

구미지역의 지중온도예측 방법에 관한 연구

A Study on the Method to Predict Underground Temperature in Gumi City

정 수 일*
Jeong, sooill

Abstract

In Gumi area, the heating and cooling loads for underground building could have not been correctly evaluated since there were no systems accurate underground temperature. For solving this problem two ways of predicting the underground temperature were propose. Firstly, it is to estimate the underground temperature of Gumi area by averaging out the underground temperature of the areas around Gumi city. However, the underground temperature data of the areas around Gumi city was only limited to 0.5m and 1.0 m under the ground. Secondly, it is to calculate the underground temperature of Gumi area by using a periodic equation with variable about underground properties. Among these methods, the method of the average date was more correct, but the method of the variable date was more available.

Keywords : Energy, Underground, Temperature, Variables

1. 서 론

1. 연구의 목적

우리나라 주거용 에너지는 거의 전적으로 외국으로부터 수입하는 화석연료인 석유에너지에 의존하고 있는 실정이다. 이는 비단 우리나라뿐만이 아니라 전 세계가 당면하고 있는 문제로서, 몇 가지 측면에서 문제점을 안고 있다.

첫째로, 석유자원의 수명을 앞으로 30년 정도로 잡고 있는데 에너지가 고갈되어 석유매장량이 10~20년 정도 밖에 없는 지경에 이르르면 석유가격이 급상승하여 석유공급이 원활하지 못하여 석유 가격이 천정부지로 치솟을 경우, 우리나라는 수출로 벌어들인 외화를 에너지 수입에 투입하고도 모자라 막대한 무역적자를 초래하리라고 예상된다. 이는 곧 국가경제의 마이너스 성장으로 이어지고 건물의 난방도 제대로 하지 못하게 되어, 서민대중의 생활은 대단히 불편하게 될 것이다.

둘째로, 현재 사용중인 화석연료가 내뿜는 공해물질과 탄산가스가 큰 문제인 것이다. 이것 역시 우리의 생존과 직결되는 문제이다.

이와 같은 처지에서 우리는 서서히 석유자원의 의존

에서 벗어날 수 있도록 에너지 시스템의 대전환을 시작하여야 할 것이다. 또한 우리나라가 사용하는 에너지 중에서 30%~40%가 주거용으로 사용되고 있다는 점에서 에너지 사용 패턴전환에 대한 주거용 에너지의 중요성을 알 수가 있다. 이를 위한 대체에너지 중에서 태양에너지와 지중 에너지가 우리나라에서 경쟁력이 있을 것으로 생각되며, 이 두 에너지는 거의 영구적으로 사용 가능하며, 에너지 획득 비용이 들지 않고 무공해란 점에서 매력을 느낄 수가 있다.

지중 에너지를 주거용으로 이용을 하기 위해서는 지중온도의 자료가 필요하나, 기상청에서는 37개 관측점에서만 지중온도를 측정하고 있고, 그중 1/3정도는 지표면 근처만 측정하고 있는 실정이다¹⁾. 지중온도의 자료가 없는 경북 구미(龜尾)시 지역도 마찬가지로 지하 건물(건물의 일부분)건축시 적절한 자료를 활용하지 못하여 정확한 건물의 냉난방 부하계산이 어려운 실정이므로, 이 연구에서는 이 문제를 해결하는 것을 연구의 우선 과제로 설정하였다.

2. 연구의 방법

구미시 지역과 같이 지중온도 측정점이 없는 지역의 지중온도 예측방법은 다음의 두 가지로 생각할 수 있다.

*정회원, 금오공과대학교 건축전공 교수, 공학박사

*본 연구는 2001년도 금오공과대학교 학술연구비에 의하여 연구된 논문임

1) 기상청, 1980~1999, 기상연보

*각 지역 깊이별 지중온도는 기상청의 15-20년 간 통계 자료임

첫 번째로는 자료 필요지역을 중심으로 하는 주변 측정 지점들의 자료를 평균하여 구하는 방법과, 둘째로는 공식을 이용하기 위하여 계수들을 정하는 방법이다.

위 두 가지 방법을 사용하여 구한 지중온도와 기상청에서 측정되어있는 자료를 비교하기 위하여 대전지역을 중심으로 잡고, 그 주변 3지점 청주, 전주, 추풍령을 선정하여, 3지점의 지중 온도 평균(주변 측정지점 평균법)과, 3지점 및 동일지질대의 4가지변수를 구하여 각 깊이별로 대입하여 지중 온도를 계산한 것(공식이용계산법)을 대전지역의 기상청 측정자료와 비교하여 2방법 중 정확한 방법을 선택하여 구미지역 지중온도를 계산하기로 한다.

II. 주변측정 지점의 평균

이 방법은 지중온도 측정자료가 없을 때, 우선 생각할 수 있는 방법으로 인근지역 측정점의 자료를 원용하는 방법이다. 한 측정점만을 참고로 하기보다는 주변의 여러 점을 참고로 하는 것이 보다 나은 방법일 것이다. 여기서는 대전지역에 측정자료가 없다고 가정하고 인접 청주, 전주, 추풍령의 3지점 지중온도를 평균하여 대전지역 측정점의 실측자료와 비교하였다. 청주와 전주는 지표면, 지하 0.5, 1.0, 1.5, 3.0, 5.0 m의 자료가 있으나 추풍령은 지표면, 지하 0.5 m, 1.0 m의 자료밖에 없으므로 여기서는 공통으로 지하 0.5 m, 1.0 m에 대한 3지점 측정자료를 평균하여 대전실측치와 비교하였다. 청주, 전주, 추풍령 3지역의 0.5 m와 1.0 m 깊이 지중온도 평균과 대전 지중온도의 비교는 표 1, 2와 같다.

표 1. 3지점과 대전의 지중온도 비교(0.5 m) (°C)

지역 월별	3개 지역			평균	대전	차이
	청 주	추풍령	전주			
1	1.95	2.92	4.29	3.05	2.95	0.10
2	1.68	2.36	4.05	2.70	2.66	0.04
3	5.62	5.65	7.22	6.16	6.18	0.02
4	11.94	10.88	12.21	11.68	11.55	0.13
5	17.52	16.06	17.44	17.01	16.95	0.06
6	22.27	20.78	21.63	21.56	21.38	0.18
7	25.12	23.16	24.61	24.30	24.19	0.11
8	26.52	25.03	26.41	25.99	25.83	0.16
9	22.95	22.23	23.78	22.99	23.02	0.03
10	17.39	17.62	19.04	18.02	18.08	0.06
11	10.65	11.59	13.25	11.83	11.93	0.10
12	4.58	5.88	7.39	5.95	6.03	0.08
평균	14.02	13.68	15.11	14.27	14.23	0.09

표 2. 3지점과 대전의 지중온도 비교(1 m) (°C)

지역 월별	3개 지역			평균	대전	차이
	청 주	추풍령	전주			
1	5.07	5.92	6.39	5.79	5.9	0.11
2	3.96	4.5	5.27	4.58	4.67	0.09
3	5.82	5.74	7.04	6.20	6.5	0.3
4	10.39	9.45	10.85	10.23	10.33	0.1
5	15.09	13.83	15.33	14.75	14.83	0.08
6	19.56	18.05	19.3	18.97	18.9	0.07
7	22.83	20.98	22.3	22.04	21.94	0.1
8	24.88	23.22	24.56	24.22	24.19	0.03
9	23.09	22.15	23.52	22.92	23.04	0.12
10	19	19.04	20.1	19.38	19.51	0.13
11	13.59	14.41	15.31	14.44	14.67	0.23
12	8.2	9.28	9.85	9.11	9.46	0.35
평균	14.29	13.88	14.99	14.39	14.50	0.14

표 1, 표 2에서 보는 바와 같이 0.5 m에서는 3지역 월별평균 지중온도와 대전의 월별 평균 지중온도의 차이는 최저 0.03°C, 최고 0.18°C, 평균 0.09°C로서 대전의 0.5 m 연평균 지중온도 14.23°C의 약 0.6%오차 범위이고, 1 m 깊이에서는 3개 지역의 월 평균 지중온도와 대전의 월평균 지중온도의 차이는 최저 0.03°C, 최고 0.35°C, 평균차이 0.14°C로서 대전의 1 m 연평균 지중온도 14.5°C의 0.97% 오차를 보이고 있어서 두 지점의 평균오차는 0.785%를 나타내고 있다. 이 오차는 건물 난방부하 계산할 때의 안전량 가산부하(pick up load)²⁾ 10%에 비하여 신뢰성이 높은 편이다.

III. 공식 이용 지중온도 계산

지중을 반 무한 고체로 하여 에너지 방정식 1)³⁾을 주 기함수로 풀이하면 식 2)⁴⁾와 같이 된다.

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} \tag{1}$$

$$T = Tav + Tam \cdot \text{EXP}(-x \cdot A) \cdot \cos(\omega t - x \cdot A + NC) \tag{2}$$

여기서, T: 지중온도(°C),
Tav: 지중불변온도(°C),

2) 대한설비공학회, 2001, 설비공학편람 2권 P.13-9
3) J.P.Holman, 1981, Heat Transfer, McGraw-Hill, P.115
4) 정수일, 2001, 한국태양에너지학회논문집 (Vol. 21, No.1) P.59

T_{am} : 지표면 온도진폭(°C)

Al : 열확산보정계수($\sqrt{\frac{\omega}{2\alpha}}$)

[α : 열확산계수, ω : 주기($2\pi/365$)]

NC : 위상보정계수

x : 지중깊이(m)

t : 일자

식 1)에서 식 2)로의 변환과정은 「주기함수에 의한 지중온도 예측방법에 관한연구」(정수일, 한국대양 에너지학회 논문집, Vol. 21. 2001. NO.1)에서 해석이 되어 있으므로 여기서는 생략하기로 한다. 이 공식에 대입되는 각종변수들 T_{av} , T_{am} , Al , NC 를 구하여 식2)에 대입하여 지중온도를 구하는 것은 다음의 2가지 방법으로 나누어서 생각할 수 있다.

1. 주변 3지점 평균에 의한 변수결정

주변 3지점의 측정자료에서 지중온도 계산공식의 각종 변수를 추출하여 공식에 대입하는 방법이다. 식 2) 사용을 위한 변수들, 지중온도진폭(T_{am}), 지중불변온도(T_{av}), 열확산보정계수(Al), 위상보정계수(NC)의 3지점의 측정 평균값은 표 3과 같다.

표 4에서 보는 바와 같이 지중 불변온도 T_{av} 는, 3지점 평균과 대전의 차이가 0.04°C, 온도 진폭 T_{am} 은 0.71°C, 열 확산 보정계수 Al 은 0.078, 위상보정계수 NC 는 0.1의 차이를 보이고 있다.

2. 동일 지질대에 의한 변수 결정

이 방법은 지중온도 계산을 위한 각종 변수들을 그 지방의 지질과 같은 지역의 지중온도 자료를 이용하여

표 3. 지중온도 계산을 위한 변수 (3지점)

구분	청주	추풍령	전주	3지역 평균
T_{av} (°C)	14.403	13.703	15.112	14.41
T_{am} (°C)	16.38	13.44	15.17	15.0
Al	0.410	0.557	0.497	0.488
NC	2.7722	2.738	2.966	2.832

표 4. 변수의 비교 (3지점평균과 대전)

구분	청주	추풍령	전주
T_{av} (°C)	14.41	14.45	0.04
T_{am} (°C)	15.0	14.29	0.71
Al	0.488	0.415	0.073
NC	2.832	2.732	0.10

결정하는 방법이다. 대전지역이 속한 지질대는 대보화강암 지질대⁵⁾로서 해당지역의 각종 변수들은 표 5와 같다.

표 5에서 변수 T_{av} 는 평균 13.86°C로서, 대전 14.45°C보다 0.59°C가 작고, T_{am} 은 대전보다 0.503°C 크고, Al 은 대전보다 0.021 크고, NC 는 0.026 크게 나타났다.

3. 2방법의 비교 분석

1, 2절에서 결정된 각종 변수- T_{av} , T_{am} , Al , NC 를 3지점 평균으로 계산한 것과 지질대별로 계산한 것은 표 6과 같으며, 표 6의 변수들을 식 2)에 대입하여 계산된 대전지역의 지중온도는 표 7a~e와 같다.

즉, 표 7a~e는 지질대와 인접 3지점 평균에 의해서 결정된 변수들을 공식에 대입하여 계산한 것과 동일 지질대(대보화강암)의 평균에 의해서 결정된 변수들을 공식에 대입하여 계산한 2가지 경우의 지중온도와 대전지역 실측 지중온도의 비교표이다.

표 7a~e의 결과를 그래프로 나타낸 것이 그림 1~5이고, 그 결과를 종합한 것이 표 8로서, 대전기상대에서 실측하고 있는 0.5, 1.0, 1.5, 3.0, 5.0 m에 대한 실측치와 계산치의 연평균 차이값에 대한 평균이다.

변수들을 공식에 대입하여 계산된 지중온도는 깊이가

표 5 대보화강암 지질대의 변수 (°C)

지역	T_{av} (°C)	T_{am} (°C)	Al (°C)	NC
서울	14.025	15.925	0.496	2.921
인천	14.425	15.965	0.473	2.911
수원	13.577	15.515	0.439	2.739
서산	14.423	15.890	0.514	2.687
대전	14.448	15.415	0.415	2.733
청주	14.403	16.380	0.410	2.792
속초	13.205	15.330	0.388	2.700
춘천	12.860	16.045	0.267	2.637
원주	13.353	16.795	0.525	2.715
평균	13.858	15.918	0.436	2.759

표 6. 2방법에 의한 변수

변수결정방법	3지점 평균	지질대
T_{av} (°C)	14.40	14.00
T_{am} (°C)	15.00	16.00
Al	0.488	0.441
NC	2.832	2.739

5) 한국자원연구소, 1995, 한국지질도,

표 7a. 0.5 m 지중온도 (°C)

월	대전실측	3지점		대보 화강암 지질		비고
		계산값	차이값	계산값	차이값	
1	0.211	3.244	3.032	1.874	1.662	
2	1.655	3.075	1.420	1.390	0.265	
3	6.734	5.805	0.928	4.096	2.637	
4	13.460	10.868	2.593	9.437	4.023	
5	19.466	16.886	2.580	15.969	3.497	
6	24.308	22.242	2.066	21.939	2.369	
7	26.831	25.482	1.349	25.725	1.106	
8	27.617	25.727	1.890	26.304	1.313	
9	27.617	22.906	4.711	23.508	4.109	
10	22.777	17.787	4.990	18.102	4.675	
11	8.444	11.767	3.324	11.561	3.117	
12	2.527	6.459	3.932	5.641	3.113	
평균			2.735		1.342	

표 7c. 1.5 m 지중온도 (°C)

월	대전실측	3지점		대보 화강암 지질		비고
		계산값	차이값	계산값	차이값	
1	8.179	9.274	1.095	7.938	0.242	
2	6.443	7.503	1.060	5.924	0.520	
3	7.048	7.500	0.452	5.940	1.108	
4	9.652	9.303	0.349	8.027	1.625	
5	13.286	12.486	0.800	11.690	1.596	
6	16.820	16.183	0.637	15.934	0.886	
7	19.800	19.404	0.396	19.616	0.183	
8	22.263	21.296	0.967	21.769	0.494	
9	22.263	21.300	0.963	21.750	0.513	
10	22.268	19.440	2.827	19.599	2.668	
11	16.330	16.234	0.096	15.912	0.418	
12	11.943	12.563	0.592	11.669	0.274	
평균			0.853		0.877	

표 7b. 1.0 m 지중온도 (°C)

월	대전실측	3지점		대보 화강암 지질		비고
		계산값	차이값	계산값	차이값	
1	5.895	6.525	0.630	5.151	0.743	
2	4.666	5.292	0.626	3.671	0.995	
3	6.498	6.391	0.107	4.796	1.702	
4	10.329	9.622	0.707	8.323	2.005	
5	14.832	14.144	0.688	13.348	1.484	
6	18.906	18.793	0.167	18.508	0.398	
7	21.937	22.165	0.228	22.412	0.475	
8	24.193	23.508	0.685	24.021	0.172	
9	24.193	22.370	1.823	22.858	1.335	
10	23.036	19.083	3.953	19.263	3.773	
11	14.670	14.543	0.127	14.220	0.450	
12	9.458	9.968	0.510	9.080	0.378	
평균			0.854		1.080	

표 7d. 3.0 m 지중온도 (°C)

월	대전실측	3지점		대보 화강암 지질		비고
		계산값	차이값	계산값	차이값	
1	12.650	14.162	1.512	13.200	0.550	
2	10.602	12.527	0.925	11.235	0.633	
3	9.502	11.375	1.837	9.942	0.440	
4	9.765	10.981	1.217	9.634	0.130	
5	11.212	11.515	0.303	10.469	0.743	
6	13.382	12.823	0.558	12.209	1.172	
7	15.770	14.560	1.210	14.397	1.373	
8	17.949	16.281	1.668	16.467	1.482	
9	17.949	17.470	0.478	17.802	0.147	
10	19.369	17.834	1.535	18.071	1.298	
11	18.008	17.280	0.728	17.211	0.796	
12	15.700	15.951	0.250	15.447	0.253	
평균			1.021		0.481	

깊을수록 오차가 적어지는 것을 그림 1~5에서 알 수가 있다. 또한 표 8에서 깊이별 차이값은 대전인근지역의 실측 지중온도에 대한 연간(1월~12월) 평균온도와, 변수를 대입하여 계산한 연간 평균 지중온도와의 차이를 말하며, 표 8에서 볼 수 있는 바와 같이 3지점변수의 평균값에 의한 변수결정으로 계산한 값과, 대전 실측 지중온도와의 차이값 평균은 1.212°C로서 대전지중온도 평균인 14.45°C의 8.4% 오차이고, 지질대 기준의 차이값 평균 0.862°C는 대전지중온도 평균인 14.45°C의 6.0%오차로서 3지점 변수값보다 지질대 변수 평균값에 의한 오차가 다소 적게 나타났다.

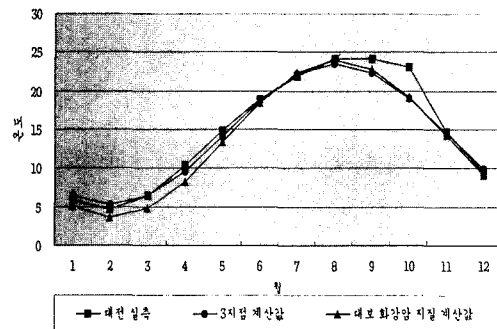


그림 1. 0.5 m 지중온도 그래프(온도:°C)

표 7e. 5.0 m 지중온도 (°C)

월	대전실측	3지점		대보 화강암 지질		비교
		계산값	차이값	계산값	차이값	
1	15.518	15.425	0.094	15.025	0.493	
2	14.448	14.910	0.463	14.229	0.218	
3	13.417	14.266	0.850	13.335	0.081	
4	12.648	13.643	0.996	12.554	0.094	
5	12.400	13.225	0.825	12.124	0.276	
6	12.693	13.125	0.433	12.159	0.534	
7	13.465	13.372	0.093	12.653	0.812	
8	14.531	13.908	0.623	13.484	1.047	
9	14.531	14.573	0.042	14.406	0.125	
10	15.641	15.192	0.449	15.178	0.463	
11	16.800	15.602	1.197	15.600	1.200	
12	16.574	15.692	0.881	15.548	1.025	
평균			0.579		0.531	

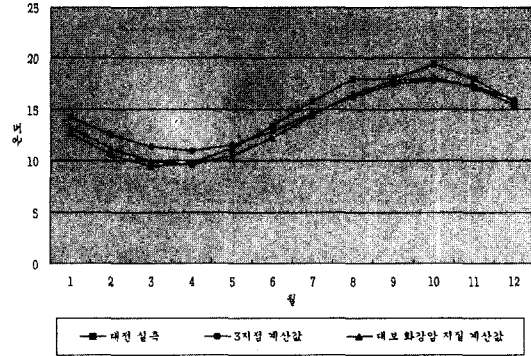


그림 4. 3 m 지중온도 그래프(온도:°C)

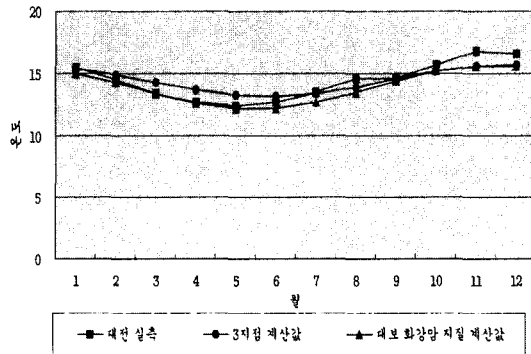


그림 5. 5 m 지중온도 그래프(온도:°C)

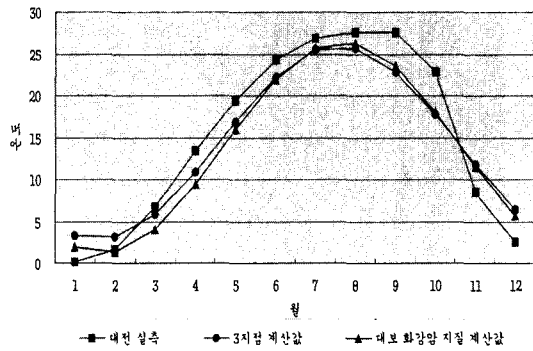


그림 2. 1 m 지중온도 그래프(온도:°C)

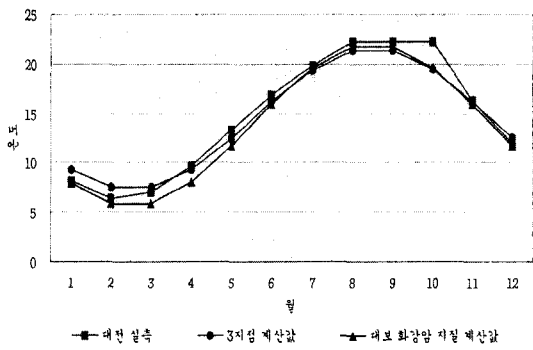


그림 3. 1.5 m 지중온도 그래프(온도:°C)

표 8. 지중온도 차이값 평균

지중깊이	3지점 차이값	대보화강암 차이값	비교
0.5 m	2.753	1.342	
1.0 m	0.854	1.080	
1.5 m	0.853	0.877	
3.0 m	1.021	0.481	
5.0 m	0.579	0.531	
평균	1.212	0.862	

IV. 구미 지역의 지중온도 계산

위와 같이 대전을 측정자료가 없는 지역으로 가정하고, 지중온도를 예측할 수 있는 방법들(인접 측정지역 평균법, 공식이용계산법)의 비교에서 측정자료가 없는 지역의 지중온도는 인접 3측정지역의 평균이 가장 작은 오차 0.785%(단, 2지점들-청주:추풍령, 추풍령:전주, 전주:청주-의 3경우 오차 평균은 7.2%이었다.)를 나타내었고, 그 다음은 지질대의 변수들을 공식에 대입하여 계

표 9. 구미인접지역 평균값 (°C)

깊이 지역 월	0.5 m			1.0 m		
	대구	추풍령	평균	대구	추풍령	평균
1	4.065	2.915	3.490	7.658	5.922	6.790
2	4.190	2.364	3.277	6.476	4.502	5.489
3	8.014	5.654	6.834	8.280	5.741	7.010
4	13.301	10.881	12.091	12.090	9.447	10.769
5	18.542	16.062	17.302	16.577	13.833	15.205
6	22.686	20.776	21.731	20.559	18.050	19.305
7	24.990	23.159	24.075	23.159	20.977	22.068
8	26.796	25.034	25.915	25.284	23.222	24.253
9	23.784	22.231	23.007	23.808	22.149	22.978
10	19.187	17.615	18.401	20.378	19.038	19.708
11	13.273	11.586	12.429	16.011	14.406	15.209
12	7.265	5.882	6.574	11.071	9.276	10.173
평균			14.594			14.913

표 10. 구미지역 지중온도(지질대 계수법) (°C)

깊이 지역 월	0.5 m	1.0 m	1.5 m	3 m	5 m	비고
1	3.637	6.986	9.810	15.045	16.763	
2	3.012	5.384	7.704	13.081	16.000	
3	5.595	6.384	7.606	11.743	15.125	
4	10.860	9.813	9.589	11.362	14.335	
5	17.397	14.796	13.182	12.118	13.880	
6	23.441	19.983	17.413	13.794	13.872	
7	27.356	23.975	21.143	15.947	14.322	
8	28.087	25.712	23.393	18.025	15.116	
9	25.417	24.677	23.492	19.406	16.020	
10	20.083	21.179	21.447	19.749	16.802	
11	13.539	16.176	17.825	18.970	17.249	
12	7.542	11.007	13.593	17.270	17.239	

산한 것(오차6.0%)으로서 이들 경우 오차는 모두 안전량 가산부하(pick up load) 10%보다는 작게 나타났다. 따라서 구미인접 지역인 안동, 대구, 추풍령 3지점의 지중온도를 평균값으로 하여 결정하는 것이 타당하겠으나, 안동은 지표면만 측정하고 있어서 실제로는 대구와 추풍령의 평균값으로 한 것이 표 9이다.

표 9는 추풍령 측정값이 0.5 m, 1.0 m 두 지점뿐이므로 2지점의 평균값을 계산한 것이다. 또한 구미지역은 대보화강암 지역에 속하므로 이 지역의 변수(Tav , Tam , AI , NC)들을 이용하여 0.5~5.0 m의 지중온도를 계산한 것이 표 10이다.

표 11. 평균값과 지질대 계수법의 비교 (°C)

깊이 지역 월	0.5 m			1.0 m		
	인접지역 평균값	지질대 계수값	차이값	인접지역 평균값	지질대 계수값	차이값
1	3.490	3.637	0.147	6.790	6.986	0.196
2	3.277	3.012	0.265	5.489	5.384	0.105
3	6.834	5.595	1.239	7.010	6.384	0.626
4	12.091	10.860	1.231	10.769	9.813	0.956
5	17.302	17.397	0.095	15.205	14.796	0.409
6	21.731	23.441	1.170	19.305	19.983	0.678
7	24.075	27.356	3.281	22.068	23.975	1.907
8	25.915	28.087	2.172	24.253	25.712	1.459
9	23.007	25.417	2.410	22.978	24.677	1.699
10	18.401	20.083	1.682	19.708	21.179	1.471
11	12.429	13.539	1.110	15.209	16.176	0.967
12	6.574	7.542	0.968	10.173	11.007	0.834
평균	14.594	15.497	0.903	14.913	15.506	0.593

위의 대전지역 비교에서, 두 지점의 측정값을 평균한 것과 지질대 변수에 의한 공식이용 계산법은 오차의 평균차이가 1.2% 지질대 변수이용 쪽이 정확하며, 0.5 m, 1.0 m 이외의 지중온도 자료가 필요할 때가 많으므로 지질대(대보화강암)측정값으로 변수를 정하여 공식을 계산하는 것이 실용적이다. 단 여기서 계산된 지중온도는 실측과, 지하수 관측연보를 기준으로 한 값 15.56°C⁹⁾를 적용하여 보다 정확성을 기했으며, 표 11은 비교 가능한 깊이 0.5 m, 0.1 m의 지중온도를 2가지 방법으로 계산하여 비교한 것으로 0.5 m는 0.903°C의 차이를 1.0 m에서는 0.593°C 차이를 나타내고 있다. 표 12는 지질대 변수로 계산된 구미지역 지중온도이다.

V. 결 론

구미지역은 지중온도 측정자료가 없어서, 지하공간 건물의 냉난방 부하계산에 어려움이 많으므로 이를 해결하기 위해 다음과 같은 방법을 고안하였다.

1. 지중온도에 대한 측정자료가 없는 지역의 지중온도 예측을 위하여 대전을 측정자료가 없는 지역으로 간주하고, 인접 3측정 지역의 지중온도 평균으로 지중온도를 구한 후, 대전지역의 실측 지중온도와 비교한 결과, 0.785% 오차를 나타내었다.
2. 그러나 인접지역 측정자료는 특정깊이 0.5 m, 1.0 m, 정도만 측정 되어있고, 측정 인접지역이 없는 경우도 있

9) 한국수자원 공사, 2000, 지하수 관측연보, 성문인쇄 사, P.298

표 12. 구미지역 예측지중온도(월평균) (°C)

월	깊이	0.0 m	1.0 m	2.0 m	3.0 m	4.0 m	5.0 m	6.0 m	7.0 m	8.0 m	9.0 m	10 m
1		-0.12	6.99	12.08	15.05	16.41	16.76	16.61	16.28	15.96	15.73	15.59
2		0.84	5.38	9.81	13.08	15.06	16.00	16.28	16.22	16.03	15.83	15.68
3		5.58	6.38	9.02	11.74	13.83	15.13	15.77	15.99	15.97	15.86	15.74
4		13.06	9.81	9.91	11.36	13.02	14.34	15.19	15.64	15.80	15.81	15.75
5		21.22	14.80	12.33	12.12	12.89	13.88	14.71	15.27	15.57	15.69	15.71
6		27.86	19.98	15.62	13.80	13.48	13.87	14.46	14.97	15.34	15.54	15.63
7		31.18	23.98	18.89	15.95	14.63	14.32	14.50	14.84	15.16	15.39	15.53
8		30.26	25.71	21.29	18.03	16.06	15.12	14.84	14.91	15.10	15.29	15.44
9		25.37	24.68	22.11	19.41	17.33	16.02	15.37	15.14	15.16	15.26	15.38
10		17.83	21.18	21.16	19.75	18.12	16.80	15.95	15.50	15.33	15.31	15.37
11		9.69	16.18	18.71	18.97	18.22	17.25	16.42	15.86	15.56	15.43	15.41
12		3.13	11.01	15.41	17.27	17.61	17.24	16.67	16.15	15.79	15.58	15.49

으므로 보편적으로 사용할 수 있는 방법은 지중온도 계산공식에 변수를 대입하는 방법으로, 인접측정 변수들의 평균이나, 동일 지질대 측정지역 변수들의 평균으로 변수를 결정하였으며, 동일 지질대 변수법이 인접지역 변수 평균보다 오차가 작게 나타났다.

3. 구미지역의 지중온도는 대구, 추풍령, 안동의 3지점을 선택하였으나, 안동은 지표면 측정치만이 있으므로 제외하고, 대구와 추풍령 지역의 평균치로 구하였으며, 지중깊이가 0.5 m, 1.0 m로 제한되었다.

4. 따라서 구미지역의 지중온도는 인접지역 측정자료를 직접 이용하는 데는 제한이 크고 2측정지점의 평균은 지질대 변수이용계산법보다 부정확 하므로 동일지질대 평균으로 구한 변수들을 공식에 대입하여 구미지역의 깊이별 지중온도를 구하는 것이 실용적으로 판단되었다.

5. 이와 같은 방법은 구미 이외의 지역에도 적용 가능하므로 지중온도 측정자료가 없는 다른 지역의 지중온도 예측에 기여할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 기상청, 1980-1999, 기상연보.
2. 대한설비 공학회, 2001, 설비공학편람 제2권.
3. 정수일, 2001, 한국태양 에너지학회 논문집 (Vol. 21, No.1).
4. 한국수자원공사, 2000, 지하수 관측연보.
5. 한국지질도, 1995, 한국자원연구소.
6. Frank P. Incropera, 1981, Fundamentals of Heat Transfer, John Wiley & Sons.
7. Glen E. Myers, 1971, Analytical Methods in Conduction Heat Transfer, Mcgraw-Hill.
8. J. P. Holman, 1981, Heat Transfer, Mcgraw Hill.