한국ITS학회논문지
제8권, 제6호 (2009년 12월)
pp. 162~172

고령운전자 사고취약 도로형태 분석 및 개선방안 연구

Analysis of the Vulnerable Roadway Designs for Elderly Drivers and Its Improvement Schemes

김 상 옥* 장 일 준** 이 철 기***
(Sang-Ock Kim) (Il-Joon Chang) (Choul-Ki Lee)

요 약

최근 급속한 고령운전자의 증가에 따라 고령운전자의 저하된 운전행태를 수용할 수 있는 도로환경 개선에 대한 노력이 시급하나 아직까지 고령운전자의 사고취약 도로형태에 대한 통계도 집계되지 않고 있는 실정이다. 이에 본 연구는 경찰청 사고통계자료를 이용하여 고령운전자가 사고에 취약한 도로형태 및 취약 정도를 분석하였으며 해외사례를 바탕으로 고령운전자 사고취약 도로형태별 개선 방안을 제시하였다. 국내 고령운전자는 비고령운전자 대비 교차로 사고, 곡선로에서의 차대차 사고 발생확률이 높은 것으로 나타났으나 곡선로 상 차대차 사고는 두 집단간 큰 차이를 보이지는 않았다. 또한 고속도로 인터체인지도 고령운전자 사고취약 도로 형태에 포함시켜 램프 부근에서의 사고감소방안을 살펴보았다.

Abstract

Improvement of roadway environments to accommodate elderly drivers' declining driving capabilities are required. Currently, even the types of roadway designs vulnerable to elderly drivers have not been revealed in Korea. Thus, this study aims to analyze the types and vulnerabilities of the roadway designs that elderly drivers experience more accidents based on crash data of the Korean National Police Agency. This study has also reviewed foreign guidelines enhancing their safety on different roadway designs. Compared with normal drivers, elderly drivers tend to be more frequently involved in traffic accidents on intersections and vehicle-to-vehicle accidents on curved roadway segments. Assuming freeway interchanges are also risky sections, this study has also examined several methods to reduce elderly driver-related accidents on freeway ramp areas.

Key words: Aging and driving capabilities, elderly drivers, accidents on intersections, accidents on curved roads, guideline for traffic safety

* 주저자 : 삼성교통안전문화연구소 수석연구원
** 공저자 : 삼성교통안전문화연구소 수석연구원
*** 공저자 : 아주대학교 ITS대학원 특임교수
† 논문접수일 : 2009년 11월 5일
† 논문심사일 : 2009년 12월 8일
† 게재확정일 : 2009년 12월 10일

Ⅰ. 서 론

1. 연구배경 및 목적

2000년 현재 우리나라의 전체인구 중 65세 이상 고령자 비율은 7.2%로 이미 고령화 사회에 진입하였으며 2019년 고령사회, 2026년 초고령 사회에 도달할 것으로 예측하고 있다. 또한, 고령화 사회에서 고령사회에 진입하는데 소요되는 예상기간은 19년으로 프랑스의 115년, 미국의 71년, 일본의 24년과 비교해 볼 때 유래 없이 짧은 기간이어서 고령자를 위한 교통환경 개선마련 또한 그 어느 국가에 비해 시급하다고 할 수 있다.

일반적으로 고령자를 대상으로 한 교통안전 제고 방향은 보행자 및 운전자 측면으로 나누어 진행되어 왔다[1, 2]. 그러나 고령보행자를 위한 교통안전 대책은 2009년 1월부터 시행예정인 "교통약자의 이동편의 증진법"과 같은 가시화된 제도가 마련되어 있는데 반해 고령운전자를 위한 시설제공 측면은 아직까지도 연구단계에 머물러 있는 실정이다.

신연식은 연구를 통하여 2010년 및 2020년, 총 운전자 중 고령운전자가 차지하는 비율이 각각 4.4%, 7.9%에 이를 것으로 추산하였으며 고령운전자들이 사고에 취약한 도로형태에 대한 조속한 개선을 주장하였다[3]. Staplin, L., et al.에 따르면, 국내에서는 비교적 사고건수가 적은 철도 교차로와 공사구간을 제외하고 고령운전자가 사고에 취약한 대표적인 도로형태로 교차로, 고속도로 인터체인지, 곡선로를 지목하고 있는데[4], 일례로 그 이전에 선행된 Benekohal et al.의 조사에 의하면 표지판 글자판독 다음으로 고령운전자가 어려워하는 운전행위가 교차로 통행임을 지적한 바 있다[5]. 또한, 1998년 미국의 사망사고분석자료(FARS)에 의하면 미국에서 50세 이하 운전자의 23%만이 교차로 사고로 사망하였으나 80세 이상 운전자의 경우48~55%의 운전자가 교차로 사고로 사망한 것으로 나타났다. 한편, Staplin과 Lyles은 76세 이상 운전자의 인터체인지 부근에서 합류 및 엇갈림에 의한 사고발생 확률이 타 연령대의 운전자들에 비해 매우 높다는 것을[6], Lyles et al.은 미시간주 충돌 자료를 통하여 고령운전자는 곡선부 선형에서 운전미숙으로 인한 사고발생률이 높다는 것을 지적하였다[7].

그러나 현재까지 우리나라에서는 도로형태에서의 고령운전자 사고위험성에 관한 통계자료가 집계되지 않고 있으며, 외국의 교통사고 유형이 국내에서도 유효하리라는 가정 하에 도로 및 안전시설 개선이 이루어지고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 국내 도로를 교차로, 곡선로, 경사로로 구분하여 고령운전자 사고통계를 조사하고 고령운전자 사고취약 도로형태를 선별한 후, 해외사례를 바탕으로 각 사고취약 도로형태별 고령운전자 사고감소를 위한 방안을 제시하였다.

2. 연구내용 및 방법

본 연구는 내용상 크게 세 범주로 구분하였다. 첫 번째로 고령화에 따라 운전에 영향을 미칠 수 있는 고령운전자의 육체 및 정신적 변화에 대한 국내외 문헌조사를 실시하였다. 두 번째로 고령운전자의 사고취약 도로형태를 분석한 후 고령화에 따른 행태변화와 연계하여 비고령운전자 대비 높은 사고를 보이는 원인을 추론하였다. 또한, 고령운전자가 특히 많이 행하는 법규위반 사항을 조사하고 고령운전자 사고취약 도로형태와 연계하여 취약 운전행태를 재확인해 보는 자료로 활용하였다. 이에 필요한 고령운전자 사고자료는 2005년~2007년 경찰청 사고통계자료(TAMS)를 활용하였으며 비고령운전자 사고 자료는 경찰청 교통사고 통계책자[8-12]와 TAMS 자료의 조합을 활용하여 추출하였다. 도로형태별 사고는 연구의 목적상 차대차 및 차단독 사고로 구분하여 비교하였다. 마지막으로, 확인된 고령운전자 사고취약 도로형태별 사고 감소를 위한 해외지침[13,14]과 국내 도로 및 안전시설물 설계 지침[15,16]을 비교하여 향후 국내 고령운전자를 위한 교통환경 개선방안을 제시하였다.

Ⅱ. 고령자 교통행동 특성변화

1. 시각성능변화

운전에 필요한 정보의 약 90% 이상이 시각정보이며 일반적으로 운전에 필요한 시각성능은 정지시력 뿐만 아니라 동체시력, 명도대비 능력, 시야의 너비 및 빛에 대한 반응 등을 포함한다.

1) 정지시력 및 동체시력 저하

노화에 따라 수정체 원근조절 능력이 감퇴되어 정지시력이 낮아지게 되는데 일반적으로 60대 운전자의 표준시력 평균치는 30~40대에 비해 20% 이상 저하되는 것으로 보고되고 있다. 또한, 빠른 속도로 움직이는 대상에 대한 추적 및 지각능력에 관계된 동체시력이 감소하게 된다. 이 동체시력은 일반적으로 정지시력에 비해 30% 낮으며, 50세 이후 급격히 저하하여 70세를 넘으면 0.1 가까이 떨어지게 된다 [17,18].

2) 명도대비에 대한 민감도 저하

명도대비 능력은 해질 무렵 노후화된 차로경계선, 반사광이 없는 연석 및 중앙선과 같은 대상을 식별하는 것과 같은, 낮은 명암의 물체를 식별하는데 필요한 능력을 의미한다. 시력이 1.0이라 하더라도 사물이 흐릿하게 보이는 현상이 발생할 수 있다는 점에서 명도대비 능력은 시력과는 별개의 능력으로 분류되는데, 이 능력은 40세 이후로 퇴보하기 시작하며 61세 이상일 경우 녹내장과 같은 시각적인 퇴행성 질환에 의해서도 감퇴될 수 있다.

3) 시야 및 시각적 주의영역 감소

시야란 물체를 보는 범위에 관련된 능력으로 직접적으로 보이는 제한된 범위 외측에 위치한 도로표지판, 신호, 차량, 보행자 및 자전거 이용자 등을 감지하기 위해서는 넓은 시야가 필수적이다. 그러나 시야는 생리적 한계로서 사람의 시각 시스템은 시야 밖에서의 자극은 감지하지 못한다. 시각적 주의영역은 전체시야의 부분집합으로 교통상황의 변화에 적절히 대응하기 위해 관계성이 없는 정보들로부터 관련있는 사항들을 감별해 내는 능력에 관계된다. 주의영역이 감소할 경우 '보였지만 보지는 못한(looked but didn't see)' 사고, 즉 자극은 감지되었지만 적절한 시간에 운전자가 반응하기에는 충분히 이해되지 못함에 따른 사고를 유발하게 된다.

4) 섬광에 대한 민감도 증가 및 암순응도 저하

섬광에 대한 민감도 증가는 야간주행 시 대향 차량의 전조등 불빛 또는 주간 주행 시 햇빛 속에서 사물을 보는 능력이 감소함을 의미한다. 섬광은 눈 안으로 산란광을 발생시켜 보고자 하는 사물의 명암을 저하시키는 역할을 한다. 암순응도란 밝은 곳에서 어두운 곳으로 들어갔을 때, 보이지 않던 사물을 얼마나 빨리 보기 시작하느냐에 관련된 능력으로, 이 능력은 고령화에 따라 지속적으로 감소하는 경향이 있다.

2. 판단 및 처리기능 변화

1) 이동물체 감지 및 인지반응 능력 저하

고령자는 전방 직진차량의 속도 및 거리를 유추하는 기능이 저하되어 좌회전에 어려움을 느끼게 되며, 도로 합류부에서의 합류시점 결정에도 어려움을 느끼게 된다. 또한 도로 기하구조, 교통상황 변화 시 적정 반응에 소요되는 시간 및 조향, 감속과 같은 운전 제어행동에 소요되는 시간의 합으로 표현되는 인지반응시간이 증가한다. 단일사건에 대한 인지반응시간은 고령자 및 비고령자의 95%가 1.6초의 시간을 소요하지만, 판단의 복잡성이 높아질수록 고령자의 인지반응 시간은 증가하여 2~3개의 연속적인 행동을 할 경우 비고령자에 비해 20% 정도 증가하는 것으로 알려져 있다.

2) 선택적 주의 및 주의 분배력 저하

노화에 따라 복잡한 교차로로 진입하면서 도로표지를 주시하는 것과 같은 비교적 중요성이 낮은 정

보를 여과하고 계속적으로 가장 중요한 정보에 재집중하는 선택적 주의 능력이 저하된다. 또한, 여러 자료로부터 다수의 정보를 처리하고 여러 임무를 동시에 수행하는 주의 분배력 저하로 고령운전자는, 예를 들어, 교차로로 진입하면서 안전거리를 유지하는 동시에 차로를 유지하고 표지판을 확인하며 교통신호에 주의를 기울이는데 많은 어려움을 느끼게 된다.

3. 기타 기능변화

근육의 굵기와 신축성이 저하되어 머리와 허리 부위의 운동에 제약을 주게 되고 이로 인해 핸들 또는 페달의 민첩하고 원활한 조작이 어려워진다. 또한 일반적으로 65세 이상이 되면 고음역을 중심으로 약 30% 이상의 청력손실이 생기며 70세를 넘기면 고음과 더불어 중·저음 영역의 청력도 저하되어 일상적인 대화에도 불편을 느끼게 된다.

Ⅲ. 고령운전자 교통사고 특성분석

1. 고령운전자 사고추이

경찰청 TAMS 자료를 활용하여 최근 5년간(2003년~2007년) 발생한 차대차 및 차단독 사고를 고령자 및 비고령자 관련사고로 분류하고 두 집단 간 사고특성을 비교·분석하였다. <표 1>에서 보는 바와 같이 차대차 사고의 경우, 비고령 운전자 사고는 2004년 대폭 증가 후 감소추세를 보여 2004년 대비 2007년 5.2% 감소하였으나, 고령운전자 사고는 오히려 25.1% 증가한 것으로 나타났다. 그러나 차단독 사고의 경우에는 비고령 운전자 사고 및 고령운전자 사고 모두 2004년 대비 2007년 각각 13.5%, 17.2% 증가한 것으로 나타났다.

<표 1> 연도별 교통사고 건수변화
<Table 1> Annual traffic accident

연 도	차대차 사고		차단독 사고	
	고령 운전자	비고령 운전자	고령 운전자	비고령 운전자
2003년	7,258	134,583	1,191	8,340
2004년	10,086	153,263	1,014	6,751
2005년	10,833	148,230	1,142	7,362
2006년	11,418	148,317	1,200	7,540
2007년	12,621	145,321	1,188	7,660

2. 도로형태별 사고건수

경찰청 TAMS 자료를 활용하여 최근 3년간(2005년~2007년) 발생한 총 사고를 세가지 도로형태별로 분류하고, 다시 고령운전자 및 비고령 운전자 관련 사고로 나누어 두 집단 간 사고발생 빈도 및 비율을 비교·분석하였다. 사고분석은 차대차 및 차단독 사고로 나누어 실시하였다.

1) 곡선로

고령운전자의 차단독 사고 중 곡선로에서 발생한 사고가 차지하는 비율은 21.59%로 비고령운전자의 30.96%에 비해 9.37% 낮아 고령운전자의 경우 과속운전을 하지 않는 등 비고령 운전자에 비해 조심운전을 하는 것으로 판단되었다. 그러나 <표 2>의 수치에서 알 수 있듯이 고령운전자의 차대차 사고 중 곡선로에서 발생한 사고가 차지하는 비율은 10.38%로 비고령 운전자의 7.37%에 비해 3.01% 높은 수치를 보여, 고령운전자는 조향능력과 전방 차량과의 간격 유지 등 다각적인 운전부하가 요구되는 경우에는 비고령 운전자에 비해 사고율이 높게 나타나는 것을 알 수 있다.

<표 2> 곡선로에서의 사고발생 현황
<Table 2> Traffic accident on horizontally curved road

구 분	사고유형	총사고	곡선로 사고	비율(%)
고령 운전자	차대차	34,872	3,620	10.38
	차단독	3,530	762	21.59
비고령 운전자	차대차	441,868	32,581	7.37
	차단독	22,562	6,986	30.96

2) 경사로에서의 사고발생 확률

<표 3>에서와 같이 고령운전자의 차대차 사고 및 차단독 사고 중 경사로에서 발생한 사고가 차지하는 비율은 각각 15.55% 및 23.23%로 비고령 운전자의 15.24%, 24.68%와 비교하여 큰 차이가 없는 것을 알 수 있었다. 그러나 '경사로+곡선로' 상에서의 고령운전자 차대차 사고는 4.47%로 비고령자의 3.26%에 비해 소폭 상승하였다. 전체적으로 경사로에서의 고령운전자 사고는 비고령 운전자 사고에 비해 발생확률이 크게 높다고 할 수는 없으나 차로유지에 및 차량 간섭이라는 부하가 더해질 경우 고령운전자의 사고 발생확률은 소폭 상승한다는 것을 알 수 있었다.

<표 3> 경사로에서의 사고발생 현황
<Table 3> Traffic accident on vertically curved road

구 분	사고유형	총사고	경사로 사고	경사로+곡선로 사고
고령운전자	차대차	34,872	5,422(15.55)	1,560(4.47)
	차단독	3,530	820(23.23)	374(10.59)
비고령운전자	차대차	441,868	67,341(15.24)	14,383(3.26)
	차단독	22,562	5,569(24.68)	3,009(13.34)

주: 괄호 안의 수치는 총사고 대비 비율(%)

3) 교차로에서의 차대차 사고발생 확률

고령운전자가 관련된 차대차 사고인 34,872건 중 30.7%에 해당하는 10,702건이 교차로 내에서 발생하여 비고령 운전자의 28.8%(총 441,868건 중 127,427건)에 비하여 1.9%정도 발생확률이 높은 것으로 조사되었다(<표 4> 참조). 그러나 주간 사고를 살펴보면, 고령운전자가 관련된 차대차 사고 34,872건 중 23.9%에 해당하는 8,331건이 교차로에서 발생하여 비고령 운전자의 14.7%(총 441,868건 중 64,888건)에 비하여 9.2% 발생확률이 높은 것으로 조사되었다. 또한, 총 교차로 사고대비 주간 교차로사고 확률은 고령운전자가 77.8%(총 10,702건 중 8,331건)로, 비고령 운전자 50.9%(총 127,427건 중 64,888건)에 비해 약 27% 높아 고령운전자가 관련된 교차로 사고는 주로 주간에 발생한다는 것을 알 수 있었는데, 이는 2000년 실시된 한국교통연구원의 '전국교통DB 구축사업'에서 발표한 고령자의 주간(오전7시~오후7시) 통행 발생비율(86%)이 비고령자(76%)에 비해 10% 높다는 사실에서 한 원인을 찾을 수 있다.

<표 4> 사고유형별 교차로에서의 차대차 사고
<Table 4> Vehicle-vehicle accident at intersections

구 분	사고유형	계	교차로						기타
			교차로내			교차로부근			
			계	주	야	계	주	야	
고령운전자	소계	34,872	10,702	8,331	2,371	5,567	4,011	1,556	18,603
	정면충돌	2,755	624	435	189	289	202	87	1,842
	측면(직각)충돌	16,323	7,717	6,027	1,690	1,955	1,513	442	6,651
	진행중 추돌	5,990	690	555	135	1,081	783	298	4,219
	주정차중 추돌	3,853	205	142	63	1,418	871	547	2,230
	기타	5,951	1,466	1,172	294	824	642	182	3,661
비고령운전자	소계	441,868	127,427	64,888	62,539	90,829	40,122	50,707	223,612
	정면충돌	31,166	8,495	3,525	4,970	4,205	1,756	2,449	17,966
	측면(직각)충돌	195,719	91,161	47,328	43,833	26,875	13,279	13,596	71,612
	진행중 추돌	75,598	7,852	3,973	3,879	17,862	7,998	9,864	47,534
	주정차중 추돌	75,489	3,538	1,603	1,935	30,704	11,572	19,132	37,802
	기타	63,896	16,381	8,459	7,922	11,183	5,517	5,666	34,004

3. 고령자의 법규위반별 사고건수

경찰청 TAMS 자료를 활용하여 최근 3년간(2005~2007년) 제1당사자로서의 고령운전자 및 비고령 운전자 법규위반별 사고를 살펴본 경과, <표 5>에서와 같이, 두 집단 모두 '안전운행 불이행' 및 '신호위반'을 가장 많이 범하는 것으로 나타났다. 그러나 비고령 운전자의 경우 세 번째로 가장 많은 법규위반은 '안전거리 미확보'인데 반해 고령자의 경우 '교차로 운행방법 위반'으로 나타나 고령운전자의 경우 높은 주행부하가 요구되는 교차로에서의 통행에 어려움을 느끼는 것으로 나타났다.

<표 5> 제 1 당사자 법규위반별 사고건수
<Table 5> Accidents per offender's violation types

유 형	고령자		비고령자	
	건수	비율(%)	건수	비율(%)
소 계	21,655	100.0	617,866	100.0
과 로	0	0.0	11	0.0
과 속	15	0.1	1,353	0.2
앞지르기 방법위반	7	0.0	244	0.0
앞지르기 금지위반	39	0.2	1,183	0.2
중앙선침범	1,827	8.4	41,558	6.7
신호위반	2,940	13.6	71,121	11.5
안전거리미확보	1,878	8.7	62,374	10.1
일시정지위반	21	0.1	836	0.1
부당한 회전	189	0.9	5,451	0.9
우선권 양보불이행	10	0.0	216	0.0
진로양보 불이행	16	0.1	517	0.1
안전운전불이행	11,311	52.2	344,526	55.8
난폭운전	0	0.0	0	0.0
교차로 운행방법위반	1,997	9.2	49,499	8.0
보행자보호의무위반	495	2.3	15,897	2.6
차로위반(진로변경)	166	0.8	4,394	0.7
직진우회전진행방해	285	1.3	5,737	0.9
철길건널목통과방법	2	0.0	29	0.0
긴급차피양의무위반	0	0.0	6	0.0
기 타	457	2.1	12,914	2.1

4. 사고유형별 사고건수

<표 6>과 같이 최근 3년간(2005년~2007년) 경찰청 TAMS 자료 분석결과, 고령운전자의 경우 주정차 중 추돌 비율이 비고령 운전자에 비해 낮아 신중한 운전을 하는 것으로 나타났으나, 측면(직각)충돌 확률은 상대적으로 높아 비고령 운전자에 비해 교차로 통행에 어려움을 느끼는 것으로 판단되었다.

<표 6> 사고유형별 고령자 사고발생 현황
<Table 6> Traffic accidents related to elderly drivers

사고유형	고령자		비고령자	
	건수	비율(%)	건수	비율(%)
정면충돌	2,755	7.9	31,166	7.053
측면(직각)충돌	16,323	46.8	195,719	44.294
추돌-진행중	5,990	17.2	75,598	17.109
추돌-주정차중	3,853	11.0	75,489	17.084
기타	5,951	17.1	63896	14.460
소계	34,872	100.0	441,868	100.0

Ⅳ. 도로형태별 개선방안

본 4장에서는 3장에서 소개된 고령운전자의 사고발생 비율이 높거나 높을 것으로 예상되는 교차로 및 곡선로를 대상으로 해외에서 제안된 사고감소 방안을 소개하고 국내 지침과 비교함으로써 향후 국내 고령운전자 사고감소를 위한 방안을 모색해 보고자 하였다. 또한 고속도로의 유출 및 유입구간은 높은 운전부하를 요구하는 바 고령운전자 관련사고 위험성이 높을 것으로 예상되어 추가적으로 개선방안을 모색해 보았다.

1. 교차로 개선방안

1) 적정 교차각 유지 및 신호운영 개선

미국 도로교통안전협회(AASHTO)에 따르면 교차하는 두 도로의 교차각은 90o를 유지하도록 하되 부득이한 경우 60o 이하가 되지 않을 것을 권고하고 있다[19]. 그러나 미 연방도로청(FHWA)은 고령운전자를 배려하여 부득이한 경우라 하더라도 교차각은 75o 이상을 유지할 것을 권장하고 있어 해당 디자인에 대한 권고수준을 높였으며, 이와 함께 우회전 각도가 75o 미만일 경우 적색신호 시 차량의 우회전 금지신호 운영을 권장하고 있다[4].

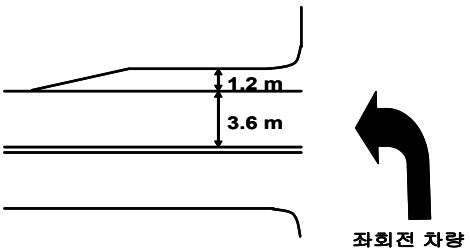
국내의 경우도 '평면교차로 설계 지침[20]'을 통하

여 “교차각은 직각에 가깝도록 하며 75o ~105o 이내로 한다” 라고 규정하고 있으나 회전각도가 75o 미만일 경우 적색신호 시 우회전 금지에 대한 사항은 별도의 언급이 없어 차로이탈로 인한 사고방지 차원에서 추후 고려해볼 만한 가치가 있는 것으로 판단된다.

2) 안전한 회전을 위한 차로폭 조정

FHWA은 고령운전자의 차로이탈 및 그에 따른 측면추돌사고 방지를 위한 방안으로 <그림 1>과 같이 회전 후 진입하는 차로폭을 3.6m 이상 확보하고 가능한 경우 최소 1.2m의 노견을 확보할 것을 권고하고 있다. 고령 운전자의 교차로 내 직각충돌 및 차로이탈 사고가 많은 국내 사고통계를 고려해 볼 때 향후 하나의 지침으로 권장해 볼 만한 사항이라 판단된다.

<그림 1> 도로폭 조정을 통한 회전차량 안전제고
<Fig. 1> Widening the receiving lane width for turning operations



3) 도류화(Channelization)

FHWA는 Raised Channelization이 실시되고 있는 교차로에서의 중앙분리대 및 교통섬의 측면과 표면을 반사도색하고 도색의 주광휘도 대비(Luminance Contrast)는 하향식 조명이 있을 경우와 없을 경우 각각 2.0 및 3.0 이상을 유지할 것을 권장하고 있다. 주광휘도대비는 야간 주행하는 차량이 도색부분에 도달하기 5초 전 하향식 헤드라이트의 조도에 의해 획득되는 값으로 도색휘도와 노면휘도의 차를 노면휘도로 나눈 값을 의미한다. 또한, FHWA는 일평균 교통량이 20,000대 이상이거나 교차로 내에서 직각 충돌사고가 발생한 장소의 경우, 대향차량간 교차로 내 상충을 방지하기 위하여 Raised Curb Median을 이용한 좌회전 전용차로를 설치할 것을 권고하고 있다.

이 부분은 다소 경험적이고 기술적인 내용이라 아직까지 국내에서 이에 대한 지침은 설정되지 않은 상황이다. 다만 국내에서는 노면 도색 및 도류화를 위한 기본 방향정도만 기술되어 있어 향후 추가적인 연구를 통하여 보다 체계적인 지침이 마련될 필요가 있을 것으로 판단된다.

4) 좌회전 차로 기하구조

AASHTO 및 미 교통공학자협회(ITE)는 좌회전 시 대향차량에 대한 시거불량으로 회전 중 교차로 내 사고가 우려되는 교차로에서는 Positive Offset을 설치하여 좌회전에 필요한 대향차량의 차간간격 시인성을 향상할 것을 권고하고 있는데, 교차로 내 직각충돌 사고가 많은 장소를 중심으로 설치를 고려해 볼 가치가 있는 것으로 판단된다.

5) 도로 가차선, 연석, 중앙선 및 장애물 처리

FHWA에서는 도로 가차선과 도로표면과의 주광휘도 대비는 하향 조명이 있을 경우 최소 2.0 이상을, 없을 경우 3.0 이상을 유지할 것을 권장하고 있다. 또한, 교차로에 위치하는 보행섬, 솟은 형태의 차량 유도시설 등과 같은 연석은 수직면 및 상부의 일정부분을 채색하여 선형을 묘사하도록 권고하고 있는데, 국내 ‘평면교차로 설계지침(국토해양부, 2004)’에는 ″교통섬은 눈에 잘 띄도록 해야 하므로 교통섬 외곽 연석의 종류에 따라 적절한 보완시설을 하며, 교통섬 내에 시인성을 떨어뜨리는 식수 등을 하여서는 안된다″라는 다소 포괄적인 규정이 주어지고 있어 시인성 기준에 관한 별도의 연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

6) 도로표지판 글자크기

국내 도로표지판 글자크기는 ‘도로표지규칙’의 [별표 2]에 명시되어 있으며, 고속도로를 제외한 일

반도로에서의 글자높이는 표지의 종류, 표지가 설치된 도로위치(지방부 또는 도시부) 및 차로수에 따라 24~50cm로 규정되어 있다. 그러나 금기정의 연구에 따르면, <표 7>과 같이 도로표지 글자크기가 인식에 불량할 만큼 작다는 의견비율이 65세를 기준으로 크게 증가하는 것을 알 수 있다[1].

미국의 FHWA는 <표 8>과 같이 도로표지판 내 도로명 글자크기를 주행속도 및 표지판 설치형식별로 달리하여 제안하고 있는데, 국내 기준에 비해 낮다는 것을 알 수 있다. 그러나, 한글은 자모의 조합이 한 글자를 나타내고 영어는 한 글자가 하나의 스펠링으로 이루어진다는 점을 고려해 볼 때 주행속도에 따른 표지판 글자크기의 적정성에 관한 별도의 연구가 필요하다고 판단된다.

<표 7> 도로표지 글자크기에 따른 의견
<Table 7> Opinion of the letter size for signing

연령대	작아서 인식불량	작지만 불편없음	보 통	이상 없음
55~59세	20.7	46.6	31.2	1.5
60~64세	21.9	45.6	31.3	1.3
65~69세	30.6	38.8	29.6	1.0
70세~	32.2	44.1	20.3	3.4

<표 8> 고령운전자를 위한 표지판 글자크기
<Table 8> Letter size of sign for elderly drivers

표지판 형식	조 건	최소 영자 높이
지주식	40km/h 이상	150mm
측주식	56km/h 이하	대문자 200mm 소문자 150mm
	56km/h 이상	대문자 250mm 소문자 200mm

2. 인터체인지 개선방안

미국의 FHWA 및 AASHTO는 고령운전자를 위한 고속도로 인터체인지 개선의 주 방향으로 유출램프에 관한 표지판을 중복설치 등 시각정보 향상을 통한 운전자 혼란 및 조급한 엇갈림 운행 감소, 엇갈림 구간과 합류구간의 개선을 통한 유입램프에서의 운전부하 감소를 들고 있다.

1) 유출부 표지판 개선

FHWA는 IC 부근에서의 표지판 신설 또는 재설치에 따른 글자높이 산정 시 “판독거리 10m 당 글자높이 25mm” 규칙을 적용할 것을 권고하고 있는데, 이는 미국 내 고령자 평균시력 0.5에 기준한 것으로, AASHTO가 권고하는 “12m 당 25mm”보다 강화된 규칙이다. 국내 고속도로의 경우 차로수 및 지주형식에 따라 표지판의 글자높이는 40~60cm 내에서 정해지고 있으며, 왕복 4차로 이상의 고속도로의 경우 도로안내표지판의 글자높이는 60cm로 규정되어 있다. 그러나 35mph(56kph)이상 고속주행 다차로 환경에서 미국 표지판위원회(United States Sign Council)가 권장하는 10~12초의 운전자 대처시간과 ″판독거리 10m 당 글자높이 25mm″ 규칙을 적용 시, 77~84cm의 글자 높이가 요구되어 현재 글자높이 기준은 상향의 여지가 남아있는 것으로 판단된다. 아울러, 표지판이 위치한 곳에서의 차로수와 표지판 상의 화살표 개수를 일치하여 각 차로별로 상류부 진행방향을 알리는 방안에 대해서도 추후 연구가 필요할 것으로 판단된다.

2) 가속차로 디자인 개선

현재, 국내 가속차로의 설정기준 값은 전체적으로 AASHTO 권장 가속차로 길이에 비해 낮게 설정되어 있다. 그러나 FHWA는 도로설계 시 오히려 본선 설계속도 별로 AASHTO 에 설정된 가속차로 길이 중 가장 큰 값의 적용을 권고하고 있어 가속차로 길이에 대한 추후 연구가 수반되어야 할 것이다.

3. 도로 곡선부 개선방안

1) 가차로 실선도색

백색으로 처리된 가차로 실선의 노면포장에 대한 주광휘도 대비를 적정수준으로 유지하는 것은 도로

이탈 사고 등의 방지를 위하여 중요하다. 주광휘도 대비는 '(실선 휘도 - 포장 휘도)/포장 휘도'로 표현되는데, FHWA는 중앙분리대가 설치되지 않은 곡선로 상에서는 최소 5.0 이상을, 중앙분리대가 대향차량의 헤드라이트 불빛을 막아 주거나 중앙분리대 폭이 15m 이상인 도로에서는 최소 3.75 이상의 주광휘도 대비값을 권장하고 있다.

그러나 국내 노면표시의 반사성능은 '교통안전시설 실무편람[21]'을 통하여 주광휘도 대비가 아닌 실선의 휘도기준만을 제시하고 있어 포장휘도가 높을 경우 실선의 시인성이 낮아질 수 있다는 맹점이 있다. 또한, 여운웅(교통안전공단, 2007)의 연구에 의하면 경찰청의 반사성능 기준은 50% 이상 상향조정되어야 필요가 있는 것으로 나타나[22] 이에 대한 보다 객관적인 기준정립이 요구된다.

2) 곡선로 포장폭

AASHTO와 ITE는 비주거 지역에 위치한 왕복 2차로 도로의 곡선률(Degree of Curvature)이 3 이상일 경우, 차로 및 길어깨의 포장폭은 최소 5.5m를 유지할 것을 권장하고 있다. 이는 차량의 고속주행 시 곡선로에서의 차로이탈에 따른 사고를 감소하는데 도움이 될 수 있는 방안이나 국내는 관련지침이 아직 마련되지 않고 있다.

3) 신호등에 대한 시거가 제한된 구간에서의 사전표지판 설치

FHWA는 곡선로 또는 경사로에서 주행속도 기준으로 교차로 도달 8초 전에 신호등이 보이지 않을 경우, 상류부에 '신호등 경고 표지판'을 설치하고 표지판에는 제어기와 연동된 황색점멸 비콘을 부착할 것을 권고하고 있다. 국내 '교통안전시설 실무편람'에도 이 경우, '신호기가 있는 지점의 전방 50~200m 범위 내, 도로 우측에 사전예고 표지를 설치하도록 규정하고 있으나 위치선정에 대한 임의성이 존재할 수 있으므로, 주행속도를 고려한 설치위치 지침의 수립이 필요하다고 판단된다.

Ⅴ. 결론 및 향후과제

본 연구는 고령운전자에 관련된 경찰청 TAMS 자료를 활용하여 세 가지 도로형태를 대상으로 비고령운전자 대비 고령운전자의 사고 취약성을 조사·분석하고, 주로 미국의 FHWA에서 제시한 지침을 중심으로 취약 도로형태별 안전제고 방안을 제안하였다.

국내 고령운전자는 비고령 운전자 대비 교차로사고, 곡선로 상에서의 차대차 사고의 발생확률이 높은 것으로 나타났으나 곡선로의 경우 두 집단간 차이는 그리 크지 않았다. 고령운전자의 주간 차대차 사고 중 23.9%가 교차로 사고로 비고령 운전자의 14.7%에 비해 9.2% 높은 것으로 나타나 교차로는 고령운전자 사고감소를 위한 개선이 가장 시급한 도로형태로 밝혀졌다. 본 연구는 65세를 기준으로 고령운전자를 정의한 경찰청 통계자료를 활용하여 사고통계자료를 분석하여, 그 이상의 연령층에서 특유하게 보일 수 있는 사고발생 유형을 세부적으로 살펴보기에는 어려움이 있었다. 따라서 향후에는 보다 세밀한 기준에 따라 자료를 정리함으로써 70세 이상 또는 80세 이상의 고령운전자 집단에 대한 사고특성이 규명되어야 할 것이다. 또한 본 연구는 국내 통계자료를 활용하여 개략적인 고령운전자의 사고취약 도로형태를 살펴보았다는 점에서 고령운전자를 위한 교통환경 개선연구의 초기단계로 구분될 수 있으며, 향후 교차로의 종류별, 곡선로의 곡률별 등과 같은 보다 세밀한 시나리오 상에서의 추가적인 연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

마지막으로, 본 연구의 4장에서 제안된 각 안전시설물, 도로 기하구조 및 신호운영 개선방안역시, 향후 심도깊은 추가연구를 통하여 국내 실정에 맞는 제도정비 및 운영개선으로 연결되어야 할 필요가 있다고 판단된다.

참 고 문 헌

[1] 금기정, *고령화 시대를 대비한 교통안전시설 개선방안*, 치안정책연구소, 2005.

[2] 이원영, *고령자 운전행동 및 사고특성분석*, 도로

교통공단, 2005. 12.

[3] 신연식, *고령운전자의 운전행태 고찰 및 안전운전대책연구*, 한국교통연구원, 2002. 2.

[4] L. Staplin, K. Lococo, S. Byington, and D. Harkey, *Guidelines and recommendations to accommodate older driversand pedestrians*, FHWA-RD-01-051, Final Report, May. 2001.

[5] R.F. Benekohal, P. Resende, E. Shim, R.M. Michaels, and B. Weeks, *Highway Operations Problems of Elderly Drivers in Illinois*, FHWA-IL-92-023, IDOT, 1992.

[6] L. Staplin, and A. Fisk, "A cognitive engineering approach to improving signalized left-turn intersections," *Human Factors*, vol.33, no. 5, pp. 559-571, Oct. 1991.

[7] R. W. Lyles, M. R. Kane, F. Vanosdall, and F. X. McKelvey, I*mproved traffic control device design and placement to aid the older driver*, TRB, 1997.

[8] 경찰청, *교통사고통계*, 2004.

[9] 경찰청, *교통사고통계*, 2005.

[10] 경찰청, *교통사고통계*, 2006.

[11] 경찰청, *교통사고통계*, 2007.

[12] 경찰청, *교통사고통계*, 2008.

[13] L. Brown, S. Wainwright, K. Sylvester. Traffic control devices: The same message no matter where you travel, *ITE J.*, vol. 78, no. 3. March. 2008.

[14] United States Sign Council, *Sign Legibility Rules of Thumb*, 2006.

[15] 국토해양부, *도로업무편람*, 2006.

[16] 국토해양부, *도로표지규칙*, 2008.

[17] M. K. Janke, S. V. Masten, D. M. McKenzie, M. A. Gebers, and S. L. Kelsey, Teen and Senior Drivers, California Department of Motor Vehicles, July. 2003.

[18] S. S. Hunt, *The Aging Process*, National Long-Term Care Ombudsman Resource Center, 2004.

[19] American Association of State Highway and Transportation Officials, *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, 4th Edition, 2001.

[20] 건설교통부, *평면교차로 설계지침*, 2004.

[21] 경찰청, *교통안전시설 실무편람*, 2000.

[22] 여운웅, *도로 노면표시의 야간 시인성 분석*, 도로교통공단, 2007. 7.

저자소개

김 상 옥 (Kim, Sang-Ock)

2005년 9월 ~ 현재: 삼성교통안전문화연구소 수석연구원
1999년 8월 ~ 2005년 8월 : Univ. of Illinois, Urbana-Champaign 교통공학 박사
1996년 2월 : 아주대학교 교통공학과 공학석사
1993년 2월 : 아주대학교 산업공학과 공학학사

장 일 준 (Chang, Il-Joon)

2002년 12월 ~現在 : 삼성교통안전문화연구소 수석연구원
2001년 9월 ~ 2002년 10월 : 美, 메릴랜드 州 도로청 도로정책실 교통정책과장
1998년 5월 ~ 2001년 7월 : 美, 연방도로청 (FHWA) 광역도시기획실 연구위원

이 철 기 (Lee, Choul-Ki)

1991년 : 아주대학교 대학원(석사)
1998년 : 아주대학교 대학원(교통공학박사)
2000년 : 미국 Texas A&M University TTI(Texas Transportation Institute) Visiting Scholar 과정
2004년 : 서울지방경찰청 교통개선 기획실장 및 COSMOS 추진 기획단장
현재 : 아주대학교 교통연구센터 부센터장, 아주대학교 ITS 대학원 교수