

어린이 보호구역에서의 차량 속도위반 특성 분석

The vehicle speeding characteristic analysis in the school zone

박재영* · 김도경**

Park, Jae Young · Kim, Do Gyeong

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

교통약자인 어린이들을 교통사고로부터 보호하기 위해 1995년에 “어린이보호구역의 지정 및 관리에 관한 규칙”이 행정자치부, 건설교통부, 교육부의 공동부령으로 제정되었으며, 이에 따라 범 정부차원의 “어린이 안전종합대책”이 2003년에 수립되어 현재까지 시행되어 오고 있다. 어린이 보호구역 개선사업은 2003년부터 2007년까지 1단계 사업이 시행되었으며, 이후 2008~2012년까지 2단계 어린이보호구역 개선사업이 실시 중에 있다. 어린이 보호구역의 지정 및 설치로 인해 보호구역 내에서 발생하는 어린이 교통사고는 점차적으로 감소하고 있는 것으로 나타나고 있지만 OECD 통계에 의하면 국내 14세 미만의 사망자수는 3.1명으로 OECD 전체 평균인 1.86명과 비교하면 아직도 높은 수준을 나타내고 있다. 어린이 교통사고 중 사망 및 중상사고와 같은 대형 사고를 줄이기 위해서는 차량이 어린이 보호구역을 일정속도 이하로 주행하도록 제한하는 것이 가장 중요한 요소 중 하나이며, 때문에 현재 어린이 보호구역 내에서의 제한속도는 30km/h로 규정되어 있다. 하지만 어린이 보호구역을 통과하는 차량들의 주행특성을 살펴보면 학교 산하의 어머니회 혹은 기타 다른 단체들에 의해 교통지도가 이루어지고 있는 등·하교 시간을 제외하고는 차량들이 제한속도 이상의 속력으로 주행하고 있는 실정이다. 이는 어린이 보호구역 설치 및 운영의 근본 취지에 반하는 것으로 아직까지도 어린이 보호구역이 효과적으로 운영되지 못하고 있으며 근본 목적을 달성하지 못하고 있는 것으로 평가할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 어린이 보호구역을 통과하는 차량들의 주행속도를 조사하여 어린이 보호구역의 제한속도 준수여부를 파악하고 제한속도 준수여부에 영향을 미치는 요인을 규명하고자 한다. 본 연구를 통하여 향후 어린이 보호구역을 통과하는 차량들의 주행속도를 감소시키고 나아가 어린이 보호구역 내에서의 어린이 안전성을 더욱 향상시킬 것으로 기대된다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위는 어린이보호구역 개선사업이 이루어진 서울시의 8개 초등학교를 대상으로 하였으며, 현장조사를 통한 보호구역내 시설물 조사와 제한속도 준수여부와 어린이 보호구역의 도로 및 시설특성과의 상관관계를 규명하기 위한 구간속도조사를 통하여 이루어 졌다. 속도조사의 경우 통학시간과 그 이외의 시간으로 나누어 각각 100대 정도의 차량에 대해 구간속도를 측정 하였으며, 자료 수집결과 총 1,600대의 차량 중 1,078대의 차량이(조사차량 중 약 67%) 30km/h 미만인 속도제한 규정을 준수하지 않고 그 이상의 속도로 어린이 보호구역을 주행하는 것으로 나타났다.

조사된 자료의 통계적 분석을 통하여 어린이 보호구역내 차로수, 차로폭, 과속방지턱의 유무, 도로내 유색포장, 보차분리 상태 등의 시설물 등이 주행 차량의 속도와 어떠한 상관관계를 가지고 있는지 파악하고자 한다. 전체적인 연구 수행의 흐름은 다음과 같다.

* 준회원 · 서울시립대학교 교통공학과 석사과정(E-mail : wodud0318@uos.ac.kr) -발표자

** 정회원 · 서울시립대학교 교통공학과 조교수 · 공학박사(E-mail : dokkang@uos.ac.kr)

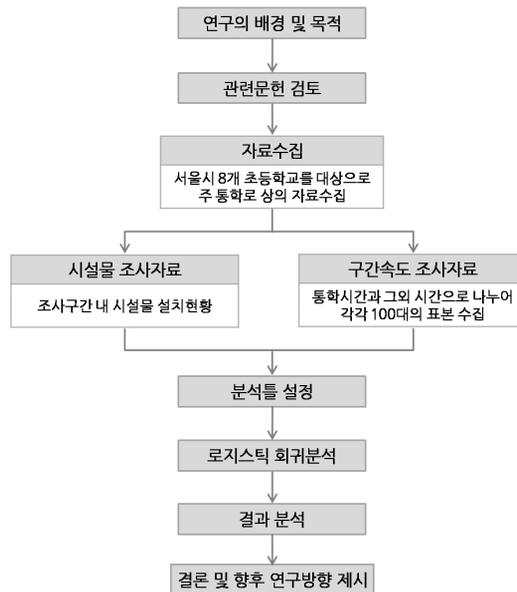


그림 1. 연구수행 과정

2. 관련문헌 검토

어린이보호구역과 관련된 선행연구는 계속적으로 이루어지고 있지만 대부분의 연구 자료가 어린이보호구역내 교통사고를 중심으로 이루어 졌기 때문에 본 연구에서는 선행 연구의 범위를 어린이보호구역에 한정하지 않았으며, 속도와 교통사고간의 연관관계를 규명하거나, 속도와 도로 시설물과의 연관성을 중심으로 한 기존 연구들에 대하여 검토를 수행하였다.

2.1 속도와 교통사고 발생

D. Solomon(1964)의 속도와 사고간의 연구에 따르면 차량 속도와 사고간에는 U자형의 곡선관계가 있음을 규명하였다. 이는 사고율은 평균주행속도로 주행한 차량의 사고율이 가장 낮고, 평균주행속도와 편차가 크면 클수록 사고율이 높은 것으로 나타났다.

Fildes, Rumbold and Leening(1991)은 노측면접조사를 통하여 사고자료를 수집하였는데 주행속도에 대한 차이와 사고율과의 관계가 U자형의 곡선이 아닌 직선의 형태라고 보고하고 있다.

위 연구결과에 따르면 차량의 속도가 증가함에 따라 교통사고의 발생률 또한 증가하며, 어린이보호구역내 교통사고를 감소시키기 위해서는 차량의 주행속도를 제한하는 것이 중요한 요소라 판단된다.

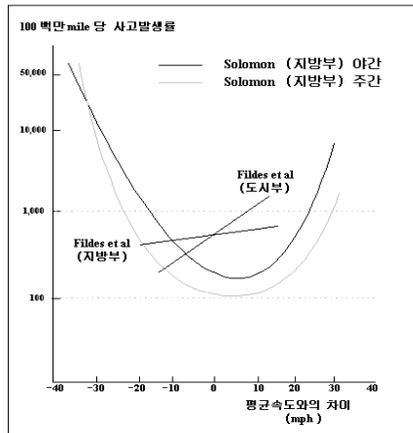


그림 2. 평균속도와 차이의 차이와 사고발생률
(윤진수, 차량의 속도위반특성 2004)

2.2 속도와 교통사고 심각성

D. de Waard와 T. Rooijers(1994)의 연구결과(An Experiment Study to Evaluate the Effectiveness of Different Method and Intensities of Law Enforcement on Driving Speed on Motorways)에 의하면 과속은 교통사고의 심각도를 가중시키며, 평균주행속도를 2~5Km/h 감소시킬 경우 부상 및 사망사고가 30%까지 감소 될 수 있다고 보고하고 있다.

국내 도로교통 안전관리공단의 교통사고 통계자료(2003년~2007년)에 따르면 법규위반별 교통사고 중 과속에 의한 사고가 다른 위반 사항보다 치사율 44%로 월등히 높은 것으로 나타나고 있다.

D. Solomon, Fildes, Rumbold and Leening의 연구 결과와 통계자료의 분석과 같이 속도의 편차로 인하여 교통사고의 발생률이 높아질 뿐만 아니라 사고의 심각성 또한 높아진다는 결론을 얻을 수 있으며, 이는 어린이보호구역내에서 대형 사고를 줄이기 위해서는 차량의 주행속도를 감소시키는 것이 보호구역내의 어린이 안전에 큰 영향을 미친다고 볼 수 있다.

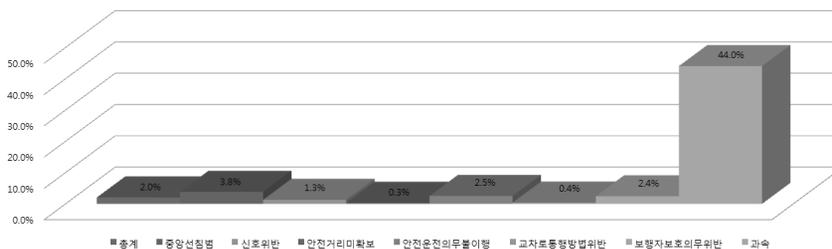


그림 3. 수도권 법규위반별 교통사고 평균 치사율(2003~2007년)

2.3 도로시설물과 속도와의 상관관계

어린이보호구역내 차량의 속도를 감소시키기 위한 대표적인 시설로 과속방지턱을 예로 들 수 있다. 강 경우(1996)의 연구에서는 차량의 속도는 과속방지턱의 설치지점에서 현저히 감소하였으며, 방지턱의 높이에 따라서 감소효과가 큰 것으로 나타났다. 하지만 한 개의 독립된 과속방지턱은 설치지점에서의 차량속도 감소효과 만을 가져오며 과속방지턱을 통과 후 20m지점에서는 차량의 속도가 다시 증가하는 것으로 발견되었다.

과천시 어린이보호구역을 중심으로 이루어진 최봉수(2005)의 연구에서는 어린이보호구역의 가변속도표출기(DFS) 설치 전·후의 속도를 비교 분석하였으며, 분석결과 규정속도인 30km/h로 이하로 운행하는 차량의 비율



이 설치 전 23.8% 설치 후 49.7%로 2배 이상 증가한 것으로 나타났다. 하지만 DFS시스템의 경우 직접적인 단속기능이 없기 때문에 추후 운전자들이 이에 대해 반응하지 않고 주행 할 수 있다는 단점을 내포하고 있다.

위 연구와 같이 차량의 속도를 감소시킬 수 있는 기법 및 시설물은 이 밖에도 많이 존재하고 있다. 하지만 각각의 설치시설물 간의 효과를 비교 분석하기 어려우며 어린이보호구역내에 획일적으로 설치하는 것 또한 바람직하지 않다. 본 연구에서는 현재 사업이 완료된 어린이보호구역내 대표적인 설치시설물들을 조사하고 각각의 시설물이 차량의 속도에 어떠한 영향을 미치는지 분석하여 어린이보호구역의 설치 및 유지·관리 시 투자의 우선순위를 결정하며 보다 안전하고 효율적인 사업이 이루어지는데 도움이 되고자 한다.

3. 자료 분석 및 변수 선정

3.1 자료의 수집방법

자료수집의 대상은 1단계 어린이보호구역 정비 사업이 완료된 서울특별시의 초등학교 중 경찰청 TAMS DB를 분석하여 사고빈도수가 높거나 사고 위험도가 높은 것으로 추정되는 8개 초등학교(신창, 창림, 오봉, 잠전, 삼양, 자양, 미아, 청계)를 대상으로 선정하였다.

주요 조사내용으로는 어린이보호구역내 주 통학로를 중심으로 통학시간과 그 이외의 시간으로 나누어 차량의 구간속도를 조사한 속도조사와 보호구역에 있는 신호기와 안전표지, 보호구역 도로표지, 도로폭, 과속방지 시설, 보차분리, 방호울타리 등의 시설물을 조사한 시설물 현황조사로 나누어 진행하였다.

3.2 변수 선정

조사된 속도자료와 시설물 현황자료를 정리하여 독립변수와 종속변수를 선정하였다. 독립변수의 선정에 있어서 횡단보도 신호기와 어린이 보호구역 안전표지, 보행자 방호울타리 등의 변수는 변수의 독립성이 결여되었거나 조사구간에 포함되지 않아 변수에서 제외하였고, 총 7개의 독립변수를 선정하였다.

표 1. 종속변수 선정

종속변수	정의
속도위반여부 (Y)	조사 구간 내 속도(제한속도:30km/h)위반여부 (위반:1, 준수:0)

표 2. 독립변수의 선정

변수명	기호	정의(단위)
1. 조사시간	X_1	구간속도조사 시간(통학시간:1, 아니면:0)
2. 차로수	X_2	조사구간의 왕복 차로 수
3. 차로폭	X_3	조사구간 도로의 1개 차로 당 평균 차로폭(m)
4. 보도폭	X_4	조사구간 도로의 평균 보도 폭(m)
5. 과속방지턱	X_5	조사구간의 과속방지턱 설치유무(있음:1, 없음:0)
6. 도로유색포장	X_6	조사구간 도로의 어린이보호구역 유색포장 상태(식별 가:1, 식별 불가:0)
7. 보차분리	X_7	조사구간의 보차분리 현황(분리:1, 비분리:0)

4. 속도위반 특성 분석

4.1 어린이보호구역내 주행 차량의 속도특성

조사된 자료의 분석결과 8개 초등학교의 평균 구간평균속도는 38.43km/h 이며, 속도의 편차는 8.49km/h로 나타났다. 일부 초등학교의 경우 속도편차가 10km/h 이상으로 사고의 위험성이 높을 것으로 판단된다.

표 3. 초등학교별 속도특성

학교명	구간속도의 평균값(km/h)	표준편차 (km/h)	학교명	구간속도의 평균값(km/h)	표준편차 (km/h)
신창초등학교	29.20	4.83	삼양초등학교	52.85	7.32
창림초등학교	27.05	10.45	자양초등학교	60.05	13.72
오봉초등학교	30.75	11.57	미아초등학교	49.45	11.31
잠전초등학교	21.95	4.56	청계초등학교	36.15	4.19
총 평균	38.43	8.49			

4.2 독립표본 t-검정

로지스틱 회귀분석은 종속변수가 이산적인 값을 나타낼 때 유용한 분석 방법으로 두 집단(제한속도 위반, 준수)의 평균 차이를 통계적으로 검정해보는데 의미가 있다.

즉, 각 범주의 변수 값이 비슷하다면 그 변수 값에 따라 범주를 판별하기가 힘들지만, 만일 각 범주의 변수 값이 다르다면 변수 값의 대소에 따라 범주를 판별할 수 있게 된다. 이렇게 각 범주 간 평균에 대한 검정을 위해서 독립표본 t-검정을 실시하였다.(박병호, 2009)

Levene의 등분산 검정결과 $P \leq 0.05$ 로 나타나 등분산이 가정되지 않았으며, 평균의 동일성에 대한 t-검정 결과 7개의 독립변수 모두 유의확률 ≤ 0.05 로 나타나 두 집단(제한속도 위반, 준수)간 차이가 있는 것으로 분석되었다.

표 4. 독립표본 t-검정

독립변수	Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정			
	F	유의확률	t	자유도	유의확률(양쪽)	평균차
X_1	3.927	0.048	-2.670	1598	0.008	-0.071
X_2	436.270	0.000	28.954	1598	0.000	1.742
X_3	19.082	0.000	6.937	1598	0.000	0.2
X_4	489.834	0.000	11.530	1598	0.000	0.824
X_5	273.836	0.000	-20.629	1598	0.000	-0.489
X_6	88.154	0.000	13.637	1598	0.000	0.333
X_7	923.158	0.000	24.652	1598	0.000	0.485

4.3 로지스틱 회귀분석

종속변수가 두 개의 값만을 가질 경우 일반 회귀분석에 필요한 가정들을 필연적으로 위반하게 되어 로지스틱 회귀분석이나 판별분석을 사용하게 된다. 로지스틱 회귀분석에서는 정규성과 등분산성에 대한 가정을 만족해야 하는 판별분석과는 달리 이러한 가정이 엄격히 적용되지 않는다. 오히려 판별분석에 필요한 가정이 만족될 경우에도 로지스틱 회귀모형이 보다 잘 설명하고 있음을 보여주고 있다.

본 연구에서는 이항 로지스틱 회귀분석 기법을 속도위반 특성에 적용함에 있어, 속도위반 데이터를 “0”과 “1”의 위반 유무 값으로 변형하여 사고여부를 예측한다. 여기에서 종속변수 “1”은 제한속도 위반확률이 100%임을 뜻하게 된다.

$$P(F_i = 1|X_i) = \frac{\exp[f(X_i, \beta)]}{1 + \exp[f(X_i, \beta)]} \tag{1}$$



여기서, F_i : 대상구간에서의 제한속도 위반($F_i=1$) 또는 제한속도 준수($F_i=0$)을 나타내는 종속변수

X_i : 어린이 보호구역내 차량속도에 영향을 미치는 독립변수

$f(X_i, \beta)$: X_i 와 파라미터 β 로 구성된 함수

위의 로지스틱 함수는 X_i 와 β 에 대하여 비선형이지만 다음과 같이 선형식으로 변환시킬 수 있다.

$$P' = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = f(X_i, \beta) \quad (2)$$

이와 같은 변환을 로지스틱 변환이라 하며, 여기서 P' 을 로짓(Logit)이라 부른다. 로지스틱 회귀분석에서는 우도(Likelihood), 즉 사건의 발생가능성을 크게하는 최대우도추정법을 이용하여 계수를 추정한다(이용준, 2006).

4.4 로지스틱 회귀분석 결과

조사된 자료의 로지스틱 회귀분석 결과 모형의 P 값이 0.000으로 통계적으로 유의하며, Nagelkerke R^2 값도 0.646으로 추정되어 모형의 변수들에 대하여 설명력을 가지고 있음을 보여준다.

표 5. 로지스틱 회귀분석 결과

독립변수	B	S.E	Wald	자유도	유의확률	Exp(B)
X_1	-0.583	0.154	14.271	1	0.000	0.558
X_2	3.472	0.463	56.155	1	0.000	32.207
X_3	0.994	0.735	1.826	1	0.177	2.701
X_4	-1.275	0.406	9.879	1	0.002	0.279
X_5	-0.220	0.690	0.101	1	0.750	0.803
X_6	-2.585	0.435	35.301	1	0.000	0.075
X_7	-0.931	0.673	1.915	1	0.166	0.394
Constant	-7.732	3.307	5.466	1	0.019	0.000
-2 Log 우도 : 1048.99						
Nagelkerke R-제곱 : 0.635						
모형의 카이제곱 : 971.77(유의확률 0.000)						

조사시간(X_1)의 경우 속도위반과 음(-)의 관계를 가지고 있는 것으로 나타나고 있으며, 이는 통학시간 보다 그 이외의 시간에 운전자들이 과속으로 통과한다는 것을 의미한다. 또한 이는 통학시간에 이루어지는 학부모들의 교통지도가 차량의 속도 감소에 어느정도 영향을 미치고 있다고 볼 수 있겠다.

차로수(X_2)의 경우 속도위반과 양(+)의 상관관계를 가지고 있는데, 이는 차로수가 증가함에 따라 운전자들의 속도위반 확률도 함께 증가한다는 것을 나타낸다. 차로수가 많은 간선도로 상에서 차량의 속도가 상대적으로 높게 나타나고 있음을 설명해 주고 있다. 이는 간선도로와 접해있는 어린이보호구역의 경우 기타 어린이보호구역에 비하여 차량의 속도위반이 더 많은 비율로 나타난다는 것을 의미한다.

보도폭(X_3)의 경우 속도위반과 음(-)의 관계를 가지고 있는 것으로 나타나고 있으며, 이는 보도폭이 좁은 도로에서 그렇지 않은 도로보다 과속이 더욱 많이 발생한다는 것을 의미한다. 일반적으로 보도폭의 경우 차량의 속도에 영향을 주지 않지만 보차분리가 이루어지지 않은 도로에서 보도폭이 넓으면 상대적으로 차로폭의 넓이가 좁아지기 때문에 차량의 속도가 감소하는 것으로 보인다.

도로유색포장(X_6)의 경우 속도위반과 양(+)의 상관관계를 가지고 있는 것으로 나타난다. 이는 어린이보호구역내 노면 표시의 시인성이 뛰어난 경우 차량의 속도위반 확률이 감소한다는 것을 의미하며, 이는 보호구역내 유색노면표시가 운전자에게 어린이보호구역이라는 경각심을 심어줌으로서 차량의 속도 감소에 영향을

미치고 있는 것으로 판단된다.

차로폭(X_3), 과속방지턱(X_5), 보차분리(X_7)는 속도위반과의 상관관계 없는 것으로 나타났으며, 과속방지턱의 경우 강경우(1996)의 연구결과와 같이 차량의 속도감소 효과는 있지만 그 효과범위가 짧기 때문에 구간속도를 이용한 어린이보호구역내 차량의 속도변화에는 큰 영향을 주지 않는 것으로 판단된다.

위와 같이 독립변수 중 조사시간, 차로수, 보도폭, 도로유색포장이 차량의 속도위반과 관련이 있는 변수로 나타났다.

5. 결론 및 향후 연구방안

본 연구에서는 1단계 어린이보호구역 사업이 완료된 서울시 8개 초등학교의 시설물 현황 및 구간속도 조사 자료 바탕으로 하여 로지스틱 모형을 이용한 차량의 속도위반 특성에 대하여 연구하였다.

분석결과 개발된 모형식의 카이제곱 P 값이 0.000으로 통계적으로 유의하며, Nagelkerke의 R-제곱 값이 0.635로 추정되어 모형의 변수들을 잘 설명하고 있는 것으로 분석되었다.

변수들의 분석결과 조사시간, 차로수, 보도폭, 도로의 유색포장이 $\alpha=0.05$ 에서 유의한 변수로 나타났으며, 그 중 차로수와 도로의 유색포장상태가 차량의 과속여부와 가장 큰 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 과속방지턱의 경우 일정 구간의 차량속도의 감소효과는 있지만 그 효과의 범위가 짧기 때문에 어린이 보호구역내 차량속도를 제한하기 위해서는 일정구간을 기준으로 한 연속적인 설치가 필요하다고 판단되며, 대부분의 어린이보호구역 사업이 도로의 확장을 배제하고 사업을 시행하기 때문에 사업시행 시 보차분리를 통한 보행로 확보 및 도로다이어트를 통한 보행공간의 추가 확보가 필요하다고 판단된다. 학생들의 주 통학로가 간선도로와 같은 큰 도로와 접해있을 경우 차량의 속도 제한을 위한 여러 가지 시설물의 도입이 필요하다고 판단된다.

본 연구에서는 어린이보호구역내 보편적인 설치시설물 및 현황을 중심으로 속도위반 특성에 관하여 분석하였지만 위에서 언급한 독립변수들만으로 어린이 보호구역내 차량의 속도를 제한하기는 많은 어려움이 있다고 판단된다. 앞으로 보다 효율적이고 안전한 어린이 보호구역을 만들기 위해서는 차량속도의 속도와 가장 상관관계가 큰 시설물에 대한 우선적인 투자 및 관리가 이루어 져야 하며, 차량의 속도를 보다 효과적으로 제어할 수 있는 시설 및 방법론에 대하여 지속적인 연구가 이루어 져야 할 것으로 판단한다.

감사의 글

본 연구는 2009년 서울시립대학교 교내연구비 지원 사업으로 이루어진 것으로 본 연구를 가능케한 학교 당국에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 강경우(1996), “차량속도변화에 따른 과속방지턱의 효과분석”, 교통안전 연구논문집, 도로교통안전협회, 15('96.12), pp 53-63.
2. 박병호, 양정모, 김준용(2009) “사고위치별 로지스틱 회귀 교통사고 모형”, 한국도로학회 논문집, 한국도로학회, 제11권, 제2호, pp 17-25.
3. 윤여환(2007). “차량의 속도특성을 이용한 도로 안전성 평가 방법 개발.” 박사학위논문. 명지대학교.
4. 윤진수(2004). “경기도 지역의 차량속도위반 특성 연구.” 석사학위논문. 한양대학교.
5. 정도영(2008). “어린이 보호구역 설치에 따른 교통사고 감소효과 분석.” 석사학위논문. 서울시립대학교.
6. 최봉수(2005). “어린이보호구역 내 DFS 설치에 따른 속도변화에 관한 연구.” 석사학위논문. 아주대학교.
7. 생활안전연합(2005). “우리나라 어린이보호구역 실태조사.” 생활안전연합 · KIA MOTORS