

공공 건축물의 그린빌딩화를 위한 리노베이션수법의 타당성 연구

현군출*, 김태일**, 양건***

*포럼1 아틀리에 현 소장(hyun6509@paran.com)
**제주대학교 건축학부 교수(kimtaeil@jejunu.ac.kr)
***연세대학교 대학원 박사과정(gaugun@chollian.net)

A Study on Adequacy of Renovation for Green Building of Public Building

Hyun gun-Chul*, Kim Tae-Il**, Yang Gun***

*Forum1 Studio Hyun(hyun6509@paran.com)
**Faculty of Architecture, Jeju National University(kimtaeil@jejunu.ac.kr)
***Dept. of Architecture, Graduate School, Yonsei University(gaugun@chollian.net)

Abstract

The aims of this study is to analyze that the double-skinned outer surface of building will be the effective measure to improve the use of space and save energy through the evaluation of the buildings renovation. In other words, it is significantly effective to increase the insulation of the outer surface where the most heat loss occurs; it is also energy-saving to convert the space created by pilotis in the southern and northern parts of the buildings into a double-skinned atrium. Research methods of this study are consisted with two steps, situation analysis and simulation analysis.

IRISYS 1000 Series Imager was used for research of situation analysis and Visual DOE 4.0 was used for simulation analysis with the 1st Buildings of Jeju Special self-Governing Province. As results of simulation, it was proved that Double skin Method is more effective for green building than basic model. it was predicted to save 8.6% of energy by Double skin Method. Especially, in case of using of ventilation within double-skinned atrium, it was predicted that saving of energy was most effective than other method.

Keywords : 그린빌딩(Green building), 리노베이션(Renovation), 환기(Ventilation), 이중회피 아트륨(Double Skinned Atrium)

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

지구 환경 문제를 근본적으로 해결하기 위하여 환경 보호와 자원 절약 기술 개발이 필

수적이며 건축에 있어서도 「환경 친화적인 건축」 개발의 필연성이 대두되고 있다. 특히, 1992년 브라질에서 개최되었던 「Global Summit」의 리오선언은 이와 같은 친환경적인 개발의 중요성을 뒷받침하는 계기가 되었

투고일자 : 2010년 4월 1일, 심사일자 : 2010년 4월 14일, 게재확정일자 : 2010년 10월 25일

교신저자 : 김태일(kimtaeil@jejunu.ac.kr)

이 논문은 2007년도 제주대학교 학술연구지원사업에 의하여 연구되었음(This work was supported by the research grant of the Jeju National University in 2007)

다고 할 수 있다.

최근 오바마 대통령은 정책의 최우선 과제로 녹색 산업을 들고 있고 효율적인 신재생 에너지를 비롯한 에너지관리정책이 추진될 것으로 예상되고 있다

이와 같이 국제적 논의와 더불어 최근 국제 사회의 심각한 문제로 대두되고 있는 효율적 에너지 이용과 환경 문제를 동시에 해결하기 위한 방안이 요구되고 있고, 건축분야에서는 도시 문제와 불가분의 관계에 있으며, 도시 계획적 측면에서는 인간 그리고 동·식물에 게 기본적인 삶의 보장과 자연자원의 장기적인 안정성 보장이 강력히 요구되고 있다.

이러한 사회적 경제적 배경에서 지금까지의 건물에 대한 기본개념인 '인간이 거주하며 쾌적한 생활을 영위하기 위한 공간'이라는 차원을 넘어, 현재와 후세에 걸친 인류의 생존과 지구환경문제에 기여하기 위한 건축분야의 대안으로서의 그린 빌딩이 중요하다고 할 수 있다.

따라서 라이프 사이클에 있어서 지구환경에 주는 부하량을 적게 주도록 건물의 평면 공간과 마감재, 에너지 사용문제, 특히 기존 건축물의 리노베이션을 통해 건축폐자재를 최소화하는 등 환경 친화적인 환경생태를 고려한 건축디자인 개발이 절실하다고 할 수 있다.

1.2 연구 목적

효율적인 에너지 관리 및 자연친화적이고 쾌적한 업무 환경을 창출하기 위한 그린 빌딩의 이론적 개념정립과 아울러 실천적이고 실험적인 그린 빌딩을 구축하려는 의지와 노력이 중요하다고 할 수 있다.

그러나 현실적인 여건으로는 그린 빌딩의 사업성 및 공공성을 고려한다면 민간분야에서의 추진에는 한계가 있으며, 그에 대응하기 위한 공공건축물 활용, 그리고 노후화지역에서의 주거환경의 쾌적화를 위한 기존건축물 활용의 기본방향을 구체화하고, 일반인

이 공감할 수 있는 사업 추진 및 유도 방안 수립이 요구되고 있는 실정이다.

본 연구는 제주지역의 대표적 공공건축물이라 할 수 있으나 노후화되어 리노베이션의 필요성이 제기되고 있는 제주특별자치도 제1청사를 대상으로 공간적 효율을 극대화하기 위한 아트리움화 등을 포함한 그린 빌딩 조성 기법의 타당성 분석이 주요 목적이다. 아울러 장기적으로는 불필요한 도시재개발을 지양하고 기존건축물의 적극적인 활용의 가능성을 제시함으로써 향후 공공 및 민간분야에서의 그린 빌딩 추진의 정책적 방향 설정을 위한 기초적인 자료 확보하고자 한다.

2. 연구방법

본 연구에서 다루는 내용은 건축물의 그린 빌딩화이며 여기에 적용되는 수법에 대한 검토와 적용수법에 의한 효과분석을 통해 그린 빌딩화를 위한 리모델링의 타당성 분석에 두고 있다.

본 연구는 현황분석과 시뮬레이션분석으로 구분하여 실시되었으며, 현황분석에서는 열화상 카메라(IRISYS 1000 Series Imager)를 이용하여 열손실부분을 파악하고 건물 외피 에너지 손실량을 계산하였다.

표 1 각 분야별 검토항목

분야	검토항목
건물계획 측면	<ul style="list-style-type: none"> - 내부공간으로의 자연광 유입을 위한 공간 계획 (중앙홀 부분에서의 태양광자동 추적 장치의 도입, Sketch-up을 이용한 시뮬레이션 검토) - 외피에너지 손실을 감소시키기 위한 벽체 계획 (창호 및 벽체 단열효과)
식생측면	<ul style="list-style-type: none"> - 옥상, 벽면녹화 등에 의한 건물주변 환경 부하의 삭감 - 외부환경에서의 녹화 - 잔디 주차장 조성

시뮬레이션분석단계에서는 그린 빌딩화를 위한 적용수법의 분류를 건축적 측면과 식생측면으로 구분하여 적용수법을 검토하되 (표1) 이중외피의 타당성을 중심으로 시뮬레이션 분석을 하여 타당성을 검토하였다. 적용된 시뮬레이션 프로그램은 최근까지 계속 개발·검증되고 있는 건물 에너지해석 프로그램인 Visual DOE 4.0 프로그램을 사용하였다.

3. 청사의 열손실현황분석

3.1 청사 외피 에너지손실부분 현황 파악

조사대상건축물인 제1청사의 외부 열에너지 손실부분의 현황을 파악하기 위하여 열화상 카메라(IRISYS 1000 Series Imager)를 이용하여 제1청사의 입면과 내부 공간 일부를 촬영 분석하였다. 촬영일자는 2008년 12월2일 오후 2시부터였다.

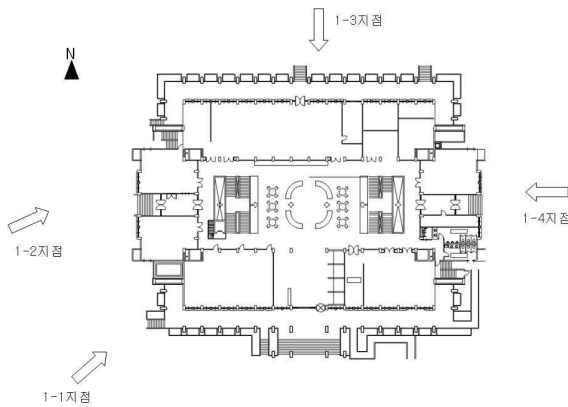


그림 1. 열화상 카메라 촬영지점

전반적으로는 창호를 통한 에너지 손실이 많은 것으로 판단되며, 건축물이 놓인 향에 따라 건축물 외피의 손실이 다른 것으로 나타났다.

태양광이 비치는 부분과 그늘진 부분을 구분하여 제1청사의 열손실 현황을 파악하였다. 열화상 카메라의 촬영지점은 그림1과 같

다.

각 실의 난방정도 및 외피의 조건에 따라 열손실이 달라질 수밖에 없겠으나 북측으로 향해 있고 측정 당일 오후에 그늘져 있는 북측입면에 대하여 에너지 손실정도를 파악해본 결과, 그림2가 제시하고 있듯이 2층 및 3층 창호에서의 열손실이 많고 외피의 온도

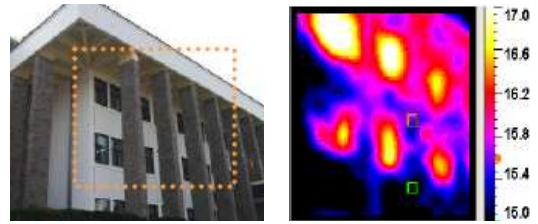


그림 2. 북측면에서의 열손실현황(1-1지점)

분포를 보면 15°C~17°C를 나타내고 있다. 특히 3층 창호의 거의 대부분이 16°C~17°C에 집중되어 있는 것으로 나타났는데 측정 당일 평균기온이 14°C인 점을 고려한다면 상당한 열손실이 발생되고 있다고 판단된다.

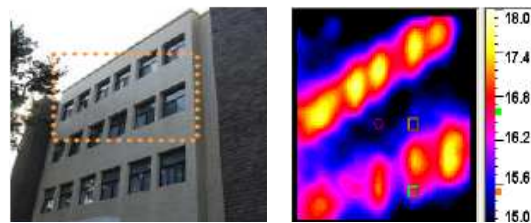


그림 3. 북측면에서의 열손실현황(1-2지점)

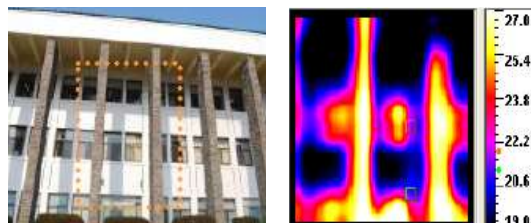


그림 4. 남측면에서의 열손실현황(1-3지점)

동측 입면, 즉 촬영지점1-2에서 외피 열손실정도를 측정한 결과(그림 3) 대략 15°C~

18℃로 북측 입면보다는 온도가 높은 것으로 나타나 열손실이 발생되고 있다고 보여진다.

남측 입면은 피로티 부분에서의 발열이 큰 것으로 측정되었는데 이는 기둥부분의 마감재료가 제주석의 열 흡수율이 높기 때문에 햇빛에 축열된 상태이기 때문이다(그림 4).

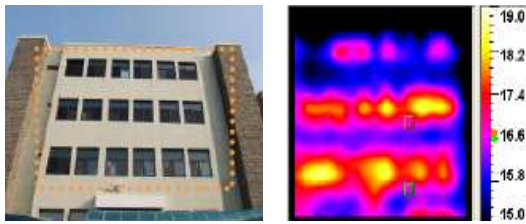


그림 5. 서측면에서의 열손실현황(1-4지점)

동측입면과는 달리 서측입면은 비교적 오랫동안 햇빛에 노출되지만 열손실 현황을 보면(그림 5), 동측입면과 같이 열손실이 큰 것으로 파악되었다.

표 2. 계산 조건

기상Data		제주도
부하계산기간		2008년 12월 29일 ~ 2009년 1월 9일
실내온도 조건	냉방	26℃,50%RH
	난방	20℃,50%RH
내부부하	인체	사무소내 경작업자 인체발열량 사용현열 (SH)49kcal/h. 인, 잠열(LH)53kcal/h.인
	조명	30W/m ²
	기기	30W/m ²
도입외기량		25m ³ /h.인
인구밀도		1청사:334명,2청사:228명

표 3. 1청사의 부하계산 비교(15시의 전열비교)

구분		냉방부하 (kcal/h)	난방부하 (kcal/h)
외부 부하	지붕	62,121	31,888
	외벽	33,317	40,430
	간벽	24,967	16,645
	유리	108,507	54,460
내부 부하		653,597	-
침입외기부하		20,868	169,501
합계		903,377	312,923

앞서 실시한 1청사 외피를 통한 열 손실 부분과약과 아울러 열손실량을 계산하기 위해 표2와 같은 조건을 설정하였으며 결과는 표3과 같다.

1청사의 에너지손실에 대한 정확한 분석이 필요하겠으나 열화상카메라를 통해 전반적으로 볼 때, 외피를 통한 열손실이 큰 것으로 파악되었고 특히 창호를 통한 열손실이 적지 않은 것으로 나타나 이에 대한 개선방안을 중심으로 검토되어야 할 것으로 판단된다.

아울러 연도별로 월별 전기소모량을 파악해 본 결과 기후변화에 따른 이상기온과도 관련성이 있는 것으로 생각되지만 전반적으로 볼때 하절기인 7월-8월에서의 에너지 소모량 큰 것으로 파악되었다(표4).

표 4. 연도별 1청사 전기소모량(단위:KWh)

	2004년	2005년	2006년	2007년
계	1,795,338	1,999,494	2,210,616	2,360,754
1월	152,244	163,278	201,294	216,270
2월	144,018	145,350	190,926	180,630
3월	149,868	157,302	187,812	189,810
4월	128,358	124,920	160,020	162,360
5월	126,522	131,256	157,806	171,720
6월	134,010	152,460	164,808	173,052
7월	209,988	207,648	222,822	221,706
8월	211,248	217,926	255,780	275,202
9월	135,432	177,804	163,242	192,384
10월	129,672	153,738	153,072	178,416
11월	127,062	158,994	161,154	185,112
12월	146,916	208,818	191,880	214,092

3.2 문제점 및 개선점 도출

제1청사에 대한 열화상 카메라를 이용한 개략적인 건축물 외피에너지 손실 현황분석을 통해 적지 않은 에너지사용과 에너지 손실이 있는 것으로 파악되었다.

따라서 건축구조물 외피의 단열효과를 높이고 특히 창호에 의한 열손실을 줄일 수 있는 개선방안, 기존 벽체의 외부에 설치된 피로티를 이용하여 독립적인 외피를 설치하여 아트리움(일종의 Double Skin 개념)을 조성

하고 여기에 자연광의 유입을 이용한 업무환경의 개선과 단열효과개선방안, 그리고 외부의 열 부하를 줄임으로서 건축물 내부에 간접적으로 열 부하를 줄이는 옥상녹화 등 식생조성방안 등이 필요하다고 할 수 있으며 이들 방안을 중심으로 개선점을 모색하는 것이 타당하리라 생각된다.

4. 에너지 절약측면에서 그린 빌딩화 적용수법 검토 및 타당성 평가

4.1 건축측면에서의 수법 및 평가

(1) 건축적 적용수법 검토

에너지 효율성 측면에서 가장 문제가 되어 보이는 건축물의 외피부분에 대한 개선과 일부 공간의 확장하는 범위 내에서의 리모델링을 검토하는 것으로 하였다(그림 6).

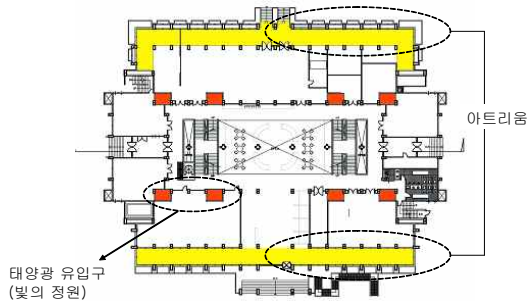


그림 6. 아트리움 확장부분(남측과 북측)

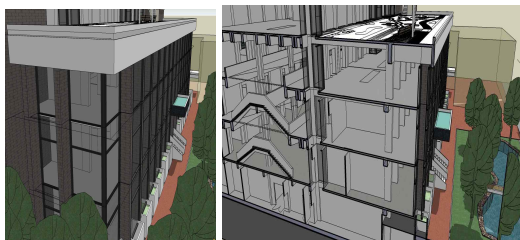


그림 7. 아트리움의 외관과 단면

그림 7은 그린 빌딩으로 리모델링된 제1청사의 단면을 보여주고 것으로 북측과 남측의 피로티 공간을 이용한 아트리움화, 단열재의

보강, 옥상녹화, 그리고 실내로의 태양광 유입(그림7의 우측 그림)등이 주요 포인트이다.

(2) 모델링 개요 및 해석모델을 위한 시뮬레이션 프로그램

시뮬레이션을 위한 모델링은 표5와 같이 건물개요를 근거로 조건 설정하여 에너지 사용량 및 다양한 정보를 바탕으로 해석모델을 제시하였다.

시뮬레이션 분석 도구로는 Visual DOE 4.0 프로그램을 사용하였다. 본 프로그램은 최근

표 5. 건물 개요

대지위치	제주시 연동 312-1번지
용도	공공업무시설 (제주도청사)
구조	철근 콘크리트조
규모	지하 1층, 지상 4층
대지면적	11046m ²
건축면적	9078m ²
지상층면적	2067m ²
지하층면적	2026m ²
입면재료	제주석치장쌓기, T=30글라스울 T=120콘크리트조
창호	복층유리 (5+6+5)
지붕	펄라브지붕
냉·난방	EHP 냉난방 시스템
제실자	1청사 : 334명

까지 계속 개발 · 검증되고 있는 건물 에너지해석 프로그램으로서 주어진 기후조건에서 건물에 대한 시간별 에너지소비량을 예측할 수 있다. 이런 시간별 부하 예측 기법을 통해서 건물의 에너지 성능을 동적 해석할 수 있다. 기후데이터와 건물 구조체의 영향과 제실자, 내부 발열등을 모두 고려하여 예측할 수 있으므로 좀 더 실제적인 분석이 가능하다.

(3) 제주청사와 해석모델의 오차분석

제주청사의 에너지 실측데이터와 시뮬레이션 프로그램을 활용한 해석모델의 에너지 사용량과의 오차는 청사의 업무 시간 및 입력

변수를 보정함으로써 연중에너지 오차 범위를 5% 이내로 일치시키는 보정작업을 실시하였다(그림8).

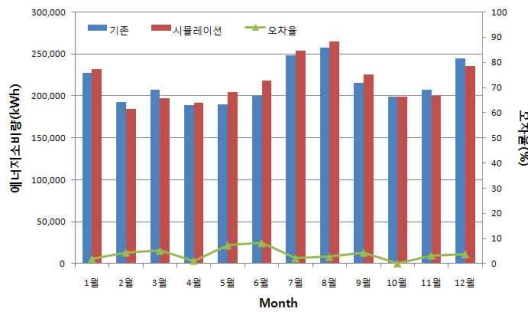


그림 8. 시뮬레이션 오차 및 타당성 분석

(4) 해석모델 시뮬레이션 결과

제주청사를 토대로 작성한 해석모델의 전체 에너지 사용량 원단위는 280.7 kWh/m²,yr로 분석되었다. 성분별로 나누어 보면 다음과 같다

1) 해석모델의 전기에너지 원단위

에너지 사용량을 성분별로 분석한 결과 표 6과 같이 냉난방에서 냉방용으로 사용되는 비율이 16%로 높게 나타났고, 난방에너지 사용량은 5%로 사무소건물의 특성과 비슷한 성향을 보이고 있다. 냉난방용 외에 사용기기의 전기에너지가 62%로 높게 나타났다.

표 6. 해석 모델을 통한 에너지 사용량 원단위 (kWh/m²,yr)

BASE	총사용량	원단위
조명	803.6	88.5
장치	803.6	88.5
난방	140.1	15.4
냉방	421.1	46.4
환기팬	439.3	48.4
총합	2607.7	287.3

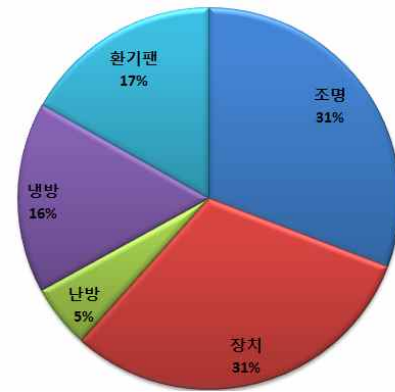


그림 9. 에너지사용량 분석

그림9는 각 요소별 에너지 사용량의 비율을 제시하고 있다.

2) 에너지절약을 위한 요소기술 적용 분석
에너지 저감을 위한 요소기술별 적용효과 분석은 외피, 조명, 냉난방설비, 신재생에너지 기술적용효과로 나누어 수행하였다.

분석결과를 중심으로 요소기준별 최적안을 선정하여 단계별 적용효과를 분석하였으며 각 요소의 적용에 대한 표는 표7과 같다.

기준은 에너지 절약계획에서 제시한 기준을 사용하였다. 외벽의 경우 0.6W/m²K만 되면 된다. 하지만 개선안은 0.27W/m²K로 단열 효과를 3배 이상 향상 시켰다. 간벽의 경우는 2배정도 향상되었고, 지붕은 옥상녹화를 적용하여 0.43W/m²K까지 효율을 증가시켰고 창호는 이중외피를 적용하였다.

타당성 검토를 통한 기준모델에 각각의 요소기술에 대한 시뮬레이션 분석을 실시한 결과 기준모델의 원단위가 287.3kWh/m²,yr에서 이중외피를 사용한 경우 총에너지 원단위 대비 91.4%에 해당하는 263.3kWh/m²,yr까지 감소하는 것을 알 수 있다(표8). 즉 기준과 비교하여 외벽의 단열성능을 향상시켜 0.3%의 절감, 옥상녹화를 하여 0.2%의 절감효과를, 간벽의 경우 2.7%, 이중외피를 적용하여 8.6%의 절감효과를 얻을 수 있는 것으로 예

측되어 이중외피의 수법이 가장 효과적이라고 예측된다(그림10).

아울러 이중외피에 대한 변수스터디를 통해 최대의 효과를 얻을 수 있는 이중외피의 설계 지침이 필요할 것이다.

표 7. 에너지절감 요소기술

구분		기준	외벽	옥상녹화	간벽	이중외피
단열 W/m ² K	벽체	0.6	0.207			
	간벽	2.19			1.1	
	지붕	0.62		0.43		
창호	종류	24mm 복층				이중외피
내부 발열	LPD	30W/m ²				
	EPD	30W/				
	재실자	0.037인/m ²				
냉난방	공조방식	PSZ				
설비	열원	EH P				
제어	-	20도, 50%RH (winter) 26℃, 50%RH, (summer)				
침기	-	1.2회/h(사무실)				
환기	-	36m ³ /h				

표 8. 요소기술단계별 에너지 저감량 (kWh/m²·yr)

	기준	외벽	옥상녹화	간벽	이중외피
조명	88.5	88.5	88.5	88.5	88.5
장치	88.5	88.5	88.5	88.5	88.5
난방	15.4	14.5	14.2	6.5	6.1
냉방	46.4	46.3	47.0	48.1	34.3
환기팬	48.4	48.4	48.4	48.0	45.8
총합	287.3	286.3	286.6	279.6	263.3
절감량	100.0	99.7	99.8	97.3	91.4

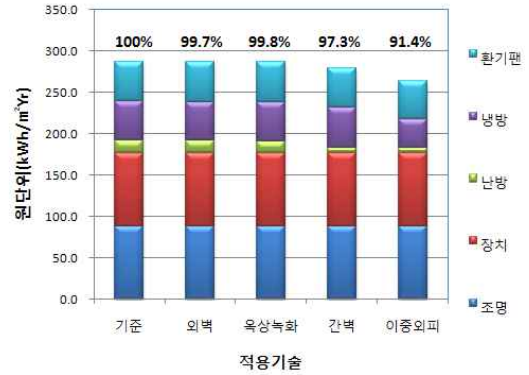


그림 10. 에너지절감량 분석

(5)최적 이중외피를 위한 요소 평가
최적 이중외피를 위한 요소 평가를 분석한 결과, Low-e 유리외 이중외피 적용시 난방 에너지 소비량은 약 60%의 절감효과가 예상되고(그림11), 냉방에너지 소비량도 26% 감소하는 것으로 나타났다(그림12).

창호의 열교현상을 방지하고 단열 성능을 향상시킴으로서 난방에너지 절감효과를 더 크게 기대할 수 있다.



그림 11. 에너지절감량 분석(난방)



그림 12. 에너지절감량 분석(냉방)

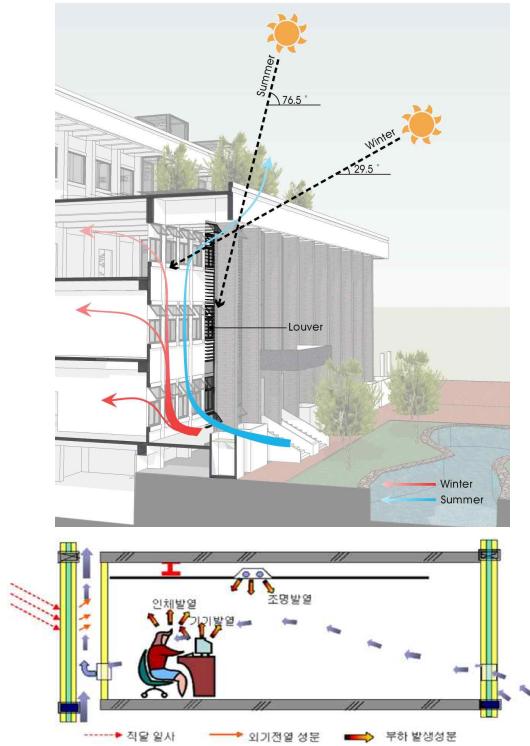


그림 13. 적용된 이중외피 개념도

특히 이중외피의 중공층에 환기¹⁾를 통해 신선한 외기를 도입시키거나, 차양을 통해 일사 유입을 막는다면(그림13) 냉방에너지에서도 절감효과가 큰 것으로 나타났다.

즉 하절기에는 이중외피에서의 발생부하를 적극적으로 감소시키기 위한 방안이 요구되는데 이중외피에 차양을 설치하여 일사를 차단하고 중공층에 환기를 통해 발생하는 열을 제거하면, 일사의 유입에 따른 냉방에너지 소비를 줄일 수 있을 것으로 판단하였다. 특히 저녁에 야간 환기를 통해 초기 예열 부하를 떨어뜨려 최종으로 약 57%이상의 효과를 기대할 수 있는 것으로 예측되었다²⁾(그림

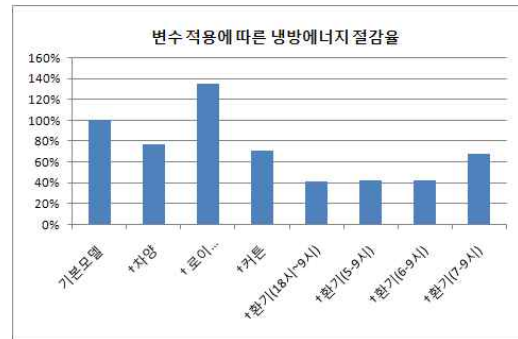


그림 14. 이중외피 냉방 에너지 변수 분석

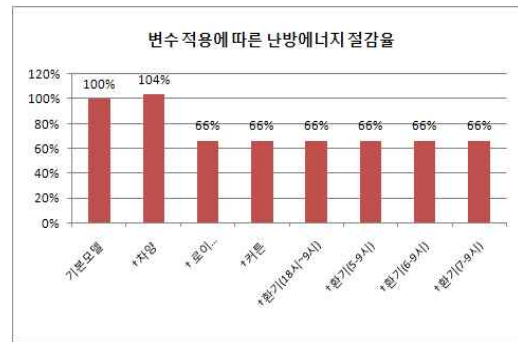


그림 15. 이중외피 난방 에너지 변수 분석

14).

특히 창문을 열어주는 것 외에도 환기팬 가동시 그 효과는 커질 수 있을 것이다³⁾. 환기팬의 가동 시점은 냉동기가 가동하기 4시간 전부터 0.7회/hr정도의 환기량으로 배기해준다면 냉방에너지의 절감을 극대화 할 수 있을 것으로 판단된다.

또한 앞서 이중외피는 난방효과가 있는 것으로 나타났으나 기존 창틀과 침입외기에 의한 난방에너지 열손실 역시 크게 줄기 때문에 난방에 상당한 효과를 얻을 수 있는 것으로 나타났다(그림15).

다. Klaus Daniels, The Technology of Ecological Building, Birkhauser, Berlin, pp186~pp188,1997

1) 환기 방식은 창문을 열어 외기 공기가 유입되게 하므로 야간 냉방효과를 극대화 하는 방식이다.
2) 뉴바리안주 법원에도 유사한 기법이 적용되었으며 실내의 환경개선 및 열에너지의 절감 등에 있어서 상당한 효과가 있는 것으로 나타났다

3) 특히 야간 환기시 퇴근시간 이후에 다음날 아침까지 환기하는 경우가 냉방효과를 최대 효과를 기대할 수 있지만, 팬 동력의 절감을 위해 아침 5시부터 냉각 팬을 가동시키는 것이 최적의 효과를 얻을 수 있을 것이다.

4.2 식생 측면에서의 수법 및 평가

(1) 식생계획의 조건

식생계획은 그린빌딩 조건의 주요 항목이라고 할 수 있다. 기본적으로 식생계획에는 옥상녹화, 입면녹화, 잔디 주차장 조성, 비오톱의 조성 등으로 크게 나눌 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 이들 항목들을 건축물과 외부공간에 직접 적용 할 수 있는 방안을 계획하고 제시하는 것으로 하였다.

(2) 식생계획수법과 평가

제1청사는 기본적으로 3층의 남측 옥상부분이 이미 옥상녹화 작업이 진행되어 마무리되어 가고 있고, 계획에서는 북측 옥상 부분도 옥상녹화 하는 것으로 하였다. 또한 업무환경에는 직접적으로 노출되는 공간은 아니지만 4층 대강당 옥상부분도 상징적인 의미에서 옥상녹화 하는 것으로 계획하였다.

그러나 열부하 측면에서만 고려한다면 외피 단열을 상당부분 보강하는 것으로 제시되었기 때문에 외피의 저감도와 비교할 때 옥상녹화로 인한 열손실 저감정도는 그다지 크지 않다고 할 수 있다. 그러나 옥상녹화는 시각적으로 그린빌딩의 상징적 효과가 크고 또한 도심에 작은 생태계를 조성한다는 측면에서는 상당히 의미 있다고 할 수 있다.

외부공간에서의 녹화는 기본 공원을 생태공원으로 조성하여 교육 및 휴식의 장소로

제공되도록 하고 청사 남측과 주차빌딩 사이에 비오톱을 조성하여 신선하고 시원한 바람의 흐름을 실내로 유도될 수 있도록 조성하는 계획을 제시하였다(그림16).

5. 결 론

건축 계획적 수법에서는 가장 열손실이 많았던 외피에 대한 단열효과를 높이는 방안과 아울러 업무공간의 확장 및 단열효과를 더욱 높이기 위해 제1청사의 남측과 북측 피로티 공간을 아트리움화(Double Skin 개념)로 조성하는 방안을 제시하였다

특히 아트리움화는 업무공간의 효율성을 갖기 위한 공간 확보뿐만 아니라 냉난방에너지 절약측면에서 효과가 큰 것으로 예측되었다. 즉 설정한 기준모델에 대하여 적용된 각 요소기술에 대한 시뮬레이션 분석을 실시한 결과 이중외피를 적용하여 8.6%의 절감효과가 예측되어 이중외피의 수법이 가장 효과적임을 알 수 있었다. 또한 Low-e 유리 및 이중외피 적용시 냉난방에너지 절감효과에 있는 것으로 예측되었는데, 특히 이중외피의 중공층을 통한 신선한 외기의 환기방법, 차양설치를 통해 일사 유입 차단방법은 냉방에너지에서도 절감효과를 극대화시킬 수 있음을 알 수 있었다. 또한 환기시에는 저녁에 야간 환기를 통해 초기 예열 부하를 떨어뜨림으로서 더욱 적극적인 냉방에너지 절감 효과의 가능성을 알 수 있었다.

또한 차양의 도입은 에너지사용의 효율성을 담보할수 있는 측면뿐만 아니라 리노베이션에서 요구되는 건축디자인과 밀접한 관련성을 갖는 것이어서 적용수법으로 유리하다고 생각된다.

아울러 외벽 단열재 두께의 증가와 옥상녹화의 수법은 에너지 절약측면에서 유리함을 알 수 있었다.

식생계획부분에서는 옥상녹화만으로도 충분한 단열효과가 있는 것으로 열손실 계산에



그림 16. 식생계획 이미지

서 파악되었다.

따라서 예산사용상의 문제와 투자비용에 대한 효과문제는 있겠으나 본 연구에서 검토하여 제시하였던 그린 빌딩화 수법을 다양하게 적용한다면 상당부분 에너지 절감효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 무엇보다 리모델링을 통한 그린 빌딩화는 제1청사의 에너지 효율성을 높일 수 있는 측면뿐만 아니라 그린 빌딩을 선도하는 공공기관으로서의 상징적인 측면에서 볼 때 그 의미가 크다고 할 수 있다.

아울러 본 연구에서는 제1청사의 열에너지 손실 현황파악에 있어서 실내발열조건과 우리의 일사유입조건 등을 포함한 정확한 실험 분석까지는 포함되지 않고 열손실부분과 열손실량에 대한 간이계산에 머문 한계가 있었다. 차후 이 부분에 대한 정확한 분석이 추가되어야 할 것으로 생각된다.

Chart for Passive Solar Design, 5th. NPSC, AS/ISES, Univ. of Delaware, Newark, 1980

8. ASHRAE, ASHRAE Handbook 1993 Fundamentals, ASHRAE, 1993
9. Givoni, Baruch, Climate Considerations in Building and Urban Design, Van Nostrand Reinhold, 1998
10. Givoni, Baruch, Man, Climate and Architecture 2nd. Edition, Van Nostrand Reinhold, 1981
11. Group WX-4, DOE-2 Reference Manual Part 2 Version 2.1, U.S. Department of Energy, 1980
12. Klaus Daniels, The Technology of Ecological Building, Birkhauser, 1997

참 고 문 헌

1. 공기조화냉동공학회, 건물의 공조부하계산용 표준 전산프로그램 개발 및 기상자료의 표준화 연구에 관한 최종보고서, 통상산업부, 1996
2. 김광우 외, 건축환경계획론, 태림문화사, 1996
3. 송승영, 정종민, 자연형 건축설계를 위한 국내 주요도시의 기후특성 분석, 대한건축학회논문집(계획계), 17권 12호, 2001.12.
4. 에너지경제연구원, 에너지통계월보, 12권 11호, 에너지경제연구원, 1996.11.
5. 에너지관리공단, 월간 에너지소비통계, 에너지관리공단, 1996. 12.
6. 이경희, 건축환경계획, 문운당, 1994.
7. Arens, E.A. et al., A New Bioclimatic