



도로선형설계요소의 표준편차를 이용한 설계일관성과 교통사고와의 상관성

Correlation between Design Consistency and Accident Rates based on Standard Deviations of Highway Design Elements

오 흥 운*

Oh, Heung Un

Abstract

On freeways, factors inducing traffic accidents consist of two major elements such as driver factors and road environment factors. Research have been done and shown that there would be relationship between design elements such as radius, slopes, superelevations, and observed speeds and accident rates. The present paper confirms that these elements are correlated with accident rates. Furthermore, the paper identifies standard deviation of these elements as the design consistency and compare them with reduction of accident rates. This type of work leads to identify the fact that standard deviations based design consistency are correlated with accident rates. The results of the paper may contribute to encourage the quantified use of design consistency during highway design.

Keywords : *design consistency, standard deviation, accident rate, highway design*

요 지

고속도로에서 교통사고에 중요한 두 영향요소는 운전자요소와 도로환경요소로 구분되어 진다. 그동안 여러 연구에서 도로환경요소중 설계요소로 알려진 곡선반경, 종단경사, 편경사, 관찰속도와 교통사고와 관련성을 연구하였고 그 밀접한 관련성을 제시하고자 하였다. 본 논문에서는 이들 관련요소 크기가 교통사고와 관련성이 깊다는 사실에 대하여 상관관계분석을 통하여 확인하고자 하였다. 이에 더하여 이들 설계관련요소의 표준편차를 설계일관성으로 정의하고 교통사고의 증감과 비교하여 봄으로써 표준편차로 특징 지워지는 설계요소와 설계속도의 일관성이 교통사고 발생과 상관성이 깊다는 사실을 도출하였다. 본 논문의 결과는 선형설계과정에서 설계일관성의 수치화된 활용을 더 활성화 시킬 것으로 기대된다.

핵심용어: *설계일관성, 표준편차, 교통사고, 도로설계*

* 정희원 · 경기대학교 도시교통공학과 교수(E-mail : ohheung@ex.co.kr)



1. 서론

도로설계에서 도로 기하구조를 중심으로한 설계일관성은 교통사고의 감소와 관련이 많다고 알려져 있다. 그중에서도 곡선반경은 관찰속도와 많이 관련되는 설계요소로 알려져 있으며 동시에 교통사고율 증감과도 관련이 많다고도 알려져 있다. 따라서 협의의 설계일관성 개념은 곡선반경의 크기의 일관성과 동일시하는 경향을 가져왔다. 기술적으로는 곡선반경이 유사한 곡선을 설치하여 운전자의 속도를 일정하게 하여 교통안전성을 증진시키는 설계과정에서의 개념이다.

광의의 의미에서 설계일관성은 고려할 설계요소가 더 많다는 측면에서 일반적인 설계일관성과는 조금 다르다. 이때의 설계일관성이란 운전자의 기대에 부응하는 도로환경측면에서 다양하고 구체적인 설계와 운영요소를 일관되게 제공하는 것으로 정의할 수 있다(Wooldridge, 2003).

속도를 기준으로 한 일관성 개념에 대하여는 많은 연구에서 그 결과가 도출되고 있다. 표 1은 FHWA(1999)에서 제시한 속도의 일관성 평가 결과이다. 이 자료에 의하면 인접 구간의 곡선반경 차이 감소로 인한 속도차 감소가 교통사고 감소에 기여한다는 것을 보여주고 있다.

표 1. 속도의 일관성에서 교통사고 감소효과

설계 안전도	평면곡선 갯수	3개년 교통사고 건수	총통행거리 (million veh-km)	사고율 (건/million veh-km)
Good : $\Delta V_{85} < 10\text{km/h}$	4,518	1,483	3,206.06	0.46
Fair : $10\text{km/h} < \Delta V_{85} < 20\text{km/h}$	622	217	150.46	1.44
Poor : $\Delta V_{85} > 20\text{km/h}$	147	47	.0517	2.76
Combined	5,287	1,747	3,373.57	0.52

* ΔV_{85} = 연속적인 두 곡선에서 85th percentile 속도차이 (km/h)

반면에 광의의 설계일관성 개념에 대하여도 연구가 되어 있다. Hassan(2001)은 설계일관성 개념에

대해 더 세부적인 구분을 제시하였다. 그의 연구에서는 설계요소 측정사항을 관찰속도와 차량의 안전성, 다양한 도로의 선형요소와 운전자의 운전부하로 구분하였다. 이 연구에서는 설계일관성의 개념이 크게 확장된 것을 볼 수 있는데 특히 설계중 고려하는 선형요소를 뛰어넘어 운전자 부하까지 고려하고자 하였다. Polus(2004)는 설계일관성 개념에 대해 조금 더 흥미로운 방법론을 제시하였다. 그동안 설계요소의 크기개념에 의존한 설계일관성 개념에 더하여 표준편차를 이용한 개념을 도입하여 설계일관성을 추구하고자 하였다. 통계적 요소가 설계일관성 개념에 도입하게 된 것이다.

2. 연구의 내용 및 방법론

고속도로는 보행자나 신호등, 속도의 차이가 많이 나는 이동류에 의한 상충이 작아 도로설계요소와 교통사고율과의 관계를 직접적으로 보여줄 수 있는 좋은 대상이다. 본 연구의 대상은 우리나라 고속도로 구간중에서 곡선반경의 조합이 다양하고 설계속도가 100km~120km로 다양한 지방부고속도로 총 150km 길이 구간중 한쪽방향을 대상으로 하였다. 자료의 취합은 여러 경로를 거쳐 이루어졌다. 기하구조자료는 설계도면을 통하여 취합하였다. 교통사고 분석은 3개년 교통사고 통계자료를 사용하였다. 속도자료는 자유속도기준으로 구간별 측정을 원칙으로 하였다. 본 연구를 위하여 세부적인 작업의 흐름이 필요하였다. 그 흐름은 다음과 같다.

- 1) 설계요소 특성을 가진 단위구간을 구분
- 2) 각 단위구간 별로 특성치 취합
 - 설계요소 특성 취합 : 곡선반경, 곡선길이, 종단경사, 편경사, 평균속도 자료 측정 및 취합
 - 속도특성자료 취합 : 자유속도에 대하여 각 구간별로 측정 및 취합
 - 교통사고 특성자료 취합 : 3개년간 구간별로 교통사고 이력 취합



- 3) 대구간별로 특성치 산정
 - 여러개의 단위구간 자료를 대구간자료로 취합
 - 대구간에 대하여 설계요소 특성과 속도 특성 별로 평균과 표준편차 산정
 - 대구간에 대하여 3년간 교통사고율 산정
 - 여러개 대구간의 설계요소 특성들을 집합으로 정리
- 4) SPSS를 이용하여 설계요소 집합간 이변수 (bivariate) 상관분석
 - 설계요소 및 속도특성의 평균값과 교통사고율 과 비교
 - 설계요소 및 속도특성의 표준편차와 교통사고 율과 비교
- 5) 상관분석 결과를 이용한 크기 및 표준편차 위주 의 설계일관성 원리 도출

3. 자료의 취합 및 특성값 산출

3.1 단위구간의 설계요소의 표현

구간별 자료를 취합하기 위해서는 구간에 대한 정의와 상호관계 그리고 각 통계치에 대한 정의가 필요 하게 된다. 이러한 목적을 만족시키기 위해 각 기하 구조 특성을 가진 최소구간을 단위구간이라 정의하 였다. 여기서는 평면곡선반경 특성이 일정하게 유지 되는 구간을 한 단위구간로 정의하였다. 따라서 평면

곡선반경을 가진 곡선 1개 구간은 1개 단위구간으로 정의할 수 있다. 각 단위구간은 고유한 곡선반경, 곡 선길이, 종단경사, 편경사, 차량운행속도, 교통사고 특성을 가지게 된다.

표 2는 각 단위구간에 대한 통계값을 표현하였다. 대상구간 내에서 한개 단위구간 길이는 0.3~2.7km 까지 다양하게 분포하였다. 단위구간에 대한 곡선반 경은 480~5,800m까지 다양하였다. 각 단위구간에 대하여 곡선길이(l)와 종단경사(s) 편경사(c), 85 퍼센타일 차량운행속도(v), 3개년간 교통사고율(a) 도 구하였다.

3.2 대구간의 통계값

각 단위구간을 묶으면 여러 가지 이득이 있다. 첫째 로 각 설계요소에 대한 표준편차값을 구할 수 있게 된 다. 구체적으로 설명하면 단위구간에서 곡선반경 특성 처럼 설계요소의 일부분은 각 단위구간에서 1개 밖에 안 얻어지는 경우가 존재하게 된다. 이런 경우에 여러 단위구간을 묶으면 표준편차를 얻을 수 있고 따라서 표준편차로 특징 지워지는 설계요소의 일관성에 대한 값을 얻을 수 있게 된다. 단위구간을 3개에서 10개까 지 대구간으로 묶어서 대구간 통계값을 산출하였다.

각 대구간에 대한 통계값은 단위구간의 값을 통계적 으로 처리하여 얻어진다. 따라서 대구간의 통계값을 다음과 같이 나타낼 수 있다. 대구간의 곡선반경(r) 의 평균 및 표준편차는 단위구간 요소를 이용하여

표 2. 단위구간에 대한 통계값

구 분	단 위	구 분					
		단위 구간1	단위 구간2	단위 구간3	단위 구간4	단위 구간5	... 단위 구간n
곡선반경 (r)	m	$r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, \dots, r_n$					
곡선길이 (l)	m	$l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, \dots, l_n$					
종단경사 (s)	%	$s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, \dots, s_n$					
편경사 (c)	%	$c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, \dots, c_n$					
차량운행속도 (v)	km/h	$v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, \dots, v_n$					
3개년교통사고율 (a)	건/km	$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, \dots, a_n$					

$$\mu_r = \frac{\sum_{i=1}^n (r_i)}{N_r}, \quad \sigma_r = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \mu_r)^2}{(N_r - 1)} \right)^{0.5} \text{ 으로 표현할 수 있다.}$$

대구간에서 곡선길이(l)의 평균 및 표준편차는 단 위구간 요소를 이용하면

$$\mu_l = \frac{\sum_{i=1}^n (l_i)}{N_l}, \quad \sigma_l = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (l_i - \mu_l)^2}{(N_l - 1)} \right)^{0.5} \text{ 으로 표현할 수 있다.}$$



대구간에서 종단경사(s)의 평균 및 표준편차는 단위구간 요소를 이용하면

$$\mu_s = \frac{\sum_{i=1}^n (s_i)}{N_s}, \quad \sigma_s = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (s_i - \mu_s)^2}{(N_s - 1)} \right)^{0.5} \text{ 으로 표현}$$

할 수 있다.

대구간에서 편경사(s)의 평균 및 표준편차는 단위 구간 요소를 이용하면

$$\mu_c = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i)}{N_c}, \quad \sigma_c = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (c_i - \mu_c)^2}{(N_c - 1)} \right)^{0.5} \text{ 으로 표현}$$

할 수 있다.

대구간에서 관찰속도(s)의 평균 및 표준편차는 단위구간 요소를 이용하면

$$\mu_v = \frac{\sum_{i=1}^n (v_i)}{N_v}, \quad \sigma_v = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \mu_v)^2}{(N_v - 1)} \right)^{0.5} \text{ 으로 표현}$$

할 수 있다.

대구간에서 교통사고율(a)의 평균 및 표준편차는 단위구간 요소를 이용하면

$$\mu_a = \frac{\sum_{i=1}^n (a_i)}{N_a}, \quad \sigma_a = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \mu_a)^2}{(N_a - 1)} \right)^{0.5} \text{ 으로 표현}$$

할 수 있다.

3.3 대구간 통계값의 집합적 표현

단위구간은 자료를 연산하여 대구간의 통계치가 계산되어진다. 이를 통하여 여러 대구간이 생겨서 통계적 특성을 가진 구간이 된다. 이러한 대구간은 특정 노선이나 대상구간을 따라 하나의 집합으로 표현될 수 있다. 이로써 대구간 집합간에는 통계적 비교가 가능하게 된다. 본 연구에서는 특정 고속도로 150km 거리를 따라 대구간을 구분하였는데 대구간은 주로 인터체인지간 거리를 기준으로 설정하였다. 따라서 4~40km 거리 구간을 대구간으로 정하였다.

대구간의 집합은 아래와 같이 표현할 수 있다.

- 곡선반경집합 $R = \{\mu_r | \mu_r \ni \mu_{ri}, i=1, 2, 3, \dots, k\}$
- 곡선반경표준편차집합 $SR = \{\sigma_r | \sigma_r \ni \sigma_{ri}, i=1, 2, 3, \dots, k\}$
- 곡선길이집합 $L = \{\mu_l | \mu_l \ni \mu_{li}, i=1, 2, 3, \dots, k\}$
- 곡선길이표준편차집합 $LS = \{\sigma_l | \sigma_l \ni \sigma_{li}, i=1, 2, 3, \dots, k\}$
- 종단경사집합(절대값) $S = \{\mu_s | \mu_s \ni \mu_{si}, i=1, 2, 3, \dots, k\}$
- 종단경사표준편차집합(절대값) $SS = \{\sigma_s | \sigma_s \ni \sigma_{si}, i=1, 2, 3, \dots, k\}$
- 편경사집합 $C = \{\mu_c | \mu_c \ni \mu_{ci}, i=1, 2, 3, \dots, k\}$
- 편경사표준편차집합 $SC = \{\sigma_c | \sigma_c \ni \sigma_{ci}, i=1, 2, 3, \dots, k\}$
- 평균속도집합 $V = \{\mu_v | \mu_v \ni \mu_{vi}, i=1, 2, 3, \dots, k\}$
- 평균속도 표준편차집합 $SV = \{\sigma_v | \sigma_v \ni \sigma_{vi}, i=1, 2, 3, \dots, k\}$
- 교통사고율집합 $A = \{\mu_a | \mu_a \ni \mu_{ai}, i=1, 2, 3, \dots, k\}$
- 평균속도 표준편차집합 $SA = \{\sigma_a | \sigma_a \ni \sigma_{ai}, i=1, 2, 3, \dots, k\}$
- 종단경사집합 $S = \{\mu_s | \mu_s \ni \mu_{si}, i=1, 2, 3, \dots, k\}$
- 종단경사표준편차집합 $SS = \{\sigma_s | \sigma_s \ni \sigma_{si}, i=1, 2, 3, \dots, k\}$

표 3은 대구간의 설계요소를 계산한 결과 사례를 보여준다. 각 대구간 통계값은 단위구간으로 부터 얻어졌기 때문에 평균값과 표준편차를 모두 얻을 수 있게 된다. 이러한 대구간의 통계값은 이미 언급한바와 같이 인터체인지 간격을 가지는 구간길이 별로 여러 종류에 대해 얻을 수 있게 된다.

표 3. 대구간 설계요소의 계산 결과 사례

a. 평균값 계산 결과

대구간명	설계 속도 (km/h)	구간 길이 (m)	곡선 반경 평균 (R,m)	곡선 길이 평균 (L,km)	종단 경사 (절대값) 평균(S)	편경사 평균 (C)	관찰 속도 평균 (V,km/h)	종단 경사 (음수,양수) (S')	교통 사고 건수
대구간1	100	9.3	898	0.83	0.017	0.05	93	-0.165	38
대구간2	100	8.08	985	0.68	0.024	0.04	93	1.271	25
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

b. 표준편차의 계산 결과

대구간명	곡선반경 표준편차 (SR,m)	곡선길이 표준편차 (SR,km)	종단경사 (절대값) 표준편차 (SS)	편경사 표준편차 (SC)	관찰속도 표준편차 (SV,km/h)	종단경사 음수,양수) (SS')	교통 사고율 (A)
대구간1	756	0.354	0.0067	0.0130	5.34	2.01	4.08
대구간2	639	0.130	0.0070	0.0089	5.58	2.32	3.09
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

4. 상관분석

4.1 피어슨상관계수와 설계일관성

변수간 상관분석은 변수간의 선형적/비선형인 관련성을 찾을 때 사용된다(Byrkit 1989; Affi 1990). 피어슨(Pearson)상관계수가 대표적이라 할 수 있다. 피어슨상관계수 $\rho_{X,Y}$ 는 두 변수 X, Y , 두 기대값 $E(X), E(Y)$, 그리고 두 표준편차 σ_X, σ_Y 를 사용하여 다음과 같이 표현된다.

$$\rho_{X,Y} = \frac{E((X - E(X))(Y - E(Y)))}{\sigma_X \sigma_Y}$$

예를들어 곡선반경과 교통사고율과의 관계는 전통적인 설계속도개념의 근본이 되는 개념이다. 그 곡선반경의 집합과 교통사고율의 집합간의 상관성을 도출하기위해서 곡선반경의 집합과 교통사고율의 집합간의 피어슨 상관계수를 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\rho_{R,A} = \frac{E((R - E(R))(A - E(A)))}{\sigma_R \sigma_A}$$

또한 곡선반경의 표준편차와 교통사고율과의 관계는 곡선반경크기의 변화가 교통사고 증가를 일으킬 수 있다는 가정을 증명할 수 있게 된다. 따라서 설계요소중의 하나인 곡선반경의 변화율/표준편차가 작으면 교통사고가 감소한다는 가정을 증명할 수 있게 된다. 곡선반경 표준편차 집합과 교통사고율 표준편차 집합간의 피어슨 상관계수는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$\rho_{SR,SA} = \frac{E((SR - E(SR))(SA - E(SA)))}{\sigma_{SR} \sigma_{SA}}$$

이와 동일한 방법으로 각 설계요소들의 표준편차와 교통사고율의 상관성을 구함으로써 설계요소별로 일관성에 대하여 계량화할 수 있게 된다.

4.2 설계요소의 크기와 교통사고율의 관계

설계요소의 크기와 교통사고율의 관계는 이미 널리 연구되어왔다. 이에따라 설계속도개념은 일찌기 도로설계에서 여러 분야에서 다양하게 그리고 광범위하게 기반이 되고 있다. 본 논문에서는 피어슨 이변량(bivariate)분석을 통하여 곡선반경(R), 곡선길이(L), 종단경사(절대값, S), 편경사(C), 관찰속도(V), 종단경사(-/+ , S')과 교통사고율(A)의 관계를 분석하였다.

그 결과 곡선반경, 곡선길이, 편경사 크기, 관찰속도와 교통사고의 관계가 있는지 여부를 판단 할 수 있게 되었다. 표 4는 각 설계요소 크기와 교통사고율 관계의 피어슨 상관계수를 나타내고 있다. 이 결과는 기존의 개념인 설계속도 증가가 교통사고를 감소시킬 수 있을 것이란 기대와 크게 다르지 않다. 즉 교통사고가 많은 곳에서 큰 곡선반경, 큰 곡선길이, 큰 편경사, 낮은 속도로 속도관리가 유리하다고 할 수 있게 된다.

4.3 설계요소 표준편차의 크기와 교통사고율의 관계

설계요소의 표준편차는 각 대구간에서 설계요소별로 구한 표준편차이다. 표준편차는 각 설계요소의 값들이 평균값에 관계해서 어떻게 분포하는 지에 대하여 쉽게 알 수 있는 지표이다. 표준편차의 도입은 각 설계요소가 작은 편차로 설계되어야 한다는 기존의 연구들의 가정(국토해양부, 2000)이 의미하는 설계일관성 개념을 설명할 수 있는 좋은 근거가 될 수 있다.

본 논문에서는 피어슨 이변량(bivariate)분석을 통하여 곡선반경 표준편차(SR), 곡선길이 표준편차(SL), 종단경사 표준편차(절대값, S), 편경사 표준편차(C), 관찰속도 표준편차(V), 종단경사표준편차(-/+ , S')과 교통사고율(A)과 상관성을 표 3과 같이 제시하였다. 이 결과에 의하면 모든 설계요소의 표준편차는 교통사고와 관계가 깊다고 정의할 수 있



표 4. 설계요소와 교통사고율 관계의 Pearson 상관계수

구 분		곡선반경 (R)	곡선길이 (L)	중단경사 (절대값)(S)	편경사 (C)	관찰속도(V)	중단경사 (-/+)(S')	교통사고율 (A)
곡선반경 (R)	Pearson's r	1	0.517	-0.656	-.981(**)	.968(**)	-0.066	-0.680
	Sig.	-	0.234	0.109	0.000	0.000	0.888	0.093
	N	7	7	7	7	7	7	7
곡선길이 (L)	Pearson's r	0.517	1	0.014	-0.413	0.610	0.066	-0.454
	Sig.	0.234		0.976	0.357	0.146	0.889	0.307
	N	7	7	7	7	7	7	7
중단경사 (절대값) (S)	Pearson's r	-0.656	0.014	1	0.683	-0.620	0.593	0.224
	Sig.	0.109	0.976		0.091	0.137	0.160	0.629
	N	7	7	7	7	7	7	7
편경사 (C)	Pearson's r	-.981(**)	-0.413	0.683	1	-.907(**)	0.084	0.604
	Sig.	0.000	0.357	0.091		0.005	0.858	0.151
	N	7	7	7	7	7	7	7
관찰속도 (V)	Pearson's r	.968(**)	0.610	-0.620	-.907(**)	1	-0.139	-.764(*)
	Sig.	0.000	0.146	0.137	0.005		0.767	0.046
	N	7	7	7	7	7	7	7
중단경사 (음양수) (S')	Pearson's r	-0.066	0.066	0.593	0.084	-0.139	1	0.095
	Sig.	0.888	0.889	0.160	0.858	0.767		0.839
	N	7	7	7	7	7	7	7
교통사고율 (A)	Pearson's r	-0.680	-0.454	0.224	0.604	-.764(*)	0.095	1
	Sig.	0.093	0.307	0.629	0.151	0.046	0.839	
	N	7	7	7	7	7	7	7

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

표 5. 설계요소의 편차(표준편차)와 교통사고율의 Pearson 상관계수

		곡선반경 표준편차(SR)	곡선길이 표준편차(SL)	중단경사(절대) 표준편차(SS)	편경사 표준편차(SC)	관찰속도 표준편차(SV)	중단경사(-/+) 표준편차(SS')	교통사고율 (SA)
곡선반경 표준편차 (SR)	Pearson's r	1	0.718	0.098	.876(**)	0.195	-0.238	-0.589
	Sig.		0.069	0.834	0.010	0.675	0.607	0.164
	N	7	7	7	7	7	7	7
곡선길이 표준편차 (SL)	Pearson's r	0.718	1	0.187	0.679	0.335	-0.118	-0.486
	Sig.	0.069		0.688	0.093	0.462	0.802	0.269
	N	7	7	7	7	7	7	7
중단경사(절대) 표준편차 (SS)	Pearson's r	0.098	0.187	1	0.398	0.308	.891(**)	0.329
	Sig.	0.834	0.688		0.377	0.502	0.007	0.471
	N	7	7	7	7	7	7	7
편경사 표준편차 (SC)	Pearson's r	.876(**)	0.679	0.398	1	0.277	0.034	-0.243
	Sig.	0.010	0.093	0.377		0.548	0.942	0.599
	N	7	7	7	7	7	7	7
관찰속도 표준편차 (SV)	Pearson's r	0.195	0.335	0.308	0.277	1	0.435	-0.443
	Sig.	0.675	0.462	0.502	0.548		0.330	0.319
	N	7	7	7	7	7	7	7
중단경사(음,양) 표준편차 (SS')	Pearson's r	-0.238	-0.118	.891(**)	0.034	0.435	1	0.311
	Sig.	0.607	0.802	0.007	0.942	0.330		0.497
	N	7	7	7	7	7	7	7
교통사고율 표준편차 (SA)	Pearson's r	-0.589	-0.486	0.329	-0.243	-0.443	0.311	1
	Sig.	0.164	0.269	0.471	0.599	0.319	0.497	
	N	7	7	7	7	7	7	7

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

계 된다. 이 결과를 통해 설계요소의 표준편차로 특징 지워지는 설계일관성은 교통사고 증감과 상관성이 있다는 것으로 정의 할 수 있다.

4.4 결과분석 및 추론

표 4와 5를 근거로 할 때 설계요소의 표준편차로 특징 지워지는 설계일관성에 대하여 다음의 판단과 추론이 가능하게 된다.

- 1) 곡선반경 크기와 교통사고율과의 관계에서 피어슨 상관계수는 -0.68 이지만 그 표준편차와 교통사고율과의 관계는 -0.607 이다. 따라서 곡선반경의 설계에서 설계요소 크기 개념과 표준편차를 줄이는 설계일관성 개념의 설계가 모두 중요하다고 정의할 수 있다.
- 2) 곡선길이의 크기와 교통사고율과의 관계에서 피어슨 상관계수는 -0.454 이지만 그 표준편차와 교통사고율과의 관계는 -0.486 이다. 따라서 곡선길이 설계에서 곡선길이 크기개념과 표준편차를 줄이는 설계일관성 개념의 설계가 모두 중요하다고 정의할 수 있다.
- 3) 종단경사 절대값의 크기와 교통사고율관계에서 피어슨 상관계수는 0.224 이지만 그 표준편차와 교통사고율과의 관계는 더 상관성이 큰 0.329 이다. 한편 음양을 고려한 종단경사 크기와 교통사고율관계에서 피어슨 상관계수는 미미한 0.095 이지만 그 표준편차와 교통사고율과의 관계는 상관성이 큰 0.311 이다. 따라서 종단경사 설계에서는 종단경사 크기에 의한 설계보다도 표준편차를 줄이는 일관성 개념의 설계가 더 중요할 수 있다고 정의할 수 있다.
- 4) 편경사의 크기와 교통사고율과의 관계에서 피어슨 상관계수는 0.604 이지만 그 표준편차와 교통사고율과의 관계는 상관성이 미미한 -0.243 이다. 따라서 편경사 설계에서는 종단경사 크기에 의한 설계가 표준편차를 줄이는 설계 일관성 개념의 설계보다 더 중요하다.

- 5) 관찰속도와 교통사고율과의 관계에서 피어슨 상관계수는 -0.764 이지만 그 표준편차와 교통사고율과의 관계는 상관성이 있되 비교적 작은 -0.443 이다. 따라서 속도관리에서 속도 크기에 대한 관리와 표준편차를 줄이는 일관성의 관리가 모두 중요할 수 있다고 정의할 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 피어슨 이변량 분석을 사용하여 곡선반경, 곡선길이, 종단경사, 편경사, 관찰속도, 크기 및 그 표준편차와 교통사고율의 상관관계를 구하였고 이를 근거로 표준편차를 이용한 설계일관성개념에 대하여 제시하였다.

구체적으로 각 설계요소의 크기와 교통사고율의 비교에서는 일반적으로 광범위하게 행하여지고 있는 설계속도개념의 설계를 지지할 수 있는 결과가 나타났다. 즉 곡선반경, 곡선길이, 편경사크기, 관찰속도 크기와 교통사고의 관계가 있는 것으로 나타났다. 이에 더하여 설계일관성을 구체적으로 보여주는 결과도 나타났다. 설계요소 표준편차와 교통사고율의 비교를 통하여 설계일관성을 고려해야할 당위성을 제 공하는 결론을 도출하였다. 그 구체적인 사항은 다음과 같다.

- 1) 곡선반경의 설계에서 설계요소 크기로 정의되는 설계속도개념의 설계와 표준편차를 줄이는 설계 일관성 개념의 설계가 모두 중요하다고 판단할 수 있다.
- 2) 곡선길이의 설계에서 설계요소 크기로 정의되는 설계속도 개념의 설계와 표준편차를 줄이는 설계 일관성 개념의 설계가 모두 중요하다고 판단할 수 있다.
- 3) 종단경사 설계에서는 종단경사 크기에 의한 설계보다도 표준편차를 고려한 설계요소의 일관성 개념의 설계가 더 중요할 수 있다고 판단할 수 있다.



- 4) 편경사 설계에서는 종단경사 크기에 대한 설계가 표준편차를 줄이는 설계 일관성 개념의 설계보다 더 중요할 수 있다고 판단할 수 있다.
- 5) 속도관리에서 속도 크기에 대한 관리와 속도의 표준편차를 줄이는 일관성의 관리가 모두 중요할 수 있다고 판단할 수 있다.

본 논문을 통하여 그동안 도로선형의 설계에서 설계개념으로 중요시 되어온 설계요소의 크기에 대하여 교통사고 측면에서 중요성을 재평가 해 보았다. 여기에 더해 설계요소의 일관된 적용이 교통사고감소에 크게 기여하는 점을 표준편차와의 관계를 통하여 증명해보고자 하였다. 위의 결과를 근거로 할 때 추후 도로설계과정에서 설계요소의 표준편차가 반영되는 설계일관성 개념이 반영될 수 있도록 설계기준을 재정립할 필요가 있을 것이다.

참고 문헌

국토해양부, 도로구조시설 기준에 대한 규칙, 2000

A. Affi and V. Clark, Computer-Aided Multivariate Analysis, Van Nostrand Reinhold Company, 1990

Abishai Polus, New Consistency Model for Rural Highways and its Relationship to Safety, *ASCE Journal of Transportation*, Vol. 130, No. 3, May/June 2004

B. Byrkit, *Statistics Today*, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1989

D. Wooldridge, Geometric design consistency on high-speed rural two-lane roadways, NCHRP 502, *Transportation Research Board*, 2003

FHWA, *Evaluation of Design Consistency Methods for Two-Lane Rural Highways*, Technical Report, FHWA-RD-99-174, 1999

Y. Hassan, Establishing Practical Approach for Design Consistency Evaluation, *ASCE Journal of Transportation*, Vol. 127, No. 4, July/August 2001

접 수 일: 2009. 2. 23
 심사 일: 2009. 3. 13
 심사완료일: 2009. 4. 27