

# 간선도로 최고속도제한 하향이 교통사고에 미치는 영향 및 효과분석 - 부산광역시를 중심으로 -

임창식\* · 최양원\*\*

Lim, Chang-Sik\*, Choi, Yang-Won\*\*

## Study of Downward Speed Limit of Main Roads on Traffic Accident and Effect Analysis - In Busan Metropolitan City -

### ABSTRACT

The purpose of this study is to evaluate the effect of downward speed limit of urban arterial roads at 29 sites in Busan Metropolitan Police Agency to reduce road traffic accidents from '10 to '15. As a result of analyzing the traffic accidents occurred for 1~3 years after the decrease in the speed limit, the number of traffic accidents · decreased by 3.09% and the number of injured persons decreased by 8.76%, but the number of deaths decreased by 36.73% The results of this study are as follows. The average speed reduction rate of 6.31km/h was decreased by investigating the change of the vehicle speed before and after the downward speed limit, and the change of average speed was statistically significant in most of the sections. The rate of compliance with the speed limit increased by 10.26% p, which is considered to have greatly improved overall traffic safety. A survey conducted by residents near the target area with a lower speed limit showed that 57.9% of the respondents felt the driving speed of the vehicle was lowered. However, this project was focused on vehicles with limited speed road signs and traffic safety signs, Only 25.8% of respondents said walking safety was improved. In the future, it is necessary to consider the safety of pedestrians by improving roads around roads such as road curvature and separation. In addition, there is a clear positive result in terms of decreasing the fatal accidents in the downward speed limit zone of Busan Metropolitan Subway. However, more detailed analysis is needed for the 29 accidents. Therefore, it is expected that traffic practitioners will be able to utilize it as a basis to increase the accident reduction effect by setting an appropriate speed limit based on the easy and objective grounds.

**Key words :** Arterial highway, Speed limit, Average traffic speed, Retardation also, Effectiveness analysis

### 초록

본 연구는 부산지방경찰청이 간선도로 교통사고 감소를 위해 '10년부터 '15년까지 실시한 총 29개 구간을 대상으로 도시부 간선도로 제한속도 하향의 효과를 평가하였다. 제한속도 하향 전·후 1년~3년간 발생한 교통사고 통계를 분석한 결과, 교통사고 건수는 3.09%, 부상자수는 8.76%가 감소하여 미미한 것으로 나타났으나 사망자수는 36.73%가 감소하여 제한속도 감소효과가 높은 것으로 분석되었다. 제한속도 하향 전·후 차량 주행속도를 변화를 조사하여 평균 6.31km/h가 감소한 것으로 나타났고, 대부분의 구간에서 평균 주행속도의 변화가 통계적으로 유의하여 제한속도 하향의 효과가 있는 것으로 나타났다. 제한속도 준수율은 10.26%p 증가하여 전반적으로 교통안전이 크게 개선된 것으로 평가된다. 제한속도가 하향된 대상구간 인근 거주자를 대상으로 실시한 설문조사 결과, 응답자의 약 57.9%가 차량의 주행속도 하향을 체감하는 것으로 조사되었지만 이번 사업이 제한속도 노면표시, 교통안전표지 설치 등 차량에 초점을 맞춰 실시되었기 때문에 응답자의 약 25.8%만이 보행안전도가

\* 정희원·교신저자·도로교통공단 부산지부 차장대우 (Corresponding Author·Busan Branch of Road Traffic Authority·cslim@koroad.or.kr)

\*\* 종신희원·영산대학교 드론교통공학과 교수 (Yeongsan University·ywchoi@ysu.ac.kr)

Received September 4, 2017/ revised September 10, 2017/ accepted December 12, 2017

향상되었다고 밝혔다. 앞으로는 도로굴곡, 보차분리 등 생활도로 주변을 개선하여 보행자 안전까지 고려하는 것이 필요하다고 판단된다. 아울러, 부산 도시부 간선도로 제한속도 하향 구간의 사망사고를 감소시키는 측면에서 분명히 긍정적인 결과를 보이고 있으나 조사대상 29개 구간 중 사고가 증가된 구간이 10개 구간으로 보다 세부적인 분석이 향후 필요하다. 따라서 궁극적으로는 교통실무자가 쉽고, 객관적인 근거를 바탕으로 적절한 제한속도를 설정하여 사고감소 효과를 증대시키는 근거 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

**검색어** : 간선도로, 최고속도제한, 평균통행속도, 지체도, 효과분석

## 1. 서론

### 1.1 연구배경 및 목적

최근 5년간('10~'15년) 발생한 교통사고 통계(경찰청)에 따르면 전체 교통사고 발생건수의 72.1%, 총 사망자의 51.2%가 도시부에서 발생하고 있는 것으로 나타났고, 연간 사고건수 증가율은 도시부가 1.31%로 전국의 0.45%보다 높았고, 사망자 감소율은 전국보다 도시부가 -0.22%로 낮게 나타났다.

이에 '12~'13년에 걸쳐 서울경찰청과 인천경찰청은 도시부 도로교통사고 감소를 위해 43개 구간(서울 : 이면도로 위주 9개, 인천 : 간선도로 위주 34개)을 대상으로 제한속도 하향 시범운영을 시행한 결과, 전국 평균보다 전체 교통사고 및 보행자 교통사고가 3배 이상 감소한 것으로 조사되었다. 특히 도심지역을 대상으로 사업을 시행한 서울의 경우 교통사고 사상자가 41.7% (103명→60명)나 감소하여 상당한 효과가 있는 것으로 평가되었고, 경찰청은 이러한 시범운영 결과를 바탕으로 제한속도 하향사업을 전국적으로 확대 실시하였다.

그러나, 현장에서 속도관리 업무에 종사하는 교통실무자가 구체적인 제한속도를 설정할 수 있는 방법부재에 따른 문제점이 있다. 도시부도로는 기능과 주어진 도로변 조건이 매우 다양하여 실무자의 경험과 직관 또는 민원에 따라 제한속도를 설정할 경우, 구체적 설정 근거 부족으로 속도단속의 정당성 확보가 곤란하므로 제한속도 신뢰수준 저하로 준수율이 낮은 원인을 제공할 수 있다. 본 연구의 목적은 차량 교통정보 빅데이터를 활용하여 도시부도로에서 도로구간의 제한속도를 정하고자 할 때, 교통실무자가 쉽고, 객관적 근거를 바탕으로 적절한 제한속도를 산정할 수 있는 계기를 마련하기 위해 제한속도와 운영속도, 운영속도와 사고율 관계, 제한속도 운영 시 사고감소효과를 검증코자 하였다.

### 1.2 연구내용 및 방법

이에 본 연구는 부산광역시에 도로를 대상으로 '10년부터 최고속도가 하향된 구간을 도로의 기능, 도로의 지역적 위치, 해당조건에 따라 차등화 된 최대속도를 정하고 제한속도 하향사업의 효과를 평가하기 위해 사업 전후의 교통사고 변화를 비교하고, 사고 변화의 기저에 놓인 주행속도 변화율과 거주자 만족도 변화 등을 조사검토 하였다.

## 2. 이론 및 선행연구 고찰

### 2.1 국내외 제한속도 설정기준

#### 2.1.1 국내기준

현행 도로교통법(2016.7.28.) 제17조 1항 및 동법 시행규칙 제19조 1항에 법정 최고속도제한 기준은 일반도로에서 60km/h 이내 다만, 편도 2차로 이상의 도로에서는 80km/h 이내로 규정하고 있다.

제한속도는 교통안전시설심의를 거쳐 변경이 가능한데, 일반도로는 차로수, 주행속도 및 도로주변 여건 등을 고려하여 편도 1차로 도로는 40km/h, 편도 2차로 이상은 60~70km/h로 낮출 수 있다. 제한속도를 낮출 경우 법적 효력 발생을 위해 반드시 제한속도 표지판을 설치해야 하며, 표지판 미설치 도로는 기본적으로 도로교통법의 제한속도를 적용받게 된다.

도시부 최고속도제한 운영지침(경찰청)은 도시고속도로 90~60km/h, 주간선 70~50km/h, 보조간선 50~40km/h, 집산도로 40~30km/h, 국지도로 30~20km/h, 보행자 등 교통약자의 통행이 많은 주거지역 등 특정지역에 대해 '30km/h 지역'을 설정할 수 있다고 규정하고 있으나 실무자가 적정 제한속도 산정시 주관적 경험에 의존하여 제한속도를 결정할 가능성이 여전히 높다고 할 수 있다(Table 1).

#### 2.1.2 외국기준

호주에서는 도시간선도로 60km/h이고, 집산도로와 국지도로에서는 50km/h이다. 그 외 많은 OECD 국가에서는 도시간선도로

Table 1. Current Statutory Maximum Speed Limits in Korea

Classification		Maximum speed	Minimum speed
General road	Directional 1 lane	60 km/h	-
	More than directional 2 lane	80 km/h	-
Expressway		90 km/h	30 km/h
Freeway	Directional 1 lane	80 km/h	40 km/h
	More than directional 2 lane	100 km/h	50 km/h
	Designated by metropokitan	110 km/h	60 km/h

Reference : Korean National Police Agency, Traffic safety facilities & Management Manual(2011)

Table 2. General Speed Limits in OECD Country

Country	Urban arterial (km/h)	Local and collector road (km/h)	Country	Urban arterial (km/h)	Local and collector road (km/h)
Australia	60~70~80	50	Mexico	80	20~60
Austria	50	50, 40 (residential)	Netherlands	50~70	50
Canada	50~60	40~50	New Zealand	50~80	50
Czech republic	50~60	50	Norway	50	30~50
Denmark	50	50	Poland	50	50
Finland	50	30~40~50	Portugal	50~90	50
France	50	30~50	Russian	60	60
Germany	50	50	Sweden	50~70	30~50
Greece	50~70~90	40~50 (collector), 30 (local)	Switzerland	50	50
Iceland	50~60	50 (collector), 30 (local)	United Kingdom	48~64	32~48
Ireland	50~80	50	USA <sup>1)</sup>	48~88	40~56
Korea	60 (directional 1 lane) 80 (more than directional 2 lane)				

Reference : Austroads, Guide to Road Safety, 2008. 2, 1) Varies by state

50km/h가 광범위하게 이용되고 있고, 집산도로와 국지도로에서는 30~40km/h를 주로 사용한다(Austroads)(Table 2).

OECD/ITF 국가 대부분은 도시부에서 승용차의 기본 제한속도(Default Speed Limits)를 50km/h로 규정하고 있다. 낮은 제한속도(30km/h)는 주거지역과 학교주변 등에 적용되며, 60km/h를 기본적으로 최고속도로 제한하는 나라는 폴란드, 칠레와 한국에서 적용하고 있다고 한다.

일본은 2009년 ‘제한속도 결정의 지향점에 관한 조사연구’ 결과를 기초로 일반도로는 실제속도를 기준으로 시가지에서 교통사고의 위험성, 중앙분리대 유무, 보행자 보호 등 3개 요인을 고려하여 속도규제기준(12가지)을 정하였다.

미국은 연방정부가 1974년 이후부터 규제해 온 55mph 제한속도를 폐지(1995. 4)하고, 해당 주 모든 도로(도시부, 지방부 등)의 제한속도를 주 정부가 자체적으로 정하도록 권한을 위임하였다(TRB).

스웨덴(WHO, 2008)은 1960년대 이후 ‘Vission zero’ 철학으로 사망과 부상방지에 부합하는 최고속도제한을 설정하고 있으며, 유럽 내에서도 제한속도 정립의 좋은 예로 벤치마킹 대상이 되고 있다.

WHO(2013, 2015)는 세계 180개국 중 97개국이 도시지역 최대 제한속도가 50km/h와 같거나 낮으며, 사고감소효과에 근거해서 더 많은 나라가 50km/h를 최대속도로써 도입을 장려하여야 한다고 강조하고 있다. 이들 국가에서 예로 도시순환도로 같은 특별한 환경에서 예외적으로 증가된 속도를 적용하고 있다.

## 2.2 제한속도 산정방법

일반적 제한속도(General Speed Limits) 설정방법은 넓은 범위와 도로의 종류에 따라 설정되는 법정 제한 속도이며, 이것이 적합지 않은 도로에 대해서는 구간 제한속도(Speed Zoning) 설정방법이 사용된다(TRB).

### 2.2.1 공학적 접근방법(Engineering Study Method)

운영속도방법(Operating Speed Method) - 대부분의 공학적 방법으로 85백분위 속도를 기준으로 1차 속도를 결정하고 교통조건, 기하구조 등에 따라 조정하는 방법이며, 특히 지방부 도로에서 많이 적용하고 있다.

도로위험방법(Road Risk Method) - 또 다른 공학적 접근방법으로 도로의 기하구조 설계와 교통조건 간 관련 위험에 따라 제한속도를 설정하는 방법이다. 선택된 기본속도에 도로변의 다양한 조건에 따라 조정하는 것은 운영속도방법과 같지만 주요 결정요소가 도로의 기능과 도로변의 개발수준에 따라 최고속도제한이 조정된다는 것이다.

### 2.2.2 최적화 접근법(Optimal Speed Limits)

통행속도가 사회적 비용/편의 관점에서 최적이 되도록 환경비용과 사고비용, 통행시간, 연료소모량 등을 종합적으로 고려하여 사회·경제적 비용이 최소가 되는 최고속도제한을 결정하게 되며, Hosseinlou et al.(2015)은 사회적 관점에서 이란의 고속도로 최적제한속도는 운전자 관점보다 10km/h 낮게 나타났고, 다음과 같은 관계에 있다고 한다.

$$\text{최적제한속도} \leq \text{최대제한속도} \leq \text{설계속도} \quad (1)$$

### 2.2.3 전문가 시스템 접근법(Expert System Approach)

전문분야 전문가의 행동과 판단을 모사하는 추론절차와 지식을 이용하는 컴퓨터 프로그램에 의한 방법(Knowledge Base & Inference Procedure)으로 호주 빅토리아주가 1987년에 구간속도 결정을 위한 통일되고 일정한 접근방법을 개발하기 위해 처음 착수하였다(TRB). 미국의 전문가 시스템(USLIMITS2)은 ‘Speed zone’에서 적정 제한속도를 결정하기 위해 사용되고 있다. 호주의 시스템과 유사하며, 모든 도로에서 제한속도를 결정하기 위해 고안되었다. 웹기반(Web-Based Expert Advisor System) 사용자 프로그램으로 자료가 주어지면 주어진 조건에 추천되는 제한속도와 주의정보를 출력하여 제한속도 설치시 보조자 역할을 해준다. 제한속도 산정방법 비교표는 Table 3과 같으며, 본 연구는 공학적(운영속도) 방법을 적용하였다.

### 2.3 속도와 교통안전

Cirillo(1968)는 미국 20개 주간 고속도로에서 수집된 자료분석을 통해 차량의 평균통행속도로부터 위, 아래 구간에 있을 때 사고율이 증가한다고 하였다.

Garber and Gadirau(1988)은 버지니아 도로의 속도분산과 사고영향 연구에서 사고율은 모든 도로종류에서 속도분산이 증가할수록 증가하며, 속도분산은 설계속도와 최고속도제한 간 차이가 5~10 mph 사이에 있을 때 최소가 되는 경향이 있다고 하였다.

Hauer(2009)는 Solomon, D.의 연구에서 밝힌바와 같이 속도와

사고율 관계에서 속도가 낮거나, 높을수록 증가하며, 부상사고, 물적 피해사고는 속도가 높을수록 기하급수적으로 증가한다고 하였다.

Parker(1997)와 Stuster and Coffman(1998)의 제한속도 변경에 따른 효과 연구에서 단순히 속도가 높으면 사망이나 부상사고 위험이 증가한다고 하였고, 특히 많은 연구에서와 같이 대다수 운전자가 통행하는 속도보다 매우 빠르거나 늦게 운행할 때 사고위험은 기하급수적으로 증가한다고 하였다.

Fildes(1991) 연구는 지방지역의 과속 운전자 사고율이 높지만 초기 해외 연구에서 발견된 것보다 낮았다. 속도와 사고관계는 단순선형관계이거나 약한 곡선 함수로 평균속도보다 높거나 낮으면 사고율은 비례해서 증감하며, 평균으로 주행하는 차량에게 어떤 이점도 나타나지 않았다고 하였다.

OECD/EMCT에 의하면 Kloeden et al.의 연구에서 특히, 도시 지역에서 빠르게 운행차량은 다음 Fig. 1과 같이 사고위험이 높다는 것을 발견하고, 평균속도와 비교해서 낮은 속도로 운행하는 것은 사고 위험을 증가시키지 않는다고 하였다.

Taylor et al.(2000) 연구는 높은 속도는 더 많은 사고를 의미하며, 속도가 높을수록 속도증가에 따라 사고빈도는 더 빠르게 증가한다고 한다(Fig. 2).

Nilsson(2004)은 평균 통행속도 변화와 사고빈도와의 관계(Power Model)를 다음과 같이 정의하고 지수를 산정하였다.

$$\frac{\text{속도변화후사고}}{\text{속도변경전사고}} = \left( \frac{\text{변경후속도}}{\text{변경전속도}} \right)^\alpha \quad (2)$$

Table 3. Comparison of Approaches to Setting Speed Limit

Approach	Data required	Advantages & Disadvantages
Engineering (Operating Speed)	The existing speed profile as well as data on accesses, pedestrian/bicycle traffic, curbside parking, etc.	+ Does not place an urban burden on enforcement, and provides residents and businesses with a valid indication of actual travel speeds. - Speed limits are often set lower than the 85th percentile speed.
Engineering (Road Risk)	Functional classification of the road, setting(urban/rural), surrounding land uses, access, design features of the road.	+ The speed limits and the function of the road are aligned. - The road risk methods may result in speed limits that are well below the 85th percentile speeds, resulting in an increased burden on enforcement if remedial measures are not employed(i.e, traffic calming, etc.)
Optimal Speed Limits	Cost models and input data to account for air pollution, crashes, delay, etc.	+ Provides a balanced approach to setting speed limits that is considerate of many(if not all) of the impacts that speed has on society - Data collection and prediction models may be difficult to develop and are subject to controversy among professionals.
Expert System	Data needs depend on the system, but generally require the same data as used in the engineering approaches	+ A systematic and consistent method of examining and weighing factors other than vehicle operating speeds. It provides consistency in setting speed limits within a jurisdiction. - Practitioners can rely on only output from the expert system without review of the results.

Reference : Forbes, G. J., et al. Method and Practices for Setting Speed Limits, p. 24

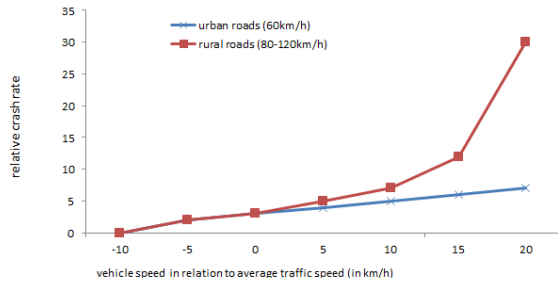


Fig. 1. Relative Injury Accident Rate on Urban Roads and Rural Roads for Vehicles Going Faster and Slower Than Average Speed

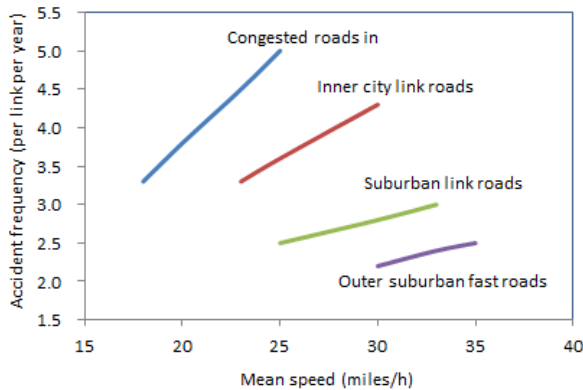


Fig. 2. Accident Frequency Againsts Mean Speed for Urban Road Groups

여기서,  $\alpha$ 는 속도변화율에 따른 사고형태 변화율을 추정하기 위한 지수로써 Power라고 한다.

Fig 3에서 볼 수 있는 것처럼 대략적으로 평균속도가 5% 증가하면 모든 부상사고 10%, 사망사고 20% 증가, 평균속도가 5% 감소하면, 모든 부상사고 10%, 사망사고 20% 감소한다고 하였다.

Elvik et al.(2004)은 1966부터 2004년에 발표된 20개국 기준 98개 논문 460개 자료의 평균통행속도와 사고율 변화 관계에 대한 메타분석(Meta-Analysis)을 통해, 지방과 도시지역 도로에서 과거 Nilsson에 의해 제안된 Power Model과 유사한 결과를 도출하였다. 통행속도의 작은 변화에도 물적피해 사고는 유사하게 변하지만, 사망사고는 속도변화의 4배가 된다고 하였다.

Elvik(2009)은 2004년 파워 모델이 도로의 종류와 초기속도 크기에 관계없이 일정한 지수를 갖는 한계점을 지적하면서, 17개 논문 66개 자료를 추가하여 526개 파워 추정 자료로 새로운 분석을 시도하였다. 연구결과, 초기속도가 높은 지방지역과 고속도로에서 도시지역과 주거지역도로보다 높은 지수가 산정되었다.

Elvik(2013)은 파워모델은 속도변화율이 같으면 사고영향이 같지만, 초기속도가 높을수록 사고영향 효과가 크다는 사실을 통해

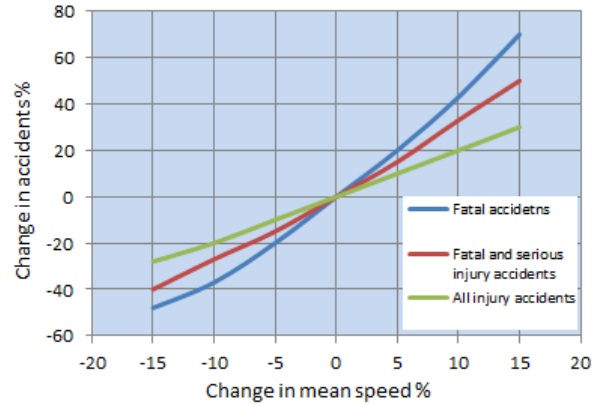


Fig. 3. Illustration of the Power Model and the Relationship between Percentage Change in Speed and Relative Change in the Number of Injured

지수함수가 파워모델 보다 다소 적합하다고 하였다. 이와 유사한 선행연구로 Hauer and Bonneson(2006)은 지수함수를 개발하였다.

요약하면, 일반적으로 제한속도가 감소하면, 평균속도도 감소하며, 사고건수와 사고심각도는 최고속도제한이 낮고, 속도표준편차가 감소할 때 줄어든다.

### 3. 제한속도 하향 구간

#### 3.1 조사 대상

부산지역에서는 부산지방경찰청 주도로 '10년부터 제한속도를 하향 조정하였으며, 총 29개소 전체를 대상으로 조사를 실시하였다. '도시부 제한속도 운영지침'에 따라 다른 지역보다 교통사고가 많이 발생(특히 보행자 사고)하는 구간, 같은 도로임에도 관할에 따라 제한속도를 달리 운영하는 구간, 다수의 민원 구간 등을 고려하여 부산지방경찰청 교통안전시설심의회를 거쳐 제한속도가 하향 조정된 구간은 Table 4와 같다.

#### 3.2 사업 내용

구간별로 제한속도를 낮추는 대상은 여러 조건 별 차이가 있지만 총 29개소 중 편도 2차로 도로가 3개소, 3차로가 15개소, 4차로가 7개소, 5차로가 4개소이며, 10km/h~20km/h 이하로 제한속도를 낮추었다(Table 5).

제한속도 하향구간에 설치하는 교통안전시설물은 별도로 정해진 기준이 없고, 각 지자체의 예산범위 내에서 집행하되, 대상구간의 진출입부에는 최고속도제한 노면표시와 표지판을 필수로 설치하고, 교차로 노면도색 등 기타 교통안전 시설물은 선택적으로 적용하였다.

Table 4. Downstream Speed Limit

No.	Date	Road name	Road length (km)
1	'10.04.08.	Jungang-daero	23.3
2	'10.04.08.	Geoje-daero	3.1
3	'10.04.08.	World cup-daero	2.0
4	'10.04.08.	Suyeong-ro	8.1
5	'10.04.08.	Bansong-ro	4.9
6	'10.04.08.	Centum nam-daero	0.2
7	'10.04.08.	Suyeonggangbyeon-daero	0.4
8	'10.04.08.	APEC-ro	0.8
9	'10.04.08.	Haeun-daero	2.4
10	'10.04.08.	Gaya-daero	8.0
11	'10.04.08.	Baegyang-daero	8.0
12	'10.04.08.	Bosu-daero	3.5
13	'10.04.08.	Hakgam-daero	2.0
14	'10.04.08.	Nakdongnam-ro	3.4
15	'10.04.08.	Nakdong-daero	5.8
16	'10.04.08.	Nakdong-daero	2.2
17	'11.03.23.	Suyeonggangbyeon-daero	2.2
18	'11.10.07.	Hwangnyeong-daero	2.3
19	'13.01.29.	Nakdongnam-ro	4.0
20	'13.11.07.	Suyeonggangbyeon-daero	3.0
21	'14.02.25.	Daeyeong-ro	0.6
22	'14.07.03.	Gonghang-ro	12.5
23	'14.07.03.	Garak-daero	5.4
24	'14.07.03.	Nakdongnam-ro	5.9
25	'14.07.03.	Nakdongnam-ro	1.4
26	'15.07.16.	Sinhangnam-ro	2.8
27	'15.08.31.	Chungmu-daero	0.8
28	'15.12.17.	Sinjeongwan-ro	9.5
29	'15.12.17.	Chungjang-daero	4.3

Table 5. Speed Limit Reduction by Major Sections

Road name	Lane (Single)	Speed limit (km/h)	
		before	after
Jungang-daero	4	70	60
Geoje-daero	5	70	60
World cup-daero	4	70	60
Suyeong-ro	3	70	60
Bansong-ro	3	70	60
Centum nam-daero	5	70	60
Suyeonggangbyeon-daero	3	70	60
APEC-ro	4	70	60
Haeun-daero	3	70	60
Gaya-daero	5	70	60
Baegyang-daero	3	70	60
Bosu-daero	3	70	60
Hakgam-daero	4	70	60
Nakdongnam-ro	4	70	60
Nakdong-daero	3	70	60
Nakdong-daero	3	70	60
Suyeonggangbyeon-daero	3	80	60
Hwangnyeong-daero	2	60	50
Nakdongnam-ro	3	80	70
Suyeonggangbyeon-daero	3	80	60
Daeyeong-ro	2	60	50
Gonghang-ro	4	80	70
Garak-daero	4	80	70
Nakdongnam-ro	3	80	70
Nakdongnam-ro	3	70	60
Sinhangnam-ro	3	80	70
Chungmu-daero	3	60	50
Sinjeongwan-ro	2	80	70
Chungjang-daero	5	80	70

Table 6. Number of Traffic Accidents and Thoughts

Section	Number of Accidents	Number of injured	
		Deaths	Injured
Speed down Before	2,690	67	4,359
Speed down After	2,607	49	4,008
Rate of change (%)	-3.09	-36.73	-8.76

#### 4. 교통사고 감소효과 선정 및 적용방안

##### 4.1 제한속도 하향 전·후 교통사고 분석

제한속도 하향 전 1년~3년 대비 속도하향 후 1~3년 간 교통사고 변화를 분석한 결과, 교통사고 건수와 사상자 수는 각각 3.09%, 8.76%씩 감소했으며, 특히 사망자수는 36.73%가 감소한 것으로 나타났다(Table 6).

##### 4.1.1 차로수별 교통사고

차로수별 사고건수 및 사상자수 변화를 살펴보면, 2차로의 경우

개소당 평균 3.4건, 3.4명이 증가하였고, 3차로는 0.4건에 5.9명, 4차로는 9.8건에 31.0명, 5차로는 4.6건에 18.3명이 각각 감소하여 차로수가 많고 도로의 폭원이 넓을수록 제한속도 하향에 따른 효과가 더 큰 것으로 나타났다(Table 7 참고).

Table 7. Number of Accidents and Thoughts

Section	Total		2line (3place)		3line (15place)		4line (7place)		5line (4place)	
	Number of Accidents	Injured	Number of Accidents	Injured	Number of Accidents	Injured	Number of Accidents	Injured	Number of Accidents	Injured
Speed limit down before	2,690	4,426	56	112	1,070	1,730	1,032	1,717	532	867
Speed limit down after	2,607	4,057	66	122	1,063	1,642	964	1,500	514	793
Rate of change (%)	-3.09	-8.34	17.86	8.93	-0.65	-5.07	-6.59	-12.64	-3.39	-8.54
Increase and decrease (Number, persons)	-2.9	-12.7	3.4	3.4	-0.4	-5.9	-9.8	-31.0	-4.6	-18.3

Table 8. Speed Limit Number of Accidents and Thoughts

Section	Total		80→70km/h (10km/h)		70→60km/h (10km/h)		60→50km/h (10km/h)		80→60km/h (20km/h)	
	Number of Accidents	Injured	Number of Accidents	Injured	Number of Accidents	Injured	Number of Accidents	Injured	Number of Accidents	Injured
Speed limit down before	2,690	4,426	304	550	2,254	3,644	54	92	78	140
Speed limit down after	2,607	4,057	244	396	2,211	3,390	65	118	87	153
Rate of change (%)	-3.09	-8.34	-19.74	-28.00	-1.91	-6.97	20.37	28.50	11.54	9.29
Increase and decrease (Number, persons)	-2.9	-12.7	-8.5	-22.1	-2.5	-15.0	3.7	8.7	4.4	6.5

4.1.2 제한속도 하향정도별 교통사고

제한속도 하향정도별 사고건수 및 사상자수 변화를 살펴보면 80→70km/h 구간에서 각각 개소당 평균 8.5건, 22.1명, 70→60km/h 구간은 각각 2.5건, 15.0명이 감소하였으나, 60→50km/h 구간은 각각 3.7건, 8.7명이 증가, 80→60km/h 구간은 각각 4.4건, 6.5명이 증가하여 속도가 높고 제한속도 하향정도가 20km/h로 클수록 교통사고는 오히려 높아지는 경향을 보이는 것으로 분석되었다(Table 8 참고).

4.2 사업 전·후 주행속도 및 만족도 분석

4.2.1 주행속도 분석

부산광역시 제한속도를 하향한 '10~15년 시점을 기준으로 하여 공사완료 후 운영이 1년 이상 지속되었고, 제한속도 표지판 외 최소 1개 이상의 교통안전시설물을 설치한 구간 중 29개 구간을 선정하여 사업 전·후의 구간 평균 주행속도 변화를 조사하였다. 조사시간은 평일(화, 목) 비침투시간대 1시간으로 하되 사업 전·후 동일 구간, 동일시간대로 하였고, 조사방법은 영상촬영 장비를 통한 노측 실측조사를 활용하였다. 차량의 평균속도는 구간길이를 차량이 통과하는데 걸린 평균 시간으로 나누어 산정하였다.

$$AV_i = \frac{L_i}{\left(\frac{\sum_j T_j}{N}\right)} \tag{3}$$

$AV_i$  :  $i$  구간을 통과한 차량의 평균속도(km/h)

$L_i$  :  $i$  구간 길이(km)

$T_j$  :  $j$  번째 차량의 구간 통과 소요시간(h)

$N$  : 통과차량 대수

조사결과, 제한속도 하향으로 최대 13.5km/h~최소 1.9km/h이하로 주행속도가 감소하였고, 평균주행속도는 약 6.31km/h가 감소한 것으로 나타났으며, 전체 주행속도가 감소한 구간에 비해 주행속도의 변화폭이 3km/h 내외로 영향이 매우 미미한 곳도 7개소로 분석되었다(Table 9 참고).

제한속도 감소가 차량의 평균 주행속도 감소에 영향을 주는 지 통계적으로 검증하기 위해 t검정(신뢰수준 95%)을 실시하였다. 이에 앞서, 통계검증에 필요한 최소 표본수를 산정하기 위하여 각 구간의 표준편차( $\sigma$ ), 허용오차(d) 1.5km/h, 신뢰수준 95%를 적용하였으며, 29개 구간 중 12개 구간이 최소 표본수를 만족하는 것으로 분석되었다.

$$N = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \times s}{d}\right)^2 \tag{4}$$

$N$  : 최소 표본수

$\alpha$  : 유의수준(0.05)

$s$  : 표준편차

$d$  : 허용오차(1.5km/h로 설정)

따라서 12개 구간에 대해 t검정을 실시하였으며 귀무가설( $H_0$ )과 대립가설( $H_1$ )은 다음과 같다.

$$H_0 : \bar{X}_B = \bar{X}_A \quad (5)$$

$$H_1 : \bar{X}_B > \bar{X}_A$$

$\bar{X}_B$  : 제한속도 하향 전 평균 주행속도

$\bar{X}_A$  : 제한속도 하향 후 평균 주행속도

t검정을 실시하기 전, 등분산 검정을 위해 F검정을 실시한 결과 일부구간을 제외하고 유의확률이 0.05보다 적은 것으로 나타났다. 따라서 일부구간을 제외한 모든 구간에 대해 이분산 가정 t검정을 실시하였다.

t검정 결과, 평균 주행속도가 감소한 12개 구간 모두 유의확률이 0.05보다 적어 귀무가설( $H_0$ )을 기각하므로 제한속도 감소가 차량의 평균 주행속도를 감소시킨 것으로 분석되었다(Table 10 참고).

Table 9. Average Speed Before and After Speed Down

Section	Interval average speed (km/h)		
	Before (B)	After (A)	Gap (B-A)
1 Jungang-daero	36.7	26.8	9.9
2 Geoje-daero	37.7	29.1	8.6
3 World cup-daero	33.1	25.2	7.9
4 Suyeong-ro	30.1	25.8	4.3
5 Bansong-ro	27.3	21.2	6.1
6 Centum nam-daero	29.4	24.7	4.7
7 Suyeonggangbyeon-daero	34.7	30.5	4.2
8 APEC-ro	38.2	33.5	4.7
9 Haeun-daero	38.5	26.1	12.4
10 Gaya-daero	36.2	30.6	5.6
11 Baegyang-daero	35.2	29.1	6.1
12 Bosu-daero	35.8	22.0	13.8
13 Hakgam-daero	35.8	33.7	2.1
14 Nakdongnam-ro	45.8	43.9	1.9
15 Nakdong-daero	30.5	25.3	5.2
16 Nakdong-daero	30.5	25.3	5.2
17 Suyeonggangbyeon-daero	38.2	30.5	7.7
18 Hwangnyeong-daero	47.4	34.3	13.1
19 Nakdongnam-ro	45.8	43.9	1.9
20 Suyeonggangbyeon-daero	38.2	30.5	7.7
21 Daeyeong-ro	35.9	22.7	13.2
22 Gonghang-ro	55.7	42.2	13.5
23 Garak-daero	50.6	45.5	5.1
24 Nakdongnam-ro	45.8	43.9	1.9
25 Nakdongnam-ro	45.8	43.9	1.9
26 Sinhangnam-ro	55.3	52.6	2.7
27 Chungmu-daero	36.5	29.5	7.0
28 Sinjeongwan-ro	48.2	46.1	2.1
29 Chungjang-daero	60.1	57.5	2.6
Average	39.97	33.65	6.31

#### 4.2.2 제한속도 준수율

제한속도 준수율을 조사하기 위해 80-60km/h 구간별 4개소씩 사업 전 1,441대 사업 후 1,451대의 속도를 확인한 결과 준수율이 제한속도를 하향하기 전 81.61%에서 하향 후 91.87%로 약 10.26%p 증가한 것으로 나타났다(Table 11 참고).

#### 4.2.3 만족도 분석

제한속도 하향 후 인근 거주자 240명(개소별 20명)을 대상으로 제한속도 하향 조정에 따른 체감정도와 보행안전 향상 여부에 대한 만족도 조사를 실시하였다.

설문조사 결과, 제한속도 하향구간 인접 가로변 거주자의 약 57.9%가 주행속도 감소의 체감을 일부 느낀 것으로 나타난 반면 25.8%만이 보행자 안전성이 향상된 것으로 평가하였다(Fig. 4 참고).

Table 10. Average Speed Change Before and After Speed Down T-Test

Section	Speed down before		Speed down after		$P_{value}$	Result
	$\bar{X}_B$	$S_B$	$\bar{X}_A$	$S_A$		
1	28.4	75.3	21.2	12.2	0.000	
2	22.9	61.2	18.2	15.3	0.000	
3	20.4	28.4	15.1	12.3	0.000	
4	15.7	52.5	12.9	124.5	0.000	
5	31.8	156.0	16.5	11.6	0.000	
6	40.7	199.4	21.1	13.7	0.001	
7	29.7	76.3	24.7	12.2	0.000	
8	22.9	61.2	15.4	16.4	0.000	
9	20.1	28.9	14.3	18.3	0.000	
10	16.6	54.4	13.8	123.3	0.001	
11	29.8	146.3	17.5	13.6	0.000	
12	41.3	209.0	21.2	13.8	0.000	



Table 11. Speed Downward Limit Rate

Section	Speed limit	Speed down before			Speed down after		
		Investigation vehicle	Compliant vehicle	Compliance rate (%)	Investigation vehicle	Compliant vehicle	Compliance rate (%)
1	70	102	87	85.29	108	97	89.81
2	70	115	93	80.87	117	105	89.74
3	70	123	105	85.37	127	117	92.13
4	70	137	113	82.48	132	125	94.70
5	60	105	88	83.81	109	95	87.16
6	60	118	94	79.66	113	109	96.46
7	60	122	99	81.15	126	115	91.27
8	60	132	108	81.82	135	121	89.63
9	50	108	77	71.30	105	98	93.33
10	50	114	93	81.58	117	106	90.60
11	50	127	104	81.89	126	118	93.65
12	50	138	115	83.33	136	127	93.38
total		1,441	1,176	81.61	1,451	1,333	91.87

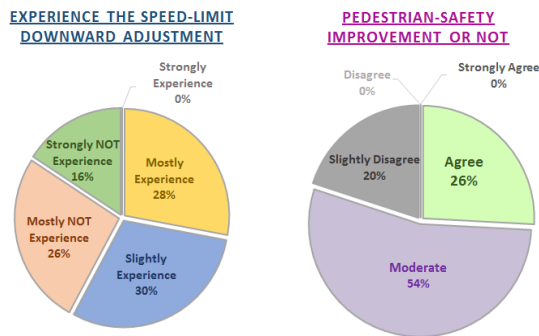


Fig. 4. Survey Results

### 5. 결론

본 연구는 부산지방경찰청이 간선도로 교통사고 감소를 위해 '10년부터 '15년까지 실시한 총 29개 구간을 대상으로 도시부 간선도로 제한속도 하향의 효과를 평가하였다. 제한속도 하향 전후 1년-3년간 발생한 교통사고 통계를 분석한 결과, 교통사고 건수는 3.09%, 부상자수는 8.76% 감소하여 미미한 것으로 나타났으나 사망자수는 36.73%가 감소하여 제한속도 감소효과가 높은 것으로 분석되었다.

제한속도 하향 전후 차량 주행속도를 변화를 조사하여 평균 6.31km/h가 감소한 것으로 나타났고, 대부분의 구간에서 평균 주행속도의 변화가 통계적으로 유의하여 제한속도 하향의 효과가 있는 것으로 나타났다.

제한속도 하향에 따른 속도준수율은 10.26%p 증가하여 전반적

으로 교통안전이 크게 개선된 것으로 평가된다. 제한속도 하향 대상구간 인근의 거주자를 대상으로 실시한 설문조사 결과, 응답자의 약 57.9%가 차량의 주행속도 하향을 체감하는 것으로 조사되었으며, 이번 제한속도 하향이 노면표시와 교통안전표지판 설치 등 차량에 초점을 맞춰 실시되었기 때문에 응답자의 약 25.8%만이 보행안전도가 향상되었다고 밝혔다. 따라서 앞으로는 도로의 굴곡, 보차분리 등 생활도로 주변에 대한 제한속도 하향을 개선하여 보행자 통행안전성까지 고려하는 것이 필요한 것으로 판단된다.

아울러, 부산 도시부 간선도로 제한속도 하향 구간의 사망사고를 감소시키는 측면에서 분명히 긍정적인 결과를 보이고 있으나 조사 대상 29개 구간 중 사고가 증가된 구간이 10개 구간으로 보다 세부적인 분석이 향후 필요하다. 따라서 궁극적으로는 교통실무자가 쉽고, 객관적인 근거를 바탕으로 적절한 제한속도를 설정하여 사고감소 효과를 증대시키는 근거 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

### 감사의 글

본 연구는 영산대학교 연구비 지원을 받아 수행된 연구입니다.

### References

Austrorads (2008). *Guide to road safety (Part3: Speed limits and speed management)*.  
 Choi, S. L. (2014). *A case of speed limits improvement for*

- prevention of traffic accidents in Japan*, Kukto Yeon Gu.
- Cirillo (1968). *Interstate system accident research study II*, Interim Report.
- Elvik, R. (2009). *The power model of the relationship between speed and road safety-Update and new analyses*, TOI Report.
- Elvik, R. (2013). "A re-parameterisation of the power model of the relationship between the speed of traffic and the number of accidents and accident victims." *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 50, pp. 854-860.
- Elvik, R., Christensen, P. and Amundsen, A. (2004). *Speed and road accidents-An evaluation of the power model*, TOI Report.
- Fildes, B. N., Runmbold, G. and Leening, A. (1991). *Speed behaviour and driver's attitude to speeding*, Report No. 16, Vic Roads, pp. 56-69.
- Garber, N. J. and Gadirau, R. (1988). "Speed Variance and Its Influence on Accidents." AAA Foundation for Traffic Safety, Washington, Dc, pp. 1-34.
- Hauer, E. (2009). "Speed and Safety." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2103, pp. 11-12.
- Hauer, E. and Bonnesson, J. (2006). "An empirical examination of the relationship between speed and road accidents based on data by Elvik." *Christensen and Amundsen*, HCHRP, 17-25, pp. F1-F53.
- Hossseinlou, M. H., Kheyraadi, S. A. and Zolfaghari, A. (2015). "Determining optimal speed limits in traffic networks." *IATSS Research*, Vol. 39, No. 1, pp. 36-21.
- [Http://Safety.Fhwa.Dot.Gov/Uslimits](http://Safety.Fhwa.Dot.Gov/Uslimits).
- Jr. Parker, M. R. (1997). *Effects of raising and lowering speed limits on selected roadway sections*. Fhwa-Rd-97-084.
- Kang, S.Y., Lee, S. B. and Lim, J. B. (2017). "Development of speed limits estimation model and analysis of effects in urban roads." *Journal of Korea Transportation Research Society*, Vol. 32, No. 2, pp. 132-146 (in Korean).
- Kim, S. O., Jeon, J. H., Kim, I. S. and Lee, J. H. (2015). "Evaluation of the effectiveness of lowering speed limit in urban area." *Journal of Korea Transportation Research Society*, Vol. 12, No. 4, pp. 7-12 (in Korean).
- Nilsson, G. (2004). *Traffic safety dimensions and the power model to describe the effect of speed on safety*, Lund Institute of Technology, Bulletin 221, Sweden.
- OECD/ECMT (2006). *Speed management*, pp. 34-195.
- OECD/ITF (2016). *Road safety annual report*, pp. 33-44.
- Stuster, J. and Coffman, Z. (1998). *Synthesis of safety research related to speed and speed management*, Fhwa.
- TAAS, *Traffic Accident Analysis System*, Available at: <http://taas.koroad.or.kr>.
- Taylor, M. C., Lynam, D. A. and Baruya, A. (2000). *The effects of drivers' speed on the frequency of road accidents*, Trl 421.
- Trb (1998). *Managing speed : Review of current practice for setting and enforcing speed limits*, Speacial Report, 254, pp. 15-138.
- Who (2008). *Speed management : A road safety manual for decision-makers and practitioners*, pp. 2-21.
- Who (2013). *Global status report on road safety*, pp. 9-13.
- Who (2015). *Global status report on road safety*, pp. 11-15.