

도로 선형특성에 따른 럼블스트립의 교통사고 감소효과

Accident Reduction Effect of Rumble Strips by Highway Geometric Characteristics

오흥운*

Oh, Heung-Un

Abstract

It is well known that rumble strips contribute to reduce traffic accidents. The present paper provides the reduction effect of traffic accidents under specific highway geometrics after rumble strip installation. Traffic accidents on freeway sections before and after rumble strip installation are compared when conditions of the highway geometric characteristics such as horizontal, vertical geometrics are given. It is shown that rumble strips are effective under highway geometric conditions of down slopes or right curvatures. It is also shown that rumble strips are still effective with shorter length of installation.

Keywords : rumble strip, highway geometric, traffic accident

요 지

럼블스트립은 교통사고 감소에 기여를 하는 것으로 국내의 논문을 통해 잘 알려져 있다. 본 논문은 도로의 기하구조와 럼블스트립의 설치효과 관계에 대하여 교통사고 감소통계를 이용하여 분석하였다. 고속도로 구간에서 럼블스트립 설치전후의 교통사고 통계를 비교하였고 럼블스트립 설치지점의 평면선형, 종단선형, 설치길이와 비교하였다. 분석결과, 종단선형이 하향(-)인 구간에서 럼블스트립 설치효과가 높은 것으로 나타났다. 평면선형상에서 우곡선구간에서 효과적임을 알 수 있었다. 또한 설치길이가 면에서 상대적으로 설치길이가 작아도 교통사고 감소의 유의성이 높은 것으로 나타났다.

핵심용어 : 럼블스트립, 노면요철포장, 기하구조, 교통사고

1. 서 론

지방부 도로에서 교통사고의 66%는 도로를 이탈하는 교통사고로 보고되고 있다. 이러한 교통사고는 운전자가 차량의 진행을 통제하지 못하면서 주어진 차로를 유지하지 못하는 경우에 발생한다. 이런 경우의 운전자에게 도움이 되기 위해 일찌감치 차선이라는 교통안전시설이 개발되었고 또한 텔레메터와 같은 시선유도시설이 개발되어 설치되어 왔다. 그러나 부주의하거나 조는 운전자들에게는 이것들만으로 부족하여 소음이나 진동으로 차로의 이탈을 운전자에게 알려주는 시설물들이 설치되어 왔다. 이러한 방법 중의 하나가 포장부에 시설물을 덧 붙여주는 도로병(Raised pavement marker)이다. 울퉁불퉁한 승차감을 주는 도로병의 소음과 진동으로 운전자는 부분적으로나마 차로의 이탈을 감지할 수 있게 되었다. 이 보다 더 적극적이고 반영구적인 교통안전시설이 럼블스트립이다. 럼블스트립은 도로의 포장부에 설치하는 띠 모양의 시설로 노면이나 중앙 차선부에 설치하여 소리와 진동시설을 이용하여 운전자의 각성을 유도하여 차로의 이탈을 막아주는 시설로 정의할 수 있다. 그동안 여러

연구에서 럼블스트립은 그 유효성을 입증해왔다. 고속도로에서 럼블스트립은 중요한 교통사고 감소 수단으로 알려져 있다. 이에 따라 각 도로관리기관 및 꾸준히 교통사고지점에 럼블스트립을 설치해 왔다.

캘리포니아 도로국(Caltran, 1975)은 1970년에 I-15 고속도로에 럼블스트립을 시범설치한 후 그 효과를 공개 해왔고 그 이후에 다른 도로관리기관의 럼블스트립 설치의 근거가 되어 왔다. Wood(1994)는 럼블스트립의 본질을 소음으로 파악하고 럼블스트립의 소음으로 인해 교통사고를 65%까지 감소시킬 수 있다고 주장하였다. Griffith(1999)는 미국 일리노이즈, 캘리포니아의 교통사고를 분석하여 럼블스트립의 교통사고 감소 효과를 측정하였다. 그는 럼블스트립이 18.3%의 교통사고 감소를 시킨다고 보고하였고 지방부고속도로에서는 21.1%까지 교통사고 감소를 기대할 수 있다고 하였다. Hanley(2000)은 럼블스트립의 본질을 고속도로 단독교통사고 감소로 정의하고 그 교통사고 감소 효과가 약 20%라고 보고하였다. Cheng(2000)은 럼블스트립으로 인한 교통사고 감소가 더 현저하다고 평가 하였다. 그는 미국 유타 고속도로에서는 럼블스트립으로 인통사고 감소로 33.4%의 감소가 있

*정회원 · 경기대학교 도시교통공학과 교수 (E-mail : ohheung@gmail.com)

었다고 보고하고 있다. Spring(2003)은 고속도로가 아닌 일반도로에서 럼블스트립으로 인한 효과를 평가하였는데 미국 미주리에서 효과평가를 근거로 고속도로가 아닌 일반도로에서도 럼블스트립으로 인하여 교통사고 감소에 기여한다고 평가 하였다.

우리나라에서도 럼블스트립을 설치를 통한 교통사고 감소 시도가 있어왔고 2000년이후로 고속도로를 중심으로 많이 설치되었고 효과에 대하여 평가가 있어 왔다. 이동민(2007)은 고속도로에서 길어깨에 도로요철포장(럼블스트립)을 설치한 도로는 설치하지 않은 도로에 비해 차로이탈사고가 연간 2.43건 정도 감소한 것으로 연구하였다. 그리고 그 감소율은 38%인 것으로 연구하였다. 오홍운(2007)은 럼블스트립의 고속도로 교통사고 감소효과에 대하여 각종 교통조건과 비교하여 연구하였다. 그 연구에서 럼블스트립 자체로 32.3%의 교통사고 감소효과가 있다고 보고하고 있다. 럼블스트립은 교통안전의 주요수단으로서도 이미 규정화되어 왔다. 국토해양부(2005)는 노면요철포장 설계지침을 발간하여 사용을 장려하고 있다. 한국도로공사는 2000년초부터 시범사업을 시행하다가 2003년부터 적용기준을 마련하여 시행하고 있다.

이와 같이 국내외에서 럼블스트립이 교통사고를 감소한다고 하는 많은 보고가 있어왔고 도로관리기관의 적극적인 럼블스트립 적용사례에도 불구하고 럼블스트립이 도로의 기하구조적인 선형조건과 관련되어 어떠한 장단점을 갖는지에 대하여는 아직 잘 알려져 있지 않다(Morena, 2003). 즉 어떤 특정 기하구조 조건하에서는 럼블스트립은 매우 효과인 교통사고감소방안일 수 있으나 어떤 특정 기하구조조건에서는 교통사고 효과가 제한적일 수 있다는 점에 대하여 연구가 필요한 상황이다. 본 논문은 도로의 선형으로 대별되어지는 도로기하구조 요소와 럼블스트립으로 인한 교통사고 감소효과와의 관계를 고속도로 교통사고를 중심으로 알아보고자 한다. 구체적으로 종단선형에서 럼블스트립설치가 교통사고 감소에 유효한 조건, 평면선형에서 유효한 조건, 그리고 럼블스트립 설치길이에 따른 영향을 찾아내는 것을 그 목적으로 하였다.

2. 연구의 방법

본 논문에서 교통사고 감소 비교는 럼블스트립 설치 전후 교통사고를 비교하여 유의성을 검정하는 방법으로 이루어졌다. 사고분석을 체계화하기 위해 Hauer(1997)의 사전사후교통사고 비교분석 개념을 고려하였다. 그는 첫 번째로 짧은 기간의 비교분석의 문제를 제기하였고 두 번째로 교통사고 율보다는 교통량의 특성을 배제할 수 있는 교통사고 빈도를 사용하도록 하고 다른 요인에 의한 영향을 최소화 시킬 수 있는 방법을 명확히 할 것을 권고하고 있다. 결국 그는 이러한 분석은 추정치를 가정하여 비교하는 방법, 즉 통계적인 분석을 권고하고 있다.

이에 따라 본 논문에서는 사전사후교통사고 비교분석 방법을 위해 2년의 사전사후 기간, 총 4년의 기간을 설정하여 분석을 하였고 또한 교통사고 빈도를 비교하였다. 다른 요인에 의한 영향을 최소화 시키기 위해 또한 통계적인 특성이 명확히 나타나게 하기 위해 교통사고 데이터 증감이 ±2건을

표 1. 대상지 현황

| No. | 노 선 | 방향 | 설 치 구 간 | | |
|-----|--------|----|---------|--------|--------|
| | | | 시점(km) | 종점(km) | 길이(km) |
| 1 | 대구포항선 | 대구 | 39.65 | 39.85 | 0.2 |
| 2 | 서해안선 | 서울 | 313.92 | 314.22 | 0.3 |
| 3 | 경 부 선 | 서울 | 35 | 35.4 | 0.4 |
| 4 | 제 2 경인 | 안양 | 21.15 | 21.55 | 0.4 |
| 5 | 서해안선 | 서울 | 312.94 | 322.45 | 0.5 |
| 6 | 경 부 선 | 부산 | 142.91 | 143.52 | 0.61 |
| 7 | 경 부 선 | 부산 | 383.5 | 384.3 | 0.8 |
| 8 | 중 부 선 | 통영 | 77.8 | 78.6 | 0.8 |
| 9 | 경 부 선 | 서울 | 367 | 368.3 | 1.3 |
| 10 | 중 앙 선 | 부산 | 232.6 | 234.3 | 1.3 |
| 11 | 경 부 선 | 부산 | 380.5 | 382.8 | 2.3 |
| 12 | 평택-충주선 | 평택 | 8.1 | 11 | 2.5 |
| 13 | 경 부 선 | 부산 | 376.3 | 379.1 | 2.8 |
| 14 | 서해안선 | 목포 | 306.83 | 312.06 | 5.23 |

사용하였다. 그리고 추정치 비교가 가능한 방법, 즉 통계적인 비교법을 사용하였다.

본 연구를 위한 데이터 획득은 고속도로를 대상으로 하였다. 대상지 선정에 위하여 럼블스트립을 설치한 고속도로 구간을 한국도로공사가 관리중인 구간에서 선정하였다. 선정된 구간은 위의 가정을 만족하는 조건에서만 이루어졌고 주관적인 판단은 하지 않았다. 총 14개 럼블스트립 설치구간에서 교통사고 데이터를 수집하였다. 선정된 대상구간의 현황은 표 1과 같다.

도로의 기하구조는 선형구조로 표현되는 데 선형은 도로의 형상에 관한 정보의 종합체 이다. 이를 분석하기 위해서는 도면에 표시된 종단선형, 평면선형을 독립적으로 분석하고 종단과 평면선형이 조합된 복합적인 조건에서도 분석이 필요하다. 교통사고기록은 도면상의 위치에 맞게 표현되어야만 기하구조와의 비교가 가능하다.

도면분석은 한국도로공사 도면관리시스템 자료를 사용하였다. 또한 교통사고 기록도 한국도로공사에서 관리하고 있는 교통사고관리시스템을 근거로 하였다. 교통사고 기록에 있는 이정표를 근거로 도면자료와 비교하였다. 교통사고 자료의 범위는 2002년부터 2007년까지를 대상으로 하였다.

3. 교통사고 특성과 기하구조와의 관계분석 결과

3.1 총 교통사고 감소 분석

총교통사고 감소분석은 14개 대상지에서 설치전후 교통사고 총합계를 비교하였다. 표 2는 그 결과를 보여준다. 럼블스트립 설치 전/후를 비교하였을 때 설치 전 교통사고는 52건/2년 발생하였다. 설치 후 교통사고는 35건/2년 발생하였다. 교통사고 증감건수는 14개소에서 건수로 17건/2년, 32.7% 감소하였다. 이는 기존에 오홍운(2007)의 연구에서 얻어진 32.3% 감소와 유사한 결과라고 할 수 있다. 이 결과는 기존의 럼블스트립의 교통사고 감소효과를 다시 확인해주는 결과라 할 수 있다.

표 2. 총 교통사고 감소 비교

| 구 분 | 교통사고 발생(건/2년, %) | | | | 비 고(통계검증결과*) | |
|----------|------------------|------|------|---------|--------------|-----|
| | 설치 전 | 설치 후 | 증감건수 | 증감비율(%) | P-value | T |
| 기하구조분석구간 | 52 | 35 | -17 | -32.7 | 0.0024 | 유의함 |

*통계검증 T-검정, 유의수준=0.05.

3.2 종단선형별 분석

종단경사는 운전자 속도에 영향을 많이 주기도 하고 우천 시에는 배수에 영향을 많이 주기도 한다. 또한 운전자의 감속과 가속에 영향을 주기도 하여 연속류 도로에서는 차량 간에 속도차를 증가시키는 원인이 되기도 한다. 일반적인 종단경사는 평면선형이 직선인 구간에서 a) 상향 또는 b) 하향, 그리고 종단 변경 부근에서는 정점을 기준으로 c) 상향에서 하향 또는 d) 하향에서 상향으로 변화한다. 본 논문에서 종단선형은 하향, 상향, 하향 종상향, 상향 종하향으로 단순화 시켰다. 여기서 하향 종상향구간이란 상목구간 종단곡선구간, 상향 종하향이란 블록구간 종단곡선이 있는 구간으로 다시 해석할 수 있다. 실제로 도로의 종단선형에서 편평한 종단(flat)이란 존재하지 않으므로 편평 구간은 제외하였다(국토해양부, 2000).

분석결과를 보면 종단경사가 하향(-)인 구간에서 럼블스트립 설치효과가 높은 것으로 나타났다. 교통사고 감소율은 64%이고 유의수준 5%에서 유의한 것으로 나타났다. 평균수준의 감소(32.7%)보다 매우 현저한 감소라 판단할 수 있다. 하향(-) 구간 후 상향(+) 경사구간에 설치된 럼블스트립의 설치효과가 우수한 것으로 나타났다. 교통사고 감소율이 감소율 66.7%에 달했다. 유의수준면에서도 유의한 것으로 나타났다. 그러나 상향경사구간이나 상향후 하향 경사구간으로 변화하는 구간에 대해서는 럼블스트립 설치의 유효성을 판단을 할 수가 없었다. 그 결과는 표 3에서 나타나 있다.

종단경사를 하향구간은 더 상세하게 구분이 가능하였다. 이

분석에서는 하향후 상향경사구간에서 일어난 교통사고중 하향경사부분에서 일어난 사고를 모두 포함시켰다. 따라서 표 3에 비해서 교통사고 건수가 증가하였다.

하향구간에서 교통사고 감소비율이 84%로 증가 하였다. 표 4와 같이 교통사고가 감소하는 종단경사의 범위는 전체적으로 -3%에서 -0.5%였고 감소비율이 뚜렷하였다.

나머지 구간, 즉 -3%보다 하향경사 크거나 -0.5%보다 하향경사가 작은 구간에서는 관련 데이터가 없으므로 럼블스트립 설치의 유효성을 확인하지 못하였다. 이와 관련하여 좀 더 구체적인 이유를 제시하면 고속도로에서는 배수 문제로 0.5%이하의 종단구배를 두지 않으므로 관련 구간과 데이터가 없는 것이 당연하고 3% 이상의 종단경사도 비정상적인 경우에 해당하므로 관련 구간과 데이터가 드문 이유로 당연한 것으로 생각된다(국토해양부, 2000).

하향경사 -1%와 -2%사이에서 교통사고 감소 효과가 큰 것이 뚜렷하였다. 럼블스트립이 차량단독 교통사고를 감소시킨다는 가정(Morena, 2003) 에 근거할 때 또한 하향종단경사에서 차량단독 교통사고가 많이 난다고 가정할 때(Perchonok, 1978) 하향구간에서 럼블스트립이 교통사고를 감소시킨다는 본 논문의 결과는 관련 문헌의 연구를 수치화 하였다고 볼 수 있다.

3.3 평면선형별 분석

평면선형은 운전자에게 속도 선택에서 가장 영향을 미치는 요인이다. 과다한 직선은 운전자 부주의 사고와 직결되어 설

표 3. 종단선형별 교통사고 비교

| 종단경사 단순구분 | 교통 사고 | | | | | 비 고(통계검증결과*) | |
|----------------------|-------|-----|------|-------|----|--------------|---------|
| | 설치전 | 설치후 | 증감건수 | 증감비율 | 증감 | P-value | T |
| 하향 (-) | 14 | 5 | -9 | -64.3 | 감소 | 0.0397 | 유의함 |
| 상향 (+) | 2 | 2 | ±0 | ±0.0 | - | 0.1536 | 유의하지 않음 |
| 하향(-)→상향(+) | 6 | 2 | -4 | -66.7 | 감소 | 0.0492 | 유의함 |
| 상향(+)→하향(-) | 4 | 5 | +1 | +25.0 | 증가 | N/A | 유의하지 않음 |
| 상향+하향 반복(+, -, +, -) | 0 | 4 | +4 | +400 | 증가 | N/A | " |

*통계검증 T-검정, 유의수준=0.05.

표 4. 하향경사에서 교통사고 감소 비교

| 종 단 경 사 (S) 구 분 | 교통 사고(건/2년, %) | | | | | 비 고(통계검증결과*) | | |
|-----------------|----------------|------|-------|-------|-------|--------------|--------|--------|
| | 설치 전 | 설치 후 | 증감 건수 | 증감 비율 | 증감 | P-value | T | |
| 하향 (-) | -3.0% 미만 | - | - | - | - | - | N/A | 유의하지않음 |
| | -2.0%~-3.0% | 7 | 1 | -6 | -85.7 | 감소 | 0.0116 | 유의함 |
| | -1.0%~-2.0% | 4 | 0 | -4 | -100 | 감소 | 0.0340 | " |
| | -0.5%~-1.0% | 8 | 2 | -6 | -75.0 | 감소 | 0.0290 | " |
| | -0.0%~-0.5% | - | - | - | - | - | 0.0195 | 유의하지않음 |
| | 소 계 | 19 | 3 | -16 | -84.2 | 감소 | 0.0397 | 유의함 |

*통계검증 T-검정, 유의수준=0.05.

치길이가 제한되기도 한다. 인접한 곡선끼리 곡선반경 비율이 작아야 안전하다고 평가되기도 한다(국토해양부, 2000). 우곡 굽은 곡선(우곡선)의 경우와 좌로 굽은 곡선(좌곡선)에서는 편경사가 변화하여 차량의 속도와 교통사고율에 변화를 주기도 한다.

본 논문에서는 림블스트립이 위치해 있는 곡선방향별 조건에 따라 교통사고 감소효과를 분석하였다. 평면선형의 일반적인 구분은 직선과 원곡선 이고 원곡선은 일반적으로 우곡선과 좌곡선으로 구분이 된다(국토해양부, 2000). 본 논문에서 분석의 편의를 위해 완곡곡선부는 원곡선에 포함시켜 분석하였다.

차량단독에 의한 교통사고가 발생 시 차량이 차선과 이루는 이탈 각도가 평균적으로 11도에서 이루어짐(Edward 등, 1969)을 감안할 때 차량이 직선 주행할 경우 림블스트립의 영향을 받는 길이 혹은 시간은 우곡선에서 더 길 수 밖에 없다. 우곡선에서 더 길게 림블스트립으로 인한 영향을 받으므로 우곡선에 설치한 림블스트립은 교통사고 감소에 유리할 것이라고 사전에 예상을 할 수 있을 것이다. 실제로 본 논문에서의 결과도 아래에 기술한 바와 같이 정성적 가정사항과 동일함을 알 수 있었다.

본 논문에서는 선형을 구분하기 위하여 직선선형과 좌측방향으로 선형이 변할 때 생기는 좌곡선과 우측방향으로 선형이 변할 때 생기는 우곡선등 총 3가지로 구분하였으며 표 5에 그 분석결과를 제시하였다. 전체적으로 우곡선에서 림블

스트립으로 인한 교통사고 감소효과가 크다는 특징을 발견할 수 있었다. 곡선의 방향이 우곡선일 때 교통사고 감소율은 68.4%였다. 그리고 좌곡선에서는 교통사고 감소율이 28.6% 그리고 직선구간은 뚜렷한 사고 감소율을 나타내지 않았다.

따라서 림블스트립은 우곡선과 좌곡선구간에서 교통사고 감소에 효과적이고 특히 우곡선구간에서 더 효과적임을 알 수 있다. 이 결과는 곡선구간이 직선구간보다 단독교통사고가 많아 곡선구간에 림블스트립 설치가 교통사고 감소측면에서 더 유효하다는 Morena(2003)와 Perchonok(1978)의 결과와 유사하다고 할 수 있다.

곡선반경별 구분은 더 상세히 구분이 가능하였다. 곡선반경별로 상세히 5가지로 분류하였다. 이러한 구분은 림블스트립의 설치 곡선반경별로 효과여부를 상세히 판단하고자 한 것이며 그 상세내용은 표 6과 같다. 곡선반경 R=1,000m 미만일 때, 교통사고 감소율이 가장 높았다. 그 감소율은 85.7%에 달하였다. 또한 그러나 곡선반경 1,000<R≤1,500일 때에도 교통사고가 60%가 감소하였다. 그러나 곡선반경이 1500m 이상인 상황에서는 감소의 결과가 뚜렷하지 않았다. 본 분석을 근거로 할 때 림블스트립은 곡선반경 1500m 이하에서 교통사고 감소효과가 뚜렷하다고 할 수 있다.

이번에는 우곡선과 좌곡선을 특성을 고려하여 곡선반경별로 다시 구분하였다. 우곡선에서는 곡선반경 3,000m 까지 모든 지점에서 림블스트립 설치로 효과가 있었다. 좌곡선에서는 곡선반경이 비교적 작은 곡선반경 1,500m 이하에서 림블스트립으로 인한 교통사고 감소효과가 있는 것으로 나타났다. 따라서 우곡선에서는 교통사고 감소효과가 곡선반경과 무관하게 광범위하게 나타남을 알 수 있다.

3.4 설치 길이별 분석

림블스트립은 설치길이는 200m로부터 수km에 달하는게 보통이다. 또한 도로관리자 사이에서는 계약의 용이성과 교통사고 분석의 어려움으로 상대적으로 짧은 림블스트립 설치를 기피하는 경향이 있다. 이번에는 림블스트립을 상대적

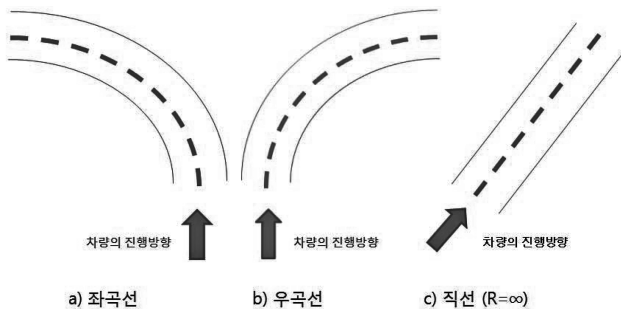


그림 1. 우곡선과 좌곡선, 직선의 구분

표 5. 곡선방향별 교통사고 비교

| 곡선방향 구분 | 교통사고(건/2년, %) | | | | | 비고(통계검증결과*) | |
|---------|---------------|------|-------|-------|----|-------------|---------|
| | 설치 전 | 설치 후 | 증감 건수 | 증감 비율 | 증감 | P-value | T |
| 우곡선 | 19 | 6 | -13 | -68.4 | 감소 | 0.0225 | 유의함 |
| 좌곡선 | 7 | 5 | -2 | -28.6 | 감소 | 0.0421 | " |
| 직선 | 5 | 4 | -1 | -20.0 | 감소 | 0.3592 | 유의하지 않음 |

*통계검증 T-검정, 유의수준=0.05.

표 6. 상세 곡선반경별 교통사고 비교 (직선구간 제외)

| 곡선반경 구분 | 교통사고(건/2년, %) | | | | | 비고(통계검증결과*) | |
|---------------|---------------|------|-------|-------|----|-------------|---------|
| | 설치 전 | 설치 후 | 증감 건수 | 증감 비율 | 증감 | P-value | T |
| R = 1,000 미만 | 7 | 1 | -6 | -85.7 | 감소 | 0.0428 | 유의함 |
| 1,000<R≤1,500 | 15 | 6 | -7 | -60.0 | 감소 | 0.0187 | " |
| 1,500<R≤3,000 | 4 | 4 | ±0 | ±0.0 | - | N/A | 유의하지 않음 |
| 3,000<R≤7,000 | 0 | 2 | +2 | - | 증가 | N/A | " |
| 7,000<R | 5 | 2 | -3 | -60.0 | 감소 | 0.0402 | 유의함 |

*통계검증 T-검정, 유의수준=0.05.

표 7. 평면선형 상세별 교통사고 비교

| 평면선형구분 | | 교통사고(건/2년, %) | | | | | 비고(통계검증결과*) | |
|--------|-------------------------|---------------|----------|-----------|-------------|-----------|-------------|---------|
| 곡선방향 | 곡선반경(R) | 설치 전 | 설치 후 | 증감 건수 | 증감 비율 | 증감 | P-value | T |
| 우곡선 | R=1,000 미만 | 7 | 1 | -6 | -85.7 | 감소 | 0.0160 | 유의함 |
| | 1,000<R≤1,500 | 8 | 5 | -3 | -37.5 | 감소 | 0.0495 | " |
| | 1,500<R≤3,000 | 4 | 0 | -4 | -100 | 감소 | 0.0126 | " |
| 좌곡선 | 1,000<R≤1,500 | 12 | 2 | -10 | -83.3 | 감소 | 0.0071 | " |
| | 1,500<R≤3,000 | 0 | 4 | +4 | - | 증가 | N/A | 유의하지 않음 |

*통계검증 T-검정, 유의수준=0.05.

표 8. 럼블스트립 설치 길이별 교통사고 비교

| 설치길이 구분 | 교통사고(건/2년, %) | | | | | 비고(통계검증결과*) | |
|-----------------|---------------|----------|------------|--------------|-----------|-------------|-----|
| | 설치 전 | 설치 후 | 증감 건수 | 증감 비율 | 증감 | P-value | T |
| 1.0km 미만 | 14 | 4 | -10 | -71.0 | 감소 | 0.0290 | 유의함 |
| 1.0km~2.0km | 12 | 6 | -6 | -50.0 | 감소 | 0.0491 | " |
| 3.0km 초과 | 10 | 6 | -4 | -40.0 | 감소 | 0.0143 | " |

*통계검증 T-검정, 유의수준=0.05.

으로 짧게 설치했을 때의 효과를 알아보려고 한다. 길이를 간단화시키기 위해 설치길이를 설치길이 1.0km 미만 일 때, 1.0km~2.0km, 3km 초과일때로 3가지로 구분하였다. 이에 따라 그 교통사고 감소효과를 분석하였다.

그 분석 결과는 표 8과 같다. 분석결과 설치길이가 작을 수록 감소비율이 높은 것으로 나타났다. 즉 길이가 작아도 (1km 미만)럼블스트립은 그 역할을 한다는 것을 보여주고 있다. 그러나 모든 길이에서 럼블스트립으로 인한 교통사고 감소 효과는 유효하다고 할 수 있었다. 짧게 설치한 럼블스트립과 긴 구간에 걸쳐 설치한 럼블스트립과의 효과 차이라고 볼 수도 있지만 결론적으로는 짧은 구간에 걸쳐 설치한 럼블스트립도 효과적이라는 결론을 도출할 수 있었다.

4. 결 론

럼블스트립의 교통사고 감소효과는 70년대부터 시작하여 많은 연구를 통해 증명되어져 왔다. 특히 고속도로를 중심으로 그 효과가 매우 뚜렷한 것으로 알려져 있다. 그러나 럼블스트립의 사고감소효과와 도로의 선형특성과의 관계는 제대로 알려져 있지 않다. 다만 간접적으로 럼블스트립에 의한 교통사고감소를 추정할 수 있는 단독교통사고 건수와 차선 이탈율이나 도로기하구조와의 관계는 알려져 있다.

본 논문은 고속도로의 선형으로 표현되는 고속도로 기하구조 특성과 교통사고 감소 효과의 관계를 교통사고 기술적인 통계를 통해 알아보려고 하였다. 좀 더 구체적으로 종단선형 특성별로, 평면선형 특성별로, 그리고 럼블스트립 설치길이에 따른 교통사고 감소효과를 알아보려고 하였다. 이를 통해 종단선형에서 럼블스트립의 설치가 교통사고 감소에 유효한 조건, 평면선형에서 유효한 조건, 그리고 럼블스트립 설치길이에 따른 유효한 조건을 찾아내고자 하였다. 그 구체적 결론은 다음과 같다

1. 분석결과에 의하면 하향구간에서 럼블스트립으로 인한 교통사고 감소율은 64%이고 유의수준 5%에서 유의한 것으로

로 나타났다. 따라서 고속도로 종단선형이 “하향(-)”인 구간에서 럼블스트립 설치효과가 높다고 할 수 있다. 또한 “하향(-) 구간 후 상향(+)” 구간에서 설치된 럼블스트립으로 인한 교통사고 감소율은 66.7%에 달하였다. 따라서 “하향(-) 구간 후 상향(+)” 구간에서 설치된 럼블스트립 설치효과가 우수하다고 할 수 있었다.

2. 럼블스트립은 직선구간보다는 우곡선과 좌곡선구간에서 교통사고 감소에 효과적이라고 할 수 있다. 특히 우곡선 구간에서는 그 감소율이 68.4%에 달하여 좌곡선에서 보다 더 효과적이라 할 수 있다. 우곡선에서는 곡선반경별로 상세히 재구분하였을 때 좀 더 세밀한 결론을 도출 할 수 있었다. 우곡선에서는 곡선반경 3,000m까지 모든 지점에서 럼블스트립 설치로 효과가 있다고 할 수 있다. 좌곡선에서는 곡선반경이 비교적 작은 곡선반경 1,500m 이하에서 럼블스트립으로 인한 교통사고 감소효과가 있다고 할 수 있었다.

3. 분석결과 설치길이가 작을수록 럼블스트립으로 인한 교통사고 감소비율이 높은 것으로 나타났다. 즉 길이가 작아도 럼블스트립은 그 역할을 한다는 것을 보여주고 있다. 그러나 모든 길이에서 럼블스트립으로 인한 교통사고 감소 효과는 유효하다고 할 수 있었다.

본 논문에서 제시한 기하구조 특성에 따른 럼블스트립 설치효과는 럼블스트립 설치기준에 반영하여 보다 더 적극적으로 럼블스트립을 설치하는 기준을 만드는 데 기여 할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 향후 더 상세한 기하구조 특성별 럼블스트립효과를 제시할 수 있는 방향제시 역할을 할 것으로 기대된다.

참고문헌

국토해양부(2000) 도로의 구조시설기준에 관한 규칙.
 국토해양부(2005) 노면요철포장설계지침.
 오홍운, 장정화(2007) 노면요철포장으로 인한 사고감소 효과, 한국도로학회논문집, 한국도로학회, 제9권 제4호.
 이동민, 강제홍,성낙문, 정봉조(2007) C-G Method를 이용한 고

- 속도로 노면요철 포장의 교통사고감소 효과분석, **한국도로학회 논문집**, 한국도로학회, 제9권 제2호.
- 한국도로공사(2003) **차로이탈인식시설(Rumble Strips) 적용기준 검토**.
- California Department of Transportation (1999) *Rumble Strips*. Caltrans Traffic Manual. Section 6-03.2.
- Cheng, Eric (2000) *Application and Evaluation of Rumble Strips on Highways*. Utah Department of Transportation. Online Posting. <http://safety.fhwa.dot.gov/rumblestrips/resources/chengite.htm>.
- David A. Morena (2003) *The Nature and Severity of Drift-Off Road Crashes on Michigan Freeways, and the Effectiveness of Various Shoulder Rumble Strip Designs*, Transportation Research Board of the National Academies Washington, D.C.
- Edwards, T.C., Martinez, J.E., McFarland, W.F., and Ross, H.E. (1969) *NCHRP Report 77: Development of Design Criteria for Safer Luminaire Supports*, Transportation Research Board of the National Academies Washington, D.C.
- Griffith, M.S. (1999) Safety evaluation of rolled-in continuous shoulder rumble strips installed on freeways. *Transport. Res. Rec.* Vol. 1665, pp. 28-35.
- Hanley, K.E., Gibby, A.R., and Ferrara, T.C. (2000) Analysis of accident-reduction factors on California state highways. *Transport. Res. Rec.* Vol. 1717, pp. 37-45.
- Hauer, Ezra (1997) *Observational Before - After Studies in Road Safety*, Pergamon Press
- Perchonok, K., Ranney, T. A., Baum, A. S., Morris, D. F., and Eppich, J. D.(1978) Hazardous Effects of Highway Features and Roadside Objects, Vol. 2, Report No. FHWA-RD-78-202.
- Spring, G. (2003) *Rumble Strips in Missouri. RDT 03-007*. Missouri Department of Transportation, University of Missouri, Rolla.
- Wood, Neal E (1994) *Shoulder Rumble Strips: A Method to Alert Drifting Drivers*. Pennsylvania Turnpike Commission.

(접수일: 2010.1.6/심사일: 2010.1.25/심사완료일: 2010.1.25)