

【9】 地中熱利用の実証実験による地温変化について

東邦地水㈱ 奥村建夫 三輪義博
 ○寺地啓人 保坂 互

1. はじめに

近年、環境型社会への意識が高まるなかで、自然エネルギーの有効利用が注目されている。地下 100m 以浅の地中熱は、エネルギーとしては低品位であるものの、賦存量は膨大であり半恒久的なエネルギーとして利用価値は高いものと考えられる。

地中熱を利用したヒートポンプシステムは、地中に埋設した熱交換井を用いて地中から熱を採取、もしくは地中へ熱を放出することにより冷暖房を行うシステムである。

ここでは、採熱試験実施時の地層別の温度変化から、地中熱利用ヒートポンプ (GeoHP) システムが地盤環境にどの程度影響を及ぼすかについて検討した結果について報告する。

2. 実験概要

実験場所は、三重県北勢地域に分布する沖積低地に位置し、図-1 に示すように、海岸線から 1km 程度の中小河川に挟まれた場所である。

地質の構成は、地表面より沖積砂礫層、洪積砂礫層、洪積粘性土層、洪積砂泥互層、洪積砂礫層・砂層の水平堆積構造を呈している。

当該地における地下水位は、GL-2.5m 付近に確認されている。GL-20m 付近に洪積粘性土層が厚く堆積しており、その上部、下部で不圧地下水、被圧地下水が分布している。

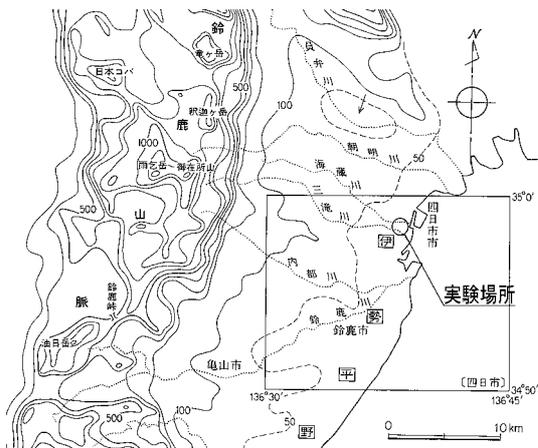


図-1 実験場所の位置図

採熱試験の設備は、図-2 に示すように、材質および設置深度の異なる熱交換井を 4 本、GeoHP システムによる地盤への影響を確認することを目的として地温計測井を 2 本配置した。

熱交換井および地温計測井の地温の測定には、熱電対を用いて自動計測を行った。



図-2 実験敷地概要

3. 検討方法

GeoHP システムでの地中温度は、暖房運転時には採熱のために低下し、冷房運転時には放熱のために上昇する。ここでは、運転停止後の地温変化に着目して検討を行った。

今回の検討には、4 本の熱交換井の中から代表して図-3 に示す熱交換井 No.3 (U チューブ 50m 井) の行き温度 (TH1~TH6) のデータを用いた。

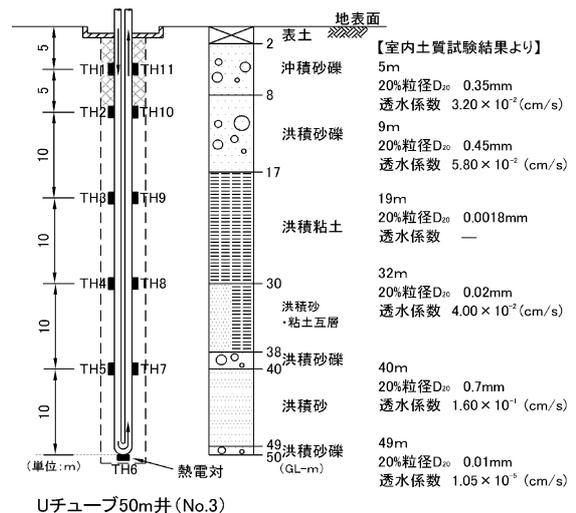


図-3 熱電対の配置図

4. 検討結果

暖房運転および冷房運転停止後の温度変化グラフを図-4 に示す。表-1 に、試験前に測定された自然状態の温度および運転停止直後の温度を示す。

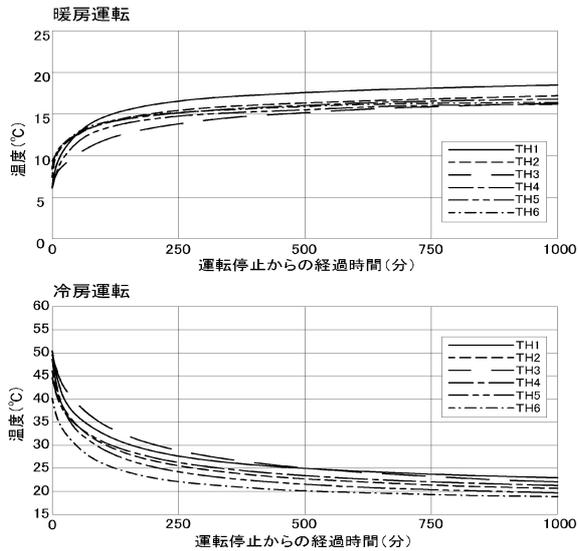


図-4 温度変化グラフ

表-1 温度一覧表

深度 (GL- m)	地質	温度(°C)		
		自然状態	暖房運転 停止時	冷房運転 停止時
5	沖積砂礫	20.5	6.2	50.4
10	洪積砂礫	18.0	7.4	46.1
20	洪積粘土	17.7	6.1	49.5
30	洪積砂・粘土互層	17.9	8.4	44.6
40	洪積砂礫	16.9	6.6	48.6
50	洪積砂礫	16.9	9.3	40.1

運転停止後から地温の自然状態への復元状況について、次式を用いて「温度復元率」を求め、図-5 に示す「温度復元率-時間曲線」を作成した¹⁾。

【暖房運転】

$$\frac{(\text{任意の経過時間における温度}) - (\text{運転停止時の温度})}{(\text{任意の経過時間における温度} - \text{運転停止時の温度})} \times 100(\%) \dots\dots\dots(\text{式-1})$$

【冷房運転】

$$\frac{(\text{運転停止時の温度}) - (\text{任意の経過時間における温度})}{(\text{運転停止時の温度} - \text{任意の経過時間における温度})} \times 100(\%) \dots\dots\dots(\text{式-2})$$

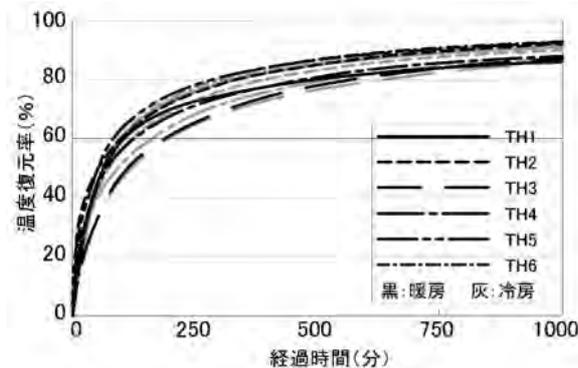


図-5 温度復元率-時間曲線

各深度ごとに温度復元率-時間の違いが見られるが、同一深度では暖房運転、冷房運転で概ね同様の変化を示す結果となった。

ここで、地層による温度復元率の違いを見るために、図-6 に示す代表的な地層での冷房運転時の「温度復元率-時間対数曲線」を作成した。

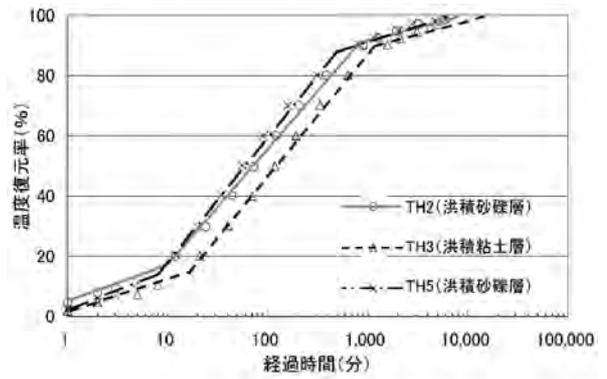


図-6 温度復元率-時間対数曲線

表-2 経過時間-温度復元率一覧表

【TH2】		【TH3】		【TH5】	
経過時間(分)	温度復元率(%)	経過時間(分)	温度復元率(%)	経過時間(分)	温度復元率(%)
1	4.6	1	1.9	1	2.2
2	7.8	2	5.0	2	4.7
3	9.6	5	7.2	3	6.9
12	19.9	8	10.4	5	11.0
24	29.9	21	20.1	12	20.5
44	40.2	40	30.2	20	29.7
73	49.8	70	39.9	35	40.4
122	60.1	118	50.0	56	50.2
207	70.1	192	60.1	91	59.9
386	80.1	334	70.1	159	70.0
899	90.0	635	80.2	313	80.1
1260	92.5	1577	90.3	832	90.2
1938	95.0	2104	92.5	1153	92.4
3206	97.2	3121	94.7	2026	95.0
5881	98.6	4232	96.2	2784	97.2
		5121	97.2	4732	98.1

図-6 より温度復元率が 100%となる経過時間は以下のように推定される。

- TH2 (10m : 洪積砂礫) 8000 分
- TH3 (20m : 洪積粘土) 15000 分
- TH5 (40m : 洪積砂礫) 6000 分

5. まとめ

今回の実験結果から、GeoHP システムでの温度復元率について次のような傾向が得られた。

- ・ 同一地層における暖房運転、冷房運転による温度復元率は、同様の变化を示す。
- ・ 地温変化が生じてから、自然状態に戻るまでに要する時間(温度復元率 100%)は、地層によって異なり、砂礫層で 6000~8000 分程度、粘性土層で 15000 分程度と推定される。

今回は、1 日を 1 サイクルとした短時間において、比較的大きい温度差を与えた場合における地温の変化について、概略的な検討を加えたものである。今後は、生活サイクルに合わせた長期間のシステム運転による周辺地盤への影響について、地盤の熱特性を考慮した定量的な検討を行う予定である。

《引用・参考文献》

- 1) 上田敏雄・水野健一郎：多点式温度検層を用いた地下水流動速度の評価，全地連「技術フォーラム'92」講演集，pp. 127~130，1992. 9.