주상복합건물에서 단열 경계구역 축소에 따른 에너지 절감량 변화에 관한 연구

김대원* · 김영일** · 김성민* · 조진환*** · 정광섭**†

* 서울과학기술대학교 에너지환경대학원, ** 서울과학기술대학교 건축학부,

*** 서울과학기술대학교 산업대학원

(2012년 3월 21일 접수, 2012년 6월 15일 수정, 2012년 6월 15일 채택)

A Study on the Energy-saving Variation by the Reduction of Insulation Boundary in Mixed-use Building

Dae-Won Kim* · Young-Il Kim** · Sung-Min Kim* ·

Jin-Hwan Cho*** · Kwang-Seop Chung**†

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

**School of Architecture, Seoul National University of Science and Technology

***Graduate School of Industry, Seoul National University of Science and Technology

(Received 21 March 2012, Revised 15 June 2012, Accepted 15 June 2012)

요 약

지구온난화 및 에너지 고갈로 인해 건축물의 에너지효율 향상은 시대의 흐름으로 인식되고 있다. 건축물의 효율을 향상시켜 에너지를 절약하기 위해서는 결국 패시브 요소를 적용해야 한다. 그런 첫발걸음이 단열경계에 대한 새로운 기준 적용이라 생각한다.

현재 고시된 단열경계선 기준의 경우 경계가 적정하지 않을 뿐만 아니라, 용도별로도 구분되어있지 않다. 이로 인해 에너지가 낭비되고 있으며, 민원 또한 많이 발생되고 있는 실정이다.

이러한 문제점을 개선하기 위해 단열선 적용에 있어 난방과 비난방, 공조와 비공조 구간을 구분하고 건물을 용도별로 보다 더 세분화하는 기준이 필요하다.

본 연구에서는 새로운 용도별 단열경계와 적용 가능한 기준을 마련하여 정확한 실제 난방면적과 공조면적을 제시한다.

이렇게 제시된 실제 난방과 공조면적, 용도별 단열 경계기준선을 통해 장비의 적정한 용량과 부하의 일치를 기하고 최적의 유지관리로 에너지를 절감할 수 있는 기준을 마련함으로써 실 거주자의 환경개선뿐 아니라 에너지 절감효과까지 기대할 수 있는 가이드라인을 제시하고자 한다.

주요어 : 에너지 절감, 단열경계구역, 공조, 비공조

Abstract - Due to the global warming and energy exhaustion, energy efficiency improvement of construction is recognized the stream of times. To improve the efficiency of the building, in order to energy saving, passive elements should be applied. Then the first step be supposed that applying the new standards about the insulation boundary.

The current insulation boundary standards are not reasonable as well as does not divide the purposes. As a result,

†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

energy is being wasted and many civil complaints are also occurred. To improve these problems, applying the insulation boundary need to divide the heating and non-heating and subdivide the purpose of construction. In this study, accurate real heating and air conditioning areas are presented that work on the new insulation boundary of purposes and applicable standards. This proposed, by the real heating and air conditioning areas, insulation boundary of purposes, matching the reasonable capacity and load of equipment, by working on standards by optimal maintenance can be energy saving, to present guidelines that environment improvement of actual residents as well as energy saving be expected.

Key words : Thermoacoustic waves, Stack, Resonance tube, Soundpressure(SPL), Frequency

1. 서 론

세계 유가시장 변동에 따라 우리나라 국가정쟁력이 좌우되기 때문에 정부는 녹색저에너지로의 변화와 지속가능한 성장이라는 목표로 2009년 덴마크 코펜하겐 제15차 기후변화협약 당사국 총회에서 2020년 온실가스배출전망치 8.1억 CO₂ 톤대비 30%를 감축한다는 목표를 선언 하였다. 이를 위한 방안으로 2017년까지 패시브 하우스, 2025년까지 ZERO 하우스를 목표로 진행 중이며, 저에너지, 친환경건축, 건물에너지효율등급평가 및 개선방안에 대한 대책과 제도 마련에 대해 많은 관심과 연구가 진행 중이다. 본 연구는 2011 국토해양부 고시 제2010-1031호의 해설서, 건축물 인허가 시 제출된 성능지표와 도서를 기준으로 진행되었다. 현재 고시된 단열경계선 기준의 경우 경계가 적정하지 않을 뿐만 아니라, 용도별로도 구분되어있지 않다. 이로 인해 에너지가 낭비되고 있으며, 민원 또한 많이 발생되고 있는 실정이다. 이러한 문제점을 개선하기 위해 단열선 적용에 있어 난방과 비 난방, 공조와 비 공조 구간의 구분과 건물 용도 별로 보다 더 세분화된 기준을 제시하여 정확한 실제 난방면적과 공조면적을 제시한다.

Fig 1과 같이 2011년10월부터 12월까지 한국시설안전공단에 접수된 에너지절약계획서 자문건수를 비

Fig. 1. Number of requisition of energy saving plan(2011years)

교한 도표를 나타내고 있다. 건축물에 대한 신축, 증축, 용도변경에 대한 절약계획서의 자문건수는 해를 거듭할수록 증가하고 있다. 2012년 고시에정인 용도 구분 없이 500㎡이상의 건축물은 에너지절약계획서를 제출해야 된다면 현재 자문건수의 7배 수준으로 늘어날 것이라고 예상하고 있다.

본 연구의 목적은 국가에너지정책의 중요한 근간이 되는 에너지절약계획서에 대한 문제점을 개선할 수 있는 방안을 제안함으로써 보다 실질적인 기준을 마련하는 것이다.

2. 연구 방법 및 범위

Fig 2는 2011년도 에너지절약계획서의 단열경계구분을 나타내고 있다. 현재 이 기준에 따라 설계가 진행되기 때문에 용도에 따른 분류와 세부단열경계에 대해 구분되지 않으므로 사무실, 판매, 숙박, 병원, 공동주택, 기타 용도의 단열경계선이 획일화되어있다. 또한 현 기준의 경우 모든 건축물에 외부단열을 적용

Fig. 2. Division example of Insulation boundary.

하면 내부는 단열을 적용하지 않아도 되는 상황이 발생한다. 이로 인해 실내의 공조면적과 비 공조면적 경계면 사이의 열전도에 의해 에너지 손실이 발생되게 된다. 따라서 건물 용도에 대한 분류 기준과 단열 경계에 대한 보다 정확한 기준이 필요하다.

본 연구는 2개 이상의 용도를 가진 복합건축물을 대상으로 선정하였으며, 건물의 단열계획을 층간구분과 사용용도별로 구분하여 적용하였다.

Fig 3, Fig 4는 현재 에너지절약 계획서 제출 시 단열경계기준을 보여주며, 이 같은 외부단열을 기준으로 단열마감을 할 경우 열손실의 원인이 된다.

Fig 5와 같이 층간용도 및 사용시간을 분석하여 단열을 적용해야하며 근린생활시설과 업무시설은 사용시간대가 비슷하므로 층간 단열은 무시해도 무방하다고 판단된다. 또한 업무시설과 주거시설로 구분 될 때는 사용시간이 긴 주거시설을 기준으로 단열을 적용해야한다. 따라서 업무시설 측면에서는 단열이 필요 없으나 주거시설 측면에서는 업무시설 미사용 시간대를 대비해 간접외기에 해당되는 단열두께를 업무시설 천정에 설치해 해야 한다. 또한 각층에서 공조와 비공조 공간을 구분하여 단열계획을 해야 한다.

외기에 직접 또는 간접 면하는 부위에 따른 단열경

Fig. 3. Current insulation boundary(Elevation)

Fig. 4. Current insulation boundary(Floor plan)

계구분 예시에 따르면 창고, 기계실에 대해 비공조부분이라도 외부 측에 단열을 하면 내부는 단열을 하지 않아도 무방하게 되어 있다. 이 방법은 부하계산상에는 비난방공간이라 적용을 하지 않지만 유지관리 시 비 난방공간에도 열전도에 따라 열이 이동함에 따른 손실이 발생되게 된다. 따라서 Fig 5와 같이 그 공간이 난방의 유무에 따라 단열선의 적용경계가 되어야 하며 내부에 비난방 구간이 존재하면 그 구간도 별도의 결로 여부를 판단하여야 한다.

단열경계 제시안에 나타난 것과 같이 비 난방공간 안쪽으로 단열경계를 적용하여 관련기준 이상으로 적용하는 것이 타당하다고 보여 며 기준층에 대해서도 복도부분의 난방과 비 난방을 구분해 단열을 하여 관련기준 값 이상이 되게 적용해야한다.

에너지절약설계기준의 제21조 건축물의 에너지 소요량의 평가방법에 따르면 1차 에너지소요량은 ISO13790 등 국제규격에 따라 난방, 냉방, 급탕, 조명,

Fig. 5. Insulation boundary proposal (Floor plan)

Fig. 6. Reference floor plan

Table. 1. Annual primary energy consumption data(External insulation).

Annual primary energy consumption			247 kWh/m ²
Heating primary energy consumption	94.4 kWh/m ²	Heating area	1,000 m ²
Cooling primary energy consumption	38.7 kWh/m ²	Cooling area	1,000 m ²
Lighting primary energy consumption	105.2 kWh/m ²	Lighting area	1,000 m ²
Hot water primary energy consumption	8.8 kWh/m ²	Hot water aera	1,000 m ²

Table. 2. Annual primary energy consumption data(Isulation boundary division).

Annual primary energy consumption			229 kWh/m ²
Heating primary energy consumption	90.5 kWh/m ²	Heating area	569 m ²
Cooling primary energy consumption	30.3 kWh/m ²	Cooling area	569 m ²
Lighting primary energy consumption	99.7 kWh/m ²	Lighting area	769 m ²
Hot water primary energy consumption	8.5 kWh/m ²	Hot water aera	769 m ²

환기 등에 대해 종합적으로 평가하도록 제작된 프로그램에 따라 산출된 연간 단위면적당 1차 에너지소요량으로 평가도록 되어있다.

ISO13790에 근거한 건물에너지 성능평가 법으로 CE3프로그램을 바탕으로 단열경계에 따른 1차 에너지소요량의 시뮬레이션을 진행하였다.

시뮬레이션 기본 대상은 Fig.6과 같이 면적은 1,000m²이고 공조를 하지 않는 복도 사이에 4개의 실로 구성되어있다. 이 평면도에 따라 실의 용도구분 없이 외벽에만 단열을 하였을 경우와 난방, 비 난방을 구분하여 단열경계를 적용한 두 가지 경우로 시뮬레이션을 하였다.

3. 결과 분석 및 고찰

건물에너지 평가프로그램(CE3)의 입·출력 데이터 비교 및 검토한 결과는 다음과 같다.

Table 1, Fig 7, Fig 8은 외부단열을 적용하였을 때의 1차 에너지 소비량을 나타낸 자료이다. 연간 1차 에너지 소요량이 247 kWh/m²으로 나타났다.

Table 2, Fig 9, Fig 10은 단열경계 구분을 적용하였을 때의 1차 에너지 소비량을 나타낸 자료이다. 연간 1차 에너지 소요량이 229 kWh/m²으로 나타났다.

단열경계를 적용하지 않았을 때와 공조, 비 공조구간의 단열경계를 적용하였을 때의 결과를 비교하였다. Table 3의 연간 건축 에너지요구량 측면에서 살펴보면

Fig. 7. Annual primary energy consumption distribution (External insulation)

Fig. 8. Monthly primary energy consumption analysis(External insulation)

Fig. 9. Current insulation boundary(Floor plan).

Table 3. Annual energy demand variation of building.

Division	Heating (kWh/m ²)	Cooling (kWh/m ²)	Lighting (kWh/m ²)	Hot water (kWh/m ²)
External insulation	67.6	36.2	38.2	7.6
Insulation boundary division	62.4	32.7	36.3	7.6
Saving	-5.2	-3.5	-1.9	0

Table 4. Annual mechanical requirement variation of building.

Division	Heating (kWh/m ²)	Cooling (kWh/m ²)	Lighting (kWh/m ²)	Hot water (kWh/m ²)
External insulation	34.3	14.1	38.2	8.0
Insulation boundary division	32.9	11.0	36.3	7.7
Saving	-1.4	-3.1	-1.9	-0.3

Table 5. Primary energy consumption variation.

Division	Heating (kWh/m ²)	Cooling (kWh/m ²)	Lighting (kWh/m ²)	Hot water (kWh/m ²)
External insulation	94.4	38.7	105.2	8.8
Insulation boundary division	90.5	30.3	99.7	8.5
Saving	-3.9	-8.4	-5.5	-0.3

월별 1차 에너지소요량 분석

Fig. 10. Current insulation boundary(Floor plan).

난방부분에서 연간 7.69%, 냉방이 9.67%, 조명 4.97%로 줄어드는 것으로 나타났다.

Table 4의 연간 기계소요량 측면에서 살펴보면 난방이 4.08%, 냉방 21.99%, 조명 4.97%, 급탕 3.75%로 줄어드는 것으로 나타났다.

마지막으로 Table 5의 연간 1차 에너지 사용량 측면에서 살펴보면 난방이 4.13%, 냉방 21.71%, 조명 5.23%, 급탕 3.41%로 줄어드는 것으로 나타났다. 시뮬레이션 결과에서 보여 주듯이 외벽을 기준으로 단열을 할 때와 내부의 공조, 비 공조를 구분하여 단열 경계를 적용할 때는 상당한 차이가 있음을 보여주고 있다.

4. 결 론

지구온난화 및 에너지 고갈로 인해 건축물의 에너지 효율 향상은 시대의 흐름으로 인식되고 있다. 이러한 중요한 에너지의 낭비요소를 최소로 하려면 결국 패시브적인 요소를 적용해야 할 것이다. 그런 첫발걸음이 단열경계 적용이라 생각한다. 단열경계는 어떤 위치, 어떤 부위에 적용해야 에너지를 절감할 수 있을 까를 고려하는 것으로 건축물 내부에 비공조 구간이 존재하는 경우 열전달에 의한 손실이 발생됨으로 비공조구간에 대해 단열경계를 적용하여 손실을 방지하고자 본 연구를 진행 하였으며 연구결과 평균 난방이 6.5%, 냉방 13.68%, 조명 5.06%, 급탕 2.39%이며 전체적으로 연간 6.91% 절감하는 것으로 평가 되었다. 따라서 외피위주의 단열경계도 중요하지만 내부공간의 공조, 비 공조 구간이 열전달에 중요한 영향을 미

치므로 이 부분을 구별하여 단열경계를 적용하는 것이 에너지절감에 유리한 것으로 평가되었다.

에너지가 국가경쟁력의 중요 원동력이 됨에 따라 에너지를 절감하고자 건축물 에너지 효율등급제도, 에너지 총량제, 온실가스 총량제, 기타 인증제도와 사회인식까지 에너지절감을 해야겠다는 인식은 같이나 이런 기술적인 행동이 뒤따르지 않는다면 에너지는 말없이 우리를 외면하고 말 것이다.

참고문헌

1. Energy Management Corporation, Energy saving plan of the building, 2008, 2009, 2010
2. Lee, D. H. The effects of building insulation retrofit on the energy saving in small buildings , SAREK Sumer conference, 2011
3. Kim, S. J. A case study on the energy conservation design strategies of the multipurpose greenhouse, Journal of the Korean solar energy society, 2006, Vol. 26, No. 4
4. Kim, C. H. A study on the evaluation of building energy rating considering the insulation performance of the window and wall in apartment houses, SAREK Sumer conference, 2009
5. Song, S. Y. Analysis of design and construction for the part of energy?resources and environmental impact in the certificated green apartments, Journal of the SAREK, 2008
6. Jang, H. K. The fundamental study on the variations of apartment house heating load according to building exterior thermal performance, Korean institute of architectural sustainable environment and building system Spring conference, 2009