

# 녹색 건설상품 진단 및 전망

2009. 6.

장현승  
이복남  
김우영  
장철기

한국건설산업연구원

Construction & Economy Research Institute of Korea

## <차 례>

요 약	i
I. 서론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 연구의 방법 및 구성	2
II. 녹색환경 변화와 녹색건설(Green Construction)	5
1. 녹색(green)과 녹색성장(Green Growth)	5
(1) 녹색(green)과 성장	5
(2) 녹색성장(Green Growth)	6
2. 녹색건설(Green Construction)과 세계 동향	3
(1) 녹색성장과 녹색건설(Green Construction)	3
(2) 세계 녹색건설 동향	6
3. 건설상품의 '녹색성' 및 구분	3
(1) 건설 녹색성(Construction Greening)	3
(2) 특성별 건설 상품 구분	7
III. 대표 국내 녹색 건설상품의 현황 및 진단	31
1. 대표 녹색 건설상품	3
2. 대표 녹색 건설상품의 현황 및 진단	3
(1) High Greening Group	3
(2) Fair Greening Group	2
(3) Low Greening Group	5
IV. 기업전략과 제도 추진 방향	61
1. 대표 녹색 건설상품의 매력도 및 전략 분석	6
(1) 전문가 설문 의 개요	6
(2) 대표 녹색 건설상품의 매력성	6
(3) 유형별 녹색전략	4

(4) 시사점 .....	6
2. 녹색건설의 제도 추진 방향 .....	70
<b>VI. 맺음말 .....</b>	<b>73</b>
참고문헌 .....	75
부록 1. 국내외 대표 녹색건설 사례 소개 .....	79
부록 2. 전문가 설문조사지 .....	99
Abstract .....	105

## <표 차례>

<표 II-1> 핵심 및 연계 사업의 재정소요 및 일자리 창출 규모 .....	9
<표 II-2> 녹색성장 기술(국가과학기술위원회, 2009) .....	01
<표 II-3> 세계 권역별 녹색빌딩 시장 동향 및 전망 .....	2
<표 II-4> 국가별 녹색 빌딩 인증 시스템 .....	2
<표 II-5> 국가, 발주자, 기업이 인식하는 녹색빌딩의 성과 .....	4
<표 II-6> ‘건설 녹색성(Construction Greening)’의 기준 .....	72
<표 II-7> ‘건설 녹색성(Construction Greening)’에 따른 녹색 건설상품의 분류 .....	82
<표 II-8> 특성별 녹색 건설상품군 .....	2
<표 III-1> 폐기물 에너지화 방식별 온실가스 저감 효과 .....	3
<표 III-2> High Greening Group의 녹색 건설상품 SWOT .....	4
<표 III-3> Fair Greening Group의 녹색 건설상품 SWOT .....	6
<표 III-4> Low Greening Group의 녹색 건설상품 SWOT .....	6
<표 IV-1> 전문가 설문문의 주요 내용 .....	2
<표 IV-2> 응답자 및 응답 업체의 분포 .....	2
<표 IV-3> 대표 녹색 건설상품의 총체적 매력성 분석 .....	3
<표 IV-4> 시장 매력도 쌍별 비교 .....	3
<표 IV-5> 건설역량 성숙도 쌍별 비교 .....	3
<표 IV-6> 건설역량 성숙도 요소별 가중치 계산 .....	6
<표 IV-7> 측정 요소별 가중치 분석 결과 .....	6
<표 IV-8> UNEP's 비전과 문제점 .....	7

## <그림 차례>

<그림 I-1> 연구의 방법 및 구성 .....	3
<그림 II-1> 녹색성장의 개념 .....	6
<그림 II-2> 녹색성장과 녹색건설의 개념 .....	6
<그림 II-3> 전 세계 녹색에너지 투자 추이 .....	7
<그림 II-4> 녹색 에너지원별 신규 투자규모 종합(2007년 기준) .....	81
<그림 II-5> 전 세계 녹색에너지 권역별 시설 투자 추이 .....	9
<그림 III-1> ‘녹색성’ 향상을 위한 대표 녹색 건설상품 .....	13
<그림 III-2> 상품별 에너지 가격 및 CO <sub>2</sub> 배출량 비교 .....	14
<그림 III-3> 상품별 기술수준 .....	14
<그림 III-4> 고로공정과 FINEX 공정의 FLOW .....	14
<그림 III-5> 포스코의 부산물 자원화율 추이 .....	15
<그림 IV-1> Mapping 분석을 통한 유형별 녹색 건설상품 .....	16

## 요약

### 제1장 서론

- 석유나 석탄 등 화석연료 사용으로 발생하는 탄산가스 배출은 지구가 감내해 낼 수 있는 한계점을 이미 초과하고 있어 지구온난화 문제는 더 이상 제3자의 문제가 아닌 전 지구촌의 문제가 되어 있음.
- 한편, 상업용 건물과 주거용 건물에서 사용하는 에너지 사용량이 국가 전체량의 약 36%에 해당할 만큼 건설산업의 대표적인 건축물에서 소비하는 에너지량의 비중이 높다는 점은 건설산업이 지구온난화 속도 저감을 위해 상당한 역할을 해야 함을 직접적으로 설명한다고 할 수 있음.
- 따라서 본 연구에서는 세계적으로 붐이 일고 있는 녹색건설에 대한 정확한 의의와 이에 따른 녹색 건설상품의 진단과 전망을 해보고자 함. 또한 다음과 같은 세부 목적을 가짐.
  - 타 산업과 연계한 녹색성장에서 녹색건설의 의의와 녹색건설 관련 상품을 조명해 보고자 함.
  - 세계 녹색건설 동향을 통해 국내 녹색건설의 방향과 전략적 시사점을 살펴보고 국내의 대표 녹색 건설상품을 진단하고자 함.
  - 이에 따라 국내 녹색 건설상품의 유형별 전략 및 발전 방향을 모색해보고 제도적 추진 방향을 살펴보고자 함.

### 제2장 녹색환경 변화와 녹색건설

- 일반적으로 녹색활동은 크게 두 가지 관점에서 의미를 찾아볼 수 있음.
  - 첫째는 기후변화에 따라 나타나는 기상이변, 해수면 상승, 가뭄 등의 영향을

줄일 수 있는 청정에너지를 포함한 신·재생 에너지 개발과 이를 통한 차세대  
의 번영임.

·둘째는, 인간 생명을 유지시켜주는 동식물을 포함한 종의 보호와 지구생태계  
의 건강성을 확보해 주는 친환경적 보존을 뜻함.

·이러한 의미에서 녹색은 분명 일시적인 유행어가 아님.

- 세계 각국은 ‘녹색성장’을 기조로 녹색산업 육성에 대대적인 투자를 단행할 계  
획을 발표하고 있으며 온실가스 저감, 에너지 효율화, 그리고 환경오염 저감 등  
의 친환경 요소에 초점을 맞추고 있음.

- 세계 주요국의 녹색성장을 살펴본 결과 다음과 같은 4가지 주요 이슈를 찾아  
볼 수 있음.

·첫째는 환경을 위한 지속 성장이고, 둘째는, 민간의 녹색 활동을 유도하기 위한  
정부의 법 제정임. 그리고 셋째는, 녹색 성장을 위한 신기술 RD&D의 투사이  
며, 마지막으로 녹색산업과 연계한 건설(Construction) 활동의 중요성임.

- 녹색건설(Green Construction)은 온실가스 저감, 에너지 효율화, 환경오염 저  
감이라는 녹색 효과를 높이기 위해 녹색 기술을 통해 녹색 성장(Green  
Growth)을 도모함.

·녹색 성장에서 녹색건설은 신성장동력인 청정에너지, 신·재생에너지, 친환경 기  
술 등과 같은 녹색 기술과 환경개선과 경제 성장의 연결고리 역할을 함.

·녹색건설은 “건설기술이 녹색 효과를 높이기 위해 기여할 수 있는 모든 활동”으  
로 정의함.

- 세계 녹색건설은 기업 측면에서는 회사의 성장을 충분히 기대할 수 있고, 시장  
전략의 차별화, 혁신 등이 가능하다고 판단하고 있으며, 발주자와 사용자 측면  
에서는 시설 운영비용의 저감과 간접효과를 얻을 수 있다고 판단하는 것으로  
나타남.

·법과 제도 : 정부는 관련법과 제도 등 각종 기준의 변화를 통해 공급자를 압박해야 함. 영국의 경우 에너지 사용세를 부과하였으며, 미국의 많은 도시는 녹색 인증(Green Certification)을 받은 빌딩의 경우 세금 혜택을 주는 것으로 나타난다.

·인식 변화 : 현재 녹색과 관련한 상품은 매스미디어의 주된 관심사가 되고 있으며, 운영비용 절감 등 녹색빌딩을 통한 혜택이 매우 크다는 인식이 많은 사업 주체(발주자)에게 확산되고 있음.

·각종 가이드 및 정보 제공 등 활동 : 미국과 유럽의 경우 국가 차원에서 설립한 재단을 통해 각종 가이드나 보고서 등이 발간되고 있으며, 이러한 활동은 발주자와 실제 사업 주체에 영향을 주고 있음.

- 건설의 특성을 반영한 '건설 녹색성(Construction Greening)' 기준을 정리하면 다음 같이 네 가지로 분류됨.

·에너지·가스 저감 - 화석연료 청정화와 에너지 사용량을 획기적으로 줄일 수 있는 상품을 포함함.

·대체 에너지 - 석유나 석탄 등 화석연료를 사용하지 않고 에너지 생산이 가능한 신·재생에너지 상품으로 풍력, 조력이나 조류 발전소 등이 대표적인 상품임.

·시설 효율 개선 - 기존 시설의 리모델링을 통하거나 효율적 자원 활용을 통해 에너지 효율을 개선하는 상품이 이에 해당됨.

·환경 복원 및 공간 개선 - 폐자원의 재활용과 같이 기존 환경오염을 최소화시키거나 지구 생태계의 건강성을 확보해 주는 친환경 보존을 뜻하며 강·하천 변 정비 사업이나 수로 확보를 위한 준설, 그리고 수변의 생활공간 개발이 이에 해당될 수 있음.

- '건설 녹색성(Construction Greening)'에 따른 건설 상품을 특성별로 정리하면 High, Fair, Low Greening으로 나누어 볼 수 있음.

·High Greening : 현재 높은 '건설 녹색성'을 가지고 있는 대표적인 녹색 건설 상품으로서 국가 녹색성장에 높은 기여를 하는 상품임. 이들 건설상품 대부분은 에너지에 관련한 것으로 건설산업의 주상품인 건축과 토목과는 큰 연관성이 없지만 기반산업을 담당하는 역할을 하는 것으로 나타남.

·Fair Greening : 현재 높은 '건설 녹색성'을 가지고 있지는 않으나 '건설 녹색성'에 반하지 않으며, 단기적으로 선택과 집중을 통해 대표적 녹색 건설상품으로의 개선 여지가 높은 상품을 뜻함. 녹색 기술의 발전이나 친환경 설계를 통해 단시일 내에 개선의 효과를 볼 수 있다는 특징이 있음.

·Low Greening : 전통적인 건축과 토목부문의 대부분은 현재 '건설 녹색성'이 낮게 평가되고 있으며 이를 위한 적극적인 투자 및 기술 개발이 필요한 것으로 나타남.

### 제3장 대표 녹색 건설상품의 현황 및 진단

- 향후 '건설 녹색성'을 높일 수 있거나 녹색 성장을 이룰 수 있는 건설산업에서의 대표성을 가질 수 있는 녹색상품으로 건설산업이 주된 노하우와 기술을 선점하고 있는 기술(construction intensive)을 중심으로 15개의 대표 녹색 건설상품을 도출함.

·재생에너지 시설물 - 풍력 발전소, 태양광/태양열 발전소, 해양 발전소, 바이오매스 시설물, 폐기물 연료화 시설물을 포함함.

·원자력 발전소 - 재생에너지의 구분으로 분류되고 있지 않으며 하나의 건설상품으로 높은 기술력과 주도력을 가지고 있기 때문에 완성품으로 구분됨.

·유기성 폐자원 시설물 - 국내 건설사들이 토목분야의 비중이 큰 상품으로 구분하고 있어 완성품으로의 가치가 높아 바이오매스 시설과 분리하여 구분됨.

·가스액화 시설 - 천연가스를 액화한 석유를 의미하며 디젤, 가솔린 등을 대체하는 운송 연료 혹은 석유화학 제품의 기초 원료로 사용 가능케 하는 시설(간

접 액화연료 및 직접 액화연료 플랜트 포함)을 뜻함.

·녹색 철도 - 철도 인프라, 건설시 발생하는 소음 및 진동 해결, 녹색 구매 및 물류 활동을 위한 인프라 확충, 궤도와 노반의 친환경 설계 및 시공, 철로 주변 친환경 공간 개선 등을 포함함.

·설비집단 시설 - 냉난방 설비 집단화(열병합 발전, 지역 냉난방), 전력 및 통신설비 집단화(송배전 설비), 상·하수도 설비 집단화 등 설비 집단을 통해 탄소배출 저감 및 에너지 효율을 향상시킬 수 있는 시설을 포함함.

·환경복원 시설 - 하천 복원·생태 하천에 관련된 상품과 토양정화 시설 등 환경복원에 필요한 시설을 포함함.

·친환경 수자원 시설 - 물과 관련한 모든 시설을 뜻하며 수처리 시설(지하수, 강변여과수, 우수, 오수(중수도), 해수(해양 심층수, 해수 담수화), 수자원 확보 시설(물 공급, 하천관리, 상하수도)을 포함함.

·그린홈 - 에너지 절약, 물 절약, 실내 공기질 향상, 친환경 재료를 이용한 주거용 건축물로서 집이란 장소를 통해 안락한 가족생활을 구현할 수 있는 시설물을 포함함.

·그린빌딩 - 에너지 부하 저감, 설비효율 향상, 공해 저감 및 자원 재활용을 포함한 건축 시설물로 기존 건물의 시설 리모델링과 친환경 설계를 통한 빌딩모두를 포함함.

·자원순환 시설 - 기존의 시설물에서 CO<sub>2</sub> 배출 및 폐기물을 감축하기 위한 설비 혹은 시설물을 뜻하며 철강 및 비철강 분야 자원순환 설비 및 시설, 시멘트, 제지, 자원채광분야 자원순환 설비 및 시설, 화공(석유화학, 일반화학) 분야 자원순환 설비 및 시설을 포함함.

·친환경 도로 - 보행환경 계획 및 구축, 도로 주변 친환경 발전 시스템, 환경친화적 공법 적용 상품, 포장 신재료, IT와 연계한 Eco-Road 등을 모두 포함함.

·그린항만 및 공항 - 공항시설의 에너지 효율화, 폐기물 및 배수 등 클린 항만 구현, 지열 시스템 및 태양광 발전 시스템 등의 에너지 시스템, 친환경 물류체

계 구축 시설 등을 포함함.

- 석탄 가스화 및 액화 시설 - 재래식 미분탄 방식에 비하여 환경보전 측면에서 매우 우수한 특성을 지니고 있으며, 에너지 밀도가 높고 수송 및 보관이 용이한 청정 인조 원유를 제조하는 시설을 포함함.
- 발전용 연료(전지) 시설 - 기존 복합화력에 비해 효율성이 높고, 건설에 필요한 면적이 작아 차세대 친환경 발전설비로 부각되는 시설을 포함함.

#### 제4장 기업전략과 제도 추진 방향

- 대표 녹색 건설상품 중 현재 건설기업에 매력있는 것으로 뽑힌 상품은 그린빌딩, 유기성 폐자원 시설, 설비집단 시설, 친환경 수자원 시설, 그린홈인 것으로 정성적 분석 결과 나타남.
  - 건설기업들은 시장이 충분하고 기업 입장에서 쉽게 접근이 가능한 상품을 미래의 투자가치가 높은 상품으로 판단하고 있음.
  - 또한 정부의 녹색 뉴딜정책과 일부 그 방향성을 같이 하고 있는 상품들이 매력성이 높은 것으로 풀이됨.
- 
- ‘건설 녹색성’ 향상을 위해 도출된 15개 대표 녹색 건설상품을 시장 매력도(Level of Attraction)와 건설역량 성숙도(Level of Competencies)에 따른 유형으로 나누어 살펴봄.
  - 전략적 집중형 - 그린빌딩, 그린홈, 친환경 수자원 시설, 유기성 폐자원 시설이 해당되며 현재 정부 정책과 매우 밀접한 관계로 시장의 접근이 쉬워 기업들의 전략적 육성 의지가 높은 특징이 있음.
  - 선택적 강화형 - 설비집단 시설, 환경복원 시설, 녹색 철도, 원자력 발전소, 재생에너지 시설, 친환경 도로, 자원순환시설을 포함하며 대부분이 기존 건설상품으로 건설 주도성은 높으나 기술의 성숙도가 낮아 ‘녹색성’ 향상을 위한 정부와 기업의 노력이 필요한 것으로 판단됨. 또한 전략적으로 특화 기술이 주

도하는 상품과 공통 기술만으로 충분한 상품으로 구분하여 접근할 필요가 있을 것임.

·필요역량 확보형 - 그린항만 및 공항, 가스액화 시설, 석유액화 시설, 석유가스화 시설, 발전용 연료전지 시설이 이에 해당됨. 향후 녹색건설 규모가 커질 경우 R&D 활성화를 통해 특화기술 선점이 필요한 분야임.

- UNEP의 비전과 건설산업의 현실간의 비교를 통해 녹색건설 추진 방향을 살펴보면 다음과 같음.

·첫 번째로, 녹색건설에 대한 인식 전환이 필요하다는 것임.

·두 번째로, 녹색건설과 녹색 건설상품이 구체적으로 무엇인지에 대한 구체적인 정립과 마케팅이 필요할 것임.

·세 번째로, 녹색시설을 지원하는 정부의 보다 강력한 정책 및 인센티브가 필요할 것으로 판단됨.

·마지막으로, 공급자 부문으로 세계 녹색 건설시장 동향에서 보았듯이 전 세계적으로 녹색건설에 대한 수요가 매우 커질 것으로 전망되기 때문에 기업은 관련 기술 역량 제고뿐만 아니라 마케팅 측면에서도 상당한 노력과 투자가 필요할 것으로 판단됨.

## 제5장 맺음말

- 녹색건설 발전을 위해서는 모든 건설 관련 주체의 녹색건설에 대한 인식 전환이 필요할 것이며 정부는 녹색시설을 지원하는 보다 강력한 정책 및 인센티브를 통해 민간의 자발적인 녹색 건설상품 및 서비스 개발을 유도해야 할 것임.

- 또한 기업입장에서는 인적자원 역량 강화를 통한 응용기술 융합 활성화 및 새로운 브랜드 가치로 홍보와 마케팅이 필요할 것임.

## 1. 연구의 배경 및 목적

지구온난화 문제는 더 이상 제3자의 문제가 아닌 전 지구촌의 문제가 되어 있다. 석유나 석탄 등 화석연료 사용으로 발생하는 탄산가스 배출은 지구가 감내해낼 수 있는 한계점을 이미 초과하고 있다. 2007년 세계 노벨평화상을 수상한 엘고어 미국 전부통령이 ‘불편한 진실’이라는 가상현실을 통해 우리에게 보여준 지구온난화 문제는 상상이 아닌 현실이 되고 있음을 보여준다. 지구 적도의 1°C변화가 남·북극지역에 12배에 해당되는 온도를 올릴 수 있다는 가상의 시나리오는 싱가포르와 네덜란드 등 지표면이 낮은 국가들에게는 현실의 문제로 부각되고 있다. 예를 들어 네덜란드는 2100년까지 국토보전 대책의 일환으로 160조원을 투입해 방조제와 해안가 모래 언덕을 쌓겠다는 계획을 발표했고 섬나라인 몰디브는 2008년 11월 대통령이 해수면 상승으로 인해 더 이상 기존 섬에 살 수 없다는 사실을 공표하고 주민들을 섬에서 철수시키기 위해 주변 국가들에게 몰디브 국민의 재정착지 도움을 요청하는 등 심각한 환경실태를 쉽게 살펴볼 수 있다.

우리나라 역시 지구온난화를 막기 위해 이명박 정부가 2008년 8·15 기념 축사에서 ‘녹색성장’을 3대 정책기조의 하나로 선택하였고 녹색성장의 일환으로 4년 동안 총 50조원을 투자하겠다는 발표를 하였다. 또한 2013년부터는 교통의정서 합의가 발효되는 국가로 탄산가스배출량 규제와 함께 화석에너지 사용량을 줄여야 하는 의무 국가에 속하게 되어 환경에 대한 인식과 공감대를 형성하고 있는 중이다.

한편, 상업용 건물과 주거용 건물에서 사용하는 에너지 사용량이 국가 전체량의 약 36%<sup>1)</sup>에 해당할 만큼 건설산업의 대표적인 건축물에서 소비하는 에너지량의 비중이 높다는 점은 건설산업이 지구온난화 속도 저감을 위해 상당한 역할을 해야 함을 직접적으로 설명한다고 할 수 있다. 더구나 우리나라의 경우 총에너지 사용량의 해외의존도가 95%이상인 반면 국민 1인당 이산화탄산가스 배출량이 세계에서 9번째로 높다는 사실은 건설산업이 지속가능한 개발환경을 만들기 위해 적극적인 행동에 나서야 함을 직간접

1) Annual Energy Outlook 각호에서 인용, 미국 Energy Information Administration(EIA) 연차보고서.

적으로 나타내고 있는 것이다.

따라서 본 연구에서는 세계적으로 붐이 일고 있는 녹색건설(Green Construction)에 대한 정확한 의의와 이에 따른 녹색 건설상품의 진단과 전망을 해보고자 한다.

특히 본 연구보고서는 다음과 같은 목적을 갖는다.

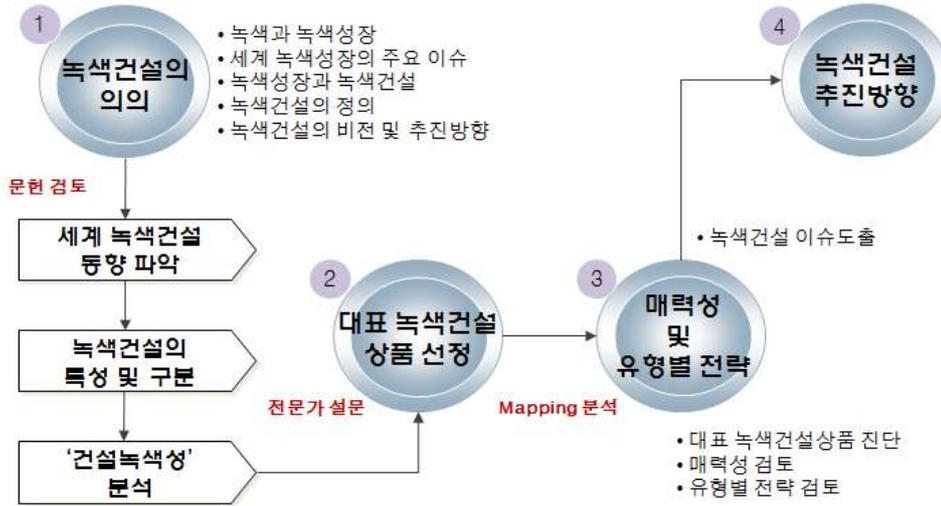
- ① 타 산업과 연계한 녹색성장에서 녹색건설의 의의와 녹색건설 관련 상품을 조명해 보고자 한다.
- ② 세계 녹색건설 동향을 통해 국내 녹색건설의 방향과 전략적 시사점을 살펴보고 국내의 대표 녹색 건설상품을 진단하고자 한다.
- ③ 이에 따라 국내 녹색 건설상품의 유형별 전략 및 발전방향을 모색해보고 제도적 추진 방향을 살펴보고자 한다.

## 2. 연구의 방법 및 구성

본 연구는 <그림 I-1>과 같이 녹색성장의 배경에 대한 이론적 고찰을 시작으로 녹색 건설의 정의와 세계 녹색건설사례를 통한 다양한 이슈조사, 전통적 건설상품의 ‘건설 녹색성’ 분석, 대표 녹색 건설상품 선정 및 유형별 전략 분석, 그리고 녹색건설 발전방향을 제시하고자 한다.

기존 이론연구를 위하여 녹색성장에 대한 기초적인 내용을 검토 및 정리하였고 세계 녹색건설의 동향을 파악하기 위해 미국과 유럽을 중심으로 그린빌딩과 그린에너지 연구보고서를 참고하였다. 다음으로 대표 녹색 건설상품선정을 위한 ‘건설 녹색성’ 분석과 유형별 전략도출을 위해 전문가 설문을 실시하였으며 이를 통해 대표 녹색 건설상품의 총체적 매력도 및 유형별 기업의 전략을 조명해 보았다. 설문은 건설기업 녹색건설 관련 전문가 및 연구소의 전문가, 그리고 대형 건설업체를 대상으로 전문가 설문과 AHP(Analytic Hierarchy Process) 방법이 적용되었다. 설문조사는 전문성을 고려해 분야별 녹색건설 관련 전문가를 선정하여 조사가 되었으며 전체 57부의 설문결과를 획득하여 분석하였다.

<그림 I-1> 연구의 방법 및 구성



본 연구는 크게 5장으로 구성되었다. 제1장의 서론에 이어 제2장에서는 녹색환경 변화와 녹색건설의 의의를 정의하였다. 제3장에서는 국내 대표 녹색 건설상품 소개와 장단점을 진단하였고 제4장은 대표 녹색 건설상품에 대한 기업의 전략과 제도적 발전 방향을 제시하였다. 본 연구의 맺음말에서는 연구의 의의와 한계점, 그리고 향후 연구 방향에 대해 논하였다.

본 연구를 통한 건설산업 차원에서의 기대효과는 녹색건설과 관련된 상품과 상품군의 분류에 따라 녹색성장에서 건설의 역할을 제시할 수 있으며 필요한 정책 지원의 내용과 방향 설정 시 기초자료로 활용할 수 있을 것이며 건설기업 차원에서는 상품군의 도출에 따라 신성장동력 상품을 발굴하고 경영전략을 수립하는 데에 도움이 될 것으로 판단된다.

## 1. 녹색(green)과 녹색성장(Green Growth)

### (1) 녹색(green)과 성장

지구 온난화의 급진전으로 인한 피해를 최소화시키기 위해 무공해 에너지 생산은 물론, 에너지 사용량 저감을 위한 전 세계적인 노력이 집중되고 있다. 이러한 분위기는 소비에도 영향을 주어 전 세계적으로 청정에너지 상품(Clean Energy Product)에 대한 소비자(Consumer)의 구매 욕구와 관심도가 급격히 증가하고 있는 등 친환경적 생산과정을 거친 상품에 대한 매출이 급증하고 있는 추세이다. 이 같은 추세로 인해 공급자는 과거 어느 때보다 청정한, 깨끗한, 맑은 상품의 개발 및 제공에 많은 노력과 투자를 하고 있다. 이러한 추세를 본 보고서에서는 ‘녹색(green)’활동으로 표현하고자 한다.

일반적으로 녹색활동은 크게 두 가지 관점에서 의미를 찾아볼 수 있다. 첫째는 기후 변화에 따라 나타나는 기상이변, 해수면 상승, 가뭄 등의 영향을 줄일 수 있는 청정에너지를 포함한 신·재생 에너지 개발과 이를 통한 차세대의 번영 도모이다. 둘째는, 인간 생명을 유지시켜주는 동식물을 포함한 종의 보호와 지구생태계의 건강성을 확보해 주는 친환경적 보존을 뜻한다. 이러한 의미에서 녹색은 분명 일시적인 유행어가 아닐 것이다. 토머스 프리드먼<sup>2)</sup>은 녹색(green)은 현재보다 더 나은 결과를 제공하는 것이므로 자유의지로 선택할 수 있는 것이 아니라 필연적으로 가야 할 길이라고 설명하고 있다.

최근 대공황 이래 최악의 경제 침체로 신음하는 세계는 녹색이 희망의 단어로 떠오르고 있다. 오바마 미국 대통령 등 주요국 지도자들은 경기부양책의 초점을 환경과 에너지 분야에 맞추고 ‘그린뉴딜’을 본격화하고 있으며 세계 기업들도 그린비즈니스 구상을 내놓고 있다. 이러한 녹색성장(Green Growth)은 ‘경제와 환경의 선순환’ 개념으로 경제 성장을 통해 환경을 개선하고, 환경을 새로운 동력으로 삼아 경제성장을 도모하자는 것

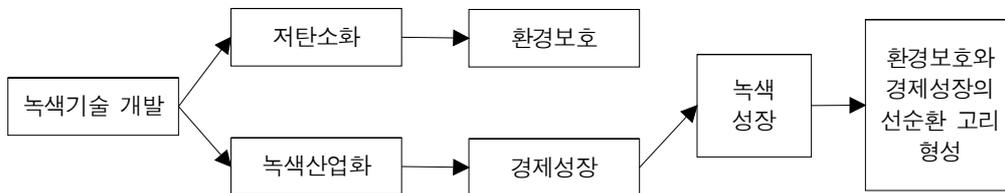
2) Friedman, Thomas L. 2008. Hot, Flat, and Crowded: Why we need a green revolution and how it can renew America. Douglas & McIntyre Ltd. Farrar

이다. 다시 말해 녹색성장은 녹색이라는 환경과 경제성장이라는 두 가지 가치를 수레의 두 바퀴처럼 서로 균형을 유지하며 양립하는 것을 의미하는 것이다. 우리나라 역시 이러한 세계 녹색 환경 기조에 맞춰 2008년 8월 저탄소 녹색성장을 중요한 국가적인 아젠다로 설정하였고 각 부처에서 이에 대한 정책 및 계획들이 쏟아져 나오고 있는 시점이기도 하다.

## (2) 녹색성장(Green Growth)

세계적으로 ‘녹색성장(Green Growth)’은 저탄소화와 녹색산업화에 기반을 두고 경제성장력을 향상시키는 신성장 개념을 전제로 하고 있다. 특히 녹색성장은 첨단기술을 활용하여 청정에너지를 개발하고 이를 성장 동력화하여 경제 발전을 도모하는 한편 기후변화에도 적극적으로 대응한다는 의미에서 기존의 회색성장과 비교되고 있다(<그림 II-1>참조). 현재 탄산가스(CO<sub>2</sub>) 배출은 한계점에 도달하고 있고 전 세계적으로 모든 경제활동과정에서 발생하는 탄산가스 배출량을 감축시켜 21세기 지속가능한 개발 및 경제성장을 꾀하자는 골자가 핵심적인 사항이다.

<그림 II-1> 녹색성장의 개념<sup>3)</sup>



2009년 1월 스위스 다보스에서 개최된 ‘세계경제포럼’에서도 녹색성장의 중요성이 강조되었다. 반기문 UN 사무총장은 포럼에서 “세계 각국은 신·재생에너지와 친환경 기술 개발에 적극 투자해 신규 일자리를 창출하고 경제위기를 극복해야 한다”라고 주장한 바 있다. 또, 유엔 기후변화회의의 주최국인 덴마크 라스무센 총리는 국가 지도자들이 이 총회에 참여하여 각국의 이산화탄소 방출을 줄이기 위해 노력하는 것은 매우 중요하다고

3) CEO Information, ‘녹색성장시대의 도래’, 삼성경제연구소, 2008.10.(제675호).

말함과 동시에 “중요한 것은 명확한 목표, 즉 시장 형성을 위한 필수 조건에 대해 합의를 이끌어 내야 한다는 사실이며 녹색 효율성은 건전한 경제의 기반입니다” 라고 강조했다.

이처럼 세계 각국은 ‘녹색성장’을 기조로 녹색산업 육성에 대대적인 투자를 단행할 계획을 발표하고 있으며 온실가스저감, 에너지 효율화, 그리고 환경오염저감 등의 친환경 요소에 초점을 맞추고 있다. 이처럼 세계 각국에서 녹색뉴딜정책이 경쟁적으로 일어나고 있는 있으나 신·재생에너지 등 녹색산업 육성에만 집중할 경우 빠른 시일 내 경기부양 및 일자리 창출 효과를 기대하기 어렵기 때문에 최대현안인 경제위기 극복을 위해 경기부양 및 일자리 창출 효과가 큰 SOC 투자를 사업부문에 포함하고 있다. 주요 선진국의 녹색 성장 전략<sup>4)</sup>을 살펴보면 아래와 같다.

#### 1) 미국 : 친환경 SOC투자를 통한 녹색산업 육성

미국은 오바마 정부의 출현으로 ‘Code Green’ 정책이 탄력을 받을 것으로 기대되고 있으며, 대체 에너지 개발과 탄산가스저감을 위한 대대적인 투자가 예상되고 있다. 조속한 경기부양을 위해 미국은 2009년에서 2010년 중 친환경 SOC투자에 290억 달러<sup>5)</sup>, 녹색산업 육성에 540억 달러<sup>6)</sup>를 투자할 계획이다. 특히 오바마 행정부는 2009년에서 2018년까지 청정에너지, 그린카, 그린홈 등 녹색상품에 1,500억 달러를 투자해 500만개의 고소득 일자리를 창출한다는 목표를 제시하고 있다. 내용을 살펴보면 연방정부의 청정에너지 관련 R&D지원규모를 60억 달러에서 120억 달러로 늘리고, 유망기술 상용화 등을 위한 ‘청정기술개발 벤처캐피털 기금’을 조성하는 등 청정에너지 개발을 위한 기초연구 및 핵심기술 상용화에 대한 투자를 확대할 계획이다. 또한 2020년까지 탄산가스 10% 감축을 의무화하는 ‘저탄소 연료기준<sup>7)</sup>’을 설정하고 2015년까지 그린카 및 그린홈 보급과 스마트 그리드 정책도 추진해 민간부문의 기술투자와 혁신을 유도하고 있다.

4) CEO Information, ‘녹색뉴딜사업의 재조명’, 삼성경제연구소, 2009.2(제691호)를 요약 및 재구성함.

5) 수자원보호, 홍수방지, 환경복원투자(190억 달러), 혼잡방지 및 에너지절감을 위한 통근시설 개선(100억 달러)에 투자.

6) 녹색기술 개발(320억 달러), 공공건물 에너지 효율화(160억 달러), 서민 주택의 냉난방설비 지원(60억 달러)에 투자.

7) 2020년까지 연방정부 소비전력의 30%이상, 2025년까지 미국 내 전력소비의 25%를 신·재생에너지로 공급.

## 2) 영국 : 「기후변화법」 제정을 통한 정책 인프라 추진

영국은 2050년까지 탄산가스배출량을 1990년 대비 80%감축하고, 탄산가스감축을 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 있다. 특히 고든 브라운 총리는 2010년까지 100억 파운드를 투입하여 철도노선확대, 노후 학교 및 병원의 디지털 인프라 구축, 풍력<sup>8)</sup> 및 조력발전 설립, 전기자동차 개발 등 녹색산업 육성에 주력하고 있다.

## 3) 프랑스 : 기존 시설 리모델링을 통한 에너지 효율화 및 기후변화 대응

프랑스는 에너지 효율화 및 기후변화에 대한 대응을 목표로 2009년 1월 환경보호법안(National Engagement for the Environment)을 입안하는 등 녹색산업 육성에 초점을 맞추고 있다. 특히 사르코지 대통령은 2007년 10월에 ‘녹색뉴딜(Ecological New Deal)<sup>9)</sup>’ 정책을 세계 최초로 발표하기도 하였다. 주요 내용으로는 기존 건물을 에너지 절약형으로 바꾸는 녹색건설 사업에 2,050억 유로 투자, 탄소저감기술 개발을 위한 10억 유로 투자, 철도(TGV 2,000km 및 파리 외곽 전철 1,500km) 및 내륙수로 건설에 970억 유로 투자 등이 있다.

## 4) 일본 : 저탄소 사회 구현을 위한 녹색기술 개발 시작

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 제시하는 등 일찍부터 녹색산업에 관심을 가지고는 있으나 아직까지 구체적인 실행으로는 연결되지 못하는 실정이다. 특히 2009년 1월 아소 다로 총리가 2015년까지 녹색산업 시장 규모 100조 엔 투자, 녹색산업 투자에 대한 무이자 융자 등을 통한 기업투자 유도, 전기자동차 등 차세대 친환경 제품에 대한 구매 장려 등을 발표하기도 하였으나 아직 구체화되지 않은 상태이다.

---

8) 풍력 분야에 있어 세계 최고를 목표로 2020년까지 7,000기의 대형 풍력발전기를 국내외에 설치할 계획.

9) 2020년까지 4,000억 유로 투자, 50만개 일자리 창출.

5) 한국 : 녹색 SOC, 저탄소·고효율 산업기술, 친환경·녹색생활

우리나라는 2008년 8월 ‘저탄소 녹색성장’ 비전 선포 이후 2009년 1월 녹색 SOC, 저탄소·고효율 산업기술, 친환경·녹색생활을 주력분야로 녹색성장 목표<sup>10)</sup>를 발표하였다. 특히, 4대강 살리기, 녹색교통망, 녹색 숲 가꾸기, 그린홈 및 그린스쿨 등 9개 핵심 사업에 39.4조원 투자, 재해예방 및 훼손산림 복원, 재해위험지구 정비, 바이오매스 에너지화 등 27개 연계사업에 10.7조원 투자를 주요 골자로 하고 있다(<표 II-1> 참조).

**<표 II-1> 핵심 및 연계 사업의 재정소요 및 일자리 창출 규모**

(단위 : 억원, 만개)

사업명	재정소요 규모			일자리 창출수	
	기반영 (2009년)	추가소요 (~2012년)	계		
합계	43,626	456,866	500,492	95.6	
핵심 사업 9 개	4대강 살리기	4,881	139,895	144,776	20.0
	녹색 숲 가꾸기	3,131	21,043	24,174	17.1
	녹색교통망 확충	18,349	78,187	96,536	13.8
	그린홈, 그린스쿨 사업	-	80,500	80,500	13.4
	폐기물자원 재활용	506	8,794	9,300	1.6
	우수 유출시설, 중소댐	1,845	7,577	9,422	1.6
	그린카 및 청정에너지 보급	3,209	17,318	20,527	1.4
	Eco River 조성 등	52	4,786	4,838	1.1
	국가공간정보 통합체계 구축	250	3,467	3,717	0.3
연계 사업 27 개	재해예방, 훼손산림 복원	786	6,541	7,327	5.3
	재해위험지구 정비사업	5,137	19,901	25,038	4.2
	바이오매스 에너지화	362	10,858	11,220	2.4
	수변지역 녹색화	331	7,669	8,000	2.0
	클린코리아 실천사업	437	1,666	2,103	1.5
	공공시설 LED조명 교체사업	-	13,356	13,356	1.0
	그린 IT기술 테스트베드 구축	-	1,100	1,100	1.0
	기타	4,350	35,208	39,558	8.0

자료 : 기획재정부, 2009.1.

10) 2009년부터 4년간 총 50조원 투입, 95.6만개의 일자리 창출.

아직까지는 우리나라가 녹색성장을 위한 저변이 확대되지 않았지만, 녹색산업화를 위해서 과학기술과 환경경영 분야에서 타국에 비해 상대적으로 강점을 보유하고 있기 때문에 정책의 일관성을 유지할 경우에는 미래 성장산업으로서의 역할을 기대할 수 있을 것이다. 국가과학기술위원회는 2009년 1월에 녹색기술에 대한 국가정책방향을 설정하고, <표 II-2>과 같이 우선적으로 추진할 녹색기술을 확정하 바 있다.

**<표 II-2> 녹색성장 기술(국가과학기술위원회, 2009)**

대분류	중분류	소분류
기후변화 예측 및 영향 평가	기후변화예측	기후변화 예측 및 모델링개발 기술
	기후변화적응	기후변화 영향 평가 및 적응기술
재생에너지	태양광	태양전지의 양산 및 고효율, 핵심원천 기술
	바이오에너지	바이오에너지 생산요소기술 및 시스템 기술
원자력/핵융합	원자력	개량형 경수로 설계 및 건설, 친환경 핵비확산성 고속로 및 순환 핵주기시스템 개발
	핵융합	핵융합로 설계 및 건설 기술
수소연료전지	수소제조 및 수소저장	고효율 수소제조 및 수소저장 기술
	연료전지	차세대 고효율 연료전지 시스템 기술
친환경 제조 공정/소재 효율성 향상	친환경 공정 및 제품	친환경 식물성장 촉진기술
화석연료 고효율화	석탄액화(CTL) 및 가스화	석탄가스화 복합발전 기술
수송부문 효율성 향상	자동차, 철도, 선박해양, 우주항공, 교통물류	고효율 저공해 차량기술
		지능형 교통, 물류기술
녹색국토	그린시티/그린홈/그린빌딩	생태공간 조성 및 도시재생, 친환경 저에너지
친환경 제조 공정/소재 효율성 향상	제조 공정/소재 효율성 향상	환경부하 및 에너지 소비 예측을 고려한 Green Process 기술
전력 효율성 향상	LED, IT기기	조명용 LED-그린 IT 기술
	초전도 활용, 전력IT	전력 IT 및 전기기기 효율성 향상 기술
	에너지 저장	고효율 2차 전지기술
대기오염 모니터링 및 제어	CO <sub>2</sub> 포집 저장 처리	CO <sub>2</sub> 포집, 저장, 처리기술
	Non-CO <sub>2</sub> 모니터링 및 처리	Non-CO <sub>2</sub> (이산화탄소 제외 온실가스) 처리기술
수질환경	수처리, 수자원 확보	수계수질평가 및 관리기술, 대체수자원 확보
폐기물	폐기물 자원화 및 에너지화	폐기물 저감, 재활용, 에너지화기술
폐기물 및 환경보전	위해성 평가	유해성물질 모니터링 및 환경정화기술
CT, 소프트기반 IT 및 지식서비스 등	가상현실	가상현실 기술

### (3) 세계 녹색성장의 주요 이슈

세계 주요국의 녹색성장을 살펴본 결과 다음과 같은 4가지 주요 이슈를 찾아볼 수 있다. 첫째는 환경을 위한 지속성장이고 둘째는, 민간의 녹색활동을 유도하기 위한 정부 법제정이다. 셋째는, 녹색성장을 위한 신기술 RD&D의 투자이며, 마지막으로 녹색산업과 연계한 건설(Construction)활동의 중요성이다.

#### 1) 환경을 위한 지속가능한 개발(Sustainability)

지구온난화 속도 저감은 물론, 2050년까지 예상되는 탄소배출권 거래시장의 규모가 약 5,000억 달러<sup>11)</sup>(2010년도에도 이미 1,500억 달러<sup>12)</sup>)에 달할 만큼 큰 시장에 도전하기 위해 세계 주요국은 녹색성장 전략을 내세우고 있다. 녹색성장 전략은 미래 발전과 환경보존을 위해 ‘지속가능한 개발(Sustainable Development)<sup>13)</sup>’을 꾀하는 것으로 나타난다. 특히 기후변화 문제를 방지할 경우 2100년까지 세계 GDP의 약 5~20%의 경제손실이 예상되어 환경문제의 심각성을 고려할 때, 환경을 도외시한 지속성장은 불가능할 것으로 판단된다. 이처럼 세계 녹색성장은 신·재생에너지 등 녹색산업을 통해 경기침체 극복을 위한 ‘유효수요’를 창출할 뿐 아니라 ‘잠재성장률’도 높일 수 있는 효율적인 수단인 것이다.

#### 2) 민간의 녹색활동을 유도하기 위한 정부의 법·제도

세계 녹색성장의 주요 특징 중의 하나가 정책인프라를 구축함으로써 기업들의 녹색산업에 대한 적극적 투자와 녹색상품 및 서비스 개발을 유도하는 것으로 나타난다. 영국의 「기후변화법」(Climate Change Act), 프랑스의 「환경보호법」(Notional Engagement for the Environment), 미국의 스마트 그리드(Smart Grid)제도가 대표적인 예라 할 수 있다. 이중 영국의 「기후변화법」을 살펴보면, (1) 2050년까지 탄산가스배출량을 1990년 대비 80% 감축하고, 탄산가스감축을 위한 5년 단위의 탄소예산제도 수립, (2) 독립

11) 세계은행의 전망 추정 값(조선일보 土日섹션 weekly BIZ, 2009.1.3일자 C2면).

12) 탄소시장의 부상과 비즈니스모델(CEO Information, 제630호) 요약문, 삼성경제연구소, 2007.11.21.

13) CEO Information, ‘녹색뉴딜사업의 재조명’, 삼성경제연구소, 2009.2.(제691호) p.13 재인용 : 1987년 ‘환경과 개발에 관한 세계위원회(WCED)’가 발표한 ‘우리의 미래(Our Common Future)’라는 보고서에서 공식화된 용어.

전문기관으로 ‘기후변화위원회’를 창설하여 매년 정부에 탄산가스배출량을 권고하고, 진행상황에 대한 보고서를 의회에 제출, (3) 2012년 4월까지 민간업체의 탄산가스감축 기여도 보고 의무를 규정하도록 하고 있다. 향후 녹색성장의 효율적 운영과 성공적 경기 부양을 위해서는 정부의 정책도 수립되어야겠지만, 민간기업의 녹색활동 유도와 자발적 참여가 없이는 성공을 장담할 수 없다. 우리나라도 성공적 녹색산업 육성을 목표로 기술, 제도, 시장 등 다양한 차원에서의 민간의 수요를 유도하기 위한 정부의 노력이 필요할 것으로 판단된다.

### 3) 녹색성장을 위한 신기술 R&D의 투자

녹색성장을 위해서 발표되는 전략들을 살펴보면 대부분 녹색기술<sup>14)</sup>을 활용한 환경친화적 산업으로 신기술이 녹색성장의 엔진 역할을 담당하고 있다. 더욱이 에너지의 해외 의존도가 높은 국가일수록 당장 신·재생 에너지를 개발하지 않는다면 녹색성장을 추진하기 어려운 여건에 있다. 따라서 녹색성장을 위해 세계 국가들은 앞 다투어 에너지 효율화를 위한 기초연구 및 핵심기술 상용화 투자를 확대하고 있다 미국의 ‘청정기술개발 벤처캐피탈 기금’, 프랑스의 ‘탄소저감기술’ 개발, 일본의 ‘NEDO<sup>15)</sup>’ 및 ‘녹색기술 무이자 융자’ 등을 대표적 사례로 찾아볼 수 있다. 또한 전 세계 녹색에너지 투자 중 정부와 민간기업의 R&D 투자합계 추이를 살펴보면, 2004년 대비 2007년 50%가 넘는 것<sup>16)</sup>으로 나타났다. 이처럼 에너지 효율화를 위한 기술개발 및 적용을 통한 녹색산업화로의 전환과 함께 녹색 시스템을 구축하는 것도 중요한 이슈로 나타나고 있다. 우리나라도 정부의 녹색기술개발 지원 프로그램 마련이 시급하며, 정부 R&D 투자에 따른 민간 R&D 투자 유발 효과가 큰 녹색산업 분야에 대한 전략적 지원 확대가 필요할 것으로 나타나고 있다.<sup>17)</sup>

14) 녹색기술은 물질 및 에너지 소비를 최소화하고 순환(Recycling)과 재생가능 물질 및 에너지(Renewable materia & energy) 활용을 통해 환경부하를 줄이고 엔트로피 증가를 약화시키는 기술임. 녹색기술은 환경 및에너지 기술, 환경 친화적 보완기술, 대체기술, 연성적 해결기술로 분류됨.

15) NEDO(New Energy Development Organization)는 일본 경제산업성 산하 조직으로 정부와 민간이 공동참여하며 녹색산업 관련 차세대 기술개발 및 사업화를 지원.

16) Global Trends in Sustainable Energy Investment 2008, UNEP & New Energy Finance, 2008, pp 11 ~ 12.

17) 저탄소 녹색성장과 녹색기술개발, Issues & Policy, 과학기술정책연구원, 2008.12, p. 17.

#### 4) 녹색산업과 연계한 건설활동의 중요성

주요 선진국은 글로벌 경제 위기로 인한 경기 침체 극복을 위해 경기 부양 및 일자리 창출 효과가 큰 SOC 사업부문에 녹색 산업을 접목시켜 녹색을 통한 성장을 꾀하고 있다. 미국, 영국, 프랑스 등 세계 각국이 철도 등 기존 친환경 SOC 투자를 녹색성장에 포함시킨 것과 국내의 4대강 살리기, 고속전철사업, 우수유출시설 및 중소형 댐, 신·재생에너지 보급 등이 친환경적 관점에서 기존사업들을 재편한 것도 같은 이유인 것이다.

이처럼 녹색성장이라는 우산 아래 산업간 연계성을 높이기 위한 성장엔진 역할에 건설은 매우 중요한 역할을 담당해야 한다. 과거 세계 각국에서 경제의 어려움을 타개하고 경제발전의 토대가 되었던 건설이 있었다면 이제는 환경을 함께 고려하는 질적 성장을 지원하는 공간을 마련하기 위한 건설전략이 필요한 것이다. 왜냐하면, 녹색성장을 위해 추진되는 녹색산업, 에너지개발, 녹색기술 등은 대부분이 건설에서 지원하고 추진해야 할 과제이거나 전략이기 때문이다. 건설은 다양한 녹색산업의 중심에서 연결고리 역할을 하며 녹색성장을 유도하는 것으로 이해해야 할 것이다.

## 2. 녹색건설(Green Construction)과 세계 동향

### (1) 녹색성장과 녹색건설(Green Construction)

미국의 경우 상업용 건물과 주거용 건물에서 사용하는 에너지 사용량이 국가 전체량의 막대한 양인 약 36%<sup>18)</sup>에 해당한다고 한다. 이처럼 건설산업에서 생산하는 대표적인 건축물에서 소비하는 에너지량의 비중이 높다는 점은 건설산업이 지구온난화를 막기 위해 많은 역할을 해야 함을 간접적으로 말해주고 있다. 따라서 화석연료사용을 통한 지구온난화에 많은 영향을 미치는 건설산업의 틀을 새롭게 구성하는 것이 필요한 시점이다. 본 글에서는 에너지 및 기술 등의 분야에서 건설산업에 제기되는 이슈를 살펴보고 ‘녹색건설(Green Construction)’ 구현이라는 영역으로 정리해 보았다.

---

18) Annual Energy Outlook 각호에서 인용, 미국 Energy Information Administration(EIA) 연차보고서.

## 1) 녹색성장과 건설산업

앞서 논의한 바와 같이 녹색성장은 신·재생에너지 기술, 에너지 및 자원효율화 기술, 환경오염저감 기술과 관련한 융합기술 등 녹색기술을 기반으로 한 저탄소 녹색성장산업을 신성장동력으로 하여 경제 및 산업구조는 물론 삶의 양식을 저탄소친환경으로 전환하여 전반적인 삶의 질을 향상시키는 국가 발전 전략으로 요약해 볼 수 있다. 이러한 녹색성장에 도전하기 위해 정부와 산업이 협력해야 하는 당위성을 확보하는데 타 산업과 같이 건설산업의 역할도 매우 중요하다. 국가차원에서 보면 건설산업을 녹색건설화시킴으로써 얻을 수 있는 국민경제적 효과는 매우 크다. 미국 에너지성(DOE)의 1995년 발표 중 주거용 및 상업용건물의 사용 에너지를 50%까지 저감이 가능하다는 기술개발전략<sup>19)</sup>을 고려하면 개략적으로 국가에너지 총량의 18%까지를 줄일 수 있다는 결과를 도출할 수 있다. 이를 국내에 도입할 경우 2007년도 기준으로 총에너지 수입액이 950억 달러<sup>20)</sup> 정도로 건설산업을 녹색화함으로써 얻을 수 있는 수입 대체 효과를 연간 18%로 가정한다면 연간 171억 달러까지 수입 대체 효과를 얻을 수 있다는 결론이다. 결국 건설산업은 물론 개별 건설기업 차원에서 녹색성장을 위해 기존시설의 리모델링뿐 아니라 새로운 녹색상품을 개발할 수 있는 등 다양한 시각에서 접근할 필요성이 제기되고 있는 것이다.

## 2) 건설에서의 녹색효과

지금까지 건설산업은 사람들의 편의성, 실용성, 경제성을 높이기 위해 개발을 통한 발전을 이루었다. 이러한 산업화와 정보화를 이룩하는 과정에서 에너지를 많이 사용해서라도 생산량과 질을 늘리는 것이 국가 및 건설산업의 성장이었다면, 앞으로는 에너지를 덜 소모하면서 환경오염을 최소화하는 건설산업을 만들어야 하는 사회가 되어가고 있는 것이다. 그렇다고 건설산업이 환경을 고려한 개발 및 이용, 지속가능한 개발 등의 관점에서 관심을 가지지 않은 것은 아니다. 하지만, 최근 에너지위기와 기후변화 문제가 주요 해결과제가 되면서 지구온난화 방지, 이산화탄소를 비롯한 온실가스저감 및 기후변화 적응을 위한 더 많은 노력이 필요한 시기인 것이다. 이제 화석에너지 사용을 줄이고 신·재생에너지 사용을 증대시키는 것은 선택이 아닌 필수이다. 또한 생산 활동 중에

19) National Planning for Construction & Building R&D(NISTIR 5759), DOE, November 1995.

20) www.keei.re.kr에서 발췌(2009.1.14 일자).

필연적으로 발생하는 부산물의 자원화 시설, 배출가스를 획기적으로 줄일 수 있는 설비가 필요하다.

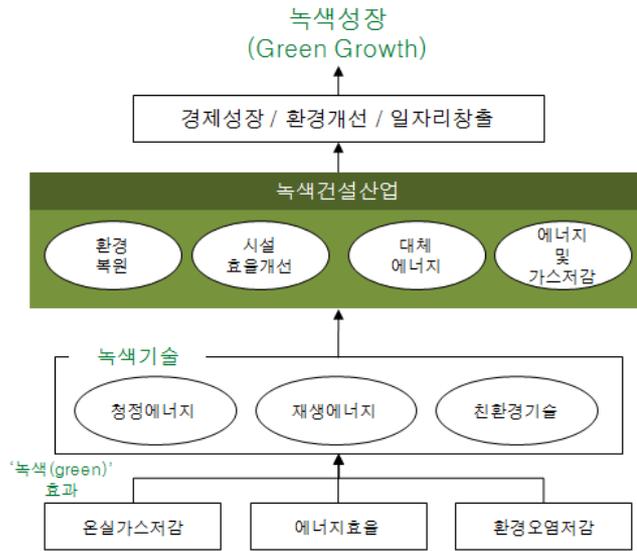
그렇다면, 최근 건설분야에서 논의하고 있는 녹색 효과는 무엇인가? 일반적으로 건설분야에서는 녹색을 통한 효과를 다음과 같이 크게 세 가지로 나타낼 수 있다. 첫째는 기후변화에 따라 나타나는 기상이변, 해수면 상승, 가뭄 등의 영향을 줄일 수 있는 청정에너지 개발 등과 같은 온실가스저감이다. 예를 들어 건축물에서 신·재생에너지 기술(태양광, 풍력 등)을 활용하여 탄산가스배출을 최소화하는 것이다. 둘째는 에너지나 자원의 활용 효율을 개선해 주는 에너지 효율화이다. 예를 들면 건축물에서 에너지 낭비를 줄이기 위해 더 효율적인 단열재를 사용하거나 친환경 설계를 통해 에너지 효율을 높일 수 있는 것을 말한다. 셋째로, 폐자원의 재활용과 같이 기존 환경오염을 최소화시키거나 지구생태계의 건강성을 확보해 주는 친환경 보존 등의 환경오염 저감이다. 이러한 녹색 효과를 위해 건설분야에서는 지속적인 노력을 하고 있으며 태양열발전소, 조력발전소, 폐기물처리시설, 하천복원 등을 그 예로 들 수 있다. 그러나 아직까지는 건설분야에서 녹색 효과를 누리는 데는 한계가 있다. 신·재생에너지와 에너지 효율 등에 대한 국민의 신뢰도가 높지 않아 수요가 적고, 녹색 기술을 통한 설비의 공급주체도 몇몇 중소기업체에 의존하고 있는 상황이다 보니 설비의 생산단가가 매우 높아 수요와 공급에 따른 시장원리에 의한 보급 확산환경은 매우 어려운 상황이다.

기존의 화석 연료원보다 경제성과 신뢰성이 부족한 신·재생 에너지원 등 녹색 효과를 확대 장려하기 위해서는 정부가 주도하여 시장조성을 위한 노력을 기울이고, 민간에 의해 자생력을 가질 수 있는 시장이 조성되기까지 절대적인 지원이 필요할 것이다.

### 3) 녹색건설(Green Construction) 구현

녹색건설(Green Construction)은 온실가스저감, 에너지효율화, 환경오염 저감이라는 녹색 효과를 높이기 위해 녹색기술을 통해 녹색성장(Green Growth)을 도모한다. 다시 말해 <그림 II-2>와 같이 녹색성장에서 녹색건설은 신성장동력인 청정에너지, 신·재생에너지, 친환경 기술 등과 같은 녹색기술과 환경개선과 경제성장의 연결고리 역할을 한다. 따라서 지구온난화의 주원인인 탄산가스배출과 화석에너지 사용, 그리고 자연 환경 훼손과 관련이 있는 폐기물 배출 등과 연관된 활동 중 “건설기술이 녹색 효과를 높이기 위해 기여할 수 있는 모든 활동”을 녹색건설(Green Construction)로 정의한다.

<그림 II-2> 녹색성장과 녹색건설의 개념



녹색건설 활동은 녹색 건설상품과도 연결되는데 에너지 사용량 저감은 물론 대체에너지 생산시설, 그리고 폐기물 저감, 국민들의 생활용수 확보는 물론 오염된 물을 정화시키기 위해 제공하는 건설서비스 등도 포함하고 있다. 녹색건설은 녹색기술, 타 녹색산업과의 연계, 녹색경제, 녹색생활의 중심에서 연결고리 역할을 하며 녹색건설의 실현은 바로 녹색사회 구현과 맥을 같이 하는 것으로 나타낼 수 있다.

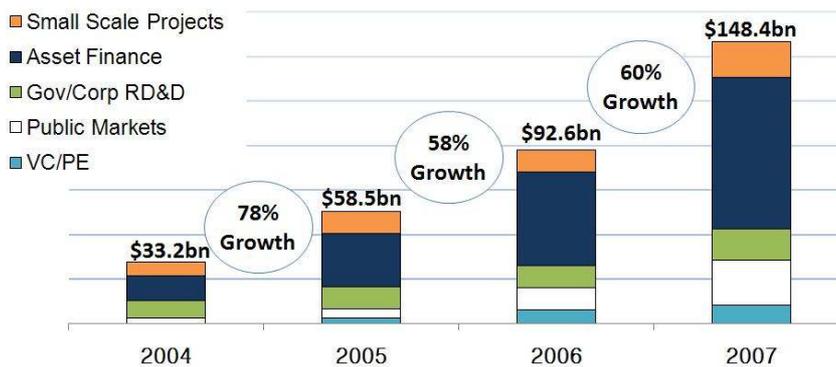
## (2) 세계 녹색건설 동향

세계 건설산업 역시 타 산업과 마찬가지로 유럽에서는 ‘지속가능한 개발(Sustainable)’이라는 단어를, 미국과 아시아에서는 ‘녹색’이라는 용어를 통해 지속가능(친환경) 건설의 개념으로 녹색건설이 급격히 성장하고 있다. 이러한 녹색건설의 붐은 건설산업의 주 상품 즉, 건축, 토목, 플랜트 등 전 영역에 영향을 주고 있지만, 우선적으로는 신·재생 에너지 시장과 그린 빌딩을 중심으로 실제 시장이 형성되고 있다. 따라서 실질적으로 시장이 형성되어 있는 녹색 에너지 부문과 녹색 빌딩 부문에 대해 주요 동향과 시장<sup>21)</sup>을 살펴보았다.

### 1) 녹색 에너지

녹색 에너지는 다음 <그림 II-3>과 같이 신규 투자가 2007년 기준으로 1,484억 달러로 2006년에 비해 60%나 상승한 것으로 조사되었다. 이러한 신규 투자 가운데 기술개발 등을 제외한 시설투자는 57%로 추산된다. 또한 초기 단계에서부터 녹색 에너지 사업 혹은 기술 등에 대한 벤처 캐피탈의 투자도 늘어나고 있는 것으로 나타났다.

<그림 II-3> 전 세계 녹색에너지 투자 추이



\* 용어 설명:

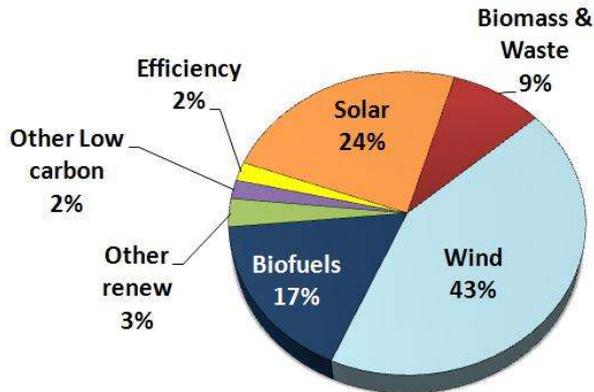
- Asset Finance : 신·재생 에너지 발전 프로젝트에 투자되는 자본 합계(시설투자의 성격이 강함)
- Gov/Corp RD&D : 정부와 민간기업의 RD&D(Research Development, & Deployment)투자 합계
- Public Markets : 에너지 기술 및 발전 상장회사의 공식적인 투자 합계
- VC/PE : 투기자본(Venture Capital)과 사모펀드(Private Equity)의 합계

녹색 에너지원별 신규 투자 종합현황을 살펴보면 <그림 II-4>와 같이 풍력(43%)이 가장 많이 투자되는 부문으로 나타났으며 태양과 바이오연료(Biofuel)가 그 뒤를 이어 높은 투자 분야로 나타났다. 이 같은 순위는 시설 투자(Asset Finance)나 관련 상장기업

21) 녹색 에너지 부문과 빌딩 분야의 해외 동향 및 시장에 대한 분석은 다음의 자료를 활용함.  
 Key Trends in the European and U.S. Construction Marketplace, SmartMarket Report, McGraw Hill Construction, 2008.1.  
 Global Trends in Sustainable Energy Investment 2008, UNEP & New Energy Finance, 2008.  
 Energy Efficiency in Buildings\_Summary Report, World Business Council for Sustainable Development, 2007.10.  
 Green Outlook 2009: Trends Driving Change, McGraw Hill Construction, 2008.  
 Global Green Building Trends, McGraw Hill Construction, 2008.  
 Commercial & Institutional Green Building, McGraw Hill Construction, 2008.  
 The Green Home Consumer, McGraw Hill Construction, 2008.

의 투자(Public Market)에 있어서도 같은 순으로 집계되었다. 하지만, 벤처캐피탈과 사모펀드(VC/PE)의 경우는 태양, 에너지 효율, 바이오연료, 기타 저탄소기술 등으로의 투자가 높았던 것으로 조사되었다. 또한 에너지 효율성 제고 기술에 대한 투자 역시 2006년 대비 78%가 증가하여 현재 18억 달러 수준인 것으로 나타났다.

<그림 II-4> 녹색 에너지원별 신규 투자 규모 종합(2007년 기준)<sup>22)</sup>



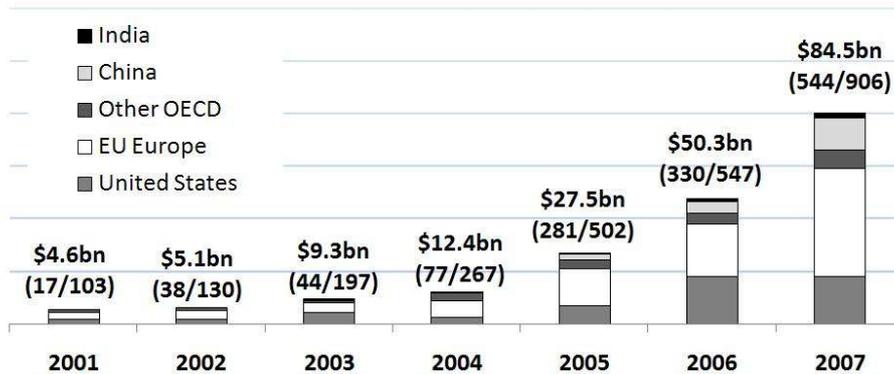
\* 상기 투자규모에서는 Public Market, 사모펀드, R&D 등은 포함되지 않은 집계임.

녹색 에너지 시설투자추이를 권역별로 살펴보면, 유럽과 미국이 차지하는 비중이 매우 큰 것으로 나타났다. 미국과 유럽<sup>23)</sup>을 제외한 국가로는 중국이 최근 들어 녹색 에너지 시설 투자가 급증하고 있으며, 인도의 경우도 비교 국가보다는 미약하지만, 2007년부터 시설투자에 두각을 나타내고 있는 것으로 나타나고 있다. 녹색 에너지 기업이 속한 국가별로 투자규모를 분류해보면 스페인이 제일 높은 것으로 나타났으며, 다음으로 미국, 중국, 독일, 인도 등의 순으로 나타났다.

22) Global Trends in Sustainable Energy Investment 2008, UNEP & New Energy Finance, 2008, p13.

23) 유럽의 경우 전통적으로 시설투자 비중이 높았던 지역으로 2007년의 신규투자는 더욱 확대된 것으로 조사됨.

<그림 II-5> 전 세계 녹색에너지 권역별 시설 투자 추이<sup>24)</sup>



이 같은 추세는 녹색 에너지 신규 투자가 선진국에서도 활발하지만 신흥 개발국 혹은 개발도상국으로 투자 대상이 전환됨을 시사하고 있다. 특히, 교토의정서에 의거하여 도입한 청정개발 체계(Clean Development Mechanism, CDM)<sup>25)</sup>에 의한 등록 사업(Registered Project)의 상당수를 인도(32%), 중국(19%), 브라질(13%)에서 수행하고 있는 것으로 나타났다.

## 2) 녹색 빌딩

현재 빌딩 부문은 타 건설상품보다 소비자(실사용자)와 가장 근접한 영역이고 에너지 사용량, 탄산가스방출량, 물 사용량, 쓰레기 배출량 등에 있어서 기존의 빌딩보다 가시적인 효과가 매우 크기 때문에 전 세계적 붐인 소비자의 친환경 상품 구매 성향과 맞물려 그 수요 및 필요성이 급증하고 있는 실정<sup>26)</sup>이다. 세계 각 권역별 녹색 빌딩에 대한 현황과 향후 전망을 요약하면 다음 <표 II-3>과 같다.

24) Global Trends in Sustainable Energy Investment 2008, UNEP & New Energy Finance, 2008, p37.  
 25) CDM 사업은 선진국이 개발도상국에서 온실가스 감축사업을 수행 및 투자하여 달성한 실적의 일부를 선진국 감축량으로 허용하는 제도임.  
 26) 최근 연구에 따르면, 유럽 소비자의 70%가 생산 기업의 사회적 책무를 중요시 여기며, 20%는 친환경적인 상품 구매 비용을 더 지불할 의사가 있는 것으로 조사됨. 이러한 성향은 미국에서도 마찬가지로 유기농 음식, 하이브리드 자동차, 친환경 실내 및 용품 시장 등은 비싼 가격에도 불구하고 계속적으로 성장하고 있음. 즉, 녹색 빌딩 시장의 성장은 바로 이러한 경향과 무관하지 않다는 것임.

<표 II-3> 세계 권역별 녹색빌딩 시장 동향 및 전망<sup>27)</sup>

구분	Overview (사업 비중)	시설별	기타
Europe	2008년: 0~5% 비중 2013년: 최소 16% 이상/60% 이상(응답자 65%)	주거>오피스>정부청사>공장 등 향후 5년간 20%이상 성장 예상 불황기의 성장동력	매출과 이윤 증대 그린 비즈니스 이유: 시장 수요 장애요인: 초과 비용
North America	2008년: 6~10% 비중 2013년: 최소 16% 이상/60% 이상(응답자의 52%)	주거>정부청사>교육>오피스>병원 등 불황기의 성장동력	매출과 이윤 증대 그린 비즈니스 이유: 올바른 방향이기 때문에 장애요인: 초과 비용
South America	2008년: 0~5% 비중 2013년: 최소 16% 이상	주거>오피스>병원 등 향후 1,010억불 시장 예상	매출과 이윤 증대 그린 비즈니스 이유: 시장 변화 장애요인: 정치적 지원 부족 및 초과비용
Australia /New Zealand	2008년: 0~5% 비중 2013년: 최소 16% 이상/60% 이상(응답자의 48%)	정부청사>오피스>주거 향후 시장이 주력분야가 될 것으로 예상	매출과 이윤 증대 그린 비즈니스 이유: 시장 수요 장애요인: 초과 비용
Asia	2008년: 0~5% 비중 2013년: 60% 이상(응답자의 73%)	오피스>정부청사>공장>주거 매우 빠른 성장 예상	매출과 이윤 증대 그린 비즈니스 이유: 기업 내부의 결정 장애요인: 초과 비용
Middle East /North Africa	2008년: 0~5% 비중 2013년: 최소 16% 이상/60% 이상(응답자의 59%)	주거>오피스>정부청사 빠른 성장 및 매력 시장으로 급부상 가능	매출과 이윤 증대 그린 비즈니스 이유: 올바른 방향이기 때문에 장애요인: 관련 전문가 부족

권역별로 현재 시장은 북미지역이 가장 활발한 것으로 평가되며, 2013년을 기준으로 보았을 때 아시아, 유럽, 북미, 중동권, 호주권 시장이 유망한 것으로 나타났다. 이들 지역은 향후 시장에서 전체 프로젝트의 최소 16% 이상이 녹색빌딩으로 추진될 것으로 보이며, 실제적으로는 60%이상도 가능하다는 의견이 매우 높았다. 녹색빌딩의 유망 상품

27) Global Green Building Trends, McGraw Hill Construction, 2008, pp.8~14의 내용을 요약 및 재구성  
이 보고서에서는 권역별 시장 특성 및 전망을 위해 조사대상 45개국의 관련 전문가 700명 이상을 대상으로 각 시장의 현황과 특성을 조사하였음. <표 II-3>에서 제시한 각종 수치는 응답 전문가가 인식하는 주관적인 비중이나 수치가 되었음.

은 권역별로 그 특징을 달리하고 있었으며 녹색 빌딩을 통한 기업의 매출과 이윤 증대는 거의 모두 동의하였으나 시장 활성화의 장애요인으로 초과비용에 대한 우려가 매우 큰 것으로 나타났다. 한편, 남미 지역의 경우 정부의 정치적(제도 등) 지원 부족이 가장 큰 장애요인으로 지적되었고, 중동의 경우 관련 전문가 부족도 하나의 장애요인으로 인식하고 있는 것으로 조사되었다.

또한 현재 미국, 유럽, 일본 등에서는 녹색 빌딩을 평가하는 기준이 개별적으로 존재하고 있는 것으로 나타났다. 이들 국가에서 규정하는 녹색빌딩은 설계, 시공, 운영, 그리고 개보수 혹은 해체 등의 일련의 과정에서 친환경적인 고려, 에너지 효율 제고, 지속가능한 개발방식을 적용한 빌딩을 모두 의미하고 있다. 대표적인 평가 기준을 정리하면 다음과 같다.

- Energy Efficiency(에너지 효율성)
- Indoor Environmental Quality(내부 환경 품질)
- Water Efficiency(물순환 효율성)
- Resource Efficiency(자재의 효율성)
- Construction Process(건설 프로세스)

이러한 대표적인 기준<sup>28)</sup>은 녹색빌딩 시장이 성장하고 실제 사례가 증가할수록 계속 보완되고 발전될 가능성이 매우 높지만 녹색 빌딩 혹은 녹색건설을 규정하는 하나의 중요한 잣대로 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 이와 함께 각 국가 혹은 국가 내에서도 대상 건물의 친환경성을 평가하는 시스템이 개별적으로 개발 및 활용되고 있다. 국가별 녹색 빌딩 인증 시스템을 소개하면 다음 <표 II-4>와 같다.

---

28) 미국과 유럽의 관련 시장을 추정하는데 있어서도 상기 기준을 활용.

### <표 II-4> 국가별 녹색 빌딩 인증 시스템

<b>BREEM(영국)</b> Building Research Establishment Environmental Assessment Method	<b>LEED(미국)</b> Leadership in Energy and Environmental Design
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Building Research Establishment사에서 1998년 최종 개발</li> <li>○ 평가 스케일                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- pass, good, very good, excellent</li> </ul> </li> <li>○ 9개 성과측정 항목                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- management, energy use, health and well-being, pollution, transport, land use, ecology, materials, water</li> </ul> </li> <li>○ 대상                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- office, homes, industrial units, courts, prisons, schools, retail outlets and shopping malls, existing housing portfolios, multi-residential units 등</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ US Green Building Council에서 2000년 개발</li> <li>○ 평가 스케일                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- certified, silver, gold, platinum</li> </ul> </li> <li>○ 6개 성과측정 항목                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- sustainable sites, water efficiency, energy and atmosphere, materials and resources, indoor environmental quality and innovation in design</li> </ul> </li> <li>○ 대상                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- new construction and major renovation, existing building, commercial interiors, core and shell, schools, homes 등</li> </ul> </li> </ul>
<b>Green Star(호주)</b>	<b>CASBEE(일본)</b> Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ US Green Building Council Australia에서 개발하여 2003년 시작</li> <li>○ 평가 스케일                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1~6개 별점 부여, 4개 이상인 경우에만 공식 인증 획득</li> </ul> </li> <li>○ 6개 성과측정 항목                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- management, indoor environmental quality, energy, transport, water, materials, land use and ecology, emissions, and innovation</li> </ul> </li> <li>○ 대상                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- office design, office as built, office interior, shopping center design, healthcare, education, office, existing building 등</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Japan Sustainable Building Consortium에서 개발하여 2002년 시작</li> <li>○ 평가 스케일                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- C(poor), B<sup>-</sup>, B<sup>+</sup>, A and S(excellent)</li> </ul> </li> <li>○ 6개 성과측정 항목                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- energy efficiency, resource efficiency, local environment, indoor environment</li> </ul> </li> <li>○ 대상                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- pre design, new construction, existing building, renovation 등</li> </ul> </li> </ul>

국가마다 녹색 건물에 대한 친환경 인증 시스템의 이름과 평가 스케일은 다소 상이하지만, 측정 항목의 핵심적인 내용은 대동소이한 것으로 판단된다. 다만, 영국, 미국, 호주 등의 평가항목이 일본에 비해 상세한 정도가 차이점이라 할 수 있겠다. 이러한 기준들은 향후 녹색 빌딩과 그렇지 않은 것을 구별하게 하는 기준이 될 것으로 판단되며 녹

색건설시장이 커질수록 해당 지역(Local) 건설산업에서 요구하는 특정 요구조건과 부합되는 평가시스템이 필요하기 때문에 매우 다양해질 가능성이 있을 것으로 평가된다.

### 3) 세계 녹색건설의 특징

Global Green Building Trends의 연구결과<sup>29)</sup>에 따르면, 그린 빌딩의 경우 (1)에너지 사용량 30~50% 저감, (2)CO<sub>2</sub> 배출량 35% 저감, (3)쓰레기 배출 70% 저감, (4)물 사용량 40% 저감 효과가 있는 것으로 나타났으며, 녹색빌딩으로 추진함으로써 발생하는 초과비용 역시 실제로는 평균 5% 정도만이 발생하는 것으로 조사되었다. 또한 녹색빌딩의 효과는 단순히 에너지 등의 저감만이 있는 것이 아니라 유무형의 간접효과<sup>30)</sup>가 있는 것으로 조사되었다. 국가, 발주자, 기업이 인식하는 녹색건설의 성과를 살펴보면 다음 <표 II-5>와 같다.

결과적으로 녹색건설은 기업측면에서는 회사의 성장을 충분히 기대할 수 있고, 시장 전략의 차별화, 혁신 등이 가능하다고 판단하고 있으며 발주자와 사용자측면에서는 시설 운영비용의 저감과 간접효과를 얻을 수 있다고 판단하는 것으로 나타났다. 또한 고용창출 측면에서도 미국의 예로 한정된 것이지만, 상당한 규모로 신규 일자리 창출이 가능함을 추정하고 있는 상태이다. 하지만 녹색건설 시장의 성장을 위해서는 다음의 요소가 전제되어야 함을 강조하고 있다.<sup>31)</sup>

29) Global Green Building Trends, McGraw Hill Construction, 2008, pp.7.

30) (1) 운영비용 저감: 8~9%, (2) 건물가치 향상: 7.5%, (3) ROI(Return on Investment) 향상: 6.6%, (4) 주거 비율 증가: 3.5%, (5) 임대 비율 증가: 3%.

31) Key Trends in the European and U.S. Construction Marketplace, SmartMarket Report, McGraw Hill Construction, 2008.1, p26.

<표 II-5> 국가, 발주자, 기업이 인식하는 녹색빌딩의 성과<sup>32)</sup>

Industry Player	Business Benefits from Green Building	비율
Global Construction Player	·응답자의 56%가 회사의 빠른 성장이 가능	
	·응답자의 86%가 회사의 성장이 가능	
Corporate Player	·시장 차별화	56%(응답률)
	·운영비용 저감	58%(응답률)
	·혁신	57%(응답률)
	·재정적 성과 영향도	31%(응답률)
School Administrators and Facility Managers	·운영 비용 저감	11%
	·건물 가치 상승	6%
	·에너지 비용 저감	10%
Health Care Owner	·에너지 비용 저감	10%
	·환자의 회복정도	응답자의 47%는 빠른 회복 기대, 8%는 빠른 회복을 보고
Home Owner	·에너지 비용 저감	18%
	·수도세 절감	18%
고용 창출(Green Job)	·Energy Saving Act → Green Collar Job 교육훈련비로 1억불 배정 ·2030년까지 4,000만명 일자리 창출(American Solar Energy Society) ·풍력 발전에 40만명 일자리 창출 ·기후대책을 위해 매년 5,000~10,000명 일자리 창출(시카고시)	

- 법과 제도 : 정부는 관련법과 제도 등 각종 기준의 변화를 통해 공급자를 압박해야 한다. 영국의 경우 에너지 사용세를 부과하였으며, 미국의 많은 도시는 녹색인증 (Green Certification)을 받은 빌딩의 경우 세금 혜택을 주는 것으로 나타난다.
- 인식변화 : 현재 녹색과 관련한 상품은 매스 미디어의 주관심사가 되고 있으며, 운영비용 절감 등 녹색빌딩을 통한 혜택이 매우 크다는 인식이 매우 많은 사업주체 (발주자)에게 확산되고 있다.
- 각종 가이드 및 정보 제공 등 활동 : 미국과 유럽의 경우 국가차원에서 설립한 재단을 통해 각종 가이드나 보고서 등이 발간되고 있으며, 이러한 활동은 발주자와 실제 사업주체에 영향을 주고 있다.

32) Green Outlook 2009: Trends Driving Change, McGraw Hill Construction, 2008, pp.11 ~ 12 요약 및 재구성.

### 3. 건설상품의 ‘녹색성’ 및 구분

녹색건설은 단순히 시장으로서의 의미가 아니라 건설산업이 관련된 시장에서 건전한 비즈니스 활동을 통해 이윤을 창출함과 동시에 국가 및 국민에게도 지금보다 향상된 친환경 및 경제적 혜택을 줄 수 있는 시장을 의미한다. 따라서 녹색건설시장을 활성화하기 위해서는 현재 국내에서 논의되고 있는 수준이 아닌 타 산업과 소비자까지 포함한 통합적이고 미래지향적인 시각에서 준비가 필요할 것으로 판단된다. 이러한 의미에서 본 절에서는 녹색건설 활동을 위한 녹색건설 사업을 상품과 연계하여 건설상품의 ‘녹색성’정도를 파악하고 분류하고자 한다.

#### (1) 건설 녹색성(Construction Greening)

녹색건설 활동은 녹색 건설상품과도 연결되는데 에너지 사용량 저감은 물론 대체에너지 생산시설, 그리고 폐기물 저감, 국민들의 생활용수 확보는 물론 오염된 물을 정화시키기 위해 제공하는 건설서비스 등도 포함하고 있다. 이처럼 앞서 정의한 바와 같이 녹색건설은 “건설기술이 녹색 효과를 높이기 위해 기여할 수 있는 모든 활동”을 포함하고 있다. 따라서 기존의 건설상품이든 ‘녹색’을 가진 새로운 건설상품이든 이 모든 건설상품이 녹색 건설상품일 수 있는 것이다. 다만, 각 상품들이 ‘녹색’ 효과를 얼마나 가지고 있는가의 차이가 있는 것이다. 어떠한 상품은 이미 ‘녹색’ 효과를 충분히 가지고 있어 국가의 녹색성장에 견인역할을 하고 있는 상품(High greening)이 있을 수 있고, 어떠한 상품은 ‘녹색’ 효과를 가지기는 하나 그 효과가 미미해 더 많은 투자나 기술개발이 필요한 상품(Fair greening)이 있을 수 있다. 그렇지 않은 상품들은 현재 ‘녹색’에 반하거나 기술 혹은 개발을 통해 이를 확보해야 하는 상품(Low greening)일 것이다. 건설분야의 녹색활동은 온실가스저감, 에너지 효율화, 환경오염 저감으로 이러한 ‘녹색’을 다시 건설상품의 특성을 반영한 ‘건설 녹색성(Construction Greening)’기준으로 정리하면 다음과 같이 네 가지로 나누어 볼 수 있다.

### 1) 에너지·가스 저감

화석연료 청정화와 에너지 사용량을 획기적으로 줄일 수 있는 상품을 포함한다. 예를 들어 철도와 같이 대중교통수단으로서 개인들이 사용하는 에너지 총량을 줄임과 동시에 배출가스를 최소화시키는 상품이 이에 해당될 수 있으며, 석탄액화 및 가스 액화시설물 등의 청정화 상품이 예가 될 수 있다.

### 2) 대체 에너지

석유나 석탄 등 화석연료를 사용하지 않고 에너지 생산이 가능한 신·재생에너지 상품으로 풍력, 조력이나 조류발전소 등이 대표적인 상품이다. 원자력발전소나 수력발전소 등 이미 상용화되어 있지만 이산화탄산가스를 배출하지 않는 상품도 대체에너지 상품 범위 안에 포함된다.

### 3) 시설 효율개선

기존 시설의 리모델링을 통하거나 효율적 자원 활용을 통해 에너지 효율을 개선하는 상품이 이에 해당된다. 기존 건축물에서 에너지 낭비를 줄이기 위해 더 효율적인 단열재를 사용하거나 친환경 설계를 통해 에너지 효율을 높일 수 있는 것과 도심지 내 블록단위나 혹은 대형건물 등에서 사용하고 있는 냉·난방설비나 전력·통신설비, 상·하수도설비 등을 집산화시켜 에너지 사용량, 배출가스, 폐기물 배출 등을 저감할 수 있는 건설상품이 해당된다.

### 4) 환경복원 및 공간 개선

폐자원의 재활용과 같이 기존 환경오염을 최소화시키거나 지구생태계의 건강성을 확보해 주는 친환경 보존을 뜻하며 강·하천변 정비 사업이나 수로 확보를 위한 준설, 그리고 수변의 생활공간 개발이 이에 해당될 수 있다. 또한 생활용수 공급량 확대를 위한 댐건설이나 수로 건설 등 주로 수량 확보와 관련된 건설상품과 환경복원을 위한 오염토양 복원(미국기지 반환 지역 토지정화사업 등), 폐가 및 폐촌 등 자연 복원 사업 등도 이에 포함된다.

## (2) 특성별 건설 상품 구분

건설 특성을 반영한 에너지·가스 저감, 대체 에너지, 시설 효율개선, 환경복원 및 공간 개선의 네 가지 ‘건설 녹색성’ 기준으로 전문가 자문의견을 통해 건설상품별 ‘녹색성’ 정도를 파악하였다. 전문가 자문은 다음 <표 II-6>과 같이 각 항목의 ‘녹색성’ 정도를 High, Medium, Low로 구분하여 결과를 도출하였다.

<표 II-6> ‘건설 녹색성(Construction Greening)’의 기준

구분	‘Construction Greening’ 정도(As-Is)												종합 평가
	에너지·가스저감			대체 에너지			시설 효율개선			환경복원·공간개선			
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
건설 상품 A													
건설 상품 B													
건설 상품 C													
건설 상품 D													

High(H)의 기준은 현재 높은 ‘건설 녹색성’을 가지고 있고 국가 녹색성장에 기여도가 높은 상품을 뜻하며, Medium(M)은 현재 건설상품이 ‘건설 녹색성’을 가지고는 있으나 개선의 여지가 있는 상품으로 구분하였다. 그리고 Low(L)는 현재 건설상품이 ‘건설 녹색성’을 가지고 있지 않아 기술개발 및 높은 투자가 필요한 상품으로 정의한 기준으로 결과 값을 도출하였다.

전문가 선정은 어느 특정분야에 전문성이 높을 경우 타 건설상품과 비교하여 판단하기 어려울 것으로 판단되어 많은 상품을 다각도로 검토해 볼 수 있는 시공능력순위 5대 대형 기업<sup>33)</sup>의 기획실을 통해 기업을 대표할 수 있는 건설관련 경력 20~25년 이상 직급자들의 답변을 정리하여 도출하였으며 결과의 공정성을 위해 연구진을 포함한 (재)한국건설산업연구원의 전문가 10인이 평가 및 조정하였다.

33) 대우건설, 삼성물산, 현대건설, GS건설, 대림산업(2008년 기준).

<표 II-7> '건설 녹색성(Construction Greening)'에 따른 녹색 건설상품의 분류

대분류	중분류	소분류	'Construction Greening' 정도(As-Is)												Ratio	
			에너지·가스저감			대체 에너지			시설 효율개선			환경복원/공간개선				
			L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H		
Residential	Housing	주택, 공동주택(단지)	■			■			■			■			Low	
		사무용 건물	■			■			■			■			Low	
Non-residential	Building	상업용 건물	■			■			■			■			Low	
		학교 및 공공시설	■			■			■			■			Low	
		병원 및 호텔	■			■			■			■			Low	
		체육시설	■			■			■			■			Low	
		일반산업공장	■			■			■			■			Low	
	Industrial Structure	철강 및 비철강 플랜트	■			■			■			■			Low	
		시멘트, 제지, 자원재광시설	■			■			■			■			Low	
		화공(석유화학, 일반화학)플랜트	■	■		■			■			■			Low	
		Oil & Gas 플랜트	■	■		■	■		■			■			Fair	
		에너지저장(입출하/탱크 등)	■	■		■			■			■			Low	
Transportation		철도/경전철	■			■			■			■			Fair	
		도로/교량	■			■			■			■			Low	
		공항	■			■			■			■			Low	
		항만/조선소	■	■		■			■			■			Low	
Public Health		수자원확보시설(물공급/상하수도등)	■			■			■			■			Fair	
		수처리시설(오수/우수/지하수/해수등)	■			■			■			■			Fair	
		하천정비/생태하천	■			■			■			■			Fair	
		음식물쓰레기/축산분뇨/슬러지처리시설	■	■		■			■			■			High	
		토양정화시설	■	■		■			■			■			Fair	
Infrastructure		화력 발전소	■			■			■			■			Low	
		복합 발전소	■	■		■			■			■			Low	
		열병합 발전소	■			■			■			■			Fair	
		지역(집단)냉난방	■			■			■			■			Fair	
	Energy		풍력 발전소	■			■			■			■			High
			송배전 시설	■	■		■			■			■			Low
			태양광/태양열 발전소	■			■			■			■			High
			조력 발전소	■			■			■			■			High
			원자력 발전소	■			■			■			■			High
			수력 발전소	■			■			■			■			Fair
			조류 및 파력 발전소	■			■			■			■			High
			바이오매스 시설	■			■			■			■			High
			폐기물 연료화시설	■			■			■			■			High

분석을 위한 건설상품의 범위는 에너지 혹은 폐기물 저감 관련 요소기술 중심보다 기존의 일반 건축물이나 시설물 등과 같이 건설의 대표성을 가지는 35개 완성 건설상품

중심으로 범위를 한정하였고, 바이오기술(BT), 에너지기술(ET), 정보기술(IT) 등과 융합 가능한 건설상품(Conceptual Construction Products) 등은 제외하였다. 또한 향후 글로벌 시장과의 호환성을 확보하기 위해 세계 건설시장 전망기관인 ‘Global Insight’사에서 분류하는 상품분류와 유사한 방식으로 재분류하였다. 따라서 현재 건설상품별 ‘건설 녹색성(Construction Greening)’ 정도를 전문가 조사를 통해 파악하고 그 차이에 따라 특성별로 나누어 정리하면 다음<표 II-7>과 같다. 이를 다시 ‘건설 녹색성(Construction Greening)’에 따른 건설 상품을 특성별로 정리하면 다음 <표 II-8>과 같다.

**<표 II-8> 특성별 녹색 건설상품군**

High Greening Group	Fair Greening Group	Low Greening Group
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 풍력 발전소</li> <li>- 태양광/태양열 발전소</li> <li>- 조력 발전소</li> <li>- 원자력 발전소</li> <li>- 조류 및 파력 발전소</li> <li>- 바이오매스 시설</li> <li>- 음식물쓰레기 / 축산분뇨 / 슬러지처리시설</li> <li>- 폐기물 연료화시설</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oil &amp; Gas 플랜트</li> <li>- 철도/경전철</li> <li>- 토양정화시설</li> <li>- 열병합 발전소</li> <li>- 지역(집단)냉난방</li> <li>- 수처리시설 (오수/우수/지하수/해수 등)</li> <li>- 수력 발전소</li> <li>- 하천정비/생태하천</li> <li>- 수자원 확보시설(물공급/상하수도)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 주택, 공동주택(단지)</li> <li>- 사무용 건물</li> <li>- 상업용 건물</li> <li>- 학교 및 공공시설</li> <li>- 병원 및 호텔</li> <li>- 체육시설</li> <li>- 일반산업공장</li> <li>- 철강 및 비철강 플랜트</li> <li>- 시멘트, 제지, 자원재광시설</li> <li>- 화공(석유화학, 일반화학)플랜트</li> <li>- 에너지저장(입출하/탱크 등)</li> <li>- 도로/교량</li> <li>- 공항</li> <li>- 항만/조선소</li> <li>- 화력 발전소</li> <li>- 복합 발전소</li> <li>- 송배전 시설</li> </ul>

1) High Greening : 현재 높은 ‘건설 녹색성’을 가지고 있는 대표적 녹색 건설상품

현재 높은 ‘건설 녹색성’을 가지고 있는 대표적 녹색 건설상품으로 국가 녹색성장에 높은 기여를 하는 상품으로는 풍력발전소, 태양광발전소, 태양열발전소, 조력발전소, 원자력발전소, 조류 및 파력발전소, 바이오매스시설, 각종 처리시설(음식물쓰레기, 축산분뇨, 하수슬러지 등), 폐기물 연료화시설 등으로 나타났다. 이들 녹색 건설상품 대부분은 에너

지에 관련한 것으로 건설산업의 주 상품인 건축과 토목과는 큰 연관성이 없지만 기반산업을 담당하는 역할을 하는 것으로 나타났다.

## 2) Fair Greening : 어느 정도의 '건설 녹색성'을 가지고는 있으나 개선이 필요한 녹색 건설상품

현재 높은 '건설 녹색성'을 가지고 있지는 않으나 '건설 녹색성'에 반하지 않으며, 단기적으로 선택과 집중을 통해 대표적 녹색 건설상품으로의 개선 여지가 높은 상품을 뜻하며 이러한 상품은 Oil & Gas 플랜트, 철도 및 경전철, 수처리시설(댐, 강변여과수, 오수, 우수, 지하수, 해양심층수와 해수담수화 등의 해수처리시설 등), 토양정화시설, 열병합 발전소, 지역(집단)냉난방, 수력 발전소, 하천정비/생태하천, 수자원확보시설(물공급/상하수도 등) 등인 것으로 나타났다. Fair Greening 대부분의 특징은 녹색기술의 발전이나 친환경설계를 통해 단시일 내에 개선의 효과를 볼 수 있다는 것이다.

## 3) Low Greening : '건설 녹색성'이 낮아 기술개발 및 높은 투자가 필요한 건설상품

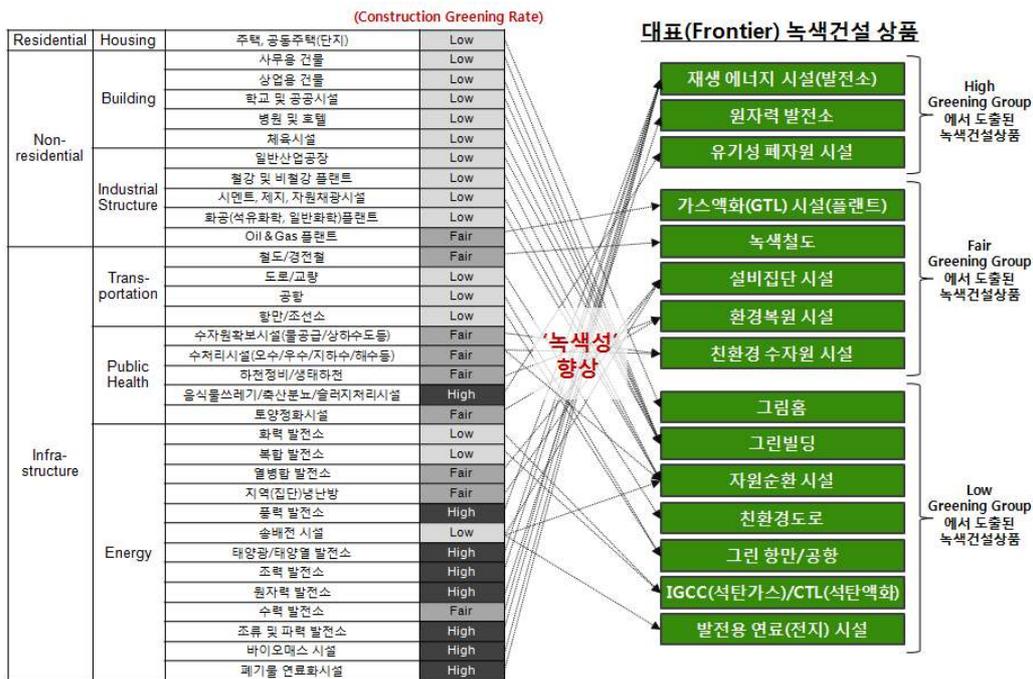
전통적인 건축과 토목부문의 대부분은 현재 '건설 녹색성'이 낮게 평가되고 있으며 이를 위한 적극적인 투자 및 기술개발이 필요한 것으로 나타났다. 이들 건설상품들은 건축부문에 주택 및 공동주택(단지), 사무용 건물, 상업용 건물, 학교 및 공공시설, 병원 및 호텔, 체육시설 등 대부분의 상품이 포함되어 있고, 산업시설부문에 일반산업공장, 철강 및 비철강 플랜트, 시멘트와 제지 및 자원채광시설, 화공(석유화학, 일반화학)플랜트, 에너지저장(입출하/탱크 등)이 포함되었다. 또한 토목부문 역시 도로 및 교량, 공항, 항만, 조선소 등 거의 모든 건설상품이 해당되는 것으로 조사되었다. 에너지 부문에서도 화력 발전소, 복합발전소, 송배전시설물이 이에 해당되었다. 이처럼 본 조사를 위한 35개 녹색 건설상품 중 과반이 넘는 18개(51.4%) 상품이 Low Greening으로 나타나 녹색성장의 큰 역할을 담당하게 될 녹색건설을 위해서 정부와 민간이 보다 적극적인 노력이 필요한 것으로 나타났다.

## 제 3 장 대표 녹색 건설상품의 현황 및 진단

### 1. 대표 녹색 건설상품

앞서 조사된 특성별 건설상품들이 건설산업의 대표성을 가지는 상품으로 구성되어 있기는 하지만 현재(As-Is) 시점의 전통적인 건설상품들로 구성되어 있고 향후 '건설 녹색성'을 추구하는 새로운 개념의 상품이나 복합공정의 녹색 건설상품은 포함하고 있지 않다. 예를 들면 세계적으로 '녹색'붐을 이끄는 그린 빌딩, 그린 홈, 친환경도로, 탄소제로도시 등이 대표적인 사례가 될 수 있다. 따라서 본 장에서는 현재 '건설 녹색성'이 높은 전통적인 건설상품이거나 복합공정으로 이루어진 대표 녹색 건설상품을 도출하여 상품별 현황 및 진단을 해보고자 한다.

<그림 III-1> '녹색성' 향상을 위한 대표 녹색 건설상품



대표 녹색 건설상품의 기준은 향후 ‘건설 녹색성’을 높일 수 있거나 녹색성장을 이룰 수 있는 건설산업에서의 대표성을 가질 수 있는 녹색상품으로 건설산업이 주된 노하우와 기술을 선점하고 있는 기술(construction intensive)을 중심으로 도출하였다. ‘녹색성’ 향상을 위해 각 상품으로부터 도출된 대표 녹색 건설상품을 정리하면 <그림 III-1>과 같이 정리해 볼 수 있다.

각 그룹 내의 건설상품들을 대표 녹색 건설상품으로 구분하면 High Greening Group의 건설상품들은 재생에너지 시설물, 원자력 발전소, 유기성 폐자원시설의 3가지 대표 상품으로 나타난다. (1)재생에너지 시설물은 풍력발전소, 태양광/태양열 발전소, 해양 발전소, 바이오매스 시설물, 폐기물 연료화시설물을 포함한다. (2)원자력 발전소는 재생에너지의 구분으로 분류되고 있지 않으며 하나의 건설상품으로 높은 기술력과 주도력을 가지고 있기 때문에 완성품으로 구분된다. (3)유기성 폐자원시설물은 국내 건설사들이 토목분야의 비중이 큰 상품으로 구분을 하고 있어 완성품으로의 가치가 높아 바이오매스 시설과 분리하여 구분된다.

Fair Greening Group의 상품들은 ‘녹색성’ 향상을 위해 가스액화(GTL: Gas To Liquid) 시설, 녹색철도, 설비집단시설, 환경복원시설, 친환경 수자원시설을 대표 녹색 건설상품으로 도출하였다. (1)가스액화시설은 천연가스를 액화한 석유를 의미하며 디젤, 가솔린 등을 대체하는 운송연료 혹은 석유화학제품의 기초원료로 사용 가능케 하는 시설(간접액화연료 및 직접액화연료 플랜트 포함)을 뜻한다. (2)녹색철도는 철도 인프라, 건설시 발생하는 소음 및 진동 해결, 녹색구매 및 물류활동을 위한 인프라 확충, 궤도와 노반의 친환경 설계 및 시공, 철로 주변 친환경 공간개선 등을 포함한다. (3)설비집단시설은 냉난방 설비 집단화(열병합 발전, 지역 냉난방), 전력 및 통신설비 집단화(송배전설비), 상·하수도 설비 집단화 등 설비 집단화를 통해 탄소배출 저감 및 에너지 효율을 향상시킬 수 있는 시설을 포함한다. (4)환경복원시설은 하천복원·생태하천에 관련된 상품과 토양정화 시설 등 환경복원을 정비하는 시설을 포함한다. (5)친환경 수자원시설은 물과 관련한 모든 시설을 뜻하며 수처리시설(지하수, 강변여과수, 우수, 오수(중수도), 해수(해양심층수, 해수담수화), 수자원확보시설(물공급, 하천관리, 상하수도)을 포함한다.

Low Greening Group에서 도출된 대표 녹색 건설상품은 7가지의 상품으로 그린홈, 그린빌딩, 자원순환시설, 친환경도로, 그린항만 및 공항, 석탄가스(IGCC : Integrated

Gasification Combined Cycle) 및 석탄액화(CTL : Coal to Liquid), 발전용 연료(전지) 시설로 구분된다. (1)그린홈은 에너지 절약, 물 절약, 실내 공기질 향상, 친환경재료를 이용한 주거용 건축물로서 집이란 장소를 통해 안락한 가족생활을 구현할 수 있는 시설물을 포함한다. (2)그린빌딩은 에너지 부하저감, 설비효율향상, 공해저감 및 자원재활용을 포함한 건축시설물로서 기존 건물의 시설 리모델링과 친환경 설계를 통한 빌딩 모두를 포함한다. (3)자원순환시설은 기존의 시설물에서 CO<sub>2</sub> 배출 및 폐기물을 감축하기 위한 설비 혹은 시설물을 뜻하며 철강 및 비철강분야 자원순환 설비 및 시설, 시멘트, 제지, 자원채광분야 자원순환 설비 및 시설, 화공(석유화학, 일반화학) 분야 자원순환 설비 및 시설을 포함한다. (4)친환경도로는 보행환경 계획 및 구축, 도로 주변 친환경 발전 시스템, 환경 친화적 공법적용상품, 포장 신재료, IT와 연계한 Eco-Road 등을 모두 포함한다. (5)그린항만 및 공항은 공항시설의 에너지 효율화, 폐기물 및 배수 등 클린 항만구현, 지열시스템 및 태양광 발전시스템 등의 에너지시스템, 친환경 물류체계 구축시설 등을 포함한다. (6)석탄가스화 시설은 재래식 미분탄 방식에 비하여 환경보전 측면에서 매우 우수한 특성을 지니고 있으며, 석탄을 가스화하여 정제한 후 가스터빈 연료로 사용하여 발전하고 그 배열을 이용하여 증기를 발생시킴으로써 증기터빈을 구동하는 복합 발전시스템을 포함한다. 석탄액화시설은 고석탄액화체상태인 석탄을 액체연료로 전환시키기 위하여 고온(430~460℃) 및 고압(약 100~280기압)의 반응조건하에서 수소를 첨가시켜서 생성물의 수소/탄소비를 1.5~2.0 정도로 증가시킴으로써 에너지 밀도가 높고 수송 및 보관이 용이한 청정 인조원유를 제조하는 시설을 포함한다. (7)발전용 연료(전지)시설은 기존의 복합화력에 비해 효율성이 높고, 건설에 필요한 면적이 작아 차세대 친환경 발전설비로 부각되는 시설을 포함한다.

## 2. 대표 녹색 건설상품의 현황 및 진단

### (1) High Greening Group

‘건설 녹색성’ 정도가 높은 High Greening Group내의 대표적인 건설상품은 풍력발전소, 태양광발전소, 태양열발전소, 조력발전소, 원자력발전소, 조류 및 파력발전소, 바이오매스시설, 각종 처리시설(음식물쓰레기, 축산분뇨, 하수슬러지 등), 폐기물 연료화시설로 대부분 에너지에 관련한 것이다. 특히 신·재생에너지<sup>34)</sup> 분야는 고유가가 지속될 수 있다는 전망과 개도국 중심의 수요증가, 공급의 한계 등 어려운 에너지 수급 여건 속에 에너지 자립을 위한 대안으로 신성장동력 역할을 기대할 수 있는 분야이다.

지식경제부에서 발표한 ‘그린 에너지 발전전략<sup>35)</sup>’에서도 그린 에너지산업을 신·재생에너지, 청정화 및 에너지효율 향상 기술 등 크게 3개 분야로 분류하고 있고 이 중 연료전지, LED조명과 같은 원천기술을 제외하고는 모두 건설에서 채택 및 활용하고 있는 기술들이다. 특히 정부는 전기의 발전원별로 기준가격을 고시하고 해당 에너지가 기준가격보다 낮은 경우 전력거래가격과의 차액을 지원하는 제도를 마련하였으며, 차액지원은 전력산업기반기금에서 우선적으로 지원해준다. 또한 「조세특례제한법」 제118조에서는 신·재생에너지의 생산용기자재 및 이용기자재에 대한 관세를 경감해주고 있다. 또한 민간부문의 투자 유도를 위해 신·재생에너지 발전전력의 차액보전제도, 세제감면 등 인센티브제도를 강화하였으며, 용자 상환기간 및 대출금리 인하 등의 지원제도를 도입하였다. 현재 High Greening Group내의 건설상품은 녹색성장의 중요한 역할을 담당하고는 있으나 이를 더 발전시키고 100%의 ‘건설 녹색성’을 달성하기 위해서 더 많은 노력이 필요하다. 따라서 현재 High Greening Group내의 대표 녹색 건설상품 현황을 살펴보고 발전사항을 살펴보고자 한다.

#### 1) 재생 에너지 시설(발전소 등)

풍력 발전소는 바람의 운동에너지를 이용한 발전방식으로 화석연료 대체효과가 크

34) 신에너지는 연료전지, 석탄액화가스화, 수소에너지의 3개 분야와 재생에너지는 태양열, 태양광발전, 바이오매스, 풍력, 소수력, 지열, 해양에너지 및 폐기물에너지임.

35) 저탄소 녹색성장의 열쇠, “그린 에너지산업 발전전략” 발표, 지식경제부 보도자료, 2008.9.11, p.5.

고<sup>36)</sup> 대부분 무인 원격 운전되므로 유지보수 비용이 저감되며 연료비가 거의 없는 ‘건설 녹색성’ 높은 대표적인 건설상품이다. 또한 초기투자비가 높기는 하나 건설 및 설치 기간이 짧고 설치 높이가 높아 지상 토지를 농사, 목축 등과 같은 용도로도 활용이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 풍력으로 발전하려면 평균 초속 4m/s 이상으로 부는 바람이 필요하므로 경제성을 확보할 수 있는 입지가 매우 제한적이고 방해물 등의 자연환경 변화에 매우 민감할 수 있어 개발이 진행 중인 지역에는 신중한 검토가 필요<sup>37)</sup>한 것으로 나타난다. 풍력 발전소는 입지에 따라 다를 수 있으나 설비 이용률이 타 발전원에 비하여 낮고 소음이 발생하므로 인가와와의 적정 이격거리가 필요한 단점이 있다.

태양광 발전소는 태양에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 태양전자발전시스템 기술로 에너지원이 무제한이며 필요한 장소에서 필요량 발전이 가능하고 유지보수가 편리한 장점이 있다. 또한 무인화 운영이 가능하고 20년 이상의 긴 수명을 가지고 있어 비용측면에서도 매우 효율적인 녹색 건설상품이다. 하지만 전력생산량이 지역별 일사량에 의존하여 에너지밀도가 가장 큰 설치면적을 필요로 함으로써 설치장소가 한정적인 단점이 있으며 시스템 비용, 초기투자비, 발전단가가 높다. 태양광 발전 사업은 현재 대부분의 매출을 전력판매를 통해 거두고 있으나 향후에는 청정개발체제(CDM: Clean Development Mechanism) 제도<sup>38)</sup>를 통해 탄소배출권을 판매함으로써 추가적인 수익을 거둘 수도 있을 것으로 판단된다.

해양 발전은 해양에 광범위하게 분포하는 파랑, 조류, 조석, 수온 등의 물리적 에너지를 전기에너지로 변환하는 기술로서, 파력발전 기술, 조류발전 기술, 조력 발전 기술 및 해수온도차 이용 기술로 대별된다. 특히 우리나라처럼 연안역의 풍부한 해양에너지 부존자원의 개발을 통해 대규모 신규 에너지 자원 확보가 가능하며 투자대비 보급효율이 높은 에너지원이라 할 수 있다. 다시 말해 연료비가 들지 않기 때문에 저렴하게 에너지를 구할 수 있으며 시설유지만 잘한다면 반영구적이고 발전소 건설비용이 저렴한 특징이 있다. 하지만 대용량의 발전이 불가능하며 출력의 진폭이 크고 조절이 불가능하여 발전의 어려움을 가지고 있다.

36) 풍력발전으로 400MWh 발전시(200kW급 풍력발전 1년간 운영), 석탄 120~200톤을 대체하는 효과.

37) 세계 풍력발전산업의 동향 및 전망, KDB 산업·경제이슈, 산은경제연구소, pp.97~98.

38) 청정개발체제(CDM)는 온실가스 감축 의무가 있는 선진국 기업들이 개발도상국에서 투자하여 온실가스를 감축하면 일정량의 배출권을 추가 발급해 주는 방식이다. 국내 기업들이 태양광발전소를 세워 유엔에 CDM 사업으로 등록하면, 온실가스 감축분만큼 배출권을 받을 수 있고, 이를 판매하여 수익을 거둘 수 있음.

바이오매스 시설은 바이오매스(biomass)를 연료로 전환하는 발전설비이다. 바이오매스 자원으로 직접 또는 생화학적, 물리적 변환과정을 통해 액체, 가스, 고체 연료나 전기 열에너지 형태로 전환하는 발전설비를 총칭한다. 기본적으로 바이오매스 시설물은 수송용 바이오연료화시설과 목질계 바이오연료화 시설, 그리고 유기성 폐자원 바이오연료인 음식물쓰레기, 축산분뇨, 하수슬러지 등의 각종 처리시설<sup>39)</sup>을 포함하나 본 연구에서 유기성 폐자원시설(음식물쓰레기, 축산분뇨, 하수슬러지 등)은 국내건설업체에서 토목분야 시설물로 상품화하고 있어 별도의 녹색 건설상품으로 분류하였다. 바이오에너지는 자원이 풍부하고 과급효과가 크며, 환경 친화적으로 생산이 가능하고 최근 지구 온난화의 주범인 화석연료에 의한 온실가스의 양을 감소할 수 있고 생성된 에너지의 형태가 연료, 전력, 천연화합물 등 다양하다는 장점이 있어 최근 이들을 에너지원으로 하는 시설물이 녹색 건설상품으로 주목받고 있다. 하지만 에너지활용 자원이 산재되어 수집 및 수송이 불편하고 각기 다른 자원에 따른 이용기술과 개발이 서로 상이하여 단위공정별 설비투자비가 많이 발생할 수 있는 단점이 있다. 무엇보다 에너지원의 과다 이용은 오히려 환경파괴를 유발할 수도 있다.

## 2) 원자력 발전소

원자력 발전소는 원자로에서 핵에너지를 이용해 만든 열을 가지고 발전하는 방식으로 무연탄이나 석유류를 쓰는 화력발전소에 비해 발전단가가 적게 드는 특징이 있다. 또한 화력발전소와는 달리 주변 환경에 영향을 끼치는 요소가 적으며 화력발전소와 같이 매연 및 유연탄(무연탄)에서 발생하는 먼지 등으로 주변에 피해를 줄 염려가 없는 청정연료자원이다. 원자력 발전의 원료인 우라늄의 매장량은 석유보다 많아서 앞으로 더 많은 기간을 사용할 수 있다는 장점도 가지고 있다. 원자력 발전소는 다른 발전소보다 더 많은 전력을 생산할 수 있고 친환경적·경제적이기는 하지만 냉각수 온배수 처리 문제 및 방사폐기물 처리 등의 큰 문제가 있다. 또한 발전소를 짓는 데 많은 시간 및 공사비가 소요<sup>40)</sup>되고 강진에 견딜 수 있도록 암반위에 세우거나 냉각수 사용을 위해 바닷가에 위치해야 하는 입지 조건상의 제약이 있다.

39) 각종 처리시설(음식물쓰레기, 축산분뇨, 하수슬러지 등)로 국내건설업체는 토목분야에서 시설물을 상품화하고 있으나 본 보고서에서는 바이오매스 시설물로 포함함.

40) 일반적으로 1개 호기를 짓는 데 드는 비용은 약 1조 5천억원 정도, 기간은 약 3~5년 정도 소요됨.

국내 시장 규모와 전망을 살펴보면 현재 고리, 영광, 울진, 월성 등 4개 지역에 총 20기(17,716MW)가 가동 중이며, 2030년까지 연평균 2.5% 증가하여 수요비중이 2006년 15.9%에서 2030년 19.0%로 증가할 전망이다<sup>41)</sup>이다. 세계시장에서도 원자력 발전소에 많은 관심을 가지고 있으며 개도국을 중심으로 2030년까지 약 309기 신규 원자력 발전소 건설이 예상(약 700조원)되고 있으며 아시아 지역(중국, 인도, 일본, 한국 등)은 45~70기의 발전소 건설이 예상<sup>42)</sup>되고 있다.

### 3) 유기성 폐자원처리 시설

유기성 폐자원 바이오연료화 시설(혹은 플랜트)<sup>43)</sup>은 유기성 폐자원 즉 축산분뇨, 하수슬러지, 음식물 쓰레기 등의 혐기성 소화 공법을 통한 바이오가스화 기술과 매립지가스 관련 기술을 통해 바이오가스를 만드는 현재 국내 건설기업들이 많은 관심을 가지고 있는 대표적인 건설상품이다. 바이오가스는 근대에 발견된 것이 아니라 오랜 역사를 가지고 있으며 세계적으로는 1980년부터 1985년 사이 많은 플랜트가 건설되었다. 국내도 2012년부터 유기성 폐자원의 해양투기가 전면 금지되며 이에 따른 처리에 대한 관심이 증가하고 있으며 시장도 커지고 있는 상황이다. 국내 산업체의 동향을 살펴보면 다음과 같다.

- 축산분뇨 이용시설: 정부와 민간의 투자로 인해 전국적으로 설치되어 운영 중이며 대부분 정화를 위한 시설이었으나 자원화를 위한 인식 변화와 대체에너지의 필요성 증대로 관심이 증가되고 있다. 하지만 관련 부처 간의 협의가 필요한 사안으로 정책적 지원을 위한 협의가 이루어져야 한다.
- 음식물쓰레기 이용시설: 사료화, 퇴비화를 통해 처리되고 있으나 환경기준강화, 생산제품의 수요처 부족 등으로 인해 다양한 자원화 방법이 필요한 상황이다. 자원화를 위한 대안으로 혐기성 소화에 대한 관심이 고조되고는 있으나 대부분이 외국 기술을 도입하여 처리하고 있어 기술 개발이 필요한 상황이다.
- 하수슬러지 이용시설: 현재는 슬러지 감량(하수 처리)을 목적으로 한 시설이 대부분이고 하수슬러지 처리법은 에너지과다 처리 공정으로 문제되고 있어 소화조 효

41) 국가에너지기본계획(안), p. 378.

42) 세계 원전시장 전망(IAEA).

43) 바이오(유기성폐자원), 산·재생에너지 RD&D 전략 2030 시리즈 No. 2, 요약문에서 발췌.

을 개선을 위한 사업을 추진 중이다.

- 매립지가스 이용시설: 유기성 폐자원과 함께 최근 관심이 증대되는 분야로, 현재의 사용량은 미미하지만, 선진국에 대응할 수 있는 기술을 확보하여 앞으로 시장 확대가 기대되는 상품이다.

에너지 생산기술은 타 바이오 에너지 기술수준보다는 높은 74.4% 수준인 것으로 나타났다. 시장 전망에 대해서도 보급량, 연간 매출 및 수출액에 긍정적인 것으로 전망되었다. 하지만 국내 시장에서는 메탄가스 함량이 낮은 발생가스의 활용성이 문제가 되고 있고 소화액 및 소화 잔재물의 활용 미흡<sup>44)</sup>으로 어려움을 겪고 있다. 따라서 정부의 지원정책을 보완하고 타 부처와의 협력으로 일관된 정책을 추진한다면 다양한 기술개발과 적극적인 상용화로 보급이 크게 증대할 것으로 예측된다.

또한, 폐기물 에너지는 에너지 함량이 높은 폐기물을 산업생산 활동에 필요한 에너지로 활용하기 위해 사업장 또는 가정에서 발생하는 가연성 폐기물을 대상으로 성형고체 연료의 제조기술, 열분해에 의한 오일화 기술, 가스화에 의한 가연성 가스 제조기술 등의 가공·처리 방법을 적용하여 얻어지는 고체·액체·기체 형태의 연료와 이를 연소 또는 변환시켜서 발생하는 에너지를 의미한다. 최근 국내의 폐기물에 대한 친환경적인 에너지화 방법의 필요성 대두로 인해 시설물의 시장성이 커지고 있으며 20년 이상의 기술개발 경험에 의한 경쟁력이 어느 정도 확보되어 화석에너지 대체에 따른 온실가스 저감 효과가 높은 장점을 가지고 있다. 하지만 핵심적인 원천 기술 및 축적된 노하우의 부족과 종합적인 폐기물 재활용 정책 및 관리체제가 미흡한 단점을 가지고 있다. 또한 IT, NT, BT 등의 미래 첨단 기술과의 연계 및 융합 미흡과 관련 업계의 영세성도 보완될 부분이기도 하다.

국내 기술수준은 기준을 100%로 하였을 때 약 64.7%인 것으로 나타났다. 폐기물 에너지화 방식별 온실가스 저감 효과를 살펴보면 다음 <표 III-1>과 같다.

---

44) 액비의 사용처 부족과 환경 기준으로 인하여 처리의 어려움이 있음.

<표 III-1> 폐기물 에너지화 방식별 온실가스 저감 효과<sup>45)</sup>

구분	에너지 대체에 의한 효과			기타 저감 효과 (TC/톤)	합계 (TC/톤)
	에너지대체효과 <sup>(1)</sup> (TOE/톤)	배출계수 <sup>(2)</sup> (TC/TOE)	온실가스저감량 (TC/톤)		
단순소각	0	1.05	0	-	0
고형연료(RDF)	0.2	1.05	0.21	-	0.21
열분해 유화	0.57	0.84	0.48	0	0.48
가스화	0.26	1.05	0.27	0.4 <sup>(3)</sup>	0.47
소각열 회수 이용	0.18	1.05	0.19	-	0.19

(1) 에너지 대체효과 = 전환수율 \* 전환 후 발열량 \* 에너지 이용효율.

(2) 유연탄 기준(열분해 유화는 경유 기준).

(3) 폐기물 가스화는 처리공정 특성상 CO<sub>2</sub>가 90% 이상 농축됨.

에너지관리공단에서 집계하고 있는 신·재생에너지 통계정보를 살펴보면 2002년까지 90%이상의 기여도를 보인 폐기물 분야가 2005년도에는 75.9%로 비중이 다소 감소하였으나 아직까지도 전체 신·재생에너지 보급량의 3/4 이상을 차지하고 있고 장기적으로도 50%이상<sup>46)</sup>의 비중을 유지할 것으로 전망되고 있다. 하지만 폐기물 연료화시설은 에너지화 과정에서 발생할 수 있는 2차 공해문제와 폐기물의 재활용 비중 증가에 의한 에너지 잠재량이 감소문제와 함께 국제 환경시장에서의 경쟁이 심화될 것으로 예상되어 정부의 적극적인 신·재생에너지 보급 및 확대 정책과 사업장 폐기물의 지속적인 증가 추세에 의한 에너지 잠재량 확보가 필요할 것이다.

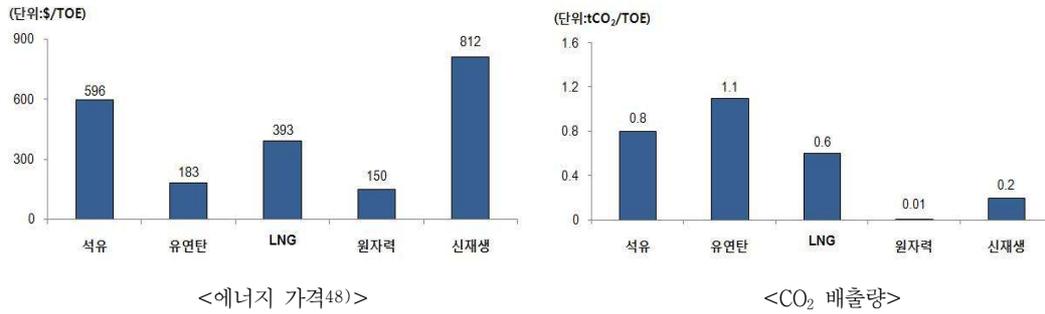
#### 4) High Greening Group 진단

High Greening Group의 녹색 건설상품은 대부분이 신·재생에너지이며 녹색건설에 주도적인 역할을 담당하고 있지만 현재까지는 타 에너지원에 비해 경제성이 낮아 민간주도의 시장창출 및 보급 확대에는 한계가 있어 정부의 지원확대와 이를 위한 예산 확보가 중요하다. 다음 <그림 III-2>에서와 같이 신·재생에너지는 화석 연료인 석유, 석탄, LNG보다 TOE당 CO<sub>2</sub> 배출량은 낮지만 TOE당 에너지 가격이 높은 편으로 경제성을 위한 노력이 무엇보다도 필요한 것으로 나타났다.

45) 폐기물, 신·재생에너지 RD&D 전략 2030 시리즈 No. 11, p.71.

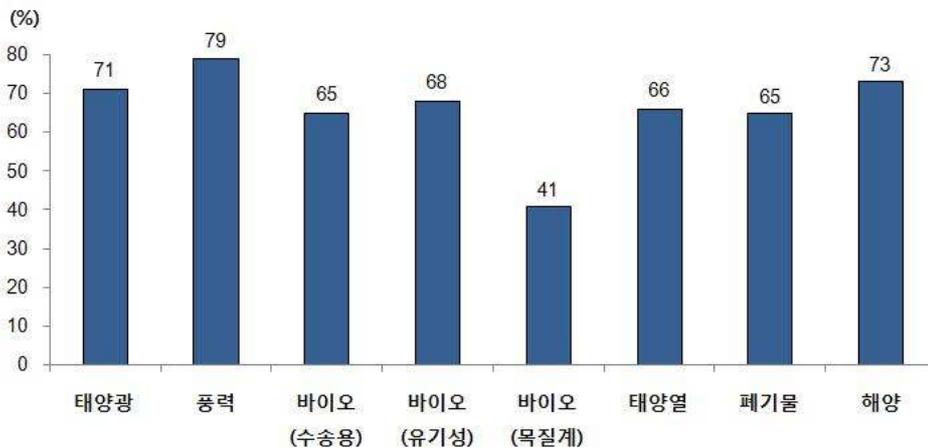
46) 폐기물 분야에 대한 단·중·장기 산업화 및 기술개발 추진 방향은 2030년까지 전체 신·재생에너지 보급량의 약 50% 정도인 770만TOE를 담당하는 것을 기본으로 하여 수립함.

<그림 III-2> 상품별 에너지 가격 및 CO<sub>2</sub> 배출량 비교<sup>47)</sup>



또한 각 분야별 선진국 대비 기술수준을 살펴보면(참조 <그림 III-3>) 국내 기술 성숙도는 풍력, 해양, 태양광 순으로 높은 것으로 나타나고 있으며 현재까지 투자도 많이 돼 상용화 단계인 것으로 조사되었다. 이들 녹색 건설상품이 가지는 ‘건설 녹색성’은 높은 수준이기는 하나 선진국대비 높지 않고 이들의 상용화나 제2, 제3 세대의 녹색에너지 상품 개발을 위한 더 많은 투자가 중요한 시기이다.

<그림 III-3> 상품별 기술수준<sup>49)</sup>



47) 국가기본계획 발표, p. 10.

48) 유연탄·원자력·신·재생은 발전설비·유지비용을 포함.

49) 신·재생에너지 RD&D 전략 2030 시리즈 통합본, 에너지관리공단 신·재생에너지센터, 2008, p19.

High Greening Group의 녹색 건설상품을 종합적으로 살펴 SWOT분석을 하면 다음 <표 III-2>와 같다. 전반적으로 친환경적이고 대체에너지에 대한 관심과 정부의 정책이 빠르게 변화하고 있고 전 세계적으로 상용화의 수준이 높지 않기 때문에 새로운 시장으로의 성장도 기대될 수 있는 강점과 기회의 요인이 있음에도 불구하고 B/C 비율이 유동적이고 초기 투자비용이 많이 드는 대신 단기간에 회수가 불가능하기 때문에 자체 기술개발에 대한 필요성을 인지 못하고 있는 것으로 판단된다. 또한 건설경기의 침체로 투자 여력이 낮으며 대부분이 영세한 업계로 정부의 보다 적극적인 신·재생에너지 보급 및 확대 정책이 필요한 것으로 나타났다.

<표 III-2> High Greening Group의 녹색 건설상품 SWOT

S(강점)	W(약점)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 친환경적인 에너지화 방법의 필요성 대두</li> <li>• 구조적 에너지 부족국으로 대체에너지자원에 대한 정부정책 변화</li> <li>• 국가 주도로 연구지원 사업 수행</li> <li>• 낮은 CO<sub>2</sub> 배출</li> <li>• 저렴한 원료비 및 풍부한 에너지원 보유</li> <li>• 우수한 국내 IT분야의 개발 능력 및 응용기술의 발전</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 핵심적인 원천기술 및 축적된 노하우의 부족</li> <li>• 종합적인 정책 및 관리체제의 미흡</li> <li>• IT, NT, BT등의 미래 첨단기술과의 연계 및 융합 미흡</li> <li>• 관련업계의 영세성</li> <li>• 최적지 선정 및 환경영향 평가 및 저감기술수준 낙후</li> <li>• 기술개발 및 상용화 사례 미미</li> <li>• B/C 비율이 유동적이고 초기 투자비용이 많이 들며, 단기간에 회수 불가</li> <li>• 첨단 분야에 비해 상대적으로 국가 지원이 열악함</li> </ul>
O(기회)	T(위협)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정부의 적극적인 신·재생에너지 보급 및 확대 정책</li> <li>• 유가상승으로 인한 신·재생에너지에 대한 필요성 인식</li> <li>• 전 세계적으로 태동단계인 사업은 국제 표준화 활동을 통해 시장의 주도권 확보</li> <li>• 중국, 동남아, 중동 등의 새로운 환경시장 형성(해외시장 선점 가능성)</li> <li>• 기술개발 연구 착수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원료수급의 불안정성</li> <li>• 국제 환경시장의 경쟁심화</li> <li>• 선진국의 기술 우위 선점과 지속적인 기술개발</li> <li>• 에너지화 과정에서의 제 2차 공해 문제</li> <li>• 자체 기술개발에 대한 필요성 인지 못함</li> <li>• 건설경기의 침체로 투자 여력이 낮음</li> <li>• 국내 상황에 불리한 규제나 표준에 따라 추가 비용 발생 가능성</li> <li>• 기후변화협약 대응시간 부족</li> </ul>

## (2) Fair Greening Group

어느 정도의 '건설 녹색성'을 가지고는 있으나 더 높은 녹색효과를 가지기 위해 개선이 필요한 녹색 건설상품은 Oil & Gas 시설물(플랜트), 철도 및 경전철, 수처리시설(댐, 강변여과수, 오수, 우수, 지하수, 해양심층수와 해수담수화 등의 해수처리시설 등), 수자원확보시설(물공급/상하수도 등), 열병합 발전소, 지역(집단)냉난방, 수력 발전소, 하천정비/생태하천, 토양정화시설 등인 것으로 나타났다. Fair Greening Group내 대부분 건설상품의 특징은 현재 녹색성향을 가지고 있기 때문에 친환경설계 또는 기술개발을 통해 단시일 내에 개선의 효과를 볼 수 있다는 것이다. High Greening Group내 대부분 상품이 에너지관련 상품이라면 Fair Greening Group내 상품들은 토목(Infrastructure)이 주를 이루는 것으로 나타났다. 따라서 이들 상품들의 현황을 살펴보고 발전을 위한 진단을 해보고자 한다.

### 1) 가스액화(GTL) 시설물(플랜트)

지구 온난화로 인한 기상 이변을 막기 위한 전 세계의 노력이 가속화되고 있는데 이산화탄소 배출의 가장 큰 원인을 제공하는 것이 석유와 가스이다. 하지만 지금 당장 이산화탄소 배출이 적은 저에너지로의 대체는 쉽지 않다. 문제는 얼마나 현재의 석유나 가스의 사용량을 감소시킬 수 있는가와 이를 대체할 수 있는 에너지를 적용시키는 점이다. 특히 에너지 소모 및 배출 가스량이 많은 제조업이 산업에서 차지하는 비중이 큰 상황으로서 단기간에 배출가스 저감을 이루기는 힘든 여건이다. 또한 장기화되는 석유 가격역시 경제에 큰 부담을 주고 있다. 그렇지만 환경 친화적 세계흐름에서 경쟁력을 지닌 산업으로 살아남기 위해서는 배출가스 저감은 필수 불가결한 사항이다. 특히 유전에서 부산물로서 배출되는 천연가스 대부분은 연소시켜버리며 이 경우 지구온난화의 요인인 이산화탄소를 다량 발생시킨다. 더구나 천연가스는 기체이기 때문에 원유에 비해 소비지까지의 수송에 어려움이 많다. 이와 같은 배경으로 석유산업은 경질화 및 저유황화에 대응하고 정유설비 고도화 투자 확대를 통해 석유제품의 고부가가치화를 이루고 있다. 또한 천연가스를 액화한 석유, GTL(Gas to Liquid)은 대체에너지로 현재 큰 주목을 받고 있으며 세계적으로 실용화 단계에 있다. GTL 시설이 주목받는 이유는 수요지로부터 멀리 떨어져 있는 중소규모의 가스자원의 유효활용이 가능하고 경제적인

로 유전발전과 동등한 가치가 있으며 석유자원의 고갈에 대응할 수 있기 때문이다. 또한 제조된 액체연료는 청정경유로 사용될 수 있을 것으로 기대되고 있으며 원유와 마찬가지로 원유 출하설비를 이용할 수 있고 프로세스 기술이 급속하게 발전되어 가격절감으로 이어지는 등 궁극적으로 가스전의 환경개선에 기여 및 유전에서 발생하는 가스처리에도 적용이 가능한 장점을 가지고 있다.

## 2) 녹색철도

최근 국내에서 고유가, 기후변화협약 등이 사회적 이슈로 부각되면서, 도로 교통수단에 비해 화물수송 기준으로 에너지 효율성은 14배 이상 높고, CO<sub>2</sub> 배출량은 8% 수준<sup>50)</sup>에 불과한 철도가 고에너지효율 및 저탄소 교통수단으로 각광받고 있다. 또한 동일수송량을 기준으로 철도의 시설면적은 도로시설 면적의 8분의 1에 불과해 건설비와 운영비가 싸다는 장점이 있다. 국내의 철도가 프랑스, 독일, 일본처럼 저탄소 녹색성장에 제대로 한몫을 하기 위해선 몇 가지 조건이 선행돼야 할 것이다. 첫째로, 지역 간 철도의 획기적인 확충과 고속화로 수요자로 하여금 철도를 찾게 해야 될 것이다. 둘째로, 대도시 교통에서도 승용차를 덜 타고, 불필요한 이동을 줄이는 과감한 교통수요 관리와 대중교통의 적극 육성이 필요할 것이다. 다시 말해 경전철을 포함한 광역도시 철도망의 확충과 간선급행버스(BRT: Bus Rapid Transit) 시설을 공급해 대도시 내부와 외부를 통합적으로 연결하는 대용량 대중교통망의 형성이 필요할 것이다. 셋째로, 여객뿐만 아니라 화물에서도 새로운 철도의 역할을 찾아야 한다. 독일의 경우 도로의 화물수송 분담률이 70%이고 철도와 운하가 각 15% 정도이며 미국의 경우도 도로가 67%, 철도 16%, 운하가 6%인데 비해 우리나라는 도로 90%, 철도가 7%로서 도로편중현상이 매우 심하다.<sup>51)</sup> 이러한 수송구조 하에서는 연간 24조원에 달하는 교통혼잡비용은 물론이고 전국 곳곳의 자동차 배출가스 홍수를 막는다는 것은 기대할 수 없다. 따라서 경부고속철도뿐만 아니라 기존의 경부철도도 화물수송 중심 철도로 육성할 필요가 있다. 이 같은 철도 및 경전철은 CO<sub>2</sub>를 줄이고 에너지를 절감할 수 있는 녹색 건설상품인 것이다. 하지만 건설산업차원으로 접근해 보면, 철도와 경전철은 차량으로 인해 녹색효과를 가져오는 것이지 노반이나 궤도가 녹색효과를 가지는 것은 아닐 것이다. 다시 말해 ‘건설 녹색

50) 국토해양부, 철도정책과, 보도자료, 2008년 9월 17일.

51) 철도 르네상스의 조건, 강승필, 대중교통포럼 2009.4.9.

성' 기준으로 차량이 온실가스저감과는 매우 밀접한 관계가 있을 수 있으나 건설부분이 환경오염 저감과 에너지 효율화에 미치는 영향은 적다는 것이다. 따라서 보다 높은 '녹색성' 향상을 목표로 녹색철도를 이루기 위해서는 철도 인프라, 건설시 발생하는 소음 및 진동 해결, 녹색구매 및 물류활동을 위한 인프라 확충, 궤도와 노반의 친환경 설계 및 시공, 철로 주변 친환경 공간개선 등을 포함하는 등의 노력이 필요할 것이다.

### 3) 설비집단 시설(열병합 발전소 및 지역냉난방)

열병합발전<sup>52)</sup>/지역냉난방사업은 급증하는 전력수요와 에너지절약 및 대기환경 개선을 동시에 해소하기 위한 방안으로 도입되었다. 최근 열과 전기를 개별시설에서 생산하는 것보다 다수의 사용자를 대상으로 에너지를 공급하는 집단에너지시설이 확대되고 있다. 집단에너지란 집중된 에너지 생산시설에서 생산된 에너지를 주거, 상업지역 또는 산업단지 내의 다수 사용자에게 일괄적으로 공급하는 것으로 시설물로는 생산, 수송, 분배 또는 사용을 위한 공급시설과 사용시설물이 있다. 이 같은 지역(집단)냉난방을 통한 사회적 편익은 에너지 이용효율 향상에 의한 대규모 에너지 절감, 연료사용량 감소 및 집중적인 환경관리로 대기환경 개선, 발전소 부지난 해소 및 송전손실 감소에 기여, 그리고 유연탄, 유류, 천연가스, 폐열, 쓰레기 소각열, 매립가스 등 연료다원화에 의한 에너지수급의 용이성 및 미활용에너지 활용증대 등이 있다. 특히 열병합발전으로부터 수열을 받는 지역냉난방사의 경우 연간 약 21%의 에너지 절감효과와 20% 이상의 대기환경 오염물질 배출 저감 효과가 있었던 것으로 분석<sup>53)</sup>되었다. 이러한 장점을 통해 '녹색성' 향상에 더욱 이바지하기 위해서는 기업차원에서는 열원 최적화 기법을 통해 비용을 최소화하고 원가를 절감할 수 있는 노력을 기울여야 할 것이고, 정부는 에너지 산업구조개편과 대기환경정책 강화 등 정책을 개선 및 강화할 필요가 있다.

52) 열병합발전(Cogeneration System)은 하나의 에너지원으로부터 전력과 열을 동시에 발생시키는 종합에너지 시스템으로 발전에 수반하여 발생되는 배열 또는 폐열을 회수 이용하여 1차 에너지에서 연속적으로 2종류 이상의 2차 에너지를 발생시키는 설비시설이다.

53) 김용열(2004), 국내 집단에너지사업 발전방안에 관한 연구 : 지역냉난방사업을 중심으로, 한국산업기술대 지식기반기술·에너지대학원.

#### 4) 환경복원시설(하천정비/생태하천/토양정화<sup>54)</sup>)

인류는 지난 20세기 동안 하천을 가로질러 댐을 쌓고, 독을 쌓아 홍수를 막는 등 하천을 개발하여 산업화를 위한 농업수와 산업수를 조달하고 홍수의 피해를 막으려 해왔다. 그러나 제방을 높이 쌓을수록 더 큰 홍수 피해를 입게 되었고, 지금까지 지속적으로 하천 유역을 변경시켜 농경지와 주거지로 만들면서 자연의 물 순환 과정은 물론 유역의 생태 시스템까지 왜곡시켰다는 점을 점차 깨닫게 되었다. 이에 따라 최근 하천을 길들이고 정복하려는 개발 위주 정책보다는 자연 상태의 하천으로 복원하려는 움직임이 일고 있다. 특히 생태학적인 요인을 배제한 하천정비사업의 결과로 오염 물질이 급격히 증가하여 수질오염이 심화되는 등 하천 생태계에 많은 영향을 미치기 때문에 하천환경의 생태적인 복원이 필요하다. 또한 하천오염은 하천오염만의 결과로 나타나지 않는다. 오염된 물은 바다로 흘러들어 바다생태계 전반에도 커다란 영향을 주게 된다. 적조가 생기는 것도 하천오염의 결과로부터 기인하는 것이다. 이렇듯 생태계의 구성요인 중 한 가지라도 영향을 받으면 다른 요인에게 영향을 주는 연쇄반응이 일어난다. 모든 요인들이 복합적 상호작용을 하기 때문이다. 하천정비 및 생태하천 복원은 단기적인 안목에서 경제적인 부담감과 부정적 영향을 예측할 수 있지만, 장기적으로는 생태학적, 사회적, 문화역사적 경제 측면에서 많은 이익을 추구할 수 있다. 자연형 하천공법<sup>55)</sup>은 독일과 스위스를 위시해 ‘근자연형 하천공법(Naturnaher Wasserbau)’에 뿌리를 두고 있으며 1980년대 환경에 대한 관심이 높아지면서부터는 영국, 미국, 일본 등 선진외국으로 광범위하게 확산되었다. 홍수피해 등 문제시되던 치수상의 큰 문제없이 하천생태계 기능을 복원시켰으며, 현재 각국은 하천의 여건에 맞는 자연형 하천공법을 개발해 하천생태계 복원에 힘쓰고 있다. 하지만 우리나라의 하천개발 및 정비는 이에 대한 고려가 너무 미비하다고 할 수 있다. 보이기 위한 정책위주의 근시안적 대안보다는 하천에 생육하고 있는 생물들과 시민들의 친수공간 확보, 인간의 풍요로운 삶 영위 차원에서 장기정책을 세우고 지속적으로 연구해야 우리나라 특성에 적합한 하천복원 공법이 개발될 수 있을 것이다.

토양오염은 산업과 생산활동에 따라 각종 유해 물질이 토양에 주입되어 각종 식물, 특히 농산물이 유해한 물질을 흡수함으로써 이것을 섭취하는 인간이나 동물에게 해를

54) 윤일중, 최용준(2008), 토양, 지하수 정화사업의 현황, 건설기술 Vol. 43, pp. 27~35.

55) 이승호, 친환경적 하천정비사업 절실, 한국수권환경연구센터, blog.naver.com/shl1472.do.

끼치거나 토양의 정상적인 물리, 화학적 성질을 저해하는 현상을 말한다. 현재 산업 활동의 증가와 함께 각종 유기성 오염물질이 토양을 오염시키고 있어 토양오염에 대한 경각심이 높아지고 있으나 상대적으로 소홀히 다루어지고 있다. 토양은 대기나 수계와 달리 순환되지 않으므로 한번 오염되면 복원을 위해서 많은 시간과 경제적 노력이 필요하다. 유기성 오염물질은 농약, 방부제, 석유 및 이의 유분이 포함되는 방향족 화합물, 염소화 유기화합물로 토양 미생물에 의한 분해가 어려운 난분해성 유기물을 말한다.

오염된 토양 복원을 위해 개발된 정화기술은 크게 비원위치(ex situ)와 원위치(in situ) 기술로 나누어지며 비원위치와 원위치 기술은 각각 화학적, 물리학적 그리고 생물학적 정화방법으로 세분된다. 비원위치 토양 정화기술에는 열탈착법, 토양세척법, 경작법이 있고 원위치 토양 정화기술에는 증기추출법, 안정화/고정화, 생분해법이 있다. 물리적인 정화방법의 장점으로는 오염장소의 정화가 가능하고 처리 비용이 상기의 두 방법에 비하여 저렴한 동시에 2차 환경오염을 발생시키지 않는다는 것이고, 단점으로는 제거된 오염물질의 2차적인 처리가 필요하고 복원 기간이 길다는 것이다. 생물적인 정화방법은 주변 환경에 영향이 적은 방법이지만, 고농도의 오염에 대하여 적용이 어렵다는 결점이 있다. 국내 토양복원기술 및 시장은 초기단계로 기초 자료가 미비하여 기술력 및 시장규모를 가시적으로 추정하는 것이 어려우나 오염된 토양이 인간의 건강과 환경에 미치는 잠재성을 생각한다면 다양한 토양오염평가 및 복원기술분야의 수요 및 시장이 점차 확대될 전망이다. 특히 환경부는 2010년 토양오염 정화시장규모가 1조원을 넘어설 것으로 전망하고 있다. 토양오염에 대해서는 미국, 유럽 등에서 1970~80년대부터 심각성을 인식하고 꾸준한 연구와 기술력을 축적하였다. 그러나 국내는 최근에 이 분야에 많은 관심을 가지고 있으며, 기술력은 외국 기술을 도입하는 단계로 오염된 토양을 복원하는 종합적인 기술은 크게 부족한 실정이다. 따라서 국내 지질환경을 고려한 오염부지 특성평가, 오염관리 및 정화 기술개발 등이 요구되며 이를 위한 토양 환경법규, 정부지원 및 연구인력 확충이 필요할 것으로 판단된다.

##### 5) 친환경 수자원 시설

심각해지는 물 부족 현상과 수질오염으로 인하여 깨끗한 물을 확보할 수 있는 수처리의 중요성이 확대되고 있다. 현재 지구상에 존재하는 물 가운데 해수 및 빙하를 제외하고 이용 가능한 물의 양은 1% 미만<sup>56)</sup>인 것으로 나타나고 있으며 2008년 현재 전 세계

10억여 명이 깨끗한 식수를 마시지 못하며, 26억여 명은 하수도, 화장실 등 기초적인 위생시설이 없는 환경에 처한 것으로 추산되며 전 세계에서 오염된 물로 인한 사망자는 연간 500만 명 이상으로 추정<sup>57)</sup>된다. 따라서 오염된 물을 정화하여 이용 가능한 수자원을 확보하는 수처리 시설의 중요성이 점차 확대되고 있는 것이다. 최근 우리나라의 경우 연평균 강수량은 1,245mm로 세계 평균 880mm의 1.4배이나 높은 인구 밀도로 인해 1인당 상수량은 연간 2,591mm로 세계 평균의 1/8에 불과한 것으로 나타나며 수자원 이용 면에서 매우 불리한 자연 여건을 안고 있다. 더구나 최근 들어 가뭄과 홍수가 연례행사처럼 반복되는 등 최근 지구온난화로 인한 기후변화로 한반도가 아열대성 기후로 변하고 있어 강수일수 감소 추세인 것으로 나타나고 있다. 또한 호우 발생빈도는 증가해 막대한 인명·재산 피해가 증가하고 있으며 마른장마<sup>58)</sup> 및 가뭄이 심해 2007년 전국 72개 강우 관측지점 중 57곳에서 관측 이래 최소 강수량을 기록하기도 하였다. 이러한 상황에서 대체 수자원 개발에 대한 관심은 날로 커지고 있으며 대표적으로 지하댐, 강변여과수, 해수담수화, 해양심층수, 중수도 등 대체 수자원 확보 기술은 점점 실용화 단계에 접어들고 있다. 이들의 내용을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

지하댐이란 지하수가 흐르는 땅속에 인공 물막이 벽을 설치, 물을 가둔 뒤 관정 등을 이용해 지상으로 물을 끌어올리는 소규모 지하 저류지를 의미한다. 장점으로는 급속히 성장하는 도시나 공업지역의 지표면에 새로운 댐 건설 없이 적기적소에 용수공급이 가능하고 홍수 시 유출량 및 하수를 처리하여 바다로 흘러보내는 대신 지하에 주입하여 필요시 용수로 재이용함으로써 용수이용 효율성이 증대될 수 있다는 것이다. 또한 지표면의 수몰면적이 없어 환경파괴를 최소화하고 증발누수로 인한 수자원의 손실을 최소화할 수 있으며 지표면에 건설하는 댐보다 소요비용이 저렴하다는 점이다. 단점으로는 유지 관리비가 많이 들고 일시에 대량의 물을 이용하기 어려우며 관개용으로 직접 사용하기에는 수온이 낮다는 점이다.

강변여과수 시설은 하천으로부터 50~300m 떨어진 둔치에 20~40m의 집수정을 뚫어 하천에서 강변으로 스며든 강물과 지하수를 취수하는 시설로 모래나 자갈의 공극을

56) 유희현(2008. 3. 12) “물 비즈니스 성공의 핵심 포인트” LG Business Insight, 2~17; SERI 경제 포커스, 수처리 기술의 진화와 시사점, 2008년 10월 6일자 제213호 재인용.

57) Wild, D., et al. (2007). Water: a market of the future. SAM; SERI 경제 포커스, 수처리 기술의 진화와 시사점, 2008년 10월 6일자 제213호 재인용.

58) 장마철임에도 비가 내리지 않는 현상.

통과해 우물로 집수되면서 물리적 여과 및 흡착 그리고 생화학적 분해에 의해 용존 오염물질이나 병원성 세균이 제거되는 화학적·생물학적 여과로 구분될 수 있다. 강변 여과수 취수 방식은 인공함양식, 수평집수정, 수직정 취수 방식이 있다. 인공함양식은 강변여과수 취수 방식의 하나로, 해안가 사구지대 또는 강변의 둔치를 활용하거나 인공적으로 굴착한 인공함양지를 만드는 방식이며 수평집수정 방식은 우물통을 중심으로 하천 방향 또는 방사상의 형태로 수평 집수관을 설치하여 취수하는 방식이다. 그리고 수직정 집수방식은 가장 기본적인 우물의 형태로 취수하는 방식이다. 하천물의 수질이 좋지 않은 독일 등 유럽에서는 이미 활발하게 활용되고 있는 방식이며 특히 유럽에서는 인공함양방식<sup>59)</sup>을 많이 이용하고 있다.

해양 심층수란 태양광이 도달하지 않는 수심 200m이하의 해수로서 수온이 연중 3℃ 이하를 유지하고, 해양식물 성장에 필수적인 영양염류와 미네랄이 풍부하고 유기물이나 병원균 등이 거의 없는 청정한 해양수자원을 말한다. 국내에서는 「해양심층수 개발 및 관리에 관한 법률」이 시행됨에 따라 바닷물을 상업화하는 해수산업이 본격적으로 확대되고 있다. 또한 해양심층수는 대장균 등 세균과 유해 유기물, 오염원이 도달하지 않은 깊은 수심에서 순환하기 때문에 어떤 수자원보다 깨끗한 수질을 유지하고 있어 먹는 물 시장에서 상당한 경쟁력을 가질 것으로 전망된다. 특히 동해의 심층수는 평균 2℃ 정도의 온도를 유지하는 태평양의 심층수에 비해 평균 0.2℃로 뚜렷한 저온 안정성을 가지고 있고, 산소 함유량도 약 2배에 달하는 것으로 분석되는 등 해양 심층수 시설확충과 개발을 통해 물 부족과 깨끗한 물의 확보가 일부 가능할 것으로 판단된다.

해수담수화 시설은 바닷물 중에 녹아 있는 염분을 제거해 민물을 얻는 기술을 이용하는 시설로 이같은 기술은 지역적인 환경과 사용에너지, 비용, 방법에 따라 차이는 있겠지만 주로 증류법, 역삼투법, 전기투석법 등이 많이 사용되고 있다. 증류법은 가장 오래된 담수화 기술로서 해수를 외부의 열원을 이용하여 기화온도 이상으로 가열하여 해수 중에서 순수한 물만 증발시켜 담수화하는 방법이며 외부열원으로는 액화가스나 석유로 바닷물을 끓이거나 태양열 복사에너지를 이용하여 바닷물을 끓이는 방법이 주로 이용된다. 증류방식 중에서 현재까지 가장 많이 채용되고 있는 방식은 다단계 증발방식으로 1960년 쿠웨이트 해수담수화 플랜트에 적용된 이후 표준화되어 오늘날까지 전 세계적

59) 대체적으로 원수를 인공함양지로 직접 공급할 경우 여과기간이 짧아져 여과효과가 떨어지게 되므로 우선 원수를 침전 및 여과로 전 처리한 후 인공함양지로 공급해 우물을 통해 취수·공급하는 방식을 주로 채택.

으로 가장 많이 이용되고 있다. 역삼투법은 상당한 압력을 이용하여 반투막을 통해 물을 높은 농도의 용액으로부터 낮은 농도의 용액으로 보내는 방법이다. 증류방식에 비해 열원비용이 절감되어 경제적이지만, 대단위 수요에는 부적합하며 필터 교체 등 유지관리가 곤란한 문제가 있기도 하다. 현재 미국과 캐나다 등 선진국에서 주로 채택하는 방식이기도 하다. 전기투석법은 해수로부터 소금을 생산하기 위해 비교적 오래전부터 사용되어 온 방법이며 분리막을 사용한다는 점에서 역삼투법과 동일하나 역삼투법의 경우 구동력이 압력인 반면 전기투석법은 전기적인 힘이라는 차이점이 있다. 역삼투 공정에서는 수증기의 모든 물질이 제거되는 반면, 전기투석법에서는 전기적인 전하를 가진 물질(주로 이온성분)만 제거되므로 전기투석법을 이용할 경우 전처리를 비교적 엄격히 하지 않아도 된다는 장점이 있다. 국내에서는 1989년 보령화력에 담수화 설비를 설치하여 실험적으로 운영하고 있으며, 2007년 현재 진해시 연도, 보령시 고대도, 군산시 어청도, 신안군 홍도, 울릉군 독도, 제주시 추자도 등 69곳에 시설을 설치하여 하루 5,563m<sup>3</sup>(급수인구 1만 8천여 명)의 식수를 공급하고 있다. 하지만 하루 생산량 5만m<sup>3</sup>를 해안지역에 설치할 경우 일반 정수시설에 비해 유지 운영비면에서 2~3배 그리고 총생산 단가 면에서도 1.1~2.5배 정도 높아 현재로서는 경제성이 낮을 수 있으나 지표수원이 부족한 해안지역 및 도서지역에서는 대체수자원으로서 도입 타당성이 있는 것으로 나타나고 있다.

중수도란 빌딩이나 주택단지 등에서 발생하는 오수를 다시 처리해 음료수 이외의 세척용이나 살수용 물로 재이용하는 일종의 잡용수를 말한다. 현재 전국의 중수도 시설 현황은 2006년 기준 201개소이며 하루 처리 능력은 272만m<sup>3</sup>이다. 가장 성공적으로 중수도 시설을 활용하는 곳은 광양제철소로서 댐에서 공급되는 원수를 자체 처리해 먹는 물과 공업용수로 활용하고 있으며 한번 사용된 물의 98%를 재처리해 다시 사용함으로써 연간 5억 원의 원가 절감 효과를 가지는 것으로 나타난다. 하지만 중수도 시설은 설치비와 수도요금의 상대적인 수준 등 경제성 문제로 아직까지는 대규모 물 사용처에 국한된 경향이 있으나 향후 물 부족방지와 물 확보차원에서 지속적인 발전이 기대되고 있다.

#### 6) Fair Greening Group 진단

Fair Greening Group의 녹색 건설상품은 대부분이 토목(Infrastructure)에 관련된 상품들이 많으며 정부의 녹색성장 및 신성장동력 등 국정 아젠다와의 연계성이 크기 때문

에 건설업체 입장에서는 사업으로의 접근성이 용이한 편이다. 또한 현재 녹색성향을 가지고 있기 때문에 친환경설계 또는 기술개발을 통해 단시일 내에 개선의 효과를 볼 수 있는 장점이 있다. 종합적인 SWOT분석을 살펴보면 다음 <표 III-3>과 같다. 전반적으로 높은 기술력이 필요하지 않아 수행성이 좋고, 재정건전성에 큰 부담이 없는 사업으로 수행이 용이한 장점이 있으며, 정부정책과 연관성이 높아 사전에 미리 준비할 필요가 있을 것으로 판단된다. 반면에 종합적인 정책 및 관리체제가 미흡하고 최적지 선정 및 환경영향 등 환경관련 단체의 반발이 예상되기도 한다. 또한 친환경 접근으로 경제성이 높지 않은 단점이 있을 수 있겠다.

<표 III-3> Fair Greening Group의 녹색 건설상품 SWOT

S(강점)	W(약점)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 환경보존과 경제성이 상호보완적 역할</li> <li>• 물부족 국가로서 미래를 위한 수자원확보 정책 강조</li> <li>• 국가 녹색성장의 주된 활동으로 사업 수행이 용이</li> <li>• 재정건전성에 큰 부담이 없는 사업으로 수행이 용이</li> <li>• 높은 기술력이 필요하지 않아 수행성이 좋고, 친환경 설계를 통해 가장 단기간 '녹색성' 향상 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 종합적인 정책 및 관리체제의 미흡</li> <li>• 국민의 낮은 관심도 및 관련업계의 영세성</li> <li>• 최적지 선정 및 환경영향 평가 등의 정확성 필요</li> <li>• 국민의 공감대형성이 필요</li> <li>• 환경단체의 반발 예상</li> <li>• 친환경 접근으로 경제성이 높지 않음</li> </ul>
O(기회)	T(위협)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정부의 녹색성장 및 신성장동력 등 국정 아젠다와의 연계성이 높음</li> <li>• 이미 녹색성향을 가지고 있고 상당수준 상용화 단계로 단기간 내 개선의 효과를 가질 수 있음</li> <li>• 에너지 효율개선 및 환경개선과 공간개선의 효과가 높아 가시적인 성과 확인 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경제상황에 따른 정책변화</li> <li>• 선진국의 기술 우위 선점과 지속적인 기술개발</li> <li>• 건설경기의 침체로 투자 여력이 낮음</li> <li>• 환경 규제나 표준에 따라 추가 비용 발생 가능성</li> </ul>

### (3) Low Greening Group

Low Greening Group은 '건설 녹색성'이 낮고 CO<sub>2</sub> 배출량이 많아 기술개발 및 투자가 필요한 녹색 건설상품으로 전통적인 건축과 기존의 화석연료를 에너지원으로 사용하는 산업설비가 대부분을 차지하고 있다. 이 같은 건설상품으로는 건축부문에 주택 및 공동주택(단지), 사무용 건물, 상업용 건물, 학교 및 공공시설, 병원 및 호텔, 체육시설 등 대부분의 상품과 산업시설부문에 일반산업공장, 철강 및 비철강 플랜트, 시멘트와 제지 및 자원채광시설, 화공(석유화학, 일반화학)플랜트, 도로, 항만, 공항, 화력발전소, 송배전시설 등으로 나타났다. Low Greening Group의 상품들은 화석에너지 의존도가 높아 신기술 개발이 적극 필요한 분야라는 특징이 있다. 이들 상품들의 현황을 살펴보고 발전을 위한 진단을 해보면 다음과 같다.

#### 1) 그린홈

단독주택, 공동주택 등을 포괄적인 주택에서 바라보는 녹색건설은 그린홈으로 대변할 수 있다. 이러한 그린 홈 건설이 성공적으로 추진되기 위해서는 명확한 개념 정립이 필요할 것이다. 그린 홈은 건물에너지의 효율화 부분, 신·재생에너지의 적용 부분, 그리고 건물 외부의 생태환경적인부분 등으로 대별해 볼 수 있다. 그린 홈은 이러한 요소들을 효율적으로 복합하여 적용하는 주택이며, 다음과 같이 구분하여 정의할 수 있다. 첫째로는 단열성능 향상, 창호성능 향상, 설비효율(환기, 펌프, 보일러 등)향상, 자연광을 활용한 조명부하 저감, 자연통풍 활용, 냉방부하 저감, 고효율 조명기구 사용 등을 통해 건물 에너지의 사용비중을 최소화하는 것이다. 둘째로는 가능한 모든 신·재생에너지를 적용하여 이산화탄소의 배출을 줄이는 것이다. 셋째는 단지의 녹화, 건물외피녹화, 비오톱(Biotop), 우수 및 오배수를 활용한 물순환 체계 구축, 기후 및 대지조건을 고려한 단지 계획, 바람길을 이용한 미시기후 조정 등 건물외부의 생태환경적인 요소를 적용하는 것이다. 이러한 그린홈은 현재 적용 가능한 기술을 통해 건설을 하면 기존의 에너지 사용량 대비 약 30%이상의 에너지를 절감할 수 있는 것으로 분석<sup>60)</sup>되고 있다. 따라서 그린홈의 실현을 위해서는 정부의 지원정책의 구현과 함께 지속적인 원가절감 노력이 뒤따

60) 김효진 외 5인(2008), 저탄소 녹색성장과 그린 홈, 도시정보, 대한국토도시계획학회, 통권 제 320호, pp 75 ~ 87.

라야 할 것이다. 또한 그린홈 정책이 국가 에너지 사용 절감이라는 목표뿐 아니라 이산화탄소 저감과 인류의 지속가능한 개발을 위해 필수적인 요소로 추진될 수 있도록 기술 개발과 원천기술의 확보가 필요할 것이다

## 2) 그린빌딩

건축물의 전 라이프 사이클 단계를 통하여 소요되는 자원과 에너지가 전 세계적인 에너지 사용의 10% 이상에 이르고 있으며 이러한 건축물은 다양한 환경오염 물질과 폐기물의 배출원이 되고 있다.<sup>61)</sup> 각기 다른 용도별 건축물은 녹색성장과 전 세계적인 친환경 및 지구온난화 방지에 앞장서 그린빌딩을 추구하고 있다. 따라서 그린빌딩은 에너지와 환경 측면에서 부하발생이 큰 사무용, 상업용, 공공시설 등 빌딩들을 중심으로 원자재 생산에서부터 계획, 시공, 운영, 개보수 및 재건축을 거쳐 폐기에 이르기까지 에너지를 절감하고 환경부하를 줄일 수 있는 방식으로의 건축물 설계, 시공 및 운영을 전개하고 있다. 이렇듯 그린빌딩은 에너지 부하저감, 설비효율향상, 공해저감 및 자원재활용을 포함한 건축시설물로 기존 건물의 시설 리모델링과 친환경 설계를 통한 건축 모두를 포함한다고 정의할 수 있다. 그린빌딩 기술은 에너지 효율에 관한 기술(Energy Efficiency)과 지속가능한 개발(Sustainability)에 관한 기술로 대별할 수 있으며 이를 다시 세분하면 에너지 부하저감기술, 설비효율향상기술, 공해저감기술 및 자원재활용기술로 나눌 수 있다. 또한 관련 환경의 요소별로 보면 부지/조경, 에너지, 물, 공기, 폐기물/재활용 및 재료 등으로 구분되며 이외에도 건물 관련 에너지 획득방식들의 효과적 통합을 통한 혼성형 건물 에너지 자가생산 시스템은 건축물이 단순한 에너지 소비처가 아니라 에너지의 생산처가 될 수 있다는 가능성을 제시하는 좋은 사례라 할 수 있다. 우리나라에서의 그린빌딩에 대한 기술개발이나 실현을 위한 노력은 이제 막 출발했다고 할 수 있다. 그러나 이의 실현을 위한 노력은 미룰 수 없는 단계에 이르러 있으며 목전의 이해관계에만 매달려 이런 기술의 개발이나 도입을 도외시하거나 졸속 추진할 것이 아니라 적극적으로 체계적인 실현과 효과의 극대화를 위해 힘을 모아야만 할 단계이다. 또한 방대한 관련 기술의 적용을 위해서는 정부의 적극적인 정책적 지원과 함께 그린 프로젝트에 대한 관련 산업의 육성이 병행되어야만 실효를 거둘 수 있을 것이다.<sup>62)</sup>

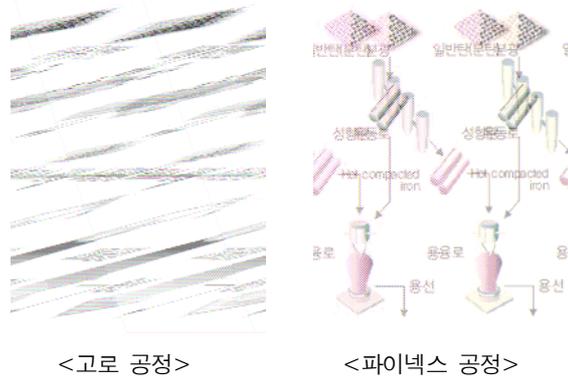
61) 장성주(2009), 녹색성장을 위한 그린빌딩 기술의 현황과 전망, 한국설비기술협회, 설비/공조·냉동·위생 V. 26, N. 3, pp. 58~64.

### 3) 자원순환시설

우리나라의 비약적인 경제발전의 역사를 보여주는 영상에서 제철소, 자원채굴, 자동차공장 등의 산업현장에서의 작업 모습과 연기나 수증기를 내뿜는 굴뚝을 많이 찾아 볼 수 있다. 이같이 우리나라는 제조업을 중심으로 발전을 하였으며 제조업의 비중도 선진국에 비해 높은 편이다. 특히 과거 중화학공업 육성 중심의 경제개발에 따라 에너지와 물 소비가 많은 철강과 석유화학 산업의 비중이 크다. 하지만, 현시점에서 녹색환경을 위해 이들의 소비를 갑자기 줄일 수는 없을 것이다. 다만, 설비의 기술수준을 높이고 설비과정 중에 나오는 배출가스와 폐기물을 절감하여 '녹색성' 향상에 이바지하는 방법이 있을 것이다. 이러한 설비과정 중에 배출되는 다량의 이산화탄소를 분리 및 고정하여 배출가스를 점차적으로 줄이고, 에너지 저감을 위한 시스템을 도입하여 시행하는 등의 노력 등 자원순환시설을 통해 환경오염 및 지구 온난화 방지에 이바지할 수 있을 것이다. 그 예로 우리나라의 포스코를 살펴볼 필요가 있다. 포스코는 제철공정에서 발생하는 주요 대기오염물질인 먼지, 황산화물, 질소산화물 등의 배출농도와 배출량을 저감하기 위해 2007년 1,760억 원을 투자하여, 광양 제철소 소결로에 배기가스 청정설비를 준공하는 등 많은 투자, 기술개발 등의 노력을 지속적으로 기울여온 결과 포항제철소와 광양 제철소 모두 먼지, 황산화물, 질소산화물 배출량을 저감하였다. 또한 이 같은 방법이 발생하는 배출가스의 배출량을 줄이기 위한 방법이었다면, FINEX 설비는 신기술을 개발하여 철을 생산하면서 발생하는 배출가스의 양을 획기적으로 줄인 좋은 예이다. FINEX 설비는 10년여의 연구개발 끝에 2007년 5월 상용화 설비가 준공되어 가동 중에 있다. FINEX 란 일반적인 제철공정인 고로공정을 개선하기 위한 설비이다. 다음 <그림 III-4>와 같이 고로공정은 주원료인 분광을 괴성화시키는 소결공정과 점결탄으로 코크스를 제조하는 코크스 공정을 필수적으로 거치게 되는데, 이들 공정에서 발생하는 다량의 대기오염물질을 줄이기 위해 많은 기술과 비용이 소모되었다. 반면에 FINEX는 소결과 코크스 공정을 생략하여 이러한 대기오염 물질 발생자체를 원천적으로 줄였을 뿐만 아니라, 세계 철광석 매장량의 70~80%를 차지하는 값싼 분광과 일반탄을 사용할 수 있는 장점 또한 있는 설비이다.

62) 그린빌딩 국내외 현황, 환경과 에너지, <http://cafe.naver.com/ecowd>.

<그림 III-4> 고로공정과 FINEX 공정의 FLOW



다음 <그림 III-5>와 같이 2007년 한 해 동안 포항과 광양제철소의 조업 중 발생한 부산물의 총량은 2,068톤이나 된다. 이 가운데, 고로 슬래그가 46%, 제강 슬래그가 29%로 총발생량 중 슬래그가 75%이고, 더스트와 슬러지가 15%이며, 기타 부산물이 10%를 점유하고 있다. 포스코에서는 부산물 발생량의 98.7%를 고로 슬래그 시멘트, 골재, 도로 및 토목용 자재 등 자원으로 재활용하고 있다. 앞으로도 이처럼 각 가정 및 각 산업분야 별로 배출가스과 폐기물을 줄이기 위한 지속적인 활동이 있어야만 한다. 특히 지방자치단체 및 기업체의 지속적인 투자와 개선이 필요하며, 이에 발맞추어 건설사들도 기술개발과 제안 사업 등을 통해 배출가스과 폐기물을 줄일 수 있는 시설확충에 나서는 노력이 필요하다.

<그림 III-5> 포스코의 부산물 자원화율 추이



#### 4) 친환경도로

전국토의 70%가 산림으로 이루어진 우리나라는 개발 및 사용가능한 한정된 토지를 효율적으로 이용하여야 할 것이다. 또한 토지는 기존지형 및 생태자원을 보존·활용하고 에너지절약을 위한 토지용도의 배분과 시설 배치 등이 이루어져야 한다. 이러한 계획적인 개발을 통해서 개발면적을 최소화하고, 개발되는 지역은 최대한 토지를 효율적으로 활용함으로써 생태적으로 양호한 토지를 보존할 수 있으며, 이러한 토지이용을 위해 현재 친환경건축물인증제도에서는 기존 대지의 생태학적 가치, 체계적 상위계획 수립여부, 용적률, 대중교통에의 근접성, 보행자전용도로 및 자전거도로의 조성여부, 기존자연자원 보존율 등을 평가하고 있다.

이와 같이 도로건설상품에서의 Green 활동은 현재 다양한 방법으로 구상 및 구현되고 있다. 에너지 저감 측면으로는 대중교통과 자전거 등 녹색교통의 이용을 촉진할 수 있는 도로망계획을 수립하고, 지구 내에서는 보행을 통하여 일상적인 생활이 가능하도록 계획함으로써 양호한 보행환경을 구축하여 에너지 절약을 도모하고 있다. 그리고 신·재생 에너지 측면으로는 고속도로 휴게소 및 영업소에 태양광, 지열 등 도로 주변에 친환경 고효율의 발전 시스템을 구축하여 기존 에너지의 대체 및 가로등의 불빛을 대체해 에너지 절감을 꾀하고 있다. 또한 친환경 측면으로는 비탈면 복원, 터널공사로 인한 생태계변화와 로드킬(동물 횡단사고)을 방지하기 위한 도로 건설과 생태계 수질 소음진동 등을 고려한 환경 친화적인 공법적용상품 개발, 고내구성 장수명 포장 신재료 개발 등 다양한 상품이 개발되고 있다. 마지막으로 폐기물과 관련해서는 아스팔트에 포함되어 있는 폐아스콘을 활용하여 아스콘 생산원료로 재활용하여 자원절약 및 환경보전 효과를 보고 있다. 현재 일본의 경우 총 아스콘 사용량의 71%정도를 재생아스콘으로 사용하는 등 선진국에서는 재생아스콘 생산 및 사용이 활성화되어 있으나, 우리나라 재생아스콘 사용률은 2006년 기준 1.8%정도에 불과한 실정이다. 이에 환경부는 제도적 기반 마련과 품질확보 등을 통해 2011년까지 폐아스콘 발생량의 15%를 재생아스콘으로 재활용하고 2020년까지 선진국 수준으로 높여나갈 계획이라고 밝힌 바<sup>63)</sup> 있다.

63) 현행 「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」 제2조 정의규정에 따르면 “중간처리업”을 건설폐기물을 “분리·선별, 파쇄하는 영업”으로 규정하고 있음. 그러나, 동법에서 규정하는 “중간처리업”에 “건설폐기물재생업”이 명확하게 포함돼 있지 않아, 현재 재생된 건설폐기물의 생산 및 사용이 선진국과 달리 활성화되지 못하고 있는 실정. 이에 “중간처리업”에 “건설폐기물재생업”을 포함시켜, 건설폐기물의 친환경적 적정처리 및 재활용을 촉진시켜 건설폐기물의 효율적 관리를 도모하고자 함. (안 제2조 제4호) [출처] [공동발의] 「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」 일부 개정법률안(이화수 의원 등 14인).

한편 스마트 하이웨이 사업은 안전하고 쾌적한 도로건설 기술과 첨단 IT기술 및 자동차기술을 통합하여 이동성, 편리성, 안정성을 획기적으로 향상시키는 고기능·지능형 차세대 고속도로를 말하며, 이 같은 개발로 인해 무사고 및 무정체 도로를 기대해 볼 수 있으며 궁극적으로는 온실가스를 줄이고 미래 에너지 시장 선점도 가능할 것으로 전망되고 있다.

#### 5) 그린항만 및 공항

국내 전체 수출입 화물의 99.8%를 항만에서 처리하고 있으나 도로위주의 배후수송 체계와 항만내에서의 선박, 하역·운송장비로 인한 탄소배출량은 지속적으로 증가하는 추세이며, 기후변화로 인한 해수면 상승, 해일 및 이상과랑, 강력한 태풍의 발생으로 항만시설 및 연안지역의 재난발생 위험이 우려되고 있다. 이에 따라 우리나라 정부에서도 국내항만을 저탄소, 친환경 항만으로 전환하기 위해 GREEN Port 구축을 주요 국정과제로 선정하고 종합추진계획 수립 및 실천을 통해 저탄소 녹색성장에 적합하게 추진하기로 했다. 국토해양부의 주요 추진 방향으로서는 항만 진·출입 화물의 철도 및 연안해운 이용 확대를 통한 저탄소 항만배후수송 체계 확립, 항만 내 탄소배출 저감, 하역시스템 동력장치 개선 및 신·재생에너지 도입 등 저탄소·에너지 고효율 항만으로 전환, 준설토 등 해양폐기물의 친환경적 처리와 재활용을 위한 자원순환형 항만시스템 구축, 녹지공간 조성 등 워터프론트 추진을 통한 항만공간의 활용도 제고, 기후변화·재해에 안전한 항만·임항권역 구축, 관련 녹색기술 개발 및 녹색산업 육성지원 등이다. 또한 국토해양부에서는 저탄소 녹색성장 및 녹색뉴딜사업 정책목표와 연계할 수 있도록 GREEN Port 구축 종합계획을 수립해 단계별로 사업을 추진하기로 하였다. 특히 광역권 컨테이너 화물을 처리하는 부산신항, 광양항의 항만 진·출입 철도 개발 사업은 2011년까지 완료토록 하고, 항만 내 대형선박 육상전원공급시설 계획 및 항만내 에너지 고효율 전환 계획 등은 2009년 말까지 수립 및 추진하기로 하는 등 항만에서의 배출탄소 저감과 친환경 항만 시스템 구축을 통한 '건설 녹색성' 향상에 이바지할 것으로 판단된다. 공항 역시 저탄소 녹색성장 기반 구축과 '건설 녹색성' 향상을 위한 다양한 노력과 시도를 하고 있다. 공항시설의 에너지 효율화, 지열시스템 및 태양광 발전시스템 등의 에너지시스템, 친환경 물류체계 구축시설 등을 포함한다.

이미 선진국에서는 녹색항만 및 공항의 실천이 이루어지고 있으나 국내시장의 경우

시장 매력도와 기업의 관심도가 낮아 선진국의 선 시행 사례를 벤치마킹하여 시행착오 없이 빠르게 접근할 필요가 있을 것으로 판단된다. 미국의 롱비치 항만을 그린항만사업으로 수행한 CH2M HILL의 경우,<sup>64)</sup> 그린 항만 전체 목표를 관리할 수 있는 프로그램 매니지먼트와 전략개발을 통해 해당 사업을 성공적으로 수행했다. 이들의 녹색건설 프로세스를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 모든 주체와 이해당사자들의 교육을 실시한다. 둘째, 녹색건설의 필요한 배경 및 정당성을 수립한다. 셋째, 비전을 수립한다. 넷째, 목적과 핵심성과지표를 정의한다. 다섯째, 전략과 수행방법을 선택한다. 여섯째, 일의 중요도에 따른 우선순위를 정한다. 마지막으로 실행과 함께 진행사항을 잘 살펴보는 것이다. 이들의 전략을 통해 확인할 수 있는 것은 녹색건설을 계획 및 관리할 수 있는 종합사령조직과 프로그램 매니지먼트를 갖추고 운영 모델을 통해 중요도에 따른 우선순위를 정해 순차적으로 접근해야 한다는 점이다.

#### 6) 석탄가스(IGCC), 석탄액화(CTL) 시설

화력발전은 석유 또는 석탄 등 화석연료를 사용해 에너지를 만들고 물을 끓이고 이 수증기로 터빈을 돌려 전기를 생산하는 시설물이다. 화석연료를 원료로 하다 보니 수력발전이나 원자력 발전보다 환경오염이 심각하고 국제유가에 영향을 많이 받는다. 또한 대기 중에 연소가스가 배출되며 발전기 냉각수로 바닷물을 사용하기 때문에 해수온도가 올라가서 바다생태계도 영향을 미친다. 하지만 이러한 문제점 때문에 화력발전소는 오래전부터 친환경적 노력을 많이 해오고 있다. 이처럼 우리나라 전력발전사에서는 CO<sub>2</sub> 등의 온실가스 배출을 줄이기 위해 초임계 석탄 화력 건설 등 발전효율 향상과 탈황, 탈질 설비를 설치하고 있으나, 기존의 석탄 화력발전소는 탈황, 탈질 설비의 투자비와 운영비가 증대되고 열효율 향상과 배출량 저감에 한계를 가지고 있어 최근 들어 석탄가스화 복합발전(IGCC: Integrated Gasification Combined Cycle)과 석탄액화(CTL: Coal To Liquid)설비가 주목을 받고 있다.

IGCC는 석탄, 중질잔사유 등의 저급연료를 고온, 고압 하에서 가스화시켜 CO, H<sub>2</sub>가 주성분인 가스를 제조·정제한 후 가스터빈 및 증기터빈을 구동하여 전기를 생산하는 친환경 차세대 발전기술로 상용설비인 600MW급은 송전단열효율이 46%(HHV기준, 습식

64) Terry W. Curl, VP/Director(Port and Marine Regional Manage), CH2M HILL과의 인터뷰 (2009. 3.23).

가스정제, 1500°C급 GT)에서 48%(HHV기준, 건식가스정제, 1500°C급 GT) 범위로 높게 예측되고 있으며, 또한 대기오염물질인 황산화물, 질소산화물, 그리고 분진 등의 저감 및 고효율에 의한 이산화탄소 배출량 감소 등 환경보전성이 매우 우수한 발전기술이다. 동일한 석탄을 사용하면서도 발전효율이 일반 화력발전보다 높고 환경오염물 배출이 크게 낮아 최근 차세대 석탄발전방식으로 부각되고 있으나 건설비가 상대적으로 높고 설계·제어 기술 확보의 어려움으로 국내에는 상용 플랜트가 널리 보급되지는 못한 실정이다.

CTL은 크게 직접액화와 간접액화로 대별된다. 직접액화는 H/C 원자비율이 0.6~1.0인 석탄을 열분해하여 생성된 자유기에 수소첨가반응 또는 탄소제거반응에 의하여 H/C 비를 1.2~2.0으로 높이는 기술이고 간접액화는 석탄을 물, 산소와 반응시켜 H<sub>2</sub>와 CO의 혼합기체인 합성가스로 전환시키고, 합성가스를 코발트계 또는 철계 촉매 하에서 F-T 반응(Fischer-Tropsch reaction)에 의해 액체 탄화수소(합성석유, 인조석유)를 만드는 시설물을 말한다. CTL은 장기적인 측면이 아닌 단·중기적인 측면에서 매우 관심이 많은 시설물이다. 장기적으로는 신·재생에너지가 기존의 화석연료를 대체하겠지만 당분간은 타 화석연료와 비교하여 가채매장량이 많은 석탄을 이용한 액화유 생산기술을 통해 기존 석유 위주로 구성된 산업인프라를 활용할 수밖에 없기 때문이다.

따라서, IGCC는 한국형 기술확보와 기술자립을 목표로 플랜트 사용연료를 중질잔사유, 바이오매스, 폐기물 등으로 다양화시킴으로써 연료의 유연성을 확보해야 할 것이며, CTL은 소규모 단위공정 기술개발과 상용급 외국기술의 도입판단을 통해 선진국과의 기술격차를 완화하여 상용화에 본격적으로 투자를 해야 할 것이다.

### 7) 발전용 연료(전지) 시설

기존의 발전방식과 비교할 때 발전효율이 높을 뿐 아니라, 발전에 따른 공해물질의 배출이 전혀 없고, 다양한 연료(천연가스, 석유, 석탄)를 사용할 수 있고, 발전소건설에 필요한 부지 및 송전, 변전시설이 필요하지 않으므로 에너지 부존자원이 적고, 발전소 건설을 위한 입지확보가 어려운 우리나라의 실정에 매우 적합한 수소·연료전지<sup>65)</sup>가 미래의 발전기술로 평가되고 있다. 연료전지는 연료(LNG, LPG, 메타놀 등) 및 공기의 화

65) 수소연료전지, 신·재생에너지 RD&D 전략 2030 시리즈 No. 6, 요약문에서 발췌.

학에너지를 전기 화학적 반응에 의해 전기 및 열로 직접 변환시키는 장치이다. 기존의 발전기술(연료의 연소→증기발생→터빈구동→발전기구동)과는 달리 연소 과정이나 구동장치가 없으므로 효율이 높을 뿐만 아니라 환경문제(대기오염, 진동, 소음 등)를 유발하지 않는 새로운 개념의 발전 기술이라고 말할 수가 있다. 따라서 배기가 깨끗해 환경에 친밀한 특성을 가지고, 소량으로도 효율이 높고, 더욱이 폐열의 유효 이용에 의하여 종합 에너지 효율의 향상을 도모할 수 있는 연료 전지는 신에너지의 하나로 위치하고 있으며, 보급 촉진이 기대되고 있다. 장점으로는 연소과정과 열에너지를 기계적 에너지로 변환시키는 과정이 없어 기존 에너지원보다 효율이 10~20% 정도 높아지는 고효율과 분진의 방출과 이산화탄소 배출이 적은 무공해 에너지원이라는 것이다. 또한 설치의 간편함과 연료의 다양성 확보 면에서도 높은 장점을 가지고 있다. 연료전지를 이용해 발전을 할 경우 공해요인이 없으므로 도심지 속에서의 건설이 가능하고, 다른 발전 방식에 비해 소요면적이 적으며 지속적인 냉각수 공급이 불필요하기 때문에 발전소용 부지의 선정이 용이하며 기계적 구동부분이 없어 저소음 및 저진동 효과가 있다. 한편 연료전지의 단점으로는 부하변동에 따르는 반응속도가 느려서 차량 냉각시 출발과 급가속성능이 떨어지는 것이고 시스템 가격이 크게 높아 실용화에 중요한 장애요인으로 작용하고 있다.

세계 연료전지 시장은 2010년 1,000억 달러로 확대될 전망이며, 가정용 연료전지 시스템은 240억 달러의 시장이 형성될 것으로 전망된다. 또한 전력산업용 연료전지는 2005년경부터 본격적으로 시장이 형성되어 2010년에는 12,000~22,000MW 규모로 시장이 확대될 전망이다<sup>66)</sup>이다. 따라서 선진 각국은 이러한 수소경제 사회로의 전환에 따른 에너지 패러다임 변화에 대한 능동적인 대처와 향후 전개될 거대한 에너지 시장을 선점하기 위하여 연료전지 기술 개발에 박차를 가하고 있다. 국내의 경우 기술 수준은 전반적으로 기초 연구 단계이나 단기적으로 소규모 시제품 개발을 목표로 하여 추진 중이며 기술의 발전추세로 판단하건대 단기간 내 현재의 선진 기술 수준에 근접할 수 있을 것으로 전망된다.

66) Nikkei Electronics Asia 9월호.

8) Low Greening Group 진단

Low Greening Group의 녹색 건설상품은 대부분이 에너지소비량이 높은 일반건축과 화석연료를 에너지원으로 사용하는 산업설비상품으로 화석연료 의존도가 높아 ‘녹색성’이 낮게 평가되고 있다. 하지만 주택과 일반빌딩시설 등의 일반건축의 경우 세계적으로 Green Building 붐으로 인해 시장창출 및 보급 확대가 기대되고 있으며, 화석연료를 에너지원으로 사용하는 산업설비의 경우 장기적으로는 신·재생에너지가 기존의 화석연료를 대체하겠지만 그 시기는 30~40년 이후가 되어야 가격적인 경쟁력까지 갖춘다는 것으로 가정해 볼 때 중·단기적으로는 타 화석연료와 비교하여 가채매장량이 많은 석유나 석탄 등을 이용한 에너지생산이 주를 이룰 것으로 기대되고 있어 신기술 개발이 진행되고 있으며 자원순환을 통한 이산화탄소저감 노력이 꾸준히 이어지고 있다. Low Greening Group의 상품들의 장·단점을 SWOT 분석을 통해 다음 <표 III-4>와 같이 정리하였다.

<표 III-4> Low Greening Group의 녹색 건설상품 SWOT

S(강점)	W(약점)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정부의 적극적인 신·재생에너지 보급 및 확대 정책</li> <li>• 친환경적인 에너지화 방법의 필요성 대두</li> <li>• 우수한 국내 IT분야의 개발 능력 및 응용기술의 발전으로 사업과의 연계 및 융합 가능</li> <li>• ‘녹색시티(Green City)’ 개발사업의 마케팅을 통한 시장의 주도권 확보 가능성</li> <li>• 중국, 동남아, 중동 등의 새로운 환경시장 형성(해외시장 선점 가능성)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건설경기의 침체로 투자 여력이 낮음</li> <li>• 높은 CO2의 배출</li> <li>• 핵심적인 원천기술 및 축적된 노하우의 부족</li> <li>• 종합적인 정책 및 관리체제의 미흡</li> <li>• 기술로 인한 한정된 업계 동참</li> <li>• 기술개발 및 상용화 사례 미미</li> <li>• 경제성이 높지 않아 민간의 자율성 확보 및 자체 기술개발에 대한 필요성 인지 못함</li> </ul>
O(기회)	T(위협)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 환경규제의 강화</li> <li>• 고유가 시대 진입</li> <li>• 에너지 다변화 및 안보의식 강화</li> <li>• 미분탄 화력발전보다 공해문제 및 지구온난화 문제 등 환경측면에서 유리하기 때문에 발전소 건설에 따른 입지선정 등에 어려움이 적을 것으로 예상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• breakthrough 기술개발 지연</li> <li>• 경제성 확보의 어려움</li> <li>• 막대한 인프라 건설비용</li> <li>• 경쟁 기술 및 기존 기술의 획기적 발달</li> <li>• 도입초기의 안정성 확보 미흡</li> <li>• 선진국의 기술 우위 선점과 지속적인 기술개발</li> <li>• 건설경기의 침체로 투자 여력이 낮음</li> </ul>

국내의 건설상품을 대상으로 녹색건설을 대표하는 15개의 상품을 살펴보았다. 그렇다면 이들 상품들에 대해 과연 국내 건설업체들은 어떠한 견해를 가지고 있는가? 녹색건설을 위한 대표 상품들의 향후 시장전망을 어떻게 내다보고 있는가? 또한 기업들의 녹색건설 추진전략은 어떠해야 하는가? 이 같은 질문을 위해 국내 건설기업들을 중심으로 전문가 설문조사를 실시하였다. 본 설문 목적은 첫째로 녹색건설을 대표하는 상품을 특성별 구분을 통해 미래 상품으로의 가치 및 중요도를 살펴 각 상품의 매력성을 판단하고자 하는 것이고, 둘째로는 Mapping 분석을 통해 유형별 건설기업의 전략 및 방향성을 살피고자 함이다. 또한 건설기업들이 자발적으로 녹색건설을 위한 투자 및 노력을 기할 수 있도록 정부의 제도 개선의 방향에 대해서도 논해보고자 한다.

### 1. 대표 녹색 건설상품의 매력도 및 전략 분석

#### (1) 전문가 설문의 개요

##### 1) 설문 방법 및 내용

설문 조사는 2009년 1월 16일부터 2월 20일에 걸쳐 건설기업 녹색건설 관련 전문가 및 연구소의 전문가를 중심으로 전문가 설문과 AHP 방법이 적용되었다. 전문가 설문은 각 그룹에서 도출된 대표 녹색 건설상품에 대해 다음 <표 IV-1>과 같이 크게 8가지의 주요 내용으로 구성되었다. 특징으로는 응답자로 하여금 전문분야가 아닌 상품의 답변을 피할 수 있도록 설계하였고 서로 다른 상품별 구분과 전문성에 따른 다양한 답변을 유도하여 설문의 신뢰성 및 객관성을 높였다. 설문조사는 전문성을 고려해 분야별 녹색건설 관련 전문가를 선정하여 조사가 되었으며 전체 57부의 설문결과를 획득하여 분석하였다.

**<표 IV-1> 전문가 설문문의 주요 내용**

대표 녹색 건설상품	
1) 국내수요	향후 5~10년간 국내수요는?
2) 글로벌시장규모	현재를 포함한 향후 세계 시장 규모는?
3) 성장률	연간 성장 속도는?
4) 건설주도성	건설이 주도할 수 있는 가능성은?
5) 기술 잠재력	기술개발 가능성, 투자정도, 상용화는?
6) 설계 역량 정도	현재 실현 가능한 설계 역량 정도는?
7) 시공 역량 정도	현재 실현 가능한 시공 역량 정도는?
8) 전략적 육성의지	주된 사업으로의 육성의지는?

2) 응답자 및 업체의 분류

설문에 응답한 건설업체나 응답자를 살펴보면 <표 IV-2>와 같이 기업의 기술연구센터 및 기술연구소 등의 연구소 응답자가 가장 많은 33%를 차지하였고, 기업의 녹색관련 TFT에 속한 응답자가 21%, 그 다음으로 각 사업본부별로는 13~19%를 차지하였다. 응답자의 근무 연수 분포를 살펴보면 11~20년 사이가 50%로 가장 높았으며 20년 이상이 30%로 그 다음을 차지하였고, 6~10년 사이와 1~5년 이상이 각각 16% 그리고 4%를 차지하였다. 응답자들은 10년 미만의 경력자들도 있었지만 기업 내 가장 활발히 활동을 하고 있고 또한 실무경력이 많은 10년 이상의 근무자가 전체 응답자의 81%를 차지하고 있어 설문분석의 신뢰성이 높은 것으로 판단된다.

**<표 IV-2> 응답자 및 응답 업체의 분포**

(단위: 응답자 수, %)

구분		수(비중)	구분		수(비중)
업체 구분	기업연구소	19(33%)	근무 연수	1~5년	2(4%)
	기업 녹색TFT	12(21%)		6~10년	9(16%)
	건축 사업본부	11(19%)		11~20년	29(50%)
	토목 사업본부	8(14%)		20년 이상	17(30%)
	플랜트 사업본부	7(13%)			

## (2) 대표 녹색 건설상품의 매력성

국내 기업들이 15대 대표 녹색 건설상품을 어떻게 생각하고 있는지 매력도를 조사하기 위해 시장수요, 성장속도, 기술 잠재력, 설계 및 시공역량, 그리고 건설주도성을 살펴 보았다. 시장수요는 향후 5~10년간 국내에서의 수요를 뜻하며, 기술 잠재력은 기술개발 가능성, 투자정도, 상용화정도를 뜻한다. 또한 건설주도성은 녹색기술이 건설에 의해 주도될 수 있는 가능성 정도를 측정하였다. 이처럼 다섯 가지의 요인으로 총체적인 매력성을 살펴보면 다음 <표 IV-3>과 같다.

<표 IV-3> 대표 녹색 건설상품의 총체적 매력성 분석

대표 녹색 건설상품	시장수요	성장속도	기술 잠재력	설계/ 시공역량	건설 주도성	총체적 매력성
재생에너지시설	●	●	◐	◐	◐	
원자력발전소	◐	◐	◐	◐	●	
유기성폐자원시설	◐	●	◐	◐	◐	
가스액화시설	◐	◐	◐	◐	◐	
녹색철도	◐	◐	◐	◐	●	
설비집단시설	◐	◐	◐	◐	●	
환경복원시설	◐	◐	◐	◐	●	
친환경수자원시설	◐	◐	◐	◐	●	
그린홈	◐	◐	◐	◐	●	
그린빌딩	●	●	◐	◐	●	
자원순환시설	◐	◐	◐	◐	◐	
친환경도로	◐	◐	◐	◐	●	
그린항만/공항	○	○	◐	◐	●	
석탄가스/ 석탄액화시설	◐	◐	◐	○	◐	
발전용 연료(전지)시설	●	●	◐	○	○	

●:매우높음, ◐:높음, ◑:중간, ◒:낮음, ○:매우낮음

대표 녹색 건설상품 중 현재 건설기업에 매력성이 높은 상품으로 뽑힌 상품은 그린빌딩, 유기성폐자원시설, 설비집단시설, 친환경수자원시설, 그린홈인 것으로 정성적 분석 결과 나타났다. 가장 높은 매력성을 가진 그린빌딩은 현재 전 세계적인 그린빌딩의 붐을 대변하는 현상으로 풀이된다. 이들 상품의 특성은 건설산업의 주도 가능성이 높거나, 시장이 형성될 가능성이 높은 것에 초점이 맞추어져 있음을 찾아볼 수 있다. 다시 말해, 건설기업들은 시장이 충분하고 기업입장에서 쉽게 접근이 가능한 상품을 미래의 투자 가치가 높은 상품으로 판단하고 있는 것이다. 또한 Fair Greening으로부터 도출된 상품들이 대부분 설계 및 시공역량과 기술 잠재력이 높으며 건설주도성도 높은 상품들로 판단하고 있어 현재 녹색건설의 주도적인 역할을 담당하는 에너지 상품들보다 중기적으로 더 유망한 것으로 나타나고 있다. 이는 정부의 녹색뉴딜정책과 일부 그 방향성을 같이 하고 있어 기업들의 입장에서 나타난 결과인 것으로 풀이될 수 있다.

이처럼 기업들은 시장의 수요가 있어야 관심을 가지고 개발 및 투자가 일어난다. 따라서 정부의 정책과 관심이 기업의 녹색활동을 크게 좌우한다고 할 수 있다. 그런 의미에서 현재 총체적인 매력성이 낮고 향후 시장 수요가 예상되거나 기술 잠재력이 높은 신 에너지 및 화석연료 청정화 시설 등은 정부의 많은 관심이 필요한 분야이다. 녹색건설이 세계적으로 단기적인 유행이나 선택적인 사항이 아닌 이상 시장수요는 커질 수밖에 없을 것이며, 필수적 선택이라면 지금부터라도 기업이 녹색건설에 대한 신기술을 개발 및 투자하거나 서비스 개발을 유도할 수 있는 정부의 정책 인프라를 구축할 필요가 있다.

### (3) 유형별 녹색전략

#### 1) Mapping 분석 방법

녹색건설을 대표하는 상품들의 시장과 역량 등을 조사하여 Mapping 분석을 통한 유형별 건설기업의 전략과 방향성을 살펴보고자 한다. 유형별 Mapping Matrix는 시장 매력도(Level of Attraction)와 건설역량 성숙도(Level of Competencies)의 측정요소를 가지고 있다. 시장 매력도는 대표 녹색 건설상품의 시장수요 및 중요도를 나타내며 국내수요, 글로벌 시장규모, 성장률, 건설주도성으로 측정을 하였고 건설역량 성숙도는 대표 녹색 건설상품을 수행할 수 있는 기술 및 역량으로 정의하였으며 측정요소로는 기술

잠재력, 설계역량, 그리고 시공역량으로 판단하였다. 이들 각 측정요소의 우선순위를 나타내는 가중치를 판단하기 위해 AHP 기법을 활용하였다. AHP 기법은 각 측정요소의 가치를 객관적이고 일관성 있게 판단하여 중요도 또는 가중치를 산출하는 데 유용한 기법이다. AHP 기법을 적용함에 있어 문제를 구성하는 요인을 계층화 하는 것이 필요한데 앞서 언급한 바와 같이 시장매력도는 국내수요, 글로벌 시장규모, 성장률, 건설 주도성으로 계층화하였고, 건설역량 성숙도는 기술잠재력, 설계역량, 시공역량으로 구분하여 계층화하였다.

이러한 계층화된 구조를 바탕으로 각 요소간 쌍별로 9점 척도를 활용하여 비교를 하였다. 예를 들어 비교되는 두 가지의 요소가 시장매력도 혹은 건설역량 성숙도에 동등하게 중요한 역할을 할 경우에는 1, 하나의 요소가 다른 요소에 비해 아주 강한 결정적 역할을 할 경우에는 9를 부여하는 방식이다. 시장매력도를 구성하는 요소간의 쌍별비교 결과는 <표 IV-4>와 같으며, 건설역량 성숙도를 구성하는 요소간 쌍별비교는 <표 IV-5>와 같다.

**<표 IV-4> 시장 매력도 쌍별 비교**

구분	국내수요	글로벌 시장	성장률	건설주도성
국내 수요	1	7	1/2	1/2
글로벌 시장	1/7	1	1/4	1/4
성장률	2	4	1	1/2
건설주도성	2	4	2	1

**<표 IV-5> 건설역량 성숙도 쌍별 비교**

구분	기술잠재력	설계역량	시공역량
기술 잠재력	1	3	5
설계 역량	1/3	1	3
시공 역량	1/5	1/3	1

AHP 기법에서 각 세부요소의 가중치는 쌍별 비교후 각 열의 합으로 각열의 셀을 나누어 표준화하여 산출된 각 행의 평균값이 각 요소의 가중치가 되게 된다. 예를 들어 건설역량 성숙도를 구성하는 기술 잠재력, 설계역량, 시공역량에 대한 개별 요소의 가중치는 아래의 <표 IV-6>과 같이 산출되게 된다.

<표 IV-6> 건설역량 성숙도 요소별 가중치 계산

구분	기술잠재력	설계역량	시공역량	행평균 (각 요소별 가중치)
기술잠재력	0.652	0.692	0.556	0.633
설계역량	0.217	0.231	0.333	0.26
시공역량	0.13	0.077	0.111	0.106

동일한 방법으로 시장매력도를 구성하는 각 요소간의 가중치를 산정하여 국내수요 0.247, 글로벌 시장 규모 0.067, 성장률 0.282, 건설주도성 0.404의 값이 도출되었다. 이와 같은 AHP를 통한 측정 요소별 가중치의 결과는 다음 <표 IV-7>과 같다.

<표 IV-7> 측정 요소별 가중치 분석 결과

항 목	시장 매력도 (Level of Attraction)				기술 성숙도 (Level of Competencies)		
	국내 수요	세계시장규모	성장률	건설 주도성	기술 잠재력	설계 역량	시공
Factors	향후 5~10년간 국내수요는?	현재를 포함한 향후 세계 시장 규모는?	연간 성장 속도는?	건설이 주도할 수 있는 가능성은?	기술개발 가능성, 투자 정도, 상용화는?	실현 가능한 설계역량 정도는?	실현 가능한 시공역량 정도는?
Weight	24.7	6.7	28.2	40.4	63.3	26	10.6

AHP기법을 활용한 분석에서 또 하나의 중요한 요소는 산출결과의 일관성은 일관성 지수(Consistency Index)<sup>67)</sup>를 무작위 지수(Random Index)<sup>68)</sup>로 나눈 값인 일관성 비율(Consistency Ratio)로 판단하게 되는데, 일관성비율 0은 응답자가 완전한 일관성을 유지하며 쌍대비교를 수행함을 의미하고, 일반적으로 일관성비율이 0.1 이하일 경우 합리적 일관성을 갖는 것으로 판단하며, 0.1 이상일 경우에는 일관성이 부족한 것으로 판단한다. 시장매력도 요소별 가중치 분석과 건설역량 성숙도 분석의 일관성 비율이 각각 0.099과 0.033으로 산출됨으로써 계산과정이 신뢰할 수 있는 것으로 검증되었다.

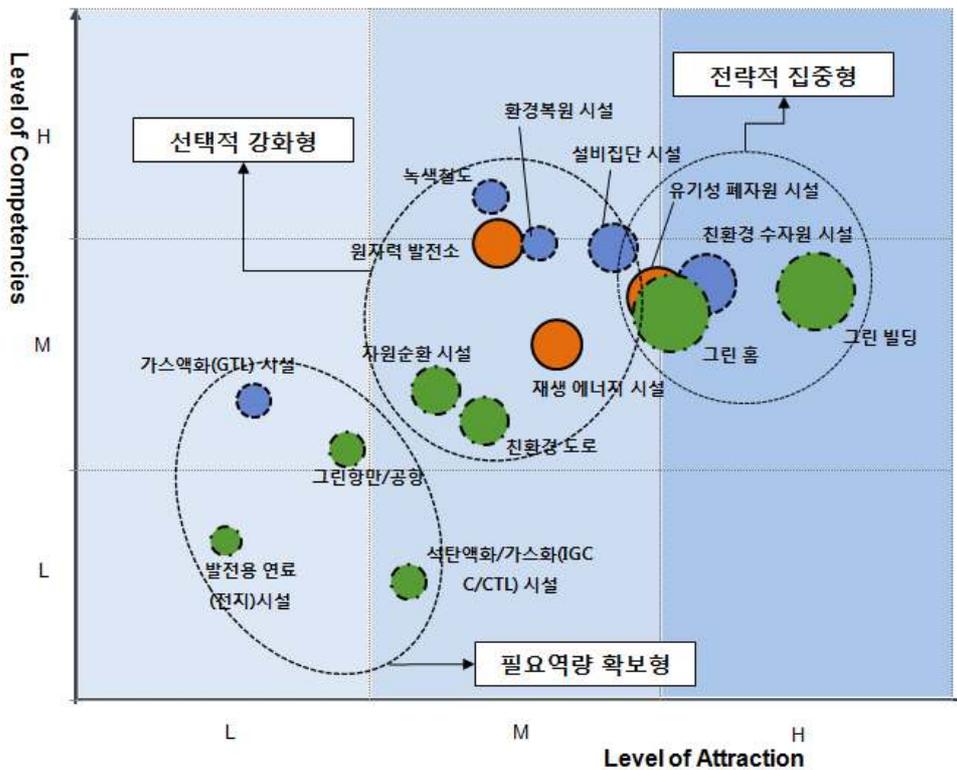
67)  $CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$ 로 계산되며,  $\lambda_{max}$  값은 요소별 가중치를 쌍대비교 결과표상의 각 열의 셀에 곱하고 각 행의 합계를 도출한 후 이 값을 요소별 가중치로 나눈 후 이 값들을 평균함으로써 산출된다.

68) 순수하게 무작위로 응답했을 경우 얻을 수 있는 CI값으로서 Warton School에서 표본수 500개를 이용하여 요소개수에 따라 산출한 무작위지수(RI) 값을 일반적으로 활용한다.

2) 대표 녹색 건설상품의 유형별 전략

‘건설 녹색성’ 향상을 위해 도출된 15개 대표 녹색 건설상품을 시장 매력도(Level of Attraction)와 건설역량 성숙도(Level of Competencies)에 따른 유형으로 나누어 살펴 보면 <그림 IV-1>과 같이 현재 국내 건설산업에 반드시 필요한 사업이나 현재 역량 수준이 높지 않아 기업의 특성에 따라 역량 강화를 해야 할 상품인 전략적 집중형군, 사업의 매력도 및 기술 성숙도가 중간으로 전략적 방향에 따라 우선순위를 정해 투자 및 개선해야 할 상품인 선택적 강화 상품군, 그리고 현재 사업의 매력도와 기술 성숙도가 낮은 상태이나 향후 신에너지 성장가능성이 높아 R&D에 투자해야 할 상품인 필요역량 확보형 상품군으로 구분될 수 있다.

<그림 IV-1> Mapping 분석을 통한 유형별 녹색 건설상품



- High Greening Group에서 도출된 녹색 건설상품, ● Fair Greening Group에서 도출된 녹색 건설상품
- Low Greening Group에서 도출된 녹색 건설상품, ○ 원의 크기는 향후 기업의 전략적 육성의지 정도

각 유형별 상품과 전략을 정리해 보면 다음과 같다.

- 전략적 집중형 - 그린빌딩, 그린홈, 친환경 수자원 시설, 유기성 폐자원 시설이 해당되며 현재 정부정책과 매우 밀접한 관계로 시장의 접근이 쉬워 기업들의 전략적 육성 의지가 높은 특징이 있다. 따라서 이들 상품군에서는 기업간 경쟁이 심화될 것으로 예상되며 향후 내수 시장 중심의 선택과 집중 후 해외시장으로 진입전략이 필요할 것으로 판단된다. 또한 이를 위해서는 인적자원의 역량강화 및 인식변화가 필수적인 요소라고 할 수 있다.
- 선택적 강화형 - 설비집단시설, 환경복원시설, 녹색철도, 원자력발전소, 재생에너지 시설, 친환경도로, 자원순환시설을 포함하며 대부분이 기존 건설 상품으로 건설 주도성은 높으나 기술의 성숙도가 낮아 '녹색성' 향상을 위한 정부와 기업의 노력이 필요한 것으로 판단된다. 또한 전략적으로 특화 기술이 주도하는 상품과 공통기술만으로 충분한 상품을 구분하여 접근할 필요가 있을 것이다.
- 필요역량 확보형 - 그린항만 및 공항, 가스액화시설, 석유액화시설, 석유가스화시설, 발전용 연료전지 시설이 이에 해당된다. 그린항만과 공항은 시장 매력도보다 기업의 관심도가 낮기 때문에 선진사례를 통한 기술 및 방법 습득이 필요할 것으로 판단되며, 다른 신 에너지 사업은 중요성은 인식하고 있으나 특화기술로 인한 접근이 용이하지 않아 융합을 통한 건설주도성을 찾아가는 전략이 필요할 것이다. 특히 향후 녹색건설규모가 커질 경우 R&D 활성화를 통해 특화기술 선점이 필요한 분야이기도 하다.

현재 High Greening Group에서 도출된 상품들은 에너지 관련 상품으로 건설주도성보다는 시장 형성과 밀접한 관계가 있는 국가적 행보에 따라 결정이 될 사항으로 건설 기업들의 관심이 높은 편은 아닌 것으로 나타났다. 또한 전략적 집중형 상품들은 현재 '건설 녹색성'이 높은 상품들은 아니나 시장 매력도가 높아 현시점에서 기업들의 관심도

는 높기 때문에 많은 기술개발 및 투자가 일어나야 할 것으로 판단된다. 한편으로 정부는 정책 인프라(정책 및 인센티브)를 통해 민간기업의 자발적인 녹색 건설상품 및 서비스 개발을 유도할 필요가 있겠다.

#### (4) 시사점

15대 대표 녹색 건설상품의 매력성과 Mapping Matrix를 통한 유형별 전략을 살펴본 결과 현재 국내 건설기업들은 그린빌딩, 그린홈, 친환경 수자원시설, 그리고 유기성 폐자원시설에 가장 높은 관심과 투자를 보이는 것으로 나타났다. 이처럼 건설기업들의 성향은 시장의 매력도에 따라 녹색 건설상품을 선호하는 경향이 있는 것으로 나타나지만, 기업들이 녹색 건설상품을 전략적으로 접근할 때 가장 중요한 것은 기업의 특성을 반영한 상품의 선택이며, 목표상품에 따른 단계적 우선순위를 정해 '건설 녹색성' 향상을 위한 순차적 접근이 필요할 것이다. 또한 건설산업 관련 모든 주체가 녹색건설에 대한 인식전환이 절대적으로 필요할 것이다. 녹색건설은 하고 싶은 것이 아니라 해야 하는 것이라는 인식전환이 절대적으로 필요한 시기이다. 이러한 녹색건설구현을 위해서는 기업 차원에서 다음과 같은 노력을 해야 할 것이다.

첫째로, 녹색건설과 녹색 건설상품에 대한 홍보와 마케팅이 필요하다. 녹색건설을 통해 수요자에게 어떠한 혜택이 있으며, 범국가적으로 녹색건설의 필요성을 널리 홍보할 필요가 있을 것이다. 예를 들어 단지개발사업 같은 경우 녹색빌딩, 신·재생에너지 시설 등 녹색시설물이 건설될 수 있도록 인프라부터 녹색설계를 통한 접근을 활용할 필요가 있는 것이다. 둘째로, 해당 기업들은 각사의 기술수준, 인적자원, 특성을 스스로가 판단 및 진단하여 기업의 특성에 맞는 녹색 건설상품을 선택할 필요가 있다. 타 기업이 한다고 무리하게 녹색 건설상품을 선택과 집중한다면 투자대비 효율 면에서 기대효과를 누리기 어려울 것이다. 셋째로, 녹색 건설상품들은 건설의 특성상 시장의 변화가 빠르고 많은 부분을 녹색기술에 의존하기 때문에 지속적인 관심과 동향을 파악하여 향후 시장성(물량)과 연계된 전략 상품 관계 분석을 통한 주기적인 목표 재설정 필요할 것이다. 마지막으로 녹색건설은 국내시장뿐 아니라 세계적인 추세이기 때문에 글로벌 시장을 타깃으로 R&D의 활성화를 통해 특화기술 선점을 위한 노력이 필요할 것이다. 특화 기술의 선점은 많은 노력 없이도 부가가치를 높일 수 있는 방법이기 때문에 효율적인 사

업으로 변환이 가능할 것이다.

그러나 무엇보다도 중요한 것은 녹색건설 구현의 목표인 ‘건설 녹색성’ 향상일 것이다. 건설기업들은 수주산업이기 때문에 필요로 하는 녹색 건설상품을 건설하면 되겠지만 이보다 녹색 건설상품을 위한 건설생산과정(Process) 혁신의 유도가 필요하다. 이러한 건설생산과정 혁신으로는 생태계를 배려한 친환경 설계, 녹색구매활동, 건설현장 내 에코드라이브(Stop 급발진, 급가속, 공회전 등), 에너지 절약형 건물설계, 폐기물 분리선별을 통한 재활용, 공사 중 폐기물 발생감축, 친환경 생태(축) 조성, 생태계를 배려한 친환경 설계, 온실가스 배출이 적은 건설기계 사용, 친환경 자재 활용 등이 있겠다.

## 2. 녹색건설의 제도 추진 방향

녹색건설이라는 개념이 주는 비전은 여러 가지 형태로 설명될 수 있겠지만, 본 연구에서는 UNEP(United Nations Environment Programme)에서 제시한 비전을 중심으로 이에 대비한 건설산업의 현실 및 제도 추진 방향을 살펴보고자 한다(<표 IV-8> 참조).

<표 IV-8> UNEP's 비전<sup>69)</sup>과 문제점

비전(Vision for Sustainability)	문제점(Current Situation)
<ul style="list-style-type: none"> <li>전생애주기의 관점에서 최적화된 건물 설계, 시공, 유지관리가 일상화되어야 한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>실제 건물은 단기적인 경제논리에 많은 부분이 결정된다.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>법규와 건물의 각종 기준은 친환경적 고려와 요구사항을 포함하여야 한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>법규와 건물의 각종 기준은 주로 건물의 기술적 기능만을 다루고 있다. 친환경적 요소는 자발적인 가이드로서 제공되는 정도이나 일반적으로 전혀 고려되지 못하고 있는 실정이다</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>친환경적 요소 모든 건설 프로젝트에 일상적으로 고려되어야 하며, 중장기적인 관점도 포함되어야 한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>친환경적 요소가 되더라도, 종종 시공단계의 현안과 관련하여 제한적으로 적용되는 정도이다. 예를 들어, 건물 자체 기능보다는 현장의 폐기물 관리 등이 그 대표적인 예가 되겠다.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>정부는 각종 정책과 인센티브로 친환경 시설을 적극적으로 지원해야 한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>친환경 시설을 지원하는 정부의 관련된 정책과 인센티브가 부족하다.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>투자자, 보험회사, 개발업자, 그리고 사용자 등 건설생산 이외의 모든 주체들이 친환경에 대한 인식이 있어야 하며, 친환경 시설을 보다 활성화하기 위한 적극적인 역할을 수행해야 한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>일반적으로 친환경 시설을 통한 장기적인 경제성, 사회 및 환경적 혜택에 대한 인식이 부족하다.</li> </ul>

69) Sustainable Buildings & Construction Initiative, 2006-Information Note, UNEP, 2006, p4.

UNEP의 비전과 비교되는 문제점은 국내 건설산업도 마찬가지로일 것으로 판단되며 이를 통한 녹색건설 추진 방향을 살펴보면 다음과 같다.

첫 번째로, 녹색건설에 대한 인식 전환이 필요하다는 것이다. 이러한 인식의 전환은 정부 혹은 건설기업 등 특정 주체에게만 한정된 것이 아니라 건설산업에 관련된 모든 주체에게 해당되는 것이다. 또한 이를 위해서는 외국의 관련 단체와 마찬가지로 정부가 지원하는 추진 엔진(단체)이 필요할 것으로 판단된다.

두 번째로, 녹색건설과 녹색 건설상품이 구체적으로 무엇인지에 대한 구체적인 정립과 마케팅이 필요할 것이다. 이러한 녹색건설의 개념은 전문가만이 이해하는 것이 아닌 투자자와 소비자 등도 충분히 공감할 수 있어야 한다. 이러한 녹색건설 범주의 설정은 우선, 건축부문, 인프라 부문, 플랜트 부문마다 특성이 다르기 때문에 개별적인 접근이 필요하다는 판단이다.

- 건축부문: 녹색건설 인증 시스템의 여러 조건들 즉, 에너지, 물 소비량, 공기질, 설계 및 시공 과정, 자원 활용, 쓰레기 배출량 등에서 혁신적인 성과가 있는 빌딩 혹은 단지/도시 등이 녹색빌딩 혹은 녹색단지로 명명되어야 할 것이다. 따라서 국내에서도 선진국의 사례와 마찬가지로 LEED 등과 같은 구체적 인증 시스템의 개발이 필요하며, 시장 역시 이의 수요에 따라 움직여야 할 것으로 판단된다.
- 인프라 부문: 현재 일부 신·재생 발전 분야 이외에 전통적인 토목 상품은 해외시장에서 녹색 건설상품으로 논의되고 있지 못한 것으로 판단되며 기존 건설상품의 포장만이 아닌 건축 부문과 마찬가지로 토목 시설에서 친환경성을 높이기 위해 검토되어야 할 요소를 도출하는 작업이 선행되어야 할 것이다. 또한 인프라 부문의 특성상 정부가 주도적인 역할을 담당해야 할 부문으로 판단된다.
- 플랜트 부문: 실제 건설기업에서 인프라 부문과 다소 경계가 모호한 부분이 있지만, 현재 발전 시장이 해당 영역이 될 수 있다. 건축이나 인프라와 달리 플랜트 부문은 건설 행위 그 자체보다는 에너지원이 청정한 것이냐가 주 관심사가 될 수 있으며 여기서 활용되는 핵심기술은 오픈 기술보다는 배타적 기술이 지배할 가능성이 높기 때문에 R&D에 관심과 투자가 집중되어야 할 것으로 판단된다.

세 번째로, 녹색시설을 지원하는 정부의 보다 강력한 정책 및 인센티브가 필요할 것으로 판단된다. 이를 위해서는 큰 틀에서 녹색건설 시장에 대한 정책과 제도를 선진국 벤치마킹을 통해 기반 구축을 서둘러야 할 것이다. 녹색 건설이 되기 위해서 가장 중요한 것은 효과를 극대화할 수 있는 설계 혹은 시방에 녹색 요소가 포함되어야 할 것이다. 이를 위해 정부는 각종 제도와 기준에 대한 새로운 규정의 신설과 정비가 필요할 것으로 판단된다. 이미 상용화되어 있는 상품을 국내시장에서 적극적인 활용이 될 수 있도록 새로운 기술개발 투자보다 우선해서 녹색 건설상품과 기술의 사용을 촉진시키는 제도 기반 구축이 필요한 시기이기 때문이다. 이를 외국의 LEED 등 친환경 인증제도와 연계시켜 본다면, 국내에서도 친환경 시설 인증제도를 조속히 도입하여 이러한 기준을 충족시킬 수 있는 설계와 시방 기준을 정비하는 것도 하나의 방안이 될 수 있을 것으로 판단되며 이와 관련하여 에너지 등급제, 성능 등급제 등과 같이 개별 목적별로 도입된 각종 등급제를 통합하는 방안도 고려해야 할 것이다. 또한 현재 정부와 지자체들이 경쟁적으로 벌이고 있는 저탄소 녹색도시 혹은 지속가능한 환경 도시개발 등의 구호성 사업보다는 탄소제로 표시 혹은 폐기물 제로 건물 등 구체성 있는 계량목표가 설정된 도시 개발 정책과 제도가 필요할 것이다. 비록 선진국은 아니지만, 아랍에미리트의 아부다비에서는 향후 건설되는 모든 건물에 녹색 인증제를 도입할 만큼 적극적이라는 사실을 주목할 필요가 있다.<sup>70)</sup>

마지막으로, 공급자 부문으로 세계 녹색건설 시장 동향에서 보았듯이 전 세계적으로 녹색건설에 대한 수요가 매우 커질 것으로 전망되기 때문에 기업은 관련 기술 역량 제고뿐만 아니라 마케팅 측면에서도 상당한 노력과 투자가 필요할 것으로 판단된다. 녹색 건설상품과 미래 시장에 대해서 불확실성을 가질 필요는 없을 것이다. 기업은 물론, 우리 건설산업이 한국의 브랜드 기술과 상품으로 세계시장을 선점 및 주도할 수 있는 영역으로 보아야 할 것이다. 기업차원에서 민간 주택, 상업용 건물 등의 분야는 공공 건설 사업과는 달리 보다 공격적으로 녹색기술을 당해 사업에 포함시킬 수 있는 여지가 클 것으로 판단된다. 따라서 관심 기업은 고객에게 보여줄 수 있는 녹색기술의 개발 및 이에 따른 효과 등 기술과 마케팅을 연계한 전략을 마련할 필요가 있다고 판단된다.

70) Plan Abu Dhabi 2030, Abu Dhabi Urban Planning Council, 2007. 10.

녹색성장은 녹색기술을 기반으로 한 저탄소 녹색성장산업을 신성장동력으로 하여 경제 및 산업구조는 물론 삶의 양식을 저탄소·친환경으로 전환하여 전반적인 삶의 질을 향상시키는 국가 발전 전략으로 요약해 볼 수 있다. 이러한 녹색성장이라는 우산 아래 산업간 연계성을 높이기 위한 성장엔진 역할에 건설은 매우 중요한 역할을 담당해야 한다. 녹색건설시장은 내수보다 세계적인 정책 수요 및 공동 대응전략에서 유도되는 새로운 시장으로 인식할 필요가 있다. 선수요 후공급하는 구조보다 공급이 새로운 수요를 만들 가능성이 큰 시장인 특징도 가지고 있다. 녹색 건설 상품과 세계 시장 자체가 아직 초기 성장단계에 있기 때문에 국내 건설산업 및 기업에게 충분한 기회를 제공할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 녹색건설을 “건설기술이 녹색효과를 높이기 위해 기여할 수 있는 모든 활동”으로 정의하였으며, 녹색기술과 타 산업 및 녹색경제와 녹색생활의 중심에서 연결고리 역할을 담당해야 하는 당위성을 살펴보았다. 또한 ‘녹색성’ 향상을 위해 에너지·가스 저감, 대체에너지, 시설효율 개선, 환경복원 및 공간개선으로 ‘건설 녹색성’을 구분해 보고 이에 따른 대표 15대 녹색 건설상품을 유형 Mapping 분석을 통해 제시해 보았다.

이러한 녹색건설 발전을 위해서는 모든 건설 관련 주체의 녹색건설에 대한 인식 전환이 필요할 것이며 정부는 녹색시설을 지원하는 보다 강력한 정책 및 인센티브를 통해 민간기업의 자발적인 녹색 건설상품 및 서비스 개발을 유도해야 할 것이다. 또한 기업 입장에서는 인적자원 역량 강화를 통한 응용기술 융합 활성화 및 새로운 브랜드 가치로 홍보와 마케팅이 필요할 것이다.

## 참고문헌

- 강승필, 철도 르네상스의 조건, 대중교통포럼, 2009.4.9.
- 건설공제조합, 「10-23 프로젝트용자규정」, 2003.4.
- 건설공제조합, 「10-24 프로젝트용자규정 시행세칙」, 2003.5.
- 공세일, “SOC 민자사업에 대한 재무적 투자자의 역할 및 기대 효과”, 『재무적 투자자 육성 및 선진 금융 기법 활용에 관한 토론회』 세미나 발표 자료, 2003.
- 과학기술정책연구원, 저탄소 녹색성장과 녹색기술 개발, Issues & Policy, 2008.12, p 17.
- 권오현, 4대강 살리기 사업의 추진 필요성과 해외 사례 벤치마킹, 건설이슈포커스, 한국 건설산업연구원, 2009.2.
- 기획예산처, 「2003년도 민간투자사업기본계획」, 2003.
- 기획재정부, 녹색뉴딜사업 설명자료-부처 제출기준, 2009.1.
- 김기수, “SOC 민간투자사업에 대한 재무적 투자자의 참여 활성화 방안”, 『재무적 투자자 육성 및 선진 금융 기법 활용에 관한 토론회』 세미나 발표 자료, 2003.
- 김용열, 국내 집단에너지사업 발전방안에 관한 연구 : 지역냉난방사업을 중심으로, 한국 산업기술대 지식기반기술·에너지대학원, 2004.
- 김효진 외 5인, 저탄소 녹색성장과 그린 홈, 도시정보, 대한국토도시계획학회, 통권 제 320호, 2008, pp75 ~ 87.
- 박장수, “SOC 민간투자사업과 채원 조달”, 『한국건설산업연구원·서울대학교 건설최고 경영자과정(APMP)』 강의 교재, 2001.6.
- 산업경제연구소 산업분석2팀, 태양광발전 산업의 동향 및 금융기관 진출방안.
- 삼성경제연구소, 탄소시장의 부상과 비즈니스모델, CEO Information 제630호, 2007. 11.21.
- 삼성경제연구소, 녹색뉴딜사업의 재조명, CEO Information, 제691호, 2009.2.
- 삼성경제연구소, 녹색성장시대의 도래, CEO Information, 제675호, 2008.10.
- 세계 풍력발전산업의 동향 및 전망, KDB 산업·경제이슈, 산은경제연구소, pp97 ~ 98.
- 송병록, “SOC 민간투자사업에의 재무적 투자자 참여 활성화 방안”, 『SOC 민간투자사업에의 재무적 투자자 참여 활성화를 위한 세미나』 세미나 발표 자료, 2003.

- 에너지관리공단, 신·재생에너지센터, 신·재생에너지 RD&D전략 2030 시리즈(1) 바이오 (수송용), 북스힐, 2008.7.
- 에너지관리공단, 신·재생에너지센터, 신·재생에너지 RD&D전략 2030 시리즈(11) 폐기물, 북스힐, 2008.7.
- 에너지관리공단, 신·재생에너지센터, 신·재생에너지 RD&D전략 2030 시리즈(12) 풍력, 북스힐, 2008.7.
- 에너지관리공단, 신·재생에너지센터, 신·재생에너지 RD&D전략 2030 시리즈(14) 통합본, 북스힐, 2008.7.
- 에너지관리공단, 신·재생에너지센터, 신·재생에너지 RD&D전략 2030 시리즈(2) 바이오 (목질계), 북스힐, 2008.7.
- 에너지관리공단, 신·재생에너지센터, 신·재생에너지 RD&D전략 2030 시리즈(3) 바이오 (유기성폐자원), 북스힐, 2008.7.
- 에너지관리공단, 신·재생에너지센터, 신·재생에너지 RD&D전략 2030 시리즈(5) 소수력, 북스힐, 2008.7.
- 에너지관리공단, 신·재생에너지센터, 신·재생에너지 RD&D전략 2030 시리즈(6) 수소연료전지I, 북스힐, 2008.7.
- 왕세종, SOC 민간투자사업의 금융 조달 원활화 방안, 연구보고서 2002-04, 한국건설산업연구원, 2002.
- 왕세종, SOC 민간투자사업의 투자 활성화 방안, 연구보고서 2003-07, 한국건설산업연구원, 2003.
- 왕세종·김명수·박용석·백성준·권혁진·송병관·한상훈, 재정사업과 민자사업의 효율성 비교 연구, 용역보고서, 한국건설산업연구원·국토연구원, 2003.
- 왕세종·송병관, “SOC 민간 투자 활성화를 위한 정책 방향”, 『SOC 민간투자사업의 활성화를 위한 정책 세미나』 세미나 발표 자료, 2003.
- 유호현, 물 비즈니스 성공의 핵심 포인트, LG Business Insight, 2008.3.12.
- 윤일중·최용준, 토양, 지하수 정화사업의 현황, 건설기술 Vol.43, pp27 ~ 35. 2008.
- 이상조, 풍력발전사업에 대한 프로젝트 파이낸스, 산은경제연구소, pp33 ~ 34.
- 이희달, “프로젝트 파이낸싱의 이해와 방법”, 『한국건설산업연구원·서울대학교 건설최고경영자과정(APMP)』 강의 교재, 2001.6.

이희달, “SOC 민간투자사업 재원 조달의 현황과 문제점”, 『SOC 민간투자사업의 발전을 위한 제도 개선 방안』 세미나 발표 자료, 2003.3.

장성주, 녹색성장을 위한 그린빌딩 기술의 현황과 전망, 한국설비기술협회, 설비/공조·냉동·위생 V.26, N.3, 2009, pp58 ~ 64.

지식경제부, “저탄소 녹색성장의 열쇠, 「그린 에너지산업 발전전략」” 보도자료, 2008.9.11.

지식경제부, 「국가에너지기본계획」 발표자료, 2008.8.27.

지식경제부, 「녹색성장을 위한 국가에너지기본계획」, 발표자료, 2008.8.27. p 13.

지흥기, “4대강 프로젝트의 한국형 녹색뉴딜사업 추진 방향”, 『4대강 살리기 프로젝트의 추진 방향과 효과』 세미나, 2009.1.

총리실, 4대강 살리기 보도자료, 2008.12.25.

한국수자원 공사, 물과 미래, 2008.

세계 원전시장 전망, IAEA.

세계은행의 전망 추정 값, 조선일보 土日색션 weekly BIZ, 2009.1.3일자 C2면.

웹사이트 자료 : 그린빌딩 국내외 현황, 환경과 에너지, <http://cafe.naver.com/ecowd>.

웹사이트 자료 : 이승호, 친환경적 하천정비사업 절실, 한국수권환경연구센터, [blog.naver.com/shl1472.do](http://blog.naver.com/shl1472.do).

Annual Energy Outlook 각호, 미국 Energy Information Administration(EIA) 연차보고서.

Commercial & Institutional Green Building, McGraw Hill Construction, 2008.

Energy Efficiency in Buildings\_Summary Report, World Business Council for Sustainable Development, 2007.10.

Friedman, Thomas L., Hot, Flat, and Crowded: Why we need a green revolution and how it can renew America. Douglas & McIntyre Ltd. Farrar, 2008.

Global Green Building Trends, McGraw Hill Construction, 2008.

Global Trends in Sustainable Energy Investment 2008, UNEP & New Energy Finance, 2008.

Green Outlook 2009: Trends Driving Change, McGraw Hill Construction, 2008.

Key Trends in the European and U.S. Construction Marketplace, SmartMarket Report, McGraw Hill Construction, 2008.1.

National Planning for Construction & Building R&D(NISTIR 5759), DOE, 1995.11.

Plan Abu Dhabi 2030, Abu Dhabi Urban Planning Council, 2007.10.

Ryan Tompkins, Masdar City, Project Development Overview, 2008.9.

Sustainable Buildings& Construction Initiative, 2006–Information Note, UNEP, 2006.

The Green Home Consumer, McGraw Hill Construction, 2008.

Thomas L. Saaty, The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation., The Wharton School, University of Pennsylvania, 1980.

Wild, D., et al.(2007). Water: a market of the future. SAM, SERI 경제 포커스 제 213호, 수처리 기술의 진화와 시사점, 2008. 10.6 재인용.

Yale Center for Environmental Law and Policy(Yale University), and Center for International Earth Science Information Network(Columbia University), Environmental Performance Index, 2008.

## 부록 1. 국내외 대표 녹색건설 사례소개

녹색건설은 각 상품별 접근을 통해 사업으로 이어질 수도 있겠지만 현재 건설산업의 추세를 살펴보면, 독립적인 건설상품보다는 복합적이고 대형화된 프로젝트가 다수를 이루고 있다. 예를 들면 마스다르 도시가 이에 속한다. 마스다르 도시는 하나의 도시를 이루기 위한 모든 인프라와 건설물들이 포함되며 이들 상품들에 ‘녹색성’ 향상을 위한 노력이 포함된다면 진정한 녹색건설을 통한 녹색성장을 이룰 수 있을 것이다. 또한 정부의 녹색성장 및 신성장 동력 등 국정 아젠다에 대형 건설프로젝트가 포함되고 있고 이 중에서 ‘4대강 살리기 사업’은 어떠한 사업보다도 현재 녹색건설의 가시적인 성과를 가져올 수 있는 사업이라 할 수 있다. 따라서 본 장에서는 앞 장에서 소개된 대표 녹색 건설상품을 기준으로 국내외를 대표할 수 있는 4대강 살리기 사업과 마스다르 도시사업의 소개 및 바람직한 녹색건설을 구현하기 위한 이슈들을 정리해 보고자 한다.

### 1. 4대강 살리기 사업

4대강 살리기 사업에 대한 보다 나은 이해를 위해서는 먼저 정부의 녹색 뉴딜 정책 및 사업을 살펴 볼 필요가 있다.

#### (1) 녹색 뉴딜 (Green New Deal) 사업

뉴딜 사업은 미국에서 1930년대 경제 대공황으로 인한 침체된 경기를 활성화고 실업자를 구제하기 위한 목적으로 대규모 사업을 벌인 경제 정책이었다. 정부는 최근 글로벌 경제 위기로 인해 침체된 국내 경기를 활성화하고 고용을 창출하기 위한 대책의 일환으로 녹색사업을 추진하고 있다. 이상 기후로 인한 지구 온난화 등의 문제를 해결하는 녹색 사업을 통해 경기회복 및 고용 창출과 동시에 지구온난화 문제 해결 및 환경보전 차원에서 사업을 추진하고 있는 것이 녹색뉴딜 정책이다. 즉, 녹색성장 전략에 고용 최근의 경제위기 극복을 위한 성장동력 창출과 이를 통한 일자리 창출 정책을 융합한 것이다. 이러한 녹색뉴딜사업은 자원절감형 경제 구축 사업, 지구의 장래와 차세대

안전을 위한 선제적·예방적 사업, 미래 대비와 에너지 효율 향상을 위한 사업, 그리고 쾌적한 생활 환경 및 삶의 질 향상을 위한 사업을 포함하고 있다. 4대강 살리기 사업도 이러한 녹색 뉴딜 사업의 일환으로 추진되고 있다.

녹색뉴딜 사업은 녹색성장 구현을 통한 일자리 창출이라는 목표로 단기적으로는 최근의 글로벌 경제 위기로 인한 국내 경기침체에 대응하고 중장기적으로는 녹색사업을 통한 신성장동력을 확보하는 것을 목표로 추진되고 있다. 주력분야로는 녹색 SOC 구축, 저탄소·고효율 산업 기술 개발 및 확대, 친환경·녹색생활 환경 조성으로 구분 될 수 있다. 먼저 녹색 SOC 구축의 핵심사업으로는 4대강 살리기, 녹색 교통망 구축, 녹색국가 정보 인프라 구축 등이 있으며, 저탄소·고효율 산업 기술 개발 및 확대 분야의 핵심사업으로는 대체 수자원 개발, 중소댐 건설, 그린카, 청정에너지 개발, 자원재활용 확대 등의 핵심사업이 포함된다. 그리고 친환경·녹색생활 환경 조성 분야에서는 산림 바이오패스, 그린홈·그린빌딩, 녹색생활 공간 조성 등을 핵심 사업으로 추진하게 된다.

## (2) 4대강 살리기 사업 추진 배경

4대강 살리기 사업은 물관리의 효율화, 물부족 현상에 따른 수자원 공급 능력 확충, 실물경기 회복을 위한 SOC 사업 투자 확대, 그리고 국민의 삶의 질 향상을 위해 계획되었고 이에 따라 추진되고 있다. 4대강 살리기 사업의 가장 근본적인 추진 배경은 지구 온난화에 따른 홍수와 가뭄에 대한 근본적 대책 마련이 필요하다는 인식에서 시작되었다. 우리나라는 7~8월에 연 강수량의 52.8%가 비가 오고, 하천들은 짧고 경사가 급해 여름에는 홍수피해가, 봄과 겨울철에는 가뭄이 빈발하고 있다. 매년 치수사업에 1.1조원을 투자하고 있지만 매년 홍수피해 규모는 증가하고 있는 실정이다. 아울러 최근 5년간 평균복구 비용이 매년 4.2조원으로서 사전예방투자비의 4배에 이르게 되어 치수사업에 대한 사전 예방 투자 부족으로 사후복구에 과도한 비용이 지출되는 악순환이 반복되고 있어 이에 대한 근본적인 대책 마련이 필요한 실정이다. 또한 연평균 강수량은 1,245mm로 세계 평균 880mm의 약 1.4배이나, 강수량의 계절적 편차가 크기 때문에 하천유량의 변동이 커서 수자원 관리에 불리한 자연적 조건과 높은 인구밀도로 인해 인구 1인당 연 강수량은 2,591m<sup>3</sup>로 세계 평균의 약 1/8에 불과하다.<sup>71)</sup> 우리나라의 1인당 가용 수자원량은 1,512m<sup>3</sup>으로서, 물 스트레스 국가<sup>72)</sup>로 분류되고 있다. 2011년도에 8.0억m<sup>3</sup>의 용수

부족이 예상되며, 2016년부터는 22.3% 증가한 9.8억m<sup>3</sup>이 부족할 것으로 전망되고 있음에도 불구하고 수자원 확보를 위한 다목적댐 건설은 지역 주민, 환경단체 등의 반대로 추진이 어려워 가뭄 때마다 제한급수 등의 피해가 발생하고 있다. 최근 10년간 62개 시군에서 용수 부족 상황을 2회 이상 경험하였다. 물 부족에 대비한 수자원 공급 능력 확충이 필요한 시점이다. 아울러 최근 글로벌 경제 위기로 인한 실물경기 침체를 조기에 회복하기 위해서는 하천정비 등 SOC사업에 대한 투자를 확대하여 새로운 일자리를 창출하고 내수 진작을 도모할 필요성이 있고, 하천을 이용한 다양한 수상레저·문화활동 공간 및 프로그램을 개발함으로써 삶의 질 향상에 따라 높아진 국민들의 여가활동에 대한 욕구에 부응하고 지역경제를 활성화하기 위한 기반도 마련할 필요가 있다.

### (3) 4대강 살리기 추진 계획 및 예산

4대강 살리기 사업은 노후 제방 보강과 토사 퇴적구간 정비 및 하천생태계 복원, 홍수저류공간 확보와 물공급 확대를 위한 중소규모 댐과 홍수조절지 건설, 토사퇴적에 의한 홍수 범람을 막기 위한 하도 정비 사업, 하천변 저류지와 저수지 재개발 사업, 친환경 하천정비, 그리고 하천 상·하류를 연결하는 자전거길 설치 및 수면활용과 가뭄 대비 비상용수 공급을 위한 친환경보 설치 등을 주요 골자로 하고 있다(<표-1>참조).

71) 물과 미래, 한국수자원 공사, 2008.

72) 물 스트레스 국가는 1인당 가용수자원이 1,700m<sup>3</sup>이하로 수자원 개발이 없을 경우, 만성적인 물 부족문제가 발생하는 국가를 말함(Population Action International, 1997).

**<표-1> 4대강 살리기 주요 사업<sup>73)</sup>**

주요 사업 내용	사업 계획
제방 보강	536km
댐 및 홍수조절지	5개소
농업용저수지 개량	96개소
친수 공간 조성	150km <sup>2</sup>
생태습지 조성	6.4km
녹지벨트 조성	8.9km
태양광/소수력 발전	114GWh
하천 환경정비	760km
문화가 흐르는 4대강	51개 사업
자전거 길 조성	1,300km

\* 자료: 국토부 및 문광부 홈페이지.

4대강 살리기 사업의 연계사업으로는 자연재해로부터 국민생활의 안전을 확보하기 위한 재해위험지구 정비, 생태계 보전을 위한 수변구역 녹색화, 하천, 공원 등에 방치된 묵은 쓰레기를 처리하여 전 국토를 청결하게 관리하는 클린 코리아 구현 등이 있다. 또한 4대강 살리기 사업의 신속하고 강력한 추진을 위한 선도 사업으로서 먼저 부산, 대구, 충주, 안동, 연기, 나주, 함평 등 지방 7개 도시에 약 8,300억원을 집중 투입하고 있다. 아울러 2011년 대구 세계육상선수권 대회, 연기군의 행정중심복합도시 개발, 나주의 혁신도시 등 도시개발 계획과 연계하여 사업의 효과를 극대화하고자 한다. 낙동강 유역(양산 대저지역 12.8km, 1117억원)과 남한강 유역(5.2km, 197억원)은 2009년 2월 조기 착공하였다(<표-2> 참조).

73) 권오현, "4대강 살리기 사업의 추진 필요성과 해외 사례 벤치마킹"(2009.2) 에서 재인용.

<표-2> 안동시와 나주시의 생태하천 조성 사업<sup>74)</sup>

구분	안동시	나주시
대상	경북 안동시 옥동~법흥동	전남 나주시 죽림동~운곡동
총사업비	86억원(2009년까지 116억원)	364억원(2009년까지 65억원)
사업기간	2008년 12월 ~ 2011년 11월	
주요사업	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생태하천 조성 4.1km</li> <li>• 자전거도로 14.7km, 산책로 8.3km</li> <li>• 생태학습장 1곳, 생태관찰소 12곳</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생태하천 조성 6.7km, 제방 보강 3.2km</li> <li>• 자전거도로 6.7km, 산책로 21km</li> <li>• 수변공원 4곳, 생태습지 3곳</li> </ul>
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 홍수·가뭄 조절 기능 향상</li> <li>• 자연생태계 복원, 시민 휴식공간 제공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 나주 영산강 문화축제와 연계 관광</li> <li>• 생태계 복원, 시민 휴식 공간 조성</li> </ul>

4대강 살리기 사업에는 총 13.9조원의 예산이 소요될 것으로 추정되고 있으며, 전체 예산의 54.7%에 달하는 7.6조원을 낙동강 수계에 투입하고, 나머지는 한강 16.5%, 금강 17.3%, 영산강 11.6% 등으로 배분할 계획<sup>75)</sup>이며, 전체 예산의 88.8%에 해당하는 12.3조 원을 2010~2012년 사이에 집중 투입할 예정<sup>76)</sup>이다. 선도 사업은 2008년 말부터 순차적으로 착공하고, 2009년 상반기까지 4대강 살리기 사업 마스터플랜을 수립하여 사업물량과 사업비를 확정하며, 2009년 6월부터 본격 추진하여 하천은 2011년, 댐 및 저수지 등의 사업은 2012년까지 완료를 목표로 추진하고 있다.

#### (4) 녹색 건설상품으로서의 의의

앞서 정의한 녹색 건설상품과 연관해서 4대강 살리기 사업의 성격 및 의미를 짚어보기로 하자. 4대강 살리기 사업은 친환경 수자원 시설, 환경 복원시설, 재생에너지 시설의 성격을 복합적으로 가진 사업으로 이해될 수 있다.

74) 지홍기, “4대강 프로젝트의 한국형 녹색뉴딜사업 추진 방향”, 4대강 살리기 프로젝트의 추진 방향과 효과 세미나, 2009.1.

75) 국무총리실, 4대강 살리기 보도자료, 2008.12.25.

76) 기획재정부, 녹색뉴딜사업 설명자료 - 부처 제출기준, 2009. 1.

## • 친환경 수자원 시설

녹색 건설상품 분류상의 친환경 수자원 시설은 “물과 관련된 모든 시설로서 수처리 시설(지하수, 강변여과수, 오폐수, 우수, 오수(중수도), 해수(해양심층수, 해양담수화), 수자원 확보시설(물공급, 하천관리, 상하수도)을 포함”으로 정의한 바 있다. 4대강 살리기 사업은 물공급, 하천관리를 포함하는 수자원 확보시설의 대표적 사업이라 할 수 있다. 먼저 물공급과 관련해서 4대강 살리기 사업을 살펴보면, 앞서 4대강 살리기 사업의 추진 배경에서 언급한 바 있듯이 우리나라는 세계 평균의 1/8에 불과한 1인당 강수량, 지역 및 시기에 따라 편차가 큰 강수량 등 수자원 확보 면에서 매우 불리한 자연 여건을 안고 있다.<sup>77)</sup> 특히, 최근 들어 가뭄과 홍수가 연례행사처럼 반복되고 있다. 지구온난화로 인한 기후변화로 한반도가 아열대성 기후로 변하고 있어 강수일수 감소 추세에 있는 반면 호우 발생빈도는 증가해 막대한 인명·재산 피해가 발생하고 있다. 최근에는 장마철임에도 비가 내리지 않는 마른장마 현상도 나타나고 있는 실정이다. 더욱이 2007년에는 사상 유례가 없을 정도로 가뭄이 심해 전국 72개 강우 관측지점 중 57곳에서 관측 이래 최소 강수량을 기록하였으며, 2008년 전국 14개 다목적댐의 저수율은 30%대로 2007년의 40.9%에 비해 7.0%포인트나 낮은 상태이다.<sup>78)</sup> 국가별 수질지수는 우리나라가 8위이나, 국가별 1인당 연간 재생 가능 수자원량을 기준으로 보면 우리나라는 130위(2005년)를 기록해, 수질은 상대적으로 양호하나 수자원의 양은 부족한 것으로 나타났다. 물 부족에 대비한 수자원 공급 능력 확충이 필요하다. 이러한 상황을 고려해 볼 때 홍수저류공간 확보와 물공급 확대를 위한 친환경적 중소 규모의 댐 및 홍수조절지 건설, 토사퇴적에 의한 홍수 범람을 막기 위한 하도 정비 사업, 농업용 저수지의 재개발을 포함하고 있는 4대강 살리기 사업은 대표적인 친환경 수자원 시설 확충 상품으로서 의미를 가진다고 볼 수 있다.

## • 환경 복원 시설

녹색 건설상품 분류상의 환경 복원 시설은 “하천복원, 생태하천 관련된 상품, 토양정화시설 등 환경 복원을 위한 정비 및 시설을 포함”하는 것으로 정의한 바 있다. 4대강 살리기 사업은 환경 복원 차원에서도 아주 중요한 의미를 가지고 있는 사업이다. 우리

77) 물과 미래, 한국수자원 공사, 2008.

78) 물과 미래, 한국수자원 공사, 2008.

나라의 하천 공간이 황폐해지고 있다. 하천부지 점용 증가, 골재 채취 등 경제적 관점에서 하천관리로 수변 생태계가 파괴되고 있으며, 호안 콘크리트 공사 등으로 생태 환경은 더욱 악화되고 있다. 환경을 고려하지 않은 하천정비의 부작용으로 하천의 생태계가 파괴되고, 하천의 자정능력이 감소되고 있다. 또한 생활 폐수 및 축산 농가 등에서 배출되는 배출물로 인해 하천의 오염 부하가 증가하고 있으며, 유해 오염물질 퇴적에 의해 수질은 날로 악화되고 있는 상황이다. 수해방지 위주로 하천이 관리되다보니 하천과 지역주민간의 거리는 거의 고려되지 않아 친수공간 조성에는 미흡했다. 지역주민의 생활에 근접한 하천이 되어 오지 못했다. 일부 하천 둔치의 경우 개발되는 경우도 있으나 무계획적인 개발과 그에 따른 부작용으로 인해 지역주민의 여가 공간으로 활용되지 못하고 있다. 최근에는 삶의 질 향상 및 지역경제 활성화 차원에서 적극적인 친수공간 조성이 필요하다. 해외 사례에서 볼 수 있듯이 친수공간을 개발함으로써 양적/질적으로 양호한 도시 공급능력을 보유하게 되고, 수변공간을 활용한 도심개발의 전략적 가치를 증대할 수 있다. 아울러 시민의 다양한 레저 및 문화 활동의 공간을 제공함으로써 지역주민의 삶의 질을 높일 수 있다.<sup>79)</sup> 전반적인 생활수준의 향상에 따라 깨끗한 물에 대한 사회적 요구가 증대되고 있고, 질 높은 삶을 위해 환경에 대한 관심은 날로 높아지고 있다. 지속가능한 성장 및 개발을 위해서는 자연과 인간이 공생하는 환경을 조성해야 한다. 4대강 살리기 사업의 주요 사업 중 하천생태계를 복원하는 사업, 하천 상하류를 연결하는 자전거길 설치 및 수면활용과 가뭄대비 비상용수공급을 위한 친환경보 설치 등은 녹색 건설상품 분류상에서 환경 복원 시설의 성격을 가지고 있다. 아울러 유역의 토지이용 적합성 등을 고려하여 수변 구역의 오염관리 강화 및 식생대 조성하고, 하천 주변에 녹지조성 및 신재생 에너지 생산시설 설치를 통한 환경 보전과 친수 공간을 조성하고 생태 습지 조성을 주요 사업으로 하는 4대강 살리기 사업은 환경 복원시설로서의 중요한 의미를 가진다고 볼 수 있다.

## (5) 소결

4대강 살리기 사업은 최근의 경제위기를 극복할 수 있는 신성장동력으로 역할도 중요

79) 권오현, “4대강 살리기 사업의 추진 필요성과 해외 사례 벤치마킹”(2009.2).

하지만, 4대강 살리기 사업은 홍수방지와 물 부족에 대비 가뭄 때 쓸 수 있는 물을 확보하는 등 물 부족 문제를 근본적으로 해결하는 하천 복원 사업이다. 아울러 녹지공간을 조성하고 무공해 신재생 에너지를 생산할 수 있는 등 생태환경을 복원하는 환경 복원 사업이다. 따라서 안정적인 수자원 확보, 환경복원, 친수공간 조성 등의 녹색건설의 특성과 신성장 동력으로서의 특성 어느 한쪽으로 치우치지 않고 서로 조화를 이룰 수 있도록 종합적이고 체계적인 접근이 필요하다.

## 2. 마스다르 도시<sup>80)</sup>

한국은 지속가능 개발 등급<sup>81)</sup>과 에너지 효율, 대체에너지 사용비율 측면에서 낮은 점수를 받고 있어, 지속가능한 개발(Sustainability)측면에서 다른 국가에 비해 매우 뒤쳐져 있다. 전체 에너지의 40%를 소비하는 빌딩을 포함해서 도시를 구성하는 많은 시설물과 설비들이 화석연료로부터 에너지를 획득하고 탄소를 배출하고 있다.

녹색도시는 인간의 필요에 의하여 자연환경을 개발하는 과정에서 환경이 파괴되는 것뿐만 아니라, 도시에 거주하는 인간들의 삶에 필요한 에너지를 소비하는 과정에서 다시 자연환경을 파괴하고 탄소를 배출하여 지구온난화를 유발하는 과정을 최소화함으로써, 자연을 있는 그대로 활용하고 환경파괴와 지구온난화를 최소화하고 지구환경을 보존하는 방향으로 도시를 개발하는 것이다.

한국의 녹색도시에 관한 기술과 시도를 언급하기 전에 국제적으로 진행되고 있는 대표적인 녹색도시인 마스다르의 사례를 살펴봄으로써, 녹색도시 건설프로세스 및 사업화 과정을 살펴보고자 한다.

Asia and Pacific	
1 New Zealand	88.9
2 Japan	84.5
3 Malaysia	84.0
4 Taiwan	80.8
5 Australia	79.8
6 Sri Lanka	79.5
<b>7 South Korea</b>	<b>79.4</b>
8 Thailand	79.2
9 Philippines	77.9
10 Viet Nam	73.9
11 Nepal	72.1
12 Fiji	69.7
13 Mongolia	68.1
14 Laos	66.3
15 Indonesia	66.2
16 Myanmar	65.1
17 China	65.1
18 Papua New Guinea	64.8
19 India	60.3
20 Pakistan	58.7
21 Bangladesh	58.0
22 Cambodia	53.8
23 Solomon Islands	52.3

80) Ryan Tompkins, Masdar City, Project Development Overview, 2008. 09의 내용을 요약 번역

81) Yale Center for Environmental Law and Policy(Yale University), and Center for International Earth Science Information Network(Columbia University), 2008 Environmental Performance Index

## (1) 마스다르 도시의 추진배경

전 세계 석유 매장량의 11%를 차지하고 있는 아랍에미리트연합(UAE)의 수도 아부다비에 2013년 세계 최초의 “탄소 무배출 도시”가 완공될 계획으로 추진되고 있다. “마스다르(Masdar)”라는 이름은 아랍어로 자원·원천을 뜻하는 명칭으로, 아부다비에서 동쪽으로 30km 지점에 6km<sup>2</sup> 규모의 도시로 건설된다. 이 도시는 세계 최초로 탄소, 쓰레기, 자동차가 없는 청정도시로서 아부다비의 황태자인 셰이크 모하메드(Sheikh Mohammed bin Zayed Al Nahyan)가 2006년 4월부터 추진하기 시작했다. 아랍에미리트 국영 개발업체인 무바달라(Mubadala)가 수십억 달러를 투입해 대체 에너지 및 지속가능한 개발을 위한 장기 전략을 수립하였다. 도시의 모든 동력은 태양열, 풍력 등 100% 재생에너지만을 사용하고 지구 온난화의 원인인 탄소는 배출하지 않도록 계획하고 있다. 도시안에서는 자기부상열차, 1인승 이동 수단 “세그웨이”, 자전거 등 탄소를 배출하지 않는 교통수단만 사용할 수 있다. 방문자나 주민의 차량은 도시 주변에 마련된 돔 형태의 주차빌딩에 세워두어야 한다. 2009년부터 입주를 시작하여 5만여 명의 주민이 입주할 예정이며, 1,000여개의 기업이 들어설 예정이다.

마스다르 도시는 청정기술 교육, 연구·개발, 생산의 글로벌 허브로서 성장하며, 청정기술 산업의 글로벌 리더와 혁신적인 기업들과의 파트너십을 형성하고, 재생에너지와 연관하여 아부다비 경제를 다각화하며, 환경에 대한 영향을 최소화하면서 고급의 생활환경을 구현하는 지속가능한 도시를 개발하며, 탄소 중립적이며, 재생에너지만을 사용하고, 폐기물이 발생하지 않는 도시 개발을 목표로 하고 있다. 마스다르 도시의 비전은 궁극적으로 세계 최초의 탄소중립, 폐기물제로 도시가 될 수 있는 기회를 가지는 것이다. 이를 위하여 신재생 에너지와 지속가능한 개발을 중심으로 한 중동지역의 첫 번째 대학원과정의 연구중심 대학을 설립하고, 탄소배출량을 관리하며, 재생 에너지, 지속가능한 기술개발, 공공시설단위 재생에너지 프로젝트들에 대한 투자를 일으키며, 전략적인 대규모 에너지 기술 프로젝트들을 개발한다. 한편, MIT공대 등의 투자를 유치하면서 독립적이고 비영리 연구중심의 대학원 중심 대학을 설립할 계획이 진행되고 있다. 아부다비에 세계적인 에너지 선도의 신세대를 창조하고, 대체에너지와 지속가능한 기술개발을 중심으로 한 이공계열의 석·박사 프로그램을 제공할 계획이다. 2009년 가을까지 1단계가 완료되며, 학생들에 대해서는 전면적으로 재정을 지원하는 프로그램을 계획하고

있다. 향후 탄소배출량을 감소시킴으로써 UN이 주도한 교토의정서의 CDM(Clean Development Mechanism) 구조에 따라서 그린하우스 가스배출량을 통화화하여 저탄소 경제로 전환하도록 전문화할 계획이다. 특히 이산화탄소를 포획하고 저장하기 위한 특수한 방법을 개발하기 위하여 노력하고 있다.

재생 에너지 및 지속가능한 개발 프로젝트는 태양열에너지(CSP : Concentrating Solar Power), 광전지(CPV : Concentrating Photovoltaic), 풍력 발전 및 폐기물 재생 에너지 등에 대한 투자를 일으키고 있다. 아부다비의 Madinat Zayed에 집열판 기술을 이용한 100MW CSP 플랜트 건설 계획이 SHAMS 1 프로젝트에서 수행하고 있다. 스위스 은행의 청정기술펀드와 GE의 신규 펀드 등을 유치하여 재생 에너지 및 지속가능한 기술자산에 대한 전략적인 포트폴리오에 투자하고 있다. 또한 산업부문에서는 아부다비의 주요 대체 에너지 산업을 위한 세계적인 제조시설과 합성실리콘, 광전지, 수소전지, 태양열에너지 등의 개발을 통하여, 규모의 경제에 의한 원가절감 및 청정기술을 수출하며, 주요 시장 및 기술을 공개함으로써 국제적인 파트너십을 형성하고 기업간 합병을 추진하고 있다.

## (2) 마스다르 도시의 특징

마스다르 도시는 우선 경제자유주의를 내세우고 있다. 대부분의 국가들이 WTO에 가입하고 있으며, 미국과 FTA를 협상하고 있으며, GAFTA(범아랍 자유무역 지대) 및 EURO-MED(유럽 지중해권)의 파트너십이 진행 중이다. 최근 아부다비 정부는 해외 근로자들을 이 지역으로 유인하기 위하여 민간부문의 개발을 장려하고 있다. 마스다르시에 거주하는 인구의 50% 이상이 20대 이하일 정도로 젊은 인구가 증가하고 있다. 또한 석유에 대한 수요는 세계적으로 증대되고 있고, 중동은 주요 공급자이며, 유가가 한때 배럴당 100달러를 넘어서기도 하여 석유와 가스 수출은 GDP의 60%에 이르고 있으며, UAE 정부는 결과적으로 상당한 이익을 확보하고 있다. 한편, 과거에는 이러한 오일달러가 서구의 자산을 구입하는 데 사용되었지만, 최근에는 자국의 경제의 투자가 이루어지고 있다.

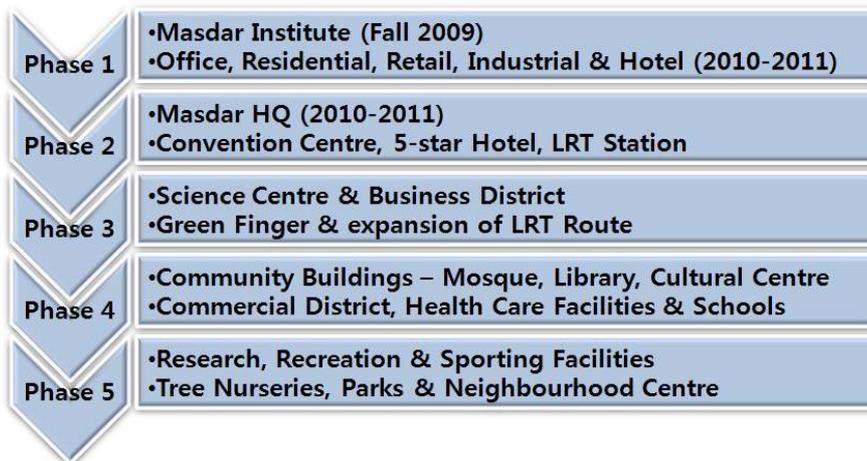
### (3) 마스다르 도시의 구성<sup>82)</sup>

마스다르 도시는 탄소배출제로, 폐기물제로, 재생에너지에 의한 에너지 공급을 목표로 한 지속가능한 녹색건설을 실험하고 있다. 이 도시는 다음과 같은 구성요소들을 포함함으로써 세계 최초의 녹색도시로서의 면모를 갖추려 하고 있다.

- 재생에너지 : 재생에너지에 의하여 에너지가 공급되는 자족적인 도시로서 개발한다.
- 건물설계 : 최신의 에너지 효율적인 기술과 스마트 설계기법에 기반한 건물설계를 도입한다.
- 혁신적인 교통시스템 : 실험적인 공공 교통시스템을 도입하는 것을 포함한다.
- 재생에너지 : 폐기물 제로를 목표로 재생에너지 기술을 도입한다.
- 대학 육성 : MIT와의 파트너십에 기초한 연구중심의 대학원을 설립한다.

마스다르 도시의 개발단계를 살펴보면 다음 <그림-1>과 같다.

<그림-1> 마스다르 도시 개발단계



마스다르 도시는 2013년까지 5단계에 걸친 건설계획에 따라서 도시건설을 기획하였다. 1단계에는 2009년 가을에 마스다르 대학원을 건설하고 사무실, 주거시설, 호텔 등은

82) 위치 : 아부다비, 면적 : 6km<sup>2</sup>, 인구 : 4만명 거주, 5만명 통근, 인구밀도 : 135인/ha

2011년 사이에 건설된다. 2단계에는 마스다르 시청이 만들어지고, 컨벤션 센터와 5성 호텔, 그리고 LRT(Light Rapid Transit)역이 건설될 예정이다. 3단계에는 과학센터와 사무실 지역이 건설되고, 재생에너지 시설건설과 LRT노선이 확장된다. 4단계에 커뮤니티 시설로서 모스크와 도서관, 문화센터 등이 건설되며, 상업지역, 건강·의료 시설 및 학교가 건설되며, 5단계에 연구, 레크리에이션 및 스포츠 시설이 건설되고, 녹지와 공원, 주민센터 등이 건립된다.

#### (4) 녹색 건설상품으로서의 의의

##### 1) 녹색 도로

마스다르 도시는 화석연료를 사용하는 자동차와 트럭이 없이 운영되는 세계 최초의 도시가 될 것이다. 도보나 자전거, PRT, LRT 등이 도시 내의 교통수단으로서 활용된다. <그림-2>와 같이 하루에 5만 명 정도의 통근자들에 대응하기 위하여 화석연료를 이용하는 교통수단을 위한 별도의 주차장을 전략적으로 배치할 것이다.

<그림-2> 마스다르 도시의 교통수단 및 교통 그리드(Mobility Grid)<sup>83)</sup>



(a) PRT(Personal Rapid Transport)



(b) LRT(Light Rapid Transport)

83) PRT 댓수: 2,160, PRT 역: 83, MRT댓수: 810, PRT 하루이용량:100,000, PRT역까지 최대 도보거리 150m, LRT 하루이용량: 5,000.



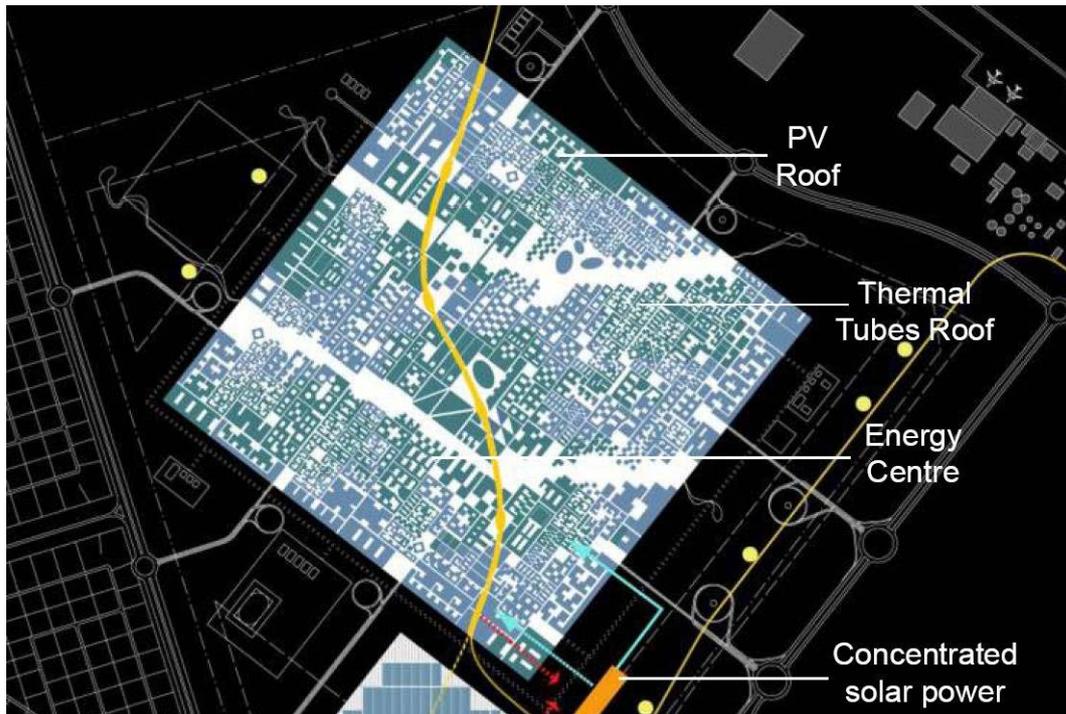
(c) Mobility Grid

밀라노의 교통시스템 설계업체 '시스티메티카'가 디자인한 이 운송수단은 일명 포드카(podcar)라 불리는 것으로, 일반 자동차가 전혀 운행할 수 없는 마스다르 도시 내의 번화가들을 시속 24km로 돌며 택시처럼 시민들의 발이 되어줄 것이다. 대부분이 아부다비 시내로 출퇴근할 것으로 예상되는 약 5만 명의 마스다르 거주민들은 청정도시 마스다르 시내에서는 자동차를 운행할 수 없다. 그 대신 마스다르 도시 주변에 9층 높이의 거대 주차건물을 세워 거주민들이 마스다르 외부에서 불편 없이 자가용을 사용할 계획이다. 오염물질을 배출하지 않으면서도 개인의 프라이버시를 지켜줄 수 있는 차세대 교통수단으로 주목받고 있는 '포드카'. 이런 교통수단이 영국 런던의 히드로 국제공항에 서처럼 근거리에서 설치된 사례는 있지만, 도시 전체를 연결하는 것은 마스다르 도시가 최초가 될 것이다.

## 2) 녹색 에너지

마스다르 도시는 LEED 플래티넘 등급 이상을 기본적인 건설기준으로 하여 에너지 사용량을 70%이상 줄이고, 200MW이상의 재생에너지를 공급하는 계획을 가지고 있다. <그림-3>과 같이 현존하는 가장 대규모의 PV시설물보다도 2.5배에 달하는 170MW급의 태양전지 시설을 설치하는 반면, 하루 1인당 소비전력은 미국의 1/9이하인 30kWh 이하가 되도록 계획하고 있다.

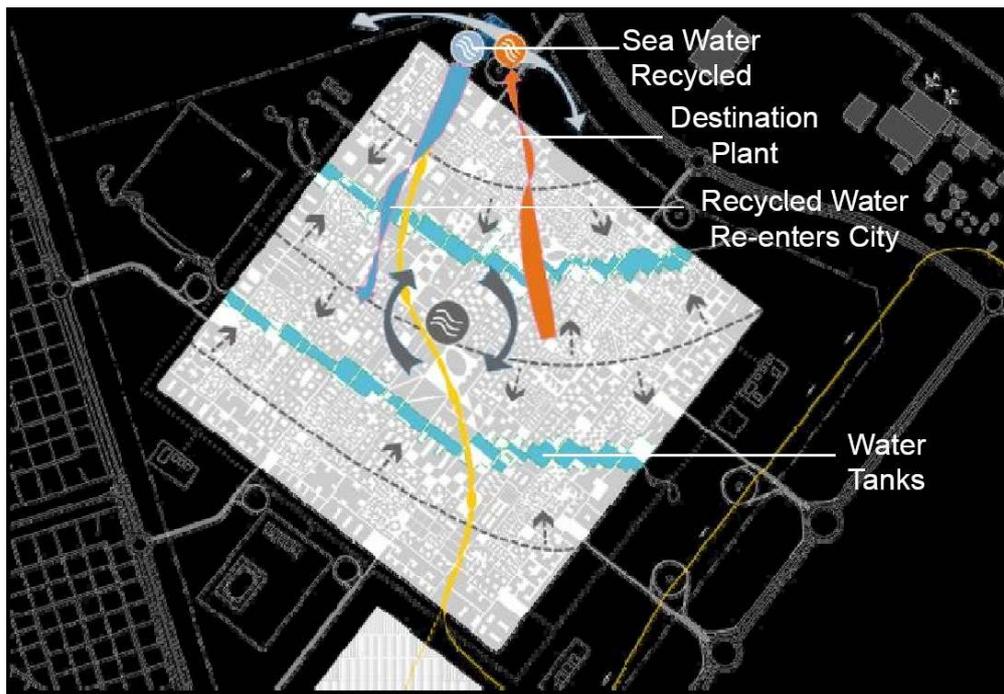
<그림-3> 마스다르 도시의 에너지 그리드(Energy Grid)



### 3) 친환경 수자원 시설

음용수와 관개수, 중수에 대하여 안전하고 깨끗한 높은 수준의 신뢰성을 확보하기 위하여, 선진화된 상하수도 관리 체계를 사용하여 관리한다(<그림-4> 참조). 60%이상의 용수는 재활용된 용수를 사용하며, 50~70%의 고효율 시스템에 의하여 음료수의 사용은 80리터 이하가 될 것이다.

<그림-4> 마스다르 도시의 수자원 그리드(Water Grid)



#### 4) 폐기물 처리

통합적이며 사용자 편의성에 기초하며, 보이지 않고 냄새 없는 시스템으로 폐기물이 관리되며 2%이하의 폐기물만이 매립된다. 수명이 끝난 자재들로부터 에너지를 얻고, 미생물 분해가 가능한 폐기물을 위한 퇴비화 시스템을 이용한다.

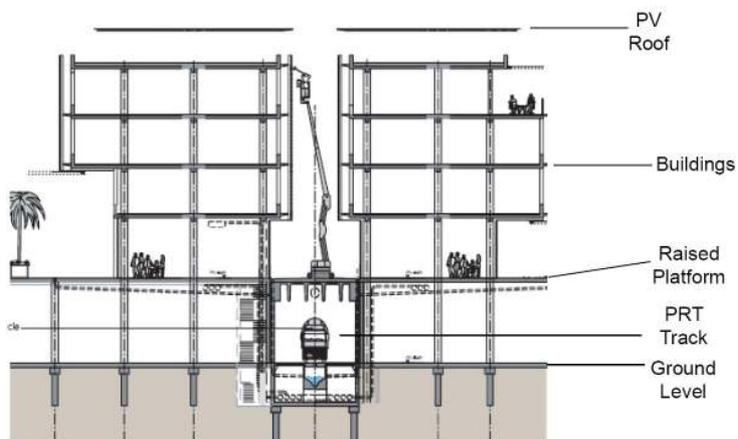
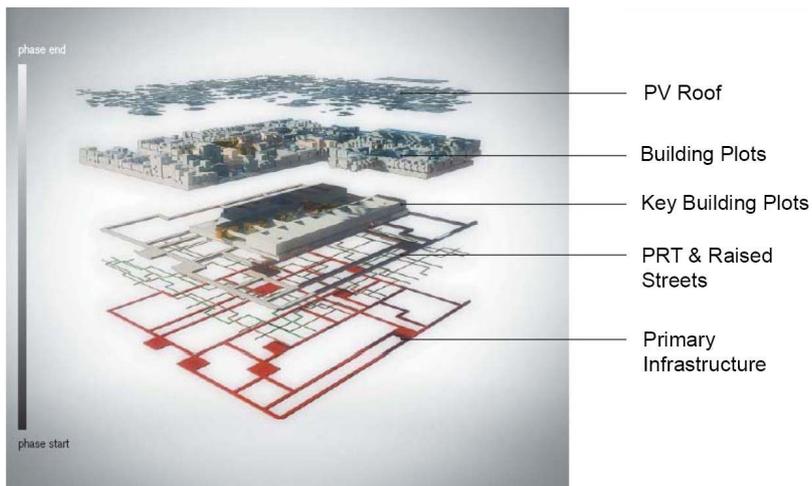
<그림-5> 마스다르 도시의 폐기물 그리드(Waste Grid)



5) 도시의 레이어

마스다르 도시는 지상레벨부터 기본적인 기반시설물과 PRT 등의 교통시스템 및 거리를 형성하고 2층부터 빌딩공간이 형성되고 최상층에 PV지붕을 설치하여 태양열발전을 하는 다층형의 구조가 기본적인 계획이다.

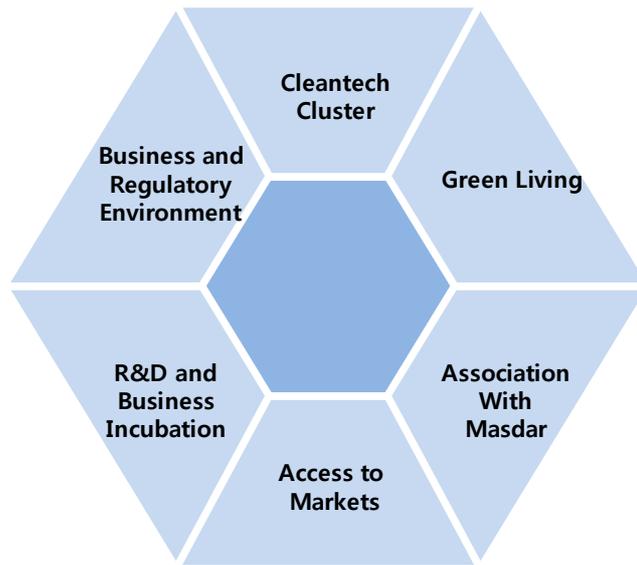
<그림-6> 마스다르 도시의 레이어(Layering) 및 Street Level



## (5) 마스다르의 사업모델

마스다르 도시는 다음 <그림-7>과 같이 그린도시를 통하여 체계적으로 사업모델을 개발하여 투자를 유치하고 인구를 유입시키며, 경제를 활성화하는 정책을 기획하고 있다. 사업모델의 기초는 그린도시의 청정기술과 재생기술, 사업 환경 등이며, 세계 최초의 탄소제로 그린도시라는 브랜드로 대표된다.

<그림-7> 마스다르 도시의 비즈니스 모델



### 1) 청정기술 클러스터(Cleantech Cluster)

자본 : “Masdar Clean Tech Fund”와 같은 사업을 성장시키는 자본 유치의 가능성을 높이며, 청정기술에 투자하고 육성하는 것에 전문화된 벤처자본 기업들의 커뮤니티에 대한 접근성을 높인다.

지식 : 학계와 산업계의 Best Practice를 이끌어 내기 위하여 노력하며, 도시전체에 걸쳐서 공식·비공식적 정보를 공유하기 위하여 지속적으로 노력한다.

재능 : 마스다르 대학원의 교수진과 학생들의 전문성을 확보하고, 마스다르 도시의 상징이 될 청정기술에 대한 전문성을 가진 기술자들의 풀(pool)을 확보한다.

시장 : 마스다르의 청정기술 기업들의 클러스터를 통하여 확장된 공급사슬에 대한 접근성을 높이며, 청정기술 기업들에 대한 “one-stop-shop” 접근법에 의한 기대효과를 높인다.

## 2) 녹색 생활(Green Living)

주거 : 커뮤니티 공간과 녹색 공간을 가진 전통적인 아랍식 설계로서 가장 가까운 교통수단과 100미터 이내에 위치하도록 설계되었으며, 이웃과의 교류뿐만 아니라 아부다비 공항까지의 접근이 용이하다.

사무공간 : 기업의 지속가능한 개발에 대한 사회적 책임을 충족시키며, 100% 재생에너지를 사용하며 폐기물 배출이 없도록 설계되었다.

## 3) 마스다르와의 연합(Association with Masdar)

마스다르 구상의 세계적 홍보와 미디어를 통한 가시화에 의한 상징성을 확보하게 되었다. 기업들은 청정기술 분야의 리더십을 가진 마스다르의 명성을 통하여 지속가능한 개발사업에 참여하기 위한 기회를 얻을 수 있다.

## 4) 시장으로의 접근(Access to Markets)

마스다르 도시는 장기간의 사업과 파트너십을 가져갈 수 있는 잠재력을 갖추게 되었다. 활성화되고 성장하고 있는 UAE의 경제에 가담할 수 있는 기회가 열리고 있으며, GCC의 성장 시장으로의 진입이 가능해지며, 인도나 중국으로 시장을 확대하기 위한 관문이 될 수 있다.

## 5) 연구개발과 사업의 육성(R&D and Business Incubation)

연구개발분야에 있어서는 마스다르 대학원을 중심으로 전개되며, 청정기술 클러스터로부터 숙련공 등을 양산하게 되며, 첨단 연구시설을 이용할 수 있다.

사업육성분야는 VC(Venture Capital) 커뮤니티로부터 자본을 획득할 수 있는 기회를 가지게 되며, 지적소유권과 법적인 자문을 지원받을 수 있으며, 새로운 기술과 실험적인 아이디어를 시험해볼 수 있는 이상적인 환경을 갖추고 있다.

## 6) 사업의 제도적 환경(Business and Regulatory Environment)

마스다르 도시는 경제 활동의 자유가 보장된 지역으로서 활성화될 것이며, 기업과 개인에 대하여 세금을 부과하지 않으며, 수입제품에 대하여 관세를 부과하지 않는다. 외국인들이 100%의 자기소유가 가능하며, 지적재산권을 강력하게 보호하며, 자금의 이동에 대하여 어떠한 제약도 존재하지 않는다. 사업을 착수하고 등록함에 있어 쉽고 빠르게 처리할 수 있도록 촉진하며, 저임금의 노동자 풀에 대한 접근을 용이하게 하고, 아부다비 정부의 지역사업 네트워크에 대한 접근도 허용한다.

### (6) 마스다르 도시의 시사점

마스다르 도시는 풍부한 자금력을 바탕으로 하여 일정한 규모의 도시를 전면적으로 녹색도시화하는 사업을 전개하고 있다는 점에서 국내의 녹색건설 사업을 추진함에 있어 좋은 학습재료가 될 것으로 판단된다. UAE의 자금력이 뒷받침된다는 평범한 사실 이외에 체계적으로 도시를 녹색으로 설계하고, 녹색도시가 가동될 수 있는 기술적·사회적·경제적·정치적 인프라를 종합적으로 계획하고 있다는 점에서 참고가 되는 사례라 할 수 있다. 또한 기존에 존재하지 않았던 새로운 개념을 도입한 도시를 설계하고 시행함에 있어서 아이디어의 자유로운 구현을 가능하게 하는 사업관리체계와 제도적 기반에 대해서는 보다 세밀한 검토와 분석이 필요할 것으로 보인다.

국내에서도 많은 새로운 도시들이 건설되는 과정을 거쳤지만, 대부분 기존의 제도적 기반으로부터 천편일률적으로 사업이 계획되고 형식적인 처리절차를 거쳐서 건설되어 왔다. 새로운 개념의 도시를 건설하기 위해서는 자체적으로 생존이 가능한 도시를 기획하고 구현하기 위해서는 과거의 행정적 제약사항이나 제도적 규제로부터 탈피하여, 기술과 경제성에 기반한 독립적인 도시의 설계와 그에 따른 효율적인 도시의 구현체계가 필요할 것이다. 이러한 점에서 마스다르 도시는 민간의 기획능력과 정부의 지원에 힘입은 도시 브랜드의 향상을 통하여 자금과 기술진을 유입하는 프로세스를 성공적으로 진행하고 있어 좋은 참고사례가 되고 있다.

## 부록 2. 전문가 설문조사지

---

### 한국건설의 대표 녹색 건설상품 진단

---

#### - 전문가 설문조사

부탁의 말씀

안녕하십니까?

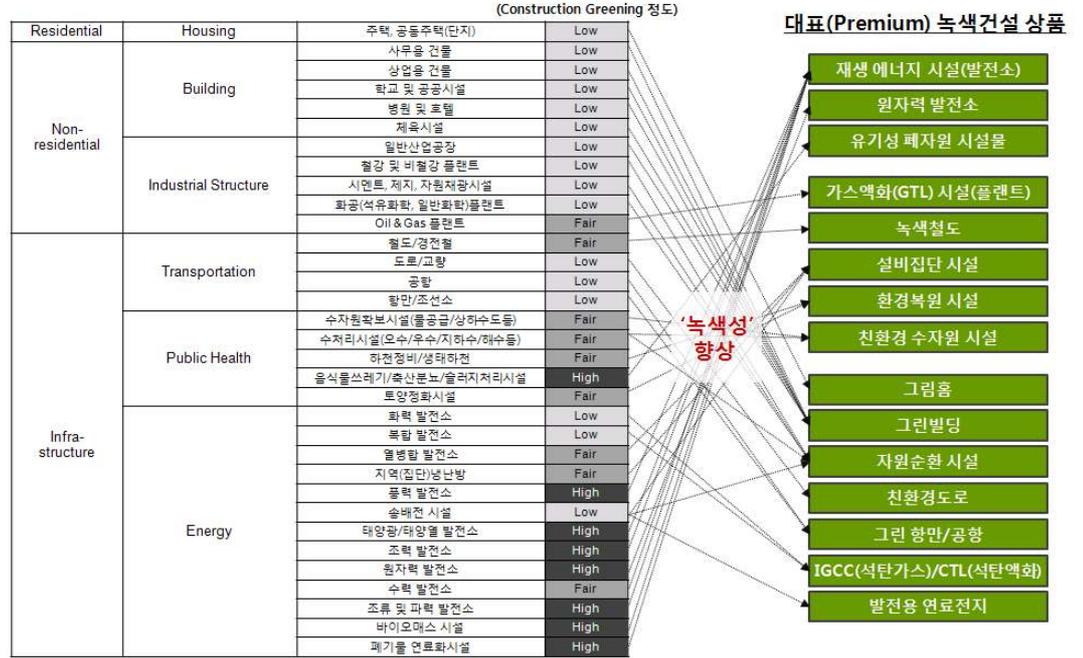
최근 에너지위기와 기후변화 문제가 주요 아젠다가 되면서 지구온난화 방지, 이산화탄소를 비롯한 온실가스저감 및 기후위험을 위한 더 많은 노력이 필요한 시기입니다. 녹색건설은 녹색기술, 타 녹색산업과의 연계, 녹색경제, 녹색생활의 중심에서 연결하며 녹색건설의 실현은 바로 녹색사회 구현과 맥을 같이 하는 것으로 이해할 수 있습니다. 따라서 지구온난화의 주원인(CO<sub>2</sub>)배출과 화석에너지 사용, 그리고 자연 환경 훼손과 관련이 있는 폐기물 생산 등과 연관된 활동 중 “건설기술이 ‘녹색(低탄소)을 높이기 위해 기여 할 수 있는 모든 활동’을 녹색건설(Green Construction)로 정의하고 이에 따른 15대 녹색 건설상품 상품성을 진단하고자 합니다. 본 조사 결과는 순수한 연구목적으로만 사용되며, 철저히 비밀이 보장됩니다. 바쁘시더라도 여 주시기 바랍니다. 귀사의 일익 번창과 귀하의 발전을 기원합니다.

연구책임자

한국건설산업연구원 서울시 강남구 논현동 71-2 건설회관 11층 Tel: (02)3441-0860 담당 : 장현승 연구위원	연구자 김우영 연구위원, 장철기 연구위원, 장현승 연구위원
--	-------------------------------------

업체명		부서	
성명		직급 및 근무년수	

▶ 다음은 설문을 위한 대표(Premium) 녹색 건설상품 소개입니다. ◀



건설 '녹색성 (Construction Greening)' 정도

- High Greening Group : 현재 높은 '녹색성'을 가지고 있는 대표적 녹색 건설상품
- Fair Greening Group : 어느 정도의 '녹색성'을 가지고는 있으나 개선이 필요한 녹색 건설상품
- Low Greening Group : 시장 성장세에 비해 기술개발 및 투자수준이 낮은 녹색 건설상품

▶ 다음은 High Greening Group에서 도출된 대표(Premium) 녹색 건설상품에 관한 질문입니다. ◀

문1] 다음 표의 알맞은 곳에 체크(√)하여 주시기 바랍니다.

대표 녹색 건설상품	1					2					3					4					5					6					7									
	국내수요					글로벌시장규모					성장률					건설주도성					기술 잠재력					설계 역량 정도					시공 역량 정도									
	향후 5-10년간 국내수요는?					현재를 포함한 향후 세계 시장 규모는?					연간 성장 속도는?					건설이 주도할 할 수 있는 가능성은?					기술개발 가능성, 투자정도, 상용화는?					현재 실현 가능한 설계 역량 정도는?					현재 실현 가능한 시공 역량 정도는?									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
	없음 ↔ 많음					없음 ↔ 많음					느림 ↔ 빠름					낮음 ↔ 높음					없음 ↔ 많음					낮음 ↔ 높음					낮음 ↔ 높음									
재생 에너지 시설(발전소) <sup>(1)</sup>																																								
원자력 발전소																																								
유기성 폐자원 시설물 <sup>(2)</sup>																																								

참고 1) 재생 에너지 시설(발전소)은 다음을 포함함.

- ① 풍력발전소 ② 태양광/태양열 발전소 ③ 조력 발전소 ④ 해양 발전소(조류과력 등) ⑤ 바이오매스 시설 ⑥ 폐기물 연료화

참고 2) 유기성 폐자원 시설은 다음을 포함함.

- ① 음식물 쓰레기 처리시설 ② 축산분뇨 처리시설 ③ 하수슬러지 처리시설 등

▶ 다음은 Fair Greening Group에서 도출된 대표(Premium) 녹색 건설상품에 관한 질문입니다. ◀

문2] 다음 표의 알맞은 곳에 체크(√)하여 주시기 바랍니다.

대표 녹색 건설상품	1					2					3					4					5					6					7									
	국내수요					글로벌시장규모					성장률					건설주도성					기술 잠재력					설계 역량 정도					시공 역량 정도									
	향후 5-10년간 국내수요는?					현재 포함향후 세계 시장 규모는?					연간 성장 속도는?					건설이 주도할 수 있는 가능성은?					기술개발 가능성, 투자정도, 상용화는?					현재 실현 가능한 설계 역량 정도는?					현재 실현 가능한 시공 역량 정도는?									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
	없음 ↔ 많음					없음 ↔ 많음					느림 ↔ 빠름					낮음 ↔ 높음					없음 ↔ 많음					낮음 ↔ 높음					낮음 ↔ 높음									
가스액화(GTL)시설																																								
녹색철도																																								
설비집단 시설 <sup>(1)</sup>																																								
환경복원 시설 <sup>(2)</sup>																																								
친환경 수자원 시설 <sup>(3)</sup>																																								

참고 1) 설비집단 시설은 다음을 포함함.

- ① 냉·난방 설비 집단화(열병합 발전, 지역 냉난방) ② 전력·통신설비 집단화(송배전 설비) ③ 상·하수도설비 집단화 등

참고 2) 환경복원 시설은 다음을 포함함.

- ① 하천정비·생태하천 ② 토양정화 시설 등

참고 3) 친환경 수자원 시설은 다음을 포함함.

- ① 수처리 시설(지하수, 강변여과수, 우수, 오수(중수도), 해수(해양심층수, 해수담수화)) ② 수자원확보 시설(물공급, 상하수

▶ 다음은 Low Greening Group에서 도출된 대표(Premium) 녹색 건설상품에 관한 질문입니다. ◀

문3] 다음 표의 알맞은 곳에 체크(√)하여 주시기 바랍니다.

대표 녹색 건설상품	1					2					3					4					5					6					7									
	국내수요					글로벌시장규모					성장률					건설주도성					기술 잠재력					설계 역량 정도					시공 역량 정도									
	향후 5-10년간 국내수요는?					현재 포함향후 세계 시장 규모는?					연간 성장 속도는?					건설이 주도할 할 수 있는 가능성은?					기술개발 가능성, 투자정도, 상용화는?					현재 실현 가능한 설계 역량 정도는?					현재 실현 가능한 시공 역량 정도는?									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
	없음 ↔ 많음					없음 ↔ 많음					느림 ↔ 빠름					낮음 ↔ 높음					없음 ↔ 많음					낮음 ↔ 높음					낮음 ↔ 높음									
그린홈																																								
그린빌딩																																								
자원순환 시설 <sup>(1)</sup>																																								
친환경도로																																								
그린 항만/공항																																								
석탄액화 및 가스화 시설																																								
발전용 연료전지																																								

참고 1) 자원순환 시설은 기존의 시설물에서 CO<sub>2</sub> 배출 및 폐기물 감축하기 위한 설비 혹은 시설물을 뜻하며 다음을 포함함.

- ① 철강 및 비철강분야 자원순환 설비 및 시설
- ② 시멘트, 제지, 자원채광분야 자원순환 설비 및 시설
- ③ 화공(석유화학, 일반화학)분야 자원순환 설비 및 시설

▶ 설문에 협조하여 주셔서 대단

## Abstract

Green growth is summarized as the national growth strategies to enhance the quality of life as a whole by converting not only the lifestyle but the economic and industrial structures into the low carbon and eco-friendly environments with the green growth industries with low carbon as the momentum for new growth, based on green technologies including renewable energy technologies, energy and resource efficient technologies, converging technologies related to technologies to reduce the environmental pollution. Roles of the construction industry along with other industries are very important in securing justifications for the cooperation between our government and industries for challenges to this green growth as well. The national effects of economy are very large from leading the construction industry to the green construction from the national level. Accordingly, this study suggested responsive plans for both government and companies for the activation of green construction by selecting 15 frontier green construction products and analyzing them by the type of strategy in Korea, as well as analyzing recent trends of overseas green construction.

*Keywords: Green Construction; Strategic Mapping Analysis*

○ 저자 소개

장현승(jang@cerik.re.kr)

경원대학교 공과대학 건축학과 졸업

Arizona State University 석사(건설관리 전공)

University of Wisconsin at Madison 박사(건설관리 전공)

현 한국건설산업연구원 연구위원

이복남(bnlee@cerik.re.kr)

인하대학교 토목공학과 졸업

현대건설 / 한국전력기술주식회사 근무

현 한국건설산업연구원 건설관리연구실 실장

김우영(beladomo@cerik.re.kr)

서울대학교 건축학과 공학박사(건설경영학 전공)

(주)대림산업 기술연구소

엘콘시스템(부사장)

서울대학교 공학연구소(시간강사 및 객원연구원)

현 송실대학교 건축공학과(겸임교수)

현 한국건설산업연구원 연구위원

장철기(ckchang@cerik.re.kr)

연세대학교 건축공학과 졸업

University of Michigan in Ann Arbor 석사(건설관리 전공)

University of Wisconsin in Madison 박사(건설관리 전공)

현대건설 / LG건설 / Bovis Lend Lease 근무

현 한국건설산업연구원 연구위원