

# 공동주택의 판상형과 타워형 에너지 성능 비교 분석

## Energy Performance Analysis the Common House Pansang Type and Tower

윤성민\* · 이경희\*\*\*† · 안영철\*\*\*

Sung-Meen Yoon\*, Kyung-Hee Lee\*\*\*† and Young-Chull Ahn\*\*\*

(접수일 : 2013년 4월 24일, 수정일 : 2013년 5월 30일, 채택확정 : 2013년 5월 30일)

**Abstract:** This study focus on the analysis of the energy performance in accordance with apartment houses arrangement type by using Ecotect Analysis. Korea, energy-poor country, the rate of dependence on imports amount to 94%, have to reduce energy consumption part of building except in industry and transport which affect the economic. Apartment houses are built in various forms in order to reduce energy, are modelled in each window area ratio, shape, orientation, climate through simulation. Through this study, we can analyze energy performance by form, window area ratio, orientation, climate change and know the optimal elements by the form. In particular, although there have been studied research on the window area ratio and research related to the arrangement form, determined that the information on the regional climate characteristics and the direction of placement is less than existing research. To supplement those problem, adding to seven direction(West, S-60-W, S-30-W, South, S-30-E, S-60-E, East) and climatic element(southern region) is characteristic of this study. The form of apartment houses was modelled for apartment houses built in the 10 years since. And each modeling were analyzed by Ecotect Analysis.

**Key Words :** Energy Performance Analysis, House of common, Energy Simulation, Ratio of the Window

### 1. 서 론

국내 주거형태는 크게 2가지로 단독주거와 공동주거 형태로 구분 할 수 있다. 80년대 이후부터 꾸준히 증가하는 추세를 보였으며, 근래의 통계를 살펴보게 되면 전국적으로 공동주택의 주거 비율은 약 48%에 이르는 것으로 조사되었으며, 주택

보급률은 2005년 98.3%, 2011년 말의 경우 평균 102.3%이며, 최대 109.5%에 육박하고 있다.

또한 에너지관리공단의 통계 자료에 따르면 국내 총 에너지 소비량에서 산업부분은 55.2%를 차지하며, 수송부분은 20.6%이며, 건물부분에서는 이보다 약 3.6% 높은 24.2%를 차지하는 것으로 나타났다. 연간 에너지 소비량의 증가율은 산업,

\*\*\* 이경희(교신저자) : 부산대학교 건축공학과  
E-mail : samlgh@pusan.ac.kr, Tel : 051-510-7630

\*윤성민 : 부산대학교 건축공학과

\*\*\*안영철 : 부산대학교 건축공학과

\*\*\* Keong-Hee Lee(corresponding author) : Department of Achitecture Engineering, Pusan University.

E-mail : samlgh@pusan.ac.kr, Tel : 051-510-7630

\*Sung-Meen Yoon : Department of Achitecture Engineering, Pusan University.

\*\*\*Young-Chull Ahn :Department of Achitecture Engineering, Pusan University.

수송, 건물 각각 2.2%, 2.4%, 8.7%로 건물의 에너지 소비량 증가비율이 가장 높은 비율로 증가하고 있어 국가산업 발전에 영향을 미치는 산업, 수송 부분을 제외하게 되면 에너지 소비를 줄일 수 있는 부분은 건물부분 밖에 없다. 이와같은 주거 보급률과 건물의 에너지 소비량은 '10년 기준으로 에너지 수입 의존도가 96.4%에 달하는 대표적인 에너지 빈국인 우리나라 국가경제에 미치는 파급효과가 매우 크기 때문에, 에너지의 절약이 시급하다.

이러한 고밀도의 공동주택이 많은 대도시 지역에선 일일 일조량은 층의 고저에 따라서 일조량이 달라지게 된다. 또한, 고층의 공동주택은 자연환기가 용이하지 못하여, 자연환기에 의존하기 보다는 기계식 환기에 의존하게 되어 많은 양의 추가적인 에너지 소모가 발생하고 있다. 기존의 연구의 경우 S. G. Kim<sup>1)</sup>가 전기 에너지 사용량을 중심으로 공동주택 배치유형에 따른 에너지 소비패턴에 관한 연구를 하였으며, E. A. Roh<sup>2)</sup>등은 공동주택 외피의 창면적비에 따른 에너지 성능 평가 연구를 하였고, S. H. Yoon<sup>3)</sup>등은 공동주택 창호 선정에 따른 에너지 절감 효과 및 경제성 평가를 하였으며, C. Y. Jang<sup>4)</sup>등은 차폐계수와 창면적비에 따른 공동주택의 건물에너지효율등급 평가를 하였으며, S. Lee<sup>5)</sup>는 에너지 절약에 관한 연구를 했으며, K. H. Choi<sup>6)</sup>는 태양열을 이용한 냉난방 시스템에 대한 연구를 하였다.

기존 연구의 경우 주로 창과 외피에 관련된 연구는 활발히 진행되었지만, 창, 향, 형태, 기후를 적용한 연구는 미비한 상태이다. 따라서, 본 연구에서는 공동주택의 형태에 따른 에너지 효율에 관한 연구를 진행하였다. 기존 연구에서는 공동주택의 단위 unit에 관한 연구가 많이 있었지만, 본 연구에서는 주동 전체에 대한 에너지를 분석하여 기존 연구와 차이를 두었다. 본 연구에서는 2000년대 이후로 판상형(一) 형태의 공동주택 이외에 타워형(口)이 건립되었기 때문에, 공동주택의 형태 가운데 판상형(一)과 타워형(口)을 대상으로 Ecotect Analysis를 이용하여 시뮬레이션을 행하였다. 남북지방을 중심으로 공동주택의 형태와 향,

지역별 기후 요소를 이용하여 에너지의 효율을 분석하여 공동주택의 에너지 성능의 관련인자인 형태, 향, 창면적, 기후에 대한 최적의 요소를 제안함으로써, 앞으로 공동주택에서 에너지 절약을 위한 개선사항을 제안하고자 하였다.

## 2. 연구 범위 및 에너지 해석 도구

### 2.1 연구 범위

본 연구에서는 공동주택의 배치 유형별 에너지 성능 분석에 있어서, 80년대에 주를 이루던 판상형 형태의 공동주택과 90년대 이후부터 ㄱ형, ㄴ형, ㄷ형, Y형 등 다양한 공동 주택 형태 중 타워형(口)형태에 대한 냉난방부하 에너지 성능 비교 연구를 하였다. 본 연구에서 진행한 형태 이외에도 또 다른 공동주택의 형태들이 존재하지만, 모든 형태를 할 경우 변수적 문제로 인해 위의 형태로 제한을 하여 연구를 하였다. 형태 이외에도 창면적비(20%, 40%, 60%)와 향(West, S-60°-W, S-30°-W, South, S-30°-E, S-60°-E, East)에 대해서 고려를 하여 연구를 진행하였다. Fig. 1은 05년에서 07년 내에 계획되고 공급되는 대단지 공동주택의 주동 계획과 배치를 향의 관점에서 분석한 것이다.<sup>7)</sup>

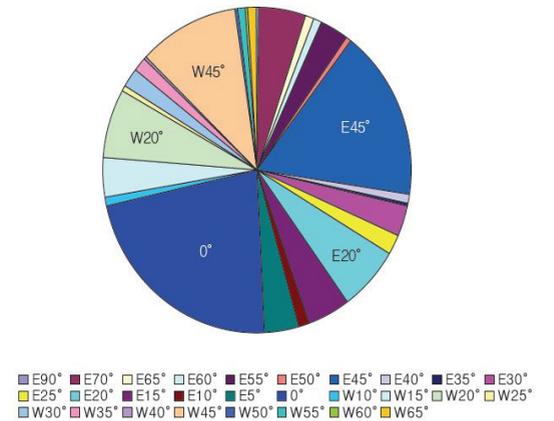


Fig. 1 Distribution of cases facing the placement of House of Commons coarse<sup>7)</sup>

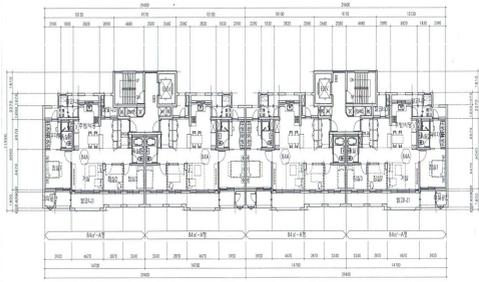


Fig. 2 Pansang-Type Generation Unit Floor Plan

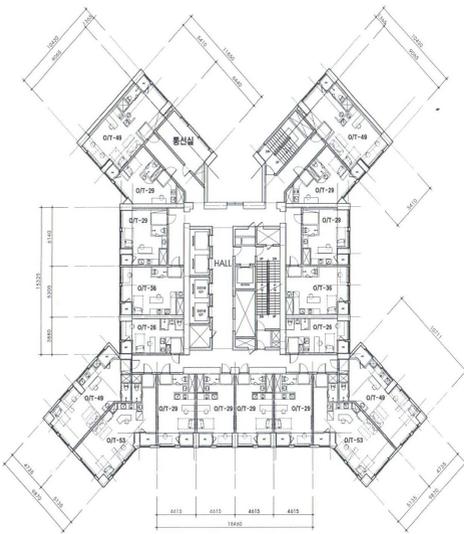


Fig. 3 □-Type Generation Unit Floor Plan

Table 1 Overview of the House of Commons Being interpreted

Generation Unit of floor space	92.56 [m <sup>2</sup> ]
Height	2.8 [m]
Floor	20 [Floor]
Point of the compass	W S-60°-W S-30°-W S S-30°-E S-60°-E E
Windows Wall Ratio	20 [%] 40 [%] 60 [%]
Type	Pansang - Type Tower - Type

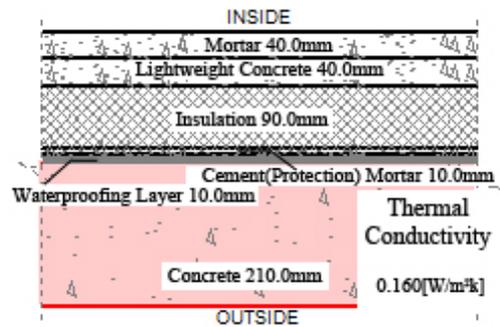


Fig. 4 Cross-sectional Structure (Lowest Floor)

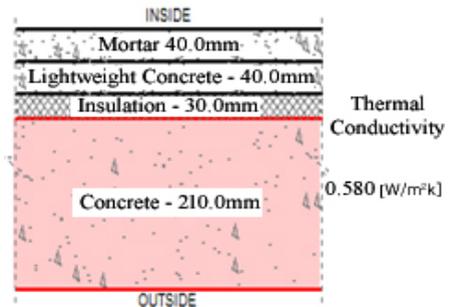


Fig. 5 Cross-sectional Structure (Floor)

Fig. 2와 Fig. 3은 각각 해석 대상의 평면도이며, 해석대상 공동주택의 개요는 Table 1과 같다.

기후적 조건으로 국내의 남부지방에 대한 기후요소를 적용하여 연구를 하였다.

해석대상 공동주택 Modeling에 적용된 바닥, 벽체, 창문의 단면과 열전도율은 각각 Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8과 같다.

또한, 해석대상 공동주택인 판상형(一)과 타워형(口)에서 외피 형태를 제외한 내부적 요소인 단면구조의 바닥체, 벽체, 창문에 대한 단면과 재료에 관련된 데이터는 동일하게 적용을 하였다.

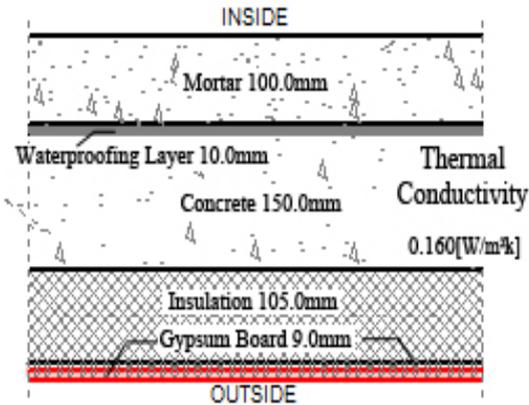


Fig. 6 Cross-sectional Structure (Roof Floor)

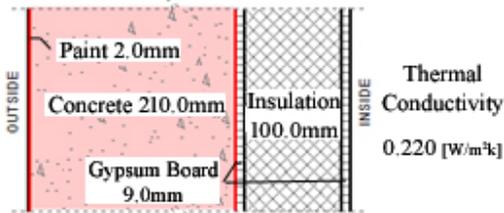


Fig. 7 Cross-sectional Structure (Wall)

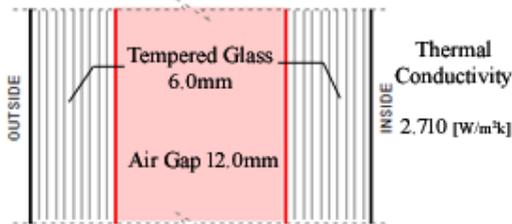


Fig. 8 Cross-sectional Structure (Windows)

## 2.2 냉난방 부하 산출 개요

본 연구에서 해석대상의 에너지성능 분석을 위한 Simulation Tool로 Ecotect Analysis 2011을 이용하였다. Ecotect Analysis는 Modeling 과 Calculation 이 가능하지만, 냉난방 부하 해석은 외부에서 Import 해온 Modeling의 경우 Zone의 구성과 밀실 하지 않은 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 기초 평면 작업을 AutoCAD로 작업을 하여 Ecotect에서 해석대상의 1층의 4주호에 대해서 각각 독립 주

호를 Zone으로 설정하여 냉난방 부하 해석을 하였다. 실내에 발생하는 Air Conditional은 Full Air Conditional로 외기의 변화에 따른 실내 냉난방 에너지는 Table 2과 같이 냉방은 외기 온도가 26℃ 이상일 때, 난방은 외기 온도가 18℃ 이하 일 때, 작동하며, 습도는 국내 평균인 50%이며, 실내 조도는 300 Lux, 거주인원은 1 가구당 4인이 거주하도록 하였다.

Table 2 Energy Analysis Conditions

Air Conditional	OutSide Air Temperature
Heating Temperature Setting	26 [°C]
Cooling Temperature Setting	18 [°C]
Humidity	50.0 [%]
Lighting Level	300 [lux]
Number of Resident	4 [person/1Unit]

## 3. 시뮬레이션 결과

판상형(一)과 타워형(口)에 대해 남부지방을 기준으로 각각 다른 창면적비와 주동의 향을 적용하여 시뮬레이션 한 결과 다음과 같다.

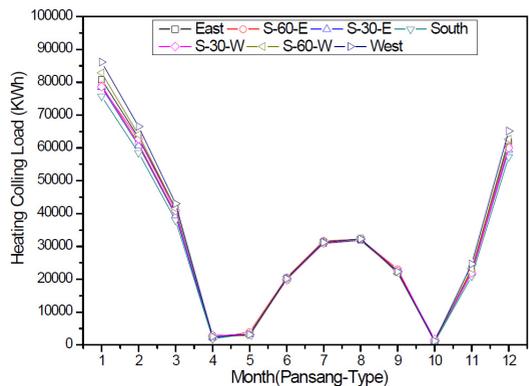


Fig. 9 Monthly Total Heating and Cooling Loads Southland (Pansang Type(一) 20%)

Fig. 9의 판상형(一) 창면적비 20%의 경우 부하량이 가장 높은 향은 서향으로 나타났으며, 가장 낮은 향은 남향으로 나타났다.

서향의 겨울철 최대 난방부하는 Peak Load 86141.87 KWh, 여름철의 냉방부하는 Peak Load 34304.48 KWh로 나타났다. 남향의 경우 겨울철 최대 난방부하는 Peak Load 75524.39 KWh, 여름철 최대 냉방부하는 Peak Load 32286.57 KWh로 나타났다.

Fig. 10의 창면적비 40%의 최적의 향은 20%와 동일하게 나타났으며, 서향은 최대 난방부하 Peak Load 64719.19 KWh와 최대 냉방부하 Peak Load 75607.40 KWh로 나타났으며, 남향의 경우 최대 난방부하 Peak Load 57014.01 KWh 최대 냉방부하 Peak Load 66827.25 KWh로 나타났다.

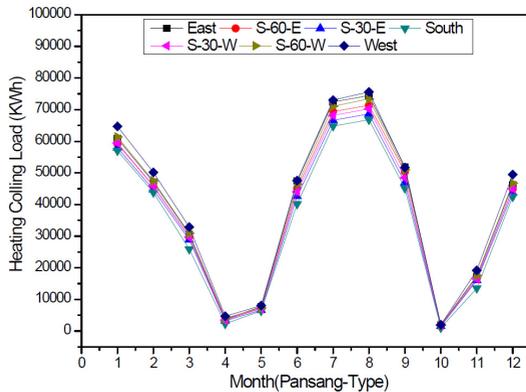


Fig. 10 Monthly Total Heating and Cooling Loads Southland (Pansang Type(一) 40%)

Fig. 11의 창면적비 60%의 경우 최적의 향은 20%와 동일하게 나타났으며, 서향은 최대 난방부하 Peak Load 48585.72 KWh와 최대 냉방부하 Peak Load 96515.17 KWh로 나타났으며, 남향의 경우 최대 난방부하 Peak Load 44050.97 KWh 최대 냉방부하 Peak Load 93015.44 KWh로 나타났다. 결과적으로 판상형(一)의 냉난방 부하량의 경우 남향과 남동향이 성능이 가장 좋은 향으로 나타났으며, 동향과 서향으로 갈수록 냉난방 부하량이 상승 하는 것으로 나타났다.

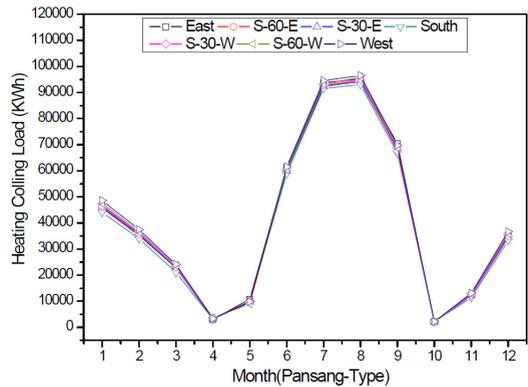


Fig. 11 Monthly Total Heating and Cooling Loads Southland (Pansang Type(一) 60%)

Fig. 12의 타워형(口) 창면적비 20%의 경우 판상형(一)과 달리 최적의 향은 나타나지 않았는데, 이는 판상형의 경우 하나의 주동에 포함되어 있는 4개의 주호가 동일한 향을 바라보고 있지만,

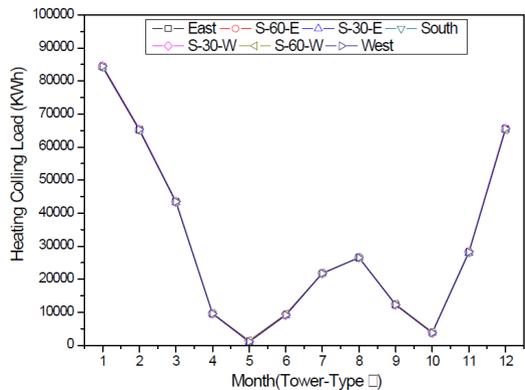


Fig. 12 Monthly Total Heating and Cooling Loads Southland (Tower Type(口) 20%)

Table 3 Compare the Results with the Pansang - Type [WWR 20%]

20% (South)	Winter	Summer
Pansang - Type (一)	75524.39 [KWh]	32286.57 [KWh]
Tower - Type (口)	84603.41 [KWh]	26550.86 [KWh]

타워형(□)의 경우 4개의 주호가 각기 다른 향을 바라보고 있기 때문에 하나의 주호가 에너지 적 이득을 보게 된다면, 반대의 주호의 경우 손실이 생기기 때문에 주동 전체 냉난방 에너지 부하량은 향에 변화에 관계없이 비슷하게 나타났다. 타워형(□) 창면적비 20%는 최대 난방부하 Peak Load 84603.41 KWh와 최대 냉방부하 Peak Load 26550.86 KWh로 나타났으며, 판상형 최적의 향인 남향과 비교했을 때 Table 3과 같이 나타났다.

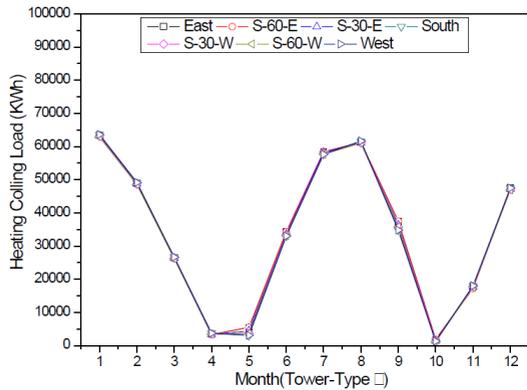


Fig. 13 Monthly Total Heating and Cooling Loads Southland (Tower Type(□) 40%)

Table 4 Compare the Results with the Pansang - Type [WWR 40%]

40% (South)	Winter	Summer
Pansang - Type (—)	57014.01 [KWh]	66827.25 [KWh]
Tower - Type (□)	63641.52 [KWh]	61284.04 [KWh]

Fig. 13의 타워형(□) 창면적비 40%의 경우 최적의 향은 20%와 동일하게 나타나지 않았으며, 최대 난방부하 Peak Load 63641.52 KWh 와 최대 냉방부하 Peak Load 61284.04 KWh로 나타났으며, 同 조건의 판상형(—)의 최적의 향인 남향과 비교 하였을 때, 위의 Table 4과 같이 나타났다.

Fig. 14의 타워형(□) 창면적비 60%의 경우 同 형태의 20%와 마찬가지로 최적의 향은 나타나지

않았으며, 최대 난방부하 Peak Load 45340.13 KWh와 최대 냉방부하 Peak Load 75773.62 KWh로 나타났으며, 同 조건의 판상형(—)의 최적의 향인 남향과 비교 하였을 때, 아래의 Table 5와 같이 나타났다.

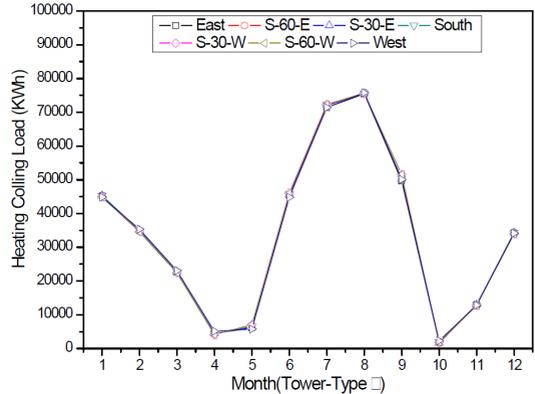


Fig. 14 Monthly Total Heating and Cooling Loads Southland (Tower Type(□) 60%)

Table 5 Compare the Results with the Pansang - Type [WWR 60%]

60% (South)	Winter	Summer
Pansang - Type (—)	44050.97 [KWh]	93015.44 [KWh]
Tower - Type (□)	45340.13 [KWh]	75773.62 [KWh]

#### 4. 판상형(—과) 타워형(□) 에너지 성능 검토

본 연구에서 판상형(—)과 타워형(□)의 형태에 대해 각각의 20%, 40%, 60%의 창면적비와 7가지의 향에 대해서 냉난방 에너지 부하를 해석하여 비교한 결과 겨울철의 난방부하의 경우 □형의 형태가 판상형(—)에 비해 겨울철 난방부하량이 높게 나타났으며, 여름철 냉방부하량의 경우 반대로 판상형(—)이 높게 나타났다. Fig. 15과 같이 창면적비의 차이는 난방부하와 냉방부하에 대해

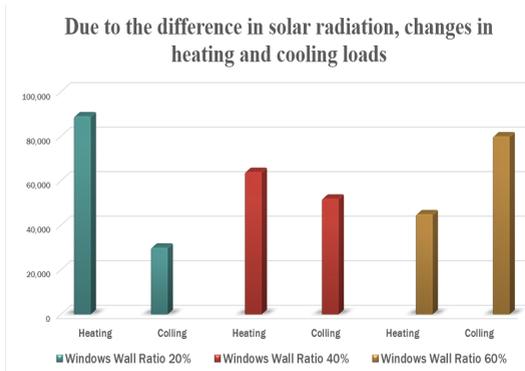


Fig. 15 Due to the Difference in Solar Radiation, Changes in Heating and Cooling Loads

큰 영향을 주는 요소로 작용 하였는데, 창면적비 20%의 경우 너무 낮은 창면적비로 인해서, 외부로부터 유입되는 일사량 보다 인접한 주호와 외기로부터 발생하는 전열로 인한 열손실이 크기 때문에 난방부하가 크게 나타났다. Fig. 15의 결과와 같이 창면적이 증가할수록 난방부하는 감소하였으며, 냉방부하의 경우 창면적이 증가하게 되면 외부에서 유입되는 일사량으로 인해서 실내 온도 상승으로 냉방부하가 증가하는 것으로 나타났다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 공동주택의 난방부하, 냉방부하의 성능 분석을 위해 판상형(一)과 타워형(口)의 외피를 가진 공동주택을 Modeling하여 West, S-60°-W, S-30°-W, South, S-30°-E, S-60°-E, East의 7가지 향과 각 외피 형태 별로 20%, 40%, 60%의 창면적비를 적용하여 남부지방을 기준으로 측정을 하였으며, 도출한 결과는 다음과 같다.

1. 형태를 중점으로 시뮬레이션 하였을 때, 향의 움직임에도 손실이 가장 적은 향은 타워형(口) 형태의 향으로 나타났으며, 최적의 향은 판상형의 경우 남향과 남동향 30°로 나타났으며, 타워형의 경우 외피 형태에 따른 최적의 향은 나타나지 않았다.

2. 창면적비의 경우 비교분석한 결과와 같이 창면적의 차이가 난방부하와 냉방부하의 차이를 가

져왔으며, 창면적비가 20% 또는 그 이하일 경우 너무 낮은 창면적비로 인해서 외부 일사량이 실내로 유입되는 양이 극히 미비하게 나타났다. 또한, 인접한 주호와 외부의 전열로 인해 발생하는 부하로 인해서 난방부하가 높아지며 반대로 냉방부하의 경우 실내로 유입되는 일사량이 적기 때문에 냉방부하량은 낮아지게 된다.

## 후 기

이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음.

## References

1. S. G. Kim, 2009, "A Study on the Energy Consumption Pattern Base on the Site Planning Type of Apartment House", Chungju University, 1-54.
2. E. A. Roh, J. H. Lim, S. Y. Song, 2011, "Energy Performance Evaluation of Apartment Building according to Window-to-wall ratio of Envelope", Journal of KIAEBS, Vol. 20, No. 10, pp. 163-166.
3. S. H. Yoon, S. B. Song, Y. T. Kim, S. K. Yum, 2008, "Energy Saving Effects according to the Windows Performance for an Apartment House and the Estimation of the Windows Economical Efficiency", Journal of AIK, Vol. 24, No. 8, pp. 321-330.
4. C. Y. Jang, H. S. Han, J. S. Lee, 2010, "The Building Energy Efficiency Rating Evaluation of Apartment depending on SC and Window Area ratio", Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 30, No. 5, pp. 39-43.
5. S. Lee, S. H. Kim, K. C. Kim, 2006, "Study on the Energy Saving for School Buildings - Through Thermal Effect of the Transparent Insulated Opaque Envelopes", Journal of the Korea Society for Power System Engineering,

Vol. 10, No. 1, pp. 41-45.

6. K. H. Choi, 1999, "Development of Year-round Air Conditioning System Using Solar Energy", Journal of the Korea Society for Power System Engineering, pp. 9-19.
7. G. Kim 2007, "Real Survey on Site Plans And Daylighting in Recently-Planned Apartment Houses", Journal of KIEAE, Vol. 7, No. 1, pp. 13-16.