

양산부산대 한방병원 하이브리드형 지열냉난방시스템 적용사례

임영민, 최재호
코텍에너지머링(주) 기술연구소 선임연구원

1. 개요

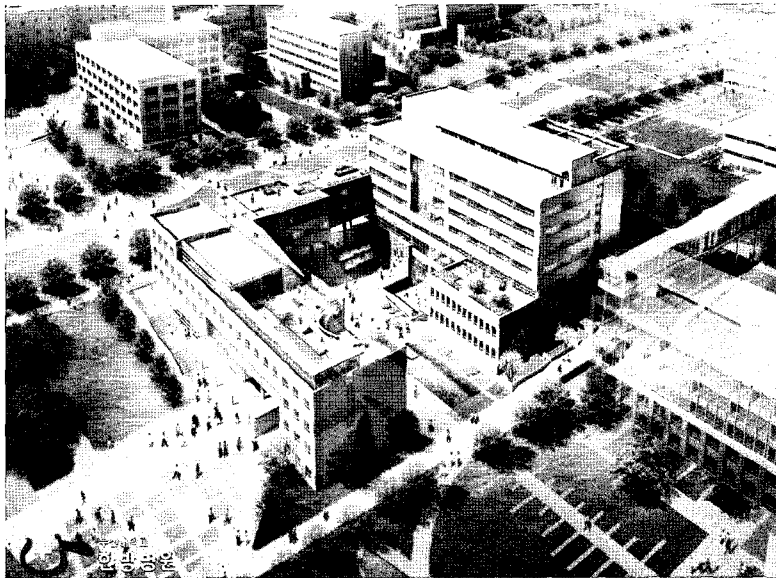
양산부산대학교 한방병원은 연간 냉난방부하의 편차가 비교적 큰 것으로 알려진 경남 양산에 위치하며 병원건물의 특성에 따라 상시가동부하 범위가 큰 에너지 다소비 건물이다.

본 고에서는 지열냉난방 설비의 도입을 통해 에너지 절약을 도모하는 동시에 초기투자비 경감을 이루기 위한 동절기 난방부하 담당용 수직밀폐형

지중열 교환기와 하절기 냉방 피크부하를 감당하는 냉각탑을 혼용한 하이브리드형 시스템 구성 사례를 소개하고자 한다.

2. 설계방향

- 친환경성 및 경제성 확보
- 에너지 절감 및 열원 안정성 획득
- 전체 건물의 주 냉난방열원 공급
- 유지관리 편리성 최대화



[그림 1] 조감도

3. 일반사항

3.1 건축개요

표 1은 건축개요로 대상 건축물은 지하 2층, 지상 8층 연면적 18,006.90m²이며 주요 시설로 8시간 계통의 진료실부와 24시간 계통의 지원부 및 병상부 등이 있다.

<표 1> 건축개요

구 분	내용	비고
공사명	양산부산대학교 한방병원 신축공사	-
설치위치	경남 양산시 양산물금지구 택지개발사업 3-3단계 대학1	양산 부산대학교 병원 부지내
지역지구	제2종 일반주거지역	-
대지면적	165,000.00m ²	19,050.05평
건축면적	2,905.64m ²	878.96 평
연 면 적	18,006.90m ²	-
건물규모	지하 2층, 지상 8층	철근콘크리트/철골
건물용도	교육연구시설 (대학병원)	-

3.2 냉난방 부하

그림 2는 AHU Zone의 부하 분석 자료로 냉난방 편차가 100% 이상임을 알 수 있다.

이러한 냉난방 부하의 차이로 하절기 냉방부하 기준의 지중열교환기 설치 시 사용효율 저하와 과도한 초기투자비 부담의 문제점 등이 발생할 수 있음을 파악하게 되었다.

1. 시각별 냉난방 부하 분석

1-1. 냉난방 부하 집계

구 분	Area, 인, kW	냉방 부하 (W)							LATENT	W
		SENSIBLE - SOLAR TIME(h), 21st, July								
		9	11	13	15	17	19			
외부부하	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
내부부하	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		
침입 외기 부하										150,411
합 계			887,793	890,254	863,666	952,723	993,860	793,432	96,273	544,776

1-2. 단위면적당 냉방부하분석

계산 ROOM 수량(개) : 280	단 위 냉 방 부 하 : 99.2 W/m ²
계산 공 조 면적(m ²) : 10,989	단 위 난 방 부 하 : 49.7 W/m ²
☞ 냉방부하의 건물 Peak Time : 17 h	

[그림 2] 냉난방 부하분석(삼신설계(주), 2008. 9)

4. 시스템 설계

4.1 설계 개요

4.1.1 시스템 적용

하이브리드형 시스템 적용결과 지중열교환기는 84공 × 150m로 산출되며 이는 일반적인 수치

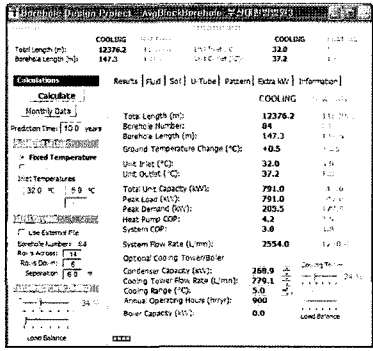
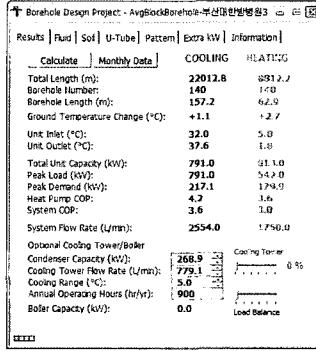
밀폐형 지중열교환기 대비 40%의 천공 길이 축소가 가능한 것이다.

지중열교환기 계산 결과의 비교는 표 2와 같다.

4.1.2 설계 개요

하이브리드 지열냉난방 시스템 설계 개요는 표 3과 같이 정리하였다.

<표 2> 지중열교환기 비교

하이브리드형		수직밀폐형	
			
천공	150m × 84공	천공	150m × 140공
기타	냉각탑 150RT	기타	-

<표 3> 지열시스템 개요

구분	내용		비고
시스템 COP	냉방 : 3.8	난방 : 3.0	-
지열 열펌프	용량	냉방 : 157.5kW × 10대	신재생에너지설비 인증제품
	제조사	Waterfurnace, 미국	
	모델명	NXW 540	
지중열 교환기	방식	수직밀폐형	-
	총길이	150 m × 84 공 (12,600 m)	-
	간격	6 m	-
	형태	바둑판형	-
냉각탑	배관	수도용 폴리에틸렌관, 30A	-
	형식	밀폐형	-
순환 펌프류	용량	100 RT × 2대	-
	지열수	인라인, 511 LPM × 10 대	고효율
	냉온수	인라인, 2,270 LPM × 2 대	
냉각수	인라인, 1,136 LPM × 2 대		
평창탱크	밀폐형, 500 Lit		-

4.2 지중열교환기 설계

당 현장의 열전도도 테스트는 반경 500 m 이내에 실시된 3회의 측정을 통해 도출된 결과 중

최소값인 $K = 2.45 \text{ W/m} \cdot \text{k}$ 를 준용하였다.

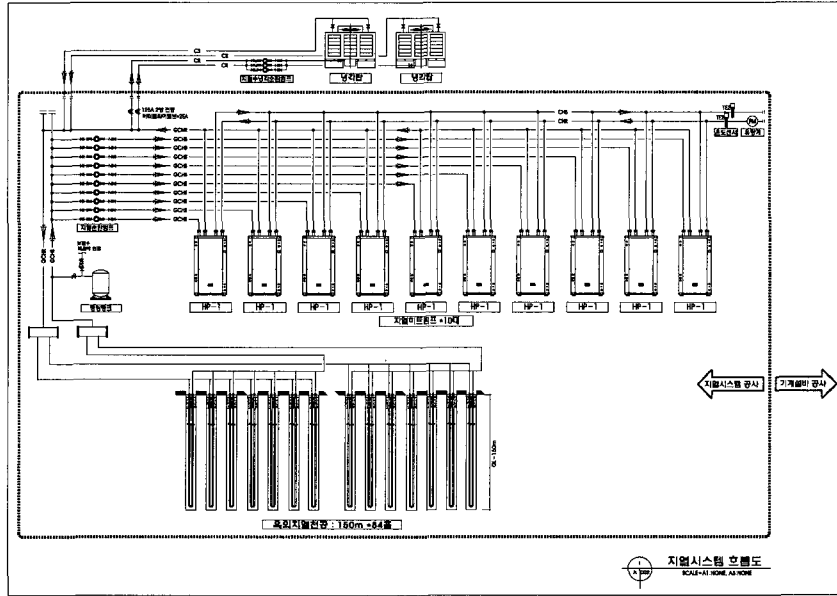
지중열교환기 계산결과는 표 4로 정리하였다.

<표 4> 지중열교환기 계산

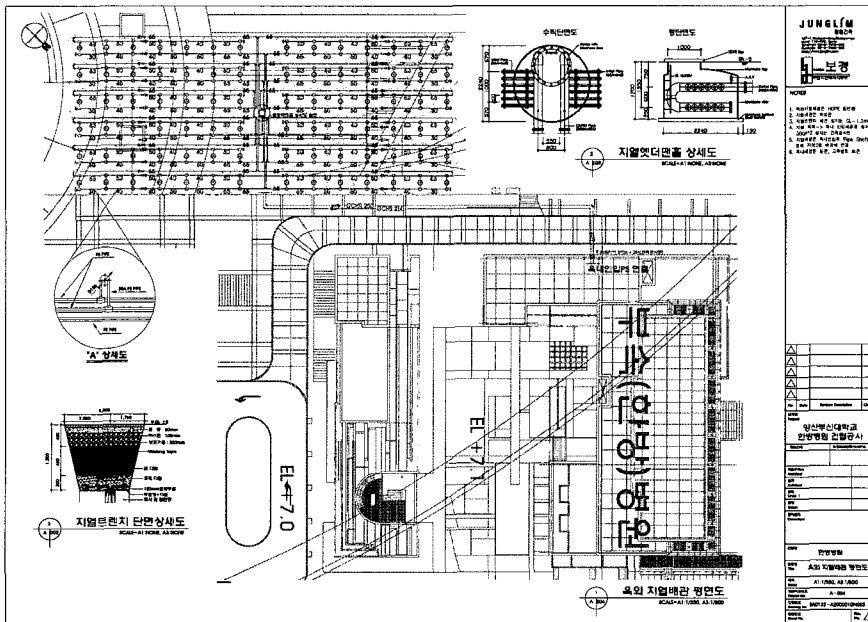
냉각탑 반영 계산결과	부하 및 히트펌프
지중조건	열교환기 사양
열매체 입력	전공배치

4.3 설계도면

지열시스템의 설계 중 지열시스템 계통도와 지중열교환기 배관도는 각각 그림 3과 그림 4에 제시하였다.



[그림 3] 지열시스템 계통도



[그림 4] 지중열교환기 배관도

5. 시공

5.1 옥외공사

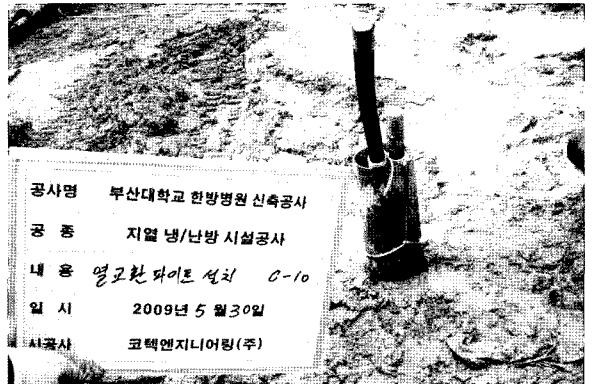
5.1.1 지열천공 및 배관설치

- 1) GPS를 통해 천공위치를 정확히 확인 후 시공도면 작성
- 2) 총 84홀을 7홀 마다 1 Zone으로 구성 후 12 Zone으로 분할하여 열교환기 용량확보
- 3) 지중 150 m 까지 수직 천공 후 에너지관리공단 설치확인심사 검수
- 4) 천공시 케이싱 삽입은 파쇄대 발생 심도 45m 이하로 실시, 천공붕괴 방지함
- 5) 천공침전물 관리

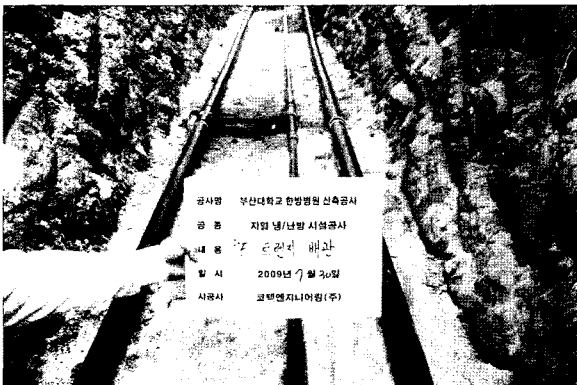
- (1) 배수로 및 침전조 설치
- (2) 침전조에 오탁방지막 및 유흡수포 설치
- (3) 침전물 수분 제거 후 폐기물 처리 위탁 반출
- (4) 지중열 교환기용 HDPE Pipe 삽입 전, 후기밀 테스트 실시
- (5) 지하수 오염을 방지하기 위한 그라우팅은 벤토나이트와 물을 2:8 혼합 후 천공 하부로부터 역 타설, 시공 3일 경과 후 재 보충
- (6) 옥외지열헤터용 맨홀은 지중열 교환기 설치 위치와 건물간 거리가 100 m 이상으로 과도하여 시공의 용이성과 유지관리를 고려하여 반영
- (7) 각 트렌치 배관을 옥외지열헤터용 맨홀에 인입



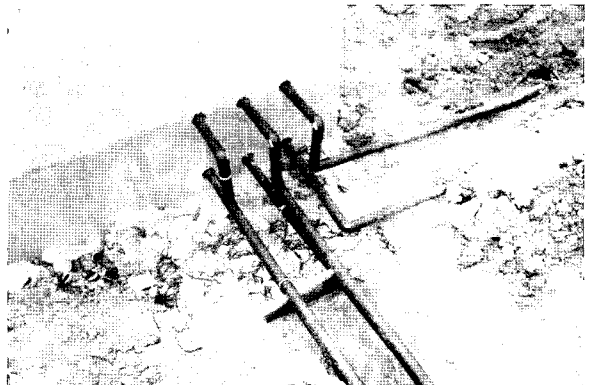
(a) 케이싱 삽입 및 천공



(b) 배관삽입 및 그라우팅



(c) 트렌치배관



(d) 옥외지열헤터

[그림 5] 옥외공사 시공과정

5.2 옥내공사

5.2.1 장비설치

- 1) 지열 열펌프 157.5 kW × 10대를 열매체 순환펌프 10대와 1:1 개별 연결
- 2) 장비 교체 및 유지관리를 위한 공간 600 mm 이상 확보

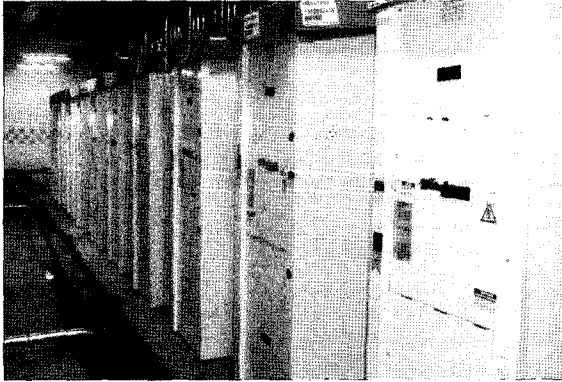
5.2.2 플러싱(Flushing) 및 퍼징(Purging)

- 1) 열매체 투입 전 파이프 내부에 남아있는 이물질들을 제거하기 위해 물을 고속 순환

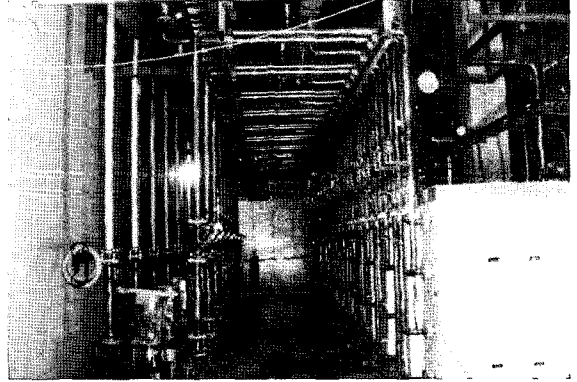
- 2) 파이프 내부의 공기는 열매체 순환에 악영향을 미치므로 플러싱 유닛으로 공기제거

5.2.3 자동제어

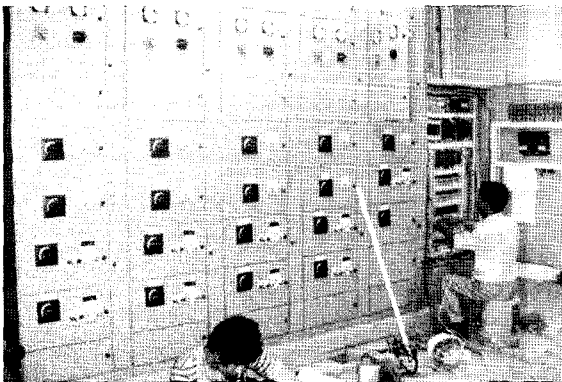
- 1) 지열 열펌프 기동/정지
- 2) 상태감시 및 이상 경보
- 3) 냉온수배관 온도감시
- 4) 지열순환펌프 및 냉온수 순환펌프의 기동/정지 상태 감시
- 5) 시스템 COP 측정 및 모니터링 결과 송출



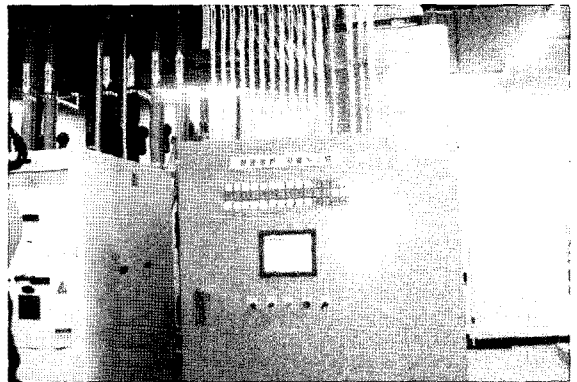
(a) 장비설치



(b) 배관연결



(c) 전기결선



(d) 자동제어 설치

[그림 6] 옥내공사 시공과정