

아파트 비난방세대가 미치는 열적 영향

이 은 주, 홍 희 기**

경희대학교 기계공학과 대학원, 경희대학교 기계공학과*

Thermal Effect by Non-Heating Apartment Housing Unit

Eun Ju Lee, Hiki Hong **

Department of Mechanical Engineering, Kyung Hee University, Yongin 446-701, Korea

ABSTRACT: We calculated the additional heating energy in apartment housing units if there is a unit not heating. As a simulation result, the energy consumption of the upper housing unit increases by more than 38% because of larger contact area, lower insulation and higher Ondol temperature. So the increase should be considered as basic maintenance fee.

Key words : Heating(난방), District heating system(지역난방시스템), Ondol(온돌)

1. 서 론

고유가 시대에 총에너지의 97%를 해외에 의존하고 있는 현실에서 국가 총에너지의 약 30%는 건물에너지로 국가 총에너지 저감을 위해서는 건물에서의 에너지 절약이 필수적이다. 아파트는 한국의 대표적인 주거형태로 총 인구 중 아파트세대가 절반을 넘고 있는 것으로 보고되고 있다. 2010년 실시한 인구주택총조사의 가구부문 전수 집계 결과에 따르면 아파트에 거주하는 세대는 전체의 47.1%인 8,169,000세대로 지난 2005년 41.7%보다 5.4%p 증가한 것으로 나타났으며, 이 비율은 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.⁽¹⁾

이러한 이유로 공동주택의 에너지 소비에 대한 많은 연구가 이루어지고 있는 실정이다. 난방방식은 전체 세대가 사용한 요금을 똑같이 나누어 부과하던 중앙난방방식에서 개별난방 및 기본료에 각 세대가 사용한 양에 따라 난방요금을 부과하는 지역난방으로 변화하는 추세이다. 지역난방의 경우에는 면적과 관련되는 기본요금과 사용량에 따라 요금이 부과된다.

각 세대에 부과되는 기본요금이 적절한지 기초

자료로 활용할 수 있도록 본 연구에서는 아파트의 비난방세대가 미치는 열적 영향을 분석하였다. 즉 비난방세대가 있을 때 인접한 세대에서 추가되는 에너지사용량을 시뮬레이션을 통해 계산하였다. 또한 온돌의 특성상 아래층으로도 열이 전달되기 때문에 정상적인 난방일 때와 아래층이 비난방일 때 빠져나가는 양을 비교·분석하였다.

2. 해석조건

우리나라 아파트의 약 1/4을 차지하는 30평형대의 아파트를 해석대상으로 하였으며, 방위는 남향, 공급면적 119.7 m²(천장 높이 2.45 m)로 설정하였다.

계산에 사용된 아파트 평면도는 Fig. 1에, 온돌이 설치된 바닥의 구성을 Fig. 2에 나타내었다. 온수코일의 내경은 16 mm, 중심간 거리는 200 mm이다. 각 세대에 공급되는 공급수온도는 53°C, 유량은 최대 7.7 lpm이며, 난방하는 방의 숫자가 줄어들면 이를 반영하여 세대에 공급되는 유량이 변동되는 메인유량조절방식을 통해 조정

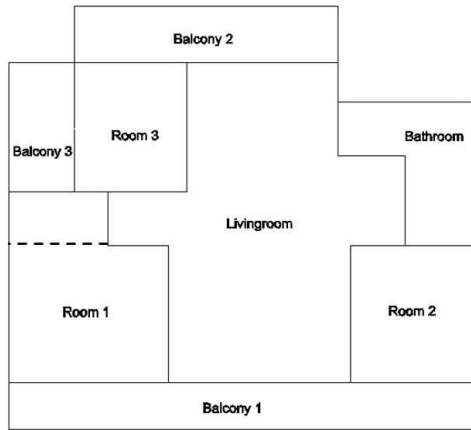


Fig. 1 The plan of an apartment house used in simulation.

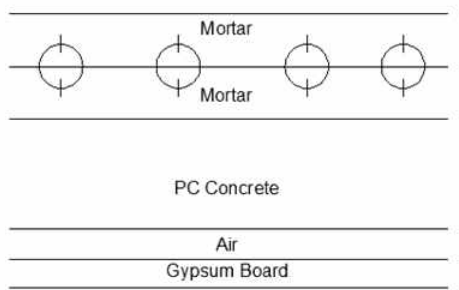


Fig. 2 Floor with ondol coil



Fig. 3 The position of model considered in this study

하였다.⁽²⁾ 실내온도는 20℃ 혹은 24℃로 하였으며, 환기량은 실내 0.3회/시간이며, 발코니는 2.5회/시간으로 하였다.

온수코일을 통해 전달된 열은 대부분 위쪽으로 전달되어 해당 세대의 난방에 사용되지만, 일부는 콘크리트층을 거쳐 아래쪽으로 전달되어 아래

층의 난방에 사용된다. 이 관계를 파악하기 위해서는 동일한 세대를 위, 아래로 배치하여 두 세대를 동시에 시뮬레이션한다.

한편 Fig. 3의 세대5와 같이 중간에 비난방세대가 포함되어 있는 경우를 시뮬레이션하려면 상하좌우의 4세대를 더 포함하여야 하며 Fig. 1과 같은 세대 내부의 상세한 정보를 모두 입력하게 되면 매우 방대한 작업이 된다. 각 방보다는 세대 간의 열전달이 관심이 대상이므로 단순화할 필요가 있다. Fig. 1에서 발코니 1, 2가 없고, 각 방의 구분이 없는 것으로 하여, 아파트가 전면과 측면의 길이가 각각 14.5, 8.23 m가 되도록 설정하였다. 전면의 발코니가 없다면 난방부하가 커지므로 원래의 2중유리 대신 3중유리를 적용하여 비슷한 수준을 유지하도록 하였다. 또한 지역 난방이 아닌 이상적인 난방조건을 부여하였다. 즉 온도에 의한 난방이 아니고 이상적인 열원에 의해 세대에 요구되는 실내온도를 유지하는 데 필요한 열량을 정확하게 공급 가능한 것으로 단순화하였다.

난방세대 간의 중간벽을 통한 열전달은 없는 것으로 가정하였으며, 비난방세대가 포함된 경우에만 고려하였다. 열교환이 없는 경우에도 벽체의 축열효과가 존재하므로 각 벽체별 구조 및 물성은 정확히 입력되어야 하며, 상세한 값은 참고 문헌을 참조 바란다.⁽²⁾

실제의 아파트는 주로 밤 시간대에 난방이 이루어지고 낮 시간대는 일부 방만 난방하거나 외출시에는 완전히 끄기도 하나, 이를 반영하기에는 매우 복잡하므로 연속해서 난방하는 것으로 가정하였다.

본 연구에는 건물에너지 동적 해석 소프트웨어인 TRNSYS 17을 사용하였다. TYPE 56에서 필요로 하는 건물정보는 TRNBuild에서 입력한다. 프로그램에는 외기조건, 벽체의 구성재료, 건물 방위 등을 입력하며, 외기조건은 시각별 건구온도, 상대습도, 절대습도, 일사량 등으로 구성된다. 서울 표준기상데이터를 사용하였으며, 시뮬레이션 시간 간격은 0.1시간 혹은 1시간으로 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 상하 세대 간의 온도에 의한 열전달

온돌을 통해 위아래쪽으로 전달되는 열량을 파악하기 위해 Fig. 3의 세대 2와 5만을 대상으로 시뮬레이션을 수행하였다. Fig. 2를 보면 알겠지만 온돌의 온수코일은 상부 모르타르층에 위치하고 있어 주로 자신의 세대에 열이 공급되는 구조를 취하고 있지만, 일부는 콘크리트층을 거쳐 의도하지 않게 아래층으로 전달된다.

Fig. 2의 온수코일을 중심으로 위와 아래 방향의 열저항은 개략적으로 각각 0.345, 1.658 Km²/W로서, 공급된 열의 83%는 상부로 17%는 하부로 이동하게 됨을 추정할 수 있다.

시뮬레이션 결과를 Table 4에 정리하였다. 실내온도를 20℃로 설정하였을 때 1월 한달 간 세대 2에서 소비한 난방에너지량은 4.27 GJ, 세대 5에는 2.41 GJ이다. 계산의 편의상 세대 2의 천장은 단열조건인데 비해, 세대 5은 천장과 바닥 모두 온돌 구조를 취하였다. 1.86 GJ 만큼 차이가 나며 이는 위층인 세대 2로부터 열을 공급 받기 때문에 그만큼 줄어들게 된다.

아래층 세대인 세대 5가 난방을 하지 않으면, 세대 5의 난방 에너지소비량은 5.64 GJ로 1.37 GJ, 32.1% 증가하게 된다. 난방을 전혀 수행하지 않는 세대 2는 실내온도 17.9℃를 유지하게 되며, 실내설정온도 24℃의 경우 21.2℃로 쾌적한 범위

에 포함된다.

3.2 인접 세대 간의 열전달

상하좌우 세대의 영향을 파악하기 위해서는 Fig. 3과 같이 9세대 혹은 5세대를 동시에 시뮬레이션의 계산 대상으로 취해야 한다. 입력해야 할 건물정보양이 방대해지므로 편의상 온돌에 의한 난방이 아닌 이상적인 난방조건을 부여하였다. 전술한 바와 같이 이상적인 난방조건이라 함은 설정온도를 유지하기 위해 필요한 열량을 즉시 공급할 수 있다는 의미이다.

따라서 옆 세대의 경우에는 실제 조건과 거의 차이가 없겠지만, 온돌을 공유하는 상하 세대와는 다소 차이가 날 것이다. 즉 이상적인 난방조건에서는 비난방세대 5로 인해 윗세대 2와 아랫세대 8이 동일하게 손실을 입겠지만, 실제의 온돌을 포함하게 되면 가열된 온돌로부터 열을 빼앗기는 윗세대 2가 훨씬 더 커질 것으로 추정된다.

Table 2에 결과를 나타내었는데, (a)는 모든 세대가 난방을 하였을 때로서 거의 동일한 값을 보이며, (b)는 중간에 포함된 세대 5가 난방을 하지 않았을 때 인접세대의 증가된 소비량을 보인 것이다. 측면 세대의 손실은 무시할 수 있을 정도로 작는데 비해, 위아래 세대는 무려 38% 증가한 수치를 보인다. 이는 측면 세대에서 접하는 면적보다 위아래 층으로 접하는 면적이 6배 이상 넓으며, 인접하는 측면 세대의 벽과 달리 단열재가 포함되지 않아 열손실이 훨씬 많기 때문이다.

Fig. 4에는 모든 세대가 난방할 때와 중간세대(세대 5)가 난방하지 않을 때 위아래 및 좌우세대의 월별 에너지소비량을 정리하였다.

월별로 다소 차이는 있으나 주변세대가 20℃인 경우 비난방세대는 16.4~17.9℃, 24℃인 경우 19.8~21.3℃ 정도를 유지한다. 전혀 난방을 하지 않아도 인접세대가 정상적으로 난방을 하면 충분히 견딜 수 있는 온도를 유지할 수 있음을 알 수 있다. 절약한다고 난방을 끈 경우에도 인접세대가 24℃라면 유입되는 많은 열로 상당히 쾌적한 열환경이 유지됨을 알 수 있다. 이는 결국 인접세대의 손실로부터 야기되는 결과인 만큼 의도하건 의도하지 않건 난방을 하지 않아도 기본요금에 포함시키는 방안이 필요하다.

Table 1 Result for ondol heating

	Heating House 5		Non-heating House 5	
	House 2	House 5	House 2	House 5
20℃	4.27 GJ	2.41 GJ	5.64 GJ	17.9 ℃
24℃	5.50 GJ	3.09 GJ	7.22 GJ	21.2 ℃

Table 2 Result for ideal heating

(a) heating all houses (GJ)

	House2 (upper)	House 4	House 5	House 6	House8 (lower)
20℃	4.29	4.31	4.29	4.29	4.28
24℃	5.35	5.33	5.32	5.32	5.31

(b) non-heating house 5 (GJ)

	House2 (upper)	House 4	House 5	House 6	House8 (lower)
20℃	5.93	4.37	16.7℃	4.35	5.91
24℃	7.39	5.40	19.9℃	5.39	7.34

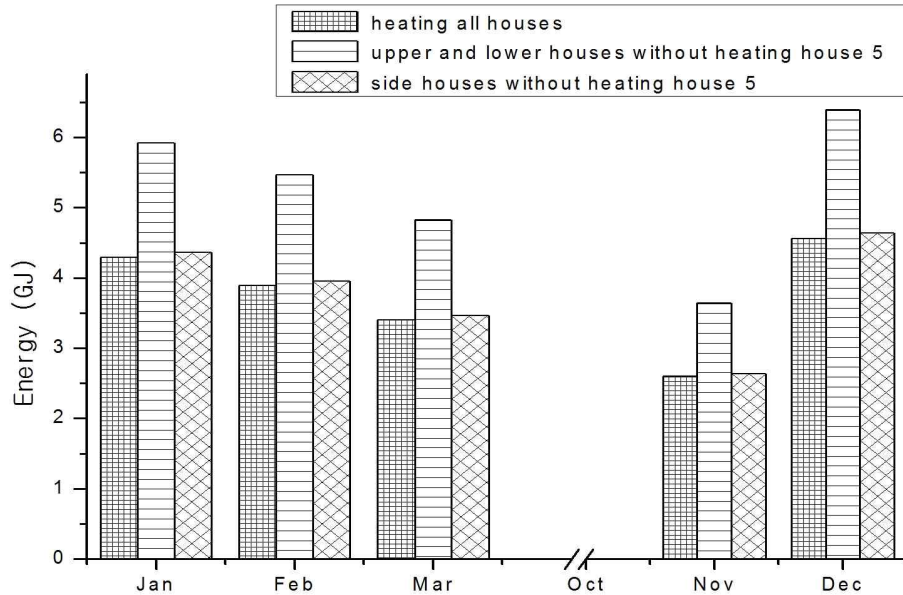


Fig. 4 Heating energy consumption with and without non-heating house

4. 결 론

공동세대에 대한 난방시물레이션을 통해 비난방세대 유무에 따라 상당한 추가적인 난방에너지 소비로 이어짐을 알 수 있었다.

(1) 난방을 전혀 하지 않아도 인접세대보다 4℃ 이하로 떨어지는 경우는 거의 없으며 상당히 쾌적한 환경을 유지할 수 있다.

(1) 좌우세대보다도 상하세대가 빼앗기는 열이 많으며, 온도의 높은 온도를 고려하면 위쪽세대가 가장 손실을 보게 되며 최소한 38% 이상 추가적인 난방이 필요하다.

(3) 기본요금의 산정방식은 주변의 세대가 평균적인 온도를 유지할 때 비난방세대가 얻을 수 있을 열량으로부터 결정하는 것이 타당하다.

참고문헌

1. Korean National Statistical Office, 2000, The census of population and residence 2000, Report of residence, pp. 44-45
2. Lee, E. J., Lee, D. Y., Hong, H. and Kim, Y. G, Ondol heating simulation for district heating household, SAREK 2012 Winter Conf. pp. 105-108
3. Park, Y. W., Hyun, S. K., Yoo, H., Kim, Y. and Hong, H., 2003 Pattern of energy consumption according to the position for Korean-style apartment houses, Proceedings of the SAREK, pp. 1054-1059