

신축건물 에너지효율관리를 위한 환경 및 에너지모니터링(계측) 방법론

권원정[†] · 윤지혜 · 권동명
에코센스

(2018년 6월 7일 접수, 2018년 6월 15일 수정, 2018년 6월 18일 채택)

A Study on the BEMS Installation and performance Evaluation Method for Energy Monitoring(Measuring) of New Building

Won Jung Kwon[†] · Ji Hye Yoon · Dong Myung Kwon
ECOSENSE

(Received 7 June 2018, Revised 15 June 2018, Accepted 18 June 2018)

요 약

건물의 에너지사용량을 효율적으로 관리하기 위해서는 에너지의 사용에 대한 모니터링이 우선시 되어야 한다. 건물에서의 에너지사용량은 크게 에너지원별, 용도별, 구역별로 구분하여 관리할 수 있다. 에너지원별이란 건물의 설비를 가동하기 위해 공급되는 전기, 가스, 연료, 지역난방 등을 의미한다. 용도별이란 크게 냉방, 난방, 조명, 급탕, 환기와 같이 5대 용도로 구분할 수 있지만, 5대 용도 안에 포함시키기 어려운 엘리베이터나 전열기 등은 별도로 분류하는 것을 의미한다. 이 외 구역별은 건물의 사용목적이나 사용용도가 비슷하거나 구분되는 지역을 묶어서 비교 관리 하거나 별도 관리 하는 것을 말한다. 이 밖에 에너지의 효율관리에서는 건물의 에너지사용량에 영향을 주는 온도, 습도와 재실자에 대한 관리가 필요하며, 최근 문제가 되는 미세먼지는 건물의 환기에 직접적인 영향을 주기 때문에 이에 대한 관리도 병행되어야 한다.

주요어 : 신축건물, 건물에너지관리시스템, 모니터링, 계측포인트, 효율관리

Abstract - Monitoring of energy use should be a priority in order to efficiently manage building energy use. Energy use in buildings can be managed by dividing them into energy sources, uses, and ZONE. By energy source, electricity, gas, fuel, and district heating are supplied to run the building's facilities. The purpose can be divided into five main applications, including cooling, heating, lighting, hot water and ventilation, but not many elevators and electric heaters that are difficult to include in the five applications are classified. ZONE Star refers to the comparison or separate management of areas for which the purpose of the building is similar or different. In addition, energy efficiency management requires control of the temperature, humidity, and people who will be measuring energy in the building, and the recent problem of fine dust should directly affect the ventilation of the building.

Key words : New Construction Building, Building Energy Management System, Monitoring, Target Point, Efficiency Management

1. 서 론

국내외 지구온난화 등 온실가스 감축에 관한 중요성은 날로 높아지고 있으며, 온실가스 감축을 위해 탄소

배출이 높은 에너지 분야에서의 노력이 필수적이다. 제 21차 유엔기후변화협약당사국총회(COP21)에서 대한민국 정부는 2030년까지 BAU대비 온실가스를 37% 줄이기로 확정하였다. 온실가스는 에너지사용량과도 연관성이 높으며 건물부문(가정, 상업부문)의 에너지 사용량은 국내 전체 에너지 소비의 약 17%를 차지하

[†]To whom corresponding should be addressed.
Tel : +82-2-850-3107 E-mail: kwj9401@ecosense.co.kr

고 있다.¹⁾

국가 전체 최종에너지 소비는 최근 20년간 약 56.3%가 증가하였고, 국민 1인당 에너지소비량 또한 지속적으로 증가하고 있다. 『2017년 지구상황 보고서』에 따르면 건물과 건축 부문은 전 세계 에너지 소비량 중 36%, 온실가스 배출량 중 39%를 차지하는 에너지다 소비 부문이다. 최근에는 건물의 에너지를 단순히 건물에너지 효율화라는 관점에서 벗어나, 도시의 에너지 공급과 수요 측면에서 통합적 관리 방안을 모색하는 흐름이 전 세계적 추세이다. 이에 건물 에너지 절감 및 관리를 위해 다양한 요소기술이 적용될 수 있으며, 기술 적용에 따른 효율적인 관리가 뒷받침 되어야 지속적인 에너지효율관리 시너지가 발휘될 수 있을 것이다.

건물의 효율적 에너지 관리를 위해 건물 내 에너지 사용량이 많은 설비 관리 등 에너지사용처의 최적 운영을 통해 에너지 낭비요소를 관리하고, 설비 시스템의 성능을 최적으로 유지 시키는 방안이 요구된다. 이를 가능하게 하는 것들에는 고효율 설비 도입 및 전력생산장치(태양열패널 등) 도입, 전력변환장치(PCS) 도입, BAS(Building Automation System), BEMS(Building Energy Management System), EMS(Energy Management System) 도입 등이 있으며, 해당 기술 및 시스템의 도입과 운영을 위해 건물의 건축특성, 설비운영특성, 이용특성, 에너지 흐름 등이 분석·반영되어 각각의 건물 에너지 사용처별로 관리가 되는 신뢰성 있는 시스템 등이 구축되어야 한다. 효율적 관리의 주체가 되는 시스템 구축을 위해 사전에 건물 특성 분석에 따른 관제점을 도출하여야 한다. 관제점은 각 건물의 건축, 설비, 건물이용 등의 특성을 반영한 에너지 관리를 위한 관리 포인트를 의미하며, 신축과 기축건물에 대해 건물 에너지관리를 위한 관제점 도출 과정에 일부 상이함이 있을 수 있고 본 연구에서는 기존의 기축건물 관제점 관리에 따른 비용-효율이 최대가 되는 관제점을 신축건물에 적용하여 관제점을 도출하는 내용을 다루고자 한다. 신축건물의 경우 건물에너지관리시스템 구축을 위한 계획단계부터 시공단계까지 체계적인 프로세스가 제공되어야 한다. 기축건물에서는 가능한 수준에서 시스템을 도입하는 형태이나 신축건물에서는 설계단계에서부터 시스템의 도입을 고려하면 비용적 측면이나 운영관리적인 측면에서 더 큰 효과를 볼 수 있

는 장점이 있다.

건축물의 효과적인 에너지관리를 위하여 2017년 1월 20일부터 제로에너지건축물 인증제도가 도입되었다.²⁾ 제로에너지건축물 인증제도는 2025년까지 신축 건축물을 대상으로 에너지의 자립화를 목표로 하고 있으며 제로에너지건축물 인증을 위하여 건축물의 패시브적인 요소와 신재생 등과 같은 액티브적인 요소를 조합해야 한다. 추가적으로 이를 관리할 수 있는 BEMS 수준의 시스템구축을 인증 의무사항으로 두고 있다. 신축건축물의 경우 설계시 효율적인 에너지관리방법을 고려할 수 있으며 에너지관리의 관점으로 접근하여 건물을 시공하기 때문에 완공이후 에너지관리체계를 구축하기 수월하며 에너지관리를 위한 시스템 재공사가 불필요한 장점을 포함한다.

본 연구에서는 신축 건물에 적용 가능한 에너지관리 시스템 구축 방안과 에너지운영관리 관점에서의 관제점 도출결과를 기술하고자 한다.

2. 신축건물 에너지관리시스템 구축 개요

2-1. 신축건물 개요

본 연구에서는 신축 건물의 에너지관리시스템의 기초가 되는 관제점 도출을 위하여 실제 신축 건물을 선정하여 연구를 진행하였으며, 시범적용 대상 건물은 경기도 시흥시 능곡로에 위치한 지하 1층, 지상 4층의



Fig. 1. First Floor Layout of Target Building

1) 에너지경제연구원 『에너지통계연보』2016년 가정, 상업부문 38.3백만 TOE 기준

2) 『녹색건축물 조성 지원법』제17조(건축물의 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증) 1항 내용 중 일부발췌

Table 1. Overview of Target Building

구분	내용	
용도	업무시설, 수련시설, 운동시설, 노유자시설, 제1종 근린생활시설	
규모	지하1층 지상4층	
준공년도	2018년 9월(예정)	
최고높이	19.55m	
면적	대지면적 9,721.00m ² / 건축면적 3,260.45m ²	
에너지원	지열난방 중앙집중식, 태양광에너지	
설비개요	용도 구분	용도별 설비 구성
	냉·난방	증기보일러, 난방용 중형보일러, 보일러급수 유닛, 순환펌프, 실내외기
	급탕	중형보일러, 급탕순환펌프, 급탕대류펌프, 전기온수기
	환기	급배기팬, 화장실 및 주방 배기팬, 공기조화기, 전열교환장치
	급수	급수펌프, 배수펌프, 샤워실 오수펌프
	조명	개별조명, 옥외조명, 화장실조명, 승강기조명
	전열	화장실비데, 핸드드라이어, 개별콘센트, 전기온수기
	신재생에너지 (Active)	지열히트펌프, 순환펌프, 대류펌프, 2차측 순환펌프, 태양광
	기타 1	비상조명, 출입통제, 방화셔터, 소화주펌프, 승강기
	기타 2 (Passive)	LED조명, 외부차양, 창호

규모의 운동시설, 주민센터, 북카페, 어린이집 등을 갖추고 있는 건물이다. 해당 신축건물에 대한 일반현황은 Table 1 에 정리하였다.

2-2. 신축건물 에너지관리시스템 관제점 도출 절차

신축건물의 에너지관리시스템 도입 및 효율적 사용을 위하여 관제점을 도출하는 것이 가장 우선시 되며, 관제점을 도출하기 위하여 건물의 에너지사용량을 용도별로 분류하고, 신축건물이기 때문에 설비 사양 및 층별·구역별 사용용도에 따른 에너지 사용을 예측하고, 신재생에너지 반영여부 등 공급에너지원과 에너지의 흐름을 예측, 그리고 건물·기계·전기 도면 등을 파악하는 등의 건물 에너지사용 특성을 분석하는 절차를 통해 관제항목을 구성한다.

신축 건물을 설계 및 시공하기 위하여 가장 먼저 고려될 사항은 건물의 사용목적, 대지면적, 예산 등이다. 신축건물의 건물에너지관리시스템의 구축을 위해서 건물의 용도, 시공을 위한 면적 위치를 파악하고 설계시 관리가 필요한 용도의 구분을 고려하여 분배전반을 분리하거나 효율관리를 위한 정보의 연동을 고려한 설

비제원에 대해서 우선적으로 파악하여야 한다. 부가적으로 설계시 에너지관리시스템 설비제원을 사전 파악한다면 건물의 미관을 고려해 분배전반의 매립 등도 제안이 가능하다.

앞서 언급된 바와 같이 용도구분, 효율관리를 위한 정보연동, 에너지관리 설비제원파악 등의 내용들이 설계상에 반영된다면, 건물에너지관리시스템을 위해 계측기(에너지 및 환경센서) 설치가 용이해지고, 에너지 사용구분이 명확하여 효율관리가 쉬워진다는 장점이 있다. 건물에 도입되는 설비에 대한 정보가 도출되면 해당설비를 바탕으로 계측에 대한 포인트가 선정 될 수 있고, 건물의 각 실 구분에 따라 구역을 분리할 수 있다. 건물의 설계작업과 건물에너지관리시스템의 관제점 도출작업은 병행되어야 하며, 관제점이 반영된 최종 설계안으로 착공되는 것이 에너지관리측면에서 유리하다. 준공전 전기공사가 완료되고, 설비가 들어오는 시점이 되면 계측장비의 공사가 가능해 진다.

일련의 과정을 통해 건물에너지관리시스템의 구축을 위한 에너지 관제점 도출 절차를 아래 Fig. 3. 와 같이 정리할 수 있으며 Fig. 4. 는 설계시 건물에너지관리

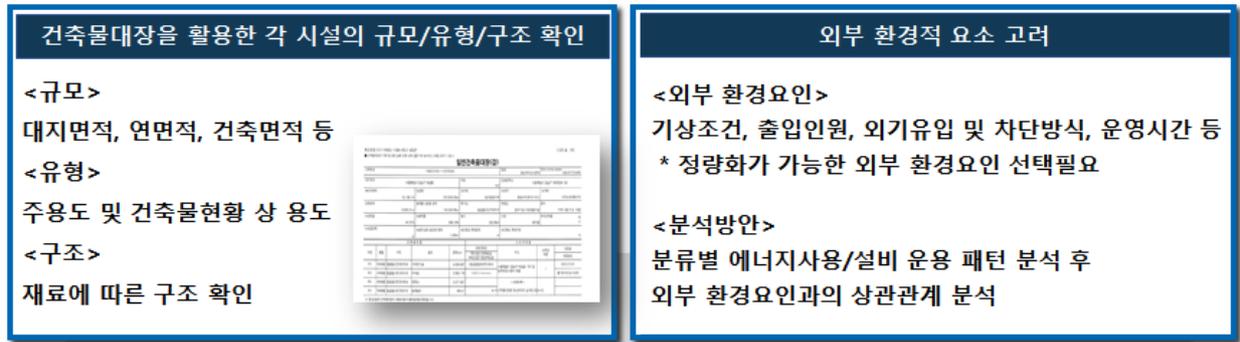


Fig. 2. Method to find feature of building energy use

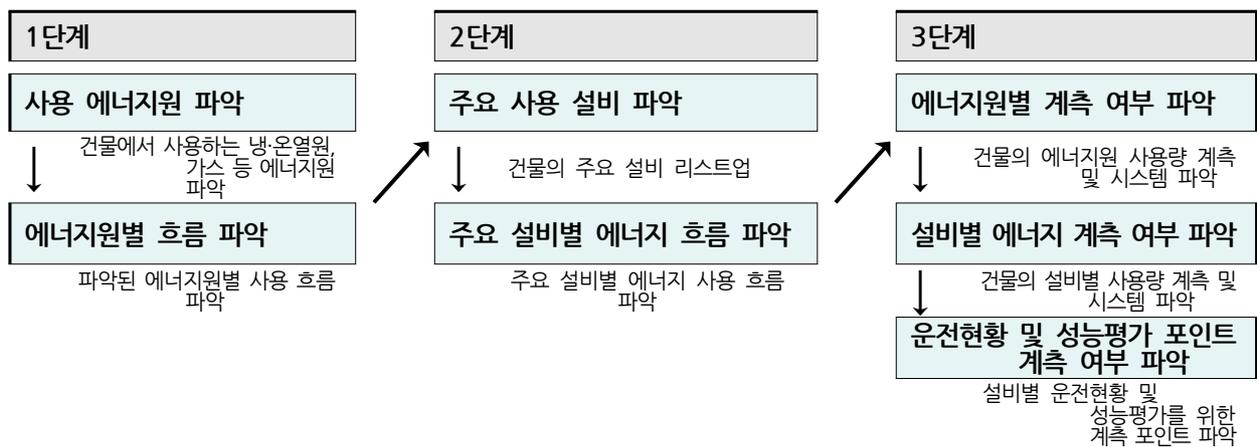


Fig. 3. Process of finding monitoring point

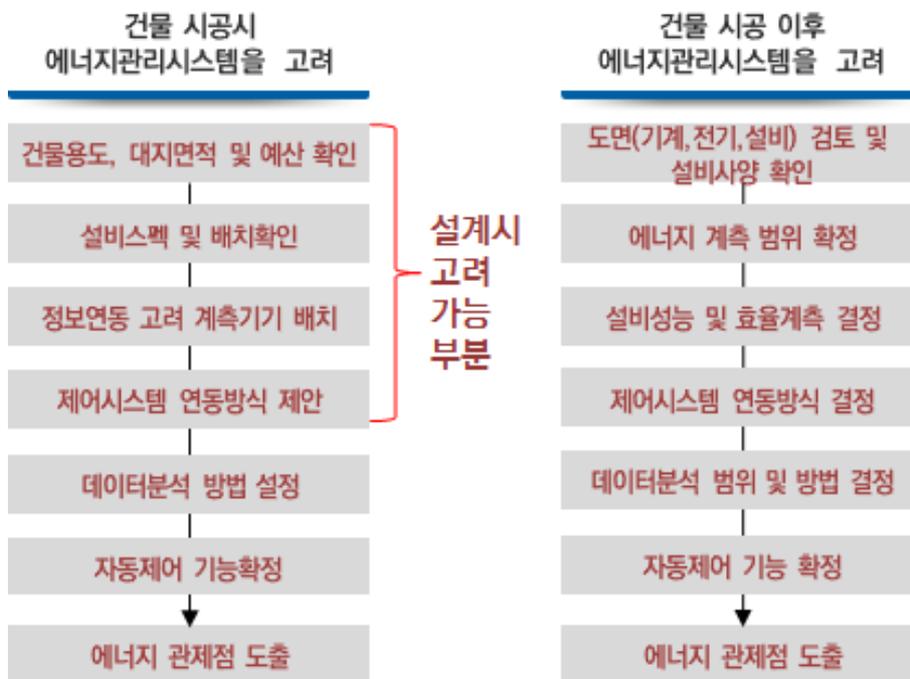


Fig. 4. Process of selecting target facilities in BEMS

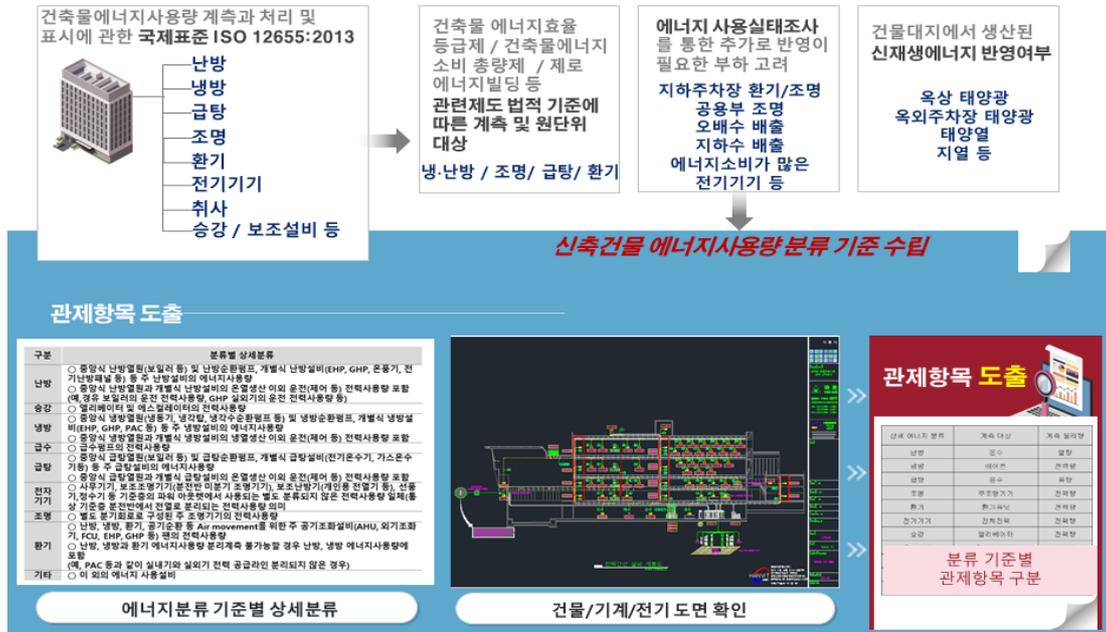


Fig. 5. Process of finding building energy monitoring point

Table 2. Example of Monitoring Point in each Energy Sources

구분	관제점 내용
관제점 내용	<ul style="list-style-type: none"> -공급에너지 : 수전, 도시가스, 지역난방 열원 등 -생산에너지 : 신재생에너지 발전량, 태양열 발전기, 태양열 온수 생산량/지열 열생산량 -저장에너지 : ESS 충전량, 축열조 -소비에너지 : 전력, 지역난방 열원 -외부유출에너지 : 전력판매량
에너지원별 계측 포인트	<ul style="list-style-type: none"> -에너지원별 주요 공급관에 계측기를 설치할 수 없는 경우에는 기기별로 공급하는 에너지원별 계측 데이터의 합으로 표시 -메인 계측기가 없는 경우, 해당 계통 아래 연결된 서브 계측기의 합으로 표시 (단, 해당 계통의 서브 계측기가 빠짐없이 설치되어 있어야 함) -수변전설비 단선결선도, 분전반 결선도, 분전반 상세도, 가스배관도면, 원격검침시스템 도면 등에 계측기 설치내용 반영 <div style="text-align: center;"> <p>■ 주 공급관에 계측기가 있는 경우 ■ 주 공급관에 계측기가 없는 경우</p> </div>

Fig. 6. Monitoring Points in Main Supply Pipe

출처 : 건물에너지관리시스템(BEMS) 설치 가이드라인, 산업통상자원부, 국토교통부

시스템의 고려가 가능할 때의 절차와 설계 작업이 완료된 이후 신축건물에서의 건물에너지관리시스템 구축 절차를 비교하였다.

2-3. 신축건물 에너지관리시스템 관제점 설정방법

건물의 에너지 관제점 설정할 때는 에너지 공급과 소비의 측면에서 건물의 각 에너지원별, 에너지 용도 별분류, 주요설비 및 유틸리티 설비별로 관제점이 도출 되어야 한다. 그리고 에너지소비에 영향을 미치는 특정 설비 및 구역별 특성을 기준으로 관제점을 구분할 수 있다.

관제점 도출을 위해 에너지원별 Energy Flow 분석, 용도별(난방, 냉방, 환기, 급탕, 조명, 전열 등)에너지 사용량 및 흐름 분석, 주요에너지 다소비 설비(공조기, 보일러, 냉동기, 펌프 등)의 사용량을 관제하는 것이 건물 범위에서의 관제점이 될 수 있다. 또 건물의 용도 특성에 따라 층별 전력사용량 및 실별 전열, 전등, 개별기기, 사무기기 등 사용량을 측정하는 것으로 에너지 사용을 구분할 수 있다. 공조, 냉난방 등 공통사용 에너지 설비의 사용량 관리를 위한 세부적인 구분 및 측정이 어려운 경우에는 총 사용량 대비 면적을 관리가 가능하다.

건물 에너지관리의 효율적인 운영을 위하여 신축건물을 대상으로 도출된 모든 관제점에 대해 비용-효과 측면에서 고려가 우선되어야 한다. 주로 사용되는 가스, 스팀, 전기 등의 공급 에너지원으로 가장 큰 관제점으로 구분되고, 에너지원별, 에너지원의 사용 용도별, 용도의 계통별 에너지소비현황에 따른 구분과 건물에 설치되어 운영되는 설비별로 구분하여 에너지사용량을 계측 및 데이터를 수집, 분석과 지속적인 관리가 이루어져야 한다.

① 에너지원별 구분

주로 사용되는 가스, 스팀, 전기 등의 에너지원으로 가장 큰 관제점으로 구분되고 가장 먼저 에너지원별로 계측하여 데이터를 수집, 분석 및 관리가 이루어져야 한다.

② 용도별 구분

에너지 사용 설비별 관리를 위한 관제점 기준은 건물 내에서 냉방, 난방, 급탕, 환기, 조명 등의 용도로 사용되는 주요 설비들을 포함하여 성능 및 효율 분석

을 위한 관제점으로 구성된다.

③ 구역별 구분

에너지 구역별 구분이란 설비별, 용도별로 계측된 에너지사용량을 바탕으로 사용처별 에너지사용량의 증감, 패턴등을 분석하여 활용하기 위해 진행하며 구역별 관리를 위한 관제점 기준은 건물 내에서 물리적 위치 또는 전력 배전반 분기방법에 따른 효과적으로 분석가능한 관제점으로 구성된다.

예를들어 동일한 건물내 사무시설과 상업용 판매시설이 존재하는 경우 에너지사용패턴 또는 에너지관리 측면에서 에너지관리시스템 도입시, 구역별 에너지사용량을 모니터링 및 분석하는 것이 에너지관리에 효율적이다.

④ 환경인자 고려

에너지모니터링 구축시 향후 효율관리를 위하여 에너지절감성과를 염두에 두어야 한다. 에너지절감성과 평가란 에너지경영시스템 성과평가 운영규정(한국에너지공단 제정 2015.7.6.)에서 정의된 절차에 따라 에너지 절감량 또는 절감 개선률을 정량화하는 방법 및 절차를 말한다. 이러한 성과평가를 위해서는 에너지사용량과 관련이 있는 영향인자 데이터를 수집하여 상관성이 있는 경우, 그 관계를 통계적인 모델로 수립하여 예측 및 검증에 등에 활용하는 기법이 적용된다. 그렇기 때문에 영향인자 또한 관리가 필요하다.

미국의 에너지국(DOE)과 환경보호국(EPA)의 에너지소비와 온실가스감소의 노력을 위한 공동프로그램인 에너지스타에서도 에너지원과 건물의 이용에 영향을 주는 인자를 포함하여 건물의 에너지성과를 관리하도록 하고 있다.

일반적으로 건물에서 냉·난방 및 환기부하는 기후조건에 큰 영향인자이며 조명 및 전열기기, 엘리베이터 사용은 에너지 사용행태의 영향을 받는다. 또한 신재생에너지 중 태양광에너지는 전력 생산량과 상관관계가 크다. 이와 같은 인자를 독립변수라고 하며 이 독립변수에 따라 에너지 성과가 다르게 분석될 수 있다.

시험적용 대상건축물은 업무시설 및 근린생활시설로 일반적인 복합건물 형태를 띠고 있으며 위의 언급된 일반적인 건물과 유사한 영향변수를 도출해 낼 수 있다. 이에 기후조건을 측정할 수 있는 온도계와 건물내 인구 밀집도를 확인하여 에너지사용행태를 일부 파

Table 3. Example of Monitoring Point in each Usage

구분	관제점 내용			
용도별 주요 설비	주요 설비 계통	계통 내 기기 (예)		
	열원설비	냉동기, 보일러, 히트펌프 실외기, 냉각탑, 열교환기, 빙축열 등		
	공조설비	공조기, 터미널유닛(팬코일 유닛 등), 히트펌프 실내기, 급배기팬 등		
	급탕설비	급탕보일러, 전기온수기, 순환펌프, 저탕조 등		
	운송설비	엘리베이터, 에스컬레이터, 입체주차장 등		
	조명설비	등기구 등		
	전열설비	사무기기, 가전기기 등		
관제점 내용	계통에 속한 각 용도별 설비 전체 용량의 사용량 합 -중요에너지사용설비인 경우 모두 각각 계측이 필요한 대상임			
열원, 급탕 설비	계통구분	설비명	계측대상	
	온·냉열원 설비	보일러	각각 개별기기의 가스소비량 및 전력소비량	
		실외기	각각 개별기기의 전력소비량	
		실외기	계측 비대상(소용량)	
		냉동기	각각 개별기기의 전력소비량	
		냉각탑		
	순환펌프	각각의 개별 가스소비량		
급탕설비	가스온수보일러			
조명 설비	-계통비중이 20% 이상인 열원설비, 급탕설비에 대하여 단위기기별로 계측, 단 단위기기의 용량 비중을 평가하여 계통 내 비중이 5% 미만이거나 예비용인 경우에는 계측대상에서 제외할 수 있음 -제외 대상 기준 : BEMS 설치 가이드라인			
	-조명 분전반이 있는 경우에 해당함 -특정 구역 및 실별 계측이 필요한 경우 또는 조명의 분전반이 없는 경우는 실별 또는 층별로 계측 지점을 묶을 수 있다면 구역별 계측이 가능 -실별 기준 조명과 전열 등이 함께 있다면 구분하여 계측이 필요(특정 구역 및 실별 계측이 필요한 경우)			
공조 설비	-공조설비 또한 공조구역으로 묶어 계측을 하는 것이 일반적임 -프로젝트 M&V 적용을 위하여 각 설비별 계측이 필요한 경우, 공조기, 급기팬, 배기팬 등의 에너지 사용량을 각각 계측 -공조기에 공급되는 냉·온수 유량 계측 -각 층에 해당하는 면적별로 공조 에너지가 분리된다는 가정 하에 에너지 사용량을 산출			
전열 설비	-전열기구의 분전반이 있는 경우 실별 또는 층별로 계측 -분전반이 없는 경우 전열 설비의 상세 계측이 필요하지 않는 한 구역 또는 층별로 묶음이 가능한 수준으로 묶어서 계측하는 것이 비용 효과적임			
운송 설비	-운송설비는 구역으로 묶어 계측 가능 -각 층별로 에너지가 분리된다는 가정 하에 에너지 사용량을 산출			
	-엘리베이터는 민원실 및 북카페 등 사무실 운영시간만 가동되는 경우가 일반적이기 때문에 그 부분의 에너지 사용량 분리 계측이 필요함			
	-운송설비는 주민센터를 이용하는 손님이 이용하는 것과 사무실을 이용하는 근무자용 등 목적이 분리되어 있는 경우가 일반적이며, 목적에 따라 운송설비의 형태와 사용 빈도가 다르므로 필요에 따라 설비를 구분하여 계측이 필요할 수 있음			

Table 4. Example of Monitoring Point in each Zone

구분	관제점 내용
구역 별	-사용 용도별 (호, 실 등) -층별 -분전반 -패시브요소 적용 실 -신재생에너지적용 실 등

Table 5. Example of Monitoring Point in each environmental factor

구분	위치	계측값	단위	계측기	정보활용
건물 내 환경정보	수요처 기타관리구역	실내온도	℃	온도계	냉난방 적정온도 조정
		실내습도	%RH	습도계	적정 실내환경 유지
		CO2농도	ppm	CO2 농도계	적정 실내환경 유지
		조도	lx	조도계	적정 실내환경 유지
	주차장	CO 농도	ppm	CO 농도계	적정 실내환경 유지
외부 환경정보	건물옥상	외기건구온도	℃	온도계 또는 I/F	외기 온도 측정 대응
		외기습도	%RH	습도계 또는 I/F	외기 습도 측정 대응
		외기습구온도		I/F	냉각탑 설정 온도 적용
	-	우천정보	I/O	I/F	공조기 엔탈피 운전 적용
	건물옥상	태양복사량		I/F	냉난방 부하 예측
		태양조도		조도계 또는 I/F	외주부 조명제어
		태양고도		I/F	브라인드 제어
		태양방향		I/F	브라인드 제어
	옥상	풍향		I/F	참고자료
		풍속		I/F	참고자료
	외기 예측자료	-	예측온도		
예측습도			%RH		최대수요 전력 예측
예측우천			I/O		야간 예냉 운전 예측
예측습구온도			%RH		냉방 부하 예측 최대수요 전력예측

출처 :한국에너지공단(2017), 건물에너지관리시스템 설치 가이드라인

약할 수 있는 재실자 센서를 고려하였으며, 건물의 환 인자로 고려되었다.
기와 관련이 높은 미세먼지 측정 장치가 중요한 영향

3. 신축건물의 에너지효율관리를 위한 관제점 도출결과

대상건축물의 에너지관리 관제점을 도출하기 위하여 고려된 사항은 용도구분, 에너지구분, 환경정보 구분이며 제로에너지빌딩을 위하여 신재생에너지 시설 및 패시브 요소(조도에 따른 자동 블라인드, 외벽 단열재, LED조명)를 추가적으로 고려하여 최종 관제점을 도출할 수 있다. 신축건물의 설계단계에서 위와 같이 고려된 사항을 반영하여 에너지관리시스템을 구축하여 향후 모니터링을 통한 성과를 관리하고 개선해 나갈 수 있도록 계측기기 설치, 분전반구분 등의 방법을 고려해야한다. 대상건축물은 총 369개 설비를 포함하고 있다. 건물에너지관리시스템의 구축을 위해서 정격용량 10kW 이하의 설비에 대한 계측을 제외하는 것이 불필요한 계측포인트를 줄일 수 있는 방안이며 BEMS 가이드라인에서 요구하는 용도별, 에너지원별 구분이 가능한 수준으로 분류하고, 성과의 검증에 위한 환경정보 계측 포인트를 추가한다면 활용가능한 건물에너지관리시스템을 구축할 수 있다. 또한 건물에 설비정보를 관리하는 BAS 시스템이 있을 경우, 이로부터 연동 가능한 정보를 추출하여 별도 관리하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 제로에너지빌딩 건물로 이어지는 특성을 고려하여 신재생에너지 생산과 사용, 패시브 기술이 적용된 부분을 추가로 고려하였다.

건물의 특징에 따라 관제점이 달라질 수 있으며 본 실증 건물에서의 에너지 사용량 관리를 위해서 Fig. 7. 과 같은 수준의 계측이 필요하다. 이에 대한 관제점을 도출하였으며 현장 적용 예정이다.

3-1. 고려사항

- ① 용도구분: 냉난방/급탕/조명/환기/전열/기타
- ② 에너지원 구분: 전기/가스/신재생
- ③ 제로에너지빌딩 특징 고려: 신재생에너지 및 패시브 기술적용
- ④ 환경인자 고려: 건물의 에너지 사용량에 영향을 주는 요인

관제점 도출에 따른 에너지사용량 계측 지점을 구성하여 시스템 연동을 통한 데이터 수집 및 관리를 기반으로 건물의 효율적 에너지사용을 도모할 수 있다. 일반적으로 건물의 에너지원별 사용량 및 기타 에너지사용에 원인이 되거나 영향을 미치는 데이터는 개별적으로 관리 주체별로 수집하고 관리하는 경우가 많아 사전에 DB화하여 구축한 후 지속적으로 데이터를 관리

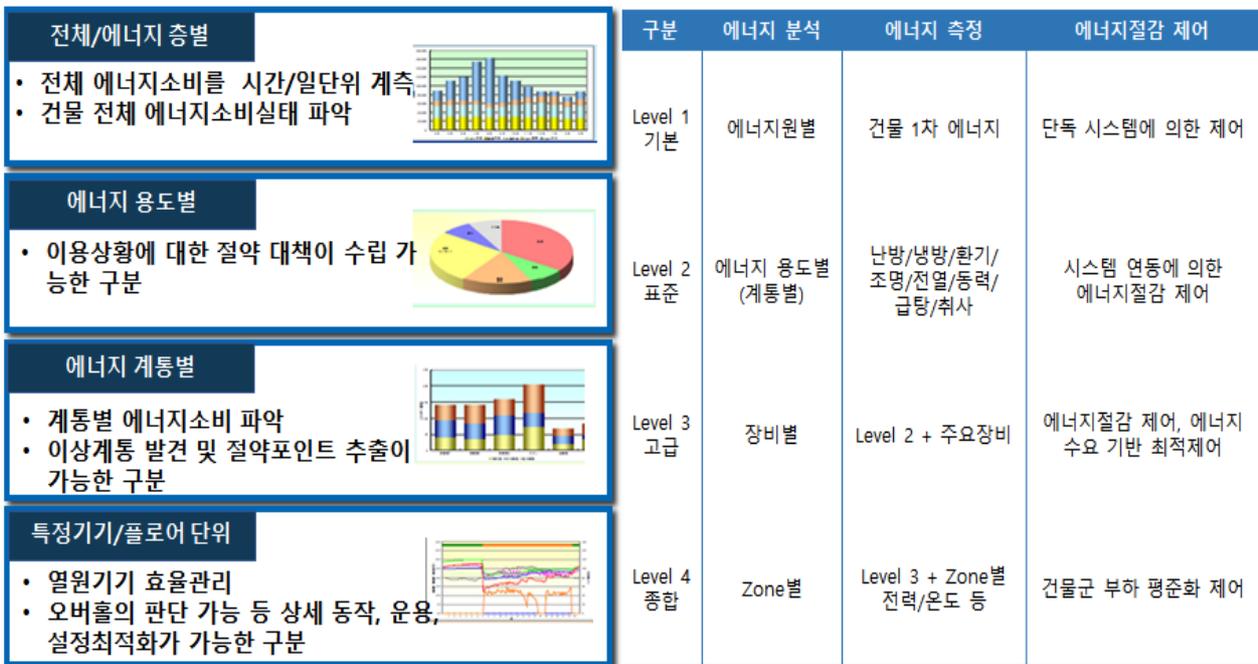


Fig. 7. Set up the level of measuring of energy use

Table 6. Classification of usage

용도	설비대분류	설비명	설계값	전체에너지사용량대비 예상에너지사용비율
냉난방	GHP실외기	가스미터, G-GHP, GHP	40.6KW, 876Nm3/h	61.71%
	냉온수 순환펌프	급수유닛, 순환펌프 등	3kw	0.05%
	복사난방온도조절기	화장실, 체육관동 등	35kw	0.54%
	보일러	증기보일러, 중형보일러 등	19.8kw, 231Nm3/h	16.41%
급탕	보일러	중형보일러, 전기온수기 등	30.4kw, 33.3Nm3/h	2.79%
조명	일반조명	각실별 조명	154kw	2.36%
환기	GHP실내기	각분전반	13.77kw	0.21%
	EHP실내기	유치원, 체력 분전반	8kw	0.12%
	전열교환장치	각분전반	26.99kw	0.41%
	AHU	공조판넬	44kw	0.68%
전열	전열	각실별 전열	615kw	9.44%
기타	승강기	엘리베이터판넬	37kw	0.57%
	소방설비	통제, 기계, 통신 판넬	111.25kw	1.71%

Table 7. Classification of energy resource

에너지원	분전반	주요설비명
전기	MCC-P	증기보일러 2기, 중형보일러
	G-EHP	냉난방실외기 14기, 싱글형 천장형 카세트
	LR-유치원2	냉난방실외기 2기
	LR-2-체력	싱글형천장형카세트 2기
	MCC-P(급탕)	중형보일러, 급탕 순환용 2기, 전기온수기
	MCC-P(환기)	기계실 급배기팬, 저수조실 급배기팬, 전기실 급배기팬
	P-ELEV2	17인승 3기, 15인승 1기
	조명,전열	각실별
가스	실외기	냉난방 실외기 16기
	증기보일러 2기	
	난방보일러	
	급탕용보일러	
신재생	MCC-G	지열히트펌프, 순환펌프 등
	태양광 DESK	

Table 8. Consideration of Zero Energy Building character

추가요소	시설대분류	시설명	비고
신재생	태양광	건물전체 사용	태양에너지 메인 1기 계측
	지열	지열히트펌프 2기	지열시스템 BAS를 통하여 데이터 연계
		지열순환펌프 2기	
		지열대류펌프 2기	
지열2차측 순환펌프 2기			
패시브	북카페	전등/전열/환기	패시브 적용실 (3곳) 전등, 전열, 환기를 구분하여 계측
	민원실		
	다목적실		

Table 9. Environmental factors

적용인자	측정위치	비고
온/습도	각 층별 * 패시브 적용존 별도: 북카페, 민원실, 다목적실	1)재실자 정보는 향후 건물 준공이후 사용자 실태조사를 통해 기준값 설정이 별도로 이루어져야함
재실자1)	건물 입구	
미세먼지	옥상	
CO2	각 층별 * 패시브 적용존 별도: 북카페, 민원실, 다목적실	

하게 된다면, 누적된 데이터를 이용하여 에너지사용량과 기타 일반 데이터(이용자 수, 이용시간, 가동시간 등) 간의 상관관계를 도출 할 수 있다. 관제항목의 명칭을 구분하여 DB화 데이터를 관리하는 것이 용이한데, 관제항목 명칭은 계측되는 데이터가 무엇인지를 나타내며, 또한 각각의 계측 데이터를 식별하기 위하여 계측기별로 고유하게 부여하는 것이 요구된다.

3-2. 도출결과

고려사항에서 검토된 용도구분, 에너지원구분, 제로에너지빌딩 특징고려, 환경인자 내용을 기준으로 본 실증건물에 가장 적합하다고 판단된 설치포인트를 도출하였으며 ZEB패키지가 적용된 특정 실에 대해서는 추가 설치포인트를 도출하였다. 신재생에너지인 지열 및 태양광 에너지 계측부분에는 데이터 측정을 위한 계측기가 설치될 예정이다. 도출된 설치포인트는 Table 6. 에서 리스트를 정리하였다.

Table 10. Result of finding monitoring point

No.	설치포인트	용도구분	측정에너지원
1	한전메인		전력
2	B/1 보일러(BCP)	난방/급탕	전력

No.	설치포인트	용도구분	측정에너지원
3	B/1 보일러(BCP)	난방/급탕	전력
4	B/2 보일러(BCP)	급탕	전력
5	B/3 보일러(BCP)	난방	전력
6	P/5 체육시설 급탕순환용	급탕	전력
7	P/6 체육시설 급탕순환용	급탕	전력
8	P/7 보육시설 급탕순환펌프	급탕	전력
9	P/8 보육시설 급탕순환펌프	급탕	전력
10	P/13 주민센터 급탕순환용	급탕	전력
11	P/14 주민센터 급탕순환용	급탕	전력
12	F/1 기계실 급기웬	환기(공조)	전력
13	F/2 기계실 배기웬	환기(공조)	전력
14	F/3 저수조실 급기웬	환기(공조)	전력
15	F/4 저수조실 배기웬	환기(공조)	전력
16	F/5 전기실 급기웬	환기(공조)	전력
17	F/6 전기실 배기웬	환기(공조)	전력
18	E/1 전기 온수기	급탕	전력
19	LR-체육B1	조명+전열+환기+기타	전력
20	LR-2-강당	조명+전열+환기+기타	전력
21	P-ELEV1	운송(승강)	전력
22	P-ELEV2	운송(승강)	전력
23	P-ELEV3(어린이집)	운송(승강)	전력
24	LR-B1-기계	조명+전열	전력
25	MAIN	조명+전열+기타	전력
26	MAIN(민원실, 화장실 포함)	조명+전열+환기	전력
27	PNL LR-화장실	조명+전열+환기	전력
28	MAIN(2,3,4층 체육, 매점, 북카페 포함)	조명+전열+환기	전력
29	PNL LR-1-매점	조명+전열+환기	전력
30	PNL LR-1-북카페	조명+전열+환기	전력
31	MAIN	조명+전열+환기+기타	전력
32	PNL LR-유치원2	조명+전열+환기	전력

No.	설치포인트	용도구분	측정에너지원
33	L1 전등	조명	전력
34	R1 전열	전열	전력
35	C1 실내기	환기(공조)	전력
36	H1 전열교환기	환기(공조)	전력
37	실내 온습도	온습도	
38	실내 CO2	CO2	
39	MAIN		전력
40	L1 전등	조명	전력
41	R1 전열	전열	전력
42	R3 전열	전열	전력
43	R2 전열	전열	전력
44	R4 전열	전열	전력
45	R5 전열	전열	전력
46	R6 전열	전열	전력
47	R7 전열	전열	전력
48	R8 전열	전열	전력
49	R9 전열	전열	전력
50	R10 전열	전열	전력
51	R11 전열	전열	전력
52	R12 전열	전열	전력
53	R13 전열	전열	전력
54	A1 에어컨 실외기	난방/냉방	전력
55	C1 실내기	환기(공조)	전력
56	H1 전열교환기	환기(공조)	전력
57	실내 온습도	온습도	
58	실내 CO2	CO2	
59	MAIN(2,3,4층 화장실 전력 포함)	조명+전열+환기	전력
60	실내 온/습도	온습도	
61	실내 CO2	CO2	
62	MAIN	조명+전열+환기+기타	전력

No.	설치포인트	용도구분	측정에너지원
63	PNL LR-2-다목적	조명+전열+환기+기타	전력
64	PNL LR-2-체력	조명+전열+환기+기타	전력
65	PNL LR-2-교육1	조명+전열+환기	전력
66	PNL LR-2-교육2	조명+전열+환기	전력
67	MAIN	조명+전열+환기	전력
68	PNL LR-2-교육3	조명+전열+환기	전력
69	PNL LR-2-교육4	조명+전열+환기	전력
70	PNL LR-2-교육5	조명+전열+환기	전력
71	PNL LR-2-교육6	조명+전열+환기	전력
72	GHP-1 실외기	냉방/난방	전력
73	GHP-2 실외기	냉방/난방	전력
74	MAIN	조명+전열	전력
75	실내 온/습도	온습도	
76	실내 CO2	CO2	
77	MAIN	조명+전열+환기+기타	전력
78	PNL LR-3-다목적	조명+전열+환기	전력
79	PNL LR-3-영상실	조명+전열+환기	전력
80	PNL LR-3-미술실	조명+전열+환기	전력
81	PNL LR-3-상담실	조명+전열+환기	전력
82	PNL LR-3-사무실	조명+전열+환기	전력
83	PNL LR-3-회의실	조명+전열+환기	전력
84	PNL LR-3-동아리1	조명+전열+환기	전력
85	PNL LR-3-동아리4	조명+전열+환기	전력
86	PNL LR-3-동아리5	조명+전열+환기	전력
87	PNL LR-3-밴드실	조명+전열+환기	전력
88	PNL LR-3-댄스실	조명+전열+환기	전력
89	PNL LR-3-음악실	조명+전열+환기	전력
90	PNL LR-3-음악실	조명+전열+환기	전력
91	MAIN	조명+전열	전력
92	L1 전등	전열	전력

No.	설치포인트	용도구분	측정에너지원
93	R2 전열	전열	전력
94	H1 전열교환기	환기(공조)	전력
95	R1 전열	전열	전력
96	C1 실내기	환기(공조)	전력
97	실내 온/습도	온습도	전력
98	실내 CO2	CO2	전력
99	실내 온/습도	온습도	전력
100	실내 CO2	CO2	전력
101	MAIN	조명+전열+환기+기타	전력
102	PNL LR-4-다목적	조명+전열+환기+기타	전력
103	PNL LR-4-상담	조명+전열+환기	전력
104	PNL LR-4-물리	조명+전열+환기	전력
105	PNL LR-4-보훈1	조명+전열+환기	전력
106	PNL LR-4-보훈2	조명+전열+환기	전력
107	PNL LR-4-보훈3	조명+전열+환기	전력
108	PNL LR-4-보훈4	조명+전열+환기	전력
109	PNL LR-4-보훈5	조명+전열+환기	전력
110	PNL LR-4-보훈6	조명+전열+환기	전력
111	PNL LR-4-보훈7	조명+전열+환기	전력
112	PNL LR-4-보훈8	조명+전열+환기	전력
113	PNL LR-4-보훈9	조명+전열+환기	전력
114	PNL LR-4-보훈10	조명+전열+환기	전력
115	MAIN	조명+전열+환기	전력
116	PNL LR-4-취미1	조명+전열+환기	전력
117	PNL LR-4-취미2	조명+전열+환기	전력
118	MAIN	조명+전열	전력
119	실내 온/습도	온습도	
120	실내 CO2	CO2	
121	EHP-1 EHP 실외기	냉방/난방	전력
122	GHP-1 GHP 실외기	냉방/난방	전력

No.	설치포인트	용도구분	측정에너지원
123	GHP-2 GHP 실외기	냉방/난방	전력
124	GHP-3 GHP 실외기	냉방/난방	전력
125	GHP-4 GHP 실외기	냉방/난방	전력
126	GHP-5 GHP 실외기	냉방/난방	전력
127	GHP-6 GHP 실외기	냉방/난방	전력
128	GHP-7 GHP 실외기	냉방/난방	전력
129	GHP-8 GHP 실외기	냉방/난방	전력
130	GHP-9 GHP 실외기	냉방/난방	전력
131	GHP-10 GHP 실외기	냉방/난방	전력
132	GHP-11 GHP 실외기	냉방/난방	전력
133	GHP-12 GHP 실외기	냉방/난방	전력
134	GHP-13 GHP 실외기	냉방/난방	전력
135	GHP-14 GHP 실외기	냉방/난방	전력
136	B-1 보일러 가스 사용량	난방/급탕	가스
137	B-1 보일러 가스 사용량	난방/급탕	가스
138	B-2 보일러 가스 사용량	난방	가스
139	B-3 보일러 가스 사용량	급탕	가스
140	지상 1F GHP 가스 사용량	난방/냉방	가스
141	지상 2F GHP 가스 사용량	난방/냉방	가스
142	지하 1F GHP 가스 사용량	난방/냉방	가스
143	지상 1F GHP 가스 사용량	난방/냉방	가스
144	지상 2F GHP 가스 사용량	난방/냉방	가스
145	지상 3F GHP 가스 사용량	난방/냉방	가스
146	지상 4F GHP 가스 사용량	난방/냉방	가스
147	지상 4F GHP 가스 사용량	난방/냉방	가스
148	B/1 보일러(BCP)	스팀 열량(난방/급탕)	열량
149	B/1 보일러(BCP)	스팀 열량(난방/급탕)	열량
150	B/2 보일러(BCP)	온수 열량(급탕)	열량
151	B/3 보일러(BCP)	온수 열량(난방)	열량

4. 결 론

본 연구에서는 기존 BEMS설치 가이드라인을 기준으로 건물현황파악을 통하여 신축건물의 건물에너지 관리시스템 도입시 적절한 관제점을 도출하였다. 신축 건물은 제로에너지빌딩의 규제 대상이되며 이에 따라 제로에너지빌딩 인증규정의 원격검침 또는 건물에너지관리시스템(BEMS)에 준하는 에너지관리시스템을 갖추어야 한다. 설계단계에서 건물에너지관리시스템의 구축이 고려되면, 건물의 운영관리 측면에서 분배전반의 분리가 가능하고 계측장비의 내장화를 통한 건물 미관상의 문제를 해결 할 수 있다. 또 건물의 준공이후 계측설치에 따른 추가 공사비를 고려하지 않아도 되기에 비용적인 문제도 해결할 수 있다. 무엇보다도 건물의 에너지 효율관리는 건물에너지 사용량에 대한 관리를 통해 에너지를 절감하고자 하는 목적이 있다. 에너지 자립화를 실현시키기 위해서는 고도화된 기술을 적용시켜 시공하는 단계와 사용단계에서의 효율관리가 병행되어야 그 효과가 극대화 될 수 있다.

(1) 효과적으로 건물에너지관리시스템을 구축하기 위해서는 건물의 설계단계에서부터 에너지관리의 관점에서 건물이 시공되어야 한다.

(2) 에너지의 효율관리를 위해서는 에너지원, 에너지원의 사용용도, 건물의 특성이 반영된 ZONE의 구분이 필요하며 이를 분리하는 것이 에너지의 관리 측면에서 다양한 절감시도가 가능하다.

(3) 건물에너지의 사용은 기후적요소(기온, 미세 먼지 등)와 건물을 사용하는 재실자의 정보에 크게 영향을 받기 때문에 이러한 환경인자도 반드시 고려해야 한다.

5. 후 기

본 연구는 2017년 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다. (No. KETEP 20162010104270)

References

1. Chan-Young Han, 2017, The Case Study on the Energy Saving Methods and Field Test in Exis-

ting Buildings, pp. 475-476

2. Jin-Uk Lee, 2013, Process Development of BEMS (Building Energy Management System) Build-Up for New Green Buildings, pp. 47-48

3. Uk-Joo Sung, 2017, A Review of Domestic Zero Energy Building Technology and Prospect, pp. 13-15

4. Hyun-Cheol Shin, 2015, Analysis of Energy Consumption and Cost based on Combination of Element Technologies for Implementing Zero-Energy House, Journal of KIAEBS vol. 9, No. 2, pp. 163-170

5. Won-Tug Son, 2015, A Study on the Energy Saving Techniques and Energy Performance Improvement through Green-Remodeling of Office Building, pp. 372-377

6. Korea Energy Agency, 2017, Building Energy Management System Construction user's guideline, pp. 4-118

7. Korea Energy Agency, 2017, Building Energy Management System report user's guideline, pp. 3-62