

온돌난방시스템의 성능 개선을 위한 제언

강재식/한국건설기술연구원 건축연구실

1. 머리말

우리 나라에서는 쾌적한 실내 열환경을 확보하기 위한 수단으로 대부분의 주거용 건물에서 온돌난방시스템을 사용하고 있다. 그러나 우리

고유의 난방방식인 온돌난방시스템은 오랜 기간 우리의 주생활과 밀접한 관계를 맺으며 정착되어 왔음에도 설계, 시공, 관리의 단계에서 기술적인 근거에 의해 발전하지 못하고 경험에 의한 판

〈표 1〉 온돌난방시스템 관련 국내·외 기준(지침) 검토

항목	국내기준(지침)		일본	독일	ASHRAE	공기조화
	건축법	주공지침	床暖房協會 指針	DIN 4725	System Handbook	위생편람
배관 상부 피복 두께	-	24mm	-	30mm 이상	40~100mm	외경의 1.5배이상
축열층 두께	40~70mm	70mm	-	-	-	-
배관 경	15mm이상	-	-	-	-	9~20mm
배관 간격	150~300mm	용도별 200, 230, 250mm 제시	-	-	152~457mm	-
1개존 길이	50m이하	50m이하	-	ΔT : 5K이하	30m	50m이하
단 열 재	최하층 0.58W/m ² K 중간층(개별난방시) 1.16W/m ² K	건축법 적용	지역별 단열 기준 적용	최하층 1.25~2.5m ² K/W 중간층 0.75~1.0m ² K/W	-	-
유 속	-	1.5m/s이하	0.5~5LPM	주거용 0.7m/s 업무용 1.0m/s	0.46m/s 이상	-
온수 공급 온도	-	개별난방 60℃~50℃ 중앙난방 70℃~60℃ 지역난방 60℃~45℃	-	50℃ 이하	-	-
바닥 표면 온도	-	-	30℃이하	29℃이하	29.4℃이하	-
스크리드의 신축조인트	-	-	-	길이:8m 넓이:40m ² 이내	-	-
기 타	-	-	-	외주부에 5mm이상의 단열띠 설치	-	-

주 1) DIN 4725 기준에서는 전체적으로 방열능력에 따른 성능개념의 설계 기준치를 설정하고 있음

2) 일본의 바닥난방협회 지침은 조합식 난방시스템의 관련 기준임

3) 건축법중 단열재 관련 규정은 중부지방을 기준으로 함.

단과 단순 축열위주의 공법에만 의존하므로써 그 보급규모에 비하여 기술수준은 매우 낙후되어 있는 실정이다. 또한 온돌난방시스템과 관련한 각종 설비시스템도 우리의 난방여건에 적합하도록 충분한 검토를 하지 않고 당면한 기능만을 만족시키고 있는 실정이다.

따라서 주거용 건물에서 난방에너지를 절약하고 쾌적한 실내 열환경을 확보하기 위해서는 무엇보다도 온돌난방시스템에 대한 성능 자료와 효과적인 운용을 도모할 수 있는 설계 및 공법이 제시될 필요가 있다.

본 고에서는 현행 공동주택 온돌난방시스템의 구성체계에 대한 문제점을 살펴보고 온돌난방공법, 열량공급방식, 실내 열환경 실태 등을 비교·분석하므로써 실용적으로 개선이 가능한 온돌난방시스템의 개선 방향을 제시하고자 한다.

2. 국내의 관련 기준 검토

현행 국내의 온돌 관련 기준은 건축법에 온돌의 설치·시공에 대한 개괄적인 시방기준이 규정되어 있고, 한국산업규격(KS)에 조립식 온돌의 내구성 및 안전성에 대한 기본적인 기준이 제시되어 있다. 그러나 건축법은 재래의 축열 온돌공법만을 다루고 있으며, KS규정은 경량·비축열형에 대한 규정으로서 한편으로는 새로운 온돌시스템의 개발과 적용을 제한하는 결과도 초래하고 있다.

반면에 외국의 관련 기준은 바닥면의 발열성능을 중심으로 성능적 개념의 기준을 제시하고 있으며, 특히 실제 시공과 인체의 쾌적감을 고려하여 바닥면의 열적 성능을 설계자가 용이하게 설계할 수 있도록 상세한 설계기법과 다양한 설계자료를 기준에서 제시하고 있다.

따라서 단순히 구조체의 두께나 길이, 간격 등을 규제하는 현행 국내기준으로는 온돌난방시스템의 성능 개선과 향상을 유도하기에 미흡한 것

〈표 2〉 일평균 실온 분포

실내 온도	백분율	누적율
26℃ 이상	17.8%	17.8%
25℃~26℃	14.3%	32.1%
24℃~25℃	25.0%	57.1%
23℃~24℃	21.4%	78.5%
22℃~23℃	10.7%	89.2%
21℃~22℃	3.6%	92.8%
20℃~21℃	3.6%	96.4%
20℃ 이하	3.6%	100%

으로 판단되며, 난방방식, 공급열량, 난방배관의 간격, 온수공급온도, 실내온도, 바닥표면온도 등 온돌난방시스템을 구성하는 각 요소들의 특성별 성능을 고려한 설계자료가 필요한 것으로 판단된다. 〈표 1〉은 국내·외 관련 기준을 비교하여 나타낸다.

3. 실내 열환경 실태

온돌난방시스템의 성능개선을 위해서는 먼저, 온돌난방공간에 대한 객관적이고 현실적인 실태자료가 필요하다. 본 고에서는 현행 공동주택의 실내 열환경에 대한 실태를 파악하기 위하여 실제 거주상황에서 공동주택 30여 세대에 대한 장기 실내 열환경 실측을 실시하였다.⁽¹⁾

3.1 실온분포

실태조사 결과에 따르면 실온이 일평균 25℃ 이상을 유지하는 경우가 조사대상 전체 세대에서 32.1%로 나타났고 78% 이상의 세대가 23℃ 이상의 실온을 유지하는 것으로 나타났다.⁽¹⁾ 따라서 개별 난방방식을 제외하면 대부분의 공동주택이 23℃ 이상의 실온을 유지하는 것으로 판단된다. 〈표 2〉는 실태조사에 나타난 일평균 실온 분포를 나타낸다.

따라서 난방설비 설계시 적용된 설계실온 20℃와 기존의 온열환경연구에서 분석된 쾌적범위 21℃~22℃를 고려하면, 실측결과에서 나타난 현행 공동주택의 실온은 전반적으로 높게 유지

되는 것으로 평가된다.

한편, 실온이 일반적인 쾌적범위를 초과하여 상승하는 원인으로는 먼저, 난방설비 설계시 과도한 안전율을 적용하기 때문으로 판단된다. 운전 및 관리측면에서도 최적의 열량공급을 목표로 제어하기 보다는 열적으로 가장 불리한 세대를 기준으로 난방운전을 시행하기 때문에 제어의 기준세대보다 난방부하가 적은 세대에서는 필연적으로 과도한 열공급이 발생하게 된다. 특히, 이같은 현상은 일방적으로 난방열을 공급받는 중앙난방 공동주택과 세대에서 난방열에 대한 조절이 곤란한 경우에 과잉 난방과 불필요한 에너지소비라는 문제점을 발생시키게 된다.

한편, 중앙난방 공동주택에서 준공년도에 따른 실온분포를 살펴보면, 준공연도가 90년대 이후인 공동주택이 상대적으로 높게 나타났고, 70년, 80년대 공동주택이 상대적으로 낮게 나타났다. 이 같은 결과는 최근 건축된 공동주택의 경우, 외피의 단열성능 강화와 창호부문의 기밀성능 향상에 기인하여 건물 전체의 열성능이 현저히 향상된 반면에 온돌난방시스템의 설계, 구조 및 재료, 난방방식 및 운전조건 등은 큰 변화 없이 그대로 적용되었기 때문으로 판단된다. 따라서 건물의 열적 성능에 적합한 온돌난방시스템의 구축이 필요한 것으로 생각된다.

3.2 바닥표면온도 분포

바닥표면온도는 일평균 29℃ 이상을 유지하는 경우가 65% 이상으로 나타났고, 85%의 세대에서 최대온도 33℃를 초과하는 것으로 실측되었다. 이같은 바닥표면의 온도분포는 우리 나라 전래의 구들난방에서 유래된 온돌난방문화의 대표적인 특성이라 할 수 있겠으나, 외국의 바닥난방 방식에서 권장하는 바닥표면온도와 비교하면 상당히 높은 온도분포이다.

먼저, 국내의 온돌난방과 유사한 구조 및 형태로 바닥난방을 시행하는 독일의 경우, 관련 기준

(DIN 4725)에 바닥표면온도는 최대 허용치를 29℃로 제한하고 있다.⁽⁹⁾ 또한, 일본의 상난방협회(床煖房協會)에서 정하고 있는 지침에는 30℃ 이하로 규정하고 있고, 미국의 ASHRAE에서도 29.4℃ 이하로 바닥표면온도를 제한하고 있다. 따라서 이들 국가에서 규제하는 최대 바닥표면온도를 고려할 때, 현행 우리 나라 공동주택의 바닥표면온도는 상당히 높게 유지되고 있는 것으로 평가된다.

3.3 난방열 공급 현황

온수공급온도의 분포를 살펴보면, 지역난방의 경우에는 45℃ 내외로 나타났고, 중앙난방의 경우에는 50℃~55℃의 온도분포를 보였다. 따라서 중앙난방이 지역난방보다 일반적으로 약 5~10℃ 정도 높게 공급되고 있음을 확인할 수 있다.

중앙난방에서 온수공급시간대(1월 기준)를 살펴보면, 조사대상 대부분의 공동주택에서 일일 3회에 걸쳐 공급되는 것으로 나타났다. 공급시간대는 3시~6시 사이에 3시간, 오전 10시~12시 사이에 2시간 내외, 17시~20시 사이에 3시간 내외로 나타나 일일 총공급시간은 8시간 이상을 보였다.

이상, 공동주택의 실내 열환경에 대한 실태조사 결과, 실온과 바닥표면온도는 일반적인 쾌적범위를 초과하는 것으로 평가되며, 대부분의 공동주택에서는 필요 이상의 열공급에 따른 과잉난방이 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 결국, 이같은 현상은 과도한 열량을 획일적으로 세대에 공급하기 때문으로 판단되며, 현행 중앙난방 공동주택에 있어서 난방에너지의 합리적인 사용과 에너지절약을 위해서는 먼저, 세대간(층별, 위치별) 단열성능 및 난방부하에 적합한 열공급이 필요한 것으로 판단된다.

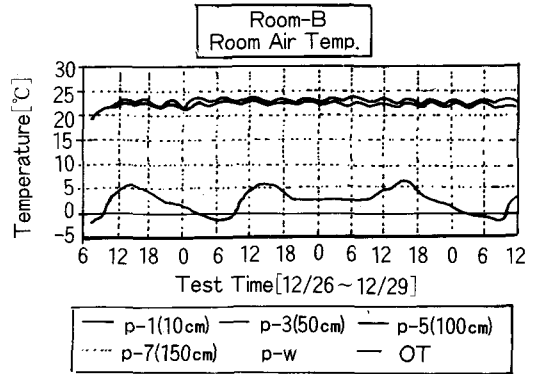
4. 온돌난방시스템의 열성능 실험

실내 열환경 실태조사에서 분석된 문제점의

개선과 온돌난방시스템의 열성능 자료 및 운전 자료를 도출하기 위하여 실험주택과 실제 공동주택을 대상으로 열성능 실험을 실시하였다. 실험주택은 공동주택에서 열적으로 불리한 최상층 거실형태로서 2면이 외기에 면한 평면으로 제작하였고 벽체와 온돌구조체는 현행 구조 및 재료와 동일하게 구성하였다. 실제 공동주택은 경기도 용인에 위치한 지역난방 공동주택으로서 PC조로 건축되었고 온돌구조체는 전형적인 형태로 구성되어 있다.⁽¹⁾

주요 실험결과를 정리하면, 먼저 실험주택에서 온수공급온도 35℃~50℃, 배관간격 300mm와 200mm를 대상으로 난방실험을 실시한 결과, 두 경우 모두 실온 22℃를 유지하고 공급열량을 만족하는 것으로 나타났다. 특히, 40℃ 이하의 공급온도와 배관간격이 300mm인 실의 경우, 설정온도에 도달하여 온수공급이 자동제어되는 시간대에 실온의 변동폭은 ±1K 이내로 적게 나타났고, 온돌난방구조체와 함께 벽체의 축열효과에 의하여 실온이 안정적으로 유지되는 것으로 평가되었다. 따라서 현행 온돌난방시스템에 적용하고 있는 배관간격(외기에 2면이 접한 침실) 200mm와 60℃ 이상의 온수공급에 따른 열공급은 난방공간에서 요구하는 적정 필요열량을 상당량 초과하는 것으로 판단된다.

실제 공동주택 3세대를 대상으로 연속난방과 간헐난방 실험을 동시에 실시한 결과, 현행 설계 공급온도(60℃) 보다 18℃ 낮은 42℃의 온수온도로 공급시간을 8.5시간에서 약 18% 감소시킨 7시간의 난방조건에서 3세대 모두 적정 실온(23℃ 내외)을 유지하는 것으로 나타났다. 따라서 실태조사에서 문제점으로 나타난 과잉난방에 대하여 온수공급온도와 운전시간을 감소시키므로써 전체적인 난방열을 적정화하는 방안이 타당한 것으로 판단되며, 이를 난방 설계 및 운전 자료로 제시하기 위해서는 다양한 난방조건에



〈그림 1〉 실험주택의 실온변화

대하여 보다 충분한 검토가 필요한 것으로 판단된다. 〈그림 1〉은 온수공급 온도 40℃, 배관간격 300℃인 실험주택의 실온변화를 나타낸다.

5. 공동주택의 난방부하 평가

공동주택은 건물구조와 난방시스템의 특성상 건물 자체가 많은 축열성능을 갖게 된다. 본 고에서는 이러한 구조체의 축열효과에 의한 부하특성을 비교·분석하기 위하여 모델건물*을 설정하고 정상해석법에 의한 부하계산과 비정상해석법에 의한 최대부하 시뮬레이션을 실시하였다. 정상해석법은 현재 실무(설비설계사무소, 주공설계지침 등)에서 가장 일반적으로 사용되고 있는 방법*³으로 수계산에 의하여 계산하였다. 비정상해석은 DOE-2.1D (custom weighting factor method)를 이용하여 산출하였다.

〈표 3〉은 정상해석법에 의한 기준층과 최상층 세대의 부하계산 결과를 나타내며, 〈표 4〉는 DOE-2.1D에 의한 비정상 해석결과를 나타낸다. 〈표 3〉과 〈표 4〉에서 기준층 측세대의 난방부하계산결과를 비교하면, 먼저 안전율을 고려하지 않은 조건에서 비정상해석 결과는 63.2W/m², 정상해석 결과는 63W/m²로 각각 나타나 두 방식에 의한 계산결과는 유사한 결과를 보였다.

〈표 3〉 정상해석법에 의한 부하계산 결과

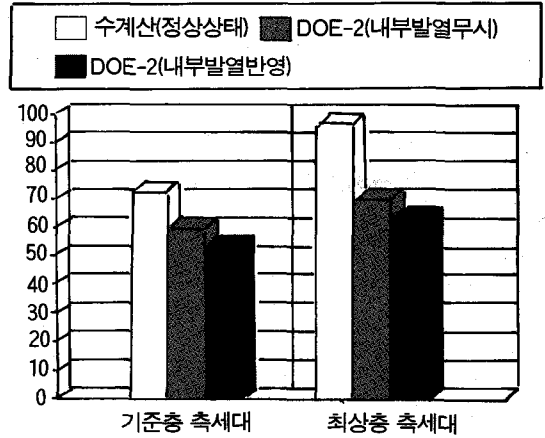
대상 세대	난방부하 (W/m ²)	비 고
기준층 세대 (중양부)	60.0	방위계수 반영
	66.0	층별 안전율을 반영
기준층 세대 (측세대)	63.0	-
	65.9	방위계수 반영
최상층 세대 (측세대)	72.5	층별 안전율을 반영
	80.6	방위계수 반영
	96.7	층별 안전율을 반영

〈표 4〉 비정상해석법에 의한 부하계산 결과

항 목		난방부하 (W/m ²)	
		축열효과 반영	축열효과 무시
기준층 측세대	일사, 내부 발열 반영	53.63	58.35
	일사, 내부 발열 무시	59.22	63.21
최상층 측세대	일사, 내부 발열 반영	64.23	70.09
	일사, 내부 발열 무시	69.83	75.35

그러나 정상해석의 경우, 실제로 방위계수와 층별 안전율을 고려할 경우에는 65.9W/m², 72.5W/m²로 난방부하가 증가하는 것으로 나타났다. 한편, 비정상해석의 경우에는 축열효과와 일사 및 내부발열을 고려할 경우에 약 18% 정도의 부하감소가 발생하는 것으로 분석되었다.

이상의 시뮬레이션 결과, 정상해석법에 의한 난방부하가 약 28%~40% 정도 과도하게 나타나, 현재 난방부하 계산시 안전율 개념으로 고려되고 있는 방위별 증가계수, 층별·위치별 안전율 등은 난방설비에 대한 과잉 설계요인으로 작용하는 것으로 판단된다. 따라서 공동주택에서 효율적인 열관리를 위해서는 기존의 부하계산법에서 고려하고 있는 안전계수에 대한 세밀한 검토가 필요하며, 향후 구조체의 축열효과를 고려한 부하계산법의 개발도 필요한 것으로 판단된다. 〈그림 2〉는 모델건물에 대한 부하계산 결과를 나타낸다.



〈그림 2〉 모델건물에 대한 부하계산 결과

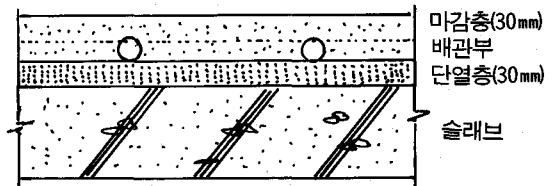
6. 시뮬레이션에 의한 열성능 평가 및 개선방향

온돌난방시스템의 열적 특성을 파악하고 다양한 변수를 적용한 성능개념의 설계자료를 도출하기 위하여 현행 온돌난방구조체에 대한 전열 특성을 분석하였다. 분석은 유한차분법에 의한 3차원 비정상 열해석프로그램인 SECTRA를 이용하였고, 해석을 위한 온돌난방구조는 현재 일반적으로 시공되고 있는 전형적인 단면구조⁽¹⁾를 기본모델로 하여 시뮬레이션을 실시하였다.

〈그림 3〉은 열성능 평가를 위한 기본 온돌난방 구조를 나타낸다.

6.1 온수공급온도 평가

공급온도에 대한 관련 지침을 살펴보면, 주택공사의 설비지침에서 중앙난방은 70℃, 지역난방은 60℃를 설계온도로 제시하고 있다. 그러나 적정 실내 열환경을 유지할 수 있는 공급온도에 대한 분석 결과, 현행 온돌난방구조는 공급온도



〈그림 3〉 열성능 평가를 위한 기본 온돌난방 구조

40℃인 정상상태의 조건에서 70W/m² 이상의 방열량을 보임으로써 충분히 난방부하를 만족시킬 수 있는 것으로 평가된다.

따라서 온돌난방시스템에 대한 에너지절약 및 효율적인 운전관리를 위해서는 현행 공급온도를 낮추는 방안이 검토되어야 하며, 궁극적으로 필요 열량에 최적으로 대응하는 설계자료(온수공급온도, 실온, 바닥표면온도, 배관간격 등)가 필요한 것으로 판단된다.

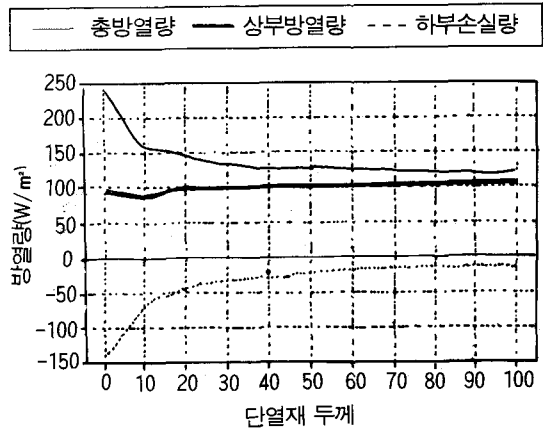
6.2 최하층 또는 외기에 접한 온돌난방구조의 단열성능 강화

현행 건축법에서는 단열층에 대한 규정으로서 최하층 거실 또는 외기에 면한 온돌난방구조에 대하여 지역별 열관류율 또는 단열재의 두께를 규정하고 있다. 그러나 이 규정은 단열층에 대한 상세기준이 제시되어 있지 않으며, 실제 공동주택에서는 경제성과 시공성의 측면에서 바닥구조체의 하부에 단열층을 시공하기 때문에 기준에서 요구하는 열적 차단효과를 확보하기가 곤란하다. 또한 열적 성능측면에서도 현행의 단열층은 최하층 바닥구조체로의 전열손실을 효과적으로 대응하기에 미흡한 것으로 평가되었다.

이에 본 고에서는 컴퓨터 시뮬레이션 분석을 통하여 최하층 거실바닥 및 외기에 접하는 바닥에는 바닥구조체(스라브)의 상부에 단열층을 설치할 것을 제시하며, 이때 상부에 위치한 단열층은 두께 90mm 이상(단열재는 에너지이용합리화법 제37조 규정에 의한 형식승인을 얻은 단열성 자재임.)으로 설치하여야만 기준층에서의 상부 방열량과 동일한 조건을 확보할 수 있는 것으로 분석되었다.

6.3 기준층의 단열성능 강화

기준층의 단열층에 대한 현행 기준은 세대별 온수보일러를 설치한 공동주택에 한하여 바닥구조체의 상부에 20mm 이상의 두께로 시공하도록 규제하고 있다. 그러나 열환경 실태조사 결과, 현



〈그림 4〉 최하층의 단열재 두께에 따른 방열량 평가

행 공동주택에서는 층간, 세대 위치에 따라 난방부하에 큰 차이를 보였으며, 바닥난방구조체의 하부로 전열되는 열량이 상부 방열량의 15%까지 분석되었다.

이에 본 고에서는 현행 20mm의 단열층은 하부 방열량을 효과적으로 차단하는데 미흡한 것으로 평가하였으며, 열해석 결과에서 하부전열의 차단효과와 상부 방열량이 높게 나타난 30mm의 단열층을 제시한다. 또한 적용범위에 있어서도 현행의 기준을 확대하여 모든 공동주택의 기준층에 적용하는 방안을 제시한다.

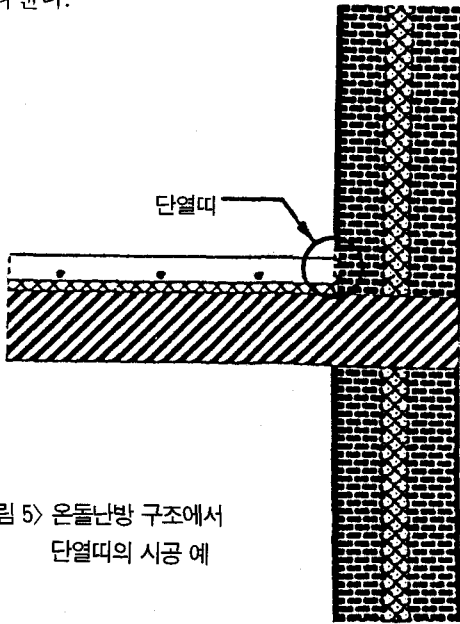
〈그림 4〉는 단열재 두께에 따른 방열량을 분석한 것으로 90mm 이상의 단열층을 설치한 경우가 기준층에서의 상부 방열량 106.5W/m²을 확보할 수 있는 것으로 분석되었다.

6.4 온돌난방구조의 측면 단열성능 강화

온돌난방시스템은 바닥구조체 전체가 고온의 발열체이다. 그러나 현행 기준은 온돌난방구조체와 외기에 면한 벽체사이에 단열성능을 규정하고 있지 않기 때문에 이 부위를 통한 전열손실이 상당량 발생하고 있다.

이에 본 연구에서는 온돌난방구조체와 외벽체가 면하는 부위에 단열피로서 10mm 이상의 두께

로 단열재를 시공하거나 열전도저항이 $0.26\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ 이상이 되는 단열재를 설치하는 것이 온돌구조체의 측면 열손실을 방지하는데 효과적인 것으로 나타났다. <그림 5>는 단열띠의 설치 예를 나타낸다.



<그림 5> 온돌난방 구조에서 단열띠의 시공 예

6.5 축열성능 검토

현행 기준에서 축열층은 골재, 시멘트 모르터, 콘크리트 등으로 40mm~70mm의 두께로 규정하고 있다. 그러나 분석결과, 현행의 온돌난방구조에서는 마감층(30mm 시멘트 모르터)의 축열효과와 방열관 주위에 충전된 축열재의 축열효과에 의하여 방열관의 하부표면에서 두께 10mm로 축열층을 구성하는 경우가 열적으로 가장 효율이 높은 것으로 평가되었다. 즉, 축열층의 두께가 10mm 이상 증가하여도 실제 방열량에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 분석되었다. 이와 함께 최근 지역난방과 개별난방에 의한 연속난방이 확대·적용되고 있고, 실내의 제어기술이 향상됨에 따라 온돌난방구조에서 축열효과에 대한 재검토가 필요한 것으로 판단된다.

이에 본 고에서는 축열층에 대한 개선 방안으

로 먼저, 방열관의 주위에 축열재를 밀실하게 충전할 것과 간헐난방을 하는 공동주택에 대하여 방열관의 하부표면에서 아래로 10mm 내외의 축열층을 구성하는 방안을 제시한다. 아울러 연속난방을 하는 경우에는 배관 하부에 축열층을 구성하지 않아도 배관사이에 충전된 축열재와 마감층의 축열효과에 의하여 실내 열환경에 미치는 영향이 적은 것으로 분석되었다.

6.6 마감층의 적정 두께

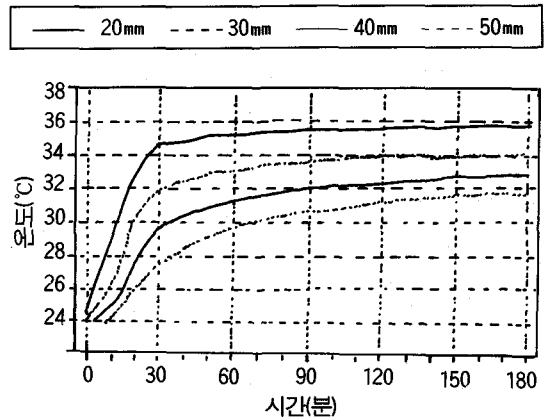
온돌난방시스템에서 마감층은 방열효율과 인체의 쾌적성에 직접적인 관계를 지니고 있다. 따라서 마감층은 기능과 에너지 효율측면에서 적정 설계가 필요한 부분이다. 현행 지침에서는 주택공사의 설비지침에 의하여 24mm 내외로 규정되어 있다.

적정 마감층 두께에 대한 분석결과, 마감층은 난방시간과 바닥표면에서 인체의 쾌적온도를 고려하여 시멘트 모르터 또는 이와 동등 이상의 재료로써 30mm 내외로 하는 방안을 제시한다.

<그림 6>은 배관 직상부에서 마감층 두께에 따른 바닥표면 온도변화를 나타낸다.

6.7 온수배관의 적정 간격 및 성능 검토

온수배관의 설치간격은 바닥표면에서의 방열



<그림 6> 마감층 두께에 따른 바닥표면 온도변화

량과 표면온도분포에 직접적으로 영향을 미친다. 현행 건축법은 150mm 이상 300mm 이하로 배관간격을 규정하고 있으며, 주택공사 설비지침은 거실 및 주방의 경우 250mm, 기준층, 층세대 중간 침실은 230mm, 1층, 최상층 침실 및 기준층 층세대 등 2면이 외기에 접한 침실은 200mm로 규정하고 있다. 그러나 이와 같이 획일적인 규정은 난방부하에 최적으로 대응할 수 있는 난방설계에 제한적인 요소로 작용할 수 있는 것으로 판단되었다.

따라서 본 고에서는 배관간격을 200mm~300mm의 범위내에서 25mm간격으로 설정하고 시뮬레이션 해석을 실시하였다. 분석결과, 간격이 좁을수록 단위 바닥면적당 방열밀도가 증가하고 바닥 표면에서의 온도편차가 감소하므로 거주자의 쾌적성 측면에서는 유리하지만 상대적으로 단위 배관길이당 방열효율이 감소하는 것으로 분석되었다.

결국, 온돌난방시스템에서 성능의 기준이 되는 바닥표면온도와 실온에 직접적인 영향을 미치는 온수배관의 간격은 현행의 기준처럼 획일적으로 규제할 것이 아니라 요구되는 성능을 만족시킬 수 있는 최적의 배관 간격을 설계할 수 있도록 설계자료가 제시되어야 한다.

7. 맺음말

B.C. 300년경 한반도에서 온돌난방시스템을 이용하기 시작한 이래 온돌난방시스템은 우리 고유의 독창적인 문화양식이었고, 합리적이고 과학적인 기술의 산물이었다. 그러나 1970년대 이후, 선진국가의 앞선 기술이 접목되면서부터 온돌난방시스템에 관한 발전은 타 분야의 발전에 비하여 크게 뒤쳐져 있는 실정이고, 오히려 그들의 개발품을 완성품으로 도입하는 상황에 이르렀다.

그럼에도 온돌난방시스템에 대한 투자와 연구

개발은 단순히 가시적인 경제성의 논리 앞에서 너무 나도 쉽게 제한을 받고 있고, 개선과 발전을 위한 노력없이 담보의 수준에서 만족하고 있는 실정이다.

그러나 온돌난방시스템은 국가적인 차원에서 볼 때 실로 막대한 에너지 소비원이며, 실제로 우리 주생활의 질을 결정하는 지표임을 고려할 때, 당면하고도 시급한 연구주제임을 인정하여야 할 시점이다.

본 고에서는 현행 온돌난방시스템에 대한 일부 문제점을 파악하였고, 성능 개선을 위한 몇가지 방안을 제시하였다. 기술적인 지원이 구체적인 대응방안의 실현을 가능하게 하고 있는 현시점에서 우리의 온돌난방시스템이 거듭나기 위해서는 보다 많은 관심과 노력이 필요하며, 현실적으로 신제품의 개발과 성능 개선을 도모할 수 있는 제도의 정착과 이를 뒷받침할 수 있는 산·학·연의 체계적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 조동우, 강제식, 한국건설기술연구원, 공동주택 바닥난방시스템의 성능개선 연구, 연구보고서, 1996. 12.
2. 강제식, 한국건설기술연구원, 건축기술의 미래지향적 개발전망, 건설기술정보, 1996. 10.
3. 대한주택공사, 기계설계자료집, 1995. 5.
4. 이승언, 안태경, 강제식, 한국건설기술연구원, 공동주택의 열성능 향상방안에 관한 연구, 연구보고서, 1994. 12.
5. 김상열, 아파트 난방문제점과 개선방안, 공기조화 냉동 공학회 제 23권 1호, 1994. 5.
6. Kang, J. S., Improvement of Thermal Environment of Floor Heating System in Apartment Housing, International Ondol Conference, SAREK, 1996. 7.
7. WISBO, "Wisbo Underfloor Heating System", 1989. 6, 1995. 5.
8. G.J. Levermore, "Building Energy Management Systems, 1992
9. DIN 4725, "Warm Water Floor Heating System", 1992.