

고속도로 ITS 구축현황

남궁성

한국도로공사 도로연구소

I. 서론

제2차 경제개발 5개년계획과 함께 시작된 고속도로 건설은 1970년 7월 경부고속도로 428km의 개통과 함께 우리나라에 고속도로의 시대를 열었다. 그로부터 30년이 지난 오늘 날 약 5배인 총 연장 2,171.4km(2000. 12월 기준, 신공항고속도로 40.2km 포함)에 이르렀으며, 연간 이용차량은 8억 3천만대에 수송분담율 약 60%(화물수송은 약 50%)를 차지하는 명실공히 전 국토에 경제의 활력과 생기를 불어 넣어주는 국토의 대동맥으로서 자리매김하게 되었다.

그러나 경부선 개통당시 약 13만대('70년)에 불과하던 전국 자동차보유대수가 1990년대에 이르러 약 3백 4십만대로 폭발적인 증가를 보였으며(2000년 1월기준 약 15,120천대), 이로 인하여 빈번한 교통지체는 물론, 교통사고로 인한 사상자의 증가, 환경오염 등이 심각한 사회문제로 대두되었다. 이에 고속도로는 새로운 역할과 기능향상이 요구되었으며, 정보통신 기술의 급격한 발달과 함께 빠르고 안전하고, 편리한 이동서비스를 제공하는 지능화된 첨단고속도로의 탈바꿈을 시작하기에 이르렀다.

우리나라 고속도로의 건설 및 유지 관리를 총괄하기 위하여 '69년에 창립된 한국도로공사는 '90년 음성정보시스템(ARS)을 통한 고속도로 교통정보제공을 시작으로 '93년 국내 처음으로 초고속 자가광통신망을 기반으로 하는 고속도로 교통관리시스템(FTMS)을 서울-대전간 고속도로에 설치함으로써 지능화 고속도로 구축 기반을

갖추기 시작하였으며, '93년 대전 EXPO 개최시 우리나라 ITS의 효시라고 할 수 있는 고속도로 교통관리시스템(FTMS)을 이용한 실시간 교통정보 제공으로 서울-대전간의 교통분산을 적절히 유도하여 성공적 대회개최를 지원하고 장거리 교통축 관리의 중요성을 인식시키는 새로운 계기를 마련하였다.

이후 한국도로공사는 초고속 광통신망 등 관련 기반시설을 포함하여, 고속도로 교통관리시스템의 확충, 교통물류정보시스템(TLIS)의 구축, 전자통행료징수시스템(ETCS)인 하이패스(HI-Pass) 시범사업 실시 등 고속도로 ITS 구축을 위하여 지금까지 약 4,160억원을 투입하는 등 국내 ITS 구축의 선도적인 역할을 담당하고 있다.

본 고에서는 한국도로공사가 관리하고 있는 고속도로의 ITS 구축노력 및 관련시스템을 소개하고, 아울러 우리나라 ITS 구축에 있어 고속도로의 첨단화가 나가야 할 발전방향에 대해서 제시하고자 한다.

II. 고속도로 ITS 구축현황

고속도로 ITS 구축은 '93년 약 320km의 광통신망 개통 및 FTMS 센터라고 할 수 있는 교통종합상황실(이후, 고속도로 교통정보센터로 개명) 설치 운영을 시작으로 2000년말을 기준으로 지금까지 광통신망을 포함한 통신기반시설 구축에 투자된 약 2,000억원을 포함하여 고속도로 교통관리시스템(FTMS; freeway traffic man-

agement system) 확충 및 교통정보센터 구축 등 ITS 관련시스템 구축에 총 4,160억원을 투입하였다. 이를 통하여 FTMS 1,273km, 초고속 광통신망(OFCN; optical fiber communication network) 1,659km으로 확대 구축하였으며, 그 밖에 교통정보센터 신축 이전을 비롯하여 TCS자료를 기반으로 교통정보를 제공하는 교통물류정보시스템(TLIS; traffic and logistics information system)의 대상범위를 전국으로 확대하였다. 또한 지난 해부터 수도권 3개 영업소(판교, 청계, 성남)를 대상으로 전자통행료 징수시스템인 하이패스(HI-Pass) 시범사업을 실시중에 있으며, 최근 정보통신기술의 급격한 발달에 힘입어 인터넷을 비롯한 PCS 및 각종 관련정보시스템을 통한 교통정보제공 및 관련 시스템과의 연계를 통한 종합교통정보시스템 구축을 위하여 노력하고 있다.

이 중 고속도로 ITS의 중추적 역할을 하는 FTMS, TLIS, HI-Pass, OFCN를 중심으로 한 구축현황을 다음과 같이 소개한다.

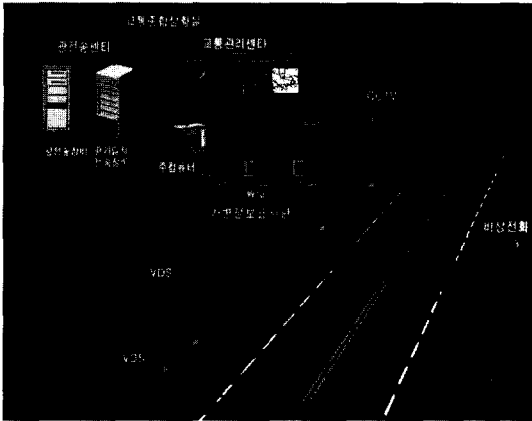
1. 고속도로 교통관리시스템 (FTMS; Freeway Traffic Management System)

고속도로교통관리시스템 (FTMS)은 '87년 고속도로 교통관제시설 기계화 도입검토를 시작으로 '93년말에 이르러 고속도로 광통신망 개통과 함께 가동을 개시하였다. FTMS는 첨단 교통관리 및 교통정보시스템의 핵심시설로서 고속도로 상에 설치된 각종 검지기를 통하여 변화되는 상황을 정보센터로 실시간으로 전달하며, 정보센터에서는 현장설비로부터 전송된 실시간 데이터를 교통알고리즘을 이용 분석하여 고속도로 및 진입로에 설치된 가변정보표지판(VMS: Variable Message Sign), 각종 방송매체, 인터넷 및 안내전화 등을 통하여 제공하고 있다. 이를 통하여 고속도로 이용자는 고속도로 진입전 가정 및 사무실에서 고속도로의 교통상황 파악이 가능하여 운행할 노선을 사전 선택할 수 있도록 하고 있고, 고속도로 운행중에는 전방의 교통상황을 실시간으로 VMS를 통하여 파악할 수 있으므로 교통

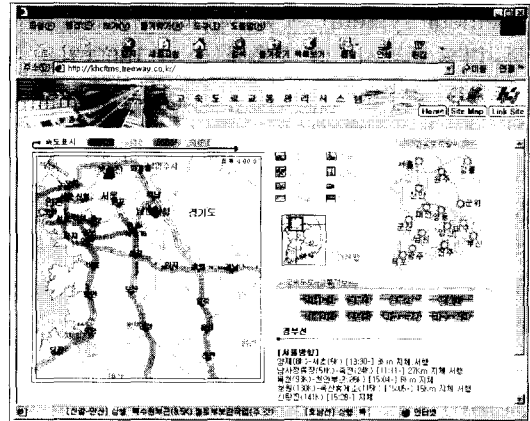
혼잡시 우회할 경로 등을 선택할 수 있어 통행시간단축, 평균운행속도증가, 교통지체 및 사고감소 등 많은 편익을 발생시키며 직·간접적으로 고속도로용량을 증대시키는 역할을 담당하고 있다.

FTMS는 그 동안 지속적인 시설확충과 S/W 보완, 운영기술 축적으로 2000. 12월 현재, 경부선의 13개노선에 약 1,274km에 설치 운영하고 있으며, 교통정보센터를 포함하여 차량감지기(영상 및 루프감지기) 952개, CCTV 231대, 가변정보표지판 172대의 시설을 갖추고 운영되고 있다. 이는 2001년말이 되면 확장 및 신설노선에 약 804km구간에 추가설치될 예정에 있으며, 2004년도에 이르면 3,400km 고속도로 전구간 설치를 목표로 하고 있다.

FTMS의 주요기능은 크게 자료수집, 자료처리, 정보제공부문 등 3개 부문으로 구분하여 살펴볼 수 있다. 우선 자료수집기능은 루프감지기와 영상감지기로 이루어진 차량감지시스템(VDS: vehicle detection system)을 통하여 이루어지며, 매 30초 단위로 시시각각으로 변하는 교통상황을 실시간으로 자동 파악하여 센터로 전송한다. 이외에도 고속도로 순찰대 및 고객지원단 (130여대), 교통정보통신원을 비롯하여 전국에 지역별로 분포되어 있는 6개 본부, 35개 지사로부터 관할 구간의 각종 교통정보(정체상황, 사고 및 공사, 기상정보 등)를 보고받아 교통정보로 활용하고 있다. 특히 휴대폰 보급 2천만대 보급에 힘입어 고속도로 이용고객으로부터 수시로 접보되는 교통정보도 연간 약 3만여건에 이르러 교통정보 수집에 많은 도움이 되고 있다. 또한 고속도로에 설치되어 있는 폐쇄회로 TV(CCTV)는 고속도로 교통상황 및 유고를 신속하게 파악하도록 하여, 적시에 효과적인 교통관리 대응이 이루어지도록 하고 있다. 자료처리 부문은 수집된 각종 교통자료를 바탕으로 정체구간 및 유고를 실시간으로 감지하는 등, 정확하고 신뢰성 있는 교통정보를 분석하고 생성하는 기능을 수행한다. 정보제공부문은 처리된 교통정보를 교통상황판을 통하여 실시간으로 표출하는 한편, 가변정보표지판, ARS 및 안내전화, 교통방송, 인터넷



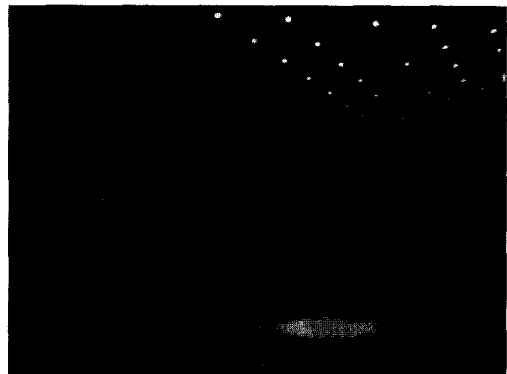
<FTMS 구성도>



<FTMS 교통정보 제공 홈페이지>



<고속도로교통정보센터 건물 전경>



<FTMS 운영센터>

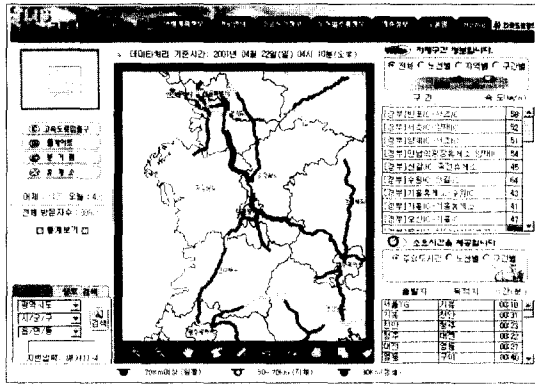
등을 통하여 운영자 및 고속도로 이용고객에게 전달하는 기능을 담당한다. 특히, 최근 인터넷의 급격한 보급에 따라 고속도로 교통정보 전용 홈페이지를 구축하여 실시간 교통상황은 물론, CCTV 동영상을 포함한 각종 교통정보 및 종합 여행정보서비스를 제공할 예정이다.

한편, 고속도로 교통정보센터는 FTMS의 심장부 역할을 하는 곳으로 지난 '92년 궁내동 서울톨게이트에 설치되어 '97년 시설보강 및 건물 신축을 통해 오늘날의 모습을 갖추게 되었다. 교통정보센터에는 FTMS를 비롯하여 TLIS, 그리고 교통정보통신원, 고속도로 순찰대 및 전국 지사 및 영업소로부터 고속도로로 관련된 각종 교통소통정보, 기상정보, 사고 및 공사정보 등이 집

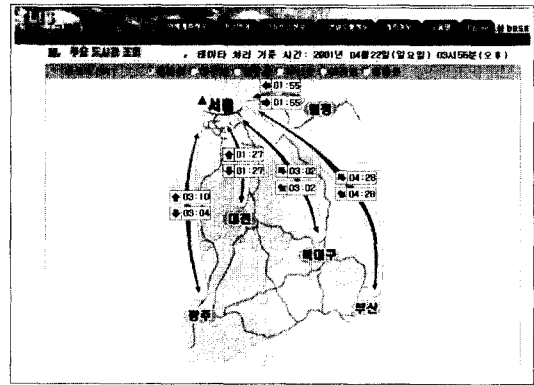
결되는 곳이다. 이곳에서는 전국 고속도로의 교통소통 상황을 운영 관리하고 각종 교통정보를 다양한 경로를 통해 수집 분석 전파하는 기능을 한다.

2. 교통물류정보시스템(TLIS ; Traffic and Logistics Information System)

현재 고속도로에 설치·운영중인 통행료징수 기계화 설비(TCS ; toll collection system)는 과거 수작업에 의한 요금징수의 한계성을 극복하고자, 지난 '93년에 도입된 것으로 통행료징수 사무처리에 일대 혁신을 가져왔다. '98년말에 1차 구축이 완료된 교통물류정보시스템(TLIS)은 이와 같은 TCS로부터 수집되는 통행료징수자료의



<TLIS 교통정보제공 Main 화면>



<주요지점간 통행시간 정보제공>

실시간 수집시스템을 구축하여 교통정보로 활용하기 위한 것으로 전국 156개 영업소를 대상으로 수집되는 일평균 약 230만건에 달하는 TCS데이터를 바탕으로 고속도로 구간별 통행소요시간 정보, 각종 통계자료와 예측정보, 경로안내정보, 도착지 기상정보 등을 포함한 각종 여행정보를 고속도로 이용자 및 운영자에게 제공함은 물론, 이를 물류 관련시스템과 연계하여 고속도로를 이용한 물류의 효율을 향상시키게 된다.

이와 같은 TLIS가 갖는 장점으로는 고속도로 이용객에게 더욱 정확한 출발-목적지간 통행시간 정보를 제공할 수 있는 한편, 기존에 구축된 TCS에 기반을 둬므로써 큰 투자없이 전국 고속도로의 교통정보를 수집할 수 있다는 것이다. 아울러 교통정보 수집 현장설비(VDS 등)가 설치되지 않은 구간의 교통정보 파악에 유용하게 활용될 수 있다는 점도 빼 놓을 수 없는 장점 중의 하나이다.

앞서 FTMS에서 언급된 VDS 정보는 어떤 지점을 통과하는 차량들로부터 통과교통량, 속도, 점유율 등을 얻어내는 '지점정보'로서 시간단편마다 고속도로의 정체상황 변화를 즉시적으로 파악할 수 있는 장점이 있으나, 고속도로 이용차량이 실제 경험하게될 통행시간 추정에는 다소 복잡한 과정이 요구된다. 더욱이 시시각각으로 통행상황이 변화하는 경우, 그 추정이 매우 어려운 단점을 가지고 있다. 그런 반면, TCS정보는 통행시간 정보를 직접적으로 나타내는 '구간정보'로서 이용

자 입장에서 유용한 교통정보 산출에 적합하다는 특징을 가지고 있다. 일반적으로 교통정보 산출에 있어 이와 같은 지점정보와 구간정보는 교통정보의 정확성 확보를 위해 상호보완적인 관계를 갖고 활용된다. 이와 같은 고속도로 통행시간 정보(즉, 구간정보)는 향후 2004년 3,400km시대를 맞이하여 지금과는 달리 고속도로만을 이용하는 경우에도 목적지까지 다양한 경로조합이 생기는 경우에 대비하여 고속도로 이용차량으로 하여금 최적의 경로선택을 하도록 하여 고속도로 노선간 효과적인 교통량분산에 매우 큰 역할을 하게 될 것으로 전망된다.

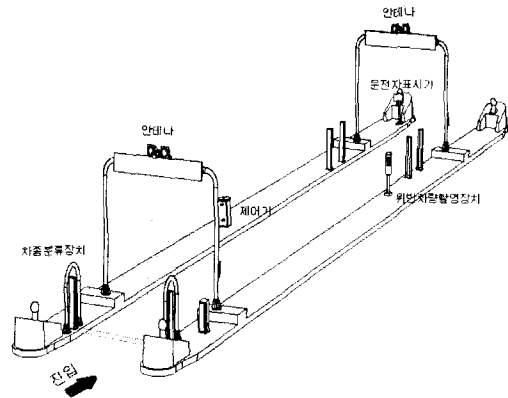
향후, 시스템 보완 및 기능개선 등 시스템 안정화가 이루어져 FTMS와 통합되면, 명실공히 VDS로부터 수집되는 지점정보와 TCS로부터 수집되는 구간정보를 동시에 활용하는 국내 최초의 완성도 높은 교통정보시스템을 갖추게 될 것이다.

3. 전자통행징수시스템 “하이패스(HI-Pass)”

고속도로 지정체 현상중 약 30%가 톨게이트에서의 지체이며, 이로 인한 정체비용이 연간 약 2000억원에 달한다. 더욱이 톨게이트 차로 증설 등으로 인한 용지확보 및 비용이 급증하고 있다. 이의 해결을 위해 한국도로공사는 톨게이트를 무정차 통과할 수 있는 전자통행료징수시스템인 하이패스(HI-Pass)를 '97년부터 시험운영 및 현장성능시험을 해왔으며, 2000년 6월부터 판교,



〈하이패스 운영장면〉



〈하이패스의 구성〉

청계, 성남 등 3개 톨게이트 총 6개차로를 대상으로 본격적인 시범운영을 실시하고 있다. 하이패스는 차량내에 설치된 단말장치(OBU)와 톨게이트에 설치된 안테나간의 무선통신을 통해 정상주행상태에서 자동으로 통행료를 징수하는 시스템으로 톨게이트 처리용량을 3~4배 늘릴 수 있다. 만약 2006년까지 전차로중 25% 도입시 설비투자비, 인건비, 차로신설비 등의 절감으로 총 3,200억원의 순편익이 발생할 것으로 전망되며, 또한 고속도로 혼잡개선으로 연간 2,130억원의 물류비 절감이 기대되고 있다.

한편, 이와 같은 하이패스의 보급이 우리나라 ITS 구축에 있어 갖는 중요한 의미는 요금징수의 첨단화를 통한 고속도로 혼잡개선 및 비용절감 뿐만 아니라 노변 통신시스템과 통신할 수 있는 차내 단말기 보급의 촉매제 역할을 할 수 있다는 것이다. 외국의 사례를 살펴보더라도, ITS 활성화를 위한 밑거름은 관련 기반시설(통신시설 등) 구축과 함께, 각종 교통정보를 실시간으로 차량에게 직접적으로 전달할 수 있도록 하는 차량내 단말기의 보급이다. 결국 하이패스의 성공적인 구축 및 보급을 확대는 국내 ITS의 조기 활성화에 크게 기여할 것이다.

4. 초고속 광통신망 (OFCN : Optical Fiber Communication Network)

고속도로에서 감지되는 각종 교통정보 및 영상

정보를 실시간으로 수집하기 위해서는 초고속 대용량의 통신시스템이 요구된다. 광통신망은 고속도로 ITS구축의 필수적인 기반시설로서 '93년 국내 처음으로 2.5Gbps급 약 320km 개통을 시작으로 2000년 12월 현재 전국 고속도로를 따라 1,659km가 구축되어 있다. 이들 광통신망은 전국을 3개 권역으로 나누어 총 3개의 환형 구조로 되어 있으며, 통신망의 이중화 구조로 최고의 망 신뢰성을 보유하고 있다. 또한 전국망의 효율적인 관리를 위하여 '97년부터 고속도로 교통정보센터내에 통신망관리시스템을 설치하여 운영하고 있다.

지금까지 고속도로 광통신망 구축을 위해 약 2천억원이 투자되었으며, 향후 2004년까지 고속도로 전구간인 3,400km에 확대 구축될 예정에 있다. 이는 무선통신과의 결합으로 ITS 구축의 필수적인 인프라 역할을 할 것이며, 아울러 2000년대에 고속교통과 고속통신의 결합으로 정보고속도로 실현에 크게 기여할 것으로 전망된다.

5. 차세대 도로체계 (AHS ; Advanced Highway System)

'98년 고속도로에서 발생한 교통사고는 연간 총 4,364건이며, 이로인해 591명이 사망, 3,559명의 부상자가 발생하였다. 고속도로 단위연장당 교통사고 사망자수를 외국과 비교하면 '95년 기준으로 우리나라가 584명/km로서 일본이나 미

국에 비해 10배 이상에 달하고 있다. 사고원인별로 살펴보면, 전체 고속도로 교통사고 중 운전자 과실에 의한 사고가 80.1%를 차지하고 있으며, 이중 과속으로 인한 사고는 25.6%로서 가장 많은 비중을 차지하고 있다. 이와 같은 사실은 기존의 운전자 교육이나 도로시설의 개량 등의 안전 대책에서 더 나아가 첨단기술을 이용한 교통안전 시스템의 도입 등의 보다 적극적인 방법이 필요함을 의미한다고 볼 수 있다. 특히 최근 교통안전의 중요성에 대한 인식이 높아져 가고 있는데, 이는 세계적으로 ITS가 교통혼잡 문제 해결을 위하여 교통체계의 효율성에 제고에 많은 노력을 기울여온 그간의 인식에서 "교통안전성 제고"에 최우선의 가치를 두고자 하는 패러다임의 변화에서도 찾아 볼 수 있다.

차세대도로체계(AHS)의 개념은 쉽게 말해, 지금까지의 ITS가 차량내 장비를 통하거나 아니면 직접 인간과 인터페이스 하던 것이었다면 AHS는 도로와 차량간 인터페이스를 통하여 차량은 도로로부터 주행환경에 대한 정보를 전달받아 스스로 판단하여 제어하고, 도로는 교통류가 최적의 상태가 되도록 차량을 유도하여 최적의 이동효율 및 안전성을 보장하는 보다 적극적인 방법이라 할 수 있다.

다시 말해, 도로교통의 3대요소를 사람, 자동차, 도로라 할 때, 이중 사람이 갖는 역할을 자동차와 도로가 부담하게 함으로써 교통사고를 대폭 줄이는 한편, 첨단기술을 통해 향상된 차량의 주

행정확성에 따라 도로용량도 대폭 증대시킬 수 있다는 의미이다.

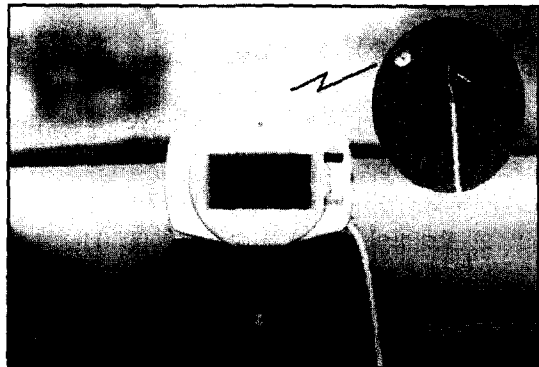
AHS구축은 꾸준하고 장기적인 안목의 연구개발이 필요한 분야로서 첨단 자동차 기술의 개발과 함께 도로인프라 구축에 막대한 금액의 투자가 요구된다. 이에 한국도로공사는 지난 '97년부터 AHS도입을 위한 연구개발에 착수하였으며, 그 일환으로 건교부, 자동차부품연구원 및 자동차회사와의 공동으로 지난 '98년 ITS 서울세계대회 기간중 자율주행 차량이 도로와 상호 정보교환을 통해 시속 80km의 속도로 10m간격을 유지하면서 자동주행하는 "균집운행"기술을 선보인 바 있다.(그림 참조) 그리고 '99년에는 차량과 도로간 RF통신을 이용한 지능형 속도적응시스템 (ISA ; Intelligent Speed Adaptation)의 일환인 속도제한 경보시스템 기술 개발을 성공적으로 완료하였다. AHS는 고속도로 ITS 구축의 궁극적인 실현목표로서 향후 자동차 회사와 정부(건교부)와 함께 국가 ITS 기본계획에 의거, 지속적인 연구개발 및 시험을 추진할 예정이다.

V. 맺음말

고속도로 ITS는 우리나라에 ITS 도입이 처음으로 검토되기 시작한 '93년 당시에 이미 FTMS



〈균집운행 시연장면〉



〈속도제한 경보시스템〉

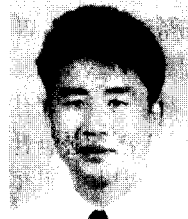
을 도입하여 운영할 만큼 국내 ITS 구축의 선도적인 역할을 담당해 왔다. 한국도로공사는 지난 10여년간 FTMS의 확충을 비롯하여 과학화된 고속도로 운영 및 유지관리를 위하여 다양한 노력을 기울여 왔으며, 그 결과, 국내 ITS 관련 산업발전에 기여함은 물론, 관련기술 및 운영경험을 수많은 시행착오 속에서 축적해 왔다. 이제는 그와 같은 경험 및 축적된 기술을 전파하고자 노력하고 있으며, 아울러 2004년까지 3,400km 고속도로건설과 함께 변화된 교통환경에 적응하기 위하여 기존 시스템체계의 각종 알고리즘, H/W, S/W 등을 재검토하는 한편, FTMS를 포함한 관련 시스템간의 효과적인 통합을 이루고 효율적인 투자방안을 모색하고자 고속도로 ITS 기본계획을 수립중에 있다. 또한, 인터넷 및 첨단통신기술의 급격한 발달을 통한 개인통신수단의 변화를 충분히 고려하여 그에 적합한 교통정보 생성 및 보급, 그리고 인프라 구축을 준비해 가고 있다. 이의 일환으로 종합적이고 맞춤형의 관련 교통정보컨텐츠 제공 및 고속도로, 국도/지방도, 시가지 교통정보를 연계에 대비한 인터넷 교통정보제공시스템 구축을 현재 진행 중에 있다.

이제 고속도로는 더 이상 차가 다니는 단순한 '길'의 개념에서 스스로 생각하고 판단함은 물론, 각종 정보가 살아 숨쉬는 정보고속도로로 탈바꿈되어 나가고 있다.

참 고 문 헌

- (1) 한국도로공사, 「한국도로공사 30년사」, 1999. 11.
- (2) 한국도로공사, 「고속도로 FTMS 구축편람 수립」, 2000. 12.
- (3) 한국도로공사, 「하이패스 시범사업 효과분석 및 확대방안 기본계획 수립」, 2000. 11.

저 자 소 개



南宮城

1965년 4월 13일생, 1988년 2월 한양대학교 도시공학과 졸업, 1990년 2월 한양대학교 대학원(공학석사), 1996년 8월 한양대학교 대학원(공학박사), 1992년 3월~1995년 8월: 목원대학교

강사, 1991년 3월~1996년 8월: 산업과학연구소 연구원, 1996년 10월~2001년 현재: 한국도로공사 도로연구소 책임연구원, 1999년 10월~2001년 현재: 국가 ITS 연구개발 기획위원 <주관심 분야: 지능형 교통체계(ITS), 교통계획 및 경제>/저서: ITS와 첨단정보기술(공저)