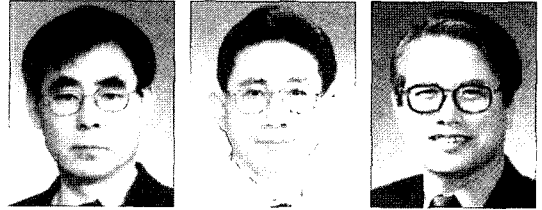


고령화사회에 대비한 도로설계 기준정립 방안



조 규 태 | 정회원 · 인천대학교 첨단도로교통연구센터 책임연구원(공학박사, 도로 및 공항기술사)
 김 한 용 | 정회원 · 경호엔지니어링 대표이사(공학박사, 도로 및 공항기술사)
 박 찬 범 | 전문건설공제조합 기술교육원 원장(공학박사, 도로 및 공항기술사)

1. 서론

우리나라는 지난 2000년 65세 이상의 고령인구 비율이 7%를 넘으면서 고령화 사회로 진입하였으며, 2026년에는 고령인구 비율이 20%를 넘어가는 초고령사회로 진입할 전망이다. 이러한 사회현상은 고령화 인구의 1999년 대비 2002년의 연령별 운전 면허 소지자의 증가율은 60세 이하에서 10% 안팎의 증가율을 보인 반면, 60대 및 70대의 증가율은 16.8% 및 22.5%의 증가율을 보여 고령화 사회에 따른 고령 운전자의 운전참여가 크게 증가하고 있음을 알 수 있다.

또한 고령자 교통사고는 2000년 인구 10만명 당 57.8명을 기록해 OECD(Organisation for Economic Co-operation and Development) 가입 국가와의 비교에서 2배 이상의 높은 수치를 기록하였고, 전년도 대비 2.4%의 증가율을 보여 전반적으로 고령자 교통사고 감소세가 두드러지는 OECD 가입국가와 상반된 결과를 보이고 있어 고령자를 대상으로 한 교통안전대책이 시급한 상황이다.

그러나 현재까지 국내 도로설계는 연령을 반영한 설계가 이루어지고 있지 않으며, 이와 관련한 연구 실적 또한 미비한 실정이다. 따라서 본 고에서는 고

령화 사회에 대비하여 선진국의 도로설계방안과 국내 현황 및 문제점, 그리고 기초연구를 위한 방안을 제시하고자 한다.

2. 고령화 사회 및 고령 운전자의 특성

2.1 고령화 사회의 개념

일반적으로 고령인구(65세 이상) 비율에 따라 유엔에서는 고령화 사회(aging society), 고령사회(aged society), 그리고 초고령사회(hyper-aged

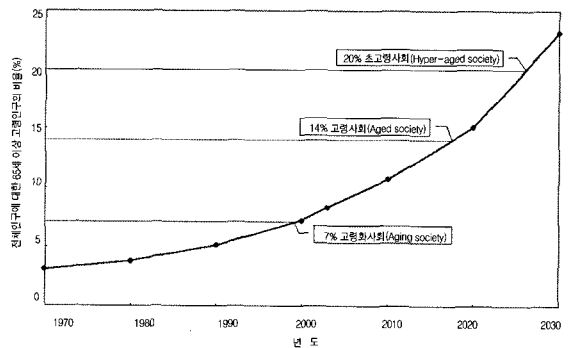


그림 1. 65세 이상 인구의 연도별 추이

표 1. 국내 전체인구에 대한 고령인구의 연령별 구성비율

연도	전체인구		60~64세		65~69세		70~74세		75~79세		80세 이상	
	인구	구성비 (%)	인구	구성비 (%)	인구	구성비 (%)	인구	구성비 (%)	인구	구성비 (%)	인구	구성비 (%)
1960	25,012,374	100	518,465	2.07	345,675	1.38	210,394	0.84	111,199	0.44	59,182	0.24
1970	32,240,827	100	658,773	2.04	428,725	1.33	311,808	0.97	149,850	0.46	100,925	0.31
1980	38,123,775	100	835,876	2.19	623,957	1.64	425,995	1.12	227,859	0.60	178,222	0.47
1990	42,869,283	100	1,156,731	2.70	900,851	2.10	598,852	1.40	393,129	0.92	302,252	0.71
2000	47,008,111	100	1,817,056	3.87	1,381,212	2.94	922,213	1.96	608,084	1.29	483,387	1.03
2010	49,594,482	100	2,212,420	4.46	1,787,789	3.60	1,518,418	3.06	1,038,741	2.09	957,147	1.93
2020	50,650,260	100	3,700,893	7.31	2,566,951	5.07	1,907,132	3.77	1,388,553	2.74	1,804,772	3.56
2030	50,296,133	100	3,894,866	7.74	3,711,653	7.38	3,245,888	6.45	2,075,101	4.13	2,571,077	5.11

society)로 구분하고 있다. 그림 1에서와 같이 우리나라는 2000년을 기준으로 고령화 사회에 진입한 상태이다.

고령인구의 증가는 의료기술의 발달, 건강에 대한 관심 증가, 삶의 질 향상 등에서 그 원인을 찾을 수 있으며, 표 1과 같이 지난 1960년대에 비해 고령인구 중에서도 상대적으로 높은 연령층의 증가가 두드러짐을 알 수 있다.

그림 2는 1960년부터 2020년까지 20년 주기로 본 연령별 구성비의 변화를 나타내고 있다. 한국전쟁 이후 베이비붐에 의한 영향을 무시할 수는 없으나, 고령인구의 증가속도가 가속되는 것을 알 수 있으며, 이에 따라 국내에 미치는 경제, 사회, 문화 등

전반적인 파장효과는 클 것이므로 다방면의 연구가 요구되는 시점에 있다.

2.2 고령 운전자의 증가

고령인구가 증가함에 따라 고령 운전자도 같이 증가하게 된다는 연구결과가 있다(경기개발연구원, 2003). 고령 운전자의 증가는 그림 3과 같이 고령층의 삶의 질 향상, 승용차 중심의 교통체계로의 변환, 핵가족화에 따른 독거노인가구의 증가, 그리고 고령층의 활동능력을 인정받고 싶어하는 욕구 등 여러 가지 요인으로 인해 발생된다.

고령층의 여가활용시간의 증대 및 삶에 대한 관심이 증가하면서 삶의 질이 향상되고, 국내 자동차 보유대수의 폭발적인 증가로 인하여 교통체계가 승용차 중심으로 변화되고 있다. 또한 독거노인가구가

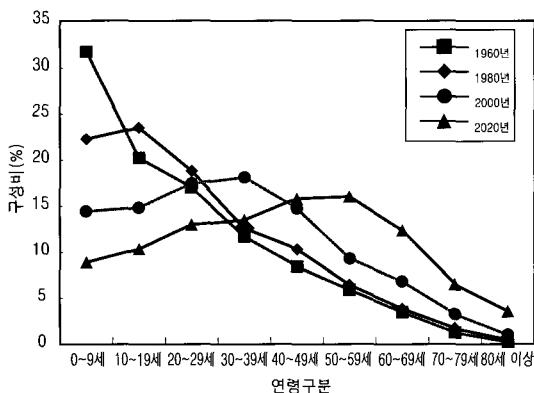


그림 2. 연도별 연령별 구성비의 변화

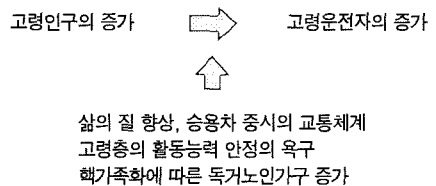


그림 3. 고령 운전자 증가 원인

표 2. 국내 연령별 운전면허소지자 및 연평균 증가율

구 분	1999년			2002년			연평균 증가율(%)		
	남	여	계	남	여	계	남	여	계
20세 이하	428,070	85,815	513,885	495,387	171,718	667,105	5.0	26.0	9.1
21~30세	3,251,877	1,724,192	4,976,069	3,400,723	2,194,378	5,595,101	1.5	8.4	4.0
31~40세	3,875,776	2,092,708	5,968,484	4,099,925	2,665,190	6,765,115	1.9	8.4	4.3
41~50세	2,659,701	1,153,602	3,813,303	3,383,376	1,849,580	5,232,956	8.4	17.0	11.1
51~60세	1,349,698	256,988	1,606,686	1,642,020	444,756	2,086,776	6.8	20.1	9.1
61~70세	451,776	27,085	478,861	700,592	62,197	762,789	15.7	31.9	16.8
70세 이상	60,584	1,006	61,590	110,323	2,845	113,168	22.1	41.4	22.5
계	12,077,482	5,341,396	17,418,878	13,832,346	7,390,664	21,223,010	4.6	11.4	6.8

증가추세를 보이면서, 과거의 고령층과는 달리 이동 수단을 타인에게 의존하기가 어려워지는 등의 이유로 고령인구의 면허취득 및 운전참여가 늘어나게 되고, 이러한 고령층은 운전참여를 통해서 스스로의 활동능력을 인정받고자 하는 욕구가 발생하게 된다는 것이다.

표 2는 국내의 연령별 운전면허소지자를 남녀구분으로 나타낸 것이다. 운전면허소지자의 통계자료이므로 실제 운전참여자의 자료로 보기는 어려우나, 전체 운전면허소지자의 연평균 증가율은 6.8%인 반면, 61~70세는 16.8%, 71세 이상은 22.5%의 증가율을 보여 고령층의 면허취득 및 운전참여에 대한 관심이 크게 증가하는 것으로 평가할 수 있다. 또한 남성 보다는 여성의 경우 관심이 더 큰 것으로 나타났다.

2.3 고령 운전자의 운전행태 및 특성

고령 운전자의 운전행태 및 특성을 분석하면 다음과 같다.

(1) 고령자의 심신기능

운전행동은 신체의 모든 감각기관을 이용하여 매 순간 변화하는 상황을 인지하고, 인지한 정보중에서

필요한 정보를 선택하여 운전행동에 관한 판단을 통해 운전조작을 행하게 되는 일련의 과정을 거친다.

운전을 행하는 과정중 운전자에게 필요한 정보의 90% 정도는 시각을 통해 입수하게 되는데, 고령 운전자는 표준시력의 평균치가 청장년층에 비해 20% 이상 저하되고, 가까운 곳을 보는 근점(近点)시력 및 조도(照度)가 낮은 상황에서의 원점(遠点)시력이 현저하게 떨어진다. 또한, 보는 대상이 이동하는 조건 하에서의 동체(動體)시력도 청장년층에 비해 떨어지며, 터널출입구와 같은 환경에서 요구되는 밝은 곳과 어두운 곳에 순응하는 순응시간이 고령자일수록 길어지게 된다.

청각기능은 65세 이상이 되면 고음역을 중심으로 약 30% 이상의 청력손실이 생기며, 70세를 넘으면 고음과 더불어 중저음역의 청력도 저하되어 일상적인 대화에 불편을 느끼거나 경적(警笛)에 둔감해지는 경우가 발생한다.

고령 운전자에게 문제가 될 수 있는 심신기능 저하요인 중 하나로 판단처리기능이 있다. 판단처리기능검사방법으로 단순반응검사와 선택반응검사로 구분된다. 단순반응검사는 반사동작의 빠르기를 검사하는 것으로 젊은 층에 비해 고령층의 반응시간이 약 30% 정도 늘어나는 것으로 알려져 있으며, 선택 반응검사는 단순반응검사에 선택 및 판단의 빠르기

를 포함하여 판단처리능력을 조사하는 것으로 연령이 증가할수록 길어진다. 선택반응시간은 각 연령층에서 비슷한 결과를 보이며 단순반응시간에 비해 약 1.6배 정도이고 연령이 증가할수록 개인차가 큰 것으로 알려져 있다.

마지막으로 근력 및 민첩 등에 관련하는 운동기능이 있다. 연령이 증가할수록 근육의 굵기 및 신축성이 크게 떨어지고 손발과 허리움직임의 범위가 축소되며, 핸들 및 가속, 제동에 필요한 발조작 등의 원활하고 민첩한 조작이 어려워지는 것으로 알려져 있다.

(2) 고령 운전자의 운전단념의사

나이의 구분없이 일반운전자를 대상으로 자신의 운전 한계연령을 조사한 결과 60세 정도라고 판단하는 사람이 많으나, 고령 운전자를 대상으로 한 조사에서는 한계연령을 현재 자신의 나이에서 적어도 5년 이상으로 보고 있는 것으로 나타났다. 대부분의 고령 운전자들은 운전을 쉽게 단념하려 하지 않고 있으며, 단념한다고 해도 심신기능 등의 저하요인이 주원인이 되는 것은 아닌 것으로 알려져 있어 기능저하의 자각이 부족한 고령 운전자가 상당수 존재하고 있음을 짐작할 수 있다.

대중교통체계는 잘 갖춰져 있지만 노약자를 위한 시설이 선진국에 비해 많이 낙후된 대도시와 보다 더 열악한 지방도시와의 비교에서 지방도시에서는 운전단념 후의 이동성 확보의 어려움으로 인해 운전을 계속하려는 경향이 더 강하게 나타나고 있다.

고령 운전자는 언젠가는 운전을 단념해야 한다고 생각하지만, 지금은 아니라고 생각하는 사람이 많으며, 이러한 이유에서 고령 운전자들은 교통사고 위험성에 항상 노출되어 있다고 생각할 수 있다.

(3) 고령 운전자의 운전행동성능

① 고령 운전자의 인지반응 시간

Olson과 Sivak(1986)의 연구결과에 따르면 긴급 상황에서의 운전자들의 인지반응시간은 젊

표 3. 연속적 행동에 대한 인지반응 시간

(단위 : msec, 1 sec=1,000msec)

구 분	청장년층(19~49세)		고령층(65~80세)	
	평균	표준편차	평균 (msec)	표준편차
예정된 단일제어	590	166	627	122
가속-브레이크	1,160	357	1,391	524
가속-핸들	1,191	397	1,359	453
가속-브레이크-가속	1,661	469	1,984	615
가속-핸들-핸들	1,664	472	1,985	516
가속-브레이크-핸들	1,715	424	2,135	651
가속-핸들-브레이크	1,783	526	1,958	447

* Staplin L., Lococo, K., Sim, J. 「Vol. II :Traffic control design elements for accommodating drivers with diminished capacity」, 1990.

은층과 고령층 운전자 모두 1.6초의 시간 안에 95% 정도 분포하고 있어 현재 정지시거의 표준으로 삼고 있는 2.5초의 인지반응 시간이 모든 연령층의 운전자에게 적정한 기준치임을 알 수 있다. 기준치 2.5초의 인지반응 시간은 도로 기하구조를 설계하고, 도로표지판 및 이정표를 설치하는데 사용되고 있다.

Staplin 등(1990)의 연구에 따르면 연속적인 행동에서의 인지반응시간은 행동의 수가 많아질수록 증가함을 알 수 있다. 표 3은 연속된 행동에 대한 청장년층과 고령층의 누적반응시간을 나타내고 있다.

표 3과 같이 예정된 단일 움직임에 대한 고령 운전자와 젊은 운전자간의 인지반응시간은 고령 운전자가 약간 느리기는 하지만 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 두 개 또는 그 이상의 연속적인 행동을 할 때에는 젊은 운전자에 비해 현저하게 차이가 나는 것을 알 수가 있다. 따라서 상대적으로 나이가 많은 운전자들은 긴급한 상황의 연속적인 조치능력이 상대적으로 불리하다고 할 수 있다.

② 운전자의 시각 성능

Staplin 등(1990)은 연령층별로 야간 곡선 구간에서의 차선 명암대비에 관한 시험을 통하여 고령 운전자에게 필요한 차선의 명암대비는 청·장년층보다 30% 이상 높다고 하였다. 따라서 운전자,

특히 고령 운전자는 차선의 광도를 증가시키는 것으로 안전운전에 도움을 줄 수 있음을 알 수 있다.

Poynter(1998)는 고령 운전자들은 젊은 운전자들에 비해 평균 2.13배의 명도대비(brightness contrast)를 필요로 한다고 하였으며, 연령이 증가할수록 색의 구분이 명확하지 않다고 판단하였다.

Helder(1992)는 룸미러를 통해 차량의 위치를 확인하는 정확도는 색의 순도가 높을수록 증가하기에 운전자의 운전능력은 이미지의 휘도(luminance)보다는 색의 선명함(brightness)에 보다 밀접한 관련이 있다고 하였다. 또한 고령 운전자들은 젊은 운전자들에 비해 2.5배의 투과휘도(transmission luminance)를 필요로 한다고 하였다.

Ball 등(1994)은 예측 모형개발에 있어 중요한 변수로 사용되는 유효시계가 40% 이상 축소될 경우 과실사고가 크게 증가하는 것을 실험을 통해 입증하였다. 따라서 고령자 운전면허 교부시 보다 객관적인 운전능력 테스트를 거치는 것이 바람직하며, 유효시계확보는 훈련을 통해 어느 정도 향상되는 조건이므로 이에 대한 대책이 마련되어야 할 것으로 판단된다.

③ 고령 운전자의 정보처리

Sivak 등(1989)의 연구에 따르면 고령 운전자들의 위험도 평가는 노면상태보다는 차량의 속도에 더 큰 영향을 받으며, 젊은 운전자 층은 반대로 노면상태에 영향을 받는다고 알려졌다. 연령에 따라 운전교육 및 홍보 등에 차등화가 이루어져야함을 시사하고 있다. 또한 고령 운전자의 무신호교차로 통과시의 간격수락(gap acceptance)시간은 젊은 층에 비해 약 20% 정도 긴 것으로 밝혀져 고령 운전자는 교차로 통과 시 더 긴 통과간격을 필요로 하며, 이결과 무신호교차로에서의 지체를 증가시킬 것으로 판단된다.

Wolffelaar 등(1991)의 연구에 따르면 모의로 형성된 차량행렬에 합류하기 위해 적절한 간격판단의 정확도에는 연령에 따른 차이가 없었으나, 이러한 결

정을 하는데 필요로 하는 시간에는 고령 운전자가 상대적으로 약 50% 정도의 시간을 더 필요로 한다고 알려져 있다. 이러한 내용은 고령 운전자에게 충분한 시간이 주어진다면 다른 연령 집단과 유사한 수준의 운행능력을 가진다고 할 수 있다.

Kline 등(1990)의 연구에 따르면 기호표지판의 운전자 식별거리는 글자표지판의 식별거리보다 모든 연령층에서 길게 나타나며, 야간에는 그 차이가 더욱 벌어진다고 하였다. 따라서 기호표지판은 연령층에서는 고령층에게, 시간상으로는 야간에 더 큰 효과를 보일 것으로 판단된다.

3. 고령 운전자의 교통사고 특성

3.1 연도별, 연령별 교통사고 발생 추이

국내의 경우 2002년 기준으로 고령 운전자에 의한 교통사고 발생건수는 전체의 3.2%에 불과하나 교통사고의 치사율은 6.2%로 전체 치사율 3.1%의 2배에 이르고 있어, 고령자의 교통사고 문제의 심각성을 인식하기는 어렵지 않다. 표 4의 연령별 교통

표 4. 연령별 교통사고 발생건수의 전년대비 증감율

(단위: %)

구 분	20세 이하	21~30세	31~40세	41~50세	51~60세	61세 이상
1992년	4.9	-6.2	-1.4	-4.5	5.2	11.0
1993년	-8.4	2.8	1.2	0.9	6.6	8.0
1994년	9.8	2.6	-0.4	1.8	6.6	12.0
1995년	-5.2	-6.8	-9.1	-4.7	-2.3	10.4
1996년	0.1	2.3	6.6	13.0	10.2	20.2
1997년	-1.1	-12.1	-9.0	0.1	-0.9	12.1
1998년	-10.8	-10.0	-4.7	6.2	11.3	17.3
1999년	28.9	10.0	12.5	18.9	24.0	32.9
2000년	12.3	2.0	1.2	9.8	10.3	21.4
2001년	-13.6	-13.3	-14.5	-5.6	-3.0	2.8
연평균 증가율	1.0	-3.2	-2.1	3.3	6.6	14.5

사고 발생건수의 전년대비 증감율을 보면 61세 이상 운전자의 전년대비 증가율이 다른 연령대와 비교해 항상 높은 증가율을 보이고 있어 고령자 교통사고의 문제점을 확인할 수 있다.

3.2 주야별 · 연령별 교통사고 발생비율

주간과 야간을 구분하여 교통사고 발생비율을 보면 2000년 기준 주간교통사고 발생비율이 79.3%로, 2002년 62.3%에 비해 높아 주간교통사고는 점차 줄어들고 야간교통사고가 증가하는 경향을 나타냄을 알 수 있다. 그러나 그림 4와 같이 연령이 높아질수록, 야간교통사고 발생비율이 현저하게 줄어드는 것을 알 수 있다. 이유는 고령 운전자일수록 시력 저하 등의 심신저하로 인하여 야간운전을 기피하는 현상으로 사료된다.

교통사고 건당 부상자수는 전체 1.48인/건인데 비해 고령층의 경우 1.36인/건으로 더 적은 수치임에도 불구하고, 고령층의 치사율은 6.2%로 전체 3.2%의 2배정도 높게 나타나 고령 운전자가 일으킨 사고가 다른 연령층의 사고에 비해 표 5와 같이 사고의 심각성이 높다고 해석할 수 있다. 인구 10만명당 고령자 사망자 수를 다른 OECD 국가들과 비교하면, 대부분의 나라가 20명 이내인데 비해 우리나라는 57.8명으로 교통사고에 따른 고령층의 사망사

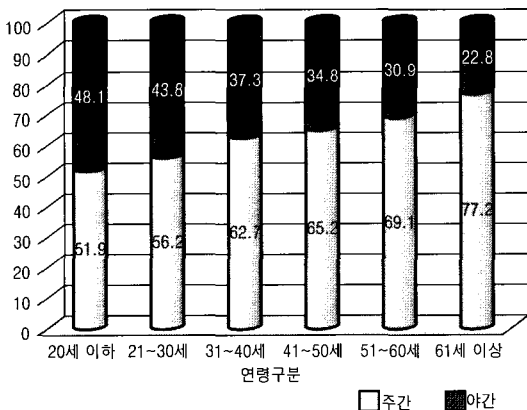
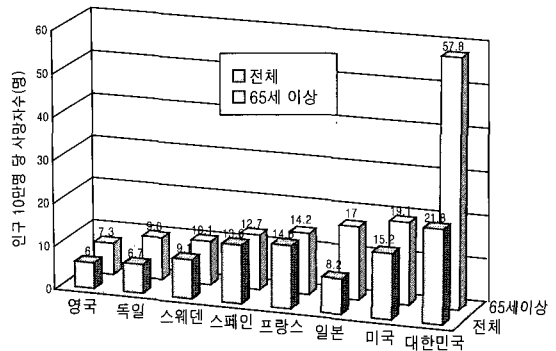


그림 4. 연령에 따른 주야별 교통사고 발생비율

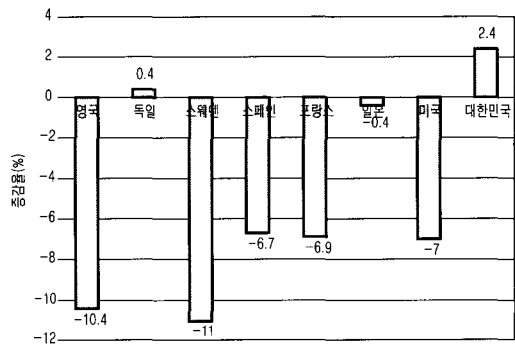
표 5. 고령 운전자 주야별 교통사고 사상자수

구 분	고령층 사고			전체 사고		
	주간	야간	계	주간	야간	계
사망자(인)	187	46	233	3,977	4,120	8,097
치사율(%)	6.2	6.0	6.2	2.5	4.1	3.1
부상자(인)	4,078	1,038	5,116	236,998	149,541	386,539
부상자(인/건)	1.36	1.36	1.36	1.47	1.51	1.48



자료 : IRTAD(International Road Traffic and Accident Database), 2002(자료는 2000년 현재)

그림 5. OECD 국가의 고령자 교통사고 사망자 비교(10만명당)



자료 : IRTAD(International Road Traffic and Accident Database), 2002(자료는 2000년 현재)

그림 6. OECD 주요국가의 고령자 교통사고 증감율 (1999년, 2000년)

그림 5와 같이 높다는 것을 알 수 있다. OECD 주요국의 고령자 교통사고 사망자 증감율을 그림 6과 같이 비교하면 대부분의 국가에서 감소세가 두드러지나, 독일과 우리나라의 경우만 증가세를 보이고

있어 고령자 사고대책이 필요한 실정이다.

3.3 차종별 교통사고

고령 운전자의 이륜차 사고비율이 20세 이하를 제외한 연령층보다 높고, 그 수치는 61세 이상 운전자의 이륜차 사고비율이 7.5%로 전체 3.3%의 2배 이상으로 나타났다(경기개발연구원, 2003). 이러한 원인은 이륜차를 통행수단으로 많이 사용하기 때문인 것으로 해석되었다. 또한 농촌지역의 이동수단으로 이륜차가 도시보다 많이 사용되고 있고 전국 또는 수도권외의 경우 조사자료가 존재하지 않아 정확한 비율은 알 수 없지만 상당수의 고령자가 무면허 운전을 하는 것으로 생각되고 있어 이에 대한 대책이 필요하다고 하였다.

3.4 법규위반별 교통사고

표 6은 연령별 법규위반에 따른 교통사고비율을 나타낸 것이다. 고령 운전자의 경우 전체 평균보다

중앙선 침범, 신호위반, 교차로 운행방법위반에 따른 사고비율이 높게 나타났으며, 중앙선 침범과 교차로 운행방법위반은 연령층이 올라갈수록 그 비율이 높아지는 경향을 보이고 있다.

중앙선 침범과 교차로 운행방법위반과 같이 연령층이 올라갈수록 사고비율이 높아지는 이유는 좁아진 시야, 반응속도증가, 주의력저하 등의 신체노화가 원인일 수 있을 것이다.

3.5 도로여건별 교통사고

고령 운전자의 도로종류별 교통사고 사례를 보면 그림 7과 같이 전체의 32.4%가 시도에서 발생하였으며, 그 다음으로 일반국도 29.1%, 특별광역시도 18.8% 등의 순으로 발생건수가 많았다. 노면상태, 도로조명 등이 상대적으로 취약한 일반국도 이하 도로에서 고령 운전자의 사고비율이 전체 사고비율보다 높았으며, 반대로 고속도로, 광역시도, 시도에서는 전체 사고비율보다 낮게 나타났다.

표 6. 연령별 법규위반에 따른 교통사고비율

(단위:명, %)

건 수	안전운전 불이행	안전거리 미확보	중앙선 침범	교차로 운행방법	보행자 보호의무위반	신호위반	부당한회전	기타	계
20세 이하	8,103 67.4	489 4.1	741 6.2	700 5.8	360 3.0	1,130 9.4	104 0.9	397 3.3	12,024 100.0
21~30세	43,098 65.3	3,920 5.9	4,467 6.8	4,711 7.1	1,528 2.3	5,535 8.4	760 1.2	1,932 2.9	65,951 100.0
31~40세	50,773 66.5	4,915 6.4	4,670 6.1	5,465 7.2	1,657 2.2	5,641 7.4	783 1.0	2,482 3.2	76,386 100.0
41~50세	41,362 65.1	4,379 6.9	3,860 6.1	4,601 7.2	1,330 2.1	4,944 7.8	684 1.1	2,330 3.7	63,490 100.0
51~60세	17,469 63.0	2,061 7.4	1,773 6.4	2,003 7.2	578 2.1	2,520 9.1	292 1.1	1,011 3.6	27,707 100.0
61세 이상	5,262 62.9	483 5.8	634 7.6	620 7.4	181 2.2	825 9.9	73 0.9	289 3.5	8,367 100.0
계	166,067 65.4	16,247 6.4	16,145 6.4	18,100 7.1	5,634 2.2	20,595 8.1	2,696 1.1	8,441 3.3	253,925 100.0

자료:경찰청, 교통사고통계, 2002

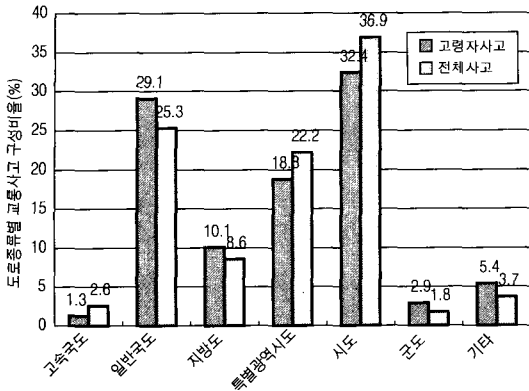


그림 7. 도로종류별 발생건수 구성비율

시도급 이상의 도로에서 고령 운전자의 사고발생 비율이 낮은 이유는 그 이하의 도로에 비해 높은 속도와 교통사고의 심각성 등에 대한 불안감으로 안전에 대한 주의를 기울인 결과로 볼 수 있다.

표 7의 도로선형별, 표 8의 도로형태별로 발생건수를 보면 고령자사고와 전체사고의 비율이 커브길 및 교차로에서 고령자사고 비율이 약간 높기는 하지만 거의 유사하게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

표 7. 도로선형별 발생건수 구성비율 (단위:명, %)

구 분	직선로	커브 (곡자)	기 타	계
고령자사고	94.5	4.9	0.7	100.0
전 체 사 고	94.4	4.6	1.0	100.0

표 8. 도로형태별 발생건수 구성비율 (단위:명, %)

구 분	단일로	교차로	기타	계
고령자사고	80.8	18.5	0.7	100.0
전 체 사 고	80.6	18.3	1.1	100.0

4. 고령화에 따른 기하구조 검토

고령화에 따른 기하구조 개선에 대한 연구는 국내에서는 없고, 미국의 경우 1980년도 말에 연구를 시작하여 다수의 연구결과가 나왔다. 연구를 위한 기

초자료는 교통사고율의 원인과 분석시에 연령대별 분류를 실시하였다. 이러한 기초조사들을 통하여 기하구조를 개선하기 위한 사항들을 발표하였다.

이러한 연구는 FHWA(Federal Highway Administration)에서 중심이 되어 도로의 특성에 초점을 두고 설계에 반영할 수 있는 「고령 운전자를 위한 도로설계 편람」을 만들었다.

4.1 평면교차로

노령의 도로 이용자-운전자와 보행자 양쪽 모두의 편의를 도모하는 데 있어서 가장 큰 관심거리 중 하나는 그들이 교차로에서 안전하게 대처할 수 있는 능력이다.

교통사고의 주요원인별 분석시에 고령화 인구비율이 컸던 부분은 평면교차로에서의 사고율이었다.

Benekohal 등(1992)은 고령 운전자의 문제점은 교통표지판 판독, 목적지 교차로 찾기, 교차로 좌회전 시작위치 찾기, 교차로 좌회전하여 차로 진입하기, 포장표시인지, 교통신호등 읽기에 어려움이 있었다고 발표하였다. 또한 고령화에 따라서 발생하는 시각적 인식으로 교차로점등, 교차로 차선표시, 운전차로폭, 좌회전 유도표시, 교차로 신호등 크기 등의 인지에 어렵다고 발표하였다.

Staplin 등(1997)은 고령 운전자들의 집단적 반응에 대한 조사를 통하여 교차로 진입을 위한 좌측 차량감지, 좌회전에 의한 좁은 도로폭을 가진 차로 진입, 우천시 야간에 교통섬과 같은 설치된 구조물의 인식, 포장의 표시(marking), 우회전후 차로바꿈 등과 같은 사항에서 불편함을 느낀다는 결과를 얻었다.

이러한 문제점들에 대한 조사를 통하여 교차로에 접근할 경우, 나이가 들어 그들의 운용능력이 감소된 도로 사용자들에게 도로 사용시 편의를 제공하기 위한 설계 요소를 추천하면 다음과 같다.

- 교차로의 각(skew)
- 회전시 수용차선(receiving lane)

- 도류화(channelization)
- 교차로 시거확보
- 지거(offset) 좌회전 차선 기하구조 표기, 시선유도(delineation)
- 모서리처리, 연석, 중앙선, 장애물 설계
- 곡률반경
- 신호가 있는 교차로에서 '적신호시 우회전' 및 '우회전'을 위한 교통제어
- 도로명 표기
- 일방통행 및 접근금지 표기
- 정지 및 양보 제어교차로 표기
- 교차로 접근에 있어 차선험당을 위한 장치
- 교통신호
- 고정조명(Fixed lighting) 설치
- 보행자 건널목 설계, 운행, 제어
- 우회로

4.2 인터체인지

고속도로의 사고율은 일반적으로 도심의 교차로 사고율에 비하여 낮은 편이다. 미국의 경우 대부분의 고속도로 교통사고는 유출입 램프에서 발생하고 있다.

Taylor 등(1973)이 발표한 논문에서 고속도로 유출입 사고율을 분석한 결과 고속도로 일반구간에 비하여 4배정도 높다고 발표하였다. 20년 후에 Lunefeld(1993)가 발표한 논문에서도 동일한 연구 결과가 나왔으며, 유출입구의 부정확한 인식 및 길을 찾지 못하고 헤매이는 과정에서 발생한다고 하였다.

Staplin 등(1997)은 연령대별로 운전자들을 구분하여 사고발발 형태 및 위반형태를 분석한 결과 고령 운전자의 사고가 크며, 고속도로 유출입 램프에서 합류, 또는 분류되는 과정에서 발생한다고 하였다. 이러한 원인의 제공은 고령화되는 신체조건 변화로 발생하게 되며, 신체노화에 따라서 운전중에 가장 적절한 판단을 할 수 있는 감지능력의 감소, 여러개의 목표물사이에서 효과적으로 주의를 이동시키

는 능력감소, 기억력 쇠퇴, 속도감의 감소 등으로 이어진다.

Smith 등(1975)은 노화에 따라 목과 머리의 움직임의 범위가 줄어들어서, 시각탐색에 손상을 주어 자동차를 움직이는 실행반응시간을 늦추고 차로바꿈과 가속 등에 영향을 미친다고 하였다.

이러한 인터체인지에서 능력이 저하된 운전자들의 운전수행을 개선하기 위하여 다음과 같은 4가지의 고속도로 설계요소에 대한 추천방법을 제시하고 있다.

- 출구 표시 및 출구램프 삼각지(gore)의 시선유도 차선
- 가속/감속차선 설계의 특성
- 고정조명의 설치
- 고속도로와 램프에서 금지된 움직임에 대한 교통제어장치

4.3 평면곡선반경

평면선형의 작은 곡선반경으로 인한 사고 가운데 종단선형의 경사에 의한 사고비중이 크다.

Lerner 등(1988)은 평면선형으로 인한 사고사례를 조사한 결과 평면선형의 배열과 작은 곡선반경으로 인한 사고가 많은 비율을 차지한다고 하였으며, Johnston(1982)은 평면곡선반경과 종단곡선의 내리막길과의 부적절한 조합에 따라서 사고의 발생이 크다고 발표하였다.

운전자의 고령화에 따라 시력감퇴와 감각반응, 인식수행, 지각능력이 떨어지는 고령 운전자들에게는 이러한 문제점들이 자유스러울 수 없다. 고령 운전자들을 고려한 곡선반경의 크기와 길이 그리고 조합에 대한 연구들이 미국에서 이루어지고 있다.

노령 운전자들의 감퇴된 운전능력을 고려하여 다음과 같은 네 가지 요소에 초점을 맞추고 있다.

- 포장표기(marking) 및 수평 커브에서 시선유도
- 수평 커브에서 도로의 폭
- 수직 커브 정점의 길이와 시야가 제한된 위치에 대한 표지판

- 추월 차선의 길이, 추월시거, 2차선 도로에서 추월/앞지르기 차선

4.4 공사 및 작업구간

도로의 유지보수를 위한 빈번한 교통의 통제 및 처리로 인하여 대부분의 운전자들이 전방의 사향에 대하여 정확한 인지없이 접근하게 되고 통과하게 된다. 젊은 층에 비하여 상대적으로 인지능력이 떨어지는 고령의 운전자들은 공사로 인하여 선형이 바뀌어진 작업구간에서의 운전이 불리하다(Hoyer 등, 1987). 노인층의 복합반응시간이 일반적인 젊은 층의 복합반응시간보다 두배이상 길기 때문에 사고의 발생을 줄이기 위하여 5가지 설계요소가 추천되고 있다.

- 도로차단
- 도로변동 수행
- 이동, 변형이 가능한 표지판 설치
- 도류화 수행(경로안내)
- 교차로 및 대체 운전 경로로의 차선유도표시
- 임시 포장표기(marking)

4.5 도로와 철도의 평면교차

감지능력이 불리한 고령 운전자의 평면으로된 도로의 철도통과시 사고율이 높다. Klein 등(1994)은 이에대한 분석을 진행하였으며, 일반적인 운전자의 야간사고발생을 보다는 고령 운전자들의 낮시간대의 사고비율이 높다는 조사를 하였다. 이와 같은 개선 대책에 대한 연구가 진행되고 있다.

5. 결론

우리나라의 인구 고령화 비율은 선진국에 비해 아직은 낮은 수준이지만, 사회의 인구연령대의 변동에 따라서 국내의 상황도 고령화 사회가 되어가고 있다. 우리사회도 인간의 노화에 따른 감지능력의 저하를 도로선형설계에서 이제는 반영해야할 시점에 도달해 있다.

산업화의 물류이동통로의 역할을 해왔던 도로는 첨단적인 체계로 발전해야되는 시점인 동시에, 고령 인구가 늘어가는 사회적인 요소를 반영한 연구와 설계의 적용이 필요한 때이다.

국내에서의 연구기본방향도 외국과 마찬가지로 교통사고를 줄이는 목적과 고령 운전자의 편의를 제공하는 방법으로 연구되어야 할 것이다. 지금부터 준비한다면 초고령사회로 접어들 2020년대에는 교통사고율 저하와 고령 운전자가 이용하기 편리한 도로로 우리사회에 다가올 것이다.

참고문헌

1. 교통개발연구원(2001) “고령 운전자의 운전행태 고찰 및 안전운전대책 연구”
2. 경기개발연구원(2003) “고령자 운전특성에 관한 연구”
3. 교통안전공단(2002) “고령자 및 장애인 교통안전대책 연구”
4. FHWA(2001) “Highway Design Handbook for Older Drivers and Pedestrians”