

# 고규격 고속도로에서 선형특성을 반영한 사고예측모형 개발

-서해안고속도로를 중심으로-

## Accident Modeling considering Characteristics of Highway Geometrics in the High-Standard Roads

김상엽\* · 최재성\*\* · 조원범\*\*\* · 황경성\*\*\*\* · 허태영\*\*\*\*\* · 김용석\*\*\*\*\*

Kim,Sangyoup · Choi,Jaisung · Cho,Wonbum · Hwang, kyungsung · Heo,Taeyoung · Kim,Yongseok

### 1. 서 론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

도로를 비롯한 교통시설은 승객과 화물의 통행을 위한 주요 국가 기반시설로서, 경제적으로 많은 편익을 창출한다. 그러나 1980년대 이후 차량의 보급이 보편화 되고, 교통시설의 신설·확장이 활발히 이루어지면서 교통사고로 인한 사회적 손실이 증대해 왔다. 특히 최근 고규격 도로건설이 주를 이루고 있음에 따라 사고와 기하구조의 관계를 규명하는 것이 더욱 중요해 졌다. 그러나 기존 연구들은 대부분 분석대상 구간을 결정하고, 그 구간에 대한 평균적인 설계 특성만을 고려함에 따라 인접구간의 기하구조 영향을 고려하지 못한다. 따라서 본 연구에서는 고규격 고속도로를 대상으로 고속도로 기하구조와 교통사고 자료 분석을 통해 합리적인 도로 기하구조 분할방법을 정립하고, 기하구조와 사고와의 상관성을 분석하여, 설계 안전성 평가 방법론을 개발하고자 한다.

#### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 국내 고속도로 중 가장 고규격이라 판단되는 서해안고속도로 340.9km를 분석 대상으로 선정하였다. 또한 선정된 구간에서 2003~2008년(6년)동안 발생한 1,664건의 교통사고를 대상으로 한다. 선정된 분석구간의 다양한 기하구조 조건들이 교통사고에 미치는 영향을 분석하기 위해 사고 예측모형을 개발한다. 이를 위해 도로의 기하구조 데이터를 구축하는데, 본 연구에서는 3가지 방법을 이용한다.

구축된 기하구조 데이터와 사고 데이터를 이용하여 과대산포 발생 여부에 따라 적절한 모형을 구축하고, 사고 발생에 영향을 미치는 기하구조 요소를 분석한다. 또한 고속도로 규격에 따른 사고발생에 미치는 기하구조 특성을 실증적으로 분석한다.

### 2. 기존문헌 고찰

#### 2.1 사고모형의 이론적 고찰

##### 1) 포아송 회귀식

Jovanis와 Chang(1986), Joshua와 Garber(1990) 등은 사고수를 이산적 확률변수(Discrete Random Variable)로 해석하는 포아송회귀식(Poisson Regression)을 도입하였으며, 이는 개념적으로 선형회귀식에 비

\* 정회원 · 서울시립대학교 교통공학과 박사수료 · 공학석사(E-mail : road@uos.ac.kr)  
\*\* 정회원 · 서울시립대학교 교통공학과 교수 · 공학박사(E-mail : traffic@uos.ac.kr)  
\*\*\* 정회원 · 한국건설기술연구원 연구원 · 공학석사(E-mail : worber@kict.re.kr)  
\*\*\*\* 정회원 · 서울시립대학교 교통공학과 석사과정 · 공학박사(E-mail : jordanhks@uos.ac.kr)  
\*\*\*\*\* 비회원 · 한국해양대학교 교수 데이터정보학과 통계학전공 교수 · 공학박사(E-mail : heoty@hhu.ac.kr)  
\*\*\*\*\* 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구실 선임연구원 · 공학박사(E-mail : safeys@kict.re.kr)

해 합리적인 모형이다. 포아송회귀식의 일반식은 식(1)과 같다.

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

여기서,  $P(n_i)$  = 사고  $n_i$ 이 고속도로  $i$ 지점에서 발생될 확률

$\lambda_i$  = 평균 사고수 (=  $\exp(\beta X_i)$ )

$X_i$  : 사고수를 결정하는 고속도로  $i$ 지점의 운전자, 도로환경 등의 속성

$\beta$  : 추정된 계수

$\lambda_i$  형태의 계수  $\beta$ 를 추정하기 위해서는 표준최우추정법(Standard Maximum Likelihood Method)을 사용하는데 이 때 우도함수( $L(\beta), \rho^2$ )는 식(2)와 같다.

$$L(\beta) = \prod_i \frac{\exp[-\exp(\beta X_i)] [\exp(\beta X_i)]^{n_i}}{n_i!} \quad (2)$$

그러나 이러한 포아송모형은 분산과 평균이 같다는 기본 전제조건을 만족하여야하나, 현실에서의 교통사고는 분산이 평균보다 큰 과대산포(Overdispersion) 문제가 발생하게 된다.

## 2) 음이항 회귀식

Miaou와 Lum(1993) 등은 분산이 평균보다 크다는 가정에서 출발하는 음이항회귀식(Negative Binomial Regression)을 사용하는 것이 바람직하다고 보고 있다. 음이항분포는 사고수( $\lambda_i$ )항에 오차항( $\epsilon_i$ )이 포함되며 이는 식(3)과 같다.

$$\lambda_i = \exp(\beta X_i + \epsilon_i) \quad (3)$$

여기서,  $\exp(\epsilon_i)$  = 오차항으로 평균이 1이고 분산이  $\alpha$ 인 감마분포로 가정

이를 조건부확률로 나타내면 식(4)와 같다.

$$P(n_i|\epsilon) = \exp[-\lambda_i \exp(\epsilon_i)] [\lambda_i \exp(\epsilon_i)]^{n_i} \quad (4)$$

식(4)로부터  $\epsilon_i$ 을 합하여  $n_i$ 의 비조건분포를 산출한다.

$$P(n_i) = \frac{\Gamma(\theta + n_i)}{[\Gamma(\theta) \cdot n_i!]} \cdot U_i^\theta (1 - u_i)^{n_i} \quad (5)$$

여기서,  $u_i = \theta / (\theta + \lambda_i)$ ,  $\theta = \frac{1}{\alpha}$

이 때, 우도함수는 식(6)과 같으며, 이를 최대화하는  $\alpha, \beta$ 를 산출한다.

$$L(\beta) = \prod_i \frac{\Gamma(\theta + n_i)}{[\Gamma(\theta) \cdot n_i!]} \left[ \frac{\theta}{\theta + \lambda_i} \right]^\theta \left[ \frac{\lambda_i}{\theta + \lambda_i} \right]^{n_i} \quad (6)$$

여기서,  $N$ 은 고속도로상 사고지점의 총 수

포아송회귀식과 음이항회귀식의 사용을 판별하기 위해서는 식(7)이 사용되며,  $k$ 가 0에 가까우면, 포아송회

귀식이 적합하며, 0에 가깝지 않으면 음이항회귀식을 사용하는 것이 바람직하다.

$$Var[n_i] = E[n_i][1 + kE[n_i]] \quad (7)$$

## 2.2 기하구조와 사고와의 관계 연구

John Milton과 Fred Mannering(1998)은 워싱턴주 주요 간선도로부의 1992-1993년도 31,306건의 사고자료를 활용하여, 본선거리, 편경사, 연평균일교통량(AADT), 차선수, 길어깨, 종단경사, 횡단경사와 사고건수와의 관계를 음이항회귀식을 사용하여 모형을 개발하였다. 모형분석 결과, 도로구간길이가 0.4km 증가할 때마다 0.319씩 사고수가 증가하며, 종단경사가 1%보다 크고 차선당 AADT가 증가하면 사고수가 증가하였다

Kay Fitzpatrick(2000) 등은 사고분석에 있어서 기하구조변수로써 차로폭, 중앙분리대, 곡선반경, 편향각 등을 적용하여 사고와의 관계를 규명하였다. 특히 차로폭이 동일하지 않은 도로구간에 있어서는 중요변수로 작용함을 모형을 통해 제시하였다. 즉, 연구결과 차로폭이 넓을수록 사고수는 감소하는 것으로 나타났다.

김경석·진광성(1996)은 충청북도 국도를 대상으로 차로폭, 곡선반경, 선형의 연속성, 종단경사, 중앙분리대, 길어깨폭, 시거 등 7가지 기하구조 요소에 대한 상대적인 사고위험도를 나타내는 “사고위험도 판단지수”를 설명변수로 채택하여 단순회귀모형을 제시하였다.

이기영 등(1999)은 음이항회귀모형을 통해 고속도로의 고속버스 사고모형을 개발하였고, 독립변수로 인적요인, 기하구조 및 환경요인, 그리고 기타요인 등 포괄적인 범위의 변수를 적용하였다. 모형분석결과 운전경력이 많을수록, 곡선반경이 클수록, 그리고 종단경사가 낮을수록 사고건수가 낮게 나타났다.

강정규·이성광(2002)은 호남고속도로를 대상으로 고속도로 선형요소별 교통사고 특성을 분석하여 보고 고속도로 기하구조별 교통사고 위험도 평가모형을 개발하였다. 이 연구에서는 도로를 직선부, 곡선부, 완화곡선부로 1차 구분한 후 이에 대한 길이, 반경, 종단경사, 편경사 등의 기본 기하구조 요소를 입력하여 데이터를 구축하고, 이전 선형에 대한 고려를 통해 데이터를 확장하였으며, 통계적 분석과정을 거쳐 각 선형별 기본구간과 유출입구간에 대한 교통사고 위험도 평가모형을 도출하였다.

위 연구들은 도로 기하구조가 사고빈도에 미치는 영향에 관해 분석함으로써 다양한 설계요소를 설명변수로 사용하여 모형을 개발하고자 하였다. 그러나 모형의 선택이 임의적이고, 국도, 저구격 고속도로, 교차로 등을 대상으로 분석을 수행한 한계가 있다.

## 2.3 구간분할방법

교통사고는 단순히 사고 지점의 기하구조에 따라 발행하기 보다는 연속된 도로 구간의 기하구조에 따라 발생한다. 따라서 구간을 어떻게 구분하느냐에 따라 모형식의 형태가 달라지게 된다.

Shaw-Pin Miaou(1994)의 연구에 따르면 등구간으로 분할할 경우 그 구간이 짧을 때(1mile 이하)는 바람직한 회귀식을 얻기 힘들다. 또한 구간분할을 불균등하게 할 경우, 구간길이가 지나치게 길게 되면 동일구간에서의 기하구조의 연속성을 유지하지 못하는데 단점이 있다고 분석하였다.

강정규 등(2002)은 호남고속도로를 대상으로 1996~2000년(5년간) 동안 발생한 3,071건의 사고와 기하구조와의 관계를 음이항 회귀식을 이용하여 분석하였다. 사용된 기하구조 자료는 호남고속도로를 100m 단위로 균일하게 분할 한 후, 직선부, 곡선부, 완화곡선부 등 총 3개의 유형으로 구분하여 모형을 구축하였다.

강민욱 등(2002)은 호남고속도로를 우선 단일곡선과 배향곡선으로 구분하고, 두 곡선 사이에 긴 짧은 직선은 설계속도에 따른 판단시거 개념을 도입하였다.

Ciro Cliendo 등(2007)은 이탈리아의 다차로 일반도로에서 다양한 설계요소가 동일하고, 곡선반경과 종단구배가 변화되는 구간에 대해서 구간분할을 하였다.

이동민 등(2009)는 국내 지방부 다차로도로 322.9km를 대상으로 곡선반경, 종단경사, 도로폭이 변화되는 구간을 세분화하였다. 우선 곡선반경이 변화되는 구간에 대해서 1차 구간분할 후에 종단경사가 변화되는 구간에 대해서 2차 구간분할을 한다. 마지막으로 도로폭이 변화되는 구간에 대해서 3차 구간분할을 하여 총 998개의 구간으로 분할하였다.

지금까지의 연구에서 제시한 구간 분할법은 연속된 기하구조 보다는 사고 지점에서의 기하구조 특성만을

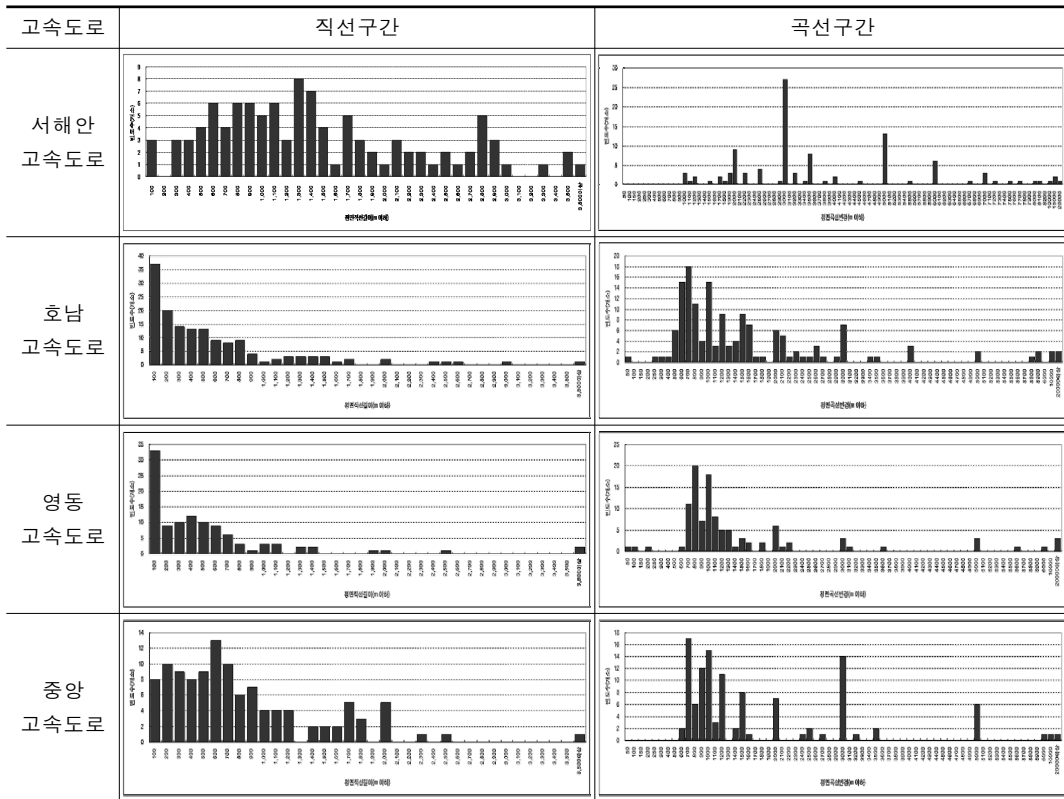
고려하였다. 따라서 본 연구에서는 사고 지점의 기하구조 특성이 아닌 연속적인 기하구조의 특성을 반영할 수 있는 새로운 구간 분할법을 제시한다.

### 3. 기하구조 분할법 정립

사고에 영향을 미치는 도로 기하구조의 특성을 밝히는데 있어 가장 중요한 것은 개별 설계요소의 기준 만족 여부가 아니라 설계요소간의 연결 관계에 관한 것이다. 그러나 지금까지의 사고와 기하구조와의 관계분석 연구는 대부분 기하구조를 동일구간으로 분할하거나, 사고지점을 기준으로 하였다. 이 경우 모형의 적합도는 높일 수 있으나, 모형이 현실을 반영한다고 하기는 다소 무리가 있다.

따라서 본 연구에서 분석을 위한 기하구조 분할법을 정립하기 위해 표 1.과 같이 국내 4개의 고속도로 직선구간과 곡선구간을 분석하였다.

표 1. 고속도로 직선 및 곡선구간 분석



분석결과 서해안고속도로와 같이 고규격 고속도로의 경우 직선구간의 빈도가 높고, 연장 또한 다른 고속도로에 비해 긴 것으로 나타났다. 곡선반경의 경우 서해안고속도로는 빈도가 적고, 곡선반경이 큰 반면, 다른 고속도로의 경우 빈도가 다소 높고, 곡선반경은 서해안고속도로에 비해 짧은 것으로 나타났다.

이에 따라 본 연구에서는 표 2.와 같이 세 가지 방법을 이용하여 도로 기하구조를 분할하였다. 첫 번째는 포아송 분포가정에 최대한 부합되면서 단일 도로 연장별 도로 기하구조 및 시설 특징이 사고에 미치는 영향을 분석하는 것이고, 두 번째는 직선과 곡선을 구분하여 사고에 미치는 영향을 조사하였으며, 세 번째 모형은 직선과 곡선의 연결조합이 사고에 미치는 영향을 조사하는 것으로 하였다.

표 2. 본 연구의 기하구조 분할법

구 분	접근방법	비 고
I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1km 단위 구분</li> <li>• 주요 cp (control point) 변경점</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 포아송 가정에 가장 적합</li> <li>• 구간길이 보정 필요 없음</li> <li>• 도로 및 교통운영 요소 측면에서 동질성이 보장되는 구간으로 분할</li> </ul>
II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 직선과 곡선을 구분</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구간길이 보정필요</li> <li>• 직선과 곡선의 영향 분석</li> </ul>
III	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (직선-곡선), (직선-곡선-곡선)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구간길이 보정필요</li> <li>• 설계일관성 검토에 가장 부합</li> </ul>

#### 4. 사고예측모형 개발

##### 4.1 변수선정

본 연구에서는 도로의 기하구조와 사고와의 상관관계를 분석하고, 합리적인 사고예측모형을 정립하고자 한다. 이를 위해 표 3., 표 4.와 같이 각 기하구조 분할법에 따라 변수를 선정하였다.

표 3. 본 연구의 공통 변수

변 수	설 명			
종속변수	사고건수(건)			
독립변수	AADT, 1km 당 종단변화, 종단변화 횟수			
	종단경사 1	1-오르막일 경우 / 0-다른 경우	분류부	1-분류부일 경우 / 0-다른 경우
	종단경사 2	1-내리막일 경우 / 0-다른 경우	상업구간	1-상업구간일 경우 / 0-다른 경우
	종단경사 3	1-복합일 경우 / 0-다른 경우	교량	1-있음 / 0-다른 경우
	과속 카메라	1-있음 / 0-다른 경우	터널	1-있음 / 0-다른 경우
	합류부	1-합류부일 경우 / 0-다른 경우		

표 4. 기하구조 분할법에 따른 독립변수

I		II		III	
변 수	설 명	변 수	설 명	변 수	설 명
도로유형 1	1-직선 0-다른 경우	직선길이	-	도로유형	1-직선+우곡선 0-다른 경우
도로유형 2	1-곡선 0-다른 경우	곡선길이	-	도로유형	1-직선+좌곡선 0-다른 경우
도로유형 3	1-직선+곡선 0-다른 경우			도로유형	1-직선+배향곡선 0-다른 경우
도로유형 4	1-곡선+직선 0-다른 경우			직선거리비율	직선거리/전체거리
도로유형 5	1-직선+곡선+직선 0-다른 경우			곡선거리비율	곡선거리/전체거리
도로유형 6	1-곡선+직선+곡선 0-다른 경우			1/곡선반경	-
도로유형 7	1-곡선+직선+곡선+직선 0-다른 경우				

여기서, “1km당 종단변화”란 종단곡선을 제외한 전체 도로 구간에서의 높이 변화를 나타낸 것으로 식(8)과 같이 나타낸다.

$$Bend_{Ver.} = \sum_{k=1}^n \left| \frac{S_k}{100} \times d_k \right| \quad (8)$$



여기서,  $S_k$  = 각 구간의 종단경사(%)

$d_k$  = 각 구간의 거리(m)

#### 4.2 모형의 개발

본 연구에서는 과대산포 검정을 위하여 우도비(Likelihood Ratio) 검정을 시행하였다. 과대산포 모수인  $\alpha$ 의 유의성을 검정함으로써 포아송과 음이항 중 최적의 모형을 선택하였다. 과대산포 검정의 귀무가설( $H_0$ )과 대립가설( $H_1$ )은 식(9)과 같다.

$$H_0 : \kappa = 0 \quad \text{vs} \quad H_1 : \kappa > 0 \quad (9)$$

과대산포 검정을 시행하기 위하여 각 모형의 로그우도함수(Log Likelihood)를 이용한 우도비 검정을 시행하여 최적 모형을 선택하였으며, 우도비 검정은 식(10)과 같다.

$$LR = -2(LL(P) - LL(NB)) \quad (10)$$

우도비의 점근분포(Asymptotic Distribution)는 자유도가 1인 카이제곱분포를 따르기 때문에 우도비 검정 통계량과 유의수준  $\alpha$ 에서 자유도가 1인 카이제곱분포의 임계값과 비교한다. 분석결과 모든 경우에서 우도비 검정통계량의 값이 매우 크기 때문에 귀무가설을 기각하고 포아송모형보다 음이항모형이 최적의 모형으로 채택되었다.

표 5. 본 연구의 모형구축 결과\_서해안고속도로

I					II					III				
변수	Possion		NB		변수	Possion		NB		변수	Possion		NB	
	Corr.	P-val.	Corr.	P-val.		Corr.	P-val.	Corr.	P-val.		Corr.	P-val.	Corr.	P-val.
절편	-4.937	<0.00	-4.937	<0.00	절편	-3.139	<0.00	-3.026	<0.00	절편	-1.915	<0.00	-1.905	0.017
log(AADT)	0.443	<0.00	0.443	<0.00	log(AADT)	0.435	<0.00	0.419	<0.00	log(AADT)	0.402	<0.00	0.386	<0.00
도로유형1	1.230	<0.00	1.230	<0.00	직선길이	-0.094	0.012	-0.138	0.061	도로유형 1	-0.412	<0.00	-0.441	0.307
도로유형2	0.787	0.010	0.787	0.010	곡선길이	-0.109	0.088	-0.157	0.176	도로유형 2	-0.335	0.210	-0.430	0.380
도로유형3	1.184	<0.00	1.184	<0.00	종단경사1	-0.471	<0.00	-0.321	0.030	도로유형 3	0.000	.	0.000	.
도로유형4	1.020	0.001	1.020	0.001	종단경사2	0.141	0.058	0.214	0.096	종단경사 1	-0.363	0.017	-0.236	0.306
도로유형5	1.206	<0.00	1.206	<0.00	종단경사3	0.000	.	0.000	.	종단경사 2	0.346	0.000	0.342	0.059
도로유형6	1.043	0.001	1.043	0.001	종단변화	-0.001	0.813	0.001	0.854	종단경사 3	0.000	.	0.000	.
도로유형7	0.000	.	0.000	.	변화횟수	0.121	0.003	0.127	0.105	직선거리비율	0.030	0.371	-0.026	0.714
종단경사1	-0.394	<0.00	-0.394	<0.00	과속카메라	-0.382	0.001	-0.379	0.040	곡선거리비율	-0.514	<0.00	-0.408	0.000
종단경사2	0.238	0.001	0.238	0.001	합류부	0.100	0.387	0.161	0.389	1/곡선반경	-0.101	0.280	-0.175	0.375
종단경사3	0.000	.	0.000	.	분류부	0.526	<0.00	0.510	0.007	종단변화	-0.004	0.415	0.000	0.995
종단변화	0.007	0.056	0.007	0.056	상업구간	0.059	0.619	0.207	0.314	변화횟수	0.134	<0.00	0.166	0.006
변화횟수	0.221	<0.00	0.221	<0.00	교량	0.078	0.326	0.109	0.356	과속카메라	-0.431	<0.00	-0.398	0.015
과속카메라	-0.073	0.553	-0.073	0.553	터널	-0.146	0.143	-0.061	0.713	합류부	0.069	0.459	-0.029	0.884
합류부	0.510	<0.00	0.510	<0.00						분류부	0.318	0.001	0.456	0.023
분류부	0.384	<0.00	0.384	<0.00						상업구간	-0.192	0.095	-0.028	0.890
상업구간	0.038	0.779	0.038	0.779						교량	-0.326	0.071	-0.289	0.330
교량	0.253	0.000	0.253	0.000						터널	0.023	0.773	0.042	0.787
터널	0.119	0.210	0.119	0.210										
$k$	-		0.284		$k$	-		0.267		$k$	-		0.207	
$L()$	1,302.77		1421.89		$L()$	1,827.63		1,948.16		$L()$	2,785.21		2,900.66	
$\rho^2$	0.2501		0.2466		$\rho^2$	0.2261		0.2221		$\rho^2$	0.2999		0.2919	

### 4.3 결과분석

#### 1) 분할법 I

본 연구의 분석구간을 1km씩 동일한 단위로 분할한 경우 대부분의 변수가 95% 신뢰수준에서 유의한 것으로 나타났다. 분석결과 평면선형의 경우 1km의 긴 직선일 경우와 두 직선사이의 짧은 곡선이 있을 경우 사고에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다.

중단선형의 경우 내리막과 중단변화 횟수는 사고를 증가시켰으나, 오르막 경사의 경우 사고를 감소시키는 것으로 분석되었다. 이는 오르막의 경우 차량의 속도가 다소 감소되기 때문으로 판단된다.

기타 기하구조 요소로 합류부, 분류부, 교량은 사고에 양의 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

그러나 실제 도로상에서의 사고는 연속된 도로구간의 기하구조 변화에 의해 발생하는 것이기 때문에 분할법 I의 경우 1km 안에서 내재되어 있는 도로의 유형별로 영향력만을 확인해야 한다.

#### 2) 분할법 II

분할법 II의 경우 평면선형에 따른 도로유형은 95% 신뢰수준에서 유의하지 않은 것으로 나타났다. 그러나 직선길이와 곡선길이는 길어질수록 사고가 발생될 확률이 높아지는 것으로 나타났다.

중단선형의 경우 분할법 I과 마찬가지로 오르막 구간에서 사고가 발생될 확률이 낮아지는 것으로 나타났다.

기타 기하구조 요소로 합류부, 교량은 사고에 양의 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 과속카메라의 경우 음의 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

#### 3) 분할법 III

분할법 III의 경우 평면선형에 따른 도로유형은 95% 신뢰수준에서 유의하지 않은 것으로 나타났다. 반면, 직선길이비율은 사고에 양의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 단위 구간에서 긴 직선은 좋지 않은 기하구조인 것을 의미한다.

중단선형의 경우 이전 분할법과 마찬가지로 오르막 구간에서 사고가 발생될 확률이 낮아지고, 내리막 구간에서는 사고가 발생될 확률이 높아지는 것으로 나타났다.

기타 기하구조 요소로 분류부는 사고에 양의 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 과속카메라의 경우 음의 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

## 5. 결 론

도로구간에서의 교통사고는 교통사고가 발생된 지점에서의 기하구조 조건보다는 운전자가 그동안 주행한 연속된 기하구조 변화 및 특성에 의해서 발생된다. 그러나 기존의 연구는 사고가 발생된 지점을 분석하거나, 합리적이지 못한 구간 분할법을 이용하여 사고 감소에 크게 기여하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 보다 합리적으로 기하구조를 분할하고, 분할된 구간에서의 다양한 기하구조 조건과 사고와의 관계를 규명하고자 하였다.

본 연구에서는 3가지 구간 분할법을 이용하여 서해안 고속도로 340.9km를 분할하였으며, 6년간 발생한 1,664건의 사고를 분석하였다.

그 결과 평면선형의 경우 1km의 긴 직선일 경우와 두 직선사이의 짧은 곡선이 있을 경우 사고에 미치는 영향이 큰 것을 알 수 있었다.

중단선형의 경우 내리막과 중단변화 횟수는 사고를 증가시키고, 오르막 경사의 경우 사고를 감소시키는 것으로 분석되었다.

기타 기하구조 요소로 합류부, 분류부, 교량은 사고에 양의 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 과속카메라의 경우 음의 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

본 연구에 결과에 선정된 변수들이 사고에 어떠한 영향을 미치는지를 고려하여 향후 고속도로에서 설계 전·후의 안전성 평가에 본 사고예측모형이 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 친환경·지능형 도로설계 기술개발 연구단(건설핵심D05-01)을 통하여 지원된 국토해양부 건설기술혁신사업에 의하여 수행되었습니다. 연구 지원에 감사드립니다.

## 참고 문헌

1. 강민욱, 손봉수, 도철웅(2002), 「도로의 기하구조에 따른 고속도로 사고예측모형개발」, 대한토목학회논문집, 제22권 6-D호, pp.1077~1088.
2. 강정규, 이성관(2002), 「고속도로 선형조건별 교통사고 위험도 평가모형 개발(호남고속도로를 중심으로)」, 대한교통학회지, 제20권 4호, pp.163~175.
3. 이기영 (1999), 「고속도로 사고모형의 개발과 적용-확률회귀모형을 이용한 버스사고 요인분석」, 제36회 대한교통학회 학술발표회 pp.117-122
4. 이동민, 김도훈, 성낙문(2009), 「지방부 다차로 도로구간에서의 사고 예측모형 개발(대도시권 외곽 및 구릉지 특성의 도로구간 중심으로)」, 대한교통학회지, 제27권 4호, pp.207~215.
5. Ciro Caliendo, Maurizio Guida and Alessandra Parisi(2007), 「A crash - prediction model for multi-lane roads」, Accident Analysis and Prevention 39. pp.657~670.
6. Fitzpatrick, K. et. al. (2000), 「Speed prediction rot two lane rural highways」, Research report FHWA-RD, pp.99-171.
7. Jovanis P. and Chang H.(1986), 「Modeling the Relationship of Accidents to Miles Traveled」, Transportation Research Record 1068: 42-51.
8. Milton, John and Fred Mannering (1998), 「The Relationship Among Highway Geometries」, 11. Traffic-related Elements and Motor-vehicle Accident Frequencies Transportation 25, pp.395-413.
9. Shaw-Pin Miaou and Harry Lum(1993), 「Modeling Vehicle Accident and Highway Geometric Design Relationships」, Accident Analysis and Prevention, Vol.25 No.6.
10. Shaw-Pin Miaou(1994), 「The relationship between truck accidents and geometric design of road sections」, Accident Analysis and Prevention, Vol.26 No.4.