

共同住宅의 에너지消費量 및 暖房運轉 實態에 관한 調查研究

An Investigation on the Heating Energy Consumption and Operating Conditions in Apartment houses

○ 辛 容 太*
Shin, Yong Tae
安 炳 旭**
Ahn, Byung Wook
鄭 燦 教***
Chung, Chan Kyo
孫 章 烈****
Sohn, Jang Yeul

ABSTRACT

The energy consumption in apartment houses is investigated according to the heating systems, that is, district, central, and individual heating systems. And, operating conditions of intermittent heating are surveyed and analyzed in the central heating systems.

As a result, each annual energy consumption of district, central and individual heating system is $143.56 \text{ Mcal/m}^2 \cdot \text{year}$, $216.78 \text{ Mcal/m}^2 \cdot \text{year}$ and $150.68 \text{ Mcal/m}^2 \cdot \text{year}$. Also, the heating is generally started at 04:00 and 17:00 of each day, and the heating system is operated for 2~3 hours per each time.

I. 序 論

우리나라는 에너지 資源의 不足으로 에너지의 海外 依存度가 대단히 높은 實情에 있다. 國內의 全體 에너지 使用量中 建物部分이 차지하는 比率은 약 36%에 달하고 있으며, 住居用 建物에 있어서의 에너지 消費도 대단히 많은 實情이다.

最近들어 住宅難 解消를 위해 대단위로 共同住宅이 建設됨에 따라 1990년 현재 전체 주택에서 共同住宅이 차지하는 비율은 32.1%에 달하고 있으며, 이러한 共同住宅의 增加趨勢는 당분간 지속될 것으로 전망된다. 따라서, 共同住宅에서의 에너지 消費를 줄이기 위한 積極적인 方案이 要求되고 있다.

本 研究에서는 共同住宅에 있어서 暖房用 에너지의 效率의인 節約方案을 마련하기 위하여 既存 共同住宅의 暖房用 에너지 消費量을 地域暖房, 中央暖房, 個別暖房 등 暖房方式別로 調査·分析하고, 中央暖房方式의 暖房運轉 實態를 把握하였다.

* 正會員, 忠淸專門大 建築設備科 助教授

** 正會員, 忠淸專門大 建築設備科 副教授, 工博

*** 正會員, 水原大 環境工學科 助教授, 工博

**** 正會員, 漢陽大 建築學科 教授, 工博

II. 調査概要

共同住宅의 난방용 熱源供給方式을 地域暖房, 中央暖房, 個別暖房 등 3개 방식으로 구분하고, 각각의 방식에 해당하는 공동주택단지를 선정하여 暖房用 에너지의 消費實態를 조사하였다.

實態調査는 설문지 응답과 방문면담을 병행하여 실시하였으며, 調査項目 및 內容은 <표 1>과 같다. 間歇運轉을 실시하고 있는 中央暖房團地의 경우에는 外氣溫에 따른 난방시스템 제어방식등 運轉實態를 추가하여 조사하였다.

1. 地域暖房 團地

서울火力發電所의 廢熱을 이용하여 1987년부터 地域暖房을 실시하고 있는 남서울지역의 81개 아파트 단지에 대하여 1992년 1월 ~ 1992년 12월 까지의 1년간 에너지 消費量을 調査하였다.

또한, 1991년 부터 地域暖房이 공급되고 있는 분당시범지구를 대상으로 43개 아파트 단지에 대하여 1992년 1월 ~ 1993년 4월 까지의 에너지소비량을 조사하였다.

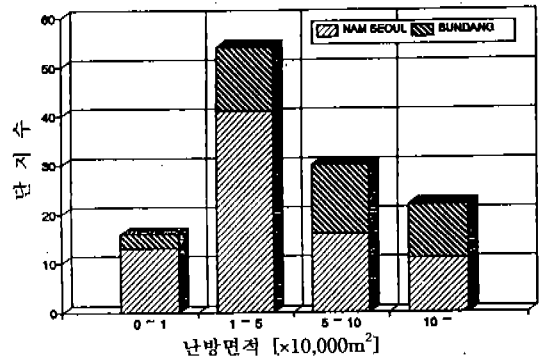
본 연구에서 조사대상으로 선정한 남서울 및 분당시범지구의 단지를 規模別로 살펴보면 [그림 1]과 같다. 그림에서 보는 바와 같이 總暖房面積이 10,000 m² 이하인 小規模 團地는 남서울의 경우 13개 단지, 분당의 경우 3개 단지였으며, 暖房面積 10,000 m² ~ 50,000 m² 규모의 단지는 남서울 41개, 분당 13개 단지였다. 暖房面積 50,000 m² ~ 100,000 m² 규모의 단지는 남서울 14개, 분당 16개 단지였으며, 暖房面積 100,000 m² 이상의 단지는 남서울 11개, 분당 11개 단지였다.

2. 中央暖房 團地

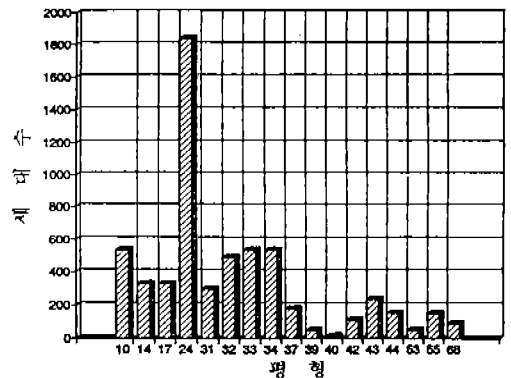
中央暖房 方式을 채택하고 있는 아파트 단지중 서울지역에 위치하고 있는 9개 단지에 대하여 1989년 1월 ~ 1990년 12월 까지의 2년간 에너지消費量을 調査하였다. 또한, 1990년 11월에서 1991년 3월 까지의 5개월간의 日

<표 1> 調査項目 및 內容

調査項目	調査內容
建物 一般事項	竣工年度, 建物構造 團地規模, 世帶別 面積
熱源機器 및 管理에 관한 事項	熱源機器의 제원 運轉方式 暖房費 徵收方法 供給 및 還水溫度, 外氣溫에 따른 制御方式
에너지 消費量	日別 에너지소비량 月別 에너지소비량



[그림 1] 地域暖房 團地의 總 暖房面積에 따른 規模別 分布



[그림 2] 中央暖房 團地의 坪型別 世帶數 分布

別 에너지 消費量도 조사하였다. 本 調査對象 中央暖房 團地는 모두 間歇運轉을 하고 있었다.

조사대상단지의 규모를 총 暖房面積 기준으로 살펴보면, 10,000 m² 이하가 2개 단지,

10,000 m² ~ 50,000 m² 규모가 5개 단지, 50,000 m² ~ 100,000 m² 규모와 100,000 m² 이상 규모의 단지가 각각 1개로 나타났다.

分讓面積을 기준으로 단위세대의 평형별 분포를 살펴보면 [그림 2]와 같다. 24평이하의 小型世帯는 전체의 51%를 차지하고 있으며 특히, 24평형이 총 1,836세대로 가장 높은 頻度를 보이고 있다. 34평이하의 中型世帯는 31%로 비교적 높은 분포를 보이고 있으나, 34평 이상의 大型世帯는 18%로 낮은 비율을 나타내고 있음을 알 수 있다.

3. 個別暖房 團地

個別暖房 方式을 채택하고 있는 단지중 도시가스를 사용하는 3개 단지, 2,434세대에 대하여 각 세대별로 1992년 1월 ~ 1992년 12월까지의 年間 가스 消費量을 조사하였다.

團地規模는 552세대 ~ 990세대로 모두 중소규모에 해당된다. 分讓面積을 기준으로 한 單位世帯의 坪型別 分布를 살펴보면, [그림 3]과 같으며, 25평이하의 소형 세대가 80%의 높은 비율을 차지하고 있음을 알 수 있다.

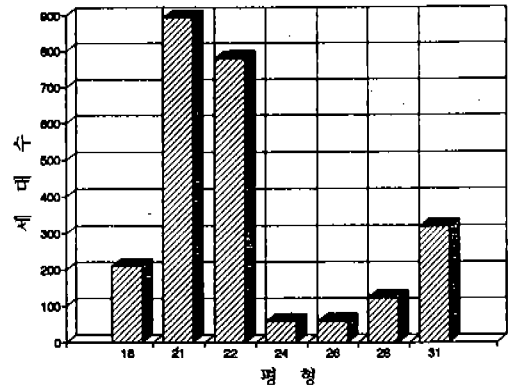
III. 暖房方式別 에너지消費量 分析

1. 에너지消費量 分析方法

暖房方式別로 調査된 에너지消費量을 熱量으로 換算하기 위하여 <표 2>와 같은 低位發熱量을 사용하였다.

調査된 에너지소비량은 暖房用 뿐만아니라 給湯用 燃料도 포함되어 있으며, 個別暖房의 경우는 調理用 까지 포함되어 있어 이를 별도로 분리하기는 어려우나, 8월에 소비된 연료를 給湯用(개별난방인 경우 調理用도 포함)으로 가정하고 월별 소비량에서 8월의 소비량 만큼을 제외하여 暖房用 消費量으로 고려하였다.

또한 각 暖房方式別로 調査對象 期間이 달라 직접적인 比較에는 어려움이 있으나 <표 3>에 나타난 바와 같이 年平均 外氣溫이나 暖房度日의 차이가 크지 않기 때문에 상호 比較에 큰 무리가 없을 것으로 판단된다.



[그림 3] 個別暖房 團地의 坪型別 世帯數 分布

<표 2> 燃料의 發熱量

燃 料	低位 發熱量
B - C 油	9,900 [Kcal/ℓ]
輕 油	9,200 [Kcal/ℓ]
都市 가스	9,500 [Kcal/Nm ³]

<표 3> 調査對象 年度別 平均 外氣溫과 暖房度日

年度	年平均 外氣溫 [°C]	暖房度日 [°C·day]
1989	13.0	2,475
1990	12.8	2,560
1991	12.3	2,697
1992	12.5	2,570

2. 地域暖房 團地의 에너지消費量

地域暖房 團地의 單位 暖房面積當 에너지소비량을 남서울지구와 분당지구로 구분하고 각각의 月別 最大, 最小, 平均値를 나타내면 [그림 4]와 같다. 에너지소비량이 가장 많은 1월의 예를 살펴보면 남서울의 경우는 81개 단지중 최대값은 45.6 [Mcal/m²·月], 최소값은 18.6 [Mcal/m²·月]로서 27.0 [Mcal/m²·月]의 偏差를 보이고 있다. 분당의 경우는 43개 단지중 최대값은 41.14 [Mcal/m²·月], 최소값은

17.88 [Mcal/m²·月]로서 23.26 [Mcal/m²·月]의 편차를 보여 단지별로 사용량의 차이가 큰 것을 알 수 있다. 그러나, 月別 平均 消費량은 中間期인 4월을 제외하고는 두 地區의 偏差가 5 [Mcal/m²·月]이하로 거의 類似한 분포를 보이고 있다.

團地別 總 暖房面積을 기준으로 한 月別 소비량 분포를 남서울 지구에 대해 나타내면 [그림 5]와 같다. 團地規模는 暖房面積에 따라 10,000 m²이하, 10,000 m² ~ 50,000 m², 50,000 m² ~ 100,000 m², 100,000 m²이상의 4단계로 구분하고 각각의 規模에 해당하는 團地의 에너지消費량을 平均하여 나타낸 것이다. 단지규모에 따른 에너지消費량은 거의 유사한 분포를 보이고 있으며, 2월의 消費량이 年中 가장 높게 나타나고 있다.

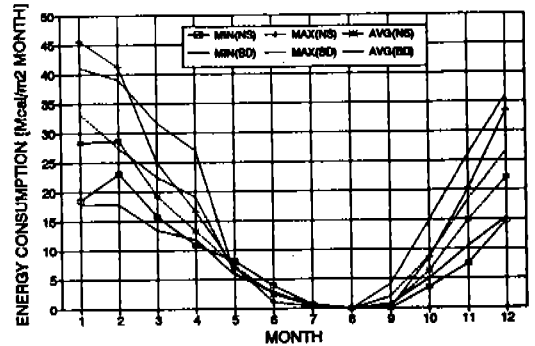
3. 中央暖房 團地의 에너지消費量

中央暖房 方式을 채택하고 있는 團地의 月別 에너지消費량 분포를 1989년과 1990년의 2년에 걸쳐 나타내면 [그림 6]과 같다.

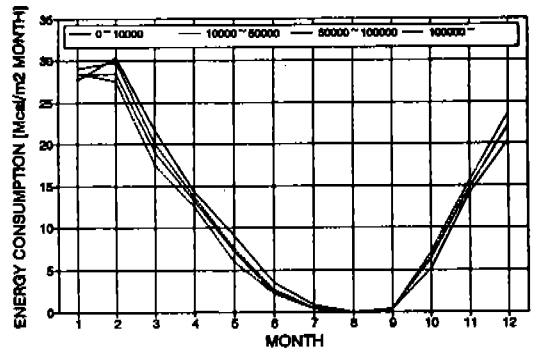
여기서, 나타낸 月別 單位面積當 에너지消費량은 調査對象 團地의 전체 平均치를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 1989년과 1990년의 에너지 소비량은 큰 차이가 없으며, 각각의 年間 에너지 消費량은 208.13 [Mcal/m²·年]과 225.45 [Mcal/m²·年]으로 나타났다. 年中 가장 많은 에너지를 消費하는 1월의 경우 약 42 [Mcal/m²·月]를 소비하고 있다.

團地別 總 暖房面積으로 분류한 團地規模에 따른 에너지소비량은 [그림 7]과 같다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 團地規模가 10,000 m² ~ 50,000 m²인 경우와 100,000 m²이상인 경우는 거의 유사한 분포를 보이고 있으나, 10,000 m²이하인 규모는 酷寒期인 1월 ~ 3월의 消費量에서 차이가 큰 것으로 나타났다.

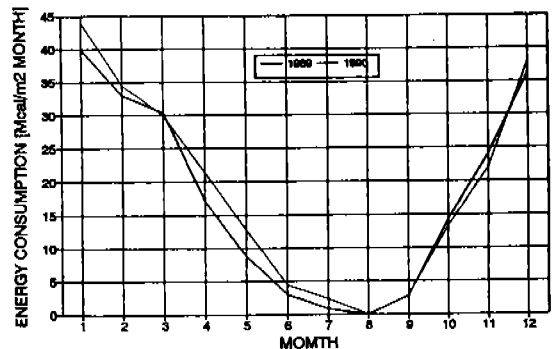
단지규모가 50,000 m² ~ 100,000 m²인 경우의 에너지소비량은 다른 규모와 현격한 차이를 보이고 있다. 이는 조사대상수가 적었고 또한, 竣工年度가 1978년으로 비교적 老朽化된 團地이기 때문으로 판단된다.



[그림 4] 地域暖房團地의 單位面積當 月別 에너지消費량의 變化



[그림 5] 地域暖房團地의 團地規模에 따른 月別 에너지消費량의 變化



[그림 6] 中央暖房團地의 單位面積當 月別 에너지消費량의 變化

4. 個別暖房團地の 에너지消費量

個別暖房方式으로 난방용 熱源이 공급되는 3개 단지에 관한 暖房面積當 月別 消費量 分布를 나타내면 [그림 8]과 같다. 個別暖房方式은 居住者가 스스로 에너지 사용량을 조절할 수 있기 때문에 비교적 낮은 소비량을 보이고 있다.

그림에서 알 수 있는 바와 같이 3개 단지가 거의 유사한 消費傾向을 보이고 있으나 酷寒期인 1월이나 2월 보다 3월의 소비량이 오히려 높게 나타나고 있다. 이것은 가스사용량을 거주자가 직접 檢針, 申訴하고 있기 때문에 나타난 결과로 판단된다.

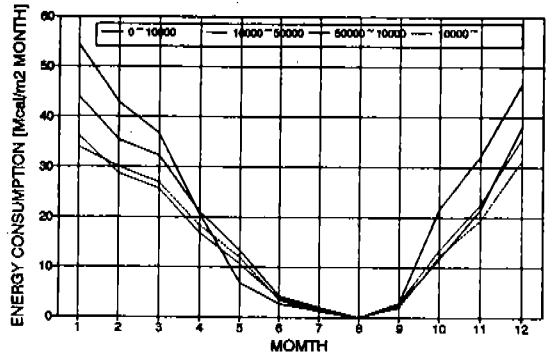
5. 暖房方式別 比較分析

地域暖房, 中央暖房, 個別暖房으로 분류한 난방방식에 따른 單位面積當 月別 暖房用 에너지消費량의 변화는 [그림 9]와 같다. 需用家側에서 使用熱量을 조절할 수 있는 地域暖房이나, 個別暖房方式에 비해 中央暖房方式은 상대적으로 높은 에너지를 소비하고 있는 것으로 나타났다. 이는 坪型別로 一括的인 暖房費를 부과하고 있어 에너지절약에 대한 거주자의 認識이 상대적으로 낮기 때문에 나타난 결과로 판단된다. 즉 中央暖房方式의 年間 에너지消費량은 216.78 [Mcal/m²·年]으로 地域暖房方式의 143.56 [Mcal/m²·年]에 비해 연간 약 51%정도 많은 熱量을 消費하고 있으며, 個別暖房方式의 150.68 [Mcal/m²·年]에 비해 연간 약 44% 정도 많은 熱量을 消費하고 있는 것으로 나타났다.

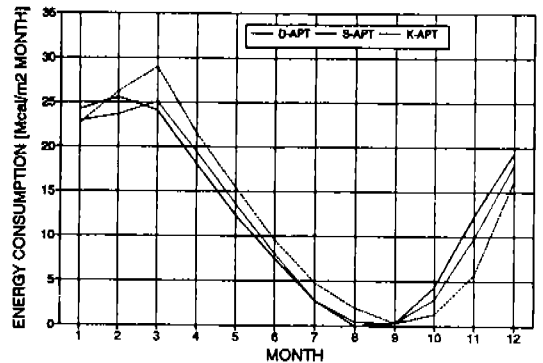
IV. 間歇運轉 實態分析

1. 外氣溫에 따른 暖房運轉 횟수

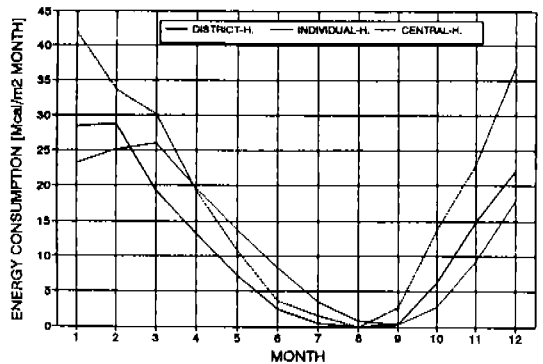
외기온을 -15℃ ~ 10℃를 5℃간격으로 구분하여 7단계로 보일러 가동 횟수를 분석한 결과 평균적으로 1일 2~3회의 경우가 가장 큰 比重을 차지하고 있다. [그림 10]은 외기온에



[그림 7] 中央暖房團地の 團地規模에 따른 月別 에너지消費량의 變化



[그림 8] 個別暖房團地の 單位面積當 月別 에너지消費량의 變化



[그림 9] 暖房方式에 따른 單位面積當 月別 에너지消費량의 變化

다른 暖房運轉 횟수를 나타낸 것으로 외기온이 $-15^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$ 에서는 일일 3회가 높은 頻度を 보이고 있으며, 외기온이 $0^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$ 에서는 2회가 가장 높은 비율을 차지하고 있음을 알 수 있다.

2. 外氣溫에 따른 보일러 運轉時間

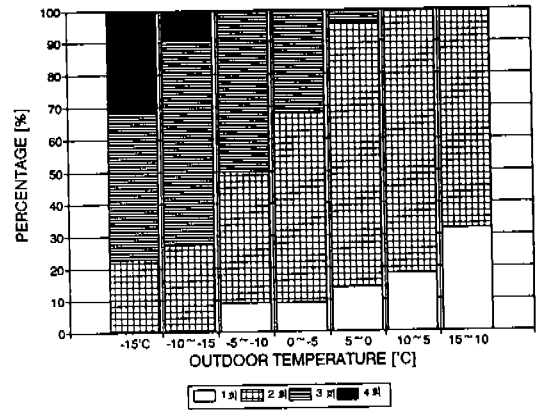
調査對象 團地의 外氣溫에 따른 보일러 運轉時間을 나타내면 <표 4>와 같다. 運轉時間은 1회에 2.5~3시간이 대부분을 차지하고 있으며, 주로 04:00와 17:00시에 난방가동을 시작하고 있는 것으로 나타났다. 일일난방시간은 外氣溫이 0°C 이하일 때는 평균적으로 6~10시간, 0°C 이상일 때는 2~6시간을 適用하고 있었다. 그러나, 대부분의 운전스케줄은 경험적인 판단에 의존하는 것으로 나타났다.

V. 結論

本 研究에서는 共同住宅의 暖房方式에 따른 에너지 消費量을 調査하였으며, 單位 暖房面積當 年間 에너지 消費量은 地域暖房의 경우 $143.56 [\text{Mcal}/\text{m}^2 \cdot \text{年}]$, 中央暖房 $216.78 [\text{Mcal}/\text{m}^2 \cdot \text{年}]$, 個別暖房 $150.68 [\text{Mcal}/\text{m}^2 \cdot \text{年}]$ 로 나타났다. 또한, 既存 共同住宅의 暖房運轉 實態를 調査한 結果, 間歇暖房時 運轉時間은 1회에 2~3시간, 暖房開始時刻은 일반적으로 04:00시와 17:00시가 가장 높은 頻度を 보이고 있었다.

中央暖房方式이 地域暖房과 個別暖房 方式에 비해 많은 에너지를 消費하고 있는 것은 暖房費가 일률적으로 부과되고 있어 상대적으로 에너지 節約에 대한 관심이 부족하였고 또한, 경험적인 운전스케줄에 기인한 것으로 판단된다.

따라서, 中央暖房方式의 경우에는 熱量計나 流量調節밸브 등의 설치를 보다 全面的으로 확대하여 暖房費를 차등지급케 함으로써 에너지 節約에 관한 意識의 轉換을 이룰 필요가 있으며 아울러, 간헐난방시의 운전스케줄에 대한 충분한 검토가 이루어져야 할 것으로 판단된다.



[그림 10] 外氣溫에 따른 暖房運轉 횟수

<표 4> 外氣溫에 따른 보일러 運轉時間

외기온 [°C]	운전횟수 [회/일]	운전 시간	운전 시간																								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
-15°C 이하	4	11																									
	3	8																									
-10°C ~ -15°C	4	10																									
	3	8																									
-5°C ~ -10°C	4	7																									
	3	7																									
0°C ~ -5°C	4	8																									
	3	7																									
5°C ~ 0°C	4	8																									
	3	7																									
10°C ~ 5°C	4	8																									
	3	6																									
15°C ~ 10°C	4	5																									
	3	4																									

VI. 參考文獻

1. 한국동력자원연구소 : 아파트 난방비 징수 제도 개선에 관한 연구(I), 1986.12
2. 에너지경제연구원 : 에너지통계월보, 1992
3. 동력자원부, 에너지총조사보고서, 1990
4. 건설부, 대한주택공사 : 공동주택의 에너지 절약을 위한 설계기준 연구, 1985
5. 尾島俊雄, 増田康廣 : 住宅におけるエネルギー-消費量實態調査(第1~5報), 空氣調和·衛生工學會論文集, 1976~1981
6. 尾島俊雄 外 : 東京の集合住宅のエネルギー-消費量に關する實測研究(その1), 日本建築學會學術講演梗概集, 1984