

# 그린리모델링 실증 시범사업을 통한 프로세스의 전 과정에 대한 검토

정진우 · 주정훈<sup>†</sup> · 이건호

한국건설기술연구원, 국민생활연구본부

## Verification of the Entire Process Model through Green Remodeling Pilot Project

Jeong Jin-Woo · Ju Jung-Hoon<sup>†</sup> · Lee Keon-Ho

Department of Living and Built Engineering Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

<sup>†</sup>Corresponding author: [jujunghoon@kict.re.kr](mailto:jujunghoon@kict.re.kr)

### Abstract

The purpose of this study is to review all phases of the pilot project through the implementation of the Green Remodeling process. The Green Remodeling process was developed to facilitate anyone's ease of use. The Green Remodeling process consists of five phases : project, plan, design, construction, operation and maintenance. Each stage simulation was performed and the energy saving was predicted. Architects can easily obtain energy information of a building. In this study, we propose a green remodeling proposal plan through pilot project. Ultimately, the spread of green remodeling will greatly contribute to achieving the goal of reducing greenhouse gas emissions.

**Keywords:** 그린리모델링(Green Remodeling), 프로세스(Process), 건물에너지(Building Energy), 사업타당성(Business Feasibility)



Journal of the Korean Solar Energy Society  
Vol.38, No.3, pp.37-45, June 2018  
<https://doi.org/10.7836/kses.2018.38.3.037>

pISSN : 1598-6411

eISSN : 2508-3562

Received: 23 April 2018

Revised: 08 May 2018

Accepted: 14 June 2018

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.

## 1. 서론

### 1.1 연구의 목적

국토교통부에서는 2017년 말 전국 건축물 동수는 전년 대비 71,193동 증가한 7,126,526동, 연면적은 68,307천 m<sup>2</sup> 증가한 3,641,933천 m<sup>2</sup>라고 밝혔다. 또한 준공된 지 30년 이상된 노후 건축물은 2,601,270 동으로 용도에 따라 주거용 건물이 45.3%로 가장 많았고, 상업용(24.9%), 문교·사회용(18.1%), 공업용(12.0%) 순이다.<sup>1)</sup> 국토교통부는 노후 건축물로 인한 국가적 에너지 손실 방지 및 생활환경을 개선하며 관련 시장 창출 및 일자리 확대를 목적으로 에너지 다소비 노후 건축물에 대하여 그린리모델링 이차지원사업을

1 전국 건축물 총 7,126,526동/36억 4천 1백만 m<sup>2</sup>, 보도자료, 국토교통부, 2018.2, p.118.

실시하고 있다. 현재까지 396개의 그린리모델링 사업자를 선정하여 대출 알선과 이자를 지원하고 있으며, 이자지원 사업은 에너지 성능개선 비용 및 공동주택의 경우 상호 에너지소비 효율등급에 따라 최대 3% 지원을 받을 수 있다. 하지만 이러한 정책과 지원에도 불구하고 그린리모델링은 크게 활성화 되지 않고 있는 실정이다. 이에 본 논문에서는 건축주 또는 그린리모델링 사업자가 수행할 수 있는 시뮬레이션을 토대로 그린리모델링 프로세스에 따라 시범사업을 적용하여 에너지 절감량을 분석하고 그린리모델링을 확산할 수 있는 방안을 마련하고자 한다.

## 1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구에서 그린리모델링 프로세스 구축을 통한 각 단계별 수행 내역을 정리한다. 그린리모델링 프로세스는 기획, 계획, 설계, 시공, 유지관리의 5단계로 분류되며 시범사업으로 선정된 (구)교통연구원 건물을 대상으로 그린리모델링 프로세스 단계에 따라 에너지 절감기술을 적용하고 그린리모델링 평가 툴<sup>2)</sup>을 통한 에너지 절감량을 예측하고자 한다. 기획단계에서는 E-Scope를 통한 평가를 수행하고, 계획단계에서는 Impact Table B<sup>3)</sup> 및 E-Ray를 토대로 에너지 절감량을 예측한다. 마지막으로 유지관리 단계에서는 E-Spectrum을 통해 건물 운영 관리에 대한 부분을 검토하고자 한다.

## 2. 그린리모델링 프로세스 평가 방법론

Park (2014)에서는 그린리모델링 프로세스 구축에 관한 연구에서는 국내외 리모델링 프로세스와 에너지 저감형 리모델링 프로세스 사례를 조사하였다.<sup>4)</sup> 이에 따라 국내 일반 리모델링과 그린리모델링 관련 프로세스 및 관련 사례에 대한 연구결과 조사 분석과 각 단계 및 분야별 전문가의 자문을 받아 일반 리모델링 프로세스, 에너지 절감 및 평가 단계 프로세스, 금융 및 정책 지원 프로세스를 통합한 그린리모델링 프로세스 프레임워크를 구축하였다. 또한, 보다 신뢰성 있는 그린리모델링 프로세스의 구축을 위하여 국내 실정에 맞는 사례분석과 조사를 통하여 문제점을 파악하고 이를 보완한 그린리모델링 프로세스를 도출하였다.

이에 본 논문에서는 기구축된 그린리모델링 프로세스를 바탕으로 공공건물 그린리모델링 실증시범사업과 연계하여 전 과정을 검토하고자 한다. 또한 기획, 계획, 설계 및 시공, 유지관리 각 단계별 시뮬레이션의 연계 및 수행내역을 확인하고 순차적 프로세스의 흐름을 정리하여 그린리모델링 활성화를 위한 기초자료로 활용될 수 있도록 하고자 한다.

## 3. 그린리모델링 프로세스 단계별 평가 사례

그린리모델링 프로세스와 단계별 검토 내용은 Fig. 1과 같다.<sup>5)</sup>

2 시장수요기반 기존건축물 녹색화 확산 연구 최종보고서, 국토교통부, 2015.

3 김경록, 그린리모델링 가이드라인 구축을 위한 임팩트테이블의 구성 및 활용, 한국그린빌딩협회지널, 2014.3, pp.26-34.

4 박보람 외, 그린리모델링 프로세스 구축에 관한 연구, 한국건축친환경설비학회논문집, 2014.6, pp.143-149.

5 시장수요기반 기존건축물 녹색화 확산 연구 최종보고서, 국토교통부, 2015, p.24.

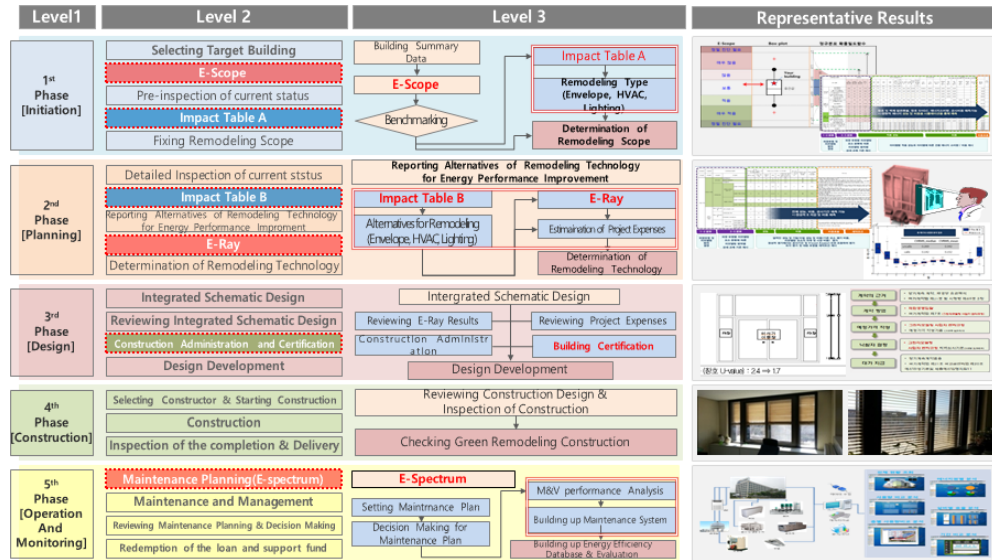


Fig. 1 Green remodeling process

그린리모델링 프로세스는 기획, 계획, 설계, 시공 및 유지관리의 5단계로 구성되어 있으며 각 단계별 평가 및 분석틀의 사용을 통하여 사용자 및 건축가의 최적 그린리모델링 의사결정 및 수행이 가능하다.

### 3.1 기획 단계

기획 단계는 그린리모델링을 위한 수요자의 의뢰, 공공기관의 대상 후보 검토 및 수주를 통하여 기존 건축물의 현황을 간략하게 조사하고 이를 기반으로 그린리모델링의 범위를 설정하는 단계로, 자발적으로 수요자가 참여할 경우 그린리모델링 프로세스 파악 및 사전 현황조사 실시에 관한 설명과 협의를 진행한다. 공공기관과 같은 정책입안자의 경우 대상 지역 및 건축물 군을 대상으로 간이 에너지 성능 진단 프로그램인 E-Scope을 사용하여 건축물의 에너지 소비량을 진단하고 대상 건축물을 선정하여 사전 현황조사 및 그린리모델링을 권장하고 관련 협의를 진행하는 단계이다. E-Scope는 그린리모델링 범위를 판단하는 Impact Table A의 이전 단계에서 수행되며 실제 에너지 사용량 기반의 직관적 평가를 통하여 통계적 가시화 및 월별 사용 패턴에 따른 정성적 에너지 사용량 평가가 가능하며 웹기반의 에너지 사용량 간이진단 도구로서 그린리모델링 초기 단계에서 활용한다.

Fig. 2와 같이, E-Scope 분석결과 대상 건물은 월별 전기 사용량이 매우 높은 편이었으며 하계 및 동계 월별 가스 사용량 역시 매우 높은 수준으로 나타났다. 이와 같이 월별 냉난방 사용량은 타 건물 대비 매우 높은 수준으로 연간 총 에너지 사용량의 순위는 동료 건물 10,823개 중 9,688위, 백분율 89%로 하위권에 해당하며, 이는 공공 건물인 대상 건물의 특성에 기인 한 것으로 분석되며 전력과 관련된 기저 에너지 절감 방안이 필요하며 난방 시스템 성능 및 운영에 대해 검토가 필요할 것으로 판단된다.

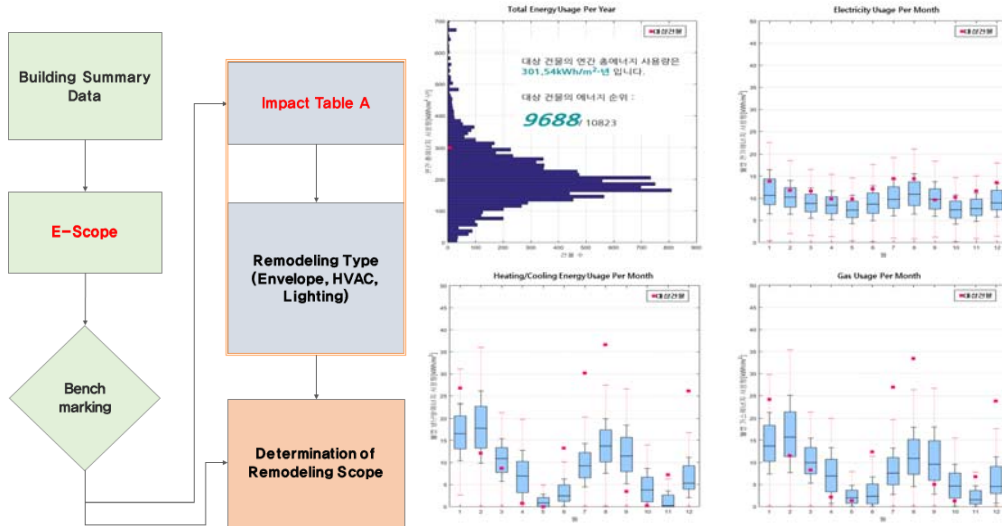


Fig. 2 E-Scope analysis results : heating and cooling energy consumption

### 3.2 계획 단계

기획단계에서 그린리모델링 범위가 설정되면, 기존 건축물의 에너지, 구조 및 사업비 분야별 정밀 조사를 실시하여 대상 건축물의 현황을 판단하게 된다. 이를 통하여 대상 건축물의 에너지 성능개선 적용 기술 항목을 작성하며 기획단계에서의 정성적 에너지 사용량 평가를 바탕으로 Fig. 3과 같이 Impact Table B와 E-Ray를 이용하여 에너지 성능 및 기술 적용 비용에 관하여 검토하고 기술 적용 방향을 제시한다.

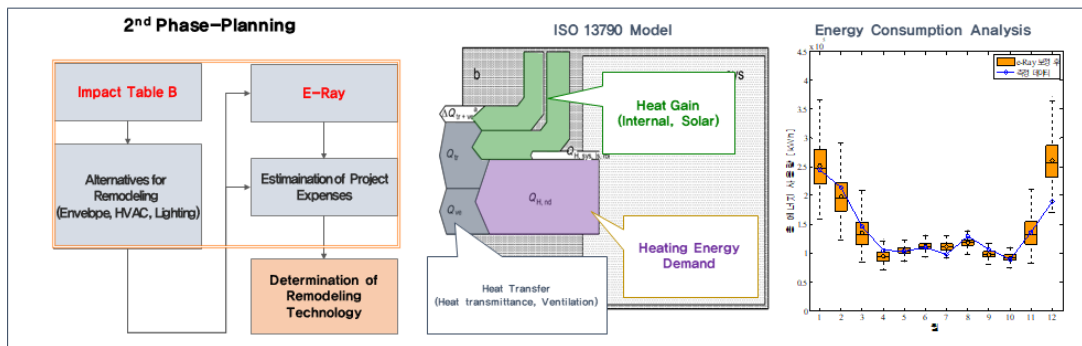


Fig. 3 Impact table B and E-Ray process

Impact Table B는 각 기술요소의 적용에 따른 정량적 에너지 소비량 및 비용을 예측할 수 있도록 개발된 틀이며 세부 사양 기준의 성능과 비용에 대한 최적조합이 가능하여 1차에너지 소비량 기준 절감량 목표 설정에 따른 공사비용 정보 분석이 가능하다.

E-Ray는 전문가뿐만 아니라 비전문가도 손쉽게 에너지 성능평가를 수행할 수 있는 도구로서 기존건축물 대

비 적용 기술을 통한 에너지 성능 향상에 따른 절감률을 정량적으로 평가하고, 이를 바탕으로 건축주 및 공공기관은 리모델링 실시 여부 및 리모델링에 적용될 최적 에너지 성능개선 기술을 결정한다.<sup>6)</sup>

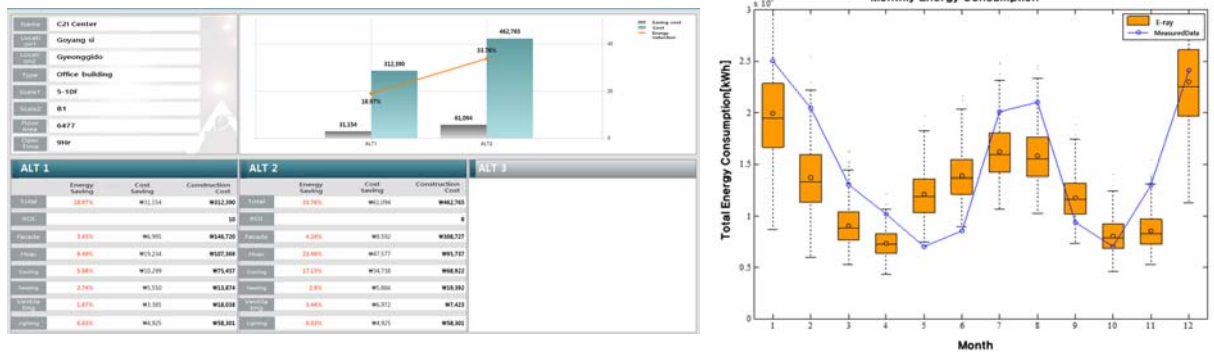


Fig. 4 Table B and E-Ray analysis results

Fig. 4와 같이 Impact table B를 활용하여 대상건물의 그린리모델링을 위한 단열기준에 부합하고 실내·외 온도차에 따른 열손실을 최소화할 수 있는 기술을 제시하였다. 단열개선공사와 창호개선공사는 경제적이며 단열 성능이 우수한 대안으로 기존 외단열 교체 및 단열바가 적용된 프레임 덧댐식 창호 교체로 결정하였다. 이때, 초기 투자 비용은 308,727천 원으로 에너지 절감률 4.24%로 8,592천 원의 에너지 비용이 절감 가능할 것으로 예측되었다. 온열원은 기존시스템을 유지하며 부하증가분에 대한 열원설비를 추가 설치하기로 하여, 초기투자비용 19,392천 원으로 에너지 절감률 2.9%, 예상되는 절감비용은 5,866천 원인 것으로 분석되었다. 냉열원은 기존시스템을 유지하며 부하증가분에 대한 열원설비의 추가설치로 선정하여 초기투자비용 68,922천 원, 에너지 절감률 17.15%로 예상 절감비용은 34,738천 원인 것으로 나타났다.

공조설비는 초기투자비용이 우수한 열 운반장치 교체로 설정하여 초기투자비용 7,423천 원, 에너지 절감률 3.44% 및 예상 절감비용 6,972천 원으로 분석되었으며, 조명설비는 에너지 절감률이 높은 고휘도 반사판 전면 교체로 설정한 결과 초기투자비용 58,301천 원, 에너지 절감률 6.03% 및 예상 절감비용 4,925천 원으로 분석되었다. 위 내역을 통합한 최적 조합 대안선정 결과로 초기투자비용은 462,765천 원이 소요되며 이에 따른 에너지 절감률은 33.76%, 절감된 에너지비용은 61,094천 원으로 산정되었다.

E-Ray를 통한 대상건물에 대한 분석 결과 연간 2차 에너지 사용량은 275 kWh/m<sup>2</sup>로 1차 에너지로 환산 시 386 kWh/m<sup>2</sup>이며 에너지효율등급 4등급에 해당하는 수치이다. 그린리모델링을 위한 적용 기술 분석 결과로 연간 2차 에너지 사용량은 56 kWh/m<sup>2</sup> 감소하여 20.4%의 에너지 절감이 가능할 것으로 판단되었고, 에너지등급은 2등급으로 상승할 것으로 분석되었다. 또한 에너지절약 설계기준 및 패시브하우스 설계기준의 단열기준 적용 시 각각 13%, 14%가 절감 가능할 것으로 판단된다.

6 박보량 외, 공공건물 에너지소비량 분석을 통한 그린리모델링 효과 검증, 대한건축학회 학술발표대회논문집, 2016.10, pp.1343-1344.



### 3.3 설계 단계

설계 단계는 앞선 기획 및 계획 단계에서 조사, 평가 및 설정된 내용에 대하여 기본설계와 실시설계를 진행하는 단계이며 통합기본 설계 단계에서는 그린리모델링 프로젝트에 참여하는 모든 분야의 담당자의 협의가 요구된다.

계획단계에서 결정한 최적 대안을 기본 설계안으로 발전시키며 이에 대한 성능평가, 비용 검토를 실시하여 최종적으로 건축주 및 사업주와 설계안을 결정한다. 결정된 기본 설계안의 도면 및 부속 도서의 건축 인허가 단계를 거치며, 인허가 단계에서 나타나는 문제점을 검토, 수정 및 보완하여 착공허가 여부를 결정한다. 또한 그린리모델링의 인증 시 인센티브 적용을 위한 각종 에너지 절약 기준 부합여부를 검토하여 그린리모델링 사업 적용 및 추진여부를 결정하게 된다. 상기 과정을 거친 실증 건물의 그린리모델링을 위한 최종 설계안은 Table 1 및 Fig. 5와 같다.

**Table 1** Green remodeling specification

Item	Detail	
	Before	After
Floor area	8,415.31 m <sup>2</sup> / B1 ~ 4F	
Classification	Office building	
Structure type	Reinforced concrete	
Window (W/m <sup>2</sup> K)	4.0	1.0
Wall (W/m <sup>2</sup> K)	0.66	0.23
Shading (EVB, SHGC)	0.6	0.1 (Summer), 0.3 (Winter)
Lighting (W/m <sup>2</sup> )	15	8
BEMS	-	HVAC / Lighting



**Fig. 5** Green remodeling design drawings

### 3.4 시공 단계

시공 단계에서는 계획 및 설계단계에서 검토된 예상 비용에 대한 최적 성능이 달성될 수 있도록 시공을 위한 계획 및 관리를 한다. 리모델링 주체와 선정된 시공자의 설계도서의 공동 확인을 바탕으로 한 시공계획의 수립

및 검토가 필수적이다. 시공자는 시공경험을 토대로 한 다양한 방법을 제안할 수 있어야 하며 시공 중 변수에 따른 설계 변경 가능성이 제한적이지 않아야 한다. 또한 본 연구의 대상 건물(Fig. 6 참조)과 같이 도심지역에 위치한 건물의 그린리모델링 시공 시 이를 고려한 기존 건축물의 철거와 폐기물 발생에 따른 공사현장 안전 확보 및 소음발생 등과 같은 민원발생을 최소화하기 위한 가설계획이 포함되어야 한다. 공사 진행에 따른 시공자와 건축주의 정기적인 합동회의를 진행하며, 정보 공유 및 의견 조율이 이루어져야 하며 필요시 외부 전문가의 자문이 가능하여야 한다. 공사의 진행에 따른 추가 비용 발생과 설계 또는 공법 변경으로 인한 예상 성능 목표 미달 등의 경우를 최소화하기 위하여 적용 기술 성능관리를 진행하며 예상 성능 발현을 위하여 필수적인 품질확보에 대하여 필요에 따라 품질시험 및 검사를 철저히 수행하고 그 결과를 문서화하여 보관 관리한다.



Fig. 6 before and after green Remodeling

### 3.5 유지관리 단계

유지관리단계는 에너지 성능개선을 기반으로 에너지 효율 극대화 및 유지관리비용 절감을 통해 지원금 및 대출금이 상환되는 단계이다. 따라서 계획, 설계, 시공 등 각 단계별 연계성을 고려하여 설비 및 에너지 효율에 대한 지속적인 모니터링으로 유지관리계획을 수행하는 것을 목적으로 한다. 운영 유지관리는 중·장기적 유지관리계획에 관한 점검 및 진단을 효과적으로 하기 위해서 에너지 사용량과 설비상태를 지속적으로 모니터링하고 에너지 효율에 관한 D/B 구축 및 평가를 목적으로 개발된 E-Spectrum을 통하여 에너지 사용량 관리 및 평가 업무를 수행한다. 또한 그린리모델링 성능 개선 효과에 대한 피드백 정보를 제공하여 에너지 성능 개선 및 에너지 절감을 고려한 대출금 상환 및 지원금을 정산한다.

대상 건물은 연중 온·냉수를 지역열원으로 공급받고 있으며 Fig. 7과 같이 에너지 사용량을 토대로 한 E-Spectrum 분석 결과 에너지 절약을 위하여 외기보상 등을 통한 온·냉수 공급 온도의 조정이 필요할 것으로 판단하였다. 전력사용량은 일반적인 업무시설에서와 같이 주로 조명, 기기 및 냉동기 운전 등에 사용되고 있으며, 하계에는 냉수 반송설비의 사용량이 증가하는 것으로 분석되었다. 효율적인 외기보상 운전을 통해 온수 및

냉수 공급온도 조정, 부하율 예측을 통한 반송설비 사용량 절약 방법 등의 검토가 필요하다.

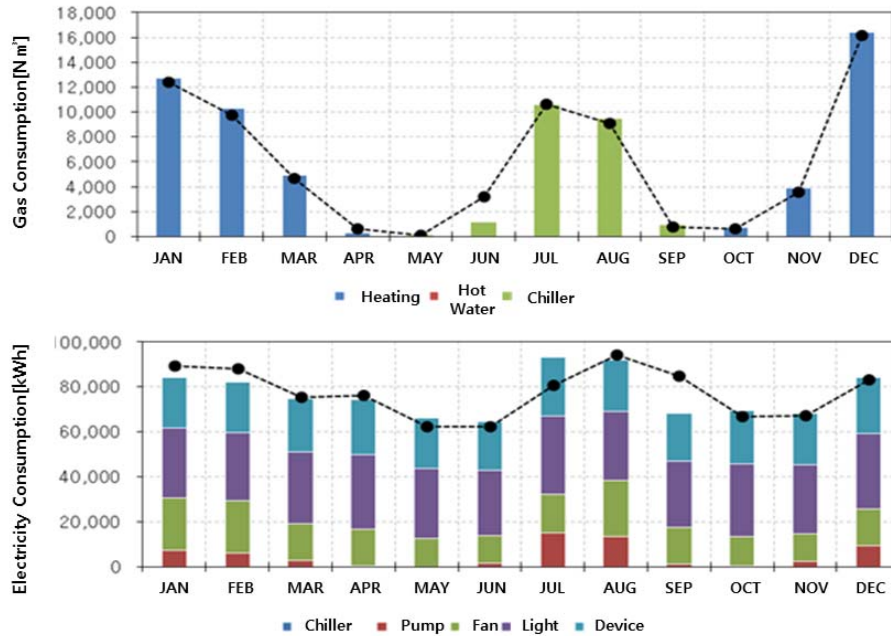


Fig. 7 E-Spectrum analysis results : heating and cooling energy consumption

#### 4. 본 연구의 한계

그린리모델링 실증 시범사업 수행을 바탕으로 단계별 프로세스 수행을 통하여 도출된 본 연구의 한계성은 다음과 같다.

먼저 대상 건물에 대한 현황 조사를 실시하였으나 준공 도면의 멸실과 같은 사유로 창호, 벽체 등 주요 성능 지표에 대한 상세 내역의 파악이 불가능하여 준공당시 설계 기준을 참고할 수밖에 없었던 한계가 있었다.

둘째, 본 연구에서는 공공건물을 대상으로 하였으며 다양한 용도로 사용되는 민간건물의 실증 시범사업을 통한 그린리모델링 프로세스의 검토가 필요하다.

셋째, 그린리모델링 이후 건물 실제 운영 및 유지관리 단계에서 에너지 비용 등에 대한 모니터링 결과가 반영되지 않아 향후 연구에서는 그린리모델링 프로세스 효과 검증을 위한 장기 운영 결과 분석이 필요할 것으로 판단된다.

#### 5. 결론

본 연구에서는 그린리모델링 프로세스에 따라 실증 시범사업을 실시하고 통해 각 단계별 에너지 절감량 예측 및 분석을 수행하였다. 그린리모델링 활성화를 위하여 전 과정을 누구나 쉽게 이해하고 접근 활용 가능토록 하는 기초자료를 제공하고자 본 연구를 진행하였으며 각 단계별 검토결과는 다음과 같다.

- (1) 기획단계에서는 E-Scope을 통해 자가 건물에 대한 같은 동료 군 건물 중 에너지 순위를 한눈에 쉽게 파



약할 수 있었다. 비전문가도 활용 가능한 데이터 기반의 쉽고 빠른 에너지 사용량 벤치마킹 툴로써 실제 에너지 사용량 기반의 직관적 평가가 가능하였다.

- (2) 계획단계의 Impact Table B의 경우 기술요소별 비용 및 효율을 판단하는 도구로서 기술 적용효과에 대한 정량적 근거를 제시하고 대안별 세부 사양 기준의 최적조합 방법을 제시하였다. 이를 통하여 비전문가의 의사결정을 위한 효과적인 대안 선택의 도구로 활용이 가능한 것으로 판단된다. 또한 E-Ray는 ISO 13790 기반 에너지 사용량 분석 도구로써 그린리모델링 대안 및 에너지 절약 설계 기준 적용 시 효과 분석 등 에너지 절감에 대하여 쉽게 이해할 수 있는 도구로 활용 가능하다.
- (3) 설계 및 시공단계에서는 건축주, 설계자, 및 시공자 등 주체별 검토 대상을 확인할 수 있었다. 그린리모델링 창조센터에서는 에너지 절감률에 따라 이차지원을 차등 지원하고 있다. 이에 건축주와 설계자는 에너지 측면을 고려한 설계와 정량적이고 신뢰성있는 에너지 분석 결과 도출이 필요하다.
- (4) 유지관리단계에서는 BEMS와 같은 고가 및 고급 운영관리자가 아닌 중소규모의 건물에 적용 가능한 E-Spectrum을 제시하였다. 이는 용도별 에너지 사용량 관리가 가능할 뿐만 아니라 실제 에너지 사용량 패턴을 통해 현재 건물의 문제점을 쉽게 파악하고 효율적 운영 관리를 위한 방안이라 할 수 있다.

## 후기

본 연구는 한국건설기술연구원 주요사업 국가 온실가스 감축 대응을 위한 그린리모델링 핵심기술 및 지원 정책 개발 연구의 일환으로 수행되었음(과제번호: 20180032-001).

## REFERENCES

1. Total 7,126,526 buildings, 3,641 Million Square Meters of National Buildings, Press Release, Ministry of Land Infrastructure and Transportation, pp. 118, 2018.
2. Lee, K., Research of Promoting Green Retrofit based on Market Demands, Korea Institute of Civil engineering and Building Technology. 2016.12
3. Kim, K., Configuration and Utilization of Impact Table for Green Remodeling Guidelines, J Green Building, Vol. 15, No. 1, pp. 26-35. 2014.
4. Park, B., Lee, K., Koo, B., and Kim, K., The Study on the Establishment of Green Remodeling Process, Journal of Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems, Vol. 8, No. 3, pp. 143-149, 2014.
5. Park, B., Lee, K., Koo, B., and Kim, K., Green Remodeling Effects of Republic Building Energy Consumption Analysis, Journal of Architectural Institute of Korea, Vol. 36, No. 2, pp. 1343-1344. 2016.10