

本資料は2000年3月31日付で登録区分
変更する。

東濃地科学センター 【研究調整グループ】

DH-2号孔における温度・孔曲り検層作業
(深度0m～500m区間)

報 告 書

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1996年3月

株式会社 物理計測コンサルタント

本文の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせ下さい。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184
Japan

©核燃料サイクル開発機構
(Japan Nuclear Cycle Development Institute)
1996

~~この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、特に限られた関係者だけに
開示するものです。ついでに、複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者
への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のこ
とには使用しないよう特に注意して下さい。~~

本資料についての問合せは下記に願います。

〒509-51 岐阜県土岐市泉町定林寺字園戸959-31

動力炉・核燃料開発事業団

東濃地科学センター 技術開発課

1996年3月



DH-2号孔における温度・孔曲がり検層作業報告書

(深度0m~500m区間)

松岡清幸* 長田和洋*

要 旨

1. 本資料は、岐阜県瑞浪市明世町で実施した温度・孔曲がり測定の結果をとりまとめたものである。
2. 温度検層結果は、深度501.3mで28.5度を示した。
3. 孔曲がり測定結果は、500mで傾斜角 3.1度、偏距14.3mであった。

本報告書は、株式会社物理計測コンサルタントが動力炉・核燃料開発事業団との契約により実施した業務の成果である。

契約番号 : 07C1558

事業団担当部課室 : 東濃地科学センター 地層科学研究開発室

室長 湯佐泰久

* (株) 物理計測コンサルタント

「Temperature Logging and Bore Hole
Surveying Report of DH-2 Drill Hole」

Kiyoyuki Matsuoka * Kazuhiro Nagata *

A b s t r a c t

- 1 . The paper presents summarized geophysical informations by the results of Temperature Logging and Bore Hole Surveying of drill hole, operated in Akiyo Town, Mizunami City, Gifu Prefecture, Japan.
- 2 . Temperature Logging at 501m is 28.5 °C.
- 3 . Bore Hole Surveying at 500m is 3.1° (Inclination angle) and 14.3m (deviation).

Work performed by Geophysical Surveying Co., Let under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation.

Contract Number : 07C1558

PNC liaison : Tono Geoscience Center Geological Environment Research
Section - Yasuhisa Yusa

* Geophysical Surveying CO., Let.

目 次

1.	はじめに	1
2.	調査概要	1
2.1	一般事項	1
2.2	位置図	2
3.	物理検層	3
3.1	物理検層測定原理	3
3.1.1	温度検層	3
3.1.2	孔曲がり測定	5
3.2	検層結果	6
3.2.1	温度検層結果	6
3.2.2	孔曲がり測定結果	12
4.	あとがき	26

図目次

図 2.1	調査位置図 (1/50000)	2
図 3.1.1	温度検層ゾンデ外観図	3
図 3.1.2	温度測定回路図	3
図 3.1.3	泥水循環直後の温度勾配と坑内温度の関係	4
図 3.1.4	坑井記録 (ロールフィルム)	5
図 3.2.1	温度検層図 (平成8年 3月 4日)	7
図 3.2.2	温度検層図 (平成6年 3月11日)	8
図 3.2.3	逸水層と温度回復の関係図	10
図 3.2.4	孔曲がり測定記録図	13
図 3.2.5	孔曲がり測定解析概念図	20
図 3.2.6	孔曲がり解析 (南北孔井経距図)	23
図 3.2.7	孔曲がり解析 (孔井経距・緯距図)	24
図 3.2.7	孔曲がり解析 (傾斜図-偏距図)	25

表目次

表 3.1.1	マルチプルショット仕様	5
表 3.2.1	孔曲がり測定結果一覧表	18
表 3.2.2	孔曲がり解析結果一覧表	19

1. はじめに

本調査は、岐阜県瑞浪市明世町に掘削されたDH-2号孔を利用して、温度検層と孔曲がり測定を実施した。本報告書は、その際実施した物理検層について取りまとめたものである。

2. 調査概要

2.1 一般事項

- (1) 調査件名 : 『DH-2号孔における温度・孔曲がり検層作業(深度0m~500m区間)』
- (2) 調査場所 : 岐阜県瑞浪市明世町 DH-2号孔
- (3) 調査期間 : 自 平成 8年 3月 4日
至 平成 8年 3月31日
- (4) 調査内容 : 孔内物理検層(温度検層, 孔曲がり検層)
- (5) 発注者 : 動力炉・核燃料開発事業団 東濃地科学センター
- (6) 調査担当 : 株式会社 物理計測コンサルタント
本社 ☎103 東京都中央区日本橋浜町3-6-3
TEL 03-3668-6261
長岡支店 ☎940 新潟県長岡市西新町2-4-14
TEL 0258-36-5021

現場測定者 長田 和洋
報告書担当 松岡 清幸

2.2 調査位置図



図 2.1 調査位置図 (1/50000)

0 500 1000 1500 2000 m

3. 物理検層

物理検層は、温度、孔曲がり測定の2種目について、平成8年3月4日に実施した。

3.1 物理検層測定原理

まず、温度検層からそれぞれの検層原理について述べる。

3.1.1 温度検層

温度検層は、孔内の温度を深度に対して連続的に測定して地層の温度を決定し、地層の対比、逸水層、出水層、帯水層などの位置判定に利用する。また流体産出層、あるいは流体圧入層の温度も測定する。

孔内温度の測定は、単にその地層の温度勾配あるいは最高温度を知るだけでなく、地層中の流体の出入りにより生ずる微細な温度変化を記録することが重要である。測定原理の等価回路を図3.1.2に示す。

図に示すように地上から I mA の定電流を供給し、サーミスター両端の電位降下を地上で測定して抵抗変化を求める。ケーブル抵抗 R_1 、 R_2 の抵抗が充分小さくサーミスター R に比べて電位差計の入力インピーダンスが充分大きければ、測定電圧 V は、 $V=IR$ となりケーブル抵抗に関係なくサーミスターの抵抗を知ることができる。しかし、実際にはケーブル抵抗が存在するので、ケーブル補償回路が付加されている。

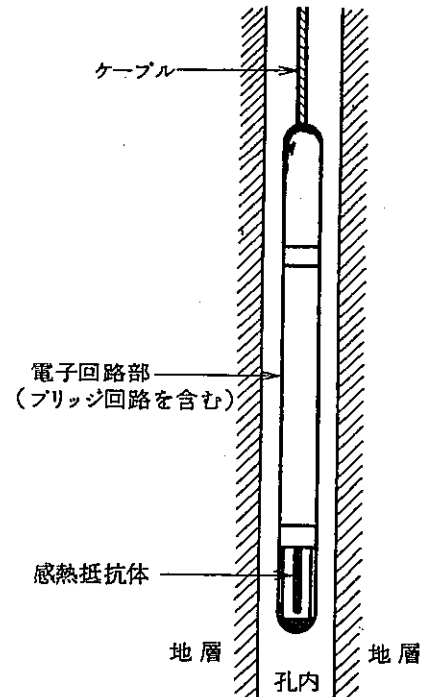


図 3.1.1 温度検層ゾンデ外観図

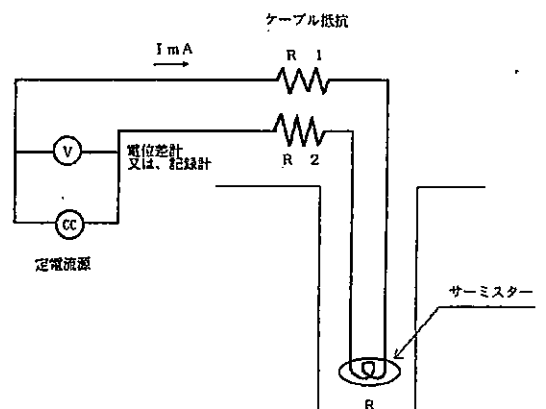


図 3.1.2 温度測定回路図

図3.1.3 は地温勾配と長時間の泥水循環直後の孔内温度の関係を示したもので、孔内温度は、本来の温度勾配とは違った温度勾配を示すようになる。循環を中止すると、この勾配は時間が経過することによって再び元の温度勾配に戻るが、その戻る過程で泥水侵入の顕著な浸透性の層があると、その層は復元がおくれ周囲地層の温度勾配と変化が生ずる。この変化量は非常に微小であるので、差動式の高感度の温度検層機を用いる。

温度検層機の感熱素子としては、サーミスターを使用している。サーミスターの感熱応答は約0.5 秒である。

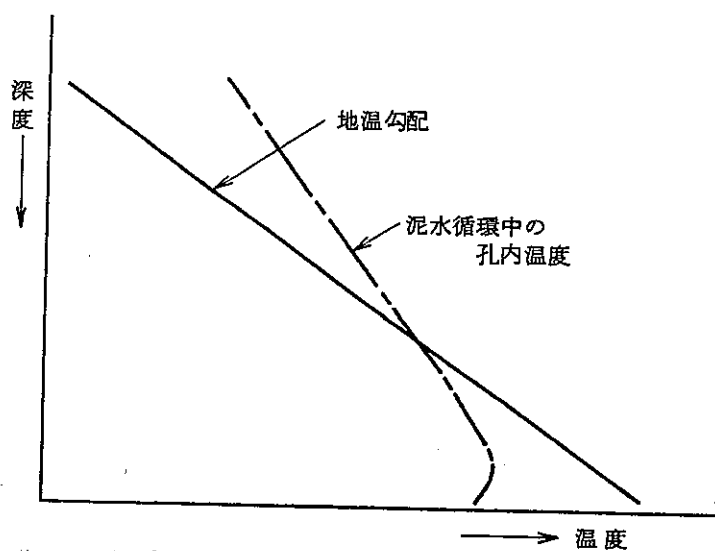


図 3.1.3 泥水循環直後の温度勾配と坑内温度の関係

3.1.2 孔曲がり測定（方位・傾斜測定）

孔曲がり測定は、孔井の方位及び傾斜を測定する。マルチプルショットは、10mmのロールフィルム上に連続的にボーリング孔の方位及び傾斜を写し、現像することのできる写真式の孔井記録傾斜儀である。

測定器は5つの部分より構成され、各機構は次の通りである。

タイマー・・・・・・・・・・照明時間をコントロールする為のタイマーである。

メカニカルタイマー（機械式タイマー）で最大90分

バッテリーチューブ・・・・・・・・電源として乾電池を収納するケース

ボディ・・・・・・・・・・フィルムを収納するケース

レンズ、ランプユニット・・レンズと照明を取り付けたユニット

コンパスユニット・・・・・・・・写真の被写体となる角度、方位を示す部分であり、0～20度のコンパスアングルユニットを有す

仕様は以下の通りである。

外 径	35mm 外筒 45mm	MAX データ	250データ
全 長	1070mm	コンパス	0～20°
重 量	約 2.6kg	タイマー	30sec, 1・2・4 8 min
フィルム	10mm ロールフィルム		

表3.1.1 マルチプルショット仕様

データフィルムは、次のように取得される。

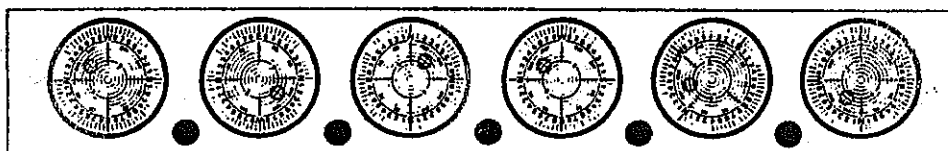


図 3.1.4 坑井記録（ロールフィルム）

3.2 検層結果

本坑の検層結果については、次の2種目（温度、孔曲がり検層）のデータをまとめ、それぞれの検層結果を示した。

3.2.1 温度検層結果

温度検層については、DH-2号孔掘削直後（平成6年3月測定）の測定結果と今回の結果を比較することによって、孔内温度の回復状況を検討した。

温度検層結果については、まず今回の測定区間全体の温度曲線を図3.2.1に示す。

温度曲線から本孔の温度変化についてその特徴を述べると、地表付近の気温の影響を除けば、温度勾配は、比較的低い値を示す。（平均温度勾配 0.39 °C/10m）

この値は、日本の一般的な地温勾配 0.3 °C/10mとほぼ同じで、平均的な熱流量を示す地域と考えられる。

検層時の孔内水位は、深度30.5mで、孔内温度の最高は、孔底（深度501.3m）で28.5°Cを記録している。

孔内温度は、深度30.5m以深大きな変化もなく穏やかな上昇カーブを示している。

次に、平成6年3月11日の検層結果と比較すると、孔底（深度500.0m）で0.7°C上昇し、測定区間でも、最大2.0°C以上の上昇が観測されている。

更に、坑内水も今回の検層では3.9m下がっている。

又、平成6年3月11日の検層時に観測された深度209m付近、深度233m付近、深度320m付近の孔内温度の減少は、今回の検層では認められなかった。

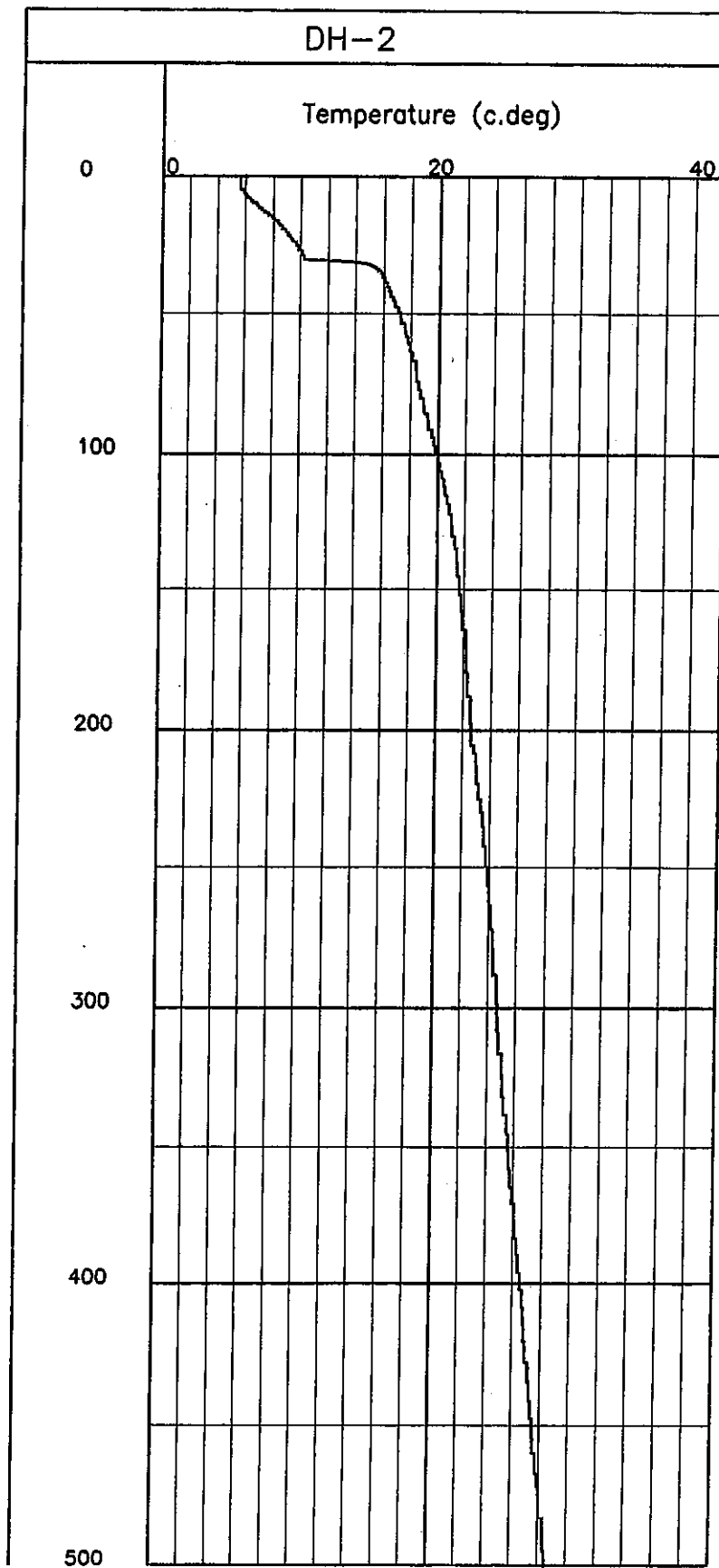


图 3.2.1 温度検層図 (平成8年 3月 4日)

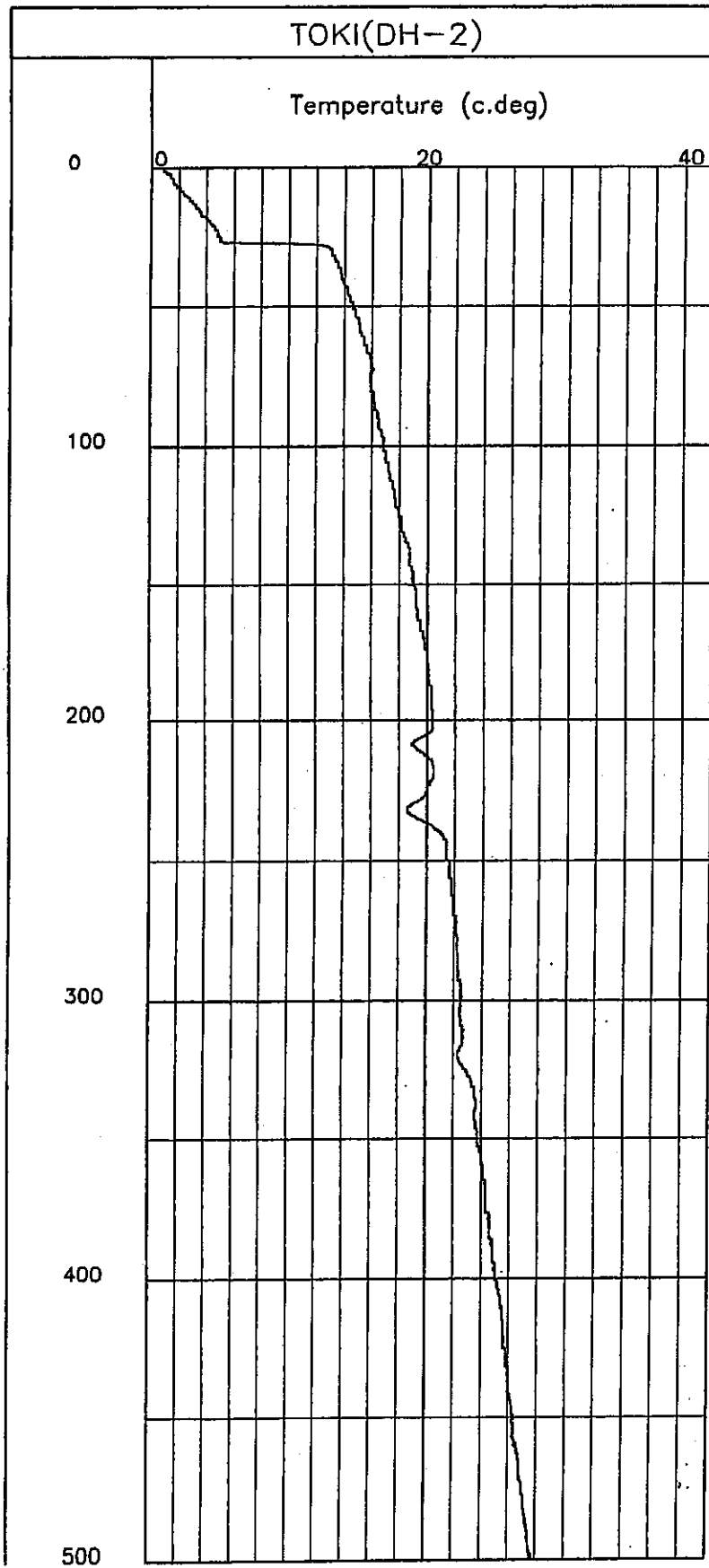


图 3.2.2 温度検層図 (平成6年 3月11日)

一般的に、掘削時および掘削終了後、孔井周辺は掘削用水の浸透で全体的に冷やされているため、掘削用水の循環を停止させると、孔内の温度は徐々に回復してその地層の温度に近づく。

逸水層では、掘削用水の浸透が大きく、周囲よりも冷却されているためポンプ停止後の温度が周囲よりも極端に低くなる傾向がみられる。

また、温水の流れに遭遇している場合では、その温水の温度を反映して周囲よりも極端に温度が高くなることがある。

従って、注水停止後の温度回復を測定することにより温度アノマリーの位置から主要逸水層（浸透層）を見つけることができる。

図3.2.3 に、温度回復測定結果の例を概念的に示す。

図3.2.3 において、(a) は逸水層がない場合で、温度のアノマリーは見られない。地層の透水性が小さいほど、孔内水位が高く、自然水位まで低下する時間が長いのも特徴である。

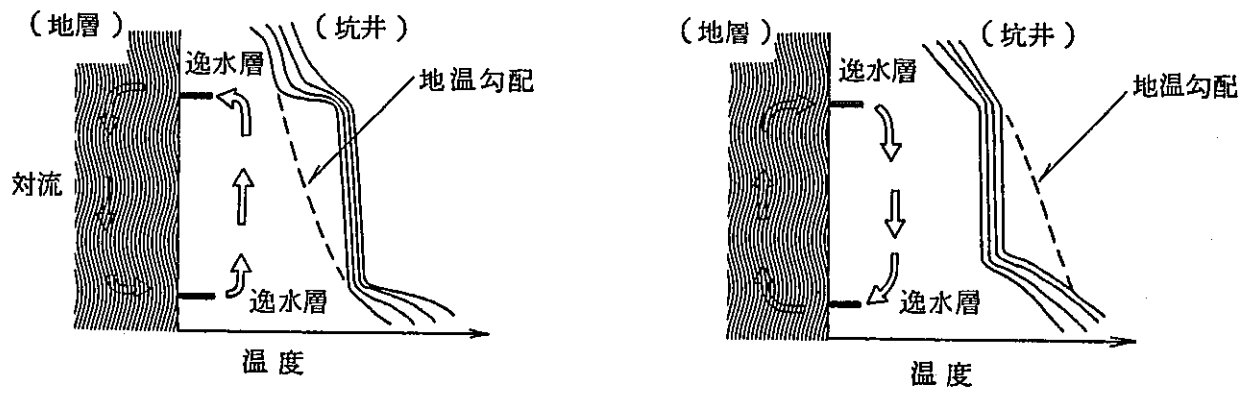
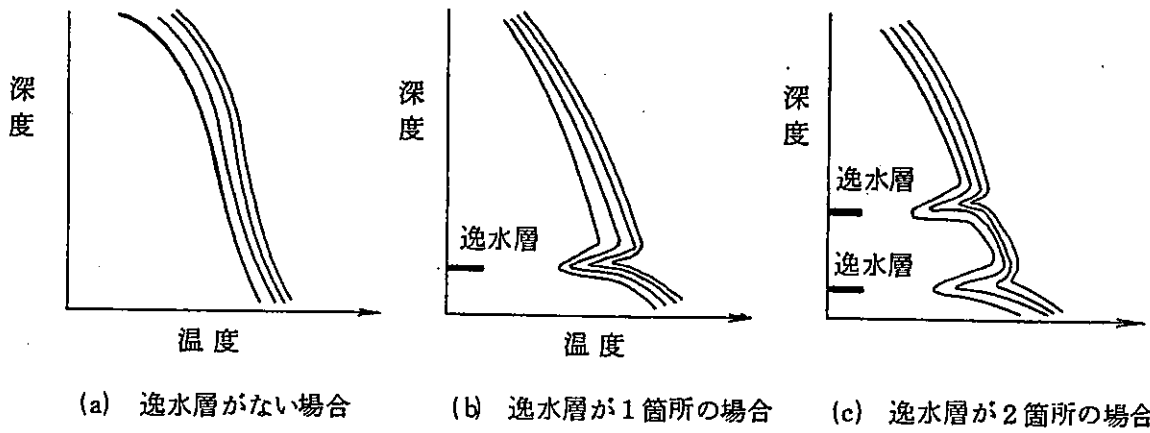
(b) は、逸水層が1箇所の場合、(c) は、逸水層が2箇所の場合である。(d) と(e) は、逸水層が2箇所、地層と孔内の間で対流が起こっている場合を示している。

(d) では、深部の逸水層から、地熱流体が流入し、孔内を上昇して浅部逸水層から地層へ流出している。このため高い地熱流体の上昇によって地温勾配より高い部分が出てくる。

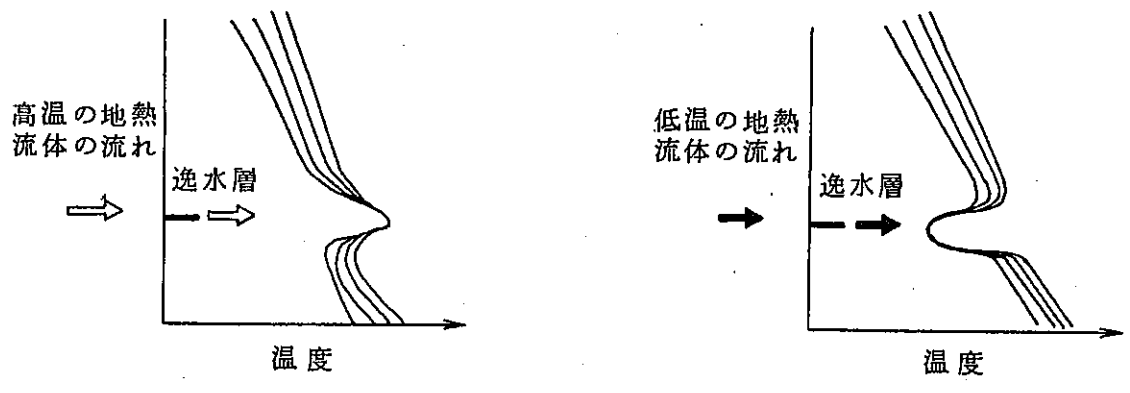
(e) では、浅部の逸水層から、地熱流体が流入し、孔内を下降して深部逸水層から地層へ流出している。このため低い地熱流体の下降によって地温勾配より低い部分が出てくる。

(d) も(e) も、孔内で温水が動いている深度で温度がフラットになるのが特徴である。(但し、熱伝導による温度の回復が見られる。)

(f) と(g) は、逸水層が貯留層の地熱流体の通路（断層、フラクチャー等）に遭



(d) 坑内で上昇流が生じている場合 (e) 坑内で下降流が生じている場合



(f) 高温の地熱流体の流れに遭遇している場合 (g) 低温の地熱流体の流れに遭遇している場合

図 3.2.3 逸水層と温度回復の関係図

遇している場合を示している。

(f) では、高温の地熱流体、(g) では低温の地熱流体に遭遇しており、いずれも逸水層ではその流体の温度が示されている。

(f) と (g) の特徴は、逸水層以外の深度では、温度回復が観測されるのに対して、逸水層 (温度アノマリー部) では温度の回復が見られないことである。これは、周囲の岩石からの熱伝導よりも、地熱流体の流れによる熱伝導の方が支配的であるためである。

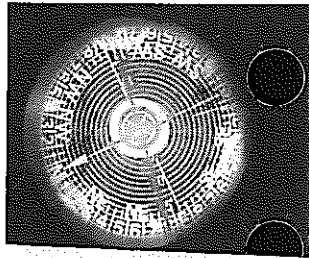
3.2.2 孔曲がり測定結果

孔曲がり測定結果については、裸孔区間の深度171.2～500.0mで10m毎に測定した。

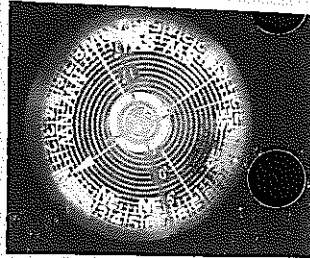
その結果として、測定記録（フィルム）と記録から読み取った角度と方位を図3.2.4に測定結果図として添付した。

更に、孔曲がり測定結果をもとに、測定解析概念図のとおり計算を行い、その結果を一覧表に示し、孔井の偏距図に示した。

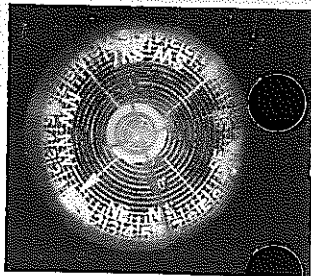
その結果、本孔は最大 3.1° の傾斜角を示し、孔井元から最大NW 60° の方向に14.3m変位している。



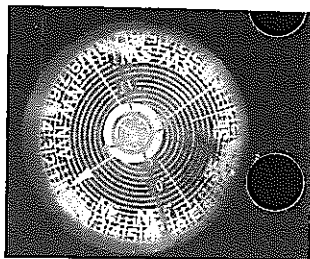
角度 1.0度
深度175m 方位 NW77度



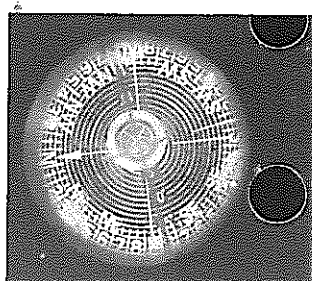
角度 1.2度
深度180m 方位 NW70度



角度 1.5度
深度190m 方位 NW60度

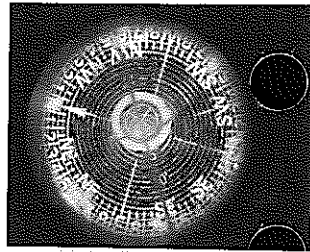


角度 1.8度
深度200m 方位 NW51度

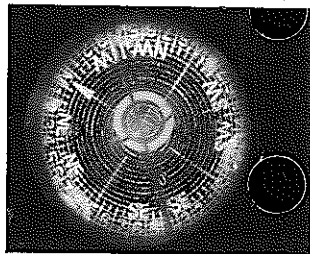


角度 1.8度
深度210m 方位 NW57度

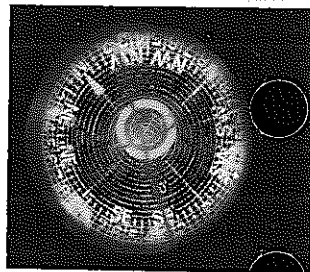
図 3.2.4 孔曲がり測定記録図 (1)



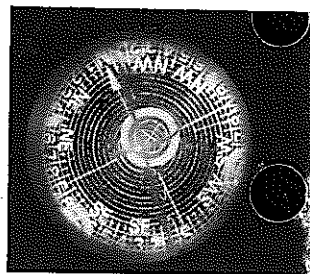
角度 1.9度
 深度220m 方位 NW58度



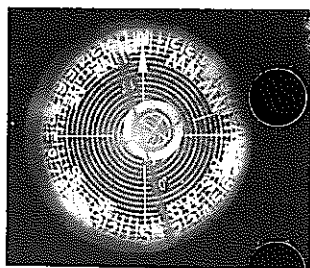
角度 1.9度
 深度230m 方位 NW53度



角度 1.9度
 深度240m 方位 NW53度

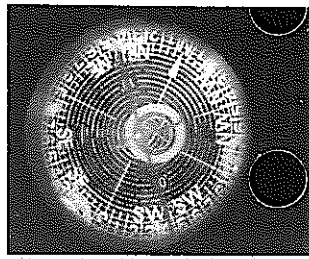


角度 2.0度
 深度250m 方位 NW60度

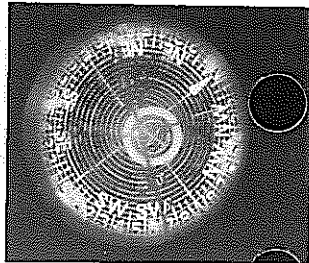


角度 2.1度
 深度260m 方位 NW61度

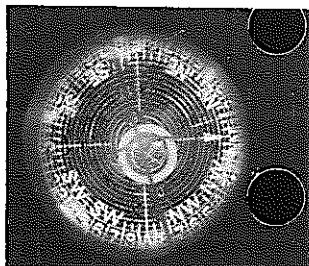
図 3.2.4 孔曲がり測定記録図 (2)



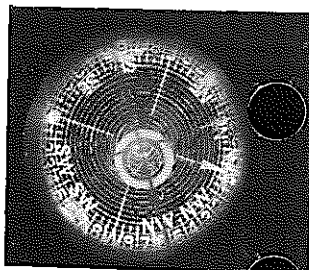
角度 2.3度
深度270m 方位 NW65度



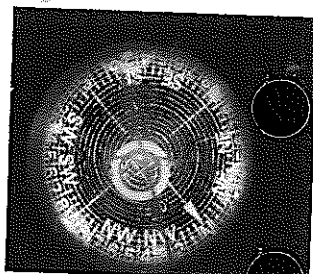
角度 2.4度
深度280m 方位 NW66度



角度 2.6度
深度290m 方位 NW70度

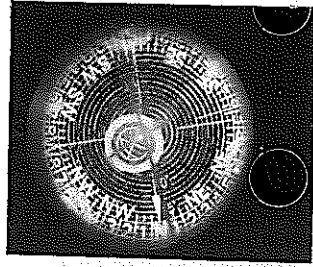


角度 3.0度
深度300m 方位 NW66度

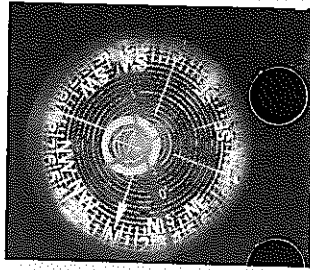


角度 3.1度
深度310m 方位 NW62度

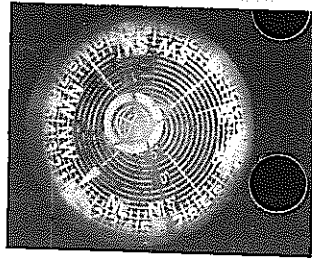
図 3.2.4 孔曲がり測定記録図(3)



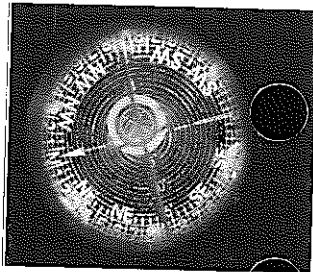
角度 3.2度
深度320m 方位 NW57度



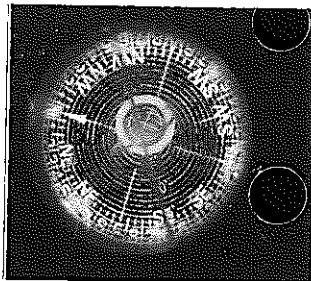
角度 2.8度
深度330m 方位 NW64度



角度 2.8度
深度340m 方位 NW65度

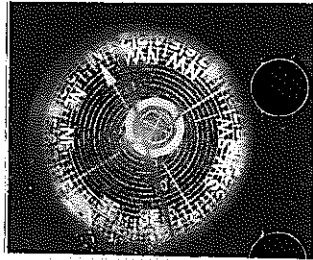


角度 2.8度
深度350m 方位 NW70度

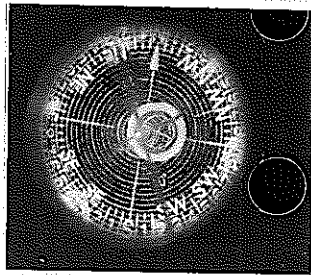


角度 2.7度
深度360m 方位 NW71度

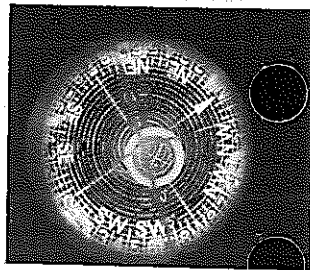
図 3.2.4 孔曲がり測定記録図(4)



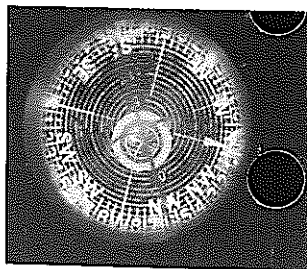
角度 2.6度
深度370m 方位 NW79度



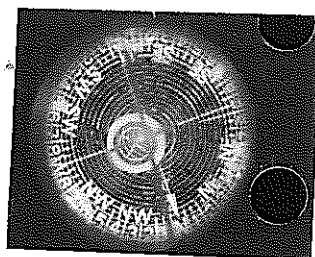
角度 2.7度
深度380m 方位 NW77度



角度 2.8度
深度390m 方位 NW80度

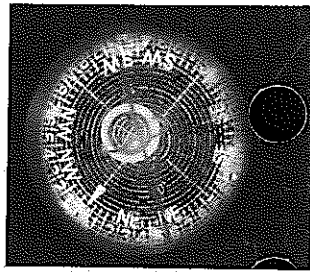


角度 2.9度
深度400m 方位 NW79度

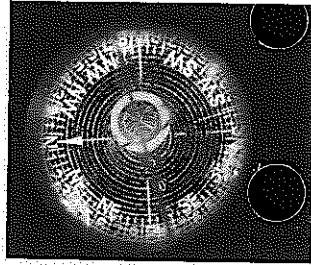


角度 3.1度
深度410m 方位 NW75度

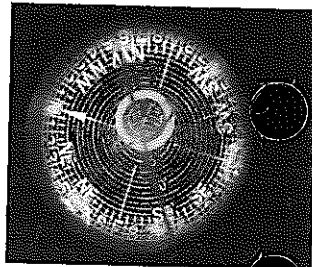
図 3.2.4 孔曲がり測定記録図 (5)



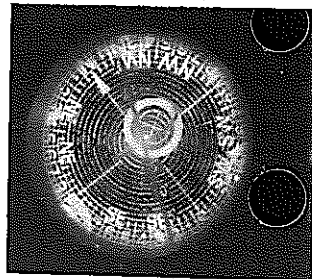
角度 3.0度
 深度420m 方位 NW75度



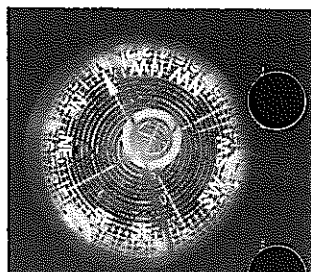
角度 3.1度
 深度430m 方位 NW77度



角度 3.1度
 深度440m 方位 NW71度

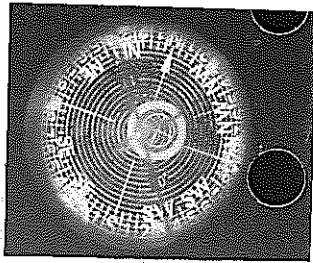


角度 3.2度
 深度450m 方位 NW68度

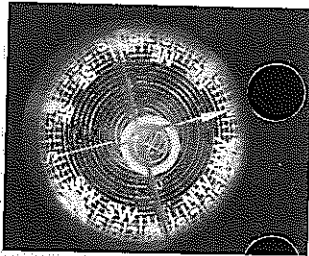


角度 2.7度
 深度460m 方位 NW65度

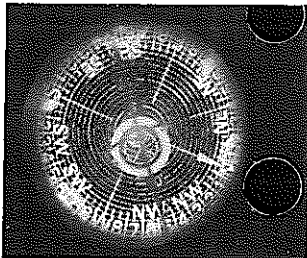
図 3.2.4 孔曲がり測定記録図 (6)



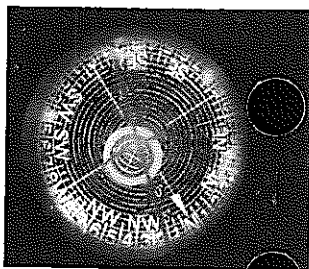
角度 2.6度
深度470m 方位 NW67度



角度 2.8度
深度480m 方位 NW64度



角度 2.9度
深度490m 方位 NW64度



角度 3.1度
深度500m 方位 NW60度

図 3.2.4 孔曲がり測定記録図 (7)

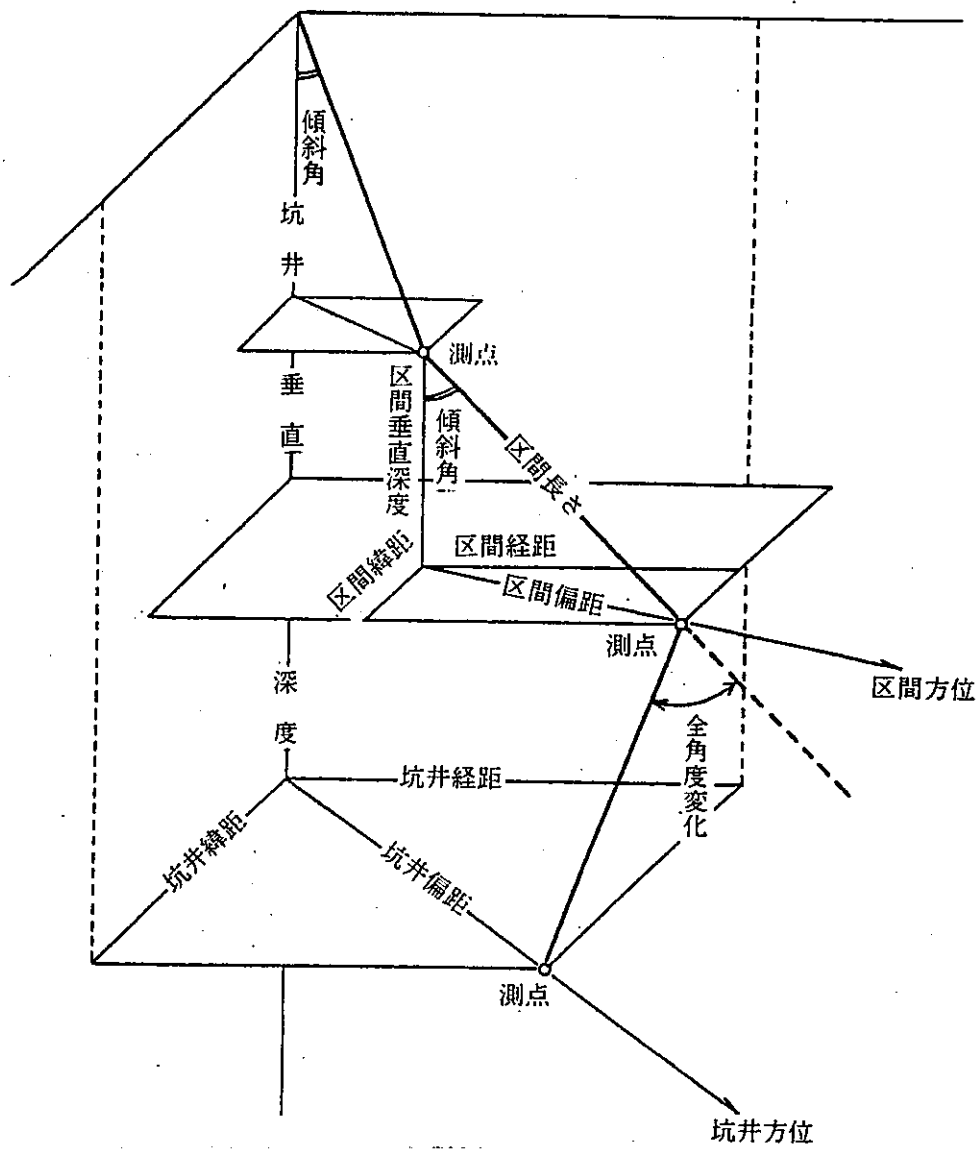


図 3.2.5 孔曲がり測定解析概念図

表 3.2.1 孔曲がり測定結果一覧表

孔井名 : 土岐 DH-2 測定日 : 平成8年3月4日			
No.	測定深度 (m)	傾斜 (度)	坑井方向 (度)
1	175	1.0	NW77
2	180	1.2	NW70
3	190	1.5	NW60
4	200	1.8	NW51
5	210	1.8	NW57
6	220	1.9	NW58
7	230	1.9	NW53
8	240	1.9	NW53
9	250	2.0	NW60
10	260	2.1	NW61
11	270	2.3	NW65
12	280	2.4	NW66
13	290	2.6	NW70
14	300	3.0	NW66
15	310	3.1	NW62
16	320	3.2	NW57
17	330	2.8	NW64
18	340	2.8	NW65
19	350	2.8	NW70
20	360	2.7	NW71
21	370	2.6	NW79
22	380	2.7	NW77
23	390	2.8	NW80
24	400	2.9	NW79
25	410	3.1	NW75
26	420	3.0	NW75
27	430	3.1	NW77
28	440	3.1	NW71
29	450	3.2	NW68
30	460	2.7	NW65
31	470	2.6	NW67
32	480	2.8	NW64
33	490	2.9	NW64
34	500	3.1	NW60

表 3.2.2 孔曲がり解析結果一覧表

孔井名 : 土岐 DH-2 測定日 : 平成8年3月4日							
No	測定深度 (m)	傾斜 (度)	坑井方向 (度)	垂直深度 (m)	坑井緯距 (度)	坑井経距 (度)	坑井偏距 (m)
1	175	1.0	NW77	175.0	0.0N	0.0W	0.00
2	180	1.2	NW70	180.0	0.0N	0.1W	0.10
3	190	1.5	NW60	190.0	0.1N	0.3W	0.33
4	200	1.8	NW51	200.0	0.3N	0.5W	0.62
5	210	1.8	NW57	210.0	0.5N	0.8W	0.93
6	220	1.9	NW58	220.0	0.6N	1.1W	1.25
7	230	1.9	NW53	230.0	0.8N	1.3W	1.58
8	240	1.9	NW53	240.0	1.0N	1.6W	1.91
9	250	2.0	NW60	250.0	1.2N	1.9W	2.25
10	260	2.1	NW61	260.0	1.4N	2.2W	2.61
11	270	2.3	NW65	270.0	1.6N	2.5W	2.99
12	280	2.4	NW66	279.9	1.7N	2.9W	3.40
13	290	2.6	NW70	289.9	1.9N	3.3W	3.83
14	300	3.0	NW66	299.9	2.1N	3.8W	4.31
15	310	3.1	NW62	309.9	2.3N	4.3W	4.85
16	320	3.2	NW57	319.9	2.6N	4.7W	5.40
17	330	2.8	NW64	329.9	2.9N	5.2W	5.92
18	340	2.8	NW65	339.9	3.1N	5.6W	6.41
19	350	2.8	NW70	349.9	3.3N	6.1W	6.89
20	360	2.7	NW71	359.8	3.4N	6.5W	7.37
21	370	2.6	NW79	369.8	3.5N	7.0W	7.82
22	380	2.7	NW77	379.8	3.6N	7.4W	8.27
23	390	2.8	NW80	389.8	3.7N	7.9W	8.73
24	400	2.9	NW79	399.8	3.8N	8.4W	9.21
25	410	3.1	NW75	409.8	3.9N	8.9W	9.73
26	420	3.0	NW75	419.8	4.1N	9.4W	10.25
27	430	3.1	NW77	429.8	4.2N	9.9W	10.78
28	440	3.1	NW71	439.7	4.4N	10.4W	11.32
29	450	3.2	NW68	449.7	4.5N	11.0W	11.86
30	460	2.7	NW65	459.7	4.8N	11.4W	12.38
31	470	2.6	NW67	469.7	4.9N	11.9W	12.84
32	480	2.8	NW64	479.7	5.1N	12.3W	13.31
33	490	2.9	NW64	489.7	5.4N	12.7W	13.81
34	500	3.1	NW60	499.7	5.6N	13.2W	14.33

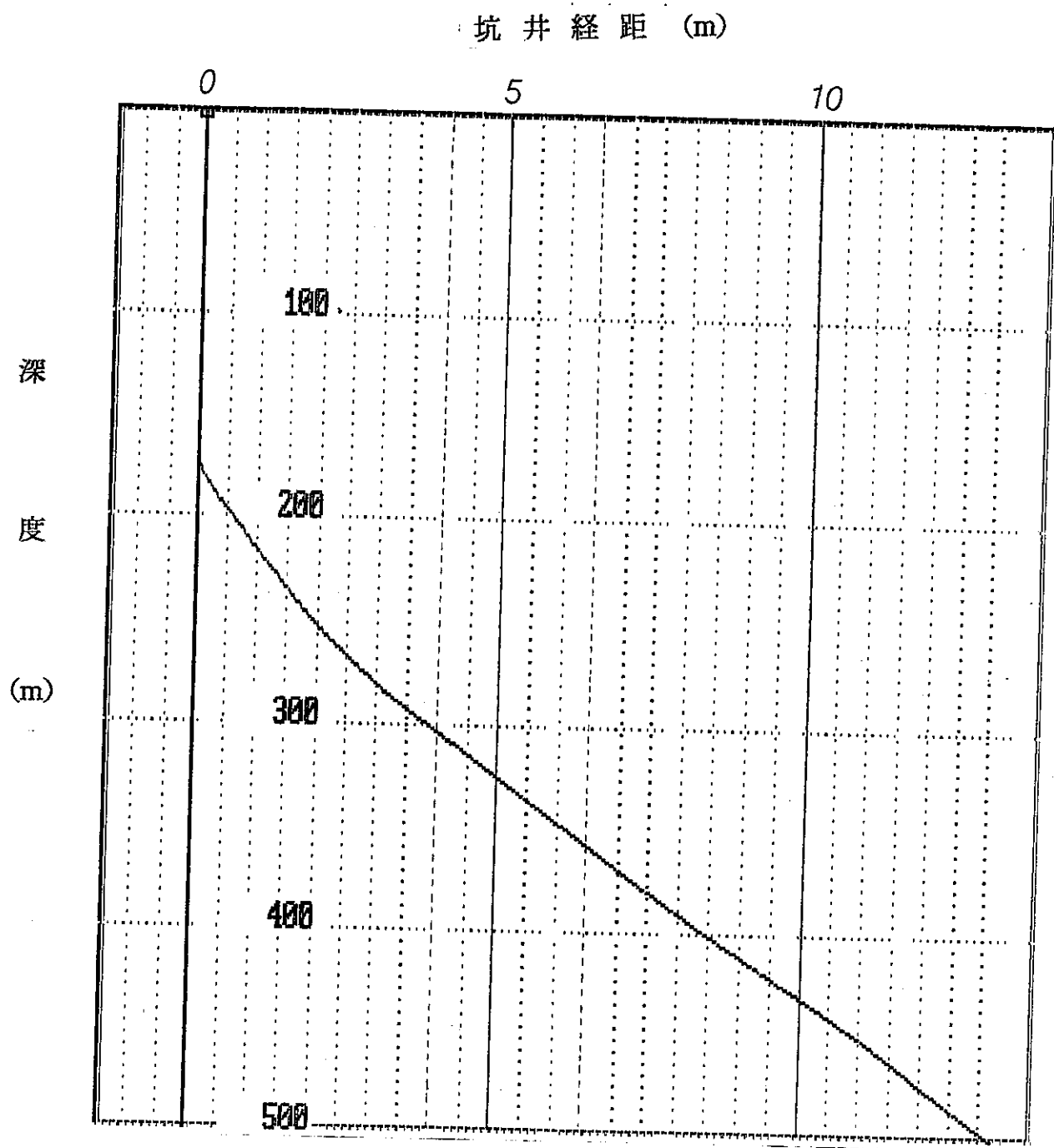


図 3.2.6 孔曲がり・南北孔井経距図

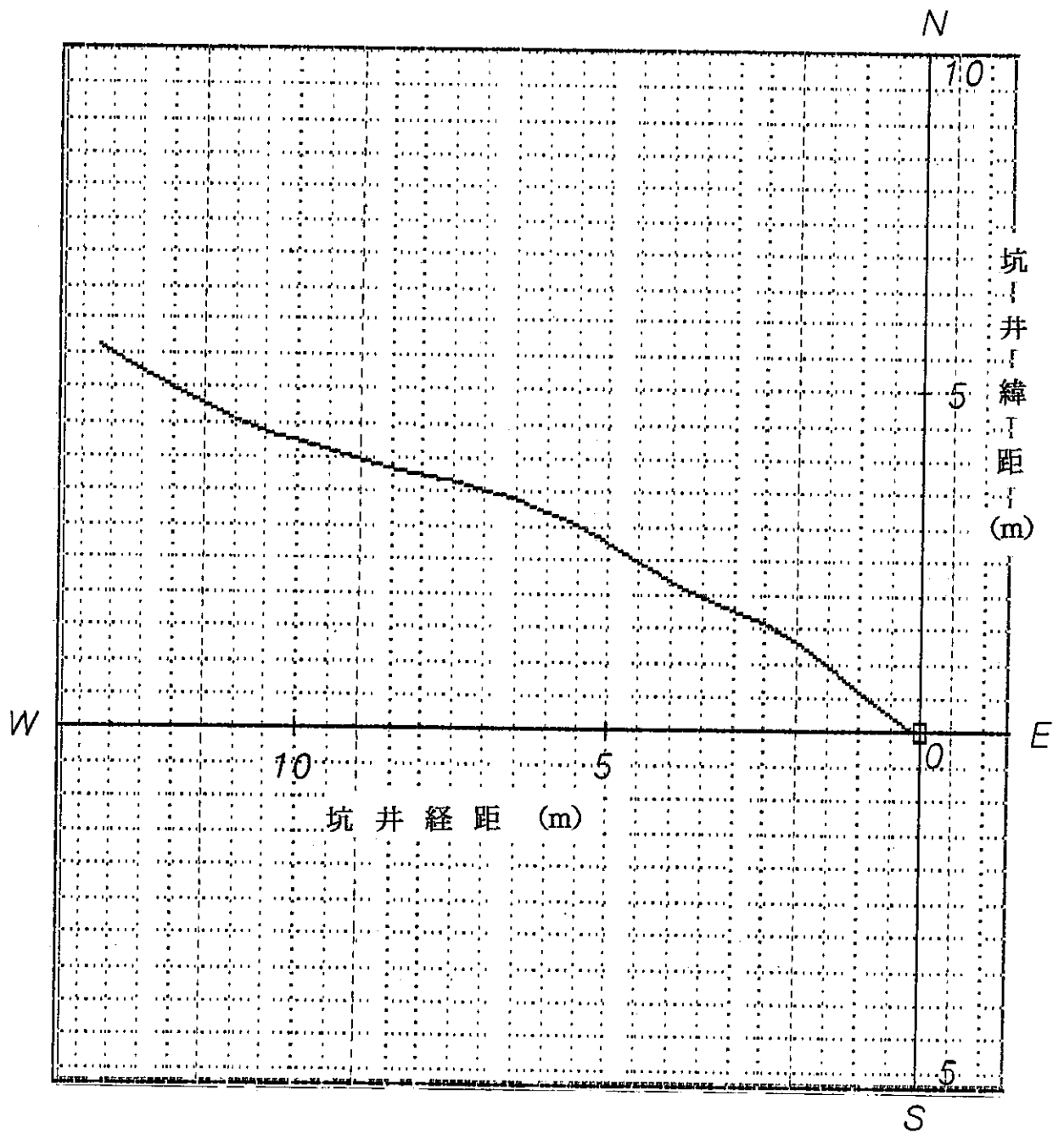


図 3.2.7 孔曲がり・孔井経距・緯距図

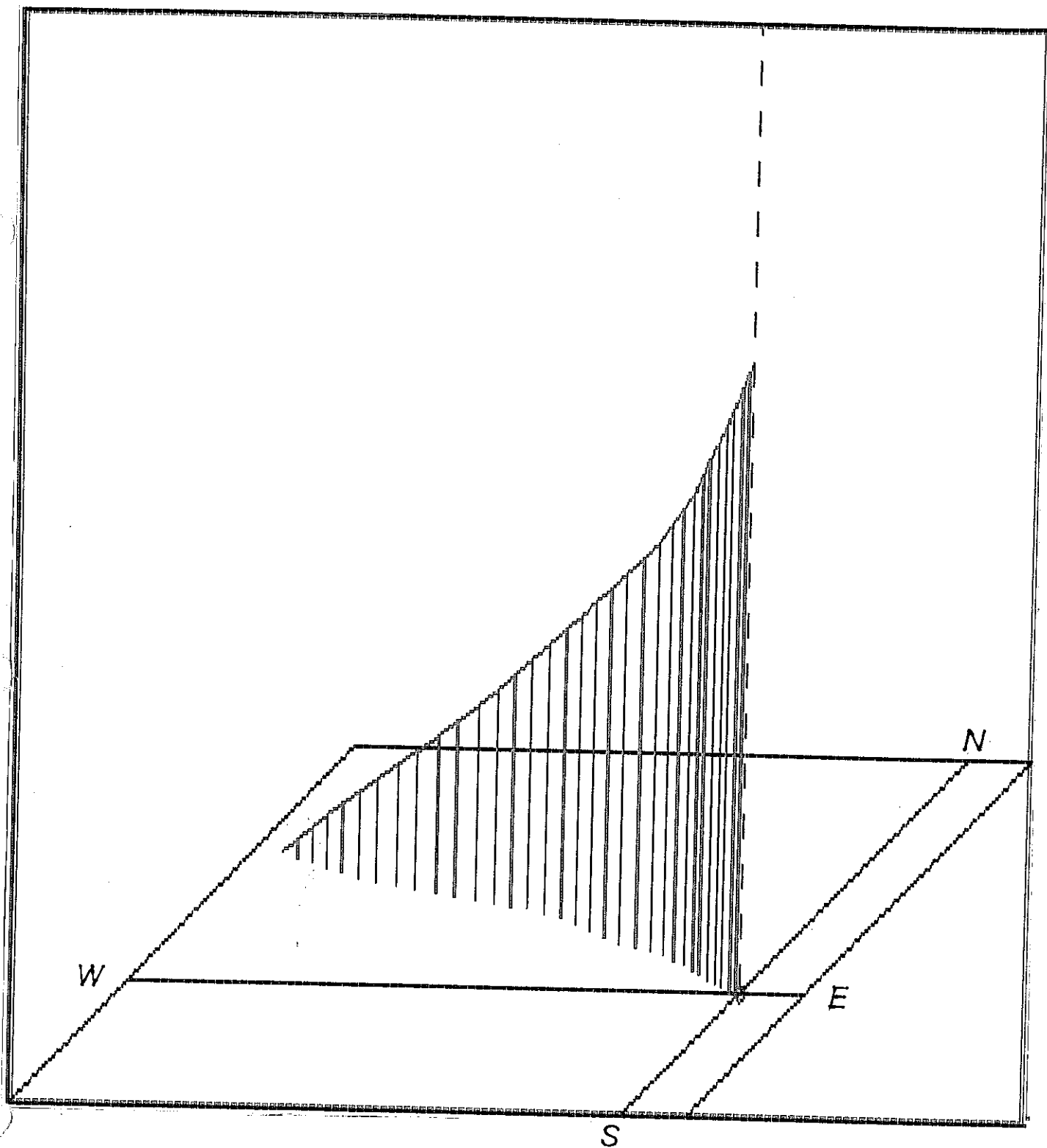


図 3.2.7 孔曲がり・傾斜図-偏距図

4. あとがき

今回の報告書「DH-2号孔における温度・孔曲がり検層作業報告書（深度0m～500m区間）」では、それぞれの結果を示した。その結果、孔井はほとんど垂直に掘削されており、孔内温度は緩やかな上昇曲線を描いていた。

謝 辞

本作業を遂行するにあたり、関係各所の方々にご指導並びにご協力を賜りました。ここに、心から謝意を表します。

参考文献

- (1) 検層技術説明書 (株)物理計測コンサルタント 1981
- (2) 傾斜井の坑跡計算法 石油技術協会 1984