

회귀분석을 통한 그린리모델링 개산견적 모델 연구

- 에너지 저감율을 이용한 개산견적 모델 -

A Study on the rough estimate model of greenremodeling by regression analysis
- A rough estimate using energy saving objective -

한상민* 유정호**
Han, Sang-Min, Yu, Jung-Ho

요 약

In December 2015, at the U.N. Framework Convention on Climate Change in Paris, Korea set goals for each sector to reduce national greenhouse gas emissions by 2020, with the goal of reducing building areas by 26.9 percent compared to BAU, which account for about 21.2 percent of total energy consumption (9 percent in the commercial and public sector and 12 percent in the residential sector). As of 2018, some 5.4 million buildings, or 75 percent of the total, are older than 15 years, and the growth rate of new construction projects in Korea has been on the decline since 2009 at around 1 percent. Green remodeling should be implemented for 63% of residential and 68% of non-residential buildings in order to achieve greenhouse gas reduction in the building sector. The Ministry of Land, Infrastructure and Transport has been pushing for the "Project to Support Green Remodeling of Public Buildings" and the "Private Interest Support Project for Green Remodeling" every year since 2013. In contrast, the number of green remodeling support projects stood at about 29,000, which is very low. In general, architects who carry out remodeling consider economic value a top priority, but the uncertain return on investment in green remodeling and the lack of awareness of green remodeling serve as a deterrent to the revitalization of the green remodeling business. Therefore, the purpose of this study is to create a rough estimate model using the green remodeling energy saving objective and to provide building owners with a rough estimate of the cost of the green remodeling before the initial design phase to overcome factors that impede green remodeling activation, such as uncertain return-on-investment.

키워드 : 그린리모델링, 개산견적, 에너지 저감율

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

2015년 12월, 파리에서 개최된 유엔기후변화협약에서 우리나라는 2020년까지 국가 온실가스 감축을 위한 각 분야별 목표를 설정하였고, 이에 대해 전체 에너지 소비량의 약 21.2% (상업공공 부문 9%, 주거 부문 12%)를 차지하는 건물 분야는 BAU대비 26.9% 감축하는 것을 목표로 설정하였다. 우리나라는 2018년을 기준으로 전체 건축물의 약 75%에 해당하는 540만여동이 15년 이상 된 노후 건축물이 차지하고 있으며, 2009년부터의 국내 신축공사의 증가율이 약 1% 내외로 신축 건축물이 감소하는 추세

에 있다. (Jung&Yu, 2016) 이러한 상황으로 볼 때, 국내 건물부문 에너지 소비량은 대부분 노후 건축물에서 사용 되는 것으로 볼 수 있다. 건축 부문의 온실가스 감축량 달성을 위해서는 주거용 건축물의 63%, 비주거용 건축물의 68%에 대하여 그린 리모델링이 시행(국토교통부, 2014)되어야 한다. 국토교통부에서는 2013년 이후 매년 그린리모델링 활성화를 위해 “공공건축물 그린리모델링 지원사업”과 “그린리모델링 민간이자지원사업”을 추진하고 있다. 본 사업의 목적은 노후 건축물의 시설 개선을 위한 사업비 지원을 통해 그린리모델링 성공 모델을 창출하여 민간부문의 녹색건축물 확산을 유도하기 위함이다 (국토교통부, 2017) 하지만 그에 반해 그린리모델링 지원사업 실적은 약 29,000건으로 매우 낮은 수치를 보이고 있다. 일반적으로 리모델링을 수행하는 건축주는 경제적 가치를 최우선으로 생각하지만 그린리모델링의 불확실한 투자 대비

* 광운대학교 건축공학과 학사과정, eyoji@naver.com

** 광운대학교 건축공학과 교수, myazure@kw.ac.kr

수익률과 그린리모델링에 대한 인식 부족이 그린리모델링 사업 활성화의 저해 요인으로 작용하고 있다는 것을 확인하였다. (Ahn, 2017) 따라서 본 연구에서는 그린 리모델링 에너지 절감 목표를 이용한 개선견적 모델을 만들어 초기 설계 단계 이전에 건축주에게 그린리모델링 비용에 대한 개선 견적을 제공하여 불확실한 투자 대비 수익률과 같은 그린 리모델링 활성화 저해 요인을 극복하는 것을 목적으로 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 수행절차는 4단계로 구성되며 다음의 <Fig 1>과 같은 흐름에 따라 진행되었다.

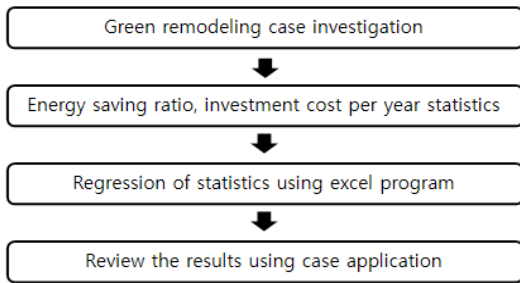


Fig. 1. Research process

1단계에서는 15년 이상 된 노후 건축물을 대상으로 그린리모델링 사업 혹은 시범 사업을 실시한 건축물의 사례를 조사하였다.

2단계에서는 조사한 사례들로부터 에너지 저감율과 면적당 투자 비용의 통계를 이끌어냈다. 이 과정에서 에너지 저감율은 1차 에너지 소모량을 기준으로 하였으며 1차 에너지 소모량이 나와있지 않은 자료는 실제 에너지 사용량에 한국 패시브 건축 협회에서 제공하는 환산계수를 곱한 값으로 산출하였다.

3단계에서는 2단계에서 도출해 낸 통계 자료를 이용해 에너지 저감율을 독립변수로, 면적당 투자 비용을 종속변수로 설정하고 엑셀 프로그램을 사용하여 선형회귀분석을 실시하였다.

4단계에서는 회귀 분석을 한 결과값에 추가적인 통계 자료를 대입하여 도출해 낸 개선 견적 식의 사용성을 검토하였다.

2. 예비적 고찰

2.1 개선견적

개선견적이란 설계이전 단계, 즉 기획단계 또는 계획단

계에서 경제성을 평가하기 위하여 수행하는 대략적인 견적을 말한다. 일반적인 개선견적은 주로 설계이전 단계에서 진행되는 견적이기 때문에 사례기반의 유사한 공사에서 얻는 자료와 프로젝트 참여자들의 경험과 지식, 판단으로 수행된다.

개선 견적은 통계 수치와 경험을 근거로 산출하는 평당 공사비 산출 방법과, 평면 분석을 통한 단위 면적당 공사비를 기준으로 두고 공사비를 계산하는 물량 기반의 공사비 산출 방법 2가지로 분류 할 수 있다 (Lim et al, 2015)

해당 프로젝트에서 계산된 견적비용은 사업 전체 단계에 지속적으로 영향을 미치기 때문에 견적은 발주자, 설계자, 시공자 모두에게 중요한 문제로 대두된다. 특히, 기획 단계 및 기본 설계 단계에서의 견적은 확정되지 않은 설계 정보에 의해 진행되기 때문에 견적의 정확성을 높이기 위해서는 견적 기준, 범위가 명확하게 정의되어야 한다. 또한 개선견적의 결과는 의사결정의 기초가 된다 (Ahn et al, 2003)

2.2 그린리모델링

그린리모델링이란 녹색건축물을 의미하는 그린과 리모델링의 합성어이다. 여기서의 녹색건축물은 ‘저탄소 녹색성장 기본법’ 제54조에 따른 건축물로써 에너지 이용 효율 및 신재생에너지의 사용비율이 높고 온실가의 배출을 최소화하는 건축물을 의미한다.

본 논문에서 사용하는 그린리모델링의 의미는 건축물의 에너지성능 향상 및 효율개선을 위하여 기존 건축물을 녹색건축물로 전환하는 사업을 의미한다.

2.3 기존 그린리모델링 견적 방법

기존의 그린리모델링 견적은 다음의 <Fig 2>과 같은 흐름에 따라 진행된다.

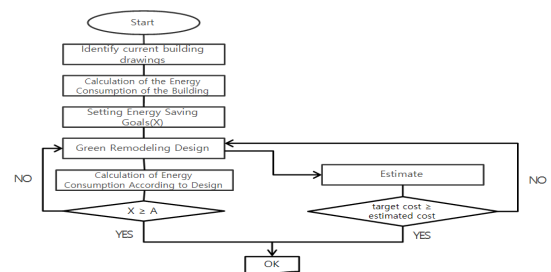


Fig. 2. Estimate of Current Green Remodeling

기존의 그린리모델링 견적 방법에서 가장 첫 번째로 이루어지는 일은 현재 건물의 도면을 파악하는 것이다. 건축

적인 지식이 부족한 일반적인 건축주는 건적의 시작 단계인 설계 도면을 파악하는 일부터 쉽게 해낼 수 없다. 그 후 두 번째 순서인 현재 건축물의 에너지 소요량 계산은 도면을 파악 할 정도의 지식이 있는 건축주라고 하더라도 건물에너지평가프로그램(ECO2)를 사용해야하는 특성상 쉽지 않다. 이때 사용되는 건물에너지평가프로그램(ECO2)는 아이디어와 패스워드를 입력하여 로그인을 하는 형식으로 이루어져 있는데 한국에너지공단에 사업자 등록이 되어있지 않으면 사용이 제한되며, 사업자 등록을 일반인이 한다고 하더라도 냉난방 시스템이나 열관류율 등 입력해야 할 전문적인 데이터가 많아 프로그램을 자유롭게 이용하기에 어려움을 겪을 수밖에 없다.

따라서 그린리모델링을 염두에 둔 건축주라고 하더라도 대략적인 견적조차 잡을 수 없기 때문에 비용에 대한 불확실함과 투자 대비 효율을 알 수 없기 때문에 그린리모델링을 진행하기에 제약이 걸리게 된다.

2.4 리모델링 개선견적 선행연구조사

리모델링 견적의 선행연구 조사결과 리모델링 공사비 견적에 관련된 선행 연구는 국내에 한정되어 있으며, 그 수가 많지 않다. 국내의 리모델링 견적 연구는 설계 요소별 물량 산출 방안을 제시하고 공사비 상승 요인을 도입하여 개선견적 TOOL을 작성하는 리모델링 개선견적 연구(Kim&Cha, 2018)와, 리모델링 사업 개선견적 산출에 BIM 적용을 위한 프레임워크, 데이터베이스 구성 체계를 제시하는 연구(Lee&Cha, 2010)등이 존재하였지만 그린리모델링 개선견적에 관한 연구는 존재하지 않았다. 외국에는 일반 건물의 특성을 이용하여 회귀분석을 통해 적절한 에너지 개선 조치를 택할 수 있는 프로세스 개발에 관한 연구(S.E.Chidiac. et al, 2017)는 있었으나 리모델링, 그린리모델링의 개선견적과 관련된 연구는 존재하지 않았다.

3. 이론적 고찰

3.1 회귀분석

건축주에게 개선견적에서 가장 중요한 것은 얼마나 정확한 견적인가이다.

개선견적의 정확성은 실제로 완공된 건축물의 공사비와 견적한 공사비의 차이를 말한다. 즉, 견적의 정확성이 좋다는 말은 견적 금액과 실제 공사 금액의 차이가 적다는 것을 의미한다(An et al, 2005)

공사비를 예측하는 방법으로는 신경망 분석, 유전자 알고리즘, 회귀분석, 사례기반추론 등이 사용되고 있다. 기존

의 코스트 예측 연구에서는 신경망 분석이 우수한 것으로 나타나고 있지만(Bode, 2000), 코스트를 추론하는 과정에 대한 설명이 부족하고 네트워크 구조를 설계하고 매개변수를 설정하는 직접적인 접근방법이 없다는 것이 단점으로 제기되고 있다(Kim et al, 2011)

따라서 정확성이 높고 변수들 간의 관계를 함수식으로 모형화 가능한 분석으로서, 회귀분석을 본 연구에 사용하였다.

회귀분석이란 하나나 그 이상의 독립변수의 종속변수에 대한 영향의 추정을 할 수 있는 통계기법을 말한다. 하나의 독립변수를 가진 회귀분석에서, 하나의 방정식은 독립변수와 종속변수의 결합분포를 보여 주는 지점들의 분포 구성을 통해 지나가는 하나의 선을 설명하고 있다 이 방정식은 $Y_i = a + bX_i + e_i$ 라는 형태를 갖는다. X_i 는 독립변수의 값을 말한다. a 는 Y 축을 지나가는 회귀선의 지점이며, b 는 회귀선의 기울기이고, e_i 는 회귀선 예측의 오차를 의미한다.

본 연구에서는 그린리모델링의 사례 중 에너지 저감율을 독립변수로 설정하고 그에 따른 면적당 투자비용을 종속변수로 설정하여 회귀분석을 진행하였다.

3.2 그린리모델링 사례 조사 범위

현재 국내 그린리모델링 사업 혹은 시범사업이 진행된 사례 중 공사비가 공개되어있는 자료는 굉장히 제한적이다. 또한 공사비가 공개되어 있는 자료이더라도 개략 공사비로 에너지 성능 개선 공사, 친환경 공사, 개보수 공사 등의 항목이 나와 있는 자료, 이자 지원 사업의 시공비 지원 금액이 나와 있는 자료, 그린리모델링 총 추정 공사비 자료 등 자료의 범위가 일관성이 없다. 따라서 본 연구에서는 이런 다양한 자료들의 범위를 하나로 맞추고자 그린리모델링의 총 공사비에 대한 자료가 아닌 에너지 성능 개선에 들어간 비용 혹은 그린리모델링 이자지원사업의 신청 금액 및 검토 금액을 회귀 분석의 독립 변수로 채택하여 연구를 진행하였다.

3.3 그린리모델링 사례 자료 분석

3.2의 사례 조사 범위를 토대로 Fig. 3.과 같이 국내 그린리모델링 및 그린리모델링 시범사업을 실시한 사례 약 65여개를 조사하였다.

번호	구분	면적(㎡)	에너지(㎾h/㎡)	당량당 총량(㎾h/㎡)
1	행정동	17,923	23.66	422,334
2	부소동	13,508	23.66	319,524
3	부곡동	8,981	23.66	212,584
4	부곡1동	5,549	24.70	137,052
5	부곡2동	8,981	23.66	212,584
6	부곡3동	20,339	23.66	481,227
7	서동	20,339	23.66	481,227
8	철미동	2,988	38	113,460
9	철미1동	1,027	38.14	39,184
10	철미2동	1,961	32	62,276
...
55	죽림동	3,182	32.3	102,876
56	죽림1동	14,914	30.93	460,108
57	죽림2동	4,526	27.12	123,502
58	죽림3동	18,171.8	32.49	591,779
59	죽림4동	3,220	32.49	104,655
60	죽림5동	1,970	21.4	42,160
61	죽림6동	12,947.8	31.74	411,198
62	죽림7동	2,797	32.51	90,905
63	죽림8동	800.5	31.93	25,655
64	죽림9동	176.7	27.3	4,836
65	죽림10동	188.9	28.8	5,444
66	죽림11동	271.9	35.9	97,490

Fig. 3. Case of Green Remodeling

Fig. 3.의 자료를 토대로 엑셀 프로그램을 이용하여 선형회귀분석을 실시하였고 나온 결과 값은 다음 Fig. 4.과 같다.

회귀분석 통계량	회귀분석 통계량
다중 상관계수	0.591507
결정계수	0.349881
조정된 결정계수	0.339562
표준 오차	213906.3
관측수	65

분산 분석					
	자유도	제곱합	제곱 평균	F 비	유의한 F
회귀	1	1.55E+12	1.55E+12	33.90532	2.12E-07
잔차	63	2.88E+12	4.58E+10		
계	64	4.43E+12			

	계수	표준 오차	t 통계량	P-값	하위 95%	상위 95%	하 95.0%	위 95.0%
Y 절편	-33564.3	72935.7	-0.46019	0.646964	-179315	112186.1	-179315	112186.1
X 1	9334.968	1603.168	5.822828	2.12E-07	6131.294	12538.64	6131.294	12538.64

Fig. 4. Regression Results

회귀분석 결과에서 분석 자료의 적합성을 나타내는 다중 상관계수(R)는 0.59, 결정계수(R²)는 0.35정도의 값을 가지며 강한 양(+)의 상관관계를 가진다는 것을 알 수 있었고, 유의확률을 나타내는 F의 값은 0.0000002의 값을 가지며 0.05 이하의 숫자로 분석식이 통계적으로 유의하다는 결과를 나타내었다.

Fig. 4.의 회귀분석의 자료를 식으로 나타내면 다음과 같다. $Y = 9334.97X_1 - 33564.3$ (Y=단위면적당 투자비용, X₁=목표 에너지 저감율)

4. 결론

본연구에서는 그린리모델링을 결정하는 의사과정에서 개산견적의 중요성을 되짚고, 기존의 그린리모델링 개산견적의 방법이 건축적인 지식이 부족한 일반 건축주에게 적하지 않은 방법이라는 문제점을 해결하기 위하여 에너지 저감율을 이용한 개산견적 방안을 비전문가 건축주가 용이하게 사용할 수 있도록 도출하였다.

개산견적 방안을 도출하기 위하여 그 동안 진행 된 그

린리모델링, 시범사업의 사례를 조사하였고, 사례를 바탕으로 회귀분석을 진행하여 상관관계와 유의확률이 적합한 모델을 찾아내었다.

하지만 사례로 사용한 표본이 65개정도로 매우 작고, 결정계수가 0.35정도에 그쳤다는 점을 토대로 더 많은 사례를 통해 회귀분석 값을 발전시켜 나가야 할 여지가 있다.

참고문헌

이승연 (2016). “파리 기후 변화 협약과 건축물 에너지 절감 정책의 방향”, 파리 기후변화 협약과 건축물에 너지 분야의 정책·전망 세미나

국토교통부 (2014). “제 1차 녹색건축물 기본계획” 18p

안치원 (2017). “국내 그린 리모델링 사업의 영향요인 분석”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집

안용선 외 2명 (2003). “건설사업 초기단계에서 개산견적의 정확성 향상방안”, 대한건축학회 논문집 구조계, v.19 n.11 133p-140p

김 준, 차희성 (2018). “설계요소별 영향분석을 통한 공동주택 리모델링 공사비개산견적 산출 시스템 개발”, 한국건설관리학회 논문집

임진강 외 4명 (2015). “설계 초기단계의 의사결정 지원을 위한 BIM 기반 개산견적”, 한국BIM학회 정기 학술발표대회 논문집, Vol.5 No.1 111p-112p

안성훈, 윤지언, 강영인 (2005) “판별분석을 이용한 개산견적 평가모델 구축에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집 구조계, v.21 n.9 169p-179p

S.E. Chidiac. et al. (2011) Screening methodology for implementing cost effective energy retrofit measures in canadian office building. Energy and Buildings, 43, 614p-620p

Bode. J. (1998) “Neural networks for cost estimation: Cost Engineering”, AACE, v.40 n.1 25p-30p

김진원 외 3명 (2011) “회귀분석을 이용한 교육시설의 공간계획에 따른 공사비 예측 모델에 관한 연구”, 대한건축학회논문집 계획계, v.27 n.10 103p-110p