

# “Continuous Risk Profile” 기법을 이용한 사고찾은구간 선정: 경부고속도로 사례 분석

Selection of Traffic Accident Black-Spots with "Continuous Risk Profile Approach":  
A Case Study of Gyungbu Expressways

<b>김용일</b> (서울대학교, 석사과정)	<b>박신형</b> (서울대학교, 박사과정)	<b>김동규</b> (서울대학교, 교수)	<b>고승영</b> (서울대학교, 교수)
-----------------------------	-----------------------------	---------------------------	---------------------------

Key Words : CRP 기법 , 사전사후비교 , 사고찾은구간 선정 , 도로개선사업 , 고속도로 교통사고

## 목 차

<p>I. 서론</p> <p>II. 연구의 방법</p> <p>    1. 데이터 개요</p> <p>        1) 연구대상구간</p> <p>        2) 사고데이터</p> <p>2. 방법론</p>	<p>1) Continuous Risk Profile(CRP) 기법</p> <p>2) CRP를 이용한 도로개선사업 효과 분석</p> <p>III. 분석 결과</p> <p>1. CRP를 이용한 사고추세분석</p> <p>2. 사전사후분석을 통한 개선효과 검증</p> <p>IV. 결론</p>
--	--

## I. 서론

고속도로에서 사고찾은구간에 관한 정보는 사고개선대책 수립을 위한 근거자료로 널리 이용되고 있다. Hauer(1996)에 의해 사고찾은구간을 통계적으로 판별하는 기법이 제시된 이후 대부분의 선행연구에서는 통계적 접근방법을 통해 이러한 지점들을 선정하는 방법론을 연구하였다.(Guerts and Wets, 2003) 최근 미국의 연방도로국(FHWA)에서는 교통량, 평면선형, 종단선형 등과 같은 도로구간 및 교차로의 특성과 예측사고율 간의 관계를 규명하기 위해 안전 성능함수(SPF: Safety Performance Function)라는 통계적 기법을 개발했는데, 이 함수를 통해 도로의 안전 서비스 수준을 결정하고, 서비스 수준이 D인 지점 혹은 구간을 도로개선사업을 위한 상세조사 후보지로 선정하고 있다.(Harwood, Torbic, Bauer, Persaud, Lyon, and Hauer, 2002)

하지만 Chung, Ragland, Madanat, and Oh(2009)의 연구에 의하면, SPF 기법은 연속된 도로 구간에 대해 다음과 같이 몇 가지 비현실적인 가정을 하고 있음을 지적하고 있다.

- 각 구간의 사고율은 공간적으로 연관되어 있지 않다.
- 한 구간 내에서는 모든 지점에서 동일한 사고율을 가진다.
- 한 구간에서 높은 사고율을 유발하는 요인들은 그 구간 내에서만 존재한다.

현실적으로 하나의 사고가 발생함으로써 2차 또는 3차 이상의 사고를 유발하기도 하며, 도로 구간을 아주 짧게 구분하지 않는 이상, 한 구간 내의 모든 지점에서 사고가 발생할 확률이 동일하지 않다. 또한 높은 사고를 유발하는 요인이 구간의 경계 가까이에 존재할 경우, 인접구간 역시 그러한 요인들의 영향을 받을 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 Chung 외(2009)의 연구에서는 "Continuous Risk Profile (CRP)"라고 하는 도로의 단위거리 당 사고밀도를 이용하는 기법을 제안하였다. 이 기법은 도로를 고정된 구간으로 나누지 않고, 도로를 따라 이동하는 sliding moving window의 평균사고건수를 사용함으로써 이상의 세 가지 가정에 의한 제약을 받지 않는다. 이 기법을 캘리포니아 주 샌프란시스코 인근 지역의 사고데이터에 적용을 한 결과, 기존 기법들보다 false positive 오류<sup>1)</sup>가 적게 발생하는 결과를 얻었다.

도로개선 사업을 위한 상세조사 후보지를 선정하기 위한 방법을 마련하기 위해 사고찾은구간을 선정하는 연구가 국내 고속도로를 대상으로 이루어졌다. 김정현, 이수범, 박병정(2002)은 사고율이 높은 지점을 선정하기 위해 전체 사고 지역의 평균 사고율을 기반으로 한 한계사고율을 기준으로 이

1) 실제로는 사고찾은구간이 아니지만, 사고찾은구간으로 선택되는 오류를 말한다. 사고찾은구간으로 선택되어야 함에도 선택되지 않는 false negative 오류보다 위험하지는 않지만, 시스템의 효율을 떨어뜨리게 된다.

용하였다. 성낙문(2003)은 empirical Bayesian 접근법을 이용해서 사고 위험이 높은 교차로를 선정했다. 그리고 박제진, 주재웅, 이종철, 하태준(2008)은 사고율과 사망자수, 부상자수를 이용한 심각도 지수를 통해 선정한 사고 지점의 사고 개선 전후의 사고 감소 효과를 분석하였다. 이기영, 장명순 (2005)은 고정된 기준 구간을 이용하는 대신 K-평균 방법을 이용해서 인접 사고 지점을 군집으로 묶어서 고속도로 사고자료를 분석하였다. 그리고 유준석(2008)은 CRP 기법을 이용해서 고속도로 4개 구간에 대해 사고찾은구간의 위치를 산정하고 기존의 사고찾은구간과 비교하였는데, 국내에 CRP 기법을 적용한 첫 사례이다.

본 연구에서는 Chung 외(2009)의 연구에서 제안한 CRP기법을 국내 고속도로에 적용함으로써 도로안전개선사업을 위한 사고찾은구간 선정 시 적용가능성 및 활용방안을 검토하였다. 이를 위해 먼저 경부고속도로를 대상으로 사고데이터를 이용해 연도별 CRP 다이어그램을 그린 다음, 지점 혹은 구간별로 사고발생추세를 분석하였다. 이를 통해 시간의 경과에 따른 사고 감소나 사고 증가 추세를 파악할 수 있고, 사고발생지점들 간의 공간적 연관성을 검증할 수 있다. 또한 이 논문에서는 단순히 사고찾은구간을 선정하는 것뿐만 아니라 CRP를 이용하여 도로개선사업의 개선 효과가 있는지에 대한 분석도 실시하였다. 이것은 도로 개선을 위해 투입가능한 한정된 예산을 얼마나 효율적으로 집행하였는지 판단하는 근거자료로 활용될 수 있다.

## II. 연구의 방법

### 1. 데이터 개요

#### 1) 연구대상구간

본 연구에서는 경부고속도로를 연구의 대상 노선으로 선정하였다. 경부고속도로는 총 연장 416km의 노선으로 국내 고속도로 노선들 중 교통량이 가장 많고 매년 전체 고속도로 사고의 20% 이상이 발생하고 있기 때문에 도로안전 개선사업에서도 큰 비중을 차지하고 있는 중요한 노선이다.

본 연구를 위해 고속도로개선사업이 수행된 연도, 위치 또는 구간 및 공사 유형 등에 관한 정확한 정보를 수집하고자 하였으나 상세한 자료의 수집이 여의치 못했던 관계로, 대신 문헌고찰을 통해 박제진 외(2008)의 연구에서 제시한 1994년에서 1999년 사이에 개선사업이 수행된 지역 목록을 활용하였다. 각 지점별 개선사업이 이루어진 연도를 정확히 알 수는 없었지만, 이 논문에서는 개선사업 전후 비교를 위해 사업을 1994년, 사업완료 후를 1999년으로 정하고 있기 때문에, 그 기간 내 어느 시점에서 개선사업이 이루어진 것으로 판단하였다. 본 연구에서는 이 구간들을 사고찾은구간으로 가정하고, 이들 중 경부고속도로의 12개 구간을 대상으로 비교연구를 수행하였다. 또한, 구간 리스트와 사고데이터를 비교해본 결과, 몇몇 구간은 방향과 이점이 반대로 되어 있는 부분이 있어서 사고 자료를 기준으로 이정을 보정하였다.

<표 1> 경부선 사고찾은구간 목록(박제진 외, 2008)

시작이정 (km)	끝이정 (km)	방향
14.3	14.8	서울
116.3	116.8	부산
120.6	121.1	부산
135.7	136.2	서울
200.2	200.7	서울
210.5	211	부산
226.2	226.7	부산
229.4	229.9	부산
242.7	243.2	부산
243.7	244.2	서울
266.5	267	서울
269.2	269.7	서울

### 2) 사고데이터

고속도로 사고자료는 도로공사에서 기록한 1994년부터 2002년까지의 사고데이터를 이용하였으며, 사고에 관한 여러 항목의 정보들 중에서 CRP의 적용을 위해 필요한 사고발생 노선 및 방향, 위치 정보를 활용하였다. 사고데이터 예시는 다음 그림과 같다.

<표 2> 사고데이터 예시

노선명	이정	방향	최초사고지점_도로시설	지점명
경부선	3.1	서울	본선	본선
경부선	4	부산	본선	본선
경부선	5.9	부산	TG	노포영업소
경부선	8.8	서울	본선	본선
경부선	10.3	서울	본선	본선
경부선	16.5	서울	본선	본선
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

## 2. 방법론

### 1) Continuous Risk Profile(CRP) 기법

CRP는 도로를 따라 각 지점 혹은 구간에 내재된 위험도를 단위 거리 당 사고밀도 값으로 다이어그램을 도시하는 방법이다. CRP 값을 계산하기 위해서는 일정한 크기의 윈도우를 도로를 따라 조금씩 이동해가면서 윈도우 내부의 측정값을 그래프 형태로 나타내는 moving window 기법을 활용하여 사고 발생건수의 전반적 추세를 그린다. 따라서 이 추세 그래프를 이용하면 최고점의 위치와 형태를 통해 사고 위험도가 높은 지역을 쉽게 식별할 수 있고, 또한 동일 지역에 대해서는 연도별로 사고 위험도의 변화를 관측할 수도 있다.

본 연구에서는 CRP 함수에 포함된 moving window의 크기(2L)와 1회 이동거리(l)를 조정하여 CRP를 적용하였다. 구간  $[d-l/2, d+l/2]$  내의 사고건수를  $A(d)$ , 윈도우  $[d-L, d+L]$  내의 평균사고건수를  $M(d)$ 라고 하면, 수식은 식 (1)과 같다.

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

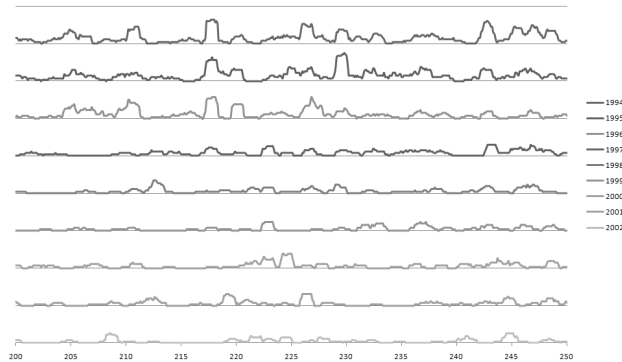
여기서,

$$d = d_0 + k \times l, \quad k = 1, 2, \dots, \frac{d_{end} - d_0}{l}$$

$d_0$ 는 구간의 시작이정,  $d_{end}$ 는 구간의 끝이정,  $d_0 < d_{end}$

$2L$ 의 크기를 결정하기 위해서는 데이터의 양과 도로를 따라 실제로 값이 변동하는 크기를 고려해야 한다. 이 크기에 따라 잡음이 걸러지고 위험도를 나타내는 최고점이 뚜렷해지면서 결과적으로 CRP의 전체적인 형태가 결정되기 때문이다. Chung 외(2009)의 연구에서는  $2L$ 의 크기를 0.01마일부터 1마일까지 바꾸어가며 결과를 살펴본 후,  $2L$ 을 0.2마일,  $l$ 의 크기를 0.01 마일로 설정하였다.

본 연구에서는 국내 고속도로에서 적용하기 위해서 기존 국토해양부의 사고 잦은 구간 개선 사업에서 제시하는 사고다발지점의 선정 기준인 400m와 박제진 외(2008)에 인용된 도로공사의 사고 잦은 구간 개선 사업의 선정 기준인 500m 외에, 1,000m와 2,000m를  $2L$ 의 크기로 추가로 설정하여 CRP값을 구하였고, 최종적으로 CRP의 형태가 가장 잘 표현되는 1000m의 window 크기 ( $2L$ )를 사용하였다. 또한 고속도로 사고자료에서 사고지점 이정을 100m단위로 기록하고 있으므로 (예: 221.5km) 단위원거리  $l$ 을 100m로 설정하여 다음 <그림 1>과 같이 CRP 다이어그램을 도시하였다.



<그림 1> 경부선 부산방향 200km~250km CRP 예시

위 그림에서 각각의 그래프는 1994년부터 2002년까지 연도별 CRP이다. 가로축은 200km지점부터 250km지점까지의 이정을 나타내며, 그래프의 높이는 식(1)을 통해 얻어지는 1000m 구간의 평균사고건수( $M(d)$ )를 의미한다. 1000m 크기의 윈도우를 100m단위로 이동시키며 그래프를 그리면 각 연도별로 사고빈도가 증가 또는 감소하기 시작하는 지점을 쉽게 확인할 수 있을 뿐만 아니라 지점 혹은 구간별로 시간의 흐름에 따른 사고 빈도의 증감 역시 함께 확인할 수 있다.

## 2) CRP를 이용한 도로개선사업 효과 분석

CRP기법을 활용할 경우 도로개선 이전과 이후의 CRP값을

상호 비교하여 사고 빈도가 뚜렷이 변화된 구간을 판별하는 것이 가능하다. 이 때 특정 연도에 시행된 사업으로 인한 전과 후의 사고 빈도 변화를 단순한 CRP의 육안 비교가 아닌 별도의 수식을 통해 도시되는 그래프로 비교해야 한다. 이 연구에서 적용한 모델링 기법은 Chung 외(2010)에서 제시된 것으로, CRP값을 기반으로 한 다음과 같은 식 (2)로 표현된다.

$$R(x) = \frac{\int_a^x \{C_{i+1}(x) - C_{i-1}(x)\}^2 dx}{\int_a^b \{C_{i+1}(x) - C_{i-1}(x)\}^2 dx} \quad (2)$$

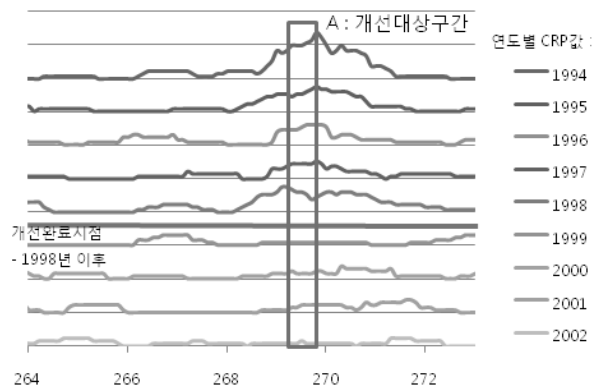
여기서,  $C_i(x)$ 는  $i$ 년도에 지점  $x$ 에서의 CRP 값

이 식은 구간  $[a, b]$ 에 대해 연도  $i$ 에 개선사업이 시행되었다고 가정하였을 때, 그 전년도 ( $i-1$ )와 그 다음년도 ( $i+1$ )사이의 CRP값을 비교하여  $x$ 지점까지의 CRP값의 변화 비율을 표현한 식이다. 본 연구에서는 이 함수의 그래프를 이용해서, 연도별 CRP값 차이가 어느 지점에서 두드러지게 나타나는지를 확인하였다. 또한 이러한 그래프의 기울기가 급격히 변하기 시작하는 지점을 시점으로 하고 변화가 둔화되는 지점을 종점으로 하는 구간을 그래프를 통해 파악하고 이를 기존의 사고잦은구간으로 선정된 구간과 비교함으로써 여기서 수행된 안전개선사업의 영향이 미치는 공간적 범위를 개략적으로 확인하였다. 분석 결과는 다음 절에 기술하였다.

## III. 분석 결과

### 1. CRP를 이용한 사고추세분석

먼저, 본 연구의 대상구간 12곳에 대해 주변 구간을 포함하여 1994년에서 2002년까지 1년 단위로 CRP 그래프를 도시하였고, 이를 통해 CRP값 변화의 추이를 분석하였다.

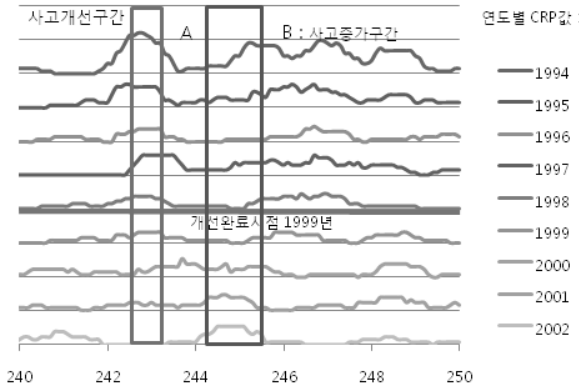


<그림 2> 경부선 서울방향 264km~273km 구간 CRP('94~'02)

<그림 2>에서 사고잦은구간 주변의 CRP값은 시간에 따라

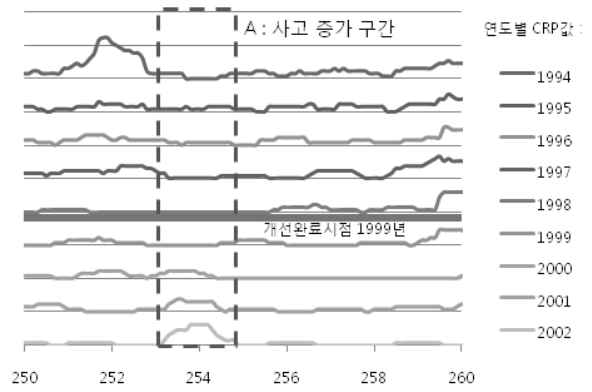
줄어드는 추세를 보여준다. 도로 안전도 개선이 이루어질 경우, 안전도 향상을 통해 사고 횟수가 줄어들고 그에 따라 CRP값도 감소하게 되므로, 개선사업이 완료된 연도를 기준으로 그 전에는 높았던 CRP값이 그 이후로 줄어들게 된다. 표시한 구간 A, 즉 서울방향 269.2km~269.7km 구간은 사고 잦은 구간으로 지정되어 실제로 도로개선조치가 이루어진 구간인데, 1994년부터 1998년에 비해서 개선 조치가 완료된 1999년부터는 사고가 감소하는 추세를 보였다. 이 구간 및 그 주변에서 CRP값이 줄어드는 추세가 검지되었기 때문에 도로개선사업의 효과가 있음을 알 수 있다. 즉 CRP 다이어그램을 이용해서 도로개선사업의 효과를 확인할 수 있고 주변 사고의 감소도 확인할 수 있었다.

한편, 개선사업이 시행된 구간에서는 사고가 감소하지만 오히려 그 주변에서는 사고가 증가하는 경우가 발생하기도 한다.



<그림 3> 경부선 부산방향 240km~250km구간 CRP('94~'02)

<그림 3>에 표시된 구간 A, 즉 242.2~242.7km 주변은 사고 잦은 구간으로 지정되어 실제로 도로개선조치가 이루어진 곳이다. 도로 개선이 적절하게 이루어질 경우, 사고 횟수의 감소를 통해 CRP값이 감소하게 되는데, 이 구간에서는 1998년부터 CRP값이 감소하는 것이 확인되었다. 반면에, A 구간에 인접한 B 구간 즉, 243.8 km~245.4km 에서는 A 구간의 CRP가 감소하기 시작하는 시점부터 오히려 CRP가 증가하는 사고 위험의 전이 현상을 보이고 있다. 즉, 잠재적 사고 위험을 가진 주변 구간에 대한 공간적 연관성을 제대로 파악하여 함께 개선하지 못할 경우, 오히려 그 주변 구간으로 위험이 전이되어 점차 사고 위험이 높아지는 것이다. 이처럼 CRP를 이용하면 개선사업 전후의 도로 위험도의 변화 등을 쉽게 파악하고 주변 지점의 사고 증가로 인한 사고 개선 효과 감소도 파악할 수 있다.



<그림 4> 경부선 부산방향 250km~260km구간 CRP('94~'02)

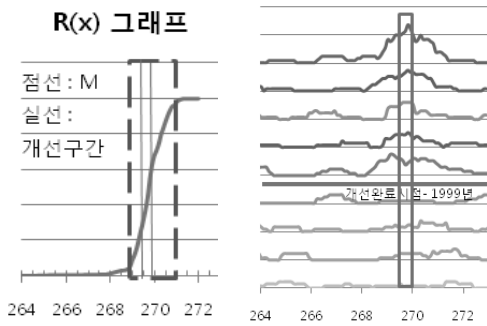
마지막으로, CRP를 통해 시간 경과에 따라 사고 위험이 증가하는 것을 확인할 수 있다. <그림 4>는 시간에 따라 사고가 증가하는 구간이 감지되는 예를 보여준다. 부산방향 253.5~254.5km의 주변에서는 실제 도로 개선 사업이 이루어진 적이 없다. 그러나 A 구간은 1999년까지는 사고 발생이 거의 없다가 2000년부터는 점차 CRP값이 증가하는 추세를 보여주고 있다.

이렇게 시간의 흐름에 따라서 매년 CRP값이 증가하는 추세를 보이는 구간에 대해서 1년 단위로 주로 고정된 구간의 건수를 기준으로 해서 사고 많은 구간을 선정하는 방법만 사용하면 건수 기준 미만으로 인한 여러 번의 누락으로 인해 상세 조사 대상에서 빠지는 구간이 나올 수 있다. 따라서 여러 해에 걸친 CRP값의 연도별 추세를 파악해서 증가하는 구간을 선정하는 방법이 건수 기준 미만으로 인한 여러 번의 누락으로 인해 상세 조사 대상에서 빠지는 구간에 대한 상세 조사를 통해 위험 구간을 일찍 파악할 수 있다. 따라서 그 구간에 대한 상세 조사를 보다 빨리 수행하고, 예방차원의 적절한 대책을 미리 마련함으로써 인명과 재산의 손실을 미연에 방지할 수 있다.

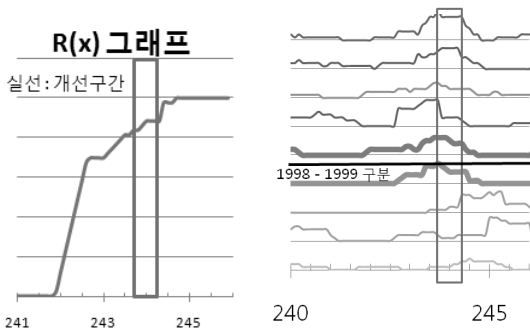
## 2. 사전사후 분석을 통한 개선효과 검증

식 (2)를 활용해서 1994년과 1999년의 CRP값의 변화를 지점별로 비교하였다. 이 때 사고 잦은 구간 주변 5km~10km에 대해 R(x)의 그래프를 그려서 변화가 두드러지게 나타나는 구간인 M의 길이를 R(x)값의 그래프를 통해 구하였다. 이 때 구간 M은 도로개선사업 전후에 CRP값이 큰 차이가 나는 구간, 즉 CRP값의 차이의 누적함수인 R(x)의 변화가 커지는 구간을 의미한다.

<그림 5>와 <그림 6>은 사고 잦은 구간으로 선정된 구간들 중 특징적인 두 구간에 대해 주변 5km~10km 범위에서 R(x)의 그래프를 그린 결과를 보여준다.



<그림 5> 서울방향 264km~273km 구간 CRP 변화



<그림 6> 서울방향 240km~250km 구간 CRP 변화

<그림 5>에서 실제 도로가 개선된 구간은 500m 길이 구간(적색구간)이지만, 이 사업을 통해 인접구간의 위험도도 함께 개선이 된다면 M값, 즉 실제 도로 개선의 영향을 받는 전체 구간의 길이는 500m보다 더 넓을 수 있다. 이는 사고의 발생이 공간적 연관성을 갖기 때문에, 개선조치가 이루어짐으로써 주변지역까지 함께 안전도가 향상되는 효과를 얻을 수 있는 것으로 판단된다. 즉, <그림 5>에서 CRP값의 변화를 나타내는 R(x)값의 그래프를 보면, 기울기가 급격하게 바뀌는 구간인 M의 길이가 500m보다 긴 2.1km의 길이를 가진 것을 확인할 수 있다.

반면에 <그림 6>의 사고찾은구간인 243.7~244.2km구간은 도로 개선 사업의 효과가 그리 크지 않았던 사례라고 볼 수 있다. R(x)값의 변화가 일어나는 구간이 개략적으로 243.7~244.2km인데, 그래프를 보면 1998년과 1999년 사이의 243.7~244.2km구간의 기울기가 주변부에 비해서 완만하기 때문에 개선사업 시행 전후로 CRP값의 감소 효과가 적다는 것을 보여주고 있다. 따라서 위 그래프를 이용하면 사고 개선 사업의 효과가 크지 않은 곳을 감지해낼 수 있다. 이 때 사고찾은구간과 1~2km 떨어진 상류부에서 사고 건수의 감소가 일어난 이유는 구간 선정이 정확하지 못했기 때문일 수도 있지만 한편으로는 개선 사업의 영향이 주변 지점에 미쳤다고 볼 수도 있다.

#### IV. 결론

현재 한국 고속도로에서는 일정하게 나누어진 고정된 구간에 대해 통계적 모형을 적용하거나 단순히 사고빈도를 비교함으로써 사고찾은구간을 선정하고 있다. 그러나 본 연구에서는 고속도로를 따라 구간을 연속적으로 이동하면서 전 지점의 사고 건수에 대해서 이동평균값을 구함으로써 고속도로 전체에 걸친 위험도를 도출하였다.

CRP값 분석을 통해 도로 구간 안전도 개선 이후 사고 빈도가 감소하는 것을 발견할 수 있었다. 그리고 안전도 개선에 따른 역효과로 사고찾은 구간으로 지정된 개선 구간의 주변 구간이 사고 개선의 영향을 받아서 오히려 사고 건수가 증가하는 사례를 발견할 수 있었다. 또한 CRP값의 비교를 통해 사고빈도의 변화를 연도별로 파악해 기준에 못 미친다고 해도 여러 해에 걸쳐서 서서히 증가하는 지역을 파악할 수 있었다.(있으며 즉 그 지역에 대한 상세조사 우선순위를 높이는 데 활용할 수 있다.) 그 외에도 R(x) 그래프를 이용한 CRP값의 전후 비교를 통해서 사고 개선의 영향을 받는 구간이 사고찾은 구간으로 지정된 500m보다 커서 개선 구간의 주변 구간이 사고 개선의 영향을 같이 받는 사례를 발견할 수 있었다. 마지막으로 사고 개선 효과가 상대적으로 그 주변에 비해 두드러지지 않은 특성을 가진 구간을 R(x) 그래프를 이용한 CRP값의 전후 비교로 발견할 수 있었다.

본 연구는 데이터 구득의 어려움으로 인한 다음과 같은 한계점을 지니고 있다. 우선, 연구에 활용된 사고찾은구간의 표본 수가 적다는 문제가 있다. 고속도로 사고찾은구간 목록과 이 지점들에 대해 수행되었던 도로개선사업의 내용 및 규모 등의 정보를 획득하지 못한 상황에서 문헌고찰을 통해 찾아낸 소수의 구간만을 대상으로 분석하였기 때문에 그 노선과 해당 구간에 국한되어 분석할 수밖에 없었다. 따라서 CRP 추세분석뿐만 아니라 개선사업 시행 전후 효과분석도 심도있게 이루어지지 못했다. 또한 도로개선사업 효과분석시 영향을 받는 구간의 길이나 도로개선사업의 효과 정도를 전후값 비교 함수 R(x)의 그래프에 대한 임의적 해석(육안관찰)을 통해서만 측정할 수밖에 없었다는 한계도 가지고 있다.

향후에는 관계기관과의 협의를 통해 노선별, 연도별로 사고찾은구간 목록을 수집함으로써 보다 심층적인 분석을 수행해 보고자 한다. 또한, 경부선뿐만 아니라 다른 주요 노선들에 대해서도 이러한 자료들을 추가로 수집하여 보다 많은 자료를 바탕으로 연구를 진행한다면 더 나은 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다. 그리고 이 논문에서 제시한 도로개선사업 효과범위 측정 방법의 한계를 극복하기 위해서 ((육안관찰 위주로 분석할 수밖에 없었던 도로개선사업 후 효과범위 등과 같은 부분들에 대해서)) 전후 사고 자료를 이용해 효과 범위를 보다 체계적이고 합리적으로 감지해낼 수 있는 이론의 정립(연구)도 필요하다.

#### 감사의 글

이 논문은 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2009-0075811)

## 참고문헌

1. 김정현, 이수범, 박병정 (2002), 교통사고 잦은 구간 및 구간 선정방법 개선에 관한 연구, 한국교통연구원
2. 박제진, 주재웅, 이종철, 하태준 (2008), 고속도로 사고다발지점 개선사례 경제성분석에 관한 연구, 한국ITS학회논문지 제7권 제2호, 한국ITS학회
3. 성낙문 (2003), 교통사고예측모델을 이용한 도로의 안전도 평가방법 연구, 한국교통연구원
4. 유준석 (2008), CRP(Continuous Risk Profile) 기법을 활용한 고속도로 사고잦은지점 분석방법 연구, 한양대학교 석사학위논문
5. 이기영, 장명순 (2005), K-평균법을 이용한 고속도로 사고 분석구간 분할기법 개발, 한국도로학회논문집 제 7권 4호, 한국도로학회
6. Chung, K., Ragland, D.R., Madanat, S., and Oh, S.M. (2009), "The Continuous Risk Profile Approach for the Identification of High Collision Concentration Locations on Congested Highways", Transportation and Traffic Theory 2009: Golden Jubilee, Papers selected for presentation at ISTTT18, a peer reviewed series since 1959, William H. K. Lam, S. C. Wong and Hong K. Lo, eds., Springer, , pp. 463-480
7. Chung, K., Madanat, S., Washington, S. and Jang, K. (2010), "Proactive Detection of High Collision Concentration Locations", submitted for The 19th International Symposium on Transportation and Traffic Theory (ISTTT)
8. Harwood, D.W., Torbic, D.J., Bauer, K.M., Persaud, B.N., Lyon, C.A., and Hauer, E., Safety Analyst: Software Tools for Safety Management of Specific Highway Sites - Task K - White Paper for Module 1 - Network Screening, Federal Highway Administration, Washington, D.C., 2002