

[논문] 한국태양에너지학회 논문집
Journal of the Korean Solar Energy Society
Vol. 23, No. 4, 2003

친환경주거단지를 위한 에너지 성능개선에 관한 연구

박진철*, 김기훈**, 송국섭***, 이현우****

*: 경민대학 건축과**
중앙대학교 건축공학과 대학원
***: 부천대학 건축과
****: 광운대학교 건축공학과

A Study on the Energy Performance Renovation for the Sustainable the Residential Houses

Park, Jin-Chul*, Kim, Ki-Hoon**, Song, Gook-Sup***, Lee, Hyun-Woo****

*: Dept of Archi, Kyungmin College(jcpark@kyungmin.ac.kr)
**: Dept of graduate Architectural Engineering, Chung-Ang Univ.
***: Dept of Archi, Bucheon College
****: Dept of Archi, Kwangwoon Univ.

Abstract

In planning a building retrofit, energy conservation, thermal comfort and economic benefits should be considered. In this study, retrofit effects of exterior insulating method on preventing condensation, saving energy were analyzed through the heat transfer simulation, energy simulation in the apartment house retrofitted by exterior insulating method cheaper than other retrofit methods.

The results of this study show that the retrofit using exterior insulating method can prevent the condensation at the corner walls and save about 20% of annual heating load. The LCC analysis revealed to be effective to select a dryvit system for a building retrofit.

Keywords : 성능개선(Retrofit), 외단열, 결로(Exterior Insulation), 전열해석(Condensation), 에너지 시뮬레이션(Heat Transfer Simulation), 경제성분석(Energy Simulation, LCC(Life Cycle Cost))

1. 서론

국내의 경우 1980년대 이후 정책적으로 공동주

택의 공급이 급속히 증가되어 왔으며, 건물경년 경과에 따라 노후된 건물들이 나타나고 있어 성능개선에 대한 필요성이 점차로 증대되고 있다.

한편, 건물 노후화에 따른 성능개선은 건물의 에너지절약측면, 거주자의 쾌적성측면 및 경제적

이 논문은 2002년도 광운대학교 교내학술연구비지원에 의하여 연구되었음

측면을 종합적으로 고려하여 계획하는 것이 바람직하며, 국내에서도 이러한 노력이 건물 개보수 시장에서 서서히 전개되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 성능개선방법으로 기존 건물에 간단히 적용가능한 외피단열기법 등을 대상으로 에너지소비량을 비교분석함으로써 단열공법에 따른 성능개선효과를 종합적으로 분석하고자 한다. 이와같은 연구는 21C 건물의 에너지절약 및 가치상승과 나아가 쾌적한 친환경 주거단지 개발에 이바지 할 것으로 기대된다.

2. 건물의 성능 개선

2.1 개요

건물성능개선(Building Renovation)이란 기존 건물의 구조적, 기능적, 미관적, 환경적 성능이나 에너지 성능을 개선하여 거주자의 생산성(productivity), 쾌적성(comfort) 및 건강(health)을 향상시킴으로서 건물의 가치를 향상시키고 경제성을 높이는 것을 말한다. 즉, 건물성능개선은 기존의 성능이 그대로 유지되어도 건물의 운영은 문제가 없으나 성능개선을 통하여 가치를 향상시키고자 하는 선택적 수단이라고 한다.

건물의 성능개선은 구조적 성능개선, 기능적 성능개선, 미관적 성능개선, 환경적 성능개선, 에너지 성능개선 등의 5가지 분야로 분류할 수 있다.

2.2 성능개선의 범위

건물개보수 범위를 설정하다는 것은 어려운 작업이다. 왜냐하면 바라보는 시각에 따라 그 범위와 우선순위를 다르게 판단할 수 있는데, 건축주에게 개보수에 대한 긍정적인 의지를 갖게 하려면 이에 대한 객관적이고, 과학적인 자료를 제시하여 개수 대안이 경제적으로 이익이 있다는 확신을 주어야한다.

따라서, 건물개보수의 범위는 크게 다음과 같이 대별 할 수 있다.

- 1) 단순히 건물의 부족한 기능을 회복시켜 수명

을 연장시키고자 하는 것

- 2) 보다 적극적으로 건물을 현대화하여 가치를 향상시키는 것

본 연구에서는 공동주택에서 외피단열을 통한 에너지성능개선을 통하여 에너지절약에 의한 건물의 가치상승과 함께 실내환경조건의 수준향상에 따른 환경적 성능개선효과를 기대하고자 하였다. 더욱이 이와같은 개선효과는 건물의 전반적인 외관변화와 함께 미관적 성능개선도 기대할 수 있을 것으로 기대된다.

3. 대상공동주택의 현장 및 설문조사

3.1 개요

본 연구에서는 공동주택의 에너지성능을 파악하기 위하여 최근 외단열 공법으로 개수를 시행한 안산지역의 A공동주택을 대상으로 현장조사를 하였다.

A공동주택은 4층의 저층형으로 15개동 294세대로 구성되며, 특히, 지붕 및 외벽체의 누수로 인해 거주자들의 민원이 발생함에 따라 지붕보수공사와 함께 외벽을 외단열 공법으로 개보수한 건물이다. 현장조사는 에너지성능에 관한 것으로 특히, 실내발생열을 파악하였고 거주자들의 설문조사를 통하여 가족수, 난방기간 및 생활습관 등을 조사하였다. 조사는 6월 24일부터 28일까지 30평형 미만의 30개 세대를 대상으로 실시하였다.

- 1) 난방기간

일반적으로 난방기간은 모든 세대에서 약간의 차이를 보이고 있었지만, 응답세대의 80% 이상이 11월 1일에서 3월 31일까지를 난방기간으로 가정하고 있었다.

- 2) 보유 실내발열기기 분포

세대 내부 각실에서 발생하는 각종 기기의 발열량 및 발열시간과 기기 보유장소를 조사한 결과는 표 1과 같다.

표 1. 대상공동주택의 기기 발열량

공간	종류	발열량	산출근거
안방	인체 기기 조명	· 현열52, 잠열28kcal/h · 85.37W/m ² · 3.66W/m ²	24℃ 정좌 진공청소기1400W 형광등30Wx2EA
작은방 1	인체 기기 조명	· 현열55, 잠열36kcal/h · 8.19W/m ² · 4.27W/m ²	24℃ 가벼운 작업 PC50W, 모니터65W 형광등30Wx2EA
작은방 2	인체 기기 조명	· 현열55, 잠열36kcal/h · 3.70W/m ² · 8.23W/m ²	· 24℃ 가벼운 작업 · 책상용 스탠드27W · 형광등30Wx2EA
거실	인체 기기 조명	· 현열 52, 잠열28kcal/h · 12.43W/m ² · 9.32W/m ²	· 24℃ 정좌 · 25"TV160W · 형광등30Wx4EA
주방	인체 기기 조명	· 현열 58, 잠열56kcal/h · 7.87W/m ² · 30.48W/m ² · 3.74W/m ² · 31.96W/m ² · 4.92W/m ²	· 24℃ 작은 동작 · 가스레인지160W · 전자레인지620W · 500ℓ 냉장고76W · 전기밥솥650W · 형광등20Wx2EA & 백열전구60Wx1EA
다용도실	인체 기기 조명	· 현열67, 잠열103kcal/h · 26.55W/m ² · 24.7W/m ²	· 24℃ 착석작업(공장) · 10kg세탁기540W · 백열전구60W
욕실	조명	· 11.1W/m ²	· 백열전구60W
계단	조명	· 5.56W/m ²	· 백열전구60W
발코니	조명	· 12.8W/m ²	· 백열전구60W

3) 거주자 스케줄

거주자들의 생활패턴에 대한 전형적인 표준을 찾기 위하여 주거공간에서 발열이 일어날 수 있는 행동패턴으로 크게 외출, 취침, 조리, TV시청, 청소 및 세탁을 하는 시간을 평일, 토요일, 일요일로 구분하였다. 따라서, 그 결과로부터 가장 빈도가 높은 수준을 대상세대의 표준 스케줄로 가정하여 인체, 기기 및 조명발열 등을 기본 데이터로 입력하였다.

4. 건물개보수에 따른 벽체 성능분석

4.1 개요

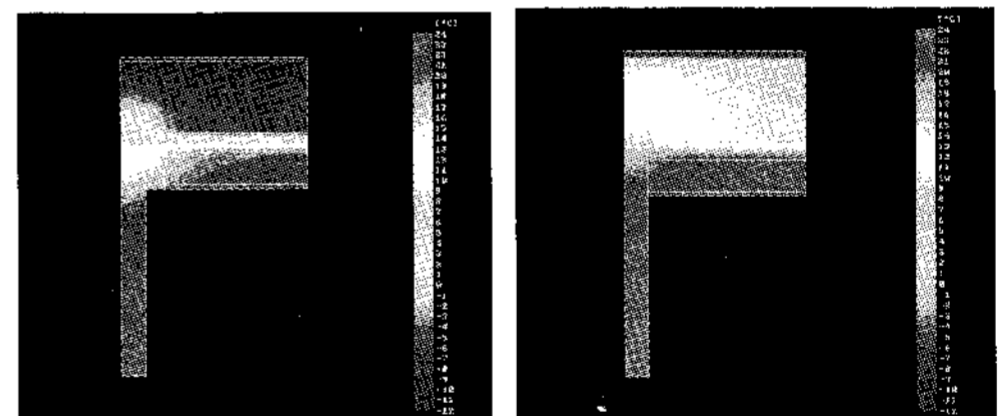
동절기 벽체 접합부의 부위별 온도분포를 해석하고자, 전열해석 S/W PHYSIBEL의 KOBRU86 프로그램을 이용하여 2차원 정상상태 조건하에서 벽체의 부위별 온도분포를 해석하였다.

대상부위는 단열재 단락이 발생되어 결로의 발생이 가장 빈번한 ①외벽과 내벽의 접합부, ②층벽과 외벽의 접합부, ③발코니 부위 접합부의 3가지 모델로 설정하였으며, 구조체 재료의 물성치는 문헌자료 및 실험데이터를 활용하여 입력하였다.

외기입력조건은 서울지방 난방설계용 외기조건인 -11.9℃를 입력하였고, 실내조건은 관련문헌을 토대로 24℃를 동절기 실내온도로 가정하여 입력하였으며, 정상상태에서의 전열상태를 Simulation 하였다.

4.2 벽체 성능분석 결과

1) 내·외벽체 접합부 온도분포



(a) 개수 이전 (b) 개수 이후

그림 1. 내·외벽체 접합부의 전열해석 결과

표 2. 실내측 벽체의 표면온도 (단위 : ℃)

	개수 이전	개수 이후
실내측 표면온도	17.92	21.35

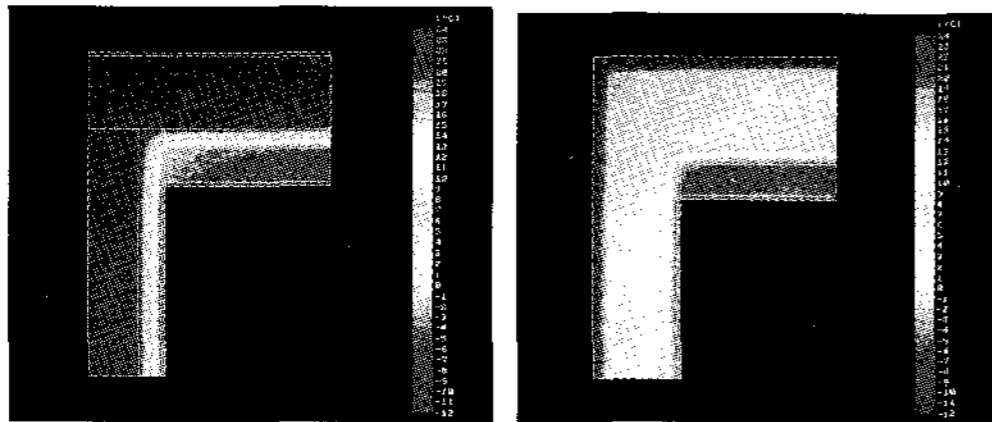
외벽체와 실내의 간벽이 접하는 부위에서의 실내측 벽체 표면온도는 개수 이전 17.92℃, 이후 21.35℃로 실내공기 24℃, 50%의 조건에서는 결로가 발생하지 않는 것으로 나타났다. 그러나 17.92℃의 표면온도는 거주자들의 생활패턴에 따

라 충분히 형성될 수 있는 25℃, 60%의 실내조건에서는 결로가 발생하는 온도로 확인되었다.

반면, 개수 이후에서는 실내측 표면온도가 21.35℃로 높게 상승하였으며, 21.35℃의 표면온도는 공동주택에서 일반적으로 거의 형성되지 않는 24℃, 90% 이상에서만 결로가 발생하게 되므로 결로에 따르는 위험은 거의 없음을 알 수 있었다.

2) 측벽 접합부 온도분포

측벽과 외벽이 접하는 부위에서는 앞서 분석한 내·외벽 접합부와는 달리 개수 이전과 이후에서 큰 차이를 보이지 않았는데 이러한 이유는 벽체의 구성층에서 찾아볼 수 있다. 즉, 측벽의 구성층은 콘크리트 부재 내에 단열재가 형성되고 석고보드로 마감되어 있는 내단열 형태이고 이와 접하는 외벽의 구성층은 조적벽 사이에 단열재가 설치된 중 단열 형태임에 따라 벽체 접합부에서는 열저항치가 다소 높은 석고보드만을 경계로 단열재의 단락이 발생하였기 때문인 것으로 판단된다.



(a) 개수 이전 (b) 개수 이후
그림 2. 측벽 접합부의 전열해석 결과

표 3. 실내측 벽체의 표면온도(단위 : ℃)

	개수 이전	개수 이후
실내측 표면온도	20.62	21.34

건물에서의 결로는 단열재가 연결되지 않아 열저항이 급격히 떨어지는 열교부위에서 발생하게 된다. 따라서 본 Simulation 대상부위와 같은 구성층의 벽체라면 접합부에서도 열저항치가 저하되지

않게 되므로 내단열 시공에서도 결로는 발생하지 않음을 알 수 있었다.

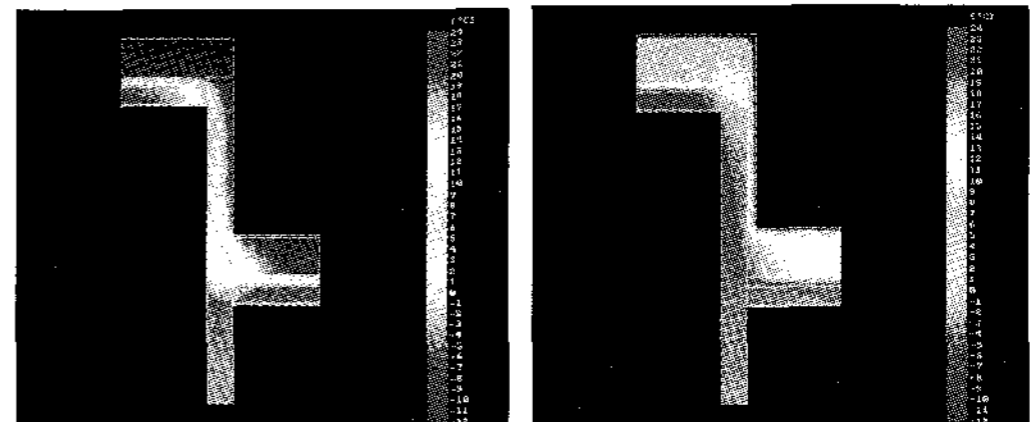
그러나, 그림 2로부터 개수 전·후에 걸쳐 벽체 내부의 온도차가 약 10℃에 이룸에 따라 대상부위의 열손실이 상당히 감소함을 알 수 있으며, 이러한 것은 표면결로의 여부와 관계없이 난방부하의 감소에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

3) 발코니 부위 접합부 온도분포

발코니의 경우 서비스 면적임에 따라 외벽 단열기준을 적용하지 않고 비단열 상태로 유지하는 것이 현실이며, 이로 인해 공동주택에서 가장 많은 결로가 발생하는 곳이 발코니를 경계로 한 접합부이다. 발코니 부위 접합부의 온도분포 해석결과는 표 4 및 그림 3과 같다.

표 4. 실내측 벽체의 표면온도(단위 : ℃)

	개수 이전	개수 이후
실내측 표면온도	5.82	18.28



(a) 개수 이전 (b) 개수 이후
그림 3. 발코니 부위 접합부의 전열해석 결과

표 4로부터 동일한 외기조건하에서 실내측 벽체의 표면온도는 개보수 이전 5.82℃ 및 이후 18.28℃로 외단열 적용시 개수 이전에 비해 실내측 표면온도가 약 10℃ 이상 크게 상승하고 있음을 알 수 있다. 발코니 부위는 외벽의 단열이 이루어지지 않음에 따라 외기로부터의 열저항이 거의 없게 된다. 이에 반해 동절기 실내온도는 24℃ 이상으로 유지됨에 따라 30%이하의 실내습도 조건에서도 결로

가 발생하게 된다.

그러나 외단열이 시공된 경우에는 단열재의 열저항이 증가함에 따라 표면온도가 18.28℃로 높아짐으로써 결로는 발생하지 않음을 알 수 있었다.

5. 외단열 개수에 따른 에너지 소비량 해석 시물레이션

5.1 시물레이션개요

건물에서 발생하는 냉·난방 최대부하는 설비시스템 설계시 열원기기의 용량을 산정하는데 사용된다. 즉, 건물에 에너지절약적인 설계방안을 도입할 경우 건물 연간 에너지소비량을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 건물에서 발생하는 최대부하를 줄일 수 있다.

본 연구에서는 건물개보수시 외단열설치에 따른 건물의 최대부하를 개보수 이전과 이후로 나누어 최대 냉·난방부하의 절감정도를 분석하였다. 또한, 최대부하가 열원기기의 용량을 선정하는데 사용되는 반면, 건물의 에너지 소비량을 평가하고자 할 때에 연간부하를 이용하기 때문에 개보수에 따른 세대별 연간 에너지소비량의 증감도 동시에 분석하였다.

5.2 건물의 Zoining

대상건물은 일반 사무소 건물과 달리 주거용으로 사용되는 공동주택임에 따라 설정온도나 사용기간 등은 유사한 반면, 세대위치, 실별 사용스케줄 및 실내 발열조건 등에 따른 부하의 영향은 서로 달라지게 된다. 따라서 최상층과 최하층 및 층별세대에 미치는 외기의 영향을 고려하기 위하여 먼저 대상 건물을 최상층, 최하층 및 중간층 세대로 구획한 후 다시 층별세대와 중앙부 세대로 구별하여 9개 세대를 별도로 Simulation하였다.

또한 같은 세대 내에서도 실별 사용스케줄과 발열량이 달라질 수 있음에 따라 각 실별로 세대를 구획하여 상호 열전달을 정확하게 해석하였다.

표 5. Simulation 입력자료 - 재료의 물성치¹⁾

	비열		밀도		열전도율		출처
	kcal/kg°C	Btu/lb°F	kg/m ³	lb/ft ³	kcal/m h°C	Btu/ft h°F	
시멘트 벽돌	0.23	0.23	1795	112	0.97	0.65	③
단열재	0.30	0.30	28	1.7	0.032	0.022	①
콘크리트	0.22	0.22	2400	150	1.4	0.94	①
석고보드	0.27	0.27	1000	62.4	0.183	0.12	①
모르타르	0.21	0.21	2000	125	1.12	0.75	①
잡석지정	0.2	0.2	1850	115	0.68	0.46	①
기포 콘크리트	0.27	0.27	400	25	0.1	0.067	②
내수합판	0.31	0.31	550	34.3	0.16	0.11	③
아스팔트싱글	0.22	0.22	1000	62.4	0.1	0.067	③
공기층	0.24	0.24	1.3	0.08	0.019	0.013	③
기와	0.18	0.18	2000	125	0.86	0.58	③
1겹메쉬보강 드라이버트	0.30	0.30	28	1.7	0.034	0.023	실험 & ①
2겹메쉬보강 드라이버트	0.30	0.30	28	1.7	0.038	0.026	실험 & ①

5.3 건물 최대부하 및 에너지소비량

(1) 건물 최대 냉·난방부하

각 세대별 건물 최대 냉·난방부하를 개수 전후로 비교한 결과는 표 6과 같다.

표 6. 세대별 최대 냉·난방부하에 따른 감소비율

대상세대	냉방부하 (kW)		난방부하 (kW)		냉방부하 감소비율(%)	난방부하 감소비율(%)
	전	후	전	후		
서측최하층	2.211	2.155	3.201	3.086	2.53	3.59
서측중간층	2.033	1.975	1.599	1.465	2.85	8.38
서측최상층	2.597	2.406	2.802	2.394	7.35	14.56
중앙최하층	2.033	1.982	2.862	2.747	2.51	4.02
중앙중간층	1.867	1.815	1.234	1.100	2.79	10.86
중앙최상층	2.334	2.163	2.371	1.988	7.33	16.15
동측최하층	2.224	2.173	3.205	3.090	2.29	3.59
동측중간층	2.047	1.994	1.598	1.464	2.59	8.39
동측최상층	2.570	2.399	2.865	2.481	6.65	13.40

- 1) ① 송국섭, 강남우체국 건물의 에너지절약설계 최적화모델링에 관한 연구, 1999, p. 189.
- ② 대한주택공사, 온돌시스템 개발 연구, 1996, p. 76.
- ③ 유동렬 외, 건축설비계획, 문운당, 1997, p. 165.

표 6에 나타난 바와 같이 성능개선 이후 건물 최대 냉방부하는 2.5~7.3%의 절감효과를 나타냈으며, 최대 난방부하는 3.6~16.2%의 절감효과를 보였다.

특히 동절기에 있어서 최상층 세대의 경우, 지붕을 통한 열손실량이 크게 줄어들어 전체 난방부하의 약 15%가 절감되는 것으로 나타났다. 그러나, 최하층 세대의 경우 바닥을 통한 열손실로 인해 부하 절감정도는 4% 정도의 작은 값을 보였고, 층벽 세대에 있어서도 층벽단열을 시공하지 않았음에 따라 8% 내외의 절감율만을 나타냈다.

한편, 벽체 및 지붕성분만을 별도로 분석한 결과인 표 7에 따르면 벽체를 통한 냉방부하의 경우는 동서측 층벽세대에서 약 20%의 부하가 감소되고 있으며, 중앙부 세대에서는 약 50% 감소되고 있음을 알 수 있었다.

표 7. 지붕 및 외벽성분별 최대냉·난방부하

대상세대	성분	냉방부하 (kW)		감소비율 (%)	난방부하 (kW)		감소비율 (%)
		전	후		전	후	
서측최하층	·벽체	0.281	0.225	19.9	-0.683	-0.569	16.7
	·지붕	0	0	0	0	0	0
	·바닥	0.223	0.223	0	-1.781	-1.781	0
서측중간층	·벽체	0.271	0.213	21.4	-0.720	-0.586	18.6
	·지붕	0	0	0	0	0	0
	·바닥	0	0	0	0	0	0
서측최상층	·벽체	0.451	0.359	20.4	-1.384	-1.115	19.4
	·지붕	0.355	0.256	27.9	-0.490	-0.351	28.4
	·바닥	0	0	0	0	0	0
중앙최하층	·벽체	0.094	0.043	54.3	-0.343	-0.228	33.5
	·지붕	0	0	0	0	0	0
	·바닥	0.223	0.223	0	-1.781	-1.781	0
중앙중간층	·벽체	0.090	0.038	57.8	-0.355	-0.221	37.7
	·지붕	0	0	0	0	0	0
	·바닥	0	0	0	0	0	0
중앙최상층	·벽체	0.209	0.126	39.7	-0.889	-0.630	29.1
	·지붕	0.319	0.231	27.6	-0.514	-0.430	22.4
	·바닥	0	0	0	0	0	0
동측최하층	·벽체	0.285	0.234	17.9	-0.686	-0.571	16.8
	·지붕	0	0	0	0	0	0
	·바닥	0.223	0.223	0	-1.781	-1.781	0
동측중간층	·벽체	0.270	0.217	19.6	-0.719	-0.585	18.6
	·지붕	0	0	0	0	0	0
	·바닥	0	0	0	0	0	0
동측최상층	·벽체	0.445	0.362	14.2	-1.383	-1.123	18.8
	·지붕	0.319	0.231	27.6	-0.554	-0.430	22.4
	·바닥	0	0	0	0	0	0

표 7에서 알 수 있듯이 지붕 및 외벽성분별 최대 냉·난방부하측면에서도 최상층의 경우 20% 이상의 높은 열량이 지붕단열을 통해 절감되었으며, 중간층 세대에서도 벽체의 추가단열로 인해 외벽을 통한 열손실량은 최소 17%에서 최대 38%까지 절감되었다. 그러나, 최하층의 경우 바닥을 통한 열손실이 상당함에 따라 최하층 세대의 바닥단열을 추가로 할 경우 더 큰 부하가 절감될 것을 예상할 수 있었다.

(2) 건물 연간 에너지소비량

본 절에서는 개수에 따른 세대별 연간 에너지소비량의 증감을 표 8과 같이 분석하였다.

표 8. 세대별 연간 에너지소비량

대상세대	냉방에너지 (MWh)		난방에너지 (MWh)		냉방 절감비율 (%)	난방 절감비율 (%)
	전	후	전	후		
서측최하층	2.553	2.458	4.030	3.775	3.72	6.33
서측중간층	3.334	3.262	2.143	1.864	2.16	13.02
서측최상층	4.096	3.768	4.748	3.862	8.01	18.66
중앙최하층	2.361	2.274	3.363	3.116	3.68	7.34
중앙중간층	3.231	3.166	1.409	1.142	2.01	18.95
중앙최상층	3.736	3.415	4.022	3.186	8.59	20.79
동측최하층	2.503	2.410	4.089	3.834	3.72	6.24
동측중간층	3.334	3.268	2.130	1.855	1.98	12.91
동측최상층	4.010	3.685	5.137	4.296	8.10	16.37

Simulation 결과, 세대별 난방에너지 소비량은 바닥을 통한 지중열손실이 발생하는 최하층 세대를 제외하고는 중간층 세대에서 약 12%, 최상층 세대에서 약 20%의 높은 절감량을 나타냄에 따라 성능개선을 통한 난방에너지의 절감효과는 우수한 것으로 분석되었으며, 이와 동시에 최하층의 경우 바닥을 통한 열손실을 차단할 수 있는 대책이 필요한 것으로 나타났다.

또한 최대부하 분석결과와 마찬가지로 연간 에너지소비량에 있어서도 지붕을 보수한 최상층 세대에서 가장 많은 에너지를 절감할 수 있으며, 층벽세대

의 경우 중앙부 세대에 비해 절감량이 작음으로 미루어 볼 때 축벽단열을 추가로 할 필요성이 있음을 알 수 있었다.

6. 경제성분석

건물 성능개선에 따른 의사결정을 위해서는 체계적인 방법론에 의한 대안선택과 경제성분석이 필수적이라 한다.

따라서, 본 연구에서는 경제성 평가로서 먼저 건물전체에 대한 전기 및 가스 사용료를 비교하고, 다음으로 단열재 추가시공을 통한 개보수 공사로부터 연간 난방에너지 절감에 따른 보다 구체적인 자료를 보완하기 위해 전기에너지 및 급탕에너지를 제외한 순수 난방에너지 사용료를 비교·분석하여 절감액을 평가하였다.

6.1 연간 에너지사용료

각 세대별 연간 에너지소비량을 금액으로 환산하면 표 9와 같다. 즉, 표 9에 의하면 세대당 약 15,000원~40,000원이 줄어드는 것으로 나타났는데, 이 금액은 전체 연간 에너지사용료 측면에서는 극히 적은 2~5%에 해당하는 금액이다. 절감액

이 작게 나타난 이유는 실제 건물에서 비용이 드는 에너지는 난방에너지뿐만이 아니라 조명, 기기 등에 소비되는 전기에너지 및 급탕에 필요한 가스에너지 등이 포함되고, 또한 외단열 개보수로 인해 전기에너지 및 급탕에너지 사용금액은 줄어들지 않았기 때문으로 판단된다.

6.3 동절기 난방에너지 사용료

개보수에 의해 연간 난방에너지 소비량이 최대 20% 이상 줄어든 해석결과에 대해 전기에너지 및 급탕에너지를 제외하고 난방에 소비되는 가스사용료만을 대상으로 난방기간 5개월의 값을 별도로 계산한 결과는 표 10과 같다.

세대별로 순수 난방에너지 사용량에 대한 절감액을 평가한 결과, 세대에 따라 8~20%의 절감비율을 보였으며, 특히 중앙부 중간층세대는 기존 에너지 사용금액이 작음에 따라 절감액은 최하층 세대와 유사해도 그 비중은 37.33%로 상당히 높게 나타났다. 이와같은 결과는 앞서 분석한 연간 난방에너지 절감량과도 유사한 것으로, 본연구에서 시행한 개보수성능이 경제적측면에서 우수한 효과를 보였음을 알 수 있었다.

표 9. 세대별 연간 에너지사용료

대상세대	연간 에너지 사용료 (원)		절약 금액 (원)	절감 비율 (%)
	개보수 이전	개보수 이후		
서측 최하층세대	869,297	854,015	15,282	1.76
서측 중간층세대	721,721	703,911	17,810	2.47
서측 최상층세대	887,122	845,446	41,676	4.70
중앙부 최하층세대	816,531	801,374	15,157	1.86
중앙부 중간층세대	687,985	669,647	18,338	2.67
중앙부 최상층세대	854,659	814,982	39,677	4.64
동측 최하층세대	851,841	836,551	15,290	1.79
동측 중간층세대	720,992	703,128	17,864	2.48
동측 최상층세대	899,821	860,270	39,551	4.40

표 10. 세대별 동절기 난방에너지 사용료

대상세대	동절기 난방에너지 사용료 (원)		절약 금액 (원)	절감 비율 (%)
	개보수 이전	개보수 이후		
서측 최하층세대	182,380	169,155	13,225	7.89
서측 중간층세대	76,478	61,344	15,134	21.65
서측 최상층세대	221,470	185,053	36,417	16.74
중앙부 최하층세대	152,832	139,826	13,006	9.46
중앙부 중간층세대	47,694	32,537	15,157	37.33
중앙부 최상층세대	193,295	158,558	34,737	18.32
동측 최하층세대	183,334	170,102	13,232	7.82
동측 중간층세대	75,845	60,685	15,160	21.83
동측 최상층세대	233,032	198,383	34,649	15.04

7. 결 론

본 연구의 결론을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 건물의 성능개선은 구조적 성능개선, 기능적 성능개선, 미관적 성능개선, 환경적 성능개선, 에너지 성능개선 등의 5가지 분야로 분류할 수 있다. 또한, 건물개보수의 범위는 단순히 건물의 부족한 기능을 회복시켜 수명을 연장시키고자 하는 것과 보다 적극적으로 건물을 현대화하여 가치를 향상시키는 것으로 크게 대별할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 전자의 방법으로 공동주택에서 외피단열을 통한 에너지성능개선을 통하여 에너지절약에 의한 건물의 가치상승과 함께 실내환경조건의 수준향상에 따른 환경적 성능개선효과를 기대하고자 하였다.

둘째, 벽체의 성능분석 즉, 세대내 열교부위에 대한 전열해석 Simulation 결과, 외단열로 개보수한 부위별 벽체 표면온도는 개수전보다 내외벽 접합부 약 3°C, 측벽 접합부 약 1°C, 발코니 부위 접합부 약 12°C 이상 상승됨에 따라 결로가 발생하지 않고 있음을 알 수 있었다.

셋째, 건물개보수시 외단열 공법에 의한 건물 에너지성능을 분석한 결과, 건물 최대 냉방부하는 2~7%, 난방부하 4~16%의 절감을 나타내고 있었으며, 이 때, 연간 냉방에너지 2~8%, 난방에너지 6~20%의 절감을 나타내고 있었다.

넷째, 건물외단열 공법에 따른 경제성분석결과 세대에 따라 8~20%의 에너지절감비율을 나타내

고 있었다. 따라서, 본 연구에서 시행한 외단열 개보수성능은 경제적측면에서 우수한 효과를 보였음을 알 수 있었다.

그러므로 본 연구의 외단열공법을 활용한 성능개선을 통하여 벽체 표면온도상승에 따른 결로방지 효과 그리고 건물 냉난방부하 및 연간 냉난방에너지의 절감효과를 확인할 수 있었다. 또한, 건물외단열 공법에 따른 경제성분석에서도 우수한 효과를 보이고 있음을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- (1) 송국섭 외, 그린빌딩의 에너지 소모량 평가 및 환경 성능 분석, 1998.
- (2) 유형규, 「사무소건물의 OA기기 발열특성에 관한 연구」, 중앙대학교 석사학위 논문, 1998.
- (3) 통상산업부, 건물의 공조부하계산용 표준전산프로그램 개발 및 기상자료의 표준화 연구에 관한 최종보고서, 1996.
- (4) 한국건설기술연구원, 공동주택의 열성능 향상방안에 관한 연구(1), 1993.
- (5) LBL, DOE-2 BASICS, Version 2.1E.
- (6) LBL, DOE-2 REFERENCE MANUAL, PART 1, Version 2.1.
- (7) LBL, DOE-2 REFERENCE MANUAL, PART 2, Version 2.1.
- (8) LBL, DOE-2 SAMPLE RUN BOOK, Version 2.1E.
- (9) PHYSIBEL, PHYSIBEL Software Guidelines 98.05.25.