

기후변화 대응 녹색도로 기술 개발



이 유 화 | 정회원 · 한국건설기술연구원 수석연구원

1. 서론

1990년대 이후 지구 에너지 및 자원 고갈에 대한 염려와 기후변화에 대한 관심은 전 세계적으로 이슈가 되어왔다. 특히 화석연료를 기반으로 한 석탄/석유 에너지의 급격한 소비 증가와 이로 인한 이상기후 문제는 세계 곳곳을 강타하였고, 이를 해결하기 위한 국제적 회의를 통해 의결되고(2005년 교토의정서), 강력한 온실가스 감축 정책이 국가 정책적 차원에서 수행되고 있다. 기후변화의 뜨거운 감자인 CO₂를 감축하려는 노력은 탄소 배출권 제도를 통해서도 알 수 있는데, 거래액은 점차 빠르게 증가하여 2010년 국제시장에서는 1,500억 달러에 육박하였으며, 1톤당 이산화탄소 거래가격은 30달러에 달하고 있다. 국내에서는 최근 제6차 녹색성장위원회 보고대회에서 2005년 기준 4%의 감축목표가 언급되었으며, 이는 2020년 예상 배출량(BAU: Business As Usual) 기준 30%에 해당하는 수준을 목표로 하고 있어 해당 부처차원의 감축목표 달성을 위한 상세한 실시계획을 수립한 상태이다. 국토해양부는 수송부문 2020년 BAU 34% 탄소저감을 목표로¹⁾ 하고, 전기차 개발 등 차량 자체기술과 함께 교통수요관리 강화 및

교통운영 효율화, 생활밀착형 보행·자전거 활성화, 대중교통 인프라 확충 및 서비스 개선 등²⁾을 통해 수송부문의 저탄소 교통체계 구축을 위한 노력을 기울이고 있다.

이 가운데 우리나라 도로부문의 미래는 낙관적이지만은 않다. '도로는 녹색성장의 저해공간'이라는 오명과 함께 2010년 국가재정계획에서 도로에 대한 투자비율을 2014년까지 연 1.7% 정도 감축하는 안이 제시되었다. 사람과 화물 수송의 80%이상을 차지하고 있는 도로는 탄소배출량이 국가 전체 배출량의 16% 정도를 차지하고 있지만, 이는 도로를 이용하는 이동수단인 "자동차"로부터 배출되는 양이다. 따라서 1차적으로는 자동차 자체 기술 업그레이드를 통한 탄소저감의 노력이 저탄소 도로교통 환경을 만들기 위하여 가장 필요한 요소이다. 2차적으로 자동차가 주행하는 도로에서의 신기술 개발을 통해 최소 탄소배출의 도로교통 상태를 유지하거나, 탄소를 흡수·전환하는 기술을 통해 탄소 중립을 이루어 녹색

1) 국토해양부, 2020년 저탄소 녹색사회 구현을 위한 로드맵 확정(부처합동), 2011. 7

2) 국토해양부, 제1차 지속가능 교통물류 기본계획, 2011. 6

도로로 한 걸음 더 다가서는 것이 매우 필요하다. 본 기고에서는 녹색도로를 이루기 위한 국내·외 정책 및 기술현황을 검토하고 새로운 녹색도로 기술 개발을 위한 소개를 그 목적으로 한다.

2. 국내·외 녹색도로 기술 현황

2.1 국내 녹색도로 기술 정책 동향

국토해양부는 녹색기술 및 산업을 육성하여 신성장동력 창출이라는 목표를 설정하고, 분야별로 '에너지 절약·자원순환형 녹색국토·도시 조성', '선진국 수준의 저탄소 건축물 구현', '저탄소 녹색교통·물류 체계로의 전환', '홍수·가뭄 걱정없는 안정적인 수자원 관리', '해양을 활용한 성장동력 창출 및 기후 친화적 해양관리' 등 총 5가지 추진전략을 수립하여 '저탄소 녹색국토·해양 구현으로 녹색성장 선도'란 비전을 달성하기 위하여 노력하고 있다. 특히 국토해양부는 도로 부문 에너지 및 자원 고효율화를 달성하기 위하여 적극적으로 온실가스 감축 정책을 추진하고 있다.

기획재정부에서 실시하는 '녹색인증제도'는 유망 녹색기술에 집중적으로 투자하고, 민간투자를 유인하여 녹색성장정책의 실효성을 제고하기 위하여 실시하고 있다. 녹색기술 인증 대상분야는 그린에너지, 녹색기술, 신성장동력 등에서 제시한 기술범주를 감안하여 10대 분야 61개 중점분야 중심으로 세부기술 및 핵심기술이 선정되었고, 국토해양부 소관은 첨단그린주택·도시 등 8대분야 522개 핵심기술이다.

그러나 녹색기술인증제도에는 '녹색도로기술'이 지정되어 있지 않아 녹색도로 기술에 대한 정부투자 및 민간투자를 위한 지원이 법적으로 설정되어 있지 않고 있으며, 녹색도로 기술 개발관련 정부 및 민간 투자의 효율성을 위한 평가나 사업화 및 상용화 지원 평가에 대한 시스템, 정부의 법적, 정책적 지원 또한 전무한 실정이다.

2.2 국내 녹색도로 기술 개발 동향

기후변화 대책위원회에서 발간한 국가연구개발 중장기 마스터플랜(2008.12)에서 제안한 CO₂ 감축 기술혁신 시나리오에 따르면 '에너지 효율향상 기술', '신재생 에너지', 'CO₂ 회수처리기술', '차세대원전 핵융합'을 통하여 2050년 이후 온실가스 저감목표를 달성한다고 계획되어 있다. 'CO₂ 회수처리기술'과 관련해서는 교육과학기술부가 발주하여 2002년부터 수행한 국가 R&D "이산화탄소 저감 및 처리기술 개발 사업단"이 시작되어 그린에너지 기술 개발 및 사업화를 통하여 온실가스 저감 목표 달성을 위한 마무리 사업을 수행 중에 있다. 그리고 제 2단계 향후 10개년 사업을 위해 후속연구를 위한 기획을 마친 상태이다.

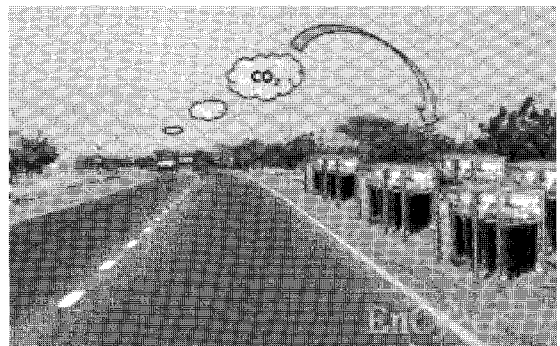
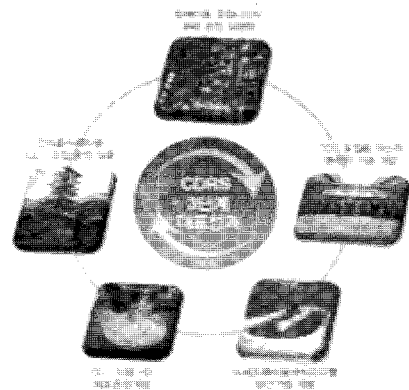


그림 1. 교과부 국가 R&D 「이산화탄소 저감 사업단」 CO₂ 포집, 저장, 전환기술

'신재생 에너지'와 관련해서는 한국건설기술연구원이 '신재생 에너지 생산을 위한 태양광 로드 개발

을 위한 연구'를 수행하고 있으며, 풍력에너지, 압전 에너지, 지열 에너지 생산 관련기술 등도 국가 R&D 사업 및 민간 사업으로 수행되고 있다. 도로에서의 에너지 생산은 아직 초기 기초연구 단계에 있으며, 타 분야에서의 원천기술의 성공여부에 따라 도로에 적용가능성이 달려있다.

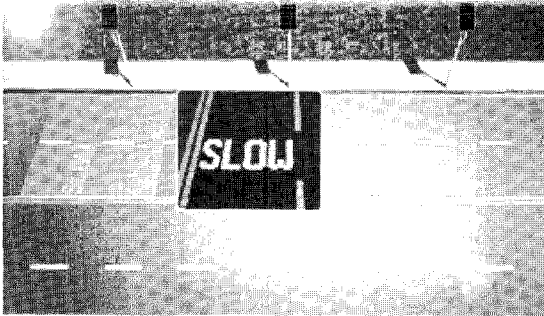


그림 2. KICT 태양광로드 개발연구 개념도

2.3 국외 녹색도로 기술 동향

미국은 녹색도로 인증제, 태양광 도로기술, 풍력 도로기술, 탄소 바이오에너지 전환기술 등 다양한 녹색도로기술 개발에 정부 및 민관이 투자하고 있으며, 상용화를 위하여 박차를 가하고 있다. 미국 Columbia 대학에서는 특히 대기중에서 CO₂를 포획하여 신재생/핵에너지를 통해 액체 연료를 생산하고 바로 자동차의 연료로 활용할 수 있는 탄소 연료전환 기술을 개발 중에 있다(그림 3 참조).

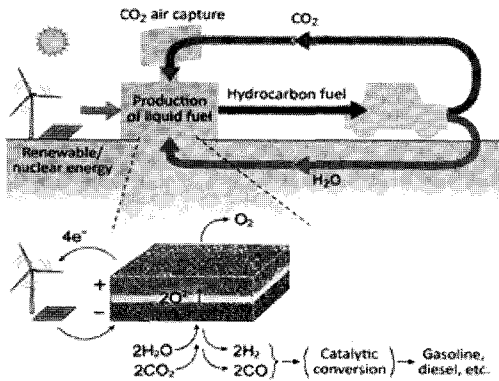


그림 3. 탄소 연료전환 기술 개념도(Columbia Univ.)

핀란드 및 싱가포르의 Green Highway 건설 계획을 발표하여 도로 재료에서부터 시공기술까지 저탄소 재활용 재료 및 시공법을 통하여 녹색도로 건설을 실현하고 있다. 특히 싱가포르 육상교통청(LTA)는 2009년 재활용 재료 비중을 현 25%에서 70%로 확대하여 녹색도로를 건설할 계획을 발표하고, Kallang-Paya Lebar 고속도로 방면 200m 도로 구간을 이용하여 녹색도로 지속가능성을 실험할 예정이다.

일본은 에너지 고효율화를 위한 국가정책을 다양하게 전략적으로 수행하고 있으며, 특히 도로의 효율적인 관리를 위하여 동경대를 중심으로 Vehicle-to-vehicle 통신 기술, GPS를 활용한 도로 행정 및 차량 네비시스템, Road side unit을 활용한 Road-to-vehicle 통신 기술 등을 포함한 다각 통신 Smartway 시스템에 대한 연구를 수행하고 있다(그림 4 참조).

Progress of Smartway

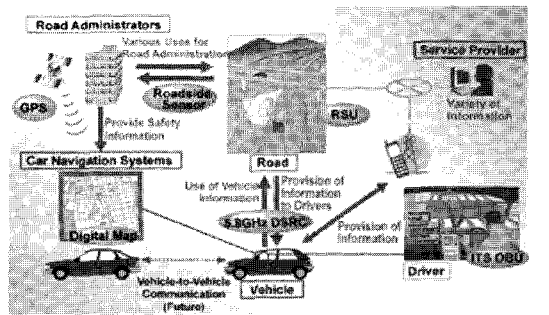


그림 4. 일본 Smartway기술

Carbon Capture and Storage(CCS) 기술은 미국, 캐나다, 호주를 중심으로 유럽까지 국가차원에서 대규모 사업단으로 R&D 기술을 통해 연구되는 사례가 많다. 보통 산업공정, 전력생산 등으로 인하여 발생하는 탄소 포집과 저장 기술이 대부분이나 소수 도로에 활용가능한 기술을 개발하고 있다. 캐나다 Calgary 대학, 프랑스 Campus de Jardin Tropical, 미국 카네기멜론대가 공동으로 연구한 '대기중 CO₂ 포집과 기후전략' 프로젝트에서 도로 유류

지나 오픈 스페이스에 설치하여 대기중의 CO₂를 포집하는 신기술을 개발하였다(그림 5 참조).

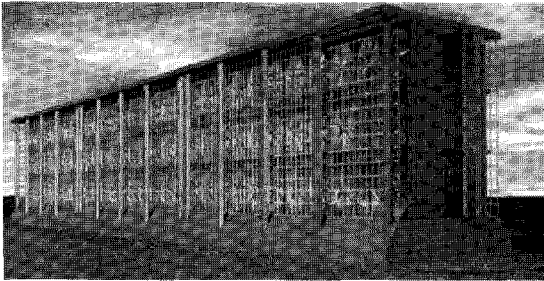


그림 5. Air Carbon Capture Technology

유럽을 중심으로 한 International Road Federation의 '도로 인프라 온실가스 산정시스템 기술'은 재료 생산, 도로 건설, 도로 운용, 폐기까지의 전생애과정 동안 배출되는 온실가스 산정시스템을 프로그램으로 설계·제작하여 활용하고 있다(그림 6 참조).

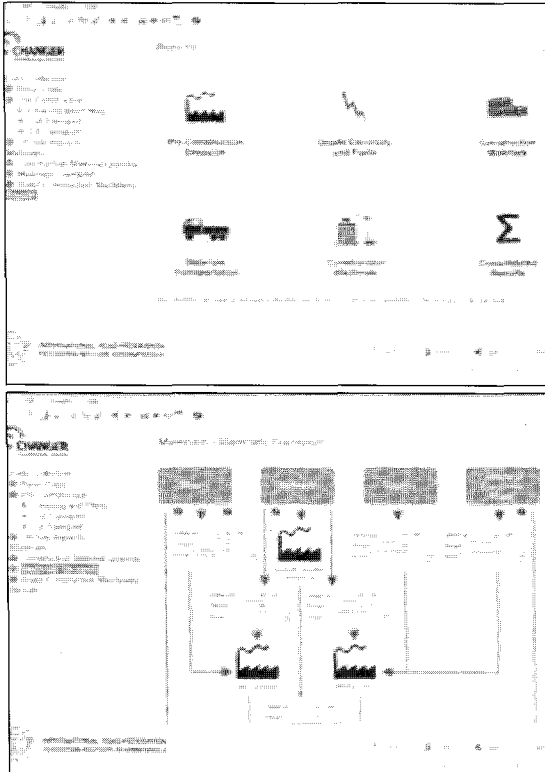


그림 6. IRF 도로 인프라 온실가스 산정시스템

3. 녹색도로 기술 개발을 위한 방향정립

녹색도로 기술은 아직 구체적으로 명확하게 정의되거나 설명된 자료가 없는 실정이며, 기획재정부에서 실시하는 '녹색인증제도' 중 국토해양부에서 지정하는 녹색 기술 인증에는 녹색도로 기술이 포함되어 있지 않다. 본 기고를 통해 녹색도로를 정의해보면, '녹색도로'라 함은 일반적으로 "저탄소 녹색성장을 이끄는 친환경 도로"를 말하며, 2010년 이래 "탄소 흡수, 생산, 저감이 가능한 도로"와 같이 협의의 의미로도 쓰이고 있다. 따라서 '녹색도로 기술'은 "저탄소 녹색성장에 부합하는 도로시설물에 설치되는 융합 신기술"로 정의하고, 도로 에너지 하베스팅 기술, 도로 자원 순환 및 절약형 건설기술, 도로 탄소 흡수 및 전환 기술 등 탄소를 직접적으로 흡수하거나 저감하는 기술(Direct effect)뿐만 아니라, 녹색도로 교통안전기술, 저탄소형 ITS 기술과 같이 간접적으로나 부수적으로 탄소 저감의 효과를 기대하는 기술(Indirect effect, co-effect)을 모두 포함하는 광의의 개념의 기술을 통칭하는 것으로 정의할 수 있다.

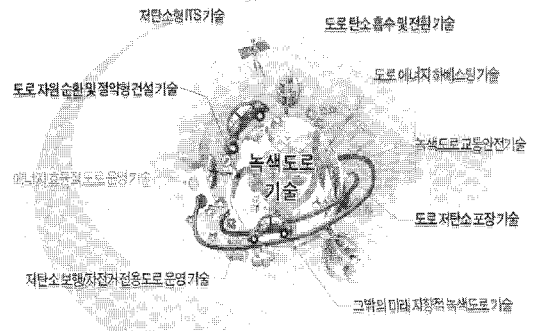


그림 7. 녹색도로 기술 개념(사례)

앞서 정의한 녹색도로 기술에 대한 개발 추진을 위해서 시기적으로, 정책적으로 해결해야 할 숙제가 많다. 녹색도로 기술의 경우 새로운 신기술이 대부분이며, 최근 추세에 따라 기술간의 융합 및 통합을 통해 기술이 구현되는 경우가 많다. 반면, 이와 관련된 기술 사업화를 위한 법, 평가제도, 시스템은 실제로

요소기술간 연계 및 통합이 자유롭게 접목될 수 있도록 제정된 경우가 거의 없다. 예를 들어 트램과 같은 노면전차 시스템은 도로+철도 기술을 융합한 저탄소 녹색도로 기술 적용 가능 산업인데, 기술 상용화를 위해서는 관련법을 대부분 개정해야하고 정부부처간의 합의가 필요한 경우는 상당히 오랜 기간 소요되어야 하는 단점이 있다. 도로 에너지 생산기술 또한 에너지를 담당하는 기획재정부와 도로를 담당하는 국토해양부가 공통적으로 조인하여 조정해야 하는 법/제도가 상당수 많으며, 관련된 부처 및 기관간의 합의 상 실제 시범사업이나 실용화 추진을 위해서는 어려움이 존재한다.

또한 도로 투자에 적절한 국가 녹색 R&D기술을 육성하기 위해서는 매우 많은 노력이 필요하다고 판단된다. 최근 국가 R&D 기술 개발에 대한 정부의 투자가 매년 증가함에 따라(2008년 대비 2009년 국토해양부 녹색기술 투자 증감률 42.7%), 녹색기술에 대한 연구가 상당히 다수 수행되고 있다. 그러나 국가 R&D 기술에 대한 경제성 분석의 경우는 거의

대부분 재무적 혹은 시장성 분석 정도로 대신해서 수행되고 있어 국가 온실가스 저감 및 국민적 복지 향상 등으로 파악되는 경제적 편익은 산출되어 평가 분석방법으로 활용되지 못하고 있다. 즉, 녹색도로 기술의 경우는 다른 국가 R&D기술 개발과 달리 제품 개발에 대한 산출물도 중요하지만, 공공성을 띄는 도로에 적용되는 기술이기 때문에 적절한 영향권을 설정하여 외부경제성을 확보할 수 있는 편익 항목이 포함되어 기술 개발에 대한 성공률이 단순히 시장성에 좌우되는 재무적인 분석보다는 한 단계 발전되어야 한다.

참고문헌

1. 국토해양부, 제1차 지속가능 국가교통물류발전 기본 계획, 2011. 6
2. 보도참고자료, 2020년 저탄소 녹색사회 구현을 위한 로드맵, 2011. 7
3. 각종 관련 홈페이지

학회지 광고접수 안내

본 학회지에 게재할 광고를 모집합니다. 우리 학회지는 계간으로 매회 2,100부를 발간하여 회원과 건설관련 기관에 배포하고 있습니다. 회사 영업신장과 이미지 제고를 원하시는 업체는 우리 학회지를 이용하시기 바랍니다.

광고료 : 표2 · 표3 · 표4(300만원) · 간 지(200만원)

※ 상기금액은 연간(4회)광고료임.

사단법인 **한국도로학회**

전화 (02) 3272-1992 전송 (02) 3272-1994