”, Accident Analysis & Prevention, Vol. 28, pp. 313~321, 2001.
- 7) Oh, J., Washington, S.P., and Choi, K., “Development of accident prediction models for rural highway intersections”, Proceedings of the TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2004.
- 8) Zajac, S.S., Ivann J. N., “Factors influencing injury severity of motor vehicle-crossing pedestrian crashes in rural Connecticut”, Accident Analysis & Prevention, Vol. 35, pp. 369~379, 2003.