

멀티 보일러 제어시스템의 설계적용사례

주거용에 적용하는 작은 용량의 벽걸이형 가스 온수 보일러 또는 온수기를 병렬로 연결한 시스템의 설계 적용사례를 소개하고자 한다.

서론

건물 내 열원장비는 유지 관리의 향상을 위해 집중 배치하며 열원 반송 거리에 따른 유량 불균형을 줄이고 경제성을 높일 목적으로 부하의 중심에 설치하게 된다. 또한, 운전 중량을 고려하여 건물의 하부에 설치하고 열원장비의 운전 소음으로부터 쾌적한 생활환경을 확보하기 위해서는 거주 영역으로부터 원거리에 기계실을 구획한다.

이러한 현실적인 설치 환경에 따르면 열원에서 부하까지의 배관 거리가 증가하여 초기투자비가 증가할 뿐만 아니라 순환 동력비와 배관 부하에 따른 운전비 상승으로 경제성 저하가 불가피해진다. 때로는 이러한 설치 환경에서 반송 동력비를 줄이기 위해 온열원 방식에서는 증기 시스템을 적용하지만 높은 배관 내 압력과 부속 장비의 증가는 초기투자비가 상승할 뿐만 아니라 응축수의 재증발 등으로 경제적 효과가 제한되는 것이 현실이다.

또한, 소규모의 건물에서는 전기 에너지를 이용한 온열원 시스템을 구성함으로써 많은 장점을 갖게 되지만 높은 에너지 단가로 인하여 운전비 상승을 피할 수 없다.

설계자의 이러한 고민을 해결할 수 있는 멀티 보일러 제어시스템의 설계사례를 소개하고자 한다.

설계사례 1 : 관광숙박시설

건물 개요

콘도미니엄은 분양을 통해 회원권을 갖게 되며 취사시설을 적용한 형태의 휴양 숙박 시설이다. 2000년 이후 중국인의 출국 관광 목적지 개방이 급증함에 따라 제주특별자치도를 찾는 관광객의 수는 빠른 속도로 증가하고 있다. 중국인 방한 관광의 주된 목적은 여가, 워터 및 휴가이며 쇼핑, 자연 풍경, 패션 등 문화 활동이 주요 선택요인으로 꼽힌다. 이러한 시장 현황을 고려하여 가족형 휴양 콘도미니엄을 표 1의 건물 개요와 같이 계획했으며 쾌적하고 독립된 생활환경을 확보하기 위해 복층으로 구성하였다. 또한, 수직 동선이 긴 고층형보다는


층수가 낮은 형태로 다수의 건물을 배치함으로써 자연 친화형 휴양지에 부합하도록 계획했다.

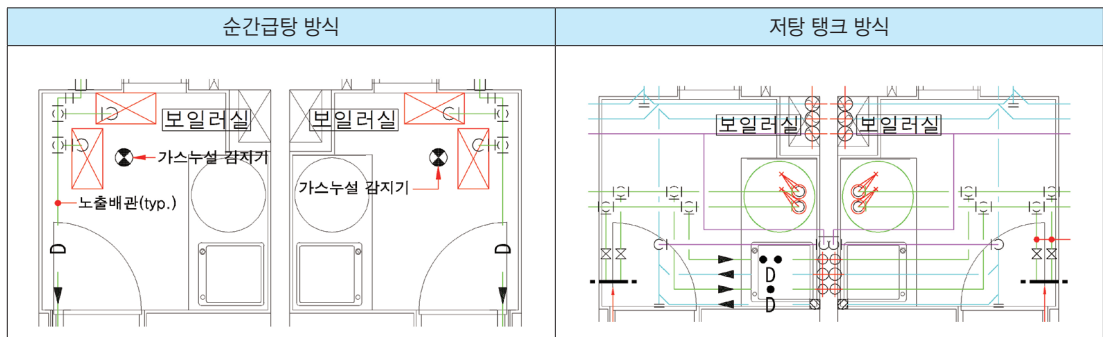
고급형 가족 단위 휴양 숙박시설의 용도와 사용자의 라이프 사이클을 고려하여 객실마다 전용 화장실을 배치하고 취사시설 및 세탁기 설치를 위한 별도의 공간을 구획했다.

열원 사용 환경 및 열원 용량

제주 지역의 난방부하는 크지 않고 숙박시설은 사용자의 유무에 따라 간헐 운전되므로 연중 부하도 높지 않다. 또한, 넓은 대지에 소규모 건물이 배치되어 열밀도가 작고 반송 동력비와 배관 부하로 인한 손실 열량을 고려했을 때 유지관리의 불편함이 예상되지만, 중앙 방식보다는 개별 방식이 경제적인 것으로 판단했다. 따라서 난방은 전기 난방 케이블을 매설한 바닥 복사난방을 적용했고 급탕은 그림 1의 우측과 같이 전기온수탱크로 계획했다.

〈표 1〉 건물 개요

공사명	휴양콘도미니엄 신축공사	
대지 위치	제주특별자치도 서귀포시	
대지 면적	56,547.00 m ²	
건물 용도	숙박시설(휴양 콘도미니엄)	
건물 규모	150 m ² /세대, 96세대 복층/세대, 32개동	
특징	화장실 3, 주방 1/세대	



〔그림 1〕 순간급탕 방식과 저장 탱크 방식 비교

〈표 2〉 가스순간급탕 열원 용량

기구	수량	급탕단위	소 계
	개	FU/개	FU
샤 워	3	1.5	4.5
부엌싱크	1	0.75	0.75
세탁싱크	1	1.5	1.5
합 계	1		6.75
순간급탕량	0.45ℓ/s = 27ℓ/min		
열원용량	89,100 kcal/hr		

〈표 3〉 전기저탕탱크 열원 용량

기구	수량	급탕량	소 계
	개	ℓ/hr·개	ℓ/hr
샤 워	3	114	342
부엌싱크	1	38	38
세탁싱크	1	76	76
합 계	5		456
열원용량	25,080 kcal/hr ≒ 29.2 kW		
저탕용량	320 ℓ		

그러나 탱크에서의 손실 열량과 사용하지 않는 시간에 발생할 수 있는 수질오염을 우려하여 그림 1의 좌측과 같이 순간급탕 방식으로 변경 적용했다. 에너지원은 취사용과 겸용할 수 있는 가스를 도입하였다.

급탕 부하는 숙박시설의 특성상 아침과 저녁뿐만 아니라 체크인 직후와 체크아웃 직전에 가장 높을 것으로 추정했으며 위생 기구별 급탕단위(FU)에 의한 방법으로 계산했다. 그래서 48,000 kcal/hr 용량의 가스 순간 온수기 2대를 선정했고 비교 대상인 저탕 탱크 방식은 전기용량 30 kW의 온수탱크

크 320 l를 기준으로 작성했다(표 2, 표 3).

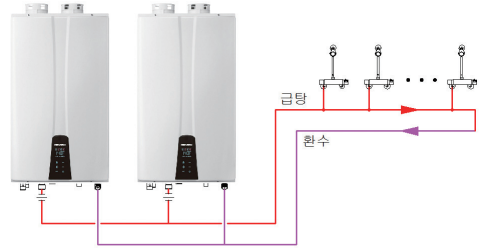
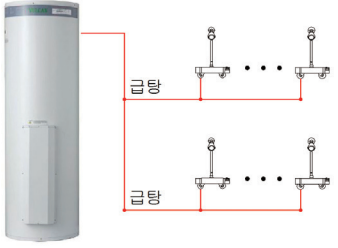
경제성 비교

초기투자비는 장비금액과 기타금액으로 구분하여 적용했다. 또한, 시간 평균 급탕량은 저탕방식에서 열원 용량인 25,080 kcal/hr와 연중 사용시간은 720시간 기준으로 에너지 사용량을 계산했다(표 4).

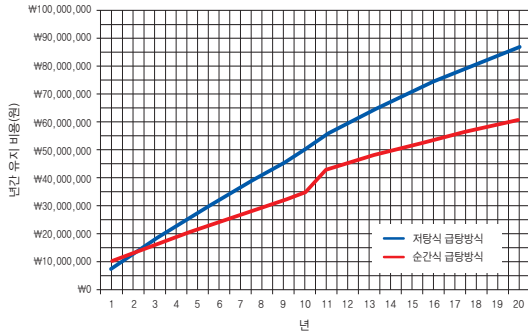
결론

전기온수탱크를 적용하는 방식은 설치가 간단

〈표 4〉 초기투자비 및 연간 운전비

항 목	가스순간급탕 방식	전기저탕탱크 방식
에너지원	가스	전기
개념도		
장비금액	2,750,000원	2,700,000원
기타금액	5,061,500원	200,000원
초기투자비 합계	7,811,500원	2,900,000원
연간 운전비	3,128,433 원	5,429,869원
검토 의견	초기투자비는 높지만 연간 운전비가 저렴한 가스순간급탕방식이 경제적임	

* 연간 사용시간은 720시간 기준으로 산정.



[그림 2] LCC 분석

하여 시공성이 향상될 수 있으나 장시간 사용하지 않을 경우 탱크 내 온수기의 수질오염 가능성이 높아 위생성이 저하되며, 겨울철에는 동파를 방지하기 위해 일정 온도로 유지하면 탱크 표면에서 발생하는 열손실로 운전 효율이 낮아진다. 반면 가스온수기를 이용한 순간급탕 방식은 2대를 적용하여 고장 시에도 급탕이 가능하므로 시스템의 신뢰성이 높고 열손실이 적으며 위생성이 향상되는 이점이 있다.

초기투자비는 가스순간급탕 방식이 전기저탕 탱크 방식보다 4,911,500원이 높으나 20년 동안의 LCC를 분석해보면 투자회수 기간이 2.2년으로 길지 않다. 뿐만 아니라 전기저탕탱크 방식은 탱크 규격에 따라 1시간 이상 연속 사용에 제한적이거나 가스 순간 온수 방식은 풍부한 급탕량으로 연속 사용할 수 있어서 가족형 휴양 콘도미니엄의 용도에 적합하다고 판단된다(그림 2).

<표 5> 건물 개요

공사명	○○아파트 편의시설 신축공사
대지 위치	경상북도 구미시
대지 면적	73,360 m ²
건물 용도	공동주택 내 주민편의시설
건물 규모	1,225세대
수영장	841.85 m ²
특징	수영장 및 남녀 샤워시설

설계사례 2 : 주민공동시설용 수영장

건물 개요

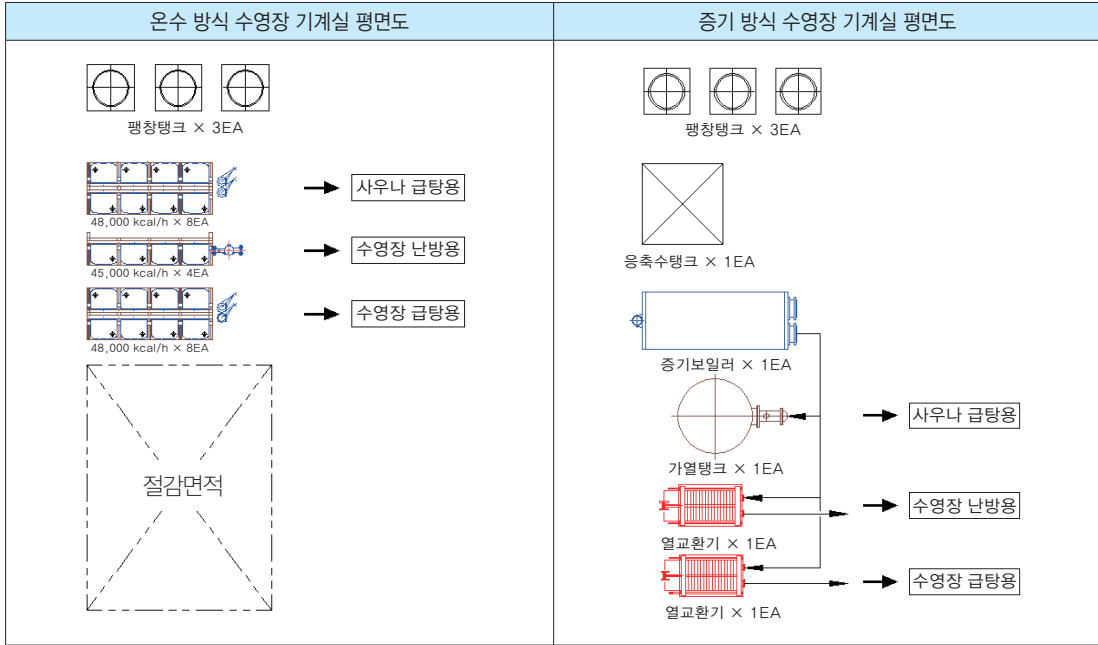
공동주택 주민편의시설의 용도는 도서관, 놀이방, 경로당, 탁구장, 실내 골프 연습장 등 다양하고 고급스럽게 변하고 있는 추세에 따라 소개하고자 하는 표 5의 공동주택 단지에는 수영장과 사우나 시설이 적용되었다. 수영장은 20 m 길이 레인 3개와 유아용 풀이 있으며 남녀 워커룸을 비롯한 샤워시설과 더불어 사우나 시설로 구성되어 있다.

수영장과 사우나 시설은 규모에 따라 차이가 발생할 수 있겠지만, 에너지 다소비형 용도에 해당되므로 운전비 비중이 크다고 볼 수 있다. 그리고 공동주택 편의시설의 특성을 고려했을 때, 주중에는 이른 아침 또는 저녁 시간대와 주말 및 휴일에 이용객이 증가하게 될 것으로 추정했다.

열원 사용 환경 및 열원 용량

열원은 3개 조닝으로 수영장의 난방용, 수영장의 급탕용 그리고 사우나 시설용으로 용도에 따라 구분하여 적용했다. 수영장 시설의 열원은 열교환기를 통한 간접 열교환 방식을 적용해야 하기 때문에 그림 3의 우측과 같이 증기보일러를 적용한 시스템을 계획했으며 표 6에서 그 규격을 확인할 수 있다. 그러나 증기 방식은 반송동력을 줄일 수 있는 이점이 있는 반면 높은 압력의 시스템과 저탕탱크를 적용해야 하고 응축수 탱크, 증기 트랩 등 각종





[그림 3] 온수 및 증기 방식 수영장 기계실 평면도

<표 6> 증기 방식의 열원장비

장비	규격	수량
증기보일러	1.5 ton/hr	1대
저탕 탱크	2,600 Liter	1대
응축수 탱크	1.5 m ³	1대

<표 7> 온수 방식의 열원장비

장비	규격	수량
보일러(난방)	45,000 kcal/hr	4대
보일러(급탕)	45,000 kcal/hr	8대
온수기(급탕)	48,000 kcal/hr	8대

부속 장비의 증가와 특히 아파트 옥상까지 연도를 올려야 하는 불합리함이 발생되어 그림 3의 좌측과 같이 온수 방식으로 변경 적용하게 되었다. 수영장장과 사우나 시설은 증기에서 온수로 열원변경과 1개 존을 3개 존으로 조닝이 변경된 점을 고려하여 장비 선정 시 용량을 20% 할증했다.

최종적으로는 부분부하를 고려하여 대수제어가 가능한 멀티 보일러 제어 시스템을 선정하였으며 장비 일람은 표 7과 같다.

경제성 비교

수영장의 급탕용은 열교환기와 연결하므로 온수기보다 제어가 용이한 보일러를 적용했다. 따라

서 난방부하는 180,000 kcal/hr이고 급탕 부하는 보일러 45,000 kcal/hr 8대와 온수기 48,000 kcal/hr 8대를 합해서 총 744,000 kcal/hr이며 시간 평균 급탕부하 372,000 kcal/hr를 기준으로 경제성을 검토했다.

연간 운전시간은 수영장장과 사우나의 용도를 고려하여 난방과 급탕 모두 2,340시간을 동일하게 적용했다(표 8).

결론

증기보일러 시스템은 안정적으로 열원을 공급할 수 있지만, 시스템이 복잡하여 공정과 공기가 증가하고 연도 설치에 따른 공간 확보와 초기투자비가 높다. 그러나 멀티 보일러 제어 시스템을 적용

〈표 8〉 초기투자비 및 연간 운전비

항 목		온수 방식	증기 방식
개념도			
장비금액		25,848,000원	63,860,000원
기타금액		34,555,000원	27,768,000원
초기투자비		60,403,000원	91,628,000원
연간 운전비	난방	3,789,046원	3,977,014원
	급탕	14,433,989원	16,172,471원
검토 의견		초기투자비 및 연간운전비가 저렴한 온수 방식이 유리	

* 연간 사용시간은 난방과 급탕 모두 2,340시간 기준으로 산정.

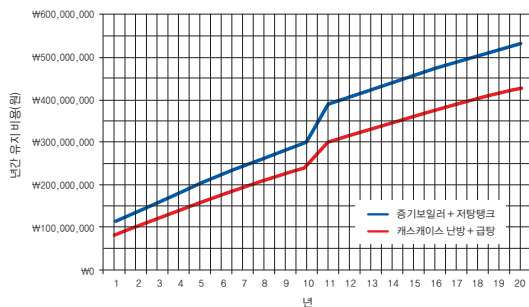
하면 PVC 연도를 적용하여 초기투자비가 낮아지고 부분부하에 적극적으로 대응함으로써 경제적 운전 을 하게 된다.

초기투자비는 증기방식이 온수방식보다 31,225,000 원이 높으며 연간 운전비도 증기방식이 온수방식 보다 3,488,363원이 높았다. 10년마다 열원을 갱신

하는 조건으로 20년 동안의 LCC를 분석해보면 온 수방식의 경제성이 그림 4와 같이 운전 첫해부터 높은 것으로 확인되었다.

맺음말

쾌적한 실내환경을 조성하고 경제성과 유지관 리성 및 유연성 확보의 필요성은 건축 설비 업무 에 종사하는 엔지니어로서 늘 고민거리다. 쾌적성 과 경제성은 불과 물처럼 중요하지만 상반되는 개 념으로 이를 조화시키기는 쉽지 않다. 그렇다고 해 서 이를 간과하고 기존에 경험했던 방식만을 고집 하면 기술의 발전은 요원해질 것이고 궁극적으로 우리의 경쟁력은 정체될 것이다. 멀티 보일러 제어 시스템은 콘덴싱과 대수제어에 대한 효과를 충분



〔그림 4〕 LCC 분석

히 발휘하여 경제성이 우수할 뿐만 아니라, 조용하고 쾌적한 운전 환경을 조성하며 시스템의 신뢰성과 안정성 그리고 A/S가 강화된 방식이다.

멀티 보일러 제어 시스템은 다양한 프로젝트에 적용하지는 않았지만 열원 선정 시 고민했던 경제성, 유지관리성, 위생성, 확장성, 사용자의 편리성과 설치면적 등이 유리하므로 이 글을 읽은 동료 엔지니어들에게 추천한다.

참고문헌

1. 한국문화관광연구원, 2012, 중국인 방한관광 시장의 특성 변화와 제주 관광의 과제.
2. 설비공학논문집, 2002, LCC 분석에 의한 설비시스템의 최적화 방안에 관한 연구, Vol. 14, No. 2.
3. 한국전력, 2007, 전력공급 기본약관.
4. 산업연구원, 보일러의 에너지 절약 기술현황. 