

# 대형 고급 주거 시설의 온열원 설비

난방 면적이 넓은 대형 고급 주거 시설의 온열원을 중심으로 특징과 적용성을 소개하고자 한다.

## 서론

우리나라의 공동주택은 2010년 기준 약 9백 만세대로 전체 주거 시설에서 차지하는 비율이 62% 정도 된다. 이러한 공동 주택은 산업화가 진행 되면서 인구 밀도가 높아지는 도시화와 정부의 양적 공급 정책에 따라 증가했다. 따라서 공동주택은 용적률이 높은 고층 건물로 지어졌으며 면적은 국민주택규모인 85 m<sup>2</sup> 이하로 제한되는 경향이 있었다. 그리고 이러한 사회적 여건에 따른 건축환경과 우리의 전통인 온돌을 이용한 바닥 복사 난방 문화가 접목되어 난방 시스템이 개발 적용되었다. 즉, 난방은 바닥에 온수 배관을 매립하고 보일러 등으로부터 열량을 공급 받음으로써 실내 온열 환경을 조성하고 유지하게 된다. 여기에 적용되는 보일러는 바닥 복사 난방의 특징을 고려하여 개발되었고 급탕을 할 수 있는 기능을 추가하게 되었다.

공동 주택에서 보일러의 열용량을 결정짓는 중요한 요소는 대부분 급탕 부하이다. 따라서 난방 면적으로 보일러 용량을 결정하는 방법보다 급탕부하로 보일러를 선정해야 할 것으로 판단된다.

그리고 글로벌 금융위기 이후 적지 않은 자산가를 중심으로 대형 주

김성진

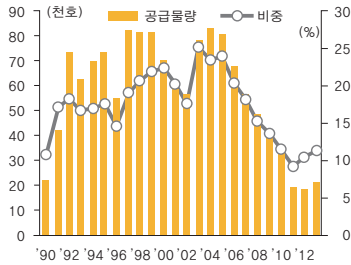
(주)경동나비엔 부장  
ahaksj@kdiwin.com

신광철

(주)경동나비엔 주임  
kcshin@kdiwin.com

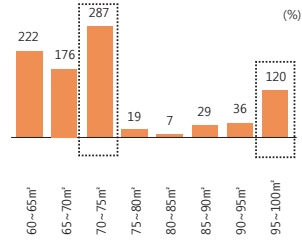
김영균

(주)경동나비엔 상무  
yk2@kdiwin.com



아파트 시장 트렌드 변화 및 시사점(KB금융지주 경영연구소)

[그림 1] 국민주택(85㎡) 공급 비중



2000~2010년 대비 2011년~2013년 연평균 증감률  
아파트 시장 트렌드 변화 및 시사점(KB금융지주 경영연구소)

[그림 2] 아파트 분양 규모별 증감률

거 시설의 수요가 증가하는 경향을 보이게 된다. 그런데 이러한 대형 주거 시설에 적용할 수 있는 보일러는 경제적 논리에 따라 국내 개발이 지연되고 대부분 수입에 의존함으로써 사용자들의 경제적 부담은 물론이고 유지관리 측면에서 많은 불편함이 있었다. 그래서 대형 주거 시설에 적용할 수 있는 보일러구조 등을 제시함으로써 쾌적한 실내 환경을 조성하고 사용의 편리성을 제공하고자 한다.

### 주거 시설의 변화

90년대까지 이어져온 만성적인 주택 부족 현상이 2000년대 들어서면서 완화되고 주택 공급이 질을 중심으로 변함에 따라 다양한 규모와 편의성을 갖춘 주거 시설이 등장한다. 이러한 현상은 인구 증가율의 감소와 더불어 1인, 2인 세대가 증가하는 구조 변화에 따라 그림 1과 같이 국민 주택 규모인 85㎡의 공급 비중이 줄어들고 소형 면적의 비중이 증가하는 결과를 가져왔다. 그리고 소형 주택의 증가뿐만 아니라 100㎡의 대형 주택도 증가됨을 그림 2에서 확인할 수 있는데 이는 서론에서 언급했던 것처럼 적지 않은 비율의 고액 자산가 부류가 형성되었기 때문으로 추정된다.

70, 80년대 서민을 위한 소형 주택은 침실 중심으로 공간을 구획하고 중류층의 국민 주택 규모는 거실 중심으로 공간을 배치함으로써 개인적인 공

간과 구성원이 공유하는 공간으로 이분화되었다. 그리고 2010년 이후에 분양되고 있는 대형 고급 주거 시설에서는 공간이 더욱 세분화되어 가족 구성원 개인의 독립성 확보를 위한 화장실이 침실 별로 구획되었고 드레스룸, 가정용 영화관, 사우나 시설과 운동 시설 등이 추가되는 경향을 보이고 있다. 또한 재택근무가 요구되는 계층이기 때문에 주거 시설 내에 업무시설이 추가되는 추세에 있다.

이러한 주택 규모가 현재에는 높은 소득이 보장되는 극소수 계층에 국한되지만 가까운 시일 내에 그 비율은 높아질 것이다. 과거에는 산업화에 따라 2세대 단위의 구성원으로 형성된 핵가족화가 진행되었다면 결혼 연령의 증가와 고령화 사회로 진입함으로써 3세대 이상이 거주할 수 있는 공간의 증가도 조심스럽게 지켜본다. 이렇듯 주거 시설의 점유 면적이 증가하는 현상은 표 1에서 확인할 수 있다.

<표 1> 최고급 아파트 현황

항 목	지 역	면 적(㎡)
갤러리아포레	서울 성동구	233~377
트리마제	서울 성동구	39~291
논현아펠바움	서울 강남구	442
피엔폴루스	서울 강남구	173~622
상지리츠빌	서울 강남구	248~345
트라움하우스	서울 서초구	322~466
메세나폴리스	서울 마포구	163~322
한남라테라스	서울 용산구	248~397

주) 아파트 시장 트렌드 변화 및 시사점(KB금융지주 경영연구소).

## 바닥 복사 난방의 구조와 기준

우리나라는 비교적 사계절이 뚜렷한 북반구에 위치함으로써 연중 난방 기간이 냉방 기간보다 길고 농경 중심 사회로 정착 생활을 함으로써 구들장의 축열을 이용할 수 있는 바닥 복사 난방이 발달되어 왔다. 현대에 이르러 이러한 난방 문화는 개인 주택과 공동 주택에 따른 형태의 차이뿐만 아니라 면적에 따라 규모가 다르다 할지라도 그 원리는 동일하다고 볼 수 있다. 다시 말하면 아궁이와 구들장을 이용한 구조에서 보일러와 온수 코일을 적용하는 방식에 차이가 있을 뿐이다. 건설사 등에 따라 약간의 차이는 있을 수 있으나 온수 코일을 적용한 바닥 복사 난방 방식은 **그림 3**과 같이 동일한 구조를 갖추고 있다.

바닥 복사 난방은 유목을 위해 초원을 찾아 이동했던 민족이 벽난로에서 발전시킨 방열기의 대류 난방과는 차이가 있다. 다시 말해서 바닥 복사 난방은 구조체의 축열을 고려하여 간헐 난방 시에도 실온의 변화가 크지 않아 온열 환경을 오랫동안 유지할 수 있지만 방열기의 대류 난방은 축열의 개념을 도입할 수 없기 때문에 연속 난방이 이루어져야 하며 간헐 난방을 하는 시간 동안 실온의 변화는 피할 수 없다. 따라서 부하 장비의 구조에 따라 보일러 개발에도 차이가 있을 수 있다.

공공 기관에서 제시하고 있는 난방의 공급과 환수 온도는 **표 2**와 같으며 에너지 절약 설계 기준에서 거실의 실온은 20~22℃로 정해져 있다. 바닥 표면의 온도는 마감 등에 따라 달라질 수 있지만

〈표 2〉 난방 온도 기준

항목	난방 공급 온도	난방 환수 온도	온도차
LH공사, SH공사	60℃	50℃	10℃
지역난방공사	60℃	45℃	15℃

각종 문헌의 내용을 유추해 보면 30~34℃ 정도인 것으로 추정된다.

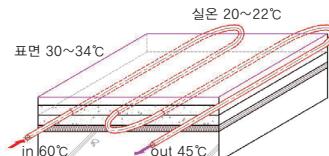
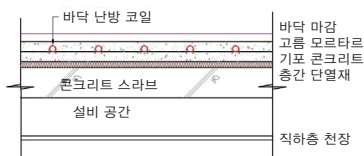
## 급탕시스템과 설치 기준

생활수준이 높아질수록 급탕사용량이 증가하는 경향이 있다. 현재 우리나라 국민의 급탕 사용량은 산업화가 시작되었던 70, 80년대보다 증가했음은 두 말할 나위 없다. 급탕 부하는 **표 3**에서와 같이 위생기구에 따라 사용량이 다르기 때문에 요구되는 부하가 달라진다. 그리고 현재 분양되는 대부분의 공동 주택에는 화장실을 2개로 구획하며 필요에 따라 보조 주방을 계획함으로써 급탕을 사용할 수 있는 위생기구가 많아졌다. 물론 동시에 사용을 고려한다 하더라도 공동 주택에서의 급탕 부하는 과거보다 증가하는 경향이 있다. 따라서 사용의 편의성과 위생성 향상을 고려한다면 난방과 급탕 겸용의 벽걸이형 보일러 열용량은 좀 더 높아져

〈표 3〉 급탕량과 온도에 따른 부하

항목	급수량 (l/min)	급탕량 (l/min)	급탕 온도 (℃)	급탕 부하 (kcal/hr)
세면기	10	7.5	35~40	11,250~13,500
싱크	15	11.25	40~45	20,250~23,625
샤워	15~20	9~15	42~43	17,280~29,700

주) 급탕량은 급수량의 3/4 기준, 급수온도는 10℃ 기준.



[그림 3] 온수 코일을 적용한 바닥 난방의 구조

아하지 않을까?

기계설비 시스템에 적용되는 급탕 설비 중 태양 열과 심야 전기를 이용하는 축열 방식에서는 열에너지를 저장하여 사용하는 방법이기 때문에 저장탱크를 적용하고 있으나 대부분의 주택에서는 순간급탕 방식을 적용하고 있다. 순간급탕 방식은 저장 방식보다 위생성과 경제성이 높으며 유지관리가 유리한 장점을 갖고 있다.

주거 시설에서는 공통적으로 보일러와 위생기구까지의 거리가 길지 않아 환탕관을 적용하지 않고 있어 급탕 사용 시 4리터 이상의 물이 낭비되는 것으로 추정되며 급탕관 길이에 따라 차이는 있으나 약 15초 내외의 시간 동안 기다려야 한다. 버려지는 4리터 이상의 적지 않은 물을 절약하여 수자원을 보호하고 사용자의 편의성을 강화하기 위해서 이제는 급탕 순환 펌프와 환탕관 설치를 고려해야 할 것으로 생각한다.

## 보일러의 구조

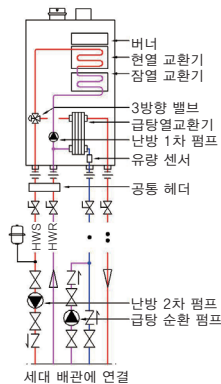
대형 주거 시설에 적용될 수 있는 보일러는 특징에 따라 3가지로 구분될 수 있다. 그 구조들을 살펴보면 수관 방식의 순간식 프리미엄 보일러(Premium Boiler), 수관 방식의 열저장식 보일러 그리고 연관 방식의 열저장식 보일러(제조사에서는 “저탕

식 보일러”라 말함)로 분류할 수 있으며 급탕 우선 운전 방식을 채택하고 있는 공통점이 있지만 각각의 특징은 다음과 같다.

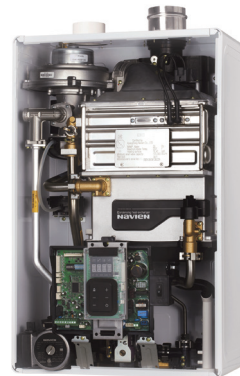
첫째, 수관 방식의 순간식 프리미엄 보일러의 구조와 흐름은 **그림 4**와 같다. 운전 효율을 높이기 위해 현열 교환기와 더불어 잠열 교환기를 적용하고 있으며 콘덴싱 효과를 높이기 위한 환수 온도 제어 방식을 채택할 수 있다. 거실에 설치된 실내온도 조절기(Room Controller)를 이용하여 사용자는 실내온도제어, 간헐 난방 제어, 24시간 스케줄 제어를 선택할 수 있다.

그리고 1차 펌프(Primary Pump)와 2차 펌프(Secondary Pump) 방식으로 열용량을 최대한 활용할 수 있어서 난방 면적을 증대시킬 수 있다. 1차 펌프는 높은 온도차와 적은 유량으로 열원인 보일러 내부만을 순환하면서 운전 효율을 높게 할 수 있고 2차 펌프는 낮은 온도차와 많은 유량으로 부하 장비까지 순환하여 정확한 온도 제어를 구현할 수 있다. 또한 사용시간대가 다르거나 반송 거리의 차이로 조닝(Zoning)이 요구될 때 구역(Zone) 별 2차 펌프 적용이 가능하기 때문에 현장 대응성이 우수하다. 이러한 시스템을 구성하기 위해서는 열원과 부하를 구분 짓는 경계에 공통 헤더를 추가해야 한다.

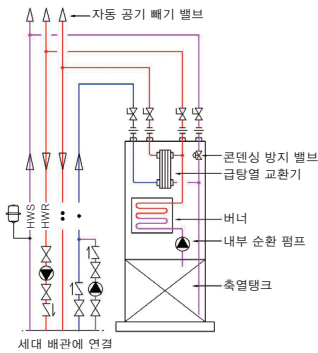
프리미엄 보일러는 내식성 재질인 스테인리스



[그림 4] 프리미엄 보일러 구조



[그림 5] 프리미엄 보일러 내부



[그림 6] 축열식 보일러 구조

(Stainless Steel)로 구성되어 있고 2차 펌프 등의 제어가 가능하며 내부는 그림 5에서 확인할 수 있는 것처럼 많은 기능들을 내장하고 있다. 또한 순간 급탕 방식으로 에너지 손실량을 최소화할 수 있어 에너지 절약적이다. 무엇보다도 수질 오염의 원인을 제공하지 않기 때문에 위생성이 우수하고 대형 주택에 적용될 수 있도록 최대 60m의 연도 길이를 제공하고 있어서 고급 주거 시설에 최적화된 보일러이다.

둘째, 기존에 주로 적용됐던 수관 방식의 열저장식 보일러는 내장된 80리터의 축열 탱크를 갖추고 있는 방식으로 1970년대에 개발된 아주 오래된 보일러이며 구조는 그림 6과 같다. 바닥 상치형이기 때문에 보일러 상부에서 배관을 연결해야 하고 난방 운전 시 순간 대응 능력을 높이기 위해 축열 탱크

크를 내장하고 있어 바닥 복사 난방보다는 팬코일 등을 적용하는 대류 난방에 적합한 구조를 갖춘 것으로 추정된다. 또한 축열 탱크를 적용함으로써 콘덴싱 효과가 매우 낮기 때문에 운전 효율은 84% 전후로 형성되고 있으며 축열 탱크로부터 방열 손실이 계속해서 발생하므로 시스템 운전 시 효율은 더욱 낮아질 것이다. 따라서 에너지 소비효율은 높지 않다. 물론 1차 펌프와 2차 펌프를 적용할 수 있어 조닝을 통해 유연성 있는 난방 부하 제어 성능은 프리미엄 보일러와 동일하다고 판단된다.

셋째, 연관 방식의 열저장식 보일러는 보유 수량이 많아 짧은 시간이지만 연소하지 않더라도 순환펌프 운전만을 통해 난방이 가능한 장점이 있다. 그러나 콘덴싱 효과가 제한적이고 예열시간이 길며 난방이나 급탕을 하지 않는 시간에도 저장된 열의 방열 손실을 만회하기 위한 운전을 해야 한다. 그리고 장시간 거주 공간을 비우거나 동파 방지 목적만으로 운전할 때 보유 수량이 많아서 에너지 소비량은 더욱 증가할 것이다. 따라서 주거 시설의 특징을 고려한 시스템 운전 효율은 순간식에 미치지 못할 것이고 연도 길이가 10m이므로 소형 주택에 적용 가능할 것으로 판단된다.

수관 방식의 순간식 프리미엄 보일러와 축열식 보일러의 특징은 표 4를 통해 확인할 수 있다.

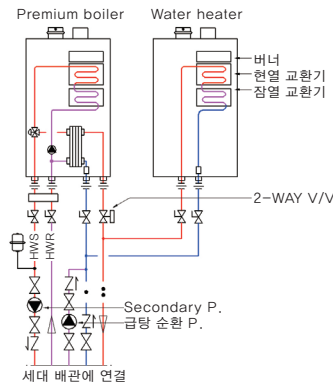
<표 4> 프리미엄 보일러와 축열식 보일러의 비교

항목	프리미엄 보일러	축열식 보일러	비고
용도	난방/급탕	난방/급탕	
열 용량(kcal/hr)	34,800~43,200	26,000~43,000	
운전 효율(%)	87.6~97.9	83.4~85.8	92.8/84.6
TDR	10:1	-	
소비전력(W)	170~190	148~300	
규격(WxDxH)	440x250x695	460x460x1,511	
중량(kg)	34~38	98~107	
에너지원	LNG/LPG	LNG/LPG	
설치 방법	벽걸이형	바닥 상치형	
급배기 방식	강제급배기(FF)/자연급기 강제배기(FE)	강제급배기(FF)/자연급기 강제배기(FE)	

우리의 일상생활에서 에너지를 저장하여 사용하는 대표적인 제품이 스마트 폰이다. 스마트 폰의 충전지는 시간과 공간의 제약을 극복하기 위한 목적으로 사용된다. 열에너지를 사용하는 건물의 설비 시스템에서도 열을 저장하기 위한 탱크나 구조는 “급탕시스템과 설치 기준”에서 언급했듯 태양열과 심야전기를 이용하여 시간 차이를 극복하기 위한 목적 외에는 방열 손실로 인해 에너지 소비량이 증가하여 운전효율이 낮고 시스템이 복잡하여 시공성을 저해하므로 지양해야 하는 방식이다.

## 프리미엄 보일러의 응용

대단히 넓은 주거 시설에서는 난방 부하도 증가하지만 급탕 사용 위생기구의 증가에 따라 급탕량이 증가하면 순간식 프리미엄 보일러의 열용량만으로는 부족할 우려가 있다. 이런 경우에는 급탕 전용의 순간온수기를 병렬로 연결함으로써 급탕량을 증가시킬 수 있다. 이러한 시스템에서 급탕이 요구될 경우 먼저 순간식 온수기를 운전하여 온수를 공급하고 급탕량이 증가하면 순간식 프리미엄 보일러가 운전하는 제어 방식을 갖고 있다. 그림 7은 이러한 시스템의 구성도이다.



[그림 7] 온수기와 병렬 연결

## 결론

우리가 생활하면서 가장 많이 머무르는 공간이 집이고 집의 환경에 따라 몸과 마음의 편안함 뿐만 아니라 건강과 수명에도 영향을 미칠 수 있다. 따라서 쾌적한 환경을 조성하고 유지해야 하지만 경제적인 논리에 밀려 최소한의 환경만을 유지하고 있는 것이 또한 현실이다. 건물이 삶을 담은 그릇이라면 설비는 삶의 질을 높이는 편안함이다. 그러므로 삶의 질을 높이고 수명 연장을 위해 쾌적한 환경을 구현하는 것은 건축설비 업무에 종사하는 우리 모두의 몫이라고 판단된다.

더구나 고급 대형의 주거 시설에 적용할 수 있는 온열원 장비의 부재로 선택의 여지없이 수입 제품에 의존할 수밖에 없었던 현실은 우리 업계의 어두운 그림자는 아니었을까? 늦은 감이 없지는 않지만 소개한 수관 방식의 순간식 프리미엄 보일러, 수관 방식의 열저장식 보일러 그리고 연관 방식의 열저장식 보일러로 선택의 폭이 넓어졌다. 이러한 보일러 각각의 특징을 파악하여 이제라도 합리적 대안을 찾고자 했던 엔지니어, 관리자 및 사용자 모두에게 작은 도움이 되길 바란다.

## 참고문헌

1. KB금융지주 경영연구소, 아파트 시장 트렌드 변화 및 시사점.
2. 한국건설기술연구원, 공동주택 바닥난방 시스템의 성능개선 연구.
3. 대한설비공학회, 설비공학편람.
4. LH공사, 기계설비 설계핸드북.
5. SH공사, 기계설비공사 설계기준.
6. 인구주택총조사, 2010, www.census.go.kr.
7. John Siegenthaler, Moden Hydronic Heating.