

고속도로 사고찾은 지점 분석방법 연구

이수일[†] · 유준석^{*}

현대해상 교통기후환경연구소 · *한국도로공사
(2010. 3. 22. 접수 / 2010. 12. 15. 채택)

An Analysis of the Hazardous Highway Segments Using Continuous Risk Profile Method

Sooil Lee[†] · Junseok Yu^{*}

Hyundai Insurance Research Center

*Korea Expressway Corporation

(Received March 22, 2010 / Accepted December 15, 2010)

Abstract : We have to develop more correct and systematic way to choose Hazardous Highway Segments. In this research, we applied CRP(Continuous Risk Profile) technique which developed by UC Berkeley Traffic Safety Center in year of 2007, and can analyze yearly dangerous level tendency of continuity in the route of main road that is under California Department of Transportation(Caltrans). We changed standard of CRP to suit in Korean circumstance with consideration in radius of curve and traffic volume. For the verification by actual accident data, we embodiment the CRP by using the data from total of 587 case of accident in latest 10 years in Gyeong-Bu Highways, the amount of 56km. Finally, the effectiveness of technique in this research has been verified by obtained same result with current method for Hazardous Highway Segments. In addition, when calculating the Hazardous Highway Segments with technique that presented in this research we obtained following statements. First, identified dangerous level of continuity in the route by using CRP. Second, Accurate of Actual Hazardous Highway Segments selection has been developed by using last 10 year's data and profile making which provide simplicity analyze of Tendency. Third, after reforming the way of selection, effective range has been wider than former selection and it gives advantage for the policy side.

Key Words : CRP, hazardous highway segments, dangerous level of car accident, numbers of car accident

1. 서론

교통사고의 막대한 피해를 줄이기 위해서는 무엇보다도 교통사고에 대한 심층적인 원인분석을 통한 교통안전대책이 수립되고 시행되어져야 할 것이다. 이에 따라 우리나라에서는 높은 교통사고율을 감소시키기 위하여 여러 가지 교통안전 개선 사업을 시행하고 있으며, 그 중 도로교통공단에서는 매년 교통사고 잦은지점을 선정하여 안전개선 사업을 시행하고 있고 한국도로공사에서도 도로교통공단과 별도로 고속도로 구간에 대하여 교통사고 잦은지점을 선정하여 안전개선사업을 시행하고 있다.

그러나 교통사고 잦은지점 선정방법에 있어서 여러 가지 방법이 있음에도 불구하고 적용의 용이성 때문에 가장 단순한 방법인 교통사고 건수에 의한 방법만을 사용하여 선정하고 있다.

본 연구에서는 고속도로 구간에 대해 단순 사고 건수에 의한 교통사고 잦은지점 선정에서 탈피하여 노선의 연속성을 고려한 위험도 수준 파악이 가능한 새로운 교통사고 잦은지점 선정방안을 제시하여 기존의 방법에 비해 보다 합리적인 교통사고 잦은지점 선정 방법을 제시하는데 목적이 있다.

2. 기존문헌 고찰

2.1. 선행연구

기존연구에서는 크게 2가지 방향으로 연구가 진행되어 오고 있다. 첫째, 현행기준의 분석구간인 200

[†] To whom correspondence should be addressed.
sooillee@hi.co.kr

m에 대한 적정성에 대한 부분과 둘째, 이 구간을 슬라이딩 시키는 방법 등으로 사고찾은 구간을 선정하는 것이었다.

이기법²⁾은 분석구간(Slider Length) 적용 기법을 이용하여 사고찾은지점 선정방법을 제시하였다. 그 결과 분석구간의 길이를 현행의 200m보다 설계속도(80km/h)를 고려한 140m를 적용하였을 경우 더욱 타당한 것으로 분석되었다

윤공현³⁾은 이기법²⁾이 연구한 분석구간의 길이를 적용하되 대물피해환산법, 한계사고율법, 사고율법을 각각 적용하였다. 그 결과 대물피해 환산법이 교통사고의 잠재적 위험성을 보다 잘 표현하고 있어 다른 모형에 비해 일관성이 높은 것으로 분석되었다.

김정현⁴⁾ 외는 교통사고 잦은지점 및 구간선정 방법을 분석구간 적용기법을 적용하되 설계속도에 따른 최소정지시기 개념을 반영하고 분석구간을 시점, 중점, 종점으로 적용하였다. 아울러 분석구간의 위험성 판단기준은 단순 교통사고건수가 아닌 해당도로의 교통량 특성을 반영할 수 있는 한계사고율을 적용하였다.

2.2. 사고 잦은지점 선정기준 및 한계점

우리나라의 현행 교통사고 잦은지점 선정기준은 지역을 기준으로 나는 사고건수와 도로형태의 구분에 따른 분석길이에 따라 정해진다. 행정구역에 따른 구분은 도시의 규모에 따라 도로의 교통량과 운전자에게 제공되는 정보의 정도가 다르므로 교통사고 발생량의 차이가 있다는 전제하에 설정된 기준이다. 고속도로의 경우에는 모든 고속도로가 동일하게 반경 200m 내의 일년동안의 사고건수가 3건 이상이면 일단 교통사고 잦은지점으로 선정하고 있다. 여기에는 몇 가지 한계점을 내포하고 있다.

첫째, 실제로는 반경 200m 내의 모든 지점이 동일한 사고위험을 가진 지점이 아님에도 불구하고 동일한 사고위험을 가진 지점으로 간주된다.

둘째, 현재 방법은 직전년도 교통사고 건수만 이용하여 사고찾은지점을 선정하기 때문에 Regression to the mean 현상이 발생할 경우가 있고 연도별 지점별 교통사고 추세를 파악할 수 없다¹⁾.

셋째, 현행 교통사고건수에 의한 방법은 노선별로 동일한 위험지역이라 하더라도 교통량의 많고 적음에 따라 사고발생건수에 차이가 있을 수 있는데 현재 방법에 의하면 교통량(AADT)이 많고 적

음에 따라 그 정도의 심각성이 차이가 발생하는 점을 반영할 수 없다.

3. CRP 방법론의 정립

3.1. CRP(Continuous Risk Profile) 의 개념

현재 우리나라의 교통사고 잦은지점 선정방법과 유사한 방법을 사용했던 미국 캘리포니아 교통국(Caltrans)에서 노선의 연속적인 사고위험의 정도를 파악할 수 있고 Regression to the mean 현상을 감지할 수 있으며, 추세분석이 가능하며 교통량의 영향을 고려할 수 있는 CRP기법을 '07년 개발하여 캘리포니아 주의 도로 적용을 통하여 그 적정성이 입증되고 있고 현재 그 주의 모든 도로에 CRP 기법을 적용하여 사고찾은 지점을 선정하고 있다.

캘리포니아 교통부에서는 간선도로의 한 구간에서의 충돌사고의 빈도를 관측하기 위해 0.02마일(약 32m) 단위로 이동시키는 0.2마일(약 320m)의 일정한 크기의 이동식 윈도우(Fixed Moving Window)를 사용하였다⁶⁾. 이는 우리나라에서 적용하고 있는 분석구간 적용기법과 유사한 개념의 기법이다. 하지만, 이 방법에서의 고질적인 문제점은 잘못된 양성반응 결과(False Positives, 사고찾은 지점으로 선정되었음에도 실제로는 도로상의 특별한 결함이 존재하지 않는 지점)와 잘못된 음성반응 결과(False Negatives, 높은 위험도가 있는 구간임에도 사고찾은 지점으로 선정되지 않은 지점)가 나타날 수 있다는 점이다.

CRP 기법은 이동식 윈도우 기법의 한계에 초점을 맞춘 도로상의 사고 위험도를 평가하는 새로운 방법이다. 이 방법은 분석중인 도로를 구획화하지 않고 전체로 여기는 개념으로부터 출발한다. 도출된 결과는 도로의 단위거리당 충돌밀도로 나타내어진다. 따라서, 본 연구에서는 미국 캘리포니아 교통국에서 개발한 CRP 방법을 적용하되 우리나라 실정에 맞는 구간설정 및 도로의 곡선반경 및 교통량의 영향을 고려한 새로운 교통사고 잦은지점 선정방안을 제시하였다.

3.2. CRP의 평가기법

CRP 평가기법은 '어느 지점(d)의 교통사고는 그 지점뿐만 아니라 전후의 구간(+L, -L)에도 영향을 미친다'는 점을 고려 어느지점(d)의 위험도 분석시에 전후구간의 교통사고를 반영한 위험도 분석기법이다.

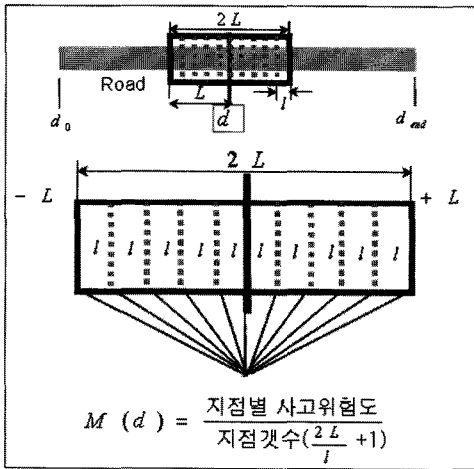
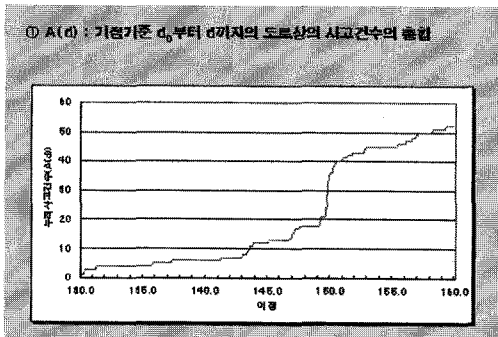


Fig. 1. CRP concept map.

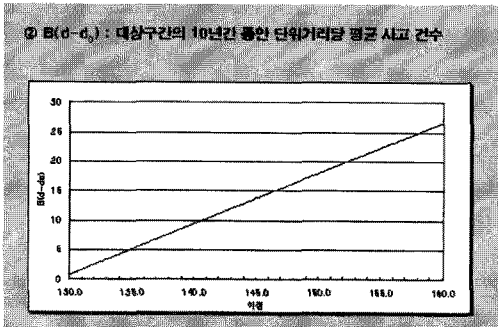
분석방법을 간략하게 설명하자면, 분석구간의 사고누적그래프 분석구간의 10년치 단위거리당 평균사고 건수와 비교하여 크기가 큰 곳을 선정하는 방법으로 분석구간의 길이와 이동길이를 세분화하여 사고 잦은 구간을 선정하는 방법이다.

CRP분석은 간략하게 설명하면 다음 세가지 과정에 의해 이루어진다.

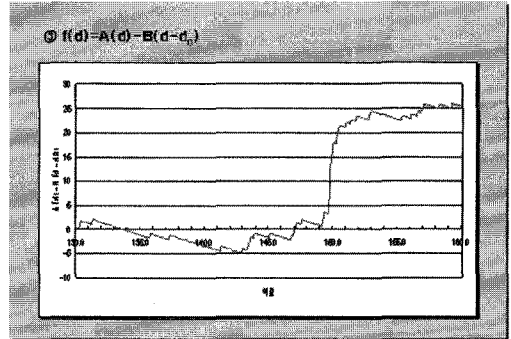
Step 1 : 기준점부터 분석구간까지의 사고건수 누적 그래프를 나타낸다.



Step2 : 분석대상구간의 과거 10년간 관측된 단위거리당 평균사고건수 누적그래프를 나타낸다.



Step 3 : 현재의 사고건수 누적인 A(d)에서 10년치 평균인 B(d-d₀)를 빼서 (+)기울기의 구간을 위험도가 높은 지역으로 선정한다.



상기와 같은 기본개념에서 CRP 그래프를 그리기 위해 다음 식을 도입한다.

$$M(d) = \frac{\sum_{i=-\min(L/l, (d-d_0)/l)}^{\min(L/l, (d_{end}-d)/l)} f(d+i \cdot l)}{\min(L/l, (d_{end}-d)/l) + \min(L/l, (d-d_0)/l) + 1}$$

여기서, M(d) = 지점별사고위험도/지점갯수 (d구간의 평균사고위험도)

$$d = d_0 + k \cdot l \text{ 이고 } k = 1, 2, \dots, \frac{d_{end}-d_0}{l}$$

$$f(d) = A(d) - B(d-d_0)$$

d_0 = 분석대상 시점, d_{end} = 분석대상 종점
 l = 이동되는 일정한 거리(m), $2L$ = 이동 평균의 값(m)

$$k, \frac{L}{l}, \frac{d_{end}-d_0}{l} \text{ 은 정수}$$

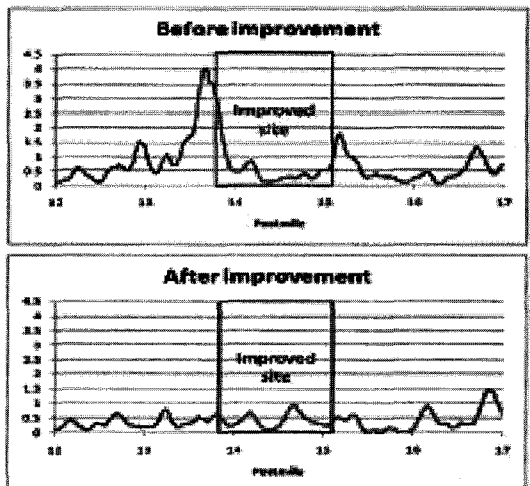


Fig. 2. Before-After analysis section profile graph.

3.3. CRP 기법 수정보완

본 연구에서는 캘리포니아 교통국에서 제시하고 있는 기본전제를 바탕으로 우리나라 고속도로의 실정에 맞게 다음과 같이 수정·보완하였다.

첫째, 이동길이(L)의 설정 문제이다. 이는 얼마의 이동길이만큼 슬라이딩 시켜 사고찾은 지점을 탐색할 것인가에 중요한 핵심이 된다. 캘리포니아에서는 교통사고 발생시 0.01마일(약 16m) 단위로 기록 관리하고 있어 L값을 0.02mile 단위로 세분화해서 분석 하는 것이 타당하나 우리나라 고속도로의 경우 100m 단위로 기록하기 때문에 캘리포니아 교통국(Caltrans)과 같이 L값을 100m보다 작게 하는 것은 무의미하다. 따라서 본 연구에서는 L값을 교통사고 기록단위와 같은 100m로 정하여 분석하였다.

둘째, 기본분석구간(L)의 설정 문제이다. 기본분석구간(L)은 도로의 특성이 비슷하고 교통흐름이 균질하게되는 구간의 설정이 관건이다. L값은 균일한 속성의 도로에서는 큰 L값이 타당하며 변화가 많은 도로에서는 작은 L값이 타당한다 미국은 지형적으로 평지가 대부분인 반면 우리나라의 경우 국토의 70%가 산지지역으로 미국에 비해 선형의 변화가 심한 편이다. 현재 우리나라 고속도로에서 사고찾은지점 선정시 사용하고 있는 반경 200m

는 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙(건설교통부, 2000. 3)에 의하여 설계속도 100km/h인 경우 최소정지시거 200m를 기준으로 설정된 것으로 본 논문에서는 정지시거 개념을 도입하여 L값을 곡선반경별 시거에 따라 Table 1을 적용토록 하였다.

아울러 이러한 적용의 타당성 검토를 위해 L값을 200m, 300m, 400m, 500m를 적용하여 구현한 Profile과 정지시거를 고려한 L=100~300m의 곡선반경별 차등화하여 구현한 Profile을 비교 분석한 결과 Fig. 4와 같다. 따라서, 기본분석구간을 동질성을 가지도록 한 곡선반경별로 차등하게 분석하는 L=100~300을 적용하였다. 이는 곡선반경과 관계없이 하나의 L값만을 적용하였을 때 보다 정지시거를 이용한 L값을 적용하였을 때 교통사고특성을 더욱 뚜렷이 나타남을 알 수 있다.

셋째, 확률적으로 교통량의 많고 적음에 따라 같은 위험지역이라도 상대적으로 위험의 차이가 발생함으로 다음과 같이 분석구간별 전체 분석기간 동안의 평균 AADT를 구하여 각 연도별 구간별 AADT의 비율에 따른 보정계수를 적용한 사고건수를 CRP 기법에 아래의 예와 같이 수정보완하여 적용하였다.

4. 사례 연구

앞서 제시한 CRP 사고찾은지점 선정방법의 적정성을 판단하기 위해 경부고속도로 영천IC~연양JCT구간을 대상지역으로 실제 사례적용분석을 하였다.

본 연구에서는 앞서 제시한 것과 같이 이동길이(L)는 100m로 기본분석구간(L)은 곡선반경에 따라 100~300m를 적용하였으며, 교통량은 각구간의 AADT 대한 해당구간의 비율을 적용하여 분석하였다.

Fig. 5는 경부고속도로 영천IC~연양JCT 구간의 부산방향에 대한 1998년부터 2007년까지 총 10년간 587건의 교통사고에 대한 사고profile 그래프이다. 이러한 연도별 profile 분석은 위험구간의 전체적인 위험도 수준을 파악할 수 있고 개선전·후의 사고위험도 변화부분을 함께 검토가 가능하다. 아래

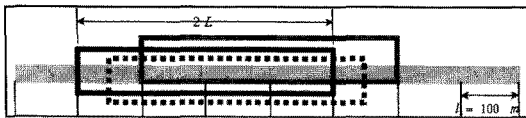


Fig. 3. Moving basic segment set.

Table 1. Analysis segment of Radius

곡선반경(R)	420	940	1,700	2,600	3,750
정지시거	100	150	200	250	300
적용	R	R ≤ 940	940 < R ≤ 2600	2,600 < R	
	L	100m	200m	300m	

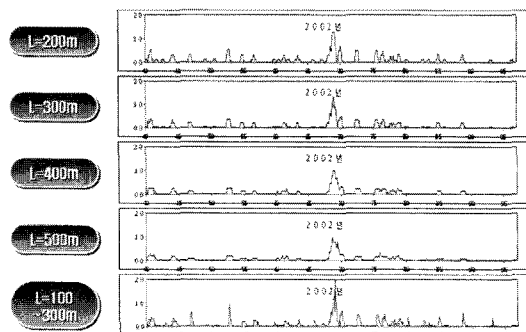


Fig. 4. Accident profile of exchange basic segment.

Table 2. Accident data of analysis area

구분	계	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07
계	587	100	72	72	79	68	54	42	39	32	29
A급	10	3	3	0	2	1	0	0	1	0	0
B급	125	29	17	22	18	5	11	5	6	4	8
C급	452	68	52	50	59	62	43	37	32	28	21

의 Table 3은 현행 사고찾은 지점의 선정기준에 의한 위험구간과 CRP를 이용했을 때와 한국도로공사에서 사고건수와 사고원인을 조사하여 실제사고 개선지점을 비교하여 나타내었다. 여기서 볼 수 있듯이 기존의 현행방법에서는 사고건수가 3건이상인 구간만을 나타내고 있지만 CRP방법에서는 위험구간과 그 구간에 대한 위험도를 같이 나타낼 수 있다.

따라서, 기존의 3건 이상의 같은 등급의 위험구간 선정에서 위험도까지 고려함으로써 사고개선시 우선순위를 고려할 수 있는 것이 연구성과로 볼 수 있고 실질적으로 사고개선을 한 지점이 위험도가 높게 나타남을 알 수 있어 연구결과에 의의가 있다고 하겠다. Table 3의 사고개선지점은 한국도로공사에서 실제로 사고원인을 조사하여 개선된 지점을 말한다.

Table 3. Comparison of hazardous segments between current method and CRP

년도	현행방법	CRP(위험도)	사고개선지점
1998	42.5~43.0km	42.8km(0.52)	67.1~67.2km 95.9~96.0km
	60.7~61.3km	61.1km(0.52)	
	66.6~67.5km	67.1km(0.95)	
	74.8~75.9km	75.3km(1.39)	
	83.4~84.0km	83.3km(0.67)	
	94.1~94.7km	94.4km(0.67)	
95.3~96.2km	95.5km(1.13)		
1999	66.4~67.4km	67.1km(0.51)	83.5~83.6km
	73.5~74.0km	73.7km(0.70)	
	80.9~81.4km	81.0km(0.49)	
	95.1~96.0km	95.5km(0.61)	
2000	77.6~78.1km	77.8km(0.73)	92.9~93.4km
	83.5~84.0km	83.8km(0.51)	
	85.3~85.7km	85.5km(0.67)	
	95.9~96.5km	96.0km(0.51)	
2001	56.0~56.8km	56.3km(0.97)	72.3~73.1km
	68.7~69.5km	69.1km(0.99)	
	72.5~73.3km	72.7km(0.88)	
	76.5~77.3km	76.7km(0.72)	
2002	40.7~41.2km	40.8km(0.35)	-
	52.5~53.2km	52.8km(0.95)	
	68.3~69.5km	69.0km(2.21)	
	69.9~70.3km	70.0km(0.69)	
2003	42.4~43.2km	42.9km(0.56)	82.0~82.0km
	88.2~88.9km	88.4km(0.91)	
2004	68.2~68.8km	68.5km(0.55)	78.7~79.1km
	68.4~69.4km	69.0km(2.06)	
2005	68.4~69.4km	69.0km(2.06)	82.1~82.5km
	76.5~76.9km	76.6km(0.45)	
2006	68.1~68.9km	68.1~68.5km(1.47)	68.3~68.5km 95.6~95.7km
	77.8~78.5km	78.1km(0.51)	
	79.4~80.2km	79.9km(0.66)	
	95.3~96.1km	95.6km(0.85)	
2007	43.7~44.4km	43.8km(0.63)	-
	67.9~68.9km	68.1~68.5km(1.52)	

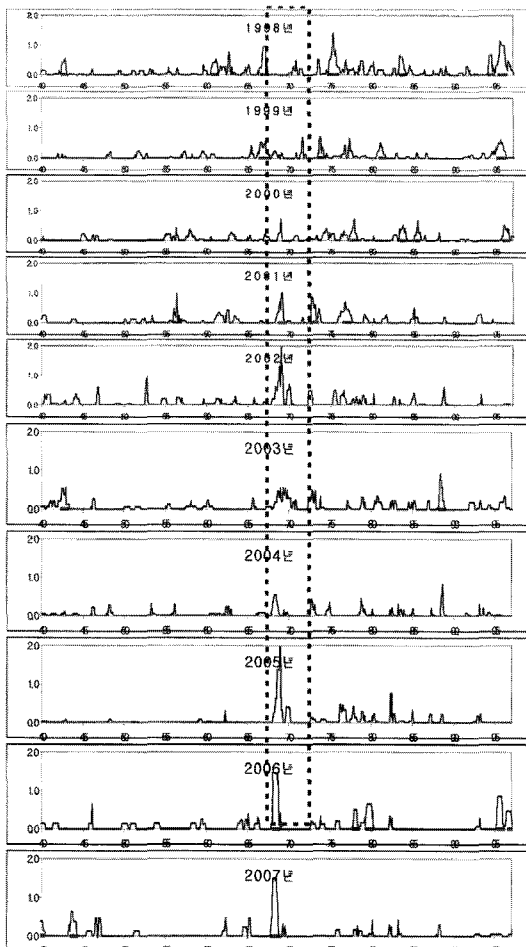


Fig. 5. Accident profile of analysis area for 10 years.

5. 결론

본 연구에서는 현재 국내에서 사용하고 있는 교통사고 잦은지점 선정방안 개선을 위하여 '07년 UC Berkeley Traffic Safety Center⁵⁾에서 개발하여 캘리포니아 교통국내의 간선도로에 적용하고 있는 CRP기법의 국내도입방안을 연구하였다.

본 연구에서는 우리나라 실정에 맞게 분석길이를 곡선반경에 따라 차등 적용하며 교통량을 고려한 사고건수 산정 등으로 좀 더 효율적인 방안을 제시하였다. 분석결과 현행방법의 사고찾은 지점과 비슷한 결과를 보였지만 기존의 방법은 단지 사고건수가 3건 이상인 구간을 선정하는데 그쳤다면 본연구인 CRP방법은 선정구간의 위험도까지 나타내어주어 차후 사고개선 시 우선순위를 부여할 수 있다는 장점이 있다.

따라서, 본 연구에서 적용한 CRP기법을 통하여

사고찾은지점 선정시에는 다음과 같은 장점을 가진다. 첫째, 노선의 위험구간 선정 및 위험도 파악이 가능하다. 둘째, 과거자료 이용 및 Profile 작성을 통해 도로전체구간의 연속적인 위험도분석과 과거에서 현재까지의 추세분석이 용이하다. 마지막으로 사고찾은지점 개선 후 효과분석시 사고지점 전후구간까지 파악이 가능함으로 정책적인 면에서도 그 활용성을 높일 수 있다.

향후연구로는 도로특성 및 사고특성을 감안하여 사고건수뿐만 아니라 사고심각도까지 고려하여 치사율을 낮출 수 있는 방향의 연구가 필요하고, 사고시간대별, 도로의 특성별 등의 비슷한 유형의 사고를 세분화한 분석이 이루어진다면 사고지점 개선에 보다 효율적인 방안을 마련할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 1) 이수일, “안전측면의 도로선형 설계일관성 평가 기준 개발에 관한 연구”, 한양대학교 대학원 박사학위 논문, 2006
- 2) 이기범, “교통사고 잦은지점 선정방법 개발”, 연세대학교 석사학위논문, 2001.
- 3) 윤공현, “도로상의 잠재적 위험구간 선정모형 비교”, 연세대학교 석사학위논문, 2002.
- 4) 김정현 외 2명, “교통사고 잦은지점 및 구간 선정 방법 개선에 관한 연구”, 교통개발연구원, 2002.
- 5) California Department of Transportation. Table C Task Force., “Summary Report of Task Force's Findings and Recommendations”, Caltrans. 2002.
- 6) Koohong Chung., David R. Ragland, “A Method for Generating a Continuous Risk Profile for Highway Collisions. California”, UC Berkeley Traffic Safety Center, 2007.