



그린리모델링 건축물을 위한 녹색건축인증기준 개선방향에 대한 기초 연구

A Fundamental Study on the Revision Direction of G-SEED for Green Remodeling Building

현은미* · 안광호** · 김용식***

Hyun, Eun-Mi* · An, Kwang-Ho** · Kim, Yong-Sik***

* Dept. of Architectural Engineering, Konkuk University, South Korea (eunmi225@naver.com)

** Dept. of Architectural Engineering, Konkuk University, South Korea (cocarrot@korea.com)

*** Corresponding author, Dept. of Architectural Engineering, Konkuk University, South Korea (kimys@konkuk.ac.kr)

ABSTRACT

Purpose: G-SEED's evaluation of existing buildings in Korea is an important point because the energy consumption and CO2 emissions of existing buildings are continuously increasing due to the aging of buildings over time. In 2016, the government has set up a 'Green Remodeling Certification Standard' in G-SEED in order to revitalize the green remodeling business of existing buildings. As a result, G-SEED is distinguished between buildings with green remodeling and buildings with general remodeling. Therefore, this study analyzed the system of the certification of the green remodeling building which is aimed at improving the performance of the building. **Method:** First, we analyze characteristics of the existing building certification standards of G-SEED(Korea), LEED(USA), and BREEAM(UK). Second, the evaluation criteria are based on the G-SEED Green Remodeling Certification, 2016, LEED for BD+C: New construction and major renovation v.4, BREEAM UK Non-Domestic Refurbishment and Fit-out 2014. Based on the analysis results, we propose the improvement direction of G-SEED Green Remodeling Certification Standard. **Result:** Existing buildings should be classified into 'existing building certification' for re-certification and 'green remodeling certification' accompanied by building performance improvement. In addition, building green buildings through performance improvement should include not only energy performance, but also creating a pleasant indoor environment and minimizing environmental impact. Finally, existing buildings have accumulated information on energy and resource use, and a performance improvement plan should be established based on this information.

KEYWORD

그린리모델링
에너지
지속가능성
녹색건축인증

Green Remodeling
Energy
Sustainable
LEED
G-SEED
BREEAM

ACCEPTANCE INFO

Received Apr 13, 2017
Final revision received June 1, 2017
Accepted June 6, 2017

© 2017 KIEAE Journal

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

국내 건축물은 건축물 동수 및 증가율이 1% 전후로 정체되어 신축시장 규모가 축소하고 있지만 에너지 소비량은 지속적으로 증가하고 있으며 2035년까지 상업 공공부분의 최종에너지가 연 2.2% 증가할 것으로 예측되고 있다. 2016년 기준으로 기존 건축물의 85% 이상이 사용연한이 15년 이상 경과되었으며 특히 30년 이상 된 건축물도 약 37.2%를 차지함으로써 기존 건축물의 리모델링은 에너지 성능 개선 및 사용자의 쾌적한 실내환경에 대한 요구 증가에 따라 사회적·경제적·환경적 측면에서 중요성이 점차 강조되고 있다.

국내 녹색건축인증제(G-SEED)에서는 기존 건축물을 대상으로 하는 '기존 건축물 인증기준'이 시행 중에 있으며 일반적인 리모델링 사업을 실시하는 건축물이 평가대상에 포함되어 있지만 전체 인증건수(8,096건) 중 단 0.04%(3건)의 저조한 인증실적을 보이고 있다. 한편, 2013년 기존 건축물의 에너지 낭비예방과 쾌적한 환경 조

성을 지원하기 위하여 공공건축물과 민간을 대상으로 '그린리모델링 사업' 시행을 시작하였으며 사업의 활성화를 위하여 국내 녹색건축인증제(G-SEED)에 '그린리모델링 인증기준'을 2016년에 마련하였다. 이에 그린리모델링 사업을 실시한 건축물과 일반 리모델링을 실시한 건축물에 대한 평가가 구분되어 있는 상황이다. 2017년 1월까지 기존 건축물 인증 실적은 3건에 불과하지만 그린리모델링 지원을 받은 실적은 매년 증가하여 현재 9천여 건에 이르고 있어 인증기준체계 개선을 통하여 일반 리모델링 사업을 그린리모델링 사업으로 전환하도록 유지하고 더불어 리모델링 건축물에 대한 G-SEED 인증 획득을 연계함으로써 녹색건축물로의 탈바꿈을 도모하고자 한다.

따라서 본 연구는 국내 기존 건축물 녹색건축인증의 개선 및 발전을 위한 방안 제시를 목적으로 기존 건축물에 대한 인증평가 개선사항을 도출하는 것을 중심으로 연구하였다. 특히, 기존 건축물에 대한 국내의 인증제도(G-SEED, LEED, BREEAM) 평가방법을 분석하여 평가 대상을 재인증과 리모델링으로 구분한 후, 성능 개선이 목적인 리모델링 건축물 인증을 대상으로 해외 제도와 비교·분석함으로써 인증기준의 개선에 필요한 개선방향을 도출하였다. 이는 리모

델링 건축물의 G-SEED 활성화 및 건축물의 에너지사용량 절감에 기여할 수 있는 제도 개선의 기초적인 자료로 사용될 수 있을 것으로 기대한다.

1.2. 연구의 방법 및 범위

녹색건축인증기준에서 평가하는 기존 건축물은 인증을 획득한 건축물의 재인증과 녹색건축으로서의 성능이 고려되지 않은 기존 건축물의 리모델링으로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 G-SEED, LEED, BREEAM의 기존 건축물 인증기준을 살펴본 후, 본 연구의 대상인 리모델링 건축물을 대상으로 하는 G-SEED 그린리모델링 인증기준 2016, LEED for BD+C : New construction and major renovation v.4, BREEAM UK Non-domestic Refurbishment and Fit-out 2014를 중점으로 평가특성을 비교·분석한다. 이후 G-SEED 그린리모델링 인증기준의 개선방향을 평가체계 및 평가항목과 평가방법의 두 가지 측면에서 제안하였으며, 특히 평가방법은 인증기준의 본질적 목적인 건축물의 에너지 평가를 중점으로 하였으며 제안된 평가방법의 타당성을 제시하기 위하여 시뮬레이션을 진행하였다.

인증기준은 업무용 건축물을 기준으로 한다. 이는 기존 건축물 인증실적에서 업무용 건축물이 차지하는 비율이 0.04%, 공동주택이 차지하는 비율은 0%이며, 그린리모델링 사업실적 건수는 공동주택이 업무용 건축물에 비해 월등히 많지만 이자지원액에서는 업무용 건축물이 훨씬 크기 때문에 제도 개선 및 리모델링 사업의 활성화로 인한 사회적, 경제적 파급효과가 클 것이라 예상되기 때문이다.

본 연구는 국내 기존 건축물의 그린리모델링 활성화를 목적으로 인증기준의 개선함에 있어 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

2. 국내외 기존 건축물 녹색건축인증제도

2.1. 기존 건축물의 에너지사용량

2015년 기준 국내의 연도별 건축물 증가율은 정체현상을 보이지만 건축물의 에너지 소비량은 계속 증가하는 것으로 나타나고 있다. <그림1>과 같이 국내 건축물 중 15년 이상 된 건축물이 전체의 약 85%로 건축물의 노후화 비율이 높다(국토교통부, 2015).

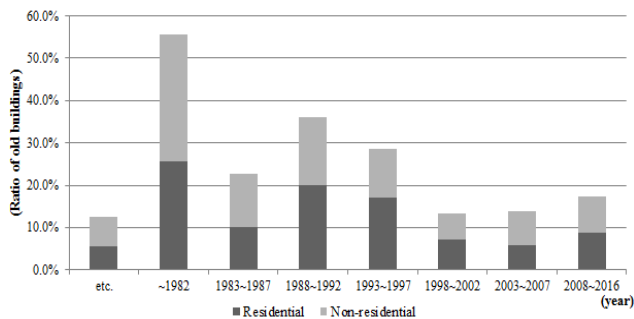


Fig 1. Status of old buildings(Ratio of buildings)

특히, 1982년 이전에 지어져 35년 이상 사용된 건축물이 50% 이상이며, 국내 녹색건축인증제도의 인증실적이 급속하게 증가하게

되는 2007년 이전에 지어진 건축물이 84%에 달한다. 즉, 기존 건축물은 설계 당시 에너지성능 기준 등이 현재와 같이 강화되어 있지 않았으며, 설비 등의 노후화로 에너지 사용량이 계속 증가할 것으로 예상되고 있다. 이에 대한 대책과 관리가 필요하며 건축물의 성능개선을 위해 정부에서는 그린리모델링 사업을 통해 에너지성능 향상을 지원하고 있다. 이러한 기존 건축물은 설계 당시 에너지성능 기준 등이 현재와 같이 강화되어 있지 않았으며, 설비 등의 노후화로 에너지 사용량이 계속 증가할 것으로 예상되면서 정부에서는 그린리모델링 사업을 통해 에너지성능 향상을 지원하고 있다.

2.2. 그린리모델링

「건축법」¹⁾에서 리모델링은 건축물의 노후화를 억제하거나 기능향상을 위하여 건축물을 대수선하거나 일부 증축하는 행위로 정의하고 있으며, 「주택법」²⁾에서는 건축물의 노후화 억제 또는 기능향상 등을 위하여 대수선하거나 일부 증축하는 행위로 정의하고 있다. 더불어 건축물의 유지관리 연장선에서 이루어지는 행위로 건축물 또는 외부공간의 성능 및 기능의 노후화나 진부화에 대응하는 행위를 통해 성능을 유지 또는 향상 시키는 활동이기도 하다. 「녹색건축물조성지원법」³⁾에서는 리모델링 중 에너지 효율 및 성능 개선을 등을 목적으로 실시하는 것을 ‘그린리모델링’이라 정의하고 있으며, 국토교통부가 시행하고 있는 그린리모델링 사업은 단열보완, 기밀성 강화, 외부창호 성능 개선 등 외피 단열 성능 향상을 필수적으로 하며 조닝제어장치, 대기전력 차단장치, BEMS, 스마트 계량기 등과 같은 에너지 관리 장치, 신재생에너지 공사, 고효율 냉방방장치 및 LED 등의 에너지 성능 개선 관련 공사를 이자지원 대상 공사범위로 정하고 있다.

본 연구에서는 건물의 노후화에 대응하여 기존 성능을 향상시키는 「건축법」의 리모델링과 「녹색건축물조성지원법」상의 건축물 에너지효율 및 성능 개선을 목적으로 하는 그린리모델링을 포함한 모든 리모델링을 ‘그린리모델링’이라 정의하고자 한다.

2.3. G-SEED

G-SEED의 기존 건축물 평가는 ‘기존 건축물 인증기준’과 ‘그린리모델링 인증기준’으로 구분된다. ‘기존 건축물 인증기준’은 최초 인증을 받은 건축물에 대한 재인증과 일반적인 리모델링 건축물을 대상으로 하지만 두 건축물은 처음 설계단계부터 녹색건축을 고려했는지에 대한 시작점부터 차이를 나타내기 때문에 같은 인증기준으로 평가하기에는 무리가 있다. ‘그린리모델링 인증기준’은 2016년 9월 그린리모델링 사업의 활성화를 위하여 신설된 기준으로서 그린리모델링 사업지원을 받은 건축물을 평가대상으로 한정한다. ‘기존 건축물 인증기준’은 신축 건축물 인증기준의 평가항목과 유사하지만 ‘그린리모델링 인증기준’은 사업 대상 범위를 기준으로 한 에너지성능개선에 초점이 맞추어져 있기 때문에 7가지의 평가항목 중 토지이용 및 교통, 생태환경을 제외한 5가지 평가항목만으로 구

1) 제2조(정의) ① 10, 법률 제14016호, 2016.2.3
 2) 제2조(정의) ① 25, 법률 제14476호, 2016.12.27
 3) 제27조(그린리모델링에 대한 지원), 2014.5.28. 신설, 법률 제13790호, 2016.1.19

성되어 있다. 반면, 그린리모델링 사업지원을 받지 않은 일반 리모델링 건축은 ‘기존 건축물 인증기준’을 적용받음에 따라 리모델링 건축물에 대한 평가의 차별성이 존재하며 재인증 건축물과 동일한 기준으로 평가하기 때문에 제도의 적용 범위와 취지가 다소 모호한 면이 발생하고 있다. 따라서 G-SEED의 기존건축물에 대한 평가방법을 재인증을 위한 평가와 리모델링 건축물을 위한 평가로 확실하게 구분하여 적용할 필요성이 있다.

2.4. BREEAM

BREEAM은 기존 건축물에 대하여 이미 녹색건축인증 받은 건축물의 유지관리평가를 위한 BREEAM IN-USE와 리모델링을 실시한 기존 건축물 평가를 위한 BREEAM Refurbishment and fit-out으로 구분하여 인증평가를 실시하고 있다.

BREEAM IN-USE는 기존 건축물 중 비주거용 건축물을 대상으로 BREEAM에서 Excellent, Outstanding을 획득한 건물에 대하여 3년마다 재검토를 받는 기준으로 적용되며 건물 구조 및 시스템 등 고유의 성능 특성을 평가하는 Part 1(Asset performance), 실제 소비하는 에너지, 물, 기타 주요 자원으로 인한 탄소 및 폐기물이 환경에 미치는 영향을 평가하는 Part 2(Building Management performance), 직원의 참여 및 관리 정책에 미치는 영향을 평가하는 Part 3(Occupier management)의 총 3가지 부분으로 개별 평가를 실시한 이후 이를 종합하여 건물의 전반적인 환경성능을 결정한다. BREEAM 신축 건축물 평가와 마찬가지로 건물의 지속가능성을 평가하기 위하여 에너지, 수자원, 재료, 오염, 토지이용 및 생태, 건강 및 웰빙, 폐기물, 교통, 유지관리의 총 9개 부분으로 평가하며 인증은 1년 동안 유효하며 재평가를 통해 인증등급을 높일 수 있다.

한편, BREEAM Refurbishment and fit-out은 재건축 및 리모델링 중에 발생하는 환경적 영향을 줄이고 건물의 지속가능성을 평가하기 위한 인증기준으로서 기존 건축물의 환경 성능을 개선하고 비용 효과적 측면을 고려하는데 목적이 있다. ‘refurbishment’는 기존 건축물의 성능, 기능 및 전반적인 상태를 개선하기 위한 광범위한 작업을 포함한다. G-SEED와 LEED는 건축물 전체를 하나로 평가하는 일반적인 방식을 취하는 반면, BREEAM은 건물 구성요소의 교체주기 및 리모델링 범위에 따라 건물외피 및 지붕, 창문 교체에 해당하는 Part 1(Fabric and Structure), 냉난방시스템 및 위생설비 등 건축물의 설비시스템에 해당하는 Part 2(Core Services), 지역 냉난방시스템 등의 Part 3(Local Services), 인테리어 및 레이아웃 변경에 해당하는 Part 4(Interior Design)의 4가지로 구분하여 평가하며 각 Part의 특징에 따라 평가항목의 반영 여부가 결정된다. 인증평가는 신축건축물 평가와 마찬가지로 디자인단계(DS)와 시공 후 단계(PCS)를 거쳐 평가되며 차후에 BREEAM IN-USE로 관리된다.

2.5. LEED

LEED O+M : EB는 기존 건축물을 평가하는 제도의 특성 상 에너지와 유지관리에 초점을 맞추어 건축물 운영 등의 지속 가능성을 평가하는 것을 목적으로 한다. 초기 인증과 재인증으로 구분되며 초기 인증 시에는 필수전제조건을 포함한 모든 평가항목에 대해 가장

최근 운영 기간 동안의 운영 데이터 및 기록을 문서로 제출해야하기 때문에 인증 프로세스에 최소 3개월에서 1년까지의 추적기간이 필요하다. 인증은 1년마다 갱신 및 재인증이 가능하며 재인증을 받으려는 프로젝트 역시 전체 성능기간 동안 추적된 데이터가 필요하다.

LEED for BD+C : New construction and major renovation은 신축 건축물 평가에 리모델링 건축물 기준이 통합되어 있으며, 에너지 성능 평가(minimum energy performance required, optimize energy performance)에 리모델링 건축물을 위한 별도의 평가기준이 제시되어 있다. 즉, LEED O+M : EB가 기존 건축물의 운영, 개선, 관리를 위해 효율성을 측정하는 기준이라면 리모델링 건축물은 LEED for BD + C : New construction and major renovation 인증 기준을 적용받음으로써 건축물 변경 및 신축을 통한 환경개선 평가를 목적으로 한다. 영국의 제도와 비교하면, LEED O+M : EB는 BREEAM In-use를, LEED for BD+C : New construction and major renovation은 BREEAM Refurbishment and fit-out과 유사한 것으로 구분할 수 있다.

2.6. 소결

기존 건축물을 평가하기 위한 기준으로 성능개선의 행위가 동반되지 않는 재인증 및 일반적인 기존건축물과 성능개선의 행위가 동반되는 리모델링으로 구분할 수 있으며, LEED 및 BREEAM은 이 기준에 따라 구분하여 평가하고 있다. 그러나 G-SEED는 <표1>과 같이 기존 건축물과 리모델링으로 구분하고 있으나 그린리모델링 인증을 추가하는 등 기준의 모호성을 갖고 있다. 따라서 G-SEED 역시 LEED 및 BREEAM과 같이 성능개선 행위를 기준으로 기존 건축물과 리모델링으로 분리하여 평가해야하며 본 연구는 그 기준 및 개선방향을 제시하는 것을 목적으로 한다.

Table 1. G-SEED for Green Remodeling

Division	New building	Existing building	Remodeling building	
			Green remodeling	G-SEED for green building
Korea	G-SEED	G-SEED for EB	remodeling	G-SEED for existing building
USA	LEED for BD+C	LEED O+M : EB	LEED for BD+C	
UK	BREEAM	BREEM IN-USE	BREEAM Refurbishment and fit-out	

3. 리모델링 건축물의 녹색건축인증기준 분석

G-SEED의 기존 건축물 평가인증을 <그림2>와 같이 성능개선 행위의 유무를 기준으로 재인증을 위한 ‘기존 건축물 인증’과 리모델링 건축물을 위한 ‘그린리모델링 인증’으로 구분하고자 한다.

이는 재인증을 통해 G-SEED 인증의 실효성을 유도하는 한편, 일반 건축물의 그린리모델링 사업 지원을 유도하고 인증활성화를 목적으로 리모델링 건축물 녹색건축인증기준을 LEED for BD+C : New construction and major renovation 및 BREEAM Refurbishment and fit-out와 비교 분석하여 개선방향을 제안하고자 한다.

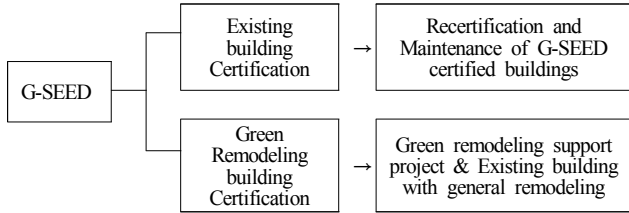


Fig 2. Restructure of existing buildings of G-SEED

3.1. 인증기준 분석

리모델링 평가방법을 기준으로 한국, 미국, 영국의 녹색건축제도를 분석하여 각 제도의 특징을 기준으로 분석하였다. 각국의 인증기준을 살펴보면, <표2>와 같이 G-SEED는 5개 평가부문·7개 평가항목, LEED BD+C는 7개 평가부문·52개(혁신적 디자인 및 지역별 우선사항 제외)평가항목, BREEAM Refurbishment and fit-out은 9개 평가부문·50개 평가항목으로 구성되어 있어, G-SEED의 평가항목이 두 제도에 비해 세분화되어 있지 않아 손쉬운 접근성을 갖고 있는 것으로 판단할 수 있지만 평가를 위한 기준으로서 아직 그 기준이 명확하지 않고 미흡하게 정리된 불완전한 형태를 보이는 것으로 판단된다.

각 제도를 G-SEED를 기준으로 7개 평가항목으로 분류하고 각 평가항목별 점수분포를 나타내면 <그림3>과 같으며 이는 각 제도별 평가기준의 중요도 분포를 알 수 있다. 2016년 개발된 G-SEED 그린리모델링 인증기준은 그린리모델링 사업 활성화를 목적으로 사업의 취지에 부합되게 ‘에너지 및 환경오염부문’이 전체 점수의 60% 이상으로 ‘에너지 성능위주’로 구성되어 있다. 이는 LEED 및 BREEAM에 비해 2배 이상 높은 비율이며, 에너지를 제외한 나머지 평가항목들은 10%내외의 비중을 나타내고 있다. 이는 그린리모델링이 건축물이 주변 환경에 미치는 영향보다는 노후화된 건축물의 에너지성능 개선을 가장 우선순위로 두고 있기 때문이라 판단할 수 있다.

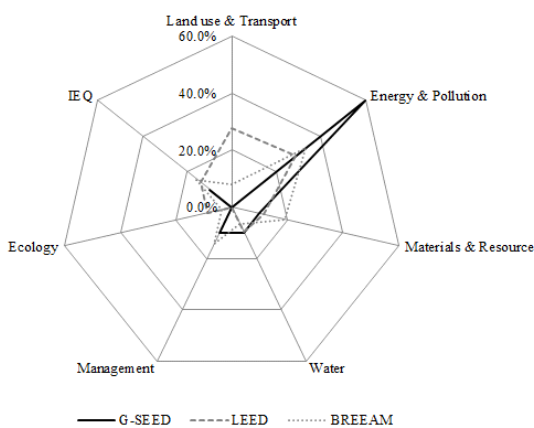


Fig 3. Score percentage distribution of evaluation category

3.2. 평가항목의 비교·분석

(1) 토지이용 및 교통

G-SEED에서는 토지이용 및 교통에 대한 평가기준이 없다. 이는 리모델링 인증기준이 건축물의 에너지 성능 개선에 초점이 맞추어

져 있어 리모델링 시 이미 확보된 주변 환경에 대해서는 평가하지 않음을 유추할 수 있다. 반면, LEED와 BREEAM에서는 리모델링 건축물이라 할지라도 녹색건축으로써는 처음 받는 인증이기 때문에 대체 교통수단의 이용, 자전거 이용, 주변 편의 시설의 접근성 등의 주변 환경 영향을 평가하고 있다.

(2) 에너지 및 환경오염

리모델링 건축의 주 목적은 노후화된 에너지 성능을 개선시켜 건축물의 에너지 소비를 절감하는 것이다. 비율은 조금씩 차이를 나타내지만 목적에 부합하게 3개의 인증제도 모두 에너지 부문이 가장 높은 비중을 차지하고 있다. G-SEED는 그린리모델링 사업의 기본 조건인 에너지성능 절감률을 가장 강조하고 있으며 에너지관리를 위한 모니터링 설치를 평가하고 있다. LEED와 BREEAM은 에너지성능 개선과 모니터링 외에 교체된 설비시스템으로 인한 간접적인 환경영향을 평가하는 냉매의 사용 및 온실가스 배출량 등도 평가내용에 포함되어 있다.

(3) 재료 및 자원

G-SEED는 리모델링 시 단순히 환경선언제품(EPD)의 사용 항목만 존재한다. LEED에서는 재료의 재사용 및 건설 및 해체과정에서 발생하는 폐기물의 관리를 필수적으로 평가하며 재료 이동시 발생하는 온실가스 배출 저감을 위하여 지역 생산품 활용을 평가한다. BREEAM은 Material 부문에서 재료 조달 시 환경에 미치는 영향을 줄이기 위한 공급 계획과 재료의 전생애 주기 영향력을 평가하며 Waste 부문에서는 재료의 재사용 및 재활용, 시공 시 발생하는 폐기물 관리를 평가에 포함하고 있다.

(4) 수자원

수자원 부문에서 G-SEED는 기존 위생설비시스템의 절수형 기기 사용을 강조하여 물 절약을 유도하고 있다. 반면, LEED와 BREEAM에는 건물에서 사용되는 실질적인 물의 절감량 및 사용량을 정량적으로 평가하며 여기에는 중수 및 우수 이용도 포함되어 있어 자연친화적인 수자원의 활용을 도모하고 있다.

(5) 유지관리

G-SEED의 유지관리 평가는 공사내역 및 주의사항, 보수지침, 담당자 연락처, 기타 유지관리 관련 정보 중 보유한 항목 수를 기준으로 평가하는 그린리모델링 관련 정보 보유와 리모델링 공사계획 및 시공 시 발생하는 환경 문제의 관리계획, 보상에 관한 서류의 구축 개수를 평가하는 그린리모델링 공사관리로 구성되어 있다. 인증기준의 취지가 그린리모델링 사업의 활성화에 있다하더라도 평가기준이 건축물의 생애주기 기간 동안 발생하는 환경적 영향력을 평가하는 유지관리의 목적과는 다소 부합되지 않는다. 반면, BREEAM의 유지관리 평가는 평가점수에서도 세 번째로 높은 비중을 차지하는 중요한 부분으로서 프로젝트의 목표설정부터 준공 후 1년간의 POE 평가를 실시함으로써 초기계획단계부터 운영 초기까지 총괄적으로 평가한다. LEED는 평가부문에 ‘유지관리’부문이 별도로 구성되어 있지 않으나 ‘에너지 및 대기’의 커미셔닝 및 인증에서 1년간 건물 운영상태를 확인하는 과정이 포함되어 있어 BREEAM의 유지관리 평가 목적 및 방법과 유사한 성격을 가지고 있다.

Table 2. G-SEED for Green Remodeling(Note : Bold text is required for each scheme)

Category	G-SEED	LEED	BREEAM
Land use & Transport	-	<ul style="list-style-type: none"> • LEED for neighborhood development location (8~16) • Sensitive land protection(1) • High-priority site(1~2) • Surrounding density and diverse uses(1~5) • Access to quality transit(1~5) • Bicycle facilities(1) • Reduced parking footprint(1) • Green vehicles(1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Public transport solutions(5) • Proximity to amenities(2) • Cyclist facilities(2) • Maximum car parking capacity(2)_change of use • Travel plan(1)
Energy & Pollution	<ul style="list-style-type: none"> • Improvement of energy performance (10) • Energy monitoring & management support device (2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamental commissioning and verification(p) • Minimum energy performance(p) • Building level energy metering(p) • Fundamental refrigerant management(p) • Enhanced commissioning(6) • Pptimize energy performance(1~18) • Advanced energy metering(1) • Demand response(1~2) • Renewable energy production(1~3) • Enhanced refrigerant management(1) • Green power and carbon offsets(1~2) 	Energy <ul style="list-style-type: none"> • Reduction of energy use and carbon emissions(15) • Energy monitoring(2) • External lighting(1) • Low carbon design(3) • Energy efficient cold storage(2) • Energy efficient transport systems(3) • Energy efficient laboratory systems(5) • Energy efficient equipment(2) • Drying space(1)
			Pollution <ul style="list-style-type: none"> • Impact of refrigerants(3) • NOx emissions(3) • Food risk management and reducing surface water run off(5) • Reduction of night time light pollution(1) • Reduction of noise pollution(1)
Materials & Resource	<ul style="list-style-type: none"> • Use of EPD (2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Storage & collection of recyclables(p) • Construction and demolition waste management planning(p) • Building life-cycle impact reduction(2~5) • Building product disclosure and optimization - environmental product declarations(1~2) • Building product disclosure and optimization - sourcing of raw materials(1~2) • Building product disclosure and optimization -material ingredients(1~2) • Construction and demolition wast management(1~2) 	Materials <ul style="list-style-type: none"> • Life cycle impacts(6) • Responsible sourcing of materials(4) • Insulation(1) • Designing for durability and resilience(1) • Material efficiency(1)
			Waste <ul style="list-style-type: none"> • Project waste management(7) • Recycled aggregates(1) • Operational waste(1) • Speculative floor and ceiling finishes(1) • Adaptation to climate change(1) • Functional adaptability(1)
Water	<ul style="list-style-type: none"> • Use of water - saving equipment (2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Outdoor water use reduction(p) • Indoor water use reduction(p) • Building-level water metering(p) • Outdoor water use reduction(1~2) • Indoor water use reduction(1~6) • Cooling tower water use(1~2) • Water metering(1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Water consumption(5) • Water monitoring(1) • Water leak detection(2) • Water efficient equipment(1)
Management	<ul style="list-style-type: none"> • Retention of green remodeling information (1) • Management of green remodeling construction (1) 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Project brief and design(4) • Life cycle cost and service life planning(4) • Responsible construction practices(6) • Commissioning and handover(4) • Aftercare(3)
Ecology	-	<ul style="list-style-type: none"> • Construction activity pollution prevention(p) • Site assessment(1) • Site development-protect or restore habitat (1~2) • Open space(1) • Rainwater management(2~3) • Heat island reduction(1~2) • Light pollution reduction(1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Protection of ecological features(1)_scope dependent • Enhancing site ecology(1)_scope dependent • Long term impact on biodiversity(1)_scope dependent
IEQ	<ul style="list-style-type: none"> • Improvement of indoor environment comport(2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Minimum indoor air quality performance(p) • ETS control(p) • Enhanced indoor air quality strategies(1~2) • Low-emitting materials(1~3) • Construction indoor air quality management plan(1) • Indoor air quality assessment(1~2) • Thermal comfort(1) • Interior lighting(2) • Daylight(1~3) • Quality views(1) • Acoustic performance(1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Visual comfort(7) • Indoor air quality(5) • Safe containment in laboratories(2) • Thermal comfort(3) • Acoustic performance(4) • Safety and security(1)
Etc.	-	<ul style="list-style-type: none"> • Integrative process(1) 	-

(6) 생태환경

생태환경 평가와 관련하여 G-SEED에서는 평가하지 않으며, LEED에서는 'Location and Transportation'에서 신축 및 개축의 대지 또는 건축물의 경우 그 주변 인프라를 고려하고 생태환경을 유지하는 등의 기준으로 평가하고 있다. BREEAM은 'Land use and

Ecology'에서 이미 개발되고 정해진 대지 내에서 건축물의 리모델링이 이루어진다는 특이성을 고려하여 대지의 선택 및 기존 대지 생태환경에 대한 영향력의 최소화에 대하여 평가는 하지 않지만 현재 대지의 생태환경을 향상시킬 수 있는 방안 및 관리 계획을 추진하는 지에 대하여 리모델링의 범위에 따라 평가여부를 결정하고 있다.

즉, 다른 평가부문에 비해 생태환경에 대해서는 리모델링 건축물의 기본적인 환경을 고려하여 평가기준이 다소 소극적인 것으로 분석된다.

(7) 실내환경

노후화된 건축물은 에너지 성능 뿐 아니라 재실환경의 쾌적도도 열악한 상태이며, 리모델링을 통한 재실자의 쾌적환경 향상도 에너지성능만큼 중요한 부분이라 할 수 있다. 이에 대해 G-SEED에서는 온열환경, 빛환경, 공기환경, 음환경 중 실내환경 개선 수행 여부의 개수와 면적에 대하여 하나로 묶어 평가하고 있다. 그러나 LEED와 BREEAM은 G-SEED가 평가하고 있는 항목을 각각의 평가기준으로 세분화하여 평가하고 있으며 BREEAM은 안전 및 보안에 대하여, LEED는 담배연기에 대한 대책, 화학물질 지방출 자재를 사용하여 실내환경을 개선하는 지에 대한 평가항목이 추가로 포함실내환경에 대한 세부적이며 구체적인 평가가 필요하다.

3.3. 소결

G-SEED, LEED, BREEAM의 리모델링 건축물에 대한 인증기준의 평가부문별 분석 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 평가하는 시각의 차이이다. G-SEED의 인증기준은 그린리모델링 사업 활성화를 목적으로 마련된 제도이기 때문에 평가항목이 에너지 성능에 초점이 맞추어져 있어 다른 평가항목들에 대해서는 소극적이며 변별력이 부족하다. 반면, LEED와 BREEAM은 리모델링이라 할지라도 현재 계획되고 있는 녹색건축물로서는 평가된 바가 없기 때문에 신축 건축물과 같이 에너지뿐 아니라 건축물의 생애주기를 고려한 전 항목을 세분화하여 평가함으로써 환경에 미치는 영향력까지 포함하고 있다.

둘째, 리모델링 범위의 고려이다. 리모델링은 기존 건축물을 허물지 않으면서 성능을 유지하고 개선하는 활동으로 리모델링의 범위는 건축물의 특징 및 기타 조건을 고려하여 달라진다. 이에 BREEAM은 LEED, G-SEED와 달리 건축물의 리모델링 범위를 명확히 규정하여 그에 따른 평가항목의 반영 여부에 차별성을 두어 평가기준을 마련하고 있다.

4. 리모델링 건축물 인증을 위한 개선사항 도출

3장에서 분석된 리모델링 인증기준을 바탕으로 G-SEED의 리모델링 건축물 인증기준에 대하여 평가체계, 평가항목 및 평가방법의 두 가지 측면에서 개선사항을 도출하고자 한다. 평가방법은 건축물의 주 목적이 에너지성능 개선에 있음에 따라 가장 중요도가 높은 에너지성능 평가방법에 한하여 제안하고자 한다.

4.1. 평가체계의 개선

그린리모델링 범위는 전체 리모델링과 부분 리모델링으로 분류할 수 있다. 전체 리모델링은 내외부와 설비를 포함하며, 부분 리모델링은 외부+설비, 내부+설비, 외부, 설비, 내부 인테리어 등으로 구분할 수 있으며 리모델링 공사 범위에 따라 건축물에 미치는 환경적 영향력도 달라진다. 현재 리모델링 건축물의 녹색건축인증은 명확

한 범위의 구분 없이 평가가 이루어지고 있다. 그렇기 때문에 리모델링 공사의 특수성을 고려하여 평가범위의 명확한 규정을 통해 적절한 평가항목 및 방법의 제시가 필요하다.

4.2. 평가항목의 개선

그린리모델링 녹색건축인증의 변별력 있는 기준 마련을 위하여 다음의 평가항목 개선이 필요하며 이는 4.1에서 제시한 리모델링 범위에 따른 평가항목의 바탕이 되어야 한다.

(1) 토지이용 및 교통

건축물로 인한 에너지 사용은 건물 운영의 직접적인 이용도 있으나 건물 사용자의 접근과 주변 환경의 영향도 포함된다. 또한 리모델링된 기존 건축물의 최초 인증평가임을 감안하고 리모델링 공사로 인한 주변 환경의 변화 또는 영향 정도에 대한 평가가 이루어질 필요가 있다. 이에 해당 건축물 사용자의 접근에 의한 환경부하 저감을 위한 대체 및 대중교통 이용 · 자전거 이용 등의 평가와 리모델링 공사 전후 대지환경 변화를 평가하는 항목의 신설이 필요하다.

(2) 에너지 및 환경오염

기존 건축물은 실제 데이터가 축적되어 있어 비교 가능하며 그린리모델링에 의한 구체적인 개선방안을 적용할 수 있기 때문에 실제 개선된 에너지 사용량을 수집하여 실질적인 데이터를 통한 에너지 사용 개선량을 평가할 필요가 있다. 또한 그린리모델링 공사 범위에 설비 및 기계시스템으로 인한 효율 개선이 포함되어 있는 것으로 하여 시스템 교체 시 발생하는 냉매 및 온실가스 배출량 등의 간접적인 영향을 정량적으로 평가함으로써 환경 친화적인 평가항목으로 개선하여야 한다.

(3) 재료 및 자원

리모델링은 부분적으로 기존 재료 및 자원을 해체하고 개선하는 것으로 이 과정에서 발생되는 폐기물에 대한 고려 및 처리가 매우 필요하다. 즉, 리모델링 재료의 친환경적 선택 뿐 아니라 공사 시 발생하는 폐기물의 양과 처리계획, 폐기물의 재사용화를 고려한 평가항목이 필요하다.

(4) 수자원

물 절약 유도를 절수형 기구 사용 유무 및 개수뿐 아니라 에너지성능 개선과 동일하게 기존 물 사용량 데이터(사용량 및 수도요금 등) 대비 절수형 기구 사용으로 인한 물 사용 절감량을 정량적으로 평가하는 것이 필요하다.

(5) 유지관리

모든 리모델링 건축물에 대하여 에너지 및 다양한 자원의 기존 데이터를 바탕으로 초기단계부터 일정기간의 운영상태까지 종합적으로 평가하는 것이 필요하다. 이는 매뉴얼 구축 뿐 아니라 지원사업 등과 연계하여 입증을 통한 에너지 재분배 및 세금의 투명한 사용까지 포함하게 된다. 더불어 녹색건축물로서의 지속적인 관리를 위하여 '기존 건축물 인증기준'으로의 재인증 기준과의 연계성도 필요하다.

(6) 생태환경

토지이용항목과 마찬가지로 기존 대지 및 건축물을 기반으로 하기 때문에 매우 소극적인 평가가 이루어질 수밖에 없지만 추가적인 생태환경 요소 적용에 대하여 가점의 형태 등으로 평가가 필요하다.

즉, 생태면적률과 같이 포괄적인 평가가 아닌 요소적용 평가를 추가적인 가점의 형태로 평가하는 것이 리모델링 과정에서 부담감을 줄이는 요소가 되며, 이에 대한 평가가 필요하다.

(7) 실내환경

리모델링은 에너지 성능개선 뿐 아니라 재실자 또는 사용자의 쾌적성 증가와 매우 밀접하게 연관되어 있기 때문에 다양한 측면에서 세부적으로 평가하는 것이 중요하다. 즉, 지금까지 포괄적인 평가항목이 아니라 환경요소별 평가기준을 적용하여 평가하는 것이 리모델링의 목적에도 부합된다.

위의 평가항목의 개선방향을 <표3>으로 종합하여 나타냈다.

Table 3. Improvement of evaluation items

Category	Evaluation
Land use & Transport	<ul style="list-style-type: none"> • Site environment • Bicycle facilities • Green vehicles
Energy & Pollution	<ul style="list-style-type: none"> • Improvement of energy performance - Compare with real data / POE • Energy monitoring & management support device
Materials & Resource	<ul style="list-style-type: none"> • Use of EPD • Project waste management • Recycled aggregates
Water	<ul style="list-style-type: none"> • Use of water-saving equipment • Compare with real data / POE
Management	<ul style="list-style-type: none"> • Responsible construction practices • Commissioning and handover • Aftercare
Ecology	<ul style="list-style-type: none"> • Application of Ecological Environmental Elements
IEQ	<ul style="list-style-type: none"> • Visual comfort • Indoor air quality • Thermal comfort • Acoustic performance

4.3. 에너지 평가 방법의 개선

각 제도의 에너지 평가방법을 살펴보면, LEED에서는 리모델링 건축물을 신축 건축물로 간주하기 때문에 에너지 성능 평가가 기존 건축물 성능이 아닌 ASHRAE에서 규정하는 기존 건축물 대비 3% 에너지 성능향상 여부로 평가한다. 이는 기존 건축물의 에너지성능 자체가 높고 기준의 역할을 할 수 있도록 정량적인 건축물임을 유추할 수 있다. BREEAM은 NCM 시뮬레이션을 활용하여 건물 전체의 에너지 성능을 입증하는 것과 요소별 에너지의 단순 평가로 구분되어 있다. 전자는 기존 건축물 성능 대비 리모델링 건축물의 난방 및 냉방 에너지 수요와 이산화탄소 배출량, 주된 에너지 소비량을 종합적으로 분석하여 성능 향상 정도를 평가하며 평가에 필요한 데이터는 <표4>와 같다. 후자는 기존 건축물의 성능에서 향상되는 구성 요소에 가중치를 부여하여 종합하는 방법으로 평가된다. 이와 같이 BREEAM은 실제 사용량을 확인하여 평가하기 때문에 실질적이고 정량적인 에너지 개선 효율 파악이 가능하다.

이에 반해, G-SEED는 개선공사 이전에 대한 공사 이후의 에너지 요구량 또는 소요량의 예상 에너지 절감률로 평가하며 여기에는 그린 리모델링 사업 지원의 필수조건인 개선공사 이전 대비 냉난방 에너지의 20% 절감이 포함되어 있으며 평가방법은 시뮬레이션을 실시하도록 되어 있다. G-SEED의 에너지 평가 시뮬레이션은 에너지효율등

급의 기본 프로그램으로써 에너지 사용량이 아닌 건축물의 기본요소를 기준으로 냉난방, 조명 등의 설비에 의존한 요구량을 산정한다. 그러나 시뮬레이션에 입력되는 기준은 설비기기의 변경 또는 성능 저하로 인해 최초 계획과 상이할 수 있기 때문에 신축 건축물과 달리 리모델링 건축물은 기존 건축물의 실제 에너지 사용량 확인이 가능하고 리모델링 이후 일정 기간의 에너지 사용량 데이터를 수집하여 실질적이고 정량적인 에너지 사용량의 개선 정도를 파악할 수 있다.

Table 4. Assessment methods of BREEAM energy

Existing building	Remodeling building
<ul style="list-style-type: none"> • Reference building energy demand • Actual existing building energy demand • Reference building primary energy consumption • Actual existing building primary energy consumption • Reference building CO2 emissions • Actual existing building CO2 emissions 	<ul style="list-style-type: none"> • Actual proposed building energy demand • Actual proposed building primary energy consumption • Actual proposed building CO2 emissions

이에 연구에서 제안한 실질적인 운영데이터와 G-SEED의 에너지 평가 시뮬레이션 결과값과의 오차 및 시뮬레이션 간의 특징에 따른 결과값의 차이를 도출하기 위하여 G-SEED의 ECO2의 요구량과 LEED의 EnertyPlus의 사용량을 함께 비교 분석하였다.

시뮬레이션 분석대상은 <그림5>의 기준층 평면을 갖는 지하2층, 지상 10층, 연면적 6,000㎡ 규모의 일반 업무용 건물로써 건물의 개요와 시뮬레이션에 사용한 상세조건은 <표5>와 같다. 모든 시뮬레이션 조건은 기존 건축물을 기준으로 시뮬레이션에 맞게 수정하여 적용하였다. 재실자에 의한 실제사용량 반영을 위해 평균 사용자에 의한 재실밀도를 적용하였으나 ECO2의 경우 이러한 조건을 입력할 수 없으며 스케줄 수정이 불가능한 한계를 갖는다.

Table 5. Detailed conditions of the building

Division	Item	Conditions	
Building Summary	Use / Schedule	Office	
	Floor	B2, 10F	
	Floor Area	6,000㎡	
	Area	Gangnam-gu, Seoul	
	Occupancy density	7㎡/person	
	Period	12 month	
Design	Out Wall	Direct	0.36 W/㎡K
		Indirect	0.49 W/㎡K
	Roof/Floor	Direct	0.30 W/㎡K
		Indirect	0.43 W/㎡K
Window	Direct	2.40 W/㎡K	
Mechanic	Heating/Cooling	EHP	
	AHU	EHP	
Light	Density	20 W/㎡	



Fig 5. Floor plan

〈표6〉 및 〈그림6〉과 같이 시뮬레이션 결과와 실제 사용량과는 상당한 차이를 나타냈다. 특히, 국내 에너지평가 프로그램인 ECO2는 업무용 건축물에서 많이 사용되는 콘센트 및 사용자에 의한 기기사용이 포함되지 않고 건축물의 특성에 따른 조건의 수정반영이 어렵다. 분석결과, 실제 사용량 대비 시뮬레이션 결과값이 최소 10.53%, 최대 46.38%의 차이를 보이는 것으로 나타나 실제 에너지 개선량을 산정하기 위한 기준으로써는 부족한 것으로 판단된다. 한편, LEED의 EnergyPlus는 재실밀도 및 스케줄 등에 의해 사용자 및 콘센트 등의 사용 정도를 반영할 수 있으며 그 결과 실제 사용량 대비 최소 1.51%, 최대 14.76%의 차이를 나타냄으로써 ECO2에 비해 상대적으로 오차가 적지만 평균 8%이상으로 실제 에너지 사용량과는 상당한 차이를 보인다. 따라서 리모델링 건축물의 에너지 성능 개선을 평가하기 위한 가장 중요한 기준은 실제 에너지 사용량이다. 기존 건축물의 리모델링은 실제 에너지 사용 데이터가 축적되어 있기 때문에 그것을 기반으로 하여 에너지 성능 개선을 평가하는 것이 객관적이며 실질적이다. 또한 시뮬레이션의 입력값을 위한 설계 조건이 최초와 다르게 변경되거나 잦은 유지보수로 인해 정확한 입력 조건을 알 수 없기에 사용량과 같은 획득 가능한 데이터를 기반으로 하는 것이 매우 중요하다.

Table 6. Result of Simulation (unit : kWh/m²)

	Actual	ECO2 Requirement	Rate(%)	EnergyPlus	Rate(%)
1	191.1	170.98	-10.53	204.7	7.13
2	196	143.59	-26.74	206.9	5.57
3	174.3	139.44	-20.00	198.2	13.71
4	180.6	103.75	-42.55	177.9	-1.51
5	174.3	95.45	-45.24	190.2	9.13
6	175	140.27	-19.85	196.7	12.43
7	184.1	142.76	-22.46	211.3	14.76
8	193.9	155.21	-19.95	217.1	11.95
9	187.6	108.73	-42.04	198.2	5.65
10	190.4	102.09	-46.38	194.6	2.19
11	189	140.27	-25.78	194.6	2.95
12	195.3	150.23	-23.08	184.4	-5.58
Average			-28.72		7.71

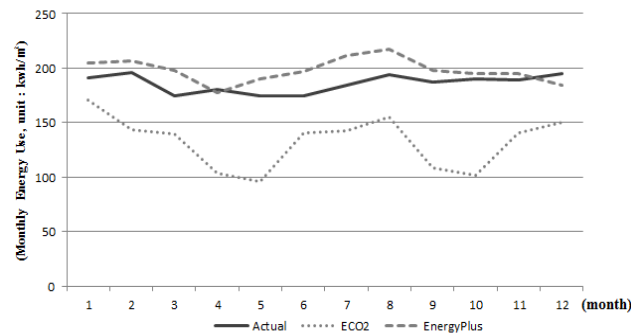


Fig 6. Result of Simulation (unit : kWh/m²)

5. 결론

본 연구는 기존 건축물의 성능 개선을 위한 그린리모델링의 녹색건축인증기준의 활성화를 위하여 G-SEED, LEED, BREEAM을 비

교하여 분석하였으며 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 기존 건축물의 성능개선을 위해서 G-SEED의 평가기준을 재인증을 위한 ‘기존건축물 인증’과 그린리모델링을 포함한 건축물의 성능개선이 동반되는 리모델링 건축물의 ‘그린리모델링 인증’으로 인증제도를 구성할 필요가 있다. 이는 녹색건축인증의 재인증을 유도하는 한편, 그린리모델링에 의한 녹색건축인증을 함께 유도할 수 있는 제도적 장치가 되기 때문이다. 또한 그린리모델링의 범위는 건축물의 환경과 다양한 조건에 따라 달라지게 된다. 현재 인증기준은 명확한 리모델링 범위가 제시되어 있지 않기 때문에, 리모델링 인증기준 체계 마련 시 리모델링의 공사 범위 등에 따른 평가항목의 반영도를 고려하는 방안을 모색해야 한다.

둘째, 그린리모델링 인증의 최종 목적이 기존 건축물의 성능개선을 통해 녹색건축물로의 전환임에 따라 인증기준 역시 에너지성능뿐 아니라 쾌적한 실내환경 조성과 건축물 생애주기 동안 환경에 미치는 영향력을 최소화하기 위한 방안을 평가할 수 있도록 개선해야 한다. 이를 위해 평가항목의 재구성을 본문의 〈표3〉을 통해 제안하였다.

셋째, 기존 건축물은 에너지 및 자원사용과 관련된 기 축적된 다양한 정보가 존재하며 이를 기준으로 성능개선 계획이 수립되어야 한다. 시뮬레이션 등의 예측도 필요하지만 성능개선을 달성하기 위해서는 기존 성능에 대한 명확하고 정량적인 근거가 필요하며, 이를 토대로 한 개선계획이 수립되어야 한다.

그린리모델링 녹색건축인증기준은 정책개발 보고서에서 이미 언급되었듯 에너지 성능향상과 함께 녹색건축물의 조성 및 운영, 유지관리에 대한 항목이 필요하다. 본 연구에서는 이러한 항목을 LEED, BREEAM과 비교함으로써 개선방안을 제시하였으며 추후 연구를 통해 세부적인 배점과 실제적인 근거 및 평가방법을 제시하고자 한다. 이를 통해 신축 건축물뿐만 아니라 기존 건축물이 녹색건축물로 전환되는 기준이 수립될 것으로 기대한다.

Acknowledgements

This paper was supported by Konkuk University in 2014.

Reference

- [1] 민전식, 한미일 녹색건축인증제도 평가항목 비교연구, 공주대학교 대학원 석사학위논문, 2017 // (Min, Jun-Sik, "A Study on Comparison in Green Building Certification system of Korean, US, and Jpan", Graduate School of Kongju National University, 2017)
- [2] 박지혜, 박상동, 이상홍, 태춘섭, “리모델링 건축물 활성화를 위한 녹색건축 인증기준의 에너지 성능 평가기준 개선연구”, 대한건축학회 춘계 학술발표대회 논문집, 제34권 제1호, 2014 // (Park, Ji-Hye, Park, Sang-dong, Lee, Sang-Hong, Tae, Choon-Seob, "A Study on the Improvement of Energy Performance Assessment Criteria in G-SEED for Remodeling", Journal of AIK, Vol.34, No.1, 2014)
- [3] 한국건설기술연구원, "건물의피 시스템의 그린리모델링 최적화 기술 개발", 한국건설기술연구원, 2015 // (KICT, "Development of the Green Remodeling Technologies for Envelope Systems in Existing Buildings", KICT, 2015)
- [4] BRE, BREEAM UK Refurbishment and Fit-out 2014 Non-domestic buildings Technical Manual, BRE, 2014
- [5] USGBC, LEED Green Building Design and Construction Reference Guide, USGBC, 2014