특 집

미국의 고속도로

학회지 편집위원회

1. 지리적 특징

미국은 국토가 방대하므로 기후 및 지형 변화가 많으며, 북부는 대륙성 한냉대에 속하고 남부는 온난대 또는 아열대, 서부에는 건조·사막지대도 존재한다. 지형은 동부에서 서부로 대서양 연안 평야, 아파라치아산맥, 미시시피강 유역에서 오대호에 이르는 대평야, 반건조성 대평원, 록키산맥에서 태평양 연안 산지에 걸친 고원 사막을 이루는 산악지대로 매우 변화가 심하며 그 규모도 크다.

국토 면적은 약 937만km^2로, 동쪽의 대서양에서 서쪽의 태평양까지의 폭은 최대 약 4,500km이고, 4가지 표준시간대로 구분된다. 토지 이용은 농경지가 약 20%, 목초지가 약 25%, 삼림이 약 25%, 기타 30%로 되어 있다.

2. 도로행정

2.1 도로행정조직

연방정부의 도로행정조직은 그림 1과 같고, 교통부(DOT : Department of Transportation)가 교통·운수행정 전반을 총괄하며 그 일부기관인

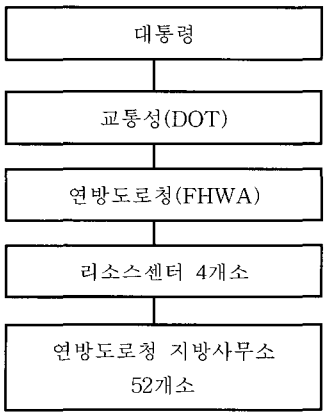

그림 1. 연방정부내의 도로 관련 조직의 계열

연방도로청(FHWA : Federal Highway Administration)이 도로행정을 담당한다.

관련 조직을 정리하면 다음과 같다.

2.1.1 교통부 (DOT : Department of Transportation)

연방정부에서 교통 전반을 담당하며, 도로 이외에 연안경비대, 항공·철도·도로교통안전, 도시대량수송기관 등을 관할한다(그림 2).

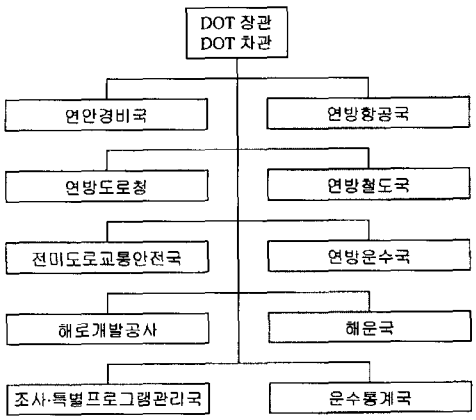

그림 2 DOT 조직도

2.1.2 연방도로청 (FHWA :Federal Highway Administration)

연방 도로행정을 담당하며, 주(州) 도로, 1급, 2급 및 도시내 도로 등의 연방 보조도로에 관한 도로행정을 담당한다.

2.1.3 리소스센터

전국 9개 지방국(FHWA Regional Office)은 폐지되었다(1998년 10월 2일 발표). 그대신 아틀란타, 볼티모어, 올림피아필즈, 샌프란시스코에 리소스센터(Resource Centers)를 신설하였다. 4개소의 리소스센터는 지방사무소로 하여금 다양한 분야에서의 광범위한 안내, 전문적 지원을 제공할 수 있도록 한다. 동 센터는 또한 FHWA가 수행하는 교육·연수에서도 중요한 역할을 한다. 대부분의 경우 센터 직원이 교육·연수 코스의 교관을 담당한다.

2.1.4 연방도로청 지방사무소 (FHWA Division Office)

상기 개혁에 동반하여 FHWA는 지방사무소가 주(州)와 직접 업무를 수행할 수 있도록 지방사무소의 권한을 확대하였다. 앞으로 환경영향평가 보고서나 시민권 준수에 관한 심사 등의 프로그램 및 사업에 관한 사항 전반에 대해 완전한 승인(sign-off)권한을 지니게 된다. 이러한 사항에 관한 승인 권한은 지금까지 지방국에 부여되었다. 리소스센터장은 각 관할 지역에 소재하는 지방사무소의 감독 책임을 계승하나 프로그램에 관한 감독은 하지 않는다.

2.2 고속도로의 정의

미국에서는 프리웨이가 일본에서 말하는 고속도로의 개념에 가깝다. 프리웨이는 최고급 주요 간선도로이며, 차선분리로 완전히 출입제한된 도로라고 정의되며, 이 때 주(州) 도로(Interstate Highway) 및 도시부의 고규격 주요 간선도로(Other Freeway and Expressway)가 프리웨이에 상당한다.

3. 고속도로 정비의 역사

3.1 유료도로(turnpike) 전성시대(18~19세기)

미국의 도로 정비는 독립 후 곧바로 도시 근교에 유료도로라고 하는 민간 유료도로가 건설되면서부터 시작되었다. 왜냐하면 연방이나 각 주도 창립된 지 얼마 안된 국가를 결합하기 위해 필요한 도로건설 자금이 없었기 때문이다.

최초의 본격적인 유료도로는 1792년 펜실베니아주가 랑캐스터와 필라델피아를 연결하는 약 100km의 유료도로 건설과 관리를 위한 회사 설립을 인가함으로써 건설되기 시작하였다. 유료도로의 성공적인 건설은 수 백 개에 이르는 유료도로회사 설립을 촉진하였으며, 이후 수 십년간 8,000마일 이상의 유료도로가 건설되었는데, 1830

년에 증기기관차가 도입되어 마차에 비해 우수하다는 것이 인식됨과 동시에 운하 개발 등에 의해 유료도로사업은 타격을 입었고 유료도로는 서서히 쇠퇴해 갔다.

3.2 연방보조에 의한 도로정비 (20세기 초)

20세기를 맞이하여 자동차가 급속히 보급되기 시작하였고, 도로건설에 대한 요청이 커짐에 따라 주 정부가 적극적으로 도로행정에 관여하게 되었다. 아울러 연방보조를 요구하는 요청도 강해져 1916년에 연방보조도로법(Federal-Aid Road Act of 1916)이 성립되었다.

이 연방보조제도에 의해 주(州)내의 주요 도로에 대해서는 주 정부가 연방보조 하에 건설과 유지관리의 책임을 지며, 기타 도로에 대해서는 주(州)의 감독지도 하에 군 및 township 등이 책임을 지는 표준적인 도로행정체제의 기초가 확립되었다.

3.3 전국적 도로망계획 (1930~1940년대)

1930년대에 접어들면서, 교통혼잡이 심각해져 도시간 유료고속도로를 건설하는 안이 제기되기 시작하였으며, 1937년 루즈벨트대통령은 공공도로국(Bureau of Public Roads)에 대륙을 동서와 남북으로 종횡단하는 3개 루트에 대한 유료도로의 가능성 조사를 지시하였다.

그 결과는 「유료도로와 무료도로(Toll Roads and Free Roads)」라는 보고서로 정리되었으며, 장거리 수송을 위한 대륙간 도로를 유료도로로서 건설하는 것에 대해 부정적인 결론이 도출된 한편, 합계 26,700마일(약 43,000km)의 지역간·도시간 무료도로가 제안된 바 있다.

1944년 연방보조도로법에서 지금까지의 연방보조도로를 1급 도로로 취급하고, 새롭게 주 도로(National System of Interstate Highways)와 2급 도로를 건설하기로 결정되었다. 그 중에서 주 도로망은 총연장 4만마일(약 64,400km)의 도로망으로서 지정되었는데 예산조치가 이루어지지 않았다.

펜실베니아주에서는 펜실베니아·유료도로위원회를 설치하여 고속도로 타입의 유료도로를 건설하기로 하였다. 이 펜실베니아 유료도로는 1940년에 개통되어(연장 257km) 최초의 고속도로가 되었다. 이 외에 1950년까지 30개 이상의 주에서 유료도로가 건설 계획되었다.

3.4 1956년 연방보조도로법에 의한 주(州) 도로망 정비

1956년 연방보조도로법은 오늘날의 미국 도로망 정비의 기초를 구축한 법률이다. 아이젠하워 대통령이 서명한 이 법률은 주 도로망의 총 연장을 41,000마일(약 66,000km)로 변경함과 동시에 1956년 7월 1일부터 1969년 6월 30일까지 사업을 실시할 것을 인가하였다. 총액 270억 달러가 이 도로망에 투자되었으며, 분담 비율은 연방보조 90%, 주 부담 10%이고, 주 도로망 정비가 본격적으로 시행되었다. 이 법률 중에서 설계기준은 연방정부가 인정한 것을 적용하고 20년 후의 추산 교통량을 감당할 수 있는 설계를 하도록 규정되었다.

3.5 1960~1980년대

1960년대의 도로정비는 주 도로망의 정비와 더불어 도시 내 교통수요대책에도 중점을 두었으며, 도시문제의 하나인 공공대량수송 해결을 위해 1964년에는 도시대량수송법이 제정되었다. 1974년 연방보조도로법에서는 주에 따라 다른 공공도로상의 속도를 전국적으로 통일하여 55마일/h(88km/h)로 제한하는 규정을 설정하였다.

1980년대의 2번에 걸친 에너지 위기를 맞은 미국에서는 사회기반시설이 황폐해졌으며 도로도 마찬가지였다. 1984년부터는 트럭 이용세를 인하하고 이를 충당하기 위해 디젤세를 9센트에서 15센트로 인상하였다. 이에 따라 증가된 징수세액은 주 도로 완성 촉진, 주 도로 재포장 등 4R사업(resurfacing, restoration, rehabilitation, reconstruction) 추진, 교량 교체와 재건사업 확대 등에 투입되었다. 한편 1987년부터 주 도로의 지방부에는 주 정부의 판단에 의해 규제속도를 65마일/h(105km/h)로 할 수 있도록 했다.

3.6 1990년대 이후

미국에서 1996년 시점의 고속도로 연장(주 도로 및 도시부의 고규격 주요 간선도로)의 추이는 표 1과 같다. 또한, 1993년 시점의 고속도로 종류별 연장은 주 도로가 도시부 20,721km, 지방부 52,537km, 합계 73,258km이며, 이에 도시부의 고규격 간선도로(Freeways and Expressways) 14,251km를 포함하여 87,509km 이다.

표 1. 고속도로 연장의 추이

(단위 : km)

1975	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
64,653	69,201	81,678	84,146	84,529	86,818	87,509	87,834	88,097	88,400

표 2. 고속도로의 종류별 연장

종 별	지 역 별	연 장 (km)	유료 연장 (km)
Interstate Highway (주도로)	도시부(Urban)	20,721	1,353.7
	지방부(Rural)	52,537	3,030.6
	소 계	73,258	4,384.2
Non-Interstate Highway (비주도로)	도시부(Urban)	14,251	706.7
계		87,509	5,090.9

주 : 고속도로 연장은 1993년 12월, 유료 연장은 1993년 1월의 수치

4. 고속도로 건설

4.1 기하구조

기하구조에 관한 설계기준으로서 주 정부에서 조직한 AASHTO를 통하여 서로 합의된 AASHTO 도로기하구조설계지침(A Policy on Geometric Design of Highway and Streets)이 고속도로의 건설에 기본이 된다. 이 지침서의 주요 사항은 다음과 같다.

a. 본선 차선수는 각 방향 모두 최저 2차선으로 하고, 차선 폭원은 12ft(3.6m)로 한다.

b. 횡단구배는 2차선 직선구간에서는 1.5~2%로 하고, 특히 강우강도가 큰 지방에서는 2.5%로 할 수 있다.

c. 노견은 좌우 모두 본선과 연속하여 포장한다. 우측 노견(외측노견)의 폭원은 10ft(3m) 이상으로 하고, 특히 트럭 교통이 250DHV 이상일 경우 12ft(3.6m)로 하는 것이 바람직하다. 좌측노견(중분대측 노견)은 4차선 고속도로일 경우 4~8ft(1.2~2.4m)로 하고, 4ft(1.2m) 이상은 포장한다. 6차선 이상의 고속도로에서는 중분대측 노견을 10ft(3m) 이상, 트럭 교통이 250DHV 이상일 경우 12ft(3.6m) 이상 포장한다. 노견의 횡단구배는 2~6%로 하고, 배수를 위해 직선구간의 본선 차선의 구배보다 1% 이상 크게 한다. 노견의 색채는 본선 차선과는 다르게 하는 것이 바람직하다.

d. 편구배는 고가구조 구간을 제외하고 기타 도로와 동일하며, 최대 편구배는 적설이 없는 구간에서 0.100, 적설 구간에서 0.080이 적당하다. 고속도로의 고가구간에서는 0.06~008을 일반적으로 적용된다.

e. 종단구배는 표 3과 같다.

f. 고속도로의 교량 폭원은 그에 접속하는 구간의 폭원과 동일하게 한다. 장대교의 경우 2교량을 평행하게 건설함에 따라 일체화하

는 것이 하부공 시공시 경제적인 경우가 있다. 이 때 중앙분리대에는 배리어(barrier)를 설치한다.

g. 클리어런스는 고속도로상을 횡단하는 구조물에 대해 도로 전체 폭원에 걸쳐 16ft(4.8m) 이상으로 한다. 도시 내에서 이것을 확보하는 것이 경제적으로 어려울 때 환상노선에서 16ft(4.8m)가 확보된 경우에 한하여 14ft(4.2m)로 할 수 있다. 표식용 트러스나 횡단보도교에 대해서는 17ft(5.1m)로 한다. 어떤 경우이든 장래 덧씌우기를 예상하여 6inch(15cm)를 가산한다.

h. 포장은 충분한 미끄럼저항성과 구조상의 강도를 지닌 고품질의 표층을 시공해야 한다. 또한, 포장구조는「포장 구조설계에 관한 AASHTO 지침」에 따라 설계한다.

i. 구조물(교량, 칼버트, 옹벽, 터널, 기타) 설계는 도로교표준시방서에 따른다. 고속도로상의 구조물에 대한 설계하중은 HS-20으로 한다.

j. 터널 구조는 다음과 같은 경우에 채용할 수 있다.
- 세장의 능선 지형이며 경제 또는 환경 측면에서 절토 구조로 하지 않는 경우
- 용지폭이 좁고 지표면을 가로 등을 위해 남길 필요가 있는 경우
- 교차구조물의 면적이 크거나 연속적으로 교차하는 장소가 부정형인 경우
- 철도 야드, 공항, 기타 유사한 시설이 있는 경우
- 주차장 등의 토지이용계획이 있는 경우
- 용지보상비가 터널 공사비와 유지비용을 상회할 경우

표 3. 고속도로의 최대 종단구배

(단위 : %)

지 형	설계속도 (마일/h)		
	50	60	70
평 야 부	4	3	3
구 릉 부	5	4	4
산 악 부	6	6	5

주 : 도시부에서 건설되어 이 값을 만족시킬 수 없는 경우 및 산악부를 제외하고 내리막 비탈길인 경우 1% 정도 큰 값을 적용할 수 있다.

4.2 설계속도 및 종단선형

도시부 고속도로에서의 설계속도는 50마일/h (80km/h) 이하가 되지 않도록 하며, 최저속도를 적용할 때 안전 측면을 고려하고, 정체되지 않을 때의 속도 규제를 강화할 필요가 있다. 도시 근교의 고속도로에서는 설계속도를 60마일/h(96km/ h) 이상으로 하도록 하고있다. 지방부의 고속도로에서는 설계속도를 70마일/h(112km/h)로 해야 하는데, 산악지대에서는 60 내지 50마일/h로 할 수 있다.

종단선형 설계에서 고려하는 설계 요소는 종단구배와 종단곡선이다. 종단구배의 최대값은 도로기능별로 주어진다. 일반적으로 70마일/h의 설계속도에서는 5% 정도가 적절하며, 30마일/h에서는 7~12% 범위에서 지형에 따라 달라진다. 최소종단구배는 노견에 연석이 있을 때 배수기능을 고려하여 0.5~0.3% 정도로 하고, 연석이 없을 때에는 횡단구배가 확보되면 0%도 가능하다.

5. 고속도로와 관련된 최근 관심사항

미국에서 유료도로의 요금제도는 대다수가 균일 요금제이며 대거리제(對距離制)에 비해 시스템 도입이 용이한 점에서 기존의 유료도로 대부분에 ETC(Electronic Toll Collection System) 설치가 추진되었다. 또한, 신규 유료도로에서는

ETC 채용을 전제로 하고 있다. 요금 수수방법에 대해서는 차량탑재기(Tag)를 보증금에 포함시키고 동시에 선불금을 징수하여 그로부터 요금을 인출하는 선납방식이 대부분이다.

미국 각 주의 ETC 도입 상황은 상당히 진전되었는데, 여기서는 버지니아주의 달라스 그린웨이에서의 ETC 채용상황을 소개하고자 한다.

ETC 이용차량은 우선 「Smart Tag」라고 하는 2×3inch 정도의 박스형 차량탑재기를 보증금 16달러로 입수하고, 선불금으로서 35달러를 지불해야 한다. 「Smart Tag」는 차량의 앞유리 내측 중앙 상부에 점착테이프를 사용하여 부착한다.

요금소 옆 차량통과부에는 안테나, 차량검지기, 차종판별장치, 노측표시기, 발신제어기가 있어 자동으로 통과차량에 대한 요금을 징수하게 된다.

요금소의 차선은 ETC 전용차선인 무인 「Smart Tag only」와 ETC 외에 현금·신용카드 지불이 가능한 유인 「Smart Tag/Cash」로 구성된다. 또한, 스톱바(stop bar)는 항상 닫혀 있으며 「Smart Tag」탑재 차량을 확인한 후 즉시 열린다.

통신 주파수는 800MHz대이며, 통신 성공률은 99.98%인데, 시스템 전체의 정밀도는 98%이다.

요금 지불방법은 선불이며, 그 잔액이 일정액(금액 설정은 개인이 신청)보다 작아지면 요금소 통과시에 노측 표시기의 황색신호로 경고하는 시스템이다. 이 때 고객 서비스로 표를 보내거나 신용카드에서 자동인출하여 선불을 적립함으로써 「Smart Tag」를 반복해서 사용할 수 있다.

현재의 「Smart Tag」 이용자는 약 28%, 현금 지불이 약 71%, 신용카드 이용자는 1% 미만이다.

1995년 이후 ETC는 뉴욕, 버지니아, 캘리포니아, 일리노이, 매사추세츠 등 유료도로가 있는 주요 주에 광범위하게 도입되어 왔다. 메인주, 콜로라도주, 조지아주 등에서도 ETC를 이용하고 있거나 도입중인 곳이 많다.

현재에는 뉴저지주, 메릴랜드주, 델라웨어주, 플로리다주 등에 대규모 시스템이 도입되었다. 미국과 캐나다의 국경에서는 다양한 ETC 기술이 세관·출입국 데이터의 자동통과나 트럭 계량·검사스테이션의 자동통과에 이용되기 시작하였다.

학회지 투고안내

한국도로포장공학회에서는 회원의 원고를 모집하고 있습니다.
도로 및 공항포장과 관련된 사항(설계, 시공, 현장체험, 신기술 등) 및
수필, 시, 여행체험기 등 회원 여러분이 보고, 듣고, 느끼신 귀중한
체험을 학회지에 투고하여 주시기 바랍니다.

투고요령 : 원문 및 디스켓 1부 송부

접 수 처 : 한국도로포장공학회 편집위원회
서울 특별시 강남구 역삼동 625-4
한국과학기술회관 801호
전화 : 558-7147~8, 팩스 : 558-7149

[1][3][5]-[7][0][3]