

고속도로 선형요소를 고려한 복합선형구간

사고예측 모형 개발

Development of Accident Prediction Models in Compound
Linear Curve Section at Freeway Considering Alignment Factors

박 준 태

(서울시립대학교 박사과정)

이 수 일

(서울시립대학교 연구교수)

이 수 범

(서울시립대학교 교수)

김 장 욱

(서울시립대학교 박사과정)

목 차

- | | |
|------------------------|------------------|
| I. 서론 | IV. 모형 추정 및 검증 |
| 1. 연구 배경 및 목적 | 1. 사고예측모형 개발 |
| 2. 연구 범위 및 방법 | 2. 모형 검증 및 결과 해석 |
| II. 기존 연구 방법론 검토 | V. 결론 및 향후 과제 |
| III. 분석방법론 정립 및 데이터 구축 | 참고문헌 |
| 1. 분석구간 선정 | |
| 2. 분석방법론 정립 | |
| 3. 데이터 구축 | |

I. 서론

1. 연구 배경 및 목적

우리나라는 고속도로가 건설되어 전 국토가 1일 생활권으로 좁혀진지 오래다. 이것이 지역 사회의 균등발전과 국가 경제발전에 획기적인 기여를 하여온 것도 사실이다. 1970년 경인 경부고속도로가 개통된 이래 국가 물류의 중심 축 역할을 하고 있으며 1980년대의 우리나라 고도성장의 원동력이 되었다는 것은 부인할 수 없는 사실이다. 그러나 이러한 도로의 역기능으로 인한 부작용 역시 무시할 수 없는 상황에 이르고 있다. 2005년 고속도로에서 발생한 사고 건수는 총 4,113건으로 OECD회원국 중에서 우리나라의 교통사고율이 매우 높은 것으로 나타나 아직까지도 교통사고 다발국, 교통 후진국이라는 오명을 벗지 못하고 있다. 도로에서의 교통사고를 완전히 없애고자 하는 목표는 현재로서는 달성하기 힘들겠지만 도로를 좀 더 안전하게 만들고 사고감소의 목표치를 설정하는 노

력은 계속되고 있다.

현재까지 도로기하구조 요소를 반영한 사고 건수예측 모형식은 다양한 방법으로 연구되었으나 단일구간에 적용한 모형식이 대부분이며 연속적인 흐름인 교통환경에서 선형의 변화에 따른 모형식 개발은 미비한 수준이다.

본 연구는 국내 고속도로를 대상으로 선형요소 및 과거사고자료를 이용하여 직선부와 곡선부의 조합인 복합선형구간의 사고예측모형을 개발하였다. 직선부와 곡선부의 선형요소 변화에 따른 사고건수 변화를 통계적 분석을 통해 예측하고자 하는 것이며 이를 통해 불합리한 선형조합의 평가 및 선형설계시 제한을 두고자 한다.

2. 연구 범위 및 방법

88올림픽 고속도로 고서JC ~ 옥포JC (L=183.0km) 구간을 대상으로 최근 6년간 고속도로 사고이력

자료 (2000년~2005년)를 분석구간 CAD도면 위에 플로팅하여 전반적인 사고발생 지점을 검토하였으며 기하구조 형태와 사고발생 건수를 이용하여 사고예측모형을 개발하였다.

II. 기존 연구 방법론 검토

Lamm, Psarianos와 Mailaender(1999)는 사고 유형 측면에서 보았을 때 평면곡선반경이 작은 지점에서 도로 밖 이탈사고가 상대적으로 많이 발생하며 긴 직선과 연결된 경우에 사고발생 빈도가 더 높아짐을 언급하였고, 비록 평면곡선반경이 동일한 평면곡선구간이라 하더라도 인접 선형 요소들과 균형 있게 연결된 경우와 그렇지 못한 경우는 다르게 보아야 함을 언급하여 평면곡선반경과 더불어 인접선형 요소들간의 조화로운 연결이 중요함을 강조하였다.

같은 맥락에서, Koeppl과 Bock(1979), Durth, Biedermann과 Vieth(1983)는 동일한 평면곡선반경을 가진 여러 평면곡선부에서 조사된 주행속도가 서로 다를 수 있는 근거로 하여 평면곡선구간만을 대상으로 한 연구의 한계점을 제시하였고 Leutzbach과 Papavasiliou(1985) 또한 그들의 연구에서 평면곡선부와 더불어 접근로의 선형을 동시에 고려함으로써 도로 안전성에 관한 신뢰도 높은 결론을 얻을 수 있다고 주장하였다.

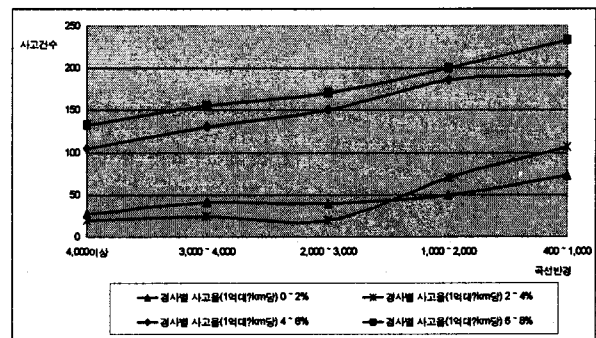
차량의 주행속도는 종단의 특징에 의해 영향을 받는다. 트럭과 버스는 특히 속력이 확연히 떨어지는 오르막길 경사도의 영향을 가장 크게 받는다. 긴 내리막 길에서 가파른 종단 경사가 있을 경우, 고속으로 달리는 무거운 차량이 제동을 한다면 평지에서 보다 감속도가 떨어져서 더 긴 제동거리를 갖게 된다. 이러한 이유로 내리막길에서 트럭과 버스는 브레이크를 잡았을 경우의 정지거리가 긴 것을 대비하여 서행을 하게 된다. 또한, 승용차는 종단경사에서 주행속도를 변환시킬 수 있지만, 트럭과 버스는 그렇지 않다. 따라서 종단경사의 증가로 인해 교통량이 비균등적으로 증가하고 이에 따라 기동력이 커지면 사고위험이 커질 수 있다.

Pucher에 의해 인용된 Bitz의 조사를 보면,

독일의 2차로 지방부도로에서 종단경사와 사고율 사이의 비례관계가 입증되었다. 즉, 종단경사가 높아짐에 따라 사고율도 증가한 것이다. Bitz은 독일의 고속도로에서 행한 연구를 통해 종단경사와 사고율 사이에 주목할 만한 관계를 발견했다. 그는 6~8%의 종단경사에서 2%이하의 종단경사보다 4배 이상 사고가 일어난다고 지적했다. 평면 및 종단선형의 복합적인 관계에 있어서 독일의 Bitz은 고속도로의 곡선반경과 경사에 대한 교통사고율을 아래의 <표 1>과 같이 나타내었으며 종단경사가 증가할수록 교통사고는 매우 큰 폭으로 증가함을 알 수 있다.

<표 1> 곡선 반경 및 경사와 교통사고율(Bitzel)

곡선반경	경사별 교통사고율(1억대·km당)			
	0~2%	2~4%	4~6%	6~8%
4,000이상	28	20	105	132
3,000~4,000	42	25	130	155
2,000~3,000	40	20	150	170
1,000~2,000	50	70	185	200
400~1,000	73	106	192	233



<그림 1> 곡선 반경 및 경사와의 교통사고율

하지만 지금까지의 사고와 기하구조와의 관계를 규명하는 연구는 사고가 일어난 지점의 정보위주로 분석이 이루어 졌으며 도로의 복합적인 선형결합을 고려한 연구가 미흡하였다.

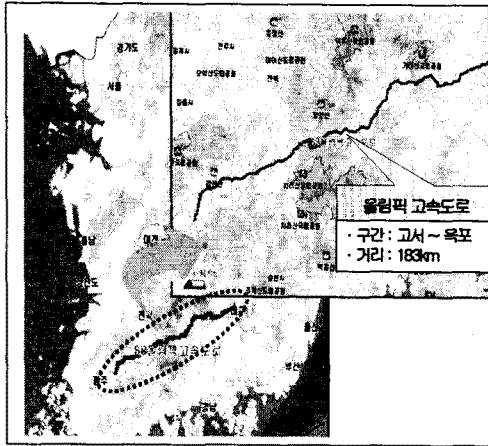
III. 분석방법론 정립 및 데이터 구축

1. 분석구간 선정

본 연구의 분석 대상지역은 사고가 많고 곡선반경 및 경사의 변화가 다양한 구간이 많으므로 기하구조와 안전성을 잘 설명할 수 있는

사례지역으로서 본 연구에 이를 반영하기 위해 88올림픽 고속도로를 연구 대상으로 선정하였다.

88올림픽 고속도로의 사고는 도로교통안전관리 공단이 낸 '2005년 교통사고 통계분석'에 따르면 1990~2004년 고속도로에서 난 교통사고를 분석한 결과 88올림픽고속도로가 치사율 32.0(사고 100건당 32명 사망)으로 나타나 지난 15년간 전국 고속도로 가운데 압도적으로 높은 치사율(사고 100건당 사망자 수)을 기록하고 있다.



<그림 2> 연구 대상 지역

2. 분석방법론 정립

1) 사고예측모형 선정

사고모형은 유형별로 크게 단순선형회귀식, 포아송 회귀식, 음이항 회귀식으로 나누어진다. 먼저 단순선형회귀식은 사고 발생에 영향을 미치는 인자들을 분석하는 가장 단순한 기법이며 변수값이 증가할수록 분산이 증가하여 선형회귀식의 일반 가정인 동분산성(Homoscedasticity) 가정에 위배된다. 이는 변수의 유의수준에 변화를 주어, 변수에 대한 통계적 유의성을 떨어뜨린다. 뿐만 아니라 사고수와 같은 양의 변수에 대해 음(Negativity)의 사고수를 예측한다는 문제점이 있다. 사고분석론의 선정에 있어서 사고자료의 분포는 아주 중요한 요소로 작용한다. 본 연구에서는 우선 교통사고는 임의적으로 일어나는 가산값이라는 점에서 데이터의 분포가 포아송 분포를 따른다는 가정 하에 모형 개발을 시작하였고 이를 위해 우선 사고 데이터의

과분산 여부를 판단하여 포아송 분포를 사용할 것인지를 결정하고, 만약 데이터의 특성이 평균과 분산의 불일치를 설명하는 과분산을 포함하게 된다면 포아송 분포의 제약조건을 보완할 수 있는 음이항 분포를 이용하여 사고 모형을 개발한다. 포아송 회귀식은 다음 식(1)과 같이 표현된다.

$$P(n_i) = \frac{\lambda_i^{n_i} \exp(-\lambda_i)}{n_i!} \quad (1)$$

여기서, $P(n_i)$: 사고 n 이 지점 i 에서 발생할 확률

λ_i : 평균사고건수(=exp(Xi))

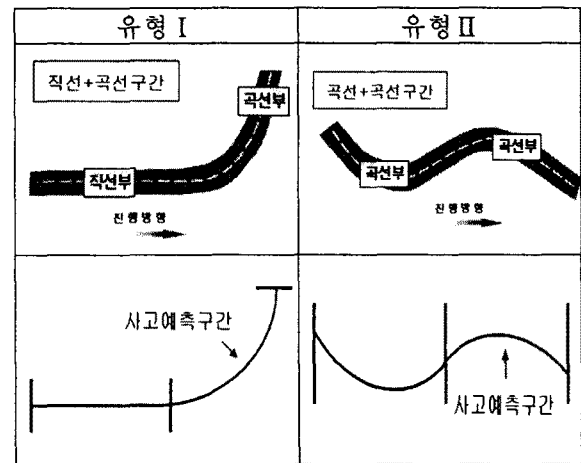
X_i : 지점 i 의 속성(교통량, 도로환경등)

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

여기서, β_j : 회귀추정계수

2) 연구 방법

고속도로에서 차량의 흐름은 연속적으로 이루어지며 도로형태 또한 3차원적으로 구성되어 있어 사고다발지점 이전의 상류부 선형요소를 고려한 사고예측모형 개발이 필요하며 본 연구에서는 이러한 복합선형 기하구조를 유형 I과 유형 II로 구분하였으며 사고건수 예측구간은 다음과 같다.



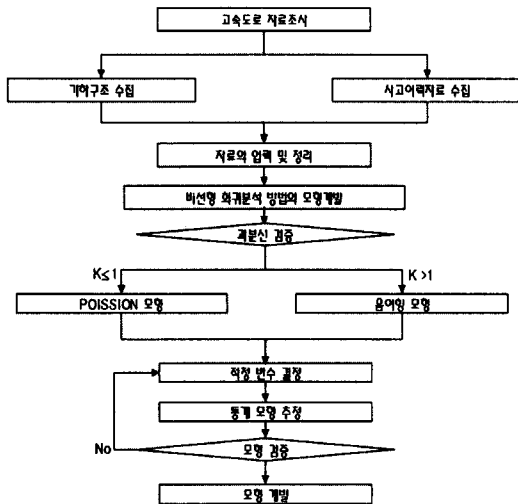
<그림 3> 사고예측구간 유형 분류

유형 I의 경우 직선부와 결합한 곡선부의 사고예측모형을 개발하는 것이며 유형 II의 경우 곡선부와 곡선부가 결합한 경우 2번째 곡선부

의 사고예측모형을 개발하는 것이다.

사고예측구간인 곡선부는 유형 I의 경우 곡선반경에 따라 400m이하, 400~1,000m, 1,000m이상으로 구분하여 각 사고예측모형을 개발하며 유형 II는 큰곡선반경 다음에 결합한 작은곡선부에서의 사고예측모형을 제시한다.

본 연구의 분석절차는 다음 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 사고예측모형 개발흐름도

사고예측을 위한 변수 산정시 기하구조를 반영하는 요소를 고려하였으며 직선부 및 곡선부의 주요 변수는 각 구간의 연장(km), 종단경사의 변화(%) 및 곡선부의 평면곡선반경을 선정하였다. 88올림픽 종평면도를 이용하여 각 구간의 설계현황을 정리하였으며 사고이력 데이터를 각 구간에 입력하여 구간 사고현황을 분석하였다.

<표 2> 변수의 수집 및 표시방법

Variables	수집 및 표시방법
사고발생건수	분석구간내 발생한 교통사고건수(건) →사고율 : 1억대-km당 사고건수로 변환
구간연장	직선부 및 곡선부의 연장(km)
평면곡선반경	곡선반경(m)
종단경사	직선부 및 곡선부의 종단경사(%) -5%이하 : 6 -5~2% : 5 -2~0% : 4 0~2% : 3 2~5% : 2 5%이상 : 1

3. 데이터 구축

88올림픽 고속도로의 선형결합(직선부+곡선부)에 따른 사고건수를 예측하기 위해서 먼저 도면분석을 통한 도로 선형구조를 분석하였다. 왕복 366km 전체구간은 직선구간 260구간(135km), 곡선구간 382구간(231km)로 구성되어 있으며 직선부+곡선부의 경우 267구간(양방향 195.9km), 곡선부+곡선부의 경우 114구간(양방향 100.3km)로 분석되었다. 사고이력자료분석을 통해 도면위에 사고지점을 플롯팅하여 전반적인 사고위험구간을 검토하였다.

<표 3> 88올림픽 고속도로 기하구조(양방향) 분석

구분	현황
곡선반경	230m ~ 6500m
종단경사	-7% ~ 7%
직선구간	260구간 / 135km
곡선구간	382구간 / 231km
직선구간+곡선구간	267구간 / 195.9km
곡선구간+곡선구간	114구간 / 100.3km

한국도로공사 사고이력자료 분석결과 본 분석구간에서 최근 6년간(2000년~2005년) 발생한 교통사고건수는 452건(본선부)으로 나타났으며, 직선부의 경우 126(27.8%)건, 곡선부의 경우 326(72.2%)건으로 곡선부의 사고발생 빈도가 직선부에 비해 2배 이상 높게 나타났다. 유형 I은 곡선반경에 따라 사고건수를 구분하였으며 전체 257건의 사고가 발생하였고 유형 II의 배향곡선의 경우 전체 114 구간중 큰곡선반경과 작은곡선반경이 접하는 57개 구간에서 42건의 사고가 발생하였다.

<표 4> 88올림픽 고속도로 사고분석

구분	사고건수(건)	
유형 I	곡선반경 400m이하	78
	곡선반경 400m~1,000m이하	122
	곡선반경 1,000m이상	57
유형 II	작은곡선부	42

IV. 모형 추정 및 검증

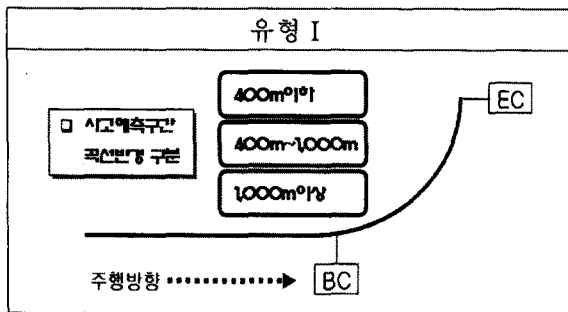
1. 사고예측 모형 개발

교통사고예측모형 개발에 있어서 구축된 자료를 이용하여 분석을 실시한 결과 각 유형별 사고의 과분산 계수값이 0에 가까움을 알수 있었다. 이러한 결과값은 본 연구에 사용되는 사고자료의 과분산을 포함하고 있지 않음을 의미하며, 사고예측모형을 개발하는데 있어서 음이항 회귀분석보다는 포아송 회귀모델이 적합함을 나타낸다.

또한 보다 정확한 사고예측모형을 개발하기 위해 교통사고에 영향을 미치는 변수들 간의 상관분석을 실시하였는데 이때 변수의 유의성을 검증하기 위해 신뢰 수준을 95%($\alpha=0.05$)를 기준으로 정하였다. 독립변수들 간의 상관관계를 살펴보고 상관구조를 분석하였으며, 데이터의 특성을 고려하여 교통사고 예측모형을 개발함에 있어서 포아송 회귀모델을 적용하고, 도출된 사고 예측모형에 대해 적합도 검증(Goodness-fit)을 통하여 ρ^2 (우도비), 상관계수, MAD, MPD를 알아보았다.

1) 유형 I의 사고예측모형

유형 I(직선부+곡선부)의 기하구조를 곡선반경에 따라 3가지로 구분하였으며 사고위험성이 가장 높은 400m이하, 400m~1000m, 1000m이상 각 사고예측모형을 개발하였다.



<그림 5> 유형 I 곡선반경 분류

(1) 곡선반경 400m이하 곡선부 사고예측모형

유형 I(직선부+곡선부)의 곡선구간(R=400m이하)의 교통사고건수와 변수들간의 상관분석 결

과 직선부연장, 직선부경사, 곡선부경사가 양(+)의 상관관계를 보이며 곡선반경의 경우 음(-)의 상관관계로 분석되었다. 400m이하의 곡선구간의 교통사고건수는 아래의 상관분석결과에서 나타내듯이 직선부연장과 가장 큰 영향관계를 가지고 있음을 알수있다.

<표 5> 종속변수(교통사고)와 독립변수들 간의 상관분석(R=400m이하)

독립변수	곡선구간(R=400m)이하 교통사고건수	
	Corr.	P-value
직선부연장	0.441	0.011
직선부경사	0.302	0.047
곡선부연장	0.098	0.525
곡선반경	-0.333	0.027
곡선부경사	0.331	0.028

변수들을 조합하여 교통사고 예측식으로 나타내고 각 개별 변수들의 특성을 살펴보면 다음과 같이 나타낼 있다.

$$Y = \exp(2.67 + 1.40X_1 + 0.17X_2) \\ (4.188)(4.882)(2.142)$$

여기서, Y:1억대 · km당 사고건수

X₁:직선부연장 X₂:곡선부경사

곡선반경 400m이하의 곡선부 교통사고예측모형은 직선구간의 연장과 곡선부경사의 영향을 받는 것으로 나타났다. 직선부의 연장과 경사, 곡선반경 및 곡선부경사가 상관분석 시 유의한 변수로 채택되었으나 포아송 확률분포의 우도함수 모수를 최대화함으로써 얻어진 모형식에서는 직선부연장과 곡선부경사만이 채택되었다. 직선구간이 길수록 그리고 접하는 곡선구간의 경사도가 클수록 사고건수 증가와 관련이 있으며 직선부의 연장 계수값이 크게 나와 동일한 곡선반경에서 상류구간인 직선구간의 길이가 길수록 사고가 증가하게 된다. 이는 긴 직선구간을 높은 주행속도로 주행하다 곡선구간에서 감속하는 경우 발생하는 사고라 유추해 볼 수 있다.

(2) 곡선반경 400m~1000m이하 곡선부 사고예측모형

곡선구간(R=400m~1000m)의 교통사고건수와 변수들간의 상관분석 결과 양(+)의 상관관계가 높은 순서로 곡선부연장, 직선부경사, 직선부연장이며 신뢰수준 95% 내에 유의함을 보인다. 곡선반경과 곡선부경사는 음(-)의 상관관계를 보이나 곡선부경사는 신뢰수준 95%내에 유의하지 않게 분석되었으며 곡선반경을 기준으로 3가지로 분류하였을 경우 400m~1000m의 경우 교통사고건수와 변수들간의 설명력이 4개 변수가 속하는 것으로 가장 많이 도출되었다.

<표 6> 종속변수(교통사고)와 독립변수들 간의 상관분석(R=400m~1000m)

독립변수	곡선구간(R=400m~1000m) 교통사고건수	
	Corr.	P-value
직선부연장	0.226	0.028
직선부경사	0.346	0.033
곡선부연장	0.389	0.043
곡선반경	-0.269	0.032
곡선부경사	-0.095	0.273

포아송 확률분포의 우도함수 모수를 최대화 함으로써 얻어진 결과 값은 다음과 같다.

$$Y = \exp(1.62 + 0.27X_1 + 1.77X_2 - 0.002X_3) \\ (2.678)(3.535)(4.160)(-3.482)$$

여기서, Y:1억대·km당 사고건수

X₁:직선부경사 X₂:곡선부연장 X₃:곡선반경

곡선반경 400m~1000m이하의 곡선부 사고는 직선부경사, 곡선부연장, 곡선반경으로 모형이 설명되며 직선부경사와 곡선부연장은 양의 계수를 갖는 반면 곡선반경의 경우는 음(-)의 관계를 갖는다. 즉 곡선반경이 클수록 사고건수는 감소하는 것을 알 수 있으며, 이는 곡선반경이 커질수록 운전자의 시거가 확보되며 원활한 커브주행을 제공함으로 안전차원에서 확보해야 할 사항이다. 곡선부경사 또한 신뢰수준 95%(α=0.05) 이내에서 유의하지는 않지만 곡선부에서의 경사는 핸들과대조작 및 급감속 유발요인으로 원만한 경사변화를 지향해야 할 것이다.

이 곡선반경 구간이 우리가 일반적으로 생각하는 사고요인과 가장 유사하게 나타남을 알

수 있다.

(3) 곡선반경 1,000m이상 곡선부 사고예측모형

곡선구간(1000m이상)의 교통사고건수와 변수들간의 상관분석 수행 결과 신뢰구간 95% 이내 유의한 변수는 직선부경사와 곡선부연장으로 두 변수 모두 양(+)의 상관관계를 갖는 것으로 나타났다.

직선부연장, 곡선반경, 곡선부경사는 사고건수와의 설명력이 떨어지며 변수들간의 신뢰구간 95% 이내 유의하지 않은 것으로 나타나 설명변수로 선정될 가능성이 떨어진다.

<표 7> 종속변수(교통사고)와 독립변수들 간의 상관분석(R=1000m이상)

독립변수	곡선구간(R=1000m)이상 교통사고건수	
	Corr.	P-value
직선부연장	0.043	0.696
직선부경사	0.309	0.004
곡선부연장	0.368	0.001
곡선반경	-1.016	0.119
곡선부경사	0.047	0.663

포아송 확률분포의 우도함수 모수를 최대화 함으로써 얻어진 결과 값은 다음과 같다.

$$Y = \exp(2.47 + 0.26X_1 + 0.19X_2) \\ (4.658)(2.757)(3.297)$$

여기서, Y:1억대·km당 사고건수

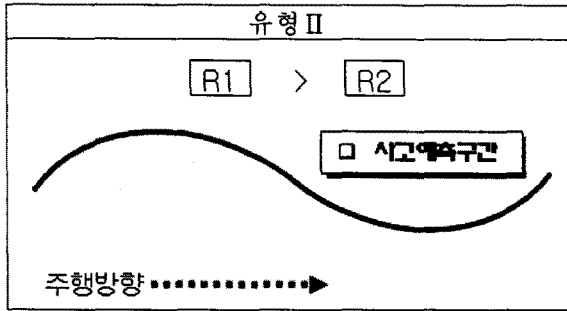
X₁:직선부경사 X₂:곡선부연장

곡선반경 1000m이상의 경우 모형을 설명하는 변수는 직선부경사와 곡선부연장으로 도출되었으며 양(+)의 관계를 갖는다. 곡선반경 1000m이상은 운전자가 직선구간과 같이 느낄수 있으며 이 경우 직선구간에서 높은 속도로 주행하다 곡선부로 진입한 차량은 곡선구간에서도 높은 주행속도를 갖는다. 곡선반경 1000m 이상의 곡선반경은 교통사고와 상관분석시 신뢰수준 95%에서 유의하지 않는 것으로 나타났으며 Krebs 등(1977)의 연구에서와 같이 곡선반경이 커질수록 사고발생수가 감소하는 것과 일치한다.

곡선반경이 1000m이상인 경우에는 앞구간의 기하구조와 관계가 없는 것으로 나타났다.

2) 유형 II의 사고예측모형

유형 II(곡선부+곡선부)의 기하구조를 갖는 구간을 분석한 후 사고데이터를 대입하여 사고예측모형을 개발하였다. 곡선구간 2개가 연달아 인접하였을 경우 하류부 곡선부 유형은 <그림 4>와 같다.



<그림 6> 유형 II 곡선반경 분류

(2) 배향곡선구간(하류부곡선부) 사고예측모형 개발

유형 II(곡선부+곡선부) 배향곡선구간에서 2번째 곡선구간(곡선반경이 작은곡선부)의 교통사고건수와 변수들 간의 상관관계가 높은 변수를 살펴보면 작은곡선부연장, 작은곡선부반경이 음(-)의 상관관계를 보이며 큰곡선부연장, 큰곡선부반경은 양(+)의 상관관계로 분석되었다. 이 4개의 변수 외에 신뢰 수준 95% 이내의 유의하지 않은 결과가 나타난 변수인 작은곡선부경사는 신뢰구간 95% 이내에서 오직 큰곡선부경사와 상관관계가 높게 나타났으며 다른 변수와의 상관관계는 매우 적은 것으로 나타났다. 그 외 큰곡선부연장은 변수들 간의 상관관계가 높지 않은 것으로 나타나 설명력이 떨어지는 것을 알 수 있다.

<표 8> 종속변수(교통사고)와 독립변수들 간의 상관분석(배향곡선구간)

독립변수	2번째(작은곡선)곡선구간 교통사고건수	
	Corr.	P-value
작은곡선부연장	-0.355	0.048
작은곡선부반경	-0.463	0.023
작은곡선부경사	-0.63	0.624
큰곡선부연장	0.323	0.026
큰곡선부반경	0.263	0.039
큰곡선부경사	-0.099	0.445

배향곡선구간에서 하류부 작은곡선구간의 교통사고를 예측하기 위하여 선정된 변수는 작은곡선연장, 작은곡선부반경, 큰곡선부반경으로 이 변수들의 P-value는 신뢰수준 95%($\alpha=0.05$) 기준에 모두 유의하므로 변수의 선정이 적절하다고 판단된다. 각 개별 변수들의 특성을 살펴보면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Y = \exp(3.63 + 0.12X_1 + 0.001X_2 + 0.0009X_3)$$

$$(2.081)(2.257)(2.290) \quad (3.446)$$

여기서, Y: 1억대 · km당 사고건수
 X_1 : 작은곡선부연장 X_2 : 작은곡선부반경
 X_3 : 큰곡선부반경

두 곡선이 접하는 배향곡선의 경우 상관관계 분석 시 작은곡선의 연장과 반경, 큰곡선의 연장과 반경이 신뢰수준 95% 이내에서 유의함을 보였다. 모형개발시 작은곡선부의 연장과 반경, 큰곡선부의 반경이 채택되었으며 계수의 크기에서 알 수 있듯 작은곡선부의 연장이 가장 크게 사고와 관련이 있는 것으로 나타났으며 작은곡선부 반경과 큰곡선부의 반경은 미비한 것으로 나타났다. 두 곡선부의 반경과 연장을 비슷하게 설계하여야 차량의 주행속도 일관성이 유지됨을 최재성(1998)의 연구에서 밝혔으며 구간 속도차가 클수록 사고와 밀접하게 관련되어 있다고 알려져 있다.

2) 모형검증 및 결과 해석

상관분석 결과를 이용하여 교통사고에 영향을 미치는 변수들에 대해 살펴보았고 상관구조에 대해서도 알게 되었다. 이러한 데이터의 특성을 고려하여 교통사고 예측모형을 개발함에 있어서 포아송 회귀분석을 적용하였다.

예측모형에 대한 적합도 검증(Goodness-of-fit)을 통하여 ρ^2 (우도비), MAD, MPD를 알아보고자 한다. 1998년, 1999년 88올림픽 고속도로 사고자료를 이용하여 검증을 수행하였다.

일반적으로 ρ^2 (우도비)가 0.2에 가까우면 우수한 모형이라 판단하고 있어 본 연구의 모형의 적합도도 비교적 양호하게 나타났다고 판단된다.

<표 9> 유형별 교통사고 예측 모형

유형구분	예측 모형
I	A $Y = \exp(2.67 + 1.40X_1 + 0.17X_2)$ (4.188)(4.882)(2.142) 여기서, Y:1억대·km당 사고건수 X ₁ :직선부연장 X ₂ :곡선부경사
	B $Y = \exp(1.62 + 0.27X_1 + 1.77X_2 - 0.002X_3)$ (2.678)(3.535) (4.160) (-3.482) 여기서, Y:1억대·km당 사고건수 X ₁ :직선부경사 X ₂ :곡선부연장 X ₃ :곡선반경
	C $Y = \exp(2.47 + 0.26X_1 + 0.19X_2)$ (4.658) (2.757) (3.297) 여기서, Y:1억대·km당 사고건수 X ₁ :직선부경사 X ₂ :곡선부연장
II	D $Y = \exp(3.63 + 0.12X_1 + 0.001X_2 + 0.0009X_3)$ (2.081) (2.257) (2.290) (3.446) 여기서, Y:1억대·km당 사고건수 X ₁ :작은곡선부연장 X ₂ :작은곡선부반경 X ₃ :큰곡선부반경

<표 10> 유형별 예측모형 검증

변수	유형 I			유형 II
	A	B	C	D
ρ^2	0.2276	0.1617	0.1831	0.1453
MPB	-0.380	0.306	-0.539	0.612
MAD	3.013	5.699	4.133	6.12
Alpha	0.0128	0.0292	0.0205	0.0421

V. 결론 및 향후 과제

본 연구에서는 도로의 기하구조와 교통사고 간의 관계를 포아송회귀모형으로 제시하였다. 기존의 각 기하구조별, 즉 직선부와 곡선부를 분리하여 사고를 예측하면서 고려하지 못했던 각 기하구조 앞, 뒤 연결 부분을 동시에 고려하는 복합선형부분에 대해 모형을 개발하였다.

교통사고에 영향을 미치는 운전자의 인적요소가 지대한 영향을 미친다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 인적요소를 제외한 상태에서 기하구조 특성을 고려한 연구를 진행하였으나 향후 보다 정확하고 세밀한 분석을 위해서는 교통사고에 관련된 사고 심각도 및 인적요소를 고려해야 한다.

참고문헌

1. 이수일, "안전측면의 도로선형 설계일관성 평가 기준 개발에 관한 연구", 한양대학교 대학원 박사학위논문, 2006.2
2. 하태준, 박제진, 장안상, 박찬모, "위험도로 개선사업에 따른 효과 분석에 관한 연구", 대한교통학회지, 제20권 제4호, 2002
3. 오주택, 성낙문, 하오근, "국도변 신호교차로 안전성 향상을 위한 사고예측모형개발", 대한토목학회지, 제25권 제1호, 2005
4. 임강원 외, "우리나라 고속도로의 기하특성과 교통사고 발생률과의 상관관계에 관한 연구". 대한교통학회지 제 3권 제1호, 1985
5. 이주향, "우리나라 고속도로 교통사고 특성분석 및 모형개발", 단국대학교 대학원 석사학위논문, 1997
6. 김태완, "도로의 기하구조가 교통사고에 미치는 영향", 서울대학교 환경대학원 석사 학위논문, 1996
7. 최재성, "도로선형에 대한 설계 일관성 평가 모형의 개발", 대한교통학회지, 제16권 제4호, 1998
8. 한국도로공사(1998~2005), 88올림픽 고속도로 종단·평면도
9. 한국도로공사(1998~2005), 88올림픽 고속도로 사고자료