

건물구조체를 이용한 수평형 지열시스템의 시공법에 관한 연구

Study on construction method of horizontal ground heat pump system using the building structure

채 호 병*

Chae, Ho-Byung

남 유 진**

Nam, Yujin

Abstract

Ground source heat pump systems can achieve the energy saving of building and reduce CO₂ emission by utilizing stable ground temperature. However, they have many barriers such as high cost of installation, incompleteness of design tool, lack of recognition as heating and cooling systems. In order to solve the problems, the building integrated geothermal system (BIGS) developed by several researches which use building foundation as a heat exchanger. In order to establish the optimum design tool of BIGS with the horizontal heat exchanger, the prediction method of ground heat exchange rate developed with numerical simulation model. In this study, the economic analysis for BIGS was conducted based on simulation results and the optimal design method was suggested. As a result, it was found that the case of 32 A, piping space 0.3 m, piping deep 0.5 m and flow rate 9.52 L/min was the best case as 50.1 W/m² of heat exchange rate. In this case the initial cost was reduced to 115 million won.

키 워 드 : 건물구조체, 수평형 지열시스템, 최적 설계법, 경제성 평가

Keywords : Building Construction, Horizontal Ground Heat Pump System, Optimal Design Method, Economic Analysis

1. 서 론

신재생에너지 이용에 대한 사회적 요구가 증가함에 따라 고효율성과 친환경적 요소를 겸비한 지열이용시스템이 주목받고 있다. 하지만 타 냉난방시스템에 비해 초기 투자비가 높고, 추가적으로 지중열교환기의 설치가 필요하므로 일반 주택 및 고층 아파트 등에 적용이 미흡한 상태이다. 또한, 건물 부하패턴에 대응하여 지중열교환기의 설계가 이루어져야 하지만, 실무에서는 통상적으로 보어홀 당 2~3 RT의 개략적인 산정법으로 설계되고 있다. 특히, 건물일체형 지열시스템의 설계법에 대해서는 연구 및 기술개발이 미비한 실정이다. 본 논문에서는 건물일체형 수평형 지열시스템을 대상으로 지중 채열량 예측수법에 근거한 경제성 평가를 실시하고, 최적 시공법을 제안하고자 한다.

2. 지열시스템의 경제적 시공법 선정

지열시스템의 최적 설계 및 시공을 위해서는 각 설계안에 대한 지열 이용 가능량을 예측하여야 하고, 가장 경제적인 설계 및 시공법을 선정해야 한다. 그것을 위해 본 논문에서는 선행연구⁽¹⁾에서 지중 채열량 예측 시뮬레이션을 통한 채열량 예측을 실시하였고, 각 시공법에 대한 경제성 분석을 실시하였다. 그림 1은 수평형 지열시스템의 모델을 나타내고, 표 1은 시뮬레이션 결과를 나타내며 각 조건에 따른 지중 채열량 분석결과를 보여준다.

수평형 지열시스템의 시공법에 대한 경제성 분석을 하기 위해, 기존 수직 밀폐형 지열 설비 용량 90 RT의 건물을 대상으로 수평형 설치가능 면적 7200 m²을 수평형 지중열교환기를 설치한다고 가정 할 경우의 경제성을 분석하였다. 초기투자비용 산출은 에너지관리공단 신재생에너지 월별 기준단가를 참고하였고, 수평형 시스템은 천공비용 및 그라우팅 비용이 절감되므로 수직 밀폐형 대비 약 30% 절감된 금액으로 산정하였다. 그림 2는 기존 수직밀폐형의 설비용량을 수평형이 분담한다고 가정할 경우, 각각의 용량을 나타내며, 그림 3은 조건별 초기투자비 절감효과를 보여준다.

* 청주대학교 건축공학과 석사과정

** 청주대학교 건축공학과 조교수, 교신저자(namyujin@cju.ac.kr)

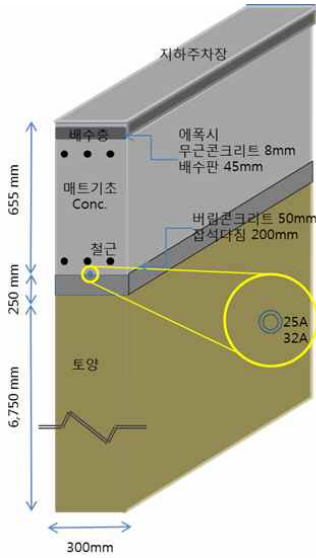


그림 1. 시뮬레이션 모델 개요도

표 1. 시뮬레이션 조건에 따른 지중채열량

고려 사항	간격 (m)	매설 깊이(m)	관경	유량 (L/min)	제한 온도 (°C)	채열량 (W/m ²)	채열 비율
파이프 간격	0.3	0 (철근)	32A	9.52	3	40.8	1.0
	0.4					36.8	0.8
	0.5					33.7	0.7
매설 깊이	0.3	0 (철근)	32A	9.52	3	40.8	1.0
		0.25 (잡석내부)				46.0	1.1
		0.5 (토양내부)				46.8	1.2
관경 크기	0.3	0 (철근)	25A	9.52	3	29.1	0.7
			32A			40.8	1.0
			35A			38.6	0.9
순환수 온도	0.3	0 (철근)	32A	9.52	0	50.1	1.2
					3	40.8	1.0
					5	34.6	0.8

(운전시간 :09:00 ~ 18:00)

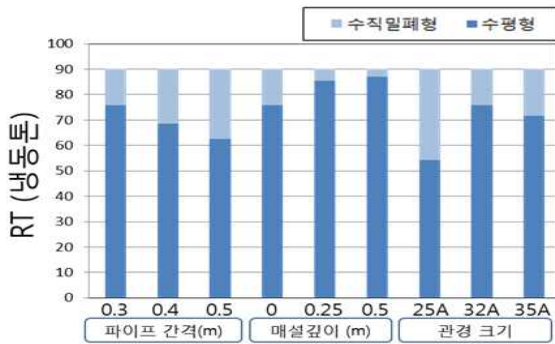


그림 2. 조건별 수평형/수직형 설계용량

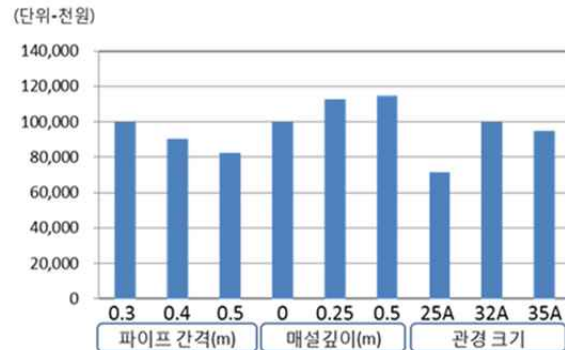


그림 3. 조건별 초기공사비 절감효과

3. 결 론

본 논문에서는 건물구조체를 이용한 수평형 지열시스템의 고효율, 친환경 기술개발 및 실용화를 위해, 지중열교환 시스템의 채열성능을 파악하고 다양한 조건에서 경제성 분석을 실시하였다. 또한 기존 수직밀폐형 지열시스템과의 통합 지열이용방식의 설계 기술을 확보하고, 초기투자비용 대비 최적의 효율을 발휘하는 기술을 개발하였다. 그 결과, 관경 32A, 파이프간격 0.3 m, 매설깊이 0.5 m, 유량 0.952 L/min, 제한온도 3°C일 경우 46.8 W/m²로 가장 높았으며, 약 11,500 만원 초기공사비 절감이 되었다.

Acknowledgment

본 논문은 2013년 미래창조과학부의 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호 2013-026889

참 고 문 헌

1. Ho-Byung Chae, Yujin Nan, Study on the optimum design tool of the building integrated geothermal system with the horizontal heat exchanger, International Conference on Sustainable Building Asia, pp.283~289, 2013
2. Yujin Nam et. al., Hwang, Development of a numerical model to predict heat exchange rates for a ground-source heat pump system, Energy and Buildings, Vol.40, 2008