

21세기 도로의 안전성 향상 기술

노 관 섭

한국건설기술연구원 수석연구원

1. 도로안전성 향상의 당위성

교통사고로 인한 연간 피해규모는 1997년 기준 시 사망 11,603명, 부상 343,159명이고, 그 피해비용 11.1조원에 달하여 GNP의 2.7%에 이르고 있다. 특히 사망자 수는 자동차보유 1만 대당 11.1인, 또는 인구 10만 인당 24.7인으로서 주요 OECD국과 비교시 각각 3~8배와 2~4배에 달하는 규모이며, OECD 가입 29개국 중 최하위 29위를 기록하고 있다.

지난 87년부터 96년까지 10년간 10만 명이 사망하고 3000만 명이 중·경상을 당했다. 96년에 일어난 교통사고는 265,052건으로 사망 12,653명, 부상 355,962명이다. 하루 평균 726건의 교통사고로 34명이 숨지고 975명이 다쳤다. 3일 후 사망자까지 포함하면 1일 교통사고 사망자는 48명에 달한다. 32명의 목숨을 앗아간 성수대교 붕괴사고 만큼의 사망 사고가 매일 발생하는 것이다. 삼풍백화점 붕괴사고 때 500명이 죽었는데, 교통사고로 한 달이면 900명이 죽는다. 한국전쟁 당시 한국군 전사자는 23만 명으로 일년에 약 7만 명 가량이다. 7년마다 6.25전쟁을 치르고 있는 셈이다. 10년 동안 지출한 보험금은 20조원, 교통사고 비용은 40

조원의 천문학적인 규모로 추정된다. 또한 이 기간에 교통사고로 2만여 가정이 자녀를 잃고 5만여 자녀가 부모 중 어느 한쪽 또는 모두를 잃어 초래되는 무형의 사회적 손실은 금액으로 환산할 수 없는 기가 막힌 일이다.

이와 같은 상황에도 불구하고 정책자들이나 일반 국민들의 교통사고에 대한 심각성은 우려할 정도로 낮은 것 같다. 교통사고는 전국에서 매일 산발적으로 일어나고 있고 해마다 끊임없이 발생하는 관계로 관계자들 및 국민 모두가 거의 무감각 증세에 도달했는지도 모른다.

1998년 도로상에서의 교통사고 발생건수는 239,721건이고, 사망자 수는 9,057명을 나타내어 교통사고율이 약간은 낮아진 것으로 나타났다. 이러한 교통사고 감소는 그 동안의 여러 가지 안전정책의 시행과 노력에 따른 것이기도 하지만, 98년도에 IMF 경제위기의 영향으로 교통수요 감소에 따른 것으로 보고 있다. 작년에 교통사고가 크게 감소한 것은 일시적인 현상으로, 근본적인 개선이 이루어지지 않는다면 열악해지는 교통환경과 더불어 교통사고는 다시 증가할 것이다.

따라서 새로 다가오는 2000년대에는 국민과 국가와 사회에 불행을 가져다 주는 교통사고를

현저히 줄이고 삶의 질을 높이는 도로환경 창조와 복지사회의 건설을 위하여, 보다 적극적인 도로안전 정책과 기술을 마련하고 구현할 수 있는 방향을 제시하고자 한다.

2. 도로시설의 안전성 고려 요소

도로 설계는 안전에 현저한 영향을 미치는 것으로, 종종 자동차 사고의 발생 건수 및 치명도에 큰 결과를 준다. 교통 사고 감소를 위한 보다 안전한 도로의 역할은 확실한 것으로, 사망률의 감소에 큰 영향을 준다.

여러 가지의 설계 구성요소들이 더 좋은 도로를 만드는 데 기여하고 있지만, 출입제한 또는 접근관리가 중요한 요인이다. 교차하는 교통을 분리하고, 측면 도로에서의 부분별한 진출입을 제거하는 것은 많은 사고 가능성을 피하게 한다.

노변 장애물 제거와 운전자를 위한 분명한 길의 제공이 중요하다. 운전자에게 미리 위험에 대한 충분한 정보를 제공하여, 운전자가 적정한 장소와 시간에 사고를 피할 수 있는 “명확한 안내(positive guidance)”가 강조되고 있다. 이들 위험은 부적절한 운전, 도로 및 환경에 의하거나 다른 차량과의 상충에 의한 것을 포함하여 여러 가지 형태로 나타난다. 그러나 운전자가 잠재적 상충이 없는 길을 선택하면, 사고의 가능성은 현저하게 감소된다.

동시에, 실수한 차량(또는 운전자)이 안전하게 제 위치로 오도록 노변을 제공하거나, 장애물을 접근되지 않는 위치에 두거나, 장애물에

부딪친 후 제 위치에 올 수 있도록 한다면 안전은 새로운 높은 수준에 도달할 수 있다. 신설 도로의 가장 좋은 설계는 이 목표를 달성하는 것이다. 그 외의 도로에서도 이러한 관점을 적용해 나갈 수 있다. 가로수, 표지의 지주, 가로등, 전신·전선주 등 노변 위험물을 도로 끝단으로부터 적정 거리 밖으로 옮길 필요가 있다.

또한, 어떤 장애물들은 부딪쳤을 때 부상이나 큰 손상이 적게 일어나도록 변형할 수 있다. 표지 지주나 가로등 지주가 부딪쳤을 때, 부러져 나갈 수 있도록 하여 차량이 단단한 장애물과 충돌하지 않도록 한다. 길어깨를 포장하고 비탈면의 경사를 완만하게 함으로써 주행로를 벗어난 차량이 돌아오게 하거나 최소한 전복되지 않게 할 수 있다.

도로 이용자의 특별한 두 부류인 보행자와 자전거는 공학적 조치에 의하여 편의를 받을 수 있다. 교차로는 항상 교통사고의 측면에서 가장 취약한 지역이다. 이 곳에 보행자용 신호기를 설치하고, 보행자나 자전거에 대한 더 적절한 신호 시간을 주어 개선할 수 있다. 특성이 다른 교통을 분리하는 원칙의 적용을 늘려감으로써 효과적인 안전 대책을 제공할 수 있다.

철도 건널목의 사고는 사고 건수 면에서는 많지 않으나 치명도는 높다. 두 가지 기본적인 공학적 대안은 운전자에 대한 주의를 제공하는 기법과 기하구조나 환경을 개선하는 기법이다. 주의제공 기법은 수동적이면서도 적극적인 방법이다. 기하구조 또는 환경개선 기법은 평면 또는 종단 선형 등의 도로 선형을 변화시키는 것뿐만 아니라, 기타 물리적 개선을 포함한다.

도로 기술자는 계획, 설계, 시공, 유지관리 활동에서 이동성과 안전성, 둘 다 고려를 해야 한다. 출입 제한 원칙의 개발과 적용은 가장 중요한 예의 하나이다. 기타 기하구조 설계의 개선은 차량의 요구와 운전자의 기대에 부합하게 함으로써 안전성에 기여한다. 그러한 설계 구조는 운전자가 갑작스럽게 놀라지 않고, 비상시 사용할 수 있는 적합한 길어깨를 제공하고, 미끄럼 저항 포장 표면을 유지하며, 운전자를 도울 수 있는 적합한 주의 및 지시 표지와 노면 표시를 제공하여 도로의 긴 구간에 걸쳐 일정한 설계속도를 유지할 수 있도록 한 것이다.

3. 도로안전 시스템의 개선

도로는 운전자가 한 순간에 한 가지 의사 결정만을 할 수 있도록 설계되어야 한다. 한 가지 결정을 해야 할 곳에서 충분한 시간을 갖지 못해 생각하지 못한 상황의 발생으로 인하여 놀라는 일이 없도록 해야 한다. 사고 발생 건수는 운전자에게 요구되는 결정의 수가 증가할수록 늘어난다. 도로 설계 요소와 교통 관제 시설의 표준화는 필요한 의사 결정의 수를 줄이도록 하는 것이 중요하다. 즉, 운전자는 어떤 형태의 도로에서도 일어날 수 있는 일을 미리 인지할 수 있도록 해야 한다.

적합한 안전 평가와 개선 프로그램은 전체 도로 개선 프로그램의 부분으로서, 꼭 필요하다. 안전에 위협한 요소를 확인하고, 해결 대안의 효과를 평가하고, 유용 자금의 가장 효과적인 사용을 위한 계획을 수립하는 것이 가장

중요하다. 국부적 안전 사업, 보수 사업, 신설 도로의 건설 등, 모든 도로 프로그램에는 공공의 이동에 대한 안전성이 반영되어야 한다.

도로 안전은 기하구조 요소뿐만 아니라, 전반적인 도로 환경(포장 상태, 날씨 및 조명, 교통, 그리고 교통법규), 운전자 특성(중독, 나이), 그리고 차량 특성(크기, 중량, 제동 능력) 등 여러 가지 다른 요인들에 의하여 영향을 받는다.

도로 설계의 효과는 이들 다양한 요인들이 존재함으로써 분명치 않다. 실제로 대부분의 사고는 한 가지 사고 원인으로 일어나기보다는 여러 가지 요인들의 복합적 작용으로 발생한다. 차량이 운전자의 실수나 차량의 결함으로 길을 벗어났을 때, 노면의 설계는 사고의 치명도에 영향을 줄 것이다. 이와 같이 도로, 운전자, 차량 특성의 상호작용으로 인하여 특별한 안전 개선에 의해 기대되는 사고 감소 효과를 추정하기가 어렵다.

따라서 교통 사고에 대한 확실한 통계적 분석을 위해서 긴 구간의 도로에 대하여 장기간에 걸친 일관성 있는 자료의 수집 및 축적이 필요하다. 많은 요인-도로 환경, 운전자, 차량 등과 관련한-들이 상호작용으로 사고의 발생과 치명도에 영향을 주므로 관련 요인을 설명하는 정확한 정보가 사고 데이터베이스에 포함되어야 한다. 이들 자료의 신뢰성을 기하기 위하여 사고 조사 보고에 대한 일관성과 정확성이 기해져야 한다. 또한 안전과 도로 설계 사이의 관계에 기초가 되는 어떤 요소들, 예를 들면 차량 성능과 충돌성 등은 시간이 갈수록 변하기 때문에 지속적인 평가 연구가 필요하다.

4. 도로안전 증진을 위한 접근 방법

4.1 사고 발생 건수 줄이기

교통사고가 일어나기 전에 예방하는 것이 도로 안전 증진의 가장 효과적인 방법이다. 그러나 이것은 가장 어렵고 복잡한 과업이다. 사고의 원인은 매우 많고 복잡한데, 사고 분석 결과에 따르면 모든 사고의 99%가 운전자의 잘못이 포함되어 있다. 따라서, 교통 사고를 미리 예방할 수 있는 가장 효과적인 방법은 운전자 교육이나 시험 프로그램을 통하여 운전 기술을 향상시키고, 자주 사고를 내거나 교통법규를 위반하는 운전자를 도로로부터 추방시키는 것이다. 또한, 도로 기술자는 운전자의 실수에 의한 위험이 최소화 되도록 설계해야 한다.

적정한 표지나 노면표시(넓게는 시선 유도)의 설치로, 운전자의 혼동을 감소시키고 실수로 인한 위험을 줄일 수 있다. 기하구조상의 갑작스런 변화를 피하고 좋은 시거를 제공하며, 기하구조 요소 사이의 변화되는 부분을 부드럽게 연결되도록 하는 등의 도로 설계를 통하여 운전자가 실수할 수 있는 기회를 줄일 수 있도록 한다. 기하구조, 표지, 노면표시등의 표준을 높게 적용하여 보다 안전한 도로 구조를 갖출 필요가 있다. 신호기 및 정지 표지 등 많은 교통관제 시설을 설치함으로써 사고를 야기시키는 교통흐름에서의 상충을 없애거나 줄일 수 있다. 적정한 교통 관제의 시행은 교통 사고를 없애기 위한 기술자의 가장 효과적인 방법이다.

4.2 사고 치명도의 감소

사고를 사전에 예방하는 것은 어려우며, 많은

도로 설계와 교통 공학적 대안은, 사고가 발생할 때 치명도를 감소시키는데 목표를 두고 있다. 관대한 도로(forgiving highway)는 사고가 거의 일어날 수 있는 장소들을 인식할 수 있도록 설계된 것이다. 이들 장소는 운전자가 실수로부터 만회할 수 있는 시간과 공간을 제공하고, 사고가 일어났을 때 치명도를 최소화할 수 있도록 설계된 곳이다. 예를 들면 가드레일, 중앙분리대 방호울타리, 충격흡수시설, 분리 표지 지주 및 조명 지주 등을 적절하게 사용함으로써 차량이 주행로를 벗어났을 때 발생하는 위험을 줄일 수 있다. 고속도로 유출 연결로의 고어(gore) 지역에는 장애물이 없도록 한다. 왜냐하면, 이 지역으로 종종 운전자들이 엉거주춤하다가 들어오기 때문에 이런 실수를 회복할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다.

지금까지 설명한 방법과 기타 대안들이 여전히 사고가 일어나는 지점에서 사고의 치명도를 감소시키고 부상 및 사망률을 낮출 수 있다.

4.3 안전 측면의 설계

도로 설계는 도로 안전에 현저하게 영향을 미칠 수 있다. 안전에 영향을 주는 도로 설계가 전체적으로 적합하게 다루어져야 하며, 평면 및 종단 선형, 노면 설계, 중앙 분리대, 고어 지역 등 여러 가지의 도로 요소들이 특별히 안전성 관점에서 매우 중요하게 다루어져야 한다.

평면 및 종단 선형은 설계속도에 의해서 조정된다. 여기서 설계속도란 한 대의 차량이 도로를 따라 주행할 수 있는 최대 안전 속도이다. 설계속도로 주행하는 차량은 운전자의 시선 제한 범위 내에서 갑자기 정지 차량이 나타나더

라도 항상 충분한 시거를 갖는다. 더 긴 시거를 제공할수록 도로는 더욱 안전해질 것이며, 특히 운전자가 안전의 한계까지 속도를 증가하지 않으면 안전성은 더욱 높아질 것이다.

노변은 운전자들이 종종 사고로 뛰어들어오는 곳이므로 노변 설계는 중대한 안전 요소이다. 길어깨를 깨끗하게 하고, 노변 경사를 완만하게 하고, 고정 물체를 제거함으로써 운전자들이 제 자리로 돌아갈 수 있는 시간을 제공할 수 있다.

5. 맺음말

제2의 건국과 21세기를 맞이하는 시점에서 교통사고로 부터 국민의 생명을 살리고 국가적 손실을 막는 도로 안전성의 향상 기술에 대한 검토는 시기적으로나 환경적으로 중요한 의미를 갖는다.

도로의 안전성 향상 기술은 우선적으로 도로의 뼈대를 구성하게 되는 설계단계에서의 노력이 중요하며, 여러 가지의 설계 구성 요소들에 대한 안전성 향상 기법, 예를 들면, 출입제한 또는 접근관리 기법, 노변안전 대책, 명확한 안내 시스템, 도로 이용자의 특별한 두 부류인 보행자와 자전거에 대한 공학적 조치, 철도 건널목의 안전성 향상 기술, 교통 관제 및 안전시설의 개선, 안전 측면의 선형 설계 등에 대한 특별한 고려가 필요하다. 그리고 이러한 측면에서의 검토는 도로의 계획, 설계, 시공, 유지관리 및 운영의 전 단계에서 이루어질 수 있으며, 안전과 소통 또는 접근성 면에서 검토되어야 한다. 안전에 대한 대책은 사고발생 건수 줄이기와

사고 치명도 감소 측면에서 수행될 수 있으며, 적합한 안전 평가와 사업 수행을 위하여 도로 안전 개선사업, 도로안전진단 제도 등이 효율적으로 수행되어야 한다. 이를 위해서는 교통사고 및 도로교통 관련 자료에 대한 정확한 자료 분석이 필요하고 이들 자료의 수집 및 분석을 위한 데이터베이스 구축이 이루어져야 한다. 그리고 안전과 관련된 도로 환경, 운전자, 차량 등의 많은 요인에 대한 효과적 안전사업 수행을 위하여 도로 안전관리체계의 구축과 시행이 필요하다.

21세기 도로의 안전성 향상은 도로의 계획에서부터 운영에 이르기까지의 모든 단계와 안전 관련 요인들을 포괄한 효율적이고 체계적 절차인 안전관리체계 내에서 세부적 도로안전 향상 기술이 접목되고 도로안전 개선사업이 효과적으로 추진될 때 이루어진다.