

어린이보호구역내 과속경보시스템 적용에 따른 장기적 속도변화 평가

이 상 수

아주대학교 환경건설교통공학부
(2006. 3. 13. 접수 / 2006. 6. 14. 채택)

Assessment of Long-Term Effectiveness of Speed Monitoring Displays on Speed Variation

Sangsoo Lee

Department of Environmental Urban Systems Engineering, Ajou University
(Received March 13, 2006 / Accepted June 14, 2006)

Abstract : Speeding is one of major causes of frequent and severe traffic accidents in school zones. In this paper, the long-term effectiveness of speed monitoring displays (SMD) on speed variability was investigated through a field study in a school zone environment. The performance difference was discussed with several dependent variables including average speed, 85th percentile speed, and distribution of speed.

Study results showed that the speed of vehicles began to reduce where the driver recognized the presence of an SMD, and about 12.4 percent (5.8km/h) of average speed was reduced at the SMD location. This speed reduction was observed throughout the day regardless of time of day. Statistical tests showed that the speed difference was statistically significant. In addition, analysis results of speed distribution showed that the number of speeding vehicle was greatly reduced after the SMD was installed, and 85th percentile speed also decreased from 54.3km/h to 45.0km/h. Therefore, it was concluded that the application of SMD produced a positive impact on the driver's behavior for a long period of times.

Key Words : safety, school zone, speed monitoring displays, speeding

1. 서 론

1.1. 연구의 배경 및 목적

과속을 포함한 여러 가지 교통법규 위반행위를 감소시키기 위한 다양한 제도의 도입 및 첨단 단속 장비의 확충에도 불구하고, 이에 따른 교통사고 감소는 큰 효과를 나타내지 못하고 있다. 국제적인 사고 통계 보고서에 따르면 한국은 인국 10만 명당 발생한 14세 이하 어린이들의 사고건수가 27개 OECD 국가들 중 가장 높은 수치를 나타내었다. 국내에서는 어린이 보호구역 (School Zone) 지정 및 관리에 관한 기준을 1996년에 제정하여 학교에서 반경 300m 이내에 드는 도로 중 일부구간을 30km/h의 속도제한을 적용하고 다양한 교통통제장비를 설치하여, 주행차량의 감속을 통한 어린이 교통사고 발생 가능성

을 줄이는 노력을 하고 있다. 어린이 교통사고 사망자는 2002년 394명에서 2003년 386명으로 약간 감소하였으나 부상자는 23,319명에서 27,734명으로 늘어나 아직도 이를 개선하기 위한 많은 노력이 필요한 것으로 인식하고 있다¹⁾.

이와 같이 어린이 보호구역내에서 교통사고가 감소하지 않는 이유 중 하나가 속도와 관련된 교통법규위반의 증가와 밀접하게 관련이 있다. 경찰청의 통계자료에 의하면, 어린이 보호구역내 과속단속 건수는 2003년 10,978건에서 2004년에는 78,150건으로 큰 폭으로 증가한 것으로 나타났다²⁾. 그리고 교통법규 위반속도 조사결과 운전자의 대다수가 어린이 보호구역내에 제시된 제한속도를 초과했고, 조사한 어린이들의 절반이상이 반복적으로 과속하는 차량을 본 것으로 나타났다³⁾. 현재 많은 교통통제 장치가 어린이 보호구역내에 설치되어 있으나, 많은 운전자들은 이를 명목상의 표시로 여기고 큰 주의를 기울

이지 않는 것이 현실이다. 그러므로 차량 운전자에게 자신의 주행속도에 대한 정보를 제공하여 자신의 속도를 인식토록 하여 속도를 줄일 수 있는 장치에 대한 조사 및 연구의 필요성이 제기되었다. 이러한 목적으로 최근에 연구가 활발히 진행되고 있는 것은 과속경보시스템(Speed Monitoring Displays, SMD)이며, 공사구간 및 일반 도로구간을 포함하는 다양한 교통상황에서 그 효과를 연구하여 제시하고 있다. 대다수의 연구결과는 공통적으로 SMD는 속도 감소에 긍정적인 효과를 가진다고 결론내리고 있다. 그러나 어린이 보호구역과 관련된 선행 연구는 국내외적으로 두 가지에 불과하고, 이들 또한 단기적인 그리고 특정시간대만을 평가한 결과를 제시하고 있다. 교통통제장치는 속성상 운전자에게 장기적으로 노출되는 것을 고려하면, 기존의 연구결과만으로는 하루 24시간 동안 혹은 장기간에 걸쳐 운전자가 SMD의 존재에 대하여 어떻게 반응하는지에 대한 정보가 없는 실정이다. 이러한 불확실성 때문에 교통 실무자들은 과속경보시스템을 어린이 보호구역에 설치해야하는지에 대한 올바른 판단을 하는데 큰 어려움을 가지고 있다.

본 논문은 어린이 보호구역내에서의 SMD의 장기적인 속도에 대한 영향을 현장조사를 통해서 평가하였다. 즉, 운전자들의 장기적인 행동변화를 측정하기 위하여 SMD를 설치하기 전의 속도와 SMD 설치 1년 후의 속도를 각각 측정하였다. 운전자의 주행 중 속도변화를 파악하기 위하여 속도자료는 도로를 따라 7개 지점에서 수집되었고, 이를 이용하여 평균속도, 85 percentile속도, 그리고 속도의 분포 등 다양한 변수들이 계산되어 효과에 대한 비교과정에 사용되었다. 그리고 이와 같은 결과에 대한 통계적인 검증과정을 거쳐 본 논문의 결론이 도출되었고, 몇 가지 중요한 권장사항도 함께 제시하였다.

1.2. 국내·외 관련연구의 고찰

차량의 운행 속도를 줄이기 위한 것을 목적으로 한 SMD 적용에 관한 연구는 다양한 종류의 교통제어 장치와 여러 도로환경에서 실시되었다. VanHouten (1980)은 운전자에게 하루 또는 주중동안 발생된 속도관련 정적인 통계정보를 제공하여 발생하는 운전자 행동의 변화를 조사하였다⁴⁾. 연구결과, 과속차량의 숫자가 단기간동안 큰 폭으로 감소하였다. Maroney와 Dewar는 정적인 속도 정보를 속도 피드백 표시와 도로 노면에 제공하여 운전자들의 잠재적인 속도 변화 효과를 증명하기 위한 현장실험을 실시하였다⁵⁾.

그들은 속도피드백 표시에 “어제 과속하지 않은 차량의 비율”등의 정적인 정보를 제공하였고, 조사결과로부터 의미 있는 평균속도의 감소가 나타남을 확인하였다. 그러나 조사는 단지 단기간 (설치 4주 후) 동안만 진행되어, 장기적인 효과에 관한 결과는 알 수 없다. 동적 정보를 제공에 따른 SMD의 효과 평가는 지방부 고속도로 인터체인지의 두 개 램프구간에서 수행되었고, 연구 결과 SMD의 적용은 통행 속도의 감속과 균일성을 높이는 것으로 나타났다⁶⁾.

과속경보시스템은 도로공사 구간의 안전도를 높이기 위한 목적으로 광범위한 평가가 이루어졌다. Garber and Patel(1995)은 공사구간에서 일반적인 교통제어표지에 추가로 설치된 동적인 가변정보판(Changeable Message Sign)의 효과성을 계량화하였다⁷⁾. 연구결과에 따르면, 동적인 속도제어 방법은 운전자의 속도를 크게 줄이고, 일반적인 교통제어표지보다 효율성이 높은 것으로 결론지어졌다. Lyles and Sisiopiku(1999)는 고속도로 공사구간에서 몇 가지 속도제어 전략을 비교평가 하였다⁸⁾. 그들은 속도제어를 위하여 평가된 3가지 전략 가운데서 경찰이 현장에 존재하는 것이 가장 효율적이며, SMD의 적용 또한 제한적으로 효율성이 있다는 결론을 얻었다. 그리고 Pesti와 McCoy(2001)는 고속도로 공사구간에서 SMD의 효율성을 5주 동안에 걸쳐 평가하였다⁹⁾. 평가 결과 SMD를 설치하는 것은 단기간 동안의 속도를 저하시키는데 효율적이며 제한속도 준수율을 높이는 것으로 나타났다. 또한 공사구간의 안전과 관련, McCoy et al.(1995), Garber와 Srinivasan(1998), Kamyab et al.(2000), Carlson et al.(2000), McCoy와 Pesti(2002), Saito와 Bowie(2003) 등의 많은 연구결과들이 SMD의 설치가 차량의 속도 감소와 안전수준의 개선에 도움을 준다고 제시하고 있다¹⁰⁻¹⁵⁾.

어린이 보호구역과 관련하여 실시된 설문조사 결과, 대부분의 사람들이 아이들의 안전 때문에 어린이 보호구역내에 속도감소를 유도할 수 있는 교통통제장치를 사용하는 데에 호의적인 반응을 가진 것으로 나타났다¹⁶⁾. 그러나 이와 같은 필요성에도 불구하고, 어린이 보호구역내에서의 관련연구는 현재까지 거의 없는 상황이다. Saibel et al.(1999)등은 6개의 서로 다른 형태의 속도제한표지판에 대한 비교평가를 40개 어린이 보호구역내에서 평가하였다¹⁷⁾. 연구 결과에 따르면 제한속도가 40km/h일 경우에는 표지의 종류에 따른 속도의 차이가 통계적으로 적었으나, 제한속도가 56km/h일 경우는 표지의 종류에 따른 속도 차이가 큰 것으로 나타났다. Schrader(1999)

는 다섯 종류의 교통통제 장치를 어린이 보호구역 내에서 비교 평가 하였고¹⁸⁾, 시각적으로 반짝임이 있는 반사체를 가진 장치가 차량의 속도에 큰 효과가 있는 것으로 나타났다. 최근 들어 Ullman과 Rose(2005)는 4개월에 걸쳐 SMD의 효과평가에 관한 연구를 어린이 보호구역을 대상으로 수행하였다¹⁹⁾. 그들은 SMD 적용에 따라, 단기적으로 약 8.0~14.5km/h 범위의 평균속도 감소가 있는 것으로 결론지었다. 그리고 남두희(2005)등은 어린이 보호구역내에서 단기간 평가한 결과 약 8.0km/h의 속도 감소가 있는 것으로 제시하였다²⁰⁾. 그러나 이와 같은 모든 국내외 선행 연구 결과로부터 장기적인 효과에 대한 연구결과는 찾을 수 없다. 실제로 도로의 운전자는 시간이 경과함에 따라 주변의 상황에 대한 적응성을 갖는 것을 고려할 때, 이와 같은 장기적인 효과에 관한 연구는 교통시설 및 안전측면에서 매우 필요한 정보이다.

2. 연구의 방법 및 자료수집

2.1. 조사지점의 선정

우선 본 연구에 앞서, 교통전문가나 공무원들을 대상으로 본 연구에 적합한 현장조사 지점을 E-mail이나 전화를 이용하여 설문조사하였고, 몇 개의 후보지역들이 추천되었다. 본 연구에 적합한 어린이 보호구역 지점은 다음과 같은 4가지 조건을 만족시키는 것이 이상적이다.

- 조사지점은 운전자에게 좋은 시거(Sight distance)를 제공하여야 한다.
- 조사지점은 적절한 교통수요를 가지고 있고, 혼잡이나 차량 상호작용으로 인해 생기는 외부 영향을 최소화 할 수 있어야 한다.
- 조사지점은 도로시작점에서는 SMD의 존재가 운전자에게 노출되어서는 안 된다.
- 조사지점은 어떠한 신호도 운영되지 않아야 한다.

이와 같이 추천된 지점들 중, 면밀한 검토를 걸쳐서 경기도 과천시에 있는 문원 초등학교의 어린이 보호구역이 최종적인 현장조사 지점으로 선정되었다. 조사지점의 개략적인 현황은 다음 Fig. 1과 같다. 조사지점은 의왕-과천 도시고속도로에서 과천시청 정문방향으로 연결하는 청사로에 위치하고, 문원초등학교는 청사로의 중간지점에 위치하고 있다.

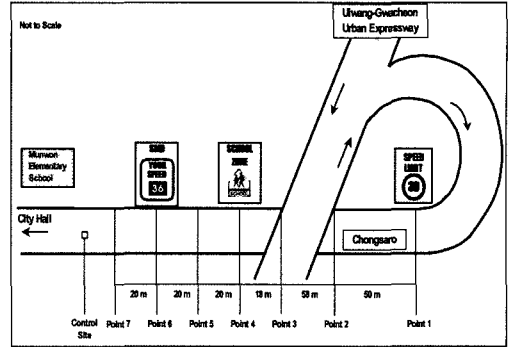


Fig. 1. Layout of the study school zones.

2.2. 속도자료의 수집

우선 조사지점에 설치된 교통통제 장치들을 그대로 유지하면서 속도자료를 수집하였다. 그리고 교통통제 장치들 중 한 장소에 SMD를 설치하고 1년이 경과한 시점의 교통상황에서 속도자료를 동일한 방법으로 수집하였다. 본 연구를 위하여 현장에 설치된 SMD의 형태는 다음 Fig. 2와 같다.



Fig. 2. Configuration of the SMD used in school zones.

차량 운전자들이 조사지점을 통과하면서 거리에 따라 변화하는 속도의 추세를 파악하기 위하여 속도의 변화가 예상되는 7개의 중요지점(Reference Point)을 선정하여 각 위치별로 속도자료를 수집하였다. 각 지점들의 위치는 Fig. 1에 표시되어 있고, 각 지점들의 선정 이유는 다음 Table 1에 제시되어 있다. 그리고 장기간 동안 발생할 수 있는 자연적인 속도의 증감을 확인하기 위하여 한 곳의 속도 통제지점(Control station)을 SMD 위치 하류부에 지정하여 독립적으로 속도자료를 수집하였다. 속도자료를 수집하기 위한 검지기는 이동식 지자기검지기를 각 지점별로 설치하여 사용하였고, 지점6에 루프검지기를 추가로 설치하여 이동식 지자기검지기 자료의 신뢰

Table 1. Selection criteria for reference points

지점	상세내용
1	어린이 보호구역 시작점
2	SMD의 위치가 희미하게 인지되는 지점
3	SMD의 존재가 인지되는 지점
4	어린이 보호구역 표지가 설치되어 있는 지점
5	SMD로부터 상류부 20m 지점
6	SMD가 설치된 지점
7	SMD로부터 하류부 20m 지점

성을 관찰하였다. 예비조사과정에서 루프검지기와 지자기검지기의 속도를 비교한 결과, 두 검지기 사이의 평균속도 차이는 1km/h 내외로 나타나 검지기에 따른 속도차이는 매우 적은 것으로 판단되었다.

조사지역에서 SMD가 설치되기 전에 하루 24시간동안 연속적으로 속도자료를 수집하였다. 그리고 SMD 설치 1년 후에 동일한 시간동안 속도자료를 수집하였다. 날씨나 요일에 따른 변동성을 제거하기 위해서, 모든 자료 수집은 같은 요일, 그리고 맑은 날씨에 수행되었다. 자료 수집 결과, SMD 설치 전에 얻은 총 속도 자료 수는 각 지점별로 약 6,995개로 나타났고, SMD 설치 후에는 약 6,762개로 파악되었다. 수집된 자료에 대한 사전 분석결과, 전체 자료의 3~5%가 운전자의 불규칙적인 운전행태에 따른 에러로 나타나 이들 자료는 향후의 분석과정에서 포함시키지 않았다.

3. 자료 분석 결과

수집된 속도자료를 이용하여 평균속도, 85퍼센타일속도를 포함한 변수들이 계산되었다. 자료의 비교분석은 중요 시간대별로 개별적으로 각각 수행되었고, 또한 효과차이를 정성적으로 평가하기 위하여 속도자료의 분포를 작성하여 비교하였다.

3.1. 통제지점의 속도비교

본 연구에서와 같이 장기적인 속도변화를 조사하는 과정에는 동일한 도로 상황에서도 자연적인 속도 변동이 있을 수 있다. SMD를 제외한 다른 외부 영향으로부터의 변동성을 확인하기 위하여 동일한 교통상황 하에서 SMD 설치 전후의 평균속도를 비교하였다. 이를 위하여 통제지점을 통과하는 모든 차량의 속도를 오전 침두 2시간동안에 걸쳐 각각 SMD 설치전과 설치 후 1년이 지난 시점에서 수집하여 분석하였고, 분석결과는 다음 Table 2에 나타나있다.

Table 2. Average speed comparison at control station

항목	SMD 설치 전	SMD 설치 후
자료 수	953	984
평균속도, km/h	40.8	41.4
표준 편차	11.35	10.81

SMD 설치 1년 후 통제지점에서의 2시간 평균속도는 약간 증가하고 표준편차는 감소하였다. 그러나 정규분포 검정(Z-test) 결과로부터 두 자료의 평균속도 차이가 통계적으로 유의하지 않는 것을 확인하였다(p value = 0.1582). 그러므로 조사 기간 동안 SMD 설치외의 중요한 외부 영향은 없는 것으로 판단되었다. 즉, 본 연구에서 관찰된 속도의 변화는 운전자 행동의 변화에 따른 영향을 반영하는 것이며, 따라서 수집된 속도 자료를 어떠한 보정 과정 없이 향후의 분석에 직접적으로 사용하였다.

3.2. 평균속도의 변화비교

어린이보호구역에서의 주중 침두시간에 발생한 SMD 설치에 따른 평균속도의 변화값은 Fig. 3에 제시되어 있다. 오전침두시간에는 지점3까지 속도의 차이가 크지않게 나타났다. 그러나 지점4에서부터 속도의 차이가 크게 나타났고 SMD가 설치된 지점 6에서는 약 5.0km/h (11.0%)의 평균속도차이가 나타났다. 그리고 속도의 차이값이 조사지점의 도입부에서 SMD 위치로 진행함에 따라 증가하는 것으로 파악되었다.

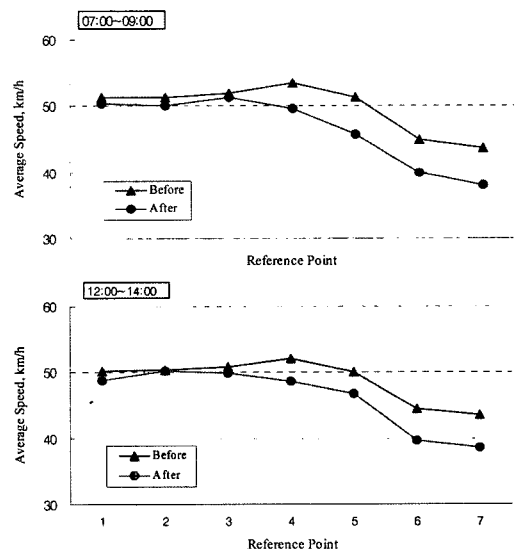


Fig. 3. Comparison of average speed for daytime periods.

이와 같은 속도변화의 형태는 Fig. 3에 제시된 오 후침두시간의 결과에서도 확인할 수 있다.

지점 6의 속도차이가 4.8km/h (10.9%)로 약간 감소하였으나, 전체적인 속도변화의 경향은 오전침두 시간과 유사하게 나타났다.

야간시간대에 수집된 SMD 설치에 따른 평균속도의 변화값은 Fig. 4에 제시되어 있다. 일반적으로, 속도변화의 경향은 Fig. 3에 나타난 결과와 비슷하게 나타났으나, 속도 감소의 크기는 시간대별로 약간 차이를 보였다. 저녁시간대는 속도의 차이가 지점 6에서 약 3.0km/h (7.0%)로 나타났고, 반면에 새벽시간에는 8.7km/h (17.7%)의 높은 차이값을 보였다. 그리고 전체적인 평균속도는 약 5.8km/h(12.4%)의 속도감소가 있는 것으로 분석되었다. 이와 같은 결과로부터 SMD의 설치가 시간대별로 관계없이 장기적으로 속도의 감소에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 파악되었다.

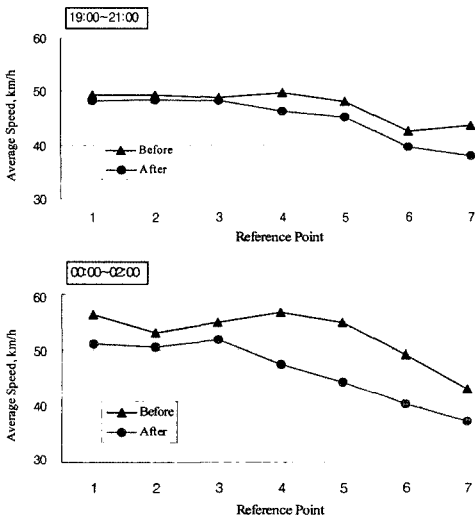


Fig. 4. Comparison of average speed for nighttime periods.

어린이보호구역과 관련된 선행연구에서 제시된 단기간동안의 속도 감소 연구결과는 남두희(2005)등의 8.0km/h(17.2%)과 Ullman과 Rose(2005)의 14.5 km/h(20.7%) 값들로 나타나고, 이들 값들은 본 연구에서 제시된 결과값보다 큰 값이다. 이는 시간이 경과함에 따라 SMD의 존재에 대한 차량운전자의 주의수준(attention level)이 감소하는 것으로 해석된다. Ullman과 Rose(2005)는 실험에서 4개월 동안 0.4km/h (0.9%)의 속도 증가를 관측하였으나, 본 연구에서는 1년 후에 약 2.2km/h(5.0%)의 속도 증가를 나타내

어 속도의 증가가 시간에 비례하여 나타나는 현상으로 파악되었다.

본 연구결과에서 나타난 속도의 차이가 통계적으로 유의한지에 대한 검정을 실시하였다. 자료분석 결과로부터, 통제지점에 따른 영향이 명백하게 존재하였고, 그룹별로 자료의 개수가 200개 이상인 관계로 정규분포 검정(Large sample Z-test)²¹⁾을 SAS를 이용하여 실시하였다²²⁾. 검정의 귀무가설(Null hypothesis)은 SMD 설치 전후의 평균속도가 동일하다고 설정되었다. 검정을 실시한 결과, 앞서 제시된 지점 3 이후의 속도차이는 모두 통계적 유의성이 있는 것으로 나타났다(p value = <0.001). 따라서 SMD의 설치에 따라 장기적인 속도의 감소를 기대할 수 있다는 결론을 내릴 수 있다.

3.3. 속도자료 분포의 비교

본 연구에서는 수집된 자료를 이용하여 SMD 설치에 따른 속도의 질적 변화를 파악하기 위하여 개별속도자료의 분포를 함께 분석하였다. 이를 위하여 SMD가 설치된 지점 6에서 SMD 설치전/후에 수집된 속도자료를 속도 범위 10km/h 간격으로 각각 그룹지우고, 각 속도 범위에 대한 차량수와 비율을 계산하여 정리하였다. 정리된 결과는 다음 Table 3에 제시되어 있다.

Table 3. Speed distribution from before and after SMD application

속도, km/h	SMD 설치 전			SMD 설치1년 후		
	차량수	%	누적%	차량수	%	누적%
10-19	28	0.4	0.4	34	0.5	0.5
20-29	314	4.7	5.1	225	3.6	4.1
30-39	1561	23.5	28.6	3328	53.0	57.1
40-49	2986	44.9	73.5	2356	37.5	94.6
50-59	1273	19.1	92.7	274	4.4	99.0
60-69	324	4.9	97.5	42	0.7	99.7
70-79	105	1.6	99.1	14	0.2	99.9
80-89	38	0.6	99.7	6	0.1	100.0
90+	21	0.3	100.0	0	0.0	100.0
총합	6650		100.0	6279		100.0
평균속도				40.3km/h		
85퍼센타일 속도	45.4km/h			45.0km/h		
	54.3km/h					

SMD 설치전 규정속도를 준수하는 차량비율이 5.5%였으나 설치후에는 4.6%로 약간 감소하였다. 그러나 분석범위를 확대하여 살펴보면, SMD 설치전 40km/h이하의 속도를 가진 차량의 비율은 28.6%였다. 그러나 SMD가 설치된 후 이 비율은 57.1%로 증가하였다. 그리고 가장 많은 차량을 포함하는 속

도 범위가 SMD가 설치된 후 더 낮은 쪽으로 이동하는 것을 볼 수 있다. 즉, 운전자의 약 45%가 SMD 설치 전에 40s의 속도 범위를 가지고 있었지만, SMD 설치 후 이 속도 범위는 30s로 이동하였고 수치상으로 8% 정도 증가하였다. 또한 과속차량의 비율도 크게 감소하였다. SMD 설치전에는 50km/h 이상의 과속차량이 전체의 26.5%이었지만 SMD가 설치된 후에는 5.4%로 크게 감소하였다. 그리고 평균속도와 85퍼센타일 속도 역시 감소한 것으로 파악되었다.

위에 제시된 두 가지 속도분포의 통계적 유사성을 결정하기 위해서 비모수 검정중 Kolmogorov-Smirnov 검정을 수행하였다²²⁾. 검정에서 사용된 귀무가설은 SMD 사용 전후의 속도분포가 동일하다고 설정되었다. 검정 결과, 위의 귀무가설은 기각되어(p value = <.0001), SMD 설치후 조사지점의 속도 자료의 분포가 크게 변화하였음을 확인시켜 주었다.

이와 같은 결과로부터 어린이 보호구역내 SMD 적용이 장기적으로도 운전자의 운전행태에 큰 영향을 미치는 것을 확인하였다. 이러한 영향은 평균 속도에 나타난 양적인 변화와 속도 분포에서 제시된 질적인 변화 모두 긍정적으로 작용하였고, 이는 궁극적으로 교통안전의 증진 효과를 초래할 수 있다고 판단된다.

4. 결론

본 논문은 어린이보호구역내 SMD 설치에 따른 장기적인 속도변화를 파악하기 위하여 수행되었고 연구결과로부터 다음과 같은 결론이 도출되었다.

SMD의 설치는 장기적으로 차량 속도를 감소시키는 것으로 파악되었다. 그리고 이러한 감소 경향은 하루의 모든 시간대에서 나타났다. SMD 설치 1년 후에 약 5.8km/h (12.4%)의 평균속도 감속이 관측되었고, 이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 그리고 단기적 연구결과와 비교하면 시간이 지남에 따라 운전자의 SMD에 대한 주의수준은 감소되었다.

속도분포의 분석결과 SMD의 적용은 과속차량의 수를 크게 감소시키는 것으로 나타났다. SMD 설치 전에는 50km/h 이상의 과속차량이 전체의 26.5%이었지만 SMD가 설치된 후에는 5.4%로 크게 감소하였고, 평균속도와 85퍼센트일 속도도 역시 감소하였다.

따라서 어린이보호구역내에서 SMD를 설치하는

것은 운전자의 행동에 긍정적인 영향을 줄 수 있고, 이러한 영향은 장기적인 기간 동안 지속되는 것으로 판단된다. 그리고 이러한 영향은 모든 시간대에서 나타나므로, 법에서 제시한 시간대 이외에도 필요하다고 판단되는 경우에는 SMD의 운영을 확대 적용하는 것도 고려될 수 있다.

향후에는 SMD의 형태와 설치위치에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다. 본 연구결과, SMD의 효과정도는 운전자의 시거에 따라 변하기 때문에 이와 관련된 기준을 설정하는 연구가 필요하다고 판단된다.

감사의 글 : 이 논문은 2005년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2005-003-D00487).

참고문헌

- 1) 도로교통안전관리공단, 2005년 교통사고 통계분석, 도로교통안전관리공단, 2005.
- 2) 경찰청, 교통법규위반 통계자료, 경찰청, 2005.
- 3) J. A. Seok, Strategic Plan for Effective School Zone Operation in the City of Incheon. Research Report No. IDI 2004-02, Incheon Development Institute, 2004.
- 4) R. Van Houten, P. Nau, and Z. Marini, "An Analysis of Public Posting in Reducing Speeding Behaviour on an Urban Highway", In Journal of Applied Behavior Analysis, Vol. 13, pp. 383~395, 1980.
- 5) S. Maroney and R. Dewar, "Alternatives to Enforcement in Modifying the Speeding Behavior of Drivers", In Transportation Research Record 1111, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 121~126, 1987.
- 6) G. Pesti and P.T. McCoy, "Effect of Speed Monitoring Displays on Entry Ramp Speeds at Rural Freeway Interchanges", In TRB 2002 Annual Meeting CD-ROM, Paper No. 02-2571, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 2002.
- 7) N. J. Garber and S. T. Patel, "Control of Vehicle Speeds in Temporary Traffic Control Zones (Work Zones) Using Changeable Message Signs with Radar", In Transportation Research Record 1509, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 73~81, 1995.

- 8) R. W. Lyles and V. Sisiopiku, An Evaluation of Speed Control Techniques in Work Zones. Final Report No. MDOT-94-1521-Z11, Michigan Department of Transportation, Michigan, 1999.
- 9) G. Pesti and P.T. McCoy, "Long-Term Effectiveness of Speed Monitoring Displays in Work Zones on Rural Interstate Highways", In Transportation Research Record 1754, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 21~30, 2001.
- 10) P.T. McCoy, J.A. Bonneson, and J.A. Kollbaum, "Speed Reduction Effects of Speed Monitoring Displays with Radar in Work Zones on Interstate Highways", In Transportation Research Record 1509, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 65~72, 1995.
- 11) N.J. Garber and S. Srinivasan, "Influence of Exposure Duration on the Effectiveness of Changeable Message Signs in Controlling Vehicle Speeds at Work Zones", In Transportation Research Record 1650, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 62~70, 1998.
- 12) A. Kamyab, T. H. Maze, S. Gent, and C. Poole, "Evaluation of Speed Reduction Techniques at Work Zones", In Mid-Continent Transportation Symposium Proceedings, Ames, Iowa State University, pp. 189~192, 2000.
- 13) P. J. Carlson, M. Fontaine, G. Hawkins, K. Murphy, and D. Brown, "Evaluation of Speed Trailers at High-Speed Temporary Work Zones", In TRB 2000 Annual Meeting CD-ROM, Paper No. 00-1475, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 2000.
- 14) P.T. McCoy and G. Pesti. "Effectiveness of Condition-Responsive Advisory Speed Messages in Rural Free-way Work Zones", In Transportation Research Record 1794, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 11~18, 2002.
- 15) M. Saito and J. Bowie, Efficacy of Speed Monitoring Displays in Increasing Speed Limit Compliance in Highway Work Zones, Research Report No. UT-03.12, Utah Department of Transportation, Utah, 2003.
- 16) F. M. Streff and L.J. Molnar, "Developing Polices for Automated Speed Enforcement: A Survey of Michigan Opinions", Accident Analysis and Prevention, Vol. 27, No. 4, Elsevier Science, pp. 611~616, 1995.
- 17) C. Saibel, P. Salzberg, R. Doane, and J. Moffat, "Vehicle Speeds in School Zones", ITE Journal, ITE, pp. 38~42, November 1999.
- 18) M. Schrader, "Study of Effectiveness of Selected School Zone Traffic Control Devices", In Transportation Research Record 1692, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 24~29, 1999.
- 19) G.L. Ullman and E.R. Rose, "Evaluation of Dynamic Speed Display Signs (DSDS)", In TRB 2005 Annual Meeting CD-ROM, Paper No. 05-2304, TRB, NRC, Washington, D.C., 2005.
- 20) 남두희, 김주환, 최봉수, 이용택, "회귀형속도제어기법을 통한 속도관리기법과 효과", 대한토목학회지, 제25권, 제3D호, pp. 377~384, 2005.
- 21) W. Mendenhall, R.L. Scheaffer, and D.D. Wackerly, Mathematical Statistics with Applications. Duxbury, Boston, 1986.
- 22) SAS Institute Inc. SAS/STAT User's Guide. Release 6.03 Edition. Cary, North Carolina, 1988.