

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2021.7.2.359>

JCCT 2021-5-43

에너지 자립형 단지계획 프로토타입 설정에 관한 연구

A Study on the Prototype Setting for Energy Independent Site Planning

하 승 범*

Ha Seung-Beom*

요약 전 지구적으로 이산화탄소 증가에 따른 지구 온난화가 화두로 떠오른 지는 30년이 넘었다. 최근 정부는 저탄소 녹색성장 기본법 시행령을 발표하고 이산화탄소증가를 방지하기 위한 세계기후변화 협약 등 에너지 절약과 이산화탄소 배출 감소에 대한 노력을 지속적으로 실행하고 있다. 하지만 대다수의 도시들은 에너지 절약관점에서 계획되지 않기 때문에 새롭게 계획되는 도시는 장기적인 관점에서 '지속가능한 도시개발'을 위해 능동적 에너지 절약형 도시구조로의 전환이 필수적이다. 본 연구는 4차산업혁명의 시대에 새로운 국가 비전인 지속 가능한 에너지 자립형 친환경 주거단지의 새로운 프로토타입을 설정하고 향후 하고자 한다. 에너지 자립형 단지계획과 단지계획요소의 정량적 표준화에 대한 연구를 진행하고자 한다.

주요어 : 친환경 주택단지, 저탄소, 에너지 절감

Abstract It's been more than 30 years since global warming by the increase in CO2 became a cause celebre worldwide. Recently the government promulgated Framework Act on on Low-Carbon Green Growth and has been continuously putting much effort into saving energy and reducing carbon dioxide emissions such as an international climate change conference to prevent the increase in CO2. However, because most cities are not planned for energy saving, new cities should be planned as the active energy-efficient urban structure for 'sustainable urban development' from a long-term perspective. This study aims to design a new prototype for the sustainable energy-independent and environment-friendly housing estates which is the nation's new vision in the era of the Fourth Industrial Revolution. A study on the energy-independent site planning and the quantitative standardization of its factor will be conducted.

Key words : Energy-Independent House, Zero Carbon, Housing Estates

1. 서 론

본 연구는 지속가능한 저탄소 친환경 도시의 선도적 모델인 에너지 자립 탄소중립형 단지 및 제로 에너지 단지를 실현하기 위해 단지계획 차원에서 에너지 절감

과 신·재생에너지를 도입하는 방안을 모색하고 구체적인 에너지 절감 요소를 도출하고 도출된 요소를 기반으로 에너지 자립형 단지계획의 프로토타입을 제시하고자 한다. 에너지 자립형 주거단지계획에 있어서 친환경 단지 계획의 새로운 정체성을 가지고 에너지절약을 통

*정회원, 대림대학교 실내디자인학부 부교수(제1저자)

접수일: 2021년 3월 31일, 수정완료일: 2021년 4월 21일
게재확정일: 2021년 5월 3일

Received: March 31, 2021 / Revised: April 21, 2021

Accepted: May 3, 2021

*Corresponding Author: haseoung@daelim.ac.kr

Dept. of Architecture and Interior Design, Daelim Univ, Korea

하여 에너지 소비량 감소와 탄소배출량 감소를 통한 쾌적한 주거환경 제공에 기여할 수 있으며 향후 에너지 비용 감소를 위한 도시계획적, 건축적 요소의 기여도를 분석하는 데 있어 기초적인 자료를 제공하며 신·재생 에너지 관련 산업과 지속가능한 에너지 저감 단지 실용화 및 응용 분야 그리고 저탄소 녹색 환경 표준화에 기여할 수 있도록 하고자 한다.

II. 본 론

1. 연구의 범위와 방법

본 연구는 에너지 절감형 단지계획 및 개발에 관한 연구로 내용적 범위는 에너지 절감형 단지를 구현하기 위한 기술요소에 대한 분석에서부터 에너지 절감형 단지를 구현할 수 있는 현실적 방안을 모색하기 위해 아래 표 1과 같은 내용으로 구성하였다.

표 1. 연구내용의 범위

Table 1. Range of Study

-에너지 절감형 계획요소 도출을 위한 국내외 사례조사
-에너지 절감을 위한 세부요소의 효과 및 특성 연구
-패시브하우스와 신·재생에너지 요소 도출
-에너지 절감형 주거단지구현을 위한 프로토타입 요소 제안

연구 방법은 신재생에너지 관련 산업종사자 및 에너지관련 전문가와의 면담과 해외에너지 절감형 단지 사례분석을 위한 기존 문헌 검토 및 기수행된 에너지 절감 관련 요소에 대한 기초자료를 수집하고 분석하였다.

2. 탄소 제로 및 에너지 저감 기술 도출을 위한 국내외 사례분석

1) 사례조사를 통한 에너지 절감 요소 추출

탄소 제로 및 중립형 단지에 관한 해외 사례는 국내외 문헌을 중심으로 자료조사 및 전문가 면담을 통해 수행되었으며 단지의 규모와 기술적 능력, 기술적용 가능성을 고려하여 아랍에미리트의 마스다르 시티, 영국 베드제드 주거단지, 독일 박람회 도시 림 등 3개 도시와 단지(표 2)를 선정하여 진행하였다. 사례분석의 목표는 각 도시 및 단지에 적용된 단지설계 및 건축설계의 기술적 요소들을 도출하고, 특히 도시/단지 규모에서의 계획요소를 분석하는데 기준을 두었다. 단지 및 도시계획적 차원에서 가장 시사점이 높은 독일의 림을 중점적으로 분석하였으며 에너지와 관련된 분석은 영

국의 베드제드를 중점적으로 분석하였다.

표 2. 사례분석 대상 개요

Table 2. Outline of Case Analysis Subjects

구분	독일 림	UAE 마스다르	영국 베드제드
위치	독일 뮌헨	아랍 에미리트 수도 아부다비 인근	영국 런던시 서튼
대상지 규모/인구	556ha / 6500세대	약 7km ² / 인구 5만명,6만명 통근자	16,500m ² / 100가구
추진주체 /설계자	MRG/ 전체단지: Juergen Frauenfeld, 녹지:Gilles Vexlard	아부다비 미래에너지회사(ADFEC)/노만 포스터	Peabody Trust /던스터(Bill Dunster, Zedfactory),

2) 박람회 도시 림 (Riem, Germany)(그림 1)

뮌헨 공항의 이전으로 공지가 된 부지를 생태적인 개발과 경제적인 부흥을 목표로 조성되었다. 뮌헨 중앙지역이 박람회 기능 및 산업, 주거지 공간의 부족 현상이 나타났으며, 문제를 해결하고자 동부지역에 주거와 여가 일자리 창출을 목표로 한 새로운 도시 확장계획이 수립되었다.



그림 1. 림 전경

Figure 1. Panoramic View of Riem

림 개발의 주요 컨셉은 주거, 노동 여가 기능이 포함된 미래지향적, 생태적인 도시 건설로서 장기간에 걸쳐 계획되었다. 토지이용(그림2)측면에서 바람길을 고려하여 단지를 배치하고 기반시설과 건축물 배치시 토지 절감을 유도하여 배치하고 녹지를 계획하였다. 녹지와 오픈스페이스를 충분히 확보하고 동시에 독일에서 비교적 고밀도인 구조로 개발하였다. 또한 이동거리의 최소화, 토지이용의 절감 등의 고밀도/저규모 개발 수법을 활용함으로써 에너지를 절약하는 방식을 취하고 있다.

교통시스템은 자가용 이용감축을 위해서 경제활동

차량은 광역 기차 및 전철과 연계하고, 단지 유형별로 차량도로 및 주차장을 계획하는 기법을 활용하였다. 또한 지하철 연계는 보행 도달거리를 600m, 버스연계는 300m로 설정하여 대중교통 연계를 확충 보행, 자전거 거 도로를 통한 차량 이용 억제 대책을 도시계획적 측면으로 설계하였다.(그림 3)



그림 2. 토지이용계획도
 Figure 2. Land Use Planning

에너지 저감을 위한 단지계획은 단기의 기본적인 배치를 남향으로 계획함으로써 일조에 유리한 건축환경이 될 수 있도록 계획하였고 부득이한 동서 방향의 부지에는 일조 확보를 위한 인동 간격을 20-25m 확보하도록 하였다.

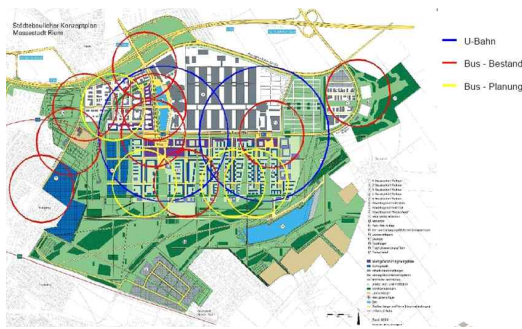


그림 3. 대중교통과 분산적 집중
 Figure 3. Transportation and Decentralized Concentration

에너지 저감 차원에서 건축계획은 개발활동으로 발생하는 낭비와 자연훼손을 최소화할 수 있도록 컴팩트한 시공을 유도하였고 단위 건축물의 에너지손실을 최소화하기 위해서 패시브(Passive)한 차원에서 일정 수치 이상의 단열성능을 확보할 수 있도록 계획함은 물론

열교 현상을 최소화하도록 하였다. 에너지 측면에서 약한 건물의 구조 부분에 액티브(Active)한 차원에서의 시스템적인 단열을 계획함으로써 에너지손실을 최소화하였다.

단지계획에서 중요한 녹지계획은 전체개발면적의 약 50%가 녹지로 계획되었으며 건축물의 지붕과 옥상은 녹화로 유도하여 우수를 정화하도록 하였다. 녹지축은 400m 폭으로 조성된 대규모 경관공원을 동서녹지축으로 주거지와 박람회장을 연결하는 남북녹지축으로 조성하여 경관공원을 중심으로 공공녹지, 개인정원, 운동 및 놀이공간, 유택지 등이 유기적으로 연결되도록 하였다.(그림 4)

수순환에 있어서는 적절한 지하 수위를 유지하기 위해 포장면적을 최소화하고 투수성 포장재료를 사용하였다.

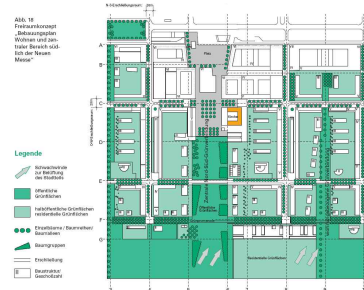


그림 4. 체계적인 녹지계획
 Figure 4. Systematic Green Space Planning

3) 아랍에미레이트 마스다르(Masdar, UAE)

탄소제로(Carbon zero)도시를 목표로 조성되는 아랍에미레이트의 도시로서 복합시설을 수용하는 자족적 고밀도 도시이다.(그림 5)



그림 5. 마스다르 조감도
 Figure 5. Bird Eyes View of Masdar

마스다르의 토지이용은 저층 고밀도의 근린주구 개

밭을 통해 에너지 의존성을 낮추도록 계획되었다. 도시 주변에 아랍 전통 양식의 성곽을 배치하고, 건물을 좁은 골목 주변으로 밀집하는 아랍전통의 도시계획을 채용하여 효율적인 에너지 활용을 도모하고 지역성 특성을 살릴 수 있도록 계획하였다. 마스다르의 가장 큰 특징은 미래지향적인 교통시스템이라고 볼 수 있다. 마스다르와 외부 도시와의 연결은 LRT(Light Rail Transit System) 지하철보다 건설비가 저렴하고 출발지와 목적지를 직접 연결 환승을 최소화하여 환경오염을 줄이는 시스템을 도입하였고 내부교통은 PRT(Personal Rapid Transit System) 즉 자가용과 같이 운행 중에는 다른 승객의 방해 없이 운행할 수 있는 시스템을 도입하였다. 보행도로는 중동 날씨를 감안하여 강한 햇빛으로부터 보호하기 위해 그늘지게 조성하고 최대 보행길이를 200m로 제한함으로써 도보하기 편리한 가로환경을 계획하였다. 신재생에너지 분야에서는 액티브 솔라시스템(그림 6)과 페르시아만에서 불어오는 바람을 활용한 풍력 발전과 지하로 연결된 관을 통하여 땅속에서 식혀진 공기를 건물로 유입하는 냉방시스템을 활용하였다. 바람길 계획은 기온이 높고 바람이 많은 지역적 특색을 최대한 활용하고 도시 북동에서 남서로 계획한 대로와 윈드타워(Wind Tower), 좁은 가로 등 자연통풍을 이용하여 건축물의 냉각을 계획하였다.

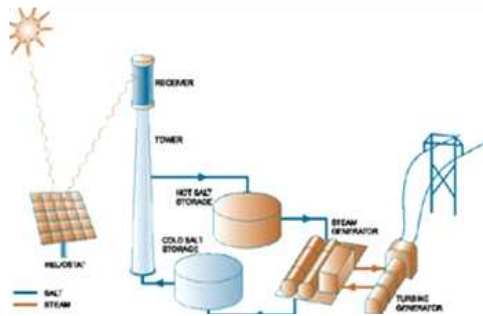


그림 6. 태양광 발전 개념도
Figure 6. A molten solar system

4) 영국 베드제드 (BedZED, UK)

런던 남부 서튼(Sutton)에 위치한 베드제드(Bedzed)는 영국 최초의 친환경 탄소중립 복합개발 단지이다. 주거와 업무 그리고 상업 단지로서 주거와 업무공간을 단지 내에 공유시킨 친환경 복합단지이다. 베드제드의 토지이용은 일조량을 고려한 건물 배치로서 단지내 모든 가구를 남향으로 배치하여 채광과 태양광 에너지 활

용을 극대화하였으며 사무실의 위치는 건물의 북향에 배치시켜 직접채광 보다 인공채광을 유도해 일정 조도를 유지시켜 업무의 효율을 높이도록 하였다. 직주근접으로 주거와 업무공간을 단지 내에 공유하여 출퇴근에 필요한 개인 차량의 운행을 최소화하여 대중교통의 활용도를 극대화 시켰다. 자동차 사용억제로 인해 주차면적으로 줄일 수 있으며 주차면적의 절감으로 생긴 여유공간을 주민들을 위한 근린공원으로 활용하고 있다. 남향 전면장에 설치한 집광판을 통해 전기에너지를 생산 전기자동차 충전용으로 활용하고 있다. 신재생에너지 활용으로는 모든 건축물에 태양광 패널을 설치하여 전기를 생산하고 단지 일부에 바이오 연료를 사용하는 발전기(Combined Heat and Power Plant, CHP)를 설치하여 하루 생산량 100kw의 전력을 생산하고 있다.

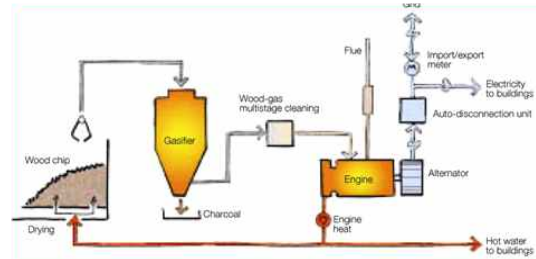


그림 7. 열병합 발전 시스템 다이어그램
Figure 7. Combined Heat & Power Plant System Diagram

에너지 저감 건축 분야에 있어서는 패시브 솔라 시스템(Passive Solar System)을 활용하고 있다. 2, 3중 유리 와 루버를 설치하여 태양에너지를 채열하여 활용하고 있다. 자연환기시스템(그림8)(PSV, Passive stack ventilation)을 지붕에 설치하여 자연환기 및 실내온도를 조절하고 있다.



그림 8. 자연환기 시스템
Figure 8. Passive stack ventilation

단지 녹화는 단지 내 친환경 텃밭을 조성하여 이웃 간의 친목을 도모할 수 있도록 하였다. 지붕 및 옥상녹화는 전세대 옥상정원을 계획하고 그린 루프 시스템을 구축하여 특수 식물을 식생, 야생생물과 공존이 가능한 기회를 제공하고 각 건물의 지붕과 테라스는 태양에너지 흡열패널, 정원, 조경 시설 등을 단지 내에 위치시켜 다양하게 활용하고 있다. 아래의 표는 베드제드에 활용된 각 분야별 즉 교통, 에너지, 에너지 저감건축 기법(표 3, 표 4)에 대한 내용이다.

표 3. 베드제드에 활용된 신재생에너지 (교통분야)
 Table 3. Renewable Energy used in BedZED (Transport)

구분	내용
자동차 사용절감	자동차 사용 절감으로 인해 잉여공간을 확보 할 수 있으며 이로 잉여공간을 공간을 주민들을 위한 근린공원으로 사용
Car Share 프로그램	카풀제를 운영하는 시티 카 클럽을 통해 카풀을 활성화하였음. 이와같은 렌터카 개념의 공동차량제도(City Car Club) 및 카풀제(Car Pool)를 도입, 주민들의 활발한 교류와 공동체 형성에도 도움
전기 에너지 차량	남향 전면 창에 설치한 솔라패널에 모인 태양광을 전기로 전환하여 전기자동차 충전 시 이용함
탄소 저배출 교통수단(Eco-friendly Transport) 활용	주거와 업무공간의 연계로 개인 차량 운영을 최소화하고, 단지 내 주차장은 세대당 1대로 배정하며, 모든 도로는 보행자와 자전거이용자에게 우선권 부여
대체 에너지 차량 장려	전기 또는 액화석유가스 차량에 우선권을 부여하고, 전기차의 에너지충전소도 제공

표 4. 베드제드에 활용된 신재생에너지 (에너지 분야)
 Table 4. Renewable Energy used in BedZED (Energy)

구분	내용
액티브 솔라시스템	모든 건물 위에 솔라패널을 설치하여 청정 전기를 생산
바이오 가스 발전	단지 내 일부 면적을 바이오 연료를 사용하는 열병합 발전기(Combined Heat and Power Plant, CHP)를 설치하여 매일 100kw의 전력을 생산

아래 표 5는 베드제드에서 활용된 에너지 저감건축 설계에 대한 항목을 정리한 것이다. 특이할 점은 고단열과 고기밀의 단열재를 활용한 패시브 주택설계가 활용되었다는 점이다. 또한 건축계획에서는 태양복사열을 충분히 받아들일 수 있도록 층고가 높은 주택으로 설계가 되었다는 점이다.

표 5. 베드제드에 활용된 신재생에너지 (설계분야)
 Table 5. Renewable Energy used in BedZED (Design)

구분	내용
패시브 솔라시스템	2,3층 유리, 온실, 차양 등을 설치하여 태양에너지를 채집하여 활용함
고단열 고기밀	에너지 낭비를 최소화하기 위해 벽에 300mm 단열재를 인입 하여 구조벽체의 열손실을 감소시킴
배치계획	일조량을 고려하여 단지내 건물 배치를 남향으로 하여 채광과 태양에너지 활용을 극대화 하였으며 사무실의 위치는 각 건물의 북쪽에 위치시켜 간접채광을 유도해 업무의 효율을 높임
건축계획	건물은 햇볕의 채광과 태양복사열의 활용도를 높이기 위하여 일반 건물의 층고보다 2배 높기로 이루어짐
자연환기시스템	PSV(Passive stack ventilation) 지붕 위에 있는 디자인을 고려한 벤티레이터 팬을 통해 자연환기 및 내부온도 조절함
냉난방시스템	이중외피로 온실을 만들어 여름에는 더운 공기가 상부창으로 빠져나가 시원하고, 겨울에는 햇빛으로 데워진 공기를 받아들여 적절한 온도를 유지
통풍 시스템의 차별화	Wind cowl(passive heat recovery ventilation system)의 활용을 통해서 약 500kwh/yr 의 전기에너지를 절약
Carbon Mixer의 활용	개발자들이 초기계획단계부터 에너지 사용 및 탄소 배출을 시뮬레이션할 수 있고 실시간 사용량 측정을 할 수 있도록 프로그램을 활용하고 있음
전기 사용 부문	LED lighting과 태양광 발전의 활용의 대표적 사례로 특징지어질 수 있음. 또한 전력 meter기를 인지가 수월한 곳에 설치하고 에너지 효율 기기를 사용하는 등의 노력을 통해서 평균 £80.81/인/연의 전력소모를 보임

III. 프로토타입 계획요소 도출 및 설정 방향

1. 에너지 자립형 단지계획 계획요소 도출

해외 탄소중립도시 사례를 토대로 요소별로 단지계획 설계요소를 아래 표 6과 같이 토지이용, 교통, 신재생에너지, 에너지 절감건축, 자원순환의 5가지 계획요소로 분류하였다.

표 6. 사례분석에 의한 적용계획요소

Table 5. Application plan elements based on case analysis

계 획 요 소	립 (Riem)	마스다르 (Masdar)	베드제드 (BedZED)
	독일	UAE	영국
친환경 토지이 용계획	고밀도계획	○	○
	복합용도계획	○	○
	녹지축	○	
	생태서식지		○
	바람길 조성	○	○
녹색 교통 체계	대중교통이용	○	○
	PRT(Personal Rapid Transit)		○
	LRT(Light Rail Transit)		○
	Car Share Program, 카풀제		○
	클린에너지차량		○
	자동차 진입억제		○
	오토바이 전면금지		○
	근거리건축 자재이용		○
	직주근접		○
	풍부한 문화 기반시설	○	
편의시설 단지 중심부 배치	○		
신재생 에너지	액티브솔라 시스템	○	○
	패시브솔라 시스템		○
	풍력에너지		○
	연료전지(수소)		
	히트펌프		
에너지 절감 건축	지열에너지	○	○
	고단열 · 고기밀 건축		○
	고효율설비		
	층고증가 (복사열채광)		○
	(U)에너지계량기		○
	열회수 시스템		
	차양시설		○
	복사난방 벽체		
	온실		○
	자전거 및 보행도로 확보	○	○
	좁은 가로 이용 자연통풍		○
	건물 냉각		
	방풍식재		
	저층 고밀도		○
	자연환기시스템	○	○
일조를 고려한 건물배치		○	
풍력에너지이용 후 건물냉방		○	
지붕 및 옥상녹화	○		
발코니 녹화		○	
자원 순환 시스템	친환경 재료	○	○
	지속가능한 지역자재		○
	폐기물 재활용	○	○
	오수·하수 재사용	○	○
잔디도랑		○	

표 6의 적용계획요소를 토대로 에너지 자립형 단지 계획 프로토타입의 적용 방안의 항목별 특징을 아래의 표 7과 같이 정리하였다.

표 7. 프로토타입 적용 방안의 항목별 특징

Table 7. Characteristics of each item of the prototype application plan

항 목	특 징
친환경 토지이용	- 바람길 및 대기 순환을 고려한 시설물 배치 - 기점지역의 압축·복합고밀 개발을 통한 접근성 제고 - 기존 지형 보호 등을 통한 자연 순응형 개발
녹색교통 체계	- 보행 및 자전거 활성화 시스템 도입 - 대중교통의 활성화 및 녹색교통수단의 확대 - 대중교통전용지구를 이용한 차량 사용 절감 - 공용주차공간의 공원화 등 친환경적인 주차계획 수립
신재생 에너지	- 신재생에너지 도입 - 태양광발전시스템을 활용한 건축물 도입 - 지열 및 열병합 발전소를 적용한 주거단지 계획 적용
에너지절 감건축	- 고단열, 고기밀의 패시브하우스 및 신재생 에너지를 활용한 건축물 도입 - 건축물 녹화, 자연 채광 및 통풍 등의 자연에너지 활용이 가능한 건축물 도입 - 건축물 관리 시스템을 통한 냉·난방 에너지 소모의 최소화 - 태양광, 태양열, 지열, 바이오매스 등 자연친화적 신재생에너지를 활용한 탄소저감 계획 수립
자원순환 시스템	- 높은 생태 면적률 및 자연지반 녹지율의 적용 - 재활용 가능한 연료 에너지 확보 - 우수를 활용한 친수환경과 비오름 조성 - 투수성포장을 통한 토양기능 복원 및 수자원 순환시스템 구축

2. 에너지 자립형 단지계획 프로토타입 설정 방향

에너지 절감형 단지를 구현하기 위해서는 기존의 단지계획과 다르게 단지내 에너지 총사용량 예측 및 에너지 절감 범위 설정에 중점을 두어 진행되어야 한다. 이는 신재생에너지를 활용하는 기술적인 부분과 에너지 절감을 가능하게 하는 공간계획이 적정성을 확보하고 계획하기 위해서이다. 공간계획과 신재생에너지 활용지침은 단지의 중심축을 정하는 과정에서부터 시작되어, 세부적인 건물의 배치계획이나 에너지 절감 요소의 활용에 있어서 도시계획 차원에서 지구단위계획지침을 수립하여 관리될 수 있도록 설정하였다. 표 7의 5개 항목을 중심으로 프로토타입에 적용할 기법을 설명하도록 하겠다.

1) 자연 친화적 토지이용계획을 통한 에너지 효율 극대화

도로축과 녹지축 설정을 통해 계절 변화에 따른 주풍향을 고려한 그림 9와 같은 바람길을 확보하고 바람길 주변부는 저밀도 계획을 하여 냉방에너지 저감 및 열섬현상을 완화하도록 한다. 탄소중립 수변공원(그림 10)을 조성함으로써 탄소량을 절감하고 Solar module pannel을 설치하여 추가적인 전력생산공간을 확보하고 태양광 가로등으로 공원 내 전력생산이 가능한 친환경

토지이용방안을 계획한다.



그림 9. 바람길 확보 계획
 Figure 9. Wind path Plan

압축 고밀도계획을 통해 상대적으로 밀도 높은 수준의 친환경/생태적 단지 면적을 확보하고 고밀 집중지구를 중심으로 연계되도록 TOD를 통한 탄소 저감 및 에너지 효율성을 극대화하도록 한다.



그림 10. 탄소중립 수변공원 조성
 Figure 10. Zero Carbon Biotop

2) 친환경 교통체계의 적극적 도입을 통한 시스템 구축

대중교통 중심지와 자전거 환승체계를 연계하고 상업중심지에서 자전거 및 보행거리 조성 등의 적극적인 친환경 기본구조를 구축하여 에너지 사용량을 감소시키며, 자동차 사용량의 축소에 따른 에너지 절감 및 교통문제를 해결하도록 한다. 특히 상업 및 업무시설 등 단지 내 소통밀도가 높은 지역에는 대중교통만 접근이 가능한 트랜짓 몰을 조성하여 대중교통 접근성을 극대화하도록 유도한다. 전기 및 신재생에너지 교통수단을 도입하여, 수송부분의 에너지 사용량을 감소시키는 친환경적인 단지 이미지를 구축하도록 한다. 실질적인 자전거 이용 활성화를 위해 레저형 자전거도로와 교통수단형 자전거도로를 분리하여 계획하고 주민의 적극적인 이용빈도를 높이기 위해 공원 및 수공간과 적극적으로

연계를 하도록 한다.

3) 신재생에너지의 도입

신재생에너지의 도입은 계획단지의 규모와 단지내 건축물의 용도 등에 맞춰 도입 규모가 산정된다. 도입 가능한 신/재생에너지의 적용 범위를 파악하기 위해서는 각 에너지별 도입 가능 부문과 도입시 기대되는 에너지 절감 효과에 대한 확실한 데이터가 수집되어야 한다. 본 연구에서는 기본적으로 단지계획에 적용이 가능한 프로토타입을 설정하는 것이므로 일반적인 신/재생에너지 적용에 대한 범위에 대한 내용을 표 8과 같이 설정하도록 하겠다. 신/재생에너지의 프로토타입 적용방안에 대한 대안은 크게 2가지로 정리할 수 있다. 선택적 적용 항목에는 지리적 특성에 따라 지열 활용이 가능한 지역과 폐기물을 활용한 에너지 생산이 있으나 폐기물의 활용은 도심 및 부도심 단지 내에 적용은 불가능하며 지양되고 있는 것이 현실이다.

표 8. 에너지 절감 기법 적용 대안

Table 8. Alternatives to applying energy saving techniques

범위	용도	ALT 1					ALT 2		
		패시브 하우스	신재생에너지			패시브 하우스	신재생에너지		
부문		태양열	태양광	지열	폐기물	태양열	태양광		
전체 도시	-	○	○	○	○	○	○	○	
주택 부문	단독 주택	○	○	-	-	○	○	○	
공공 시설 부문	학교	○	○	-	-	○	○	○	
	공공 청사	○	○			○	○	○	
	공원	-	-	○	-	-	-	○	

4) 에너지 절감형 건축 (Passive House)

에너지 절감형 건축에는 기계적 냉난방이 아닌 단열 및 기밀성을 높이는 패시브하우스의 적용이 매우 효율적이다. 기존 건물 대비 난방에너지의 약 90%를 절감할 수 있으며 냉/난방성과 실내 쾌적성을 높일 수 있는 건축기법이다. 패시브하우스(그림 11)의 특징은 일조를 고려한 남향의 건물 배치와 차양 시설을 도입하여 에너지 효율을 높이며 실내에서 순환하는 공기를 재사용하지 않고, 외부에서 집안으로 공급되는 공기에 대한 후속 냉/난방을 통해 실내 공기의 쾌적성을 유지하는 건축기법이다.

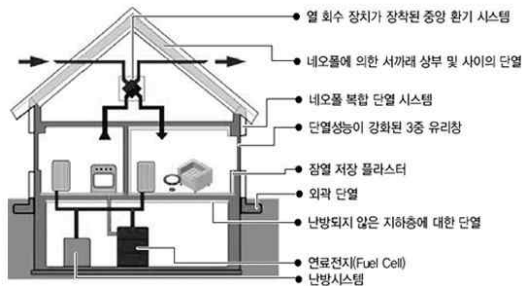


그림 11. 패시브하우스의 에너지 절감요소
 Figure 11. Energy saving element of Passive House

5) 자연 순환형 체계 구축에 의한 에너지 저감

공공시설과 주거단지에 우수확보, 침투 및 우수 흐름 관련 재활용 시스템을 구축하여 자연 배수체계와 연계하여 종합적인 수자원 재활용체계를 적용하여 에너지 저감을 도모한다. 빗물 침투를 위해 투수성 포장 및 침수통 설치(그림 12)를 하여 기본면적 대비 40%이상의 생태면적을 확보할 수 있다. 생태면적의 확보는 수해, 지하수 고갈, 열섬현상 등에 있어서 매우 효율적인 적용 방안이다.



그림 12. 투수성 포장 및 생태하천
 Figure 12. Porous pavement & Biotop

IV. 결 론

에너지 자립형 단지계획 프로토타입의 설정 방향은 일반적으로 적용 가능성이 많은 기본이 되는 요소들로 설정할 수 있다. 에너지 자립형 단지계획의 프로토타입 설정을 정리하면 아래 표 9와 같다.

주거환경적 측면과 에너지 측면에서 프로토타입의 설정은 에너지 자립형 단지계획적 측면에서 공통적으로 적용할 수 있는 최소한의 설정 요소이다. 에너지 자립형 단지는 계획 예상지의 특성에 따라 도출한 설정 요소 이외의 요소들을 적용할 수 있을 것이다. 향후 이 연구는 앞서 도출한 프로토타입 설정 요소를 기반으로 기후변화에 대비한 에너지 자립형 단지계획과 단지계

획요소의 정량적 표준화에 대한 연구를 진행하고자 한다.

표 9. 주거환경과 에너지 분야 프로토타입 설정
 Table 9. Residential Environment & Energy Field Prototype Setup

항 목	특 징	
친환 경 주거 환경	도지 이용 계획	- 바람길 및 공기 순환에 기반한 시설물 배치 - 거점지역의 압축·복합고밀 개발을 통한 접근성 제고 - 기존 지형 유지 등을 통한 자연 보전형 개발
	친환 경고 통계 획	- 보행 및 자전거 활성화 시스템 도입 - 대중교통의 활성화 및 친환경 교통 아이템의 확대 - Transit Mall(대중교통전용지구)을 이용한 차량 이용 억제 - 공용주차공간의 공원화 등 친환경적인 주차계획 수립
	친환 경주 거환 경	- 높은 생태 면적률 및 자연지반 녹지율의 적용 - 재활용 에너지를 활용한 에너지 확보 - 우수를 활용한 친수환경과 비오톱 조성 - 투수성포장을 통한 토양기능 복원 및 수자원 순환시스 템 구축
에너 지생 산 및 절감	신재 생에 너지	- 신재생에너지 도입 - 태양광발전시스템을 활용한 건축물 도입 - 지열에너지 및 열병합 발전소를 적용한 주거단지 계획 적용
	에너 지절 감간 축	- 고단열고기밀의 패시브하우스 및 신재생 에너지를 활 용한 건축물 도입 - 건축물 녹화, 자연 채광 및 통풍 등의 자연에너지 활용 이 가능한 건축물 도입 - 건축물 관리 시스템을 통한 냉·난방 에너지 소모의 최 소화 - 태양광, 태양열, 지열, 바이오매스 등 자연친화적 신재 생에너지를 활용한 탄소저감 계획 수립

References

[1] Lee Myung Sik, "A Study on the Site Planning to use Technical Factors of Low & Zero Carbon Energy Town", Journal of the Architectural Institute of Korea(JAIK), v.27 n.10 (2011-10)
 [2] Chris Twinn, A Road Map to Zoro Carbon ; The UK Perspective, GS Seminar, 2010
 [3] Im Eun-Mo , "The Challenge of the City of Carbon Zero Masdar" , idambooks, 2009
 [4] Kim Sei-Yong, "Low & Zero Carbon Energy Town", UDIK, 2009
 [5] Park Soon-chul, "Zero Energy Town(ZET) Cosstruction And Monitoring", KIER Report, 2005
 [6] <http://www.masdar.ae>
 [7] BedZED Homepage, <http://www.bioregional.com>