

도로설계 및 안전 관련 기술의 발전방안



노 관 섭 | 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부장

1. 서론

2003년말 현재 총 도로연장은 97,252km로, 도로가 국토이용과 국가경제, 그리고 사회에 기여한 바는 실로 크다. 미래의 전국 간선도로망은 전국 어디서나 간선도로에 30분 이내에 접근할 수 있도록 하는데 목표를 두고, 남북 7개축, 동서 9개축의 총 6,160km를 2020년까지 건설하는 계획을 가지고 있다.

정부의 21세기 도로정책방향은 미래사회에 부합되는 삶의 질 향상, 지속발전 가능한 도로정비, 도로 행정의 대국민적 신뢰 확보 등이다. 도로정책의 기조는 빠르고, 튼튼하고, 편리하고, 인간이 중심이 되는 것을 계획의 방향기조로 하고 있으며, 세부적인 추진전략은 생산도로의 완성, 안전도로의 구축, 편리한 생활도로의 구현, 인간과 자연을 고려한 환경 도로의 건설 등을 목표로 하고 있다.

그러나 현재는 이동의 원활화와 안전을 첫째로 하는 도로교통이 지체로 인하여 연간 약 22조원에 이르는 혼잡비용을 발생시키고 있으며, 매년 8천여명의 생명을 앗아가고 40만명이 넘는 부상자를 내고 교통사고비용이 13조에 달하는 국가기반시설이 되었다. 또한 국토환경과 지역 사회생활 파피의 한 주범으로 인식되고 있는 실정이다.

이러한 여건에서, 도로가 그 역할을 제대로 할 수 있도록 하기 위해서는 도로 설계 및 안전 관련 기술이 어떠한 방향으로 나아가야 하는지를 모색해 보았다.

2. 도로교통사고와 도로설계기술 현황

2.1 교통사고를 줄이기 위한 도로설계

교통사고가 일어나기 전에 예방하는 것이 도로안전 증진의 가장 효과적인 방법이다. 그러나 이것은 가장 어렵고 복잡한 일이다. 사고의 원인은 매우 많고 복잡한데, 사고 분석 결과에 따르면 모든 사고의 99%가 운전자의 잘못이 포함되어 있다. 따라서 교통사고를 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 도로설계를 해야 한다.

적정한 표지나 노면표시(넓게는 시선유도시설)의 설치는 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 도로설계를 통하여 운전자가 실수할 수 있는 기회를 줄일 수 있도록 한다. 기하구조, 표지, 노면표시등의 표준을 높게 적용하여 보다 안전한 도로구조를 갖출 필요가 있다. 신호기 및 정지표지 등 많은 교통관제 시설을 설치함으로써, 사고를 야기시키는 교통흐름에서의 상충을 없애거나 줄일 수 있다. 걱정만 교통관제의 시행은 교통사고를 없애기 위한 기술자의 가

장 효과적인 방법인 것이다.

2.2 사고 치명도의 감소를 위한 도로설계

사고를 사전에 예방하는 것은 어려우며, 많은 도로설계와 교통공학적 대안은 사고가 발생할 때 치명도를 감소시키는데 목표를 두고 있다. 미국에서 1960년대 말부터 개념을 갖고 적용하기 시작한 '운전자 과실에 대비한 도로시설(forgiving highway)'은 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, 표지나 조명시설의 분리식 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 회피할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다.

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

2.3 안전 측면의 도로설계기술

도로설계는 도로안전에 현저하게 영향을 미칠 수 있다. 안전에 영향을 주는 도로설계가 전체적으로 적합하게 다루어져야 하며, 평면 및 종단 선형, 노면설계, 중앙분리대, 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 갑

자기 정지 차량이 나타나더라도 항상 충분한 시거를 갖는다. 더 긴 시거를 제공할 수 있다면 도로는 더욱 안전해질 것이며, 특히 운전자가 안전의 한계까지 속도를 증가하지 않으면 안전성은 더욱 높아질 것이다.

노건은 운전자들이 종종 사고로 뛰어들어오는 곳이므로 노건설계는 중대한 안전 요소이다. 길어깨를 깨끗하게 하고, 노건경사를 완만하게 하며, 고정물체를 제거함으로써 운전자들이 제 자리로 돌아갈 수 있는 시간을 제공할 수 있다.

2.4 도로 시설 및 설계 기준 현황

도로의 성능은 대부분 도로설계 단계에서의 결과에 좌우된다고 해도 과언이 아니다. 도로가 적정 기능을 발휘하고, 비용을 감소시키며, 도로용량과 비용의 효율성, 도로안전성을 증대할 수 있도록 하기 위해서는 도로관리자 및 설계자가 목표로 하는 도로의 기능에 부합한 도로환경을 조성하고, 도로이용자가 설계자의 의도대로 인지하고 행동할 수 있도록 하는 것이다. 이를 위해서는 도로시설과 설계에 적용할 수 있는 기준이 명확히 정립되어야 하고, 설계업무에 활용할 수 있는 다양한 지침이 있어야 한다.

도로설계 관련 제 기준은 건설공사기준체계에 따라, 상위의 국가기준으로 설계기준이 있고, 하위 기술기준으로 도로의 요소시설별 지침 및 편람, 요령 등이 있다. 그 현황은 표 1과 같다.

도로설계기준은 『도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙』을 토대로 도로시설의 합리적인 설계를 위하여 설계업무시에 필히 반영하여야 할 설계조건, 최저한계와 이와 관련한 설계기준과 방법을 명시하고, 하위기술기준은 규칙과 설계기준을 바탕으로 이의 적합한 적용범위 및 방법 등을 구체적으로 기술한 내용을 담도록 한 것이다. 최근 이들 각종 기준의 체계화와 기준 내용의 개선을 위한 정비 방안이 수립된 바 있다.

표 1. 도로설계 관련 각종 기준 현황(2003. 12)

기 준 서 명	제·개정연도	관 리 주 체	발행기관
기 준(8종)			
· 도로설계기준	2001.6	한국도로교통협회	도로국
· 도로교설계기준	개정중	한국도로교통협회	도로국
· 콘크리트구조설계기준	2003.4	한국콘크리트학회	기술안전국
· 강구조설계기준	제정중	한국강구조학회	기술안전국
· 구조물기초설계기준	2002.12 (개정예정)	한국지반공학회	기술안전국
· 내진설계기준	1998. 2	한국지진공학회	기술안전국
· 터널설계기준	1999. 2	대한터널협회	도로국
· 조경설계기준	2002	한국조경학회	기술안전국
지 칙(17종)			
· 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침	2000.3		건설교통부
· 도로안전시설 설치 및 관리 지침			
- 시선유도시설 편	2002개정		건설교통부
- 방호울타리 편	1996		건설교통부
- 파속방지턱 및 미끄럼방지포장 편	1997		건설교통부
- 중앙분리대 및 충격흡수시설 편	1998		건설교통부
- 교량용 방호울타리 및 조명시설 편	1999		건설교통부
- 장애인 안전시설편	2000		건설교통부
- 낙석방지시설 및 도로반사경 편	2000		건설교통부
- 차량방호 안전시설 편	2001		건설교통부
· 교량 설계·시공 지침	2001	한국건설기술연구원	건설교통부
· 도로교 하부 설계지침	1997	한국도로교통협회	건설교통부
· 강도로교 상부부 설계지침	1997	한국강구조학회	건설교통부
· 콘크리트 교량 가설 특수공법 설계·시공·유지관리지침	1994		건설교통부
· 도로포장 설계·시공지침	1991		건설교통부
· 도로표지관련규정집(규칙 및 지침)	2000.10		건설교통부
· 농어촌도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침	1992		내무부
· 도시계획도로의 계획 및 설계 기준	1988		건설부
· 도로배수시설 설계 및 유지관리 지침	2003.12		건설교통부
편 략(5종)			
· 도로설계편람	1999.2000	한국건설기술연구원	건설교통부
· 철근콘크리트설계편람	1997	한국콘크리트학회	건설교통부
· 도로용량편람	2001		건설교통부
· 투자심사편람(수송부문)	1982		경제기획원
· 교통안전시설 실무편람	2000. 3		경찰청
요 령(3종)			
· 환경 친화적 도로 건설 요령	1998		건설교통부
· 강도로교 용접 및 도장요령	1998	한국강구조학회	건설교통부
· 아스팔트포장 설계·시공요령	1997		건설교통부
표준도(6종)			
· 도로부대시설 표준도	1998	한국도로교통협회	건설교통부
· 용벽표준도	2003	한국지반공학회	건설교통부
· 암거표준도	2003	한국도로교통협회	건설교통부
· 도로교 상부구조 표준도	1979	한국도로교통협회	건설부
· 도로교 하부구조 표준도	1979	한국도로교통협회	건설부
· 조립식 가교각 표준도	1975	한국도로교통협회	건설부

3. 안전을 고려한 도로설계기술의 검토

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

여러 가지의 설계 구성 요소들이 더 좋은 도로를 만드는 데 기여하고 있지만, 출입제한 또는 접근관리가 중요한 요인이다. 교차하는 교통을 분리하고, 측면 도로에서의 무분별한 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 노견을 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·전신주등 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 경

사를 완만하게 함으로써 주행로를 벗어난 차량이 돌아오게 하거나 최소한 전복되지는 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 환경 개선 기법은 평면 또는 종단 선형 등의 도로 선형을 변화시키는 것뿐만 아니라, 기타 물리적 개선을 포함한다.

도로기술자는 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.

도로는 운전자가 한 순간에 한 가지 의사결정만을 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 발생건수는 운전자에게 요구되는 결정의 수가 증가할수록 늘어난다. 도로설계 요소와 교통관제시설의 표준화는 필요한 의사결정의 수를 줄이도록 하는 것이 중요하다. 즉 운전자는 어떤 형태의 도

로에서도 일어날 수 있는 일을 미리 인지할 수 있도록 해야 한다.

적합한 안전평가와 개선 프로그램은 전체 도로개선 프로그램의 부분으로서 꼭 필요하다. 안전에 위험한 요소를 확인하고, 해결 대안의 효과를 평가하고, 유용 자금의 효과적인 사용을 위한 계획을 수립하는 것이 가장 중요하다. 국부적 안전사업, 보수사업, 신설 도로의 건설 등, 모든 도로 프로그램에는 공공의 이동에 대한 안전성이 반영되어야 한다.

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

도로설계의 효과는 이들 다양한 요인들이 존재함으로써 분명치 않다. 실제로 대부분의 사고는 한 가지 사고 원인으로 일어나기보다는 여러 가지 요인들이 복합적으로 작용하여 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 안전개선에 의해 기대되는 사고감소 효과를 추정하기가 어렵다.

따라서 교통사고에 대한 확실한 통계적 분석을 위해서 긴 구간의 도로에 대하여 장기간에 걸친 일관성 있는 자료의 수집과 축적이 필요하다. 도로환경, 운전자, 차량 등과 관련한 많은 요인들이 상호작용으로 사고의 발생과 치명도에 영향을 줌으로 관련 요인을 설명하는 정확한 정보가 사고 데이터베이스에 포함되어야 한다. 이들 자료의 신뢰성을 기하기 위하여 사고조사 보고에 대한 일관성과 정확성이 기해져야 한다. 또한 안전과 도로설계 사이의 관계에 기초가 되는 어떤 요소들, 예를 들면 차량 성능과 충돌성 등은 시간이 갈수록 변하기 때문에 지속적인 평가 연구가 필요하다.

4. 도로설계 및 안전 기술의 발전방안

4.1 도로 시설 및 설계 기준 개선

자동차 도로가 이동의 고속화와 기동성을 높임으로써 20세기의 번영을 가져온 것은 사실이다. 그러나 마이너스 유산인 사회적 비용을 지불하지 않으면 안되게 되었다. 이들은 교통사고, 교통체증, 배기가스로 인한 환경문제 등이다. 즉, '보다 빨리' 만이 아니고 '보다 안전하고 쾌적하게' 이동할 수 있고 '환경에도 좋은' 도로가 요구된다. 도로의 기능인 교통기능(이동 및 접근), 공간기능, 토지이용 유도기능을 충족하고 쾌적하고 안전한 도로는 인간심리적이고 환경이 고려된 지속가능한 개발로 발전되어야 한다. 이를 위해서는 도로사업의 추진에 있어서 최적화 개념의 새로운 방향으로 나아가야 한다. 이를 위해서는 적용 기준의 최적화가 우선되어야 하고, 이 기준을 실무에서 현장에 부합하게 최적화 적용을 해야 하며, 도로시설의 상시적인 최적화 운영관리가 시행되어야 한다.

(1) 도로의 기능 부여와 시설 구비

교통시스템의 효율화를 기하기 위해서는 각 수송수단의 기능을 명확히 하고, 그 특징에 따라 적절히 이용해야 한다. 이와 같이 도로망 내에서도 해당 도로가 갖는 이동성, 연계성, 접근성의 기능을 고도로 발휘하여 자연스럽게 물 흐르듯이 연계가 되는 시스템을 갖추어야 한다.

도로가 그 역할을 제대로 할 수 있도록 하기 위해서는, 연계 교통망 및 도로망 내에서 각 도로의 기능을 명확히 하고, 그 해당 도로의 기능을 충분히 발휘할 수 있으며, 도로이용자가 그 도로의 기능과 여건을 확실히 인지할 수 있는 도로구조와 시설이 갖추어지도록 도로환경을 조성하여야 한다.

이를 위해서는 이동 중심의 간선도로에서부터 지역내 도로의 국지도로에 이르기까지 각 도로기능에 부합하는 시설 기준을 구체적으로 정립하고 이를 적

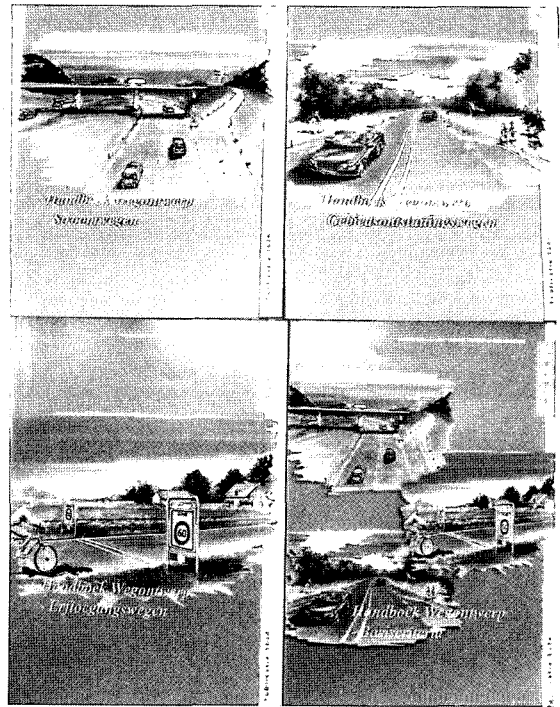


그림 1. 도로기능별 설계지침(네델란드)

용해 나가야 한다. 도로망 내에서도 해당 도로가 갖는 이동성, 연계성, 접근성의 기능을 고도로 발휘하고 연계되는 시스템을 갖추어야 한다. 이들 시스템은 결국 그 도로의 기능을 발휘할 수 있는 정도의 도로 기하구조와 시설을 갖추어야 한다.

이동성의 도로라고 하지만 산지부 도로를 무리하게 평지부 도로와 같은 성능으로 유지하기 위하여 과도한 선형적용으로 환경을 파괴하고 과도한 공사비를 지출하며, 더욱 과속을 유발시켜 안전에 문제를 야기하는 도로환경을 제공하는 것은 바람직하지 않다. 한편 접근성을 갖는 주행속도 30km/h 정도의 도로인 국지도로를 보조간선도로 수준으로 시설을 갖추어, 운전자들이 도로의 주변여건에 맞추어 주행하거나 교통관리정보에 따르기보다는 선형 조건에 맞추어 과속이 가능하도록 하는 시설제공은 적합하지 않다. 도로망 내에서 해당 도로가 갖는 기능을 명확히 하고 도로구조를 비롯한 모든 시설 조건을 그에 부합하게 제공하도록 하는 것이 세계적인 추세이다.

(2) 도로선형 설계기법

지금까지 도로의 선형설계는 경험적이고 관념적인 판단으로 수행되었다. 특히 주의를 환기해야 하는 점은 3차원, 4차원 설계라도 평면, 종단, 횡단 그리고 시간의 각 요소는 개별적으로 작성된다는 사실이다. 최근에 들어서 이들 3, 4차원의 요소들을 동시에 검토하고 조정하는 기술개발이 시도되고 있다. 도로의 선형이란 도로구조 기준만으로 완벽을 기할 수 없는 고도의 복잡성과 지형, 기후, 환경 등의 상호관계를 지니고 있다. 그래서 전통적인 도로설계는 계획자, 설계자의 관념적 경험이 주류를 이룬다. 이러한 전통적 설계법을 보다 통계적 경험치를 통하여 합리적인 선형설계 절차를 마련하는 작업들이 이루어지고 있다.

현대의 도로는 설계기준인 설계속도에 비하여 도로기술의 향상으로 주행속도가 높은 경우가 많다. 최근 우리 나라 도로의 설계 및 공사 시행에서 고급화를 지향함으로써 이러한 경향은 현저하게 나타나고 있다. 설계속도 80~120km/h인 일반도로 및 고속도로에서 실제 150km/h 이상으로 주행할 가능성이 있다는 점인데, 이러한 고속운행에 대한 안전성 보장을 위한 설계기준 및 건설기준의 상향은 운전자의 욕망과 같이 끝이 없다.

그래서 합리적인 도로 선형설계는 주행속도를 감안한 종단, 평면, 횡단을 종합한 설계구간의 주행속도가 일정 범위의 일관성 유지를 목표로 하는 것이 바람직하다. 이상적으로 표현한다면 두 지점간의 설계구간을 시점에서 종점까지 동일속도로 주행할 수 있도록 하는 도로의 설계이다.

미래의 도로교통을 위한 각종 기준은 현대에서 미래로 이어지는 '미래 인간의 삶의 질에 있어, 고급화는 물론 다양화하는 복잡계 사회와 상호 관련되어 불확실성 시대를 형성하고 있다'는 광범위한 철학적 이념이 개재됨으로써 보다 질 높은 미래의 설계기준 개선이 효과를 얻을 수 있다. 비근한 예로서 도로의 선형은 직선, 곡선 또는 완화곡선 등의 요소로 하나 하나의 단위 선형요소의 집합이 한 노선의 선형을

구성하는데, '전 노선은 단위선형의 집합이나 전 노선의 교통적 합리성은 개별선형과 대립될 수 있다'는 전체론적인 개념으로 선형의 일관성 분석에 임해야 한다. 그리고 '불확실성과 Risk의 문제'는 미래 사회 전 분야에서 적용되지만, 현대에서 미래로 가는 도로교통의 복잡화되는 사회성은 기준의 모든 점에 있어 이 불확실성을 확인하고 분석함으로써 미래 도로교통의 설계기준 정립의 필수요건이 된다. 도로의 안전에서 가장 중요한 요소인 인간의 행동심리와 뇌작용 등의 문제는 생리학과 심리학은 물론 학제간의 융합 등 복잡계 이론의 적용이 필요하다.

(3) 기준체계 정립과 기준 개선

도로시설 기준은 도로법과 시행령을 포함하며, 구체적인 시설 기준은 '도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙'이라 할 수 있다. 도로설계 작업에는 다양한 공종의 다양한 업무가 수행되어야 하므로, 이들 작업에 대하여 분야별로 구체적인 설계 기준의 적용 방침과 업무 수행 절차 및 작업 방법 등을 기술한 지침, 편람, 요령 등을 작성하여 활용한다. 지침의 경우는 기준을 토대로 구체적으로 적용할 수 있는 각 분야별 세분화 지침 작성이 필요하다. 편람의 경우, 다양한 세부 업무 내용을 체계화하고 알기 쉽게 엮은 종합편람(도로설계편람 등), 지침의 요소에 대한 상세 작업 지침으로서 구체적인 업무 내용을 담은 상세 업무편람(도로용량편람, 경제성분석 편람 등), 휴대하기 편하고 보기 쉽게 제작된 소책자 형태의 편람(핸드북) 등 다양한 형태의 편람이 작성·활용될 수 있다. 이들 하위 기술기준은 도로의 사업 단계별로 계획, 설계, 시공, 유지관리, 운영 등으로 구분하거나 또는 종합하여 작성할 수도 있고, 도로등급별로 고속도로, 일반도로, 도시부 도로, 저교통량 도로, 지구도로 등으로 구분하여 다양한 기준서들(지침 또는 편람)이 만들어질 수 있겠다. 이러한 과정을 통하여 기술자가 해당 사업에 필요한 하위의 기술적 기준을 충분히 참고할 수 있도록 해야 하겠다. 단 이러한 기준들은 상호간에 있어서 적용범위의 중복이

이루어지지 않도록 사전검토를 통한 조정을 수행하여야 한다.

4.2 도로안전성 분석 시스템 개발 및 활용

도로안전을 확보하기 위해서는 전통적인 패러다임에서 명시적으로 고려하지 못한 수요자(사람, 차량, 교통류)의 특성을 실제적으로 반영하는 방향으로 설계기준과 기술대안을 정해야 하며, 운전환경에서 시각적 왜곡이나 단절 없이 차량의 주행 역학적 특성에 부응하면서 안정적인 주행을 보장하는 것이 필요하다. 따라서 도로안전문제에 대한 과학적이고 체계적인 연구를 바탕으로 한 도로 안전성 분석 평가 기술 개발이 필요하고, 그 중 주행안전에 가장 큰 영향

을 주는 시설 측면 요소인 도로선형과 노면상태에 대한 안전성 분석을 자동으로 수행할 수 있는 기술 개발이 급선무이다.

이를 위해, 한국건설기술연구원은 도로 안전성 분석 시스템(Road Safety Analysis System, RoSAS) 연구를 2003년부터 착수하여 2007년까지 완료할 예정으로 수행하고 있다. RoSAS의 연구 목표는 종합적 도로안전성 분석 및 평가 시스템 개발로, 이를 위한 서브 모듈은 도로 선형 및 노면 안전성 분석 모형 개발, 인간공학적 도로안전성 분석 시스템 개발, 도로안전성 조사 분석 차량으로 구성되었다.

세부과제별 기술(정보) 흐름도는 그림 2와 같이 표현될 수 있다. 도로 시설뿐만 아니라 운전자 및 자동차의 특성을 종합적으로 고려하여 최종적으로 도로 안전성을 분석하게 된다. 세부과제 1은 도로 선형 및 노면 안전성을 평가할 수 있는 모형을 개발하고, 세부과제 2는 시뮬레이터를 활용하여 도로 안전성을 평가할 수 있는 방안을 제시하며, 세부과제 3은 도로 현장에서 도로 기하구조 정보 및 노면 특성 정보를 주행 중에 여러 센서를 활용하여 조사하게 된다. RoSAS 내 세부과제별 상관도와 연차별 수행 내용은 그림 3과 같다.

도로 안전성 분석 시스템의 기대효과는, 첫째 안전성을 근간으로 하는 도로 공급 체계를 확보하여 합리적이고 인간 중심의 도로 설계·투자를 유도, 둘째 도로안전 조사 및 분석 차량 개발로 도로의 안전성에 대한 정성적인 진단을 정량적인 판단으로 전환하여 평가의 객관성 확보, 셋째 안전성 분석을 통한 기존 도로와 개통 전 도로의 위험 문제 개선으로 도로 관리비용 및 사고 비용 절감에 있다.

특히 세부과제2 HuRoSAS에서는 그림 4와 같이 인간공학적 도로안전성 평가를 위한 가상 도로주행 시뮬레이터를 제작하고, 향후 도로교통에서의 다양한 인간공학연구를 수행할 수 있는 연구 인프라를 구축하고 있다.

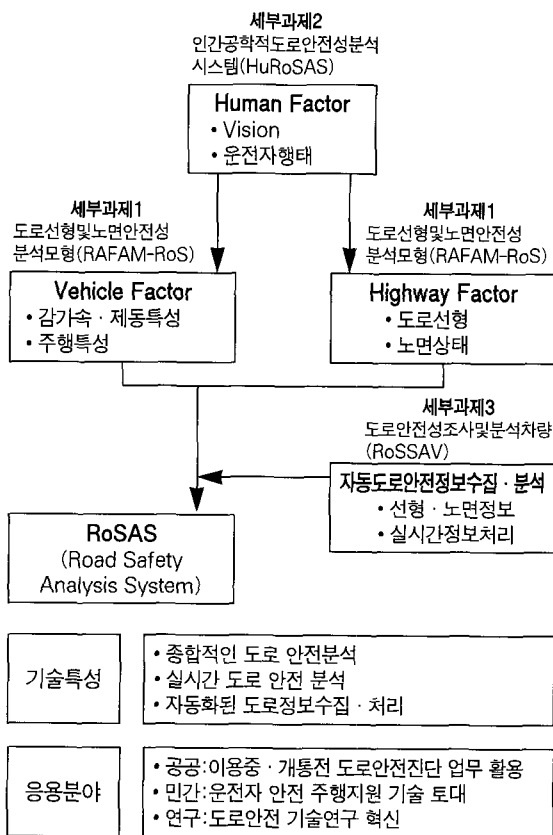


그림 2. RoSAS 세부과제별 기술(정보) 흐름도

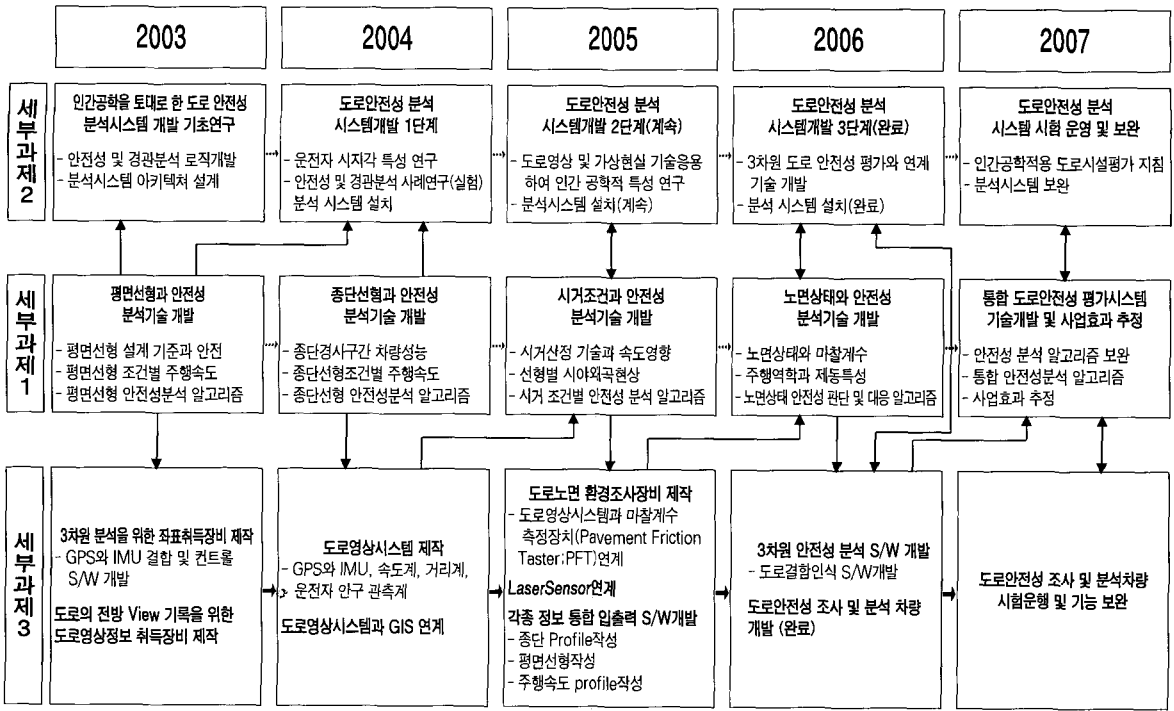


그림 3. RoSAS 세부과제별 상관도

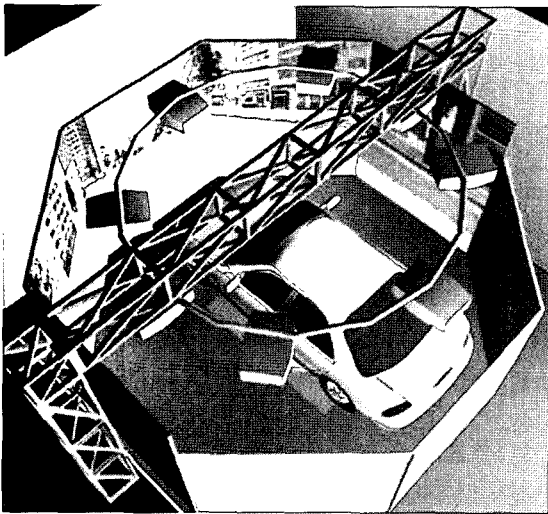


그림 4. HuRoSAS 구축도

4.3 도로안전시설의 개선

교통사고의 피해를 줄이기 위한 대안들 가운데 도로안전시설은 도로 환경변화에 민첩하게 대응할 수

있는 시각적 정보를 제공하는 시선유도시설, 조명 시설, 도로표지로부터 운전자의 과실로 인해 정상적인 운행을 하지 못한 경우와 장애물과 충돌한 경우에도 그 피해 규모를 최소화하는 기능을 수행하는 차량방호 안전시설 등 다양한 시설이 있다.

도로안전시설이 꼭 필요한 장소에 적정 수량만큼 설치되면 교통사고의 발생 빈도를 낮추고 사고로 인한 피해를 경감시킬 수 있는 반면, 시설의 설치가 필요하지 않은 장소에 시설을 설치하는 경우 운전자의 혼돈을 초래하고 도로안전을 오히려 낮추는 결과를 가져온다.

현 건설교통부 제정 '도로안전시설 설치 및 관리 지침'이 마련되기 전의 도로안전시설 설치기준은 외국의 기준이나 연구보고서 등을 검증없이 적용하고 있는 실정이었으며, 이로 인해 시설의 설치에 통일성이 결여되고 무분별하게 관리됨으로써 시설이 제 기능을 발휘하기 어려운 상황이었다. 도로안전시설을 제조하고 시공하는 업체의 경우도 영세하고 전문

적인 지식을 보유하지 못하여 시설을 설치하고 시공 하는데 필요한 매뉴얼이 제대로 갖추어지지 못한 실정이었다.

이러한 상황에서 도로안전시설의 합리적인 설치와 관리에 대한 필요성이 제기되었으며, 1995년에 한국건설기술연구원이 시행한 '도로안전시설 설치 및 관리기준연구 - 장기연구계획수립 및 시선유도시설' 연구에서는 도로안전시설 연구의 우선 순위와 관련 예산을 책정하고, 연차적이며 장기적인 연구를 시작하게 되었다.

건설교통부는 '도로안전시설 설치 및 관리지침' 연구를 시행하여 시선유도시설, 차량방호안전시설(방호울타리, 교량용 방호울타리, 충격흡수시설 등), 과속방지턱, 미끄럼방지포장, 조명시설, 도로전광표지, 도로반사경, 낙석방지울타리, 장애인안전시설을 포함, 현재 총 9종에 대해 형상·규격, 설치, 시공 및 유지관리에 관한 일련의 기준들이 마련되었다.

이들 '도로안전시설 설치 및 관리지침'은 도로안전시설의 형식·규격, 기능, 시공, 유지관리에 이르는 모든 과정을 망라하여 기준을 제시하고 있으나 급변하는 도로환경과 이에 따른 다양한 요구를 포용하기에는 개선될 부분이 여전히 많다. 특히 적설지, 경관우수지역, 도시부 도로, 특수지역(공사구간, 재해다발지점, 사고다발지점 등)에 대해서는 다양한 현장조건의 특성을 반영할 수 있도록 해야 하겠다.

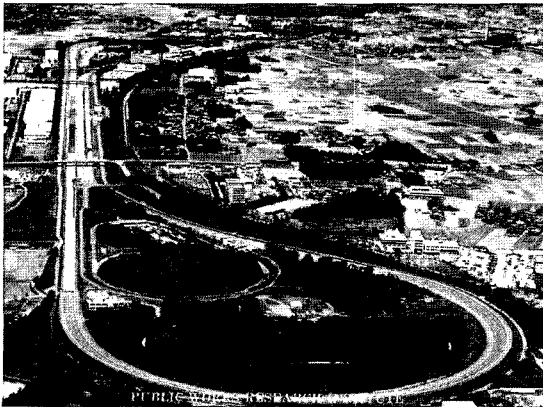


그림 5. 종합도로실험장(일본 토목연구소)

아울러 신기술, 신재료를 이용하여 개발된 우수한 도로안전시설을 능동적으로 평가하고, 성능이 우수한 시설을 신속하게 현장에 적용할 수 있는 제도적인 개선이 필요한 바, 이를 위해 그림 5와 같은 도로시설 전문실험장을 건설하여 개발시설의 성능을 평가하고 연구개발할 수 있는 시스템 구축이 필요하다.

5. 결론

도로안전은 국민의 생명과 직결되는 문제로 그 나라의 삶의 질, 즉 국가의 수준을 나타낸다. 교통사고 당사자와 가족들의 고통은 헤아릴 수 없다. 또한 국가적 사회적 손실 또한 매우 크다.

도로안전을 기하기 위해서는 도로시설 자체의 안전, 도로의 선형, 주변환경 등에서 도로는 인간중심의 관념이 철저해야 한다. 안전한 도로는 우수한 도로설계와 철저한 운영관리에 대한 기술과 신념이 요구된다.

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, 안전 측면의 선형설계, 노면안전 대책, 명확한 안내 시스템, 도로 이용자의 특별한 두 부류인 보행자와 자전거에 대한 공학적 조치, 철도 건널목의 안전성 향상 기술, 교통 관제 및 안전시설의 개선 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.

도로의 기능에 부합하고 안전한 설계 작업은 설계 기준의 적정성, 현장설계 조건의 한계와 그 보완 방안의 적정성, 기준의 실제 적용의 적정성 등이 이루어질 때 성공적으로 수행된다. 한 예로서 도로의 선형설계 측면에서 볼 때, 도로 안전성을 높이기 위해서는 사회·경제적 및 기술적 요소의 고려와 도로이

용자 및 자동차 등의 복합적인 요인을 반영하여 각 사업 과정에서 적정 기준이나 방법에 따라 안전하고 쾌적한 구조를 이루도록 해야 한다. 우리 나라 도로 설계 기준의 대부분이 외국의 기준과 특정국의 관례를 이론적 검토나 현장 조건에 대한 수정없이 그대로 사용하고 있고, 시공과 운영, 유지관리 단계에서도 적절한 방안이나 대책 없이 도로 시설을 건설·관리하는 경우가 많다. 기능과 안전성 및 환경성을 강조하는 도로 시설 및 설계에 대한 적정 기준 마련과 설계 적용, 적정 시공 기술의 확보 그리고 안전하고 효율적인 도로 운영과 유지관리 체계 제공 등은 도로기술자의 책무이다. 설계기준도 시공성이나 유지관리를 고려한 기준의 정립이 필요하다. 또한 향후의 사회 및 교통 특성 변화(예를 들어, 고령화 문제 등)에 대응하는 연구를 체계적으로 수행해나가야 한다.

기술의 변화는 변화무쌍하기 때문에 적용되는 요소시설의 기준은 성능규정 중심으로 가야한다. 운전자에게 통일된 형식의 정보를 주는 것은 당연히 표준화된 양식에 따르되, 구성하는 세부시설은 요구 성능을 발휘하면서 LCC가 가장 경제적인 기술의 도입이 필요하다. 기준이나 실무적용의 최적화를 위해서는 종래와 같이 교통, 도로, 자동차를 별도로 취급

해서는 대응할 수 없다. 최신의 교통공학, 정보공학, 기계공학, 토목공학, 전자공학, 시스템공학 그리고 인간공학 등이 융합된 다학제적인 연구개발이 진행되어야 한다.

특히 사고 원인에서 운전자의 심리에 대한 고도의 조사 및 해석기술을 개발하여 도로시설물의 하드웨어와 소프트웨어 양면을 개선할 수 있도록 해야 한다. 이와 관련한 다양한 연구와 사업의 실행이 수반되어야 하겠다.

참고문헌

1. 황해성, 도로의 안전, 어떻게 다룰 것인가?, 건설도서, 1997.
2. 노관섭, 보다 안전한 길을 위한 도로안전-전략에서 공학까지, 한국건설기술연구원, 1999. 1.
3. 이창림 외, 도로 제2의 위기, 구미서관, 발간예정
4. 김용석·김종민·성정곤·노관섭, RoSAS(Road Safety Analysis System) 개발 연구, 도로의 날 기념 세미나 논문집, 한국도로교통협회, 2004.7.7.
5. 한국건설기술연구원, 도로시설 및 설계 기준 개선 방안 연구 최종보고서, 건설교통부 2002. 12.

연회비 조정안내

우리 학회 창립이래, 5년간 유지해 온 정회원 연회비 2만원을 2004 회계년도부터 3만원으로 조정하여 학회재정압박을 완화하고자 하오니, 회원 여러분께서는 이를 양해하시고 적극 협조하여 주시기 바랍니다.

학 회 사 무 국