

平成4年度 地熱開發促進調査
電磁探査（TDEM法）報告書

No. A-1 万年山地域

平成6年3月

三井金属資源開發株式会社

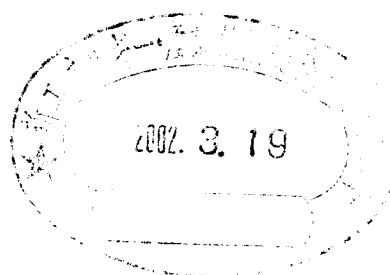
NEDO 図書・資料室



010019543-7

平成4年度 地熱開発促進調査
電磁探査（TDEM法）報告書

No. A-1 万年山地域



平成6年3月

三井金属資源開発株式会社

ま え が き

本報告書は、平成4年度地熱開発促進調査の一環として、大分県玖珠郡玖珠町及び九重町において実施した電磁探査（TDEM法）の調査結果をとりまとめたものです。

本調査は、電磁探査（TDEM法）によって地下深部に至る比抵抗分布を明らかにし、地熱構造の解明に資することを目的として、財団法人新エネルギー財団の指導監督のもとに三井金属資源開発株式会社が実施致しました。

本調査の遂行にあたり、財団法人新エネルギー財団、同現地駐在員事務所、玖珠町、九重町並びに玖珠営林署の関係各位に多大なる御指導・御協力を頂きました。ここに明記し、感謝の意を表する次第であります。

平成6年3月20日

三井金属資源開発株式会社

代表取締役社長 斎藤 正夫

目 次

I	総 説	1
I-1	調 査 概 要	1
I-2	地形及び地質概要	2
I-3	調査結果の要約	4
II	電 磁 探 査（TDEM法）	10
II-1	TDEM法	10
II-2	調 査 方 法	11
III	解 析 方 法	15
III-1	データ処理	15
III-2	見掛比抵抗への変換	16
III-3	逆 解 析	17
IV	解析結果及び考察	22
IV-1	比抵抗分布の概要	22
IV-2	高比抵抗基盤の構造	24
IV-3	比抵抗分布平面図	26
IV-4	比抵抗断面図	29
IV-5	考 察	33
V	総 合 考 察	58
V-1	総合解析断面図	58
V-2	総合解析平面図	60
V-3	地熱賦存に関する考察	63
VI	結 論	71
	引用文献	73

【添付図表】

第Ⅰ-1-1図	調査位置図	縮尺 1 : 200,000	7
第Ⅰ-2-1図	地質平面図	〃 1 : 100,000	8-9
第Ⅱ-2-1図	TDEM法測定概念図		12
第Ⅲ-1-1図	TDEM法解析のながれ		20
第Ⅲ-1-2図	データ処理に伴う測定値－時間曲線の推移		21
第Ⅳ-1-1図	測点位置図	縮尺 1 : 100,000	35-36
第Ⅳ-2-1図	各測点の比抵抗柱状図		37-38
第Ⅳ-2-2図	各比抵抗層の比抵抗頻度分布		39
第Ⅳ-3-1図	高比抵抗基盤等深度線図	縮尺 1 : 100,000	40-41
第Ⅳ-4-1図	比抵抗分布平面図（海拔 0 m 準）	〃 1 : 100,000	42-43
第Ⅳ-4-2図	比抵抗分布平面図（海拔-500 m 準）	〃 1 : 100,000	44-45
第Ⅳ-4-3図	比抵抗分布平面図（海拔-1,000 m 準）	〃 1 : 100,000	46-47
第Ⅳ-4-4図	比抵抗分布平面図（海拔-1,500 m 準）	〃 1 : 100,000	48-49
第Ⅳ-4-5図	比抵抗分布平面図（海拔-2,000 m 準）	〃 1 : 100,000	50-51
第Ⅳ-4-6図	比抵抗分布平面図（海拔-2,500 m 準）	〃 1 : 100,000	52-53
第Ⅳ-5-1図	比抵抗断面図（東西断面 a-a', b-b'）	〃 1 : 100,000	54-55
第Ⅳ-5-2図	比抵抗断面図（南北断面 c-c' ~ g-g'）	〃 1 : 100,000	56-57
第Ⅴ-1-1図	総合解析断面図（東西断面 a-a', b-b'）	〃 1 : 100,000	65-66
第Ⅴ-1-2図	総合解析断面図（南北断面 c-c' ~ g-g'）	〃 1 : 100,000	67-68
第Ⅴ-2-1図	総合解析平面図	〃 1 : 100,000	69-70

【巻末資料】

1. 各測点の多層構造解析結果一覧表
2. 各測点の見掛比抵抗－時間曲線図及び解析結果理論曲線

【別 添 図】

第Ⅳ-1-1図	測 点 位 置 図	縮尺 1 : 50,000
第Ⅳ-3-1図	高比抵抗基盤等深度線図	” 1 : 50,000
第Ⅳ-4-1図	比抵抗分布平面図（海拔0 m準）	” 1 : 50,000
第Ⅳ-4-2図	比抵抗分布平面図（海拔-500 m準）	” 1 : 50,000
第Ⅳ-4-3図	比抵抗分布平面図（海拔-1,000 m準）	” 1 : 50,000
第Ⅳ-4-4図	比抵抗分布平面図（海拔-1,500 m準）	” 1 : 50,000
第Ⅳ-4-5図	比抵抗分布平面図（海拔-2,000 m準）	” 1 : 50,000
第Ⅳ-4-6図	比抵抗分布平面図（海拔-2,500 m準）	” 1 : 50,000
第Ⅳ-5-1図	比抵抗断面図（東西断面 a-a', b-b'）	” 1 : 50,000
第Ⅳ-5-2図	比抵抗断面図（南北断面 c-c' ~ g-g'）	” 1 : 50,000
第Ⅴ-1-1図	総合解析断面図（東西断面 a-a', b-b'）	” 1 : 50,000
第Ⅴ-1-2図	総合解析断面図（南北断面 c-c' ~ g-g'）	” 1 : 50,000
第Ⅴ-2-1図	総合解析平面図	” 1 : 50,000

【付帯資料】

- 1) 測定データを収録した光磁気ディスク
- 2) 計算・解析結果を収録したフロッピーディスク
- 3) 各測点の平滑化曲線図
- 4) 別添図のマイラー原図
- 5) 報告書のマイクロフィッシュ（一部マイクロフィルム）
- 6) 報告書を収録したフロッピーディスク
- 7) ワープロ印刷の原紙及び表の原紙 一式
- 8) 現地調査の写真及びネガフィルム 一式
- 9) 作業報告書類及び関連資料 一式

I 総 説

I 総 説

I - 1 調 査 概 要

1. 調 査 目 的

本調査は、万年山地域において電磁探査（TDEM法）手法を用いて地下深部の比抵抗構造を明らかにし、地熱貯留構造賦存可能性の解明に資することを目的とする。

2. 調 査 地 域

調査位置図（第I-1-1図）に示すとおり、調査地域は大分県玖珠郡玖珠町及び九重町にまたがる範囲であるが、本電磁探査（TDEM法）はその南部を主な対象地区としている。

3. 調 査 要 項

- (a) 総 面 積 280 km² （万年山地域調査範囲）
- (b) 調査面積 80 km² （TDEM法対象範囲）
- (c) 測 点 数 105 点（計画測点数 100点）
- (d) 送 信 源 3 対の流電電極

4. 調 査 期 間

本調査の調査期間は次のとおりである。

全調査期間	平成5年12月24日～平成6年3月20日
計 画 準 備	平成5年12月24日～平成6年1月11日
現 地 調 査	平成6年1月12日～平成6年2月23日
解析・報告書作成	平成6年2月14日～平成6年3月20日

5. 調 査 員

技術責任者	木下 和彦
現場代理人	石川 秀浩
調 査 員	渡辺 英彦，和田 一成，大橋 正，小牟田照男

I - 2 地形及び地質概要

万年山地域調査範囲の中で、本電磁探査の対象地区である南部地域を主とした地形と地質の概要を以下に述べる。

1. 地 形

本地域の地形は、地域中央を横断する玖珠川沿岸に僅かな平坦地が見られるほかは、ほとんどの範囲が山地で占められている。調査地の西から東へ、万年山(1,140.2m)、河上岳(598.3m)、小倉岳(770.1m)、青野山(850.5m)、大祖山、横山(1,036.8m)、平家山(1,023.0m)、カルト山(1,033.5m)、兜山(955.7m)、福万山(1,235.9m)等の大小の山々が点在し、万年山周辺を除き比較的急峻な地形を形成している。万年山は周囲を崖で囲まれ頂部が平坦である特異な山容(メサ)を示しているが、山麓部では標高 800m 前後のなだらかな高地が広がっている。

水系は、調査地の中央を大きく屈曲しながら西流する玖珠川が最大の河川である。これを本流とし、西部では山浦川・町田川等、中部～東部では鳴子川・野上川等の支流が合流している。

2. 地 質 概 要

平成4年度に行われた地質調査結果(新エネルギー財団)を第I-2-1図の地質平面図に示した。第I-2-1図における本地域の地質概要は以下のとおりである。

1) 地質及び層序

本地域の地質は、領家帯の花崗岩類を主な基盤とし、これを覆う新第三紀鮮新世から第四紀更新世にいたる火山岩類と、局所的に堆積した堆積岩類で構成される。

本地域には次の火山活動に伴われた火山岩類の露出が見られ、これらの大半は鮮新世以降に噴出した安山岩質～流紋岩質を主とする溶岩及び火砕岩からなる。

- ・鮮新世後期(第1ステージ中期) ……水分安山岩、カルト山安山岩
- ・更新世前期(第1ステージ後期) ……川西安山岩、小松台流紋岩類、竜門安山岩、横山安山岩、平家山安山岩
- ・更新世前期～中期(第2ステージ) ……耶馬溪火砕流堆積物、伐株山デイサイト、

小田安山岩，生竜流紋岩

- ・更新世中期（第3ステージ）……万年山流紋岩，青野山流紋岩，小倉岳安山岩，田代岩屑堆積物，福万山安山岩，鹿伏岳・野稻岳安山岩
- ・更新世後期～完新世（第4ステージ）……阿蘇火砕流堆積物，九重火砕流堆積物

一方，堆積岩類は，玖珠川兩岸に更新世前期の玖珠層群の露頭が見られるほかは，河川沿いの低地に更新世以降の崖錐堆積物，扇状地堆積物及び沖積層が小規模に分布するのみである。玖珠層群は，シルト岩・砂岩・礫岩・珪藻土・凝灰岩・火山礫凝灰岩からなり，一部に耶馬溪火砕流堆積物を挟在している。

2) 地質構造

(1) 広域地質構造概要

九州中北部では，別府湾から島原半島にかけてE N E－W S Wに横断する別府－島原地溝（松本徑夫，1979）の存在が提唱されており，阿蘇火山，由布岳・鶴見岳火山，九重火山，雲仙火山等の著名な火山や多数の温泉がこれに随伴している。この地溝帯の東部に位置するいわゆる豊肥地熱地域には，鮮新世以降に噴出した多量の火山岩類が分布し，先第三紀基盤岩類の地表分布は認められない。

先第三紀基盤岩類は，豊肥地熱地域の外縁をなす松山－伊万里構造線，小倉－田川構造線の南方延長線，大分－熊本構造線の3本の構造線によって囲まれた区域の外側にのみ露出している。これら3本の構造線に囲まれた区域は広範囲な低重力異常域に一致しており，鎌田（1985）はこの区域を先第三紀基盤岩類が大規模に陥没した「火山構造的陥没地」とみなしている。この陥没地の中には，長径8～15km規模の盆状の基盤岩沈降部（庄内沈降帯及び猪牟田沈降帯）と相対的な基盤岩隆起部（水分峠隆起帯）が発達している。

万年山地域は「火山構造的陥没地」の北部を占め，松山－伊万里構造線の一部とされる別府北断層が万年山地域の北部を東西に走っている。

(2) 調査地域の地質構造

万年山地域では先第三紀基盤岩類の露出は確認されておらず，基盤岩類の構造は不明な点が多い。上記のE－W系別府北断層は「火山構造的陥没地」の北縁を構成することから，これを境に南側へ落ち込む基盤構造が考えられ，万年山地域南部の本調査対象地域では，

大局的に南方へ深くなる基盤構造が推定される。

新エネルギー・産業技術総合開発機構(1993)の重力データによれば、万年山地域南方及び南東において、それぞれ低重力異常域及び高重力異常域が卓越している。これらは猪牟田沈降帯及び水分峠隆起帯と呼ばれており、それぞれ重力基盤の沈降域及び隆起域部を形成すると考えられている。こうした隆起帯と沈降帯の周辺に重力の急傾斜部が発達し、その深部では基盤の変位に関与した断裂構造が形成されている可能性がある。

3) 断 裂 系

万年山地域に発達する断裂系として、前述の別府北断層の走向に調和するほぼE-W方向の断層系が全域にわたって分布している。特に、万年山の南部一帯からその東方(猪牟田沈降帯)にかけての地区では、E-W系からWNW-ESE系の断層群が並行している。これら断層群は北で南落ち、南で北落ちのものが多く見られ、断層群のほぼ中央で基盤の窪みを形成している。

また、調査地東方には野稻断層、津々良一庄内断層等のNNW-SSE系断層も分布しており、これらが猪牟田沈降帯、水分峠隆起帯の構造を大きく規制している。

I-3 調査結果の要約

(1) 万年山地域の南部において、面積80km²、測点数105点の電磁探査(TDEM法)を実施し、地表から深度4,000mに達する比抵抗構造が明らかにされた。

本地域の比抵抗構造は概ね、①上部中比抵抗層(平均比抵抗値95Ω・m及び平均層厚90m)、②主に中部中比抵抗層(同45Ω・m及び1,000m)、③中部低比抵抗層及び中部中比抵抗層(同23Ω・m及び1,490m)、④下部高比抵抗層(高比抵抗基盤、平均比抵抗値4,200Ω・m)の4層構造からなり、巨視的に見れば①～③の低～中比抵抗層と④高比抵抗基盤との2層構造で構成される。

(2) 本地域の地下深部において高比抵抗基盤が把握された。この高比抵抗基盤は領家花崗岩類に対比されると考えるが、本調査地域内では領家花崗岩類の潜在は確認されていない。その表部は海拔およそ-700m～-3,500mの範囲に分布し、地表下深度は浅い所で1,200m程度、最も深い所では約4,000mに達する。

鮮新世以降の地層が厚く壘重するが、特定の被覆層と比抵抗との強い相関は認められず、下位で比抵抗が低下する傾向を示すのみである。

- (3) 高比抵抗基盤の構造は、相対的に海拔-2,000m以浅の隆起帯と海拔-2,000m以深の沈降帯とのコントラストで特徴付けられる。

基盤隆起帯は①調査地北東部の玖珠川北東側一帯、②万年山東部から小倉岳南方に至る地区…に発達する一方、基盤沈降帯は①河上岳南方から滝上南方に至る地区、②吉武山北方から宝泉寺南方に至る地区、③福万山南方地区…等に分布する。

- (4) 基盤隆起帯の分布にはほぼ一致して、その直接上位に $20 \Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗帯が大きく広がり、さらに、隆起帯の頂部（横山～カルト山、青野山北方、河上岳付近、小倉岳南西等）に $10 \Omega \cdot m$ 以下の著しい低比抵抗帯が付随する。また、基盤沈降帯では高比抵抗基盤の上位に $20 \Omega \cdot m$ 以上の中比抵抗層が厚く分布する。

- (5) 比抵抗構造の相違を示唆する比抵抗構造不連続線が基盤隆起帯と沈降帯の間に連なる。地下深部に達して基盤に落差を与え、基盤隆起帯上位の低比抵抗帯を規制する比抵抗構造不連続線は次のとおりである。

- ・ 河上岳付近から滝上北方（野矢）に至るE-W方向の比抵抗構造不連続線
- ・ 福万山から水分峠隆起帯の東に至るN-S方向の比抵抗構造不連続線
- ・ 小倉岳付近を通るWNW-ESE方向の比抵抗構造不連続線
- ・ 宝泉寺付近を通るWNW-ESE方向の比抵抗構造不連続線

- (6) 本地域の変質帯の大半は、上記比抵抗構造不連続線の位置及び方向に随伴して分布・配列するか、もしくは比抵抗構造不連続線近辺の低比抵抗域に分布する。また、変質帯及び比抵抗構造不連続線と重力断層状構造との位置的相関も認められる。こうした比抵抗構造不連続線、変質帯及び重力断層状構造の関係から、比抵抗構造不連続線は断裂系や熱水作用に関与し、前記(4)で述べた低比抵抗帯の生成に寄与すると推定される。

- (7) 水分峠隆起帯周辺の海拔0m準地温分布は、基盤の隆起構造を反映した地温の高まりを形成している。水分峠隆起帯の北に高比抵抗基盤のドーム構造が隣接し、一連の隆起

帯を構成することから、水分峠隆起帯の北方～北西延長先のカルト山～横山に至る範囲に高温域が賦存する可能性が考えられる。

(8) こうした比抵抗構造と断裂系・変質帯・地温の関係から、比抵抗構造不連続線の近辺において次の熱水流動及び低比抵抗化作用の概念が想定される。

(a) 高比抵抗基盤の隆起構造周辺では熱伝導によって高地温域を形成する。

(b) この高地温分布に伴い、透水層や断裂系に沿って熱水の流動・上昇が生じる。

(c) 熱水作用によって、基盤隆起帯上位に変質帯等の低比抵抗帯が生成される。

この概念では、比抵抗構造不連続線は深部断裂系から基盤隆起帯への熱水上昇部に位置し、低比抵抗化作用の強く及んだゾーンと比較的弱いゾーンを境する役割を果たす。また、熱水流動を規制する不透水層が存在した場合、上記の浅部低比抵抗帯のみならず、基盤沈降帯の深部においても熱水貯留層が賦存する可能性がある。

(9) 調査地南東部の野矢地区は、E－W系比抵抗構造不連続線の北側低比抵抗帯に位置し、著しい熱水変質作用と浅熱水性金銀鉱化帯が確認されている。また、野矢の南に近接する滝上地熱開発地区では、野稲断層を中心に発達する断層破碎帯を主な地熱貯留層とし、これに沿った深部での地温の高まりや北方への熱水側方流動が知られている。

本地域の深部においても、低比抵抗化作用に寄与する比抵抗構造や断裂系に関連した熱水流動系の賦存が期待される。

(10) 以上の比抵抗構造の特徴と地熱兆候との対比から、比抵抗構造不連続線の周辺が地熱賦存ポテンシャルの高い地区として指摘される。

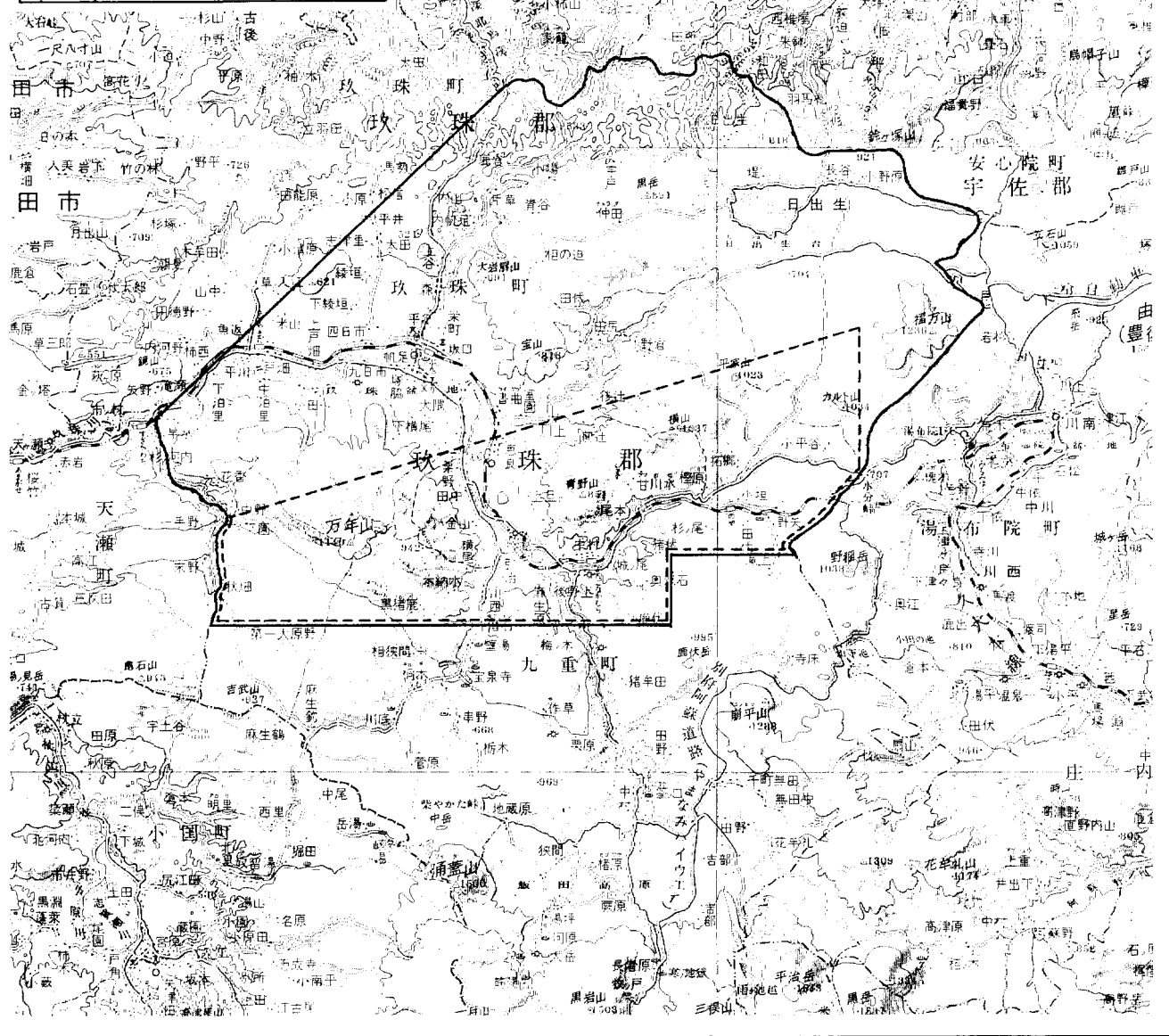
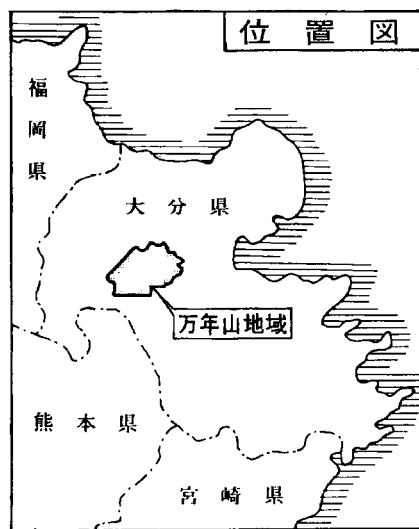
当面の地熱探査のターゲットとして、基盤隆起帯上位の比較的浅部に分布する次の3地区が選択され、いずれも地表下深度 1,500m～ 2,000m前後が対象深度となる。

① 福万山から南へ続く比抵抗構造不連続線の西側に分布する低比抵抗ゾーン

② 野矢からその西方に至る比抵抗構造不連続線北側に分布する低比抵抗ゾーン

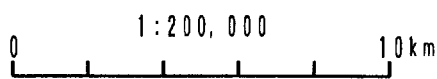
③ 宝泉寺の北方に分布し、比抵抗構造不連続線に挟まれた低比抵抗ゾーン

これらの地区で有望な地熱流体が確認された場合には、断裂系の存在を示唆する基盤急落部から基盤沈降帯に至る深部に探査対象を拡大することが望まれる。



万年山地帯
調査範囲 280km²

電磁探査
(TDEM法) 調査範囲 80km²



地熱開発促進調査	
万年山地帯 (平成4年度)	
電磁探査 (TDEM法)	
調査位置図	
第 1 - 1 - 1 図	1994-3

Ⅱ 電 磁 探 査 (T D E M法)

Ⅱ 電 磁 探 査 (T D E M法)

Ⅱ－１ T D E M法

本調査で実施したT D E M法 (Time Domain Electro-Magnetic Method : 時間領域電磁探査法) は、周波数領域による電磁探査法 (C S A M T法ほか) と比較して一般に用いられている呼称である。周波数領域電磁探査法が地下比抵抗構造の応答を周波数の関数として測定するのに対して、T D E M法は時間の関数としての応答を測定する。

地上に敷設した電線に流れる電流を遮断した時、大地中に渦電流が発生する。この渦電流は時間の経過とともに地中深く侵入して消滅する。こうした過渡現象は、地下の電気的性質の相違によって異なった経時変化を示すことから、渦電流に伴う磁場変化を地上で測定することにより大地の比抵抗構造の把握が可能となる。

大地中に発生した初期の渦電流は地表付近で強く、地下深部では弱い。地表付近の渦電流は時間とともに早期に深部へ発散し、深部の渦電流と比較して経過時間に対する減衰度が大きい。したがって、地形の起伏による影響や、周波数領域電磁探査法で課題とされている地表近辺の比抵抗異常に伴う影響 (スタティックシフト) が一定の時間経過とともに著しく減少するため、T D E M法はそれらの影響をほとんど受けない。

T D E M法の探査深度は、送信電流切断後の経過時間の関数で表されることから、長い経過時間の過渡現象を測定することによって、より深部の情報を得ることができる。ただし、データの精度を保持する長い経過時間の過渡現象測定を実施するためには、①送信電流を大きくする、②スタッキング回数を増やす…等を考慮する必要がある、これらを満足する大容量測定装置の適用が不可欠となる。

今回実施したT D E M法電磁探査は次のような特徴があり、地熱調査を始めとする深部比抵抗探査に適している。

- (a) 地形や地表付近の構造の影響を受けにくい。
- (b) 比抵抗の変化に対して感度が高い。
- (c) 長い経過時間の過渡現象を測定することにより大きな探査深度が得られる。
- (d) 探査深度に関係なく、送・受信機間の距離が自由に選定できる。
- (e) 測定は1地点につき1時間程度と迅速である。

II-2 調查方法

本調査における測定装置、流電電極及び測定方法の概要は以下のとおりである。

1. 測定装置

1) 送 信 部

(1) エンジン発電機

- ① 最大出力 125kVA, 50Hz 3 相交流
② 定格電圧 440 V

(2) 送信機

- | | |
|-----------|-----------------------|
| ① 最大出力電圧 | DC 600 V |
| ② 最大出力電流 | 150 A |
| ③ 水晶発振器精度 | 1×10^{-8} 以内 |

2) 受信部

- (1) センサー コイルのモーメント 9,000m²相当

(2) 受信機

- | | |
|-----------|-----------------------|
| ① サンプル間隔 | 1/250 ～1/100,000 秒 |
| ② 増幅率 | 最大 2^{24} |
| ③ 水晶発振器精度 | 1×10^{-8} 以内 |

- (3) 記録装置 東芝 J-3100GX ラップトップコンピュータ

2. 流電電極及び送信電流

調査対象地域全域における測定をカバーするために、第Ⅳ-1-1図に示す3対の流電電極を設置した。流電電極は両端を接地し、その間にキャプタイア・ケーブルを配線するダイポールソースを使用した。各電極接地地点（3対×2地点）では深さ1～2 mの穴を10ヶ所以上掘り下げ、約1 m×2 mのトタン板の電極板を多量の接地抵抗低減剤とともに埋設した。

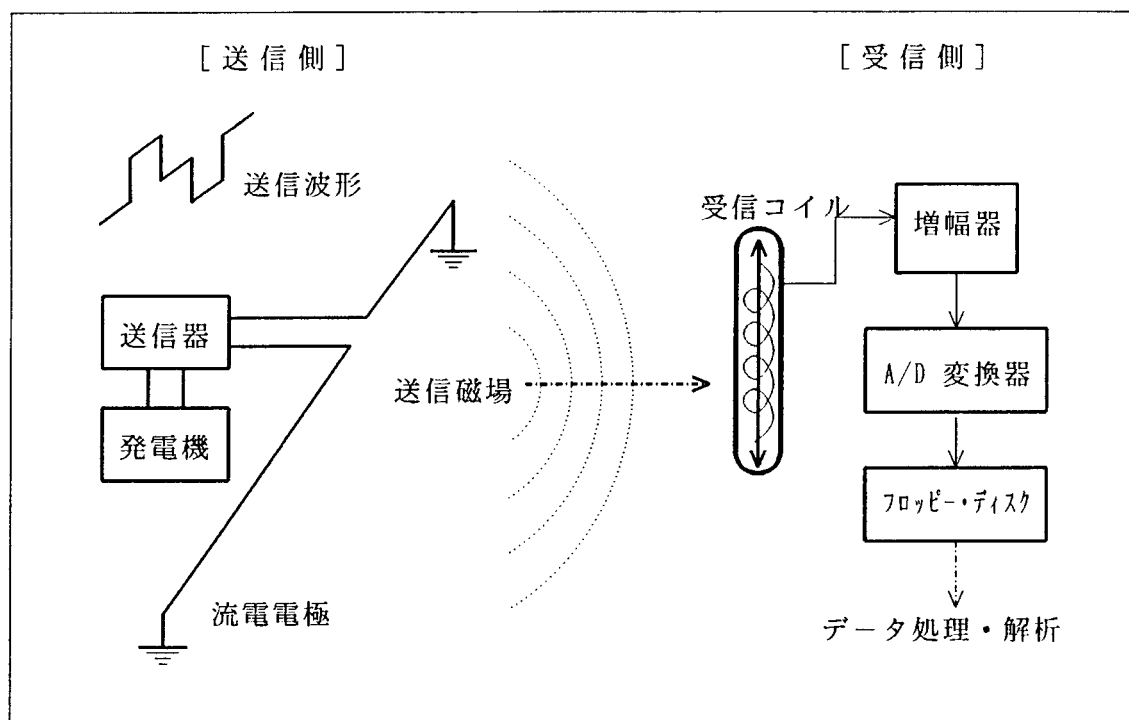
各流電電極の位置，電極間隔及び送信電流は次のとおりである。

- ① 流電電極 A：町田牧場周辺地区，電極間隔 2.1km，送信電流 77 A
② 流電電極 B：前辻～甘川水地区，電極間隔 2.4km，送信電流 68 A

③ 流電電極 C：栗野～富迫地区，電極間隔 2.9km，送信電流 66 A

3. 測定方法

TDEM法調査の測定概念図を次の第Ⅱ－2－1図に示す。



第Ⅱ－2－1図 TDEM法測定概念図

1) 送信源

本調査では、ダイポールソースからなる流電電極系に電流を流し、この際に発生する電磁場を送信源とした。送信信号は、直流電流を先ず5秒間流電した後に5秒間切断し、次いで逆方向に5秒間流電して再び5秒間切断する1周期20秒の矩形波を使用した。

送信機への電力は440V、50Hzの3相交流ディーゼルエンジン発電機によって供給し、これを3相整流器で直流とする。送信電流は精密な水晶発信器によって制御され、機械的な切替に電子制御を加えて矩形波電流としている。

2) 測点配置

測点位置の設定は2万5千分の1地形図の水準点や構造物・地形等を利用し、それらを

基点として方位及び距離測定等の簡易測量を併用して決定した。

測点は構造物・人工ノイズ等を避けて配置し、S/N比の悪い地点では測定位置の移動・再測定を繰り返した。送信源からの距離は最も近い測点で3 km以上、遠い測点では流電電極により異なるが6～11 km以内である。また、測点から流電電極の中心を見込む角度は原則として45°以内とした。

3) 測定作業

測定は、1つの送信源に対して2台の受信装置を用いた2班編成で実施し、いずれも送信電流を切断した時に発生する電磁場のうち、地下の比抵抗探査に最適な磁場の垂直成分の時間変化を測定した。また、異なる送信源の測定結果を検討するために、同一測点における比較測定も行った。

(1) センサー

垂直磁場測定用のセンサーとして、長さ80 cm、直径2 cmのミューメタルコアに巻線数70,000のコイルを内装した高感度センサーを用いた。測点付近に小さな孔を掘ってセンサー下半部～センサー全体を土中に埋設し、風による振動ノイズの軽減に努めた。

コイルからの出力電圧は高精度低周波増幅器で増幅され、さらに、ノッチフィルターを通して商用周波数ノイズが除去される。こうして得られたアナログデータはA/Dコンバーターによってディジタル変換される。

(2) データサンプリング及びスタッキング

ディジタル化された測定データのサンプリング間隔は1/500 秒、1組の測定のサンプリング数は2,048を採用した。したがって、1組の測定記録は送信電流切断後の5秒間のうちの約4秒間となる。

測定中にデータの品質管理を行うため、測定開始と同時に各組の測定値のスタッキング（データの重ね合せ）を実施した。各組の測定データ及びスタッキング結果をパーソナル・コンピュータで表示・監視し、十分な精度の観測曲線が得られた段階の測定結果をフロッピーディスクに収録した。測定回数は各測点におけるS/N比に応じて選択し、最小で64組、最大は512組程度であった。

なお、測定記録及び記録装置は全て水晶発振器によって制御されている。

(3) ノイズ対策

測定期間中には次の様々な磁場ノイズが観測された。

- ① 風や車両等による振動ノイズ
- ② 送電線・配電線等の磁場ノイズ
- ③ 人工的な迷走電流に伴うノイズ
- ④ そ の 他

これらのノイズのうち、突発的又は定常的なノイズについては、ノイズを含む測定データの棄却、測定時間帯の選択、測点の移動、再測定等を行って対処した。スタッキングによって解決できる高周波ランダムノイズに関しては、スタッキングの測定回数を倍増することで測定精度を保持した。

(4) システムレスポンス測定

測定装置への入力データと測定後の出力データとの間には、若干の歪みや信号の位相のずれ等の誤差が生じる。これらの誤差は主として、ノイズ除去のためにフィルターを使用することや、コイルが周波数特性を有することに起因している。したがって、各測点のデータに混入するこうした誤差を補償するために、測定装置全体のシステムレスポンス（測定系の応答特性）を知っておく必要がある。

本調査では、送信電線の近傍において各測点の測定と同様な方法により、使用した全てのフィルターの組み合わせによる波形データを取得した。これらを測定系のシステムレスポンスとし、後述するシステムレスポンスのデコンボリューションに使用した。

III 解 析 方 法

Ⅲ 解析方法

TDEM法電磁探査における解析処理の流れを第Ⅲ－１－１図に示した。第Ⅲ－１－１図の流れにしたがい、以下にデータ処理及び解析の概要を述べる。

Ⅲ－１ データ処理

各測点の測定データは、サンプル数 2,048 の約 4 秒間の時系列データを 1 組とし、測定回数 64～512 組前後のデータからなる。これら膨大なデータ中には、コイルの振動、空電、配電線・送電線等に起因するノイズが混在している。こうしたノイズや測定系の特性による時間のずれや波形の歪等除去して S/N 比を高め、さらに、解析に使用する測点ごとの見掛け抵抗－時間曲線図を得るために、以下に述べる種々のデータ処理を実施した。

なお、観測曲線から各測点の測定値－時間曲線に至るデータ処理によるノイズ除去の過程を第Ⅲ－１－２図に比較・図示した。

1. ノイズの除去及びスタッキング

現地調査においてノイズ対策に十分配慮し、測定データの品質管理のために測定値のスタッキングを実施したことは既に述べた。しかし、測定データ中には上記の各種ノイズの混在が考えられることから、個々の組の測定データに立ち戻ってノイズを除去し、新たにスタッキング処理を行う必要がある。

そこで先ず、個々の測定データである観測曲線をディスプレイに表示し、明らかなノイズが含まれた測定データをスタッキングの対象から除外した。次いで、新たにスタッキングした後にデジタル・フィルターによるノイズの除去を行った。

デジタル・フィルターでは、個々の測定データを構成する 2,048 の時系列データについて、それぞれの平均値と標準偏差を求める。平均値から標準偏差の数倍以上かけ離れたデータを不用なノイズとみなして棄却し、その後改めてスタッキングを行った。こうしたノイズ除去及びスタッキングの結果を、今後、各測点の測定値－時間曲線と呼称する。

2. システムレスポンスのデコンボリューション

送・受信装置のシステムレスポンス（測定系の応答特性）によって生じた信号の位相のずれ、すなわち観測曲線の時間のずれや、観測曲線の時間変化の歪みを補償する手法をシ

システムレスポンスのデコンボリューションという。

スタッキングされた各測点の測定値－時間曲線に対して、送信電線の近傍で測定したシステムレスポンスと、それぞれの測点で使用したフィルター特性を与え、システムレスポンスのデコンボリューションを行った。

3. スムージング

前記1. 及び2. の処理を行った後にも、各測点の測定値－時間曲線にはなおノイズが残存する場合がある。これに対する最終段階のノイズ除去手段として、線型スムージング演算子を用いる曲線スムージングを施した。このスムージング法は、測定値－時間曲線の時間の経過に対応して次第に強い平滑化が行われ、初期の時間特性を損なわずにスムージングされる特徴がある。

全測点に対してスムージングを行ったデータ処理の最終結果を、平滑化曲線図として付帯資料に添付した。

Ⅲ－2 見掛け抵抗への変換

各種データ処理によって得られた測定値－時間曲線は、一般に時間の経過に関する減衰曲線で表される。この減衰曲線を構成する各データ（電圧で表される測定値）は、以下に述べる2つの近似式（Kaufman and Keller, 1983）を用いることによって、それぞれ経過時間の前期に適合する見掛け抵抗値と、後期に適合する見掛け抵抗値に変換することができる。

減衰曲線の前期（EARLY TIME）に適する見掛け抵抗は、次式によって求められる。

$$\rho_{\text{eE}} = \frac{2 \pi R^4}{3 A I L \cos \theta} V(t) \quad \text{①}$$

ここに、 ρ_{eE} ：EARLY TIMEにおける見掛け抵抗（ $\Omega \cdot \text{m}$ ）

R ：流電電極の中心と測点との距離（ m ）

A ：受信コイルの有効面積（ m^2 ）

I : 送信電流の強さ (A)

L : 流電電極間隔 (m)

θ : 流電電極中点～測点を結ぶ線が流電電極の垂直2等分線となす角 (度)

V (t) : デコンボリューション後の減衰曲線を表す電圧 (V)

t : 送信信号切断後の時間 (秒)

一方、減衰曲線の後期 (LATE TIME) に適する見掛け比抵抗は次式で計算される。

$$\rho_{aL} = \left[\frac{R A I L \mu^{5/2}}{40 \pi^{3/2} t^{5/2} V(t)} \right]^{2/3} \dots\dots\dots ②$$

ただし、 ρ_{aL} : LATE TIME における見掛け比抵抗 ($\Omega \cdot m$)

μ : 透磁率、通常真空の透磁率 $\mu_0 = 4 \pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ と同じ

R, A, I, L, V (t), t : EARLY TIME の見掛け比抵抗式と同じ

以上の EARLY TIME 及び LATE TIME の計算式によって算出された見掛け比抵抗値を用いて測定時間に関する両対数表示を行い、全測点の前期及び後期の見掛け比抵抗－時間曲線図として巻末資料 2. に添付した。

Ⅲ－3 逆 解 析

逆解析はインバージョンとも呼ばれ、予め与えた構造モデルによる計算値と実測値との誤差を算出し、この誤差が一定の基準以下となるようにモデルを構成するパラメータを順次変化させて、最適な地下構造モデルを得る手法である。

本調査では、地下の比抵抗構造を水平多層の1次元構造と仮定し、1次元インバージョンを繰り返し行って見掛け比抵抗－時間曲線を再現する比抵抗構造を求めた。

1. 1次元インバージョンの方法

1次元インバージョンではまず、水平多層1次元モデルの各水平層の層厚と比抵抗値を

パラメータとし、EARLY TIME 及びLATE TIME の見掛比抵抗理論曲線（時間変化）をそれぞれ計算する。次に、理論曲線を形成する各計算値と、測定データより求めた見掛比抵抗—時間曲線を用いて、次式で定義される両曲線間の誤差（R. M. S. ERROR）をEARLY TIME 及びLATE TIME について求める。インバージョン初期の段階の R. M. S. ERROR は、通常数10%以上を示すことが多い。

$$R. M. S. \text{ ERROR} = \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{(\log \rho_{aDn} - \log \rho_{aFn})^2}{(\log \rho_{aFn})^2} \right]^{1/2} \quad \text{③}$$

ここで、 ρ_{aDn} : 見掛比抵抗データ（ $\Omega \cdot m$ ）

ρ_{aFn} : 見掛比抵抗理論計算値（ $\Omega \cdot m$ ）

N : 上記の両見掛比抵抗値を比較したサンプル数

その後、モデルの各パラメータを種々に変化させて R. M. S. ERROR の偏微分値を算出し、これらを基に R. M. S. ERROR が減少するようパラメータを増減する。こうした操作を繰り返し行うことで、理論曲線が見掛比抵抗—時間曲線に収束した時のパラメータによる比抵抗構造が求められる。

なお、測点付近の比抵抗分布が水平方向に大きく変化する場合には水平多層構造仮定が成立せず、1次元モデルの理論曲線が見掛比抵抗—時間曲線と一致しないこともある。

2. 解析の手順

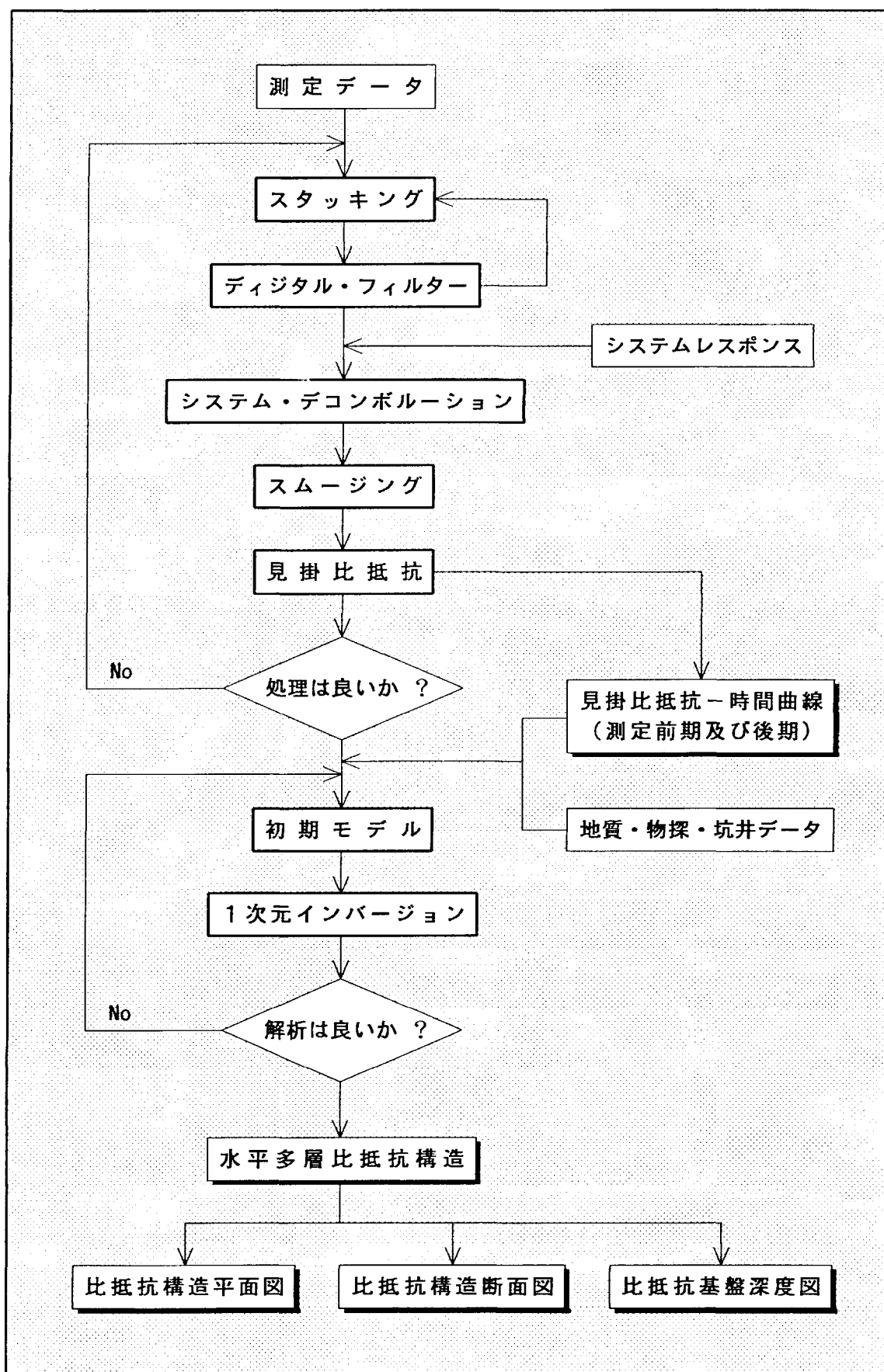
本調査の解析作業は次の手順にしたがって実施し、モデルの設定・検討・修正と逆解析を交互に行った。

- (a) 各測点の見掛比抵抗—時間曲線から水平多層構造の仮想モデルを設定し、この仮想モデルによる理論曲線を計算する。
- (b) インバージョンによって、理論曲線が見掛比抵抗—時間曲線に適合する初期モデルを算出する。
- (c) 地質・物理探査・坑井データ等や、異なる流電電極による比較測定の解析結果を検討し、初期モデルの修正を行う。

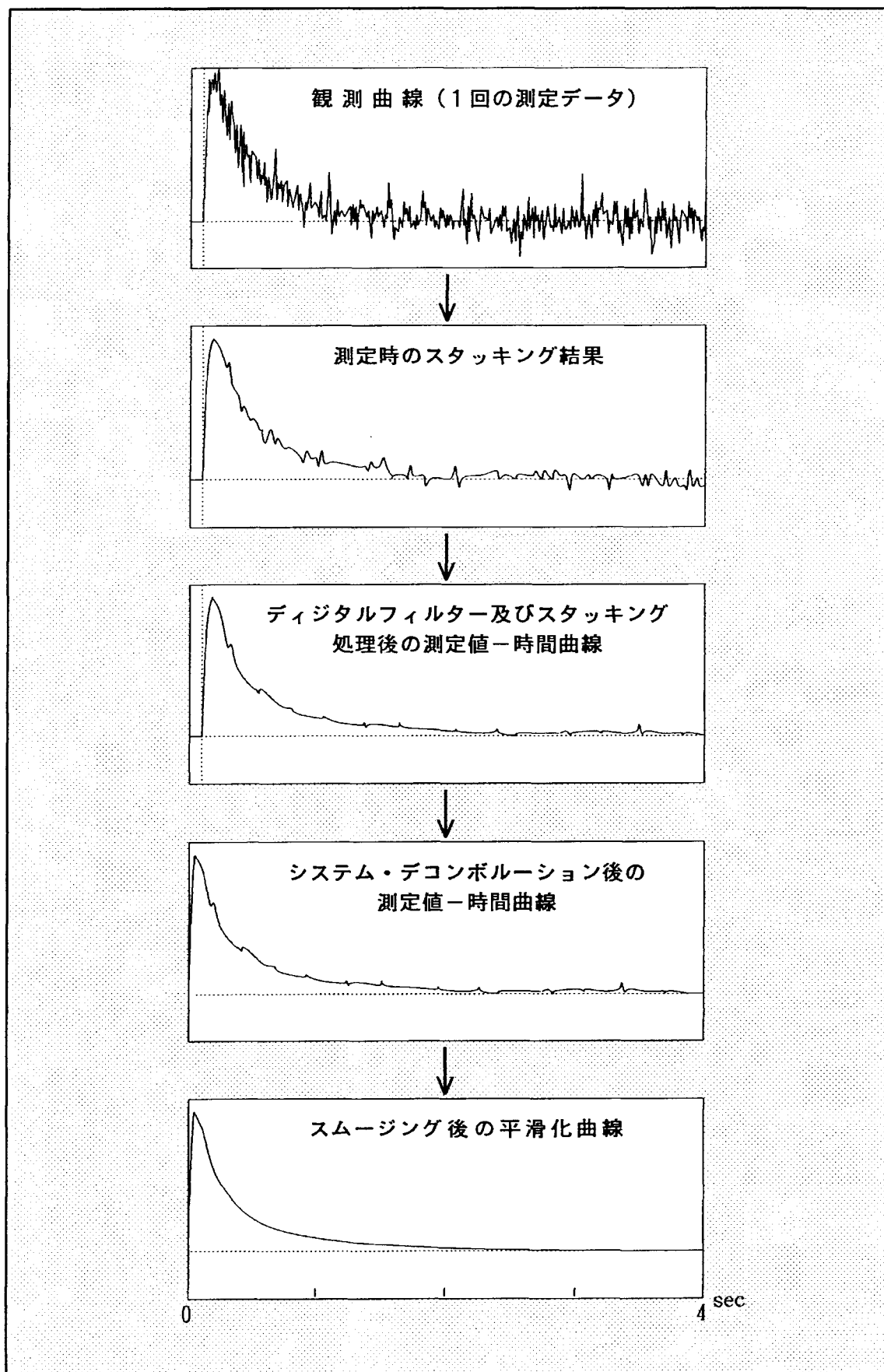
- (d) 初期モデルで得られた各測点の比抵抗構造に対して周辺測点の構造を考慮し、等価層的な基準による層厚・比抵抗の初期値を新たに与えてインバージョンを続行する。
- (e) こうしたモデルの検討・修正とインバージョンを繰り返し行い、最適な比抵抗構造を求める。

初期モデルの算出では、全測点について最下層に著しく高比抵抗な比抵抗基盤が分布する4層構造が適切であると考えられた。また、比抵抗基盤は地表下 1,000～3,000m以深の深部に分布し、基盤比抵抗値に大きなばらつきが認められた。この基盤比抵抗値の有意性を吟味した結果、 $6,000 \Omega \cdot m$ を越える基盤比抵抗値は $6,000 \Omega \cdot m$ で固定して再度インバージョンを実施した。

全測定点のインバージョンの結果は、多層構造解析結果一覧表として巻末資料1．に添付した。また、巻末資料2．の見掛比抵抗－時間曲線中に解析結果の最終モデルによる理論曲線を比較・併記した。



第Ⅲ-1-1 図 TDEM 法解析のながれ



第Ⅲ-1-2図 データ処理に伴う測定値－時間曲線の推移

IV 解析結果及び考察

IV 解析結果及び考察

本調査の解析の結果作成した図表類は次のとおりである。

第Ⅳ－１－１図	測点位置図
第Ⅳ－２－１図	各測点の比抵抗柱状図
第Ⅳ－２－２図	各比抵抗層の比抵抗頻度分布
第Ⅳ－３－１図	高比抵抗基盤等深度線図
第Ⅳ－４－１図	比抵抗分布平面図（海拔0 m準）
第Ⅳ－４－２図	比抵抗分布平面図（海拔-500 m準）
第Ⅳ－４－３図	比抵抗分布平面図（海拔-1,000 m準）
第Ⅳ－４－４図	比抵抗分布平面図（海拔-1,500 m準）
第Ⅳ－４－５図	比抵抗分布平面図（海拔-2,000 m準）
第Ⅳ－４－６図	比抵抗分布平面図（海拔-2,500 m準）
第Ⅳ－５－１図	比抵抗断面図（東西断面 a－a'， b－b'）
第Ⅳ－５－２図	比抵抗断面図（南北断面 c－c' ～ g－g'）
巻末資料 1.	各測点の多層構造解析結果一覧表

これらの図表に基づき、本地域の比抵抗分布とその特徴について述べる。

Ⅳ－１ 比抵抗分布の概要

TDEM法電磁探査の測点位置と、3対の流電電極A、B、Cの位置を第Ⅳ－１－１図に示した。また、流電電極ごとに分類した1次元解析結果の比抵抗柱状図を第Ⅳ－２－１図に、各測点の多層構造解析結果一覧表を巻末資料1に、各比抵抗層の比抵抗頻度分布（ヒストグラム）を第Ⅳ－２－２図にそれぞれ示した。

第Ⅳ－２－１図における各測点の比抵抗柱状図には、概ね4層からなる比抵抗構造が把握されている。比較的low比抵抗な第1層～第3層と、著しく高比抵抗な第4層（高比抵抗基盤）との明瞭なコントラストで特徴付けられ、次に示すような地区別に異なる比抵抗構造が認められる。なお、測点Na38及びNa78では、1次元解析によって第4層の存在を特定することはできなかったが、第3層の分布は少なくとも海拔-2,500 mまでに達することを確認している。

地区別の比抵抗構造の特徴

電極	対応する測点	測点分布地区	比抵抗構造の特徴
A	No.39～63	玖珠川流域	基盤が深く、局所的に起伏が見られる。
B	No.38, 64～78	万年山東部～南方	基盤深度は平均的で、その上位が低比抵抗。
	No.79～105	カルト山周辺	基盤は東落ち、第3層が著しい低比抵抗。
C	No.1～23	万年山西部～南部	基盤は海拔-2,000m以深と一様に深い。
	No.24～37	青野山周辺	基盤は浅く、上位の第2～3層が低比抵抗。

[基盤：第4層の高比抵抗基盤]

次に、巻末資料1に示した各測点の多層構造解析結果から、第1層～第4層の比抵抗及び層厚と、各比抵抗層の比抵抗区分は次表のようにまとめられる。

各比抵抗層の比抵抗分布・層厚及び比抵抗区分

	比抵抗分布 ($\Omega \cdot m$)			比抵抗区分	層 厚 (m)		
	平均値	最小値	最大値		平均値	最小値	最大値
第1層	95	21	330	中比抵抗層	90	18	250
第2層	45	7	120	主として中比抵抗層	1,000	180	2,100
第3層	23	4	62	低～中比抵抗層	1,490	520	3,300
第4層	4,200	980	6,000	著しい高比抵抗層	—	—	—

この表の比抵抗分布と、第IV-2-2図に示した第1層～第4層及び全比抵抗層の比抵抗頻度分布から、各比抵抗層の特徴は次のようにまとめられる。

- (a) 第1層の比抵抗は21～330 $\Omega \cdot m$ の範囲に分布する。平均値が95 $\Omega \cdot m$ でありヒストグラムの分散が小さいことから、比抵抗変化の少ない中比抵抗層に分類される。
- (b) 第2層の比抵抗分布範囲は7～120 $\Omega \cdot m$ 、平均値は45 $\Omega \cdot m$ である。ヒストグラムの分散が大きく比抵抗変化に富み、中比抵抗層を主とするが低比抵抗層も含む。
- (c) 第3層の比抵抗分布範囲は4～62 $\Omega \cdot m$ 、平均値は23 $\Omega \cdot m$ であり、他層と比較して低比抵抗である。ヒストグラムのピークが2ヶ所に現れていることから、低比抵抗層と中比抵抗層が混在すると考えられる。
- (d) 第4層の比抵抗分布範囲は980～6,000 $\Omega \cdot m$ 、平均値は4,200 $\Omega \cdot m$ であり、い

ずれも著しく高比抵抗である。ヒストグラムのピークは $4,000 \Omega \cdot m$ 以上の範囲にあり、本地域の深部に存在すると考えられる比抵抗基盤に対比される。

(e) 全比抵抗層の比抵抗ヒストグラムは、第1層～第3層の低～中比抵抗層と第4層の高比抵抗基盤に明瞭に分かれる。各比抵抗層の平均比抵抗の比は、第1層：第2層：第3層：第4層 = $4 : 2 : 1 : 200$ 程度となり、本地域の比抵抗構造は巨視的に見て、第1層～第3層と第4層の両者の2層構造で構成されるといって過言ではない。

こうした結果から、以後の記載では便宜上、次の比抵抗区分を用いることにする。

- ・低比抵抗層 …… $20 \Omega \cdot m$ 以下
- ・中比抵抗層 …… $20 \sim 330 \Omega \cdot m$
- ・高比抵抗基盤 …… $980 \Omega \cdot m$ 以上

また、各比抵抗層の平均層厚はそれぞれ第1層90m、第2層 1,000m、第3層 1,490mであり、第1層が極めて薄く、第2層及び第3層は厚い。高比抵抗基盤である第4層の平均地表下深度は約 2,600mとなり、著しく深部に高比抵抗基盤が把握されている。

IV-2 高比抵抗基盤の構造（第IV-3-1図）

ほぼ全測点の地下深部に把握された高比抵抗基盤の海拔高度を、第IV-3-1図の高比抵抗基盤等深度線図に示した。

本地域の高比抵抗基盤は海拔およそ-700m～-3,500mの範囲に分布し、地表下深度は浅い所で 1,200m程度、最も深い所では約 4,000mに達する。高比抵抗基盤の構造は地区別に大きな起伏が見られ、基盤隆起帯及び基盤沈降帯と、両者間の基盤急傾斜部によって特徴付けられている。

1. 高比抵抗基盤隆起帯

高比抵抗基盤の相対的な隆起構造として、基盤高度-2,000m以浅の次の2地区が指摘される。

- ① 調査地北東部の玖珠川北東側一帯の広範な地区
- ② 調査地西部の万年山東部から小倉岳南方に至る地区

①の地区は青野山～横山～カルト山～兜山に至る広い面積を占め、半円状の基盤のドーム構造を形成する。この地区内には、青野山北方（測点Na.25, 26, 28），横山東方（測点Na.83, 90, 91, 97）等に見られる海拔高度-1,000m以浅の基盤頂部や、小規模な基盤の窪み（測点Na.29, 81, 98）が分布している。こうした基盤隆起構造は、野稻岳の東方へ派生して連なる傾向も認められる。

一方②の地区では、万年山北東（測点Na.70, 71）及び小倉岳南西（測点Na.53, 55）に-1,500m以浅の頂部を有し、NW－SE方向に延びる帯状の盛り上がり分布している。

2. 高比抵抗基盤沈降帯

高比抵抗基盤の相対的な沈降構造として、基盤高度-2,000m以深の次の3地区が挙げられる。

- ① 調査地中央の玖珠川西～南側流域から滝上南方に至る地区
- ② 調査地南西端の吉武山北方から宝泉寺南方に至る地区
- ③ 調査地東端の福万山南方地区

①の地区はE－W方向に連なる地溝状の基盤の凹地を構成し、その西部において方向を北へ転じている。この地区の中心部では、海拔高度-3,000m以深に及ぶ基盤の底部（測点Na.51, 58, 61, 63）が東西に配列している。

②の地区では、吉武山北方（測点Na.8, 13, 14, 16, 17, 18）に高度-3,000m以深に達する基盤底部が発達するほか、宝泉寺南方（測点Na.78）にも高度-2,500m以深の基盤の落ち込みが見られる。

他方、③の地区の基盤はN－S系のコンターに規制されて東方へ大きく落ち込み、その中心部（測点Na.104）において基盤高度-3,000m以深に達する。

3. 高比抵抗基盤の急傾斜部

前記した高比抵抗基盤の隆起帯と沈降帯の間には、海拔高度-2,000m付近を境に基盤の急落部が存在し、特に、次の3方向の線上で顕著な基盤の急傾斜部を形成している。

- ① 河上岳南側から滝上に至る測点Na.69～45～100 を結ぶほぼE－W方向の線
- ② 万年山東方から小倉岳東方に至る測点Na.74～59を結ぶWNW－ESEW方向の線
- ③ 福万山の南方にあり、測点Na.96とNa.102 を結ぶN－S方向の線の東側

これらの線上付近では、いずれも1,000m以上に及ぶ基盤の落差が生じており、本地域

の比抵抗構造を強く規制するとともに、地質構造や断裂系との関連性も考えられる。

IV－3 比抵抗分布平面図

各測点の比抵抗柱状図を利用して、海拔0 m準、-500 m準、-1,000 m準、-1,500 m準、-2,000 m準及び-2,500 m準の6種のレベルにおける比抵抗分布平面図を作成した。

各レベルの大局的な比抵抗分布は前述した高比抵抗基盤の構造に強く規制されて、次のような深度ごとの推移が認められる。

海 拔 0 m 準	第2層の中比抵抗層が広範囲を占め、一部に低比抵抗層も分布する。
海 拔 -500 m 準	第2層～第3層の中比抵抗層と低比抵抗層が分布する。
海拔-1,000 m 準	第3層を主とする低～中比抵抗層中に高比抵抗基盤頂部が点在する。
海拔-1,500 m 準	高比抵抗基盤が広がり、低～中比抵抗層の分布と均衡している。
海拔-2,000 m 準	高比抵抗基盤の広がりがさらに増し、基盤構造を最もよく反映する。
海拔-2,500 m 準	大半が高比抵抗基盤で占められ、基盤凹部に中比抵抗層が分布する。

1. 海拔0 m準比抵抗分布（第IV－4－1図）

海拔0 m準の比抵抗は10～100 $\Omega \cdot m$ 程度の範囲に分布し、主として第2層の中比抵抗層～低比抵抗層の比抵抗変化を反映している。

20 $\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗層が調査地北部の青野山～横山を中心に東西方向に広がり、河上岳（測点Na69）、青野山北方（測点Na25, 28）、横山東部（測点Na79, 80, 81, 82, 90）及び野矢北方（測点Na97）等で局所的に10 $\Omega \cdot m$ 以下の著しい低比抵抗域が散在する。また、50 $\Omega \cdot m$ 以上の相対的に比抵抗の若干高いゾーンが調査地中央部と西部に分かれて分布している。

前項で述べた高比抵抗基盤の構造と海拔0 m準比抵抗分布を対比すると、基盤隆起帯は50 $\Omega \cdot m$ 以下の比抵抗ゾーンにほぼ一致する一方、基盤沈降帯は50 $\Omega \cdot m$ 以上の比抵抗ゾーンに対応する。このことは、高比抵抗基盤の盛り上がりの上位では、他と比較して比抵抗が低下していることを示唆する。

2. 海拔-500m準比抵抗分布（第Ⅳ-4-2図）

海拔-500m準の比抵抗は5～100 $\Omega \cdot m$ 程度の範囲に分布し、第2層～第3層の中比抵抗層及び低比抵抗層の比抵抗変化を表している。海拔0m準の比抵抗分布と比較して、全般に比抵抗が若干低下している。

20 $\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗層が万年山から青野山～横山～カルト山と続く調査地北部に大きく広がり、横山～カルト山周辺、青野山北方等に10 $\Omega \cdot m$ 以下（測点Na90及び91では5 $\Omega \cdot m$ 以下）の著しい低比抵抗域が発達する。また、若干比抵抗の高い50 $\Omega \cdot m$ 以上のゾーンが調査地中央部と西部に分かれて分布している。

Ⅳ-3-1図の高比抵抗基盤の構造と対比すると、基盤隆起帯の分布域にはほぼ一致して20 $\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗層が広がる一方、基盤沈降帯は20～50 $\Omega \cdot m$ 以上の比抵抗ゾーンに対応する。こうした基盤隆起帯の上位で比抵抗が低下する関係は、海拔0m準の場合と比較してさらに低比抵抗化が進んでいる。

3. 海拔-1,000m準比抵抗分布（第Ⅳ-4-3図）

海拔-1,000m準の比抵抗は5 $\Omega \cdot m$ 前後～6,000 $\Omega \cdot m$ の範囲に分布し、他のレベルと比べて最も比抵抗コントラストが大きい。第3層を主とする低比抵抗層及び中比抵抗層中に高比抵抗基盤の頂部が局所的に点在し、特徴的な比抵抗分布を展開しているが、低比抵抗層～中比抵抗層の比抵抗は海拔-500m準と比較して全般に若干低下している。

20 $\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗層は海拔-500m準の場合とほぼ同様の地区に分布するが、横山とカルト山の中央（測点Na90, 91, 97）、青野山北方（測点Na25, 26, 28）、青野山南東（測点Na35）等に高比抵抗基盤の出現を示す高比抵抗層が点在している。他方、横山～カルト山間の高比抵抗層の周辺と河上岳付近（測点Na69）で10 $\Omega \cdot m$ 以下、小倉岳南西（測点Na53, 54, 55）で5 $\Omega \cdot m$ 以下の著しい低比抵抗域が発達している。

上記の高比抵抗層は基盤隆起帯の頂部に相当し、その直接上位には海拔-500m準で見られた5～10 $\Omega \cdot m$ 以下の著しい低比抵抗域が対応する特徴がある。こうした特徴は、これまで述べた基盤隆起帯とその上位の低比抵抗域の関係を裏付けるもので、横山～カルト山に見られる高比抵抗層と低比抵抗域との対比は、その関係を象徴的に表している。

4. 海拔-1,500m準比抵抗分布（第Ⅳ-4-4図）

海拔-1,500m準の比抵抗は10 $\Omega \cdot m$ 前後～6,000 $\Omega \cdot m$ の範囲に分布するが、これまで

海拔0 m 準～海拔-1,000 m 準で広範に見られた $20 \Omega \cdot \text{m}$ 以下の低比抵抗層は小規模に点在するのみである。海拔-1,000 m 準で出現した高比抵抗層の広がりが増し、第3層の中比抵抗層を主とする比抵抗域と均衡した分布を示している。

調査地北東部には、高比抵抗基盤のドーム状構造を示唆する $1,000 \Omega \cdot \text{m}$ 以上の高比抵抗層が半円状に大きく広がり、所々に $20 \Omega \cdot \text{m}$ 以下の小規模な低比抵抗部（測点Na29, 81, 98, 99）を伴っている。

また、調査地北西部では万年山付近（測点Na70, 71），河上岳（測点Na69），小倉岳南西（測点Na53, 54, 55）等に高比抵抗基盤の頂部を表す高比抵抗層が点在し、それらの周辺に $20 \Omega \cdot \text{m}$ 以下の低比抵抗層を随伴している。これら高比抵抗層の直接上位には海拔-1,000 m 準における $10 \Omega \cdot \text{m}$ 程度以下の著しい低比抵抗域が対応しており、これまで述べてきた基盤隆起帯とその上位の低比抵抗域の関係を再度裏付けている。

5. 海拔-2,000 m 準比抵抗分布（第IV-4-5図）

海拔-2,000 m 準の比抵抗は $20 \Omega \cdot \text{m}$ 前後～ $6,000 \Omega \cdot \text{m}$ の範囲に分布し、高比抵抗層と第3層の中比抵抗層との比抵抗コントラストが著しい。海拔-2,000 m 準における比抵抗分布は、IV-3-1図の高比抵抗基盤の構造を最もよく反映しており、高比抵抗層は基盤隆起帯に、中比抵抗層は基盤沈降帯にそれぞれ対比される。

海拔0 m 準～海拔-1,500 m 準に見られた $20 \Omega \cdot \text{m}$ 以下の低比抵抗層のほとんどが消滅または縮小し、万年山東方（測点Na66, 74），滝上付近（測点Na100），福万山南方（測点Na103）等にわずかに残存するのみである。

6. 海拔-2,500 m 準比抵抗分布（第IV-4-6図）

海拔-2,500 m 準の比抵抗は $50 \Omega \cdot \text{m}$ 前後～ $6,000 \Omega \cdot \text{m}$ の範囲に分布し、大半が高比抵抗基盤の高比抵抗域で占められる。

中比抵抗層は高比抵抗基盤の凹地中に分布し、調査地域の西から東へ、吉武山北方（測点Na6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20），宝泉寺南方（測点Na78），河上岳西方～南方（測点Na38, 39, 40, 41, 42, 44, 51, 57, 58），鹿伏岳北方（測点Na47, 48, 49, 50, 61, 62, 63），福万山南方（測点Na104, 105）等に点在している。

IV-4 比抵抗断面図

第IV-1-1図に示したa-a' からg-g' の計7本の断面について、1次元解析結果の多層比抵抗構造を投影し、比抵抗断面図を作成した。これら7断面のうち、断面a-a' 及びb-b' の2本はほぼ東西方向（第IV-5-1図）、断面c-c' からg-g' の5本はほぼ南北方向（第IV-5-2図）の断面である。

各断面の比抵抗構造は第1層～第4層の解析比抵抗値とそれぞれの比抵抗境界で表示するとともに、隣接する測点間の基盤深度や比抵抗値が著しく異なる部分に比抵抗構造不連続線の存在を想定した。東西断面及び南北断面はいずれも、相対的位置関係を対比するためにブロックダイヤグラム方式で表示した。

以下に各断面の比抵抗構造について述べる。

1. 東西断面（第IV-5-1図）

第IV-5-1図に示した東西方向の2断面（a-a' 及びb-b' ）は、地表付近の中比抵抗層から最下層の高比抵抗基盤に至る3層～4層の比抵抗構造からなる。比抵抗層の層厚・深度及び比抵抗値の不連続性から、随所に比抵抗構造不連続線の存在が考えられる。

また、両断面に共通して、高比抵抗基盤の盛り上がり部の直接上位に $20\ \Omega\cdot m$ 以下または $10\ \Omega\cdot m$ 以下の低比抵抗帯が分布している。

1) 比抵抗断面 a-a'

本断面の比抵抗構造は相対的に高比抵抗基盤が浅く、断面中央に基盤隆起帯の頂部が卓越する。次の地点に存在すると考えられる比抵抗構造不連続線に規制され、これらを境に比抵抗構造の相違が認められる。

- ① 山浦川東方（測点No.2-3間）…地下浅部の中比抵抗層の比抵抗変化による。
- ② 玖珠川西方（測点No.4-64間）…深部に至る中比抵抗層の比抵抗変化による。
- ③ 断面f-f' 西側（測点No.79-80間）…地表付近の比抵抗構造の相違による。
- ④ 福万山付近（測点No.96-105間）…比抵抗・構造・層厚の相違によるもので、高比抵抗基盤に大きな落差を与えている。

①の西側及び①～②の区間は、上位より $100\ \Omega\cdot m$ 前後の中比抵抗層、 $50\ \Omega\cdot m$ 前後の中比抵抗層、 $2000\ \Omega\cdot m$ 程度の高比抵抗基盤による3層構造からなり、中比抵抗層が厚く分布する。

②～③の区間は概して、上位より $100 \sim 200 \Omega \cdot m$ 前後の中比抵抗層、 $10 \sim 20 \Omega \cdot m$ 程度の低比抵抗層、 $6000 \Omega \cdot m$ を主とする高比抵抗基盤からなる3層構造で構成される。測点Na25を中心に海拔-1,000mに達する基盤の盛り上がりが特徴的である。

③～④の区間は、上位より $100 \Omega \cdot m$ 前後の中比抵抗層、 $20 \sim 50 \Omega \cdot m$ 程度の中比抵抗層、 $10 \Omega \cdot m$ 程度の低比抵抗層、 $6000 \Omega \cdot m$ を主とする高比抵抗基盤からなる4層構造で構成される。

④の東側は、上位より $86 \Omega \cdot m$ の中比抵抗層、 $15 \Omega \cdot m$ の低比抵抗層、 $25 \Omega \cdot m$ の中比抵抗層、 $6000 \Omega \cdot m$ の高比抵抗基盤による4層構造からなり、第3層が極めて厚く基盤が深く落ち込んでいる。

2) 比抵抗断面 b - b'

本断面の比抵抗構造は高比抵抗基盤の起伏に富み、基盤隆起帯と基盤沈降帯のコントラストが著しい。次の地点に発達する比抵抗構造不連続線に規制されて著しい構造変化が見られ、②③④の比抵抗構造不連続線は深部の高比抵抗基盤に落差を与える顕著なものである。

① 町田川西方（測点Na15-76間）…深部に至る中比抵抗層の比抵抗変化による。

② 町田川付近（測点Na56-57間）…基盤の落差とその上位の比抵抗変化による。

③ 野上川西方（測点Na47-36間）…基盤の大きな落差とその上位における比抵抗・構造の相違による。

④ 水分峠付近（測点Na102-104 間）…断面 a - a' 東端と同様の比抵抗・構造・層厚の相違による。

①の西側は、上位より $100 \Omega \cdot m$ 前後の中比抵抗層、 $50 \Omega \cdot m$ 前後の中比抵抗層、 $2000 \Omega \cdot m$ 程度の高比抵抗基盤による3層構造からなる。断面 a - a' 西端と同様に中比抵抗層が厚く、基盤も深部に分布する。

①～②の区間は、上位より $100 \Omega \cdot m$ 前後の中比抵抗層、 $40 \Omega \cdot m$ 前後の中比抵抗層、 $10 \sim 20 \Omega \cdot m$ の低比抵抗層、 $6000 \Omega \cdot m$ の高比抵抗基盤の4層構造からなる。

②～③の区間は、上位より $100 \Omega \cdot m$ 弱の中比抵抗層、 $50 \Omega \cdot m$ 前後または $30 \Omega \cdot m$ 前後の中比抵抗層、 $2000 \sim 6000 \Omega \cdot m$ の高比抵抗基盤の3～4層構造からなる。この区間の基盤は海拔-3,000m前後に達する沈降帯を形成し、これを中比抵抗層が厚く覆う。

③～④の区間は、上位より $50 \sim 100 \Omega \cdot m$ の中比抵抗層、 $20 \sim 30 \Omega \cdot m$ 程度の中比抵抗

層, $10 \Omega \cdot m$ 前後の低比抵抗層, $6000 \Omega \cdot m$ を主とする高比抵抗基盤からなる 4 層構造で構成される。この区間の基盤は海拔 $-1,500m$ 前後に分布する隆起帯に属する。

④の東側は, 上位より $47 \Omega \cdot m$ の中比抵抗層, $24 \sim 25 \Omega \cdot m$ の中比抵抗層, $2500 \Omega \cdot m$ の高比抵抗基盤による 3 層構造からなり, 中間層が極めて厚く基盤が深い。

2. 南北断面 (第 IV-5-2 図)

第 IV-5-2 図に示した南北方向の 5 断面 ($c-c'$ ~ $g-g'$) は, 地表部の中比抵抗層から最下層の高比抵抗基盤に至る 3 層~4 層構造で構成される。いずれの断面においても, 比抵抗層構造の相違から比抵抗構造不連続線が推定され, これに規制されて南側へ比抵抗基盤が深くなる傾向を示している。

断面 $c-c'$ を除く他の 4 断面に共通して, 高比抵抗基盤の隆起部を被覆する $10 \Omega \cdot m$ 以下または $20 \Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗帯が分布するとともに, 似通った比抵抗構造の推移が見られる。

1) 比抵抗断面 $c-c'$

本断面の比抵抗構造は, 上位より $100 \Omega \cdot m$ 前後の中比抵抗層, $50 \Omega \cdot m$ 前後の中比抵抗層, $1000 \sim 3000 \Omega \cdot m$ 程度の高比抵抗基盤による 3 層構造からなり, 他の南北断面と比較して上部中比抵抗層が極めて厚い。高比抵抗基盤の深度は海拔 $-1,500m \sim -3,000m$ の範囲に分布し, 断面中央で基盤沈降帯の窪みを形成している。

断面南部 (測点 Na.21-19 間) 及び万年山付近 (測点 Na.5-4 間) の中比抵抗層中に, 比抵抗と層厚の相違による小規模な比抵抗構造不連続線の存在が考えられる。

2) 比抵抗断面 $d-d'$

本断面の比抵抗構造は高比抵抗基盤の起伏に富み, 基盤隆起帯と基盤沈降帯が交互に分布する。基盤の落差と比抵抗構造の相違から, ①宝泉寺付近 (測点 Na.78-54 間), ②断面 $b-b'$ 付近 (測点 Na.56-41 間), ③玖珠川付近 (測点 Na.41-69 間) の 3 地点に比抵抗構造不連続線の存在が考えられる。

①~②の区間及び③の北側は基盤隆起帯に属し, 前者は上位より $100 \Omega \cdot m$ 前後の中比抵抗層, $20 \sim 50 \Omega \cdot m$ の中比抵抗層, $10 \Omega \cdot m$ 前後の低比抵抗層, $6000 \Omega \cdot m$ の高比抵抗基盤の 4 層構造で構成される一方, 後者は概して, 上位より $100 \Omega \cdot m$ 程度の中比抵抗層,

10 $\Omega \cdot m$ 前後の低比抵抗層, 2500~6000 $\Omega \cdot m$ の高比抵抗基盤の3層構造からなる。

他方, ①の南側及び②~③の区間は基盤沈降帯に対比され, いずれも 100 $\Omega \cdot m$ 弱の中比抵抗層と30~50 $\Omega \cdot m$ 前後の中比抵抗層が高比抵抗基盤を厚く覆う3層構造を構成すると思われる。

3) 比抵抗断面 e - e'

本断面の比抵抗構造は, 野上川付近(測点Na61-35間)の比抵抗構造不連続線によって強く規制され, これを境に南と北の高比抵抗基盤深度及び比抵抗構造が著しく異なる。

比抵抗構造不連続線の北側は基盤隆起帯に属し, 上位より 100 $\Omega \cdot m$ 前後の中比抵抗層, 20 $\Omega \cdot m$ 程度以下の低比抵抗層, 6000 $\Omega \cdot m$ を主とする高比抵抗基盤からなる3層構造で構成される。測点Na35において海拔-1,000mの盛り上がりの頂部が見られる。

一方, 比抵抗構造不連続線の南側は基盤沈降帯に対比され, 上位より 100 $\Omega \cdot m$ 程度の中比抵抗層, 60 $\Omega \cdot m$ 程度または30 $\Omega \cdot m$ 程度の中比抵抗層, 3000~4000 $\Omega \cdot m$ 程度の高比抵抗基盤からなる3~4層構造で構成される。基盤深度は測点Na61の最深部で海拔-3,000m以深にあり, 測点Na35の基盤頂部との落差は 2,000mに達する。

4) 比抵抗断面 f - f'

本断面の比抵抗構造は断面 e - e' とほぼ同様に, 野上川南方(測点Na48-37間)の比抵抗構造不連続線によって規制され, これを境に南と北とで高比抵抗基盤深度及び比抵抗構造の相違が認められる。

比抵抗構造不連続線の北側は基盤隆起帯に属し, 上位より50~100 $\Omega \cdot m$ 程度の中比抵抗層, 20~50 $\Omega \cdot m$ 程度の中比抵抗層, 10 $\Omega \cdot m$ 前後の低比抵抗層, 6000 $\Omega \cdot m$ を主とする高比抵抗基盤からなる4層構造で構成される。測点Na90の基盤隆起の中心部で海拔-1,000m以浅の盛り上がりが見られる。

一方, 比抵抗構造不連続線の南側は基盤沈降帯に対比され, 上位より70 $\Omega \cdot m$ 程度の中比抵抗層, 50 $\Omega \cdot m$ 前後の中比抵抗層, 3000 $\Omega \cdot m$ 程度の高比抵抗基盤の3層構造からなる。基盤深度は測点Na48で海拔-2,500m以深にあり, 測点Na90の基盤頂部との落差は 1,500m以上に達する。

5) 比抵抗断面 $g - g'$

本断面の比抵抗構造はほぼ水平な4層構造を形成しており、滝上北方（測点No.100-101間）の深部において高比抵抗基盤に僅かな落差を与える比抵抗構造不連続線の存在が考えられる。主として上位より、 $100 \Omega \cdot m$ 未満の中比抵抗層、 $20 \sim 50 \Omega \cdot m$ 程度の中比抵抗層、 $10 \Omega \cdot m$ 前後の低比抵抗層、 $3000 \sim 6000 \Omega \cdot m$ 程度の高比抵抗基盤で構成される4層構造からなる。

比抵抗構造不連続線以北の高比抵抗基盤は、海拔 $-1,000m \sim -1,300m$ の基盤隆起帯に位置付けられ、平坦な分布を示している。

IV-5 考 察

1. 比抵抗分布と地質との関係

本地域の地質は先新第三紀の領家帯花崗岩類を基盤とし、これを覆って鮮新世から完新世に至る火山岩類と一部に発達した堆積岩類が壘重している。

一方、本地域の比抵抗構造は概して4層構造によって構成され、各比抵抗層の平均比抵抗（及び平均層厚）は浅部から深部へ、 $95 \Omega \cdot m$ （及び90m）、 $45 \Omega \cdot m$ （及び1000m）、 $23 \Omega \cdot m$ （及び1490m）、 $4200 \Omega \cdot m$ である。大局的に見ると、第1層～第3層からなる上部の低～中比抵抗層（平均層厚約2,600m）と第4層の下部高比抵抗基盤による2層構造となる。このうち、上部の低～中比抵抗層では浅部から深部へ向かって次第に比抵抗が低下する特徴がある。

このような比抵抗分布から、高比抵抗基盤は主として領家帯の花崗岩類に対応し、その上位の低～中比抵抗層は鮮新世以降の地層にそれぞれ対応すると考えられる。第I-1-1図の地表地質分布と第IV-2-1図における各測点の第1層比抵抗値の対比では、地層別の比抵抗の有意差はほとんど認められない。したがって、鮮新世以降の個々の地層についての比抵抗の大小をここで特定することは困難であり、下位の地層ほど地熱活動による変質作用または低比抵抗化作用を強く被っていると考えるのが妥当であろう。

なお、比抵抗と地質との直接的な対比は、第V-1-1図～第V-1-2図の比抵抗構造断面及び推定地質断面に示す。

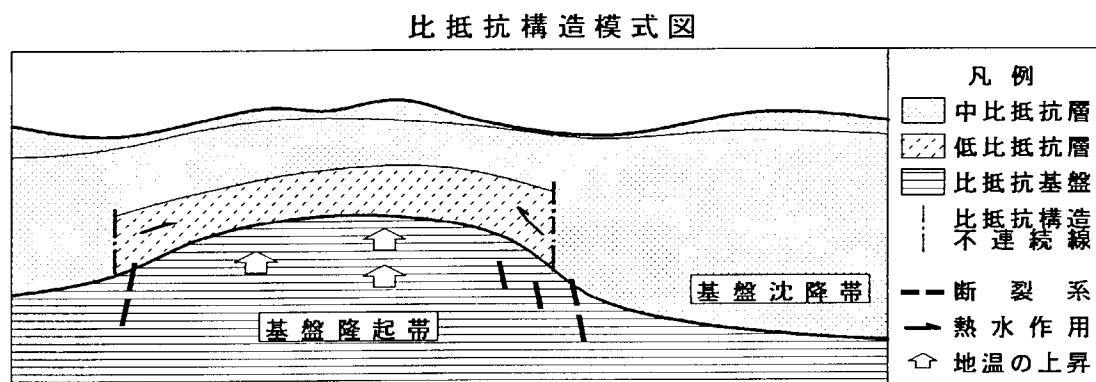
2. 高比抵抗基盤の構造と低比抵抗の関係

本調査の結果、地表から深度 3,000m 以上に達する比抵抗構造が明らかにされ、海拔およそ -1,000m ~ -3,000m 以深に分布する高比抵抗基盤の全容が把握された。

高比抵抗基盤の構造は、海拔 -2,000m 以浅の基盤隆起帯と海拔 -2,000m 以深の基盤沈降帯とに大きく 2 分される。両者の間には、比抵抗分布の相違を示唆する比抵抗構造不連続線を伴った基盤の急傾斜部が発達している。

基盤隆起帯では高比抵抗基盤を覆って $20 \Omega \cdot \text{m}$ 以下の低比抵抗域が広く分布し、さらに隆起帯の頂部に一致して $10 \Omega \cdot \text{m}$ 以下の著しい低比抵抗ゾーンが付随する一方、基盤沈降帯では高比抵抗基盤の上位に $20 \Omega \cdot \text{m}$ 以上の中比抵抗層が厚く分布することは既に述べたとおりである。

こうした高比抵抗基盤の構造と低比抵抗の関係から、次の模式図に示すような熱水作用に関する推定を行うことができる。



本地域内での領家花崗岩類の分布は確認されていないが、その比抵抗値の高さや周囲の地質から、高比抵抗基盤隆起帯は主として領家帯花崗岩類からなり、そのドーム状または背斜状の盛り上がりからなると考えられる。

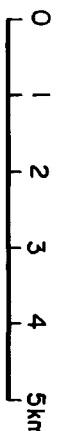
一般的に花崗岩類の熱伝導率は高いことから、花崗岩類の隆起構造は深部熱源からの熱伝導によって地温の上昇域を形成する。これに伴って熱水の流動や断層系の割れ目を経路とした地熱流体の上昇が生じ、長期にわたる熱水作用の結果、変質帯を主とする低比抵抗帯が形成される。

上記の推論において、比抵抗構造不連続線は基盤深度や比抵抗構造の相違を反映するのみならず、低比抵抗化作用の強く及んだゾーンと比較的弱いゾーンを境する役割を果たすと考えられる。

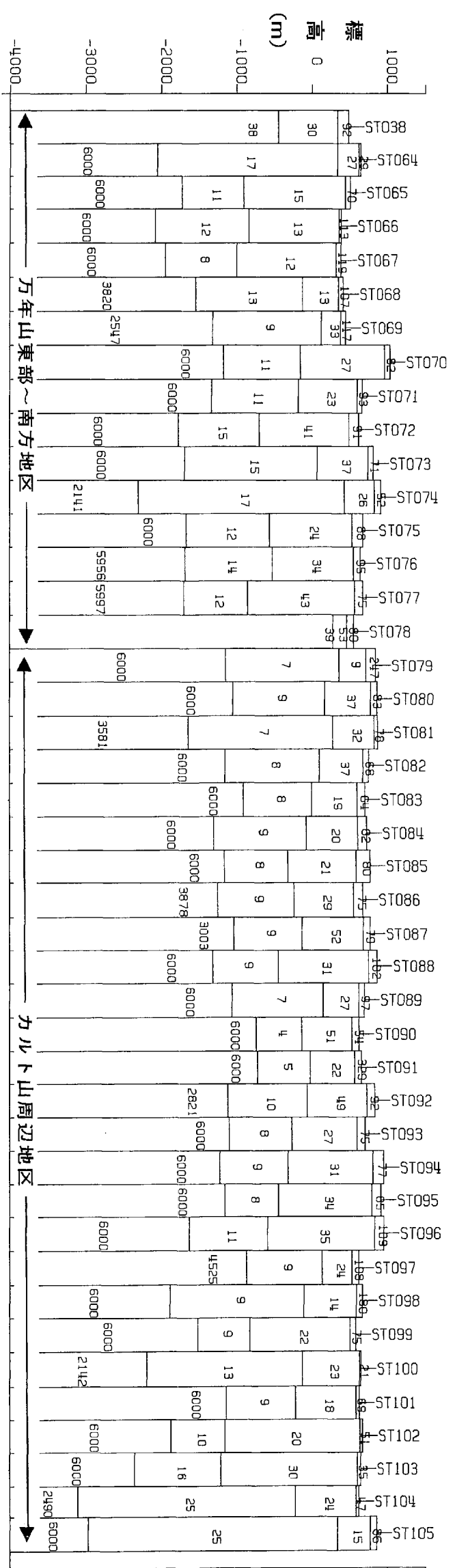
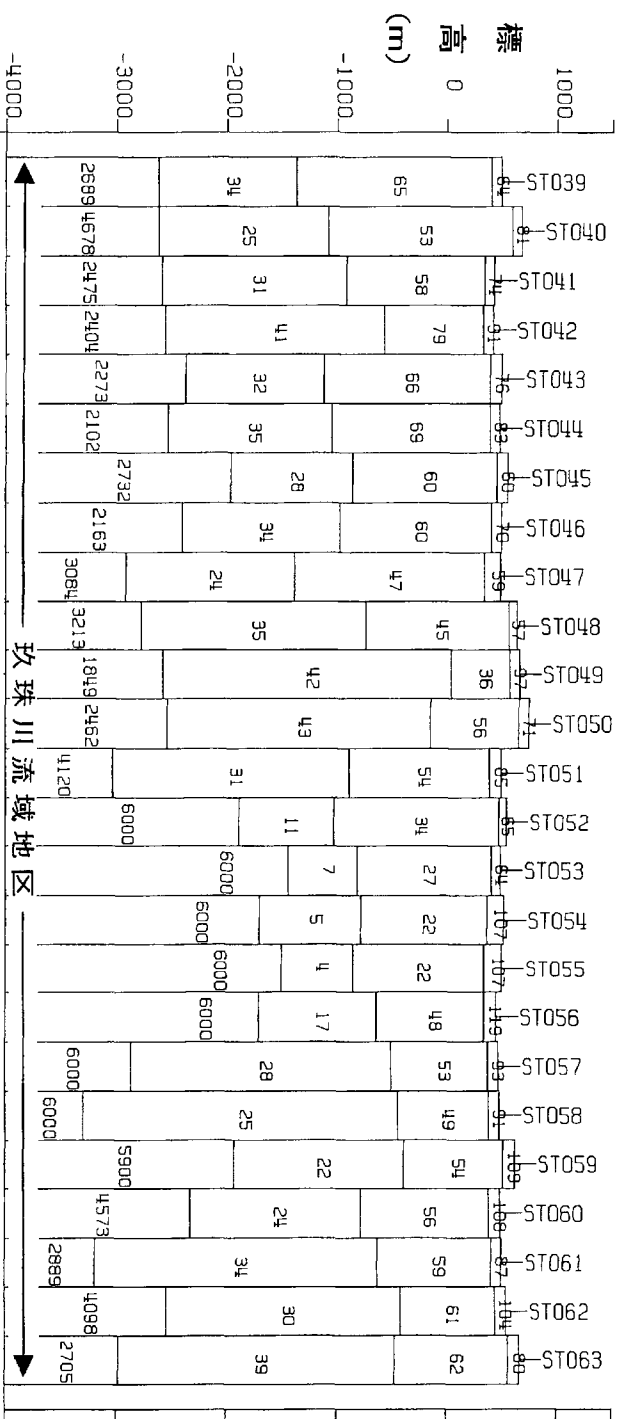
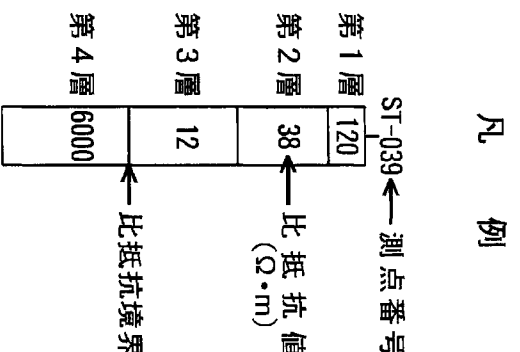


凡 例

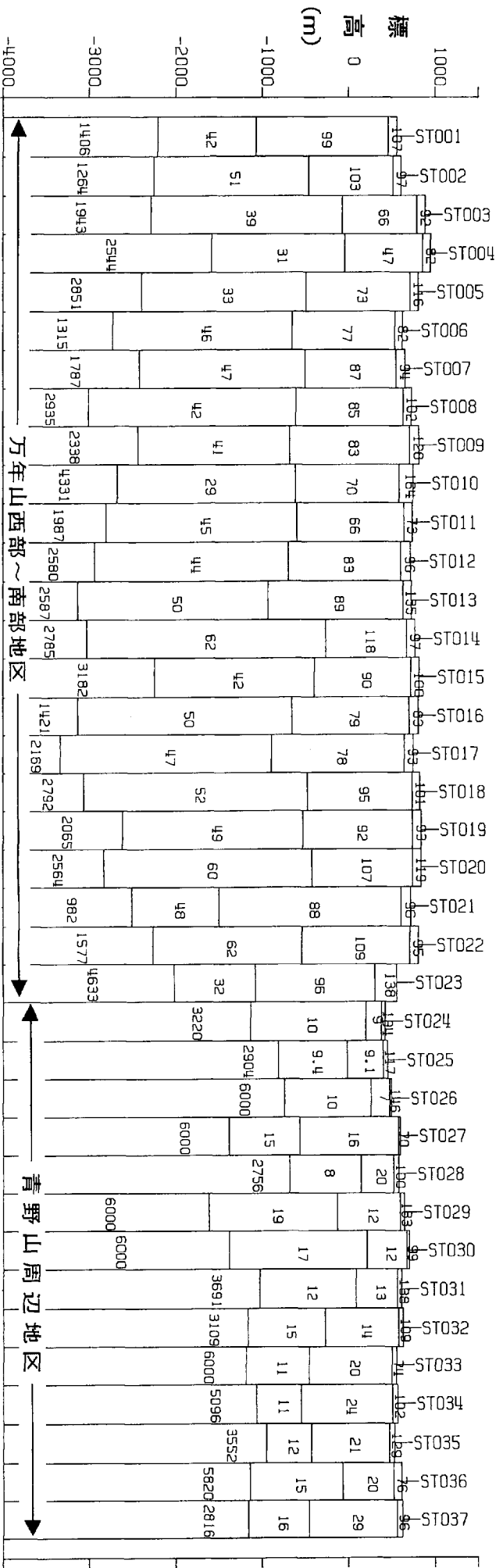
- 調査範囲
- 105 測点番号
- 流電電極位置
- HN-T-1 熱流量調査坑
- 断面位置



地熱開発促進調査	
万年山地域(平成4年度)	
電磁探査(TDEM法)	
測点位置図	
第IV-1-1 図	1994-3

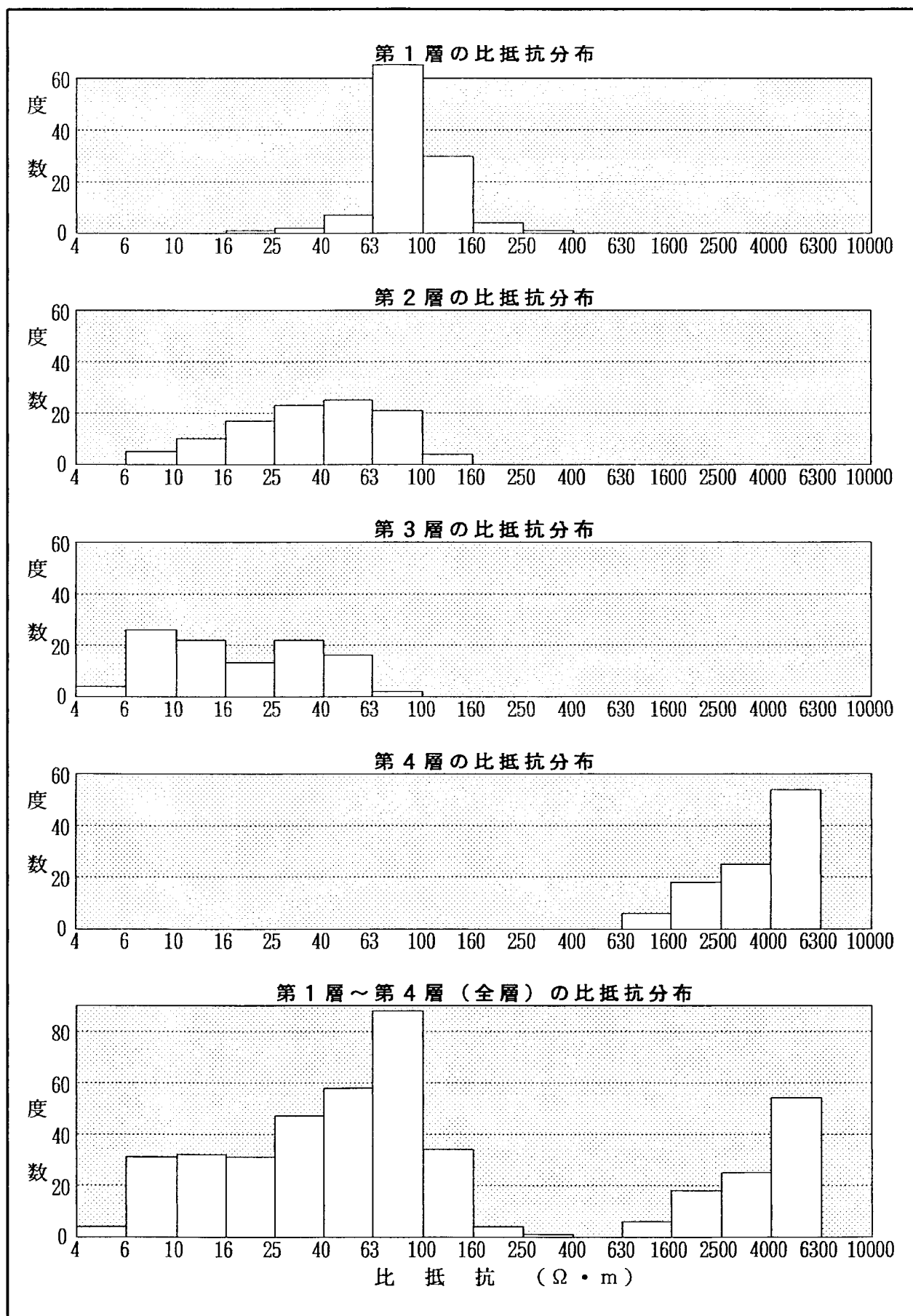


流電電極Bによる測点

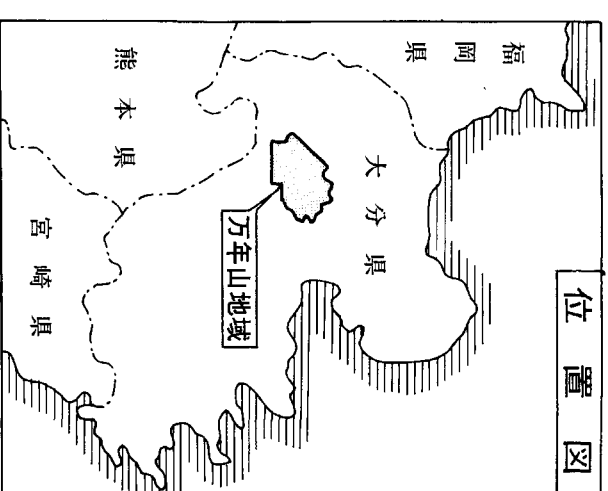


流電電極Cによる測点

地熱開発促進調査	
万年山地域 (平成4年度)	
電磁探査 (TDEM法)	
各測点の比抵抗柱状図	
第IV-2-1図	1994-3



第IV-2-2図 各比抵抗層の比抵抗頻度分布



凡例

調査範囲

105 ● 測点番号
-1500 高比抵抗基盤深度
(海拔標高: m)

HM-T-1 熱流量調査坑

a-a' 断面位置

高比抵抗基盤
等深度線
(海拔標高: m)

H 高比抵抗基盤の凸部
L 高比抵抗基盤の凹部



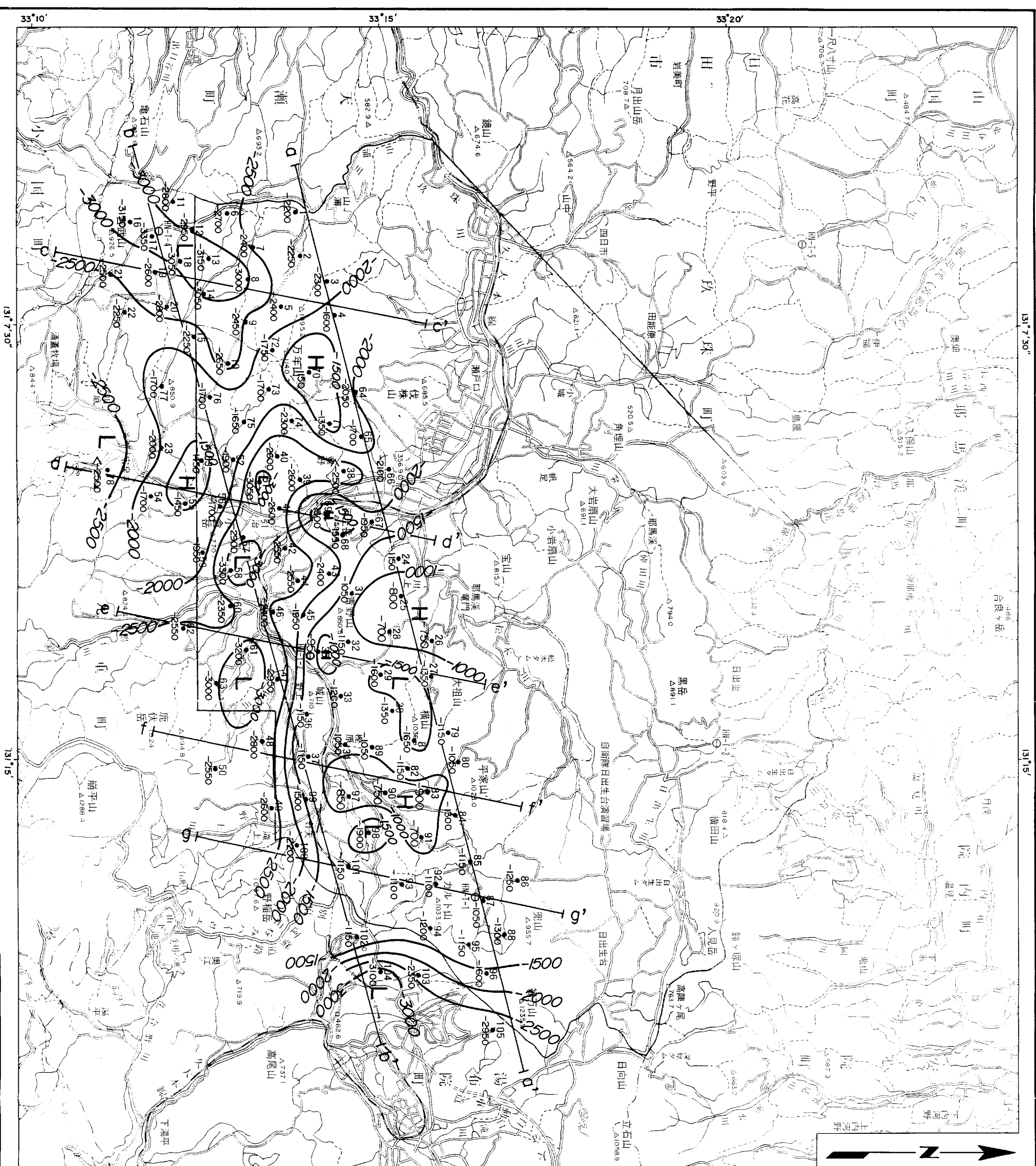
地熱開発促進調査

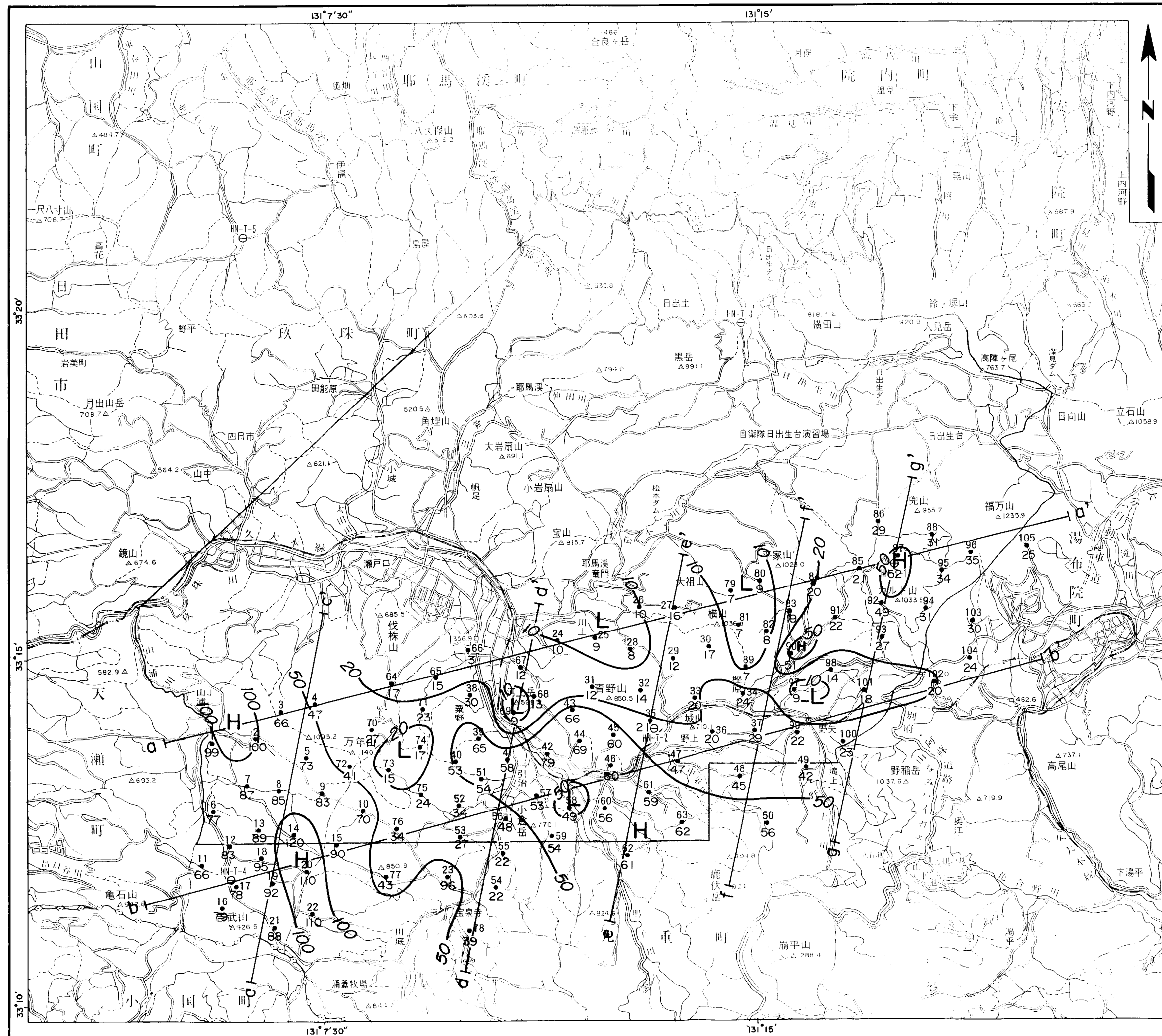
万年山地域(平成4年度)

電磁探査(TDEM法)

高比抵抗基盤等深度線図

第IV-3-1図 1994-3





凡 例

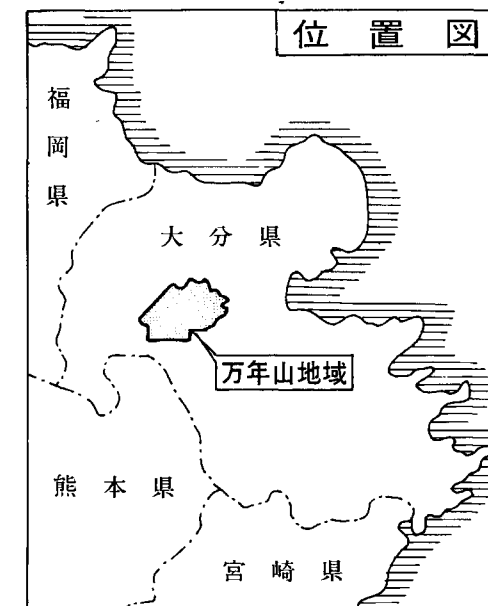
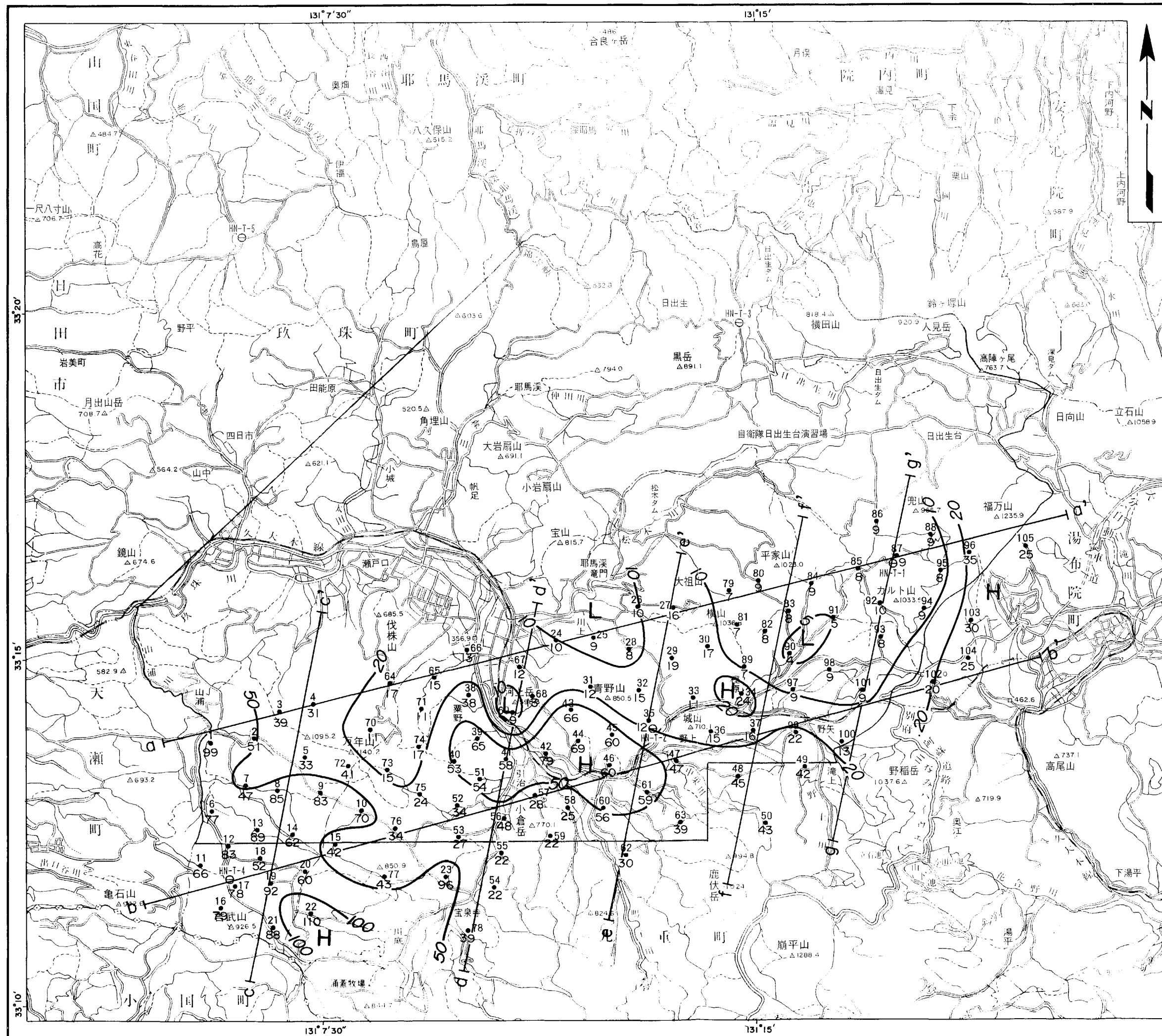
- 調査範囲
- 105 測点番号
● 測点位置
24 比抵抗値(Ω・m)
- HN-T-1 熱流量調査坑
- a—a' 断面位置
- 等比抵抗線(Ω・m)
- H 高比抵抗部
- L 低比抵抗部

0 1 2 3 4 5km

地熱開発促進調査
万年山地域(平成4年度)

電磁探査(TDEM法)
比抵抗分布平面図
(海拔0m準)

第Ⅳ-4-1図 1994-3



凡 例



105 測点番号
● 測点位置
24 比抵抗値(Ω·m)

HN-T-1 熱流量調査坑

a—a' 断面位置

10 等比抵抗線(Ω·m)
20
50

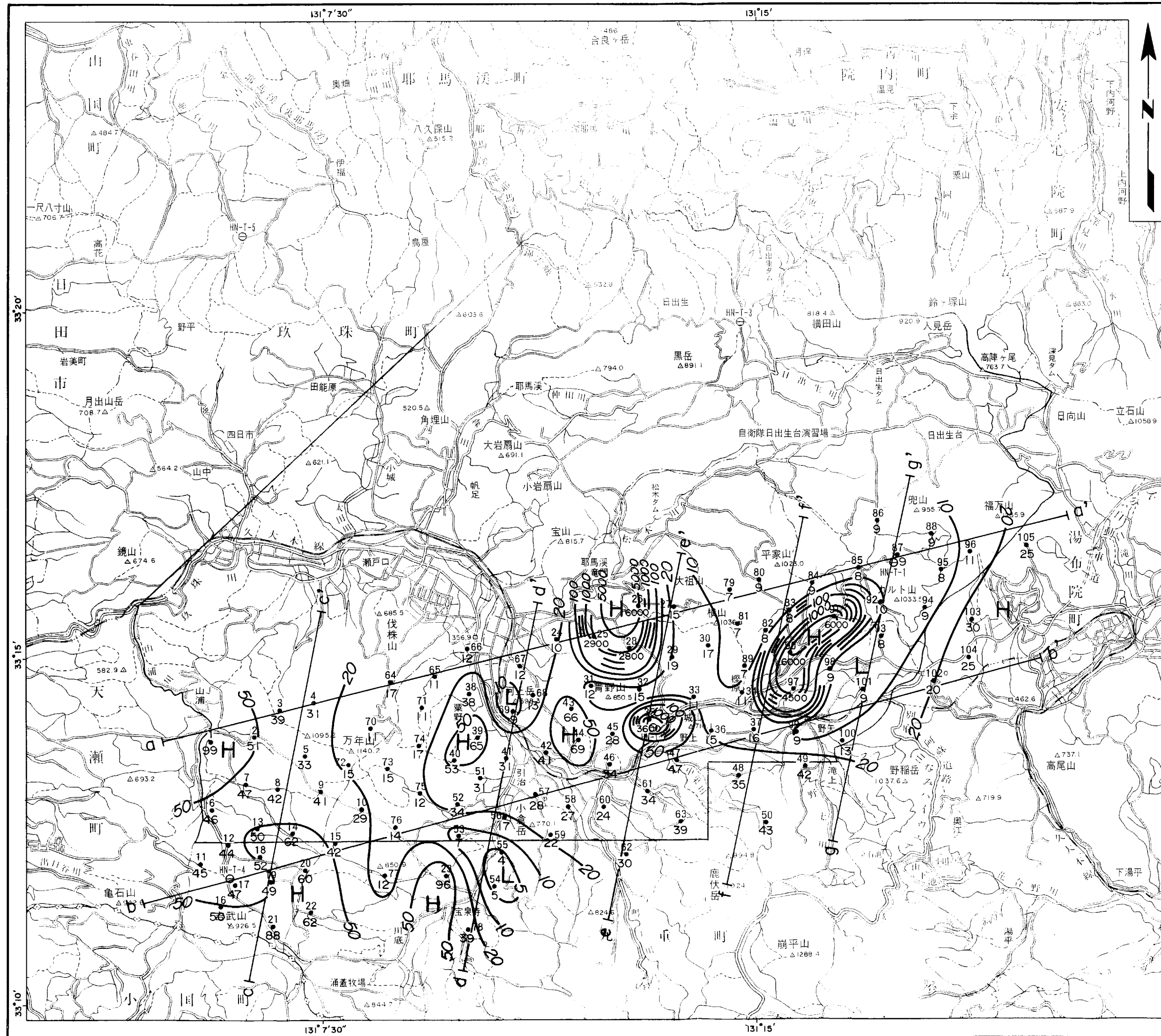
H 高比抵抗部

L 低比抵抗部

0 1 2 3 4 5km

地熱開発促進調査
万年山地域(平成4年度)
電磁探査(TDEM法)
比抵抗分布平面図
(海拔-500m準)

第IV-4-2図 1994-3



凡 例

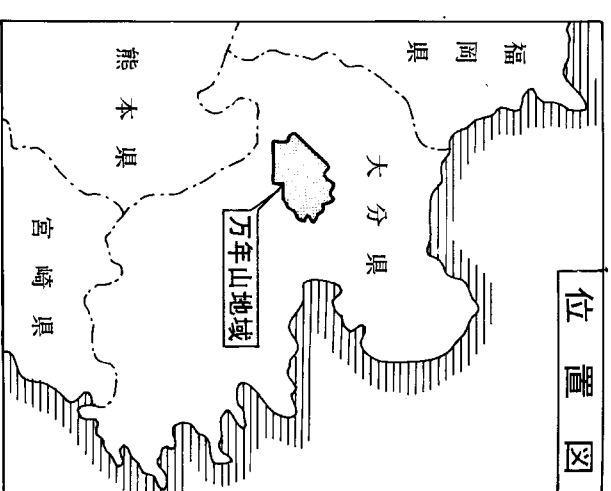
- 調査範囲
- 105 測点番号
● 測点位置
24 比抵抗値(Ω・m)
- HN-T-1 熱流量調査坑
- a—a' 断面位置
- 等比抵抗線(Ω・m)
- H 高比抵抗部
- L 低比抵抗部



地熱開発促進調査
万年山地域(平成4年度)

電磁探査(TDEM法)
比抵抗分布平面図
(海拔-1,000m準)

第Ⅳ-4-3図 1994-3



凡例

調査範囲

測点番号
105 ●
24 ●
比抵抗値($\Omega \cdot m$)

熱流量調査坑
HN-T-1

断面位置
a—a

等比抵抗線($\Omega \cdot m$)
10
20
30

H 高比抵抗部

L 低比抵抗部

0 1 2 3 4 5km

地熱開発促進調査

万年山地域(平成4年度)

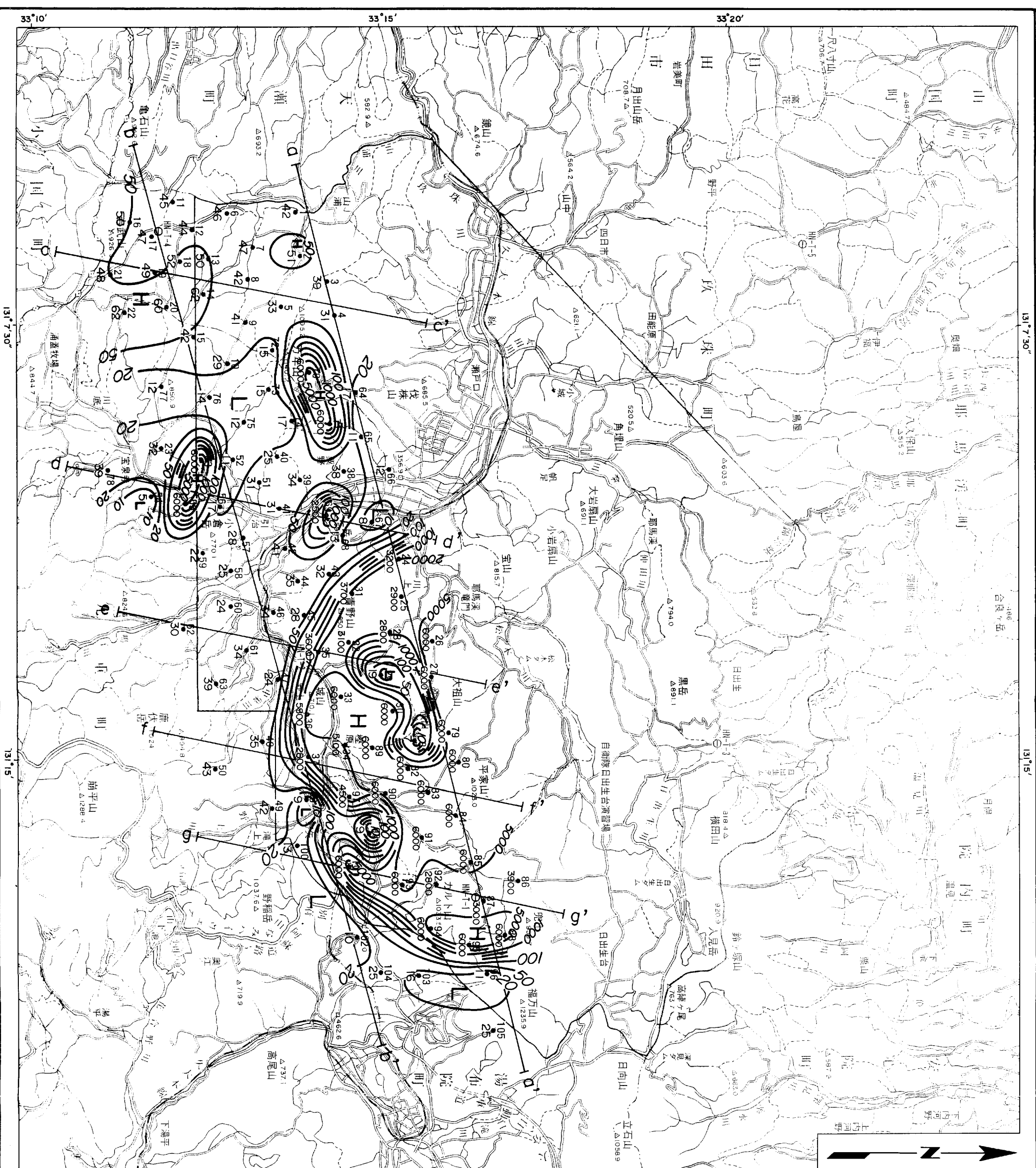
電磁探査(TDEM法)

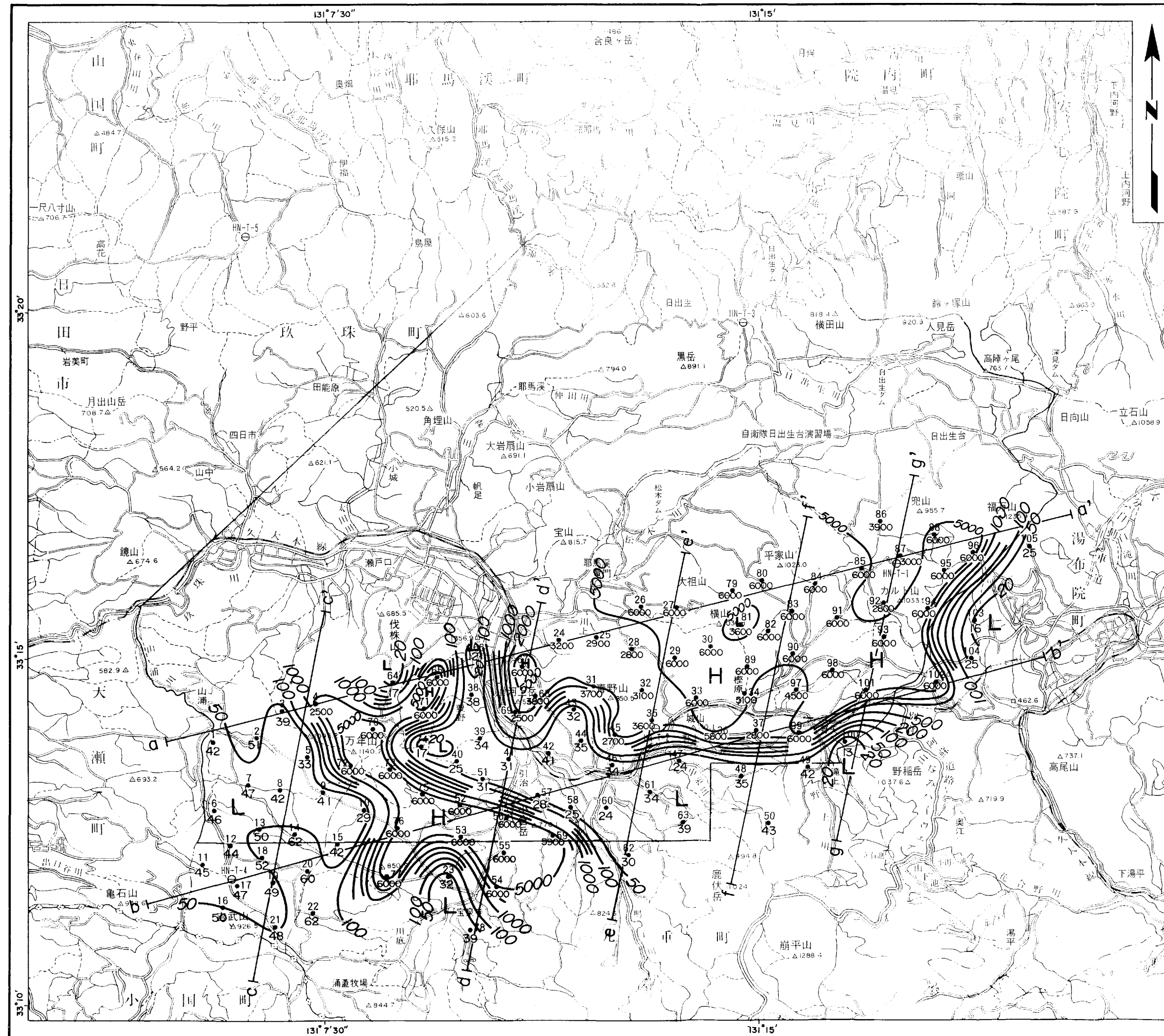
比抵抗分布平面図

(海拔-1,500m準)

第IV-4-4図

1994-3





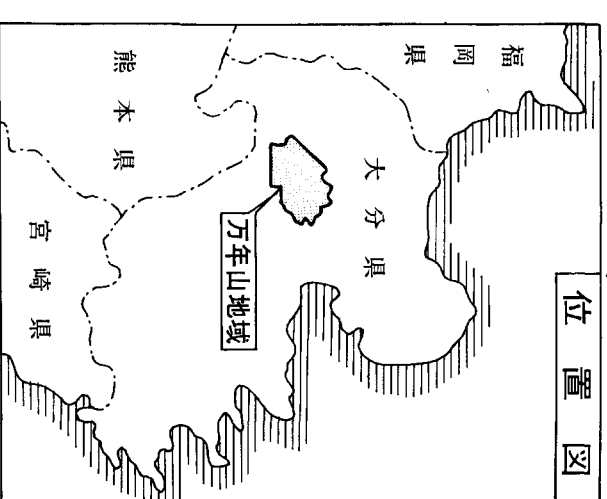
凡 例

- 調査範囲
- 105 測点番号
● 測点位置
24 比抵抗値(Ω・m)
- HN-T-1 熱流量調査坑
- a—a' 断面位置
- 等比抵抗線(Ω・m)
- H 高比抵抗部
- L 低比抵抗部



地熱開発促進調査
万年山地域(平成4年度)
電磁探査(TDEM法)
比抵抗分布平面図
(海拔-2,000m準)

第Ⅳ-4-5図 1994-3



凡 例

- 調査範囲
- 105 ● 測点番号
- 24 ● 測点位置
- 比抵抗値($\Omega \cdot m$)

HN-T-1
○ 熱流量調査坑

a—'a' 断面位置

等比抵抗線($\Omega \cdot m$)

H 高比抵抗部

L 低比抵抗部



地熱開発促進調査

万年山地域(平成4年度)

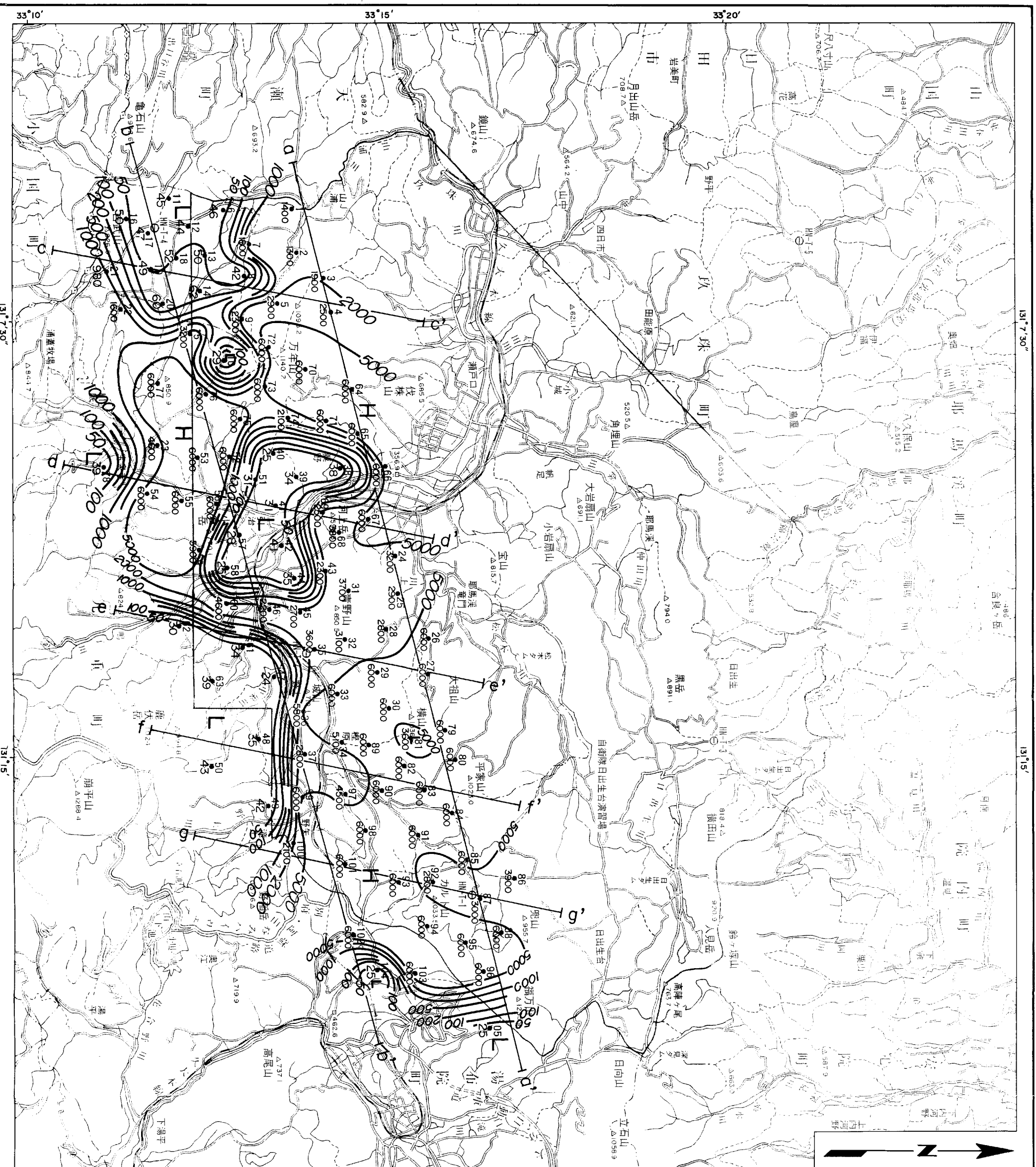
電磁探査(TDEM法)

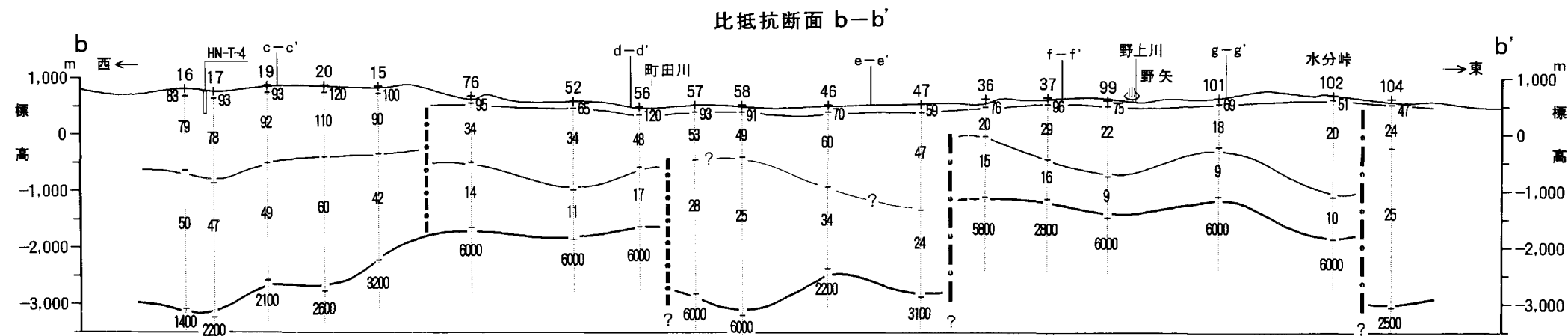
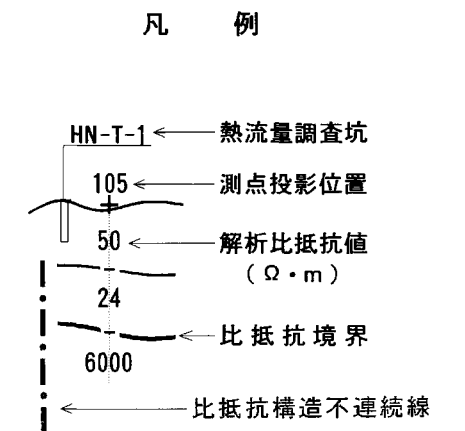
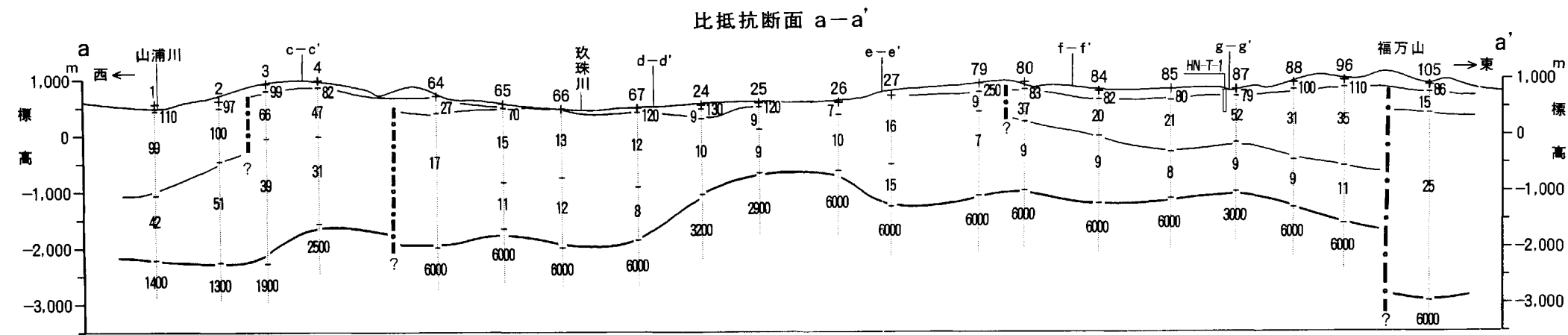
比抵抗分布平面図

(海拔-2,500m準)

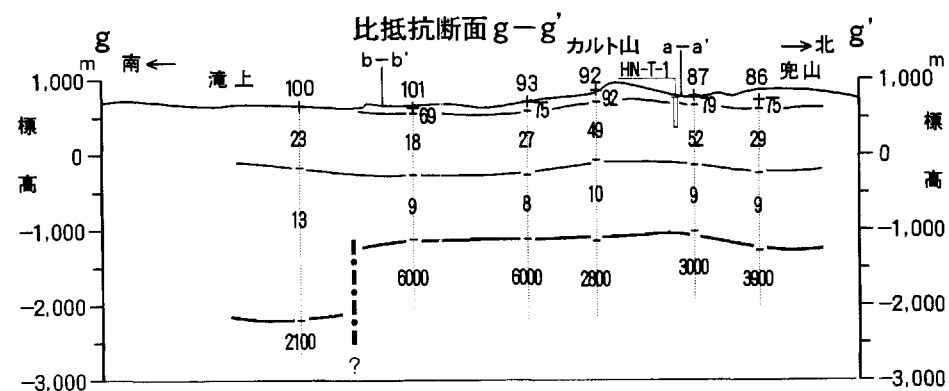
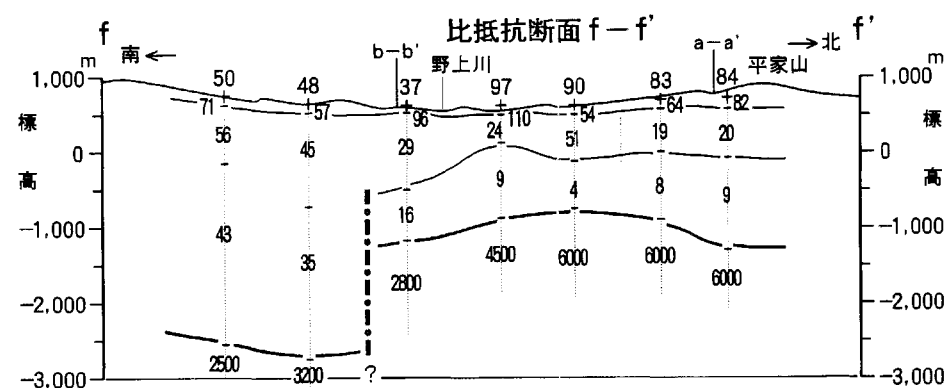
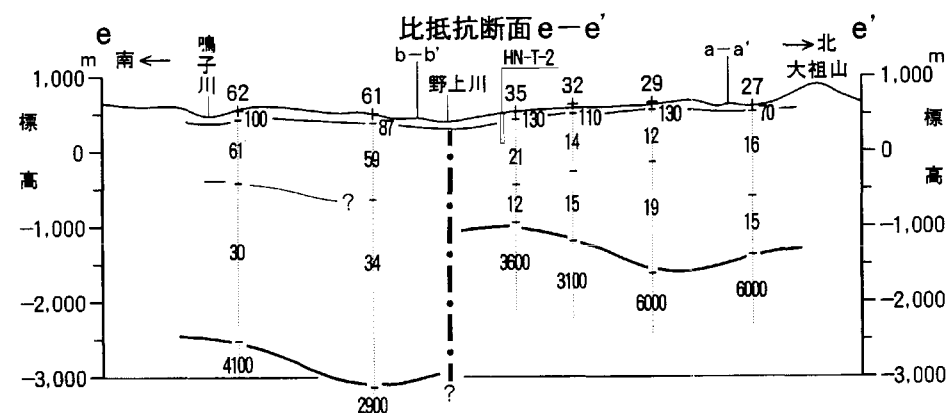
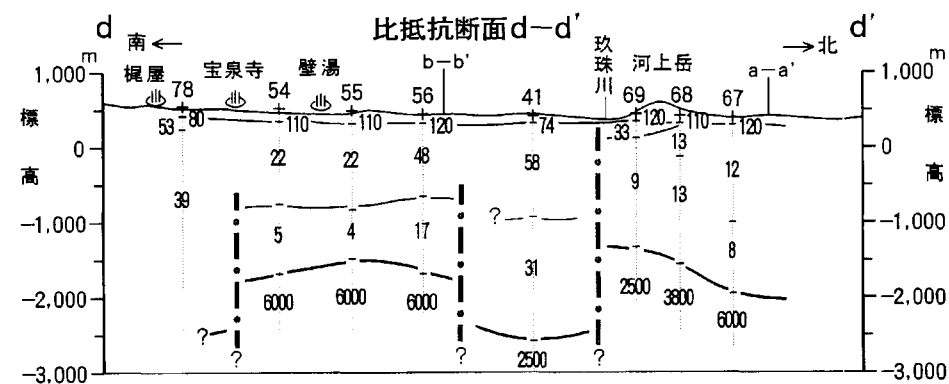
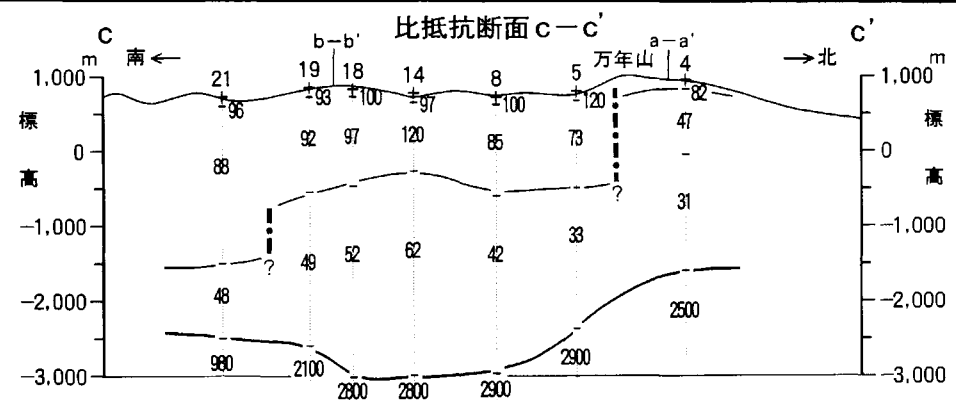
第IV-4-6図

1994-3

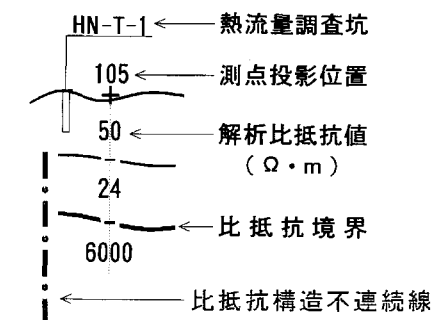




地 熱 開 発 促 進 調 査	
万 年 山 地 域 (平 成 4 年 度)	
電 磁 探 査 (TDEM法)	
比 抵 抗 断 面 図	
(東西断面a-a', b-b')	
第 IV - 5 - 1 図	1994-3



凡 例



地熱開発促進調査	
万年山地域(平成4年度)	
電磁探査(TDEM法)	
比抵抗断面図	
(南北断面c-c' ~ g-g')	
第 IV - 5 - 2 図	1994-3

V 総 合 考 察

V 総 合 考 察

前章で述べた電磁探査（TDEM法）の調査結果に対し、既存の調査結果を加えて総合的に検討し、総合解析断面図及び総合解析平面図を作成した。以下に、これら総合解析断面と地質及び地熱賦存に関する考察を行う。

V－1 総合解析断面図

総合解析断面図には、前章で述べた a－a' から g－g' の計7本の断面について次の基準による比抵抗層の分類を用い、各比抵抗断面図に示した。

相 対 深 度	比 抵 抗 区 分	記 号	比 抵 抗 分 布 範 囲
上 部 層	中 比 抵 抗 層	U m	約50～ 230 $\Omega \cdot m$
中 部 層	中 比 抵 抗 層	M m	約20～60 $\Omega \cdot m$
	低 比 抵 抗 層	M ℓ	約 20 $\Omega \cdot m$ 以下
下 部 層	高 比 抵 抗 層	L h	約 1,000 $\Omega \cdot m$ 以上

さらに、TDEM法解析結果の比抵抗構造に重力基盤構造を加味し、既存の地質構造に修正を加えて推定地質断面図を作成した。

以下に、各断面の比抵抗構造及び地質構造について述べる。

1. 東 西 断 面（第V－1－1図）

第V－1－1図に東西方向の断面 a－a' 及び断面 b－b' について、それぞれ比抵抗断面図及び推定地質断面図を比較・表示した。

両断面の比抵抗断面図は、下位より下部高比抵抗層（L h，高比抵抗基盤），中部低比抵抗層（M ℓ ）または中部中比抵抗層（M m），上部中比抵抗層（U m）からなる3～4層構造を構成している。高比抵抗基盤は起伏に富み、特に、比抵抗構造不連続線の発達する所で著しい比抵抗構造の相違が認められる。

一方、両断面の推定地質断面図では、領家花崗岩類を覆って鮮新世前期（第1ステージ前期）から完新世（第4ステージ）に至る各地層が下位より壱重する堆積構造を示している。地区によって第2ステージ以降のいずれかのステージが欠如する所も多い。

なお、重力基盤の構造は必ずしも高比抵抗基盤の構造と一致せず、概して領家花崗岩類から前期鮮新統の間に分布すると考える。

両断面における比抵抗構造と地質構造の主な特徴は次のとおりである。

- (a) 本地域内では領家花崗岩類の分布が確認されていないが、その高比抵抗から、高比抵抗基盤を構成する下部高比抵抗層は領家花崗岩類と考えられる。高比抵抗基盤は起伏を伴って海拔-1,000m以深に分布する。海拔-2,000mを境に基盤隆起帯と基盤沈降帯に色分けされる。
- (b) 断面 b - b' の中央と両断面東端において、高比抵抗基盤に落差を与え、基盤隆起帯と沈降帯を区切る顕著な比抵抗構造不連続線が発達する。断面 b - b' 中央では両側に断裂系を伴う盆状構造を形成する一方、両断面東端では東へ落ち込んでいる。
- (c) 高比抵抗基盤隆起帯の上位を覆って中部低比抵抗層が卓越し、特に、断面 a - a' の中央で厚い被覆が見られる一方、基盤沈降帯では中部中比抵抗層が厚く分布する。これら中部低比抵抗層と中部中比抵抗層は、鮮新世前期～更新世前期（第1ステージ全般）の各地層に対比される。
- (d) 中部層における低比抵抗層と中比抵抗層の比抵抗の相違に関して、第1ステージ中の特定の地層との対応は見られないようである。中部層中の比抵抗変化は高比抵抗基盤の隆起構造に支配され、基盤隆起部で低比抵抗化作用を受けていると考えられる。
- (e) 上部中比抵抗層は全般に地表付近に薄く分布し、主として更新世以降の第2～第4ステージの薄層に対比される。ただし、両断面西端で他と異なる厚い被覆が見られ、ここでは小田安山岩（第2ステージ）、万年山流紋岩（第3ステージ）が対応する。

2. 南北断面（第V-1-2図）

第V-1-2図に南北方向の断面 c - c' ～断面 g - g' の5断面について、それぞれ比抵抗断面図及び推定地質断面図をブロックダイヤグラム方式で比較・表示した。

5断面の比抵抗断面図は東西断面と同様に、下位より下部高比抵抗層（Lh、高比抵抗基盤）、中部低比抵抗層（M_l）または中部中比抵抗層（Mm）、上部中比抵抗層（Um）からなる3～4層構造で構成される。基盤隆起帯と基盤沈降帯を境する比抵抗構造不連続線が発達し、この付近で著しい比抵抗構造変化が生じている。

一方、推定地質断面図も東西断面と同様に、高比抵抗基盤を覆って鮮新世前期（第1ス

テージ前期) から完新世 (第 4 ステージ) の地層による堆積性の構造が発達する。断面 $c - c'$ 以外の断面では、第 2 ～ 第 4 ステージのいずれかが欠如する所が多い。

なお、重力基盤構造は断面 $c - c'$ を除けば、高比抵抗基盤の深度及び構造と調和的である。

各断面における比抵抗構造と地質構造の概略は以下のとおりである。

- (a) 高比抵抗基盤は、比抵抗構造不連続線に規制されて海拔 $-1,000\text{m} \sim -3,000\text{m}$ の範囲に分布する。海拔 $-2,000\text{m}$ を境に基盤隆起帯と基盤沈降帯に区分けされる。
- (b) 断面 $d - d' \sim g - g'$ の中央付近を主に、基盤隆起帯と沈降帯を区切る比抵抗構造不連続線が発達する。高比抵抗基盤は、断裂系を伴って南への落ち込み、一部で盆状の窪みを形成すると考えられる。こうした構造は、各断面のブロックダイヤグラム配置によって、調査地西部から東部へ連続して推移する様子を伺い知ることができる。
- (c) 高比抵抗基盤隆起帯は上位に中部低比抵抗層を随伴し、特に、断面 $d - d'$ 玖珠川以北と断面 $e - e'$ 野上川以北で厚い被覆が見られる一方、断面 $g - g'$ の滝上付近を除く基盤沈降帯では中部中比抵抗層が厚く分布する。これら中部低比抵抗層と中部中比抵抗層は、鮮新世前期～更新世前期 (第 1 ステージ全般) の各地層に対比される。
- (d) 中部層における低比抵抗層と中比抵抗層の比抵抗の相違に対し、第 1 ステージ中の特定の地層との相関は見られない。中部層中の比抵抗変化は基盤隆起構造に依存し、下位で比抵抗の低下が認められる。
- (e) 上部中比抵抗層は断面 $c - c'$ で厚く分布するが、他の断面では地表付近を薄く覆うのみである。これらは東西断面と同様に、主として更新世以降の第 2 ～ 第 4 ステージの地層に対比される。

V - 2 総合解析平面図 (第 V - 2 - 1 図)

第 V - 2 - 1 図の総合解析平面図には、次の本調査結果による比抵抗構造と、これまでに万年山地域で実施された地質・変質帯調査、重力調査、坑井調査等の調査結果を併せて表示した。

高比抵抗基盤等深度線	高比抵抗基盤面の海拔高度 (m) , H は頂部, L は底部
高比抵抗基盤の直接上位に分布する低比抵抗域	高比抵抗基盤の上位における $10 \Omega \cdot m$ 以下の著しい低比抵抗帯及び $20 \Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗帯の分布域
比抵抗構造不連続線	垂直方向の比抵抗構造の相違を示す不連続線
断 層	地質図から転写した断層系とその落ち込み方向
重力断層状構造	重力解析結果による重力基盤の急傾斜部と落ち込み方向
変 質 帯	地表で確認されている変質帯の分布域
海拔 0 m 準地温分布	坑井データによる海拔 0 m 準の地温分布

高比抵抗基盤は領家花崗岩類に対比され、その深度は海拔-1,000mから-3,000m程度の範囲に分布する。相対的に海拔-2,000m以浅の隆起帯と海拔-2,000m以深の沈降帯とのコントラストで特徴付けられ、両者間に急落部が存在する。

基盤隆起帯の分布範囲にほぼ一致して、その直接上位に $20 \Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗帯が大きく広がり、さらに、隆起帯の頂部（横山～カルト山、青野山北方、河上岳付近、小倉岳南西等）に $10 \Omega \cdot m$ 以下の著しい低比抵抗帯が発達している。

基盤隆起帯と沈降帯の間の基盤急傾斜部では、垂直方向の比抵抗構造の相違を示唆する比抵抗構造不連続線が連なっている。地下深部に達して基盤に変位（落差）を与え、低比抵抗帯の生成に寄与するものとして、規模の大きい順に次の比抵抗構造不連続線が挙げられる。

- ① 河上岳付近から滝上北方に至る E-W 方向の比抵抗構造不連続線
- ② 福万山から水分峠隆起帯の東に至る N-S 方向の比抵抗構造不連続線
- ③ 小倉岳付近を通る WNW-ESE 方向の比抵抗構造不連続線
- ④ 宝泉寺付近を通る WNW-ESE 方向の比抵抗構造不連続線

また、万年山周辺からその南西にかけての地区においても、基盤を覆う中比抵抗層中の比抵抗変化を規制する小規模な比抵抗構造不連続線が分布している。

こうした比抵抗構造と既存調査結果との相互関係に関し、上記比抵抗構造不連続線の番号を用いて以下に検討を行う。

1. 断 層

万年山地域とその周辺では、別府北断層の走向に支配された E-W 系断層群が卓越する

が、万年山南部におけるWNW-ESE系や、地域南東部における野稲断層その他のNNW-SSE系の断層も局地的に発達している。

これらの断層群と比抵抗構造を対比すると、万年山南部ではWNW-ESE系断層と高比抵抗基盤等深度線及び比抵抗構造不連続線の走向が調和するものの、他の地区ではほとんど無相関である。このことは、断層が地表付近の構造であるのに対し、第V-2-1図に示した比抵抗構造はいずれも地表下1,000m以深の深部構造を反映することに起因する。

2. 重力断層状構造

重力断層状構造は、重力調査で得られた重力基盤の急傾斜部と落ちの方向を表示したもので、ほぼ領家花崗岩類の落ち込みを捕捉したものと考えて差支えない。

万年山地域の北部ではE-W系南落ちの重力断層状構造が並行し、大局的に南へ基盤が深くなる。一方、本調査地域から南方では主な方向をN-S系に転じ、水分峠隆起帯及び猪牟田沈降帯の構造を規制して南北方向に並列する。また、東方の湯布院町において、環状構造の存在を示唆する一連の重力断層状構造が発達している。

比抵抗と重力断層状構造を対比すると、高比抵抗基盤隆起帯の周囲を規制するE-W方向の比抵抗構造不連続線①とN-S方向の比抵抗構造不連続線②が重力断層状構造の位置・方向とほぼ対応する一方、小倉岳及び宝泉寺付近を通る比抵抗構造不連続線③④はNE-SW方向の重力断層状構造と直交する。これらはいずれも、近辺に変質帯を伴う特徴がある。

3. 変質帯

地表における変質帯の分布は本調査地域の南部から東に集中しており、主として水分峠隆起帯の東側や小倉岳付近を通る南北方向と、野矢を通る東西方向の配列が卓越する。

比抵抗と変質帯の関係は、野矢周辺や河上岳～宝泉寺等において比抵抗構造不連続線①③④に多数の変質帯が付随し、比抵抗構造不連続線②とその南方延長部においても水分峠隆起帯の東に配列する比較的大きな変質帯が対応する。また、比抵抗構造不連続線の近辺の低比抵抗域に位置する変質帯も多い。この比抵抗と変質帯が対応する地区の大半で、重力断層状構造が分布している。

こうした比抵抗構造不連続線の位置・方向と変質帯及び重力断層状構造との強い相関から、比抵抗構造不連続線は断裂系や熱水作用に関与した構造を表すと考えられる。

4. 海拔 0 m 準地温分布

水分峠隆起帯周辺では、両側を N－S 系重力断層状構造で規制された水分峠隆起帯の背斜構造に一致して海拔 0 m 準の地温の高まりが発達する。この地温分布を示す N－S 方向の地温コンターは野矢～滝上付近で西へ屈曲し、80～120℃以上の高温域が水分峠隆起帯から高比抵抗基盤隆起帯へ続く一連の基盤隆起構造と合致する傾向が認められる。

この地温分布・基盤構造の特徴と、前述した比抵抗構造不連続線①②と重力断層状構造の対応から、水分峠隆起帯の北方～北西延長先のカルト山～横山方面に至る範囲に高温域が賦存する可能性が指摘される。

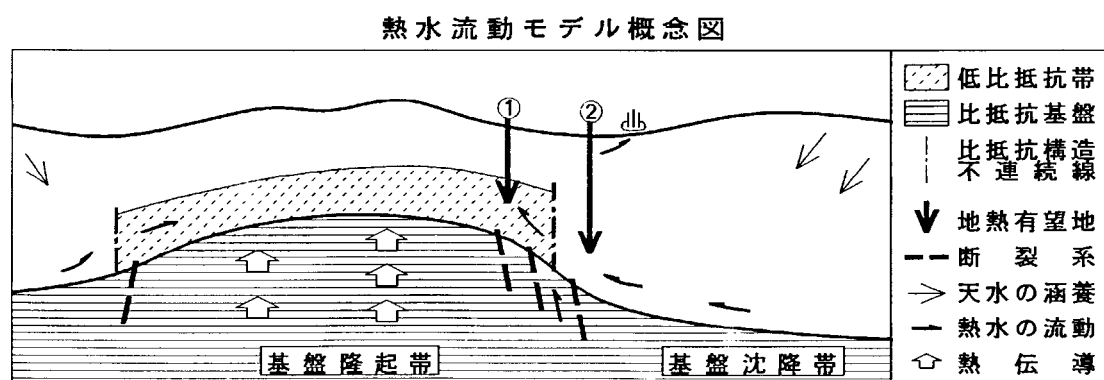
V－3 地熱賦存に関する考察

地熱開発を対象とする地熱貯留層の条件として、①深部熱源の存在、②熱水の賦存と供給、③熱水流動経路の発達、④透水性や地質構造に規制された熱水貯留機構の存在…等が必要不可欠である。

本地域の深部に分布する熱源としては、更新世中期の火山岩類を噴出した深部マグマが考えられ、基盤の隆起構造に調和して高温域を形成することは既に述べた。

また、熱水賦存と流動経路、透水性、熱水貯留機構等については、断裂系の発達、岩相の相違、変質の強弱、基盤構造及び比抵抗構造等に依存し、条件の満たされた環境を選択する必要がある。

こうした地熱賦存の条件と、これまで述べた比抵抗構造と断裂系・変質帯・地温等との関係を勘案し、本地域の地熱賦存に関する次の地熱構造モデルを想定した。



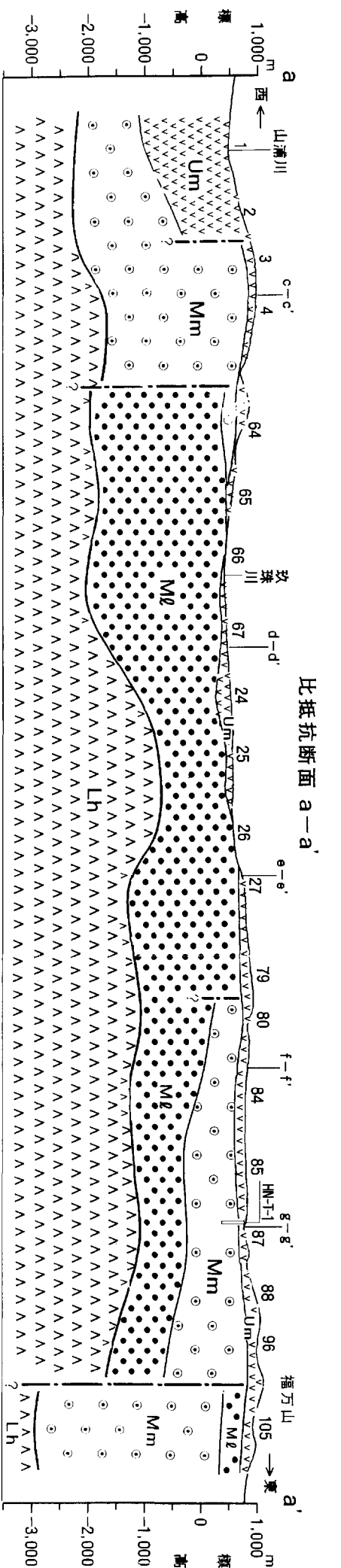
この概念図から、比抵抗不連続線の近辺において次の熱水流動及び低比抵抗化作用と、地熱賦存有望地区が考えられる。

- (a) 高比抵抗基盤に対比される領家花崗岩類の隆起帯では、沈降帯を覆う地層との熱伝導率の相違から地温の上昇域を形成する。
- (b) この地温上昇に伴って、透水性の高い地層に沿った熱水の流動や、深部断裂系を経路とした地熱流体の上昇が行われる。
- (c) 基盤隆起帯に達した地熱流体の熱水作用によって、その上位に変質帯を主とする低比抵抗ゾーンが生成される。
- (d) 不透水層に規制された熱水貯留機構が存在した場合、図中①～②の基盤隆起部から基盤沈降部までの範囲に地熱貯留層の賦存が期待される。

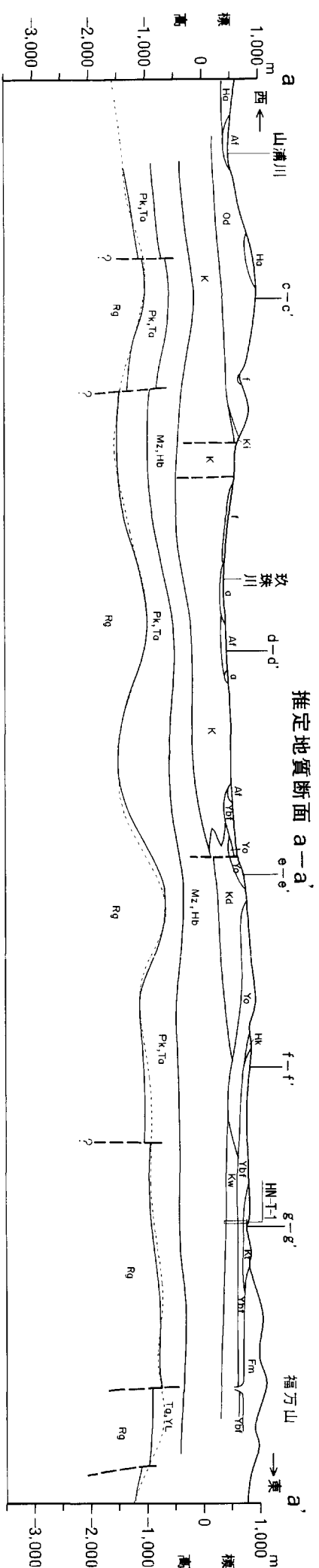
ここで、比抵抗構造不連続線は基盤深度や比抵抗構造の相違を反映するのみならず、深部断裂系から基盤隆起帯への熱水上昇部に位置し、低比抵抗化作用の強く及んだゾーンと比較的弱いゾーンを境する役割を果たしている。

また、基盤隆起帯の低比抵抗ゾーンの上位や基盤沈降帯の堆積構造中に不透水層が存在した場合、これに規制された熱水流動系または熱水対流系を形成する可能性は否定できない。したがって、基盤隆起帯上位の浅部低比抵抗帯のみならず、基盤沈降帯の深部においても熱水貯留層が賦存する可能性があり、これらが今後の地熱探査のターゲットとなる。

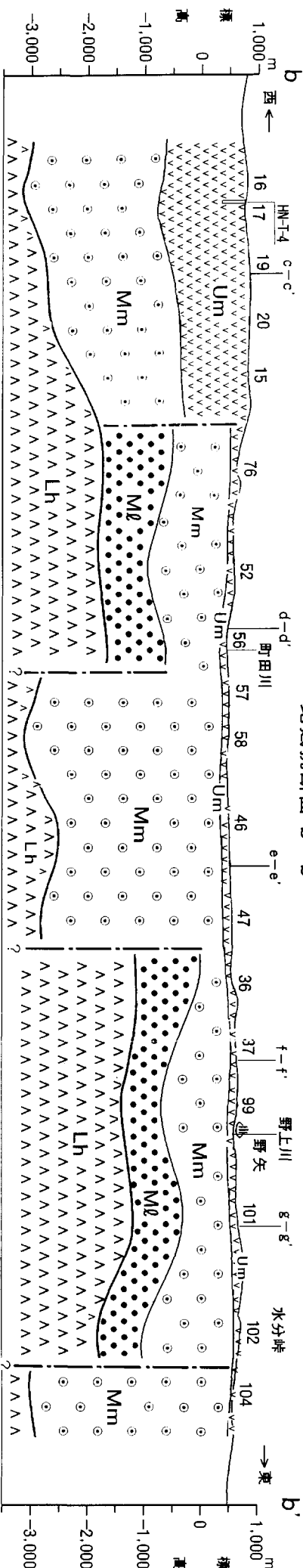
比抵抗断面 凡例



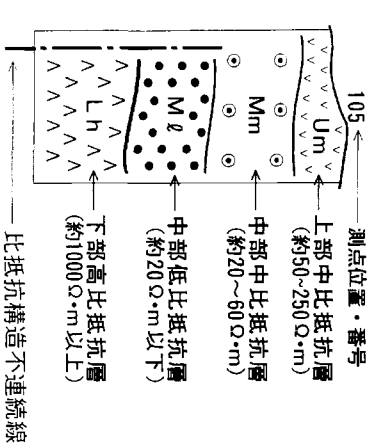
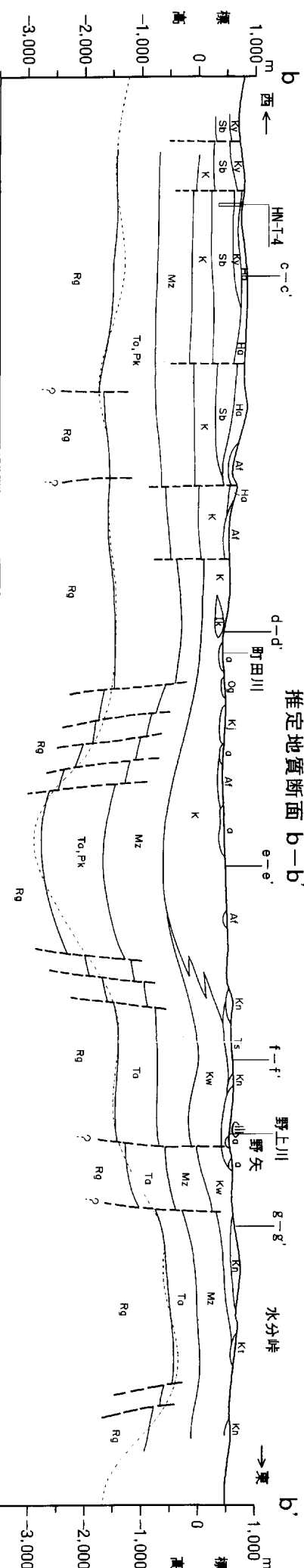
推定地質断面 凡例



比抵抗断面 $b-b'$



推定地質断面 b-b'



沖積層	a	砂・礫・粘土
堆積物・ 腐植地堆積物	f	砂・礫・粘土
九重火砕流堆積物	Kj	軽石流堆積物
同畷火砕流堆積物	Af	溶結凝灰岩・軽石流堆積物
應休岳・野稲岳 安山	Kn	輝石角閃石英山岩及び火砕岩
福万山安山岩	Fm	角閃石英山岩溶岩及び火砕岩
田代岩屑堆積物	Ts	岩屑(輝石角閃石英山岩)
青野山流紋岩	As	黒雲母角閃石流紋岩溶岩
万年山流紋岩	Ha	黒雲母流紋岩溶岩
豊石山・吉武山 「サイ」ト	Ky	黒雲母角閃石「サイ」ト溶岩
生竜流紋岩	Lk	角閃石黒雲母流紋岩溶岩
小田安山岩	Od	輝石安山岩溶岩
耶馬溪 火砕流堆積物	Yof	溶結凝灰岩 (輝石角閃石「サイ」ト)
平家山安山岩	Hk	輝石安山岩溶岩及び火砕岩
横山安山岩	Yo	角閃石安山岩溶岩及び火砕岩
玖珠層群	K	シルト岩、砂岩、礫岩、凝灰土
小松台流紋岩類	Kd	黒雲母流紋岩及び火砕岩
川西安山岩	Kw	角閃石安山岩溶岩及び火砕岩
カルピ山皮山岩	Kc	輝石角閃石安山岩溶岩
水分安山岩	Nz	輝石安山岩溶岩及び火砕岩
羽馬丸安山岩	Hb	輝石安山岩溶岩及び火砕岩
先炊珠岩類	Pk	テイサイイト・輝石安山岩溶岩
火山岩	Vl	及び火砕岩
耶馬溪下部層	Yl	シルト岩、砂岩及び凝灰岩溶岩
宇佐層群	Us	緑色変質安山岩溶岩・火砕岩
網生層群	Tg	緑色変質安山岩溶岩・火砕岩
領家花崗岩類	Rg	花崗岩、閃輝長石斑岩(変成岩を伴う)



查調促進開發熱地

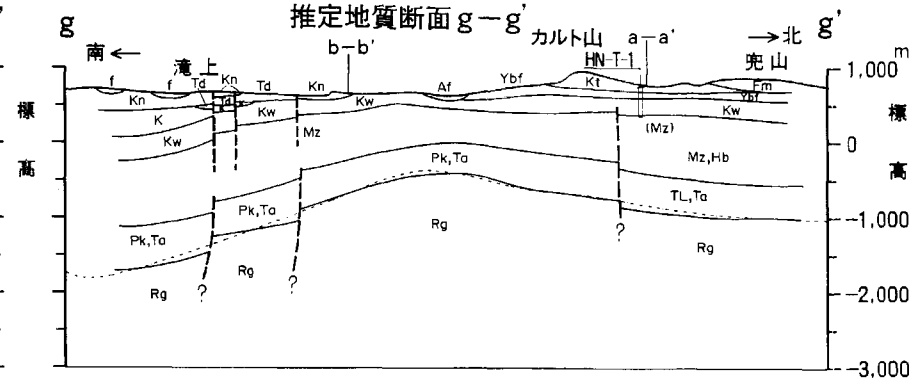
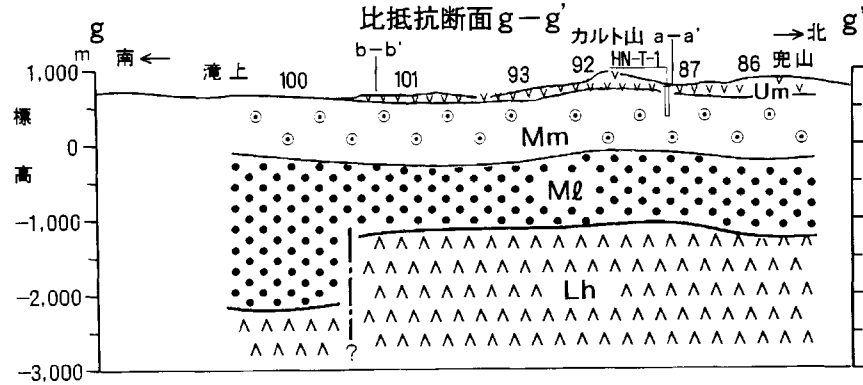
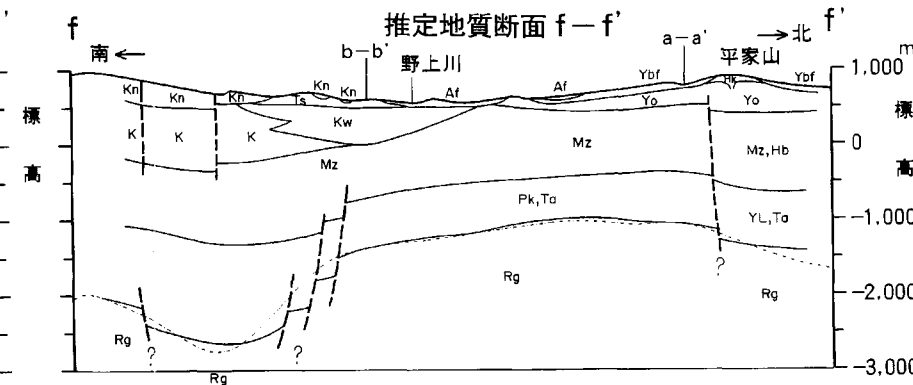
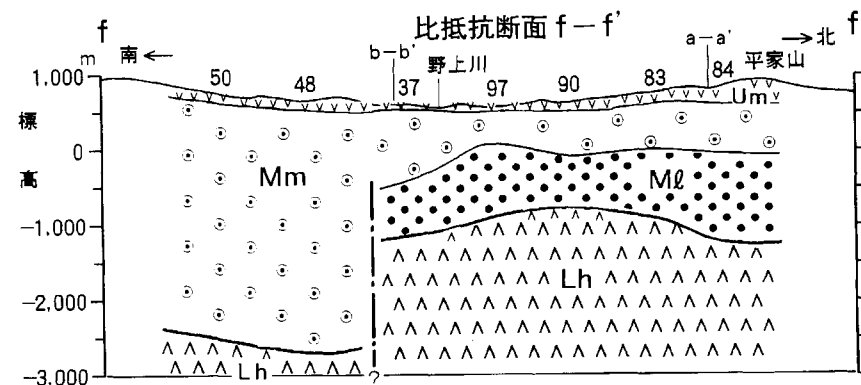
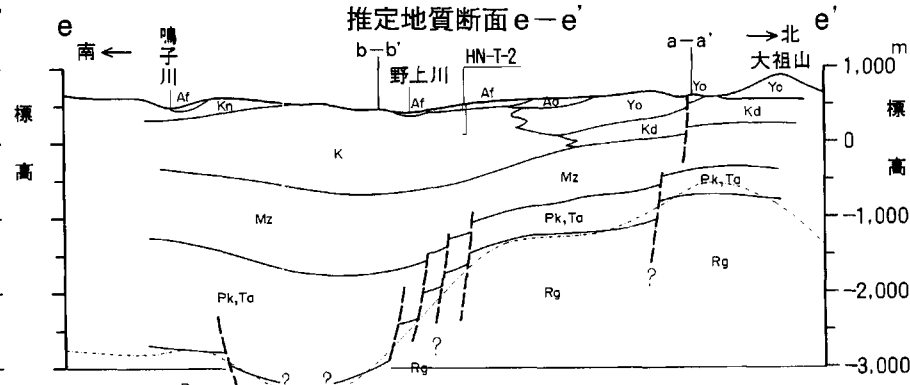
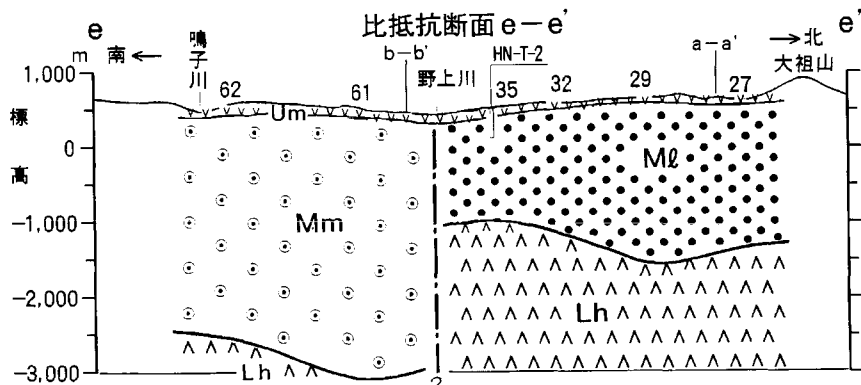
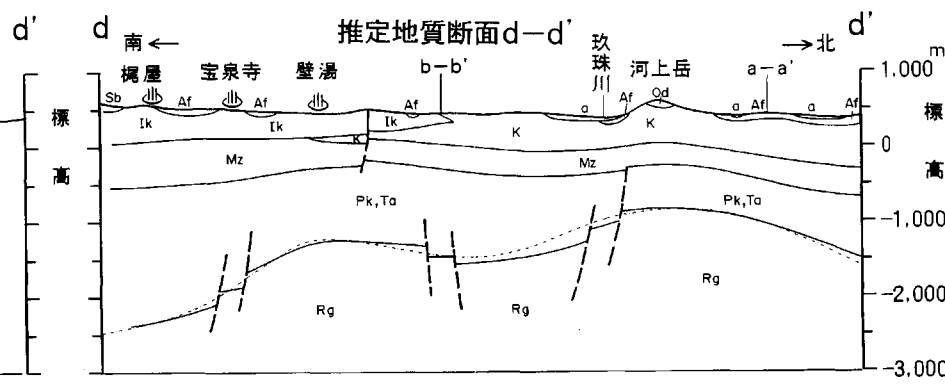
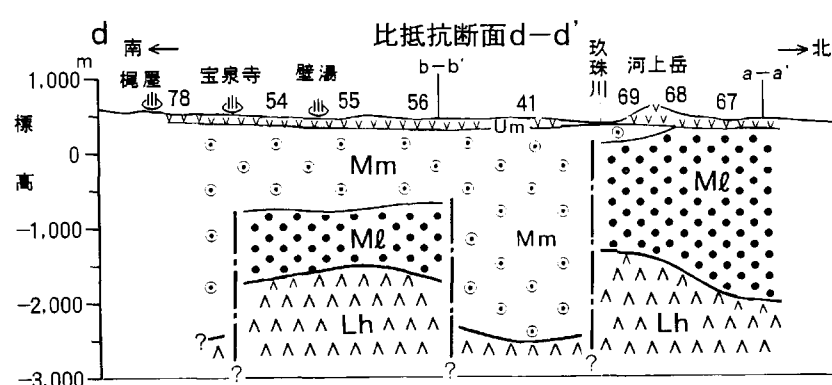
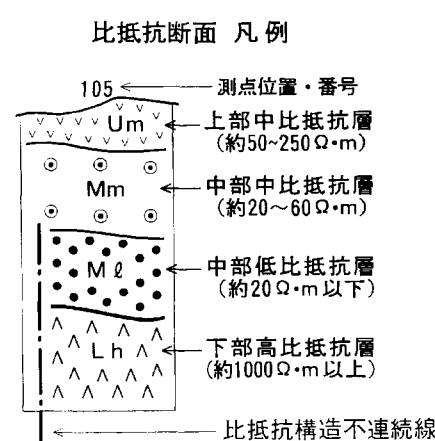
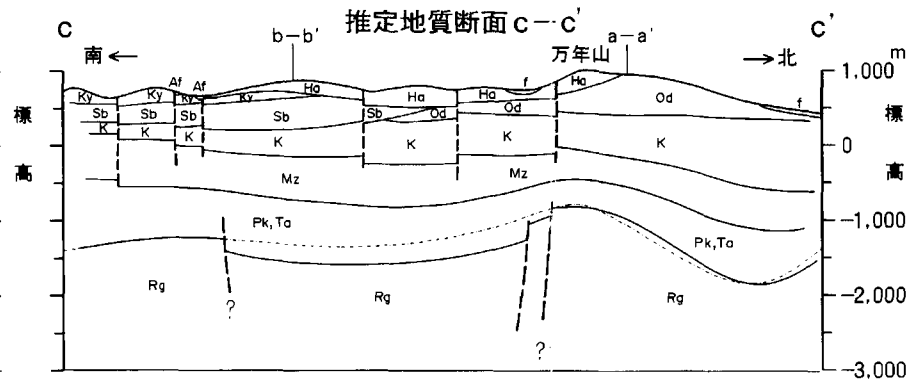
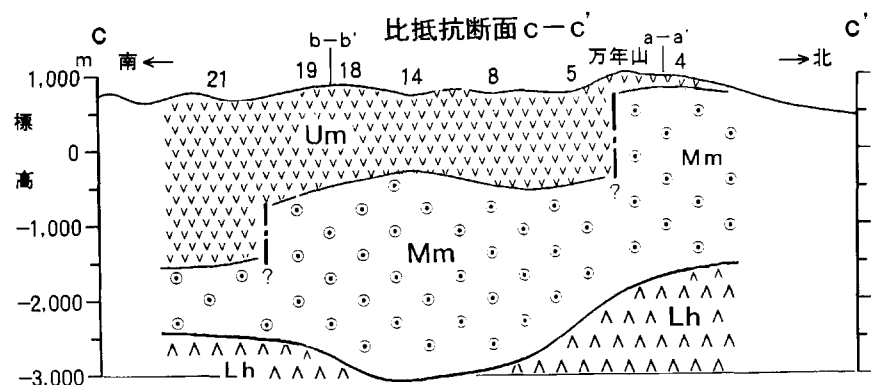
万年山地域(平成4年度)

電磁探査 (TDEM法)

圖面新析合總

第Ⅴ-1-1图

1994-3



推定地質断面 凡例

沖積層	a	砂・礫・粘土
産錐堆積物・扇状地堆積物	f	砂・礫・粘土
九重火砕流堆積物	Kj	軽石流堆積物
阿蘇火砕流堆積物	Af	溶結凝灰岩・軽石流堆積物
鹿伏岳・野碓岳安山岩	Kn	輝石角閃石安山岩及び火砕岩
福万山安山岩	Fm	角閃石安山岩溶岩及び火砕岩
田代岩屑堆積物	Ts	岩屑 (輝石角閃石安山岩)
青野山流紋岩	Ao	黒雲母角閃石流紋岩溶岩
万年山流紋岩	Ha	黒雲母流紋岩溶岩
龜石山・吉武山デイサイト	Ky	黒雲母角閃石デイサイト溶岩
生電流紋岩	Ik	角閃石黒雲母流紋岩溶岩
小田安山岩	Od	輝石安山岩溶岩
耶馬溪火砕流堆積物	Ybf	溶結凝灰岩 (輝石角閃石デイサイト)
平家山安山岩	Hk	輝石安山岩溶岩及び火砕岩
横山安山岩	Yo	角閃石安山岩溶岩及び火砕岩
玖珠層群	K	シルト岩、砂岩、礫岩、珪藻土凝灰岩及び火山礫凝灰岩
小松台流紋岩類	Kd	黒雲母流紋岩及び火砕岩
川西安山岩	Kw	角閃石安山岩溶岩及び火砕岩
カルト山安山岩	Kt	輝石角閃石安山岩溶岩
水分安山岩	Mz	輝石安山岩溶岩及び火砕岩
羽馬礼安山岩	Hb	輝石安山岩溶岩及び火砕岩
先玖珠変質岩	Pk	デイサイト、輝石安山岩溶岩及び火砕岩
耶馬溪下部層	Yl	シルト岩、砂岩及び凝灰角礫岩
宇佐層群	Us	緑色変質安山岩溶岩・火砕岩
鯛生層群	Ta	緑色変質安山岩溶岩・火砕岩
領家花崗岩類	Rg	花崗岩、閃輝岩及び斑れい岩 (変成岩を併用)

--- 断層
--- 重力基盤

地熱開発促進調査
万年山地域 (平成4年度)
電磁探査 (TDEM法)
総合解析断面図
(南北断面c-c' ~ g-g')

第 V - 1 - 2 図 1994-3

VI 結 論

VI 結 論

調査地南東部の野矢から猪牟田沈降帯に至る地区では、金属鉱業事業団、新エネルギー財団等によって、空中電磁探査、シュランベルジャー法電気探査、CSAMT法電磁探査、その他の鉱床探査及び地熱探査を目的とした物理探査が実施されている。

野矢地区は、本調査で抽出されたE-W系比抵抗構造不連続線の北側低比抵抗帯に位置し、著しい熱水変質作用に伴われた浅熱水性金銀鉱化帯が確認されている。猪牟田沈降帯で実施された比抵抗探査では、探査深度に相違はあるものの、本調査で把握された基盤沈降帯上位の比抵抗構造とほぼ整合的な結果が得られている。

また、野矢の南東に近接する滝上地熱開発地区とその東方水分峠隆起帯周辺地区においても、MT法電磁探査や数々の坑井調査を始めとする地熱探査が行われている。水分峠隆起帯ではこれに対応する高比抵抗基盤が把握される一方、滝上地熱地帯では野稲断層西側の基盤の落ち込み部に発達する断層破碎帯を主な地熱貯留層とし、これに沿った深部での地温の高まりや北方への熱水側方流動が報告されている。

こうした既存の比抵抗調査結果と断層系及び熱水・鉱化作用との関係から、本地域の深部においても、低比抵抗化作用に寄与する比抵抗構造や断層系に関与した熱水流動系の賦存が期待される。

前章で示した地熱構造モデル概念図に、比抵抗構造不連続線の基盤隆起帯上盤側と基盤沈降帯下盤側における地熱有望地を図示した。前者は断層系に沿って上昇し、比抵抗基盤の上面に低比抵抗帯を生成した熱水を想定し、後者は不透水層に規制された熱水貯留機構が存在した場合の深部熱水貯留層を対象とした。これらは過去に行われた地熱作用に基づいており、現在なお優勢な地熱系が賦存する可能性は、変質帯調査・流体地化学調査その他の既存データとの総合検討、今後の坑井調査等によって評価されるべきである。

以上の地熱賦存に関する考察と本調査による比抵抗構造の特徴から、比抵抗構造不連続線の周辺が地熱賦存ポテンシャルの高い地区として指摘される。当面の地熱探査のターゲットとして、基盤隆起帯上位の比較的浅部に分布する次の3地区の低比抵抗ゾーンが選択され、いずれも地表下深度 1,500m～2,000m前後が対象深度と考えられる。

- ① 福万山から南へ続く比抵抗不連続線の西側に分布する低比抵抗ゾーン
- ② 野矢からその西方に至る比抵抗不連続線北側に分布する低比抵抗ゾーン

③ 宝泉寺の北方に分布し、比抵抗構造不連続線に挟まれた低比抵抗ゾーン

①の福万山の南方地区では、福万山安山岩の噴出をもたらした深部熱源からの熱の供給に伴う熱水が断裂系を経路として上昇し、カルト山方面～カルト山南方へ流動する熱水流動系の存在が期待される。②の野矢からその西方地区では、野稲断層断層破碎帯に沿って滝上地区から北方流動して猪牟田沈降帯北縁に達し、野矢地区の鉱化帯や変質帯を生成した熱水流動系が考えられる。また、③の宝泉寺北方地区では、比抵抗構造に規制された深部熱水貯留層または温泉帯水層から壁湯・宝泉寺・梶屋・川底等の温泉へ湧出する熱水対流系の存在が推定される。

さらに、これらの地区で有望な地熱流体が確認された場合には、比抵抗構造不連続線や重力断層状構造が示唆する基盤急落部から基盤沈降帯に至る深部に探査対象を拡大することが望まれる。

引 用 文 献

引用文献

Kaufman, Alexander A, and Keller, George V (1983) : Frequency and transient soundings, Elsevier, Amsterdam, P. 685

野口康二・阿部淳子・西村浩一・斎藤 章 (1991) : 電磁誘導法のモデル実験 (3), 物理探査学会第84回 (平成3年度春季) 学術講演会講演論文集

野口康二・阿部淳子・西村浩一・田辺貴洋・斎藤 章 (1991) : 電磁誘導法のモデル実験 (4), 物理探査学会第85回 (平成3年度秋季) 学術講演会講演論文集

金属鉱業事業団 (1993) : 九州中部地域野矢地区 広域地質構造調査, 検討会資料

(財) 新エネルギー財団 (1991) : 平成2年度地熱開発促進調査 電磁探査 (高精度 M T 法) 報告書 No.35 水分峠南部地域

(財) 新エネルギー財団 (1992) : 平成3年度環境審査等調査 発電用地熱開発環境調査 地下水動解析調査 (滝上地区) 報告書

(財) 新エネルギー財団 (1993) : 平成4年度地熱開発促進調査 電磁探査 (C S A M T 法) 報告書 No.A-17 年山地域

卷 末 資 料

1. 各測点の多層構造解析結果一覧表

その1

測点名	標高 (m)	比抵抗値				層厚		
		第1層 (Ω m)	第2層 (Ω m)	第3層 (Ω m)	第4層 (Ω m)	第1層 (m)	第2層 (m)	第3層 (m)
ST001	560	107.4	99.21	42.31	1,406	99.25	1,529	1,137
ST002	610	96.62	102.9	51.26	1,264	90.47	978.8	1,791
ST003	890	92.26	66.16	38.65	1,943	94.86	863.6	2,216
ST004	950	81.66	46.61	31.17	2,544	85.93	904.6	1,541
ST005	810	115.5	73.4	33.07	2,851	97.86	1,199	1,903
ST006	630	81.67	76.72	46.03	1,315	90.13	1,193	2,067
ST007	660	93.83	87.26	47.33	1,787	104.8	1,053	1,920
ST008	730	101.9	85.32	41.86	2,935	91.63	1,247	2,395
ST009	820	128.3	82.77	40.72	2,338	111.6	1,388	1,755
ST010	750	163.8	69.65	29.23	4,331	160.5	1,200	2,060
ST011	740	72.95	65.55	44.75	1,987	94.31	1,239	2,205
ST012	720	96.2	83.1	43.94	2,580	113.3	1,300	2,240
ST013	730	135.1	89.43	49.95	2,587	98.03	1,561	2,201
ST014	770	96.63	118.2	61.74	2,785	93.38	939.4	2,761
ST015	820	99.95	90.4	41.98	3,182	96.26	1,116	1,849
ST016	810	83.12	79.46	50.18	1,421	110.3	1,354	2,474
ST017	750	92.86	78.4	46.83	2,169	105	1,534	2,443
ST018	830	101	94.94	52.41	2,792	94.64	1,204	2,590
ST019	840	93.31	92.41	49.48	2,065	98.2	1,267	2,088
ST020	840	119	107.4	59.5	2,564	95.5	1,162	2,408
ST021	720	96.3	88.38	47.53	981.6	112.1	2,105	1,009
ST022	810	95.41	109.4	62.23	1,577	100.7	1,244	1,725
ST023	560	138.2	95.85	31.72	4,633	253	1,380	943.2
ST024	430	133.8	8.5	9.68	3,220	47.31	181.6	1,334
ST025	460	116.5	9.1	9.38	2,904	55.44	416	797.2
ST026	500	146	7.02	9.58	6,000	17.89	223.2	1,005
ST027	600	69.53	15.59	14.84	6,000	23.55	1,138	814.4
ST028	580	100.4	20.47	8.31	2,756	62.47	377.3	828.6
ST029	650	132.9	12.44	19.06	6,000	52.53	724.5	1,487
ST030	700	99.06	12.36	16.99	6,000	24.13	464.2	1,587
ST031	610	138.4	12.99	11.86	3,691	44.22	483.3	1,106
ST032	630	109	13.78	14.54	3,109	52.33	848	894.9
ST033	550	73.95	20.22	10.7	6,000	49.83	956.5	733.6
ST034	570	102.4	23.5	10.61	5,096	62.49	1,056	517.7
ST035	530	128.9	20.87	12.05	3,552	59.79	902.8	522
ST036	610	75.9	20.1	15.08	5,820	87.59	591.7	1,073
ST037	620	95.67	29.25	16.2	2,816	59.33	1,020	701.5
ST038	490	91.98	30.08	37.84	-	149	783.2	-
ST039	500	64.01	64.96	34.46	2,689	94.9	1,776	1,249
ST040	680	81.29	52.53	24.53	4,678	90	1,674	1,536

1. 各測点の多層構造解析結果一覧表

その2

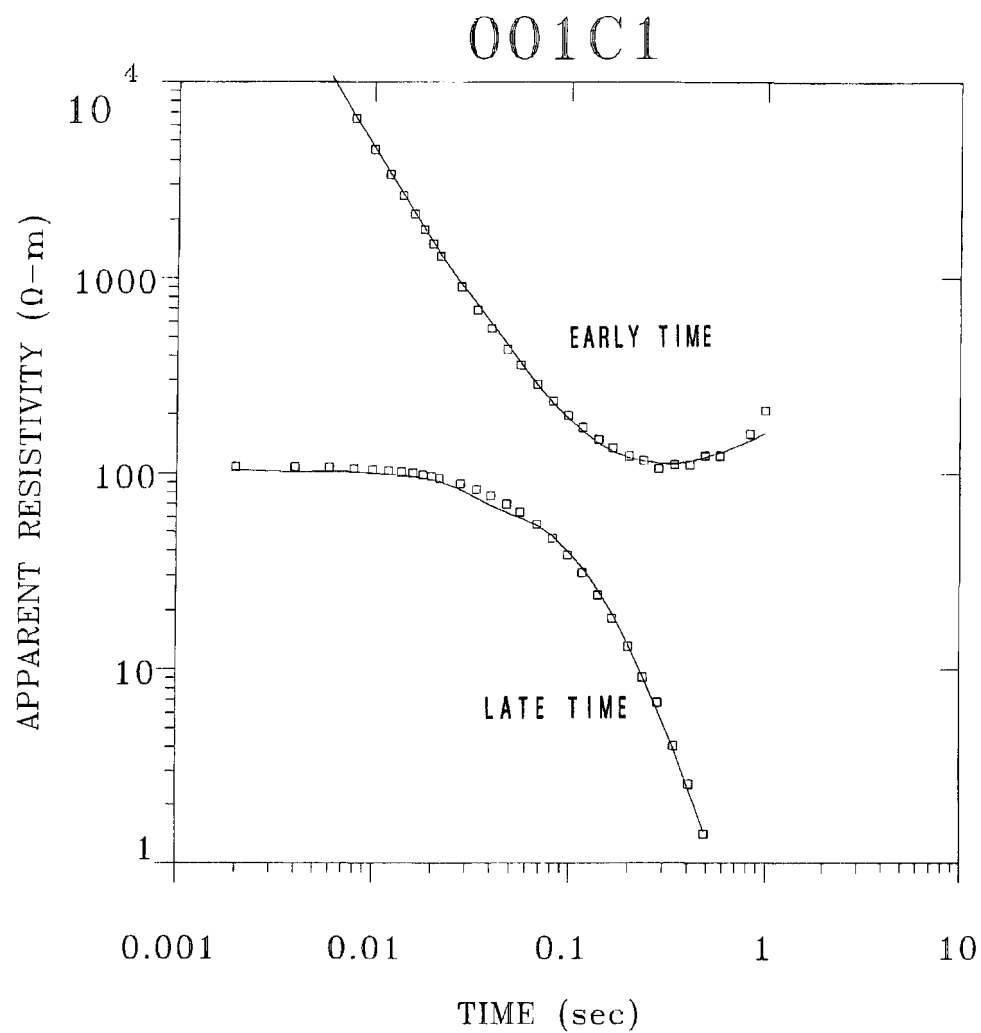
測点名	標高 (m)	比抵抗値				層厚		
		第1層 (Ω m)	第2層 (Ω m)	第3層 (Ω m)	第4層 (Ω m)	第1層 (m)	第2層 (m)	第3層 (m)
ST041	430	73.67	57.8	31.01	2,475	89.85	1,253	1,674
ST042	420	91.18	78.79	40.97	2,404	94.13	898.3	1,984
ST043	500	75.61	66.26	31.88	2,273	106.1	1,517	1,251
ST044	480	82.99	68.51	34.91	2,102	88.73	1,440	1,482
ST045	550	59.9	59.54	27.54	2,732	96.33	1,310	1,105
ST046	500	69.52	60.46	34.4	2,163	92.88	1,378	1,435
ST047	490	58.65	46.51	23.7	3,084	148.1	1,722	1,535
ST048	640	57.48	44.79	34.88	3,213	78.07	1,298	2,037
ST049	660	97.21	35.82	41.56	1,849	89.78	527.4	2,616
ST050	750	70.75	55.85	42.73	2,462	93.91	799.9	2,391
ST051	500	84.96	54.43	31.08	4,120	111	1,275	2,147
ST052	540	65.18	33.68	10.98	6,000	65.9	1,500	858
ST053	490	64.09	26.61	7.33	6,000	82.14	1,220	623.2
ST054	520	107.4	22.06	5.1	6,000	153.2	1,147	915.3
ST055	500	107.3	21.69	4.43	6,000	158.2	1,193	650.6
ST056	450	118.9	47.58	16.81	6,000	110.9	982.1	1,060
ST057	470	93.15	53.1	27.61	6,000	96.56	873.7	2,356
ST058	480	90.61	49.34	24.82	6,000	95.22	824.9	2,850
ST059	620	108.9	54.37	21.85	5,900	103.3	902.7	1,541
ST060	490	108.1	55.81	24.29	4,573	105.5	1,162	1,549
ST061	500	87.11	59.03	34.47	2,889	93.23	1,037	2,556
ST062	540	103.5	60.95	30.36	4,098	100	853.8	2,125
ST063	660	80.15	61.82	38.91	2,705	99.12	1,029	2,508
ST064	650	28.67	26.64	16.52	6,000	29.67	281.1	2,393
ST065	510	70.34	14.66	11.1	6,000	65.49	1,348	819
ST066	390	113.2	12.61	11.77	6,000	29.66	1,198	1,246
ST067	390	119.2	11.72	7.91	6,000	67.13	1,315	953.7
ST068	420	106.6	12.64	12.79	3,820	66.27	475.2	1,419
ST069	450	117.3	32.84	8.9	2,547	68.93	254.6	1,443
ST070	1,040	81.96	26.89	11.28	6,000	71.29	1,121	1,013
ST071	670	92.57	23.06	10.89	6,000	67.72	782.5	1,150
ST072	620	90.92	40.88	15.16	6,000	122.5	1,188	1,078
ST073	820	70.61	37.06	14.87	6,000	70.12	675.4	1,758
ST074	920	51.6	26.23	17.33	2,141	88.68	393.2	2,735
ST075	680	87.69	24.01	11.79	6,000	143.3	1,094	1,109
ST076	650	94.8	34.48	14.17	5,956	88.62	1,075	1,165
ST077	680	75.14	43.49	12.34	5,997	108.6	1,416	850.1
ST078	560	80.33	52.69	39.25	-	94.33	182.8	-
ST079	850	247.3	9.29	6.85	6,000	129.3	353.5	1,508
ST080	870	83.23	36.58	8.54	6,000	83.67	613.9	1,216

1. 各測点の多層構造解析結果一覧表

その3

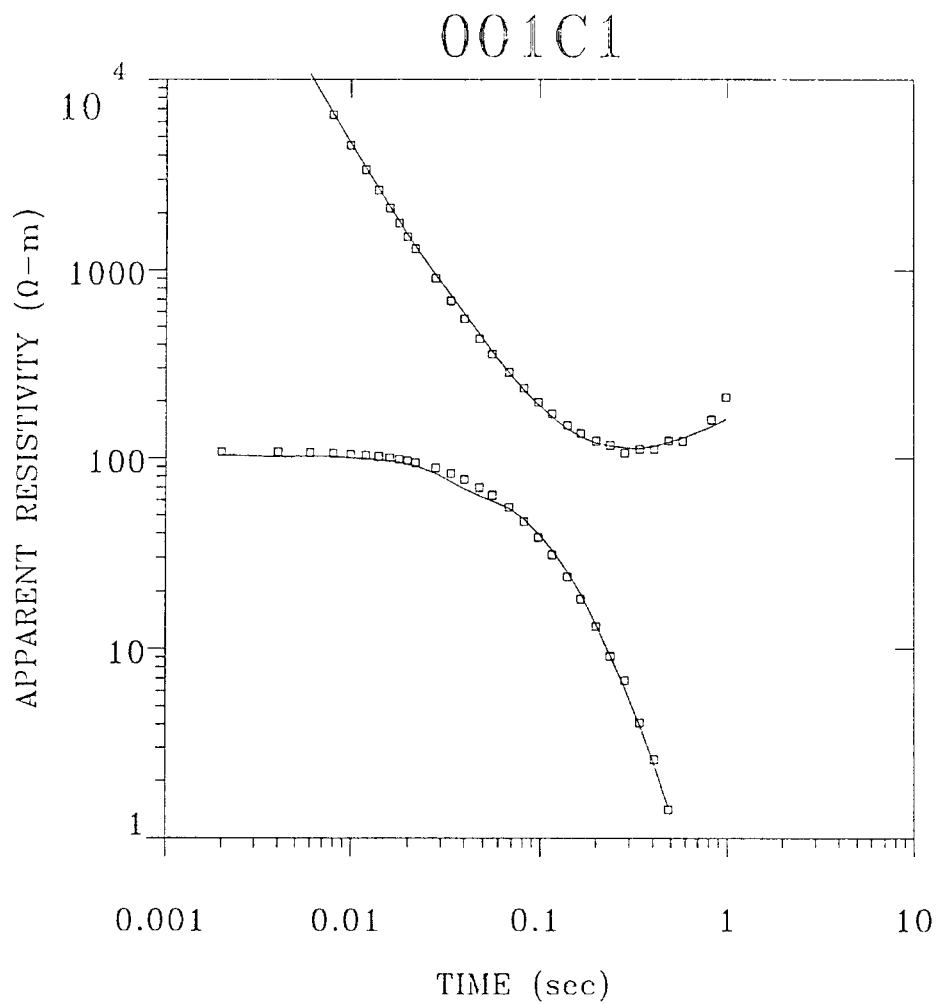
測点名	標高 (m)	比抵抗値				層厚		
		第1層 (Ω m)	第2層 (Ω m)	第3層 (Ω m)	第4層 (Ω m)	第1層 (m)	第2層 (m)	第3層 (m)
ST081	880	78.42	31.79	7.37	3,581	47.93	549.9	1,917
ST082	760	67.67	36.66	7.56	6,000	76.34	578.6	1,248
ST083	710	63.82	18.83	7.71	6,000	105.4	601.1	903.3
ST084	730	82.05	19.67	8.88	6,000	116.2	683	1,230
ST085	780	79.91	21.1	7.94	6,000	186.4	907.8	836.8
ST086	680	74.54	29.1	8.58	3,878	118.5	797.5	1,010
ST087	780	79.11	51.92	8.71	3,003	92.7	815.6	900.8
ST088	870	102.2	30.67	9.01	6,000	114	1,201	866.4
ST089	700	96.61	26.74	6.87	6,000	72.67	473.4	1,210
ST090	630	53.59	51.1	4.42	6,000	93.06	668.8	597.4
ST091	660	329.4	21.81	5.44	6,000	87.32	589.6	694.4
ST092	840	92.49	48.58	9.58	2,821	102.8	800.4	1,048
ST093	710	74.74	26.84	8.26	6,000	110.8	860.6	835.2
ST094	960	77.08	30.74	9.4	6,000	143.1	1,129	903.9
ST095	920	85.33	33.7	8.27	6,000	123.2	1,239	707.4
ST096	960	108.9	34.75	10.91	6,000	123.4	1,422	1,038
ST097	620	108	23.8	8.75	4,525	85.6	398.2	1,001
ST098	670	180.2	14.1	8.99	6,000	81.39	692.4	1,780
ST099	580	74.66	22.48	8.87	6,000	72.8	1,325	695.5
ST100	650	21.43	22.8	12.89	2,142	18.93	758.7	2,060
ST101	630	68.82	17.63	9.28	6,000	45.95	801.9	912.9
ST102	670	51.23	19.59	10.19	6,000	34.61	1,786	726.2
ST103	650	35.37	30.1	15.67	6,000	44.27	1,810	1,144
ST104	620	46.62	23.91	24.79	2,490	32.31	813.6	2,876
ST105	860	85.71	14.54	25	6,000	86.07	432.2	3,308
最大値	1,040	329.4	118.2	62.23	6,000	253	2,105	3,308
最小値	390	21.43	7.02	4.42	981.6	17.89	181.6	517.7
平均値	656.48	94.56	44.76	23.1	4,197.2	90.36	996.42	1,489.93
標準偏差	147.01	37.69	27.75	15.62	1,726.88	35.38	399.51	657.44

— 凡 例 —



MODEL:

107.	
Ω -m	99.2 m
第1層比抵抗	第1層層厚
99.2	
Ω -m	1529 m
第2層比抵抗	第2層層厚
42.3	
Ω -m	1137 m
第3層比抵抗	第3層層厚
1406	
Ω -m	
第4層比抵抗	
% ERROR: 9.62	
CALIBRATION: 1	
OFFSET: 7186 m	
SYSTEM: NONE	



MODEL:

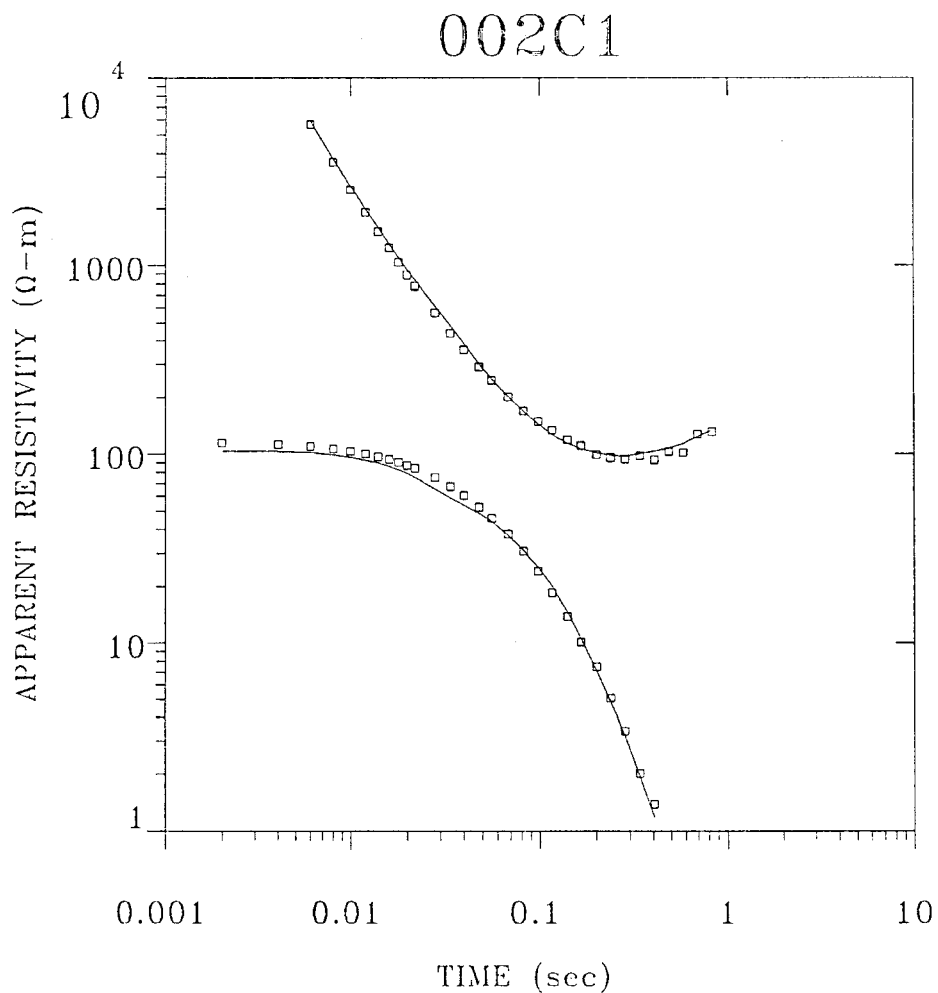
107.	
Ω -m	99.2 m

99.2	
Ω -m	1529 m

42.3	
Ω -m	1137 m

1406	
Ω -m	

% ERROR: 9.62
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7186 m
 SYSTEM: NONE



MODEL:

96.6	
Ω -m	90.5 m

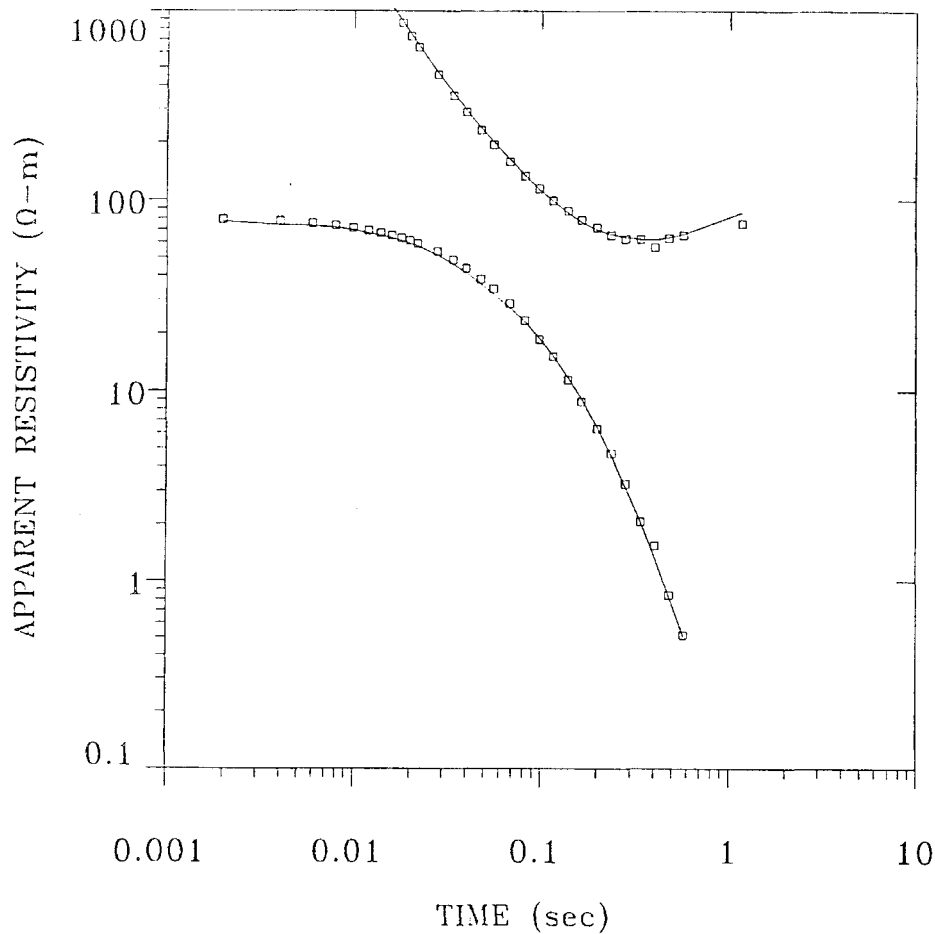
103.	
Ω -m	979. m

51.3	
Ω -m	1791 m

1264	
Ω -m	

% ERROR: 8.85
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6015 m
 SYSTEM: NONE

003C1



MODEL:

92.3	
Ω -m	94.9 m

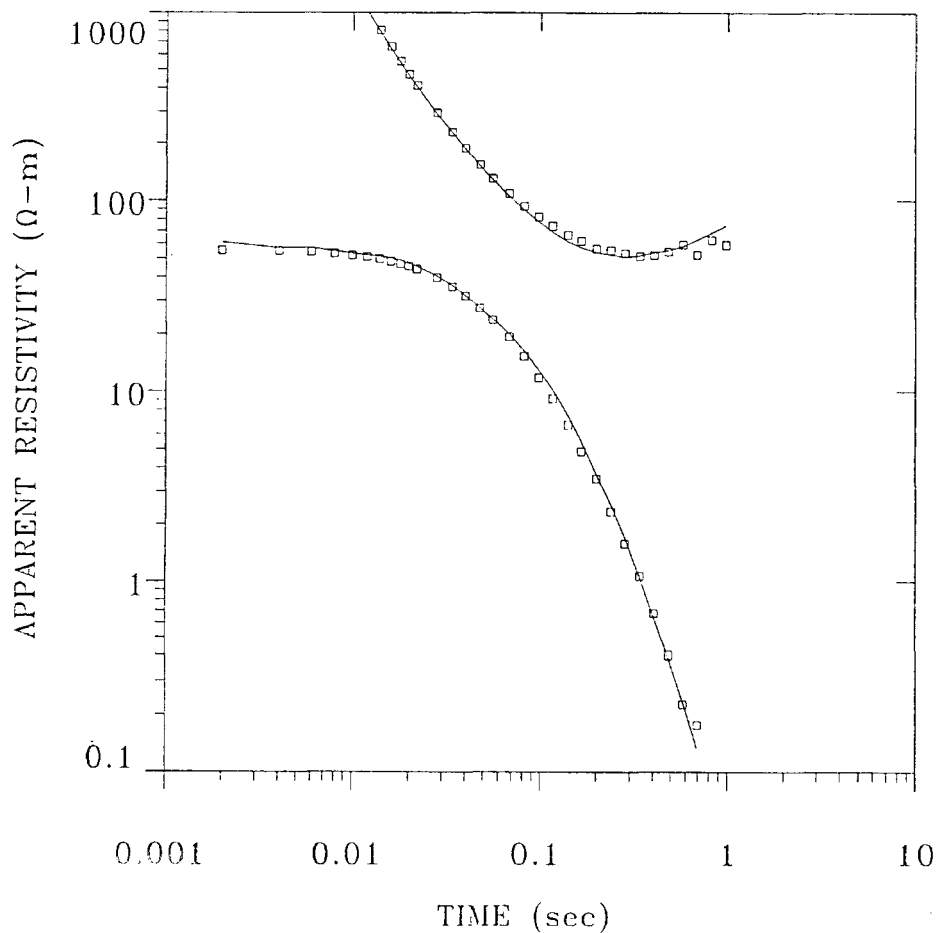
66.2	
Ω -m	864. m

38.7	
Ω -m	2216 m

1943	
Ω -m	

% ERROR: 5.75
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 5290 m
 SYSTEM: NONE

004C1



MODEL:

81.7	
Ω -m	85.9 m

46.6	
Ω -m	905. m

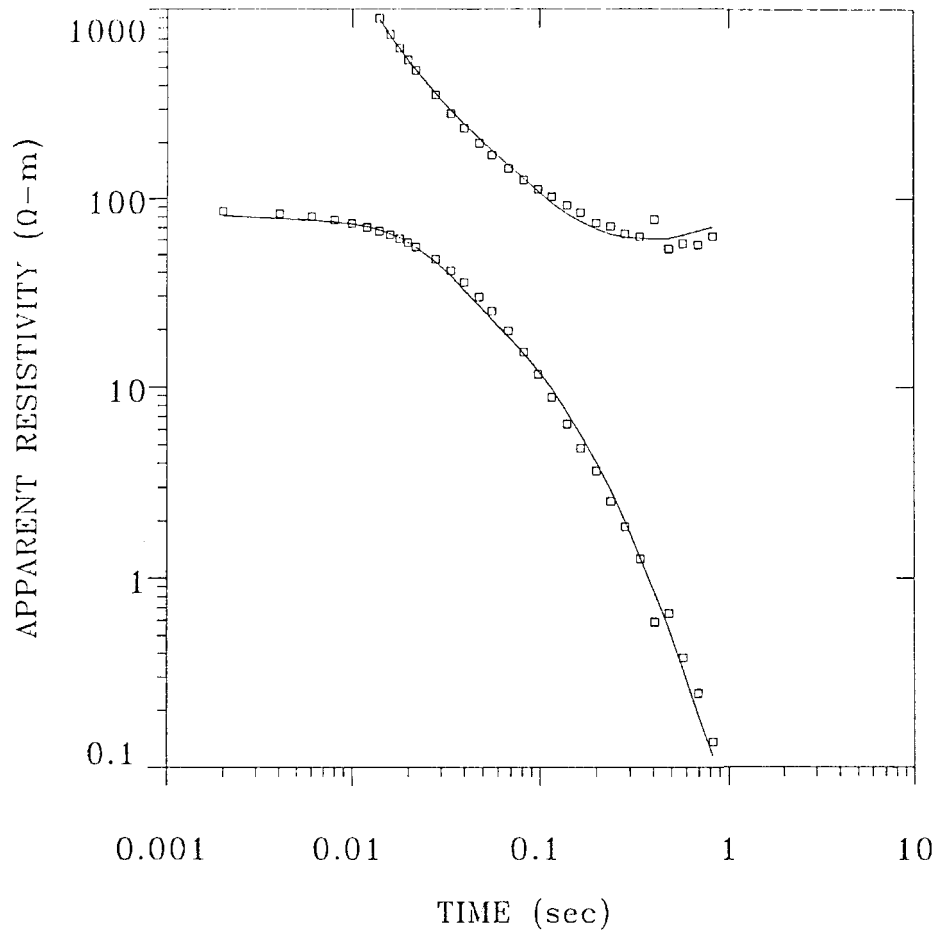
31.2	
Ω -m	1541 m

2544	
Ω -m	

% ERROR: 10.4
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 4369 m
 SYSTEM: NONE

005C1

MODEL:



115.	
Ω -m	97.9 m

73.4	
Ω -m	1199 m

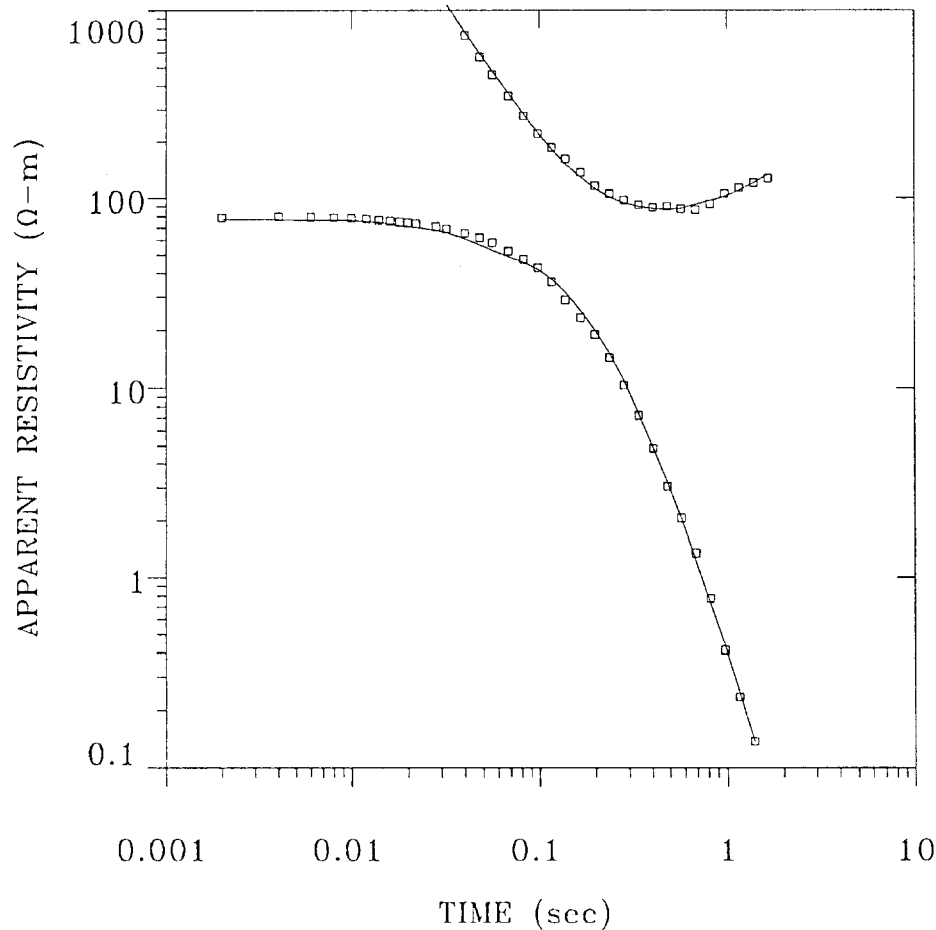
33.1	
Ω -m	1903 m

2851	
Ω -m	

% ERROR: 12.4
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 4782 m
 SYSTEM: NONE

006C3

MODEL:



81.7	
Ω -m	90.1 m

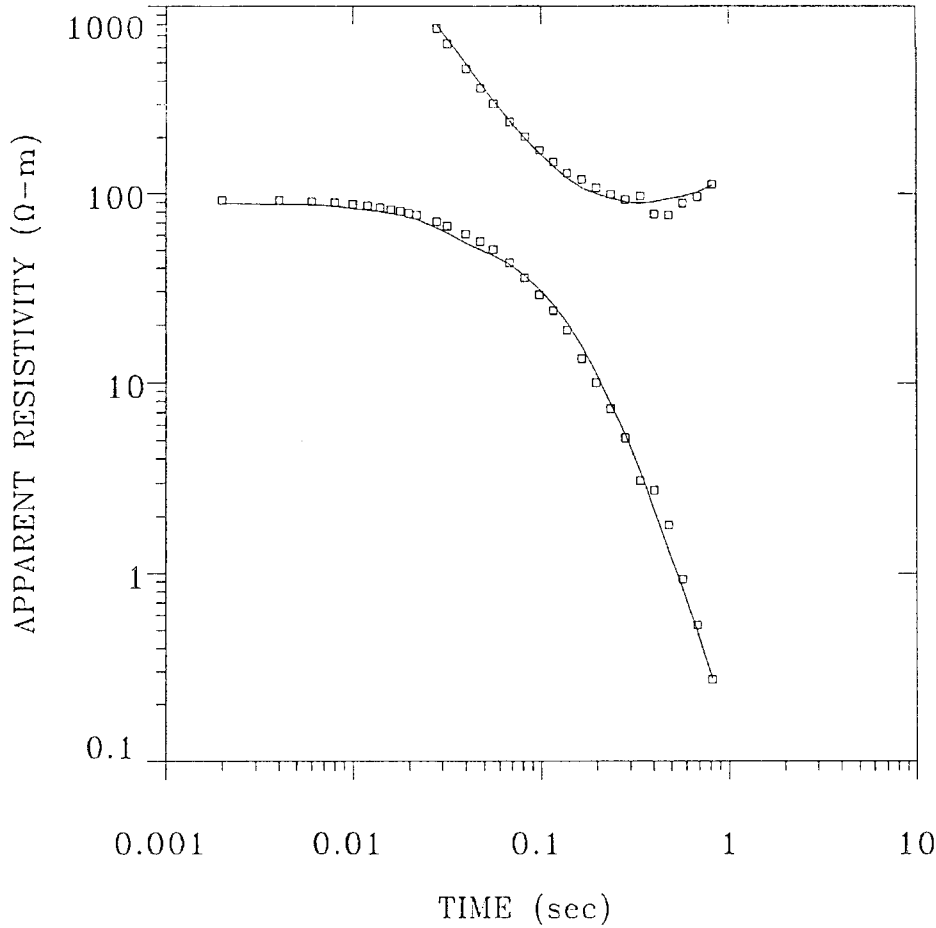
76.7	
Ω -m	1193 m

46.0	
Ω -m	2067 m

1315	
Ω -m	

% ERROR: 5.39
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7593 m
 SYSTEM: NONE

007C3



MODEL:

93.8	
Ω -m	105. m

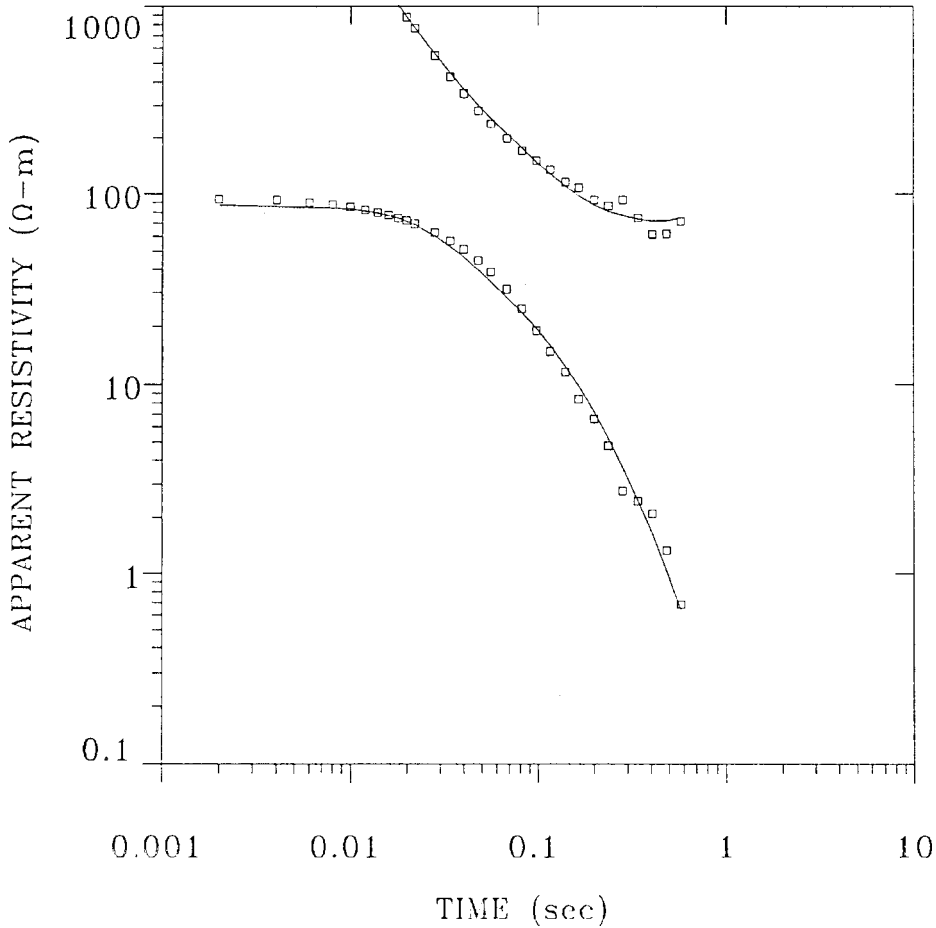
87.3	
Ω -m	1053 m

47.3	
Ω -m	1920 m

1787	
Ω -m	

% ERROR: 10.5
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6516 m
 SYSTEM: NONE

008C3



MODEL:

102.	
Ω -m	91.6 m

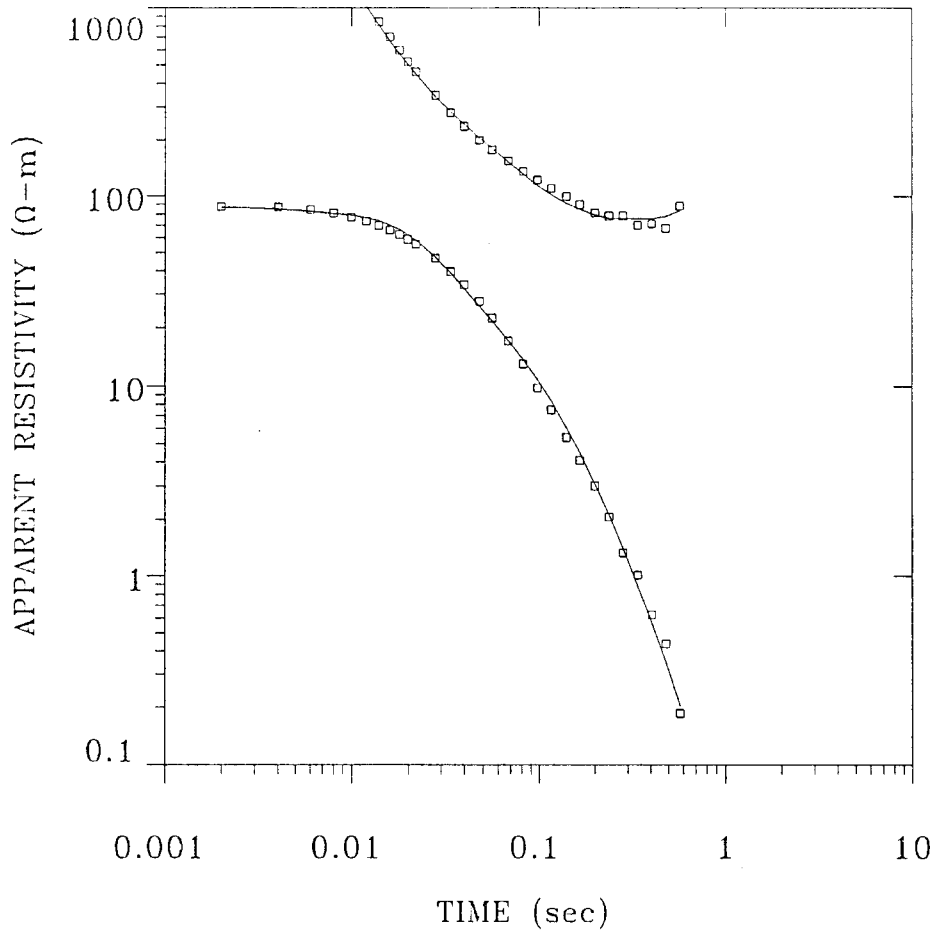
85.3	
Ω -m	1247 m

41.9	
Ω -m	2395 m

2935	
Ω -m	

% ERROR: 11.1
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 5762 m
 SYSTEM: NONE

009C3



MODEL:

128.	
Ω -m	112. m

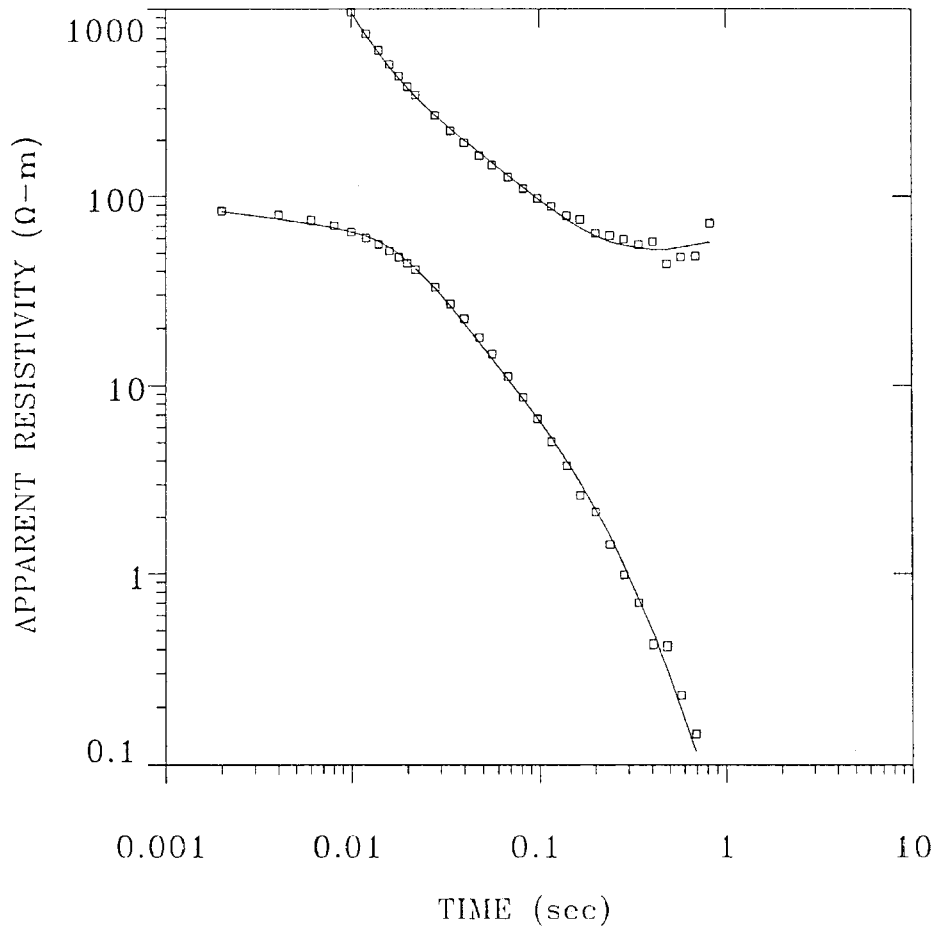
82.8	
Ω -m	1388 m

40.7	
Ω -m	1755 m

2338	
Ω -m	

% ERROR: 7.78
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 4735 m
 SYSTEM: NONE

010C3



MODEL:

164.	
Ω -m	160. m

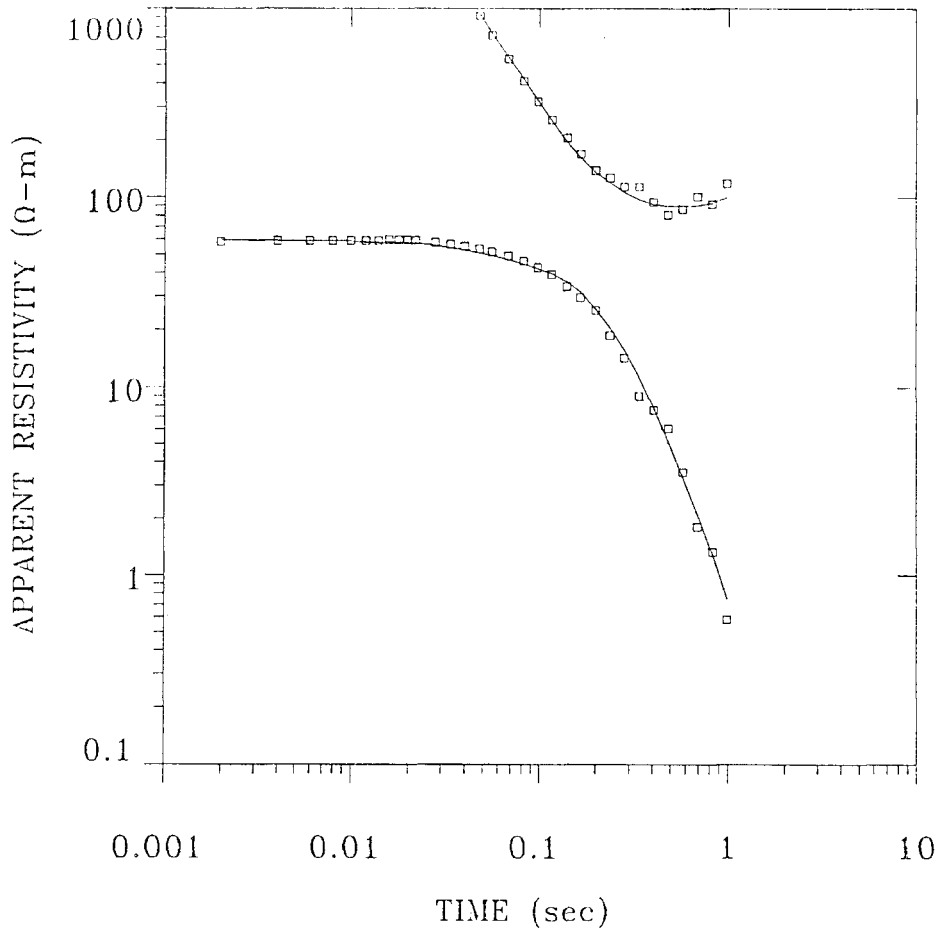
69.7	
Ω -m	1200 m

29.2	
Ω -m	2060 m

4331	
Ω -m	

% ERROR: 11.4
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 4098 m
 SYSTEM: NONE

011C3



MODEL:

72.9	
Ω -m	94.3 m

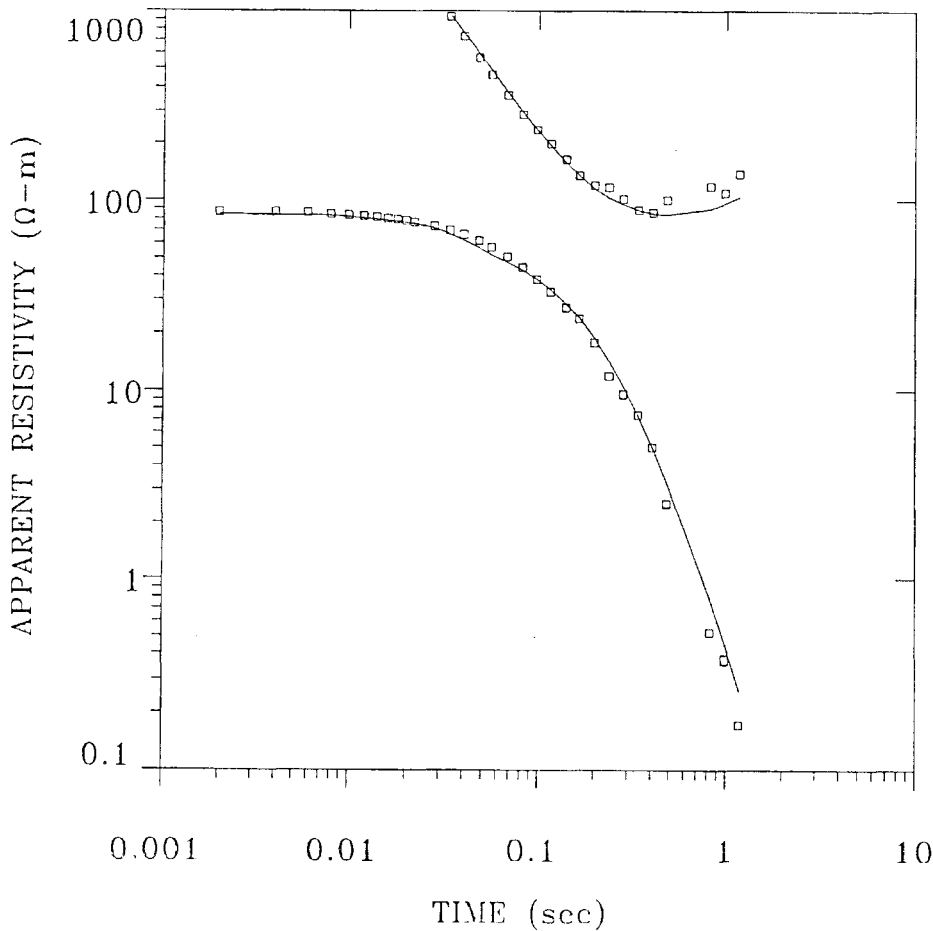
65.6	
Ω -m	1239 m

44.7	
Ω -m	2205 m

1987	
Ω -m	

% ERROR: 8.52
 CALIBRATION: 0.900
 OFFSET: 8490 m
 SYSTEM: NONE

012C3



MODEL:

96.2	
Ω -m	113. m

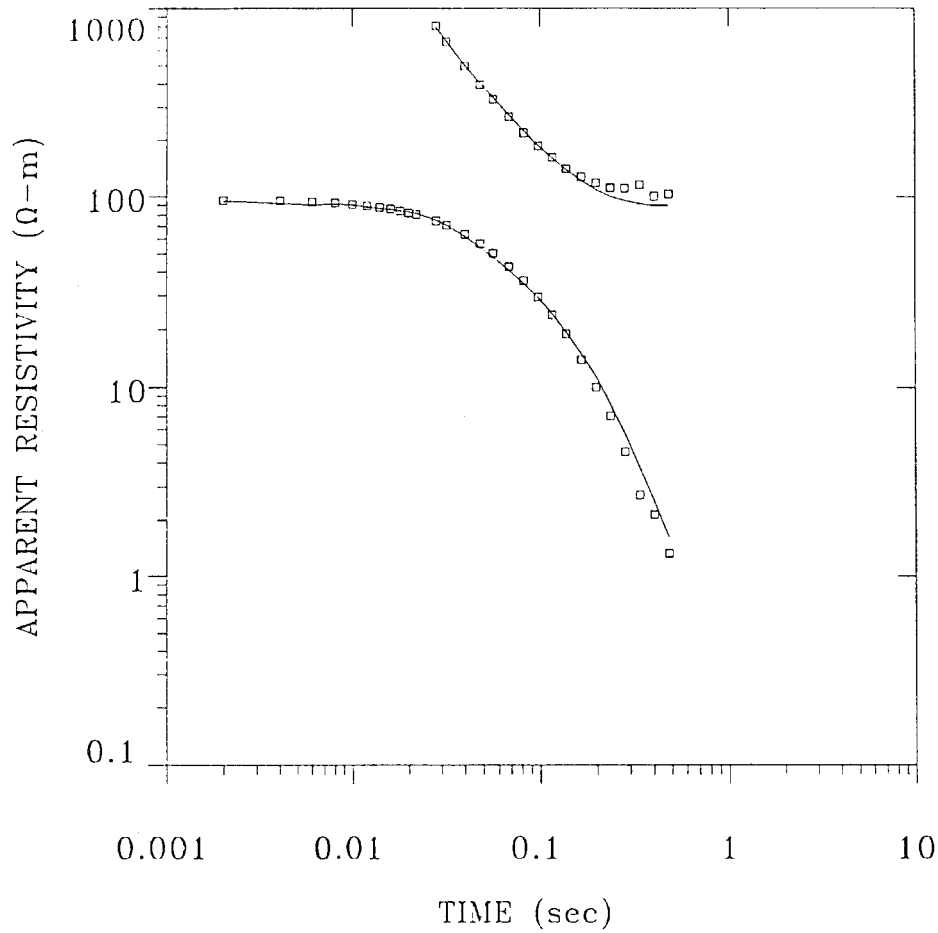
83.1	
Ω -m	1300 m

43.9	
Ω -m	2240 m

2580	
Ω -m	

% ERROR: 13.9
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7594 m
 SYSTEM: NONE

013C3



MODEL:

135.	
Ω -m	98.0 m

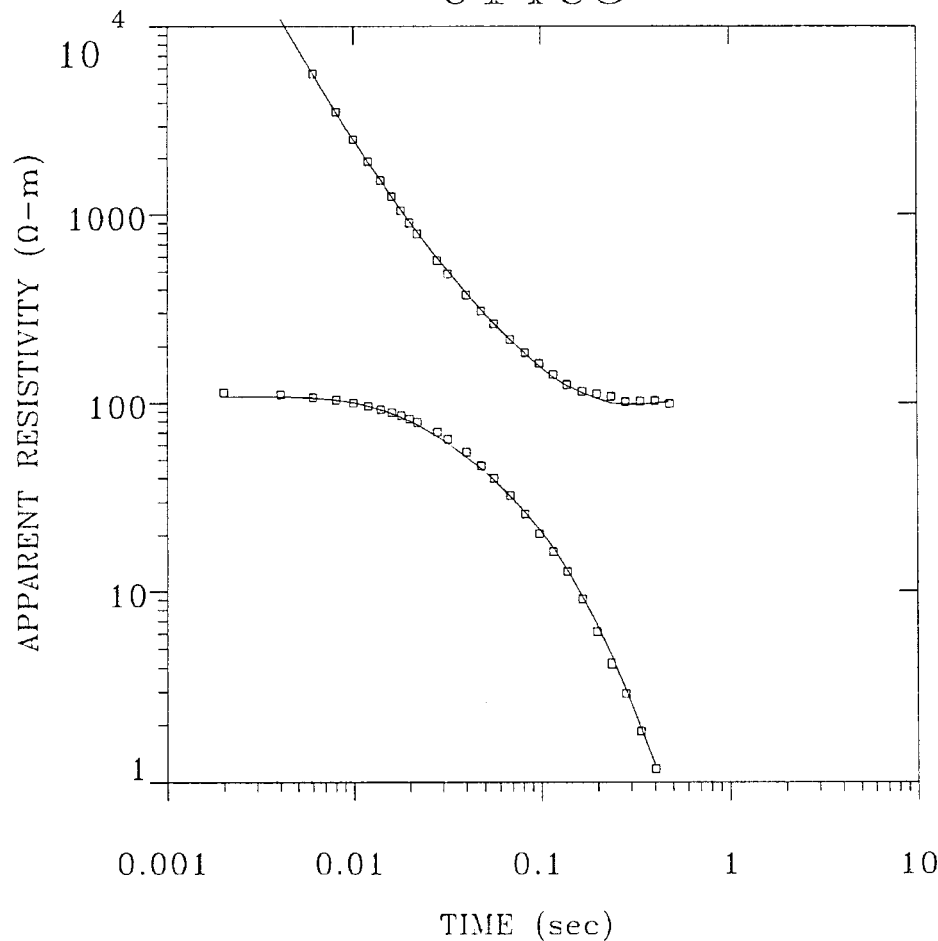
89.4	
Ω -m	1561 m

50.0	
Ω -m	2201 m

2587	
Ω -m	

% ERROR: 10.5
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6704 m
 SYSTEM: NONE

014C3



MODEL:

96.6	
Ω -m	93.4 m

118.	
Ω -m	939. m

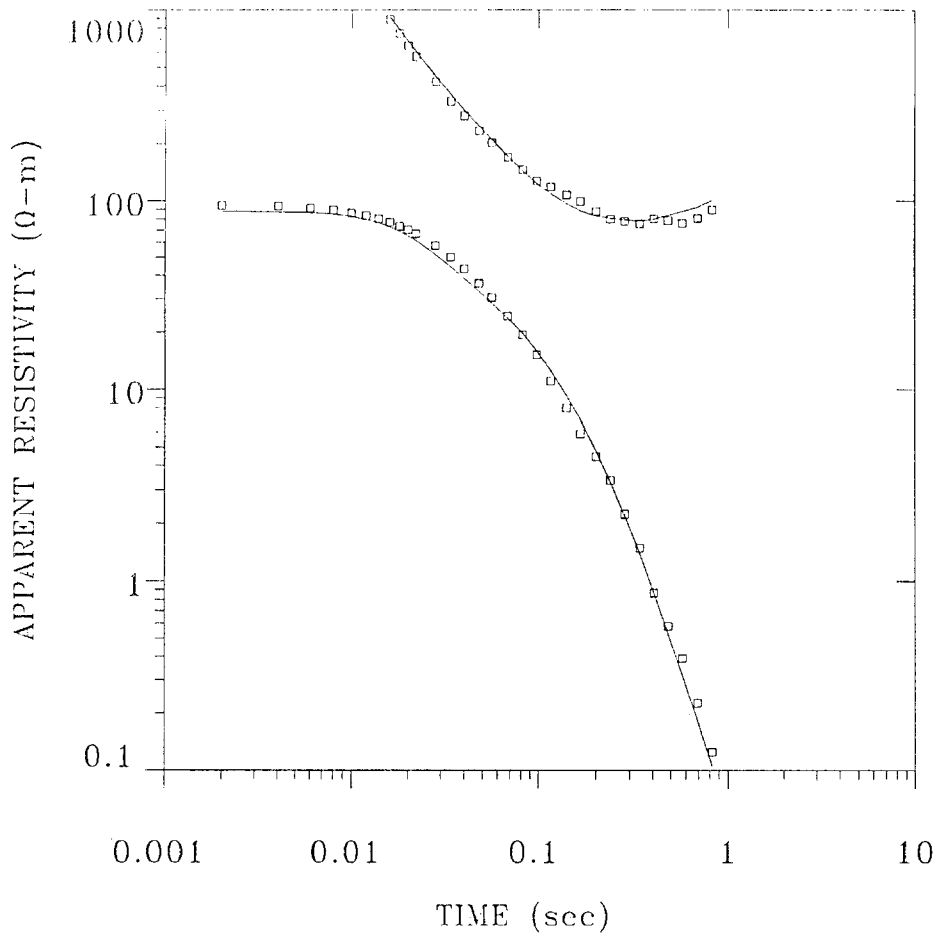
61.7	
Ω -m	2761 m

2785	
Ω -m	

% ERROR: 4.21
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 5973 m
 SYSTEM: NONE

015C3

MODEL:



99.9	
Ω-m	96.3 m

90.4	
Ω-m	1116 m

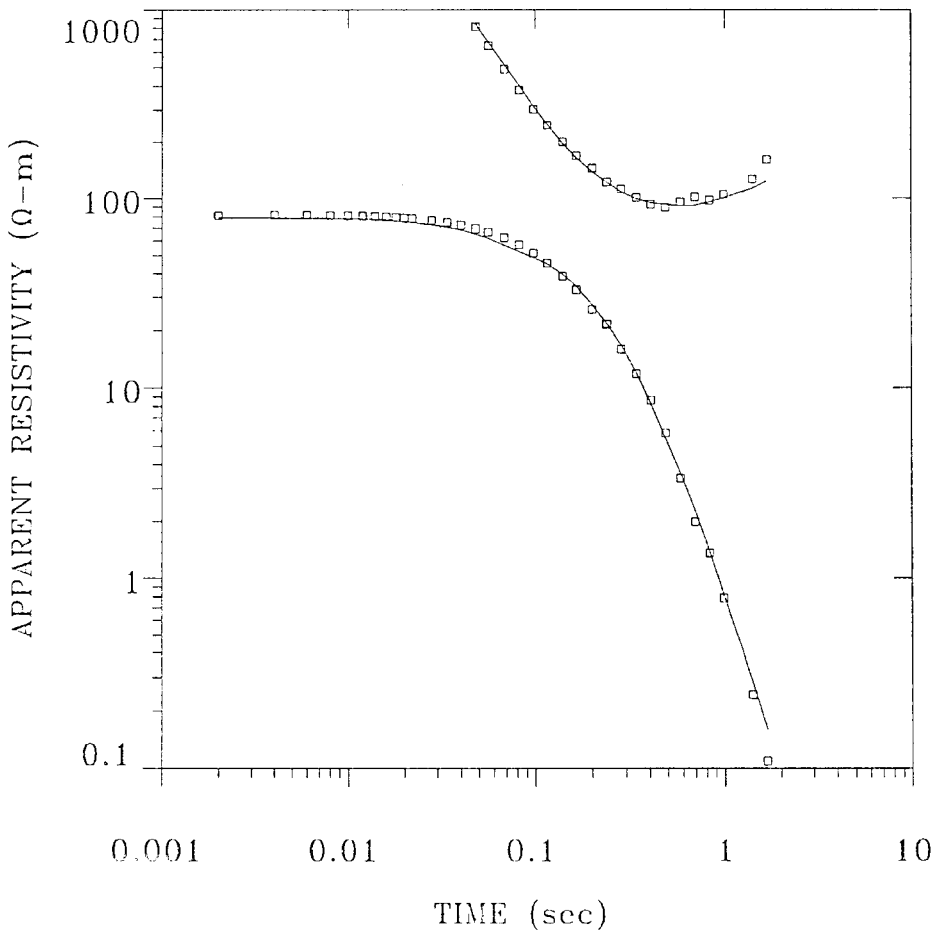
42.0	
Ω-m	1849 m

3182	
Ω-m	

% ERROR: 10.5
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 5237 m
 SYSTEM: NONE

016C1

MODEL:



83.1	
Ω-m	110. m

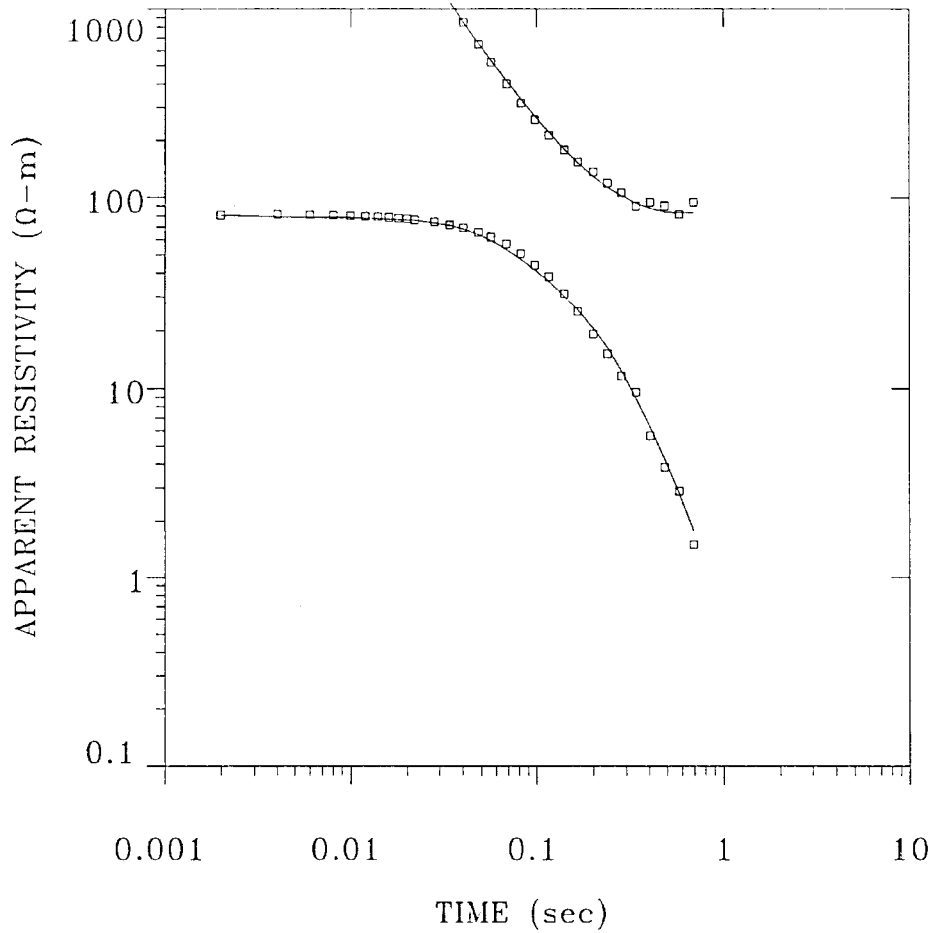
79.5	
Ω-m	1354 m

50.2	
Ω-m	2474 m

1421	
Ω-m	

% ERROR: 9.30
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 8660 m
 SYSTEM: NONE

017C3

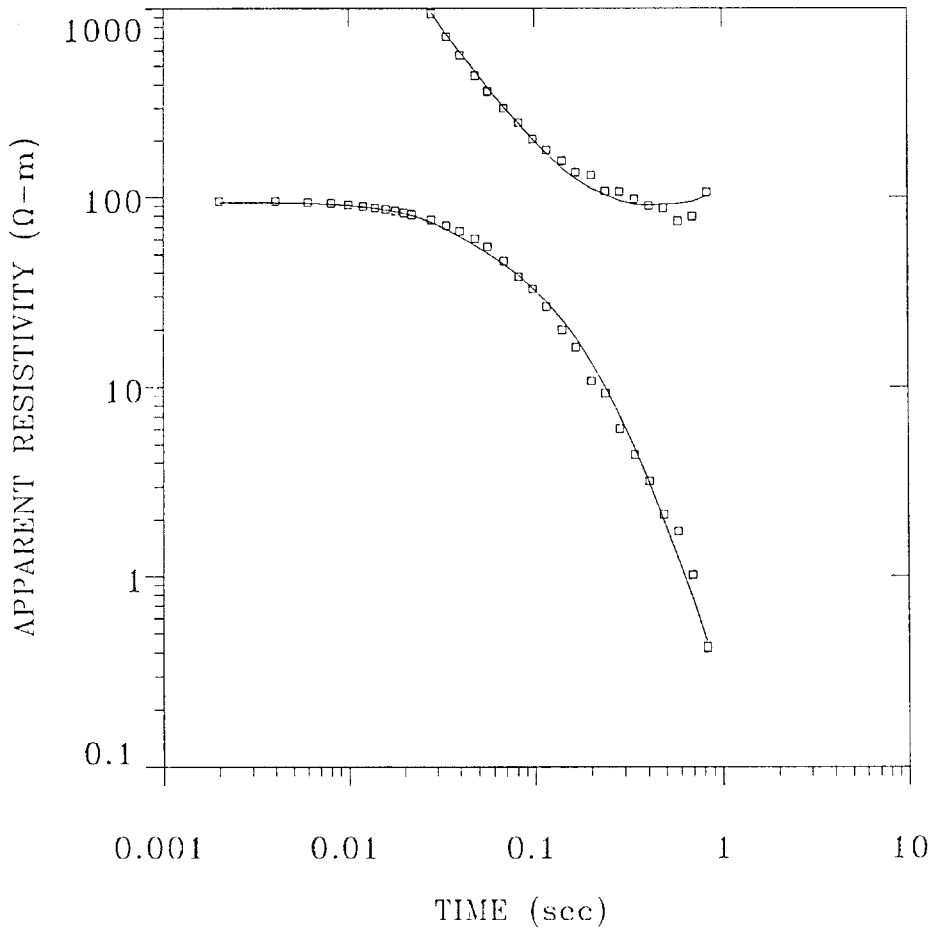


MODEL:

92.9	
Ω -m	105 m
78.4	
Ω -m	1634 m
48.4	
Ω -m	2743 m
2169	
Ω -m	

% ERROR: 5.86
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 8004 m
 SYSTEM: NONE

018C3

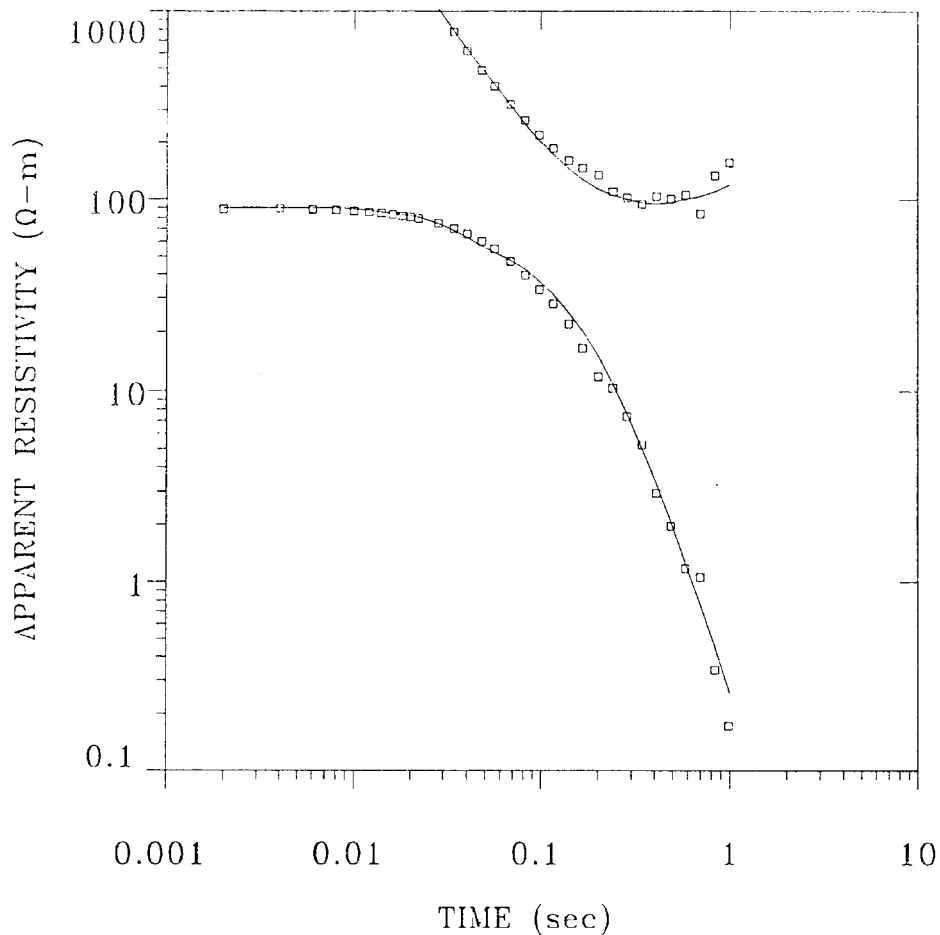


MODEL:

101	
Ω -m	94.6 m
94.9	
Ω -m	1204 m
52.4	
Ω -m	2590 m
2792	
Ω -m	

% ERROR: 11.0
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7033 m
 SYSTEM: NONE

019C3



MODEL:

93.3	
Ω -m	98.2 m

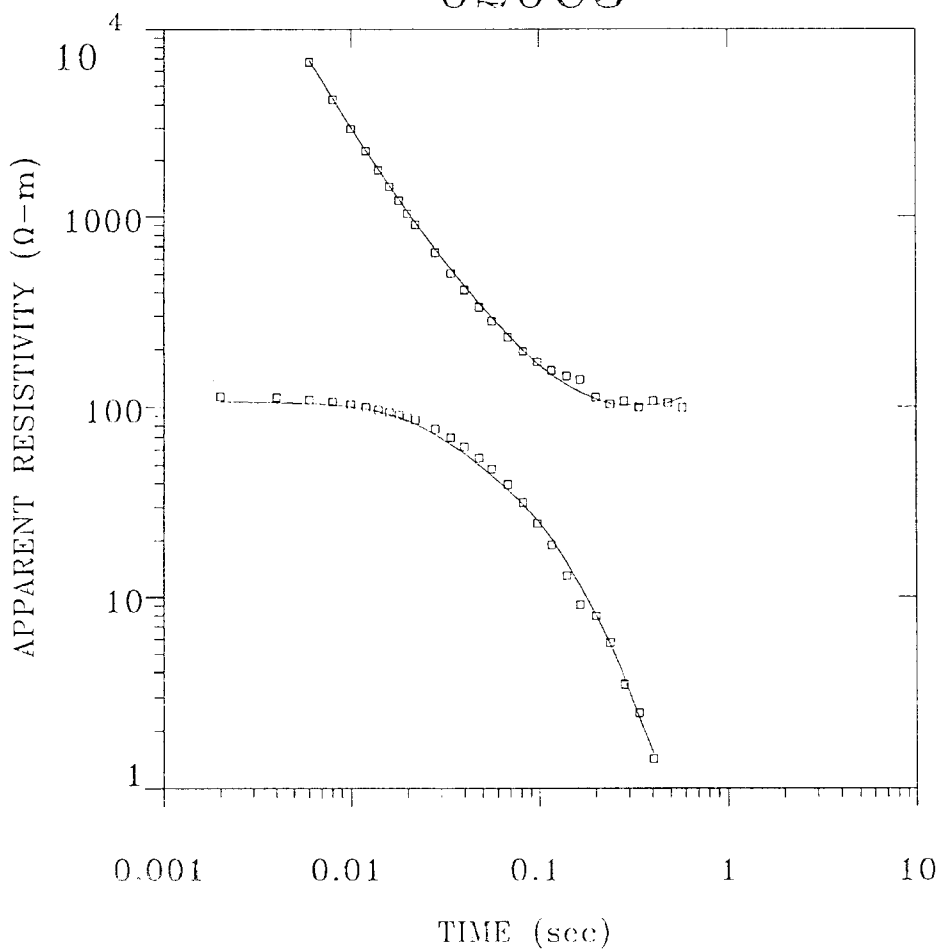
92.4	
Ω -m	1267 m

49.5	
Ω -m	2088 m

2065	
Ω -m	

% ERROR: 13.9
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7206 m
 SYSTEM: NONE

020C3



MODEL:

119	
Ω -m	95.5 m

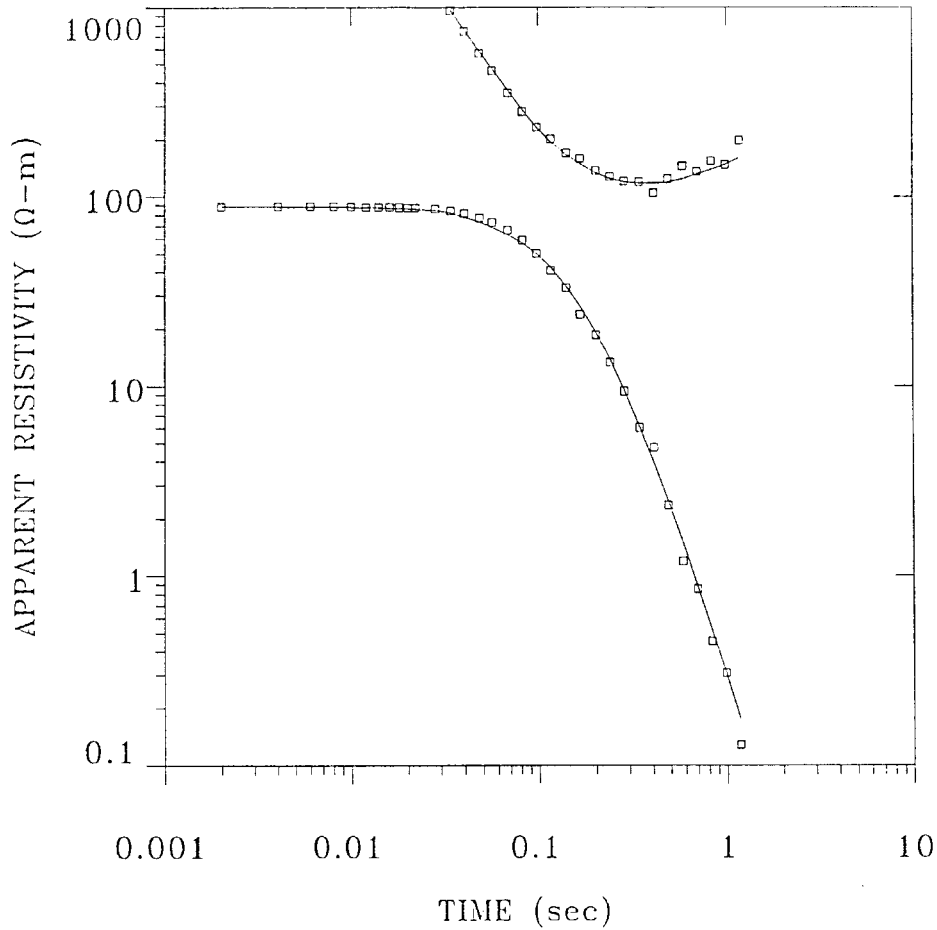
107.	
Ω -m	1162 m

59.5	
Ω -m	2408 m

2564	
Ω -m	

% ERROR: 8.06
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6310 m
 SYSTEM: NONE

021C3



MODEL:

96.3	
Ω -m	112. m

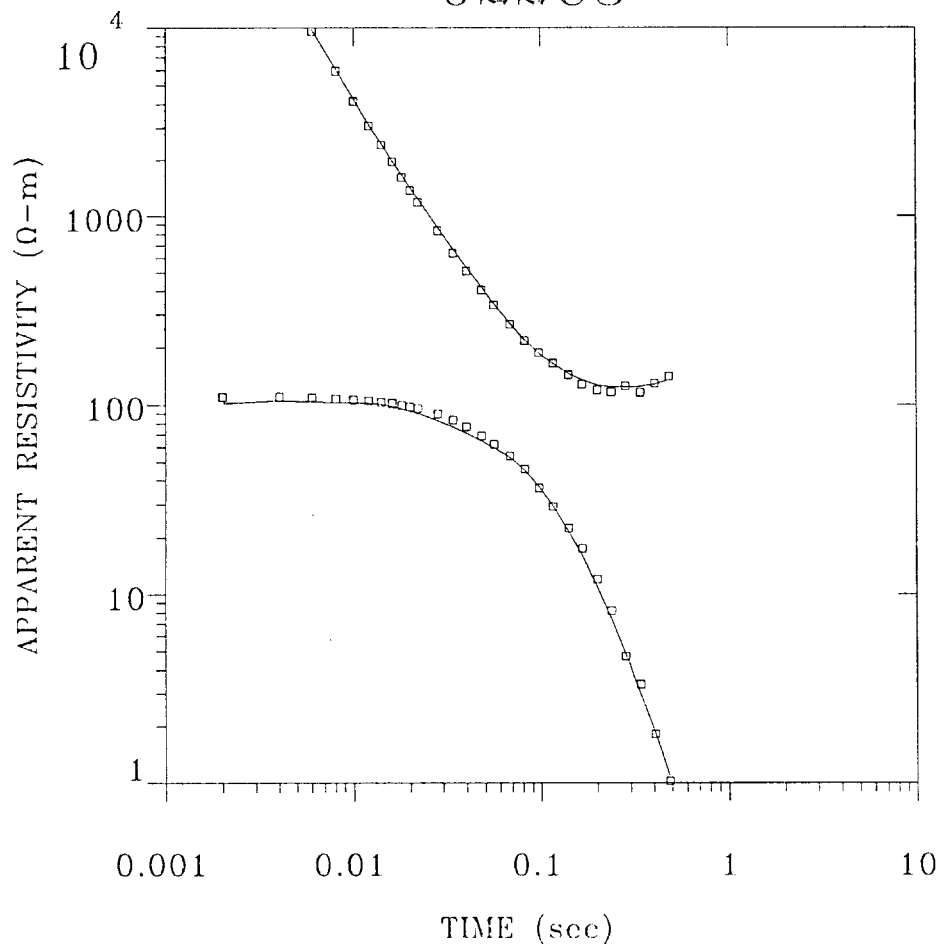
88.4	
Ω -m	2105 m

47.5	
Ω -m	1009 m

982.	
Ω -m	

% ERROR: 8.89
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7967 m
 SYSTEM: NONE

022C3



MODEL:

95.4	
Ω -m	101. m

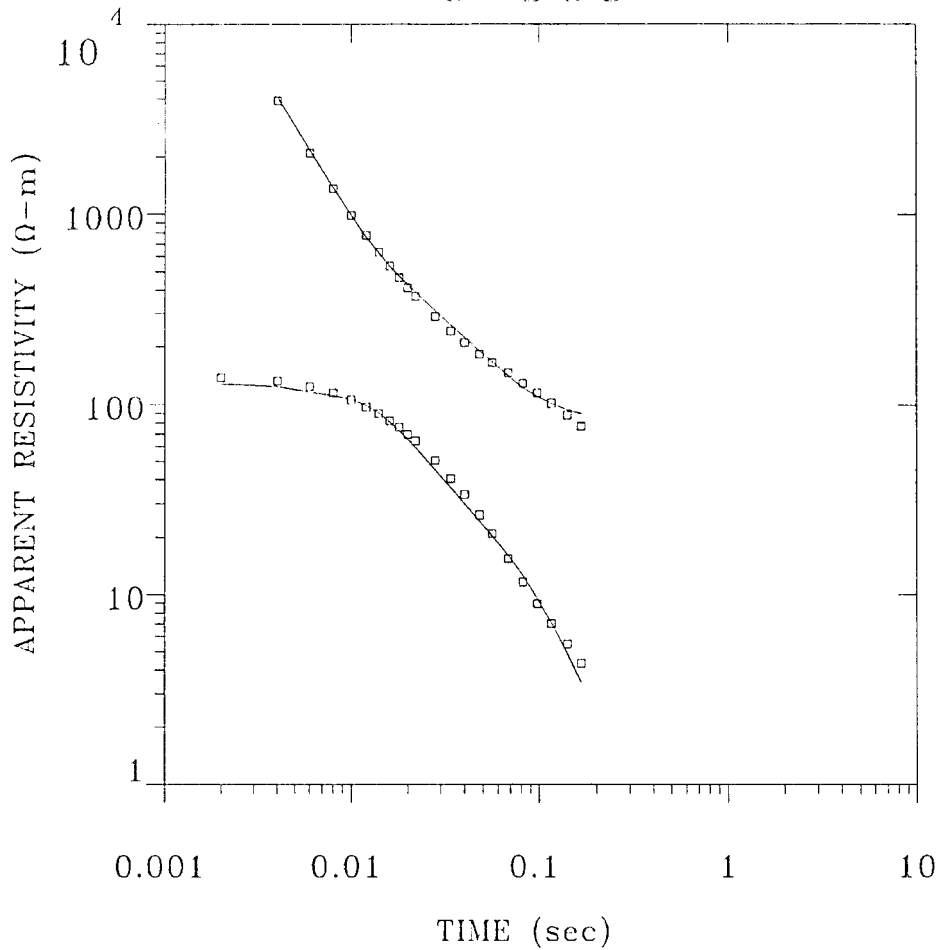
109.	
Ω -m	1244 m

62.2	
Ω -m	1725 m

1577	
Ω -m	

% ERROR: 5.90
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7018 m
 SYSTEM: NONE

023C3

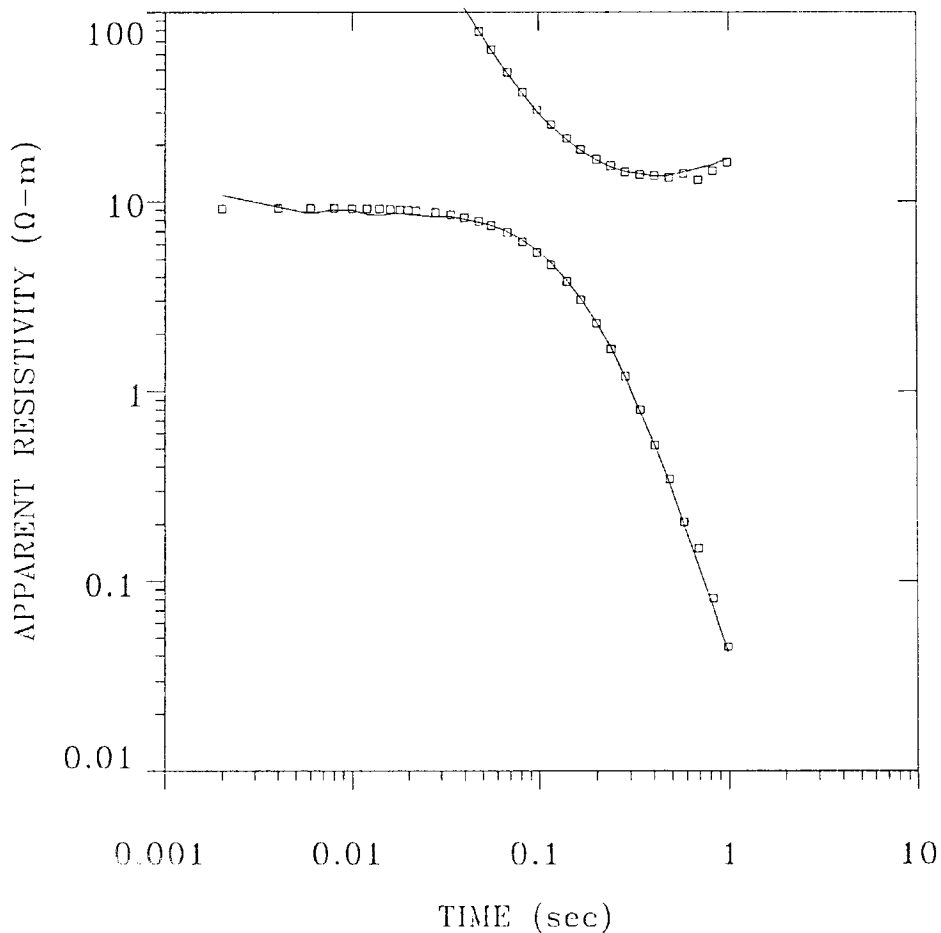


MODEL:

138.	
Ω -m	253 m
95.8	
Ω -m	1380 m
31.7	
Ω -m	943. m
4633	
Ω -m	

% ERROR: 8.50
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 4563 m
 SYSTEM: NONE

024C1

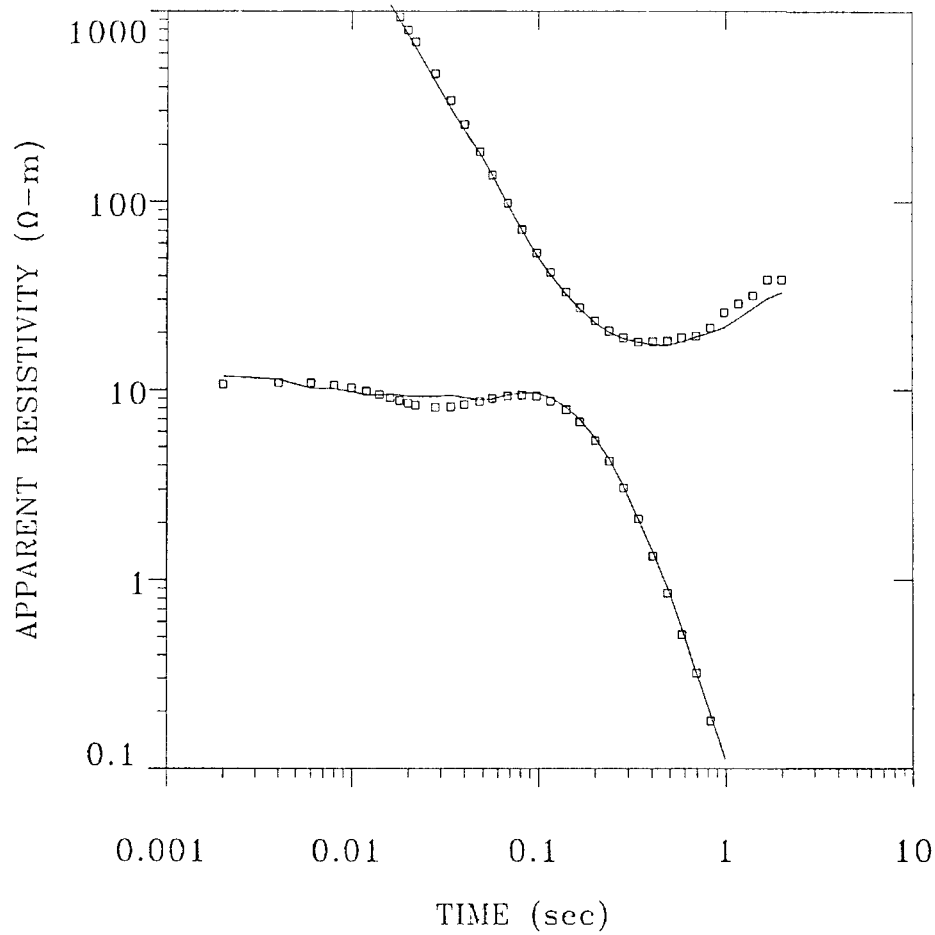


MODEL:

134.	
Ω -m	47.3 m
8.50	
Ω -m	182. m
9.68	
Ω -m	1334 m
3220	
Ω -m	

% ERROR: 6.51
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 2785 m
 SYSTEM: NONE

025C1



MODEL:

116.
 Ω -m 55.4 m

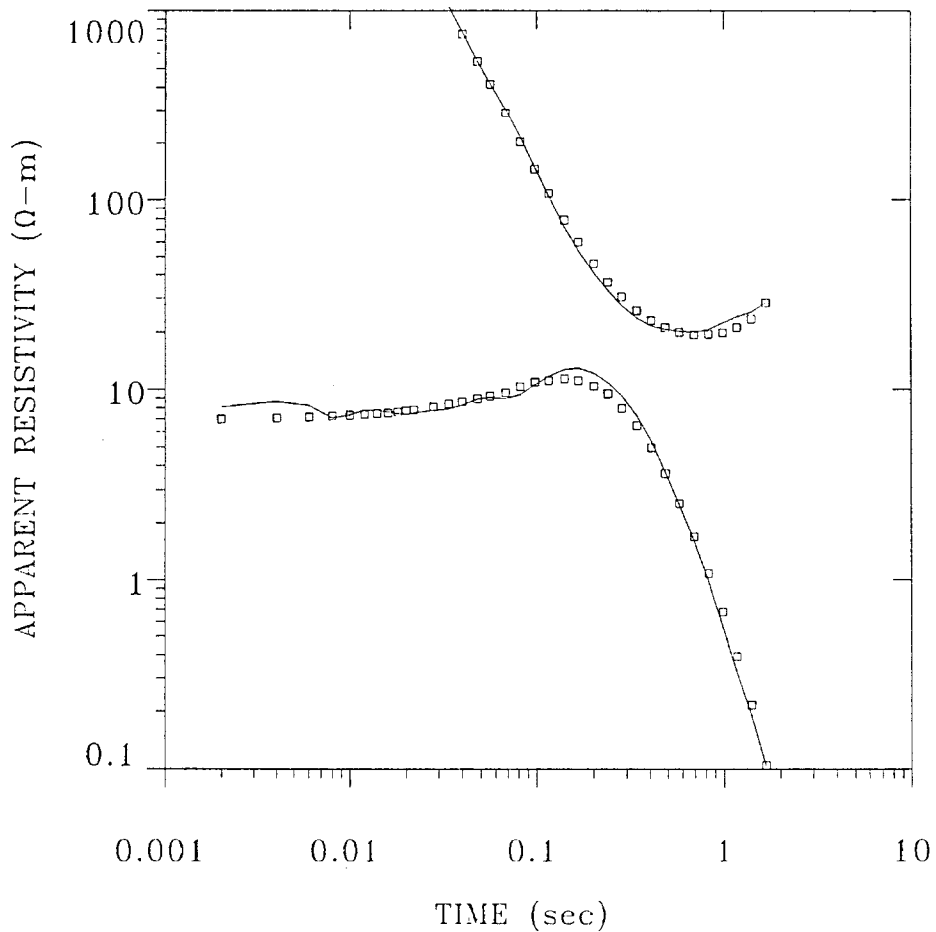
9.10
 Ω -m 416 m

9.38
 Ω -m 797. m

2904
 Ω -m

% ERROR: 12.4
CALIBRATION: 1
OFFSET: 3651 m
SYSTEM: NONE

026C1



MODEL:

146
 Ω -m 17.9 m

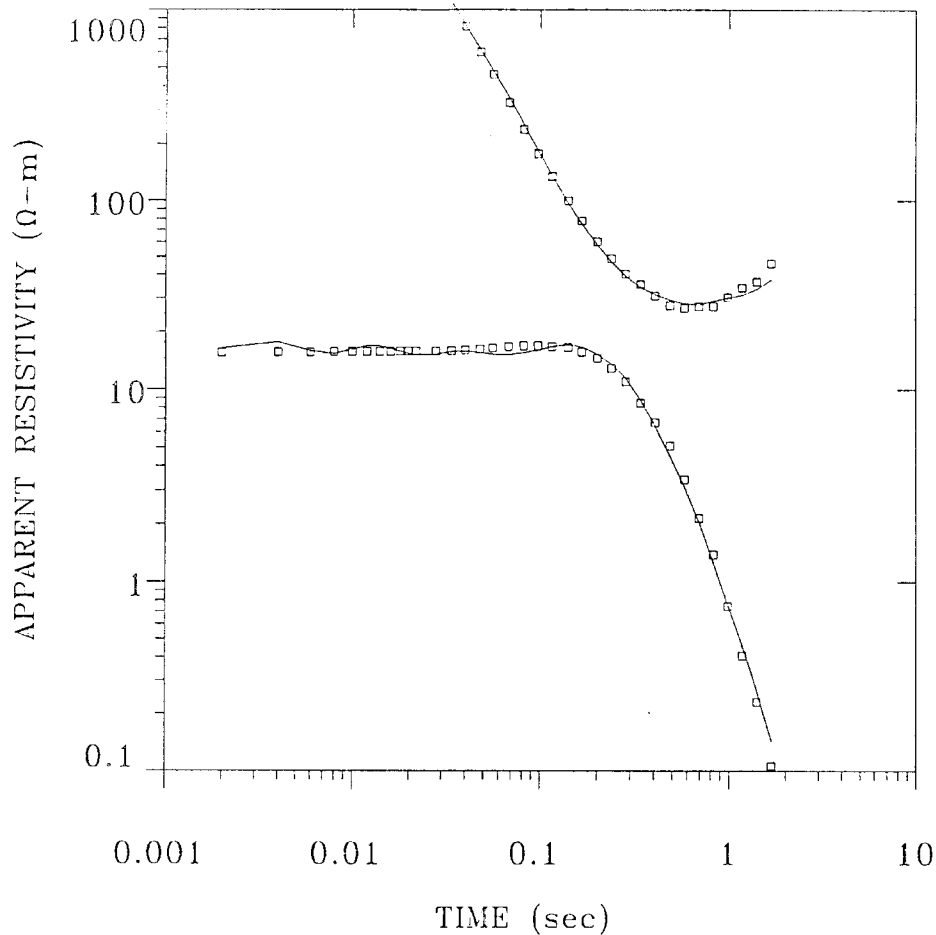
7.02
 Ω -m 223. m

9.58
 Ω -m 1005 m

6000
 Ω -m

% ERROR: 10.4
CALIBRATION: 1
OFFSET: 5102 m
SYSTEM: NONE

027C1



MODEL:

69.5	
Ω -m	23.5 m

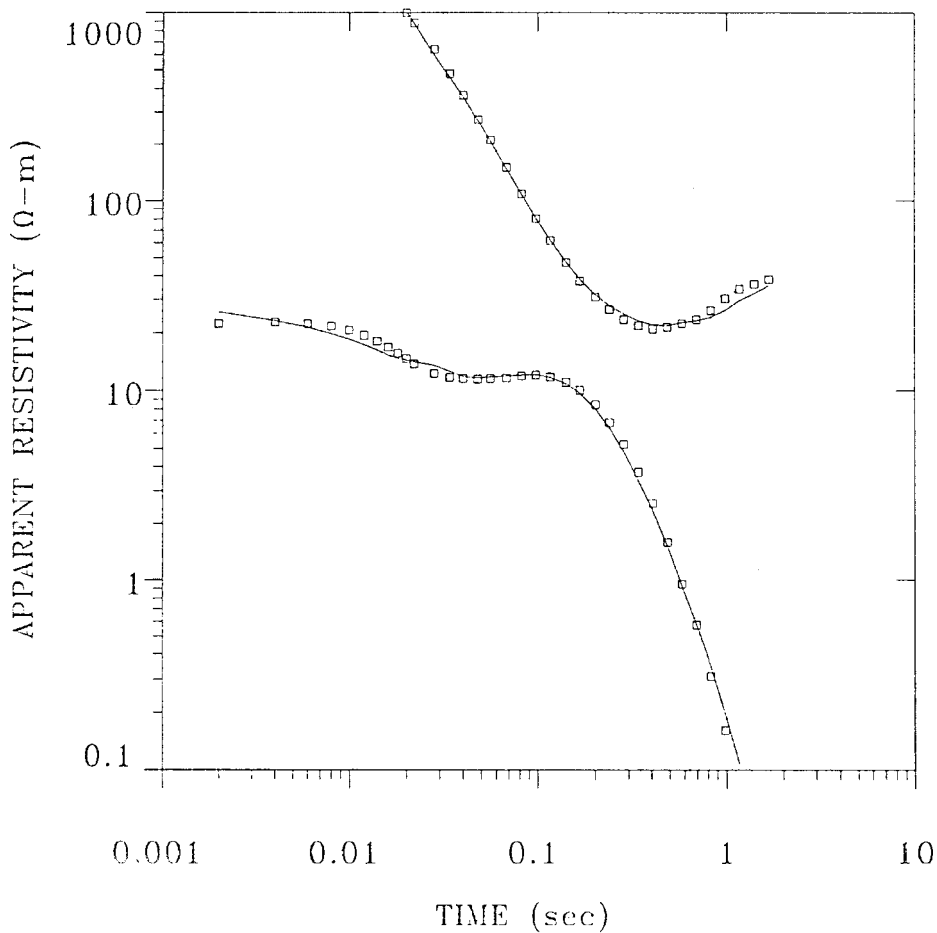
15.6	
Ω -m	1138 m

14.8	
Ω -m	814. m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 8.50
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 5918 m
 SYSTEM: NONE

028C1



MODEL:

100.	
Ω -m	62.5 m

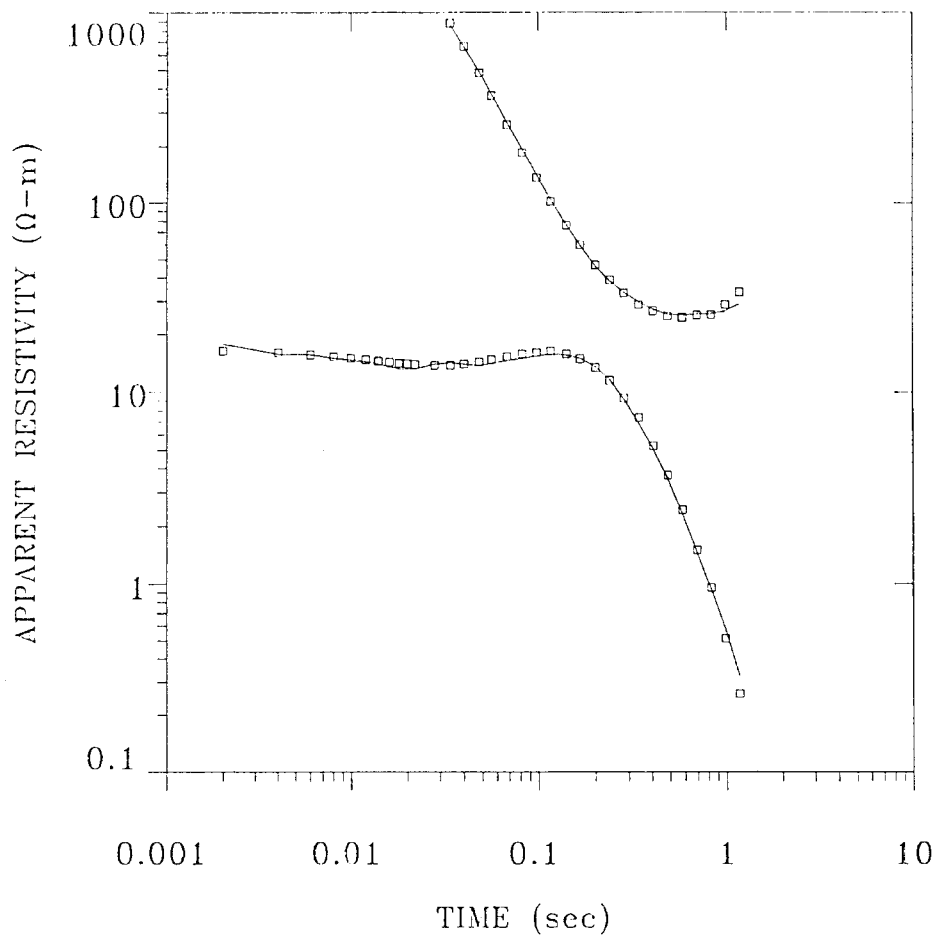
20.5	
Ω -m	377. m

8.31	
Ω -m	829. m

2756	
Ω -m	

% ERROR: 9.18
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 4352 m
 SYSTEM: NONE

029C1



MODEL:

133.	
Ω -m	52.5 m

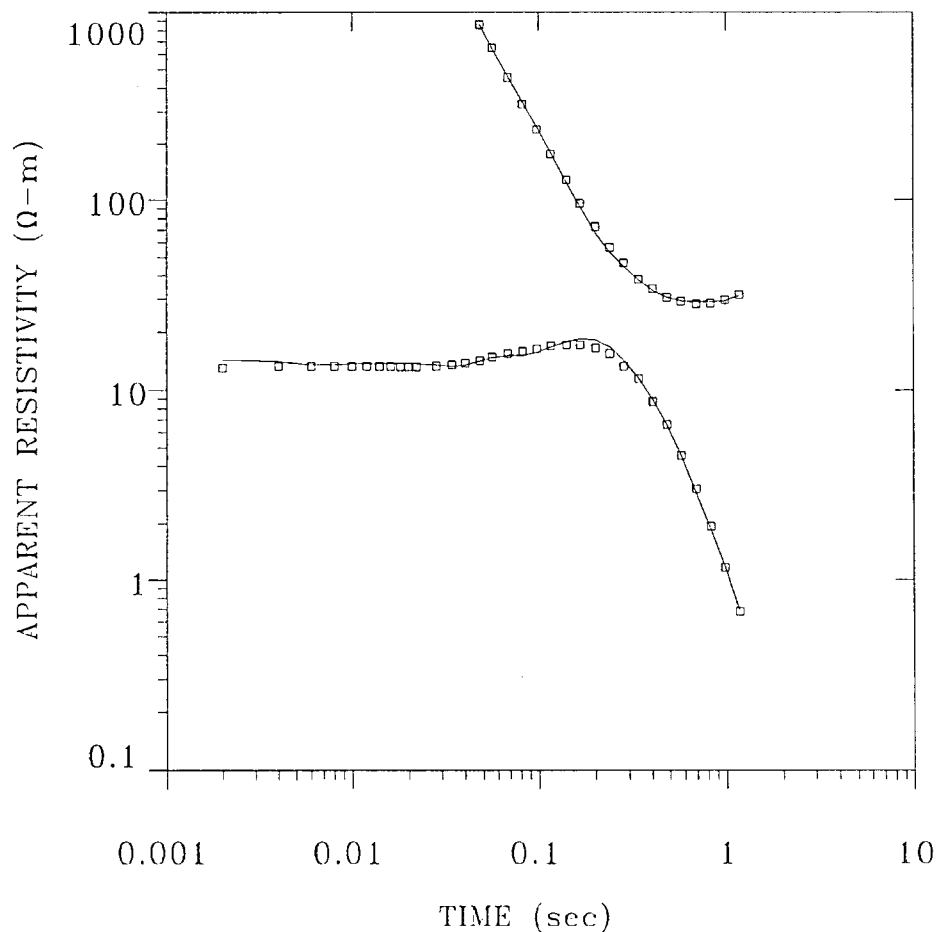
12.4	
Ω -m	724. m

19.1	
Ω -m	1487 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 5.90
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 5403 m
 SYSTEM: NONE

030C1



MODEL:

99.1	
Ω -m	24.1 m

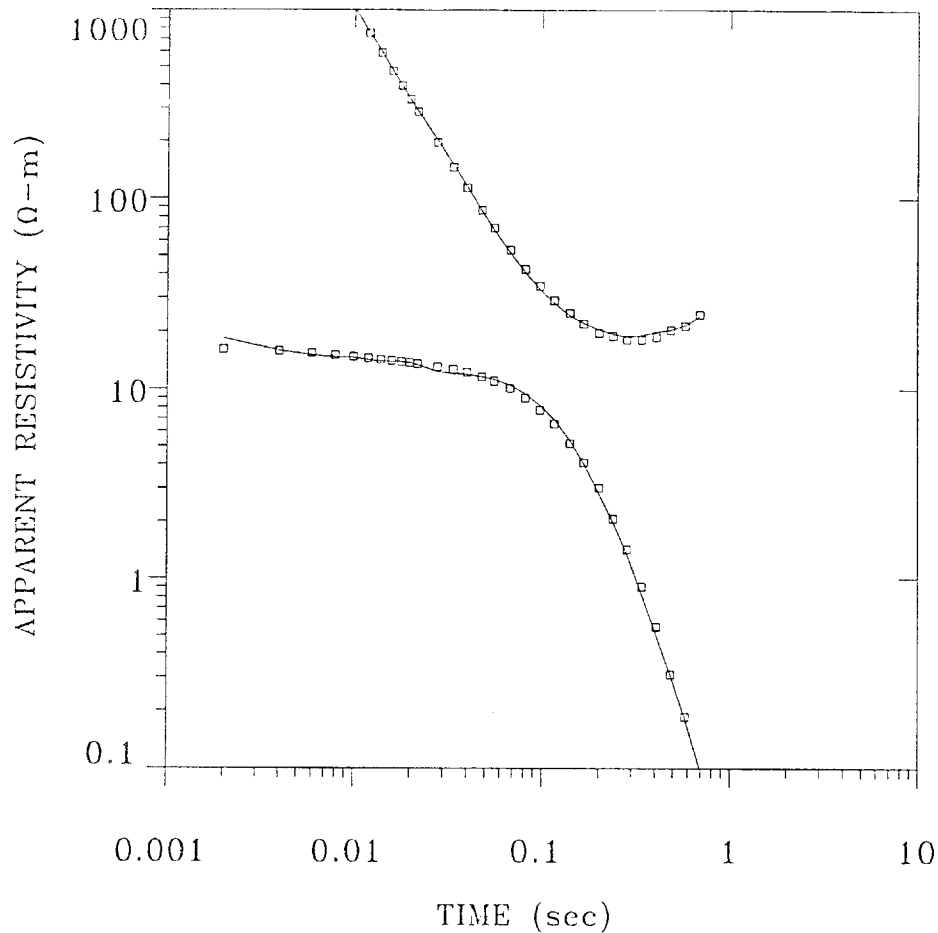
12.4	
Ω -m	464. m

17.0	
Ω -m	1587 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 4.56
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6415 m
 SYSTEM: NONE

031C1



MODEL:

138.	
Ω -m	44.2 m

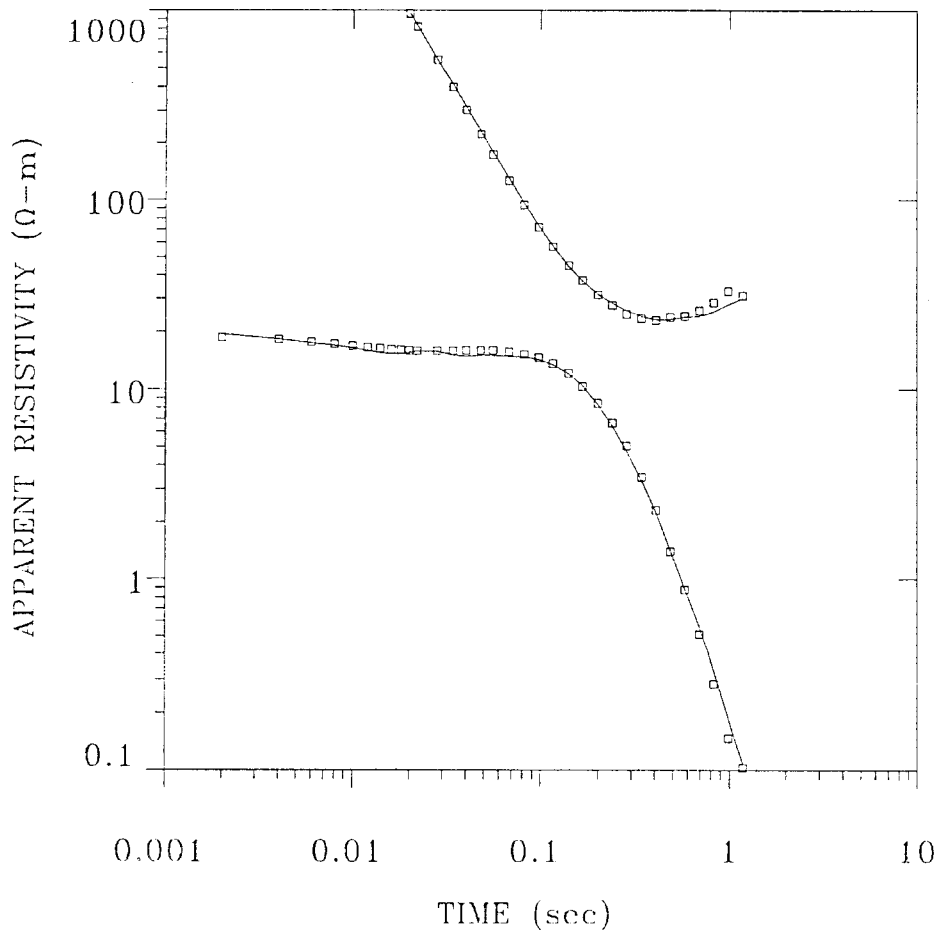
13.0	
Ω -m	483. m

9.89	
Ω -m	696. m

3691	
Ω -m	

% ERROR: 4.87
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 3099 m
 SYSTEM: NONE

032C1



MODEL:

109	
Ω -m	52.3 m

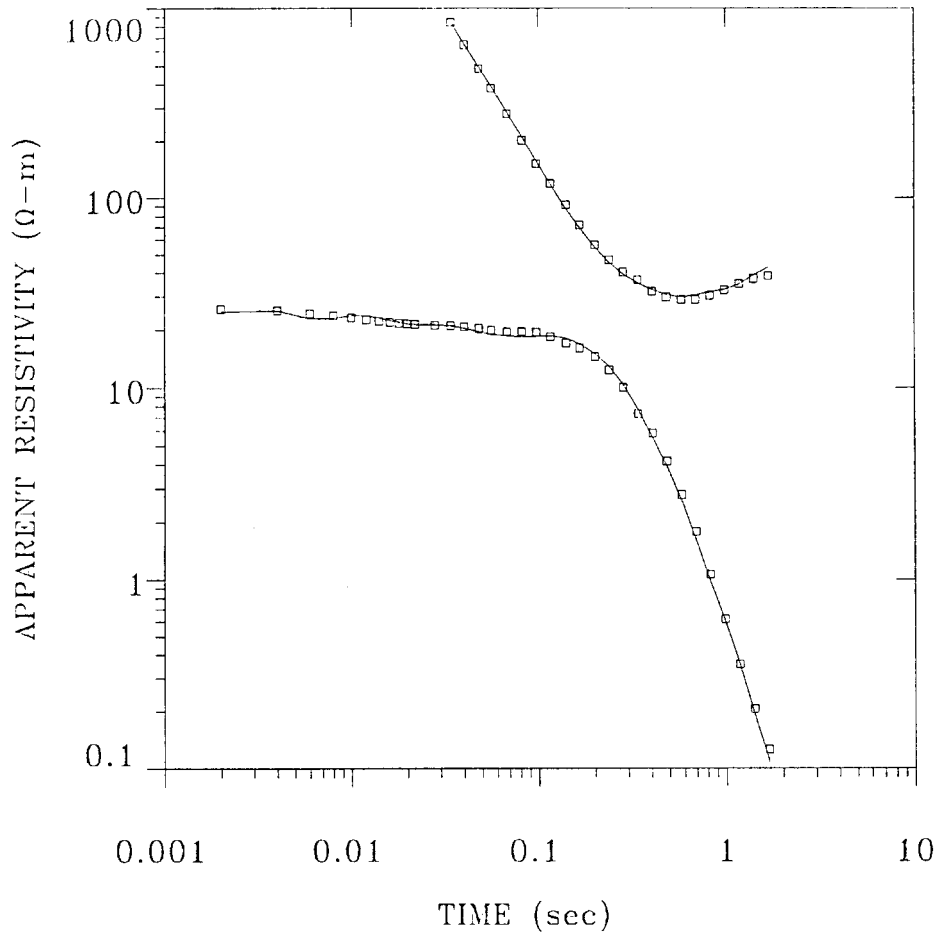
13.8	
Ω -m	848 m

14.5	
Ω -m	895. m

3109	
Ω -m	

% ERROR: 6.66
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 4378 m
 SYSTEM: NONE

033C1



MODEL:

73.9	
Ω -m	49.8 m

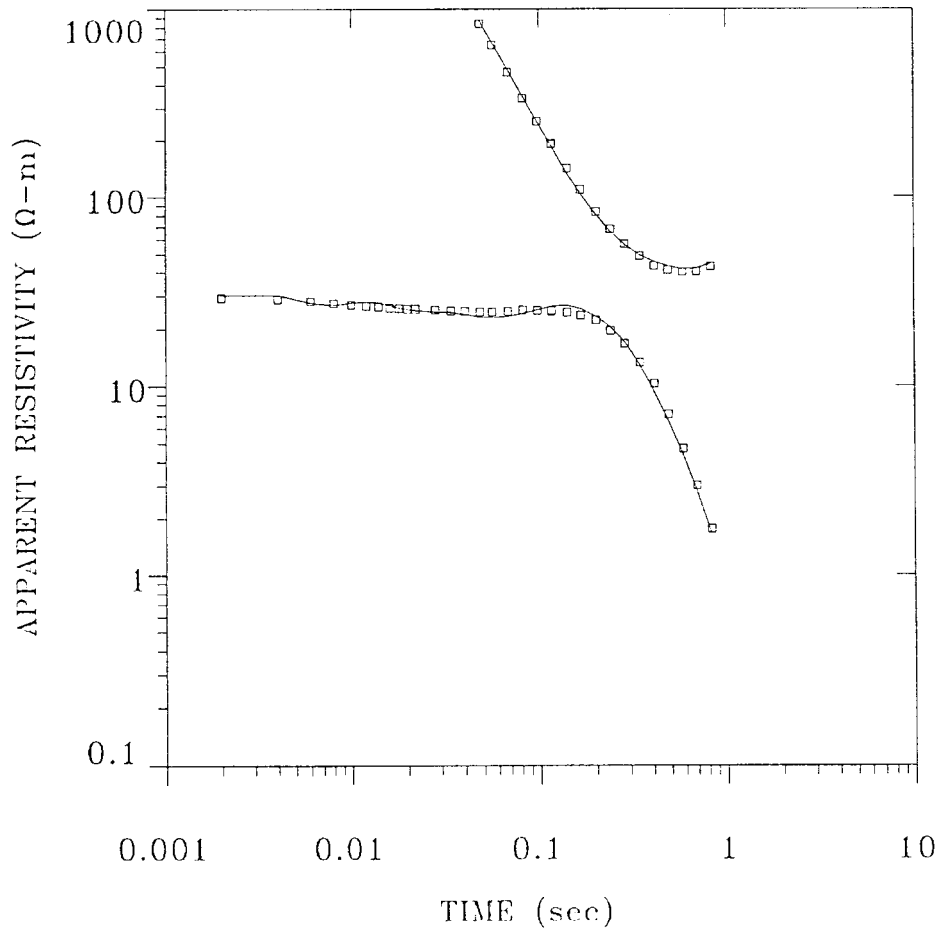
20.2	
Ω -m	956. m

10.7	
Ω -m	734. m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 5.06
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 5806 m
 SYSTEM: NONE

034C1



MODEL:

102.	
Ω -m	62.5 m

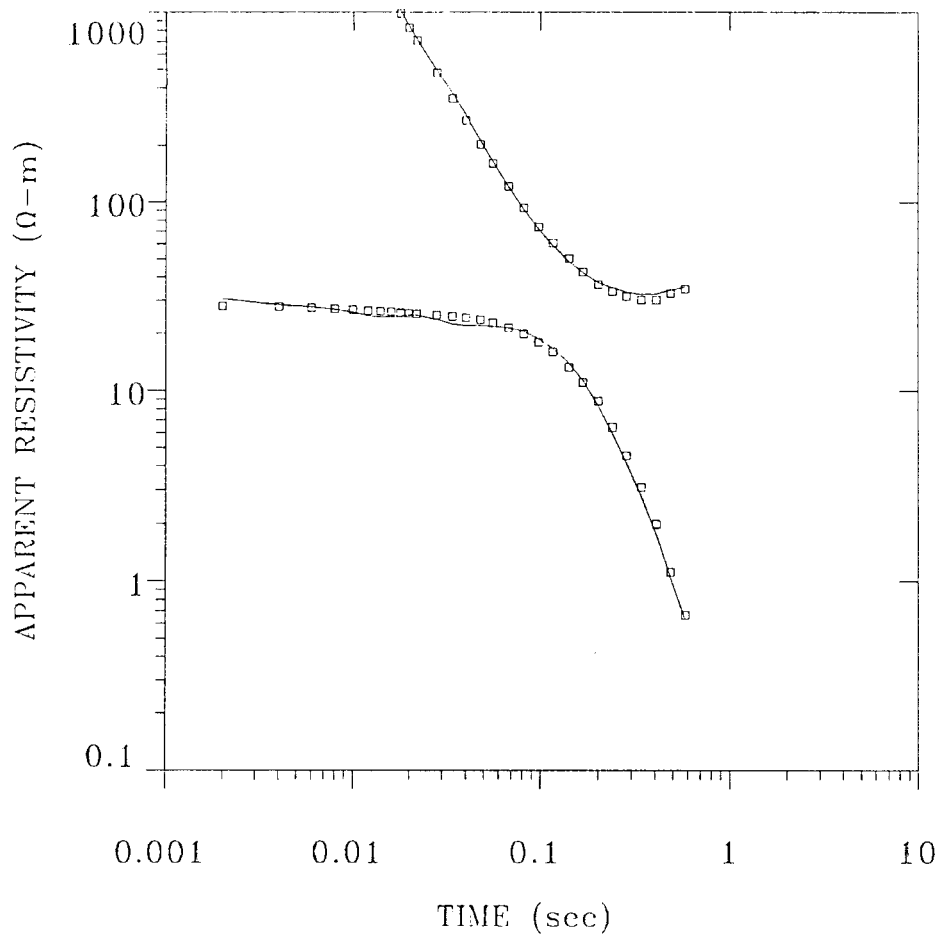
23.5	
Ω -m	1056 m

10.6	
Ω -m	518. m

5096	
Ω -m	

% ERROR: 5.00
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7109 m
 SYSTEM: NONE

035C1



MODEL:

129.	
Ω -m	59.8 m

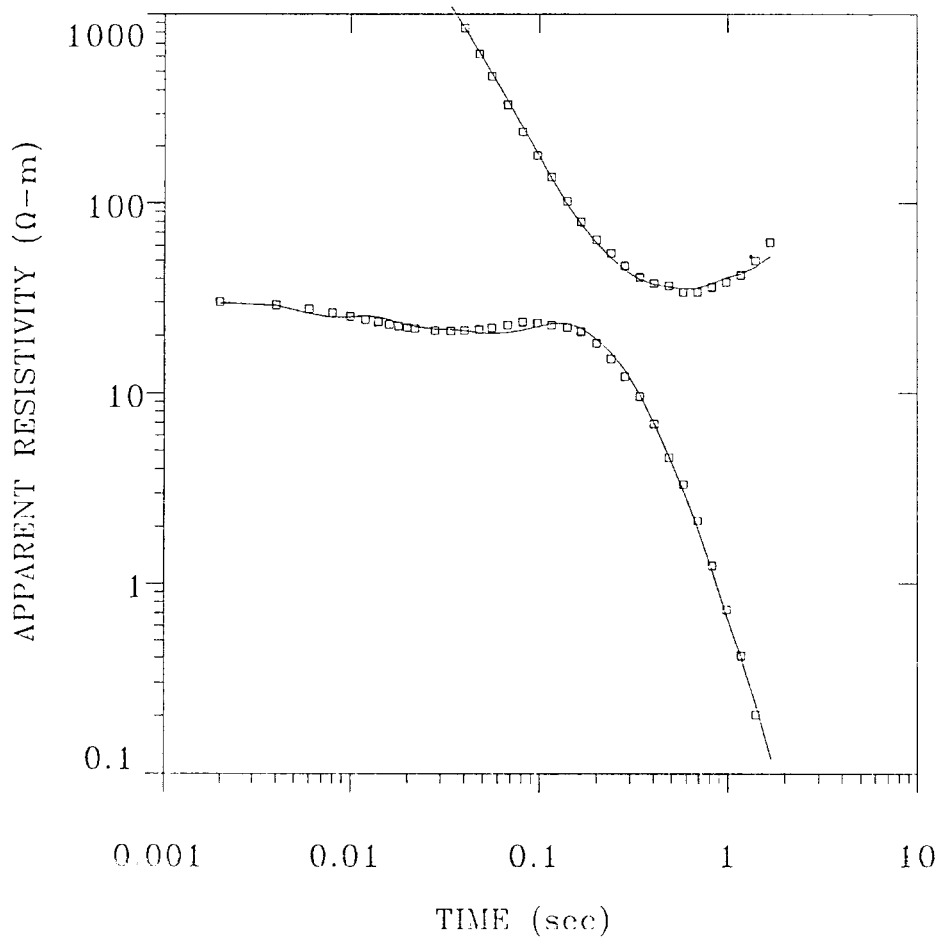
20.9	
Ω -m	903. m

12.1	
Ω -m	522 m

3552	
Ω -m	

% ERROR: 6.31
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 4612 m
 SYSTEM: NONE

036C3



MODEL:

75.9	
Ω -m	87.6 m

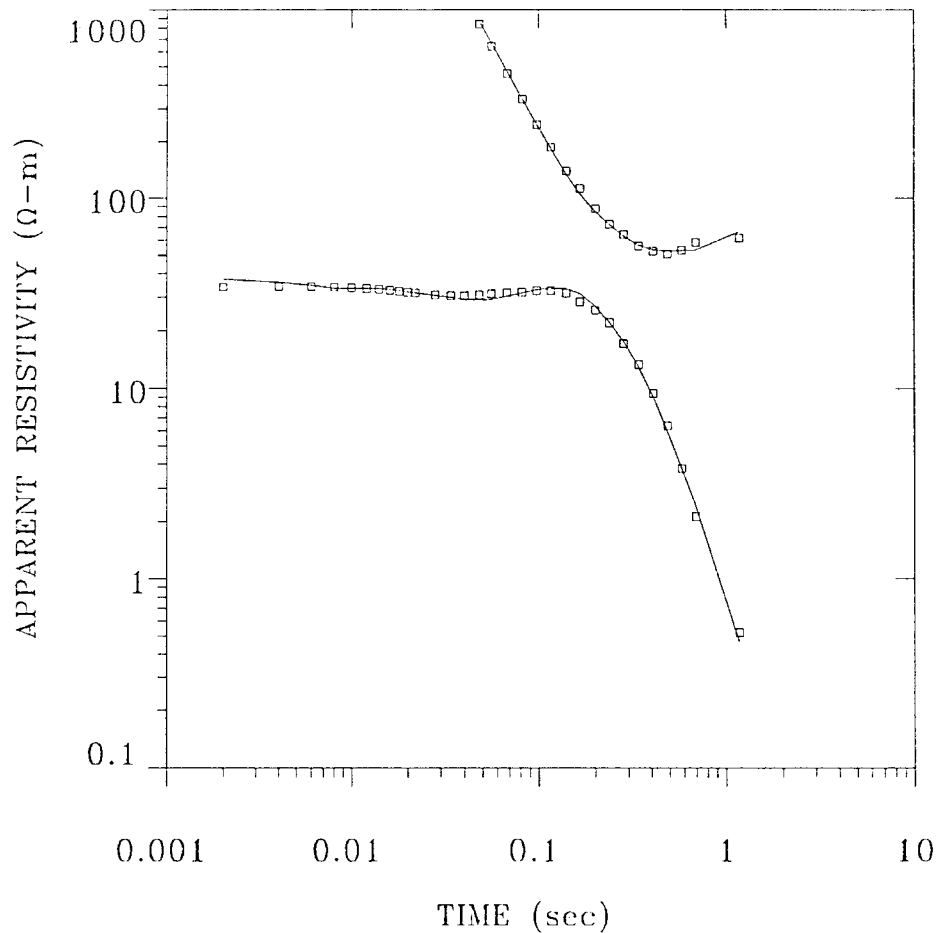
20.1	
Ω -m	592. m

15.1	
Ω -m	1073 m

5820	
Ω -m	

% ERROR: 7.05
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6318 m
 SYSTEM: NONE

037C3



MODEL:

95.7	
Ω -m	59.3 m

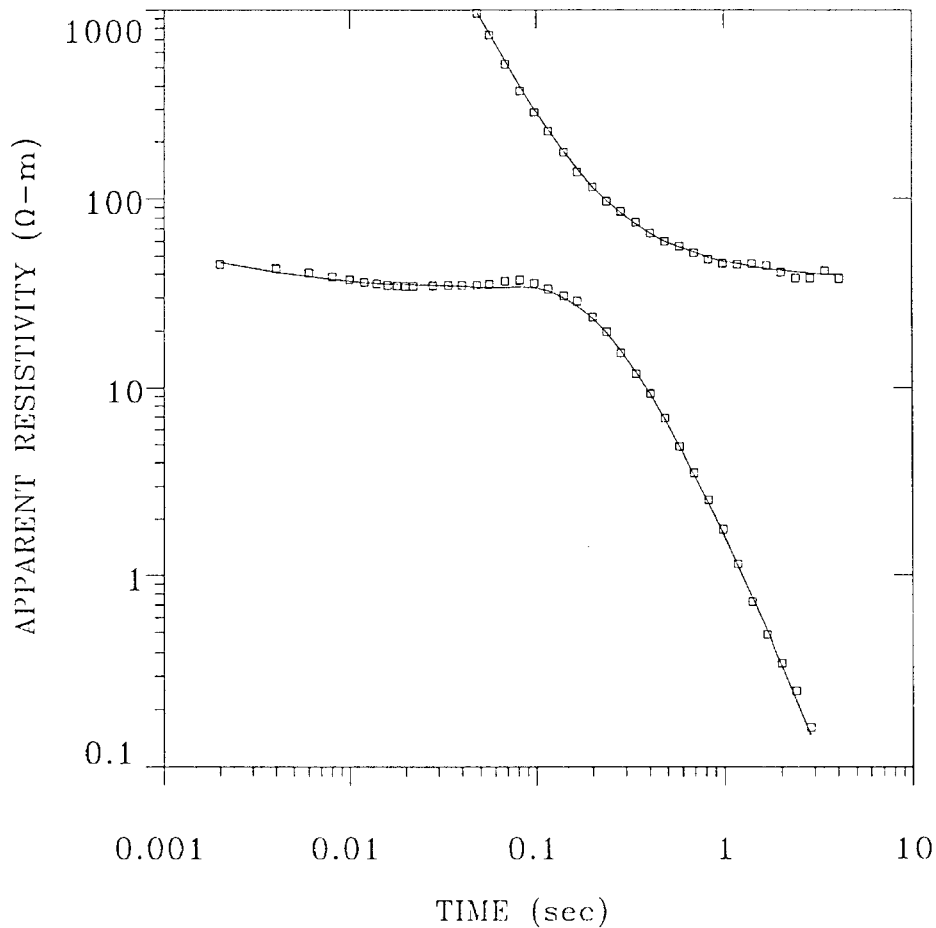
29.2	
Ω -m	1020 m

16.2	
Ω -m	701. m

2816	
Ω -m	

% ERROR: 5.25
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7434 m
 SYSTEM: NONE

038B1



MODEL:

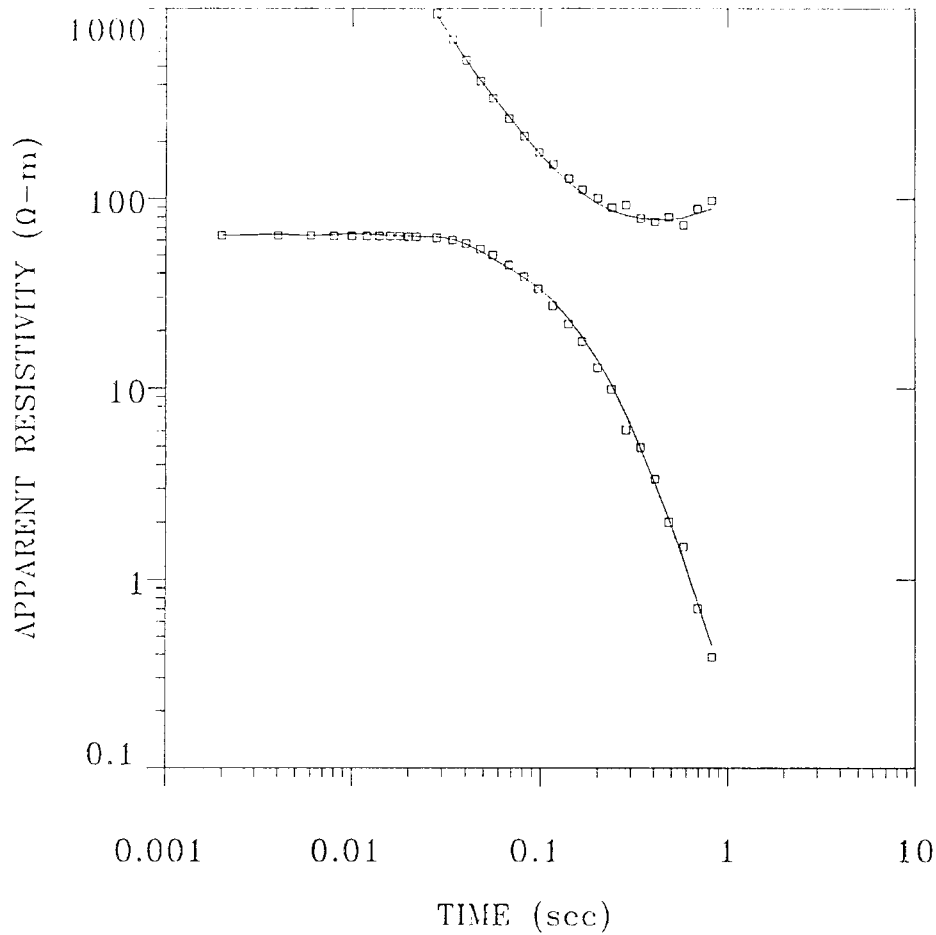
92.0	
Ω -m	149 m

30.1	
Ω -m	783. m

37.8	
Ω -m	

% ERROR: 4.38
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7936 m
 SYSTEM: NONE

039A3



MODEL:

64.0	
Ω -m	94.9 m

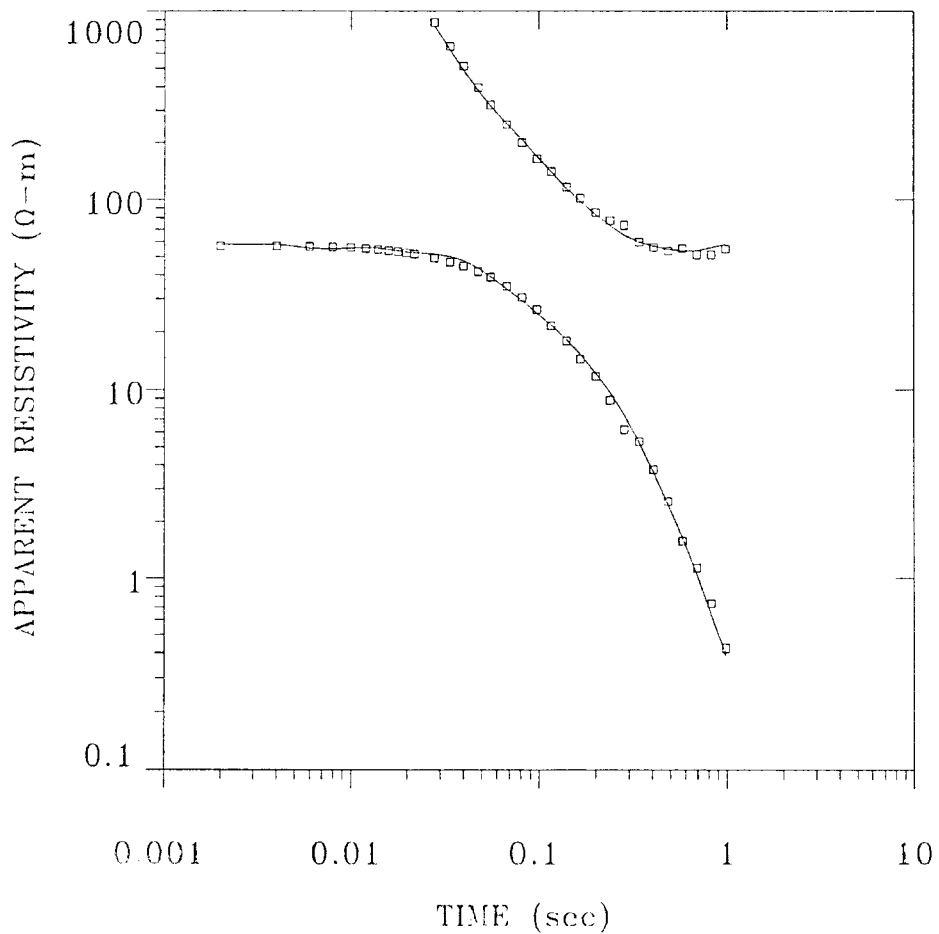
65.0	
Ω -m	1776 m

34.5	
Ω -m	1249 m

2689	
Ω -m	

% ERROR: 6.43
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6743 m
 SYSTEM: NONE

040A1



MODEL:

81.3	
Ω -m	90 m

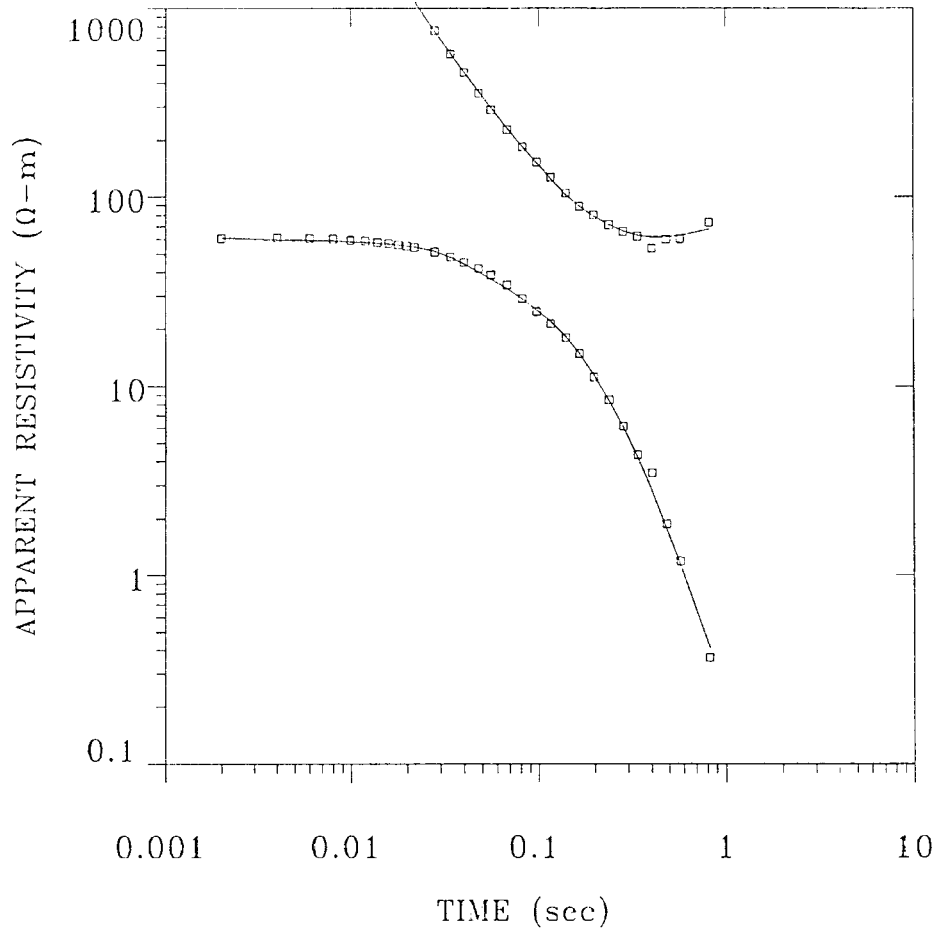
52.5	
Ω -m	1674 m

24.5	
Ω -m	1536 m

4678	
Ω -m	

% ERROR: 5.79
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6306 m
 SYSTEM: NONE

041A3

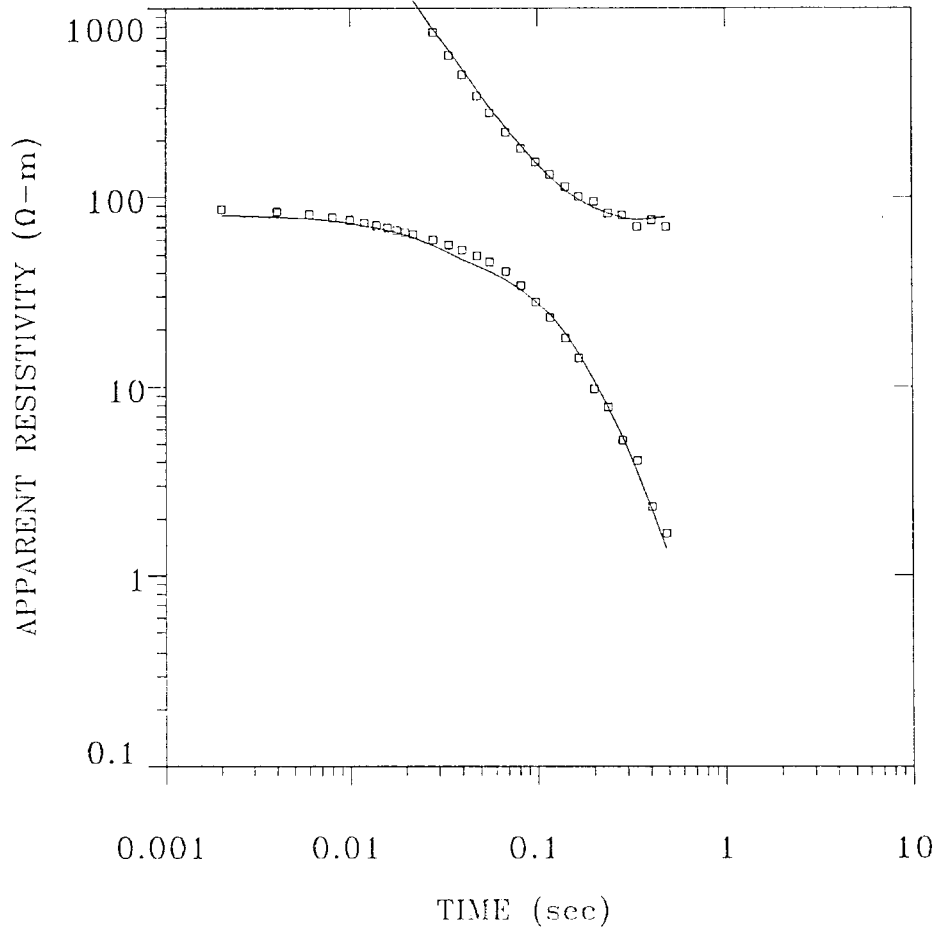


MODEL:

73.7	
Ω-m	89.8 m
57.8	
Ω-m	1253 m
31.0	
Ω-m	1674 m
2475	
Ω-m	

% ERROR: 5.11
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6098 m
 SYSTEM: NONE

042A1

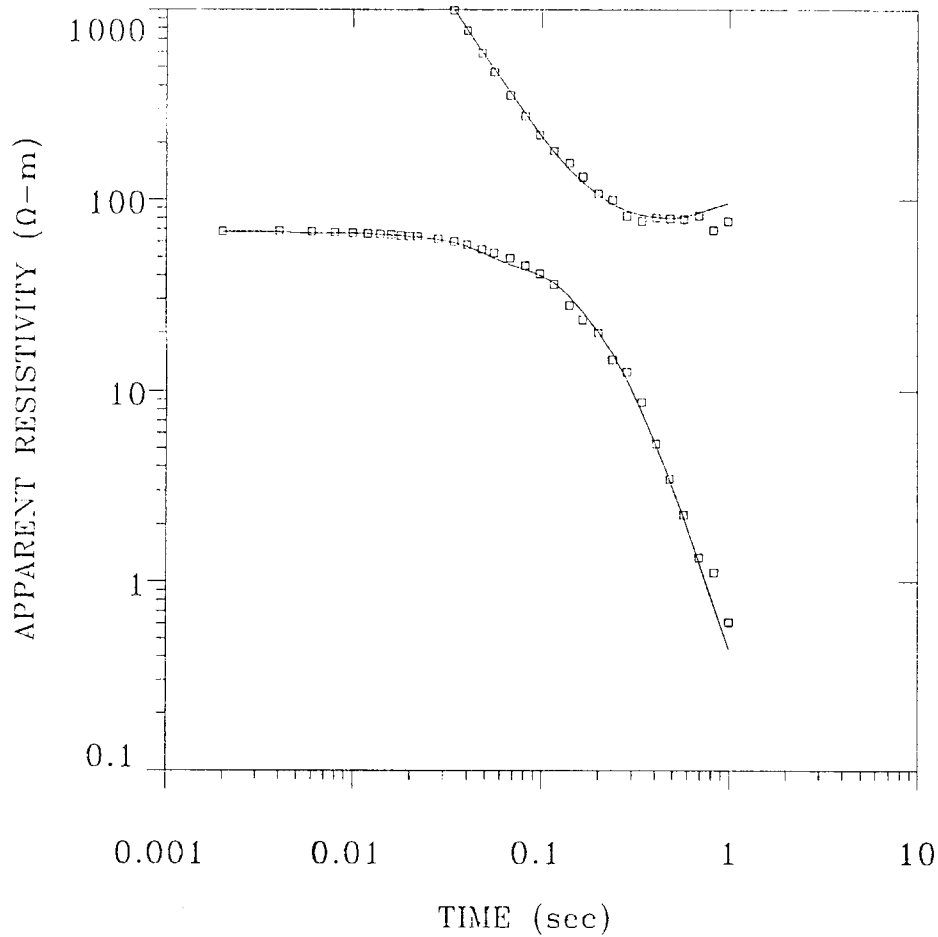


MODEL:

91.2	
Ω-m	94.1 m
78.8	
Ω-m	898. m
41.0	
Ω-m	1984 m
2404	
Ω-m	

% ERROR: 7.82
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6259 m
 SYSTEM: NONE

043A1



MODEL:

75.6	
Ω -m	106. m

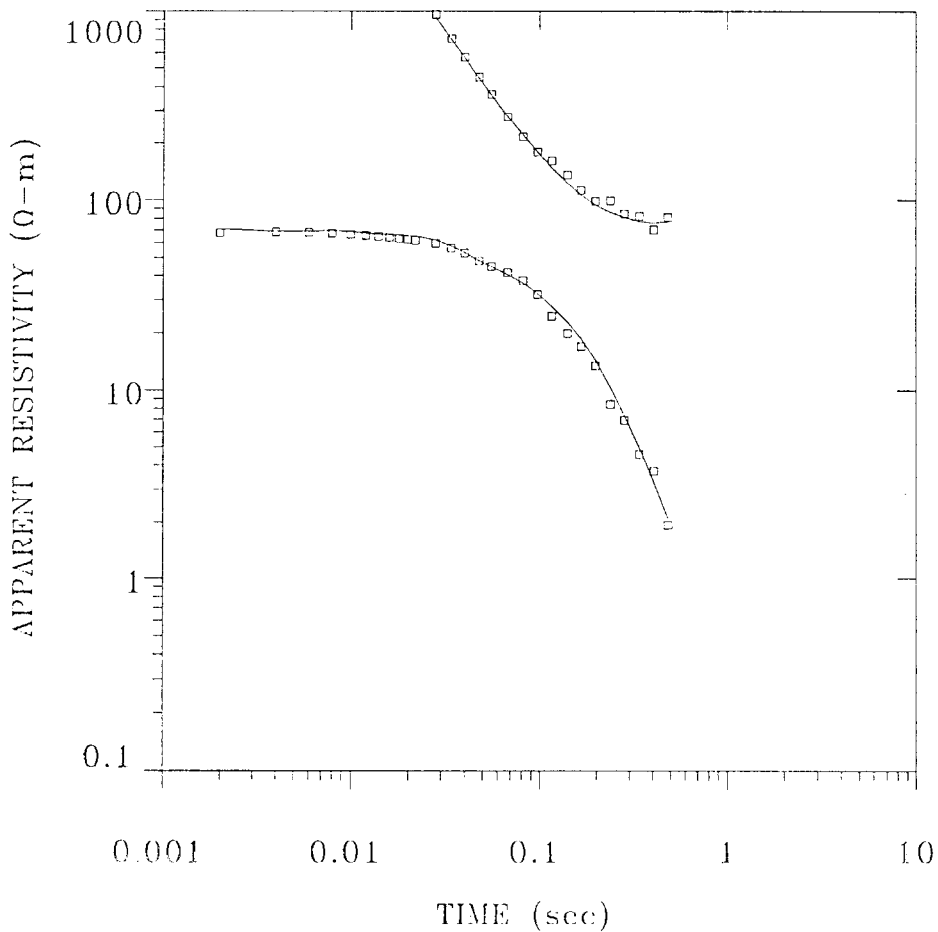
66.3	
Ω -m	1517 m

31.9	
Ω -m	1251 m

2273	
Ω -m	

% ERROR: 11.0
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7521 m
 SYSTEM: NONE

044A1



MODEL:

83.0	
Ω -m	88.7 m

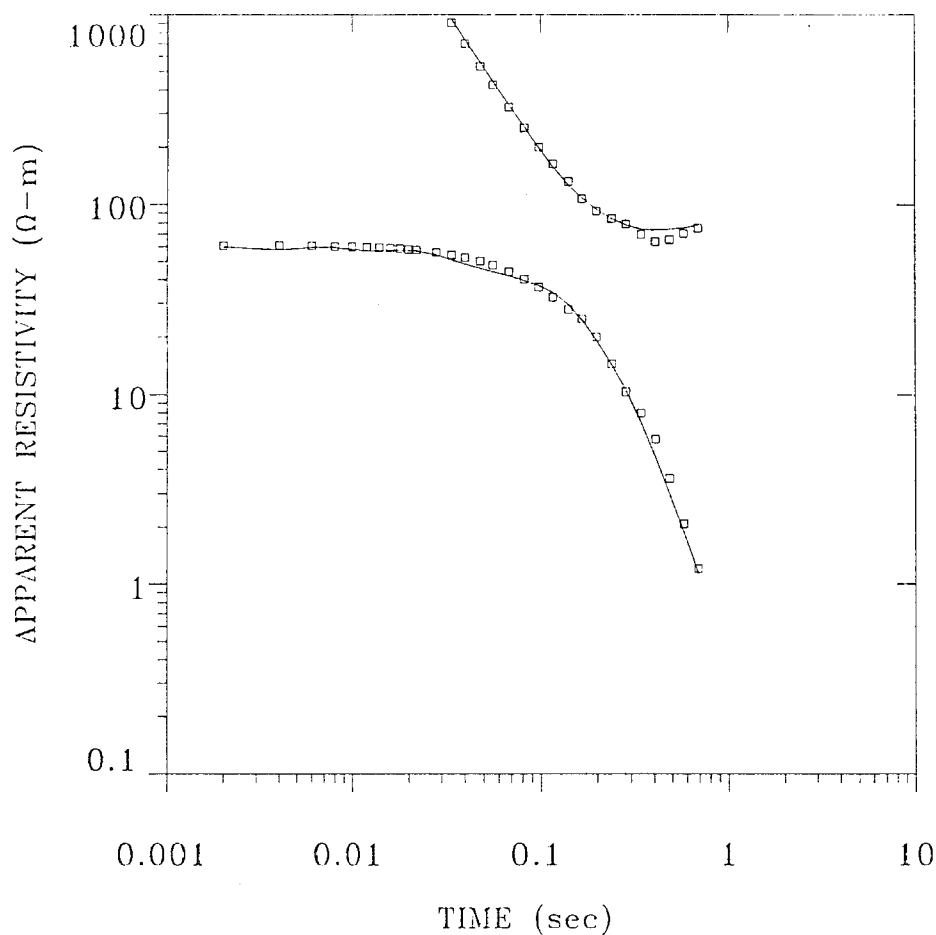
68.5	
Ω -m	1440 m

34.9	
Ω -m	1482 m

2102	
Ω -m	

% ERROR: 7.44
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6736 m
 SYSTEM: NONE

045A1



MODEL:

59.9	
Ω -m	96.3 m

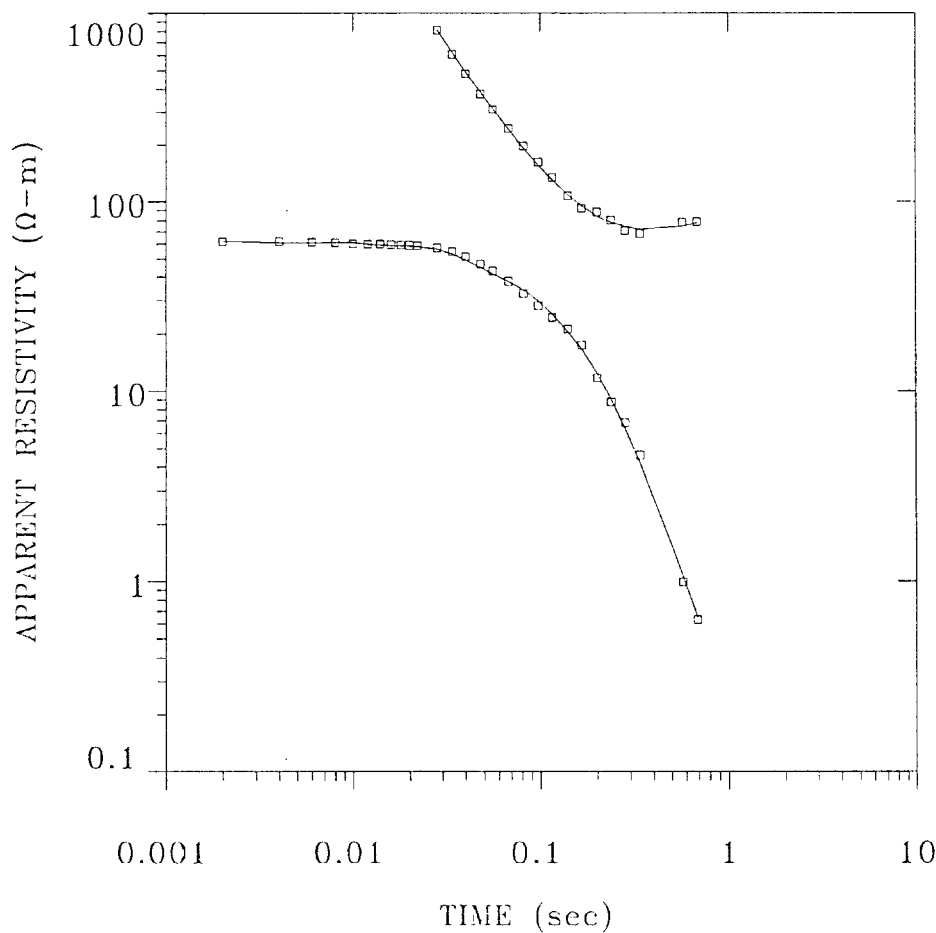
59.5	
Ω -m	1310 m

27.5	
Ω -m	1105 m

2732	
Ω -m	

% ERROR: 7.41
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7157 m
 SYSTEM: NONE

046A1



MODEL:

69.5	
Ω -m	92.9 m

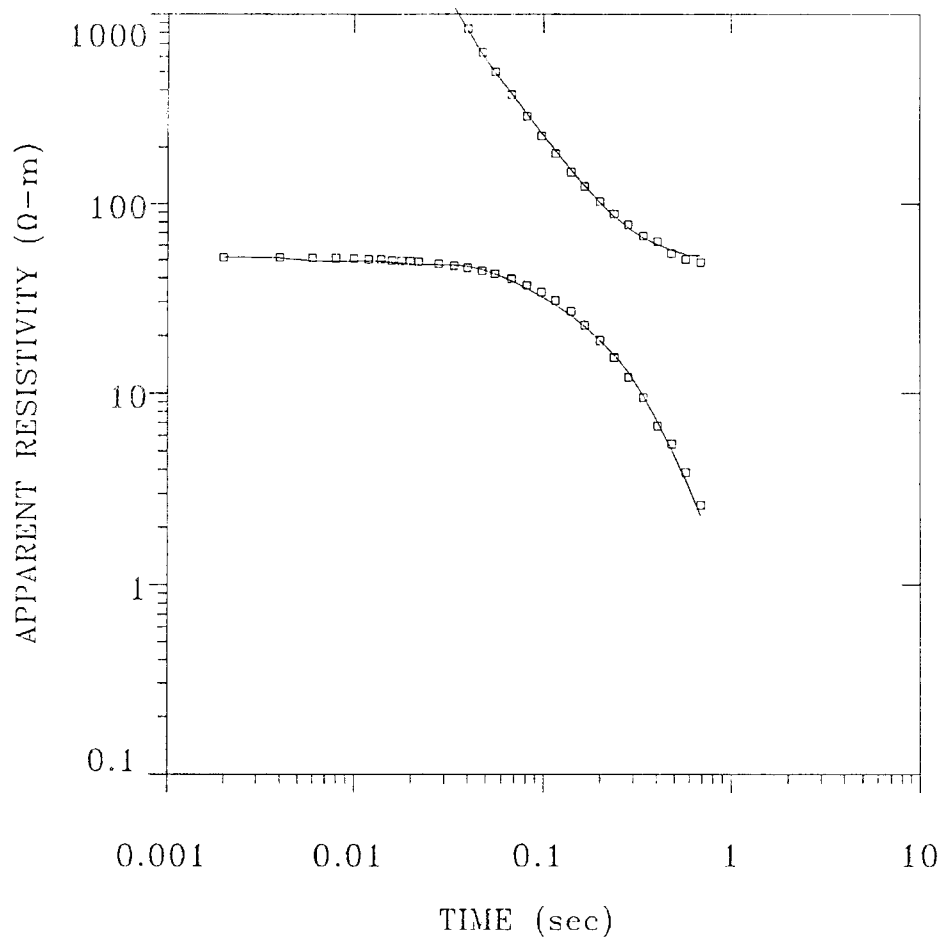
60.5	
Ω -m	1378 m

34.4	
Ω -m	1435 m

2163	
Ω -m	

% ERROR: 3.94
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6364 m
 SYSTEM: NONE

047A1



MODEL:

58.7	
Ω -m	148. m

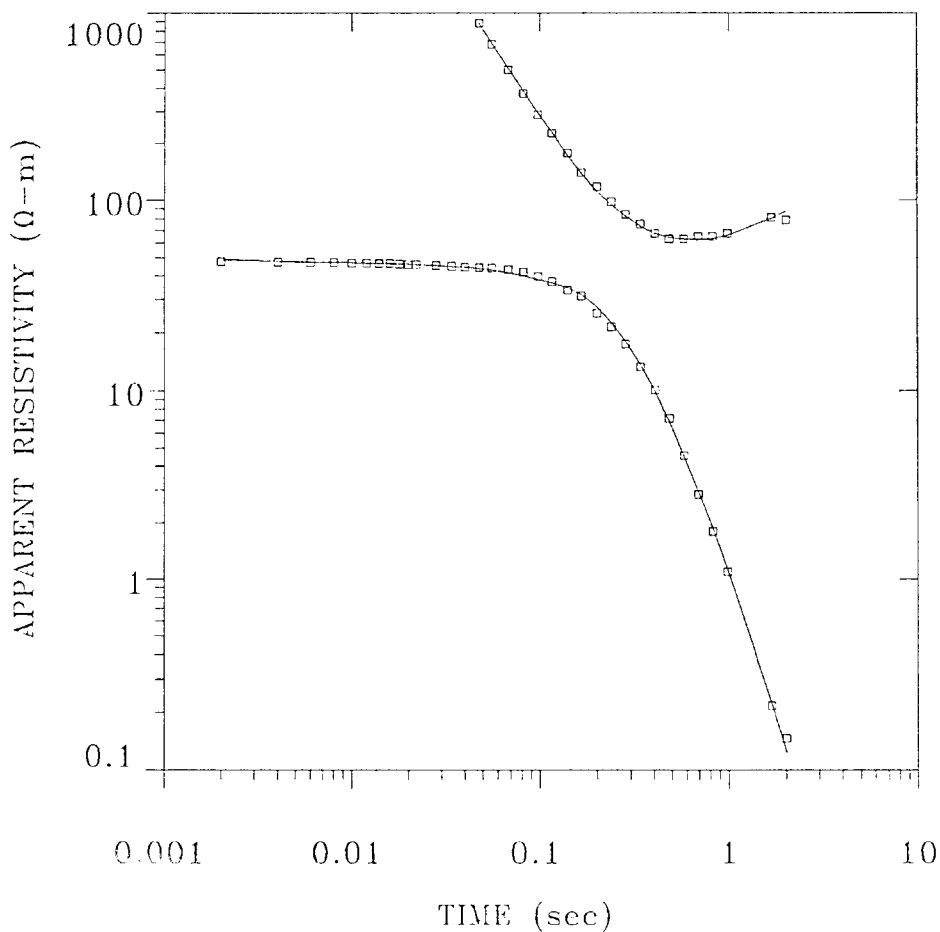
46.5	
Ω -m	1722 m

23.7	
Ω -m	1535 m

3084	
Ω -m	

% ERROR: 4.47
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7327 m
 SYSTEM: NONE

048A1



MODEL:

57.5	
Ω -m	78.1 m

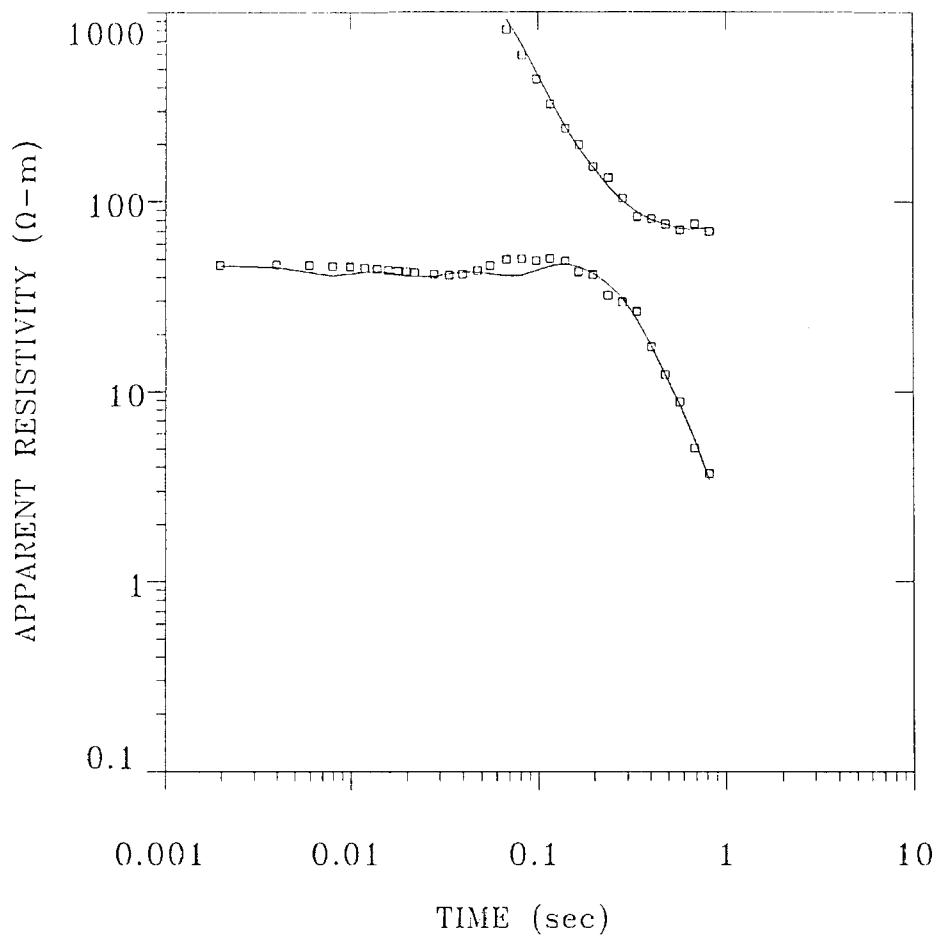
44.8	
Ω -m	1298 m

34.9	
Ω -m	2037 m

3213	
Ω -m	

% ERROR: 4.16
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 8102 m
 SYSTEM: NONE

049A3



MODEL:

97.2	
Ω -m	89.8 m

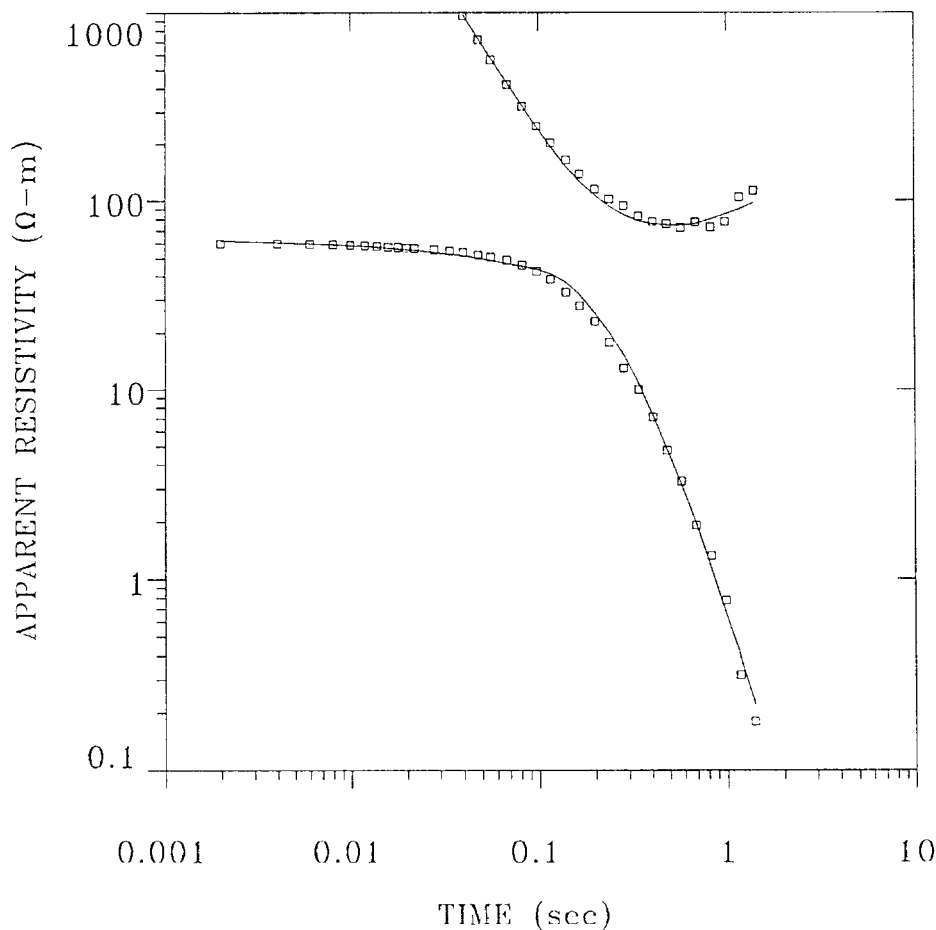
35.8	
Ω -m	527. m

41.6	
Ω -m	2616 m

1849	
Ω -m	

% ERROR: 8.30
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 9606 m
 SYSTEM: NONE

050A1



MODEL:

70.7	
Ω -m	93.9 m

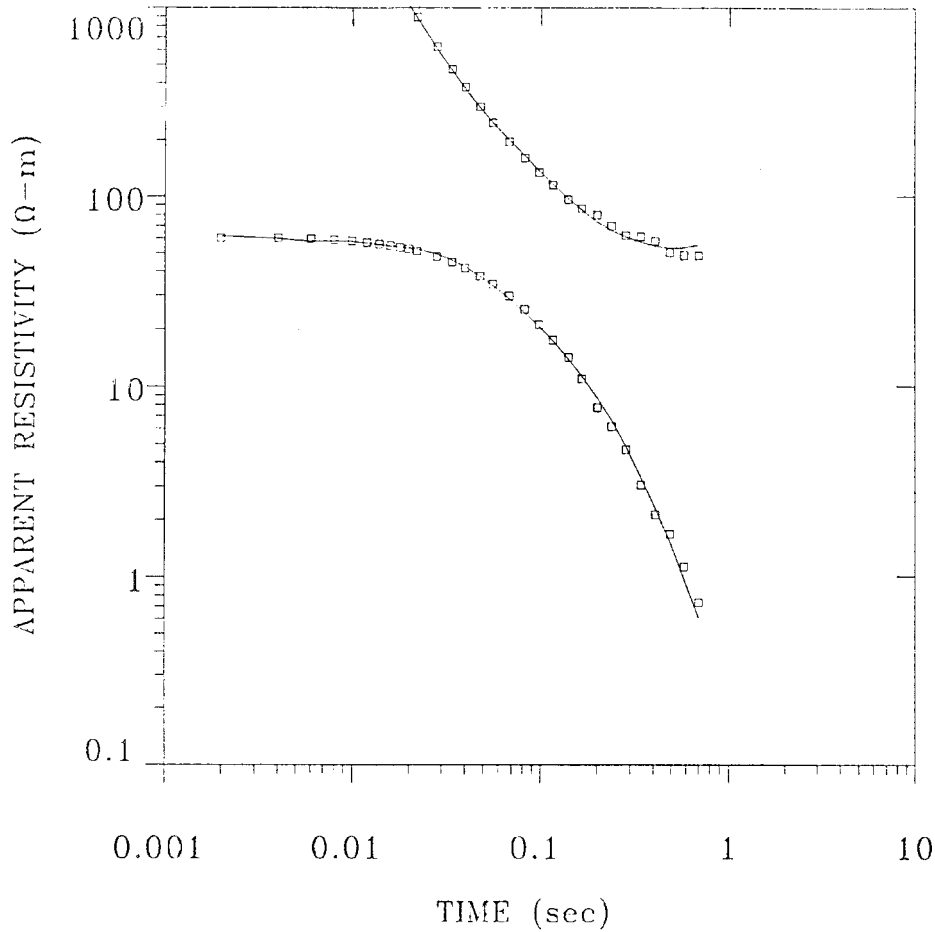
55.8	
Ω -m	800. m

42.7	
Ω -m	2391 m

2462	
Ω -m	

% ERROR: 8.96
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7884 m
 SYSTEM: NONE

051A1

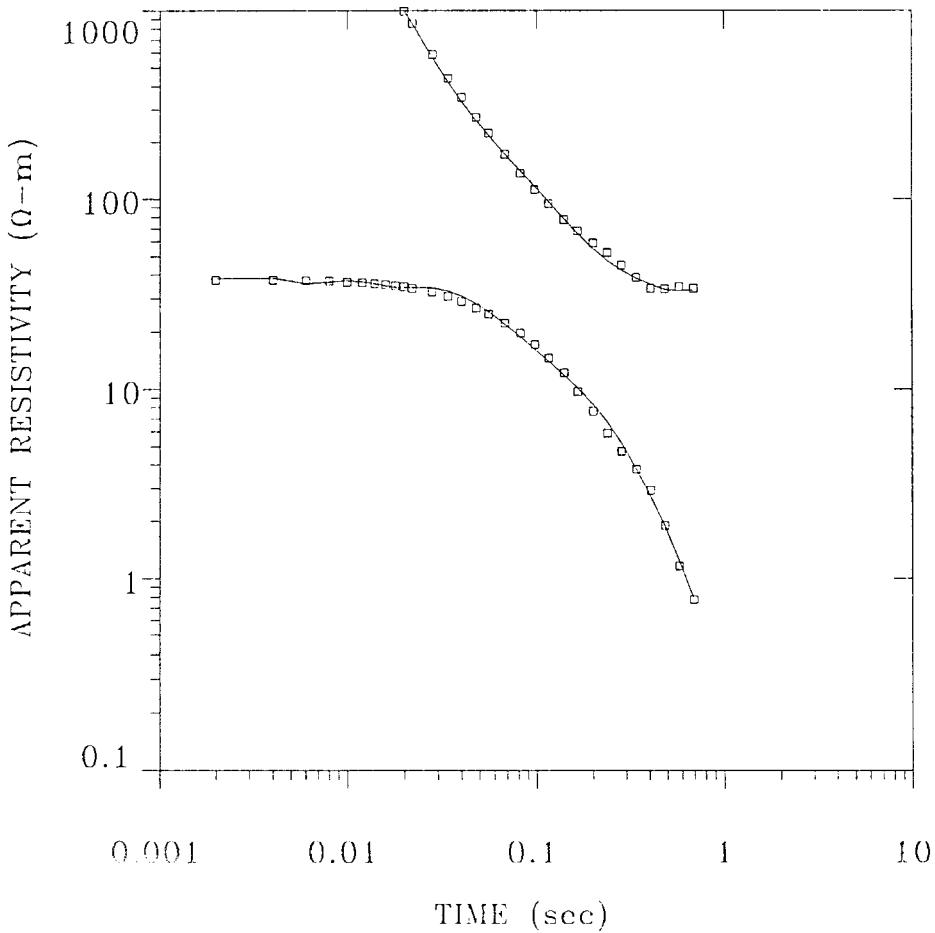


MODEL:

85.0	
Ω -m	111 m
54.4	
Ω -m	1275 m
31.1	
Ω -m	2147 m
4120	
Ω -m	

% ERROR: 6.22
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 5684 m
 SYSTEM: NONE

052A3

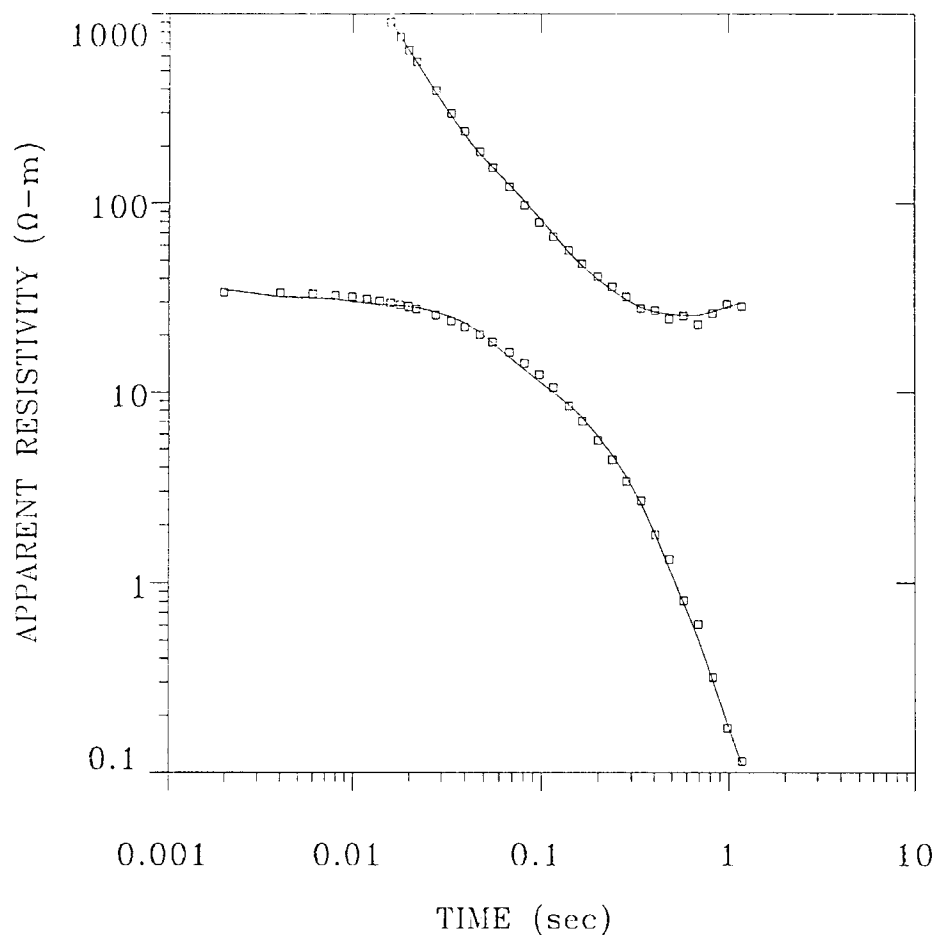


MODEL:

65.2	
Ω -m	65.9 m
33.7	
Ω -m	1500 m
11.0	
Ω -m	858 m
6000	
Ω -m	

% ERROR: 5.13
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 5165 m
 SYSTEM: NONE

053A1



MODEL:

64.1	
Ω -m	82.1 m

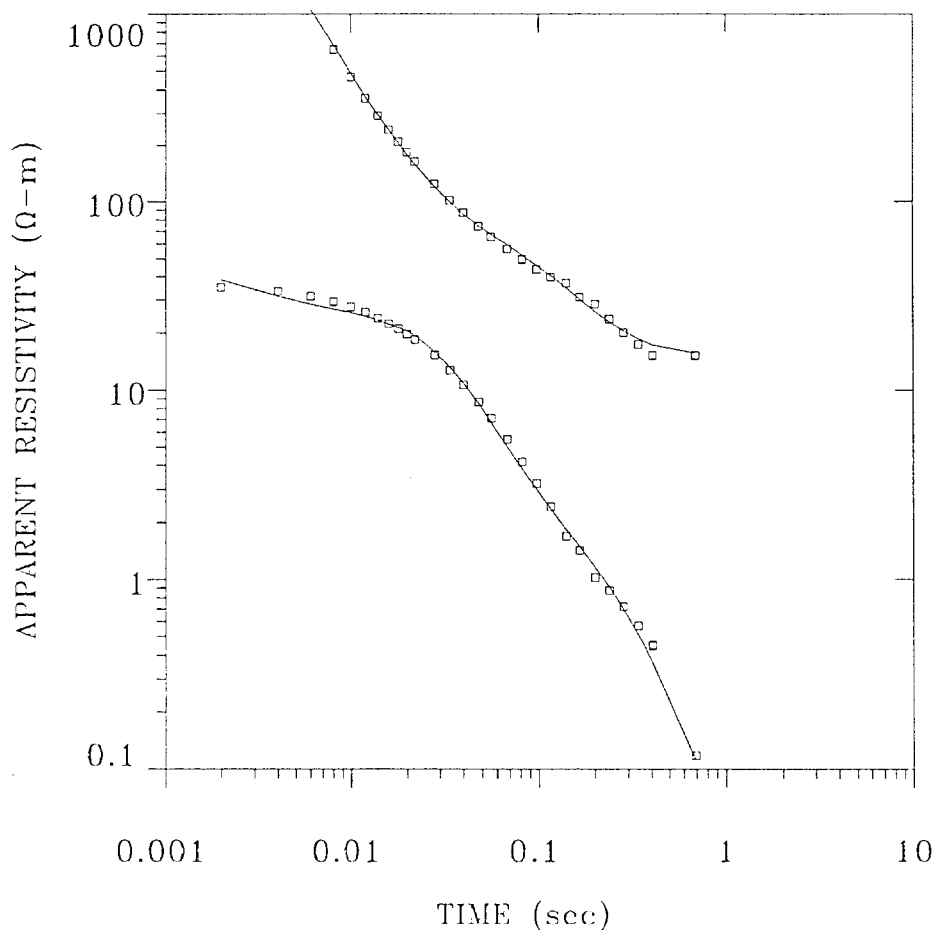
26.6	
Ω -m	1220 m

7.33	
Ω -m	623. m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 5.68
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 4364 m
 SYSTEM: NONE

054A3



MODEL:

107.	
Ω -m	153. m

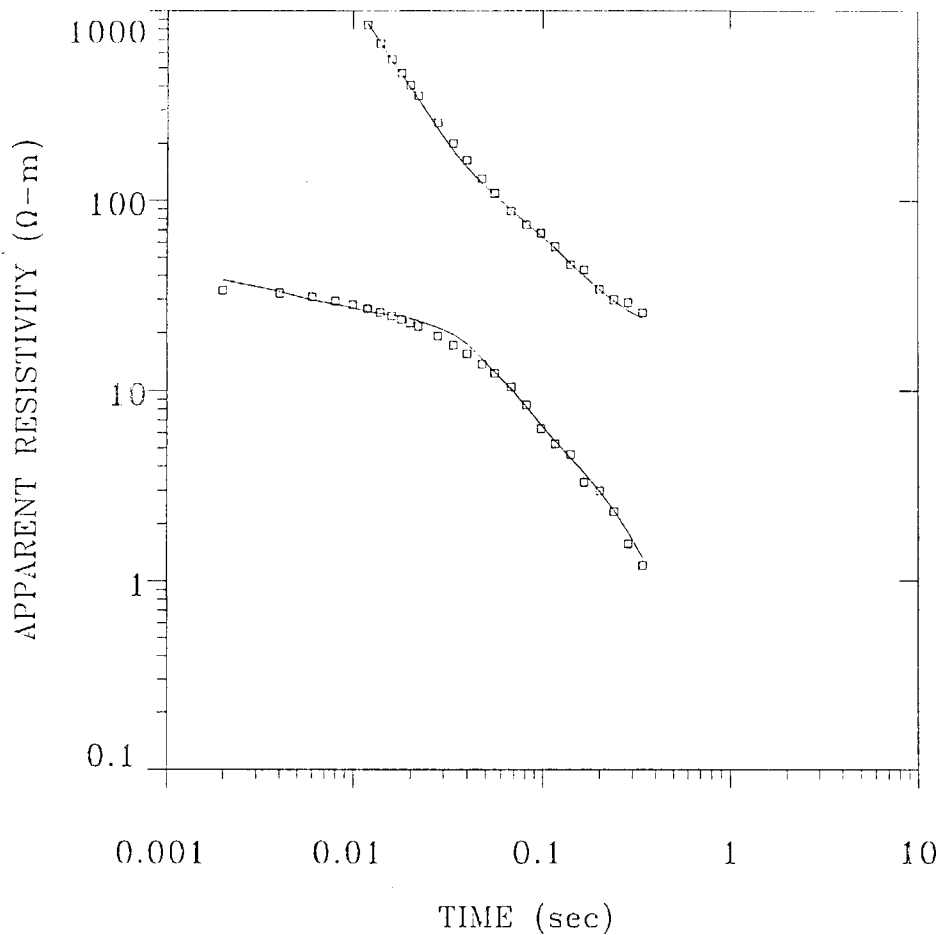
22.1	
Ω -m	1087 m

6.18	
Ω -m	975. m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 7.65
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 2783 m
 SYSTEM: NONE

055A1



MODEL:

107.	
Ω -m	158. m

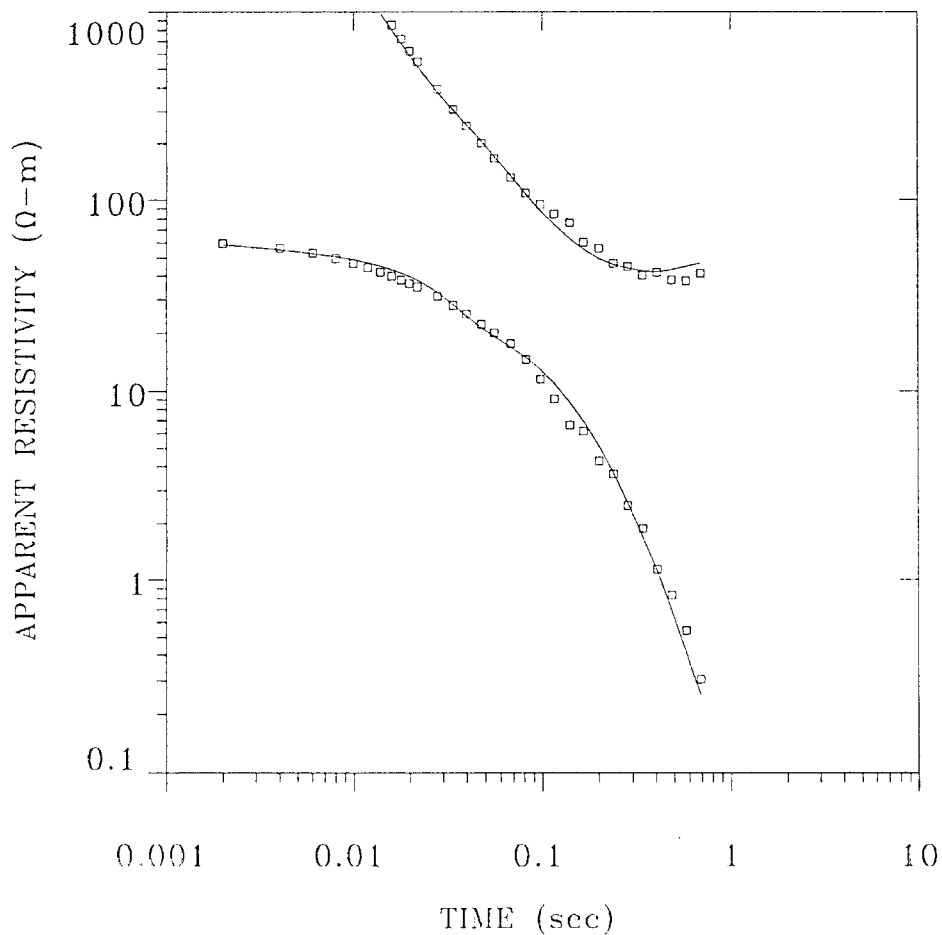
22.7	
Ω -m	1183 m

7.43	
Ω -m	871. m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 7.37
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 3627 m
 SYSTEM: NONE

056A1



MODEL:

119.	
Ω -m	111. m

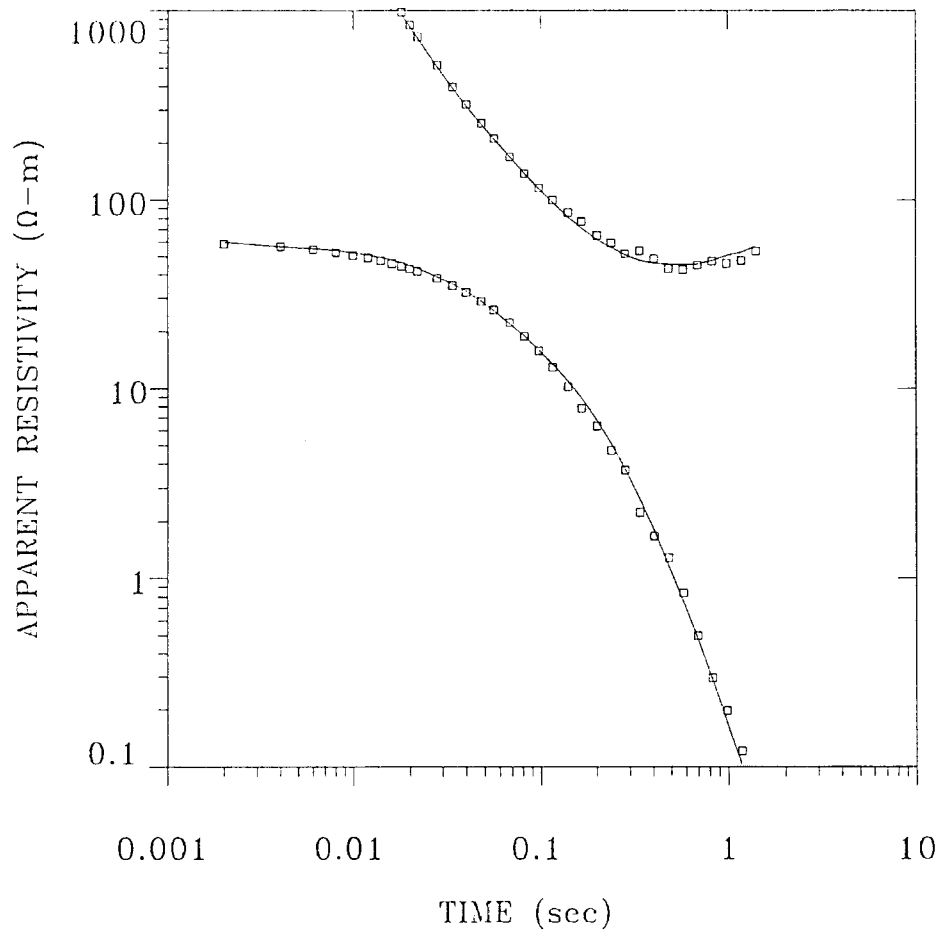
47.6	
Ω -m	982. m

16.8	
Ω -m	1060 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 12.0
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 4539 m
 SYSTEM: NONE

057A1



MODEL:

93.2	
Ω -m	96.6 m

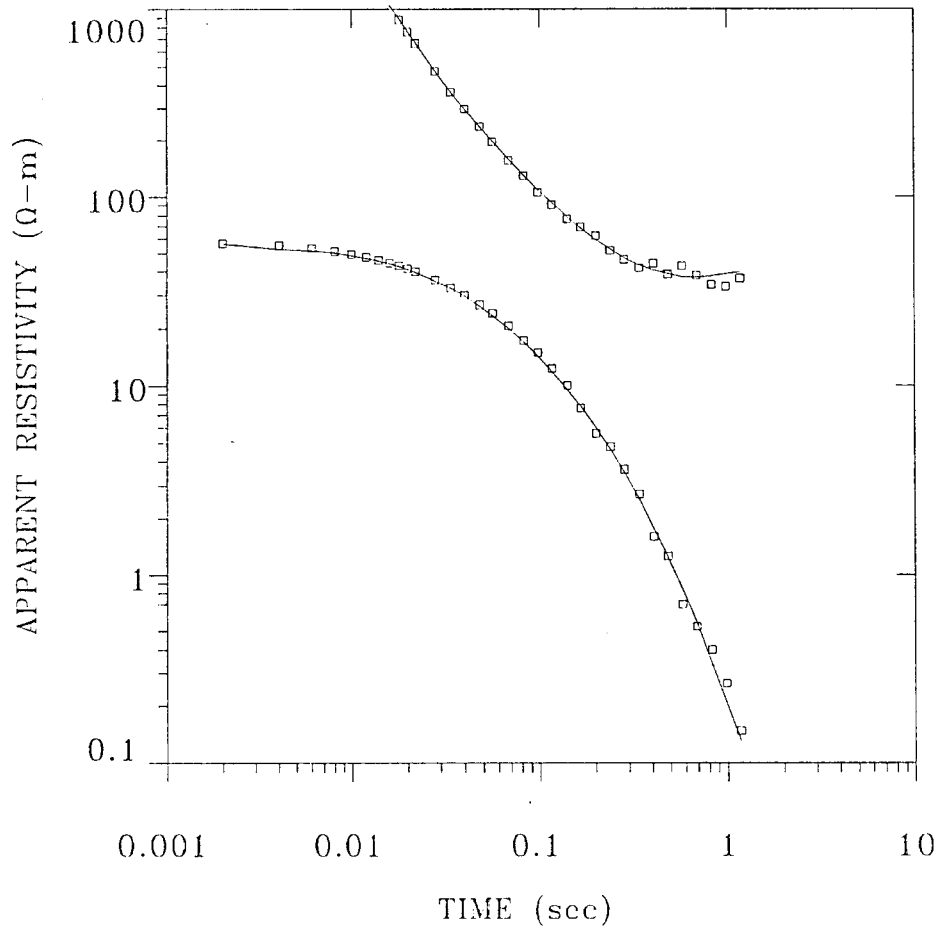
53.1	
Ω -m	874. m

27.6	
Ω -m	2356 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 7.14
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 5131 m
 SYSTEM: NONE

058A1



MODEL:

90.6	
Ω -m	95.2 m

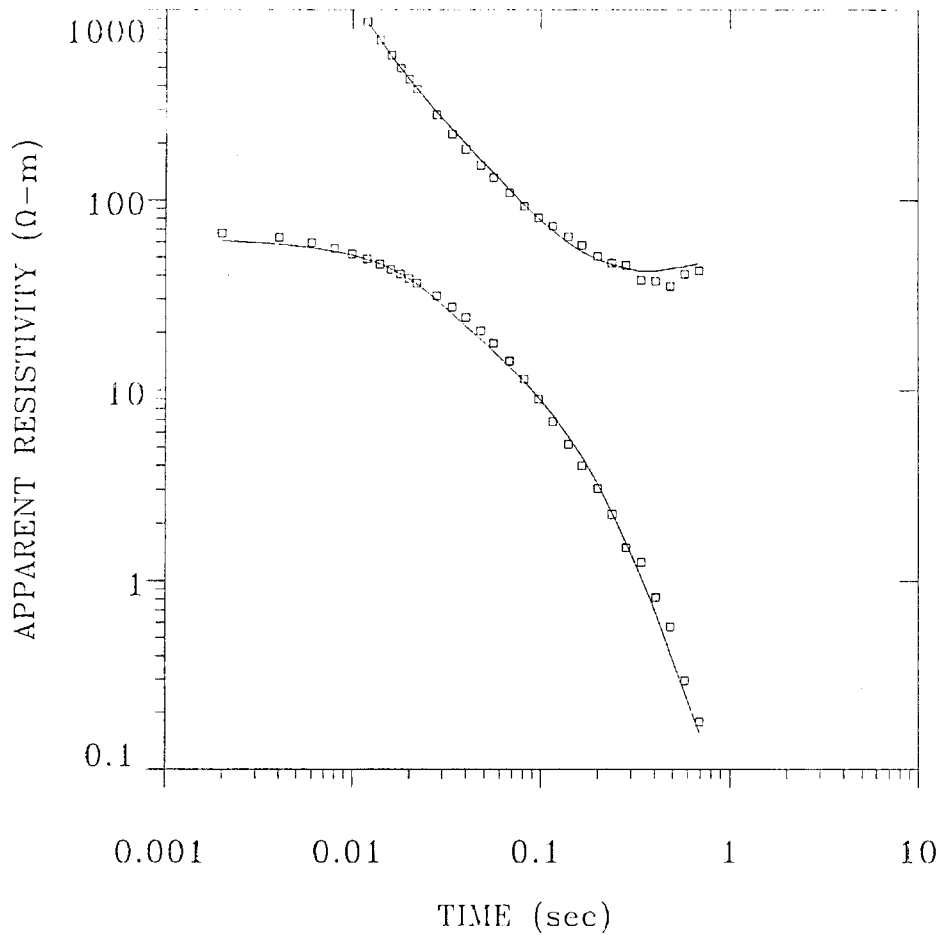
49.3	
Ω -m	825. m

24.8	
Ω -m	2850 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 7.38
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 4941 m
 SYSTEM: NONE

059A1



MODEL:

109.	
Ω -m	103. m

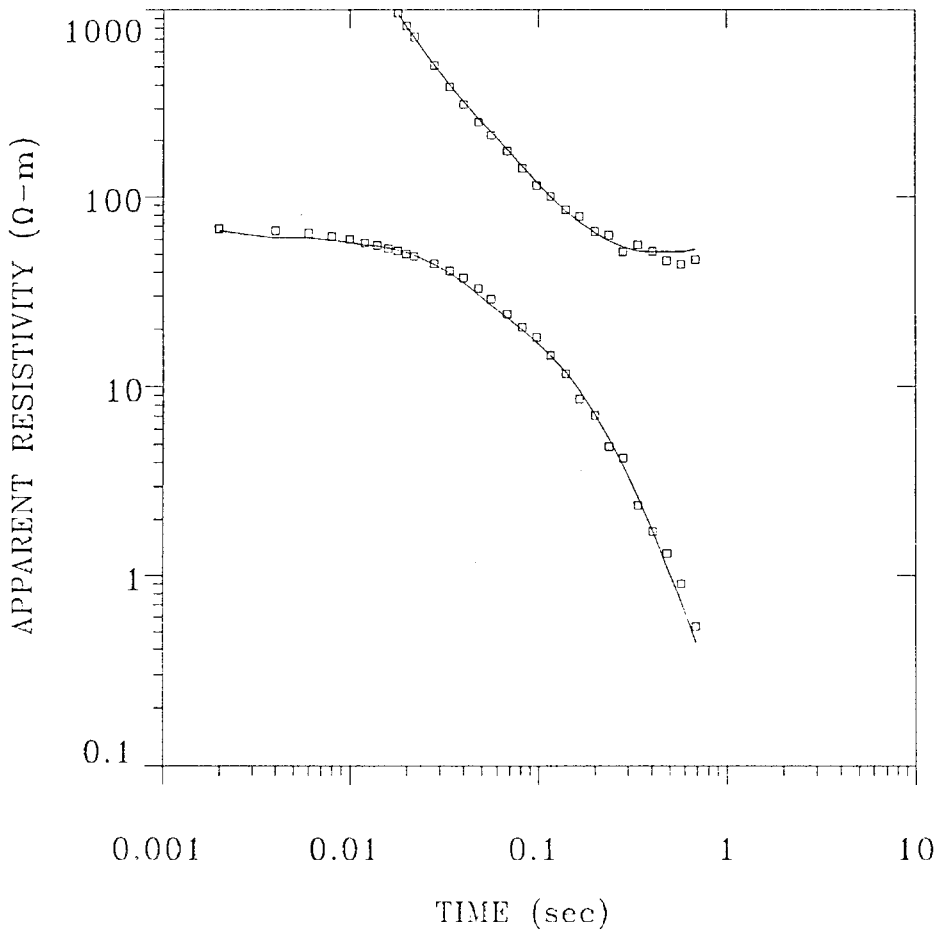
54.4	
Ω -m	903. m

21.9	
Ω -m	1541 m

5900	
Ω -m	

% ERROR: 10.7
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 4111 m
 SYSTEM: NONE

060A1



MODEL:

108.	
Ω -m	105. m

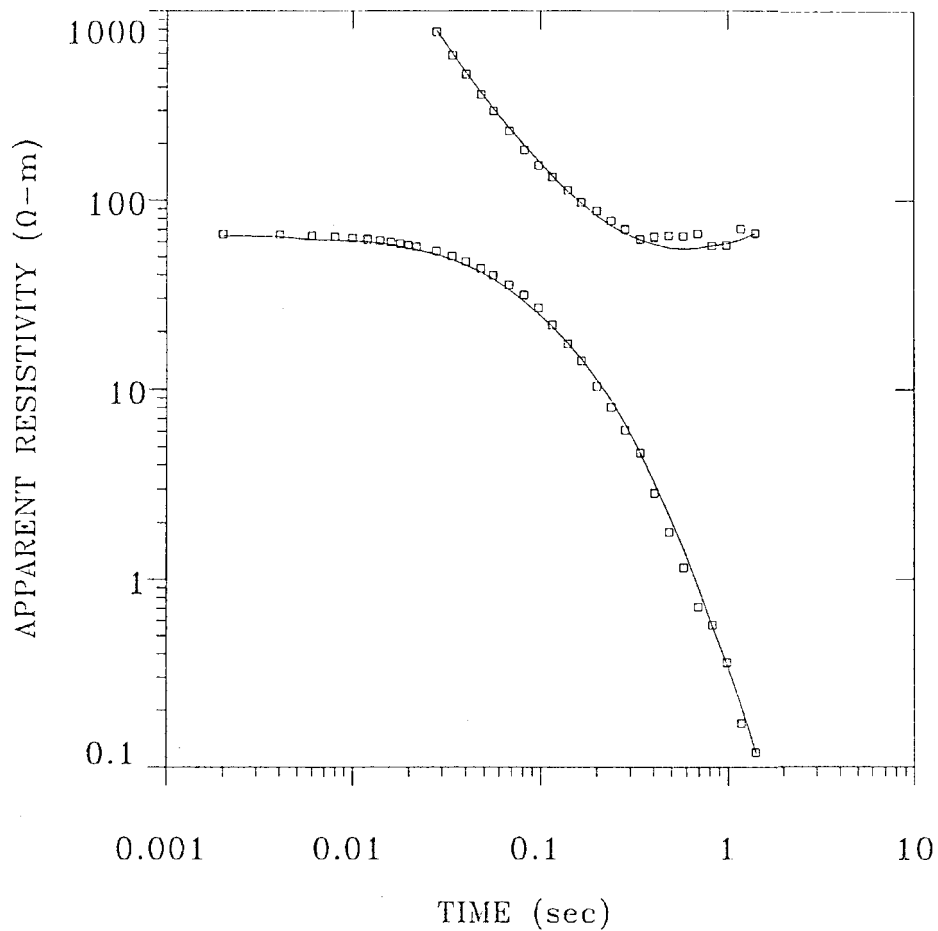
55.8	
Ω -m	1162 m

24.3	
Ω -m	1549 m

4573	
Ω -m	

% ERROR: 8.48
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 5260 m
 SYSTEM: NONE

061A1



MODEL:

87.1	
Ω -m	93.2 m

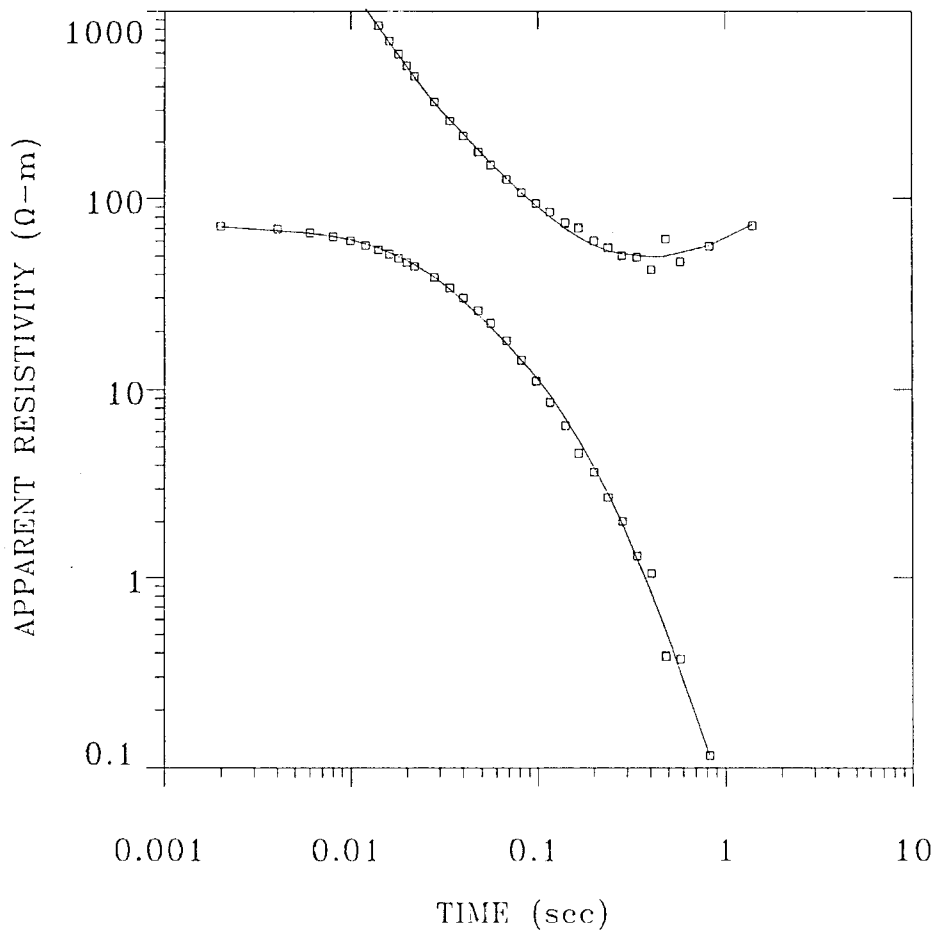
59.0	
Ω -m	1037 m

35.4	
Ω -m	2820 m

2889	
Ω -m	

% ERROR: 9.46
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6201 m
 SYSTEM: NONE

062A1



MODEL:

103.	
Ω -m	100 m

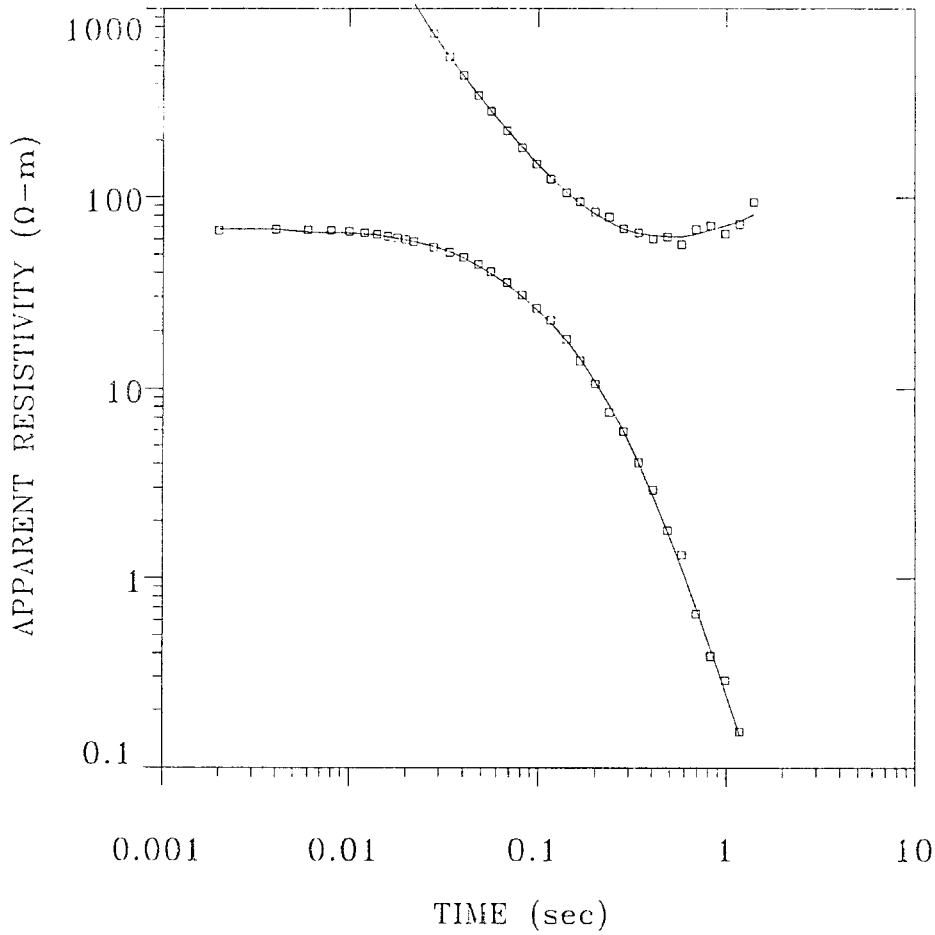
61.0	
Ω -m	854. m

30.4	
Ω -m	2125 m

4098	
Ω -m	

% ERROR: 9.36
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 4491 m
 SYSTEM: NONE

063A1



MODEL:

80.2	
Ω -m	99.1 m

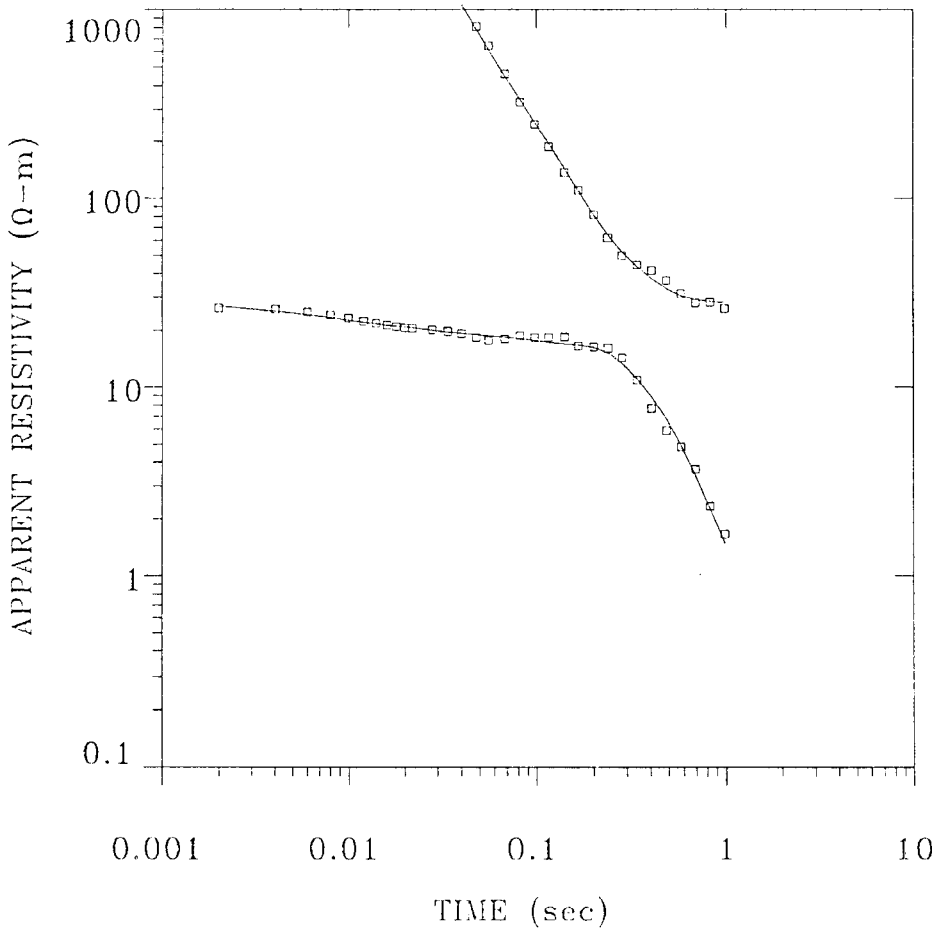
61.8	
Ω -m	1029 m

38.9	
Ω -m	2508 m

2705	
Ω -m	

% ERROR: 6.24
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6129 m
 SYSTEM: NONE

064B3



MODEL:

28.7	
Ω -m	29.7 m

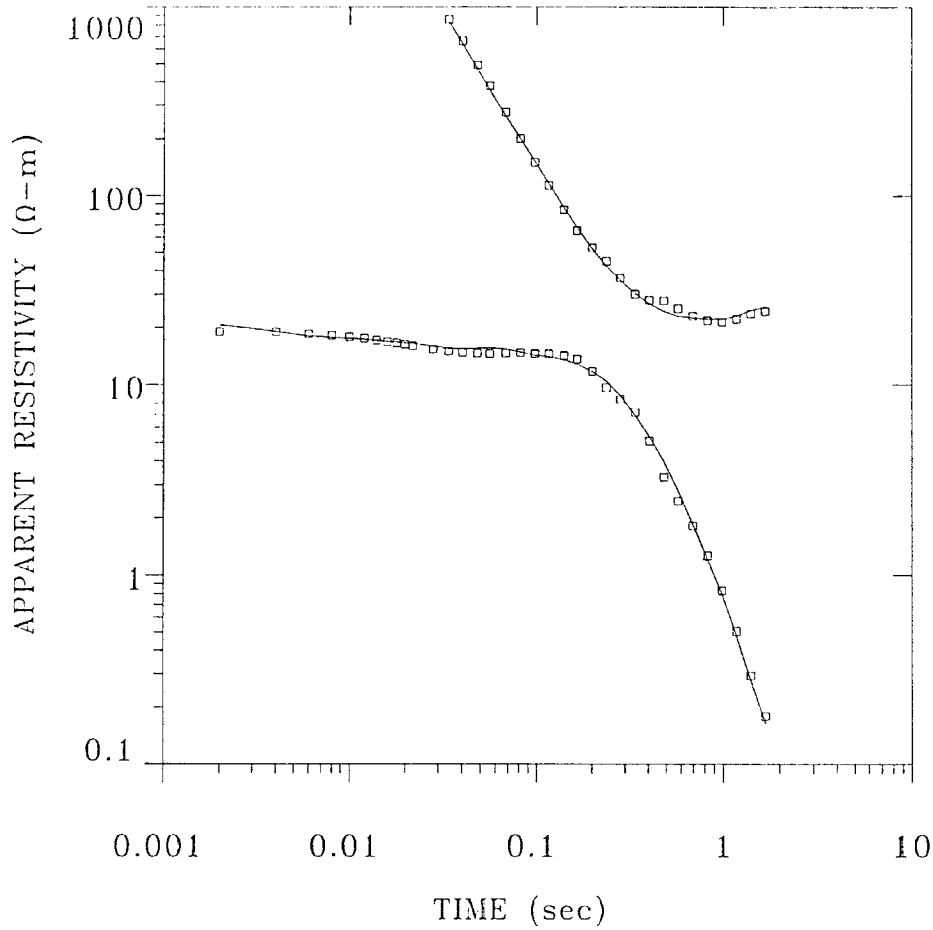
26.6	
Ω -m	281. m

16.5	
Ω -m	2393 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 5.55
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6644 m
 SYSTEM: NONE

065B3



MODEL:

70.3	
Ω -m	65.5 m

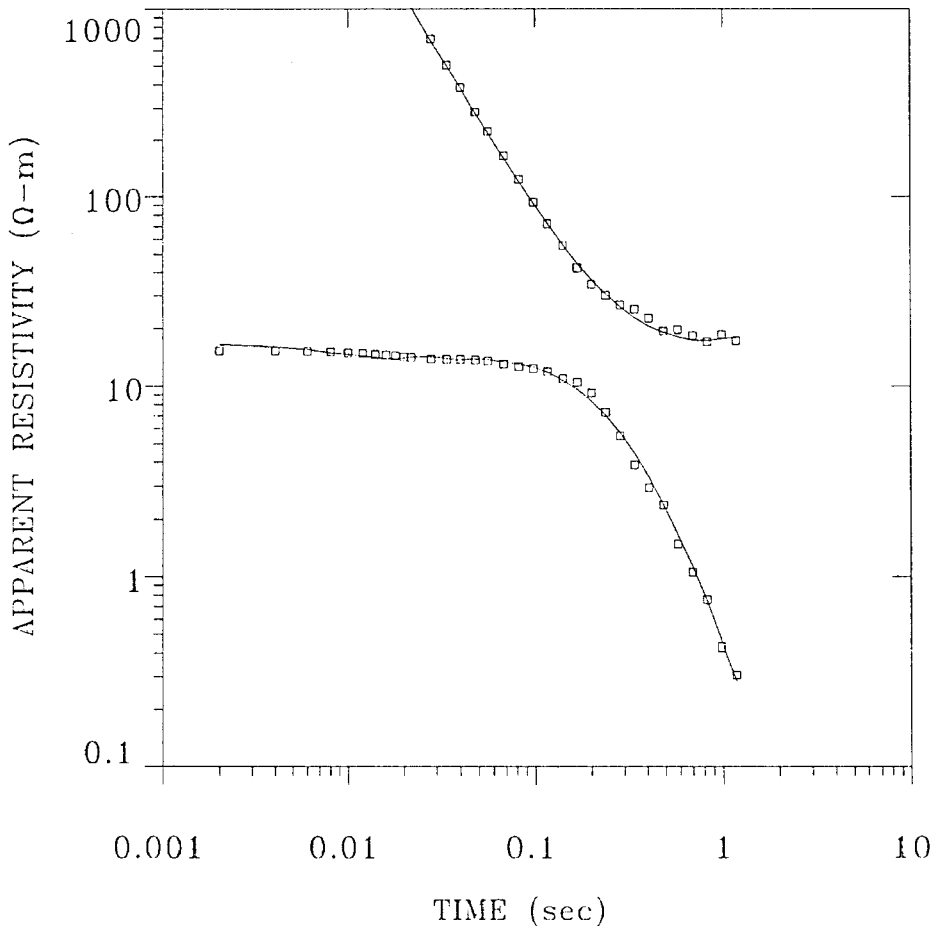
14.7	
Ω -m	1348 m

11.1	
Ω -m	819 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 6.24
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 5457 m
 SYSTEM: NONE

066B1



MODEL:

113.	
Ω -m	29.7 m

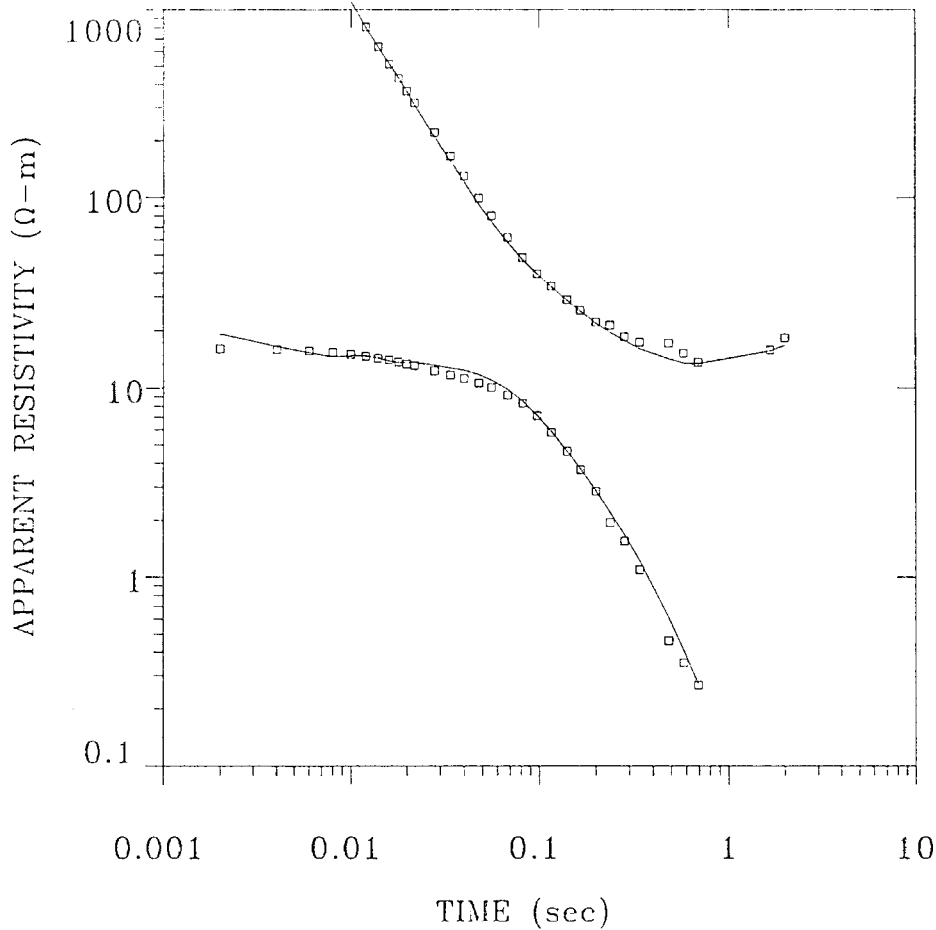
12.6	
Ω -m	1198 m

11.8	
Ω -m	1246 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 5.99
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 4573 m
 SYSTEM: NONE

067B1



MODEL:

119.	
Ω -m	67.1 m

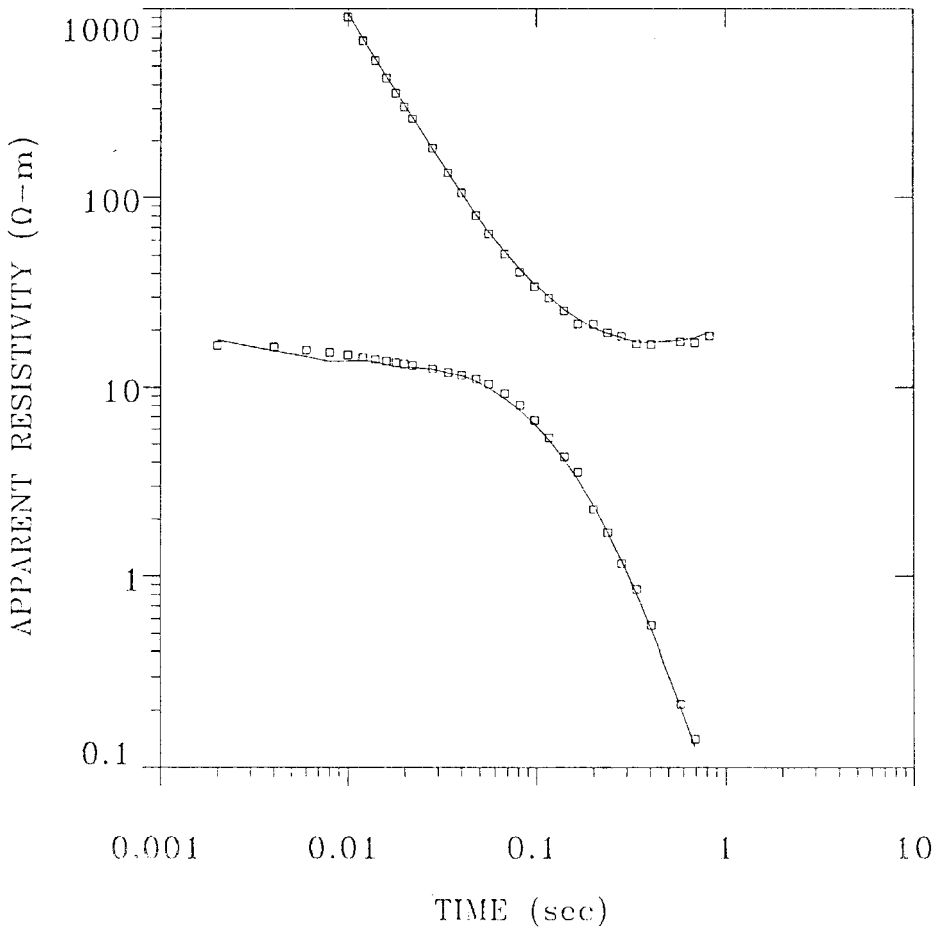
11.7	
Ω -m	1315 m

7.91	
Ω -m	954. m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 9.38
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 3169 m
 SYSTEM: NONE

068B1



MODEL:

107.	
Ω -m	66.3 m

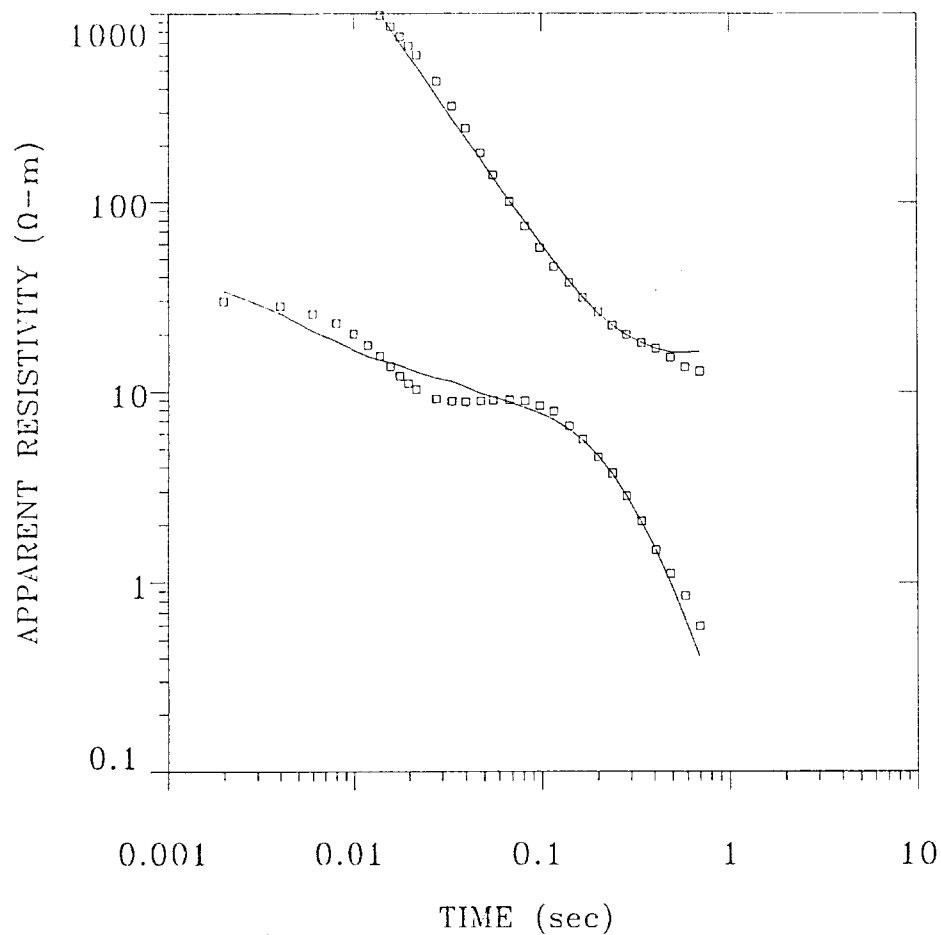
12.6	
Ω -m	475. m

12.8	
Ω -m	1419 m

3820	
Ω -m	

% ERROR: 5.37
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 2994 m
 SYSTEM: NONE

069B1



MODEL:

117.	
Ω -m	68.9 m

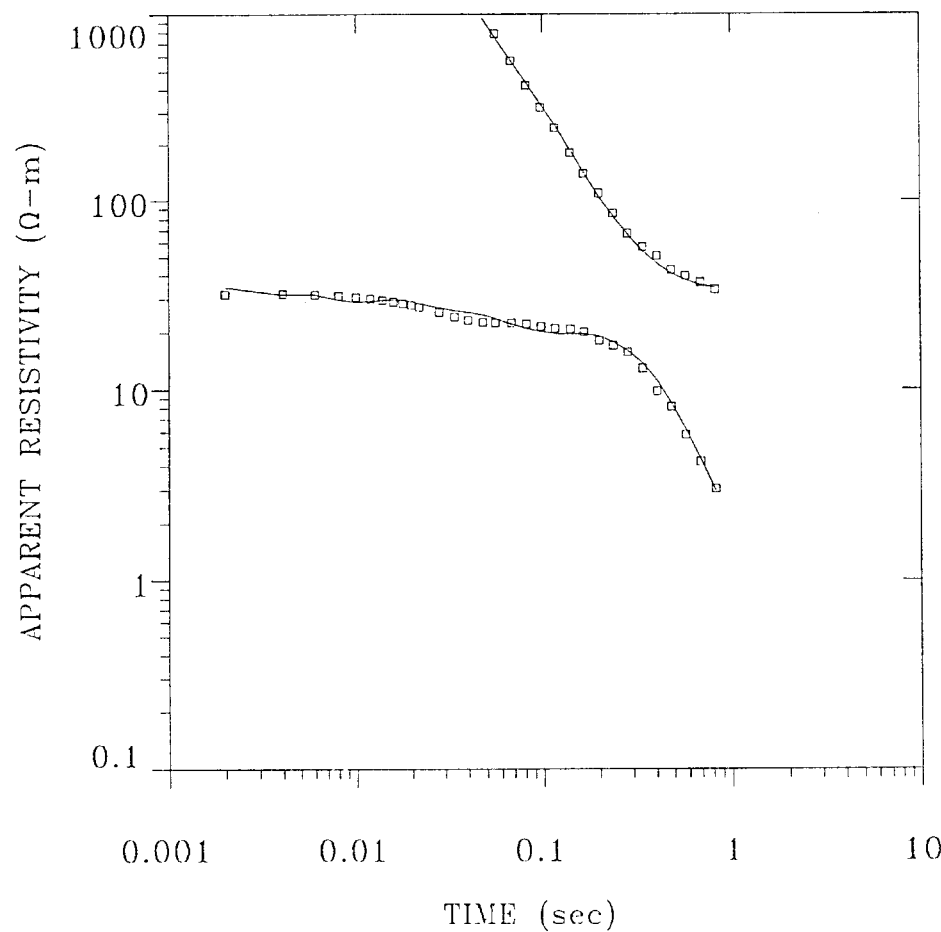
32.8	
Ω -m	255. m

8.90	
Ω -m	1443 m

2547	
Ω -m	

% ERROR: 16.3
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 3668 m
 SYSTEM: NONE

070B3



MODEL:

82.0	
Ω -m	71.3 m

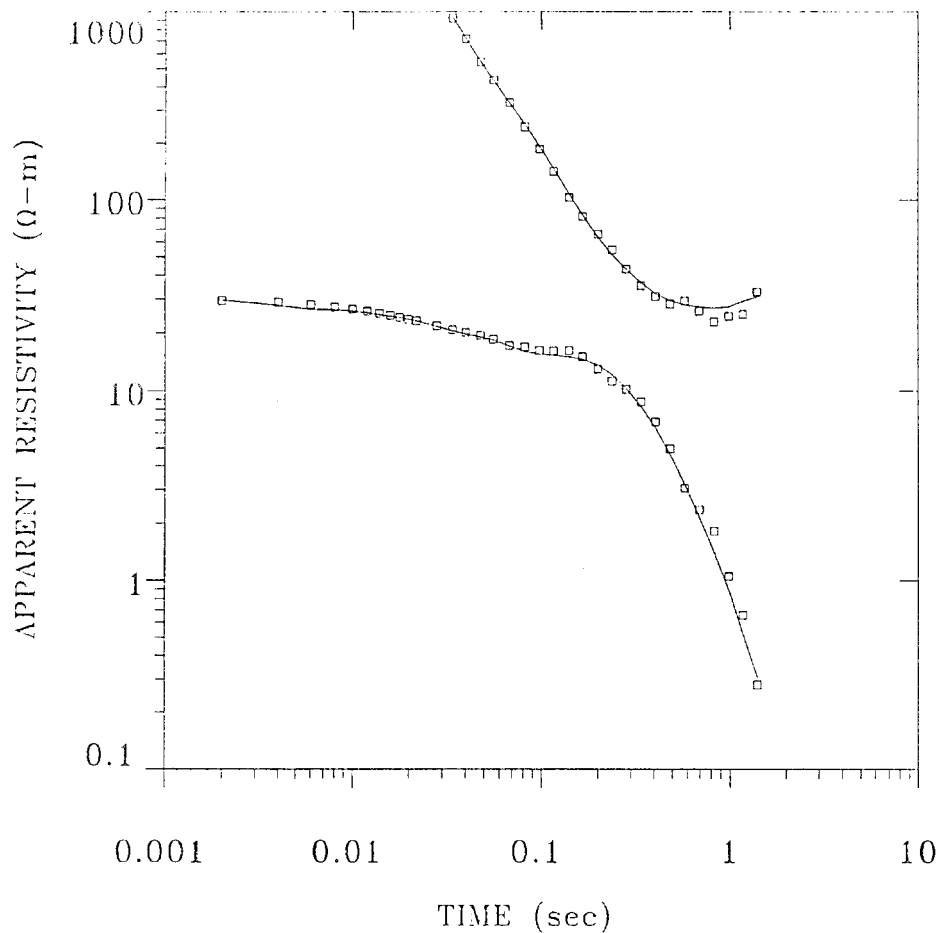
26.9	
Ω -m	1121 m

11.3	
Ω -m	1013 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 5.98
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7404 m
 SYSTEM: NONE

071B3



MODEL:

92.6	
Ω -m	67.7 m

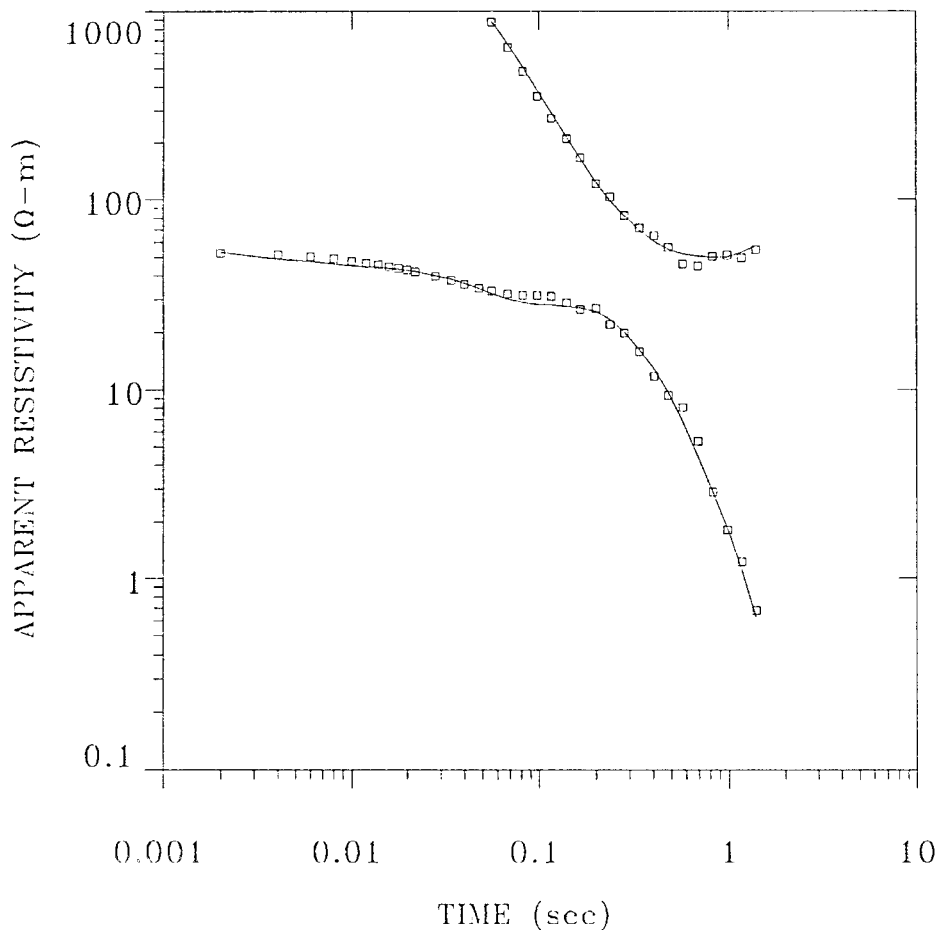
23.1	
Ω -m	782. m

10.9	
Ω -m	1150 m

6000
Ω -m

% ERROR: 8.03
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 5949 m
 SYSTEM: NONE

072B3



MODEL:

90.9	
Ω -m	122. m

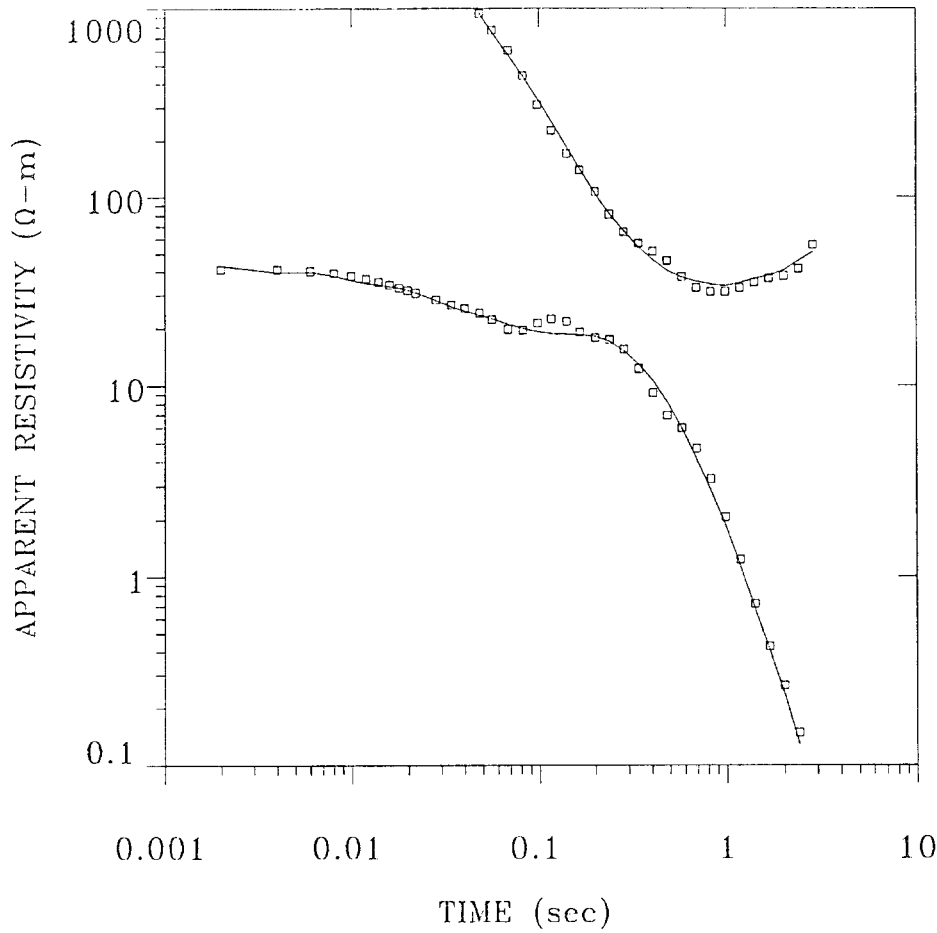
40.9	
Ω -m	1188 m

15.2	
Ω -m	1078 m

6000
Ω -m

% ERROR: 6.94
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 8251 m
 SYSTEM: NONE

073B3



MODEL:

70.6	
Ω -m	70.1 m

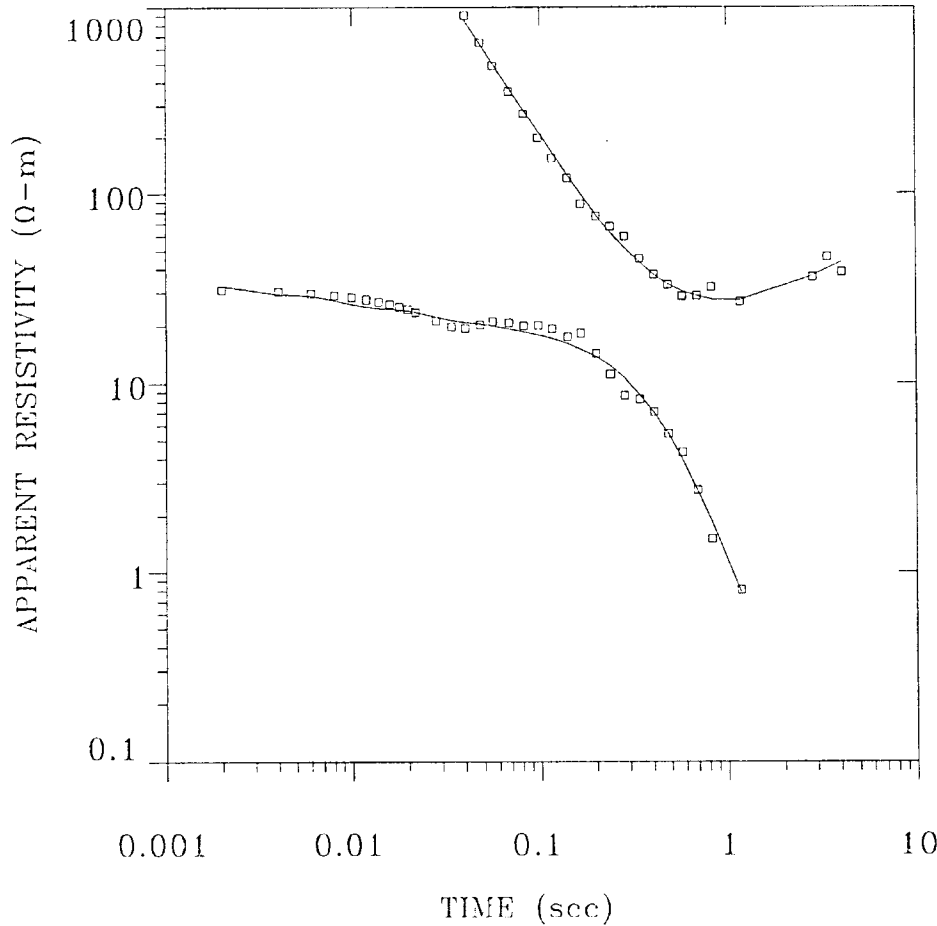
37.1	
Ω -m	675. m

14.9	
Ω -m	1758 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 8.52
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7330 m
 SYSTEM: NONE

074B3



MODEL:

51.6	
Ω -m	88.7 m

26.2	
Ω -m	393. m

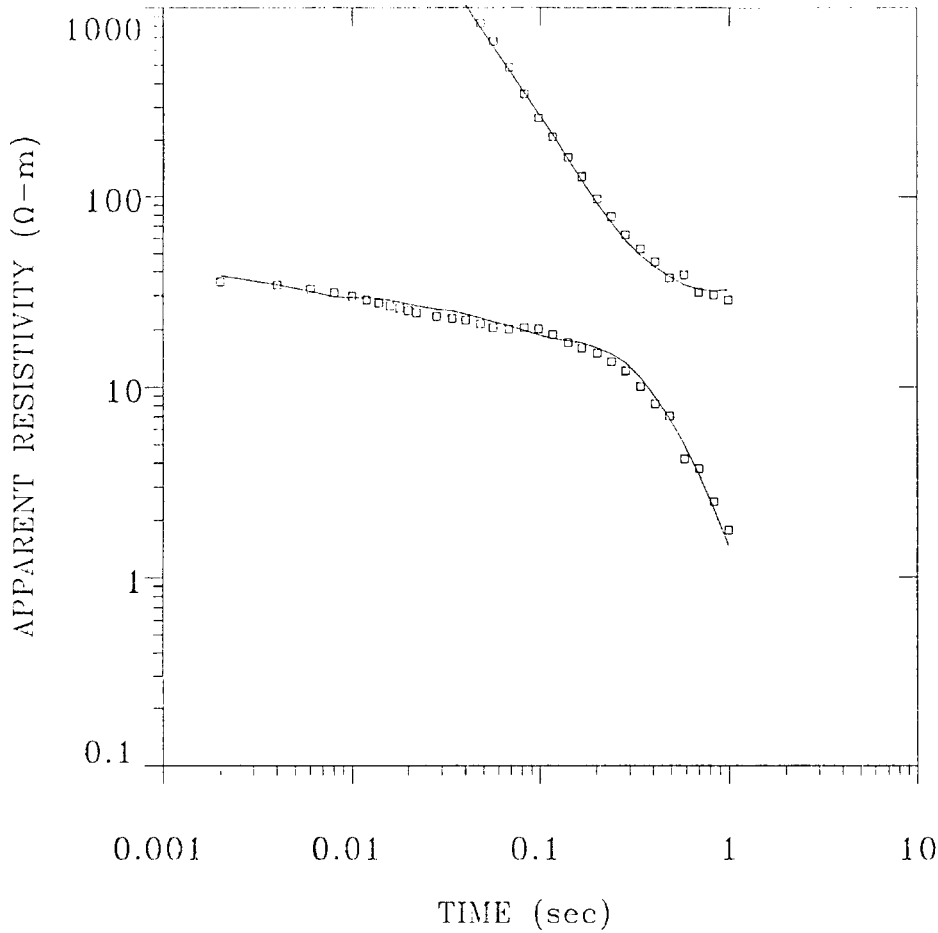
17.3	
Ω -m	2735 m

2141	
Ω -m	

% ERROR: 10.2
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6328 m
 SYSTEM: NONE

075B3

MODEL:



87.7	
Ω -m	143. m

24.0	
Ω -m	1094 m

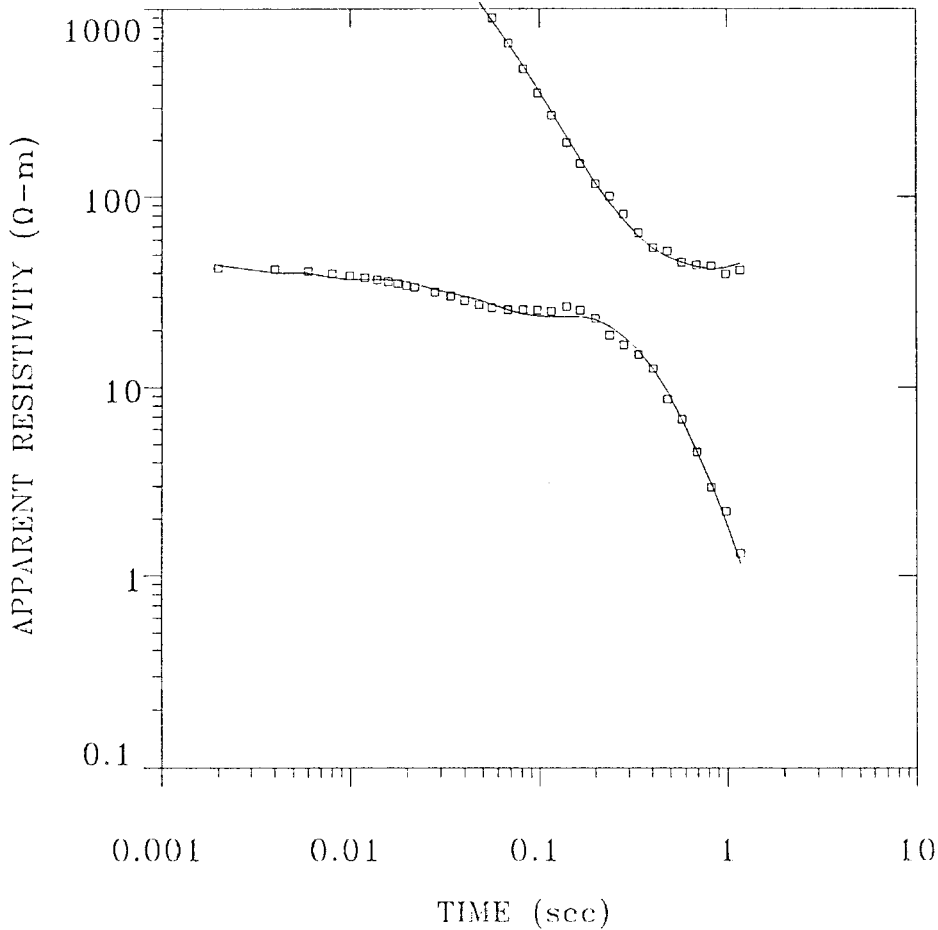
11.8	
Ω -m	1109 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 8.48
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6900 m
 SYSTEM: NONE

076B3

MODEL:



94.8	
Ω -m	88.6 m

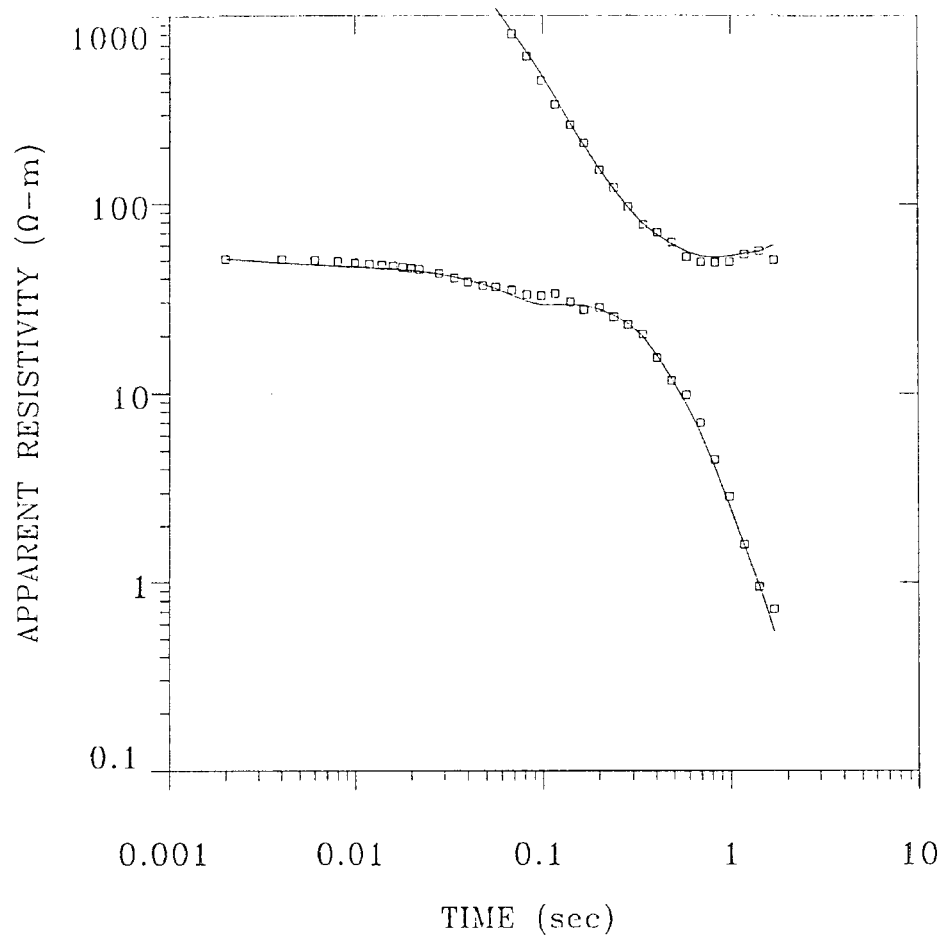
34.5	
Ω -m	1075 m

14.2	
Ω -m	1165 m

5956	
Ω -m	

% ERROR: 6.25
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7942 m
 SYSTEM: NONE

077B3



MODEL:

75.1	
Ω -m	109. m

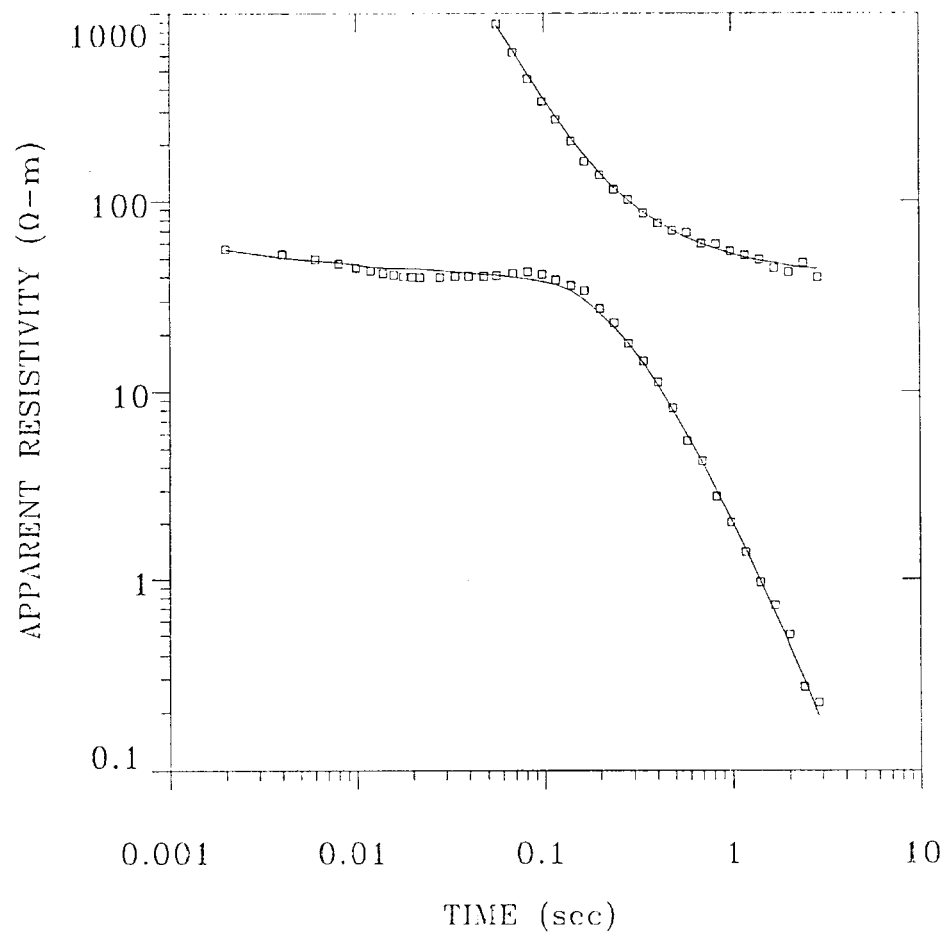
43.5	
Ω -m	1416 m

12.3	
Ω -m	850. m

5997	
Ω -m	

% ERROR: 7.59
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 8965 m
 SYSTEM: NONE

078B1



MODEL:

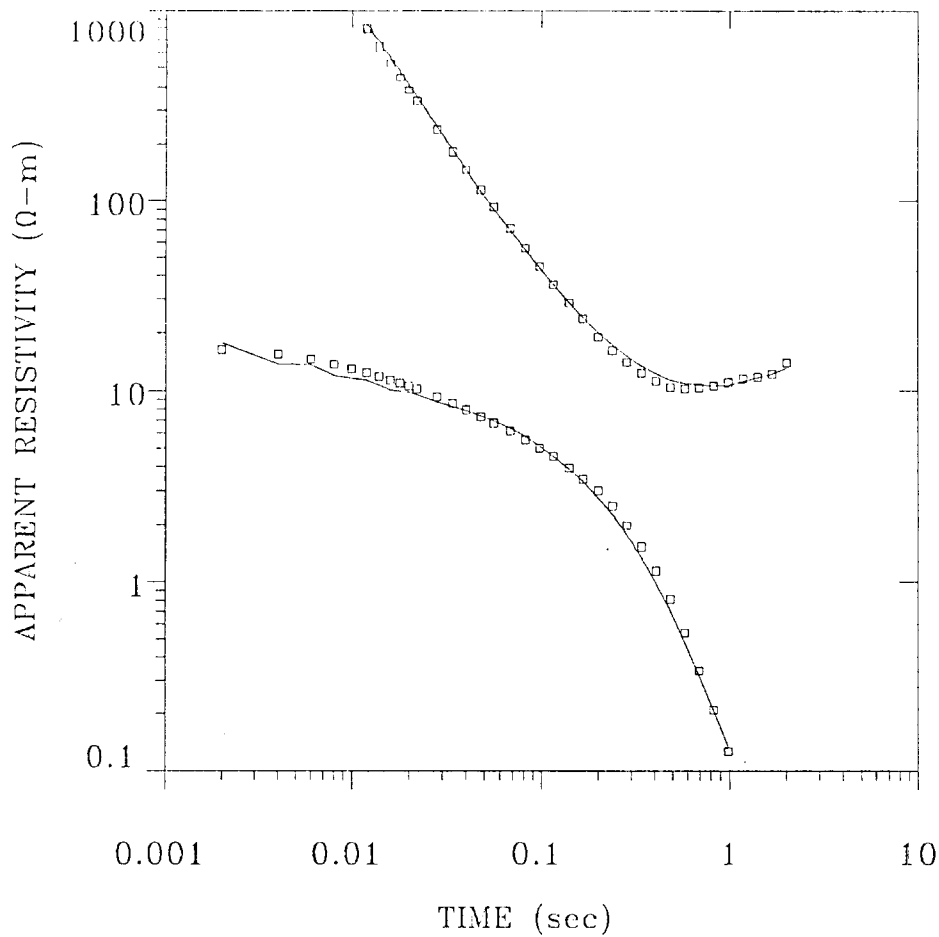
80.3	
Ω -m	94.3 m

52.7	
Ω -m	183. m

39.2	
Ω -m	

% ERROR: 7.02
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 8603 m
 SYSTEM: NONE

079B1



MODEL:

247.	
Ω -m	129. m

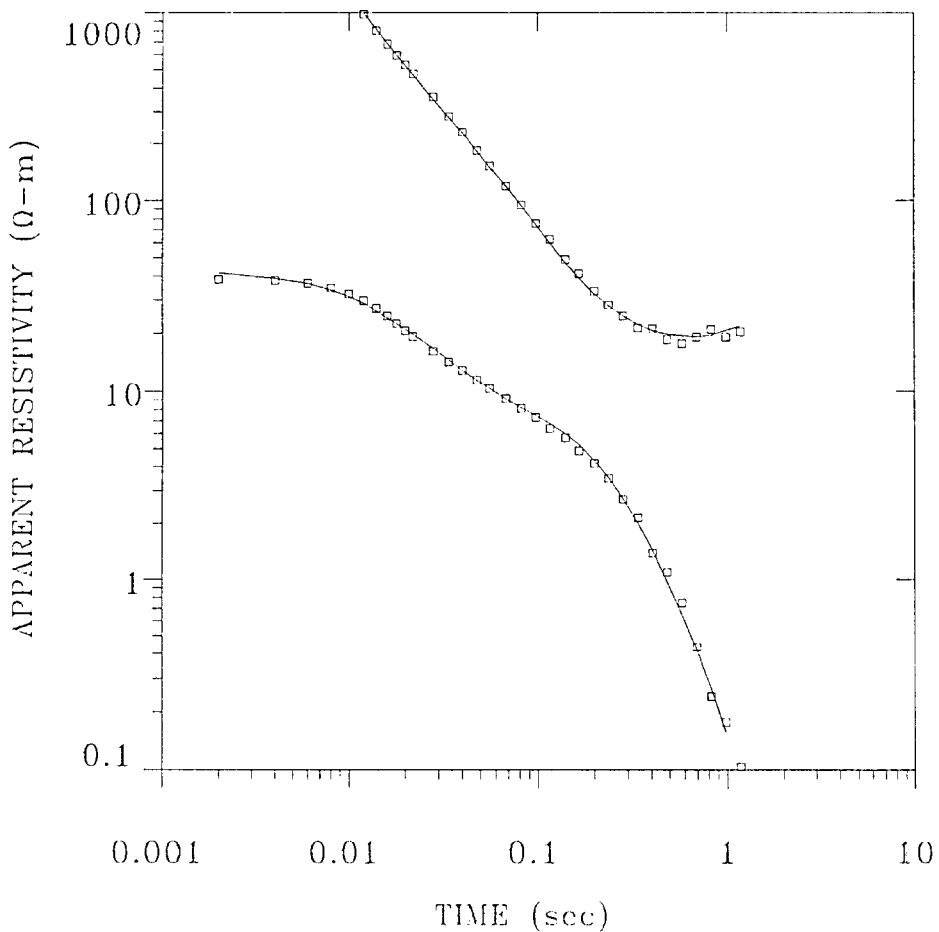
9.29	
Ω -m	353. m

6.85	
Ω -m	1508 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 8.35
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 3061 m
 SYSTEM: NONE

080B1



MODEL:

83.2	
Ω -m	83.7 m

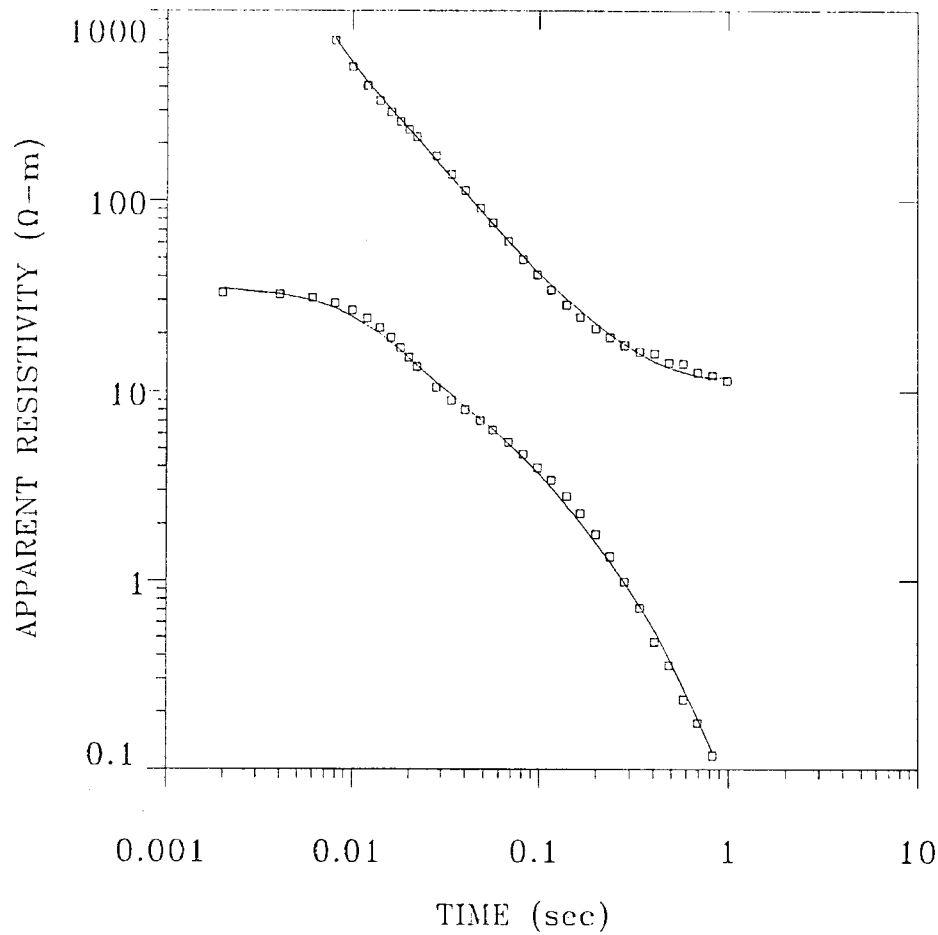
36.6	
Ω -m	614. m

8.54	
Ω -m	1216 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 5.93
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 3865 m
 SYSTEM: NONE

081B1



MODEL:

78.4	
Ω -m	47.9 m

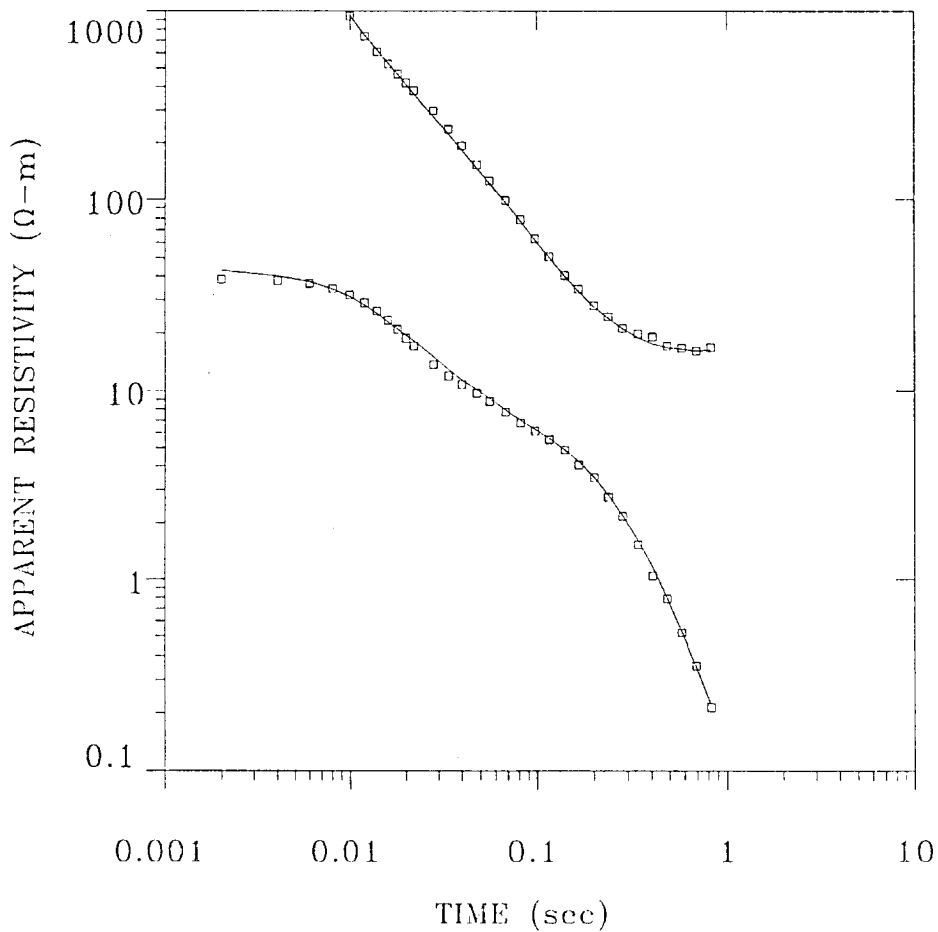
31.8	
Ω -m	550. m

7.36	
Ω -m	1917 m

3581	
Ω -m	

% ERROR: 7.24
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 2843 m
 SYSTEM: NONE

082B1



MODEL:

67.7	
Ω -m	76.3 m

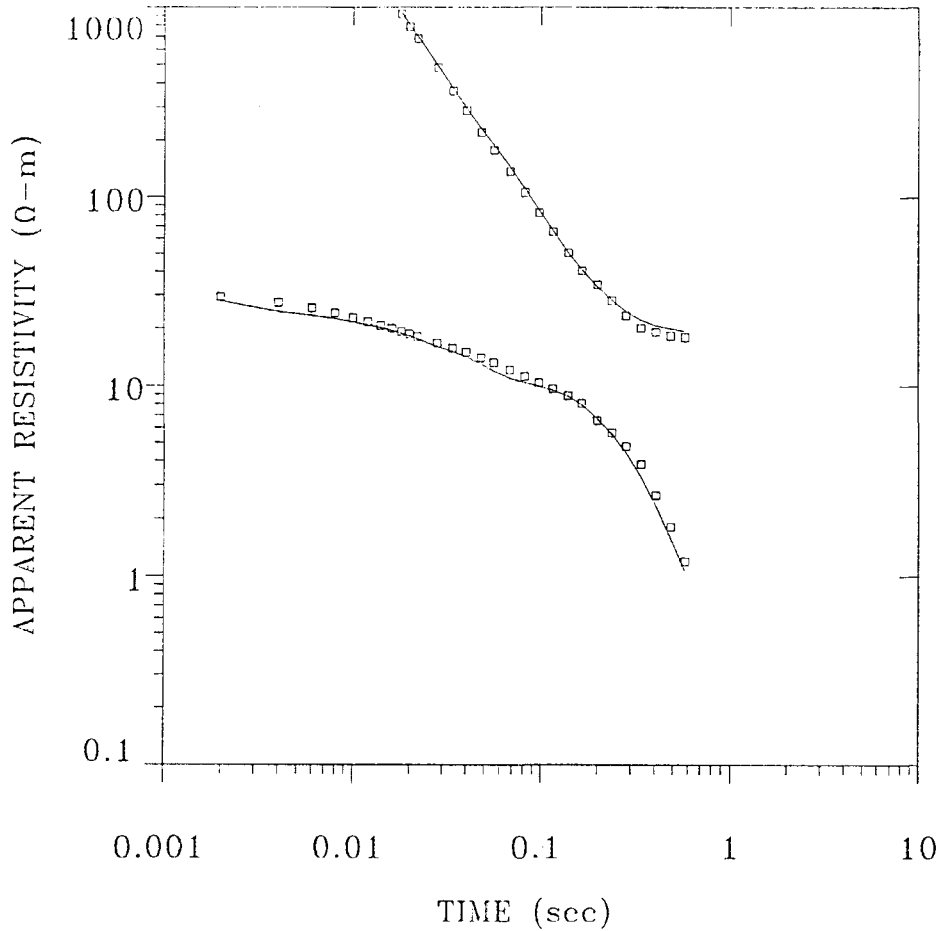
36.7	
Ω -m	579. m

7.56	
Ω -m	1248 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 5.04
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 3533 m
 SYSTEM: NONE

083B1



MODEL:

63.8	
Ω -m	105. m

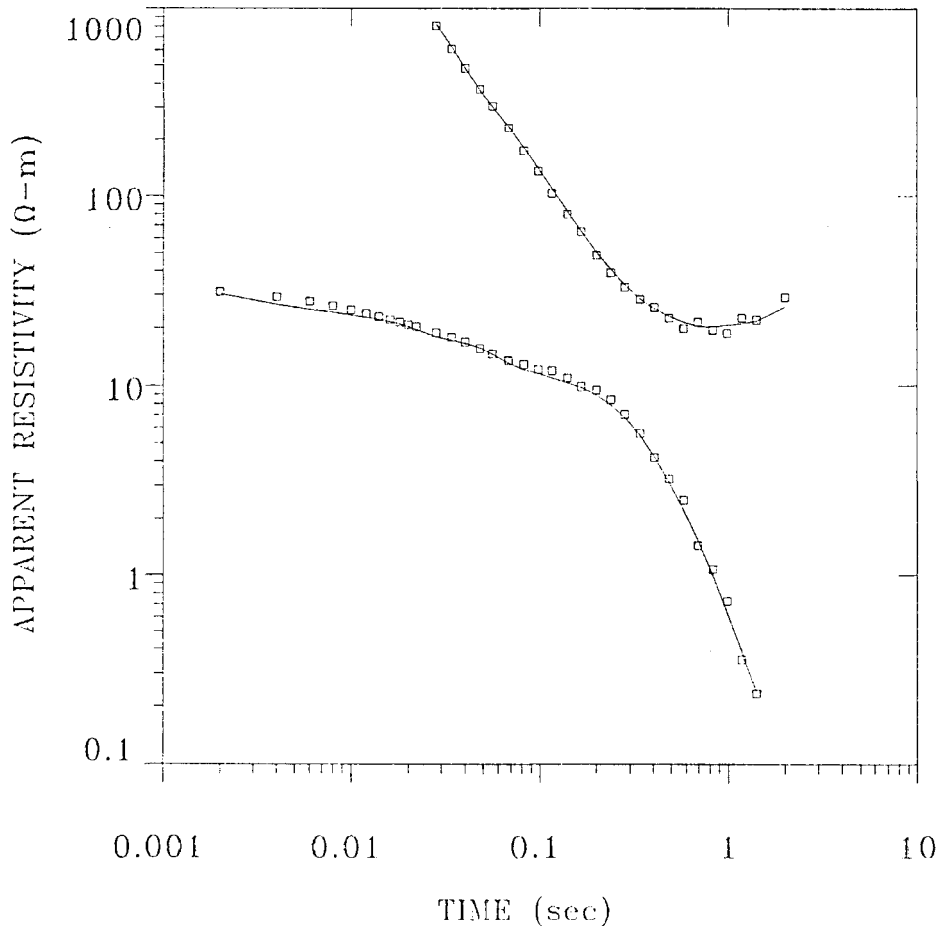
18.8	
Ω -m	601. m

7.71	
Ω -m	903. m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 7.32
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 4262 m
 SYSTEM: NONE

084B1



MODEL:

82.1	
Ω -m	116. m

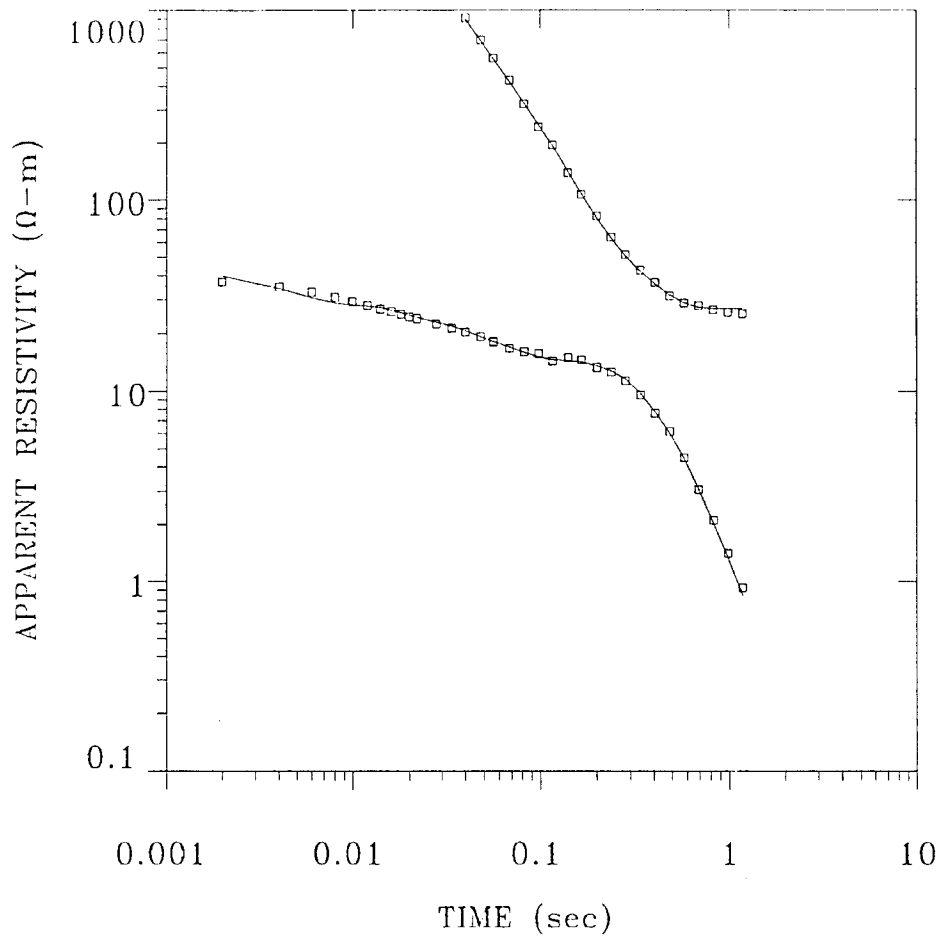
19.7	
Ω -m	683 m

8.88	
Ω -m	1230 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 6.66
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 5098 m
 SYSTEM: NONE

085B1



MODEL:

79.9	
Ω -m	186. m

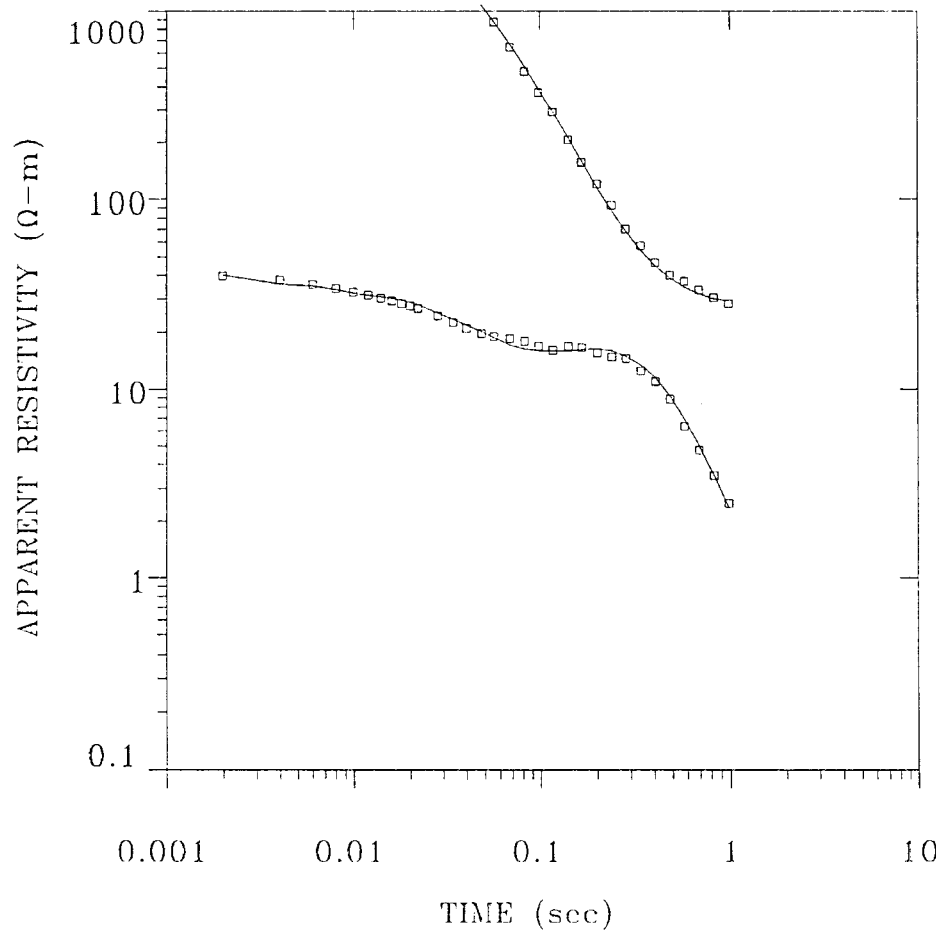
21.1	
Ω -m	908. m

7.94	
Ω -m	837. m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 3.58
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6404 m
 SYSTEM: NONE

086B1



MODEL:

74.5	
Ω -m	118. m

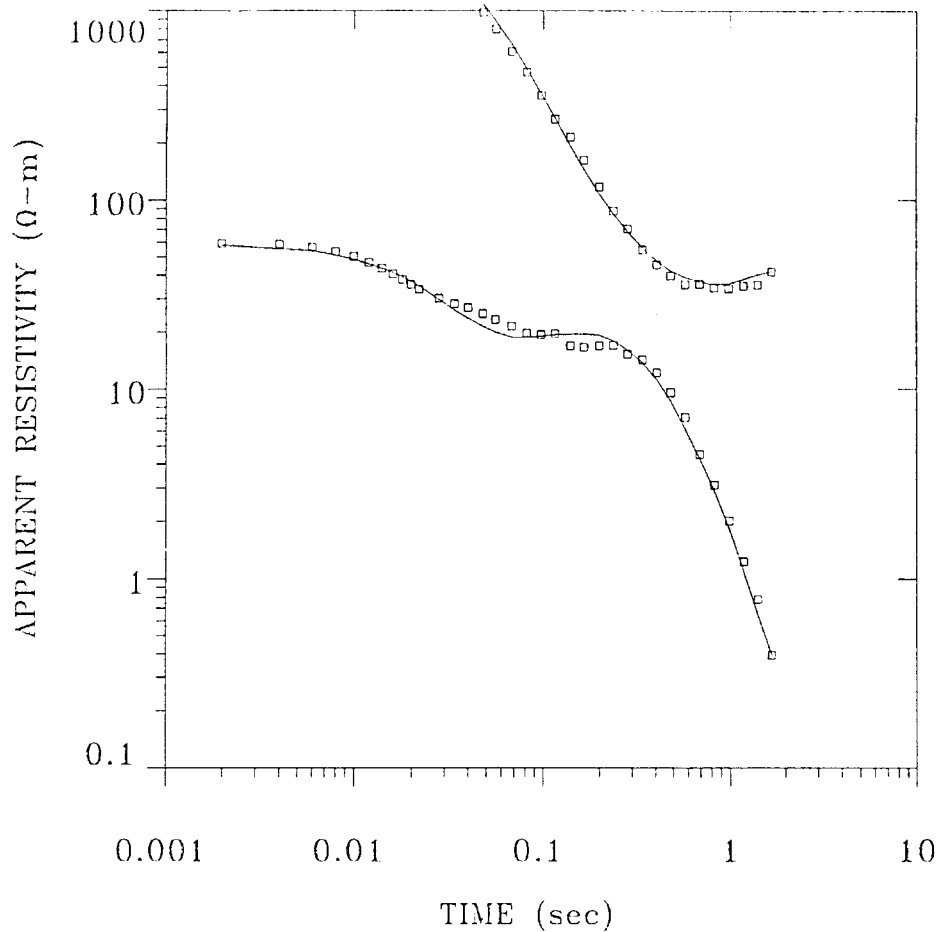
29.1	
Ω -m	797. m

8.58	
Ω -m	1010 m

3878	
Ω -m	

% ERROR: 4.92
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7383 m
 SYSTEM: NONE

087B1



MODEL:

79.1	
Ω -m	92.7 m

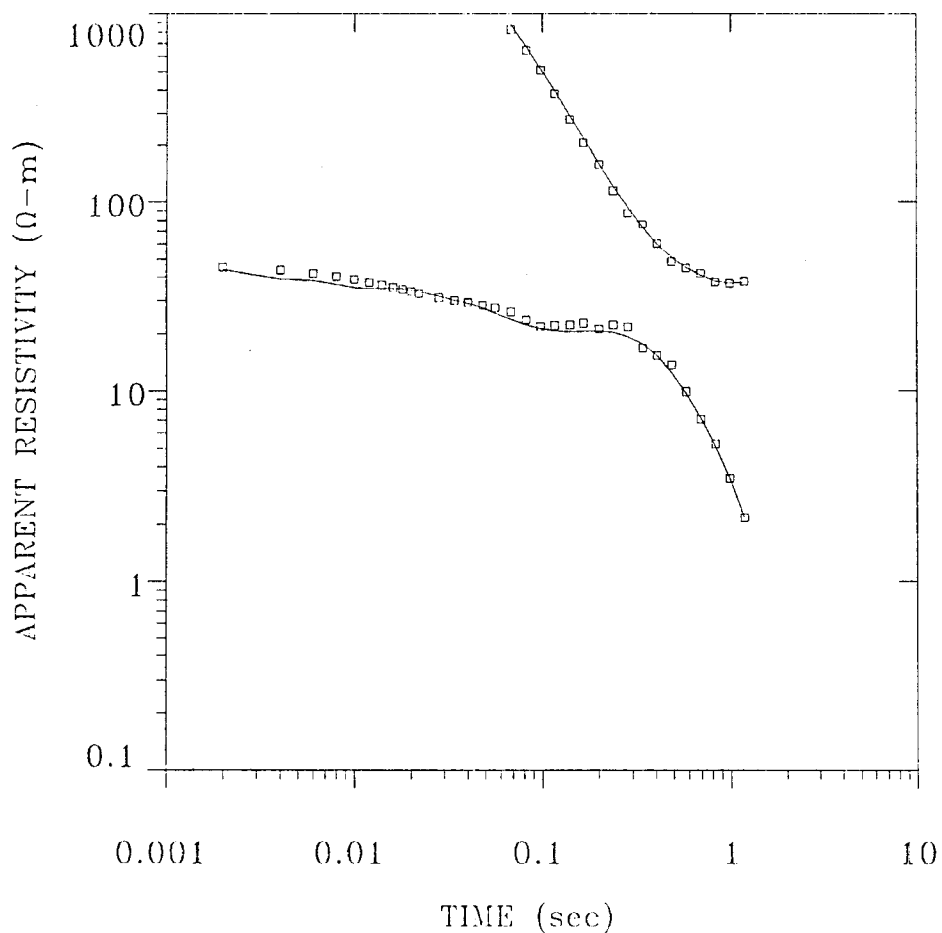
51.9	
Ω -m	816. m

8.71	
Ω -m	901. m

3003	
Ω -m	

% ERROR: 9.13
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 7478 m
 SYSTEM: NONE

088B1



MODEL:

102.	
Ω -m	114 m

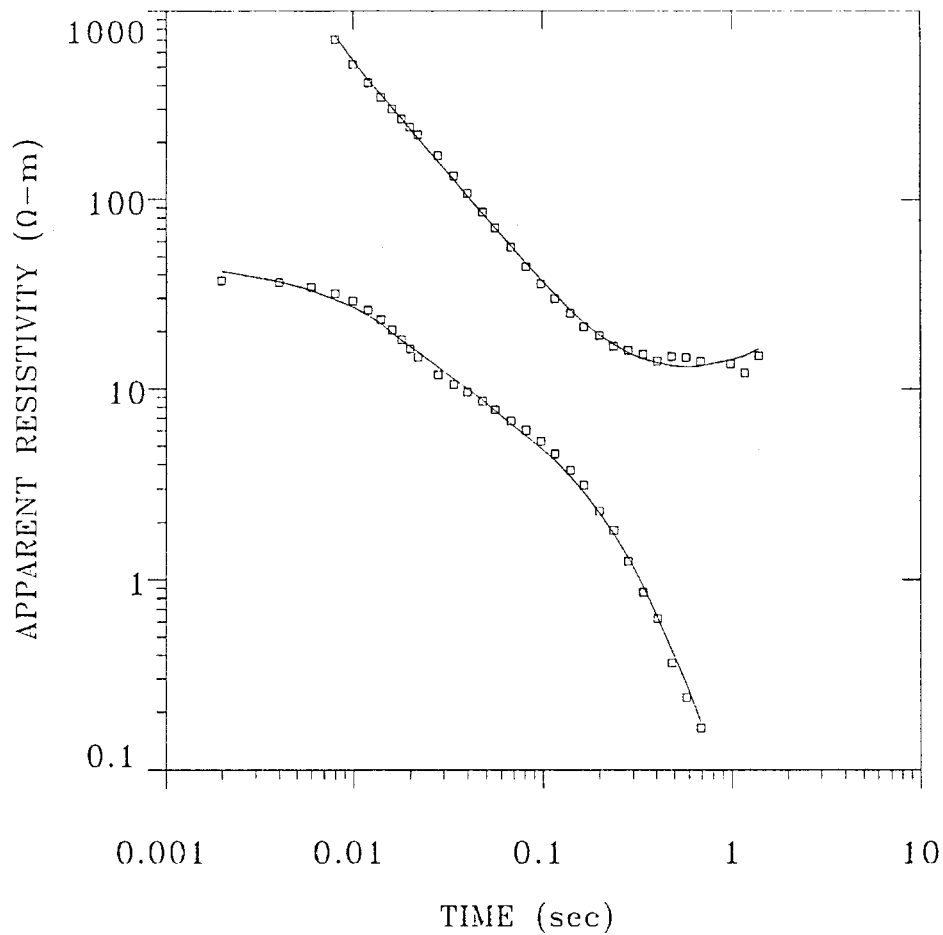
30.7	
Ω -m	1201 m

9.01	
Ω -m	866. m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 6.19
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 8532 m
 SYSTEM: NONE

089B1



MODEL:

96.6	
Ω -m	72.7 m

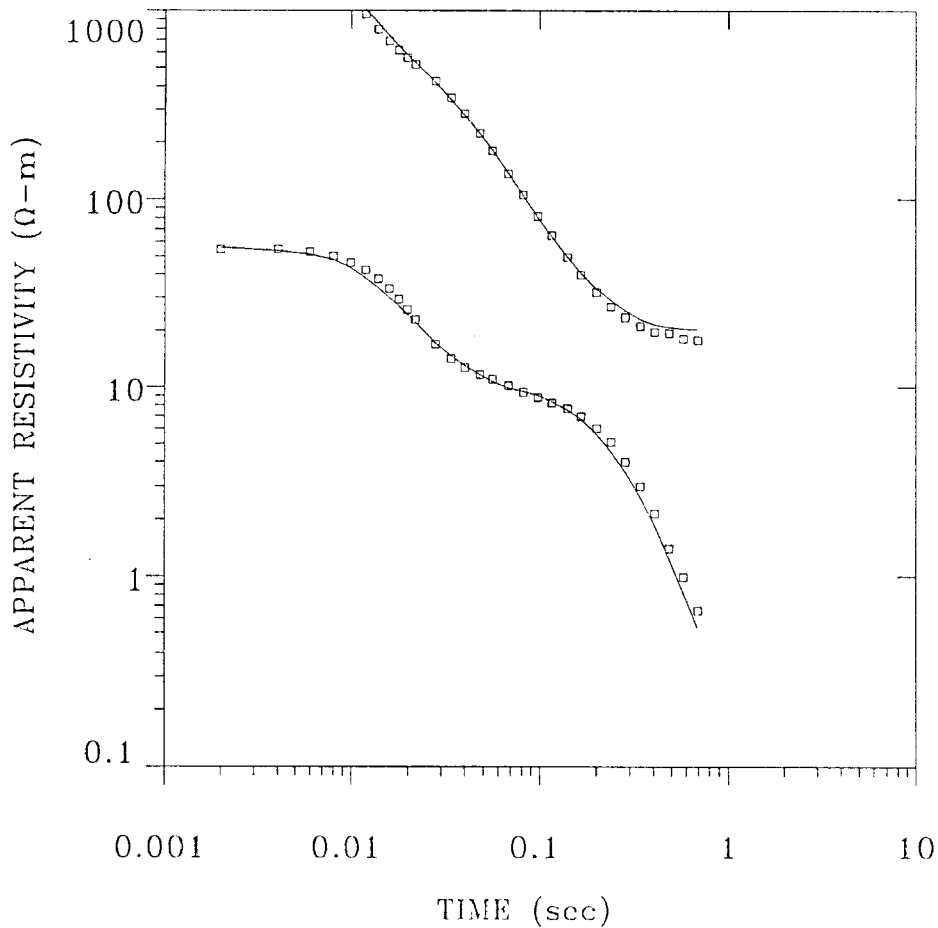
26.7	
Ω -m	473. m

6.86	
Ω -m	1210 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 9.58
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 2903 m
 SYSTEM: NONE

090B1



MODEL:

53.6	
Ω -m	93.1 m

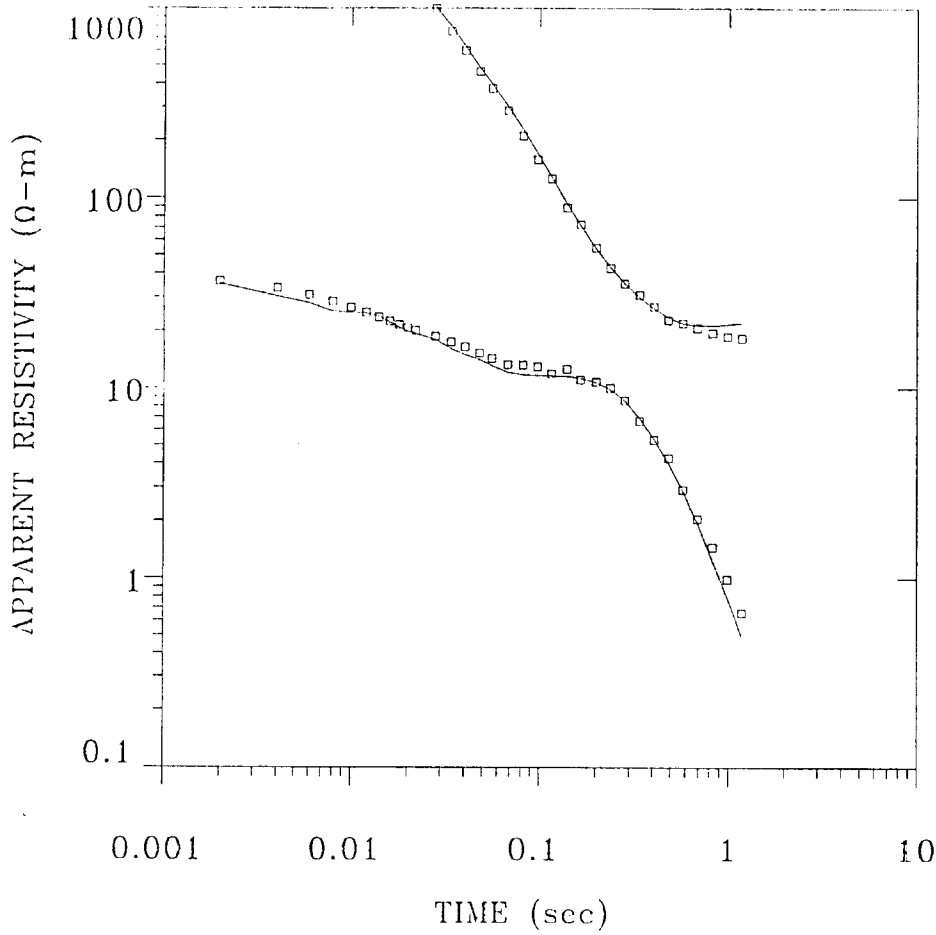
51.1	
Ω -m	669. m

6.22	
Ω -m	797. m

4898	
Ω -m	

% ERROR: 9.01
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 4113 m
 SYSTEM: NONE

091B1



MODEL:

329.	
Ω -m	87.3 m

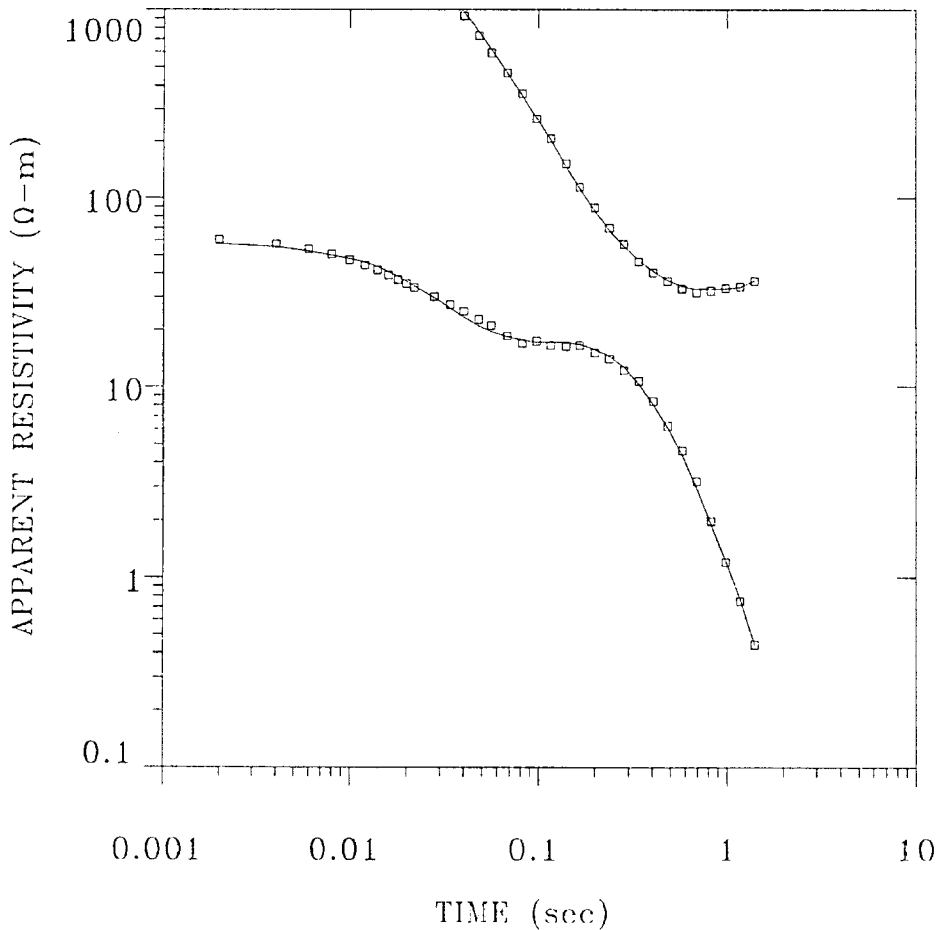
22.8	
Ω -m	590. m

7.19	
Ω -m	944. m

5917	
Ω -m	

% ERROR: 9.52
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 5412 m
 SYSTEM: NONE

092B1



MODEL:

92.5	
Ω -m	103. m

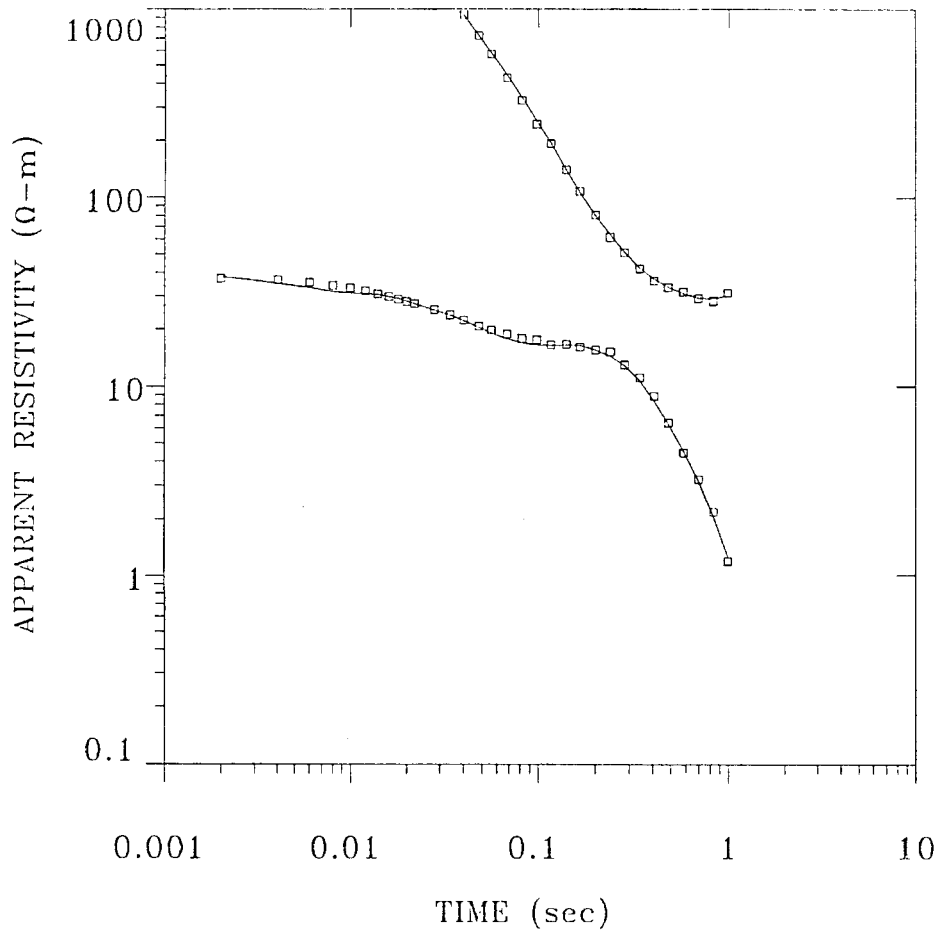
48.6	
Ω -m	800. m

9.58	
Ω -m	1048 m

2821	
Ω -m	

% ERROR: 4.03
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6709 m
 SYSTEM: NONE

093B1



MODEL:

74.7
 Ω -m 111. m

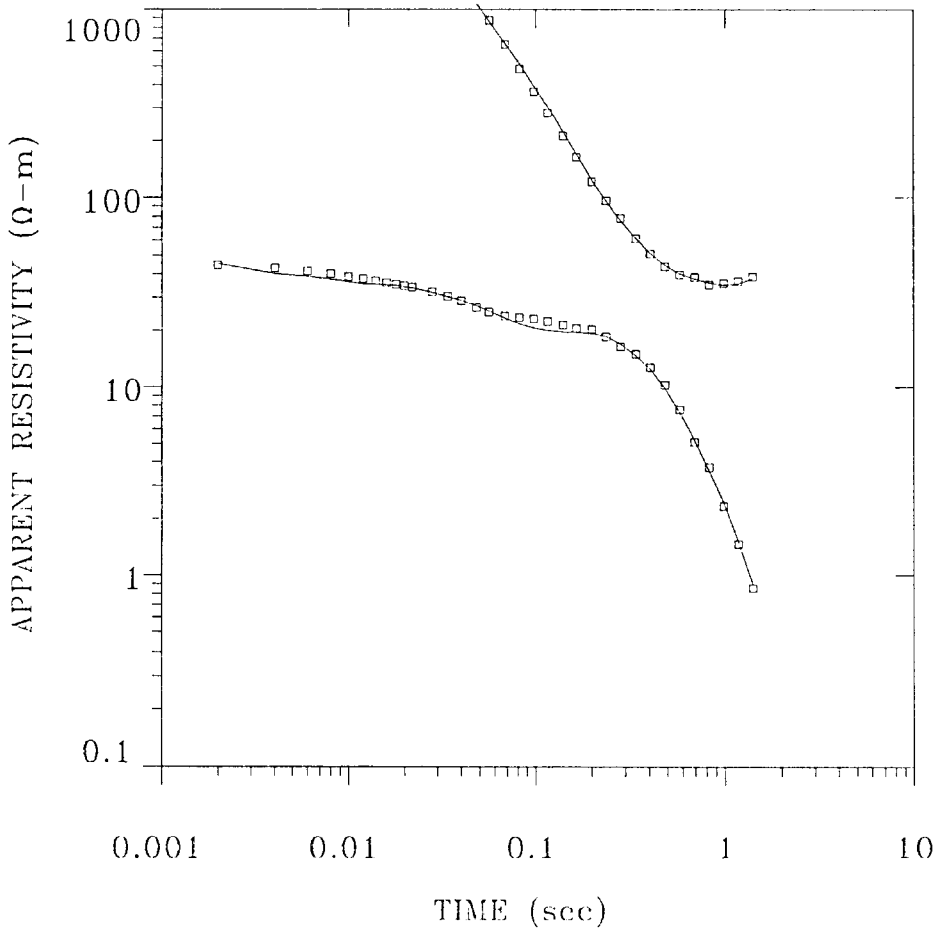
26.8
 Ω -m 861. m

8.26
 Ω -m 835. m

6000
 Ω -m

% ERROR: 3.47
CALIBRATION: 1
OFFSET: 6578 m
SYSTEM: NONE

094B1



MODEL:

77.1
 Ω -m 143. m

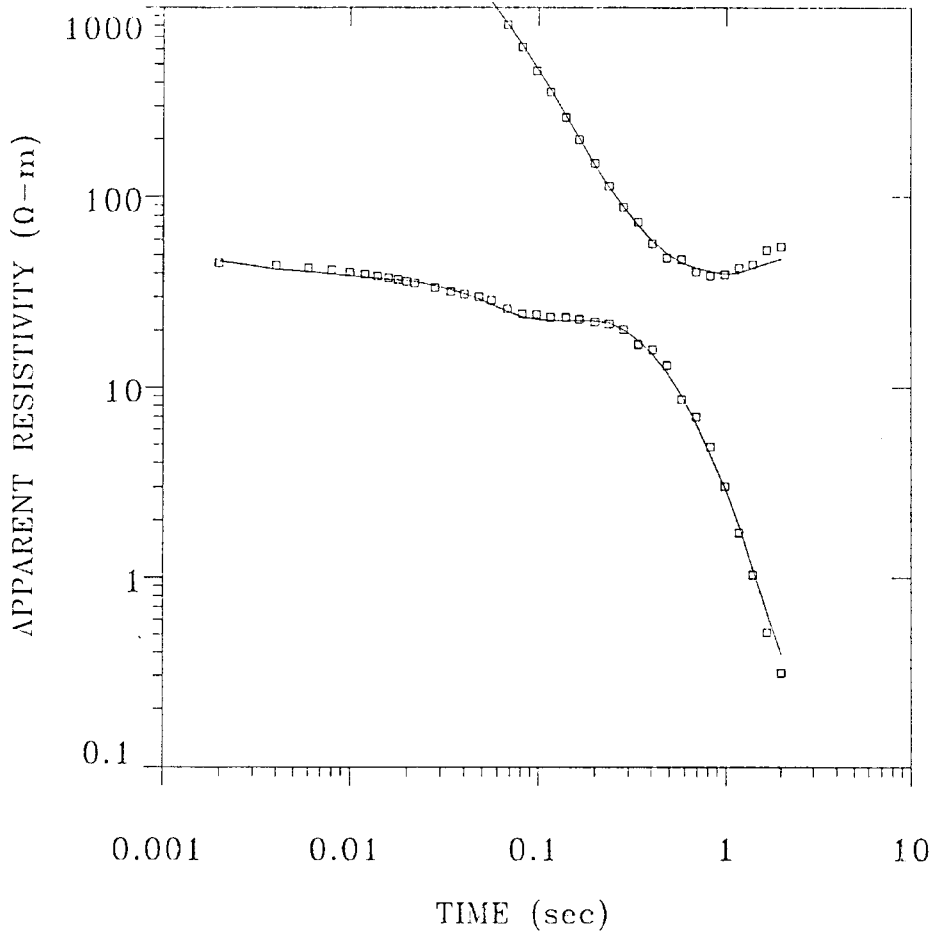
30.7
 Ω -m 1129 m

9.40
 Ω -m 904. m

6000
 Ω -m

% ERROR: 4.74
CALIBRATION: 1
OFFSET: 7818 m
SYSTEM: NONE

095B1



MODEL:

85.3	
Ω -m	123. m

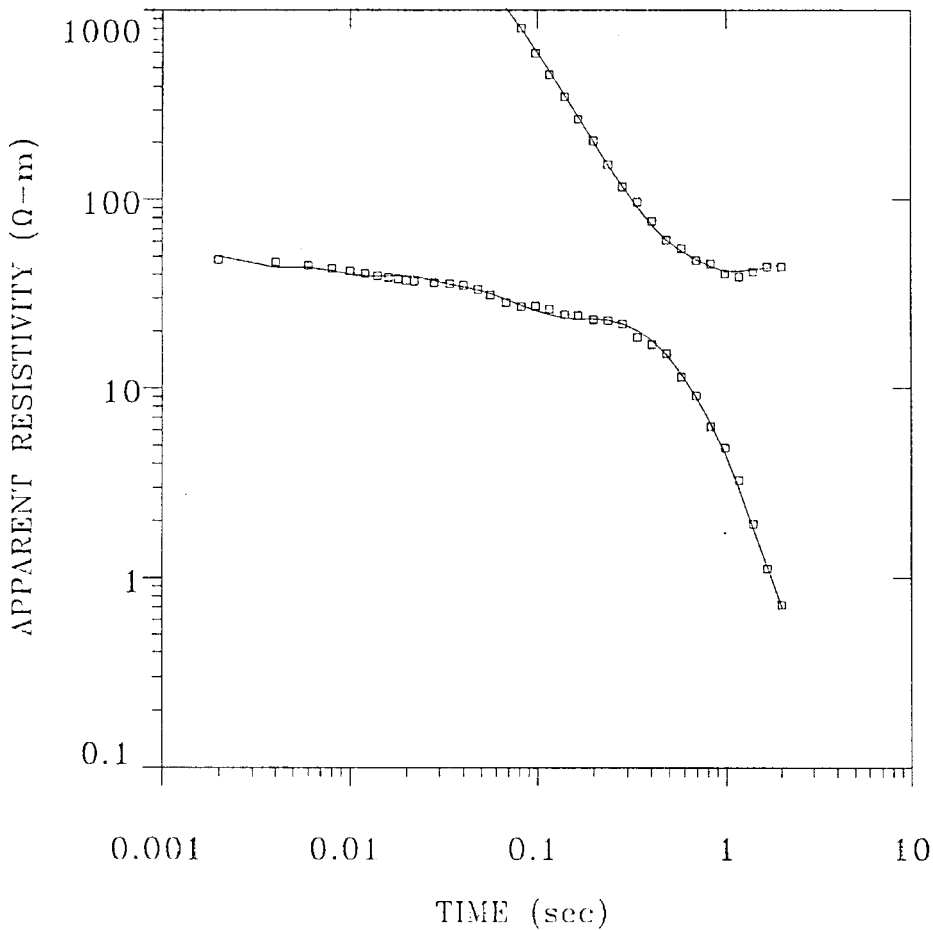
33.7	
Ω -m	1239 m

8.27	
Ω -m	707. m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 7.05
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 8467 m
 SYSTEM: NONE

096B1



MODEL:

109.	
Ω -m	123. m

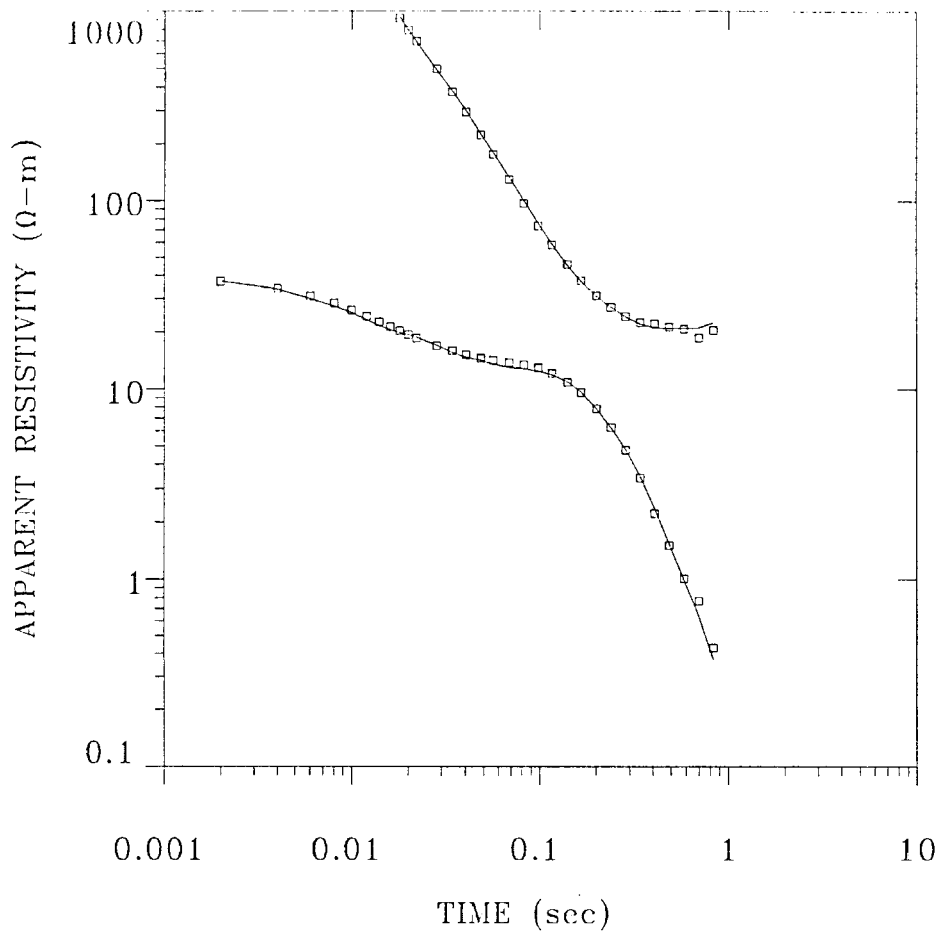
34.7	
Ω -m	1422 m

10.9	
Ω -m	1038 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 4.41
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 9343 m
 SYSTEM: NONE

097B1



MODEL:

108	
Ω -m	85.6 m

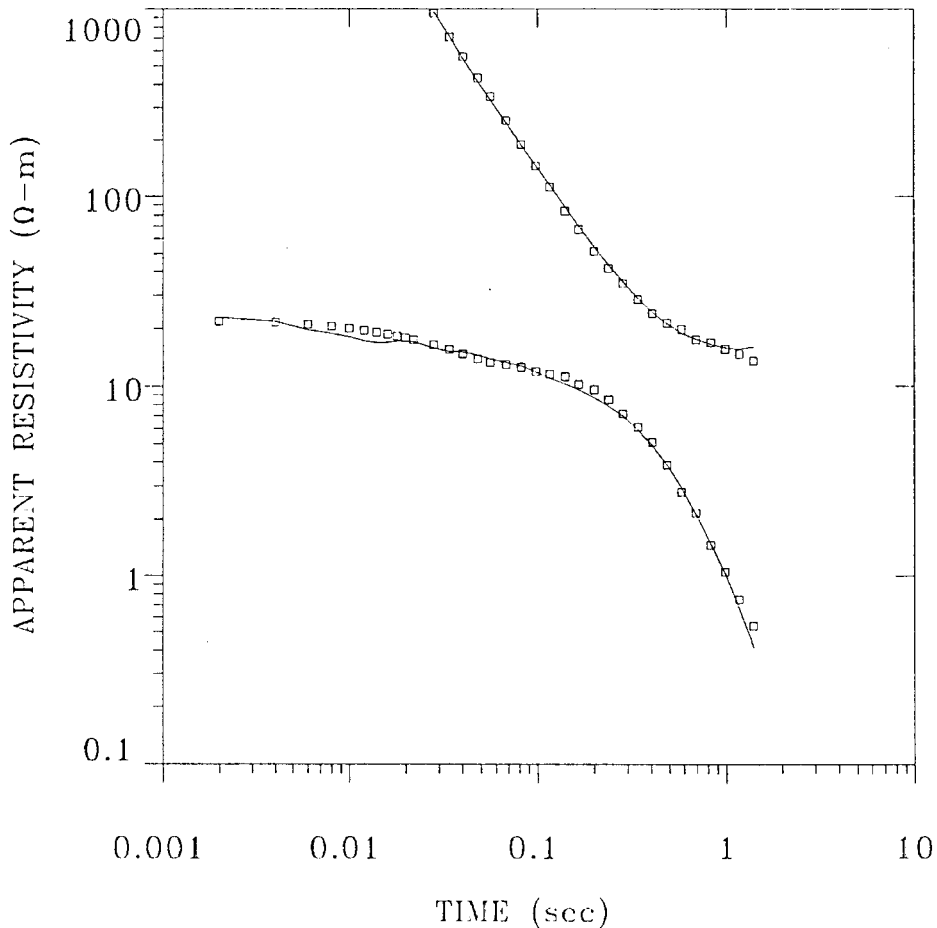
23.8	
Ω -m	398. m

8.75	
Ω -m	1001 m

4525	
Ω -m	

% ERROR: 5.24
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 4308 m
 SYSTEM: NONE

098B1



MODEL:

180.	
Ω -m	81.4 m

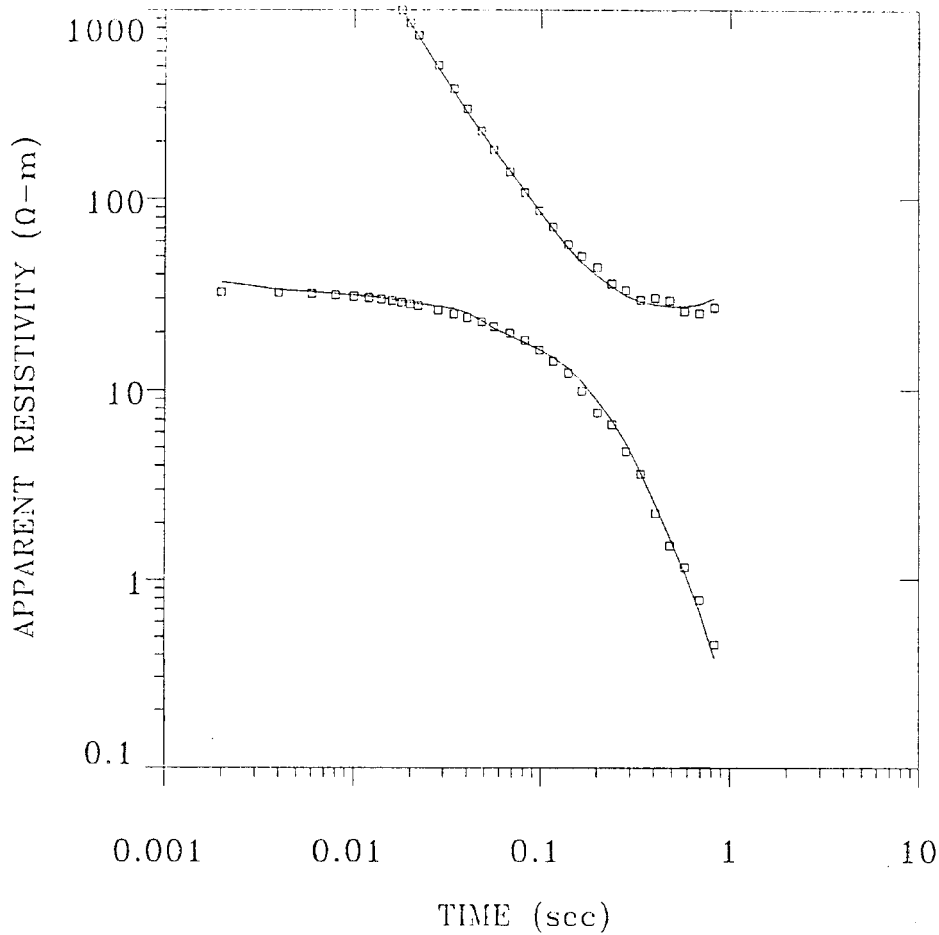
14.1	
Ω -m	692. m

8.99	
Ω -m	1780 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 7.87
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 5191 m
 SYSTEM: NONE

099B3



MODEL:

80.1	
Ω -m	72.5 m

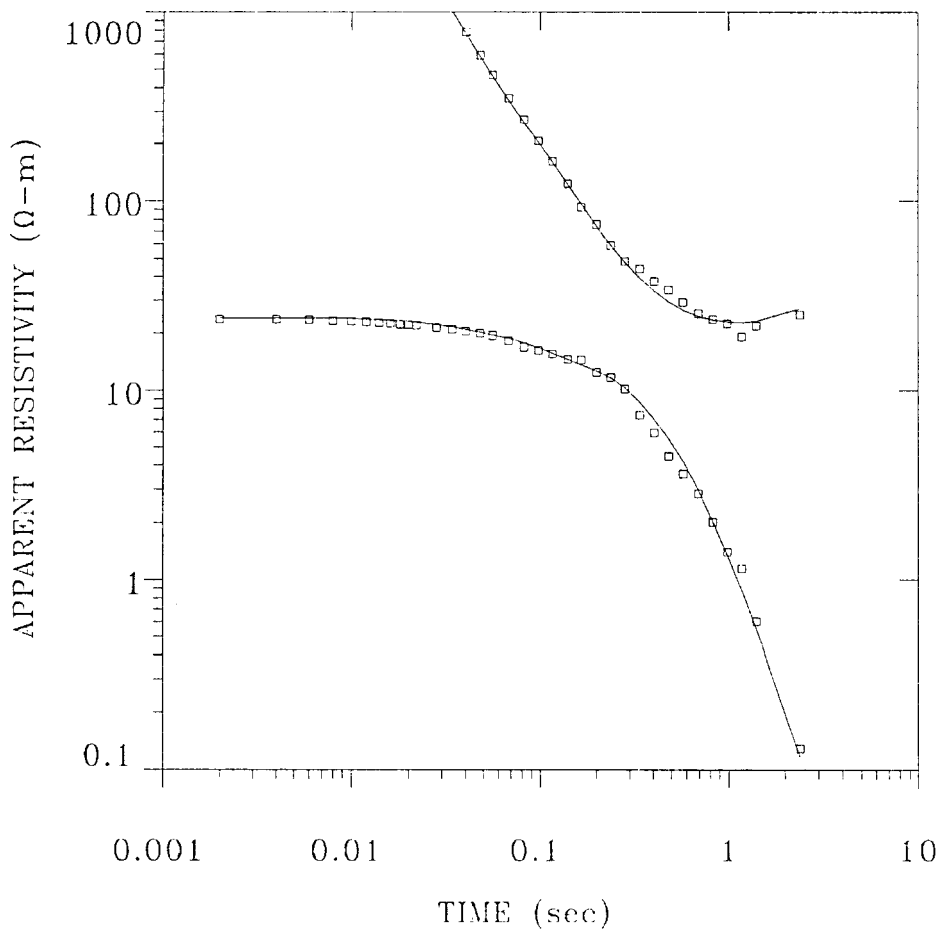
23.2	
Ω -m	1086 m

8.05	
Ω -m	553. m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 7.62
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 4728 m
 SYSTEM: NONE

100B1



MODEL:

21.4	
Ω -m	18.9 m

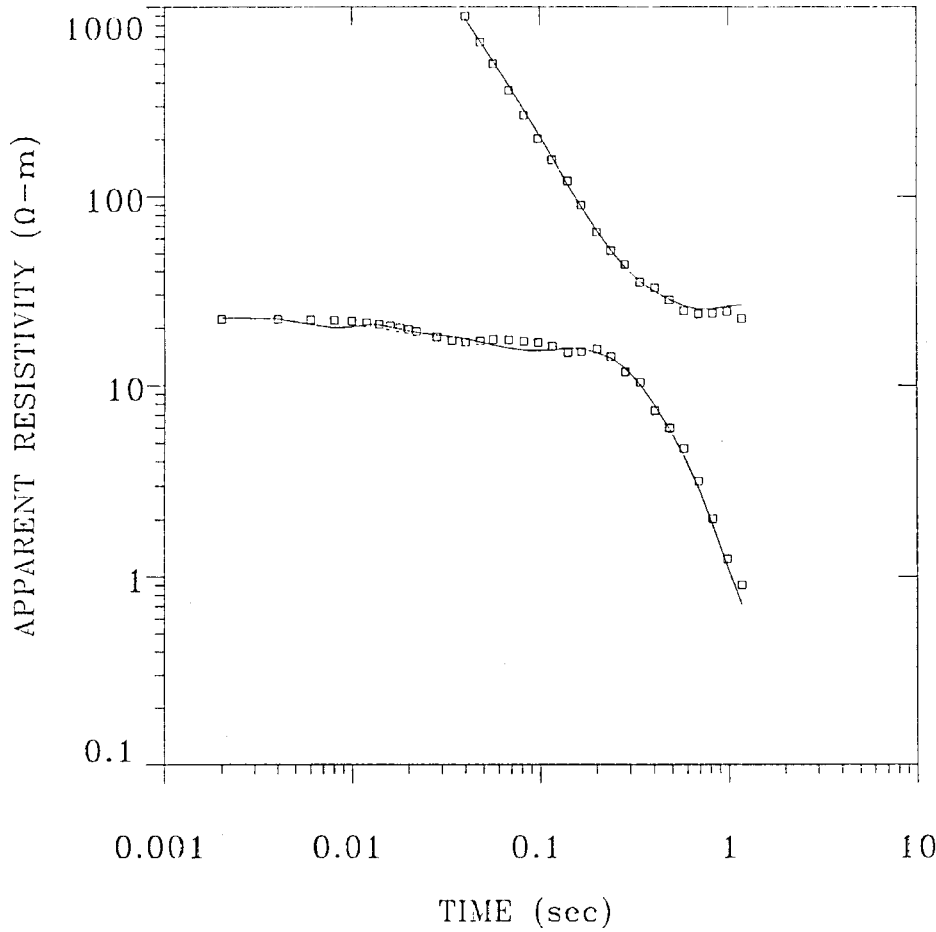
22.8	
Ω -m	759. m

12.9	
Ω -m	2060 m

2142	
Ω -m	

% ERROR: 8.66
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 6138 m
 SYSTEM: NONE

101B1



MODEL:

68.8
 Ω -m 46.0 m

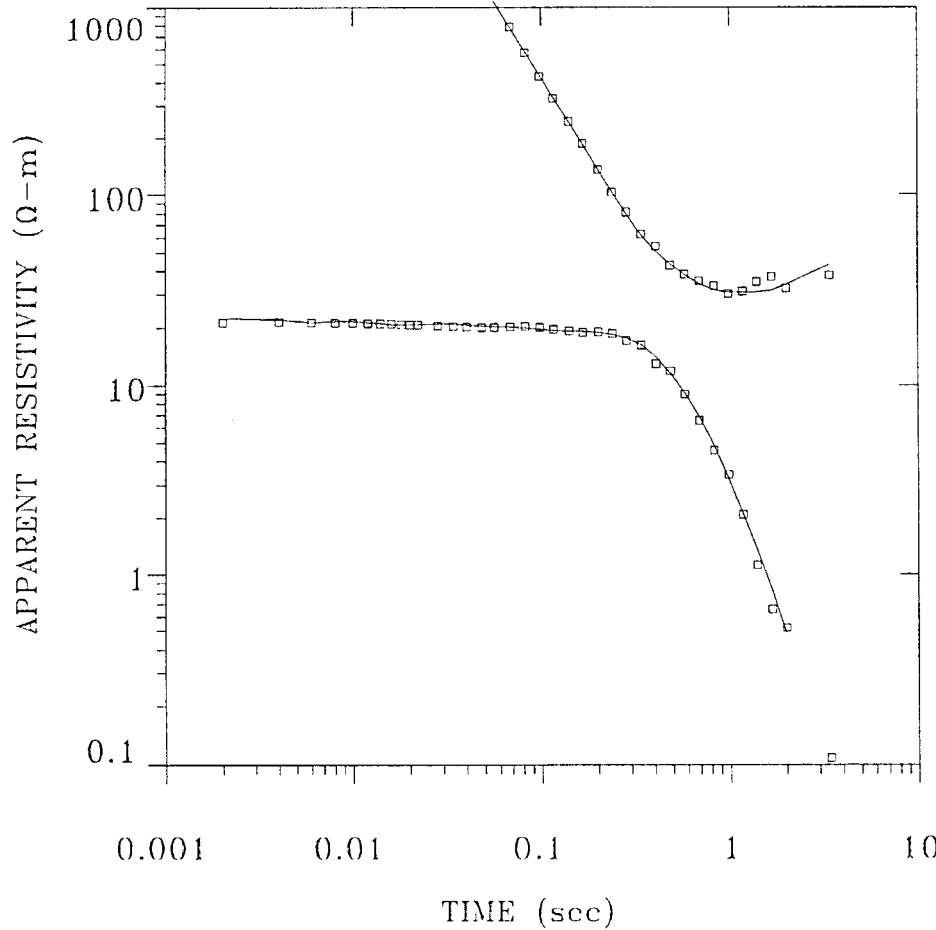
17.6
 Ω -m 802. m

9.28
 Ω -m 913. m

6000
 Ω -m

% ERROR: 7.26
CALIBRATION: 1
OFFSET: 6138 m
SYSTEM: NONE

102B1



MODEL:

51.2
 Ω -m 34.6 m

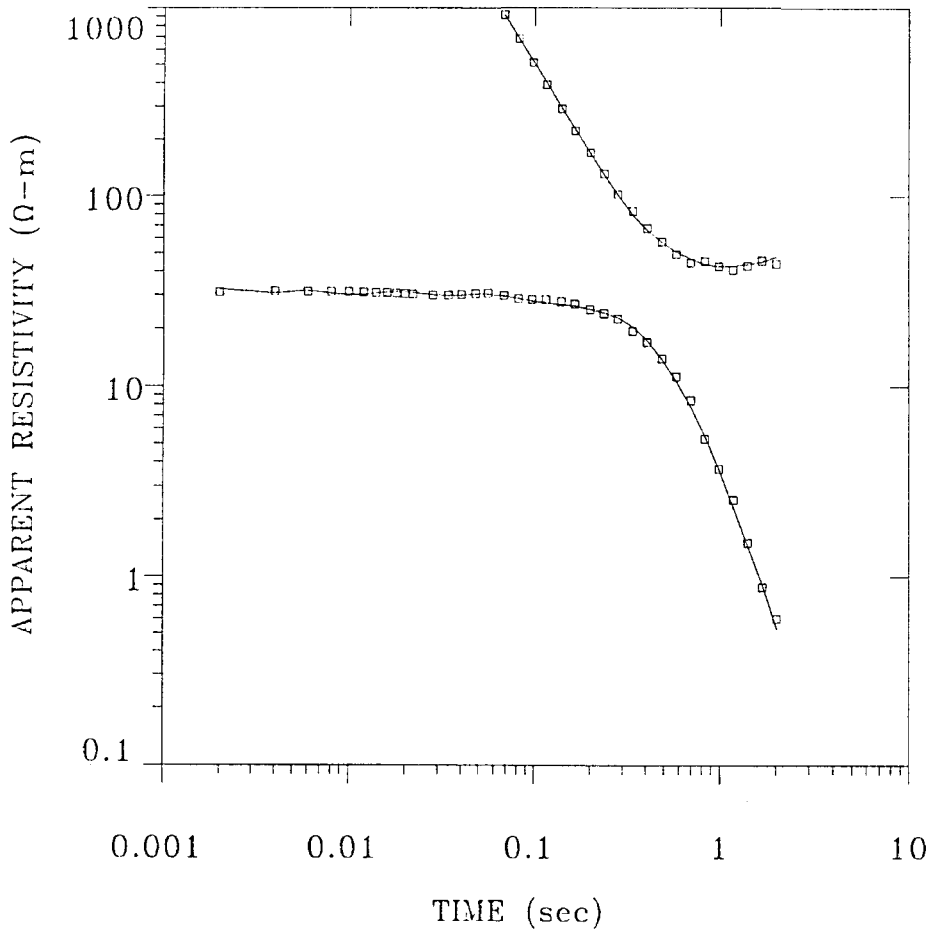
19.6
 Ω -m 1786 m

10.2
 Ω -m 726. m

6000
 Ω -m

% ERROR: 6.86
CALIBRATION: 1
OFFSET: 7983 m
SYSTEM: NONE

103B1



MODEL:

35.4	
Ω -m	44.3 m

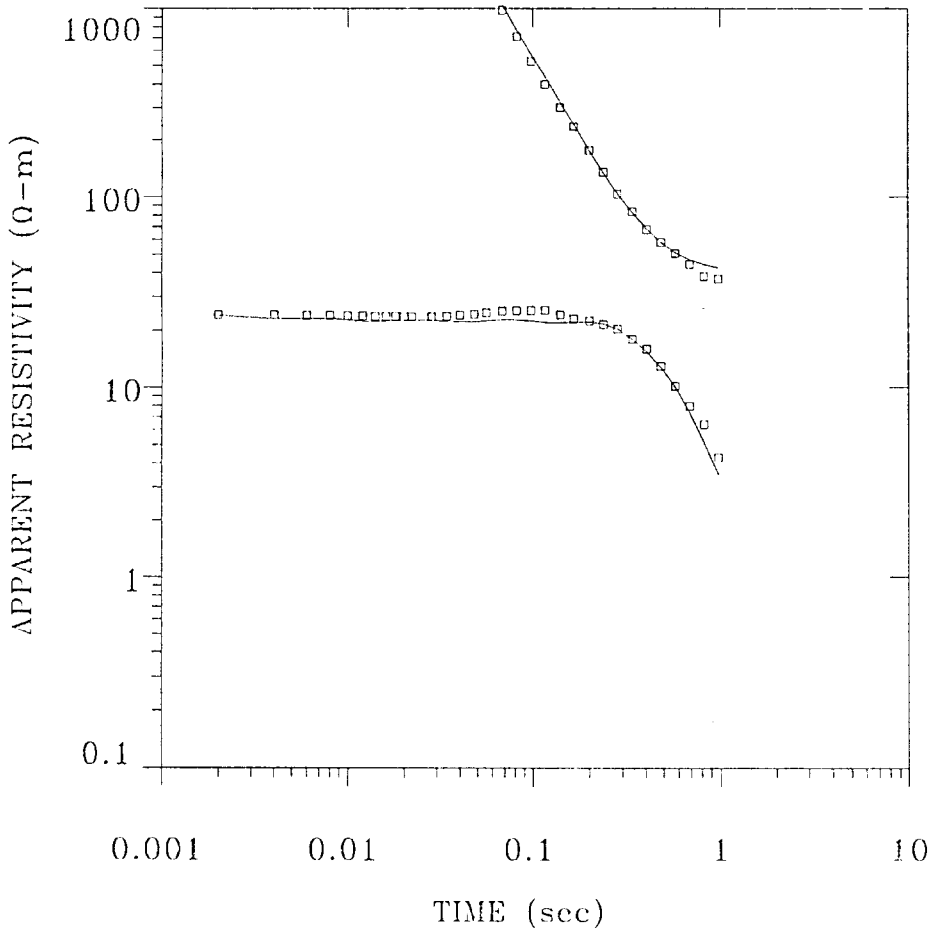
30.1	
Ω -m	1810 m

15.7	
Ω -m	1144 m

6000	
Ω -m	

% ERROR: 3.68
 CALIBRATION: 1
 OFFSET: 9030 m
 SYSTEM: NONE

104B1



MODEL:

46.6	
Ω -m	32.3 m

23.9	
Ω -m	814. m

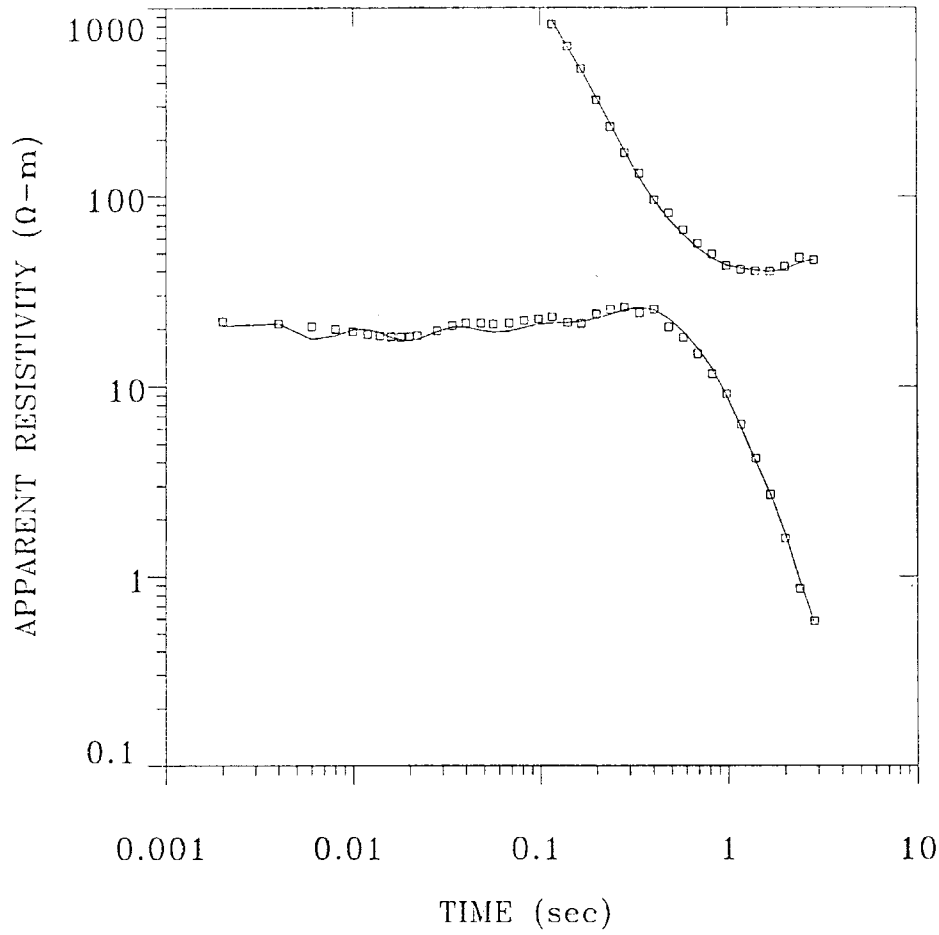
24.8	
Ω -m	2876 m

2490	
Ω -m	

% ERROR: 8.57
 CALIBRATION: 0.900
 OFFSET: 8896 m
 SYSTEM: NONE

105B1

MODEL:



85.7	
Ω-m	86.1 m
14.5	
Ω-m	432. m
25	
Ω-m	3308 m
6000	
Ω-m	
% ERROR: 6.20	
CALIBRATION: 1	
OFFSET: 10840 m	
SYSTEM: NONE	

頁サイズが大きいため原本を参照してください。