

공공기관 에너지 효율등급 향상을 위한 적용 설계요소에 관한 연구

- 공공청사 리모델링시 패시브 디자인요소를 중심으로 -

An Architectural Study on the Improvement of Energy Efficiency of Public Institution

- Focused on Public Office Buildings Remodeling of Passive Design Elements -

Author 조정철 Cho, Jung-chul / 정회원, 한양대학교 공학대학 건축학 석사
 박재승 Park, Jae-seung / 정회원, 한양대학교 공학대학 건축학부 교수, 공학박사

Abstract There are lots of buildings which were built before the Legislation on building energy rating system. Remodeling of the buildings would be required for an improvement of the building energy rating system was enforced by the government. In the Passive Building Design, Elements which will be used for the remodeling are Insulation, Window, External venetian blind, Heat exchanger. The Purpose of this study is to indicate a Method for the improvement of Energy saving by an analysis of Construction Cost, Cost Evaluation, Energy performance Efficiency in applied design elements. In this study, the remodeling of existing public buildings to improve energy efficiency rating was applied to extract the elements of design-specific energy performance, efficiency, and the application of the designs that has been analyzed.

The results were as follows: applying the design-specific cost-effective investment that represents the economy (investment efficiency/%) surveyed the average insulation(7.0%), triple glazed windows(10.1%), double glazed windows(12.1%), external shading(24.5%), and Heat(77.2%) were analyzed in order to be more efficient. Analysis of the basis of information on the existing public buildings to improve energy efficiency rating for the remodeling depending on driving conditions at a degree of individual difference. The main effect, however, depending on economic investment, design elements, heat exchangers, external awning, double glazed windows, triple glazed windows, insulation, is recommended as review of the order shall be determined.

Keywords 에너지 효율등급, 공공청사, 리모델링, 경제성분석, 효율성분석
 Energy Efficiency, Public Office Building, Remodeling, Economic Analysis, Efficiency Analysis

1. 서론

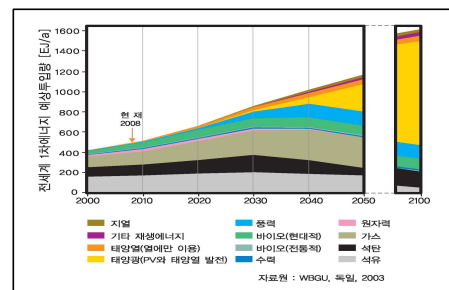
1.1. 연구의 배경 및 목적

세계 각국은 화석연료 사항에 따른 기후변화에 대응한 에너지, 환경문제 해결을 위해 에너지효율향상 및 신재생에너지 사용증대 등 온실가스 감축정책을 최우선 과제로 추진하고 있다.

특히 우리나라는 최근 10여 년간 최종에너지 소비가 연평균 3.1%로 지속적으로 증가하고 있으며, 온실가스 배출량이 세계 9위로 국제적으로 온실가스 발생 저감에 대한 압력이 증가하고 있다.

이에 정부는 온실가스의 저감목표를 2005년 절대량 대비 4%, 2020년 BAU 대비 30%로 잡고 부문별 목표를 달성하기 위한 세부계획을 추진 중이다. 국가 목표를 달

성하기 위하여 산업, 건물, 수송부문의 에너지 사용량이 증가하고 있기 때문에 건물에서의 에너지 절약 및 친환경 건축에 대한 중요성이 더욱 커지고 있다.



<그림 1> 세계적 에너지 이용가능 추세 2050/2100(©WBGU)

최근 건물에너지 절감을 위하여 건축기술 개발과 친환경

경 건축조례 제정 등의 정책방안이 시행되고 있으며, 공공건물의 에너지소비 비중은 전체에너지소비 비중에서 차지하는 비중이 크지 않지만, 공공건물을 통한 에너지 효율 향상 및 에너지 수요관리는 기타 여러 분야에 파급 효과가 클 것으로 판단된다.

이를 반영하듯 공공기관 에너지이용 합리화 추진지침 [국무총리지시 제2009-4호]에 의거 공공청사 건물에너지 효율1등급인증 의무화제도가 2010년 9월 1일부로 전면 시행되었다. 이에 따라 모든 신축 공공청사는 에너지효율 1등급을 취득해야 하며, 기존 공공청사 리모델링을 통해 에너지효율등급을 향상시키도록 권고하고 있다.

이에 본 연구에서는 기존 공공청사의 리모델링을 통한 에너지 효율등급 향상을 위해 적용설계 요소를 추출 분석하여, 적용설계 요소별 에너지 성능 효율분석을 통해 효과적으로 에너지 효율등급 성능을 달성하기 위한 방법을 제시하고자 한다.

1.2. 연구의 범위와 방법

공공기관 에너지이용 합리화 추진 지침에 의거 공공청사의 에너지효율 1등급 인증 의무화 제도가 2010년 1월 1일부로 시행되기 이전 에너지절약 설계기준에 따라 건축된 공공청사(공공청사)를 분석 대상으로 한다.

에너지효율 등급 향상을 위한 적용 설계요소를 추출, 분석하여 에너지 효율등급 향상을 위한 설계방향을 제시하고자 한다. 본 연구의 연구 내용은 다음과 같다.

- (1) 에너지와 관련한 국내·외 정책
- (2) 에너지효율등급 향상을 위한 적용설계 요소별 에너지효율 성능 및 경제성 분석

본 연구에서는 공공청사 에너지효율등급 향상 설계 요소를 분석하기 위하여 공공청사 관련 에너지 정책 및 법규 고찰을 기초로 하여 기존 공공청사 에너지 효율등급을 향상을 위한 적용설계 요소별 에너지 효율 비용 분석을 하였다. 이러한 분석 결과를 통하여 기존 공공청사 효율 등급 향상을 위한 리모델링 설계방향을 제시하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1. 용어의 정의

(1) 공공기관의 정의

공공기관이라 함은 중앙행정기관, 지방자치단체 및 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조에 따른 기관으로 다음 각 호의 기관을 말하며, 공공기관의 건축물은 건축법시행령 별표 건축물의 용도에서 공공청사(국가 또는 지방자치단체 등의 청사와, 외국공관의 건축물로서 제1종 근린생활시설에 해당하지 않는 청사)를 말한다.

- ① 지방공기업법상의 지방공기업

- ② 「초·중등교육법」 제2조에 따른 국·공립학교
- ③ 「고등교육법」 제3조에 따른 국립대학 및 공립대학
- ④ 다른 법률에 따라 직접 설립되고 정부가 출연한 기관

(2) 공공청사의 정의

공공청사라 함은 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령 및 건축법 시행령 별표1 14조 가항에 따른 공공청사에 해당하며 기반시설 중 공공·문화체육시설 중 하나로, 공공업무를 수행하기 위하여 설치·관리 하는 국가 또는 지방자치단체의 청사, 우리나라와 외교관계를 수립한 나라의 외교업무수행을 위하여 정부가 설치하여 주한외교관에게 빌려주는 공관, 교정시설(교도소·구치소·소년원 및 소년 분류 심사원에 한함)을 말한다.

2.2. 에너지관련 정책 및 법규 고찰

(1) 에너지 관련 정책고찰)

국내 건물에너지 관련 정책과 관련하여 국가에너지 기본계획 및 기후변화 종합기본계획 등에 건물에너지 관련 기본계획 등을 포함하고 있으며, 친환경 인증제도, 건물에너지효율등급 인증제도 등을 통하여 건축물의 에너지 절감을 유도하고 있다.



<그림 2> 국내 건물에너지관련 효율화 정책제도

(2) 에너지관련 법규고찰

- ① 에너지 관련 현행 법규를 살펴보면 다음표와 같다.

<표 1> 에너지 관련법규표

구분	지식경제부	국토해양부	환경부
건축 설계 및 시공	[에너지개발 및 이용보급 촉진법] 공공기관 건축물 의무화	건축법	[다중이용시설등의 실내 공기질관리법]
	[건축물에너지효율등급 인증제도]		[친환경 건축물 인증제도] (건교부+환경부)
건물 운용	[에너지이용합리화법] 건물 에너지관리기준(보완필요) 에너지사용실적보고 에너지진단 등		[다중시설의 실내공기 기질 관리법]
건축 자재 및 설비	[에너지이용합리화법] 에너지사용계획서 제출, 고효율에너지기자재보급 촉진 규정, 효율관리기자재의 운영 규정	건축물 에너지절약	[환경기술개발 및 지원에 관한 법률] 환경마크제도 친환경건축자재 품질 인증
	[한국산업규격]	건축물 열손실	
	[환경친화적산업기반구축] 자재의LCI DB		

- 1) 이승연, 녹색성장시대의 건축환경/에너지 기술분야의 발전전략과 정책방향, 대한건축학회 건축환경위원회 에너지설비위원회 자료집, 2008

② 건축물에너지 효율등급-국토해양부고시 제2009-1306호(2009.12.31), 지식경제부고시 제2009-329호(2009.12.31)

<표 2> 업무용건축물의 에너지효율 인증등급표

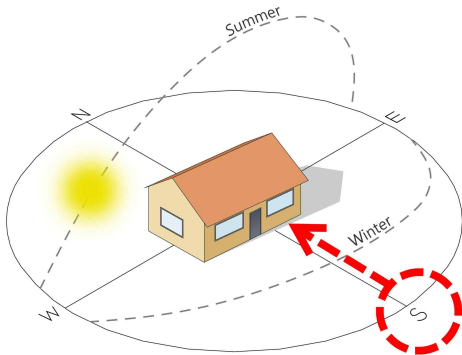
등급	신축 업무용 건축물
	연간 단위면적당 1차에너지소요량(kWh/m ² ·년)
1	300미만
2	300 이상 350 미만
3	350 이상 400 미만
4	400 이상 450 미만
5	450 이상 500 미만

2.3. 패시브 건축 기술요소

(1) 향을 고려한 배치계획

건축물의 배치는 대지의 향, 일조, 주풍향, 도로와의 관계, 주변 대기환경 및 지구단위계획 등을 고려하되, 남향, 남서향 또는 남동향으로 배치하여 계획한다.

건축물의 인공간격을 넓게 하여 저층부의 태양광 입사량을 증가시켜 계획한다.

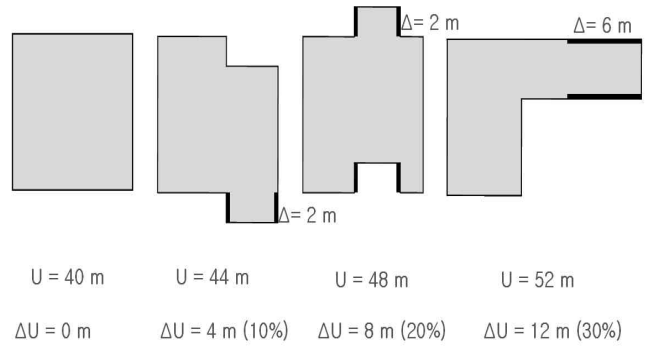


<그림 3> 건물과 향 개념도²⁾

(2) 형태지수

형태지수는 외피면적 대비 부피의 비율로 형태지수가 낮을수록 단순한 매스 형태이다. 과도한 형태의 매스를 지양하고 단순한 형태의 매스로 계획하여 냉난방에너지를 절감한다. 또한 건물의 규모가 커질 경우 부피의 비율에 비해 외피면적은 더 적은 비율로 늘어나므로 형태지수의 기준은 건물의 규모에 따라 달라진다.

아래 그림은 동일한 면적을 가진 여러 형태를 나열한 것이다. 동일한 면적에 각각의 외피면적은 30%까지 변동하는 것을 알 수 있다. 외피면적이 30% 늘어나면 냉, 난방 에너지가 30% 더 들어간다고 할 수 있다.



<그림 4> 형태별 외피 면적비 개념도³⁾

(3) 창호비율

벽체의 열관류율 보다 창호의 열관류율이 더 낮으므로 외벽면적 중 창호면적의 비율이 높을수록 건축물의 열손실은 커지게 되며, 냉 난방에너지 부하 절감을 위해 북향 창호의 면적을 최소화 하여 계획한다.

(4) 고단열

국내 단열기준은 최소한의 기준으로 설정되어 있다.

외벽 열관류율 : 0.15 W/m²·K (지역마다 차이)

지붕 열관류율 : 0.11 W/m²·K (지역마다 차이)



<그림 5> 파주 동패리 패시브 주택 단열재 시공사진

(5) 고기밀⁴⁾

독일 PHI(passive.de)에서 기준을 삼는 패시브 하우스의 기밀 조건은 50pa≤0.6회h이다.(50pa란, 주택 내외부 공기의 압력 차이를 의미하는데 풍속으로 따지면 약8~9m/s 정도이며, 정성적 표현으로 여름철 태풍의 초기 바람세기 정도임) 평상시보다 강한 압력이 외부에 걸릴 때 주택 내부로 들어오는 틈새 바람의 양이 시간당 실내 체적의 0.6회 정도만 들어와야 하는 기준으로, 국내 현실에 비추어 볼 때 상당한 기밀을 요구하고 있다.

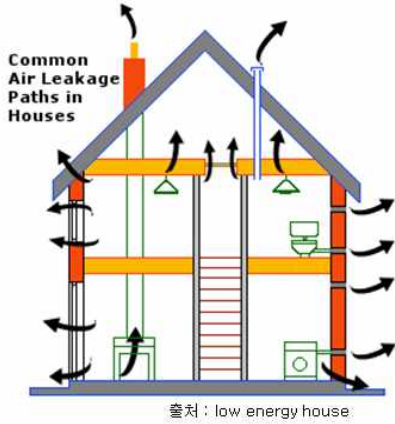
창호, 콘센트, 각종 배관과 외벽체와의 연결부위 기밀성 확보하여 시공해야 하며, 고기밀 창호 및 문을 사용하여 한다.

(건물전체의 기밀성능 : n₅₀<0.6회h)

2) <http://www.phiko.kr> 한국패시브건축협회

3) <http://www.phiko.kr> 한국패시브건축협회

4) 장철용·안병립·김치훈·홍원화, 고기밀성 단열창호의 기밀 및 단열 성능평가 연구, 한국건축친환경설비학회 추계학술발표대회, 2010



<그림 6> 틈새바람이 발생하는 각종부위



<그림 7> 파주 동패리 패시브주택 기밀성을 높이는 시공사진

(6) 고성능 창호

아르곤, 클립톤 가스를 충전한 로이 3중 유리를 적용하며, 고단열 및 고성능 창호프레임을 사용한다.
 창호 열관류율 : $0.80 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 이하를 적용한다.



<그림 8> 동탄 패시브 주택 시스템창호 시공사진

(7) 외부차양5)

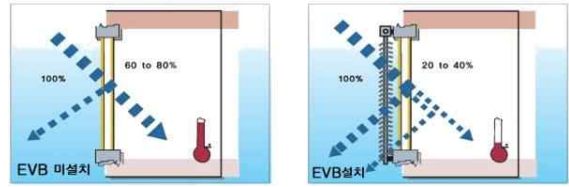
여름의 일사량 차단하며, 실내에서의 동작이 가능하도록 자동 제어 시스템을 적용한다.

전동차양이 아니더라도 외부에 차양(목재 덧문 등)을 설치할 경우 효과는 동일하다.

단 실내에 블라인드가 있는 경우, 빛에너지가 열에너지로 변경 되면서 유리를 다시 빠져나가지 못하고, 실내 온도 높이가 되어 효율이 현저히 떨어진다.

5) 임태섭·김병선, 업무용 건축물의 일사부하 저감을 통한 실내 온열 환경 개선에 관한 연구, 대한건축학회논문집 v26, 2010

- EVB 가변성 차양장치 (External Venetian Blind)



<그림 9> 차양효과 개념도

- EVB 설치 시 온도변화

EVB를 설치 시 하절기 실내온도 저감에 효과가 극대화 할 수 있다.



<그림 10> 차양위치 차폐계수율 개념도

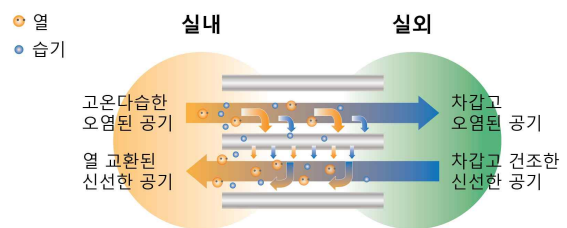
차양 위치에 따른 차폐 계수율을 살펴보면 Fc값이 낮을수록 에너지 차단율이 높음을 알 수 있다.



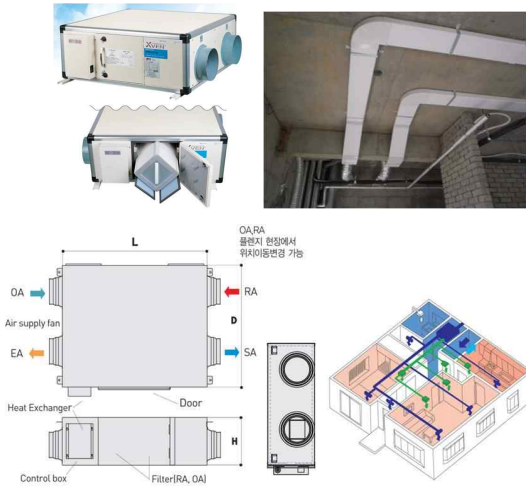
<그림 11> 과천 그린홍 100만호 시범주택 외부차양 시공사진

(8) 열교환 환기장치

외부의 신선한 공기를 들여오고, 내부의 공기를 내보내면서 서로의 온도를 교환하는 장치로 창을 열지 않고 충분한 환기를 도모함으로써 내부 온도를 유지 할 수 있다. 또한 필터 처리를 통해 황사, 꽃가루를 정화하여 친환경적이다.



<그림 12> 열교환 환기장치 작동 개념도



<그림 13> 파주동패리 패시브주택 열교환 환기장치 시공사진

3. 공공청사 에너지 성능사례분석

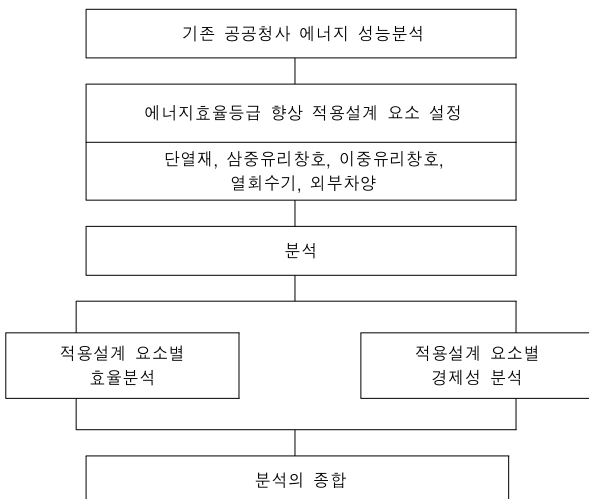
3.1. 분석의 틀

기존 노후된 공공청사의 에너지효율등급 향상을 위한 적용설계 요소별 성능 개선효율을 분석하기 위한 대상으로 중부지방에 위치한 한국도로공사 공공청사를 대상으로 선택하였다.

기존건물 사례별 에너지성능의 객관적 검증을 위해 외피면적 대비 부피의 비율을 나타내는 형태지수를 0.4이하, 창호 비율을 30% 이하, 남향배치의 사례를 원칙으로 하였다.

기존 공공청사의 에너지효율 분석은 '에너지 성능분석 프로그램 CE3'를 사용하였으며, 기존 공공청사 1차 에너지 소요량의 25%를 절감하기 위한 적용설계 요소를 단열재, 삼중유리, 이중유리, 열회수기 외부차양으로 설정하여 분석하였다.

<표 3> 분석의 틀



에너지효율등급 향상을 위한 적용설계 요소별 에너지소요량 절감량, 요소별 공사비, 투자효율 경제성 등을 분석하였다.

이를 위해 노후 공공청사의 에너지효율등급 향상을 위한 리모델링 시 적용설계 요소별 효율을 도출하고자 <표 3>과 같이 연구 분석의 틀을 구성하였다.

3.2. 사례개요

(1) 대지 위치

조사대상으로 선정된 중부지역에 위치하며, 에너지효율등급 기준이 마련되지 전에 준공한 한국도로공사의 공공청사이다.

<표 4> 조사대상 공공청사 일람표

건물명	대지위치	지역지구	비고
영동지사	충청북도 영동군 용산면 상용리 59-2		
진천지사	충청북도 진천군 진천읍 송두리 41 일원	계획관리지역	
제천지사	충청북도 제천시 봉양읍 장평리 104 일원	준농림지역	

(2) 건축개요

<표 5> 조사대상 공공청사 건축개요

(단위 : m²)

건물명	준공년도	건축면적	연면적 (대지전체)	연	비고
영동지사	1985년	984	1,074	1,074	
진천지사	1988년	1,937.40	2,425.96	2,425.96	
제천지사	1995년	2,923.65	3,907.86	3,907.8	

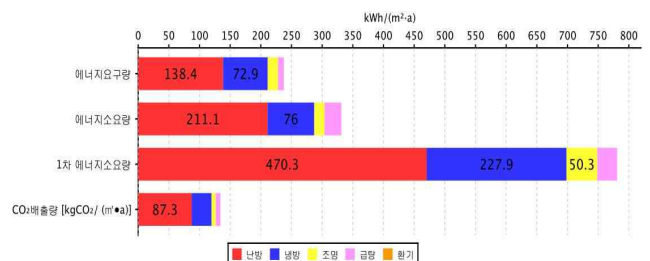
(3) 에너지 성능분석

① 영동지사 (기존) - 한국도로공사 영동지사 기존 청사의 에너지효율계산을 통한 성능분석결과는 다음과 같다.

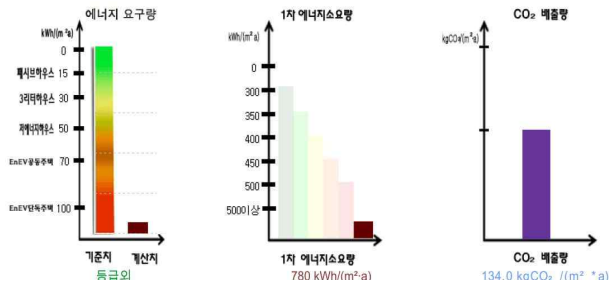
<표 6> 기존 영동지사 건축물 기본정보

프로젝트명	영동지사(기존)
대지위치	[370-911] 충북 영동군 용산면 상용리 59-2
대지면적	0m ²
건축면적	0m ²
연면적	1,074m ² [지상 0m ² / 지하 0m ²]
지역 / 지구	null / null
건폐율 / 용적률	null% / null%

[kWh/(m²·a)]



	합계	난방 에너지	냉방 에너지	조명 에너지	급탕 에너지	환기 에너지
에너지 요구량	237.5	138.4	72.9	16.8	9.4	
에너지 소요량	331.2	211.1	76.0	16.8	27.4	0.0
1차에너지 소요량	780.6	470.3	227.9	50.3	32.2	0.0
석유환산톤 [toe/(m ² ·a)]	0.067132	0.040446	0.019599	0.004326	0.002769	0.000000
CO ₂ 배출량 [kgCO ₂ /(m ² ·a)]	134.0	87.3	32.2	7.1	7.4	0.0

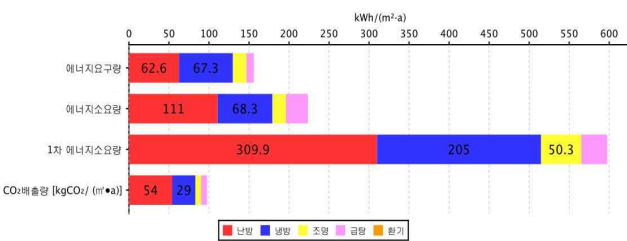


<그림 14> 기존 영동지사 연간에너지 분석결과[kWh/(m²·a)]

② 영동지사(개선) - 한국도로공사 영동지사 리모델링을 통한 에너지 성능개선 이후 성능분석결과와 다음과 같다.

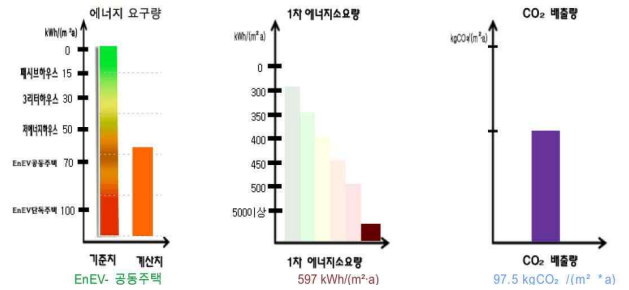
<표 7> 개선 영동지사 건축물 기본정보

프로젝트명	영동지사(개선)
대지위치	[370-911] 충북 영동군 용산면 상용리 59-2
대지면적	0m ²
건축면적	0m ²
연면적	1,074m ² [지상 0m ² / 지하 0m ²]
지역 / 지구	null / null
건폐율 / 용적률	null% / null%



[kWh/(m²·a)]

	합계	난방 에너지	냉방 에너지	조명 에너지	급탕 에너지	환기 에너지
에너지 요구량	156.1	62.6	67.3	16.8	9.4	
에너지 소요량	223.5	111.0	68.3	16.8	27.4	0.0
1차에너지 소요량	597.3	309.9	205.0	50.3	32.2	0.0
석유환산톤 [toe/(m ² ·a)]	0.051368	0.026651	0.017630	0.004326	0.002769	0.000000
CO ₂ 배출량 [kgCO ₂ /(m ² ·a)]	97.5	54.0	29.0	7.1	7.4	0.0



<그림 15> 개선 영동지사 연간에너지 분석결과[kWh/(m²·a)]

3.3. 적용설계 요소별 에너지효율 향상 분석

조사 대상으로 선정된 공공청사의 에너지효율등급 향상을 위한 적용설계요소별 성능개선 효율을 분석하기 위해 에너지소요량 절감량, 요소별 공사비, 투자효율 및 경제성 등을 분석해보면 다음과 같다.

(1) 적용항목별 에너지소요량 절감량

에너지효율 향상을 위한 단열재, 외부유리창호, 열회수기, 외부차양 설치 후 에너지소요량 절감량은 다음과 같다.

<표 8> 대상지 및 설계요소별 에너지소요량 절감량

시설명	연면적 (m ²)	기존 에너지소요량	(1) 단열재		
			변경후	절감량	절감률
영동지사	1,074.00	331.2	306.5	24.7	7.5
진천지사	1,874.17	194.9	177.3	17.6	9.0
제천지사	1,853.16	307.1	277.6	29.5	9.6
시설명	연면적 (m ²)	기존 에너지소요량	(2) 삼중유리창호		
			변경후	절감량	절감률
영동지사	1,074.00	331.2	261.2	70.0	21.1
진천지사	1,874.17	194.9	166.7	28.2	14.5
제천지사	1,853.16	307.1	239.3	67.8	22.1
시설명	연면적 (m ²)	기존 에너지소요량	(3) 이중유리창호		
			변경후	절감량	절감률
영동지사	1,074.00	331.2	271.1	60.1	18.1
진천지사	1,874.17	194.9	167.9	27.0	13.9
제천지사	1,853.16	307.1	251.9	55.2	18.0
시설명	연면적 (m ²)	기존 에너지소요량	(4) 열회수기		
			변경후	절감량	절감률
영동지사	1,074.00	331.2	304.3	26.9	8.1
진천지사	1,874.17	194.9	177.4	17.5	9.0
제천지사	1,853.16	307.1	266.8	40.3	13.1
시설명	연면적 (m ²)	기존 에너지소요량	(5) 외부차양		
			변경후	절감량	절감률
영동지사	1,074.00	331.2	315.8	15.4	4.6
진천지사	1,874.17	194.9	190.2	4.7	2.4
제천지사	1,853.16	307.1	300.4	6.7	2.2

(2) 적용설계 요소별 경제성 분석

적용설계 항목별 에너지 절감률과 투자비용의 비율 투자효율은 다음과 같다.

투자효율 [에너지절감률 / 투자비(% / 백만원)]

<표 9> 대상지 및 설계요소별 투자효율

시설명	(1) 단열재			(2) 삼중유리창호		
	절감률	투자비	투자 효율	절감률	투자비	투자 효율
영동지사	7.5	100.8	7.4	21.1	167.9	12.6
진천지사	9.0	125.0	7.2	14.5	162.7	8.9
제천지사	9.6	151.8	6.3	22.1	250.9	8.8

시설명	(3) 이중유리창호			(4) 열회수기		
	절감률	투자비	투자 효율	절감률	투자비	투자 효율
영동지사	18.1	123.3	14.7	8.1	13.1	62.2
진천지사	13.9	117.0	11.8	9.0	13.1	68.8
제천지사	18.0	183.6	9.8	13.1	13.1	100.6

시설명	(5) 외부차양		
	절감률	투자비	투자 효율
영동지사	4.6	16.0	29.2
진천지사	2.4	8.7	27.7
제천지사	2.2	13.1	16.7

4. 결론

지금까지 공공청사의 에너지 효율등급 인증 의무화 제도가 시행된 2010년 1월 1일 이전 준공된 공공청사 건물의 에너지 효율등급 향상을 위한 적용 설계요소별 성능 및 경제성을 분석하였다. 이를 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 조사대상은 준공된지 15년 이상 경과되어 리모델링이 필요한 상태로 설계요소별 에너지 소요량 절감률은 조사대상 평균 외부차양(3%), 단열재(8.7%), 열회수기(10%), 이중유리창호(16.6%), 삼중유리창호(19.2%)의 순으로 분석되었다.

둘째, 적용설계요소별 단위면적당 투입공사비는 조사대상 평균 외부차양(12.6백만원), 열회수기(13.1백만원), 단열재(125.8백만원), 이중유리창호(141.3백만원), 삼중유리창호(193.8백만원)의 순으로 많이 드는 것으로 분석되었다.

셋째, 적용설계요소별 투자비용 대비 효율을 나타내는 경제성(투자효율/%)은 조사대상 평균 단열재(7.0%), 삼중유리창호(10.1%), 이중유리창호(12.1%), 외부차(24.5%), 열회수기(77.2%) 순으로 좋아지는 것으로 분석되었다.

위에서 분석한 내용을 기초로 하여 기존 공공청사를 에너지 효율등급 향상을 위한 리모델링 추진 시 각각의 여건에 따라 다, 소의 차이를 보이겠지만 주요 적용 설계요소를 투자대비 경제성에 따라 열회수기, 외부차양,

이중유리창호, 삼중유리창호, 단열재의 순으로 검토하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

또한 신축 시 에너지 등급효율에 큰 영향을 미치는 외 단열 공법 및 단열재의 경제성은 리모델링 공사의 특성상 투입비 대비 경제성이 현저히 떨어지는 것으로 분석되었다. 현재 리모델링 공사 시 단열성능 향상을 위한 시공방안은 기존 건물 외벽마감위에 단열재 시공 후 추가 마감재를 시공하는 방법과 기존 마감재와 구조체의 공간에 단열재(연질폼)를 주입하는 방법이 유일하여, 투입공사비 대비 효율이 높은 방법의 개발이 필요하리라 사료된다.

지구온난화 및 화석연료 고갈로 인해 건축물의 에너지 효율 향상은 시대의 흐름으로 인식되고 있다. 이와 더불어 기존 건축물의 리모델링을 건축관련 법규 적용의 완화 등을 통한 법제도화를 통해 촉진하고 있다. 이러한 추세에 맞춰 리모델링 시 에너지 효율 및 경제성향상을 위해 많은 노력을 통한 신기술을 포함한 설계 및 시공 디테일에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 김민경·김성은, 건물유형별 성능개선 요소기술에 관한 연구, 대한건축학회논문집 V26, 2010
2. 김주환·이태구·조민경·김주수, 리노베이션(Renovation)을 통한 기존건물의 에너지 저감 효과분석, 한국생태환경건축학회 학술발표대회논문집 통권19호, 2010
3. 장철용·안병립·김치훈·홍원화, 고기밀성 단열창호의 기밀 및 단열 성능평가 연구, 한국건축친환경설비학회 추계학술발표대회, 2010
4. 정선미·김일호·이성진, 단열공법 유형별 단열성능 및 경제성 분석, 한국생태환경건축학회 학술발표대회논문집 통권 18호, 2010
5. 임태섭·김병선, 업무용 건축물의 일사부하 저감을 통한 실내 온열환경개선에 관한연구, 대한건축학회논문집 V26, 2010
6. 김도희·김정숙, 인천시 공공건물에너지관리방안, 2010 인천발전연구원 연구보고서 2010-44
7. 김명래·윤재욱, 건물에너지효율등급 인증을 고려한 에너지절약 설계방법에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표논문집 제24권 제12호, 2004
8. 송승열·이수진, 국내외 건물에너지성능 인증제도 비교분석, 한국태양에너지학회논문집 V0127, 2007
9. 정찬현·김지영·김태연·이승복, 패시브하우스와 건물에너지효율 등급 인증 건물의 특성비교를 통한 건물에너지효율등급 인증제도 개선점 분석, 대한건축학회논문집 제26권 제3호, 2010
10. <http://www.phiko.kr> 한국패시브건축협회

[논문접수 : 2012. 05. 31]
 [1차 심사 : 2012. 06. 20]
 [게재확정 : 2012. 07. 06]