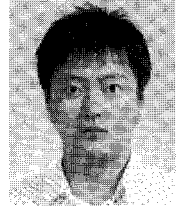


# 교통사고 이력자료 분석을 통한 도로안전성 평가



이 동 민 | 정회원 · 한국교통연구원 책임연구원  
김 도 훈 | 정회원 · 한국교통연구원 연구원

## 1. 서론

우리나라의 교통사고건수와 사망자수는 지속적으로 감소하고 있어, 1996년 사망자수 12,653명과 2005년 사망자수 6,376명을 비교할 때 약 50%정도가 감소하였다. 하지만 여전히 OECD 가입국가의 하위권 수준이고, 자동차 1만대당 사망자수가 3.663명('04년 기준)으로 OECD 평균 1.68과 비교할 때, 2.2배에 달하는 수준이다.

교통사고 및 사망자수를 줄이기 위해 1983년 제 1차 「교통안전기본계획」을 시작으로 6차례에 걸친 기본계획 등을 통해 다양한 교통안전대책이 마련되고 추진되어 왔다. 교통안전대책 중 하나인 도로안전도 개선을 위해서는 교통사고 위험도가 높은 도로를 찾아내어 개선하고, 교통안전개선사업의 효과를 평가하는 것이 가장 보편적인 방법이다.

일반적으로 도로안전도를 평가할 때 가장 기본이 되는 것은 일정기간 혹은 일정도로구간에서의 교통사고 및 사고에 의한 심각도 수준이다. 이러한 교통사고 이력자료 분석을 통해 사고다발지점을 선정하고, 교통안전개선사업 및 우선사업 도로선정이 이루어지게 된다.

본 고에서는 교통사고 이력자료 분석을 통해 도로안전성 평가를 수행하는 방법 및 사례를 소개하고, 특히 미국에서 진행되고 있는 연구들과 현재 국내에서 수행중인 연구내용을 소개하고자 한다.

## 2. 교통사고 이력자료 분석을 통한 도로안전성 평가방법

### 2.1 사고예측 모형개발

#### 2.1.1 교통사고 이력자료의 특징

경찰청에서는 사고 잦은 곳 개선사업의 일환으로서 도로교통공단 산하에 교통사고분석센터를 설치하여 교통사고 데이터베이스를 구축하고 운영·관리하고 있다. 이는 기존 사고실황조사서와 교통사고통계원표를 조사자가 직접 입력할 수 있도록 교통사고관리시스템(TAMS : Traffic Accident Management System)으로 운영되고 있다.

TAMS에서의 교통사고자료는 사고발생당시의 상황을 기반으로 구축되었다. 그 구성요소로는 운전자의 피해정도와 현장상황(기상, 도로상태 등) 그리고

사고발생전 운전자의 행동 및 사고원인 등 총 80개 항목으로 구성되어 있다. 일반적으로 TAMS자료만으로 사고예측모형을 개발하기 보다는 현장조사를 통해 도로기하구조 및 교통량 등의 변수를 추가하여 사고예측모형을 개발하게 된다.

이러한 교통사고예측모형 개발을 위해서 보편적으로 두 가지 방법이 사용된다. 하나는 교통사고발생을 교통사고건수와 상관없이 편차가 같은 정규분포로 가정하는 것이고 다른 하나는 교통사고는 불연속 분포이며, 교통사고의 건수에 따라 편차도 커진다는 가정으로, 포아송 분포가 여기에 속한다(Maher and Summersgill, 1996).

교통사고요인은 운전자요인, 차량요인, 도로환경요인으로 분류된다. 이 중에서 대부분의 교통사고가 다양한 운전자의 특성에 의해 발생되므로 교통사고 유발에 대한 규칙성을 발견하는 것은 매우 난해하다. 다시 말해서, 교통사고는 정해진 이론에 의해서 발생하는 것이 아니라 수시로 변화될 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 교통사고건수를 예측하기 위한 모형을 개발하기 위해서는 교통사고의 임의적 발생을 고려하여 사고자료의 분포가 포아송 분포를 따른다는 가정하에 통계적으로 적용되어야 한다.

### 2.1.2 통계모형 구축시 유의점

일반적으로 교통사고예측에 사용되는 모형으로는 포아송모형, 음이항모형, 감마모형이 주로 사용된다. 포아송 회귀모형은 종속변수가 일정기간동안 주어진 사건의 발생횟수를 나타낸 것이며, 모형계수인  $\beta_j$ 는 최우추정법(Maximum-Likelihood)을 이용하여 계산된 것이다. 포아송 회귀모형에서 과분산계수( $\alpha$ )는 모형계수의 분산을 실제보다 과소 또는 과다 예측되는 원인이 된다.

또한 이것은 일부 변수들의 중요도를 과장하여 나타내는 결과를 초래하기도 한다. 자유도,  $n-p$  등에 의해 구분되는 모수를 포함하고 있는 모형의 편차는 과분산인지의 여부를 결정할 수 있는 수치를 제공한다. 분산이 포아송 분포보다 더 크거나 작은 경우는

포아송 회귀모형이 적합하지 않음을 나타낸다. 따라서 과분산  $\alpha$  값이 1보다 작으면 음이항 회귀모형이 적합하며,  $\alpha$  값이 0에 가까우면 평균과 분산이 같아져 포아송 회귀모형이 적합하다. 이와는 반대로  $\alpha$  값이 1보다 크면 감마분포가 적합하다는 결과를 얻을 수 있다.

## 2.2 도로시설 개선 전·후의 교통안전효과 평가방법

### 2.2.1 전통적인 사전·사후비교를 통한 교통사고 감소 효과분석방법

일반적으로 주어진 조건들의 변화에 따른 효과를 분석하기 위해서는 특정조건의 변화 이전·이후의 값을 비교하는 ANOVA 혹은 MANOVA와 같은 통계학 방법이 주로 이용된다. 이러한 분석에 있어서 이용되는 자료들은 일반적으로 사전에 계획되어 통제된 실험(Designed Experiments)을 통해 다른 조건들의 영향을 제거한 후 수집된다. 하지만, 도로현장조사를 통해 수집되는 교통자료들은 다양한 가변조건들로 인해 특정 주행조건의 변화에 따른 교통특성 혹은 교통사고의 변화만을 측정하기 위해 수집되는 것은 매우 어렵다.

일반적으로 교통시설물 설치 등의 특정주행조건의 변화에 의한 교통특성 및 교통사고의 변화를 분석하기 위해서는 사전·사후 비교분석방법이 이용된다. Shen과 Gan(2003)은 사전·사후비교를 통한 교통사고감소의 효과분석방법을 4가지 방법으로 분류하여 설명하였다. 4가지 효과분석방법은 단순사고건수 비교방법, 일대일비교방법(One to one matching with Yoked Comparison), 비교그룹방법(Before-and-After Study with Comparison Group: C.G. Method)과 경험적 베이즈 방법이다.

Shen과 Gan에 의하면, 단순 사전·사후비교는 계산절차와 이해가 용이하여 일반적으로 많이 이용되고 있으나, 분석하고자 하는 요인 이외 다른 요인의 변화에 따른 영향을 고려하지 못해 부정확한 결과를 도출하거나, 잠재적으로 잘못된 결론을 도출할 수 있다.

이러한 단순 사전·사후비교의 문제점에 대하여 Shen과 Gan은 아래와 같이 정리하였다.

- 평균으로의 회귀(Regression to the Mean or Selection Bias)
- 교통사고의 전이(Crash Migration)
- 교통사고변화의 일반적 추세(Maturation)
- 외부변화요인(External Causal Factors)

‘평균으로의 회귀’는 수집된 자료선택의 오류로 인해 일시적인 교통사고의 변화를 전체교통사고의 변화로 잘못 해석할 수 있는 문제이고, ‘교통사고의 전이’는 분석대상 도로의 교통사고 변화가 인접도로의 영향 혹은 다른 교통안전사업의 시행으로 일어난 부가적인 효과에 의한 것일 경우에 발생하게 되는 문제이다.

표 1. 사전·사후 비교를 통한 사고감소의 효과분석방법

구 분	장 점	단 점
단순사고건수비교 방법	· 계산과 이해가 용이	· 우연히 발생한 사고건수 비교(⇒대표성 확보 어려움) · Regression to the mean bias 존재
한 쌍 비교 방법	· 개념이 단순하여 적용이 쉬움 · 필요 데이터가 잘 알려져 있음	· 사고건수가 "0"인 지점을 다룰 수 없음 · 비교대상이 한지점에 의존(⇒오류 가능성 높음) · Regression to the mean bias 존재
비교 그룹 방법	· 한지점을 선택함으로써 발생할 수 있는 오류보완 가능	· 유사한 특성을 가진 비교 지점을 찾는 것이 현실적으로 어려움 · Regression to the mean bias 존재
경험적 베이즈 방법	· Reference group에 의한 SPF 활용으로 비교대상 사고건수의 대표성을 높임 · 유사한 특성을 가진 비교 지점을 찾을 필요 없음 · Regression to the mean bias문제없음	· 모형구축이 복잡 · 많은 자료가 필요

출처 : 박민호 등(2006)

교통사고 발생은 일반적인 추세에 따라 변할 수도 있고, 또한 다른 외부변화요인들에 의해 교통사고 발생빈도가 변할 수도 있게 된다. 이 외부변화요인은 교통량 변화 등과 같이 측정 가능한 요인과 경제·사회조건의 변화, 강우량 등과 같이 측정하기 어려운 요인으로 나눌 수 있다. 이러한 단순 사전·사후비교분석방법의 문제점을 해결하기 위해 일대일비교방법, 비교그룹방법과 경험적 베이즈 방법 등이 이용되고 있다.

일반적으로 교통사고변화의 일반적 추세(Maturation)와 외부변화요인(External Causal Factors)에 의한 교통사고분석의 오류를 방지하기 위한 목적으로 '비교그룹을 이용한 사전·사후비교분석' 방법을 이용하고 있다. 이 방법에서는 비교그룹에서 발생한 교통사고건수를 이용하여, 분석대상 도로에 효과분석을 수행하고자 하는 교통안전사업이 시행되지 않았을 경우의 교통사고건수를 예측하여 교통사고 감소효과를 분석하는 방법이다. 교통사고 감소건수 및 감소율 계산식은 아래 표 2에서 보는 바와 같이 여러 연구에서 다양한 형태로 제안되고 있다.

표 2. 비교그룹을 이용한 교통사고감소 효과분석방법

연 구	계 산 식
Griffith(1999)	$\text{교통사고감소율} = \text{odds ratio} - 1$ $\text{odds ratio} = \frac{N_{br} \cdot N_{ac}}{(N_{ar} \cdot N_{bc})(1 + \frac{1}{N_{ar}} + \frac{1}{N_{bc}})}$
Al-Masaeid(1997)	$\text{교통사고감소건수}$ $(N) = (N_{br} - N_{ar}) - (N_{bc} - N_{ac}) \left( \frac{n_1}{n_c} \right)$ $\text{교통사고감소율} = \left( \frac{N}{N_{br}} \right) \times 100$
Benekohal와 Hashmi(1992)	$\text{교통사고감소건수}$ $= \frac{(N_{br} - N_{ar}) - (N_{bc} - N_{ac})}{2}$

$N_{br}$  : 분석대상도로의 시행 전 교통사고건수

$N_{ar}$  : 분석대상도로의 시행 후 교통사고건수

$N_{bc}$  : 비교대상도로의 시행 전 교통사고건수

$N_{ac}$  : 비교대상도로의 시행 후 교통사고건수

$n_1$  : 분석대상도로의 수     $n_c$  : 비교대상도로의 수

한편, Hauer(1997)은 현장조사를 통하여 교통안전 증대정책 및 교통안전시설 설치 등의 사전·사후 비교분석을 위한 다양한 방법들을 개발하였다. 특히 비교그룹을 이용한 사전·사후비교분석과 경험적 배이스 방법을 구체화하였다.

### 2.2.2 Hauer의 비교그룹을 이용한 사전·사후 비교분석(C. G. Method)

Hauer가 제안한 비교그룹을 이용한 교통사고의 사전·사후비교분석의 기본개념은 조사된 특정교통사업의 사후 실제 교통사고건수와 동일 사후시점에 동일 도로조건에서 사업이 시행되지 않았다는 가정 아래의 예측된 교통사고를 비교함에 있다. 이 후자의 경우에는 실제 수집할 수 없는 가상의 교통사고건수이며, 이는 비교그룹에서의 교통사고 변화추이와 다른 외적요인들에 대한 영향 보정절차를 통해 예측되는 값이다.

그러므로 Hauer의 방법과 앞 절에서 소개한 전통적인 사전·사후 비교분석방법의 가장 큰 차이는 비교기준이 되는 교통사고가 다르다는 것이다. 다시 말하면 Griffith, Al-Masaeid, Benekohal과 Hashmi의 방법들은 비교그룹을 이용하여 다른 영향요소를 배제한 채로 교통사업의 사전시점에 분석대상도로에서 발생한 교통사고건수에 비해 교통사업이 시행된 후에 얼마나 교통사고가 감소했는지를 분석하는 방법이고, Hauer의 방법은 사후시점에 사업이 시행되지 않았을 경우 발생되리라 예측되는 교통사고건수와 실제 사후에 일어난 교통사고의 건수를 비교하는 방법이다.

이러한 Hauer의 분석방법에는 일반적으로 사고변화 건수 혹은 사고변화율이 효과적으로 사용된다. 일반적으로 사고변화율이 1보다 크면 시행된 교통안전사업은 교통사고 감소에 효과가 있는 것으로 결론 내릴 수 있다.

교통안전관련 사전·사후 비교분석 시 쉽게 간과할 수 있는 요인들 중 대표적인 것이 사전·사후의 교통량 변화와 사고자료 수집기간의 차이이다. 이는 교

통사고자료 수집기간과 총 교통량의 비율을 이용하여 보정할 수 있다. 하지만 교통량과 사고수집기간과는 다르게 현장조사 시 측정할 수 없거나 측정하기 매우 어려운 요인들도 있다.

예를 들면, 날씨의 변화, 사회·경제적인 요인의 변화, 그리고 운전자관련 요인들의 변화들은 교통사고에 크고 작은 영향을 미치지만, 현장에서 측정하기가 매우 어려운 요인들이다. Hauer는 이러한 요인들의 영향을 고려하기 위해서는 비교그룹을 이용한 사전·사후 비교분석(Comparison-Group(C-G) Method)을 제안하였다.

이러한 C-G방법의 기본개념은 교통안전시설물이 설치되지 않은 도로 중 분석대상도로와 유사한 도로를 비교대상도로로 선정하여, 분석기간 동안의 교통 및 도로조건변화 등의 외적요인들의 변화를 고려하여 분석대상도로의 사고현황을 분석함에 있다. 분석결과 교차비(odds ratio)가 1.0이면, 노면요철포장의 교통안전에 대한 효과가 없고 1.0 보다 클 경우 그 값이 클수록 교통사고 감소효과가 큰 것으로 결론내릴 수 있다. 이 교차비는 교통사업의 시행이전과 이후의 사고율을 "사고분석대상도로(Treatment Site)"에서의 사고와 "비교분석대상도로(Comparison Site)"에서의 사고를 비교하여 계산한 값이다.

### 3. 교통사고 예측모형을 기반으로 한 도로안전성 평가 시스템

도로공학분야에서 교통사고를 줄이기 위한 노력은 도로설계안의 안전성 평가, 노면요철포장 설치, 개귀반사 교통표지 및 노면표시, 도로부대시설, 도로조명시설, 도로포장 등의 다양한 분야에서 진행되고 있다. 교차로 안전을 위해서는 교통신호현시, 회전전용차로설치, 원형교차로설치 등에 대한 연구가 진행되고 있고, 안전한 보행자의 도로횡단을 위해서 보행자 신호, 신호의 시인성 증대, 시각장애인의 안전한 도로횡단을 위한 시설물, 중앙분리대의 보행자

대피공간 확보 등의 연구가 진행되고 있다.

특히 도로설계에서의 안전성 증대를 위해, 1990년대 초부터 미연방도로국(Federal Highway Administration, FHWA)에서 지방부 2차로도로의 도로설계 안전성 평가 프로그램인 Interactive Highway Safety Design Model(IHSDM)을 개발하였고, 계속적으로 업그레이드하고 있다. IHSDM에서 사용한 도로안전성 평가방법은 이후 도로안전편람(Highway Safety Manual: HSM) 개발을 통해 다차로도로와 도시부도로 등의 다양한 도로에서의 안정성 평가로 확대되고 있다. 또한 최근 교통안전 개선사업 관련 의사결정 지원을 할 수 있는 시스템인 Safety Analyst 프로그램이 개발되고 있다.

### 3.1 Interactive Highway Safety Design Model

IHSDM은 도로설계단계와 운영단계에서 설계자 및 분석가가 도로 기하구조 설계안의 안전성을 평가할 수 있도록 개발된 시스템으로, 도로설계기준 준수 여부 검토 및 주어진 설계안에 따른 안전성 평가에 활용되며, 설계자에게 도로의 안전성, 경제성, 환경친화성 등의 판단기준을 제공하게 된다.

IHSDM은 6가지 기본 모듈로 구성되며, 이 6가지 모듈은 설계지침평가 모듈, 설계일관성평가 모듈, 사고예측 모듈, 교차로분석 모듈, 운전자-자동차분석 모듈, 교통류분석 모듈이다.

IHSDM의 6가지 모듈 중 사고예측 모듈은 도로 및 교차로의 설계기준과 교통환경요소들을 기본으로 하여 해당 도로구간의 사고빈도 및 심각도를 예측하고 그 결과로 도로설계안전성을 평가할 수 있는 기능이다.

IHSDM은 지방부 양방향 2차로도로의 도로안전성을 평가하기 위한 시스템으로 사고빈도예측 알고리즘 개발을 위해 도로폭, 길어깨 폭과 종류, 평면곡선, 도로경사, 진출입구 수, 회전전용 차로, 도로노면 위험도지수, 교차각, 교통제어시설, 시거 등의 변수들을 고려하였다. 이러한 사고예측 모듈(Crash

Prediction Module)은 존재하는 도로의 개선사업 범위, 설계대안의 안전성을 비교 및 평가결과를 제공할 수 있다.

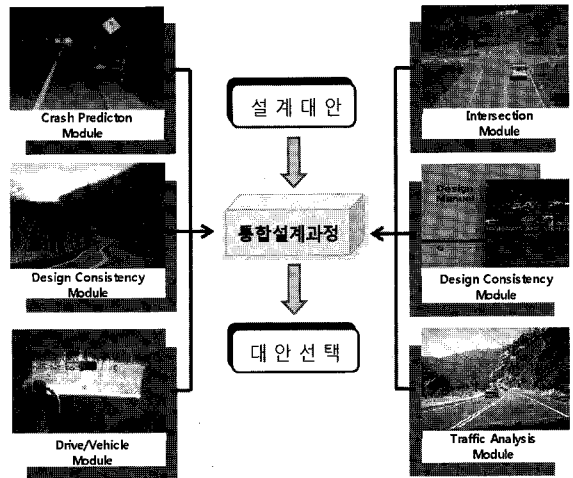


그림 1. IHSDM을 통한 도로설계 안전성 평가

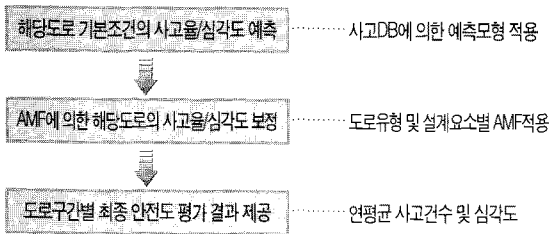
표 3. IHSDM의 6가지 모듈

세부 모듈	모듈별 주요내용
설계지침평가 모듈 (Policy Review Module)	도로설계시 미국 도로설계구조령 (AASHTO Green Book*)에서 제시하고 도로설계기준의 준수여부 평가
설계일관성평가 모듈 (Design Consistency Module)	도로주행조건에 따른 주행속도를 예측하여, 도로설계안의 일관성 평가
사고예측 모듈 (Crash Prediction Module)	도로 및 교차로의 도로 기하구조 요인과 교통량에 따른 교통사고를 예측하여 도로 설계안의 안전성 평가
교차로분석 모듈 (Intersection Module)	교차로 설계요소의 설계기준 준수와 안전성 및 효율성 평가
운전자-자동차분석 모듈 (Drive/Vehicle Module)	운전자의 자동차의 동적해석을 통해 도로 설계안의 운전자와 자동차 행태분석을 통해 평가
교통류분석 모듈 (Traffic Analysis Module)	도로설계안과 도로통제시설들에 의한 교통류의 운영효과를 미시적 교통 시뮬레이션(TWOPAS)을 통해 평가

\* A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. AASHTO.

### 3.2 Highway Safety Manual(도로안전편람)

앞에서 설명한 IHSDM에서의 도로설계안전성 평가 방법을 다차로도로와 도시부도로의 도로안전성 평가를 확장시키기 위해 도로안전편람(Highway Safety Manual: HSM)을 개발하게 된다.



※ HSM에서의 최종 안전도 평가 절차는 워크시트 형태로 구분됨

그림 2. HSM에 의한 도로안전성 평가절차

2009년에 최초로 발간될 도로안전편람은 지방부 2차로도로 및 다차로도로, 도시 및 교외간선도로 등의 다양한 도로에서의 도로안전성을 평가하는 방법을 제시하고 있다. 도로안전편람의 도로안전성 평가 방법은 기본적으로 도로용량편람에서 서비스수준 교통량을 산출하는 방법과 같이 도로 기하구조를 배제한 조건에서의 교통사고건수 및 심각도를 예측하고, 각 도로에서 주행조건들의 보정계수를 차례대로 적용하여 최종 교통사고건수를 예측하는 방법을 사용하고 있다(그림 2).

도로안전편람에서 사용하고 있는 보정계수를 Accident Modification Factor(AMF)라고 지칭하며, 사고데이터에 의해 개발된 도로유형별 사고예측 모형과 전문가의 판단들을 통해 산출되었다. 표 4는 도로안전편람에서 제시되고 있는 각 도로유형별 AMF를 설명하고 있다.

표 4. 도로안전편람에서 제시하는 도로유형별 AMF 변수

도로 유형	교차로의 AMF	일반도로구간에서의 AMF
2차로 도로	· 좌회전 전용차로 · 우회전 전용차로 · 시거 · 교차각	· 차로폭 · 길어깨폭 · 비탈면경사(Side Slope) · 평면곡선 · 중앙분리대폭
다차로 도로	· 좌회전 전용차로 · 우회전 전용차로 · 시거 · 교차각	Divided Segment · 차로폭 · 비탈면경사 · 중앙분리대폭 (Barrier 없음) · 중앙분리대폭 (Barrier 있음)
		Undivided Segment · 차로폭 · 비탈면경사 · 길어깨폭 · 평면곡선
도시 간선 도로	· 좌회전 전용차로 · 우회전 전용차로 · 좌회전 신호현시 · RTOR · 조명시설 · 버스정류장 · 학교 · 주류판매점 · 소득수준	· 도로변 주차 · 도로변 고정물 · 조명시설

### 3.3 Safety Analyst

Safety Analyst는 지자체의 도로안전관리업무의 효율성을 높이기 위해 2001년부터 개발중인 최첨단 도로안전성 평가 프로그램으로, 개별 교통안전개선 사업에 대한 효과와 사업투자 우선순위평가 등을 통해 지자체의 도로안전 담당자의 의사결정을 지원하는 시스템이다.

이 시스템을 이용하여 교통안전개선사업이 필요한 도로구간을 찾을 수 있고, 경제성 분석 등을 통해 최적의 교통안전개선사업을 선택하여 해당 도로의 안전성을 향상시키고 그 효과를 모니터링할 수 있다.

Safety Analyst는 6가지 세부기능을 포함하고 있는데, 6가지 기능은 '도로네트워크의 안전성 평가', '도로안전 상세진단', '도로안전대책 선정', '경제성분석', '투자우선순위평가', '교통안전개선사업 효과분석'이다. 그림 3과 표 5는 Safety Analyst의 6가지 세부기능을 설명하고 있다.

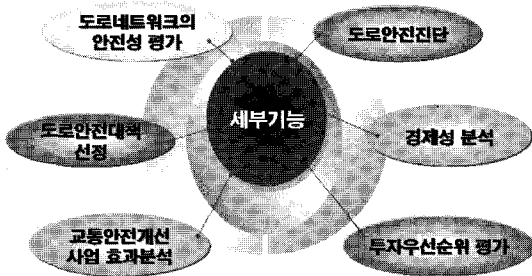


그림 3. Safety Analyst

표 5. Safety Analyst의 6가지 세부기능

세부 기능	세부기능별 주요내용
도로네트워크의 안전성 평가 (Network Screening Tool)	전체 도로네트워크에서 교통사고발생 위험도 및 심각도가 높은 도로구간 탐색
도로안전진단 (Diagnosis Tool)	도로의 특정구간에 대한 발생 교통사고 패턴 및 사고원인 등의 교통안전 본질적인 문제점 분석
도로안전대책 선정 (Countermeasure Selection Tool)	교통사고를 줄이기 위해 해당 도로구간에서 가장 적절한 도로안전대책 선정
경제성 분석 (Economic Appraisal Tool)	비용-효과분석, 편익-비용비 분석, 순현재가치 평가를 통한 안전대책의 효율성 평가
투자우선순위 평가 (Priority Ranking Tool)	경제성분석 등의 결과를 토대로, 교통안전개선사업의 우선순위결정
교통안전개선사업 효과분석 (Evaluation Tool)	교통안전개선사업의 사전·사후분석을 통해 사업의 효과분석

### 3.4 안전지향형 교통환경개선 기술개발 사업

우리나라의 교통사고 정보관리 및 분석에 있어서 현장에서 작성한 조사현황도 및 통계원표에 의한 교통사고 정보수집방법으로는 자료의 신뢰성을 기대하기 어려울뿐만 아니라 사고원인에 대한 분석이나 통계분석체계 또한 미비한 실정이다.

더 나아가 교차로 설계시 안전성 판단을 위한 기초자료가 매우 부족하여 교차로 설계 시 운전자의

안전을 고려한 설계방안이 열악한 실정이다. 따라서 국내에서도 미국의 IHSDM과 같은 도로설계 안전성 평가 모델이 절실히 필요한 실정이며, 설계자에 의한 교차로 설계 시 설계대안에 대한 사전안전성 평가 및 기존교차로에서의 운영상의 효율성이 평가될 수 있는 시스템이 구축되어야만 한다.

이러한 이유로 현재 국토해양부의 핵심연구개발사업의 일환으로서 「안전지향형 교통환경개선 기술개발사업 중 사고정보분석 및 도로환경 안전성 평가 시스템 기술개발 과제」가 수행중에 있다.

#### 3.4.1 연구수행방법

본 연구는 거시적 사고분석기법 및 가시화기법 기술을 개발하고 축적된 교통사고정보를 바탕으로 도로 기하구조 및 안전시설물 등의 도로·환경적 요인이 사고발생에 미치는 영향을 요인별로 산정하여 현재 운영 중인 도로와 장래 건설될 도로의 안전도를 종합적으로 평가하는 시스템을 개발하고자 하는데

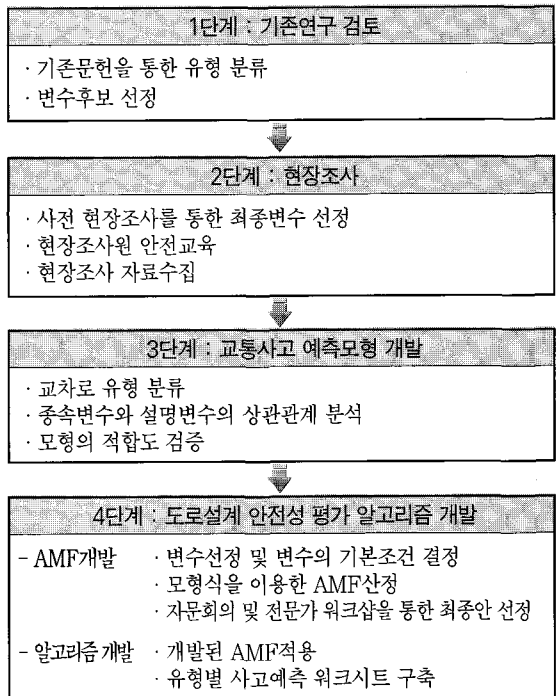


그림 4. 사고정보분석 및 도로환경 안전성 평가 시스템 기술개발 연구절차(2차년도)

그 목적이 있다. 교차로의 사고예측모형 개발과 도로설계안전성 평가 알고리즘개발을 수행한 2차년도 의 단계별 연구절차는 그림 4와 같다.

### 3.4.2 사고예측모형 개발 결과

본 연구는 현재까지 진행된 대부분의 기존연구와 의 차별성을 두기 위해서 다수의 설명변수를 사용하여 여러 대안모형을 개발함으로써 중요한 설명변수 가 누락되지 않도록 하였으며 교통사고자료의 분포 를 잘 설명할 수 있는 비선형 회귀분석모형을 개발 하고 이를 통해 교차로에서의 교통사고에 미치는 영 향을 규명하고자 하였다.

최종변수 선정은 종속변수에 영향을 주는 독립변 수의 중복을 방지하고 각각의 변수 사이의 독립성을 확보할 수 있는 변수만을 채택하기 위해 종속변수와 독립변수, 독립변수와 독립변수간의 상관관계를 신 뢰수준 90%( $\alpha=0.1$ )이내에서 분석하였다. 또한 모 형 개발시 하나의 주 모형만을 가지고 변수들을 설명 할 경우 안전성 평가에 필요한 주요 독립변수가 생략 될 수도 있기 때문에 교차로의 특성을 나타낼 수 있는 대안모형들을 개발하였으며, 이 중에서 종속변수

표 6. 사고예측모형 개발을 통한 교통사고 요인분석 결과

지역 구분	교차로 유형	최종 사고예측모형 변수	기 타
지방부	4지 신호	좌회전 전용차로, 횡단보도, 제한속도, 조명시설, 접근로 중단변화, 버스정류장, 교차각, ADT	총 448지점 - 수도권 주변 : 148지점 - 공주시 외곽 : 30지점 - 전라북도 전지역 : 270지점
	4지 비신호	횡단보도, 조명시설, 교차각, ADT	
	3지 신호	좌회전 전용차로, 좌회전 시거, 횡단보도, 조명시설, 버스정류장, ADT	
	3지 비신호	진출입구수, 좌회전 전용차로, 우회전 전용차로, 중앙분리대, 조명시설, 길어깨폭, ADT	

지역 구분	교차로 유형	최종 사고예측모형 변수	기 타
도시부	4지 신호 (편도 4차로 이상)	버스정류장, 차로수, 중차량 비율, 좌회전 전용차로, 중앙분리대, 횡단보도	총 259지점 - 서울시 : 125지점 - 부산시 : 27지점 - 공주시 : 5지점 - 수도권 주변 : 102지점
	4지 신호 (편도 3차로 이하)	평균차로 폭, 좌회전 유도차선, 제한속도, 차로수, ADT	
	3지 신호	유출입구수, 좌회전유도차선, 교차로 넓이	

\* 각 유형별 교차로 사고예측모형의 파라메타 및 검증결과는 지면 상 생략함.

와 설명변수들 간의 적합도가 가장 좋은 모형을 최종 모형으로 선정하였다. 그 결과는 표 6과 같다.

### 3.4.3 Accident Modification Factor 개발

AMF(Accident Modification Factor)는 개별적 인 기하구조 및 교통제어요소의 효과를 분석하기 위 해서 사고예측모형을 수정하는데 사용되는 보정계수 이다. 이를 개발하기 위해서 기존연구검토를 통해 사고예측모형을 이용한 방법과 사전·사후 연구결과 분석방법을 적용하여 AMF를 선정하였다.

### 3.4.4 연구 기대효과

그림 6에서 개략적으로 설명하고 있는 사고정보 분석 및 도로환경 안전성 평가 시스템 기술개발을 통하여 최적의 도로설계안을 평가하고 설계자 및 도로정책 입안자의 의사결정을 지원할 수 있는 시스템 개발을 위한 기초연구가 본 연구의 목표이다. 교차로 및 도로설계 시 안전성 평가 및 최적의 대안을 제시할 수 있는 도로안전성 평가 시스템을 개발하여 도로설계 및 안전개선사업에 대하여 사전 효과평가를 수행함으로써 신규도로건설 및 교통안전개선사업 효과를 평가하고 최적의 대안을 적용함으로써 추가 공사비용을 절감시키는데 크게 기여할 수 있을 것으로 판단된다(그림 7).



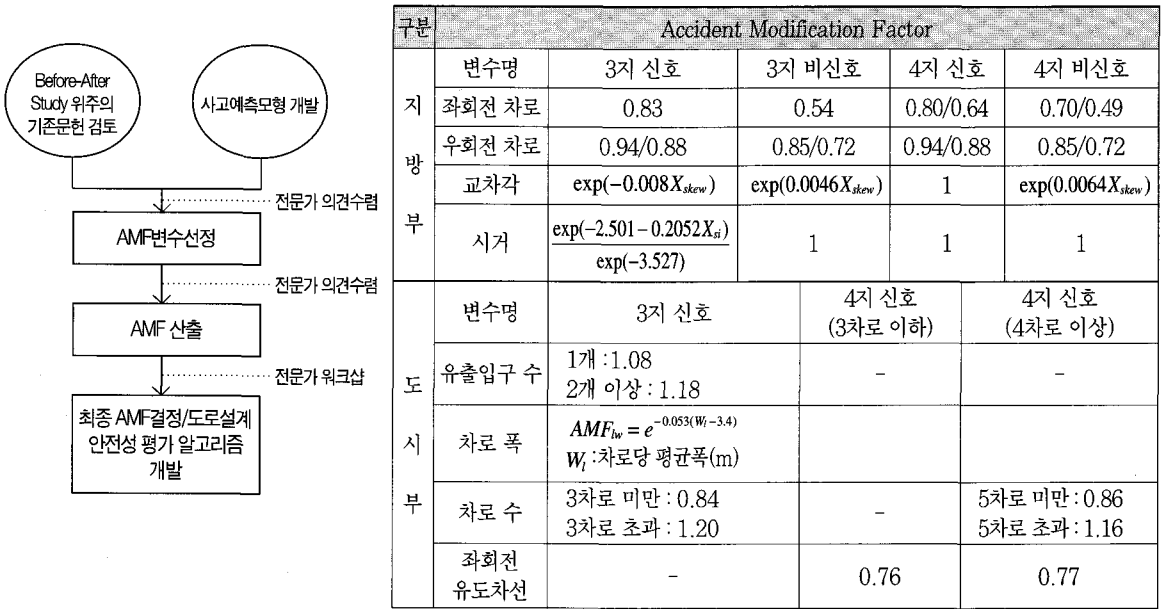


그림 5. AMF 선정방법 및 결과

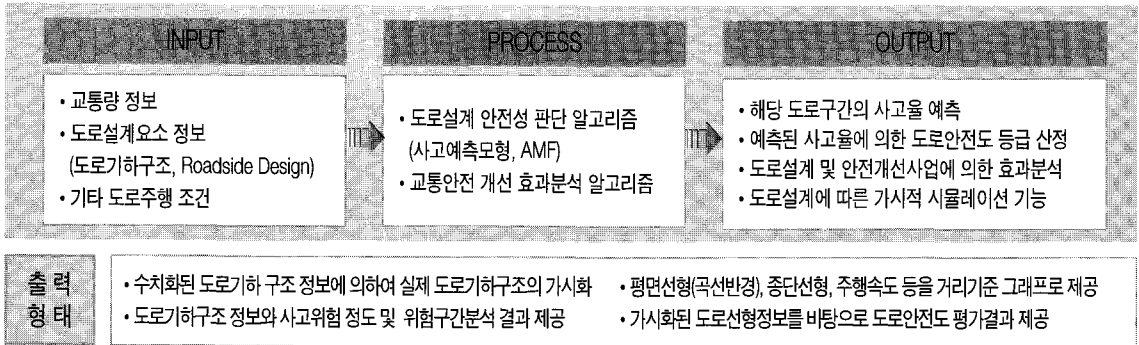


그림 6. 도로안전성 평가 시스템 구축계획

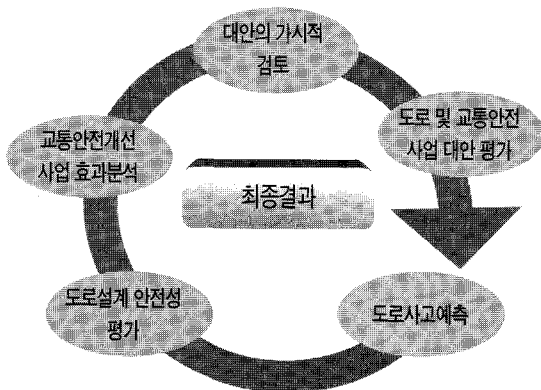


그림 7. 연구결과의 향후 활용(안)

#### 4. 결론

일반적으로 교통사고 이력자료는 도로의 안전성을 평가하는데 기초자료로 활용된다. 이러한 교통사고 이력자료는 교통사고예측모형 개발과 교통사고감소 효과분석을 위해 주로 사용하게 된다. 교통사고 이력자료는 그 분포의 특성과, 교통사고발생의 다양한 원인 등에 의해 정규분포로 대표되는 일반 선형회귀 분석 모형보다는 포아송 및 음이항 분포모형이 주로

이용되고 있다.

교통감소효과분석 방법에도 전통적인 방법보다는 교통안전개선사업의 효과 외적인 영향 요소를 고려하여 분석하기 위해 사전·사후비교 분석방법 및 경험적 베이스 방법 등이 많이 이용되고 있다. 또한 미국을 중심으로 이러한 도로안전성 평가 및 교통안전 개선사업의 선정 및 효과를 분석할 수 있는 시스템과 메뉴얼을 구축하고 있다.

그 대표적인 예로 IHSDM, HSM, 그리고 Safety Analyst를 들 수 있다. 국내에서는 현재 국토해양부의 핵심연구개발사업의 일환으로서 「안전지향형 교통환경개선 기술개발사업 중 사고정보분석 및 도로환경 안전성 평가 시스템 기술개발 과제」가 수행중에 있다.

본 연구를 통해 거시적 사고분석기법 및 가시화기법 기술을 개발하고 축적된 교통사고정보를 바탕으로 도로 기하구조 및 안전시설물 등의 도로·환경적 요인이 사고발생에 미치는 영향을 요인별로 산정하여 현재 운영중인 도로와 장래 건설될 도로의 안전도를 종합적으로 평가하는 시스템을 개발하고 있다. 개발될 도로안전성 평가 시스템은 향후 도로설계자 및 의사결정자에게 보다 효과적이고 안전한 도로건설 및 운영방법을 제시하고, 적절한 교통안전개선사업의 추진을 지원할 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

1. 박민호, 박규영, 장일준, 이수범(2006), “중앙분리대 설치에 따른 사고전환효과 분석”, 대한교통학회지, 제 24권 제2호, 대한교통학회, pp113-124
2. 성낙문(2003), “교통사고예측모델을 이용한 도로의 안전도 평가방법 연구”, 정책연구 2003-02, 한국교통연구원
3. 오주택(2004), “도로설계시 안전성 평가모형 개발을 위한 기초연구”, 정책연구 2004-08, 한국교통연구원
4. 한국건설교통기술평가원(2008), “안전지향형 교통환경개선 기술개발”, 2차년도 중간보고서
5. Al-Masaeid, H.(1997) “Performance of Safety Evaluation Methods”. Journal of Transportation Engineering, Vol. 123 No. 5, pp.364-369
6. Benekohal, R. F.(1992), and A. M. Hashmi. “Procedures for Estimating Accident Reductions on Two-Lane Highways”. Journal of Transportation Engineering, Vol. 118 No. 1, pp.111-129
7. Griffith, M. S.(1999), “Safety Evaluation of Continuous Shoulder Rumble Strips Installed on Freeways”, Transportation Research Record 1665, National Research Council, Washington D.C., pp. 28-34.
8. Hauer, E.(1997), “Observational before-after studies in road safety”. Pergamon/Elsevier Science, Inc., Tarrytown, New York.
9. Interactive highway safety design model(IHSDM) (<http://www.ihsdm.org>)
10. Midwest Research Institute , SafetyAnalyst : “Software tools for safety management of specific highway sites” (<http://www.safetyanalyst.org>)
11. M.J. Maher and I. Summersgill(1996), “A comprehensive methodology for the fitting of predictive accident models”, Accident analysis and prevention
12. Shen, J. and A. Gan(2003), Development of Crash Reduction Factors : Methods, Problems, and Research Needs. Transportation Research Record 1840, National Research Council, Washington D.C., 2003, pp.50~56.
13. Warren H. and Kim E et al.(2004), “Highway safety manual”, FHWA R&D