

**서울대공원 유인원관 지열냉난방 설치공사
설계 계산서(지열이용 검토서)
(수직밀폐형 방식)**

2009. 3. 2.

기술사사무소지맥(주)



|주|조은에너지

목 차

[설계 요약서]	-----	3
I. 지형 및 지질 조사	-----	5
II. 건축 개요	-----	8
III. 설계계산서		
1. 건물 부하 계산	-----	11
2. 지열 열펌프 설계	-----	18
3. 시스템 COP 계산	-----	20
4. 지중열교환기 설계	-----	21
5. 순환펌프 설계	-----	27
6. 팽창탱크 설계	-----	28

[설계 요약서]

지열에너지설비 설계요약서(수직밀폐형)						
사업구분	일반		사업용량(kW)	349		
기관명	서울대공원		건물명	유인원관		
기관 담당자	성명	김형집	전화번호	02 500 7432		
	이메일	khjib@seoul.go.kr	팩스	02 507 7230		
열에너지 부하량 및 설치 용량	건축물 전체 부하량(kW)		지열 담당 부하량(kW)	지열시스템 설치용량(kW)		
	냉방	245	245	349		
	난방	315	315	338		
시스템 COP	냉방	5.37	난방	3.61	급탕	3.18
지열 열펌프	제조사			인증 여부		
	냉방	용량(kW) x 수량	COP _c	열원측 EWT(°C)	부하측 EWT(°C)	모델번호
		157 x 2	4.01	27	12	
	난방	용량(kW) x 수량	COP _h	열원측 EWT(°C)	부하측 EWT(°C)	모델번호
		152 x 2	3.0	6.0	45	
	천공홀	천공깊이(m) x 수량	170 x 30	최소 공당 간격(m)	5	
총 천공수		30	총 천공 길이(m)	5100		
지중열교환기 방식		①싱글U	1kW 당 천공 길이(kW/m)	14.6		
천공 직경(mm)		150mm	파이프 규격	HDPE, 32A, SDR-11		
배관	트렌치 배관 깊이	1.5m	기계실 배관 재질	동관		
그라우팅	종류	벤토나이트 Voclay Grout ((미)CETCO), 유동화재 Insta Vis Plus, 실리카샌드 #8	혼합비율(%)	물:벤토나이트:실리카 = 100:25:20		
지중 순환 열매체	종류	물 + 에탄올	혼합비율(%)	10		
보온재	재질	발포폴리에틸렌	두께(mm)	25mm이상		

지열에너지설비 설계요약서(수직밀폐형)

지열에너지설비 설계요약서(수직밀폐형)					
지열수 순환펌프	형식	유량(lpm) x 수량 (예비펌프 여부)	양정(m)	소비전력(kW)	효율(%)
	인라인	1100x2 (예비1대)	28m	7.2	70
팽창 탱크	형식	용량(l) x 수량		재질	
	원통형	200 x 1		SS400	
버퍼 탱크	형식	용량(l) x 수량		재질	
		없음			
타열원 시스템과 연결 관계	난방시 보일러와 연결 사용				
모니터링 계획	<ul style="list-style-type: none"> ● 서울시 모니터링 계획에 적합하게 모니터링시스템 설치 				
참고 사항					

I. 지형 및 지질 조사

1. 조사 목적

경기도 과천시 광명길 42번지에 리모델링 공사중인 "서울대공원 유인원관"의 신재생 에너지(지열)의 안정적인 공급을 위하여 지질의 관련 특성자료를 조사하는 것임. 본 조사에서는 현재 발표된 지질도 및 현장 지표 시료를 통하여 조사 분석한 것으로, 보다 정밀한 조사는 향후 시험천공을 실시하여 지질 분석 및 열전도도를 측정하여 얻은 결과를 지열설계에 이용하도록 한다.

2. 조사 지역

- 위치 : 경기도 과천시 광명길 42(마계동 159-1) (서울대공원 유인원관)



3. 조사 내용



조사지구 지질도

- 자료출처 : 한국지질자원연구원, 한국지질도 둔전도폭(1:50,000)
- 지질구성 : 선캠브리아기의 호상흑운모편마암과 세립질편마암 및 충적층으로 구성
 - 호상흑운모편마암 : 흑운모대와 석영장석질대의 호상구조를 이루며, 조사지구 북서쪽에 분포한다.
 - 세립질편마암 : 부분적으로 편상우백질이며, 조사지구를 포함하여 남동쪽에 분포한다.
 - 충적층 : 하천주변의 저지대를 따라 분포하며, 점토, 모래, 자갈 등으로 구성된다.
- 편마암의 일반적인 열전도도
 - 건조상태 평균 : 3.82W/m-K , 포화상태 평균 : 3.95W/m-K
- 편암의 일반적인 열전도도
 - 건조상태 평균 : 4.09W/m-K , 포화상태 평균 : 4.22W/m-K

II. 건축 개요

1. 건축 개요

- 시설규모

- 유인원관 : 지상 1층, 연면적 1,551.33㎡, 방사장 2,757.57㎡

- 냉난방 부하면적

- 아프리카 원숭이 : 383.3㎡

- 유인원관 : 380.12㎡

Ⅲ. 설계 계산서

1. 건물 부하 계산서

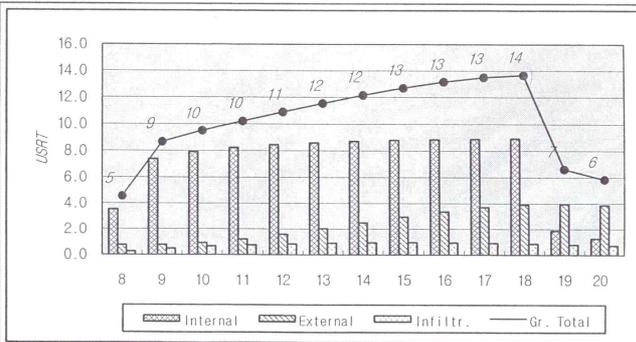
서울대공원 유인원관 리모델링 공사(아프리카원층이) 2-1. COOLING / HEATING LOAD ANALYSIS

2008-07-11 15:23

Description	Capacity	Cooling Load (W) : 7 Mon. 21st							
		8	9	10	11	12	13	14	
SH People	169 p	3,596	7,775	8,702	9,284	9,655	9,918	10,120	
SH Lighting	7.5 kW	2,533	5,597	6,456	6,992	7,338	7,581	7,767	
SH Equipment	1.1 kW	508	1,053	1,112	1,148	1,174	1,189	1,202	
SH Glass	2.3 m ²	69	142	232	310	353	351	311	
SH Roof	1,119.2 m ²	-804	-801	-364	490	1,694	3,134	4,679	
SH Wall	48.9 m ²	-180	-174	-143	-88	-13	81	202	
SH Partition	427.3 m ²	3,556	3,556	3,556	3,556	3,556	3,556	3,556	
SH Infiltration	445 m ³ /h	-728	-496	-228	77	364	578	722	
SH Sub-Total		8,550	16,652	19,323	21,769	24,121	26,388	28,559	
LH People	169 p	5,780	11,565	11,565	11,565	11,565	11,565	11,565	
LH Infiltration	445 m ³ /h	1,672	2,225	2,598	2,598	2,598	2,598	2,598	
LH Sub-Total		7,452	13,790	14,163	14,163	14,163	14,163	14,163	
RA Lighting Load	0.0 kW	0	0	0	0	0	0	0	
Grand Total		16,002	30,442	33,486	35,932	38,284	40,551	42,722	

Description	Heating Load		Cooling Load (W) : 7 Mon. 21st							
	Capacity	Load	20	19	18	17	16	15		
SH People	-	-	2,231	3,333	10,472	10,414	10,352	10,265		
SH Lighting	-	-	2,058	3,080	8,087	8,033	7,982	7,902		
SH Equipment	-	-	142	213	1,225	1,221	1,218	1,212		
SH Glass	2.3 m ²	341	40	67	112	171	216	257		
SH Roof	1,119.2 m ²	21,402	9,245	9,502	9,291	8,614	7,540	6,186		
SH Wall	48.9 m ²	1,608	736	792	760	654	508	350		
SH Partition	427.3 m ²	22,690	3,556	3,556	3,556	3,556	3,556	3,556		
SH Infiltration	1,097 m ³ /h	11,502	-65	167	398	595	722	772		
SH Sub-Total			17,943	20,710	33,901	33,258	32,094	30,500		
LH People	-	-	0	0	11,565	11,565	11,565	11,565		
LH Infiltration	-	-	2,598	2,598	2,598	2,598	2,598	2,598		
LH Sub-Total			2,598	2,598	14,163	14,163	14,163	14,163		
RA Lighting Load	-	-	0	0	0	0	0	0		
Grand Total		57,543	20,541	23,308	48,064	47,421	46,257	44,663		

- Building Summary
 - Room Quantity : 19
 - CL Area (m²) : 550.6
 - HT Area (m²) : 550.6
- Cooling Load Analysis
 - People (p/m²) : 0.31
 - Light'g (W/m²) : 13.57
 - Equip. (W/m²) : 2.04
 - Infil(m³/h/m²) : 0.81
- C/H Load Summary
 - Cooling (W/m²) : 87.29
 - Heating (W/m²) : 104.50



Load-Sum

2 - 1

신화엔지니어링

서울대공원 유인원관 리모델링 공사(아프리카원숭이) 2-2. COOLING / HEATING LOAD SUMMARY

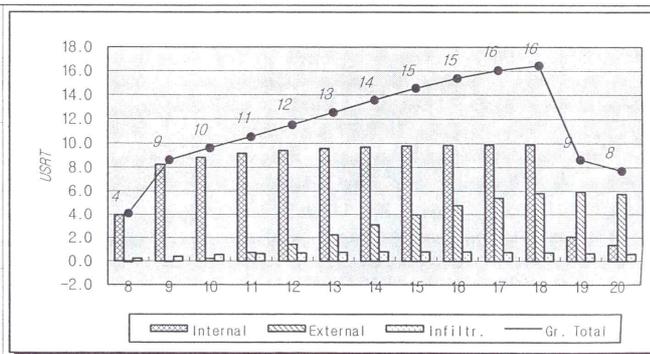
2008-07-11 15:23

Description			Cooling Load (W) - 7 Mon. 21st							Heating
No.	Room Name	Q'ty	8	10	12	14	16	18	20	(W)
Grand Total (kW)		19	16.0	33.5	38.3	42.7	46.3	48.1	20.5	57.5
1F01	내실1	1	413	804	943	1,114	1,332	1,508	910	2,706
1F02	내실2	1	95	410	582	792	1,009	1,146	678	1,602
1F03	내실3	1	477	897	988	1,061	1,117	1,145	450	1,487
1F04	내실4	1	436	875	969	1,045	1,102	1,127	412	1,200
1F05	내실5	1	1,211	2,595	3,016	3,232	3,326	3,313	1,307	3,870
1F06	내실6	1	324	598	665	727	778	802	361	1,249
1F07	내실7	1	256	527	592	654	702	725	288	790
1F08	내실8	1	368	560	610	657	692	710	405	1,825
1F09	내실9	1	436	809	902	986	1,049	1,080	492	1,737
1F10	내실10	1	436	806	896	979	1,042	1,072	485	1,716
1F11	내실11	1	368	565	618	668	705	723	417	1,844
1F12	내실12	1	252	422	460	493	518	531	252	1,041
1F13	내실13	1	509	978	1,096	1,208	1,291	1,331	590	1,948
1F14	내실14	1	283	549	610	664	707	726	297	956
1F15	내실15	1	222	412	459	506	539	555	257	887
1F16	내실16	1	225	422	475	525	561	579	274	931
1F17	실내전시실-1	1	2,077	4,319	4,927	5,506	5,957	6,181	2,656	7,525
1F18	실내전시실-2,3	1	4,119	8,591	9,806	10,958	11,857	12,301	5,263	14,792
1F19	관람통로	1	3,495	8,347	9,670	10,947	11,973	12,509	4,747	9,437

Description	Capacity	Cooling Load (W), 7 Mon. 21st							
		8	9	10	11	12	13	14	
SH People	180 p	3,793	8,215	9,230	9,861	10,267	10,555	10,772	
SH Lighting	8.3 kW	2,938	6,425	7,311	7,870	8,226	8,475	8,666	
SH Equipment	2.2 kW	986	2,044	2,158	2,230	2,277	2,308	2,335	
SH Glass	2.3 m ²	69	142	232	310	353	351	311	
SH Roof	1,218.4 m ²	-1,440	-1,429	-649	867	3,012	5,576	8,324	
SH Wall	152.6 m ²	-528	-480	-369	-188	41	321	668	
SH Partition	193.8 m ²	1,605	1,605	1,605	1,605	1,605	1,605	1,605	
SH Infiltration	369 m ³ /h	-602	-410	-191	65	304	478	595	
SH Sub-Total		6,821	16,112	19,327	22,620	26,085	29,669	33,276	
LH People	180 p	6,164	12,339	12,339	12,339	12,339	12,339	12,339	
LH Infiltration	369 m ³ /h	1,387	1,845	2,152	2,152	2,152	2,152	2,152	
LH Sub-Total		7,551	14,184	14,491	14,491	14,491	14,491	14,491	
RA Lighting Load	0.0 kW	0	0	0	0	0	0	0	
Grand Total		14,372	30,296	33,818	37,111	40,576	44,160	47,767	

Description	Heating Load		Cooling Load (W), 7 Mon. 21st					
	Capacity	Load	20	19	18	17	16	15
SH People	-	-	2,429	3,628	11,156	11,096	11,033	10,935
SH Lighting	-	-	2,129	3,181	8,999	8,948	8,891	8,806
SH Equipment	-	-	277	414	2,377	2,370	2,362	2,352
SH Glass	2.3 m ²	341	40	67	112	171	216	257
SH Roof	1,218.4 m ²	38,088	16,448	16,912	16,526	15,328	13,426	11,012
SH Wall	152.6 m ²	5,054	2,089	2,252	2,174	1,897	1,507	1,078
SH Partition	193.8 m ²	10,247	1,605	1,605	1,605	1,605	1,605	1,605
SH Infiltration	906 m ³ /h	9,499	-58	143	331	492	595	643
SH Sub-Total			24,959	28,202	43,280	41,907	39,635	36,688
LH People	-	-	0	0	12,339	12,339	12,339	12,339
LH Infiltration	-	-	2,152	2,152	2,152	2,152	2,152	2,152
LH Sub-Total			2,152	2,152	14,491	14,491	14,491	14,491
RA Lighting Load	-	-	0	0	0	0	0	0
Grand Total		63,229	27,111	30,354	57,771	56,398	54,126	51,179

- Building Summary
 - Room Quantity : 22
 - CL Area (m²) : 579.4
 - HT Area (m²) : 579.4
- Cooling Load Analysis
 - People (p/m²) : 0.31
 - Light 'g (W/m²) : 14.34
 - Equip. (W/m²) : 3.76
 - Infil(m³/h/m²) : 0.64
- C/H Load Summary
 - Cooling (W/m²) : 99.70
 - Heating (W/m²) : 109.12



Load-Sum

2 - 1

신화엔지니어링

Description			Cooling Load (W), 7 Mon. 21st							Heating
No.	Room Name	Q'ty	8	10	12	14	16	18	20	(W)
Grand Total (kW)		22	14.4	33.8	40.6	47.8	54.1	57.8	27.1	63.2
1F01	회복실	1	893	2,085	2,346	2,564	2,725	2,803	858	1,494
1F02	보육실	1	707	1,691	1,966	2,226	2,432	2,532	991	2,088
1F03	치료실	1	1,668	3,623	4,049	4,408	4,672	4,804	1,620	3,782
1F04	조리실	1	644	1,300	1,438	1,553	1,640	1,686	587	1,601
1F05	사무실	1	273	794	1,241	1,619	1,891	1,981	1,397	4,082
1F06	내실1	1	286	586	687	812	971	1,098	641	1,793
1F07	내실2	1	414	806	940	1,104	1,306	1,465	865	2,588
1F08	관람통로	1	3,703	8,885	10,284	11,650	12,737	13,288	4,946	10,382
1F09	헬터-1	1	859	2,064	2,380	2,688	2,934	3,054	1,079	2,075
1F10	헬터-2	1	559	1,395	1,631	1,890	2,166	2,365	1,004	1,847
1F11	헬터-3	1	829	2,026	2,337	2,661	2,985	3,210	1,253	2,281
1F12	헬터-4	1	796	2,002	2,356	2,748	3,161	3,457	1,499	2,799
1F13	오랑우탄내실-5	1	172	366	475	612	736	809	517	1,407
1F14	오랑우탄내실-4	1	174	363	467	596	713	782	493	1,343
1F15	오랑우탄내실-3	1	239	517	665	847	1,015	1,110	683	1,809
1F16	오랑우탄내실-2	1	225	507	663	855	1,032	1,133	702	1,805
1F17	오랑우탄내실-1	1	238	520	676	868	1,045	1,146	715	1,889
1F18	침팬지내실-3	1	239	528	715	953	1,175	1,303	872	2,306
1F19	침팬지내실-2	1	236	541	731	969	1,188	1,314	863	2,235
1F20	침팬지내실-1	1	486	1,094	1,477	1,955	2,394	2,652	1,749	4,562
1F21	고릴라내실-1	1	317	702	925	1,202	1,456	1,603	1,020	2,670
1F22	고릴라내실-2	1	415	1,423	2,127	2,987	3,752	4,176	2,757	6,391

- 실 사용 부하에 의한 부하 계산

- 사용부하

- 난방 피크 부하 : 200,000kcal/hr (66RT)

- 냉방 부하 : 주로 난방 위주의 부하로 냉방부하는 현재 사용량은 많지 않음(향후 사용량을 감안 피크 부하는 50RT 선정)

- 설계 부하 : 사육 동물들의 변동 등 향후 건물 부하 환경을 고려하여

- 난방 총부하 : 90RT

- 냉방 총부하 : 70RT

● 연간 월별 에너지 부하량 계산

년간 및 월별 부하량은 주거시설의 각 월의 일일 평균 시간대별 부하패턴을 나타내는 부하지수(피크대비 부하율)를 사용하여 월별부하량을 산출하였음.

[월별 난방 부하량]

단위: kcal/hr										
시각	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	12월
1	80,802	76,850	57,827	38,392	19,760	8,418	-	-	10,627	71,488
2	71,521	67,657	52,213	32,861	16,559	7,012	-	-	8,845	63,753
3	71,605	68,246	52,184	32,422	16,044	6,786	-	-	8,401	63,168
4	90,739	87,764	67,715	43,224	21,555	8,199	-	-	9,657	78,591
5	112,288	111,420	91,025	60,298	30,553	11,039	-	-	13,192	96,988
6	118,540	116,597	94,904	61,576	31,888	13,649	-	-	16,051	102,386
7	120,517	117,369	98,842	64,758	35,273	16,656	-	-	19,563	105,444
8	133,928	137,349	113,771	68,541	37,122	-	-	-	-	119,211
9	146,904	145,536	113,561	62,839	33,395	-	-	-	-	126,676
10	138,583	134,229	98,987	54,609	30,080	-	-	-	-	117,213
11	145,079	138,462	98,722	54,348	30,342	-	-	-	-	119,775
12	140,203	129,871	92,329	49,073	27,383	-	-	-	-	116,096
13	111,534	100,345	71,918	40,488	23,515	-	-	-	-	92,683
14	103,332	94,460	68,708	39,364	23,103	-	-	-	-	88,819
15	99,532	91,049	66,181	37,670	22,033	-	-	-	-	85,693
16	98,160	89,286	65,745	37,242	21,774	-	-	-	-	84,868
17	106,334	96,939	72,251	41,003	23,483	-	-	-	-	92,170
18	144,582	135,304	104,685	62,309	34,003	-	-	-	-	126,099
19	186,942	179,499	146,942	94,443	51,200	-	-	-	-	162,457
20	204,000	192,886	163,064	108,768	61,987	-	-	-	-	179,645
21	193,341	179,881	153,166	103,115	61,820	31,583	-	-	33,722	172,205
22	174,581	162,713	138,342	92,733	55,111	28,044	-	-	30,686	156,081
23	143,101	134,168	113,031	74,565	43,152	20,960	-	-	23,947	127,302
24	102,174	96,724	78,684	50,232	27,819	12,607	-	-	15,317	89,943
일일계	3,038,321	2,884,606	2,274,798	1,404,874	778,953	164,954	-	-	190,009	2,638,755
유효일수	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31
월계	94,187,947	80,768,955	70,518,740	42,146,231	24,147,534	4,948,630	-	-	5,700,271	81,801,405

[월별 냉방 부하량]

단위: kcal/hr								
시각	1월	5월	6월	7월	8월	9월	12월	계
1			-	49,717	47,174	-	-	96,892
2			-	46,034	43,243	-	-	89,278
3			-	46,034	43,243	-	-	89,278
4			-	46,034	45,209	-	-	91,243
5			-	49,717	47,174	-	-	96,892
6			-	51,558	49,140	-	-	100,698
7			42,252	51,558	51,106	-	-	144,916
8			47,533	127,008	120,658	-	-	295,199
9			79,222	129,125	124,891	70,671	-	403,908
10			84,503	137,592	131,242	76,560	-	429,897
11			84,503	129,125	124,891	58,892	-	397,411
12			63,378	133,358	129,125	92,157	-	418,018
13			68,659	143,942	137,592	83,779	-	433,973
14			89,785	150,293	143,942	103,886	-	487,906
15			89,785	152,410	146,059	103,886	-	492,140
16			84,503	137,592	131,242	100,535	-	453,872
17			79,222	116,424	112,190	97,184	-	405,020
18			68,659	105,840	105,840	97,184	-	377,523
19			63,378	105,840	105,840	95,508	-	370,566
20			42,252	105,840	105,840	84,672	-	338,604
21			36,970	86,545	74,693	63,504	-	261,712
22			31,689	51,558	68,796	-	-	152,043
23			-	49,717	49,140	-	-	98,857
24			-	51,558	47,174	-	-	98,733
일일계	-	-	1,014,041	1,913,768	1,859,156	1,128,417	-	5,915,382
유효일수	15	25	25	25	25	25	24	278
월계	-	-	25,351,026	47,844,201	46,478,890	28,210,424	-	147,884,542

2. 지열열펌프 설계

가. 지열히트펌프 선정

구 분			HP-1	비 고
형식			물 대 물 방식	
설치위치			기계실	
용도			냉난방용	
전원			3Ø, 4W, 380V, 60Hz	
수 량		EA	2	
용 량	냉방 용량	kW	157	
	난방 용량	kW	152	
소비 전력	냉방	kW	39	
	난방	kW	51	
압축 기	형 식		스크류/스크롤	
	모터출력		kW	34
	오일명칭(윤활유)		SUNISO 4GS	
	냉매		R22	
냉난 방열 교환 기	형식		관형	
	수두손실	bar	0.42	
	유량	LPM	540	
	연결배관경	mm	80/80	
지열 열교환기	형식		관형	
	손실수두	bar	0.42	
	유량	LPM	490	
	연결배관	mm	80/80	
본체 치수	제품중량	kg	1500	
	제품치수 (WxHxD)	mm	1800x1900x1000	

- 냉방 능력 조건 : 열원측 EWT 27℃, 부하측 ELT 12℃

- 난방 능력 조건 : 열원측 EWT 6℃, 부하측 ELT 45℃

● 총용량 : 난방 304kW(87RT), 냉방 314kW(90RT)

3. 시스템 COP 계산

가. 냉방 시스템 COP 계산

- 냉방 생산열량 : $157\text{kW} \times 2 \text{ 대} = 314\text{kW}$
- 열펌프 냉방 소비 전력 : $39\text{kW} \times 2\text{대} = 78\text{kW}$
 - * 열펌프 생산열량 및 소비 전력 첨부 지열 열펌프 설계서 참조
- 지열수 순환펌프 소비 전력 : $7.2\text{kW} \times 2\text{대} = 14.4\text{kW}$
 - * 소요 전력 상세 내용 첨부 지열수 순환펌프 설계서 참조
- 시스템 COP : $\frac{\text{생산열량}}{(\text{열펌프 소비동력} + \text{지열수 순환펌프 소비동력})}$
 $= \frac{314}{(78+14.4)}$
 $= 3.4$
 - * 열펌프 COP 4.02의 84.6%

나. 난방 시스템 COP 계산

- 난방 생산열량 : $152\text{kW} \times 2 \text{ 대} = 304\text{kW}$
- 열펌프 난방 소비 전력 : $51\text{kW} \times 2 \text{ 대} = 102\text{kW}$
 - * 열펌프 생산열량 및 소비 전력 첨부 지열 열펌프 설계서 참조
- 지열수 순환펌프 소비 전력 : $7.2\text{kW} \times 2\text{대} = 14.4 \text{ kW}$
 - * 소요 전력 상세 내용 첨부 지열수 순환펌프 설계서 참조
- 시스템 COP : $\frac{\text{생산열량}}{(\text{열펌프 소비동력} + \text{지열수 순환펌프 소비동력})}$
 $= \frac{304}{(102+14.4)}$
 $= 2.61$
 - * 열펌프 COP 2.98의 87.6%

4. 지중열교환기 설계

가. 지중열교환기 설계 프로그램

- 프로그램 제조 프로그램 : Ground Loop Design Version 5
- 제조사 : Gaia Geothermal

나. 입력 화면

Average Block Loads - 서울대공원_20090228

서울대공원_20090228.zon

Monthly Load Data

Update Cancel	Cooling		Heating	
	Total (kWh)	Peak (kW)	Total (kWh)	Peak (kW)
January	0	0	109521	285
February	0	0	93917	224
March	0	0	81999	190
April	0	0	49007	126
May	0	0	28079	72
June	29478	104	5754	24
July	55633	246	0	0
August	54045	169	0	0
September	32803	121	6628	25
October	0	0	34331	89
November	0	0	65231	161
December	0	0	95118	209
Total:	171959	2.0	569585	2.0

Hours at Peak

Flow Rate: 11.4 (L/min)/3.5kW Unit Inlet (°C): 27.0 6.0

Average Block Loads - 서울대공원_20090228

서울대공원_20090228.zon

Reference Label:

Design Day Loads

7.0 Days / Week

Time of Day	Heat Gains (kW)	Heat Losses (kW)
8 a.m. - Noon	40.5	285.0
Noon - 4 p.m.	246.0	119.6
4 p.m. - 8 p.m.	40.5	119.6
8 p.m. - 8 a.m.	40.5	119.6

Annual Equivalent Full-Load Hours: 699 1999

Heat Pump Specifications at Design Temperature and Flow Rate

Custom Pump Pump Name

	Cooling	Heating
Capacity (kW)	349.0	338.0
Power (kW)	86.20	115.00
COP	4.1	3.0
Flow Rate (L/min)	1100.0	1100.0
Partial Load Factor	0.70	0.84

Flow Rate: 11.4 (L/min)/3.5kW Unit Inlet (°C): 27.0 6.0

Borehole Design Project - 서울대공원_20090228

Results Fluid Soil U-Tube Pattern Extra kW Information

Design Heat Pump Inlet Fluid Temperatures

Cooling: 27.0 °C Heating: 6.0 °C

Design System Flow Rate

Flow Rate: 11.4 (L/min)/3.5kW

Solution Properties

Automatic Entry Mode

Fluid Type: Ethanol

Freezing Point: -6.67 °C 7.0% by Weight

Specific Heat (Cp): 4.252 kJ/(K*kg)

Density (rho): 975.5 kg/m³

Check Fluid Tables

Borehole Design Project - 서울대공원_20090228

Results Fluid Soil U-Tube Pattern Extra kW Information

Undisturbed Ground Temperature

Ground Temperature: 15.0 °C

Soil Thermal Properties

Thermal Conductivity: 3.46 W/(m*K)

Thermal Diffusivity: 0.223 m²/day

Diffusivity Calculator Check Soil Tables

Modeling Time Period

Prediction Time: 15.0 years

Borehole Design Project - 서울대공원_20090228

Results Fluid Soil U-Tube Pattern Extra kW Information

Calculated Borehole Equivalent Thermal Resistance

Borehole Thermal Resistance: 0.123 m*K/W

Pipe Parameters

Pipe Resistance: 0.061 m*K/W Check Pipe Tables

Pipe Size: 1 1/4 in. (32 mm)

Outer Diameter: 42.2 mm

Inner Diameter: 34.5 mm

Pipe Type: SDR11

Flow Type: Turbulent

U-Tube Configuration

Single Double

Radial Pipe Placement

Close Together Average Along Outer Wall

Borehole Diameter

Borehole Diameter: 150.1 mm

Backfill (Grout) Information

Thermal Conductivity: 1.99 W/(m*K)

Borehole Design Project - 서울대공원_20090228

Results Fluid Soil U-Tube Pattern Extra kW Information

Vertical Grid Arrangement

Borehole Number: 30

Rows Across: 30

Rows Down: 1

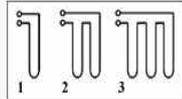
Borehole Separation: 5.0 m

Use External File Select Clear Show

Filename: No File

Boreholes per Parallel Circuit

Bores Per Circuit

1 

Fixed Length Mode

On/Off Borehole Length 168 m

다. 계산 과정

Borehole Design Project - 서울대공원_20090228

Lengths			Temperatures		
	COOLING	HEATING		COOLING	HEATING
Total Length (m):	4417.8	5050.1	Unit Inlet (°C):	27.0	6.0
Borehole Length (m):	147.3	168.3	Unit Outlet (°C):	32.6	3.0

Calculations

Calculate

Monthly Data

Prediction Time: 15.0 years

Design Method

Fixed Temperature
 Fixed Length

Inlet Temperatures
 27.0 °C 6.0 °C

Borehole Length: 168 m

Grid Layout

Use External File

Borehole Number: 30
 Rows Across: 30
 Rows Down: 1
 Separation: 5.0 m

Cooling Tower/Boiler

0 %
 0 %

Results | Fluid | Soil | U-Tube | Pattern | Extra kW | Information

	COOLING	HEATING
Total Length (m):	4417.8	5050.1
Borehole Number:	30	30
Borehole Length (m):	147.3	168.3
Ground Temperature Change (°C):	-0.7	-0.6
Unit Inlet (°C):	27.0	6.0
Unit Outlet (°C):	32.6	3.0
Total Unit Capacity (kW):	349.0	338.0
Peak Load (kW):	246.0	285.0
Peak Demand (kW):	65.6	101.8
Heat Pump COP:	4.0	2.9
System COP:	3.8	2.8
System Flow Rate (L/min):	794.3	920.2

Optional Cooling Tower/Boiler

Condenser Capacity (kW):	0.0	Cooling Tower	0 %
Cooling Tower Flow Rate (L/min):	0.0		
Cooling Range (°C):	5.5	Boiler	0 %
Annual Operating Hours (hr/yr):	0		
Boiler Capacity (kW):	0.0	Load Balance	

라. 계산 결과

Project Name: Soeul Grand Zoo	
Designer Name: Shin	
Date: 2009-02-28	Project Start Date: 2009-03-01
Client Name: 서울대공원	
Address Line 1: 서울시 영등포구 당산4동 32-41	
Address Line 2:	
City:	Phone: 02 393 5959
State:	Fax: 02 393 8589
Zip:	Email: ykshin@joeunenergy.com

Calculation Results

	COOLING	HEATING
Total Length (m):	4417.8	5050.1
Borehole Number:	30	30
Borehole Length (m):	147.3	168.3
Ground Temperature Change (°C):	-0.7	-0.6
Unit Inlet (°C):	27.0	6.0
Unit Outlet (°C):	32.6	3.0
Total Unit Capacity (kW):	349.0	338.0
Peak Load (kW):	246.0	285.0
Peak Demand (kW):	65.6	101.8
Heat Pump COP:	4.0	2.9
System COP:	3.8	2.8
System Flow Rate (L/min):	794.3	920.2

Input Parameters

Fluid		Soil	
Flow Rate:	11.4 (L/min)/3.5kW	Ground Temperature:	15.0 °C
Fluid:	7% Ethanol	Thermal Conductivity:	3.46 W/(m*K)
Specific Heat (Cp):	4.252 kJ/(K*kg)	Thermal Diffusivity:	0.223 m ² /day
Density (rho):	975.5 kg/m ³		
Piping			
Pipe Type:	1 1/4 in. (32 mm) - SDR11		
Flow Type:	Turbulent		
Pipe Resistance:	0.061 m*K/W		
U-Tube Configuration:	Single		
Radial Pipe Placement:	Average		
Borehole Diameter:	150.1 mm		
Grout Thermal Conductivity:	1.99 W/(m*K)		
Borehole Thermal Resistance:	0.123 m*K/W		

Input Parameters (Cont.)

Pattern		Modeling Time Period		
Vertical Grid Arrangement:	30 x 1	Prediction Time:	15.0 years	
Borehole Number:	30	Long Term Soil Temperatures:		
Borehole Separation:	5.0 m		<i>Cooling:</i> 14.3 °C	
Boreholes per Parallel Circuit:	1		<i>Heating:</i> 14.4 °C	
Fixed Length Mode	Off			
Grid File	None			
File:				
Heat Pumps		Optional Boiler/Cooling Tower		
Manufacturer:	Florida Heat Pump		Tower	Boiler
Series:	WP Series (Water to Water)	Load Balance	0 %	0 %
Design Heat Pump Inlet Load Temperatures:		Capacity (kW)	0.0	0.0
	<i>Cooling (WB)</i> <i>Heating (DB)</i>	Cooling Tower Flow Rate (L/min):	0.0	
Water to Air:	19.4 °C 21.1 °C	Cooling Range (°C):	5.5	
Water to Water:	12.8 °C 37.8 °C	Annual Operating Hours (hr/yr):	0	
Extra kW		Loads File		
Pump Power:	4.8 kW	<i>서울대공원_20090228.zon</i>		
Cooling Tower Pump:	0.0 kW			
Cooling Tower Fan:	0.0 kW			
Additional Power:	0.0 kW			

마. 지중열교환 시스템 사양

- 열전도 : 3.46 W/(m.K)
- 천공 사양 : 깊이 170m x 보어홀 150mm
- 천공 수 : 30 공
- 천공 간 거리 : 5m
- 열교환기 : HDPE 30A (SDR 11)

바. 그라우팅

- 그라우팅 재료 : 벤토나이트 Voclay Grout ((미)CETCO), 유동화재 Insta Vis Plus, 실리카샌드 #8
- 그라우팅 혼합비율
 - 물 : 벤토나이트 : 실리카 = 100 : 25 : 20
 - 유동화재(Insta Vis Plus)는 벤토나이트 25kg에 약 500ml 정도 혼합함

사. 지중순환 열매체

- 동결방지를 위한 첨가 투입 : 에탄올 10%

5. 순환펌프 설계

가. 지열수 순환펌프 설계

지열수 순환펌프 (냉난방)계산

- 지열수 순환펌프 수량 = **1** 대 (예비 1대 별도)
- 지열수 순환펌프 유량 = 1,100 LPM/대
66.0 m³/hr
- 지중수순환펌프 양정 = **28.0** m

구 분	압력손실[m]	비고
1 장비 손실	4.5	
2 지중열교환기	5.4	
3 직관부	6.6	=20.0 mmAq/m 330 m
4 곡관부	3.3	직관부의 50%
5 밸브등	4.5	
6 여유율	3.0	10%
총압력손실	27.3	

- 수동력 = (비중량(r,kg/Litre) × 양정(H,m) × 유량(Qv,Litre/Min)) × 9.8 ÷ (60sec/min)
= 5,031.4 W

- 필요동력 = 수 동력(Lw)/펌프효율(ηp) 펌프효율(ηp) = 0.70
= 7,187.7 W
= 9.5 HP
--> **= 15.0 HP** (11kW)

6. 팽창탱크

- 팽창탱크 계산

- ① 배관 시스템의 전체 보유수량(ℓ)-----V
- ② 배관 시스템의 최저온도($^{\circ}\text{C}$) ----- t_i
- ③ 배관 시스템의 최고온도($^{\circ}\text{C}$) ----- t_f
- ④ 배관 시스템의 최저운전 압력($\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$) ----- P_i

$$P_i = P_H + P_P$$

여기서, P_H : 팽창탱크로부터 배관 최고 위치까지의 수직높이에 따른 정수두압
 P_P : 에어벤트의 공기배출압 또는 증발 방지를 위한 적정가압

- ⑤ 배관 시스템의 최저운전 압력($\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$) ----- P_f

$$P_f = P_i + \Delta P_{\max}$$

여기서, ΔP_{\max} : 팽창탱크에서의 허용 최대압력 증가($\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$) 배관 각부에 대해서 아래와 같이 계산하여 그 중 최소치를 P_{\max} 으로 채택한다.

$$\Delta P_{\max} = P_E - (A+B+C+D)$$

여기서, P_E : 기기 및 배관의 내압 또는 안전밸브 설정압력

A : 안전밸브 설정압력에 대한 여유($=P_E \times 0.1$)

B : 기기 및 배관에 걸리는 정수두압

C : 증발방지 또는 공기배출을 위한 적정가압($=P_P$)

D : 배관 각부에 미치는 순환펌프의 압력

- ⑥ 팽창수량(VE)을 구한다.

$$VE = V \times (V_f - V_i)$$

여기서, V_f, V_i : t_f, t_i 에서의 물의 비체적

- ⑦ 유효용량계수(A.F :Acceptance factor)를 구한다.

$$A.F = 1 - ((1.033 + P_i) / (1.033 + P_f))$$

- ⑧ 팽창탱크 용량(V_t)을 계산한다.

$$V_t = VE / A.F$$

2) 지중 배관 시스템의 팽창탱크

- ① 지중 배관 시스템의 전체 보유수량(ℓ)

- 지중 배관의 체적 : 9.3 [m³]
- 지중열교환기의 체적 : 2.0 [m³]
- 기계실 배관 체적 : 0.7 [m³]

계 : 12,000 [ℓ]

- ② 지중 배관시스템의 최저 온도 t_i : 4 [°C]

- ③ 지중 배관시스템의 최고 온도 t_f : 40 [°C]

- ④ 지중 배관 시스템의 최저운전 압력

$$P_i = 0.2 + 0.3 = 0.5 \text{ [kg/cm}^2\text{G]}$$

- ⑤ 팽창탱크의 최고 운전압력

$$P_f = 0.5 + 1.9 = 2.4 \text{ [kg/cm}^2\text{G]}$$

- ⑥ 팽창수량(VE)을 구한다.

$$VE = 12,000 \times (1.00786 - 1.0000) = 94.3 \text{ [ℓ]}$$

⑦ 유효용량계수

$$A.F = (1 - ((1.033 + 0.5) / (1.033 + 2.4))) = 0.68$$

⑧ 팽창탱크 계산 용량

$$V_t = 94.3 / 0.68 = 139 [l]$$

⑨ 선정용량

$$V = 200 [l]$$

● 팽창탱크 선정

탱크 용량 (Lit)		200
장비수두 (H)		45
크기	∅ X H	
무게 (KG)		
배관접속 관경 (mm)	급수 (∅)	15
	팽창관 (∅)	25
	지열수관 (∅)	125
설치		기계실

온도에 물의 따른 비체적

℃	4	10	30	60	70	80	90
l/kg	1	1.00027	1.0044	1.01701	1.0228	1.029	1.0359