

바닥난방(온돌)제어시스템 및 기기

1. 기술(제품)개요

1.1 개발 목적

우리 나라의 주거건물에서 일반적으로 사용되고 있는 온돌시스템은 바닥 가열에 의한 복사열을 이용하는 방식으로 2000년 이상의 역사를 지니고 있는 우리 나라 고유 난방방식이다. 바닥난방에 대한 우수성은 이미 세계적으로 적용이 입증되어 유럽, 미국, 일본 등을 중심으로 적용이 점차적으로 증가하고 있는 추세이다. 난방의 목표는 외기의 변화에 따라 거주자가 요구하는 쾌적한 환경의 조성과 에너지를 효율적으로 이용하는 것이며, 이러한 목표를 달성하기 위해서는 난방제어 성능의 확보는 필수적인 요소이다.

그러나 우리 나라 주거건물의 난방은 쾌적한 주거환경을 조성하지 못하고 있으며, 또한 에너지 과소비의 원인이 되고 있다. 이는 실온을 위주로 한 제어방법과 제어기기의 작동 미비에서 기인하고 있다. 한국인은 적정실온과 함께 따뜻한 바닥온도를 동시에 요구하는 온열감각을 지니고 있으며, 바닥난방은 중량의 바닥구조체를 이용한 난방으로 바닥온도의 상승에 많은 시간이 소요된다. 따라서 한국인의 온열감에 부합되는 바닥온도의 조성시에는 실온이 과다하게 상승하는 현상이 발생하고 있으며, 거주자는 창문을 열어 놓는 등의 방법으로 실내온도를 조절함으로써

불필요한 에너지가 소비되고 있다.

반면에 현재 주거건물의 난방제어는 실온을 위주로 한 외국의 방법 및 기기에 의하여 이루어지고 있어 한국인의 온열감에 부합되는 난방제어방법 및 기기의 개발에 절실히 요구되고 있다.

한국인의 온열감에 부합되는 쾌적한 주거환경의 조성을 위해서는 바닥온도와 실내온도를 동시에 제어하는 다축점제어방법이 필수적이며, 또한 에너지의 효율적 이용은 필요한 열량만 난방공간에 공급할 수 있는 유량비례제어방법에 의해서만 가능하다.

본 난방제어는 온수온도의 감지에 의한 바닥온도제어와 실온감지에 의한 실온제어를 동시에 수행하는 제어 프로그램과 이 제어신호에 따라 모터에 의하여 유량을 비례제어하는 시스템이다.

본 기기는 현재 주거건물에서의 난방제어 문제점을 해소하여 에너지의 합리적인 이용과 쾌적한 주거환경을 조성하는 것을 목적으로 한다.

1.2 개념

주거건물의 바닥난방 제어는 세대 내의 열량 공급 분배를 담당하는 온수분배기와 실내환경 제어를 담당하는 실내온도조절기로 이루어져 있다. 현재 이용되고 있는 온수분배기는 수동으로 유량을 조절하게 되어 있으며, 실내온도조절기의 지시에 의하여 유량을 공급 또는 차단하고 있다.

신기술 · 신개발

신기술 · 신개발 · 신기술 · 신개발 · 신기술 · 신개발 · 신기술 · 신개발 · 신기술 · 신개발 · 신기술 · 신개발 · 신기술 · 신개발

또한 과거 각실에 부착되던 실내온도조절기는 기기의 작동불량 및 부정확성으로 인하여 한 세대에 1개만이 설치되어 온수분배기의 밸브를 조절하지 않는 한 난방을 필요로 하는 실 뿐만 아니라 다른 실에도 열량이 공급되어 불필요한 에너지가 공급되도록 되어 있다.

다측점 유량비례제어에 의한 난방제어시스템의 개발을 위해서는 다음과 같은 기술이 필요하다.

- 공급온수온도와 바닥온도 및 실온과의 관계 파악

- 프로그램이 내장된 실내온도조절기와 이에 따라 정확하게 구동하는 모터 구동형 온수분배기

현재 공급온수온도와 바닥온도 및 실온과의 관계파악은 이미 완료되어 있으며, 이에 따른 프로그램을 작성 중이다. 또한 유량을 비례제어하기 위한 모터 구동형 온수분배기의 설계도 완료되어 있다.

〈그림 1〉은 본 난방제어시스템의 개념도를 나타낸 것이다.

2 기술(제품)의 특징

2.1 기술경쟁력 및 동종업체 현황

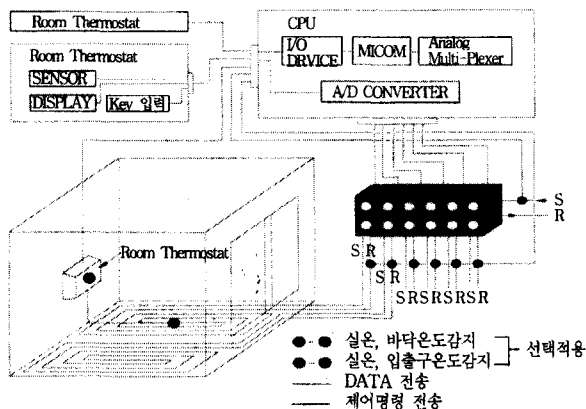
현재 본 기술에 의해 제품의 생산된 예는 없으며, 온수분배기와 전자식 실내온도조절기에 대한 특허를 출원하였다. 국내외에서 생산되는 바닥난방 제어시스템은 실내온도만을 제어대상으로 한 유량의 on/off 제어만이 이루어지고 있어, 본 시스템의 기술적인 경쟁력은 충분할 것으로 예상되며, 본 기술개발 과정에서 축적된 실내환경을 결정짓는 각 요소들의 상관관계 등의 데이터는 향후 시스템 업그레이드에서 경쟁력을 지니게 될 것이다.

2.2 제품의 특성

1) 온수분배기

현재 이용되고 있는 온수분배기는 유량의 분배만을 담당하고 유량조절은 수동으로 조작하게 되어 있으며, 온수분배기의 위치가 주방 싱크대 아래인 점을 감안하면 1년 내내 거의 조절이 불가능하다고 할 수 있다.

이러한 단점을 보완하기 위하여 모터구동에 의해 유량을 on/off 제어하는 밸브가 생산되어 시판되고 있으나, 역시 실온만을 제어대상으로 하여 열량의 공급, 차단 역할만이 가능해 큰 실효를 거두지 못하고 있다.



〈그림 1〉 바닥난방(온돌) 제어시스템 개념

특히 현재 판매되는 이 장치는 기존의 온수분배기에 별도로 부착하는 형식으로 비용이 추가되는 형태로 되어 있다. 본 시스템에서 적용되는 온수분배기는 유량분배를 담당하는 온수분배기와 밸브가 일체화된 밸브 일체형 온수분배기로 기존의 제품에 비하여 적은 공간에 설치가 가능할 뿐 아니라 각 배관의 길이의 차에서 오는 마찰손실 등에서 기인하는 불균등한 유량분배 현상을 설치시에 교정할 수 있도록 되어 있어 각실별 난방 불균일 현상의 발생을 방지할 수 있다. 또한 실내 온도조절기의 신호에 의하여 정확한 구동이 이루어짐으로써 필요한 공간에만 열량을 공급함으로써 에너지의 효율적인 이용이 가능하다. <그림 2>는 밸브 일체형 온수분배기의 설계도를 나타낸 것이다.

2) 실내온도조절기

실온뿐만 아니라 바닥온도를 동시에 제어하는 프로그램이 내장되어 한국인의 온열감에 부합되는 온열환경의 조성이 가능하며, 차후 외기온의 변화에 따른 선행예측제어가 가능하며, 또한 텔레컨트롤 기능을 옵션으로 추가할 수 있다.

3. 활용분야

주거건물은 공동주택과 단독주택으로 구분될 수 있으며, 1991년 이후 연간 약 60만호의 주택이 건설되고 있으며, 1997년 현재 전국의 주택수는 10,627,000호인 것으로(통계청, 주택건설종합계획, 1998) 나타나 있다. 이러한 주택 건설 추세는 주택 보급률이 선진국 수준에 도달할 때까지 지속될 전망이다. 또한 바닥난방은 주거건물의 주난방수단으로 적용될 것으로 예상된다. 본 난방제어시스템의 주된 시장은 신축되는 60만호의 주거건물을 대상으로 하고 있으며, 전체 주거건물 중 건축된 지 10년이상 경과된 단독주택 및 공동주택의

보수에 의한 성능개선 사업의 시장이 된다. 또한 바닥난방의 시공이 법제화된 주상복합건물 역시 본 아이템의 시장으로 볼 수 있으며, 주거건물의 난방수단으로 바닥난방의 이용이 지속되는 한 시장은 무한 할 것으로 예상된다. 연간 신축되는 60만호의 주택을 대상으로 한 호당 5만원 정도를 예상할 경우 300억원 정도의 시장을 예측할 수 있으며 기존 주택까지 확대할 경우 시장규모는 500억원 이상될 것으로 예상된다.

현재 국내에서 실별 난방부하의 변동에 따라 유량을 자동조절할 수 있는 온수분배기 및 전자식 실내온도조절기의 생산 및 보급된 예는 없으며, 외국제품의 경우 국내 제품에 비하여 난방조절기능이 우수한 것으로 평가되고 있으나, 기능이 비교적 단순하고 난방조건이 국내와는 차이가 있어 국내의 요구조건에 부합되는 제품은 생산되지 않고 있다. 따라서 외국의 기술보다 우위에 설 수 있으며, 국내시장을 기반으로 점차적으로 바닥난방의 보급이 확산되어 가고 있는 북미, 유럽, 일본 등의 국가별 요구조건에 맞는 제어기술 및 제품을 개발한다면 국외 시장으로의 진출도 가능할 것으로 예상된다.

생활수준의 향상과 에너지 문제에 대한 범국민적인 인식이 확대되어가면서 보다 쾌적한 환경에 대한 추구하고 에너지소비 양상이 변화되어가고 있어, 이러한 요구조건을 만족시켜줄 수 있는 본 난방제어시스템은 향후 지속적으로 성장할 것으로 예상된다. 본 기술은 신축주택과 기존주택에의 적용으로 구분될 수 있다.

3.1 신축주택에서의 적용

연간 60만호씩 건설되는 공동주택 주적용대상으로 하여 약 5만호에 적용하는 것을 목표로 한다. 신축되는 주택의 경우는 본 기술의 성능을 거주자가 파악하는 게 시공부터 최소 2년 이상이

신기술 · 신개발

신기술 · 신개발 · 신기술 · 신개발 · 신기술 · 신개발 · 신기술 · 신개발 · 신기술 · 신개발 · 신기술 · 신개발

소요되므로 장기적인 안목에서 최초의 점유율을 3년 이상 유지할 수 있도록 한다. 또한 현재 고급형 빌라에 적용되고 있는 고가의 외제품을 대신할 수 있도록 고급주택에 우선적으로 적용할 수 있도록 한다.

3 · 2 기존주택에서의 적용

본 기술 단기간에 확대 보급하는데 가장 큰 비중을 두고 있는 부분으로 실내온도조절기의 설치완화가 시행되기 이전의 공동주택을 주시장으로 한다. 이미 설치되어 있는 기기의 성능 등에 대하여 거주자가 충분히 확인하고 있으며, 설치 후 빠른 시간 내에 효과를 확인할 수 있으므로 과급효과가 클 것으로 예상된다. 우선적으로 몇 개의 샘플세대에 대하여 에너지사용 실태를 무료로 진단한 후 본 기술의 적용에 따른 실내환경 상태 및 난방비 등을 계속적으로 모니터링한다. 기존주택에서의 적용이 확대될 경우 신축주택 시장보다 광범위한 시장 형성될 수 있을 것으로 예상된다.

4. 기대효과

우리 나라의 주거건물에 대한 난방제어는 제어에 대한 개념이 거의 없이 현재까지 진행되어 왔다. 현재 주거건물에서 큰 비중을 차지하고 있는 공동주택의 경우 하루에 2~3회 일률적 열량을 공급하여 주고 실내에 축열된 열량으로 하루를

생활하던 간헐난방방식은 에너지절약이라는 차원에서 시작되었으나, 실질적으로는 거주자 즉 사용자의 필요에 의한 난방이 아니라 관리의 편리를 위한 난방방식이라 할 수 있고, 최근 많은 증가추세를 보이고 있는 지역난방의 경우, 상시 열량의 공급은 가능하지만 제어기기의 미비로 인하여 큰 실효를 거두지 못하고 있으며, 개별난방의 경우도 제어기능은 극히 미비한 실정이다. 본 기술이 적용될 경우 난방제어에 대한 새로운 인식이 과급될 것으로 예상되며, 전기·전자 등의 첨단분야를 포함한 기기들의 개발이 추진될 수 있을 것으로 예상된다.

현재 많은 공동주택이 개별난방화 되어가고 있는데 이는 열량계의 미비한 성능에서 그 이유를 찾아 볼 수 있다. 개별난방의 경우 자기가 사용한 만큼의 연료비를 지불하면 되지만 지역난방 혹은 중앙난방의 경우는 열량계의 미비한 성능으로 평형에 따라 일률적으로 난방비가 부과되는 경우가 빈번하여 지역난방의 장점을 제대로 살리지 못하고 있다. 본 기술이 적용될 경우 열량계 등 난방제어와 관련된 기술개발투자가 증가할 것으로 예상되어 경제적으로 큰 도움이 될 것으로 예상된다. 사용량에 관계없이 부과되는 난방비에 따라 과거의 난방방식에서 거주자들은 에너지절약에 대한 의식이 희박하였으나, 사용한 양에 따라 난방비가 부과될 경우 에너지절약에 대한 인식이 바뀔 수 있을 것으로 예상된다.

〈표 1〉

(단위 : 원)

구분	기존 시스템	개발 시스템(예상가)	비고
온수분배기(6구)	볼밸브 포함 13,000×6 = 78,000	밸브 일체형 25,000×6 = 150,000	(+72,000)
실내온도조절기(전자식)	50,000×1 = 50,000	10,000×4(4개실) = 40,000 30,000×1 = 30,000	(+120,000)
합 계	128,000	220,000	(+92,000)

※ 기존 시스템은 물가정보 99.1 기준
※ 시공비는 제외한 기기에 대한 비용임

5. 기타 사항

5.1 관련기술 및 동향

바닥난방 제어시스템은 인간의 감각과 가장 밀접한 관계가 있기 때문에 제어에 상당한 어려움이 있다. 사무조건물과 달리 주거건물은 사용자가 극소수로 제한되기 때문에 개인의 온열감에 맞는 환경을 조성하여 주어야 하기 때문이다. 이를 위해서는 공급되는 열과 실내로의 방열상태 그리고 외기온 등의 변화 등 다양한 요소간의 관계를 파악하여야 한다. 또한 온돌을 이용한 바닥난방은 중량의 구조체를 이용한 난방방식으로 대류난방과는 다르게 난방의 y과가 바로 나타나지 않는다. 이러한 각 요소들간의 관계 등은 그 동안 국내에서 진행된 수많은 연구에 의하여 어느 정도 정립되어 있으나, 제어기기의 생산업체가 영세하여 기기개발에 많은 투자를 하지 못함으로써 낙후된 성능을 보여온 것이 사실이다. 최근에는 전기·전자 등의 첨단사업분야의 발달로 프로그램을 내장할 수 있는 마이크로프로세서의 가격이 저렴해졌으며, 또한 온수분배기 등의 재료로 이용되었던 황동제품을 대신할 수 있는 플라스틱계의 재료도 우수한 성능을 보이고 있다.

과거에 대한 답습으로 주거건물의 난방제어는 제자리를 맴돌고 있는 상태로 별다른 기술의 개발이 이루어지지 않고 있는 실정으로 생활수준의 향상과 에너지문제의 심각성에 대한 인식의 확산 등으로 본 시스템의 개발적용은 현재가 최적이라고 할 수 있으며, 국내 실정에 맞지 않는 외국의 제품을 대처할 수 있을 것이다.

5.2 경제성 분석

1) 초기투자비

개발된 온돌제어시스템의 적용에 따라 증가되는 예상비용(32평형 기준)은 <표 1>과 같다.

2) 투자회수기간

· 기존 난방제어 하에서의 불필요한 에너지소비요인

- 난방이 필요치 않은 공간의 난방(필요한 공간 난방시 상시 온수분배기의 수동조작 필요)

- 실온의 과다 상승에서 수반되는 환기 손실

· 개발 제어시스템에 의한 난방비절감 효과

- 필요 공간만의 난방에 의한 절감효과 15~25% 예상

- 실온의 과다상승 방지에 의한 절감효과 5% 예상으로 약 20~30%의 절감효과를 예상할 수 있다.

6. 향후 계획

본 기술은 1차적으로 세대 내의 난방제어를 목적으로 한국인의 온열감에 부합되고 에너지절약적인 난방제어를 위하여 개발되었다.

마이크로 컴퓨터가 내장된 조절기를 사용함으로써 차후 계속적인 업그레이드가 가능하다. 계획적인 추가기능은 텔레컨트롤 기능과 외기온의 변화에 따라 능동적인 대처가 가능한 외기온에 따른 선행예측제어 기능이다. 또한 본 시스템에서는 공급되는 열량의 제어를 위하여 온수온도를 감지하고 있으므로 이러한 데이터를 이용하여 보다 정밀한 열량계를 개발하고자 한다. 쾌적한 온열환경의 조성이 가능한 난방제어기와 정확한 열량의 산출이 가능한 열량계가 이용된다면 거주자로부터 큰 호응을 얻을 수 있을 것으로 판단된다. 그리고 세대 내의 제어에 국한되었던 범위를 각 세대 내에서의 제어를 위한 데이터를 이용하여 동 및 단지규모로 확대하여 제어할 수 있는 프로그램을 개발하는 것을 목표로 하고 있다.

본 기술은 바닥난방이 확대 적용되고 있는 북미, 유럽, 일본 등의 온열환경조건을 파악하여 각국의 특성에 맞는 시스템으로 개발함으로써 우리나라 고유의 난방기술을 세계시장에 수출 할 수 있도록 계획하고 있다.