



## '기존 비주거용 건축물의 그린리모델링 인증기준'에 따른 리모델링 실증 분석 - H 공공기관의 사례를 중심으로 -

*Analysis of Greenremodeling Demonstration according to 'Greenremodeling Certification Criteria for Existing Non-residential Buildings' -Focusing on the H Public Office-*

조경주\* · 조동우\*\*

Cho, Kyung-Joo\* · Cho, Dong-Woo\*\*

\*Building & Urban Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology(kyungjoocho@kict.re.kr)

\*\*Building & Urban Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology(dwcho@kict.re.kr)

\*Corresponding author, Building & Urban Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology(kyungjoocho@kict.re.kr)

### ABSTRACT

**Purpose:** Building energy performance improvement in the existing building sector is necessary for achieving GHG emission reduction goal. A remodeling case of a public office has been analyzed in order to suggest an effective remodeling process. The remodeling was carried out according to detailed guidelines in 'Greenremodeling Certification Criteria for Existing Non-residential buildings'. **Method:** The process consists of 4 steps such as preliminary research, plan and design, sample construction, actual construction and evaluation. In the preliminary research, the most serious problem of the building was found to be the noise problem resulted from old windows. In addition, the Greenremodeling Certification Criteria was analyzed to be applied in the plan and design. **Result:** As a result of the greenremodeling process mentioned above, 3 kinds of indoor environment (thermal environment, sound environment, light environment) has been investigated to be improved in the building. Second, excellence rating has been obtained in G-SEED GR. Third, 85% of residents answered that they were satisfied with the greenremodeling results according to POE results.

### KEYWORD

녹색인증  
그린리모델링  
그린리모델링참호

### ACCEPTANCE INFO

Received Dec 21, 2017  
Final revision received Mar 15, 2018  
Accepted Mar 20, 2018

© 2018 KIEAE Journal

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 배경 및 목적

2015년 파리협정 이후로 온실가스 감축은 일부의 선진국에게만 주어지는 과제가 아닌 세계 모든 국가가 참여해야 하는 보편적 과제가 되었다. 우리나라 역시 이 파리협정을 채택하며 '제 1차 기후변화대응 기본계획'에서 2030년까지 BAU 대비 국가 온실가스 37%를 감축할 것을 약속하였다 [1]. 이 기후변화대응 기본계획 상의 주요 과제 중 하나가 '건물' 분야의 에너지효율 제고이다. 특히 신축 건축물만으로 현재 온실가스 목표 감축량을 달성하기는 불가능하기 때문에 기존 건축물에서의 감축은 필수적인 것으로 분석되고 있다 [2]. 2016년 신설된 '그린리모델링 인증기준' [3]의 경우 위 계획을 견인하기 위한 연장선상에 있다고 볼 수 있다. 기존 건축물에서의 온실가스 감축은 위에서 이미 언급한 것처럼 국가적인 관점에서 반드시 수행해야 하는 과제이며, 기존 건축물의 '그린리모델링 인증기준'의 적용이 그 에너지 절감에 기여하는 바는 확실히 필요가 있다. 이에 최근 녹색건축인증의 '그린리모델링 인증기준'의 적용으로 '우수' 등급을 획득한 H 공공기관의 리모델링 프로세스를 제시하고 그 효과를 분석하

였다. 이 연구 결과는 기존 건축물의 리모델링 활성화를 위한 기초자료로 사용될 수 있을 것으로 기대한다.

### 1.2. 연구의 방법 및 범위

그린리모델링의 프로세스를 제안한 논문은 여러 개가 있다 [4~6]. Parrish와 Regnier는 Predesign, Schematic Design, Design Development and Construction Documents의 4단계를 건물에너지효율향상을 위한 retrofit 설계단계로 제안하였고 [6] Ma et al.은 사전조사부터 Measurement and Verification(M&V) 단계까지 5단계를 제시하였다 [7].

실질적인 사례위주의 가이드라인으로 DOE에서 제안한 Advanced Energy Retrofit Guide[8]를 들 수 있는데 용도별로 구성된 각권의 페이지가 200페이지에 달할 정도로 방대하며 건물시설관리인을 주 독자로 설정하고 있다. 위 연구들의 공통점은 아이টে를 설정하고 시공하기까지의 단계가 매우 전문적이라는 점이다. 국내에도 국토교통부와 대한건축사협회 등에서 제공하는 그린리모델링을 위한 교육과정이 존재해왔고, 그린리모델링 가이드라인이 배포되며 다양한 프로세스가 제안되었다. 하지만 이 역시 전문가들을 위한 가이드라인으로 일반인들의 접근이 용이하지 않아 활용도가 떨어지는 편이다. 그 가장 큰 원인으로는 단계별로 아이টে가 다양하고 전문적이며 그 자료가 일반인에게 개방되어있는 경우가 드물기 때문인 것으로 분석된다.

물론 리모델링을 위해 전문가의 개입은 필연적일 수 있으나 그 아이টে를 선정하는 방법은 접근이 쉬울 필요가 있다. 또한, 그 과정과 결과 역시 분석되어 그 효과를 정량화해야 그린리모델링의 활성화에 영향을 미칠 것으로 판단된다. 이에 본 연구에서는 누구나 쉽게 관련 자료를 획득할 수 있는 '녹색건축인증'의 인증심사기준을 이용하여 그린리모델링 아이টে를 선정하고 그린리모델링을 진행하고 그 결과를 분석하였다.

본 논문의 2장은 그린리모델링을 위한 프로세스와 기존 건축물의 녹색건축인증 인증심사기준 항목을 소개하였다. 그 다음 장에서는 H 공공기관의 그린리모델링을 위한 사전조사 및 전장에서 소개된 프로세스와 인증심사기준에 따라 리모델링된 과정을 설명하였다. 그리고 마지막 장은 그 현장적용 효과를 분석하여 그 결과를 정리하였다.

## 2. 그린리모델링을 위한 방법론

### 2.1. 그린리모델링 프로세스

기존 건축물의 그린리모델링은 신축의 경우보다 더 많은 제약 조건에 대한 고려가 필요하다. 신축의 경우 의무적으로 준수해야 하는 에너지 관련 법규 등이 많은 한편, 리모델링의 경우는 그 제약이 많지 않은 편이다. 이에 여러 이해당사자들과의 사전협의가 중요하며 기존 건물 현황조사 역시 더 철저해야 할 필요가 있다.

프로세스 1단계는 사전조사 단계이다.

외부환경조사, 건물의 노후도 조사, 그리고 거주자의 요구사항 확인을 위한 설문조사 등을 기본으로 하고 있다. 세부적으로는 기존도면의 유무와 적용설비 등을 확인하고 구조안전진단, 기밀테스트, 연간 에너지 소비량 자료 분석을 수행하여 현 건물의 문제점을 정밀하게 분석할 수 있다.

프로세스 2단계는 기획 및 계획단계이다.

1단계에서 확인된 정보와 건축주의 요구사항을 분석하여 그린리모델링을 위한 적용 기술을 도출하는 단계이다. 이를 위해 건축주의 요구사항을 분석하고 에너지절감량 및 사업성 등을 검토한다. 본 연구에서는 기존 건축물의 녹색건축인증(G-SEED GR)을 위한 인증심사기준이 기술 도출을 위한 자료로 활용되었다.

프로세스 3단계는 샘플시공 및 본시공 단계이다.

2단계에서 계획한 기술들을 현장에 샘플 시공하여 건축주가 원하는 성능이 구현될 수 있는지를 확인하고 기술 적용을 최종확정하는 단계이다. 일반적으로는 3단계가 생략되는 편이 많지만 건축주의 요구사항의 실현여부를 확실히 하여 불확실성을 제거하는 단계로 볼 수 있다. 본 연구에서는 이 샘플시공단계가 반영되었다.

프로세스 4단계는 평가 단계이다.

1~3단계를 거쳐 확정된 기술을 시공한 후 건축주 요구사항이 제대로 구현되고 있는지 확인하는 단계이다. 본 연구에서는 거주후평가(POE), 음환경, 온열환경 평가 및 G-SEED GR 인증을 수행하였다.

### 2.2. 그린리모델링 인증기준(G-SEED GR)

이는 기존에 친환경적인 면을 고려하여 설계된 건물과 그에

대한 고려없이 설계된 건물의 평가 기준을 별개로 설정하여 더 많은 기존 건축물의 인증을 유도하는 것을 목표로 한다. 그리고 '에너지 및 환경오염'의 에너지절감률에 대한 가중치를 높게 하여 그린리모델링의 정책적 목표가 건축물의 에너지 성능을 개선하는 것임을 확실히 하고 있다. G-SEED GR의 인증심사기준은 다음과 같다.

#### (1) 에너지 및 환경오염

이 분야는 에너지성능개선과 에너지 모니터링 및 관리지원 장치 항목으로 구성되어있다.

에너지성능개선 항목의 경우 개선공사 이전의 에너지요구량 혹은 소요량과 개선공사 이후의 에너지 절감량의 비로 점수를 획득한다. 20%이상일 경우 점수를 획득할 수 있으며 35% 이상을 절감하는 경우 만점을 받는다.

에너지모니터링 및 관리지원 장치 항목의 경우 에너지 사용용도별 모니터링 장치 및 데이터 분석 기능이 있는 경우 만점을 획득한다. 용도별 모니터링의 경우 냉방, 난방, 환기, 급탕, 급탕, 조명, 콘센트로 구분되어야 한다.

#### (2) 재료 및 자원

이 분야는 건축부재를 환경성선언 제품으로 사용함으로써 환경부하 저감을 위한 기반을 조성함을 목표로 한다. 주요 건축부재별 환경성선언 제품 사용개수에 따라 점수를 부여한다. 2개부터 점수를 획득하며 5개 이상 사용한 경우 만점을 획득한다.

#### (3) 물순환 관리

이 분야는 절수형 기기 사용을 유도하여 물 사용량을 절감하고 에너지 소비를 줄이는 것을 목표로 한다.

환경표지인증 대상제품을 전 층의 80% 이상 사용한 경우 점수를 부여한다. 2종류 이상 사용한 경우부터 점수를 획득할 수 있고 5종류 이상 사용한 경우 만점을 획득한다.

#### (4) 유지관리

건축물의 그린리모델링 관련 정보의 보유를 유도하여 유지관리를 소홀히 하는데서 오는 에너지사용을 줄이는 것을 목표로 한다. 정보의 종류는 공사내역부터 운전매뉴얼, 보수지침서 등 다양하다. 1개 항목을 보유한 경우부터 점수 획득이 가능하며 4개 이상의 항목을 보유한 경우 만점을 획득한다.

#### (5) 실내환경

그린리모델링이 에너지절감 뿐 아니라 실내환경개선에도 효과를 보여 거주자 만족도를 높이는 통합설계를 지향하고 있음을 보여주는 항목이다. 그린리모델링 해당면적의 10% 이상에 대하여 온열환경, 빛환경, 공기환경, 음환경 중 1개 이상의 실내환경을 개선하였을 경우 점수를 획득할 수 있다. 해당면적의 20% 이상, 위 항목 4가지 모두를 개선하는 경우 만점을 획득한다.

## 3. H 공공기관의 그린리모델링 계획

### 3.1. 사전조사

본 연구의 그린리모델링 대상인 H 공공기관의 경우 준공 후 약 20년이 경과한 상태였다. 1996년 당시 허가기준으로 지어진 건물이기 때문에 신축건물에 비해 전반적으로 단열성능이나 기밀성능이 떨어지는 상황이었다. 다만 중앙공조로 냉난방이 제어되는 상황이라 온열환경에 대한 거주자들의 불만은 크지 않았다.

Table 1. Building Overview

Year of Construction	1996
Number of Floors	4F, B1F
Typical floor area	746.11㎡
Total floor area	3257.60㎡
Exterior walls	Aluminium panel+50mm insulation
Windows	24mm Double glazing with Aluminium frame
Sun shading device	Inner blinds
Heating system	Absorption chiller/heater

거주자 설문조사와 현장조사를 통해 드러난 거주자들의 가장 큰 불편요소는 소음으로 분석되었다. 창틀에 설치된 Vent slot의 노후화가 심각하여 사용되지 않고 있었고, 기밀성능에 문제가 있어 닫혀있는 상태에서도 열손실 및 소음을 야기하고 있었다 (Fig.1). 이에 소음 저감에 효과적인 그린리모델링 창호공사를 통하여 거주공간의 음환경 개선에 포커스를 맞추면서 G-SEED GR 아이টে를 추가 적용하기로 건축주와 협의하였다.

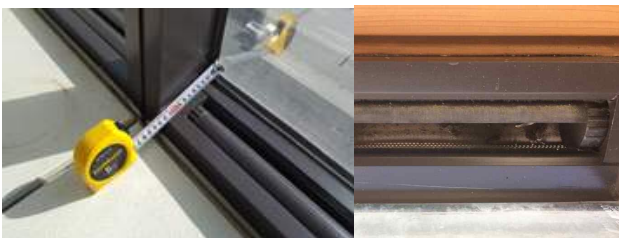


Fig. 1. Vent slot

### 3.2. 기획 및 계획

외피의 단열성능향상과 공사의 용이함을 위하여 그린리모델링 창호 Type1인 단열덧창시스템을 채용하기로 하였다.

그린리모델링 창호 Type 1의 경우 KS F 2278[9]의 ‘창호의 단열성 시험방법’에 의거한 공인시험에서 열관류율 1.64W/㎡K를 획득한 기존 창호의 에너지성능개선에 적합한 시스템으로 판단되었다. 단, 북측에 면한 사무실의 경우 건축주의 요청으로 덧유리를 설치하는 방식인 그린리모델링 창호 Type 2를 시공하기로 하였다.

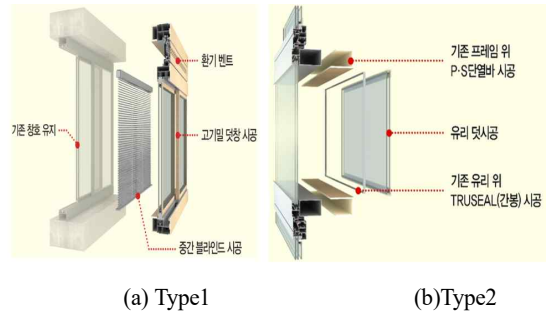
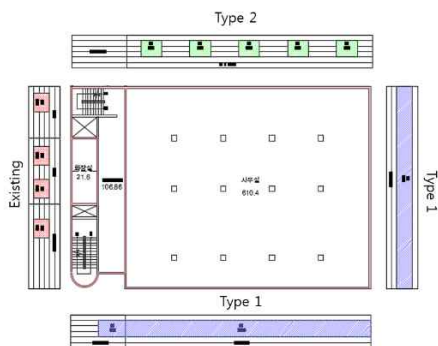


Fig. 2. Greenremodeling Window systems

또한, 사무실과 복도에 설치되어있는 파라볼릭 형광등을 LED로 교체하여 조명에너지의 절감 및 조명으로 인해 발생하는 냉방에너지의 절감을 도모하기로 하였다.



Fig. 3. Replacement of lighting fixtures

현재 리모델링 대상건물의 실내 배치상 창가인 외주부를 통로로 활용하여, 해당부분은 조명교체를 하지 않고 태양광을 적절히 활용하도록 계획하였다.

### 3.3. 샘플시공

건축주의 가장 큰 요구는 소음의 절감이었다. 기존 건물은 여러 가지 변수가 존재하기 때문에 실제로 건축주가 요구하는 성능이 발휘될 수 있는 지 확인하여 건축주의 동의를 받아내는 절차는 매우 중요하다. 이에 샘플시공을 수행하여 건축주가 원하는 수준의 소음 절감이 가능한지 확인하였다.



Fig. 4. Sample Construction

## 4. H 공공기관의 그린리모델링 결과 분석

### 4.1. 에너지성능평가

G-SEED GR의 에너지성능개선 항목에서 점수를 획득하기 위해서는 냉난방에너지 요구량 또는 소요량을 계산할 필요가 있었다. 에너지 성능 개선공사 이전 대비 최소 20% 이상 절감되어야 점수를 획득할 수 있다.

시뮬레이션 툴은 건축물에너지효율등급산정용 프로그램인 ECO2를 사용하였으며 입력된 변수인 창호의 열관류율과 SHGC는 아래 Table 2와 같다.

Table 2. Simulation Input Data

	Existing Window	Type 1 Window	Type 2 Window
Area	Gwangju		
Use	Office		
Total Floor Area	1500m <sup>2</sup> (2,3F)		
Floor Height (Ceiling Height)	4.0(2.7)m		
U-factor (W/m <sup>2</sup> ·K)	Exterior Wall	0.795	
	Roof	adiabatic	
	Bottom	adiabatic	
	Windows	4.0	1.64
SHGC(Summer)	0.569	0.18*	0.499
SHGC(Winter)	0.569	0.30*	0.499
Operation Schedule	Default for Office		
Equipment for heating and cooling	Absorption chillerheater		

\* Test values according to KS L 9107

Type1의 SHGC의 경우 내부 블라인드를 내렸을 때와 올렸을 때 KS L 9107[10]에 의거 시험한 SHGC 값이 입력되었다. 그 외는 건축물의 에너지절약설계기준[11]의 [별표 4]와 에너지절약계획 설계 검토서의 <표4>와 <표5>의 값에 의거하여 계산되었다.

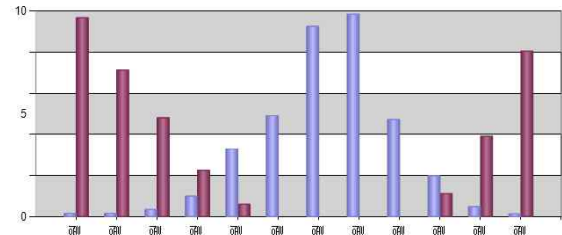
ECO2는 신재생, 냉방, 난방, 급탕, 환기, 조명 이렇게 6가지 분야의 에너지요구량 및 소요량을 계산할 수 있다. 단, 이번 공사의 범위가 아닌 신재생, 급탕, 환기 요구량은 합계에서 제외하였다.

Table 3는 ECO2 계산결과를 정리한 것이며 약 30.1%의 연간 에너지 요구량의 절감이 가능한 것으로 계산되었다. 특이한 점으로 난방에너지 요구량의 절감은 크지 않은 편이었는데 이는 벽체의 단열성능은 변동이 없는 상태라 외피 평균 열관류율의 향상이 크지 않기 때문인 것으로 분석된다. 반면, 냉방에너지 요구량은 약 49% 절감이 가능한 것으로 계산되었는데 이는 사무소 건물 용도의 특성상 냉방에너지의 비중이 높아 블라인드 내장형 창호의 적용이 에너지절감에 효과적이기 때문으로 분석되었다.

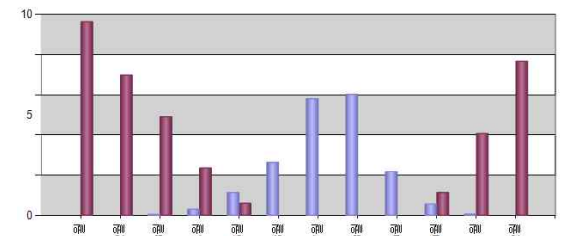
Table 3. Energy Demand comparison

kWh/m <sup>2</sup> yr	Energy Demand for Heating	Energy Demand for Cooling	Energy Demand for Lighting	Total
Before GR*	37.6	36.3	27.2	101.1
After GR*	36.5	18.8	15.4	70.7

GR : GreenRemodeling



(a) Before GR



(a) After GR

Fig. 5. Replacement of lighting fixtures

### 4.2. 온열환경

열화상카메라로 기존 창을 촬영한 결과 창호 및 창틀의 노후화로 에너지 손실이 큰 상황이었다(Fig. 6).

그린리모델링 창호 시공 후의 온열환경의 향상 정도를 분석하기 위해 기존창과 그린리모델링 창의 유리표면온도 측정을 실시하였다. 측정은 시공이 끝난 후 2주에 걸쳐 실시하였다.



Fig. 6. A thermographic camera image of an existing window

Fig.7의 그래프는 측정 기간 중 천청공이고 냉난방을 하지 않았던 2일에 관한 분석 그래프이다. 실험결과 외기온도가 2°C에서 20°C까지 변할 때, 기존창의 내부유리표면온도는 9.4°C~43.4°C까지 34K 변화하였다. 반면, 그린리모델링창의 내부유리표면온도는 14.1°C~29.8°C로 15.7K의 온도변화를 보였



는데 이는 기존창의 내부유리표면온도가 외기와 일사에 직접적으로 영향을 받기 때문인 것으로 분석된다.

외부환경에 크게 좌우되는 기존창의 이런 열적 특성은 특히 창측 근무자의 열적 불쾌감을 유발할 것으로 판단된다.

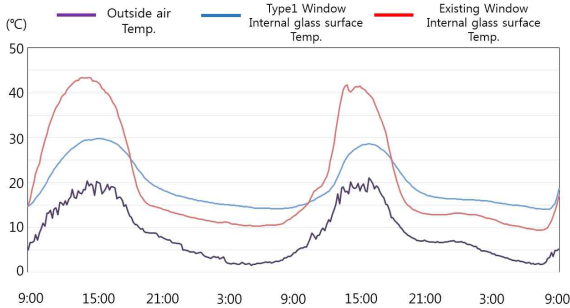


Fig. 7 Internal glass surface temperature comparison

주간과 야간의 내부유리표면온도는 다른 경향을 보였다. 그 린리모델링창의 주간평균 내부유리표면온도는 기존창과 비교했을 때 8.5K 낮은 반면, 야간평균 내부유리표면온도는 3.9K 높았다. 이 결과는 그린리모델링 창of 내부유리표면온도가 주야간 고르게 안정되어 있다는 것과 그 단열효과가 기존창에 비해 개선되었다는 것을 보여준다.

### 4.3. 음환경

소음측정방법은 국토교통부 고시인 공동주택의 소음측정기준[12]을 따랐으며 실내 측정위치는 높이 1.2m 남측창으로부터 1m 떨어진 지점에서 A특성에 고정하여 측정하였다.

창틀의 노후화로 인한 가장 큰 문제는 소음이었는데 전면 8차 선도로에 면한 실의 경우, 외부소음이 71.7dB(A)일 때 내부소음이 55.0 dB(A)에 달해 거주자들의 스트레스가 극심한 편이었다.

ASHRAE(American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)는 개방형 사무실의 쾌적 음환경으로 NC40에서 45dB(A) 이하의 소음도를 디자인 가이드라인으로 제시하였다 [13].



(a) Before (b) After

Fig. 8 Vent Slot Closure

측정된 64.3dB(A)은 환경부가 제시한 ‘실내소음기준’에서 상업지역의 외부 생활소음 규제기준에 달하는 수치로 작업능률을 심각하게 저해하는 수준이었다[14].

Vent slot의 밀폐와 기밀성을 확보한 덧창의 시공은 Table 4과 같은 외부소음의 차단효과를 보였다.

소음측정 결과, 외부소음 71.7dB(A)일 때, 내부소음이

55.0dB(A)에서 35.8dB(A)까지 약 19dB(A)의 감소하는 것으로 확인되었다.

Table 4. Noise level Comparison

	Existing	Greenremodeling window
Direction	South	South
Outside Noise level dB(A)	71.7	71.7
Inside Noise level dB(A)	55.0	35.8



(a) Noise meter (b) GreenRemodeling Window

Fig. 9. Noise measurement

### 4.4. 빛환경

수직형 블라인드와 롤 블라인드를 사용하고 있었기 때문에 유 태양광의 유입을 조절하기 어려운 상태였다. 이에 낮에도 보통 조명기기를 켜놓은 상태로 생활했으며 구역별 조도가 200~850lx으로 큰 차이를 보이고 있었다.



Fig. 10. Uneven illuminance

이는 한국산업규격인 KS A 3011[15]에서 제안하는 개인업무 공간의 쾌적조도조건인 300~600lx에서 벗어나는 조건으로 조명에너지절감의 측면에서도 실내로 유입되는 태양광의 조절이 가능한 블라인드로의 교체가 필요했다. 또한, 노후한 조명기기의 교체도 시급해 보였다.

기존의 일반 형광등을 사용하던 조명기기를 LED로 교체함으로써 구역별로 불균일했던 기존 조도의 개선이 이루어졌다. 또

한, 창가 공간의 적절한 태양광의 사용을 유도하기 위해 블라인드가 다양한 각의 균조도를 확보할 수 있는지 검토해보았다.

외부조건 청천공일 때 남측창과의 거리 1.5m, 3.0m인 두가지 조건에서 블라인드를 0도, 90도, 45도 - 45도의 4가지로 조절하여 실내조도를 측정하였다.

Table 5. Indoor Illuminance





	Open	Slat 0°	Slat 90°	Slat 45°	Slat -45°
Blind Slat					
1.5m	380lx	228lx	15lx	232lx	63lx
3.0m	162lx	97lx	9lx	70lx	25lx

Table 5에서 볼 수 있듯이 블라인드 활용에 따른 일사조절이 효과적으로 이루어짐을 볼 수 있다. 특히 0도의 블라인드를 활용시 실내 균조도 확보가 가능한 것으로 분석되었다.

4.5. G-SEED GR

법령 상에 명시된 비주거용 건축물을 위한 그린리모델링 인증기준은 Fig. 11과 같다.

- (1) 에너지 및 환경오염
  - ① 에너지 성능 개선

Fig.11의 2.1 에너지성능개선 항목은 이전 장에 언급된 대로 이번 공사범위인 냉방, 난방, 조명 에너지 요구량 합계의 30.1%의 절감을 확인하여 40점을 신청할 수 있었다(Table 6).

G-SEED 2016		그린리모델링 비주거용 건축물			
전문분야	인증 항목	구분	배점	기중치	
1. 토지이용 및 교통	해당 인증항목 없음	-	-	-	
2. 에너지 및 환경오염	2.1 에너지 성능 개선	필수항목	10	50	
	2.2 에너지 모니터링 및 관리지원 장치	평가항목	2	10	
3. 재료 및 자원	3.1 환경성선언 제품(EPD)의 사용	평가항목	2	10	
4. 물순환 관리	4.1 절수형 기기 사용	평가항목	2	10	
5. 유지관리	5.1 그린리모델링 관련 정보의 보유	필수항목	1	5	
	5.2 그린리모델링 공사 관리	평가항목	1	5	
6. 생태환경	해당 인증항목 없음	-	-	-	
7. 실내환경	7.1 실내환경의 쾌적성 개선	평가항목	2	10	

Fig. 11. G-SEED GR

- ② 에너지 모니터링 및 관리지원 장치
- 에너지모니터링의 경우 에너지원별 모니터링이 가능했고 지

속적 검수를 하고 있었다. 에너지원 계량기 위치확인 및 검수데이터를 확인하여 4점을 신청할 수 있었다.



(a) Energy monitoring device



(b) Energy monitoring data

Fig. 12. Energy monitoring and Maintenance Support

(2) 재료 및 자원

‘환경성선언 제품의 사용’ 항목의 경우 초기 계획단계에서 공사에 사용되는 실리콘이나 부자재 등을 2개 이상 EPD 제품으로 사용하여 점수를 획득하는 것으로 계획되었다. 하지만 건축주의 사정상 공사 일정이 촉박했고 적합한 EPD 제품을 찾는 과정에서 공사업자들과 커뮤니케이션에 문제가 발생하여 적용되지 못했다.

(3) 물순환 관리

기존의 수도꼭지를 환경표지인증 대상제품인 절수형 수도꼭지로 전 층의 80%이상 교체하여 세면용수의 절감을 도모하는 것으로 계획하였다. 기존에 비해 10%이상 절감되는 절수형기기를 적용하는 것으로 건축주와 협의하여 추가 1점을 획득할 수 있도록 하였다.

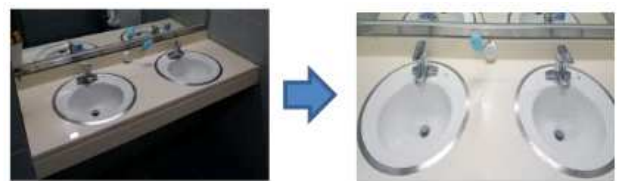


Fig. 13. Installation of water saving faucets

(4) 유지관리

유지관리분야는 ①그린리모델링 관련 정보의 보유 항목과 ②그린리모델링 공사 관리 항목으로 나뉘어있다.

우선 그린리모델링 관련 정보의 보유항목으로 G-SEED GR의 세부지침에 따라 공사내역, 관리자 주의사항, 향후 유지관리를 위한 보수지침 관련 정보, 담당자 연락처 등을 구비하도록 계획하여 만점을 획득하도록 계획하였다.

그린리모델링 공사 관리 항목으로 공정계획, 기존 설비 오염

방지 계획, 시공현장 소음,분진 발생 관리계획, 폐기물 처리 계획, A/S 보증 및 보상 계약, 시방서 확보 등으로 6개 이상의 항목을 구축하여 이역시 만점을 획득할 수 있도록 하였다.

(5) 실내환경

이전 장에서 언급한 것과 같이 실내환경의 경우 열환경, 음환경, 빛환경의 개선정도를 확인하여 2급 신청이 가능했다.

Table 6는 Fig. 13의 각 분야에서 획득한 점수를 표시한 표이다. 초기 단계부터 G-SEED GR의 인증기준을 적용한 그린리모델링을 수행한 결과 Table 6과 같이 총 68점으로 2등급인 우수등급을 취득하였다.

이 공사는 건축주의 요구에 따라 2,3층의 그린리모델링만 이루어졌으며 G-SEED GR도 이에 따라 2,3층에 대한 인증만 수행되었다. G-SEED GR에 따라 그린리모델링을 수행하는 경우보다 체계적인 그린리모델링 사업과 더불어 건축주의 만족도를 높일 수 있음을 보여주는 결과로 분석된다.

Table 6. A Score calculated according to G-SEED GR

1. Energy and Environmental Pollution
1.1. Improvement of Energy Performance
▶ 40points
1.2. Energy monitoring and Maintenance Support
▶ 4points
2. Materials and Resources
2.1. Use of EPD* Products
▶ No points
3. Water circulation management
3.1. Use of Water-saving devices
▶ 4points
4. Maintenance control
4.1. Retention of Green Remodeling Information
▶ 5points
4.2. Green Remodeling Construction Management
▶ 5points
5. Indoor Environment Quality
5.1. Improvement of Indoor Environment Comfort
▶ 10points
<b>Total 68 points (Excellent)</b>

\*EPD ; Environmental Product Declaration

5. 거주후평가(POE)

공사가 완료된 후 대상 공간 거주자 20명을 대상으로 그린리모델링에 따른 거주자 대상 만족도 설문조사를 실시하였다. 본 설문조사는 그린리모델링 직후인 하계에 실시되어 하계 열환경 개선 설문조사만 실시되었다.

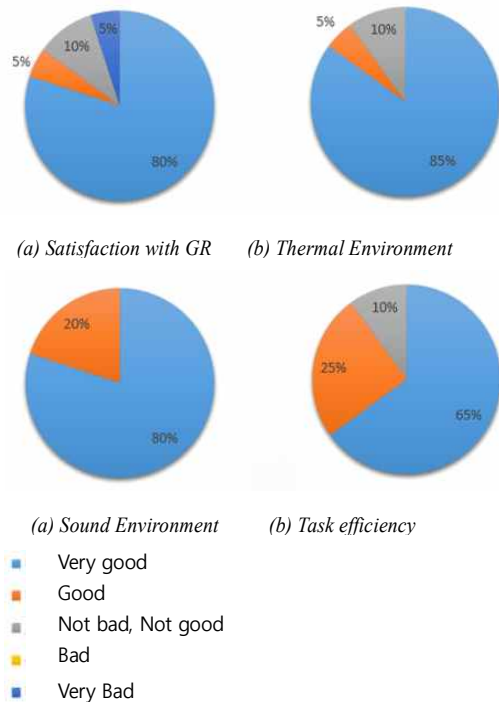


Fig. 14. POE Results

POE 분석 결과, 응답자의 85%가 그린리모델링 결과에 매우 만족, 만족한다고 답변하였고 특히 음환경의 경우 100%가 개선되었다(만족, 매우만족)고 답변하여 건축주의 요구성능은 충분히 발휘되는 것으로 분석되었다.

실내열환경 개선효과의 경우 역시 90%가 개선되었다고 답변하였으며 10%는 보통으로 답변하여 불만족은 없는 것으로 분석되었다. 그린리모델링으로 인한 업무개선도의 경우도 90%가 개선되었다고 답변하고 단 10%만 보통이라고 답변하여 업무개선 효과가 큰 것으로 분석되었다.

위 Fig. 14에서 분석된 항목 외에도 공사시 업무 지장여부와 인테리어 개선효과 등을 묻는 설문 등이 거주자들에게 추가로 주어졌었다. 공사시 실내환경에 만족한다라는 답변이 80%, 보통이 20%로 확인되었다.

6. 결론

본 연구에서는 2016년 신설된 G-SEED GR을 적용하여 그린리모델링을 실시한 H 공공기관의 그린리모델링 프로세스를 소개하고 그 효과를 분석하였다.

첫째, 본 그린리모델링의 프로세스는 사전조사, 기획 및 계획, 샘플시공 및 본시공, 평가의 4단계로 이루어져 있으며 기획 및 계획단계에서 2016년 신설된 G-SEED GR의 세부인증기준을 가이드라인으로 하였다.

둘째, 사전조사단계에서 거주자들의 가장 큰 불만은 소음으로 확인되었으며 노후화된 창호의 개선을 해결책으로 제시하였다.

셋째, 기획 및 계획 단계에서 G-SEED GR의 에너지 및 환경오염, 재료 및 자원, 물순환관리, 유지관리, 실내환경 총 다섯 분야의 세부인증기준이 그린리모델링 적용아이템으로 검토되

었다. 검토된 아이টে를 적용하여 간략시뮬레이션을 수행한 결과 약 30.1%의 에너지요구량 절감이 예측되었다.

넷째, 건축주의 요구성능이 제대로 확보되는 지를 확인하기 위해 샘플시공을 실시하였으며 건축주의 성능 확인 후 시공이 수행되었다.

다섯째, 시공 후 평가 단계에서 열환경, 음환경, 빛환경이 모두 개선되었음을 확인하고 G-SEED GR을 신청하여 우수등급을 획득하였다.

여섯째, POE 실시결과 응답자의 85%가 그린리모델링 결과에 만족한다고 답변했으며 실내열환경, 업무개선도 등도 90%의 설문자가 개선되었다고 답변하였다. 특히 건축주의 가장 큰 요청이었던 소음절감의 경우 100%가 개선되었다고 답변하여 건축주의 만족도가 높은 것으로 확인되었다.

G-SEED GR의 가이드라인을 따라 그린리모델링을 진행한 결과 당초 기존 창호교체를 위해 확보한 예산의 1/3만으로 공사가 수행되었고 G-SEED GR의 다른 친환경 기술들도 본 건물에 적용할 수 있었다. 그 결과 건축주가 요구하던 소음의 절감 뿐 아니라 실내 열환경, 빛환경 등 다른 실내환경의 개선효과도 발생하였고, G-SEED GR 우수등급을 획득하게 되었다.

본 연구결과는 G-SEED GR에 따라 프로세스를 수행하는 경우, 보다 체계적인 그린리모델링 사업과 더불어 건축주의 만족도를 높일 수 있는 그린리모델링이 가능하다는 것을 보여주며 이 결과가 향후 그린리모델링의 활성화에 도움을 줄 수 있는 기초자료가 되길 바란다.

### Acknowledgements

This research was supported by Korea Ministry of Science and ICT (2017-0086).

### Reference

[1] 관계부처합동 (2016) 제1차 기후변화대응 기본계획  
 [2] 박기범, “ 녹색건축을 통한 국가 온실가스 감축목표 달성”. 대한설비 공학회 집중기획, 2013, 설비저널 제 42권  
 [3] 국토교통부, “녹색건축인증기준” (국토교통부 고시 제2016-341호), 2016 // (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Notification No. 2016-341, Green Building Certification Standard, 2016)  
 [4] 홍종현, 염동준, 최수지, 김영석, “국내 공동주택 리모델링 사업의 적정대안 선정을 위한 의사결정 지원모델 개발”, 대한건축학회논문집, 제 33권, 제 3호, 2017//(Hong, Jong-Hyun, Yeom, Dong-Jun, Choi, Su-Ji, Kim, Young-Suk, “A Study of the Decision Support Model to Select an Appropriate Alternative Plan in Apartment Remodeling, Journal of Architectural Institute of Korea, Vol.33, No.3, 2017)  
 [6] Kristin Parrish, Cindy Reginier, Proposed Design Process for Deep Energy Savings in Commercial Building Retrofit Projects, Journal of Architectural Engineering, Vol.19, No.2, 2013  
 [7] Zenjun Ma, Paul Cooper, Daniel Daly, Laia Ledo, Existing building retrofits: Methodology and state-of-the-art, Energy and Buildings, Vol.55, 2012  
 [8] Department of Energy, Advanced Energy Retrofit Guides, <https://energy.gov/eere/buildings/advanced-energy-retrofit-guides>  
 [9] KS F 2278, “창호의 단열성 시험방법” ‘Standard test method for thermal resistance for windows and doors’  
 [10] KS L 9107, “솔라시뮬레이터에 의한 태양열 취득률 측정 시험방법” Testing method for the determination of solar heat gain coefficient of fenestration product using solar simulator’

[11] 국토교통부, “건축물의 에너지절약설계기준”, 국토교통부 고시 제 2015-1108호, 2016 // (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Notification No. 2015-1108 Energy Saving Design Standards of Buildings, 2016)  
 [12] 국토교통부, “공동주택 소음측정 기준” 국토교통부 고시 제 2017-558호, 2017 // (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Notification No. 2017-558 Housing house noise measurement standard, 2017)  
 [13] ASHRAE, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Handbook-Fundamental, 2009  
 [14] 환경부, “환경정책기본법 시행령” (대통령령 제28002호), 2017 // Ministry of Environment, Framework Act on Environmental Policy, 2017  
 [15] KS A 3011, “조도기준”, 1998 // KS A 3011, Recommended levels of illuminance, 1998