

## 기존 노후건축물의 최적 리모델링 개선안 연구

김대원\* · 정광섭\*\* · 김영일\*\* · 남아리새\*\*\* · 오세민\*\*\*\*

\*서울과학기술대학교 에너지환경대학원, \*\*서울과학기술대학교, \*\*\*파슨스 브링크 호프, \*\*\*\*한국시설안전공단  
(2014년 2월 25일 접수, 2014년 6월 9일 수정, 2014년 6월 13일 채택)

### Analysis on Energy Demand Resulting From the Change in Window Area & Installation of Interior Exterior Blinds

Dae-Won Kim\*, Kwang-Seop Chung\*\*, Young-Il Kim\*\*, Nam Ariasae\*\*\*, Oh Se Min\*\*\*\*

\*Graduate School of Energy Environment, Seoul National University of Science and Technology,

\*\*Seoul National University of Science and Technology,

\*\*\*Parsons Brinckerhoff Co., Ltd, \*\*\*\*Korea Infrastructure safety corporation.

(Received 28 February 2014, Revised 9 June 2014, Accepted 13 June 2014)

#### 요약

에너지손실을 분석해 보면 열전달에 의한 손실과 공기유동에 의한 손실로 구분할 수 있다. 열전달은 외벽, 지붕, 바닥의 열관류율에 의한 손실로 기존건축물의 가장 취약한 부분의 한 요소이다. 이런 손실을 방지 하려면 창을 포함한 외벽 전체의 평균 열관류율을 지역 기준값 이상으로 올리고 창의 기밀성을 확보함에 따라 방지 할 수 있다. 노후건축물의 가장 취약한 부분이 외벽과 창호이지만 출입문을 통한 침기량은 연돌효과에 의해 층계단을 타고 올라감과 동시에 각층의 공기를 흡입하여 더큰 유동을 일으켜 층의 단열성 까지 취약하게 만드는 구조로 되어 있다. 현장 조사를 통한 진단과 에너지 개선처방이 제시될 때 반드시 건물전체에 대한 진단과 각층 부분에 대한 개선안이 함께 제출되어 단순히 창 교체만 하면 에너지절감을 이룰 수 있다는 착각에서 벗어나야 할 것이다.

주요어 : 기존건축물, 에너지손실, 열전달, 공기유동, 평균 열관류율, 연돌효과, 건물전체, 에너지진단, 에너지 개선처방

Abstract - The energy loss can be divided into the loss caused by heat transfer and the loss caused by air flow. Heat transfer is the loss resulting from the heat transmittance of external wall, roof, and floor, and represents one of the most vulnerable elements of existing buildings. To prevent such loss, it is necessary to increase the mean heat transmittance of entire external wall, including the window, to a level above the standard regional value and ensure the air-tightness of window. The old buildings have the structure which is prone to the loss of greater air flow due to the air infiltration through the exit/entrance door upward along the stairway by the stack effect and simultaneous suction of air from each floor, and becomes even vulnerable to the loss of heat insulation for each floor, although the external wall and windows are the most vulnerable parts. The improvement plans for each floor need to be submitted in tandem with the diagnosis of whole building, regarding the diagnosis plan and energy improvement measures based on the survey of site, rather than adhering to the misconception that the replacement of window alone will result in energy-savings.

**Key words** : Existing buildings, energy loss, heat transfer, air flow, mean heat transmittance, stack effect, whole building, energy diagnosis, energy improvement plan

†To whom corresponding should be addressed.  
Graduate School of Energy and Environment, Seoul National  
University of Science and Technology, Seoul 139-743, Korea  
Tel : 010-7355-4522 E-mail : alli6044@naver.com

#### 1. 서 론

노후건축물에 대한 개선은 건물주면 누구나 원할

것이다. 그런데 어느 부분이든 손만 대면 수천만원이 소요되는 현실은 건축주의 모든 개선여지를 무너 뜨리고 만다. 기존건축물을 조사 하다보면 에너지성능 개선점도 있지만 운영과 사용자 간의 에너지절약에 대한 인식전환이 필요하다는 생각이 든다. 에너지를 아무리 많이 사용해도 에너지절약에 대한 기본을 지키지 않으면 에너지 사용은 무의미 해지기 때문이다.

에너지소비는 유동하는 침기량에 비례하여 증가하며, 에너지 유동은 내부의 유동이 아니라 외부에서 내부로 다시 내부에서 외부로의 유동에 의한 손실이 발생되고 있다는 것이다. 노후건물에서 열전달에 의한 손실도 크지만 공기유동에 의한 손실이 큰 비중을 차지함을 인식해야 할 것이다.

에너지절약 절약 하면서도 처방방법에 대해서는 여러 가지 의견이 분분하다. 건축물의 사업승인일과 에너지기준, 적용공법, 감리수준, 시공수준등은 마감에 영향을 미칠 수밖에 없으며 건물 사용자의 사용실태 및 상황에 따라서 전문가의 종합분석의 결과에 따라 개선처방이 요구되고 있다.

## 2. 연구방법

본 연구는 기존건축물의 노후도에 따른 에너지소비증가와 외벽에 의한 침기에 의한 재실자의 쾌적성 저하로 에너지 성능을 개선 하고자 할 때 여러가지 개선 방법이 있지만 어떤 개선책으로 에너지를 절감

할 것인가가 문제가 될 것이다.

건물을 조사하다 보면 노후건축물의 가장 취약한 부분인 창과 외벽에 관심이 집중 되지만 출입문 계단실을 통한 열돌효과가 건물전체와 층의 기밀성을 더 저해 시키는 것으로 나타나 층별 경계에 대한 기밀성이 에너지에 중요한 요소로 작용하고 있다.

본 연구는 에너지조사, 진단과 개선처방을 제시 하면서 대안과 비교분석, 회수기간을 고려한 최적의 개선 방법을 제시 하고자 한다.

### 2.1. 사전조사

#### 2.1.1 장비현황

조사건물에 적용된 주요장비 현황을 살펴보면 급탕과 공조기 가습용으로 관류보일러 800 kg/h가 적용되었으며 난방은 지역난방, 냉방은 흡수식 냉동기 2대 240, 400 USRT가 각각 적용 되었다. 공조방식은 수공기방식으로 적용 되었으며 창의 Cold Draft 방지를 위하여 FCU를 설치를 하였다. 내부존은 쾌적성과 환기를 위하여 AHU를 적용하여 거주공간의 쾌적성을 기하고 중간기 외기냉방을 가능 하도록 하였다.

#### 2.1.2 에너지사용량

실제 조사건물의 월별 에너지 사용량은 Fig 1과 같다. 연간 에너지사용량은 약 1,007,568 kW 이며 준공한지 19년 4개월이 된건물이라 건물외피의 단열 성능이 취약하여 난방 에너지 사용량이 상당히 높은

**Table 1.** Current status of major equipment

Equipment	Quantity	Purpose	Volume	Remarks
Boiler	1	공조기 가습	800 kg/h	도시가스
Freezer	1	냉방용	240 USRT	중온수
	1	냉방용	400 USRT	
C. Tower	1	냉방용	780 USRT	
	1	냉방용	1250 USRT	
Heat Exchanger	2	난방용	480 kW	지역난방
	1	급탕용	350 kW	
FCU	272	냉·난방 실내기	9 LPM	바닥상치형
	46	냉·난방 실내기	12 LPM	바닥상치형
	30	냉·난방 실내기	9 LPM	천정카세트형
A.H.U	1	냉·난방용	975 CMM	수평형
	1	냉·난방용	450 CMM	
Steam Humidify	1	가습용(AHU-4)	0.35 kg/cm <sup>2</sup> g	전자제어식
Water Tank	1	정수용	220 ton	SUS
Water Pump	2	정수용	435 LPM	부스타
Circulating Cold Pump	2	순환펌프	2,420 LPM x 22kW	라인형
Water Circulation Pump	2	순환펌프	5,235 LPM x 37kW	양흡입
Hot Water Pump	2	순환펌프	700 LPM x 7.5kW	라인형

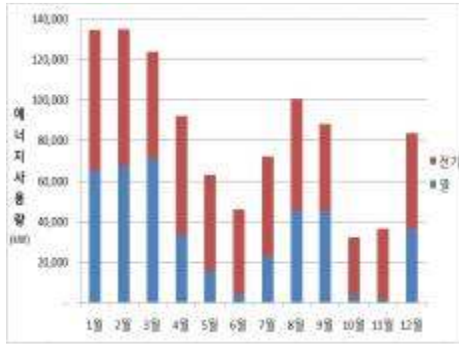


Fig. 1. Analysis of monthly energy consumption

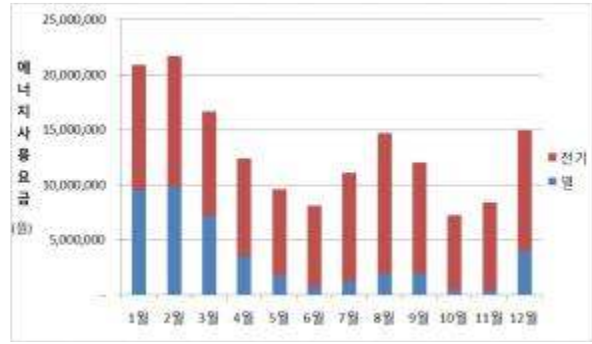


Fig. 2. Analysis of monthly energy bill



Fig. 3. View of external wall of building



Fig. 4. View of the window installation

것으로 분석 되었다. 겨울철(1월, 2월, 12월) 에너지 사용량이 352,999 kW로 연간에너지 사용량의 약 35%를 차지하고 있는 것으로 확인 되었으며, 이에 따라 Fig 2에서 에너지 사용 비용도 겨울철에 특히 많은 것으로 나타났다.

### 2.1.3 현장조사와 진단

#### 2.1.3.1 육안검사

현재 본관 건물 창호는 일반 복층유리와 알루미늄 창틀로 구성되어 있으며, 사업승인당시 일반적인 성능으로 설치되었다고 본다면 19년 4개월동안 사용한 것으로 노후화가 진행된 것으로 조사되었다. 기밀성이 거주공간의 쾌적성이 저하 되었으며 겨울철 침기에 의한 열손실이 상당히 큰 것으로 분석 되었다. 또한, 유리와 창틀의 변색, 외벽의 노후화로 인해 시각적으로 좋지 않은 상태였다.

Fig 3은 건물외벽 전경을 나타내고 있는데 창면적비는 17.13%로 비교적 높지 않았으며, Fig 4의 창호는 일반복층유리 16mm(5mm 단창 - 6mm air - 5mm 단창)로 구성되어 있으며 창 노후화로 인해 기

밀성능이 매우 떨어져 재실자의 쾌적성을 해치는 요인으로 분석 되었다.

#### 2.1.3.2 열화상 조사

본관 건물의 외피 부분을 열화상카메라로 분석한 결과 전체적으로 창호의 노후화로 인한 성능이 현저히 떨어져 있는 상태로 확인되었다. 또한, 건물이 약 19년 4개월이 경과 되어 창호의 단열성은 거의 없다고 봐도 무방하며 이로인해 겨울철 난방 에너지 사용량은 증대되며 실내 쾌적도가 매우 불량한 상태로 파악 되었다.

이에 건물에너지 사용량을 줄일수 있는 리모델링 방안이 고려되어야 된다고 판단되며 창호 기밀성 개선이 시급한 상황으로 분석 되었다.

Fig 5는 전면 벽체부분 열화상 카메라 분석으로 외벽보다 창호와 창틀주변에서 열이 많이 전달되고 있음을 나타내고 있으며, 유리창 부분인 스팟 3에서 온도가 11℃, 벽체부분인 스팟 4에서 -4.9℃로 나타나고 있어 열손실이 대부분 창에서 이루어 지고 있음을 알 수 있음을 나타내고 있다.

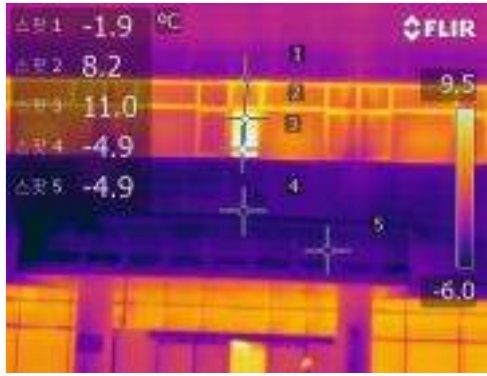


Fig. 5. Thermal imaging analysis of frontal wall part



Fig. 6. Thermal imaging analysis of frontal entrance/exit

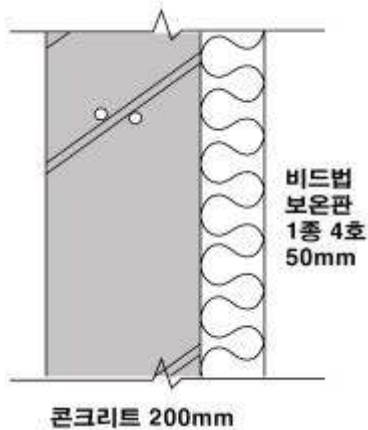


Fig. 7. Heat insulation performance of wall

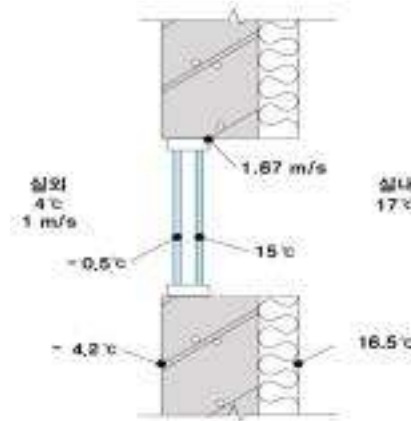


Fig. 8. Air infiltration measurement and temperature distribution of wall

Fig 6는 정문 출입구 열화상 분석으로 유리 부분인 스팟 3에서 0.6°C, 상부외벽 부분인 스팟 1에서 -4.1°C로 나타나고 있어, 대부분의 열손실이 유리창과 창틀을 통해 이루어지고 있음을 나타내고 있다.

해야 하는 것으로 분석 되었다.

따라서, 에너지절감과 재실자의 쾌적성을 위한 창호의 열관류율값과 기밀성, 벽체의 단열성능 개선이 시급한 것으로 분석 되었다.

### 3. 분석결과 및 고찰

#### 3.1 외피 상세 분석

##### 3.1.1 외피구조 분석

외벽면적에 대한 창호면적이 약 17.13%이며 창호의 열관류율값은 4 W/m<sup>2</sup>·K로 외벽의 열관류율값 (0.694 W/m<sup>2</sup>·K)에 비해 높아 전체 열손실이 대부분 창호를 통해 이루어지고 있다. 벽체의 단열성능(비드법 보온관 1종 4호) 또한 현재의 법적인 기준 (0.270 W/m<sup>2</sup>·K)이 미달되며 열화상카메라 분석에도 언급했듯이 외피를 통한 열손실이 매우 큰 상태이다.

Fig 7은 사업승인 당시 벽체의 형별상세로 열관류율은 0.694 W/m<sup>2</sup>·K로 현재 중부지방 외벽의 기준은 0.27 W/m<sup>2</sup>·K이하임을 고려할때 약 2.57배 강화를

#### 3.1.2 창호 분석

조사건물은 시간변화에 따른 건축재료의 노화로 기밀성이 현저히 떨어진 상태이다. 특히 창모서리 부분 풍속이 1.67 m/sec로 높은 상태이며 침기에 의한 에너지 손실과 재실자의 쾌적성이 저하된 상황이다. 이로인해 연간 에너지 사용량, 특히 겨울철 난방 에너지 사용량이 증대 되었으며 사실상 외피의 기능을 발휘하지 못하고 있다고 판단된다.

Fig 8은 실내외 온도분포와 창호를 통한 풍속을 측정 한 것으로 창호의 열관류율이 4.0 W/m<sup>2</sup>·K임을 감안 하면 현재 중부지방 창호 기준이 1.5 W/m<sup>2</sup>·K로 기준에 미치지 못하고 있으며, 기밀성은 등의 등급에서 1 등급 수준으로 개선이 필요한 실정이다. 전체적으로 외피(창호+벽체)와 외부와의 온도편차가 심하며 이로

인해 열손실이 크게 나타나고 있다. 창모서리 풍량이 1.67 m/sec로 측정되었으며 일반적인 창호보다 높은 상태로 침기에 의한 열손실과 재실자의 쾌적성이 떨어지는 것으로 분석 되었다.

### 3.2 개선전 시뮬레이션 분석

#### 3.2.1 입력요소 및 분석개요

설계도서를 검토하여 조사 건물의 에너지소요량을 ECO-2 프로그램으로 시뮬레이션하여 1차에너지 소요량을 분석 하였다.

주요 입력요소를 살펴보면 건축부분에서 외벽, 지붕, 바닥의 형별성능과 창호의 열관류율을 입력하고 기계부분에서는 주요 장비의 열원, 설비를 각 존마다 적용 하였다. 용도 프로파일에서는 각 용도별 선택과 사용시간, 실내온도 조건을 결정하였다.

표 2에서 나타낸바와 같이 단위면적당 연간 1차 에너지 소요량을 평가한 결과 402.8 kWh/m<sup>2</sup>로 분석되었다. 이는 비주거 건축물에너지효율등급 인증등급 기준에 따르면 표 3과 같이 4등급에 해당하는 것으로 분석 되었다.

현재 본관 건물은 준공된지 약 19년 4개월이 경과

되었으며 시간에 따른 단열재 및 창호성능의 노후화에 따른 손실률을 고려하면 현재 계산된 결과값 보다 더 낮아질 것으로 예측 되었다.

Fig 9 월별 냉방 에너지 소요량을 나타내고 있으며 여름철 보다 겨울에 난방 에너지요구량이 큰 것으로 분석 되었다. 여름철 냉방 에너지요구량이 적은 것은 공공기관이라 정부에너지정책에 따른 온도제어와 사용시간 제한에 따른 것으로 분석 되었다.

Fig 10 연간 1차에너지 소요량을 나타낸 것으로 402.8 kWh/m<sup>2</sup> 로 나타내고 있다.

### 3.3 대안별 비교분석

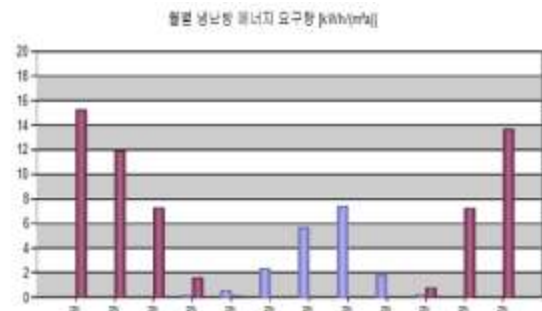
표 4는 개선방법으로 3가지로 구분하여 리모델링 전,후 에너지 절감율을 비교 분석 하고자 한다. 대안 1은 현재 설치된 창호에 22mm 일반복층유리를 덧댐과 블라인드 시공으로서 창호의 성능향상과 침기율을 최소화 하고자 한다. 대안 2는 현재 창호 외부에 차양을 설치하고, 대안 3은 22mm 일반복층유리 덧창 시공과 블라인드 시공 그리고 단열재를 보강하고자 한다. 이렇게 총 3가지의 리모델링 대안을 ECO-2 시

**Table 2.** Annual energy demand and consumption (Unit: kWh/m<sup>2</sup>)

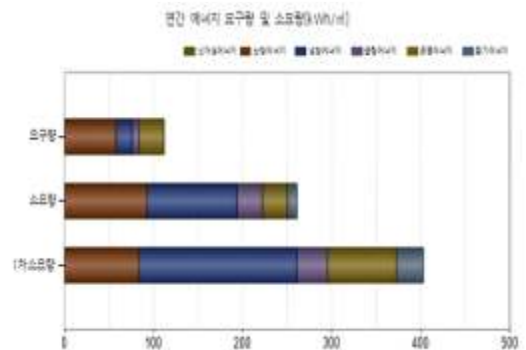
구 분	리모델링 전		
	연간 에너지 요구량	연간 에너지 소요량	연간 1차 에너지 소요량
난 방	57.8	92.1	82.9
냉 방	18.1	101.4	177.9
급 탕	7.8	28.6	34.8
조 명	28.0	28.0	77.0
환 기	0.0	11.0	30.2
합 계	111.7	261.1	402.8

**Table 3.** Energy efficiency rating certification grade standards for office buildings (Unit: kWh/m<sup>2</sup>)

구분	업무용 건축물
	연간 단위면적당 1차 에너지 소요량 (kWh/m <sup>2</sup> .년 )
1+++	80 미만
1++	80 이상 140미만
1+	140 이상 200미만
1	200 이상 260 미만
2	260 이상 320 미만
3	320 이상 380 미만
4	380 이상 450 미만
5	450 이상 520 미만
6	520 이상 610 미만
7	610 이상 700 미만



**Fig. 9.** Monthly energy consumption for cooling and heating



**Fig. 10.** Annual primary energy consumption

**Table 4.** Plan based on the improvement method

구 분	내 용		
	대안 1	대안 2	대안 3
고기밀성 덧창 및 블라인드 시공	●		●
외부 차양 설치		●	
외벽 단열 향상			●
침기율 최소화	●		●

플레이션을 통해 분석 하였다.

3.3.1 고기밀성 덧창 및 블라인드 일체식 시공(대안 1)

Fig 11,12는 창호 대안 1의 개선전,후를 나타내고 있다. 기존 창호에 덧창을 시공하여 단열보완과 기밀성을 향상 하였으며, 이중창 사이 블라인드를 적용하여 여름엔 차단하고 겨울엔 햇빛을 받아들여 냉·난방 약 22.32%의 에너지 절감을 꾀하였다.

표 5는 대안 1의 설치비용을 분석한 것으로 적용 금액은 업체의 견적금액을 적용 하였다. 표에서 나타낸바와 같이 고기밀덧창은 전체창 부분에 적용하였고 블라인드는 1~4층 남측준만 적용 하였다. 공사기간은 약 4주가 소요되며 공사금액은 약 1억5천이 소요 되는 것으로 나타났다.

표 6은 투자비용에 따른 회수연한을 나타낸 것으

**Table 5.** Plan 1 installation cost

층별	기준면적 단위 (m <sup>2</sup> )	설치비용 (노무비 포함)			부대비용 VAT	소계
		고기밀성 덧창 및 블라인드 시공 단가	고기밀성 덧창 시공 단가	경비 및 잡비 단가		
		239,000	187,000	10,148,957		
1층	102.60	24,682,482	-	-	-	대안 1 공사비 소계
	69.48	-	13,506,912			
2층	107.19	25,786,699	-	-	-	
	37.44	-	7,278,336			
3층	104.04	25,028,903	-	-	-	
	37.44	-	7,278,336			
4층	66.60	16,021,962	-	-	-	
	37.44	-	7,278,336			
합계	654.87	91,520,045	35,341,920	10,148,957	13,701,092	150,712,015

**Table 6.** Plan 1 investment cost recovery year forecast

구 분	리모델링 전	대안 1
연간 에너지 사용비용 (원) (연간 절감비용)	157,916,064 (-)	135,097,193 (22,818,871)
투자비용 (원)	-	150,712,015
회수연한 (년)	-	6.6 년 (=150,712,015/22,818,871)

로 투입비용 150,712,015원에 개선전,후 시뮬레이션 결과에 따른 에너지절감 비용산출 22,818,871원을 적용하니 회수연한이 6.6년으로 분석 되었다. 표 7은 리모델링 전후 ECO-2 1차에너지 소요량을 분석한 것으로 402.8 → 344.6으로 약 58.2 kWh/m<sup>2</sup> 로 절감 되는 것으로 분석 되었다.

3.3.2 외부 일사 조절장치 적용(대안 2)

Fig 13,14는 대안 2로 외부 일사조절장치의 개선 전,후를 나타내고 있다. 현재 설치된 창호에 외부 일사를 조절할 수 있는 차양장치를 설치하여 건물 에너지 절감을 꾀하고자 하였다. 햇빛이 강한 여름과 겨울에 일사를 조절하여 냉·난방 부분에서 약 9.85%의 에너지가 절감되는 것으로 분석 되었다.

표 8은 대안 2의 설치비용을 분석한 것으로 외부 일사조절장치를 1~4층 까지 창문의 면적에 따라 3~4m<sup>2</sup>, 6m<sup>2</sup>을 구분하여 설치를 하였다. 외부에서 공사가 진행되므로 업무의 피해가 전혀 없다는 것이 장점으로 분석 되었다. 공사기간은 약 2주 공사금액은 2천만원이 투입되는 것으로 분석 되었다.

표 9는 투자비용에 따른 회수연한을 나타낸 것으로 투입비용 20,000,000원에 개선전,후 시뮬레이션 결과에 따른 에너지절감 비용산출 10,043,462원을 적용하니 회수연한이 2.0년으로 분석 되었다. 표 10은

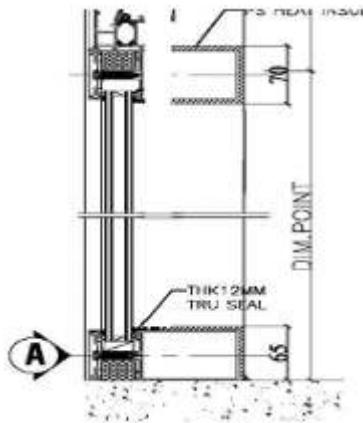


Fig. 11. View before the installation of ordinary double glazing window

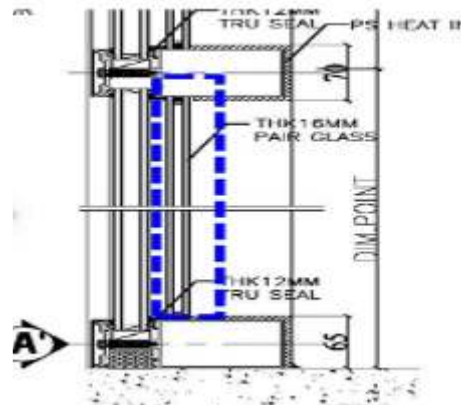


Fig. 12. Ordinary + high airtight dual glazing window + blind



Fig. 13. View before the installation of solar control system



Fig. 14. View after the installation of solar control system

Table 7. Analysis of primary energy consumption per year

(Unit: kWh/m<sup>2</sup>)

구 분	리모델링 전	리모델링 후
난 방	82.9	54.6
냉 방	177.9	148.0
급 탕	34.8	34.8
조 명	77.0	77.0
환 기	30.2	30.2
합 계	402.8	344.6

리모델링 전후 ECO-2 1차에너지 소요량을 분석한 것으로 402.8 → 377.2으로 약 25.6kWh/m<sup>2</sup> 로 절감 되는 것으로 분석 되었다.

### 3.3.3 고기밀성 덧창 및 블라인드 시공 + 외벽 단열 향상(대안 3)

Fig 15, 16은 대안 3으로 현재 설치된 창호에 고기밀성 창호의 덧창 시공과 남측 블라인드설치, 외벽

단열재를 추가설치하여 에너지절감 분석을 하였다. 고기밀성 덧창시공, 내부단열공사를 수행함에 따른 공사기간이 3개월이상 소요되고 야간작업 주말 작업을 유도 하더라도 업무에 영향을 미칠 수밖에 없는 환경이 문제로 분석 되었다.

표 11은 대안 3의 설치비용을 분석한 것으로 고기밀성 덧창 및 블라인드 시공은 대안1과 동일하며 여기에 외벽 단열재 시공비용 99,593,270원이 추가되어 총 투입비용 250,305,285원이 소요되는 것으로 나타났다.

표 12는 투자비용에 따른 회수연한을 나타낸 것으로 투입비용 250,305,285원에 개선전,후 시뮬레이션 결과에 따른 에너지절감 비용산출 32,120,127원을 적용하니 회수연한이 7.8년으로 분석 되었다. 표 13은 리모델링 전후 ECO-2 1차에너지 소요량을 분석한 것으로 402.8 → 320.9으로 약 81.9kWh/m<sup>2</sup> 로 절감 되는 것으로 분석 되었다.

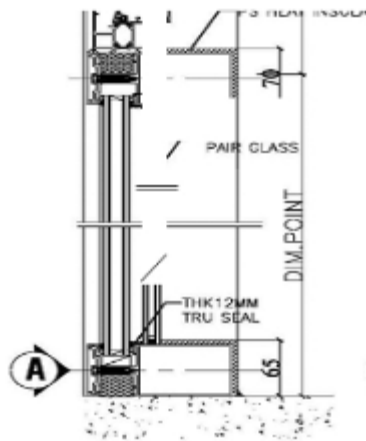
**Table 8.** Plan 2 installation cost

(단위: 원)

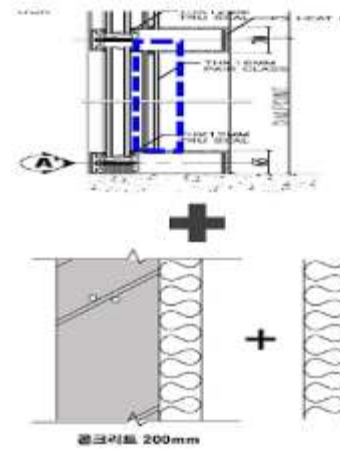
층별	기준면적 단위 (개)	설치비용 (노무비 포함)		부대비용 (단위: 원)	소계 (단위: 원)
		(단위: 원)	(단위: 원)		
		(단위: 원)	(단위: 원)		
		(단위: 원)	(단위: 원)		
1층	1	1,200,000	-	-	-
	2	-	1,800,000		
2층	3	3,600,000	-	-	-
	1	-	900,000		
3층	3	3,600,000	-	-	-
	1	-	900,000		
4층	3	3,600,000	-	-	-
	1	-	900,000		
합계	15	12,000,000	4,500,000	3,500,000	20,000,000

**Table 9.** Plan 2 investment cost recovery year forecast

구 분	리모델링 전	대안 1
연간 에너지 사용비용 (원)	157,916,064	147,872,602
(연간 절감비용)	(-)	(10,043,462)
투자비용 (원)	-	20,000,000
회수연한 (년)	-	2.0 년 (=20,000,000/10,043,462)



**Fig. 15.** Ordinary double glazing window before the improvement



**Fig. 16.** View of window and external wall after improvement

**Table 10.** Analysis of primary energy consumption per year

(Unit: kWh/m<sup>2</sup>)

구 분	리모델링 전	리모델링 후
난 방	82.9	59.1
냉 방	177.9	176.0
급 탕	34.8	34.8
조 명	77.0	77.0
환 기	30.2	30.2
합 계	402.8	377.2

#### 4. 결 론

저비용 고효율 건축물로의 변화는 시대의 요구사항이다. 이런 요구의 대응은 제도의 개선도 중요하지만 건축주가 마음만 먹으면 부담없이 에너지성능을 개선할수 있는 사회적 환경이 되어야 할 것이다. 건축주가 개선에 대한 부담과 개선방법을 몰라 시행을 못한다면 제도시행의 의미는 찾기 어려울 것이다.

건물 조사결과보고서에 따라 대안 1안인 고기밀성



Table 11. Plan 3 installation cost

(단위: 원)

층별	기준 면적 (m <sup>2</sup> )	설치비용 (노무비 포함)			부대비용	소계	
		고기밀성 덧창 및 블라인드 시공	고기밀성 덧창 시공	경비 및 잡비			
		단가	단가	단가			
		239,000	187,000	10,148,957	76,725	13,701,092	
1층	102.60	24,682,482	-	-	-	-	대안 1 공사비 소계
	69.48	-	13,506,912				
2층	107.19	25,786,699	-	-	-	-	
	37.44	-	7,278,336				
3층	104.04	25,028,903	-	-	-	-	
	37.44	-	7,278,336				
4층	66.60	16,021,962	-	-	-	-	
	37.44	-	7,278,336				
합계	654.87	91,520,045	35,341,920	10,148,957	99,593,270	13,701,092	250,305,285

※ 견적조건: ① 화장실 및 4층 회의실 제외  
② 전면과 측면 (블라인드 적용), 후면 (블라인드 미적용)

Table 12. Plan 3 investment cost recovery year forecast

구 분	리모델링 전	대안 1
연간 에너지 사용비용 (원)	157,916,064	125,795,937
(연간 절감비용)	(-)	(32,120,127)
투자비용 (원)	-	250,305,285
회수연한 (년)	-	7.8 년 (=250,305,285/32,120,127)

Table 13. Analysis of primary energy consumption per year

(Unit: kWh/m<sup>2</sup>)

구 분	리모델링 전	리모델링 후
난 방	82.9	51.2
냉 방	177.9	127.7
급 탕	34.8	34.8
조 명	77.0	77.0
환 기	30.2	30.2
합 계	402.8	320.9

덧창 및 블라인드 일체식으로 시공하는 것으로 하였다. 기밀과 창호의 효율성을 현기준 이상으로 개선함에도 불구하고 적절한 공사금액(150,712,015원)과 공사기간 주말 4주에 따른 업무 공백이 없다는 것이 큰 장점 이었다. 리모델링 전후 ECO-2 1차에너지 소요량 402.8 → 344.6으로 약 58.2 kWh/m<sup>2</sup> 로 절감과 회수연한 6.6년으로 분석되어 사용자의 생각에 합당한 것으로 판단 되었다.

기존건축물의 에너지절약 및 개선방법으로 크게 2 가지로 제시되고 있다. 첫째 단열성능 개선이다. 19년 4개월 전에 지어진 건물로 적용된 외벽열관류율 (0.67 W/m<sup>2</sup>k)은 2014년 1월 현재 중부지방기준

(0.27 W/m<sup>2</sup>k)의 2.57배 정도로 단열을 강화해야 하며 창호의 경우도 4.0 W/m<sup>2</sup>k에서 1.5 W/m<sup>2</sup>k로 기밀성은 동의등급에서 1등급으로 개선이 요구되고 있다. 외벽은 구조와 창호로 구성되는데 가장 취약한 부분으로 열전달이 일어난다고 가정한다면 창호의 개선이 시급한 것으로 판단된다.

둘째로 각층의 기밀성능 확보로 공기유동을 줄이는 것이다. 창호의 단열 성능외에 중요한 것이 기밀부분이다. 노후건축물 지속사용에 따른 창호의 변형, 쉘소손, 잦은 이사에 따른 문틀소손 등으로 기밀이 아주 취약한 것으로 나타났다. 공기유동 측면에서도 출입문은 2중 방풍구조가 되어 있음에도 불구하고 기밀이 취약한 것으로 나타났다. 출입문의 정밀성이 매우 낮아 문을 닫았음에도 불구하고 틈이 1.5cm 이상 되는 것으로 나타나 출입문의 기밀성을 언급하는 자체가 의미가 없을 정도로 분석 되었다. 출입문을 통한 침기량은 연돌효과에 의해 층 계단을 타고 올라감과 동시에 각층의 공기를 흡입하여 더큰 유동을 일으켜 층의 단열성까지 취약하게 하는 구조로 나타났다.

성능개선 주안점은 단열개선과 공기의 유동을 최소로 할수 있는 개선이 되어야 할 것이다. 단열성능

은 최소 현기준에 의한 단열개선이 필요하며 공기의 유동을 최소화 할수 있는 출입문의 정밀 시공과 창하부 쉘의 부착으로 기밀성을 확보하고 계단실의 문과 각층의 문을 폐쇄함과 동시에 적절한 구획을 함으로서 공기의 유동을 최소화 하는 건물운영이 중요한 것으로 분석 되었다. 이는 에너지 담당자만 하는 것이 아니라 건물재실자의 에너지절감에 대한 인식전환 행위가 필요한 것으로 분석 되었다.

## References

1. Shin Hyun Kook, Jo Jac Hun, Comparison of Test Conditions of the Fan Pressurization Method in measuring the Building Airtightness, Architectural institute Of Korea Vol 27 2011.8 279-286(8Page)
2. Kim, D.W., Kim, Y.I., Chung, K.S. (2013), A Study on the Suitability of Insulation Thickness Specified in Energy Conservation Plan & Variation in the Building Energy Demand, Journal of Energy Engineering Vol. 22, No 4, pp. 1-72013
3. Joe, Min Jee, Song, Seung Yeong, Lim, Jae Han (2012), A Study on the Air-tightness Criteria and Performance Improvement Methods of Domestic Curtain-wall Systems, Architectural institute Of Korea Vol. 28, No 3, pp. 251-260
4. Hong, S.J., Kim, S.U. (2001), Analysis of Energy Efficiency for Applied Techniques of Zero Energy House, Proceeding of Winter Annual Conference of the Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineers of Korea (SAREK), pp. 513-516.
5. Jung, S.M., Kim, I.H., Choi, S.W. (2011), A Case Study on the Design principle and Construction Technology applied in Passive House for Korean-type Plus Energy House, Proceeding of Spring Annual Conference of the Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems (KIAEBS), pp. 191-195.