

스마트 그린시티 개념을 적용한 고층주거단지 계획기법에 관한 연구 : 행정중심복합도시 2-1생활권을 중심으로

이서정¹, 이응현², 오덕성^{3*}

¹충남대학교 건축공학과, ²세계과학도시연합, ³충남대학교 건축학과

A Study on the Planning Technique of High-rised Housing Estates Applying Smart Green City Concept : Focus on Multi-functional Administrative City 2-1 Neighborhood

Seo-Jeong Lee¹, Eung-Hyun Lee², Deog-Seong Oh^{3*}

¹Department of Architecture Engineering, Chungnam National University

²UNESCO-WTA Technopolis Development Center, World Technopolis Association

³Department of Architecture, Chungnam National University

요약 본 연구는 스마트 그린시티로 전환을 위한 설계 및 건설 측면과 지원시스템 측면의 통합적 계획의 필요성을 인식하고 고층주거단지를 대상으로 공간위계별로 적용 가능한 계획기법과 적용실태를 파악하고자 한다. 이를 위한 연구의 방법은 다음과 같다. 첫째, 문헌 및 선행연구 고찰을 통하여 스마트 그린시티의 개념을 정립하고 3개 공간 위계, 7개 기본방향, 17개 주요특성으로 분류된 고층주거단지 계획체계를 설정한다. 둘째, 선행연구 검토와 전문가 FGI를 통해 스마트 그린시티 개념을 적용한 고층주거단지 설계 및 건설 측면의 계획기법 28개와 스마트 시스템 측면의 계획기법 28개를 도출한다. 셋째, 행정중심복합도시 2-1생활권 4개 고층주거단지 계획안을 대상으로 계획기법의 적용실태를 분석한다. 연구의 결과 스마트 그린시티 개념을 적용한 고층주거단지 계획의 주요특성 중 '교통네트워크 연계', '친환경 단지배치', '녹색교통 활성화', '신재생에너지 효율적 활용', '범죄 및 재해 안전 성능', '고성능 고효율 설비 활용'에 해당하는 계획기법이 사례에서 적극적으로 적용되었음을 확인하였다. 또한 고층주거단지 계획 시 공간 위계별로 설계 및 건설 계획기법과 스마트 시스템 계획기법 적용의 시사점을 확인할 수 있었다.

Abstract The goal of this research is to identify the planning techniques of high-rise housing estates applying a smart green city concept in order to understand the necessity of integrating 'planning & building' planning techniques and 'smart system' planning techniques and to analyze the current status of application. For the research, firstly, the definition of smart green city was established and high-rise housing estates planning was categorized according to a three space hierarchy, seven planning directions and 17 major features through literature review. Second, 28 'planning & building' planning techniques and 'smart system' planning techniques were derived through literature review and FGI analysis. Last, four cases in Multi-functional Administrative City were analyzed for the current status of application of planning techniques. In conclusion, planning techniques in 'Transportation Network', 'Environment-friendly layout planning of housing', 'Revitalization of green transportation', 'Utilization of new & renewable energy', 'Crime prevention and accident reduction', 'Use of high performance, and efficiency facility' main feature were identified as important planning techniques for Smart Green City and its implications were estimated.

Keywords : Smart Green City, High-rised Housing Estates, Planning Technique

본 논문은 2013년도 대한민국 정부(교육부)의 재원으로 시행하는 한국연구재단 일반연구자지원사업의 지원으로 수행된 연구결과임(과제번호: NRF-2013R1A1A4A01012669)

*Corresponding Author : Deog-Seong Oh(Chungnam Univ.)

Tel: +82-42-821-7734 email: ds_oh@cnu.ac.kr

Received April 22, 2016

Revised May 11, 2016

Accepted May 12, 2016

Published May 31, 2016

1. 서론

최근 도시 및 건축 계획은 첨단과학 및 정보통신기술과 함께 ICT 기반의 지원 시스템이 융합된 ‘스마트 그린시티’ 계획으로 발전하고 있다. 지속가능한 도시를 지향하는 스마트 그린시티 계획은 기존 도시의 관리 및 운영체계를 개편하여 에너지 효율성 증대와 유지·관리 비용을 감소시킬 것으로 기대되고 있다.

유럽과 일본 등 환경 선진국에서는 스마트 그린시티 계획 적용을 위한 초기 연구로서, 저탄소·저에너지 계획과 스마트 기술을 단지 규모에 적용하기 위한 연구를 추진하고 있다. 이러한 측면에서 볼 때에 스마트 그린시티로 전환을 위해서는 건축 설계, 건설, 단지 및 도시 계획 등과 같이 단계적 접근이 필수적이라 할 수 있다.

건축·단지 규모의 접근은 보다 효율적인 에너지 활용과 실질적인 탄소 저감 효과 확인이 가능하다. 하지만 국내 스마트 그린시티 연구는 도시차원에서의 정책 및 전략 중심으로 진행되고 있어 건축 및 단지차원에서 접근한 구체화된 계획·설계와 스마트 시스템차원의 기술 적용에 대한 연구가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 스마트 그린시티로 전환을 위한 건축·단지 차원의 계획 및 설계측면과 지원시스템 측면의 통합적 계획의 필요성을 인식하고, 국내의 일반적인 주거유형인 고층주거단지를 대상으로 공간 위계별(생활권, 단지, 주동/주호)로 적용가능한 스마트 그린시티의 시스템에 대해 계획적인 측면과 스마트 시스템 측면의 계획에 대한 방향을 제안하고자 한다.

본 연구의 고층주거단지는 5층 이상 30층 미만의 공동주택을 대상으로 하고자 한다. 이는 국내 건축법에서 공동주택의 용도에 해당하는 아파트를 5개 층 이상의 주택으로 규정하고 있으며, 30층 이상의 공동주택은 주거단지 보다는 초고층 건축물의 특성이 반영되어 주상복합의 개념으로 실현되고 있기 때문이다.

이를 위한 구체적인 연구 방법은 다음과 같다.

첫째, 문헌 및 선행연구 고찰을 통하여 스마트 그린시티의 개념을 정의하고 스마트 그린시티로 전환을 위한 고층주거단지 계획의 기본방향을 확인한다. 둘째, 선행연구 분석 및 전문가 FGI를 통해 계획적인 측면과 스마트 시스템 측면의 계획기법을 도출한다. 셋째, 스마트 시스템 측면의 개념을 가지고 최근 조성된 행복도시 2-1 생활권 4개 블록의 고층주거단지 공모당선안을 중심으로 스마트 그린시티 계획기법의 적용실태를 파악하여 시사

점을 도출하고자 한다.

2. 분석의 틀 : 고층주거단지에

적용가능한 스마트 그린시티 계획기법

2.1 스마트 그린시티(Smart Green City) 개념 정립

지속가능한 도시계획의 패러다임 속에서 도시구조를 에너지 효율적, 생태적으로 변화시키기 위한 노력의 일환으로 그린시티, 탄소중립도시 등의 계획이 등장하게 되었다. 최근 첨단 기술의 발전과 함께 ICT 기반의 스마트 기술 적용에 초점을 맞추어 연구되고 있는 Smart City, U-City 또한 지속가능한 도시를 지향하고 있다. 이러한 관점에서 최근 그린시티, 탄소중립도시 계획의 물리적 환경조성 측면과 스마트 도시 계획의 스마트 시스템 측면을 통합적으로 계획하는 지능화된 첨단도시로서 스마트 그린시티(Smart Green City) 개념이 등장하게 되었다.

스마트 그린시티는 탄소중립의 원칙을 준수하는 도시 계획 및 설계 기술과 함께 이를 지원해 줄 수 있는 ICT 기반의 운영·관리 지원 스마트 시스템을 통합적으로 계획하는 융복합형 미래도시라고 정의할 수 있다[2-6]. 기후변화 대응을 위한 에너지 효율성 증대 및 탄소 배출 저감, 도시 경쟁력 강화, 삶의 질 증대를 목표로 하며 [1-4], 쾌적한 환경을 갖춘 지속가능한 미래 도시의 모습을 추구한다[2]. 관련 개념으로는 탄소중립도시, 스마트 시티, 유비쿼터스 도시(U-City), 유에코시티(U-Eco City) 등이 있다[1].

Table 1. The concept of smart green city in prior researches

Author	Concept of smart green city
K. I. Wang (2009)	The city that aims low carbon city and realizes energy reduction and management through Introducing the U-service for carbon reduction in responding to climate change
J. K. Kim (2011)	Obeying carbon neutral city principle, the city that minimizes carbon emissions and has more aggressive meaning than low carbon green city
H. B. Kim (2011)	Obeying carbon neutral city principle, the city that maximizes energy efficiency based on advanced technology and new & renewable energy
B. S. Yun (2011)	The city that integrates ubiquitous service with environment-friendly and energy saving facility
H. H. Cho (2011)	The city that realizes technology directed future city aiming carbon neutral city with integration of traditional construction technology, convergence technology including IT, RT, NT and green technology

국내 스마트 그린시티 관련 계획은 ICT 중심의 유비쿼터스 서비스와 탄소중립 및 친환경 계획의 공간적용이 분리되어 진행되어 왔다. 유비쿼터스 서비스 관련 연구의 경우 공간을 배제한 채 단순히 정보 수집 및 제공 측면에 초점을 두고 제시된다는 한계가 있다. 대통령령으로 정하는 ‘유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법’에서는 U-City 서비스를 행정, 교통, 보건·의료·복지, 환경, 방법·방재, 시설물 관리, 교육, 문화·관광·스포츠, 물류, 근로·고용, 기타의 11개 분야로 구분하고 있으며, 이상호 외 1(2008), 신동빈 외3(2011) 등 U-서비스 관련 연구 역시 국내 U-City 서비스 분류 체계에 기반하여 계획 방향을 제안하고 있다.

이에 최근 도시 계획 내 유비쿼터스 서비스의 공간 적용성을 위한 연구의 필요성을 인식하고 오용준 외1(2013)은 U-Eco City의 계획요소와 서비스를 도출하고 도시공간(지구, 시설, 가로, 건물) 내 적용성을 분석하기 위한 연구를 진행하였으며, 이서정(2015)은 탄소중립도시계획 주요 부문(토지이용, 교통, 그린·블루 네트워크, 자원 및 폐기물, 에너지, 건축) 별 적용 가능한 유비쿼터스 서비스 기법에 관한 연구를 진행하였다. 도시 설계 및 계획에서 물리적 기반시설과 첨단 기술 서비스의 융합을 위한 연구의 필요성은 증대되어질 것이다.

2.2 스마트 그린시티 개념을 적용한 고층주거단지

에너지 사용량의 40%를 차지하는 주거단지에 스마트 그린시티 계획기법의 적용은 단기적으로 에너지 및 CO₂ 배출 저감 효과를 기대할 수 있다.[11] 이에 제주 스마트 그리드 실증단지, 스마트 그린 빌딩 등의 관련 사업이 지속적으로 추진되고 있으며[9], 에너지 저감 및 친환경 설계기법과 이를 능동적으로 관리·운영하는 ICT 기술을 접목하기 위한 노력이 진행되고 있다.[10] 신동빈(2013), 장광수(2013)는 U-City개념을 도로, 교량, 학교 등 도시의 각종 기반시설과 유비쿼터스 기술을 융합하여 지능화시키는 도시로서 정의하고 있으며, 이서정(2015)은 스마트 그린시티 계획기법을 가시적·물리적 기반시설 조성 및 비가시적·내장형 기술 및 시스템 도입 측면으로 구분하여 확인하고 있다. 이를 종합하면 고층주거단지 내 스마트 그린시티 개념의 적용은 물리적 환경 조성 계획인 설계 및 건설(Planning & Building) 측면의 계획기법과 유비쿼터스 기술 및 내장형 정보 시스템을 적용하

는 스마트 시스템(Smart System)의 계획기법 적용을 통해 실현될 수 있을 것이다.

스마트 그린시티 개념을 적용하기 위한 고층주거단지의 계획 부문은 친환경·저탄소 주거단지 관련 연구를 종합·보완하여 활용하고자 한다. 고층주거단지 계획 부문은 1차적으로 공간적 위계를 기준으로 생활권, 단지, 주동/주호로 구분할 수 있다[12]. 2차적으로 공간적 위계별로 계획의 유사성을 고려하여 기본방향 부문을 설정할 수 있다. 생활권 위계에는 지역 네트워크 구축, 생활권과 기능연계가 포함될 수 있다. 단지 위계에서는 쾌적한 외부공간 조성, 환경 친화적 성능과 커뮤니티 및 안전 확보가 포함되며 주동/주호 위계에서는 주동/주호의 특화 계획 반영과 쾌적한 주호 성능관리를 수용할 수 있다.[12-14].

2.3 고층주거단지에 적용가능한 스마트 그린 시티 계획기법

2.2.1 선행연구 고찰

고층주거단지에 적용가능한 스마트 그린시티 계획기법을 도출하기 위해 전우선 외(2012), 이경선 외(2014), 이웅현 외(2014)의 친환경 주거단지 계획 관련 연구와 김도년 외(2015), 이서정 외(2015), 오용준 외(2013), 이상호 외(2012)의 스마트 시스템 관련 선행연구를 검토하여 부문 및 계획기법을 종합·재정리하였다.

선행연구 고찰을 통한 계획기법 도출 방법은 다음과 같다. 첫째, 친환경 주거단지 계획 관련 연구 고찰을 통해 고층주거단지 부문 별 설계 및 건설 계획 측면의 계획기법을 도출한다.[12-14] 둘째, 관련 연구 검토를 통해 도출된 설계 및 계획기법을 지원해 줄 수 있는 스마트 시스템 계획기법을 도출한다.[1,8,9] 셋째, 계획기법의 객관성(관련 선행연구에서 비중 있게 언급되며 명확히 해석될 수 있는 요소), 적용가능성(현재 계획기법 관련 기술이 개발되거나 적용되고 있는 요소), 상가에서 제시한 스마트 그린시티의 주요 목표와의 연관성(기법 적용을 통해 스마트 그린시티 목표인 탄소저감, 에너지 효율성 증대, 삶의 질 향상을 기대할 수 있는 요소)을 고려하여 계획기법을 검증하였다.

2.2.2 전문가 FGI 검증

고층주거단지에 적용가능한 스마트 그린시티 1차 계획기법은 전문가 FGI를 실시하여 검증 및 수정·보완하

였다. 도시 및 건축계획 분야에서 10년 이상의 연구경험을 보유한 교수 1인, 연구원 3인, 엔지니어 1인이 참여한 전문가 FGI는 2016년 2월-3월간 총 3회에 걸쳐 진행되었다.

전문가 FGI 과정에서 제안된 주요 내용은 다음과 같다. 첫째, 건축계획 및 건설의 계획측면의 기법과 스마트 시스템 측면의 계획기법을 그룹핑(Grouping) 할 수 있는 17개의 공동주거단지 주요 특성의 분류체계를 추가하였다. 이를 통해 3개 공간적 위계, 2차 기본방향 부문, 3차 공동주거단지 주요 특성으로 구성된 최종 계획체계가 정립하였다.

Space hierarchy	Planning direction	Planning Technique		
3	7	35		
↓ FGI				
Space hierarchy	Planning direction	Main feature	Planning Technique	
3	7	17	28	28

Fig. 1. Revised category through FGI

둘째, 의미가 모호한 계획기법의 용어를 수정하거나 변경하였으며, 유사 개념이 중복적으로 사용되었거나 다른 계획기법에 비하여 세부적인 위계의 내용을 다룬 경우 계획기법들을 통합하였다. 세부적 내용으로는 “알파룸 계획” 항목은 “다양한 특화 평면 계획” 항목으로 통합하였으며, “주차정보제공서비스”와 “층간소음완화구조” 항목은 스마트 그린시티의 주요 목표와 연관성이 낮다고 판단하여 삭제하였다.

2.2.3 계획기법 도출

위와 같은 과정을 통해 3개 위계, 7개 기본방향, 17개 계획 특성, 28개 계획 및 건설 측면과 28개 스마트 서비스 측면의 계획기법이 최종 도출되었다.(Table 2 참조)

본 연구에서는 스마트 그린시티의 개념을 적용하여 즉 친환경·저탄소 고층주거단지의 3개 공간적 위계(생활권, 단지, 주동/주호)와 7개 기본방향이 설정하고, 17개 계획 특성별로 이를 지원할 수 있는 설계 및 건설 측면과 스마트 서비스 측면의 계획기법을 종합함으로써 스마트 그린시티 개념을 적용한 고층주거단지계획기법의 구조를 정리할 수 있다. (Figure 2 참조)

주요특성과 특성 별 설계 및 건설 측면과 스마트 서비스 측면의 계획기법은 다음과 같다.

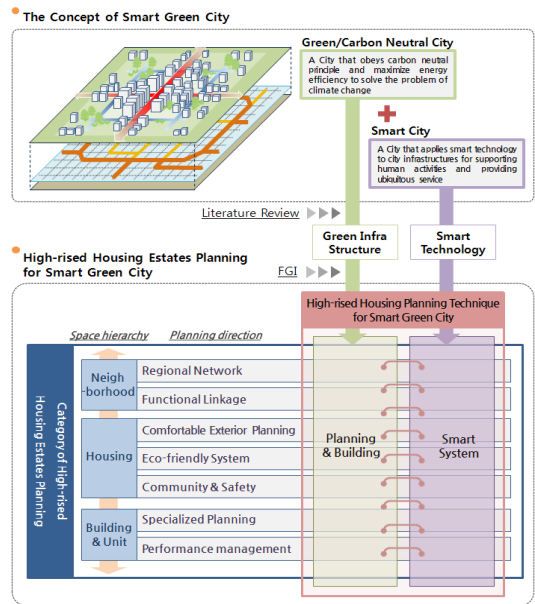


Fig. 2. Planning system of high-rised housing estates applying smart green city concept

1) 생활권 측면

‘교통 네트워크 연계’를 위한 계획기법은 대중교통, 자전거, 보행자 도로 네트워크 연계의 설계 및 건설 계획과 대중교통정보체계(ITS 등)구축, 개인 맞춤형저탄소교통정보서비스(PTA, Personal Travel Assistant, 시간·거리·탄소배출량 기반의 최적 이동방법과 경로를 지원하는 웹 기반의 저탄소 교통정보 서비스) 제공의 시스템 적용이 있다. 보다 효율적인 ‘그린·블루 네트워크’ 구축을 위해서는 그린·블루 네트워크의 물리적 계획과 정보 시스템 제공을 함께 적용한다.

‘생활권을 고려한 복합용도 개발’은 도시개발정보제공 시스템과 함께 생활권과 연계한 업무, 교육 기능의 지원시설을 단지 내 설치하여 실현할 수 있다. 스마트그리드(Smart Grid) 기반의 집단에너지공급시설을 계획하여 ‘집단에너지공급체계를 구축’할 수 있을 것으로 기대된다.

2) 단지 측면

쾌적한 외부공간 부문에서 모니터링 및 시뮬레이션 기반의 바람길·일조·조망·자연지형을 고려한 ‘친환경 단지배치’를 계획할 수 있다. 보행·자전거 전용도로 및 네트워크 구축, 교통정문화설계, 전기자동차 충전시스템 및 셰어링, U-Bike 시스템 등의 계획기법을 활용한 ‘녹

색교통 활성화'와 오픈스페이스 및 비오톱 조성과 모니터링시스템 계획기법을 통한 '오픈스페이스 조성 및 생물 다양성 확보' 역시 달성될 수 있다.

환경친화적 시스템 부문에서는 신재생에너지 시설적용과 에너지관리시스템을 통한 '신재생에너지의 효율적 활용'을 제고할 수 있다. 또한 우수 및 폐기물 처리 시설과 자동관리시스템을 통한 '자원순환 체계가 효율적으로 구축'될 수 있을 것이다.

커뮤니티 및 안전 부문에서는 단지 내 주민공동이용 시설 설치와 커뮤니티 활동과 관련한 정보교환서비스 제공을 통한 '주민 커뮤니티 활성화'를 달성하고, 무단차설계와 보행안전서비스 제공을 통해 '베리어프리 환경'을 구축하고자 한다. 또한 CPTED 설계와 거주자 정보 확인 및 실시간 감시 서비스를 통한 '범죄 및 재해 안전'을 확보할 수 있다.

3) 주동/주호 측면

주동/주호 특화계획 부문에는 옥상·벽면녹화와 시물레이션 기반의 채광 및 환기 계획을 통한 '주동 친환경 설계'와 가변성을 확보한 특화 평면 계획으로 '다양한 라이프 스타일을 반영한 공간설계'가 가능하다.

패적인 주호의 성능관리 부문에는 주호 모니터링 시스템 및 빌딩설비제어자동화를 통한 '유지·관리를 최적화'하고 건축자재정보서비스 제공을 통한 '친환경 자재 사용'이 가능하다. 또한 '설비의 고효율, 고성능화'를 위한 고기밀·고단열 벽체 및 창호, 고효율조명기기, 절수형 위생기기 설치와 설비자동관리서비스, 동작인식조명시스템 등의 계획기법을 확인할 수 있다.

3. 계획기법 적용 실태 분석

: 행정중심복합도시 2-1 생활권

3.1 사례 선정 및 개요

스마트 그린시티 개념을 적용한 계획기법의 국내 고층주거단지 적용 실태를 파악하기 위해 사례 대상지를 선정하였다. 도시기반시설의 통합 플랫폼 및 첨단 스마트 기술 적용이 용이한 국내 신도시를 대상으로, 에너지 성능지표를 객관적으로 확인할 수 있는 친환경 고층주거단지 사례를 대상으로 선정하였다.

이를 종합적으로 고려하여 세종시 신도시인 행정중심

복합도시(이하 행복도시) 2-1생활권 내 4개 고층주거단지를 분석 대상으로 선정하였다. 세종시는 '지속가능한 환경의 도시'를 목표로 '탄소중립 도시' 선언을 발의하고 2030년까지 CO₂배출량을 70% 절감하고자 한다. 특히 ICT 기술을 활용한 스마트그리드 기술 등을 적용하여 전체 에너지 공급에 약 15%의 그린에너지 대체 계획을 추진하고 있다.

이러한 계획 하에서 행정중심복합도시 2-1생활권 4개 블록(P1, P2, P3, P4)은 2014년 설계공모를 통해 추진된 특화 사업으로 에너지성능지표(EPI) 74점의 기준을 통과한 자연친화적 주거단지 형성을 통한 에너지 저소비형 저탄소 생활권을 계획을 목표로 한다.

본 장에서는 2-1생활권 4개 블록 고층주거단지를 대상으로 계획도면 및 적용 기법, 다이어그램 중심으로 앞서 도출한 계획기법의 적용 실태 분석을 수행하고자 하였다. 또한 관련된 발간 간행물 및 홈페이지 등을 보조적 수단으로 활용하여 검토하였다.[18]

Table 2. Case outline

<p>P1 Block (M1, L1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ·Site area : 186,521m² ·2,510 households ·EPI 81-82 point 	<p>P2 Block (M2, L2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ·Site area : 115,299m² ·2,270 households ·EPI 78 point
<p>P3 Block (L3, L4, M7)</p> <ul style="list-style-type: none"> ·Site area : 99,320m² ·1,417 households ·EPI 75-80 point 	<p>P4 Block (M4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ·Site area : 109,205m² ·1,631 households ·EPI 78 point

3.2 측면별 분석

3.2.1 생활권 측면

사례 대상지인 4개 블록의 고층주거단지에서는 2-1 생활권을 고려한 교통 및 그린·블루네트워크 구축과, 생활권과 기능연계를 위한 방안을 계획하고 있다.

교통네트워크 구축을 위해 방안으로 P2, P3 블록에서는 생활권의 지구 순환동선과 연계한 자전거 동선계획을 계획하고 있다. P4 블록에서는 BRT와 연계되는 생활가로 체계와 인접 대지의 학교와 연계한 안전 보행도로 구축을 계획하고 있다.

생활권과의 그린·블루 네트워크는 4개 블록에서 모두 주요한 계획으로 반영하여 다루고 있다.

생활권을 고려한 복합용도 개발의 방안으로 P1 블록에서는 단지 내 사회적 기업설치를 위한 공간을 제공하고, P4 블록에서는 주변 학교와 연계한 교육공간계획을 다루고 있다. 이와 함께 P4 블록에서는 집단에너지 공급 시설을 구축하고, 이를 활용하기 위한 지역난방 도입 계획을 주요하게 다루고 있다.



Fig. 3. P1 Block
: Pedestrian & green Network



Fig. 4. P4 Block
: BRT network

3.2.2 단지 측면

친환경 단지 배치를 위해 4개 블록에서는 스마트 시스템인 바람, 일조, 기류 모니터링 및 시뮬레이션을 통하여, 바람길, 일조, 조망을 고려한 단지 배치를 반영한 계획을 수립하였다. 이와 함께 P1, P2 블록에서는 자연지형을 활용한 배치계획을 반영하고 있다.

녹색교통 활성화를 위해 4개 블록에서는 모두 보행 및 자전거 전용도로와 네트워크를 구축하고 있다. P1, P3, P4 블록에서는 협프식 교차로와 같은 정온화 설계를 통해 차량의 과속방지와 보행자 안전을 도모하고 있다. P1, P3 블록에서는 마이크 스테이션을 설치, 태양광에너지를 활용한 공용자전거시스템의 운영이 가능하며, 자전거 이용 활성화를 도모하고 있다. P2, P3 블록에서는 전

기자전거 사용 장려를 위해 충전 모듈을 고려한 충전소 설치를 계획하고 있다.

녹지·친수공간 조성 및 생물 다양성 확보를 위해 4개 블록에서는 모두 그린블루네트워크를 구축하고 육생·수생 비오톱을 조성하고 생태이동통로를 확보하고 있다.

P1, P4 블록에서는 태양에너지를 주요 신재생에너지로 설정하여 활용하고 있다. P2 블록에서는 태양광과 풍력, 지열, 폐열회수를 적용한 신재생에너지 활용계획을 추진하고 있으며, P3 블록에서는 태양광 발전과 지열을 활용한 냉난방시스템을 적용하고 있다.

투수성 포장 등을 활용한 수순환체계를 구축하고 있으며, P1블록에서는 LID 시스템을 활용하고 있다.

폐기물 재활용을 위해 4개 블록은 분리수거를 통한 유효자원 재활용을 실행하고자 하고, 특히 P1 블록에서는 폐기물 자동집하 시스템을 계획 지하 이송광로를 통하여 집하장으로 이송할 수 있도록 하고 있다.

커뮤니티 및 안전을 위해서 단지 내 커뮤니티 공간을 설치하고, 베리어 프리 환경 조성, 범죄 및 재해 안전을 위한 계획기법들을 반영하고 있다.

단지 내 커뮤니티 공간 설치의 경우 단지 내 영역 특성을 고려하여 특성화된 커뮤니티 공간과 시설을 배치하고 있었다. 생활 가로변을 따른 커뮤니티, 도시 농업 및 경작지 제공을 통한 커뮤니티 공간 제공, 친환경/패시브 건축기법을 통한 커뮤니티 시설 등이 특징적이었다.

베리어 프리 환경으로는 무단차 계획을 4개 블록에서 공동적으로 반영하고 있으며, 범죄 및 재해 안전을 위해서는 CPTED 계획이 계획 및 건설 측면에서 주요하게 다루어 졌다. 이와 함께 피난방재 동선과 안전 공간을 계획하고 있었으며, 일반적으로 비상벨과 실시간 CCTV감시를 통한 통합관제를 통해 안전을 확보하기 위한 시스템을 적용하고 있었다. 특히 P3, P4 블록에서는 통합방재센터를 통한 방재와, 월패드를 활용한 안전 시스템을 구체화하여 제안하고 있었다.

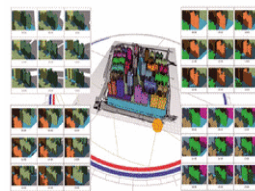


Fig. 5. P4 Block
Sunshine simulation

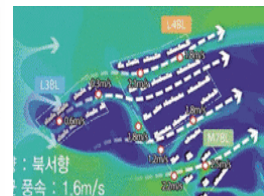


Fig. 6. P3 Block
Wind path simulation

3.2.3 주동/주호 측면

주동 친환경 설계 측면으로는 옥상·입면 녹화계획을 반영하고 있다. 이와 함께 일조 및 자연 환기 확보를 위해 시뮬레이션을 기반으로 한 자연 채광 및 환기 계획이 진행되고 있다. 이와 함께 액티브 시스템을 통한 에너지 효율성을 향상시키고자 한다.

다양한 라이프 스타일을 반영한 공간 계획으로 4개 블록에서 모두 거주유형에 맞는 다양한 평면을 입주자에게 제공하고, 알파룸을 계획하고 있다. 특히 P3, P4 블록에서는 무량관 구조를 활용한 가변형 주거 평면을 제공하고 있다.

이를 위해 P3 블록에서는 월패드를 통한 통합스위치를 통해 주호의 설비를 제어할 수 있는 시스템을 제공하고 있다. P2, P3, P4 블록에서는 유해물질을 발생하지 않는 친환경 자재를 사용하고 있다.

또한 고효율 조명기기, 절수형 위생기기, 고기밀 벽체 및 창호, 폐열회수 등의 설비와 함께 관리서비스, 인간동작인식조명시스템 등을 함께 활용하여 활용하여 조명·수자원·냉난방 등 각종 부문의 에너지 절감을 실현하고 있다.



Fig. 7. P2 Block
: Environmental-friendly Specialization Elements

4. 결론 : 분석의 종합

본 연구는 고층주거단지를 대상으로 공간 위계별로 적용가능한 스마트 그린시티 계획기법을 계획 및 건설 측면과 지원 시스템 측면으로 구분하여 도출하고, 행복도시 2-1생활권 내 4개 고층주거단지의 적용실태를 분석하였으며 그 결과와 시사점은 다음과 같다.

첫째, 생활권, 단지, 주동/주호의 3개 위계 별로 국내 고층주거단지에 적용가능한 스마트 그린시티 계획기법 7개 부문, 17개 요구 성능에 따른 28개 설계 및 건설 측면의 계획기법과 28개 스마트 시스템 측면의 계획기법을 도출하였다. 계획기법은 고층주거단지에서 요구되는

성능을 고려하여 선행연구와 전문가 FGI를 통해 검증된 계획기법이다. 고층주거단지에서 요구되는 주요 특성을 확보하기 위해서는 내외부 환경 및 물리적 공간을 계획하고 조성하는 설계 및 건설 측면의 계획기법과 이를 지원하기 스마트 시스템 측면의 기술 및 기법이 상호보완적으로 적용되어야 한다.

둘째, 생활권 측면에서는 대중교통(BRT 등) 및 보행·자전거 도로의 연계와 교통정보체계(ITS 등) 구축의 계획기법 적용을 확인할 수 있었다. 고층주거단지 계획 시 주동·주호의 성능 향상 외에도 생활권 차원의 교통 네트워크 구축을 통한 탄소배출저감 및 에너지 효율성 증대를 통해 스마트 그린시티 계획을 실현할 수 있는 필수적인 요인이 될 수 있을 것으로 판단된다. 스마트 그린시티 개념을 적용한 고층주거단지 조성을 위해서는 기존 단지 범위의 개발에 치우치지 보다는 생활권과의 연계까지 고려한 계획이 장려되어야 할 것이다.

셋째, 단지 측면에서는 바람길·일조·조망의 모니터링 및 시뮬레이션을 기반으로 한 친환경 단지배치계획이 적극적으로 적용되었으며, 보행·자전거 도로 구축, 전기자동차 충전시스템, U-Bike 시스템 등 녹색교통 활성화를 위한 계획기법이 주요하게 다루어졌다. 또한 태양열 등 신재생에너지 활용과 범죄 및 재해 안전을 위한 CPTED 계획 및 실시간 감시 등의 기법이 4개 단지에서 모두 확인되었다. 이는 현재 정보통신기술 적용의 편의성과 경제성이 확보되었으며, 1차적으로 주민의 활동을 지원하고 만족도를 높일 수 있는 측면의 계획기법이기 때문으로 판단된다.

넷째, 주동/주호 측면에서는 고기밀·고단열 벽체 및 창호, 고효율 조명기기, 절수형 위생기기의 설비 설치와 동작인식조명시스템, 설비자동제어서비스의 계획기법 적용이 이루어지고 있었다. 이는 초기 투자비용이 들지만 중장기적으로 에너지 절감효과를 통한 경제성이 확보될 수 있는 계획기법 중심으로 우선 적용된 결과로 확인할 수 있다.

이와 같이 스마트 그린시티 개념을 적용한 고층주거단지 계획은 생활권, 단지, 주동/주호 공간적 위계에 맞추어 계획 및 건설 측면의 물리적 계획기법과 스마트 시스템 측면의 계획기법의 적용을 통해 실현될 수 있을 것이다. 세종시 신도시인 행복도시는 고층주거단지의 건설 및 입주가 진행되는 단계로, 첨단 건설기술을 활용한 주거단지 계획이 용이한 지역이며 필지, 블록, 생활권 범위

Table 3. Planning Technique of High-rised Housing Estates for Smart Green City and Application Condition

Category of High-rised Housing Estates Planning			Planning Technique of High-rised Housing Estates for Smart Green City		Application Condition			
Space hierarchy	Planning direction	Main feature	Planning & Building	Smart System	P1	P2	P3	P4
Neighborhood	Regional Network	Transportation network	-Public transportation network -Pedestrian & bicycle road network	-Intelligent transport system (BIS, ITS, etc.) -PTA(Personal Travel Assistant)	P/S	P/S	P/S	P/S
		Green-Blue network	-Construction of Green-Blue Network	-Green-Blue Network Information System	P	P	P	P
	Functional Linkage with Neighborhood	Mixed-use development	-Establishment of service facilities for commercial, business, education function	-Urban Development & Forecasting Information System	P	P	.	P
		Establishing integrated energy supply system	-Construction of integrated energy supply facility	-Smart Grid System -Local energy management system	.	.	.	P/S
Housing	Comfort-able Exterior Planning	Environment -friendly layout planning of housing	-Layout planning considering wind corridor -Layout planning considering sunshine & view -Layout planning considering terrain region	-Monitoring & simulation system of wind path -Monitoring & simulation system of sunshine	P/S	P/S	P/S	P/S
		Revitalization of green transportation	-Construction of pedestrian & bicycle road -Electric car-sharing -Traffic calming zone design	-U-Bike system -Electric vehicle charging system -Automated enforcement system	P/S	P/S	P/S	P
		Creation of open space & protection of biodiversity	-Creation of eco-friendly space -Composition of bio-top & ecological corridor	-Eco-friendly space monitoring System -Ecological environment management system	P	P	P	P
	Eco-friendly System	Utilization of new & renewable energy	-Installation of new & renewable energy facility (solar, wind, geothermal, etc.)	-Renewable energy integrated management system	P/S	P/S	P/S	P/S
		Resource circulation system	-Installation of rainwater using facility -Installation of recycling & segregated collection facility	-Water circulation management system -Automatic domestic waste collection system	P/S	P/S	P	P
	Community & Safety	Community revitalization	-Installation of community facilities	-Exchanging Information service for community activity	P	P	P	P
		Barrier-free environment	-Barrier-free spatial design	-Safety Assistant system based on LBS -Smart walking stick for the visually impaired person	P	P	P	P
		Crime prevention and Safety Accident Reduction	-CPTED -Design of evacuation route	-Resident management service -CCTV system for real-time monitoring	P/S	P/S	P/S	P/S
	Building & Unit	Specialized Planning	Environment -friendly design	-Green walls & green roofs -Natural daylight & ventilation	-Simulation system of cross ventilation -Simulation system of daylight	P	P	P/S
Unit design according type of various lifestyle			-Various specialized unit plan -Flexibility in unit plan		P	P	P	P
Performance Management		Optimization of maintenance		-Unit Monitoring System -Automatic control system for building equipment	.	.	S	.
		Use of eco-friendly material	-Utilization of environmental-friendly building materials	-Web-based building component information system	P	P	P	P
		Use of high performance and efficiency facility	-High efficiency wall & windows -High-efficiency lighting products -Water saving sanitary plumbing systems	-Automatic control system -Lighting system based on motion recognition	P/S	P/S	P/S	P/S

P/S : Application of 'Planning & Bulding' Planning technique & 'Smart Service' Planning technique

P : Application of 'Planning & Bulding' Planning technique

S : Application of 'Smart Service' Planning technique

로 계획기법의 단계적 적용 확대를 통해 탄소저감 및 에너지 저감의 중장기 목표 달성과 새로운 지역 경쟁력을 더욱 높일 수 있을 것이다.

References

- [1] S. J. Lee, D. S. Oh, A Study on Strategies of Smart Green City, Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, 15(2), pp5-17, 2015
- [2] K. I. Wang, direction of improvement of U-City toward low-carbon & green city KRIHS, 2009
- [3] J. K. Kim, A R&D Plan for Creating "Smart Green City", Architectural Institute of Korea, 55(4), pp.33-37, 2011
- [4] H. B. Kim, Present and Future of U-city, LH, 2011
- [5] B. S. Yun, Future Smart Green City, Journal of the Electrical World, pp.40-43, 2011
- [6] Cho Hun-hee, For the Smart Green City at the Aspect of Verifying Economic Feasibility, Architectural Institute of Korea, 55(4), pp.30-32, 2011
- [7] K. S. Jang, Implications and trend of global smart city, IT & Future Strategy, NIA, 2013
- [8] Y. J. Oh, S. H. Lee, Planning Principles of U-Eco City by Analyzing the Correlation Matrix between U-City and Eco City Services, Korea Planners Association, 48(3), pp.343-360, 2013
- [9] D. N. Kim, W. S. Kwon, S. M. Yang, H. S. Huh, A Study on Planning Methodologies for Smart City Master Plan, Urban Design Institute of Korea, 16(5), pp.109-122, 2015
- [10] H. G. Jung, Development Statue and Outlook of technologies for Smart Green Building, Journal of the electric world, pp.32-36, 2014
- [11] J. D. Huh, I. W. Lee, K. R. Park, A Technology Trend of Building Energy Management for Smart Green, Electronics & Telecommunications Trends, pp.21-31, 2011
- [12] E. H. Lee, D. S. Oh, An Evaluation Model for Residential Performances with the concept of living area, Neighborhood, Urban Design Institute of Korea, 15(2), pp.113-128, 2014
- [13] W. S. Jeon, J. S. Choi, D. S. Oh, A study on the evaluation of carbon neutral housing development through SB Tool, Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, 12(2), pp.83-92, 2012.
- [14] K. J. Lee, J. S. Lee, D. U. Yoo, Standards for sustainable high-density housing developments, Urban Design Institute of Korea, 15(2), pp.191-213, 2014
- [15] D. B. Shin, A Primer on Korea Planning and Policy, Smart City, KRIHS, 2013.
- [16] D. S. Oh, S. Y. Park, S. J. Lee, A study on the energy planning technique of smart green city, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 16(9), pp.6368-6375, 2015.

DOI: 10.5762/KAIS.2015.16.9.6368

- [17] B. H. Lim, J. Y. Lee, K. S. Jeong, I. S. Yeom Study on the improvement of urban regeneration using smart solution, Daejeon development institute, 2013
- [18] Saetgol-Mauel, Making beautiful and livable Apartment project, Multifunctional Administrative City Construction Agency, 2015

이 서 정(Seo-Jeong Lee)

[정회원]



- 2012년 2월 : 충남대학교 건축학과 (건축학사)
- 2014년 2월 : 충남대학교 대학원 건축공학과 (공학석사)
- 2016년 3월 : 충남대학교 대학원 건축공학과 (박사수료)

<관심분야>

도시계획, 도시재생, 스마트 그린시티

이 응 현(Eung-Hyun Lee)

[정회원]



- 2005년 2월 : 충남대학교 건축공학과 (공학사)
- 2007년 8월 : 충남대학교 대학원 건축공학과 (공학석사)
- 2012년 8월 : 충남대학교 대학원 건축공학과 (공학박사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 세계과학도 시연합, 연구원

<관심분야>

도시재생, 스마트시티, 과학단지

오 덕 성(Deog-Seong Oh)

[정회원]



- 1977년 2월 : 한양대학교 건축공학과 (공학사)
- 1979년 2월 : 서울대학교 대학원 도시계획 (공학석사)
- 1989년 1월 : Hannover Univ. Urban Planning (공학박사)
- 1981년 10월 ~ 현재 : 충남대학교 건축학과 교수

<관심분야>

도시계획, 도시재생, 과학도시