

한국가스공사 본사 신사옥 지열 시공사례

- 개량 수직형 공법 이용 -

장 창 선
 코오롱글로벌(주)
 부 장



무비율을 권고하고 있다. 이에 따라 지열은 1,174.50kW를 설치하도록 계획되었다.

본 고에서는 지중열교환기 공사의 일반 수직형 공법과 개량 수직형 공법을 비교 분석하고, 개량 수직형 공법의 시공사례를 소개하고자 한다.

I. 머리말

한국가스공사는 천연가스의 제조·공급·판매를 위한 액화가스의 도입·생산기지·공급망을 건설·운영하는 공기업으로, 공공기관 지방 이전 정책에 따라 대구혁신도시에 신사옥을 건립하게 되었다.

본 건물은 건축물 에너지 성능 1등급, 친환경 최우수 등급, 지능형 건축물 1등급, 초고속 정보통신 특등급으로 계획되었다. 또한 정부는 지방이전과 연계하여 신축하는 에너지 공공기관 본사의 경우 시범적으로 법정 규정보다 강화된 의



[그림 1] 한국가스공사 본사 신사옥 조감도

II. 개요

2.1 건축물 개요

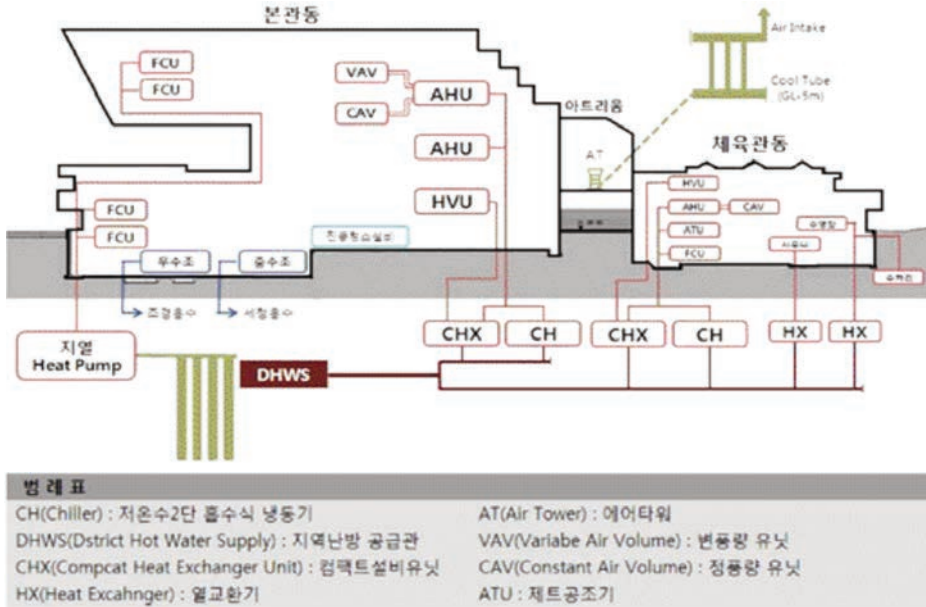
한국가스공사 본사 신사옥은 [그림 1]과 같이 지층에 매설된 가스층을 형상화 하였다고 한다.

[표 1] 설계 개요

사 업 명	한국가스공사 본사 신사옥 건립공사
대지위치	대구 동구 신서동 134-4 일원
대지면적	64,892m ²
연 면 적	64,754m ²
층 수	지하 2층, 지상 11층

2.2 기계설비 주요 시스템

본 건물이 건립되는 대구혁신도시는 지역냉난방 공급지역으로 저온수 2단 흡수식 냉동기와 컴팩트설비 유닛을 이용하여 공조기의 열원으로 사용한다. 본관동의 경우 고층부인 사무공간은 변풍량 유닛을 적용하여 에너지 절약을 꾀하였다. 지열은 상시사용 및 야간 휴지가 가능한 FCU (팬코일유닛)의 열원으로 전담하여 생애주기비용을 낮추는데 기여하였다. 또한 우수설비 및 중



[그림 2] 기계설비 주요 시스템 개념도

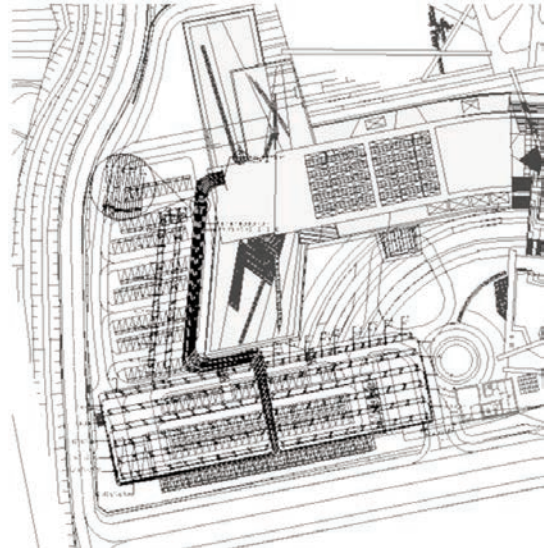
수설비를 적용하여 조경용수 및 세정용수로 사용하여 수자원 부하를 절감하였다. 체육관동의 경우 수영장 및 사우나 설비가 적용되었으며, 아트리움은 준주거 공간으로 쿨튜브와 에어타워에 의한 공조시스템이 계획되어 쾌적한 실내환경이 가능할 뿐 아니라 에너지 절감까지 도모하였다. [그림 2]는 본관동, 체육관동, 아트리움의 주요한 기계설비 시스템을 개략적으로 나타내고 있다.

2.3 지열시스템 설계 내용

지중열교환기는 [그림 3]과 같이 옥외 주차장 부위에 배치하여 시공성 및 유지관리성이 우수하도록 하였다. [표 2]는 지열시스템 제원을 나타내고 있다.

[표 2] 지열시스템 제원

구분	설계 내용
지열 적용 범위	FCU ZONE
지열 히트펌프 설치용량	167.8kW * 7대
지중열교환기 형식	일반 수직 밀폐형
지중열교환기 설치용량	200m * 140공



[그림 3] 지중열교환기 배치도

III. 개량 수직형 지열 공법

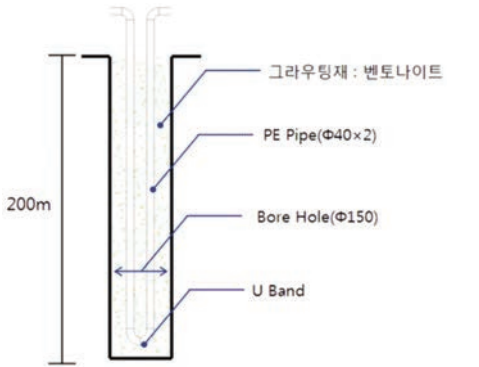
3.1 일반 수직형과 개량 수직형 공법 비교

일반 수직형 지중열교환기 공법이란 [그림 4]와 같이 지하 150~200미터 정도 천공 후에 PE 파이프를 삽입하고, 그라우팅제로 벤토나이트나

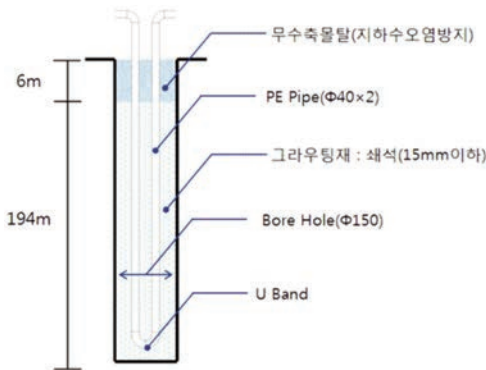
시멘트물탈을 사용하는 공법이다.

개량 수직형 지중열교환기 공법이란 [그림 5]와 같이 천공 및 파이프의 삽입공정은 같으나, 천공 최하단부부터 암반출현부 -10m 정도까지는 그라우팅재를 쇄석(15mm 이하)으로 채우고, 지하수의 오염 방지를 위하여 암반 출현부 -10m 부터 상부까지는 무수축 물탈로 시공하는 공법을 말한다.

개량 수직형은 벤토나이트를 사용하는 그라우팅 작업보다 작업시간이 많이 소요되고 시공비가 다소 상승하나, 쇄석층에서 열사이편 작용에 의한 열전달 성능이 우수하다. 특히 매립지나 해안가 등 해수 영향지역에서는 일반 수직형 공법의 경우 벤토나이트 시공시 그라우팅재의 결합이 잘 이루어지지 않으나, 개량 수직형 공법으로 시공시 탁월한 성능을 발휘할 수 있다.



[그림 4] 일반 수직형 지중열교환기



[그림 5] 개량 수직형 지중열교환기

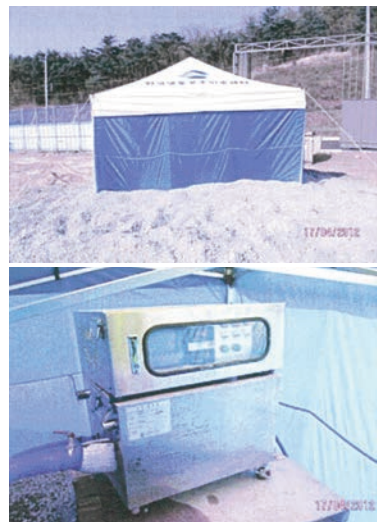
3.2 개량 수직형 공법의 특징

개량 수직형 지중열교환 공법(특허 등록번호 10-0985854)은 매립지형에서 빈번히 발생하는 지반 침하로 인한 지중열교환기의 파손 및 지중 염수에 의한 기존 그라우팅재의 결합 파괴문제를 해결하기 위해서 개발되었다. 지중열교환기에서 그라우팅재의 역할은 파이프와 지중과의 열발산 및 흡수가 잘 되도록 하고, 또한 지하수의 오염을 방지하는 데 있다. 개량 수직형은 지중 암반에 많이 분포하는 대수층에서 파이프와 암반 사이의 열 대류 현상을 유발할 수 있어 열교환 능력이 매우 우수하다.

지중열교환기의 성능을 나타내는 열전도도는 지역별로 차이가 있으나 일반 수직형에 비해 60% (울진의 경우) 이상 높게 나오는 경우도 있다.

3.3 개량 수직형 공법의 열전도도 시험

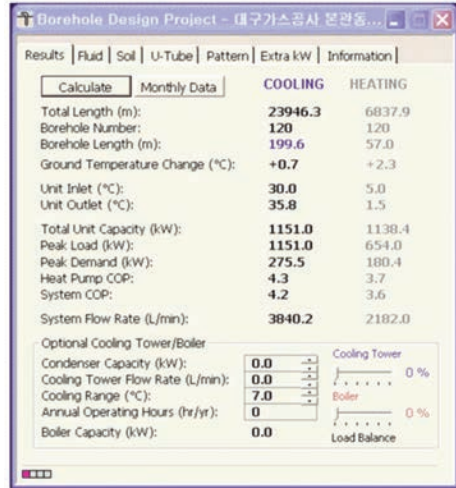
[그림 6]은 사단법인 한국냉동공조인증센터에서 열전도도를 실시한 사진이며, [표 3]은 열전도도 시험결과값을 나타내고 있다. 시험결과 열전도도(k)값은 2.63W/mK로, 기존 일반형 공법 열전도도(k)값 2.16W/mK에 비해 약 20% 높게 측정되었다.



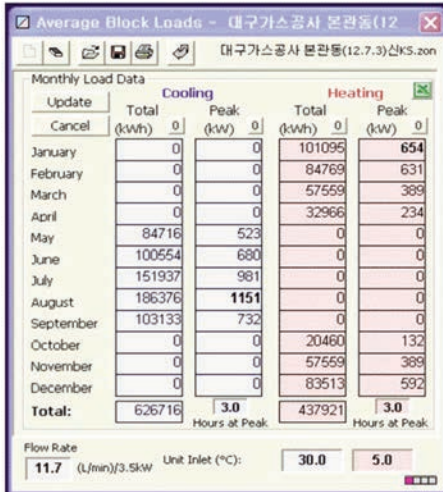
[그림 6] 한국냉동공조인증센터 열전도도 시험 사진

[표 3] 한국냉동공조인증센터 열전도도 시험결과

시험항목	단 위	시험결과	규 격
지중 초기온도	℃	17.12	지식경제부 고시 제2011-3호
입출구 평균온도	℃	4.15	
평균전압	V	216.84	
평균전류	A	58.10	
투입열량(Q)	W	12,597	
순환수 전달열량(Q _w)	W	12,554	
에너지 평형	%	0.35	
Slope	-	1.86	
열전도도(k)	W/mK	2.63	



[그림 9] 계산 결과 화면



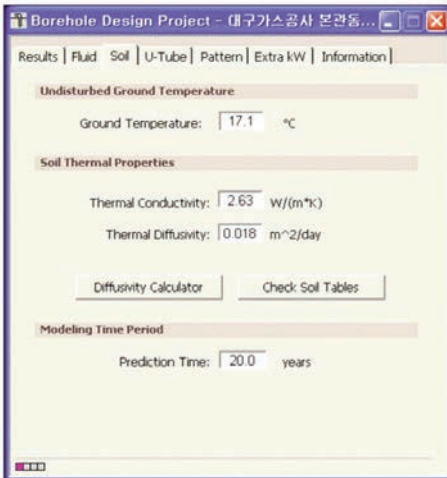
[그림 7] 월별 냉난방 부하값 입력 화면

3.4 개량 수직형 공법의 GLD 프로그램

[그림 7]~[그림 9]는 개량 수직형의 열전도도 시험결과에 따라 지중열교환기 계산 프로그램 (Ground Loop Design Program)에 자료를 입력한 화면과 프로그램 계산 결과 화면을 캡처한 것이다.

IV. 현장 시공사례

4.1 지중열교환기 배치변경



[그림 8] 열전도도 입력 화면



[그림 10] 개량 수직형 지중열교환기 배치도

일반 수직형은 1,174.50kW의 지열 히트펌프 설치 용량을 위하여 지하 200m에 140개의 천공이 필요하였으나, 개량 수직형의 경우 지중열교환기 계산 프로그램 가동 결과 120개 천공으로 가능한 것으로 확인 되었다. [그림 10]은 개량 수직형으로 재배치한 것을 나타내고 있다.

4.2 지중열교환기 공사

[그림 11]~[그림 13]은 개량 수직형 지중열교환기의 천공 및 그라우팅 공사, 트렌치 배관공사의 진행을 나타내고 있다.



[그림 11] 천공 작업



[그림 12] 그라우팅 작업



[그림 13] 트렌치 배관 작업

V. 맺음말

개량 수직형 지열공법은 열전도도값이 높아 일반 수직형에 비해 지열 천공수를 줄일 수 있어 공사비 절감은 물론 지열 천공 부지가 협소한 현장에 적용시 효과적이다. 당 현장의 경우 당초 일반 수직형 공법을 적용할 경우 현장 공사 출입구에 설치되는 세륜설비 등과 간섭되어 시공이 곤란한 점이 있었으나, 개량 수직형을 적용하여 천공 부지를 최적화하여 전체 공정에 미치는 영향을 최소화 할 수 있었다.

특히, 지반 구조가 매립지인 경우와 해수의 영향을 받는 해안가 지역에 개량 수직형 지열공법 적용시 기존 일반 수직형이 갖고 있는 문제점을 효과적으로 보완 가능할 것으로 사료된다.

(집필자 연락처 : 053-960-0450)