

공동주택 단위난방부하 계산을 위한 단위동법 제안

유 호 선, 정 주 혁*, 문 정 환**, 이 재 현***†

승실대학교 기계공학과, *(주)한일엠이씨 설계본부, **한양대학교 대학원 기계공학과, ***한양대학교 기계공학부

Proposal of Unit Building Method for Calculating Unit Heating Load of Apartment Houses

Hoseon Yoo, Joo-Hyuk Chung*, Jung-Hwan Moon**, Jae-Heon Lee***†

Department of Mechanical Engineering, Soongsil University, Seoul 156-743, Korea

*Han-il Mechanical & Electrical Consultants, Seoul 140-012, Korea

**Graduate School, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

***Department of Mechanical Engineering, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

(Received September 23, 2005, Revision received December 4, 2006)

ABSTRACT: As an alternative approach to evaluate the unit heating load for apartment houses, we newly developed and proposed unit building method. The new method, which calculates the heating load of an apartment building as a whole, conceptually corresponds to integral analysis of building heat loss, while the existing unit apartment method to differential analysis. Four typical building models of Korean-style apartment house and two dynamic load calculation programs were selected to validate the present method under realistically imposed conditions. Eight sets of unit heating load calculated respectively by unit building and unit apartment methods showed excellent agreements regardless of building model and simulation program. It is expected that the unit building method can take the place of the unit apartment method due to fewer modeling assumptions as well as less computational efforts. Additional calculations to investigate the effects of various parameters on unit heating load yield good consistencies with known facts, and re-confirm the validity.

Key words: Unit building method(단위동법), Unit heating load(단위난방부하), Apartment house (공동주택), TFMLoad, TRNSYS

1. 서 론

최근 국내 에너지 소비현황에 대한 통계자료⁽¹⁾에 따르면 전체 소비량 중 건물분야 비중은 약 22%로서 연평균 2.7% 증가하고 있으며, 건물 분야 중 주거 부문이 79%를 차지하고 있다. 한편

2000년 말 기준 국내의 주거현황⁽²⁾에서 공동주택은 55.2%에 이르고 있으며 지속적으로 증가하는 추세이다. 전체 에너지소비에서 공동주택이 차지하는 비율이 점점 증가할 것임은 쉽게 예측된다. 이러한 배경에서 공동주택에서의 효율적인 에너지관리는 주요 관심의 대상이 될 수밖에 없다.

현행 에너지이용합리화법에 의하면 신도시 개발, 도심 재개발, 토지구획 정리사업 또는 대규모 주거단지 조성 등 일정규모 이상의 신규개발 계획시 에너지사용계획을 사전 협의하도록 의무화

† Corresponding author

Tel.: +82-2-2220-0425; fax: +82-2-2293-5169

E-mail address: jhlee@hanyang.ac.kr

하고 있다. 에너지사용계획의 핵심은 합리적인 수요예측과 이에 대응하는 공급설비 확보, 효율적 사용방안 제시 및 사후관리 체계화에 있다.

대부분의 개발계획에서 공동주택은 주된 주거 형태이므로, 열에너지 수요예측에서 가장 중요한 요소가 공동주택의 최대 난방부하이다. 예측된 수요에 따라 난방방식 및 설비용량이 결정되기 때문이다. 신규개발 계획 이외에도 기존의 개별난방 공동주택 단지를 지역난방, 구역형 집단에너지(CES)나 소형 열병합발전으로 대체하는 경우 설비용량 결정을 위해서는 최대 난방부하를 예측할 필요가 있다.

공동주택의 난방부하 계산에는 다양한 방법이 있으나, 전체 예상난방면적에 지역별 및 세대면적별로 미리 정해진 단위난방부하(Unit Heating Load, 단위면적당 난방부하)를 곱하는 방법이 간편하기 때문에 보편적으로 적용되고 있다.⁽³⁾ 즉, 단위난방부하는 열수요 예측을 위한 가장 기본적인 자료이므로 타당성 있는 방법에 의해 합리적으로 산정되어야 한다.

현재 사용 중인 공동주택 단위난방부하의 구체적인 산정방법 및 과정은 알려져 있지 않으나,⁽³⁾ 일반적인 난방부하 계산법에 비추어 대표적인 몇몇 세대에 대한 난방부하를 적절히 평균하여 결정된 것으로 추측된다. 이 방법을 편의상 단위세대법(Unit Apartment Method, UAM)이라 호칭하기로 한다. 단위세대법을 적용하여 단위난방부하를 계산할 경우 공동주택 건물 내 세대위치에 따른 난방부하의 차이를 고려하여야 합리적인 결과를 얻을 수 있다.⁽⁴⁾ 난방부하에 상당한 차이가

있는 대표적인 세대위치를 Fig. 1에 도시하였다. 인접세대 간에 대칭성이 성립한다고 간주하여도, 단위난방부하를 결정하기 위해서는 공동주택 건물의 층수나 층별 세대수에 무관하게 적어도 그림에 표시된 6개 유형에 대한 난방부하는 계산하여야 한다. 즉 단위세대법은 발코니새시 설치와 같은 개별 사용조건 차이가 어떤 세대의 연간 난방에너지 사용량에 미치는 영향 등을 해석하는데는 적합하지만, 공동주택 단지 전체의 열원설비용량결정을 위한 최대부하 예측에는 효율적이지 않다. 또한 지형적 영향으로 국소적인 음영이 있거나 바람이 상당한 수준으로 발생하는 경우 공동주택 건물 전체가 받는 영향을 대표위치 세대에 대한 계산결과로써 고려하기는 곤란할 것이다.

본 연구에서는 공동주택 단위난방부하 산정시 예상되는 단위세대법의 전술한 약점을 개선하기 위하여 새로운 접근방법을 제안하고자 한다. 여기서 약점이라는 표현은 계산이 다소 번거롭고 적용에 약간의 제약이 따른다는 것이지 단위세대법이 단위난방부하 산정에 부적합하다는 의미는 아니다. 새로운 방법은 공동주택 건물 1개 동의 난방부하를 일괄 계산하게 되므로 단위동법(Unit Building Method, UBM)으로 명명한다. 단위동법의 원리와 내용 기술에 이어 단위세대법과 비교를 통하여 타당성을 검토하고 몇몇 예로써 그 유용성을 보이고자 한다.

2. 단위동법

전술한 바와 같이 단위동법의 기본개념은 공동주택 건물 1개 동 전체의 난방부하를 한꺼번에 계산하자는 데에 있다. 이때 단위난방부하는 대표적 층수 및 층별 세대수를 갖는 1개 동을 선정하고, 계산된 난방부하를 총 난방면적으로 나누어 구한다. 건물 1개 동은 Fig. 2와 같이 난방공간과 비난방 공유공간(승강기 및 계단) 2개의 영역(zone)으로 구분되며, 외부와의 경계는 양측면의 외벽, 지붕, 바닥, 전 세대 창문면적의 합을 제외한 전면 및 후면 외벽과 전·후면의 창문으로 구성된다. 난방공간과 공유공간 사이의 벽은 각 세대에서와 같은 재료이다. 세대간 간벽과 슬래브의 체적 및 재료도 동적열부하계산에서의 축열효과 때문에 당연히 고려한다.

단위세대법에서는 Fig. 1과 같이 대표위치 세대

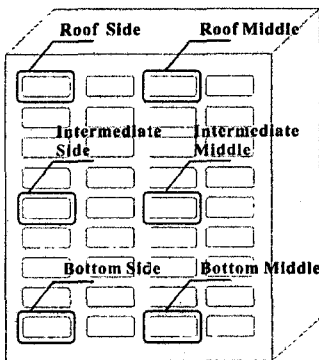


Fig. 1 Representative locations of apartment in a building.

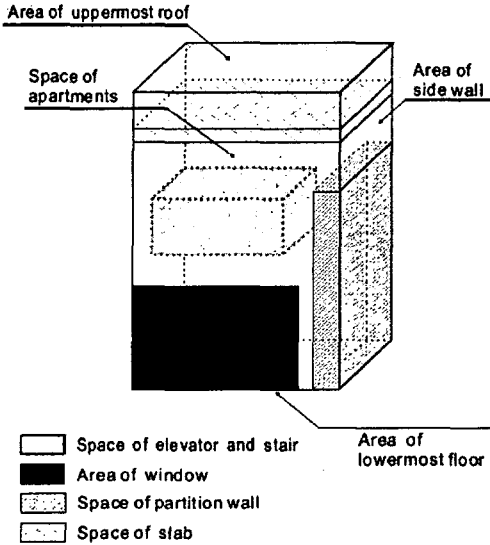


Fig. 2 Conceptual constitution of a building in the unit building method.

에 대한 최대부하를 계산하고 각 위치에 속하는 세대수에 따라 가중 평균함으로써 단위난방부하를 구한다. 부하계산시 세대간의 간벽 중간과 인접 세대와의 공유공간 중간에, 또한 최상층 및 최하층을 제외한 중간층의 아래위 세대간 슬래브 중간위치에 각각 가상적인 대칭면이 존재한다고 가정하고 열적으로는 단열조건을 적용한다.⁽⁴⁾

단위세대법과 단위동법 사이에는 세대별 난방공간(층고가 일정할 때 난방면적과 같은 표현)의 합과 동 전체의 난방공간을 일치시키면 외기 및 비난방공간과의 경계면 면적이 불일치할 수 있고 반대의 경우도 있기 때문에 다소의 차이가 있을 수 있다. 세대와 세대 사이의 대칭성, 벽체재료의 동(집중) 및 세대(분산) 사이 축열효과 등도 추가적인 영향인자이다. 이러한 접근방법의 차이에도 불구하고 물리적으로 동일한 대상을 취급하기 때문에 단위세대법과 단위동법으로 계산된 단위난방부

하가 현저하게 다를 이유는 없다. 개념적으로는 주어진 대상(공동주택 건물)에 대한 미분해석과 적분해석에 대응하는 것으로 볼 수 있다. 결과가 일정한 범위 이내에서 일치한다면, 단위난방부하 계산시 보다 편리한 방법을 사용하는 것은 당연한 일이다.

자료입력의 용이성 관점에서 단위동법은 단위세대법보다 유리하다. 부하계산 대상 공동주택이 정해지면 건물의 제원, 벽체, 슬래브, 창문면적, 기상 조건 등의 자료도 함께 주어진다. 이들 자료를 입력할 때 단위세대법의 경우 위치별로 적어도 6개 세대를 각각 취급하여야 하지만 단위동법의 경우 한번으로 충분하다. 방위나 차폐율 등 가변인자의 영향을 파악하기 위한 자료수정시도 이와 마찬가지로 지이다.

3. 타당성 검토

3.1 검토 모델

단위동법에 의한 난방부하 계산의 타당성 검증을 위한 동 모델은 국내의 공동주택 현황을 감안

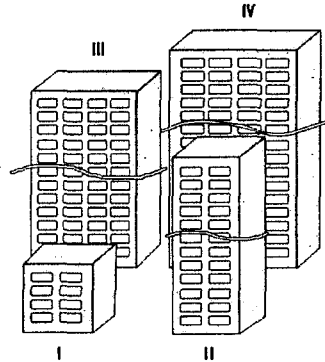


Fig. 3 Model apartment buildings considered in the present study.

Table 1 Specification of the present model buildings

Building	Arrangement	Number of floors	Apartments per floor	Apartments per building	Heating area per apartment (m ²)
I	In-line	4	2	8	44.9
II	In-line	15	2	30	55.9
III	In-line	15	4	60	84.7
IV	In-line	25	4	100	133.0

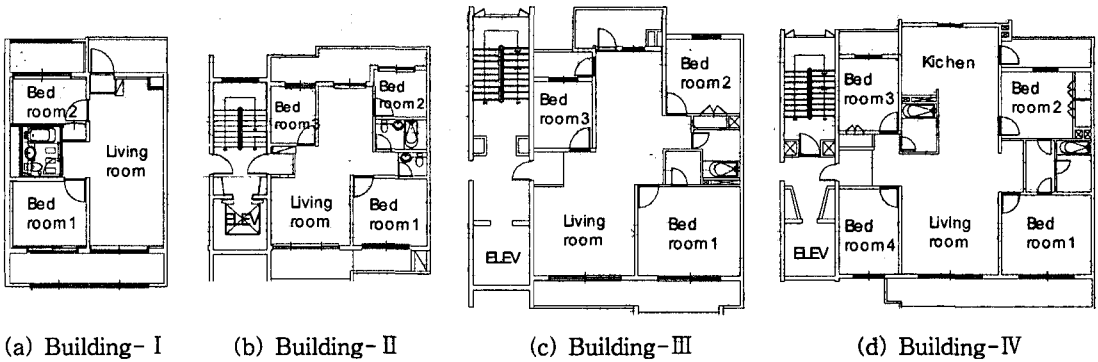
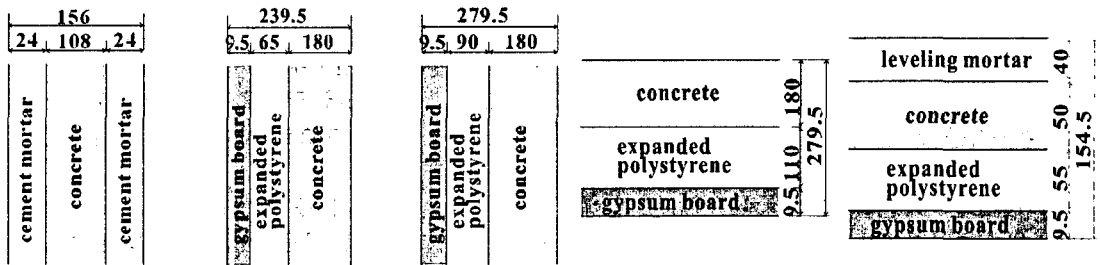


Fig. 4 Plans of individual apartments corresponding to four model buildings.



(a) Partition wall (b) Front/Rear wall (c) Side wall (d) Uppermost roof (e) Lowermost floor

Fig. 5 Details of composite floors and walls (Unit: mm).

하여 층수, 층별세대수, 세대배치 형태 등에 있어서 대표적인 4개를 선정하고 I, II, III 및 IV로 표기한다. Fig.3 및 Table 1은 동 모델의 개략도 및 제원이다. 각 동은 난방면적(바닥면적)이 상이한 세대로 구성되며, Fig.4는 각각의 평면도이다. 이들 평면도는 실제 거주하고 있는 공동주택 중에서 전형적인 것을 인용하였다. Table 1에 표시된 각 동별 세대의 난방면적은 발코니와 공유공간(승강기 및 계단)을 제외한 순수 거주공간의 면적이다. 세대배치는 최근에 와서 비교적 다양한

형태로 이루어지고 있으나, 아직은 일렬배치가 대다수이므로 이에 국한하였다.

통로공간은 세대간의 사생활 보호를 위해 계단식(층별 2개 세대가 승강기 및 계단을 공유)으로 바뀌는 추세이지만 바닥면적이 작은 공동주택의 경우 복도식이 오히려 많기 때문에 이를 고려하여 I 동은 복도식, 나머지 3개 동은 계단식을 택하였다. 건물의 층고는 2.6m, 천장고는 2.35m로 통일하여 적용하였다. 발코니는 새시가 설치되지 않고 외기에 노출된 상태로 취급하였으며, II, III

Table 2 Thermophysical properties of wall materials and window

Material	Thermal conductivity [W/(m·K)]	Specific heat [kJ/(kg·K)]	Density [kg/m ³]
Gypsum board	0.21	1.13	910
Expanded polystyrene	0.034	1.25	28
Concrete	1.62	0.79	2400
Autoclave lightweight concrete	0.17	1.09	600
Mortar	1.51	0.79	2000
Leveling mortar	0.37	0.79	2000
Double windows	Overall heat transfer coefficient : 3.0 [W/(m ² ·K)]		

및 IV동의 공유공간은 비난방공간으로서 외기온도와 실내온도의 산술평균온도로 유지된다고 가정하였다. 지붕은 평면형이고, 최하층 바닥은 지면과 접하는 것으로 간주하였다. 각 세대와 동의 창문면적비는 가장 보편적인 수치인 전면 80%, 후면 35%를 적용하였다.

외벽 등의 단일두께는 2003년 개정된 '건축물의 에너지 절약 설계기준'(건설교통부 고시 2003-314호)을 따랐다. 벽체재료 및 창호 관련 물성은 대한설비공학회와 설비공학편람⁽⁵⁾에 의존하였으며, Table 2에 요약하였다. 벽체 및 슬래브는 종류에 따라 구성이 상이하며, 본 연구에서는 Fig. 5와 같은 보편적인 경우를 적용하였다.

별도의 언급이 없는 한 서울 소재 공동주택을 대상으로 삼았다.

3.2 부하계산 조건

외기온도는 대한설비공학회가 1996년 발행한 '건물의 공조부하계산용 표준 전산프로그램 개발 및 기상자료의 표준화 연구에 관한 최종보고서'⁽⁶⁾를 따랐다. 실내온도는 전술한 '건축물의 에너지 절약 설계기준'에 따라 20°C로 고정하였다.

자연환기율은 난방부하에 가장 큰 영향을 미치는 인자 중의 하나임에도 공동주택에 대하여 명확한 기준이 제시된 바는 없다. 부하계산 조건의 설정은 본 연구의 초점과는 다소 거리가 있지만 자연환기횟수 설정의 배경을 밝힐 필요는 있다. 국내 공동주택의 경우 건축설계에서는 보통 자연환기횟수 1.5 ACH를 적용한다. 그러나 Kang et al.(1995)⁽⁷⁾과 Park et al.(2001)⁽⁸⁾의 측정값 0.4~0.82와 0.28~0.583 ACH와는 상당한 차이를 보인다. 측정대상이 가밀성이 높은 산측 공동주택이고 재실자에 의한 출입문과 창문의 개방이나 욕실 및 주방 환기팬의 작동이 없는 상태에 대한 결과이기 때문에 실제보다는 과소평가되었을 수 있으나, 위 설계값은 너무 큰 것으로 보인다. 외국의 경우 주거용 건물의 자연환기 기준으로 ASHRAE⁽⁹⁾는 신축 및 기존 각각 0.5 및 0.7 ACH를, SHASE⁽¹⁰⁾는 0.7 ACH 이상을 제시하고 있다. 최근 이러한 자료를 종합하여 자연환기횟수를 0.85 ACH로 취함으로써 합리적인 결과를 도출한 바 있다.⁽¹¹⁾ 본 연구에서도 자연환기횟수를 0.85 ACH로 설정하여 부하계산을 수행하였다. 다만, 자연환기율이 크면

난방부하는 증가하지만 실내공기질은 개선되는 양면적(trade-off) 특성이 있으므로, 적정 자연환기횟수 결정에는 추가적인 연구가 필요해 보인다.

기타 조건으로서, 모든 동의 방위는 남향이며, 인접한 건물(동)에 의해 일사의 간섭은 받지 않는 것으로 간주하여 차폐율(shading factor)은 0으로, 지중온도는 최근 4년간 측정값의 평균인 15.57°C로 취하였다.

3.3 결과 고찰

단위동법의 타당성을 입증하기 위한 부하계산은 외기온도의 변화나 벽체의 축열효과 등이 고려될 수 있는 동적인 방법에 의존하는 것이 합리적이다. 이에 본 연구에서는 다양한 동적열부하 계산 프로그램 중에서 국내에서 개발된 TFMLoad⁽¹²⁾와 오랫동안 국제적으로 사용되어 온 TRNSYS⁽¹³⁾를 선정하였다.

전술한 4개의 동 모델을 대상으로 두 종류 계산 프로그램을 사용하여 단위세대법과 단위동법으로 계산하였으며, 그 결과를 단위난방부하의 형태로 Table 3에 비교하여 나타내었다. 여기서 상대오차는 단위세대법을 기준하여 계산되었다. 계산 프로그램 및 동 모델에 무관하게 단위동법과 단위세대법의 차이는 1% 미만으로서, 부하계산이 필요한 계획 또는 설계단계에서 안전하게 무시될 수 있는 수준이다. 다른 관점에서는 전술한 단위세대법에서의 대칭성이나 단위동법에서의 기하학적 형상과 같은 불일치 요인이 전체 부하에 미치는 영향은 미미함을 알 수 있다. 단위세대법이 검증된 방법임을 감안할 때 양자의 양호한 일치는 단위동법에 의한 부하계산이 타당함을 의미한다.

Table 3 Comparison of unit heating load between UAM and UBM [W/m²]

Program	Method	Model building			
		I	II	III	IV
TFMLoad	UAM	56.10	53.11	51.58	51.15
	UBM	55.77	53.11	51.65	51.12
	Diff. [%]	0.56	0.00	-0.14	0.07
TRNSYS	UAM	62.36	57.27	55.10	54.45
	UBM	62.78	57.68	55.48	54.72
	Diff. [%]	-0.67	-0.71	-0.70	-0.51

확립된 타당성과 앞서 언급된 계산의 용이성을 고려할 때 향후 공동주택의 단위난방부하 산정 시 단위동법 사용의 확대가 기대된다. 단위동법을 즉각 수용하지 않는 경우에도 단위세대법에 의한 결과를 검토하는 자료로서 유용할 것이다.

다만 Table 3은 Table 1에 보인 바와 같이 세대가 일렬로 배치되었고, Fig. 4와 같이 세대의 외부경계에 요철이 적은, 비교적 단순한 동 모델을 대상으로 한 결과이다. 최근 공동주택 건축에서 점차 나타나고 있는 바와 같이 한 층의 세대가 Y형과 같이 일렬로 배치되지 않거나 세대 사이에 대칭성이 없거나 세대 외부경계가 복잡한 형상일 때도 단위세대법과 단위동법에 의한 계산결과가 잘 일치하는지는 후후 연구가 필요한 과제이다.

단위세대법과 단위동법 사이의 일치와는 별개로, 같은 대상에 대한 부하계산 결과가 사용 프로그램에 따라 상당한 차이를 보이는 점은 설명이 필요하다. 비단 본 연구에서 사용된 TFMLoad나 TRNSYS뿐만 아니라 널리 보급된 프로그램을 포괄하여, 부하계산 또는 건물에너지 시뮬레이션 프로그램은 부하산정 방법이 각각 상이하기 때문에 같은 대상이더라도 결과에 어느 정도의 차이는 항상 존재한다. 이것은 프로그램의 타당성과는 다른 문제로서 상당한 관심의 대상이 되어 왔다.⁽¹⁴⁾ 가령 TRNSYS의 경우 그 자체에도 에너지율 제어나 온도수준 제어에 따라 계산된 부하에 다소 차이가 있다.⁽⁴⁾ 문헌⁽¹⁴⁾을 참조할 때 Table 3에 나타난 TFMLoad와 TRNSYS의 차이는 납득할 수 있는 수준이며, 동 모델에 따른 차이의 경향에도 일관성을 보인다.

4. 적용 예

지금까지 단위동법의 접근방법과 타당성에 관하여 고찰하였고, 단위세대법과 비교할 때 단위동법은 단위난방부하 계산이 간편하고 특성인자의 영향을 파악하기가 용이한 장점이 있다는 결론을 얻었다. 이러한 단위동법을 적용하여 몇몇

인자 및 조건에 따른 단위난방부하의 변화를 파악하는 예를 보이고자 한다. 물론 이들 예는 단위세대법으로도 계산될 수 있으며, 사실 결과의 차이도 거의 없다. 적용 예의 기준 모델은 현재 국내 공동주택 중 가장 다수인 Table 1 및 Fig. 3의 Building-III을 선정하였고, 부하계산 프로그램은 TRNSYS에 비하여 자료입력 및 계산이 용이한 TFMLoad를 선택하였다.

4.1 지역의 영향

지역에 따른 단위난방부하의 변화는 기상조건 및 단열기준의 차이에 기인한다. 대표지역으로서 서울 외에 춘천, 대구, 부산을 대상으로 단위난방부하를 계산하고 Table 4에서 비교하였다. 여기서 춘천과 서울은 중부 단열기준이, 대구와 부산은 남부 단열기준이 적용되는 지역이다. 중부지역에 비하여 남부지역의 단열두께가 얇음에도 불구하고 지역별 단위난방부하의 차이가 큰 사실로부터 외기온도의 영향이 지배적임을 알 수 있다. 기상조건에 따른 단위난방부하에 대한 영향은 춘천과 서울의 단위난방부하 차이에서도 쉽게 확인된다. 따라서 현행처럼 단위난방부하 기준을 지역별로 제(개)정하되⁽³⁾ 외기조건에 따라 보다 세분화하는 것이 합리적이다.

4.2 층수의 영향

공동주택 건물의 층수가 높을수록 전체 난방공간 대비 열손실이 일어나는 외피면적이 상대적으로

Table 4 Unit heating loads in representative cities in Korea

City	Chuncheon	Seoul	Daegu	Busan
Unit heating load [W/m ²]	57.14	51.65	47.89	43.99

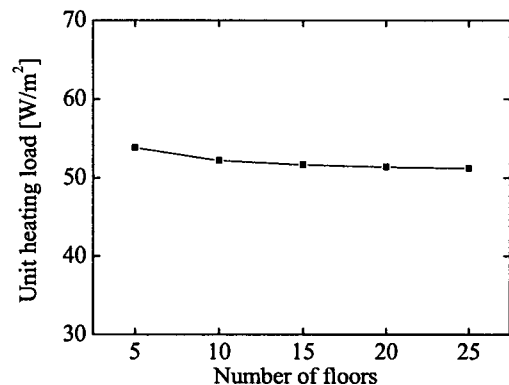


Fig. 6 Effect of number of floors in a building on unit heating load.

로 감소하기 때문에 단위난방부하가 점근적으로 감소하리라는 것은 쉽게 예측할 수 있다. 이것을 정량적으로 확인하기 위하여 5~25층 사이를 5층 간격으로 변화시키면서 단위난방부하를 계산하여 정리한 결과가 Fig. 6이다. 5층의 경우 다소 높은 값을 보이지만, 10층 이상에서 변화율은 미미하다. 따라서 단위난방부하를 다시 산정함에 있어서 15층을 기준으로 계산한 결과를 저층 연립주택을 제외한 10~25층 사이 공동주택 건물에 확장 적용하려는 의도⁽¹¹⁾는 합리적이라 판단된다. 층수가 5층 이하가 대부분인 연립주택의 경우 같은 평면구조라도 단위난방부하가 고층 공동주택에 비하여 상당히 증가할 것이므로 별도의 기준이 필요해 보이며, 현행 단위난방기준⁽³⁾의 형식과도 부합된다.

4.3 층별 세대수의 영향

층수와 마찬가지로 층별 세대수가 증가할수록 전체 난방공간 대비 외피면적 비율이 감소하므로 단위난방부하는 점근적으로 감소할 것이다. 층별 세대수가 단위난방부하에 미치는 영향을 Fig. 7에 도시하였다. 2세대인 경우에는 단위난방부하가 다소 높은 값을 보이지만, 4세대 이상이면 변화율은 미미하다. 이 결과와 실제 시공되는 공동주택의 층별 세대수 가운데 4세대의 빈도가 가장 높은 점을 동시에 고려할 때 단위난방부하 산정의 기본 모델로서 층별 4세대를 선택하는 것은 타당해 보인다.⁽¹¹⁾

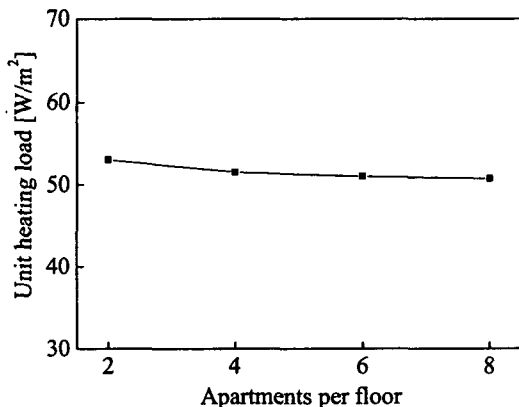


Fig. 7 Effect of number of apartments per floor on unit heating load.

4.4 창문면적비의 영향

전술하였듯이 본 연구의 단위세대 모델에서 전·후면 창문면적비는 각각 80%, 35%이다. 건물 방위가 남향인 경우, 전면은 일조 및 조망을 위하여 가급적 창문면적비를 크게 하기 때문에 변화의 여지가 별로 없다. 반면 후면은 단열과 조망이 상충요소이므로 창문면적비 변화의 폭이 비교적 크다. 후면(북쪽 벽면)의 창문면적비가 단위난방부하에 미치는 영향을 Fig. 8에 정리하였다. 단위난방부하는 창문면적비에 따라 거의 선형적으로 증가하며, 증가율도 상당히 크다. 따라서 해안, 강변 등 연립주택 단지의 입지로 인하여 후면 창문면적비가 기준값(여기서는 35%)에서 크게 벗어나는 경우 단위난방부하를 보정할 필요가 있다. 또한 조망을 위하여 후면 창문면적을 증가시킬 경우 난방에너지 절약을 위하여 삼중유리나 특수유리의 설치를 적극 권장하는 것이 바람직하다. 이때 생애주기비용 분석을 통하여 초기투자비 증액 대비 난방비용 감소의 효과를 종합적으로 판단하는 것이 합리적이다.

4.5 실내온도의 영향

에너지절약설계기준은 실내온도를 20℃로 설계하도록 정하고 있다. 그러나 공동주택의 실제 거주 실내온도는 24℃ 이상이다.⁽⁷⁾ 실내온도는 난방부하에 가장 큰 영향을 미치는 인자 중의 하나임을 고려할 때 정량적인 확인이 필요하며 Fig. 9는

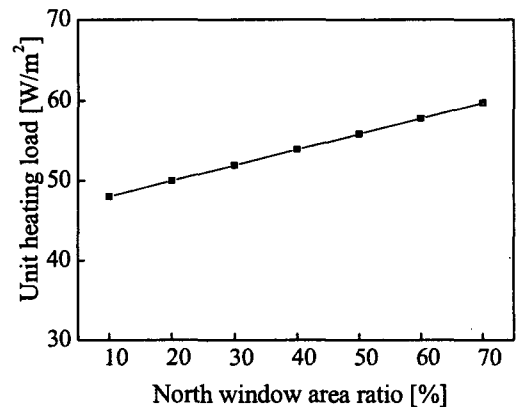


Fig. 8 Effect of window area ratio in the rear (north) wall on unit heating load.

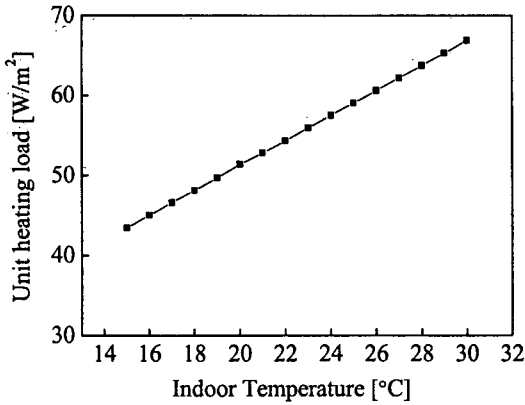


Fig. 9 Effect of indoor temperature on unit heating load.

그 결과이다. 단위난방부하는 실내온도에 따라 거의 선형적으로 증가하며, 예상대로 증가율이 매우 크다. 실내온도가 24°C일 때 설계기준인 20°C일 때에 비하여 난방부하가 약 11% 상승하였다. 이와 같은 설계기준과 실제 사용조건 사이의 차이는 단위난방부하를 적용하여 공동주택 단지의 열원시설의 용량을 결정할 때 신중히 고려할 필요가 있다.

4.6 방위의 영향

단위난방부하는 최대부하로부터 계산되고, 혹한기의 하루 중 최대부하는 일출직전 경에 나타나기 때문에, 건물의 방위가 큰 영향을 미치지 않는다. 정남향을 중심으로 8개 방향의 건물방위에 따라 단위난방부하를 계산한 결과가 Fig. 10이다. 북향일 때 최대가 되지만 최소인 남향에 비하여 약 2% 증가에 그칠 정도로 단위난방부하는 건물방위에 거의 무관하다. 미소한 차이는 방위에 따라 낮 동안의 일사량과 건물벽체의 저장된 열량이 다르기(축열효과) 때문에 나타나는 것으로 분석된다.

5. 결 론

공동주택 단지의 난방설비용량 예측을 위한 단위난방부하 산정의 방법으로서 기존의 단위세대법을 대체할 수 있는 단위동법을 제안하였다. 단위세대법과 대비하여 단위동법의 접근방법 및 특징

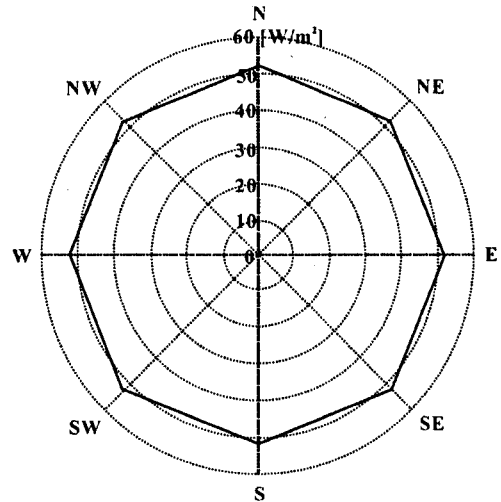


Fig. 10 Effect of orientation on unit heating load.

을 기술하였다. 대표적인 공동주택 건물을 대상으로 전형적인 조건에 대하여 단위세대법과 단위동법을 사용하여 단위난방부하를 계산하여 비교하였다. 또한 단위동법 적용의 예로서 몇몇 인자 및 조건에 따른 단위난방부하의 변화를 보였다. 이상의 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같이 요약된다.

다양한 공동주택 모델에 걸쳐 단위동법과 단위세대법에 의한 결과가 양호하게 일치하는 사실은 단위동법의 타당성을 뒷받침한다. 세대간의 대칭성과 같은 가정을 도입할 필요가 없고 계산이 상대적으로 간편하다는 점을 고려할 때 단위동법은 향후 단위난방부하 계산에 유용하게 사용될 것으로 기대된다. 또한 단위세대법에 의한 계산결과를 검증하기 위한 비교대상으로서도 충분한 가치가 있어 보인다. 단위난방부하에 미치는 주요 인자 및 조건의 영향에 있어서도 단위동법에 의한 결과는 예상되는 경향과 잘 부합되며 일관성을 유지한다.

참고문헌

1. MOCIE, 2005, http://www.mocie.go.kr/upload/statistics/total_statistical_list.asp?mode=3.
2. Korea National Statistical Office, 2004, <http://www.search.nso.go.kr/search/search2/kosis/SearchR0.jsp>.

3. Korea District Heating Corporation, 1994, Standards for Heat Consuming Facilities, pp. 7-10.
4. Yoo, H., Hyun, S. K., Park, Y. W., Kim, Y.-S. and Hong, H., 2004, Analysis of heating energy in a Korean-style apartment building 1: The effect of location, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 16, No. 1, pp. 101-110.
5. SAREK, 2001, SAREK handbook, Vol. 2, pp. 1.4-69.
6. Ministry of Trade and Industry, 1996, Development of the Standard Computer Software and Weather Data for Cooling and Heating Load Calculation, pp. 145-146.
7. Kang, J. S., Lee, S. E. and Ahn, T. K., 1995, A study on characteristics of energy consumption in apartment buildings, Korean Journal of Architectural Institute of Korea, Vol. 11, No. 7, pp. 139-149.
8. Park, J. W., Bae, S. H. and Hong, C. H., 2001, An evaluation on natural ventilation in apartment houses, Proceedings of the SAREK 2001 Summer Annual Conference, pp. 637-643.
9. ASHRAE, 2001, ASHRAE fundamental handbook, pp. 26.16-17.
10. Kazuaki, S., 2003, Countermeasure against sick house syndrome established by technical standard of revised building standard law, Journal of The Society of Heating, Air-Conditioning and Sanitary Engineers of Japan, Vol. 77, No. 1, pp. 11-23.
11. Korea District Heating Corporation, 2004, A study on the reevaluation of unit heating load for apartment buildings in accordance to technical advancement in design and construction, pp. 99-102.
12. Choi, W. Y., Ko, C. K., Lee, J. H. and Ryu, H. S., 1999, Development of a TFM load calculation program based on thermal response factor, Journal of Korean Association of Air Conditioning, Refrigerating and Sanitary Engineers, Vol. 1, No. 5, pp. 684-691.
13. Hong, T., Chou, S. K. and Bong, T. Y., 2000, Building simulation: An overview of developments and information sources, Building and Environment, Vol. 35, pp. 347-361.
14. Judkoff, R. D. and Neymark, J. S., 1999, Adaptation of the BESTEST intermodel comparison method for proposed ASHRAE Standard 140P: Method of test for building energy simulation programs, ASHRAE Transactions, Vol. 105(2), pp. 721-736.