

기존 건축물의 운영단계 에너지효율 개선을 위한 관리 및 제도화 방안 연구

조진균[†] · 이영재

국립한밭대학교 설비공학과, 교수

A Study on the Institutionalization of Energy Efficient Operation and Maintenance Program for Existing Buildings

Cho Jinkyun[†] · Lee Youngjae

Professor, Department of Building and Plant Engineering, Hanbat National University

[†]Corresponding author: jinkyun.cho@hanbat.ac.kr

Abstract

Operational energy is the energy that is used during the occupancy stage of building life cycle. It is associated with relatively longer proportion of infrastructure's service life and can constitute 80-90% of the total energy. Assessing the energy use in buildings is essential since they are significant contributors to energy demand. In this regard, energy performance of buildings has become the focus of many regulations. This paper aimed to review the regulations about the energy performance of buildings during their operational stage in Korea. For energy efficient operation program for existing buildings, governments should implement policies and support voluntary programs that rely on collecting and managing building performance data and using this data to inform public and private-sector operation and maintenance strategies. Implementing these policies and programs requires tools and processes for collecting, curating, managing, analyzing, and publishing this data. Energy assessment tool, that is a data resource management tool that enables to assess energy use across the entire portfolio of buildings, is also required.

Keywords: 기존건물(Existing building), 에너지운영효율(Energy efficient operation), 에너지 정보(Energy data), 건물에너지평가(Building energy assessment), 운영관리제도(O&M program)

1. 서론

신기후체제 출범에 대응하여 에너지산업의 패러다임 전환이 요구되고 있다. 대한민국은 온실가스 감축의 실질적 대안으로 에너지신산업을 주목하고 있고 에너지신산업에 대한 국내기업의 과감한 투자 촉진을 위해 2030년 에너지신산업 확산전략¹⁾을 제시 하였다. 건물분야로 국한하면 혁신적인 관련 제도의 추진은 2017년 도입한 제로에너지건축물 인증제도이다. 2020년 공공건물 의무화, 2025년 민간건물까지 적용 범위 확대 등의 단계별

 OPEN ACCESS



Journal of the Korean Solar Energy Society
Vol.40, No.3, pp.33-42, June 2020
<https://doi.org/10.7836/kSES.2020.40.3.033>

pISSN : 1598-6411

eISSN : 2508-3562

Received: 25 May 2020

Accepted: 26 June 2020

Copyright © Korean Solar Energy Society

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NonCommercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

로드맵 수립을 통해 건축물의 제로에너지화를 추구하고 있다²⁾. 현재의 건축물 에너지소비량 저감에 대한 정책은 그 대상이 신축 건물에 초점을 맞추고 있어 기축 건물에 대한 운영관리 정책은 미비한 실정이다. 그러나 기축 건물의 에너지 효율화 없이 신축건물만으로는 건물부문의 효과적인 에너지소비량 저감이 불가능한 상황이다. 이와 관련하여 선진국에서는 건물에 사용되는 에너지효율을 높이는 다양한 시도를 하고 있다. 기존 건물에너지 정보를 중심으로 국가-지역-민간이 연계된 체계를 기 확립하고 에너지 운영관리 개선과 고효율화에 초점을 둔 구체적인 결과를 만들고 있다³⁾. 기존 건축물 운영에너지효율 관리를 위해서는 법 체계에 따라 시행하는 것이 가장 효과적인 방법이다. 따라서 건축물 운영에너지효율 관리를 촉진할 수 있도록 기존 건축물 에너지관리 관련 법령 개정안 마련이 시급한 상황이다. 이를 위해서는 기축건물 유형별 운영에너지효율 평가방법을 마련하고 지속적으로 업데이트할 수 있도록 건축물 에너지 운영 현황조사와 관련 제도 개선방향 설정이 매우 중요하다. 본 연구에서는 기축건물 운영에너지효율 관리체계와 정의 및 기존 건축물 운영, 에너지관리와 에너지 실태조사 관련 법·제도를 분석하여 기존 건축물 운영에너지효율 관리제도 개선안을 마련하는 데 그 목적이 있다.

2. 기축 건축물 에너지효율화 정책

2.1 국내 건물에너지 정책방향⁴⁾

녹색건축물 기본계획은 5년간 우리나라 건물부문의 온실가스 감축 및 녹색건축물 조성정책의 비전과 기본방향을 제시하는 가장 핵심적인 중장기 법정계획이다. 1차 계획은 “탄소저감형 국토환경과 환경 친화적 생활문화를 위한 녹색건축물의 보급과 육성”의 비전 실현을 위해 4대 추진전략과 10대 정책과제 발목을 진행하였고, 2차 계획(2020 ~ 2024년)을 수립 중이다. 제1차 녹색건축물 기본계획에서 건축물 에너지설계기준 강화 등 신축 건축물 기준 강화와 관련된 추진전략은 소기의 성과를 거두었지만 기존 건축물 관련 추진전략의 성과는 낮게 평가되었다. 하부 정책과제 중 민간부문 그린리모델링 활성화 부진과 부처간 협력체계 구축 미흡이 지적되었다. 기존 건축물의 에너지효율화 방법은 두 가지로 구분할 수 있다. 건물 에너지소비량 저감을 위해서 첫째, 노후화 또는 성능이 저하된 건축/설비시스템을 물리적으로 개선하는 방법과 둘째, 건물에너지 관리체계를 구축하고 에너지 효율적인 설비시스템 운영을 통하여 효율화하는 방법이다. 전자는 그린리모델링 사업의 지속적 확대 및 건축물의 에너지성능정보 공개를 통해 에너지효율 개선에 대한 시장을 확대하고 있다. 그린리모델링 이자지원 도입 후 실적은 증가하였으나, 종합적 건축물 에너지성능을 개선하는 복합 그린리모델링(패시브+액티브) 활성화가 필요한 상황이다. 후자인 운영관리 효율화는 2016년 12월부터 주요 부동산 정보제공 포털과 연계하여 30세대 이상 공동주택 및 연면적 3,000 m² 이상 업무시설의 에너지성능 정보 공개를 실시하였다. 그러나 건축물 운영·유지관리 단계에서 에너지효율화에 대한 인식이 저조하고 기술개발을 위한 인프라 부족의 한계가 있었다. 제2차 녹색건축물 기본계획의 기축 건축물 에너지효율화 방안으로 건축물 소유주와 사용자가 상이한 기존 건축물의 특성을 반영하여 그린리모델링 수요 창출을 위한 이해관계자별 동기부여 방법을 보완할 예정이다. 또한, 녹색건축물의 운영관리 기술개발을 위한 건물 운영 데이터 수집체계 구축 및 에너지성능 진단 기술개발도 우선적으로 고려하고 있다.

2.2 국외 기축 건축물 에너지성능 개선 정책

기축 건축물은 에너지사용 및 관리에 대한 이해관계가 매우 복잡하다. 해외의 선진국을 중심으로는 기존 노후 건축물 에너지성능 개선의 수요 창출을 위해서 건축주·사용자·관리자 등 이해관계자별 동기부여를 위한 전략적 지원을 추진하고 있다.

(1) 북미(미국, 캐나다)⁵⁾

미국은 주 정부 중심의 건물에너지 정책이 추진되고 있으며, 리베이트와 저리대출이 주를 이루고 있다. 상업용, 산업용 건축물 및 공공 건축물의 에너지효율 개선, 신재생에너지 프로젝트를 대상으로 하는 직접 대출 또는 보조금을 지원하는 프로그램이 있다. The property assessed clean energy (PACE) 프로그램⁶⁾은 에너지효율 개선을 위한 신재생에너지 설비를 설치할 경우, 지자체에서 비용을 대출해 주고 채무는 해당 건물에 대한 재산세를 통하여 5 ~ 20년간 상환하는 대표적인 제도이다. 현재, 캘리포니아를 포함한 19개 주와 워싱턴 D.C에서 시행하고 있다. 캐나다는 2022년까지 저비용 금융정책, 모델, 에너지성능표시 방법 개발 등 목표달성을 위해 건물 에너지사용 라벨을 의무화하는 것을 목표로 연방, 중앙정부와 지자체가 협력하고 있다. 건물에너지 라벨링은 소비자나 기업에 에너지성능에 대한 투명한 정보를 제공하고 에너지효율 향상, 고효율 장비의 설치를 지원한다. 해당 프로그램은 연방정부의 저탄소 경제기금과 기반구조 규정을 통해 주와 지역을 지원하고 지역 환경을 고려하고 있다.

(2) 유럽(유럽연합, 영국, 독일)⁷⁾

유럽연합(EU)은 2014년부터 매년 공공건축물 총 연면적의 3%에 대하여 에너지효율 개선공사를 의무화하고 있다. 유럽투자은행(EIB, European Investment Bank)의 European Local Energy Assistance (ELENA) 프로그램에서 공공건축물의 에너지효율 강화 및 신재생설비 설치 보조금을 지원한다. 영국의 Energy Company Obligation (ECO)은 대규모 에너지공급자가 저소득 취약 가구에 에너지 효율 개선 및 난방시스템 교체를 제공함으로써 온실가스 배출량을 감축하도록 하는 대표적인 정부사업이다⁸⁾. 또한, 독일은 기존 건물 단열성능 개선 및 CO₂ 감축 설비의 설치를 유도하기 위해, 장기 저금리 융자 및 보조금 등의 인센티브를 제공하고 있다. 기축 주택을 대상으로 재생가능 에너지에 대한 투자를 할 경우 지원 가능하다. 2006 ~ 2012년까지 지원한 보조금 규모는 약 14조원에 달하며, 민간투자금액을 포함하면 약 192조원 정도가 건물에너지효율 개선 사업에 투자되었다.

(3) 아시아(싱가포르)

싱가포르 정부는 에너지 효율적 건축물 조성을 촉진하기 위하여 건물 개발자·설계자·시공업체 등으로 하여금 에너지효율 증진 필요성 제고를 유도하는 Green Mark 제도를 도입하였다. 기축건물, 임대인까지 보조금

을 지급하며 범위 확대하였고 건물주 뿐만 아니라 건축사와 시공사, 엔지니어까지도 직접 보조금을 지급하여 활성화하고 있다⁹⁾.

3. 기축 건축물 운영단계 에너지 관리 체계

앞에서 언급했듯이, 기축 건물 에너지성능 개선은 건축/설비시스템을 물리적으로 개선하는 방법과 운영단계에서 건물에너지 관리체계 구축과 효율적인 설비시스템 운영으로 달성할 수 있다. 대부분의 정책들이 노후 건물의 개선 및 신재생에너지 설비를 설치하는 금융 또는 보조금을 지원하는 프로그램에 국한되어 있다. 그러나 기축 건물에서 보다 중요한 에너지절감 솔루션은 운영단계의 에너지 관리를 효율적으로 하는 것이다.

3.1 건축물 운영관리 에너지효율화 장애요인 분석

건물의 운영단계에서의 에너지효율화를 위해서는 해당 건물의 에너지성능 정보파악이 가장 먼저 선행되어야 한다. 그러나 건축물은 대상 건물의 규모(연면적), 주요용도(사용시설 면적 구성), 에너지원 종류와 사용비율 및 주요설비(기계/전기/특수장비) 구성에 따른 다양성을 갖고 있기 때문에 획일화된 에너지절약 운영지침은 그 활용성에서 한계가 있다. 또한 에너지절약 운영관리 체계의 불명확성이 존재한다. 해당 건물의 에너지 소비수준, 활용주체, 적용대상, 적용방법, 적용범위, 절감목표 등의 관리자 및 사용자의 에너지절약 활동의 수행체계에 한계가 있다¹⁰⁾.

Fig. 1은 건물의 운영관리 에너지효율화에서의 장애요인에 대한 분석이다. 운영단계에서 건축물의 에너지 효율적 사용을 유도하기 위해 운영현황 및 에너지소비 수준에 대한 정보를 누구나 쉽게 이해할 수 있는 방식으로 제공할 필요가 있다. 따라서 건축물 용도 특성을 고려한 에너지 효율적 운영관리를 위해 다양한 성능·관리정보를 지속적으로 확보할 방안 마련 필요하다.

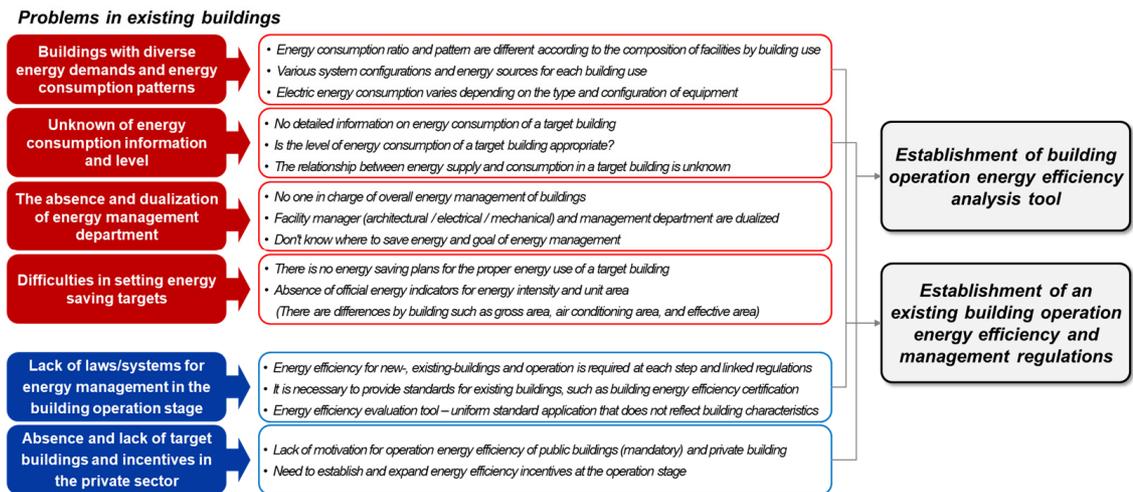


Fig. 1 Obstacles in building energy efficient management during operation stage

3.2 건축물 운영관리 에너지효율화 제도

국내는 건축물 운영단계에서의 에너지관리 및 효율화에 관련된 명확한 규정은 없는 상황이다. Table 1과 같이, 다양한 법령에서 관련된 조항들이 있지만 운영관리의 목적성을 갖고 있는 항목들은 아니다. 에너지이용 합리화법에서는 사용량의 합계 2,000 TOE 이상 에너지 다소비사업자는 3년 이상의 범위에서 에너지진단을 실시하고, 제품의 단위당 또는 건축물의 단위면적당 에너지소비 목표량을 정하여 고시한다. 관련하여 냉·난방온도의 제한온도 및 제한기간을 정하여 적합한 유지·관리에 필요한 조치를 하도록 권고하고 있다. 저탄소 녹색성장 기본법은 에너지이용 합리화법 제25조에 따른 에너지절약 사업과 이를 통한 온실가스 배출 감소를 추진하기 위해 에너지소비의 조절, 절약, 지능형 계량기 부착과 공공기관 및 교육기관 등의 건축물 점검을 포함한다. 그러나 온실가스·에너지 목표관리 대상은 공공기관에 국한되어 있다.

Table 1 Building energy regulation and policy for operation energy conservation in Korea

Regulations	Article	Government authorities	Application elements	Activities
Energy Use Rationalization Act [Act 16133]	[Article 32] Energy diagnosis	Ministry of Trade, Industry and Energy	All	Obligation
Building Act [Act 16415]	[Article 35] Buildings facilities maintenance	Ministry of Land, Infrastructure and Transport	Site / Structure / Fire-fighting / Building service	Obligation
Framework Act on Low Carbon, Green Growth [Act 16133]	[Article 42] Energy Target Management	Ministry of Land, Infrastructure and Transport / Ministry of Environment	All	Obligation
	[Article 46] Carbon offsets (building sector)	Ministry of Land, Infrastructure and Transport	All	Obligation
Green Buildings Construction Support Act [Act 16418]	[Article 18] The freedom of energy information	Ministry of Land, Infrastructure and Transport	All	Obligation
	[Article 27] Green remodeling program	Ministry of Land, Infrastructure and Transport	All	Recommendation
O&M program Korea Energy Agency	Energy Service Companies (ESCO)	Ministry of Trade, Industry and Energy	All	Public : obligation Private : Recommendation
Energy Act [Act 16478]	[2 of Article 16] Energy Efficiency for low-income households	Ministry of Trade, Industry and Energy	Building envelope / Building service	Recommendation

녹색건축물 조성 지원법에서는 기존 건축물의 에너지소비 총량 관리를 위해 저탄소 녹색성장 기본법 42조에 따른 목표관리를 다루며, 공공 건축물 에너지소비량을 분기별로 보고 및 공개하도록 한다. 목표관리제 배출권 거래제의 관리대상 업체는 2018년 기준 90개 대상 건물로, 전체 온실가스 배출량의 5% 미만에 불과하였다. 그

런리모델링 지원사업도 일부 건축자재 교체 등 단순 리모델링 수준이 대부분이었고 공공건축물 에너지소비량 보고는 민간 건축물까지 확대가 요구되고 있다. 이와 같이, 기존 건축물 대상 에너지효율화 제도는 제한적 운영되고 있다. 기존 건축물 운영에너지효율 관리방안의 한계점은 Fig. 2와 같이, 여러 주무부처가 연계되는 법체계의 불명확성이다. 또한 공공건축물과 민간건물로 그 대상이 적용되는 항목이 상이한 것도 혼선을 줄 수 있다. 해당 제도의 출발이 운영단계에 초점을 두지 않았기 때문에 향후 법규의 개선을 위해서는 운영단계 에너지효율화 목표 및 평가방법을 명확하게 하고 지원제도의 확대 등의 보완이 필요하다.

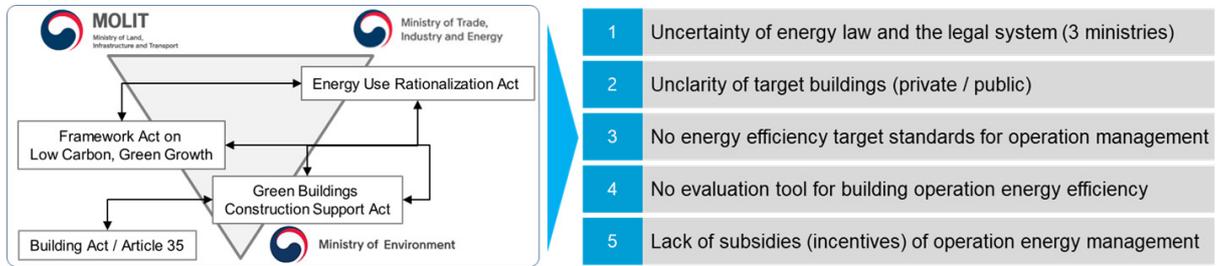


Fig. 2 Current limitations in energy efficient operation programs for existing buildings

4. 기존 건축물 운영에너지효율 관리방안

4.1 데이터 기반 분석 건물에너지 평가

기존 건축물 운영관리 에너지효율화를 확대하기 위해서는 건물 운영효율분석 서비스 제공이 선행되어야 한다. 국가 건물에너지 통합관리시스템의 해외 사례를 보면, 영국(NEED¹⁾)과 미국(ESPM²⁾, SEED³⁾) 등 선진국에서는 국가 건물에너지 관련한 기초 정보를 수집하는 데 있어, 건축물의 에너지성능을 중심으로 에너지사용량, 건축물의 에너지효율을 중심으로 행태개선과 물리적 공간 개선에 초점을 두고 수집하고 있다. 건물분야 에너지소비량 관리를 위한 관련 도구들을 지속적으로 개발하고 있음을 인지하고 참고할 필요가 있다. 건물 운영 효율 분석서비스는 센서, 계측기와 같은 측정 장비나 분석 소프트웨어 설치 등의 비용 투자 없이 데이터 기반 분석 수행이 가능해야 하고, 규모와 사용인원 및 장비 등 각 건물의 다양한 운영여건을 고려하여 에너지소비 수준에 대한 객관적 정보를 제공할 수 있어야 한다.

데이터 기반 건물에너지 평가 서비스의 체계는 기본적으로 Fig. 3과 같이, 기존 건물의 에너지소비 데이터베이스를 구축하고 활용하는 에너지데이터 플랫폼과 이러한 에너지 빅데이터를 활용하여 건물 유형별로 에너지 사용량 지표를 도출하고 대상 건물의 에너지소비 수준을 평가하는 분석 툴로 구성되어야 한다. 즉, 에너지사용 주체별 에너지소비 정보를 개별적으로 수집하여 정량적 평가에 활용하는 것이다. 사용에너지 및 위치정보 수집

1) NEED: National Energy Efficiency Data-framework, UK
 2) ESPM: Energy Star Portfolio Manager, USA
 3) SEED: Standard Energy Efficiency Data Platform, USA

기반은 에너지미터링 특성정보와 연계하는 것이 필요하고, 정보수집 주기는 월 단위로 최소 12개월 이상의 수집 데이터를 분석해야 가능하다³⁾. 국내에서는 에너지데이터 플랫폼과 유사한 녹색건축 포털 ‘그린투게더’를 이미 구축하고 활용 중이다. 건축물 에너지소비 증명제도는 500세대 이상 공동주택 및 3,000m² 이상 업무용 건축물의 매매/임대 거래에 대해 적용되고 있다. 발급되는 에너지평가서에서는 국가 건물에너지 통합관리시스템의 데이터를 활용한 에너지사용량 정보(OR 방식)를 표시하도록 하고 있다. 그러나 기축 건물의 에너지소비 수준을 평가하는 분석 툴은 아직까지는 구축이 되지 않고 있다. 해당 건물의 에너지소비 변화와 월별, 운영변수별 에너지비교 및 간이 원인분석(냉·난방 변수, 기저에너지)이 가능한 다양한 분석정보의 제공이 필요하다. 즉, 건물의 에너지소비량인 총량 기준이 아닌 해당 건물의 사용 특성을 고려한 적정 에너지소비 기준지표를 제시하고, 이 지표를 바탕으로 건물의 에너지 운영관리 효율성을 판단해야 한다.

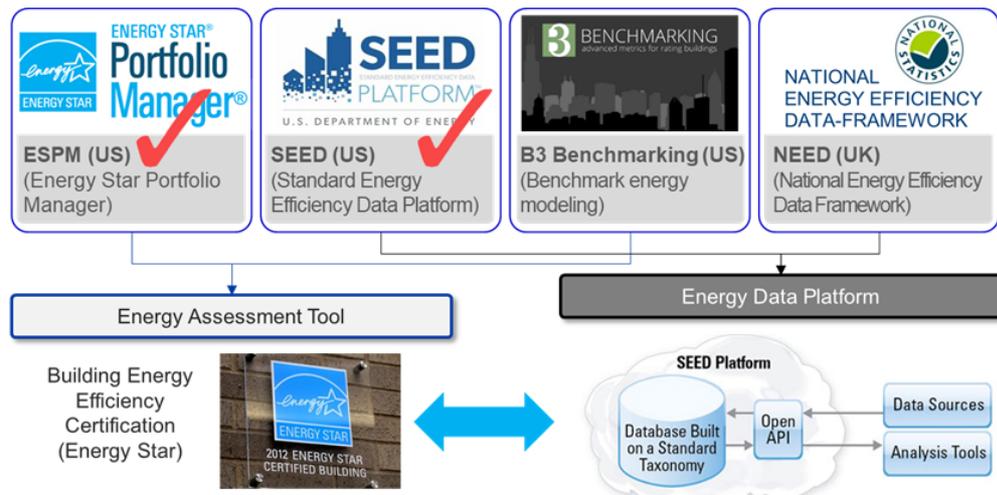


Fig. 3 A prototype of energy efficiency assessment service for existing buildings

4.2 건물 운영에너지성능 지표 제시

동일용도와 동일규모(연면적)의 건물이라도 기후조건, 건물운영 여건 등에 따라 에너지사용량은 시간에 따라 변화하게 되고, 이러한 에너지사용량의 변화가 반드시 건물에너지효율의 저하를 의미하는 것은 아니다. 따라서 일관성 있는 비교 기준을 설정하고 운영에너지성능 지표를 통해 다른 건물 또는 다른 평가기간과의 객관적, 정량적 비교가 가능한 체계가 갖추어져야 한다¹¹⁾.

에너지사용량 데이터를 기반으로 한 다양한 평가지표가 활용되고 있는 해외 사례를 참고로 하여 합리적인 비교기준을 설정하고 이를 중심으로 대상 건물의 에너지소비량을 정량화한 운영 에너지성능지표를 구축할 필요가 있다¹²⁾. Fig. 4와 같이, 동일한 규모의 건물이지만 재실자 수와 건물운영시간에 차이가 있으면 에너지소비량에도 영향을 받게 된다. 두 건물이 실제 에너지사용량이 같다면 운영에너지효율이 같다고 판단할 수 없다. 즉, 재실자와 사용시간이 많은 B 건물이 보다 에너지를 많이 사용할 조건이 되기 때문에 동일한 에너지를 소비하여

도 운영에너지효율이 높다. 이러한 건물의 특성을 반영한 예상 에너지사용량과 실제 에너지사용량을 비교하여 최종 운영에너지효율을 평가해야 한다. 건물의 유형별로 운영에너지성능 지표가 확립되면 “운영에너지효율화 목표 기준 부재”와 “운영에너지효율화 평가방법 부재”의 문제점은 극복이 가능하다.

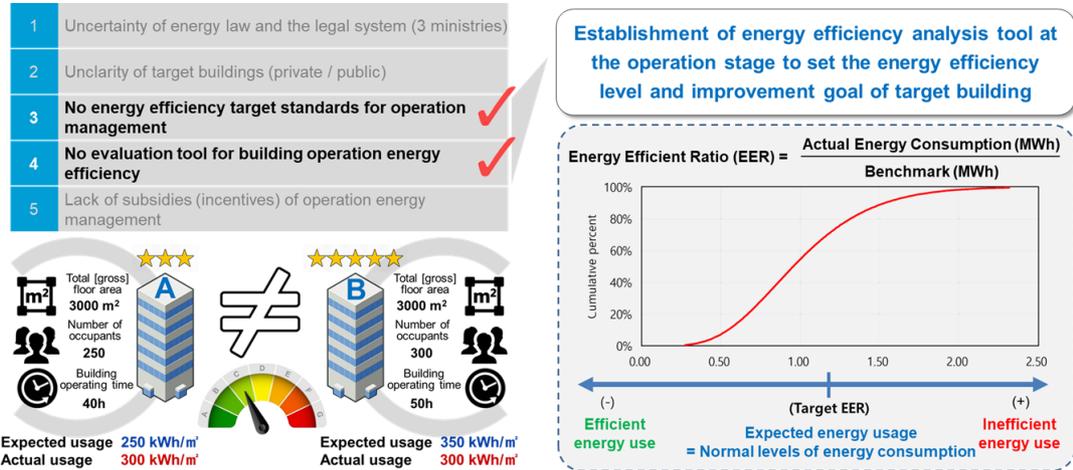


Fig. 4 The need for the energy efficient operation benchmarking system and the performance indicator

4.3 건축 운영에너지효율 관리제도(안) 마련

운영관리부문에서는 건물에너지 통합관리시스템과 데이터 기반 분석 건물에너지 평가 체계 및 지표가가 구축되면 건축물 운영·유지관리 단계에서 에너지효율화에 대한 인식이 향상되고 운영 주체별로 생산·관리·제공하는 부가정보와의 연계분석이 가능할 것으로 판단된다. 그러나 가장 중요하고 선행되어야 하는 것은 건축물 운영단계의 에너지효율 관리제도의 마련이다. 현재의 건물에너지효율 관련 법 체계에서는 건축물에너지효율

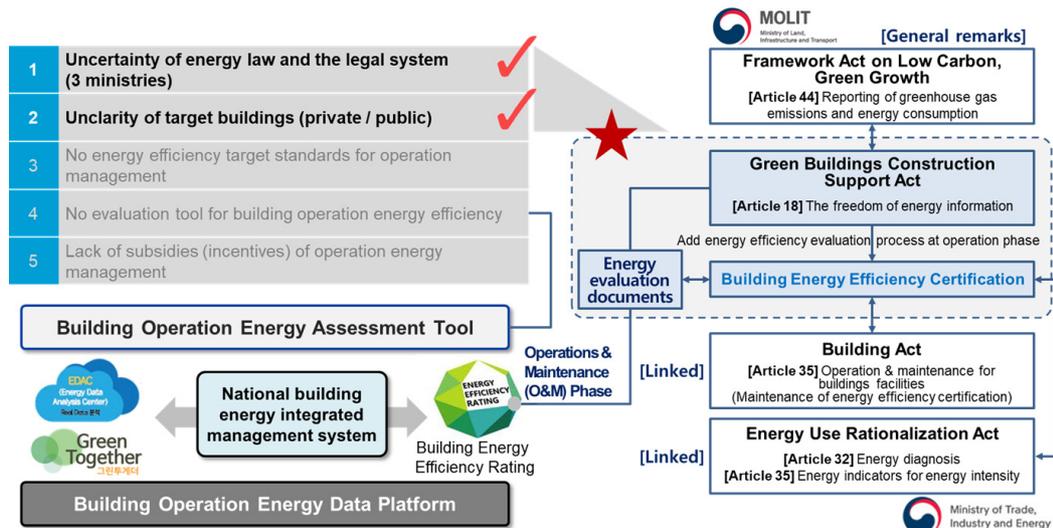


Fig. 5 Relationship between energy efficiency management system and regulations for existing buildings

등급(제로에너지) 인증평가 후 사후관리를 추진하여 연속성을 확대하는 것이다. 이를 위해서는 앞에서 언급한 유형별 건물의 에너지소비량을 정량화한 운영에너지성능 지표 기준 개발이 핵심이다. 그리고 건축물 에너지성능 정보공개 대상을 지속적으로 확대하고 다시 수집된 빅 데이터를 활용하여 건축물에너지효율등급 사후관리 기준을 제시하는 선순환 구조로 운영되는 것이 중요하다.

Fig. 5는 데이터 기반 건물 운영에너지효율 평가 운영체계를 “녹색건축물 조성 지원법 - 건축물 에너지성능 정보의 공개 및 활용” 조항에 연계한 에너지효율등급의 사후관리 체계의 확장을 보여 준다.

5. 결론

본 연구에서는 필요성이 증대되고 있는 기존 건축물 에너지운영효율 관리제도의 에너지사용량 정보를 보다 객관적이고 효과적으로 제공하기 위한 개선방안을 구축하기 위하여, 국내외 관련 제도의 방법론을 고찰하였고 이를 바탕으로 운영에너지효율화 평가방법의 통합관리 체계를 제안하였다. 기존 건축물 운영에너지효율 관리방안의 한계점으로 개선사항을 도출하였다. 법체계의 불명확성과 대상 건물의 확대(민간/공공)이며 개선을 위한 법체계의 재정립 및 운영단계 에너지정보를 통합할 수 있는 국가 건물에너지 통합 관리시스템의 필요성이다.

- (1) 건물의 에너지소비량인 총량 기준이 아닌 해당 건물의 사용 특성을 고려한 적정 에너지소비 기준지표를 제시하고, 이 지표를 바탕으로 건물의 운영에너지관리 효율성을 판단해야 한다.
- (2) 일관성 있는 비교 기준을 설정하고 운영에너지성능 지표를 통해 다른 건물 또는 다른 평가기간과의 객관적, 정량적 비교가 가능한 체계가 갖추어져야 한다.
- (3) 건물의 특성을 반영한 예상 에너지사용량과 실제 에너지사용량을 비교하여 최종 운영에너지효율을 평가해야 한다. 이를 위해서는 건물에너지효율화 관련 법 체계에서는 건축물에너지효율등급(제로에너지) 인증평가 후 사후관리를 추진하여 연속성을 확대하는 것이다.
- (4) 건물의 운영에너지효율은 건물의 운영률, 에너지 원단위, 건물 노후도 및 지역적 특수성 등의 변수에 대한 보정은 반드시 필요하다.

본 연구에서 제안 사항은 관련 법규계획의 기초현황분석에 국가건물에너지데이터를 활용한 분석 값과 향후 계획수립을 위한 전망치를 도출하고, 건물부문 에너지절감 및 온실가스 감축목표에 대한 이행점검 통계지표 제시에 활용가능 할 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 한국에너지공단의 2019년 연구비지원으로 수행되었음(과제명 : 기존건축물(의료시설) 에너지 운영효율 시범평가 및 효율관리 제도화 연구).

REFERENCES

1. Related ministries of Korea, Post-2020 Climate Change Regime Formation: 「Strategy for the 2030 Energy New Industry」 - on Establishing a 5-year Master Plan for Vision 2030, 2015.11.23.
2. The Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korea, Zero Energy Buildings: 「The City Beyond Architecture」 Dissemination and Spreading Strategy for Zero Energy Buildings, 2019.6.21.
3. Lee, E., The Keystone of Green Building Policy, Building Energy Data / Case Study and Implications of Policy Information Realized by Building Energy Data, Architecture and Urbanism, Vol. 22, pp.15-29, 2016.
4. The Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korea, The Second Planning on the Green Building in Korea, 2019.12.
5. Pischke, E. C., Solomon, B., Wellstead, A., Acevedo, A., Eastmond, A., Oliveira, F., Coelho, S., and Lucon, O., From Kyoto to Paris: Measuring renewable energy policy regimes in Argentina, Brazil, Canada, Mexico and the United States, Energy Research & Social Science, Vol. 50, pp. 82-91, 2019.
6. Rose, A. and Wei, D., Impacts of the Property Assessed Clean Energy (PACE) program on the economy of California, Energy Policy, Vol. 137, 111087, 2020.
7. Lombardi, M., Paziienza, P., and Rana, R., The EU environmental-energy policy for urban areas: The Covenant of Mayors, the ELENA program and the role of ESCos, Energy Policy, Vol. 93, pp. 33-40, 2016.
8. Rosenow, J., Energy savings obligations in the UK-A history of change, Energy Policy, Vol. 49, pp. 373-382, 2012.
9. Hwang, B-G., Shan, M., Xie, S., and Chi, S., Investigating residents' perceptions of green retrofit program in mature residential estates: The case of Singapore, Habitat International, Vol. 63, pp. 103-112, 2017.
10. Lee, S. and Cho, J., Case Study for Energy Conservation Measures of Hospital Buildings Using the Analysis of Energy Consumption Structure, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 39, No. 2, pp. 57-69, 2019.
11. Yang, S.W. and Kim, S.S., Strategies to Improve the Building Energy Performance Disclosure System through an Analysis of Operational Rating Methodologies. Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, Vol. 30, No. 12, pp. 307-314, 2014.
12. Kim H.G. and Kim, S.S., Development of Energy Benchmarks for Office Buildings Using the National Energy Consumption Database, Energies, Vol. 13, No. 4, 950, 2020.