

주거용건물의 바닥복사 난방방식에 대한 실태조사 연구

Research on the actual condition of 'Under Floor Radiant Heating for Apartment Housing'

우 병 관* 이 성** 김 삼 열***
Woo, Byung-Kwan Lee, Sung Kim, Sam-uel

Abstract

The research analyzes the arrangement of boiler and hot water header, the method of radiator pipe setting, hot water supply control, hourly heating situation of each room for underfloor radiant heating systems in Korea and suggests an alternative to improve to efficient heating method. One of the best options for install position of hot water distributor is under kitchen sink which is center point of all rooms, according to previous research of the energy saving strategies. When the radiator pipes are arranged to each individual room instead of bedrooms through livingroom and kitchen, it has energy saving effects. For rooms without occupancy according to a time period, hot water supply method should be intermittent heating rather than continuous heating. For this intermittent heating method, individual control of hot water supply is more practical, and it can lead to massive energy savings. The intermittent heating system has time-lag, so it is more effective in energy saving with mild and comfort condition if the spaces are preheated by automatic control equipment prior to required time.

키워드: 온수분배기, 연속난방, 간헐난방, 바닥복사난방

Keywords: Hot water header, Continuous heati, Intermittent heating, underfloor radiant heating

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

국내 대부분의 주거용 건물에 적용되는 난방형태로 바닥복사 난방방식을 채택하고 있다. 오랜 세월 동안 국내에서 온돌난방 형태로 사용되어진 이 난방방식은 가옥의 구조가 한옥에서 양옥의 구조로 변화는 동안 열을 전달하는 매개체에 다소 변화가 있었지만 좌식 생활을 하는 국내 문화에 적합한 형태로서 여전히 국내 난방방식으로 가장 선호되고 있는 주거용 난방방식이라 할 수 있다.

제 1차, 2차 에너지 파동을 겪으면서 실감했던 에너지의 중요성과 또 다시 다가올 수 있는 에너지 대란에 대한 준비책으로 국가적, 산업적, 개인적으로 에너지 절약에 대한 인식과 실천이 많은 관심사가 되고 있고, 특히 부존자원이 부족한 국내 현실은 이에 대한 노력이 더욱더 절실한 상황이다.

2005년도 말 기준 에너지경제지표 부분별 에너지소비량 보고서에 따르면 우리나라의 총 에너지소비 중 수입에 의존하는 에너지비중이 97.5 ± 1%를 차지하고 국내 총에너지 소비량에 대한 부분별 소비량비율이 산업용

55.2%, 가정, 상업, 공공 기타 24.2%, 수송 20.6%로 조사되었다.¹⁾2005년도 통계자료에는 세분화되어 있지 않지만 2001년도 통계자료에 의하면 가정용 난방 부분의 에너지 소비율이 국내 총에너지 소비량의 10.73%에 해당하는 것으로서 대부분의 자원을 수입에 의존하고 있는 국내 실정상 이는 가히 적은 수치가 아닌 것이다. 바꾸어 말하면 이는 에너지 절약 차원에서 국내 주거용 건물의 난방형태의 대부분을 차지하고 있는 바닥복사 난방에 대한 에너지 절약 기술 및 연구검토가 필연적이라는 것으로도 생각을 할 수 있다.

그러나 이러한 국가적인 에너지 절약 현실과는 다르게 바닥복사 난방방식 계획시 시공상의 편리성과 에너지 절약에 대한 관심 부족 등으로 보일러실에 위치한 난방용 온수 분배기를 통한 비효율적인 배관경로 계획, 거주자 유무와 무관하게 운전되는 전실의 연속난방 문제 등에서 오랜 세월동안 불필요한 에너지의 낭비가 지속적으로 초래되어 왔다.

이에 본 연구에서는 국내 바닥복사 난방방식에 대한 실태 조사를 통하여 특히 난방용 온수분배기의 위치, 비거주시 불필요한 연속난방, 불합리한 배관 경로 등을 조사하여 이들의 합리적이고 효율적인 난방방식으로 개선할 수 있는 대안 제시와 동일 건물에서 개선 전과의 예

* 교신저자, 동의대학교 건축공학과 박사과정
(bkwool8@hanmail.net)

** 동의대학교 교수 공학박사

*** 동의대학교 부교수 공학박사

1) 에너지관리공단 2002년도 에너지경제지표 부분별 에너지소비율

너지 절감 양을 정량적으로 분석함으로써 바닥복사 난방 방식 계획시 설계 자료로서 주거용 건물에서의 에너지 절약을 도모하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 부산 지역에 위치하는 주거용 건물 150 세대를 대상으로 표 1과 같이 설문조사에 의한 통계의 공동주택(APT) 125세대 중에서 개별식 난방을 행하고 있는 세대를 그 대상으로 하였으며 기존의 공동주택(APT) 8개 단위세대를 선정하여 필요로 하는 도면을 검토하였다.

선정 기준은 평형별로 선정했으며, 온수 분배기의 위치에 따른 비교 분석을 위해 각 세대 중 보일러와 온수 분배기가 동일 실에 존재하는 일체형 4개소(표 4의 단위세대5~8), 보일러와 온수 분배기의 위치가 이격되어 있는 분리형 4개소(표 4의 단위세대1~4)로 재분류 선정했다.

기존 주거용 건물의 바닥 복사난방시 온수 분배기의 위치와 방열관의 설치방법 및 난방 공급 제어방법에 관한 분석과 이에 따른 에너지 절약 부분에서의 문제점을 제시하고 개선 방안의 제시를 본 논문의 연구 범위로 설정하였다. 이에 따른 연구 방법의 진행 방법은 다음과 같다.

1) 보일러와 온수분배기(Hot water header)의 배치에 관한 고찰

현재 기존적으로 설계, 시공되어 있는 공동주택인 APT를 형별로 각각 4세대를 샘플링하여 보일러와 온수분배기의 배치에 따라 A type과 B type의 2가지 형태로 구분하여 고찰하였다. 온수분배기의 설치 위치를 보일러실에 설치할 경우를 A type(그림 1. 일체형)으로 하고 온수분배기의 설치 위치를 실내 주방기구의 공간인 싱크대 아래 부분 등에 설치할 경우를 B type(그림 2. 분리형)으로 구분하여 에너지 절약적 차원에서 기존의 방법을 연구 고찰하였다.

2) 방열관(바닥 코일)의 설치에 관한 현황

기존 방열관의 설치방법과 각 실별 구분하여 개별적으로 방열관을 설치했을 경우를 에너지 절약에 중점을 두고 방열관의 배치를 연구 검토하였다.

3) 온수공급의 제어방법 고찰

일부 고급주택 난방설비에서는 각 실마다 별개의 실내 온도조절기(Room Thermostat)에 의해 개별적인 제어를 하고 있으나 일반적인 공동주택에서는 온수분배기에 설치된 볼밸브(콕)로 수동으로 제어하고 있다. 그러므로 필요시마다 보일러실로 가서 수동제어를 한다는 것은 사실상 어려운 실정이므로 각 실마다 별개의 실내 온도조절기를 설치하여 이와 연계하여 온수분배기에 전동 볼밸브(Electric actuated ball valves)등의 자동제어장치를 활용함으로써 에너지 절감 효과를 연구 검토하였다.

4) 난방공급실에 따른 사용시간대별 난방현황

지금까지의 보편적인 난방 공급방법은 침실 등의 일정한 장소에서 실내 온도조절기(Room Thermostat)에 의해 실 전체의 실내온도가 제어 되어왔다. 이러한 방법을 각 실마다 별개의 온도조절기에 의한 개별적 제어를 행함과

동시에 취침시간과 같이 시간대별 불필요한 장소에는 타이머(Timer)등을 이용하여 난방을 차단하고 또한 난방을 행해야할 경우에는 그 시간 전에 예열난방을 하여 쾌적 환경의 필요성을 검토하였다.

표 1. 설문조사에 의한 통계

연번	구분	내 용	비 율
1	건물의 종류	가) 단독주택	9.8%
		나) 아파트	83.0%
		다) 연립주택	5.1%
		라) 복합건물(상가)	2.1%
2	건물의 평수	가) 20평이하	8.8%
		나) 30평이하	31.2%
		다) 40평이하	40.0%
		라) 40평초과	20.0%
3	난방방법	가) 중앙집중식 난방	18.6%
		나) 개별식 난방	78.0%
		다) 잘 모르겠다	3.4%
4	사용 연료	가) 석유(경유)	12.0%
		나) 도시가스	85.6%
		다) 연탄	2.4%
		라) 전기	0%
5	년간 사용 연료비	가) 500,000원 이하	9.6%
		나) 1,000,000원 이하	18.4%
		다) 1,500,000원 이하	49.6%
		라) 1,500,000원 초과	22.4%
6	가족수	가) 3명이하	23.2%
		나) 4명	46.4%
		다) 5명이상	30.4%
7	온수분배기의 설치위치	가) 보일러실에 설치되어 있다	60.8%
		나) 보일러와 별도로 주방기기 내에 있다	39.2%
8	취침 시간대 거실 등의 난방유무	가) 거실 및 주방의 밸브를 잠근다.	0%
		나) 귀찮아서 잠그지 않는다.	97.6%
		다) 사용하는 방법을 잘모른다.	2.4%
9	비거주시 난방공급 방법	가) 비거주시 방의 밸브를 잠근다	1.6%
		나) 귀찮아서 잠그지 않는다	87.2%
		다) 아예 보일러의 전원 스위치를 내린다	11.2%
10	보일러가동을 정지했을 때 난방방법	가) 추위도 연료비가 걱정되어 참고 견딘다	14.4%
		나) 참고 견디다 아주 추우면 보일러를 한번씩 가동한다.	30.4%
		다) 전기히터, 가스히터 또는 석유 난방용 히터기등을 사용한다	55.2%
11	거실 등의 바닥패널 설치방법	가) 별도의 거실 및 주방 밸브를 차단하면 거실 및 주방 전체가 난방이 차단된다	9.6%
		나) 별도의 거실 및 주방 밸브를 차단해도 일부분은 난방이 되고 있다.	90.4%
12	개별 난방 제어장치를 알고있는지	가) 현재 사용하고 있다	1.6%
		나) 어디선가 들은 것 같다.	3.2%
		다) 처음 들으며 잘 모르겠다.	95.2%
13	개별 난방 제어장치의 설치 유무	가) 무조건 설치하겠다.	12.8%
		나) 시설비가 적절하면 설치하겠다.	64.8%
		다) 설치비가 소요되므로 설치하지 않겠다	22.4%
14	예열 난방 시간 모드 제어장치 설치는?	가) 무조건 설치 하겠다.	2.4%
		나) 시설비가 적절하면 설치하겠다.	19.2%
		다) 설치비가 소요되므로 설치하지 않겠다	78.4%
15	외출 시에 보일러 가동 유무	가) 반드시 보일러를 끄고 나간다.	86.4%
		나) 귀가하면 출기 때문에 온도만 조금 내 려놓고 나간다.	10.4%
		다) 보일러를 켜두고 그냥 나간다.	3.2%

16	보일러를 전 화로 예약한 다는데?	가) 사용을 해보지 않으며 또 복잡 해서 사용하기 싫다. 나) 사용하고 있다.	99.2% 0.8%
17	보일러 부식 억제제사용	가) 사용하고 있다. 나) 사용하지 않는다.	2.4% 97.6%

2. 기존 복사난방 시스템의 실태 고찰

본 연구를 위하여 일반적으로 시공되고 있는 A type APT, B type APT 등에서 평행별로 고찰하여 비교해 본 결과 큰 차이가 없어 임의 선택하여 고찰하였다. A type APT는 온수분배기와 방열관의 일체형, B type은 온수분배기와 방열관의 분리형으로 나타나며, 그 대표적인 사례는 그림 1과 그림 2에 나타내었다.

2.1 보일러와 온수분배기의 배치에 관한 고찰

보일러와 온수분배기의 배치방법을 다음과 같이 2가지 형태로 분류하여 고찰하였다.

온수분배기의 설치 위치를 보일러실에 설치할 경우를 A type(일체형)으로 하고 온수분배기의 설치 위치를 실내 공간의 중앙부 가까운 부분에 설치할 경우를 B type(분리형)으로 가정, 구분하여 연구해 보았으며 그 대표적인 사례는 그림 1과 그림 2에 나타내었다.

따라서 A type의 방법은 Set화 되어 보일러실에서 보일러 아래 부분에 온수분배기가 설치되어 여기서부터 각 실로 유입되는 방열관이 설치 시공되어 있음을 볼 수 있으며 또한 각 사용처의 난방수 공급량을 조절할 경우에는 수동으로 조작되는 볼 밸브가 설치 시공 되어있는 것이 보편적인 시공방법이다.

그러나 B type에서는 실내 공간의 중앙부 가까운 부분으로 주방기구의 공간인 싱크대 아래 부분을 활용하여 온수분배기를 설치하므로써 관로의 마찰 저항손실과 에너지 손실을 감소하기 위하여 각 실 사용처와의 방열관 길이를 짧게 시공한 것을 볼 수 있다.

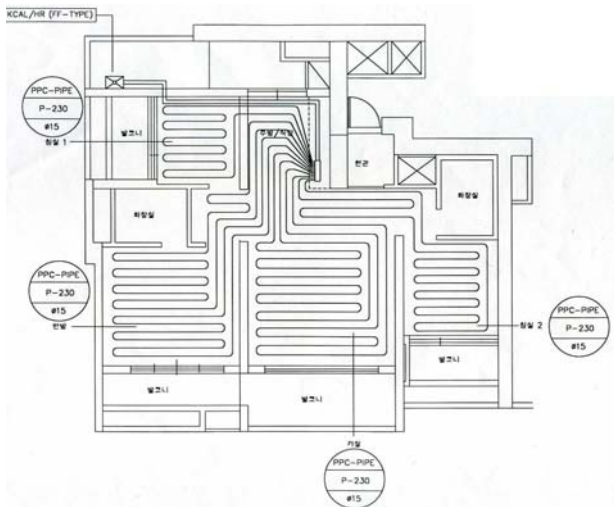


그림 1. 온수분배기와 방열관의 일체형 사례

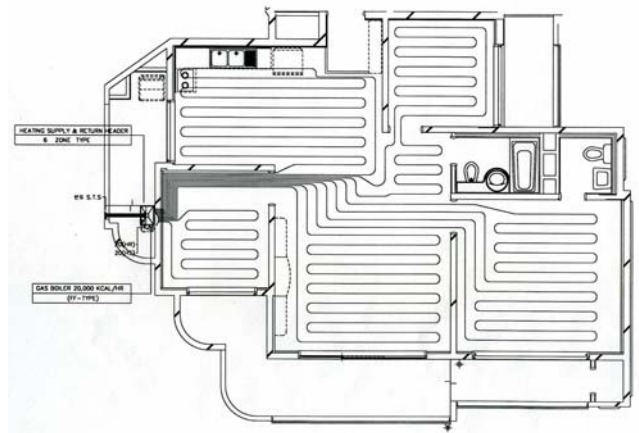


그림 2. 온수분배기와 방열관의 분리형 사례

2.2 방열관(Heating coil)의 설치에 관한 사항

세계적으로 주거용 난방방법은 모두 대류난방을 활용하나 유일하게 우리 나라에서는 복사난방을 활용하고 있다. 복사난방의 방열관 설치방법에 따라 에너지 소비율이 달라지며 난방의 효율성이 변하게 되고 또한 인체에 느끼는 쾌감도가 달라진다.

방열관의 설치방법에는 여러 가지로 분류할 수 있으나 현재 활용되고 있는 배관방식은 대부분 직렬식 배관방식인 횡진형과 회오리형이 많이 활용되고 있다.

각 실마다 방열관의 기존 설치방법을 샘플링한 도면 8개소를 관찰해 보면 8개소 모두가 균등한 순환수량을 취하기 위하여 가능한 한 방열관의 길이를 동일하게 설계 및 시공되어오고 있음을 알 수 있다. 또한 거실 및 주방은 각 침실과 별개의 존(zone)으로 방열관을 시공하지 않고 거실 및 주방의 일부를 거쳐서 각 침실로 방열관이 시공되어 있다. 야간 취침시간에는 침실 등의 장소에는 난방을 행하여야 하나 거실 및 주방 등과 같은 난방이 불필요한 장소까지 열을 방산한다는 것은 상당한 열손실이 초래됨을 알 수 있다.

2.3 온수(난방)공급의 제어방법 고찰

일반적으로 온수공급을 제어하는 방법은 온수분배기에 설치된 볼밸브를 사용하여 수동으로 제어하고 있다. 특히 학생들의 공부방(침실)과 같은 경우에는 초, 중, 고, 대학생간의 시간편차는 있으나 평균적으로 오전 8시부터 오후 4시까지 8시간 동안은 난방이 필요 없으며 또한 거실 및 주방 등에는 저녁 10시부터 새벽 6시까지 8시간 동안은 난방이 필요 없으므로 온수의 공급을 제한하는 간헐난방을 하여야 한다. 이때 필요시마다 온수분배기에 설치된 밸브 또는 콕을 불편하게 조작한다는 것은 별첨의 설문조사에서 나타난 바와 같이 현실적으로 알면서도 실행이 되지 않고 있는 현실이다.

앞에서 고찰한 8개의 단위세대에서 간헐난방이 필요한 면적의 비율은 표 2와 같이 나타낼 수 있다.

표 2. 간헐난방을 요하는 실의 면적율(%)

구분	학생 공부방	거실 및 주방
단위세대 1	15.76%	58.40%
단위세대 2	10.88%	50.11%
단위세대 3	12.06%	53.04%
단위세대 4	10.75%	47.59%
단위세대 5	13.38%	50.50%
단위세대 6	10.77%	62.48%
단위세대 7	13.41%	43.03%
단위세대 8	12.12%	53.43%
평균	12.39%	52.32%

2.4 난방공급실에 따른 사용시간대별 난방현황

보편적인 주거용 난방설비에서는 장시간 사용하지 않는 난방 공급실을 제외하고는 항상 연속난방(Continuous heating)을 하고 있는 실정이며 또한 일부분적 난방이 필요한 경우에는 연료절감을 위해 보일러를 가동하지 않고 어느 한 실에만 전기난로나 전기장판 등으로 순간난방을 행하는 경우가 일부 있으나 대부분은 생활의 번거로움 때문에 실의 전체를 난방을 행하고 있다.

이러한 방법은 생활의 불편함과 비경제적으로 열손실은 증폭될 수 밖에 없다. 특히 야간 취침시간에는 난방이 불필요한 거실 및 주방 등에도 지속적인 난방을 행하고 있음을 설문지에서 볼 수 있으며 또한 학생들이 거주하는 방과 같이 일정시간 동안은 난방이 필요 없고 한정된 시간 동안만 난방이 필요한 간헐난방(Intermittent heating)을 요함에도 일반적으로 연속적으로 난방을 행함으로써 상당한 열손실이 유발됨을 알 수 있었으며 이를 개선하기 위한 자료를 도출하기 위하여 아래 표 3에서 보는 바와 같이 난방공급실에 따른 사용시간대별 난방 현황을 파악하여 그 개선책의 연구 검토가 필요할 것이다.

표 3. 난방공급실에 따른 사용시간대별 난방현황

분류	사용시간	기존 난방방법	개선 난방방법
노인 침실	24시간	연속난방	연속난방
부부 침실	24시간	연속난방	연속난방
학생 침실	16시-08시	연속난방	간헐 난방
거실 및 주방	06시-22시	연속난방	간헐 난방

3. 복사난방의 효율개선 방안

3.1 온수분배기(Hot water header)의 위치선정

기존 주거용건물의 난방설비를 앞장 『2.1 보일러와 온수분배기의 배치에 관한 고찰』에서 고찰한 바에 의하면 다음의 그림 3과 같이 발코니 4에 보일러를 설치하고 그 아래부분에 온수분배기를 부착하여 각 실의 방열관(바닥코일)과 연결된 것을 볼 수 있다. 이러한 A부분의 방열관들은 취침시간과 같은 비거주 시간대에도 표 4의 단위세대1~4에서 평균 에너지절감율 5.22%에 해당하는 방열손실이 발생할 것이며 또한 관로의 마찰손실이 증가되는

것을 알 수 있다.

그러나 그림 4와 같이 뒤편 발코니 4에 보일러를 설치하고 그 실의 중앙부분인 B부분에 온수분배기를 배치하여 그 사이는 분배기와 동일한 관경의 송수주관(S, 난방공급주관)과 환수주관(R, 난방환수주관)을 설치하되 단열을 행하여 불필요한 열손실을 줄이고 관로의 마찰손실도 줄일 수 있다는 것을 알 수 있다.

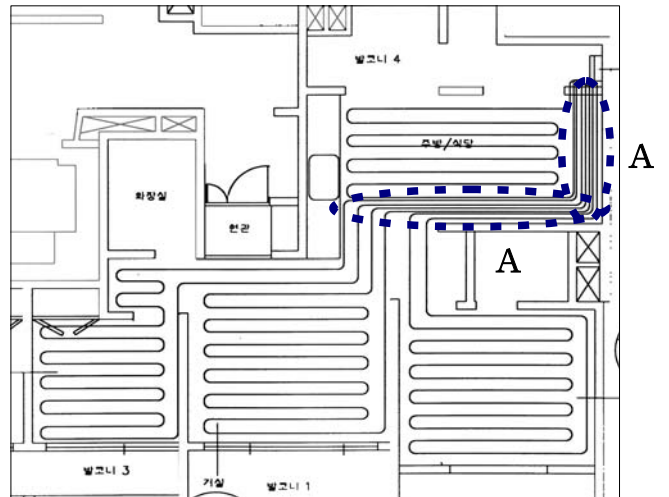


그림 3. 기존 온수분배기의 설치위치

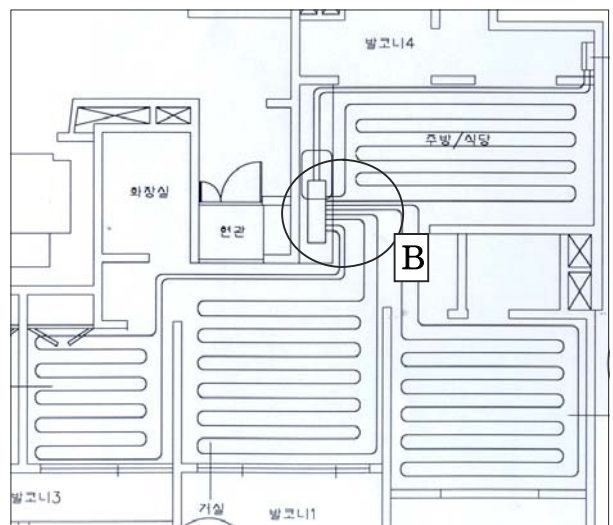


그림 4. 개선후 온수분배기의 설치위치

3.2 방열관의 배치방법

앞서 고찰한 열손실을 줄이기 위하여 각 난방 공급실마다 별개의 방열관을 시공하여 불필요한 난방을 제어할 수 있도록 함이 에너지 절약차원에서 바람직하다고 볼 수 있다

온수분배기에서 각 실로 설치시공 할 방열관의 배치방법이 그림 3과 같이 기존 배치방법에 따라 침실을 난방하고자 할 때 자연적으로 거실 및 주방 등에도 난방을 행하게 된다.

그러나 방열관의 배치방법을 각 실마다 독립적인 개별

식 방열관으로 변형하여 설치 시공하면 저녁 10시부터 그 다음날 새벽 5시까지 7시간의 취침시간 동안에는 수동 또는 자동의 볼밸브 등을 차단하여 난방이 불필요한 거실 및 주방 등에서 발생하는 손실열량을 줄일 수 있을 것으로 나타났다.

이렇게 방열관의 배치방법을 개선함으로써 얻을 수 있는 효과를 에너지 절감율로 나타내기 위하여 다음과 같이 수치로 산정해 보았다.

- i) 도면상 실측한 방열관의 총 관장을 L로 표시 하였다.
- ii) 개별식 방열관으로 거실 및 주방 등에서 취침 시간 때에는 난방을 차단하는 간헐난방(Intermittent heating)에 의한 에너지절약 가능한 방열관의 길이를 l 로 표시하였다.
- iii) 1일 총난방시간을 24시간으로 하여 간헐난방에 의한 절약가능 시간을 7시간으로 산정 하였다.

이러한 조건으로 다음과 같이 에너지 절감율을 산출할 수가 있겠다.

$$\text{에너지 절감율}(\%) E_1 = \frac{l \times 7h}{L \times 24h} \times 100$$

이러한 방법으로 방열관의 배치방법을 개별식으로 개선함에 따른 평형별 에너지 절감율을 구해보면 표 4와 같이 나타나 평균 5.72%가 됨을 알 수 있다.

표 4. 방열관 배치의 개선후 에너지 절감율(%)

구분	평형	난방부하	L	l	절감율
단위세대 1	26	7,404kcal/h	204m	38m	5.43%
단위세대 2	28	6,629kcal/h	218m	31m	4.15%
단위세대 3	33	7,818kcal/h	277m	59m	6.21%
단위세대 4	48	15,178kcal/h	481m	84m	5.09%
단위세대 5	25	7,125kcal/h	246m	55m	6.52%
단위세대 6	32	11,150kcal/h	216m	48m	6.48%
단위세대 7	33	7,247kcal/h	195m	40m	5.98%
단위세대 8	38	9,771kcal/h	288m	58m	5.87%
평균					5.72%

여기서 난방부하는 급탕부하와 배관부하 및 예열부하는 포함되지 아니한 순수한 난방에 소요되는 열량만을 표시하였다.

3.3 온수공급의 제어방법에 따른 개선방향

앞 2장의 2.3 온수(난방)공급의 제어방법에서 고찰한 표 2에서 보는 바와 같이 간헐난방을 행할 경우 필요시마다 온수분배기에 설치된 밸브 또는 콕의 조작이 불편하여 실행에 옮기는 것이 어렵다는 것은 설문지를 통하여 충분히 입증되었으므로 그림 5 및 그림 6에서 보는 바와 같이 송수측 온수분배기에 전자밸브(Solenoid valve) 또는 전동 볼밸브(Electric actuated ball valves)등을 설치하여 각 실마다 별개로 설치된 실내온도조절기

(Room Thermostat)에 의한 온도모드를 활용하여 개별적인 제어가 가능하여 언제든지 필요에 따라 간단하게 제어할 수 있으므로 표 2에 의거 간헐난방을 해야 할 각실의 면적율과 비 사용시간으로 환산하여 에너지 절감율을 다음 식에 의해 수치적으로 산출하면

$$\text{에너지절감율}(\%) E_2 = F_2 \cdot \frac{h_2}{d}$$

여기서 F_2 = 총면적에 대한 간헐난방면적율
 h_2 = 비난방시간
 d = 1일(24시간)

다음 표 5와 같이 나타났다.

표 5. 간헐난방에 따른 에너지 절감율(%)

구분	평균면적율	비사용시간	에너지절감율
학생 공부방	12.39%	8시간	4.13%
거실 및 주방	52.32%	8시간	17.44%

이러한 방법은 이미 연구되어 극소수의 고급화된 빌라와 같은 주거용 건물에 활용하고 있으나 일반적인 주거용 건물의 난방설비에서는 상용화되지 않고 있는 실정이므로 위 표 5에서 보는 바와 같이 에너지 절약차원에서 절대적으로 필요하다 하겠다.

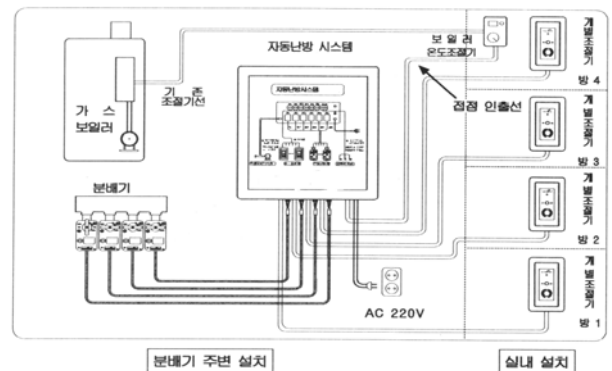


그림 5. 온수분배기에 개별적으로 설치된 전동 볼밸브 및 결선도

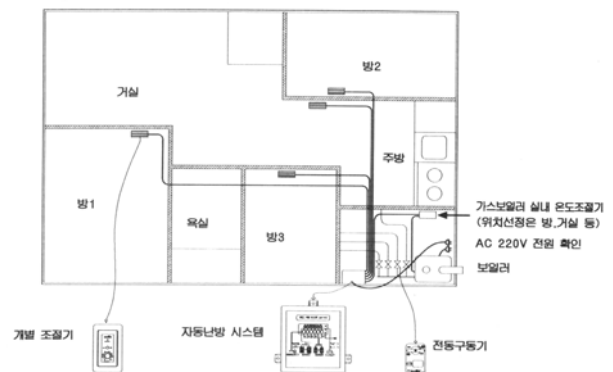


그림 6. 각 실별로 개별 설치된 실내온도조절기

3.4 쾌적환경에 따른 시차간 난방방법

참고문헌

복사난방의 특징은 난방에 필요한 실내온도까지 유지하기 위하여는 상당한 예열부하가 소요되므로 그에 따른 적절한 예열시간이 요구된다.

지금까지의 제어방법은 수동조작에 의하여 온수분배기에 부착된 볼밸브 등으로 수동으로 조작하여 왔다. 이러한 방법을 『3.3 온수공급의 제어방법에 따른 개선방향』에서 논술한 바와 같이 각각 실마다 개별적으로 부착된 실내 온도조절기(Room Thermostat)를 활용한 편리한 방법으로 난방을 개시하였으나 실내온도가 즉시 오르지 않으므로 미리 일정시간 전에 난방을 시작해야 하는 예열난방이 필요할 것이다.

이러한 점들을 타이머(Timer) 또는 시간모드 등을 활용하여 난방이 필요한 일정시간 전에 전자밸브(Solenoid valve) 또는 전동 볼밸브(Electric actuated ball valves)등으로 제어하여 예열 난방을 실시함으로써 난방이 불필요한 시간대에는 온수의 순환을 정지시켜 에너지의 소모를 사전에 방지하면서 난방이 필요한 시간대에는 사전에 온수를 순환시켜 적절한 실내온도를 유지시키므로 인한 온화함과 쾌적성을 갖게 될 것이다.

4. 결 론

1) 온수분배기의 설치 위치는 전실의 중앙부에 가까운 주방기구 하부에 설치되는 것이 이상적인 방법이라는 것은 이미 기존의 연구 검토가 이루어진 사안임에도 설비 설계자가 편리성에 치중하여 에너지 절약 정책에 역행함을 알 수 있었다.

2) 방열관의 배치방법이 거실 및 주방 등을 경유하여 침실로 배치되어있어 취침시간과 같이 비거주시 불필요한 난방에 의한 에너지 손실을 유발하므로 각 실마다 개별적으로 방열관을 배치한 결과 5.72%의 에너지절감이 나타났으므로 각 실로 공급하는 방열관 배치방법의 개선책이 발견되었다.

3) 온수공급방식을 연속난방방식인 경우에는 문제가 없겠으나 비거주가 시간대별로 발생하는 경우에는 간헐난방방식을 활용해야 하는데 이러한 간헐난방방식에서는 각 실의 온수공급 제어방식을 개별 자동제어방식을 선택하는 것이 실용적이었고 또한 학생공부방 과 거실 및 주방에는 각각 4.13%와 17.44%의 에너지 절감효과를 창출할 수 있는 결론을 얻게 되었다. 그러나 수동제어 방식은 사용자의 불편성에 의하여 활용하지 않고 있어 지향해야 한다는 결론을 얻을 수 있었다.

4) 복사난방에서는 난방에 다소 시간이 소요되므로 이를 해소하기 위하여는 난방이 필요한 시간 전에 자동제어 장치로 예열난방을 행하여 에너지절약효과를 얻음과 동시에 실내의 온화함과 쾌적성을 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

1. 김정태 · 이승복 · 김병선 · 이 성 · 김 곤, “건축설비 시스템”, 기문당, 서울, 2002
2. 김용이, “온돌난방시스템의 에너지절약을 위한 온수분할 공급방식에 관한 연구”, 서울대학교 공과대학 석사학위 논문, 1997. 2.
3. 통상산업부, “에너지 절약형 온돌난방 시스템 개발에 관한 중간 보고서(1차 년도)”, 통상산업부, 1996. 2.
4. 박병우, “배관 설비 공학”, 일진사, 1992, pp129.
5. 박병일, “온수온돌 간헐난방의 적정 운전방법에 관한 연구”, 석사학위 논문 서울대학교 대학원, 1992.
6. 한국건설기술연구원, “공동주택 바닥난방시스템의 성능개선 연구(I)”, 한국건설 기술연구원, 1995.
7. 한국건설기술연구원, “공동주택의 열성능 향상 방안에 관한 연구(II)”, 한국건설 기술연구원, 1994.
8. 김봉애, “바닥난방의 쾌적한 온열환경조건에 관한 연구”, 한국주거학 회지 제4권 제2호 1993.12
9. 김삼열 “아파트 난방 문제점과 개선방안”, 공기조화냉동공학 논문집, 제23권, 제1호 1994
10. 대한주택공사, “아파트의 온돌난방부하 계산법 및 전산프로그램 개발 연구”, 대한주택공사, 1992.
11. 박상식, “온수온돌 연속운전 난방공간의 적정 제어방식에 관한 연구”, 석사학위논문, 서울대학교 대학원, 1994.