

연구보고서 2011-12

녹색건설사업과 전문건설공사 수요 창출 방안

2011. 12



대한건설정책연구원

Korea Research Institute of Construction Policy

연 구 진

강 일 동 연구위원

박 승 국 책임연구원

김 혜 원 책임연구원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
대한건설정책연구원의 공식적인 견해와 다를 수 있습니다.

발 간 사

‘녹색성장(Green Growth)’이란 ‘환경’과 ‘성장’ 두 가지 가치를 포괄하는 의미입니다. 환경과 성장이라는 잘 어울릴 것 같지 않은 두 개념의 결합은 이미 선진국에선 새로운 성장 패러다임으로 실현되고 있습니다. 또한 녹색성장은 이제 지구촌 공동의 지향과 가치로 자리 잡고 있으며 최근에는 선진국, 개도국을 가리지 않고 아시아와 유럽, 중동, 중남미, 아프리카 등 세계 모든 대륙에서 녹색성장에 참여하고 협력하는 국가들이 늘어나고 있습니다.

녹색성장을 위해서는 산업부문의 효율적인 기후변화협약 대응전략 뿐만 아니라 ‘환경보호’와 ‘산업구조고도화’라는 두 가지 목표를 동시에 달성할 수 있는 전략이 필요합니다. 산업구조를 저탄소형으로 전환하고, 녹색 프리즘으로 우리의 주력·주축산업을 대변환하여 산업의 국제경쟁력 스펙트럼을 새롭게 창출해야 합니다. 이를 위해서는 우리나라 산업의 주축중 하나인 건설산업에서의 녹색건설시장 창출 및 확대가 매우 중요합니다.

녹색건설시장 창출은 건설공사의 최일선에서 직접시공을 담당하는 전문건설기업에게 새로운 ‘블루오션’의 시장이 될 것입니다. 전문건설업의 녹색건설시장 창출 전략은 당면한 건설경제위기 극복의 대안일 뿐만 아니라 위기를 기회로 바꾸는 원동력이 될 수 있을 것입니다.

본 보고서가 전문건설기업에게 녹색건설의 필요성에 대한 인식의 확대와 녹색건설시장 진입 전략수립에 유용한 자료로 활용되기를 기대합니다.

끝으로 본 연구를 수행한 강일동 연구위원·박승국 책임연구원·김혜원 책임연구원의 노고에 감사하며, 연구과정에서 많은 조언을 해주신 전문건설협회 이서구 본부장님, 김영승 부장님과 이한규 과장님께도 감사드립니다.

2011년 12월
대한건설정책연구원
원장 노재화

1. 서론

- 현재 주요 선진국들은 에너지소비 및 탄소배출 저감 목표를 달성하기 위하여 녹색성장 및 녹색건설 활성화를 위한 정책을 추진하고 있음
- 녹색건설을 성공적으로 도입하려면 정부와 개별 건설사의 노력이 절실함. 전문건설기업의 경우 녹색건설기술을 직접 시공하는 기업으로서 더 이상 녹색건설이 종합건설기업만의 영역이라는 생각을 버리고 녹색건설에 대한 인식의 확대가 이루어져야 하며, 더불어 저탄소 녹색건설에 부합하는 경영 및 생산공정 구조로의 전환이 필요한 시기임
- 본 연구에서는 녹색건설이 현재의 건설경기침체를 극복하고 우리나라의 새로운 성장동력으로서 자리매김하기 위한, 녹색건설분야에서의 전문건설공사 수요 창출 방안에 대하여 제시하고자 함. 이를 위해 국내외 녹색건설사업 현황과 녹색건설기술 현황을 파악하고 녹색건설기술과 전문건설업종과의 연관성을 분석하였음

2. 녹색건설 국내외 현황

(1) 그린홈 국내외 현황

- 유럽에서는 건축물을 대상으로 에너지 효율화를 중요한 과제로 간주하고 정부 주도로 5년 단위로 에너지 기준을 강화하고 있음. 유럽연합(EU)은 2009년 'EU 배출권 거래제법'을 제정하여 온실가스 총량제한 배출권 거래제가 적용되는 업체를 확대하였으며 현재 EU에서 주거용 건축물은 물론 비주거용 건축물 까지도 패시브 하우스법이 도입되고 있음

요 약

○ 국내에서는 2002년부터 친환경건축물 인증 제도를 도입해서 실시하고 있으며 2006년부터는 주택성능등급 표시제도 시행으로 50세대 이상의 공동주택의 경우 분양 공고시 이를 표시하도록 의무화하였음. 그린홈 관련 기술개발은 2006년부터 정부 차원에서 추진하기 시작하였으나 아직은 시작단계에 있다고 할 수 있음

(2) 녹색도로 국내외 현황

○ 미국은 전세계 탄소배출량의 28%를 차지하고 있으며 미국 내에서 탄소배출량의 28%가 교통부문에서 발생하고 있음. 녹색도로 활성화를 위하여 녹색도로 인증 시스템(Greenroad Evaluation System)을 개발함

○ 국내에서는 녹색도로와 관련해서 '환경 친화적인 도로건설 지침'을 적용(국토부, 2010년 개정)하고 있으며, 저탄소 아스팔트 포장 기술 개발을 통해 저탄소 녹색도로를 추진하고 있으나 활성화 되지 못하고 있음

(3) 해상풍력발전 국내외 현황

○ 세계 풍력산업의 성장세는 5년간 연평균 27.3% 성장을 이루는 등 지속적으로 성장하고 있음

- 2010년 10월 현재 해상풍력발전단지를 보유하고 있는 국가는 총12개로 이 중 10개가 유럽국가임. 2020년에는 유럽 풍력단지의 25%를 해상풍력이 담당할 것으로 전망됨

○ 국내에서는 지자체, 발전사, 중공업을 중심으로 해상풍력단지 개발을 검토하는 단계에 있음. 전남, 제주, 전북, 부산, 경기 등의 지자체와 한전을 중심으로 하는 6개의 발전 자회사, 조선 중공업사들도 대부분 2012년 말까지 해상풍력발전기 개발 추진 중에 있음

요 약

3. 녹색건설기술과 전문건설업과의 연관성

(1) 그린홈 세부요소기술과 전문건설업종과의 연관성

① 패시브 기술과 전문건설업종과의 연관성(예시)

구분	세부요소기술	전문건설업종과의 연관성(예시)
패시브 기술	단열성능강화	- 미방, 도장, 금속, 실내건축, 석공
	3중유리/초에너지절약형 창호	- 실내건축, 금속, 지붕
	단열문	- 실내건축, 금속
	외부차양	- 실내건축, 금속
	자연환기/자연채광	- 실내건축, 설비, 금속
	배기열 회수 환기장치	- 실내건축, 설비, 금속
	LED 조명	- 실내건축, 설비, 금속

② 액티브 기술과 전문건설업종과의 연관성(예시)

구분	세부요소기술	전문건설업종과의 연관성(예시)
액티브 기술	태양광	- 설비, 지붕, 금속, 미방, 도장
	태양열	- 설비, 지붕, 금속
	지열	- 설비, 보링, 토공, 상하수도
	연료전지	- 실내건축, 설비, 금속
	펠릿보일러	- 실내건축, 설비
	태양광 자전거 보관소	- 설비, 금속

③ 친환경기술과 전문건설업종과의 연관성(예시)

구분	세부요소기술	전문건설업종과의 연관성(예시)
친환경 기술	옥상 및 발코니 녹화	- 조경, 지붕, 실내건축
	우수재활용	- 설비, 상하수도, 실내건축
	에너지절약형 목구조	- 실내건축
	친환경 마감재	- 미방, 도장, 석공, 실내건축
	건식바닥난방시스템	- 실내건축

④ 건물에너지 관리기술과 전문건설업종과의 연관성(예시)

구분	세부요소기술	전문건설업종과의 연관성(예시)
에너지 관리 기술	홈네트워크/ 전력감시시스템	- 실내건축, 설비
	온도/조명조절장치	- 실내건축, 설비
	에너지 정보 시스템	- 실내건축, 설비
	건물관리 및 제어 시스템	- 실내건축, 승강기

요 약

(2) 녹색도로의 세부요소기술과 전문건설업종과의 연관성(예시)

구분	세부요소기술	전문건설업종과의 연관성(예시)
녹색도로 설계와 시공 기술	탄소 저감 콘크리트 포장	- 포장, 콘크리트
	자원 순환형 도로 포장 재료	- 포장, 콘크리트, 토공, 석공
	친환경 황토 포장	- 포장, 석공, 토공
	녹색 도로 경관	- 조경, 금속, 석공, 포장
	녹색 고기능성 포장	- 포장, 콘크리트
에너지 자립형 녹색도로 기술	태양열 발전을 이용한 에너지 자립형 도로	- 설비, 포장, 강구조, 금속
	지열을 이용한 에너지 자립형 도로	- 설비, 보링, 강구조, 포장, 토공, 상하수도
	압전 발전을 이용한 에너지 자립형 도로	- 설비, 강구조, 포장
	풍력 발전을 이용한 에너지 자립형 도로	- 설비, 강구조, 포장, 금속
	태양열 발전을 이용한 에너지 자립형 도로	- 설비, 포장, 강구조, 금속
	지열을 이용한 에너지 자립형 도로	- 설비, 보링, 강구조, 포장, 토공, 상하수도
녹색 도로를 위한 운영관리 기술	지능형 도로 정보 시스템	- 설비, 포장
	지능형 터널 정보 시스템	- 설비, 포장, 강구조
	지능형 교량 정보 시스템	- 설비, 포장, 강구조
녹색 교통 도로 시스템 기술	도로 조명 자동 조절 시스템	- 포장, 설비, 금속
	지하도로 시스템	- 포장, 토공
	지능형 교통정보 시스템	- 설비, 포장
	자전거 전용도로	- 포장, 콘크리트

(3) 재생에너지 기술과 전문건설업종과의 연관성(예시)

구분	세부 기술	전문건설업종과의 연관성(예시)
재생에너지 분야	태양광	- 설비, 강구조 및 철강재, 금속, 지붕, 미방, 도장
	태양열	- 설비, 강구조 및 철강재, 금속, 지붕
	지열	- 보링, 설비, 강구조 및 철강재, 금속, 토공, 상하수도
	수력	- 수중, 토공, 콘크리트, 강구조 및 철강재, 설비, 보링, 금속, 준설
	바이오	- 토공, 콘크리트, 강구조 및 철강재, 설비, 보링, 금속
	해양	- 수중, 토공, 콘크리트, 강구조 및 철강재, 설비, 보링, 금속, 준설
신에너지 분야	폐기물	- 토공, 콘크리트, 강구조 및 철강재, 설비, 보링, 금속, 미방, 비계
	수소에너지	- 토공, 콘크리트, 강구조 및 철강재, 설비, 보링, 금속
	석탄액화가스화	- 토공, 콘크리트, 강구조 및 철강재, 설비, 보링, 금속
	연료전지	- 설비, 강구조, 금속

4. 결론 및 전문건설업체의 대응방안

(1) 정부 및 발주자 주도 영역

- ① 녹색건설 시장창출을 위한 정부의 적극적이고 지속적인 정책 지원이 필요
 - 「국가계약법」 등에 공공 건설사업 특성에 맞는 녹색건설 사업의 정의 및 기준 마련이 필요함
 - 녹색건설사업에 대하여 최저가낙찰제가 아닌 일괄입찰, 대안 입찰, 기본 및 실시설계 기술제안 입찰 방식으로 발주되도록 심의 대상 시설 기준에 포함하여야 함
 - 공공 발주기관의 녹색설계기준 마련에 의한 발주물량 확대 필요
 - 관련 인증제도의 개선 및 신규 도입 등에 의해 녹색건설기술의 시장 진입 촉진 효과를 일으켜야 함
- ② 녹색기술 연구개발에 대한 체계적인 종합 조정
 - 종합기술집약 산업인 건설산업의 특성상 중앙 부처간, 중앙 및 지방정부간의 녹색건설기술 연구개발에 대한 종합조정이 필요함
 - 녹색R&D사업의 사업별 추진방안 수립시 기존 R&D 분야 추진과제를 연계하여 수립
 - 녹색건설기술의 공급자적 기획만이 아닌 사업 수요자를 반영한 기획
- ③ 중소기업 중심의 녹색시장 진입 지원
 - 중소기업의 녹색기술 개발 지원을 통한 시장 진입 방안 마련
 - 녹색 시공실적 및 녹색기술 보유 전문건설업체에 대한 인센티브

(2) 공급자(설계사 및 시공사) 주도 영역

- ① 녹색건설 사업에 대한 인식 확대 및 전환 필요
 - 녹색건설은 선택의 문제가 아닌 기업생존의 문제이며, 종합건설업체만의 시장이 아닌 전문건설업체의 시장이라는 인식 전환이 필요함

요 약

- 규제가 강화되는 분야인 녹색건설에 대하여 개별기업의 CEO는 오히려 새로운 사업영역으로 진출할 수 있는 돌파구로 인식하고 녹색건설시장에 대한 적극적인 참여 필요함
- ② 녹색건설 기술 및 시장 특성에 대한 정보 파악
- 그린건축 및 신재생에너지 시장을 중심으로 실제 시장이 빠르게 형성되고 있음
- 현재 녹색건설시장은 초기성장단계로서 전문건설업체에게도 충분한 기회가 있음
- 건축 및 토목, 신재생에너지, 조경 부문마다 특성이 다르므로 개별적인 접근이 필요함
- 전문 건설업체의 개별 기업별 기술수준, 인적자원, 업종특성에 따른 녹색건설상품을 선택하여야 함
- 녹색기술의 발달에 따른 관련 상품 관계 분석을 통한 사업 방향 재설정 필요하며 지속적인 관심과 동향 파악이 필요함
- ③ 정부의 정책 방향에 따른 사업진출 전략 구축
- 정부 정책 및 제도에 벗어나지 않는 사업 전략을 수립하여야 함
- 녹색인증, 친환경 건축물 인증, 건축물 에너지 효율 등급 인증 규정 등에 따른 사업 체계 구축이 필요함
- ④ 개별 기업간의 컨소시엄 구성에 의한 사업 참여
- 신기술 개발에 앞서 관련 업종간의 컨소시엄(시공, 설계, 자재 업체 등) 구성으로 시장에 우선 적용이 가능한 저탄소 녹색기술 선별하여 빠른 시장 진입이 필요함
- 녹색건설사업 추진중인 종합건설업과 발전적 제휴 관계 유지 및 적극적 사업 참여
- ⑤ 새롭게 활성화 되는 녹색건설사업에 대한 역량 강화
- 녹색건설은 공급이 새로운 수요를 만들어 내는 시장임. 단순 하도급이 아닌 녹색건설시장의 특성을 파악하고 관련 기술의 투자 및 시공 공법 개발을 통한 능동적인 시장 참여 필요

- 목 차 -

제1장 서론	1
제2장 녹색건설 국내의 현황	4
2.1 그린홈의 국내외 현황	4
2.2 녹색도로의 국내외 현황	12
2.3 해상풍력발전의 국내외 현황	17
제3장 그린홈 기술과 전문건설업	26
3.1 그린홈의 필요성	26
3.2 그린홈의 건설 사례	31
3.3 그린홈 기술과 전문건설업의 연관성	44
제4장 녹색도로 기술과 전문건설업	52
4.1 녹색도로의 필요성	52
4.2 녹색도로의 건설 사례	55
4.3 녹색도로 기술과 전문건설업의 연관성	62
제5장 해상풍력발전 기술과 전문건설업	65
5.1 해상풍력발전의 필요성	65
5.2 해상풍력발전기의 건설 개요 및 사업추진 단계	70
5.3 해상풍력발전 기술과 전문건설업의 연관성	72
제6장 결론 및 전문건설업체의 대응 방안	76
6.1 녹색건설사업의 SWOT분석	76
6.2 녹색건설분야의 전문건설공사 수요창출 방안	78
참고문헌	84

- 표 목 차 -

<표 2-1> 그린홈 추진현황	9
<표 2-2> 각 부문별 온실가스 감축목표 확정안 (%)	9
<표 2-3> 녹색도로 인증 레벨	14
<표 2-4> 세계 풍력산업 현황	17
<표 2-5> 대형 해상풍력 발전기 개발 현황	19
<표 2-6> 해상풍력발전 사업 추진단계(예)	20
<표 2-7> 국내 해상풍력단지 개발 계획	21
<표 2-8> 국내 해상풍력을 추진하고 있는 건설사와 설계사	22
<표 2-9> 연도별 세계 풍력시장 규모	23
<표 3-1> 용도별 에너지 소비 및 온실가스 배출량(주택부문)	29
<표 3-2> 베드제드의 개발 개요	31
<표 3-3> 베드제드의 주요 효과	37
<표 3-4> 그린홈 세부요소기술의 주요 효과	47
<표 3-5> 그린홈의 패시브기술과 전문건설업종과의 연관성(예시)	48
<표 3-6> 그린홈의 액티브기술과 전문건설업종과의 연관성(예시)	49
<표 3-7> 그린홈의 친환경기술과 전문건설업종과의 연관성(예시)	50
<표 3-8> 그린홈의 건물에너지 관리기술과 전문건설업종과의 연관성(예시)	51
<표 4-1> 녹색도로 세부요소기술과 전문건설업종과의 연관성(예시)	63
<표 5-1> 해상풍력발전 사업 추진 단계(예)	71
<표 5-2> 신재생에너지 기술과 전문건설업종과의 연관성(예시)	73
<표 5-3> 해상풍력발전기에 시공되는 기초구조물의 종류	74

- 그림 목 차 -

[그림 2-1] 탄소배출을 최소화할 수 있도록 설계된 Bedzed의 주요 기술	6
[그림 2-2] 신규 그린홈 100만호 공급계획(국토해양부)	8
[그림 2-3] 녹색건축물 활성화 단계별 추진목표 (국토해양부 2011년)	10
[그림 2-4] 국내의 환경 친화적인 도로 건설	15
[그림 2-5] 세계 풍력발전량 현황 (2010년 10월 현재)	17
[그림 2-6] 지식경제부 해상풍력 추진 로드맵	20
[그림 2-7] 세계 풍력발전량 비중	23
[그림 2-8] 세계 풍력산업 연간 보급량 및 누적보급량 (2008년)	24
[그림 2-9] 신재생에너지 비중 11% 달성 목표 수립	25
[그림 3-1] 그린홈의 개념도	26
[그림 3-2] 건물의 에너지 소비량	27
[그림 3-3] 국내 부문별 온실가스 배출 비율	28
[그림 3-4] 주택의 용도별 온실가스 배출 비율	29
[그림 3-5] 베드제드의 태양광 발전 주택	32
[그림 3-6] 베드제드의 온실림과 환기시설	33
[그림 3-7] 베드제드의 우수 및 중수처리 시설	34
[그림 3-8] 베드제드의 공동 전기차량 및 전기차 충전기	35
[그림 3-9] 베드제드의 단지 배치	35
[그림 3-10] 베드제드의 발코니 및 옥상녹화	36
[그림 3-11] 그린홈 제로 하우스 시범 주택	39
[그림 3-12] 그린홈 제로 하우스의 주요 기술	39
[그림 3-13] 3리터 하우스의 기술 요소	41
[그림 3-14] 3리터 하우스	42
[그림 3-15] 3리터 하우스의 주요 기술	42

[그림 3-16] 에너지 제로 솔라하우스	43
[그림 3-17] 에너지 제로 솔라하우스의 주요 기술	43
[그림 3-18] 그린홈에 필요한 주요 기술 분야	44
[그림 3-19] 패시브(Passive)기술의 종류	45
[그림 3-20] 액티브(Active)기술의 종류	45
[그림 3-21] 친환경 기술의 종류	46
[그림 3-22] 건물 에너지 관리기술의 종류	46
[그림 3-23] 패시브기술의 적용 사례	49
[그림 3-24] 액티브기술의 적용 사례	50
[그림 3-25] 친환경기술의 적용 사례	51
[그림 4-1] 도로(4차선 고속도로 단위 km 당) 단계별 CO ₂ 배출량	53
[그림 4-2] 녹색도로의 필요성	54
[그림 4-3] 지속가능도로 건설 사례	56
[그림 4-4] 탄소중립 콘크리트 포장 포설 사례(Ecocem 회사)	57
[그림 4-5] 가열 및 중온 아스팔트 포장의 시공온도 및 유해가스 발생 비교	58
[그림 4-6] 녹색도로내 태양광 설치 가능 요소	59
[그림 4-7] 압전 발전 시스템의 개요	60
[그림 4-8] 지능형 도로 시스템의 개요	61
[그림 4-9] 지능형 교량 시스템의 개요	61
[그림 4-10] 녹색도로에 필요한 주요 기술 분야	62
[그림 5-1] 해상풍력발전의 강점	66
[그림 5-2] 해상풍력발전의 가격 경쟁력	67
[그림 5-3] 해상 및 육상 풍력발전의 공비 비율	69
[그림 5-4] 해상풍력발전기의 구성	70
[그림 5-5] 해상풍력발전기의 건설 개요	70
[그림 5-6] 해상풍력발전에 필요한 주요 기술 분야	72

- 녹색건설은 신재생·청정에너지, 친환경기술, IT기술 등을 도입해 환경오염저감, 에너지효율성 향상 및 온실가스 저감을 실현하는 건설을 말하며 녹색기술은 환경복원, 녹색건축(주거·상업용 건축), 녹색토목(도로·교량·공항·항만), 녹색에너지(신재생에너지) 시설 등 다양한 건설 분야들에 적용할 수 있음
- 일반적으로 녹색성장활동은 크게 두 가지 관점에서 의미를 찾아볼 수 있음. 첫째는 세계 각국의 지구온난화 방지를 위한 협약에 따른 온실가스 저감에 의한 지구생태계와 환경보존에 의한 삶의 질 향상을 들 수 있으며, 둘째는 경제 침체로 어려움을 겪는 세계 각국에 녹색성장이 경제 발전을 위한 희망이 될 수 있다는 의미를 들 수 있음
- 미국 정부 등 주요 선진국에서는 경기부양책의 초점을 환경과 에너지 분야에 맞추고 ‘그린뉴딜’을 본격화하고 있으며 세계 기업들도 그린비즈니스 구상을 내놓고 있음. 이러한 녹색성장(Green Growth)은 ‘경제와 환경의 선순환’ 개념으로 경제성장을 통해 환경을 개선하고, 환경을 새로운 동력으로 삼아 경제성장을 도모하는 것임
- 현재 주요 선진국들은 에너지소비 및 탄소배출 저감 목표를 달성하기 위하여 녹색성장 및 녹색건설 활성화를 위한 정책을 추진하고 있음¹⁾
 - 영국은 2050년까지 온실가스배출량을 1990년 대비 80%감축하고,

1) CEO Information, ‘녹색뉴딜사업의 재조명’, 삼성경제연구소, 2009.2(제691호)

온실가스감축을 위한 5년 단위의 탄소예산 제도 수립을 골자로 2008년 10월 세계 최초로 「기후변화법」(Climate Change Act 2008)을 법제화하는 등 정책 인프라를 구축함으로써 민간 기업들의 녹색산업에 대한 적극적 투자와 녹색상품 및 서비스 개발을 유도하고 있음

- 미국은 'Code Green' 정책이 탄력을 받을 것으로 기대되고 있으며, 대체 에너지 개발과 온실가스저감을 위한 대대적인 투자가 예상되고 있음. 2018년까지 청정에너지, 그린카, 그린홈 등 녹색상품에 1,500억 달러를 투자해 500만개의 고소득 일자리를 창출한다는 목표를 제시하고 있음

- 프랑스는 에너지 효율화 및 기후변화에 대한 대응을 목표로 2009년 환경보호법안(National Engagement for the Environment)을 입안하는 등 녹색산업 육성에 초점을 맞추고 있으며 2007년에 '녹색뉴딜(Ecological New Deal)' 정책(2020년까지 4,000억 유로 투자, 50만개 일자리 창출)을 세계 최초로 발표함

- 일본은 2008년 6월 저탄소 사회를 향한 대표적 비전인 '후쿠다 비전'을 선포하고 발전 및 송전, 그리고 교통 분야에서 에너지 효율 및 신·재생에너지 관련 핵심기술을 제시함

○ 우리나라 정부는 2009년도 제49회 국무회의(2009년 11월 17일)에서 그동안 논란이 많았던 국가 온실가스 감축목표를 2020년 BAU 대비 -30% (2005년 대비 -4%) 감축안으로 결정 함. 국내의 경우 도시와 건축, 교통 분야가 전체 온실가스 배출량의 42%²⁾를 차지하고 있어, 정부의 온실가스 감축 목표치와 녹색성장 비전에 부합하도록 건설부문에 대한 정책방향 전환이 강력하게 요구 되고 있음

○ 이를 위해 정부는 녹색건설을 신성장 동력으로 추진하기 위하여

2) 건설이코노미(<http://www.cenews.kr>), 2010. 3. 14.

2008년 8월 '저탄소 녹색성장' 비전 선포 이후 2009년 1월 녹색 SOC, 저탄소·고효율 산업기술, 친환경·녹색생활을 주력분야로 녹색성장 목표를 발표하였음. 특히, 4대강 살리기, 녹색교통망, 녹색 숲 가꾸기, 그린홈 및 그린스쿨 등 9개 핵심사업에 39.4조원 투자, 재해예방 및 훼손산림 복원, 재해위험지구 정비, 바이오매스 에너지화 등 27개 연계사업에 10.7조원 투자를 주요 골자로 하고 있음

- 이밖에도 녹색건축 활성화를 위한 '그린홈 100만호 건설', '친환경 건축물' 및 '에너지효율 등급' 인증제도 시행 등의 녹색건설 정책을 추진하고 있으나 선진국들에 비하여 국내의 녹색건설의 성장 기반은 아직 부족한 상황으로 녹색건설 전문 건설사의 등장을 기대하기 어려운 실정임

- 녹색건설을 성공적으로 도입하려면 정부와 개별 건설사의 노력이 절실함. 정부는 녹색건설에 대한 기준 마련, 녹색기술 개발·보급에 대한 지원, 녹색건설 해외진출 지원 등의 다양한 정책을 시행하여야 함. 더불어 개별 건설사들은 정부의 지원 정책에 맞추어 기술 개발 등의 노력을 해야 할 것임
- 전문건설기업의 경우 녹색건설기술을 직접 시공하는 기업으로서 더 이상 녹색건설이 종합건설기업만의 영역이라는 생각을 버리고 녹색건설에 대한 인식의 확대가 이루어져야 하며, 더불어 저탄소 녹색건설에 부합하는 경영 및 생산공정 구조로의 전환이 필요한 시기임
- 본 연구에서는 녹색건설이 현재의 건설경기침체를 극복하고 우리나라의 새로운 성장동력으로서 자리매김하기 위한, 녹색건설분야에서의 전문건설공사 수요 창출 방안에 대하여 제시하고자 함. 이를 위해 국내외 녹색건설사업 현황과 녹색건설기술 현황을 파악하고 녹색건설기술과 전문건설업종과의 연관성을 분석하였음

2.1 그린홈의 국내외 현황

(1) 국가별 동향

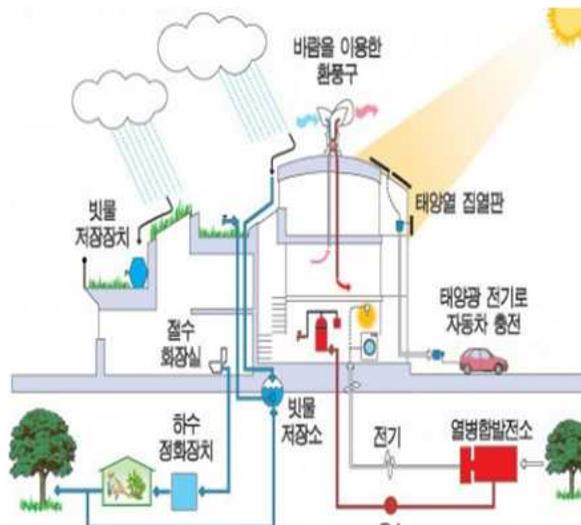
- 유럽에서는 건축물을 대상으로 에너지 효율화를 중요한 과제로 간주하고 정부 주도로 5년 단위로 에너지 기준을 강화하고 있음. 유럽연합(EU)은 2009년 'EU 배출권 거래제법'을 제정하여 온실가스 총량제한 배출권 거래제가 적용되는 업체를 확대하였으며 현재 EU에서 주거용 건축물은 물론 비주거용 건축물까지도 패시브 하우스법이 도입되고 있음
- 패시브 하우스는 1991년 독일 헤센(Hesson)주의 경제부 지원으로 다른슈타트(Darnstadt)에서 처음으로 패시브 하우스가 건축된 이후, 유럽으로 빠르게 확산되었음. 독일에서는 2009년부터 프랑크푸르트 지역내 모든 건물을 패시브 하우스 형태로 설계하여야만 건축허가를 받을 수 있음
- 독일을 비롯한 유럽국가에서는 난방에너지 90% 이상 절감형 패시브 하우스 보급 활성화하려는 노력을 하고 있으며 유럽연합은 2011년부터 모든 신축주택에서 패시브 설계를 의무화 하고 있음
- 일본에서도 주택단열성능 향상 등을 통해 냉난방 소비 20% 절감을 목표로 하는 에너지 사용 합리화기준을 마련해서 시행하고 있으며, 중국도 2004년 주택건설기준을 마련해서 1980년대보다 에너지 절감률 65% 이상인 주택을 보급한다는 목표를 세웠음
- 영국은 2016년부터 신축주택을 대상으로 난방, 냉방, 급탕, 환기,

조명 부문의 이산화탄소 배출 제로 주택의 의무화를 추진하고 있으며 2007년부터 주택을 매매 혹은 임대시 에너지 성능서의 첨부을 의무화해왔으며 위반하게 되면 200파운드 벌금을 부과하고 있음. 2008년부터는 모든 신축주택의 에너지와 탄소배출량을 평가하는 그린홈 등급평가 1~6등급으로 구분하여 이를 의무화하고 있음

- 독일에서는 패시브 하우스를 도입하여 환경마크인증(Blue Angel)시행 등 저에너지 주택을 적극 확대하고자 하고 있으며 효율적인 난방 시스템, 단열재 등 주택의 에너지 절감을 위한 보조금 융자, 세액공제 등 주택 개·보수 프로그램 진행하고 있음. 2015년부터는 패시브 하우스 의무화, 건축물 에너지 효율 개선을 위해 연14억 유로를 투자할 계획임
- 미국에서도 1994년 에너지 사용량을 30% 이상 줄인 주택을 2012년 말까지 100만 가구 건설하는 방안을 추진 중에 있으며 에너지 효율성이 집값에 반영되면서 그린빌딩이라고 인증을 받은 건물의 임대료가 일반 건물보다 약 4.5%, 매매가격은 25% 정도 높게 나타나고 있음. 2020년부터 주거용, 2025년부터 비주거용 제로에너지 건축물 의무화 목표로 다양한 지원을 하고 있으며 친환경인증(LEED) 건물에 주별로 보조금 지급, 재산세·지방세 감면을 지원하고 있음. 또한 에너지효율인증(HERS)건물에 대해 장기 저리 융자지원을 실시하고 있음
- 그린홈의 대표적인 사례는 빌 던스터(Bill Dunster, Zedfactory)가 설계한 영국의 베드제드(BEDZED)로 영국 최초의 친환경 탄소중립 복합개발 단지임. 영국 런던시 서튼에 위치하고 있는 베드제드는 16,500㎡의 규모로 2000년 착공 2002년 완공된 곳임. 수용세대는 100가구에 202명 거주, 방 1개~4개 정도의 가구로 구성되어 있으며 10개 사무실이 입주하고 있음. 100가구 중 50%는 일반에

분양, 25%는 직원과 설립자용, 25%는 저소득층인 정부보조 생활자를 위하여 사회적 주택용으로 임대하고 있음.

- 건축비는 m²당 1,440파운드이며 주택가격은 동일한 규모의 주택보다 8~20% 가량 비싸게 설정되어 있음. 개발주체는 Peabody Trust(금융회사), Bio Regional Development Group(사회적 기업, 자선단체), 빌 던스터 건축사무소로 영국 최초의 친환경, 탄소중립 복합개발단지, 영국의 Bedzed는 주거·업무·상업 복합단지이며 기존 건축규제에 저촉되지 않으므로 Bedzed 개발을 위한 별도의 제도는 없음
- 설계 원칙 및 특징을 보면 태양광과 폐목재와 같은 신재생에너지를 도입하였고, 저탄소 에너지 저감형 건축을 한 것이며, 우수 및 중수이용을 극대화하였고, 저탄소 녹색교통 시스템을 구축하고 옥상정원 및 발코니를 활용해서 단지녹화를 한 것임. Bedzed의 특징에 대해서 요약하면 [그림2-1]과 같음



[그림 2-1] 탄소배출을 최소화할 수 있도록 설계된 Bedzed의 주요 기술

(2) 국내 동향

- 국내에서는 2002년부터 친환경건축물 인증 제도를 도입해서 실시하고 있으며 2006년부터는 주택성능등급 표시제도 시행으로 500세대 이상의 공동주택의 경우 분양 공고시 이를 표시하도록 의무화하였음. 그린홈 관련 기술개발은 2006년부터 정부차원에서 추진하기 시작하였으나 아직은 시작단계에 있다고 할 수 있음

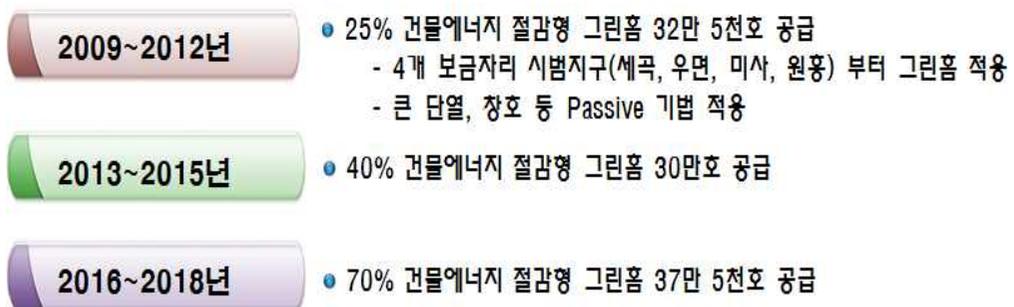
1) 국내 그린홈 건설계획 및 추진현황

- 그린홈은 냉난방, 조명 등을 사용할 때 화석연료 소비를 최소화한 에너지절약형 친환경 주택을 말하는 것으로, 2008년 8·15 대통령 경축사에서 '그린홈 100만호 프로젝트' 추진방침을 천명한 뒤 국정과제로 채택됐으며, 2018년까지 매년 10만호씩 100만호 그린홈을 건설하고 기존주택 100만호를 개보수를 통해 그린홈으로 리모델링해서 총 200만호 공급을 할 계획임
 - 정부는 에너지관리공단을 통해 태양광과 소형풍력은 설치비의 60%까지, 태양열·지열·바이오 등은 설치비의 50%까지 보조금을 지원하는 등 정부는 그린홈 전환 및 건설을 활성화하기 위해 2009년 기준 943억 원의 예산을 지원하고 있음
- 국내 그린홈 사례로는 그린홈 제로하우스 시범주택, 에너지제로 솔라 하우스, 3리터 하우스 등을 들 수 있음
 - 그린홈 제로하우스는 경기도 과천 국립과천과학관 내에 에너지관리공단에서 2009년에 준공한 건물로 신재생에너지 기술을 적용하였으며, 단열자재, 채광설비를 통해 난방에너지 및 냉방에너지를 절감하는 효과를 가져왔음. 저전력 고효율 제품을 이용하였으며 빗물자원 활용, 건식바닥구조, 재활용 건축자재 활용 등의 친

환경기술을 이용하여 건물을 지음. 비용은 기존 건축공사비 대비 7~10% 높게 나타났으나 10년 이내에는 투자비용을 회수할 수 있을 것으로 예상됨

- 에너지 제로 솔라 하우스는 태양열시스템 등의 신재생에너지 기술 활용, 패시브 요소기술 활용 그리고 홈오토메이션과 같은 제어 기술을 활용한 주택으로 에너지 자립률이 약 60%로 국내에서는 최고수준임
- 3리터 하우스는 태양광 발전시스템, 풍력 발전 시스템, 지열 시스템 등의 신재생에너지 기술, 빗물 재이용, 옥상녹화, 자연채광시스템, LED 조명, 등의 부하를 저감시킬 수 있는 기술 등을 활용한 주택임. 2012년 단위면적당 연료를 3리터 사용하는 것을 목표로 하고 있는 주택임

- 그린홈의 경우 국토해양부는 2018년까지 신규 주택 그린홈 100만호 공급을 목표로 하고 있으며 2009년 10월 신규 공동주택(20세대 이상)의 그린홈 건설이 의무화되었음.
- 지식경제부는 기존의 '태양광주택 10만호 보급사업'을 2009년부터 확대 개편하여 2020년까지 약 100만호의 주택에 신재생에너지 설비를 설치하는 그린홈 100만호 사업을 추진 중임



[그림 2-2] 신규 그린홈 100만호 공급계획(국토해양부)

<표 2-1> 그린홈 추진현황

구분	국토해양부	지식경제부
사업명	그린홈 100만호 건설	그린홈 100만호 보급사업
내용	- 신규주택 100만호를 에너지 절약형으로 건설	- 기존주택 100만호에 태양광 등 신재생에너지를 보급
유형	- 단열, 태양광, 창호 등 친환경 건축자재를 활용한 패시브 하우스를 신축 재개발하는데 주력 - 에너지 절약형 주택	- 액티브 하우스에 주력 - 신재생에너지 설비 설치 주택
기반기술	건자재를 비롯한 건설 기반	신재생에너지 기술 기반

2) 국내 건축물 온실가스 저감 계획 현황

- 국내에서는 국가 전체 배출량이 2014년에 가장 최고치에 달하고 그 이후부터는 배출량이 감소하기 시작할 것으로 전망됨
- 우리나라는 2005년을 기준으로 2020년까지 4%의 온실가스를 감축할 예정임. 이 감축 목표에 따르면, 2020년까지의 배출전망치와 비교하여 산업부문 18.2%, 전환(발전) 26.7%, 수송 34.3%, 건물 26.9%, 농림어업 부문에서 5.2%를 감축하여 국가 전체적으로 30%를 감축할 예정임

<표 2-2> 각 부문별 온실가스 감축목표 확정안 (%)

산업*	전환	수송	건물	농림어업	폐기물	공공기타	국가 전체
18.2	26.7	34.3	26.9	5.2	12.3	25	30

* 산업 감축목표 18.2% 중 산업에너지는 7.1%, 나머지는 공정배출 및 냉매처리과정의 감축률

3) 국내 그린홈 시장 전망

- 2018년까지 그린홈 200만호 건설할 예정이며 사업규모는 약 28조원에 달할 것으로 보임. 연간 에너지소비량 기준이 2012년에는 현재 수준 대비 30% 감축(냉난방에너지 50% 감축), 2017년에는 60% 감축, 그리고 2025년에는 제로에너지를 의무화 하는 등 강화될 예정임



※ 제로에너지건물 : 건축물의 에너지효율을 극대화하고 신재생에너지를 생산·이용하여 외부로부터의 유입 에너지를 제로화



2018년 까지 그린홈 200만호 건설 효과
사업규모 약 28조

❖ **1.484백만 toe의 에너지 생산**
4인기준 77,000 가구에서 1년 동안 사용할 수 있는 에너지량

❖ **4.5백만 T-CO₂를 감축**
소나무 16억2천만 그루가 1년 동안 흡수할 수 있는 CO₂역량

[그림 2-3] 녹색건축물 활성화 단계별 추진목표 (국토해양부 2011년)

4) 친환경건축 인증 및 건물에너지 등급제

- 친환경건축물 인증제도는 환경오염 및 에너지 소비를 줄일 수 있도록 친환경 건축물을 촉진하기 위해 2002년도에 공동주택을 대상으로 시행한 제도이며, 2003년에는 주거복합 및 업무용 건축

물로 확대하였으며 2005년에는 학교시설 등의 공공건축물, 2006년에는 판매시설 및 호텔 등의 숙박시설까지 확대 시행하였음

- 국내 친환경 건축물 인증제도는 (GBCC, Green Building Certification Criteria 2010) 2002년 초 친환경 건축물 인증심사기준으로 시행되었음. 토지이용, 교통, 에너지, 재료 및 자원, 수자원, 대기오염, 유지관리, 생태환경, 실내 환경 등 9개 항목으로 평가하게 됨. 적용대상이 되는 건물은 공동주택, 주상복합, 업무용, 학교, 판매시설, 숙박시설임
- 건물에너지 효율등급 인증제도는 건물의 에너지 절감률에 따라 등급을 매기는 제도로 높은 등급의 건물에는 에너지시설 투자에 에너지이용 합리화 자금의 융자지원과 용적률 조정면적 등의 완화, 지방세 완화 등의 혜택이 돌아갔음
- 건축기준인 용적률, 조정면적, 건물높이를 2~6% 완화하였으며 지방세(취득세 및 등록세)를 5~15% 완화하였음

2.2 녹색도로의 국내외 현황

(1) 국가별 동향

- 미국은 전세계 탄소배출량의 28%를 차지하고 있으며 미국 내에서 탄소배출량의 28%가 교통부문에서 발생하고 있음. 교통부문의 80% 이상이 도로 교통에서 발생하고 있기 때문에 녹색도로에 대한 관심이 높음
 - 미청정에너지·안보법안에 의하면 2020년까지 2005년 대비 17% 감축을 목표로 설정하였으며 2030년까지 교통부문 온실가스 배출량 40%를 감축 목표로 설정하였음
 - 미국은 녹색도로 인증 시스템(Greenroad Evaluation System)을 개발하였음. 녹색도로 인증은 11개 필수 의무 조항과 6가지의 선택조항(38개 항목)으로 구성되어 있으며 녹색도로 인증은 Certified, Silver, Gold, Evergreen 의 4단계로 구성되어 있음. 오레곤주 교통부에서 시범적으로 적용되었으며, 인증제도의 타당성 검증을 위한 24개 프로젝트가 진행 중임

<미국의 녹색도로 인증 시스템>

- 미국의 녹색도로인증제는 도로사업이 생태계와 환경에 미치는 영향을 최소화하고 생애주기비용을 절감, 접근성 및 이동성 향상 등의 목표를 달성하기 위해 도로신설 및 확장, 시설개량 등 모든 도로의 설계와 건설에 적용되는 제도임
 - 녹색도로는 인증필수(Project Requirement)와 인증추가(Voluntary Credits)로 구분된 세부항목들을 평가해서 등급을 결정하게 됨. 인증필수는 친환경성을 검토하고, 생애주기분석, 폐기물활용, 포장관리 등 11개 항목으로 구성되어 있으며 pass/fail로 평가됨. 인증추

가는 환경 및 수자원이 21 credits, 접근성 및 자산이 30 credits, 시공 및 설계등이 14 credits, 포장이 20 credits, 재료 및 자원이 20 credits 에다가 가산점을 10 credits으로 해서 총 118 포인트를 부여함

① Project Requirement (PR 인증필수 11개 항목)

- 친환경 검토(Environment Review Process)
- 생애주기 비용 검토(Lifecycle Cost Analysis, LCCA)
- 포장 부분의 생애주기 Inventory 분석(Lifecycle Inventory, LCI)
- 품질관리계획 (Quality Control Plan)
- 소음 저감 계획 (Noise Mitigation Plan)
- 폐기물 활용 계획 (Waste Management Plan)
- 오염 방지 계획(Pollution Prevention Plan)
- 빗물 오염 및 활용 계획 (Low-Impact Development, LID, for stormwater)
- 포장 관리 계획(Pavement Management Plan)
- 현장 관리 계획 (Site Management Plan for environment, utilities)
- 교육 및 홍보 (Educational Outreach - Publicize sustainability info,)

② Voluntary Credits (VC 인증 추가항목, 6개 분야, 38개 항목, 총 118점)

- 환경 및 수자원(Environment & Water, EW, 8개항목, 총 21 Credits)
- 접근성 및 자산 (Access & Equity, AE, 9개 항목, 총 30 Credits)
- 시공단계의 활동 (Construction Activities, CA, 8개 항목, 총 14 Credits)
- 재료 및 자원 (Materials & Resources, MR, 6개 항목, 총 23 Credits)
- 포장기술 (Pavement Technology, PT, 6개 항목, 총 20 Credits)
- 추가 항목 (Custom Credit, CC, 1개항목, 총 10 Credits)

- 녹색도로인증레벨은 evergreen, gold, silver, green으로 주어지며 evergreen는 64 포인트 이상일 때, gold는 55~63포인트, silver는 43~54 포인트, green은 32~42 포인트를 만족해야함

<표 2-3> 녹색도로 인증 레벨

등급	점수(point)	기준
green	32-42	PR+30% VC
silver	43-54	PR+40% VC
gold	55-63	PR+50% VC
evergreen	64+	PR+60% VC

- 일본은 2010년 1월 “지구온난화대책 기본법”을 발표하면서 온실가스 중심의 강제규제 시스템을 구축하였고, 2020년까지 1990년 대비 25%의 온실가스 감축을 목표로 하고 있음. 국토교통성은 도로부문 온실가스 감축을 위해 Action plan을 설정하고 일본 26개 지역에서 에코로드 정책 시스템을 실시중임
- 핀란드는 2010년 8월 세계 최초의 ‘녹색도로’ 건설 계획을 발표하였으며 투르크(Truku)-발리마(Vaalimaa)을 연결하는 130km의 녹색고속도로 계획도 발표하였음. 전기자동차 충전소, 바이오 연료 주유소 운영, 스마트 가로등 운영 등이 포함되어 있음
 - 소비전력을 최소화하기 위하여 도로 가로등 자동 점멸 시스템, 기상상황에 따른 자동 밝기 조절 시스템을 갖추고 있으며 2011년 타당성 조사와 착공, 2016년 완공을 목표로 하고 있음. 공사비는 총 7억 유로(약 1조 577억원)가 소요될 것으로 추정됨

(2) 국내 동향

- 국내에서는 녹색도로와 관련하여 ‘환경 친화적인 도로건설 지침’을 적용(국토부, 2010년 개정)하고 있으며 환경친화적인 녹색도로를 건설하기 위해 도로계획(노선선정)단계에서부터 우회 통과/교량 설치 등 환경 친화적인 도로를 계획하고 있음. 시공단계에서 공사 중 발생 오염과 소음 저감 시설을 설치하고 유지관리 단계에서 생태계 단절 최소화를 위한 대책을 추진하고 있음



[그림 2-4] 국내의 환경 친화적인 도로 건설

- 저탄소 아스팔트 포장 기술 개발을 통해 저탄소 녹색도로를 추진하고 있으며, 저탄소 중온형 아스팔트 포장과 같은 재생재료 개발 및 기존 포장 공법을 개선하고 지능형 교통시스템 (ITS)의 지속적인 확대를 추진하고 있음
- 국내 녹색도로 전망을 살펴보기 위해 먼저 도로부문 투자현황을 보면, 최근 5년간 도로부문 연평균 투자액은 약 80,000억원이며 연평균 증가율은 1.48%임. 신설도로건설공사는 감소추세이나 기존

도로 유지보수 예산은 늘어날 전망이다

- 미국과 같은 녹색도로 인증을 추진하고 있으나 녹색도로 인증제 추진에 따른 효과는 본격적으로 가시화 되고 있지는 않음. 향후 녹색도로 인증 도입시 건축물에 있어 LEED 제도와 같이 일정수준의 녹색도로인증을 받은 도로 사업에만 국고지원이 가능할 것으로 전망됨
- 국가계약법 개정, 설계기준 마련시 본격적인 녹색도로 시장의 확대가 이루어질 것으로 전망됨. 국제시장 확보를 위한 신속한 표준화 및 비즈니스 모델 개발이 필요하고 녹색도로 시장 성장에 따른 녹색인증 프로그램의 주도적인 전략이 필요함

2.3 해상풍력발전의 국내외 현황

(1) 국가별 현황

- 세계 풍력산업의 성장세는 5년간 연평균 27.3% 성장을 이루는 등 지속적으로 성장하고 있음
- 2010년 10월 현재 해상풍력발전단지를 보유하고 있는 국가는 총 12개로 이 중 10개가 유럽국가임. 2020년에는 유럽 풍력단지의 25%를 해상풍력이 담당할 것으로 전망됨

<표 2-4> 세계 풍력산업 현황

구분	2009년	2020년
세계시장규모	635억불	1,145억불
세계 설치용량(누적)	159GW	1,900GW



[그림 2-5] 세계 풍력발전량 현황 (2010년 10월 현재)

- 국가별 2009년도 현재 설치용량을 보면 1위 미국(35.2GW), 2위 중국(26.0GW), 3위 독일(25.8GW)… 그리고 한국이 28위로 0.36GW임
- 신재생에너지 시장규모는 2009년 현재 1,620억 불로 이중에서 풍력이 635억불(39.2%), 바이오연료가 449억불(27.7%), 태양광이 307억불(18.9%)임
- 현재 해상풍력발전단지를 보유하고 있는 국가는 총 12개로 이중 10개가 유럽 국가이며 2020년에는 유럽 풍력발전의 25%를 해상풍력이 담당할 것으로 전망됨
- 최근 해상풍력은 유럽, 미국, 중국 중심으로 급속하게 확산하고 있는 추세이며 2030년 국가별 해상풍력 계획을 보면 EU는 150GW, 미국은 54GW, 중국은 35GW임
- 덴마크는 세계 해상풍력의 초기시장을 주도한 국가로 SAMSO 섬을 해상풍력 10기로 세계적 관광 상품화하였음. 정부주도로 부지를 선정하고 타당성을 조사해서 단지개발을 하였으며 해상 풍력 EU Super Grid 개발에 적극적으로 참여하였음.
- 영국은 2001년~2020년에 국가주도로 Round 1~3 계획을 추진하고 있으며, 2010년 9월 현재 세계 최대 해상풍력단지(300MW, 3MW×100기)를 운영하고 있음. 2010년 현재 설치용량은 1,341MW이며, 2020년까지 32GW 건설을 계획하고 있으며 이는 전체 전력의 25%의 공급을 목표로 하고 있는 것임
- 독일은 정부주도로 북해를 개발하였으며 계통 연계 등 제도적 지원을 하고 있음. 2010년 4월 최초 해상풍력단지(Alpha Ventus)를 가동(5MW×6기)함. 2010년 현재 설치용량은 72MW임
- 미국은 현재 가동 중인 단지는 없으나 대규모 개발 계획을 수립하고 있으며 잠재량이 1,000GW이며 동부 대서양 연안 10개주에

해상풍력 컨소시엄을 선정(2GW×10개)하였음. 2030년까지 54GW 설치가 이루어질 전망이다. 2010년 5월에 3.6MW×130기인 메사추세츠 근해 풍력발전(Cape Wind)의 첫 승인이 이루어졌음

- 프랑스는 2010년 9월 근해상 10여개의 지역에 3GW(600여기) 규모의 해상풍력단지 건설계획을 세웠으며 2020년까지 200억 유로를 투자하여 6GW규모의 설치 계획을 하고 있음
- 중국은 아시아 최초로 해상풍력 단지를 상해에 120MW, 3MW×34기를 2010년에 완공하였으며, 장쑤, 광둥 등 4개성을 중심으로 대규모 해상풍력 개발계획을 세웠음. 이 계획으로 2015년에는 15GW, 2030년에는 35GW를 계획하고 있으며 해상풍력 잠재량은 7,500GW임

(2) 국내 동향

- 국내에서는 지자체, 발전사, 중공업 중심적으로 해상풍력단지 개발을 검토하는 단계에 있음. 전남, 제주, 전북, 부산, 경기 등의 지자체와 한전을 중심으로 하는 6개의 발전 자회사, 조선 중공업사들도 대부분 2012년 말까지 해상풍력발전기 개발 추진 중에 있음

<표 2-5> 대형 해상풍력 발전기 개발 현황

기업명	풍력발전	기업명	풍력발전
두산중공업	3MW(실증완료)	STX 중공업	5MW(2012년)
현대중공업	5.5MW(2012년)	대우조선해양	5~7MW(2012년)
삼성중공업	6~7MW(2013년)	유니슨	3.6MW(2012년)
효성중공업	5MW(2012년)	DMS	2~5MW(2012년)

○ 국내 해상풍력단지 개발 계획을 보면 2019년 말까지 서남해 해상풍력단지 프로젝트를 구축 예정임. 2019년까지 3단계로 나누어 총 2,500MW 규모의 대규모 해상풍력발전단지 건설에 약 10조 2천억 원 투자할 계획임

- 1단계 : 2014년까지 100MW 실증단지에 약 4천억원 투자
- 2단계 : 2016년까지 400MW 시범단지에 약 1조 6천억원 투자
- 3단계 : 2019년까지 2,000MW 해상풍력발전단지 추가 건설 (8조 1,934억원 투자)

<표 2-6> 해상풍력발전 사업 추진단계(예)

단계	구분	내용
1단계(10개월)	기초조사	기초조사 수행중
2단계(18개월)	현장계측	현재 3개항만 배후에 각 3개소 계측기 설치
3단계(30개월)	시범사업	3MW-3기(3개항에 각 1기)
4단계(108개월)	사업화	1차(3MW 5기), 2차(5MW 10기), 3차(5M 12기)



[그림 2-6] 지식경제부 해상풍력 추진 로드맵

- 국토해양부에서는 2009년 정부 저탄소 녹색성장의 일환으로 항만해상풍력발전 개발계획 수립안을 발표하였음. 목포항, 포항항, 부산항을 대상으로 하고 있으며 총 설비용량은 3차에 걸쳐 134MW (3MW급 8기, 5MW급 22기)로 예상사업비는 5,226억원임

<표 2-7> 국내 해상풍력단지 개발 계획

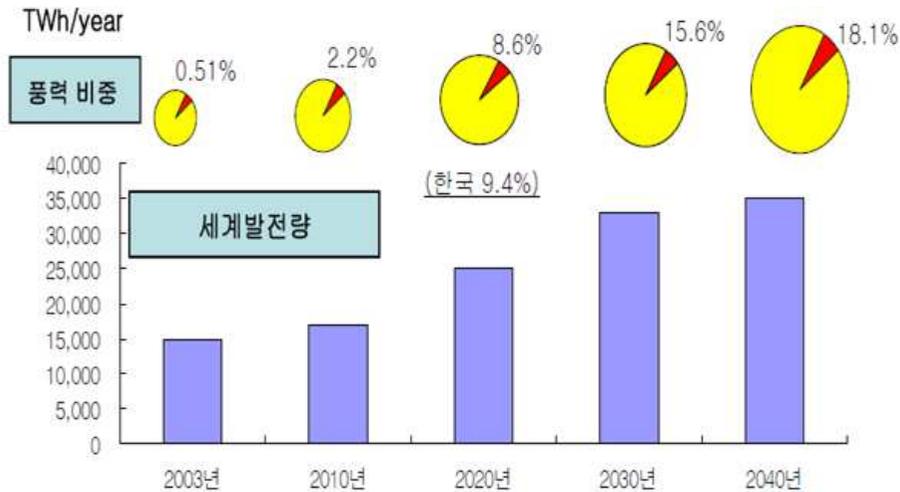
추진기업	추진지역	용량(MW)	비고
정부(지경부)	전남 부안~영광	2500	해상풍력 로드맵 3단계
전남 및 SPC	전남, 영광오도, 신안, 대노록도, 비금도	5,000	5G 프로젝트
한수원/두산중공업	제주 월정리	30	실증단지
제주도/한국남부발전	제주 대정해상풍력	200	현대중공업, 삼성중공업
여수시/금호산업	전남 여수시, 고흥군	80	5,000억 MOU
전북/포스코건설	전북 고창군 상하면, 해리면	100	
전남/포스코건설	전남 여수, 고흥, 영광, 완도, 신안	600	2015년 완공계획
동양건설/포스코ICT	전남 신안군 오도 일원	210	신안해상풍력발전
동국 S&C	전남 신안 비금도	180	
남부발전/부산시	부산 사하구 다대포, 목도, 가덕도 등	60	2016년 목표
인천시/한화건설	인천(무의도 앞바다)	97.5	2.5MW×39기
(주)태안해상풍력	태안군 이원면	97.2	4,000억
새만금/SPC예정	전북 군산시	40	새만금풍력시범단지(3MW)
경기도/농어촌공사	시화방조제	200	
경기도/유니슨	안산시 탄도항 앞 누에섬 인근 해상	200	
합계		9,394	

- 한국건설기술연구원에서는 기초구조물 설계 및 시공, 품질관리 R&D를 160억원에 수행하였음. 천해용 대구경 모노파일 시공시스템, 대구경 기초 시공시스템 개발 등이 포함되어 있으며 그 기간은 2010년 6월~2014년 5월까지이고 참여 건설사는 현대건설과 동부건설 등임. 국내 해상풍력을 추진하고 있는 건설사와 설계사는 다음과 같음

<표 2-8> 국내 해상풍력을 추진하고 있는 건설사와 설계사

건설사			설계사		
회사명	팀명칭	추진사업	회사명	팀명칭	추진사업
코오롱건설	해상풍력 발전 T/F	R&D추진, 국내사업발굴	헤인 E&C	해상풍력 T/F	R&D 추진/해외진출
동양건설산업	녹색사업부	신안 풍력복합발전단지, 제주도사업 추진	(주)유신	기술연구소 지반팀	제주(삼무) 해양풍력 건설단지 실시설계
GS건설	기술연구소 지반팀	유럽직원파견(3년)	한국항만기술단	연구소	새만금 풍력발전시범단지 조성 기본계획
대우건설	강화조력 TFT	강화조력발전사업과 연계	삼안		새만금 풍력발전시범단지 조성 기본계획
금호산업	녹색사업팀	전라남도 여수시와 2000억 MOU	(주)예담	항만구조	Jacket 구조 전문설계
포스코건설	그린에너지 본부	해상풍력발전소(전남, 전북)	동해기술공사	구조부	R&D 참여 추진
삼성중공업	해양사업 전담 T/F	삼성중공업 조선소와 협업	삼보기술단	구조부	R&D 참여 추진
두산중공업	미래에너지 영업팀	제주도 삼무 프로젝트, 월정리 실증사업 등	대우엔지니어링	발전·에너지 부문	포스코와 협업
대림산업	해상풍력 T/F	대만프로젝트 참여 준비	삼성엔지니어링	발전부문	-
한화건설	해상풍력 T/F	인천 무의도 PJT	현대엔지니어링	신성장산업부	제주한림풍력, 파키스탄 Yuna 풍력, 전남 단지설계

- 세계 풍력산업 시장은 2030년까지 세계 발전량 0.5% 수준이나 급격한 성장으로 2040년에는 전체 전력량의 18%에 이를 것으로 전망됨 (Global Wind Energy, 2006). 향후 풍력시장은 환경문제 및 대체에너지 비중의 증대에 따라 풍력발전 비중이 급성장 할 것으로 전망됨



[그림 2-7] 세계 풍력발전량 비중

- 용량기준 세계풍력시장의 CAGR(연평균 성장률)은 2011년~2016년에 13.6%로 전망되며, 아세아-오세아니아 시장의 경우 2011~2016년 18.7%로 전망됨

<표 2-9> 연도별 세계 풍력시장 규모

	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2015년
누적용량(GW)	74.1	94.1	119.5	151.8	1192.8	637
연간용량(GW)	15.0	20.0	25.4	32.3	41.0	135.4
연간시장규모 (조원)	22.5	30.0	38.1	48.4	61.5	203.1

- 2010년 세계 풍력시장 규모는 약 61.5 조원으로 추산되며 2015년에는 3배가 넘는 203.1조원으로 전망됨. 현재 세계 조선시장 규모는 약 100조원으로 조선 산업에 경쟁력이 있는 중공업사들이 적극적으로 진출하고 있음



[그림 2-8] 세계 풍력산업 연간 보급량 및 누적보급량 (2008년)

- 국내의 경우 2008년 8월에 2030년 신재생에너지의 비중 11% 달성을 목표로 수립하여 녹색성장을 선도하고자 하고 있으며, 2009년 8월 중장기 Action plan 수립하였음
 - 풍력산업 시장규모를 보면 신재생에너지 보급 목표 (11%)에 도달하기 위해 2010년 이후 매년 400MW 건설(1.2조), 2012년 이후에는 매년 800MW 건설(2.4조), 2020년 이후에는 매년 3GW 건설(9.0조)을 목표로 하고 있음

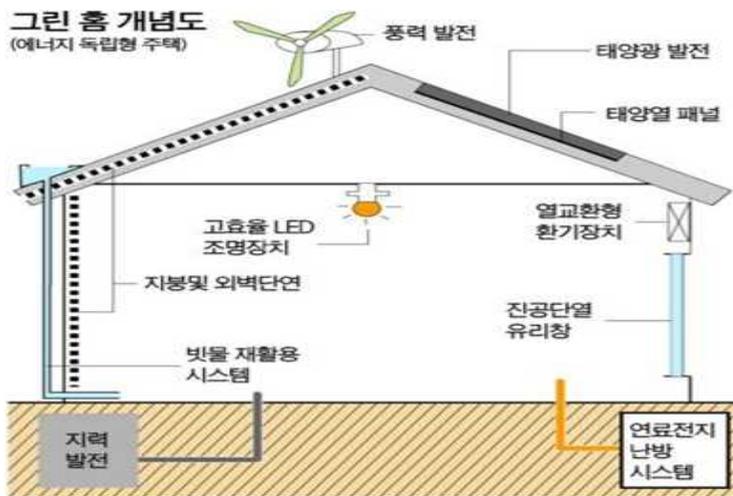


[그림 2-9] 신재생에너지 비중 11% 달성 목표 수립

3.1 그린홈의 필요성

(1) 그린홈의 정의 및 효과

- “그린홈이란 에너지 절약 건축기술 및 설비기술을 도입하여 주택의 에너지 소비를 최소화하고 신재생에너지를 적용하여 주택에서 요구되는 에너지를 자체적으로 공급하여 주택의 에너지소비 및 이산화 탄소 배출을 제로화 한 주택”이라고 정의할 수 있음



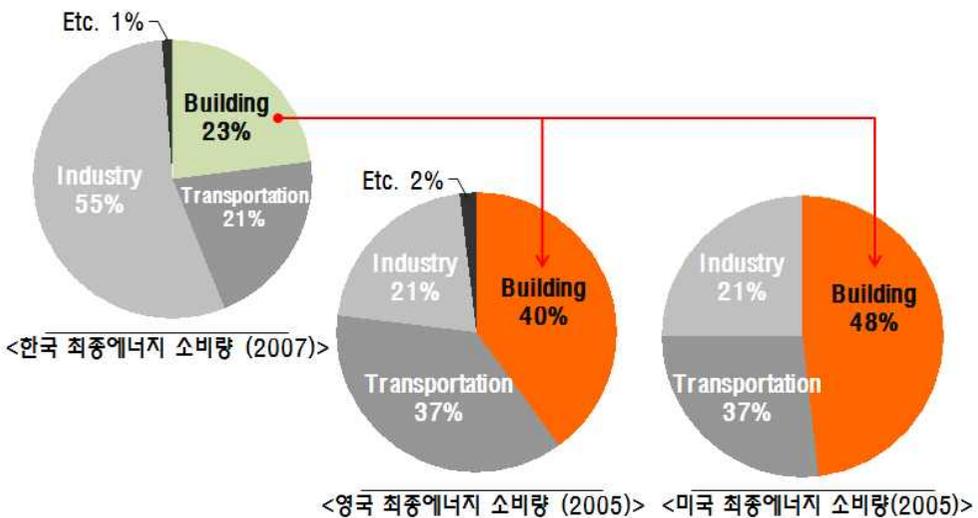
[그림 3-1] 그린홈의 개념도

- 그린홈의 효과로서는 ① 건물에너지 사용량의 30~50% 저감, ② CO₂ 배출량을 35~40% 저감, ③ 물 사용량의 40% 저감, ④ 쓰레기 배출의 70% 저감 등의 효과를 보임

(2) 그린홈의 필요성

○ 건물의 에너지 소비량

- 우리나라 건물에너지 소비율은 약 23% ⇒ 국가에너지의 1/4
- 주거용(건물의 54%)은 13%, 아파트(주거용의 53%)는 7%의 에너지 소비 선진국으로 갈수록 전체 에너지 소비량 중 건물에너지의 비중이 증가함
- 장기적으로는 선진국 수준인 40%까지 증가가 예상 됨
- 장기적인 관점에서 건물에너지 소비를 줄이는 것이 국내 에너지 효율향상에 있어 중요한 요소임



[그림 3-2] 건물의 에너지 소비량³⁾

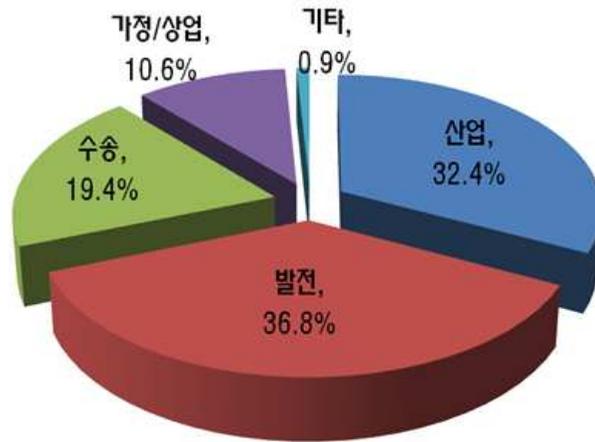
○ 건물의 온실가스 배출량

<국내 부문별 온실가스 배출 비율>

- 건물 부문 국내 온실가스 배출량은 총 배출량의 11.5%을 차지함

3) 이승복(2010), '녹색성장기술', 저에너지 친환경 공동주택 연구단

- 전환부문 고려시 약 25%을 차지하는 것으로 추정



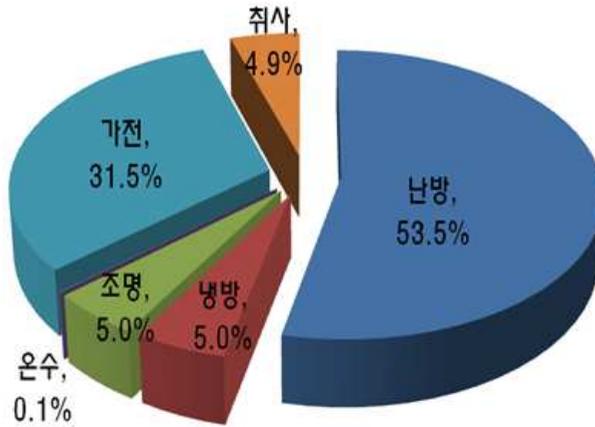
[그림 3-3] 국내 부문별 온실가스 배출 비율⁴⁾

<주택의 용도별 온실가스 배출 비율>

- 주택의 에너지 소비에 의한 온실가스 배출은 1가구당 연간 약 3.66 T-CO₂로 추정
- 이 중 53.5%는 난방에너지 소비에 기인, 31.5%는 가전제품 이용에 의한 전력소비에 기인함
- 주거용 건축물의 경우 건설과정에서 온실가스는 대부분은 자재 생산과정에서의 에너지 소비에 기인함
- 공동주택의 경우 건설과정에서 연면적 기준으로 평방미터당 약 432.74kg-CO₂의 온실가스가 발생⁵⁾
- 이는 국민주택 규모인 85제곱미터 공동주택을 기준으로 가구당 약 36 T-CO₂에 상당하는 배출량

4) 지식경제부, 2009년

5) 이강희·채창우(2008), “공동주택의 라이프사이클 에너지와 이산화탄소 추정에 관한 연구”, 「한국주거학회논문집」, v.19(4), pp. 89-96.



[그림 3-4] 주택의 용도별 온실가스 배출 비율⁶⁾

<표 3-1> 용도별 에너지 소비 및 온실가스 배출량(주택부문)⁷⁾

구 분			에너지소비		온실가스배출		국가온실가스 배출량(2006) 대비	
			TOE	비율	tCO ₂ eq	비율		
건축물성능 관련부문 탄소배출량 비율63.6% (국가총배출 대비 6.2%)	난방	연탄	322,100.0	1.7%	1,285,163.6	2.2%	0.2%	
		등유	2,070,190.0	11.0%	5,743,390.9	9.9%	1.0%	
		중질중유	265,870.0	1.4%	805,596.2	1.4%	0.1%	
		프로판	1,042,920.0	5.5%	2,500,270.5	4.3%	0.4%	
		도시가스-난방용	7,791,570.0	41.3%	16,473,523.0	28.3%	2.7%	
		열에너지	1,285,020.0	6.8%	4,083,793.6	7.0%	0.7%	
		입산연료	68,600.0	0.4%	218,010.8	0.4%	0.0%	
		난방소계	12,846,270.0	68%	31,109,748.6	53.5%	5.2%	
		냉방	냉방전력	566,550.6	3.0%	2,930,249.7	5.0%	0.5%
		조명	조명	566,550.6	3.0%	2,930,249.7	5.0%	0.5%
온수	온수-급탕	16,370.0	0.1%	52,023.9	0.1%	0.0%		
생활에너지 소비부문 탄소배출량 비율36.4%(국가총 배출 대비 3.6%)	가전	가전제품전력	3,542,998.8	18.8%	18,324,702.6	31.5%	3.1%	
	취사	도시가스취사용	1,346,280.0	7.1%	2,846,404.4	4.9%	0.5%	
합 계			18,885,020.0	100.0%	58,193,378.8	100.0%	9.7%	

6) 지식경제부, 2009년

7) 유광흠 외(2009), 「친환경 근린개발을 위한 도시설계 기법연구」, 건축도시공간연구소

- 현재 세계 각국의 기후변화의 유발의 근원지이자 해결주체는 대규모 시설과 인구가 밀집된 도시임
 - 세계인구의 50%(우리나라 90%)가 도시에 살고 있으며 도시에 거주하는 사람들이 전 세계 온실가스의 70%이상을 배출하고 있음
- 건물의 생애비용을 살펴보면 기획 및 설계 단계시 0.4%, 건설 단계시 16%, 운영관리 단계시 83.2%, 폐기처분 단계시 0.4%로서 건물 생애 비용의 83%가 운영 및 사용 단계에서 이용되고 있음
- 선진국일수록 건물과 수송부문의 에너지 소비율이 증가되고 있으므로 우리나라의 경제발전에 따른 건물의 에너지 증가 억제 및 온실가스 배출저감을 위한 그린홈 건설이 필요함

3.2 그린홈의 건설 사례

(1) 영국의 Bedzed

1) 개요

- 영국의 Bedzed는 주거, 업무, 상업 복합단지로 사업기간은 2000년에 착공하여 2002년에 완공됨
- 던스터가 설계한 영국 최초의 친환경, 탄소중립 복합단지로 개발되었음

<표 3-2> 베드제드의 개발 개요

구분	내용
위치	- 영국 런던시 서튼
규모 및 개발기간	- 16,500㎡, 2000년 착공 2002년에 완공
수용세대	- 100가구에 202명 거주, 방 1개~4개 정도의 가구로 구성, 10개 사무실 입주 - 100가구 중 50%는 일반에 분양, 25%는 직원과 설립자용, 25%는 저소득층인 정부보조 생활자를 위하여 사회적 주택용으로 임대
건축비	- 1,440파운드/㎡, 주택 가격은 동일한 규모의 주택보다 약 20% 가량 비싸게 설정
개발주체	- Peabody Trust(금융회사), BioRegional Development Group(사회적 기업, 자선단체), 빌 던스터 건축사무소
설계자	- 빌 던스터(Bill Dunster, Zedfactory)
개발특징	- 영국 최초의 친환경, 탄소중립 복합개발단지, 영국의 Bedzed는 주거·업무·상업 복합단지 - 기존 건축규제에 저촉되지 않으므로 별도의 Bedzed 개발을 위한 별도의 제도 없음

2) 주요 특징

① 신재생에너지 도입

- 태양광 전지판을 통한 태양열 에너지로 약 50%의 온수를 충당함
- 단지 한쪽에 폐목재를 바이오 연료로 사용한 열병합 발전기 설치함
: 일일 약 100kw의 전기생산
- 온수 이용은 개인의 생활 패턴에 따라 다르므로 온수 미터 (meter)기를 설치하고 주거자 매뉴얼을 통해 온수 사용이 최소화 될 수 있도록 교육함



[그림 3-5] 베드제드의 태양광 발전 주택

② 저탄소 에너지 저감형 건축

- 에너지 저감을 위한 고단열의 건축물로 설계함
 - 외벽에 300mm의 단열재 설치 벽두께 50cm
 - 2중 3중창, 온실, 차양 등을 설치하여 태양열 채열 사용
- 패시브 설계
 - 태양열 채광을 위해 일반건물의 2배 높이 설계
 - 난방수요가 일반 주택의 10분의 1수준이 되도록 설계

- 자연형 냉난방 방식의 사용
 - 이중외피로 온실을 만들어 여름에는 더운 공기가 상부창으로 빠져나가 시원하고, 겨울에는 햇빛으로 데워진 공기를 받아들여 적절한 온도를 유지함
- 자연 환기시스템 도입
 - PSV(Passive stack ventilation) -roof cowls, 지붕위 닭벼슬 모양의 바람개비 팬을 통해 자연환기 및 내부온도 조절
- 일조를 고려한 건물의 배치
 - 모든 주택은 남향배치로 채광 효과 극대화
 - 사무실은 건물의 북쪽에 배치하여 간접채광으로 업무효율 높임



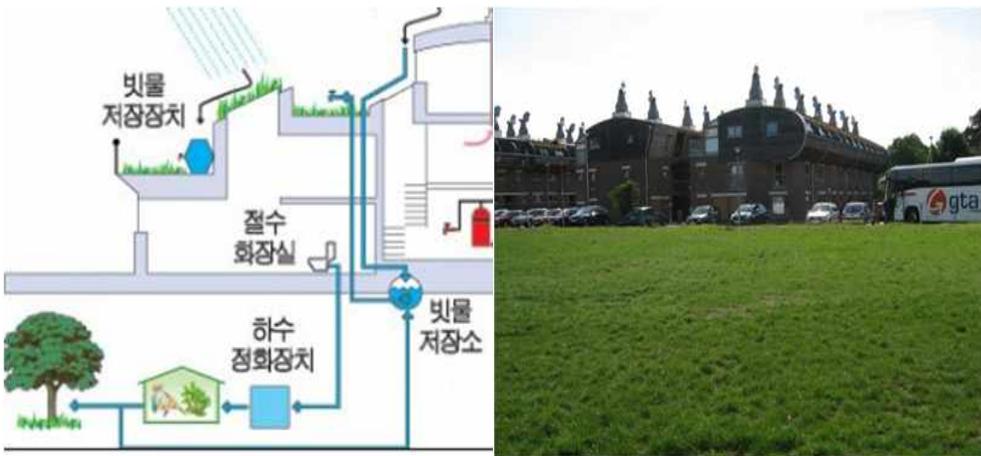
<온실룸>

<환기시설>

[그림 3-6] 베드제드의 온실룸과 환기시설

- ③ 우수 및 중수이용의 극대화
 - 절수기기 사용
 - 상수도기준 영국의 평균 하루 물소비 150리터, Bedzed는 평균 80리터 소비(미국 평균 450리터)

- 큰 버튼과 작은 버튼의 구분에 의한 변기 사용
- 우수이용
 - 우수는 저장 장치를 통하여 상수공급소로 보냄
- 중수이용
 - 오하수 정화시설(중수시설)을 통하여 단지내 조경 및 화장실 용수의 90%이상 공급



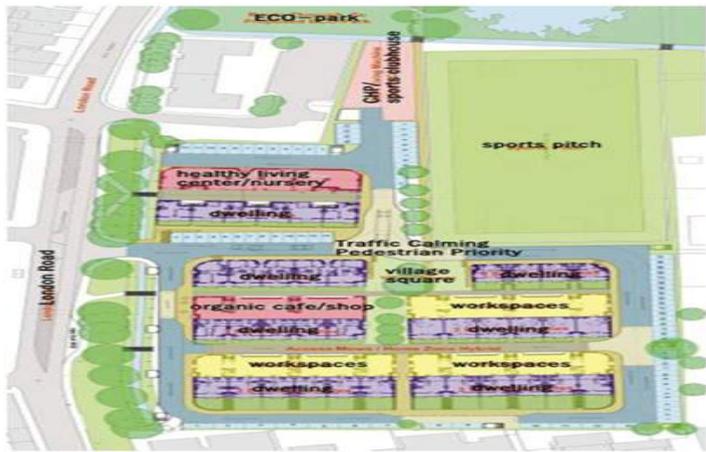
[그림 3-7] 베드제드의 우수 및 중수처리 시설

- ④ 저탄소 녹색시스템 구축
 - 자동차의 사용억제
 - 단지내 일반차량 통행 금지, 대중교통과 자전거 이용 활성화
 - 1차량/1세대로 주차면적 축소 및 남는 공간 공원조성
 - 태양광 전기차 충전소 10곳 설치
 - Car Share 프로그램인 시티카 클럽을 통하여 전기차량을 주민들에게 렌트함으로써 카풀제 효과 : 자동차 사용 억제
 - 직주근접의 단지 배치
 - 복합용도/고밀도계획 : 직주근접 개념으로 거주공간과 사무공간

을 단지 내에 공유하여 출퇴근에 필요한 자가 차량의 운영을 최소화



[그림 3-8] 베드제드의 공동 전기차량 및 전기차 충전기



[그림 3-9] 베드제드의 단지 배치

- ⑤ 옥상정원 및 발코니를 활용한 단지 녹화
- 그린루프 시스템으로 지붕 표면에 특수 식물을 심어 야생생물과

공유할 수 있는 기회를 제공

- 지붕 녹화를 통한 여름철 내부 온도 저감 효과
- 각 건물의 테라스는 태양에너지 흡열 패널, 조경시설을 배치하여 다양하게 활용함



[그림 3-10] 베드제드의 발코니 및 옥상녹화

3) 주요 효과

○ Bedzed의 주요 효과로서는 실내난방 절감 73%, 온수사용 절감 44%, 전력사용 절감 25%, 수도사용 절감 52%, 차량운행 감소에 따른 화석연료 절감 64% 등으로 에너지와 물 등이 사용되어지는 주택과 단지내의 모든 부분에서 획기적인 절감이 이루어짐

<표 3-3> 베드제드의 주요 효과

구분	절감 목표	절감효과(2007년 기준)
실내 난방	90% (전국 평균 140kWh/m ² /yr대비)	73%
온 수	33% (1가구당 1일 평균 전력사용량 14.1kWh 대비)	44%
전 력	33% (1가구당 1일 평균 전력사용량 4.0kWh 대비)	25%
수 도	33% (1인당 1일 전균 평균 사용량 150리터 대비)	52% (72리터, 빗물사용량 15리터 고려치 총87리터)
차량운행에 따른 화석연료	50% (1인당 연간 평균 대비)	64% (1대당 연간 2,304마일 주행)

(2) 국내 그린홈 사례

1) 그린홈 제로하우스의 주요 특징 및 효과

- 경기도 과천 국립과천과학관내 부지에 83m²규모로 건립됨.
2009년 7월 10일 준공(에너지관리공단)
- 국내최초로 건립된 그린홈 제로하우스는 실생활이 가능하도록 건축되었으며, 실제 건축에 사용된 자재의 내부를 한눈에 볼 수 있도록 지어짐
- 그린홈 제로하우스는 ①액티브(Active) 요소 기술(신재생에너지 원 활용기술), ②패시브(Passive) 요소기술(건물에너지이용 성능을 최대화하는 기술), ③고효율 가전기기 사용, ④친환경 기술(에코, Eco)을 반영하여, 에너지를 자급자족하면서 온실가스 배출을 최소화하도록 건축됨

① 액티브 요소기술

- 다양한 신재생에너지기술을 적용, 외부에서 에너지를 전혀 지원 받지 않는 에너지자급 주택으로 설계하여 지붕의 태양광발전을 통해 한 가정의 연평균 사용 전력량을 충당하고, 지열을 이용한 냉난방, 태양열을 이용한 급탕이 가능

② 패시브 요소기술

- 단열자재, 채광설비 등의 적용으로 에너지사용을 줄일 수 있도록 하여 종래의 난방에 소요되는 에너지의 90%, 냉방에너지의 50% 이상을 감소시킴

(※ 우리나라 공동주택의 동절기 난방유사용은 단위제곱미터당 연간 12~15리터, 단독주택의 경우 15~20리터이나, 그린홈 제로하우스는 패시브 요소기술의 적용으로 1.5리터 난방유 사용으로도 충분)

③ 고효율 제품 이용

- 벽체 일체형 절전콘센트, 백열전구 전력소비량의 80%까지 절감할 수 있는 LED 조명, 절전형 냉장고·TV 등 일상생활에서 가까이 사용하는 가전기기들을 고효율 제품으로 설치

④ 친환경 기술

- 빗물자원을 활용하고, 건식바닥구조는 철거시 건축자재를 재활용할 수 있도록 친환경적으로 건축됨

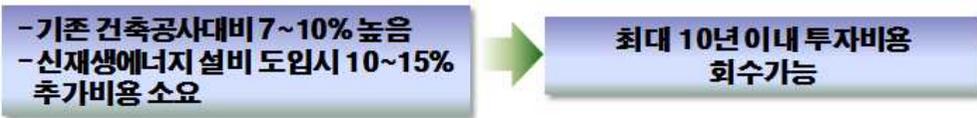


[그림 3-11] 그린홈 제로 하우스 시범 주택

<p>액티브요소기술</p> <p>다양한 신재생에너지 기술적용 태양광 발전 전력전용 지열을 이용한 냉난방 태양열을 이용한 급탕</p>	<p>패시브요소기술</p> <p>단열자재, 채광설비 난방에너지의 90% 절감 냉방에너지의 50% 절감</p>
<p>고효율제품이용</p> <p>저전력 고효율 제품이용 벽체 일체형 절전콘센트 저전력 LED 조명 절전형 냉장고, TV</p>	<p>친환경기술</p> <p>빗물자원을 활용, 건식바닥구조 재활용건축자재</p>

[그림 3-12] 그린홈 제로 하우스의 주요 기술

- 그린홈 제로하우스를 건축하는데 적용된 에너지사용 경감 기술 (패시브기술)은 기존 건축공사비 대비 약 7~10%, 신재생에너지설비 도입에는 10~15% 정도의 추가비용이 소요되지만, 최대 10년 이내 투자비용이 회수가 가능함



2) 3리터 하우스의 주요 특징 및 효과

- 대전 광역시 유성구 소재 대덕연구단지 내에 건립됨. 2006년 2월 준공(대림산업)
- 에코 3리터 하우스는 태양광·지열·풍력 발전을 통해 에너지를 자체 생산하고 유리·수퍼단열재, 폐열(廢熱) 회수형 환기 시스템 등 신기술을 적용해 1㎡당 연간 3리터(L)의 연료만으로 모든 냉난방을 해결하는 에너지 자립형 주택을 목표로 함
- 3리터 하우스(ECO-3L House)의 주요 특징 및 효과
 - ① 태양광 발전 시스템 (신재생에너지): 태양광을 반도체로 활용하여 발전
 - ② 풍력 발전 시스템 (신재생에너지): 바람의 힘을 회전력화 하여 유도전기력으로 발전
 - ③ 지열시스템 (신재생에너지): 지하에 존재하는 지하수 등의 열을 활용하는 에너지기술
 - ④ 지중덕트시스템 (신재생에너지): 동결심도 이하의 지열을 공기로 열교환하여 활용
 - ⑤ 옥상녹화 (부하저감 / 녹지확보): 식생을 활용한 건축물의 단열효과, 빗물 저장기능 향상
 - ⑥ 빗물이용시설 (수자원활용): 빗물을 저장하여 위생용수, 조경용수 등으로 활용

- ⑦ 자연채광시스템 (부하저감 / 빛환경): 지하실 등 암실에 자연의 태양빛을 공급하여 전기에너지 절약
- ⑧ 슈퍼외단열 (부하저감): 결로·열교현상을 최소화하고 단열성능의 대폭 향상
- ⑨ 고성능 창호 (부하저감): 삼중유리 등 고성능 유리 및 기밀성 등이 확보된 시스템창호로 성능 향상
- ⑩ 환기시스템 (공기환경 / 부하저감): 실내공기와 신선한 외기를 CO₂ 센서에 의해 자동운전
- ⑪ LED조명 (부하저감 / 빛환경): 에너지 효율이 기존 등기구 대비 최대 20배 향상
- ⑫ 바닥충격음 저감재 (부하저감 / 음환경): 층간소음을 최소화하고, 층별 열 이동을 차단



[그림 3-13] 3리터 하우스의 기술 요소



[그림 3-14] 3리터 하우스



[그림 3-15] 3리터 하우스의 주요 기술

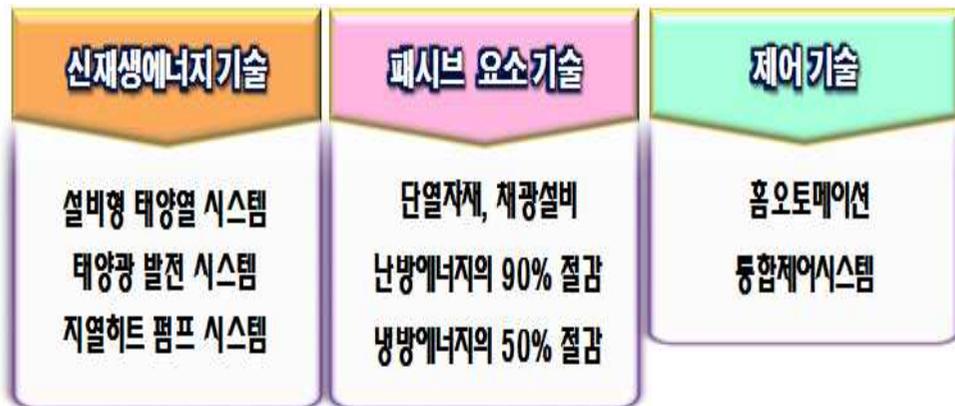
3) 에너지 제로 솔라하우스의 주요 특징 및 효과

- 대전 한국과학기술연구원 내 부지에 80평 규모로 건립됨(1층 30평, 2층 20평, 지하 30평). 2002년 12월 준공(에너지기술연구원, 한화건설)
- 솔라하우스의 주요 특징인 '벽면일체형 태양열 집열 장치'는 부하가 많은 동절기에는 집열이 많이 되고 부하가 적은 하절기에는 집열이 적게 되도록 주택 남측 벽면에 수직으로 설치됨

- 외장재 역할과 더불어 지붕에 주로 설치됐던 기존 태양열 집열기가 여름철에 과열되는 현상을 막고 설치 공간을 충분히 확보할 수 있게함
- 또한 건물의 외피를 통해 손실되는 에너지를 최소화하는 '슈퍼 단열기술 및 고효율 창호', 태양에너지로 건물 난방 부하를 줄이는 '자연형 태양열 기술', 겨울철 실내의 따뜻한 공기와 외부의 찬 공기를 열교환시켜 예열된 공기가 유입(여름철은 반대작용)되도록 하는 '환기배열 회수기술', 버려지는 온수로 차가운 물을 예열시켜 공급하는 '온폐수 회수기술' 등이 적용됨
- 현재 에너지 자립률 국내 최고수준 : 약 70%, 향후 100% 목표



[그림 3-16] 에너지 제로 솔라하우스



[그림 3-17] 에너지 제로 솔라하우스의 주요 기술

3.3 그린홈 기술과 전문건설업의 연관성

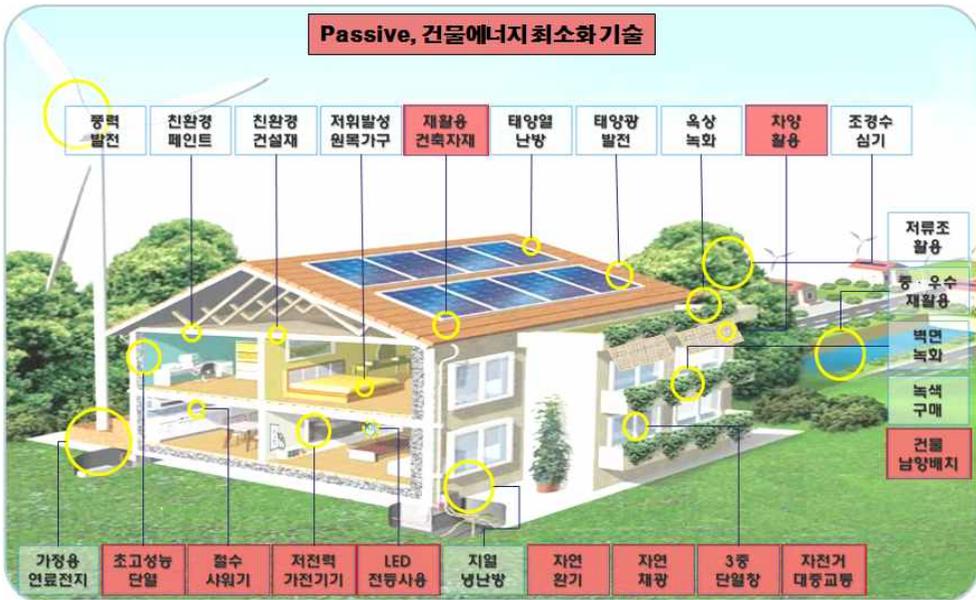
(1) 그린홈 기술 분류

○ 그린홈에 필요한 주요한 기술 분야로서는 건물에너지 소모를 최소화 하는 '패시브(Passive)기술', 태양광 및 풍력 등의 신재생에너지를 적용하는 '액티브(Active)기술', 우수 및 중수 등을 활용하는 '친환경기술', 실시간 전력 조절 및 감시 시스템 등을 활용하는 '건물에너지 관리 기술' 등으로 구분할 수 있음



[그림 3-18] 그린홈에 필요한 주요 기술 분야

1) 패시브(Passive)기술(건물에너지 소모 최소화 기술)의 종류



[그림 3-19] 패시브(Passive)기술의 종류

2) 액티브(Active)기술(신재생에너지 기술)의 종류



[그림 3-20] 액티브(Active)기술의 종류

(2) 그린홈의 세부요소기술과 주요 효과

○ 그린홈의 세부요소기술의 주요효과는 다음 같음

<표 3-4> 그린홈 세부요소기술의 주요 효과

구분	세부요소기술	주요 효과
패시브기술	단열성능강화	-기존 단열 성능 대비 3~4배 우수, 열손실을 60%이상 줄임
	3중유리 창호	-기존 창호 성능 대비 3~4배 우수, 열손실을 70%이상 줄임
	단열문	-열손실을 70%이상 줄임
	외부차양	-태양빛을 75% 차단하여 냉방부하 저감
	자연환기/자연채광	-환절기 냉난방비 저감, 조명전기 비용 저감
	배기열 회수 환기장치	-환기에 필요한 에너지 70%이상 줄임
	LED 조명	-기존 조명 대비 최대 90%까지 전력절감 가능
액티브기술	태양광	-기존 주택전기 비용의 1/10
	태양열	-기존 보일러 사용에너지의 50~70%절약
	지열	-냉난방비 최대 70% 절약가능
	연료전지	-발전효율 30~40%, 열효율 40%, 총 70~80%효율발생
	펠릿보일러	-보일러 등유 대비 약 30%절약가능
	태양광 자전거 보관소	-태양광발전 전기를 전기자전거 충전에 사용
에너지관리기술	홈네트워크/ 전력감시 시스템	-네트워크를 통하여 전력사용량을 실시간 모니터링
	온도/조명조절장치	-네트워크를 통한 실내온도 및 조명제어 가능
	에너지 정보 시스템	-정보제공에 의한 자발적 에너지 절약 유도
	건물관리 및 제어 시스템	-효율적인 건물관리 및 제어
친환경기술	옥상 및 발코니 녹화	-옥상녹화로 약 10%이상 냉난방 비용 절감 가능
	우수재활용	-빗물을 재활용하여 화단용수로 사용
	에너지절약형 목구조	-이중 단열구조의 친환경적인 목구조
	친환경 마감재	-환경친화적인 건축 마감재 사용에 의한 주거 쾌적성 증대
	건식바닥난방시스템	-시멘트 모르타르를 사용하지 않는 난방시스템

(3) 그린홈의 세부요소기술과 전문건설업종과의 연관성 분석

○ 그린홈의 세부요소기술과 전문건설업종과의 연관성을 분석한 결과 주요 관련 업종은 실내건축공사업, 기계설비공사업, 금속구조물·창호공사업, 지붕판금·건축물조립공사업, 보링·그라우팅공사업, 미방·방수·조적공사업, 도장공사업, 석공사업, 조경식재공사업, 조경시설물설치공사업, 상하수도설비공사업, 강구조물공사업, 토공사업, 승강기설치공사업 등으로 나타났으며 각 세부요소기술과의 연관성은 다음과 같음

1) 패시브 기술과 전문건설업종과의 연관성

○ 그린홈의 요소기술인 패시브기술과 전문건설업종과의 연관성을 분석한 결과 주요한 관련 업종은 실내건축, 금속구조물·창호, 기계설비, 미방·방수·조적, 도장, 석공사업 등으로 연관성이 있는 것으로 나타남

<표 3-5> 그린홈의 패시브기술과 전문건설업종과의 연관성(예시)

구분	세부요소기술	전문건설업종과의 연관성(예시)
패 시 브 기 술	단열성능강화	- 미방, 도장, 금속, 실내건축, 석공
	3중유리/초에너지절약형 창호	- 실내건축, 금속, 지붕
	단열문	- 실내건축, 금속
	외부차양	- 실내건축, 금속
	자연환기/자연채광	- 실내건축, 설비, 금속
	배기열 회수 환기장치	- 실내건축, 설비, 금속
	LED 조명	- 실내건축, 설비, 금속



[그림 3-23] 패시브기술의 적용 사례

2) 액티브 기술과 전문건설업종과의 연관성

- 그린홈의 요소기술인 액티브기술과 전문건설업종과의 연관성을 분석한 결과 주요한 관련 업종은 기계설비, 보링·그라우팅, 금속구조물·창호공사업, 토공, 상하수도설비, 미방·방수·조적공사업, 도장, 지붕판공·건축물조립, 실내건축공사업 등으로 연관성이 있는 것으로 나타남

<표 3-6> 그린홈의 액티브기술과 전문건설업종과의 연관성(예시)

구분	세부요소기술	전문건설업종과의 연관성(예시)
액 티 브 기 술	태양광	- 설비, 지붕, 금속, 미방, 도장
	태양열	- 설비, 지붕, 금속
	지열	- 설비, 보링, 토공, 상하수도
	연료전지	- 실내건축, 설비, 금속
	펠릿보일러	- 실내건축, 설비
	태양광 자전거 보관소	- 설비, 금속



[그림 3-24] 액티브기술의 적용 사례

3) 친환경기술과 전문건설업종과의 연관성

- 그린홈의 요소기술인 친환경기술과 전문건설업종과의 연관성을 분석한 결과 주요한 관련 업종은 조경식재, 조경시설물설치, 지붕판금·건축물조립, 실내건축, 기계설비공사업, 상하수도, 미방·방수·조적공사업, 도장, 석공사업 등으로 연관성이 있는 것으로 나타남

<표 3-7> 그린홈의 친환경기술과 전문건설업종과의 연관성(예시)

구분	세부요소기술	전문건설업종과의 연관성(예시)
친 환 경 기 술	옥상 및 발코니 녹화	- 조경, 지붕, 실내건축
	우수재활용	- 설비, 상하수도, 실내건축
	에너지절약형 목구조	- 실내건축
	친환경 마감재	- 미방, 도장, 석공, 실내건축
	건식바닥난방시스템	- 실내건축



[그림 3-25] 친환경기술의 적용 사례

4) 건물에너지 관리기술과 전문건설업종과의 연관성

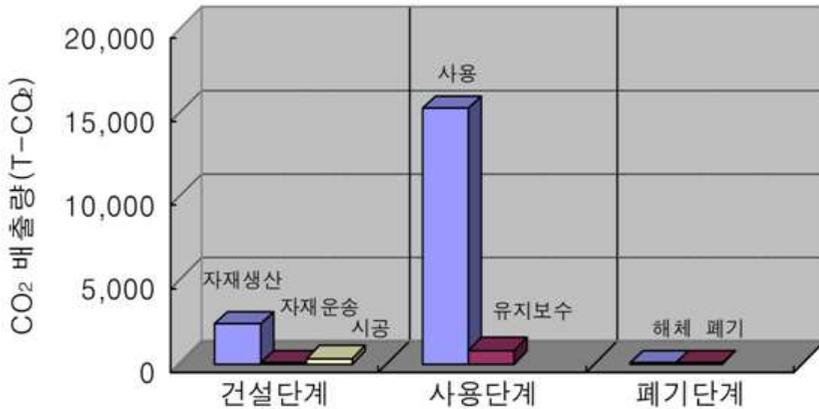
- 그린홈의 요소기술인 건물에너지 관리기술과 전문건설업종과의 연관성을 분석한 결과 주요한 관련 업종은 실내건축, 기계설비, 승강기공사업 등으로 연관성이 있는 것으로 나타남

<표 3-8> 그린홈의 건물에너지 관리기술과 전문건설업종과의 연관성(예시)

구분	세부요소기술	전문건설업종과의 연관성(예시)
에너지 관리 기술	홈네트워크/ 전력감시시스템	- 실내건축, 설비
	온도/조명조절장치	- 실내건축, 설비
	에너지 정보 시스템	- 실내건축, 설비
	건물관리 및 제어 시스템	- 실내건축, 승강기

4.1 녹색도로의 필요성

- 교통 및 도로부문의 에너지 소비량
 - 여객 및 화물의 90% 이상을 도로 수송에서 부담하고 있음(2009년)
 - 교통부문이 국가 총에너지 소비의 21% 차지
 - 이중 도로부문이 80%를 사용
- 전체 온실가스 배출량의 14%가 도로에서 발생
- 교통부문 온실가스 배출 증가량은 연평균 6.2%, OECD 국가중 가장 높음
- 도로의 단계별 온실가스 배출량
 - 도로의 건설단계에서의 CO₂ 배출량(4차선 고속도로 기준)은 2,755 T-CO₂(14.6%), 설계수명 20년 동안의 사용유지단계에서 발생하는 CO₂ 배출량은 16,005 T-CO₂(85.1%), 폐기시 발생하는 CO₂ 배출량은 50.9 T-CO₂로서 단위 km 당 도로건설에서 사용단계를 거쳐 폐기되는 전 과정 동안 발생하는 CO₂ 배출량은 18,810 T-CO₂ 임
 - 건설단계중에서는 자재생산단계(12.5%)에서 온실가스 배출량이 많았으며 주로 아스콘자재 생산이 높은 비중을 차지함
 - 사용유지단계에서는 도로의 사용시(81.0%)에 가장 많은 온실가스를 배출하는 것으로 조사됨



구분	건설단계			사용단계(20년)		폐기단계	
	2,755(14.6%)			16,005(85.1%)		50.9(0.3%)	
	자재생산	운송	시공	사용	유지보수	해체	폐기
배출량(T-CO ₂)	2,356 (12.5%)	42.9 (0.2%)	355.6 (1.9%)	15,236 (81.0%)	768.6 (4.1%)	34.0 (0.2%)	16.9 (0.1%)

[그림 4-1] 도로(4차선 고속도로 단위 km 당) 단계별 CO₂ 배출량⁸⁾

- 선진국일수록 건물 및 수송 분야의 에너지 소비 및 온실가스 배출량이 증가되고 있으므로 도로분야에서 온실가스를 절감시킬 수 있는 녹색도로의 건설이 필요함
- 도로의 단계별 온실가스는 자재생산 단계(12.5%)와 사용단계(81.0%)에서 가장 많은 배출이 이루어지고 있으므로 녹색도로기술은 자재생산시와 사용단계에서의 에너지 절감에 의한 온실가스 배출 저감 기술에 초점을 맞추어야함

8) 홍정우(2010), 아스팔트 포장도로의 탄소배출량 산정 연구, 한양대학교 석사 학위논문

저탄소 녹색성장을 위한 창조형 미래 녹색도로 필요

투자 효과

- 철도부문이 온실가스 저감에는 효과적이나 투자대비 효과는 매우 떨어짐
- 온실가스 저감만을 초점으로한 막대한 투자보다는 실질적인 활용성을 고려한 균형 투자 필요
- 신재생 에너지 적용이 용이한 시설

온실가스 배출량

- 교통부문이 국가 총에너지 소비의 21% 차지
 - 이중 도로부문이 80%를 사용함
 - 전체 온실가스 배출량의 14%가 도로에서 발생
- 교통부문 온실가스 배출 증가량은 연평균 6.2% OECD 국가중 가장 높음

도로 수송분담율(2009년 말): 여객과 화물의 90% 이상

[그림 4-2] 녹색도로의 필요성

4.2 녹색도로의 건설 사례

- 녹색도로의 경우 그린홈과 달리 아직 활발한 건설이 이루어지고 있지 않으나 국외에서는 일부 녹색도로가 건설되고 있으며, 국내의 경우 저탄소 중온 및 상온 저탄소 중온형 아스팔트 포장재료가 개발되었으며 지능형 교통시스템(ITS)의 지속적인 확대가 추진되고 있음

(1) 미국 워싱턴주의 녹색도로 사례 및 주요 특징

- 발주자 : Washington State Department of Transportation (WSDOT)
- 프로젝트명 : I-90 West of George Paving project (고속도로 포장프로젝트)⁹⁾
 - 10.6 마일의 동쪽방향 오른쪽 차선의 포장 공사 (Vantage 와 George, WA 사이), 2008년 중반에 실행
 - 8,000 톤의 Hot Mix Asphalt (HMA) 사용
 - 5,000 톤의 Warm Mix Asphalt (WMA) 사용
 - HMA, WMA 시공의 동일 장비의 사용 (production plant, trucks and paving equipment)
- 사용된 녹색도로기술의 주요 특징
 - 녹색시공기술 : 중온아스콘 포장 사용(Warm Mix Asphalt (WMA)) → 플랜트 온도를 낮춤으로서 23.5%의 디젤연료 사용절감
 - 녹색재료기술 : 재활용 재료의 사용(Recycled Content 20%) -
 - 근접지역의 자원활용 기술 : 근접지역 재료 사용(Local Materials, 공사장에서 약 35마일 이내에서의 재료)

9) 김상범(2011), 녹색정책 현황 및 건설산업, 대한건설전문협회 녹색세미나

(2) 기타 해외 녹색도로 건설 사례¹⁰⁾

- 미국 New Hampshire-Durham 대학과 Wisconsin-Madison 대학은 재생재료센터(Recycled Materials Resource Center)를 설립하여 운영하고 있으며 10년 이상 재생재료 활용촉진을 위한 지침 등의 재활용기술 보급에 힘쓰고 있음



<철거 현장 파쇄장비를 통한 재활용 골재 생산>

<100% 재생재료를 적용한 Auckland의 지속가능 도로 건설사례>

[그림 4-3] 지속가능도로 건설 사례

- 미국의 텍사스 주에 위치한 ChK 그룹은 찻겨를 800°C 이상 가열함으로써 다량의 순도 높은 실리카 생산, 이를 콘크리트 혼화제로 사용함으로써 시멘트량을 20% 감소 시킴
 - 시멘트 1톤 생산시 약 1톤의 온실가스 발생함
- 아일랜드 회사인 Ecocem은 세계 최초로 탄소중립 콘크리트 생산에 성공함

10) 한국건설기술연구원(2011), 탄소중립형 도로기술개발 기획보고서

- 기존 시멘트 대비 16배 적은 탄소량 배출
- 시멘트 제조에 필수적인 석회암 분쇄와 가열 공정 개선을 통한 저탄소 시멘트 제조



[그림 4-4] 탄소중립 콘크리트 포장 포설 사례(Ecocem 회사)

(3) 국내 녹색도로 건설 사례

- 국내의 경우 녹색도로 건설사례는 미비한 상황이며 최근 한국건설기술연구원에서 저탄소 중온 아스팔트 포장 공법이 개발된 상태임
 - 2009년에 현리-신팔 도로공사 중 300m 구간에 시험 시공하였으며 현재 총 8건의 시험 시공이 이루어짐. 기존에 벙커C유를 사용해 160~170도의 고온에서 아스팔트와 골재를 혼합해 아스콘을 생산하던 것을, 120~130도 정도의 중온에서 생산·시공이 가능하게 한 기술임.
- 저탄소 중온 아스팔트 포장 공법의 특징
 - 기존에 벙커C유를 사용해 160~170도의 고온에서 아스팔트와 골

재를 혼합해 아스콘을 생산하던 것을, 120~130도 정도의 중온에서도 생산·시공이 가능하게 한 기술 : 시공온도를 30°C 낮춤

- 현리-신팔 도로공사 중 300m 구간에 시험 시공함, 현재 총 8건의 시험 시공이 이루어짐

- 주요 특징

- 생산·시공 과정에서 배출되는 등의 배출가스를 감소
- 아스팔트 혼합물 생산 중 석유계 연료를 약 30% 저감
- 양생시간 감소로 빠른 교통 개방
- 작업자 및 통행자의 불쾌감 감소



[그림 4-5] 가열 및 중온 아스팔트 포장의 시공온도 및 유해가스 발생 비교

(4) 상용 및 연구 개발중인 녹색도로 기술 사례

1) 에너지 자립형 녹색도로를 위한 태양광 발전 기술

- 도로상, 도로시설, 도로주변에 설치된 태양광 발전 시설을 이용하여 도로운영에 필요한 전기를 공급하는 기술



<도로방음벽(독일, 2003)>



<대구스타디움 지하차도 터널 상부>



[그림 4-6] 녹색도로내 태양광 설치 가능 요소

2) 에너지 자립형 녹색도로를 위한 압전 발전 기술

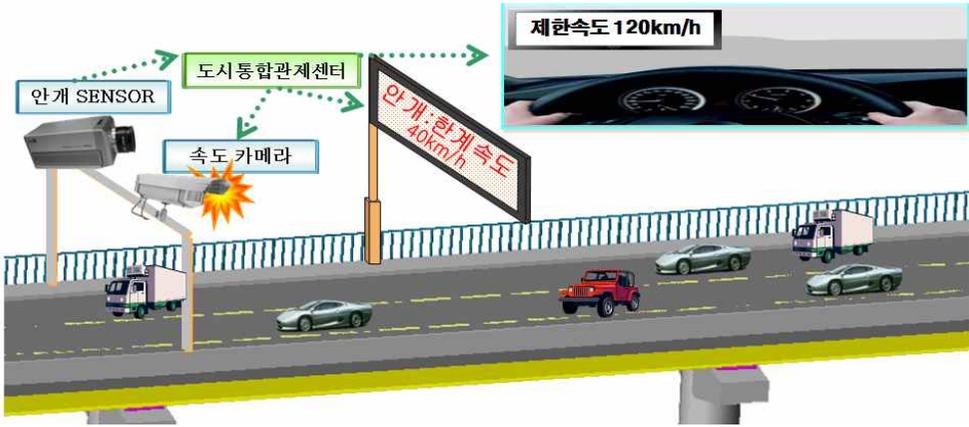
- 도로 상 차량의 하중을 전기적 신호로 바꾸는 압전특성을 이용하여 생성된 전기를 교통 표시기 가로등, 신호등 유지관리 센서들의 전원장치에 전원 공급



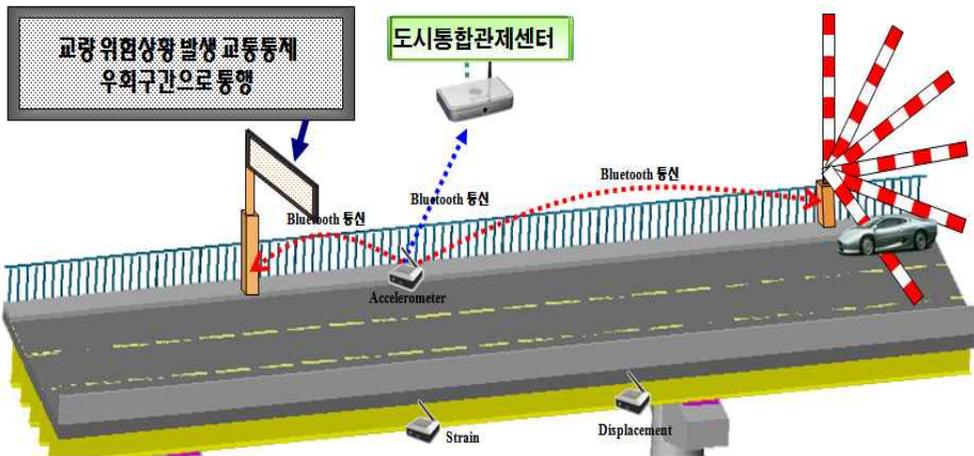
[그림 4-7] 압전 발전 시스템의 개요

3) 지능형 도로 및 교량 기술

- 안개 등에 의한 위험시 시야거리에 따라 한계속도를 낮추어 사고방지
- 제한속도 위반시 범칙금 자동 발부 : 안전주행 유도
- 사고 등의 위험 상황 발생시 교통 통제
- 교량의 진동, 변위, 변형 등의 자동 감지를 통한 교량의 안전도 모니터링 시스템



[그림 4-8] 지능형 도로 시스템의 개요

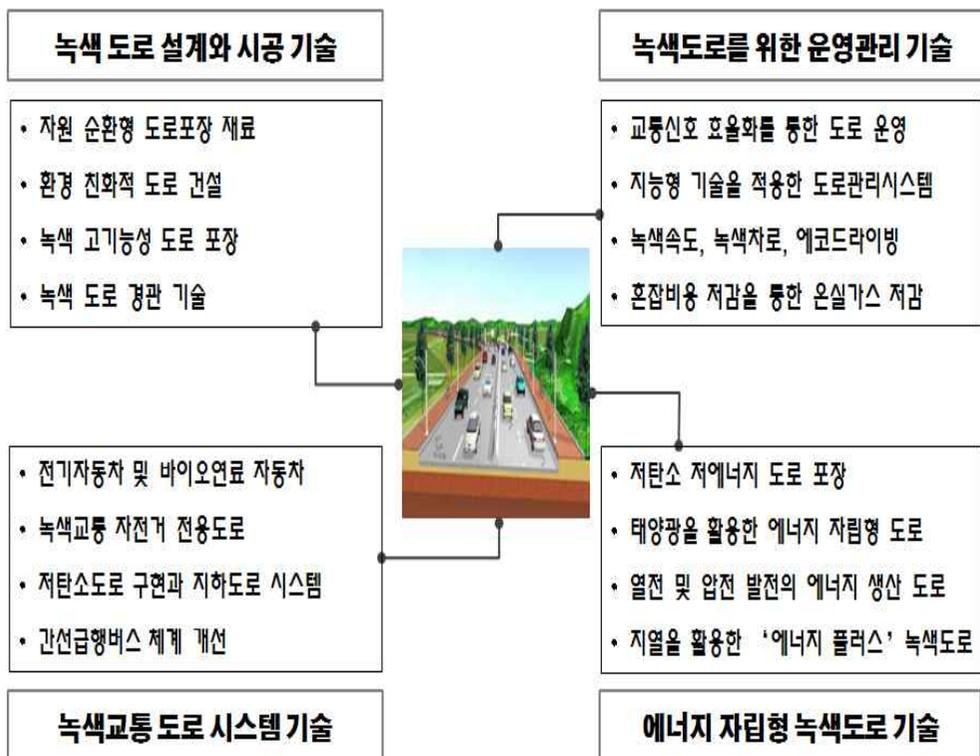


[그림 4-9] 지능형 교량 시스템의 개요

4.3 녹색도로 기술과 전문건설업의 연관성

(1) 녹색도로 기술 분류

- 녹색도로에 필요한 주요한 기술 분야로서는 도로건설시 투입자원 및 에너지 소모를 최소화 하는 '녹색도로 설계와 시공 기술', 태양광 및 풍력 등의 신재생에너지를 적용하는 '에너지 자립형 녹색도로 기술', 혼잡비용을 저감시키는 '녹색도로를 위한 운영관리 기술', 녹색 교통 구축을 위한 '녹색교통 도로시스템 기술' 등으로 구분할 수 있음



[그림 4-10] 녹색도로에 필요한 주요 기술 분야

(2) 녹색도로의 세부요소기술과 전문건설업종과의 연관성 분석

- 녹색도로의 세부요소기술과 전문건설업종과의 연관성을 분석한 결과 주요 관련 업종은 포장, 콘크리트, 기계설비공사업, 토공사, 석공, 금속구조물·창호, 조경식재, 조경시설물설치, 강구조물, 상하수도공사업 등으로 나타났으며 각 세부요소기술과의 연관성은 다음과 같음

<표 4-1> 녹색도로 세부요소기술과 전문건설업종과의 연관성(예시)

구분	세부요소기술	전문건설업종과의 연관성(예시)
녹색 도로 설계 와 시공 기술	탄소 저감 콘크리트 포장	- 포장, 콘크리트
	자원 순환형 도로 포장 재료	- 포장, 콘크리트, 토공, 석공
	친환경 황토 포장	- 포장, 석공, 토공
	녹색 도로 경관	- 조경, 금속, 석공, 포장
	녹색 고기능성 포장	- 포장, 콘크리트
	저소음 도로 포장	- 포장, 콘크리트
에너지 자립형 녹색 도로 기술	태양열 발전을 이용한 에너지 자립형 도로	- 설비, 포장, 강구조, 금속
	지열을 이용한 에너지 자립형 도로	- 설비, 보링, 강구조, 포장, 토공, 상하수도
	압전 발전을 이용한 에너지 자립형 도로	- 설비, 강구조, 포장
	풍력 발전을 이용한 에너지 자립형 도로	- 설비, 강구조, 포장, 금속
	태양열 발전을 이용한 에너지 자립형 도로	- 설비, 포장, 강구조, 금속
	지열을 이용한 에너지 자립형 도로	- 설비, 보링, 강구조, 포장, 토공, 상하수도
	압전 발전을 이용한 에너지 자립형 도로	- 설비, 강구조, 포장

녹색 도로를 위한 운영관리 기술	지능형 도로 정보 시스템	- 설비, 포장
	지능형 터널 정보 시스템	- 설비, 포장, 강구조
	지능형 교량 정보 시스템	- 설비, 포장, 강구조
	도로 조명 자동 조절 시스템	- 포장, 설비, 금속
녹색 교통 도로 시스템 기술	지하도로 시스템	- 포장, 토공
	지능형 교통정보 시스템	- 설비, 포장
	자전거 전용도로	- 포장, 콘크리트

5.1 해상풍력발전의 필요성

○ 육상풍력의 한계

- 육상풍력단지에는 소음 및 진동에 의한 환경파괴와 프로펠러의 거대한 그림자 등 자연경관이 훼손 가능성이 큼. 또한 대규모의 풍력단지 조성에 한계를 지님

○ 해상풍력의 장점

① 방대한 설치 장소

- 국토가 비좁은 국가에서 대규모 풍력터빈을 설치할 수 있는 부지를 구하기란 쉽지 않음. 이에 비해 해상은 부지확보가 양호해 대규모 풍력발전단지 조성이 용이함

② 주기적이고 강한 바람

- 해상은 장애물의 감소로 바람의 난류와 높이나 방향에 따른 풍속 변화가 적고 주기적이고 강한 바람이 상시적으로 불기 때문에 유사조건의 육상풍력발전에 비해 상대적으로 낮은 피로하중으로 약 1.5~2배의 높은 발전량을 유지할 수 있음

③ 소음과 시각적인 위압감 해소

- 해상풍력발전의 경우 해안과 15km 내외로 떨어져 설치되기 때문에 풍력터빈의 대형화로 인하여 발생하는 소음과 시각적인 위압감 같은 문제를 해소할 수 있음

④ 관광지역으로서 부가가치 창출

- 해상에 설치된 풍력발전단지는 뛰어난 경관을 연출함. 실례로 덴마크 미텔그룬덴은 세계적인 해상풍력발전단지 조성의 성공사례로 알

려지면서 전력생산뿐만 아니라 관광 투어 코스로도 인기를 끌고 있음

⑤ 어류와 해저 생물의 서식지 및 철새들의 쉼터 역할

- 바닷물 속에 잠겨 있는 풍력터빈 지지대가 어류와 해저 생물의 좋은 산란처 역할을 하여 어획량이 늘고 바닷물 위의 풍력터빈 지지대는 철새들의 쉼터 역할을 할 수 있음

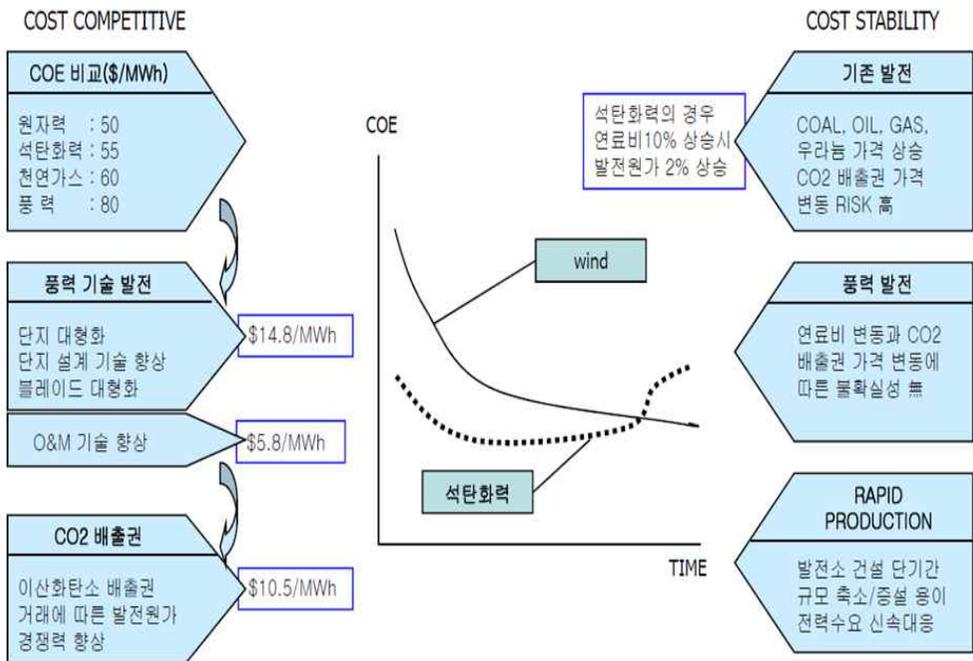


[그림 5-1] 해상풍력발전의 강점

- 풍력산업은 석탄과 같은 기존발전과 비교해서 연료가 CO₂ 배출권 가격 변동에 영향을 적게 받기 때문에 안정적이며 CO₂ 배출권 거래에 있어서 발전원가 면에서도 풍력산업은 단지의 대형화, 단지설계 기술의 향상, 블레이드 대형화를 통해 가격 경쟁력을 향상시킬 수 있음
- 해상풍력의 가격 경쟁력¹¹⁾

11) 박광진(2008), 풍력발전 개발 현황 및 경제성에 관한연구, 한양대학교 석사 학위논문

- 해상풍력발전은 해상의 기반공사, 해저케이블 설치 등 투자비 증가로 일반적으로 경제성이 육상풍력발전에 비해 취약함
- 그러나 해상풍력발전의 기술발달에 따라 가격 경쟁력이 높아지고 있음
- 10MW 규모의 초대형 풍력발전기의 개발에 따른 발전 단가 감소 예상
- 해상풍력발전 단지의 운영 및 유지관리 기술의 발달과 온실가스 배출권 거래에 따라 발전원가 감소 전망
- 석탄화력발전 및 우라늄을 사용한 원자력 발전에 비하여 발전에 필요한 연료비 변동에 따른 발전가격 변동의 불확실성이 없음



[그림 5-2] 해상풍력발전의 가격 경쟁력

○ 해상풍력 기초 시공의 시장성을 보면 육상풍력은 발전기 터빈이 사업의 대부분 차지 (63%)하고 있으며 해상풍력은 터빈의 비중이 상대적으로 낮고 해상기초, 타워 및 케이블 시공 등의 건설사 참여 비중이 높아 사업 매력도가 큼. 해상풍력의 기초구조물 시공은 전문 건설업체의 새로운 시장영역임

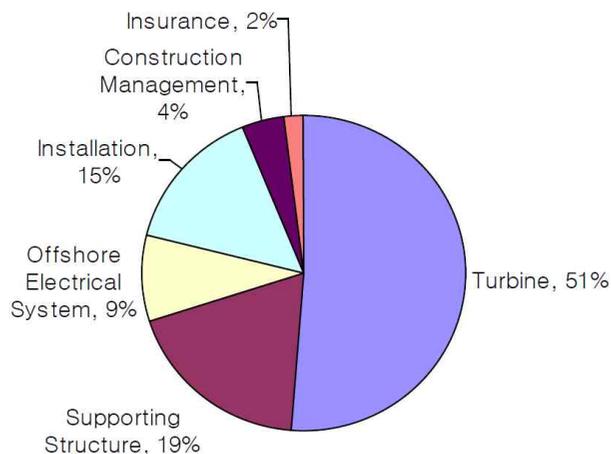
- 해상풍력 기초 시공을 보면 해상풍력의 경우 건설비 비중이 49%이며 건설비 중 기초시공비가 19% (19억/1기)임. 육상풍력 발전기의 경우 6%임을 감안할 때 시공비 절감을 위해 기초구조물 시공공법 효율화가 필요함

· 해상풍력의 경우 건설사의 사업 참여 비중이 49%임

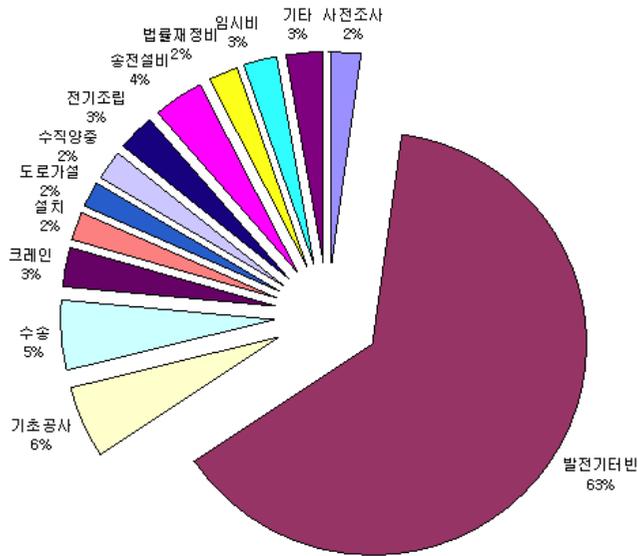
· 건설비 중 기초시공비 19% (19억원/1기)

· 육상풍력 발전기의 경우 6%

- 해상풍력 시장 동향을 보면 근해에서 원해로 진출, 점차적인 규모의 대형화 경향이 있음. 향후 원해 해상 풍력 개발에 따른 적정 기초시공법 확보 필요가 필요함. 국내시장은 2010년에는 근해 해상풍력 (중력식, Mono pile)적용하고 2020년에는 원해 해상풍력 (Suction, Tripod, 부유식)을 적용함



<해상풍력발전의 공비 비율>



<해상풍력발전의 공비 비율>

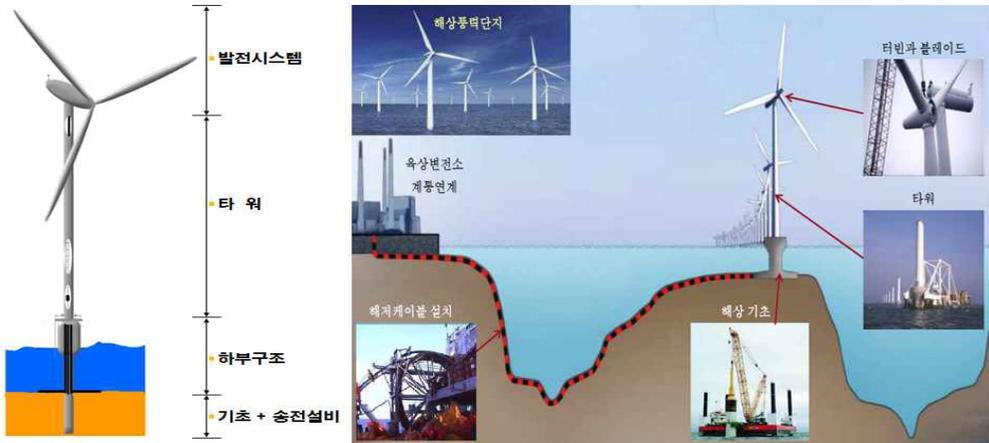
[그림 5-3] 해상 및 육상 풍력발전의 공비 비율

- 해상풍력발전은 장기적으로는 확실한 성장산업임에 틀림없으며 특히 풍력발전기 생산기업들의 생산능력 및 기술이 향상돼 풍력발전기 생산기업들간의 경쟁이 치열해질 경우 해상풍력발전은 더 이상 선택사항은 아닐 것임
- 해상풍력은 다양한 장점과 향후 높은 가격 경쟁력을 지니고 있으므로 정부의 신재생에너지 개발 정책에 따른 대규모 해상풍력 단지 건설이 필요함. 또한 해상풍력단지 조성시 해상풍력발전기의 기초구조물 시공은 전문건설업계의 새로운 시장영역이 될 수 있음

5.2 해상풍력발전기의 건설 개요 및 사업추진 단계

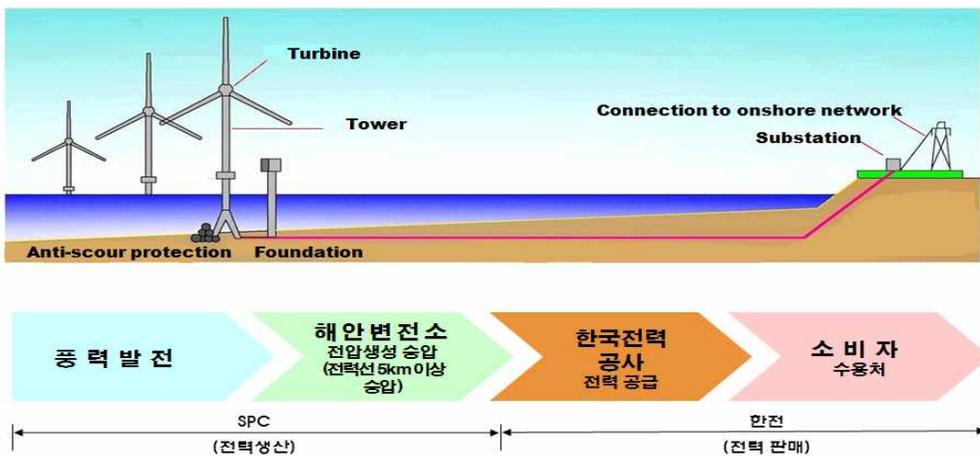
○ 해상풍력발전기의 구성

- 해상풍력발전은 해저지반의 기초 위에 풍력발전기를 설치하여 바람을 통하여 생산된 전력을 해저케이블을 통해 육상 변전소에 연계하거나 직접 공급하는 사업임



[그림 5-4] 해상풍력발전기의 구성

○ 해상풍력발전기의 건설 개요



[그림 5-5] 해상풍력발전기의 건설 개요

- 해상풍력발전 사업 추진 단계를 살펴보면 보통 1단계에 18개월, 2단계에 24개월 그리고 3단계에 12개월이 소요됨. 해상풍력 사업은 각종 인허가 및 협의절차에 장기간 소요가 되므로 1단계 진행 후 정책변화 및 행정절차 변화 추이 관찰이 필요함

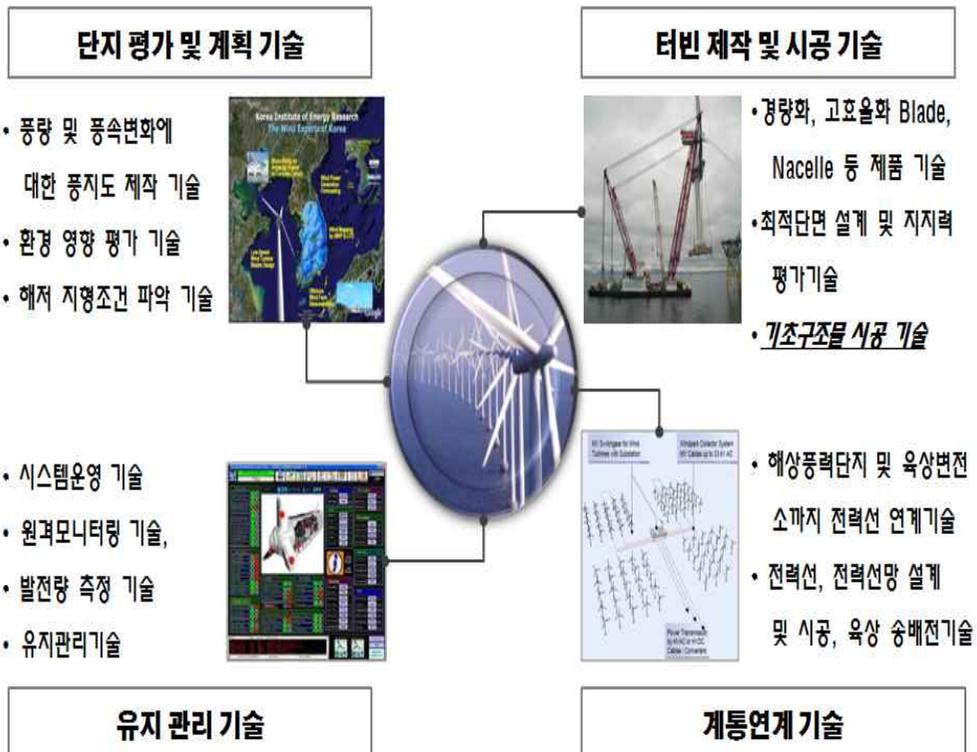
<표 5-1> 해상풍력발전 사업 추진 단계(예)

	1단계 (18개월)	2단계 (24개월)	3단계 (12개월)
절차	1.사업 타당성 검토 -적정 단지 선정 (풍향, 풍량) -수심, 육지와의 거리 고려 2. 발전자회사 및 종합건설업체와의 컨소시엄 구성 3. 지자체와의 협약서(MOU) 체결 4. 해상기상탑 설치 (최소 1년)	5. 타당성조사 및 기본설계 : 각종 현지조사 및 측량 6. 전기(발전)사업 허가 : 지경부, 지자체 등 7. 각종 인허가 : 환경영향평가, 유수면매립 8. 개발사업 시행 승인	9. 프로젝트 추진 전략 수립 -파이낸싱 추진 전략 -시스템 공급업체 선정 -멀티컨트랙터(단계별분리 발주) 10. 안전 (시공방안) 11. 프로젝트 인증 12. 인적 자원 -프로젝트 수행 기술인력, 관리

5.3 해상풍력발전 기술과 전문건설업의 연관성

(1) 해상풍력발전 기술 분류

- 해상풍력발전에 필요한 주요한 기술 분야로서는 풍력기의 기초 구조물 등을 시공하는 '터빈 제작 및 시공 기술', 해상풍력기를 변전소까지 연결하는 '계통연계 기술', 풍량·풍속과 지형조건을 평가하는 '단지 평가 및 계획 기술', 시스템운영 등의 '유지관리 기술' 등으로 구분할 수 있음



[그림 5-6] 해상풍력발전에 필요한 주요 기술 분야

(2) 신재생에너지 기술과 전문건설업종과의 연관성 분석

- 신재생에너지 기술과 전문건설업종과의 연관성을 분석한 결과 주요 관련 업종은 수중, 준설, 강구조 및 철강재, 토공, 콘크리트 기계설비, 보링·그라우팅, 금속구조물·창호, 지붕판금·건축물조립, 비계·구조물해체, 미장·방수·조적, 도장, 상하수도공사업 등으로 나타났으며 각 세부요소기술과의 연관성은 다음과 같음

<표 5-2> 신재생에너지 기술과 전문건설업종과의 연관성(예시)

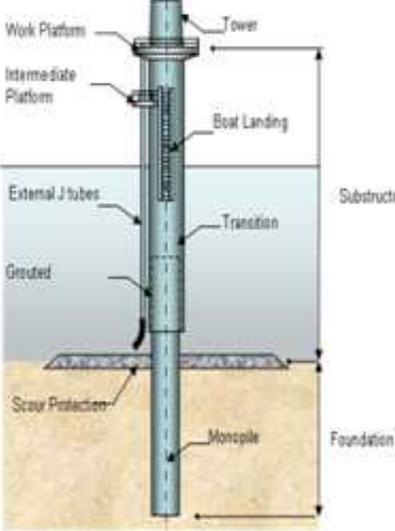
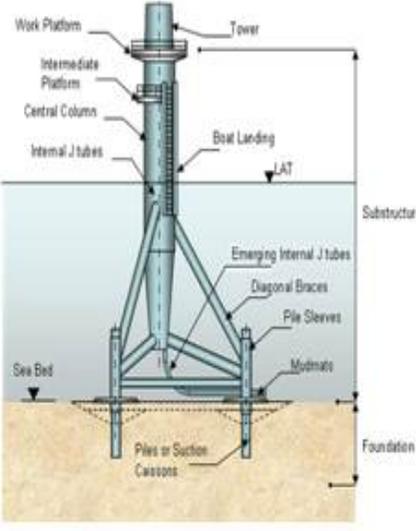
구분	세부 기술	전문건설업종과의 연관성(예시)
재생 에너지 분야	태양광	- 설비, 강구조 및 철강재, 금속, 지붕, 미방, 도장
	태양열	- 설비, 강구조 및 철강재, 금속, 지붕
	지열	- 보링, 설비, 강구조 및 철강재, 금속, 토공, 상하수도
	수력	- 수중, 토공, 콘크리트, 강구조 및 철강재, 설비, 보링, 금속, 준설
	바이오	- 토공, 콘크리트, 강구조 및 철강재, 설비, 보링, 금속
	해양	- 수중, 토공, 콘크리트, 강구조 및 철강재, 설비, 보링, 금속, 준설
	폐기물	- 토공, 콘크리트, 강구조 및 철강재, 설비, 보링, 금속, 미방, 비계
신에너지 분야	수소에너지	- 토공, 콘크리트, 강구조 및 철강재, 설비, 보링, 금속
	석탄액화가스화	- 토공, 콘크리트, 강구조 및 철강재, 설비, 보링, 금속
	연료전지	- 설비, 강구조, 금속

- 해상풍력발전기의 기초시공은 해상구조물의 기초시공에 경험이 있는 전문건설업체나 업종에서 충분히 시공한 가능한 분야로서 해상풍력발전기에 시공되는 기초의 종류는 아래와 같음

<표 5-3> 해상풍력발전기에 시공되는 기초구조물의 종류

구분	Jacket Foundation	Gravity Based Foundation
개 요 도		
수심	<ul style="list-style-type: none"> • 20 ~ 50m (80m까지 가능) 	<ul style="list-style-type: none"> • 0 ~ 10m (30m까지 가능)
특징	<ul style="list-style-type: none"> • 중량대비 모멘트저항 우수 • 굴착장비 소형화 가능 • 복잡한 형상으로 강재물량 증가 	<ul style="list-style-type: none"> • 강성기초구조 • 자중으로 하중 저항 • 대규모 육상 제작 • 세굴방지 시스템 필요

<표 5-3> 해상풍력발전기에 시공되는 기초구조물의 종류(계속)

구분	Monopile Foundation	Tripod Foundation
개요도	 <p>The diagram illustrates a monopile foundation. The substructure consists of a central tower with a work platform at the top, an intermediate platform, and a boat landing. Below the water surface, there are external J-tubes and a transition section. The foundation is a single large-diameter monopile embedded in the seabed, with grout and scour protection at the base.</p>	 <p>The diagram illustrates a tripod foundation. The substructure features a central tower with a work platform, intermediate platform, and boat landing. It includes a central column and internal J-tubes. The foundation consists of three legs (Piles or Suction Caissons) supported by a mudmat, with diagonal braces and pile sleeves connecting them. A LAT (Landing Area Tower) is also shown.</p>
수심	<ul style="list-style-type: none"> • 10 ~ 25m (35m까지 가능) 	<ul style="list-style-type: none"> • 20 ~ 40m
특징	<ul style="list-style-type: none"> • 직접 말뚝기초 • 단순구조로 시공성 양호 • 대구경 항타 혹은 굴착 장비 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 모노파일의 하부확장 개념 • Anchoring Pile 필요 • 복잡한 형상으로 강재물량 증가

6.1 녹색건설사업의 SWOT분석

- 건설기업의 녹색성장 관점에서 볼 때 중소전문건설기업은 정부의 중점 추진분야와 정부정책수립 방향에 대응하여 생산혁신의 방향을 설정하는 것이 필요함
- 강점(Strength)
 - 녹색건설은 국가 녹색성장의 주된 분야로 정부의 적극적인 지원 계획이 수립된 주된 사업분야임
 - 전문건설업체 경영자의 영향력과 원활한 의사소통을 전제할 때 직원의 저탄소 녹색성장에 대한 인식은 대기업에 비하여 상대적으로 유리할 수 있음.
 - 경영여건 변화에 탄력적으로 대응할 수 있음.
- 약점(Weakness)
 - 전문인력, 단순노동인력 등 전반적인 인력부족 현상과 더불어 경영자의 녹색사업 추진에 대한 인지도 낮음
 - 녹색건설사업을 위한 활용가능한 기술 및 설비 보유도 낮음
 - 자금부족, 담보부족 및 신용대출의 어려움, 적기차입의 어려움, 과도한 금융비용, 어음결제 지연 등으로 재정적인 어려움 존재
- 기회(Opportunity)
 - 녹색산업이 21세기를 주도할 가능성이 큰 산업으로 대두됨에 따라 전문건설기업은 다양한 산업 분야에서 새로운 사업기회를 확보할 수 있음

- 정부의 다양한 지원 정책을 활용할 수 있으며, 중소기업의 경우 환경 법률 등에서 유예 및 면제조항을 두고 있어 기술개발 등에 다소 여유 있음

○ 위협(Threaten)

- 기후변화협약 등 산업계 활동을 제약하는 각종 국제환경협약과 국내환경법규의 강화추세에 따라 환경비용의 지속적인 증가가 예상됨

- 정부의 관련된 정책과 인센티브 부족 및 현재까지 수요자에 대한 니즈가 불분명함

○ 녹색건설사업의 SWOT을 분석하면 다음 [그림 6-1]과 같다



[그림 6-1] 녹색건설사업의 SWOT분석

6.2 녹색건설분야의 전문건설공사 수요창출 방안

- 녹색건설분야의 전문건설공사 수요창출을 위해서는 다음과 같은 정부 및 발주자의 체계적이고 지속적인 지원과 공급자인 설계사와 시공사의 대응방안이 필요함

(1) 정부 및 발주자 주도 영역

- 1) 녹색건설 시장창출을 위한 정부의 적극적이고 지속적인 정책 지원이 필요
 - 「국가계약법」 등에 공공 건설사업 특성에 맞는 녹색건설 사업의 정의 및 기준 마련이 필요함
 - 발주전 녹색건설사업으로 지정되기 위한 녹색건설사업 여부를 판단할 수 있는 정확한 기준 마련
 - 녹색건설사업에 대하여 최저가낙찰제가 아닌 일괄입찰, 대안입찰, 기본 및 실시설계 기술제안 입찰 방식으로 발주되도록 심의 대상 시설 기준에 포함하여야 함
 - 최저가낙찰제와 같은 가격기준 보다는 녹색기술력에 초점을 두는 낙찰자 결정 기준과 녹색건설사업에 참여하는 사업주체들에 대한 인센티브 마련이 필요함
 - 일괄·대안입찰, PQ 및 적격심사시 녹색건설사업 시공실적 및 녹색기술 보유에 대한 우대 평가 기준 강화
 - 미국의 경우 정부의 다양한 정책지원에 의해 녹색건설이 활성화 됨

<미국정부의 녹색건축 정책 지원 현황>

- LEED를 통한 녹색빌딩 및 시설 발주 증가는 지난 3년간 60%이상 증가
- 신재생에너지 부문 역시 2005년 이후 매년 60%이상 투자액이 늘고 있으며 이중 60% 이상이 건설 투자임
- 미국의 경우 녹색건설사업은 단순히 녹색기술이 포함된 사업이 아닌, 발주자의 설계기준 혹은 녹색인증을 통과한 사업으로 규정하고 있음
- 캘리포니아의 경우 2010년부터 공공 건축물은 LEED Silver이상 인증을 의무화

- 공공 발주기관의 녹색설계기준 마련에 의한 발주물량 확대 필요
 - 해외시장과 호환 가능하도록 사전 검토가 필요함
- 관련 인증제도의 개선 및 신규 도입 등에 의해 녹색건설기술의 시장 진입 촉진 효과를 일으켜야 함
 - 친환경건축물인증, 녹색도로인증, 녹색철도인증, 녹색항만인증, 녹색공항인증 등
 - 미국의 경우 건축물 중심이었던 녹색인증제도가 녹색도로, 녹색항만, 녹색공항 등으로 확산되고 있음

2) 녹색기술 연구개발에 대한 체계적인 종합 조정

- 종합기술집약 산업인 건설산업의 특성상 중앙 부처간, 중앙 및 지방정부간의 녹색건설기술 연구개발에 대한 종합조정이 필요함
 - 특정 녹색기술 분야별 R&D 역할분담 명확화
- 녹색R&D사업의 사업별 추진방안 수립시 기존 R&D 분야 추진 과제를 연계하여 수립
 - 사업목표 달성을 위한 통합형 연구개발사업 필요
- 녹색건설기술의 공급자적 기획만이 아닌 사업 수요자를 반영한

기획

- 문제 해결형 연구개발 사업

3) 중소기업 중심의 녹색시장 진입 지원

- 중소기업의 녹색기술 개발 지원을 통한 시장 진입 방안 마련
- 녹색 시공실적 및 녹색기술 보유 전문건설업체에 대한 인센티브
- 세제 및 금융혜택 확대, 입찰시 가점 부여

(2) 공급자(설계사 및 시공사) 주도 영역

1) 녹색건설 사업에 대한 인식 확대 및 전환 필요

- 녹색건설은 선택의 문제가 아닌 기업생존의 문제이며, 종합건설업체만의 시장이 아닌 전문건설업체의 시장이라는 인식 전환이 필요함
- 규제가 강화되는 분야인 녹색건설에 대하여 개별기업의 CEO는 오히려 새로운 사업영역으로 진출할 수 있는 돌파구로 인식하고 녹색건설시장에 대한 적극적인 참여 필요함

 **녹색건설 사업은 블루오션(Blue Ocean)인 새로운 건설시장임**

2) 녹색건설 기술 및 시장 특성에 대한 정보 파악

- 그린건축 및 신재생에너지 시장을 중심으로 실제 시장이 빠르게 형성되고 있음
- 현재 녹색건설시장은 초기성장단계로서 전문건설업체에게도 충분한 기회가 있음
- 건축 및 토목, 신재생에너지, 조경 부문마다 특성이 다르므로

개별적인 접근이 필요함

- 전문 건설업체의 개별 기업별 기술수준, 인적자원, 업종특성에 따른 녹색건설상품을 선택하여야 함
- 녹색기술의 발달에 따른 관련 상품 관계 분석을 통한 사업 방향 재설정이 필요하며 지속적인 관심과 동향 파악이 필요함

3) 정부의 정책 방향에 따른 사업진출 전략 구축

- 정부 정책 및 제도에 벗어나지 않는 사업 전략을 수립하여야 함
- 녹색인증¹²⁾, 친환경 건축물 인증, 건축물 에너지 효율 등급 인증 규정 등에 따른 사업 체계 구축이 필요함
 - 향후 녹색인증 기업에 대한 입찰시 가점, 세제 및 금융지원 등 혜택 확대 예상
 - 녹색인증현황(2011년도 9월까지)
 - 녹색기술 381건 인증, 녹색사업 11건, 녹색전문기업 42건 인증)
 - 대기업 101건, 중소기업 331건

<녹색인증 기업 주요 혜택>

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">- 신재생에너지 설비사업에 참여할 경우 우대, - 공공구매, 국방조달시 가점 부여- 중소기업정책자금 융자 우선 지원 및 지원한도 예외적용- 녹색금융상품에 대한 비과세 혜택(녹색펀드, 녹색예금, 녹색채권 등)- 녹색인증 신청 및 국내외 특허 우선 심사 지원, -녹색인증기업 부설연구소 병역특례 지원- 정부 출연연구소의 석,박사급 인력 파견시 우선지원, -수출이나 해외사업진출 지원 |
|---|

12) 녹색인증대상

- 녹색기술: 신재생에너지 등 10대 분야(61개 중점분야) 유망기술
- 녹색사업: 9대 분야(녹색기술 10대 분야 중 신소재 제외) 95개 사업
- 녹색전문기업: 인증 녹색기술에 의한 매출액비중이 30% 이상

4) 개별 기업간의 컨소시엄 구성에 의한 사업 참여

- 신기술 개발에 앞서 관련 업종간의 컨소시엄(시공, 설계, 자재업체 등) 구성으로 시장에 우선 적용이 가능한 저탄소 녹색기술 선별하여 빠른 시장 진입이 필요함
- 녹색건설사업 추진중인 종합건설업과 발전적 제휴 관계 유지 및 적극적 사업 참여

5) 새롭게 활성화 되는 녹색건설사업에 대한 역량 강화

- 녹색건설은 공급이 새로운 수요를 만들어 내는 시장임. 단순 하도급이 아닌 녹색건설시장의 특성을 파악하고 관련 기술의 투자 및 시공 공법 개발을 통한 능동적인 시장 참여 필요
 - (기술개발 및 특허 획득) 해외 원천기술 및 특허를 확보하여 기술적 장벽을 해소
 - (우수인력의 양성 및 확보) 우수 개발인력이 어느 때 보다 더 중요해진 녹색성장 시대에 맞춰 산학연 협력을 통해 우수인력을 확보하고 양성해야 함.
 - (해외시장 진출) 이미 큰 시장으로 성장한 세계로 진출해야 시장을 확보해야 함

발주자 주도 영역

- 1) 녹색건설사업의 정의, 기준 정립과 발주 물량 확대
- 2) 녹색건설 발주에 대한 별도의 낙찰기준 마련
- 3) 제도개선 및 신규제도 도입에 의한 시장 활성화
- 4) 녹색기술 연구개발에 대한 체계적인 조정과 과감한 투자
- 5) 중소기업의 녹색시장 진입 지원

공급자(설계 및 시공사) 주도 영역

- 1) 정부 정책과 제도에 따른 사업 진출 전략 구축
- 2) 현행 활용가능 녹색기술의 응용과 새로운 녹색건설기술의 개발
- 3) 개별 기업간의 컨소시엄 구성에 의한 기술정보 교류 및 인력양성
- 4) 해외시장 진출을 위한 기반 구축

[그림 6-2] 전문건설 수요 창출방안

참 고 문 헌

1. 김상협(2008), 녹색성장의 개념 및 추진방향, '녹색성장포럼' 출범 워크숍 자료집
2. 김정인(2008), 해외 지자체 기후변화대응 현황, 중앙대학교
3. 김현호, 김선기(2009), 지방자치단체 녹색성장 추진전략, 한국지방행정연구원
4. 서성원(1998), 주거용건축물의 전과정에 따른 CO₂ 배출량 평가 및 전산체계 구축, 중앙대학교
5. 에너지관리공단 기후협약대책단(2003), 온실가스 배출권거래제 요 및 국내추진방향
6. 유광흠(2009), 친환경 근린개발을 위한 도시설계 기법연구, 건축도시공간연구소
7. 이강희(2008), "공동주택의 라이프사이클 에너지와 이산화탄소 추정에 관한 연구", 「한국주거학회논문집」, v.19(4)
8. 최영국(2008), 국토의 녹색성장과 추진방안, 국토 통권326호
9. 최희선(2009), 저탄소 녹색성장과 지방자치단체의 발전 방향, 지방행정연구원
10. 한국교통연구원(2008), 교통부문 청정개발체제(CDM) 활성화 방안
11. 황용우(2000), 도로건설에 따른 CO₂ 배출량 평가