

고령운전자를 고려한 도시부 교차로 기하구조 개선방안에 관한 연구

Higher Accident Rates for Older Drivers at Specific Urban Intersections Study on the Improvement of the Road Geometry

정상민	Chong, Sang Min	정회원 · 주식회사 건영이앤씨 대표 · 서울시립대학교 교통공학박사 (E-mail : chongcck@hanmail.net)
최재성	Choi, Jai sung	정회원 · 서울시립대학교 교통공학과 교수 · 교신저자 (E-mail : traffic@uos.ac.kr)
이종학	Lee, Jong hak	정회원 · 기상청 차세대도시 · 농림융합 기상사업단 (E-mail : jonghack2000@hufs.ac.kr)
이현구	Lee, Hyun gu	(주)한맥기술 도로부 전무 (E-mail : hmokja@hanmail.net)

ABSTRACT

PURPOSES : With the increasing number of older drivers in an aging society, there is a growing need for research and planning on traffic safety for the older drivers using an improved road geometry design. This study also proposed a modified urban road interchange design, which aims to keep the older drivers away from accident-prone and high-traffic areas of the city.

METHODS : In this study, we examined accident data records of older drivers to identify accident-prone zones and intersections; we studied the road geometry at these zones and analyzed if it was an underlying cause for higher number of accidents. Based on the research and subsequent analysis, we suggested plans for improvement of road geometry design at these intersections.

RESULTS : By studying historic data and analyzing factors that affect the likelihood of accidents of vehicles driven by older drivers and after studying suitable traffic accident prediction models, we identified the major variables that need to be modified at accident-prone intersections, such as the width of a left turn lane at an intersection and the radius of the right turn lane at a street corner. The results have a significance probability of less than 0.001 and a 95% confidence level. To improve safety at the identified intersection, this study suggests the installation of a left-turn-lane-shaped Positive Offset and a right-turn-lane-shaped Slip Lane concept and an adjustment of intervals between intersections.

Keywords

older drivers, features of traffic accident, geometric organization of interchange, improvement of interchange, intervals between intersections, road geometry, accident zones

Corresponding Author : Choi, Jai Sung, Professor
Department of Transportation Engineering, University of Seoul,
Seoul, 02504, Korea
Tel : +82.2.6490.2820 Fax : +82.2.6490.2819
E-mail : traffic@uos.ac.kr

International Journal of Highway Engineering
<http://www.ksre.or.kr/>
ISSN 1738-7159 (print)
ISSN 2287-3678 (Online)
Received Nov. 14, 2016 Revised Jan. 19, 2017 Accepted Mar. 17, 2017

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

우리나라는 2018년 고령자 인구가 전체인구의 14.4%를 차지하여 고령사회(aged society)로 진입하고 2026년

에 초 고령사회(super-aged society)로 진입할 예정이다. 특히, 2050년에는 고령자 인구가 전체 인구의 38%로 서 고령자 수가 세계에서 가장 많은 나라 중에 하나가 될 것으로 예측되고 있다(통계청, 장래인구추계 2011).

결국 이러한 결과는 고령운전자 수의 증가로 이어져서 고령운전자를 위한 교통안전 대책 수립이 시급한 상황이다.

고령자와 관련된 국내의 대부분의 연구는 보행자와 관련한 연구에만 집중되고 있고 운전자와 관련한 연구는 고령자의 신체능력 저하에 따른 표지판의 정보제공방법에 대한 연구로 진행되고 있을 뿐이다. 반면, 교통선진국(미국)의 경우는 고령운전자를 위한 과학적이고 체계적인 연구를 통해 위험도로구간에 대해서 고령자운전자의 교차로 도로 기하구조 설계 가이드라인(guideline)을 실제 설계에 활용할 수 있도록 보급하고 있다.

우리나라도 지금이라도 다가오는 고령사회에 대비해 고령운전자들을 대상으로 교통사고의 특성을 규명하고, 고령운전자들이 보다 안전하게 주행할 수 있도록 고령운전자의 안전을 위한 도로 기하구조 개선 등의 연구가 필요하다. 이에 본 연구는 고령운전자들의 교통사고가 상대적으로 집중되는 도시부 교차로를 중심으로 고령운전자의 교통특성을 반영하여 도시부 교차로의 설계방향을 제시하는 것을 목표로 연구를 진행하고자 한다.

이를 위해 첫째, 기존교통사고자료 구성을 기반으로 일반운전자와 고령운전자의 교통사고특성을 비교하여 명확히 구분되는 고령운전자의 사고특성을 도출하고 둘째, 서울시의 교차로의 기하구조 자료획득이 가능한 교차로를 대상으로 통계분석을 통해 고령운전자의 교차로 운행 시 취약구간에 대해 분석한다.

마지막으로, 심층 분석된 고령자의 사고특성 및 통계 자료를 기반으로 고령운전자의 안전한 주행을 위해 고려해야 할 국내 교차로 기하구조 설계의 개선방향을 제안하고자 한다.

2. 고령운전자의 교통사고 현황 및 특성

2.1. 고령운전자의 도로구분별 교통사고 위험성

도로교통공단의 교통사고분석시스템(TAAS)를 이용하여 2012년부터 2014년까지 3년간 전국에서 발생한 교통사고 자료를 수집하여 분석한 결과, 고령운전자 교통사고 발생건수를 전체 교통사고의 도로형태별로 분석하면, Table 1과 같이 단일로에서 51.6%, 교차로에서는 45.2%의 비중을 차지하고 있다. 반면, 일반운전자의 경우 단일로에서 52.2%, 교차로에서 44.4%의 비중을 차지하고 있다.

고령운전자의 교통사고 발생건수의 비중이 일반운전자에 비해 0.8% 다소 높은 것으로 파악되어, 고령운전

자가 일반운전자에 비해 교통사고 발생에 취약한 것으로 나타나고 있다.

Table 1. Number of Accident Classified by Road (2012~2014)

Classification	Single route	Inter section	Ect.	Unclassification	Total
General drivers	307,330 (52.2%)	261,275 (44.4%)	17,838 (3.0%)	2,113 (0.4%)	588,556 (100%)
Old drivers	27,359 (51.6%)	23,957 (45.2%)	1,579 (3.0%)	160 (0.3%)	53,055 (100%)
Unidentification	13,249 (63.2%)	6,654 (31.8%)	955 (4.6%)	92 (0.4%)	20,950 (100%)
Total	347,938 (52.5%)	291,886 (44.1%)	20,372 (3.1%)	2,365 (0.4%)	662,561 (100%)

Reference : tass.koroad.or.kr (2015)

고령운전자가 일반운전자에 비해 교차로에서 사고발생의 확률이 높으면, 발생한 교통사고의 위험성은 어떠한지를 치사율 개념으로 Table 2와 같이 분석하였다.

Table 2. Fatality of Accident Classified by Road (2012~2014)

Classification	Single route	Inter section	Ect.	Unclassification	Total
General drivers	2.89	1.41	1.73	4.26	2.21
Old drivers	5.21	2.93	5.00	6.88	4.18
Unidentification	0.32	0.03	0.00	0.00	0.21
Total	2.98	1.51	1.90	4.27	2.30

분석결과, 고령운전자의 교통사고 치사율은 단일로에서 5.21명/100건, 교차로에서 2.93명/100건으로 나타났다, 일반운전자는 단일로에서 2.89명/100건, 교차로에서 1.41명/100건으로 나타났다.

고령운전자의 치사율이 일반운전자에 비해 약 2.0배 가량 높은 것으로 분석되었다. 비록 교차로구간보다 단일로에서는 고령운전자의 치사율이 높은 것으로 나타났지만, 교차로구간의 경우는 지점단위, 단일로의 경우는 구간단위인 것을 고려한다면 도로연장 당 고령운전자의 치사율은 교차로구간에서 더 높은 것으로 판단된다.

이러한 분석결과는 고령운전자가 교차로구간에서는 일반운전자보다도 위험성에 더 많이 노출되어 있다는 실태를 대변하고 있는 것이다.

2.2. 고령운전자의 교차로 교통사고 위험성

도로 교통사고 자료에서 교차로 교통사고만 추출한

사고는 (2012~2014) 3년간 총 291,886건/3년이 발생하였다.

연령대 별로 분석하면, 고령운전자는 교차로 교통사고 중 8.2%의 비율을 차지하고 있고, 사망 위험도는 연령대 별로 최소 21.4명/1,000건에서 최대 71.3명/1,000건으로 나타나 일반운전자에 비해 매우 위험한 것으로 나타났다.

Table 3을 기준으로 분석하면, 고령운전자의 교차로 교통사고는 사고의 위험도는 높지만 전체 사고에 대한 비중은 낮은 것으로 분석된다. 하지만, 면밀한 분석 결과를 얻기 위해서는 교통사고율을 기반으로 하는 분석이 필요하다.

Table 3. Number of Accident and Fatality Classified by Age

Classification	No. of accident (3years)	Percentage (%)	No. of the dead/1,000
0-15	1,466	0.5	8.2
16-19	8,078	2.8	15.1
20-24	14,076	4.8	14.4
25-29	22,221	7.6	13.0
30-34	26,563	9.1	13.9
35-39	25,739	8.8	13.2
40-44	33,507	11.5	12.9
45-49	36,640	12.6	14.7
50-54	40,197	13.8	14.5
55-59	32,315	11.1	14.0
60-64	20,473	7.0	17.1
65-69	12,365	4.2	21.4
70-74	7,406	2.5	29.7
75-79	3,064	1.0	44.7
over 80	1,122	0.4	71.3
Unidentification	6,654	2.3	0.3
Total	291,886	100.0	15.1

교통사고율을 분석하는데 분석지표의 설정은 사고건수나 사망자수를 나누는 분모에 따라 사고의 심각도가 바뀌기 때문에 매우 민감하다(TRB, 1988). Hauer (1988) 또한 교통사고의 위험도는 분석지표선정을 위한 분모에 따라 연령별 profile의 모양이 변화하기 때문에 지표선정에 신중을 기울여야 할 것을 강조했다.

이 지표선정단계에서 가장 정확한 분석지표는 통행당 지표이나 해당 자료를 수집하는 것은 실질적으로 불가능하기 때문에 Hauer(1988)는 운전면허 소지자당의 지표로 대체하여 분석을 진행하였다.

본 연구에서도 이 방법을 준용하여 기존 교통사고 분석에 준용되고 있는 인구당 사고율과 더불어 운전면허 소지자당 사고율에 대하여 분석을 수행하였다.

Fig. 1과 Fig. 2는 인구 1,000명당 교통사고 발생건수, 인구 100만 명당 사망자수를 분석한 결과의 그래프이다. Fig. 1에서 65세 이상의 고령운전자는 45~64세의 일반운전자보다 교통사고 발생에 대한 위험도가 낮은 것으로 분석되었다.

또한, Fig. 2에서도 역시 50세~64세의 일반운전자보다 65세 이상의 고령운전자의 사망률이 낮은 것으로 나타났다.

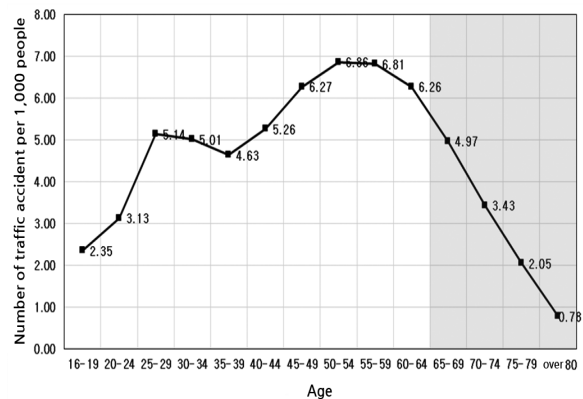


Fig. 1 Number of Traffic Accident Per 1,000 People in 2014

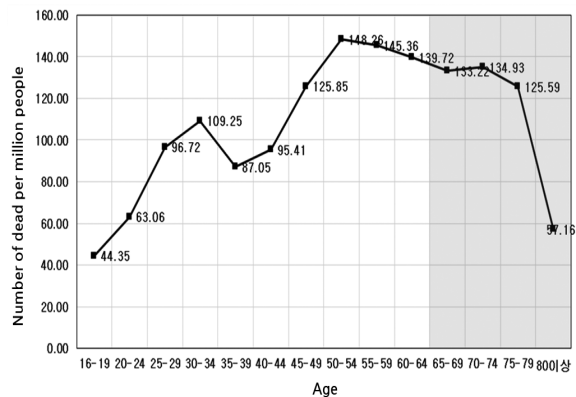


Fig. 2 Number of the Dead Per Million People

다음으로 Fig. 3과 Fig. 4는 운전면허 소지자를 기준으로 분석한 결과의 그래프이다. 분석결과 운전면허 소지자 1,000명당 교통사고 발생 건수는 35~39세 그룹을 기점으로 증가하는 것으로 나타났다.

Fig. 3의 형태를 보면, 65세 이상의 고령운전자의 그래프 위치가 일반운전자에 비해 높은 곳에 형성되어 있어, 교차로에서는 고령운전자의 교통사고 발생확률이 일반운전자에 비해 높은 것으로 분석된다.

또한, 운전면허 소지자 10만명당 사망자 수를 나타낸 Fig. 4에서 역시 고령운전자의 사고심각성이 잘 나타나고 있다. Fig. 4에서는 65세 이후 그래프의 증가폭이 급격히 향상되어 80세 이상의 고령운전자들의 사망자 비율이 매우 높은 것으로 분석되었다.

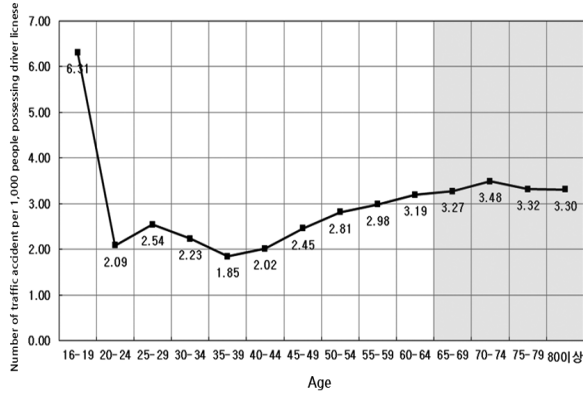


Fig. 3 Number of Traffic Accident Per 1,000 People Possessing Driving License in 2014

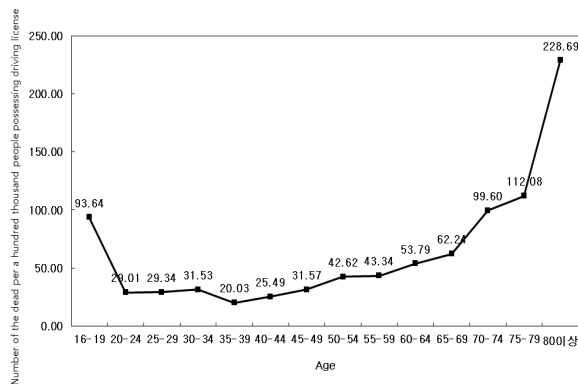


Fig. 4 Number of the Dead Per a Hundred Thousand People Possessing Driving License in 2014

두 그래프를 종합하여 분석하면, 고령운전자는 20~64세의 일반운전자에 비해 교통사고의 발생 확률은 약 1.5배 가량 높은 것으로 판단되었으며, 교차로에서 발생하는 사고의 사망위험도는 20~64세 일반운전자에 비해 연령대 별로 작게는 약 2배, 많게는 약 9배 더 위험한 것으로 분석된다.

더불어, 16~19세의 원동기 운전자격 면허를 가진 일반운전자의 경우 고령운전자에 비해 교통사고의 발생 확률은 높지만, 사망에 대한 확률은 현저히 낮아 고령운전자는 교차로에서 가장 높은 위험성을 가지고 있는 것으로 분석되었다.

2.3. 고령운전자의 교차로 교통사고 유형

앞선 절에서 고령운전자의 교차로 교통사고의 위험성

에 대해 분석했다면, 본 절에서는 추출한 교차로 교통사고자료를 기준으로 발생한 교통사고의 유형이 어떠한 형태인지에 대해 분석하였다.

먼저, 고령운전자는 연령이 증가할수록 차대차 사고와 차량단독 사고가 증가하는 것으로 나타났으며 Fig. 5와 같이 65세 이상부터 차대차 교통사고의 비중이 점차 증가해 80세 이상의 연령대에서는 약 90%의 교통사고가 차대차 사고인 것으로 분석되었다.

반면, 차대사람 사고는 65세부터 감소하여 약 6.0%까지 감소해 일반운전자에 비해 차대사람 사고가 1/3수준으로 감소한다. 그러므로 고령운전자의 교차로 교통사고는 대부분 차대차사고인 것으로 분석되었다.

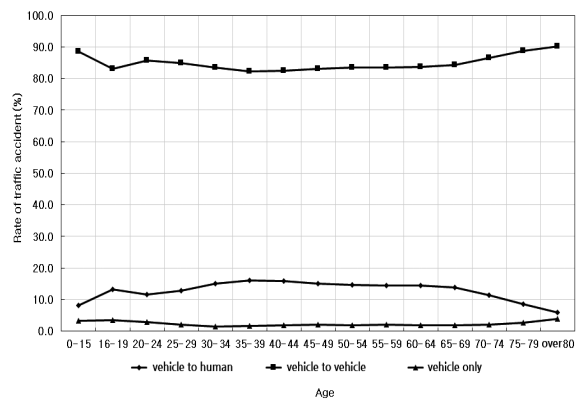


Fig. 5 Type of Traffic Accident at Intersection Classified by Age

교차로 교통사고의 충돌 유형은 Fig. 6에서 나타난 것과 같이, 연령이 증가할수록 각 충돌유형의 추세가 확실하게 보인다.

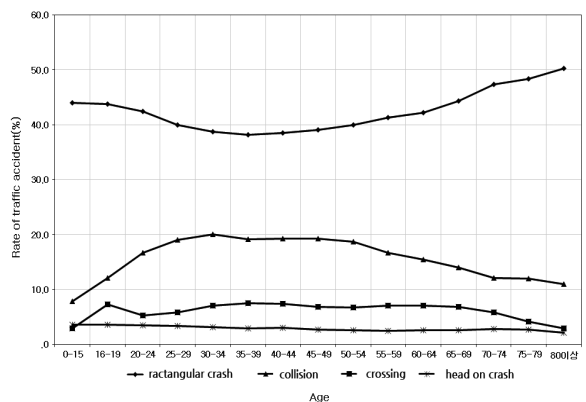


Fig. 6 Type of the Accident at Intersection Classified by Age

먼저, 추돌사고의 경우 20.0% 부근에 있는 일반운전자와는 달리 30~34세 그룹 이후 점차 감소하여 80세 이상 그룹에서는 약 11.0%로 나타났다.

횡단중인 보행자를 충돌하는 사고 또한 연령이 증가할수록 감소추세를 보인다. 반면, 측면직각 충돌 교통사고는 증가추세를 보이고 있어 고령운전자 교통사고에서 50%에 가까운 비중을 가지는 것으로 나타났다.

앞선 Fig. 5의 교통사고 발생 유형을 고려하면, 고령운전자에서 높은 비중을 차지하고 있는 차대차 사고는 측면직각 충돌유형이 높은 비중을 차지하고 있는 것으로 판단된다.

Fig. 7의 교차로 교통사고 법규위반에 대한 연령별 추세는 신호위반과 교차로 운행방법 위반이 증가추세로 고령운전자가 될수록 교통사고의 비중이 높아지는 것으로 나타났다.

반면, 안전운전불이행에 대한 교통사고 비중은 감소추세로 나타났다. 종합적으로 고려하면, 고령운전자는 일반운전자에 비해 안전운전을 하는 경향을 보이지만, 신호교차로의 주행에 다소 취약해 교통사고가 발생하는 것으로 분석된다.

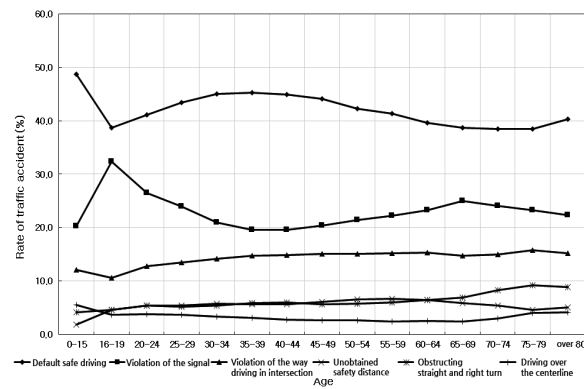


Fig. 7 Violation of Law about Accident at Intersection Classified by Age

2.4. 연령대별 교통사고 발생비교(사고별, 지역별, 노면상태, 기상상태)

고령운전자가 사망사고를 일으킬 가능성은 Fig. 8에서 보는 바와 같이 다른 연령대에 비해 그 가능성이 높다.

운전면허소지가 가능한 나이인 16~19세 그룹의 경우 1.0%가 사망한 반면, 고령운전자의 경우 1.9%가 사망해 약 두 배가량 치사율이 높은 것으로 나타났다.

이 분석결과를 연령대 별로 분석하면, 전체 운전자의 평균 치사율이 0.9%로 나타난 반면, 고령운전자의 경우 65~69세 그룹에서 1.4%, 70~74세 그룹에서 1.9%, 75~79세 그룹에서 3.0%, 80세 이상의 그룹에서 5.3%로 나타나 고령운전자 교통사고의 치사율은 매우 심각한 것으로 판단된다.

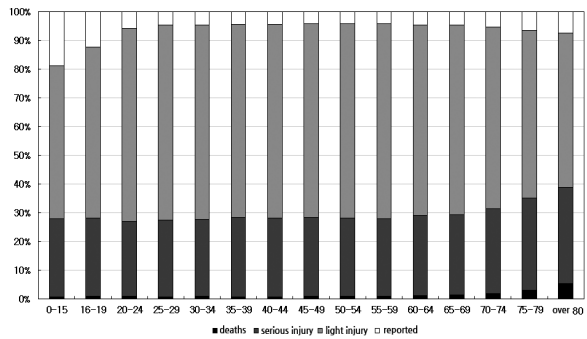


Fig. 8 Distribution of Accident Classified by Age

Fig. 9에 따르면, 고령운전자의 교통사고는 도시부 교차로에서 교통사고의 발생 비중이 다소 작은 것으로 나타났다. 여기서, 도시부 교차로와 지방부 교차로의 구분은 행정구역의 단위로 구분하였다.

읍·면 행정단위에서 발생한 교통사고는 지방부 교통사고, 동 행정단위에서 발생한 교통사고는 도시부 교통사고로 구분하였다.

모든 연령대에서 도시부 교차로 교통사고가 50% 이상의 비중을 차지하고 있어, 일반운전자와 고령운전자를 구분할 것 없이 모든 연령대의 교통사고가 대부분 도시부 교차로에서 발생하고 있다.

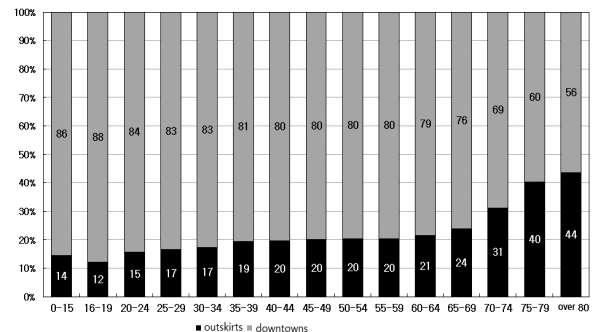


Fig. 9 Distribution of the Place Occurring Accident Classified by Age

대부분 고령운전자의 교차로 교통사고는 일반운전자와 비교하면 건조한 상태의 노면상태에서 더 빈번하게 발생하는 것으로 나타났으며, 결과적으로 습기, 결빙, 적설과 같은 노면상태가 불량한 도로에서는 사고발생의 비중이 작은 것인데, 이것은 고령운전자가 미끄러운 도로를 피하고자 하는 보상전략(Compensation Strategy)에 대한 결과인 것으로 판단된다(VTI, 2009).

Fig. 10에서 나타나는 바와 같이 기상에 따른 연령대별 교통사고 발생 분포 역시 Fig. 8과 같이 유사한 형태

를 보인다. 고령운전자는 일반운전자에 비해 맑은 날씨에서 교통사고의 발생 비율이 높은 것으로 나타났다.

노면상태에 대한 분석결과와 마찬가지로 비, 흐린 날씨, 눈, 안개와 같은 시야가 불량한 날씨를 고령운전자가 피하여 비교적 사고의 비중이 작은 것으로 판단된다.

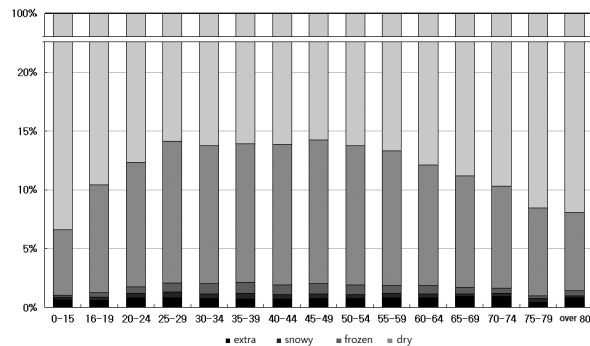


Fig. 10 Distribution of the Accident by Road Surface Classified by Age

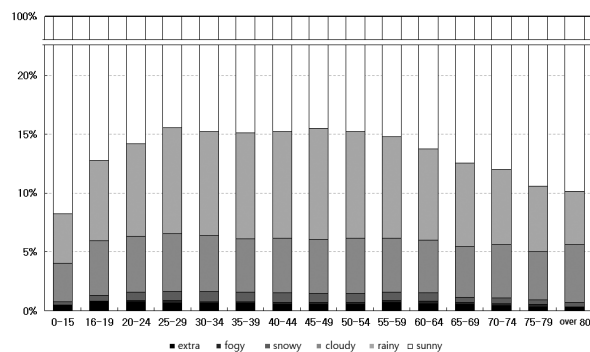


Fig. 11 Distribution of the Accident by Weather Classified Age

2.5. 고령운전자의 교차로 교통사고 특성

국내 운전자의 가장 빈번한 사고형태는 직진 주행시에 부방향에서 직진하는 차량과의 충돌인 것으로 나타났다(전체 운전자 기준 36.2%). 반면 추돌사고의 경우는 가장 흔하지 않게 발생하는 사고인 것으로 나타났다.

가장 교통사고 발생의 비중이 높은 두 가지 사고유형인 직진 주행 시 부방향 직진차량과의 측면충돌, 좌회전 시 부방향 접근차량과의 측면충돌을 연령대 별로 분석하면 고령운전자의 교통사고 비중이 일반운전자에 비해 높은 것으로 나타났으며 또한, 높은 비중은 아니지만 우회전 시 부방향 접근 차량과의 충돌도 고령운전자의 비중이 높게 나타났다. 이 세 유형은 모두 부방향에서 접근하는 차량과의 충돌에서 기인하는 공통점을 가지고

있다.

따라서, 고령운전자는 일반운전자에 비해 교차로구간에서 교통사고의 치사율이 높은 것으로 분석되었으며, 80세 이상의 고연령층의 경우는 해당 그룹에서 5%정도의 교통사고가 사망사고로 이어지는 것으로 분석되어 사고의 위험성이 매우 높은 것으로 분석되었다.

또한, 교통사고가 발생한 위치에 따라서는 모든 연령대는 대부분 도시지역의 교차로에서 교통사고가 발생하지만, 연령이 증가할수록 교외지역의 교통사고비율이 증가해 80세 이상의 고연령층 그룹인 경우에는 교외지역 교차로 교통사고의 비율이 일반운전자에 비해 두 배 이상 높은 것으로 분석되었으며, 도로 상태와 기상상태에서는 모든 고령운전자는 교차로에서 맑고 건조한 상태의 경우에는 마찰계수나 시야확보에 대한 영향이 최소화 되므로 운행 빈도수가 늘어나 이 시기에 교통사고 발생 비중이 높은 것으로 나타났다.

3. 고령운전자의 안전성에 영향을 미치는 기하구조

3.1. 고령운전자의 교차로 기하구조 자료 수집

본 연구에서 통계적으로 유의한 표본을 수집하기 위해서는 대상 교차로가 많을수록 좋지만, 모든 교차로 기하구조를 수집하기에는 경제적·시간적 제약이 있어 조사원의 실측조사와 서울특별시 교통안전시설물 관리시스템(T-GIS)¹⁾을 활용하여 실제 고령자와 비고령자를 대상으로 자율주행실험을 통해 일정횟수 이상 방문한 교차로 51개 교차로를 대상으로 하였다.²⁾

51개의 교차로 지점은 Table 4와 같으며, 종단경사, 차로폭, 차로수와 같이 비교적 수치가 작거나 육안으로 확인 가능한 항목은 현장에서 수집하였으나, 교차로 너비와 교차로간 간격, 우회전차로(도로모퉁이)의 각각부 반경과 같은 항목은 교통안전시설물에서 구축한 자료를 기반으로 구축하였다.

최종적으로 구축한 교차로 기하구조 자료에 대한 기초 통계량은 Table 5와 같다.

1) 서울특별시 교통안전시설물 관리시스템(<http://tgis.seoul.go.kr/>)

2) 정상민(2016), 고령운전자의 주행특성을 고려한 교차로 기하구조 개선 방향에 관한 연구, 서울시립대학교 박사학위논문.

Table 4. List of the Intersection Collecting Data

No.	Name of the intersection	Location	Type	Phase
1	Sejongno sageori	1-78, Sejongno, Jongno-gu	four-way	3
2	Bank of Korea (Sinsegae) sageori	Namdaemunno 2-ga, Jung-gu	four-way	4
3	Euljiro 2-ga sageori	149-10, Euljiro 2-ga, Jung-gu	four-way	4
4	Jongno 5-ga sageori	82-1, Jongno 5-ga, Jongno-gu	four-way	4
5	Ihwa-dong sageori	218-1, Yeongeon-dong, Jongno-gu	four-way	4
6	Jangchung gym sageori	200, Jangchung-dong 2-ga, Jung-gu	four-way	4
7	Geumho sageori	136-1, Geumho-dong 4-ga, Seongdong-gu	four-way	4
8	Hwanghak-dong sageori	Hwanghak-dong, Jung-gu	four-way	4
9	Daegwang highschool sageori	119-1, Bomun-dong 7-ga, Seongbuk-gu	three-way	3
10	Hongpa elementary sageori	856, Jegi-dong, Dongdaemun-gu	four-way	4
11	Cheongnyangni sageori	819, Cheongnyangni-dong, Dongdaemun-gu	four-way	4
12	Youngheewon sageori	520-13, Cheongnyangni-dong, Dongdaemun-gu	four-way	4
13	The forest service samgeori	San 1-218, Cheongnyangni-dong, Dongdaemun-gu	three-way	4
14	Dongdaemun female middle school sageori	524-1, Dapsimni-dong, Dongdaemun-gu	four-way	4
15	Jeonnonng-dong sageori	295-16, Jeonnonng-dong, Dongdaemun-gu	four-way	4
16	Babong elementary school sageori	105-6, Jangan-dong, Dongdaemun-gu	four-way	5
17	Studio sageori	147-1, Jangan-dong, Dongdaemun-gu	four-way	4
18	Jangan-dong sageori	469-15, Jangan-dong, Dongdaemun-gu	four-way	4
19	Hwigyeong rain pumping zone samgeori	43-257, Hwigyeong-dong, Dongdaemun-gu	three-way	4
20	Dongdaemun office sageori	47-1, Yongdu-dong, Dongdaemun-gu	four-way	3
21	Dapsimni station sageori	127, Yongdap-dong, Seongdong-gu	four-way	4
22	Majang station samgeori	804, Majang-dong, Seongdong-gu	three-way	3
23	Dosun sageori	474-28, Majang-dong, Seongdong-gu	four-way	4
24	Yangji sageori	590, Hongik-dong, Seongdong-gu	four-way	3
25	Myeonnok-1 dong sageori	282-6, Myeonnok-dong, Jungnang-gu	four-way	4
26	Haewon sageori	534-21, Mangu-dong, Jungnang-gu	four-way	4
27	Junghwa station sageori	50-3, Junghwa-dong, Jungnang-gu	four-way	4
28	Seokgwam middle school samgeori	77-9, Seokgwam-dong, Seongbuk-gu	three-way	3
29	Seongbuk office sageori	1-1, Dongsomun-dong 6-ga, Seongbuk-gu	four-way	4
30	Hansung university sageori	76-1, Samseon-dong 3-ga, Seongbuk-gu	four-way	4
31	Bomun station sageori	91-1, Bomun-dong 2-ga, Seongbuk-gu	four-way	4
32	Backward of jungang market	Hwanghak-dong, Jung-gu	four-way	2
33	Chunggu station sageori	295-2, Sindang-dong, Jung-gu	four-way	4
34	Nongol sageori	168-298, Geumho-dong 1-ga, eongdong-gu	four-way	4
35	North of sungsu bridge	685-534, Seongsu-dong 1-ga, eongdong-gu	four-way	4
36	Kyungil elementary school sageori	72-128, Seongsu-dong 1-ga, Seongdong-gu	four-way	4
37	501-dong samgeori	Jamsil-dong, Songpa-gu	three-way	3
38	Gangil-910 zone samgeori	Gangil-dong, Gangdong-gu	three-way	3
39	Konkuk university samgeori	465-2, Hwayang-dong, Gwangjin-gu	three-way	3
40	Korea university sageori	21-1, Anam-dong 5-ga, Seongbuk-gu	four-way	4
41	Naksung sageori	1693-40, Bongcheon-dong, Gwanak-gu	four-way	4
42	Achasan station samgeori	272-16, Junggok-dong, Gwangjin-gu	three-way	3
43	Malmi sageori	292-25, Doksan-dong, Geumcheon-gu	four-way	4
44	Bukgajwa samgeori	398, Bukgajwa-dong, Seodaemun-gu	three-way	3
45	Sangjeon sageori	Sangsu-dong, Mapo-gu	four-way	4
46	Sispol sageori	871-14, Bangbae-dong, Seocho-gu	four-way	4
47	Ojang-dong sageori	148-21, Ojang-dong, Jung-gu	four-way	5
48	Bonghwa elementary school samgeori	654-1, Sinnae-dong, Jungnang-gu	three-way	2
49	Mangu sageori	534-5, Mangu-dong, Jungnang-gu	four-way	4
50	Jongam sageori	104-134, Hawolgok-dong, Seongbuk-gu	four-way	4
51	Chell agency samgeori	738-29, Hannam-dong, Yongsan-gu	three-way	3

Table 5. Basic Statistics of Geometry Element

No.	Element	Measure	Ave.	Max	Min
1	No. of lanes	Lane	2.6	6.0	1.0
2	Width of left turn lane	m	3.33	3.60	3.10
3	Width of lane	m	3.02	3.20	2.80
4	Width of channelization lane	m	5.34	5.80	5.00
5	Vertical grade	%	0.19	2.1	0.0
6	Width of intersection	m ²	316.0	412.6	107.8
7	Radius of right turn lane coner	m	12.7	18.0	6.0
8	Interval between intersections	m	181.0	370.6	170.7

3.2. 분석 개요 및 방법론

3.2.1. 분석 방법

일반화선형모형을 이용하여 고령운전자의 안전성에 영향을 미치는 기하구조와 그 방향성을 도출하고자 하였다. 일반화선형모형(Generalized Linear Model, 이하 GLM)은 랜덤성분(Random component), 체계적 성분(Systematic Component), 연결함수(Link Function)등으로 구성되어 있다(기승도, 2009). 여기서, 랜덤성분은 종속변수의 확률분포, 체계적 성분은 모형의 예측변수로 사용되는 설명변수를 규정, 연결함수는 두 성분이 연결될 때의 함수를 지칭한다.

본 연구에서는 랜덤성분으로 기존 사고관련 문헌에서 규정한 바와 같이 교통사고는 음이항 분포(Negative Exponential Distribution)를 따르는 것으로 적용하였으며(홍성민, 2012), 체계적 성분으로는 기하구조 정보를 모형에 적합하도록 Table 6과 같이 설정하였다.

Table 6. Systematic Component of Generalized Linear Model

Variable	Investing element	Measure	Shape	Ave.	Max	Min
Y	Traffic accident	No/3years	log(Y)	6.7	44.0	0.0
X ₁	No. of lanes	lane	X ₁	2.6	6.0	1.0
X ₂	Width of left turn lane	m	X ₂	3.33	3.60	3.10
X ₃	Width of channelization lane	m	X ₃	5.34	5.80	5.00
X ₄	Vertical grade	%	X ₄	0.19	2.10	0.00
X ₅	Width of intersection	m ²	log(X ₅)	316.0	412.6	107.8
X ₆	Radius of right turn lane coner	m	X ₆	12.7	18.0	6.0
X ₇	Interval between intersections	m	log(X ₇)	181.0	370.6	170.7

3.2.2. 분석 방법론

Park, k.y(2006)이 정리한 사고예측모형의 분석방법

에 따르면, 사고예측모형 분석방법은 선형회귀분석, 로그선형분석(Log-Linear Model), 사고 '0' 지점 고려모형(Zero-Altered Model)이 있다(Park, k.y(2006)). 여기서, 로그선형분석방법은 일반화선형분석(Generalized Linear Model)으로 교통사고건수를 이산적 확률변수로 해석하는 푸아송 회귀식과 교통사고자료의 분산이 평균보다 큰 과분산 문제를 해결하기 위한 음이항 회귀식이 있다.

본 연구에서는 분석에 적합한 모형을 선택하기 위해 Table 7과 같이 (1)일반선형모형, (2)푸아송 회귀식, (3)음이항 회귀식, (4)사고 '0' 지점 고려모형의 모형들을 각각 구축하고 분석에 적합한 모형을 선택하고자 하였다.

Table 7. Type of the Model in This Study

Classification	Type of model
Model I	General linear model
Model II	Generalized regression model (Poisson regression model)
Model III	Generalized regression (Negative regression model)
Model IV	Generalized regression (Zero-Inflated negative binomial)

일반선형모형은 교통사고 발생에 미치는 영향요인을 분석하는 가장 단순한 방법으로 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$y = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_kx_k$$

여기서, y : 사고건수, 사고율 또는 사상자수

x_k : k 번째 사고설명요인

a_k : k 번째 사고설명요인의 계수

일반선형모형은 단순하게 분석할 수 있는 것이 장점이지만, 교통사고자료의 경우, 변수 값이 증가할수록 분산이 증가하고, 선형회귀식의 일반 가정인 등분산성가정에 적합하지 않다. 따라서 일반선형모형을 통한 분석은 교통사고의 예측 시 교통사고의 값이 음수를 가지는 경우가 발생할 수 있다. 다음으로 푸아송회귀식의 경우 교통사고건수를 이산 확률 변수로 해석이 가능하다. 푸아송회귀식의 일반 모형식은 다음과 같다.

$$\lambda = \text{EXP}(\beta X_i)$$

여기서, X_i : i 번째, 도로·교통 설명변수

β : 설명변수의 추정계수

푸아송 모형은 분산과 평균이 같다는 전제조건을 만족하여야 하며, 실제 교통사고자료는 분산이 평균보다 큰 과분산 문제가 있기 때문에 본 모형은 다소 한계가 있다.

음이항 회귀식은 푸아송 모형의 과분산에 대한 문제점을 해결하기 위해 분산이 평균보다 크다는 가정을 가지고 있다. 음이항 회귀식모형의 일반식은 다음과 같다. 식의 형태는 푸아송 회귀식과 비슷하지만, 음이항 회귀모형의 선택은 과분산 검정을 통해 이루어진다는 점에서 차이점이 있다.

$$\lambda = \text{EXP}(\beta x_i + \epsilon_i)$$

여기서, β : 추정모수

x_i : 설명변수

ϵ_i : 오차항

앞서 소개한 3가지 모형은 사고가 "0"인 지점을 설명하지 못하는 한계점을 가지고 있다. 따라서 사고가 "0"인 지점을 고려하는 사고추정모형이 개발되었으며, 이 모형이 Zero-Inflated 모형이다. "0"지점 고려 사고모형은 푸아송 회귀모형을 근간으로 하고 있으며, 사고가 "0"건 발생한 경우 푸아송이나 음이항 회귀식으로 설명이 불가능하기 때문에, 이 경우에 대한 내용은 별도로 평가하도록 하고 있다. 교통사고자료의 경우 사고가 "0"인 상태가 많아질수록 음이항 회귀모형보다 "0"지점 고려모형이 더 적합한 것으로 알려지고 있다(Miaou, 1994).

3.3. 분석결과

독립변수로는 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙(국토교통부, 2009)의 교차로 설계기준에서 도로기하구조에 영향을 미치는 차로수, 차로폭, 도류화 차로폭, 종단경사, 교차로 넓이, 우회전차로의 각각반경, 교차로간 간격을 교통사고와 연결하여 독립변수로 설정하고 분석하였다.

Table 8은 분석모형들의 최종결과로 사고 '0' 지점을 고려한 모형이 모형의 적합도가 가장 높은 것으로 분석되었고, 다른 모형에 비해 교통사고가 "0"건 발생한 지점을 잘 설명하고 있기 때문에 본 연구의 최종모형으로 선택하였다.

상수항(α), 좌회전 차로폭(X_2), 우회전차로의 각각부(X_6), 교차로간 간격(X_7)이 유의확률 95% 이내에서 p-

value가 0.050보다 작은 것으로 분석되어 이 모형의 결과는 유의한 것으로 나타났다.

따라서 상수항(α), 좌회전 차로폭(X_2), 우회전차로의 가각부 반경(X_6), 교차로간 간격(X_7)은 교차로 교통사고의 영향을 주는 기하구조 요인인 것으로 분석되었다.

이 세 변수 모두 계수의 부호가 음수(-)로 나타났는데, 이것은 세 요인의 크기가 증가할수록 예측되는 교통사고의 발생 건수는 작아지는 것을 의미한다.

더불어 변수간 상관관계를 분석하는 Dubin-Watson 통계량이 모든 모형에서 1.5~2.5 사이의 값으로 나타나 변수들 간의 상관관계를 독립적인 관계인 것으로 분석되었다.

다시 말하자면, 차로 폭이 넓어질수록, 우회전차로의 가각부가 긴반경일수록, 그리고 교차로 간의 간격이 넓어질수록 교통사고의 예측 사고건수가 감소하는 것으로 분석되었으며, 이 변수들 간의 관계성은 없는 것으로 분석되었다.

Table 8. Result of Constructing Accident Prediction Model

Variable	Variable descriptions	Shape	Model I	Model II	Model III	Model IV
α	Constant term	α	3.876 (<0.001)	3.999 (<0.001)	3.714 (<0.001)	3.137 (<0.001)
X_1	No. of lanes	X_1	0.011 (0.473)	0.031 (0.588)	0.062 (0.198)	0.045 (0.306)
X_2	Width of left turn lane	X_2	-0.527 (0.001)	-0.585 (<0.001)	-0.571 (<0.001)	-0.463 (<0.001)
X_3	Width of channelization lane	X_3	-2.740 (0.521)	-1.604 (0.257)	-3.014 (0.864)	-1.004 (0.670)
X_4	Vertical grade	X_4	-0.055 (0.710)	-0.023 (0.086)	-0.075 (0.077)	-1.968 (0.183)
X_5	Width of intersection	log(X_5)	0.369 (0.929)	0.518 (0.838)	0.186 (0.238)	0.236 (0.184)
X_6	Radius of right turn lane coner	X_6	1.409 (0.053)	0.968 (0.088)	0.110 (0.040)	-0.217 (0.002)
X_7	Interval between intersections	log(X_7)	-0.075 (<0.001)	-0.001 (0.004)	-0.099 (0.013)	-0.122 (<0.001)
Model ρ_2			0.588	0.731	0.716	0.871
Model p-value			<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Dubin-Watson			2.106	2.009	1.869	2.310

3.4. 최종모형 선택 및 영향요인 평가

교차로 기하구조 영향요인을 평가하기 위해 구축한 모형의 최종모형은 사고 '0' 지점 고려 사고모형(Zero-Inflated Negative Binomial Model)으로 결정되었

다. 이 때, 모형의 적합성은 ρ_2 가 0.871로 나타나 본 연구에서 분석한 4가지 모형 중 가장 적합한 것으로 나타났다.

분석결과, 좌회전 차로폭, 우회전차로의 가각부 반경, 교차로 간 간격이 유효한 변수로 선정되었다. 또한 유효한 세 변수 모두 계수의 부호가 음의부호(-)로 나타나 변수의 크기 혹은 규모가 커질수록 사고가 감소하는 효과를 보이는 것으로 분석되었다.

앞서 분석한 운전자의 주행특성과 결부하여 영향요인을 평가하면, 계수의 부호에 따라 규모의 증·감을 통해 개선안을 도출하는 것은 타당하지 못한 결론으로 판단되어 규모의 증·감 부분을 주행특성의 기반으로 새로이 해석하고자 하였다. 좌회전 차로의 경우 폭이 넓어질수록 사고의 감소효과가 있는 것으로 나타났고, 고령운전자의 시야는 일반운전자보다 부방향을 바라보는 정도가 낮은 것으로 분석되었다. 두 결과를 연결하면, 좌회전 차로 폭이 넓어야 한다는 것의 의미는 좌회전을 시도하려는 차량의 교차로 진입 위치가 기존보다 더 좌측으로 갈수록 부방향에 대한 시야확보가 향상되어 교통사고감소 효과를 볼 수 있다는 것을 의미한다.

다음으로 우회전차로의 가각부가 긴반경, 즉 예각일 경우는 운전자의 시야각이 작더라도 사고감소 효과가 있는 것으로 나타났다. 즉, 가각폭원을 감소시켜 길게 할 경우는 우회전 시 속도의 변화가 크지 않더라도 부방향을 보다 긴 시간 바라볼 수 있어 접근 차량을 확인하는 효과가 있을 것으로 판단된다. 따라서 기존 연구결과를 기반으로, 부방향의 시야확보가 가능한 형태의 도류화의 기법을 적용하고자 한다.

마지막으로 인접교차로와의 교차로 간격 역시 유효한 변수로 포함되었는데, 본 연구에서 교차로 간격과 관련된 주행특성분석 과정이 이루어지지 않은 관계로, 현재 설치된 교차로 간 간격이 기준에 부합되고 있는지의 여부만 판별하는 것으로 하였다. 고령운전자의 가속도의 크기는 일반운전자에 비해 작은 만큼 충분한 거리가 제공될 수 있어야 고령운전자의 안전향상에 역할을 할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 고령운전자의 안전성을 고려한 기하구조 설계방향

4.1. 설계방향의 도출

고령운전자의 교통사고에 영향을 미치는 교차로 기하구조를 분석한 결과 좌회전차로의 폭, 우회전차로(도로

모퉁이)의 각각부 반경, 교차로간 간격 등이 고령운전자의 교통사고발생에 영향을 미치는 기하구조의 주요 영향요소인 것으로 분석되었다.

세 가지 주요변수에 대한 개선방향에 대해서 해외문헌 기준³⁾을 국내교차로에 적용시키고자 하였다. 고령운전자를 위한 해외 기하구조 기준을 적용하는데 있어서, 첫 번째로, 모형결과분석에 따라 기하구조의 기준을 재조정하고자 하였으며, 다음으로는 고령운전자가 자율적으로 수행한 주행특성을 고려한 설계방향을 고려하였다. 단, 교차로의 간격 조정인 경우에는 명시되어 있는 고령운전자를 위한 설계기준 등이 별도로 정립되어 있지 않아, 기존의 국내설계기준(한국건설기술연구원, 2011)과 비교하여 분석하였다. 교통사고에 영향을 미치는 교차로 기하구조의 설계 개선방향을 정리하면 Table 9와 같다.

Table 9. Improvement of Geometrical Design by Influential Factor

Division	Geometry design improvement direction
Width of left turn lane	Installed as a left turn lane in the form of a Positive off-set
Radius of right turn lane coner	Slip lane Concept a right turn track
Interval between intersections	At least 0.25km(250m) of intersection is secured.

4.2. 교차로와 교차로간의 간격검토 방향

교차로와의 간격기준은 한국건설기술연구원(2011)의 연구에서는 도시부의 도시지역 도로의 설계기준 특성 Table 9의 기준에 따르면 도시부에서 보조간선도로 이상의 도로구간에서는 교차로와 교차로간의 최소간격을 0.25km(250m) 이상이어야 한다고 하였다.

본 연구에서 수집한 도로의 기하구조기준의 경우, 모두가 보조간선도로 이상의 도로에 연결된 교차로인 것으로 조사되었으며, 교차로와 교차로와의 간격 값은 평균거리 181m인 것으로 나타났다. 이의 수치는 기존설계 기준에는 다소 미치지 못하는 간격으로 설치되고 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서 나타난 교차로 중에서, 설계기준 평균값 이상의 간격에 미치지 못하는 교차로는 상습 지·정체 발생의 주요원인과 교차로구간의 교통

소통에 악영향을 끼치고 있는 것으로 판단되어진다.

교차로 구간에서의 추돌사고는 대부분 교차로 진입부에서 발생하는 추돌사고로 분석되었다. 이 경우 반응시간에 따른 증가가 원인으로 작용하므로, 근접 교차로의 경우에는 교차로와의 간격을 Fig. 12와 같이 조정함으로써 고령운전자를 기반으로 Dilemma Zone을 제거할 수 있는 효과가 있다. 이 경우 접근로의 추돌사고 뿐만 아니라 Dilemma Zone을 제거함으로써 신호위반에 대한 사고까지 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.

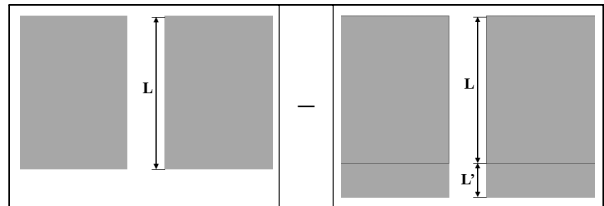


Fig. 12 Computation Width between Intersections

향후 교차로의 운영관리요소 강화 및 고령운전자를 고려한 교통안전성의 효율적 접근을 도모하기 위한 방안의 하나로써 복잡한 도시환경을 스마트하게 정비할 필요성이 있다. 또한 주변 교차로와의 간격 기준은 도시부 도로의 종합적 특성을 고려한, 한국건설기술연구원

Table 10. Feature of Guideline of Urban Road Design

Classification	Urban highway	Arterial road	Sub-arterial road	Receptional road	Local road
Proportion for total road(%)	5~10		10~15	5~10	60~80
Proportion for total urban traffic volume(%)	0~40	40~60		5~10	10~30
Spacing(km)	3.00~6.00	1.5~3.0	0.75~1.50	under 0.75	-
Min. interval of intersections (km)	1.00	0.50~1.00	0.25~0.50	0.10~0.25	0.03~0.10
Design speed (km/h)	100	80	60	50	40
Street parking	Unaccept	Unaccept	Limited accept	Accept	Accept
Level of access management	Limited entrance	Strong	Normal	Light	Not accept
Min. width of the road(m)	-	35	25	15	8
Type of the median	Divided	Divided	Divided or Undivided	Undivided	Undivided
Side walk installation	Uninstallation	Installation or Uninstallation	Installation	Installation	Installation
Min. width of lane(m)	3.50	3.50~3.25	3.25~3.00	3.00	3.00

3) - AASHTO, A POLICY on GEOMETRIC DESIGN of HIGHWAYS & STREETS(2001) 내 평면교차로
 - 미국 에리조나 주, Roadway Design Guidelines(1996)
 - 독일, RAS-K-1(1988)내 평면교차로 관련 주요 내용
 - A User's Guide to Positive Guidance_ 3rd Edition(FHWA, 1990)

(2011)의 설계기준인 교차로의 최소간격기준을 고려해야 할 것으로 판단된다.

특히, 복잡한 도시환경과 고령화의 가속화영향 등으로 인한 도시부 교차로의 교통소통 문제해결 측면에서도 교차로간의 간격을 위의 기준 이상으로 준용한다면, 도시부 교차로의 교통운영관리 측면과 고령운전자를 위한 교통사고 예방효과 측면 등에서도 긍정적인 효과를 낼 수 있을 것으로 판단되어진다.

4.3. 좌회전 차로의 Positive Offset 설치 방향

좌회전 차로 폭이 증가할수록 고령운전자의 교통사고가 감소하는 것으로 분석되었다. 고령운전자의 교통사고 발생은 좌회전 시 부방향에서 다가오는 차량과의 충돌에 약한 것으로 나타났고, 주요 원인으로는 교차하는 도로에 대한 시야확보의 부족으로 인한 안전운전 불이행으로 분석되었다. 즉, 좌회전 차로 폭의 증가보다는 좌회전을 하려는 차량이 진출하는 위치를 의미하는 것으로 앞서 규정했다. Positive Offset은 대향방향의 운전시야를 확보하기 위해 좌회전 차로를 좌측으로 이동시킨 설계기법으로서, 차량의 운전자가 1차로 좌측에 가까워질수록 대향차량의 좌회전 대기차량이 대향방향의 직진차량을 가리지 않아, 넓은 시야확보가 용이하고 또한 직진, 부방향 접근차량에 대한 시거확보 또한 원활하여 교통 안전성 향상 측면상 유리한 기법으로, 미연방도로국(FHWA2014)에서는 좌회전차로를 Positive Offset형태로 설치하기를 권장하고 있다. 따라서 우리나라에서도 고령운전자의 안전성을 고려하는 측면에서 교차로 좌회전 설치 시에는 Positive Offset형태의 좌회전 차로설치를 적극적으로 검토하여 반영할 필요가 있다. 본 개선안의 방향은 아래의 Fig. 13과 같다.

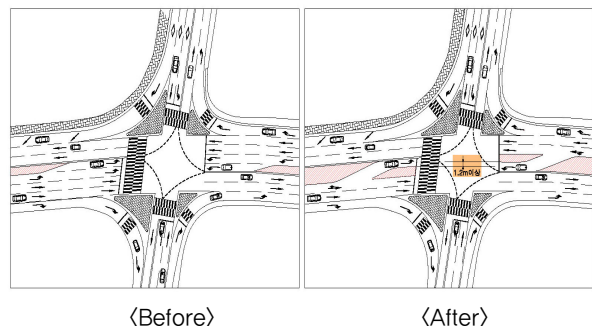


Fig. 13 Shape of Positive Offset of Left Turn Lane

4.4. 우회전 차로의 Slip lane Concept 설치 방향

교차로에서 우회전차량의 본선 합류 시, 주요 사고특

성의 원인으로는 부방향에서 다가오는 차량과의 충돌로 사고가 자주 발생하며, 그 중에서 부족한 교차도로와의 방향에 따른 시야확보의 부족으로 발생된 것으로 나타났다. 이에 따라, 최근 해외고령운전자설계기준인 미연방도로청(FHWA, 2014)에서는 Slip Lane Concept형태의 우회전차로의 적용을 적극적으로 검토하고 있다. 국토교통부, 한국건설기술연구원(2010)에서는 세미 트레일러 차량으로 일반운전자를 대상으로 Slip Lane Concept형태의 우회전 차로의 국내 설치에 따른 효과를 분석하였다. 그 결과 기존 우회전 차로의 일반적인 설계보다는 시야각도가 작은 것으로 나타나, 교차도로와의 교통상황을 보다 쉽게 파악할 수 있어 교통안전성 향상에 유리한 것으로 나타났다. 더불어 시공면적 또한 적어 경제적으로도 효율적인 것으로 분석되었다. 위의 연구를 통하여, 본 연구와의 적용성 측면에서 검토해 본다면, 고령운전자의 신체적 저하특성과 시각적 측면, 주행특성 등을 종합적으로 고려할 시에는 일반적인 교차로 형태보다는 Slip Lane Concept형태의 우회전차로의 도류화 된 교차로가 더 유리한 것으로 판단되어진다.

본 연구에서 일반적인 교차로를 Slip Lane Concept형태로 개선한 예시는 Fig. 14와 같다. Fig. 14의 좌측은 도류화개선 전인 형태로서 기존 교차로에 대부분 적용하고 있는 일반적인 4지 교차로이다. 일반적인 4지 교차로의 경우는 우회전으로 합류 시 좌측에서 다가오는 부방향 차량 확인 시에는 합류각이 둔각으로 고개를 크게 돌려야 하나, 고령운전자의 신체적인 특성과 인지반응의 저하 등으로 인하여 많은 어려움이 따른다. 그러나 Fig. 14 우측의 도류화개선 후의 Slip Lane Concept형태는 진입 합류각이 예각으로서 작고, 또한 부방향에서 다가오는 차량을 고개를 다소 작게 돌려도 주변교통 상황을 쉽게 파악 가능할 수 있으므로 고령운전자의 교통안전성 측면에서 매우 유리한 것으로 판단되어졌다. 따라서, 우회전 도류화 시에는 고령운전자의 신체적, 시각적인 특성, 주행특성 등을 종합적으로 고려한 Slip Lane

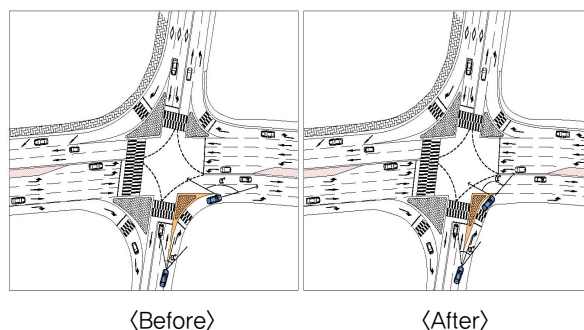


Fig. 14 Improvement Plan of Right Turn Lane Design

Concept 우회전차로의 도류화 시설을 적극적으로 검토하여 반영할 필요가 있다.

한 가지 유의할 점은 고령운전자가 우회전의 도류화를 통하여 본선으로 합류할 시에는 본선의 속도를 고려하여 자연스럽게 본선 교통류와 합류될 수 있도록 하는 방안도 함께 고려되어야 교통 안전성과 효율성을 크게 향상할 수 있을 것이다.

5. 결론 및 향후연구

본 연구에서는 고령운전자를 위한 도시부 교차로의 기하구조설계 기법에 관한 연구를 수행하기 위해서 서울시 교차로를 대상으로 보다 더 쾌적하고 안전하게 교차로를 주행할 수 있는 교차로 설계에 관한 개선방향을 제시하고자 하였다.

기존의 이론적 고찰 및 사고데이터를 통해 고령운전자의 교통특성을 종합해 본 결과, 고령운전자는 비고령운전자에 비해 교차로 구간에서의 교통사고 치사율이 높은 것으로 나타났다. 또한 비고령자에 비해 부방향에서 접근하는 차량과의 충돌에서 보다 많은 사고가 발생 하는 것을 알 수 있었다.

교통사고예측모형으로 고령운전자의 교차로 교통사고에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과, 95%의 유의확률 안에서 교차로와의 간격, 교차로의 좌회전 차로폭, 우회전차로 각각부 반경의 유의확률이 0.001 미만인 것으로 나타나, 도시부 교차로에서 개선을 해야 하는 기하구조의 주요한 요소인 것으로 나타났다.

이론적 고찰과 사고예측모형을 통해 도출된 고령자가 교차로 주행 시 취약한 3가지 부분에 대해 해외기준을 통해 교차로와의 설치간격과 더불어, 분석결과에서 나타난 Positive Offset 형태의 좌회전차로 설치, Slip Lane Concept 형태의 우회전차로의 설치 개선 등의 개선방안을 제시하였다. 이는 향후 우리나라 고령운전자의 도시부 교차로 설계를 위해서 적극적으로 고려해야 하는 중요한 요소라고 볼 수 있다.

본 연구에서 향후 다뤄야 할 부분은 본 연구의 분석결과가 실제 도로운영에 적용하여 실제 고령운전자를 위한 교통사고 예방에 어느 정도의 효과가 있는지에 대한 추가적인 연구가 필요하다는 점이다.

더불어, 본 연구에서 연구한 신호교차로, 비신호교차로 이외에 최근 적용하고 있는 회전교차로(Roundabout)를 대상으로 한 연구 또한 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서 제시한 도시부 교차로의 설계개선 결과는 향후 정책적인 측면과 기술적인 측면에서 고령운전자의 안전을 위해서 바람직한 의사결정지원을 제공할 수 있을 것이다.

마지막으로, 본 연구는 향후 우리나라의 고령사회에 대비해 고령운전자의 교통안전향상 측면에서 우리나라 최초의 도시부 교차로 설계개선에 관한 연구 결과로서 장래 고령운전자에 대한 교통사고 감소를 통한 사회적 비용을 감소시키는데 기여할 수 있을 것이다.

REFERENCES

- Chung, Y. S., Oh, S. H., and Chae, C. D.(2011), Study on Transportation Safety to Reduce Traffic Accident of Elderly Drivers, Korea Transport Institute.
- FHWA(2014), Handbook for Designing Roadways for the Aging population, Federal Highway Administration, U.S.Chapter2. Intersections.
- Ki, S. D., and Kim, D. H.(2009), Study on method of calculation of auto insurance rate with Generalized Linear Model(GLM), Korea Insurance Research Institute.
- Kim, M. H.(1983), Statistical study of senile cataract patients, Journal of The Korean Ophthalmological Society, Vol.24, No.1.
- Kim, S. O., Chang, I. J., and Lee, C. K.(2009), Analysis of the Vulnerable Roadway Designs for Elderly Drivers and Its Improvement Schemes, The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems, 5(6), pp. 162-172.
- Korea Expressway Corporation(2008), Improving road design criteria considering the aging society, Korean Society of Road Engineers.
- Korea Road Traffic Authority(2015), Source book of traffic accident analysis, Korea Road Traffic Authority.
- Korea Transport Institute(2001), Study for human factors in road design:focused of analysis of drivers' behaviour at intersections, pp. 18-19.
- Korea Transport Institute(2015), KOTI Vision Zero Brief, vol.2, No3.
- Kwon, O. I., Baek, Y., Jung, J. H., and Koo, H. B.(2005), Study on State evaluation of Tunnel Portal Slopes in Korea using Generalized Linear Model, The 2005 Conference of Korean Society of Civil Engineers, 2005.10, pp. 5017-5020.
- Lee, J. H.(1994), Study on the characteristic of old drivers' traffic accident : Focused on Seoul, master's thesis of Seoul National University.
- Lee, W. Y.(2005), Analysis in driving behaviors and accident traits of the elderly drivers, Korea Road Traffic Authority.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2004), Study on a design criteria of Korean grade junctions, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology.

- Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2009), Rules about the structure and facility of road, Korean Society of Civil Engineers.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2010), Design technology development for road safety and improved functionality, Korea Institute of Construction and Transportation Technology Evaluation and Planning, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2011), Study on countermeasure of the elderly's traffic accident by cause, Korea Transportation Safety Authority.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2013), Basic research to improve road criteria in preparation for an aging society, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2015), Study on guideline of road design for the elderly, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology.
- Park, B. H., Han, S. W., and Kim, K. H.(2009), Characteristics and Models of Intersection Accidents by Elderly Drivers in the Case of Cheongju 4-legged Signalized Intersections, Journal of The Korean Society of Road Engineers, 11(4), pp.33-40.
- Park, J. G.(2008), Study on universal road design criteria, master's thesis of Hanyang University.
- Park, K.y. (2006),Evaluation of Accident Reduction Effect of Road Safety Features and Development of Estimation Model for Accident Reduction Factors. University of Seoul.
- Pyo, S. T.(2012), Study on re-design driving fault considering balancing of accident prone old drivers, Traffic Safety Journal of Ulsan, Gyeongsangnam-do branch of Korea Road Traffic Authority, pp. 452-468.
- TRB(1988), Transportation in an aging society: Improving mobility and safety for older persons. Vol.2,pp194-252
- VTI(2009), Older Car Drivers in Norway and Sweden-Studies of accident involvement, visual search behaviour, attention and hazard perception, The Swedish National Road and Transport Research Institute, Sweden.