

고령화 사회를 대비한 기하구조 기초 연구

Geometric of Design for Aging Society in Korea

조규태* · 진정훈** · 김한용*** · 남영국*****

Cho, Gyu Tae · Jin, Jung Hoon · Kim, Han Yong · Nam, Young Kug

1. 서 론

국내 출산률의 저하와 더불어 2000년 65세 이상의 고령인구 비율이 7%를 넘으면서 고령화 사회(aging society)로 진입하였으며, 2030년에는 고령인구 비율이 20%를 넘어가는 초고령사회(hyper-aged society)로 1인당 노인 2명을 부양할 전망이다. 프랑스에서는 초고령 사회로 진입하는 기간이 115년이 소요된 반면, 우리나라는 19년이라는 짧은시간내에 이루어지고 있다. 이미, 국내의 지방 일부 군들에서는 고령인구 비율이 20%를 넘어가는 초고령사회로 접어들었다. 국내의 연령별 운전면허 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 있다. 국내의 고령자 교통사고는 2000년 인구 10만명당 57.8명을 기록해 OECD(Organisation for Economic Co-operation and Development) 가입국가와의 비교에서 2배 이상의 높은 수치를 기록하였고, 전년도 대비 2.4%의 증가율을 보여 전반적으로 감소세가 두드러지는 OECD 가입국가와 상반된 결과를 보이고 있어 고령자를 대상으로한 교통안전대책이 시급한 상황이다.

국내 도로설계는 운전자의 연령을 반영한 설계가 이루어지고 있지 않으며, 이와 관련한 연구실적 또한 미비한 실정이다. 본 연구는 고령화 사회에 대비하여 선진국의 도로 기하구조 설계방안과 기초연구를 위한 방안을 제시하고자 한다.

2. 고령화의 개념 및 국내 여건의 변경

고령인구(65세 이상)의 비율에 따라서 일반적으로 유엔에서 제시한 분류는 고령화 사회(aging society), 고령사회(aged society), 그리고 초고령사회(hyper-aged society)로 구분하고 있다. 그림 1에서와 같이 우리나라는 2000년을 기준으로 고령화 사회에 진입한 상태이다.

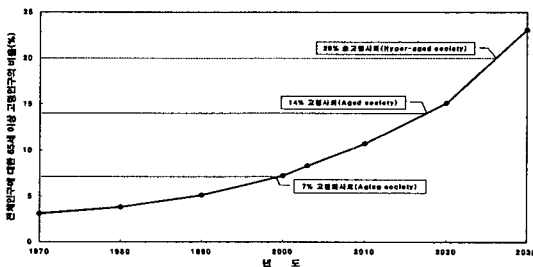


그림 1 65세 이상 인구의 연도별 추이

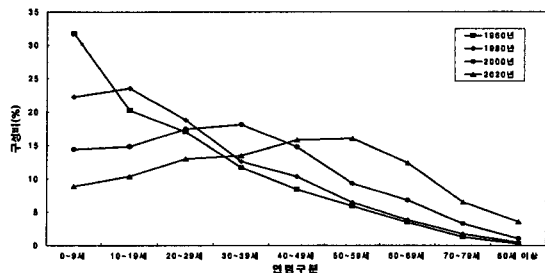


그림 2 연도별 연령별 구성비의 변화

* 정회원 · 인천대학교 ITS연구소 책임연구원 · 공학박사 · 032-770-8915(E-mail : ichogt@yahoo.co.kr)
 ** 정회원 · 인천대학교 ITS연구소 선임연구원 · 공학박사 · 032-770-8915(E-mail : jinrino@kornet.net)
 *** 정회원 · 경호엔지니어링 대표이사 · 공학박사 · 031-563-0040(E-mail : hsengkhy@hanmail.net)
 ***** 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 명예교수 · 공학박사 · 032-770-8915(E-mail : yknam@incheon.ac.kr)



국내의 통계청 자료(2003년)에 따르면 연도별 추계인구는 그림 2와 같이 1960년부터 2020년까지 20년 주기로 본 연령별 구성비의 변화를 나타내고 있다. 1950년대후 베이비붐에 의한 영향을 무시할 수는 없으나, 삶의 질적인 변화와 의학의 발전으로 인하여 고령인구의 증가속도가 가속되는 것을 알 수 있다. 일부 지방에서는 이미 초고령화 사회에 진입을 하였으며, 초고령화의 시점도 앞으로 15여년의 시간밖에는 가지고 있지 못한 것이 국내의 실정이다. 이러한 짧은 기간의 고령화 사회로의 진입은 국내에 미치는 경제, 사회, 문화 등 전반적인 파장효과는 클 것이므로 다방면의 연구가 요구되는 시점에 와있다.

3. 고령화 운전자의 문제점

3.1 고령자의 심신기능

고령화에 따른 신체조건으로 시력은 고령운전자의 표준시력 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. 이러한 현상으로 인하여 차로의 변경과 터널출입구부의 암반응과 순반응의 순응시간이 길어지게 된다.

청각기능은 고령으로 접어들수록 고음역을 중심으로 약 30% 이상의 청력손실이 생기며, 70세를 넘으면 고음과 더불어 중·저음역의 청력도 저하되어 주변의 경적(警笛)에 둔감해지는 경우가 발생한다.

판단처리기능은 판단처리기능검사방법으로 단순반응검사와 선택반응검사로 구분하는데 고령의 운전자는 반사동작의 빠르기가 젊은 층에 비하여 반응시간이 약 30% 정도 늘어나는 것으로 알려져 있다. 선택반응검사는 단순반응검사에 선택 및 판단의 빠르기를 포함하여 판단처리능력을 조사하는 것인데 연령이 증가할수록 길어지며, 선택반응시간은 단순반응시간에 비해 약 1.6배 정도 시간이 더 걸리는 것이 일반적이며, 연령이 증가할수록 개인차가 큰 것으로 알려져 있다.

근력 및 민첩성 등에 관련하는 운동기능은 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.

3.2 고령운전자의 운전단념의사

연령의 구분 없이 자신이 느끼는 운전한계연령을 60세 정도라고 판단하는 사람이 많지만, 고령의 운전자의 경우 자신의 나이에서 적어도 5년 이상 운전이 가능하다고 생각하고 있다. 이들의 운전에 대한 욕구가 떨어지지 않는 이유중의 하나가 대중교통시스템의 부족과 편의시설의 부속에 기인한다. 국내의 환경은 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. 이러한 문제들의 해결할 수 있는 대체수단의 발달 없이는 계속해서 고령화된 운전자들이 도로로 더욱더 많이 나올 수밖에 없다.

4. 고령화를 대비한 대책

4.1 인지반응에 따른 대책

고령운전자의 인지반응시간에 대한 Olson과 Sivak(1986)의 연구결과 긴급 상황에서의 모든 연령층들의 반응시간은 1.6초의 시간 안에 95% 정도가 반응하고 있다. 도로설계기준으로 사용하고 있는 정지시거의 표준시간인 2.5초의 인지반응시간이 모든 연령층의 운전자에게 적정하지만, Staplin 등(1990)의 연구에 따르면 연속적인 행동에서 인지반응시간은 행동의 수가 많아질수록 증가한다고 하고 있다.

단일 움직임에 대한 고령운전자와 젊은 운전자간의 인지반응시간은 고령운전자가 약간 느리다. 그러나, 두 개 이상의 연속적인 행동을 할 때에는 고령의 운전자들이 절대적으로 많은 시간이 소요되어서 위험에 노출되기 쉽다. 이러한 문제점들을 보완하기 위해서는 기하구조의 전면적인 검토가 필요하다.



4.2 시각 성능에 따른 대책

Staplin 등(1990)은 야간 곡선구간에서의 차선 명암대비에 관한 시험을 통하여 고령운전자에게 필요한 차선의 명암대비는 청·장년층보다 30% 이상 높다는 결과를 얻었다. Poynter(1998)는 고령운전자들은 젊은 층에 비해 평균 2.13배의 명도대비(brightness contrast)를 필요로 하며, 연령이 증가할수록 색의 구분이 명확하지 않다. Helder(1992)는 룸미러(rearview mirror)를 통해 차량의 위치를 확인하는 정확도는 색의 순도가 높을수록 증가하기에 운전자의 운전능력은 이미지의 휘도(luminance)보다는 색의 선명함(brightness)에 보다 밀접한 관련이 있으며, 고령운전자들은 젊은 층 보다 2.5배의 투과휘도(transmission luminance)를 필요로 한다. 이러한 점들을 고려한다면 차선의 휘도, 신호등과 이정표의 크기, 안전시설, 야간운전에 대비한 형광시설 등에 대한 전면적인 개선을 위한 검토가 필요하다.

4.3 정보처리 지연에 대한 대책

Sivak 등(1989)은 고령운전자들의 위험도 평가는 노면상태보다는 차량의 속도에 더 큰 영향을 받으며, 무신호교차로 통과시의 간격수락(gap acceptance)시간은 젊은 층에 비해 약 20% 정도 길어서 교차로 통과시 더 긴 통과간격(gap)을 필요로 하여 무신호교차로에서의 지체를 증가시킬 수 있다. Wolfelaar 등(1991)은 모의(模擬)로 형성된 차량행렬에 합류하기 위해 적절한 간격(gap)판단의 정확도에는 연령에 따른 차이가 없었으나, 이러한 결정을 하는데 필요로 하는 시간에는 고령운전자가 상대적으로 약 50% 정도의 시간을 더 필요로 한다. Kline 등(1990)은 기호표지판(icon sign)의 운전자 식별거리는 글자표지판(textual sign)의 식별거리 길게 나타나며, 야간에는 차이가 더욱 크다. 시각으로 받아들인 정보의 판단에 많은 시간이 걸리기 때문에 시각적인 인지의 거리를 줄이기 위한 방법과 반응시간을 늘려주기 위한 신호기의 전면적인 개편에 대하여도 고려가 필요하다.

4.4 고령화 운전자를 고려한 기하구조

고령화를 고려한 기하구조 개선에 대한 연구는 국내에서 미비한 실정이다. 국내와 같이 짧은 시간 내에 고령화 되어가는 사회 속에서 이에 대한 연구는 부족하며, 다만 미국의 경우 1980년도 말에 연구를 시작하여 다수의 연구결과가 나왔으며, 연구를 위한 기초자료는 교통사고율의 원인과 분석시에 연령대별 분류를 실시하였다. 이러한 연구는 FHWA(Federal Highway Administration)에서 중심이 되어 도로의 특성에 초점을 두고 설계에 반영할 수 있는 「고령운전자를 위한 도로설계 편람」을 만들었다.

4.4.1 평면교차로

교통사고의 주요원인별 분석을 한 결과 고령화 운전자들의 사고의 대부분이 평면교차로에서 일어나고 있다. Benekohal 등(1992)은 평면교차로의 사고원인으로 교통표지판 판독, 목적지 교차로 찾기, 교차로 좌회전 시작위치 찾기, 교차로 좌회전하여 차로 진입하기, 포장표시 인지시간, 교통신호등 읽기 등의 인지와 반응 및 판단 시간이 늘어가기 때문으로 분석하였다. 또한, 고령화 운전자들은 시각적 인식 능력의 저하로 교차로점등, 교차로 차선표시, 운전 차로폭, 좌회전 유도표시, 교차로 신호등 크기 등의 인지에 어렵다.

Staplin 등(1997)은 고령운전자들의 집단적 반응에 대한 조사를 통하여 교차로 진입을 위한 좌측차량감지, 좌회전에 의한 좁은 도로 폭을 가진 차로진입, 우천시 야간에 교통섬과 같은 설치된 구조물의 인식, 포장의 표시(marking), 우회전후 차로 바꿈 등과 같은 사항에서 불편함을 느끼고 있다. 이러한 문제점들에 대한 조사를 통하여 교차로 개선을 위한 연구가 진행되고 있으며, 국내에서도 고령화 인구의 증가에 따른 평면교차로의 기하구조 및 기준의 개선시에 참고하여야 할 자료이다.

4.4.2 인터체인지

고속도로의 사고율은 일반적으로 도심의 교차로 사고율에 비하여 낮은 편이지만, 미국의 경우 대부분의 고속도로 교통사고는 유출입 램프(ramp)에서 발생하고 있다. Taylor 등(1973)은 고속도로 유출입 사고율을 분석한 결과 고속도로 일반구간에 비하여 4배정도 높다고 조사하였다. Lunefeld(1993)도 고령화 운전자들의 일반적인 특성이 유출입구의 부정확한 인식 및 길을 찾지 못하는 과정에서 발생한다고 하였다. Staplin 등



(1997)은 사고발발 형태 및 위반형태를 분석한 결과 고령화 운전자가 고속도로 유출입 램프에서 합류, 또는 분류되는 과정에서 발생한다고 하였다.

이러한 원인은 고령화되는 신체조건의 변화로 발생하게 되며, 신체노화에 따라서 운전 중에 가장 적절한 판단을 할 수 있는 감지능력의 감소, 여러 개의 목표물사이에서 효과적으로 주의를 이동시키는 능력감소, 기억력 쇠퇴, 속도감의 감소 등으로 이어진다. Smith 등(1975)은 노화에 따라서 목과 머리의 움직임의 범위가 줄어들어서 시각탐색에 손상을 주어 자동차를 움직이는 실행반응시간을 늦추고 차로 바꿈과 가속 등에 영향을 미친다고 하였다.

이러한 문제점들의 해결을 위한 반영사항으로 고속도로 유출입 램프지역에 시선유도차선의 설치, 가속 및 감속차로 설계시의 고령운전자를 위한 선형 및 길이고려 등의 방법을 제시하고 있다. 국내의 기하구조의 개선시에 반드시 고려해야 할 사항이다.

4.4.3 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 따른 시력감퇴와 감각반응, 인식수행, 지각능력이 저하되기 때문에 곡선반경의 크기와 길이 그리고 선형의 조합에 대한 연구들이 미국에서 이루어지고 있다. 국내의 설계기준의 제정시에 고려해야 할 사항이다.

5. 결론 및 향후과제

국내의 환경은 고령화 사회로 접어들었고 얼마 안되어서 초고령사회로 접어들 것이다. 노화된 인구의 사회적 활동을 돕기 위해서는 우선적으로 이동성을 상실하지 않는 범위의 확보를 위하여 도로선형설계에서 고령화 운전자들의 안전을 도모해야 할 시점에 서있다.

고령화 인구의 안전 확보와 교통사고를 줄이는 목적과 고령운전자의 편의를 제공하는 방법으로 연구되어야 할 것이다. 초고령 사회로 접어들 2020년대에는 교통사고율 저하와 고령운전자가 이용하기 편리한 도로를 만들기 위한 노력이 지금부터 필요하다.

참고문헌

1. 교통개발연구원(2001) “고령 운전자의 운전행태 고찰 및 안전운전 대책 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”