특 집

일산 예지농원 지열시스템 설계 및 시공사례

임 영 민
코텍엔지니어링(주) 기술연구소 과장

1. 개요

2005년 배럴당 30$을 유지하던 국제유가는 2006년 8월에 70$, 10월 현재 60$로 변화하였다.

이에 따라 산업 전반에도 고유가의 영향이 미치고 있는 상황이다.

온실 작물재배 농가에 있어 난방은 필수불가결한 요소로서 작물재배 비용의 상당부분이 온실의 냉난방부분이 차지하고 있다. 고유가의 여파로 인해 증가되는 난방비용의 감소방안이 다각도로 연구되고 있는추세이다.

지열 냉난방 시스템을 온실에 적용하여 이러한 문제를 해결하고 향후 지속가능한 작물재배사업을 진행하기 위해 당 프로젝트를 진행하였다.

일반적으로 온실은 건물의 운영 특성상 상시운전이 많고, 동절기 난방부하가 하절기 냉방부하보다 큰 관계를 고려하였다.

본고에서는 열원시스템 선정시 부하의 변동과 장비의 운전 특성을 고려하여 효율적인 운전과 에너지 비용 감소를 위한 온실용 지열 냉난방 시스템의 설계 및 시공사례를 소개한다.

지열시스템 적용 건물개요는 아래의 **표 1**과 같다.

<표 1> 건물현황 및 개요

구 분	내 용	비 고
건물명	일산 예지농원 관엽식물 재배온실	
위 치	경기도 고양시 덕양구 관산동 722-1번지	
면 적	660 m2 (200평)	
층 수	지상 1층	

2. 기본방향

2.1 지열시스템 기본방향

2.2 시스템 결정

시스템 지열교환 방식 및 공조방식의 결정은 다음의 **표 2**와 같다.

2.3 시스템 구성시 고려사항

- 단독운전 혹은 타 시스템과의 연계성(비상시 BACK UP 고려)
- 히트펌프의 대수 선정
- 장비배치(유지관리 및 보수공간 고려)
- 시스템의 운전조건 설정(냉온수 온도, 유량 등 조건 고려)

3. 지열냉난방시스템 설계

3.1 주요 흐름

표 3 참조

3.2 장비선정 및 설계도서

(1) 열원설비 기본방향

1) 온실내부 기계실에 지열냉난방장비, 외부기계실에 기존 온열원 장비를 구분하여 설치
2) 장비의 충분한 기능을 유지할 수 있도록 기본 냉난방열원은 지열시스템으로 공급, 비상시 전기 히터 가동, Back-Up시 수동으로 기존보일러를 가동하여 효율적, 안정적 운영을 가능토록 계획함.

(2) 지중 열교환기

1) 천공수 : 4개소
2) 천공지름 및 간격 : Ø150, 6 m
3) 천공깊이 : 200 m
4) 재 질 : HDPE Pipe

(3) 히트펌프 및 순환펌프

1) 지열히트펌프 – 온실 20 USRT ×1대
2) 비상용 전기히터 – 온실 10 kw ×2대
3) 순환펌프 선정 : 2대 (1대 예비) – 유량 : **표 4** 지열시스템 장비 요약 참조

<표 2> 시스템의 형식 결정

지중 열교환 형식	⇒	수 직 형	우 물 형
		수 평 형	연 못 형
		지질조사의 조건에 따라 수직형 적용	
히트펌프 형식	⇒	Water to Water	Water to Air
		실의 공조조건 및 Fan Coil Unit의 구성에 따른 구분	
이용에너지 결정	⇒	일 반	수축열식
		초기투자비, 설치공간, 운전비, 운전패턴	

<표 3> 설계프로세스

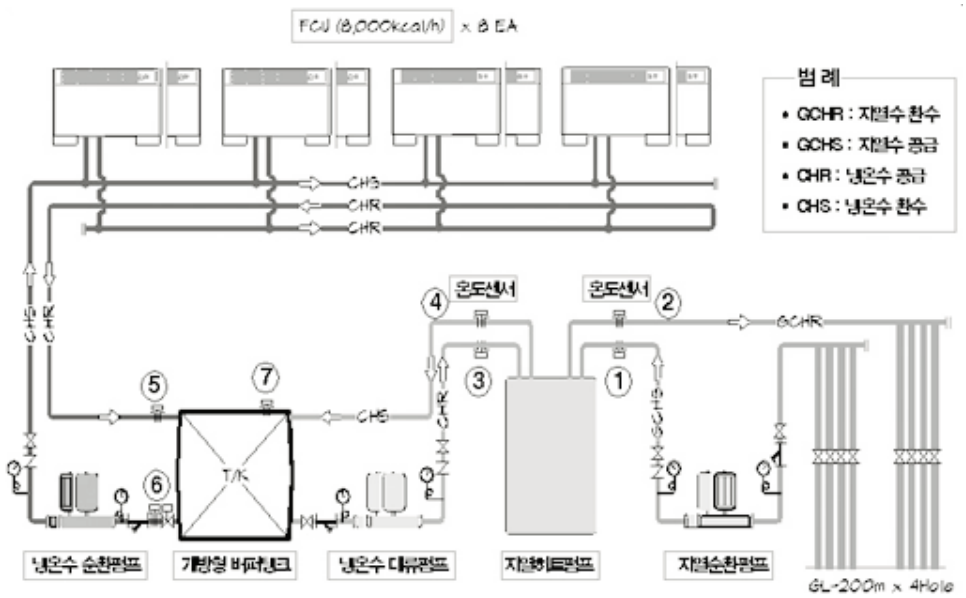
1	기초 자료조사	⇒	법규 검토(신재생 에너지 이용) 주변 인프라 조사, 지질조건, 공사범위, 공사비
2	건물의 냉 · 난방 부하계산	⇒	건물 냉방부하, 일일운영시간, 연간 부하패턴
3	시스템의 형식 결정	⇒	히트펌프 형식, 지중 열교환 형식
4	시스템 구성	⇒	장비선정(히트펌프, 지중 열교환기 등) 시스템구성(대수, 타 시스템과의 연계 등)
5	설계 도서 작성	⇒	설계도면(평면, 계통, 상세) 장비용량계산서, 공사시방서, 공사내역서

<표 4> 지열시스템 장비 요약

구 분	냉방능력 (USRT)	난방능력 (Mcal/h)	동 력 (kW)	비 고	수 량	전 원
히트펌프	18.0	60.5	C:12 H:20	스크롤	1	3Ø 380V 60HZ

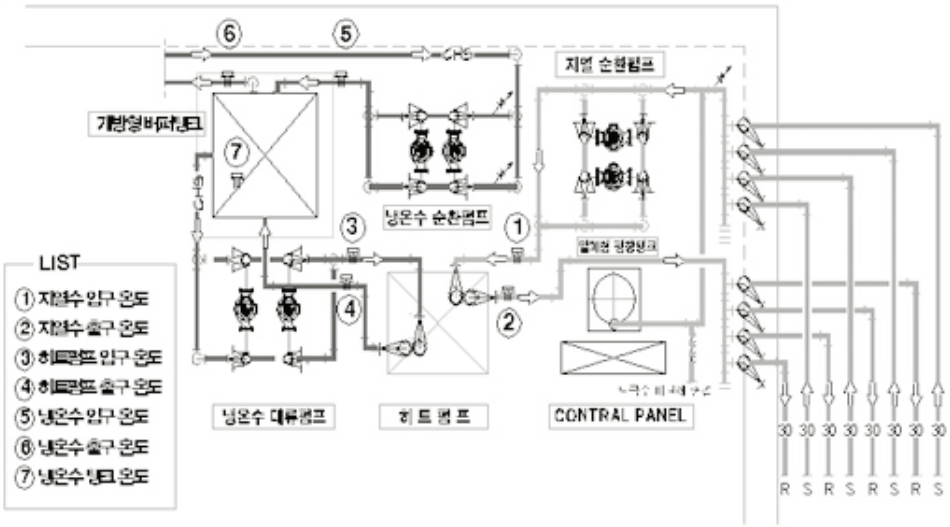
구 분	유량 (lpm)	양정 (m)	동 력 (kW)	비 고	수 량	전 원
지열수 순환펌프	240	23	2.5	인라인	2	3Ø 380V 60HZ
냉온수 대류펌프	240	10	1.5	인라인	2	3Ø 380V 60HZ
냉온수 순환펌프	240	7	0.75	인라인	2	3Ø 380V 60HZ
FCU	8,000 kcal/h	8,000 kcal/h	0.15	상치형	6	1Ø 220V 60HZ
전기히터	–	10 kw	–	–	2	1Ø 220V 60HZ

(4) 지열냉난방시스템 계통도



[그림 2] 냉난방시스템 계통도

(5) 지열기계실 장비배치 및 배관도



<그림 3> 기계실 배관도

4. 시공 및 운전

4.1 시공절차

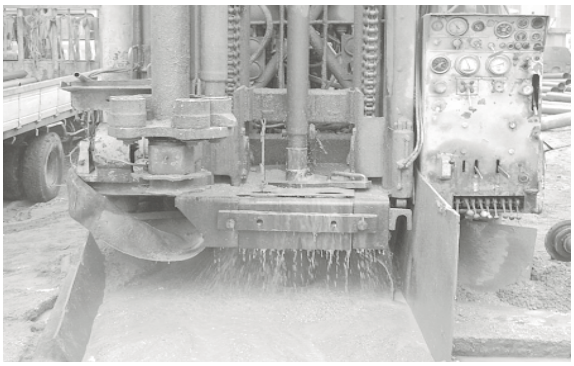
(1) 지열냉난방시스템 시공절차

공 종	내 용	소요일수
조사및정리	현장조사, 천공위치 선정 및 지장물 제거	5
천 공 Piping Grouting 트렌치 배관	Ø150, 200 m × 4Hole, 6 m 간격 HDPE Pipe Ø30 Bentonite 20% 트렌치 깊이 1.2 m, 공급-환수간 0.6 m 이격	10
장비설치 및 기계실배관	히트펌프 : 20 RT × 1EA 순환펌프 : 지열, 냉온수 대류, 냉온수 순환용 냉온수버퍼탱크 : 3 ton 전기히터 : 10kw × 2EA	5
FCU설치 옥내배관	8,000 kcal/h × 8EA HDPE Pipe	3
시운전 및 검사	Flushing & Purging 냉온수, 지열수 온도, 전력 사용량	2

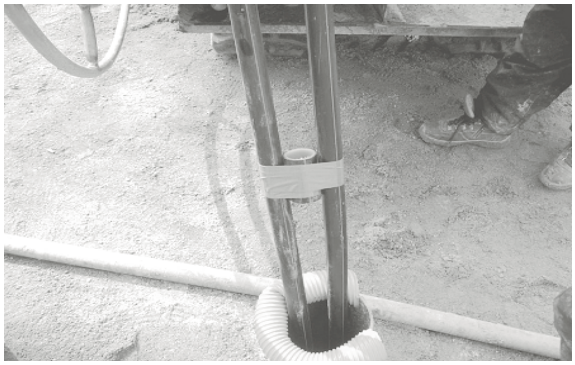
(2) 옥외공사-천공 및 Piping

현장조사

천공



Piping



Grouting

(3) 옥외공사-트렌치배관 및 마감

트렌치배관

모래부설 및 다짐

(4) 장비설치 및 기계실 배관

히트펌프

지열순환펌프 및 팽창탱크

냉온수 버퍼탱크 및 대류펌프

자동제어판넬

(5) 옥내공사

FCU 설치

옥내배관 연결

(6) 시운전 및 검사

히트펌프

지열순환펌프 및 팽창탱크

(7) 장비운전결과

Commissioning – Check, Test & Start Documentation

KOTEC ENG

Job name : 일산온실 지열공사
City : 고양시 덕양구 관산동 State : KOREA
Start-Up Technician : 임영인
Technician Employer : 코텍엔지니어링
General Contractor : 아이페(PK주)
Note :
Test Date : 2006. 1. 21. 17:00

#009, 799 Mieja Valley
Gwan yang dong, Anyang, Korea
ph: (82) 31 – 420 –4677
fax: (82) 31 – 420 – 4678

#	Model No.	Serial Number	Mode H/C	HXaP (ft/hd)	Flow Rate (GPM)	EWT (℉/℃)	LWT (℉/℃)	HR/WE (KBTU)	ELT (℉/℃)	LLT (℉/℃)	Line Voltage	Compressor Amps	Control Circuit Volt	Unit Pass Y/N
1	compressor 1	-	H	-	-	52.2/11.2	45.3/7.6		114/45	120.2/49	380	26	24	Y
2	compressor 2	-	H	-	-	"	"		"	"	"	26.5	24	Y

1 페이지

Refrigerant : R-22
High Pressure : 22bar
Low Pressure : 4.2bar
Condensing Temp. : 51.5℃
Evaporating Temp. : 6.4℃
Room Temp. 초기 19.8℃
난방운전후 30분 경과시 : 23.6℃

5. 맺음말

최근 지열 냉난방 시스템의 보급은 정부주도하의 신·재생에너지사업으로 적극 추진되고 있다.

뛰어난 경제성과 환경친화적인 시스템으로 유지관리의 효율화 및 단순화를 통해 사용자에게 최상의 온실용 냉난방 시스템을 제공하고 아울러 국가의 에너지 수급 균형에 일조할 수 있는 지열 냉난

방 시스템을 작물재배온실에 설치하여 전체 온실 건물의 냉난방용 에너지의 일부를 담당하도록 설계, 시공되었다.

설계와 시공의 진행과정에서 지중열원의 보존과 효율적인 이용을 함께 고려하여 지하수오염 및 수원의 보호를 위해 밀폐형 지중 열교환기를 선정 하였고 적정한 온실부하를 산출하기 위해 온실운영자와 공동으로 사용패턴을 검토한 후 시스템의 용량과 실내 냉난방 방식을 결정하였다.

추후로 지열냉난방 시스템의 설치에 따른 경제성의 평가와 분석이 필요하며 이를 위해 지속적인 Data 수집이 필요할 것이다.

이와 더불어 지열 냉난방 시스템을 보다 효율적으로 적용하기 위해서는

첫째, 지중열교환기 설계 및 시공에 필요한 지역별 지중 물성치의 Data Base의 구축이 필요하며,

둘째, 천공의 되메움을 위한 그라우팅재에 관한 시공성, 열전도성 등을 종합검토 할 필요성이 있으며,

셋째, 일정하고 유지관리가 용이한 히트펌프 장비의 개발 및 공급이 필요하다.

이러한 조건을 해결한 후 지열 냉난방 시스템을 추후 적용하는데 있어 초기투자비의 감소방안을 강구 하는 동시에 시스템의 효율개선 및 지질환경의 보존에 대한 다양한 연구가 제고되어야 하는 등의 전반적인 심사숙고가 필요할 것이다.