

패널자료를 이용한 교통사고모형 개발 (청주시 교차로 50개 지점을 대상으로)

Developing Traffic Accident Models Using Panel Data
(Focused on the 50 intersections in Cheongju)

김 준 용

(충북대학교 도시공학과 석사과정)

나 희

(충북대학교 도시공학과 석사과정)

박 민 규

(충북대학교 도시공학과 석사과정)

박 병 호

(충북대학교 도시공학과 교수)

목 차

- I. 서론
 - 1. 연구배경 및 목적
 - 2. 연구범위 및 방법
 - II. 기존문헌 고찰
 - 1. 교통사고 관련문헌
 - 2. 패널모형 관련문헌
 - 3. 기존연구와의 차별성
 - III. 분석 틀 설정
 - 1. 패널모형의 종류
 - 2. 분석자료의 구축
 - IV. 사고모형 개발
 - 1. 변수의 선정
 - 2. 기술통계 분석
 - 3. 교차로 사고모형 개발
 - V. 결론
- 참고문헌

Key Words : 패널자료, 간선가로구간, 교차로, 교통사고, 대물피해환산계수, 시계열 자료
Panel Data, Arterial Link, Intersections, Traffic Accident, EPDO(equivalent property damage only), Time Series Data

요 약

이 연구는 2004년부터 2007년까지 청주시 50개 교차로에 대한 패널자료를 이용한 교통사고 모형을 다루고 있다. 패널자료는 동일한 샘플을 이용하여 매년 반복적으로 수집된 자료를 의미한다. 연구의 목적은 위의 패널자료를 이용하여 교통사고 모형을 개발하는데 있다. 이를 위해 이 연구에서는 TSCSREG에 포함된 다양한 모형 중 최적의 모형을 도출하는데 중점을 두고 있다. 본 연구의 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, 교통사고의 다양한 요인들을 설명하는 4개의 패널자료 모형이 개발되었다. 둘째, 고정효과모형의 독립변수 t 값이 임의효과모형에 비하여 더 작은 것으로 분석되었다. 마지막으로 교차로의 횡단보도수와 총 교차로수가 사고에 정(+)의 효과를 보이는 것으로 분석되었다.

This study proposes the accident estimation model developed based on the time-series cross-sectional data at 50 intersections in Cheongju. The data were collected repeatedly and accumulated from 2004 to 2007. This study focused on deriving the optimal among the various models including TSCSREG(Time Series Cross Section Regression). Four different models utilizing various elements affecting accidents were developed. Through a statistical test, it was found that the t values of independent variables of the fixed effect models were less than those of the random effect models. Two variables were then found to be positive to the accidents: the number of crosswalks at an intersection and the number of intersections.

1. 서론

1. 연구배경 및 목적

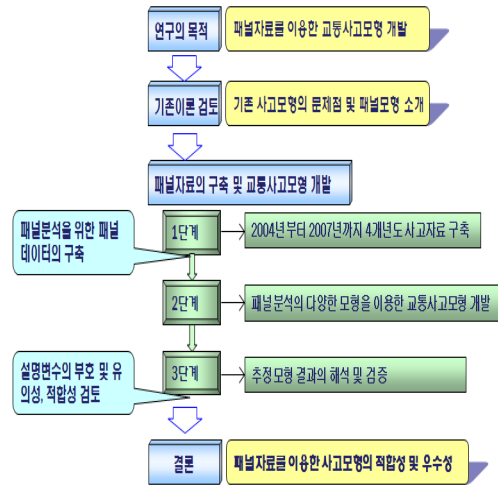
2009년 교통사고는 총 231,990건으로 2005년 214,171건에 비해 0.77% 증가하였다. 이러한 교통사고의 발생 원인으로 인적요인, 차량요인 및 도로환경 요인의 세 가지로 구분할 수 있다. 교통사고는 이들 요인 단독으로 발생되기보다는 대부분 복합 작용으로 발생하게 된다. 그러나 지금까지의 연구경향을 살펴보면, 교차로나 가로구간 등의 특정 지점을 대상으로 하거나 특정 시점을 기준으로 한 사고모형 연구가 대부분이다. 그러나 교통사고 모형을 특정시점 및 시점만을 고려하여 개발하면 그 모형은 단순히 그 시점의 기하구조 및 교통량과 같은 자료에 영향을 너무 많이 받게 된다. 이렇게 개발된 교통사고 모형으로 예측하는 교통사고는 시간의 변화 즉, 기하구조의 변화와 교통량의 변화(새로운 도로의 개설 등으로 변화되는 경우 등)에 대응하지 못하여 쓸모없는 모형이 된다. 이 연구의 궁극적인 목적은 교통사고 모형의 개발에서 시간의 변화와 공간구조의 변화를 한꺼번에 고려하는 것이 보다 더 중요하다는 것을 밝히는 것이며, 이를 위해서 패널분석방법을 이용하여 모형을 개발해보는 것이다.

연구에 사용된 자료는 2004년부터 2007년까지 청주시 50개 교차로에 대한 패널자료(기하구조 변화자료와 교통량 변화자료 등)를 사용했으며, 패널자료는 동일한 샘플을 이용하여 매년 반복적으로 수집된 자료를 의미한다.

2. 연구범위 및 방법

이 연구는 교통사고모형 개발에 있어서 기존에 사용되어오던 횡단면자료만을 이용한 분석에서 벗어나 시계열적인 요소까지 고려한 사고모형 개발을 목표로 하고 있다. 이는 교통사고의 발생이 횡단면적인 특성뿐만 아니라 시계열적 요소의 영향을 받을 것이라는 전제에서 접근하고 있다. 이를 위해서 공간적 연구범위의 대상지를 청주시로 하고, 청주시의 주요 교차로 50개 지점을 기준으로 2004년부터 2007년까지의 4개 년도에 대한 문헌조사와 현장조사를 통해서 기하구조, 교통환경, 사고관련 자료를 패널자료(panel data)로 구축하고, 이를 이용한 교차로 사고모형을 개발한다.

이 연구에서는 먼저 패널자료와 패널분석의 개념에



(그림 1) 연구수행절차

대하여 알아보고, 국내 및 국외의 사고관련 문헌을 통해서 기존의 교통사고모형 개발에 쓰인 다양한 방법론을 고찰하며, 기존 모형들의 한계점을 파악한다. 이를 통해 보다 실증적인 분석을 위해서 패널조사와 패널분석관련 문헌을 고찰한 후, SAS 9.2 통계프로그램을 이용하여 교통사고 모형을 개발한다.

II. 기존 문헌 고찰

1. 교통사고 관련문헌

박병호 등(2007)은 청주시의 비신호교차로를 사례로 비신호교차로의 도로환경요인이 교통사고에 미치는 영향과 사고특성을 분석하고, 다중선형 및 다중비선형 회귀 분석을 실시하였다. 그 결과 3지 비신호 교차로의 경우엔 교통량과 이중정지선의 수가 증가할수록 사고가 증가하며, 4지의 경우엔 교차각이 90°에 가까워질수록 사고가 감소하고, 최대중단경사가 높을수록 사고가 많이 발생하는 것으로 분석되었다.

박정순 등(2007)은 4지 신호교차로를 대상으로 도로환경 요인과 교통사고와의 상관관계를 분석하고 사고추정모형을 개발하였다. 다중회귀모형의 추정결과, ADT, 주도로의 평균차로폭원, 횡단보도 수, 중단경사, 제한속도차이 등이 교통사고건수에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 아울러 교통사고의 98% 이상이 어느 한 가지 요인에 의해 발생하는 것이 아니라 인적요인, 차량요인, 도로환경요인 중 두 가지 이상 요인들의 복합 작용에 의

해서 발생하는 것으로 분석되었다.

유두선 등(2008)은 청주·청원의 신호교차로를 대상으로 사고모형을 개발하고, 지방부의 교통여건을 반영하는 사고유발요인을 파악하며, 지방부 사고의 특성 및 사고에 영향을 미치는 특정요인을 밝혀냈다. 그 결과 다중선형 회귀모형과 포아송 및 음이항 회귀모형을 통한 12개의 모형에 횡단보도 합계가 공통적으로 채택되어, 지방부의 교통사고에 있어 가장 영향력이 있는 변수로 파악되었다.

Mohamed Abdel-Aty · Xuesong Wang(2006)은 신호교차로 208개소의 3년간의 사고 자료와 플로리다의 주요 가로축 상에 위치한 신호교차로 476개소에서 발생한 사고 자료를 이용하여 후미추돌사고와 밀접한 관련성이 있는 변수들을 도출하였다. 도출된 후미추돌사고 관련변수로는 교통량, 중차량 비율, 좌우회전차로, 신호현시 수, 좌회전신호, 제한속도, 주변지역의 개발정도와 인구 등이며, 후미추돌사고건수에 대한 모형은 음이항 결합기능을 지닌 일반예측방정식(GEEs)을 이용하였다.

2. 패널모형 관련문헌

외국의 경우 1900년대 중반 이후부터 패널자료를 구축하여 연구를 진행하여 왔으나, 우리의 경우엔 1990년대부터 연구기관을 중심으로 패널조사를 실시하여 사회 및 경제와 관련된 다양한 논문들이 발표되고 있는 실정이다. 그러나 교통사고와 관련된 패널모형은 발견하기 어려워 패널모형을 이용한 타 분야의 논문들을 고찰하였다.

최충익(2004)은 패널모형에 의한 도시지역 수해결정요인 분석이라는 논문에서 경기도의 31개 시군을 대상으로 각각의 인문지리적 환경자료와 1971년부터 2002년까지 32년간의 시계열자료를 실증적으로 분석하였다. 독립변수로는 수해의 취약성을 증가시키는 불투수면 분석을 위해 물리적 요소로서 도시적 토지이용면적, 자연적 요소에는 연평균강수량, 하천면적 등, 인문적 요소에는 인구밀도, 방재적 요소에는 지역의 제방면적, 임야면적 등을 선택하여 도시지역 수해피해를 극대화시키는 요소가 무엇인지 분석하였다.

최열 등(2007)은 도시지역에서 인구의 분포, 토지이용 특성, 도로 및 교통, 각종 산업 활동 등이 대기오염에 미치는 영향을 분석하기 위해 서울특별시와 6개 광역시를 포함한 인구 20만 이상 22개 대도시를 공간적 범위로 선정하고 1989년부터 2003년까지 15년간의 대기오염지표 및 도시특성요소 등을 시계열 자료로 구축, 15년

간 22개 도시 자료를 통합한 패널자료를 이용하여 다양한 패널모형 중 최적의 모형을 찾고 정책적인 시사점을 도출하였다.

3. 기존연구와의 차별성

본 연구는 선행연구와 차별되는 다음과 같은 세 가지의 특성이 있다.

첫째, 국내외의 사고모형에 관련된 선행연구 대부분이 교차로 사고에 대하여 1년 단위 또는 특정 사고 잦은 지점에 대한 분석을 주로 수행하였다. 그러나 본 연구는 교통사고, 도로의 기하구조 등 시계열과 횡단면 자료를 모두 이용하는 패널자료를 구축하여 새로운 사고모형을 개발하고자 하였다. 이는 패널분석방법이 한가지 방법에 치우치는 시계열분석과 횡단면분석에서는 파악할 수 없는 추가적인 정보를 얻을 수 있다는 장점이 있다. 또한 패널자료는 횡단면 또는 시계열자료에 비해 더 많은 정보와 변수의 변동성(variability)을 제공한다. 결과적으로 효율적인 추정량(efficient estimator)을 얻을 수 있는 장점도 가지고 있기 때문이다.

둘째, 본 연구에서는 청주시의 주요 교차로 50개 지점에 대하여 연도별 자료를 이용함으로써 4개년동안 50개 교차로 사고에 영향을 미친 변수를 분석하였다.

셋째, 선행연구에서 사용된 모형에는 주로 다중선형 회귀모형, 포아송 및 음이항 회귀모형, 로지스틱 회귀모형, 그리고 확장된 형태인 ZAP(zero-inflated Poisson) 모형 등이 있으나, 이러한 모형들은 횡단면 자료만을 가지고 분석하는 특성을 지니고 있다. 또한 연도별 사고 추이를 알아보기 위해서 시계열분석이 시행되어 왔으나 시계열자료만을 사용한 한계점이 있다. 이에 따라 본 연구에서는 교통사고모형에서는 국내에서 처음으로 패널자료를 구축하여 시간의 변화와 공간구조의 변화까지 고려한 교통사고 모형 개발을 시도하였으며, 다양한 패널모형을 이용한 보다 실증적인 교통사고모형을 개발한다는 점에서 차별성이 있다.

III. 분석 틀 설정

1. 패널모형의 종류

패널모형이란 패널자료를 이용한 계량 경제 분석으로 시계열 분석과 횡단면 분석을 동시에 수행하는 분석모형

을 의미하며, 다양한 자료의 유형 중에서 가장 정보가 많고 유용하여 연구자들이 가장 선호하는 자료 형태라고 볼 수 있다(최충익, 2004).

패널모형의 추정 식은 오차항의 구조가 일반 회귀추정식과 다르며, 추정 식은 다음과 같다.

$$Y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + \dots + \mu_{it}$$

$$\mu_{it} = u_i + \lambda_t + \epsilon_{it}$$

여기서,
 i(장소): 1, 2, 3, ..., n
 t(시간): 1, 2, 3, ..., t
 μ_{it} : 관찰되지 않은 지역(장소)특성 효과
 λ_t : 관찰되지 않은 시간효과
 ϵ_{it} : 확률적 교란항

또한 오차항의 고려방식에 따라 일방오차 회귀모형(one-way model)과 이방오차 회귀모형(two-way model)으로 나누며, 구분된 요소를 확률변수로 가정하

<표 1> 패널모형의 종류

구분	Fixed Effect Model(FEM)	Random Effect Model(REM)
One-Way Error Component Regression Model	I	II
Two-Way Error Component Regression Model	III	IV

<표 2> 연구대상지 선정조건

구분	내용
조건(1)	주간선 및 보조간선도로에 위치
조건(2)	사고가 가장 많이 발생한 순서로 4지 신호교차로를 우선적으로 선택
조건(3)	신호교차로와 비신호교차로 중 사고가 많이 발생한 순위로 선택

<표 3> 연구 대상지 교차로명(50개 지점)

가경죽림사거리	방서사거리	충대후문	봉정사거리	수곡동수영교앞
가경사거리	방아다리앞	터미널사거리	분평사거리	석교육거리
구법원사거리	석교동금석교앞	효성병원앞	사직사거리	신봉사거리
금성자동차학원	주성사거리	홍덕대교평면	사창사거리	영운동수영교앞
기상대앞	지북교차로	홍덕사거리	산남파출소앞	용암사거리
남주동남사교앞	청남교서편	정하사거리	상당사거리	용암중학교앞
내덕칠거리	청주대교앞	법원사거리	서원경주유소앞	우암주유소앞
동명주유소앞	청주대학교앞	병무청앞	석곡사거리	우암초교앞
명성전기앞	청주역앞	복대사거리	성모병원앞	운천동사무소앞
모충대교앞	최병원앞	봉명사거리	솔밭공원앞	율량교차로

는지 여부에 따라서 고정효과모형(FEM: fixed effect model)과 임의효과모형(REM: random effect model)으로 구분한다.

2. 분석자료의 구축

청주시의 교차로 50개 지점을 대상으로 연도별 패널 자료를 이용한 교통사고 모형의 개발을 위해서 기존의 문헌고찰을 통해 교통사고에 영향을 미칠 것으로 파악되는 교통, 주변 환경 및 도로 기하구조 요인과 교통사고자료 등의 자료를 수집 및 정리한다.

이 연구의 대상 교차로는 다음과 같은 특성을 가지고 있다. 첫째 주간선도로 또는 보조간선도로에 위치하며, 둘째 사고가 많이 발생한 4지 신호교차로를 최우선적으로 선정하며, 셋째 3지 신호교차로와 비신호교차로 중 사고가 많이 발생하는 지점으로 정의한다.

IV. 사고모형 개발

1. 변수의 선정

사고모형을 개발하기 위해서는 우선 종속변수와 독립변수를 선정해야 한다. 이 연구에서는 기존 문헌의 조사를 통해 교차로 사고모형에 적절한 종속변수와 독립변수를 파악하였다.

교차로 사고모형에서 종속변수를 사고건수로 하고, 독립변수는 앞서 수집된 자료를 최대한 반영하려고 노력하였으나 연도별로 흐름이 끊기는 자료를 제외한 도로특성

<표 4> 종속변수

번호	종속변수	기호	정의
0	사고건수	Y1	연도별 사고건수

을 분석에 용이하도록 변환하였다. 교차로 사고모형의 독립변수에는 접근로의 차로 수, 평균차로 폭, 교통섬, 횡단 보도, 교차로 면적, 버스정류장 유무, 현시 수, 전체교통량 등을 고려하여 분석에 용이하도록 자료를 변환하였다.

2. 기술통계 분석

주어진 변수들의 특성을 보다 명확히 파악하기 위해 정보의 손실을 최대한 줄이면서 가장 효과적으로 파악할 수 있는 분석방법이 기술통계 분석이다. 이 분석에서 얻어지는 결과는 빈도분석의 통계량과 거의 유사하나, 빈도분석은 이산적인, 즉 범주형인 변수 값을 다루는데 비해 기술통계분석은 연속적인 변수 값을 갖는다는 점에서 빈도분석과 다르다.

대표적인 기술통계 값으로는 분포의 중심을 나타내는 중심경향 값, 분포의 퍼진 정도를 나타내는 산포도, 분포의 모양을 나타내는 분포도 등으로 나눌 수 있다. 따라서 이 연구에서는 <표 6>과 같이 중심경향 값으로 표본평균, 중간값 및 최빈값을 이용하고, 산포도로서 분산, 표준편차, 범위, 분포도를 나타내는 왜도와 첨도를 분석한다.

3. 교차로 사고모형 개발

분석된 모형별 결과를 살펴보면, 일방오차 회귀모형(one-way error component regression model)에서는 FEM의 경우, 횡단보도수의 합계가 정(+)의 효과를 보이는 것으로 나타났고, 교통섬 수와 버스정류장의 수는 부(-)의 효과를 보이고 있다. 이는 교통사고가 차량의 상충이 많은 지점에서 발생하는 경향이 있기 때문으

<표 5> 독립변수

번호	독립변수	기호	정의
1	차로 수 평균	X_1	각 접근로의 차로 수 평균
2	차로 폭 합	X_2	각 접근로별 차로의 폭 차이 평균
3	좌회전전용차로 합계	X_3	교차로 전체의 좌회전전용차로 합계
4	우회전전용차로 합계	X_4	교차로 전체의 우회전전용차로 합계
5	교통섬 합계	X_5	교차로 전체의 교통섬 합계
6	횡단보도 합계	X_6	교차로 전체의 횡단보도 합계
7	현시 수	X_7	교차로의 현시 수
8	교차로 면적	X_8	교차로의 면적
9	유턴가능 지점수	X_9	교차로의 유턴가능지점의 수
10	버스정류장 수	X_{10}	버스정류장의 유무
11	일평균 교통량	X_{11}	일평균 교통량

로 여겨지며, 교통섬 수는 차량의 상충을 줄이는 역할을 하기 때문에 판단된다. 또한 버스정류장의 경우 도로의 한 부분을 점유하는 지점이 대다수이므로, 차량속도를 낮추게 하는 요인으로 분석된다.

REM의 경우, 변수의 t값은 높지 않지만 교차로면적, 유턴유무, 전체교통량 등이 정(+)의 효과를 보여 사고 발생을 유발시키는 요인으로 분석되었고, 차로폭합과 평균차로수 등은 부(-)의 효과를 보여 사고발생을 감소시키는 요인으로 분석되었다. 전체교통량의 경우, 일반적인 사고모형 논문에서도 교통사고를 증가시키는 요인으로 선정되는 것과 같은 결과로 분석되며, 교차로면적이 클수록 많은 차량이 이동하는 큰 교차로를 의미하기 때

<표 6> 종속변수 및 독립변수의 기술통계 결과

구분	범위	최소값	최대값	평균	표준편차	분산	왜도	첨도
Y_1	20.00	0.00	20.00	4.30	3.59	12.87	2.03	6.67
X_1	2.00	1.00	3.00	2.07	0.49	0.24	0.15	(0.60)
X_2	0.80	2.90	3.70	3.31	0.18	0.03	(0.09)	(0.60)
X_3	6.00	0.00	6.00	2.42	1.37	1.88	0.47	0.10
X_4	4.00	0.00	4.00	1.04	1.40	1.96	1.23	0.26
X_5	4.00	0.00	4.00	1.34	1.57	2.47	0.69	(1.10)
X_6	3.00	1.00	4.00	3.58	0.73	0.53	(1.76)	2.58
X_7	3.00	2.00	5.00	4.44	0.67	0.46	(1.23)	2.08
X_8	1,513.60	840.80	2,354.40	1,432.07	352.38	124,173.83	0.66	0.09
X_9	4.00	0.00	4.00	1.26	1.24	1.54	0.54	(0.66)
X_{10}	2.00	0.00	2.00	0.56	0.67	0.46	0.81	(0.43)
X_{11}	6,412.00	1,392.00	7,804.00	3,979.24	1,459.90	2,131,320.02	0.34	0.04

주 : ()는 -값을 의미함

〈표 7〉 사고건수 추정모형(일방오차)

변수	Time Series Cross Section Regression			
	One-way fixed effects		One-way random effects	
	Estimates	t-value	Estimates	t-value
Intercept	-	-	39.512	2.17
차로수 평균	-	-	-10.577	-1.56
차로폭합	-	-	-11.318	-2.25
좌회전전용 차로합계	-	-	-1.964	-1.39
우회전전용 차로합계	-	-	0.303	0.50
교통섬합계	-1.457	-0.89	-0.501	-1.33
횡단보도합계	0.996	0.57	0.066	0.10
현시 수	-	-	-0.937	-1.24
교차로면적	-	-	0.019	1.66
유턴유무	-	-	0.699	0.87
버스정류장 수	-7.4	-2.69	0.229	0.34
일평균 교통량	-	-	0.001	2.68
R ²	0.4555		0.2341	

〈표 8〉 사고건수 추정모형(이방오차)

변수	Time Series Cross Section Regression			
	Two-way fixed effects		Two-way random effects	
	Estimates	t-value	Estimates	t-value
Intercept	-	-	39.990	2.46
차로수 평균	-	-	-10.429	-1.73
차로폭합	-	-	-11.357	-2.54
좌회전전용 차로합계	-	-	-1.938	-1.55
우회전전용 차로합계	-	-	0.279	0.52
교통섬합계	0.143	0.11	-0.401	-1.21
횡단보도합계	0.475	0.35	0.083	0.15
현시 수	-	-	-0.991	-1.48
교차로면적	-	-	0.019	1.82
유턴유무	-	-	0.703	0.98
버스정류장 수	-3.176	-1.48	0.410	0.69
일평균 교통량	-	-	0.001	2.95
R ²	0.6866		0.2780	

문에 동일한 요인으로 선정된 것으로 해석이 가능하다. 그러나 평균차로수와 차로폭합이 클수록 부(-)효과를 보이는 것은 기존 결과와는 다소 다른 것으로 분석된다.

이방오차 회귀모형(two-way error component

〈표 9〉 교차로 사고모형 채택변수 비교

구분	일방오차 채택변수		이방오차 채택변수	
	One-way fixed effects	One-way random effects	Two-way fixed effects	Two-way random effects
차로폭합	x	o	x	o
좌회전전용 차로합계	x	o	x	o
우회전전용차로 합계	x	o	x	x
교통섬합계	o	o	o	o
횡단보도합계	o	o	o	x
현시수	x	o	x	o
교차로면적	x	o	x	x
유턴유무	x	o	x	x
버스정류장 수	o	o	o	o
일평균 교통량	x	o	x	o

regression model)의 경우에는 일방오차 회귀모형과 다소 차이가 있는 결과가 나타났다.

FEM의 경우, 교차로 횡단보도수와 교통섬합계가 정(+)의 효과, 버스정류장 수는 부(-)의 효과가 나타나는 것으로 분석되었다. 특히 교통섬합계의 부호는 앞서 일방 오차 회귀모형의 FEM의 부호와 다른 것으로 분석되었다.

REM의 경우에는, 일방오차 회귀모형과 마찬가지로 전체교통량, 교차로면적, 유턴유무, 우회전전용차로합계 등이 정(+)의 효과, 교통섬합계와 차로폭합, 차로수평균, 현시수 등은 부(-)의 효과가 있는 것으로 분석되었다.

V. 결론

패널자료를 활용하여 청주시 교차로의 사고모형을 개발한 본 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 교통사고의 다양한 요인들을 설명하는 4개의 패널자료 모형이 개발되었다. 즉, 일방오차모형 2개(FEM 및 REM)와 이방오차모형 2개(FEM 및 REM) 총 4개의 모형이 개발되었다. 둘째, 고정효과모형의 독립변수 t값이 임의효과모형에 비하여 더 작은 것으로 분석되었다. 마지막으로 교차로의 횡단보도수와 총 교차로 수가 사고에 정(+)의 효과를 보이는 것으로 분석되었다. 또한 고정효과 모형과 임의효과 모형 모두에서 채택된 변수에는 교통섬합계와 버스정류장수로 나타났으며, 특히 전체교통량의 경우 임의효과모형에서 변수의 유의도가 매우 높은 것으로 분석되었다.

향후 연구과제로는 우선 모형에 필요한 패널자료를 보다 많이 확보하여 다양한 모형으로 분석을 시도하고, 개발된 모형을 효과적으로 검증하며, 아울러 기하구조 측면뿐만 아니라, 인적요인, 환경적 요인 등을 포함하는 분석이 필요한 것으로 판단된다.

알림 : 본 논문은 대한국토도시계획학회 2010 추계학술대회(2010.11.6)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

참고문헌

1. 박정순·김태영·유두선(2007) “도로환경요인과 교통사고의 상관분석 및 사고추정모형 개발 (청주시 4지 신호교차로를 중심으로)”, 대한교통학회지, 제 25권 제2호, 대한교통학회, pp.63~72.
2. 유두선(2008) “청주·청원 지방부 신호교차로의 특성을 감안한 사고모형”, 충북대학교 대학원 석사학위 논문.
3. 이수범·김정현·김태희(2003), “도로 및 교통특성

- 에 따른 계획 단계의 도시부 도로 교통사고 예측모형개발”, 대한교통학회지, 제21권 제4호, 대한교통학회, pp.133~144.
4. 안두진(2008) “SAS PROC PANEL을 이용한 패널자료 분석”, 숭실대학교 대학원 석사학위 논문.
5. 이종원(2007) 『계량경제학』 (전정판), 박영사.
6. 최충익(2004) “패널모형에 의한 도시지역 수해결정요인 분석”, 대한국토계획학회지, 제39권 제7호, 대한국토도시계획학회, pp.49~67.
7. 최 열·문설희·임하경(2007) “도시특성 요소가 대기오염에 미치는 영향에 관한 연구”, 대한국토계획학회지, 제42권 제3호, 대한국토도시계획학회, pp.191~202.
8. 한상진·김근정(2007) “도로종류별 교통사고 추세 분석 및 시계열 분석모형 개발”, 한국도로학회지, 제 9권 제3호, 한국도로학회, pp.1~12.
9. Baltagi, B. H.(2005), Economic Analysis of Panel Data, Third Edition, Wiley.
10. SAS Institute Inc.(2004), SAS/ETS 9.1 User's Guide, Cary, NC : SAS Institute Inc.

✉ 주 작 성 자 : 김준용
 ✉ 교 신 저 자 : 박병호
 ✉ 논문투고일 : 2011. 2. 13
 ✉ 논문심사일 : 2011. 3. 14 (1차)
 2011. 7. 7 (2차)
 ✉ 심사판정일 : 2011. 7. 7
 ✉ 반론접수기한 : 2011. 12. 31
 ✉ 3인 익명 심사필
 ✉ 1인 abstract 교정필