

시간대에 따른 교통사고 특성 및 교통사고모형 비교분석 (청주시 4지 신호교차로를 중심으로)

Comparative Analysis on the Characteristics and Models of Traffic Accidents by
Time Range in the Case of Cheongju 4-legged Signalized Intersections

박 병 호

한 상 욱

박 정 순

(충북대학교 도시공학과 교수) (충북대학교 도시공학과 석사과정) (충북대학교 도시공학과 박사과정 수료)

목 차

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

2. 연구범위 및 방법

II. 기존 문헌 고찰

1. 기존 연구검토

2. 기존연구와의 차별성

III. 분석틀의 설정

1. 자료의 수집 및 분석

2. 분석모형 선정

IV. 시간대에 따른 사고 특성분석

V. 사고모형 개발

1. 변수간의 상관관계

2. 모형개발 및 결과분석

VI. 결론 및 향후 연구과제

참고문헌

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

2004년도 한 해 청주시의 총 교통사고 건수는 3,155건으로 이 중 교차로에서 발생한 교통사고는 51.1%인 1,592건이 발생했다. 또한 교차로 사고 중 신호교차로에서의 발생비율은 전체의 92.6%에 달하며 그 중 4지 신호교차로에서 발생한 사고는 1,183건으로 80.0%에 달해 청주시 전체 교통사고의 약 40%가 4지 신호교차로에서 발생했다.

교차로에서 발생하는 위험한 상황 또는 사고는 복잡하고 다양하게 발생하고 있다. 하지만 대부분의 기존 연구는 단순히 교차로내의 사고 심각도 원인만을 분석하여 위험정도를 판단하였다. 이에 본 연구에서는 교통사고에 있어 교통량이 적은 새벽시간대와 교통량이 가장 많은 첨두시간대, 사고건수가 가장 높은 야간시간대, 그 외 첨두시간 사이의 오전·오후 시간대를 세분화하여 시간대에 따라 발생할 수 있는 사

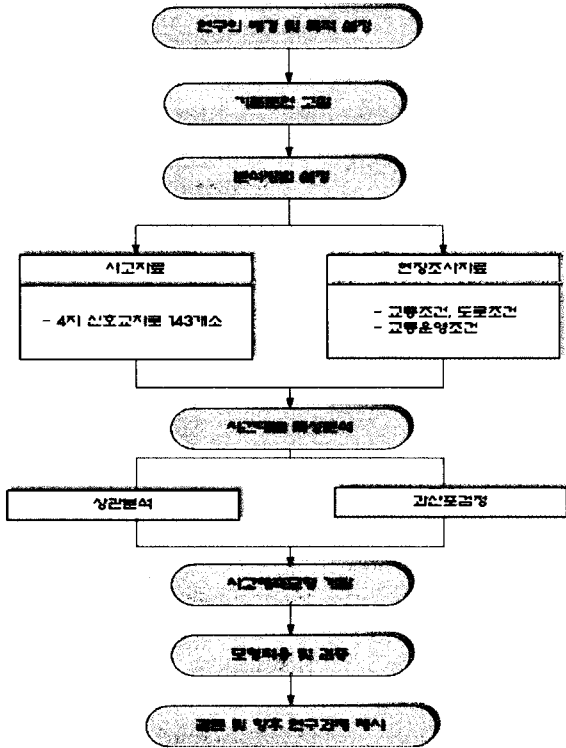
고의 특성을 파악하고 다양한 원인을 규명하는 것을 목적으로 한다.

시간대별 특성분석 및 사고예측모형 개발을 위해 청주시 4지 신호교차로 143개 교차로를 대상으로 하였고 변수간의 상관분석을 실시한 후 결과에 따라 과산포검정을 통해 각 시간대별로 가산자료모형(count data model)을 선정하여 교통사고모형을 개발하였으며 각 모형별로 어떠한 요인이 특정한 영향을 미쳤는지 비교분석 하였다.

2. 연구범위 및 방법

본 연구는 시간대에 따른 교통사고 특성 및 교통사고모형 개발을 위해 청주시 신호 교차로를 공간적 범위로 설정하여 교통사고현황 및 특성을 규명하기 위하여 청주시 4지 신호교차로 143개 지점을 대상으로 「충북지방경찰청의 2004년도 사고자료시스템(TAMS)자료와 도로교통안전관리공단(이하 공단)의 사고 충돌도」를 활용하여 교통사고 유형 및 교통조건을 분석하였으며, 정리된 자료는 분석을 위해 LIMDEP

8.0을 이용하였으며, 각 변수들 간의 상관관계를 분석하고 이산적이고 불규칙적으로 일어나는 교통사고를 분석하기 위해 적절하다고 판단되는 가산자료모형을 통해 교통사고모형을 개발하고자 하였다. 연구의 수행 흐름은 다음 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 연구수행 흐름도

II. 기존 문헌 고찰

1. 기존 연구검토

서로 다른 교통량 및 교차로 기하구조에 의해 발생하는 교차로 교통사고는 매우 다양하다. 서로 각기 다른 요인에 의하여 발생하는 사고를 예측하고 이러한 교차로의 안전상 문제점을 개선하기 위하여 많은 연구들이 수행되었다.

1) 국내 연구동향

하오근(2005)의 연구에서는 포아송 회귀모형을 사용하여 ρ^2 (우도비), 상관계수, MAD, MPB를 알아보고 가장 적합한 결과가 도출된 모델

을 주 모델로 선정하여 사고예측모형을 만들고 ρ^2 (우도비), χ^2 (Chi-squaer)의 값으로 모형 설명력 검증하여 사고 심각도를 분석하였다.

장태연(2003)은 가산자료에서 흔히 나타나는 과산포를 고려한 모형구축을 목적으로 하고 있으며, 택시 운전자의 교통사고 발생빈도와 관련된 가산자료에 적용하였다. 과산포의 존재여부를 확인하기 위해 과산포 검정을 실시하였는데 검정 결과 과산포 값이 양의 수를 가지고 있어 포와송 모형보다는 음이항모형이 택시교통사고 발생빈도에 적절하다는 것을 보여주었다.

강민욱 등(2002)은 한국도로공사의 호남고속도로 1996~2000년 5년간의 교통사고자료 및 기하구조 자료를 토대로 도로의 평면선형, 종단선형 등의 기하구조 요소가 교통사고와 어떤 연관이 있는지 파악하기 위해 여러 가지 구간분할법을 적용하여 다중선형회귀식을 통한 사고모형을 도출하였으며 이들 모형들 간의 통계학적 검증을 통해 기하구조와 교통사고와의 관계를 반영하는 모형을 도출하였다.

2) 국외 연구동향

Kara Maria Kockelman(2002)의 연구에서는 미국의 GES(General Estimates System) 데이터를 이용하여 사고 심각도에 영향을 미치는 요소를 찾기 위해 순서형 프로비트 모형(Ordered Probit Model)을 적용하여 차량단독사고, 차량대 차량사고, 모든 사고형태에 대해 3가지 사고형태에 따라 분석을 실시하였다.

James A. Bonneson(1993)¹⁾의 연구에서는 125개 교차로의 교통량과 사고 데이터를 분석하여 주도로와 부도로 교통량과 사고와의 관계를 정의함으로써 사고예측모형을 개발하였다. 주도로, 부도로 교통량이 많아질수록 사고는 지수관계의 형태로 증가하게 되나 주도로의 경우 부도로 보다 교통량이 증가하는 것에 비하여 사고에 덜 영향을 준다는 것을 밝혔다.

E.Hauer등(1988)의 연구에서는 교통류와 교통사고기록에 대한 정보를 가지고 신호 교차로의

1) James A. Bonneson(1993), "Estimation of safety at two-way stop-controlled intersections on rural highway", Transportation Research Record 1401, pp. 83-89.

안전도를 측정하기 위한 모형을 구축하였다. E.Hauer는 각 교차로에 대해 교통류 형태에 따른 위험성에 따라 순위를 정하는 절차의 유형으로 제시하였고, 이에 대한 유형별 교통사고 발생기대 건수 추정식을 제시하였다. 이 문헌에서 가장 중요한 결과로는 주어진 교통량과 사고기록을 가지고 어떤 교차로가 위험한지, 안전란지를 예측하는 것이었다.

Mohamed Abdel-Aty(2003)는 각각의 다른 위치에서 사고심각도에 영향을 끼치는 요소에서 유사성과 차이점을 설명하는데 목적을 두고 있다. 차도구간, 신호교차로, 요금징수소 등 다양한 장소에서 교통사고에 영향을 미치는 설명변수를 통해 사고 심각도에 영향을 미치는 요인을 분석하고 교통안전에 영향을 미치는 요소를 추출하여 효율적인 교통안전 대책과 다양한 장소의 교통사고 감소에 기여하고자 하였다

Jose'M.Pardillo Mayora 등(2006)²⁾의 연구에 의하면 마드리드 폴리테크닉 대학 (Madrid Polytechnic University)에서 이전에 수행된 사고예측모형에 대해 정교화 하였고 노출, 사고수, 도로설계의 변수를 가지고 음이항 회귀분석을 통해 구축하고 누적잔차분석과 sample의 무작위 제거(Random reduction of sample)를 통해 모델을 정교화 하였다.

2. 기존 연구와의 차별성

기존연구들 중에서 시간대에 따라 사고의 특성을 분석하고 교통사고모형을 개발하여 이를 비교분석한 연구는 없었다. 대부분의 기존 연구는 단순히 교차로에 국한하여 사고분석 및 예측모형을 개발하였지만 본 연구에서는 청주시 4지 신호교차로의 사고자료를 토대로 새벽시간, 첨두시간, 비첨두 오전·오후 및 야간시간대로 구분하여 시간대에 따른 교통사고모형을 개발하였다.

또한 18개의 항목을 통하여 총89개의 변수가

선정된 구체적이고 세분화된 자료를 토대로 사고의 특성에 따른 관련요인의 차이점을 분석하여 더욱 구체적이고 실용성 있는 연구가 될 것이라 판단된다.

III. 분석틀의 설정

1. 자료수집 및 분석

사고 자료는 충북지방경찰청의 2004년도 사고자료관리시스템(TAMS)를 활용하여 청주시 4지 신호교차로 143개 지점에 대한 사고건수 자료를 코딩하였고 사고 관련변수에 대한 관련자료는 현장조사를 통해 수집하였다.

다양한 사고관련 변수들을 수집하기 위해 교차로 접근방향별(a, b, c, d)로 구분하여 자료를 정리하였고, 청주시 4지 신호교차로의 시간대에 따른 교통사고모형을 분석하기 위해 각 시간대별 사고와 사고수를 사망, 부상, 물피사고로 나누어 세부 정리하였다. 그 외 사고에 영향을 줄 것으로 예상되는 변수들을 기존문헌을 참고하여 18개의 항목을 통하여 총 89개의 변수를 선정하여 코딩작업을 수행하였다.

코딩된 자료는 SPSS 12.0을 이용하여 기술통계와 상관분석을 한 후 LIMDEP 8.0으로 가산자료 모형을 개발하였다.

2. 분석모형 선정

1) 독립변수의 선정

4지 신호교차로에서 발생한 교통사고와 밀접한 관련성이 있을 것으로 판단되는 변수는 <표 1>과 같으며 변수 선정시 접근로별 자료보다는 교차로 전체 접근로의 평균과 합계를 주로 사용했다. 수집된 자료들의 기술통계 결과 많은 수의 변수들은 이산적인 형태의 범주형을 띄는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 이와 같은 범주형 변수들에 대해 유·무(0, 1)의 더미변수로 변환하였다.

2) Jose'M.Pardillo Mayora, Rafael Bojorquez, Alberto Camarero Orive(2006), "Refinement of Accident Prediction Models for the Spanish National Network" (TRB) Transportation Research Board 85th Annual Meeting, January 2006.

<표 1> 사고관련변수

독립변수	기호	정의 (단위)
1.일평균교통량 (ADT)	X_1	첨두시간교통량×일평균보정계수 (=13.9)(대/일, pcu)
2.차로수평균	X_2	교차로 전체 차로폭합
3.주도로 차로폭합	X_3	주도로 전체 차로폭합(m)
4.횡단거리합	X_4	횡단거리의 합계
5.좌회전 전용차로합	X_5	좌회전 전용차로의 합계
6.우회전 전용차로합	X_6	우회전 전용차로의 합계
7.횡단보도합	X_7	횡단보도의 합계
8.중단경사평균	X_8	중단경사의 평균 값(%)
9. 이중정지선합	X_9	이중정지선의 합계
10. 유틸평균	X_{10}	유틸평균 수
11.동시신호 유무	X_{11}	교차로내 동시신호의 유무 (없음:0, 있음:1)
12.현시수	X_{12}	현시수
13.평균황색신호 시간	X_{13}	황색신호 시간의 평균(sec)

2) 종속변수 선정

본 연구의 종속변수는 교통사고에 따른 피해정도를 사망, 부상, 물피로 구분하여 가중치를 감안하는 대물피해 환산법에 따라 시간대에 따라 분류하여 총 5개의 종속변수를 선정하였다.

대물피해 환산법은 각 지점의 피해가 가장 큰 교통사고를 기준으로 하여 각 교통사고를 대물피해로 환산하여 비교하는 방법으로 단순 사고건수 비교의 한계성을 극복하여 교통사고 원인에 대한 다각적인 분석이 가능하다.

시간대는 새벽시간대(0~6시)와 첨두시간(오전6~9시, 오후17~20시), 비첨두 오전·오후(9~12시, 12~17시), 야간(20~0시)으로 세부적으로 분류하였다.

<표 2> 종속변수의 선정

종속변수	시간대	정의
1.새벽시간(Y_1)	00~06	대물피해 환산법 (사망사고건수×사망시가중치+부상사고건수×부상시가중치+대물피해건수)
2.첨두시간(Y_2)	06~09, 17~20	
3.비첨두오전(Y_3)	09~12	
4.비첨두오후(Y_4)	12~17	
5.야간(Y_5)	20~00	

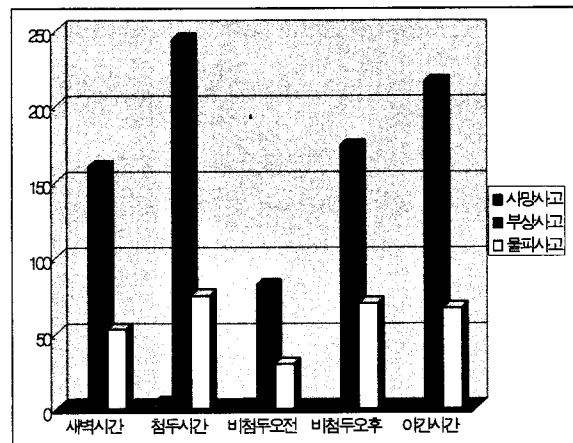
IV. 시간대에 따른 사고 특성분석

청주시 4지 신호교차로의 시간대에 따른 사고특성을 분석하기 위해 수집된 자료를 시간대별로 재정리 하였고 그 결과는 다음<표 3>과 같다. 청주시 4지 신호교차로의 사망사고의 경우 첨두시간대에 가장 많이 일어났으나 교통량이 적은 새벽시간과 비첨두 오전시간도 큰 비중을 차지하고 있다. 특히 비첨두 오전시간은 9시~12시까지로 3시간인데 반해 첨두시간은 6시간이므로 사망사고의 심각성이 매우 높은 것으로 나타났다. 부상사고의 경우 첨두시간과 야간시간에 가장 많은 사고가 났고 야간시간의 경우 6시간으로 환산하였을 경우 첨두시간보다 80건이 많은 것으로 나타났다. 물피 사고의 경우 첨두시간과 비첨두 오후 시간대에 가장 많이 발생하였다.

<표 3> 시간대별 사고수

구 분	심각사고(Severe)		물피사고(PDO)	사고수
	사망사고(Fatal)	부상사고(Injury)		
총계	12	876	295	1183
새벽시간(00~06)	3	160	53	216
첨두시간(06~09, 17~20)	4	244	75	323
비첨두 오전시간(09~12)	3(6)	82(164)	30(60)	115(230)
비첨두 오후시간(12~17)	1(1.2)	174(209)	70(84)	245(294)
야간(20~00)	1(1.5)	216(324)	67(101)	284(426)

주: ()는 6시간으로 환산한 값임.



<그림 2> 시간대별 사고수

V. 사고모형 개발

1. 변수간의 상관관계

본 연구를 함에 있어 보다 정확한 시간대에 따른 교차로 교통사고에 영향을 미치는 변수들간의 상관분석을 실시하였고 종속변수인 새벽시간EPDO(Y_1), 침두시간EPDO(Y_2), 비침두오전 EPDO(Y_3), 비침두오후EDPO(Y_4), 야간 EPDO(Y_5)와 독립변수($X_1 \sim X_{13}$)와의 상관관계를 분석하였다.

상관관계의 유의성은 신뢰수준을 95%($\alpha = 0.05$)로 하여 판단하였으며, pearson상관계수를 통해 두 변수간의 유의한 정도를 분석했다. 분석 결과는 다음 <표 4>과 같다.

분석 결과, 선행 연구들과 마찬가지로 관련 변수 중 교통량(X_1)은 모든 종속변수에 대해 가장 유의함을 확인할 수 있었고 차로수 평균(X_2)은 모두 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 새벽시간EPDO(Y_1)와 유의한 독립변수로는 교통량(X_1), 차로수평균(X_2), 우회전전용 차로합(X_6)으로 분석되었다.

침두시간EPDO(Y_2)와 유의한 독립변수는 교통량(X_1), 차로수평균(X_2), 주도로차로폭합(X_3), 중단경사평균(X_8)으로 분석되었으며, 이 중 주도로차로폭합(X_3)이 가장 상관계수가 높게 나타났다.

비침두오전EPDO(Y_3)와 유의한 독립변수는 교통량(X_1), 차로수평균(X_2), 유턴평균(X_{10}), 현시수(X_{12})로 나타났다. 침두시간EPDO(Y_2)와 마찬가지로 주도로차로폭합(X_3)이 가장 유의한 것으로 분석되었다.

비침두오후EPDO(Y_4)와 유의한 독립변수로는 교통량(X_1), 차로수평균(X_2), 우회전전용차로합(X_6), 유턴평균(X_{10})으로 분석되었으며 유턴평균(X_{10})이 가장 유의성이 높은 것으로 나타났다.

야간EPDO(Y_5)는 교통량(X_1), 차로수평균(X_2) 외에 좌회전전용차로합(X_5)과 이중정지선합(X_9)과의 유의성이 높은 것으로 나타났다.

<표 4> 상관분석 결과

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	X1	X2	X3	X4
Y1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Y2	0.35	1	-	-	-	-	-	-	-
Y3	0.26	0.05	1	-	-	-	-	-	-
Y4	0.12	0.13	0	1	-	-	-	-	-
Y5	0.14	-0.09	0	-0.01	1	-	-	-	-
X1	0.44	0.3	0.32	0.28	0.05	1	-	-	-
X2	-0.23	-0.07	-0.19	-0.1	-0.03	-0.19	1	-	-
X3	0.51	0.34	0.39	0.17	-0.03	0.49	-0.07	1	-
X4	0.32	0.3	0.37	0.13	0	0.43	-0.13	0.48	1
X5	0.12	0.1	0.22	-0.08	0.11	0.13	-0.04	0.16	0.3
X6	0.24	0.16	0.2	0.01	0.08	0.25	0.01	0.31	0.28
X7	0.59	0.33	0.38	0.23	0.04	0.55	-0.09	0.48	0.47
X8	0.71	0.47	0.44	0.2	0.06	0.65	-0.14	0.57	0.53
X9	-0.04	-0.15	0.02	0.17	-0.04	0.16	0.12	0.09	0.09
X10	0.14	0.05	0.09	0.17	0.04	0.18	-0.14	0.18	0.1
X11	0.31	0.23	0.25	0.33	0.06	0.72	-0.05	0.39	0.45
X12	0.05	-0.08	0.12	0.05	0.02	0.11	-0.14	0.03	0.13
X13	-0.12	0.06	-0.17	-0.12	-0.06	-0.28	0.11	-0.19	-0.31
	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
Y1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X5	1	-	-	-	-	-	-	-	-
X6	0.47	1	-	-	-	-	-	-	-
X7	-0.01	0.21	1	-	-	-	-	-	-
X8	0.2	0.32	0.9	1	-	-	-	-	-
X9	0.03	0.09	0.24	0.09	1	-	-	-	-
X10	0.1	0.06	0.11	0.13	0.02	1	-	-	-
X11	0.19	0.19	0.45	0.51	0.27	0.21	1	-	-
X12	-0.08	-0.09	0.09	0.04	0.05	-0.03	0.08	1	-
X13	0.23	-0.01	-0.47	-0.27	-0.33	-0.12	-0.23	-0.18	1

주: pearson 상관계수

2. 모형개발 및 결과분석

본 연구에서는 교차로 사고 심각도 모형을 분석·개발하기 위하여 143개 청주시 4지 신호 교차로에 대한 기하구조 및 주변 환경요소에 대한 조사를 통하여 구축된 자료를 근거로 모델 개발에 활용하였으며, 교통사고모형의 개발을 위하여 통계패키지 LIMDEP 8.0을 이용하였다.

1) 과산포 검정

국내에서는 가산자료모형을 이용한 연구가 많지 않은 실정이며, 모형 설정시 적절한 검정 없이 일반적으로 포아송 회귀모형을 주로 사용하여 왔다. 포아송모형의 가장 큰 특징은 분포의 기대치와 분산이 같아야 된다는 것이다. 그러나 대부분의 가산자료는 분포의 분산이 기대치보다 크거나 작아 포아송 모형의 적용에 어려움이 발생한다. 따라서 본 연구에서는 과산포

를 고려할수 있는 음이항모형을 과산포검정을 통해 선정하였다.

$$H_0: VAR[y_i] = E[y_i] \dots\dots\dots(1)$$

$$H_1: VAR[y_i] = E[y_i] + \alpha g(E[y_i])$$

대립가설에서 양측을 $E[y_i]$ 로 나누면 양쪽 모두 과산포율을 나타내며, 만약 값이 0이면 포아송모형이 적합하며, 양수이면 음이항모형이 적합하다. 가설검정은 LIMDEP을 활용하여 포아송모형의 결과로 산정된 $E[y_i]$ 를 이용하여 Z_i 를 종속변수로 W_i 를 독립변수로하여 회귀분석을 실시하였고,3) 식은 다음과 같다.

$$Z_i = \frac{(y_i - E(y_i))^2 - y_i}{E(y_i)\sqrt{2}} \dots\dots\dots(2)$$

$$W_i = \frac{g(E(y_i))}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots(3)$$

차량 방향전환에 따른 사고심각도(EPDO)에 대한 $E[y_i]$ 와 $E[y_i]^2$ 의 값은 <표 5>에 나타나듯이 평균과 분산이 같다는 귀무가설이 기각된다. 값 모두 양의 α 값을 가지고 있어, 음이항모형이 본 연구의 사고심각도를 적절히 반영하고 있음을 보여준다. 과산포 검정 결과는 다음 <표 5> 와 같다

<표 5> 과산포검정

구분		α	t값	유의수준
새벽시간 EPDO	$E[y_i]$	2.46112	3.14545	0.0000
	$E[y_i]^2$	0.23644	1.43292	0.0000
첨두시간 EPDO	$E[y_i]$	5.699827	9.94821	0.0000
	$E[y_i]^2$	0.23901	8.24257	0.0000
비첨두오전 EPDO	$E[y_i]$	6.648701	7.59443	0.0000
	$E[y_i]^2$	0.81577	7.85132	0.0000
비첨두오후 EPDO	$E[y_i]$	3.12662	8.66359	0.0000
	$E[y_i]^2$	0.24868	5.18050	0.0000
야간EPDO	$E[y_i]$	7.63029	3.98427	0.0001
	$E[y_i]^2$	1.38501	3.16796	0.0000

3) 장태연(2003), "과산포 검정을 통한 택시교통사고 모형설정", 대한토목학회, 제23권 제1D호, 27-34

2) 음이항 회귀모형 개발

과산포 검정 후 가산자료모형중에 선정된 음이항 회귀분석을 통한 교통사고모형개발 결과는 <표 6>와 같다. 첨두시간EPDO(Y_2)을 종속변수로 한 모형 2가 설명력(ρ^2 : 0.312)이 가장 높게 나타났으며, 비첨두오후EPDO(Y_4)를 종속변수로 한 모형 4가 가장 낮은 설명력을 보였다.

<표 6> 음이항 회귀 모형식

모형	모형식	ρ^2
1	$Y_1 = \exp(-0.7779 + 0.0001x_1 + 0.0122x_4 - 0.2991x_7)$	0.251
2	$Y_2 = \exp(7.9594 + 0.0001x_1 - 2.2948x_3 - 0.2603x_{12})$	0.312
3	$Y_3 = \exp(-1.4304 + 0.0001x_1 + 0.0206x_4 - 1.0775x_{11})$	0.285
4	$Y_4 = \exp(0.7033 - 0.0001x_1 - 0.4584x_2)$	0.169
5	$Y_5 = \exp(13.2946 + 0.0001x_1 - 4.7082x_3 - 0.1721x_{13})$	0.260

3) 결과분석

음이항회귀분석을 이용하여 개발된 사고모형과 설명변수들의 통계적 특성은 <표 7>과 같다. 모든 변수들의 P-value는 신뢰수준 95% ($\alpha=0.05$) 기준에 유의한 것으로 분석된다.

기존 논문과 마찬가지로 사고유형별 사고심각도에 공통으로 영향을 미치는 변수는 교통량으로 나타났다. 교통량(X_1)의 경우 회귀계수는 모든 종속변수에 양(+)의 계수값을 가지고 있어 교통량이 늘어날수록 EPDO가 높아짐을 알 수 있고, 신뢰수준 95% ($\alpha=0.05$) 이내에서 유의하다는 것을 알 수 있다.

각 종속변수 별로 특징을 살펴보면, 새벽시간 EPDO(Y_1)의 경우 교통량(X_1) 외에 횡단거리합(X_4)과 횡단보도합(X_7)이 영향을 끼친 것으로 분석된다. 특히 횡단보도합(X_7)은 5개의 종속변수 중 새벽시간 EPDO에만 포함되어 있어 횡단보도의 합이 적을수록 교통사고에 영향을 미치는 특정한 요인인 것으로 분석된다.

첨두시간 EPDO(Y_2)는 교통량 외에 주로 차로폭합(X_3)과 현시수(X_{12})가 영향을 미치는 변수로 분석된다. 이중 현시수는 첨두시간

EPDO에만 포함이 되어 있는데 현시수가 적을수록 침두시간대의 교통사고에 영향을 끼치는 것으로 나타났다.

비침두오전 EPDO(Y_3)는 교통량 외에 횡단거리합(X_4), 동시신호유무(X_{11})이 영향을 미치고 있다. 특히 동시신호유무(X_8)의 계수값이 가장 높게 나타나 동시신호가 없는 경우비침두오전 시간대 교통사고에 큰 영향을 끼치는 것으로 특정요인으로 분석된다.

비침두오후 EPDO(Y_4)의 경우 교통량 외에 차로수 평균(X_2)이 가장 큰 영향을 끼치는 요인으로 분석된다. 차로수 평균이 낮을수록 비침두 오후 시간대의 교통사고의 심각도가 높아짐을 알 수 있다.

야간 EPDO(Y_5)는 교통량 외에 주도로 차로폭합(X_3)과 황색신호평균(X_{13})이 가장 큰 영향을

주는 특정변수로 나타났다. 특히, 황색신호평균은 야간시간대의 교통사고에만 큰 영향을 끼치는 특정요인으로 황색신호시간이 짧을수록 교통사고의 심각도가 높아지는 것으로 나타났다.

음이항 회귀분석 결과 5개의 종속변수의 공통변수는 교통량이며, 각 종속변수 별 특정 변수는 <표 8>와 같다.

<표 8> 공통변수와 특정변수

종속변수	공통변수	특정변수
새벽시간EPDO	일평균 교통량 (ADT)	횡단보도합
침두시간EPDO		현시수
비침두오전EPDO		동시신호유무
비침두오후EPDO		차로수평균
야간EPDO		황색신호시간평균

<표 7> 음이항 회귀모형의 통계적특성

변수		새벽시간EPDO (Y_1)	침두시간 EPDO (Y_2)	비침두오전EPDO (Y_3)	비침두오후EPDO (Y_4)	야간EPDO (Y_5)
상수	Coeff.	-0.7779	7.9594	-1.43046	0.7033	13.2946
	t-value	-2.06584	3.7885	-1.8751	1.8268	3.36252
	P-value	0.03884	0.0002	0.0678	0.0677	0.0007
일평균교통량(X_1)	Coeff.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	t-value	7.1346	6.0511	1.81151	5.3014	5.0169
	P-value	0.0000	0.0000	0.0071	0.0000	0.0000
차로수평균 (X_2)	Coeff.	-	-	-	-0.4584	-
	t-value	-	-	-	-1.7714	-
	P-value	-	-	-	0.0764	-
주도로차로폭합 (X_3)	Coeff.	-	-2.29476	-	-	-4.7082
	t-value	-	-3.68993	-	-	-3.7765
	P-value	-	-2.42228	-	-	0.0001
횡단거리합 (X_4)	Coeff.	0.0122	-	0.0206	-	-
	t-value	-1.8427	-	1.7354	-	-
	P-value	0.0344	-	0.0826	-	-
횡단보도합 (X_7)	Coeff.	-0.29914	-	-	-	-
	t-value	-1.8427	-	-	-	-
	P-value	0.0653	-	-	-	-
동시신호유무(X_{11})	Coeff.	-	-	-1.0775	-	-
	t-value	-	-	-3.2290	-	-
	P-value	-	-	0.0012	-	-
현시수 (X_{12})	Coeff.	-	-0.26035	-	-	-
	t-value	-	-2.4222	-	-	-
	P-value	-	0.0154	-	-	-
황색신호평균 (X_{13})	Coeff.	-	-	-	-	-0.1721
	t-value	-	-	-	-	-1.3354
	P-value	-	-	-	-	0.0005
χ^2		262.3942	402.0184	200.7835	142.4677	146.6890
ρ^2		0.25051	0.31242	0.28468	0.16939	0.25988

주: 독립변수 중 상수는 $X_5, X_6, X_8, X_9, X_{10}$ 음이항 회귀모형식에 포함되지 않아 표시하지 않음.

VI. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 신호교차로의 새벽시간과 첨두시간대 및 비첨두시간의 오전, 오후, 야간시간대의 사고 특성에 따른 관련요인의 차이점을 분석하는 것을 주목적으로 한다. 시간대별 특성분석 및 사고예측모형 비교분석을 위해 청주시 4지 신호교차로 143개 교차로를 대상으로 하였고 변수간의 상관분석을 실시한 후 결과에 따라 과산포검정을 통해 각 시간대별로 가변자료모형을 선정하여 교통사고모형을 개발하였으며 각 모형별로 어떠한 요인이 특정한 영향을 미쳤는지 비교분석하였다.

분석된 주요결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 사고특성 분석을 통해 시간대에 따른 차이점이 파악되었다. 둘째, 가산자료모형 설정을 위해 과산포검정을 한 결과 음이항 회귀모형이 선정되었다. 셋째, 시간대에 따른 교통사고모형 개발 결과 통계적으로 유의한 5개의 음이항 회귀모형이 개발되었다. 마지막으로 공통변수와 특정변수를 활용하여 시간대에 따른 교통사고모형의 차이가 비교 분석되었다.

모형의 공통변수는 교통량, 그리고 특정변수로는 새벽시간대의 경우 횡단보도합, 첨두시간대의 경우 현시수, 비첨두오전시간은 동시신호유무, 비첨두오후시간의 경우 차로수평균, 야간시간에는 황색신호시간평균인 것으로 분석되었다.

본 연구에서 제시된 사고유형별 교통사고모형의 단점을 보완하기 위해 향후 연구·보완되어야 할 몇 가지 사항을 정리하면, 다음과 같다.

첫째, 최신자료의 수집이다. 본 연구는 사고 자료를 충청지방경찰청의 2004년도 사고자료DB를 활용하여 교통사고모형을 개발하였지만 더욱 정확하고 설명력있는 모형을 위해 더욱 최신자료를 활용해야 한다.

둘째, 교차로 교통사고모형에 고려된 변수 이외에 문헌적으로 교차로 교통사고와 밀접한 관계를 보이는 변수들에 대한 연구가 더욱 필요하다. 본 연구에서는 교차각이나 교차로면적 등의 변수들이 시간대에 따른 교통사고에 영향을 줄 것으로 판단하였으나 분석결과 별다른 영향이 없었다. 이에 대한 부분은 향후 연구에는 고려되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 강명욱·김영일·안철환·이용구(1996), 회귀분석 모형개발과 진단, 서울, 울곡출판사
2. 김영철(2003), "독립 3지 교차로의 차로운영 개선 방안에 관한 연구", 명지대학교 석사학위 논문.
3. 류승욱(2005), "고속도로 교차점의 기하구조와 교통사고의 관계설정 및 모형분석", 충북대학교 대학원 박사학위 논문.
4. 박병호(1995), "충청권의 교통사고 예측모형 개발에 관한 연구", 대한교통학회지.제13권, 제1호, 63-82.
5. 박정순·김태영·유두선(2007), "도로환경요인과 교통사고의 상관분석 및 사고추정모형 개발", 대한교통학회지, 제25권, 제2호
6. 성낙문·오주택·오재학(2005), "교차로 안전도 평가에 관한 연구", 대한토목학회지, 제25권 제1D호, 대한토목학회, 1-8.
6. 원제무(2000), "알기쉬운 도시교통", 서울, 박영사.
8. 장태연(2003), "과산포 검정을 통한 택시교통사고 모형설정", 대한토목학회, 제23권 제1D호, 27-34
9. 최백균(2005), "도로기하구조 설계요소가 교통사고에 미치는 영향에 관한 연구" 한양대학교 대학원 석사학위 논문.
10. 하오근(2005), "국도변 신호교차로 안전성 향상을 위한 사고예측모형 개발과 심각도 분석", 한양대학교 대학원 석사학위 논문.
11. 홍정열(2002), "신호교차로에서의 교통사고 예측모형 개발 및 위험수준결정 연구", 한양대학교 대학원 석사학위 논문.
12. 이수범, 홍다희(2005), "신설 도시부 도로의 장래 교통량 변화를 반영한 교통사고 예측모형 개발" 대한교통학회지, 제23권3호, pp.81~90
13. 하태준, 박제진, 이형무(2003), "신호교차로 횡단보도 설치기준에 관한 연구" 대한교통학회지, 제21권3호, pp.47~56
14. E.Hauer,E and Lovell,j.(1988) Estimation of safety at signalized intersection. Transportation Research Record,

- Transportation Research BOARD, 1185,
National Research Council, Washington
D.C., 23-29.
15. FHWA(2004), "Signalized Intersections :
Informational Guide"
 16. James A. Bonneson(1993), "Estimation of
safety at two-waystop-controlled intersections
on rural highway", Transportation Research
Record 1401, pp. 83-89.
 17. Jose'M.Pardillo Mayora, Rafael Bojorquez,
Alberto Camarero Orive(2006), "Refinem-
ent of Accident Prediction Models for
the Spanish National Network" (TRB)
Trans-portionation Research Board 85th
Annual Meeting, January 2006
 18. Kara, M. K.,(2001) "Driver Injury Severty
: An Application of Ordered Probit
Models", Accident Analysis & Prevention.
Vol.28, pp313-321.
 19. Simon P. Washington, Matthew G. Karlaftis,
Fred L. Mannering, Statistical and
Econometric Methods for Transportation
Data Analysis, Washington, HALL/CRC