

고효율 지열 하이브리드 시스템

최 재 호

코텍엔지니어링(주)

1. 개요

일반적으로 가정 및 산업용으로 사용되는 에너지원으로는 대부분 석탄, 석유 및 천연가스 등의 화석연료를 이용하고 있으며, 제한적으로 핵연료를 이용하기도 한다. 화석연료의 고갈로 인해 난방에 소요되는 에너지 비용은 급상승하고 있으며, 연소과정에서 발생하는 각종 공해물질로 인하여 수질 및 대기환경을 오염시킨다. 이때 발생하는 이산화탄소는 대기 중의 오존층을 파괴하여 지구 온난화를 야기시키며 기상이변 및 각종 재난을 발생시키고 있다. 따라서 근래에는 화석 연료를 대체할 수 있고, 친환경적인 대체 에너지 개발이 활발하게 진행되고 있다.

이러한 대체 에너지 중에서도 친환경적이고, 무한한 에너지를 갖는 풍력, 태양광, 지열 등의 대체 에너지 개발이 활발하게 진행되고 있는데, 특히 풍력과 태양열을 이용하여 에너지를 얻기 위해서는 설치장소의 한계와 함께 넓은 면적이 확보되어야 한다. 또한 날씨 및 풍량에 큰 영향을 받으므로 설치 지역이 한정되어 있으며, 에너지 생산량이 적고 초기 투자비용 및 유지 관리 비용이

많이 소요되는 문제가 있다.

따라서 설치 및 유지관리에 상대적으로 저렴한 비용이 소요되는 지열에너지를 이용한 냉난방장치들이 많이 개발되어 이용되고 있는데, 일년 내내 일정한 온도(10℃~20℃)를 유지하는 안정적인 열원이므로 지열에너지는 대체에너지로서 각광을 받고 있다.

일반적으로 지열에너지를 이용해 부하측의 냉난방을 구현하기 위해서 지열히트펌프 가동 시 냉방부하가 난방부하보다 약 30% 이상 높아 축열량이 높은 냉방부하를 기준으로 지중열교환기를 설치하는데 지중열교환기를 한번 설치하면 개보수가 어려우며, 피크부하에 대응하기 위해 난방부하보다 큰 냉방부하에 대응하는 지중열교환기는 사용하지 않게 되어 시스템의 효율적 측면에서 문제가 있으며 냉방부하를 기준으로 지중열교환기 설치로 인해 작업량과 설치비, 설치부지가 더 소요되는 비용적인 문제가 발생하고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해 지열을 이용한 지열시스템을 원수, 배수, 폐수, 해수, 강물, 냉각탑 등의 다양한 열원과 연계해 지중열교환기의 효율을 최적화 하고 지열시스템을 난방부하 기준으로

설계해 지중열교환기를 많이 줄여도 냉방운전 시 발생하는 피크부하에 충분히 대응 할 수 있도록 한 것이 고효율 지열 하이브리드 시스템의 특징이다.

2. 본론

고효율 지열 하이브리드 시스템은 우리 주변에서 비교적 쉽게 구할 수 있는 온도차에너지(원수, 상수도, 강물, 배수, 폐수 등), 해수, 냉각탑(개방형, 밀폐형) 등을 지열히트펌프시스템의 보조열원으로 활용할 수 있고 다양한 온도차에너지 등을 동시에 유효하게 활용할 수 있으며, 보조열원을 활용해 지중온도의 최적상태를 유지해 연간 시스템효율을 향상시킬 수 있다. 또한 지중열교환기 개수를 감소시킬 수 있어 설치비가 절감되며 설치부지가 덜 필요하게 된다. 이와 함께 지능형 제어수단을 통해 보조열원의 가동·정지를 자동으로 조절하여 시스템의 효율을 향상시킬 수 있다

2.1 타당성 검토

본 기술은 당사가 2006년부터 설계를 한 부산대병원에 적용하기로 계획하고 ISO 9001규정을

통하여 진행하였다.

우선 설계를 위하여 2006년 3월에서 6월까지 3개월간 정보수집을 수행하였다. 정보수집 결과 국내의 일반적인 사무실 건물의 냉방부하는 난방부하대비 약 30%가 높았으며, 지열시스템의 경우 대부분 냉방부하를 기준으로 지중열교환기를 설치하고 있었다. 이로 인해 혹서기를 제외한 연중 80% 이상의 기간 동안 30%의 지중열교환기는 자신의 역할을 수행하지 못했다.

부산대병원은 병원이라는 특수한 조건으로 인하여 건물 내에 거주하고 있는 인원들이 많고 다양한 첨단장비들이 비치되어 있어 냉방부하와 난방부하의 차이가 약 2배가량 발생하였으며, 이러한 냉난방 부하의 차이로 인해 지중부하의 차이는 약 3배가량(지중부하(냉방) = 냉방부하 + 히트펌프 동력, 지중부하(난방) = 난방부하 - 히트펌프 동력) 발생하였다. 이러한 차이는 난방 시 약 2/3의 지중열교환기가 자신의 역할을 하지 못하는 것으로 냉방부하를 기준으로 지중열교환기를 설계하면 초기투자비가 상당히 증가할 것으로 추정하였다.

지중열교환기는 냉방 시 히트싱크, 난방 시 히트소스의 역할을 수행하는 부분으로 시간에 따라 지중온도는 지속적으로 변화하게 된다. 이러한 지

<표 1> 냉난방 부하 집계

구분		냉방 부하							난방부하	
TYPE	Area, 인, kW	SENSIBLE - SOLAR(h), 21st, July						LATENT		
		9	11	13	15	17	19			
외부 부하	지붕	1,508 m ²	2,972	4,021	6,027	8,580	10,859	11,589	15,044	
	외벽	4,182 m ²	4,401	9,574	14,360	19,122	24,964	29,926	58,012	
	간벽	5,424 m ²	21,132	21,132	21,132	21,132	21,132	21,132	114,008	
	유리	2,050 m ²	312,677	308,917	275,536	357,279	390,294	184,175	207,301	
내부 부하	인체	1,627 인	93,357	93,357	93,357	93,357	93,357	93,357	96,273	
	전등	284.6 kW	356,627	356,627	356,627	356,627	356,627	356,627		
	기기	96.6 kW	96,627	96,627	96,627	96,627	96,627	96,627		
침입외기부하									150,411	
합계			887,793	890,254	863,666	952,723	993,860	793,432	96,273	544,776

<표 2> 단위면적당 냉난방 부하 분석

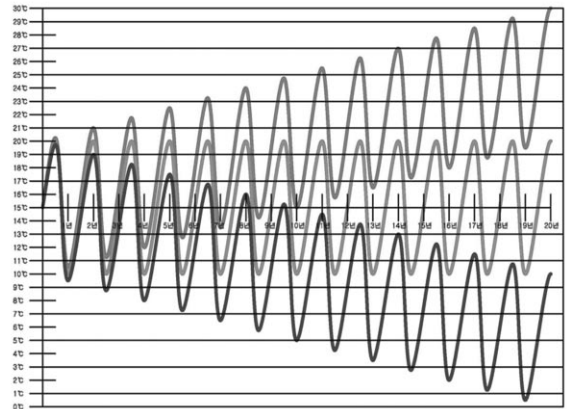
구분	
계산 ROOM 수량(개)	280
계산 공조 면적(m ²)	10,989
냉방부하의 건물 Peak Time(h)	17
단위 냉방부하(W/m ²)	99.2
단위 난방부하(W/m ²)	49.7

중열교환기는 냉난방 부하에 따라서 온도의 변화가 발생되며, 냉방부하와 난방부하가 균형을 이루지 못하면 지중열교환기의 온도가 점차 증가되거나 감소하여 시스템 효율이 낮아지거나 최악의 경우 지열시스템이 가동되지 않는 상황이 초래되는 것으로 확인되었다.

타당성 검토는 기존 계획되어있던 흡수식 냉온수기와 일반적인 지열시스템, 지열 하이브리드 시스템의 초기투자비와 운전비 검토를 통하여 이루어졌으며, 이를 이용하여 배출되는 이산화탄소 절감량을 산출하였다. 초기투자비의 경우 흡수식 냉온수기 설치공사 견적금액과 지열시스템 및 지열 하이브리드 시스템의 당사 견적금액을 적용하였다. 운전비 검토는 사용되는 장비의 소요 에너지를 확인하고 설계사무소와 운전시간을 협의하여 진행되었다. 검토결과 초기투자비는 흡수식 냉온수기 대비 지열시스템은 2.8배, 지열 하이브리드 시스템은 2.3배 높았다. 이는 높은 지중열교환기 설치비에 기인했다. 지열 하이브리드 시스템은 지중열교환기 설치비용은 감소하지만 냉각탑 설치비용이 추가되어 지열시스템보다 0.5배의 초기투

<표 3> 타당성 검토자료

구분	흡수식 냉온수기	지열 하이브리드 시스템	지열 시스템
전기소비량(Mwh)	110	1051	1041
가스소비량(Nm ³)	389,736	-	-
tCO ₂	909 (110 Mwh × 0.4705 tCO ₂ /Mwh) + (389,736 Nm ₃ × 0.942 × 0.637 × (44/12) / 1000)	494 (110 Mwh × 0.4705 tCO ₂ /Mwh)	489 (110 Mwh × 0.4705 tCO ₂ /Mwh)



(- 냉방부하)난방부하, - 냉방부하=난방부하, - 냉방부하<난방부하)

[그림 1] 부하에 따른 지중온도변화(20년)

자비를 절감할 수 있는 것으로 나타났다. 운전비는 흡수식 냉온수기 대비 지열시스템은 0.43배, 지열 하이브리드 시스템은 0.44배로 낮게 나타났으며, 이는 높은 가스값에 기인하였다. 이를 통해 초기투자비 회수기간을 확인한 결과 지열시스템은 6.7년, 지열 하이브리드 시스템은 4.8년의 초기투자비 회수기간을 도출하였다.

이산화탄소 배출량은 운전비 계산을 위하여 집계된 에너지사용량을 기준으로 계산하였다. 계산결과 흡수식 냉온수기는 909 tCO₂를 지열시스템은 489 tCO₂, 지열 하이브리드 시스템은 494 tCO₂의 이산화탄소를 배출하였다.

위의 타당성 검토결과 운전비 및 배출되는 이산화탄소를 대폭 절감할 수 있는 지열시스템을 적용하는 것이 좋으나 초기투자비 상승을 최소화함

과 동시에 초기투자비 회수기간을 줄일 수 있는 지열 하이브리드 시스템적용이 소비자에게 더욱 유리할 것으로 판단하였다.

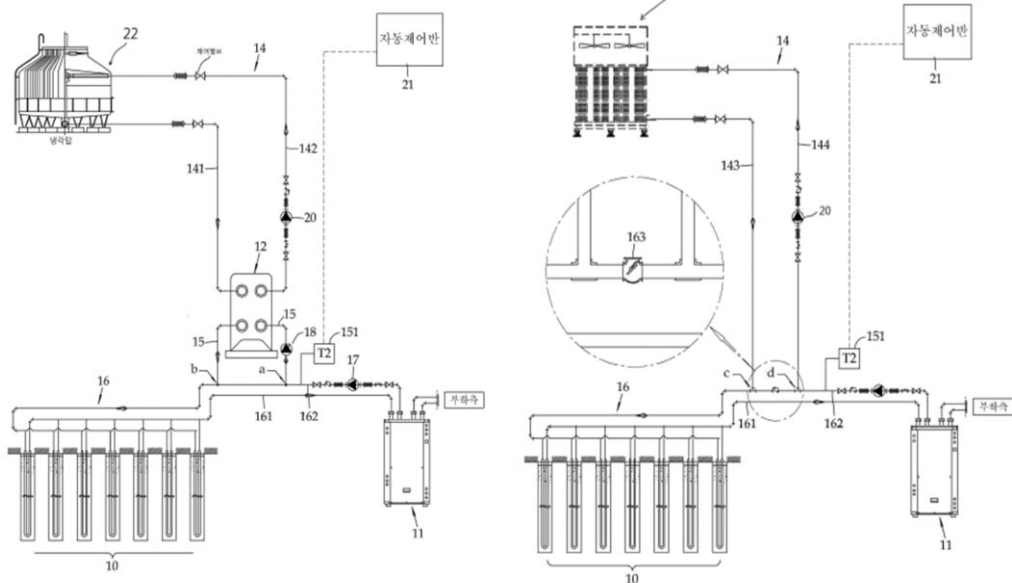
2.2 설계방법

앞서 언급한 자료들로 부산대병원과 협의한 결과 설계진행을 합의하였다. 일반적인 지열시스템 경우 설계경험이 풍부하였기 때문에 설계에 문제가 없었으나 지열 하이브리드 시스템의 경우 하이브리드 열원과 지열원의 연결방법에 따라 효율 및 운전 방식의 차이가 많이 발생하는 등의 문제가 있어 여러 가지 방안을 고민하고 자문을 받았다. 그때 제안되었던 첫 번째 방식은 개방형 냉각탑을 적용하고 지중열교환기 배관과 개방형 냉각탑 사이에 열교환기를 적용하는 것이다. 이 방법은 개방형 냉각탑의 적용으로 냉각수 배관 및 열교환기에 이물질로 인한 오염이 발생할 수 있으며, 이로 인한 효율저하 및 유지관리의 어려움이 발견되었다. 또한 하이브리드 열원을 위하여 2대의 펌프(냉각수 펌프, 열교환기용 펌프)가 운전해야 하

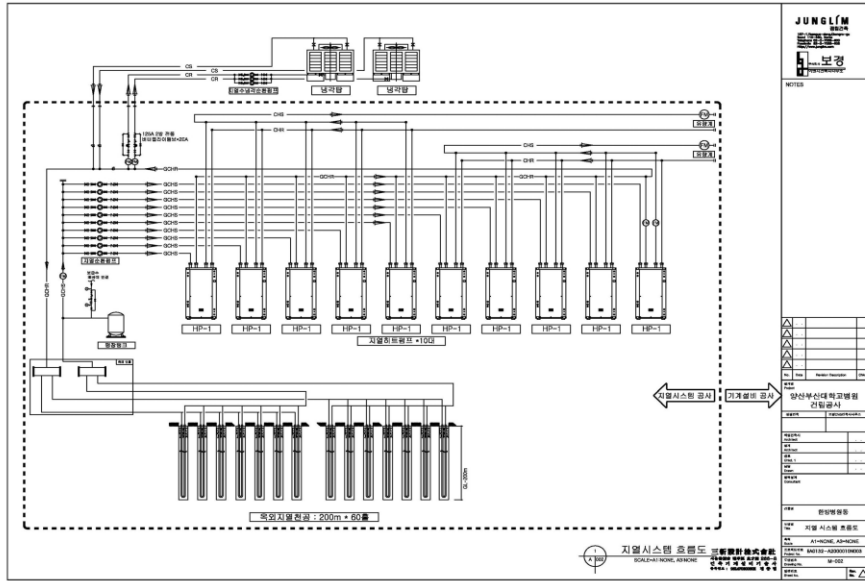
로 운전비 증가 및 고장요소의 증가를 초래할 수 있을 것으로 나타났다. 두 번째 방식은 밀폐형 냉각탑을 지중열교환기 배관에 직접 연결하는 방식이다. 이는 오염 발생부분이 없고 순환펌프 1대로 냉각탑에 냉각수를 공급할 수 있는 장점을 가지고 있어 이를 적용하는 것으로 결정하였다.

하이브리드 방식의 경우 하이브리드 열원의 방식 외에 지중열교환기 배관과 하이브리드 열원을 어떻게 연결할 것인지가 또 하나의 관건이었다. 하이브리드 열원을 지열순환수 공급, 환수 배관에 연결하게 되면 지열 순환펌프에서 공급하는 지열 순환수가 냉각수 펌프의 가동에 의하여 냉각탑 쪽으로 모두 유입될 가능성이 있어 환수배관에 냉각수 공급, 환수배관을 모두 연결하여 Primary-Secondary 펌프 시스템을 구성하여 히트펌프에서 지중으로 공급되는 온수를 1차적으로 냉각시켜 효율을 향상시키는 쪽으로 방향을 잡았다.

위와 같은 과정을 통하여 얻어진 계통도를 기반으로 상세설계를 수행하였다. 상세설계는 지중열교환기 설계부터 시작된다. 지중열교환기는 지중열교환기 설계프로그램(GLD, Ground Loop



[그림2] 최초 제안된 시스템 계통도



[그림3] 최종 지열 하이브리드 시스템 계통도

Design)을 통하여 산출되며, 정보수집을 통하여 얻어진 데이터를 이용해 계산한 결과 150m 깊이 84공의 지중열교환기 개수를 산출하였다.

산출된 지중열교환기 개수를 바탕으로 천공배치를 수행하였으며, 이때 조경, 토목, 건축과 면밀한 검토를 통하여 간섭 및 교차구간을 최대한 우회

하였다. 이와 함께 트랜치 배관의 설계도 수행하였다. 트랜치배관은 유량분배 균일화를 위하여 리버스티턴 배관방식을 적용하였으며, 옥외에 맨홀을 설치하여 2차적으로 유량분배 균일화를 돕도록 설계하였다.

2.3 시공 및 성능검사

시공은 천공, 지중열교환기 파이프 삽입, 그라우팅, 터파기, 트랜치배관, 되메우기 순으로 옥외공사 완료하였으며, 장비설치, 배관연결, 플러싱 및 퍼징, 압력테스트, 보온, 자동제어 순으로 옥내공사를 완료하여 전체 공사를 완료하였다.

시공을 완료한 2010년 8월부터 1개월간 성능검사를 실시하였다. 성능검사는 부하측의 순환수 유량과 온도를 측정하여 열량을 계산하고 히트펌프의 전압 및 전류를 측정하여 소비동력을 계산해 최종적으로 시스템 COP를 계산하는 방식으로 이루어졌다. 유량은 전자식 유량계를 이용하였고 온도는 PT 100Ω RTD센서를 이용하였으며, 전압 및 전류는 CW240을 이용하였다. 시스템 COP는



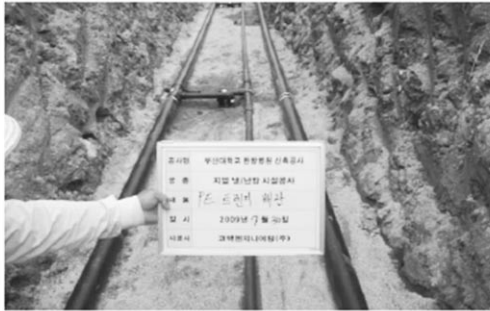
[그림4] GLD 계산 결과창



(a) 케이싱 삽입 및 천공



(b) 배관삽입 및 그라우팅



(c) 트렌치배관



(d) 옥외지열헷더

[그림5] 부산대병원 옥외공사



(a) 장비설치



(b) 배관연결



(c) 전기결선



(d) 자동제어 설치

[그림6] 부산대병원 옥내공사

생산열량을 히트펌프의 소비동력으로 나누어 산출하였다. 산출결과 평균 시스템 COP는 5.48로 나타났다.

부산대병원 프로젝트를 상기와 같이 수행하여 성공적인 결과를 얻은 당사는 냉각탑을 이용한 하이브리드 시스템을 행정중심복합도시 국무총리실(900 RT), 서울시 신청사(1,100 RT)에 설계 및 시공하여 운전하고 있으며, 설계를 일부 변형하여 제2롯데월드(3,000 RT)에 광역상수도 원수이용 하이브리드 시스템을 시공 하였다.

냉각탑을 이용한 지열 하이브리드 시스템 및 광역상수도 원수이용 하이브리드 시스템의 프로젝트 진행을 통하여 하이브리드 열원의 다양화 기술과 효율을 확인한 당사는 냉각탑을 이용한 지열 하이브리드 시스템과 원수이용 하이브리드 시스템의 열원을 다양화할 수 있는 시스템을 보완하여 “고효율 지열 하이브리드 시스템”을 특허출원 하였다.

2.4 기술의 차별성

현재까지 해외에서 적용된 지열 하이브리드 시

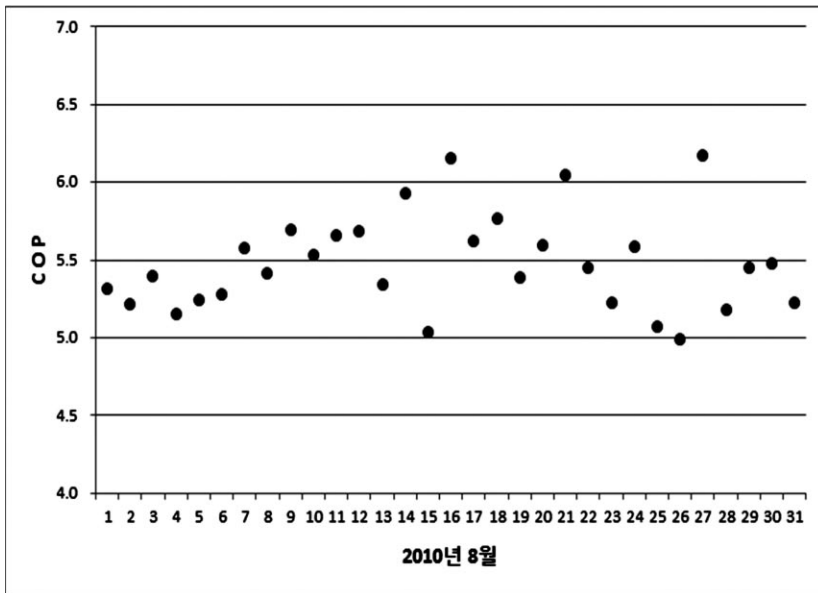
스템은 피크부하를 대응하기 위한 보조열원 방식의 하이브리드 시스템이다.

당사에서 개발한 “고효율 지열 하이브리드 시스템”은 해외에서 적용한 피크부하를 대응하기 위한 기술보다 한 단계 진화하여 효율 최적화에 초점을 두고 있으며, 다음과 같은 특징을 갖는다.

2.4.1 지열 시스템 효율 최적화 자동제어

일반적인 지열 하이브리드 시스템은 지중열교환기를 이용하여 냉방을 수행하며, 피크부하 발생 시 지중열교환기가 이를 감당하지 못하면 냉각탑을 이용하여 이를 보완하는 방식이다. 하지만 당사의 “고효율 지열 하이브리드 시스템”은 이를 탈피하여 히트펌프 가동 중 지중열교환기와 하이브리드 열원(냉각탑, 원수, 배수, 폐수, 해수, 강물 등)의 열원 상태(냉방 시는 온도가 낮은 열원, 난방 시는 온도가 높은 열원)를 모니터링 하여 최적 열원을 선정하고 이 열원을 이용하거나 두 열원을 적절히 혼용하여 히트펌프를 구동해 COP를 최대로 이끌어낼 수 있도록 제어하는 기능을 가지고 있다. 또한 지중열교환기가 구동되지 않는

시간(야간, 간절기 또는 타 열원 구동 시)에는 지중열교환기 온도와 하이브리드 열원의 온도를 모니터링하여 하이브리드 열원의 온도가 지중열교환기 온도조건보다 좋을 시(냉방 시는 하이브리드 열원의 온도가 낮을 때, 난방 시는 하이브리드 열원의 온도가 높을 때) 하이브리드 열원을 이용하여 지중열교환기의 온도를 복원하는 기능도 함께 가지고 있다.



[그림 7] 일간 시스템 COP 변화

2.4.2 지열 시스템 효율 최적화 자동제어

당사에서 개발한 “고효율 지열 하이브리드 시스템”은 한가지의 열원에 국한된 것이 아니라 원수, 배수, 폐수, 해수, 강물, 냉각탑 등 다양한 열원과 시스템 변경 없이 연결할 수 있다. 초기 부산대병원에 적용 시 하이브리드 열원으로 냉각탑만을 적용하였으나 제2롯데월드를 설계하면서 다양한 열원을 연결할 수 있는 방법을 고안하였다. 다양한 열원의 적용은 냉각탑 대신 열교환기를 이용하여 간단히 해결되는 부분이나 열원의 특성에 따라 열교환기로 인입하기 전에 순환수의 전처리 과정을 거치는 부분이 기술이며, 여러 가지 열원에 따라 전처리 과정은 다양하다. 일례로 광역상수 열원을 이용하는 제2롯데월드의 경우 원수의 열원을 이용하므로 원수에 포함된 불순물 및 부유물이 상당히 많다. 이를 해결하기 위하여 스트레이너의 오염물질이 쌓이면 자동으로 스트레이너의 오염물을 배출하는 오토스트레이너와 열교환기 세척 주기를 연장하기 위한 역세장치가 그것이다.

2.4.3 대형 시스템에 적용 가능

미국 및 유럽에서는 가정용을 기반으로 하여 상업용 건물로 지열 냉난방 시스템 적용의 폭이 넓어지고 있으며, 국내의 경우 의무화 정책을 기반으로 백업용 소형 시스템에서 건물의 주 열원으로 그 폭이 넓어지고 있다. 시스템이 대형화됨에 따라 시스템의 유량분배 및 열량밸런스를 잘 맞추지 못하면 시스템의 안정성에 문제가 발생한다. 당사는 행정중심복합도시 국무총리실(900 RT), 서울시 신청사(1,100 RT) 및 제2롯데월드(3,000 RT) 등 대형 지열 현장에 지열 하이브리드 시스템을 적용함으로써 유량분배 및 열량 밸런스에 대한 최적화를 이루었다. 서울시 신청사의 경우 지중열교환기 설치면적이 적어 옥외 공간에 70여공의 지중열교환기를 건물 하부에 140여공의 지중열교환기를 시공하여 기계실로 인입되는 트랜치 배관이 매우 복잡하게 연결되어있다. 이러

한 배관의 복잡성 때문에 서브 헤더 및 메인 헤더의 적절한 연결과 유량 및 열량 밸런스를 위한 하이브리드 열원의 병렬연결로 이를 해결하였다.

2.5 파급효과

당사의 “고효율 지열 하이브리드 시스템”은 원수, 배수, 폐수, 해수, 강물, 냉각탑 등 다양한 열원을 이용하는 시스템이다. 다양한 열원을 이용할 때 가장 중요한 부분은 열원의 밀도이다. 원수, 해수 및 강물 등은 배관만 연결한다면 열원의 밀도를 충분히 올릴 수 있지만 배수 및 폐수 등은 열원의 밀도가 낮다. 즉 공급량의 변화가 불규칙적이고 공급 시간도 불규칙하여 열원으로 사용하는데 다소 어려움이 있다. 이러한 열원의 밀도를 높이는 기술들이 발전한다면 해당 시스템의 활용도는 더욱 높아질 것이다.

국내 지열 냉난방 시스템은 그린홈 100만호, 일 반보급사업, 설치의무화 사업을 통하여 138,930 kw(≒40,000 RT, 2011년 기준, 2012 신재생에너지백서)를 보급하였으며, 민간사업과 시설원에 지원사업까지 포함한다면 그 규모는 더욱 커질 것이다. 당사에서 설계, 시공한 행정중심복합도시 국무총리실(900 RT), 서울시 신청사(1,100 RT), 제2롯데월드(3,000 RT)를 집계된 보급 용량 기준으로 나누면 국내 “고효율 지열 하이브리드 시스템”의 현재 시장 점유율은 12.5%((900 RT+1,100 RT+3,000 RT)/40,000 RT)이며, 앞서 언급한 사업화 계획을 통하여 2013년에는 시장 점유율을 20%까지 확대할 예정이다. 2013년 지열 예상 보급량은 설치의무화 사업의 보급량 증가추이(2010년 11%, 2011년 44%, 2012 신재생에너지백서)를 통하여 약 20%의 성장률을 보일 것으로 가정하면 200,000 kw(≒57,000 RT)가 보급될 것으로 보이며, 이중 “고효율 지열 하이브리드 시스템”은 40,000 kw(≒11,400 RT)를 보급할 계획이다. 40,000 kw의 지열시스템 설치비용은 신재생에너지원별 기준단가(지열

<표 4> 단위면적당 냉난방 부하 분석

구분	일반 지열 냉난방 시스템		고효율 지열 하이브리드 시스템	
	냉방	난방	냉방	난방
COP	4.99	3.47	5.48	4.50
냉난방량	냉방량 : 24,000 Mwh (40,000 kw × 5개월 × 20일 × 10시간 × 60%가동율) 난방량 : 18,000 Mwh (40,000 kw × 5개월 × 20일 × 10시간 × 45%가동율)			
소비동력	4,809 Mwh (24,000 Mwh/4.99)	5,187 Mwh (18,000 Mwh/3.47)	4,379 Mw (24,000 Mwh/5.48)	4,000 Mw (18,000 Mwh/4.50)
TOE	2,299 ((4,809 Mwh + 5,187 Mwh) × 0.230)		1,927 ((4,379 Mwh + 4,000 Mwh) × 0.230)	
절감량	372			
tCO2	4,703 ((4,809 Mwh + 5,187 Mwh) × 0.4705 tCO ₂ /Mwh)		3,942 ((4,379 Mwh + 4,000 Mwh) × 0.4705 tCO ₂ /Mwh)	
절감량	761			

: 126만원/kw)를 기준으로 약 500억원이 소요되며, 1-3행에서 언급한 타당성 검토 자료의 초기 투자비 감소비율(지열 냉난방 시스템 VS 고효율 지열 하이브리드 시스템) 18%를 절감하면 약 90억원의 초기투자비를 절감할 수 있다.

일반적인 지열 냉난방 시스템에 적용되는 히트펌프의 냉방 COP는 4.99, 난방 COP는 3.47(국내 신재생에너지설비 인증장비 중 NXW540 기준)이다. 이에 반해 “고효율 지열 하이브리드 시스템”에 적용된 히트펌프는 안정적인 열원을 기반으로 냉방 COP 5.48, 난방 COP 4.50를 보인다. 이는 냉방효율 9%, 난방효율 22%의 효율이 향상된 것이며, 이를 40,000 kw 기준으로 계산하면 아래와 같은 에너지 및 이산화탄소 절감을 가능하게 한다.

3. 결론

앞서 언급한 바와 같이 2013년 국내 지열 시장은 200,000 kw(≒57,000 RT)가 보급될 것으로 보인다. “고효율 지열 하이브리드 시스템”을 기존

12.5%의 시장점유율에서 20%로 증가시키면 40,000 kw(≒11,400 RT)이다. 이는 일반적인 지열 냉난방 시스템의 경우 깊이 200m 지중열교환기 2,850공을 설치해야 하는 용량이다. 하지만 “고효율 지열 하이브리드 시스템”은 이의 70%인 1,995공의 지중열교환기만 설치하면 된다. 그러므로 기존 시스템을 대체 시 855공의 지중열교환기를 절감할 수 있다. 855공의 지중열교환기를 천공하기 위해서는 약 692,000Lit의 경유를 소비(855개×9시간/공(천공시간)×90L/h(천공장비 경유소비량))하게 되며, 이는 623 TOE(692,000L×0.901 / 1000)로 1,788 tCO₂(692,000L×0.842×0.837×(44/12) / 1000)의 이산화탄소를 배출하는 양이다. 배출된 이산화탄소를 상쇄시키기 위해서는 35.7만 그루의 소나무(1,788 tCO₂×1,000 / 5kg CO₂/그루)를 심어야 한다.

또한 앞서 언급한 바와 같이 기존 지열시스템과 비교하여도 372 TOE, 761 tCO₂를 절감할 수 있으니 에너지 측면에서 많은 이득을 얻는다 하겠다. 