

■ 論 文 ■

도로 및 교통특성에 따른 계획 단계의 도시부 도로 교통사고 예측모형개발

Development of Traffic Accident Prediction Models
by Traffic and Road Characteristics in Urban Areas

이 수 범
(서울시립대학교
교통공학과 조교수)

김 정 현
(한양대학교
토목환경공학과 연구교수)

김 태 희
(국토연구원
민간투자지원센터 전문위원)

목 차

- I. 서론
 - 1. 연구의 배경 및 목적
 - 2. 연구의 범위 및 절차
 - II. 문헌고찰
 - 1. 국내·외 교통사고비용 산정사례
 - 2. 국내·외 사고예측모형
 - 3. 사고유발요인과 사고와의 관계
 - III. 도로의 분류 및 구간선정
 - 1. 도로의 분류기준 제시
 - 2. 도시지역과 지방지역의 분류기준
 - 3. 도로 물리적 요인의 특성과 정의
 - 4. 분석 구간선정 및 현장조사자료
 - IV. 데이터 분석 및 사고예측모형 개발
 - 1. 설명변수의 분석
 - 2. 모형구축
 - V. 모형의 검증
 - VI. 결론 및 향후 연구과제
- 참고문헌

Key Words : 사고예측모형, 교통사고절감편익, 도로의 경제성 평가, 안전도, 도로 및 교통특성

요 약

현재 도로사업의 타당성 조사 시 사용하는 교통사고 감소편익 산정기준은 도로의 등급별로 사고율을 일률적으로 적용하고 있어 도로자체의 물리적인 특성이 반영되지 못하고 있는 실정이다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 도로의 물리적인 특성과 교통 특성을 반영한 사고예측모형을 개발하여 도로의 신설 및 개량에서 그 도로의 안전성을 평가할 수 있는 방법론을 제시하였다. 본 연구에서는 초기 단계로서 도시지역 도로를 대상으로 하여 모형을 개발하였다. 우선 도로유형별로 사고에 영향을 미치는 요인을 선정하였다. 이 때 선정 기준은 도로계획단계에서도 획득할 수 있는 자료를 위주로 선정하였으며, 변수로는 교통량, 중앙분리대의 유·무, 교차로 수, 연결로 수, 횡단신호등 수, IC밀도 및 차로수 가로 선정되었다. 각 요인과 사고와의 관계를 분석해 본 결과 모두 통계적으로 유의한 수준에서 상관성이 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 도로의 규모 및 등급에 따라 4가지 유형으로 분류하고, 각각에 대하여 사고예측 모형식을 회귀분석을 통하여 도출하였으며 그 모형식을 실제 자료를 이용하여 검증하였다. 검증결과 모형식의 결과와 실제 사고 자료와의 상관성이 높은 것으로 나타났다. 본 연구에서는 도로 계획 단계에서 새로운 도로의 안전성을 예측할 수 있는 방법론을 제시하였다는 데에 그 의의가 있다. 본 연구에서 이용한 자료가 전라북도 한 지역으로 한정되어 있어 전국적인 대표성을 지니는 데에는 한계가 있을 수 있다는 사실을 밝히고자 한다.

본 연구는 2002년도 서울시립대학교 교내학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

우리나라는 지속적인 자동차 증가와 함께 교통사고 건수가 1990년 255,303건에서 2000년 290,481건으로 증가하다가 2002년 230,953건으로 감소하는 추세를 보이고는 있으나, 사망자 수가 매년 10,000 여명에 이르고 있어 그로 인한 도로 교통사고 피해는 매년 십 조원을 넘어서고 있다. 교통사고 발생 건수는 2001년 기준으로 고속도로 3.44건/km, 일반국도 5.92건/km, 지방도 1.49건/km로 도로 유형별로 다르게 나타나고 있는데, 이는 도로유형별로 다른 도로의 특성요인이 교통사고에 영향을 미치기 때문이다. 도로의 유형 및 특성이 달라지면 교통사고 특성 또한 달라지게 되지만, 아직까지 우리나라에서는 도로 및 교통특성에 따른 교통사고의 변화를 예측할 수 있는 방안이 제시되지 못하고 있는 실정이다. 즉, 교통사고 절감편익 산정시 도로의 등급별로 사고율을 일률적으로 적용하고 있어 도로의 유형 및 물리적인 특성이 고려되지 못한다는 것이다.

따라서 본 연구에서는 도시지역의 도로 특성 및 사고 특성의 조사를 통해 도로 유형별 물리적인 특성을 반영하여 보다 체계적인 도로 등급 및 특성에 따른 사고예측모형을 개발하고자 한다. 도로 유형별 사고건수 예측모형을 개발함으로써 도로의 물리적인 특성으로 인한 교통사고건수 예측이 가능하고, 이 결과를 도로의 신설 및 개량에 대한 타당성 조사시, 사고비용을 추정하는데 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 연구의 범위 및 절차

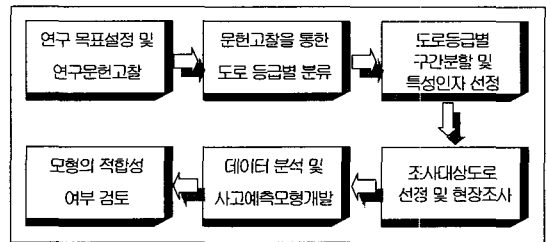
1) 연구의 시간적, 공간적 범위

연구의 내용적 범위는 도시지역의 도로에서 발생하는 교통사고와 도로특성과의 관계를 도로등급별로 분석하며, 공간적인 범위로는 호남고속도로와 전라북도 내 도시지역의 국도·지방도의 단일로를 중심으로 하였으며, 시간적으로는 2001~2002년도의 2년간 도시지역별 사고 자료(교차로에서 발생한 사고 자료는 제외)와 현황 조사 자료로 연구의 범위를 제한한다.

2) 연구의 수행절차

본 연구의 연구수행 절차는 <그림 1>과 같다.

- 1단계 : 연구목표 설정 및 사고모형개발에 관한 연구 문헌고찰
- 2단계 : 국내·외 문헌고찰을 통한 도로 등급별 분류 기준 제시
- 3단계 : 도로의 등급별 구간분할 및 특성인자 선정
- 4단계 : 조사대상도로 선정 및 현장조사 실시
- 5단계 : 다중회귀모형을 이용한 분석 및 도로등급별 사고예측모형개발
- 6단계 : 여러 모형에 대한 모형의 적합성 여부 검토



<그림 1> 연구 흐름도

II. 문헌고찰

1. 국내·외의 교통사고비용 산정사례

1) 일본의 교통사고비용 산정사례

일본의 경우 교통사고비용 산정은 인명사고를 기준으로 일반도로와 고속도로로 구분하며, 일반도로는 도로의 입지적 특성과 중앙분리대의 유·무에 따라 2차로, 4차로 이상으로 구분하여 교통량과 교차로 수를 요인으로 하여 사고비용을 산정하도록 하고 있다. 또한 교통사고비용을 산정하기 위한 기초 자료로서 도로유형별 인명사고 발생건수, 사고당 사상자수, 평균 사고비용, 물리적 사고당 평균 손실, 교통사고로 인한 혼잡비용 등을 고려하며, 인명 사상 사고를 기준으로 평균사고비용을 산정하여 반영하도록 제시하고 있다.

2) 국내의 교통사고비용 산정사례

현재 국내 도로부문의 교통사고 절감 편익의 적용 기준은 도로유형별 사고건수 원단위를 적용하여 교통사고 절감 편익을 산정해 하고 있다.

〈표 1〉 도로유형별 교통사고 사상자수

도로유형	km당 사고건수	1억대· km당 사망자수	1억대· km당 부상자수	km당 사망자 발생건수
고속도로	3.44	1.78	43.56	0.33
일반국도	5.92	6.78	196.48	0.31
지방도	1.49	4.89	126.07	0.08

주) 한국개발연구원, 도로부문사업의 예비타당성조사 표준지침연구, 2001.

이러한 교통사고 절감편익의 적용기준은 도로의 전반적인 사고건수 원단위를 제시하고, 이에 따른 사고당 비용 원단위를 적용하고 있어 도로의 유형과 특성을 감안할 수 없는 문제점이 내재되어 있다. 또한 동일 도로유형에서도 도로 및 교통 특성이 반영되지 못하고 있어 도로특성에 따른 정확한 사고예측이 불가능하여 기존 도로 개량의 경우 정량적인 분석이 어려운 실정이다.

2. 국내·외 사고예측모형

강승림 등(2003)의 고속도로 선형조건과 GIS 기반 교통사고 위험도지수 분석에 관한 연구에서는 고속도로 평면곡선부에 대해서 도로선형요소의 상호작용과 선형의 연속성을 반영하는 사고예측모형을 구축하였다. 김태완(1996)은 경부고속도로를 대상으로 차로수, 차로당 AADT, 선형, 구배, 유출입부에 따른 사고영향을 일반 선형회귀식과 포아송 회귀식으로 개발한 결과 차로수가 많을수록 사고가 감소하며, 곡선반경 1000m이하와 중단구배 3%이상인 지점부터 사고가 급격히 증가한다고 보고하고 있다. 강정규(1995)는 고속도로를 대상으로 선형, 구배에 따른 백만차량-km(MVK)당 사고율을 단순 선형회귀식으로 개발하였다. 모형분석 결과, 교통량과 구배가 클수록 사고가 증가하며, 구배가 6%이상 일때 사고가 급격히 증가하는 것으로 보고하고 있다. Zeeger(1998)는 미국의 7개 주 5000마일에 이르는 2차선도로에 대한 자료를 기초로 사고유형별 사고율을 종속변수로 도로종단선형, 일평균교통량, 차선폭, 전체 노면폭을 독립변수로 하는 사고모형을 개발하였다. 모형분석 결과, 종단선형이 완만할수록 사고율이 줄어들 뿐만 아니라 ADT가 적을수록, 차선폭·전체 노면폭이 넓을수록 사고건수는 줄어들음을 보이고 있다. Mohammed A. Hadi와

Jacob Aruldas 등(1998)은 미국 플로리다주를 대상으로 도로등급별로 사고모형을 개발하였다. 모형에 사용한 독립변수로는 균일한 도로구간길이, AADT, 차선폭, 길어깨폭, 중앙분리대 유형과 폭, 곡선부의 유무, 속도제한, 교차로수, 구배이다. 모형 분석결과 4차선도로에서 중앙분리대의 폭을 넓히는 것이 안전도를 향상시키며, 양방향도로, 좌회전 분리대가 있는 도로가 비분리도로보다 안전하다고 밝히고 있다.

3. 사고유발요인과 사고와의 관계

최재성의 도로유형요소의 교통안전성 효과에 관한 연구(1999)에서는 도로의 물리적인 요소에 따른 사고예측모형을 개발하였다. 그 결과 도로의 물리적인 요소인 차로폭, 길어깨 폭, 구배, 선형이 사고와 높은 상관관계를 갖는다는 것을 보여주었다. Kay Fitzpatrick(2001) 등은 사고분석에 있어서 기하구조변수로써 차로폭, 중앙분리대의 유/무, 곡선반경, 편향각(deflection angle) 등을 적용하여 사고와의 관계를 규명하였으며, 특히 차로폭이 동일하지 않은 도로구간에 있어서는 차로폭이 중요변수로 작용함을 모형들 통해 제시하였다. James A. Bonneson과 Patrick T. Mccoy(2000)의 연구에서는 도로를 중앙 분리시설로 분리, 좌회전 차선으로의 분리와 비분리로 구분하여 각각의 조건에 따른 사고예측모형을 개발하였다. 그 결과 사고는 년 평균 일 교통량, 도로길이, 밀도, 토지이용 등에 영향을 받는다는 결과를 제시하였다. 또한 교통량과 사고와의 관계를 알 수 있는 James A. Bonneson과 Patrick T. Mccoy(2000)의 연구에서는 교차로의 교통량과 사고와의 관계를 음지수분포로 분석하여 주도로와 부도로의 교통량과 사고와의 관계를 정의함으로써, 교차로에서의 사고예측모형을 개발하였다.

III. 도로의 분류 및 구간선정

1. 도로의 분류기준 제시

1) 외국의 도로 분류기준

일본의 Study Group on Road Investment Evaluation, Guidelines for the Evaluation of Road Investment Projects, Japan Institute(2000)에서

〈표 2〉 미국의 도로 분류

차로수		일반 간선도로		주간선도로	
		도시부	지방부	도시부	지방부
2		●	●		
4	양복	●	●		
	분리	●	●	●	●
6~8				●	

주) FHWA, Safety Effectiveness of Highway Design Features, Vol. I, 1992.

는 교통사고비용 산정을 위해 도로를 고속도로와 일반 도로로 분류하고, 일반도로는 도로의 입지적 특성과 도로의 물리적인 요소인 차로수(2차로/4차로)와 중앙분리대의 유·무를 고려하여 사고비용을 산정하고 있다.

미국 FHWA, Planning and Scheduling Work Zone Traffic Control(1981)에서는 고속도로와 다차로도로를 대상으로 도로를 도시지역, 교외지역, 지방지역 3가지 유형으로 분류하였다. 또한 도로유형별로 접근통제와 도로의 분리, 차로수에 따라 분류하여 사고율을 추정하였다. FHWA(1992)에서는 도로의 특성과 안전성과의 관계를 알아보기 위한 회귀모델에서 〈표 2〉와 같이 도로의 기능에 따라 주간선도로와 일반 간선도로로 분류하고, 도로의 입지적인 요소를 고려하여 도시부와 지방부로 나누고, 도로의 물리적인 요소인 차로수와 중앙분리대의 유·무에 따라 도로를 분류하였다.

2) 국내 도로 분류기준

국내의 도로분류 기준을 살펴보면 크게 관할권별/기능별 분류가 있다. 관할권별 분류로는 도로법 제 11조에 명시된 것으로 고속국도, 일반국도, 특별시도·광역시도, 지방도, 시도, 군도, 구도가 있다. 고속국도는 자동차 교통망의 중추부분을 이루는 최상급 도로시설로서 우리나라 각 주요 도시를 연결하는 자동차전용의 고속교통용 도로이다. 일반국도는 주요 도시 등을 연결하여 고속국도와 함께 국가 기본 도로망을 이루는 도로이다. 지방도는 지방의 간선도로망을 이루는 도로이며, 일반적으로 일반국도에 비해 노선연장이 짧고 여러 지역을 연결하는 기능이 약하다. 특별시도·광역시도, 시도, 군도, 구도 등은 각 관할구역안에 존재하는 도로를 의미한다.

도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 제 3조에서는 도로를 기능별로 구분하였는데, 크게 고속도로와 일반도로로 분류하고 있다. 일반도로는 도로의 기능에

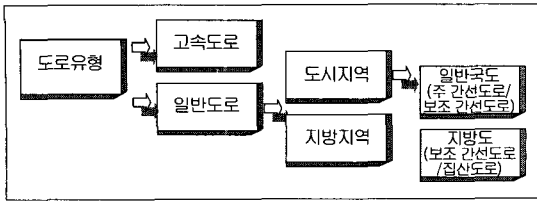
〈표 3〉 국내 도로 분류 현황

도로법 (관할권별)	도로의 구조·시설기준에 관한 규칙(기능별)
1. 고속국도	1. 고속도로 - 도시지역 : 도시고속도로 - 지방지역 : 고속도로
2. 일반국도	
3. 특별시도·광역시도	2. 일반도로 - 도시지역 · 주간선도로 · 보조간선도로 · 집산도로 · 국지도로
4. 지방도	- 지방지역 · 주간선도로 · 보조간선도로 · 집산도로 · 국지도로
5. 시도	
6. 군도	
8. 구도	

따라 주간선도로, 보조간선도로, 집산도로, 국지도로로 나뉘어져 있다. 고속도로는 도로법의 고속국도와 같은 의미를 지니며, 주간선도로는 전국 도로망의 주 골격을 형성하는 주요도로로서 도로법의 일반국도에 해당한다. 보조 간선도로는 지역도로망의 골격을 형성하는 주 간선도로에 연계되며, 도로법의 일반국도의 일부 또는 지방도에 해당한다. 집산도로는 지역내의 통행을 담당하는 도로로서 광역기능은 갖지 않는 도로로 도로법의 지방도의 일부 또는 군도에 해당한다. 국지도로는 도로법 제 16조의 군도의 일부 및 농어촌 도로 등 기타도로가 해당되며 군 내의 주거단위에 접근하기 위해 제공된 도로이다.

3) 본 연구의 도로 분류기준

본 연구에서는 도로법(관할권별)과 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙(기능별)의 도로분류를 서로 연계하여 도로등급을 분류하였다. 먼저 도로를 고속도로와 일반도로로 분류하고, 도로의 입지적인 요소를 고려하여 도로가 위치하는 지역에 따라서 도시지역과 지방지역으로 나누었다. 고속도로의 경우 도시지역과 지방지역의 물리적인 요인의 차이는 존재하지만, 본 연구의 대상지역인 전라북도가 대도시를 끼고 있지 않은 조건을 가진 지역이므로 본 논문에서는 고속도로는 도시지역과 지방지역으로 분류하지 않고, 일반도로만을 도시지역과 지방지역으로 나누었다. 그 중 본 연구에서는 고속도로와 도시지역의 일반국도(주간선도로와 보조간선도로 일부)와 지방도(보조간선도로와 집산도로 일부)를 대상으로 도로특성별 사고모형을 구축하였다.



〈그림 2〉 본 연구의 도로분류 기준

2. 도시지역과 지방지역의 분류기준

도로의 도시지역과 지방지역으로의 분류기준은 도시계획법과 지방자치법 7조에 근거하여 전라북도 내에서 '시(city)¹⁾ 즉, 인구²⁾가 50,000명 이상 거주하는 지역과 읍일 경우 20,000명 이상 거주하는 지역을 도시지역으로 분류하고, 그 외 지역을 지방지역³⁾으로 분류하였다. 그리하여 전라북도 내의 6개시, 8개군 중 2000년 인구를 기준으로 전주시, 군산시(옥구읍 제외), 정읍시(신태인읍 제외), 김제시(만경읍 제외), 남원시(운봉읍 제외), 익산시(함열읍 제외), 고창군의 고창읍, 부안군의 부안읍, 완주군의 삼례읍만을 도시지역으로 분류하였다. 인구자료는 2000년 통계청 자료를 이용하였으나, 이는 교통사고자료와는 1~2년의 차이를 보이는 문제점을 지니고 있다.

3. 도로 물리적 요인의 특성과 정의

본 연구에서는 도로 계획 단계에서부터 알 수 있는 도로의 물리적인 요인을 도로유형에 맞추어 선정하였다. 도로의 물리적인 요인으로 교통량 자료와 도로 기하구조 자료를 이용하였다. 교통량 자료로는 년 평균 일 교통량(AADT)을 사용하였고, 도로 기하구조 자료로는 현장조사와 자료수집의 용이성을 고려하여 중앙분리대 유·무, 차로수, 교차로 수, 연결로 수, 횡단 신호등 수, IC 밀도를 선정하였다.

교통량은 여러 가지 요인들로 운전자 심리에 영향을 주어 사고를 유도하는 유발요인으로서 이러한 교통량이 사고에 미치는 영향을 알아보기 위해 년 평균 일 교통량(AADT)을 변수로 선정하였다. 선정한 구간 안

에서 AADT(대/일)는 동일하므로 구간 교통량은 연장을 포함한 교통량을 의미한다. 또한 김태완(1996)의 연구에 의하면 차로수가 많을수록 사고가 감소한다는 연구결과를 보고하고 있어 본 연구에서도 도로 설계의 기초가 되는 차로수가 사고에 미치는 영향을 평가하기 위해 차로수를 변수로 선정하였다.

Walton, Long Gan과 Morrison(1996) 등의 연구에 의하면 기준도로에 중앙분리대를 설치할 경우 중앙선 침범사고를 줄일 수 있다는 실험결과를 제시하고 있다. 이에 본 연구에서도 중앙분리대의 유·무가 사고에 미치는 영향을 보기 위해 변수로 설정하였다. 또한 횡단 신호등이 존재함으로써 사고발생에 미치는 영향력을 알아보기 위해 횡단 신호등수를 변수로 선정하였다. 본 연구에서는 교차로에서 발생하는 사고를 사고 자료에서 제외하였으므로, 교차로 사고에 영향을 미치는 교차로의 신호등을 제외한 구간의 횡단신호등(개/km)만을 대상으로 하였다.

FHWA의 Fee연구팀(1992)은 사고발생이 연결로 개수와 비례하고 있는 것으로 보고하고 있어 본 연구에서도 교차로(개/km)와 연결로(개/km)가 존재함으로써 사고에 미치는 영향력을 알아보기 위해 교차로 수(신호교차로와 비 신호교차로 모두 포함)와 연결로 수(고속도로의 경우 ramp수(유출입지점수), 일반도로의 경우 접근로수(driveway))를 변수로 사용하였다. 교차로 사고는 교차로의 특성에 따라 사고에 미치는 영향이 결정되나, 계획단계에서는 구체적인 교차로의 특성을 알 수 없기 때문에 본 연구에서는 교차로 사고 자료는 포함하지 않았다. 연결로의 경우 도로의 노선대를 결정하는 수준의 계획 단계에서는 모든 연결로를 파악하는 것이 현실적으로 어렵지만, 기본계획 및 설계단계의 공사비를 산출하는 과정에서 연결로에 대한 부분이 고려된다고 판단되어 변수로 선정하였으며, 본 논문에서는 계획 및 설계단계에서 고려하기 어려운 휴게소나 주유소 등과 연결되는 연결로는 본 연구에서는 고려하지 않았다. 특히, 고속도로의 경우 IC 밀도(평균 IC 간격)를 독립변수로 설정하였는데, 이는 분석구간 내에서의 IC 밀도(평균 IC 간격)

1) 도시계획법과 지방자치법 7조에서는 인구 50,000명 이상이 거주하는 지역과 읍일 경우 20,000명 이상이 거주하는 지역을 행정구역상 시(city)로 지정하고 있다.
 2) 인구는 2000년 자료로서, 통계청, http://www.nso.go.kr/cgi_bin/sws_999.cgi 에서 이용하였다.
 3) 전라북도내의 8개군 중 2000년 인구를 기준으로 하여 진안군, 무주군, 장수군, 임실군, 순창군, 고창군(고창읍 제외), 부안군(부안읍 제외), 완주군(삼례읍 제외), 군산시의 옥구읍, 익산시의 함열읍, 정읍시의 신태인읍, 남원시의 운봉읍, 김제시의 만경읍을 지방지역으로 분류하였다.

가 출입빈도와 관련하여 사고에 영향을 미치므로 IC의 밀도가 사고에 미치는 영향을 살펴보기 위해 IC 밀도(평균 IC 간격)를 독립변수로 설정하였다.

본 연구에서는 고속도로와 일반도로의 도시지역을 대상으로 도로의 물리적인 특성을 나타내는 변수들에 따른 사고모형을 개발하고자 한다. 이에 대한 변수로는 앞서 제시한 바와 같이 교통량, 차로수, 중앙분리대, 연결로 수(고속도로: ramp수(유출입지점수), 일반도로: 접근로수(driveway)), 교차로 수, 횡단 신호등수, IC 밀도를 선정하였다.

4. 분석 구간선정 및 현장조사자료

1) 분석 구간 선정

도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침 9조를 살펴보면 설계구간은 동일 설계기준이 적용되는 주요 교차로 또는 도로의 주요 시설물 사이에 구간을 의미한다. 본 연구에서는 위의 설계구간에 근거하여 대상도로의 분석구간을 나누었다. 본 논문은 고속도로의 경우 교통량이 일정한 IC~IC사이를 분석구간으로 하였으며, 일반도로의 경우 국도와 지방도를 대상으로 주요 교차로를 기준으로 하여 같은 등급의 도로가 만나는 교차로, 다른 등급의 도로가 만나는 교차로를 지점으로 하여 분석구간으로 선정하였다. 즉 국도와 국도가 만나는 교차로와 국도와 지방도가 만나는 교차로, 지방도와 지방도가 만나는 교차로를 분석지점으로 하여 구간으로 선정하였다. 또한 본 연구에서는 교차로를 기준으로 분석구간을 나누되 교차로사고는 교차로의 다양한 물리적 여건에 의해 발생하게 되므로 분석구간 안의 교차로 수(개/km)는 포함하되, 교차로 안에서 발생하는 사고건수는 본 사고 자료에서 제외한다.

〈표 4〉 대상도로의 구간분류기준

도로유형	분류기준
고속도로	IC~IC사이(동일 교통량)
국도 및 지방도	· 국도와 국도가 만나는 교차로 · 국도와 지방도가 만나는 교차로 · 지방도와 지방도를 만나는 교차로 (교차로에서 발생한 사고자료는 제외)

2) 현장조사자료

본 연구에서는 사고예측모형 구축을 위해 전라북도 내의 도시지역 도로를 대상으로 교통조건, 도로조건

〈표 5〉 조사대상 자료

도로 유형	조사대상도로
고속도로	호남고속도로 전 구간
일반국도	1, 17, 19, 22, 23, 24, 26, 27, 30번
지방도	635, 643, 702, 705, 716, 718~722, 724, 730, 732~734, 736, 795, 799번

들의 요소들과 사고와의 관계를 분석하였다. 사고 자료는 2001~2002년 동안의 사고건수를 조사한 것이므로 2001~2002년 이후에 교통조건, 도로조건에 변화가 있었던 도로는 조사대상에서 제외하였다. 교통조건으로는 년 평균 일교통량(AADT)을 이용하였으며, 도로조건으로는 중앙분리대는 유·무를 고려하였으며, 교차로, 연결로(고속도로: ramp수(유출입지점수), 일반도로: 접근로수(driveway)) 그리고 횡단 신호등은 선정한 구간내에 존재하는 개수를 조사하였다. 또한 고속도로의 IC밀도는 분석구간에서의 IC 밀도를 조사하였으며, 차로수는 2차로와 4차로로 구분하여 조사하였다. 조사대상도로로는 고속도로는 호남고속도로 전 구간을 대상으로 하였으며, 일반국도와 지방도의 경우 전라북도내의 도시지역에 포함되어 있는 도로를 대상으로 하였다.

Ⅳ. 데이터 분석 및 사고예측모형 개발

1. 설명변수의 분석

1) 도시지역의 설명변수자료 분석

앞서 선정한 구간은 총 127개 구간으로서 고속도로 25개, 2차로 55개, 4차로·중앙분리대가 없는 경우 25개, 4차로·중앙분리대가 있는 경우 22개이다. 이중 모형의 검증에 위해 선정한 구간을 제외한 나머지 분석구간을 가지고 사고예측모형을 개발하였다.

〈표 6〉 분석대상의 분석구간

도로유형	구간개수	분석구간개수	검증구간개수
고속도로	25개	15개	10개
2차로일 경우	55개	40개	15개
4차로/ 중앙분리대 무	25개	17개	8개
4차로/ 중앙분리대 유	22개	13개	9개
합계	127개	85개	43개

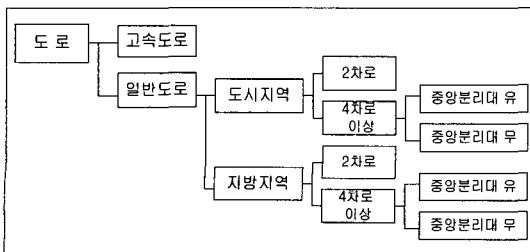
〈표 7〉 일반도로 변수들과 사고건수와의 상관분석

변수	상관계수	유의확률
교통량	0.381	0.001
중앙분리대	-0.336	0.554
차로수	0.569	0.000
교차로 수	0.684	0.000
연결로 수	0.477	0.000
횡단 신호등수	0.598	0.000

일반도로의 설명변수들과 사고와의 상관계수를 살펴보면 〈표 7〉에서 보는 바와 같이 중앙분리대를 제외한 나머지 변수들은 사고와 양의 상관성을 가지며, 중앙분리대의 경우 음의 상관성을 갖는 것을 알 수 있다. 특히 교차로수와 횡단신호등 수가 사고와 가장 높은 상관관계를 나타내고 있어, 도시지역의 국도와 지방도에서는 교차로 수, 횡단 신호등수가 사고건수가 증가하는 데 가장 많은 영향력을 미치는 것으로 판단되며, 그에 반하여 중앙분리대는 존재함에 따라 사고건수가 감소할 수 있다는 것을 알 수 있다.

2. 모형구축

본 연구에서는 도로등급별 도로 특성인자를 반영한 사고예측모형을 구축하기 위해 도시지역의 사고발생에 큰 영향을 미치는 요소를 파악하였다. 파악한 요소를 이용하여 모형에 적합한 독립변수를 선정하기 위해 앞서 제시한 변수들과 사고에 대한 상관분석을 수행하였다. 모형 구축을 위해 〈그림 3〉과 같이 도로를 고속도로와 일반도로로 분류하고, 도로의 입지적 특성을 반영하여 일반도로를 도시/지방지역으로 분류하였다. 그 중 도시지역을 대상으로 하여 도로의 물리적인 변수인 차로수와 중앙분리대의 유·무에 따른 사고예측모형을 회귀분석법을 이용하여 구축하였다.



〈그림 3〉 본 연구의 도로구분

1) 고속도로

고속도로의 경우 본 연구에서 설정한 도로특성요인이 도시지역과 지방지역에 따라 크게 변하지 않고, 대상지역인 전라북도가 대도시를 끼고 있지 않은 지역적인 조건을 가지고 있으므로 본 논문에서는 지역에 따른 분류를 실시하지 않았다. 또한 고속도로는 도로의 분류기준인 중앙분리대가 모두 존재하고, 차로수는 모두 4차로 이상이므로 중앙분리대와 차로수에 의한 구분을 하지 않았다.

고속도로의 경우 앞서 선정한 변수들 중 교통량(대/일)과 연결로 수(ramp수(유출입지점수))와 IC 밀도(평균 IC간격)를 독립변수로 설정하였다. 이 독립변수들의 상관분석을 실시한 결과를 〈표 8〉에서 살펴보면 교통량은 0.787으로 사고와의 강한 양의 상관성을 가지며, 연결로 수(ramp수)와 IC 밀도 또한 사고와 양의 상관성을 나타냈다. 이는 동일 분석구간에서 교통량과 ramp 수(유출입지점수)가 많을수록, IC 밀도가 높을수록 사고건수도 증가하게 됨을 나타낸다. 앞의 3가지 변수가 모두 사고에 영향을 미치는 중요한 요소이나 교통량이 사고와의 상관성이 가장 높고, ramp 수와 IC밀도가 교통량과의 내부 상관성이 높아 교통량과 함께 변수로 채택하기 어렵다고 판단되어 교통량만을 변수로 하여 모형을 정립하였다.

본 논문의 대상도로인 호남고속도로의 IC의 간격이 다양하지 못해 대상도로의 자료로 모형을 구축하기에는 한계가 있으므로 많은 자료를 이용하여 심도 있게 검토해 볼 필요가 있다고 판단된다.

〈표 8〉 고속도로의 사고와의 상관계수

	사고건수	교통량	ramp수 (유출입지점수)	IC밀도 (평균IC간격)
사고건수	1	0.787	0.426	0.551
유의확률	.	0.000	0.034	0.004
교통량	0.787	1	0.648	0.749
유의확률	0.000	.	0.000	0.000
ramp수 (유출입지점수)	0.426	0.648	1	0.739
유의확률	0.034	0.000	.	0.000
IC 수 (평균IC간격)	0.551	0.749	0.739	1
유의확률	0.004	0.000	0.000	.

〈표 9〉 고속도로의 사고예측모형 분석결과

R	R ²	수정된R ²	Dubin-Watson	F	Sig.
0.787	0.620	0.603	1.954	37.506	0.000

모형	비 표준화계수		t	Sig.
	B	SE		
상수	0.109	0.250	0.435	0.668
교통량	2.346E-04	0.000	6.124	0.000

다중회귀모형의 stepwise법을 이용하여 모형을 만든 결과 R²은 0.620으로 나타났으며, F값이 37.506, P값이 0.000으로 통계적으로 모형이 유의하며, Dubin-Watson 값이 1.954로서 2에 가까우므로 오차항간에 독립성이 존재함을 알 수 있다.

고속도로의 사고건수에측모형 결과는 식(1)과 같다.

$$Y = 0.109 + 2.346E-04 \times (X_1) \quad (1)$$

Y : 사고건수(건/km)

X₁ : 교통량(대/일)

2) 일반도로

(1) 2차로 이하

차로수가 2차로 이하일 경우의 사고와 상관계수를 〈표 10〉에서 살펴보면 설정한 변수들 중 교차로 수, 횡단 신호등수가 0.602, 0.553로 사고와의 상관성이 가장 높는데 반해, 나머지 변수들은 상관성이 낮은 것으로 나타났다. 또한 교차로수와 횡단 신호등수의 P값이 모두 0.000으로 95% 신뢰수준에서 매우 유의한 것을 나타났다.

다중회귀모형 stepwise법을 이용하여 모형을 만든 결과 〈표 11〉과 같이 R²이 0.537로 나타나 교차로수와 횡단신호등수의 변수들이 모형에 대해 53.7%의 설명력을 가지는 것을 알 수 있으며, 모형에 대한 P값 또한 0.000으로 모형이 매우 유의하다고 판단된다.

선택한 모형의 비표준화계수를 살펴보면 교차로 수 1개/km가 증가할 때마다 사고건수는 km당 1.164씩 증가하고 있고, 횡단신호등수 1개/km가 증가할 때마다 사고건수는 km당 0.835씩 증가하고 있음을 알 수

〈표 10〉 2차로 일 경우의 사고와의 상관계수

	사고건수	교통량	교차로 수	연결로 수	횡단 신호등수
사고건수	1	0.306	0.602	0.186	0.553
유의확률		0.024	0.000	0.179	0.000
교통량	0.306	1	0.346	0.435	0.312
유의확률	0.024		0.010	0.001	0.087
교차로수	0.602	0.346	1	0.322	0.247
유의확률	0.000	0.010		0.018	0.050
연결로수	0.186	0.435	0.322	1	0.244
유의확률	0.179	0.001	0.018		0.187
횡단신호등수	0.553	0.312	0.247	0.244	1
유의확률	0.000	0.087	0.050	0.187	

있다. 종속변수에 대한 영향력을 비교할 수 있는 표준화계수⁴⁾(Standardized Coefficient)를 살펴보면 각각 0.437, 0.304으로 나타나 교차로 수가 횡단 신호등수 보다 사고에 더 높은 영향력을 가지고 있다고 판단된다. 다중 공선성 진단 결과, 공차 한계값 0.800, VIF 1.249, 각각의 상태지수 값이 2.725, 3.000으로 모두 기준에 만족하므로 다중 공선성⁵⁾의 문제는 없는 것으로 나타났으며, 오차의 자기상관을 살펴 볼 수 있는 Dubin-Watson 값이 2.294로 오차항간에 독립성이 존재함을 알 수 있다.

〈표 11〉 2차로일 경우의 사고예측모형 분석결과

R	R ²	수정된 R ²	Dubin-Watson	F	Sig.
0.661	0.537	0.515	2.294	29.621	0.000

모형	비 표준화계수		표준화계수	t	Sig.
	B	SE	Beta		
상수	0.174	0.108		1.611	0.113
교차로수	1.164	0.293	0.437	3.974	0.000
횡단신호등수	0.835	0.323	0.304	2.584	0.013

모형	Collinearity Statistics		Condition Index
	Tolerance	VIF	
상수			1.000
교차로수	0.800	1.249	2.725
횡단신호등수	0.800	1.249	3.000

4) 표준화계수는 독립변수 각각의 유의성과 관련하여 종속변수에 영향력을 비교할 수 있는 지표이다.

5) 다중공선성은 적어도 하나의 독립변수가 다른 독립변수들과의 선형결합으로 표시가 된다는 의미이며, 공차한계값(Tolerance)가 0.10보다 작고, 분산팽창요인(VIF)가 10보다 크고, 상태지수(Condition Index)값이 15보다 클 경우에 발생하게 된다.

도시지역 2차로 이하일 경우의 사고에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 교차로 수이다. 그러므로 동일 구간안에서 교차로 수가 많을수록 사고가 많이 발생하게 되며, 또한 평균 교차로의 간격이 짧을수록 사고가 많이 발생할 가능성이 높기 때문에 사고발생을 최소화하기 위해서는 도로의 교차되는 수를 줄이고, 교차로의 배치간격을 적절하게 하는 것이 바람직하다고 판단된다.

2차로의 사고건수예측모형 결과는 다음과 같다.

$$Y = 0.174 + 1.164 \times (X_1) + 0.835 \times (X_2) \quad (2)$$

Y : 사고건수(건/km)

X₁ : 교차로 수(개/km)

X₂ : 횡단 신호등수(개/km)

(2) 4차로 이상 · 중앙분리대가 없는 경우

4차로 이상 · 중앙분리대가 없는 경우 사고와의 상관계수를 <표 12>에서 살펴보면 모든 변수들이 사고와의 양의 상관성을 보이고 있으며, 그 중 교차로수와 연결로수가 사고와의 가장 높은 상관성을 가지는 것을 나타냈다. 교차로수와 연결로수의 P 값이 모두 0.05보다 낮은 값을 가져 95% 신뢰수준에서 매우 유의한 것으로 나타났다. 특히, 횡단신호등수와 교차로수는 음의 상관성을 가지는 것으로 나타났다. 동일 구간 내에서 교차로수가 많을수록 횡단신호등수가 감소하는 것으로 나타났다.

다중회귀모형 Stepwise법을 이용하여 모형을 구축한 결과 <표 13>과 같이 R²이 0.672로 나타나 교차

<표 12> 4차로 · 중앙분리대 무일 경우 사고와의 상관계수

	사고건수	교통량	교차로수	연결로수	횡단신호등수
사고건수	1.000	0.463	0.820	0.616	0.320
유의확률	.	0.082	0.000	0.014	0.245
교통량	0.463	1.000	0.503	0.591	0.074
유의확률	0.082	.	0.056	0.020	0.794
교차로수	0.820	0.503	1	0.734	-0.126
유의확률	0.000	0.056	.	0.002	0.653
연결로수	0.616	0.591	0.734	1	0.110
유의확률	0.014	0.020	0.002	.	0.695
횡단신호등수	0.320	0.074	-0.126	0.110	1
유의확률	0.245	0.794	0.653	0.695	.

<표 13> 4차로 · 중앙분리대 무일 경우의 사고예측모형 분석결과

R	R ²	수정된 R ²	Dubin-Watson	F	Sig.
0.820	0.672	0.647	2.445	26.681	0.000

모형	비 표준화계수		표준화계수	t	Sig.
	B	SE	Beta		
상수	0.920	1.083		0.849	0.411
교차로수	3.135	0.607	0.820	5.165	0.000

로수가 모형에 대해 67.2%의 설명력을 가지는 것을 알 수 있었으며, P값 또한 0.000으로 모형이 통계적으로 유의함을 알 수 있었다. Dubin-Watson 값은 2.445로서 오차항간에 독립성이 존재한다고 판단된다.

4차로이며, 중앙분리대가 없을 경우의 교통사고건수예측모형 결과는 식(3)과 같다.

$$Y = 0.920 + 3.135 \times (X_1) \quad (3)$$

Y : 사고건수(건/km)

X₁ : 교차로 수(개/km)

(3) 4차로 이상 · 중앙분리대가 있는 경우

4차로 이상 · 중앙분리대가 있는 경우의 사고와의 상관계수를 <표 14>에서 살펴보면 설정한 모든 독립변수가 사고와의 양의 상관성을 가지는 것으로 나타났다. 그 중 교통량과 교차로 수가 가장 상관성이 높은 것으로 나타났다. 횡단신호등 수를 제외한 나머지 독립변수들은 P값이 모두 0.05보다 작은 값을 가져 통계적으로 유의한 수준임을 알 수 있다.

<표 14> 4차로 · 중앙분리대 유일 경우 사고와의 상관계수

	사고건수	교통량	교차로수	연결로수	횡단신호등수
사고건수	1	0.700	0.864	0.667	0.457
유의확률	.	0.016	0.000	0.025	0.155
교통량	0.700	1	0.728	0.862	0.390
유의확률	0.016	.	0.011	0.001	0.235
교차로수	0.864	0.728	1	0.602	0.158
유의확률	0.001	0.011	.	0.000	0.735
연결로수	0.667	0.862	0.602	1	0.676
유의확률	0.025	0.001	0.000	.	0.022
횡단신호등수	0.457	0.390	0.158	0.676	1
유의확률	0.155	0.235	0.735	0.022	.

〈표 15〉 4차로·중앙분리대 유일 경우의 사고예측모형 분석결과

R	R ²	수정된 R ²	Dubin-Watson	F	Sig.
0.864	0.746	0.717	2.287	26.386	0.001

모형	비 표준화계수		t	Sig.
	B	SE		
상수	0.729	0.456	1.601	0.144
교차로수	1.757	0.342	5.137	0.001

다중회귀모형의 Stepwise법을 이용하여 모형을 구축한 결과 〈표 15〉과 같이 R²은 0.746으로 나타났으며, P값은 0.001으로 나타나 모형 전체적으로 95% 신뢰수준에서 비교적 유의한 것을 알 수 있으며, Dubin-Watson 값이 2.287로서 오차항간에 독립성이 존재함을 알 수 있다.

4차로이며, 중앙분리대가 있을 경우의 교통사고건수예측모형 결과는 식(4)과 같다.

$$Y = 0.729 + 1.757 \times (X_1) \tag{4}$$

Y : 사고건수(건/km),
X₁ : 교차로 수(개/km)

도시지역의 도로형태에 따라 구축한 모형식은 〈표 16〉과 같다.

〈표 16〉 도로의 형태에 따른 모형식

도로형태		모형식
고속도로		$Y = 0.109 + 2.346E-04 \times (X_1)$
일반도로	2차로	$Y = 0.174 + 1.164 \times (X_2) + 0.835 \times (X_3)$
	4차로 중앙 분리대유	$Y = 0.920 + 3.135 \times (X_2)$
	4차로 이상 중앙 분리대무	$Y = 0.729 + 1.757 \times (X_2)$

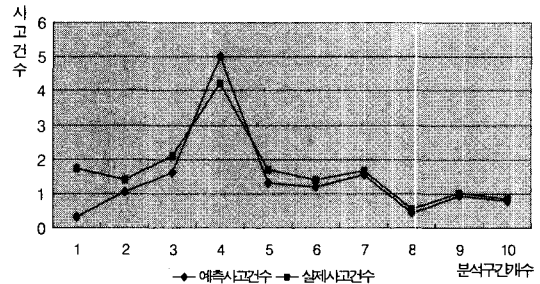
Y : 사고건수(건/km)
X₁ : 교통량(대/일)
X₂ : 교차로 수(개/km)
X₃ : 횡단신호등 수(개/km)

V. 모형의 검증

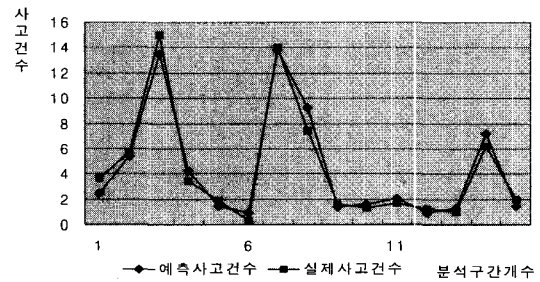
연구대상 조사 자료의 분석으로 도출한 예측사고건

수가 실제사고건수와 신뢰성이 있는지 검증하는 것이 필요하다. 검증을 하기 위해 고속도로의 경우 10개, 2차로일 경우 15개, 4차로·중앙분리대 무일 경우 8개, 4차로·중앙분리대 유일 경우 9개의 구간을 선정하여 개발한 사고예측모형을 검증하였다. 검증결과, 각 도로의 형태에 따른 모형의 R²이 통계적으로 모두 유의하며, 〈그림 4〉~〈그림 7〉에서 보는 바와 같이 예측사고건수와 실제사고건수가 거의 같은 분포를 나타내고 있어 비교적 양호한 추정력을 보이고 있다고 판단된다.

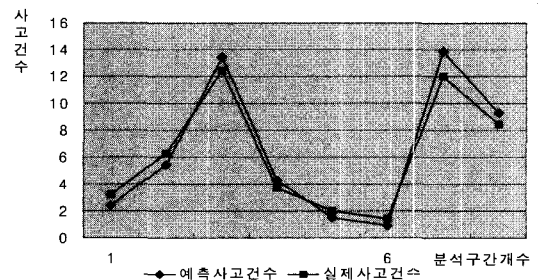
또한 각 도로 형태에 따라서 추정치와 실제 사고 자료를 통계적으로 검증하는 방법으로 최소 제곱근오차



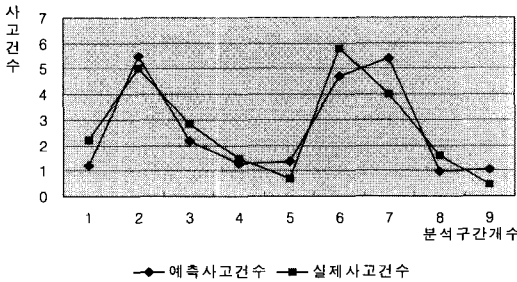
〈그림 4〉 고속도로 예측/실제 사고건수 비교



〈그림 5〉 2차로의 예측/실제 사고건수 비교



〈그림 6〉 4차로/중앙분리대가 있을 경우의 예측/실제 사고건수 비교



(그림 7) 4차로/중앙분리대 없을 경우의 예측/실제 사고건수 비교

(Root Mean Square Error:RMSE)를 이용하여 검증하였다.

$$rmse = \sqrt{\left(\frac{1}{n} \sum [O_i - E_i]^2\right)}$$

- O_i : 관측치
- E_i : 관측치
- n : 관측 자료수

각 도로의 형태별로 구축한 모형을 검증한 결과, <표 17>과 같이 고속도로, 도시지역의 2차로, 도시지역 4차로/중앙분리대가 없을 경우, 도시지역 4차로/중앙분리대가 있을 경우의 RMSE(최소제곱근 오차) 값은 0.556건/km, 0.748건/km, 0.905건/km, 1.028건/km로 나타나 실제 사고자료를 비교적 양호하게 추정하였음을 알 수 있다.

<표 17> 각 도로형태별 최소 제곱근 오차

도로형태		RMSE(건/km)
고속도로		0.556
일반도로	2차로	0.748
	4차로 이상, 중앙분리대 무	0.905
	4차로 이상, 중앙분리대 유	1.028

VI. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 각 도로의 물리적인 특성과 교통 특성을 반영하여 사고를 예측할 수 있는 방법을 제시하였다. 이를 위해 호남고속도로와 전라북도 내의 도시지역의 국도와 지방도의 단일로를 대상으로 하여 사

고에 영향을 미치는 도로특성요인을 파악하고, 각 도로 형태에 따른 요인들과 사고와의 관계를 분석하여 도로유형별로 사고에 영향을 미치는 요인을 선정하였다. 이때 선정기준은 도로계획단계에서도 획득 할 수 있는 요인을 위주로 선정하였으며, 각 요인은 사고와 통계적으로 유의하다는 것을 알 수 있다. 이를 토대로 도로의 물리적인 요인에 따른 해당구간의 사고발생가능성을 예측할 수 있는 모형을 제시하였다. 그 결과, 선정된 변수 모두 사고에 영향을 주는 것으로 나타났으며, 그 중 차로수, 교차로 수, 횡단신호등이 사고와의 연관성이 가장 높은 것으로 나타났으며, 특히 중앙분리대의 경우 사고와 음의 상관성을 가지는 것으로 분석되었다. 선택된 변수들로 개발된 사고예측모형 결과는 고속도로의 경우 교통량이 사고에 미치는 영향이 가장 큰 것으로 분석되었으며, 2차로 도로의 경우는 교차로 수 및 횡단신호등이, 4차로·중앙분리대가 없는 경우와 4차로·중앙분리대가 있는 경우는 교차로수가 교통사고에 영향을 미치는 주요 요인으로 나타났다.

본 연구의 결과와 한국개발연구원에서 제시한 도로유형별 km당 사고건수와 비교한 값을 <표 18>에 제시하였다. 한국개발연구원에서 분류한 도로유형과 본 연구에서 분류한 기준이 다르기 때문에 직접적인 비교는 어렵지만, 전체적으로 유사한 결과를 나타내고 있다. 단 본 연구에서 제시한 결과는 보다 세부적인 도로 분류 기준을 적용하여 사고예측을 하였다는 데에 그 의의가 있다.

본 연구의 결과를 이용하면 새로운 도로사업 계획시 여러 가지 대안에 대한 안전성 평가를 시행할 수 있다. 또한 도로사업의 타당성 조사시 사고감소편익을 산정할 때에 보다 세부적으로 결과를 산정할 수 있는 방법

<표 18> 도로유형별 교통사고 사상자수

한국개발연구원		본 연구결과	
도로유형	km당 사고건수	도로유형	km당 사고건수
고속도로	3.44	고속도로	2.66
일반국도	5.92	2차로	일반국도 5.41
			지방도 0.72
지방도	1.49	4차로·무	일반국도 3.73
			지방도 1.41
		4차로·유	일반국도 2.63
			지방도 1.28

론을 제시하였다는 데에 그 의의가 있다고 할 수 있다.

본 연구에서 이용한 자료가 전라북도 지역으로 한정되어 있어 전국을 대표할 수 없으므로 향후 전국적인 사고자료를 바탕으로 대표성을 지닐 수 있는 연구가 필요하다고 판단된다. 또한 계획단계에서의 사고예측 모형시 교차로 간격에 따른 도시부와 지방부로 지역을 구분하는 것이 현실적으로 필요한 방법이라고 판단되므로, 향후 교차로 간격을 고려한 연구가 수행되기를 기대한다.

참고문헌

1. 경찰청(200), "교통통계".
2. 한국건설기술연구원(1997), "도로의 기하구조와 교통 안전성에 관한 미국 연방도로청의 보고서", 도로교통 안전 기술보고서 97-02.
3. 건설교통부(2000), "도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침".
4. 최재성(1999), "도로유형요소의 교통안전성 효과", 서울시립대학교 도시과학연구소 연구논문.
5. 강승림(2003), "고속도로 선형조건과 GIS기반 교통 사고위험도지수 분석", 대한교통학회지 제21권 제1호.
6. 김태완(1966), "도로기하구조가 교통사고에 미치는 영향-경부고속도로중심으로", 서울대 환경대학원석사논문.
7. 강정규(1995), "사망사고에서의 도로환경요인분석에 관한 연구", 도로교통안전협회.
8. James A. Bonneson, Patrick T. Mccoy(2000), "Estimation of Safety at Two-way Stop-controlled Intersections on Rural Highways," TRR 1401.
9. James A. Bonneson, Patrick T. Mccoy(2001), "Effect of Median Treatment on Urban Arterial Safety and Accident prediction Model," TRR 1581.
10. Sheffer and Janson(1999), "Accident and Capacity Comparisons of Leading and Lagging Left-turn Signal Phasings," January, TRB.
11. FHWA(1981), "Planning and Scheduling Work Zone Traffic Control".
12. Study Group on Road Investment Evaluation(2000), "Guidelines for the Evaluation of Road Investment Projects", Japan Institute.
13. TRB Special Report 214(1987), "Designing Safer Roads, Practices for Resurfacing, Restoration, and Rehabilitation", Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D. C.
14. Draper, N. R. and Smith, H.(1996), "Applied Regression Analysis", John Wiley & Sons, Inc., New York.
15. Sober, G. A. F.(1977), "Linear Regression Analysis", John Wiley & Sons, Inc., New York.
16. Oregon Department of Transportation(1996), Medians, TRI Oregon State Univ. Corvallis.
17. Fitzpatrick, K. et. al.(2000), "Speed prediction on two lane rural highways", Research report, FHWA-RD-99-171.
18. C. V. Zegeer, J. Hummer, L. Herf, D. Reinfurt, and W. Hunter(1986), "Safety Effects of Cross-Section Design for Two-Lane Roads", Report No. FHWA-RD-87-008, Federal Highway Administration, Washington, D. C.
19. Mohanmmad A. Hadi and A.S. Jaradat(1998), "Analysis of Commercial Minibus Accidents", Accident Analysis and Prevention vol.30 No.5.

✉ 주 작 성 자 : 이수범

✉ 논문투고일 : 2003. 5. 5

논문심사일 : 2003. 6. 23 (1차)

2003. 7. 16 (2차)

2003. 8. 4 (3차)

심사판정일 : 2003. 8. 4

✉ 반론접수기한 : 2003. 12. 31

Analyzing the Efficiency of Korean Rail Transit Properties using Data Envelopment Analysis

KIM, Minjoung · KIM, Sungsoo

Using nonradial data envelopment analysis(DEA) under assumptions of strong disposability and variable returns scale, this paper annually estimates productive, technical and allocative efficiencies of three publicly-owned rail transit properties which are different in terms of organizational type: Seoul Subway Corporation(SSC, local public corporation), the Seoul Metropolitan Electrified Railways sector (SMESRS) of Korea National Railroad(the national railway operator controlled by the Ministry of Construction and Transportation(MOCT)), and Busan Urban Transit Authority (BUTA, the national authority controlled by MOCT). Using the estimation results of Tobit regression analysis, the paper next computes their true productive, true technical and true allocative efficiencies, which reflect only the impacts of internal factors such as production activity by removing the impacts of external factors such as an organizational type and a track utilization rate. And the paper also computes an organizational efficiency and annually gross efficiencies for each property. The paper then conceptualized that the property produces a single output(car-kilometers) using four inputs(labor, electricity, car & maintenance and track) and uses unbalanced panel data consisted of annual observations on SSC, SMESRS and BUTA.

The results obtained from DEA show that, on an average, SSC is the most efficient property on the productive and allocative sides, while SMESRS is the most technically-efficient one. On the other hand, BUTA is the most efficient one on the truly-productive and allocative sides, while SMESRS on the truly-technical side. Another important result is that the differences in true efficiency estimates among the three properties are considerably smaller than those in efficiency estimates. Besides, the most cost-efficient organizational type appears

to be a local public corporation represented by SSC, which is also the most grossly-efficient property. These results suggest that a measure to sort out the impacts of external factors on the efficiency of rail transit properties is required to assess fairly it, and that a measure to restructure (establish) an existing(a new) rail transit property into a local public corporation(or authority) is required to improve its cost efficiency.

Development of Traffic Accident Prediction Models by Traffic and Road Characteristics in Urban Areas

LEE, Soo Beom · KIM, Jeong Hyun · KIM, Tae-Hee

The current procedure of estimating accident reduction benefit shows fixed accident rates for each level of roads without considering the various characteristics of roadway geometries and traffics. In this study, in order to solve the problems mentioned in the above, models were developed considering the characteristics of roadway alignments and traffic characteristics. The developed models can be used to estimate the accident rates on new or improved roads. In this study, only urban highways were included as a beginning stage. First of all, factors influencing accident rates were selected. Those factors such as traffic volumes, number of signalized intersections, the number of connecting roads, number of pedestrian traffic signals, existence of median barrier, and the number of road lane are also selected based upon the obtainability at the planning stage of roads. The relationship between the selected factors and accident rates shows strong correlation statistically. In this study, roads were classified into 4 groups based on number of lanes, level of roads and the existence of median barriers. The regression analysis had been performed for each group with actual data associated with traffic, roads, and accidents. The developed regression models were verified with another data set. In this study, in order to develop

the proposed models, only data on a limited area were used. In order to represent whole area of the country with the developed models, the models should be re-analyzed with vast data.

Multilevel and Multivariate Structural Equation Models for Activity Participation and Travel Behavior

CHOI, Yun Sook · CHUNG, Jin-Hyuk

Multilevel and Multivariate Structural Equation Model is applied to handle the hierarchical nature of the data and explain complex relationship among socioeconomic factors of individuals and household, activity participation, and travel behavior using

Puset Sound Transportation Panel data. From analysis, variations of individual activity participation and travel behavior can be divided into two categories: Within-household variation and Between-households variation. Empirical results show that the interdependency index(ρ) of variables for household members within a household is between 0.13 and 0.33 indicating high interdependency. These results suggest that Multilevel and Multivariate SEM approach is an appropriate modeling methodology and gives additional information for activity participation and travel behavior. Also most of personal and household characteristics influence on activity participation and travel behavior within a household as well as between households.