

녹색성장 연구 11-19-8

글로벌법제연구센터 법제와 정책 연구

저탄소 녹색도로를 향한 외국의 도로정책의 변화와 우리나라 도로정책의 시사점

박 신 · 조 진 우



한국법제연구원
KOREA LEGISLATION RESEARCH INSTITUTE

녹색성장 연구 11-19-8

글로벌법제연구센터 법제와 정책 연구

저탄소 녹색도로를 향한 외국의 도로정책의 변화와 우리나라 도로정책의 시사점

박 신 · 조진우

**저탄소 녹색도로를 향한 외국의 도로정책의
변화와 우리나라 도로정책의 시사점**
**Changes in Foreign Highways Policy
for Low Carbon Green Highways and
their Policy Implications in Korea**

연구자 : 박 신(도로교통연구원 수석연구원)

Park, Shin

조진우(도로교통연구원 과제연구원)

Cho, Jin-Woo

2011. 12. 30.

요약문

I. 배경 및 목적

□ 연구의 배경

- POST2012 이후 우리나라는 온실가스 감축 의무국이 되어 상당한 양의 온실가스를 감축하여야 하는 상황에 직면할 것으로 예상되고 있음.
- 도로부문에서의 온실가스 배출이 교통부문에서의 온실가스 배출의 90%이상을 차지한다는 점에서 도로부문에서의 온실가스 감축은 전체 온실가스 감축의 성패를 결정하는 요소라고 할 수 있음.
- 도로의 사용을 억제하는 단편적인 정책으로는 가시적인 온실가스 감축이 불가능하다는 인식하에 외국의 경우 도로와 환경을 접목하여 도로의 가치를 향유하면서도 온실가스 감축 등을 달성하는 방향으로 정책을 전환하고 있음.

□ 연구의 목적

- 유럽, 미국, 일본 등 주요외국의 온실가스 감축을 위한 다양한 방식의 저탄소녹색 도로정책의 분석을 통하여 시사점을 제공하고자 함
- 이를 통하여 도로부문의 온실가스 저감을 위한 국내 정책의 과제를 파악하고, 이를 위한 정책방향을 모색함으로써 기후변화에 대응하는 도로 정책 수립의 실현에 일조하고자 함

II. 주요 내용

우리나라 도로의 현황

○ 도로의 온실가스 배출

- 도로의 온실가스 배출상황을 파악하고, 온실가스 배출에 있어서 도로부문의 감축 필요성을 탐색함.

○ 도로사업의 현황과 국제경쟁력

- 우리나라의 SOC 투자 추이와 국제적 수준에서의 국내 도로 상황 및 경쟁력 확보 여부 등을 분석함.

외국의 기후변화 대응 관련 도로 정책 분석

○ 유럽의 도로정책의 분석

- 유럽에서 기후변화에 대응하기 위하여 제시하고 있는 Forever Open Road, EU에서 제시하고 있는 ERTRAC 2030 비전, 프랑스의 지속가능성을 토대로 한 도로 정책 등을 살펴보고 이를 정리함.

○ 유럽연합의 도로 유료화 정책

- 환경보호를 위해 그동안 무료이던 도로 사용에 요금을 부과하고 있는 영국, 독일 등의 사례를 분석하여 통행료를 통해 환경부하를 줄이고 관련 정책을 추진하는데 기초 재원으로 활용하고 있는 실태를 파악함.

○ 녹색교통을 위한 차등요금제

- 캐나다의 407TER, 영국의 M6, 프랑스의 Duplex A86, 미국의 HOT 차로, 이탈리아의 Eco-Pass 등 고속도로의 요금을 차등 부과하여 온실가스를 감축하는 방안을 분석함.

○ 도로 기능의 변화

- 그동안 활용하지 않고 있던 고속도로 주변지역을 활용하여 에너지를 생산하는 미국의 태양열 에너지 고속도로와 환경 친화적인 도로를 마련하고 있는 오스트레일리아의 이스트링크, 그리스의 Atiica Tollway, 일본의 오니고베 Eco-Road 등을 분석함.

○ 그린로드 인증제 분석

- 건물에 대해 이루어지던 친환경 건축물 인증제도를 도로에 적용한 미국의 그린로드 인증제의 내용을 분석하고, 국내 도입 가능성을 살펴봄.

□ 우리나라 도로정책의 과제 제시

○ 도로정책의 변화 필요성

- 녹색성장이 주창된 시대에 도로의 부정적 이미지를 탈피하여 지속가능한 교통체계로서 정책변화를 통해 도로의 긍정적 이미지를 확립할 수 있는 적극적 정책 수립의 필요성과 방향을 제시함.

○ 환경영향평가관련 제도의 문제점과 개선방향 도출

- 도로건설에 있어서의 환경영향평가제도의 문제점을 분석하고, 이를 위한 개선방안과 관련 법제의 통합시 발생할 수 있는 문제점을 살펴봄.
- 외국에서 보편적으로 활용되고 있는 도로 건설 과정에서의 분쟁을 모두 기록하는 판정결정문제도의 국내 수용 가능성과 이를 위한 정책방향을 모색함.

Ⅲ. 기대효과

- 도로 건설 및 관리에 있어서 친환경적 요소를 고려한 도로 정책의 방향과 과제 제시
- 외국의 친환경 도로 관련 정책과 제도를 조사·분석함으로써 관련정책의 수립·시행에 기초적 자료 제공

▶ 주제어 : 고속도로, 온실가스, 태양열 고속도로, 그린로드인증제, 환경영향평가제도, 판정결정문

Abstract

I . Background and Purpose

Background of this study

- The Korea will be faced in reducing an amount of greenhouse gases as liability nation of greenhouse gases reducing after Post 2012.
- Because greenhouse gases in road sector take over 90 % in greenhouse gases in transportation sector, reducing greenhouse gases in road sector is determined that reducing the greenhouse gases in full spectrum.
- Fragmentary policy by limiting the use of road is not realized visible greenhouse gases reducing. So many country can reduce greenhouse gases and use road by combing road and environment.

Purpose of this study

- First, this study aims to analyze out some suggestive points from the comparative study on the various road policy for reducing greenhouse gases of the U.S., E.U. and Japan.
- Second, this study analyze out some policy for reducing greenhouse gases in road sector and propose improvement policy of the reducing the greenhouse gases in road sector.

II. Main Contents

- General condition in korea road
 - emission greenhouse gases in road sector
 - General condition in emission greenhouse gases in road sector and understanding need of reducing greenhouse gases in road sector by trail sector.
 - current status and international competitiveness of Road project
 - This study analysis SOC investment trend in korea, road situation in level of globalization, and secure of national competitiveness.
- Analysis road policy to climate change abroad
 - analysis road policy in EU
 - This study introduce and explain Forever open Raod, ERTRAC 2030 vision, and etc. climate change General condition in emission greenhouse gases in road sector and understanding need
 - policy paying road toll in EU
 - This study analysis case that charging toll in road use in England, Germany, until now free-toll. Than this country use toll to reducing CO₂ from using car and utilizing the foundation to carry related policy.
 - differential toll for green transport
 - This study consider differential toll in 407TER in canada, M6 in England, Duplex A86 in france, HOT highway in U.S. and Eco-Pass in Italy for reducing the greenhouse gases.

○ Change of road function

- This study analysis that use regions of highway for produce electricity in solar highway in U.S. and introduce eco-friendly road as Eastlink in Australia, Attica Tollway in Greece, Eco-Road in Japan

○ Analysis Green Roads Certification

- This study analysis Green Road Certification in U.S. that Green Building Certification applied to road and bring it into play.

Policy issue for road in korea

○ Necessity to Road Policy

- This study propose need to making policy and direction that make a break away negative image and make a positive image to change of road policy as sustainable transportation in era of green growth.

○ Problem and Improvement of Environmental Effects Evaluation

- This study analysis environmental effects evaluation in road building and suggest improvement and problem when combine related law.
- This study possibility of Record of decision that record all dispute in road building in korea, and suggest the policy direction for possibility of Record of decision.

III. Expected Effect

- This study contributed direction of road policy that considered environmental factors in road management.
- This study contributed to the basic information of policy formulation and implementation by surveying and analyzing eco-friendly road policy and system.

➤ **Key Words** : highway, greenhouse gas, solar highway, Green Roads certification, environmental effects evaluation, record of decision

목 차

요 약 문	5
Abstract	9
제 1 장 서 론	17
제 1 절 연구의 필요성 및 목적	17
제 2 절 연구의 범위 및 방법	18
제 2 장 기후변화와 도로환경의 현황	21
제 1 절 기후변화와 도로환경	21
1. 기후변화의 원인과 피해	21
2. 도로의 CO ₂ 배출	25
3. 도로와 철도 부문의 온실가스 배출량 비교	31
제 2 절 국내 도로사업의 현황과 국제경쟁력	36
1. 우리나라의 SOC 투자추이	36
2. SOC와 도로의 국제경쟁력	38
제 3 장 주요외국의 저탄소 녹색도로를 위한 도로정책	43
제 1 절 유럽의 도로정책의 변화	43
1. 유럽의 “영원히 열려있는 도로(Forever Open Road)” 비전	43
2. EU의 ERTRAC 2030 비전	49
3. 프랑스의 지속가능한 고속도로 정책	51
4. 도로 부문 온실가스 산정방식	54

제 2 절 유럽연합(EU)의 도로 유료화 정책	58
1. EU의 도로 유료화 정책	58
2. 영국의 도로 유료화 정책-London의 혼잡통행료 정책	63
3. 독일의 고속도로 화물차 통행료 징수정책	71
제 3 절 녹색고속도로 구축을 위한 차등요금제	77
1. 개 관	77
2. 캐나다 407ETR 고속도로의 차등요금제	79
3. 영국 M6 Toll의 균일요금제	81
4. 프랑스 Duplex A86 고속도로의 균일요금제	82
5. 미국의 HOT 차로	84
6. 이탈리아 밀라노의 Eco-Pass 제도	93
제 4 절 미국 Oregon 주의 태양열 고속도로	94
1. 태양열 고속도로의 배경	94
2. Oregon 태양열 고속도로(The Oregon Solar Highway)	96
3. Baldock 태양열 고속도로 프로젝트 (Baldock Solar Highway Project)	98
4. 웨스트 폭포 태양광 고속도로 프로젝트 (The West Linn Solar Highway Project)	100
제 5 절 저탄소 녹색성장을 위한 도로	102
1. 오스트레일리아의 이스트 링크(East Link)	102
2. 그리스의 Attica Tollway	104
제 6 절 일본의 친환경 도로건설	106
1. 일본의 도로설계 기준과 환경기준	106
2. 오니고베(鬼首) Eco-Road	109

제 7 절 그린로드(Green Roads) 제도	115
1. 친환경건축물 인증제와 그린로드의 등장	115
2. 그린로드 인증제 대상	117
3. 그린로드 인증제의 요구사항 및 평가항목	118
4. 그린로드 인증제 사례	124
5. 그린로드 인증제 적용상의 문제점	127
제 4 장 우리나라 도로정책의 방향 및 과제	129
제 1 절 저탄소 녹색성장 구현을 위한 도로 정책의 설계	129
1. 새로운 도로가치의 창출 필요성	129
2. 저탄소 녹색성장시대에 적합한 도로정책의 변화	129
3. 지속가능한 도로교통체계의 구축	132
4. 지속가능한 도로의 건설 및 관리 기술의 개발	132
5. 체계적인 온실가스 배출량 산정방식의 마련	134
제 2 절 도로환경영향평가의 현황과 과제	137
1. 환경영향평가제도의 현황	137
2. 도로환경영향평가의 문제	142
3. 판정결정문 제도의 법제화	144
제 3 절 Green Roads인증제의 도입 가능성과 한계	145
1. 국내 도로 상황의 반영 필요	145
2. 재정과 민자 구간에서의 Green Roads 도입과제	148
제 4 절 기후변화 대응을 위한 도로 운영의 방향	148
1. 도로시설을 활용한 에너지 생산·활용	148
2. 도로 강우 유출수의 활용	152

3. 도로 부문 CDM 사업	153
4. 환경 친화적인 도로건설을 위한 방향	156
제 5 장 결 론	159
참 고 문 헌	161

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 필요성 및 목적

- 종래 경제성과 이동의 원활함이 중시되어 도로에 대한 환경적 중요성이 크게 부각되지 않던 상황과 달리 이제는 국내외적 환경의 변화로 인하여 도로 건설 및 관리 전반에 있어서 저탄소 녹색도로 등 환경도로에 대한 욕구가 증대되고 있음.
- 특히 국제적으로 교토 프로토콜(Kyoto Protocol)의 목표연도인 2012년 이후(POST 2012) 온실가스 저감을 위한 각 국가별 의무와 방법에 있어서 기존과 다른 새로운 국면이 도로 부문에서도 전개될 것으로 예상되고 있음.
- 발리 실행계획(COP 13)에서 2012년 이후 선진국뿐만 아니라 개발도상국도 각자 능력에 맞게 감축에 참여하기로 원칙적 합의를 한 바 있고, 이에 의해 2009년 12월 코펜하겐 총회(COP 15)에서 2050년까지 선진국의 목표, 개도국의 역할 및 지원방안 등을 조율한 바 있음.
- 이러한 흐름에서 온실가스 감축을 위한 각종 조치들이 국가별로 다양하게 전개되고 있고, 온실가스 배출량이 가장 많은 교통, 특히 도로에서의 온실가스 감축이 전체 감축에서 중요한 부분으로 제시되고 있음.
- 도로는 이동성과 접근성을 높여주는 국가경제 및 국민생활에 필수 불가결한 공공시설이지만 도로건설에 따른 자연경관 및 동·식물 생태계 파괴, 소음·진동, 과속 및 교통지체에 따른 CO₂ 배출 등 환경을 훼손한다는 지적을 받고 있음.
- 도로의 이러한 부정적 요인으로 인해 도로는 반환경적, 반저탄소 녹색성장의 하나로 지목되고 있고, 이는 결국 선진외국에 비해 여

전히 우리나라 도로시설이 부족함에도 불구하고 투자가 제한되는 등의 현실적 문제 상황으로 대두되고 있음.

- 하지만 단순히 도로 건설 및 관리에 있어서 온실가스 감축을 해결하려는 노력만으로는 국내외적인 도로 환경의 변화에 적절하게 대응하지 못할 뿐만 아니라 이는 자칫 국가의 핵심기반시설인 도로 이용의 불편을 초래함으로써 국가의 경쟁력을 떨어뜨리는 결과를 초래할 가능성이 있다는 문제가 있음.
- 따라서 본 연구는 이러한 문제인식을 바탕으로 최근 전 세계적인 흐름을 형성하고 있는 저탄소 녹색성장과 기후변화에 대응하고 있는 주요 외국의 도로정책의 변화를 조사·분석하여 이를 토대로 우리나라 도로정책의 방향 설정에 필요한 시사점을 제공하고 법정정책과제를 도출하기 위한 목적을 가짐.

제 2 절 연구의 범위 및 방법

- 본 연구는 기후변화와 도로환경을 둘러싸고 제기되고 있는 도로부문의 CO₂ 배출현황과 국내도로사업의 환경을 살펴보고, 저탄소 녹색도로¹⁾를 향한 주요외국의 도로정책의 변화와 그에 따른 주요 제도를 고속도로를 중심으로 정리한 후 우리나라 도로의 정책적 과제와 시사점을 제시하고자 함.
- 본 연구는 우선 관련 분야의 국내·외 도로 관련 사례 조사 부분은 문헌검토를 통해 수행하며, 분야별 전문영역을 파악하기 위하여 일정부문 관련 전문가와 필요한 면담 등을 통하여 구체화하고자 함.

1) 녹색도로라 함은 일반적으로 “저탄소 녹색성장을 이끄는 친환경 도로”를 말하며, 2010년 이래 “탄소흡수, 생산, 저감이 가능한 도로”와 같이 협의의 의미로도 쓰이기도 함.

- 단순히 외국의 도로정책의 변화를 나열하는데 국한하지 않고, 해당 국가의 도로정책의 변화를 수반한 정치·경제·사회·문화적 맥락파악과 함께 구체적인 정책적 도구인 주요제도의 분석을 통하여 우리나라 도로정책의 설계에 있어서 시사점과 그 적용가능성을 타진해 보고자 함.

제 2 장 기후변화와 도로환경의 현황

제 1 절 기후변화와 도로환경

1. 기후변화의 원인과 피해

(1) 기후변화 상황

- 전 세계적으로 기후변화가 가속화 되고 있으며, 미국과 유럽 등은 폭염으로 수은주가 수직 상승하면서 매년 새로운 기록을 양산하고 있음.
- IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) 4차 보고서에 따르면 지구온난화로 지구평균 기온이 섭씨 3도 이상 높아지는 2080년대에는 최고 32억 명이 물 부족에 시달리고, 전 세계 인구의 20% 이상이 홍수 위험에 노출되며, 섭씨 2~3도 상승하는 2050년대에는 생물종의 20~30%가 멸종 위기에 처할 것으로 전망되고 있음.
- 한반도의 경우 지난 90년에 비해 평균 기온이 2℃ 상승하였으며, 지속적으로 발생하는 기상청의 예측에 의하면 향후 금세기 말까지 동안 대한민국의 평균기온은 4℃쯤 상승하여 아열대기후가 되고 연간 강우량 역시 약 20% 정도 증가할 것으로 전망되고 있음.
- 또한 초속 65m/s 이상의 슈퍼 태풍의 발생빈도가 높아지고, 해수면이 상승할 것으로 전망되고 있음.

(2) 기후변화 원인

- 기후변화의 원인으로는 대기가 다른 기후시스템과의 상호작용에 의한 요인과 화산분화에 의한 성층권의 에어로졸 증가, 태양 활동 변화 등에 따른 자연적인 요인과 대기 중 온실가스 농도 증가, 에

어로줄 양의 변화, 토지피복의 변화, 산림파괴 등에 의한 인위적인 요인이 있음.

- 특히, 산업화 이후 화석연료의 사용 및 각종 건설에 의해 발생하는 CO₂, CH₄, NO₂ 등의 온실가스가 대기 중에 장기간 잔류하여 온실효과를 일으키게 되어 대기 중의 온도를 상승 시키고 있음.
- 또한, 도시화와 산업화에 따른 산림파괴는 연속적으로 강수량에 영향을 미쳐 집중호우, 산사태 등 각종 자연재해의 원인이 되며, 대기 중의 이산화탄소 배출을 촉진시켜 온실효과에 따른 지구 온도 상승을 야기함.
- 이러한 산림파괴의 주요원인으로 농업의 확장과 도로의 건설 등이 지목되고 있음.

(3) 기후변화로 인한 피해

- 미국, 브라질, 유럽 등지에서는 가뭄과 폭염으로 인한 피해가 속출하고 있으며, 아시아 등지에서는 이상 기온으로 인해 장마와 태풍의 발생 빈도와 세력이 커져 피해가 발생되고 있음.
- 세계 곳곳에서는 이상고온, 태풍 등 자연재해로 인한 수많은 인명과 재산피해가 발생하고 있으며, 한반도 역시 집중호우 등으로 인해 예기치 못한 심각한 피해가 발생하고 있음.
- 기후변화의 위험을 경고하는 학자들은 매년 50여개가 발생하는 열대 폭풍이 2025년에는 100여개로 증가하고, 현재 지구의 45%를 차지하는 말라리아 감염 모기의 서식 지역이 60%로 늘어날 것으로 예측함.
- 전 세계적으로 발생하는 기후변화의 원인이 정상적인 자연현상일 수 있다고 주장하는 학자들도 있지만, 이러한 기후변화는 산업화에 따른 온실가스 방출이 주요 원인이라는 의견이 지배적임.

- 기상이변의 원인이 어디에 있든지 간에 기온 상승 현상이 뚜렷하게 나타나고 있다는 것은 이제 주지의 사실이 되었음.
- 미국 항공우주국(NASA)은 세계 평균기온이 21세기 말에는 지금보다 2℃에서 5℃까지 올라갈 것으로 추정하고 있으며, 국제기후변화위원회도 1990년에 비해 2100년 기온이 1.4~5.8℃상승할 것이라고 예측함.
 - 기온의 상승은 해수면의 상승을 유발하여, 매년 1.5mm씩 상승하고 있으며, 1880년대 후반 이후에 비해 20cm 가량 올라간 것으로 측정되었음
- 국내에서도 기후변화에 의한 자연재해의 발생빈도가 증가하고 있으며, 이로 인한 도로의 유·손실이 빈번히 발생하고 있음

[표 2-1] 재해 현황(전국)

년도	연평균 기 온	연평균 강수량	피해총액 (백만원)	인명피해 (인)	건물피해 (동수)	공공시설 (ha)
2000	13.3	1,289	645,451	133	835	530,452
2001	13.6	1,073	1,256,167	208	361	382,598
2002	13.5	1,492	1,230,436	25	503	516,829
2003	13.3	1,894	4,408,241	531	5,394	3,098,573
2004	14.0	1,471	1,230,436	25	503	516,829
2005	13.1	1,280	1,049,839	84	795	446,230
2006	14.0	1,455	1,942,984	70	1,175	1,692,948

* 출처 : 에너지경제연구원, 홈페이지 자료

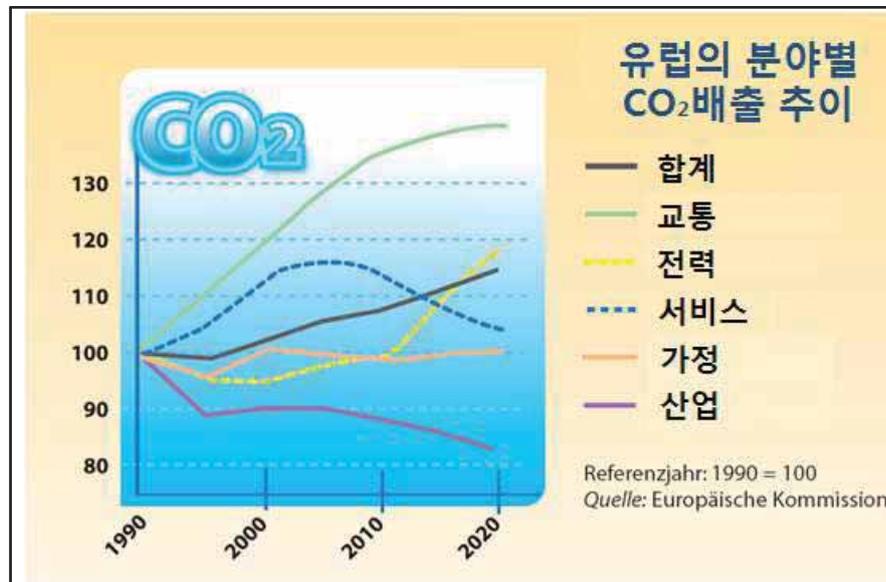
(4) 교통부문에 의한 온실가스 배출

- 기후변화의 주범으로 지목되는 온실가스는 교통부문에서 전체 온실가스 배출량의 약20%를 차지하고 있으며, 그 비율은 점차 증가

하는 추세에 있음.

- 아래 [그림 2-1]에서 보는 바와 같이 유럽의 분야별 CO₂ 배출추이를 보면, 교통부문의 배출이 급격히 증가함을 알 수 있고, 교통의 수요가 증가하는 우리나라도 비슷한 추이로 상승할 것으로 예상됨.
- 최근 들어 국민들의 쾌적한 환경에 대한 요구가 증대되고 있으며, 우리나라도 곧 기후변화협약 대상국이 될 것으로 전망됨에 따라 산업, 교통, 환경 등 각 분야에서 온실가스 감축을 위한 다각적인 노력이 요구되고 있음.
- 따라서 앞으로 도로정책을 설계하고, 구체화할 때 환경 친화적 도로 건설 및 관리의 필요성이 절실히 요구되고 있음.

[그림 2-1] 유럽의 분야별 CO₂ 배출 추이



2. 도로의 CO₂ 배출

(1) 교통수단별 에너지 소비현황

[표 2-2] 국내 연도별·교통부문별 에너지 소비량

(단위 : TJ)

구분	2000년	2005년	2006년	2007년	2008년
도로	930,632	1,105,793	1,123,284	1,218,055	1,186,791
항공	21,294	15,560	14,182	13,441	15,691
철도	12,586	10,489	9,557	9,690	9,541
선박	37,244	37,827	36,514	36,879	37,358
합계	1,001,756	1,169,669	1,183,537	1,278,065	1,249,381

* 출처 : 국토해양부, 국가 교통부문 온실가스 배출량, 2010, 63면

- 연료별 고유단위를 공통단위로 전환한 경우 교통부문의 에너지 소비는 연평균 5.3% 증가율을 보이고 있음.
- 특히 도로부문은 지속적으로 전체 에너지 소비에서 높은 점유율을 기록하고 있으며, 교통부문 에너지 소비 증가량의 대부분을 차지하고 있음.

(2) 온실가스 배출현황

[표 2-3] 국내 연도별·교통부문별 온실가스 총 배출량

(단위 : 천톤, CO₂ eq)

구분	2000년	2005년	2006년	2007년	2008년
도로	60,957.3	72,314.0	73,335.8	79,596.6	77,311.3
항공	1,425.1	1,041.4	949.2	899.6	1,051.1
철도	865.2	721.2	657.0	666.1	655.9
선박	2,637.1	2,697.0	2,594.1	2,616.4	2,654.6
합계	65,884.7	76,773.6	77,536.1	83,778.7	81,671.9

* 출처 : 국토해양부, 국가 교통부문 온실가스 배출량, 2010, 68면

- 2008년 교통부문의 온실가스 총 배출량은 8,167만톤 CO₂ eq로 1990년 대비 147.9% 증가하였음.
- 교통부문의 온실가스 배출량은 지속적으로 증가추세를 보이고 있는데, 다만 2008년에 감소한 것은 경제 및 금융위기, 고유가 등의 영향으로 에너지 소비가 감소하였기 때문인 것으로 풀이됨.
- 2008년의 경우 도로부문이 94.7%로 가장 높은 점유율을 기록하고 있으며, 선박(3.3%), 철도(1.3%), 항공(0.8%)의 순으로 나타났음.
- 따라서 교통부문에서의 온실가스 감축 목표의 달성은 궁극적으로 도로부문에서의 온실가스 감축에 따라 그 성패가 좌우된다고 할 수 있음.

(3) 고속도로의 CO₂ 배출

1) 연도별 고속도로 CO₂ 발생량

- 2007년을 기준으로 고속도로 폐쇄식 노선에 대하여 CO₂ 발생량을 산출한 결과, 소형차 4,970.3천 ton/년, 중형차 1,039,9천ton/년, 대형차 7,723.7천 ton/년으로 총 발생량은 13,733.9천 ton/년으로 나타났음.
- 개방식 노선의 경우 소형차 236.6천 ton/년, 중형차 37.6천ton/년, 대형차 153.9천 ton/년으로 총 발생량은 428천 ton/년으로 나타났음.
- 따라서 전체 고속도로의 차종별 CO₂ 발생량은 2007년 기준으로 소형차 5,206.천 ton/년, 중형차 1,077.4천ton/년, 대형차 7,877.6천ton/년으로 총 발생량은 14,161.9천ton/년으로 나타났음.
- 2005년 14,376.3천ton/년으로 가장 많은 CO₂ 가 배출되었고, 2006년이 13,736.3천ton/년으로 가장 적게 배출되었는데 이는 차량별 배출계수는 같지만 차량 주행거리가 연도마다 차이가 나기 때문임.

[표 2-4] 연도별 주요 고속도로 CO₂ 발생량(총합계)

(단위 : 천ton/년)

구분	차종	2003	2004	2005	2006	2007
폐쇄식	소형차	4,831.70	4,633.60	4,775.40	4,907.80	4,970.3
	중형차	1,263.00	1,238.60	1,172.20	1,082.90	1,039.9
	대형차	7,520.60	7,565.70	7,650.10	7,028.80	7,723.7
	계	13,615.20	13,438.30	13,597.20	13,018.70	13,733.9
개방식	소형차	369.4	377.9	390.4	407.8	236.6
	중형차	68.0	70.1	69.7	69.3	37.5
	대형차	202.7	206.0	218.9	240.5	153.9
	계	640.1	653.9	679.1	717.6	428.0
합계	소형차	5,201.10	5,011.50	5,165.80	5,315.60	5,206.9
	중형차	1,331.00	1,308.70	1,241.90	1,152.20	1,077.4
	대형차	7,723.30	7,771.70	7,869.00	7,268.30	7,877.6
	계	14,255.30	14,092.20	14,276.30	13,736.30	14,161.9

* 출처 : 한국도로공사, 양재-기흥 조기개통에 따른 이산화탄소 저감량 산출 연구, 2009

2) 고속도로 노선별 CO₂ 발생량

- 2007년을 기준으로 고속도로의 CO₂ 발생량을 산출한 결과, 폐쇄식에서는 경부선이 3,940.4천 ton/년으로 가장 많이 배출되었으며 고창담양선이 0.2천ton/년으로 가장 적게 배출되는 것으로 산정되었고 개방식은 서울외곽순환선이 336.4천ton/년으로 가장 많이 배출되는 것으로 나타났음.

[표 2-5] 노선별 이산화탄소 발생량(2007년 기준)

(단위 : 천ton/년)

구분	노선명	소형차	중형차	대형차	합계
폐쇄식	경부선	1,478	281	2,171	3,930
	남해선	543	98	777	1,417
	88올림픽선	56	11	80	146
	고창담양선	0.0	0.0	0.1	0.2
	서해안선	474	103	721	1,297
	울산선	12	3	30	44
	익산포항선	61	9	56	126
	호남선	321	75	725	1,121
	당진상주선	4	2	0	2
	중부선(통영대전선)	526	125	681	1,332
	평택음성선	29	11	52	92
	중부내륙선	112	32	267	411
	영동선	632	142	926	1,699
	중앙선(대구부산선)	476	107	930	1,513
	동해선	56	7	76	140
	마산외곽선	3	0	2	5
	남해제2선지선	67	12	79	158
	호남선지선	68	10	61	139
	대정남부순환선	9	1	7	18
	중앙선지선	8	2	15	25
무안광주선	1	0	1	2	
개방식	서울외곽순환선	188	31	117	336
	제2경인선	17	2	14	34
	경인선	31	4	22	58

* 출처 : 한국도로공사, 양재-기흥 조기개통에 따른 이산화탄소 저감량 산출 연구, 2009

3) 속도별 CO₂ 발생량

- 우리나라 고속도로 차량속도별 CO₂ 발생량은 1Km/hr 기준으로 소형차 55,818천ton/년, 중형차 6,030.4천ton/년, 대형차 42,178천ton/년으로 총 발생량은 104,027천ton/년으로 나타났음.
- 100Km/hr 기준으로 소형차 5,207천ton/년, 중형차 1,077천ton/년, 대형차 7,878천ton/년으로 총 14,162천ton/년이 발생하여 차량의 속도가 증가할수록 차량에 의한 CO₂ 는 감소하는 것으로 파악되었음.

[표 2-6] 속도별 CO₂ 발생량

(단위 : 천ton/년)

구분	소형차	중형차	대형차	합계
10Km/h	17,048	2,185	17,466	36,699
20Km/h	11,929	1,610	3,394	26,933
30Km/h	9,681	1,346	11,468	22,495
40Km/h	8,348	1,186	10,272	19,805
50Km/h	7,441	1,075	9,431	17,947
60Km/h	6,774	992	8,291	15,618
70Km/h	6,257	1,070	8,291	15,618
80Km/h	5,841	1,077	7,878	14,796
90Km/h	5,497	1,077	7,878	14,452
100Km/h	5,207	1,077	7,878	14,162

4) 지·정체에 따른 고속도로 CO₂ 발생량

- 우리나라 고속도로의 상습적인 지정체 구간은 경부고속도로, 서울 외곽순환고속도로, 경인고속도로 등 총 13개 구간으로, 13개 고속도로 구간의 지정체 구간은 196.94km로 평균 속도는 50.15km/h, 평균 소요시간은 7.24분이 소요되는 것으로 조사되었음.
- 고속도로별 지정체시 및 평상시 이산화탄소 발생량을 산정한 결과, 폐쇄식 노선에서 지정체시 발생하는 이산화탄소는 11,400,657ton/

년으로 산출되었으며, 지정체가 해소된 평상시는 11,211,815ton/년이 발생하는 것으로 나타났음.

- 개방식 노선에서 지정체시 발생하는 이산화탄소는 453,752ton/년으로 산출되었으며, 지정체가 해소된 평상시는 427,972tom/년이 발생하는 것으로 나타났음.
- 전체 노선으로 보면 지정체시 발생하는 이산화탄소는 11,854,409ton/년으로 산출되었으며, 지정체가 해소된 평상시는 11,639,787ton/년이 발생하는 것으로 나타나 214,622ton/년의 저감효과가 있는 것으로 확인되었음.

[표 2-7] 고속도로 지·정체 구간 및 지·정체 속도

구 분	연장구간 (Km)	지·정체 구간(Km)	속도 (Km/h)	소요시간 (분)	지·정체 구간 비율(%)
경부고속도로	416	30.79	28.57	11.3	7.40
서울외곽순환고속도로	91.7	17.28	54.43	3.45	18.84
경인고속도로	23.9	15.18	31.67	6.5	63.51
제2경인고속도로	26.7	13.63	64.80	3.2	51.05
영동고속도로	234.4	25.35	50.33	5.8	10.81
서해안고속도로	340.8	50.2	38.89	11.0	14.73
중부고속도로	332.5	4.97	58.00	6.0	1.49
평택음성고속도로	35.9	10.1	24.300	26.0	28.13
남해고속도로	169.3	9.2	57.33	3.7	5.43
남해제2고속도로지선	20.6	7.8	55.00	3.3	37.86
호남고속도로	194.2	2.25	67.00	3.0	1.16
호남고속도로지선	54	8.43	57.00	9.0	15.61
중앙고속도로지선	8.2	1.76	65.00	2.0	21.46
합 계	1948.2	196.94			
평 균			50.15	7.24	

* 출처 : 한국도로공사, 양재-기흥 조기개통에 따른 이산화탄소 저감량 산출 연구, 2009

[표 2-8] 고속도로 지정체시 및 평상시 CO₂ 발생량(전체)

구 분	지정체시		평상시	
	단위 거리당 (Kg/(Km·년))	전체구간 (ton/년)	단위 거리당 (Kg/(Km·년))	전체구간 (ton/년)
폐쇄식	255,427	11,400,657	184,374	11,211,815
개방식	45,361	453,752	35,664	427,972
합계	300,788	11,854,409	220,038	11,639,787

* 출처 : 한국도로공사, 양재-기흥 조기개통에 따른 이산화탄소 저감량 산출 연구, 2009

3. 도로와 철도 부문의 온실가스 배출량 비교

- 철도, 항공 등 교통부문에서 도로와 비교가 가능한 교통수단은 철도라고 할 수 있고, 실제 최근 교통정책에서도 도로의 온실가스 배출을 감소하기 위하여 그동안 도로가 수행해오던 많은 역할을 철도 등 다른 교통수단에 이양하려는 움직임이 있음.
- 이와 관련한 보고서 (『저탄소 녹색고속도로의 현재와 미래』, 한국도로공사, 2011, 68-72면)에 의하면, 도로와 철도 부문의 온실가스 배출량은 다음과 같은 차이를 보이고 있음.

(1) 연료 및 전력사용에 따른 온실가스 배출량 비교

[표 2-9] 도로 및 철도 부문 온실가스 배출량

구 분	전력→연료환산시 배출량(tCO ₂)		연료사용 배출량 (tCO ₂)	총배출량(tCO ₂)	
	A	B		A	B
도로부문 온실가스 배출량	316,555.73	302,055.20	75,830,754.00	76,147,309.73	76,132,809.20

구 분	전력→연료환산시 배출량(tCO ₂)		연료사용 배출량 (tCO ₂)	총배출량(tCO ₂)	
	A	B		A	B
철도부문 온실가스 배출량	1,399,113.00	1,335,024.00	658,987.00	2,058,100.00	1,994,011.00

* 주 : 전력사용에 따른 배출계수는 ‘A’는 ‘도로와 철도의 환경성 및 경쟁력 분석 연구(한국도로공사, 2009.0)’의 배출계수를 적용하였고, ‘B’는 ‘교통부문 온실가스 및 대기오염물질 조사분석(한국교통연구원, 2009)’의 배출계수를 적용하였음.

- 연료사용에 따른 배출량만을 비교하였을 경우에는 도로부문이 철도부문의 115배 정도 CO₂ 배출량이 많은 것으로 나타났음.
- 전력사용에 따른 배출량만을 비교하였을 경우에는 도로부문이 철도부문에 비해 0.2배 정도 CO₂ 배출량이 적은 것으로 나타났음.

(2) 단위 연장당 도로와 철도의 온실가스 배출량 비교

- 도로와 철도부문의 단위 연장당 온실가스 배출량 비교에 의하면, 단위 Km당 온실가스 배출량은 도로부문은 730.39~730.53t CO₂ /Km이며, 철도부문은 433.75~447.70t CO₂ /Km으로 나타났음.
- 이는 단위 Km당 온실가스 배출량은 도로 부문이 철도부문에 비해 약 1.6배 정도 CO₂ 배출량이 많은 것을 의미한다고 할 것임.

[표 2-10] 단위 연장당 온실가스 배출량

(단위 : km, tCO₂)

구 분	도 로						철 도		
	계	고속도로	일반국도	특별·광역시·도	지방도	시군도	계	고속·일반철도	지하철
단위 연장	104,236	3,447	13,905	18,517	18,193	50,174	4,597.1	3,381.1	1,216
온실가스 배출량	A	76,147,309.73					2,058,100.00		
	B	76,132,809.20					1,994,011.00		
단위 연장당 온실가스 배출량	A	730.53					447.70		
	B	730.39					433.75		

- * 주1 : 온실가스 배출량은 연료 및 전력사용에 따른 온실가스 배출량 합계임
- * 주2 : 전력사용에 따른 배출계수는 ‘A’는 ‘도로와 철도의 환경성 및 경쟁력 분석 연구(한국도로공사, 2009.9)’의 배출계수를 적용하였고, ‘B’는 ‘교통부문 온실가스 및 대기오염물질 조사분석(한국교통연구원, 2009)’의 배출계수를 적용하였음.
- * 자료 : 2009년 연도별 도로·철도연장현황(국토해양부) - 도로부문은 국토해양부 도로현황조서(2008)/철도부문은 코레일 자료에서 인용
- * 참고 : 도시철도 연장(국토해양부 보도자료, 2010.9.2)

권역	서울	인천	부산	대구	대전	광주	울산
도시철도 연장(Km)	287	60	88.8	57.3	22.6	12	-

(3) 수송단위당 도로와 철도의 온실가스 배출량 비교

[표 2-11] 교통수단별 수송 분담률

(비영업용 포함, 단위 : %)

구 분		계	도로	철도	해운	항공
여객	수송인원-거리기준	100	84.0	14.1	0.2	1.7
	수송인원 기준	100	95.0	5.0	0.0	0.0
화물	수송톤수-거리기준	100	53.1	10.4	35.6	0.1
	수송톤수 기준	100	96.2	1.0	2.8	0.0

* 출처 : 도로업무편람(09, 국토해양부) 자료 적용

- 교통수단별 수송 분담률을 보면 여객부문(수송인원 기준)은 도로가 95%, 철도가 5%를 차지하고 있으며, 화물부문(수송톤수 기준)은 도로가 96.2%, 철도가 1.0%를 차지하고 있음.
- 하지만 도로는 단·중거리 수송을 주로 하는데 비해, 철도, 해운, 항공은 장거리 수송을 담당하므로 단순히 수송인원, 수송톤수 기준으로 분담률을 산정하게 되면 도로의 수송능력을 과대평가하는 문제가 발생하기 때문에 수송거리를 감안한 비율로 표현하는 것이 보다 합리적임.
- 이에 따라 교통수단별 수송 분담률을 수송거리를 감안하여 산정하게 되면 여객부문은 도로가 84%, 철도가 14.1%를 차지하고 있고, 화물부문은 도로가 53.1%, 철도가 10.4%를 차지하게 됨.

[표 2-12] 통행거리에 따른 수단별 분담률

(단위 : %)

구분	300Km 이상	200Km 이상	50~200Km	50Km 미만
승용차	33.6	33.6	62.7	51.1
버스	16.0	23.3	25.9	23.8
철도	31.9	21.2	10.6	25.0

* 출처 : 국토해양부 보도자료, 2010.9.2

- 또한 도로와 철도간 수송현황(2007년도 기준)에 의하면 도로부문이 철도부문보다 여객은 9.6배, 화물부문은 12.3배 높은 것으로 나타나고 있음.

[표 2-13] 도로(공로)/철도간 수송현황

(단위 : 천인/년, 천톤/년, %)

구분		2002	2003	2004	2005	2006	2007
여객	철도	851,715	894,620	921,223	950,995	969,145	989,294
	공로	9,783,595	9,404,765	9,169,559	8,801,839	9,014,747	9,518,760
	공로/철도	11.5	10.5	10.0	9.3	9.3	9.6
화물	철도	45,733	47,110	44,512	41,669	43,341	44,562
	공로	584,573	565,456	518,856	526,000	529,278	550,264
	공로/철도	12.8	12.0	11.7	12.6	12.2	12.3

- 도로와 철도 부문의 수송현황을 바탕으로, 여객 및 화물 부문의 수송단위당 온실가스 배출량을 살펴보면 여객 1천인당 온실가스 배출량은 도로 부문은 5.2tCO₂ 이며, 철도부문은 1.7tCO₂ 로써, 도로부문이 철도부문에 비해 3.1배 정도 온실가스 배출량이 많은 것으로 나타났으며, 화물 1천톤당 온실가스 배출량 역시 도로부문은 49.1tCO₂, 철도부문은 8.8tCO₂ 로써, 도로부문이 철도부문에 비해 5.6배 정도 온실가스 배출량이 많은 것으로 나타났음.

[표 2-14] 수송단위당 도로와 철도의 온실가스 배출량

구 분		수송단위 (천인/년 또는 천톤/년)	온실가스 배출량 (tCO ₂)	수송단위당 온실가스 배출량
여객	철도	989,294	1,667,061	1.7
	공로	9,518,760	49,115,015	5.2
화물	철도	44,562	391,039	8.8
	공로	550,264	27,032,295	49.1

- * 주1 : 온실가스 배출량은 연료 및 전력사용에 따른 온실가스 배출량 합계임
- * 주2 : 전력사용에 따른 배출계수는 ‘도로와 철도의 환경성 및 경쟁력 분석 연구(한국도로공사, 2009.9)’의 배출계수를 적용함
- * 주3 : 수송수단별 여객과 화물의 온실가스 배출량 배분은 ‘친환경 철도 시스템 구축기반 기술개발 3차(에코프론티어, 2009.12, 74-75면)’의 배출비율을 참조하여 배분하였음.

제 2 절 국내 도로사업의 현황과 국제경쟁력

1. 우리나라의 SOC 투자추이

- 정부주도의 사회간접자본(Social Overhead Capital, SOC)에 대한 투자는 우리나라 경제의 발전과정에서 핵심적 역할을 수행하여 왔음.
- 우리나라 정부예산 중 최근 5년간 SOC예산 비중은 변동성이 있었으며, 일관된 정책동향은 보여주지 않는 것으로 파악됨.
- 2006년~2010년의 SOC 부문의 정부투자는 2008년과 2009년 증가추세를 보였으나, 2010년부터 급감하였고, 2008년과 2009년의 경우, 일자리창출을 위한 조기 예산집행으로 인해 SOC 부문 정부투자가 전년대비 16% 증가하였으나, 2010년에는 도로, 철도 부문의 투자 감축으로 인해 16% 감소하였음.

- 1980년대와 1990년대에 들어서서 정부의 집중적인 SOC 시설 투자로 인해 우리나라는 상당한 SOC 시설이 축적되었고, 2000년대에 들어서서는 충분한 SOC 시설이 확보되었기에 투자를 줄여야 한다는 의견과 아직 선진국에 비해서는 충분하지 않으므로 지속적인 투자확충이 필요하다는 두 가지 의견이 대립하고 있음.
- 현재로서는 재정건전성, 일자리창출, 복지확대 등으로 인해 SOC 투자 감소 의견이 우세한 상황임.

[표 2-15] 연도별 정부 SOC 예산

(단위 : 억원)

구분	2007	%	2008	%	2009	%	2010	%	계	%
도로	75,330	51.3	80,682	51.7	95,850	52.9	80,038	52.4	405,467	50.9
철도	34,625	23.6	38,869	24.9	47,654	26.3	42,020	27.5	196,109	24.6
도시 철도	12,845	8.8	13,853	8.9	15,898	8.8	11,492	7.5	67,041	8.4
해운 · 항만	20,622	14.1	20,491	13.1	21,298	11.7	18,617	12.2	100,430	12.6
항공 · 공항	3,334	2.3	2,109	1.4	592	0.3	666	0.4	27,323	3.4
계	146,756	100.0	156,004	100.0	181,292	100.0	152,833	100.0	796,370	100.0

* 출처: 국토해양부, 철도통계연보, 2010

[표 2-16] 정부 2010-2011년 SOC 예산 추이

(단위 : 억원, %)

구 분	2010년 예산	2011년 예산(안)	증감률(%)
도로	80,038	71,886	-10.2
철도(도시철도포함)	53,512	54,523	1.9
해운·항만	18,617	16,043	-13.8
항공·공항	666	664,	-0.3

제 2 장 기후변화와 도로환경의 현황

구 분	2010년 예산	2011년 예산(안)	증감률(%)
교통 SOC 계	152,833	143,116	-6.4
물류 등 기타	22,386	22,222	-0.7
수자원	51,076	52,092	2.0
지역개발	15,919	16,558	4.0
산업단지	8,893	9,083	2.1
기타 SOC 계	98,274	99,955	1.7
총 계	251,106	243,072	-3.2

* 자료 : 기획재정부

- 2011년 도로부분의 SOC 예산은 전년에 비해 10.2%나 감소하였고, 도로부분 신규 사업 예산이 책정받지 못하였으며, 재정운용계획상 향후에도 도로부분의 SOC 투자는 점진적으로 감축될 것으로 예상됨.

2. SOC와 도로의 국제경쟁력

[표 2-17] 우리나라의 IMD 2010년도 교통인프라부문 국가경쟁력 순위

평가 항목/평가 방법		산정 방법	연도별 순위			
			'07	'08	'09	'10
도로 밀도	통계 자료	총도로연장(km) /국토면적(km ²)	24	23	25	24
철도 밀도		철도연장(km) /국토면적(km ²)	23	24	24	25
항공 수송		주요 항공사 탑승객 수	14	14	15	15
항공이용 만족도	설문 조사	기업 활동 장려 여부	13	22	15	4

평가 항목/평가 방법		산정 방법	연도별 순위			
			'07	'08	'09	'10
유통인프라 효율성		재화 및 서비스 등의 물류활동의 효율성	18	35	27	25
인프라 유지 / 개발 적절성		적절한 인프라 유지·개발과 자원배분	19	20	17	18
해운인프라 (항만·운하 등)		해운인프라의 기업요구 부합여부	11	35	28	23

* 출처 : 도로밀도, World Roads Statistics (IRF, 국제도로연맹) 자료,
 철도밀도, International Railways Statistics 자료,
 항공 탑승객 수: ICAO자료 활용

** 자료 : IMD(2010), World Competitiveness Yearbook 2010

*** 재인용 : 임영태, 류재영, 사공호상 (2011), ‘녹색성장을 위한 교통·국토 정보 통합네트워크 구축’, “국토” 1월호, 39쪽. 일부 수정

- SOC 부문 국제경쟁력 수준은 스위스 국제경영개발원(IMD, International Institute for Management Development)에서 공식적으로 발표한 “IMD 2010 세계경쟁력 평가”를 통해 우리나라의 위치를 객관적으로 평가할 수 있음.
- 스위스 국제경영개발원은 기업의 경쟁력을 지속시킬 수 있는 국가의 능력을 조사해 왔음. 특히 국가경쟁력 평가지수는 IMD에서 매년 60여 개 국의 4개 분야(경제운영, 정부행정, 기업경영, 인프라 등 314개 통계 및 설문자료)를 조사 발표하는 것으로, 기업의 경쟁력을 지속시킬 수 있는 국가의 능력을 나타내는 지표로 활용되고 있음.
- 우리나라의 교통부문 경쟁력 지수는 20위로, 이는 2009년과 동일한 수준임.
- 2010년에 이르러 우리나라 교통부문 국가경쟁력 지수가 상승한 원인은 도로밀도, 항공이용 만족도, 물류인프라 효율성, 해운인프라

기업요구 만족도 등이 상승한 것을 들 수 있으며, 도로부문의 이용만족도가 높아졌다기 보다는 항공 및 해운 이용만족도가 높아져서 지수가 상승하였다는 점에 주목하여야 함.

- IMD의 평가결과에 의할 때, 우리나라 SOC 부문 국가경쟁력은 순위상 낮은 수준이라고 평가할 수 없겠지만, 우리나라의 경제력을 고려할 때 충분한 상황이라고는 평가할 수 없음.
- 우리나라의 국제무역 규모가 1조 달러를 달성하여 세계 7위 수준이고, GDP 기준으로 세계 13위를 차지하는 등 경제 대국의 위치를 차지하고 있다는 점을 고려하면, SOC 부문의 국가경쟁력은 아직도 많이 부족하다는 점에서 이에 대한 국가경쟁력 확보 노력은 계속되어야 할 것임.
- IMD(2010)의 국가경쟁력 연차보고서에 의하면, 2010년 세계에서 국가경쟁력이 가장 강한 국가는 싱가포르, 홍콩, 미국 등을 들 수 있으며 그 이외에 아시아권 국가로는 타이완이 8위, 말레이시아가 10위를 차지하였음.
- 이러한 국가에 비해 경제규모가 큰 국가인 우리나라가 23위, 일본은 27위로 상대적으로 낮은 순위를 차지하고 있음을 알 수 있음.

[표 2-18] 국가별 종합 국가경쟁력

	2006	2007	2008	2009	2010
싱가포르	3	2	2	3	1
홍콩	2	3	3	2	2
미국	1	1	1	1	3
스위스	8	6	4	4	4
호주	6	12	7	7	5
스웨덴	14	9	9	6	6
캐나다	7	10	8	8	7

	2006	2007	2008	2009	2010
타이완	17	18	13	23	8
노르웨이	12	13	11	11	9
말레이시아	22	23	19	18	10
한국	32	29	31	27	23
일본	16	24	22	17	27

* 주 : 2010년 상위10개 국가를 기준으로 정렬한 것임

* 출처 : IMD(2010), World Competitiveness Yearbook 2010

- 타이완은 2010년의 경우 2009년에 비해 무려 15단계나 상승하였고, 말레이시아 역시 8단계가 상승하였음.
- 국가경쟁력이 상위 10위권인 국가의 인프라 경쟁력이 전반적인 국가경쟁력과 반드시 비례한다고 볼 수 없지만 미국, 스웨덴, 스위스, 캐나다, 노르웨이 등의 국가들이 상위권에 속해 있음.
- 우리나라 인프라 경쟁력은 2007년에 비해 낮은 수준으로 20위를 기록하고 있고, 일본은 13위이지만 전년도에 비해 8단계나 하락하였음.

[표 2-19] 주요 국가의 인프라 부문 국가경쟁력

	2006	2007	2008	2009	2010
싱가포르	5	3	3	8	11
홍콩	14	20	19	19	23
미국	1	1	1	1	1
스위스	4	2	2	4	3
호주	17	16	16	12	18
스웨덴	6	5	5	2	2

제 2 장 기후변화와 도로환경의 현황

	2006	2007	2008	2009	2010
캐나다	11	12	8	7	4
타이완	18	21	17	23	17
노르웨이	8	9	10	10	7
말레이시아	27	26	25	26	25
한국	22	19	21	20	20
일본	2	6	4	5	13

* 출처 : IMD(2010), World Competitiveness Yearbook 2010

- 타이완은 우리나라보다 상위권에 속해 있으며, 말레이시아는 우리나라보다 약간 낮지만 연차별 순위변동은 작은 편임.
- 국가별 인프라 부문의 경쟁력과 전반적인 국가경쟁력은 무시하기 어려운 상관성이 있다는 점에서 지속적인 인프라 투자가 요구됨.

제 3 장 주요외국의 저탄소 녹색도로를 위한 도로정책

제 1 절 유럽의 도로정책의 변화

1. 유럽의 “영원히 열려있는 도로(Forever Open Road)” 비전

(1) Forever Open Road 개요

- 유럽 각국의 도로 연구기관의 포럼인 FEHRL(Forum of European National Highway Research Laboratories)은 21세기 유럽의 도로의 건설 및 운영에 관하여 ‘Forever Open Road(이하 FOR)’라는 혁신적인 개념과 비전을 제시하였음.
 - FHERL은 1989년에 창립되어 도로 안전, 재료, 환경문제, Telematics 등에 대한 연구과제들을 수행하고 있는 국제 협력조직임.
 - 현재 영국의 TRL, 프랑스의 LCPC, 독일의 bast 등 27개국의 국가 교통연구기관이 FHERL에 속해 있음.
- FOR은 도로와 관련된 혁신적인 기술들과 개념들을 융합하고, 범유럽의 지식과 전문성을 활용하여 기존 도로에서의 설계, 건설, 유지 및 운영과는 차원을 달리하는 전혀 새로운 세대의 도로를 계획하기 위하여 제시되었음.
- 보수와 확장 혹은 새로운 시설물의 설치 또는 자연재해를 처리하기 위한 최소한의 교통 차단만을 허용하는 항상 열려있는(Forever Open) 도로가 되는 것이 FOR의 궁극적인 목표임.

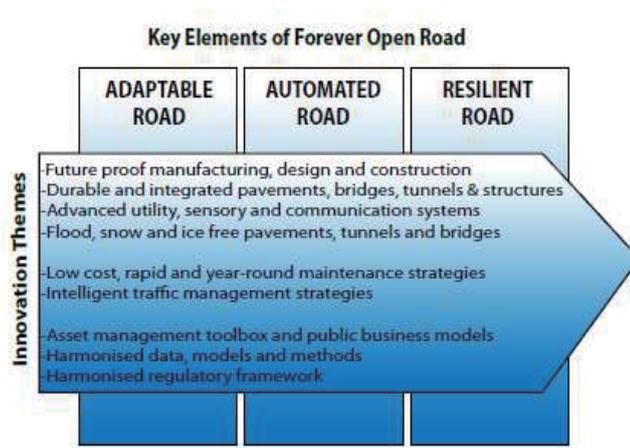
(2) FOR의 목표 및 핵심 요소

- FOR에서는 기후변화, 탄소 감축, 에너지 절감 등 세계적인 환경문

제는 물론 유럽대륙 내에서 예상되는 개인소유 차량을 이용한 여행 증가와 도로를 이용한 물류 수송의 증가로 인해 늘어가고 있는 “이동 시간의 신뢰성(journey time reliability)” 에 대한 요구를 주요 대상으로 하고 있음.

- 또한 다음 조건들을 만족하는 교통 인프라를 제공하고자 하는 것을 목표로 하고 있음.
 - 안전성
 - 지속가능하고, 보다 깨끗하며, 조용하고, 에너지 효율적
 - 사용자의 필요와 기대에 부응하는 신뢰할 수 있는 이동성 제공
 - 축소되고 있는 공공예산의 고려
- FEHRL이 제시한 FOR은 다음과 같은 세 가지 핵심요소를 담고 있음.
 - 적응 가능한 도로(The Adaptable Road)
 - 자동화된 도로(The Automated Road)
 - 기후변화에 저항력 있는 도로(The Climate Change Resilient Road)

[그림 3-1] Forever Open Road의 세 가지 핵심 요소



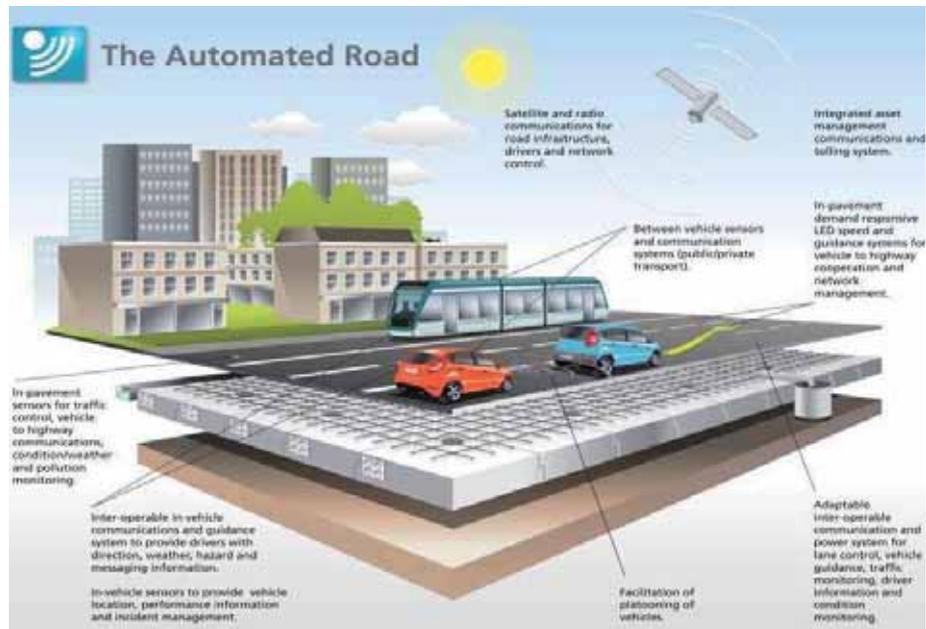
1) 적응 가능한 도로(The Adaptable Road)

- 적응 가능한 도로(The Adaptable Road)는 미래의 유지관리, 변화하는 통행량 수요 및 차량 생산자들의 요구 사항에 적응이 가능해야 한다는 것을 의미함.
- 신속하며 경제적인 도로 설계, 건설 및 유지관리와 도로의 운영과 관리가 지역 및 지구 환경에 미치는 영향을 최소화하는 것이 주된 혁신의 테마임.
- 주요 연구 주제는 모듈러 설계 및 조립식 개념, 자가 복구 능력, 복원 공법과 로봇화 건설, 점검 및 유지관리임.
- 구체적으로는 태양열 에너지 하비스팅과 전기차를 위한 전원시스템 등이 제시되고 있음.



2) 자동화된 도로(The Automated Road)

- 자동화된 도로(The Automated Road)는 사용자, 차량 및 유지관리와 도로의 완전한 통합을 도모하는 것을 내용으로 하고 있음.
- 도로 사용자, 차량과 운영자 사이의 정보 교류와 교통 수요와 흐름을 관리하기 위한 도로·차량 간의 협력 시스템 지원으로써 자동화 도로는 도로 상태와 날씨, 사고, 교통 정보를 측정하고 이를 전달하며 반응하게 됨.
- 이러한 자동화된 도로에 있어서 이용 가능한 인프라를 최대한 활용하고 도로 자산의 상태를 모니터링하기 위한 시스템과 전략이 주된 혁신 주제임.
- 구체적인 연구로는 통합 시스템, 내장 및 무선 센서, 지능형 교통 및 사고 관리를 위한 감지 및 통신 시스템이 제시되고 있음.



3) 기후 변화에 저항력 있는 도로(The Climate Change Resilient Road)

- 기후 변화에 저항력 있는 도로(The Climate Change Resilient Road)는 홍수, 눈, 얼음, 태풍과 같은 극단의 기후조건하에서 도로 네트워크의 서비스가 충분히 이루어질 수 있는 수준을 확보하는데 초점을 맞추고 있음.
- 과거 환경에서는 예상하기 힘든 기후변화로 인해 정상적인 도로 사용이 힘들어지는 경우가 빈번하게 발생하고 있기 때문에 이러한 사용 곤란을 방지하기 위하여 이에 대한 저항력을 고려하게 됨.
- 도로의 극단의 기후조건을 수시로 모니터링하고 기후조건의 변화에 따라 통합된 배수시스템, 자동 가열 및 냉각시스템을 활용하여 기후 변화에 의한 도로 사용의 장애를 완화할 수 있도록 함.
- 구체적인 연구로는 지반 보강 및 사면 안정, 국지적인 기후조건에 따른 조기 경보시스템 등이 제시되고 있음.



(3) FOR추진 계획

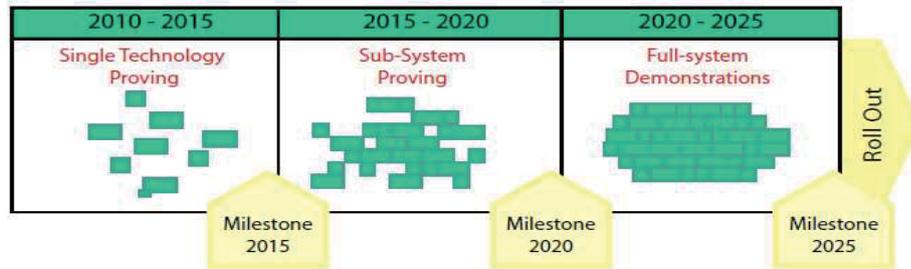
- FOR은 개념 개발, 구현, 프로젝트의 3단계를 걸친 연구를 거쳐 2025년에 전면적으로 적용할 것을 계획하고 있음.

[그림 3-3] Forever Open Road 진행 단계



- FOR은 위에서 제시된 3단계로 나누어 추진될 예정이며, 필요 기술은 각 단계별로 개발되고 검증될 예정임.
- 3단계 구성을 개략적으로 설명하면 다음과 같음.
 - 1단계 : 센서와 조립식 시스템의 구성요소와 같은 단위기술 (Single Technology) 의 개발 및 시험
 - 2단계 : 단위 기술들을 부분적인 시스템(Sub-system)으로 구성 및 검증
 - 3단계 : 시험 프로젝트(Full-system) 수행 및 모니터링

[그림 3-3] Forever Open Road의 3단계 추진 계획



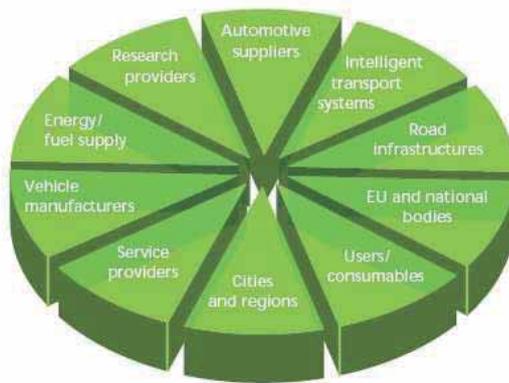
2. EU의 ERTRAC 2030 비전

- ERTRAC(European Road Transport Research Advisory Council)는 도로교통 관련 다양한 분야의 유럽 각국 정부 또는 지자체의 대표로 구성된 유럽 연합체의 도로교통 연구개발 지원 협회임.
- ERTRAC에서는 최근 2010년 대비 2030년의 도로교통 효율을 50% 이상 향상시키는 2030 비전을 수립하였음.
- 이러한 ERTRAC 2030 비전의 실현을 위해서는 고속도로 통행시간의 정시성 향상, 노약자 운전자의 증가에 따른 도로의 안전성 향상, 거점간 연결 기능에서 도시로의 진입 효율성 향상 등에 대한 연구개발 필요성을 제시함.
- ERTRAC 2030은 향후 통행시간의 정시성(reliability of transport schedules)에 대한 국민적 요구가 보다 본격적으로 대두될 것을 예상하여 제시되었음.
- 또한 노인 운전자 등의 증대로 안전한 고속도로에 대한 패러다임으로 전환되고, 도시간 연결 위주의 고속도로 기능에서 도시와의 연결 효율 향상 기능도 필요한 것으로 보고 있음.
- ERTRAC의 연구전략은 2003년 6월 제시된 이후 2010년 ERTRAC 전기화 로드맵을 제시하기에 이르렀음.
 - 2004. 6 ERTRAC Vision 2020

제 3 장 주요외국의 저탄소 녹색도로를 위한 도로정책

- 2004.12 ERTRAC Strategic Research Agenda(SRA) 2020
- 2008. 3 ERTRAC Research Framework 'Steps to Implementation'
- 2009.10 ERTRAC Scenario 2030+
- 2010.10 ERTRAC SRA 2010
- 2010.11 ERTRAC Electrification Roadmap

[그림 3-4] ERTRAC 구성

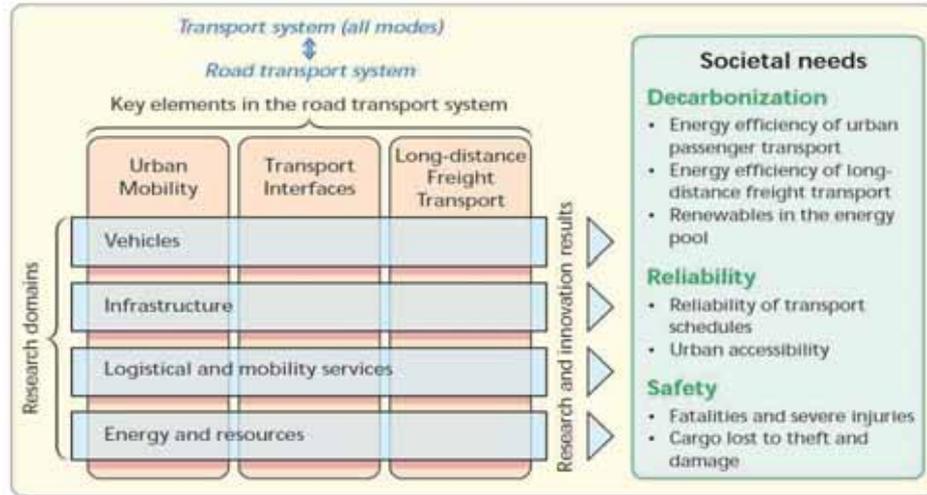


- ERTRAC 2030은 탄소배출 저감(Decarbonization), 신뢰성 제고(Reliability), 안전성 향상(Safety)의 세 가지 항목에 세부목표를 설정하고 있음.

[표 3-1] ERTRAC 지표와 세부 목표

	지 표	세부 목표
탄소배출 저감 (Decarbonization)	에너지 효율 : 도시부 승용차 교통	+80%(pkm/kWH)
	에너지 효율 : 장거리 화물 교통	+40%(tkm/kWH)
	에너지 재활용	바이오 연료 : 25% 전기 : 5%
신뢰성 제고 (Reliability)	교통 운행의 신뢰성	+50%
	도시부 접근성	유지 또는 개선
안전성 향상 (Safety)	사망자 및 중상자	-60%
	화물 도난 및 피해	-70%

- ERTRAC 2030 비전에서는 2030년에는 2010년 대비 50%이상 효율적인 노면도로교통시스템을 구축하는 것을 목표로 제시하고 있음.



3. 프랑스의 지속가능한 고속도로 정책

(1) 도로 유료화를 통한 프랑스 도로 확충

- 프랑스의 고속도로는 원칙적으로 무료로 규정하지만, 지금까지 고속도로 건설은 통행료 수입에 의존하여 추진하여 왔고, 최근 도시 내 고속화도로 건설에도 민간업체를 참여시켜 건설비용을 충당하도록 함으로써 정부의 재정 부담을 줄이는 정책방향을 취하고 있음.
- 프랑스는 1950년부터 약 6,000Km의 유료고속도로를 건설하였지만, 6개의 혼합경제회사(Socite d'Economie Mixte, SEM)와 민간업체가 이를 담당하고 있음.
 - SEM은 지역별로 나뉘어 유료고속도로를 건설하였는데, 건설비용과 건설이후 제반 유지비용 대부분을 통행료 수입으로 조달하고 있음.

- 지역간 고속도로 유료화가 점차 대도시로 확대되는 경향을 보이고 있음.
 - 프랑스 남부의 마르세유(Marseille)의 경우 항만물류도시로 지역간 통행량이 많은 지역임.
 - 항만도시라는 지형적 특성으로 인해 장거리를 우회하여야만 하는 지역이 많아 이들 지역을 연결하기 위하여 건설비용이 상대적으로 많이 소요되는 터널건설이 불가피 하였음.
 - 이에 따른 건설 및 운영비용은 통행료 수입으로 조달하고 있음.
- 프랑스의 고속도로 건설정책은 교통기본권 보장차원에서 무료고속도로와 민간업체의 수익성을 고려하는 유료고속도로의 건설을 조화하는 특징이 있음.

(2) 도로운영관리의 지방분권

- 프랑스는 1980년대 미테랑 정부 집권 후 지방분권화가 가속화되었고 중앙정부의 각종 권한, 시설 및 재원이 지방으로 이양되고 있음.
- 도로부문에서는 지방분권정책의 일환으로 도로기능개편을 추진하였고 2006년 도로조직체계에 대한 대대적인 변화가 있었음.
 - 중앙부처 도로국의 기능과 권한을 대폭 지방자치단체에게 위임하였음.
 - 중앙부처 관리도로는 국가차원의 연속성을 중시하는 도로에 국한됨.
 - 이로 인해 중앙정부는 국가기간교통망인 국도나 무료고속도로를 관리하고 관리업무는 지방도로관리청에 해당하는 DDE(Directions Départementales de l'Équipement)가 담당함.
- 도로 사업은 지역단위 관리소인 21개 SMO(Service régionaux de Maîtrise d'Ouvrage)가 담당하고, 중앙정부가 관장하는 국도나 무료

고속도로는 11개의 DIR(Directions Interdépartementales des Route, 광역도로국)이 관장하게 됨.

- DIR과 SMO는 ‘le décret du 16 mars 2006 et par le décret du 16 mars 2006 modifiant le décret n67-278 du 30 mars 1967’에 의해 설치되었는데 이는 건설성의 지방도로 업무조직에 관한 법령을 대체한 것임.
- 유료고속도로는 지역단위로 나누어진 SEM이 관리하고 있어서 유지관리에 신속히 대처할 수 있는 지역 도로 관리체계를 구축하고 있음.
- 이로 인해 과거와 달리 DDE는 국도와 고속도로 등 총 12,000Km를 관리하게 되어 관리범위가 기존에 비해 약 3배 증가하였음.

(3) 최근의 지속가능한 도로소통정책

- 프랑스 건설교통관련 중앙부처는 명칭에서 ‘건설, 교통’이라는 단어를 ‘환경, 에너지, 지속가능개발’의 의미가 포함된 새로운 명칭 (Ministère de l’Ecologie, de l’Energie, du Développement durable et de l’Aménagement du territoire)으로 변경하였음.
- 프랑스는 중앙부처의 도로 건설 및 유지관리 업무를 지방자치단체에 대폭 이양하고, 중앙부처의 도로관리범위를 국가차원의 주요도로망 정비사업 등에 국한하고 환경보호, 안전 등 국제적인 이슈에 집중하고 있음.
- Duplex 수도권 지하고속도로 교통정보시스템 도입을 통해 파리권 순환도로(A86)의 고질적인 교통정체를 해소하기 위하여 단절된 구간을 연결하여 소통능력을 제고하면서, 스마트폰을 이용하여 언제 어디서나 교통정보를 제공하여 고속도로의 흐름을 원활하도록 하고 있음.

- 민간유료도로회사인 ‘CONFIRROUTE’는 자사의 도로구간 이용 시 에코드라이빙으로 유도하기 위해 각종 도로표지판 등을 설치하여 에너지 낭비와 온실가스 방출을 감소키는 정책을 추진하고 있음.
 - 교통사고 예방을 위하여 운전자 휴게소(Parking Area, Rest Area)를 일정 간격에 설치하고 있음.

4. 도로 부문 온실가스 산정방식²⁾

(1) 미국의 온실가스 산정방식

- 미국의 온실가스 배출량은 IPCC에서 제시하고 있는 가이드라인을 기반으로 하여 산정하고 있고, 이후 새로운 연구결과와 시험데이터를 이용하여 배출량 산정방법, 배출계수 및 활동도 자료 등을 지속적으로 보완하여 산정하고 있음.
- 총CO₂ 배출량은 부문별 연료소비량에 기초한 Top-Down 방식을 이용하여 산정하고 있는데 이 경우에 탄소배출계수를 적용하는 것은 EIA(Energy Information Administration)에서 조사된 연료사용량에 기초한 배출량 산출방법 이용함.
- 이를 통해 산출된 수송부문의 총CO₂ 배출량은 Top-Down 방식으로 차종과 운전조건 등에 따라 분류하고 있는데 이를 위하여 다양한 자료원으로부터 수집된 차종별 연료소비량을 이용하고 있음.
- 수송부문의 CH₄ 와 N₂ O 배출량은 Bottom-Up 방식을 통해 산출되며 수송 분야별, 차종별 및 연료별로 산정함.
- CH₄와 N₂O의 배출계수는 FTP-75³⁾모드 운전조건으로 차량시험을

2) 이현주, 외국의 도로부문 온실가스 산정방식과 시사점, 도로정책 Brief 제42호, 국토연구원, 2011, 4, 3-4면

3) 미국의 연비측정기준으로 LA4모드를 변형한 것으로 LA 시내 아침 출근시 운전패턴을 조사하여 만든 시뮬레이션 주행모드임. 현재 세계적으로 가장 많이 쓰이고 있는 시험모드로 이외에도 EC시험모드와 일본의 시험모드가 있음.

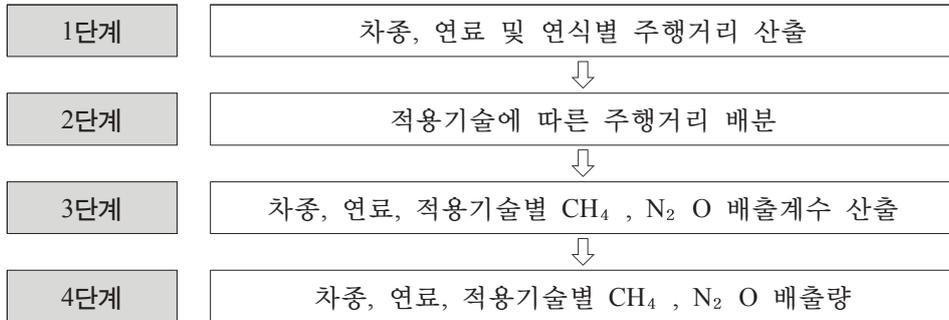
한 결과를 바탕으로 산출한 후 MOBILE6 프로그램을 통해 세부적인 보정을 하고 있음.

- MOBILE6의 최근 버전에서는 시간별, 도로종류별 배출계수까지 산출가능하며 교통수요모형의 시간별 통행량 생성자료와 직접 연계할 수 있음.

[표 3-2] 미국의 화석연료 소비부문 CO₂ 배출량 산정 체계도



[표 3-5] Non-CO₂ 배출량 산정 체계



- 미국의 이동오염원 대기오염 배출모델은 기존 모델들을 연계하고 관련 DB를 동시에 활용하는 통합시스템을 구축하는 방향으로 발전하고 있음.⁴⁾

(2) 유럽의 온실가스 산정방식

- 유럽의 온실가스 배출량 산정방식도 미국과 동일하게 IPCC 가이드라인에서 제시된 방법을 토대로 하고 있지만, 각 나라별 산출방법은 자국의 실정에 따라 선택적으로 이용하고 있음.

[표 3-3] 유럽도로부문 CO₂ 산정방식

국가명	적용방법	활동자료	배출계수
덴마크	COPERTiv	NS	Corinair
독일	IPCC Tier1	NS	CS
핀란드	IPCC Tier2	NS	CS
그리스	COPERTiv	NS	Corinair
이탈리아	COPERTiv	NS, AS	CS
영국	IPCC Tier3	NS	CS

* 주 : CS : Country-Specific, NS : National Statistics
AS : Associations, Business Organization

4) NMIM(National Mobile Inventory Model)과 MOVES(Moter Vehicle Emission Simulator) 모델이 대표적임

- 유럽대기오염배출연구센터에서는 유럽환경청(European Environment Agency: EEA) 회원국들이 CORINAIR 배출목록을 작성할 수 있도록 배출원별 방법을 개발하여 보급하고 있음.
 - CORINAIR배출목록은 유럽대기오염물질 배출원 분류체계(SNAP 97)로 유럽환경청(EEA)에 의해 제공됨.
- COPERT 배출모델은 도로수송 분야의 배출량을 산출하기 위하여 이용되는 모델이며 최근에 COPERT IV의 Ver.6이 발표되었음.
 - COPERT의 방법론은 모든 차종에 동일하게 적용할 수 없기 때문에, 차종별 오염물질별로 다르게 적용하고 있음.
- CH₄ 와 N₂O는 휘발유 승용, 경유승용, 소형(휘발유, 경유) 차량에 대해 운전모드(Urban, Rural, Highway)별로 Hot, Cold Emission을 산출하고 있으며 대형차량(휘발유, 경유)과 이륜차에서 배출되는 CH₄ 와 N₂O는 운전모드별 주행거리에 대한 배출계수로 Hot Emission만을 산출하고 있으며 CO₂ 는 전 차종에 대해 연료 사용량과 배출계수를 이용하여 Hot Emission만 산출하고 있음.

(3) 일본의 온실가스 산출방식⁵⁾

- 일본의 온실가스 배출량은 환경성에서 주관하여 산정하고 있음.
- IPCC의 가이드라인의 Tier 1방법인 수송부문에서 소비된 연료의 연소에 의한 배출량 산정방법을 이용하고 있음.
- CH₄와 N₂O의 경우 차종별로 구분되어 있으나 CO₂ 의 경우 차종 구분이 되어있지 않고 연료별로만 휘발유, 경유, LPG로 구분하고 있음.

$$\text{CO}_2 \text{ 배출량(KgCO}_2 \text{)} = \text{주행량(대} \cdot \text{Km)} \times \text{배출계수(KgCO}_2 \text{ /대/Km)}$$

5) 정경선 외, 도로와 환경, 2010, 359-360면

- 이 경우에 사용되는 배출계수의 산출은 자동차의 연료 소비율에 연료단위량 근처의 CO₂ 배출계수를 곱하여 산출함.

$$EF = EF_0 \times HV \times FC$$

- EF : CO₂ 배출계수(g-CO₂ /Km 또는 g-CO₂ /(km · t))
- EF₀ : 발열량 근처 CO₂ 배출량(g-CO₂ /MJ)
- HV : 평균발열량(MJ/L)
- FE : 연료소비율 원단위 (L/Km 또는 L/(Km · t))

제 2 절 유럽연합(EU)의 도로 유료화 정책

1. EU의 도로 유료화 정책

- 1993년 유럽연합 (European Union, EU) 성립이후, ‘지속가능한 발전 (Sustainable Development)’ 도입논의가 EU 차원에서 꾸준하게 제기 되어 왔음.
- ‘지속가능한 발전’ 논의는 유럽연합 때로는 UN 주도로 사회 각 부문에서 활발히 전개되어 왔으며, 도로교통 분야에 있어서도 ‘지속 가능한 교통체계(Sustainable Transportation)’ 혹은 ‘지속가능한 운송 체계(Sustainable Mobility)’ 논의가 점증하였음.

분야	주요이슈
사회	(교통) 접근성강화, 건강, 안전, 소음, 시야방해
경제	혼잡비용 해결, 도로 및 교량 손상 최소화, 건물부식 등
환경	자원고갈, 기후변화, 산성화, 대기오염, 쓰레기 관리, 식수오염, 과도한 (교통)기반시설 축소

* 출처 : Adapted from Banister et. al., 2000, p.120

- EU는 도로교통 분야의 ‘지속가능한 교통체계’ 구현에 대하여 구체적인 대안 개발을 위해 1993년부터 독자적인 연구를 진행하였고, 이를 통해 도로 유료화(Road Pricing) 정책을 새로운 정책대안으로 제시하고 있음.

연도	제 목	주 요 내 용
1993	Commission Paper on the Future Development of the Common Transport Policy (CTP)	효율적이며, 안전하고, 환경 친화적인 도로교통 체계로의 전환필요성 강조
1995	Commission Green Paper on Towards Fair and Efficient Pricing in Transport (Green Paper)	<ul style="list-style-type: none"> - 교통부문에서 이용객의 금전적 부담이 사회적으로 유발되는 비용에 미치지 못함을 지적하고, 가격정책을 통해 해소할 것을 제안 - 구체적 지향방향으로, 교통부문에서 발생하는 모든 외부효과 (externalities)들을 계량화해서 이를 가격구조에 반영할 것을 제시함 - 화물차에 대한 우선적용 제안
1998	Commission White Paper on Fair Payment for Infrastructure Use	<ul style="list-style-type: none"> - 교통 분야의 가격결정 원칙으로 기존의 ‘Marginal cost pricing’을 대체할 ‘Marginal Social Cost Pricing*’ 제시 - 직접비용 (시간, 차량감가상각비, 연료비 등)과 간접비용 (사고비용, 지정체 비용, 소음으로 인한 불편비용 등) 합산
2001	Commission White Paper on European Transport Policy: time to decid	<ul style="list-style-type: none"> - 도로이용자의 외부비용 부담원칙을 명시하고, 이로 인한 수익은 교통 혼잡 해소에 사용할 것을 권고 - 장기적으로 ‘사회기반시설 사용에 대한 요금제 도입 및 각 교통수단이 유발하는 외부비용의 내부화 가격결정 모형연구’ 필요성 제시

* 기존 ‘marginal cost pricing’에서는 가격산정 시, 도로사용자가 추가로 한 단

위 증가하였을 경우 이로 인해 다른 도로사용자들에게 유발하는 비용만을 고려하나, ‘marginal social cost pricing’에서는 다른 사용자 이외에도 넓은 범위의 이해관계자, 즉, 지역주민, 현세대 및 후손에게 미치는 영향까지도 비용으로 산정하여, 가격결정 구조에 포함시키는 것을 원칙으로 함.

- 도로 유료화 정책의 핵심은 기존의 ‘도로무료공개의 원칙’ 혹은 ‘수익자 부담원칙’과는 달리 ‘도로가 경제·사회·환경에 미치는 비용’들을 객관적으로 산출하여, 그 부담을 통행료 (Toll) 혹은 사용료(Charge) 형태로 도로이용자에게 부담토록 함(Polluter Pays Principle)으로써 도로이용수요를 억제하고, 이를 통해 교통 혼잡 및 사고 저감, 환경비용 최소화를 도모하는데 있음.
- ‘Charge’(사용료)는 시간변수를 고려하여 징수하는 요금이며, ‘Toll’(통행요금)은 거리변수를 고려한 요금을 지칭함.

[표 3-4] 도로 유료화의 경우 고려되는 비용내역

비 용	내 용	증진	변경
인프라 관련비용 (Infrastructure-related costs)	인프라의 계획, 건설, 조사 및 유지관리에 소요되는 비용일체	고려	고려
환경비용 (Environmental costs)	차량 등 이동기관이 유발하는 환경비용 일체 (인체의 건강에 미치는 비용, 오염으로 인한 비용, 토양 및 식수오염비용, 산림훼손비용, 문화재 훼손비용 등)	-	고려
사고비용 (Accident costs)	사고로 인해 유발되는 비용일체 (기물훼손 비용, 긴급의료비용, 치료비용, 대체인력확보를 위한 교육 및 훈련비용, 경찰처리비용, 보험처리비용, 재판비용, 희생자 및 그 가족, 친구의 고통비용 등)	-	고려

비 용	내 용	종전	변경
혼잡비용 (Congestion costs)	교통 혼잡으로 인해 유발되는 비용일체 (업무처리 지연비용, 추가 연료소모비용, 추가 차량감모비용, 추가 대기오염 및 건 강관련 비용, 추가스트레스 및 불편비용 등)	-	고려

* 출처 : Viegas, 2005, pp.11-12

- 도로 유료화 정책은 도입목적에 따라 크게 두 가지, 즉 ‘재원조달 기능’ (Financing Function)과 ‘교통수요 통제 기능’ (Controlling Function)으로 구분됨.
- 두 방식 모두 도로의 불필요한 교통수요를 억제함으로써, 도로의 효율을 도모하고 이를 통해 환경보호에 기여한다는 공통된 목적을 지니고 있으나, ‘재원조달 기능’의 경우 도로교통 인프라 구축 및 관리에 소요되는 경비충당에 주안점을 두고 있고, ‘교통수요 통제 기능’의 경우는 수익창출보다는 교통량 감소를 통한 수요 억제에 중점을 둔다는 데 차이점이 있음.
- 통상 재원조달을 위한 도로 유료화 정책집행 시에는 특정지역과 지역을 연결하는 ‘도시간 도로 유료화 정책 (Inter-urban road pricing)’이 일반적이며, 교통수요 통제 정책집행 시에는 특정 도시의 혼잡 구간만을 대상으로 하는 ‘도시 내 도로 유료화 정책 (Urban-road pricing)’이 선호되고 있음.
- ‘재원조달 기능’을 강조한 도로 유료화 정책의 예로는 독일이나 스위스의 연방고속도로에서 시행되는 ‘화물차 통행료 징수시스템’을 들 수 있으며, ‘교통수요 통제기능’ 측면의 예는 영국 런던이나 스웨덴 오슬로에서 시행되고 있는 혼잡통행료 징수제도를 들 수 있음.

- 도로 유료화 정책의 구체적인 적용형태는 고속도로(Motorway) 혹은 주간 간선도로(Interstate highway) 등 도시와 도시사이를 연결하는 도로에 대해 적용되는 'Inter-urban road pricing'과 특정한 도시 내의 도로를 대상으로 적용되는 'Urban road pricing'이 있음.
- 독일 또는 스위스의 고속도로에서 실시되는 통행료 징수시스템은 'Inter-urban road pricing'의 예이며, 런던이나 오슬로의 혼잡통행료 징수시스템은 'Urban road pricing'의 예임.

[표 3-5] 기능에 따른 도로 유료화 정책의 구분

기능	재원조달 (Financing)	교통수요 통제 (Controlling)
공통목적	환경보호	
주 목적	수익창출 (투자재원 확보)	교통수요 억제
실례	독일 및 스위스의 화물차 통행료 징수제도	런던 및 오슬로의 혼잡통행료 징수제도
선호정책	Inter-urban road pricing	Urban road pricing

* 출처 : Adapted from SNRA, 2003; Ohery 2010

- '도로 유료화' 정책의 성공적 도입 및 확산에는 여러 가지 장애물도 존재함.
- 우선적으로 새로운 비용부담에 대한 납부자의 부정적 인식 및 반발이 종종 발생하고 있으며, 이는 종종 정치적 이슈로 연계되어 진입장벽을 형성하기도 함.
- 아울러, 도로 유료화 정책으로의 이행과정에서 기존 법제도와와의 마찰이 야기될 수 있으며, 관련기술의 개발 및 적용과정에서 기존의 경제적 이해관계에도 변동을 초래할 가능성이 높은 것으로 관측되고 있음.

- 이를 극복하기 위해서는 정부차원의 이해관계 조정 및 일관된 정책추진 노력이 필요한 것으로 평가되고 있음.

2. 영국의 도로 유료화 정책-London의 혼잡통행료 정책

(1) 추진경과

- 영국의 ‘도로 유료화’ 도입필요성은 EU차원의 논의보다 훨씬 앞선 1964년 영국 교통부에서 발간된 스미드 리포트 (Smeed Report)에서 처음으로 제안하였고, 이는 점증하는 도로건설 및 관리비를 충당하고 아울러 당시 전후 경제성장과 맞물려 새롭게 부각되던 도시 지역 교통 혼잡 및 환경훼손 문제의 해결을 위해 도로 이용객에게 비용을 징수하는 방안을 제시하였음.
- 스미드 리포트의 제안은 차량을 보유한 고소득 유권자의 반발을 우려한 정치권의 반대로 실제 적용되지는 못하였지만, 1990년대 유럽연합의 ‘도로유료화 정책’ 논의를 촉발하는데 커다란 영향을 미쳤다고 할 수 있음.
- 이후 1995년 영국 교통부에서 작성한 ‘런던지역 혼잡통행료 징수 프로그램보고서(Report of the London Congestion Charge Programme)’를 통해 런던의 혼잡통행료 징수도입에 관하여 보다 구체적인 제안이 이루어지게 됨.
 - 이 보고서는 기존 런던의 차량증가 및 도로용량 확충실적을 바탕으로 추세분석을 실시하고, 이를 통해 런던의 교통 혼잡이 향후 10년 내에 매우 심각해질 것으로 예상함.
- 이 보고서를 바탕으로 1998년 런던 시 당국은 교통정체 해소를 위해 선택 가능한 다양한 정책옵션들의 실행가능성을 점검하기 위한 전담팀(ROCOL, The Review of Charging Options for London)을 구성하였음.

- 전담팀에서는 도심혼잡지역을 설정하고 일정액(약 5파운드)을 부과할 경우, 다른 옵션들에 비해 혼잡통행료가 효과적이라는 결론을 제시하였음.
- 1999년 ‘런던시 자치에 관한 법률 (Greater London Authority Act)’이 의회를 통과하게 됨에 따라 혼잡통행료 부과 등 교통정책 시행에 대한 런던시장의 자치권이 확보됨.
- 2000. 5월 런던시장 선거에서 노동당의 Ken Livingstone 후보가 런던도심지역 혼잡통행료 징수를 선거공약으로 제시하였고, Livingstone의 당선으로 혼잡통행료 징수논의가 본격화되었음.
 - Ken Livingstone은 시장 당선과 함께 혼잡통행료 도입을 위한 태스크포스를 구성하고, 주민의견 수렴절차를 개시함.
- Ken Livingstone 시장은 2001년 주민의견 수렴절차를 마무리 짓고, 2002년 2월 런던도심지역에 1년 후인 2003. 2. 17에 혼잡통행료를 시행하기로 결정하였음.
- 런던시장은 1999년 제정된 ‘Greater London Authority Act’법에 의거, 중앙정부의 별도 승인 없이 혼잡통행료 도입을 결정할 수 있지만 기타 지역은 ‘Transport Act 2000’에 의거 중앙정부의 승인을 거쳐야 하는 차이점이 있었음.
- 2007. 2월 징수지역을 런던의 도심지역에서 런던 서부지역까지 확장하게 됨
 - 상업 및 주거지구 (Westminster, Chelsea, Kensington 지역을 포함)
 - 서부지역 거주민 약 230,000명
- 2011. 1월 보수당 후보인 Boris Johnson이 시장에 당선되면서 혼잡통행료가 소상공인이 밀집한 서부지역 경제에 미치는 부정적 영향을 이유로 하여 2007년의 서부지역 확장조치를 무효화하였음.

[표 3-6] London 혼잡통행료 도입관련 주요일정

연도	주요 일정
1995	Report of the London Congestion Charging Research Programme
1998	Report of the Road Charging Options for London (ROCOL)
1999	런던자치법 (Greater London Authority Act) 발효
2000	新교통법 (Transport Act 2000) 발효
2000. 5월	Ken Livingstone 런던시장 취임
2000. 7월	Public Consultation 절차개시
2001	Public Consultation 종료, 최종보고서 제출
2003. 2월	혼잡통행료 징수개시
2007	런던 서부지역으로까지 확대개편
2011. 1월	런던 서부지역 징수범위에서 제외

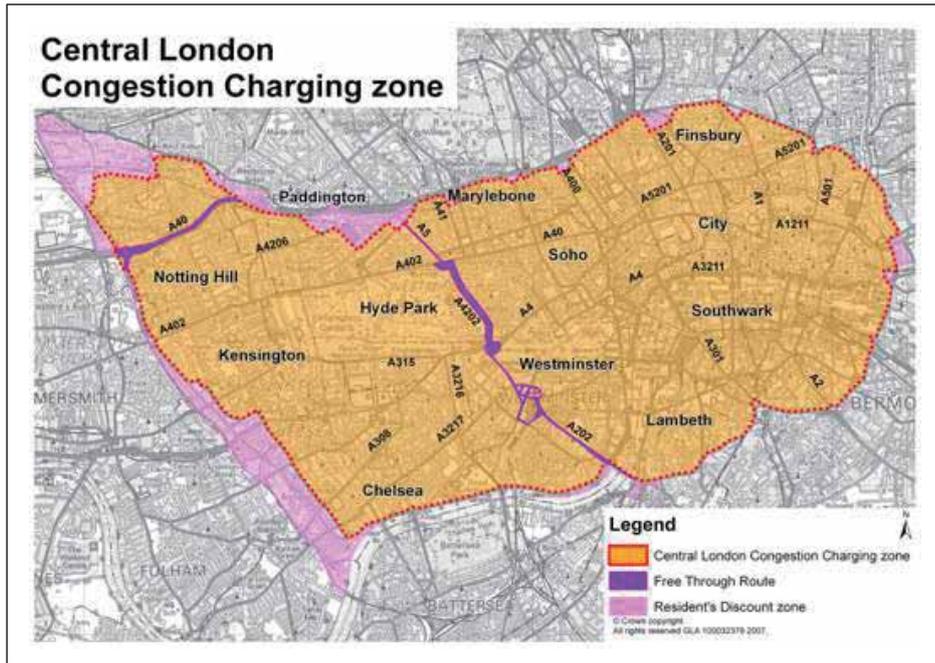
* 출처 : www.tfl.co.uk; Ho and Maddison, 2008

(2) 주요 도입목적

목적	내용
A	런던의 지속가능하며, 효율적인 경제발전에 기여
B	런던교통시스템에 대한 접근성을 높이고 이용 장벽을 제거
C	런던주민의 건강 및 복리증진 도모
D	런던교통시설을 이용하는 노동자, 주민 및 여행객의 안전 도모
E	지구온난화 완화에 기여
F	런던내의 역사적, 고고학적, 사회문화적 환경 보존 및 증진에 기여

* 출처 : Transport for London, 2010, Integration Impact Assessment, pp.2-3

[그림 3-5] London 혼잡통행료 징수지역



* 출처 : <http://www.tfl.gov.uk/tfl/roadusers/congestioncharge/whereandwhen/>

(3) 세부 운용현황

- 원칙적으로 평일 07:00 - 18:30 시간대에 혼잡통행료 징수구역으로 들어오는 모든 차량은 혼잡통행료 납부의무가 발생하며, 1회납부로 당일에는 무제한 출입이 허용됨.
- 납부금액은 당일 납부 8파운드 (약 16,000원) 익일 납부 10파운드 (약20,000원)로 납부는 우체국, 전화, 인터넷, 핸드폰 문자메시지, 셀프서비스 기계, 소매점, (일부) 주유소 등에서 가능하도록 함.
- 미납차량에 대해서는 차량소유주에게 80파운드 (약160,000원)의 범칙금을 부과하고, 범칙금 누적금액이 과다한 상습 위반차량에 대

해서는 민간에 위탁한 단속업체를 통해 별도로 추적하여 징수하도록 하고 있음.

- 미납차량의 단속은 자동번호판인식시스템 (ANPR; Automatic Number Plate Recognition)을 활용하여 이루어지고 있음.

○ 일정한 요건을 갖춘 경우에 혼잡통행료를 할인해주거나 면제해주고 있음.

- 90% 할인 : 혼잡통행료 징수지역 거주민

- 면제차량 : 장애인표지를 부착한 차량, 대체연료 사용차량, 전기 추진 차량, 9인용 이상 차량, 모터사이클, NHS (National Health Service) 차량, 런던시에 등록된 택시, 군용차량, 런던시 업무용 차량

(4) 운용효과

○ 2003. 2월 혼잡통행료 부과가 개시된 이후 그 효과에 관하여 런던시 교통당국(Transport for London)은 혼잡도 감소, 런던 시내로의 유입차량의 감소, 대중교통수단(버스) 이용객의 증가 등을 들어 성공적이라고 평가하고 있음.

① 혼잡도 감소 (vehicle-km 변화)

구 분	2002 vkm	2003 vkm	2004 vkm	% change 02 to 03	% change 03 to 04
모든 차량기준	1.64	1.45	1.38	-12%	-5%

* 출처 : Santos, 2008, p.281

② 유입차량 감소

- 2002년 대비 2007년 차량감소율 (평균) : 16%
- 2002년 대비 2007년 징수대상차량의 차량감소율 : 29%
- 2002년 대비 2007년 면제차량 (버스, 사이클 등) 증가율 : 15%

③ 대중교통수단(버스) 이용객의 증가

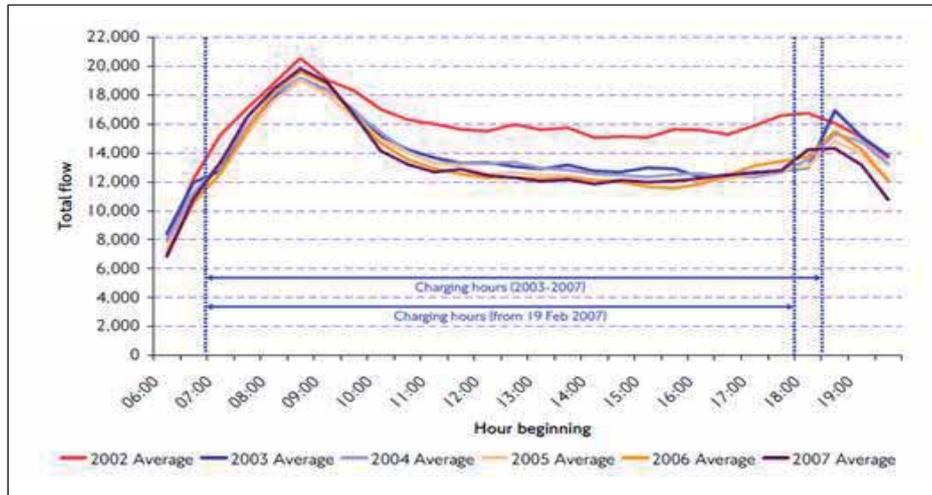
	오전 피크시간대 (07:00 - 10:00 am)		
	승객 수	버스	버스 1당 승객 수
Autumn 2002	77000	2400	32
Autumn 2003	106000	2950	36
% 변화	+38%	+23%	+12%

[표 3-7] 런던 혼잡통행료 징수구간 내 교통량 변화추이 (2003 - 2007년)

	2003 vs 2002	2004 vs 2003	2005 vs 2004	2006 vs 2005	2007 vs 2006	2007 vs 2002
All Vehicles	-14%	0%	-2%	0%	0%	-16%
4 or more wheels	-18%	-1%	-2%	-1%	0%	-21%
Chargeable	-27%	-1%	-3%	0%	1%	-29%
Cars & nimitcabs	-33%	-1%	-3%	-1%	0%	-36%
- Vans	-11%	-1%	-4%	2%	1%	-13%
Lorries and other	-10%	-5%	-4%	6%	9%	-5%
Non-chargeable	17%	1%	-1%	-1%	-1%	15%
Licensed taxis	17%	-1%	1%	-3%	-5%	7%
Buses & coaches	23%	8%	-4%	-3%	5%	31%
Powered 2wheels	13%	-2%	-9%	0%	-3%	-3%
Pedal cycles	20%	8%	7%	7%	12%	66%

* 출처 : Impacts Monitoring, 2009, Transport for London

[그림 3-6] 런던 혼잡통행료 징수시간대별 교통량 변화추이(2002 - 2007 평균)



* 출처 : Impacts Monitoring, 2009, Transport for London

(5) 통행료 수익내역 및 배분현황

- 2004 - 2008년 동안 총 £ 881million (한화 약 1조6천억원)의 혼잡 통행료가 징수되었으며, 운용경비를 제외하고 £ 479 million (한화 약8천6백억원)의 순수익을 거둔 것으로 나타남.
- 이러한 순수익은 ‘버스 서비스 개선’에 £ 391 million (82%), ‘도로 및 교량개선’에 £ 24million (5%), ‘보도 및 사이클 도로 개선’에 £ 17million (4%) 등이 사용된 것으로 나타남.

[표 3-8] 통행료 수익내역 및 배분현황

(Unit: £ million)

Financial year	Total	2007/08	2006/07	2005/06	2004/05
Scheme Revenues					
Revenues	881	268	213	210	190
OC* & AC**	402	131	90	88	93

Financial year	Total	2007/08	2006/07	2005/06	2004/05
Net Revenues	479	137	123	122	97

Use of Revenues					
Bus network	391	112	101	100	78
Roads & Bridges	41	13	14	14	-
Road safety	24	4	5	4	11
Walking & Cycling	17	4	3	4	6
Others	6	4			2
Total	479	137	123	122	97

* OC : Operation costs **AC: Administration costs

* 출처 : Adapted from Impacts Monitoring 2005 - 2008, Transport for London

(6) 평가 및 시사점

- 런던의 혼잡통행료 징수제도는 국제적 규모의 대도시에서 처음으로 도입된 본격적인 도로 유료화 정책이라는 상징성뿐 아니라, ‘지속가능한 교통체계’의 장기적 구축전망을 시험할 수 있는 계기라는 점에서 다른 유럽국가 뿐만 아니라 미국, 아시아 등지의 큰 관심을 유발하고 있음.
- 그동안의 운용성과를 감안한다면 혼잡통행료 징수가 도심 유입 차량의 감소를 유도하고, 이를 통해 추가적인 도로부문의 투자 없이 교통효율을 증가시킨 것은 가시적인 성과로 평가됨.
- 이를 통해 대중교통 및 기타 친환경적인 도로시설 개선을 위한 안정적인 재원을 마련하였다는 점도 긍정적인 요소로 평가받을 수 있음.
- 그러나 최근 지역경제에 미치는 부정적 영향을 이유로 징수가 이루어지고 있던 런던서부지역의 징수철회가 이루어지는 등 혼잡통행료가 세대 간 형평성 확보를 목표로 경제·사회·환경의 조화로

운 발전을 꾀하는 ‘지속가능한 발전’의 안정적인 모델로 평가하기에는 아직은 시기상조라고 할 수 있음.⁶⁾

3. 독일의 고속도로 화물차 통행료 징수정책

(1) 독일 화물차 통행료 징수(HGV)

- 독일 고속도로(아우토반)의 화물차 통행료(Heavy Goods Vehicle Tolls: HGV)징수는 2005년에 최초로 도입되어 실시 중에 있음.
- 이 제도는 1999년 유럽연합 (EU)에서 제정한 ‘특정 간접자본의 활용을 위한 화물차 요금징수법’ (EU Directive 1999/62/EC)에 근거하고 있음.
- EU Directive 1999/62/EC는 유럽연합에 소속된 국가들이 도로 유료화 정책을 도입할 경우 고려하여야 할 규정으로써 2006년 유럽연합의회에서 개정안이 발의·통과되어 ‘EU Directive 2006/38/EC’로 변경되었음.
- 2006년 개정법령은 개정된 통행료 또는 사용료 징수범위를 확대하고, 환경오염의 기여도에 따른 부담원칙(‘Polluter pays Principle’)을 강화하였는데 그 주요내용은 다음과 같음.
 - Article 7/2(a) (유럽연합) 가입국은 최대허용중량 12톤 이상의 화물차량에 대해서 통행료 또는 이용요금을 선택적으로 부과할 수 있으며, 적용은 유럽횡단도로망 (trans-European road network)의 전체 또는 부분에 속하여야 한다.

6) 이러한 혼잡통행료와 관련하여 우리나라에서도 ‘녹색성장위원회’에서도 녹색교통 확대를 위해 서울지역의 혼잡통행료 징수지역을 기존의 남산 1·3호 터널에서 강남 등 주요 교통 혼잡 지역으로 확대하고, 추가로 기타 지방 대도시 지역에서도 추가도입을 건의한 바 있음. 2009. 11. 5일 서울경제신문 사회면 “[녹색성장위 6차 회의] 혼잡통행료 확대해 철도 중심 대중교통 이용 늘린다” (<http://economy.hankooki.com/lpage/society/200911/e2009110518385593760.htm>) 참조.

- Article 7/2(b) 본 법에 의해 시행되는 통행료 (Toll) 또는 이용요금 (Charge) 징수는 2012년부터 3.5톤 이상의 모든 화물차량에 대해 적용한다.
- Article 7/3 본 법에 의해 시행되는 통행료 또는 이용요금 징수는 동일한 도로 구간에서 동일한 차량에 대해 중복 적용할 수 없다.
- Article 7/9 본 법에 의해 시행되는 통행료의 징수는 총 인프라 구축비용의 회수범위 (recovery of infrastructure costs) 안에서 이루어짐을 원칙으로 한다.
- Article 7/10(a) 가입국은 차량이 환경에 미치는 영향이나 혼잡해소, 기반시설에 미치는 손상효과, 도로안전에 미치는 영향 등을 고려하여, 요금을 차별하여 징수할 수 있다(예: 차량유형, 엔진타입, 사용에너지원, 오염배출량 등).
- Article 7/10(b) (요금차별화)
 - 유럽환경기준에 의한 차량등급 (Euro Class)을 반영하여 차별화할 수 있다.
 - 시간대별 또는 계절별로 요금을 차별화 할 수 있다.
 - 최고요금은 최저요금의 100%이상이 되어서는 안 된다. 만약 최저요금이 '0 (zero)'일 경우의 최고요금은 해당차량에 부과될 금액의 50% 이하로 한다.
- Article 7/10(b) 가입국은 이 법령에 의한 통행료 징수가 다음 조건을 충족한다고 판단하는 경우, 시행조건을 완화하거나 도입을 늦출 수 있다.
 - 이 제도도입으로 인해 자국의 도로통행료 징수의 일관성이 훼손된다고 판단될 경우
 - 요금차별화 도입이 기술적으로 불가능하다고 판단될 경우
 - 이 제도도입으로 인해 오염물질 과다배출 화물차량들이 유럽횡단도로망 이외 도로로 우회하여, 도로안전·공공의 건강훼손이 예상될 경우

(2) 도입배경 및 목적

- 독일정부에서는 1999년 EU Directive 1999/62/EC가 공포되자, 2000년 12,000Km에 이르는 독일의 모든 고속도로에 ‘화물차 통행료징수 시스템’ 도입을 확정하고, 관련법령 정비 및 기술개발 등을 거쳐 2005. 1. 1일부터 독일내 12,000Km에 이르는 아우토반에서 실시를 결정함.
 - 독일의 화물자동차 징수계획은 2000년에 확정되어 관련 준비를 거쳐 당초 2003. 8.31일부로 시행할 예정이었으나, 지방정부와의 협의지연, 징수기술의 안정성 문제 등으로 인해 결국 2005년으로 연기된 것임.
 - 이러한 시행지연으로 인해 독일 정부가 추산한 통행료 손실추정 금액은 월 163million €(2003년), 233 million €(2004년)에 달함 (Doll and Link, 2007).
- 독일정부가 화물차 통행료 징수에 대해 적극적인 이유는 ① 화물차 운행시 도로훼손의 기여도가 일반차량보다 높다는 점, ② 유럽대륙 중앙에 위치한 지정학적 특성상 대륙을 횡단하는 외국의 화물차 비중이 다른 나라보다 많기 때문에(약 35%-40%) 통행료 징수에 대해 국민들의 저항감이 상대적으로 낮다는 점 등이 있음.
- 이에 따라 독일정부는 제도 도입을 위해 ① 화물자동차의 도로사용에 대한 수익자 부담원칙 확립, ② 운송수단간 보다 나은 경쟁환경 조성, ③ 교통수단 투자재원 마련 (도로, 철도, 운하 등 포함), ④ 혁신적 도로 유료화 기술에 대한 독일의 국제적 기술우위 확보의 4가지를 제시하고 있음.

(3) 법적근거

- 화물차에 대한 통행료 징수의 법적 근거로는 The Motorway Toll Act for Heavy Commercial Trucks, Regulation Setting the Amount of

Toll, The German Toll Order, Toll Route Extension Order를 들 수 있음

- The Motorway Toll Act for Heavy Commercial Trucks : 독일정부가 통행료금액을 결정, 징수할 수 있는 근거 및 권한을 부여함
- Regulation Setting the Amount of Toll : 통행료 산정기준 및 공표를 위한 세부절차 기술
- The German Toll Order : 화물차 통행료 징수와 관련하여 통행료 징수를 대행시키는 근거, 민간업체의 의무 및 책임범위 기술
- Toll Route Extension Order : 통행료 징수범위를 고속도로 이외 주요 간선도로로까지 확대할 수 있도록 함

(4) 세부 운용방식

- 통행료 징수는 Chrysler, German Telecom, Cofiroute의 3사 컨소시엄으로 구성된 민간업체(ETC Consortium)에 위탁함.
 - ETC 컨소시엄은 대행에 따른 대가로 전체 통행료 징수액의 20%를 운영경비로 돌려받음.
- 요금징수방식은 상시 이용자를 위한 자동징수 시스템 (Automatic system)과 비상시 이용자를 위한 수동시스템(Manual system) 두 가지 방식을 함께 사용함.
 - Automatic system : 차량 내에 GPS 수신기가 장착된 단말기 (OBU)를 설치하고 GPS와의 교신을 통해 차량의 주행거리를 측정하고, 이에 따라 요금을 부과·징수하는 체제로써 요금징수를 위해 별도의 정차나 톨 부스설치가 필요 없음.
 - Manual system : 국경에 설치된 키오스크 혹은 콜센터를 통해 이동루트를 사전예약 혹은 입력하고 해당요금을 결제하는 방식(단속시 증빙을 위한 이동노선이 명기된 영수증이 발급되며, 독일 내 이동 중 소지의무)

- 단속은 독일 정부 내 연방화물운송국(Federal Office for Goods Transport)이 주관하여 일정거리마다 지지대(Gantry)를 세우고 자동번호인식 카메라 및 근거리전용통신(DSRC)를 이용하여 미납차량을 적발하는 ‘자동단속’ 방식과 300여대의 단속차량을 동원한 유인단속 방식(2005년 및 2006년 위반율은 각각 3% 및 1%임)으로 이루어지고 있음.
- 요금징수는 주행거리(Km travelled), 차량의 축수(number of vehicle axles), 환경기준(Emission class)의 세 가지 요인을 고려하여 달리 규정하고 있음.
- 환경기준은 유럽환경기준에서 정한 6등급(EURO 0~EEV)을 분진 저감장치 장착여부 등을 고려하여, 4등급(A-D)으로 재분류한 후 이를 다시 차량의 축수(3축 이하 혹은 4축 이상 구분)를 감안하여 각기 다른 요금을 적용하도록 하고 있음.
 - 2010년 기준으로 Km당 평균주행요금은 12.4센트 수준임.

[표 3-9] HGV 요금설정을 위한 환경기준

Category	A	B	C	D
Euro Emission Class	S5, EEV class 1	S4, S3 with PMK* 2-4	S3 w/o PMK S2 with PMK 1-4	S2 w/o PMK S1 and vehicles not assigned to an emission class

* Source: www.toll-collect.de

[표 3-10] Km 당 HGV 요금산정표

Category	Axles	From 1 Jan 2009	Form 1 Jan 2011
A	Up to 3	0.141 €	0.140 €
	4 or more	0.155 €	0.154 €
B	Up to 3	0.169 €	0.168 €
	4 or more	0.183 €	0.182 €

Category	Axles	From 1 Jan 2009	Form 1 Jan 2011
C	Up to 3	0.190 €	0.210 €
	4 or more	0.204 €	0.224 €
D	Up to 3	0.274 €	0.273 €
	4 or more	0.288 €	0.287 €

Source : www.toll-collect.de

- 통행료 수익 중 ETC 컨소시움에 지급되는 20%를 제외한 순수익은 전액 독일 내 교통시설의 개선 및 품질향상에 사용토록 규정하고 있음.
 - 이러한 통행료 수익에 대한 구체적인 배분에 대해서 도로 50%, 철도 38%, 내륙운하 12%로 규정하고 있음.

(5) 독일의 HGV 시스템 운영 평가

1) 긍정적 측면

- 독일정부 발표에 따르면, 화물차 통행료 징수 시스템이 도입된 결과 친환경차량이 급속히 증가한 것으로 나타남.
 - 최고 친환경등급인 S5 및 EEV 해당 차량이 2005년 1%에서 2008년 40%로 급증한 것으로 나타났으며, 반면 오염배출량이 많은 S0, S1, S2 등급차량은 같은 기간 48%에서 8%로 감소한 것으로 나타남.
- 매년 약 4천억원(3billion €)이상에 달하는 통행료 수입으로 인해 사회간접자본망의 확충 및 보수경비를 확충할 수 있다는 점도 장점으로 들 수 있음.
 - 구체적 수익내역을 살펴보면 수익은 앞서 언급한 원칙에 따라 도로건설 및 개량 (50%), 연방 철도시스템 개선 (38%), 운하 개선 (12%)에 재투자되는데 시행 첫해인 2005년 €2.86 billion, 2006년 €3.08 billion을 기록하였음.

2) 부정적 측면

- 전체 도로 중 일부에 불과한 고속도로에만 적용하기 때문에 화물차가 국도로 우회하는 등 초기 예상한 화물교통량의 감소에 대한 실질적인 효과에 대한 의문이 제기되고 있음.
- 환경보호측면에서 비교적 저렴한 가격구조로 인해 철도 등 상대적으로 친환경적인 교통수단으로의 수송전환이 미흡하다는 문제가 있음.
- 환경론자들을 중심으로 외부비용요소들을 보다 충실히 가격구조에 반영시킴으로써 요금체제의 대폭적 인상을 도모하고, 이를 통해 교통전환을 유도하여야 한다는 지적이 있음.
- GPS 및 DSRC를 기반으로 한 통행료 징수기술이 인근 국가(스위스 등)의 요금징수기술과 호환이 이루어지지 않아, 화물 기사들에게 불편을 야기하고 있다는 지적이 있음.
- 이와 관련하여 독일정부에서는 유럽연합 차원에서 통행료 징수기술의 표준화 및 산업표준의 정립 필요성이 제기되고 있음.

제 3 절 녹색고속도로 구축을 위한 차등요금제

1. 개 관

- 친환경 녹색성장이라는 정책기조에 따라 교통부문에서 교통 혼잡 및 CO₂ 발생 등 교통부문에서의 사회적 비용에 대한 교통정책의 마련이 필수적이라는 문제의식에 기초하여 차등요금제의 도입이 고려되기도 함.
- 고속도로 차등요금제는 고속도로 통행료를 경우에 따라 차등화 하여 이용자에게 부과하는 제도로써 일반적으로 그 부과방법과 목적에 따라 이부요금제, 부하가격요금제, 차별요금제, 혼잡요금제 등으로 구분하기도 함.

[표 3-11] 차등요금제의 종류 및 특징

구분	이부요금제	부하가격요금제	차별요금제	혼잡요금제
개념	· 기본요금 + 이용거리에 부과하는 주행요금	· 첨두, 비첨두시 차등요금 적용	· 독점기업이 이윤 극대화를 위해 가격 탄력성이 낮은 시간대에 요금을 차별적으로 부과	· 사회비용 최소화를 위해 혼잡 유발 차량에게 혼잡비용을 부과
요금 적용 방법	· 기본요금+ 주행요금	· 첨두시 할증 · 비첨두시 할인	· 가격탄력성에 따라 요금부과	· 혼잡시간대 할증
요금 부과 목적	-	· 첨두시 수요를 비첨두시로 유인	· 이윤극대화	· 외부비용의 내부화
장점	· 단거리 이용자 간에도 이용 거리에 따라 요금 차별화 · 거리비례요금제에 비해 장거리 이용자의 요금부담 완화	· 첨두시 수요 전환 · 속도 등 서비스 수준 향상 · 시간대, 요일, 계절별로 적용 가능	· 수요가격탄력성에 따른 차별적인 요금 적용 가능 · 탄력성에 따른 요금부과의 형평성 향상	· 혼잡도를 고려하여 부과 가능 · 수요전환 · 서비스수준 향상
단점	-	· 통합채산제 및 이부요금제와의 상충이 없음 · 첨두시 할인, 비첨두시 할증 방안	· 한국도로공사는 공기업으로 이윤극대화 요금제 적용불가 · 3차 가격차별의 경우 차종별 구분 적용 가능	· 이중징수라는 비판 가능 · 기존제도와 상충 · 추가수입분 이용문제 발생

- 차등요금제에 대하여 교통수요가 많고 적음에 따라 통행요금의 높고 낮음이 결정되는 ‘똑똑한 요금제’라는 평가를 하기도 함.⁷⁾

2. 캐나다 407ETR 고속도로의 차등요금제

- 캐나다 407ETR 고속도로는 사용여부와 상관없이 세금이 들어가는 것이 아니라 사용자에게만 통행료를 부과하는 고속도로임.
- 캐나다 고속도로 통행요금은 차선을 추가하고, 고속도로 유지·서비스 개선 등에 사용됨.
- 초기 7년간 도로관리회사는 고속도로 확장, 고객 서비스 개선 등에 7억 달러를 투자하였고, 이로 인해 빠르고 안전하고 신뢰할 수 있는 407ETR 고속도로 이용이 가능하게 된 것으로 알려짐.

[표 3-12] 캐나다 407ETR 고속도로 요금제 - 승용차(Light Vehicle) 기준

승용차(Light Vehicle) - 5000Kg & under* - Passenger cars, vans, limos, pickups, sport utility trucks, light duty trucks	단말기방식 Transponder Recorded	비디오 방식 Video Recorded
일반 구간 요금-침두(Regular Zone Rate) - 침두 기간 월-금: 6am-7:30am, 8:30am-10am, 3pm-4pm, 6pm-7pm - 침두 시간 월-금: 7:30am-8:30am, 4pm-6pm	22.75¢ /km 22.95¢ /km	22.75¢ /km 22.95¢ /km
할인 구간 요금-침두(Light Zone Rate) - 침두 기간 월-금: 6am-7:30am, 8:30am-10am, 3pm-4pm, 6pm-7pm - 침두 시간 월-금: 7:30am-8:30am, 4pm-6pm	21.25¢/km 21.45¢/km	21.25¢/km 21.45¢/km

7) 고용석, 차등요금제 해외사례: 똑똑한 요금으로 녹색 고속도로 구축, 도로정책 Brief 제41호, 국토연구원, 2011.3 p.3

제 3 장 주요외국의 저탄소 녹색도로를 위한 도로정책

주말 비수기 요금-비첨두(Off-Peak Rate Weekdays) - 10am-3pm, 7pm-6am, 주말 & 휴일	19.35¢/km	19.35¢/km
Transponder 월 임대	\$2.75**	\$0.00
Transponder 연 임대	\$21.50***	\$0.00
월 계정 요금	\$0.00	\$2.75
비디오 톨 요금(Video Toll Charge)	\$0.00 per Trip	\$3.65 per Trip
여행 톨 요금(Trip Toll Charge) (Km 요금제 비적용)	\$0.50 per Trip	\$0.50 per Trip

* 순중량 또는 등록된 순중량

** 사용에 관계없이 계정에 연결된 송수신기에 대해 \$1가 매월 청구됨

*** 연간 수수료는 환불되지 않음. 매년 1년이 되는 날로부터 6개월 이하가 남아 있는 경우 사용에 관계없이 계정에 연결될 송수신기에 대해 \$9.95와 계정에 연결된 각 추가 송수신기에 대해 \$5가 매년 청구됨.

[그림 3-7] 캐나다 407ETR 고속도로 구간

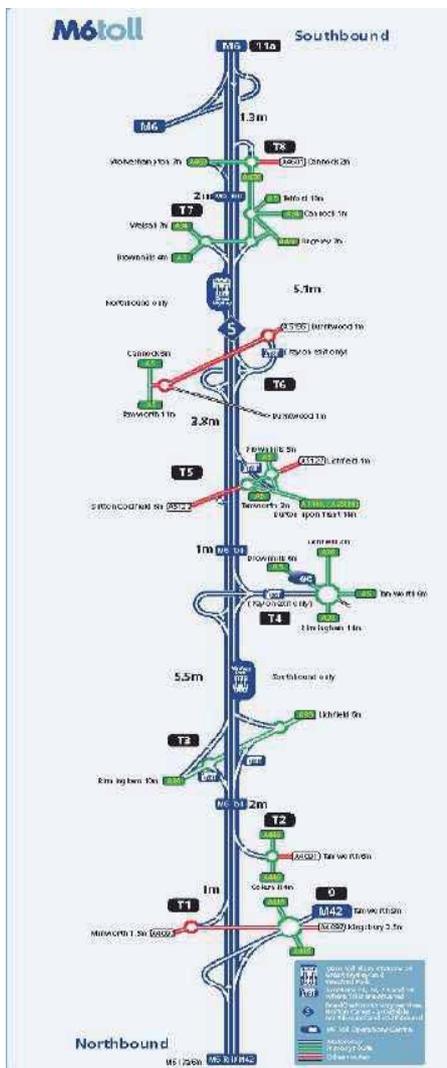


3. 영국 M6 Toll의 균일요금제

- M6Toll은 Midlands의 가장 정체가 심한 구간을 우회하는 도로로 총 27마일의 구간에서 운영되고 있음.

[그림 3-8] M6 Toll 전체 구간도

[그림 3-9] M6 Toll 위치



[그림 3-10] M6 Toll Tag 차량 설치



[그림 3-11] M6 Toll 요금 징수



제 3 장 주요외국의 저탄소 녹색도로를 위한 도로정책

- 총 5개의 차종(Class1-5)으로 구분하고 있으며, 23시를 기준으로 주야를 구분하고 있음.
- 평일요금(£ 5.3)이 주말요금(£ 4.8)보다 높게 설정되어 있으며 야간에는 주중과 주말을 구분하지 않고 동일한 요금(£ 3.8)을 적용하고 있음.
- 자동징수태그를 부착한 차량에 대해서는 5%의 요금을 할인하고 있음.

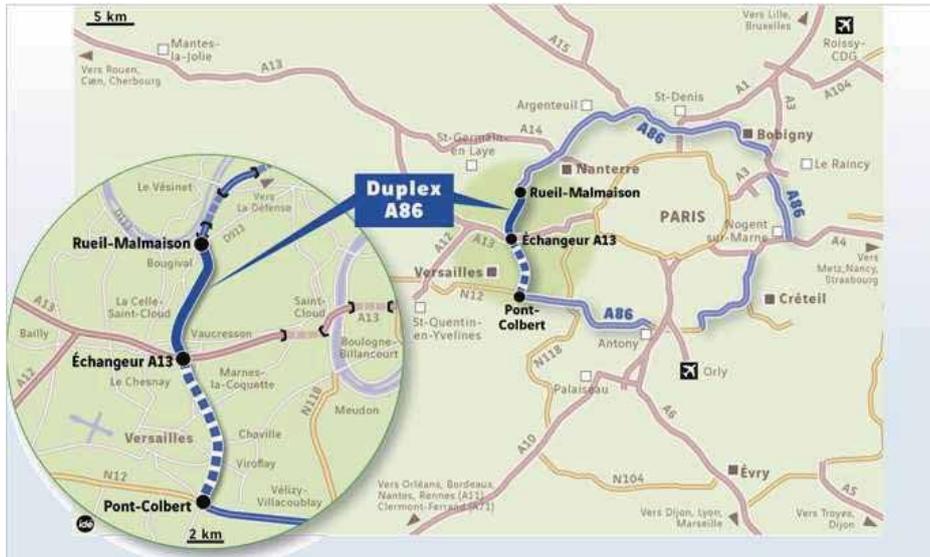
[표 3-13] 영국 M6 Toll의 균일 요금제

Class	Mon - Fri (06:00 - 23:00)		Sat - Sun (06:00 - 23:00)		Night (23:00 - 06:00)	
	Non-Tag customer	Tag customer (5% discount)	Non-Tag customer	Tag customer (5% discount)	Non-Tag customer	Tag customer (5% discount)
CLASS 1 e.g. motorbike	£3.00	n/a	£2.80	n/a	£1.80	n/a
CLASS 2 e.g. car	£5.30	£5.03	£4.80	£4.56	£3.80	£3.61
CLASS 3 e.g. car & trailer	£9.60	£9.12	£8.60	£8.17	£7.60	£7.22
CLASS 4 e.g. van or coach	£10.60	£10.07	£9.60	£9.12	£8.60	£8.17
CLASS 5 e.g. HGV or coach	£10.60	£10.07	£9.60	£9.12	£8.60	£8.17

4. 프랑스 Duplex A86 고속도로의 균일요금제

- Duplex A86의 첫 구간은 파리 지역에서 Rueil-Malmaison과 A13 (Vaucresson-Le Chesnay)으로 24시간 운영되고 있음.
- A13 인터체인지와 Pont Colbert 구간은 2년 동안 개방될 예정임.
- Duplex A86은 파리 서부의 교통량을 완화할 수 있는 혁신적인 구조로 시간 절약, 안전 확보 및 환경보호를 할 수 있을 것으로 예상됨.

[그림 3-12] 프랑스 Duplex A86 고속도로 구간



- 프랑스 Duplex A86고속도로의 경우 차종별로 요금 차등을 두는 것이 아니라 차종에 상관없이 시간에 따라 차등징수하고 있으며 평일요금(최대 €4.5)이 주말요금(최대 €3)보다 높다는 특징이 있음.
- 심야시간(오후 9시-오전6시)의 경우에는 평일과 주말의 구분 없이 동일한 요금(€1.5)을 징수하고 있음.

[표 3-14] Duplex A86 고속도로 통행요금



5. 미국의 HOT 차로

(1) HOV에서 HOT로의 도로 변화

- 90년대 말에서 2000년도 초반에 미국 도로가 HOV에서 HOT으로의 전환이 이루어진 배경은 다음과 같음.
- 에너지 절약과 교통난 해소를 위해 미국은 과거부터 카풀(승용차 함께 타기) 제도를 적극 권장하여 왔고, 이로 인해 카풀제는 70년대 중반 전체 차량의 25%를 차지할 정도로 호응을 얻어 ‘미국 교통의 혁명’이라고까지 일컬어졌음. 하지만 직장의 분산, 연료가격 하락 등 여러 요인으로 점차 인기를 잃어 지난 80년에는 20%, 90년에는 13%로 떨어지는 등 점차 감소추세를 보이고 있는 것임.
- 지난 1973년 오일쇼크로 시작된 전국적인 카풀 캠페인은 몇 년 동안 큰 호응을 얻었으나 연료난이 완화되고 도시권 확대로 출퇴근 거리가 늘어나면서 외면당하기 시작, ‘나 홀로 운행’ 비율이 지난 80년 64%, 90년 73%, 98년에는 76%로 다시 증가하기 시작하였음.
- 교통전문가들은 ‘나 홀로 운행’의 증가이유로 자녀를 둔 직장여성들, 즉 ‘슈퍼맘’의 폭발적 증가를 제시하고 있음. 이들은 출·퇴근 시 자녀의 등하교, 집안 살림을 위해 할 일이 많아져 남들과 차를 함께 타기 위해 시간을 조절할 여유가 없어졌다는 것을 들고 있음.
- 또한 과거처럼 시내 한 지역에 직장이 몰려 있지 않고 교외 등 여러 곳에 분산 되어 있기 때문에 카풀자체가 시간절약에 별다른 효과가 없다는 점도 제시되고 있음.
- 현재 미국 50대 도시의 차량 통행량이 도로의 수용능력을 초과하였으며 이 과정에서 발생하는 교통 혼잡으로 인하여 초래된 시간 연료 손실이 극심해졌고, 이에 따라 많은 주와 도시들은 많은 예산을 들여 HOV(High Occupied Vehicle) 차선을 마련, 2명이상이 탄

차들이 이용하도록 하는 카풀 장려정책을 실시하기 시작하기도 하였음.

- 하지만 90년대 말 현재 전국 20여개 대도시의 카풀차선은 대부분 사용률이 저조하고 일부는 겨우 30%에 그쳐 일반 차선은 꽉꽉 막혀 거북이 운행을 하는 반면 카풀 차선은 텅텅 비어있는 현상이 빈번하게 발생하였음.
- 이에 따라 HOV차선을 나홀로 차량이라도 요금을 내고 사용할 수 있도록 하는 HOT(High Occupancy Toll) 차선으로 전환하기 시작하였음.

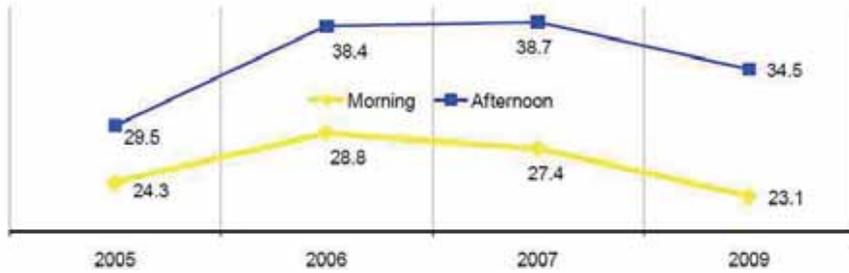
(2) California SR91 고속도로

[그림 3-13] SR91 고속도로 구간 [그림 3-14] SR91 고속도로 구간



- California의 SR91고속도로(<http://91expresslanes.com>)는 Orange/Riverside County 구간과 Costa Mesa 고속도로(SR-55)사이의 Riverside 고속도로(SR-91)에 지어진 4차선의 총 10마일의 유료도로임.
- 91고속도로의 2009년 고객만족도 조사결과에 의하면 이 구간을 이용함에 따라 오전에는 23분정도, 오후에는 35분정도의 시간단축이 되는 것으로 조사되었음(Orange County Transportation Authority, 91 Express Lanes 2009 Customer Satisfaction Survey, 2009, p.12).

[그림 3-15] 91고속도로 이용 시 평균 시간 단축(분, 2005-2009)



- 단말기를 통해서만 통행료를 지불하는 구간으로 이 구간을 통해 평균 30분정도의 출퇴근 시간을 단축하고 있음.
- 통행요금을 방향(Eastbound 방향, Westbound 방향), 요일, 시간(1시간 단위)은 물론 특정일(신년 등 각종 기념일)에 따라 각기 다른 요금체계를 마련하여 징수하고 있음.

[표 3-15] 91Express의 통행요금(2011년 10월 이후 적용)

TOLL SCHEDULE EFFECTIVE OCTOBER 1, 2011

91 Express Lanes Toll Schedule Effective October 1, 2011 SR-95 to Riverside Co. Line Eastbound								91 Express Lanes Toll Schedule Effective October 1, 2011 Riverside Co. Line to SR-95 Westbound							
	Sun	M	Tu	W	Th	F	Sat		Sun	M	Tu	W	Th	F	Sat
Midnight	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30
1:00 am	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30
2:00 am	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30
3:00 am	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30
4:00 am	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$2.45	\$2.45	\$2.45	\$2.45	\$2.45	\$1.30
5:00 am	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$4.00	\$4.00	\$4.00	\$4.00	\$3.85	\$1.30
6:00 am	\$1.30	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$4.15	\$4.15	\$4.15	\$4.15	\$4.00	\$1.30
7:00 am	\$1.30	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$4.60	\$4.60	\$4.60	\$4.60	\$4.45	\$1.75
8:00 am	\$1.65	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$1.75	\$4.15	\$4.15	\$4.15	\$4.15	\$4.00	\$2.10
9:00 am	\$1.65	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$1.75	\$3.30	\$3.30	\$3.30	\$3.30	\$3.30	\$2.55
10:00 am	\$2.55	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.55	\$2.55	\$2.55	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.55
11:00 am	\$2.55	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.55	\$2.55	\$2.55	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.95
Noon	\$3.05	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$3.15	\$3.05	\$3.05	\$2.95	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.95
1:00 pm	\$3.05	\$2.90	\$2.90	\$2.90	\$3.15	\$4.95	\$3.05	\$2.95	\$2.95	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.95
2:00 pm	\$3.05	\$4.15	\$4.15	\$4.15	\$4.25	\$3.10	\$3.05	\$2.95	\$2.95	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.95
3:00 pm	\$2.55	\$4.45	\$3.70	\$3.95	\$5.45	\$9.75	\$3.05	\$2.95	\$2.95	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.55	\$2.95
4:00 pm	\$2.55	\$4.55	\$6.80	\$7.30	\$8.95	\$8.85	\$3.05	\$3.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.55	\$3.10
5:00 pm	\$2.55	\$4.85	\$6.25	\$7.50	\$8.80	\$7.00	\$3.05	\$3.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.55	\$3.10
6:00 pm	\$2.55	\$4.45	\$3.60	\$3.60	\$4.40	\$5.35	\$2.55	\$3.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$3.05	\$2.55
7:00 pm	\$2.55	\$3.15	\$3.15	\$3.15	\$4.55	\$5.00	\$2.10	\$2.55	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$2.10	\$2.10
8:00 pm	\$2.55	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.90	\$4.55	\$2.10	\$2.55	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30
9:00 pm	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.10	\$2.90	\$2.10	\$2.55	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30
10:00 pm	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$2.10	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30
11:00 pm	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30	\$1.30

- 2011년 10월 현재 가장 높은 통행요금은 목요일 오후 4시로 \$8.95를 징수하고 있으며 최저요금은 \$1.3임.

(3) 덴버의 I-25 고속도로

- Denver의 I-25 고속도로(<http://www.coloradodot.info>)는 2006.6.2 개통되어 Denver 시내와 US36 도로를 연결하는 7마일의 고속도로임.

[그림 3-16] I-25 HOV/Tolled 고속도로 구간도



- EXPRESS TOLL 단말기(Transponder)에 의해서만 통행요금을 징수하고 있음.
- 1994년 I-25 HOV구간이 개통되었음. 하지만 1999년에 주 의회는 이를 HOT(high occupancy toll) 구간으로의 변환을 승인하였고 2000년 잠재적인 HOT 라인 참가 프로젝트 조사가 완료되었음. 이에 따라 의회는 2002년 이를 승인하고 2006년에 I-25 HOV/tolled Express 구간으로 개통되었음.
 - ※ HOT(high occupancy toll) : 카풀 차량 차선을 말하는 HOV(High Occupancy Vehicle)차선에 일정 금액의 통행료를 부담하면 다른 차량이 이 차선을 이용할 수 있도록 하는 개념으로써 Lexus Line이라고 불리기도 함. 국내에서는 ‘다인승차량우선차로’등의 표현을 사용하기도 함.
- 시간에 따라 통행요금에 차등을 두어 부과하는 방식으로 오전 5:00에서 오전 6:00시에 최저인 \$0.5에서 오전 7:15에서 오전 8:15분 사이와 오후 4:30에서 오후 6:00사이에 가장 높은 \$4의 요금을 부과하고 있음.

[표 3-16] I-25 HOV/Tolled 고속도로의 통행요금

오 전		오 후	
5:00 - 6:00	\$0.50	정오 - 3:00	\$0.50
6:00 - 6:45	\$1.75	3:00 - 3:30	\$1.50
6:45 - 7:15	\$2.75	3:30 - 4:30	\$2.00
7:15 - 8:15	\$3.50 \$4.0*	4:30 - 6:00	\$3.50 \$4.0*
8:15 - 8:45	\$2.75	6:00 - 7:00	\$1.50
8:45 - 10:00	\$1.25	7:00 - 3:00a	\$0.50

* 2011.2.1부터 HPTE(the High Performance Transportation Enterprise)을 통하여 I-25 HOV/tolled Express Lanes에서 오전과 오후 피크시간대의 요금을 \$3.50에서 \$4.00로 올리게 됨. 통행요금 인상은 지역교통국에 대한 HPTE의 동의가 필요로 함. 계약에 의해 I-25 HOV/tolled Express Lanes 고속버스 통행요금 이상을 부과할 수 없음.

- 2007년 1월에서 6월까지 오전 피크시간에 카풀을 통행 HOV 차로를 이용한 차량은 2,483대에서 2,902대로 16.9% 증가한 것으로 나타났으며 주말 오후 피크시간대 역시 3,100대에서 3,560대로 14.8% 증가한 것으로 나타났음.

(4) Florida I-95 고속도로

- Florida의 95Express(<http://www.95express.com>)는 혼잡도에 따라 요금을 변동하는 방식으로 도로의 통행요금을 조정하는 차등요금제 방식이라 볼 수 있음.
- CVS 약국, Turnpike 플라자 등에서 구입할 수 있는 SunPass 단말기를 통하여 통행요금을 부과하고 있음.
- 등록된 South Florida 벤-카풀(Vanpool), 3명 이상 등록한 카풀, 등록된 하이브리드 차량에 대해서는 통행료를 부과하지 않고, 또한 오토바이와 긴급차량은 등록하지 않아도 통행료를 부과하지 않음. 공공학교나 Miami-Dade and Broward County express 등에 대해서는 등록 후 무료차선을 사용할 수 있음.

[그림 3-17] 95 Expressway 구간도



[그림 3-18] I-95 Express 전경 [그림 3-19] I-95 등록 Carpool Free Tag



- 차량 흐름과 변동에 따라 요금이 가변적으로 부과되고, 최대 \$7이며 일반적으로 요금은 \$0.25에서 \$3사이에서 변동함.

[표 3-17] 95Express(2011.9.19-9.25) 평균 통행료 부과 내역

Southbound 95 Express		Northbound 95 Express	
2011.9.19 - 9.25 (6:00-9:00 피크타임요금 (Southbound))		2011.9.19 - 9.25 (16:00-19:00 피크타임요금 (Northbound))	
최소	\$0.25	최소	\$1.25
최대	\$4.00	최대	\$4.50
고속도로 속도 상승	14MPH	고속도로 속도 상승	13MPH
2011.9.19 - 9.23 평균 주말 요금		2011.9.19 - 9.23 평균 주말 요금	
00:00- 7:00	\$0.25	00:00 - 8:00	\$0.25
7:00 - 8:00	\$2.00	8:00 - 9:00	\$1.00
8:00 - 9:00	\$3.00	9:00 - 13:00	\$0.50
9:00 - 10:00	\$2.00	13:00 - 14:00	\$0.75
10:00 - 11:00	\$1.00	14:00 - 15:00	\$1.00
11:00 - 16:00	\$0.25	15:00 - 16:00	\$1.75
16:00 - 17:00	\$0.50	16:00 - 17:00	\$2.25

Southbound 95 Express		Northbound 95 Express	
2011.9.19 - 9.25 (6:00-9:00 피크타임요금 (Southbound))		2011.9.19 - 9.25 (16:00-19:00 피크타임요금 (Northbound))	
17:00 - 19:00	\$0.75	17:00 - 18:00	\$3.00
19:00 - 24:00	\$0.25	18:00 - 19:00	\$2.25
		19:00 - 20:00	\$1.00
		20:00 - 24:00	\$0.25
2011.9.24-9.25 주말 평균 통행료		2011.9.24-9.25 주말 평균 통행료	
\$0.25		\$0.25	

(5) SanDiego I-15 고속도로

- I-15고속도로는 10억 달러 이상이 투자된 SR163 구간과 SR78구간을 연결하는 고속도로로 총 세 구간으로 구분하여 건설을 진행하고 있음.
- 이 중 첫 번째로 2008년 9월 SR 56과 Rancho Bernardo 도로구간 개통을 시작으로 현재 16마일이 개통되어 있으며 2011년 후반까지 총 20마일의 전 구간이 완공될 예정임.
- SanDiego와 Coronado 다리 구간의 이동식 중앙분리대를 포함하여 기본적으로 4차선의 구간으로 되어 있으며 BRT(Bus Rapid Transit) 시스템을 적용하고 있음.
- FasTrak 선불유료개정을 통해 사용하는 구간으로 “고속도로 안의 고속도로(expressway within a freeway)”라고 불리고 있음.
- 카풀이나 오토바이, 사전에 승인된 흰색 스티커를 부착한 전기자동차에 대해서는 통행요금을 부과하지 않음.

6. 이탈리아 밀라노의 Eco-Pass 제도

[표 3-18] Eco-Pass 제도 개관

항 목		적 용 사 항
시행시간 및 통행료		am 7:30 ~ pm 9:00간 € 2-10
통행료 면제 차량		대체연료차량/Euro 3~4 기준 이상의 차량 ZTL 거주민 중 엔진이 좋고 배출량이 적은 차량
통행료 할인차량		ZTL 거주민 중 오래된 차량 소유자는 연간 이용권 구입시 최대 €250까지 할인
금지차량	연중 6개월간 금지	오염물질이 많은 차량
	am 7:30 ~ pm 9:00	7m 이상 트럭

- 이탈리아 밀라노는 유럽에서 자동차 보유율이 가장 높은 도시 중의 하나로, 유럽대도시 중 세 번째로 미세먼지 집중도가 높은 곳으로 알려져 있음.
- 이러한 문제로 인하여 2007년 시범기간 동안 일정 배출량 기준을 통과하지 못한 17만대 차량 및 오토바이가 밀라노 시내로 진입하지 못하도록 금지하였음.
- 이를 계기로 2008년 1월 밀라노 중심지역으로 둘러싼 도심 8km²의 교통통제구역(Zone a Traffico Limitatio: ZTL)에서 통행하는 차량에 대해서 통행료를 부과하는 Eco-Pass 제도를 실시하였음.
- 초기 Eco-Pass 프로그램은 Lombardy 지역의 스모그를 줄이고, 대중교통 이용률을 증가시키기 위해 계획된 광범위한 프로젝트의 일부였지만, 거센 반대에 직면하여 결국 초기 60km²에서 ZTL 8km²로 축소되었고, 지역 주민에 대한 할인부분을 포함하는 것으로 변경·시행되었음.

[그림 3-20] 밀라노의 Eco-Pass [그림 3-21] 밀라노 시내의 ZTL 구역



- 현재 Eco-Pass에 대해 일부에서는 종전에 출입이 불가능하였던 오염배출량이 심한 차량이 통행료 지불만으로 출입이 허용된다는 점에서 비판하기도 하지만, 대체적으로 자동차의 통행량 자체를 감소시켰다는 점에서 성공적으로 평가하고 있음.
- Eco-Pass의 수입금의 2/3을 대중교통 프로젝트나 자전거 도로, 그린카 개발 등에 투자하고 있어서 이로 인한 도로환경 개선도 기대되고 있음.
- 런던의 혼잡통행료 제도를 참고한 제도이기는 하지만 교통량 감소에 그치는 것이 아니라 엔진 배출량에 따라 요금을 차등 부과함으로써 대기오염을 줄일 수 있다는 점에서 보다 진일보한 제도로 평가될 수 있음.

제 4 절 미국 Oregon 주의 태양열 고속도로

1. 태양열 고속도로의 배경

- 태양열 고속도로는 고속도로 주변에 태양 전지판을 설치하여 이를 통하여 도로시설 운영에 소요되는 전력을 자력으로 생산하여 조달하는 고속도로 운영 프로젝트를 의미함.

- 태양열 고속도로는 ‘길가태양(roadside solar)’이라는 개념으로 유럽국가에서 20여 년 동안 녹색에너지의 일환으로 성공적으로 제시되어 왔지만, 막대한 초기 투자비용에 대한 부담으로 미국 내에서는 지속가능한 에너지원으로 받아들이기에는 많은 한계가 존재하였음.
- 하지만 이산화탄소 배출 및 지구온난화 문제가 사회적으로 중요한 문제로 부각되고, 이에 따라 무공해 재생에너지원 개발에 대한 다각적인 노력이 시도되었음.
- 이러한 흐름에 따라 Oregon 주는 2004년에 온실가스 감축을 위한 주(州) 차원의 입법안과 실천전략(Oregon Strategy for Greenhouse Gas Reductions)을 공표하였음.
- 이에 의하면 ① 2010년까지 Oregon 주의 온실가스 증가(단 CO₂ 에 대한 제한은 없음)를 억제하여 1990년의 온실가스 단계수준에 이르게 하고, ② 2020년까지 1990년의 온실가스 단계보다 10%이하로 감소시키고, ③ 2050년까지 1990년의 온실가스 단계보다 적어도 75%정도의 단계에 이르는 ‘기후 안정화(climate stabilization)’를 이룩하는 것을 목적으로 하고 있음.⁸⁾
- Oregon 주의 the Renewable Energy Atlas of the West에 의하면, 잠재적 전기생산량은 68백만 MWH(Megawatt-hour)로 이 중에서 48백만 MWH를 생산할 수 있는 것으로 알려져 있음.
- 2007년 Oregon 주 의회가 Oregon 주의 온실가스 배출량을 제한하고 이를 줄이는 입법에 따라 Ted Kulongoski 주지사는 관공서의 전기 소비를 100% 신재생에너지로 충당하도록 지시하였고, 이에 따라 고속도로 기금의 사용이 법적으로 제한되어 있는 상황에서 태양열 고속도로가 부각되었음.
- 미국의 Oregon 주는 매년 신호, 조명, 램프 미터링 등 교통시설 부문에서 시간당 약 4천 7백만kW이상의 전력이 필요하였음.

8) Oregon Department of Energy, Oregon Strategy for Greenhouse Gas Reductions, 2004, p.ii

- 이러한 전력수요를 해결하기 위하여 다양한 방안이 모색되었고 이에 따라 태양열 고속도로가 제시되었음.
- 2008년 12월 19일 완공된 Oregon 주의 태양열 고속도로는 미국 내에서도 성공적인 재생에너지 활용사례로 평가받고 있음.

2. Oregon 태양열 고속도로(The Oregon Solar Highway)

- 이 프로젝트는 Oregon 주 교통국(ODOT; the Oregon Department of Transportation), Portland General Electric(PGE), PGE's 조세자본 파트너로서 미국은행(US Bank)이 참여한 최초의 국가 공공민간 파트너십을 통해 이루어졌음.
- 이러한 프로젝트 시스템이 운영되는 동안 Oregon 주 교통국이 이를 소유하지 않고 Portland General Electric에 의해 운영되는 유한 책임회사인 SunWay1, LLC에 의해 태양광발전소가 운영되고 있음.
- SunWay1의 성공은 Oregon 주 교통국(ODOT)과 Portland General Electric에게 신재생에너지 생산을 위한 그리드(Grid)와 공공교통 시스템의 가치를 높이는 계기가 되었음.

[그림 3-22] Oregon 주 태양열 고속도로 그리드

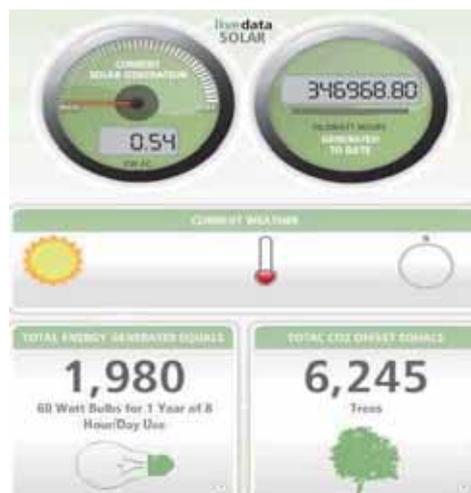


[그림 3-23] Oregon 주 태양열 고속도로 전경



- 최근 이 프로젝트의 성공으로 인해 Portland General Electric은 몇 가지 목록에 대하여 순위를 조정하고 있음.
 - SunWay1 프로젝트의 확대(165Kw에 해당하는 658개의 패널 추가)
 - Wilsonville 북쪽의 I-5 Baldock 휴게소 뒤편의 ODOT 소유 토지에 1.75MW 규모의 프로젝트 개발
 - I-205이상의 기존 ODOT 유지 보수 구역 서쪽의 폭포에서 3MW 프로젝트 개발
- 태양열 고속도로 프로젝트에 대해 ODOT는 50%의 사업에너지 세액 공제와 30%의 연방 투자 세액 공제 혜택을 부여하고 있음.
- 하지만 Oregon 사업 에너지 세액공제는 2012년 12월 31일을 만료로 설정되어 있어서 이 기간 내에 실질적으로 진행되지 않는 프로젝트에 대해서는 세금 혜택을 받을 수 없도록 하고 있음.
- 실시간으로 생산되는 전력의 생산량은 물론 일별, 주별, 월별, 연도별 등 다양한 기준으로 생산 전기량을 계측하여 이를 인터넷을 통하여 공개하고 있음.

[그림 3-24] 실시간 전력생산량 계측



* 출처 : <http://live.deckmonitoring.com/?id=solarhighway> (2011.10.4 15:00 접속)

[그림 3-25] 월별 전력생산 추이(2011.10-2011.9)



* 출처 : <http://live.deckmonitoring.com/?id=solarhighway> (2011.10.4 15:00 접속)

3. Baldock 태양열 고속도로 프로젝트(Baldock Solar Highway Project)

- Wilsonville 북쪽의 I-5 Baldock 휴게소 뒤편의 ODOT 소유 토지에 1.75MW 규모의 6,994개의 패널을 설치하는 프로젝트임.
- 2011년 8월에 공사가 진행되어 6개월간의 공사기간을 거쳐 2012년 초에 건설이 완료되는 이 프로젝트는 매년 깨끗하고 재생 가능한, 자체 개발 에너지를 시간당 약 1백97만kw를 생산할 예정이다.

[그림 3-26] Baldock Solar Highway Project 완성 예상도



* 출처 : http://www.oregon.gov/ODOT/HWY/OIPP/SLR_Baldock.shtml

- Baldock Solar Highway Project는 Oregon 주 태양열 고속도로 프로그램하에 개발된 두 번째 프로젝트로 지속가능한 에너지 자원을 개발하기 위하여 주(州) 및 국가 에너지 정책을 반영하고 있음.
- Baldock Solar Highway Project는 공공 및 민간 참여로 이루어지는 것으로 현재 다음의 회사들이 참여하고 있음.
 - Portland General Electric과 금융파트너로 Bank of America
 - SolarWorld in Hillsboro(태양열 패널)과 Advanced Energy of Bend (인버터)
 - 설계 및 건설 설치 관련 부분
 - Aadland Evans Constructors Inc.(일반)
 - Moyano Leadership Group Inc.(공공디자인 부분)
 - Advanced Energy Systems, Eugene(태양광 발전 전문 디자인 및 설치 부분)
 - HatiCon Solar and SAPA의 Portland지사(프로젝트의 결)
 - PHC Northwest of Portland(보안 조명 부분)
 - Good company(프로젝트의 온실 가스 분석 부분)
- Oregon 주를 포함하여 Portland General Electric사의 고객을 위하여 PEG 그리드에서 생산됨.
- 그리드에 연결된 순간부터 ODOT의 북쪽과 남쪽의 전 지역에 신재생에너지가 공급되며 ODOT는 생산된 에너지의 일부를 국가 고속도로 시스템의 운영 및 유지보수에 사용할 수 있음.
- 1.75MW 규모의 이 프로젝트를 시행하기 위해서는 약 1,000만 달러의 비용이 들어가는 것으로 추산되었음.
- 이러한 비용을 해결하기 위하여 I-5/I-205 인터체인지에서 미국 내 최초로 태양열 고속도로 프로젝트가 시행된 경우와 유사한 민간참여 등을 통해 해결하였음.

4. 웨스트 폭포 태양광 고속도로 프로젝트 (The West Linn Solar Highway Project)

- ODOT는 PEG와 같이 Oregon 주 Clackamas County의 West Linn에 I-205 고속도로와 인접하는 지역에 태양열로 3MW를 생산할 수 있는 설비를 마련하려는 프로젝트(The West Linn Solar Highway Project)를 추진하고 있음.
- The West Linn Solar Highway Project는 13,00개의 230W PV 모듈과 10개의 260KW 인버터를 설치하는 것을 내용으로 하는 것으로 이를 통해 연간 3,500MWH의 전기를 생산할 것으로 예상됨.

[그림 3-27] Baldock Solar Highway Project 완성 예상도



* 출처 : Good company, Summary of Proposed West Linn Solar Highway Project Site Feasibility Analysis, 2010, pp.5

[그림 3-28] Baldock Solar Highway Project 완성 예상도



- 국가의 비즈니스 에너지 세액공제의 요구로 인하여 이 프로젝트는 2012년까지 프로젝트 파이낸싱(project financing)이 마련되지 않음.
- 하지만 ODOT는 프로젝트 파이낸싱에 들어가기 전에 공청회 등 West Linn에 대한 토지 사용허가를 위한 절차를 진행하고 있으며, 현재 이 프로젝트에 대한 타당성 조사 요약보고서(Summary of Proposed West Linn Solar Highway Project Site Feasibility Analysis)가 제출되어 있음.
- 이후 허가절차를 모두 마무리하고 프로젝트 파이낸싱 이후 본격적인 공사가 진행될 예정임.

제 5 절 저탄소 녹색성장을 위한 도로

1. 오스트레일리아의 이스트 링크(East Link)

(1) 개 관

- 2005년 착공하여 2008년부터 개통하여 운영되고 있는 오스트레일리아의 East Link는 Connect East 컨소시엄이 시행하고 Thiess John Holland 社가 설계 및 건설을 담당한 39Km의 도로(Freeway)로서 멜버른에서는 2번째로 완전 전자요금 지불방식으로 운영되는 도로임
- EastLink는 25억 AUD(약 2조 4천억원), 총 사업비는 38억 AUD(약 3조 8천억원)에 달하는 규모로 이 중 총사업비의 55%에 해당하는 21억 AUD는 은행부채로 조달되었음.
- EastLink는 효율적인 투자에 의하여 통행료를 낮추었다는 점은 물론 도로 건설시 습지대 조성, 오픈스페이스와 공원을 통한 식생 재생 등 도로에 있어서 환경에 대한 고려가 이 프로젝트의 핵심이라 할 수 있음.
- 70개의 상시 혹은 계절형 습지대가 조성되어 도로로부터 흘러나오는 빗물을 여과하도록 하였음.
- 480만kWm²에 달하는 습지대에서는 450만 그루의 나무 및 호주의 토종식물들이 자라게 되는데 이 면적은 멜버른 전체의 공원 및 정원의 면적보다도 큰 규모임.

(2) EastLink Trail

- EastLink는 ‘EastLink Trail’이라는 35Km정도 거리의 오솔길을 도로에 연결하여 보행 및 자전거를 통하여 시내의 다른 목적지와 연

결시키는 한편, 오픈 스페이스 및 공원을 조성함으로써 도로 자체가 멜버른의 또 다른 쾌적한 생활시설(Amenity)로 활용할 수 있도록 함

- 도로변과 EastLink Trail 주변에 각각 크고 작은 크기의 조형물 등을 전시하고, 1만 4천개의 방음벽을 설치하는 등의 노력을 통하여 도로의 품격을 높이려는 다양한 시도를 하였음.

(3) EastLink Tunnel

- EastLink는 환경적으로 민감한 Mullum-Mullum 계곡을 보호하기 위하여 이 계곡을 통과하는 Springvale Road와 Ringwood간의 구간에 2개의 터널을 설치하였음.
- 이 터널은 각 1.6Km의 거리로 3.5m 폭에 4.65m 높이의 차량이 통과할 수 있는 3차선의 규모로 세계도로협회(The World Road Association:PIARC)의 기준에 따라 설계되었음.
 - 120미터(총 14군데) 마다 인접터널과 바로 연결되는 방호벽이 설치되어 있고 통행인들은 이를 쉽게 식별가능함
 - 달리는 사람 표시와 방향 화살표가 들어가 스트로브(strobe) 조명 출구
 - 손쉽게 접근할 수 있는 긴급 피난로
 - 화재 진압을 위한 소방시스템
 - 라디오 재방송시스템과 공공시설
 - 열 감지장치
 - 자동 사고 감지
 - 오버헤드 경고 표지판 및 비상조명
 - 전화와 휴대폰 보호 장치
 - 속도표지판
 - CCTV

- 제트 팬을 사용하는 연기 관리 배기 시스템을 포함하고, EPA 기준에 따라 공기 질과 운전자의 가시성을 유지하기 위한 환기 시스템

2. 그리스의 Attica Tollway

- Attica Tollway는 그리스 아테네를 중심으로 순환하는 도로로, 총 130Km(중심 구간 65Km)의 연장길이에 비상시를 대비한 별도의 1개 차로가 추가되어 있는 편도 3차선 도로임.
- BOT 방식으로 추진되어 2001년 3월 1구간이 개통되어 2003년 12월에 전 구간이 개통되었음.
- Attica Tollway는 약28만대의 차량이 매일 통과하는 도로로 195개의 톨게이트(ETC방식으로 징수 가능한 톨게이트는 92개)가 배치되어 도시부 구간에서는 본선 유입 전, 요금을 지불하는 폐쇄식으로 운영하고 있음.
- 주요 구간 도로 상부를 녹지 및 휴식공간으로 사용하고 있으며, 도로소음을 획기적으로 감소시켜 기존의 다른 도시부 고속도로에 비해 교통 혼잡뿐만 아니라 소음이 약60%이상 감소하였음.
 - International Road Federation(IRF)에서 주관하는 ‘도로의 2008년 환경피해 완화 대상(1st Prize in Environmental Mitigation 2008)’을 수상하기도 하였음.

[그림 3-29] Attica Tollway 전도 [그림 3-30] 그리스 Attica Tollway (상부 공원화 구간)



- Attica Tollway에 적용된 주요 성과로는 다음의 내용이 있음.
 - 도로조명에 의한 전력 사용의 최소화 : 고압축 나트륨등 사용
 - 도로상에서 발생하는 각종 재활용품 활용 극대화
 - 생태계 피해 최소화 : 각종 생태터널, 울타리 등의 시설 설치
 - 첨단교통관리시스템 구축 : 통합교통관리시스템, 전자요금징수시스템 등
 - 지역의 기존 식생을 고려한 도로 식재 개발 및 휴식공간의 녹지화
 - 백만 그루 이상의 식재 식수, 재활용 수자원 활용하여 도로 식재관리
 - 도로건설에 따른 자연 습지 및 문화재 훼손 최소화
 - 도로미관을 고려한 방음벽 설치, 대기오염측정소 설치로 피해 최소화
 - 대기오염 배출량을 24시간 모니터링, 에코 드라이빙 교육 실시

제 6 절 일본의 친환경 도로건설

1. 일본의 도로설계 기준과 환경기준

(1) 도로 설계 기준

- 1983년에 개정 발간된 이후 20여년만에 사회·경제 정세 및 이용자 가치관의 변화에 대응할 수 있도록 여러 분야에서 개정을 추진하여 「2004 도로구조령의 해설과 운용」에서 도로 구조령의 적용기준, 계획교통량과 설계속도, 기하구조와 포장, 교량 등 도로와 관련된 제반분야의 내용을 통합적으로 규율하고 있음.

2004 도로구조령(道路構造令)의 주요 내용

- | | |
|---------------|--------------------------------------|
| ▪ 도로구조령의 적용기준 | ▪ 도로의 구분과 출입제한 |
| ▪ 계획교통량과 설계속도 | ▪ 횡단구성 ▪ 도로의 선형 |
| ▪ 평면교차 | ▪ 입체교차 |
| ▪ 포장 및 교량 등 | ▪ 도로의 부속시설 |

- 도로구조령에는 도로구조령의 적용기준 및 제8장으로 구성된 세부적인 설계기준을 제시하였음.
- 도로구조령의 적용기준은 지역의 상황을 고려하면서 필요한 도로의 기능을 확보한 도로구조를 채용하기 위해서는 필요에 따라 도로구조령의 규정을 탄력적으로 운용토록 하였음.
- 세부적인 설계기준은 기존의 자동차 이동성의 중심에서 사람과 도시공간을 대상으로 한 종합적인 유틸리티를 중시하여 획일적인 도로에서 개성 있는 도로를 만들고 또한, 지역의 특성을 반영하여

도로정비의 효과를 조기에 발현 할 수 있으며 정비비용의 절감을 위해 도로구조령을 탄력적으로 운용 할 수 있는 방침을 새롭게 제시하였음.

- 도로의 종류, 계획교통량, 지역 등을 고려하여 교통기능을 중심으로 종, 급을 규정하고 있음.

(2) 환경 및 공공참여(PI) 기준

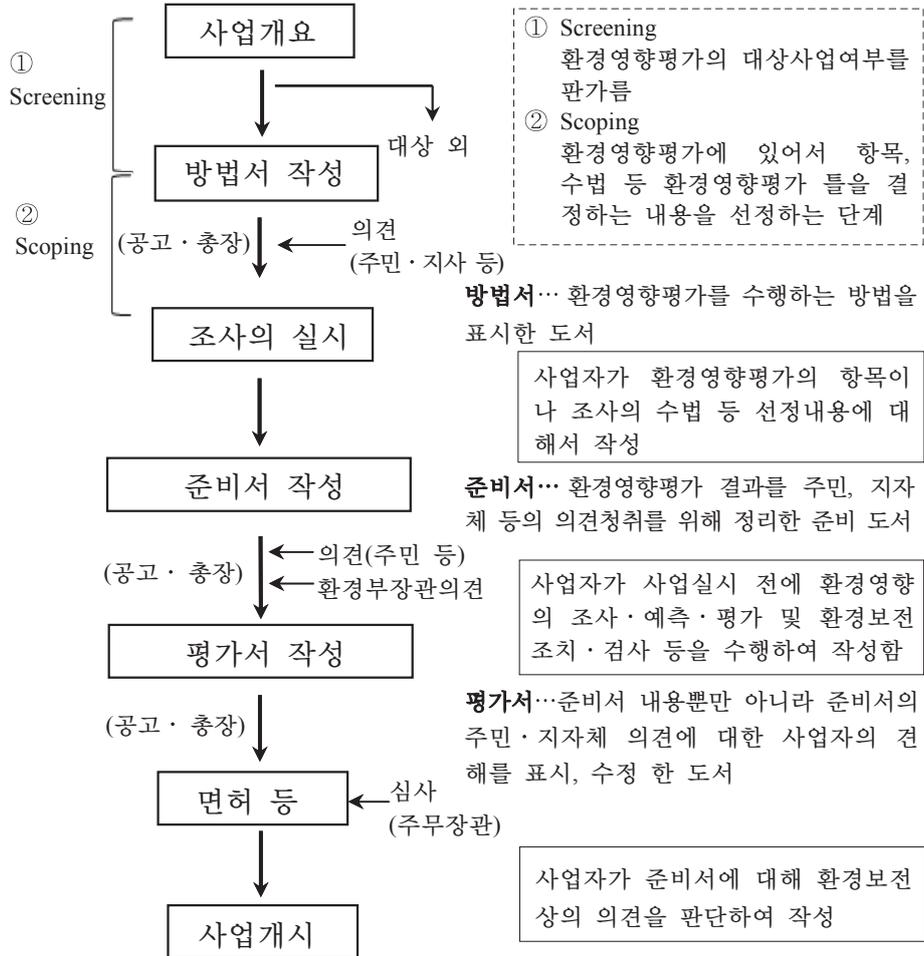
- 환경기본법(1993년)에 의거 제3차 환경기본계획을 토대로 현재까지 환경정책을 추진하고 있음.

제3차 환경기본계획의 주요내용

- 환경을 개선하는 것이 경제를 발전시키는 것으로 환경과 경제의 통합
- 2025년까지 환경과 경제의 순환비전 “HERB” 수립
- 환경연구·기술개발을 촉진
- 상위계획이나 정책에 대하여 환경성 평가를 수행하는 “전략환경평가” 도입을 위한 연구나 시행의 지원 추진

- 환경관련 도로정책에 대한 시민의 적극적 참여를 유도하기 위하여 정책의 모니터링제도 강화, 시책효과에 대한 CO₂ 배출량 감소 정보제공 등 PDCA(Plan-Do-Check-Act) Cycle을 확립해 나가고 있음.

[그림 3-31] 환경영향평가 흐름도



- 환경관련 도로정책 기본방향은 교통수단 이용방식의 제고, 혼잡 없는 주행도로 실현, 도로공간 복합활용, 자동차 교통운영 효율화로 요약됨.
- 세부 도로정책으로 수도권 3환상도로 중점 정비, 주요 혼잡 및 병목지점 개선, 고속도로 이용촉진, ITS의 촉진, 대중교통 시스템 개선, 노상공사의 감축 등임.

2. 오니고베(鬼首) Eco-Road

(1) 오니고베 도로 개요

- 오니고베(鬼首) 에코로드는 일본 동북지방의 미야기(宮城)현과 아끼타(秋田)현을 통과하는 일반국도 108호 13.7km구간으로서 국토교통성동북지방건설국 유자와(湯澤)공사사무소에서 건설·관리하는 도로임.
- 에코로드는 생태계를 배려하고 환경에의 영향을 최소화 하도록 설계된 도로를 목표로 생태학의 에코와 도로(Road)의 로드의 합성어로서 생태계 전반과의 조화와 자연보전·복원을 도모하기 위한 구조, 공법 등이 집적된 “마음이 있는 도로, 지혜가 있는 도로”로 정의하고 다음과 같은 내용을 구체적으로 제시하고 있음.⁹⁾
 - 자연환경을 고려한 노선계획
 - 자연의 영향을 최소화하기 위해 터널, 교량형식 채택
 - 동물이 횡단하기 위한 야생이동통로 설치
 - 동물과 자동차의 접촉사고를 방지하기 위한 동물유도책 설치
 - 지역특유의 식물종자 및 토양생물이 포함된 표토의 활용
 - 잠재자연식생을 활성화하기 위한 법면 등의 녹화

[표 3-19] 오니고베(鬼首) 사업추진 경위

1974년	건설성에서 조사 착수
1979년	사업착수, 환경영향평가 실시
1982년	용지매입착수, 공사 착수
1992년	오니고베(鬼首) 도로 Eco-Road 검토위원회 발족, Eco-Road 대책 추진
1993년	제11차 도로정비 5개년 계획
1994년	오니고베(鬼首)도로 추적 조사위원회 발족
1996년	오니고베(鬼首)도로 개통

9) 성낙문·오주택·채찬들, 환경친화적인 도로건설 및 운영정책 개발에 관한 연구, 한국교통연구원, 2006, 51면

[그림 3-32] 오니고베 위치도



- 오니고베 도로는 5m이상의 적설 때문에 연간 6개월 이상 통행이 불가능한 표고 820m에 설치된 舊도로에 대하여 동절기 통행불능 상태를 해소하기 위해 개설되었음.
- 너도밤나무 군락지, 일본 특별천연기념물로 지정된 니혼카모시카 등 다양한 야생생물이 서식하는 쿠리코마 공원 내를 오니고베 도로가 통과하기 때문에 자연에의 영향을 최소화 하는데 특별한 노력을 기울였음.
- 이를 위해 급경사, 급커브 없는 안전한 도로로 만들자고 하는 지역주민의 숙원과 자연환경을 고려하는 기술과 지혜가 만들어낸 대표적인 환경 친화적인 도로로 평가받고 있음.

(2) 오니고베(鬼首)의 자연생태계 보전

- 오니고베의 정비테마는 ‘사람에도 자연에도 좋은’으로 잡고 ‘자연과 조화된 도로, 자연을 지키는 도로, 사람과 자연이 서로 만나는 도로’를 컨셉으로 다양한 자연생태계 보전기법과 복원기술 등을 도입.¹⁰⁾

[표 3-20] 오니고베 에코로드 정비내용

기본방침	목표	항목	대 응 책
자연과 조화를 이루는 도로창조	자연과의 조화	구조물에 의한 대응	· 자연에 미치는 영향을 최소한으로 억제하는 교량 형식 채용
			· 자연지형의 변화를 적게 하는 옹벽공법 채용
			· 자연의 마을 산을 자르지 않는 터널갹문 공법 채용
		자연경관에 대한 배려	· 주변자연경관과 조화를 이룬 교량형식 채용
			· 주변자연환경경관에 녹아드는 터널갹문 공법 채용
			· 주변경관을 배려한 방호공법 채용
자연을 지키는 도로의 창조	자연보호	동물보호	· 동물이동통로 설치
			· 동물유도 울타리 설치
			· 소동물 긴급피난소 설치
			· 탈출가능한 경사의 측구 설치
			· 대·중형 동물의 은신장소 설치 (법면에 통나무에 의한 울타리 설치)
			· 곤충 유인이 낮은 조명 설치
	자연복원	식재복원	· 도로녹화(현지식재)
		자연스런 수변 복원	· 자연스런 호안·천변 복원 · 시공시 오탁수 대책 실시
사람과 자연과의 만남의 도로 창조	자연과의 접촉	사람과 자연과의 만남	· 산책이 가능한 휴게시설 설치 · 자연과 접촉하는 정차대 설치
		자연보전 활동	홍보계몽

10) 이하는 김선희, 일본의 자연친화적 도로 :오니고베 에코로드, 국토 251호, 국토연구원, 2002, 77-83면 참고

- 자연을 고려하는 노선·선형의 결정
 - 성토와 절토를 가능한 적게 하여, 개변량을 최소화함
 - 자연지형의 개변을 가능한 최소화할 수 있도록 커널 및 교량수를 늘리고, 심초옹벽을 채택

[표 3-21] 오니고베 에코로드의 구조

구 분	구도로 (舊道)	오니고베 에코로드	비 고
구간연장(m)	17,000	13,700	일반도로 5,390m 교량 17교 1,875m 터널 7개소 8,310m
폭원(m)	5.0-6.5	9.5	
최소곡선반경(m)	18	150	
반경100m미만 곡선수	83	0	
최급중단구배(%)	10.39	4.75	
구배 6%초과연장(m)	3,400	0	
최고표고(m)	820	581	

- 개변량의 최소화
 - ‘성토보다는 교량으로, 절토보다는 터널로’ 도로구조물을 선택하여 지형개변규모를 최소화
 - 하천의 변형을 최소화하고, 식생보전을 위해 고가교량과 터널, 심초옹벽 등을 채택하였으며 터널은 갱구문을 최대한 작게 하여 절개면의 범위를 최소화

[그림 3-33] 오니고베 지형 개변 최소화(터널설치) + (교량설치)



- 희귀 식물종의 보호
 - 희귀한 식물의 서식지를 계획노선이 불가피하게 통과하게 되는 경우, 이를 이식하고 보호
 - 도로건설로 인한 멸종 위기종 및 희귀종 식물의 보전을 위한 사전 조사 및 훼손을 최소화
- 성토, 절토법면의 식재
 - 법면에 기존종의 묘목을 식재하여 식생, 경관을 연결시켜 주변식생과 자연경관에 대한 영향을 최소화
 - 발생한 법면에 너도밤나무를 중심으로 식물의 성장력을 높이고 경제성 등을 고려하여 1개소당 2~3본을 함께 식재
 - 도로를 횡단하는 새들의 교통사고가 발생할 가능성이 있기 때문에 도로주변에 큰키나무를 식재
- 표토의 보존, 재이용
 - 표토는 낙엽이나 동물의 사체 등이 미생물에 의하여 분해되면서 만들어지는 것으로 동식물의 생육에 절대적으로 필요한 물질임.
 - 오니고베 에코로드는 성토, 절토가 70%정도 되기 때문에 표토를 실험식재용으로만 확보
- 동물이동통로, 동물 유도책, 측구 등의 설치

- 오니고베 에코로드에서는 터널구간, 교량, 고가 밑이 동물횡단로의 역할을 하고 있음
- 니혼카모시카(사슴류의 일본 특별천연기념물)의 점프력을 고려하여 2.5m 높이로 하고 동물이 지면을 파헤치고 침입할 수 없도록 지중까지 망을 매설하는 구조로 건설
- 또한 개구리, 뱀 등 양서 파충류 등이 이동·탈출할 수 있도록 오니고베 에코로드에는 경사형 측구를 20m 간격으로 설치

[그림 3-34] 오니고베 동물 이동 경사로 및 동물 유도펜스 설치



- 주변 자연환경을 고려한 조명 설치
 - 도로조명으로 인해 주변 곤충류 등이 유인되어 발생할 수 있는 생태계 피해감소를 위해 곤충들을 유인하지 않는 조명을 설치
 - 휴게소에 설치된 전화박스의 조명등에 대해 곤충 유인이 적은 조명을 사용하도록 하고 녹색 중심의 채색을 유도
- 자연하천의 보호
 - 하천에 서식하는 동물은 육상동물에 비해 서식환경에 제한적이기 때문에 자연하천, 수변, 하천바닥 등을 보전
 - 오니고베 에코로드는 횡단하천에서 공사 중에 일시적으로 유로를 막았던 곳을 공사 후에 원상태로 복원하여 자연하천을 복원하는 특징이 있음

제 7 절 그린로드(Green Roads) 제도

1. 친환경건축물 인증제와 그린로드의 등장

(1) 친환경건축물인증제도(LEED)

- USGBC(미국친환경건축물협회)에 의하여 개발된 미국의 친환경 건축물 인증제도(Leadership in Energy and Environmental Design: LEED)는 설계, 시공, 운영, 그리고 개·보수 혹은 해체 등의 일련의 과정에서 친환경적인 요소를 고려하고 에너지 효율을 제고하며 지속가능한 방식을 적용한 빌딩을 의미함.
 - 2000년 처음 시행이후 전 세계에서 가장 널리 시행되고 있는 친환경인증제도로 단계적인 발전을 거듭하여 현재 LEED 2009 v3가 시행되고 있음.
- LEED의 평가는 크게 5개 항목으로 나누어 110점 만점으로 계산되는데 구체적으로 에너지 및 대기가 전체 배점의 32%를 차지하고 있어서 평가에서 가장 중요한 요소로 설정되어 있음.

[표 3-22] LEED 2009 평가항목 및 점수

평 가 항 목	점수
지속가능한 부지(Sustainable site)	26점(24%)
환경 & 물(Environment & Water)	10점(9%)
접근성 & 자본(Access & Equity)	35점(32%)
건설(Construction Activities)	14점(13%)
자재 & 자원(Materials & Resources)	15점(14%)
포장기술(Pavement Technology)	6점(5%)
커스텀 크리딧(Custom Credits)	4점(4%)
총 점	110점

[표 3-23] LEED 2009 평가등급

LEED Certified	40-49점
LEED Silver TM	50-59점
LEED Gold TM	60-79점
LEED Platinum TM	80점 이상

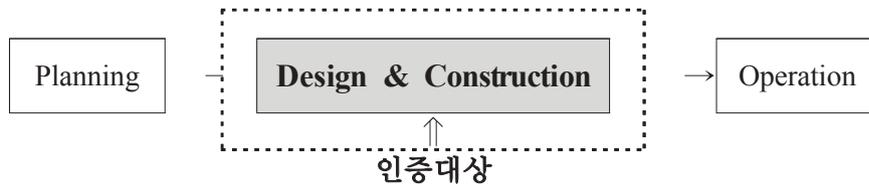
(2) 그린로드의 등장

- 그린로드(Green Roads)는 도로설계 및 건설에 있어서 지속성장에 적합한 각각의 요건에 대하여 점수를 부여하여 일정 점수를 부여 받은 도로에 대하여 인증을 주는 제도임.
- 2008년에 미국에는 8.5백만 마일의 도로가 포장되었고 600,00개의 다리가 만들어졌는데 이로 인해 2005년에 사용한 에너지 사용량의 25%를 초과하게 되었음.
- 이로 인해 기존에 건축물에 대해 이루어지고 있던 친환경건축물인증제(LEED)를 도로에 적용하여 에너지 소비를 줄이는 방안이 모색되었고 이로서 그린로드가 등장하게 되었음.
- 그린로드는 LEED와 마찬가지로 각각의 항목과 이에 대한 세부 점수의 합을 구하고 이 합에 따라 각각의 등급을 부여하여 도로의 친환경성을 평가한다는 특징이 있음.
- HC2M Hill과 워싱턴 대학교(University of Washington)에서 공동으로 개발된 것으로 2008년 처음 인증제가 제시되어 2010년 시범사업과 매뉴얼 작업을 시행하였고 2011년 이후 제도 확대를 추진하고 있음.
 - 현재 뉴욕 주와 위스콘신 주 등 여러 주에서 유사한 인증제도를 만들어 사용하거나 사용할 계획임.

2. 그린로드 인증제 대상

- 그린로드 인증제는 도로 자체에 부여되는 것으로 설계 및 건설 과정을 고려하는 것으로 해당 도로의 프로젝트를 대상으로 하고 있음.
- 도로건설의 경우 회사(주로 원도급사)는 자체의 환경경영시스템을 기준으로 건설관리를 원하지만 공사의 대부분이 하도급을 통하여 이루어지기 때문에 회사가 가지는 환경경영시스템을 전 공사에 그대로 수행할 수 없고 대부분의 하도급회사가 원도급사의 환경경영시스템을 제대로 수행하기 어려운 것이 현실이라는 점을 고려한 것임.
- 그린로드인증제의 대상은 건설프로젝트이고, 프로젝트는 기획, 설계, 건설, 유지관리 등의 여러 단계를 거치게 되는데 이 중에서 설계와 건설 활동에 중심을 두고 있으며 기획과 유지관리단계는 포함하고 있지 않음.

[그림 3-35] 그린로드 인증대상



- 기획과 유지관리단계가 환경이나 지속발전에 미치는 영향을 고려한다면 인증제 대상에 이 부분까지 포함하도록 하는 것이 보다 친환경적이고 적합한 인증제가 될 수 있음에도 불구하고 이를 제외하고 있는 것은 문제라는 비판이 있음.
- 그러나 그린로드 인증제가 도입 초기단계라는 점, 이러한 인증제를 개발하고 지원한 곳이 정부나 발주자가 아니라 학교와 사기업이어서 이러한 한계가 존재함.

3. 그린로드 인증제의 요구사항 및 평가항목

- 그린로드의 평가체계는 의무사항과 자발적 사항으로 구분하여 각각의 평가항목을 규정하고 있음.
- 인증제도에서 의무사항에 관하여 지속성장을 위한 최소한의 요구조건을 Project Requirement(PR)로 규정하여 총 11개 사항을 정하고 있음.
 - 대부분의 경우 별도의 노력 없이도 이러한 조건은 충족시키고 있음
- 자발적 사항은 환경 & 물(Environment & Water), 접근성 & 자본(Access & Equity), 건설(Construction Activities), 자재 & 자원(Materials & Resources), 그리고 포장기술(Pavement Technology)의 5개의 카테고리 로 구분하고 있음.
- 각각의 항목에서는 1점에서 5점까지 지속성장에 미치는 영향을 고려하여 배점을 하고 있고 총점은 108점으로 규정하고 있음.
- 이와는 별도로 커스텀 크리딧(Custom Credits)을 규정하여 제시된 항목 이외의 설계-시공단계에서 지속성장에 이바지 하는 항목에 관하여 총10점을 배점할 수 있도록 하였음.

[표 3-24] 그린로드 평가 체계(Green Roads Rating System)

No.	제목(Title)	점수(Pts.)	세부 내용(Description)
프로젝트 요구사항(Project Requirements: PR) - 모든 프로젝트에 있어 기본사항			
PR-1	환경평가절차 (Environmental Review Process)	필수	종합 환경평가의 완료 (Complete a comprehensive environmental review)

No.	제목(Title)	점수 (Pts.)	세부 내용(Description)
PR-2	생활방식 비용 분석(LCCA) (lifestyle cost analysis)	필수	포장구간에서의 LLCA 적용 (Perform LCCA for pavement section)
PR-3	생활방식 목록(LCI) (lifestyle inventory)	필수	포장구간에서의 LCI 적용 (Perform LCI for pavement section)
PR-4	통제계획의 품질 (Quality Control Plan)	필수	담당 정규직원 보유(Have a formal contractor quality control plan)
PR-5	소음 완화계획 (Noise Mitigation Plan)	필수	계획에 대한 체계의 확보(Have a construction noise mitigation plan)
PR-6	쓰레기 관리 계획 (Waste Management System)	필수	매립지로부터 C&D 쓰레기의 분리 계획의 확보(Have a plan to divert C&D waste from landfill)
PR-7	오염 예방 계획 (Pollution Prevention Plan)	필수	TESC/SWPPP 확보 (Have a TESC/SWPPP)
PR-8	저 효율 개발(LID) (Low Impact Development)	필수	LID 가능성 연구 완료 (Complete a LID Feasibility study)
PR-9	포장 관리 체계 (Pavement Management System)	필수	포장관리 시스템 확보 (Have a pavement management system)
PR-10	부지 유지 계획 (Site Maintenance Plan)	필수	갓길 유지 계획 확보 (Have a roadside maintenance plan)
PR-11	파견교육 (Educational Outreach)	필수	프로젝트에 지속가능성에 대한 정보 홍보(Publicize sustainability information for project)
환경 & 물(Environment & Water: EW) - 최대 21점			

제 3 장 주요외국의 저탄소 녹색도로를 위한 도로정책

No.	제목(Title)	점수 (Pts.)	세부 내용(Description)
EW-1	환경관리 체계 (Environmental Management System)	2	일반관리자 관련 ISO 14001 획득 (ISO 14001 Certification for general contractor)
EW-2	지표수 통제 (Runoff Flow Control)	1-3	지표수 수량 감소 (Reduce runoff quantity)
EW-3	지표수의 수질 (Runoff Quality)	1-3	고품질을 위한 빗물 관리 (Treat stormwater to a higher level of quality)
EW-4	빗물 비용 분석 (Stormwater Cost Analysis)	1	빗물을 위한 LCCA 진행(Conduct an LCCA for stormwater elements)
EW-5	식생 장소(Site Vegetation)	1-3	자연적 저/무 수분 식물 사용 (Use native low/no water vegetation)
EW-6	주거민 복귀 (Habitat Restoration)	3	요구 사항이상의 주거민 복귀 (Restore habitat beyond what is required)
EW-7	생태학적 연결성 (Ecological Connectivity)	1-3	도로 사이의 주민간의 연락 (Connect habitat across roadways)
EW-8	조도공해(Light Pollution)	3	조도공해 감소 (Discourage light pollution)
접근성 & 자본(Access & Equity: AE) - 최대 30점			
AE-1	안전 진단(Safety Audit)	1-2	도로안전진단의 수행 (Perform roadway Safety Audit)
AE-2	지능형 교통시스템(Intelligent Transportation System: ITS)	2-5	ITS의 시행(Implement ITS solutions)

No.	제목(Title)	점수 (Pts.)	세부 내용(Description)
AE-3	세부 해결의 맥락 (Context Sensitive Solution)	5	세부 해결의 맥락을 위한 계획 (Plan for context sensitive solution)
AE-4	교통오염 감소 (Traffic Emissions Reduction)	5	다양한 방법을 통한 오염 감소 (Reduce emissions with quantifiable methods)
AE-5	보행자 접근성 (Pedestrian Access)	1-2	보행자 접근성의 제공/강화 (Provide/Improve pedestrain access)
AE-6	자전거 접근성 (Bicycle Access)	1-2	자전거 접근성의 제공/강화 (Provide/Improve bicycle access)
AE-7	교통체계 접근성 (Transit Access)	1-5	교통체계 접근성의 제공/강화 (Provide/Improve transit access)
AE-8	전망(Scenic views)	1-2	전망이나 경치 제공 (Provide view of scenery or vistas)
AE-9	문화 활동(Cultural Outreach)	1-2	예술/문화/지역가치의 증진 (Promote art/culture/community value)
건설(Construction Activities: CA) - 최대 14점			
CA-1	관리시스템의 품질 (Quality Management System)	2	일반관리자를 위한 ISO 9001 획득 (ISO 9001 certification for general contractor)
CA-2	환경교육 (Environmental Training)	1	환경교육의 제공 (Provide environmental training)
CA-3	재활용 계획 (Site Recycling Plan)	1	매립지로부터의 하수 분리 계획보유(Have a plan to divert waste from landfill)

제 3 장 주요외국의 저탄소 녹색도로를 위한 도로정책

No.	제목(Title)	점수 (Pts.)	세부 내용(Description)
CA-4	화석연료 감축 (Fossil Fuel Reduction)	1-2	건설장비에서의 대체연료 사용 (Use alternative fuels in construction equipment)
CA-5	오염 감축 장치(Equipment Emissions Reduction)	1-2	비도로 장비에서의 EPA Tier 4 기준 충족여부(Meet EPA Tier 4 standards for non-road equip.)
CA-6	포장 오염 감축 (Paving Emissions Reduction)	1	NIOSH 장비를 충족하는 인력의 사용 (Use pavers that meet NOISH requirements)
CA-7	수로(Water Tracking)	2	건설에서의 물 사용 데이터 (Develop data on water use in construction)
CA-8	도급업자의 보증 (Contractor Warranty)	3	건설된 도로의 보증 (Warranty on the constructed pavement)
자재 & 자원(Materials & Resources: MR) - 최대 23점			
MR-1	생애 주기 관리 (Life Cycle Assessment: LCA)	2	전체 과정에서의 세밀한 LCA 이행(Conduct a detailed LCA of the entire project)
MR-2	포장재 재사용 (Pavement Reuse)	1-5	기존 포장구간의 재사용 (Reuse existing pavement sections)
MR-3	제방의 균형 (Earthwork Balance)	1	외부반입보다는 지역토양의 사용 (use native soil rather than import fill)
MR-4	재활용 자재 (Recycled Materials)	1-5	신규 포장시 재활용자재 사용 (Use recycled materials for new pavement)

No.	제목(Title)	점수 (Pts.)	세부 내용(Description)
MR-5	지역적 자재 (Regional Materials)	1-5	교통감소를 위한 지역의 자재사용 (Use regional materials to reduce transportation)
MR-6	에너지 효율 (Energy Efficiency)	1-5	관리 체계의 에너지 효율성 향상 (Improve energy efficiency of operational system)
포장기술(Pavement Technology: PT) - 최대 20점			
PT-1	장수명 포장 (Long-Life Pavement)	5	장수명을 위한 포장 디자인 (Design pavement for Long-Life)
PT-2	투과가능한 포장 (Permeable Pavement)	3	LID 기술로서의 투과가능 포장 사용 (Use permeable pavement as a LID technique)
PT-3	고온 혼합 아스팔트 (Warm Mix Asphalt: WMA)	3	HMA에서의 WMA 사용 (Use WMA in place of HMA)
PT-4	저온 포장(Cool Pavement)	5	도시 열섬현상 감소에 기여 (Contribute less to urban heat island effect, UHI)
PT-5	저소음 포장(Quiet Pavement)	2-3	소음 감소를 위한 저소음 포장 이용 (Use a quiet pavement to reduce noise)
PT-6	포장작업 수행 (Pavement performance Tracking)	1	데이터 수행을 위한 건설과의 연관 (Relate construction to performance data)
커스텀 크리딧(Custom Credits: CC)			

No.	제목(Title)	점수 (Pts.)	세부 내용(Description)
CC-1	Custom Credit 1	1-5	신규 자발적 크리딧 적용 (Design a new voluntary credit)
CC-2	Custom Credit 2	1-5	
총 합계		118	

* 출처 : University of Washington, Green Roads Manual V1.5, 2011, pp16

- 총 118점 중 해당 프로젝트가 취득한 점수를 기준으로 그린인증단계에 따라서 인증(Certification), Silver, Gold, Evergreen 등 총 4가지 종류의 인증을 부여 받게 됨.

[그림 3-36] 그린로드 인증단계



4. 그린로드 인증제 사례

(1) US97 Lava Butte · S. Century 도로

- 2009-2010년에 Oregon 주의 US97 도로 중 (S.Century Drive Section Project)에서 그린로드인증제를 시도하였음.
 - 이 구간에 대한 심사는 기존의 설계시공관리를 그대로 유지하고 단지 그동안의 활동으로 인증제의 실효성 여부와 문제점을 확인하기 위한 테스트 차원으로 이루어졌음.

- 3.8마일의 구간으로 오레곤 주 교통국(oregon Department of Transportation)이 담당하고 있으며 16백만 달러의 건설비가 들었음.

[표 3-25] US97 Lava Butte · S. Century 취득점수

Total Score	46
프로젝트 요구점수	8/11
환경 & 물(Environment & Water)	6/21
접근성 & 자본(Access & Equity)	17/30
건설(Construction Activities)	1/14
자재 & 자원(Materials & Resources)	10/23
포장기술(Pavement Technology)	5/20
커스텀 크리딧(Custom Credits)	7/10

* 프로젝트의 요구사항은 포함하지 않음

- 이 프로젝트는 자발적 부분의 점수는 39점(총 108점)을 취득하였고, 커스텀 크리딧에서는 7점(총 10점)을 취득하여 총 46점(118점 만점)을 취득하였음.
- 이는 현재 기준으로 “실버(Silver)”에 해당하는 점수로 결과를 살펴본다면 만약 프로젝트 초기에 그린인증제를 도입하였으면 약간의 노력으로도 큰 비용 없이 55점이 가능하였음(이는 현 기준으로 “골드”에 해당함).

(2) Northshore Drive 도로

- 워싱턴 주의 Northshore Drive 도로에 대해서 그린로드인증제를 시도하였음.
- 이 구간은 3.8마일로 워싱턴 주의 벨링햄 시(City of Bellingham)가 담당하고 있으며 건설에 16백만 달러가 소요되었음.

- 이 프로젝트는 자발적 부분의 점수는 29점(총 108점)을 취득하였고 커스텀 크리딧에서는 0점(총 10점)을 취득하여 총 29점(118점 만점)을 취득하였음.

[표 3-26] Northshore Drive 도로 취득점수

Total Score	29
프로젝트 요구점수	6/11
환경 & 물(Environment & Water)	6/21
접근성 & 자본(Access & Equity)	9/30
건설(Construction Activities)	1/14
자재 & 자원(Materials & Resources)	10/23
포장기술(Pavement Technology)	3/20
커스텀 크리딧(Custom Credits)	0/10

* 프로젝트의 요구사항은 포함하지 않음

- 이는 현재 기준으로 인증을 받지 못하고 이미 공사가 완료된 구간이지만 만약 프로젝트 초기에 그린로드인증제를 도입하였으면 약간의 노력으로도 큰 비용 없이 64점이 가능하였음(이는 현 기준으로 “골드”에 해당함)

(3) 14th Street, Market Street to Colfax Avenue, CA

- 14th Street 프로젝트는 Market Street에서 Colfax Avenue 사이의 12블럭을 대상으로 하고 있음.
- 이 구간은 0.8마일로 콜로라도 주의 덴버 시에서 담당하고 있으며 건설에 1천4백만 달러가 소요되었음.
- 이 프로젝트에서 자발적 부분의 점수는 43점(총 108점)을 취득하였

고 커스텀 크리딧에서는 0점(총 10점)을 취득하여 총 43점(118점 만점)을 취득하였음

[표 3-27] 14th Street, Market Street to Colfax Avenue, CA 취득점수

Total Score	43
프로젝트 요구점수	10/11
환경 & 물(Environment & Water)	10/21
접근성 & 자본(Access & Equity)	14/30
건설(Construction Activities)	12/14
자재 & 자원(Materials & Resources)	2/23
포장기술(Pavement Technology)	5/20
커스텀 크리딧(Custom Credits)	0/10

* 프로젝트의 요구사항은 포함하지 않음

- 이는 현재 기준으로 “실버(Silver)”에 해당하는 점수로 결과를 살펴본다면 만약 프로젝트 초기에 그린로드인증제를 도입하였으면 약간의 노력으로도 큰 비용 없이 최대 106점이 가능함(이는 현 기준으로 최고등급인 “에버그린(evergreen)”에 해당함).

5. 그린로드 인증제 적용상의 문제점

- 워싱턴대학교에서 시작된 그린로드 인증제는 다른 주에서도 자체적으로 개발하고 있거나 이미 개발하여 사용 중임.
 - 현재 뉴욕 교통국이 설계단계에서 그린로드 인증제를 자체적으로 만들어서 사용하고 있으며, 위스콘신 등 여러 주에서도 개발 중임.

- 그린로드인증제는 다른 주에서도 사용하고 있지만 개발된 인증제의 기준을 그대로 사용하기가 매우 어렵다는 한계가 있음.
- 우선 각 주마다 하나의 요인이 환경에 미치는 요소가 다르기 때문에 점수 배점을 그대로 하기에 문제가 있음.
 - 전기 사용시 환경에 미치는 영향은 각 주마다 전기를 구성하는 요소가 다르기 때문에 워싱턴 주의 환경영향평가 결과를 다른 주에서 사용하기에 무리임.
- 주마다 관련 산업이나 설계, 엔지니어링의 수준이 달라 건설인프라의 수준을 동일하게 설정하여 인증제 기준을 그대로 적용하기 힘들다는 한계가 있음.
- 미국의 친환경건축물인증제(LEED)의 경우 하나의 평가기준, 즉 도구의 형태로 평가를 위한 세부적인 평가기준 등을 제시하기 보다는 방법론적인 측면에서 가이드라인의 형태를 나타내기 때문에 인증을 요구하는 다양한 프로젝트의 성격에 맞추어 많은 융통성을 발휘할 수 있는 것으로 알려지고 있음.¹¹⁾
- 이러한 특성으로 인해 그린로드 역시 통일된 기준이 마련되어 강제되는 것이 아니라 이에 대해 일종의 가이드라인 역할만을 하고 있으며 각 주마다 이를 변형하여 사용하기 때문에 각 주의 등급을 직접적으로 비교하기에 무리가 있음.

11) 신동협·김상범, 국내외 친환경 건축물 인증제도에 대한 연구, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 2009

제 4 장 우리나라 도로정책의 방향 및 과제

제 1 절 저탄소 녹색성장 구현을 위한 도로 정책의 설계

1. 새로운 도로가치의 창출 필요성

- 최근 저탄소 녹색성장시대에 장애물로 여겨지기까지 하는 도로는 이제 새로운 역할과 기능 창출을 통한 패러다임의 일대 변화를 요구받는 도전적 환경이 전개되고 있지만, 한 사회의 핵심기반시설로써 도로의 중요성은 변화되지 않을 것임.
- 하지만 교토 프로토콜 하에서 탄소 감축이 전세계적 핵심 화두인 상황에서 교통 특히 도로부문에서의 CO₂ 감축은 국가 전체 CO₂ 감축의 성패를 결정하는 중요한 요소로 인식됨.
- 따라서 기존의 도로에 대한 역할과 기능을 새롭게 재인식하지 않는다면, 도로부문은 녹색성장과 CO₂ 감축에 있어서 가장 큰 걸림 도로 작용하게 되어 그동안 ‘국가 경제성장의 동맥’으로 자리매김 하던 도로의 가치가 훼손받을 수도 있음.
- 이를 위해서는 ‘에너지·자원의 소비지에서 생산지로의 변신’과 ‘한정된 국토활용 극대화를 위한 국가 동맥으로 재탄생’ 등 새로운 도로의 가치창출이 필요함.¹²⁾

2. 저탄소 녹색성장시대에 적합한 도로정책의 변화

- 종래 도로 건설 및 관리의 목표를 목적지로 빠르게 이동하는데 중점을 두고 있었다면, 이제는 저탄소를 지향하고 환경피해를 최소화하는 방식을 통해 자연과 조화되는 방향으로 그 목표를 변경시

12) 이동민, 녹색성장시대, 도로의 뉴패러다임, 월간교통 142호, 2009, 15-16면

길 것이 요구됨.

- 과거 목적 지향형의 도로 건설 및 관리 목표를 탈피하여 자연과 인간이 함께하는 친환경 도로로의 전환이 이루어져야 함을 의미
- 도로이용수단에 있어서 차량 위주의 도로 구성이었다면, 이제는 다변화한 도로교통수단을 감안하고 승용차 위주에서 탈피하여 버스, 자전거 등을 고려하여야 하며 무엇보다 차량에서 보행자 중심의 사고로의 전환이 이루어져야 할 것임.
- 도로를 이용하는 것이 단순히 차량에 국한되는 것이 아니라 인간이 이동하는 모든 것이라는 도로 본연의 의미를 감안하면 다변화하는 도로 교통수단을 고려하는 것은 당연한 변화임.
- 도로교통 혼잡을 위한 해결방향에 있어서 과거에는 도로 시설을 추가로 건설하여 문제를 해결하는 방안을 취하였으나, 이제는 도로의 다목적·다기능적 고려를 통한 교통수요관리를 다변화하는 정책추진이 필요함.
- 도로기반시설 역시 과거 휘발유, 경유 등 화석에너지 자동차만을 위한 도로 기반시설을 구축하였지만, 기술발전을 토대로 일반 자동차뿐만 아니라 전기자동차 등 친환경 자동차가 사용가능한 도로 기반시설을 확충하여야 함.
- 도로 공간에 있어서 목직지향의 건설 목표와 수단에 의해 자동차통행만을 위한 도로 공간 활용을 하여 왔으나 이제는 도로 공간의 다기능·입체적 활용을 통하여 공간 활용의 극대화도 모색되어야 하며, 휴게시설도 단순히 목적지 이동시 휴식기능 제공에서 탈피하여 쇼핑과 문화의 공간으로 탈바꿈하는 변화의 도모도 필요함.
- 궁극적으로 도로의 기능이 ‘에너지와 자원의 소비지’ 혹은 ‘기·종점간의 접근성 및 이동성의 제공’에서 탈피하여 ‘도로 자체의 접근성·이동성과 함께 타 교통수단과의 연계성 제공’을 도모하면서 자연과 공존하는 관계로 진화하여야 함.

[표 4-1] 녹색성장시대의 도로 관련 변화

구 분	기 존	저탄소 녹색성장시대
도로 건설의 목표	“Wider & Faster”를 위한 도로 건설	저탄소 지향과 환경피해 최소화
도로이용수단	승용차 통행위주의 도로	도로교통수단의 다변화 승용차 통행 위주보다는 버스, 자전거, 보행자 통행 서비스 제공을 위한 도로
도로교통혼잡 해결 방향	도로 시설 추가 건설위주 정책 추진	도로의 다목적·다기능화를 통한 문제 해결 노력 교통수요관리 및 도로교통수단의 다변화 정책 추진
도로 기반시설	화석에너지 자동차만을 위한 도로 기반시설 구축	친환경 자동차를 위한 도로 기반시설 확충
도로 건설방법	환경 파괴 및 온실가스 배출 고려미흡	환경친화적인 도로 건설 추진 저탄소 지향형 도로 건설 방법 적용
도로공간활용	자동차 통행만을 위한 도로 공간 활용	도로 공간의 다기능·입체적 활용
도로의 기능	에너지와 자원의 소비지	에너지와 자원의 생산지와 소비지
	통행의 기·종점 간 도로에 의한 접근성 및 이동성 직접 제공	도로 자체의 접근성·이동성과 함께 타 교통수단과의 연계성 제공

* 출처 : 이동민·유정복·연지윤, 녹색성장 구현을 위한 도로부문 정책개발, 한국교통연구원, 2009, 52면

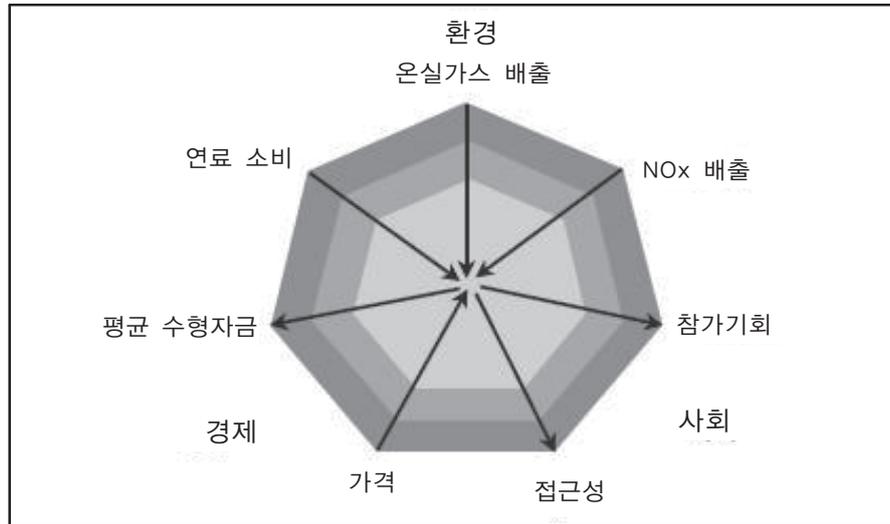
3. 지속가능한 도로교통체계의 구축

- 지속가능한 도로교통체계는 일반적으로 환경의 질을 저해함이 없이 경제성장과 사회발전을 이루면서 사람·장소·물건·서비스에 대한 접근성과 이동성을 증진시켜 국가 경쟁력을 강화할 수 있는 교통체계로 설명할 수 있음.
- 특히 환경측면에서 지속가능한 교통(Environmentally Sustainable Transport)은 환경오염의 최소화, 생태계의 보전, 삶의 질의 지속적 향상, 자원의 효율적 이용으로 교통 서비스의 공급과 이용에 있어 세대 간·계층 간·지역 간 형평성을 유지하는 교통체계로 정의할 수 있음.
- 기존 도로교통계획에서 차량의 소통개선에 주안점을 두었으므로 교통약자의 접근성, 교통안전성, 환경성 등의 지속가능성을 다소 소홀히 했던 점을 지속가능한 도로교통체계에서는 이를 모두 고려하는 체제로의 적극적 전환이 필요함.

4. 지속가능한 도로의 건설 및 관리 기술의 개발

- 현재 지속가능한 개발과 관련하여 대두되고 있는 가장 중요한 환경적 이슈는 CO₂ 를 중심으로 하는 온실가스의 감축으로, 교통부문은 CO₂ 배출의 약 20%를 점하는 주요 배출원이며, 교통부문 화석연료의 95%이상이 도로교통에 소비되고 있는 점임.
- 지속가능한 교통체계를 구축하기 위해서 OECD 주요 국가에서는 2030년까지 도달해야할 지속가능한 교통정책목표를 설정하였으며, 그 목표는 과거 10년 전인 1990년 수준으로 정하고 있어 많은 양의 감축이 필요함.

[그림 4-1] 교통부문의 지속가능성



* 출처 : 교통개발연구원, 2004, 지속가능한 도시교통체계 구축방안

* 주 : 1. 음영이 진한부분이 강한 정도를 나타내며, 연한 부분이 약한 정도를 나타냄

2. 화살표의 방향이 각 부문에서 추구해야할 방향을 나타냄

- CO₂ (이산화탄소)
 - 1990년 교통 분야 탄산가스 배출의 20% 수준으로 낮추어야함
- NOX(질소산화물)
 - 대기 중 이산화질소 및 오존 수준, 질소화합물 수준을 WHO 보건 및 생태계 보호를 위한 수준으로 맞추기 위해 대폭 낮춤. 교통부문 배출량을 1990년도의 10%수준으로 낮추어야 함
- VOCs(휘발성유기화학물)
 - 교통 분야의 감축량을 1990년도의 10%수준으로 내림
- PM(미세먼지)
 - 1990년도 수준의 55-99%수준으로 낮춤

- 소 음
 - 주간 55dB(A), 야간 45dB(A)이하로 낮춤
- 도로의 공사에서 운영관리까지 CO₂ 를 저감하는 등의 친환경적·기후 친화적·지속가능한 도로를 건설하기 위한 기술의 연구개발도 진작시켜야 함.
- 유럽국가에서는 교통체계에 의한 온실가스 배출을 저감하기 위하여 도로교통감축, 기후변화에 대응, 교통으로 인한 토지수요 감축, 야생동식물 보호, 재활용 불가능 물질 및 에너지 사용 감축, 투자계획 및 가격 설정 시 환경효과 고려, 교통과 환경 관련 대중 홍보 등의 정책을 펼치고 있음.
- 특히, 교통으로 인한 토지수요를 감축하는 정책은 도로로 인해 편입되는 토지의 수요를 감축하는 것으로써 도로로 편입되는 CO₂ 흡수원을 최소화하는 비오톱 대체조성과 관련이 있음.
- 스위스에서는 교통사고율 제로 “Vision Zero”(1997년)에 따라 2000년도에 사망률 25% 감축하고 2007년에 사망률 50%감축을 달성하였으며, 네델란드에서도 2010년까지 교통사고 사망률 50%감소를 목표로 교통안전 정책 “Sustainable Safety”을 1990년에 수립하는 등 교통안전성을 위한 목표들이 속속 수립되고 있음.

5. 체계적인 온실가스 배출량 산정방식의 마련

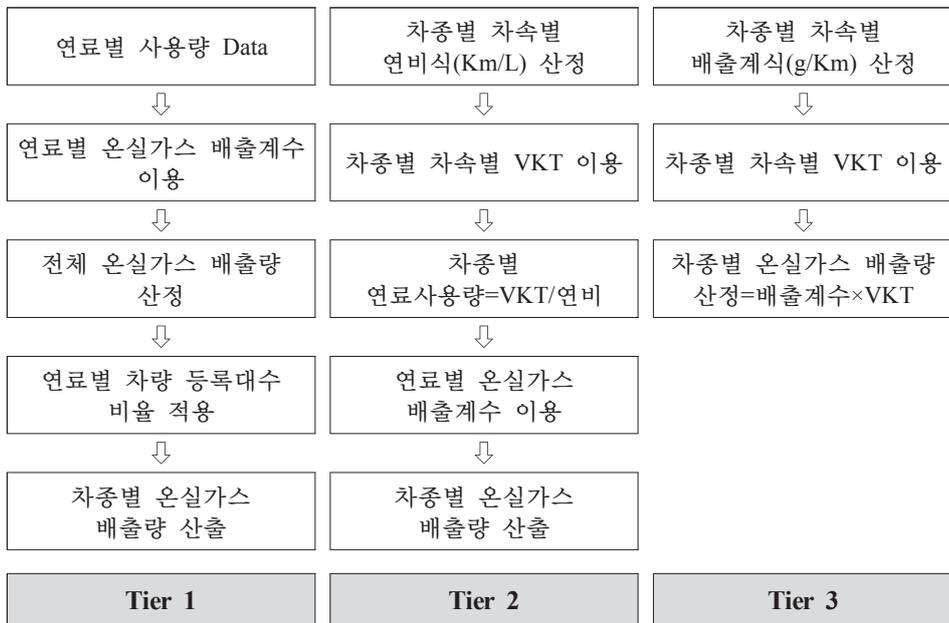
- 외국의 도로교통 부문 온실가스 배출량 산정방식은 단순히 연료사용량만을 이용하여 배출량을 산정하는 것이 아니라 궁극적으로 온실가스 배출량을 관리하고 감축하기 위한 정책수단으로서의 기능을 지원·활용하기 위한 방향으로 발전해나가고 있음.
- 우리나라 온실가스 배출통계는 기본적으로 기후변화에 관한 정부간 협의체인 IPCC 가이드라인에서 제시하고 있는 방법론을 반영하고 있으며 배출계수도 IPCC에서 제시된 것을 사용하고 있음.

- 자동차에서 배출되는 온실가스 배출량 산정방법으로 외국에서 사용하는 방식으로는 Tier 1, Tier 2, Tier 3 방식의 3가지 방법론이 있음.

[표 4-2] 도로부문 온실가스 배출량 산정방법의 특징

구분	Tier 1	Tier 2	Tier 3
원리	에너지원별, 모드별 에너지 소비량에 연료별 IPCC 배출계수만 적용	차종별, 배출제어기술에 따른 배출계수를 적용	차종별 이동거리에 따른 배출계수 적용
방식	Top-Down 방식	Bottom-Up 방식	Bottom-Up 방식
장점	가장 기본적인 방식	-	배출량을 정확하게 산정
단점	차량 주행거리가 고려되지 않음	차종별 에너지 소비량 자료가 필요	많은 자료가 필요함

[그림 4-2] 자동차 온실가스 배출량 산정방법(Tier 1-3)



- 국내에서는 아직까지 공식적인 국가 자동차 온실가스 배출계수가 없는 상황이지만, 선진국의 배출계수는 우리나라 여건과 상이하여 그대로 적용하기는 곤란한 측면이 있음.
- 국립환경과학원에서는 자동차 온실가스 배출계수 확립을 위해 2001년, 2005년, 2008년에 각각 자동차 온실가스 배출계수를 제시한바 있음.
 - 2001년에는 차종별, 규모별, 연료별 온실가스 배출계수는 속도 함수식으로 되어 있으며, 승용차, 버스, 트럭으로 구분하였음.
 - 2005년에는 차종별, 규모별, 연료별 온실가스 배출계수에는 각 차량의 속도별 비율을 고려하였음.
 - 2008년에는 차종별, 규모별, 연료별 온실가스 배출계수는 함수식으로 되어 있음.
- 이러한 각 배출계수들의 주요특징을 비교하면 다음과 같음.

[표 4-3] 자동차 온실가스 배출계수 비교

2001년 개발된 배출계수	2005년 개발된 배출계수	2008년 개발된 배출계수
- 개발연도가 오래되었음 - 속도별 배출계수 적용가능 - 속도 데이터 부재시 적용불가능(속도를 가정하여 적용하여야 함) - 차종별, 규모별, 연료별 배출계수가 다양하지 못함 - 속도에 따른 배출계수 거동이 비현실적임	- 개발연도가 비교적 최근 - 속도별 배출계수 적용불가(단, 차속별 비율을 적용하여 산정된 배출계수임) - 속도 데이터가 없어도 적용가능 - 차종별, 규모별, 연료별 다양한 배출계수 제공 - 속도에 따른 배출계수 산정이 불가능	- 개발연도가 최근임 - 속도별 배출계수 적용가능 - 속도 데이터 부재시 적용불가능(속도를 가정하여 적용하여야 함) - 차종별, 규모별, 연료별 배출계수가 빈약함(특히, 승용차 배출계수 미제공)

* 출처 : 정경선 외, 도로와 환경, 2010, 367면

- 현재 정부가 제시한 교통부문 온실가스 감축목표를 2020년 BAU대비 33%~37%, 2005년 배출량 대비 20%~24%로 제시한 목표를 달성하기 위해서는 Tier 1 수준의 배출량 산정에서 벗어나야만 실현가능함.
- 이를 위해서는 자동차 주행기반 배출량 산정·관리시스템 내에서 목표관리를 위한 배출량 감축 시나리오를 분석하여 교통관리 정책을 지원할 수 있도록 하여야 함.¹³⁾
- 우리나라는 유럽 기준으로 이러한 감축을 추진하고 있어서 실질적으로 우리나라 교통상황에 따른 배출량 산정과는 차이가 있음.
- 이를 위해서는 무엇보다 우리나라 현실에 적합한 자동차 온실가스 배출계수를 마련하는 것이 시급하다고 할 수 있음.

제 2 절 도로환경영향평가의 현황과 과제

1. 환경영향평가제도의 현황

(1) 환경영향평가제도의 개념

- 도로건설 사업이 환경에 미치는 해로운 영향을 미리 예측·분석하고 부정적인 환경영향을 줄이는 방안을 마련하기 위하여 환경영향평가제도가 도입되었음.
- 환경영향평가는 그 대상이 되는 행위유형의 범주에 따라서 협의의 개념과 광의의 개념으로 구분할 수 있음.
 - 광의의 개념으로는 환경에 영향을 미치는 인간의 활동영역 중에서 국가의 정책(Policy), 계획(Plan), 프로그램(Program), 사업(Project), 법령(Laws) 등을 대상으로 하여 그것이 환경에 어떠한 영향을 미치는지 조사·예측하고 평가하는 것으로 정의할 수 있음.

13) 이현주, 외국의 도로부문 온실가스 산정방식과 시사점, 도로정책 Brief 제42호, 국토연구원, 2011.4, 4면

- 협의의 개념으로는 환경영향평가는 환경에 영향을 미치는 인간의 활동영역 중에서 주로 개발사업(Project)을 대상으로 하여 그것이 환경에 어떠한 영향을 미치는지 조사·예측하고 평가하는 것으로 정의할 수 있음.
- 미국의 국가환경정책법(National Environmental Policy Act: NEPA)상의 환경영향평가제도는 환경영향평가의 대상을 넓게 인정하고 있어서 광의의 개념에 해당한다고 할 수 있지만, 우리나라의 경우는 사업실시단계에서의 환경영향평가를 의미하는 것으로 협의의 환경영향평가에 해당한다고 할 수 있음.
- 환경영향평가제도는 1969년 미국의 국가환경정책법에서 처음으로 도입되어 일본(1972년), 캐나다(1973년), 오스트레일리아(1974년), 서독(1975년), 프랑스(1976년) 등 선진국들을 시작으로 개발도상국에도 시행을 하였는데 그 형태는 위임규칙, 법령, 제정법 등 매우 다양하게 존재하고 있음.

(2) 환경영향평가제도의 변화과정

- 1977년 제정된 환경보전법 제5조에서 ‘사전협의’라는 표제 하에 “도시의 개발이나, 산업입지의 조성, 에너지 개발 등 환경보전에 영향을 미치는 계획을 수립하고자 하는 자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 당해 계획에 관하여 미리 보건사회부장관과 협의하여야 한다.”라고 규정하여 행정기관이 시행하는 도시개발, 산업입지의 조성, 에너지 개발 등에 대한 협의하는 환경영향평가제도의 근거를 마련함으로써 처음으로 도입되었으며, 이에 따라 1981년 2월 ‘환경영향평가서작성에관한규정(환경청고시제81-4호)’이 제정·고시됨에 따라 본격적으로 실시되었음.
- 이후 환경보전법의 개정을 통해 대상사업을 확대하면서 행정기관뿐만 아니라 공공단체, 정부투자기관 및 민간이 시행하는 사업까

지 포함되었으며, 1990년 환경청이 환경처로 승격되면서 환경법 체계를 전면 개편함에 따라 환경영향평가에 관한 사항은 환경정책 기본법에 규정하고, 주민 의견수렴 및 사후관리제도를 도입하였음.

- 환경정책의 기본방향을 정하고 있는 환경정책기본법에서 환경영향평가 대상사업의 범위, 시기, 협의절차 등 구체적·시행적 사항까지 정해야 하는 등 입법상의 문제와 제도 운영상 나타난 문제점을 개선하기 위하여 1993년 6월 환경영향평가법을 제정하여 대상사업이 16개 분야 59개 사업으로 확대되었음.
- 이후 법률개정이 지속적으로 이루어졌지만 영향평가가 각각 다른 법률에 근거를 두고 별도로 시행되었고, 하나의 개발 사업이 2가지 이상의 영향평가의 대상이 될 경우 절차의 중복과 비용의 과다 지출 등으로 사업자에게 시간적·경제적으로 불필요한 부담이 가중된다는 지적에 따라 「환경·교통·재해등에관한영향평가법」이 1999년 제정되어 환경영향평가제도를 중심으로 교통영향평가, 인구영향평가 및 재해영향평가제도를 통합하여 평가절차를 통일하고 영향평가서 작성을 단일화하였음.
- 하지만 각 영향평가의 통합이 실제 운영에 있어서 형식적 통합에 불과하다는 지적에 따라 현재의 「환경영향평가법」이 제정되어 시행되고 있음.
- 환경영향평가의 협의대상 사업
 - 도시개발, 산업입지 및 공업단지의 조성, 에너지개발 등 17분야 77개 단위사업으로 이중 도로와 관련된 대상사업은 도로 건설 분야 도로 사업이 해당됨
- 환경영향평가 작성 및 협의과정
 - 환경영향평가는 사업자가 대행기간 등을 통해 평가서초안을 작성하고, 공고·공람 등을 통해 주민들의 의견과 관계행정기관의 의견을 수렴하고 본 평가서를 작성함

제4 장 우리나라 도로정책의 방향 및 과제

- 작성된 평가서는 승인기관에 제출하여 환경부(환경정책·평가연구원)에서 협의하여 협의내용을 사업자에게 통보하고 협의내용을 보완하여 재협의과정을 거쳐 환경영향평가서 작성이 완료됨
- 완료된 환경영향평가서의 내용을 이행하는 지 관리대장, 및 사후 환경영향조사 등을 통해 승인기관 및 환경부에서 관리·감독함

[표 4-4] 사전환경성검토제도와 환경영향평가제도의 비교(도로 중심)

구 분	사전환경성검토제도	환경영향평가제도
근거법령	환경정책기본법	환경영향평가법
대상	도로법 제23조2에 따른 도로정비 기본계획 도로법 제2조 및 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제2조제13호에 따른 도로(고속국도 제외)의 건설 공사 계획	도로법 제2조제1호, 제7조 및 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제2조제13호에 따른 도로의 건설사업 중 4Km 이상의 신설, 2차로 이상으로서 10Km 이상의 확장
내용	계획의 적정성 및 타당성 노선대안 및 환경영향검토결과	확정노선 위주로 정해진 평가 항목의 영향예측 및 분석
협의 시기	도로법 제23조의2 제4항에 따라 도로의 관리청이 관계행정기관의 장과 협의하는 때 건설기술관리법 시행령 제60조 또는 제62조에 따른 기본설계 또는 실시설계의 도로노선을 선정하는 때	대상사업의 실시계획의 인가 전, 시행 허가 전
평가서 작성자	작성기관은 해당계획/사업을 추진 하는 기관	작성기관은 사업자
주민의견 수렴	주민공람 및 설명회 개최(필수) 공청회, 토론회 개최(임의)	주민공람 및 설명회 개최(필수) 공청회 개최(일정 규모 이상의

구 분	사전환경성검토제도	환경영향평가제도
		주민이 요청하는 경우)
처벌규정	개발사업의 사전허가 금지 외 처벌규정 없음	평가서 부실·허위 작성시 2년 이하의 징역 또는 벌금

- 2012년 7월 21일부터 사전환경성검토와 환경영향평가를 일원화하여 시행하게 되었음.
- 가장 큰 변화는 그동안 환경정책기본법과 환경영향평가법으로 분리되어 있는 것을 환경영향평가법으로 통일하여 일괄적으로 규율하게 되었다는 것임.

[표 4-5] 개정 환경영향평가법의 주요 내용

구 분	현 행	개정(2012.7.21 시행)
법률의 명칭	환경정책기본법 환경영향평가법	환경영향평가법
평가 구분	사전환경성검토 - 행정계획(16분야 92개) - 개발사업(21개 보전지역) 환경영향평가(17분야 77개)	전략환경영향평가 소규모 환경영향평가 환경영향평가
행정계획 관련	상·하위 행정계획 구분없이 동일한 절차 및 주민의견수렴	행정계획의 성격별 정책계획과 개발기본계획으로 구분 - 정책계획: 관광개발기본계획 등 지역적 범위가 넓고, 기본방향이나 지침적 성격의 계획 - 개발기본계획: 재정비촉진계획 등 구체적인 개발 구역의 지정 계획 - 정책계획은 주민의견수렴 대신 전문

구 분	현 행	개정(2012.7.21 시행)
		가 의견 수렴으로 대체 - 개발기본계획은 환경영향평가수준으로 주민의견수렴 절차 및 방법 강화 ※ 주민요구 시 공청회 개최 의무화, 협의전 주요사항 변경시 주민의견 재수렴 실시 등
평가관련 위원회	환경성검토협의회, 환경영향평가계획서심의위원회 및 이의신청심의 위원회를 각각 운영	환경영향평가협의회로 통합
사전 환경성 검토서 작성대행	없음(사전환경성검토서는 아무나 작성 대행)	전략환경영향평가서의 전문평가업자 작성 의무화
평가사 도입	없음 (대기, 수질 등 기술자격자)	환경영향평가사 제도 도입, 평가서 작성 총괄
벌칙	사전환경성 검토 부실·허위작성 등의 처분규정 없음	전략환경영향평가서 부실·허위작성 및 협의내용 미이행 등 벌칙신설

2. 도로환경영향평가의 문제

- 광범위한 환경문제의 발생
 - 도로 사업은 특성상 어느 한 지역에 국한되는 것이 아니라 노선이 통과하는 지역에서 광범위하게 환경문제가 발생하기 때문에 노선 선정단계부터 경제성, 안전성에 대한 검토뿐만 아니라 환경적인 영향도 충분히 검토하고, 그 결과를 계획 및 설계상에 반영하는 것이 중요함.

- 형식적인 환경영향평가제도
 - 도로 사업은 타당성조사, 기본설계, 실시설계 등의 일련의 절차를 통하면서 경제적·사회적·기능적 측면에서의 다양한 검토가 이루어지지만 환경영향에 대해서는 계획 초기단계에서의 환경에 대한 검토는 거의 없거나 형식적으로 이루어지고 있는 실정임.
 - 최근 들어 몇몇 도로 사업에 대하여 노선협의를 정부기관 간에 이루어지고 있지만 아직까지 제도화되어 정형화되지 못하고 있으며 주로 사업자 스스로의 필요성에 따라 수행되고 있음.
 - 개발사업자는 환경영향평가를 단순한 협의과정으로만 인식하여 평가협의만 거치면 모든 환경적 책무를 이행한 것으로 생각하여 협의내용 이행에 무관심한 경우가 많게 되면서 환경영향평가의 의사결정수단으로 활용되지 못하고 사실상 결정된 사업계획에 대하여 오염저감방안 정도만 제시하는 등 사후 환경관리 수단으로 운영되고 있다는 지적이 있음.
 - 환경보호론자들은 환경영향평가가 사업추진을 위한 통과리례 혹은 면죄부를 주기 위한 제도라는 주장을 하기도 하며, 사업자 입장에서 환경보존이라는 본래의 취지에 맞게 문제점을 개선하기 보다는 가급적 회피하려는 경향을 보이기도 함.¹⁴⁾
- 2011년 국정감사에서 최근 3년 반 동안 사전환경성을 검토한 건수는 총 1만 6천798건으로 이중 동의 또는 조건부 동의를 결정한 건수는 92.4%에 달하는 것으로 나타나 사전환경성검토제도가 유명무실했다는 비판을 받기도 함.¹⁵⁾
- 도로계획 초기에서의 환경성 고려 미흡
 - 도로설계편람에서는 타당성조사단계와 기본설계단계에서 기술성, 경제성 등과 함께 환경성을 고려하도록 하고 있지만 구체화되지

14) 마강래·김찬성, 도시교통분야에서 패널자료 분석의 유용성과, 74면.

15) 연합뉴스, 2011.9.19

않았고 환경성보다는 오히려 사회성 평가지침에 가까워 노선선정단계에서 환경성 측면이 제대로 반영되지 못한 측면이 있음.

- 영향을 받는 대상(Receiver)에 대한 고려 미흡
 - 기존의 평가서에서는 환경영향을 대기, 수질 등 항목별로 나누어 평가하고 있으나, 영향을 받는 사람, 동물 등의 설정이 이루어지지 않는 등 고려가 미흡한 상태임.
 - 저감방안 수립 시 receiver에 대한 고려가 미흡하며, 또한 도로자체에 의한 영향을 고려하지 않고 있는 것도 문제로 지적할 수 있음.

3. 판정결정문 제도의 법제화

- 판정결정문(Record of decision)은 사업시행자가 도로 노선 선정과정에서 발생한 모든 과정을 공개하는 제도로서 노선을 최종적으로 확정하는 단계에서 논의되었던 사안과 이해당사자 및 주민의 사소한 의견까지 기록으로 남기는 제도임.
- 판정결정문제도는 도로 노선 선정 단계에서 도로건설 및 운영과정에서 발생 가능한 환경 문제를 공개하고 논의함으로써 문제점을 보다 근본적으로 해결할 수 있는 장점이 있음(예: 노선에 대한 재검토, 환경적으로 민감한 지역을 우회하는 노선 채택 등).
- 그 외에도 도로건설 중에 이해당사자와의 충돌로 공사가 중단되는 사태를 미연에 방지하는 역할을 수행할 수도 있음.
- 도로사업과 관련된 의사결정과정을 기록으로 남기고, 이해관계자와 시민이 이를 열람할 수 있도록 함으로써 도로투자에 대한 선심공약, 중복 도로와 도로 사업으로 인한 환경문제 논란이 가중되는 상황에서의 분쟁을 최소화할 수 있는 장치로 작동할 수 있다는 장점이 있음.

제 3 절 Green Roads 인증제의 도입 가능성과 한계

1. 국내 도로 상황의 반영 필요

- 현재 미국의 친환경건축물인증제(LEED)를 참고로 하여 2002년부터 우리나라도 친환경건축물 인증제도(Green Building Certification Criteria: GBCC)를 도입하여 시행하고 있음.

[표 4-6] 국내 친환경 인증제도(GBCC)와 미국 LEED의 특성 비교

	GBCC (한국)	LEED (미국)
적용건물	공동주택, 주거 복합건축물, 업무용 건축물, 학교, 판매시설, 숙박시설	상업용 건물, 교육용 건물, 고층 공동주택
평가단계	2단계(설계완료, 시공완료)	등록(설계~시공 완료전), 완공후 평가
평가항목의 분류체계	부문(4) 세부부문(9) 범주(25) 평가항목(65)	부문(6) 필수항목(7) 세부항목(37)
부문 및 세부부문의 항목	① 토지이용 및 교통, ② 에너지 자원 및 환경부하(에너지, 재료 및 자원, 수자원, 대기오염, 유지관리) ③ 생태환경, ④ 실내환경	①지속가능한 부지계획, ② 수자원 효율, ③ 에너지 및 대기, ④ 자재 및 자원, ⑤ 실내 환경의 질, ⑥ 혁신성
평가항목별 득점	1~15점(평가항목별 배점이 설정되어 있음)	1~10점(평가항목별 배점이 설정되어 있음)
가중치	각 항목별로 가중치에 다른 평가기준이 설정되어 있음	-

	GBCC (한국)	LEED (미국)
총점	98점(업무시설)	110점

* 출처 : 이현우·최창호, 국내 친환경건축물 인증제도와 LEED의 평가항목 비교연구-업무시설을 중심으로, 한국태양에너지 학회 논문집 제31권 제1호, 2011, 86면

- GBCC는 토지이용, 교통, 에너지, 재료 및 자원, 수자원, 환경오염, 유지 관리, 생태환경, 실내환경 등 환경에 영향을 미치는 요소에 대해 비교적 고르게 점수를 배점하여 평가하고 있는데 비해 LEED의 경우 에너지와 수자원 절약이 지나치게 강조되어서 에너지와 수자원 절약을 달성하지 못하면 높은 등급의 친환경인증을 받지 못하게 됨.
- 이러한 지리적, 기후적, 문화적 차이뿐만 아니라 건축형태 등의 차이로 인해서 LEED와 우리의 GBCC는 추구하는 목적, 만들어진 배경과 문화가 서로 다르다는 점을 고려하여야 하기 때문에 LEED를 우리나라에 그대로 적용하는데 있어서 신중한 검토가 필요하다는 지적이 제기되고 있음.¹⁶⁾
 - 구체적인 예로는 LEED에서 필수항목으로 지정되어 있는 건설공사 중 공해방지항목의 경우 우리나라는 건축법에 의해 매우 엄격하게 관리되어 있기 때문에 GBCC에서 필수항목으로 지정된 평가항목에 반영할 필요가 없다는 것임.
- 이를 고려한다면 미국의 Green Roads의 기준을 국내에 그대로 반영하는 것은 미국과 우리나라의 도로와 차량이용의 차이를 감안하지 못하여 적절하지 못한 측면이 있음.

16) 이현우·최창호, 국내 친환경건축물 인증제도와 LEED의 평가항목 비교연구-업무시설을 중심으로, 한국태양에너지 학회 논문집 제31권 제1호, 2011, 86면

- 미국에 비해 우리나라는 곡선 구간이 많으며 차량의 지·정체가 많고 과적 및 적재불량 화물차로 인한 도로 파손이 심한 점 등 미국의 현실과 차별성을 어느 정도 감안되어야 함.
- 도로 인증과 관련하여 수자원 관련 항목은 미국에서는 필요할 요소일 수 있으나 우리나라의 도로 인증과 관련해서는 관련성이 떨어지는 문제가 있음.
- 미국의 그린로드는 가이드 역할을 하고 있을 뿐 주마다 어느 정도 상이한 평가체계와 심사기준을 마련하고 있다는 점을 고려하면 미국의 그린로드 심사 체계를 그대로 도입하여 국내에 적용하는 것은 한계가 있음.
 - 이는 각 주의 도로 상황, 차량 이용 형태 등을 감안하여 각기 현실적인 제도를 모색하고 있는 것이지만 우리의 경우 중앙정부 차원에서 일관된 기준을 전국적으로 적용하게 되기 때문에 인증제가 전국적으로 단일화 될 것임
- 따라서 미국의 그린로드 심사 체계를 직접 도입하는 것은 현실상 적절하지 못하며 국내 도로 상황에 따라 독자적인 그린로드 인증 체계를 수립하여야 하며, 이러한 인증체계 수립에 있어서 미국의 그린로드 심사 체계를 참고할 수 있을 것임.
- 우리나라의 경우 지자체가 관리하는 도로의 경우에는 이러한 인증제의 도입이 가능할 수 있을 것이지만, 세수부족에 시달리는 지방자치단체가 그린로드 인증 때문에 사업비를 추가로 들여가며 인증제를 받으려 할지는 의문이 있음.
- 그린로드 인증제 도입을 위해서는 인증 획득시 해당 지자체에 대한 정부지원 등의 조치를 검토해 볼 필요가 있음.

2. 재정과 민자 구간에서의 Green Roads 도입과제

- 고속도로의 경우 한국도로공사가 관리하는 재정구간과 민자가 컨소시엄 등의 형태로 관리하는 민자구간으로 구분하여 검토할 필요가 있음.
- 재정구간의 경우 궁극적으로는 주체가 민간이 아닌 국가가 건설하는 구간이기 때문에 그린로드 인증 기준이 마련된 경우 최소한 일정 기준을 획득하도록 하는 방안이 제시될 수 있음.
- 그러나 민자 구간의 경우 정부와 해당 민자 컨소시엄간의 컨세션 계약을 통해 도로건설이 이루어지고 있는데 그린로드 인증으로 인한 혜택이 크지 않다면 이를 민자 컨소시엄이 굳이 인증을 받으려 하지는 않게 될 것임.
- 민자 구간의 경우 그린로드 인증을 받기 위해서는 도로 공사비가 증가하게 되고, 이로 인해 통행료가 높게 책정될 수 있다는 점에서 별도의 혜택을 부여하는 것도 논란이 될 수 있을 것임.

제 4 절 기후변화 대응을 위한 도로 운영의 방향

1. 도로시설을 활용한 에너지 생산·활용

- 도로 자산의 효율적 활용을 통한 국토생산성을 향상을 위해서는 신재생에너지를 도로 관리 운영에 활용하는 방안이 마련되어야 함.
- 유럽의 경우 많은 도로구간 방음벽에 태양광 집전판을 설치하여 태양에너지를 생산하고 있고, 바람이 많은 도로에서는 도로 유희지에 풍력에너지를 생산하고 있는 것은 좋은 참고가 됨.

[표 4-7] 유럽의 방음벽 활용 태양에너지 생산사례

국가	도로명	용량	구축시기	비고
독일	Solarpark Aschaffenburg, A3	2.65MW	2009	
	A92 motorway	499kW 475MWh	2003	
	A6 motorway	100kW 70MWh	1999	
	A620 motorway	40kW 50MWh	1995	
	A31 motorway	53kW 32MWh	2003	
	A23 motorway	30kW	1992	
	A96 München-Lindau motorway	30kW 25MWh	1997	
	A9 motorway	216kW	1998	
오스트리아, Gleisdorf	A2 motorway near Graz	101kW 80MWh	2001	
스위스	A13 motorway	100kW	1989	세계 최초의 방음벽 활용 태양집광시설
	A2 motorway	100kW	1995	
	A1 motorway	80kW	2001	
	Gothard motorway	123kW 130MWh	2007	매년 100톤의 CO ₂ 배출량 감소 효과
	A1 motorway	10 kW	1997	
프랑스	A21, Lens-Calais motorway	63kW	1999	
네델란드	A27 motorway	55 kW	1995	
오스트리아	A1 motorway near salzburg	40 kW	1992	

* 출처 : 이동민 · 유정복 · 연지윤, 녹색성장 구현을 위한 도로부문 정책개발,
한국교통연구원, 2009, 69면

- 우리나라도 2011년 한국도로공사가 관리하고 있는 폐도나 고속도로 휴게소 등 유헤도로자원을 이용한 태양광 발전 등을 통한 신재생에너지 사업을 추진할 수 있도록 한국도로공사법상의 한국도로공사의 업무범위에 신재생에너지 사업을 추가한 바 있음.

한국도로공사법 제12조(업무) ① 공사는 제1조의 목적을 달성하기 위하여 다음 각 호의 업무를 수행한다.

1. ~ 9. (생략)

9의2. 제1호부터 제6호까지 및 제9호에 따라 공사가 관리하는 부지 및 시설을 활용한 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조제2호에 따른 신·재생에너지 설비의 설치, 운영 및 관리

- 이에 따라 한국도로공사는 한국남동발전(주)와 고속도로 폐도를 활용한 발전용량 25MWp 규모의 태양광 발전사업 개발을 위해 공동으로 사업을 수행할 예정인 것으로 알려지고 있음.¹⁷⁾
- 이는 한국도로공사법에서 신재생에너지 사업에 한국도로공사의 참여를 허용하면서 가능해진 것으로 국내 최초 고속도로 폐도를 활용한 태양광 발전 사업에 관한 것으로, 추후 한국도로공사와 남동발전이 각각 지분을 출자하여 특수목적법인을 설립 후 사업을 추진하게 됨.
- 이에 따라 한국도로공사는 고속도로 폐도부지 130만㎡ 가운데 설치가 용이한 50만㎡의 부지에 25MWp 규모의 태양광 발전시설을 설치할 계획임.
 - 발전용량 25MWp는 강원도 평창군 규모의 도시(약 3만 7천명)가 1년간 사용할 수 있는 전력량으로 친환경 에너지 생산으로 연간

17) 한국도로공사 보도자료, 2011.10.5

14,000톤의 이산화탄소 배출량을 줄일 수 있으며 이는 30년생 가로수 40만 그루를 심은 것과 같은 효과를 볼 수 있음.

- 2011년 말까지 호남고속도로 장성분기점과 남해고속도로 진성나들목 부근의 2~3MWp 규모의 시범사업을 진행하고 이후 고속도로 휴게소 주차장 및 건축물 등 시설물에 대해서도 단계적으로 확대할 계획임.

[표 4-8] 태양광발전 개발 잠재량

도로자산	면 적(m ²)	설비규모 (MW)	
		100% 활용시	50% 활용시
폐도부지	1,302,000	66	33
휴게소 주차장	2,664,000	130	65
휴게소 건축물	206,000	10	5
보유 건축물	50,000	3	1
절토면	262,000	13	7
IC/JCT	230,000	12	6
소계	4,714,000	234	117

* 출처 : 한국도로공사 보도자료, 2011.10.5

[표 4-9] 신재생에너지를 통한 사회적 기대효과

구 분	잠재량 100% 활용	잠재량 50% 활용
사용가능 가구	84,000가구/년	42,000가구/년
CO ₂ 저감량	128,200Ton/년	64,100Ton/년

* 출처 : 한국도로공사 보도자료, 2011.10.5

- 현재 한국도로공사가 관리 중인 폐도 부지, 고속도로 휴게소 주차장 및 건축물 등 태양광 발전을 위한 개발이 가능한 부지는 4,714,000m²로 이를 전부 활용해 전력을 생산할 경우 8만 4천 가구(광명시 규모)가 1년 동안 사용할 수 있는 전력 공급이 가능한 것으로 추산됨

- 따라서 고속도로 주변을 활용하여 에너지를 생산한 미국 오레건 주의 태양열 고속도로를 우리나라도 실제 적용하는 것이 가능해졌다고 할 수 있음.
- 태양광을 활용하여 가로등에 필요한 에너지를 생산하는 개념은 이미 상용화되어 있는 상황에서 도로의 유휴부지에 에너지 생산시설을 설치하여 도로의 유지관리에 필요한 에너지를 공급할 수 있게 되었음.
- 수도권 인근 고속도로의 경우 유휴부지가 매우 적고 오히려 개발로 인해 도로 주변으로 아파트 등이 들어서 대규모의 방음벽이 설치되어 있다는 점을 고려하여 방음벽을 활용한 태양열 에너지 생산 등도 모색할 필요가 있음.
- 도로시설을 통해 생산된 전력은 무상 혹은 저가로 도로 주변 주거 및 상업시설에 공급함으로써 도로건설에 따른 주민편익을 극대화할 수 있을 것임.¹⁸⁾
- 또한 도로시설을 통한 전력생산은 향후 전기자동차 기반서비스를 위한 전력으로도 활용가능하고, 이러한 전력을 활용한 전기자동차 시대 기반시설을 확충할 수 있는 토대가 될 수 있을 것임.

2. 도로 강우 유출수의 활용

- 도로 건설에 따른 불투수면 면적의 증가는 토양 흡수 빗물량을 감소시켜 수자원 부족, 환경오염, 물 순환 체계 왜곡 등을 발생하고 있음.
- 국토의 약 1%에 해당하는 도로 포장면을 통한 집수 가능 빗물량은 연간 13.3억톤으로 이는 팔당댐 저수용량의 5.5배로 3개월 동안 전 국민이 사용가능한 막대한 양에 해당됨.
- 도로 표면의 빗물을 바로 하천으로 유입시키지 않고 저류 및 저장

18) 이동민·유정복·연지윤, 녹색성장 구현을 위한 도로부문 정책개발, 한국교통연구원, 2009, 72면

시설을 통해 도로 강우 유출수의 오염물질을 제거하여 처리하게 되면 대규모의 강물 처리에 비해 처리비용을 극소화 시킬 수 있으며 (강물의 오염처리보다 1/50수준의 처리비용 소요)집수된 도로 강우 유출수를 다양한 용도로 활용이 가능한 것으로 알려지고 있음.¹⁹⁾

- 효율적인 빗물 집수 시스템의 구축으로 하천으로 방출되었던 빗물을 수자원화 할 수 있으며, 하수처리비용 절감, 홍수 등의 방재효과를 기대할 수 있음.
- 집수된 수자원은 비점오염 관리시설을 통해 인근 휴게소는 물론 조경 및 농업용수, 인근 산업단지의 공업용수, 소방용수 등으로 활용이 가능함.
- 도로시설의 세척용수, 도로주변의 조경용수, 허드렛물, 소방용수 등은 많은 수량을 필요로 하지만 수돗물처럼 고급의 물을 필요로 하지 않기 때문에 빗물을 사용하는 것이 문제가 되지 않음.

3. 도로 부문 CDM 사업

(1) 도로 부문 CDM 사업을 위한 요소

- 선진국들은 교토의정서에서 효과적인 방법으로 배출목표를 달성하기 위하여 공동이행(Joint Implementation: JI), 청정개발체제(Clean Development Mechanism: CDM), 배출권거래(Emission Trading : ET)라는 세 가지 온실가스 감축 체제를 도입하였음.
- 공동이행제도는 부속서 Annex I 국가들 사이에서 온실가스 감축 사업을 공동으로 수행하는 것을 인정하는 것으로 Non-Annex I 국가인 우리나라가 활용할 수 있는 제도는 아님.
- 청정개발체제는 Annex I 국가(선진국)가 Non-Annex I 국가(개발도상국)에서 온실가스 감축사업을 수행하여 달성한 실적을 Annex

19) 이동민, 녹색성장시대, 도로의 뉴패러다임, 월간교통 142호, 2009, 19-20면

I 국가의 감축목표 달성에 활용할 수 있는 제도로 우리나라와 같은 Non-Annex I 국가에서 온실가스 감축사업을 수행할 때 사용되는 제도임.

- 배출권거래제는 Annex I 국가들 간의 온실가스 감축량을 거래할 수 있는 제도임.
- CDM 사업 추진을 위해서는 4가지 요소가 필요하며, 각 항목에 대한 사전평가를 통해 CDM 사업 추진을 결정하여야 함.

[표 4-10] CDM 사업 추진을 위한 필수 요소

요소항목	평 가 항 목
추가성 입증 가능성	경제성이 없거나 일반적으로 사회적 저항이 큰 사업일 경우 CDM 사업으로 인한 추가성 입증 가능
승인 방법론 존재 여부	승인된 방법론을 이용할 수 있을 경우 사업 추진 가능성이 높음(기존 방법론의 적용이 힘들 경우 신규 방법론을 개발하여 사업을 추진할 수 있으나 추가적인 비용과 시간 소요)
배출량 산정 가능성	합리적인 배출량 산정이 가능하며 배출량 산정이 필요한 자료 확보가 가능할 경우 사업 추진이 가능
모니터링 가능성	사업 추진에 따른 온실가스 배출량 측정이 가능하거나 샘플링을 통한 측정방법에 대한 타당성 입증이 가능해야 함.

(2) 도로 부문 CDM 사업의 문제점과 개선방향

- 도로부문 CDM 사업 추진에 따른 문제점으로는 CDM 사업에 대한 인식, 온실가스 감축효과 및 사업성 검토 체계, 기초자료 및 도로 부문 방법론 개발 미비 등을 들 수 있음.
- 현재 국가 정책 목표 설정에 따라 온실가스에 대한 인식이 높아지

고 있지만, 여전히 온실가스 배출권 거래나 CDM 사업의 전반적 인식이 부족한 상황임.

- 우리나라는 온실가스 의무감축 국가가 아니므로 온실가스 배출량이나 감축목표치가 없어 개별 사업체의 자발적 온실가스 감축 활동 외에는 적극적인 감축 정책이 이루어지지 않고 있음.
- 전체 수송 분야 중 81%의 CO₂ 가 도로 분야에서 발생함에도 불구하고 각 분야별로 구체적인 온실가스 감축 잠재력이 분석되지 못하고 있음.
- 온실가스 배출량을 산정하기 위해서는 다양한 도로 및 에너지 관련 자료가 필요함에도 불구하고 도로분야에서 수집되는 자료의 수준이 너무 낮을 뿐만 아니라 어떠한 방법론을 사용하여 온실가스 배출량을 산출하고 어떠한 자료를 이용하는지에 대한 구체적이 연구나 지침이 부족한 상황임.
- 특히 도로 부문은 다른 부문에 비해 승인된 방법론이 제한적이며 CDM에서 요구하는 엄격한 배출량 산정 기준이나 모니터링 기준을 충족하기 어려움.
- 2013년 이후 우리나라도 온실가스 감축 대상국가가 될 가능성이 매우 높다는 점에서 도로부문의 CDM 추진목표와 전략을 사전에 수립할 필요가 있음.
- 도로부문은 경제성보다는 사회적 편익을 위한 정책들이 시행되는 경우가 많다는 점에서 CDM 사업으로서 추진될 가능성이 높다고 할 것임.
- 현재 국내 CDM 사업 여건 및 문제점을 감안한다면 ① 도로 부문 CDM 사업 활성화를 위해서는 국가적 차원의 온실가스 배출량 감축이 설정되어야 하며, 더불어 배출권을 상호거래할 수 있는 탄소 거래제를 활성화시켜야 함. ② 모든 도로관련 사업들의 온실가스 감축효과 및 CDM 사업 가능성을 사전에 검토할 수 있는 체제 구

축이 필요하고 ③ 도로부문 온실가스과 관련된 산정 및 모니터링 방법론과 기초자료를 확보하는 추진전략이 필요함.

4. 환경 친화적인 도로건설을 위한 방향

- 환경친화적 도로건설을 위해서는 도로오염 최소화 방안 기술 개발을 통해 환경성을 강화하는 방향으로 나아가야 함.
- 생활수준의 질적 향상에 대한 욕구증대에 부응하기 위해 환경부하의 경감, 자연환경의 보전에 초점이 맞추어진 도로 건설 추진이 필요함.
 - 성장 중심의 개발에서 탈피하여 환경과 조화된 개발을 추구하는 새로운 친환경 도로 건설
 - 기존 시설물의 치밀한 관리를 통해 시설수명을 연장하고, 철저한 안전성 확보대책을 추진함과 동시에 교통사고 감소를 위한 지속적인 방안 모색
- 생태적으로 민감한 지역에서의 생태성 강화
 - 생태계손실 보상방안 도입
 - 사후관리 평가체계 도입
- 도로건설 시 가능한 한 생태계 및 자연환경의 훼손이나 생활환경의 악화 등의 환경적 영향을 최소화할 수 있도록 하는 방안이 요구됨.
- 특히 도로건설에 따른 환경적 영향의 저감을 위한 노력이 실효성을 갖기 위해서는 노선선정 단계에서 적용 가능한 환경적 지표를 개발하여 도로건설로 인한 환경훼손을 사전에 예방하고, 선정된 각각의 노선 대안에 대해 환경적으로 가장 바람직한 노선을 선정할 수 있도록 하는 평가기준의 마련이 필요함.
- 또한 이렇게 선정된 평가항목 및 기준을 도로설계자들이 실제로 현실적용에 용이하도록 정량화할 필요가 있음.

- 도로공사 시의 일시적인 환경영향 뿐 아니라, 도로 자체와 운영 시에 이르는 지속적인 환경영향을 중요하게 취급할 수 있도록 하여야 할 것이며, 지속적인 모니터링을 통해 환경영향을 평가하고 저감하는 방안이어야 모색되어야 할 것임.
- 교량, 성토부에 의한 일조장해와, 비오톱 훼손과 같이 도로자체(시설물)에 의한 환경영향은 현재 중앙환경분쟁조정위원회에서 심의되는 도로건설 사업에 의한 피해로 지속적으로 문제가 제기되는 등 영향을 받는 대상(receiver)의 영향이 매우 큰 항목임.
- 분쟁조정이 진행되는 과정에서 시간, 금전 등의 손실이 발생하므로, 최근 문제되고 있는 일조장해, 통풍장해와 같은 문제를 정책적으로 해결할 수 있는 방안을 모색해야 할 것임.

제 5 장 결 론

- 온난화, 기후변화 등과 같은 지구환경문제가 대두됨에 따라 국제적으로 환경문제에 공동으로 대처하기 위한 국제협력과 공조가 증대하면서 우리나라에 부과되는 의무 또한 증가하는 추세에 있음.
- 교토 프로토콜로 대변되는 최근의 범지구적 환경변화는 우리나라도 결국 선진국과 같은 기준을 적용받게 될 것이고, 이러한 경우 저탄소 녹색도로는 우리나라의 중요한 정치적 또는 정책적 목표로서 하나로 등장할 가능성이 높으며, 이에 따라 이를 구체화하는 다양한 정책수단이 개발될 필요가 있음.
- 이러한 환경적 상황은 도로를 환경 파괴적이고 반환경적 시설로 보고, 그 사용을 억제하는 것이 최선의 방책으로 인식되기도 하겠지만, 앞에서 살펴본 바와 같이 외국에서는 저탄소 도로를 향한 환경 친화적인 도로의 건설과 관리, 다양한 환경기법의 개발 및 적용, 교통수요조절을 위한 요금제도의 개발 등 창조적 대응을 통한 도로경쟁력의 확보에 나서고 있음.
- 유럽의 영원히 열려있는 도로(FOR), 각국의 지속가능한 도로정책 수단, 도로교통수요조절을 위한 요금제도의 발굴, 친환경 도로의 설계 및 건설, 녹색도로의 인증제도 등은 바로 저탄소 녹색도로를 향하여 최근 새롭게 구체화되고 있는 도로정책의 수단들임.
- 주요 외국의 도로정책의 최근 변화는 우리나라 도로정책의 제도적·현실적 차이에도 불구하고 많은 시사점을 제공하고 있음.
- 도로는 저탄소 녹색성장이라는 새로운 환경에서도 한 나라의 가장 핵심적인 기반시설로서의 중요성에는 변함이 없으며, 오히려 지구 온난화와 기후변화 등에서 전개되는 도전적 환경을 극복하기 위한 새로운 친환경 도로 건설 및 관리 체계를 구축해 나가는 것을 국가경쟁력의 중요한 관건으로 인식하고 있음.

- 그러한 점에서 특히 교통에 있어서 항공과 선박이 중장거리인 점을 감안하면, 우리나라의 경우 협소한 국토에서 사람의 이동과 물류 수송은 대부분 도로에 의존할 수밖에 없는 현실적 상황을 고려하더라도 도로사용을 억제하는 것만으로는 교토프로토콜이 제시하고 있는 CO₂ 감축 등의 조치를 제대로 이행하지 못하게 될 뿐만 아니라 국가경제의 발전 또는 국민생활에 편익에 커다란 장애가 될 가능성이 있음.
- 따라서 저탄소 녹색도로를 구현하기 위한 다양한 정책수단이 적극적으로 개발되고 구체화되어야 할 것이며, 도로 계획단계부터, 설계, 시공, 유지관리에 이르는 전과정에 대해 환경성의 고려가 보다 강조되어야 할 것임.
- 이를 위해서는 우선 환경법의 기본원칙인 사전배려의 원칙이 보다 철저히 관철될 수 있도록 하여야 할 것이며, 도로사업 구상단계, 노선선정단계, 노선설계단계부터 일관성 있게 환경성이 고려되도록 하여야 할 것임.
- 친환경도로의 건설을 비롯하여 도로의 친환경적 관리를 위한 지속 가능한 도로정책수단의 개발을 통해 저탄소 녹색도로의 구축을 담보하기 위한 법제도적 개선방안이 있어야 함.
- 이러한 관점에서 도로환경의 문제를 사회공동체가 추구해야 할 목표 중의 하나로 인식하고, 저탄소 녹색도로의 구축을 헌법상 환경권의 구체화 방법으로 하나로 형성할 필요가 있음.

참고 문헌

- 고용석, 차등요금제 해외사례: 똑똑한 요금으로 녹색 고속도로 구축, 도로정책 Brief 제41호, 국토연구원, 2011.3
- 김선희, 일본의 자연친화적 도로 :오니고베 에코로드, 국토 251호, 국토연구원, 2002.
- 국토해양부, 국가 교통부문 온실가스 배출량, 2010.
- 대한상공회의소, 한국의 SOC경쟁력 국제비교와 시사점, 2011.
- 박균성·함태성, 환경법(제4판), 박영사, 2010
- 박신·이승배, 유럽연합(EU)의 도로정책 환경 변화, 도로교통연구원, 2011.4
- 배인철·이승배, 미래의 도로기술 예측 및 정책추진방향, 도로교통연구원, 2011.6
- 성낙문·오주택·채찬들, 환경 친화적인 도로건설 및 운영정책 개발에 관한 연구, 한국교통연구원, 2006.
- 이동민, 녹색성장시대, 도로의 뉴패러다임, 월간교통 142호, 2009.
- _____·유정복·연지윤, 녹색성장 구현을 위한 도로부문 정책개발, 한국교통연구원, 2009.
- 이유화, 기후변화 대응 녹색도로 기술 개발, 한국도로학회 제13권 제3호, 2011.
- 이헌주, 외국의 도로부문 온실가스 산정방식과 시사점, 도로정책 Brief 제42호, 국토연구원, 2011.4.
- 이현우·최창호, 국내 친환경건축물 인증제도와 LEED의 평가항목 비교연구-업무시설을 중심으로, 한국태양에너지학회 논문집 제

참 고 문 헌

31권 제1호, 2011

조홍식 · 이재협 · 허성욱, 기후변화와 법의 지배, 박영사, 2010

정경선 · 최윤환 · 김경일 · 강문식 · 김낙룡 · 이상돈, 도로와 환경, 넥서스 환경디자인연구원, 2011

한국도로공사, 양재-기흥 조기개통에 따른 이산화탄소 저감량 산출연구, 2009

_____, 저탄소 녹색고속도로의 현재와 미래, 2011

한상진 · 조성희, 교통부문 POST 2012 체제 대응방안 연구-육상교통을 중심으로-, 한국교통연구원, 2010.

황상규, 프랑스의 지속가능한 고속도로정책, 도로정책 Brief 제41호, 국토연구원, 2011.3

최항순 · 박승갑, 고속도로 교통관리시스템이 저탄소 녹색성장에 미치는 영향에 관한 연구, 한국공공관리학보 제24권 제1호, 2010.3

Barnister, D., Stead, D., Steen, P., Dreborg, K., Nijkamp, K., and Schleicher-Tappeser, R. (2000). "European Transport Policy and Sustainable Mobility". London, SPON Press.

Doll, C. and Link, H. (2007) "The German HGV Motorway Toll", In: Investment and The Use of Tax and Toll Revenues in the Transport Sector (Eds. Palma, A. D., Lindsey, R. and Proost, S.) Oxford, Elsevier.

European Environment Agency (2008), Climate for a transport change - term 2007: indicators tracking transport and environment in the European Union

FEHRL, Strategic European Road Research Program V (SERRP V)

Good company(2010), Summary of Proposed West Linn Solar Highway Project Site Feasibility Analysis

Ho, K and Maddison, D. (2008). “The effects of the London Congestion Charge Scheme on ambient air quality”, In: Road Congestion Pricing in Europe (Eds. H. W. Richardson and C.C. Bae), Edward Elgar, Cheltenham, UK. 198-211

Orange County Transportation Authority(2009), 91Express Lanes 2009 Customer Satisfaction Survey.

Oregon Department of Energy(2004), Oregon Strategy for Greenhouse Gas Reductions.

Transport for London (2009). “Central London Congestion Charging- Impacts Monitoring”.

Transport for London (2010). “Central London Congestion Charging- Integration Impact Assessment”.

University of washington (2011), Green roads Manual V1.5

Viegas, J. M. (2006). “Interurban Road Charging for Trucks in Europe.” Oxford, Elsevier.

www.foreveropenroad.eu

www.aodos.gr

www.91expresslanes.com/

www.coloradodot.info/travel/tolling/i-25-hov-express-lanes

www.sandag.org

www.eastlink.com.au

www.aodos.gr