

# 경기도 에너지 저감형 녹색건축물 조성 및 운영방안

남지현 외



Method for Establishment and  
Management of Energy Reduction  
Green Buildings in Gyeonggi-Do.

**연구책임**

남지현 (경기연구원 연구위원)

**공동연구**

이정임 (경기연구원 선임연구위원)

조희은 (경기연구원 연구원)

정책연구 2017-14

## 경기도 에너지 저감형 녹색건축물 조성 및 운영방안

- 인 쇄 2017년 5월
- 발 행 2017년 5월
- 발 행 인 임해규
- 발 행 처 경기연구원
- 주 소 (16207) 경기도 수원시 장안구 경수대로 1150
- 전 화 031)250-3114 / 팩스 031)250-3111
- 홈페이지 [www.gri.kr](http://www.gri.kr)

등록번호 제 99-3-6호 © 경기연구원, 2017

I S B N 979-11-8796-832-0 93530



# 경기도 에너지 저감형 녹색건축물 구성 및 운영방안

최근 지구온난화, 에너지 수급 등 에너지 저감 분야에 대해 전 세계적 관심이 모아지면서, 다양한 국제 기후변화 협약이 이루어지고 있다. 교토의정서는 온실가스의 감축 목표와 감축 일정, 개발도상국의 참여 문제 등을 주요 논의로 하고 있으며, 제1차 의무 이행 기간에 속하는 2008년~2012년 사이에 온실가스 총 배출량을 1990년도 수준에 비해 평균적으로 최소한 5.2% 감축하도록 하였다.

대표적 방안으로 에너지 저감형 건축물을 들 수 있는데, 우리나라에서는 생활수준의 향상으로 건물부문의 에너지 소비가 지속적으로 증가하고 있어 에너지 저감형 건축물 조성의 중요성이 증가하고 있다.

법에서 정하는 녹색건축물의 정의는 에너지 이용 효율 및 신재생에너지의 사용 비율이 높고 온실가스 배출을 최소화하며, 건축물과 환경에 미치는 영향을 최소화하고 동시에 쾌적하고 건강한 거주환경을 제공하는 건축물을 말한다. 에너지 저감 및 환경 영향 최소화를 위해 중앙정부, 경기도에서는 건축물과 산업분야에서 배출되는 온실가스의 감축을 목표로 하고 있으며, 건축의 시범사업을 통해 다양한 형태의 녹색건축 확산을 위한 노력이 진행되고 있다.

본 연구는 에너지를 효과적으로 저감할 수 있는 다양한 녹색건축 기술을 검토하여 경기도의 온실가스 감축 및 에너지소비를 저감시키기 위한 방안을 찾기 위해 경기도 녹색건축의 인증현황 및 시범사업 현황 등을 분석하고, 국내외 선진적인 녹색건축기술의 동향을 파악하였다.

녹색건축과 관련된 정책, 녹색건축센터의 역할을 도출하기 위해 해외의 녹색건축 관련 정책, 국내 녹색건축 인증제도, 국내외 녹색건축 인증제도 등을 살펴보았으며, 경기도 녹색건축 인증현황 분석을 통해 경기도의 문제점을 파악하였다.

이러한 조사 내용들을 바탕으로 도출한 연구의 결과를 살펴보면, 경기도 녹색건축의 활성화 및 효율적인 운영을 위해 경기도 녹색건축 인증 기준 및 지원체계 개발, 경기도 녹색건축 시범사업 개발 방향, 경기도 녹색건축 관련 센터 설립 및 운영방안, 주민참여형 녹색건축 관리 및 홍보방향이 필요하다고 제시하였다. 경기도에서 주체적으로 진행할 수 있는 녹색건축 시범사업과 녹색건축관련 센터 운영 등을 통해 경기도에 맞는 녹색건축 유형을 파악할 수 있으며, 주민참여형 관리 및 홍보방안 마련을 통해 지속가능하고 지역 맞춤형의 녹색건축 조성 방안을 마련할 수 있다. 또한, 경기도에서 부족하다고 나타나는 최우수 등급의 녹색건축물 수를 증대시키고 인센티브, 인증제도를 다변화하여 관심도 증대 및 적용 가능한 사항 증대 등을 도모해야 한다.

현재는 녹색건축센터, 녹색건축 인증기관의 역할이 모호하여 각 기관에서 중첩되는 작업들이 다수 진행되므로 중앙과 지역의 차별화된 녹색건축센터 조성을 통해 애매하게 중첩되었던 녹색건축센터의 역할을 분리하여 중앙, 지역, 민간의 고른 분배를 통해 효율적으로 업무를 진행할 필요가 있다. 또한, 경기도 녹색건축 시범사업을 발달시키기 위해 도시적 관점에서 효율적인 입지를 고려하고, 시설별 우선적 시범사업 선정, 시설별 요소기술을 차별화하여 적용할 수 있는 방안의 마련이 동반되어야 경기도 맞춤형 에너지 저감 녹색건축물 조성 및 운영이 가능할 것이다.



# 차례

## ■ 제1장 서론 / 3

제1절 연구의 배경 및 목적 .....	3
1. 연구의 배경 .....	3
2. 연구의 목적 .....	5
제2절 연구의 방법 및 범위 .....	6
1. 연구의 방법 및 흐름 .....	6
2. 녹색건축의 정의 및 범위 .....	7
3. 녹색건축 파급효과 .....	8

## ■ 제2장 녹색건축 관련 정책현황 / 17

제1절 녹색건축 관련 해외정책 .....	17
1. 선진적 녹색건축 정책 .....	17
2. 중앙의 지역건축센터 및 인증제도 .....	21
3. 지역의 녹색건축지원센터 및 인증제도 .....	26
제2절 녹색건축 관련 국내정책 .....	29
1. 녹색건축 관련 법령 및 조례 현황 .....	29
2. 국내 녹색건축 인증제도 .....	45
3. 국내 녹색건축 지원센터 .....	70
제3절 녹색건축 관련 경기도정책 .....	81
1. 기타 경기도 관련 정책 .....	81
2. 경기도 녹색건축 조성계획 및 설계기준 .....	85
3. 경기도 녹색건축 시범사업 .....	94
4. 경기도 녹색건축 인증 현황 .....	95
5. 경기도 그린리모델링 시범사업 .....	108
6. 경기도 녹색건축 관련 진행사업 .....	114

### ■ 제3장 그린리모델링 및 에너지 저감 기술 / 117

제1절 건물 외피시스템의 그린리모델링 기술 .....	117
1. 서론 .....	117
2. 그린리모델링 외피시스템의 분류 .....	119
3. 그린리모델링 공사의 외피선정 시 고려요인 .....	119
4. 해외사례 .....	122
제2절 에너지저감형 패시브 설계 기술 .....	129
1. 패시브하우스 개념 및 기준(Standard) .....	129
2. 패시브하우스의 통합설계 .....	130
3. 패시브 설계기술 .....	131
4. 패시브 디자인요소를 이용한 그린리모델링의 방향 .....	135
제3절 에너지저감형 생태 주거단지 설계 .....	137
1. 기후변화에 대응하는 주거단지 계획 .....	137
2. 기후변화 대응 에너지저감형 주거단지의 개념 정의 .....	137
3. 기후변화 대응 에너지저감형 주거단지 계획요소 도출 .....	138
4. 에너지저감형 주거단지 사례 .....	140
제4절 재생에너지 활용형 녹색건축기술 .....	146
1. 기술의 개요 .....	146
2. 주요핵심기술 .....	151
3. 해외사례 .....	171
제5절 자원순환형 녹색건축 기술 .....	174
1. 녹색건축물 조성을 위한 자원순환의 개념 .....	174
2. 자원순환형 녹색건축기술 .....	175
3. 녹색건축물 관련사례 .....	187
5. 최첨단 통합디자인에 의한 녹색건축물 .....	197

### ■ 제4장 경기도 맞춤형 녹색건축 조성 및 운영방안 / 203

제1절 경기도 녹색건축 조성의 한계 .....	203
1. 한정적인 경기도 그린리모델링 시범사업 종류 .....	203
2. 녹색건축 관련 사업 시행을 위한 자원마련의 한계 .....	204

3. 녹색건축의 설계비용 현실화의 문제 .....	204
4. 녹색건축 사업과 기술의 대중화를 위한 홍보 및 정책지원 부족 .....	205
5. 도시 특성을 고려하지 않는 높은 일률적인 신재생에너지 적용 계획 .....	205
6. 건축기준 완화 인센티브의 실효성 부족 .....	206
제2절 경기도 녹색건축인증 기준 및 지원체계 개발 방향 .....	208
1. 경기도 최우수 등급의 육성 .....	208
2. 본인증 건축물 및 최우수 등급 확산을 위한 인센티브 다변화 .....	208
3. 단일 건축물 뿐 아니라 건축군(블록/지구) 관점의 통합평가 필요 .....	209
4. 특정 용도 및 건축물군(블록/지구)의 통합평가 필요 .....	210
5. 녹색건축 관련 전담기간 신설을 통한 통일성 확보 .....	210
제3절 경기도 녹색건축 시범사업 개발 방향 .....	211
1. 녹색건축 및 그린리모델링 시범사업의 재원확충 .....	211
2. 경기도 현황에 맞는 자체적 녹색건축 시범사업 진행 .....	212
3. 증축 및 신축, 시설유형별의 녹색건축의 요소기술 차별화 .....	213
3. 경기도 시설별 BIM, BEMS을 활용한 에너지 소비량 추정 모델 개발 .....	218
4. 기술 유형별 녹색건축 시범사업 추진 .....	219
제4절 경기도 그린리모델링 시범사업 개발 방향 .....	221
1. 경기도 그린리모델링 시범사업의 다변화 .....	221
2. LH 그린리모델링 창조 센터와 연계한 경기도 대표적 시범 사업개발 .....	222
제5절 경기도 지역건축센터 설립 및 운영방안 .....	223
1. 지역건축센터 역할의 한계 .....	223
2. 중앙과 차별화된 지역현안의 지역건축센터 조성 .....	223
3. 지역 건축활동의 장으로서 지역건축센터의 프로그램 다변화 .....	224
4. 지속적 관리주체로서의 건축지원센터 .....	225
5. 적극적 민간의 참여를 통한 타분야 융합과 전문분야 확대 .....	227

6. 민간, 도민 참여의 적극적 지원을 위한 거버넌스 구축 .....	227
제6절 주민 및 민간참여형 녹색건축 관리 및 홍보 활성화 .....	228
1. 건축협정 및 주민주체형 지역관리조직을 통한 녹색건축 활동 .....	228
2. 민간기업을 중심으로 기술개발형 블록간 지역 매니지먼트 운영 .....	230
3. 분산된 녹색건축 정보의 경기도 부동산 포털 연동을 통해 경기도민 인식도 증진 노력 필요 .....	232
4. 산-학-연 연계형 현장기술개발을 위한 기술구현의 장 구축	232
5. 공무원 대상 공공건축물의 녹색건축 교육확충 .....	234
6. 주민, 공무원, 건축관련 학생들을 위한 녹색건축물 답사 코스 운영 .....	237
7. 도민의 참여 촉진을 위한 캠페인, 페스티벌 진행 .....	238

■ 제7장 결론 및 정책제언 / 243

■ 참고문헌 / 247

■ Abstract / 251

■ 부록 / 255



## 표차례

〈표 1-2〉 에너지소비 및 탄소배출 저감량 .....	9
〈표 1-3〉 에너지 절감효율 산정 기본조건 .....	10
〈표 1-4〉 기존 건물 에너지 절감액 추정 .....	11
〈표 1-5〉 신축건물 에너지 절감액 추정 .....	11
〈표 2-1〉 LEED의 평가부문 내용 .....	22
〈표 2-2〉 BREEAM 계획 요소 정리 .....	23
〈표 2-3〉 신축 주거용 건축물 인증심사기준 중 자원순환 관련 항목 .....	30
〈표 2-4〉 공동주택성능등급 표시항목 중 자원순환 관련 항목 .....	30
〈표 2-5〉 지속가능한 신도시 계획기준 내 자원순환 관련 요소 .....	31
〈표 2-6〉 자원순환성 녹색건축 관련 현행 법체계 .....	31
〈표 2-7〉 경기도 자원순환성 녹색건축물 조성지원 조례 관련 내용 .....	33
〈표 2-8〉 저탄소 녹색신도시 계획기준 내 자원순환 분야 항목 .....	34
〈표 2-9〉 서울시 유효자원 재활용을 위한 친환경인증 제품 사용여부 평가기준 .....	36
〈표 2-10〉 서울시 생활용 상수 절감 대책의 타당성 평가기준 .....	36
〈표 2-11〉 서울시 환경영향평가 자원순환 항목 및 심의기준 .....	37
〈표 2-12〉 녹색건축물 관련 행정규칙 .....	38
〈표 2-13〉 녹색건축물 관련 행정규칙 .....	39
〈표 2-14〉 광역시도의 녹색건축물 조성 지원 조례 현황 .....	43
〈표 2-15〉 광역시도의 녹색건축물 조성 지원 조례 현황 .....	43
〈표 2-16〉 국내 녹색건축 .....	46
〈표 2-17〉 녹색건축물 인증기관현황 .....	50
〈표 2-18〉 녹색건축인증 발전경과 .....	52
〈표 2-19〉 녹색건축 인증등급의 기준점수 .....	55
〈표 2-20〉 녹색건축인증 관련 인센티브 .....	56
〈표 2-21〉 에너지효율등급 .....	60
〈표 2-22〉 제로에너지 건축물 인증등급 .....	60
〈표 2-23〉 신축 지능형건축물 인증심사기준 .....	62
〈표 2-24〉 지능형건축물 인증심사점수 .....	63

<표 2-25> 지능형건축물 인증등급에 따른 인센티브 .....	63
<표 2-26> 에너지절약형 친환경주택의 건설 기준 .....	65
<표 2-27> 에너지절약형 친환경주택 건설기준에 추가되는 의무사항 .....	65
<표 2-28> 에너지절약형 친환경주택의 건설 기준 인센티브 .....	66
<표 2-29> 범죄예방 공통기준 .....	68
<표 2-30> 장애물없는 생활환경 인증 등급 .....	69
<표 2-31> 업무연혁 .....	70
<표 2-32> 업무연혁 .....	73
<표 2-33> 제2차 녹색성장 5개년 계획(2014-2018) .....	83
<표 2-34> 경기도 에너지비전 2030 .....	84
<표 2-35> 전략별 조성계획의 배경 및 목적 .....	87
<표 2-36> 핵심전략사업 .....	88
<표 2-37> 녹색건축 설계기준 적용대상 .....	91
<표 2-38> 녹색건축 설계기준 및 국가기준 .....	92
<표 2-39> 건축물 에너지효율등급 및 녹색건축 인증에 따른 인센티브 .....	92
<표 2-40> 제로에너지 건축물 인증에 따른 인센티브 .....	93
<표 2-41> 신축(증개축 포함) 건축물의 취득세 감면 .....	93
<표 2-42> 건축물의 재산세 감면 .....	93
<표 2-43> 경기도 연도별/등급별 녹색건축 인증현황 .....	97
<표 2-44> 전국 연도별/등급별 녹색건축 인증현황 .....	98
<표 2-45> 경기도 용도별 녹색건축 인증현황 .....	104
<표 2-46> 전국 용도별 녹색건축 인증현황 .....	105
<표 2-47> 경기도 그린리모델링 시범사업 목록 .....	109
<표 2-48> 경기도 그린리모델링 사업완료 현황 .....	109
<표 2-49> 사업추진과정에서의 중점사항 .....	110
<표 2-50> 사업추진과정에서의 중점사항 .....	110
<표 2-51> 사업추진 및 사업성과표 .....	111
<표 2-52> 총 사업예산 .....	112
<표 2-53> 그린리모델링 사업 도비 집행 현황 (2014-2016) .....	113
<표 2-54> 녹색건축 관련 진행사업 .....	114

<표 3-1> 건물외피시스템의 그린리모델링 기술 .....	121
<표 3-2> 마운틴 장비회사(Mountain Equipment Co-Op; MEC) .....	122
<표 3-3> 스탠호프(Stahope) 임대주택단지 .....	123
<표 3-4> 피리저 가(PARISER STRASSE)의 집합주택 .....	124
<표 3-5> Engelsby .....	124
<표 3-6> GSW Headquarters .....	125
<표 3-7> Debis Building .....	126
<표 3-8> TERBRO 주택 .....	126
<표 3-9> 백악관(The White House) .....	127
<표 3-10> 환경청 본부건물(EPA National Headquarters) .....	128
<표 3-11> 독일 패시브 하우스에 요구되는 성능설계 조건 .....	130
<표 3-12> 패시브 하우스의 요소기 .....	130
<표 3-13> 기후변화대응 에너지저감형 주거단지 계획요소 .....	139
<표 3-14> 독일 Riem 주거단지 .....	140
<표 3-15> 확장된 개념의 에너지 저감형 생태주거단지 설계지표 .....	145
<표 3-16> 태양열 기술별 장단점 비교분석 .....	150
<표 3-17> 기존 전등조명과 비교 .....	154
<표 3-18> 채광 시스템의 종류 .....	155
<표 3-19> 태양전지의 특징 .....	160
<표 3-20> 지열 열교환 시스템의 종류 .....	165
<표 3-21> new Jorgensen YMCA .....	166
<표 3-22> City Halls of Auburn .....	167
<표 3-23> 발전기의 분류 .....	168
<표 3-24> 수직축 풍력발전기의 장단점 .....	169
<표 3-25> 수평축 풍력발전기의 장단점 .....	170
<표 3-26> Mont Cenis Academy .....	172
<표 3-27> Bahrain World Trade Center .....	172
<표 3-28> California Academy of Sciences .....	173
<표 3-29> 쓰레기 자동집하시설 기술적 특징 .....	177
<표 3-30> 고정식 방식과 이동식 방식의 비교 · 검토 .....	177

<표 3-31> RFID방식 종량제의 3가지 유형 .....	178
<표 3-32> 주방용 오물분쇄기 도입시 유지관리 항목 .....	181
<표 3-33> 빗물이용시설 설계 .....	184
<표 3-34> 중수도 공급방식 .....	186
<표 3-35> 중수도 공급방식 .....	186
<표 3-36> 서울시 대형감량기기 보급현황 .....	187
<표 3-37> 용인 동천스마트타운 전경 및 자원순환 이용사례 .....	188
<표 3-38> SK 에코랩 적용 녹색기술 예시 .....	190
<표 3-39> 해외 저탄소 녹색도시에 적용된 계획기법 .....	192
<표 3-40> 저탄소 녹색신도시 해외사례 .....	192
<표 3-41> 스웨덴 하마비 허스타드의 자원순환 적용 기술 시스템 .....	193
<표 3-42> 뮌헨시의 신재생에너지 관련 회사 및 원료 .....	196
<표 3-43> 41 Cooper Square .....	197
<표 3-44> 런던 시청사 (London City Hall) .....	198
<표 3-45> Starata SE1 .....	199
<표 4-1> 녹색건축 관련 사업 비교 .....	203
<표 4-2> 녹색건축물 관련 해외사례 조사 List .....	214
<표 4-3> 신축건물의 용도별 녹색건축요소기술표 .....	216
<표 4-4> 리모델링 건축물의 용도별 녹색건축 요소기술표 .....	217
<표 4-5> 녹색건축 기술유형 .....	219
<표 4-6> 녹색건축 관련 사업 비교 .....	222
<표 4-7> 경기도 인재개발원 건축관련 교육현황 .....	234

## ■ 그림차례

<그림 1-1> 부문별 에너지소비량 및 경기도 건축물 용도비율 .....	4
<그림 1-2> 녹색건축물의 정의 및 내용 .....	7
<그림 1-3> 용도별 건축물 현황(2005년,2010년,2015년 위:주거용, 아래:비주거용) .....	12
<그림 1-4> 녹색건축과 나무 식재효과 비교 .....	13
<그림 2-1> 런던올림픽 공원 .....	19
<그림 2-2> 녹색건축인증 운영체계 .....	53
<그림 2-3> 녹색건축인증 처리 절차 .....	54
<그림 2-4> 장수명주택 인증 절차 .....	58
<그림 2-5> 지능형건축물 인증제도 운영 체계 .....	61
<그림 2-6> 한국감정원 지역건축센터 원스톱 통합서비스 .....	71
<그림 2-7> 한국감정원 지역건축센터 원스톱 통합서비스 .....	72
<그림 2-8> LH 지역건축센터 인증업무 종류 .....	74
<그림 2-9> 그린리모델링 지원사업 .....	75
<그림 2-10> 한국 교육·녹색 환경연구원 목표 .....	77
<그림 2-11> 한국환경건축연구원의 운영 및 역할 .....	79
<그림 2-12> 패시브제로에너지건축의 목표 .....	80
<그림 2-13> 2030 국가온실가스 감축 기본로드맵(위: 감축목표, 아래: 부문별 감축량) .....	82
<그림 2-14> 지능형건축물 인증제도 운영 체계 .....	85
<그림 2-15> 온실가스 감축목표 설정방법 .....	86
<그림 2-16> 녹색건축 기본계획 핵심전략사업 추정사업비 .....	89
<그림 2-17> 경기도 방향과 추진전략과의 관계 .....	90
<그림 2-18> 경기도 신청사 건축조감도 .....	94
<그림 2-19> 연도별 녹색건축 인증현황(2002년~2016년, 위: 경기도, 아래: 전국) .....	96
<그림 2-20> 본인증 및 예비인증현황(2017.05현재, 상:전국 하:경기도) .....	100
<그림 2-21> 인증등급별 예비인증현황(2002년~2016년, 좌:경기도, 우:전국) .....	101

<그림 2-22> 인증등급별 본인증현황(2002년~2016년, 좌:경기도, 우:전국)	101
<그림 2-23> 용도별 예비인증현황(2002년~2016년, 좌:경기도, 우:전국)	103
<그림 2-24> 용도별 본인증 현황(2002년~2016년, 좌:경기도, 우:전국)	103
<그림 2-25> 공동주택 성능등급 인증 현황(좌:전국, 우:경기도)	106
<그림 2-26> 연도별 공동주택 성능등급 인증 현황(위:경기도, 아래:전국)	107
<그림 3-1> 그린리모델링의 기본개념 변화(그린리모델링의 기본개념)	118
<그림 3-2> 블라인드 내장형 그린리모델링 창호 개념	121
<그림 3-3> 패시브 하우스의 기본개념	129
<그림 3-4> 태양광 에너지	132
<그림 3-5> 태양열 에너지	133
<그림 3-6> 풍력 에너지	134
<그림 3-7> 지열 에너지	134
<그림 3-8> 일본 마테르아노우(좌:태양열 집열기, 우:전경)	141
<그림 3-9> 수원 아이파크시티(좌:마스터플랜, 우:단지별 구성)	142
<그림 3-10> 아이파크시티 내부단지 전경	143
<그림 3-11> 아일랜드 내부 전경	143
<그림 3-12> 직접획득방식과 축열벽 방식	147
<그림 3-13> 부착온실방식과 자연대류방식	149
<그림 3-14> 태양열 시스템의 구성	151
<그림 3-15> 태양열 급탕장치	152
<그림 3-16> 기본구성	156
<그림 3-17> 태양전지 구성	157
<그림 3-18> 태양전지의 분류	158
<그림 3-19> 태양광발전 시스템의 기본구성	160
<그림 3-20> 태양광발전 시스템(좌:분류, 우:구상도)	162
<그림 3-21> 태양광발전 시스템(좌:분류, 우:구상도)	164
<그림 3-22> 풍력발전 운전 원리	168
<그림 3-23> 수직축 풍력발전기	169
<그림 3-24> 수평축 풍력발전기	171
<그림 3-25> 쓰레기 자동집하시설	176

<그림 3-26> 디스포저 시스템 개요 .....	179
<그림 3-27> 유기성폐기물 에너지화 기술 공정 모식도 .....	182
<그림 3-28> 분산형에너지 시스템의 미래 .....	183
<그림 3-29> 빗물이용 예시 .....	185
<그림 3-30> 세종시 자동크리넷 개념도 .....	189
<그림 3-31> EGB 보일러 가동 흐름과 효과 .....	191
<그림 3-32> 쓰레기 처리를 위한 옥내 투입구와 옥외 투입구 .....	194
<그림 3-33> 영국 베드제도 마을 적용 녹색기술 .....	195
<그림 3-34> 무레크시의 바이오디젤 활용 사례 .....	196
<그림 4-1> 건축지원센터 역할 .....	225
<그림 4-2> 서울에너지드림센터에서 진행한 행사 (좌: 환경의날 기념행사, 우: 지구의날 기념행사) .....	226
<그림 4-3> 독일 윤데 마을 .....	229
<그림 4-4> 저수 방식 .....	231
<그림 4-5> Solar Decathlon이 진행되고 있는 Solar Village .....	233
<그림 4-6> 경기도 평생학습 e-배움터 녹색건축 관련 수업 현황 .....	236
<그림 4-7> 아산시 답사코스 내 건축물(좌: 경로당, 우:중앙도서관) .....	237
<그림 4-8> 토론토시에서 진행하는 Live Green Toronto 캠페인 .....	238
<그림 4-9> 2016년 녹색건축한마당(좌: 행사장입구, 우: 친환경 공모전) .....	239

# 제 1 장

## 서론

- 제 1 절 연구의 배경 및 목적
- 제 2 절 연구의 방법 및 흐름





# 제1장

## 서론

### 제1절 연구의 배경 및 목적

#### 1. 연구의 배경

최근 지구 온난화와 에너지 수급의 문제가 전 세계적 문제로 인식되면서 1992년 12월 브라질 리우데자네이루를 시작으로 다양한 국제 기후변화에 대한 협약이 이뤄지고 있다. 이중 2005년 기후변화협약에 대한 교토의정서는 온실가스의 감축 목표와 감축 일정, 개발도상국의 참여 문제 등을 주요 논의로 캐나다, 미국, 일본, 오스트레일리아, 유럽 연합 회원국 등 총 38개국의 당사국을 대상으로 제1차 의무 이행 기간에 속하는 2008년~2012년 사이에 온실가스 총 배출량을 1990년도 수준에 비해 평균적으로 최소한 5.2% 감축하도록 하였다. 경제 협력 개발 기구(OECD) 회원국들은 이 기간 동안 1990년 대비 5% 이상의 온실가스를 감축하도록 하였고 그 밖에 2차 의무 이행 대상국은 2013년~2017년까지 온실가스의 배출량을 감축하도록 되어 있다.

2009년의 파리의 세계연합 환경프로그램의 보고<sup>1)</sup>에 따르면, 세계적으로 건축물은 온실가스배출물의 약 30%를 차지하고 있으며, 전 세계 주요 에너지 소비량의 40%에 해당한다. 한편, 2011년 미국정부 보고서<sup>2)</sup>에 따르면, 전체 미국의 주요 에너지 소비량의 40%가 건축물에서 소비되고 있으며, 이중 46%가 상업용, 54%가 주거용에서 소비되고 있다.

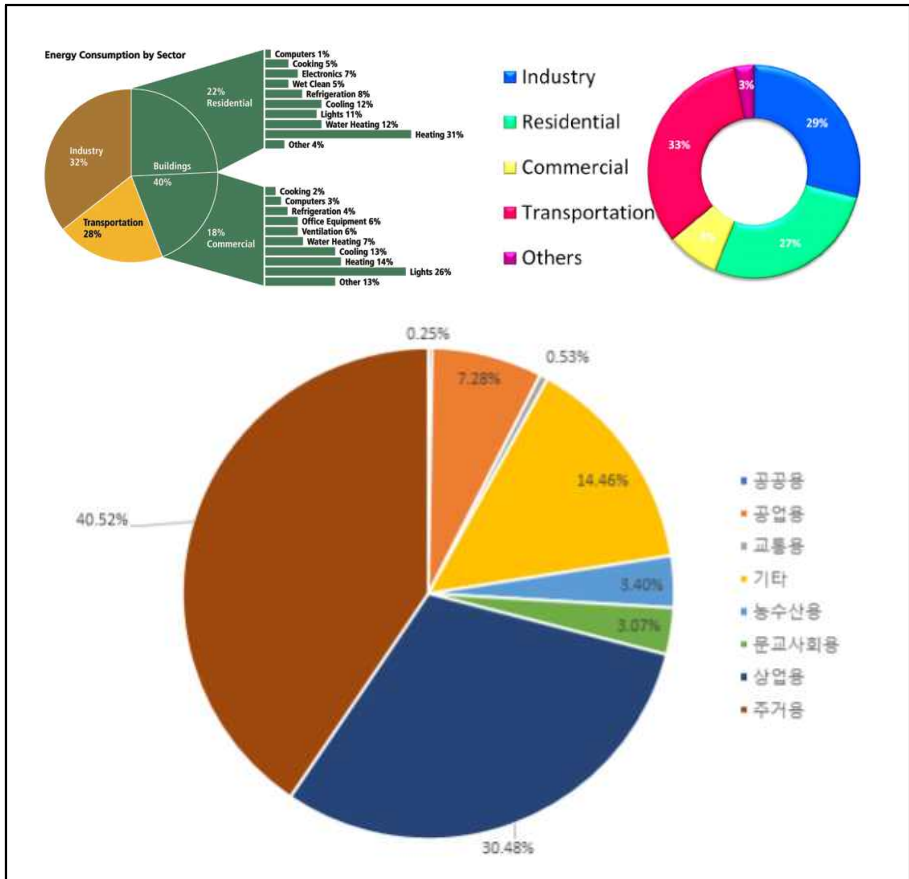
1) "Buildings and climate change: a summary for decision makers," United Nations Environmental Programme, Sustainable Buildings and Climate Initiative, Paris, 2009.

2) United States Department of Energy, Buildings Energy Data Book, 2011, <http://buildingsdatabook.eren.doe.gov>.

한국의 녹색성장위원회는 녹색도시, 건축물 활성화를 위하여 건축물 부문 온실가스를 2020년까지 배출전망치 대비 31%감축하기로 하였으며, 이에 대한 실천전략으로 주거용 및 비주거용 건물의 제로에너지 의무화를 2017년 30%, 2020년 60%, 2025년 100%로 단계적으로 실시하고 있다.<sup>3)</sup>

우리나라에서는 생활수준의 향상으로 건물부문의 에너지 소비가 지속적으로 증가하고 있으며, 특히 타 산업에 비해 건물부문의 온실가스 배출량은 증가폭이 가장 크게 나타나고 있다.

<그림 1-1> 부문별 에너지소비량 및 경기도 건축물 용도비율



자료 : 좌상: United Nations Environmental Programme 2009, 우상: Energy efficiency requirements in building codes, 2008, 2017.03 하: 경기도 건축물 용도통계

3) 녹색성장위원회, 녹색도시, 건축물의 활성화방안, 2009.11

부문별 국제 에너지 소비량을 살펴보면, 교통시설에서 약 33%, 산업용에서 약 29%, 주거용에서 27%로 가장 많은 양을 차지하는 것을 알 수 있다. 이에 대하여 경기도의 현재 건축물 용도비율을 살펴보면, 주거용 40%, 상업용 30%, 공업용 7%로 나타나고 있다. 전체 에너지소비량을 줄이기 위해서는 주거용과 상업용의 녹색건축화가 우선적으로 실천되어야 하며, 다른 지역에 비해 비교적 많이 분포하는 공업용의 산업시설에 대해서도 시설 특성에 맞는 녹색건축기술이 적용되어야 할 것이다.

경기도는 2020년까지 건물에서 배출되는 온실가스를 26.9% 감축하는 내용의 녹색건축물 조성계획을 수립한 바 있다. 이를 위해서는 패시브하우스 및 제로에너지 건축과 같은 녹색건축의 시범사업을 기존의 공공건축물 뿐 아니라 민간건축물로 확대하는 노력과 적극적인 신재생 에너지를 활용하지 않고서는 현실적으로 어려운 수치이다.

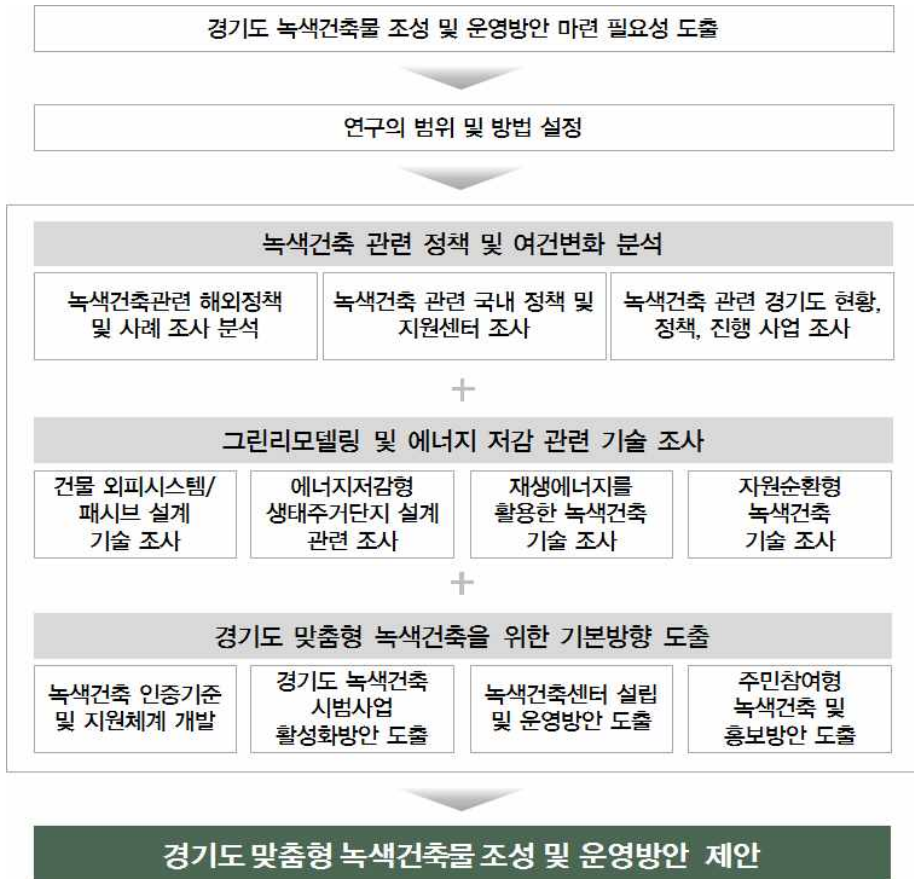
이에 본 연구에서는 에너지를 효과적으로 저감할 수 있는 다양한 녹색건축 기술을 검토하여 경기도의 온실가스 감축 및 에너지소비를 저감시키기 위한 방안을 찾아보고자 한다.

## 2. 연구의 목적

본 연구에서는 경기도 녹색건축의 인증현황 및 시범사업 현황 등을 분석하고, 국내외 선진적인 녹색건축기술의 동향을 파악하여 경기도에 적합한 녹색건축의 조성 및 운영 방안을 제시하고자 한다.

## 제2절 연구의 방법 및 범위

### 1. 연구의 방법 및 흐름



## 2. 녹색건축의 정의 및 범위

녹색건축물은 에너지 이용 효율 및 신재생에너지의 사용 비율이 높고 온실가스 배출을 최소화하며, 건축물과 환경에 미치는 영향을 최소화하고 동시에 쾌적하고 건강한 거주환경을 제공하는 건축물<sup>4)</sup>을 말한다. 녹색건축물을 조성한다는 것은 녹색건축물을 건축하거나 녹색건축물의 성능을 유지하기 위한 건축 활동 또는 기존 건축물을 녹색건축물로 전환하기 위한 활동<sup>5)</sup>을 말한다.

<그림 1-2> 녹색건축물의 정의 및 내용



자료 : 강식 외(2015), 경기도 녹색건축물 조성계획, 수원 : 경기연구원

현재 녹색건축물의 범위에 공장 등 산업시설은 들어가지 않는다. 에너지저감분야는 산업, 건축, 수송으로 나누어져있기 때문에 공장은 부수된 비율이 큰 산업분야로 분류되어 있다.

그러나 경기도에서는 전체 시설 중 산업시설이 상당부분을 차지하고 있기 때문에 본 연구에서는 경기도 내 산업시설도 함께 파악하였다. 향후 경기도의 전체적인 에너지 저감을 위해 녹색건축물 범위에 산업시설을 포함하여 볼 필요가 있다.

4) 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)

녹색건축물 조성지원법 제2조, 저탄소 녹색성장 기본법 제54조

5) 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>), 녹색건축물 조성지원법 제2조

### 3. 녹색건축 파급효과

녹색건축의 파급효과는 국가 경제적 측면과 건축주측면, 그리고 거주자 측면으로 나뉘볼 수 있다. 첫째, 국가 경제적 측면으로 에너지의 효율적 이용과 온실가스배출 저감, 수자원의 효율적 이용, 폐기물의 감축, 지역경제의 발전을 기대할 수 있다. 둘째, 건축주 측면으로는 건물 가치의 향상을 기대할 수 있으며 마지막으로 거주자 측면으로는 건물 유지관리비의 절감, 실내환경 위험요인과 책임의 감소, 재실자 건강과 생산성의 증대를 기대할 수 있다.

〈표 1-1〉 녹색건축 효과

구분	내용
국가 경제적 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 에너지의 효율적 이용과 온실가스배출 저감</li> <li>- 수자원의 효율적 이용</li> <li>- 폐기물의 감축</li> <li>- 지역경제의 발전</li> </ul>
건축주 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 건물 가치의 향상</li> </ul>
거주자 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 건물 유지관리비의 절감</li> <li>- 실내환경 위험요인과 책임의 감소</li> <li>- 재실자 건강과 생산성 증대</li> </ul>

자료 : 국토교통부(2016), 『녹색건축 업무편람』

#### 1) 에너지소비의 효율성 향상

국내 에너지소비의 부문별 비중은 산업부문에서 58.3%, 수송부문에서 19.7%, 가정 및 상업부문에서 19.6%를 기록하고 있다. 가정·상업부문에서 소비되고 있는 도시가스 및 전력의 비중은 75.4%를 차지하고 있다. 따라서 녹색건축이 확산되면 대기전력 차단, 난방효율성 개선 등으로 가정·상업부문의 에너지소비 효율성이 향상될 것으로 기대<sup>6)</sup>된다.

6) 이원형(2011), 『국내외 녹색건축 추진동향 및 향후 추진과제』, 에너지경제연구원 ENERGY FOCUS 2011 여름호

그리고 친환경 건축물 및 에너지효율 등급인증제도, 친환경 주택건설 기준 등 녹색건설 정책으로 가정·상업건축물에서 에너지소비의 10%를 절약한다고 가정하면, 연간 최소 357만 TOE를 절약할 수 있으며, 이것을 원유 소비량으로 전환하면 2천6백만 배럴과 동일한 수준으로 국내 연간 원유수입량의 3%를 대체<sup>7)</sup>할 수 있다.

〈표 1-2〉 에너지소비 및 탄소배출 저감량

(단위: 1만 TOE, 1만 tCO<sub>2</sub>, 1만배럴)

에너지소비 저감율	에너지소비 저감량		탄소배출량 저감 (1만 tCO <sub>2</sub> )
	1만 TOE	원유(1만 배럴)	
10%	357.2	2,650.6	937.8

1) 에너지소비 대비 탄소배출 비율은 에너지소비1단위(TOE)에서 탄소배출량은 2.6단위(tCO<sub>2</sub>)발생

2) 에너지관리공단에 따르면 1TOE는 원유 7.4배럴에 해당

자료 : 이원형(2011), 『국내의 녹색건축 추진동향 및 향후 추진과제』, 에너지경제연구원

## 2) 에너지 비용 절감 및 온실가스 감축효과

신축건물 성능강화(향후 30년간 약 8천만TOE절감) 및 기존건물 그린리모델링(향후 20년간 약1억 1천만TOE 절감)을 통해 에너지 절감 효과가 있으며 이는, 500MW급 화력발전소 18.5개소가 30년 동안 생산한 전력과 동일하며, 비용적 측면에서 녹색건축이 화력발전에 비해 경제적이다.

또한 녹색건축을 통해 향후 30년간 총 6억 9천만TCO<sub>2</sub>eq의 감축이 가능하며 온실가스 배출권 거래비용으로 환산할 경우 약 8.2조원의 감축 효과와 온실가스 감축에 의한 환경개선 효과와 국제 사회에 천명한 온실가스 감축목표 달성을 통한 국가 이미지 제고<sup>8)</sup>를 기대 할 수 있다.

그리고 건물의 온실가스 감축효과를 기대할 수 있다. 기존 건물의 경우 그린리모델링 이후 20년간을 효용기간으로 봤을 때 향후 20년간 온실가스 감축량은 주거용과 비주거용 각각 51,240천톤CO<sub>2</sub>eq, 43,160천톤CO<sub>2</sub>eq이다.

7) 이원형(2011), 『국내의 녹색건축 추진동향 및 향후 추진과제』, 에너지경제연구원

8) 국토교통부(2014.12), 『제1차 녹색건축물 기본계획』



향후 20년간 그린리모델링을 통해 23조 1천억 원 절감(주거용 :12조5천억 원, 비주거 :약 10조 6천억 원)할 것으로 예상되며, 신축건물의 경우 건설 이후 30년간을 효용기간으로 봤을 때 향후 30년간 온실가스 감축량은 주거용과 비주거용 각각 13,561천톤TCO<sub>2</sub>eq, 9,149천톤CO<sub>2</sub>eq이며 향후 30년간 신축건물에서 5조 5천억 원을 절감(주거용 :약 3조 3천억 원, 비주거 :약 2조5천억 원)<sup>9)</sup>할 것으로 예상된다.

아래 표는 에너지 절감효율을 산정하는데 있어 필요한 기본단위로서 이를 적용하여 건물 부문별로 에너지 소비량을 측정한 근거를 설명하고 있다.

〈표 1-3〉 에너지 절감효율 산정 기본조건

가정요소	값	단위	비고
원유 1배럴(1톤) 가격	102.04 (802.71)	달러	1배럴=158.9ℓ=127.12kg (비중 0.8 적용시)
적용 가격	861,705	원/ton 원유	
2010년 건물부문 에너지 소비량	9,153,000	TOE	
2010년 건물부문 탄소배출량	32,251,929	TCO <sub>2</sub> eq	
1TCO <sub>2</sub> eq당 에너지소비량	0.284	TOE	
1TCO <sub>2</sub> eq당 가격	244,549	원	

주거 및 비주거용 건축물에 대한 가정

· 주거용 건축물: 건축물 인허가 통계의 용도구분 중 '주거용'만을 포함

· 비주거용 건축물: 건축물 인허가 통계의 용도구분 중 '상업용', '문교사회용'을 포함

('공업용'과 '공공기타'는 제외)

자료 : 서울시(2015), 『서울시 녹색건축물 조성계획 보고서』

9) 서울특별시(2015), 『서울시 녹색건축물 조성계획 보고서』, 한국교육·녹색환경연구원의

〈표 1-4〉 기존 건물 에너지 절감액 추정

구분	주거용				비주거용			
	적용 연면적	혜택 연수	감축량 (천톤CO2eq)	절감액 (억원)	적용 연면적	혜택 연수	감축량 (천톤CO2eq)	절감액 (억원)
2015	5,344,145	20	2,562	6,265	2,729,428	20	4,316	10,555
2016	10,688,290	20	5,124	12,531	4,094,142	20	6,474	15,832
2017	16,032,435	20	7,686	18,796	4,094,142	20	6,474	15,832
2018	21,376,580	20	10,248	25,061	5,458,856	20	8,632	21,109
2019	26,720,725	20	12,810	31,327	5,458,856	20	8,632	21,109
2020	26,720,725	20	12,810	31,327	5,458,856	20	8,632	21,109
합계	106,882,900	-	51,240	125,307	27,294,278	-	43,160	105,547

자료 : 서울특별시(2015), 『서울시 녹색건축물 조성계획 보고서』

〈표 1-5〉 신축건물 에너지 절감액 추정

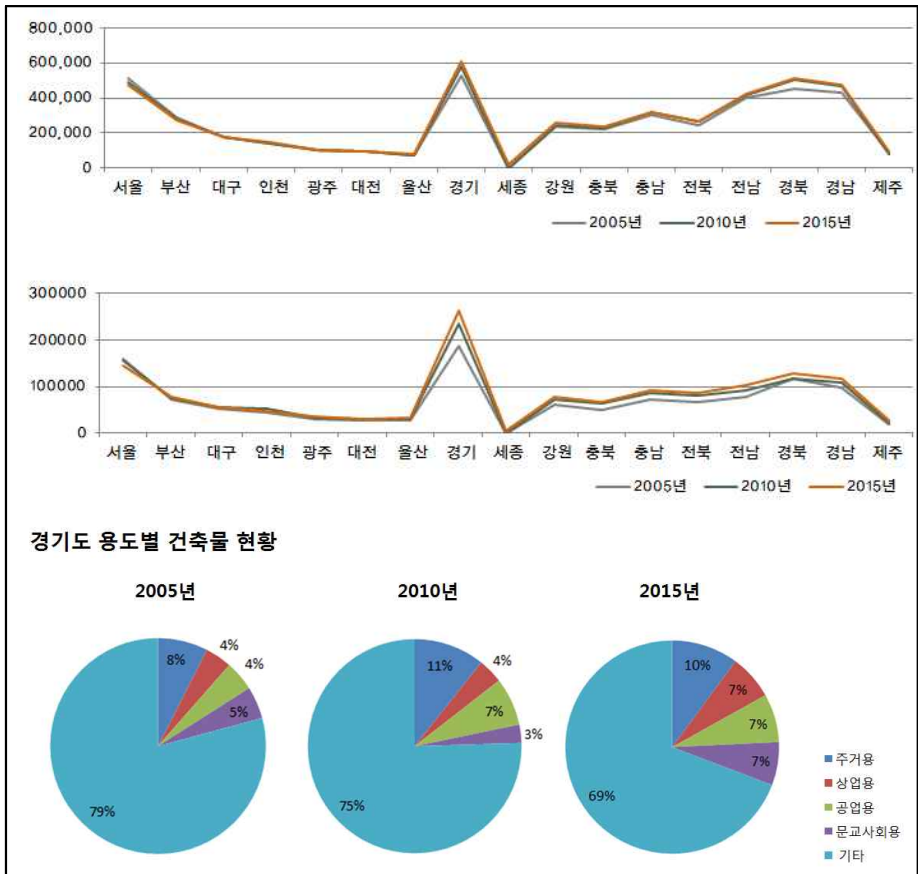
구분	주거용				비주거용			
	적용 연면적	혜택 연수	감축량 (천톤CO2eq)	절감액 (억원)	적용 연면적	혜택 연수	감축량 (천톤CO2eq)	절감액 (억원)
2015	3,200,402	30	1,849	4,522	3,082,391	30	1,345	3,290
2016	3,200,402	30	1,849	4,522	3,082,391	30	1,345	3,290
2017	3,200,402	30	2,466	6,030	3,082,391	30	1,615	3,948
2018	3,200,402	30	2,466	6,030	3,082,391	30	1,615	3,948
2019	3,200,402	30	2,466	6,030	3,082,391	30	1,615	3,948
2020	3,200,402	30	2,466	6,030	3,082,391	30	1,615	3,948
합계	19,202,410	-	13,561	33,163	18,494,346	-	9,149	22,374

자료 : 서울시(2015), 『서울시 녹색건축물 조성계획 보고서』

또한 상기자료들의 결과로 최근 15년간 가장 높은 건축물(주거용, 비주거용) 현황을 보유하고 있는 경기도의 에너지비용 절감 및 온실가스 감축에 대한 효과를 기대할 수 있다. 주거용과 비주거용 건축물의 증가율을 살펴보았을 때, 경기도의 경우 타 지자체에 비해 비주거용 건축물에서 많은 건축물의 증가를 살펴볼 수 있다. 앞에 에너지 절감액 추정표에서 비주거용 건축물의 탄소저감 감축효과가 주거용 건축물과 비교했을 때 큰 차이를 보이지 않기 때문에 효과적인 건축물 에너지의 저감효과 측면에

서 경기도의 비주거용 건축물에 대한 대안을 시급히 마련해야할 것이다. 비교적 주거용 건축물에 대한 에너지저감 설계기술이 패시브하우스나 제로에너지 의무화에 따라 빠르게 적용되고 있는데 비해, 비주거용 건축물에 대한 에너지저감 설계기법에 대한 연구도 부족한 현실이고 이에 대한 시범사업도 미비한 실정이다.

<그림 1-3> 용도별 건축물 현황(2005년,2010년,2015년 위:주거용, 아래:비주거용)



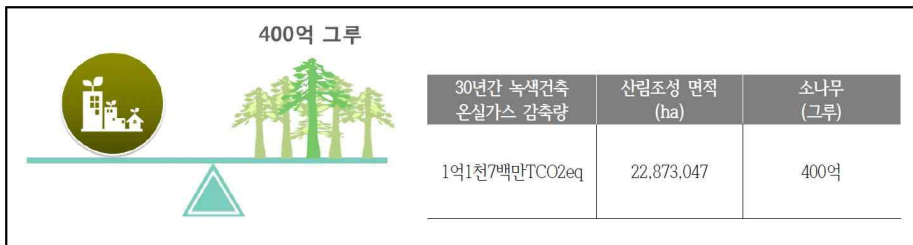
주거 및 비주거용 건축물에 대한 가정은 에너지 절감효율 산정기준과 동일  
 자료 : 국가통계포털-용도별 건축물 현황(<http://kosis.kr>)

### 3) 녹색건축의 투자효과

서울시의 녹색건축물 조성계획 보고서에 따르면, 건물부문 온실가스 감축량 1억1천7백만톤CO<sub>2</sub>eq은 중부지방소나무 20임령기준<sup>10)</sup>으로 22,873,047ha 산림조성, 40,096,451,172 그루 식재 효과와 동일<sup>11)</sup>하다.

2016년 통계청의 전국 총 건축물은 7,054,733동으로 서울시의 건축물<sup>12)</sup>이 620,838 (8.8%)동인데 비해, 경기도의 건축물이 1,123,345동(16%)으로 약 1.8배에 해당한다. 즉, 경기도의 건축물이 전국의 1/4을 넘는 현황으로 경기도의 녹색건축의 투자는 전국 온실가스 감축을 위해 필수불가결한 상황이다.

<그림 1-4> 녹색건축과 나무 식재효과 비교



자료 : 서울특별시(2015), 『서울시 녹색건축물 조성계획 보고서』

### 4) 고용유발 효과

녹색건축물 조성을 위해 연 평균 15.7조원이 투입될 경우, 관련 건설산업 부문에서 연간 9만 명의 취업유발 효과가 발생(고용유발 효과는 8만 7천명)하며 녹색건축물 조성 투자에 따른 전산업 부문에 대한 취업 유발 효과는 연간 14만 3천명(고용유발 효과는 12만 6천명)<sup>13)</sup>에 달할 것으로 예상된다.

10) 에너지관리공단, 탄소중립 가이드라인, 2014.07

11) 서울특별시(2015), 『서울시 녹색건축물 조성계획 보고서』, 한국교육·녹색환경연구원의

12) KOSIS 통계청, 건축물통계, 용도별 건축물현황, 2016. <http://kosis.kr>

13) 국토교통부(2014.12), 『제1차 녹색건축물 기본계획』



## 제 2 장

# 녹색건축 관련 정책현황

- 제 1 절 녹색건축 관련 해외정책
- 제 2 절 녹색건축 관련 국내정책
- 제 3 절 녹색건축 관련 경기도정책



## 제2장

# 녹색건축 관련 정책현황

### 제1절 녹색건축 관련 해외정책

#### 1. 선진적 녹색건축 정책

##### 1) 미국 샌프란시스코 조례(Green building Ordinances)

세계 그린빌딩위원회 (World Green Building Council)에서 2011년 그린 빌딩 선진정책의 대표로 뽑힌바 있는 샌프란시스코의 그린빌딩 조례는 미국의 어떤 도시보다 가장 엄격한 환경기준을 채택하고 있다. 모든 새로운 건설 프로젝트는 사이즈와 상관없이 캘리포니아 그린빌딩 조례(California Green Building Standards Code)<sup>14)</sup>를 지켜야 하며, 3년 전 캘리포니아 에너지소비 표준의 15%를 절감하고 최소 65%의 건설자재 및 폐기물을 재사용하도록 하고 있다. 모든 지자체 공공발주 프로젝트는 LEED GOLD Certification을 받아야 하며, 민간에도 기준이 엄격히 적용되어 2,300제곱미터 이상의 새로운 상업건축물은 반드시 LEED 골드기준(2012)을 달성해야하고, 새로운 주거 빌딩은 LEED 혹은 캘리포니아 Green Point Rated Standards를 달성해야한다.

캘리포니아 그린빌딩 표준조례의 내용을 살펴보면, 그린빌딩 지원의 범위를 비주거 개보수, 복합용도빌딩의 층별 용도에 대한 부분적용 방안을 제시하고 있다.

14) Guide to the 2016 caliufornia green building standards code.  
<https://www.documents.dgs.ca.gov/bsc/CALGreen/CALGreen-Guide-2016-FINAL.pdf>



크게 주거용 건물과 비주거용 건물로 나누어 관리하고, 특히 비주거용 녹색빌딩의 경우는 캘리포니아 그린빌딩 조례에 따른 가이드라인 체크리스트(Calgreen Verification Guideline Checklist)를 두어 의무사항으로 규정하고, 계획 및 디자인, 에너지효율화, 수자원 보호 및 효율, 자재보전 및 자원효용성, 환경적 퀄리티로 분류하여 구체화하고 있다.

## 2) 친환경 올림픽 준비를 위한 런던의 친환경 정책

2010년 기후변화 완화 및 에너지 전략(안)을 통해 전 세계에서 가장 친환경적인 녹색대도시를 구상한바 있다. 이를 통해 저탄소 수도 조성, 열병합발전, 태양광발전, 폐기물재활용 및 에너지화 등 저탄소 에너지공원 확보, 에너지 효율적 건물 조성, 전기자동차 등을 통한 탄소 무배출 시스템의 교통망 전환 등 친환경 기술에 기반한 도시전반적인 친환경정책을 추진하고 있다. 특히, 2012 런던올림픽은 미래형 올림픽이라고도 불리며, 친환경을 실천한 ‘친환경 올림픽’이라는 로고를 내세워 환경보호를 실천하였다.

런던 올림픽은 어떤 활동을 할 때 얼마나 탄소가 배출되는지 양으로 표시된 ‘탄소 발자국’개념을 적용했다는 점에서 차별화된다. 탄소 발자국이란 일상 생활에서 얼마나 많은 탄소를 배출하는지 양으로 표시한 것을 말하는 것으로 올림픽 조직위의 목표는 올림픽 공원 내 건물들이 내보내는 탄소 배출의 양을 50% 줄이는 것이었다.

〈그림 2-1〉 런던올림픽 공원



자료 : <http://lovehanwha.com/90148394553>

이를 위해서 올림픽 공원으로 이동하는 물자를 철도나 수로로 이용하고 선수촌은 주경기장과 각종 경기장이 있는 올림픽 공원 근처에 두어 이동 동선을 줄여 도보를 유도하였으며, 모든 경기장의 입장권에는 당일 런던의 버스나 지하철 이용권으로 대중교통을 사용하도록 하였다.

대표적 정책으로 ‘폐기물 제로 게임’을 약속하여 폐자재 98%가 재활용되었고, 대회 기간 중 쓰레기도 70% 이상을 재활용 목표로 하였다. 또한 개막식과 폐막식이 열렸던 런던 올림픽 스타디움은 과거에 쓰레기 매립지로 사용된 리 벨리(Lea Valley)에 지어져 그 상징성을 더하고 있다. 런던 동부 스트래트퍼드는 예전에 산업폐기물 매립지로 오염이 심각한 지역이었는데 오염된 흙을 퍼내고 물로 씻어서 재사용을 하고 공원 주변의 45ha에 서식하는 동식물의 터전을 만들고 경기장이나 주변 건물의 벽에 새동지를 만들었다. 특히 8만 명을 수용하는 주경기장에는 5만 5천 좌석의 의자 재료로 폐가스관을 재활용했다. 농구장은 재활용이 가능한 흰 천막으로 텐트형 임시 건물로 활용되고 불필요한 경기장 건립으로 낭비되는 자원을 막았다.

이렇게 지어진 주경기장은 베이징올림픽과 비교하면 그 예산이 50%에 불과하다. 특히 농구 경기장 및 핸드볼 경기장은 해체 조립이 가능하여 재사용이 가능하다.

이처럼 런던 올림픽은 무엇보다 ‘지속가능성(sustainability)’을 추구하였으며, 즉 환경과 사회, 경제가 조화를 이루어 균형을 추구하였다. 재활용을 통해 경기장과 생태환경, 세계인의 축제뿐만 아니라 어려운 사람들을 위한 공정 무역으로 올림픽의 가치와 인류를 위한 진정한 의미를 찾고자 하는 데에 의의가 있다.

이와 같은 영국의 노력은 지방도시에서도 드러나고 있는데, 영국 뉴캐슬시에서는 CO2 배출 간편 계산법을 개발하고, 탄소발생만큼 금액을 지불하여 세 금공제를 유도하고 있으며, 삭감 불가할 경우 비용을 지불(카본 오프셋)하도록 하고 있다. 모아진 탄소중립기금의 20%는 캠페인 비용으로, 80%는 지역이익을 환원되어 환경보전이나 사회적 약자를 위한 주택단열 및 난방공사, 태양광 발전 보급, 식림사업 등의 사업을 실천하고 있다.

## 2. 중앙의 지역건축센터 및 인증제도

### 1) 미국

① 그린빌딩위원회-LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

LEED는 1998년에 미국의 비정부기구인 그린빌딩위원회 (USGBC, US Green Building Council)에 의한 녹색건축인증제도이다. 녹색건물인증연구소 GBCI(Green Building Certification Institute)에서 인증 등급 결정과 전문가 자격증 발급에 대한 일을 하고 있다. 그린빌딩의 구성요소에 한 명확한 분류와 표준을 제공하며 건물의 생애 주기(Life Cycle) 설계, 건설, 운영에 걸친 건축 전체 관점에서 환경성능을 평가한다.

LEED는 신축업무용 단일 건축물 평가방법인 v1.0을 시작으로 단지와 지역의 일부 또는 전체에 한 단지 토지개발계획인 LEED v4-ND(Neighborhood Development)까지 폭넓게 평가, 시행하고 있다.

LEED v4는 취득 수에 따라 Certified(40~49), Silver(50~59), Gold(60~79), Platinum(80 이상)으로 4개의 인증 레벨을 적용하고 있다. LEED의 평가방법은 항목별 취득수를 단순히 합산하는 방식으로 평가하고 있다. 평가분야별로 1~3개의 필수항목은 점수에 상없이 반드시 만족시켜야 인증 취득이 가능하다.

〈표 2-1〉 LEED의 평가부문 내용

평가부문	내용
통합 프로세스 (Integrative Process)	통합과정
입지 교통 (Location and Transportation)	기본 인프라가 구축되어있는 개발도 높은 지역에 개발, 오염물질 매립지역에 개발, 보호가 필요한 서식지 등의 지역 개발 지양, 교통 활성화, 주변 편의시설과의 접근성
지속가능한 대지 (Sustainable Sites)	건물의 환경적 영향 최소화, 빗물관리, 열섬효과방지, 빛 공해저감 등
수자원 효율성 (Water Efficiency)	음용수의 사용량 감, 물 재활용 등
에너지 및 대기 (Energy and Atmosphere)	에너지 성능 최소화, 신재생에너지, 커미셔닝, 탄소상쇄, 지구온난화 오존층 파괴로부터 대기환경 보호
재료 및 자원 (Materials and Resources)	폐기물 재활용, 지속가능한 자재 사용, 자원고갈 방지 등
실내환경수준 (Indoor Environmental Quality)	실내공기 질, 실내온도, 조명의 품질, 음향설계 등
혁신기법 (Innovation)	새로운 그린빌딩 아이디어 제안, 요구사항보다 우수한 성능 목표 등
지역별 우선사항 (Regional Priority)	특정 지역에 지정된 주요 환경 문제 해결

## 2) 영국

### ① BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)

BREEAM은 1990년에 국에서 범용 평가수법으로서 현재 공공건물 뿐 만 아니라 일반 건물도 적용하도록 의무화하고 있다.

BREEAM은 8개의 대그룹 항목과 50여 개의 소그룹 항목으로 구성되어 있다. 만점이 100이 되도록 배점한다. 평가방법은 4단계로서 Excellent(70 이상), Very Good(70 미만~55), Good(55 미만~40), Pass(40 미만~25)이다.

현재까지 개발된 BREEAM은 다섯 종류로서 각각 신축 사무소 건물, 기존 사무소건물, 산업용 단위건물, 슈퍼마켓, 신축주택용으로 구분한다.

〈표 2-2〉 BREEAM 계획 요소 정리

구분	계획요소	구분	고려사항
유지관리	계획	[O]	계획의 유무와 달성도 평가
	시공자	[O]	시공자에 한 고려에 한 평가
	사용자	[O]	사용자 지침에 한 평가
	건물 정보공개	[O]	학교 건물에만 해당
	학습자료 개발	[O]	학교 건물에만 해당
건강과 웰빙	고효율조명	[A]	조명의 효율성 및 공해 방지
에너지	미생물 오염	[A]	건물의 내에 미생물 오염 농도 측정
	CO2 배출 감소	[A]	CO2 배출 감소 방안에 한 평가
	지속가능한 에너지	[O]	지속 가능한 에너지 방안 마련
	저탄소 기술	[A]	저탄소 도입에 한 평가
수자원	물 사용량	[A]	물 사용량을 점검하여 물 소비 유무 평가
	수도검침	[O]	수도 검침을 통하여 물 소비 감소 방안 평가
쓰레기	재활용 쓰기 장소	[O]	재활용 쓰기 처리에 한 평가
부지계획 및 생태환경	생태학 영향의 경감	[P]	주변 환경에 미치는 생태학 영향도 평가

### 3) 일본

#### ① 일본재단법인 건축환경성 에너지기구 - CASBEE

(Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency)

CASBEE는 2001년 일본의 국토교통성(MLIT, Japanese Ministry of Land, Infrastructure, Transport Tourism)에서 시행하고 있는 일본의 녹색 건축 인증제도다. 2001년부터 국토교통성의 지원 아래 지속적으로 개발이 진행되고 있어, 2002년에는 단일건축물을 평가하기 한 톨로서 개발이 시작되어 최의 평가 도구 “CASBEE-사무소(O, Office)”이 개발되었으며, 이후 2003년에 “CASBEE-건축(신축)(NC, New Construction)”으로 통합되었다. 2004년 7월에 “CASBEE-건축(기존건축물) (EB, Existing Building)”, 2005년 7월에는 “CASBEE-건축(개수)(R, Renovation)”의 개발이 완료되었다.

2011년 후쿠시마 원전 사고 직후 에너지 공급이 불안정하여 2013년에 에너지 절약 기준이 개정되었고 건축물 에너지 소비량 평가에 있어서 이전보다 엄격한 기준이 마련되었다. CASBEE의 특이점은 건축군(블록/지구)에 대해서도 환경성능을 평가해야 한다는 생각에 대규모 토지의 통일 정비와 복수의 건축 개발에 종합 환경성능에 대해 평가하기 위해, CASBEE-CITY(도시)를 개발하였다.

CASBEE 평가방법은 건축 부지 이외의 2가지 요소를 통합, 평가하기 하여 환경효율(BEE, Building Environmental Efficiency)이라는 개념을 도입하였다. 부지 경계 등에 '가상경계'로 구분된 내·외부 공간으로 각각 관련된 요인으로 나눈다. CASBEE의 평가내용은 '가상 폐공간을 넘어서 외부공간에 이르는 환경 영향 부정 측면(L : Load, 건축물의 환경부하)'과 '가상 폐공간에서 건물 사용자의 편의 향상(Q : Quality, 건축물의 환경품질)'을 동시에 고려한 계산 값과 세부항목으로 구성된 평가항목을 통해 건축물의 환경성능을 평가한다.

CASBEE에는 기본도구인 신축·기존건축물 개보수 이외에도 지자체버전, 열섬, 주택, 마을만들기 등의 확장도구들이 있다. 환경성능평가는 건물과 도시의 지속성에 대하여 라이프 사이클 전체에 대한 "환경품질(Q)"과 "외부환경부하(L)"의 양쪽 측면에서 평가하고 있으며, "S등급, A등급(매우 좋음), B+ 등급, B-등급, C등급의 5단계로 평가된다. 5단계등급은 "환경효율"을 고려하여 새로 개발된 평가지표BEE(건축물의 환경효율, BuiltEnvironmentEfficiency)의 수치에 의해 평가된다. 평가결과는 최근엔 "BEE등급"이나 "레이더차트"의 그래프로 표시되며, 별 형태로 쉽게 표시된다.

## ② 일본건축센터

일본건축센터(The Building Center of Japan, BCJ)는 1965년 건축에 대한 조사연구, 신기술에 대한 평가, 정보수집 및 보급을 목적으로 설립된 공익법인이다. 건축기준법개정(2000)을 통해 신건축기술 인증사업, 인허가검사업무, 등 현재는 도시, 주택분야를 포함한 넓은 건축에 관한 사업을 전개하고 있다.

일본 건축센터는 직원 110명, 외부재정지원 없이 자체 수익으로 운영하고 있으며, 27개의 다양한 건축성능에 관한 인증평가업무를 진행하고 있다.

일본건축센터에서 실시하는 주요 평가업무에는 공업화주택평가, 신건축 기술인정, 확인검사업무 및 주택성능평가, ISO시스템 심사 등을 실시하고 있으며, 이밖에도 조사연구 및 국제교류 등에 중요한 역할을 담당하고 있다.

### ③ 일본 건설산업정보화추진센터 (건설업진흥기금)<sup>15)</sup>

건설업진흥기금의 경우는 크게 보증 및 용자 등의 금융지원 사업, 건설 산업생산성 향상을 위한 경영상담, 건설의 신 분야 진출을 위한 모델사업 및 사례 집 발간, 건축 및 전기공사시공관리기술의 검정시험지원, 이밖에도 건설업 생산시스템 및 산업전반의 조사연구를 실시하고 있다. 특히 건설마스터, 건설 산업단체 정보 데이터베이스, 건설기술 표창자 데이터베이스구축, 등록기간기능자, 해외건설 기능실습생 유입사업, 감리기술자강습 등 건설업의 인재 육성을 위한 다양한 모델사업을 시행하고 있다.

### ④ 기타 민간 건축센터(인증업무)

일본건축센터 이외에도 건재시험센터에서는 13개의 인증평가업무를 진행하며, Better Living 에서는 13개 업무, 일본건축종합시험소에서 15개 업무, 일본건축설비센터에서 2개 업무, 일본주택 목재기술센터에서 2개 업무를 수행하고 있다.

15) 건설업진흥기금 홈페이지, <http://www.kensetsu-kikin.or.jp/index.html>



### 3. 지역의 녹색건축지원센터 및 인증제도

#### 1) 영국의 지역별 녹색건축지원센터\_CABE(Commission for Architecture and Environment)

건축지원센터의 사례로 영국의 CABE(Commission for Architecture and Environment)를 들 수 있다. CABE는 영국정부기관으로 1999년에 설립되었다. 영국 전역에 23개의 건축센터를 설립하여 관리한다. CABE의 디자인리뷰는 실무 전문가에 의한 심사, 평가를 통한 구체적인 디자인 개선협의를 진행하는 조직으로, 좋은 공공 공간·건축을 위한 평가체계 및 체크리스트 등을 개발한다<sup>16)</sup>.

지역별 건축센터는 서로 간 네트워크를 구축하여 지역별 차별화된 활동을 진행하고 있다. 이 중, 런던의 Open House 활동은 700여개의 건축물을 대상으로 일반에 공개하는 이벤트로 매년 공개하기 적절한 건축물을 선별하여 그 공간을 실제로 체험하는 기회를 제공하고, 이를 통해 시민의 건축과 도시를 보는 눈을 높이는데 기여하고 있다.

또한, 영국 남부지방의 Kent 건축센터에서는 약 10명의 전속 스텝들로 구성되어 디자인리뷰 및 교육, 출판 등의 활동을 통해 디자인품질을 높이는 활동을 하고 있다. 영국 중부 소도시인 Wakefield의 건축센터인 BEAM에서는 공공단체지향의 건축교육 프로그램과 독자적 수익사업으로서 웨어드 스페이스라는 컨셉으로 다양한 교통인프라와의 공존을 통한 공공 공간 정비에 관한 프로젝트를 실시하고 젊은 커뮤니티 리더와의 연계속에서 사업을 실시하고 있다<sup>17)</sup>. 2003년에 설립된 뉴욕의 CFA센터는 건축가소개, 설계보장, 전문교육, 출판과 같은 기본적 활동 외에도 건축, 도시계획, 디자인 관련 지자체 기관 및 사회단체간의 네트워크, 강연, 건축투어, 전시, 디자인워크숍 등을 실시하여 지역사회와의 커뮤니케이션을 증진하고 공공정책에 영향을 미치고 있다.

16) 남지현(2015). 『경기도 광역건축기본계획의 성과와 발전방안』, 수원: 경기연구원

17) 남지현(2015). 『경기도 광역건축기본계획의 성과와 발전방안』, 수원: 경기연구원

## 2) 일본의 지역별 녹색건축지원센터

### ① 츠쿠바건축시험연구센터

츠쿠바건축시험연구센터는 일반재단법인 베테리빙의 시험연구기관으로서 1981년 9월 츠쿠바연구학원도시에 설립되었으며 국토교통대신의 허가를 받은 공적인 실험연구기관이다.

중립적인 입장으로서 주택부품을 시작하여 건축자재, 부재, 공법 등 건축 전반에 관한 각종 인정시험, 성능시험, 평가, 조사, 연구 등을 시행하고 있으며 BL(우량주택부품)의 인정에 관한 시험 및 연구를 실시하고 있다. BL부품이란 함은 환경보전에 기여하는 특징, 사회적 자산으로서 주택 재고의 형성 활용에 기여하는 특징, 고령자 및 장애자를 포함하여 안심해서 생활할 수 있도록 기여하는 특징, 방법 향상에 기여하는 특징 등을 갖는 부품을 인증하는 것을 목표로 하며, 이를 주도적으로 관리하고 있는 동경도의 일반재단법인 베테리빙 뿐 아니라 지역의 건축연구센터에서 이에 대한 평가 및 인증을 위한 행정업무를 지원하고 있다.

전체업무는 구조성능시험연구부, 환경재료성능시험연구부, 방재성능시험연구부, 기술평가부 등으로 나누어져있다. 건축기준법에 기반하여 면적이 10,000m<sup>2</sup> 이상인 경우에 대하여 구조계산의 정합성판정을 실시하고 있다.

### ② 일반재단법인 쿠모모토 건축구조평가센터

일반재단법인 쿠모모토 건축구조평가센터는 건축물의 구조계산의 정합성 판정 및 구조평가등을 통해 건축물의 안전안심의 추진하고 현민의 생명, 건강 등 재산의 보호를 추구하기 위한 업무를 진행하고 있다.

주요 업무내용으로는 현 내의 공공건축물에 대하여 구조계산 정합성 판단 및 건축물의 내진진단, 개보수 계획에 대한 평가업무 등을 실시하고 있다.

### ③ 전국 시정촌 - 목조건축씨포트센터

동경도 신주쿠에 위치하고 있는 일반재단법인 목구조건축연구소는 목재 등의 이활용을 위한 조사 및 연구, 목조건축 및 건축용 자재에 대한 공법조사, 목구조건축 보급 및 지원, 목구조건축의 환경부담 영향조사, 목구조건축물의 장기유지관리조사, 목구조건축기술자 육성, 기술지도 및 컨설턴트 업무, 공공 기관과의 연계, 전시회주체 및 기획 등의 사업을 진행하고 있다.

### 3) 네덜란드의 지역건축센터<sup>18)</sup>

네덜란드에서 정부의 집중적 건축지원이 추진된 1991년 이후로 네덜란드 건축협회와 베를라헤 인스티튜트의 건축기관이 설립되었으며, 수많은 지역건축센터와 건축촉진 프로그램이 개발되었다. 건축센터들은 문화적, 정치적 기관으로 정책결정자, 디자인 전문가 그리고 대중사이의 매개체 역할을 하고 이들의 중심에 1993년에 설립된 지역건축센터가 있다. 지역건축센터는 건축, 도시, 환경계획, 공공디자인에 관한 공간정책을 촉진하기 위해 1차 지역자료를 확보하고, 지역건축 관계당국에게 정보와 자료를 제공하고, 지역건축정책과 지역정부와 건축관련 활동을 보조하며, 지역건축에 관한 여러 조직을 위한 자문기관으로 활동하고 있다. 현재 40여개 이상의 건축센터와 지역건축자문기구가 활발한 활동을 펼치고 있고, 각 건축센터를 운영하면서 동시에 서로간의 교류와 조율을 담당하는 네트워크를 통해 협력적 관계를 맺고 있다.

네덜란드 건축협회는 민간인으로서, 문화부 후원을 통해 정책적 지원을 하고 있으며, 정부가 지원한 네덜란드 건축문화센터(NDB)설립(1972)은 독립적인 민간재단으로 중앙에 대한 비판적 역할과 함께 건축센터와 아카이브, 전시 및 교육 프로그램이 긴밀하게 연계된 운영체계를 운영하는 열쇠가 되었다. 또한 네덜란드건축지원기금(Netherlands Architecture Fund)는 건축관련 연구기금을 재능있는 건축가에게 연결시켜주는 역할을 통해 정부정책을 대중과 건축가에게 연결시키는 매개체역할을 하고 있다.

18) 조임식, 건축의 공공적 인식과 참여를 증진시키는 해외 건축센터의 역할에 관한 연구-네덜란드 건축협회 사례를 중심으로, 2009

## 제2절 녹색건축 관련 국내정책

### 1. 녹색건축 관련 법령 및 조례 현황

#### 1) 녹색건축 관련 법·제도

국가 및 지방자치단체는 녹색건축물 조성 촉진을 위한 시책을 수립하고, 그 추진에 필요한 행정적·재정적 지원방안을 마련해야 하는데, 이 때 녹색건축물 조성에 관하여 다른 법률에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 「녹색건축물 조성 지원법」에 따라야 한다.

국토교통부에서는 「녹색건축물 조성 지원법<sup>19)</sup>」 제16조제4항에 의해 「녹색건축 인증에 관한 규칙」을 규정하고 있으며, 녹색건축과 관련된 기준은 「녹색건축 인증에 관한 규칙」 별표1의 「녹색건축 인증기준<sup>20)</sup>」을 정하고 있다. 이 기준에서는 건축물 인증심사기준을 제시하고 있으며, 이 중 자원순환 항목으로 ‘자원순환 자재의 사용’, ‘재활용가능자원의 보관시설 설치’, ‘빗물 및 유출지하수 사용’ 등을 정하고 있다.

또한 별표13의 공동주택성능등급 표시항목 중 자원순환 관련 항목으로 ‘자원순환 자재의 사용’, ‘유해물질 저감 자재의 사용’, ‘재활용가능자원의 보관시설 설치’, ‘빗물 및 유출지하수 이용’, ‘절수형 기기 사용’ 등을 명시하고 이에 대한 성능등급은 ‘별표1 공동주택 인증심사기준’에 따라 평가하여 단지별 최소 등급을 ★에서 ★★★★★로 표시한다.

기타 녹색건축과 관련하여 「녹색도시 개발계획 수립 및 평가기준」이 있으며, 적용범위는 도시개발사업으로 추진하는 10만㎡이상의 도시개발구역으로, 빗물관리시설, 중수도시설, 폐기물 재활용 등이 자원순환 요소로 제시되어 있다.<sup>21)</sup>

19) 「저탄소 녹색성장 기본법」에 따른 녹색건축물의 조성에 필요한 사항을 정하고, 건축물 온실가스 배출량 감축과 녹색건축물의 확대를 통하여 저탄소 녹색성장 실현 및 국민의 복리 향상에 기여함을 목적으로 제정.

20) 「녹색건축물 조성 지원법」 제16조제4항의 「녹색건축 인증에 관한 규칙」 제6조제2항, 제8조제1항, 제10조제2항, 제11조제2항·제3항, 제12조제3항, 제13조, 제14조제1항·제2항·제4항, 제15조제3항에서 위임한 사항 등을 규정함을 목적으로 수립된 국토교통부고시 제2013-383호.

〈표 2-3〉 신축 주거용 건축물 인증심사기준 중 자원순환 관련 항목

전문분야	인증 항목	구분	배점	일반주택	공동주택
재료 및 자원	환경성선언 제품(EPD)의 사용	평가항목	4	●	●
	저탄소 자재의 사용	평가항목	2	●	●
	자원순환 자재의 사용	평가항목	2	●	●
	유해물질 저감 자재의 사용	평가항목	2	●	●
	녹색건축자재의 적용 비율	평가항목	4	●	●
	재활용가능자원의 보관시설 설치	필수항목	1	●	●
물순환 관리	빗물관리	평가항목	5	●	●
	빗물 및 유출지하수 이용	평가항목	4	●	●
	절수형 기기 사용	필수항목	3	●	●
	물 사용량 모니터링	평가항목	2	●	●

자료 : 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)

〈표 2-4〉 공동주택성능등급 표시항목 중 자원순환 관련 항목

성능항목	구분	성능평가등급 (단지별 최소등급 표시)			
자원순환 자재의 사용	선택	★★★★	★★★	★★	★
유해물질 저감 자재의 사용	선택	★★★★	★★★	★★	★
녹색건축자재의 적용 비율	선택	★★★★	★★★	★★	★
재활용가능자원의 보관시설 설치	선택	★★★★	★★★	★★	★
빗물관리	선택	★★★★	★★★	★★	★
빗물 및 유출지하수 이용	선택	★★★★	★★★	★★	★
절수형 기기 사용	선택	★★★★	★★★	★★	★

자료 : 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)

또한, 「에너지절약형 친환경주택의 건설기준」을 정하고 있으며 자원순환 관련 항목으로는 생활폐기물 재활용, 음식물쓰레기 감량화시설, 자동집하시설 등 폐기물재활용, 빗물의 재활용 및 친환경자재의 사용에 대한 기준을 제시하고 있다.

21) 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)

〈표 2-5〉 지속가능한 신도시 계획기준 내 자원순환 관련 요소

법·제도	부문	항목	내용
「에너지절약형 친환경주택의 건설기준」	친환경주택 건설기준 설계방향	폐기물의 재활용	생활폐기물 분리수거 및 재활용 음식물쓰레기 분리수거시설, 감량화시설, 자동집하시설 또는 에너지화시설 도입
		빗물의 재활용	물순환을 건전화하고, 빗물순환 복원 단지 내 최대한 저장하여 활용 지반으로 침투시키는 방식 도입
		친환경자재의 사용	건축자재는 환경표지·GR마크·제품의 환경 성능에 대한 인증을 받은 제품 사용
「녹색도시 개발계획 수립 및 평가기준」	자원 및 에너지 이용 계획	빗물관리시설	개발구역 대지면적 대비 빗물 저류 용량
		중수도시설	개발구역 전체 물 사용량 대비 중수 이용비
		폐기물재활용	폐기물의 재활용, 재사용, 재생이용, 에너지 회수 등 폐기물 처리 방안 계획
		집단에너지 공급시설	집단에너지 공급 시설 도입 계획

자료 : 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)

〈표 2-6〉 자원순환성 녹색건축 관련 현행 법체계

구분	내용
「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」	제38조 [순환골재 및 순환골재 재활용제품의 사용 의무] - 발주자는 순환골재 등 의무사용 건설공사를 발주할 때에는 건설업 자에게 제35조에 따른 품질기준에 맞는 순환골재 및 대통령령으 로 정하는 기준에 적합한 순환골재 재활용제품 사용
「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」	제8조 제9조 [빗물이용시설의 설치·관리] - 대통령령으로 정하는 종합운동장, 실내체육관 및 공공청사를 신축 하려는 자는 빗물이용시설을 설치·운영 [중수도의 설치·관리] ① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 시설물을 신축하거나 개발 사업을 시행하려는 자는 환경부령으로 정하는 바에 따라 단독 또는 공동으로 물 사용량의 10퍼센트 이상을 재이용할 수 있도록 중수도를 설치·운영. 다만, 물 사용량의 10퍼센트 이상을 하·폐수처리수 재처리수로 공급받는 자의 경우에는 그러하지 아니함 1. 「공중위생관리법」 제2조제1항제2호에 따른 숙박업 또는 같은 항 제3호에 따른 목욕장업에 사용되는 시설로서 건축 연면적이 6만제곱미터 이상인 시설물

자료 : 자치법규정보시스템(<http://www.elis.go.kr/>)

이 외에도 건설폐기물의 재활용제품 사용은 「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」, 빗물이용시설 및 중수도 시설 의무 설치는 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」에서도 의무사항을 제시하고 있다.

## 2) 녹색건축 관련 조례 등

경기도에서는 「녹색건축물 조성 지원법」에 의하여 2014년 「경기도 녹색건축물 조성 지원 조례」를 제정하였으며, 이 조례는 경기도 건축물의 온실가스 배출량 감축과 녹색건축물의 확대를 위하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

경기도 시·군의 녹색건축물 관련 조례에는 수원시, 안산시, 이천시, 평택시 등 28개의 시·군에서 「녹색건축물 조성 지원 조례」를 제정하였다. 또한 가평군, 과천시, 이천시 등 7개의 시·군에서 「빗물이용시설 설치 조례」를 제정하여 이를 권고하고 있다.

대표적으로 경기도 수원시와 광명시의 「녹색건축물 조성 지원 조례」를 살펴보면, 실내 마감재를 친환경자재로 사용, 지붕녹화 조성, 빗물이용시설 설치, 폐열회수설비(열 교환장치, 히트펌프 등) 설치 등을 대상으로 녹색건축을 지원하고 있다.

경기도 이천시의 「빗물이용시설 설치 조례」 제3,4조에서는 빗물이용시설 설치를 권고하고 있고, 빗물이용시설을 설치하고자 하는 자에게 기술적·재정적 지원을 권장하고 있다. 경기도 시흥시에서는 빗물이용시설을 설치한 자에게 「빗물이용시설 설치 조례」 제6조에 따라 수도요금을 감면해주고 있다.

〈표 2-7〉 경기도 자원순환성 녹색건축물 조성지원 조례 관련 내용

구분		내용
경기도 수원시	「녹색 건축물 조성지원 조례」 제4조	[적용대상] - 실내 마감재를 친환경 자재(환경·탄소성적표지 제품)로 사용 - 재래식 화장실을 절수형 수세식 화장실로 보수 - 지붕녹화 조성 - 빗물이용시설 설치 - 폐열회수설비(열교환장치, 히트펌프 등) 설치
경기도 광명시	「녹색 건축물 조성지원 조례」 제4조	[적용대상] - 실내 마감재를 친환경 자재(환경·탄소성적표지 제품 등)로 사용 - 재래식 화장실을 절수형 수세식 화장실로 보수 - 지붕녹화 조성 - 빗물이용시설 설치
경기도 이천시	「빗물이용 시설설치 조례」 제3,4조	[빗물이용시설 설치 권고 및 비용 지원] - 시장은 빗물이용시설을 설치하고자 하는 자에 대하여 기술적·재정적 지원 등에 관하여 노력하여야 한다. - 시장은 다음 각 호의 시설물을 설치하거나 계획을 수립·시행하는 때에는 설계시부터 빗물이용시설이 설치되도록 적극 권장하여야 한다.
경기도 시흥시	「빗물이용 시설설치 조례」 제4조	[빗물이용시설의 설치] - 「체육시설의 설치·이용에 관한 법」 시행령 별표1에 의한 운동장 또는 체육관으로 면적이 2천 400제곱미터 이상이고, 관람석수가 1,400석 이상인 시설물을 신축하는 자는 빗물이용시설을 설치·운영하게 하여야 한다. - 시장은 공공건물 건축 및 공공시설 설치계획을 수립·시행하는 때에는 빗물이용시설 설치를 실시설계에 반영하여야 한다.

자료 : 자치법규정보시스템(<http://www.elis.go.kr/>)

또한 경기도는 ‘경기도 저탄소 녹색도시 계획기준 연구’에서 저탄소 녹색신도시 계획기준 요소들을 대상으로 적용 및 평가가 가능한 항목들을 검토하였다.<sup>22)</sup> 지구지정 및 개발계획단계에서는 사업 초기단계에서부터 제어되어야 할 계획요소들로 빗물관리시설, 중수도시설, 폐기물 재활용을 나열하였고, 이에 대한 부서별 검토기준을 제시하였다. 실시계획단계에서는 신도시 내 탄소저감효과를 정량적으로 평가 및 분석할 수 있는 계획요소들에 대한 검토기준<sup>23)</sup>을 제시하였다.

22) 경기도(2011). 『경기도 저탄소 녹색도시 계획기준 연구』.

23) 경기개발연구원(2011), 『경기도 저탄소 녹색도시 계획기준 연구』, 경기도



<표 2-8> 저탄소 녹색신도시 계획기준 내 자원순환 분야 항목

개발 단계	항목	분야	내용	담당 부서	검토기준
지구 지정 및 개발 계획	에너지 이용 및 자원 순환	빗물관리시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>대상시설 : 공공건축물, 공공시설, 신축 학교로서 지붕면적 2,000㎡이상, 300세대 이상 공동주택, 건축연면적 30,000㎡ 이상 건축물</li> <li>시설기준 : 빗물집수시설, 여과장치 처리시설, 저류시설, 빗물 운반펌프 및 배관시설 등</li> </ul>	건축물 관련 부서	<ul style="list-style-type: none"> <li>빗물 관리 시설 설치여부확인</li> <li>시설 기준 설계도서 및 시방서 내역 확인</li> </ul>
		중수도 시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>개발구역 전체 물 사용량 대비 중수 이용비</li> <li>대상시설 : 20세대 이상 공동주택, 업무시설 판매시설</li> <li>시설기준 : 하수 재처리시설, 펌프, 송배수관 등 배관시설 등</li> </ul>	건축물 관련 부서	<ul style="list-style-type: none"> <li>중수도시설 설치여부확인</li> <li>시설 기준 설계도서 및 시방서 내역 확인</li> </ul>
지구 지정 및 개발 계획	에너지 이용 및 자원 순환	폐기물 재활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당 시도 자원순환기본계획의 활용 및 폐기물 등 자원순환에 관한 계획 수립</li> <li>생활폐기물 자동집하시설 및 전처리시설, 폐기물 고형 연료화 시설 도입 권장</li> </ul>	에너지 관련 부서	<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지 사용 및 절감 계획에서 폐기물 재활용 계획 반영 및 탄소저감량 평가</li> <li>폐기물 재활용 시설 도입시 계획안 검토</li> </ul>
	기반 시설	쓰레기 자동집하시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>지하관로 자동운반방식, 자동흡입차 운반방식 등 적용가능</li> </ul>	택지 조성 부서	<ul style="list-style-type: none"> <li>사업시행자와 집하시설 설치 협의</li> </ul>
실시 계획 단계	에너지 이용 및 자원 순환	폐기물 재활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>폐기물 등의 처리에 의한 탄소저감 수준 평가</li> <li>폐기물 재활용, 소각량 감축 등에 의한 탄소 저감량을 산정하여 5단계 등급화</li> <li>산정방법 : 폐기물 재활용 감축 등에 의한 탄소 저감량 / 기존 폐기물 발생에 의한 탄소배출량×100(점) (1등급) 100점 이상 (2등급) 80점 이상 (3등급) 60점 이상 (4등급) 40점 이상 (5등급) 40점 미만</li> <li>(의무) 3등급 (권장) 2등급 이상</li> </ul>	에너지 관련 부서	<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지 사용 계획 자원재활용 평가 내용 포함</li> <li>대상지 자원 재활용 결과 검토</li> <li>산정 결과 심의 위원회 자문</li> <li>필요시 자원재활용 관련 평가 용역(시물레이션)</li> </ul>
		빗물관리시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>개발구역 대지면적 대비 빗물 저류(계획)용량 수준 평가</li> <li>산정방법 : 이용시설의 총 계획용량(저류용량) / 개발구역의 총 대지면적 (1점) 대지면적(㎡)당 저류지 용량 0.005㎡~0.0075㎡</li> </ul>	에너지 관련 부서	<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지 사용 계획 빗물관리시설 평가내용 포함</li> <li>대상지 빗물저류 용량 결과 검토</li> </ul>

<표 계속>

개발 단계	항목	분야	내용	담당 부서	검토기준
			(2점) 대지면적(㎡)당 저류지 용량 0.0075㎡~0.01㎡ (3점) 대지면적(㎡)당 저류지 용량 0.01㎡~0.015㎡ (4점) 대지면적(㎡)당 저류지 용량 0.015㎡~0.02㎡ (5점) 대지면적(㎡)당 저류지 용량 0.02㎡ 이상 · (의무) 2~3점 (권장) 4점 이상		· 산정 결과 심의 위원회 자문 · 필요시 빗물저류 관련 평가용역(시뮬레이션)
실시 계획 단계	에너지 이용 및 자원 순환	중수도 시설	· 개발구역 전체 물 사용량 대비 중수 이용수준 평가 · 산정방법 : {중수이용비 - (중수이용비 - 0.1)×0.6} ×100-9=점수 (※ 중수이용비율 = 중수이용비 /개발구역 전체 중수 계획 이용량 /개발구역 전체 물 계획 사용량) · 점수 산정예시 (1점) 중수이용비 0.1일 경우 : (0.1)×100-9=1점 (3점) 중수이용비 0.15일 경우 : (0.15-0.05×0.6)×100-9=3점 (5점) 중수이용비가 0.2일 경우 : (0.2-0.1×0.6)×100-9=5점 · (의무) 2~3점 (권장) 4점 이상	에너지 관련 부서	· 에너지 사용 계획 중수이용비율 평가 내용 포함 · 대상지 중수이용 결과 검토 산정 결과 심의위원회 자문 · 필요시 중수이용 · 관련 평가용역 · (시뮬레이션)

자료 : 경기개발연구원(2011), 『경기도 저탄소 녹색도시 계획기준 연구』, 경기도

서울특별시 「서울시 녹색건축물 설계기준<sup>24)</sup>」을 개정하고 환경성능에 대한 세부평가 기준을 정하고 있다. 유효자원 재활용을 위한 친환경인증제품 사용여부와 생활용 상수 절감 대책의 타당성에 대하여 1~4급으로 평가할 수 있고, 친환경 인증제품은 환경표지인증 또는 GR마크를 획득하거나 제품의 환경성능에 대하여 인증을 받은 제품으로, 해당 공종 및 공사에 모두 적용하였을 때 인정된다.

24) 「녹색건축물 조성 지원법」 제7조, 제14조, 제15조, 「에너지이용 합리화법」 제8조, 제15조, 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제12조, 「건축법」 제4조, 「서울특별시 저탄소 녹색성장 기본조례」 제4조, 제16조 및 「서울특별시 녹색건축물 조성 지원 조례」 제4조, 제5조, 제7조, 제10조, 「서울특별시 건축조례」 제3조, 제7조에 의하여 수립된 서울특별시공고 제2016-231호.

〈표 2-9〉 서울시 유효자원 재활용을 위한 친환경인증 제품 사용여부 평가기준

구분	산출기준
1급	주된 건축물에 사용된 친환경 인증제품이 9종 이상 사용한 경우와 외부공간에 사용된 친환경 인증제품이 9종 이상 사용한 경우
2급	주된 건축물에 사용된 친환경 인증제품이 7종 이상 사용한 경우와 외부공간에 사용된 친환경 인증제품이 7종 이상 사용한 경우
3급	주된 건축물에 사용된 친환경 인증제품이 5종 이상 사용한 경우와 외부공간에 사용된 친환경 인증제품이 5종 이상 사용한 경우
4급	주된 건축물에 사용된 친환경 인증제품이 3종 이상 사용한 경우와 외부공간에 사용된 친환경 인증제품이 3종 이상 사용한 경우

자료 : 서울특별시(2016). 「서울특별시 녹색건축물 설계기준 개정 공고」.

생활용 상수 절감 대책의 타당성에 대한 평가기준을 제시하였으며, 이 또한 1~4급으로 평가할 수 있다. 절수형 수도꼭지, 샤워헤드, 절수형 양변기 등 환경표지 인증 대상제품을 모든 단위세대의 80% 이상 적용시 각각 1점을 부여하는 것으로 기준을 정하고 있다.

〈표 2-10〉 서울시 생활용 상수 절감 대책의 타당성 평가기준

구분	등급기준	산출기준			
1급	4점	아래 예시된 환경표지 인증 대상제품을 모든 단위세대(주거)/전 층(비주거)의 80% 이상 적용시 각각 1점 부여			
2급	3점	환경표지인증 대상제품군	용도별 절수방법	환경표지인증 대상제품군	용도별 절수방법
3급	2점	절수형 수도꼭지	즉시지수형 (전자감응식, 패달 및 풋밸브 방식)	샤워헤드	밸브부착 샤워헤드
			자폐식		개폐방식 샤워헤드
			정량지수형		즉시지수방식 샤워헤드
4급	1점		수도꼭지 절수부속(세면용)	절수형 양변기	기타 절수용 샤워헤드
					절수용 양변기 양변기용 부속

자료 : 서울특별시(2016). 「서울특별시 녹색건축물 설계기준 개정 공고」.

또한, 「건축물 및 정비사업의 환경영향평가 항목 및 심의기준」을 고시하고 대기질, 수질, 온실가스, 친환경적 자원순환 등 11개 중점 평가항목별 평가내용 및 기준을 제시하고 있다.

음식물쓰레기는 전용수거시설(RFID 기기) 설치, 도로의 보조기층용 골재 등 골재 소요량의 50% 이상 순환골재 사용, 환경 건설자재 사용 등의 내용을 담고 있다.

〈표 2-11〉 서울시 환경영향평가 자원순환 항목 및 심의기준

구 분	내 용
평가내용	① 운영 시 음식물쓰레기 처리대책 수립 - 음식물쓰레기는 전용수거시설(RFID 기기)을 설치하여 전량 위탁 처리될 수 있도록 계획 검토 ② 친환경적 건설자재 사용방안 검토 · 도로 등 일반적인 포장면 하부에는 가능한 순환골재를 사용하는 방안 검토 - 서울특별시 순환골재 등의 활용촉진에 관한 규정 제5조(순환골재의용도)에 의거 필요한 골재는 최대한 순환골재 사용 · 환경표지, 환경성적표지, GR인증 및 고효율에너지 기자재 인증제품 등 친환경 건설자재 사용 방안 검토 (종류 및 활용처 제시)
평가기준	· 건설폐기물 재활용 지침상의 기준 - 도로의 보조기층용 골재 등 골재 소요량의 50% 이상 순환골재 사용
평가대상 지역	· 사업지구 · 기존건물 철거 및 신축과정에서 발생하는 폐기물: 해당지역, 서울시 또는 수도권 · 건축물 활용과정에서 발생하는 사업장폐기물: 해당지역 또는 처리권역

자료 : 서울특별시(2016). 『서울시보 제 3361호』.

### 3) 행정규칙

녹색건축물 관련 행정규칙은 녹색건축인증기준과 건축물에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증기준이 있다.

녹색건축 인증기준에서는 2개 이상의 용도가 있는 복합건축물에 대해 각 건축물의 용도별로 인증심사기준에 따라 평가하고, 최종 인증점수는 복합건축물 인증등급 산정표에 따라 각 용도별 바닥면적을 가중평균하여 산출한다. 다만, 주택을 주택 외 시설과 동일건축물로 건축하는 300세대이상의 공동주택일 경우 공동주택 인증심사 기준에 따라 평가하고, 공동주택성능등급 인증서를 발급할 수 있다.

하나의 대지에 2개 이상의 건축물을 신축하는 경우 또는 건축물이 있는 대지에 기존 건축물과 떨어져 증축하는 경우에는 녹색건축 인증대상 건축물 주변에 가상의 대지경계선을 설정하여 건축물 외부환경 관련 항목에 대하여 평가할 수 있으며, 그 외 항목은 동일하게 평가한다. 이 경우 가상의 대지 경계선은 해당 건축물의 용적률에 근거하여 설정하며, 가상의 대지 경계선은 건축주등이 제시할 수 있다.

제로에너지건축물 인증기준에서도 하나의 대지에 둘 이상의 건축물이 있을 경우 각각의 건축물에 대해 별도로 인증이 가능하기 때문에 각각의 건축물 상태에 맞춰 에너지 효율 개선을 위한 시설 정비가 가능하다.

〈표 2-12〉 녹색건축물 관련 행정규칙

항목	녹색건축 인증기준	건축물에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증기준
기관	· 국토교통부 · 환경부	· 국토교통부 · 산업통상자원부
일자	· 2008.05.27	· 2010.01.01
인증신청	· 자체평가서 작성 · 관계전문기술자의 날인을 포함하여 서류 제출 · 보완요청 시 30일 이내 보완 완료	· 보완요청 시 30일 이내 보완 완료
인증기준 및 등급	· 녹색건축 인증 등급 - 최우수(그린1등급), 우수(그린2등급), 우량(그린3등급), 일반(그린4등급) · 지정된 전문기관에서 운영하는 일정한 교육과정을 이수한 사람이 인증대상 건축물의 설계에 참여한 경우 또는 혁신적인 설계방식을 도입한 경우 등 녹색건축 관련 기술의 발전을 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 가산점 부여 가능 · 사용승인 후 5년이 지난 건축물과 그 밖의 건축물로 구분 · 인증신청 건축물은 각 인증심사기준의 필수항목 점수를 반드시 취득	· 건축물 에너지효율등급 인증 - ISO 13790 등 국제규격에 따라 난방, 냉방(냉방설비가 설치되지 않은 주거용 건물은 제외), 급탕, 조명, 환기 등에 대해 종합적으로 평가하도록 제작된 프로그램으로 산출된 연간 단위면적당 1차 에너지 소요량 · 제로에너지건축물 인증 - 건축물에너지 효율등급 1++ 이상 - 하나의 대지에 둘 이상의 건축물이 있는 경우에 각각의 건축물에 대하여 별도 인증 가능

〈표 계속〉

항목	녹색건축 인증기준	건축물에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증기준
실태조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유지관리 현황</li> <li>· 생태환경 현황</li> <li>· 에너지 사용량</li> <li>· 물사용량</li> </ul>	.
위원회	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 위원장 1명을 포함한 20명 이내의 위원으로 구성</li> <li>· 위원장과 위원의 임기는 2년이며, 공무원의 경우 보직의 재임기간</li> <li>· 위원회의 운영은 국토교통부와 환경부가 2년간 교대로 담당</li> <li>· 반기별 1회 이상 개최함을 원칙으로 하며, 필요시 소집 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 위원장 1명을 포함한 20명 이내의 위원으로 구성</li> <li>· 위원장과 위원의 임기는 2년이며, 공무원의 경우 보직의 재임기간</li> </ul>
인증홍보	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 건축물과 직접 관련 있는 인쇄물, 광고물 등에 사용 가능</li> <li>· 인증범위, 인증기관명, 적용된 인증기준, 인증일자를 반드시 포함</li> </ul>	.

자료: 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)

#### 4) 전국 지자체 조례

전국의 지자체 중 녹색건축물 조성 관련 조례를 제정하여 운영하고 있는 지역은 42개 지역이며, 기초지자체는 32개 지역, 광역시도는 10개 지역(경기도, 광주광역시, 부산광역시, 서울특별시, 세종특별자치시, 울산광역시, 전라남도, 전라북도, 제주특별자치시, 충청남도)에서 운영하고 있다.

<표 2-13> 녹색건축물 관련 행정규칙

지역명	법령명	공표일	부서
광역 시도	경기도	경기도녹색건축물조성지원조례	2016.12.16
	광주광역시	광주광역시녹색건축물조성지원조례	2015.4.1
	부산광역시	부산광역시녹색건축물조성지원조례	2015.11.4
	서울특별시	서울특별시녹색건축물조성지원조례	2015.10.8
	세종특별자치시	세종특별자치시녹색건축물조성지원조례	2016.6.20
	울산광역시	울산광역시녹색건축물조성지원조례	2016.12.8
	전라남도	전라남도녹색건축물조성지원조례	2016.3.10

<표 계속>

지역명		법령명	공표일	부서
기초 지자체	전라북도	전라북도녹색건축물조성지원조례	2016.7.8	
	제주특별자치도	제주특별자치도녹색건축물조성지원조례	2017.3.29	디자인건축지적과
	충청남도	충청남도녹색건축물조성지원에관한조례	2016.6.30	
	가평군	가평군녹색건축물조성지원조례	2016.9.28	허가민원과
	고양시	고양시녹색건축물조성지원조례	2016.7.5	건축과
	광명시	광명시녹색건축물조성지원조례	2016.9.26	주택안전과
	북구	광주광역시북구저탄소녹색건축물지원조례	2014.7.25	건축과
	광주시	광주시녹색건축물조성지원조례	2016.9.28	건축과
	구리시	구리시녹색건축물조성지원조례	2016.10.26	건축과
	김포시	김포시녹색건축물조성지원조례	2016.10.12	주택과
	남양주시	남양주시녹색건축물조성지원조례	2016.9.29	건축1과
	부천시	부천시녹색건축물조성지원조례	2016.9.29	건축과
	성남시	성남시녹색건축물조성지원조례	2016.9.30	건축과
	수원시	수원시녹색건축물조성지원조례	2015.11.13	녹색건축팀
	순천시	순천시녹색건축물조성지원조례	2017.3.6	건축과
	시흥시	시흥시녹색건축물조성지원조례	2017.2.7	건축과
	아산시	아산시녹색건축물조성지원조례	2016.3.15	건축과
	안산시	안산시녹색건축물조성지원조례	2016.1.11	.
	안성시	안성시녹색건축물조성지원조례	2016.9.23	건축과
	안양시	안양시녹색건축물조성지원조례	2016.10.20	건축과
	양주시	양주시녹색건축물조성지원조례	2016.10.14	주택과
	양평군	양평군녹색건축물조성지원조례	2016.9.20	지역개발국 생태허가과
	여주시	여주시녹색건축물조성지원조례	2016.12.20	허가지원과
	연천군	연천군녹색건축물조성지원조례	2016.9.8	종합민원과
	오산시	오산시저탄소녹색건축물지원조례	2012.4.4	건축과
	용인시	용인시녹색건축물조성지원조례	2016.12.12	건축행정과
	원주시	원주시저탄소녹색건축물지원조례	2016.9.23	기후에너지과
	의왕시	의왕시녹색건축물조성지원조례	2016.11.14	건축과
	의정부시	의정부시녹색건축물조성지원조례	2016.9.28	건축과
	이천시	이천시녹색건축물조성지원조례	2016.8.9	건축과
	파주시	파주시녹색건축물조성지원조례	2016.10.28	건축과
	평택시	평택시저탄소녹색건축물지원조례	2011.7.28	건축과
	포천시	포천시녹색건축물조성지원조례	2016.12.28	산림복지과
	하남시	하남시녹색건축물조성지원조례	2016.8.10	건축과
	화성시	화성시녹색건축물조성지원조례	2016.10.14	건축과

자료: 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)

기본원칙과 실태조사, 계획수립 항목은 네 지역이 모두 같은 내용이지만 그 외 목적, 시범사업 대상, 지원사항 등은 지역별로 조금씩 상이하다.

경기도는 그린리모델링 기금 운영에 집중하고 있다는 점에서 다른 지역과 차이점을 나타낸다. 그린리모델링 기금 운영을 위해 기금관리 공무원을 고용할 수 있으며, 그린리모델링의 활성화를 위한 사업 발굴, 기획, 사업관리, 기술 개발, 연구, 교육 및 홍보 등에 기금을 활용할 수 있다. 또한, 기금운용심의위원회를 설치하여 효율적이고 원활한 기금운용을 위해 노력하고 있다.

광주광역시에는 네 지역 중 유일하게 노후주택의 에너지 성능 증진을 목적에 언급하고 있으며, 시범사업 대상에도 사용승인 난지 15년 이상 된 건축물을 지정하는 등 기존 노후주택의 시설 개선을 주요하게 생각하고 있다는 것을 알 수 있다. 또한, 유일하게 지역건축센터 설치하여 녹색건축물 정보체계 구축, 설계 및 표준화 기술 지원 등 녹색건축의 활성화를 전담하는 조직을 운영할 수 있도록 하였다.

서울시는 사업비 지원 뿐만 아니라 건축기준 완화, 취득세·재산세 감면 등 보조금 외에도 많은 혜택을 제공하고 있다. 광주광역시처럼 지역건축센터라고 직접적으로 언급하지는 않았지만 이와 같이 녹색건축의 체계적이고 종합적으로 추진하기 위한 녹색건축 분야를 전담조직을 설치·운영할 수 있다.

세종특별자치시는 가장 먼저 조례를 제정하여 녹색건축물 조성을 위한 기틀을 잡고 타 지자체에서 조례를 만들 때 참고가 될 수 있도록 하였다.

경기도는 신도시도 많이 존재하지만 구도심과 노후지역도 다수 존재하고 있기 때문에 지역 내 산재하고 있는 노후주택의 시설 개선을 위한 항목에 대해 고려할 필요가 있으며, 지역건축센터를 통한 전담조직 신설 등의 부분에 대해 고심해볼 필요가 있다.



〈표 2-14〉 광역시도의 녹색건축물 조성 지원 조례 현황

항목	경기도	광주광역시
목적	· 경기도 건축물의 온실가스 배출량 감축과 녹색건축물의 확대를 위하여 필요한 사항 규정	· 신축 및 노후주택의 에너지 성능과 효율을 높이고 신·재생에너지 설치를 장려하며 시민들의 자발적인 참여를 높여 녹색건축물을 확대하고 활성화
기본 원칙	· 온실가스 배출량 감축을 통한 녹색건축물 조성 · 환경 친화적이고 지속가능한 녹색건축물 조성 · 신·재생에너지 활용 및 자원 절약적인 녹색건축물 조성 · 기존 건축물에 대한 에너지효율화 추진 · 녹색건축물의 조성에 대한 계층 간·지역 간 균형성 확보	· 온실가스 배출량 감축을 통한 녹색건축물 조성 · 환경 친화적이고 지속가능한 녹색건축물 조성 · 신·재생에너지 활용 및 자원 절약적인 녹색건축물 조성 · 기존 건축물에 대한 에너지효율화 추진 · 녹색건축물의 조성에 대한 계층 간·지역 간 균형성 확보
계획	· 녹색건축물 조성계획 5년마다 수립·시행	· 녹색건축물 조성계획 5년마다 수립·시행
실태 조사	· 지역별 에너지 소비 총량 관리 현황 · 에너지 절약 계획서 및 건축물 에너지소비 증명 현황 · 녹색건축물 전문인력 교육 및 양성 현황 · 녹색건축물 조성을 위한 녹색기술의 연구개발 및 사업화 현황 · 녹색건축물 조성 시범사업 현황 · 녹색건축물에 대한 자금 지원 집행 현황 · 공공건축물 현황 및 에너지 소비 현황	· 지역별 에너지 소비 총량 관리 현황 · 에너지 절약 계획서 및 건축물 에너지소비 증명 현황 · 녹색건축물 전문인력 교육 및 양성 현황 · 녹색건축물 조성을 위한 녹색기술의 연구개발 및 사업화 현황 · 녹색건축물 조성 시범사업 현황 · 녹색건축물에 대한 자금 지원 집행 현황 · 공공건축물 현황 및 에너지 소비 현황
시범 사업 대상	· 공공기관이 시행하는 사업 · 기존 건축물을 녹색건축물로 전환하는 사업	· 공공기관이 시행하는 사업 · 녹색건축물 조성을 활성화할 수 있다고 녹색건축물 조성 심의위원회에서 결정한 사업 · 사용승인을 받은 지 15년 이상의 단독주택, 다가구주택, 상가주택(연면적 660m <sup>2</sup> 이하)
지원 사항	· 시범사업 시행에 소요되는 사업비의 일부 또는 전부 · 인중에 소요되는 비용의 일부 또는 전부	· 시범사업 시행에 소요되는 사업비의 일부 또는 전부 · 광주시 관내 건축사회·대학·시민단체·비영리단체 등에서 실시하는 녹색·친환경 건축전, 건축공모전, 전시회 등 민간활동을 지원
인증 대상	· 도가 건축주인 건축물 · 도 산하 공사·출연기관 등이 건축주인 건축물 · 도가 전부 또는 일부 재정을 지원하여 신축·개축하는 건축물	·
기타	· 그린리모델링 기금을 통해 그린리모델링 사업 발굴, 기획, 타당성 분석, 사업관리 등의 사업, 그린리모델링 기술의 연구·개발·도입·지도 및 보급 등의 사업, 그린리모델링과 관련된 교육 및 홍보를 위해 사용 가능	· 그린리모델링 기금을 설치, 운용 가능 · 건축물의 에너지 소비 총량을 설정하여 관리 · 지원을 받은 자(소유자, 시공사 등)로 하여금 연 1회 건축물의 에너지 소비 총량에 대하여 그 결과를 제출 · 지역건축센터를 설치 및 운영 가능 · 녹색건축물 조성에 기여한 주민·민간단체·공무원 등에게 「광주광역시 포상조례」가 정하는 바에 따라 포상

자료: 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)

〈표 2-15〉 광역시도의 녹색건축물 조성 지원 조례 현황

항목	서울특별시	세종특별자치시
목적	· 건축물 온실가스 배출량 감축과 녹색건축물의 확대를 통하여 저탄소 녹색성장 실현 및 시민의 복리 향상에 기여	· 건축물 온실가스 배출량 감축과 녹색건축물의 확대를 통하여 저탄소 녹색성장의 실현 및 시민의 복리 향상에 이바지
기본 원칙	· 온실가스 배출량 감축을 통한 녹색건축물 조성 · 환경 친화적이고 지속가능한 녹색건축물 조성 · 신·재생에너지 활용 및 자원 절약적인 녹색건축물 조성 · 기존 건축물에 대한 에너지효율화 추진 · 녹색건축물의 조성에 대한 계층 간·지역 간 균형성 확보	· 온실가스 배출량 감축을 통한 녹색건축물 조성 · 환경 친화적이고 지속가능한 녹색건축물 조성 · 신·재생에너지 활용 및 자원 절약적인 녹색건축물 조성 · 기존 건축물에 대한 에너지효율화 추진 · 녹색건축물의 조성에 대한 계층 간·지역 간 균형성 확보
계획	· 녹색건축물 조성계획 5년마다 수립·시행	· 녹색건축물 조성계획 5년마다 수립·시행
실태 조사	· 지역별 에너지 소비 총량 관리 현황 · 에너지 절약 계획서 및 건축물 에너지소비 증명 현황 · 녹색건축물 전문인력 교육 및 양성 현황 · 녹색건축물 조성을 위한 녹색기술의 연구개발 및 사업화 현황 · 녹색건축물 조성 시범사업 현황 · 녹색건축물에 대한 자금 지원 집행 현황 · 공공건축물 현황 및 에너지 소비 현황	· 지역별 에너지 소비 총량 관리 현황 · 에너지 절약 계획서 및 건축물 에너지소비 증명 현황 · 녹색건축물 전문인력 교육 및 양성 현황 · 녹색건축물 조성을 위한 녹색기술의 연구개발 및 사업화 현황 · 녹색건축물 조성 시범사업 현황 · 녹색건축물에 대한 자금 지원 집행 현황 · 공공건축물 현황 및 에너지 소비 현황
시범 사업 대상	· 공공기관이 시행하는 사업 · 기존 주택을 녹색건축물로 전환하는 사업 · 공공건축물로서 신축 또는 사용승인을 받은 후 10년 이상 된 건축물	· 공공기관이 시행하는 사업 · 기존 주택을 녹색건축물로 전환하는 사업 · 녹색건축물 조성을 활성화할 수 있다고 인정되는 사업
지원 사항	· 「서울특별시 기후변화기금의 설치 및 운용에 관한 조례」의 기후변화기금으로 지원 · 국토교통부 고시 「건축물의 에너지절약 설계 기준」 별표 9에 따른 건축기준의 완화 · 「지방세법」에서 정하는 바에 따른 취득세·재산세 등의 감면 · 「녹색건축물 조성 지원법」 제16조 및 제17조의 인중에 소요되는 비용의 지원	· 에너지 성능향상 및 효율 개선 등을 위한 리모델링에 대하여 국토교통부장관이 정하는 기준에 따라 보조금의 지급 등 필요한 지원 가능
인증 대상		· 시가 건축주인 건축물 · 시 소관 지방공사·지방공단인 건축주인 건축물 · 시에서 재정을 지원하여 신·개축하는 건축물
기타	· 녹색건축물 조성 지원의 체계적이고 종합적인 추진을 위하여 전담조직을 설치 가능 · 건축물의 에너지 소비 총량을 설정하여 관리 · 지원을 받은 자(소유자, 시공사 등)로 하여금 연 1회 건축물의 에너지 소비 총량에 대하여 그 결과를 제출	· 건축물의 에너지 소비 총량을 설정하여 관리 · 지원을 받은 자(소유자, 시공사 등)로 하여금 연 1회 건축물의 에너지 소비 총량에 대하여 그 결과를 제출

자료: 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)



## 2. 국내 녹색건축 인증제도

국내에 녹색건축 인증과 관련한 제도는 9개가 있으며, 인증제도와 평가기준으로 나누어진다. 인증제도로는 녹색건축 인증제도, 장수명주택 인증제도, 건축물 에너지효율등급 인증제도, 제로에너지 건축물 인증제도, 지능형건축물 인증제도, 제로에너지 건축물 인증제도, 지능형건축물 인증제도, 범죄예방 환경설계 인증제도, 장애물 없는 생활환경 인증제도가 있으며, 평가기준으로는 건강친화형 주택건설, 에너지절약형 친환경주택의 건설기준이 있다.

녹색건축 인증제도는 기존의 친환경건축물 인증제와 주택성능등급 인정제가 통합된 제도이며, 에너지절약형 친환경주택의 건설기준은 기존의 친환경주택성능평가와 건축물에너지 절약설계 기준이 통합된 제도이다. 건축물 에너지 관련 유사 인증제가 다수 운영되고 있어 절차 및 운영상 비효율을 초래한다는 의견이 나오면서 제도들을 일원화하여 효율성을 증진시켰다.

범죄예방 환경설계 인증제도와 장애물 없는 생활환경 인증제도는 건축물과 단지까지 대상으로 포함하는 제도이며, 이를 제외한 나머지는 모두 건축물에 해당하는 제도로 건축법과 주택법을 근거로 하여 운영되고 있다.

인센티브는 범죄예방 환경설계 인증제도, 장애물 없는 생활환경 인증제도, 건강친화형 주택건설 제도에는 아직 마련되지 않고 있으며, 나머지 제도에서는 인증 시 인센티브를 제공하고 있다. 인센티브는 취득세, 재산세 등의 세금감면 혜택과 용적률, 의무면적 등의 건축기준 완화의 형태로 제공하고 있다. 인센티브가 제공되지 않는 인증제도의 경우 인증에 대한 관심도가 높지 않으며 재인증으로 이어지지 않는다는 문제점도 제기되고 있어 적절한 인센티브 제공방안에 대해 고민해 볼 필요가 있다.

〈표 2-16〉 국내 녹색건축

제도	목적	주관(법령)	평가주체
녹색건축 인증제도	인간과 자연이 서로 친화하며 공생할 수 있도록 건축의 전 생애를 대상으로 환경에 영향을 미치는 요소에 대한 평가를 통하여 건축물의 환경성능을 인증하는 제도	건설교통부 환경부	녹색건축 인증제도 운영위원회
장수명주택 인증제도	내구성을 갖추고, 입주자의 필요에 따라 내부 구조를 쉽게 변경할 수 있는 가변성과 수리 용이성 등이 우수한 주택 확보를 통한 자원 및 에너지 절약, 개인 자산가치 상승, 국민 주택관리 비용 절감을 추구하기 위해 도입	국토교통부 (건축법)	인증심의위원회
건축물 에너지효율등급 인증제도	건물에서 사용되는 에너지에 대한 정확한 정보를 제공하여 에너지 절약기술에 대한 투자를 유도하고 경제적 효과를 가시화하여 에너지 절약에 인식을 제고함과 동시에 편안하고 쾌적한 실내환경을 제공	국토교통부 (건축법) 산업통상 자원부	인증심의위원회
제로에너지 건축물 인증제도			
지능형건축물 인증	지능형 건축물 [Intelligent Building]의 건축을 활성화하고 설비 및 각종 기술을 최적으로 통합하여 건축물의 생산성과 설비 운영의 효율성을 극대화	국토교통부 (건축법)	인증심의위원회

인증제도 현황

대상	기준 및 등급	인센티브	기타
<ul style="list-style-type: none"> <li>신축 : 사용승인 또는 사용검사를 받은 후 3년 이내의 모든 건축물</li> <li>기존 : 공동주택, 업무용건축물</li> <li>공공기관에서 발주하는 연면적 3,000㎡ 이상 건축물 인증 의무</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>최우수</li> <li>우수</li> <li>우량</li> <li>일반</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>취득세 5~15% 감면</li> <li>재산세 3~15% 감면</li> <li>건축물 기준 2~12% 완화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존의 친환경 건축물 인증제와 주택 성능등급 인정제가 통합된 제도</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>1,000세대 이상의 공동주택</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>최우수 : 90점 이상</li> <li>우수 : 80점 이상</li> <li>우량 : 60점 이상</li> <li>일반 : 50점 이상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>우수등급 이상인 경우 건폐율 및 용적률 110% 내 완화</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>신축 및 기존 주거용 건축물과 신축 및 기존 주거용 이외 용도 건축물</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>7등급부터 1+++ 등급까지 총 10단계</li> <li>건축물 에너지 효율등급 : 단위면적당 에너지 소요량으로 판단</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>인증 1등급 : 재산세 3% 경감</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>건축물에너지효율등급 1++ 이상</li> <li>에너지자립률 1등급(100%)-5등급(20%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>등급에 따라 6~15% 건축기준 완화</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>건축법에서 지정하는 건축물</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>건축계획 및 환경</li> <li>기계설비</li> <li>전기설비</li> <li>정보통신</li> <li>시스템 통합</li> <li>시설경영관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>조경설치 의무 면적 85%까지 완화하여 적용</li> <li>용적률, 건축물 높이를 각각 115% 범위 내에서 완화 적용</li> </ul>	

<표 계속>

제도		목적	주관(법령)	평가주체
	범죄예방 환경설계 인증제도	범죄예방 인증제도는 범죄를 예방하고 안전한 생활환경을 조성하기 위하여 건축물, 건축설비 및 대지에 대한 범죄예방 기준을 정하는 것	국토교통부 (건축법)	한국셉티드학회
	장애물 없는 생활환경 인증제도	장애인들이 대상시설을 안전하고 편리하게 이용할 수 있도록 편의시설의 설치 및 운영을 유도	국토교통부 보건복지부 (장애인 임산부등의 편의증진보 장에 관한 법률)	인증운영위원회
평가 기준	건강친화형 주택건설	국민의 건강과 쾌적한 주거환경조성에 이바지하고, 환기설비 및 마감재의 오염물질 등에 대한 기준을 정함으로써 기술적, 경제, 정책적으로 이익 창출	국토교통부 (주택법)	각 지자체 구청 한국건설기술연 구원
	에너지절약형 친환경주택의 건설기준	기후변화 대응 및 저탄소 녹색성장을 위해 에너지 절약형 친환경 주택의 건설기준 및 성능 마련	국토교통부 (주택법)	한국에너지공단

대상	기준 및 등급	인센티브	기타
<ul style="list-style-type: none"> <li>세대수가 500세대 이상인 주택단지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>접근통제 - 자연적 감시</li> <li>영역성확보 - 공적공간과 사적공간의 위계 설정</li> <li>활동의 활성화 - 운동, 휴게, 놀이터 시설 연계</li> <li>조경 - 사각지대, 고립지대가 발생하지 않도록 식재</li> <li>조명- 진입로 및 표지판에 중명시설 계획</li> <li>폐쇄회로 - 안내판 설치</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>공공청사, 문화시설 등 공공건축물 및 공공이용시설 중 대통령령으로 정하는 시설을 우선대상으로 진행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>인증등급               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최우수 : 인증기준 만점의 90% 이상</li> <li>- 우수 : 인증기준 만점의 80% 이상 90% 미만</li> <li>- 일반 : 인증기준 만점의 70% 이상 80% 미만</li> </ul> </li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>500세대 이상의 주택건설사업</li> <li>500세대 이상의 리모델링을 하는 주택</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>건축물에너지 효율등급 1++ 이상, 에너지자립률 20%, 원격검침시스템 설치 필수</li> <li>의무사항 : 친환경 건축 자재 적용, 플러쉬아웃 또는 베이크아웃 실시, 환기성능 확보, 친환경 생활제품 적용</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>주택건설사업계획의 승인을 얻어 건설하는 공동주택</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>평가기준단지 대비 평가 대상단지의 총 에너지 절감률 또는 총 이산화탄소 저감률</li> <li>난방, 급탕, 열원설비, 전력, 기타로 나누어 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>총 에너지 절감률에 따라 5~15% 취득세 감면</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존의 친환경 주택성능평가와 건축물에너지 절약설계기준이 통합된 제도</li> </ul>



<표 2-17> 녹색건축물 인증기관현황

연번	인증기관 명	소재지	홈페이지	담당인증
1	한국감정원	서울특별시강남구언주로79길13(역삼동730)	http://www.kab.co.kr	· 녹색건축 인증 · 건축물 에너지효율등급 인증 · 장수명주택 인증 · 결로방지 성능평가 · 친환경주택 성능평가
2	한국토지주택공사토지주택연구원	대전광역시 유성구 엑스포로539번길 99	http://lhi.lh.or.kr	
3	한국에너지기술연구원	대전광역시유성구가정로152	http://www.kier.re.kr	· 녹색건축 인증
4	한국환경산업기술원	서울특별시은평구진흥로215	http://www.keiti.re.kr	
5	한국시설안전공단	경기도고양시일산서구고양대로315	www.kistec.or.kr	
6	(사)한국교육·녹색환경연구원	서울특별시광진구아차산로36길5(자양동, 건국대동문회관7층)	www.kiee.re.kr	· 녹색건축 인증 · 장수명주택 인증 · 건축물 에너지효율등급 인증
7	(사)한국그린빌딩협의회	서울특별시강남구테헤란로7길11(역삼동, 한덕빌딩7층)	www.koreagbc.org	· 녹색건축 인증 · 장수명주택 인증
8	크레비즈인증원	서울특별시영등포구양평로127(성산빌딩7층)	http://www.crebizqm.co.kr	· 녹색건축 인증
9	한국생산성본부인증원	서울특별시종로구새문안로5가길32(생산성빌딩1층)	www.kpcqa.co.kr	· 녹색건축 인증 · 건축물 에너지효율등급 인증 · 장수명주택 인증 · 결로방지 성능평가 · 장애물없는 생활환경 있음
10	사단법인 한국환경건축연구원	서울특별시강남구언주로527,12층	www.kriea.re.kr	· 녹색건축 인증 · 건축물 에너지효율등급 인증 · 장수명주택 인증 · 결로방지 성능평가 · 지능형건축물 인증

<표 계속>

연번	인증기관 명	소재지	홈페이지	담당인증
11	패시브제로에너지건축 연구소	서울시 관악구 관악로 서울대학교 연구공원 본관 520호	<a href="http://www.ipazeb.org/">http://www.i pazeb.org/</a>	· PHI 인증 · PZ 창호인증 · PZ 환기인증 · PZ 구조체인증
12	한국패시브건축협회	서울시 송파구 올림픽 로 577 A동 2층	<a href="http://www.phiko.kr/">http://www. phiko.kr/</a>	

자료: 한국감정원, 녹색건축 인증 원스톱(One-Stop)서비스

## 1) 녹색건축 인증제도 G-SEED

G-SEED(Green Standard for Energy and Environmental Design)는 통합 녹색건축 인증제를 뜻한다. 그동안 건축법과 주택법에 의해 대상과 인증 기준이 중복되었던 친환경 주택 관련 제도가 ‘녹색건축 인증제’로 일원화되었다. 과거 건축법지급도에 근거했던 ‘친환경건축물 인증제’와 주택법에 근거했던 ‘주택성능등급 인정제’가 상당 부분 대상 및 인증기간이 중복되어 2013년 2월 ‘녹색건축물 조성 지원법’이 제정됨과 동시에 ‘녹색건축 인증제’로 통합하였다.

### ① 녹색건축 인증제도 개요

설계와 시공 유지, 관리 등 전 과정에 걸쳐 에너지 절약 및 환경오염 저감에 기여한 건축물에 대한 친환경 건축물 인증을 부여하는 제도이다. 또한, 지속가능한 개발의 실현을 목표로 인간과 자연이 서로 친화하며 공생할 수 있도록 계획된 건축물의 입지, 자재선택 및 시공, 유지관리, 폐기 등 건축의 전 생애(Life Cycle)를 대상으로 환경에 영향을 미치는 요소에 대한 평가를 통하여 건축물의 환경성능을 인증하는 제도이다.

2002년 1월 건설교통부, 환경부가 공동으로 친환경건축물 인증을 시작하면서 인증제도가 시작되었으며, 법령 ‘녹색건축물 조성 지원법’, ‘녹색건축 인증에 관한 규칙’, ‘녹색건축 인증기준’에 근거하여 운영되고 있다.

인증대상의 경우 신축은 사용승인 또는 사용검사를 받은 후 3년 이내의 모든 건축물을 대상으로 하며, 기존 건축물에서는 공동주택, 업무용건축물을 대상으로 한다. 공공기관에서 발주하는 연면적 3,000㎡ 이상 건축물은 인증 의무 대상이다.

〈표 2-18〉 녹색건축인증 발전경과

연혁	내용
2002.01	건설교통부· 환경부가 공동으로 공동주택을 대상으로 친환경건축물 인증 시작
2003.01	건설교통부· 환경부가 공동으로 업무용건축물과 주거복합건축물을 대상으로 하는 친환경 인증 시작
2005.03	학교건물에 대한 친환경건축물 인증 시작 - 공공기관에서 건축하는 연면적 3,000㎡ 이상 건축물은 녹색건축물인증 의무
2005.11	건축법 제58조(친환경건축물의 인증) 신설
2006.04	개정된 공동주택 친환경건축물 인증제도 시행
2006.09	숙박 및 판매시설 친환경건축물 인증제도 시행
2008.03	건축법 제65조(친환경건축물의 인증)
2008.05	'친환경건축물의 인증에 관한 규칙' 및 '친환경건축물 인증기준' 개정, 공포
2010.03	공공기관 에너지이용합리화 추진지침 시행 - 공공기관에서 건축하는 연면적 10,000㎡ 이상 건축물은 친환경건축물인증 의무
2010.07	친환경건축물인증기준 개정기준 시행
2012.07	친환경건축물 인증기준(공동주택)과 주택성능등급 기준의 통합기준 및 기존건축물 인증기준, 소형주택 인증기준 시행
2013.02	녹색건축물 조성 지원법 시행
2013.06	녹색건축 인증 기준 개정기준 시행 - 공공기관에서 건축하는 연면적 3,000㎡ 이상 건축물은 녹색건축물인증 의무

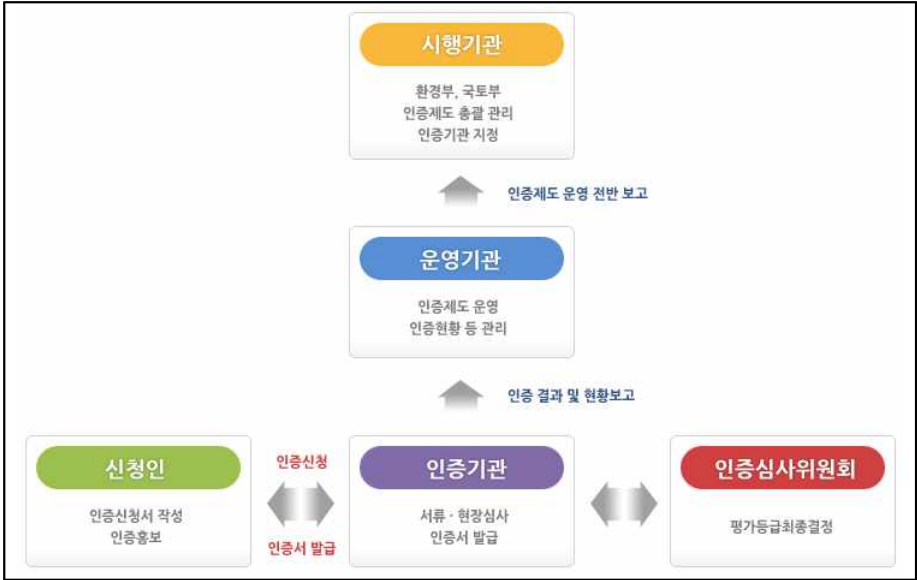
자료 : 녹색건축인증 G-SEED 홈페이지(<https://www.gbc.re.kr/>)

## ② 운영주체 및 체계

녹색건축 인증을 받기 위해서는 신청자가 자체평가서를 양식에 맞춰 작성하여 지정된 인증기관에 인증신청서를 제출한다. 인증기관에서는 서류심사와 현장심사를 담당하며, 인증심사위원회와 토의하여 평가등급을 결정하고 인증기관에서 인증서를 발급한다.

이러한 과정에서 인증심사 세부기준에 변경할 사항이 생기거나 문제가 발생할 경우 건축주나 인증기관에서 운영기관장에게 변경을 요청할 수 있으며, 운영기관장이 국토교통부장관과 환경부장관의 승인을 받아 인증심사 세부기준을 변경할 수 있다.

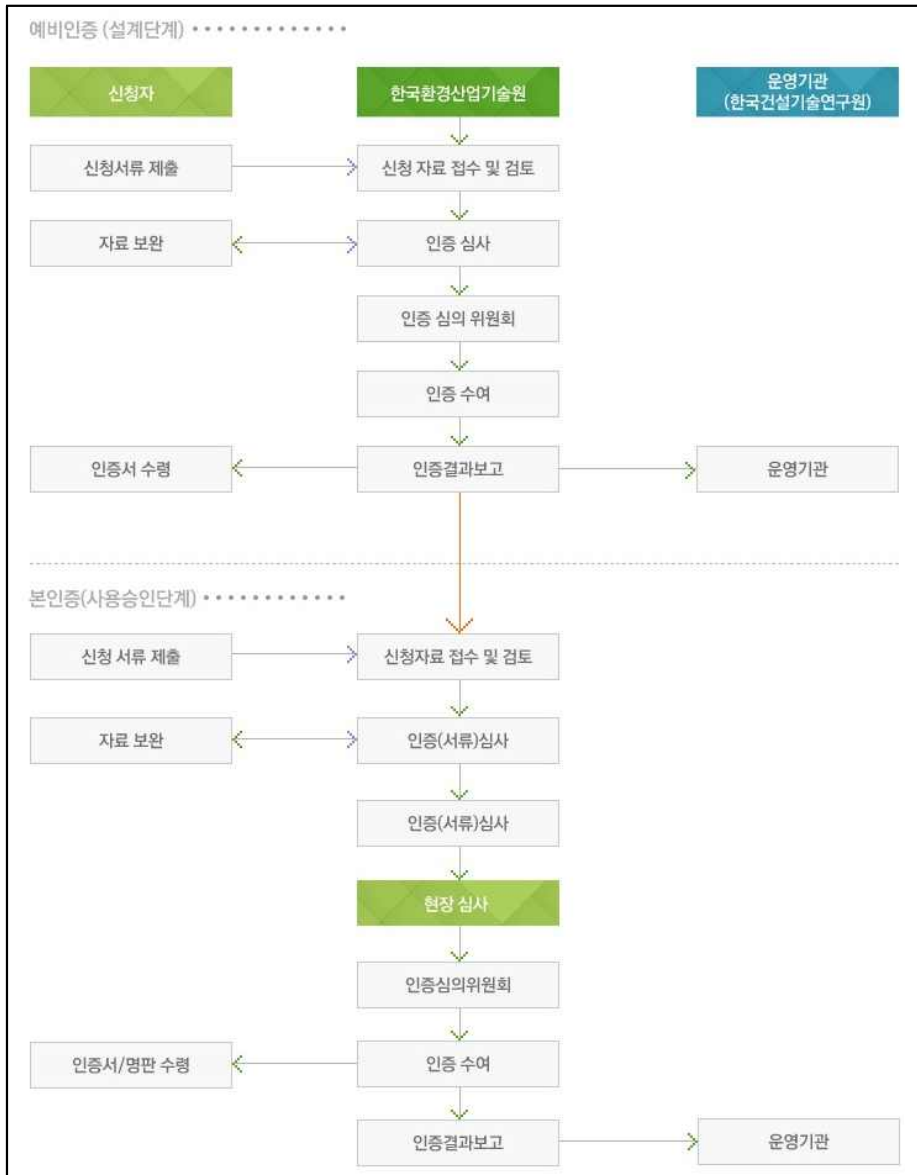
〈그림 2-2〉 녹색건축인증 운영체계



자료 : 녹색건축인증 G-SEED 홈페이지(<https://www.gbc.re.kr/>)

녹색건축인증은 국토교통부와 환경부가 함께 관여하고 있기 때문에 인증 운영위원회는 각 시행기관의 장관이 추천한 전문가가 각 전문분야별로 동수가 되도록 구성되어야 하며, 국토교통부와 환경부가 2년간 교대로 담당한다. 두 시행기관이 공정하게 나누어 운영할 수 있다는 장점이 있지만, 잦은 담당교체로 인해 정보의 유실과 혼란 등이 야기될 수 있다.

<그림 2-3> 녹색건축인증 처리 절차



자료 : 녹색건축인증 G-SEED 홈페이지(<https://www.gbc.re.kr/>)

### ③ 인증 기준 및 등급체계

인증 등급은 4단계 최우수(그린1등급), 우수(그린2등급), 우량(그린3등급), 일반(그린4등급)로 나누어지며, 신축(주거용 건축물, 단독주택, 비주거용 건축물), 기존(주거용 건축물, 비주거용 건축물), 그린리모델링(주거용 건축물, 비주거용 건축물)로 나누어 판단한다. 기준 점수는 신축이 가장 높고, 그 중 비주거용 건축물의 기준 점수가 가장 높다. 기준점수가 가장 낮은 것은 기존 주거용 건축물과 그린리모델링 주거용 건축물이다.

〈표 2-19〉 녹색건축 인증등급의 기준점수

인증등급		최우수 (그린1등급)	우수 (그린2등급)	우량 (그린3등급)	일반 (그린4등급)
신축	주거용건축물	74점 이상	66점 이상	58점 이상	50점 이상
	단독주택	74점 이상	66점 이상	58점 이상	50점 이상
	비주거용건축물	80점 이상	70점 이상	60점 이상	50점 이상
기존	주거용건축물	69점 이상	61점 이상	53점 이상	45점 이상
	비주거용건축물	75점 이상	65점 이상	55점 이상	45점 이상
그린리 모델링	주거용건축물	69점 이상	61점 이상	53점 이상	45점 이상
	비주거용건축물	75점 이상	65점 이상	55점 이상	45점 이상

자료 : 녹색건축인증 G-SEED 홈페이지(<https://www.gbc.re.kr/>)

녹색건축인증은 본인증과 예비인증으로 나누어지며, 예비인증은 건축허가 및 신고 또는 사업계획 승인 후 진행하고, 본인증은 사용승인 또는 사용검사 후에 진행된다. 현장심사는 본 인증의 경우에만 시행하고, 본 인증의 경우 인증일자로부터 5년간 인증이 유효하다. 예비인증은 인증일자로부터 사용검사 또는 사용승인 완료 전까지만 인증이 유효하기 때문에 사용승인 후에는 본 인증을 다시 진행해야 한다.

#### ④ 인센티브 및 기타

녹색건축물 인증을 받을 경우 최우수등급과 우수등급에 한해 인증관련 인센티브를 받을 수 있다. 취득세는 지방세특례제한법에 의거하여 성능점수와 효율등급에 따라 5%부터 15%까지 감면받을 수 있으며, 재산세도 지방세특례제한법에 의거하여 에너지 효율등급에 따라 3%부터 15%까지 감면받을 수 있다. 또한, 건축물의 에너지절약 설계기준에 따라 용적률, 건축물 높이제한 등의 건축물 기준을 완화 받을 수 있으며, 에너지 효율등급에 따라 2%부터 12%까지 인센티브를 받을 수 있다. 녹색건축물 사업 실적이 있을 시 입찰 참가 시에 사전심사기준에서 최대 1점까지 가산점을 받을 수 있다.

〈표 2-20〉 녹색건축인증 관련 인센티브

구분	기준	인증등급 최우수	인증등급 우수
취득세 감면	에너지 성능점수 90점 이상 이거나 에너지효율등급 1등급 이상	15%	10%
	에너지 성능점수 80점 이상 90점 미만이거나 에너지효율등급 2등급	10%	5%
재산세 감면	에너지효율등급 1등급 이상	15%	10%
	에너지효율등급 2등급	10%	3%
	그 외	3%	-
건축물 기준 완화	에너지효율인증 1등급	6%~ 12%	4% ~ 8%
	에너지효율인증 2등급	4% ~ 8%	2% ~ 4%

자료 : 녹색건축인증 G-SEED 홈페이지(<https://www.gbc.re.kr/>)

## 2) 장수명 주택 인증제도

### ① 개요

장수명 주택이란, 내구성, 가변성, 수리 용이성에 대하여 장수명 주택 성능 등급 인증기관의 장이 장수명 주택의 성능을 확인하여 인증한 주택을 말한다. 장수명 주택 인증제도는 구조적으로 오래 유지관리 될 수 있는 내구성을 갖추고, 입주자의 필요에 따라 내부 구조를 쉽게 변경할 수 있는 가변성과 수리 용이성 등이 우수한 주택 확보를 통한 자원 및 에너지 절약, 개인 자산가치 상승, 국민 주택관리 비용 절감을 추구하기 위해 도입된 인증제도이다.

‘주택법’, ‘주택건설기준 등에 관한 규정’, ‘주택건설기준 등에 관한 규칙’, ‘장수명 주택 건설·인증기준’에 근거하여 운영되고 있으며, 1,000세대 이상의 공동주택을 대상으로 하고 있다.

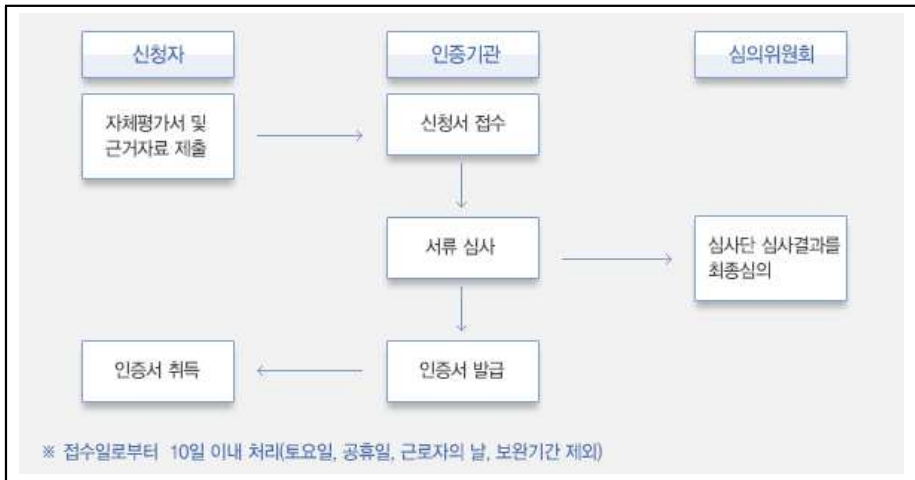
### ② 운영주체 및 체계

장수명 주택 인증제도는 국토교통부에서 담당하고 있으며, 인증심의위원회를 구성하여 인증을 진행하고 있다. 인증심사단과 인증심의위원회는 3개 분야에 대하여 각각 1명 이상의 심사전문 인력과 인증심의위원으로 구성된다.

신청자가 자체평가서 및 근거자료를 준비 하에 신청하면, 인증기관에서 서류 심사 후 심의위원회에서 최종 심의를 거쳐 인증서를 발급받게 된다.



〈그림 2-4〉 장수명주택 인증 절차



자료 : 한국감정원 홈페이지(<http://www.kab.co.kr/>)

### ③ 인증 기준 및 등급체계

인증 등급은 4단계 최우수(★★★★), 우수(★★★), 우량(★★), 일반(★)으로 나누어지며, 심사점수는 최우수 90점 이상, 우수 80점 이상, 우량 60점 이상, 일반 50점 이상으로 구분된다. 인증등급 평가는 가변성, 유지보수·용이성, 내구성으로 나누어 평가한다. 가변성은 내력벽 및 기둥의 길이비율, 내부벽량 중 건식벽체의 비율, 이중바닥의 적용 등 9개 항목, 유지보수·용이성은 공용 배관·전용공간 분리, 배관교체가 용이한 설계 수선이 가능한 점검구 배치 등 12개 항목, 내구성은 철근의 피복 두께, 콘크리트 품질 등 5개 항목으로 이를 평가한다.

### ④ 인센티브 및 기타

인증등급은 4단계로 나뉘어져 있지만 우수등급 이상부터 인센티브를 받을 수 있다. 인증 등급 중 우수등급 이상인 경우 건폐율 및 용적률을 110% 이내에서 완화 적용 받을 수 있다.

### 3) 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지 건축물 인증 제도

#### ① 개요

건물 에너지 효율등급 인증제도는 자발적인 신청에 의해 에너지 절약적인 건물에 등급을 부여하는 제도이다. 건설사업주체, 소유주체, 관리주체 및 건물 사용자 등 건물과 관련된 모두에게 이익이 돌아가는 것을 목표로 한다. 건물부문에서의 합리적인 에너지 절약을 위해 건물에서 사용되는 에너지에 대한 정확한 정보를 제공하여 에너지 절약기술에 대한 투자를 유도하고 경제적 효과를 가시화하여 에너지 절약에 인식을 제고함과 동시에 편안하고 쾌적한 실내 환경을 제공하는 것에 그 목적이 있다. ‘건축물 에너지효율등급 인증규칙’, ‘건축물 에너지효율등급 인증기준’, ‘건축물 에너지효율등급 인증제도 운영규정’에 근거하여 운영되고 있으며, 신축 및 기존 주거용 건축물과 신축 및 기존 주거용 이외 용도의 건축물을 인증대상으로 하고 있다.

#### ② 운영주체 및 체계

인증은 예비인증과 본인증으로 나누어지며, 예비인증은 설계도서에 반영된 내용만으로 평가된 결과를 토대로 건축물 에너지효율등급을 인증하고, 본인증은 최종 설계도면을 통하여 평가된 결과와 현장실사를 거쳐 건축물 에너지효율등급을 인증한다. 예비인증을 받아 제도적·재정적 지원을 받은 건축주 등은 예비인증 등급 이상의 본인증을 받아야 한다.

#### ③ 인증 기준 및 등급체계

에너지 효율 등급은 7등급부터 1+++ 등급까지 총 10단계로 나누어져 있다. 건축물 에너지 효율등급은 단위면적당 에너지 소요량으로 판단하며, 냉방 설비가 없는 주거용 건물의 경우 냉방평가 항목을 제외하고 진행한다. 신재생 에너지생산량은 에너지 소요량에 반영되어 효율등급 평가에 포함한다. 주거용 건축물에 비해 주거용 이외의 건축물의 에너지 소요량 기준이 다소 높게 책정되어 있다.

〈표 2-21〉 에너지효율등급

등급	주거용 건축물	주거용 이외의 건축물
	연간 단위면적당 1차에너지소요량 (kWh/m <sup>2</sup> 년)	연간 단위면적당 1차에너지소요량 (kWh/m <sup>2</sup> 년)
1+++	60미만	80미만
1++	60 이상 90 미만	80 이상 140 미만
1+	90이상 120 미만	140 이상 200 미만
1	120 이상 150 미만	200이상 260 미만
2	150 이상 190 미만	260 이상 320 미만
3	190 이상 230 미만	320 이상 380 미만
4	230 이상 270 미만	380 이상 450 미만
5	270 이상 320 미만	450 이상 520 미만
6	320 이상 370 미만	520 이상 610 미만
7	370 이상 420 미만	610 이상 700 미만

자료 : 한국에너지공단 홈페이지(<http://kors.energy.or.kr/>)

제로에너지 인증제도는 건축물 에너지 효율등급 인증제도와 함께 활용되고 있다. 제로에너지건축물로 인증되기 위해서는 반드시 건축물에너지 효율등급 1++ 이상, 에너지자립률 20%, 원격검침시스템 설치가 반드시 충족되어야 한다. 또한, 에너지자립률(단위면적당 1차에너지 생산량<sup>25)</sup>/단위면적당 1차에너지소비량<sup>26)</sup>X100)을 기준으로 제로에너지건축물 인증등급을 받게 된다.

〈표 2-22〉 제로에너지 건축물 인증등급

ZEB 등급	에너지자립률
1	100% 이상
2	80% 이상 ~ 100% 미만
3	60% 이상 ~ 80% 미만
4	40% 이상 ~ 60% 미만
5	20% 이상 ~ 40% 미만

자료 : 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)

25) 단위면적당 1차에너지생산량(kWh/m<sup>2</sup>·년) =  $\Sigma\{(\text{신재생에너지 생산량} - \text{신재생에너지 생산에 필요한 에너지량}) \times \text{해당 1차 에너지환산계수}\} / \text{평가면적}$

26) 단위면적당 1차에너지소비량(kWh/m<sup>2</sup>·년) = 1차에너지소요량 + 1차에너지생산량 (단위면적당)

#### 4) 지능형 건축물 인증제도

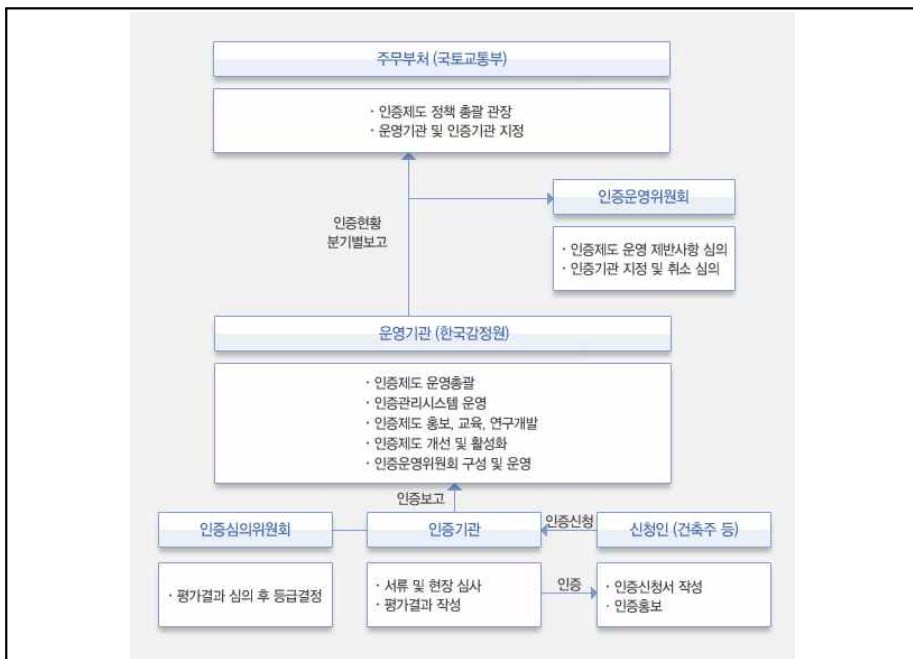
##### ① 개요

지능형 건축물은 IT(정보) 기술로 건축물을 통합 계획 및 관리 되는 건축물로, 건축물의 기능, 안전(방재 및 CPTED), 건축환경, 에너지관리 등을 모두 통합하는 개념이다. 지능형 건축물 인증제도는 지능형건축물[Intelligent Building]의 건축을 활성화하고 설비 및 각종 기술을 최적으로 통합하여 건축물의 생산성과 설비 운영의 효율성을 극대화하기 위해 만들어졌으며, 건설기술의 발전에 따른 우수한 품질의 건축물이 보급·확대를 목적으로 한다.

‘건축법’, ‘지능형건축물 인증에 관한 규칙’, ‘지능형건축물 인증기준’에 근거하여 운영되고 있으며, ‘건축법’에서 지정하는 건축물을 대상으로 건축주나 사업주가 희망하면 인증을 받을 수 있다.

##### ② 운영주체 및 체계

<그림 2-5> 지능형건축물 인증제도 운영 체계



자료 : 한국감정원 홈페이지(<http://www.kab.co.kr/>)

지능형건축물 인증제도는 국토부에서 총괄하고 한국감정원에서 운영·관리 하고 있다. 건축주가 인증기관에 신청서를 제출하면, 운영기관과 인증심의 위원회의 심의를 거쳐 인증을 받게 된다. 인증의 유효기간은 인증일로부터 5년이며, 필요시 유효기간이 만료되기 90일 전에 재인증을 신청할 수 있다.

### ③ 인증 기준 및 등급체계

용도별로 주거시설(단독주택, 공동주택), 비주거시설로 구분해 인증심사 기준을 마련하고 있으며, 2개 이상의 용도가 복합되어 있는 건축물에 대하여는 각 용도별로 인증심사기준에 따라 평가하고, 복합건축물 인증등급 산정방법에 따라 각 용도별 연면적을 가중평균하여 최종 인증점수를 산출한다. 증축 건축물 주변에 가상의 대지경계선을 설정해 건축물 외부환경 관련 항목에 대해 평가할 수 있으며, 그 외 항목은 동일하게 평가한다. 이 경우 가상의 대지경계선은 해당 건축물의 용적률에 근거해 설정하며, 가상의 대지경계선은 인증을 신청하는 자가 제시할 수 있다.

〈표 2-23〉 신축 지능형건축물 인증심사기준

부문	주거용 건축물		주거용 이외의 건축물	
	지표수	배점	지표수	배점
건축계획 및 환경	5	10	8	13
기계설비	6	15	7	12
전기설비	5	15	9	15
정보통신	6	20	13	20
시스템통합	6	20	11	20
시설경영관리	9	20	12	20
합계	37	100	60	100

자료 : 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)

인증 등급은 100점을 만점으로 심사점수에 따라 1등급부터 5등급까지 나누어진다. 주거시설, 비주거시설, 복합건축물로 구분하여 심사를 진행하고, 65점 이상일 경우에 인증을 받을 수 있다. 각각 적용되는 지표수나 배점은 다르지만 등급 기준점수는 모두 같다.

〈표 2-24〉 지능형건축물 인증심사점수

등급	심사점수
1등급	85점 이상
2등급	80점 이상 85점 미만
3등급	75점 이상 80점 미만
4등급	70점 이상 75점 미만
5등급	65점 이상 70점 미만

자료 : 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)

#### ④ 인센티브 및 기타

인증등급에 의한 건축기준 완화 비율은 정해진 범위 내에서 용적률, 조정면적, 건축물 높이제한 등으로 나누어 적용 가능하다. 지능형 건축물 인증 시 조경설치 의무면적을 85%까지 완화하여 적용할 수 있으며, 용적률과 건축물의 높이를 각각 115% 범위 내에서 완화 적용을 받을 수 있다.

〈표 2-25〉 지능형건축물 인증등급에 따른 인센티브

지능형건축물 인증등급	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
건축기준완화비율	15%	12%	9%	6%	0%

자료 : 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)

## 5) 에너지절약형 친환경주택의 건설 기준

### ① 개요

에너지절약형 친환경주택의 건설 기준은 기후변화 대응 및 저탄소 녹색성장을 위해 에너지 절약형 친환경 주택의 건설기준 및 성능 마련을 목적으로 한다. 기존의 친환경 주택 성능평가와 건축물 에너지절약 설계기준이 동일한 취지와 유사한 항목의 평가 기준으로 인해 중복항목을 일원화 하여 에너지절약형 친환경 주택의 건설기준으로 재제도화 하였다.

사업계획승인과 사업시행인가 신청 전에 검토를 신청해야 하며, 주택법 제2조에 따른 사업주체가 법 주택건설사업계획의 승인을 얻어 건설하는 공동주택에 대하여 적용한다. 이 중 건축물의 에너지 절약 설계 기준에서 친환경주택으로 인정받은 공동주택은 에너지절약 계획서 제출대상에서 제외하였다.

### ② 운영주체 및 체계

한국에너지공단에서 담당하고 있으며, 30세대 이상의 공동주택, 50세대 이상의 도시형생활주택, 300세대 이상의 주상복합아파트를 대상으로 하고 있다. 30세대 이상의 공동주택은 사업승인 신청 시 친환경 주택 성능평가서 및 증빙자료를 승인권자(지자체장)에게 의무로 제출해야 하며, 한국에너지공단, 한국토지주택공사, 한국건설기술연구원, 한국감정원, 한국시설안전공단 등 에너지 관련 전문기관의 검토의견에 따라 사업승인 여부를 결정한다.

### ③ 인증 기준 및 등급체계

친환경주택의 성능수준은 평가기준단지 대비 평가대상단지의 총 에너지 절감률 또는 총 이산화탄소 저감률로 하며, 난방, 급탕, 열원설비, 전력, 기타로 나누어 평가한다. 설계조건 평가를 위한 기본평면은 사업계획승인 신청시에 제시된 발코니 확장형 평면을 대상으로 한다. 다만, 확장형 평면이 없을 경우에는 비확장형 평면을 대상으로 한다.

〈표 2-26〉 에너지절약형 친환경주택의 건설 기준

기준	평가 내용
난방부문	<ul style="list-style-type: none"> <li>외기에 직·간접으로 면한 벽, 지붕, 바닥, 창호 등 외피의 단열성능, 일사 및 기밀에 의한 난방부하 절감량을 평가               <ul style="list-style-type: none"> <li>단위세대의 평가결과를 종합하여 단지를 평가</li> <li>일사 및 기밀에 의한 난방부하절감량은 "친환경주택 성능 평가 소프트웨어"에 의해 계산</li> </ul> </li> </ul>
급탕부문	<ul style="list-style-type: none"> <li>태양열 급탕시스템 또는 지열시스템에 의한 급탕부하 절감량을 평가               <ul style="list-style-type: none"> <li>태양열 시스템이나 지열시스템이 세대용으로 설치되지 않고, 관리소, 복지관 등 공용부위의 열 공급을 위해 설치된 경우에는 그 용량을 세대수로 나누어 세대당 평균용량으로 평가</li> </ul> </li> </ul>
열원설비부문	<ul style="list-style-type: none"> <li>보일러, 지역난방, 구역형열병합발전, 소형열병합발전시설에 의한 난방·급탕에너지 절감량을 평가               <ul style="list-style-type: none"> <li>지역에 관계없이 평가</li> </ul> </li> </ul>
전력부문	<ul style="list-style-type: none"> <li>태양광, 풍력에 의한 전력부하 절감량을 평가               <ul style="list-style-type: none"> <li>지역에 관계없이 평가</li> <li>태양열 시스템이나 지열시스템이 세대용으로 설치되지 않고, 관리소, 복지관 등 공용부위의 열 공급을 위해 설치된 경우에는 그 용량을 세대수로 나누어 세대당 평균용량으로 평가</li> </ul> </li> </ul>
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>고시에서 정하는 의무사항의 이행여부를 평가</li> </ul>

자료 : 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)

친환경주택 건설기준에 에너지절약 설계기준의 의무사항을 추가하여 에너지절감을 위해 필요한 최소한의 사항을 규정하였다.

〈표 2-27〉 에너지절약형 친환경주택 건설기준에 추가되는 의무사항

구분	주요내용
기계부문 의무사항	설계용 외기조건 <ul style="list-style-type: none"> <li>난방 및 냉장설비의 용량계산을 위한 외기조건 규정               <ul style="list-style-type: none"> <li>냉방기 및 난방기를 분리한 온도출현분포를 사용할 경우 위험률 2.5% 등</li> </ul> </li> </ul>
	열원 및 반송설비 <ul style="list-style-type: none"> <li>펌프는 한국산업규격 표시인증제품 또는 KS 규격에서 정해진 효율 이상의 제품을 설치할 것</li> </ul>
전기부문 의무사항	수변전 설비설치 <ul style="list-style-type: none"> <li>변압기를 신설 또는 교체하는 경우에는 고효율 변압기로 설치</li> </ul>
	간선 및 동력설비 <ul style="list-style-type: none"> <li>전동기에는 역률개선훁 콘덴서를 전동기별로 설치하고 간선의 전압강하는 대한전기협회가 정한 규정을 준수</li> </ul>

자료 : 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)



총 에너지절감률은 평가기준주택 대비 평가대상주택의 난방, 급탕, 전력부하를 담당하기 위해 사용되는 에너지를 합한 총 에너지사용량의 절감률로 평가하며, 총 이산화탄소 저감률은 총 에너지사용량 절감에 따른 총 이산화탄소 저감률로 평가한다.

#### ④ 인센티브 및 기타

에너지절약형 친환경주택의 건설기준 에서는 총 에너지절감률에 따라 취득세를 감면해주는 형식으로 인센티브를 지급하고 있으며, 에너지 절감률이 45% 이상이어야만 인센티브를 받을 수 있다. 에너지 절감률에 따라 취득세를 5%~15%까지 감면 받을 수 있다.

〈표 2-28〉 에너지절약형 친환경주택의 건설 기준 인센티브

구분	기준		
총 에너지 절감률	45% 이상	50% 이상	55% 이상
취득세 감면	5%	10%	15%

자료 : 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)

## 6) 건강친화형 주택건설

### ① 개요

건강친화형 주택이란 오염물질이 적게 방출되는 건축자재를 사용하고 환기 등을 실시하여 새집증후군 문제를 개선함으로써 거주자에게 건강하고 쾌적한 실내환경을 제공할 수 있도록 일정수준 이상의 실내공기 질과 환기성능을 확보한 주택으로서 의무기준을 모두 충족하고 권장기준 중 2개 이상의 항목에 적합한 주택<sup>27)</sup>을 말한다. 건강친화형 주택건설 인증제도는 건강친화형 주택건설기준을 법적근거로 하며, 500세대 이상의 주택건설사업을 시행하거나 500세대 이상의 리모델링을 하는 주택에 대하여 적용한다.

### ② 운영주체 및 체계

사업주체는 주택건설 성능기준에 대한 시험성적서를 KOLAS 인정기관에서 발급받아야 하며, 이는 3년까지 인정받을 수 있다. 국토부에서는 2016년 1월 1일 기준으로 매3년이 되는 시점(매 3년째의 12월 31일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

처리절차는 설계안검토> 대한제시> 설계반영 > 최종검토/협의 > 도서접수 > 담당자검토 > 승인권자 허가 > 현장교육 및 공중별 확인

### ③ 인증 기준 및 등급체계

주택적용기준은 6개의 의무기준과 4개의 권장기준으로 나누어진다. 의무기준으로는 친환경 건축자재의 적용, 공사 완료 후 입주자가 입주하기 전에 플러쉬아웃(Flush-out) 또는 베이킹아웃(Bake-out) 실시, 적합한 단위세대의 환기성능을 확보, 설치된 환기설비의 정상적인 성능 발휘 및 운영 여부를 확인, 입주 전에 설치하는 친환경 생활제품의 적용, 건축자재, 접착제 등 시공·관리기준 준수가 있으며, 권장기준으로는 흡방습·항균 건축자재 적용, 흡착건축자재 적용, 항곰팡이 건축자재 적용 등이 있다.

27) 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)

## 7) 기타

### ① 범죄예방 환경설계(CPTED) 인증제도

범죄예방 환경설계인증제도는 범죄를 예방하고 안전한 생활환경을 조성하기 위하여 건축물, 건축설비 및 대지에 대한 범죄예방 기준을 정하는 것을 목적으로 하며, 건축법 및 건축법 시행령을 기반으로 하고 있다.

사업계획승인과 사업시행인가 신청 전에 검토를 신청해야 하며, 건축법 시행령에 따라 세대수가 500세대 이상인 주택단지를 대상으로 한다.

공통적으로 접근통제, 영역성 확보, 활동의 활성화, 조정, 조명, 폐쇄회로 텔레비전에 대해 평가하며, 세부적으로는 아파트, 단독주택·다세대주택·연립주택, 문화 및 집회시설·교육시설·노유자시설·수련시설·오피스텔, 일용품 소매점, 다중생활시설 등 용도별로 구분하여 기준을 적용하고 있다.

〈표 2-29〉 범죄예방 공통기준

기준	내용
접근통제의 기준	보행로는 자연적 감시가 강화되도록 계획
영역성 확보의 기준	공적공간과 사적공간의 위계를 명확하게 설계
활동의 활성화 기준	외부 공간에 설치하는 운동시설, 휴게시설, 놀이터 등의 시설은 상호 연계
조정 기준	수목은 사각지대나 고립지대가 발생하지 않도록 식재
조명 기준	출입구, 대지경계로부터 건축물 출입구까지 이르는 진입로 및 표지판에 조명시설 계획
폐쇄회로 기준	폐쇄회로 텔레비전 안내판의 설치

자료 : 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)

## ② 장애물 없는 생활환경 인증제도

장애물 없는 생활환경 인증제도는 장애인들이 대상시설을 안전하고 편리하게 이용할 수 있도록 편의시설의 설치 및 운영을 유도하고 대상 시설에 대하여 장애물 없는 생활환경을 인증하는데 목적이 있다. 인증은 예비인증과 본인증으로 나누어지고, 제도적, 재정적 지원을 받거나 의무취득대상인 경우 사전 신청이 가능하다.

인증기준은 국가나 지방자치단체가 신축하는 청사, 문화시설 등의 공공건축물 및 공중이용시설 중 대통령령으로 정하는 시설을 대상으로 하며, 신축 건물은 의무적으로 인증을 받아야 한다. 국토교통부와 보건복지부가 공동으로 운영하고 있어 2년간 교대로 인증운영위원회를 담당하여 업무를 진행한다.

지역, 도로, 공원, 여객시설, 건축물, 교통수단으로 나누어 인증지표 및 기준을 고시하고 있으며, 인증 점수에 따라 최우수, 우수, 일반으로 등급이 나누어지고, 장애인, 노인, 임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률 제7조에 따른 대상시설 인증기준의 항목별 최소기준이상을 충족하지 않는 경우에는 인증등급을 부여하지 않는다.

〈표 2-30〉 장애물없는 생활환경 인증 등급

등급	등급기준
최우수 등급	인증기준 만점의 90% 이상
우수 등급	인증기준 만점의 80%이상 90% 미만
일반 등급	인증기준 만점의 70%이상 80%미만

자료 : 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)

현재 제도와 관련한 인센티브나 혜택이 없어 참여가 저조한 상황이며, 본인증까지 받은 건축물 수가 예비인증만 받은 건축물 수의 절반밖에 되지 않는다. 또한, 본인증 기간이 만료된 이후 연장 신청을 한 건축물은 약 35%밖에 되지 않는다. 제도의 활성화를 위해 인증 시 인센티브 제공 방안과 제도 홍보방안에 대해 고민할 필요가 있다.

### 3. 국내 녹색건축 지원센터

#### 1) 중앙의 녹색건축 지원센터

##### ① 한국감정원 지역건축센터

한국감정원 지역건축센터는 2006.01 주택성능등급 인정업무를 시작하였으며, 2013.06 지역건축센터로 지정되었다. 건축물 에너지 정보, 건축물 특성 정보 등을 통합하여 관리하고 있다. 건축물 에너지·온실가스 정보체계의 운영 기관으로도 지정되어 녹색건축 실무를 기반으로 한 녹색정보와 보유중인 부동산 가치 및 특성정보를 연계하여 정부의 녹색건축물 조성을 위한 정책 시행을 위한 업무를 진행하고 있다.

〈표 2-31〉 업무연혁

일자	내용
2006.01	주택성능등급인정센터 지정 - 주택건설기준 등에 관한 규정 제5조제3항
2012.07	친환경건축물 인증기관 지정 - 친환경건축물 인증에 관한 규칙 제3조제6항
2013.06	지역건축센터 지정 - 녹색건축물 조성 지원법 제23조, 시행령 제15조제15항
2013.09	건축물 에너지절약계획서 검토기간 지정 - 녹색건축물 조성 지원법 제14조제2항, 시행규칙 제7조제2항
2013.10	친환경주택 성능평가 검토기관 지정 - 주택건설기준 등에 관한 규정 제64조제3항
2013.11	건축물에너지·온실가스 정보체계 운영기관 지정 - 녹색건축물 조성 지원법 제10조제6항
2014.01	건축물 에너지효율등급 인증기관 지정 - 녹색건축물 조성 지원법 제17조 - 건축물 에너지효율등급 인증에 관한 규칙 제4조제6항
2014.12	장수명주택 인증기관 지정 - 녹색건축물 조성 지원법 제16조제2항 - 주택건설기준 등에 관한 규정 제65조제4항
2015.03	공동주택 결로방지 성능평가 기관 지정 - 공동주택 결로 방지를 위한 설계기준

자료 : 한국감정원 지역건축센터 홈페이지(<http://green.kab.co.kr/>)

센터는 녹색에너지 정보운영부, 녹색건축인증부, 에너지평가인증부, 녹색건축연구소, 결로방지 성능평가단, 장애물 없는 생활환경인증단, 건물부문 온실가스 배출권 거래제 지원단으로 구성되어 있으며, 인증의 종류에 맞춰 부서가 나뉘어져 인증 및 정보수집 등의 업무를 진행하고 있다.

<그림 2-6> 한국감정원 지역건축센터 원스톱 통합서비스



자료 : 한국감정원 지역건축센터 홈페이지(<http://green.kab.co.kr/>)

한국감정원 지역건축센터는 원스톱(One-Stop) 통합서비스를 제공하고 있으며, 건축물의 온실가스 배출량 및 에너지사용량과 관련된 건물단위 에너지통합관리시스템을 운영하고 있다. 녹색건축 인증과 관련하여 녹색건축 인증, 건축물 에너지효율등급 인증, 장수명주택 인증, 결로방지 성능평가, 에너지 절약계획서 검토, 친환경 주택성능평가 검토 등의 업무를 진행하고 있다.

<그림 2-7> 한국감정원 지역건축센터 원스톱 통합서비스



자료 : 한국감정원 홈페이지(<http://www.kab.co.kr/>)

또한, 내 건축물에 필요한 인증제도 검색이 가능하도록 하여 많은 인증제도 중 어떤 인증제도를 받아야 하며 이에 따른 인센티브가 어떻게 제공되는지 등에 대한 정보를 손쉽게 전달하고 있다는 특징이 있다.

## ② LH 지역건축센터

LH 지역건축센터는 2002.01 국내 최초로 친환경건축물 인증기관(현, 녹색건축 인증기관)으로 지정받아 업무를 시작하였으며, 건축설비에 대한 국내 정책기관이 부족하다는 국토부의 판단 아래 2016.11 지역건축센터로 지정되어 녹색건축물 설비제도 운영지원, 제도개선의 전문성 확보 등의 업무를 수행하고 있다.

LH 지역건축센터는 설비분야별 전문가로 구성된 ‘녹색건축설비제도 지원반’을 신설·운영하고, 산학연 이해관계자별, 각 설비분야별 외부전문가로 구성된 ‘분과 소위원회’와 ‘전문위원회’를 통해 전문성과 공정성을 확보하고 있다. 또한, 건축법 시행규칙 등 설비분야 현행 법령 및 제도의 문제점을 분석 및 기준 선진화를 위한 관련 연구과제도 수행하고 있다.

〈표 2-32〉 업무연혁

일자	내용
2002.01	친환경인증제도 시행 친환경건축물(녹색건축)인증 기관으로 지정
2006.01	주택성능등급제도 시행 주택성능등급인증 기관으로 지정
2007.03	BF인증제도 시행
2007.09	BF인증 기관으로 지정
2009.10	친환경주택성능평가 기관으로 지정
2010.12	건축물에너지 효율등급인증 기관으로 지정 친환경주택 성능평가 기관으로 지정
2014.12	장수명 주택 인증제도 시행 장수명 주택인증 기관으로 지정
2015	결로방지성능평가 기관으로 지정
2016.11	국토교통부 고시 지역건축센터 지정

자료 : lh 지역건축센터 홈페이지(<https://ecohouse.lh.or.kr/>)



LH 지역건축센터는 녹색건축과 관련된 인증 중 6가지 종류에 대해 Total 인증서비스를 제공하고 있다. 또한, 각 인증의 의의와 목적, 관련 법규, 견적, 인증과정 등에 대해 상세히 안내하고 있어 손쉽게 인증제도에 대한 정보를 얻을 수 있다.

인증분야의 전문화된 인력을 바탕으로 녹색건축 인증, 건축물 에너지효율 등급 인증, BF(Barrier Free) 인증, 장수명주택 인증, 에너지절약형 친환경주택평가, 결로방지성능평가 등의 업무를 진행하고 있다. 6개 건축물 인증평가 분야에서 공공성을 기반으로 한 공익적 역할과 제도의 차질 없는 수행을 위해 통합적 업무를 진행하고 있다.

<그림 2-8> LH 지역건축센터 인증업무 종류



자료 : lh 지역건축센터 홈페이지(<https://ecohouse.lh.or.kr/>)

또한, 2017년에는 그린리모델링 사업자 맞춤형 교육을 실시하고 있다. 실무교육은 그린리모델링 이차지원사업의 소개, 사업자관리시스템 활용방안, 기존 건축물 에너지시뮬레이션 평가방법·이자 지원사업 온라인 신청요령 등으로 나누어 진행된다. 실무교육을 통해 사업자의 전문능력 향상과 그린리모델링 사업의 시장확대를 통한 새로운 일자리 창출을 도모하고 있다.

### ③ LH 그린리모델링 창조센터

LH 그린리모델링 창조센터는 정부의 제2차 공공기관 기능정상화 대책에 따라 한국시설안전공단에서 LH로 옮겨지면서 2015.12에 개원하였다. 쾌적하고 건강한 거주환경을 제공하기 위하여 에너지 효율을 높이고 온실가스 배출을 낮추어 기존 노후 건축물의 가치를 향상시키는 것을 목적으로 하고 있으며, 국내 690만동에 달하는 건축물에 대한 그린리모델링 사업을 총괄하고 있다.

LH 그린리모델링 창조센터에서는 그린리모델링 지원사업, 그린리모델링 이자지원사업, 그린리모델링 사업자 등록, 그린리모델링 R&D 연구 등 그린리모델링과 관련된 다양한 업무를 진행하고 있다.

<그림 2-9> 그린리모델링 지원사업



자료 : lh 그린리모델링 창조센터 홈페이지(<http://www.greenremodeling.or.kr/>)

### ④ 한국건설기술연구원 지역건축센터

한국건설기술연구원의 지역건축센터는 2012 녹색건축한마당 행사에서 국토해양부로부터 지역건축센터로 지정되었다. 녹색건축 인증제도 기술기준 및 세부지침을 개발하는 녹색건축 기준부문과 녹색건축 인증 관련 실적관리 업무 등을 담당할 녹색건축 운영부문으로 나누어 구성되어있다.

한국건설기술연구원 지역건축센터는 저탄소 녹색건축 기준 및 지침 등 녹색건축제도 개발, 녹색건축제도 확산을 위한 인증기관 및 국내외 관련기관과의 기술·정보교류, 인증기관 인증평가결과 검토·확인 및 대정부 지원, 친환경 건축물 인증운영위원회 위탁운영 등의 업무를 수행하고 있다.

### ⑤ 건축도시공간연구소 지역건축센터

건축도시공간연구소 지역건축센터는 2013년 녹색건축법 시행과 더불어 지역건축센터로 지정되었다. 기존에 진행해왔던 녹색건축 관련 정책연구는 에너지절약 및 온실가스감축 방안 등 기후변화 완화를 위한 연구가 대부분이었으나 지역건축센터로 지정된 이후 기후변화 적응을 위한 건축·도시분야의 정책연구로 분야를 확장하였으며, 신재생에너지 설비 등의 신기술 적용 시 기존의 법·제도와 충돌되거나 기준이 없어 혼란이 발생하는 경우를 대비한 기초연구를 진행하고 있다.

또한, 녹색건축을 다루는 유일한 국무총리실 산하 국책연구기관으로 타 지역건축센터와는 달리 녹색건축 정책과 계획수립에 집중하고 있다. 제1차 녹색건축물 기본계획 수립을 시작으로 충청남도, 세종특별자치시 등의 녹색건축물 조성계획을 수립하였으며, 지자체의 원활한 계획 수립 지원을 위해 지역 녹색건축물 조성계획 수립 매뉴얼을 제작·배포하였다.

정책연구 이외에도 5개 지역건축센터가 운영하는 녹색건축 포럼에서 ‘건물에너지데이터 활용 방안’을 주제로 데이터 구축범위 확장과 정보구축을 통한 건물이용행태개선 및 자발적 성능개선 유도방안에 대한 학술적 정보 및 의견을 교류하고 있다. 녹색건축한마당 행사에서는 ‘녹색건축 신산업의 현재와 미래’라는 주제로 전시 및 세미나를 개최하기도 하는 등 녹색건축과 관련한 인식향상 및 정보교류, 관심도 향상 등을 위해 노력하고 있다.

### ⑥ 한국시설안전공단 국가녹색건축사업센터

한국시설안전공단 국가녹색건축사업센터는 2011.06 국토해양부, 녹색성장위원회, 국가건축정책위원회가 공동으로 주최한 제2회 녹색건축 한마당에서 국가녹색건축사업센터로 지정받아 업무를 시작하였다. 건축·토목시설물의 안전관리를 주요 분야로 하며, 신축건축물과 기존 건축물의 효율적인 에너지 활용 측면에 대해서도 업무를 수행하고 있다.

## 2) 민간의 녹색건축 지원센터

### ① 한국 교육·녹색 환경연구원

한국교육녹색환경연구원은 교육환경 및 녹색건축을 전문적, 체계적, 종합적으로 연구 개발하고 선진 교육환경을 도입, 연구, 보급함으로써 교육환경 및 에너지·녹색건축의 향상발전에 기여하기 위해 설립된 단체로, 녹색건축인증 외에도 에너지절약계획서 검토, 내진안전진단, 교육시설 연구 및 정책연구 등 안전 및 에너지와 관련하여 다양한 분야에 있어 연구와 사업을 진행하고 있다.

<그림 2-10> 한국 교육·녹색 환경연구원 목표



자료 : 한국 교육·녹색 환경연구원 홈페이지(<http://www.kisee.re.kr/>)

녹색건축과 관련해서는 인증사업으로 녹색건축인증, 장수명주택인증, 에너지절약계획서, 건축물에너지 효율등급에 대해 진행하고 있으며, 연구사업으로 그린스쿨 기본계획 연구, 교육환경 및 에너지·녹색학술 연구를 진행하고 있다. 인증사업을 진행하는 것은 타 인증기관과 같지만, 교육과 녹색건축을 결합한 사업 및 연구를 진행하고 있다는 점에서 다른 기관과의 차별성이 있다.

## ② 한국그린빌딩협의회

한국그린빌딩협의회는 2000.04에 창립되었으며, 2006.09 판매, 숙박시설에 대한 친환경 건축물 인증기준 시행을 시작으로 현재까지 녹색건축 관련 인증을 진행하고 있다.

녹색건축 인증을 중심으로 업무가 진행되어 인증센터(장수명주택인증본부, 녹색건축인증본부, 에너지본부), 사무국, 분과위원회로 구성되어 있고, 인증제도는 녹색건축인증과 장수명주택인증을 진행하고 있다. 한국그린빌딩협의회는 녹색건축 인증제도의 연구 및 개발, 그린빌딩전문가 양성, 그린빌딩산업기술의 보급 등을 통해 녹색건축 문화의 확산을 위해 노력하고 있다.

한국그린빌딩협의회 인증센터는 그린빌딩 관련 사업 및 연구실적이 있어 전문성이 확보된다는 점과 인증본부 별도 운영으로 인한 신속한 심사, 협력사 데이터 활용을 통한 객관성 확보 등의 장점이 있다는 점에서 타 인증센터와의 차별성을 가지고 있다.

## ③ 한국환경건축연구원

한국환경건축연구원은 2004.04에 개원하였으며, 지속가능한 건축도시 연구개발을 목표 및 비전으로 하고 있다. 녹색건축 관련 인증제도는 녹색건축 인증, 장수명주택 인증, 건축물에너지효율등급 인증, 지능형건축물 인증, 결로방지 성능평가, 에너지절약계획서(EPI)가 있으며, 그 외 에너지복지사업, 그린리모델링 사업, 에너지/환경성능 분석 연구 등 녹색건축 관련 사업과 연구도 진행하고 있다.

녹색인증센터가 연구원 구성에 있어 큰 부분을 차지하긴 하지만, 인증 업무가 주가 되는 것은 아니며, R&D 사업단, 건강복지생활환경센터 등과 함께 환경친화적인공간에 대해 다방면으로 연구하고 있다.

한국환경건축연구원은 연구, 실험, 인증, 세미나, 강연 등 환경과 관련된 다양한 분야에서 활동하고 있으며, 환경과 관련하여 활동한 여러 결과물을 융합하여 활용할 수 있다는 큰 장점을 지니고 있다. 또한, 40여명에 달하는 연구위원회를 조직하여 전문성을 확보하였다.

〈그림 2-11〉 한국환경건축연구원의 운영 및 역할



자료 : 한국환경건축연구원 홈페이지(<http://www.kriea.re.kr/>)

#### ④ 패시브제로에너지건축연구소

패시브제로에너지건축연구소는 사단법인 한국건축친환경설비학회 부설로 2010년에 개원하였으며, 국내 패시브하우스의 보급 확대를 위한 관련 전문가 교육, 건축물의 에너지 절감을 위한 관련 기술 개발을 목표로 하고 있다.

인증업무로는 PHI인증, PZ창호인증, PZ환기인증, PZ구조체인증을 진행하고 있으며, 다른 인증기관과는 달리 건축 설비 및 요소에 대한 인증에 집중하고 있다. 그 외 패시브제로에너지건축 관련 전문가 양성 교육, 컨설팅 등을 진행하고 있다.

〈그림 2-12〉 패시브제로에너지건축의 목표



자료 : 패시브제로에너지건축연구소 홈페이지(<http://www.ipazeb.org/>)

지역, 민간 및 공공기관과 협력하여 패시브제로에너지건축 보급 및 기술지원, 기술 세미나 및 워크숍 개최, 패시브제로에너지건축 기술확산을 위한 자재 기준 및 성능 기준 연구 등 패시브제로에너지건축의 인식도 향상 및 보급을 위해 전문성을 확보하여 활동하고 있다는 장점이 있다.

##### ⑤ 한국패시브건축협회

한국패시브건축협회는 2009년에 창립되었으며, 건축물에 고효율, 에너지 절약설계기법을 도입한 패시브건축물을 일반 대중에게 교육, 보급하기 위해 설립되었다.

녹색건축 인증과 관련해서는 협회소속의 시공사에서 시공하는 목적물에 대해 자체 건축물에너지 인증을 진행하고 있으며, 녹색건축 관련 인증업무 외에도 패시브건축 시공기술 보급, 법령제도·시책에 관한 조사 및 연구, 설계 및 시공 관련 자료집 발간 등 패시브건축의 보급화를 위해 노력하고 있다.

### 제3절 녹색건축 관련 경기도정책

#### 1. 기타 경기도 관련 정책

##### 1) 2030 국가온실가스 감축 기본로드맵

2030 국가온실가스 감축 기본로드맵은 30년 국가온실가스를 BAU<sup>28)</sup> (Business As Usual) 대비 37%를 감축하는 것으로 목표를 설정하였으며, 효율적으로 목표를 달성하기 위한 이행방안을 도출하였다. 기본로드맵에 따르면, 전환(발전) 부문에서 64.5백만톤으로 가장 많이 감축할 예정이며, 그 다음으로 산업부문에서 56.4백만톤을 감축할 예정이다. 건물부문은 35.8백만톤, 에너지 신산업 부문은 28.2백만톤, 수송 부문은 25.9백만톤<sup>29)</sup>을 각각 감축할 예정이다.

이 중 산업부문은 국가 경제 전반에 영향을 미칠 수 있기 때문에 감축량을 12% 이내로 고려<sup>30)</sup>하였다. 중앙정부에서는 기본로드맵을 바탕으로 국내의 상황과 국제 시장의 동향 등을 고려하여 수정·보완하여 2020년까지 매년 이행로드맵을 발표할 예정이다.

경기도는 우리나라의 축소판이라고 불리울 만큼 전국의 특징을 다 담고 있고 산업부문과 발전부문이 차지하는 건축물 용도 비율이 높기 때문에 중앙정부 기준을 고려하여 경기도내 에너지감축량을 도출할 필요가 있다. 또한, 에너지 저감에 대한 중요성이 높아지는 만큼 에너지 저감 건축을 통해 경기도의 발전 기회의 활용할 수 있다.

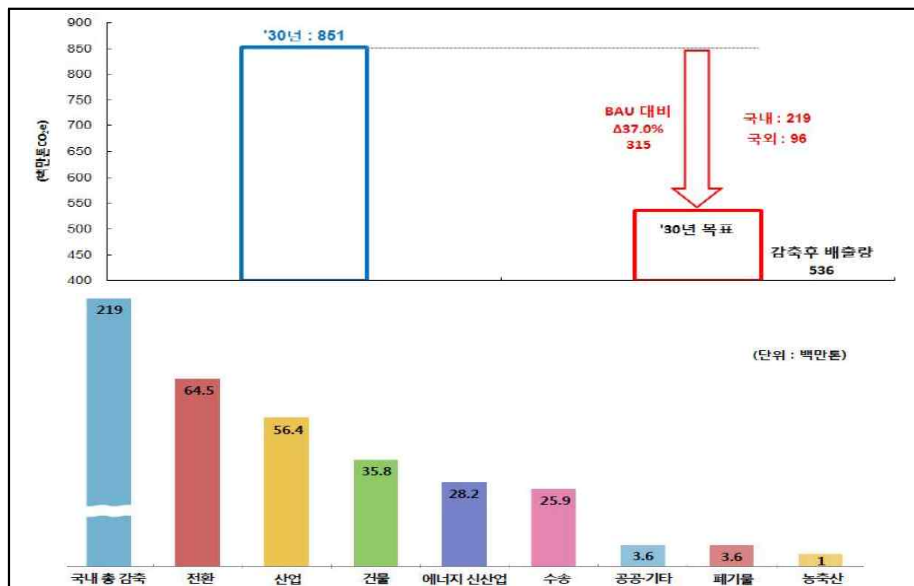
28) 이강원, 손호웅(2016), 『지형 공간정보체계 용어사전』, 구미서관. 온실가스 감축을 위한 인위적인 조치를 취하지 않을 경우 배출이 예상되는 온실가스의 총량이다. 2030년 BAU는 의도적인 감축 노력을 하지 않고 지금 추세로 진행할 때 2030년 배출될 온실가스의 총량을 뜻한다. 경제성장률, 국제 유가, 에너지효율 같은 온실가스 배출 관련 요인은 감안한 것이다.

29) 국가발표안(2016), 신기후체제 출범에 따라 효율적 기후변화대응을 위한 국가차원의 중장기 전략과 정책방향 제시

30) 국가발표안(2016), 신기후체제 출범에 따라 효율적 기후변화대응을 위한 국가차원의 중장기 전략과 정책방향 제시



<그림 2-13> 2030 국가온실가스 감축 기본로드맵(위: 감축목표, 아래: 부문별 감축량)



자료 : 국가발표안(2016), 신기후체제 출범에 따라 효율적 기후변화대응을 위한 국가차원의 중장기 전략과 정책방향 제시

## 2) 제2차 녹색성장 5개년 계획(2014-2018)

제2차 녹색성장 5개년 계획은 ‘저탄소 녹색성장 기본법 시행령 제4조’에 의해 수립되었으며, 정부는 녹색성장 국가전략을 효율적·체계적으로 실행하기 위해 5년마다 5개년 계획을 수립<sup>31)</sup>하고 있다.

제2차 녹색성장 5개년 계획에서는 경제와 환경의 조화로운 발전을 통한 국민행복 실현을 비전으로 하고 있으며, 이를 위한 3대 목표(저탄소 경제·사회 구조의 정착, 녹색기술과 ICT의 융합을 통한 창조경제 구현, 기후변화에 안전하고 쾌적한 생활기반 구축)와 5대 정책방향을 수립하였다. 제2차 계획은 제1차 계획의 성과평가를 통해 성과와 시사점을 도출하였으며, 자문위원의 평가를 통해 신뢰성과 객관성을 확보하여 제2차 계획 수립 시 필요한 내용을 도출하였다. 현실적으로 시행하기 어려운 부분이 있었던 제1차 계획의 단점을 보완하고, 산업분야, 생활분야에서의 녹색건축에 대해 고민하였다는 특징이 있다.

31) 관계부처 합동(2014), 제2차 녹색성장 5개년 계획

〈표 2-33〉 제2차 녹색성장 5개년 계획(2014-2018)

비전	3대 목표	5대 정책방향	건축분야 핵심사업
경제와 환경의 조화로운 발전을 통한 국민행복 실현	저탄소 경제·사회구조의 정착	효과적 온실가스 감축	· 건물부문 에너지효율 개선 및 정보 공개 · 건축물 내 각종 기기의 에너지 효율 개선 · 건축물 Non-CO <sub>2</sub> 온실가스(냉매 등)사용 저감 및 관리 강화
	녹색기술과 ICT의 융합을 통한 창조경제 구현	지속가능한 에너지 체계 구축	· 발전소 입지 분산 · 자가발전 설치 유도
		녹색창조산업 생태계 조성	· 자원순환형 산업단지 조성 · 친환경 에너지타운 조성 · 녹색 전문인력 양성
	기후변화에 안전하고 쾌적한 생활기반 구축	지속가능 녹색사회 구현	· 생태휴식공간의 확충 · 한국형 스마트 녹색도시 모델 개발 지원
		글로벌 녹색협력 강화	·

자료 : 관계부처 합동(2014), 제2차 녹색성장 5개년 계획

### 3) 제2차 에너지기본계획(2014-2035)

에너지기본계획은 ‘저탄소녹색성장기본법 제41조’, ‘에너지법 제10조 제1항’을 근거로 하고 있으며, 20년을 계획기간으로 5년마다 수립하고 있다. 2014년에 제2차 에너지기본계획이 수립되었으며, 에너지 관련 분야의 모든 내용을 담고 있는 종합계획이다.

6대 중점과제(수요관리 중심의 에너지 정책전환, 분산형 발전 시스템 구축, 에너지 정책의 지속가능성 제고, 에너지 안보 강화, 원별 안정적 공급체계 구축, 국민과 함께하는 에너지 정책)를 선정하였으며, 민간참여를 강조하고 수요관리형 정책을 중점적으로 도출하였다는 점에서 의의가 있다.

또한, 구체적 목표보다는 정책비전을 담은 기본계획으로 수립 주기가 길어 정책여건의 수시변화에 대한 빠른 대처가 어렵다. 하부계획들이 기본계획의 비전과 기본원칙을 존중하는 선에서 수립 당시의 여건변화를 반영할 수 있도록 다른 정책과의 정합성을 고려하였다는 특징을 지니고 있다.

#### 4) 경기도 에너지비전 2030

경기도 에너지비전 2030은 2015년 6월 15일에 발표된 경기도 에너지 자립 계획이다. 전문가뿐만 아니라 ‘경기도, 시·군이 함께하는 1박2일 상생협력 토론회’를 통한 도내 31개 시군의 시장·군수와의 협의를 거쳐 수립되었다.

에너지비전 2030에서는 2014년 기준 29.6%인 전력자립도를 2030년까지 70%로 향상 및 2014년 기준 전력생산량의 6.5%인 신재생에너지 생산량을 20%로 향상, 에너지 효율 개선 및 신재생에너지 투자를 통한 20조 규모의 에너지 신산업 시장 선도, 일자리 15만개 창출 등을 비전으로 설정하였다. 이를 위해 3대 혁신전략(도민과 기업이 함께하는 에너지효율 혁신, 안전하고 깨끗한 에너지생산 혁신, 정보통신기술과 융합한 에너지 신산업 혁신)을 도출하였다. 신재생에너지가 차지하는 에너지 분담률 향상을 통해 2030년까지 수명연장 논의가 필요한 노후원전 11기 중 7기를 대체하는 효과<sup>32)</sup>를 볼 수 있을 것이라고 판단하고 있다.

에너지비전 2030은 정보통신기술과 융합된 미래형 신산업단지 조성을 도모함으로써 경기도에서 미래 녹색산업을 선도할 기회를 확보하였고, 주민과 이익을 나누는 신재생 에너지타운 조성을 통해 도민의 참여 및 관심도 향상을 도모하였다는 점에서 의의가 있다.

〈표 2-34〉 경기도 에너지비전 2030

3대 혁신	관련 실행사업
도민과 기업이 함께하는 에너지효율 혁신	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 건물과 공장, 주택, 농장 등 1만개의 지붕을 태양광 발전소로 조성</li> <li>· 도내 각지에 신재생 에너지타운, 에너지 자립마을 100개 조성</li> <li>· 주민과 이익을 나누는 신재생 에너지타운 조성</li> <li>· 공공청사의 에너지자립 건물화</li> </ul>
안전하고 깨끗한 에너지생산 혁신	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 태양광·연료전지·열병합 등 에너지 생산 확대</li> <li>· 경기북부에 에너지 신산업클러스터를 조성</li> <li>· 에너지 저장장치 등 에너지 신산업 육성</li> </ul>
정보통신기술과 융합한 에너지 신산업 혁신	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 판교와 제2판교를 사물인터넷(IoT)과 에너지기술이 결합된 미래형 에너지 혁신허브로 조성</li> </ul>

32) 아리랑저널, 2030 에너지비전 (<http://www.ajl.co.kr/?c=1/7&uid=4507>)

## 2. 경기도 녹색건축 조성계획 및 설계기준

### 1) 경기도 녹색건축물 조성계획 수립

#### ① 배경 및 필요성

우리나라의 경우 2009년 제15차 기후변화협약 당사국총회에서 2020년까지 BAU<sup>33)</sup>대비 IPCC의 개발도상국 권고 최고 수준인 30% 감축 목표<sup>34)</sup>를 발표하였다. 경기도 또한 과거에 비해 집중호우 일수가 크게 증가하였으며, 이로 인해 피해가 많이 발생<sup>35)</sup>하고 있다. 이런 세계적인 목표 및 경기도의 변화하는 현황에 따라 경기도 녹색건축물의 조성 및 확산을 위해 경기도 녹색건축물 조성계획이 수립되었다.

<그림 2-14> 지능형건축물 인증제도 운영 체계



자료 : 국가발표안(2011), 2020 저탄소녹색사회 구현을 위한 로드맵

#### ② 비전 및 전략

경기도의 현황과 관련 계획, 녹색건축물 기본계획을 토대로 앞서가는 녹색건축물 조성으로 “품격 있고, 살고 싶은 생태경기 구현”을 비전으로 설정하였으며, “품격 있고, 살고 싶은 생태경기 구현”이라는 비전아래 경기도 맞춤형 녹색건축물 조성 지원체계 구축, 기존건축물의 지속가능한 에너지효율 개선

33) 국민 경제의 통상적 성장관행을 전제로 유가변동, 인구변동, 경제성장률 등에 따라 영향을 받은 미래의 온실가스 배출전망치

34) 경기도(2015), 『경기도 녹색건축물 조성계획』, 수원: 경기도

35) 경기도(2015), 『경기도 녹색건축물 조성계획』, 수원: 경기도

, 녹색건축 산업육성을 통한 일자리 창출, 도민과 함께 만들어가는 경기도 녹색건축이라는 4대 추진전략과 10개의 실천과제를 모색하였다.

〈그림 2-15〉 온실가스 감축목표 설정방법



자료 : 경기도 녹색건축 조성계획

경기도 맞춤형 녹색건축물 조성 지원체계 구축을 통해 녹색건축물 조성지원법 조례 제정 및 녹색건축설계 기준과 가이드라인 마련하여 경기도가 앞장서는 녹색건축물 조성 기반 구축하고, 기존건축물의 지속가능한 에너지효율 개선을 통해 경기도 1·2기 신도시를 비롯하여 노후된 기존건축물의 에너지효율 개선을 위해 사업 및 그린모델링 지원한다. 녹색건축 산업육성을 통한 일자리 창출에서는 녹색건축물 보급 활성화를 위한 전문기업 및 전문인력을 육성하고, 녹색건축 저변을 통해 일자리 창출을 목적으로 하며, 도민과 함께 만들어가는 경기도 녹색건축을 통해 녹색건축에 관한 도민들의 공감대를 형성하고 다양한 교육과 홍보를 통해 도민인식을 제고하여 도민과 함께 경기도 녹색건축 구현하고자 하였다.

〈표 2-35〉 전략별 조성계획의 배경 및 목적

전략	배경 및 목적	세부사업계획
경기도 맞춤형 녹색건축물 조성 지원체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 지역 특성을 반영한 경기도 녹색건축 조성 기준 필요</li> <li>· 신축건축물의 녹색건축설계 기준 마련으로 녹색건축물 조성 유도</li> <li>· 공공건축물의 선도적인 역할 수행을 통해 민간건축물의 녹색건축화 유도</li> <li>· 저탄소녹색도시 조성을 통해 도시지역 온실가스 배출 최소화</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 경기도가 앞장서는 녹색건축물 조성 기반 마련 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 녹색건축물 조성 지원 조례 제정을 통한 정책 시행 체계 구축</li> <li>· 경기도 녹색건축설계기준 및 가이드라인 마련</li> <li>· 제로에너지 지향형 녹색건축물 조성 지원</li> </ul> </li> <li>2) 경기도 공공건축물의 녹색건축 선도 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 공공건축물의 녹색건축 활성화</li> <li>· 신·재생에너지 보급 활성화</li> </ul> </li> </ol>
기존건축물 의 지속가능한 에너지효율 개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 기존건축물 온실가스 감축 목표 달성을 위한 그린리모델링 필수</li> <li>· 기존건축물의 에너지효율 개선을 위한 방안 마련 필요</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 노후건축물 그린리모델링 활성화 지원 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 공공건축물 대상 그린리모델링 사업 추진 및 지원</li> <li>· 민간건축물 대상 그린리모델링 사업 지원</li> </ul> </li> <li>2) 기존건축물의 에너지 효율개선 지원 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 생활환경 개선을 위한 에너지 효율화 사업 지원</li> <li>· 민간자본을 활용한 에너지효율 개선 지원</li> </ul> </li> </ol>
녹색건축 산업육성을 통한 일자리 창출	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 녹색건축 전문기업 육성과 전문인력 양성</li> <li>· 태양광 발전사업 육성을 통해 지역경쟁력 확보</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 녹색건축 전문기업 육성 및 전문인력 양성 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 녹색건축 전문기업 및 전문인력 관리·지원 체계 구축</li> <li>· 녹색건축산업 기반구축을 위한 지역전문가 육성</li> </ul> </li> <li>2) 그린에너지 생산 및 거래의 활성화 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 그린에너지 생산과 거래 지원</li> </ul> </li> </ol>
도민과 함께 만들어가는 경기도 녹색건축	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 녹색건축에 대한 도민 인식 제고 필요</li> <li>· 도민과 함께하는 일상생활 속 녹색건축 확대</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 도민의 녹색건축 역량강화 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 도민과 함께하는 경기도 녹색건축세미나 개최</li> <li>· 경기도 우수 녹색건축물 지정 및 활용을 통한 인식제고</li> </ul> </li> <li>2) 생활밀착형 에너지 저감 기술매뉴얼 보급 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 에너지절약 행태개선을 위한 생활속 에너지절약 가이드북 제작 및 홍보</li> </ul> </li> <li>3) 노후주택 에너지 절감 프로젝트 추진 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 에너지장터를 활용한 에너지절감 프로젝트 추진</li> <li>· 에너지절감 설비 보급 확대</li> </ul> </li> </ol>

자료 : 경기도청 홈페이지(<http://www.gg.go.kr/>)

경기도(2015), 『경기도 녹색건축물 조성계획』, 수원: 경기도

### ③ 핵심전략사업

〈표 2-36〉 핵심전략사업

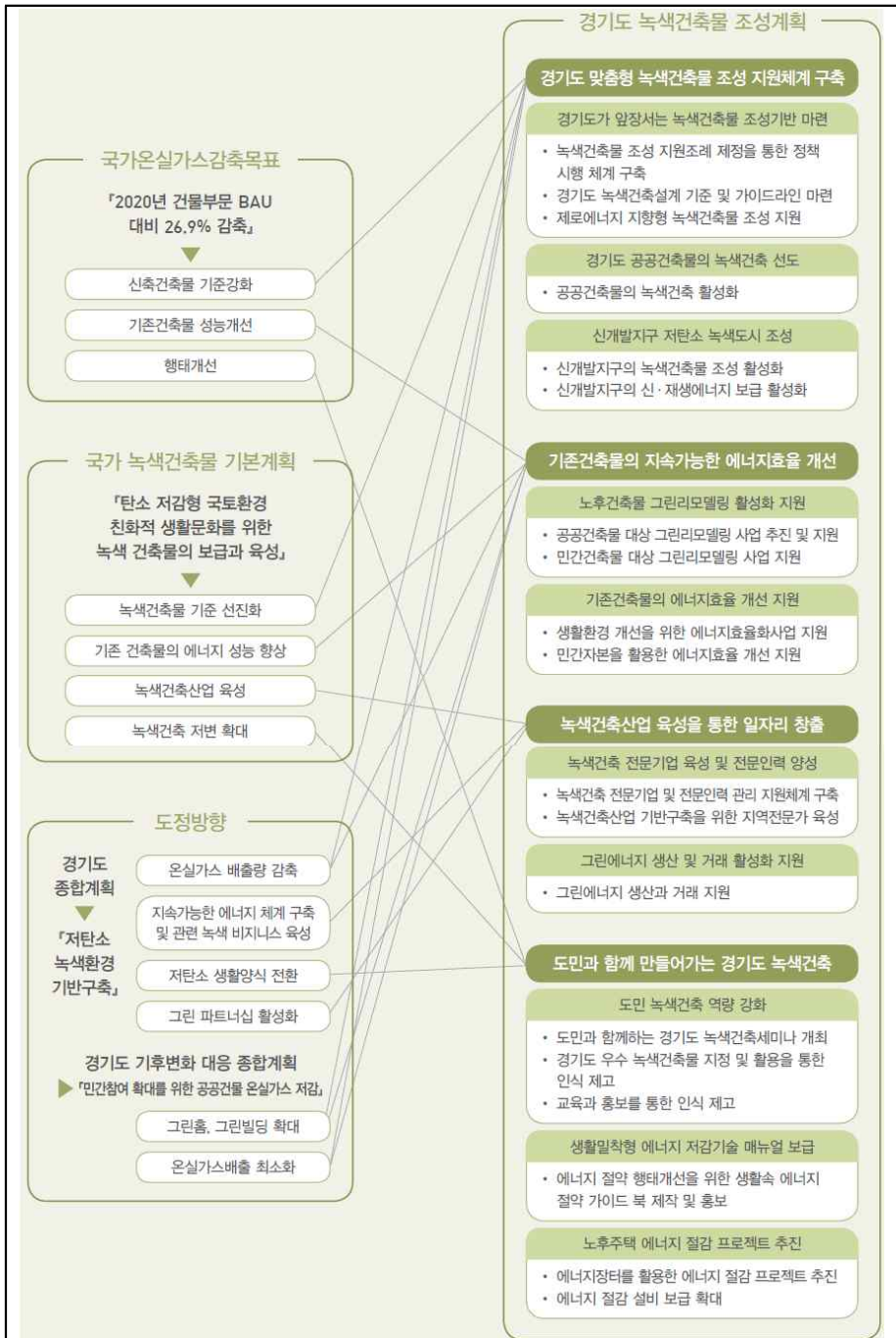
전략	배경 및 목적	세부사업계획
경기도 녹색건축물 조성 지원 기반 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 녹색건축물 조성계획 시행을 위한 정책 기반 마련이 필요</li> <li>· 경기도 특성을 고려한 녹색건축설계 기준 및 가이드라인을 제공함으로써 경기도 건물부문 온실 가스 감축목표 달성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 시군별 녹색건축물 조성 지원 조례 제정</li> <li>· 시군별 협의체 구성을 통한 녹색건축물 조성계획 실천</li> <li>· 녹색건축물 설계기준 마련</li> </ul>
노후건축물 그린리모델링 활성화 지원 사업	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 경기도의 구도심을 중심으로 1980년 말에 조성된 제1·2기 신도시에 지어진 건축물과 단열기준이 도입되기 전 사용승인을 받은 건축물이 다수 분포</li> <li>· 국가 녹색건축물 조성계획에서 할당한 경기도의 기존건축물 온실가스 감축목표량 달성을 위해 노후건축물의 에너지 성능개선 대책 마련이 필요</li> <li>· 노후건축물 및 에너지효율이 낮은 기존건축물을 대상으로 성능을 개선하고, 온실가스 배출량을 감축할 수 있도록 금융지원 및 정책지원이 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 노후건축물 대상 그린리모델링 시범사업 추진 및 확대</li> <li>· 민간건축물 대상 그린리모델링 사업 지원</li> </ul>
경기도 녹색건축지원센터 설립 및 운영	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 현재 경기도 내에는 녹색건축·건축·도시사업과 관련하여 다양한 주체의 의견을 반영하고 이를 능동적으로 대응할 수 있는 시스템 부재</li> <li>· 노후건축물을 대상으로 그린리모델링 사업을 진행하고, 군지역의 단독주택지, 도시지역의 아파트 등을 대상으로 한 주거환경 및 성능개선을 위한 정책지원 필요</li> <li>· 경기도 지역현황에 맞는 녹색건축지원센터 설립에 관한 장·단기적 정책 방향 수립 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 녹색건축지원센터 설립 및 운영방안 마련 연구</li> <li>· 녹색건축지원센터 설립 및 시범 운영</li> </ul>
녹색건축 역량 강화를 위한 교육사업	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 녹색건축에 대한 인식제고 및 역량을 강화하기 위해 관련 전문지식 및 정보 제공방안 마련과 도민들에게 녹색건축에 관한 학습의 기회제공이 필요</li> <li>· 녹색건축물 조성을 위한 도민들의 실천하고자 하는 의지와 자발적인 참여를 유도하기 위해 한 단계 발전된 교육프로그램 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 도민참여형 녹색건축세미나 추진 확대</li> <li>· 경기도 녹색건축물 체험기회 확대를 위한 차별화된 프로그램 도입</li> <li>· 녹색건축물 기초교육 프로그램 개발 및 적용</li> <li>· 전문인력 양성 교육 프로그램 지원</li> </ul>

〈표 계속〉





〈그림 2-17〉 경기도 방향과 추진전략과의 관계



자료 : 경기도 녹색건축 조성계획

## 2) 경기도 녹색건축 설계기준

경기도 녹색건축 설계기준은 2017년 9월부터 시행되었으며, 에너지 절감 및 온실가스 감축의 중요성이 대두됨에 따라 경기도 녹색건축물 조성계획 및 에너지비전 2030을 통한 온실가스 감축목표를 달성하기 위해 마련하였다. 에너지저감 및 온실가스 배출을 최소화할 수 있는 건축물 배치 및 대지활용계획, 건물형태와 단면계획, 외피 재료마감 계획, 창호계획 등 실제 녹색건축물의 설계 단계에서 적용하고 고려해야 하는 기술요소를 설명하고 안내하기 위한 가이드라인<sup>36)</sup>이다. 이를 통해 신축건축물에 대해 친환경, 에너지, 신재생에너지 부문의 설계 가이드라인을 제시함으로써 녹색건축물 조기 정착과 도민의 삶의 질 향상을 목적으로 하고 있다. ‘녹색건축물 조성 지원법’과 ‘경기도 녹색건축물 조성 지원 조례’를 근거로 하고 있으며, 적용 대상으로는 에너지절약 계획서 제출대상 건축물과 주택건설 사업계획 승인대상 공동주택이 있다. 건축물 규모에 따라서 4개 군으로 분류하며, 분류별로 차등적용 하고 있다.

〈표 2-37〉 녹색건축 설계기준 적용대상

분류	대상건축물	
	에너지절약계획서 제출대상	사업계획 승인대상 공동주택
1	연면적 합계 10만m <sup>2</sup> 이상 이거나 30층 이상인 건축물	-
2	연면적 합계 1만m <sup>2</sup> 이상인 건축물	500세대 이상인 공동주택
3	연면적 합계 3,000m <sup>2</sup> 이상인 건축물	500세대 이상인 공동주택
4	연면적 합계 3,000m <sup>2</sup> 미만인 건축물	-

자료 : 경기도청 홈페이지(<http://www.gg.go.kr/>)

경기도(2015), 『경기도 녹색건축물 조성계획』, 수원: 경기도

설계 기준은 친환경부문, 에너지부문, 신재생에너지부문에 나누어서 적용하고 있으며, 분야별 계획요소에 따른 권장·의무 적용 기준 관련 사항 및 요소에 대한 디자인 가이드라인 내용(계획 고려사항, 지역적 특성 고려사항등의 계획방법 및 산출방법)으로 구성되어 있다.

36) 경기도(2015), 『경기도 녹색건축물 조성계획』, 수원: 경기도

〈표 2-38〉 녹색건축 설계기준 및 국가기준

구분	국가기준	녹색건축설계기준
인증의무대상	<ul style="list-style-type: none"> <li>· [공공부문]</li> <li>· (녹색건축물인증) 연면적 3천㎡ 이상의 공공 건축물 → 일반등급</li> <li>· (에너지효율등급인증) 연면적 3천㎡ 이상의 공 공건축물 (업무시설)은 1등급 취득 의무</li> <li>· (공동주택)은 2등급 취득의무</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· [공공부문]</li> <li>· (녹색건축물인증) 연면적 3천㎡ 이상의 공공건축물 → 우수등급</li> <li>· (에너지효율등급인증) 연면적 3천㎡ 이상의 공공 건축물 (업무시설)은 1+ 등급 취득 의무</li> <li>· (공동주택)은 1등급 취득의무</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· [민간부문]</li> <li>· (녹색건축물인증) 주거용 건축물 1000세대 이상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· [민간부문]</li> <li>· (녹색건축물인증) 연면적 3천㎡ 이상의 비주거용 건축물 → 일반등급</li> <li>· (에너지효율등급인증) 500㎡ 이상 주거용 건축물 인증의무화</li> <li>· 연면적 3천㎡ 이상의 비주거용 건축물 인증의무화</li> </ul>
신재생에너지설비 의무설치기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 공공건축물 12% 이상 설치(2014)</li> <li>· 20%이상 설치(2020년 기준)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· (공공기관) 신축·증축·개보수 시 에너지 공급율의 18% 이상 의무화(2016년 기준)</li> <li>· 2020년 목표로 단계적 강화</li> </ul>

자료 : 경기도청 홈페이지(<http://www.gg.go.kr/>)

경기도(2015), 『경기도 녹색건축물 조성계획』, 수원: 경기도

### 3) 경기도 녹색건축물 인센티브

녹색건축물 조성지원법 제15조에 따라 건축물 에너지 효율등급 및 녹색건축 인증에 따라 건축기준(용적률, 높이)을 완화할 수 있고, 제로에너지 건축물 인증에 따라서도 건축기준(용적률, 높이)를 완화할 수 있다.

〈표 2-39〉 건축물 에너지효율등급 및 녹색건축 인증에 따른 인센티브

건축물 에너지효율등급 및 녹색건축 인증	최우수 (그린1등급)	우수 (그린2등급)
건축물 에너지효율 1+ 등급	9%	6%
건축물 에너지효율 1등급	6%	3%

자료 : 경기도청 홈페이지(<http://www.gg.go.kr/>)

경기도(2015), 『경기도 녹색건축물 조성계획』, 수원: 경기도

제로에너지 건축물은 건축물에너지 효율등급 인증 1++ , 에너지자립률 20% 이상이 되어야 제로에너지건축물 인증 등급을 받을 수 있으며, 건축물에너지 효율등급 인증은 1++ 을 획득하였으나 에너지자립률이 20% 미만인 경우는 최대 10% 완화할 수 있다. 또한, 지방세 특례제한법 제47조에 근거하여 에너지효율등급과 녹색건축인증 기준에 따라 건축물의 취득세와 재산세를 감면받을 수 있다.

〈표 2-40〉 제로에너지 건축물 인증에 따른 인센티브

제로에너지건축물 인증 등급	최대완화비율
1등급(에너지자립률 100% 이상인 건축물)	15%
2등급(에너지자립률 80% 이상 ~ 100% 미만인 건축물)	14%
3등급(에너지자립률 60% 이상 ~ 80% 미만인 건축물)	13%
4등급(에너지자립률 40% 이상 ~ 60% 미만인 건축물)	12%
5등급(에너지자립률 20% 이상 ~ 40% 미만인 건축물)	11%

자료 : 경기도청 홈페이지(<http://www.gg.go.kr/>)

경기도(2015), 『경기도 녹색건축물 조성계획』, 수원: 경기도

〈표 2-41〉 신축(증개축 포함) 건축물의 취득세 감면

에너지기준	최우수 (그린1등급)	우수 (그린2등급)
건축물에너지효율 1등급 이상	15%	10%
건축물에너지효율 2등급	10%	5%

자료 : 경기도청 홈페이지(<http://www.gg.go.kr/>)

경기도(2015), 『경기도 녹색건축물 조성계획』, 수원: 경기도

〈표 2-42〉 건축물의 재산세 감면

에너지기준	최우수 (그린1등급)	우수 (그린2등급)	기타
건축물에너지효율 1등급 이상	15%	10%	3%
건축물에너지효율 2등급	10%	3%	-
기타	3%	-	-

자료 : 경기도청 홈페이지(<http://www.gg.go.kr/>)

경기도(2015), 『경기도 녹색건축물 조성계획』, 수원: 경기도

### 3. 경기도 녹색건축 시범사업

경기도에서 진행되고 있는 녹색건축 시범사업은 ‘제로에너지빌딩 시범사업’이라는 이름으로 시행되고 있다. 2016년 국토교통부에서 선정한 제로에너지빌딩 시범사업 중 경기도에서는 경기도 신청사가 대상지로 선정되었으며, 이를 위해 국토부와 관계기관 간 업무협약(MOU)을 체결하였다. 경기도와 국토부의 협약은 제로에너지빌딩 설계 검토·컨설팅 등 기술 지원, 건축물 에너지 성능 향상, 시범사업 인센티브 지원, 관련 기술개발 등의 분야에서 적극 협력하는 것을 주요 내용으로 한다.

경기도 신청사는 경기도 내 타운형 개발사업으로 도청, 도의회를 우선대상으로 하며, 교육청, 도서관 등을 확대 개발하는 복합형 사업이다. 요소로는 지열, 태양광설비, 옥상녹화, BEMS 등의 방법을 통해 에너지자립형 기술 구현을 목표로 하고 있다.

〈그림 2-18〉 경기도 신청사 건축조감도



자료 : <http://logiscgman89.blog.me/220936611497>

경기도 신청사 건립공사(단지형 시범사업 2개소)는 올 상반기 제로에너지설계를 보완하고 시공사를 선정해 하반기에 착공한다. 행복도시 5-1생활권은 올해 지구단위계획 수립에 착수해 오는 2020년부터 토지분양 및 조성공사를 시작할 계획이다.

#### 4. 경기도 녹색건축 인증 현황

##### 1) 연도별/등급별/용도별 녹색건축 인증현황

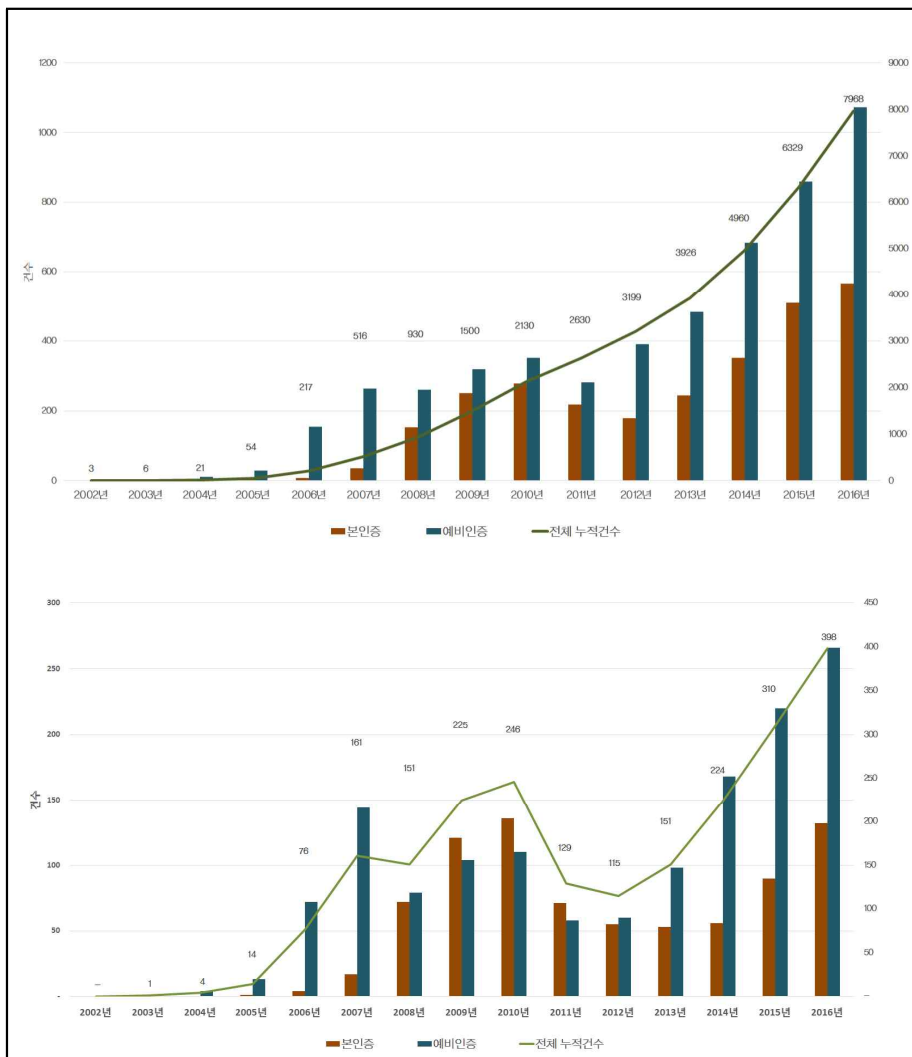
###### ① 연도별 녹색건축 인증현황

경기도에서는 2002년부터 2016년까지 총 2,205건의 녹색건축 관련 인증이 진행되었고, 본인증이 808건, 예비인증이 1,397건 진행되었다. 이는 전국 누적건수인 7,968건의 27.6%에 해당하는 매우 많은 숫자이다. 전국에 16개의 광역시도가 존재하고 있는 것을 감안하면, 경기도는 다른 시도에 비해 녹색건축 인증이 활발히 진행되고 있는 것을 알 수 있다.

전국적으로 살펴보면, 녹색건축 관련 인증 횟수가 지속적으로 증가하고 있으나, 경기도에서는 2013년 전까지 증가와 감소 변화가 다소 있었던 것으로 나타났다. 그러나 2012년 이후부터 현재까지 예비인증과 본인증 모두 지속적으로 증가하고 있음을 알 수 있다.

경기도는 본인증과 예비인증이 비슷한 폭으로 변화하는 전국 분포와 달리 2008년, 2009년에는 본인증이 예비인증보다 많이 진행되었지만 이후 본인증의 수가 예비인증의 수보다 훨씬 적은 증가폭을 가지고 있다는 특징이 있다. 이는 인증에 따른 인센티브나 장려제도가 부족하여 예비인증에서 본인증으로 넘어갈 필요성이 부족한 것이 주요한 이유일 것으로 판단된다. 예비인증은 시공 진행시에 적용되지만 본인증은 사용과 관련하여 진행되므로, 예비인증과 본인증을 모두 받는 경우 이에 대한 인센티브를 지급하는 등의 방법을 적용하여 예비인증에서 끝나는 경우를 미연에 방지할 필요가 있다.

<그림 2-19> 연도별 녹색건축 인증현황(2002년~2016년, 위: 경기도, 아래: 전국)



위: 경기도 현황, 아래: 전국 현황

〈표 2-43〉 경기도 연도별/등급별 녹색건축 인증현황

구분		2002 년	2003 년	2004 년	2005 년	2006 년	2007 년	2008 년	2009 년	2010 년	2011 년	2012 년	2013 년	2014 년	2015 년	2016 년	계
본 인 중	최우수	-	-	-	1	1	1	4	7	4	1	4	8	6	-	6	43
	우수	-	-	-	-	3	16	68	114	132	68	28	16	13	11	25	494
	우량	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	22	11	28	22	101
	일반	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5	7	26	51	79	170
	의무취득	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	18	19	28	73	122	272
	인센티브	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7	3	3	14
	소계	-	-	-	1	4	17	72	121	136	71	55	53	56	90	132	808
예 비 인 중	최우수	-	-	-	4	5	2	4	1	10	2	2	2	7	4	1	40
	우수	-	1	4	9	67	142	75	103	91	6	7	25	29	31	69	654
	우량	-	-	-	-	-	-	-	-	5	33	33	30	19	32	26	178
	일반	-	-	-	-	-	-	-	-	4	17	18	41	113	153	170	516
	의무취득	-	-	-	-	-	-	-	-	22	27	35	55	137	163	184	623
	인센티브	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	22	53	60	136
	소계	-	1	4	13	72	144	79	104	110	58	60	98	168	220	266	1,379
계	최우수	-	-	-	5	6	3	8	8	14	3	6	10	13	4	7	87
	우수	-	1	4	9	70	158	143	217	223	74	35	41	42	42	94	1,139
	우량	-	-	-	-	-	-	-	-	5	33	51	52	30	60	48	279
	일반	-	-	-	-	-	-	-	-	4	19	23	48	139	204	249	686
	의무취득	-	-	-	-	-	-	-	-	22	39	53	74	165	236	306	895
	인센티브	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	29	56	63	150
	소계	-	1	4	14	76	161	151	225	246	129	115	151	224	310	398	2,186



〈표 2-44〉 전국 연도별/등급별 녹색건축 인증현황

구분		2002 년	2003 년	2004 년	2005 년	2006 년	2007 년	2008 년	2009 년	2010 년	2011 년	2012 년	2013 년	2014 년	2015 년	2016 년	계
본 인 증	최우수	-	-	1	2	2	6	11	10	9	12	19	30	43	39	31	215
	우수	-	-	2	1	6	30	142	241	269	202	95	105	112	131	166	1,502
	우량	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	50	62	98	83	325
	일반	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	33	59	134	242	287	759
	의무취득	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	42	77	224	410	502	1,274
	인센티브	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	18	16	436	477
	소계	-	-	3	3	8	36	153	251	278	218	179	244	351	510	567	2,801
예 비 인 증	최우수	-	2	2	6	8	7	9	17	39	39	44	43	31	29	46	320
	우수	3	1	10	24	147	256	252	302	287	68	149	154	192	227	261	2,329
	우량	-	-	-	-	-	-	-	-	12	74	74	89	88	111	168	616
	일반	-	-	-	-	-	-	-	-	14	101	123	197	372	492	597	1,896
	의무취득	-	-	-	-	-	-	-	-	85	62	121	204	490	693	882	2,537
	인센티브	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	61	119	757	944
	소계	3	3	12	30	155	263	261	319	352	282	390	483	683	859	1,072	5,161
계	최우수	-	2	3	8	10	13	20	27	48	51	63	73	74	68	77	535
	우수	3	1	12	25	153	286	394	543	556	270	244	259	304	358	427	3,831
	우량	-	-	-	-	-	-	-	-	12	74	106	139	150	209	251	941
	일반	-	-	-	-	-	-	-	-	14	105	156	256	506	734	884	2,655
	의무취득	-	-	-	-	-	-	-	-	85	81	163	281	714	1,103	1,384	3,811
	인센티브	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	79	135	1,193	1,421
	소계	3	3	15	33	163	299	414	570	630	500	569	727	1,034	1,369	1,639	7,962

## ② 등급별 녹색건축 인증현황

### - 예비인증

2002년부터 2016년까지 경기도에서 진행된 녹색건축의 예비인증 현황을 살펴보면, 최우수 3%, 우수 47%, 우량 13%, 일반 37%로 구성되어 있다. 전체의 50%가 상위등급인 최우수/우수등급을 받았으며, 일반 등급이 37%로 본인증에 비해 등급이 낮은 것을 알 수 있다. 전국에서 받은 인증 등급 또한 최우수 6%, 우수 45%, 우량 12%, 일반 37%로 본인증에 비해 다소 낮은 수치를 나타내는 것을 알 수 있다.

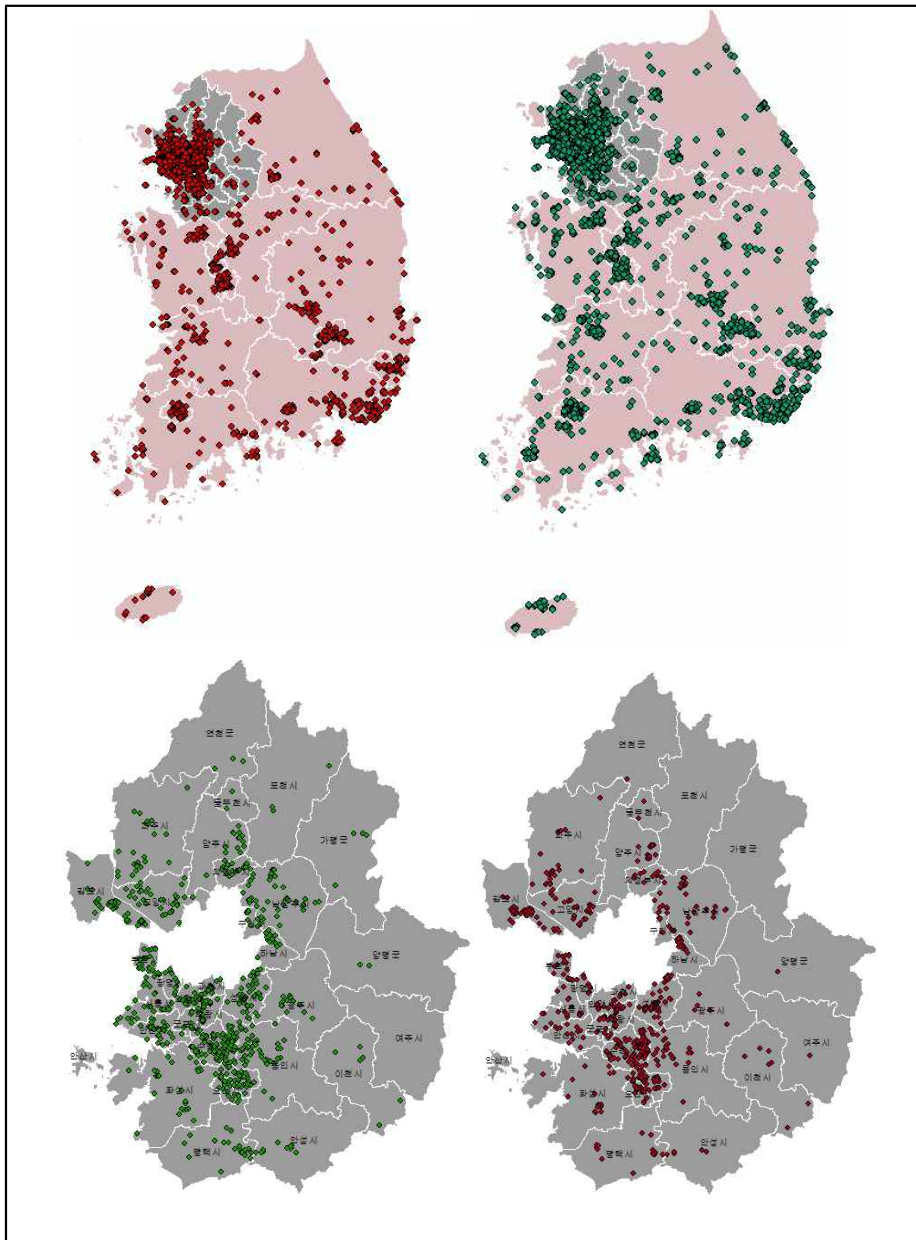
예비인증은 건축허가 및 신고 또는 사업계획 승인 후 설계도면을 통해 진행되고, 본인증은 건축물 사용 중 현장검증을 포함하여 진행한다. 예비인증과 본인증을 비교해보았을 때는 본인증에 비해 평균적인 등급이 떨어지지만, 경기도에서 진행된 인증등급현황과 전국에서 진행된 인증등급을 비교해보면 비슷한 수치를 나타내고 있어 본인증에 비해 예비인증의 등급이 낮은 것이 문제가 된다고 판단할 수는 없다.

### - 본인증

2002년부터 2016년까지 경기도에서 진행된 녹색건축의 본인증 현황을 살펴보면, 최우수 5%, 우수 61%, 우량 13%, 일반 21%로 구성되어 있다. 전체의 66%가 상위 등급인 최우수/우수등급을 받았다는 점에서 인증받은 건축물의 성능이 좋은 것을 알 수 있다. 또한, 가장 마지막 등급인 일반(4등급)이 전국보다 6%나 낮은 수치를 나타내고 있었다.

전국에서 받은 인증은 최우수가 8%, 우수는 54%, 우량은 11%, 일반은 27%로 구성되어 있다. 최우수와 일반이 경기도보다 약간 높으며, 우수와 우량은 경기도보다 다소 낮은 수치를 나타내고 있었다. 그러나 큰 편차가 존재하지 않아 전체적으로 보았을 때 경기도와 비슷한 수치를 나타낸다고 판단할 수 있었다. 그러나 경기도에서 최우수 등급이 전체의 5%로 매우 적은 만큼 경기도의 많은 건축물이 최우수 등급을 받을 수 있도록 친환경 건축 품질 향상에 대한 고민과 함께 이를 해소할 수 있는 지침 등이 마련되어야 할 것이다.

<그림 2-20> 본인증 및 예비인증현황(2017.05현재, 상:전국 하:경기도)

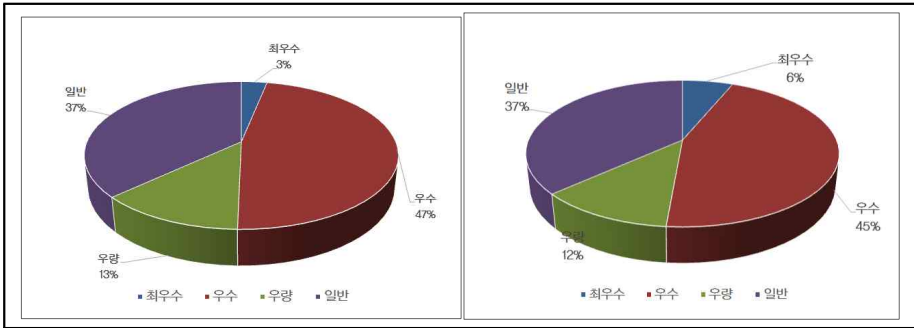


자료: 경기도청 건축디자인과 내부자료,

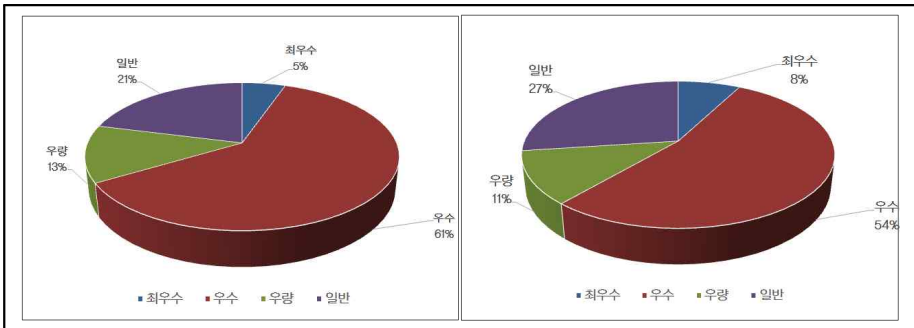
위: 전국 본인증현황(총2801건) , 전국 예비인증현황 (총5167건)

아래: 경기도 본인증현황(808건), 경기도 예비인증현황 (총 1379건)

<그림 2-21> 인증등급별 예비인증현황(2002년~2016년, 좌:경기도, 우:전국)



<그림 2-22> 인증등급별 본인인증현황(2002년~2016년, 좌:경기도, 우:전국)



### ③ 용도별 녹색건축 인증현황

#### - 예비인증

경기도에서 진행된 용도별 녹색건축 인증현황을 살펴보면, 경기도에서는 공동주택, 업무용 건축물, 복합건축물, 학교시설, 판매시설, 숙박시설, 소형주택, 일반주택, 그 밖의 건축물, 에 있어 인증이 진행되었다.

용도별 녹색건축 예비인증현황을 살펴보면, 경기도에서는 공동주택, 업무용 건축물, 복합건축물, 학교시설, 판매시설, 숙박시설, 그 밖의 건축물, 소형주택, 일반주택, 기존업무용 건축물, 기존공동주택에 있어 인증이 진행되었다.

경기도에서는 9개의 시설에서 인증이 진행되었고, 학교 32%, 공동주택 45%로 학교와 공동주택에 상당부분 집중되어 있는 것을 알 수 있다. 그에 반해 판매시설, 소형주택, 일반주택, 기존공동주택, 기존업무용건축물에서는 10건 미만으로 진행되었고, 이 중 소형주택, 일반주택, 기존공동주택, 기존업무용건축물에서는 한 건도 진행되지 않았음을 알 수 있다.

주거용의 경우는 소형주택, 기존공동주택, 기존 업무용 건축물에 대한 인증 사업을 추진하여 라이프 스타일을 반영하는 다양한 형태의 시범 인증사업을 추진할 필요가 있다.

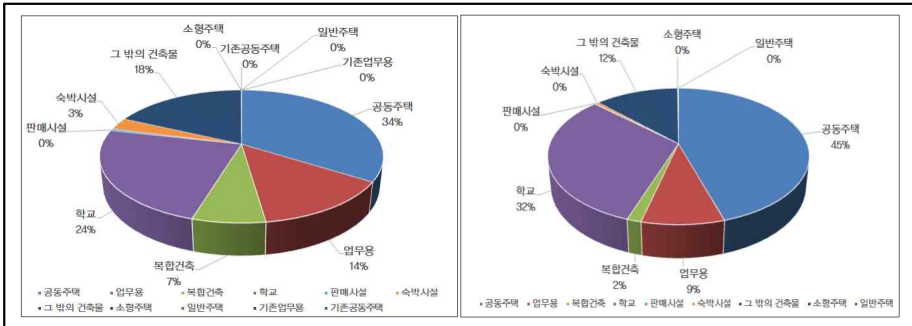
#### - 본인증

경기도에서는 7개의 시설에서 인증이 진행되었고, 학교 48%, 공동주택 32%로 학교와 공동주택에 상당부분 집중되어 있는 것을 알 수 있다. 그에 반해 판매시설, 소형주택, 일반주택, 기존공동주택, 기존업무용건축물에서는 10건 미만으로 진행되었고, 이 중 소형주택, 일반주택, 기존공동주택, 기존업무용건축물에서는 한 건도 진행되지 않았음을 알 수 있다.

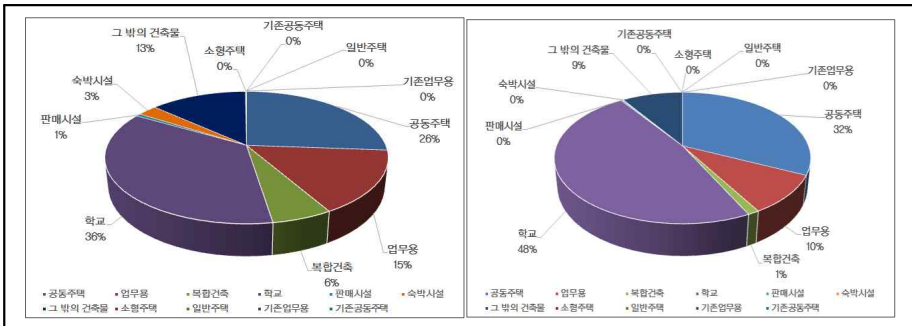
전국에는 11개의 카테고리 중 10개의 용도에서 녹색건축 인증이 진행되었고, 경기도와 같이 학교와 공동주택이 많은 부분을 차지하지만 업무용 건축물, 복합건축물, 숙박시설 등도 많이 진행되어 경기도보다 비교적 고르게 인증이 진행된 것을 알 수 있다.

경기도에서는 향후 녹색건축 인증을 진행할 때 건축물 용도에 있어 보다 고르게 진행될 수 있도록 용도가 집중된 문제점을 파악하고 각 용도에 맞는 인센티브와 규제완화 등을 적용하여 학교와 공동주택 외 다른 건축물에서도 인증을 활발히 받을 수 있도록 유도할 필요가 있다.

<그림 2-23> 용도별 예비인증현황(2002년~2016년, 좌:경기도, 우:전국)



<그림 2-24> 용도별 본인증 현황(2002년~2016년, 좌:경기도, 우:전국)



〈표 2-45〉 경기도 용도별 녹색건축 인증현황

구분		공동주택	업무용	복합건축	학교	판매시설	숙박시설	그밖의건축물	소형주택	일반주택	기존업무용	기존공동주택	계
본인인증	소계	259	77	10	385	2	1	74	-	-	-	-	808
	최우수	18	18	1	-	1	1	5	-	-	-	-	44
	우수	193	53	5	230	1	-	12	-	-	-	-	494
	우량	7	4	3	66	-	-	21	-	-	-	-	101
	일반	41	2	1	89	-	-	36	-	-	-	-	169
	의무취득	140	24	4	138	-	1	56	-	-	-	-	363
	인센티브	8	2	1	-	-	-	3	-	-	-	-	14
예비인증	소계	632	120	21	441	2	7	172	1	1	-	-	1,397
	최우수	22	15	1	-	-	-	5	-	-	-	-	43
	우수	272	94	8	228	1	3	52	1	-	-	-	659
	우량	35	5	4	96	1	2	35	-	1	-	-	179
	일반	303	6	8	117	-	2	80	-	-	-	-	516
	의무취득	227	50	6	206	-	2	131	-	1	-	-	623
	인센티브	129	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	133
계	소계	891	197	31	826	4	8	246	1	1	-	-	2,205
	최우수	40	33	2	-	1	1	10	-	-	-	-	87
	우수	465	147	13	458	2	3	64	1	-	-	-	1,153
	우량	42	9	7	162	1	2	56	-	1	-	-	280
	일반	344	8	9	206	-	2	116	-	-	-	-	685
	의무취득	367	74	10	344	-	3	187	-	1	-	-	986
	인센티브	137	4	1	-	-	-	5	-	-	-	-	147

〈표 2-46〉 전국 용도별 녹색건축 인증현황

구분		공동주택	업무용	복합건축	학교	판매시설	숙박시설	그밖의건축물	소형주택	일반주택	기존업무용	기존공동주택	계
본인인증	소계	733	435	163	1,005	18	75	368	1	-	3	-	2,801
	최우수	40	103	12	5	4	5	46	-	-	-	-	215
	우수	484	256	88	535	11	40	84	1	-	3	-	1,502
	우량	29	39	20	153	1	9	74	-	-	-	-	325
	일반	180	37	43	312	2	21	164	-	-	-	-	759
	의무취득	206	226	108	396	6	49	283	-	-	-	-	1,274
	인센티브	78	70	55	112	4	25	132	-	-	-	-	476
예비인증	소계	1,754	711	362	1,230	23	153	931	2	1	-	-	5,167
	최우수	62	114	33	7	4	14	88	-	-	-	-	322
	우수	842	443	157	555	16	65	253	2	-	-	-	2,333
	우량	86	76	60	226	1	22	144	-	1	-	-	616
	일반	764	78	112	442	2	52	446	-	-	-	-	1,896
	의무취득	618	313	202	634	5	85	680	-	-	-	-	2,537
	인센티브	332	114	88	94	3	46	267	-	-	-	-	944
계	소계	2,487	1,146	525	2,235	41	228	1,299	3	1	3	-	7,968
	최우수	102	217	45	12	8	19	134	-	-	-	-	537
	우수	1,326	699	245	1,090	27	105	337	3	-	3	-	3,835
	우량	115	115	80	379	2	31	218	-	1	-	-	941
	일반	944	115	155	754	4	73	610	-	-	-	-	2,655
	의무취득	824	539	310	1,030	11	134	963	-	-	-	-	3,811
	인센티브	410	184	143	206	7	71	399	-	-	-	-	1,420

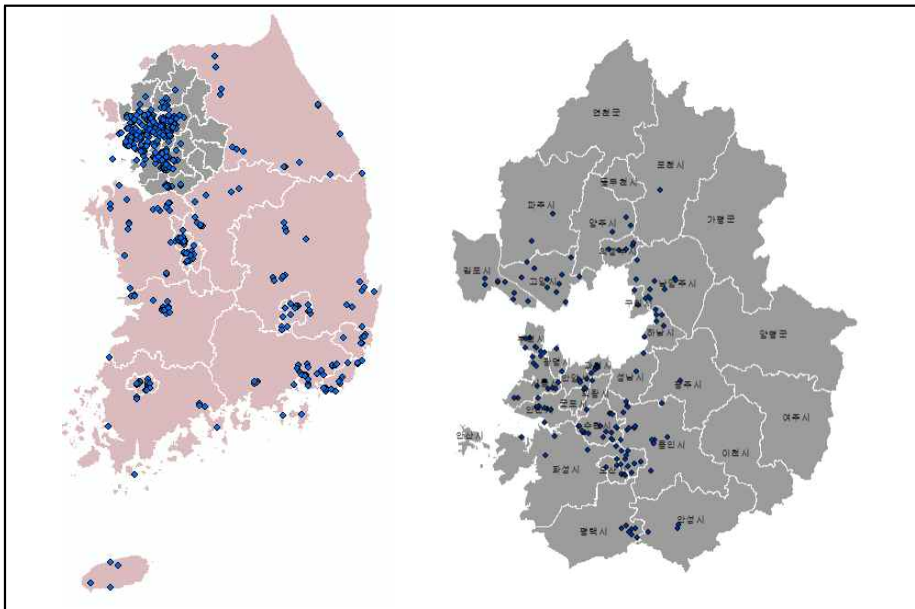


## 2) 공동주택 성능등급 인증서 현황

주택건설기준 등에 관한 규정규칙 개정 및 시행으로 인하여 '공동주택 항목별 성능등급서'는 '공동주택성능등급 인증서'로 명칭이 변경되었으며, 2014년6월30일 개정되었다. 1,000세대 이상의 주택을 대상으로 하며, 소음, 구조, 환경, 생활환경, 화재·소방으로 나누어 성능등급을 평가한다.

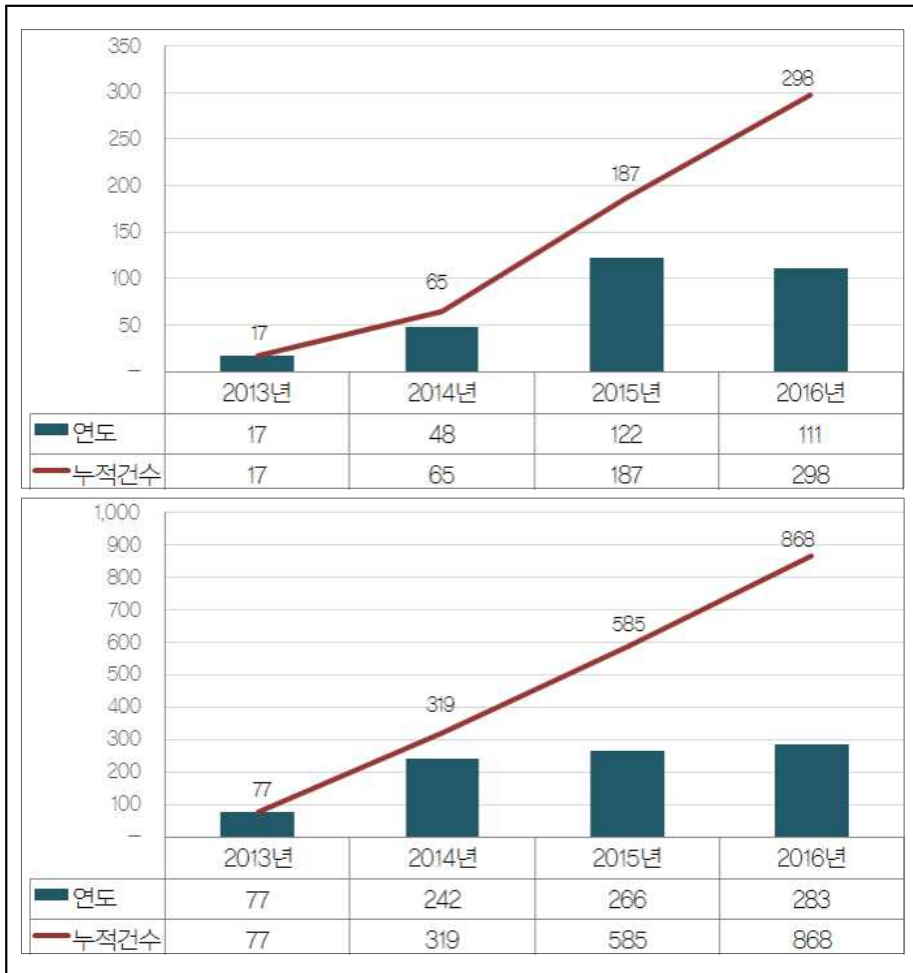
공동주택 성능등급 인증 현황을 살펴보면, 2015년에 가장 많이 진행되었으며, 2013년보다 현재 6배 이상 증가하여 3년 동안 큰 폭으로 상승하였음을 알 수 있다. 전국 수치와 비교해보면, 전국은 3년 동안 3.7배가량 증가하여 전국의 성능등급 인증 수 보다 경기도가 큰 폭으로 향상되었음을 알 수 있다. 또한, 전국에서 경기도가 차지하는 비율을 살펴보면, 2013년에는 22%, 2014년에는 20%, 2015년에는 45.8%, 2016년에는 39.2%로 전체 16개 광역시도가 있는 것에 비하면 전국 성능등급 인증의 절반 가까이를 경기도 진행하는 것으로, 상당 부분을 차지하고 있는 것을 알 수 있다.

<그림 2-25> 공동주택 성능등급 인증 현황(좌:전국, 우:경기도)



자료: 경기도청 건축디자인과 내부자료, 공동주택성능등급인증현황 (2017.05 현재)

〈그림 2-26〉 연도별 공동주택 성능등급 인증 현황(위:경기도, 아래:전국)



최근 층간소음 등 증가하는 주택 수요자들의 분쟁을 최소화하기 위해 시행하고, 입주자가 사전에 주택의 성능 및 품질을 알고 분양받을 수 있게 하기 위해 정보 선 제공을 의무화 하였으나 이를 소비자가 확인하기 어렵게 되어있다. 경기도에서 성능등급 인증의 상당부분을 차지하는 만큼 이를 보완할 수 있도록 입주민이 쉽게 접근이 가능하고 중요 정보 알 수 있게 보다 간소하고 편리하게 경기도에서 선진적으로 보완방안을 마련할 필요가 있다.

## 5. 경기도 그린리모델링 시범사업

### 1) 추진배경

지구 온난화에 대비한 온실가스 감축과 에너지 위기 극복을 위하여 건축물 부분 에너지효율개선이 필요하게 되었으며, 경기도 녹색건축물 조성계획에 따라 총 10.36백만 TCO<sub>2</sub>eq[기존건물 4.02백만 TCO<sub>2</sub>eq]의 온실가스를 감축해야 하는 상황이 되었다.

이에 따라 기존 건축물의 에너지효율개선 사업에 대한 사례 제시가 필요하게 되었으며, 경기도 그린리모델링 시범사업을 추진하게 되었다. 그린리모델링에 소요되는 모든 비용을 공공에서 부담할 수 없으므로, 공공에서 사례를 제시(시범사업)하고, 이를 통하여 민간이 자발적으로 참여하도록 하는 방식을 채택하였다.

### 2) 사업개요

그린리모델링 시범사업은 경로당, 마을회관 등 노후 주민공동시설을 대상으로 2014년부터 2016년까지 3년간 매년 실시하였다. 연간 총 200,000,000원의 사업비로 총 600,000,000원의 사업비가 소요되었으며, 총 15개 사업이 완료되었다.

노후건축물의 단열 및 기밀성능 향상을 통한 에너지효율 개선을 중점적으로 진행하였으며, 전면 그린리모델링은 창호개선, 단열 및 기밀성능 보강, 열회수 환기장치설치, 태양광발전설치(에너지과 협조), 주민요구사항을 반영한 환경개선 사업 등 그린리모델링 각종 기술을 적용하는 방식으로 진행하였고, 부분 그린리모델링은 로이복층유리 이중 설치 등 고효율 창호교체 공사를 진행하였다.

〈표 2-47〉 경기도 그린리모델링 시범사업 목록

구분		건물명	주소
1	2014년	가평군 하색1리 마을회관	진동안길 10
2		포천시 심곡1리경로당	신북면 포천로 2138번길 16
3	2015년	용인시 풍덕천8,9통 경로당	수지구 문인로 31번길 7-56
4		고양시 백석1동 방기경로당	일산동구 강송로 113번길 36-14
5	2016년	시흥시 과림2통경로당	금오로 229
6		구리시 원일경로당	동구릉로 85번길 17
7		안성시 동산아파트경로당	해산로 37-24
8		김포시 산호아파트경로당	북변1로16번길 34
9		포천시 전원우정아파트경로당	소흘읍 솔모루로3번길 52-36
10		용인시 수지2차 삼성아파트경로당	수지구 수풍로 38
11		용인시 수지4차 삼성아파트경로당	수지구 수풍로 90
12		고양시 옥빛마을16단지 경로당	덕양구 백양로 15
13		군포시 매화2아파트	군포시 곡란로 26
14		안산시 한양아파트경로당	상록구 반석로 8
15		오산시 태영아파트경로당	동부대로 407-10

〈표 2-48〉 경기도 그린리모델링 사업완료 현황

연도	사업현황
2016	11개소(전면 그린리모델링 1, 부분 그린리모델링 10) - 전면 그린리모델링 : 시흥시 과림동경로당 - 부분 그린리모델링 : 용인시 수지2차아파트 단지내 경로당 등 10개소
2015	2개소(전면 그린리모델링 2) - 용인시 풍덕천경로당, 고양시 방기경로당
2014	2개소(전면 그린리모델링 2) - 포천시 심곡리경로당, 가평군 하색리마을회관

자료 : 경기도청 건축디자인과 녹색건축팀 내부자료

### 3) 사업추진과정

사업의 대상은 시·군 공모를 통하여 신청서 접수 후 민간전문가로 구성된 녹색건축자문단의 현장평가를 통해 대상지를 선정하였으며, 사업추진 전, 중, 후로 나누어 사업 추진 시에 중점 사항에 대해 정하고 진행하였다. 또한, 경기도 녹색건축자문단과의 회의를 통해 문제점 및 개선안을 도출하여 다음해 사업에 개선안을 적용하는 방식으로 진행하였다.

2014년에는 입찰제도 및 시공자의 능력 부족으로 인한 문제점이 가장 두드러지게 나타났으며, 2015년에는 사업비 부족이 가장 큰 문제로 나타났다. 따라서 이를 해결하기 위해 2015년, 2016년에는 전문 공사감리자를 선정하고 2016년에 사업비를 향상하는 방식으로 문제를 해결하였다.

〈표 2-49〉 사업추진과정에서의 중점사항

기간	중점사항
사업추진 전	설계 전 건축물 사용자(주민), 녹색건축자문단, 설계자, 도, 시·군이 참여하는 회의를 수시 개최하여 주민의견을 적극 수렴
사업추진 중	설계자의 설계의도를 구현하기 위하여 감리자 선정
사업추진 후	문제점 및 개선방안을 도출하여 다음연도 사업에 반영

자료 : 경기도청 건축디자인과 녹색건축팀 내부자료

〈표 2-50〉 사업추진과정에서의 중점사항

연도	문제점	개선안	사업적용
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>사업비 부족</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>도비보조율 상향</li> <li>총 사업비 상향</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2016년 사업 추진 시 총사업비</li> <li>상향(3천만원↑)</li> <li>※ 도비 보조율은 종전과</li> </ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>일반입찰로 선정된 시공자로는 설계의도 구현이 어려움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>입찰제도 개선</li> <li>공사감리자 선정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2015년, 2016년 사업 추진 시</li> <li>공사 감리자 선정</li> </ul>

자료 : 경기도청 건축디자인과 녹색건축팀 내부자료

#### 4) 성과평가

그린리모델링 시범사업의 성과에 대해 살펴보면 포천시 심곡리경로당이 2015년 한국리모델링대전에서 특선 수상, 제1회 그린리모델링 유공표창 수상, 국외 및 국내 제로에너지 및 패시브하우스 우수사례로 소개 등 그린리모델링으로써의 선도적 모델을 제시하였다는 점에서 그 의의가 있으며, 도민들에게도 그린리모델링에 대해 알릴 수 있는 계기가 되었다는 점에서 높은 성과를 이뤘다고 할 수 있다.

그린리모델링 시범사업을 통해 리모델링을 진행한 건축물의 경우 에너지 소비효율이 30%내외로 향상되었으며, 사업 후 주민만족도 조사 결과 만족한다는 대답이 2014년은 96%, 2015년은 93%를 차지하는 등 높은 만족도를 나타내었다. 사업추진 시 누수문제 해결, 노약자 배려시설(경사로, 비가림, 일사차단, 안전시설 등)제공 등 에너지효율향상 외 각종 편의 제공과 더불어 실내·외부 디자인을 통한 미관 및 쾌적성 향상시켰다. 이 과정에서 건물 사용자(주민)의 의견을 수시 청취·반영하여 사업결과에 대한 만족도를 향상시켰다.

또한, 사업 특성상 높은 시공 기술이 요구되어, 일반입찰로 선정된 시공자로는 설계의도 구현에 애로사항이 많았음에도 불구하고, 설계자, 감리자, 도, 시·군, 사용자 등이 적극적으로 사업에 관여하여 원활히 사업을 완료하였다.

〈표 2-51〉 사업추진 및 사업성과표

구분	사업추진		사업성과	
	도비집행률	당해연도 완료	사업만족도 조사	에너지 절감
2016	98.6%	완료	-	15-30%
2015	99.2%	완료	93% 만족	20-30%
2014	100%	완료	96% 만족	20-30%

자료 : ※ 에너지 절감 분석

- 2016년 : 부분 그린리모델링 사업 완료지에 대한 에너지 시뮬레이션 분석
- 2014년, 2015년 : 사업 전·후 에너지사용량 고지서 대조

## 5) 사업비 집행결과

사업비 소요예산을 살펴보면, 도비가 30%, 시군 비용이 70%로 구성되어 있으며 매년 200,000,000원의 예산을 집행하여 3년간 총 600,000,000원의 사업비용이 소요되었다. 도비와 시군 비용의 비율을 볼 때 시군에서 부담하는 비용이 도비보다 큰 것을 알 수 있었으며, 해당 지역의 그린리모델링은 각 지자체에서 주 예산을 부담하는 것을 알 수 있었다. 차후 그린리모델링을 확대하기 위해서는 시군에서의 우선적으로 예산을 확대하여 확보하고, 도에서 또한 지원 가능한 예산액을 향상시켜야 할 것이다.

〈표 2-52〉 총 사업예산

구분	총 사업 예산			도비교부 (도→시군)		도비집행 (시군)	
	도비 (30%)	시군 (70%)	계	교부액 (집행률)	교부잔액	집행액 (집행률)	집행잔액
2016	60,000,000	140,000,000	200,000,000	59,831,910 (99.7%)	168,090	57,883,790 (96.7%)	1,948,120
2015	60,000,000	140,000,000	200,000,000	60,000,000 (100%)	0	59,536,350 (99.2%)	463,650
2014	60,000,000	140,000,000	200,000,000	60,000,000 (100%)	0	60,000,000 (100%)	0
계	180,000,000	420,000,000	600,000,000	179,831,910 (99.9%)	168,090	177,420,140 (98.6%)	2,411,770

자료 : 경기도청 건축디자인과 녹색건축팀 내부자료

대상 지역은 현재 15개소에서 진행되었으나 이 중 3개소가 용인시이고, 2개소가 포천시로 대상지역이 중첩됨을 알 수 있었다. 경기도 전역에 그린리모델링을 확대시킬 수 있도록 기타 지역에도 고르게 진행될 필요가 있다.

〈표 2-53〉 그린리모델링 사업 도비 집행 현황 (2014~2016)

구분	보조사업자	도비교부 (도→시군)			도비집행 (시군)	
		예산액	교부액 (집행률)	교부잔액	집행액 (집행률)	집행잔액
2016	시흥시	39,000,000	39,000,000	-	37,207,620	1,792,380
	용인시 (2개)	3,979,800	3,979,800	168,090	3,979,800	0
	포천시	2,349,600	2,349,600		2,349,600	0
	구리시	1,874,400	1,874,400		1,874,400	0
	안성시	1,313,400	1,313,400		1,274,300	39,100
	고양시	1,757,910	1,757,910		1,757,910	0
	안산시	4,324,980	4,324,980		4,324,980	0
	군포시	2,277,660	2,277,660		2,277,660	0
	김포시	1,066,560	1,066,560		949,920	116,640
	오산시	1,887,600	1,887,600		1,887,600	0
	소계 (11개소)	60,000,000	59,831,910 (99.7%)	168,090	57,883,790 (96.7%)	1,948,120
2015	고양시	30,000,000	30,000,000	0	29,536,350	463,650
	용인시	30,000,000	30,000,000	0	30,000,000	0
	소계 (2개소)	60,000,000	60,000,000 (100%)	0	59,536,350 (99.2%)	463,650
2014	포천시	30,000,000	30,000,000	0	30,000,000	0
	가평군	30,000,000	30,000,000	0	30,000,000	0
	소계 (2개소)	60,000,000	60,000,000 (100%)	0	60,000,000 (100%)	0
합계	15개소	180,000,000	179,831,910 (99.9%)	168,090	177,420,140 (98.6%)	2,411,770

자료 : 경기도청 건축디자인과 녹색건축팀 내부자료



## 6. 경기도 녹색건축 관련 진행사업

경기도에서 녹색건축과 관련되어 진행했던 사업의 종류와 중요도를 알아보기 위하여 녹색건축 관련 진행 과제 종류 및 사용 예산 등을 경기도 세입세출 예산서를 통해 확인해보았다.

2011년부터 2016년까지의 세입세출 예산서를 확인해 본 결과, 2014년 에너지기본계획이 수립되면서 녹색건축물 조성계획 수립용역이 진행되었으며, 이와 더불어 그린리모델링 시범사업과 녹색건축세미나가 진행되었다. 2016년까지 진행된 녹색건축관련 사업의 종류는 이 세 종류뿐이며, 에너지저장과 관련된 이슈가 날로 집중되고 있는 만큼 보다 다양한 사업이 추가로 진행되어야 할 필요가 있다.

사용예산을 보면 2014년에는 건축디자인과의 부서예산 대비 녹색건축 관련 사업예산이 40.5%로 큰 부분을 차지하였으나, 2015년에 큰 폭으로 감소하고 2016년에도 전년대비 줄어든 것을 볼 수 있다. 녹색건축 관련 사업 진행 시에는 장기적으로 많은 예산이 소요되므로 녹색건축 관련 예산 감축에 대비한 대응책을 마련해야 할 것이다.

<표 2-54> 녹색건축 관련 진행사업

(단위 : 천원)

구분	건축과(건축디자인과)		
	실행사업	부서예산	녹색건축 관련예산 비율
2011			
2012			
2013			
2014	· 그린리모델링 시범사업(60,000) · 녹색건축물 조성계획 수립용역(125,000) · 녹색건축세미나(15,000)	494,134	40.5%
2015	· 그린리모델링 시범사업(60,000) · 녹색건축세미나(30,000)	1,542,150	5.8%
2016	· 그린리모델링 시범사업(60,000) · 녹색건축세미나(27,000)	1,823,218	4.8%

자료 : 경기도 세입세출 예산서(2011~2016)

## 제 3 장

# 그린리모델링 및 에너지 저감기술

- 제 1 절 건물 외피시스템의 그린 리모델링 기술
- 제 2 절 에너지저감형 패시브 설계 기술
- 제 3 절 에너지저감형 생태 주거단지 설계
- 제 4 절 재생에너지 활용형 녹색건축기술
- 제 5 절 자원순환형 녹색건축기술



## 제3장

# 그린리모델링 및 에너지 저감 기술

### 제1절 건물 외피시스템의 그린리모델링 기술

#### 1. 서론

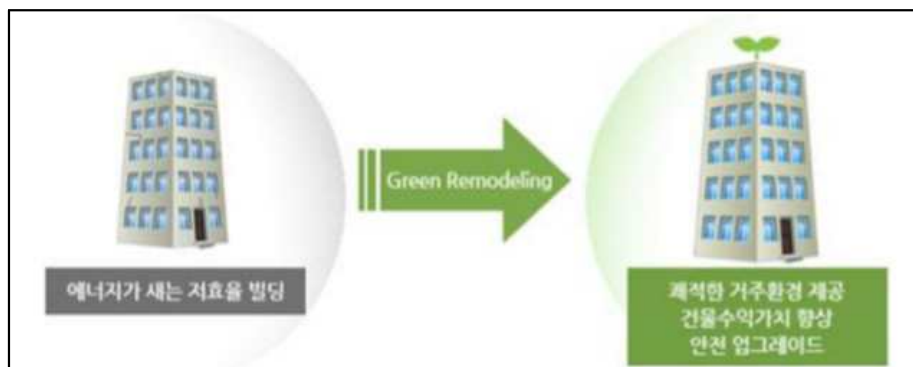
기후변화 대응을 위해 국가 수준의 산업활동에 따른 환경부하 저감의 필요성이 대두되고 있는 것이 현실이다. 이에 정부에서는 신 기후변화체제에 대비하기 위해 자발적인 환경부하 감축목표인 INDC (Intended Nationally Determined Contributions)에 2030년 BAU대비 37%의 온실가스 배출량 감축 목표를 공시하였다. 국내와 같이 산업화가 완료된 단계에 있는 국가일수록 산업부문보다는 건축물부문에서의 환경부하 배출 비중이 크게 증가하는 경향을 보인다. 현재 건축물 에너지 소비에 따른 환경부하가 점차 늘어나고 있는 추세로 신축건물에 대한 에너지 절감뿐만 아니라 전체 건축물의 70%를 차지하는 기존 건축물에 대한 에너지 절감이 불가피한 상황이다.

건축물은 전 과정에 걸쳐 많은 에너지를 소모하게 되는데, 건축물의 자재 생산단계와 운영단계에서 투입된 에너지를 포함할 경우 국내 연간 에너지 소비량의 37%를 차지하게 된다. 그 중 대표적 주거용 건축물인 공동주택의 경우, 건축물 연간 에너지소비량의 약 40%를 차지할 정도로 전 과정에서의 공동주택의 에너지 차지 비율이 크다.

공동주택에서의 에너지소비는 외기에 직접 면하는 외피에 의해 대부분 발생되는데, 그린 리모델링을 통한 공동주택의 에너지 효율 향상을 위해서는 노후화된 외피 성능의 개선이 절대적이다.

하지만, 대부분의 공동주택 그린 리모델링에 관한 연구가 비용편익이 낮은 신재생 에너지 기술, 운영단계의 에너지 소비량 등의 연구에 집중되어 그린 리모델링 시 투입되는 건축자재들을 고려한 내재에너지 관점의 평가가 부족한 실정이다.

〈그림 3-1〉 그린리모델링의 기본개념 변화(그린리모델링의 기본개념)



자료 : 국토교통부 그린리모델링 소개(<https://www.molit.go.kr>)

그린리모델링은 건물의 에너지 효율을 개선하기 위해 에너지소비량을 감축하거나 친환경 건축기준에 적합하도록 대수선 또는 일부를 증축하는 행위를 말한다. 국내외 그린리모델링에 적용되는 대표기술에 대한 기존문헌을 고찰해 볼 때, 크게 자원저감형 기술, 에너지 저감형 기술, 환경부하 저감형 기술, 설계 확장형 기술 등이 있다.

그리고 실질적으로 그린 리모델링의 다양한 사례를 볼 때, 가장 빈도가 높은 대표기술로써 건축분야, 설비분야, 신재생분야로 구분할 수 있다.

공동주택 외피의 경우, 환경부하 저감형에 있어서 많은 영향을 차지함에 있음에도 대부분 에너지 성능개선에 따른 경제성능에 관한 연구가 많고, 실제 그린 리모델링 요소기술은 다양하게 제시되고 있지만, 실제로 적용 가능한 그린리모델링의 자재와 기술에 대한 분류는 다소 미약하다.

## 2. 그린리모델링 외피시스템의 분류

일반적으로 기존건축물에 적용 가능한 그린리모델링의 대표기술인 외피 시스템에 대한 분류체계는 다음과 같이 나눌 수 있다.

외피시스템을 크게 외벽부위에 적용 가능한 단열시스템과 창호시스템으로 구분할 수 있고, 일반건축물이나 공동주택의 적용방식을 덧댐방식(기존상태 + 추가방식)과 교체방식(기존 상태 철거 + 신설방식)으로 구분하고 그에 따른 건식공법과 습식공법으로 구분하여 대표투입자재 선정이 가능하다

다양한 사례를 보면, 외피시스템의 단열성능에 가장 영향이 큰 투입자재로 외벽체와 창호재를 선정할 수 있고, 단열시스템의 경우, 외벽마감재와 창호재로 나눌 수 있다. 단열시스템의 경우, 단열재와 마감재 그리고, 기타자재조합에 대한 조합으로 구축이 가능하고, 창호시스템의 경우, 단창, 복층창, 삼중창으로 구분하여 창호유리와 창호프레임으로 구분이 가능하다.

그리고, 큰 틀에서 볼 때 그린리모델링 외피시스템의 경우, 단열시스템과 창호시스템으로 구분함과 동시에 적용방식에 대한 분류로 볼 때 교체방식과 덧댐방식 그리고, 건식공법과 습식공법으로 나누어 볼 수가 있다.

## 3. 그린리모델링 공사의 외피선정 시 고려요인

건물 외피는 외관상 중요성뿐만 아니라 에너지 성능에 큰 영향을 주는 요소로서 그 정도가 약 25~40%에 달한다. 에너지 소비 절감 측면에서 외피 시스템의 선정은 매우 중요하며, 건물 외피시스템은 구성에 따라 많은 조합이 가능하다. 일반적으로 건물 외피구성은 외벽, 벽체, 창문, 단열재, 커튼월의 네 가지로 구분할 수 있으며, 종류는 단순 조적벽체부터 신기술인 진공단열패널까지 매우 다양하다.

일반적인 그린리모델링의 공사에서는 커튼월시스템과 고성능 창호벽체 + 고성능 단열재 공법을 주로 사용한다. 두 가지 공법은 일정 수준의 단열기준을 충족함과 동시에 환기, 채광, 시공성, 에너지절감 등의 측면에서 가장 합리적이기 때문이다.

건물 외피의 성능을 나타내는 지표는 U-value (열관류율,  $W/m^2K$ ), R-value(열저항,  $m^2K/W$ ), SHGO(태양열취득계수), SC(차폐계수), VR(가시광선 투과율), 전열 손실율, 기밀성, 개폐 여부 등 다양하다. 이러한 외피 성능들은 복합적으로 작용하여 건물 에너지 소비에 영향을 미치기 때문에 어느 하나만의 지표를 최우선적으로 고려할 수 없다. 그러나 정부 법안에 따르면, 지역별 외피 단열 기준을 규정하고 있으며, 그린리모델링을 위해서는 해당 성능을 충족하여야 한다. 법안의 구체적인 기준은 일정 U-Value값을 충족하는 것으로서, 외기에 면하는 창 및 문(공동주택 외)은 중부지역 2.40이하, 남부지역 2.70이하, 제주도 3.40이하를 충족하여야 한다.

기타 검토사항으로는 선정된 외피 시스템 공법과 성능기준을 만족하는 대안이 창출되면 이후, 발주자에 의해 기타요인을 검토해야 한다. 첫 번째로 차폐계수이다. 차폐계수는 외부 태양열이 내부로 전달되는 정도를 말하는 것으로, 일반적으로 태양열 차단을 통해 냉방 부하 절감을 유도한다. 그러나 이는 리모델링 건물의 지역 및 위치에 따른 일조량 조건에 따른 고려가 필요하므로, 이를 검토하여 적합한 외피종류를 선정해야 한다. 두 번째는 경제성 측면이다. 외피 시스템 공법의 비용은 물가정보를 통해 단위면적당 비용으로 제시되며, 리모델링 초기 투자비 예산을 검토하여 적합한 외피 종류를 선정해야만 한다. 또한 외피별 기대 에너지 절감량을 통해 향후 운영비용에서의 경제적 이점을 검토하여 선정해야 한다.

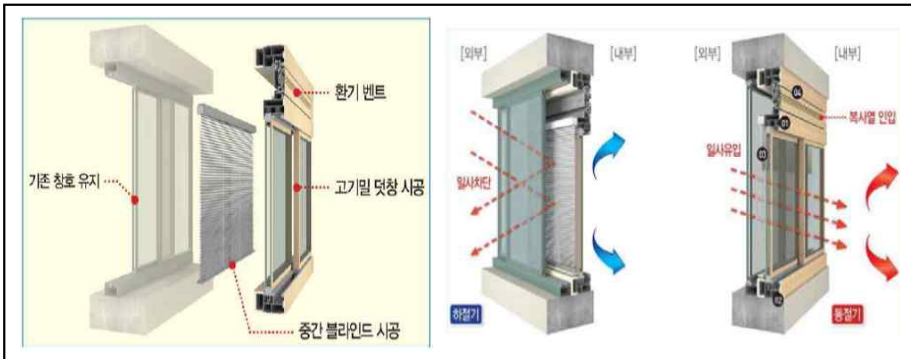
그리고 리모델링 외피 종류 선정 고려요인을 통해 적정 외피시스템 선정을 위한 프로세스로서는 첫 번째, 리모델링 건물이 외관, 구조 등을 고려하여 커튼월 시스템 혹은 창호+단열재 공법을 선정한다. 두번째, 외피 시스템 중 건물이 위치한 지역의 기준 U-Value값 이하를 충족하는 외피 시스템들을 선정하며, 세 번째, 외피시스템 중 리모델링 건물의 지역 및 위치에 따른 일조량을 고려하여 적정 차폐계수 값을 가진 외피 시스템들을 선정한다.

〈표 3-1〉 건물외피시스템의 그린리모델링 기술

구분	그린 리모델링 기술	기타
창호시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 신규창호 이중 덧창 시공</li> <li>· 블라인드 내장 슬림형 창호시스템</li> <li>· 전열차단형 초슬림형 단열 커튼월 시스템</li> <li>· 무차향 일사저감 이중외피 창호시스템</li> </ul>	지속적인 신기술 투자 필요
외단열시스템	· 열교차단 외단열 시스템	

자료 : 『그린 리모델링을 위한 적정 외피시스템 선정에 관한 연구』

〈그림 3-2〉 블라인드 내장형 그린리모델링 창호 개념



자료 : 『건물외피 시스템의 그린리모델링 최저고하 기술개발』, 한국건설기술연구원.



#### 4. 해외사례

##### 1) 마운틴 장비회사(Mountain Equipment MEC), 오타와, 캐나다

마운틴 장비회사는 캐나다 오타와에 위치한 상가 건물이다. MEC 회사는 산악장비를 사용하는 소비협동조합으로 캐나다에서 C2000 Green Building Standard에 의하여 에너지 저감과 환경오염 최소화, 이용자의 쾌적한 환경과 동시에 효율적인 공간을 제공할 수 있도록 추진된 최초의 건물이다. 건축주가 C2000 기준에 만족할 수 있도록 하면서 동시에 미국의 Green Building Council의 LEED에서 'Gold' 등급을 받을 수 있도록 요구 하였다. MEC 리모델링은 에너지를 저감하는 것뿐만 아니라 수자원의 절약도 볼 수 있는 사례이다. 수자원 절약장치와 설비를 설치하였고, 조경 관리를 위해 우수의 이용으로 수자원을 30% 절약할 수 있었다. 또한 천연가스를 이용하여 급탕의 효율을 94% 까지 높였다.

〈표 3-2〉 마운틴 장비회사(Mountain Equipment Co-Op; MEC)

내용	전경
<p>1) 건물개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장소 : 캐나다 오타와</li> <li>- 용도 : 상가 건물</li> <li>- 건물 면적 : 2200m<sup>2</sup></li> </ul> <p>2) 시스템개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사무공간에는 VAV 시스템 온수방열기 설치</li> <li>- 직접분사형 연소보일러(Direct-vent plus combustion boiler)를 설치, 급수 및 온수를 낮춰 보일러의 효율을 95%까지 증가</li> <li>- 수직블라인드를 사용하여 내부로 반사광 유입</li> <li>- 건물 재료의 80%는 인근 지역으로 운반이 가능한 것으로 불필요한 에너지 사용을 자제</li> <li>- 천연가스 이용하여 급탕의 효율 94%까지 증가</li> <li>- VOC 함유 마감재 사용</li> <li>- 우수저장고 설치</li> </ul>	 

자료 : [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MEC\\_Ottawa.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MEC_Ottawa.jpg)  
<https://www.canadianarchitect.com/features/designing-for-disassembly/>

## 2) 스탠호프(Stahope) 임대주택단지, 뉴캐슬(Newcastle), 영국

스탠호프 임대주택단지는 영국 뉴캐슬에 위치하고 있는 공동주택이다. 저소득층을 위한 임대주택단지로 1970년에 지어졌다. 스탠호프 임대주택단지의 리모델링은 에너지를 절약할 수 있는 방법과 기존 건물 외피의 열성능을 향상시켜 열병합 발전을 활용할 수 있도록 하는 것이 주된 특징이다. 북영국 주택협회에서 1992년 EU-Thermie Programme으로 자금지원을 받아 리모델링에 에너지 비용과 이산화탄소 배출의 감소를 위한 계획을 실시하였다. 스탠호프 임대주택단지 리모델링은 32%의 전기 에너지를 감소시켰고, 연간 2,576MWh 까지 에너지 소비량을 감소시켰다. 이산화탄소 배출량도 78%로 감소되어 환경적으로 큰 효과를 본 사례이다.

〈표 3-3〉 스탠호프(Stahope) 임대주택단지

내용
1) 건물개요
- 장소 : 영국 뉴캐슬
- 용도 : 공동주택
2) 시스템개요
- 수온 유지 샤워기, 저유량 밸브 사용
- 주거용 급탕시스템을 설치
- 건물 에너지 관리시스템(BEMS)을 사용

## 3) 피리저 가(PARISER STRASSE)의 집합주택, 뮌헨, 독일

피리저 가의 집합 주택은 독일 뮌헨의 중심 시가지에 위치한 공동주택이다. 피리저 가의 집합 주택은 주민들이 참여한 재개발로 공공임대주택단지이다. 피리저 가의 리모델링은 주변 환경과의 개선과 조화, 그리고 주민이 쾌적하고 건강한 주거환경 개선이 이루어질 수 있도록 계획하였다. 피리저가의 리모델링은 기존 집합주택의 구조를 보존하고 단열과 기밀성능을 높이고 주호계획은 대폭 변경하였다. 보존건축으로 지정되어 있기 때문에 기존의 고전주의 양식을 그대로 재현하였다.

〈표 3-4〉 피리저 가(PARISER STRASSE)의 집합주택

내용	위치
<p>1) 건물개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장소 : 독일 뮌헨</li> <li>- 용도 : 공동주택</li> </ul> <p>2) 시스템개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지붕밀 공기를 회수하여 예열원으로 이용</li> <li>- 유기쓰레기를 대형 공동 컴포스터로 처리하여 퇴비로 사용</li> <li>- 최상층 계단실을 확장하여 부차온실 조성</li> </ul>	

자료 : <https://www.google.co.kr/maps>

#### 4) Engelsby, 플렌스부르크(Flensburg), 독일

Engelsby는 독일 플렌스부르크에 위한 집합주거로 EU의 THERMIE 프로젝트의 일환으로 친환경적인 리모델링이 시행된 건물 중 하나이다. IEA 프로그램에서 연구된 ‘태양 에너지를 이용한 건물 모델링 기술(Solar Energy in Building Renovation)’을 적용하여 Engelsby 집합 주거단지는 태양 에너지를 기본으로 한 계획안이 고려가 되었다. 그리하여 이 건물에 적용된 기술들은 다른 프로젝트 설계에 좋은 본보기가 되었다.

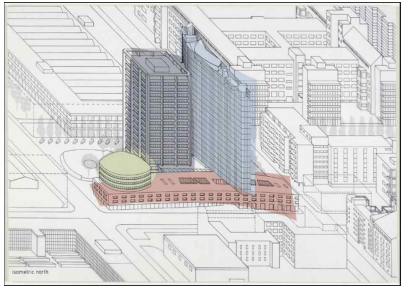
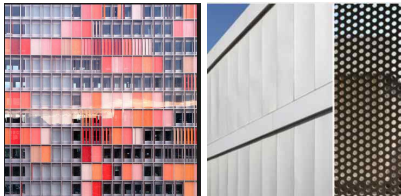
〈표 3-5〉 Engelsby

내용
<p>1) 건물개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장소 : 독일 플렌스부르크</li> <li>- 용도 : 집합주거</li> </ul> <p>2) 시스템개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 돌출 발코니에 자연형 태양열 부착 온실 조성</li> <li>- 축열벽형 자연형 태양열을 활용</li> <li>- 계단실을 통하여 자연환기시스템</li> <li>- 난방 에너지가 294,000kWh로 연간 23,000DM의 비용 절감 효과</li> </ul>

### 5) GSW Headquarters, 베를린, 독일

독일 베를린에 위치한 GSW(베를린 최대의 사회 주택공급자)는 기존의 17층에서 3층을 더 사무 공간으로 증축하였다. 그리고 기존 건물과 연결되는 22층 타워를 완공하였다. 바람이나 기타 환경문제에서 기존 건물을 보호하기 위해 새 건물은 서측 입면도에 Solar flue 결합하고 바람에 대한 buffer를 제공하였다. 또한 동측 복도와 서측 사무실 공간을 중복도로 변경하였고, 3중창의 동측 입면과 중앙 판넬 블라인드를 사용하였다.

〈표 3-6〉 GSW Headquarters

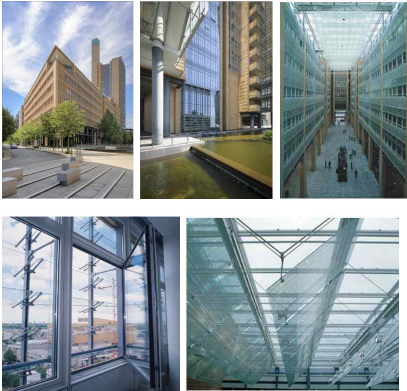
내용	전경
<p>1) 건물개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장소 : 독일 베를린</li> <li>- 용도 : 사무용 건축물</li> </ul> <p>2) 시스템개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이중외피구조로 복사 냉난방과 자연환기 등으로 에너지 저감형 디자인 구사</li> <li>- 회전과 이동이 가능한 핀 고정 루버들이 태양빛의 유입에 따라 중공층 과열 방지를 위해 태양열의 각도를 감지</li> <li>- 복사 냉난방과 자연환기를 이용하여 에너지 저감</li> </ul>	 

자료 : <http://filt3rs.net/case/colorful-folding-perforated-panels-sh-berlin-058>

### 6) Debis Building, 베를린, 독일

독일 베를린에서는 1990년에 시작한 ‘포츠담 광장’ 재개발 계획으로 4개 구역으로 나누었다. 이중 가장 넓은 부지를 렌조 피아노가 맡았고 모든 구조물은 동판 지붕과 유리, 테라코타와 같은 유사한 재료를 사용하도록 하였다. 내부에 중정이 구성되고 자연을 도입하고 아트리움을 계획하였다. 그리하여 친환경적인 공간 배치와 자연 채광과 환기가 가능하도록 하였다.

<표 3-7>Debis Building

내용	전경
<p>1) 건물개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장소 : 독일 베를린</li> <li>- 용도 : 사무용 건축물</li> </ul> <p>2) 시스템개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 테라코타를 외피에 사용하여 단열 성능 증대</li> <li>- 이중외피와 테라코타 루버의 외피를 적용</li> <li>- 이중외피는 온도 센서 시스템에 열려 굴뚝효과를 활용하여 냉방 부하 최소화</li> <li>- 가동식 유리창을 사용</li> <li>- 아트리움을 계획하여 채광과 환기</li> <li>- 테라코타 스크린은 건축물의 낮은 부분 바깥 외피로 사용</li> </ul>	

자료 : [http://www.commercialwindows.org/case\\_debis.php](http://www.commercialwindows.org/case_debis.php)  
[http://www.commercialwindows.org/case\\_debis.php](http://www.commercialwindows.org/case_debis.php)

#### 7) TERBRO 주택, 코펜하겐, 덴마크

덴마크 코펜하겐에 위치한 Terbro주택은 유럽 연합에 의한 것으로 80세대 노후화된 공동주택을 태양열을 이용하여 에너지 절감으로 리모델링한 주거단지이다. 이 계획안은 1995년에 완성되어 지역난방 부하를 감소시켰다. 또한 난방과 온수에 소비되는 에너지를 50%로 저감시켜 덴마크 정부의 목표를 달성하였다. 이러한 성공적인 사례로 덴마크에서 수행하는 대부분의 주거단지에 태양열을 이용하여 에너지를 절약하는 리모델링 계획안들이 수행되었다.

<표 3-8> TERBRO 주택


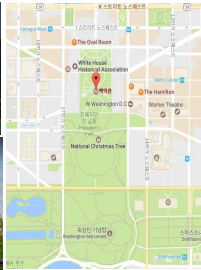
내용
<p>1) 건물개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장소 : 덴마크 코펜하겐</li> <li>- 용도 : 집합주거</li> </ul> <p>2) 시스템개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 환기의 열회수 시스템, 3중 열차단 유리창 적용</li> <li>- 모든 주택에 역류식 열회수장치를 도입</li> <li>- 개별 태양열 집열 렌즈, 'Solar Wall' 설치</li> <li>- Life-cycle cosr 분석으로 'Optibuild'라는 프로그램 사용</li> <li>- 태양열 급탕 시스템 설치로 인하여 온수를 만들기 위해 사용된 에너지의 37.5% 절약</li> </ul>

## 8) 백악관(The White House), 워싱턴 D.C, 미국

미국 워싱턴 D.C에 있는 백악관(The white house)는 미국 대통령이 행정 직무를 보는 곳이다. 1993년 클린턴 대통령은 지구의 날(Earth Day)를 맞이하여 백악관의 친환경적인 리모델링(Green of the white house)을 실행하였다. 이는 실내 환경을 쾌적하게 유지하고 에너지 성능을 향상시키기 위함이었다. 이러한 시도로 에너지 사용 감소, 자원의 재활용, 쓰레기의 감소 등 다양한 연구가 진행되어 여러 전문 기관의 연구원으로 구성된 President's Council이 조직화 되어 팀을 구성하여 프로젝트를 수행하였다.

백악관에서는 주거시설이나 사무실에서 적용되는 일반적인 기법을 그대로 반영하였다. 궁극적으로 에너지 저감과 폐기물의 감소를 위한 다양한 기술이 도입되었다. 건물의 외피성능 향상, 실내 환경의 쾌적성, 에너지 절약형 전구 사용, 자연채광 도입, 자원의 재활용, 대체 연료 사용, 물의 절약 등의 7가지 항목을 17개 분야로 친환경적(Greening)작업을 하였다.

<표 3-9> 백악관(The White House)

내용	전경
<p>1) 건물개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장소 : 미국 워싱턴 D.C</li> <li>- 용도 : 사무용 건축물</li> </ul> <p>2) 시스템개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전기부하제어, CFC의 배출을 억제</li> <li>- 냉난방 환기설비 개선</li> <li>- 친환경 건축자재를 사용</li> <li>- 유해 폐기물의 방출을 억제하여 폐기물 배출량 50%이상 감소</li> <li>- 연간 \$300,000의 에너지 비용을 감소</li> </ul>	 

자료: <https://www.google.co.kr/maps>



<https://www.google.co.kr/maps/place/%EB%B0%B1%EC%95%85%EA%B4%80/@38.8966962,-77.0368106,15.31z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x715969d86d0b76bf!8m2!3d38.8976763!4d-77.0365298>

### 9) 환경청 본부건물(EPA National Headquarters), 워싱턴 D.C, 미국

미국의 환경청 본부(EPA)는 워싱턴 D.C에 위치하고 있다. 예전에 워싱턴과 버지니아 주에 10개의 서로 다른 건물에 임대하고 있었으나 EPA의 역할과 규모가 확대되면서 1994년 워싱턴 D.C에 위치한 오래된 정부청사로 통합되어 이전하면서 리모델링을 하였다.

EPA의 건물의 이전 및 리모델링을 위하여 친환경적인 리모델링으로 수행하고자 하여 먼저 에너지 절약정책이 적극적으로 채택될 수 있는 설계를 지향하였다. 또한 IAQ가 보장된 건강한 업무환경 제공과 자원의 재활용으로 건축 재료를 최소화 하였다. 지구차원에서의 환경변화를 최소화하기 위한 제품, 과정, 기술 이용을 최대한 활용하였다.

<표 3-10> 환경청 본부건물(EPA National Headquarters)

내용	전경
<p>1) 건물개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장소 : 미국 워싱턴 D.C</li> <li>- 용도 : 사무용 건축물</li> </ul> <p>2) 시스템개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자연채광 도입</li> <li>- 전반 조명 및 국부 조명으로 광원의 조합이 500lux 공급</li> <li>- 저유량 수전 사용</li> <li>- 천연페인트 사용</li> <li>- 기존 구조와 자재를 이용</li> <li>- DOE-2를 이용한 에너지 분석과 LCC분석 진행, 내부 방풍창과 벽체 단열 추가 설치</li> <li>- 친환경적인 재료 사용</li> </ul>	 

자료 : <https://optirtc-cso.com/projects/>

<http://www.msnbc.com/rachel-maddow-show/the-epa-faces-new-challenges-the-trump-era>

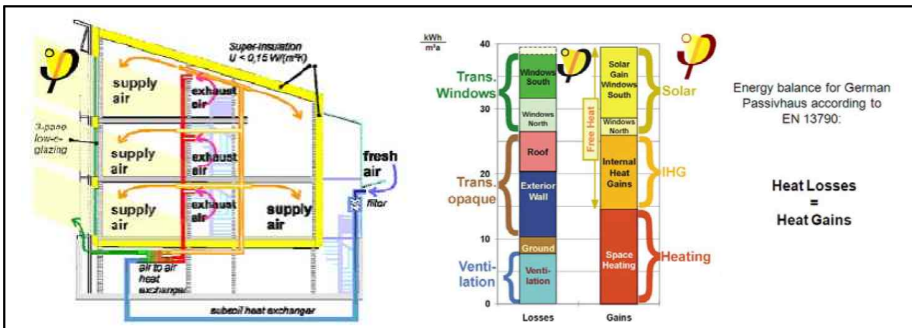


## 제2절 에너지저감형 패시브 설계 기술

### 1. 패시브하우스 개념 및 기준(Standard)

독일 Passive House Institute(2001)는 패시브 하우스를 ‘전통적인 기계 냉난방 설비의 필요없이 여름철과 겨울철에 쾌적한 실내환경을 제공하는 건물’로 정의하며 자연에너지(Natural Energy)를 적극 활용하여 열에너지의 손실을 최소화함으로써 에너지를 최대한 절약한다는 의미를 가진다. 1988년 독일 패시브 하우스 연구소는 난방 에너지 15KWh/m<sup>2</sup>.year 미만 냉난방, 급탕, 전기를 포함한 총 건물에너지 소비량 (1차 에너지 소비) 120KWh/m<sup>2</sup>.year 미만을 필수조건 (Prerequisite)으로 보고 있다.

<그림 3-3> 패시브 하우스의 기본개념



주 : 좌-The Concept of Passive House, 우-Energy Balance by Mechanism for Passive House

자료 : 패시브 하우스의 디자인 기법과 기술 성능에 관한 연구

패시브 하우스 기준 (Passive House Standard)은 1995년에 최초로 만들어졌으며, 이는 가장 기본적인 기준이 된다. 이외에도 독일 패시브 하우스에 요구되는 성능 설계 조건은 다음과 같다.



〈표 3-11〉 독일 패시브 하우스에 요구되는 성능설계 조건

구분	그린 리모델링 기술
연간 난방 에너지 소비량	< 15 KWh/m <sup>2</sup> .year
1차 에너지 소비량	< 120 KWh/m <sup>2</sup> .year
기밀성능	< 0.6 h-1,50
창문 프레임과 유리의 평균 U-Value	< 0.8 W/m <sup>2</sup> .K
환기시스템 에너지 관리 효율	> 75%

자료 : 패시브 하우스의 디자인 기법과 기술 성능에 관한 연구

## 2. 패시브하우스의 통합설계

패시브하우스는 건물에서 사용하는 에너지 절약적인 패시브 요소를 최대 화하고, 재생에너지 활용 등 액티브 요소는 가능한한 최소화 한다. 따라서, 건 물의 에너지 절약은 패시브 하우스의 목표 중 가장 중요한 부분이다.

패시브 하우스의 설계원리는 슈퍼단열(Super insulation)과 열교최소화 (Design Without Thermal Bridge), 열회수, 실내공기질 (Heat Cover & Thermal Bridge), 태양에너지의 적극적 획득 (Passive Solar Gain), 전기효율 (Electric Efficiency), 신재생에너지 (On Site Renewable)을 고려하는 것이 다. 이러한 패시브 하우스 기준을 만족시키기 위해서는 디자인(Super Design) 과 기술요소(Components)간의 상호작용 (Interaction)의 통합설계 (Integral Plan)가 중요하며, 즉 건설되는 지역의 기후, 대지, 건물유형, 규모 등에 적합한 패시브 하우스를 위한 기술과 디자인 등의 통합화가 중요한 관건이다.

〈표 3-12〉 패시브 하우스의 요소기

구분	시스템	기술
에너지 절약		지역적 특색활용
		자연채광 및 차양
		조명 제어
		고효율 단열재
		축열체

〈표 계속〉

구분	시스템	기술
	환기	자연환기
		폐열 회수 시스템
	우수	우수 집수 및 재활용
	고효율 장비	열병합 발전
재생 에너지	에너지 설비	태양광
		태양열
		지열
		풍력
		바이오매스
		연료전지

자료 : 패시브 하우스의 에너지 절약기술 분석

### 3. 패시브 설계기술

친환경건축 디자인이 되기 위한 전제조건은 우선 외부와의 열교환을 차단하여 열 부하를 최소화 하는 것이다. 이를 이해 친환경 디자인기법은 패시브 디자인 (Passive Design)과 액티브 디자인 (Active Design)으로 나눌 수 있다. 패시브 디자인의 사전적인 의미는 ‘수동적 설계’라는 뜻으로 기계나 전기설비, 동력을 적극적으로 이용하는 액티브디자인에 대응하는 개념이다.

패시브 디자인은 지속가능건축의 주요한 열쇠이며, 최소한의 에너지로 사용자의 편리와 건강을 최대화하고자 하는 것에 목적이 있다. 패시브 디자인에서 고려하는 에너지원은 태양, 바람, 우수, 지열 등 자연에서 얻을 수 있는 모든 것으로 기존 건물의 10%의 에너지만 사용하는 패시브하우스(Passive House)가 대표적인 것이다.

패시브 하우스는 에너지 절감을 위한 어떤 기계적이 장치를 하지 않고 건물의 구조체나 단열이나 축열 등의 현태를 활용해 에너지를 절감시키거나 단열, 태양광 창호 등 친환경 자재를 이용한 에너지절약형 주택을 말한다. 패시브 하우스는 고단열과 고기밀을 이용한 열교 최소화가 가장 중요하다고 할 수 있다. 주택에서 열 교환으로 인한 에너지 손실은 일반적으로 지붕과 벽면, 환기로 인한 부분이 가장 크며, 계절에 따른 에너지 상관률을 가진다.

패시브 하우스의 원리는 첫째, 고단열과 열교 최소화 둘째, 고기밀, 고단열 창호, 셋째, 고효율 전열 교환 넷째, 태양에너지의 최대 획득 다섯째, 고효율 설비 여섯째, 신재생에너지 적용이다.

무엇보다 안에서 밖으로 빠져나가는 열관리와 함께 실내 환기를 통해 깨끗한 공기 유지도 중요하다

신에너지 및 재생에너지는 기존의 화석에너지를 변환시켜 이용하거나 햇빛, 물, 지열, 강수, 생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지를 말한다.

패시브 디자인의 에너지원이 자연에 있는 만큼 신재생에너지에 대한 이해가 필요하며, 태양에너지, 풍력 에너지, 수소에너지, 지열 에너지 등이 여기에 속한다.

신재생에너지의 종류나 특징을 간단히 알아보면 다음과 같다.

첫째, 태양광 에너지는 태양광을 직접 전기에너지로 변환시키는 기술로서 햇빛을 받으면 광전효과에 의해 전기를 발생시키는 태양전지를 이용한 발전방식이다.

태양전지 (Solar Cell)로 구성된 모듈(Module) 과 화합물반도체로서 연료형 태양전지가 있다. 태양전지는 결정 실리콘 태양전지와 박막 태양전지로 구분되며, 이중 태양전지의 대부분을 차지하는 결정질 실리콘 태양전지의 경우, 친환경적이며, 다양한 색상으로 생산이 가능하다.

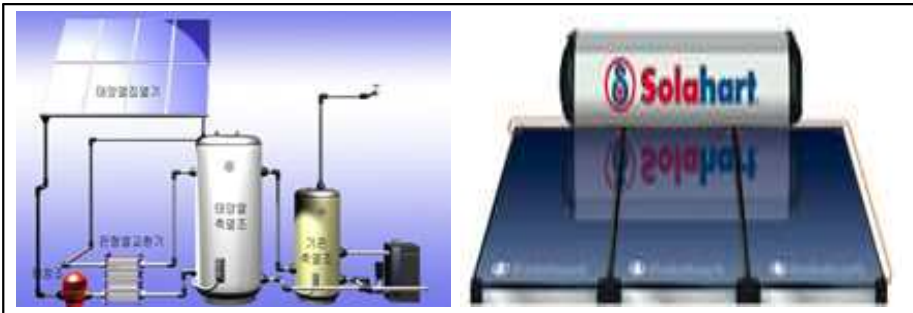
<그림 3-4> 태양광 에너지



자료 : 그린요소기술(2010), 현대산업개발 기술연구소 기술자료집.

둘째, 태양열 에너지는 태양에너지의 열을 직접 이용하는 방법으로 태양열의 흡수, 저장, 열변환 등을 통하여 건물의 냉난방 및 급탕 등에 활용한다. 집열부, 축열부, 이용부로 구성되어 있으며, 이중 집열부는 가장 중요한 부분으로 간단한 형태는 빛을 흡수하는 검은색 관속으로 물을 흐르게 하는 평판 집열기이다.

<그림 3-5> 태양열 에너지



자료 : 그린요소기술(2010), 현대산업개발 기술연구소 기술자료집.

셋째, 풍력에너지는 바람의 힘을 이용한 것으로 바람의 풍차의 날개를 돌리면 날개는 발전기에 연결되어 전기를 생산하는 방식이다. 생산된 전기는 바로 사용하거나 전기를 보내는 전선망을 이용하여 전기를 필요로 하는 사람들에게 보내주며, 우리나라의 경우, 해안선이 길어 풍력발전을 하기에 유리한 조건을 가지고 있다.

<그림 3-6> 풍력 에너지

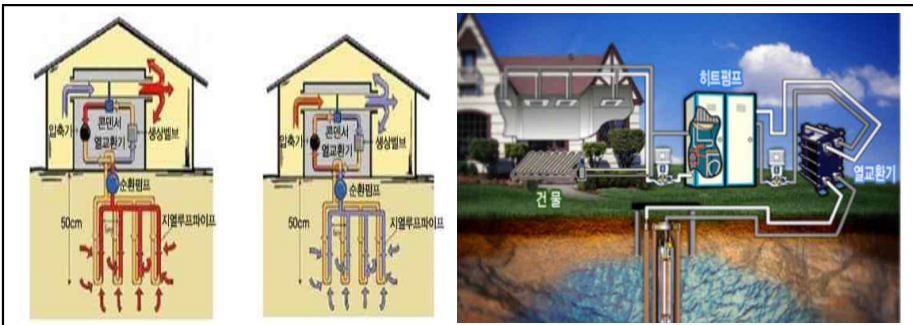


자료 : 그린요소기술(2010), 현대산업개발 기술연구소 기술자료집.

넷째, 지열에너지와 관련하여 지열은 지표면의 얇은 곳에서 수Km 깊이 존재하는 뜨거운 물과 암석을 포함하여 땅이 가지고 있는 에너지를 말하며 통상 온천이나 마그마를 이용한다.

지열발전은 화석연료를 연소시키지 않기 때문에 환경에 우수하고 연료의 고갈이나 가격급등의 우려가 없는 점과 수요에 대하여 안정된 발전량을 얻는 점 등의 장점을 지니고 있어 매우 우수한 에너지나 초기 비용이 높은 편이다.

<그림 3-7> 지열 에너지



자료 : 그린요소기술(2010), 현대산업개발 기술연구소 기술자료집.

#### 4. 패시브 디자인요소를 이용한 그린리모델링의 방향

##### 1) 채광과 그늘

모든 사례들에 공통적으로 적용되는 것으로 주택을 이루는 기본 구조물들의 방향들은 태양빛을 받아들이기 쉬운 쪽으로 긴 장방형의 모습을 하고 있다. 평면의 구성은 침실과 거실은 난방이나 태양을 받아들이기 용이한 쪽으로 배치되며, 더운 지방은 반대쪽으로 배치된다.

루버나 어닝, 고정형 차양들이 함께 설계되어 그늘을 조절하기 용이하게 하였으며 로이유리, 삼중유리 등을 이용해 열 조절을 가능하게 할 수 있다.

보다 나은 개선방향으로 지붕위에 천창을 설치해 계절에 따른 태양의 고도 변화에도 자연채광이 가능하게 한다. 또한, 거실과 방의 창 크기를 가능한 크게 설계하여 자연 채광율을 높이하고자 하였다. 채광을 위해 방과 거실의 위치를 태양빛을 받아들이기 쉬운 형태로 길게 배치했다. 지붕에서 내려오는 그늘이 고정형 차양의 역할을 하며, 동시에 루버형태의 덧창을 설치해 채광과 그늘을 조절할 수 있도록 유도하였다. 각도를 조절할 수 있는 루버형태의 덧창은 바람의 방향을 조절할 수 있다. 자연환기를 위해 맞통풍이 가능하도록 마주 보는 출구나 창을 설계하도록 한다.

##### 2) 냉난방

공통적으로 고기밀과 고단열재를 사용하며, 다량의 열손실과 열흡수를 인식하고 배치하되 이중외피로 설계하기도 한다. 또 축열벽을 사용하여 태양으로부터 에너지를 저장하는 방법을 사용하고 있다.

냉난방의 기본 에너지원으로는 대부분의 사례들이 태양광이나 태양열을 사용하고 있으며, 지열시스템이나 풍력발전시스템 등도 중복 사용되기도 한다. 그러나 이러한 설계는 초기 비용이 들어 개인적으로는 부담스러운 측면들도 있다. 보다 나은 개선방향으로 고기밀과 고단열재의 사용이외에 지붕이 천창을 통해 들어오는 태양빛이 실내 벽에 축열되어 실내의 적절한 온도 유지를 가능하게 한다.

냉난방의 에너지원으로는 태양광과 태양열을 제안하며, 폐열회수장치를 설계한다. 지붕에는 식생을 이용한 지붕녹화를 통해 실내온도유지에 도움을 줄 수 있다.

### 3) 환기

자연환기를 위한 맞통풍 구조를 기본으로 설계되어 있다. 이층주택의 경우에도 현관, 일층과 이층으로 바람의 길이 연결될 수 있도록 배치하였으며, 자연 환기와 함께 하이브리드 환기로 설계되어 있다.

### 4) 수자원

사례들이 공통된 요소 가운데 하나로 빗물 침투통을 설치하여 간단한 필터를 통해 빗물을 활용하고 있거나, 빗물관리 시스템이나 중수처리 시스템 설치가 포함된다. 이러한 그레이워터나 빗물의 사용은 일상적인 정원수나 생활수로 활용도가 높아 농촌이나 전원지역에서 꼭 필요한 요소이기도 하다.

보다 나은 개선방향으로 수자원관리는 시공성과 경제성 면에서 단독주택 차원의 설계보다는 공동주택 차원에서 설계가 바람직하다. 빗물을 모아 생활용수로 활용할 수 있는 빗물관리 시스템이나 중수도 설치, 재활용수 등의 설계를 제안할 수 있다.

### 5) 녹화

인공지반녹화 시스템을 활용하고 있다. 이끼종류를 사용하기도 한다. 이외 친환경자재와 재활용자재를 함께 사용하고 있다.

### 제3절 에너지저감형 생태 주거단지 설계

지구의 온난화로 인한 기후변화와 에너지 문제에 대응하기 위해 국제사회의 다양한 논의가 이루어지고 있고, 넓은 의미에서 온실가스에 대한 감축을 위한 노력들이 진행되고 있다.

도시화가 진행되고 있는 우리나라도 에너지 사용량이 많아지고 있어 이러한 문제를 해결하기 위하여 에너지 저감을 위한 에너지 절약형, 에너지 자립형 건축이나 주거단지, 신도시 개발 계획에 대한 연구는 다양하게 시도되고 있지만, 적용은 아직 부족한 실정이다.

#### 1. 기후변화에 대응하는 주거단지 계획

국내에서도 기후변화에 대응하기 위한 도시계획의 적용이나 실현을 위해서는 주거지 규모에서의 연구가 필요하다. 기후변화에 대응하는 주거단지계획에서는 단지 내부의 모든 부분에 걸쳐 에너지 효율성 강화를 위한 설계기법 도입을 추진해야 하고, 단지 내의 주민들의 자발적인 참여를 유도해야 해서 쾌적한 단지환경을 주민 스스로가 유지 및 관리하는 지속적인 체계를 구축하고, 단지 주변의 미기후를 적극적으로 고려하는 계획을 수립해야 한다.

#### 2. 기후변화 대응 에너지저감형 주거단지의 개념 정의

무엇보다도 기후변화대응 도시계획은 원인과 파급효과, 해결방안을 마련하는 것이 중요하며, 에너지 소비를 최소화하고 에너지 활용을 극대화하여 에너지의 순환적 체계를 기반으로 하고 있다. 기후변화에 대응하여 제시된 도시는 기후변화로 인한 문제가 커지면서 온실가스를 감축하기 위한 탄소도시, 탄소중립도시 등의 개념이 있고, 에너지 절감으로써 탄소 배출을 최소화하는 탄소저감도시, 탄소중립도시와 탄소배출을 제로로 만드는 탄소제로도시 등의 개념이 있다.



이러한 개념들을 종합적으로 살펴보고 기후변화 대응 에너지 저감형 주거단지의 개념으로 정의하였다.

위와 같은 개념들을 종합하여 기후변화대응 에너지 저감형 주거단지를 자원과 에너지의 순환적 체계를 기반으로 에너지 저감, 효율적 에너지 공급 및 관리, 신재생에너지를 이용하고, 탄소배출을 최소화 하는 탄소저감 및 흡수체계를 갖춘 쾌적한 주거단지라고 정의할 수 있다.

### 3. 기후변화 대응 에너지저감형 주거단지 계획요소 도출

#### 1) 기후변화대응 에너지저감형 주거단지 전략

기후변화에 대한 대응방안에는 크게 에너지 효율화, 에너지 전환, 에너지 순환, 에너지 환경을 전반적인 주요 전략으로 한다.

- 에너지 효율화: 투입된 에너지에 비해 얻어진 에너지가 많을수록 에너지효율에 긍정적인 효과를 가져오는 것을 의미한다.
- 에너지 전환: 기존의 화석연료 중심의 에너지 체제에서 신재생에너지와 같은 체제로의 전환을 의미한다.
- 에너지 순환: 폐기물, 우수 및 중수 등을 자원화 하여 재활용하거나 재이용하는 것을 의미한다.
- 에너지 환경: 공원, 녹지 및 숲 조성과 같은 생태환경을 통해 발생된 탄소를 흡수하여 상쇄시키는 것을 의미한다.

#### 2) 기후변화대응 에너지저감형 주거단지 계획요소

기후변화대응 에너지 저감형 주거단지 계획요소는 선행연구를 바탕으로 전략에 기초하여 에너지 효율화, 에너지 전환, 에너지 순환, 에너지 환경의 측면으로 분류하였고, 계획요소를 도출하기 위해 기후변화대응 주거단지와, 에너지 저감형 주거단지 계획에 검토할 수 있다.

〈표 3-13〉 기후변화대응 에너지저감형 주거단지 계획요소

측 면	부 문	계 획 요 소
에너지 효율화	토지이용	집약적 토지이용밀도
		일조량, 풍향을 고려한 배치
		자연지형을 고려한 배치
	녹색교통	보행자, 자전거 전용도로 및 네트워크
		대중교통이용 및 연계
		단지 내 속도제한 구역
		지하도로 및 단지 외곽주차
	건축물	자연채광 및 차양
		자연환기 설비
		고단열, 고기밀 자재 사용
		고효율 설비시스템
에너지 전환	신재생에너지	태양광 발전 시스템
		태양열 시스템(온수)
		지열에너지 활용(냉난방)
		바이오메스 에너지 활용 (가스)
		풍력에너지 발전 시스템
에너지 순환	물순환	우수 및 중수 사용
		분산형 빗물관리 시설
		투수성 포장
	자원순환	폐기물 회수 시스템
		음식쓰레기 퇴비화 폐기물 자원화 시설
에너지 환경	공원, 녹지	공원 및 녹지 네트워크
		옥상녹화 및 벽면녹화
		친수공간 조성
	생태환경	수생바이오토프 및 조성 (실개천)
		육생바이오토프 조성(텃밭, 자연학습장)



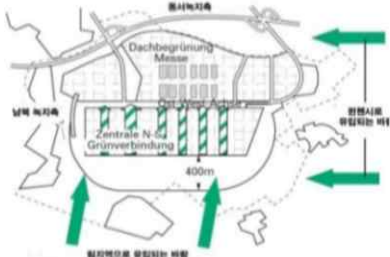
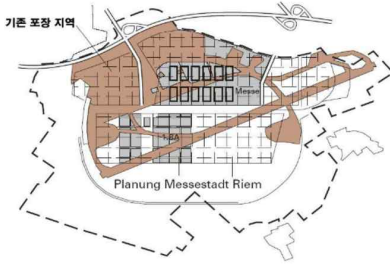
자료 : 기후변화 대응 에너지 저감형 주거단지 계획요소에 관한 연구

#### 4. 에너지저감형 주거단지 사례

##### 1) 독일 Riem 주거단지

독일 Riem 주거단지는 독일 뮌헨에 위치한 주거단지로서 556ha 면적을 가지며, 16,000명의 거주인구가 있다. 에너지 저감에 따른 주요 요소기술로서는 인공적 생태호수, 우수 침투를 위한 조경시설, 그리고, 일조 조절이 가능한 입면 등이 있다. 큰 틀에서 볼 때, 1) 오픈스페이스를 구상하여 깨끗한 공기 공급과 순환구조 그리고, 공간의 경제적인 사용과 건물구조를 제시하였고, 2) 물순환 개념을 도입하여 물소비량 감소와 깨끗한 수질 확보에 목적을 두고 있다. 3)교통 구성적인 측면에서 소음과 배기량 감소로 오픈 스페이스의 쾌적성을 확보하였고, 4) 에너지 개념에서 에너지의 효율적인 생산과 소비를 제시하고, 5) 토양 보전 개념에서 토양의 보존 및 적정 용도의 사용을 제시하였고, 6)쓰레기 관리적인 개념에서 도시 전체의 쓰레기 축적 감소효과를 제시하였다.

〈표 3-14〉 독일 Riem 주거단지

오픈스페이스 계획	체계적인 녹지계획
	
지구전체 바람의 길을 고려한 계획수립	기존 포장면 활용 및 토양 보전계획
	

자료 : 수원아이파크시티 자연환경대상 보고서, 현대산업개발

## 2) 일본 마테르아노우 (Materre Anou)

일본 후쿠오카현 기타큐슈에 위치한 0.74ha에 약 173세대의 주거단지로 구성되어 있다. 기타큐슈의 부심지인 쿠로자키 주변정비사업의 일환인 도시거주갱신사업으로 채택되어 임대주택, 스포츠시설, 노인대학, 공원 등이 만들어졌다.

태양열 활용 시스템에는 태양열 온수기, 각 주호 발코니에 태양열 집열판이 설치되어 있고, 풍력 이용시스템에는 풍력 발전기를 설치하여 보조전원으로 사용된다. 그리고 절수 대책으로는 절수형 변기 설치로 4L/회 절수 및 절수형 샤워기가 설치되어 있고, 빗물을 우수탱크에 저장하고, 녹지 관수용으로 사용된다.

녹화의 경우, 주차공간의 녹지화 및 차양, 에어컨 필터, 온습도 조절 기능을 겸비한 발코니 그리고, 투수성 아스팔트 사용으로 우수의 지하 침투를 고려하며, 미세기후를 고려하여 부지 내 산책로 조성, 바람길 조성과 함께 안전을 고려하여 고령자 대응주택 및 자동 잠금장치 (Auto lock System)을 고려하였다. 그리고 재활용 자재를 사용 및 쓰레기 처리 시설이 구성되어 있다.

<그림 3-8> 일본 마테르아노우(좌:태양열 집열기, 우:전경)



자료 : 수원아이파크시티 자연환경대상 보고서, 현대산업개발.

### 3) 수원아이파크 시티 생태주거 단지

수원시 남부 권선지구에 위치한 수원아이파크 시티는 현대산업개발이 단독으로 개발하는 민간도시개발사업으로 약 100만 제곱미터 부지에 약 7,000여 가구의 주거시설과 테마쇼핑몰, 복합상업시설, 공공시설 등이 어우러져 개발되는 신도시이다. 도시를 가로지르는 2개의 하천과 8만 제곱미터의 생태공원, 4개의 어린이 공원, 도심형 광장 그리고, 전체 도시를 순환하는 자전거 도로가 구성되어 있다.

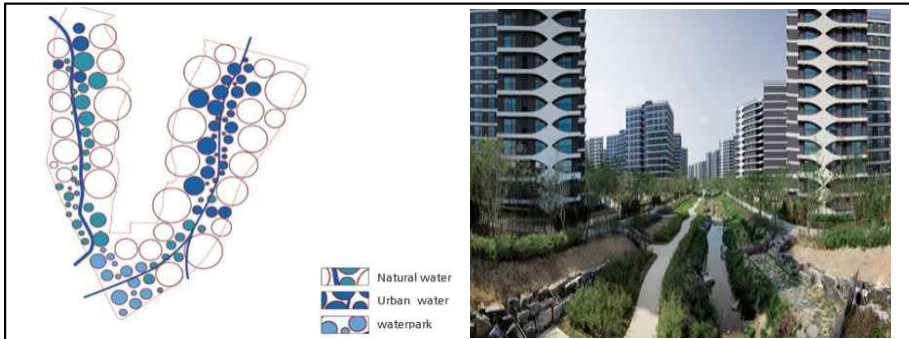
<그림 3-9> 수원 아이파크시티(좌:마스터플랜, 우:단지별 구성)



자료 : 수원아이파크시티 자연환경대상 보고서, 현대산업개발.

근린공원에는 각종 이벤트를 열수 있는 넓은 잔디광장, 물을 주제로 다양하게 연출한 워터파크, 숲과 습지가 조화된 생태공원, 그리고 어린이와 청소년을 위한 스포츠평원 등으로 구성되었다.

<그림 3-10> 아이파크시티 내부단지 전경



자료 : 수원아이파크시티 자연환경대상 보고서, 현대산업개발.

외부 도장재료도 일반 수성페인트가 아닌 발수성, 통기성 등이 우수한 고성능성 페인트를 사용하여 내구성과 유지관리측면의 기능을 향상시켰다. 또한, 자연에서 느껴지는 다양한 감성으로 계획된 색상이 실제 효과적으로 적용되도록 NCS 칼라시스템을 적용하였다.

아일랜드 내부는 디자인과 예술적 상상력을 갖춘 테마공간이 되어 사계절의 풍경을 느낄 수 있는 식재계획, 아파트 건물과 동일한 칼라를 가진 포장패턴, 아일랜드의 테마를 반영한 조경시설물 등으로 구성된다. 아일랜드 경계부는 돌담, 생울타리, 자연석, 수로, 화계 등 다양한 재료와 디자인으로 아일랜드를 더욱 뚜렷하게 부각시킨다. 아일랜드 외부는 풍성한 숲과 너른 잔디밭, 개울과 연못, 부드럽고 편안한 산책로가 도시기반시설인 생태하천과 유기적으로 연결되어 자연과 동화된 친환경 주거단지를 실현한다.

<그림 3-11> 아일랜드 내부 전경



자료 : 수원아이파크시티 자연환경대상 보고서, 현대산업개발

위에서 제시한 다양한 해외사례 및 국내사례에 대한 친환경 주거단지의 특성을 나타내면, 독일의 경우, 단지계획, 환경생태분야에서 우수한 결과를 가지고 있다. 단지 계획적 차원에서 대지를 순응적으로 사용하여 파괴를 최소화하고, 교통제한 및 속도조절로 단지 내 환경파괴를 억제하며, 분산 주차로 공해를 막고 친환경적인 건축재료를 선택한다. 환경생태분야에서는 대지의 미기후를 고려해 태양열, 풍력, 녹지지붕 등을 적극적으로 활용하여 잉여 에너지의 활용을 최대화하고, 우수저장 공간을 확보하였다.

일본의 경우, 자연친화적 디자인과 에너지, 자원절약기술 측면에서 계획요소가 고르게 적용되고 있다. 또한 대체에너지의 이용, 에너지, 자원절약, 폐기물 처리, 쾌적한 실내환경 조성, 옥상 및 벽면 녹화, 부지 미기후를 이용한 단지 계획에서도 적극성을 보인다.

독일은 대지와와의 파괴를 최소화하고, 친환경적인 재료를 사용하여 사용자의 참여를 계획 초기부터 반영하였으며, 특히 환경 생태요소를 적극적으로 도입함을 알 수 있다. 일본의 경우, 환경공생주택을 위한 기술이 뒷받침 되고 있으며, 사용자가 부담을 느끼지 않고 환경에 관심을 가질 수 있도록 유도하는 등의 연구가 진행되는 등 이미 관리적 측면을 더 중요하게 여기고 있다.

수원아이파크 시티와 같은 대규모의 단지는 에너지나 자원절약 분야의 계획요소 도입에 적극적이지 못하며, 사용자가 장기적으로 환경에 관심을 갖고 생활 하도록 유도하지 못하고 있다. 기술적인 면에 덧붙여 국가적인 차원에서 제도적 장치를 마련하고 계획된 단지 내의 커뮤니티 공간들을 통해 장기적으로 사용자들이 생태주거단지에 관심을 가지고 생활할 수 있도록 유도하는 것이 필요하다.

다양한 친환경 주거단지의 해외사례를 통해 나타낼 수 있는 계획적인 요소는 단지계획, 환경생태, 사회문화적인 측면으로 분류를 할 수 있고, 특히 단지 계획적인 분야에서는 환경친화적인 배치에 대한 중요성이 증대되고, 환경생태 분야에서는 에너지분야의 관심과 실질적인 중요도가 증가하고 있다. 이러한 단지계획과 환경생태분야가 함께 어우러져 사회문화적인 분야에서의 주민참여가 점차 증가하는바 이에 대한 고려도 단지계획에서 함께 이루어 져야 할 것이다.

<표 3-15> 확장된 개념의 에너지 저감형 생태주거단지 설계지표

구 분			계 획 요 소
단 지 계 획	토지이용/ 교통/정보 통신분야	환경친화적 배치	자연지형 활용
			지형변동을 최소화
			환경친화적인 적정규모 밀도 적용
			일조, 일사, 통풍을 고려한 계획
			우수한 자연경관의 보전
		오픈 스페이스	조망과 채광을 고려한 건물배치
			도로변, 하천변 및 용도지역간 완충녹지 설치
		보차분리	보행자 전용도로 설치로 보행자 공간의 확대
		자전거	자전거 전용도로 설치
환 경 생 태	생태녹지	생태경관	녹도 및 단지 곳곳에 공원조성
		비오톱	생물 이동통로 조성
	물/ 바람분야	중수활용	2차 처리된 물 활용
			중수의 재사용
		우수활용	우수시설 확보를 통한 생활용수로의 이용
			오, 우수의 분리처리
		하수처리	생활하수의 자연정화처리
			친수공간
	에너지 분야	환경친화적 재료사용	자연형 하천 및 생태연못 조성
			수자원
			에너지 절약형 재료 및 구조, 환경친화성 재료
			태양에너지 이용
		환경친화적 재료사용	풍력에너지 이용
			지열 및 폐기물 소각열 이용
	환경 및 폐기물	오염방지	보행로 투수성포장
			옥상, 벽면녹화 및 단지 내 침투시설 확보
		쓰레기처리	분리수거 공간 및 기계시설, 분리함 설치
	사 회 문 화	주민참여 유형	재활용
			재활용 정보 네트워크 구축
			기존 지역공동체를 보존
			이동 많은 곳에 공원형성 만남의 공간 확보
사 회 문 화	어메니티 분야	주민참여 유형	배치 계획에서부터 주민간의 교류를 고려
			중앙공원, 근린생활시설 형성으로 주민들의 참여공간 확보

자료 : 국내의 생태주거단지 사례 분석에 관한 연구



## 제4절 재생에너지 활용형 녹색건축기술

### 1. 기술의 개요

#### 1) 자연형 태양열 이용기술

자연형 태양열 설계는 설비형 태양열시스템(Active Solar System)과는 달리 특별한 기계설비를 이용하지 않고 자연적인 방법으로 실내를 쾌적하게 유지할 수 있도록 냉난방하는 방법을 말한다. 기본적으로 건물의 향은 남향이 며, 일반적인 구조체를 적절히 설계하여 태양열을 집열, 저장하고, 자연적인 열전달 방법, 즉, 전도, 대류, 복사 등에 의해 실내로 분배된다.

자연형 태양열 시스템은 설비형 시스템에 비하여 경제성이 높고 신뢰도가 우수하며, 수명이 반영구적이고, 관리가 용이하며, 특히 건축의 다른 디자인요소와 조화를 이룰 수 있는 장점<sup>37)</sup>을 갖고 있다.

집열부는 일반적으로 남향의 투명한 유리면이며, 축열부는 축열용량이 큰 물 또는 구조체(콘크리트, 벽돌, 모래, 타일, 돌 등)를 사용<sup>38)</sup>한다. 이용부는 건물에서 재실자가 주로 거주하는 실내공간이다. 열 조절을 위해 통기구(vent), 댐퍼(damper), 가동 단열 및 차양 장치 등이 부수적으로 사용될 수 있다. 자연형 태양열 시스템은 주로 난방을 위해 사용되지만, 여름철에 과열을 방지하고 냉방효과를 도모할 수 있는 방법으로써 차양장치, 자연환기와 함께 고려<sup>39)</sup>해야 한다.

37) 차진영(2005), 『共同住宅의 環境親和的 리모델링 時 太陽에너지 시스템의 適用에 關한 研究』, 서울 : 中央大學校 大學院

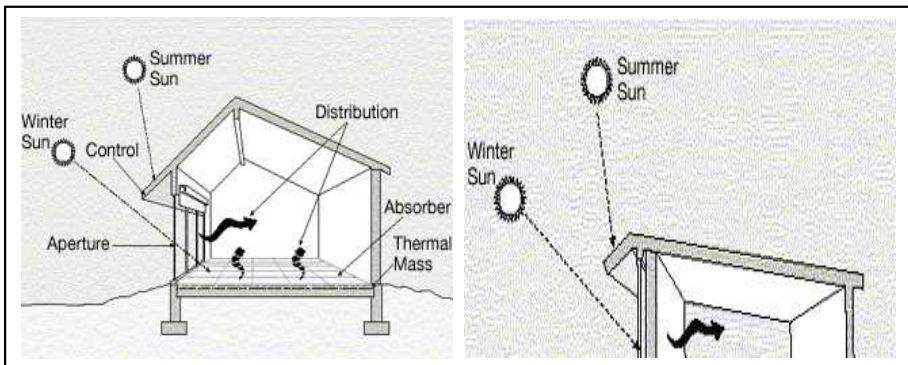
38) 차진영(2005), 『共同住宅의 環境親和的 리모델링 時 太陽에너지 시스템의 適用에 關한 研究』, 서울 : 中央大學校 大學院

39) 차진영(2005), 『共同住宅의 環境親和的 리모델링 時 太陽에너지 시스템의 適用에 關한 研究』, 서울 : 中央大學校 大學院

## 2) 종류 및 특성

직접획득방식(Direct Gain System)은 남향창을 통한 일사가 생활공간으로 직접 들어오도록 하여 태양복사열을 바닥이나 벽에 축열하였다가 활용하는 방법이다. 낮에는 직접 실내공간을 가열하고 주로 바닥과 벽을 축열체로 이용하여 저장하였다가 야간이나 흐린 날에 사용한다. 별도의 축열체를 구성하여 이용할 수도 있다.

<그림 3-12> 직접획득방식과 축열벽 방식



자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

직접획득 방식은 직접적으로 일사가 생활공간에 유입되므로 현휘와 같은 시각적인 문제가 없도록 계획하며, 하절기 실내과열을 막기 위해서는 적정 길이의 차양을 설치하거나 맞통풍을 계획한다. 또한 넓은 집열창으로 인해 야간에 열손실이 발생할 수 있으므로 야간단열구조의 설치(slatted shutter, sliding shutter, roll shade, quilt, curtain, honey comb, bead wall, zig-zag folded 등)가 필수적이다.

우리나라의 기후조건에서 집열창의 면적은 난방바닥 면적  $1\text{m}^2$ 당  $0.19\sim 0.29\text{m}^2$ , 축열체의 두께는  $10\text{cm}$ 이상이어야 하며, 축열체의 면적은 집열면적의 3배 이상이 필요하고 야간 단열재의 설치가 필수적이다.

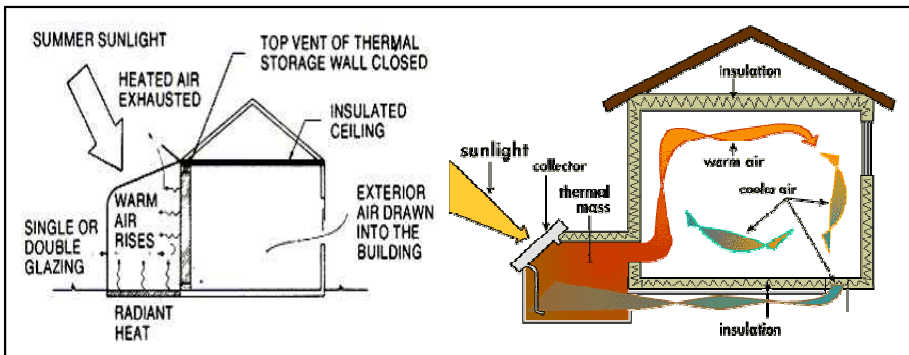
축열벽 방식(Trombe Wall System)은 집열창과 축열벽 사이의 공간에서 수집된 태양열이 실내로 전달되는 과정에 있어서 축열벽의 전달(conduction) 및 복사(radiation) 이외에 추가로 자연대류(natural convection)에 의해 열전달이 이루어지는 방식을 말한다. 이 방식은 남향의 축열벽에 접해 집열창을 설치하는 것으로, 발코니가 설치되지 않은 벽체 리모델링 시 유리하다.

축열벽 방식에서 자연대류에 의한 열전달은 축열벽이 상부 및 하부에 각각 Vent(통기구)를 설치함으로써 이루어지고, 이 열은 주로 주간의 실내난방에 사용되며 가열된 공기는 벽의 상하에 설치된 통기구를 통하여 연속적으로 순환되므로 팬을 따로 설치할 필요가 없다. 단지 기온이 내려간 밤에 열의 역류를 방지하고자 벽의 상·하부 통기구에 댐퍼(damper)를 설치한다. 축열벽의 재료는 벽돌이나 콘크리트와 같은 구조재를 그대로 사용하고 구조재가 아닌 경우에는 물벽이나 상변화물질을 사용할 수도 있다. 이 때 실 깊이의 거리는 약 4.5~6m가 바람직(타임랙 10~15시간)하고, 집열창과 축열벽 사이의 공기층(150mm)에 가동식 단열막을 설치하여 겨울철 야간 열손실과 여름철 과열을 방지한다. 또한 축열벽과 함께 투명단열재를 사용할 수도 있다. 우리나라의 기후조건에서 축열벽 시스템의 집열창 면적은 난방바닥 면적 1㎡당 0.37~0.66㎡, 축열체의 두께는 콘크리트의 경우 30~45cm, 벽돌의 경우 25~35cm이며 야간 단열재를 필수적으로 설치해야 한다.

부착온실방식(Attached Sunspace System)은 직접획득방식과 축열방식을 조합한 것으로, 온실을 건물의 남측에 배치하고 온실과 건물내부 공간 사이에 축열벽을 설치하여, 온실에 집열된 태양에너지를 축열벽에 저장한 후 실내 이용부위에서 활용하는 방식으로 주택의 남측 발코니에 적용이 가능하다. 부착온실방식의 특징은 겨울철 낮동안에는 거주공간의 연장공간으로 사용할 수 있고 야간에는 온실자체가 보온적 완충공간(Heating Buffer Zone)으로서의 기능을 할 수 있다. 하절기에는 일사로 인해 과열될 수 있으므로 차양장치를 설치하고, 자연환기 시킨다. 우리나라의 기후조건에서 부착온실의 집열창 면적은 난방바닥 면적 1㎡당 0.65~1.17㎡이며, 축열체의 두께는 콘크리트의 경우 30~45cm이고 벽돌의 경우 25~35cm이다.

아파트와 같이 발코니가 있는 경우 온실형 발코니를 적용하여 부실한 단열이나 콘크리트의 열화, 열교 및 창틀의 보수 등과 같은 건물외피의 주요 문제점을 해결하는데 기여할 수 있다. 기존 발코니 또는 파사드를 보호하고, 부가적인 내부 생활공간을 제공하며, 열적 쾌적성을 개선시키는 동시에 인접실의 습기 문제도 해결할 수 있다.

<그림 3-13> 부착온실방식과 자연대류방식



자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

자연대류방식은 보통 별도의 집열판을 이용하여 열매체를 자연적으로 순환시키는 것이 기본원리인데 이 원리는 태양열에 의해 공기가 더워지면 더운 공기가 상승하게 되고 차가운 공기가 이를 대신하는 현상을 이용한 것이다. 열매체의 자연순환은 공기 또는 물과 같은 열매체의 온도 차이에 의해서 이루어지므로 순환펌프와 같은 기계가 필요 없다. 즉, 집열기속에서 가열된 공기는 직접 거주공간에 공급되거나 축열조에 일단 저장하였다가 사용하는데 집열기는 건축물과 분리해서 설치해야 하므로 집열기의 설치공간 확보가 중요하다.

자연대류방식에서 집열기는 다른 형태의 자연형 집열기와는 달리 야간이나 춥고 구름 낀 기간 동안에 열손실이 일어나지 않는다. 또한 집열부분이 건물로부터 분리되어 있으므로 주택은 벽체나 개구부를 설계하는데 융통성이 있다. 수직벽 집열창을 사용하는 경우 벽에 설치하는 자연대류형 집열기는 축열체의 유무와 관계없이 다층 건물에 적용가능하다.

즉, 집열창을 사용하여 집열기 후면에서 공기를 순환시켜 각 층의 콘크리트 슬라브나 조적조 바닥을 축열체로 사용할 수 있다. 이와 같은 방식을 자연대류 집열판(TAP; Thermosyphon Ait Pannel)이라고 하는데 TAP방식은 축열 성능이 없으므로 주간에는 주로 이용되는 남면 거실 등에서 사용할 수 있다.

자연형 태양열시스템에는 건물의 성격에 따라서 몇 가지를 조합해서 사용하는 것이 효과적이다. 대체적으로 우리나라 기후 조건상 다음 3가지가 주로 이용된다.

가. 부착온실식 + 트롬벽식

나. 부착온실식 + 직접획득식

다. 부착온실식 + 트롬벽식 + 직접획득식

〈표 3-16〉 태양열 기술별 장단점 비교분석

시스템	장점	단점
직접 획득 방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 일반화되고 비교적 저렴</li> <li>· 계획 및 시공용이</li> <li>· 창외 재배치 가능</li> <li>· 투과체의 다양한 기능</li> <li>· 특별한 축열조가 없어도 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 넓은 유리창으로 인한 프라이버시 문제</li> <li>· 현휘현상(glare)</li> <li>· 자외선에 의한 직물과 사진 등의 퇴화현상</li> <li>· 축열체로 추가 시 시공비 상승</li> <li>· 과열난방</li> <li>· 야간 단열재 필요</li> </ul>
축열벽 방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 현휘와 자외선에 의한 퇴화현상 없음</li> <li>· 거주공간내 온도변화 완만</li> <li>· 비교적 추운 기후에 유리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 남측벽의 한 면은 투과체로, 다른면은 축열체로 구성된 이중구조로서 비용 상승</li> <li>· 조망성 결핍</li> <li>· 축열벽이 유효공간 점유</li> <li>· 야간단열 필요</li> </ul>
부착 온실 방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 실내공간의 온도변화 완만</li> <li>· 식물을 키울 수 있는 반외부공간 확보</li> <li>· 완충지대의 역할</li> <li>· 기존 건물에 적용가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 설계안에 따라 열성능 차이</li> <li>· 시공비 상승가능</li> </ul>
자연 대류 방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 현휘나 자외선에 의한 문제점 없음</li> <li>· 경제적</li> <li>· 실내 축열재 불필요</li> <li>· 기존 건물에 쉽게 적용 가능</li> <li>· 열손실이 적음</li> <li>· 집열기의 부착설치 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 세심한 시공과 기술 요구</li> <li>· 축열체의 축열성능이 떨어짐</li> <li>· 건물 및 축열조의 위치를 고려(집열기는 하부 설치)</li> </ul>

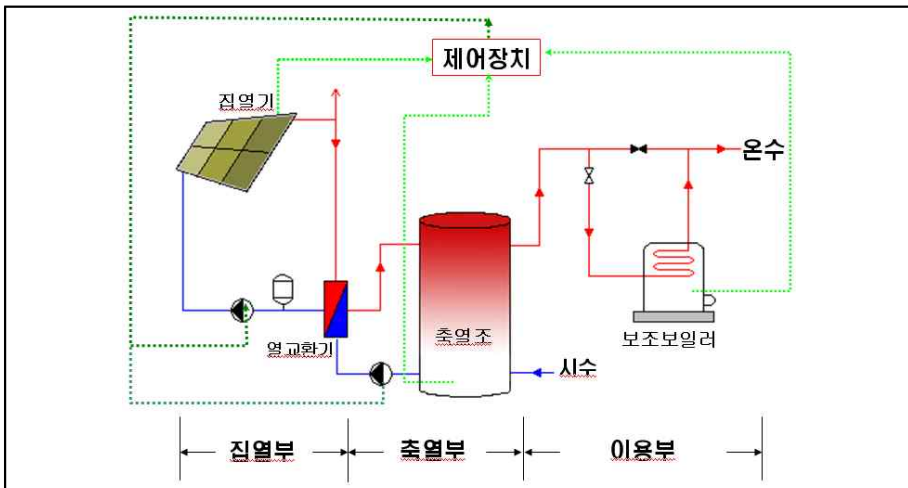
자료 :그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

## 2. 주요핵심기술

### 1) 설비형 태양열 이용기술

설비형 태양열 시스템은 태양열을 흡수하는 집열부와 집열된 열을 저장하는 축열부 및 축열된 열을 이용하는 이용부로 구성된다. 집열부는 태양으로부터 오는 에너지를 모아서 열로 변환하는 장치로 가장 중요한 부분<sup>40)</sup>이다. 집열부의 가장 간단한 형태는 빛을 잘 흡수하는 검은색 관 속으로 물을 흐르게 하는 평판 집열관으로 이것은 빛을 투과하는 투명한 외부층(유리나 플라스틱)이 빛을 흡수하는 검은색의 내부구성물을 둘러싼 형태로 이루어져 온실효과를 일으킨다. 빛이 집열관 속으로 들어오면 이것은 검은색의 내부에 부딪쳐 적외선으로 바뀌는데 적외선은 투명층을 통과하지 못하므로 내부는 점점 더 뜨거워지는데, 이렇게 뜨거워진 내부에는 열을 흡수하였다가 전달하는 매체가 흐르는데 이 뜨거워진 매체는 물과 열교환하여 난방용 또는 온수용 물을 생산<sup>41)</sup>한다.

〈그림 3-14〉 태양열 시스템의 구성



자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

40) 대체에너지의 종류 및 특징(<http://blog.naver.com/ddaah/80062525384>)

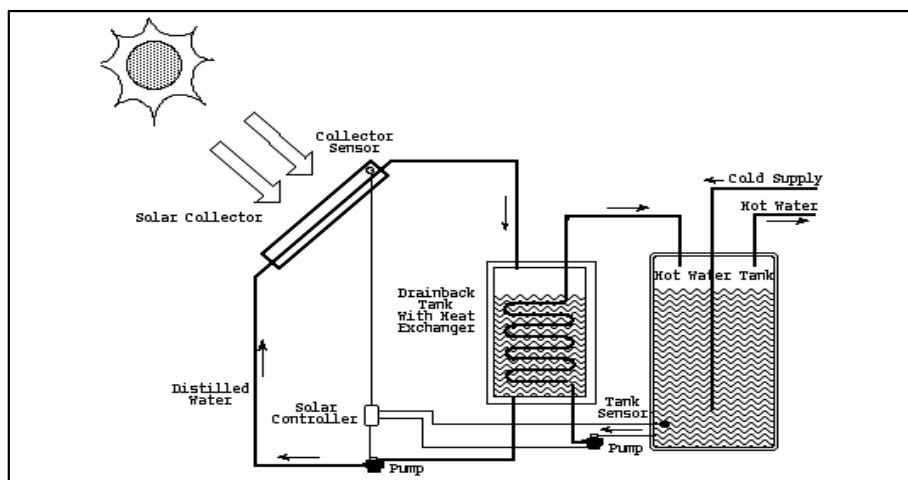
41) 대체에너지의 종류 및 특징(<http://blog.naver.com/ddaah/80062525384>)

생산된 물은 축열부에 저장된다. 태양열에너지는 에너지밀도가 낮고 계절별, 시간별 변화가 심한 에너지이므로 집열과 축열기술이 가장 기본이 되는 기술이다. 태양열 시스템의 전체 구성은 아래와 같다.

태양열 급탕시스템에서 요구되는 적정온도의 수준은 40~60℃정도이다. 저온을 사용하므로 집열 장치의 가격이 비교적 저가이고 단순하여 생산 및 설치에 경제성이 높으므로 다른 태양열 이용 분야보다 급탕 분야가 보급에 앞서 있다<sup>42)</sup>. 연중 내내 급탕부하를 담당할 수 있고, 설치 및 조작이 단순하기 때문에 다른 태양열 시스템보다 경제성이 높다. 특히, 저온을 사용하므로 평균 집열온도가 낮기 때문에 집열효과가 높아지므로 냉난방의 경우와 달리 흐린 날이나 겨울철에도 그만큼의 에너지절약을 할 수 있다는 장점이 있다.

가정용 급탕장치(Domestic Hot Water System, DHW)의 태양열 이용 방식에서는 여름철에는 태양열 저장장치만 가지고도 가정용 급탕부하를 100% 가까이 담당할 수 있다.

<그림 3-15> 태양열 급탕장치



자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

42) 차진영(2005), 『共同住宅의 環境親和的 리모델링 時 太陽에너지 시스템의 適用에 關한 研究』, 서울 : 中央大學校 大學院

태양열 급탕장치 구성요소로는 태양열 시스템은 집열기, 축열조, 공기분배장치, 액체순환장치, 보조열원장치, 제어장치로 구성된다. 그리고 태양열 집열기는 태양 복사 에너지가 입사되는 것을 보통 가열된 공기나 액체형태의 유용한 에너지로 전환해 주는 기기로, 여러 가지 형태가 있으나 태양열냉난방에서는 평판형 집열기가 주로 쓰인다<sup>43)</sup>. 집열기 경사각도는 태양열 집열기를 설계할 때 태양광선과 수직이 되도록 경사를 지게 하는 것이 유리하다. 여름에는 집열기를 위도-15°정도로 경사지게 할 수 있다.

집열기의 방위각은 북반구에서는 정오에 직접 일사량의 강도가 가장 크기 때문에 집열기는 정남으로 향하도록<sup>44)</sup> 해야 한다. 건물의 여건 때문에 정남에서 동쪽이나 서쪽으로 15°정도 벗어나도 전체로 받는 에너지는 크게 변하지 않는다. 정남에서 15°서쪽으로 하면 최고 강도의 시간이 한 시간 늦어진다. 집열기 크기는 사용온수부하로부터 구할 수 있다. 집열시스템의 효율은 집열기 효율과 배관 열손실을 포함한다. 집열기의 효율은 실제로 유용한 태양 집열량을 집열면에 조사되는 총열량으로 나눈 값을 말한다. 집열기 효율에 영향을 주는 요소는 흡열판 표면의 도장, 투명 덮개의 개수 및 형태, 집열기 내 유체 흐름의 분배, 유체의 온도, 실외온도, 그리고 집열기 유리판 주위의 태양광선 강도가 포함<sup>45)</sup>된다.

## 2) 채광기술

태양광발전은 태양전지를 이용하여 전기에너지로, 태양열기술은 집열기를 이용하여 태양복사에너지를 열에너지로 변환하여 이용하나, 채광은 에너지 변환과정 없이 적외선, 가시광선, 자외선 모두를 이용할 수 있으므로 효율이 높고 용도가 다양하다.

43) 차진영(2005), 『共同住宅의 環境親和的 리모델링 時 太陽에너지 시스템의 適用에 關한 研究』, 서울 : 中央大學校 大學院

44) 차진영(2005), 『共同住宅의 環境親和的 리모델링 時 太陽에너지 시스템의 適用에 關한 研究』, 서울 : 中央大學校 大學院

45) 차진영(2005), 『共同住宅의 環境親和的 리모델링 時 太陽에너지 시스템의 適用에 關한 研究』, 서울 : 中央大學校 大學院



채광 기술은 건물내부 지하실 등 평소 햇빛을 받지 못하거나, 창문햇빛이 직접 도달하지 않는 임의장소 등에 낮 시간동안 햇빛을 공급하는 것을 목적으로 하며 조명용 전기에너지 절약과 조명용 등기구 수명 연장, 등기구 교체비용 등 유지보수비 절약 과 같은 효과가 있다.

실내 생활환경(살균, 소독, 정화, 탈취, 건조 작용) 및 공기질 개선 그리고, 재실자(在室者) 질병예방 및 건강증진 및 근무 분위기 향상, 생산성 향상 등이 있다.

태양복사에너지를 이용하는 방법에는 크게 세 가지로, 집열기를 수단으로 하는 열에너지 이용법(집열), 태양전지를 이용한 전기생산(광발전) 및 태양광 그 자체를 이용<sup>46)</sup>하는 채광법이다. 태양열과 태양광발전은 빛을 열이나 전기에너지로 변환하여 이용하는 경우이고 채광은 에너지 변환과정이 없는 것이 큰 차이점이다<sup>47)</sup>.

채광은 고정 또는 추적 상태에서 자연의 햇빛을 모아 평소 햇빛이 잘 들지 않는 임의 장소에 자연의 빛을 제공하는 기술로 정의되고 평소 전등조명에만 의존하는 실내공간 및 지하실 등에 햇빛을 공급하여 전기 에너지 절약을 기본 목적으로 건조, 가공, 생육, 살균, 소독 등의 용도에 활용하는 화석 에너지 절약 기술<sup>48)</sup>이다.

<표 3-17> 기존 전등조명과 비교

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 무비용 조명 광원</li> <li>· 환경 친화적 자연조명</li> <li>· 안전(스파크, 폭발, 화재염려 등이 없음) 조명</li> <li>· 동식물 생육광(生育光)원으로 활용</li> <li>· 사고 발생이 없음(누전, 누수 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 주간에만 가능(야간 조명 불가능), 달빛 집광채광가능</li> </ul>

자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

46) 이승언 외(2004), 『신, 재생에너지 이용 의무화를 위한 적용 모듈 개발 연구』, 산업통상자원부

47) 산업자원부(2004), 『신·재생에너지 이용 의무화를 위한 적용 모듈 개발 연구』, 과천 : 산업자원부

48) 산업자원부(2004), 『신·재생에너지 이용 의무화를 위한 적용 모듈 개발 연구』, 과천 : 산업자원부

채광 시스템의 종류는 햇빛을 건물 실내에 작용시키는 채광 방법은 자연의 햇빛을 모으는 여부에 따라 집광(集光)형과 자연(自然)형으로 구분하고, 자연형과 집광형은 태양운동에 쫓아 동작하는지 여부에 따라 추적형과 고정형으로 세분. 상품화 및 보급단계의 기술을 소개하면 다음과 같다.

자연형 채광 기술의 특징은 태양광을 투과체에만 의존하여 채광하므로 부근은 너무 밝고 하계시에는 과열로 인하여 인접한 근무자는 커튼을 치므로 태양광이 차단되므로 실내공간 내부까지 태양광을 공급할 수 없게 되며, 계절별 고도 및 일출사에서 일몰시까지 태양 위치에 직접 영향을 받으므로 균일 채광이 이루어지지 않는다<sup>49)</sup>.

<표 3-18> 채광 시스템의 종류

구분	고정형		추적형
자연형	창문, 천정(경사지붕), 돔형, 피라미드형 돔		프리즘형
집광형	벽채광판넬, 독립채광판넬		프리즘형
돔형	추적형	독립채광 판넬	벽채광 판넬
			

자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

투과체는 일반 건축재에 비해 단열성이 저조하므로 냉·난방 에너지 손실이 많은 결점이 있고 천창이나 돔형 등은 먼지가 쌓여 투과율이 저하되고 외관상 보기 싫은 결점이 있으나 값 이 싸고 조망 기능이 있다는 장점<sup>50)</sup>이 있다.

추적형 채광 기술의 문제점 및 장점은 반사형은 적어도 2개 이상의 반사판을 설치하여 태양 위치에 따라 움직이면서 원하는 장소에 태양광을 보내는 방식으로 직사광선만 이용하고 태양 위치에 따라 운전해야하므로 설치비용이 비싸고 태풍이나 지진 등 자연 재해에 매우 취약<sup>51)</sup>하다.

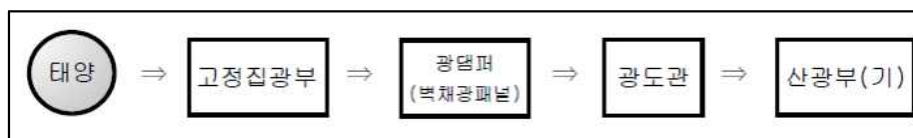
49) 산업자원부(2004), 『산·재생에너지 이용 의무화를 위한 적용 모듈 개발 연구』, 과천 : 산업자원부

50) 산업자원부(2004), 『산·재생에너지 이용 의무화를 위한 적용 모듈 개발 연구』, 과천 : 산업자원부

2축 추적식 굴절형 채광장치는 볼록렌즈의 초점위치에서 광케이블로 초점 광을 받아 원하는 장소에 햇빛을 보내는 기술로, 맑은날 직사광선만 집광 채광하고 정밀 추적해야하므로 채광량에 비해 가격이 고가이며, 외부 보호 투과체를 자주 청소해줘야 하는 결점<sup>52)</sup>이 있다. 외 기 기상조건 등에 의하여 위치가 변할 수 있고, 오작동이 발생하며 윤초 및 윤년 등 지구자전 운동에따라 추적 위치 변화가 생기므로 주기적으로 교정을 할 필요가 있다. 원거리(10m 이상) 채광이 용이하다.

고정형 집광채광 기술은 맑은 날에도 건물 실내나 지하실 등은 반드시 조명장치를 작동하여야 하나 태양광 채광시스템은 맑은 날은 물론 흐린 날도 자연의 빛을 강하게 모으는 ‘태양 전일사 집광 광학시스템’을 이용하여 집광하고 광도관을 이용하여 원하는 장소로 광이송시켜 산광부(기)로 최종 수요처에 공급<sup>53)</sup>한다.

<그림 3-16> 기본구성



자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

### 3) 태양전지 이용기술

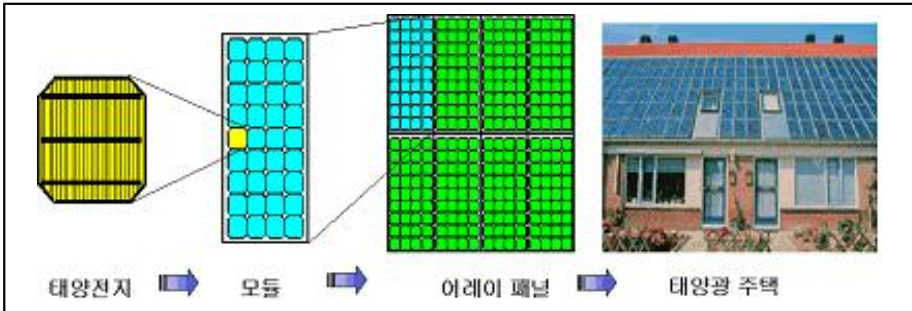
태양전지는 전기적 성질이 다른 N(negative)형, P(positive)형 반도체를 접합시킨 구조를 갖으며, 필요에 따라 직병렬로 연결하여 장기간 자연환경 및 외부 충격에 견딜 수 있는 구조로 만들어 사용하게 된다. 태양전지의 최소 단위는 태양광모듈(Photovoltaic Module)이며, 실제 사용부하에 맞추어 모듈을 어레이(Photovoltaic Array) 형태로 구성하여 설치하게 된다.

51) 이승언 외(2004), 『신, 재생에너지 이용 의무화를 위한 적용 모듈 개발 연구』, 산업통상자원부

52) 이승언 외(2004), 『신, 재생에너지 이용 의무화를 위한 적용 모듈 개발 연구』, 산업통상자원부

53) 산업자원부(2004), 『신·재생에너지 이용 의무화를 위한 적용 모듈 개발 연구』, 과천 : 산업자원부

<그림 3-17> 태양전지 구성



자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

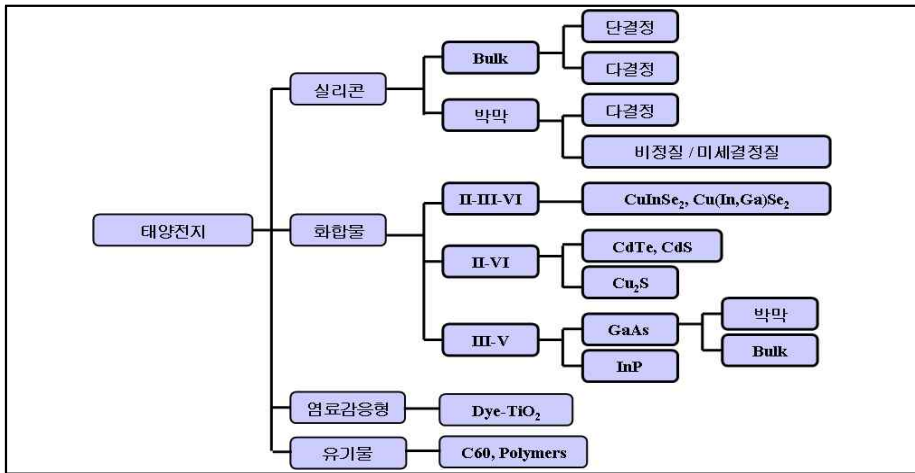
반도체 재료는 현재 태양전지 시장에서 차지하는 비중이 이후 많이 떨어지긴 하였지만 현재로서도 시장, 특히 대규모 발전시스템 분야에서 가장 널리 이용되고 있다. 이는 단결정실리콘으로 만든 태양전지의 효율이 기타 재료로 만든 태양전지에 비해 변환효율이 높기 때문<sup>54)</sup>이다. 반면에 가격은 아직 높은데, 그 해결방안으로 보다 저급의 실리콘을 이용하는 방법, 대량생산 및 공정 개선에 의한 방법 등이 시도 또는 계획<sup>55)</sup>되고 있다. 원재료로 저급의 실리콘 웨이퍼를 사용하는데, 따라서 효율은 단결정실리콘에 비해 낮은 반면 가격은 싸다. 그리고 이용분야도 주택용 시스템 등이 주 대상<sup>56)</sup>이다.

54) 김제하(2010). “화합물 반도체 CIGS 박막태양전지”, 『세라미스트』, 13(3) : 13-22.

55) 김제하(2010). “화합물 반도체 CIGS 박막태양전지”, 『세라미스트』, 13(3) : 13-22.

56) 태양전지 및 태양광발전 (Photovoltaic Power Generation) 소개  
(<http://blog.naver.com/geogeumsolar/20041369993>)

<그림 3-18> 태양전지의 분류



자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

단결정 및 다결정실리콘은 bulk 상태의 원재료로부터 태양전지를 만들기 때문에 원재료비가 비싸고, 공정 자체가 복잡하여 가격의 절감측면에서는 한계<sup>57)</sup>가 있을 수밖에 없다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 방안으로 기판의 두께를 혁신적으로 줄이는 기술, 또는 유리와 같이 값싼 기판위에 박막형태의 태양전지를 증착시키는 기술이 주목<sup>58)</sup>을 받고 있다. 기존의 박막 제조공정을 이용할 경우 보다 값싼 방법으로 태양전지의 대량생산이 가능하기 때문이다.

박막 태양전지 중 가장 처음으로 개발된 것이 비정질실리콘으로 기존 결정질실리콘 태양전지의 약 1/100에 해당하는 두께만으로도 태양전지의 제조가 가능<sup>59)</sup>하다. 하지만 결정질실리콘 태양전지에 비해 효율이 낮고 초기 빛에 노출될 경우 효율이 떨어지는 단점이 있다. 따라서 대규모 발전용으로는 사용되지 못하고, 시계, 라디오, 완구 등 소규모 가전제품의 전원용으로 주로 사용되고 있었는데, 최근 효율의 향상과 함께 초기 열화현상을 최소화할 수 있는 다중접합 구조의 비정질실리콘 태양전지의 개발과 함께 일부 전력용으로 이용이 되기 시작<sup>60)</sup>하였다.

57) 김제하(2010). “화합물 반도체 CIGS 박막태양전지”, 『세라미스트』, 13(3) : 13-22.

58) 김제하(2010). “화합물 반도체 CIGS 박막태양전지”, 『세라미스트』, 13(3) : 13-22.

59) 김제하(2010). “화합물 반도체 CIGS 박막태양전지”, 『세라미스트』, 13(3) : 13-22.

뒤이어 출현한 박막 태양전지가 CdTe, CuInSe<sub>2</sub> 계의 화합물반도체를 소재로 한 것이다. 비정질실리콘에 비해 효율이 높고, 또한 초기 열화현상이 없는 등 비교적 안정성이 높은 태양전지로 현재 CdTe는 대규모 전력용으로 사용을 위한 실증시험 중에 있다. CuInSe<sub>2</sub>는 실험실적으로 만든 박막 태양전지 중에서 가장 높은 변환효율을 기록하고 있는데, 아직까지 파일럿 생산단계로 대량 생산단계에 까지는 이르지 못하고 있다. 이들 박막 태양전지는 전력용으로 사용되기까지는 앞으로도 더 많은 연구개발이 필요할 것으로 예상되고 있다. 다결정 박막 실리콘은 최근에 주목을 받기 시작하였는데, 부존량이 풍부한 실리콘을 원재료로 하고 있고, 또한 박막 태양전지 제조공정을 이용하여 대량생산을 통해 가격을 획기적으로 절감할 수 있다는 장점<sup>61)</sup>을 지니고 있다.

GaAs, InP 등의 단결정으로부터 만든 화합물 태양전지는 결정질실리콘 태양전지 보다 더 높은 효율을 나타내는데, 가장 큰 단점은 가격이 매우 비싸다는 점이다. 따라서 그 용도도 지상 발전용보다는 우주선 등의 전원공급용에 국한되어 있는데, 가격도 지상용 태양전지의 수백 배에 이른다. 가격을 절감하여 지상용으로 사용하기 위해서는 값싼 기판위에 박막으로 제조하여야 하는데, 아직까지 실용화단계에 이르지 못하고 있다.

1990년대 초반부터는 100% 무기 반도체 대신 유기물 혼합 또는 순수 유기 태양전지가 주목<sup>62)</sup>받고 있다. 1991년 스위스 로잔 공과대학의 Gratzel 그룹에서 개발한 염료를 소재로 광합성원리를 이용한 염료감응 광전기화학 태양전지는 제조단가가 기존 실리콘 태양전지에 비해 현저히 낮아 가격경쟁력이 우수하나 아직 소면적에서 최고 변환효율이 11% 내외<sup>63)</sup>이다. 얇고 가벼운 플라스틱 태양전지로서의 가능성을 지닌 유기분자형 태양전지 역시 최근 활발히 연구가 진행되고 있으나 최고 효율 2-3% 정도로 매우 낮다<sup>64)</sup>.

60) 김제하(2010). “화합물 반도체 CIGS 박막태양전지”, 『세라미스트』, 13(3) : 13-22.

61) 태양전지의 종류(<http://blog.naver.com/woojin4001/150088880832>)

62) 태양전지의 종류(<http://blog.naver.com/woojin4001/150088880832>)

63) 태양광발전 개요(<http://blog.naver.com/hanmailhan/90054856788>)

64) 태양전지 및 태양광발전 (Photovoltaic Power Generation) 소개  
(<http://blog.naver.com/geogeumsolar/20041369993>)

〈표 3-19〉 태양전지의 특징

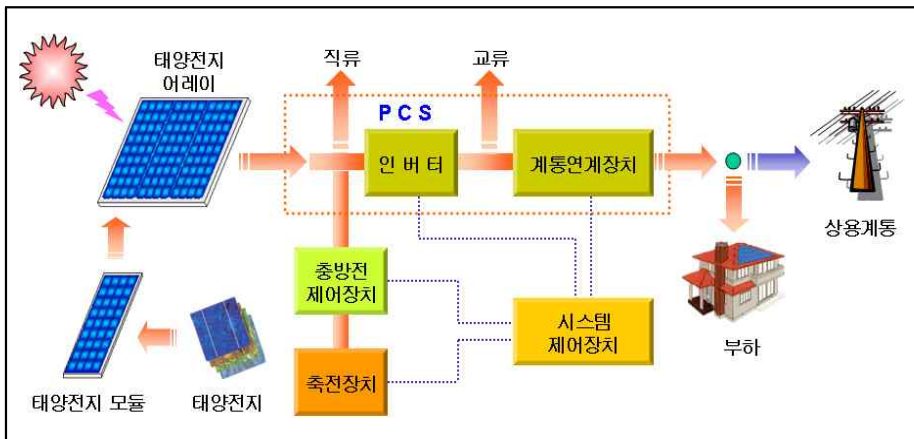
장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 에너지원이 청정·무제한</li> <li>· 필요한 장소에서 필요량 발전가능</li> <li>· 유지보수가 용이, 무인화 가능</li> <li>· 긴수명(20년 이상)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 전력생산량이 지역별 일사량에 의존</li> <li>· 에너지밀도가 낮아 큰 설치면적 필요</li> <li>· 설치장소가 한정적, 시스템 비용이 고가</li> <li>· 초기투자비와 발전단가 높음</li> </ul>

자료 : 『그린에너지 요소기술 보고서』, 현대산업개발 기술연구소.

#### 4) 태양광 발전

태양광발전 시스템은 빛을 받아서 전기로 전환시켜 주는 부분(모듈)과 생산된 전기를 수요에 맞도록 교류로 변환시키고 계통에 연결시켜 주는 부분(PCS)으로 구성<sup>65)</sup>된다. 태양광발전 시스템의 구성 요소기 중 핵심부품은 태양전지이다. 태양전지는 기본적으로 반도체 소자 기술로서 태양빛을 전기에너지로 변환하는 기능을 수행하는데, 이는 전기를 빛으로 변환시키는 레이저나 발광(發光)소자(LED) 등 정보 표시 소자와 작동 방향이 반대일 뿐 기본 구조나 재료특성이 동일하다.

〈그림 3-19〉 태양광발전 시스템의 기본구성



자료 : 『그린에너지 요소기술 보고서』, 현대산업개발 기술연구소.

65) 에너지경제연구원(2009), 『카자흐스탄 지역 분산형 전원 수요조사 및 자원협력 연계 방안 연구』, 지식경제부

태양전지의 최소단위를 셀이라고 하며 보통 셀 1개로부터 나오는 전압이 약 0.5V로 매우 작으므로 다수의 태양전지를 직병렬로 연결하여 사용범위에 따라 실용적인 범위의 전압과 출력을 얻을 수 있도록 1매로 패키징하여 제작된 발전장치를 태양전지 모듈(PV Module)<sup>66)</sup>이라고 한다.

태양전지 모듈은 외부 환경으로부터 태양전지를 보호하기 위해서 유리, 완충재 및 표면제등을 사용하여 패널 형태로 제작하며 내구성 및 내후성을 가진 출력을 인출하기 위한 외부단자를 포함한다. 태양광발전용 PCS(Power Conditioning System)는 태양전지 어레이에서 발전된 직류전력을 교류전력으로 변환하기 위한 인버터 장치<sup>67)</sup>를 말한다. PCS는 태양전지 어레이에서 발전한 직류전원을 상용계통과 같은 전압과 주파수의 교류전력으로 변환하는 장치가 인버터이기 때문에 PCS를 인버터라고도 한다<sup>68)</sup>. PCS는 인버터, 전력 제어장치 및 보호 장치로 구성되어있다.

태양광발전 시스템 태양에너지로부터 전기에너지로 변환하는 발전시스템으로 일사강도, 온도 등의 설치조건에 따른 환경변화, 구성요소기기 및 태양광발전 시스템의 설계시공에 따라서 발전성능이 결정된다. 태양광발전 시스템은 설치장소·방식·정격·구성 등이 같다고 하더라도 설치장소의 환경변화에 따라서 성능특성은 변화된다<sup>69)</sup>.

친환경에너지원인 태양광발전 시스템의 이용보급이 확대됨에 따라 광범위하고 다양화되는 사용자 요구에 만족할 수 있는 고품질, 신뢰성과 안정성을 가진 시스템들이 기술개발이 점점 중요하게 된다. 태양광발전 시스템이 수명을 다할 때까지 최대성능을 달성하기 위해서는 고성능화와 설치조건 및 설계시공에 따른 성능추정, 발생손실 등의 종합적인 성능특성을 정량화가 필요하다.

66) 어영주 외(2013), 『성능이 향상된 CI(G)S 박막 제조 방법과 이를 이용한 태양전지』, 한국에너지기술연구원

67) 어영주 외(2013), 『고압력 셀렌화 공정을 이용한 CI(G)S 박막 제조 방법과 이를 이용한 태양전지』, 한국에너지기술연구원

68) 어영주 외(2013), 『CI(G)S 박막과 그 제조 방법, 및 이를 이용한 CI(G)S 태양전지와 그제조 방법』, 한국에너지기술연구원

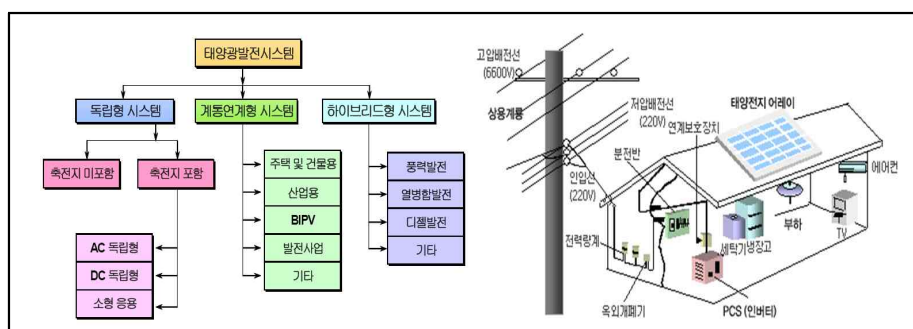
69) 어영주 외(2013), 『CI(G)S 박막과 그 제조 방법, 및 이를 이용한 CI(G)S 태양전지와 그제조 방법』, 한국에너지기술연구원



성능평가 및 진단은 태양전지 모듈, PCS, 가대 및 지지대, 커넥터 등의 구성요소기기의 저가화, 성능향상, 수명예측, 맞춤형 설계시공 및 유지점검 기술개발에 중요<sup>70)</sup>하다.

발전시스템의 종류로 태양광발전 시스템은 태양빛이 공급되는 낮에만 발전할 수 있고 밤에는 발전할 수 없는 단점이 있어 시스템 구성이나 부하의 종류에 따라서 독립형, 계통연계형과 하이브리드 시스템으로 분류한다.

<그림 3-20> 태양광발전 시스템(좌:분류, 우:구상도)



자료 : 『그린에너지 요소기술 보고서』, 현대산업개발 기술연구소.

독립형 시스템 (off-grid, 또는 stand-alone system)은 상용계통과 직접 연계되지 않고 태양광발전 시스템의 발전전력만으로 부하에 전력을 공급하는 시스템이다. 야간 혹은 우천 시에 태양광발전시스템의 발전을 기대할 수 없는 경우에 발전된 전력을 저장할 수 있는 축전장치를 접속하여 부족한 전력을 공급할 수 있는 시스템이다<sup>71)</sup>. 독립형 시스템은 소형가전, 오지, 도서지역의 전력 공급용이나 통신, 양수펌프, 백신용의약품냉동보관, 안전표지, 제어 및 항해 보조도구 등 소규모 전력공급용으로 사용<sup>72)</sup>된다.

70) 어영주 외(2013), 『CI(G)S 박막과 그 제조 방법, 및 이를 이용한 CI(G)S 태양전지와 그제조 방법.』, 한국에너지기술연구원

71) 에너지경제연구원(2009), 『카자흐스탄 지역 분산형 전원 수요조사 및 자원협력 연계 방안 연구.』, 지식경제부

72) 에너지경제연구원(2009), 『카자흐스탄 지역 분산형 전원 수요조사 및 자원협력 연계 방안 연구.』, 지식경제부

계통연계형 시스템 (grid-connected system)은 주택용 및 공공 산업용 태양광발전의 가장 일반적인 형태이며 상용계통과 직접 연계되어 시스템에서 발전된 전력을 부하에 공급하고 야간 혹은 우천 시에는 부족한 전력을 상용계통으로부터 공급받는 시스템이다<sup>73)</sup>.

하이브리드형 시스템 (hybrid system)은 하이브리드 시스템은 태양광발전 시스템에 풍력발전, 열병합발전, 디젤발전 등의 타 에너지원의 발전시스템과 결합하여 전력저장, 부하 혹은 상용계통에 전력을 공급하는 된 시스템이다. 하이브리드 시스템은 시스템 구성 및 부하종류에 따라 계통연계형 및 독립형 시스템에 모두 적용가능<sup>74)</sup>하다.

## 5) 지열이용 냉난방기술

지열 냉난방 시스템은 기존 냉난방 시스템(EHP)보다 초기투자비가 높다는 단점이 있지만, 에너지효율(COP)이 높고 옥외에 노출되는 기기가 없어 건물의 미관을 해치지 않으며, 실외기 운전에 따른 소음을 줄이는 장점을 가지고 있다. 지열 냉난방 시스템은 히트펌프 기술을 기반으로 하고 있으며, 히트펌프는 여름철 실내의 열을 흡수하여 지중으로 방출하고 겨울철 지중의 열을 흡수하여 실내로 방출하는 역할을 수행한다.

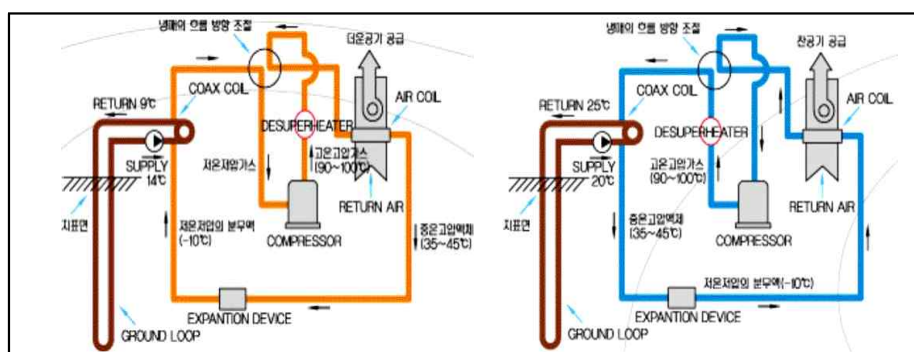
지열 냉난방 시스템은 물, 지하수 및 지하 열 등의 온도차를 이용하여 냉난방에 활용하는 기술이다. 지열은 태양복사에너지에 의해 지중에 저장된 열로써 태양복사에너지의 약 47%를 차지한다. 일반적으로 지열은 천부지열(지하 200m 이내)과 심부지열(지하 200m 이하)로 나뉘지며, 지열 냉난방 시스템에서는 천부지열을 이용한다. 천부지열 이용 시 지중온도는 지역마다 차이를 보이지만 10℃~ 20℃ 가량이다.

73) 에너지경제연구원(2009), 『카자흐스탄 지역 분산형 전원 수요조사 및 자원협력 연계 방안 연구』, 지식경제부

74) 에너지경제연구원(2009), 『카자흐스탄 지역 분산형 전원 수요조사 및 자원협력 연계 방안 연구』, 지식경제부

난방은 히트펌프 내부의 열교환기(증발기)를 지나는 차가운 액체 냉매가 부동액(지중열교환기 내의 순환유체)으로부터 열을 흡수하여 증기로 상변화를 하고 증발과정 후 온도가 하강된 부동액은 지중열교환기를 순환하면서 다시 온도를 회복하며 구동된다. 이때 지중은 히트소스(Heat Source)의 역할을 수행한다. 냉방은 히트펌프 내부의 열교환기(응축기)를 지나는 뜨거운 기체 냉매가 부동액으로 열을 방출하여 액체로 상변화를 하고 응축과정 후 온도가 상승된 부동액은 지중열교환기를 순환하면서 온도를 회복하며 구동된다. 지열 난방 시스템에서 중요한 요소 중 하나인 히트펌프는 압축기, 증발기, 응축기 팽창밸브 및 4방 밸브로 이루어져 있으며, 가동 시 응축기에서 방출되는 고온의 열을 난방 및 온수에 이용하고 증발기에서 차가워진 냉열을 냉방에 이용한다.

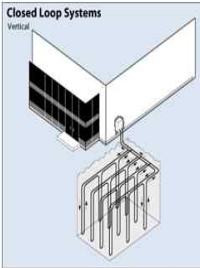
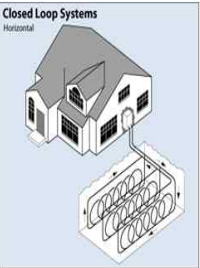
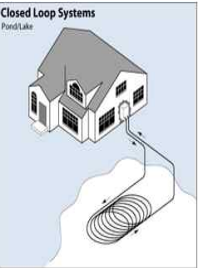
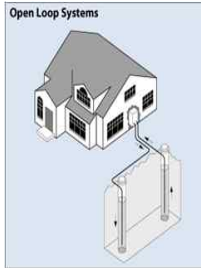
<그림 3-21> 태양광발전 시스템(좌:분류, 우:구상도)



자료 : 『그린에너지 요소기술 보고서』, 현대산업개발 기술연구소.

히트펌프는 난방 시 압축기에서 압축된 냉매(고온 고압 기체, 90~100°C)가 응축기를 통과하며 부하 측에 열을 공급한다. 응축기를 통해 열을 공급한 냉매(중온 고압 액체, 35~45°C)는 팽창밸브를 지나(저온 저압 분무액, -10°C) 증발기를 통과하며 열원측에서 열을 흡수한다. 열을 흡수한 냉매(저온 저압 기체)는 다시 압축기로 유입된다. 냉방 시는 4방 밸브를 통해 냉매의 방향을 바꿔 난방 시 사이클을 반대로 구동하여 냉방을 수행한다.

<표 3-20> 지열 열교환 시스템의 종류

수직 폐회로 시스템	수평 폐회로 시스템	연못형 시스템	개방형 시스템
 <p>Closed Loop Systems Vertical</p>	 <p>Closed Loop Systems Horizontal</p>	 <p>Closed Loop Systems Pond/Lake</p>	 <p>Open Loop Systems</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 열부하 큰 곳 이용</li> <li>· 좁은 면적에도 설치가능</li> <li>· LOOP의 길이가 짧고 고효율적</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 넓은 면적이 필요</li> <li>· 상대적으로 냉난방 부하 적은 곳 설치</li> <li>· LOOP의 길이가 길지만 경제적</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 호수, 연못 등을 이용</li> <li>· 경제적이지만 풍부한 수원이 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 지하수, 강물, 우물물을 직접 순환시켜 이용</li> <li>· 경제적이지만 폐회로보다 보수필요</li> </ul>

자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

## 6) 지중열교환기

지중열교환기는 순환 유체로 부동액을 주로 사용한다. 이상적인 순환유체는 열전달 능력이 우수하고 점도가 낮아야 하며 지중환경에 대한 영향이 없어야 한다<sup>75)</sup>. 또한 값이 저렴하면서 장기간 사용할 수 있어야 한다. 현재 주로 사용되고 있는 부동액은 염화칼슘<sup>76)</sup>, 염화나트륨, 탄산칼륨, 에틸렌글리콜, 프로필렌글리콜, 메탄올, 에탄올, 아세트산칼륨 등이다.

유럽은 부동액을 주로 사용한다. 그러나  $-10^{\circ}\text{C}$  이하의 낮은 온도에서 글리콜 계열의 부동액은 점도가 증가하고 따라서 부동액 순환펌프의 소비동력이 증가하게 되어 전체 지열원시스템의 효율이 감소하는 단점<sup>77)</sup>이 있다. 미국은 알콜계열(메탄올 또는 에탄올)의 부동액을 주로 사용한다.

75) 임성균 외(2005), 『지열냉난방시스템 실증연구』, 산업통상자원부




76) 임성균 외(2005), 『지열냉난방시스템 실증연구』, 산업통상자원부

77) 임성균 외(2005), 『지열냉난방시스템 실증연구』, 산업통상자원부

지중열교환기 순환유체는 각종 금속에 대해 내부식성을 갖추어야 한다. 따라서 실제 지열원시스템에 사용되는 부동액은 소량의 부식억제제(corrosion inhibitors)가 첨가된 것이다. 일반적으로 글루코스(glucose)를 부식억제제로 사용하지만 아세트산칼륨과는 함께 사용하지 않는다. 또한 일부 부식억제제는 독성을 갖고 있기 때문에 무독성의 부동액이 부식억제제 첨가로 인해 독성을 갖는 것에 주의를 기울여야한다<sup>78)</sup>.

지중열교환기 순환유체의 열교환 방식은 일반적으로 GSHPs를 지중열교환기 순환유체(부동액)와 열펌프 냉매간의 열교환 방식에 따라 간접식과 직접식으로 구분할 수 있다. 간접식은 부동액과 냉매가 열펌프의 열교환기에서 간접 접촉하여 열교환을 하는 방식이다. 현재 GSHPs의 주를 이루고 있는 방식이다. 반면에 직접식은 부동액을 사용하지 않고 냉매와 토양이 직접 열교환하는 방식이다. 이 방식은 GSHPs가 활성화단계에 접어든 외국에서도 개발단계에 있는 시스템이다.




<표 3-21> new Jorgensen YMCA

내용	전경
<p>1) 건물개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장소 : Fort Wayne, Indiana, USA</li> <li>- 용도 : 스포츠&amp; 커뮤니티 센터</li> <li>- 건물 면적 : 7,247 m<sup>2</sup></li> </ul> <p>2) 시스템개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수식 열펌프 시스템</li> <li>- 전기냉난방시스템에 비해 40%이상 에너지 절감 가능</li> </ul> <p>3) 연못형 지열 시스템</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 건물 근처의 연못에 침수시킨 polyethylene tube를 통해 유체를 순환시켜 냉난방에 이용</li> <li>- 건물의 열펌프를 이용하여 체육관, 락커룸 등 각각의 공간에 냉난방 공급</li> <li>- 펌프를 설치하여 유체의 순환이 쉽게 함</li> </ul>	  

자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

78) 임성균 외(2005), 『지열냉난방시스템 실증연구』, 산업통상자원부

<표 3-22> City Halls of Auburn

내용	전경
<p>1) 건물개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장소 : Auburn, New York, USA</li> <li>- 용도 : 공공건물</li> <li>- 외관을 그대로 유지하면서 리모델링</li> </ul> <p>2) 시스템개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수식 열펌프 시스템</li> <li>- 지열시스템 설치로 냉난방비 중 연간 약 \$19,000 절약</li> </ul> <p>3) 수직형 폐회로 시스템 적용</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시청사 옆 주차장 공간에 루프 설치</li> <li>- 400ft(123m) 깊이로 35 보어홀</li> </ul>	  

자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

이들 재료는 유연한 성질을 갖고 있으며, 열융착법(thermal fusion method)으로 연결할 수 있다. 지중열교환기 파이프의 직경을 결정할 때에는 파이프내의 부동액을 순환시키는데 소비되는 동력과 부동액과 지중 사이의 열 전달을 동시에 고려해야한다. 즉, 파이프의 직경을 크게 하면 펌프가 소비하는 일은 감소하지만 열전달이 원활하게 이루어지지 않는다. 반대로 부동액의 파이프 내 흐름을 난류유동(turbulent flow)으로 만들면 열전달은 향상되지만 펌프의 소비동력은 증가한다. 또한 파이프의 직경이 커질수록 가격은 상승하며 작업자가 다루기가 힘들다.

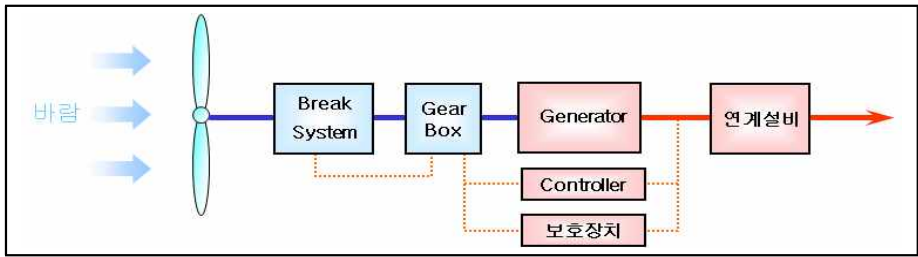
## 7) 풍력발전 이용기술

윈드터빈은 아주 단순한 원리로 운영된다. 바람으로부터의 에너지는 로터 주위의 2~3개의 프로펠러를 회전시킨다. 로터는 중심 샤프트(shaft)에 연결되고, 그것이 전기를 생산하기 위한 발전기를 돌린다. 윈드터빈은 가장 에너지를 많이 얻을 수 있도록 타워 위에 세워진다. 지면으로부터 30m 이상 높이에서 바람의 난류(turbulent)가 적고 가장 빠른 풍속을 얻을 수 있다.

윈드터빈은 단독주택이나 건물에서 사용되는 전기에너지를 생산하는데 이용될 수 있으며, 또는 광역 전력 분배망에 연결될 수 있다. 좀 더 자세히 설명하자면, 바람의 운동량을 흡수하여 회전력으로 전기 에너지로 변환시키는 것이 풍력 발전 시스템이다.

풍력발전의 구성은 블레이드(blade), 요구동장치 등의 기계장치 및 발전기로 구성되는 풍력발전기, 역변환장치, 제어장치는 기계적 제어장치(피치각제어, 요각제어, 브레이크제어)와 역변환장치의 제어, 발전장치와 계통연계를 위한 연계보호설비로 설명할 수 있다.

〈그림 3-22〉 풍력발전 운전 원리



자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

〈표 3-23〉 발전기의 분류

구 분 기 준		명 칭
회전의 주체	도체 회전	전기자 형
	자기장	회전계자형
회전자의 종류	농형 (Cage Rotor)	
	영구자석형	
	권선형	
자기장의 회전 속도와 회전속도	다를 때	유도형
	같을 때	동기형

자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

블레이드blade, 날개 : 풍력발전의 회전력을 얻는 부분으로서 2매 및 3매 방식이 있다. 3매 방식은 2매 2방식에 비해 연간 발전량이 수정도 유리하며 진동특성 면에서도 유리하다. 2매 방식은 날개를 수평으로 유지할 수 있기 때문에 바람의 방향에 관계없이 실속(失速) flutter의 위험성을 적게 할 수 있어 강풍시 날개에 걸리는 하중을 작게 할 수 있다. 따라서 나셀 및 타워의 경량화를 꾀할 수 있다.

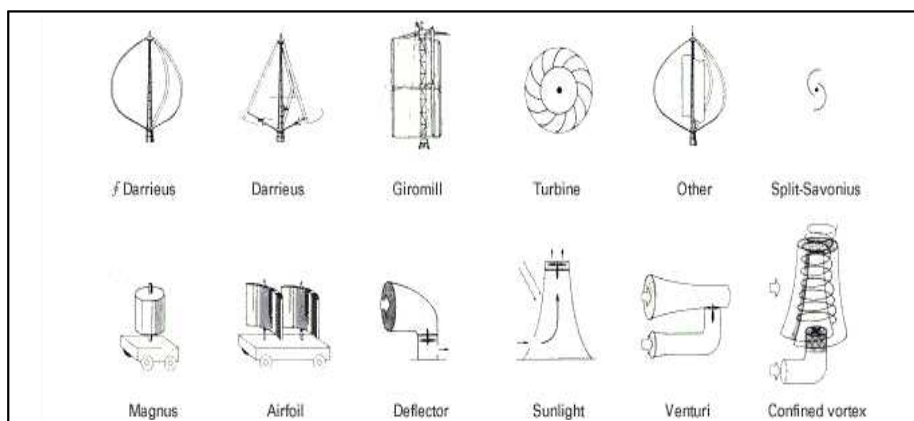
로터(rotor) : 바람이 가진 에너지를 회전력으로 변환시켜 주는 장치이며, 풍력발전기의 성능에 큰 영향을 미친다. 효과적인 풍력발전을 위해서는 이러한 로터의 설계가 매우 중요하며, 특히 각각의 날개 (Blade)의 설계가 아주 중요한 요소로 작용한다.

<표 3-24> 수직축 풍력발전기의 장단점

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 바람의 방향에 관계없이 운전가능 (요잉 시스템 불필요)</li> <li>· 증속기 및 발전기 지상에 설치됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 시스템 종합 효율이 낮음</li> <li>· 자기동(self-starting) 불가능, 시동토크 필요</li> <li>· 주 베어링의 분해 시 시스템 전체 분해 필요</li> <li>· 넓은 전용면적 필요</li> </ul>

자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

<그림 3-23> 수직축 풍력발전기



자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소



나셀 : 풍력발전기의 심장부에 해당되는 부분으로 로터에 의해 얻어진 회전력을 전기에너지로 변환시키기 위한 모든 장치들로 구성된다. 이를 위해 기어박스, 발전기, 제어장치 등 거의 대부분의 장치들이 나셀내부에 포함되어 있다. 이러한 나셀의 형태는 발전기의 종류에 따라 크게 두 가지로 나뉘게 되는데, 간접구동형(Geared Type)과 직접구동형(Gearless Type)에 따라 형태상으로나 구조적으로 매우 큰 차이를 띄게 된다.

타워 : 풍력발전기를 지탱해 주는 구조물로서 수평축 풍력발전기(HAWT)의 경우 나셀과 로터부를 지상에서부터 일정한 높이에 위치시켜 지탱해 주는 역할을 하는 구조물이며, 수직축 풍력발전기(VAWT)의 경우에는 회전축의 역할까지 담당하는 구조물 이다. 대형 구조물의 경우 내부에 엘리베이터 시스템 등 여러 가지 보수/유지를 위한 장치들이 장착되기도 한다.

발전기 : 바람이 가진 에너지가 로터에 의해 회전력으로 변환된 후 그 회전력을 이용하여 전기를 발생시키는 구성품으로 실제 전기에너지 발전의 효율이나 전기의 품질을 좌우하는 중요한 요소이다.

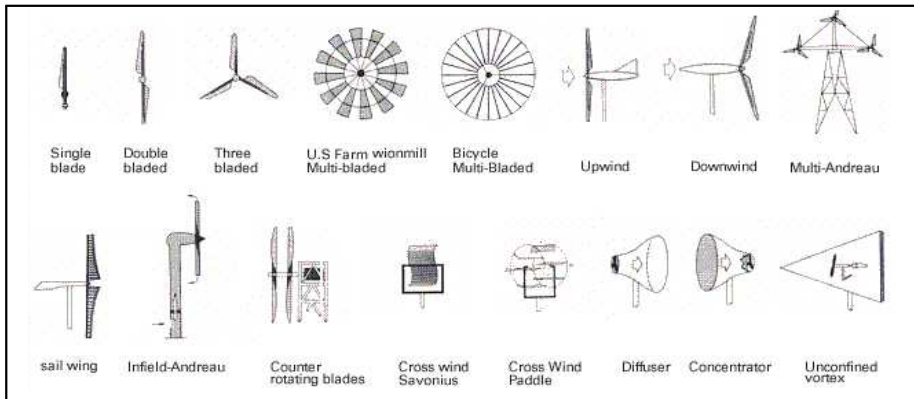
〈표 3-25〉 수평축 풍력발전기의 장단점

구분	장 점	단 점
맞바람형식 (Upwind Type)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 타워에 의한 풍속의 손실 없음</li> <li>· 풍속 변동에 의한 피로하중/소음 적음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 요잉 시스템 필요 (시스템 구성 복잡해짐)</li> <li>· 로터와 타워의 충돌 고려한 설계</li> </ul>
뒷바람 형식 (Downwind Type)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 요잉 시스템 불필요</li> <li>· 타워와 로터의 충돌 피할 수 있음</li> <li>· 타워의 하중 감소</li> <li>· 저렴한 가격으로 인해 주로 소형 풍력발전기에서 사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 타워에 의한 풍속의 손실 발생/풍속의 변동 큼</li> <li>· 터빈의 피로하중 및 소음 증가</li> <li>· 전력선이 꼬일 수 있음</li> </ul>

자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

적용 효과 및 전략적인 측면에서 현재 우리나라 기상청 자료 분석과 해당 지역의 직접 계측을 통한 분석을 진행하여 풍력이용이 가능한지를 확보한 상태이며, 현재 기술수준으로 풍력발전이 가능한 에너지 밀도는  $200\text{W}/\text{m}^2$ 이다. 특히, 제주도 지역과 동해, 남해의 해안선지역, 그리고 내륙의 고산지역이 풍력에너지 자원이 우수한 것으로 조사(풍력등급 4~6등급)되었다.

<그림 3-24> 수평축 풍력발전기



자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소


자원조사결과로 예측할 때, 국내 전체의 풍력에너지 자원량은 제주도, 경북포항의 에너지 밀도가  $500\text{W}/\text{m}^2$ 인 것을 비롯해 평균 에너지 밀도는  $100\text{W}/\text{m}^2$ 정도로 추산되며, 이는 연간 6억6천MWh의 전력생산이 가능한 자원이다.

### 3. 해외사례

#### 1) Mont Cenis Academy

건물의 전면이 태양광모듈을 붙인 투과유리형으로 구성되었으며, 독일의 변덕스런 기후환경 대비해 위치에 따른 다른 타입의 cell이 다양한 각도로 설치되었다. 이 건물의 태양광 발전시스템의 총 발전설비 용량은  $1,000\text{kW}$  규모로서 계통연계형 단일 태양광 발전 시스템으로는 세계 최대 규모이다. 지붕(경사각 5도)에  $12,000\text{m}^2$ , 남쪽/남서쪽 벽면(경사각 90도)에  $10,000\text{m}^2$ 의 투과유리형 태양전지 모듈(Pilkington 회사 OPTISOL 제품)을 설치하였으며 연간 발전량은  $750,000\text{kWh}$  정도이다.

<표 3-26> Mont Cenis Academy

내용	전경
<p>1) 건물개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장소 : 독일 헤르네</li> <li>- 건립년도 : 1999</li> <li>- 일조시간 : 1,454h/year, 3.98h/day</li> </ul> <p>2) 시스템개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- BIPV 적용</li> <li>- 태양광모듈 사용, 위치에 따른 다른 타입의 cell이 다양한 각도로 설치</li> <li>- 단일 태양광 발전 시스템 세계 최대 규모</li> <li>- 연간 발전량 : 750,000kWh</li> </ul>	

자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

## 2) 바레인 월드 트레이드센터 (Bahrain World Trade Center)

바레인의 세계 무역 센터는 환경적인 건축의 기준을 세우는 건물이다. 2개동 50층 240m 규모로 2008년 4월 완공, 사무실, 쇼핑몰, 레스토랑, 주차장 용도 사용되고 있으며, 로터지름 29m, 225kW급 풍력발전기 3대 설치, 건물 에너지의 11~15% 담당하고 있다.

<표 3-27> Bahrain World Trade Center

내용	전경
<p>1) 건물개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장소 : 바레인</li> </ul> <p>건립년도 : 2007</p> <p>용도 : 복합용도(오피스+ 상업시설)</p> <p>2) 시스템개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지름 29m, 225kW급 풍력발전기 3대 설치</li> <li>- 건물 에너지의 11~15% 자가발전</li> <li>- 갈수록 가늘어지는 곡선형으로, 건물 사이에서 바람이 수직으로 일어 최대한의 동력을 생산</li> </ul>	


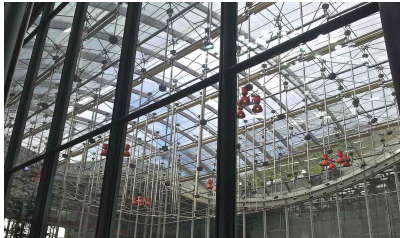

자료 : 그린에너지 요소기술 보고서, 현대산업개발 기술연구소

### 3) 캘리포니아 아카데미 오브 사이언스 (California Academy of Sciences)

캘리포니아 과학 아카데미는 샌프란시스코의 골든 게이트 공원 내에 위치한 세계 최대 규모의 자연사 박물관 건물이다. 1853년에 미국 서부의 첫 과학 기관으로 설립되었다.

지진으로 손상되고 오래된 건물을 전면 개보수하여 2008년도에 새롭게 개관하였다. 정도이며 친환경 건물 인증 시스템인 LEED 플래티넘 등급을 수여받은 건축물로서 무려 30~35%의 에너지가 절약하고 있다.

<표 3-28> California Academy of Sciences

내용	전경
<p>1) 건물개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장소 : 미국 캘리포니아</li> <li>- 건립년도 : 12008</li> <li>- 건축면적 : 37,000sm</li> </ul> <p>2) 시스템개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지붕 돔에서 복사 에너지를 유입하여 필요 에너지의 5~10%를 절약</li> <li>- Heat Recovery 시스템 도입</li> <li>- 투명한 유리 캐노피에 광전지 설치하여 태양광 발전 도입, 캘리포니아 과학 아카데미의 거대한 건축물이 사용하는 전기의 20% 충당</li> <li>- 옥상녹화를 통해 건축물 열 차단</li> <li>- 지붕의 토층이 연간 1,400만 리터의 빗물을 모으게 되어 재사용</li> <li>- 천장이 자동 개폐 유리 적용</li> <li>- 외부 환경에 따라 내부온도 변화시켜 에너지 효율성을 기준보다 30% 이하로 낮춤</li> <li>- 재건축 시 발생했던 폐자재 중 90% 재사용</li> <li>- 이전 건축물의 철골을 95%까지 재활용</li> <li>- 단열재의 68%를 리바이스로부터 폐기된 청바지를 활용</li> <li>- 미국그린빌딩협회가 주관하는 LEED 플래티넘 인증</li> </ul>	  

자료 : [https://en.wikipedia.org/wiki/California\\_Academy\\_of\\_Sciences](https://en.wikipedia.org/wiki/California_Academy_of_Sciences)

## 제5절 자원순환형 녹색건축 기술

### 1. 녹색건축물 조성을 위한 자원순환의 개념

우리가 살고 있는 도시라는 인공 환경생태계를 지속가능한 형식으로 변환하려는 노력은 재생가능 대체 에너지원 개발, CO<sub>2</sub> 발생 저감 정책 및 기술들, 수처리 고도화 및 친환경 자재의 개발과 폐기물의 친환경적 처리나 에너지 회수 등 다양한 요소 기술들의 개발로 이어지고 있다. 화석연료 에너지 소비는 CO<sub>2</sub> 발생과 직접 연관되어 있고 콘크리트와 같은 재료는 생산 당시 약 전 세계 CO<sub>2</sub> 발생의 약 8%를 차지하는 이산화탄소를 배출하고 있으며, 폐수나 폐기물은 도시 생태계 내에서 연쇄적인 환경오염을 유발하고 있다. 따라서 지속가능한 도시, 지속가능한 환경에 대한 요구는 최근 전 세계적인 물 부족, 대기 온난화, 환경오염, 에너지 및 자원 고갈 등의 문제를 근본적으로 해결하기 위한 시급한 해결을 요하는 이슈로 부각되고 있으나 유일한 해결책은 자원이 친환경적으로 순환하는 과정에서 에너지와 유용한 물질이 회수되는 자원순환형 도시 생태계를 구축하는 방법이다.<sup>79)</sup>

현재까지 건축분야에서 건축물의 생애를 보는 일반적인 사고방식은 소비형사회구조로서 사용기간이 짧아 건설 후 폐기에 이르는 기간이 짧다. 즉, 건축물을 보는 관점은 자원의 절약과 건설을 위한 내재에너지의 절약이라는 관점보다도 시공단계에서 경제성, 사용성, 심미성 등에 관심이 있으며 건설 후 사용 및 해체·폐기시의 자원절약과 재사용, 재활용에는 관심이 거의 없다. 건설 후 일정기간이 지나면 리모델링이나 유지관리를 통한 수명연장에 별로 신경을 쓰지 않고, 건축물은 짧은 기간에 재건축되고 해체 폐기물이 대량으로 발생한다.

건물의 에너지와 자원의 순환체계는 자연의 순환체계를 건축에 통합시키고 건축물의 구성시스템과 자재의 사용억제·재사용·재생활용이 가능한 순환체계를 확립함으로써 건축물이 하나의 인위적인 생태계를 이루도록 하는 건축을 자원순환형 건축이라고 정의한다.<sup>80)</sup>

79) 국토교통부(2016). 『자원순환체계 구축을 위한 도시계획 지원 시스템 개발』.

80) 정준수 외(2007). 『자원순환성 향상을 위한 건축 Process 구축에 관한 연구』.

건축물 조성에도 자원순환의 핵심개념인 3R은 필수적인 고려사항이다. 3R은 발생억제(Reduce), 재사용(Reduce), 재활용(Recycle)을 의미한다. 최소의 필요 자원을 사용하고 사용한 자원을 그대로 혹은 형태만 바꾸어 재사용하며 남는 것은 화학적인 처리를 통하여 재활용하고 최소한의 폐기물을 처리하는 자원순환시스템의 적용이 필요하다.

## 2. 자원순환형 녹색건축기술

녹색건축과 관련된 자원순환의 개념과 시설들은 대부분 자원순환재료의 사용, 폐기물의 효율적인 수송 및 재활용과 물 순환부분의 물 절약 시설들로 구성되어 있으며 실행되고 있는 기술 및 시설로는 자원순환분야의 음식물쓰레기 RFID 기기, 음식물쓰레기 감량화기, 쓰레기 자동집하시설, 물 순환분야의 중수도, 절수기 사용 등이 주요설비이다. 녹색 건축물의 활성화를 위해서는 각 설비에 대한 개념 및 적용에 대한 적극적인 검토 및 도입이 필요하다. 녹색건축 관련 법·제도에서 정하고 있는 항목을 중심으로 관련 기술의 개념 및 도입현황을 분석하였다.

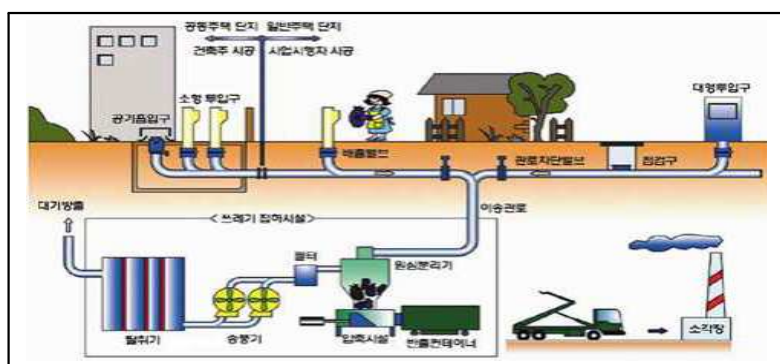
### 1) 쓰레기 자동집하시설

기존의 쓰레기 수거체계는 청소차량에 의해 쓰레기 저장용기에 수거하여 소각장이나 매립장으로 직접 수송하는 방법으로, 저장용기에서 발생하는 악취는 물론, 건물 내 청소차량 출입으로 인한 소음공해 및 교통장애 등 쾌적한 환경을 저해하는 문제점을 내포하고 있어 이를 해결하기 위한 시스템으로 쓰레기 자동집하시설이 도입되었다.

쓰레기 자동집하시스템은 투입구에 버려진 쓰레기를 중앙 집중 케어 시스템에 의하여 건물 입상, 지하횡주관로 및 송풍기를 통하여 빠른 속도의 공기와 함께 중앙집하장으로 운반하여 컨테이너에 자동 적재 후 최종 처리됨으로써 위생적이고 쾌적한 환경을 구현하는 친환경적인 설비 시스템이다.

이 시스템은 수거공정상 쓰레기를 옥내·외에 설치된 투입구에 투입하면 관로속의 강력한 공기흐름과 중력에 의해 슈터 내 임시 저장된 쓰레기가 시속 60~70km의 속도로 중앙집하장으로 이송된다. 쓰레기가 중앙집하장으로 이송되면 원심분리기에서 분진이 포함된 공기와 쓰레기가 분리되며 공기는 정화시켜 대기 중에 배출되고 쓰레기는 압축기에 의해 컨테이너에 압축된 후 용도별로 처리장으로 운송된다.

〈그림 3-25〉 쓰레기 자동집하시설



자료 : 관계부처협동(2009). 『녹색도시·건축물 활성화 방안』.

쓰레기 자동집하시스템은 크게 고정식 방식과 이동식 방식으로 구분되며 각 시스템별로 장·단점은 있으나 고정식 시스템은 집하장을 별도로 설치하여야 하므로 대규모 시스템 또는 고층 아파트 등 쓰레기량이 많이 발생되는 고밀도 지역에 적용하는 것이 타당하고 이동식은 쓰레기 흡입차량을 이용하므로 저층 건물 및 단독주택지역 등 쓰레기량이 적은 저밀도 지역에 적용하는 것이 가능하다.

쓰레기 자동집하시스템은 에너지절약형 친환경주택 건설기준의 설계방향으로 설정하고 있으며, 세종시 등 신도시 개발에 요소로 적용되고 있으나 시설의 설치 이후 운영·관리 문제 등이 대두되고 있는 상황으로 도입 기준 등 관련 제도의 정비에 대한 검토가 필요하다.

〈표 3-29〉 쓰레기 자동집하시설 기술적 특징

구분	세부사항
공기흡입밸브	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 건물 지하층 혹은 지층에 설치되어 쓰레기를 이송할 공기를 흡입</li> <li>· 평상시 닫혀 있다가 쓰레기 이송시 약 1~2분 열리며, 소음기 내장</li> </ul>
쓰레기 투입구	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 발생쓰레기 투입구 (주거용 - 원형 300mm, 업무상업용 - 사각형 400x400mm, 쓰레기 90~120L 용량 투입)</li> </ul>
쓰레기 슈트 및 배출밸브	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 쓰레기 임시저장 기능</li> <li>· 평상시에는 닫혀 있다가 쓰레기 이송시 작동</li> </ul>
운반관로	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 배출밸브를 통과한 쓰레기를 집하장 기기실 분리기까지 이송하는 관로</li> <li>· 배관의 수명은 30~60년</li> <li>· 최대흡인거리 2,000m, 최대경사로 tan20°</li> <li>· 관내공기속도 15~25m/sec, 압력 20~30kPa</li> </ul>
집하장	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 투입된 쓰레기 최종처리</li> <li>· 분리기, 압축기, 컨테이너, 송풍기, 여과 및 탈취, 중양제어반으로 구성</li> </ul>
운영	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 수거공정은 하루 2~5번 반복</li> <li>· 쓰레기는 배출밸브 위에서 12시간 넘게 쌓여 있지 않음</li> </ul>

자료 : 경기연구원(2003), 『쓰레기 자동집하시설 도입 타당성 검토』.

〈표 3-30〉 고정식 방식과 이동식 방식의 비교 · 검토

구분	고정식	이동식
작동원리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 일정한 장소에 송풍기, 컨테이너 등이 설치된 집하장을 설치한 후 파이프를 통해 쓰레기 수거</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 컨테이너, 송풍기, 필터 등을 탑재한 특수 차량이 이동하면서 단지외부에서 시스템에 연결하여 쓰레기 수거</li> </ul>
장·단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 대규모 단지에 적용</li> <li>· 집하장 설치가 필요</li> <li>· 최대 100L 봉투 사용 가능</li> <li>· 쾌적한 주거환경 조성</li> <li>· 운전원 1~2인원 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 비교적 소규모 단지에 적용</li> <li>· 주위환경과 부합된 예술형투입구 설치</li> <li>· 특수차량 구입</li> <li>· 쓰레기 부패 및 결빙방지(지하저장)</li> <li>· 수거효율 향상으로 인한 예산절감</li> </ul>
적정규모	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 500 세대 이상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 100~2,000 세대</li> </ul>
적용사례	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 전세계 25개국 적용: 한국, 일본, 홍콩, 대만 등 아시아 스웨덴, 독일, 덴마크 등 유럽 미국, 캐나다, 베네주엘라 등 북미</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 전세계 7개국: 일본, 싱가포르, 스웨덴 등</li> </ul>













자료 : 경기연구원(2003), 『쓰레기 자동집하시설 도입 타당성 검토』.



## 2) 음식물쓰레기 RFID(Radio Frequency IDentification) 시스템

음식물류 폐기물에 대한 직매립이 2005년 1월부터 금지되면서 자원으로서의 재활용 방안이 본격적으로 모색되었다. 2010년 8월 환경부는 음식물류 폐기물 처리에 대해 배출자부담원칙을 명확히 하고, 배출량에 따라 수수료를 부과하는 종량제를 실시하여 음식물류 폐기물 발생량을 원천적으로 저감하는 것을 목적으로 「음식물류 폐기물 수수료 종량제 시행지침」을 제정하였다.

<표 3-31> RFID방식 종량제의 3가지 유형

개별계량방식	차량수거방식	휴대형리더기방식
		
   배출원    개별계량방식    CDMA	   배출원    차량수거방식    수거/처리장	   배출원    휴대형장비    인터넷
배출원(세대)별 무게 기반의 배출량 측정 및 이에 비례한 수수료 확인 가능	음식점 등에 비치된 수거용기별 배출량 측정 및 수수료 산정용이	RFID 태그를 부착한 전용용기에 음식물쓰레기를 담은 등 배출횟수, 부피 중심 방식
공동주택단지 등에 적용	음식점 등에 적용	단독주택, 소형음식점 등에 적용

자료 : 도시생활폐기물통합관리서비스(<https://www.citywaste.or.kr/>)

음식물쓰레기 RFID방식 관리체계는 관계부처 합동의 ‘음식물쓰레기 줄이기 종합대책(2010.02)’의 핵심과제로, 무게계량 및 정보관리가 가능하여 음식물쓰레기 종량제 방식 중 우선 권장된 시스템으로 전자카드나 전자태그 등을 이용하여 배출자 및 배출량 정보를 수집하여 관리하고 배출원별 발생량에 따른 수수료를 정확히 부과하는 방식이며, 누진·총량제의 적용이 가능하다.

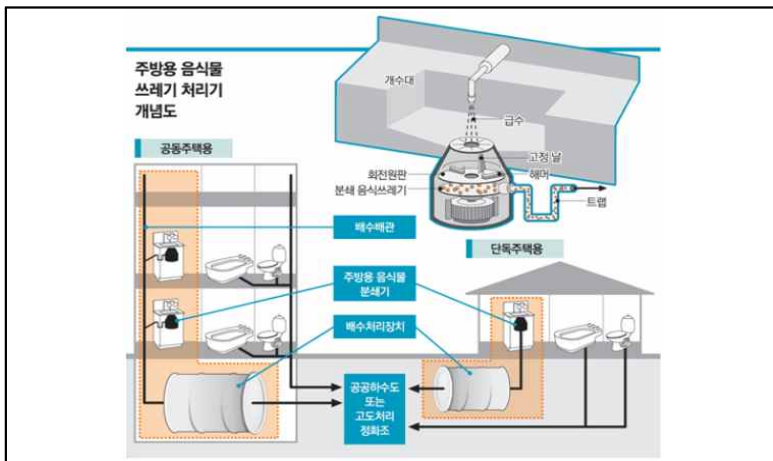
2016년 말까지 전국 146개 시·구 중 129개소(88%)에서 RFID를 도입하였으며, 세대보급률은 약 35% 수준이다.<sup>81)</sup> 음식물쓰레기 RFID종량제는 감량 효과가 우수하며 폐비닐 등 혼합물의 비율이 낮아 퇴비화가 용이하기 때문에 자원순환 재료로 활용성이 높고 수집된 음식물쓰레기의 위생, 경관 및 악취개선의 효과로 인하여 주민 선호도가 높은 설비로 서울시는 환경영향평가 자원순환 심의기준 항목으로 정하고 있다.

### 3) 음식물쓰레기 디스포저(Disposer)

디스포저(Disposer)란 싱크대에 붙어 있는 주방오물 분쇄기로서, 음식물쓰레기를 전기 모터로 잘게 갈아 생활하수와 함께 하천에 그대로 흘려보내도록 하는 장치이다.

디스포저는 국내에서 1980년대부터 보급되어 왔으나, 디스포저 분쇄물이 하천의 수질을 악화시키는 등 하수처리시설의 기능을 상쇄하여 1995년부터 유통 및 사용이 금지되었다. 그러나 2001년 이후 지속적인 하수관거 정비사업 실시 등의 사회제반시설 확충 및 음식폐기물의 해양배출 금지에 따른 음식폐기물 처리방안 부재로 인해 디스포저의 도입이 다시 검토되었다.

<그림 3-26> 디스포저 시스템 개요



자료 : 이진성(2011). 『우리나라의 음식물쓰레기 처리방법에 관한 연구』.

81) 한국환경공단(<https://www.keco.or.kr/>)

2007년부터 음식물쓰레기 배출·처리 다양화 방식의 하나로 디스포저 도입을 위해 환경부 등과 협의를 통해 관련 규정을 정비하였고, 그에 따라 서울시는 2009년부터 2년간 3개의 공동주택 단지 일부세대를 선정하여 3개의 방식(직배출방식, 전처리방식, 분뇨병합처리방식)으로 시범사업을 추진하였다. 모니터링 결과 하수 오염 및 옥내배관에 미치는 영향이 미미하였으며 만족도 조사결과 대부분의 주민들이 만족해하는 것으로 나타났다.

서울시 1, 2차 시범사업 결과를 근거로 하여 환경부에서는 분쇄된 음식물쓰레기 80% 이상 회수할 수 있는 디스포저를 허용하였으며 환경부는 2012년부터 1년간 2개의 주택 단지 일부세대를 선정하여 직배출방식으로 시범사업을 추진하였다.

주방용 오물분쇄기 도입 결과 하수관로 퇴적, 맨홀내 퇴적, 하수발생량, 유입부하량, 퇴적물성상, 악취발생 등에는 영향이 없었으나 하수처리장에서 오염부하량 증가, 전처리시설 퇴적량 증가, 반응조 질소제거율 감소, 2차침전지 잉여슬러지 발생량 증가 및 성상변화, 방류수 처리효율 저하, 농축시설 고형물 부하 증가, 소화시설 악취 발생증가, 탈수시설 운전시간 증대 등 부정적인 영향이 발생하였다<sup>82)</sup>.

환경부에서 구상하는 주방용 오물분쇄기 도입 가능 지역의 기본 조건은 공공하수도는 하수도시설기준을 충족하는 분류식 하수관로이고, 배수설비는 시설기준을 준수하여야 한다. 또한 주방용 오물분쇄기로 인해 음식물 회수·처리시설의 정상 가동에 지장이 없어야 하며 공공하수도가 충족해야 하는 하수도 시설기준을 만족 등 다양한 도입 조건을 검토 중이다.

디스포저를 사용할 경우 음식물쓰레기 발생과 동시에 즉시 분쇄하여 위생적이며, 쓰레기 봉투제작, 판매비용 등으로 인한 에너지 비용 절감, 배출된 음식물쓰레기를 수거하는데 소요되는 수거차량의 연료 소비량을 줄일 수 있어 이산화탄소 발생 저감이 가능하나<sup>83)</sup> 도입 시 고려할 사항이 많은 설비이다.

82) 자료: 환경부, 「음식물종량제 시행에 따른 디스포저 도입방안 모색 정책토론회」, 김성태 의원·환경부 공동주최 정책토론회, 2013.5.7.

83) 이진성(2011). 『우리나라의 음식물쓰레기 처리방법에 관한 연구』.

〈표 3-32〉 주방용 오물분쇄기 도입시 유지관리 항목

구분		항목	주요 유지관리 항목
하수 관로	하수 관로	설계유속	· 0.6m/s 확보유무 검토
		구조적 결함상태	· 관저의 물리적 결함 · 역경사, 관변형, 균열, 침하, 천공, 파손, 중단구배 등
		운영적 결함상태	· 퇴적물 및 fog 발생 유무 · 내피 생성, 뿌리침입 등 통수단면적 감소여부
		침입수/유입수 유입	· 발생 부하량(하수량 및 오염부하) 검토
	맨홀	지표면 및 뚜껑	· 맨홀뚜껑 밀착성(악취 및 소음) · 균열, 침하, 함몰 유무 등
		내부상태	· 인버트 유무(퇴적) · 본관 및 연결관 접합부 불량, 부등침하 유무
	기타 시설	오수받이	· 오수받이 내 퇴적여부 · 뚜껑의 파손(악취) 및 망실 등 기능장애 여부
		연결관	· 연결관 막힘(폐색) · 연결관 손상, 접합불량, 지반침하에 따른 손상유무 등
공공 하수 처리 시설	수 처 리 시 설	유입/유출	· 유입하수량 및 오염부하량 증감 · 방류수질 준수 여부
		전처리시설	· 협잡물 발생상황 및 발생량 증감 · 침사발생량 및 반출 횟수
		일차침전지	· 표면부하율/월류부하 · 침강특성/생슬러지 특성
공공 하수 처리 시설	수 처 리 시 설	반응조	· 반응조내 MLSS 및 SRT, 산소요구량 · 유기물 제거율, 질산화/탈질률(질소제거율) · 응집제 첨가량(생물학적 인제거율 등)
		이차침전지	· 잉여슬러지 발생량 · 슬러지 특성 및 성상 변화
	슬러 지처 리 시설	농축시설	· 고형물 부하/분리액 SS 농도(농축조 효율) · 슬러지 침강/농축성(슬러지 회수율)
		소화시설	· 소화율 및 가스 발생률
		탈수시설	· 운전시간 및 약품투입량 · 슬러지 탈수성

자료 : 국회입법조사처(2013). 『주방용 오물분쇄기에 의한 음식물류 폐기물 처리의 주요 쟁점 및 과제』.

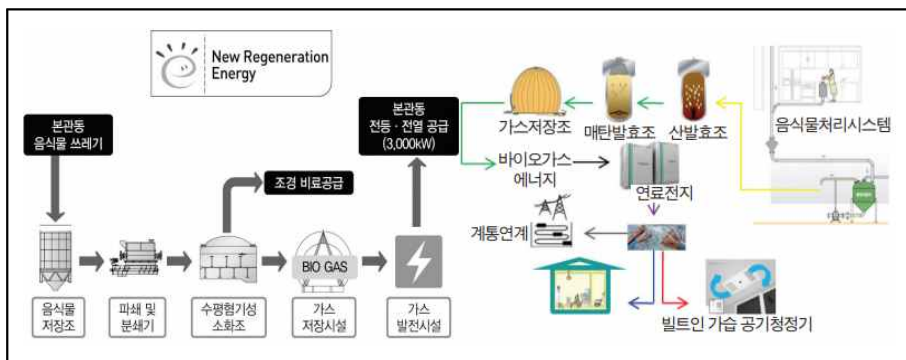
#### 4) 유기성폐기물 혐기성 소화 시스템

쓰레기 감량화, 유효이용을 위하여 일반폐기물에서 높은 비율을 차지하고 있으며, 처분이 어려운 음식물류폐기물을 재활용할 수 있는 퇴비화 장치 등을 활용할 수 있다. 음식물류폐기물 이용 바이오 가스 발전은 일반 건축물 또는 공동주택 세대 내에서 발생된 음식쓰레기를 수집·이송하여 바이오에너지를 생성하는 유기성폐기물 에너지화 기술의 연계 시스템이다.

유기성폐기물 에너지화 기술은 음식물쓰레기, 가축분뇨, 하수슬러지 등 고농도 유기성폐기물을 처리함과 동시에 신재생에너지인 바이오가스를 생산하는 기술이다. 생산된 바이오가스는 열병합발전기의 연료로 이용되어 전기와 온수를 동시에 생산하여 에너지원으로 사용된다.

유기성폐기물 에너지화 기술 플랜트로 반입된 유기성 폐기물은 종류와 성상에 따라 선별, 파쇄 등 먼저 적절한 전처리 과정을 거친 후 발효조로 유입되고, 산발효조, 메탄발효조에서 혐기성 소화과정을 거친다. 산발효조에서 유기성 폐기물의 가수분해 및 산발효가 2일 내외의 짧은 체류기간 동안 이루어지며, 양질의 유기산이 생성된 후 메탄발효조에서 혐기소화 과정을 거쳐 바이오가스가 생산된다.

<그림 3-27> 유기성폐기물 에너지화 기술 공정 모식도



자료 : 서울연구원(2000). 『환경친화적 건축 및 단지개발요소 적용방안 연구』.

5) 폐기물 에너지화 시설을 연계한 분산형 에너지화 시스템

바이오가스 시설에서 발생하는 전기는 매전이 가능하지만, 열에 대해서는 주변 지역의 공장, 주택지, 비닐하우스 등에 유효하게 이용하고 바이오가스 시설 주변에 공장이나 주택지가 인접해 있는 경우 생산된 전기와 온수 등을 더욱 유용하게 활용할 수 있다.<sup>84)</sup>

84) 환경부(2012), 자원순환형 사회구축을 위한 중장기발전방안 연구

## 6) 물순환

### ① 빗물이용시설

빗물이용시설은 건물에 떨어진 빗물을 집수하여 저장하고 일정 용도로 유효하게 이용하기 위하여 설치한 시설로서 물순환을 회복하기 위한 시설이다. 이는 집수설비, 초기우수 배제장치, 처리설비, 저장설비, 소독장치, 저장조, 급수설비로 구성되며, 강우량, 경제성, 시설규모를 고려하여 집수면적, 저류용량, 사용용도, 사용량 등을 계획한다. 빗물이용시설 설계에 대한 자세한 세부사항은 아래 표와 같다.

빗물의 총족율은 집수면적, 저류조 용량과 물수요 용도와 그 용량에 따라 달라지게 된다. 빗물의 이용은 중수와 마찬가지로 수자원의 유효이용이라는 관점에서 그 의의가 크지만 강우 시 하수도나 처리시설의 부담을 경감시키고 또한 폭우가 내릴 때 도시형 홍수의 방지에도 효과가 있다는 점이 중요하다.<sup>85)</sup>

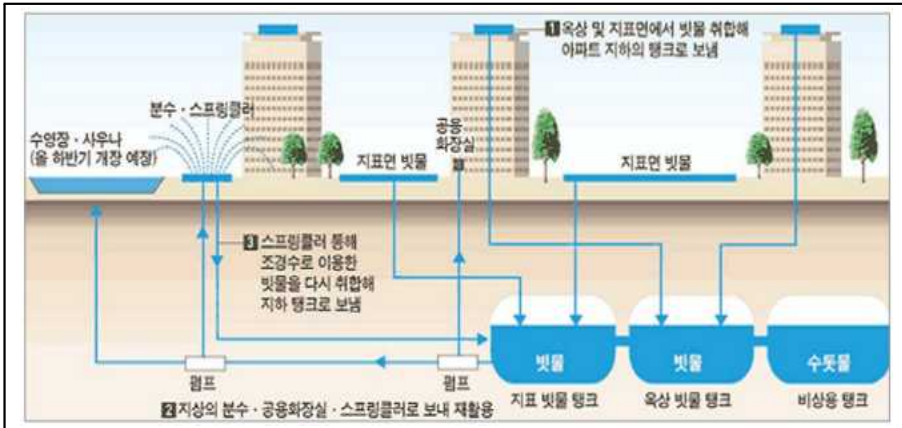
〈표 3-33〉 빗물이용시설 설계

구분	세부사항
집수시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 오염물질을 신속히 배제하거나 처리하여 집수되도록 함</li> <li>· 지붕의 집수면을 한쪽 방향으로 경사를 두어 집수관거를 짧게 함</li> <li>· 스크린을 설치하여 협잡물의 유입 방지(스크린망 간격 1~5mm)</li> <li>· 집수관의 관경은 건축물의 집수면적, 해당지역의 최대강우강도, 집수관 경사 등으로부터 결정 등</li> </ul>
초기우수 배제시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 오염을 방지하기 위해 강우초기에 내린 빗물은 배제</li> <li>· 초기우수는 보통 강우시작부터 5mm정도를 보며, 배제방식으로는 우량계 이용, 분리장치 이용, 부자를 이용한 방법 등</li> </ul>
처리시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 빗물여과조 등을 설치하여 침전효과를 촉진</li> <li>· 빗물침사조, 침전조 및 여과조의 총용량은 적어도 집수면적에 대한 유효 유출강우 100mm/hr 강우에 대해 10분 이상의 체류시간이 확보되는 것으로 함</li> </ul>
저장시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 빗물저장조는 호우시 빗물유입에 의한 침수대책에 유의하여 설계</li> <li>· 방수성이 있고 경제적인 재질이 요구</li> <li>· 학교, 아파트 등: 철근 콘크리트조나 철판을 이용한 조립형 저장조 이용</li> <li>· 개인주택: 열경화성수지의 플라스틱조 이용</li> </ul>

자료 : 서울특별시(2013). 『서울특별시 빗물관리 기본계획 가이드라인』.

85) 한국과학재단(2004). 『주거단지에서의 친환경적 우수활용 방안에 관한 연구』.

〈그림 3-29〉 빗물이용 예시



자료 : 문화관광부(2009). 『저탄소 녹색 관광자원개발 가이드라인』.

## ② 중수도 도입

중수도 도입의 필요성은 한 번 사용한 물을 간단하게 처리하여 재이용함으로써 원수의 처리 비용감소 및 물의 절약효과, 배출수의 양을 감소시킬 수 있어 하천 또는 공공수역으로 배출되는 오염 부하량을 감소시킬 수 있다. 중수도 설치에 따른 절수 효과는 약 20% 정도이다.

중수도의 유형은 크게 순환 방식에 따라 개방순환방식과 폐순환방식으로 구별 할 수 있다. 개방순환방식은 하수를 처리하여 하천 등에 방류한 후 하류에서 취수하여 재이용하거나 처리수를 지표에 살포 혹은 침투시킨 후 지하수를 사용하든가 또는 하천에 방출한 후 재이용하는 방식이다. 폐순환방식은 직접적 이용방식이라고 말하나 오수나 폐수를 처리한 후 직접 중수로 이용하는 방식으로서 사업주체 및 규모에 따라 다시 개별이용방식, 지구순환방식, 광역순환방식 등으로 분류할 수 있다.



〈표 3-34〉 중수도 공급방식

구분	세부사항
개별이용방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 단독 건축물이나 공장의 폐수를 자체적으로 처리</li> <li>· 수세식 화장실 용수, 냉각용수, 청소용수 등에 사용</li> </ul>
지역순환방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 인접한 두 개 이상의 복합건축물 혹은 공동주택 등에서 발생하는 오수를 처리하여 해당 구역 내에서 중수도로 이용</li> <li>· 하나의 중수처리시설로 인접한 다수의 시설물에 중수 공급</li> </ul>
광역순환방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 하수처리수나 공단폐수를 용도에 맞게 한 번 더 처리한 후, 중수로 이용</li> <li>· 원수는 공장폐수 등 다양하며 연중 수량변화가 없어 안정적으로 중수 공급</li> </ul>

자료 : 서울연구원(2000). 『환경친화적 건축 및 단지개발요소 적용방안 연구』.

공중위생 및 기기·설비 등에서 요구하는 적합한 수질과 플랜트 처리, 원수 및 중수의 배관에 대한 투자비 등을 종합적으로 고려하여야 하며, 오폐수 정화를 위한 식생 여과대는 우수유출수가 넓고 평평하게 퍼지는 지역, 주로 완충녹지대 전면에 조성하고 정화식재를 활용한다.

원수확보와 중수공급의 균형이 맞도록 하여 시스템의 운전이 중단되지 않도록 해야 한다. 또한 펌프가동 소음이나 냄새가 거주자에게 전달되지 않도록 지하공간이나 떨어진 녹지에 설치하는 것이 좋다.

〈표 3-35〉 중수도 공급방식

구분	처리과정	적용대상
양질의 집배수 (세탁, 세면, 목욕수)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 응집침전→여과→염소</li> <li>· 응집침전→여과→활성탄처리→염소</li> </ul>	공동주택
일반 집배수 (양질의 집배수, 청소, 주방세제)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 생물학적처리→응집침전→여과→염소</li> <li>· 생물학적처리→응집침전→여과→활성탄처리→염소</li> <li>· 응집침전→막처리→염소</li> </ul>	공동주택 대형빌딩
집배수+ 오수 (집배수, 수세식화장실 배수)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 생물학적처리→응집침전→여과→염소</li> <li>· 생물학적처리→여과→활성탄처리→염소</li> <li>· 생물학적처리→응집침전→막처리→염소</li> </ul>	대형빌딩
하수처리수	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 응집침전→여과→염소</li> </ul>	하수처리장

자료 : 서울연구원(2000). 『환경친화적 건축 및 단지개발요소 적용방안 연구』.

### 3. 녹색건축물 관련사례

#### 1) 서울시

도시에서 자원순환과 관련된 연구들은 주로 에너지와 자원의 개념적인 순환체계를 제안하는 수준으로 수행되어 왔으며, 주거단지에서의 구체적인 자원순환 구현은 에너지를 중심으로 논의되어 오고 있다. 폐기물과 관련해서는 폐기물과 오수의 재순환에 대해서 검토하고 있는데, 생태주거단지에서는 우선 감량화를 유도하고, 수분이 많은 유기성 폐기물은 단지 내 퇴비화 시설을 두어 자원화하여 자연에 순화시키는 방안을 제안하였다.

국내의 자원순환 주거단지의 한 사례로 서울시를 예로 들 수 있으며, 주거단지 내에 음식폐기물을 감량하는데 초점을 맞춘 시범사업을 수행하고 있다. 이 시범사업은 주거단지 내에 대형 감량기기를 보급하여 음식폐기물 배출량을 절대적으로 감량시키는데 초점을 맞추었다.

〈표 3-36〉 서울시 대형감량기기 보급현황

자치구	수량	방식	가동현황
용산구	35	건조분해	RFID 장착
성동구	1		
강서구	3		
서대문구	4	-	
송파구	1		
동대문	1	분해소멸	미장착
성북구	121	건조분해	RFID 분리형
강북구	1	분해소멸	RFID 장착
노원구	12	분해소멸	미장착
마포구	6	건조분해	RFID 장착
구로구	12	건조분해	RFID 장착
금천구	1	분해소멸	미장착
동작구	6	분해소멸, 건조분해	
관악구	60	-	-
강동구	4		

자료 : 한국음식쓰레기감량기협회(<http://www.kfra.biz/>)

한국토지주택공사에서 자원순환 주거단지 시범사업으로 수행하는 용인시 동천 스마트타운이 대표적인 사례로, 32세대로 구성된 단독주택에서 음식물 폐기물을 발효소멸 감량기기를 통해 최소화 하고, 여기서 발생된 폐기물을 퇴비로 가공하여 마을 주민들이 도시농업을 하는 사례이다.<sup>86)</sup>

<표 3-37> 용인 동천스마트타운 전경 및 자원순환 이용사례

용인 동천스마트타운 전경	발효소멸 감량기기 설치	도시농업 퇴비로 활용
		

자료 : 김현수 외(2016). 『자원순환 주거단지 조성을 위한 가이드라인 방향 설정』.

## 2) 세종시

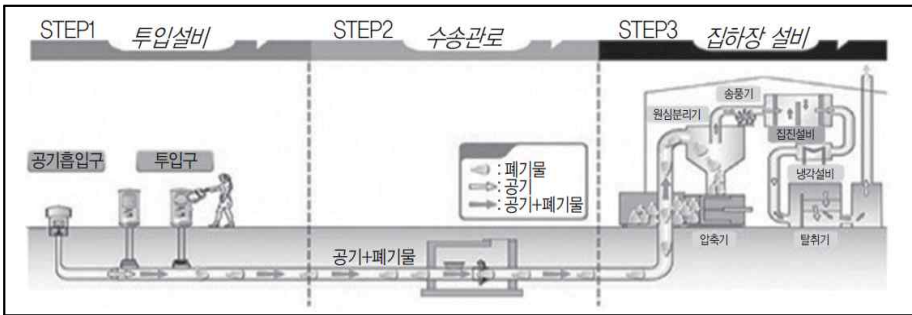
충청남도 세종시는 최근 이슈화 되고 있는 계획 기법 및 기술을 적용하여 개발된 친환경도시이다. 폐기물 처리 시 전 처리과정을 통해 생성되는 고체연료를 열병합발전소의 열원으로 공급하고 공급처리시설 복합화 추진계획에 따라 쓰레기 처리시설, 열병합발전소 등을 상호 연계하여 동일부지 또는 인접부지에 건설하였다.

또한 우수의 침투환경 조성 및 적극적 활용을 위해 자연지반녹지를 최대한 확보하여 빗물침투가능 면적이 증가될 수 있도록 계획하였으며, 용도별 생태면적을 적용목표를 설정(최소 행정목표 20% 이상)하고 이를 지구단위계획의 지침으로 반영하여 투수면의 확보를 의무화하였다.

폐기물 관리를 위해서는 수송관리 시스템을 구축하였으며, 관련 시스템은 발생폐기물을 투입하고 임시 저장하는 투입설비, 투입된 폐기물을 수송관로를 통하여 집하장으로 이송시키는 수송관로, 그리고 폐기물 수집 및 압축 후 외부로 반출하는 집하장 설비로 구성되어 있다.

86) 김현수 외(2016). 『자원순환 주거단지 조성을 위한 가이드라인 방향 설정』.

<그림 3-30> 세종시 자동크리넷 개념도



자료 : 정요한(2016). 『자원순환관점에서의 친환경도시 사례 분석』.

자동크리넷 시설에서 집하된 생활쓰레기 중 일반쓰레기(종량제봉투)를 기계적 선별장치를 통해 가연물만 회수하여 고형연료(SRF)를 생산하고 인근 지역난방시설에 보조열원으로 공급하고 있다. 하루 130톤의 총 25만 명의 쓰레기를 하루 16시간 가동할 수 있는 시스템을 가지고 있으며, 하루 8시간, 3 ton 정도의 쓰레기를 처리하고 있다. 반입되는 쓰레기의 약 30% 정도가 고형연료로 만들어지고 있으며 분리수거가 확실히 이루어지면 연료화 할 수 있는 비율도 늘어날 것으로 예상된다.

### 3) SK 에코랩

에코랩(Eco-Lab)은 2008년 SK케미칼 기업의 사옥 용도로 건축된 민간 업무용 건축물이며, 에너지효율을 강조하여 건축된 사례로 볼 수 있다.

에코랩에 적용된 친환경 기술로는 지열 히트 펌프 시스템, 독립형 채광기를 이용한 자연 채광 시스템, 자연 환기/공조, 바닥 공조 시스템, BEWMS(Building Energy & Water Management System) 등이 있으며, 이 중 건물 일체형 태양광 발전 시스템은 약 2000m<sup>2</sup>의 면적으로 연간 9000kW의 전력을 생산하고, 이를 통해 연간 에너지 사용량의 44%, 연간 에너지 비용을 40%(11억→6.6억) 절감하고 있다.

수자원 재활용 시스템은 우수 시스템, 중수 시스템, 절수형 기기설치 등으로 수자원 절약 및 홍수 예방에 기여하고, 수자원 사용량의 63%, 연간 상수 정화 처리량 약 10,000 ton 절감하고 있다. 이를 통해 전체적으로 CO2 발생량을 3,600 ton에서 2,400 ton으로 33% 절감하였으며, 이는 소나무 9만 4천 그루 조림의 효과를 내고 있다.

<표 3-38> SK 에코랩 적용 녹색기술 예시

지열히트펌프 시스템	BIPV	수자원 재활용 시스템
 <ul style="list-style-type: none"> <li>연중 일정한 온도(약 15℃)를 유지하는 지열의 특성을 이용하여 히트 펌프를 고효율로 운전, 건물 냉난방에 대한 에너지 효율을 높이는 신재생 에너지 시스템</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>건물 외피에 설치한 태양전지 모듈을 통해 전기를 생산해 전등, 전열 설비에 공급하는 대체에너지 시스템</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>빗물과 지하수, 사용된 수도물을 모아 재사용하는 수자원 절감 시스템</li> <li>우수시스템, 중수시스템, 절수형 기기 설치로 수자원 절약 및 홍수예방 기여</li> </ul>

자료 : SK케미칼(<http://www.skview.co.kr>)

또한 SK 케미칼은 폐목재를 연소시켜 증기를 생산하는 에코그린 보일러(EGC, Eco Green Boiler)를 울산공장에서 가동 중이며, 연간 대기 오염물질 약 440톤, 온실가스 약 5.5만 톤의 저감 효과를 내고 있다. SK케미칼은 기존 유연탄 보일러를 에코그린 보일러로 대체하고, 2012년에는 정지 후 재가동 시 사용하는 시동연료를 경유 대신 바이오매스 연료인 정제연료유로 교체하여 경유 사용량을 연간 259톤, 온실가스 배출량을 연간 682톤 추가 감축하였다. 향후에는 연소 후 발생된 Ash를 건설자재로 재활용하고 폐기물을 폐목재로 가공해 EGB의 연료로 사용하는 자원순환을 완성할 계획이다.

<그림 3-31> EGB 보일러 가동 흐름과 효과



자료 : SK케미칼(2012), 『지속가능경영보고서』.

#### 4) 국외

최근의 녹색도시는 유럽을 선두로 하여 미국, 일본 등이 관련 계획 및 실제 프로젝트를 진행<sup>87)</sup>하고 있다. 대표적인 녹색신도시 해외사례로 독일 보봉, 스웨덴 하마비 허스타드, 노르웨이 오슬로, 네덜란드 아메르스포르트가 있으며, 이들은 저탄소 녹색도시를 구현하기 위해 계획초기부터 자원순환과 에너지 혁신에 초점을 맞추었다. 또한 건물에 빗물을 재활용하는 옥상조경 도입, 쓰레기를 이용한 신·재생에너지 활용, 음식물쓰레기 비료화 및 쓰레기 회수시스템 등을 적용하여 도시를 건설하였다.

해외 저탄소 녹색도시에 적용된 자원순환 기법으로는 크게 중수재활용, 우수재활용, 폐기물재활용, 폐기물 처리기술 향상, 재활용 자재 이용, 환경친화적인 건축재료<sup>88)</sup> 이용, 음식물 쓰레기 재활용 등이 있다.

87) 경기개발연구원(2011), 『경기도 저탄소 녹색도시 계획기준 연구』, 경기도

88) 경기개발연구원(2011), 『경기도 저탄소 녹색도시 계획기준 연구』, 경기도

〈표 3-39〉 해외 저탄소 녹색도시에 적용된 계획기법

구분	린츠	하마비	비키	오슬로	보봉	아메르스포르트	마스다르	동탄	도크사이드
중수재활용			●				●		●
우수재활용			●	●		●	●	●	●
폐기물재활용	●			●	●	●		●	●
폐기물 처리기술 향상	●			●	●				
재활용 자재 이용	●			●		●		●	●
환경친화적인 건축재료		●		●					●
음식물 쓰레기 재활용		●		●	●			●	●

자료 : 한국토지주택공사(2010). 『에너지 절감형 집단신도시 개발 및 탄소중립형 시범단지 조성』.  
한국토지주택공사(2009). 『탄소저감을 위한 도시공간구조의 계획적 전환체계수립 연구』.

〈표 3-40〉 저탄소 녹색신도시 해외사례

구분	적용된 자원순환 기법
독일 프라이부르크 보봉	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 빗물의 일부를 흡수·저장하여 재활용하는 옥상조경 도입</li> <li>· 우수를 효율적으로 재활용하는 저수탱크 등을 조성</li> <li>· 철저한 분리수거, 음식물쓰레기 퇴비화시설 적용</li> <li>· 쓰레기 분해과정에서 생성된 메탄가스를 신·재생에너지로 이용하는 발전시설 도입</li> <li>· 메탄가스를 이용한 열병합발전시설 도입</li> </ul>
스웨덴 하마비 허스타드	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 수변형 자원순환모델 구축</li> <li>· 친환경적인 친수·자원순환 모델을 구축하여 도시개발에 적용</li> <li>· 폐수 및 폐기물로부터 재생가능 에너지를 추출</li> <li>· 성공적인 자원순환시스템으로 구축</li> <li>· 폐기물발생량의 감소 및 음식물쓰레기 회수를 통한 비료화</li> <li>· 가정 쓰레기 분리수거, 지하배관에 의한 쓰레기 회수시스템 도입</li> </ul>
노르웨이 오슬로	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 빗물을 이용한 물 벽조형물, 작은 폭포 등 창의적인 물 관리 계획</li> <li>· 건물의 변형 최소화</li> <li>· 단지 내 보도 및 시설 건축 시 폐자재 최대한 재이용</li> <li>· 2005년 최초로 종합적인 원천 분류 관리 시스템도입</li> <li>· 잔류 폐기물은 30%로 줄이고, 70%는 재활용</li> </ul>
네덜란드 아메르스포르트	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 건축물에 내구성 자재 사용</li> <li>· 소각장에서 발생하는 열 등 내구성 에너지원 활용</li> <li>· 빗물 저장 및 이용</li> <li>· 재활용 장려를 위한 지하 폐기물 저장</li> </ul>

자료 : 경기도(2011). 『경기도 저탄소 녹색도시 계획기준 연구』.

### ① 스웨덴 하마비 허스타드

스웨덴의 하마비는 친수 및 자원순환형 생태학적으로 계획된 녹색도시이다. 모든 필요에너지는 폐수 및 폐기물 등 재생가능 에너지 원천으로부터 조달되며, 식물의 비료까지 유기 폐기물에서 생산되는 등 도시의 생태계 순환시스템을 이용하고 있다.

〈표 3-41〉 스웨덴 하마비 허스타드의 자원순환 적용 기술 시스템

적용기술	기대효과
생활폐기물 자원화	· 전체 에너지 공급의 47% 생산
하수열 재활용, 바이오연료	· 전체 에너지 공급의 50% 목표
자동 흡입 폐기물 수거 시스템	· 재활용 가능한 폐기물 자원화, 유기성 폐기물 비료화

자료 : 한국과학기술한림원(2011), 『저탄소 녹색도시 조성을 위한 과학기술정책 수립 가이드라인 개발』.

하수처리 찌꺼기의 분해로부터 바이오가스를 추출하고, 처리된 하수찌꺼기는 비료로 활용하며, 정원과 지붕의 빗물은 하수처리장이 아닌 하마비 호수로 배출한다. 또한 폐기물에 대한 환경해법을 제시하기 위해 건물단위에 폐기물 낙하구를 설치하였다. 쓰레기 집하시설은 지하에 쓰레기 진공흡입관이 매설하고 유인송풍기에 의한 진공력에 의해 쓰레기를 반송한 후, 선별, 압축하여 반출하는 역할을 수행한다. 처리시설 바로 옆에는 바이오 가스 생산 시설이 설치되었다. 일반 가정에서 쓰레기 투입을 위한 장치는 옥외뿐 아니라 옥내에도 설치되어 있는데 음식물쓰레기 투입구는 건물내부 각층별 또는 1층에 위치하고 있다.

종이 등 재활용품쓰레기 투입구는 건물외부에 배치되었고, 자동 수집된 쓰레기는 쓰레기 소각을 통한 난방 또는 퇴비로 활용하는 등 재생에너지 생산 및 생태계 순환시스템으로 발전하였다. 폐기물을 태울 때 발생하는 열 이외에도 폐수처리 시 발생하는 바이오 가스를 사용하여 난방을 실시하였다.



<그림 3-32> 쓰레기 처리를 위한 옥내 투입구와 옥외 투입구



자료 : 문화관광부(2009), 『저탄소 녹색 관광자원개발 가이드라인』.

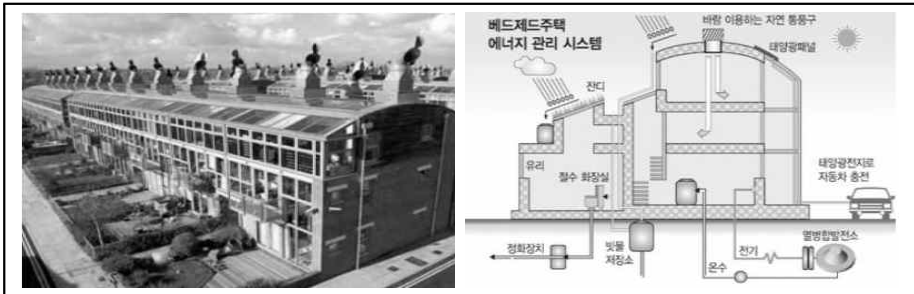
## ② 런던 녹색마을 베드제드

런던 베드제드 마을은 영국에서 최초로 건설된 대형 탄소 중립 복합 개발 단지로, 생태주거단지의 표본이자 친환경건축의 가장 성공적인 사례로 손꼽힌다. 녹색건설을 위해 패시브하우스 개념을 도입하여 에너지 손실을 최소화하고, 신·재생 에너지를 활용해 소비 전력을 100% 공급하는 하는 것을 목표로 하였다.

자원순환적 요소로는 지속 가능한 친환경 자재 활용하여 탄소 배출량이 25% 저감되었고, 또한 친환경적인 배수체계를 갖추기 위해 투수 포장재를 사용하며, 지붕녹화와 우수·우수 분리 배수 등의 개념을 구현하는 배수시설을 건설하였다. 베드제드 주민의 평균 물소비량(72L/day)은 런던 거주민의 평균치(150L)보다 58%를 절감한 것으로 조사되었으며, 오폐수 정화시설(중수시설)을 통하여 단지 내 조경 및 화장실 용수의 90% 이상을 공급하고 있다. 이러한 절수 효과는 우수와 멤브레인 바이오리액터에서 재생한 중수를 합한 15L 가량의 재활용 물을 화장실 세척수로 사용하기 때문인 것으로 나타났다.<sup>89)</sup>

89) 한국건설산업연구원(2010). 『녹색성장 정책/제도의 추진 실태 및 개선 방안』.

〈그림 3-33〉 영국 베드제도 마을 적용 녹색기술



자료 : 박희경(2009). 『새만금 녹색성장을 위한 녹색기술 및 시스템의 적용 분석』.

### ③ 오스트리아 무레크시<sup>90)</sup>

오스트리아 무레크는 세계 최초로 바이오매스를 이용해 에너지자립을 이룩한 지역이다. 무레크에서는 1985년 유채와 폐식용유를 이용해 바이오디젤을 만드는 연구를 시작해 1994년 폐식용유로 바이오디젤을 만드는 데 성공하였다. 현재 무레크의 바이오디젤 회사에서는 유채와 폐식용유를 이용해 연간 1,500만 리터의 바이오디젤을 만들어내고 있다. 여기서 만들어진 바이오디젤은 지역의 자동차와 트랙터 등 농기계 연료로 사용되고, 무레크에서 30km 떨어진 ‘그라츠’의 시내버스 152대의 연료로도 공급이 가능하다.

무레크에서의 난방은 목질계 부산물로 대부분 해결이 가능하며, 이를 이용해 주민의 95% 정도가 난방을 해결하고 있다. 또한 농업부산물과 축분, 그리고 바이오디젤을 만들고 남은 부산물을 활용하여 녹색 전기를 생산·판매하고 있다. 연간 녹색전기 생산량은 11GWh로, 오스트리아 전력 공사에 이를 판매하고 있다. 무레크의 에너지 자립율은 184%에 이르는데, 필요한 에너지 총량보다 훨씬 많은 양의 에너지를 생산하고 있어, 남은 전력은 다른 지역에 판매 중이다.

90) 이유진(2008). “독일, 오스트리아 농촌지역의 에너지 자립 사례와 시사점”, 『신재생에너지를 활용한 에너지자립 지역만들기』, 제3차 지역리더포럼 자료집에서 발췌 작성.

〈표 3-42〉 무레크시의 신재생에너지 관련 회사 및 원료

시설명	에너지 원료	연간 생산량	용도
SEEG (바이오디젤생산회사)	10% 유채유 90% 폐식용유	1500만L	무레크 농기계 연료 그라츠 시내버스 연료
나베르메 (지역난방회사)	목질계 부산물	9GWh	무레크 지역 난방 95% 공급
외코스트롬 (바이오가스회사)	축산 분뇨, 농업부산물	11GWh	폐열 이용 전력생산 오스트리아 전력공사에 전기판매

자료 : 과학기술정책연구원(2014). 『친환경에너지타운 조성을 위한 새로운 정책개입 방안』.

〈그림 3-34〉 무레크시의 바이오디젤 활용 사례



자료 : 과학기술정책연구원(2014). 『친환경에너지타운 조성을 위한 새로운 정책개입 방안』.

(좌: 바이오디젤 표지판, 우: 바이오디젤 주유소)

## 5. 최첨단 통합디자인에 의한 녹색건축물


### 1) 41 Cooper Square, 뉴욕, 미국

1859년에 설립된 쿠퍼 유니언은 미국 뉴욕 맨하탄의 이스트빌리지에 위치한 사립대학으로 건축과 미술, 공학, 3가지의 전공만 개설되어 있다. 41 쿠퍼 스퀘어는 쿠퍼 유니언의 뉴아카데미 빌딩으로 이 건물이 지어지기 전 쿠퍼 유니언 대학은 2층짜리 건물을 분산되어 있는 학과들을 통합하면서 2006년부터 2009년 까지 3년 동안 41 쿠퍼 스퀘어를 건축하였다.

41 쿠퍼 스퀘어는 2005년도에 건축상의 노벨상이라 할 수 있는 플리츠커상을 수상한 세계적인 건축가 톰 메인(Thom Mayne)의 설계로 이 건물이 전세계적으로 주목을 받고 있는 이유는 바로 에너지 및 친환경 건축물 등급 시스템인 LEED등급을 교육기관으로서의 처음 획득했다는 점에 있다.

연면적 16,300㎡이며 지하 2층, 지상 9층으로 이루어진 친환경 건축물인 41 쿠퍼 스퀘어는 해체주의적 건물양식으로 1층에는 시민들을 위한 프로그램이 개최되는 전시 갤러리와 두 개의 강당이 있어 일반인들에게 개방되어 있다.

〈표 3-43〉 41 Cooper Square

내용	전경
<p>1) 건물개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장소 : 미국 뉴욕</li> <li>- 용도 : 교육시설</li> <li>- 건물 면적 : 16,300 m<sup>2</sup></li> </ul> <p>2) 시스템개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고성능 이중외피를 통해 빛과 그림자의 투명성을 반향, 75% 공간을 자연 채광 가능</li> <li>- 옥상녹화 및 빗물 재사용</li> <li>- 메인 엘리베이터는 1층, 5층, 8층만 운행, 그 외 대형 계단과 구름다리를 이용</li> <li>- 일반 건물보다 40% 에너지 절감</li> <li>- 교육기관 최초로 LEED 인증 중 플래티넘 등급 획득</li> </ul>	



자료 : [https://en.wikipedia.org/wiki/41\\_Cooper\\_Square](https://en.wikipedia.org/wiki/41_Cooper_Square)

## 2) 런던 시청사 (London City Hall), 런던 , 영국

영국 런던 템스 강변에 위치한 높이 45m, 총 10층의 건축물로, Norman Foster에 의해 설계되어 2002년에 준공되었다. 런던 시청은 ‘유리 달걀(the glass egg)’로 별칭으로 불리는데 그 이유는 바로 기울어진 달걀 형태의 유리 건물이기 때문이다. 현재 특이한 외형 덕분에 런던의 랜드마크로 자리를 잡았을 뿐만 아니라 에너지 절약을 실천하는 친환경적 건축물이다.

런던 시청은 관공서 건물들이 가지고 있는 기존의 단순하고 획일화된 모습을 탈피하여 예술적인 외관을 구현하고, 템스 강을 따라 열거된 건물 스카이라인의 단조로움을 깨트리며, 디자인과 에너지 효율성, 두 마리의 토끼를 다 한 건축물에 구현한 예시이다.

<표 3-44> 런던 시청사 (London City Hall)

내용	전경
<p>1) 건물개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장소 : 영국 런던</li> <li>- 용도 : 업무시설</li> <li>- 건립 년도 : 2002</li> </ul> <p>2) 시스템개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 직사광선을 피할 수 있도록 한쪽으로 기울어진 구체로 설계</li> <li>- 남쪽으로 기울어진 외관으로 인해 그늘 형성하여 실내온도 낮춤</li> <li>- 건물 지붕에 태양 전지 패널을 설치</li> <li>- HVAC(공조 시스템) 도입</li> <li>- 건물의 냉각과 시스템에 지하수 사용</li> <li>- 외부에 있는 열을 흡수하여 히트 펌프로 가열, 벽을 따라 장치된 난방 시스템으로 열기 분산</li> </ul>	 


자료 : [https://en.wikipedia.org/wiki/City\\_Hall,\\_London](https://en.wikipedia.org/wiki/City_Hall,_London)

### 3) Starata SE1, London, 영국

탄소 에너지 대신 태양에너지 등 지속 가능한 에너지를 효과적으로 이용하는 방법을 고안하기 위한 지속 가능한 에너지 이용 프로젝트 중 하나가 스트라타 SE1(Strata SE1)이다. 스트라타 SE1은 영국 런던에 있는 연면적 28,400 m<sup>2</sup>, 148m 높이의 42층 빌딩이다. 건축가 BFLS에 의해 설계되었으며 2010년 준공하였다.

그냥 보기에는 도심에 들어선 마천루 중 하나이지만 자세히 살펴보면 다른 건물들과 차별되는 이 건물만의 특이점이 있다. 42층 위에 뚫린 3개의 구멍이 그것이다. 3개의 대형 터빈을 The Razor라고 부른다. 이 대형 터빈은 빌딩을 따라서 흐르는 바람을 받아 풍력 발전을 위한 장치으로 이 풍력 터빈이 생산하는 전기는 건물 전체에서 사용하는 에너지의 8% 수준이라고 한다.

<표 3-45> Starata SE1

내용	전경
<p>1) 건물개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장소 : 영국 런던</li> <li>- 용도 : 업무시설</li> <li>- 건립 년도 : 2010</li> <li>- 건물 면적 : 28,400 m<sup>2</sup></li> </ul> <p>2) 시스템개요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 세계최초의 풍력발전 빌딩</li> <li>- 벤틀리 효과로 3개의 풍력발전 터빈은 필요한 전력의 8%를 생산</li> <li>- 유체 역학과 에너지 발생에 관한 이론 반영</li> </ul>	

자료 : [https://en.wikipedia.org/wiki/City\\_Hall,\\_London](https://en.wikipedia.org/wiki/City_Hall,_London)



## 제 4 장

# 경기도 맞춤형 녹색건축 구성 및 운영방안

- 제 1 절 경기도 녹색건축인증 기준 및 지원체계 개발
- 제 2 절 경기도 녹색건축 시범사업 개발 방향
- 제 3 절 경기도 지역건축센터 설립 및 운영방안
- 제 4 절 주민참여형 녹색건축 관리 및 홍보방안





# 제4장

## 경기도 맞춤형 녹색건축 조성 및 운영방안

### 제1절 경기도 녹색건축 조성의 한계

#### 1. 한정적인 경기도 그린리모델링 시범사업 종류

경기도에서 진행중인 그린리모델링 시범사업은 노후건축물의 단열 및 기밀성능 향상을 통한 에너지효율 개선을 중점적으로 진행되었으며, 그 외의 용도로는 아직 진행되지 않았다. 이 중에서도 주민공동시설만을 대상으로 하였기 때문에 다른 용도의 건축물은 사업 대상으로 적용되지 못한 상황이다. 또한, 다른 계획과 비교해보았을 때도 녹색건축 관련 진행사업의 종류가 매우 적은 것을 알 수 있다.

〈표 4-1〉 녹색건축 관련 사업 비교

제2차 녹색성장 5개년 계획	경기도 진행사업
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 건물부문 에너지효율 개선 및 정보 공개</li> <li>· 건축물 내 각종 기기의 에너지 효율 개선</li> <li>· 건축물 Non-CO<sub>2</sub> 온실가스(냉매 등)사용 저감 및 관리 강화</li> <li>· 발전소 입지 분산</li> <li>· 자가발전 설치 유도</li> <li>· 자원순환형 산업단지 조성</li> <li>· 친환경 에너지타운 조성</li> <li>· 녹색 전문인력 양성</li> <li>· 생태휴식공간의 확충</li> <li>· 한국형 스마트 녹색도시 모델 개발 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 그린리모델링 시범사업</li> <li>· 녹색건축물 조성계획 수립용역</li> <li>· 녹색건축 세미나</li> </ul>

## 2. 녹색건축 관련 사업 시행을 위한 자원마련의 한계

녹색건축과 관련하여 진행되었던 사업들을 살펴보면, 2011년부터 2016년까지 사용예산을 보면 2014년에는 건축디자인과의 부서예산 대비 녹색건축 관련 사업예산이 40.5%로 큰 부분을 차지하였으나, 2015년에 5.8%, 2016년에 4.8%로 큰 폭으로 감소한 것을 볼 수 있다.

녹색건축 관련 사업 진행시에는 장기적으로 많은 예산이 소요되므로 녹색건축 관련 예산 감축에 대비한 대응책을 마련하여 지속적으로 관련 사업을 지원할 수 있는 상황을 만들어야 한다. 또한, 녹색건축 관련 사업이 현재 3개밖에 진행되고 있지 않으므로, 보다 다양한 관련 사업을 시행하여 녹색건축 분야확대 및 도민의 관심도 향상을 도모해야 한다.

## 3. 녹색건축의 설계비용 현실화의 문제

국내 녹색건축인증에서의 친환경 설계 및 인증검토 비용은 건축기본법에 있어 기본적인 가이드라인으로서 제시된 바 있으나, 현재 필수항목으로 지정되어 있지 않고, 이를 수행하기 위한 가이드라인도 미흡한 상황이다. 또한 법적 구속력이 없기 때문에 국내에서는 건축주, 발주처가 이에 대한 추가적 설계비용 산정의 필요성 및 중요성을 인식하지 못하고 있어 최소한의 인증을 위한 녹색건축기술을 적용할 뿐 첨단 기술이나, 높은 등급의 인증성과를 만들어내는 데는 한계가 있는 현황이다.

특히, 영세한 설계회사의 경우 친환경설계 부분을 외주로 부담해야 하는 현실에서 최소한의 인증을 위한 형식적 검토 이상의 고품질의 녹색건축을 기대하기란 불가능하다. 녹색건축 기술과 인증에 대한 검토 업무가 전문성을 요하여 인건비의 상승이 요구되는데 비하여 이에 대한 현실성 있는 설계비용의 실천이 공공발주에 있어 현실화되지 못하고 있다. 이에 경기도에서 발주하는 공공건축물에 대하여 녹색건축관련 인증에 필요한 설계비를 현실화하여 보다 실험적인 녹색건축이 확산될 수 있도록 노력하여야 할 것이다.

#### 4. 녹색건축 사업과 기술의 대중화를 위한 홍보 및 정책지원 부족

녹색건축 관련 사업은 아직 종류가 그린리모델링 시범사업, 녹색건축 시범사업 등 두 종류이다. 이 중 그린리모델링 시범사업에서 사업 후 에너지 향상비율과 주민만족도에 대해 조사하였다. 그린리모델링을 진행한 건축물의 경우 에너지소비효율이 30%내외로 향상되었으며 사업 후 주민만족도 조사 결과 만족한다는 대답이 2014년은 96%, 2015년은 93%를 차지하는 등 높은 만족도를 나타내었다. 사업성과는 매우 좋은 편이나 사업성과에 비해 홍보가 다소 부족한 상황이므로 효율적인 홍보방안 마련이 필요하다.

또한, 국토부에서는 2017년 6월부터 신축하는 공동주택을 대상으로 패시브하우스 기준 의무화를 진행하고 있다. 공공건축물 발주부서는 건축디자인과 외에도 다양한 부서들이 관여하고 있기 때문에 이에 대한 공무원들의 인식재고가 필요하다.

녹색건축 관련 기술분야에서도 그린리모델링이 주가 되고 있는데, 구조체 단열개선, 창호교체를 통한 그린리모델링은 에너지 절약을 위해 가장 기본적이고 이상적인 방법이나 설계 및 시공 시 고비용으로 인해 시범대상을 확대하는 데에 한계가 있다. 이에 공공 재원으로 추진하는 시범사업의 경우 민간에서 추진하기 어려운 공익사업, 예를 들어 저소득층 주거의 그린리모델링은 다수의 가구가 혜택을 받을 수 있도록 저비용 개보수 모델 개발이 요구<sup>91)</sup>된다.

#### 5. 도시 특성을 고려하지 않는 높은 일률적인 신재생에너지 적용계획

신재생에너지 용량은 한계가 있으며 신재생에너지 기술 중 가장 만족도가 높은 태양광의 경우 설치면적 확보가 어려워 비율을 만족하기 어려우며 공공 건물, 대규모 시설 지붕에 설치하는 태양광 발전 시설에서의 에너지 생산은 한계<sup>92)</sup>가 있다.

91) 서울특별시(2015), 『서울시 녹색건축물 조성계획 보고서』, 한국교육·녹색환경연구원의

92) 서울특별시(2015), 『서울시 녹색건축물 조성계획 보고서』, 한국교육·녹색환경연구원의

## 6. 건축기준 완화 인센티브의 실효성 부족

### 1) 인센티브 적용 시점의 모호성과 이행절차의 복잡성

녹색건축을 희망하는 건축주는 건축기준 완화를 위해 건축허가 전 신청서 접수, 예비인증, 준공 전 본인증 단계를 통상적인 사업 과정에 추가하여 이행하여야 하며, 본인증 획득에 실패할 경우 완화된 용적률 및 높이 기준에 맞춰 건설된 건축물의 일부를 철거해야하므로, 건축주 스스로 부담해야하는 행·재정적 소요가 통상적인 건축행위에 비해 매우 크다고 볼 수 있다.

건축기준 완화 인센티브의 낮은 실효성의 또 다른 이유는 타 인증조건에 비해 난이도가 높고 많은 비용이 소요된다는 점이다. 또한 용도지역별로 법정 최대 용적률이 정해져 있기 때문에, 상대적으로 많은 비용이 소요되는 녹색건축에 대한 선호가 떨어지는 상황<sup>93)</sup>이다.

### 2) 유도가 아닌 규제로서의 녹색건축 범위의 한계성

「녹색건축법」에 따른 인센티브의 적용대상은 법 2조 1항 녹색건축물의 정의에 준하는 건축물로서, 법 15조 2항의 기준에 따라 시행령 11조 1항에 명시된 조건을 충족하는 건축물로 한정<sup>94)</sup>된다. 이러한 다양한 유형에 대하여 정의된 녹색건축의 경우, 대부분이 여러 종류의 인증을 받았을 경우에 해당하기 때문에 이는 유도로서가 아닌 규제와 의무화로서의 녹색건축 확산이 정책화되고 있는 경향을 보여준다. 이 뿐 아니라 역사적 건축물, 노후화된 건축물, 산업시설의 경우처럼 구도심의 대규모 노후 건축물에 대응할 수 있는 녹색건축에 대한 범위를 다양화시킬 필요가 있다.

93) 김승남외(2016), 『녹색건축 활성화를 위한 인센티브제도 개선 연구』, 건축도시공간연구소

94) 녹색건축법, 시행령 11조 1항에 따른 녹색건축물의 정의 및 범위

·법 제15조제1항에 따라 국토교통부장관이 정하여 고시하는 설계·시공·감리 및 유지·관리에 관한 기준에 맞게 설계된 건축물

·법 제16조에 따라 녹색건축의 인증을 받은 건축물

·법 제17조에 따라 건축물의 에너지효율등급 인증을 받은 건축물

·법 제17조에 따라 제로에너지 건축물 인증을 받은 건축물

·법 제24조 제1항에 따른 녹색건축물 조성 시범사업 대상으로 지정된 건축물

·건축물의 신축공사를 위한 골조공사에 국토교통부장관이 고시하는 재활용건축자재를 100분의 15이상 사용한 건축물

그러나 녹색건축물에 대한 정의가 각 지자체별(조례별)로 상이하여, 인센티브 적용에 있어 형평성의 문제가 발생할 여지는 있을 수 있<sup>95)</sup>으나, 지자체 차원에서 특징적인 시설 및 인증에 대한 차별화된 정책도 분명히 필요할 것이다. 이런 측면에서 경기도의 녹색건축 인증현황 및 시설별 특성을 고려해서 경기도 맞춤형 녹색건축의 활성화가 유도되도록 적용범위에 대한 대상을 융통적으로 고려하여야 할 것이다.

### 3) 인센티브의 실질적 운영을 위한 지자체 조례 부재

건축기준 완화 인센티브는 「녹색건축법」 제15조 2항과 행정규칙인 「건축물의 에너지절약 설계기준」 별표9<sup>96)</sup>에 근거하고 있으며, 크게 세제혜택 및 건축기준 완화혜택을 받을 수 있다. 그러나 지자체 단위에서 건축기준 완화 인센티브를 운영하기 위해서는 세부적인 기준과 운영 방식을 포함한 조례 제정이 선행되어야 한다. 그러나 녹색건축물 조성지원에 관한 조례를 수립한 지자체는 아직까지 많지 않다. 건축기준 완화는 건축인허가와 밀접한 관련이 있는데, 그 권한이 지자체장에게 있기 때문이다.

「녹색건축법」 제25조 조성지원 특례사항 또한 보조금 지급, 보증조건우대, 세제감면, 외국인 투자지원 등의 사항을 지자체가 기준을 마련하여 지원하도록 되어 있어 조례 제정이 선행되어야만 시행 가능한 구조이다<sup>97)</sup>. 현재 인센티브가 용적률 및 높이완화, 세제혜택에 치중되어 있어 녹색건축의 활성화를 위한 건축주 및 설계자에 대한 유도적 차원에서의 동기부여가 부족한 상황이다. 즉, 녹색건축에 대한 인센티브제도가 마련되어있음에도, 경기도에서도 이를 뒷받침하기 위한 보다 상세한 운영방안을 제시하는 조례가 제정되어 있지 않아 그 실효성이 크지 않은 상황 이라고 볼 수 있다.

95) 김승남외(2016), 『녹색건축 활성화를 위한 인센티브제도 개선 연구』, 건축도시공간연구소

96) 에너지효율인증등급에 따라 재산세를 5년간 최대 15%까지 감면받을 수 있고, 이는 녹색건축인증 등급에 따라 다르게 적용된다. 또한 지자체 조례에 따라 건축물의 용적률 및 높이제한도 최대 15%까지 완화 적용 받는다.

97) 김승남외(2016), 『녹색건축 활성화를 위한 인센티브제도 개선 연구』, 건축도시공간연구소

## 제2절 경기도 녹색건축인증 기준 및 지원체계 개발 방향

### 1. 경기도 최우수 등급의 육성

2002년부터 2016년까지 경기도에서 진행된 녹색건축의 예비인증과 본인증 현황을 살펴보면, 예비인증에서 최우수 등급이 3%, 본인증에서 최우수 등급이 6%밖에 되지 않는 것을 알 수 있다. 우수의 비율이 예비인증 47%, 본인증 45%로 높기는 하나 최우수 등급의 건축물이 매우 적기 때문에 이러한 문제를 해결하기 위한 방안이 마련되어야 한다.

최우수비율이 매우 적은 것을 보완하기 위해 우선적으로 최우수 등급의 필요조건들을 보다 면밀히 파악하고, 최우수 등급을 받을 수 있도록 전문가 검토, 컨설팅 등의 방법을 통해 정보를 제공해 줄 필요가 있다.

또한, 본인증에 비해 예비인증이 최우수 등급이 다소 낮은 수치를 나타내고 있다. 예비인증 부터 최우수 등급의 건축물 수를 증가시켜 인센티브를 보다 많이 받을 수 있도록 지원하고 건축물의 홍보 등을 지원하여 예비인증에서 본인증으로 많은 건축물들이 이어갈 수 있도록 할 필요가 있다.

### 2. 본인증 건축물 및 최우수 등급 확산을 위한 인센티브 다변화

녹색건축관련 인증에 있어서 인센티브의 종류는 매우 한정적이다. 인증등급에 의해 건축기준 완화가 가장 대표적이며, 정해진 범위 내에서 용적률 완화, 조정면적 완화, 건축물 높이제한 완화 등으로 나누어 적용받을 수 있다.

현재는 지능형 건축물 인증 시 조정설치 의무면적을 85%까지 완화하여 적용할 수 있으며, 용적률과 건축물의 높이를 각각 115% 범위 내에서 완화 적용을 받을 수 있다. 또한, 녹색건축 인증제도 녹색건축물 사업 실적이 있을 시 입찰 참가 시에 사전심사기준에서 최대 1점까지 가산점을 받을 수 있다.

인센티브종류를 다변화 할 경우 필요에 따라 선택할 수 있는 폭이 늘어나기 때문에 예비인증에서 본인증으로 넘어갈 수 있는 동기부여가 가능하고, 인증에 대한 관심도를 향상시킬 수 있다.

인증등급에 의한 건축기준 완화 비율은 정해진 범위 내에서 용적률, 조정 면적, 건축물 높이제한 등으로 나누어 적용 가능하다. 지능형 건축물 인증 시 조정설치 의무면적을 85%까지 완화하여 적용할 수 있으며, 용적률과 건축물의 높이를 각각 115% 범위 내에서 완화 적용을 받을 수 있다.

현재 녹색건축 인증제도 녹색건축물 사업 실적이 있을 시 입찰 참가 시에 사전심사기준에서 최대 1점까지 가산점을 받을 수 있다. 이러한 이유로 친환경 건축기술이 확보되어 있는 대규모의 설계 및 시공회사들이 우수인증을 받을 기회가 더 열려있는 경우가 많다. 한편, 영세 아플리에 설계회사 및 시공회사에 있어서는 친환경인증을 위한 기술지원을 받는데 있어 현실적인 어려움이 있다. 녹색건축기술의 적용에 따른 설계비용 및 건설비용의 증가분을 현재의 제도상으로는 반영할 여지가 없다. 여기에는 추가적인 외주가 필요하기 때문에 친환경 설계 및 시공에 대한 별도의 인센티브가 고려되어야 최우수 등급이 확산될 수 있을 것이다. 특히 단순히 용적률을 증가시키는 인센티브만으로는 녹색건축물의 질을 확보할 수 있는 유도방안이 되지 못하고, 단순히 수요와 공급의 법칙에서 동떨어진 미분양을 양산시킬 수 있는 요인이 될 수 있다. 이에 용적률을 활용한 인센티브 보다는 설계의 창의성과 자율성을 확보해줄 수 있는 다양한 인센티브의 개발이 필요할 것이다.

### 3. 단일 건축물 뿐 아니라 건축군(블록/지구) 관점의 통합평가 필요

건축물 자체만으로는 녹색건축 기술 적용의 경우에도 그 나름대로의 에너지 저감 효과를 검증할 수 있으나, 이에 대한 에너지 효율을 높이기 위해서 첫 번째 검토요소는 도시적 관점에서의 입지이다. 이를 위해서는 자연 및 지리적 요소를 고려한 패시브 하우스의 특징을 최대한 활용하는 것이 필요하며, 초기 녹색건축 시범 사업을 결정하는데 있어서도 이러한 도시적 맥락의 입지적 요소를 고려하는 것이 필요하다. 특히 현재의 건축물 인증제도는 단순히 건축물 자체의 성능만으로 평가하고 있기 때문에 실제로 도시적 관점에서의 배치, 동간간격, 향, 바람의길 등에 대한 경관적 차원의 평가기준이 반영되지 못하고 있는 현황이다.



일본 CASBEE의 특이점은 건축군(블록/지구)에 대해서도 환경성능을 평가해야 한다는 생각에 대규모 토지의 통일 정비와 복수의 건축 개발에 종합 환경성능에 대해 평가하기 위해, CASBEE-CITY(도시)를 개발한 바 있다. 즉, 단독건축물만으로는 에너지 효율을 증대시키는 것에는 한계가 있으며, 블록 및 지구단위 인증에 대한 개발이 추후 필요할 것이다.

#### 4. 특정 용도 및 건축물군(블록/지구)의 통합평가 필요

영국 BREEAM은 다섯 종류로서 각각 신축 사무소 건물, 기존 사무소건물, 산업용 단위건물, 슈퍼마켓, 신축주택용으로 구분한다. 아직 한국에서는 다양한 시설 및 용도에 대한 녹색건축 인증 및 평가항목이 충분히 개발되지 않은 시점이다. 경기도의 경우 오래된 사업시설 이나 노후 주거지, 미이용토지 및 빈집을 활용하기 위한 녹색건축기술에 대한 새로운 평가체계와 인증체계가 보완될 필요가 있다.

또한 일본 CASBEE의 경우 건축군(블록/지구)에 대해서도 환경성능을 평가에 대한 필요성을 느끼고 대규모 토지의 통일 정비와 복수의 건축 개발에 종합 환경성능에 대해 평가하기 위해 CASBEE-CITY(도시)를 개발하였다. 그러나 우리나라의 경우 아직 단일 건축물의 요소에 대한 인증으로 한정되어 있다.

#### 5. 녹색건축 관련 전담기간 신설을 통한 통일성 확보

녹색건축인증은 국토교통부와 환경부가 함께 관여하고 있기 때문에 인증 위운영위원회가 2년마다 변경된다. 인증운영위원회는 각 시행기관의 장관이 추천한 전문가가 각 전문분야별로 동수가 되도록 구성되어야 하며, 국토교통부와 환경부가 2년간 교대로 담당한다. 2년간 교대로 담당하는 제도로 인해 두 시행기관이 공정하게 나누어 운영할 수 있다는 장점이 있지만, 잦은 담당교체로 인해 정보의 유실과 혼란 등이 야기될 수 있다. 따라서 경기도에 맞는 맞춤형 녹색건축 인증을 위한 조직을 신설하여 통일성을 확보하는 것이 필요할 것이다. 특히 경기도의 건축유형에 맞는 녹색건축 기술적용을 위한 전담기

간의 신설을 지역건축센터와 연계해서 신설하고, 외단열 및 창호교체 등 외벽의 단열성능을 높일 수 있는 기술 및 금융지원과 공신력있는 에너지진단, 보증기관 등의 전문기관과의 협력이 필요할 것이다.

### 제3절 경기도 녹색건축 시범사업 개발 방향

#### 1. 녹색건축 및 그린리모델링 시범사업의 자원확충

현재까지 진행된 그린리모델링 사업의 예산은 연간 총 200,000,000원의 사업비로 총 600,000,000원의 사업비가 소요되었으며, 총 15개 사업이 완료되었다. 지원되는 금액이 크지 않기 때문에 기술적으로 제공해줄 수 있는 범위가 다소 한정적이다. 그린리모델링 사업을 포함한 녹색건축 관련 사업의 예산은 건축디자인과 부서의 전체 예산의 4.8%밖에 되지 않았다.(2016년 기준) 녹색건축 관련 사업은 큰 금액이 지속적으로 필요하므로 그린리모델링기금, 에너지기금 등을 활발히 활용하여 지속적으로 재원을 확보할 필요가 있다.

한국의 경우 2012년에 인천광역시에 녹색기후기금 사무국을 유치하는데 성공한 바 있으며, 서울시의 경우 건물에너지 효율화사업(Building Retrofit Project)를 통해 건물 에너지효율개선에 저리대출(금년부터 2%)을 지원하고 있다. 또한 서울시 기후변화기금 200억원을 사업금액의 80%이내 최대 20억원까지 건물부문 에너지 효율개선에 지원(LED등 설비중심으로 대출)하고 있는 등 지자체별로 자체적인 녹색건축 개선을 위한 기금을 마련하고 있는 중이다. 이에 앞으로 경기도에서도 녹색기후기금에 대한 자체적 대안을 제시하도록 해야 할 것이다.

이와 관련하여 경기도에서는 2017년 4월 ‘경기도 에너지기금 설치 및 운용 조례’를 제정하였다. 기금은 2017년부터 2021까지 운용하며, 고효율에너지기자재, 절전설비 관련사업, 신·재생 에너지의 개발·이용·보급을 장려하기 위한 사업, 주민지원사업(신재생에너지 지원)<sup>98)</sup> 등에 활용할 수 있다.

98) 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>), ‘경기도 에너지기금 설치 및 운용 조례’ 제5조.

기금을 공정하게 사용하기 위하여 심의위원과 심의대상이 이해관계로 관련되어 있거나 심의위원이 심의

그린리모델링기금은 2013년 2월 제정된 ‘녹색건축물 조성 지원법’을 통해 활용할 수 있다. 그린리모델링 기금 운영을 위해 시·도에서 조례를 지정할 수 있으며, 경기도에는 녹색건축물 조성 지원 조례에서 기금관리에 대해 규정하고 있다. 그린리모델링 기금 운영을 위해 기금관리 공무원을 고용할 수 있으며, 그린리모델링의 활성화를 위한 사업발굴, 기획, 사업관리, 기술개발, 연구, 교육 및 홍보 등에 기금을 활용할 수 있다.<sup>99)</sup>

위에 같은 에너지기금, 그린리모델링기금을 효율적으로 활용하여 녹색건축과 관련된 다양한 사업을 지속적으로 시행하여 도민들의 인식도를 향상시키고 전문가 육성, 기술개발 등을 도모하여야 한다.

## 2. 경기도 현황에 맞는 자체적 녹색건축 시범사업 진행

그린리모델링을 제외하고 경기도에서 진행 중인 녹색건축 시범사업은 국토부에서 진행하는 것으로 경기도 내에서 자체적으로 시행이 아직 미흡한 현황이다. 이에 한국전체에 있어 경기도의 건축물이 갖는 특성을 고려하여 경기도 현황에 맞는 자체적 녹색건축 시범사업을 수립할 필요가 있다.

부문별 국제 에너지 소비량을 살펴보면, 교통시설에서 약 33%, 산업용에 서약 29%, 주거용에서 27%로 가장 많은 양을 차지하는 것을 알 수 있다. 이에 대하여 경기도의 현재 건축물 용도비율을 살펴보면, 주거용 40%, 상업용 30%, 공업용 7%로 나타나고 있다.

또한 최근 15년간 국내에서 가장 높은 건축물(주거용, 비주거용)을 보유하고 있는 경기도의 에너지비용 절감 및 온실가스 감축에 대한 효과를 위해서, 타 지자체에 비해 빠르게 증가하고 있는 비주거용 건축물의 녹색건축 설계 적용에 대한 적극적인 대안이 필요하다. 비교적 주거용 건축물에 대한 에너지저감 설계기술이 패시브하우스나 제로에너지 의무화에 따라 빠르게 적용되고 있는데 비해, 비주거용 건축물에 대한 에너지저감 설계기법에 대한 연구도 부족한 현실이고 이에 대한 시범사업도 미비한 실정이다. 경기도의 전체 에너지소

대상과 관련하여 용역·자문·연구 등을 수행하였을 경우 사용대상에서 제외된다.

99) 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>), ‘녹색건축물 조성 지원법’ 제28조.

비량을 줄이기 위한 효율적 에너지 저감을 위해서는 주거용과 상업용의 녹색 건축화가 우선적으로 실천되어야 하는데 경기도의 경우 주거용, 교육용 건축물의 녹색건축인증이 높은 비율을 차지하고 있다. 이에 다른 지역에 비해 비교적 많이 분포하나 녹색건축인증대상으로 적극적으로 고려되지 못하고 있는 상업용과 공업용의 산업시설에 대해서도 시설 특성에 맞는 녹색건축기술이 적용된 시범사업이 필요할 것이다.

경기도의 경우는 2016년 기준 전국 산업단지 관리면적의 약 10%, 산업단지 종사인력의 약 24%가 분포하는 최대 규모의 산업집적지이며, 20년이상 경과한 노후 산업단지가 2016년 12월 기준으로 총 30개소<sup>100)</sup>이다. 부문별 에너지 소비량에서 산업시설이 약 29%에 해당하는 높은 비율을 보이는 바, 경기도의 녹색건축 시범사업의 대표성이 있는 시설로서 산업시설의 녹색건축기술을 적용한 시범단지가 필수적으로 필요한 것으로 판단된다. 또한 공공용의 경우는 비교적 비율이 낮지만, 민간으로의 파급효과를 고려하여 공공발주의 공공건축물의 경우 최첨단 고급기술을 적용하여 대외적 인지를 높일 수 있는 모범적 시범사례를 구현하여야 할 것이다.

### 3. 증축 및 신축, 시설유형별의 녹색건축의 요소기술 차별화

그린리모델링의 해외사례 검토를 통해 요소기술을 정리한 결과 다음과 같이 시설별로 핵심 녹색건축기술을 정리할 수 있었다.

전체적으로 인증사례의 경우는 신축건물이 더 많은 것으로 나타나며, 리모델링의 경우는 부분적인 기술적용으로 획기적인 에너지저감에는 한계가 있기 때문에 인증을 받기는 쉽지 않은 것으로 보인다. 그러나 도시 전체적인 에너지 소비 저감을 위해서는 신축과 리모델링에 대한 균형적인 정책 및 사업개발이 필요하다. 시설별 주요 녹색건축의 요소기술을 살펴보았을 때, 시설별로 녹색건축의 기술이 눈에 띄게 구분된다고 판단하기는 어려우나, 시설 특성에 따라 주요하게 적용되고 있는 기술의 특성이 있었다.

100) 이성룡 외(2016), 경기도 노후산업단지 재생활성화 방안, 경기연구원

주거건물의 경우 고비용의 친환경기술을 적용하기 어려우므로 최대한의 자연광 및 자연환기 시스템을 활용하도록 하고 있다. 시설 중 가장 많은 비율을 차지하는 만큼 건물 에너지 관리 시스템(BEMS)을 사용함으로써 유지관리 측면에서도 지속적인 관리가 필요하다.

업무시설의 경우는 공조시스템(HVAC) 및 냉각 및 환기시스템과 같은 인공적 환경조절시설의 계획이 가장 중요하며, 상업시설의 경우는 외피의 디자인적 요소를 활용하여 현대적인 디자인과 루버 등을 통한 다양한 외피의 성능을 동시에 만족하는 기술을 적용하는 사례가 많았다.

시설의 분류와 관계없이 공통적으로 태양광에너지나 풍력에너지, 우수재 활용을 통한 에너지 재생을 적극적으로 사용하고 친환경 자재 사용 및 절전형 및 고효율 설비의 활용을 통해 에너지 저감을 실천하고 있었다.

앞으로 에너지 저감에 효율적인 경기도의 녹색건축 시범사업을 하기 위해서는 리모델링/ 신축의 유형에 적합한 고효율을 고려할 수 있는 적합한 시공방법 및 자재부터 디테일한 부분에 대한 고려가 필요할 것이다.

<표 4-2> 녹색건축물 관련 해외사례 조사 List

순번	사례	위치	나라	용도	인증	종류
1	아카데미 오브 사이언스	캘리포니아	미국	박물관	○	신축
2	41 Cooper Square	뉴욕	미국	교육시설	○	
3	런던 시청사	런던	영국	업무시설	○	
4	Starata SE1	런던	영국	업무시설	-	
5	런던 올림픽 경기장	런던	영국	경기장	-	
6	인테거 하우스	-	영국	주거시설	-	
7	BEDZED	런던	영국	주거시설	-	
8	그리니치 밀레니엄 빌리지	런던	영국	주거시설	○	
9	오렌지 큐브	리옹	프랑스	상업시설	-	
10	멜버른 시청사	멜버른	오스트레일리아	업무시설	○	
11	벤쿠버 리치몬드 오벌 경기장	벤쿠버	오스트레일리아	경기장	○	
12	후지 제록스 R&D 스퀘어	-	일본	업무시설	○	

<표 계속>

순번	사례	위치	나라	용도	인증	종류
13	오가닉 빌딩	오사카	일본	업무시설	-	
14	난바 파크	오사카	일본	상업시설	-	
15	베이징 광차오디	베이징	중국	상업시설	○	
1	마운틴 장비회사(MEC)	오타와	캐나다	상업시설	○	리 모 텔 링
2	The gherkin building	런던	영국	업무시설	○	
3	스탠호프 임대주택단지	뉴캐슬	영국	주거시설		
4	쉐필드의 아파트	쉐필드시	영국	주거시설		
5	피리저 가의 집합주택	뮌헨	독일	주거시설		
6	Engelsby	플렌스부르크	독일	주거시설		
7	GSW Headquarters	베를린	독일	업무시설		
8	Debis Building	베를린	독일	업무시설		
9	Terbro 주택	코펜하겐	덴마크	주거시설		
10	Audubon Headquarters	뉴욕	미국	업무시설		
11	프리시디오	샌프란시스코	미국	복합시설		
12	리지헤이븐 건물	샌디에고	미국	업무시설		
13	백악관	워싱턴 D.C	미국	업무시설		
14	DOE 본부 건물	워싱턴 D.C	미국	업무시설		
15	환경청 본부 건물	워싱턴 D.C	미국	업무시설		
16	Ther Earthways	세인트루이스	미국	업무시설		
17	Chet Holified Federal Building	캘리포니아	미국	업무시설		
18	메트로폴리스 아파트	오스틴	미국	주거시설		
19	Pennsylvania Cable & Telecommunications Association	펜실베이니아	미국	업무시설		
20	UC Merced Univesity	샌프란시스코	미국	교육시설		

해당 리스트의 요소기술을 정리하면 다음과 같다.

<표 4-3> 신축건물의 용도별 녹색건축요소기술표

용도	요소기술	사례
주거 시설	옥상녹화	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인테저 하우스</li> <li>- BEDZED</li> <li>- 그리니치 밀레니엄빌리지</li> </ul>
	온실	
	건축계획을 통한 자연광 유입의 극대화	
	태양광 에너지	
	풍력 에너지	
	열병합 발전소	
	폐자재 활용	
	자가용 사용의 제한 및 지속가능한 교통망체계 구축을 통한 에너지 절감	
	도로포장 최소화	
	고단열재 적용	
	절전형 등과 일조조절 센서, 고효율 전기제품 적용	
	빗물 집수 및 재활용, 중수활용, 절수형 변기, 스프레이형 수도꼭지 설치	
업무 시설	건축계획을 통한 자연광 유입의 극대화	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 런던 시청사</li> <li>- Starata SE1</li> <li>- 멜버른 시청사</li> <li>- 오가닉 빌딩</li> </ul>
	태양광 에너지	
	HVAC (공조 시스템)	
	냉각 및 환기 시스템	
	풍력 에너지	
	우수 활용	
교육 문화 시설	옥상녹화	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 캘리포니아 아카데미 오브 사이언스</li> <li>- 41 Cooper Square</li> <li>- 런던 올림픽 경기장</li> <li>- 밴쿠버 리치몬드 오벌 경기장</li> </ul>
	태양광 에너지	
	자동 개폐 천장 시스템	
	폐자재 및 친환경 건축자재 활용	
	포장 면적 감소	
	고성능 이중 외피	
	공간 계획 및 엘리베이터 운행 방법을 통한 에너지 절감	
	탄소 절감 정책	
	우수 활용	

<표 계속>

용도	요소기술	사례
상업 시설	옥상녹화	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 오렌지 큐브</li> <li>- 일본 난바 파크</li> <li>- 베이징 광차오디</li> </ul>
	건축계획을 통한 자연광 유입의 극대화	
	태양광 에너지	
	지열의 활용	
	소비전력이 낮은 LED 조명	
	자동 개폐 천장 시스템	
	빗물을 활용한 배수 시스템 및 필터	
	폐자재 활용	
산업 시설	에너지 사용 모니터링 시스템	- 후지 제록스 R&D 스퀘어
	특수 이중창과 강화 지붕 단열	
	에너지 고효율 시스템	
	외부공간 녹화	

〈표 4-4〉 리모델링 건축물의 용도별 녹색건축 요소기술표

용도	요소기술	사례
주거 시설	옥상녹화	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 스탠호프 임대주택</li> <li>· 셰필드의 아파트</li> <li>· 피리저 가의 주택</li> <li>· Engelsby</li> <li>· Terbro 주택</li> <li>· 메트로폴리스 아파트</li> </ul>
	온실	
	자연 환기 시스템	
	태양광 에너지	
	수온 유지 샤워기와 저유량 밸브 사용으로 온수사용 절약	
	열병합 발전을 이용	
	폐자재 활용	
	효율성 높은 급탕시스템 사용	
	친환경 재료 사용	
	고단열재 적용	
	건물 에너지 관리 시스템(BEMS) 사용	
	자원의 재활용	
	주민 참여의 친환경적인 기법 사용	
업무 시설	태양열 급탕 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>· The gherkin 빌딩</li> <li>· GSW</li> <li>· Debis 빌딩</li> <li>· Audubon</li> <li>· 리지헤이븐 건물</li> <li>· 백악관</li> <li>· DOE 본부</li> <li>· 환경청 본부</li> <li>· The Earthways</li> <li>· Chet Holified</li> </ul>
	건물의 이중외피 구조	
	태양광 에너지	
	HVAC (공조 시스템)	
	냉각 및 환기 시스템	
	친환경 건축 자재 사용	
	우수 활용	
	자연채광	
	조명 에너지의 저감	
	이산화탄소 배출의 저감	
	건물의 외피에 수직 루버 설치	



용도	요소기술	사례
	테라코타 루버의 외피 적용	Federal 빌딩 · 케이블 통신 연합
	가동식 유리창	
	자원의 재활용	
교육 문화 시설	태양광 에너지	· University
	친환경 페인트 사용	
	친환경 및 재활용 건축자재 활용	
	자연채광	
	이산화 탄소 배출 감소	
	쓰레기 분리 수거	
상업 시설	천연가스를 이용한 공조 시스템	· 마운틴 장비회사 · 프리시디오
	고효율버너 설치	
	이산화탄소 배출의 감소	
	자연 채광	
	블라인드 설치로 차광 및 반사광 유입	
	고효율 형광등과 할로겐 조명	
	건물의 외피 활용	
	수자원 절약	
	벽체 마감 처리 최소화	
	에너지 절약을 위한 기기와 장비	

### 3. 경기도 시설별 BIM, BEMS을 활용한 에너지 소비량 추정 모델 개발

현재 지역별로 에너지 소비량 추정 모델을 개발하기 위해 다양한 시도가 진행 중에 있다. 서울시는 2010년부터 서울시 에너지 사용량의 58%에 해당하는 가정, 상업부문의 에너지 소비 현황을 파악하기 위하여 주거용 건물의 에너지소비량 추정모델을 개발하고자 노력하고 있다.

지역별로 에너지 소비에 영향을 주는 시설별 특징, 물리적 특징들이 다를 수 있기 때문에 지역별 에너지 사용량의 증가 원인을 분석하기 위해서는 건물 유형별로 영향인자들과 에너지 사용량의 관계를 분석할 필요가 있다.

특히 건축전 단계, 건축시공단계, 건축운영 및 관리단계에 따라 온실가스 배출요인 및 에너지 저감 요소가 다를 수 있으므로 이에 대한 세심한 고려를 BIM 및 BEMS설계기술에 적용하여 단계별로 체크할 수 있도록 기술개발이 필요할 것이다.

#### 4. 기술 유형별 녹색건축 시범사업 추진

경기도 건축산업의 균형 잡힌 발전을 위해서 한 가지 유형에 치우친 시범사업 보다는 다양한 기술을 활용하여 경기도가 갖고 있는 다양한 산업 네트워크와 인재를 활용할 수 있도록 녹색건축 시범사업을 추진하는 것이 필요하다.

아래의 표는 본 연구에서 다양한 국내외 사례를 통해 수집된 녹색건축 요소기술을 정리한 표이다. 기술 유형별로 테마화 하여 적합한 시설과 연계하여 창조적인 녹색건축 설계가 가능하도록 공공건축물 발주 시 친환경 설계 적용의 항목을 구체화하여 마련하여야 할 것이다. 즉, 기술별 에너지저감 효율성에 대한 기술적 고려를 통해 공공건축물 공모사업 추진 시 기술점수를 다변화하여 인센티브를 적용할 수 있도록 한다.

〈표 4-5〉 녹색건축 기술유형

구분		내용
0. 공통	공통	옥상녹화, 외부공간 녹화
		건축계획을 통한 자연광 유입 (차양)
		자연환기
		태양광 발전 시스템 (태양전지모듈, 연료형 태양전지)
		태양열 시스템(온수)
		풍력에너지 발전시스템
		바이오매스 에너지 활용(가스)
		폐열회수 시스템
1. 외피기술	외피	소규모 열병합 발전소 (지역냉난방)
		고성능 이중외피
		창호 및 차양
		환기, 단열, 채광을 위한 일체형 커튼월 활용
	자재	효율적 리모델링을 위한 일체형 외피개발
		고단열재 적용
2. 자원저감형 기술	폐자원활용	친환경 건축자재 활용
		폐자재 활용 및
		폐기물 회수시스템
		음식물 쓰레기 퇴비화
	수자원 활용	폐기물 자원화
		빗물집수및재활용,우수활용,
		중수활용,
		분산형 빗물관리 배수시스템 및 필터 절수형 변기, 스프레이형 수도꼭지 설치

〈표 계속〉

구분		내용
		우수침투를 위한 조정시설
		하수처리
	설비 및 공조시스템	HVAC
		냉각 및 환기시스템
		풍력 에어지
		절전형 등과 일조조절 센서, 고효율 전기제품 적용
		자동개폐 천장시스템
		소비전력이 낮은 LED조명
	외피시스템	외단열시스템
		창호시스템
		고기밀 열교차단
		축열체
		차양
	지붕	강화지붕 단열
		천장
4. 설계확장형 기술(건축)	공간계획	공간계획 및 엘리베이터 운행 방법 평면 및 매스설계
	에너지 운용 및 관리	건물 에너지 관리 시스템(BEMS) 사용
		에너지 사용 모니터링 시스템
5. 설계확장형 기술(도시)	토지이용	평면 및 매스설계
		집약적 토지이용밀도
		자연친화적 배치 (일조량, 풍향을고려한배치)
		오픈 스페이스,
	녹색교통	보차분리
		대중교통이용 및 연계
		교통제한 및 속도조절
		지하도로 및 단지 외곽주차
	생태환경	친수공간 조성 (생태호수)
		공원 및 녹지 네트워크
		수생 비오톱조성 (실개천, 연못)
		육생비오톱 조성(텃밭, 자연학습장)
		토양 보존 및 적정 용도 사용
		투수성 포장
		도로포장 최소화

## 제4절 경기도 그린리모델링 시범사업 개발 방향

### 1. 경기도 그린리모델링 시범사업의 다변화

현재 경기도에서 진행하고 있는 그린리모델링 시범사업은 경로당, 마을회관 등 노후 주민공동시설을 대상으로만 진행되었다. 그린리모델링 시범사업 대상 건축물의 경우 에너지소비효율이 30%내외로 향상되었으며, 주민만족도도 90% 이상을 차지하였다. 도민들이 활발히 사용하는 시설이므로 우선적으로 시행해야 할 대상임은 분명하지만 3년간 주민공동시설만을 대상으로 진행하였기 때문에 앞으로는 보다 다양한 시설들을 대상으로 진행해야 한다. 또한, 2030 국가온실가스 감축 기본로드맵을 보면 전체 분야 중 산업단지에서 2번째로 많은 비율인 12%를 감축하도록 목표를 정하고 있으므로 산업단지, 노후 건축물 등을 보다 우선대상으로 그린리모델링을 실시할 필요가 있다.

녹색건축과 관련된 본인증 현황을 보면 주거시설 32%, 교육시설 48%로 용도가 주거 및 교육시설에 치중되어있음을 알 수 있다. 그러나 경기도에 존재하는 건축물의 용도를 보면 주거시설 40%, 상업시설 30%, 공업시설 7% 이므로 상업·공업시설의 녹색건축화가 우선적으로 실시되어야 한다.

한편, 제2차 녹색성장 5개년 계획의 핵심사업 중 녹색건축관련 사업 리스트를 보면 건물부문 에너지효율 개선 및 정보 공개, 건축물 내 각종 기기의 에너지 효율 개선, 건축물 Non-CO<sub>2</sub> 온실가스(냉매 등)사용 저감 및 관리 강화, 자가발전 설치 유도, 자원순환형 산업단지 조성, 친환경 에너지타운 조성, 녹색 전문인력 양성, 생태휴식공간의 확충, 한국형 스마트 녹색도시 모델 개발 지원 등 다양한 사업을 도모하고 있으나 경기도에서는 현재 그린리모델링 시범사업, 녹색건축물 조성계획 수립용역, 녹색건축 세미나로 한정되어 있다. 특히 경기도에는 산업시설이 다수 분포하고 있으므로 자원순환형 산업단지 조성은 경기도에서 선도적으로 진행할 수 있다. 이처럼 녹색건축 관련 기타 계획과의 비교를 통해 경기도에서 우선적으로 진행할 수 있는 사업을 도출하여 다양한 사업을 진행할 필요가 있다.

〈표 4-6〉 녹색건축 관련 사업 비교

제2차 녹색성장 5개년 계획	경기도 진행사업
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 건물부문 에너지효율 개선 및 정보 공개</li> <li>· 건축물 내 각종 기기의 에너지 효율 개선</li> <li>· 건축물 Non-CO<sub>2</sub> 온실가스(냉매 등)사용 저감 및 관리 강화</li> <li>· 발전소 입지 분산</li> <li>· 자가발전 설치 유도</li> <li>· 자원순환형 산업단지 조성</li> <li>· 친환경 에너지타운 조성</li> <li>· 녹색 전문인력 양성</li> <li>· 생태휴식공간의 확충</li> <li>· 한국형 스마트 녹색도시 모델 개발 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 그린리모델링 시범사업</li> <li>· 녹색건축물 조성계획 수립용역</li> <li>· 녹색건축 세미나</li> </ul>

## 2. LH 그린리모델링 창조 센터와 연계한 경기도 대표적 시범사업개발

성남에 있는 LH의 그린리모델링 창조센터는 시범사업으로 민간건축물과 공공건축물을 추진하고 있다. 2013년 공공건축물을 대상으로 시작하여 민간 건축물은 2014년부터 시작하였으며, 현재까지 공공의 경우 4년을 추진했는데 3년간은 시설관리공단에서 진행해왔기 때문에 LH에서 주체가 되는 시범사업은 2016부터 이다. 이에 경기도 녹색건축의 비전을 일부 시작단계에 있는 LH그린리모델링 창조센터의 시범사업과 연계하여 대표적인 녹색건축의 시범 사례를 만들어 갈 수 있는 적절한 시기에 있다.

## 제5절 경기도 지역건축센터 설립 및 운영방안

### 1. 지역건축센터 역할의 한계

중앙의 역할도 기관내부에 속해있어 각 기관 역할내의 건축센터라는 한계로 외부와 네트워크를 통한 프로그램개발이 어렵다는 문제점을 가지고 있으며, 단지 인증업무에 치중되어 있어 전문 인증기관과 국가지정의 지역건축센터와의 역할상의 차이가 크지 않으므로 지역건축센터간의 통합이 필요하다.

또한, 기능별로 나누어져 있어서 건축전반적인 기술융합 과제를 실천하기 어렵다는 점도 하나의 문제점이다. 해외의 주요 녹색건축 센터의 역할들을 살펴보면 대체적으로 기술평가 및 인증평가 및 품질관리로 구체화되어 있다. 다만, 중앙의 역할도 기관내부에 속해있어 각 기관 역할내의 건축센터라는 한계로 외부와 네트워크를 통한 프로그램개발이 어렵다는 점을 한계로 들 수 있다.

단지 인증업무에 치중되어 있어 전문 인증기관과 국가지정의 지역건축센터와의 역할상의 차이가 모호하다는 점 역시 업무가 나뉘어 있는 현황에 대하여 지역별로 대응하기 어려운 점이 생길 수밖에 없다. 이에 지역건축센터간의 통합 및 네트워크를 통해 지역의 건축산업과 연계될 수 있도록 거점의 역할을 할 수 있는 지역 지역건축센터의 역할이 중요하다.

### 2. 중앙과 차별화된 지역현안의 지역건축센터 조성

LH는 국토교통부로부터 녹색건축물조성지원법에 따른 정책지원 전문기관인 지역건축센터를 지정받아 업무를 착수하였다. LH는 녹색건축 설비분야의 급속한 기술발전을 수용하는 법령정비와 함께 제도개선을 추진하는 전담기관 역할을 맡고, 건축법 시행규칙 ‘건축물의 설비기준 등에 관한 규칙’ 등 설비분야의 현행 법령 및 제도 운영상의 문제와 미비점을 개선, 보완하는 연구과제를 수행할 예정이다. 이러한 시기에 맞추어 경기도 역시 국토부의 녹색건축물 조성지원법에 따른 지역별 업무의 실행 및 데이터베이스 구축, 그리고 산, 학, 연 이해관계자별, 내외부 전문가로 구성된 전문가 집단을 필요로 하고 있다.

이를 위해서는 경기도 자체적인 지역건축센터의 설립 및 운영방안이 수립되어야 한다. 특히, 여러 중앙정부와 기관별로 나누어져 있는 녹색건축 관련 정보들의 지역차원의 정보공유와 실생활에 응용하기 위한 적극적 활용을 위해서는 경기도 지역건축센터의 설립을 통해 지역별로 정보체계를 구축하고, 지역별 혹은 지역 간 산, 학, 연 네트워크를 통해 조성 뿐 아니라 운영, 관리될 수 있도록 지자체 차원의 노력이 필요할 것이다.

해외사례들을 통해 현존하는 지역건축센터의 역할을 살펴보면, 런던의 Open House 활동과 같이 오래된 건축물 및 빈집의 활용이나 공유 공간 및 공공단체 지향의 건축교육 프로그램의 개발을 통해 지역별 차별화된 활동을 추진하고 있다. 그 지역의 건축 문제를 해결하고 지역 내 인적자산간 네트워크 및 지역정보 데이터베이스구축, 유휴공간을 활용하기 위하여 전문가, 학계, 실무자, 행정간 연계를 통해 지역사회와의 커뮤니케이션을 증진하고 공익적 건축활동을 추진하고 있다. 특히 품질좋은 공공공간을 만들기 위한 지역별 가이드라인을 구축하여 지역의 장소적 가치를 구체화하고 있다.

### 3. 지역 건축활동의 장으로서 지역건축센터의 프로그램 다변화

일반적으로 인증업무에 치중되어 있고, 한국건설기술연구원과 건축도시공간연구소의 지역건축센터에서 주로 녹색건축제도 확산 및 정보교류를 위한 행사를 진행하고 있다. 그러나 역시 한국의 대표적인 건축가와 전문가들의 활약이 중심이 되고 있으며, 지역별로 다변화된 건축가 및 젊은 건축가들의 활동 무대로서는 적합하지 않다.

지역건축센터의 역할을 살펴보면 일반적으로 인증업무에 치중되어 있고, 한국건설기술연구원과 건축도시공간연구소의 지역건축센터에서 주로 녹색건축제도 확산 및 정보교류를 위한 행사를 진행하고 있다.

#### 4. 지속적 관리주체로서의 건축지원센터

녹색건축인증은 국토교통부와 환경부가 함께 관여하고 있기 때문에 인증 운영위원회는 각 시행기관의 장관이 추천한 전문가가 각 전문분야별로 동수가 되도록 구성되어야 하며, 국토교통부와 환경부가 2년간 교대로 담당한다. 두 시행기관이 공정하게 나누어 운영할 수 있다는 장점이 있지만, 잦은 담당교체로 인해 정보의 유실과 혼란 등이 야기될 수 있다. 이에 경기도의 녹색건축인증을 관리하는 지속적인 주체로서 건축지원센터가 필요하다.

지역건축지원센터가 설립되면 지역건축기금을 설치, 운용하여 그린리모델링이나, 역사적 건축물, 주요 공공건축물의 리모델링 및 개보수와 관련된 지원이 가능하도록 해야 할 것이다.

<그림 4-1> 건축지원센터 역할





또한, 건축지원센터에서 녹색건축과 관련된 전시, 체험 등을 할 수 있는 공간을 마련하여 도민들에게 녹색건축과 관련된 정보를 제공하고 인식도를 향상시키는 역할도 수행할 수 있다.

서울시에서는 녹색건축에 대한 정보확산을 위한 전시, 체험 등을 위해 2012년부터 서울에너지드림센터를 운영하고 있다. 에너지드림센터는 에너지드림관, 서울기후변화배움터, 커뮤니티관, 야외전시관 등으로 이루어져 있으며, 전시장과 체험학습의 경우 미리 신청 시 해설사도 제공하고 있다.

상시체험관 뿐만 아니라 환경의날 기념행사, 지구의날 기념행사 등 에너지저감과 관련된 기념일에 시민들이 참여할 수 있는 행사를 진행하고, 신재생에너지에 대해 배울 수 있도록 태양광자동차 만들기, 태양열 요리교실, 신재생에너지교실 등 교육 프로그램도 운영하고 있다. 이를 통해 시민들의 참여를 독려하고 전문지식을 향상시키고 있으며, 총 18개 에너지체험 및 에코투어 프로그램을 진행(2015년 기준)하여 6만8000여명의 시민들이 참여하는 등의 성과를 이루었다.

이처럼 경기도 건축지원센터에서 건축물 개보수를 위한 정보 제공, 인증제도, 가이드라인 제시 등 전문가들을 위한 지원 뿐만 아니라 도민들을 위한 체험 및 행사를 진행하여 도민들의 참여도 증진과 에너지저감 인식도 향상 등의 역할을 진행하는 것도 필요하다고 생각된다.

<그림 4-2> 서울에너지드림센터에서 진행한 행사  
(좌: 환경의날 기념행사, 우: 지구의날 기념행사)



자료: 서울에너지드림센터 홈페이지(<http://www.seouledc.or.kr/>)

## 5. 적극적 민간의 참여를 통한 타분야 융합과 전문분야 확대

공식적인 지역건축센터는 정부에서 지정한 5곳이 있으며, 민간단체 중 국토부에 의해 지정된 곳은 없다. 지역의 역할이 중요한데 국내에는 지자체에서 운영중인 지역건축센터가 존재하지 않는다. 민간의 경우도 지역건축사협회 및 지역사업자가 역할을 할 수 있는 곳이 없는 현실이다.

한국교육녹색환경연구원에서는 교육분야와 녹색건축 분야를 결합하여 교육과 관련된 건축물의 녹색건축 분야에 전문성을 싣고 있다. 교육과 녹색건축을 결합한 사업 및 연구를 진행하고 있다는 점에서 다른 기관과의 차별성이 있다. 위원회 등을 통한 타 분야 전문가와의 교류를 통해 전문분야의 확대가 필요하다. 특히 최근에 들어 3D프린터, BIM, BEMS기술, VR, AR기술 등 건축산업의 다양한 매체와 기술혁신이 이러한 산업의 다변화를 이끌고 있다. 이는 분야 간 융합을 통해 건축을 첨단화하고 흥미로운 경기도의 건축문화를 이끌어낼 창조적 거점이 필요함을 의미한다.

## 6. 민간, 도민 참여의 적극적 지원을 위한 거버넌스 구축

녹색건축과 관련된 기존의 계획들을 보면 민간참여, 도민참여의 중요성을 지속적으로 언급하고 있다. 제2차 에너지 기본계획에서는 녹색건축 관련 사업을 진행할 때 많은 이익관계가 얽혀있어 진행이 어렵기 때문에 건물에너지효율관리시스템 보급 등 민간참여 영역을 확대하고 수요관리형 정책을 중점적으로 도출하는 것에 대한 중요성을 언급하였다. 또한, 경기도 에너지비전 2030에서는 주민과 이익을 나누는 신재생 에너지타운 조성을 통해 도민의 참여 및 관심도 향상을 큰 목표중 하나로 설정하였다.

상위계획에서 민간, 도민참여를 큰 목표로 설정하는 만큼 경기도에서도 이를 실행하기 위한 기반 마련이 필요하다. 특히 녹색건축 관련 사업은 일반예산을 통한 지원이 이루어질 수 있으나 한정된 예산으로 사업을 추진하는데 한계가 있고, 적정한 지원규모를 유지하고 사업의 지속성을 확보하는데 어려움이 따른다는 문제가 있으므로 이를 전담 관리하여 적극적으로 지원할 수 있도록 담당부서 및 거버넌스 구축이 필요할 것이다.

## 제6절 주민 및 민간참여형 녹색건축 관리 및 홍보 활성화

### 1. 건축협정 및 주민주체형 지역관리조직을 통한 녹색건축 활동

일본에서는 타운매니지먼트, 애리어매니지먼트 등의 활동을 통해 특정 지역의 유지관리 및 공간활용 등을 실시하고 있다. 대표적인 예로 요코하마시의 전원도시커뮤니티협회의 활동이 있는데 이들은 녹색건축과 관련한 활동으로는 식재관리, 공공시민정원 관리 등을 실시하고 있다. 초기에는 철도사업자로부터 인력을 협조 받아 실시하다가 단계적으로 주민주체운영으로 이행되도록 유도한 케이스이다.

이와 같은 주민 주체형 지역관리 조직은 녹색건축 뿐 아니라 도시 내 공간을 친환경적으로, 그리고 지속적으로 유지관리의 주체를 명확히 한다는 점, 그리고 자발적인 주민참여를 가능하게 한다는 점에서 녹색건축에 대한 자립적인 관리와 홍보가 유지될 수 있다. 특히, 건축협정의 경우는 지구계획과 자주적 매니지먼트의 운영조직을 연계시켜 개발된 지구를 체계적으로 관리할 수 있는 대안으로 주목하여야 할 것이다.

이에 대한 사례로 독일 윤데 마을이 있다. 윤데마을은 750명가량이 거주하는 농촌지역으로, 지역 주민들이 필요한 가축분뇨, 밀, 옥수수 등을 활용해 에너지를 생산하는 에너지자립마을이다. 1998년 바이오에너지 사업을 시행 시 인근 괴팅엔 대학에서 먼저 사업을 제안하여 바이오 에너지 마을 프로젝트가 시작되었다. 이 프로젝트를 진행하기 위해 인근 40개 마을에 제안하였으며, 최종적으로 윤데 마을이 선정되었다. 이 과정에서 괴팅엔 대학의 경제학, 사회학, 지리학, 환경학 전공 연구자들이 ‘지속가능한 발전을 위한 학제 간 연구센터’를 결성하여 꾸준한 연구를 진행하였으며, 연구결과로 지역주민들에게 정보, 지식 등에 있어 큰 도움을 주었다.

가장 큰 특징은 지역 주민들이 바이오 에너지사업의 주체가 되었다는 것으로, 2002년 사업을 추진하기 위해 47명의 주민이 우선적으로 협동조합을 결성하였다. 이 후 프로젝트 시공 단계에서 전체 주민의 15%의 주민이 추가로 참여하였으며, 2008년 기준으로 전체 주민의 75%가 프로젝트의 참여하고 있다.

주민조합원들은 1,500유로씩 출자하여 자본금 50만 유로를 마련하였으며, 중앙 및 지방정부로부터 150만 유로의 지원금을 받아 사업을 시행하였다. 이후 3년 뒤 각종 지원금과 은행에서 280만 유로의 저리융자를 받으면서 2005년 9월 시설을 완공하였다.

2006년 기준 한 해에 7,200여명이 윤데마을을 방문하였으며, 지방난방열을 공급받는 주민들을 대상으로 설문조사를 진행한 결과 100%가 만족한다고 답하였다. 윤데마을이 조성된 후 1백만kWh의 전력을 생산하였으며, 90만유로의 매출을 달성하였다.

윤데마을은 마을 주민과 학계의 노력이 만나 성공하게된 사례이며, 주민들의 자부심 향상, 마을 노인들의 일자리 창출, 생산전기의 판매를 통한 주민 소득 증대 등의 여러 긍정적인 효과를 가져왔다.

〈그림 4-3〉 독일 윤데 마을



자료 : 네이버 블로그(<http://blog.naver.com/kissmenet/60201750623>)

국내에서도 비슷한 시도가 이루어지고 있다. 환경부에서는 시민단체, 지자체 공무원, 관련 분야 교수 및 전문가 등이 참여하는 「녹색마을 지원단」을 구성하여 기술적, 정책적 자문을 운영하고 있으며, 건축협정 역시 이러한 지역 관리조직을 구체화할 수 있는 근거가 되지만, 현실적으로 녹색건축과 관련하여 이러한 건축협정은 아직 미비한 단계이다.

경기도에서는 지역 주민들이 주체가 되고 지역 대학, 전문가 등이 이를 지원하여 녹색건축 활동을 지속적으로 이어갈 수 있도록 녹색건축, 재생가능 에너지 등에 대한 투자와 지원 등을 시작해야 할 것이다.

## 2. 민간기업을 중심으로 기술개발형 블록간 지역 매니지먼트 운영

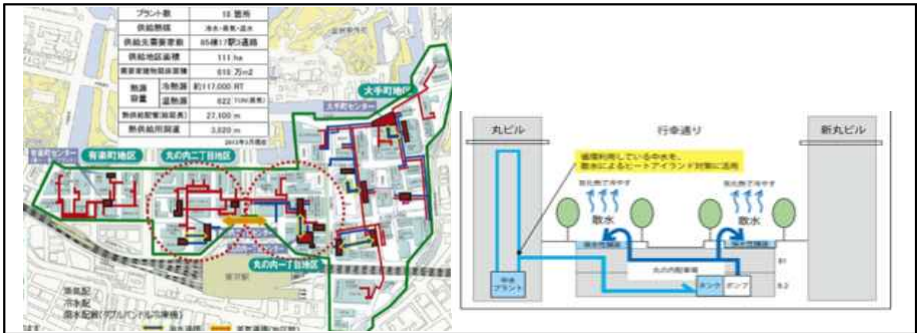
도시 블록에 있어 고밀화된 집적형 오피스군이나 상업밀집구역에 있어 건물 네트워크에 의한 집적 인프라를 재정비하는 것은 에너지 효율화를 위한 설비중심의 리모델링 및 효율적 공간재배치를 위한 중요한 과정이다. 한 예로 일본의 동경역에서는 기술을 확보한 대기업이 주류를 이룬 만큼 대기업이 입주하고 있는 도시경관에 녹색건축 및 친환경도시 기술을 적용한 실험적 시스템이 적용되고 있다.

한 사례로 일본에서는 2012년 동경역 주변 ‘Area Management’에서 마치즈꾸리 가이드라인을 통하여 옥상 녹화 및 벽면 녹화에 대한 아이디어를 제안하였다. 건축물의 태양열 흡수를 감소시키고, 부지 내 공지를 활용하여 녹화하여 시원한 바람을 유입하였다. 그리고 빌딩 바람을 줄일 수 있는 상록수를 설치하여 공개 공지를 활용한 면적 녹지 네트워크를 정비한다는 계획을 세웠다. 물의 기화열을 활용해 도로를 시원하게하기 위한 시스템을 도로에 적용하거나 보수성 포장 및 드라이미스트 적용을 계획하였다. 아울러 건축 옥상부의 태양열흡수를 저감하는 고반사성 포장 등을 적극적으로 활용하고 있다. 또한 우수, 중수, 지하 용수 등을 활용해서 분수 설비나 식재 혹은 드라이미스트 등에 활용할 수 있도록 하여 열섬 현상에 대비하고 있다. 또한 공개 공지 네트워크를 계획하여 각 가구에서 공지를 연속적으로 배치하여 쾌적하고 편리한 보행자 네트워크를 형성하도록 하였다.

이러한 수법으로 공지 연속형과 공지 집약형 두 가지를 제안하였다. 전자는 공개 공지지의 연계동선을 연속적으로 배치하는 유형이다. 후자는 도로결절점을 중심으로 공개공지지를 집약시켜 지상지하의 일체적 정비를 추진하여, 공공공간을 확보하는 방법이다.

특히, 건축물측면에서는 여러 빌딩간 공동 집배 거점을 정비하여 물류 차의 진입을 최소한으로 관리하고, 물류의 효율화를 꾀하는 시스템을 구축하였다. 특정 애리어 내의 식재 물류에 관해서는 음식점, 호텔, 기업 식당 등의 수요처와 생산자의 공급처를 효율적으로 연결하였다. 그리고 수요자, 공급자, 소비자 간의 공익과 함께 효율적 교통 동선 및 서비스를 배분하였다. 이를 통해 전체 지역의 공익성을 증진시킬 수 있는 새로운 물류 시스템을 검토하였고, 건물 네트워크에 의해 또 다른 인프라를 정비하여 수자원을 유효하게 활용하는 것을 들 수 있다. 수자원을 유효하게 활용하는 것은 곧 이용 목적에 따라 건물 단위뿐 아니라 가구 단위로 네트워크화하여 사용할 수 있도록 하였다. 이는 우수 및 일반 저류조의 물을 활용하여 식재나 분수 등 다양한 용도의 활용을 가능하게 한다. 우수와 중수의 저수된 수자원은 재해 시 음료수 및 화장실 용수로도 활용할 수 있다. 이러한 기술은 경기도의 산업밀집지역에서도 충분히 적용가능하며, 민간기업들의 적극적인 지역공헌 의지와 기술협력의 동기부여가 있어야 가능하다.

〈그림 4-4〉 저수 방식



자료 : [https://en.wikipedia.org/wiki/Strata\\_SE1#/media/File:Strata\\_SE1\\_from\\_Monument\\_2014.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Strata_SE1#/media/File:Strata_SE1_from_Monument_2014.jpg)

### 3. 분산된 녹색건축 정보의 경기도 부동산 포털 연동을 통해 경기도민 인식도 증진 노력 필요

국토부에서는 건축물의 지역, 용도, 면적별로 구분하여 국토부 건축물 에너지 포털인 그린투게더 (greentogether.go.kr)에서 공개하고 있으며, 건물에너지 정보공개시스템(open.greentogether.go.kr)에 이러한 현황에 대한 백데이터를 공개하고 있다.

한국환경공단이 실시하는 저탄소 녹색마을의 경우 정부, 지자체, 주민 간 ‘소통의 창구’인 저탄소 녹색도시 홈페이지(www.greenvill.or.kr)를 개설하여 국내외 사례, 사업추진 절차, 기술자료 등 다양한 정보를 제공하고 있다.

다만, 현재는 이러한 녹색건축 정보 및 데이터베이스가 관련 부서 및 기관 내에서도 다양한 인터넷사이트로 분절되어 있어 최근 정보를 찾기 어렵다는 한계가 있다. 이를 각 지자체의 홈페이지 및 경기도 부동산포털과 연동하여 지역별 녹색건축 활동의 현황 및 기술의 적용상황을 상호 오픈하고 확인할 수 있도록 할 필요가 있다. 이를 통하여 친환경 및 녹색건축인증에 대한 시군 간 긍정적인 경쟁구도가 형성될 수 있으며, 녹색건축기술에 대한 다양한 적용방법이 공유되어 경기도의 건축산업이 발전되도록 유도할 수 있다.

### 4. 산-학-연 연계형 현장기술개발을 위한 기술구현의 장 구축

친환경기술은 환경, 건축, 건설, 구조 등 다양한 업체의 현실적 기술수준의 공유를 통해 현장의 기술로 발전될 수 있다. 이는 산-학-연의 워크샵이나 공모전을 통해 구체화될 수 있다.

Solar Decathlon은 미국의 DOE (Department of Energy)의 후원으로 2002년부터 개최되고 있는 친환경 주택 경진대회로서 대학의 건축 및 건축공학 관련 학생들을 주축으로 연구원, 교수 등의 전문가들로 구성된 팀이 친환경 주택의 기획·설계·시공에서부터 운영까지 건축 전반에 대한 과정을 통해 친환경 주택에 대한 10개의 컨테스트에 도전하는 대회이다.



10개의 컨테스트는 건축(architecture), 시장성(market potential), 건축 기술(engineering), 의사소통(communication), 혁신성(innovation), 물의 이용(water), 건강 및 쾌적(health & comfort), 가전기기(appliances), 가정생활(home life), 에너지(energy)<sup>101)</sup>로서 개최지의 특징 및 시기에 따라 조금씩 변경된다. 각 팀이 구현하는 친환경 주택은 실물 크기의 태양열 주택으로 에너지 효율적 설계, 청정 에너지 기술, 스마트 홈 기법, 물의 절약, 전기 자동차, 지속가능한 건물 등에 대한 최신 기술과 건축 자재를 활용하여 디자인의 우수성, 기술 혁신성, 경제성 및 시장성, 에너지 및 물 효율성을 갖춰야 하며, 이를 가장 잘 융합하여 친환경 주택을 구현한 팀이 경진대회에서 우승하게 된다.

대회기간 준비기간에는 각 팀의 기술 검토를 위한 워크숍, 세미나, 컨퍼런스가 개최되고, 팀의 웹사이트와 SNS, 소식지 등을 통해 친환경 건물의 계획-설계-시공에 대한 모든 과정이 참가자뿐만 아니라 모든 사람들에게 공유되며, 각 팀 별 친환경 주택에 적용된 에너지 효율적인 자재, 설비, 가전 등에 대한 목록 및 제조업체 정보를 홈페이지에 제공하게 된다. 대회기간동안 일반인에게 전시되며, 동시에 팀별로 다채로운 이벤트를 진행함으로써 친환경 주택 및 관련 기술에 대한 홍보가 이루어진다.

<그림 4-5> Solar Decathlon이 진행되고 있는 Solar Village



자료

[https://en.wikipedia.org/wiki/Strata\\_SE1#/media/File:Strata\\_SE1\\_from\\_Monument\\_2014.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Strata_SE1#/media/File:Strata_SE1_from_Monument_2014.jpg)

101) Solar Decathlon (International) 2017년 대회 기준



각 팀의 친환경 주택은 대회 준비 기간부터 경진대회 기간까지 건축 설계, 환경, 구조, 시공, 마케팅 분야의 협업을 통해 구현되며, 이때, 건축 자재, 설비 및 가전 기기 등의 관련 업체의 물적·기술적 지원을 받게 된다. 이러한 전 과정은 대회를 주관하는 정부기관, 각 팀을 이루는 학교 및 연구기관, 마지막으로 각종 물적·경제적 자원을 지원하게 되는 업계가 함께하는 산학연의 대표적 협동 사례가 되고 있다.

경기도에서도 시, 도 유흥지를 활용하여 이러한 친환경 워크숍을 실제 스케일로 진행하여 산업-학계-행정-학생-주민이 참여할 수 있는 기회를 만들어야 할 것이다. 이는 추후 경기도의 건축문화제와도 연계될 수 있으며, 추후 경기도 건축지원센터가 중심이 되어 이러한 행사 및 자료구축, 이후 결과물의 관리 및 전시에도 중요한 역할을 하도록 해야 할 것이다.

## 5. 공무원 대상 공공건축물의 녹색건축 교육확충

경기도 인재개발원에서는 경기도 공무원 및 도민을 대상으로 사이버교육, 모바일교육, 집합교육을 실시하고 있다. 실시하고 있는 교육 중 건축관련 교육은 사이버교육 21개, 모바일교육 30개, 집합교육 1개를 운영하고 있으며, 이 중 녹색건축과 관련된 교육은 사이버교육 1개, 모바일교육 3개이며, 집합교육은 아직 운영중인 수업이 없다. 경기도 내 녹색건축 관련 전문가를 육성하기 위해서는 이를 위한 반드시 교육이 뒷받침되어야 한다.

〈표 4-7〉 경기도 인재개발원 건축관련 교육현황

	사이버교육	모바일교육	집합교육
일반건축 관련교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 양진석의 친절한 현대건축 이야기</li> <li>· 위대한 건축에 숨겨진 비밀</li> <li>· 공동주택 관리실무</li> <li>· 공동주택 시설개론</li> <li>· 주택관리 관계법규</li> <li>· 감사사례 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자연, 인간, 건축을 연결하다</li> <li>· 한국의 미술, 장승, 건축</li> <li>· 바로크 도시의 탄생</li> <li>· 지붕과 처마</li> <li>· 나무와 기둥</li> <li>· 구조 미학</li> <li>· 구성분할과 추상입면</li> <li>· 돌과 담</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 건축과 도시 공간의 이해</li> </ul>

〈표 계속〉

	사이버교육	모바일교육	집합교육
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 건축법</li> <li>· 길모퉁이 건축, 희망의 중간건축</li> <li>· 보상사례 연구</li> <li>· 알면 힘이 되는 경기도 토지보상실무</li> <li>· 유형별 토지보상 실무 및 사례</li> <li>· 재개발 및 재건축</li> <li>· 전통건축의 이해</li> <li>· 지방세 부과실무</li> <li>· 한국의 건축문화와 도시경관</li> <li>· 한국의 공립건축</li> <li>· 한국의 사찰 건축</li> <li>· 향교와 서원 건축의 이해</li> <li>· 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 해설</li> <li>· 도시정비법 및 건축법·주택법 해설</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 문과 상징</li> <li>· 남향과 방위</li> <li>· 인체와 척도</li> <li>· 길과 여정</li> <li>· 계단과 축</li> <li>· 대칭과 비대칭</li> <li>· 사각형과 모서리</li> <li>· 사선과 긴장감</li> <li>· 중첩과 관입</li> <li>· 프레임과 투시도</li> <li>· 주제와 변주</li> <li>· 테마파크와 친숙한 고전</li> <li>· 무허가건물, 잔여건물, 수목에 대한 평가</li> <li>· 무허가건축물 등의 부지의 보상평가</li> <li>· 이 땅에 새겨진 2000년 건축</li> <li>· 미켈란젤로의 한마디</li> <li>· 과정이 좋으면 다 좋다</li> <li>· 건축에도 오이지, 헬멧이 필요하다</li> <li>· 건축과 심리학이 만나다</li> </ul>	
건설공사 관련교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 건설공사 공정관리</li> <li>· 공사 계약 실무</li> <li>· 한눈에 살펴보는 건설공사 감독실무(종합)</li> <li>· 한눈에 살펴보는 건설공사 감독실무(공사감독제도)</li> <li>· 한눈에 살펴보는 건설공사 감독실무(원가계산 및 설계변경)</li> <li>· 한눈에 살펴보는 건설공사 감독실무(품질 및 안전관리)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 공사관리 실무</li> </ul>
녹색건축 관련교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 환경의 이해</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 에코라이프</li> <li>· 자연으로 안내하는 건축</li> <li>· 친자연과 낭만주의</li> </ul>	

자료 : 경기도 인재개발원 홈페이지(<https://edu.gg.go.kr/>)

그 외 경기도 인재개발원 외 평생학습 e-배움터에서 건축에서의 에너지저감과 관련된 교육을 진행하고 있다. 그러나 이 중 4종류는 건축물에너지평가사를 위한 자격증 관련 강의로 공무원도 역량증진을 위해 공부할 있으나 공무원 보다는 전문가를 위한 강의에 가깝다고 볼 수 있다. 공무원과 도민들이 손쉽게 접하고 에너지저감 건축에 대한 전반적인 지식을 향상시킬 수 있는 교육 프로그램의 신설이 필요하다.

<그림 4-6> 경기도 평생학습 e-배움터 녹색건축 관련 수업 현황

<p><b>에너지 절약: 내집 관리 ①</b></p> <p>에너지 절약에 대해 그 필요성을 느끼고 내 집 에너지 손실의 최소화</p> <p>이규인, 고재경</p> <p>★★★★★ (4.70)</p>	<p><b>생활속의 에너지 절약 방법</b></p> <p>아셨나요? 전기는 국산이지만, 원료는 수입입니다. 에너지는</p> <p>장대철</p> <p>★★★★★ (3.72)</p>	<p><b>건축물에너지평가사 필기강의 녹색건축물관계법규</b></p> <p>필기강의-건축물에너지평가사 녹색 건축물 관계법규</p> <p>과목에 포함된 이론을 정립해 나가면서 교과 내용의 맥을 잡아</p> <p>이석훈</p> <p>★★★★★ (5.00)</p>	<p><b>건축물에너지평가사 필기강의 건축환경계획</b></p> <p>필기강의-건축물에너지평가사 건축환경계획</p> <p>과목에 포함된 이론을 정립해 나가면서 교과 내용의 맥을 잡아</p> <p>이석훈</p> <p>★★★★★ (3.50)</p>
<p><b>건축물에너지평가사 필기강의 건물에너지효율등급</b></p> <p>필기강의-건축물에너지평가사 건물에너지효율등급 평가</p> <p>과목에 포함된 이론을 정립해 나가면서 교과 내용의 맥을 잡아</p> <p>이석훈</p> <p>★★★★★ (4.00)</p>	<p><b>건축물에너지평가사 필기강의 건축설비시스템</b></p> <p>필기강의-건축물에너지평가사 건축설비시스템</p> <p>과목에 포함된 이론을 정립해 나가면서 교과 내용의 맥을 잡아</p> <p>이석훈</p> <p>★★★★★ (0.00)</p>		

자료

[https://en.wikipedia.org/wiki/Strata\\_SE1#/media/File:Strata\\_SE1\\_from\\_Monument\\_2014.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Strata_SE1#/media/File:Strata_SE1_from_Monument_2014.jpg)

경기도 인재개발원은 경기도 공무원들의 교육기관으로 인재개발원에서 녹색건축 관련 교육프로그램을 증대할 경우 녹색건축 분야의 공무원의 역량을 증대시킬 수 있다. 또한, 홈페이지에서 사이버, 모바일로 손쉽게 강의를 들을 수 있으므로 관련 전공의 학생, 도민도 더불어 녹색건축과 관련된 지식을 향상시킬 수 있다. 녹색건축 분야 담당 공무원의 경우 녹색건축과 관련된 수업을 이수하도록 권장하고, 이수 시 학습인정 등 인센티브를 제공해주어 관련 지식의 학습을 독려해야 한다.

## 6. 주민, 공무원, 건축관련 학생들을 위한 녹색건축물 답사 코스 운영

경기도는 기타 지자체에 비해 녹색건축 인증을 받은 건축물이 많고, 공동주택 성능등급 인증서의 경우는 전국대비 39.2%(2016년 기준)에 달한다. 녹색건축물을 많이 지니고 있지만 이만큼 홍보는 제대로 되어 있지 않고 있다.

기존에 진행되었던 다양한 녹색건축물의 신축, 증축, 그린리모델링 등을 통해 얻은 지식과 보존현황 등을 바탕으로 참고가치가 높은 건축물들을 도출하여 건축에 관심이 있는 주민, 건축관련 대학생, 공무원 등을 위한 답사코스를 운영함으로써 지속가능한 도시 조성에 대한 관심도를 향상시킬 수 있다.

충남 아산시의 경우 전국 지방자치단체 및 건축관련 대학생들과의 정보공유를 위해 ‘녹색건축물 견학 코스’를 운영하고 있다. 견학 코스에는 인주 제로에너지 경로당, 국토부 제로에너지 시범사업에 선정되어 현재 공사 진행 중인 아산 중앙도서관, 시청 본관별관 창호개선 사업, 시청 그린빛물인프라 조성사업 등이 포함되어 있다. 홍보자료를 발송한 이후 인근 초등학교, 건축학과 교수·학생, 군산시 녹색건축 담당 공무원 등 사례견학 및 정보공유를 위해 전국 각지에서 방문하고 있다.

아산시는 견학코스 운영을 통해 지속가능 발전도시 조성을 위한 정책성과 홍보와 각종 업무추진 경험을 공유하고 있으며, 녹색건축물을 활용한 답사코스의 선진사례가 되고 있다.

<그림 4-7> 아산시 답사코스 내 건축물(좌: 경로당, 우:중앙도서관)



자료 : 대전일보, 16.12.20 기사([http://www.daejonilbo.com/news/newsitem.asp?pk\\_no=1244315](http://www.daejonilbo.com/news/newsitem.asp?pk_no=1244315))  
디트뉴스 24, 17.06.02 기사(<http://www.dtnews24.com/news/article.html?no=424535>)

## 7. 도민의 참여 촉진을 위한 캠페인, 페스티벌 진행

호주 토론토에서는 Live Green Toronto라는 캠페인을 통해 녹색실천(ActGreen), 녹색장치(Build Green), 녹색생활(LiveGreen)을 위한 이벤트를 실시하여 시민의 참여를 촉진시켰다. 2005년부터 토론토 시민 및 자원봉사단이 참여하여 시민들 간의 연대와 프로젝트의 성공을 기원하고 자축하는 ‘LiveGreenToronto페스티벌’을 시작하여, 매년 행사를 진행하고 있다. 초기에는 반나절 정도의 짧고 작은 행사였으나 현재는 주말동안 시민광장(Yonge-DundasSquare)에서 100개 업체 이상이 참여하는 친환경 전시회가 부대행사로 진행되며, 35,000명이 방문하는 큰 페스티벌로 성장하였다.

Live Green Toronto는 페스티벌 외에도 연간 30만명이 참가하는 다양한 이벤트를 개최하고 있다. 캐나다 국가박람회(Canadian National Exhibition), 녹색소비·구매 쇼(Green Living Show), 지구를 생각하는 소등행사(Earth Hour), 캐나다 꽃 전시회(Canada Blooms), 집 꾸미기 박람회(Home Show), 커뮤니티 환경의 날(Community Environmental Days), 어린이 에너지세계 페스티벌(KidsWorldofEnergy Festival), 자동차 없는 날(CarFreeDay) 등을 진행하고 있다. 또한, 다양한 이미지를 활용한 에너지저감 캠페인을 진행함으로써 많은 시민들에게 에너지저감의 필요성을 인식시키고 있다.

<그림 4-8> 토론토시에서 진행하는 Live Green Toronto 캠페인



자료 : <http://hanulsoblog.com/50033337963>

국내에서도 2011년부터 녹색건축의 모든 분야를 아우르는 ‘녹색건축한마당’을 매년 진행하고 있다. 그린 리모델링부터 제로 에너지까지 녹색 건축의 전 분야에 대해 다루고 있으며, 각종 공모전, 청소년 진로체험, 산-학-연의 토론의 장 마련 등 다양한 이벤트를 진행하고 있다. 그러나 국내 녹색건축과 관련된 모든 이슈에 대해 다루다보니 각 지자체의 지역성을 반영한 부분에 대해 토론이나 행사가 진행되기는 어려운 상황이다.

<그림 4-9> 2016년 녹색건축한마당(좌: 행사장입구, 우: 친환경 공모전)



자료 : 국토교통부 공식블로그(<http://blog.naver.com/mltmkr/220898426688>)

충청남도에서는 이산화탄소의 실질적 배출량을 0(제로)으로 만들기 위해 2017년 중부발전과 탄소중립<sup>102)</sup> 업무협약을 체결하였다. 이 협약을 통해 중부발전은 탄소중립프로그램에 협력하기 위해 3년간 탄소배출권(CERs) 30만 CO<sub>2</sub>t 및 상쇄금 1000만 원을 기부하고, 충청남도의 탄소숲 조성사업에 참여하게 된다. 충청남도는 탄소숲 조성사업을 통해 충청남도 전역에서 발생하는 온실가스에 대해 사회적 책임을 다하려고 노력하고 있으며, 이를 통해 도민들에게 에너지저감에 대해 홍보하고 있다.

경기도에서도 경기도민들이 적극적으로 참여할 수 있고 경기도만의 특색을 반영한 캠페인이나 행사를 진행함으로써 타 지역에 경기도의 특성을 알릴 수 있는 계기를 마련하고, 경기도민의 관심도 향상과 참여 촉진을 도모할 필요가 있다.

102) 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)를 배출한 만큼 이산화탄소를 흡수하는 대책을 세워 이산화탄소의 실질적인 배출량을 '제로(0)'으로 만든다는 개념



## 제 5 장

## 결론 및 정책제언

● 제 1 절 결론

● 제 2 절 정책제언





## 제5장

### 결론 및 정책제언

본 연구에서는 에너지를 효과적으로 저감할 수 있는 다양한 녹색건축 기술을 검토하여 경기도의 온실가스 감축 및 에너지소비를 저감시키기 위한 방안을 찾기 위해 경기도 녹색건축의 인증현황 및 시범사업 현황등을 분석하고, 국내외 선진적인 녹색건축기술의 동향을 파악하였다.

녹색건축 관련 해외정책을 살펴본 결과, 인증은 영국과 일본 정부에서는 건축물의 용도별로 나누어 인증제도를 적용한다는 특징이 있었으며, 일본에서는 도시나 블록으로 묶어서 평가할 수 있는 체계가 있다는 특징이 있었다. 영국의 지역에는 건축지원센터가 지역별로 존재하는데 실무전문가가 참여하여 지역의 평가체계 및 체크리스트를 개발한다는 장점이 있었다. 일본은 츠크바건축시험연구센터, 쿠마모토 건축구조평가센터, 목조건축서포트센터 등 다양한 지역 내 녹색건축지원센터가 있었으며, 네덜란드는 민간 지역건축센터를 문화부 후원을 통해 운영되어 운영의 압박을 줄이고 여러개의 건축센터와 지역 자문기관과의 활발한 네트워크를 조성하였다는 점에서 의의가 있다.

국내 녹색건축 인증제도를 살펴본 결과, G-SEED, 장수명 주택 인증제도, 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지 건축물 인증제도, 에너지절약형 친환경주택의 건설 기준, 건강친화형 주택건설 등 여러 인증제도가 있음을 알 수 있었다. 이 중 G-SEED와 장수명주택 인증제도, 에너지효율등급 인증제도가 가장 활발히 진행되고 있었으며, 제도의 통합과 신설이 지속적으로 반복되면서 가장 효율적인 방안을 찾아가고 있는 중이다.

국내 녹색건축 지원센터를 살펴보면, 중앙과 민간으로 나눌 수 있다. 중앙은 국토부에서 지정한 곳으로, 한국감정원 지역건축센터, LH 지역건축센터, 한국건설기술연구원 지역건축센터, 건축도시공간연구소 지역건축센터, 한국

시설안전공단 국가녹색건축사업센터가 있다. 이들은 모두 비슷한 역할을 시행하고 있어 역할의 분배 및 차별화 등이 필요한 상황이다. 민간의 녹색건축 지원 센터는 한국 교육녹색환경연구원, 한국그린빌딩협의회, 한국환경건축연구원, 패시브제로에너지건축연구소, 한국패시브건축협회 등이 있다. 민간의 건축센터는 해당 센터의 주요 분야를 녹색건축과 연계하여 조금이나마 타 분야와 접목하여 전문성과 분야를 넓혀나가는 특징이 있었으며, 중앙의 센터보다 녹색건축 및 인증제도에 대한 홍보에 힘쓰는 것을 알 수 있었다.

경기도 녹색건축 인증현황을 보면, 경기도는 본인증에서 예비인증으로 가는 비율이 부족한 것으로 나타났다. 이는 인증에 따른 인센티브나 장려제도가 부족하여 예비인증에서 본인증으로 넘어갈 필요성이 부족한 것이 주요한 이유일 것으로 판단된다. 또한, 최우수 등급의 건축물이 매우 소수인 것으로 나타나 최우수 등급의 건축물 수 증가 및 본인증 장려를 위한 인센티브제도 다양화 등의 대책안이 마련되어야 할 것이다.

공동주택 성능등급 인증서는 전체 광역시도에 비해 경기도 수가 크게 높은 것을 알 수 있으며, 전국 성능등급 인증의 절반 가까이를 경기도 진행하는 것으로 나타났다. 따라서 소비자가 정보를 간소하고 편리하게 볼 수 있도록 경기도에서 선진적으로 보완방안을 마련할 필요가 있다.

경기도에서 진행 중인 녹색건축 관련 사업은 제로에너지빌딩 시범사업(녹색건축 시범사업)과 그린리모델링 시범사업이 있다. 제로에너지빌딩 시범사업은 국토부에서 주관하고 있으며, 경기도와 MOU를 맺어 진행되고 있다. 경기도에서는 아직 경기도 신청사 건립공사만 진행되고 있는데 추후 경기도에서 주도적으로 이를 진행하여 녹색건축 시범사업 사례를 확대할 필요가 있다. 그린리모델링 시범사업은 현재 15개 대상에 대해 완료되었으나 노후주거지를 대상으로 소액의 지원금으로 진행되었기 때문에 대상자의 만족도는 높으나 홍보가 부족한 상황이다.

그린리모델링 및 에너지 저감기술은 건물 외피시스템, 에너지저감형 패시브 설계, 에너지저감형 생태주거단지 설계, 재생에너지 활용형 녹색건축 기술, 자원순환형 녹색건축기술로 나눌 수 있다. 공동주택 외피의 경우, 환경부하 저감형에 있어서 많은 영향을 차지함에 있음에도 대부분 에너지 성능개선에

다른 경제성능에 관한 연구가 많고, 실제 그린 리모델링 요소기술은 다양하게 제시되고 있지만, 실제 적용가능한 그린리모델링의 자재와 기술에 대한 분류는 다소 미약하다. 재생에너지 활용은 태양열 설계가 추가되며, 자연형 태양열 시스템은 설비형 시스템에 비하여 경제성이 높고 신뢰도가 우수하며, 수명이 반영구적이고, 관리가 용이하며, 특히 건축의 다른 디자인요소와 조화를 이룰 수 있는 장점<sup>103)</sup>을 갖고 있다. 여름철에 과열을 방지하고 냉방효과를 도모할 수 있는 방법으로써 차양장치, 자연환기와 함께 고려<sup>104)</sup>해야 한다. 자원순환형 녹색건축은 자연의 순환체계를 건축에 통합시킴으로써 건축을 하나의 인위적인 생태계를 이룰 수 있도록 한다. 최소의 필요 자원을 사용하고 사용한 자원을 그대로 혹은 형태만 바꾸어 재사용하며 남는 것은 화학적인 처리를 통하여 재활용하고 최소한의 폐기물을 처리하는 자원순환시스템의 적용이 필요하다.

이러한 조사 내용들을 바탕으로 경기도 맞춤형 녹색건축 조성 및 운영방안을 도출하였다. 경기도 녹색건축 인증 기준 및 지원체계 개발, 경기도 녹색건축 시범사업 개발 방향, 경기도 지역건축센터 설립 및 운영방안, 주민참여형 녹색건축 관리 및 홍보방향을 도출하였다. 맞춤형 녹색건축 조성을 위해 최우수 등급의 건축물 수를 증가시키고 인센티브, 인증제도를 다변화하여 관심도 증대 및 적용 가능한 사항 증대 등을 도모해야 한다. 경기도 녹색건축 시범사업을 발달시키기 위해 도시적 관점에서 효율적인 입지를 고려하고, 시설별 우선적 시범사업 선정, 시설별 요소기술 차별화 등이 적용되어야 한다. 경기도 지역건축센터의 설립 및 운영방안으로는 중앙과 지역의 차별화된 지역건축센터 조성을 통해 애매하게 중첩되었던 지역건축센터의 역할을 분리시켜주며, 중앙, 지역, 민간의 고른 분배를 통해 효율적으로 업무를 진행할 필요가 있다. 주민참여형 녹색건축 관리방안으로 건축협정 및 주민주체형 지역관리조직을 통해 녹색건축활동을 지원하며, 분산된 지역별 정보 및 홍보를 통해 인식도를 증진시킬 필요가 있다.

103) 차진영(2005), 『共同住宅의 環境親和的 리모델링 時 太陽에너지 시스템의 適用에 關한 研究』, 서울 : 中央大學校 大學院

104) 차진영(2005), 『共同住宅의 環境親和的 리모델링 時 太陽에너지 시스템의 適用에 關한 研究』, 서울 : 中央大學校 大學院





## 참고문헌

- 강수연 외(2007), Zero Emission Building의 요소기술에 관한 연구, 대한건축학회  
 경기도(2015), 『경기도 녹색건축물 조성계획』, 수원: 경기도  
 경기개발연구원(2011), 『경기도 저탄소 녹색도시 계획기준 연구』, 경기도  
 그린요소기술(2010), 현대산업개발 기술연구소 기술자료집  
 기후디자인 보고서, 현대산업개발 기술연구소 기술자료집  
 김동구 외(2015), 건물 부하 저감을 위한 패시브 디자인 최적설계, 대한설비공학회  
 김별(2012), 친환경 에너지 주택을 위한 패시브 디자인 요소와 방향에 대한 연구, 디  
 지털디자인학연구  
 김성임 외(2014), 패시브하우스 설계 기술을 고려한 공동주택의 냉난방 부하특성, 한  
 국태양에너지학회  
 김정곤 외, 독일 생태주거단지의 발전 단계별 지속가능성 분석과 단지설계 특성의 심  
 층사례 연구  
 김제하(2010), “화합물 반도체 CIGS 박막태양전지”, 『세라미스트』, 13(3) : 13-22.  
 남지현(2015), 『경기도 광역건축기본계획의 성과와 발전방안』, 수원: 경기연구원  
 노준석 외(2015), 설계초기단계에 적용 가능한 초고층건축물의 패시브디자인 계획요  
 소에 관한 연구, 대한건축학회 논문집  
 산업자원부(2004), 『신·재생에너지 이용 의무화를 위한 적용 모듈 개발 연구』, 과천  
 : 산업자원부  
 손창우 외(2007), 친환경, 생태 주거단지 계획 특성에 대한 연구  
 수원아이파크시티 자연환경 대상 보고서, 현대산업개발  
 수원아이파크시티 환경조경대상 브리핑자료, 현대산업개발  
 신성은 외(2010), 패시브 하우스의 디자인 기법과 기술 성능에 관한 연구

- 신영수, 조규만(2014) 그린 리모델링을 위한 적정 외피시스템 선정에 관한 연구, 2014 춘계학술발표대회 논문집
- 어영주 외(2013), 『CI(G)S 박막과 그 제조 방법, 및 이를 이용한 CI(G)S 태양전지와 그제조 방법.』, 한국에너지기술연구원
- 어영주 외(2013), 『고압력 셀렌화 공정을 이용한 CI(G)S 박막 제조 방법과 이를 이용한 태양전지.』, 한국에너지기술연구원
- 어영주 외(2013), 『성능이 향상된 CI(G)S 박막 제조 방법과 이를 이용한 태양전지.』, 한국에너지기술연구원
- 에너지경제연구원(2009), 『카자흐스탄 지역 분산형 전원 수요조사 및 자우너협력 연계 방안 연구.』, 지식경제부
- 원종서 외(2007), 저에너지 친환경 공동주택의 적용기술, 2007 춘계학술발표논문
- 윤경 외(2009), 『국내외 생태주거단지 사례 분석에 관한 연구』, 건축도시공간연구소
- 윤영빈 외(2014), 기후변화대응 에너지 저감형 주거단지 계획요소에 관한 연구, 한국 생태환경건축학회
- 이강복 외(2009), 탄소중립단지의 계획요소기술에 관한 연구
- 이강원, 손호웅(2016), 『지형 공간정보체계 용어사전』, 구미서관
- 이동윤 외(2009), 패시브 하우스의 에너지 절약기술 분석, 대한건축학회 논문집
- 이면주 외(2012), 건축물에너지절약요소기술 적용에 따른 단독주택 에너지 요구량 절감을 변화에 관한 연구, 대한건축학회 논문집
- 이명주, 국내 패시브건축물 설계 및 시공사례 발표자료, 명지대학교
- 이아영 외(2004), 상암 새천년주거단지 현상설계에서 나타나는 우리나라의 지속가능한 주거단지계획 적용특성, 대한건축학회
- 임성균 외(2005), 『지열냉난방시스템 실증연구』, 산업통상자원부
- 이종건 외(2016), 공동주택의 그린 리모델링을 위한 외피시스템 환경영향 DB 구축에 관한 연구
- 조동우 외(2013), 통합설계기법을 이용한 그린홈의 설계프로세스 개발 연구, 대한건축학회 논문집

추소연 외(2013), 패시브주택 초기설계단계에서의 건축설계요소 분석연구, 대한건축  
학회 논문집

한국건설기술연구원(2015), 건물외피 시스템의 그린리모델링 최적화 기술개발







## Method for Establishment and Management of Energy Reduction Green Buildings in Gyeonggi-Do

Recently, a number of international climate change conventions are being implemented. The Kyoto Protocol focuses on the Green-house gases reduction targets, the schedule for the reduction, and the participation of developing countries.

The establishment of energy reduction buildings has been important solution as the improvement of the living standard has caused the increased energy consumption of energy uses.

A definition of the green building set by law and ordinance is to increase the usage ratio for regenerative energy, to minimize the negative environmental influences and to offer the pleasant and healthy circumstances. In order to diminish the negative environmental effect, central government and municipal government are targeting to increase the reduction of GHS for industrial facilities as well as buildings and this will be continued by the spreading effort of green buildings for identical pilot project of green buildings.

In order to come up with the role for local architectural center of Gyeonggi province considering the current green construction technique, we analyzed the domestic and abroad examples on green building certificates, certificate authentication organization, architectural technology and current situations on Gyeonggi green certificate system.

Based on result of investigation, we suggested the development of green construction authentication standard for Gyeonggi, the way of the support system for development, the establishment of the green construction pilot projects and promotion of green construction for citizens and various users.

The green construction management of an operation plan, the citizen's participation method and the private and public collaborative relations are needed for activation of green construction and efficient operation on Gyeonggi province, And it is necessary to promote the way of diversifying incentives and the applicable certificate system to induce the citizen's interest and participation not a regulation but a benefit.

To avoid overlapping projects of administrative roles for green building centers focusing on central government policy, it is inevitable to rearrange the implemental strategy and optimize the role among local government, municipal and central government by the balanced distribution in local sites. It is desirable to develop the identical pilot projects by building use, facilities and representative element technology and to consider the appropriate way of decision making for location of projects in the perspective of utilization of urban resources.

**Keyword**

Energy Reduction Green Building, local architectural center, climate change

## 부록



## 녹색건축 진흥을 위한 산학연 협동 사례

- Solar Decathlon -

이 선 우

서울대학교, 이화여자대학교

### 제1절 Solar Decathlon<sup>1)</sup> 개요

Solar Decathlon은 미국의 DOE (Department of Energy)의 후원으로 2002년부터 개최되고 있는 친환경 주택 경진대회로서 대학의 건축 및 건축공학 관련 학생들을 주축으로 연구원, 교수 등의 전문가들로 구성된 팀이 친환경 주택의 기획·설계·시공에서부터 운영까지 건축 전반에 대한 과정을 통해 친환경 주택에 대한 10개의 컨테스트에 도전하는 대회이다. 10개의 컨테스트는 건축(architecture), 시장성(market potential), 건축기술(engineering), 의사소통(communication), 혁신성(innovation), 물의 이용(water), 건강 및 쾌적(health & comfort), 가전기기(appliances), 가정생활(home life), 에너지(energy)<sup>2)</sup>로서 개최지의 특징 및 시기에 따라 조금씩 변경된다. 각 팀이 구현하는 친환경 주택은 실물 크기의 태양열 주택으로 에너지 효율적 설계, 청정 에너지 기술, 스마트 홈 기법, 물의 절약, 전기 자동차, 지속가능한 건물 등에 대한 최신 기술과 건축 자재를 활용하여 디자인의 우수성, 기술 혁신성, 경제성 및 시장성, 에너지 및 물 효율성을 갖춰야 하며, 이를 가장 잘 융합하여 친환경 주택을 구현한 팀이 경진대회에서 우승하게 된다.

대회기간 준비기간에는 각 팀의 기술 검토를 위한 워크숍, 세미나, 컨퍼런스가 개최되고, 팀의 웹사이트와 SNS, 소식지 등을 통해 친환경 건물의 계획-

1) 본 글은 Solar Decathlon 공식 웹사이트의 내용을 바탕으로 작성되었음을 밝힙니다.

2) Solar Decathlon (International) 2017년 대회 기준

설계-시공에 대한 모든 과정이 참가자뿐만 아니라 모든 사람들에게 공유되며, 각 팀 별 친환경 주택에 적용된 에너지 효율적인 자재, 설비, 가전 등에 대한 목록 및 제조업체 정보를 홈페이지에 제공하게 된다. 또한 각 팀의 친환경 주택은 <그림 1>과 같이 마을을 이루어 시공되어 대회기간동안 일반인에게 전시되며, 동시에 팀별로 다채로운 이벤트를 진행함으로써 친환경 주택 및 관련 기술에 대한 홍보가 이루어진다.

각 팀의 친환경 주택은 대회 준비 기간부터 경진대회 기간까지 건축 설계, 환경, 구조, 시공, 마케팅 분야의 협업을 통해 구현되며, 이때, 건축 자재, 설비 및 가전 기기 등의 관련 업체의 물적·기술적 지원을 받게 된다. 이러한 전 과정은 대회를 주관하는 정부기관, 각 팀을 이루는 학교 및 연구기관, 마지막으로 각종 물적·경제적 자원을 지원하게 되는 업계가 함께하는 산학연의 대표적 협동 사례가 되고 있다.

<그림 1> Solar Decathlon이 진행되고 있는 Solar Village



자료 : Solar Decathlon 홈페이지(<https://www.solardecathlon.gov>)

## 1. Solar Decathlon의 목적 및 효과

Solar Decathlon은 미국 DOE의 가장 성공적인 정책 활동 중 하나로,

- 친환경-저에너지 제품 및 설계 기술이 제공하는 비용 절감 효과와 환경적 이익에 대한 학생과 대중에의 교육
- 일반 대중에게 에너지 효율적인 건축물과 기성의 재생 에너지 시스템을 결합한 주거의 쾌적성과 경제성을 선보일 수 있는 홍보
- 참가 학생들이 친환경-저에너지 분야의 인력으로서 성장할 수 있는 기회 제공
- 친환경 주택 관련 산업의 활성화
- 에너지 저감 및 친환경 주택에 대한 실제적 검증을 통한 관련 정책의 근간 마련을 목적으로 한다.

또한, 2002년 미국 DOE에 의한 Solar Decathlon이 개최된 이래로 사회적으로 아래와 같은 영향을 미치고 있다.

- 141개의 대학 팀이 참가하여, 에너지 효율적인 태양열 주택의 설계 및 시공을 위한 학제적·융합적 접근 수행
- 수천 명의 학생들을 위한 성공적인 교육 프로그램 및 인력 개발 기회로 세계적 명성 획득
- 18,000명 이상의 대학생들에게 긍정적인 영향 부여
- 미국 대회 성공으로 현재 Solar Decathlon Europe, Solar Decathlon China, Solar Decathlon Latin America and Caribbean, Solar Decathlon Middle East, Solar Decathlon Africa까지 확대 개최
- 대중 매체를 통한 언론 보도 및 웹사이트, SNS, 소식지 등의 각종 디지털 도구를 활용하여 친환경-저에너지 기술의 장점, 경제성, 활용성에 대한 대중 교육 등의 효과



## 2. Solar Decathlon의 규모 및 지역대회

Solar Decathlon은 2002년 미국 워싱턴 DC의 National Mall에서 미국과 푸에르토리코에서 출전한



14개의 참가로 최초로 개최되었다. 최초의 대회는 미국의 Department of Energy(DOE)와 국립재생에너지연구소(National Renewable Energy Laboratory)의 주체로 공공기관, BP Solar, The Home Depot, EDS (Electronic Data Systems) 등의 민간 업체 및 미국건축학회(AIA)의 지원 하에 이루어졌다. 이후 Solar Decathlon은 격년마다 개최되면서 참가국은 다양해지고 참가팀은 증가하였으며 업체 및 단체의 지원 또한 지속적으로 확대되고 있다. 또한 미국 Solar Decathlon의 성공과 함께 대회의 교육적, 사회적, 경제적 영향을 세계 여러 나라에서 인식하게 되면서 Solar Decathlon Europe, Solar Decathlon China, Solar Decathlon Latin America and Caribbean, Solar Decathlon Middle East, Solar Decathlon Africa로 지역대회가 개설되어, <표 1>과 같이 8개의 국가, 11개의 도시에서 12번의 대회가 개최되었으며, 앞으로 6개의 대회를 앞두고 있다. Solar Decathlon의 참가국은 총 50개국으로부터 300개 이상의 학교가 271개의 팀을 이루어 참가하였다. 또한 첫 대회는 10만 명 이상의 관람객이 친환경 주택의 경연장소인 Solar Village를 방문하였으며, 이후 지속적으로 대회 수만에서 수십만 명의 방문객이 대회기간동안 학생들의 친환경 주택을 관람하였다.

Solar Decathlon에 의해 이어지는 친환경 주택은 지역의 기후조건을 적극 활용하여 Zero energy house에서 더 나아가 Plus-energy house의 구현을 목표로 하고 있다. 따라서 미국에서만 개최되는 Solar Decathlon의 친환경 주택은 다양한 기후환경과 문화를 지니고 있는 지구촌 각 지역에서 활용하는 데 한계를 갖게 되어, 이를 극복하고자 현재까지 5개의 지역대회가 대륙별로 개최되고 있다.

## 1) Solar Decathlon Europe

Solar Decathlon Europe(이하 SDE)은 2007년 스페인과 미국 정부가 Solar Decathlon에 대한 상호 보완적 경쟁체제인 SDE를 만들기 위해 양해각서에 서명한 날부터 시작되었다. 스페인은 최초 개최지로



서 2010년과 2012년 두 차례의 대회를 개최하였고, 이후 2014년 프랑스에서 3차대회 이후, 현재 2019년 헝가리 대회를 앞두고 있다. SDE 2019는 유럽 건축물의 현실을 반영하여 현대의 건축 재료와 재생된 건축 재료의 혼용 및 현대 기술을 활용한 기존 건물의 리노베이션에 대한 시뮬레이션을 강조한다. 또한 신기술과 재료를 통합적으로 활용함에 있어 재실자 쾌적, 사계절에 유연한 설계, 건축적 품질 확보에 중점을 두고 있다.

## 2) Solar Decathlon China

2011년에 준비를 시작한 Solar Decathlon China(이하 SDC)는 2013년 중국 산시성의 다통시에서 첫 대회가 개최되었다. 11개의 국가, 31개 대학에서 총 20개 팀이 참가하였으며, 현재까지 대회 당시의 단지를 보존하고 있다. 이는 다른 Solar Decathlon이 건물의 해체까지를 경기의 과정으로 포함하는 것과 차이를 나타내는 것이다.



2013년 30만명의 관객을 동원했던 성공을 바탕으로, 중국 정부는 2018년 산둥성의 Dezhou시에서 개최되는 2차 대회를 통해 중국 시장에 적합한 친환경 주택의 프로토타입을 확립하고자 하는 의지를 표명하였다. 기존 Solar Decathlon의 친환경 주택은 연면적 55~93m<sup>2</sup>, \$600,000 이하<sup>3)</sup>의 건축비용으로 건물의 규모 및 비용을 제한하였지만, SDC 2018에서는 연면적

3) 건축비용이 \$250,000 이하일 경우 경제성 항목을 만점으로 하여 \$600,000까지 점수가 점차적으로 감점됨.

120~200m<sup>2</sup>으로 주택 규모가 2배 이상 증가하였으며, 건축 비용에 대한 상한을 폐지함으로써 중산층 이상의 중국인들에게 보급 가능한 고급 친환경 주택의 표본으로 활용할 계획이다. 이는 중국의 주택보급 정책에 따른 것으로 대회가 끝난 뒤, 각 팀의 주택을 중국 정부가 매입하여 중국인들이 실제 거주하는 친환경 주택 단지의 모범 사례로 활용할 계획이며, 상위권에 입상한 팀의 주택은 중국 전역에 친환경 주택의 견본으로 제공될 예정이다.

### 3) Solar Decathlon Latin America and Caribbean



2014년 콜롬비아 정부의 제안으로 Solar Decathlon Latin America and Caribbean(이하 SDLAC)가 2015년 12월 Santiago de Cali에서 개최되었다. 중남미 지역의 6개 국가를 포함한 10개 국가의 20개 학교에서 참가한 SDLAC 2015의 성공으로 현재 SDLAC 2018이 준비 중이다. 중남미와 카리브해 지역의 기후 및 사회·문화적 특성에 적합한 친환경 주택의 솔루션에 중점을 두고 있는 SDLAC 2018은 저렴하고 이동이 불편한 거주자의 요구를 충족시킬 수 있으며, 밀도가 높은 도시지역에 적합하고 중남미 지역의 천연자원을 효율적으로 이용할 수 있는 주택에 중점을 둔다.

### 4) Solar Decathlon Middle East & Solar Decathlon Africa

아직까지 개최된 바 없는 Solar Decathlon Middle East와 Solar Decathlon Africa는 각각 2018년과 2019년의 대회를 준비



중에 있다. 중동지역과 아프리카 지역의 기후 및 문화를 고려하였을 때, 기존 Solar Decathlon의 친환경 주택과 구별되는 독특한 결과물을 기대할 수 있다.

〈표 1〉 Solar Decathlon 개최 이력 및 역대 우승팀

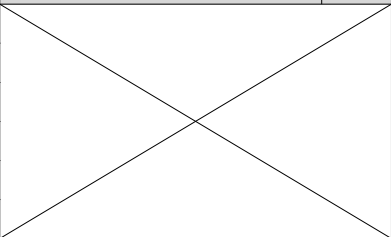
지역대회	개최 년도	개최지	참가팀	참가 국	우승팀
Solar Decathlon (International)	2002	Washington, D.C.	14	2	University of Colorado (USA)
	2005		18	4	University of Colorado (USA)
	2007		20	5	Technische Universität Darmstadt (Germany)
	2009		20	4	Technische Universität Darmstadt (Germany)
	2011		19	5	University of Maryland (USA)
	2013	Irvine, California	19	4	Vienna University of Technology (Austria)
	2015		14	6	Stevens Institute of Technology (USA)
	2017	Denver, Colorado	13	3	-
Solar Decathlon Europe	2010	Madrid, Spain	17	9	Virginia Polytechnic Institute & State University (USA)
	2012		18	11	École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble (France)
	2014	Versailles, France	20	15	Università Degli Studi di Roma TRE (Italy)
	2019	Szentendre, Hungary	-		
Solar Decathlon China	2013	Shanxi, China	20	11	University of Wollongong (Australia)
	2018	Dezhou, China	22	11	-
Solar Decathlon Latin America and Caribbean	2015	Santiago de Cali, Colombia	15	10	Universidad ORT Uruguay (Uruguay)
	2018		-		
Solar Decathlon Middle East	2018	Dubai, United Arab Emirates	22	16	-
Solar Decathlon Africa	2019	Morocco	-		

제2절 Solar Decathlon의 경기 규칙 및 평가<sup>4)</sup>

1. 10개의 경기 (10 Contests)

Solar Decathlon은 대회 기간 동안 학생들이 주체가 되어, 총 10개로 구성된 경기의 미션을 수행하며, 미션의 성공 여부에 따라 점수를 획득하는 방식으로 진행된다. 대회가 끝나면 각 팀이 획득한 점수를 합산하여 최대 득점을 한

<표 2> 10개의 경기

No.	경기	배점	하위 경기	배점	평가
1	Architecture	100			심사위원 평가
2	Market Potential	100			
3	Engineering	100			
4	Communications	100			
5	Innovation	100			
6	Water	100			
7	Health and Comfort	100	Temperature	55	측정 평가
			Humidity	25	
			Indoor Air Quality	10	
			Air Tightness	10	
8	Appliance	100	Refrigerator	8	
			Freezer	8	
			Clothes Washer	10	
			Clothes Drying	20	
			Cooking	12	
			Hot Water	42	
9	Home Life	100	Lighting	30	
			Home Electronics	10	
			Dinner Party	10	
			Game Night	5	
			Commuting	45	
10	Energy	100	Net Zero Energy	60	
			Energy Value	40	

4) Solar Decathlon 2017의 규칙을 기준으로 서술하였으며, 지금까지의 경기 규칙과 달라진 부분은 별도로 그 내용을 기재하였음.

팀이 우승을 하게 된다. 10개의 경기는 <표 2>와 같이 Architecture(건축), Market Potential(시장성), Engineering(공학기술), Communications(소통), Innovation(혁신성), Water(물), Health and Comfort(건강과 쾌적), Appliance(가전기기), Home Life(가정생활), Energy(에너지)로 구성되며, 이중 건강과 쾌적, 가전기기, 가정생활, 에너지 경기는 하위 세부 경기를 갖는다.

평가는 각 경기당 100점씩 배점되어 총점은 1000점이 되며, 건축, 시장성, 공학기술, 소통, 혁신성, 물에 대한 평가는 심사위원에 의해 이루어지며, 건강과 쾌적, 가전기기, 가정생활, 에너지 항목에 대한 평가는 측정 데이터를 기반으로 미션 성공 여부에 따라 이루어진다. 경기 종료 시 각 팀이 10개의 경기에서 받은 점수를 모두 합산하여 종합순위가 결정된다. Solar Decathlon을 통해 이루어지는 10개의 경기에 대한 평가 기준 및 항목은 다음과 같다.

### 1) 건축(Architecture)

심사위원에 의한 평가가 이루어지는 경기는 총 6개로서, 각 평가에 해당되는 분야의 전문가로 구성된 심사위원 그룹이 건축, 시장성, 공학기술, 소통, 혁신성, 물 항목에 대한 평가를 수행한다. 평가는 건축도면, 시공 상세도면,

<그림 2> SD 2017에 출품된 친환경 주택의 concept rendering



자료 : Solar Decathlon 홈페이지(<https://www.solardecathlon.gov>)

동영상 프리젠테이션, 평가항목별로 제출된 설명서, 시공 완료한 친환경 주택에 대한 walk-through 평가 기법을 통해 이루어진다.

건축(Architecture)은 건축 계획 및 설계 측면에서 건축적 개념에 대한 일관성, 장점, 통합 및 구현에 대한 종합적인 평가가 이루어진다. 건축 부분의 심사위원은 각 팀의 건축적 개념 및 아이디어가 일관적이고 명확하게 친환경 주택에 표현됨을 평가하는 디자인 평가, 건축적 개념이 주택 내 각종 시스템 기술과 연계되어 구현됨을 평가하는 기술 통합성 평가, 또한 사진, 다이어그램, 그래프 등의 이미지와 동영상 등의 디지털 기술을 활용하여 방문객에게도 각 팀이 설정한 친환경 주택에 대한 개념을 효과적으로 전달하고 있는지를 평가하는 프리젠테이션 평가가 이루어진다.

디자인 평가는 친환경 주택이 학생들이 제작하고 설치한 건물이지만 전문적으로 시공된 건축물의 성능을 기준으로 설계, 상세, 시공 측면에서 평가된다. 즉, Solar Decathlon의 친환경 주택은 임시로 시공된 뒤 철거되는 가건물이 아닌, 기존 주택이 갖고 있는 구조 안전성, 내구성, 거주 편의성, 쾌적성 등의 모든 기능을 포함하고 있는 건물이 되어야 한다.

또한, 디자인과 기술의 연계 부분에 있어서, 친환경 주택의 공간과 구조, 외피에 대한 통합적 구현, 자연채광의 활용 및 자연환기 성능 확보, 친환경 건축자재의 활용, 에너지 생산 및 소비 효율성을 높이기 위한 디자인적 고려, 마지막으로 참가팀의 지역에서 Solar Village까지 친환경 주택을 운송하고 짧은 시간 내에 시공을 완료하기 위한 친환경 주택의 운송 및 시공 전략에 대한 평가가 세부적으로 이루어진다.

## 2) 시장성 (Market Potential)

Solar Decathlon은 친환경 주택의 계획, 시공, 운영이 아마추어인 학생들에 의해 이루어지는 대회이지만, 학생들의 독창적인 아이디어와 연구자의 혁신적 기술을 통해 미래의 친환경 주택 산업의 방향을 제시하고 친환경 주택 산업의 시장성을 확인함과 동시에 다수의 일반인이 관람객이 되어 친환경 주택을 직접 방문하고 체험하면서 친환경 주택에 대한 관심을 고취시킬 수 있다

는 점에 있어서 사회와 산업에 미치는 영향은 매우 크다고 할 수 있다. 이러한 측면에서 시장성(Market Potential) 평가는 친환경 주택을 대상으로 각 팀이 설정한 주택 수요층에 대한 디자인 적합성과 주택 시장에 미칠 수 있는 잠재적 영향성에 대하여 주택 산업 전문가들로 구성된 심사위원회에 의해 이루어진다.

각 팀은 친환경 주택의 계획에 앞서 거주자의 지역, 직업, 수입

등을 포함한 최소한의 조건을 설정하고 설정된 거주자를 위한 주택을 계획하게 된다. 시장성에 대한 평가는 시장성(Market Potential), 거주성(Livability), 비용 효율성(Cost Effectiveness), 시공성(Buildability) 항목으로 구성되는데, 시장성은 친환경 주택의 설계 및 시스템 요소가 가정용 에너지 효율 및 재생에너지 산업에 긍정적인 영향을 미쳐야 하며, 주택, 재료, 기기 등이 주택 수요층에게 효과적으로 관심을 끌 수 있도록 건물의 내관과 외관을 구성하고, 각 팀이 설정한 친환경 주택의 지속가능한 기능과 전략이 주택 시장에 긍정적인 기여를 해야 한다고 요구한다.

거주성은 주택 내 세부적인 요소들이 거주자들에게 안전성, 기능성, 편의성, 쾌적성과 즐거움을 제공할 수 있어야 하며, 이를 위해 조명 등의 각종 기기에 대한 제어 성능을 요구한다. 비용 효율성<sup>5)</sup>은 주택이 대상 고객에게 비용 효율적인 가치를 어느 정도 제공하는지를 평가하며, 주택을 설계하고 시공하는 단계에서 비용에 대한 고려가 합리적으로 이루어졌는지 검토하게 된다. 마지막으로 시공성은 친환경 주택의 보급을 위하여 시공 시 까다로운 공법을 지양하며, 시공성 확보를 위해 각종 시방서와 구체적인 실시도면을 평가한다.

### 3) 공학기술 (Engineering)



<그림 3> 시장성 평가에서 ‘surf shower’ 시스템을 설명하는 장면 (Team Orange County, SD 2015)

5) 과거의 Solar Decathlon 대회에서는 비용평가(Affordability) 경기를 통해 비용적인 측면만을 따로 평가하였지만, 2017년 대회부터 이 항목이 시장성 평가 항목에 흡수되어 비용 평가가 시장성 평가와 함께 이루어지고 있다.



공학기술(Engineering)은 공학자로 구성된 심사위원이 친환경 주택의 디자인에 대한 공학적 장점과 이행 정도를 평가한다. 심사위원은 공학적으로 독창적인 설계의 시도, 공학 분야 연구 결과의 적용, 융합 기술의 도입, 시장 선도 기술과 디자인의 통합 구현을 평가하며, 설계 의사결정 시 에너지 모델링 및 분석의 적용 여부를 검토한다. 건물 외피와 냉난방 시스템의 적정 실내 온도, 습도, 표면온도 등의 유지를 통한 거주자의 쾌적성이 확보되어야 한다. 또한, 공학 기술의 구현에 따르는 에너지 소비량에 대한 적절성, 주택의 유지관리, 수명, LCC, 건물의 단열, 결로 방지를 위한 외피 디자인과 재료의 적절성을 검토한다.



〈그림 4〉 공학기술 평가 시 심사위원에게 기계실을 설명하는 장면 (Team CAL POLY, SD 2015)

공학 기술 평가는 도면과 시방서의 정확성, 완벽성, 명료성과 함께, 전문적이고 정확한 방법에 의한 에너지 모델임을 검토하고 마지막으로 이러한 공학 기술 관련 사항들이 디자인에 얼마나 효과적으로 반영되었는지, 또한 Solar Decathlon이 개최되기 전 예비 평가 여부를 통해 이루어진다.

#### 4) 소통 (Communications)

소통(Communications) 전문가들로 이루어진 심사위원들은 각 팀이 소통 전략, 소통을 위한 결과물, 대중에 대한 교육, 정보전달, 관심 향상 등에 어떠한 노력을 했는지를 중점적으로 평가한다. 각 팀은 포괄적이고 일관된 소통 전략을 전달하기 위해 팀의 소통을 위한 각종 자료와 활동이 효과적으로 작동되어야 하며, 설정된 주택 수요층 및 대중에게 팀의 목표가 명확히 전달되어야 한다. 또한 각 팀의 전략은 창조성, 독창성을 갖고 성공적으로 구성되어 팀의 목적과 최종 목표에 부합되어야 한다.



(a) 팀 유니폼 및 모자



(b) 전시에 활용된 패널 및 브로셔

<그림 5> Communication 부문 자료 (Team UOW, SDC 2013)

각 팀은 대회 준비가 시작되는 1년 전부터 각종 SNS와 블로그, 웹사이트 등을 통해 대중에게 친환경 주택에 대한 정보를 전달하고 대중의 관심을 유도한다. 이러한 소통이 보다 효과적으로 이루어지기 위해 팀과 친환경 주택에 대한 브로셔 및 UCC 제작, e-mail을 통한 소식지 배포, 지역 신문 및 방송을 통한 홍보활동이 이루어지며, 동시에 팀의 지역에서 일반인을 대상으로 하는 각종 세미나 및 공청회를 개최하여 친환경 건축에 대한 교육을 실시한다.

대회 기간에는 Solar Village를 일반 대중에게 공개하여 일반인이 친환경 주택을 관람하고 체험할 수 있도록 참가 학생들의 가이드 활동이 이어진다. 시공된 주택 내에는 친환경 주택의 건축적 개념부터 디자인, 적용 기술 등에 대한 내용이 패널과 모델, 동영상으로 전시되며, 각 팀별 이벤트를 개최함으로써 관람객의 방문을 유도한다. 각 팀은 다수의 관람객의 방문과 그에 따라 길어질 수 있는 대기시간을 대응할 수 있는 전략을 제시해야 하며, 티셔츠, 모자, 머그컵, 열쇠고리 등, 기념품을 제작·판매하는 수익사업도 진행한다.

## 5) 혁신(Innovation)

혁신(Innovation)에 대한 평가는 업계 전문가로 구성된 심사위원회에 의해 각 팀의 개념, 접근 방식, 연구, 디자인, 구현 및 실행에 대한 혁신성을 통해

이루어진다. 기존 주택 및 친환경 건축에서 볼 수 없었던 혁신적 아이디어를 다양한 방법으로 구현할 것을 요구한다. 주택의 계획 및 설계 과정에 있어서 연구를 통해 발견된 새로운 내용을 다양한 분석 및 공동작업을 통해 적용하고, 각 팀의 주택에 패시브 전략과 건축 재료의 선택, 생애주기, 지역적 특성 반영을 위하여 지속가능한 디자인, 상세, 제품과 성능을 친환경 주택으로 통합하는 과정을 기대한다.

기존 주택 시장의 요구나 요구와 바램을 충족시키기 위하여 혁신적인 디자인과 접근방법을 제시하고, 이와 같은 혁신성은 장기적으로 환경적, 사회적, 문화적 상업적 잠재력을 지니고 있어야 한다. 또한 거주성 확보를 위한 주택 내 설비 시스템(active system)과 친환경 시스템(passive system)의 효과적 활용, 새롭고 독창적이며 비정형적인 디자인 솔루션의 제시가 필요하며, 주택의 내구성 및 거주자 안전성 확보를 위한 혁신적 아이디어를 요구한다. 이러한 혁신성은 팀의 미션, 전략, 최종 목표와의 관련되어 일관성을 지녀야 한다.

## 6) 물(Water)

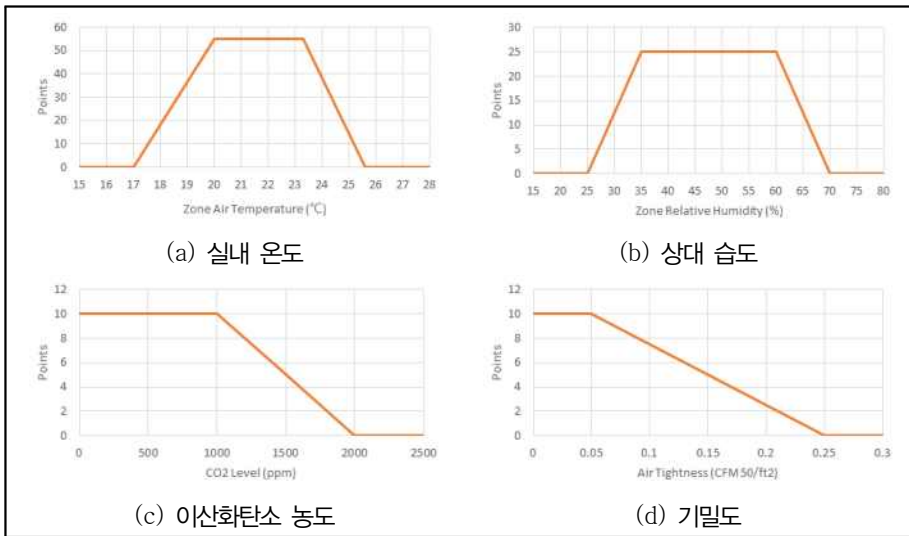
물(Water)에 대한 평가는 물의 관리, 사용, 재사용에 대한 항목으로, 물의 소비를 절감하기 위한 주택 디자인과 시스템 요소를 평가하고 물의 예상 사용량을 시뮬레이션을 통해 기존 주택과의 비교함으로써 그 효과를 예측하도록 한다. 또한 물의 소비량 절감을 위하여 우수 및 중후 활용과 같은 물의 재사용 전략에 대한 적정성과 효율성을 평가한다. 또한 물의 재사용 시 건강과 안전을 위한 물의 처리방법을 검토한다. 또한, 주변 기후와 설계 조경과의 적합성, 구조와의 조화, 에너지 효율성, 유지관리성, 사이트 내 물의 흐름과 관계법에 대한 조경 디자인을 식재의 기능과 물의 사용 측면에서 평가한다.

물에 대한 평가는 2017년 대회에 새롭게 추가된 항목으로, 최근 지구 온난화 및 이상기후로 인한 가뭄 및 홍수와 관련하여 주택 내 물의 보존 및 처리 기술의 중요성에 대한 사회적 요구를 반영한 것으로 판단된다.

## 7) 건강과 쾌적(Health and Comfort)

건강과 쾌적(Health and Comfort)에 대한 평가는 실내 온도, 습도, 공기 질, 기밀도 평가로 이루어진다<sup>6)</sup>. 건강과 쾌적 항목은 주체측이 지정한 위치에 설치된 센서로부터 측정된 데이터와 기준값 비교를 통해 점수를 획득하게 되는데, 각 팀은 기준에 적합한 실내 온도, 습도, 공기질을 만족시키기 위하여 냉난방 및 환기를 수행한다. 이때 소요되는 에너지는 에너지 소비량 평가 시 합산되기 때문에 건축 설계 시 패시브 시스템을 활용한 최적 온습도 및 공기질 유지 전략을 구현하며, 패시브 시스템만으로 기준 범위 내 유지가 어려운 경우 별도의 설비 기기를 활용하여 미션을 수행하게 된다. 건축 설계 시 적정 실내 온도, 습도, 공기질, 기밀도 유지를 위하여 친환경 주택은 고단열성과 고기밀성을 확보함과 동시에, 외기를 활용한 자연냉방 및 자연환기 시스템이 구축되어야 한다. <그림 6>은 건강 및 쾌적 경기의 평가항목별 배점을 함수로 나타낸 것이다.

#### 8) 가전기기 (Appliances)



<그림 6> 건강 및 쾌적 경기의 평가항목별 배점 함수

- 6) Solar Decathlon 2015까지는 실내온도와 습도에 대한 평가만이 이루어졌으나, 최근 대기 오염과 관련하여 대회가 개최되는 지역의 기후 및 대기 특성에 따라 공기질과 기밀도 항목이 추가되었다. Solar Decathlon China 2018는 실내온도, 습도, CO<sub>2</sub> 농도, PM2.5에 대한 평가가 이루어질 예정이다.



〈그림 8〉 가전기기 성능 평가 (SD 2015)

생활의 편리성 확보를 위하여 주택 내에는 각종 가전 기기를 갖추게 된다. 주택 내 가전 기기는 거주자가 요구하는 기능을 최소한의 에너지 소비를 통해 가동되어야 한다. Solar Decathlon은 주택 내 필수 가전기기로 냉장고, 냉동고, 세탁기, 건조기, 조리기구, 급탕기를 지정하여 각 기기의 최소 기능을 대회 기간 동안 평가한다.

냉장고와 냉동고는 보관성능을 적정 온도 유지성능으로 평가하며, 평가의 공정성을 위하여 냉장고와 냉동고의 크기는 각각 127l, 57l 이상으로 제한한다. 세탁기의 성능은 주최측에서 제공하는 6개의 수건을 주어진 시간 내에 세탁하는 것으로 평가하며 건조기의 성능은 젖은 수건을 주어진 시간동안 건조한 후 무게를 측정하여 건조 수건의 무게에 대한 비율로서 평가한다. 음식의 조리를 위한 조리기 성능은 2.268kg의 물을 정해진 시간동안 끓여서 증발된 양으로 평가하며, 급탕은 최소 56.8ℓ의 온수를 10분동안 공급 가능해야 하며, 이 때, 온수의 온도를 기준으로 평가가 이루어진다.

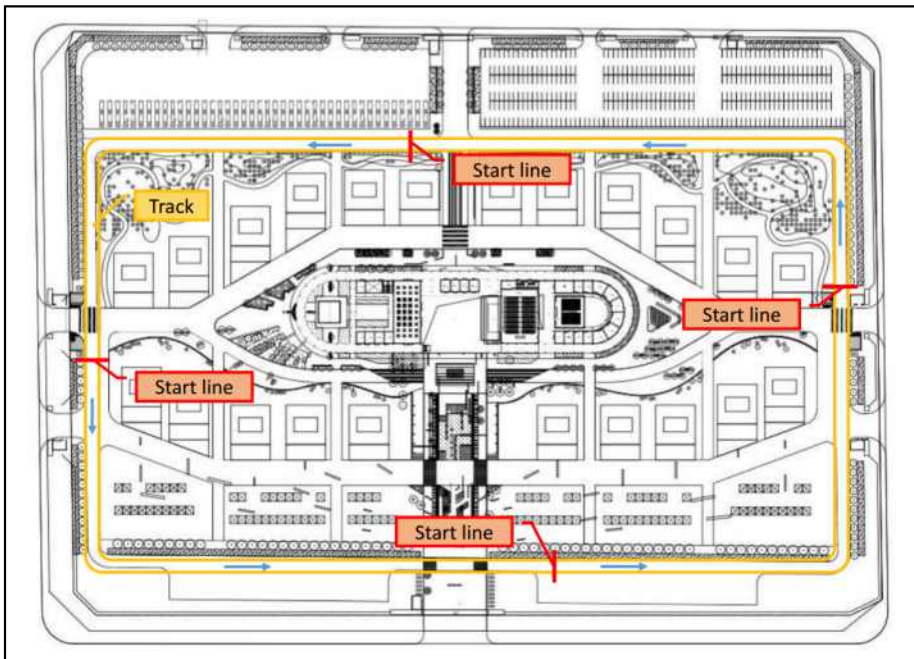
본 경기에 사용되는 가전기기는 각 팀이 자국으로부터 운송 후 설치한 것으로 각 기기에 대한 비용 및 성능, 제조사에 대한 정보가 포함된 설명서를 제출해야 한다. 다양한 국가에서 출전한 각 팀은 자국 가전기기 업체의 제품을 평가에 활용하여 기기의 성능과 에너지 소비량을 평가받음으로써 자국의 가전 기기를 홍보할 수 있는 기회를 얻게 된다. 이는 가전기기에 대해서만 국한되는 것이 아닌 친환경 주택에 설치되는 각종 기기에 해당되는 내용으로 Solar

Decathlon이 단순한 건축 경진대회가 아님을 나타내는 부분이라 할 수 있다.

### 9) 가정생활 (Home Life)

가정생활(Home Life)을 보다 즐겁고 풍요롭게 영위하기 위한 평가항목으로서 조명, TV와 컴퓨터의 사용, 디너파티, 게임나이트, 전기 자동차에 대한 평가가 이루어지는 경기이다. 조명에 대한 평가는 인공조명에 의한 실내 조도가 300lux 이상으로 유지되어야 하며, 100lux 미만이 될 경우 점수를 획득하지 못하게 되는 것으로, 조도는 주택 내 두 지점, 바닥으로부터 1m 높이에서 측정된다. TV와 컴퓨터의 사용 평가는 최소 27inch 이상의 TV와 15inch 이상의 모니터를 포함하는 컴퓨터를 활용하여 주최측에서 제시한 과제를 제출하는 형식으로 이루어진다.

디너파티는 대회 관리자와 타 팀 소속의 학생을 초대하여 사전에 준비한 자국의 음식을 직접 조리하여 대접하는 행사로서, 음식은 코스요리로 준비되며, 각 음식



<그림 10> 전기자동차 주행을 위한 Solar Village 내 순환도로 (SDC 2018)



에 대한 영양 구성표와 재료 목록이 메뉴판과 함께 제공되어야 한다. 디너파티는 팀 사이트 내에서 이루어지며, 초의 사용과 음주를 금지하고 요리를 위한 식자재 및 음료의 보관, 위생관리 등에 대한 평가도 함께 이루어진다. 게임나이트는 타 팀 소속의 학생과 대회 관리자를 초대하여 주택 내에서 보드게임 또는 카드게임을 하면서 점수를 획득하는 미션이다.



〈그림 11〉 전기자동차의 주행 평가  
(SD 2015)

전기자동차는 화석 연료가 아닌 전기를 사용함으로써 친환경 운송수단으로 평가되고 있다. Solar Decathlon은 전기자동차의 친환경성과 수요 증가를 고려하여 친환경 주택 내 전기자동차의 충전시설을 의무적으로 갖출 것을 요구한다. 전기자동차는 각 팀의 사이트 내 주차되며, 야간 충전을 완료한 뒤 대회 기간 동안 5회에 걸쳐 75분내 40km 주행 미션을 실시한다. 주행은 Solar Village의 주변도로 또는 사이트 내 순환도로에서 이루어지며, 전기 자동차의 충전은 주택 내 충전 시스템에서만 가능하다.

## 10) 에너지 (Energy)

2002년 제정된 독일의 건축물 에너지 설계 기준에 따르면 저에너지 건물의 기준을 7l 하우스로 정의하고 있으며, 2013년 EU에서 의무화 된 패시브 하우스의 기준은 약 1.5l 하우스로 정의된다<sup>7)</sup>. 최근 저에너지 친환경 주택은 신재생 에너지의 적극 도입으로 제로에너지 하우스를 지향하고 있으며, 더 나아가 플러스 에너지 하우스를 추구하고 있다.

Solar Decathlon 역시 사이트 내에서 생산되는 신재생에너지만으로 주택 내 소비되는 에너지량을 모두 충족시키는 것에서 더 나아가 플러스에너지 하우스의 성능을 요구한다. 에너지(Energy) 항목의 평가는 에너지 생산과 에너지 비용으로

7) <http://passivehouse.com/>

이루어지는데, 에너지 생산 평가는 에너지 균형(energy balance)에 초점을 두어 평가기간동안 팀의 주택 내 에너지 생산량에서 소비량을 감한 값을 기준으로 평가가 이루어진다. 각 팀은 주택 내에서의 에너지 소비량을 예측하여 그에 상응하는 에너지 생산량을 산출한 뒤, Solar Village의 일사 조건과 PV 패널의 에너지 생산 효율을 고려하여 에너지 발전 설비를 갖추게 되는데, 이 평가에서는 에너지 생산량이 소비량 이상이 될 경우 만점을 받게 된다.



<그림 13> Solar panel의 설치  
(Team CLEMSON, SD 2015)

지금까지 Solar Decathlon에 서는 에너지 생산량과 소비량을 고려한 순 에너지 밸런스(Net electrical energy balance)만으로 에너지 평가가 이루어져왔다. 그러나 Solar Decathlon 2018부터 생산되고 소비되는 에너지를 피크 시간을 고려한 에너지 단가를 기준으로 환산하여 에너지 비용으로 평가하는 항목이 신설되었다. 이는 전기에너지의 경우 피크 부하 저감필요성에 의하여 소비시간에 대한 고려가 필요함을 반영한 것으로 판단된다. 주최측에서는 <표 3>과 같이 피크 시간을 고려한 에너지 비용 단가를 제시하고 있다. 에너지 사용이 증가하는 시간대의 경우 에너지 생산 단가와 소비단가가 증가하며, 에너지 소비가 적은 야간의 경우 에너지 생산량에 대한 비용이 설정되지 않은 것을 알 수 있다.



〈표 3〉 에너지 비용 단위

구분	Off-Peak	Morning -Peak	On-Peak	Afternoon- Peak	Off-Peak
시간	0:00-7:00	7:00-13:00	13:00-19:00	19:00-22:00	22:00-24:00
에너지 소비 단위 (\$/kWh)	0.05	0.12	0.45	0.15	0.05
에너지 생산 단위 (\$/kWh)	0.00	0.05	0.20	0.08	0.02

〈표 4〉 측정 평가 경기 내용

측정 평가 경기	하위 경기	경기 내용
건강과 쾌적	실내 온도	실내 온도 20~23.3°C 유지
	실내 습도	실내 상대습도 35~60% 유지
	실내 공기질	CO2 농도 1000ppm 이하 유지
	기밀도	기밀도 0.05 CFM 50/ft2 이하 유지
가전 기기	냉장고	냉장실 온도 1~4°C 유지
	냉동고	냉동실 온도 -29~-15°C 유지
	세탁기	Contest 주간 동안 8 load 세탁 (1 load = 목욕 수건 6개)
	건조기	Contest 주간 동안 8 load 건조 (1 load = 목욕 수건 6개)
	조리(렌지)	Contest 주간 동안 5 task 조리 (1 task = 2시간 내에 물 5lb 끓이기)
	급탕	Contest 주간 동안 16 water draw (1 draw = 10분 내에 43°C 물 56.8L 공급)
가정 생활	조명	야간 실내 점등 시 실내조도 300lux 이상 유지
	가전 기기	특정 시간대에 TV 및 컴퓨터 가동하여 과제 실시
	디너 파티	Contest 주간 동안 디너 파티 2회 (8명 이내)
	게임 나이트	3팀에서 각각 2명의 학생과 VIP를 초대하여 보드/카드게임 실시
	전기 자동차	Contest 주간 동안 40km씩 5회 주행
에너지	Net Zero Energy	Contest 주간 동안의 전기에너지 소비량 이상 생산
	Energy Value	Contest 주간 동안 전기에너지 175kWh 미만 소비

Health and Comfort(건강과 쾌적), Appliance(가전기기), Home Life(가

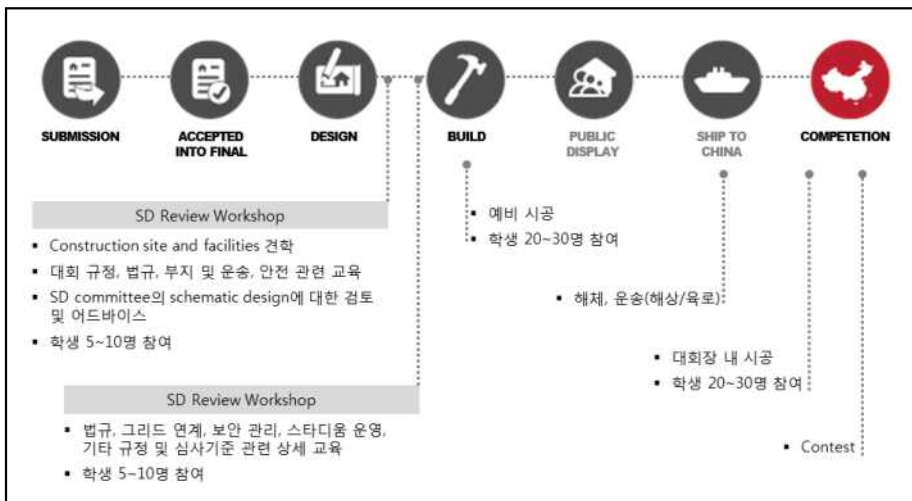
정생활), Energy(에너지) 경기의 하위 측정 항목들의 점수는 데이터 로거와 연결된 센서의 측정 내용을 통해 자동적으로 부여된다. 대회가 개최되기 전 주최측은 측정에서 사용될 기기들의 목록을 제공하며 모든 팀은 동일한 기기를 사용하여 경기에 임하게 된다. 모든 팀은 본 대회에 참가하기 전 컴퓨터 시뮬레이션과 사전 실험을 통해 측정 경기를 준비하게 되며, 경기 스케줄에 맞춰 대회 기간 동안 각 미션을 수행하게 된다. <표 4>는 4개 경기의 하위 측정항목 및 경기 내용을 요약한 것이다.

## 2. 규칙 (rules)

다양한 국가에서 출전한 팀이 1년여의 준비기간을 거쳐 대회를 치르게 되는 Solar Decathlon은 수천 명의 참가인원, 수만 명의 관람객, 수백억 원의 예산이 들어가는 행사인 만큼 엄격한 규칙과 기준을 제시하고 있다. 대회가 개최되기 전 주최 측은 공식 웹사이트를 통해 대회의 규칙(Solar Decathlon Rules)을 배포하고 관련 기준(Solar Decathlon Building Code)을 공지한다. 대회에서 적용되는 기준은 International Code Council (ICC)의 International Residential Code (IRC)와 National Fire Protection Agency (NFPA)의 National Electric Code (NEC)를 따른다<sup>8)</sup>. Solar Decathlon의 대회 관리자는 모든 규칙의 해석에 대한 궁극적인 권한을 갖고 있으며, 규칙 해석 시 DOE와의 논의를 거치게 된다.

### 1) 대회의 일정 및 진행

Solar Decathlon은 2년 정도의 준비기간을 거쳐 대회가 치러진다. 대회의 개최가 결정이 되면, 미국의 Department of Energy (DOE)와 Energy



〈그림 14〉 대회의 준비 절차

8) U.S. Department of Energy Solar Decathlon 2017 Building Code, p.1.

Efficiency and Renewable Energy (EERE)은 각 대학에 초대 메일을 보내게 되며, 참가팀이 결정되면 Solar Decathlon의 공식적인 준비가 시작된다. 대회가 준비되는 기간에는 다양한 방법을 통해 참가팀과 대회 조직위원회 간의 소통이 이루어진다. 참가팀이 세계 각지에 흩어져 있기 때문에, 대부분의 소통은 온라인을 통해 이루어지는데, 모든 참가팀과 조직위원회는 Project group<sup>9)</sup>과 e-mail 통해 공지사항과 파일을 공유하며, conference call, webinar를 통해 상호 협의와 토론의 장을 마련한다. 또한 오프라인 상으로 약 2회의 workshop을 개최하여 대회 규칙과 친환경 주택 기술을 공유하며, 팀 참가자들 간의 교류의 시간을 갖는다. Solar Decathlon은 정해진 기간 안에 시공을 완료한 뒤, 일정에 맞춰 10개의 경기를 치러야 하는 만큼 사전 준비가 철저하게 이루어진다. 각 팀은 각자의 지역에 예비 시공을 하여, 참가 학생들에 주택의 시공에 익숙해 질 수 있도록 교육을 실시하며, 시공 상의 문제점을 확인하여 개선하고, 본 대회기간 동안 치러지는 측정경기에 대한 모의 테스트를 통해 주택의 성능을 검토한다.



<그림 15> 시공 절차 (Team UOW, SDC 2013)

9) 온라인상의 그룹 커뮤니티 플랫폼. Solar Decathlon 2017 : <https://sd2017.groups.io>

SUNDAY	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY
DAY 0 - SEPT 27 REGISTRATION (9:30 a.m. - 5:00 p.m. @ 50 pax) ALL TEAM MEETING (9:30 a.m. - 10:00 a.m.)	DAY 1 - SEPT 28 REGISTRATION (7:00 a.m. - 1:00 p.m. @ 50 pax) STAND-ALONE ASSEMBLY (Stages at 7 a.m.)	DAY 2 - SEPT 29 REGISTRATION (8 a.m. - 12 a.m.) STAND-ALONE ASSEMBLY	DAY 3 - SEPT 30 RMPOUND (8 a.m. - 12 a.m.) STAND-ALONE ASSEMBLY	DAY 4 - OCT 1 RMPOUND (8 a.m. - 12 a.m.) STAND-ALONE ASSEMBLY	DAY 5 - OCT 2 RMPOUND (8 a.m. - 12 a.m.) STAND-ALONE or GRID-TIE ASSEMBLY (Grid systems at 10:00 p.m.) STAND-ALONE or GRID-TIE ASSEMBLY AVAILABLE	DAY 6 - OCT 3 RMPOUND (8 a.m. - 12 a.m.) STAND-ALONE or GRID-TIE ASSEMBLY
DAY 7 - OCT 4 RMPOUND (8 a.m. - 12 a.m.)	DAY 8 - OCT 5 RMPOUND (8 a.m. - 12 a.m.) STAND-ALONE or GRID-TIE ASSEMBLY	DAY 9 - OCT 6 RMPOUND (8 a.m. - 12 a.m.) GRID-TIE ASSEMBLY (Grid systems at 10:00 p.m.) FINAL SITE CLEANUP, STAGING AND SIGNAGE (8 a.m. - 12 a.m.)	DAY 10 - OCT 7 RMPOUND (12 a.m. - 7 a.m. @ 5 a.m. - 10 a.m.) REST DAY MEDIA PREVIEW (11:00 a.m. - 12:30 p.m.) OPENING REHEARSAL (8 a.m. - 9:30 a.m.) TEAM OPEN HOUSE (9:00 p.m. - 10:00 p.m.) OPENING RECEPTION (10:00 p.m. - 11:00 p.m.)	DAY 11 - OCT 8 RMPOUND (12 a.m. - 7 a.m. @ 5 a.m. - 10 a.m.) CONTESTS (11:00 a.m. - 12:00 p.m.) ALL TEAM PHOTO (9:30 a.m. - 9:45 a.m.) OPENING CEREMONY (10:00 a.m. - 11:00 a.m.) PUBLIC EXHIBIT (11:00 a.m. - 12:00 p.m.)	DAY 12 - OCT 9 RMPOUND (12 a.m. - 7 a.m. @ 5 a.m. - 10 a.m.) CONTESTS (11:00 a.m. - 12:00 p.m.) PUBLIC EXHIBIT (11:00 a.m. - 12:00 p.m.)	DAY 13 - OCT 10 RMPOUND (12 a.m. - 7 a.m. @ 5 a.m. - 10 a.m.) CONTESTS (11:00 a.m. - 12:00 p.m.) PUBLIC EXHIBIT (11:00 a.m. - 12:00 p.m.)
DAY 14 - OCT 11 RMPOUND (12 a.m. - 7 a.m. @ 5 a.m. - 10 a.m.) CONTESTS (11:00 a.m. - 12:00 p.m.) PUBLIC EXHIBIT (11:00 a.m. - 12:00 p.m.)	DAY 15 - OCT 12 RMPOUND (12 a.m. - 7 a.m. @ 5 a.m. - 10 a.m.) CONTESTS (11:00 a.m. - 12:00 p.m.) PUBLIC EXHIBIT (11:00 a.m. - 12:00 p.m.)	DAY 16 - OCT 13 RMPOUND (12 a.m. - 7 a.m. @ 5 a.m. - 10 a.m.) CONTESTS (11:00 a.m. - 12:00 p.m.) PUBLIC EXHIBIT (11:00 a.m. - 12:00 p.m.)	DAY 17 - OCT 14 RMPOUND (12 a.m. - 7 a.m. @ 5 a.m. - 10 a.m.) CONTESTS (11:00 a.m. - 12:00 p.m.) PUBLIC EXHIBIT (11:00 a.m. - 12:00 p.m.)	DAY 18 - OCT 15 RMPOUND (12 a.m. - 7 a.m. @ 5 a.m. - 10 a.m.) CONTESTS (11:00 a.m. - 12:00 p.m.) PUBLIC EXHIBIT (11:00 a.m. - 12:00 p.m.)	DAY 19 - OCT 16 RMPOUND (12 a.m. - 7 a.m. @ 5 a.m. - 10 a.m.) CONTESTS (11:00 a.m. - 12:00 p.m.) PUBLIC EXHIBIT (11:00 a.m. - 12:00 p.m.)	DAY 20 - OCT 17 RMPOUND (12 a.m. - 7 a.m. @ 5 a.m. - 10 a.m.) CONTESTS (11:00 a.m. - 12:00 p.m.) PUBLIC EXHIBIT (11:00 a.m. - 12:00 p.m.)
DAY 21 - OCT 18 RMPOUND (12 a.m. - 7 a.m.) VICTORY BREAKFAST (9:00 a.m. - 10:00 a.m.) PUBLIC EXHIBIT (11:00 a.m. - 12:00 p.m.) DISASSEMBLY (12:00 p.m. - 1:00 p.m.)	DAY 22 - OCT 19 RMPOUND (12 a.m. - 7 a.m.) DISASSEMBLY	DAY 23 - OCT 20 RMPOUND (12 a.m. - 7 a.m.) DISASSEMBLY	DAY 24 - OCT 21 RMPOUND (12 a.m. - 7 a.m.) DISASSEMBLY	DAY 25 - OCT 22 RMPOUND (12 a.m. - 7 a.m.) DISASSEMBLY	DAY 26 - OCT 23 RMPOUND (12 a.m. - 7 a.m.) DISASSEMBLY	DAY 27 - OCT 24 RMPOUND (12 a.m. - 7 a.m.) DISASSEMBLY

<그림 16> 본 대회 일정 (Solar Decathlon 2015 기준)

예비시공은 1차 또는 2차에 거쳐 이루어지며, 때에 따라서는 지역민들에게 개방하여 관람객을 위한 투어 계획도 수립한다. 예비 시공 및 모의 테스트 기간에 홍보활동까지 병행하여 지역사회와의 관심과 지원을 유도한다.

이와 같은 예비 시공 단계가 끝나면 본 대회를 위하여 해체를 한 뒤 컨테이너를 사용하여 Solar Village로 운송을 하게 된다. 해상운송의 경우 1달 이상이 소요되기도 하며, 운송 과정에 컨테이너가 유실될 위험이 있기 때문에 이 모든 과정은 철저한 관리를 통해 진행된다. 대회 준비부터 종료까지 <그림 15>와 같이 친환경 주택의 ‘예비 시공 - 해체 - 운송 - 본 시공 - 해체’의 과정을 수행해야하기 때문에 친환경 주택은 조립과 해체가 용이한 모듈러 구조와 전식 구조를 채택한다. 본 대회는 <그림 16>와 같이 주택 조립을 하는 시공기간, 완공 후 경기가 치러지는 컨테스트 기간, 주택 해체 기간으로 구분된다.

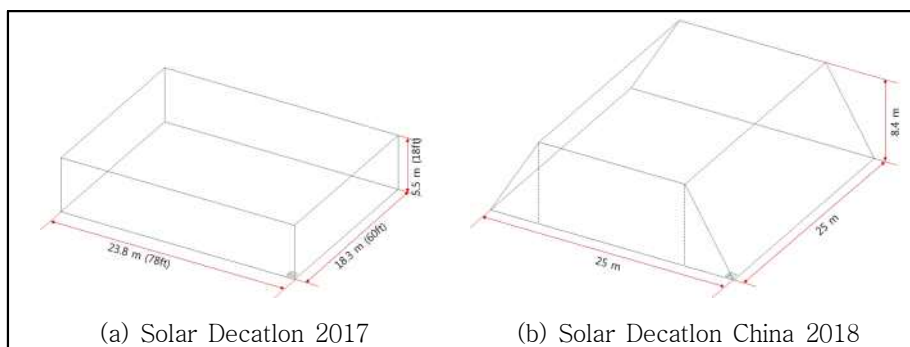
## 2) House

학생들에 의해 지어지는 친환경 주택은 ‘Solar envelope’이라는 경계를 갖는다. 이는 가상의 입체 공간으로 모든 팀은 그 공간을 경계로 주택을 계획 및 시공하게 된다. 또한 주택의 연면적 개념의 finished footage의 범위가 제시

된다. 따라서 주택의 규모는 Solar envelope과 finished footage의 크기에 의해 결정된다. 주택의 규모는 대회의 목적에 따라 달라진다. 미국에서 개최되는 Solar Decathlon 2017의 경우 <그림 16>과 같이 23.8m(W)×18.3m(D)×5.5m(H)의 Solar envelope을 갖으며, finished footage의 범위가 55.7~92.9m<sup>2</sup> 인 반면, Solar Decathlon China 2018은 약 2배정도 규모가 큰 25m(W)×25m(D)×8.4m(H), 120~200m<sup>2</sup> 크기를 갖는다. 미국 대회의 경우 친환경 주택을 학생들이 직접적으로 계획하고 시공하는 교육적 효과와 일반인들에게는 전시를 통해 친환경 주택을 홍보하는 점에 중점을 두고 1층의 소규모 주택을 제안한 반면, 중국 대회는 중국 내 친환경 주택 시장 개척 및 보급에 중점을 두어 중산층을 대상으로 한 2층 규모의 주택을 제안하고 있다. 주택의 규모가 커지게 될 경우 짧은 기간 동안 시공을 완료해야 한다는 측면에서 업체의 참여 비율 또한 증가하는 결과를 초래하는데, 중국 대회의 목적이 단순히 학생들의 설계·시공 경진대회를 넘어 친환경 주택 산업의 발판이 되어 친환경 주택 시장 개척 및 보급에 있다는 점에서 나타난 차이로 판단된다.

### 3) Solar village

Solar Decathlon이 개최장소로서 친환경 주택 마을이 되는 Solar village는 Washington, D.C. 백악관 앞의 National Mall에서 시작되었다. 대회의 준비기간 동안 각 팀은 solar Village 내 팀 사이트를 배정받게 되며, 대회 조직 위원회는 대회의 원활한 진행을 위하여 각종 사무실, 사이트 및 설비 관리 시



<그림 17> Solar Envelope

설, 참가팀이 이용하게 되는 세미나실, 관람객과 참가자를 위한 식당, 카페테리아, 휴게공간 등을 준비한다. 이 후 대회를 마무리하면서 친환경 주택이 모두 해체되고 지원 시설 또한 모두 철수하게 되어 Solar Village는 다시 원상태로 복귀된다.

반면, Solar Decathlon China 2018은 대회 종료 후에도 Solar Village를 친환경 주택 전시장으로서의 유지 관리하여 친환경 주택 산업 육성의 중심으로 활용할 계획을 갖고 있다. 따라서 미국 대회와 달리 각 팀의 친환경 주택은 대회가 끝남과 동시에 해체되지 않고 중국 정부에 의해 매입되어 지속적으로 전시가 되며, 일정 기간이 지난 후에는 일반인들의 주택으로 판매될 계획을 갖고 있다. 초기의 Solar Decathlon은 건축 관련 전공자들이 직접 주택을 계획·시공하는 과정을 익힐 수 있는 교육하여 관련 분야의 전문가를 육성하고자 하는 목적이 주가 되었던 반면, 최근의 대회는 제로에너지 주택과 같은 친환경 주택이 현실화됨에 따라 일반인들에게 친환경 주택을 홍보하고 산업을 육성하고자 하는 목적이 추가되어, 단순히 학생들만의 축제를 넘어섰다고 할 수 있다.



<그림 18> SDC 2018의 Solar Village 마스터플랜



### 제3절 Solar Decathlon의 녹색건축 사례

2002년부터 Solar Decathlon에 출품된 친환경 주택은 약 160개에 이른다. 본 대회가 끝난 뒤 해체된 각 대학의 출품작은 현재 미국과 전 세계 곳곳에 재시공되어 교육 연구의 목적으로 유지관리 되고 있으며, 각 지역 사회의 중심에서 녹색건축의 모범적 사례로 대중들에게 제공되고 있다. <그림 19>는 역대 출품작들의 현재 위치를 나타낸 것이다.

Solar Decathlon의 출품작들이 대회가 끝난 뒤 해체되지 않고, 초대 대회부터 15년이 지난 지금까지 보전되고 있다는 사실은 출품작들이 단순히 학생들의 아마추어 작품이 아닌 녹색건축 기술의 집약체로서 새로운 기술을 시도, 평가하는 검증의 대상으로 연구 및 교육적 의미를 갖고 있으며, 더 나아가 친환경 건축을 대중에게 홍보하고 보급하기 위한 도구로서의 의미를 갖고 있다. 따라서 각 지역사회가 보유하고 있는 Solar Decathlon의 출품작은 녹색건축의 중요 자산으로서의 중심적 기능을 갖는다 할 수 있다.

본 장에서는 Solar Decathlon 2015의 출품작을 중심으로 친환경 주택의 건축적 개념 및 관련 기술을 살펴보고자 한다. <표 5>는 역대 우승팀 및 출품작을 정리한 것이다.



<그림 19> Solar Decathlon 역대 출품작들의 현재 위치



〈표 5〉 Solar Decathlon 역대 우승팀 및 친환경 주택

대회	Solar Decathlon (International)	
개최년도	2002	2005
국가	미국	미국
팀명	Colorado	Colorado
프로젝트	BASE+ House	BioS <sup>(h)</sup> IP
		
대회	Solar Decathlon (International)	
개최년도	2007	2009
국가	독일	독일
팀명	Darmstadt	Team Germany
프로젝트	Made in Germany	surPLUShome
		
대회	Solar Decathlon (International)	
개최년도	2011	2013
국가	미국	오스트리아
팀명	Maryland	Team Austria
프로젝트	WaterShed	LISI (Living Inspired by Sustainable Innovation) House
		

(표 계속)

〈표 5〉 Solar Decathlon 역대 우승팀 및 친환경 주택

대회	Solar Decathlon (International)	Solar Decathlon Europe
개최년도	2015	2010
국가	미국	미국
팀명	Stevens	-
프로젝트	SU+RE(sustainable + resilient) HOUSE	LumenHAUS
		
대회	Solar Decathlon Europe	
개최년도	2012	2014
국가	프랑스	이탈리아
팀명	Rhône Alpes	Team Rhome
프로젝트	Canopea	RHOME (Rome & Home) FOR DENCITY
		
대회	Solar Decathlon China	Solar Decathlon Latin America and Caribbean
개최년도	2013	2015
국가	호주	우르과이
팀명	Team UOW	LCU
프로젝트	Illawarra Flame house	LA CASA Uruguay
		

## 1. SU+RE HOUSE

Solar Decathlon 2015의 우승작인 SU+RE HOUSE는 미국 뉴저지주의 Stevens Institute of Technology 소속의 Team STEVENS의 작품이다. SU+RE HOUSE는 ‘변화하는 현실과 극단적 기후에 적응하는 동시에 에너지 사용

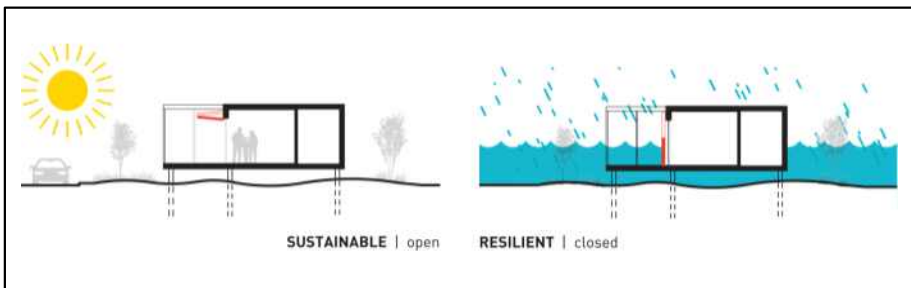


<그림 20> SU+RE HOUSE의 컨셉 이미지

을 저감시키는 설계’에 대한 질문으로 시작되었으며, 그 답으로 극한의 날씨에 대비할 수 있는 기동력을 갖추어 폭풍이 몰아쳤을 때, 비상전원을 공급할 수 있는 고성능 태양열 주택인 SU(sustainable)+RE(resilient) HOUSE이다.

SU+RE HOUSE는 ‘90% Less Energy Use / Fully Solar Powerd / Resilient Energy Hub’의 컨셉을 설정함에 따라 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 주름진 PV 시스템은 배터리를 사용하지 않고 그리드에 전력을 공급한다.
- 모래 언덕과 같은 지형에 위치하여 주기적으로 나타나는 홍수를 피하고, 건물 시스템이 폭풍에 잘 견디게 하기 위해 지면으로부터 약간 올려 계획을 하였다.
- 단열성과 기밀성 확보는 SU+RE HOUSE가 실외온도 변화에 덜 민감하면서 깨끗하고 안전하고 건강하고 편안한 실내를 유지시킨다.



<그림 21> SU+RE HOUSE의 기본 컨셉

SU+RE HOUSE에 적용된 8가지 혁신 기술은 다음과 같다.


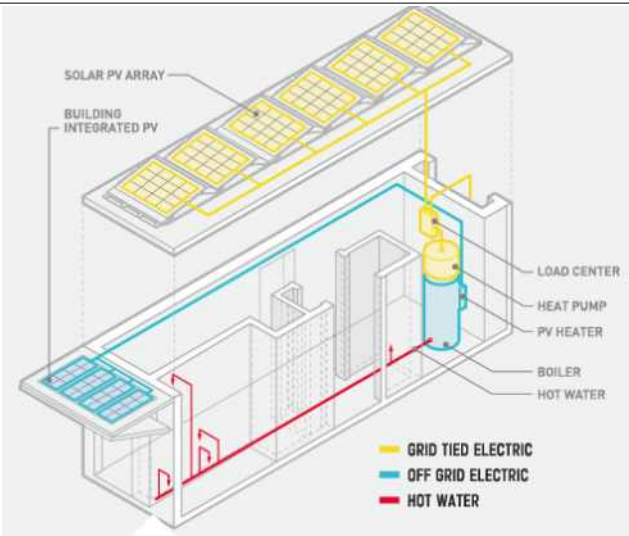
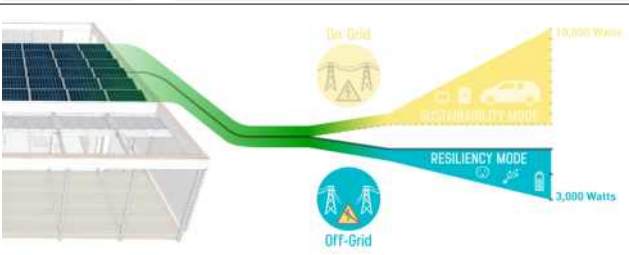
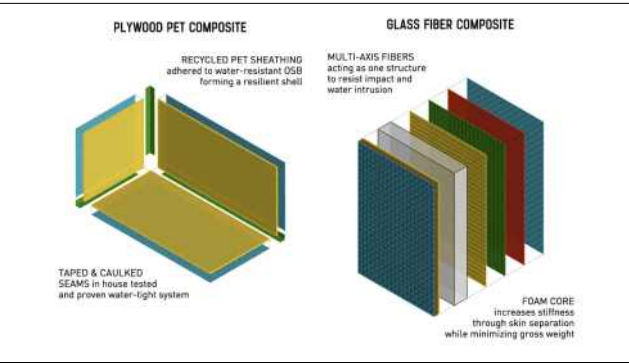
섬처럼 독립된 PV array는 유틸리티 그리드가 손상되거나 연결이 끊어져도 주택에 전기를 공급할 수 있으며, 이웃은 USB를 사용하여 전자기기를 충전할 수 있다. 또한 고밀도 단열재, 고기밀 기법, 스마트 건축기술, 고성능 창호를

<표 6> SU+RE HOUSE의 8가지 기술

Ultra-Low Energy Consumption	<p>TRADITIONAL ENERGY CONSUMPTION</p> <p>ULTRA-LOW ENERGY CONSUMPTION</p> <p>SPRINKLER</p> <p>MECHANICAL ROOM</p> <p>WALKER / BATH CLOSET</p> <p>ETCHER</p> <p>ULTRAROOM</p> <p>SECONDARY BEDROOM</p> <p>WATER BEDROOM</p> <p>LIVING ROOM</p> <p>TOTAL YEARLY CONSUMPTION</p>
Highly Efficient Envelope	
Storm Resistant Construction	<p>INSULATION</p> <p>Rigid insulation   Fiberglass insulation</p> <p>ELECTRICAL</p> <p>Above BFE   Below BFE</p> <p>FINISHED FLOORING</p> <p>Water-resistant cork flooring   Wood or carpet flooring</p> <p>FLOOR JOISTS</p> <p>Open web metal trusses   T2 or wood beams</p> <p>EXTERIOR SHEATHING</p> <p>Composite sheathing   Wood sheathing</p> <p>SURE HOUSE</p> <p>TYPICAL NJ CONSTRUCTION</p>
Storm Shutters	<p>OPEN</p> <p>CLOSED</p>

(표 계속)

<표 6> SU+ RE HOUSE의 8가지 기술

Building Integrated Solar Panels	 <p><b>Traditional Solar</b> Heavy glass panels sit on racking mounted onto the roof after construction is complete</p> <p><b>Integrated Modules</b> Thin, flexible, photovoltaic modules are incorporated into the design of architectural features from early design stages</p>
Resilient Hot Water System	 <p>SOLAR PV ARRAY BUILDING INTEGRATED PV</p> <p>LOAD CENTER HEAT PUMP PV HEATER BOILER HOT WATER</p> <p>— GRID TIED ELECTRIC — OFF GRID ELECTRIC — HOT WATER</p>
Resilient Power System	 <p>On-Grid 10,000 Watts SUSTAINABILITY MODE RESILIENCY MODE 3,000 Watts Off-Grid</p>
Durable Fiber-Composite Siding	 <p>PLYWOOD PET COMPOSITE RECYCLED PET SHEATHING adhered to water-resistant OSB forming a resilient shell TAPED &amp; CAULKED SEAMS in house tested and proven water-tight system</p> <p>GLASS FIBER COMPOSITE MULTI-AXIS FIBERS acting as one structure to resist impact and water intrusion FOAM CORE increases stiffness through skin separation while minimizing gross weight</p>



적용하여 패시브하우스의 기준을 초과하는 열성능을 갖는다. 구조적으로 일체화 된 섬유 합성 셔터를 남부 건물 구조에 부착하여 패시브 솔라 제어 기능을 제공하여, 개방시에는 통합형 PV패널이 되고 차폐시에는 방수 구조물로서 기능한다. 하이브리드 히트펌프 온수탱크는 PV 시스템에서 직접 DC 전원을 받아 그리드로부터 공급받는 전원 없이 작동된다.

SU+RE HOUSE는 뉴욕과 뉴저지 해안의 주택시장을 고려하여 안전하고 편안하며 건축적으로 혁신적인 주택 설계를 목표로 하였다. 2개의 침실과 유동적인 거실은 가족이 비교적 컴팩트한 공간에서 편안하게 살 수 있도록 하며, 주택에 적용된 기술은 연안 해안 주택의 새로운 방향을 제시하고 있다.



<그림 22> SU+RE HOUSE의 실내외 이미지

## 제4절 녹색건축 정책사례로서의 Solar Decathlon

### 1. 조직위원회의 역할

대회는 미국 DOE(U.S. Department of Energy)가 후원하며, Solar Decathlon director가 모든 부분의 최종 의사결정권한을 갖고 조직위원회를 구성해 대회의 준비 및 진행을 한다. 조직위원회는 DOE 소속의 공무원과, 건축, 실내 디자인, 공학기술, 경영, 마케팅 분야의 관련 전문가들로 구성된다. <그림 23>은 중국 SDC 조직위원회의 조직도이다.

조직위원회가 구성되고 대회의 일정 및 개최지가 결정이 되면, 미국 DOE의 에너지 효율 및 재생 에너지국(Office of Energy Efficiency and Renewable Energy)은 창조적이고 혁신적인 대학팀에게 참가를 요청한다. 참가를 원하는 대학은 팀을 구성하여 제안서를 조직위원회에 제출하여 검토를 받게 되는데, 평가 기준은 혁신적이고 창조적인 주택의 설계 및 시공 능력, 기금 모금 계획, 대회가 개최될 때까지 학교에서 운영하게 되는 교육 프로그램, 팀의 구성이다.

참가팀이 결정 되면, 조직위원회는 공식 웹사이트를 통해 대회의 규칙을 배포하고 관련 기준을 공지하며, webinar 및 workshop을 통해 참가팀과 함께 대회의 규정을 조율하고 출품작의 컨셉 및 방향을 논의하며 보다 우수한 친환경



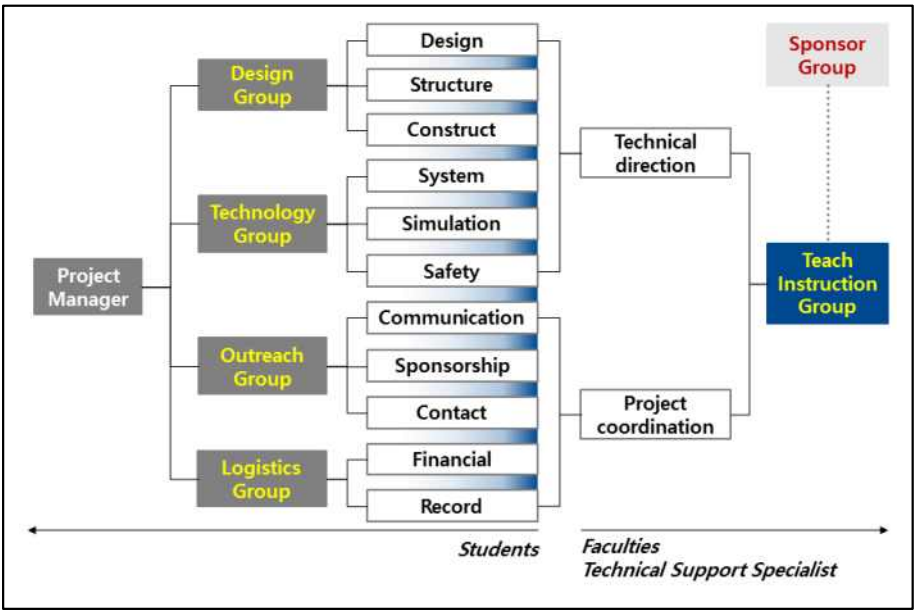
<그림 23> Solar Decathlon China의 조직위원회 조직도

경 주택이 실현될 수 있도록 자문을 실시한다. 대회에서 적용되는 기준은 International Code Council (ICC)의 International Residential Code (IRC)와 National Fire Protection Agency (NFPA)의 National Electric Code (NEC)를 따른다<sup>10)</sup>.

Solar Decathlon의 조직위원회는 대회의 성공적 개최를 위하여 본 대회 전까지 각 팀의 진행상황을 관리하며, 본 대회를 위한 Solar Village를 조성하고 대회 전반에 걸쳐 각 팀에 대한 인적·물적 지원이 원활하게 이루어지기 위해 대회 지원 시설과 자원의 준비 및 자원봉사자를 조직한다. 또한 대회 진행을 위한 스폰서 그룹을 모집하는데, 일반적으로 기업 및 비영리 단체가 스폰서가 되어 대회의 재정 및 진행을 지원한다.

## 2. 팀의 구성

참가팀은 대학교의 학생과 교수들이 주축이 되어 재정 지원 및 건축 자재, 제품을 지원하는 기업 및 단체의 스폰서 그룹, 기술 지원을 하는 각 분야 전문



<그림 24> 참가팀 구성 사례 (Team SCUT, SDC 2013)

10) U.S. Department of Energy Solar Decathlon 2017 Building Code, p.1.



가 그룹으로 구성된다. 팀 조직의 세부 구성은 각 팀별로 조금씩 차이를 나타내고 있으나 대체적으로 설계를 담당하는 디자인 그룹, 구조, 시공, 환경 분야의 기술을 담당하는 엔지니어 그룹, 그리고 홍보, 행사, 재정 관리를 담당하는 그룹으로 이루어진다.

대학생과 대학원생, 교수로 구성된 학교 참가자들은 연구소 및 기업에서 연구 및 기술개발을 담당하고 있는 전문가 그룹의 기술 지원을 통해 친환경 주택에 새로운 기술을 적용하고 실험하면서 혁신성을 확보하고자 노력한다. 또한 친환경 주택의 계획에서부터 시공, 경기 진행 시 소요되는 비용 및 친환경 주택을 위한 건축자재, 가전 기기, 설비 기기 등을 마련하기 위해 스폰서를 모집하여 금전적 지원과 제품 지원을 받는다. 또한 일반인들을 대상으로 모금을 실시하여 재원을 마련한다. 이와 같이 Solar Decathlon의 참가팀은 학교, 연구소, 기업의 산·학·연의 협력 체계를 갖추게 된다.

### 3. 재원의 마련

대회의 재원 및 참가팀의 재원 마련은 정부 지원, 스폰서 확보 및 기부 활동을 통해 이루어진다. Solar Decathlon이 개최되는 국가의 정부는 정부 예산을 통해 대회를 지원하는데, 대회가 거듭됨에 따라 참가팀이 다양해지고, 관람객이 증가하는 등 대회의 규모가 커지면서 지원 규모가 증가하고 있다. 예산에는 대회 진행비용과 함께 대회 종료 시 수상 팀에게 지급되는 상금을 포함하고 있다. SD 2017의 상금은 다음과 같다.

- 1등 : \$300,000
- 2등 : \$225,000,
- 3등 : \$150,000,
- 4등 : \$125,000
- 순위에 들지는 못한 모든 팀 : \$100,000

대회의 스폰서가 되는 기업은 대회 참여를 통해 미래의 친환경 주택 시장의 주역이 될 학생들을 미리 만나게 되며, 대회기간 전시를 통해 10만 여명의 관람객에게 기업 및 단체를 홍보할 수 있는 기회를 갖게 된다. 또한 Solar

Decathlon 스폰서가 되는 기업 및 비영리 단체는 주최 측이 되는 미국 DOE와 협력 관계를 맺을 수 있게 된다. 스폰서의 혜택은 다음과 같다.

- 전국적, 지역적으로 전문적이고 전통적인 전자 매체를 통한 홍보 활동
- 현장 및 온라인을 통해 스폰서 지원에 대한 공로 인정 및 소개
- 전용 엑스포 부스 공간 제공
- 이벤트 연설의 기회
- VIP 이벤트 참석
- 지속 가능성에 대한 기업 및 단체의 노력을 홍보하기 위한 프로모션 패키지 및 활동 지원
- 특정 이벤트 및 맞춤형 미디어 홍보 지원
- 현금과 현물 출자에 대한 세금 문서

참가팀 또한 각 지역에서 스폰서 및 기부금 모집활동을 진행한다. 후원을 위한 프로모션은 다양하게 진행되는데, 가장 일반적인 방법은 기부의 규모에 따라 등급을 부여하고, 팀의 홍보자료 및 공식 웹 사이트에 등급의 차이에 따라 기업명의 노출을 달리하는 방법을 활용한다. 예를 들면, <그림 25>와 같이 SD

Name a room in the Stile House*						
Logo on Team shirts						
Name/Logo on Website						
Name on Plaque at Permanent Location						
Inclusion on all available signage						
Special Invitation to Opening						
* Four rooms available	Benefactor (\$1 to \$999)	Copper (\$1,000 to \$2,499)	Bronze (\$2,500 - \$9,999)	Silver (\$10,000 - \$24,999)	Gold (\$25,000 - \$49,999)	Platinum (\$50,000 or more)

<그림 25> 기부 규모에 따른 등급 및 각 등급 별 혜택 (Team WVU-UTV, SD 2015)

2015의 Team WVU-UTV의 경우 가장 많은 기부를 한 프리미엄 등급의 스폰서는 주택 내 방의 이름으로 사용하고, 그 다음인 골드 등급은 팀의 단체 티에 로고를 새기는 혜택을 부여한다.

각 팀에 대한 기부는 현물, 현금, 시간으로 구분된다.

- Material Donations: 건축자재, 가전제품 및 시공 도구 등의 주택을 완성하기 위해 필요한 물품
- Monetary: 주택의 시공 및 경기 참가에 필요한 물품 구매, 대회 참가를 위한 출장 및 운송비 등의 경비에 사용됨
- Time: 전문가의 시간을 의미하는 것으로 학생을 대상으로 한 전문가의 교육 및 자문 등. 재능기부

<표 7> 스폰서 그룹 리스트 (SD 2015)

구분	기업 및 단체
Sustaining Sponsor	  
Supporting Sponsors	      
Contributing Sponsors	        
Resource and Association Sponsor	             

#### 4. 경기도 녹색건축 정책사례로의 비전

경기도의 녹색건축 정책사례로 Solar Decathlon이 지니는 의미는 다음과 같다.

- 경기도는 서울을 제외한 전국 지자체 중 가장 많은 대학<sup>11)</sup>과 연구기관이 위치한 곳으로, 녹색건축 분야의 인력풀을 가장 풍부하게 확보하고 있다. 이러한 인적 자원은 조직위원회, 심사위원 확보를 용이하게 하며, 보다 많은 참가팀 구성을 가능하게 한다. 또한 녹색건축 계획 및 시공을 경험하게 되는 대회 참여 학생들이 미래의 녹색건축 분야의 전문가로 성장하게 됨으로써 경기도가 지속적인 국내 녹색 건축 교육 및 연구 그룹 양성을 선도할 수 있다.
- 경기도 내 다수의 관련 기업 및 단체의 참여 유도를 통해 대회의 재원을 확보함과 동시에 대회 후원 및 참여 기업의 홍보와 제품 시연으로 녹색건축 산업의 활성화를 도모할 수 있다.
- 경기도는 Solar village로 활용 가능한 넓은 대지를 보유하고 있기 때문에 대지 확보에 소요되는 경비를 절감할 수 있다. 또한 대회를 통해 조성되는 Solar Village는 지속적인 유지관리를 통해 대중들에게는 다양한 친환경 주택을 경험하고 체험할 수 있는 곳으로 활용될 수 있으며, 학생과 연구자들에게는 친환경 주택의 신기술을 적용 평가할 수 있는 실험공간으로 사용될 수 있다.
- 경기도는 국제공항과 접근성이 우수하며, 고속철도와 고속도로가 경기도를 경유함에 따라 타지로부터 관람객 유치에 용이하다. 또한 경기도와 도인접 지역의 높은 인구수는 Solar Decathlon의 잠재적 관람객이 되며, 더 나아가 녹색건축 시장의 소비자로서 시장 활성화에 기여를 할 수 있다.
- Solar Decathlon의 출품작을 친환경 주택의 prototype으로 발전시켜 경기도내 타운하우스 등의 주택 수요에 대응한 견본주택으로 제공될 수 있다.

11) 전국 189개 대학 중 29개 대학이 위치하고 있으며, 이는 서울 38개에 이어 두 번째에 해당된다. (한국교육개발원, 교육기본통계, <http://kosis.kr>)

## [참고문헌]

- 연제민 · 서윤아 · 윤성훈(2013). “주거건축의 친환경 디자인 전략과 건축적 접근 -Solar Decathlon에 나타난 주거건물 사례분석을 대상으로”, 『한국생태환경 건축학회 학술발표대회 논문집』, 13(2) : 12-13.
- China Overseas Development Association(2016). Solar Decathlon 2018 Rules, V2.0 : Beijing
- Eastment, M., S. Hayter, R. Nahan, B. Stafford, C. Warner, Ed Hancock and R. Howard(2002). *Solar Decathlon 2002 : The Event in Review* : Washington D.C. : U.S. Department of Energy-Energy Efficiency and Renewable Energy.
- Sergio Vega Sánchez, S. V. and E. R. Ubiñas(2014). "Science behind and beyond the solar decathlon Europe 2012 competition", *Energy and Buildings*, 83 : 1-2.
- Team WVU-UTV(2014), Donor Packet
- U.S. Department of Energy(2016). Solar Decathlon 2017 Rules : Washington D.C. : U.S. Department of Energy-Energy Efficiency and Renewable Energy.
- China Overseas Development Association, Solar Decathlon China, <<http://sdchina.org.cn/english>>
- Departamento de Energía, Solar Decathlon Latin America and Caribbean, <<http://sd-lac.org/>>
- Dubai Water and Electricity Authority, Solar Decathlon Middle East, <<http://solardecathlonme.com/>>
- Energy Endeavour Foundation, Solar Decathlon Europe, <<http://www.solardecathlon2014.fr/en/>>
- U.S. Department of Energy, Solar Decathlon, <<http://www.solardecathlon.gov>>