

B. f. III

地質調査所報告第146號
宇部海底炭田における地震探鑛
調査ならびに探鑛法の研究

飯田 汲事
栗原 重利

昭和二十七年六月七日

物理探鑛技術協會

地質調査所

昭和27年3月

550.834.001.4 : 553.94 (521.85 : 26.03)

地質調査所報告

所長 三 土 知 芳

宇部海底炭田における地震探鉱調査 ならびに探鉱法の研究

通商産業技官 飯 田 汲 事
同 栗 原 重 利

目 次

要 約	1
I. 緒 言	2
II. 海底炭田における地震探鉱法の研究	3
1. 過去における海底炭田の地震探鉱	3
2. 従来の調査方法(受振器を海底に固定設置する方法)	4
A. 爆発点移動による方法	4
B. 受振器移動による方法	4
3. 浮游移動法	5
4. 海底曳航法	8
5. 探鉱器の研究	9
III. 宇部海底炭田における地震探鉱調査	11
1. 位置および交通	11
2. 海上気象概況	11
3. 地勢および地質	12
4. 地震探鉱各論	14
A. 調査目的	14
B. 測線	14
C. 調査方法	17
(a) 測量	17
(b) 観測および爆発	18
D. 調査結果	18
5. 試錐および坑道掘進による結果と本調査との比較	51
IV. 地震探鉱調査結果の総括	52
1. 地下速度分布と地質層序	52
2. 第1層(第四系)	53
3. 第2層(第三系)	54
4. 第3層および第4層(基盤)	55
5. 主要な構造	55
6. 隆起地帯および沈下地帯	56
7. 断層状構造	56
V. 結語	57
VI. 主な参考文献および資料	58
Résumé (in English)	1
附図 第1図	

図 版 説 明

- | | |
|--|---|
| <p>第 1 図 海底固定設置法</p> <p>第 2 図 a 浮游移動法による受振器配置図</p> <p>第 2 図 b 懸垂装置</p> <p>第 3 図 浮游移動法による記録</p> <p>第 4 図 a 海底曳航法による受振器配置</p> <p>第 4 図 b 木製船形そり</p> <p>第 4 図 c 同上写真</p> <p>第 5 図 海底曳航法による記録</p> <p>第 6 図 a 海中用受振器</p> <p>第 6 図 b 水中音波計および受振器防水ケース断面図</p> <p>第 7 図 増幅器</p> <p>第 8 図 測量作業</p> <p>第 9 図 海上地震探鉱調査 観測船と爆発船(手前)</p> <p>第 10 図 観測作業(受振器配置および撤収)</p> <p>第 11 図 観測</p> <p>第 12 図 爆薬の包装および爆発</p> <p>第 13 図 地震探鉱記録の教例</p> <p>第 14 図 a 第 1 測線 A の走時曲線および地下速度分布</p> <p>第 14 図 b 第 1 測線 B //</p> <p>第 15 図 第 2 測線 A //</p> <p>第 16 図 第 2 測線 B //</p> | <p>第 17 図 第 3 測線 A の走時曲線および地下速度分布</p> <p>第 18 図 第 3 測線 B //</p> <p>第 19 図 第 4 測線 //</p> <p>第 20 図 第 10 測線 //</p> <p>第 21 図 第 5 測線 //</p> <p>第 22 図 第 6 測線 //</p> <p>第 23 図 第 7 測線 //</p> <p>第 24 図 第 8 測線 //</p> <p>第 25 図 第 9 測線 //</p> <p>第 26 図 第 11 測線 //</p> <p>第 27 図 第 12 測線 //</p> <p>第 28 図 第 15 測線 //</p> <p>第 29 図 第 13 測線 //</p> <p>第 30 図 第 14 測線 //</p> <p>第 31 図 第 16 測線 //</p> <p>第 32 図 第 17 測線 //</p> <p>第 33 図 第 18 測線 //</p> <p>第 34 図 第 19 測線 //</p> <p>第 35 図 a, b 第 20 測線 //</p> <p>第 36 図 第 21 測線 //</p> <p>第 37 図 扇形法による構造</p> <p>附図 第 I 図 地震探鉱測線および地下構造等深線図</p> |
|--|---|

宇部海底炭田における地震探鉱調査 ならびに探鉱法の研究

通商産業技官 飯 田 汲 事
同 栗 原 重 利

要 約

宇部炭田海上において、昭和22年(1947年)より昭和25年(1950年)にわたる地震探鉱調査ならびに海底炭田の地震探鉱法の研究によつて得た成果を要約すれば、次の如くである。

1. 調査法として、従来の海底に受振器を設置する海底固定設置法および浮游移動法、海底曳航法等を研究して実施した結果、宇部海底の如く、海深が比較的浅く、海底面が平坦な地域においては、海底曳航法が適していると考えられる。昭和25年の調査においては、この方法により、1日に3~6スプレッドを観測し、従来の方法の約4倍の能率をあげ得た。

2. 浮游移動法は屈折法においては、受振器のみの短少なスプレッドを用いるのが適当であるが、受振器の懸垂および防振装置に特別な研究を要するほか、本法に使用する観測および爆発船は機動力に富むものが必要である。本法による調査は、昭和24年実施したが、その結果は従来の方法の約3倍の能率をあげ得た。なお距離補正用として使用した宇部海中の音波速度は、 $1,472 \pm 1.2$ m/sec と算定された。

3. 本地域の速度層は次の如く分類され、それはまた下記のごとく地質的に解釈される。

第1層	1,300 m/sec~1,800 m/sec	第四系
第2層	2,200 m/sec~3,200 m/sec	第三系
第3層	3,800 m/sec~4,900 m/sec	先第三系(基盤)
第4層	5,000 m/sec~6,500 m/sec	

これらの速度分布の考察により、本炭田下の地下構造特に夾炭層の賦存状態を推定することができた。

4. 本地域の第四系および第三系は各々、90 m~200 m の厚さがあり、基盤までの深度は平均275 mである。

5. 本地域の基盤は陸より沖に向い2~3°にて緩く傾斜している。

6. 第四系は概して第三系と同じ傾向を辿り、第三系の厚い処は厚く、薄い処は薄い形を取っている。また地域的に比較的低速度の地帯がみられる。

7. 本地域の地下構造は附図第1図の如くであり、北より第21測線に沿う隆起した構造、第7測線東側の沈下した構造、第7・第18測線西側の隆起した構造、第12測線南半の沈下した構造、本山半島前面より南に突出した隆起構造、第14測線南半の沈下した構造等があり、これら隆起と沈下とが交互に繰り返えされ、全体的に褶曲した構造がみられる。

8. 津布田断層は、第4測線および第9測線の北側を中心とし、約1000 m の幅を以つて東西に走っている。しかしその断層の傾向は、第12測線以東において特に強いことが認められる。

津布田断層の東端は第5測線より更に第17測線に至つて幾分微弱となるものゝようである。

9. 本地域は、全般的にみて中央部が沈下し、西部・東部・東南部の3方向が上昇している盆地状の構造をなしている。

東南部の上昇した構造の外側には、更に沈下した構造が予想される。

10. 第18・第7測線附近より第8測線北端に続く隆起構造は、最上部は200 mの深度を示し、調査地域中においては比較的大きな隆起を示している。

11. 本山半島前面には、そこより南方に突出する隆起構造が見受けられる。この隆起の西側の地下構造は、他の部分の地下構造と異なり、この隆起と並行した略々南北方向の構造線を作っている。

12. 第7・第18測線東側の低速地帯は、本地域において、最大の沈下地帯である。しかしこの沈下地帯は、宇部岬断層・中央断層・竜王山断層・津布田断層等の延長に当つているような形を示しているの、この地域はこれらの断層の交叉によつて生じた破碎帯と考えられる。

13. 第12測線南半と第14測線南半の附近には、比較的大なる沈下地帯が認められる。この両地帯およびその間の地域は、第7・第18測線附近に比し、地下構造は比較的平穩であると想像される。

14. 実際に第2層が存在していても走時曲線において、第2層の速度が明瞭に表われる地域と、そうでない地域とがある。これは各層の厚さ・速度の比等の関係から説明される。

15. 本調査の結果は、従来の若干の試錐および調査後の試錐の結果と、大体よく一致している。これらは第3表に示してある。なお、坑道掘進によつても、本調査の結果が多く確認されている。

I. 緒 言

わが國の海底炭田における地震探鉱は、昭和13年(1938年)から初められ、それ以来逐次發展し、幾多の著しい成果が發表され、現在に至つている。わが國の炭田は海底に延びているものが多い關係上、海底の調査は炭田の開発計画樹立の必要性から重要となり、従来から地震探鉱が専ら活用されている。

海上の地震探査は陸上のに比較すると、海上の特殊性から来る各種の困難性はあるが、その立地的條件に應じて種々の調査方法が研究され、實地に應用されてきた。殊に近年においては、調査の精度ならびに能率の向上的見地から、新しい調査法として浮游移動法や海底曳航法などの研究を行い、實地に應用して著しい成果をあげ得た。本文においては、これら筆者等が行つた最近の研究を示すと共に、宇部海底において、實際にこれらを應用して調査した結果について述べたいと思う。

宇部海底炭田における地震探鉱調査は、昭和22年(1947年)より現在まで繼續して毎年実施してきた。調査測線の總計は24、測線の延長は昭和22年において5,130 m、昭和23年において32,650 m、昭和24年において27,050 m、昭和25年において46,930 mであり、その總計は実に111,760 mに及んでいる。調査期間は

昭和 22 年 10 月下旬より 12 月下旬にわたる約 2 箇月
 昭和 23 年 4 月上旬より 8 月上旬にわたる約 4 箇月
 昭和 24 年 6 月下旬より 9 月上旬にわたる約 2.5 箇月
 昭和 25 年 7 月下旬より 9 月中旬にわたる約 2 箇月
 で延月数約 11 箇月である。

本調査に従事した所員およびその主要任務分担は次の通りである。

昭和 22 年 飯田波事, 白土忠, 市川金徳, 鈴木実, 小川健三(以上観測及び爆発), 宇部興産株式会社沖山炭鉱々業所 河野市之進, 松下護, 藤井康義(以上測量)

昭和 23 年 白土忠, 広沢経夫, 市川金徳, 鈴木実, 小川健三(以上観測および爆発), 橋本與太郎, 相原輝雄, 須藤良雄, 佐々木雅一(以上測量), 飯田波事(調査結果解析)

昭和 24 年 栗原重利, 市川金徳, 鈴木実, 田中章介, 細野武雄(以上観測および爆発), 磯巳代治, 石橋嘉一, 佐々木次男, 桂島茂(以上測量)

昭和 25 年 栗原重利, 小尾中丸, 蜷川親治, 市川金徳, 氏家明, 古谷重政(以上観測および爆発), 磯巳代治, 桑原久夫, 田村喜志(以上測量)

調査実施に当つては、長年にわたつた関係上各方面の援助に負う所多く、当時の山田宇部石炭局長、永松生産部長ほか局の各位、当時の西田宇部市長ならびに宇部興産株式会社依田社長、同当時の技術顧問山根新次、同沖ノ山炭鉱々業所前所長笠原四男藏、現前出所長、同前鉱務部長現生産部長岩沢栄、同現測量課長河野市之進、同干拓事務所浜野所長等の諸氏のほか炭鉱各位より、直接海上作業に熱誠なる多大の御後援を賜つた。これらの各位に対し深甚なる謝意を表する次第である。また探鉱法に関する研究の一部は文部省よりの科学試験研究費の援助によるものであり、こゝに記して謝意を表する。

なお本調査の一部は宇部興産株式会社の申請により行われたが、今回資料の公表を許された同社に対し感謝の意を表する次第である。

II. 海底炭田における地震探鉱法の研究

1. 過去における海底炭田の地震探鉱

過去において行われたわが國海上地震探鉱調査地域は、現在までに 13 箇所となるが、その地名および調査方法等を一括して表示すれば、第 1 表ようになる。

この表に示すように、調査地の大半は九州の北部海底および宇部沖海底であり、その他は九州西部海底となつている。いずれも細部の調査方法は異なるとしても、屈折法によつており、基盤とその上位にある第三紀夾炭層、第四紀層等の地層区分が行われ、炭田構造が究明されている。

宇部炭田においては 1934 年東見初炭鉱沖合において、物理地下探査法研究会²⁾により初め

第 1 表 わが國海底炭田地震探鉦調査地 (1938—1950 年)

No.	炭田名	調査地	調査方法	調査年	担当機関
1	三池炭田	福岡縣有明海底	受振点固定 爆発点移動法	1938	物理地下探査法研究会
2	宇部炭田	山口縣宇部沖海底	〃	1939	〃
3	高島炭田	長崎縣西彼杵郡野母海底	〃	1940	地質工学会
4	福岡炭田	福岡縣糟屋郡西戸崎海底	爆発点固定 受振点移動法 沈下設置法	1942	地質調査所
5	三池炭田	福岡縣大牟田沖海底	〃	1947	〃
6	小倉炭田	福岡縣小倉沖海底	〃	〃	〃
7	宇部炭田	山口縣宇部沖海底	〃	〃	〃
8	小倉炭田	福岡縣小倉沖海底	〃	1948	〃
9	宇部炭田	山口縣宇部沖海底	〃	〃	〃
10	筑豊炭田	福岡縣芦屋沖海底	〃	〃	〃
11	崎戸炭田	長崎縣崎戸西南方海底	〃	1949	〃
12	宇部炭田	山口縣宇部沖海底	浮游移動法	〃	〃
13	宇部炭田	〃	海底曳航法	1950	〃

て地震探鉦が行われたが、その後 1947 年より 1950 年まで継続して行われている^{(3),(4),(5)}。なお今後も行われる予定である。

2. 従来の調査方法 (受振器を海底に固定設置する方法)

A. 爆発点移動による方法

初期においては 1~2 箇程度の少数の微動計が用いられ、これらが選定された測線上の端または中間の固定点に設置された。これらは移動されることなく、爆発点のみが異動されて、観測が実施されるという方法が採用された。微動計の設置は陸上または海底に行われたが、海中の場合は微動計の振子部分を水中に沈め、地動を電流の変化に変え、耐水コードを以つて、これを増幅器を通じて記録装置に導き、観測を行う方法であつた。爆発は測定線上 200 m 程度の間隔に、海底にダイナマイトを沈下して行い、これが操作に当る爆発船と微動観測点との連絡は無線により、また爆発点の位置決定は、陸上 2 点におけるトランシット測量によつて行われた。

B. 受振器移動による方法

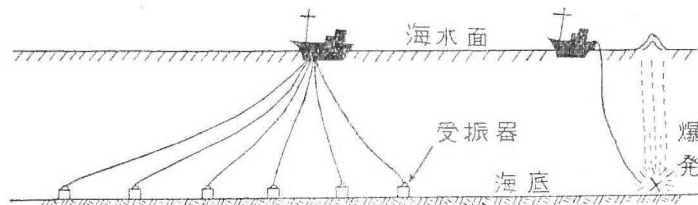
1942 年頃からは数箇以上の多数の受振器を採用し、爆発を固定した位置において行い、展開した一連の受振器群 (スプレッド) を移動して観測するようになった。

浅海上においては、まず爆発点および受振点の設定を行うが、この設定には、陸上三角点を基準として選定した数箇所の地点よりトランシットにより望見して、一端の爆発点および測線上の数箇の基点を設定し、次にこの爆発点を基準として、基点の方向を見通しつゝ、測点間隔を実測して、測点を設置した。これらの位置には、一端に重錘をつけた竹桿を海底に沈下し、

一部海上に出して目印とした。標準海水面は干潮時の最低水位を零として、各測点爆発点の標高を算出し、爆発点より受振点に至る距離は、測量結果を基として計算により求めた。

爆発作業は船舶を使用し、観測船と無線連絡をとりつゝ装薬し、これを爆発点において海底に沈下して爆発を行つた。火薬の爆発により発生する地動を、地震計により観測船内にて観測を行つたが、地震計の振子部分である受振器は、耐水性容器に装入し、測点において海底に沈め、これよりコードを通じて観測線内の増幅器および記録器に連絡し、一回の爆発により展開した一連の受振器群 6~8 点の地動を同時に記録し、左右隣接せる数箇の爆発点よりの地動をも同時に観測して、往復測定を行つた。

以上のようにして受振器も火薬も海底に沈下設置する方式を採用し(第1図)、陸上と全く同様な方法によつて調査が行われた。探鉱器は、主として陸上のものが用いられたが、海底沈下受振器の耐水性のみが考慮されており、また陸上と異り、観測と爆発との連絡および爆発時刻



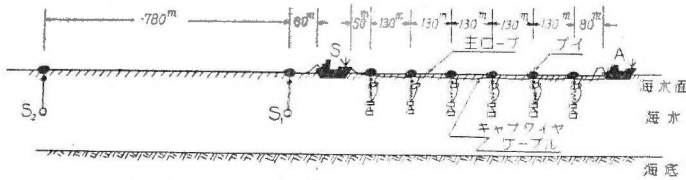
第1図 受振器を海底に固定設置する方法
Setting the detectors on the sea floor.

の導入は、短波無線送受信器を用いて行われた。

3. 浮游移動法

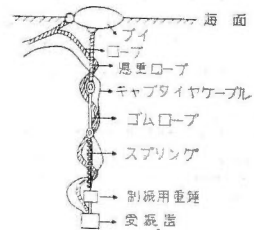
従来の海底地震探査は前述のように海底に測点および爆発点を設定し、これに受振器および爆発を配置して、陸上と同様の方法にて観測する方法であるが、この方法は、観測点および爆発点の設定に困難を伴うこと、測点および爆発点を海上に固定しておくことに苦心を要すること、受振器および爆発を配置する際、海流に流されることが多いこと等のため、その精度能率は、陸上調査の場合の数分の一に減じている現状にてらし、受振器を浮游曳航しつゝ爆発を行つて測定する方法を採用し、これを浮游移動法となすけた。この方法は⁶⁷⁾、既に米國メキシコ湾またはカリフォルニア沿岸における油田の探査や、大西洋岸における陸棚の調査に用いられているが、多くは反射法による調査が主体であり、一連の受振器群の設置の長さが短いものである。わが國においては、屈折法を主体としている関係上、如何にしてこれに適する方法を見出すかを考究するため、初めての試みとして、最初崎戸炭田において試験し、続いて宇部炭田において考究した。崎戸炭田海底におけるものは、充分の結論を見ずして予定を変更し、宇部炭田海底にての試験に主力を注いだのである。

採用した浮游移動装置の大略は、第2図 a に示した通りである。観測船は 25 馬力、約 40 噸、曳航時の速度は毎秒 1 m、爆発船は 15 馬力、15 噸である。ブイは金魚型のをを用い、30 kg より 120 kg の浮力をもつもの数種を用いたが、観測船に近い程、キャプタイヤーが多くなるため、大きなブイを用いた。なお受振器との中間にも小さなブイを附けた。主ロープは、直径 0.5 インチ、ダイナマイト曳航用ロープおよび懸垂ロープは、直径 $\frac{1}{3}$ インチで、いずれもマニラロープを用い、主ロープを 780 m、懸垂ロープを 20 m とした。第2図 b に示す如く懸



第2図 a 浮游移動法による受振器配置図
A 観測船 S 爆発船

Schematic diagram of floating the detector spread at the sea surface. A: Observation boat. S: Shooting boat. S₁, S₂: Explosive.



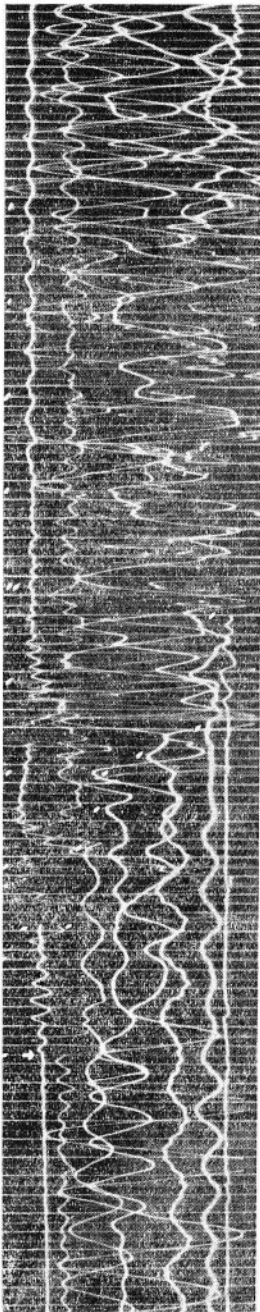
第2図 b 懸垂装置
Arrangement of sus-
pending a detector.

垂装置にはロープ・ゴムテープ・スプリング・耐水圧ケース・調節用重錘を用い、長さを 12 m としたが、装置が長い程、海上よりの妨害波を防ぐ率が大である。ゴムロープは、細ゴムを撚り合せたもので、20~30 kg の重量に対して弾性を失わないように長さ 1 m とし、スプリングは長さ 50 cm の自動車用防震スプリングを用い、縦および横振動を防ぐようにした。制振用重錘は空中の重量 10 kg 程度で、海上の波の縦および横の振動を制振するようにした。

爆発は海面より約 1.5 cm の所に沈下してこれを爆発させた。

以上の装置は、第2図のごとく 1,500 m 以上にもおよぶ長大なものであるが、これを宇部海底 10 km の沖合で東西に流して試験した。すなわち、まず観測船にて一連の受振器群を曳航して測線上に至り、次に毎秒 1 m の速度で測線上を往復移動し、この間において爆発係と観測係とは、互いに無線にて連絡して数分おきに爆発して観測を行い、測量係は観測船において、この爆発点および一連の受振器の位置を測定した。試験当時は周防灘としても相当に波が高く、作業が困難であつたが、海上の波浪による震動は低周期のものゝほかはほとんど除去し得た。第3図にこの記録を示したが、本記録は初動到達前にも波浪による雑音、水中を移動するための雑振動、海流による妨害波等が混入しているが、これらのうちにも、屈折初動は比較的明瞭に認められ、一應初期の目的が達せられた。しかし本作業は一連の浮游装置の展開の長さは長大におよび、かつ海流の速度が甚だしく、また観測船の馬力が少なく、機動性がない点等に難点があることが判明したので、これらの欠点を除く方法を研究した。すなわち、前記の浮游装置の展開を爆発船のところにて切りはなし、作業順序を次のようにした。

(a) 観測点で展開せる一連の受振器群を曳航して予定の位置に入れる。



第 3 図 浮游移動法による記録
 爆薬量 2.25 kg 受振距離 130 m ~ 780 m 海深約 20 m No. 1・No. 8 は音波記録 刻時 $1/100$ 秒毎
 Seismic record obtained by the method of floating the detector spread at the sea surface. Charge (dynamite)
 2.25 kg, Shooting distances 130 m ~ 780 m. Sea depth about 20 m, No. 1 and No. 8; Sound wave records.

- (b) 受振器をパイからはずして海底に沈める。
- (c) 爆発係が観測係と無線で連絡しながら、定められた爆発点で爆発を行う。
- (d) 観測係がそれと同時に観測し記録をとる。
- (e) 再び受振器をパイに取り付け、それを観測船で曳航して次の位置に移る。

以上のように、浮游移動法を多少変形した方法を用いるに至ったが、1日に3~4の異つた展開受振器群に対して、各爆発点よりの地動観測を行い得、従来の方法に比して、少なくとも2.5倍以上の能率を確保することができた。また水中音波により受振距離を補正し得て、調査精度を十分あげることができた。得られた走時曲線は、後に第23, 24図等に示したが、これらから明らかなごとく、地下構造もかなりの精度で求められた。

今回の研究によつて明らかにし得た諸点をあげれば、次の通りになる。

(1) 浅海においては、浮游移動法と従来の方法とを組合せたような前記の方法でも、最大従来の数倍の能率を出しうる。

(2) 屈折法では、爆発距離が大であることが必要な関係上、浮游移動装置曳航の長さも大となり、従つて潮流の少いところにおいては、爆発点までの曳航は可能であるが、海流の大きい所では、爆発点をも一緒に曳航移動することは、操作的に困難性があり、一連の受振器群のみの浮游移動法は適當である。この際の爆発点には海上に別に固定して選んだ点を用いる方がよい。この固定点の測量は、深海の場合にはまた特別な考慮が必要である。

(3) 深海の場合には、浮游装置は受振器部分のみと

し、それを潮流の方向に流したまゝ作業する、扇形方式の探査法が適當と考えられる。

(4) 波浪・海流等による妨害は、図示した懸垂装置により大部分を除去しうるが、なおスプリング制振用重錘等の防震装置には多くの研究を必要とし、受振器を包含する耐水压ケースは、水雷型制振用の鰭をもつものが最もよいと考えられる。

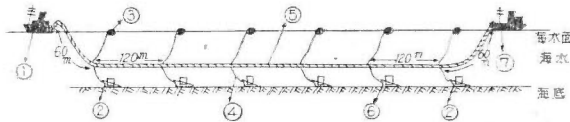
(5) 受振器は 50 サイクル近くに特に鋭敏であつて、ロープを傳つてくる横振動には安定しているものがよい。

(6) ブイは容積 30~100 リットルの金魚型のものが便利である。

(7) 観測船は 50 馬力、爆発船は 30 馬力以上とし、機動性のあるものが望ましい。

4. 海底曳航法

浮游移動法における潮流の影響および記録に妨害波の導入等をさけるため、海底曳航法を考究した。海底曳航法は、浮游移動法における一連の受振器を海底に沈め、これを曳航しながら爆発による地動を観測する方法である。この方法は、第 4 図 a に示したごとく、木製船形そり

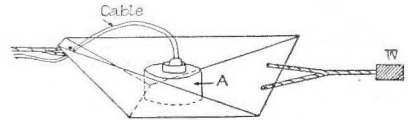


第 4 図 a 海底曳航法による受振器配置

- (1) 曳航用ボート (2) 木製船形そり(受振器水中音波計收容)
- (3) 金魚形ブイ (4)~(5) ケーブル・マニラロープ (6) 木製船形そり(受振器のみ收容) (7) 観測船

Schematic diagram of dragging the sled-mounted detector spread along the sea bottom.

- (1) Dragging boat. (2) Wooden sled with pick-up and sound wave detector. (3) Fish-type bouy. (4), (5) Cables, manila rope (6) Wooden sled with pick-up alone (7) Observation boat.



第 4 図 b 木製船形そり

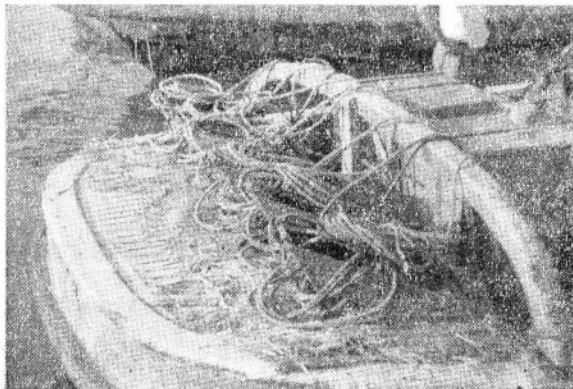
A 受振器ケース W 重錘 8 kg

Wooden sled with the detector.

A: Water-tight pick-up case

W: Weight 8 kg.

りの装置に受振器および水中音波計を包蔵した耐水圧ケースを固定し、これを直径 $\frac{1}{8}$ インチ長さ 12 m のマニラロープにより主マニラロープ(直径 1.2 インチ)に連絡した。木製船形そりの装置には、重錘 8 kg を附加して海底よりの浮上を防ぎ、また海中に投入の際の転倒沈下を防止するため、種々の寸法により試験した結果、第 4 図 b に示すような船形の底面積を 50 cm × 40 cm 程度のものとした。各船形容器連結点より、ロープにより金魚型ブイを附加した。



第 4 図 c 木製船形そり写真
Photograph of wooden sleds.

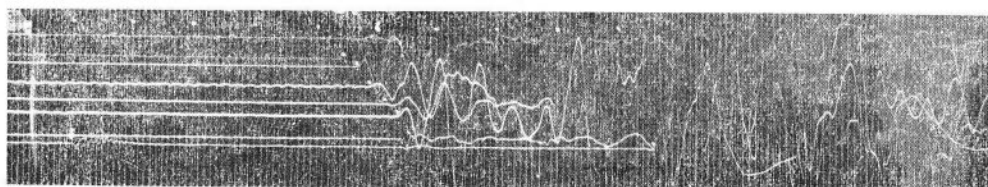
各容器間隔は 120 m、最初および最後の容器と船舶との距離を、それぞれ 60 m とした。

曳航用ボートは、50 馬力 25 t、観測線は 25 馬力、40 t である。作業は第 4 図のごとく、曳航用ボートを先頭に、後尾に連絡船をおいて移動し、一連の展開受振器群が所定の位置にきたとき、両方の船を固定して各爆発点より爆発し、その爆発の都度、測量班は曳

航船と観測船の位置を六分儀にて測定した。作業終了後は、展開受振器群を捲き上げるが、これに要する時間は、人力にて30分程度であるので、動力を用いればさらに能率的となる。

実験を行つた海底は、深さ10 m~20 m で砂または粘土よりなり、比較的平坦な海底であるため、この方式が最適のようである。この方法により1日に15~25回の爆発を行い、3~6の異つた一連の展開受振器群に対し、各爆発点よりの地動を全部観測することができた。これを従来の受振器を、その都度配置し直して観測する方法の約4倍の能率をあげ得た。

以上のべた本方法は、海流の影響を最少限に止め、その海底の条件を最大限に利用することにおいて、最良の探査法であると考えられる。この方法を採用して、扇形法を行つた結果の記録の一例は第5図に示し、また観測した走時曲線と地下構造との関係は第26図以下に示して



第5図 海底曳航法による記録

爆薬量 3.4 kg 受振距離 17 m~1330 m 水深 15 m No. 1 No. 8 は音波記録 刻時 1/100

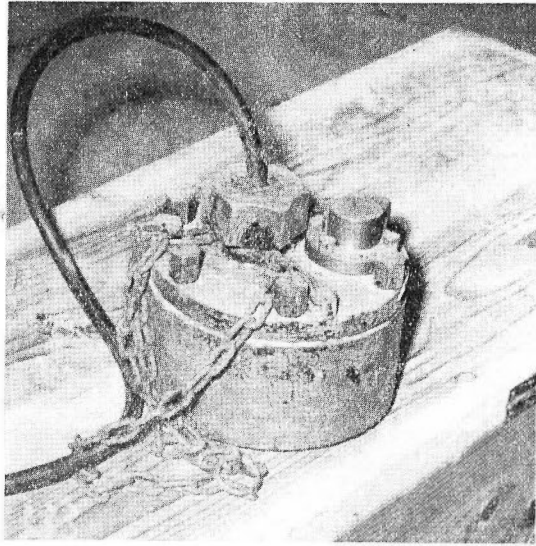
Seismic record obtained by the method of dragging the sled-mounted detector spread.

ある。本方法により、かなり高い精度において、第四紀層、第三紀層および基盤等の各地層が求められ、炭田の構造が究明された。

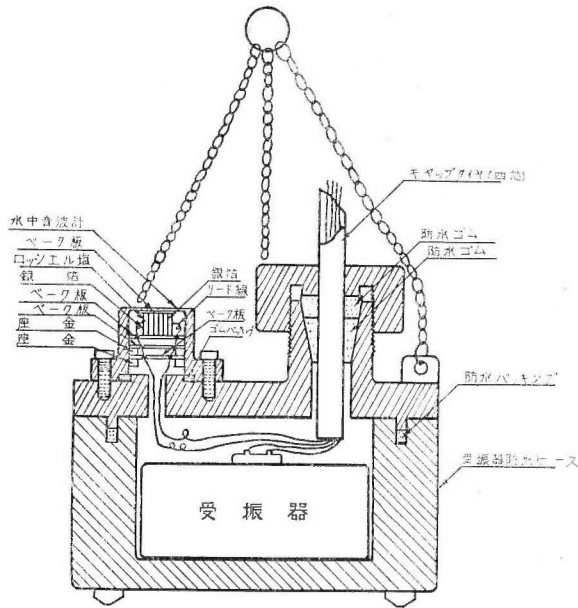
5. 探 鋳 器 の 改 良

探鋳用地震計については、年々種々の改良を加えてきているが特に海中用受振器・受振距離補正用装置・海上用増幅器・記録器、無線器等につき考究した。海上においては、測定計器は海水・汐風等の影響により故障を生じることが多いので、特別に考慮した。受振器としては動電型・動コイル型・圧電子型等種々考究したが、まず周期0.1秒、磁気制振、電磁動電型を用いこれを約10気圧に堪えうる深海用耐水性ケースにおさめ、またこのケース内には受振距離補正用の水中音波測定器をとりつけ、音波をも地動と同時に直接記録させるようにした。従つて4心のコードを用いた。水中音波計には研究の結果ロッシェル塩圧電子式のものを採用した。(第6図a, 第6図b)

増幅器は、その内部配線においては従来のものに多少の変更を加えた程度で、すなわち始め真空管1A4を2箇、UX30を1箇使用した3段増幅を、6D6, 6D6, UY76の3段増幅に改め、さらに1950年には真空管6SJ7を2箇および6C5箇を用いた3段増幅とした。部品の材料を、特に吟味して故障を起し易いものを極力さけて、できるだけブロック式とし、各成分毎に密閉し、各部の接続箇所はクロムメッキを施し、また極力可動部分をさけて接触の完璧を期し、ノイズやリーケージの軽減をはかつた。なお船の振動による悪影響を避けるため



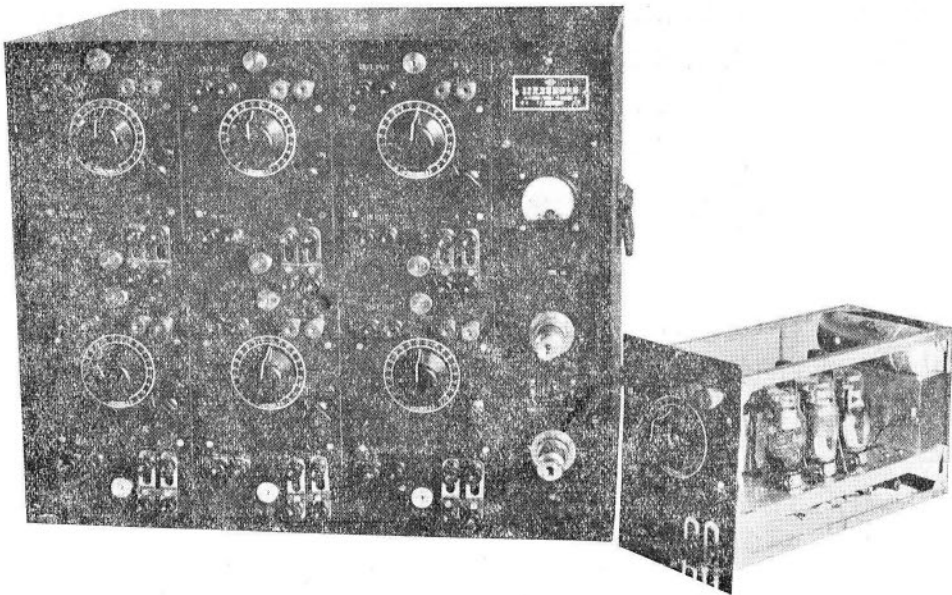
第6図 a 海中用受振器(水中音波計附)
Water-tight container to hold the detector.



第6図 b 受振器防水ケースおよび水中音波計断面図
Section diagram of sound wave detector and
water-tight pick-up case.

に、防震装置をも施した。(第7図)

記録装置や無線器等も、海上の調査に合致するよう特に吟味して改良を行つた。記録器には14成分の振動子を備えたものをも作り、プロマイドを使用したことはあるが、多くは8成分の振動子を備えたオッシログラフと、フィルム記録のカメラを用いた。



第 7 図 増 幅 器
One set of amplifier.

III. 宇部海底炭田における地震探鉱調査

1. 位置および交通

調査地域は、山口縣宇部市の西南約 6km~14 km の沖合にあり、本山半島南方より宇部岬南方に亘る周防灘海面下の帯狀の地域で、現在の宇部海底炭田の探掘地域に続く、東西約 15 km 南北約 12 km の範囲にあり、その面積は約 200 km² である。(附図第 1 図参照)

調査地域は、宇部港より約 30 分または約 1 時間半の航程にあり、瀬戸内海航路の通路に当たっている関係上、汽船・貨物船等の船舶の運航多く、また宇部港灣には魚船の通行が多い。

本海域の陸上における中心地は、宇部港である。宇部港は海陸共に運輸上の要衝に当り、陸路においては宇部線及び小野田線と連絡し、また海路においては、内海航路を経て大阪商船、尾崎汽船等の各港と連絡している。港内には 2,000 t 級の船舶も碇泊し、宇部・小野田にて産出する石炭・工業製品等は、多く本港を通じて搬出される。また宇部港より出る宇部線および小野田線は、それぞれ小郡町および小野田市に至り、山陽線と接続する。

2. 海上気象概況

海上調査に適した気象条件は、4 月より 9 月に至る期間であるが、そのうち最も海上の平穩な時期は、5 月より 8 月までの間である。

季節風としては、春より夏にかけて西または西北西の風が卓越するようであるが、秋より冬にかけては東または北東の風が強い。殊に冬期の海上は寒冷風が吹きすさみ、波浪高く、海上調査はほとんど不可能である。なお一般に、当地域の海上では、1日中において午前中は比較的風波共に少なく、平穏であるが、午後からは波浪が高くなることが多く、海上作業に困難を及ぼすことが少なくない状態である。

本地域の海底は、深さ数mより20mにおよび、海岸寄りに浅くなり、東南方に深くなっているが、概して平坦な海底である。しかし干満の差は3m内外であり、潮流は干潮時および満潮時において比較的速く、その流速は1ノット以上にも達するが、一般に毎分20m内外の速度にて、東または西に流れ、作業にはやゝ困難を伴わしている。

3. 地勢および地質

調査地域は、宇部沖周防灘に属する遠浅の海域であり、その水深は数mより約20mにおよび、北部より南部に移るにつれて海深もやや増大している。

調査地域の北部には、本山半島がある。これは中国山系の最南部に位置し、海拔高距は数m内外であるが、その最高峯龍王山は高距136mであり、地勢は概して緩慢である。北部山地より南流して、宇部市の東部平野を形成している厚東川は、調査地北辺の海域宇部港灣に注ぐので、この附近の海深は特に浅い。

本地域は、全部海面下に属するので、直接その地質を知ることができないが、海域下における試錐および北辺陸地の地質調査の結果⁶⁾⁻¹⁴⁾より、これを推察することができる。すなわち、本炭田の海底の地質は、下部より、先第三系・第三系・第四系となり、先第三系は本炭田の夾炭層の基盤をなし、その岩石類は古生代に属する各種千枚岩、片岩類と、これに侵入せる蛇紋岩およびこれより後に侵入せる花崗岩等よりなり、その分布は比較的広範囲にわたって存在し、地殻変動・浸蝕作用の影響によつて、その変動もかなりのものと考えられている。

夾炭層は、基盤の上に不整合に成層した第三紀層に属し、上部始新統の成生¹⁵⁾⁻¹⁷⁾と推定されており、砂岩・頁岩および炭層等の互層より成つている。

第三紀層は上部と下部とに分れ、そのうち下部層には砂岩・頁岩の外礫岩が多く、稼行に耐える石炭層はあまり存在しないが、上部層は砂岩および炭層等の互層よりなり、本炭田の主要な部分をしめている。主なる炭層は、上部より一重石(厚さ0.7m)、二重石(厚さ0.3mのもの2枚、中に厚さ不定の頁岩を含む)、大派(厚さ1.7m)、五段(厚さ1.4m)、袴腰(厚さ0.7m以下)、3尺(厚さ約1m)、等の6層であるが、3尺層のほかは、すべて上部夾炭層に含まれている。これらの炭層のうち、大派層と五段層は層厚最も厚く、特に五段層は炭質も比較的良好であり、宇部全域においては重要な炭層をなしている。炭層の走向は大略東西で、その露頭は丘陵地にあるが、傾斜角約3度の緩勾配で平野より海底に入つている。海底下190m内外または基盤上60~100mの地点にこの地域の主要炭層の五段の存在が知られている。

夾炭層の上部には、一般に不整合に第四紀層が存在し、海泥・粘土・砂礫等よりなっており、海域においては、深部方面に進むにつれて厚いとされているが、第三紀層との区別が明瞭でないところが多く、従つてその厚さも一定せず、不明に属するものが多い。また厚東川礫岩層と称する礫岩層が、厚東川流域に存在するものごとくで、夾炭層の下部にてこれと整合関係にあるものと考えられている。

本炭田の構造は、大小多数の断層と、これら断層間にできた規模の小さい褶曲構造とによつて成立つている。断層は大体北北東—南南西断層群と、西北西—東南東断層群との2群に分類するが、前者は最も落差の大きい諸断層を包含し、おおむね逆断層であり、後者は概して落差が小さく、そのほとんどすべてが正断層に属している。これらには、一つとして洪積層に通つているものはなく、またどれも浅い基盤に向つて落差が次第に減じており、おそらく基盤を切断しているものは極めて稀であると考えられている。

また本炭田には、徳永博士呼称の津布田本山岬線なる旧構造線があり、その位置形体は不明であるが、その成生時代は第三紀堆積前とされている。ところが、宇部炭田地域において第三紀層に属する本山炭鉱・沖の山炭鉱および東見初炭鉱等には、いずれもある地点において断層帯にぶつかり、それらを結んだ方向は、前紀構造線と大体一致しているので、これを一般に津布田断層帯といつている。しかし、それらが同一であるかどうかは不明であるが、この断層はほぼ北西方向より東西方向に延びており、本炭田を海岸寄り地域と沖地域とに分離しているようである。目下稼行地域は、主としてこの断層帯の北部にあつて、旧海岸線よりは2~8 kmの沖合にあり、しかも海底下70~250 mの範囲であるが、未開発地域として残るものはあまりないので、沖地域の開発が目前に迫つている。したがつて、今後の開発計画をたてるには、これら断層の究明が重要な問題であると考えられる。

調査地域下における試錐は十数箇所に行われているが、その結果は次の表に示す通りである

試錐番号 No.	第四紀層の 厚さ(m)	主要炭層五段下段 までの深度(m)	試錐番号 No.	第四紀層の 厚さ(m)	主要炭層五段下段 までの深度(m)
1	110	148	64	21	42
4	86	116	73	20	51
5	85	188	84	20	53
8	151	199	96	192	中止
9	112	中止	98	11	67(基盤)
10	127	163	100	145	178
12	128	183	102	216	261(石炭)
13	145	205	110	139	151
14	98	210	132	115	173(3尺層)
17	145		151	101	186(3尺層)
20	113	152(1.3尺炭)	170	158	
22	132	184	169	58	90(3尺層)
23	137	181			(試錐柱状図による)

なお本炭田の石炭は、不粘結性で特に反応性強く、かつ揮発分多く、発熱量は大派層の3,800 カロリーを除くほとんどすべてが5,500 カロリー程度で、家庭用・塩田用・工業用炭として利用され、上級炭は現在主として硫安製造用に、下級炭は発電所用に使用されている。

4. 地震探鉱各論

A. 調査目的 本炭田の開発計画をたてるには、本地域における地質調査を、充分行う必要のあることは云うまでもないが、前述のように、本地域は沖合海底下にあるため、地質露頭は全く乏しく、若干の試錐結果があるのみであるから、全般を推察することができない状態にある。したがって今後の開発計画に、本地域における水平的な岩相の変化・夾炭層の分布等に関して、知識を得ることが必要であり、さらに現在坑道の掘進により、遭遇した所謂津布田断層またはその他の断層の状況に関し、知識を得ることも重要となつてきた。

幸にして本地域における基盤岩層は、その上位に成層している第三紀層とは弾性的に著しく異り、両者間の速度差より境界面を追跡することが可能であり、水平的な岩相変化に関する知識を得ることができる。

また本炭層は古生層を基盤として生層した第三紀層で、炭層は所により多少高低はあるも、大体基盤上 60~100 m の位置にあるとされている関係上、基盤の状況を推定することを得れば、夾炭層の分布状況をも明らかにしうると考えられる。本調査の目的は以上述べた断層の状況と基盤の起伏状態とを考究して、地下構造を明らかにし、海底炭田の開発に対する資料を得ようとするにある。

B. 測線 本調査に設定した測線は、第 1 測線より第 21 測線に至る合計 21 測線であるが、このほか、扇形法の調査による若干数の受振器展開がある。調査年度と測線名との関係は、第 2 表の通りである。

第 2 表 年度別調査測線名

昭和 22 年	昭和 23 年	昭和 24 年	昭和 25 年
第 1 測線 A	第 2 測線 B	第 5 測線	第 13 測線
第 2 測線 A	第 3 測線 A	第 6 測線	第 14 測線
	第 3 測線 B	第 7 測線	第 16 測線
	第 4 測線	第 8 測線	第 17 測線
	第 10 測線	第 9 測線	第 18 測線
	第 1 測線 B	第 11 測線	第 19 測線
		第 12 測線	第 20 測線
		第 15 測線	第 21 測線

測線の位置は(附图第 1 図)に示したが、その概要および延長、測点数、爆発点数等を示せば次のようになる。附图第 1 図中、○印は爆発点、●印は受振点の位置を示し、これにつけた数字は、それらの番号である。

第 1 測線 A

現在坑道の最も延びている、東見初炭鉱坑道の最南部附近より、南々西方向に延びた測線で

ある。4 スプレッド、延長 1,850 m、測点数 18、爆発点数 2。

第 1 測線 B

第 1 測線 A と同じ位置。測線延長 1,630 m、測点数 11、爆発点数 2。

第 2 測線 A, B

沖山炭鉱右六号坑道附近より、南西方向に延びた測線。延長は A は 3,280 m、B は 4,870 m で測点数は A、30、B、51、爆発点数は A が 10、B が 20 である。

第 3 測線 A, B

厚東川沖合より、本山半島を横断して東西方向に延びた測線である。延長は A が 2,700 m、B が 7,025 m、測点数は A が 30、B が 66、爆発点数は A が 10、B が 32 である。

第 4 測線

第 1、第 2、第 3 等の測線に交り、本山半島南部海岸線にほぼ平行で、北西—南東方向に延びた測線である。延長は 9,770 m、測点数は 96、爆発点数は 38 である。

第 10 測線

第 4 測線の東端附近より東方に延びた、ほぼ東西方向の測線である。延長 6,650 m、測点数 61、爆発点数 22 である。

以上の測線は大略 500 m 毎に爆発点を設け、測点間隔は 100 m とし、爆発点に近い所は 50 m とした。

第 5 測線

試錐 No. 132 の附近を中心に、北北西および南南西に延びた測線である。北端 (I) は宇部岬坑道の先約 500 m の所にあり、延長 4,570 m、爆発点数 7、測点数 36、ほぼ南北方向の測線である。VII 附近および II, III の中央部において、それぞれ第 9 測線および第 10 測線と交叉する。

第 6 測線

本炭田において、最大の延長をもつ東見初坑道において、その先端が急に南西に方向を変えるその点より、さらに南南西に 1,000 m 進んだ点を基点とし、南南西に 3,000 m 延びた測線である。この延長の基点、すなわち測線の北端は、第 10 測線の第 II 爆発点に当り、また本測線の第 I 爆発点にもあたる。爆発点数 5、測点数 24、測線方向はほぼ北北東である。第 9 測線と II, III の中央部にて交叉する。

第 7 測線

第 1 測線に西接して選り、東見初坑道の先端が南西より西南西に方向を変える附近より、南南西に約 3,000 m の延長をもつ測線である。最終点 V は、新設 151 号試錐の先約 400 m の所にある。爆発点数 5、測点数 24。

第 8 測線

第 7 測線の西 900 m の所に、それとほぼ平行して設けた測線であり、第 4 測線および第 11

測線と、それぞれ測点 7 および 16 附近にて交叉し、また爆発点 I は、沖山新坑の最先端の西約 400 m 附近にある。ほぼ南南西の方向をもち、爆発点数 5、測点数 24、延長 3,000 m である。

第 9 測線

第 10 測線の南約 900 m の所に、それとほぼ平行して設定した測線で、爆発点 I において第 7 測線および第 5 測線と交叉する。最終端 VIII は沖燈台の南西 1,000 m の所に当る。爆発点数 7、測点数 36、延長 4,100 m、方向はほぼ東西の測線である。

第 11 測線

第 7 測線の No. 15 または第 9 測線の I より北西へ 1,450 m 延びた測線で、第 8 測線と No. 3 附近において交叉し、また爆発点 I は第 15 測線 IX と一致する。爆発点数 3、測点数 12、延長 1,450 m である。

第 12 測線

第 8 測線のさらに西 900 m の所にあり、第 8 測線と第 2 測線 A との中間の測線をなし、第 2 測線よりは 1,400 m の距離にある。ほぼ南西の方向を有し、延長 3,350 m、爆発点数 5、測点数 24 あり。第 4 測線および第 15 測線と、それぞれ測点 9 および 16 附近において交叉し、またその北端、すなわち I は、沖山新坑の先端の南南東方向への分岐点より南へ 800 m の地点にある。

第 15 測線

第 4 測線の南約 1,000 m の所に、それとほぼ平行して設けた測線である。西端部は、本山半島前方の No. 13、No. 18、No. 17 試錐の間を通り、また東端 VIII は、第 11 測線の I と一致する。I、II の中央部において第 3 測線 B と交叉し、VI の西 400 m の所においては、第 2 測線 A と交叉する。爆発点数 8、測点数 42、延長 6,350 m を有する。

以上の測線は、測点間隔 130 m、爆発点間隔 780 m である。

第 17 測線

沖燈台東方にあつて南東方向の測線で、延長 5,230 m、7 スプレッドある。

第 13 測線

本山半島の先端の沖合より南西方に延長 3,080 m の測線で、4 スプレッドある。

第 14 測線

第 13 測線の西側にあつて、これとほぼ平行する測線で、延長 3,010 m、4 スプレッドある。

第 16 測線

本地域の最西端にあつてほぼ南北方向の測線で、延長 3,000 m、4 スプレッドある。

第 18 測線

中央地域第 7 測線の沖方向への延長の測線で、延長 2,880 m、4 スプレットある。

第 19 測線

中央地区より東方に、3,480 m 延びた測線で、5 スプレッドある。

第 20 測線

中央地区第7測線南端より北西方向に、延長9,400 mを有する測線で、13スプレッドある。

第21測線

第5測線と第6測線との中間にあつて、南北方向で延長5,580 m, 8スプレッドある。

以上の測線においては、測点間隔は120 m, 6点にて1スプレッドである。

扇形法による測線

中央地区第7測線南端の沖合一帯、第20測線の第12・第13スプレッド、第19測線第1・第2スプレッド、第18測線第1・第2スプレッドを加え、合計16スプレッド、延長11,520 mである。

C. 調査方法

a 測量

本調査の測量は次の如くした。

(1) 使用器械

トランシット……8インチ, 分度15, 遊標20''読(A, B附)

トランシット……6 $\frac{1}{2}$ インチ, 分度20, 遊標20''読(A, B附)

セクスタント……普通型

(2) 三角測量

地理調査所三角点を基準点として、辺長4 km~6 kmの私設三角点を設置し、また海上には測線附近に2 km~4 kmを一辺とする海上補点を設置した。地理調査所の設置せる陸上三角点としては、龍王山、竹の小島、藤田、宇部村等を用いた。

(3) 測線および爆発点設置

測点の両端は、前記既知点よりのトランシット前方交会法によるか、または六分儀による既知点よりの後方交会法によつて決定した。爆発点は、この両端間を往復航行し、その所要時間を測つて概略の所に設置する。なお測点は、1爆発点を基準として、基点の方向を見透しつつ間繩にて、その間隔を実測して設置した場合もある。海底固定設置法においては、測点および爆発点を以上のようにして定め、それらの位置には、一端に重錘をつけた竹桿を海底に沈下し一部海上に出して目印とし、竹桿には測点および爆発点の番号を附したことは既述の通りである。このような作業には、小型の着火船3~5馬力程度のもの3隻を使用した。

(4) スプレッドの測量

昭和24年より、水中音波計を使用したか、これによりスプレッドの両端までの直距離(爆発点測点間)を算定するとともに、またそのスプレッドの先端をなす観測船の位置を、六分儀で測定した。この作業は、地震観測班との併行作業である。まず2台の六分儀をもつて3~4個の既知点をにらみ(第8図)、それらの視角を測つて観測船上の定位置を出したが、爆発時には、同時に2台で同時観測を行い、観測された観測船上の定位置は、三横分度器で図上展開し



第8図 測量作業
Surveying.

作図した。なおこの位置は水中音波よりの計算で点検した。

(5) 精度

三角測量において、誤差は個々の三角形について配分して消去したが、その場合の誤差は約 80 cm である。六分儀測量においては、気象・波浪・熟練度に左右される爲に、精度点検は非常に困難であるが、トランシット観測との比較によれば、この誤差は普通 10 m ~ 20 m, 最大 50 m であるものようである。この最大 50 m の誤差は、おそらく観測によるものではなく、両六分儀の観測時のずれによるものと考えられる。

(6) 地形測量図

宇部興産沖山炭鉱所有の 25,000 分の 1 図を基に 10,000 分の 1 に伸図し、海岸線その他は実際の測量結果を基礎にして補修した。なお作図はすべて対数計算を基に、直角座標により展開し、また標準海水面は、

干潮時の最底水位を零として各測点爆発点の標高を算出し、爆発点より測点に至る距離は、測量結果より計算により算出した。

b 観測および爆発

海上における観測作業には、昭和 22 年より昭和 25 年に至る間において、25 馬力、40 t 程度の大型船を使用し、その中に増幅器・記録器・刻時器・無線器等を設置した。また二、三隻の 5 馬力程度の着火船を使用して、受振器の設置等の小作業を行つた。昭和 24 年において実施した浮游移動法においては、観測船は曳航船を兼ねたが、昭和 25 年において実施した海底曳航法においては、別に曳航船として 50 馬力 25 t の船舶を使用した。

観測に用いた探鉱器および観測方法は、第 II 章探鉱器および探鉱法の項において述べた通りであるから省略する。

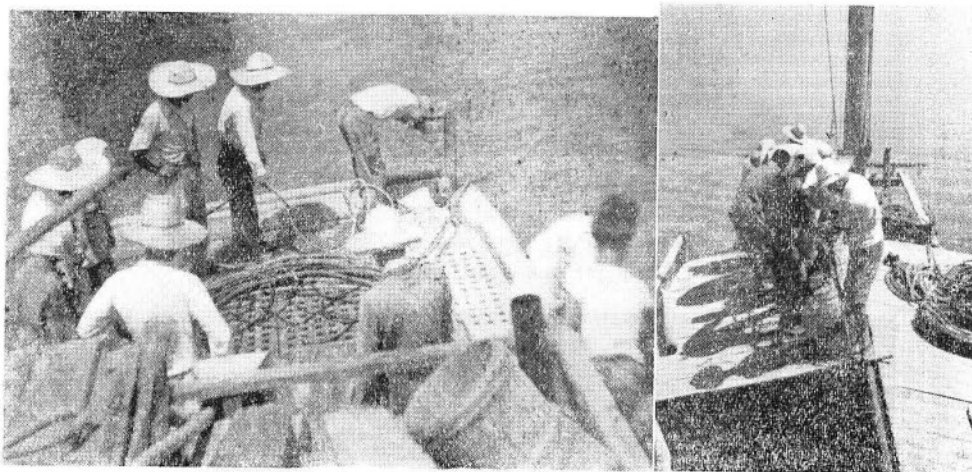
爆発作業には、15 馬力 15 t の爆発船を用い、受振器の設定後、スプレッドの両端および外側の 3 点にて爆発を行つたが、この際の火薬には新桐ダイナマイト (1 本 112.5 g のもの) を使用し、電気雷管には 6 号の水中用のものを使用した。爆薬の使用量は、スプレッドの両端で約 500 g または 1 kg, 両端より 1.5 km 離れた所で約 10 kg 程度であるが、受振距離の増大と共に、遂次薬量を増加した。かくして爆発による地震波を観測し、地震記録を得た。観測および爆発作業は第 9 図~第 12 図に示した。

D. 調査結果

以上述べた調査方法により得た地震記録を、21 の測線および扇形法による結果について解析



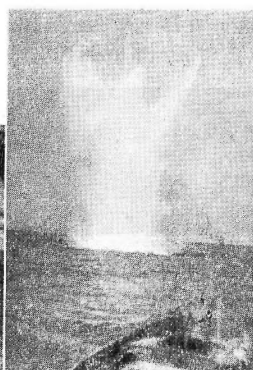
第9図 海上地震探鉱調査・観測船と爆発船(手前)
Offshore seismic survey. Observation boat and Shooting boat (front).



第10図 観測作業(受振器配置および撤収)
Offshore seismic working. Setting and removing the instruments.



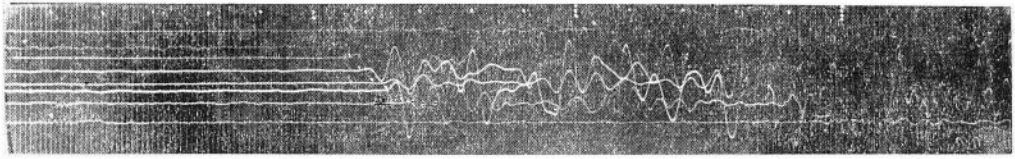
第11図 観測
Observation.



第12図 爆薬の包装および爆発
a. 爆発
a. Explosion.

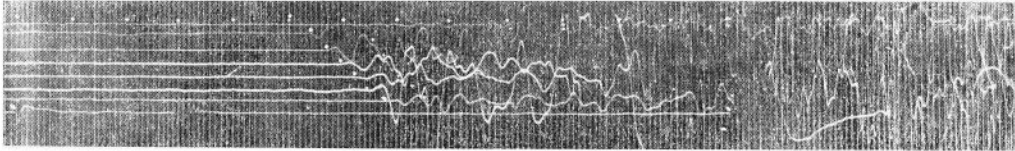


b. 爆薬の包装
b. Preparation of shooting.



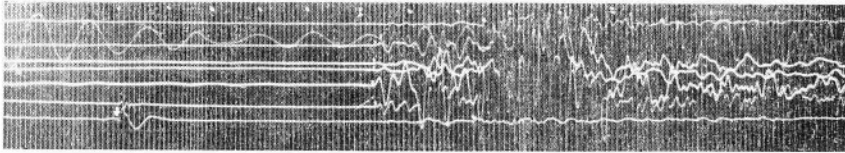
↑
爆
発

a. 爆薬量 9 kg 海深 12 m 受振距離(スプレッドの中心) 1,820 m
a. Charge: 9 kg. Sea depth: 12 m. Shooting distance: 1,820 m.



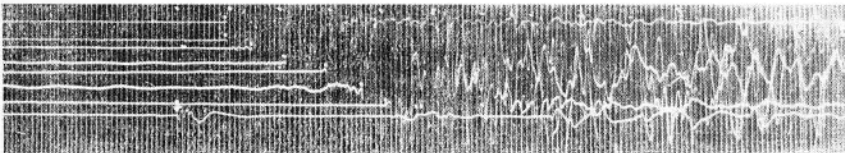
↑
爆
発

b. 爆薬量 9 kg 海深 12 m 受振距離(スプレッドの中心) 1,650 m
b. Charge: 9 kg. Sea depth: 12 m. Shooting distance: 1,650 m.



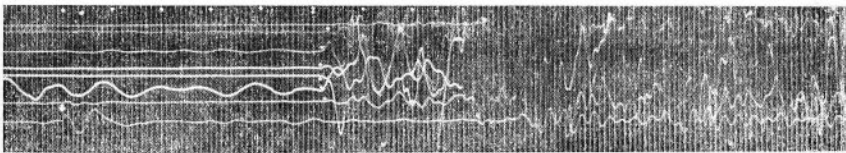
↑
爆
発

c. 爆薬量 11.25 kg 海深 15 m 海面下 1.5 m にて爆発
S. P.: S_2 (Fan method による)
c. Charge: 11.25 kg. Sea depth: 15 m. Explosion was made in 1.5 m depth under the sea surface.



↑
爆
発

d. 爆薬量 6.75 kg 海深 15 m 海面下 2 m にて爆発
S. P.: S_1 (Fan method による)
d. Charge: 6.75 kg. Sea depth: 15 m. Explosion was made in 2 m depth under the sea surface.



↑
爆
発

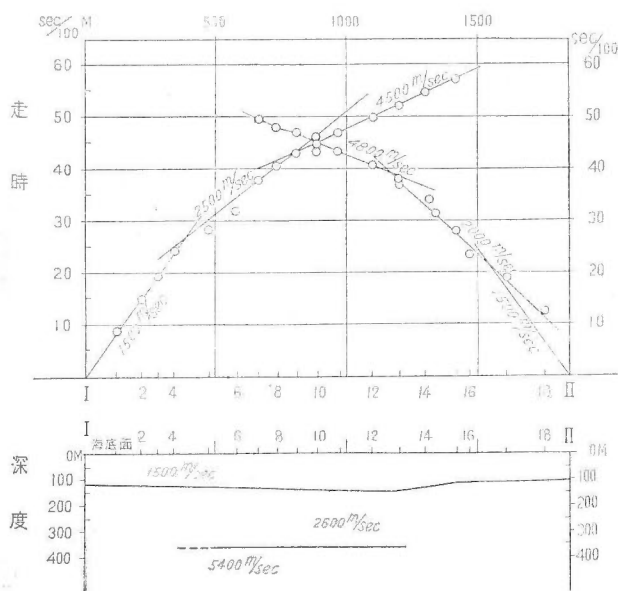
e. 爆薬量 11.25 kg. 海深 15 m 海底にて爆発
S. P.: S_2 (Fan method による)
e. Charge: 11.25 kg. Sea depth: 15 m. Explosion was made on the sea floor.

第 13 図 地震探鉞記録の數例 (No. 1・No. 8 は水中音波記録 刻時 $1/100$ 秒毎)
Some examples of seismic records.

し、各測線下における地下構造を得た。得られた記録の数例は第13図に示し、各測線の走時曲線および地下速度分布断面図は、第14図より第37図に至るまでにおいて示した。各測線下の第1層・第2層・第3層はそれぞれ第四紀層・第三紀層・基盤に刻当すると考えられる。これは従来の試錐の結果とその附近の測線との関係から推定されるものである。

第1測線A (第14図 a)

走時曲線において、爆発点IよりIIに向うものに、1,500 m/sec, 2,500 m/sec, 4,500 m/sec等の速度が求められ、IIよりIに向うものに1,500 m/sec, 2,000 m/sec, 4,800 m/sec等



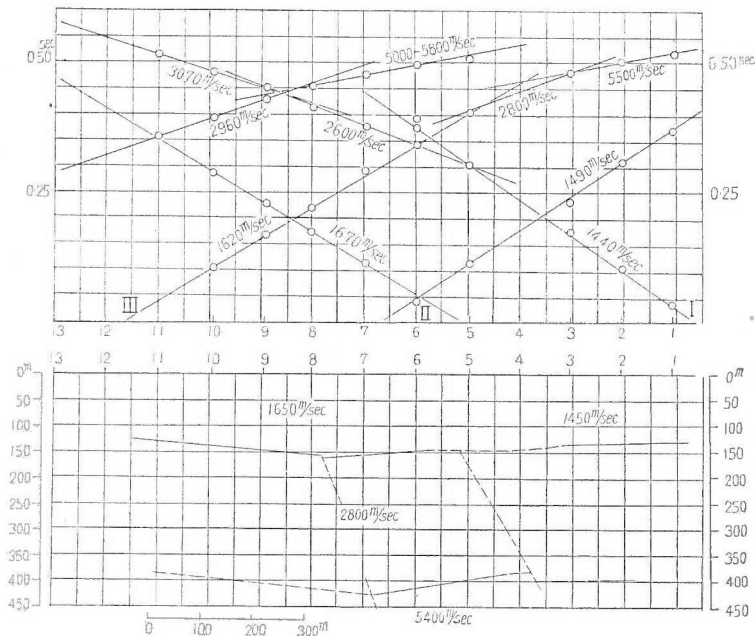
第14図 a 宇部第1測線 A. (走時曲線および地下速度分布図)
Time-distance curves and cross-section of the first line A.

の速度が求められる。したがって第1層の速度として1,500 m/sec, 第2層の速度として2,600 m/sec, 第3層の速度として4,800 m/sec~5,400 m/secをとることが適当と考えられる。これらの速度を用いて、図式解法により、地下速度分布を求めた結果、第1層はほとんど水平で、その厚さは115 m~120 m となり、第2層の厚さは210 m~250 m となり、第3層境界上面までの深度は、I では350 m となつている。本結果は、観測の際爆発点の移動により、受振距離に若干の誤差が導入されたかのように思われるので、正確な推定は困難であるが、I より600 m 附近に II 側落の不連続面があるのではないかと考えられる。

第1測線B (第14図 b)

本測線は、前述のような誤差による不確定を補正するため再測したものであるが、第1測線Aとは、その位置が完全には一致していないし、測定途中で事故のため、充分その目的を果し得なかつたので、詳細を論じることにはできない。ただしその大要を述べると、走時曲線中I

より II に向うものと、II より I に向うものに、1,440 m/sec が表われているが、II より III に向うものと、III より II に向うものには、1,670 m/sec、1,620 m/sec 等が表われている。したがって、第1層の速度は約1,450 m/sec および1,700 m/sec の両方があり、おそらく、本地域の水平方向に速度の変化があることが予想される。そしてその境界は測点との中間付近にあると考えられる。また I より III に向うものに、2,600 m/sec、3,070 m/sec、IV より I に向うものに、2,960 m/sec、5,400 m/sec 等があるから、第2層・第3層の速度は、それぞれ3,000 m/sec 内外、5,400 m/sec と考えるのが至当であろう。他の地域の速度を考えて、第2



第14図b 宇部第1測線B。(走時曲線および地下速度分布図)
Time-distance curves and cross-section of the first line B.

層の速度を2,800 m/sec として解析した。したがって、実際にもしこれより速度が大きくなれば、このために本層と基盤との境界面および第1層との境界面は、幾分深くなるものと思われる。以上を考慮して、走時曲線を解析すれば、第1層の厚さは130 m 内外となり、第2層の厚さは250 m 内外となる。

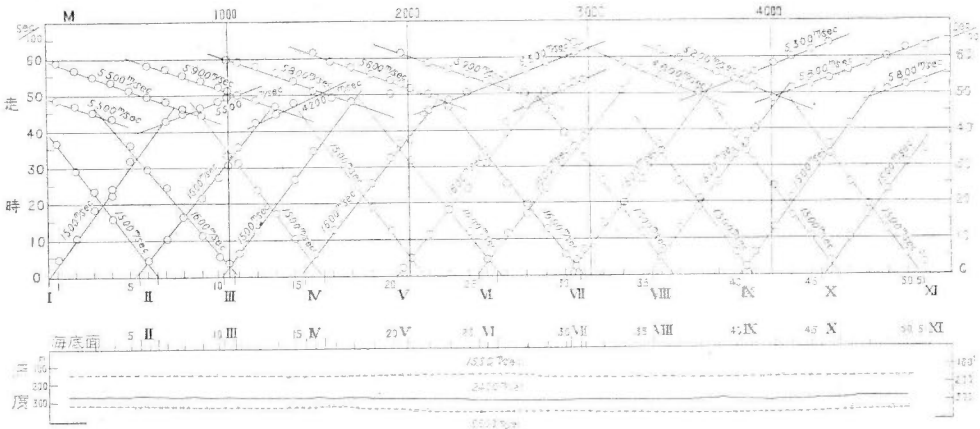
第2測線A (第15図)

走時曲線において、爆発点が移動していることであり、そのために観測結果も不揃であり、走時のつながりが悪く、不規則な形を示している所が多い。この不規則性は地下構造の不規則性によるものが、爆発点のくるいその他の誤差によるものか不明であるが、いま爆発点の移動によるくるいが、補正されたものとして走時曲線を解析した。第1層の速度を求めると、I より II の方向に向い300~400 m までは1,300 m/sec が卓越しており、これを過ぎて測点12附近

はやや深くなつている。

第2測線B (第16図)

走時曲線に見られる最初の速度は1,500 m/sec, 1,600 m/sec であり, 次に表われる速度は, 4,800 m/sec, 5,300 m/sec, 5,500 m/sec, 5,800 m/sec, 5,900 m/sec 等であるので, この速度層の上限面は, 多少傾斜していることがわかる。したがつてこの速度層の値は5,500 m/sec 内外と考えられる。本測線にては, 以上のような種類の速度は見出されるが, 従来見出された2,500 m/sec 程度の速度は, 表われていないことが注目される。これはおそらく2,500 m/sec

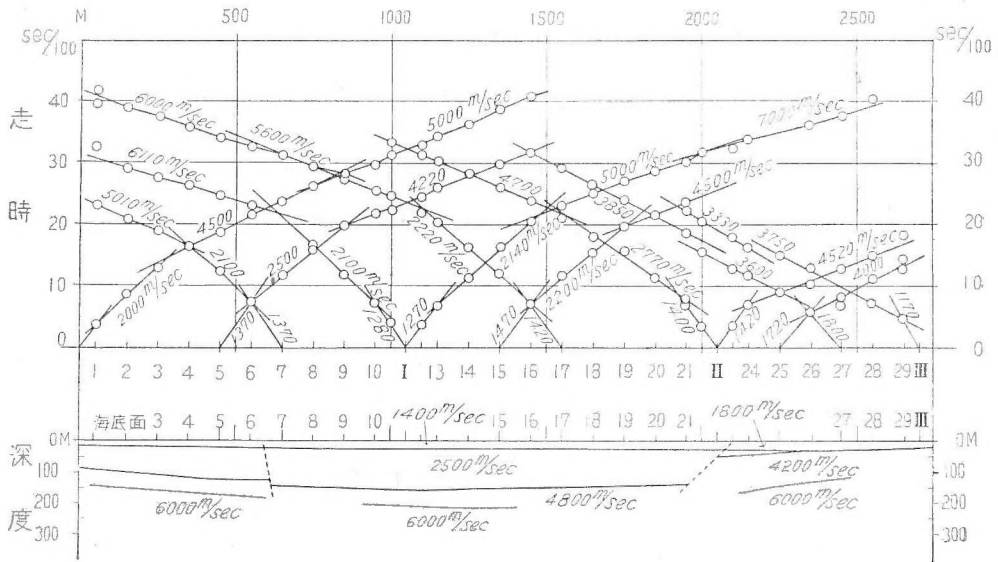


第 16 図 宇部第 2 測線 B 走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves and cross-section of the second line B.

の速度層が存在するのであるが, これを通つて来た波が, 下層の5,500 m/sec の速度層を通つて来た地動よりも遅く到達し, 走時曲線には隠されているものと考えられる。このような考察のもとに解析を行つた結果は, 図示したようになる。すなわち2層として考えれば, 上層は1,550 m/sec, 下層は5,500 m/sec の速度であるが, 5,500 m/sec 層上面までの深度は, I 附近で250 m であり, それがさらに南方 II, III 等に移るにつれて徐々に下降し, III において260 m, IV において270 m, VI において280 m となる。これよりほとんど変化は見られないが, IX 附近において270 m となり, これより再び上昇の傾向にあつて, 測点50 附近では270 m となる結果の生じたのは, X より VII に向う走時曲線において4,800 m/sec の速度が表われており, VIII または IX より XI に向う走時曲線に, 5,800 m/sec 等の速度が表われているためである。いま第2測線A を考えて2,400 m/sec の層が隠されていると考えれば, これは点線で示した範囲内に入り, 5,500 m/sec 層は幾分深くなる。このようにして, 2,400 m/sec 層の上面は大體150 m 前後であり, 5,500 m/sec 層の上面は, 深度300 m または350 m となつており, 測点24, 37 等において深く, 測点1, 50 等において浅い。

第3測線A (第17図)

本測線の走時曲線には、いろいろな速度が表われている。最初速度として1,280 m/sec, 1,470 m/sec, 1,720 m/sec, 1,800 m/sec が表われており、地域的に多少の差はあるが、測点23より1までと、測点23より29までの2地域に分けて考えれば、説明されるであろう。そして前者は1,400 m/sec 前後、後者は1,750 m/sec 前後であると考えられ、この境界は、一つの不連続面であると思われる。次に2,000 m/sec, 2,800 m/sec の速度が表われている。したがって、この2層の上面は、比較的不規則で傾斜しているか、地域的に値がちがうのか、いずれかの場合が考えられる。走時曲線の傾向から考えれば、層の傾斜というよりは、むしろ地域



第17図 宇部第3測線A 走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves and cross-section of the third line A.

的の差を考える方が適當のようである。もちろん、層の傾斜の緩急は若干あるものと思われる。このようにして、この層の速度を2,200 m/sec~2,500 m/sec とした。測点1より6近傍にわたつて速度は2,200 m/sec であり、6近傍に不連続面を考えてもよい。

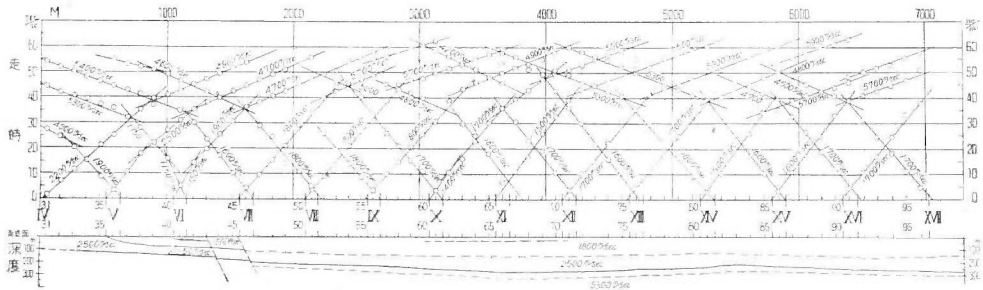
次に表われている速度は I~II 間では、3,850 m/sec, 4,220 m/sec, 4,700 m/sec, 5,000 m/sec 等であり、II~III 間では3,300 m/sec, 4,000 m/sec, 4,500 m/sec 等である。したがって第3層の決定は容易でないが、Iからの5,000 m/sec と II からの4,700 m/sec とより、4,800 m/sec とすることが適當と思われるので、これを I~II 間に採用し、II よりの4,520 m/sec と、III よりの3,700 m/sec とを考察して、II III 間における速度として4,200 m/sec の値を採用した。あるいは別に4,000 m/sec 以上の速度層の上に3,000 m/sec 程度の薄い層を考えてもよい。またこの速度層の下に高次の速度6,000 m/sec 以上のものも考えられることはIからの走時曲線に6~7 km/sec の速度が表われていることから知られるであろう。

以上のようにして、各層の速度を決定して、走時曲線を解析すると、第17図のようになり、

全体を通じて、速度の不連続境界が著しく見られるのは、II 近傍であり、測点 6 近傍にも存在することがわかる。第 1 層は概ね 30 m 内外であるが、第 2 層は 75 m~130 m であり、測点 23~III 間にはほとんど見られない。測点 23~III 間においては、第 3 層に該当する速度層が直接表われており、0~II 間においては、I 附近を最深として、0 または II に向うにしたがつて上昇している。また 6 km/sec 以上の速度をもつた層が、測点 1~7 間において深度 170 m 前後に表われており、測点 24~28 間においては、深度 150 m 前後になるようである。なお走時曲線では、II 近傍に 3,000 m/sec 余の速度のあることを考えると、この附近には、あるいはそのような速度層を薄く考えることも可能であろう。

第 3 測線 B (第 18 図)

図に示すように、最初の速度としては、1,500 m/sec~1,800 m/sec を求めることができる。



第 18 図 宇部第 3 測線 B 走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves and cross-section of the third line B.

この速度の変化は、地域的に規則性をもっているようであり、測点 36~45, 61~71 等においては小さく、その値は 1,500 m/sec が適当であり、これらの地域と測点 31~35 間を除いたほかの地域では 1,800 m/sec の速度が適当であろうと思われる。次に表われている速度のうち 3,000 m/sec 前後の速度は、IV よりの走時曲線に 2,200 m/sec, V よりの走時曲線に 2,500 m/sec, X よりの走時曲線に 2,700 m/sec があるだけで、あまり表われてこないが、第 2 層として 2,500 m/sec 内外の速度のものが考えられる。これ以上大きな速度としては、4,600 m/sec~5,900 m/sec のものが多く見出されるので、これらを組合せて、結局第 3 層の速度として 5,300 m/sec を決定した。

以上の速度を用いて地下速度分布を求めると、全般的にみて水平方向に不連続境界面の考えられるものは、測点 43, 45 附近であり、殊に 45 附近のものは著しいものである。また測点 60~70 間には、ごく表面に低速度層が考えられるが、深くまで不連続面があるかどうかは判明しない。IV~VII 間においては、VI~43 間に 1,200 m/sec の低速度層があり、1,500 m/sec の層は測点 45 では深度 100 m, 40 では 80 m, 35 では見られなくなつて、直ちに 2,500 m/sec 層が表われている。5,300 m/sec 層の深度は、IV において 100 m, 測点 40 において 150 m, 45 において 180 m となつている。又 VII~XVII 間においては 5,300 m/sec 層の深度は、VII

においては 200 m であるが、これより徐々に深度を増し、Xにおいて 250 m となり、XI では 270 m となつて最も深く、これより深度を徐々に減じ、XIII において 260 m となり、測点 83 近傍では 230 m となつて最も浅くなる。これから、再び徐々にではあるが深度を増し、XVII において 270 m となる。1,800 m/sec 層と 5,300 m/sec 層との間に 2,500 m/sec 層が存在すると、5,300 m/sec 層の上面は、平均約 50 m 深くなり、この面の位置は、点線で示した通りであり、これは最大深度面である。また 2,500 m/sec 層の上面は 120 m~160 m の深度となり、点線で示した位置は、この層の最小深度面である。

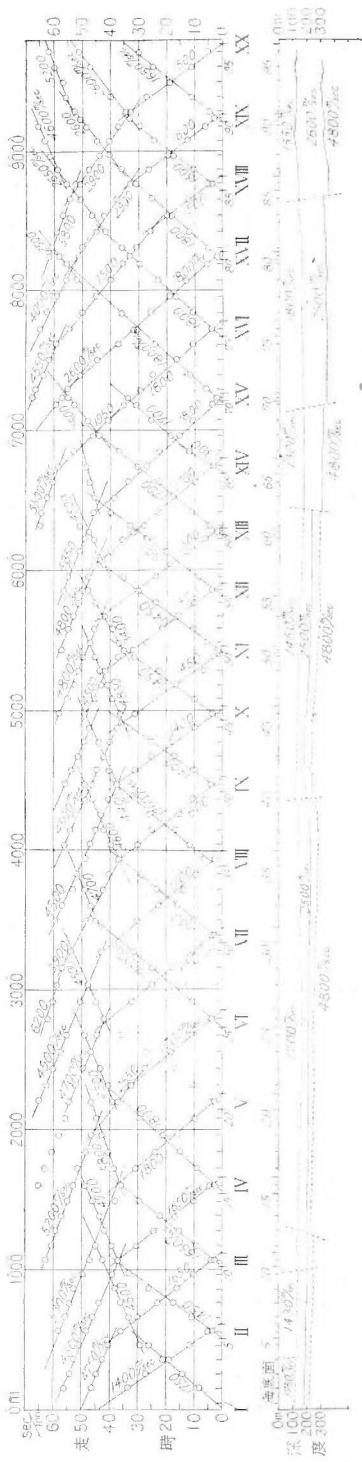
第4測線 (第19図)

本測線の走時曲線の特長は、XIII~XX 間において著しく走時が延びていることであり、明瞭に 2,500 m/sec 前後の速度が表われていることである。

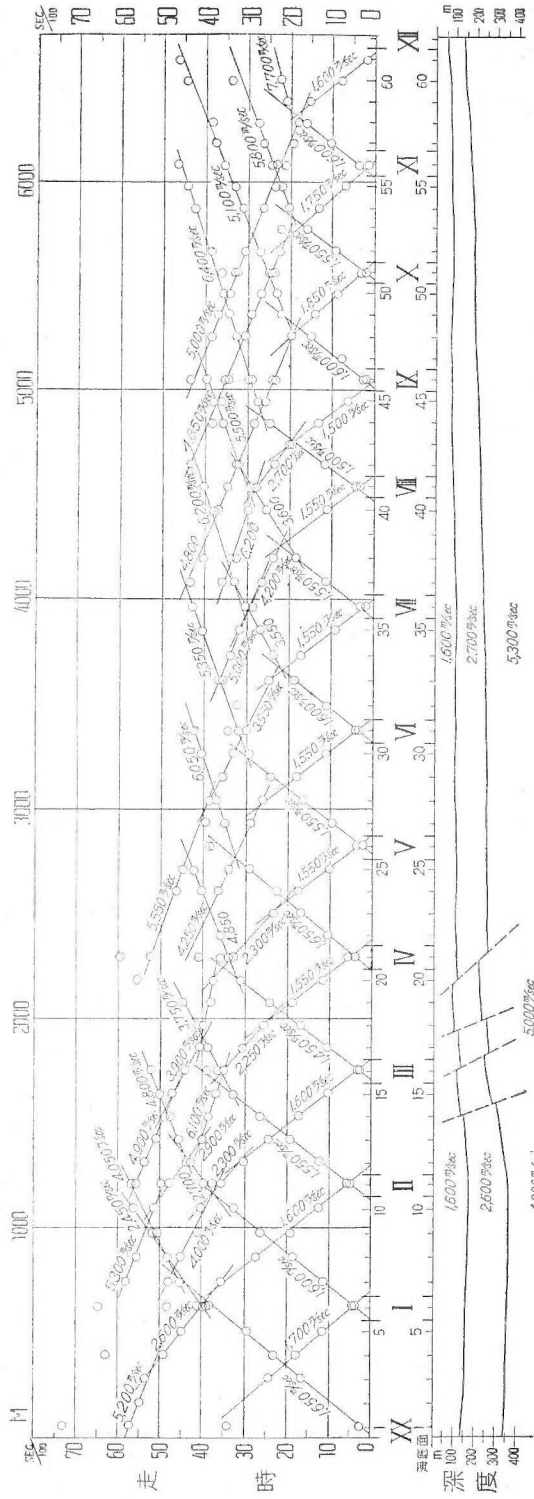
第1層の速度として表われているものに、毎秒 1,400 m~1,500 m, 1,600 m~1,700 m, 1,800 m~1,900 m であるが、地域的にかなりの相違がある。すなわち、I~4 間に 1,750 m/sec, 4~10 間に 1,450 m/sec, 10~39 間に 1,700 m/sec, 39~64 間に 1,450 m/sec, 64~85 間に 1,800 m/sec, 85~XX 間に 1,500 m/sec がある。

次に表われている速度は、I~XIII 間においては、4,500 m/sec~5,300 m/sec であり、XIII~XX 間においては、2,500 m/sec~2,900 m/sec および 4,000 m/sec~5,800 m/sec がある。したがって地下の状態も大いに变化していることが予想されるが、この測線が、他の測線とも交わっているので、この方面をも考慮して第2層および第3層の速度を決定すれば、各 2,500 m/sec, 4,800 m/sec とするのが至当である。

以上の速度により、地下速度分布を求めたのが第19図に示すものである。走時曲線のみから出した地下構造は、I~63 間においては2層であり、63~XX 間においては3層となつているので、その説明を行うに際し、まず 4,800 m/sec 層の深度を考えると、I~12 間においては、190 m~210 m であり、測点 13 より 35 間までは僅か下降の傾向をとり、深度は 200 m より 220 m となる。これより上昇の傾向があり、測点 40 において 200 m となり、44 附近は 180 m となるが、これより徐々に下降して、測点 63 近傍で 240 m となる。ここより深度が 300 m となり、徐々に深度を増大するが、測点 70 近傍で急激に増大して 350 m となり、測点 78~79 において 340 m となるが、これから再び上昇して、85 では約 320 m となる。しかしこの附近に不連続面があつて約 360 m の深度となるが、XX に向いやや上昇の傾向をとり、95 で 330 m 内外となる。測点 63 より 96 までの間における第1層の厚さをみるに、1,800 m/sec 層の厚さは 150 m 内外で、測点 70 附近で厚く 170 m, 84 附近では 140 m でやや薄い。また XVIII~XX 間の 1,550 m/sec 層の厚さは 180 m 内外である。いま I~63 間にも 2,500 m/sec 層が存在するが、かくれてしまつて表われてこないと解釈し、すなわち第2層および第3層境界面よりの屈折波が同時に到達するとしての、その限界の深度を求めれば、この最少の深度となる。この深度を点線で示したものであるが、これよりもちろん深く存在していてもよ



第 19 図 宇部第 4 測線走時曲線および地下速度分布図 Time-distance curves and cross-section of the 4th line.



第 20 図 宇部第 10 測線走時曲線および地下速度分布図 Time-distance curves and cross-section of the 10th line.

い。この速度層の介在により、4,800 m/sec 層も 30 m~60 m 深くなり、これが最大の深度となる。またもしこの中間層の速度が、2,500 m/sec より小さければ、第3層上面が上り、大きければ、第3層上面が下ることになる。

速度層に断層型構造のみられるのは測点 10, 13, 40, 63, 70, 85 附近であり、このうち 70 附近のものは著しいようである。又 IX より走時曲線に 6,200 m/sec の速度が表われており、XII よりにも速いものがあるようであり、6,000 m/sec 以上の速度をもつた地層も、深度 40 m 内外にあるのではないかと考えられる。なお第1層の速度をきめる走時曲線で、VII, VIII, XV より出ているものには、二、三不規則な部分があるので、第1層の成層状態は一樣でなく、不規則であることがわかるであろう。

第10測線(第20図)

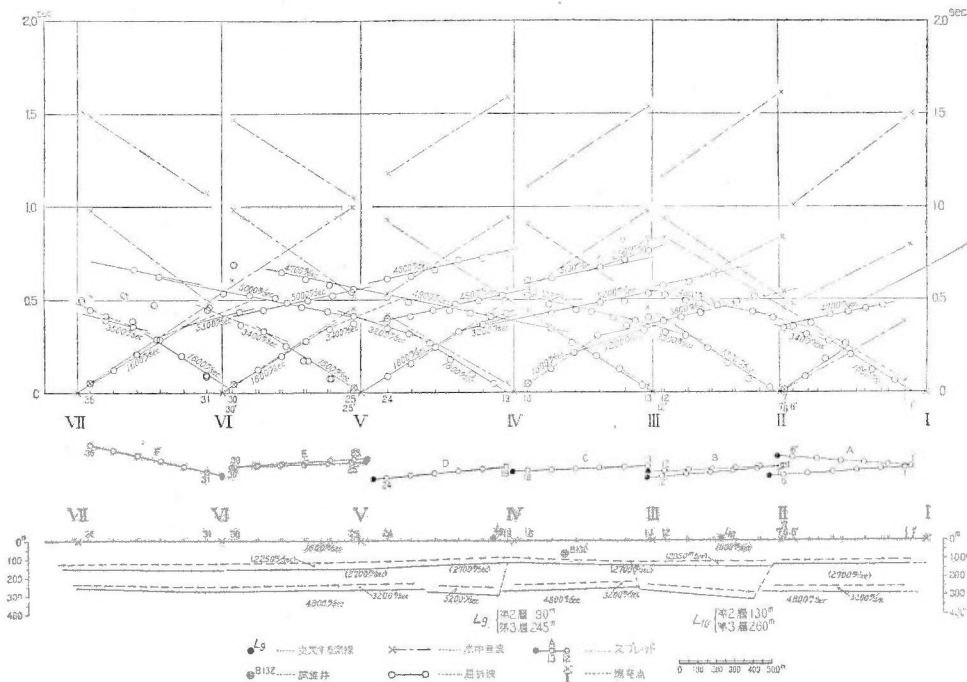
本測線の走時曲線の特長は、II~IV 間が極めて複雑であるが、IV~XII 間は比較的变化がないことである。第1層の速度をきめるべき走時曲線の傾斜は、概して一樣で変化は少なく、III より 1,450 m/sec の速度を除けば多くは 1,600 m/sec 内外となつている。したがつてこの地域の第1層として 1,600 m/sec の速度をとつた。次層の速度として、I~IV 間において 2,300 m/sec, 2,600 m/sec, 2,700 m/sec, 2,900 m/sec が表われているので、平均値として 2,600 m/sec の速度をとり、IV~XII 間では 2,300 m/sec, 2,700 m/sec が表われているが、3 km/sec 以上の速度も存在するから、傾斜を考慮に入れて 2,700 m/sec とした。したがつて、この値より大きくなれば、境界面は一樣に下つてくる。下層の速度として表われているものに、I~IV 間では 4,800 m/sec, 4,900 m/sec, 5,200 m/sec, 5,300 m/sec, IV~XII 間では 4,800 m/sec~5,800 m/sec, 6,200 m/sec~6,400 m/sec がある。したがつて前者では 4,800 m/sec, 後者では、5,300 m/sec または 5,500 m/sec を採用することにした。但し 6 km/sec 以上の速度について考えるに、これはもつと下層のものとするれば、他の測線の関係から考えても適当のように思われるので、第3層の速度として 5,300 m/sec を採用して速度分布を求めた。

走時曲線解析の結果は図に示した通りで、測点 14~IV 附近の構造は極めて複雑であり、速度分布に断層状構造を考えざるを得ない。特に II より観測された測点 20, 21 の走時を説明するには、さらに著しい断層状構造を考えないと説明されない。第1層の厚さは I より遂次増大し、測点 9 附近において 160 m となり、これより減少して、14 附近では 130 m となるが、17 附近でやや増加するものの一般に減少し、XI において 70 m, XII において 50 m 余となる。第3層上面の深度は I~14 は大であるが、IV より XII に至るにしたがつて小さくなつていく。I より測点 10 に至るにしたがい 330 m より 350 m に変じ、これより深度を減じて 14 では 300 m の深度となる。14 より 21 まで深度は段階的に増減があり、最小約 210 m となる。また IV において深度が 250 m, VI において 240 m, IX において 180 m となり、これより X までは変化なく、これを越えると深度を減少して、XI において 150 m, XII において 130 m となる。第2速度層の厚さは 1~14 間では 200 m 内外あるが、IV~XII 間では 70 m~150

m となり、14~19 間の構造を境として分れている。なお VI~X 間には 5,800 m/sec の速度層下に、6 km/sec 余の速度層があるのかも知れない。前述の如く 14 より IV 間においては速度層が断層状に変化し、30 m~40 m または所によりそれ以上の食いちがいが存在するようである。またこの地帯における第 3 層の速度は、これより東部地域におけるものよりは小さく、西部地域におけるものよりは、少しく大きいものと考えられる。また第 1 層の速度も、この地帯をはさむ両地域のものよりやや小さいようである。

第 5 測線 (第 21 図)

本地域の地下構造は、中央部の地域より東部の地域に行くにしたがい次第に上昇すると考えられている。また本域には、その中央部を東西に走っていると想像されている津布田断層群が



第 21 図 宇部第 5 測線走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves and cross-section of the 5th line.

あり、この測線はその断層群を中央部で横断していると考えられる。本測線はこれにより以上の二つの構造をできる限り明瞭にして行くことをその目的とした。

本測線上の速度は、走時曲線によれば次の如くである。

I より VII に向うもの 第 1 層 1,600 m/sec 第 2 層 3,200 m/sec および 3,400 m/sec 第 3 層 4,700 m/sec, 4,800 m/sec, 4,900 m/sec および 5,000 m/sec

VII より I に向うもの 第 1 層 1,600 m/sec 第 2 層 3,200 m/sec, 3,300 m/sec

および 3,400 m/sec 第3層 3,800 m/sec および
4,000 m/sec

上表により本測線には1,600 m 附近の速度層群, 3,200 m 附近の速度層群, 4,800 m 附近の速度層群等のあることが知られる。また第2層には, 他の二, 三の測線および試錐結果より, 上部にさらに走時曲線に表われない2,250 m 層のあることが案示されるのである。この速度層は, 厚さ数十 m (20 m~40 m) にて第三系の上部の軟層と考えられ, ほとんど全域に渉り分布するものと推定する。本層を3,200 m 層中を含め第2層とすれば, 以上の第1, 第2の層厚は, 北部においてそれぞれ110 m, 140 m, 中部においてそれぞれ105 m, 135 m, 南部においてそれぞれ125 m, 125 m である。

本測線の基盤は, これによれば, 平均して水平の構造を保ちその深度は2~3の特別な個所を除きすべて250 m~290 m である。本測線の概略の構造は以上のように水平であるが, しかし測線下にはなお複雑した凹凸ある構造を示す部分がある。爆発点 II および V の間はその複雑した部分の主なものであつて, この間には二, 三の断層があり, 二, 三のブロックに分れて隆起あるいは沈降をなしている。推定された津布田断層帯はこの部分の西区域まで迫つているので, この構造は津布田断層の延長かあるいはそれに影響されてできた地層と考えられる。

本測線には, この他にさらに IV の北東3,000 m の所に昭和24年に作業を終了した No. 132 試錐井がある。この試錐は, 深度略々175 m にて下部夾炭層の三尺層に逢着し, その下部40 m にて掘止したため, これにより基盤までの深度を確めることはできなかつたが, これに地質的考察を加え, その下底までの深度は略々250 m と推定したのである。この結果は本測線の260 m の深度と比較的よく一致する。

またこの試錐により, 本所の第三系は深度115 m より初まると推定されたが, この結果は, 測定した2,250 m 層の深度120 m とまたよく合致するのである。

第6 測線 (第22 図)

本測線は, 最も重要視されている本域中央部の東端の地域を, 探査することを目的とした測線である。

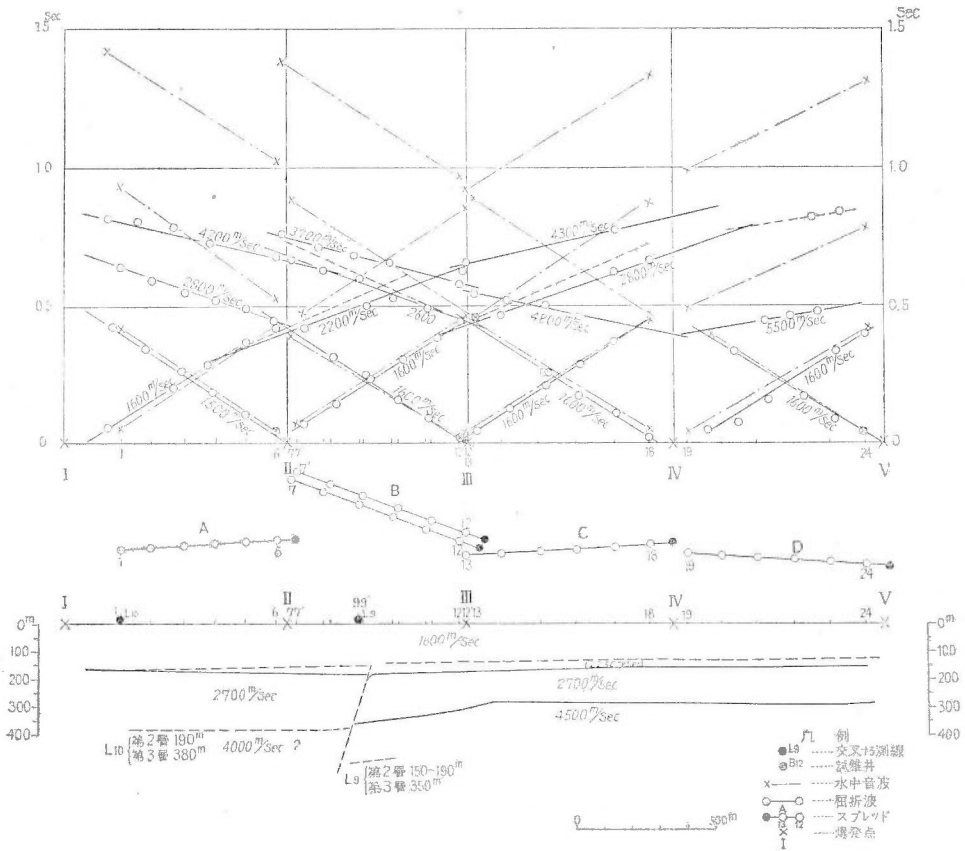
本測線に表われた速度を分類すれば,

I より V に向うもの 第1層 1,600 m/sec 第2層 2,700 m/sec および 2,800 m/sec
第3層 4,300 m/sec および 5,500 m/sec
V より I に向うもの 第1層 1,500 m/sec および 1,600 m/sec 第2層 2,600 m/sec
および 2,800 m/sec 第3層 3,700 m/sec, 4,200 m/sec およ
び 4,800 m/sec

本測線の速度層は, これらにより平均1,600 m 層, 2,700 m 層, 4,500 m 層と算定される。これらの速度層の構造を, I より V に向う走時曲線と V より I に向う走時曲線の傾向より考えると, I より V に向う速度は, V より I に向う速度に比し一般に大きいので, これらの3速度

層は全体的に I より V に向い、次第に昇斜していることを推定することができる。解析の結果によれば、上記 3 速度層は平均 2~3 度の角を以て北方に上昇する。

本測線の速度層が、かくのごとく、北より南に向い次第に上昇すると同様、その層厚もまた北より南に向い次第に大きさを減じている。すなわち、第 1 層は北端において 165 m、南端にお



第 22 図 宇部第 6 測線走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves and cross-section of the 6th line.

いて 120 m にて、また第 2 層は北端において 210 m、南端において 175 m である。これより、本測線下の基盤もまた北端において 390 m、南端において 300 m を示すこととなり、これも南に向い次第にその深度を減することとなる。しかしこれらの速度層は、解析の結果によれば、測線の中央、すなわち III を境とし、南北にそれぞれ異つた傾向を示している。すなわち、南部においてはその構造は北方に向い比較的緩やかな上昇の構造を示しているに反し、北部においては、北方に向つて比較的急角度に降斜し、それはまた II の附近において断層的に急に北方に落下している。

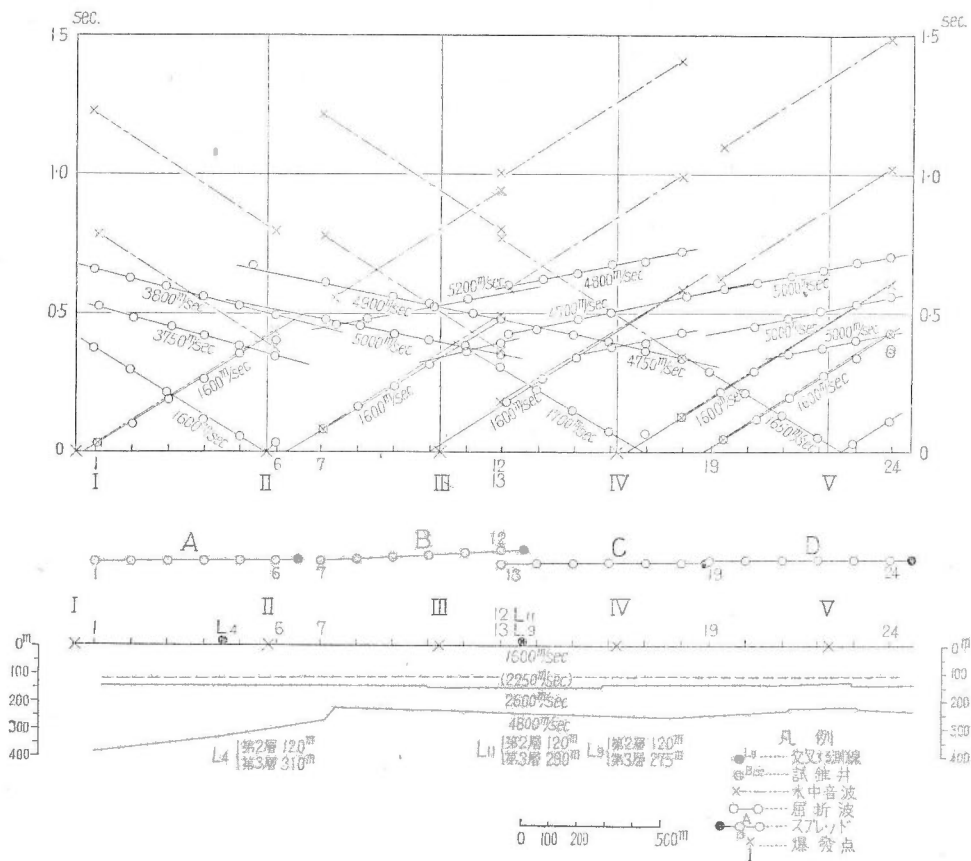
北部のこの断層的構造は、第 10 測線の III 附近にもほとんど同様に認められたものであつ

て、本構造は、これにより前者と同一の構造を表わすものと推定される。本構造は北端においては、基盤が500 m以上の深度を有している。この深度は、この地域が断層により破碎され、弾性的に軟弱化されたことによつて、見掛上深く算定されたと考えられ、眞の深度はこれに比し、さらに上部にあると推定される。

第7測線(第23図)

本測線は、調査地域の中央部を測定することを目的とした。

IよりVに向う走時曲線の速度は、VよりIに向う走時曲線の速度に比し比較的大であり、またその走時曲線より算出される速度層もほとんど相似の1,600 m/sec層、2,600 m/sec層、



第 23 図 宇部第 7 測線走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves and cross-section of the 7th line.

4,800 m/sec 層である。これらにより解析された本測線下の構造も、また第 6 測線と同様北端 I より南端 V に向い、次第に上昇する構造を示している。

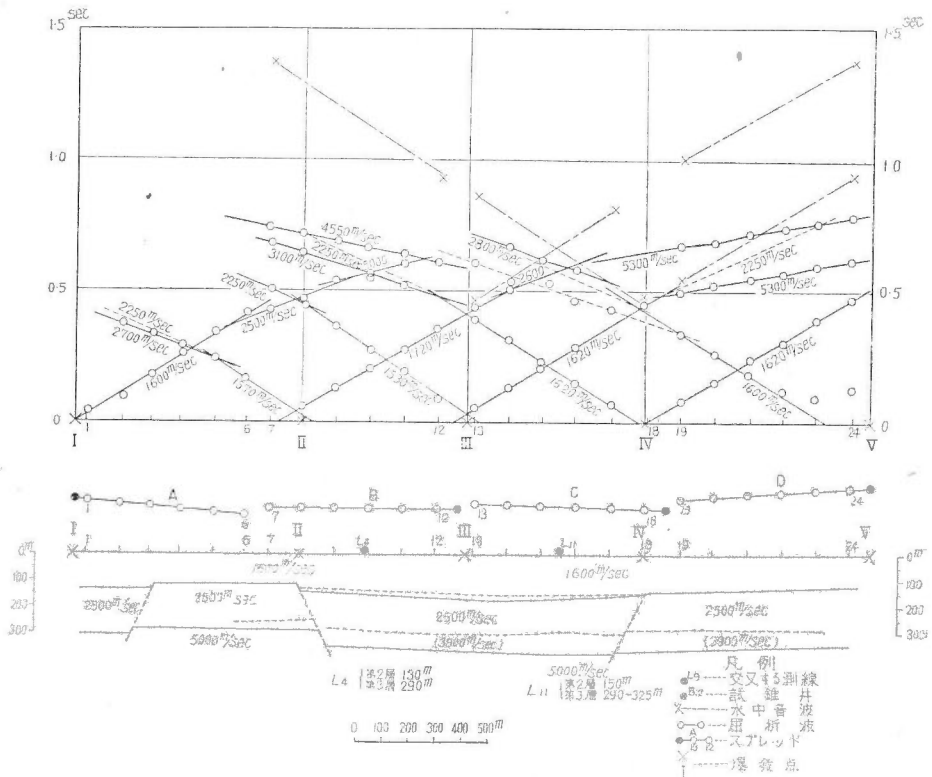
第 2 層は、北部および南部においてそれぞれ 120 m および 110 m であり、また第 3 層は北部および南部において、それぞれ 370 m および 220 m である。これらは、第 1 測線において

それぞれ 160 m および 120 m と、390 m および 300 m と示されたものである。これらの結果は、また本測線下の夾炭層が南に行くにしたがい、第 6 測線よりさらに急角度にて薄層となることを意味するものである。

本測線下の地下構造は、上記の如く北方より南方に上昇する大きな単斜構造をなしていると共に、また II の南方 300 m の付近においては、北方に落下する比較的大きな断層構造を持つている。この構造は、第 6 測線の II III 間の断層構造とほとんど同一の形を示すものであつて、本測線の東方には、これによつて、第 10 測線の III と第 6 測線の No. 9 と、本測線の No. 7 とを結ぶ処に一つの断層線を推定することができる。

第 8 測線 (第 24 図参照)

本測線の走時曲線より



第 24 図 宇部第 8 測線走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves and cross-section of the 8th line.

- 第 1 層 1,570 m/sec, 1,600 m/sec, 1,620 m/sec, 1,720 m/sec
- 第 2 層 2,250 m/sec, 2,500 m/sec, 2,800 m/sec, 3,100 m/sec
- 第 3 層 4,550 m/sec, 5,300 m/sec

等の速度が求められる。本測線の速度はこれらより

第1層 1,600 m/sec, 第2層 2,500 m/sec, 第3層 5,000 m/sec と計算される。解析の結果によれば、これらの速度層は全測線ほとんど水平であるが、しかし詳細に観察すれば、中央部においてやや沈降し、全体的には凹地伏の構造を見せている。

最上部の第1層は、北端 I で 140 m, No. 5 の附近で 115 m, V の附近で 170 m, 南部では 135 m の厚さを持ち、中央部の厚い比較的平坦な構造である。上記のごとく、この第1層は 1,600 m/sec 附近の速度を表わすのが普通であるが、II の附近では特に 1,570 m/sec および 1,720 m/sec のような異常のある速度を示している。これはこの附近の堆積物の変化か、あるいは構造上の変化のあることを推察させるものであるが、堆積物の変化のみによつては、同一場所にてこのような大小の速度をうることは困難であるので、この附近には、このほか何等かの構造上の変化のあることを推定するものである。第2層、第3層を解析した結果によれば、この下部には南落の比較的大きな断層が存在する。

第2層は、北端にて 170 m, No. 5 にて 180 m, III の附近で約 185 m, 南部にて約 200 m の層厚を持つている。それ故、第2層は南より北に向い次第に薄くなる形を取るものであつて、特に南半の II 以南の地域では 210 m 内外の厚さを持ち、調査地域においては、厚い個所に属している。しかし本測線は、爆発点と測点の位置に関し測量上の誤差もあり、また No. 10, No. 16 附近で、本測線に交叉している第4測線および第11測線によれば、この附近の厚さは、それぞれ 170 m, 160 m となつていたので、この区域の第2層は 190 m 程度とするのが妥当かとも考えられる。

次に第2層の下部にある 3,900 m/sec 層は、III 附近の走時曲線に認められる 4,500 m/sec 層および 3,100 m/sec 層の平均であつて、その層厚は、本層がこの下部にあると仮定した時の最大限の厚さである。この限界の深度は、第4測線および第11測線の基盤の深度と一致する。

上記の2層の層厚により第3層上面の深度は、北端にて 310 m, No. 5 にて 290 m, III 附近で 350 m, 南部で 330 m であることがわかる。この深度の分布の状態より考えれば、この基盤は、中央部にて幾分の凹地状の構造はあるが、概して北より南に傾く降斜的構造である。この構造は、上部の第2層にも認められた構造であるので、この傾向は本測線下の一般の傾向と見ることができる。

本測線下には、上記の II 附近の断層のほかに No. 3 附近の断層と VI 附近の断層がある。No. 3 の断層と II の断層はそれぞれ北落および南落であり、また II の断層と VI の断層は、逆にそれぞれ南落および北落であるので、これらの間にはそれぞれ隆起した構造および沈降した構造が認められる。

第9測線 (第25図)

本測線の速度は

第1層 1,600 m/sec または 1,730 m/sec

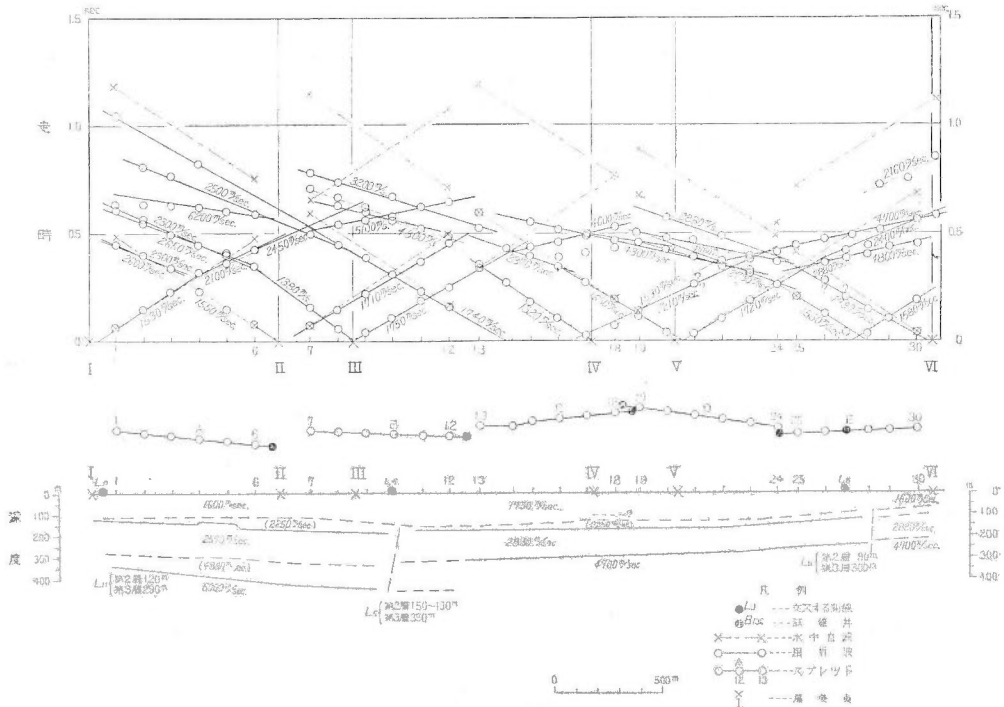
第2層 2,570 m/sec または 2,830 m/sec

第3層 4,700 m/sec または 6,000 m/sec

である。これらによる速度層は、測線に沿い、次のような大きな構造を示している。すなわち、

- (1) 速度層は III 附近を中心として盆地状に堆積している。
- (2) 西の部分より東の部分にうつるにしたがい、速度が次第に高速度となる。
- (3) 速度層は III 附近を中心とし、西と東の方向に向い次第に薄くなる。
- (4) No. 10 (あるいは III) 附近に西落の大きな断層がある。

第2層および第3層は、大略以上のような構造を持つが、その構造の上の各点の深度は次の如くである。



第 25 図 宇部第 9 測線走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves and cross-section of the 9th line.

第2層および第3層の深度

	I 附近	II-III 間	No. 12 附近	V 附近	No. 26 附近
第2層	115 m	135 m	150 m	135 m	110 m
第3層	305 m	350 m	335 m	290 m	250 m

第2層は、前記のように西より東に行くにしたがい漸進的に速度を増加している。断面図においては、この速度は III の断層以西の 2,570 m/sec と、断層以东の 2,830 m/sec に区分されるが、走時曲線の傾向より考えれば、これは断層以西の 2,570 m/sec、断層東側の 2,650 m/sec、東部の地域の 3,000 m/sec と 3 段階以上に区分するのが適当のようである。

また第1層は、第2層のように西端で 1,530 m/sec、東端で 1,790 m/sec を持ち、やはり東

の方に向つて次第に速度を増している。第1層と第2層が、このように東方に行くにしたがい速度を増してゆくことに対しては、その方向に向つて次第に堆積物の変化することも考えられるが、また東部の隆起地帯に近づく程、第2層および第1層が下部の硬層のみを残すということも考えられるのである。故に東部の隆起地帯においては、第2層は主に第三系の下部の下部夾炭層より成るといふ可能性が大きいのである。

本測線には、前記のごとく III 附近に西落の大きな断層がある。この断層は、第10測線 III 附近の断層、第6測線 No.9 附近の断層、第7測線 No.7 附近の断層と密接な関係があるものようである。第1測線北部、第7測線北部、第10測線西部、第6測線北部を含む本域で最も沈降したと考えられる地域は、この4個の断層で囲まれたような形を呈している。またこの III の断層はその前後 200 m 以内の間に 2,200 m/sec~2,400 m/sec の低速層を伴っている。この低速帯は、断層生成に際し周囲に生じた破砕帯か、あるいは周囲の極度に揉まれた地層を表わすものと解釈される。この断層の西側は、本測線において地下構造の最も沈下した地域である。この附近においては、基盤は略々 395 m の深度を有している。

基盤の速度は、III の断層以西で 6,000 m/sec、III の断層以東で 4,700 m/sec で、却つて西が大きく、第2層および第1層の速度分布とは反対の傾向を見せている。この 6,000 m 層は、本域では最高の速度層であり、第11測線および第15測線東半の第3層の速度と同一である。これにより、本測線西部を含むこれらの地域には第3層として特別の高速度層が分布していることが推定される。

また断面図には、6,000 m 層の上部に点線で示した 4,800 m 層がある。これは東半の基盤である 4,700 m 層が、西半の 6,000 m 層の上部に延長してきていると仮定した時の最大限の層厚である。III の断層以西の基盤は、この層の中央部までの深度を測つてその深度とした。

断層には、このほかに測線の東端に東落らしい一つの断層がある。この断層は、測線の末端で資料乏しいため、この観測においてはその形を明瞭にすることができなかつた。

第11測線 (第26図)

本測線は最小の測線であり、短小のため解析の結果には予期した成果を挙げ得なかつた。

走時曲線より

第1層 1,550 m/sec, 1,700 m/sec, 1,750 m/sec

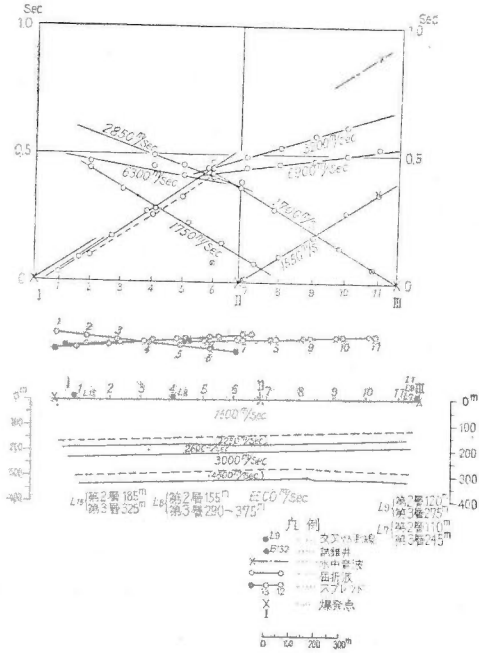
第2層 2,850 m/sec, 3,200 m/sec

第3層 6,300 m/sec, 6,900 m/sec

である。第2層の走時曲線は、第12測線と同様、第3層の走時曲線の上部に第2動として表われたものであつて、第1層の走時曲線の次には、直接第3層の走時曲線が表われている。これより、第1層・第2層・第3層の速度と第2層の層厚の間には、第12測線と同様ある関係があることが知られるのである。

また第1層の速度には、第12測線附近と同様、1,750 m/sec, 1,550 m/sec, 1,700 m/sec の

ように種々の速度が表われている。故に、これによつても本測線下には、何等かの速度層の変化のあることが予想されるのである。以上の速度より本測線下の速度は第1層を1,600 m/sec, 第2層を3,000 m/sec, 第3層を4,500 m/sec あるいは6,500 m/sec とすることができる。解析の結果によれば、この第1層の下底は、西端より東に向い2°内外の角度を以つて上昇している。したがつて、第1層の層厚は、東へ行く程厚くなり、西端で125 mの深度は、東端で165 mとなる。第2層の下盤すなわち第3層上面は第1層の下底と傾向が異りほとんど水平である。



第 26 図 宇部第 11 測線走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves and cross-section of the 11th line.

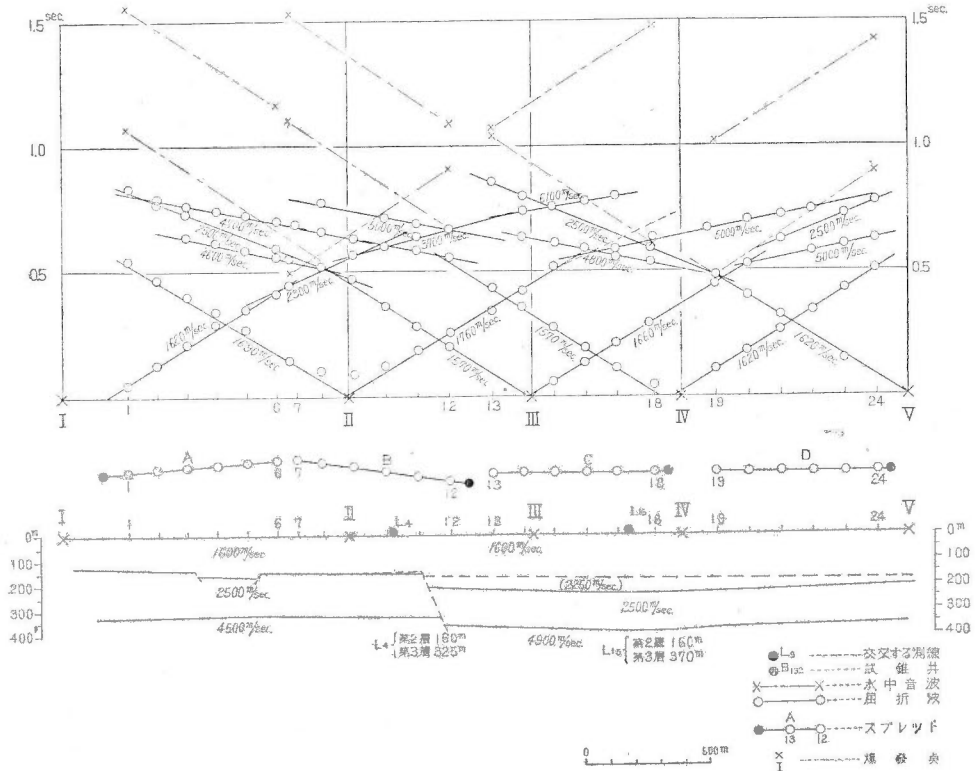
第 12 測線 (第 27 図参照)

第1層の速度として1,570 m/sec~1,690 m/sec の速度が多く表われている。これらの速度によれば、第1層の速度は、1,620 m/sec とするのが、最も適當であるが、本測線には周圍に第4・第2・第15等の測線があり、それらの示す速度が平均1,600 m/sec であるので、本層は1,600 m/sec とするのが適當である。次に1,600 m/sec に続いて、4,600 m/sec, 4,800 m/sec, 5,000 m/sec 等の高速度が表われている。この高速度層は他の測線においては、普通2,500 m/sec 層の下部に第3層として表われたものであるが、本測線においては1,600 m/sec 層の下部に直接第2層として表われている。これによれば、本測線下には2,500 m/sec 附近の第2層を欠除すると考えられるが、しかし初動として到達したこの高速度層からの波の記録の後の方をさらに詳細に点検すると、第2動として到達した2,500 m/sec 内外の速度をある程度

る。故に第3層は西より東に行くにしたがい層厚あつく、第1層とは全く反対の傾向を持つている。第2層の平均層厚は、150 m である。第3層上面は上記のようにほとんど水平な分布をなしているが、しかしこれを局部的にみれば No. 9 附近に幾分隆起した構造を持つている。故に第3層は、No. 9 を頂上とした弱いドーム状の構造と見ることが出来る。またこの第3層の上部には点線で示した4,500 m/sec 層がある。この4,500 m/sec 層は、西の第15測線および東の第9測線の下底に4,600 m/sec 附近の速度層が存在することより、6,500 m/sec 層の上部にそれを仮定したもので、上部の点線はその存在しうる最大の限界である。表面より第3層までの深度は、本層の中央までの深度をその深度とする。第3層は西端にて320m, ドームの頂上にて285m, 東端にて310mの深度である。

明瞭に認めることができるのである。故に本測線下には、他測線と同様第2層が存在するのであるが、それがその速度と厚さの関係により第2層として表われなかつたと解釈するのである。

走時曲線において高速度層(第3層)より遅く表われている走時は、この第2動の到達時を示したものである。本測線の速度は以上のようにして第1層1,600 m/sec, 第2層2,500 m/sec,



第 27 図 宇部第 12 測線走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves and cross-section of the 12th line.

第3層4,900 m/sec とすることができる。

第1層は、上記の如く1,600 m/sec の速度である。本層には III の附近に1,570 m/sec, 1,760 m/sec のように変化ある速度を示す所がある。この地域は、第8測線の II 附近と同様、地下構造に変化のある所と推定される。第2層・第3層の解析の結果によれば、この地域には、直ぐ北方に南落の断層が存在する。この断層は、第8測線の II の断層とよく類似した形を持っているが、第12測線は一般に、他の構造においても第8測線とは類似した形を持っているのである。第1層の層厚は、北より南に行くにしたがい次第に大となる。北端では135 m, 断層の上では160 m, 同じく下においては180 m, 南部では190 m である。

第2層は、第1層とほとんど同様の傾向を以つて分布している。しかしその基底は、断層を境として北と南に別れ、III の附近で幾分沈降した構造を見せるほか、すべて水平に分布して

いる。断層の南側の第2層上の2,250 m/sec層は、走時曲線の1部に認められた2,250 m/secがこの上部にあると仮定した時の最大限の厚さである。故にこの区域の第2層の層厚は、2,500 m/sec層の層厚と2,250 m/sec層までを含めた第2層の層厚を平均して、その層厚とするのが適当である。かくして第2層の厚さを求めた結果は、層厚は断層の南と北にてほとんど同一で、全域略々190 mである。

第3層上面は第2層の基底として述べたように No. 11の断層を境とし南北両域にてほとんど水平に分布している。しかし南域のIII附近にはこの水平構造の中にさらに沈降した構造もある。

第15測線(第28図)

本測線の速度は、I~IV間、IV~VII間、VII~IX間の三つにわけて考えることができる。すなわち

	I~IV間	IV~VII間	VII~IX間
第1層	1,640 m/sec	1,640 m/sec	1,560 m/sec
第2層	(2,250 //) 3,100 //	(2,250 //) 3,100 //	(2,250 //), 3,000 //
第3層	(4,100 //) 5,400 //	4,100 //, 6,200 //	4,500 //, 5,400 //

これらの速度層の中、IV~VII間のものは、他の2つの区間に比し最も隆起した構造を持つている。この区域においては第3層は深度略々120 mにて、調査地域においては、最も上昇した構造の1つをなしている。この上昇により本測線下の構造は、全体的にここを頂上とした1つの大きな背斜的構造と見ることができる。しかしこの背斜的構造は、西翼が長く緩く東翼が短かく急な構造で、またその西翼上には、凹地状に沈下した構造をも含んでおり、その形は部分的には甚だ複雑である。この隆起地帯の西端と東端には、それぞれ西落および東落の断層がある。東端の断層は本域では割合に大きな断層をなし、東側は大きく落込んで、そこに大きな沈下した区域を作っている。またこの断層は、断層線に沿い幅2,300 mの低速帯を伴っている。

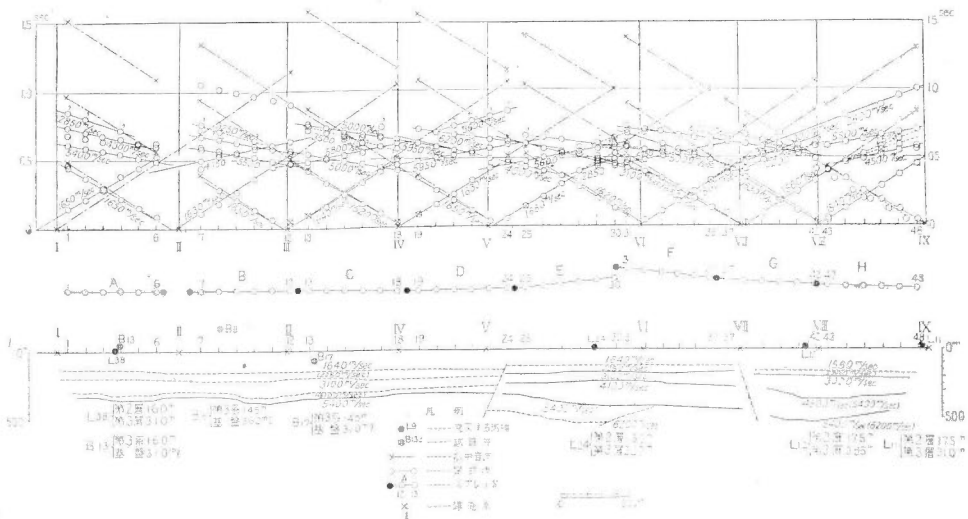
前述の如く本測線の速度層は、第1層が1,640 m/secと1,560 m/secであり、第2層が3,100 m/secと3,000 m/secである。故に本測線の西半の速度層は、第1層および第2層共、他の区域に比し割合大きな速度を持つていることが知れる。これに対しては、西半の区域における堆積物の変化、西半の区域の地層の上昇等の理由が考えられるが、本域には、北西方より迫っている本山半島の隆起地帯等もあるので、この高速度は主として後者の地層の上昇に基づくものと考えられるのである。

しかしこの西辺の走時曲線には、なお他に比し低速度の処も二、三存在し、西半の地層もこれにより上昇の間にさらに幾分の沈下した区域も挟まれるのである。この西半の走時曲線はまた第6測線と同様、第1層の速度層の後に直ちに第3の速度層を生じ、その間に第2の速度層

を欠いている。これは第2層の速度が第3層の速度に近いこと、第2層が割合に薄いことなどを証明しているのであるが、この性質は第6測線と共に、この西半の地域の一般の特性と思われる。

本測線下において、第2層の最も浅い処はV~VII間で、ここでは第3層の深度は120m、層厚は約100mであることが知られる。

本測線の第3層には4,100 m/sec, 4,500 m/sec, 5,400 m/sec, 6,200 m/sec 等多くの速度が存在し、その構造は他の測線に比べて複雑である。特に中央の隆起部では、その下部の4,100 m/sec, 5,400 m/sec, 6,200 m/sec 層は互に交錯し、その構造は複雑である。またこの最下部



第28図 宇部第15測線走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves and cross-section of the 15th line.

に分布する6,200 m/sec層は本域の最高速度層をなし、第11測線および第9測線の6,000 m/sec, 6,500 m/sec, 6,900 m/sec層と共に、一連の高速度地帯をなしているものようである。

次に第3層をみるに、これは西端より次第に深度を減じていき、No. 81 附近に至つて最高となり、再び深度を増して VIII 附近に至つて、断層を以て落下する状況を明瞭に認めることができる。

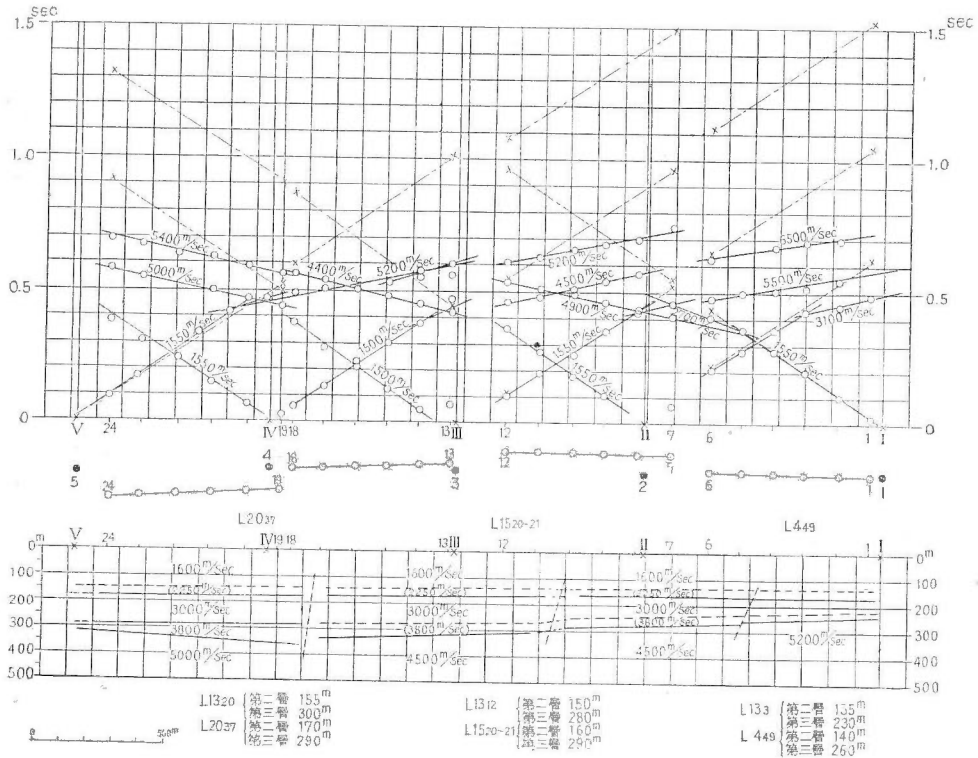
本測線には No. 4, No. 8, No. 13 附近にそれぞれ試錐第13号、第8号、第17号もあり、その速度層の結果は各所で点検されている。その状態は次のように、大体一致しているとみることができよう。

	試錐第13号	第15測線	第3測線B
試錐第13号附近	第3系上部 145 m	第2層 170 m	第2層 160 m
	基盤上部 310 m(?)	第3層 320 m	第3層 310 m

	試錐第8号	第15測線		
試錐第8号附近	第3系上部	151 m	第2層	165 m
	基盤上部	360 m(?)	第3層	315 m
	試錐第17号	第15測線		
試錐第17号附近	第3系上部	145 m	第2層	165 m
	基盤上部	310 m	第3層	325 m

第13測線 (第29図)

本測線下の地下構造は、IよりIVに向う一様に傾斜した構造である。この傾斜はNo. 5



第29図 宇部第13測線走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves and cross-section of the 13th line.

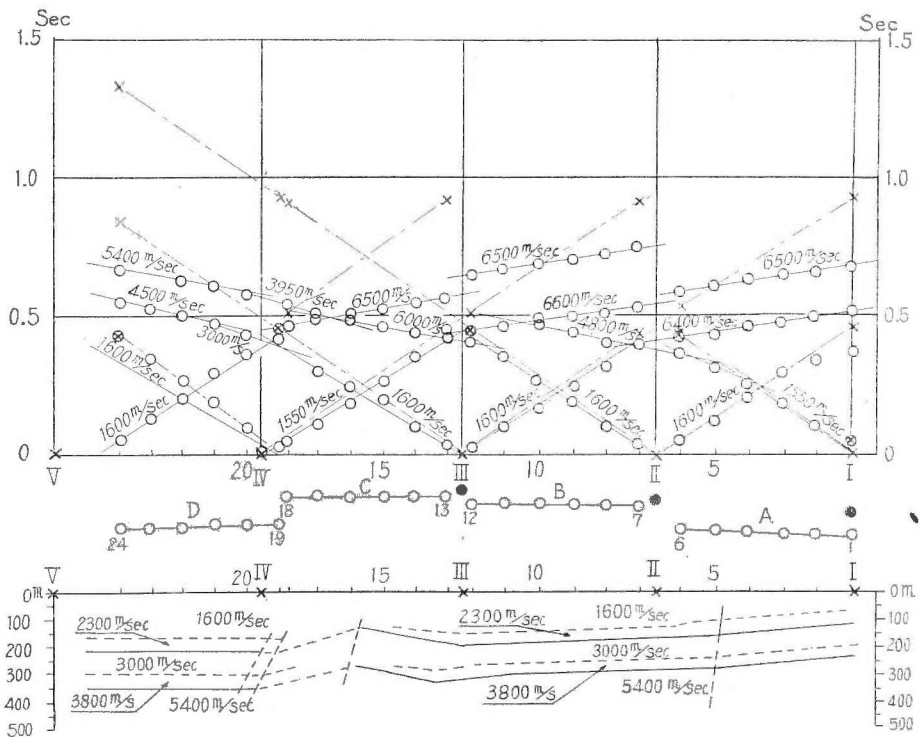
とNo. 10附近に弱い断層らしい構造を有するが、他は概して平穏な単純な構造である。No. 10附近の構造は、第4測線No. 40附近の断層と、第15測線No. 24附近の断層の間にあり、それらと連絡を有することが想像される。しかしNo. 5附近の構造は附近にこれと対比すべきものではなく、これは単にIよりの急傾斜が水平構造に変わるその境界の構造と考察される。

本測線には、この平な部分の中央部すなわちNo. 17附近にさらに大きな構造を持つ断層がある。この断層は、第4スプレッドが、測線上より著しく流失していることに起因する誤差とも考えられるが、この附近にて交叉する第20測線にも同様の変化が認められるので、この変

化はこの附近の地層の有する一つの大きな構造と考えられるのである。本測線の地下構造は、この断層より再び南に向い上昇する傾向をとっている。

第14測線 (第30図)

本測線は、これと平行している東側の第13測線と類似した構造を持つている。すなわちI附近において約200mの深さを持つている基盤は、ここより南方にうつるにしたがい、次第に沈下し、第3スプレッド中央部に至つては断層で落ちこんでいる。この落ち込んだ基盤は、そこよりさらに水平に伸び、そこに幾分沈下した構造を作つている。この沈下した構造は、第



第30図 宇部第14測線走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves and cross-section of the 14th line.

13測線第4スプレッドの沈下した構造と同一の構造を表すものと推察される。

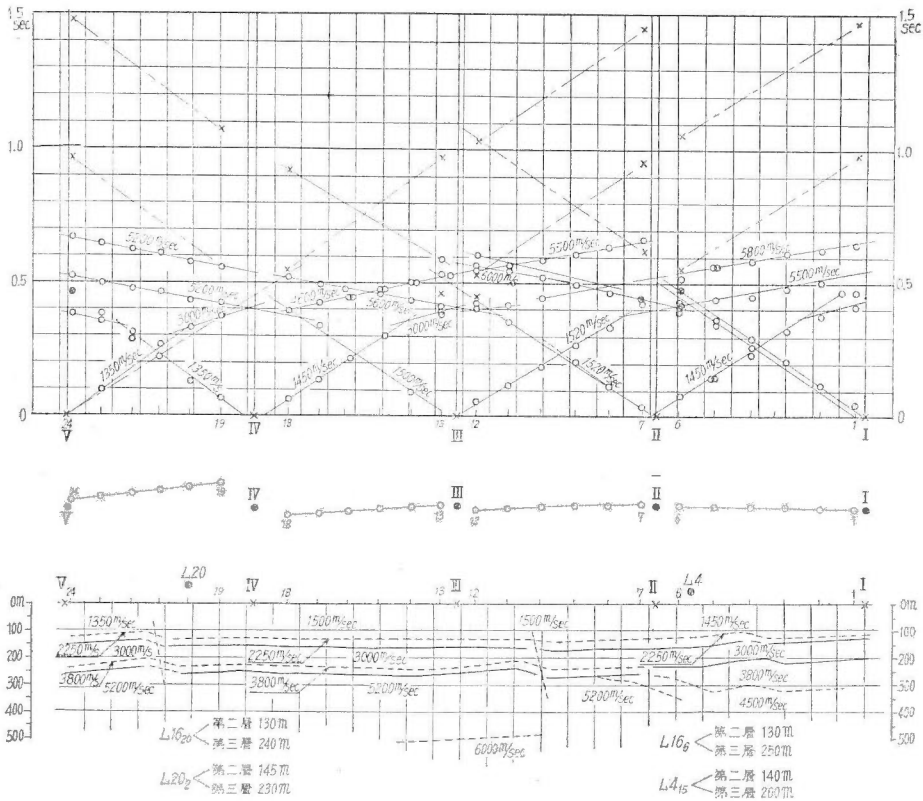
またIより南方に向う傾斜中には、No. 4附近に一つの断層が考えられる。この断層は第13測線 No. 5附近の断層と同様、第1スプレッドの急傾斜が急に水平構造に変つた境界の変化を表わしているものと推察される。

本測線は、その走時曲線に6,000 m/sec以上の高速度を多く含んでいる。このことは、本測線を構成している基盤が、第13測線より次第に堅硬なものに変わりつつあることを示すものである。

第16測線 (第31図)

本測線の地下構造は、中央部の地下構造に比し概して浅く平坦である。すなわち、第3層は220 m~260 mの深度で各所共に大差なく、またその上部の第2層も90 m~120 mの層厚にて、各所略々同様である。したがって、全般の地下構造はほとんど水平にて、唯中央部において幾分凹んだ傾向を見せている。

断層には測点 No. 6, No. 21 附近にそれらしい小規模のものが存在する。これらはすべて北



第 31 図 宇部第 16 測線走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves and cross-section of the 16th line.

落の構造をもち規則的に臺状に配列している。

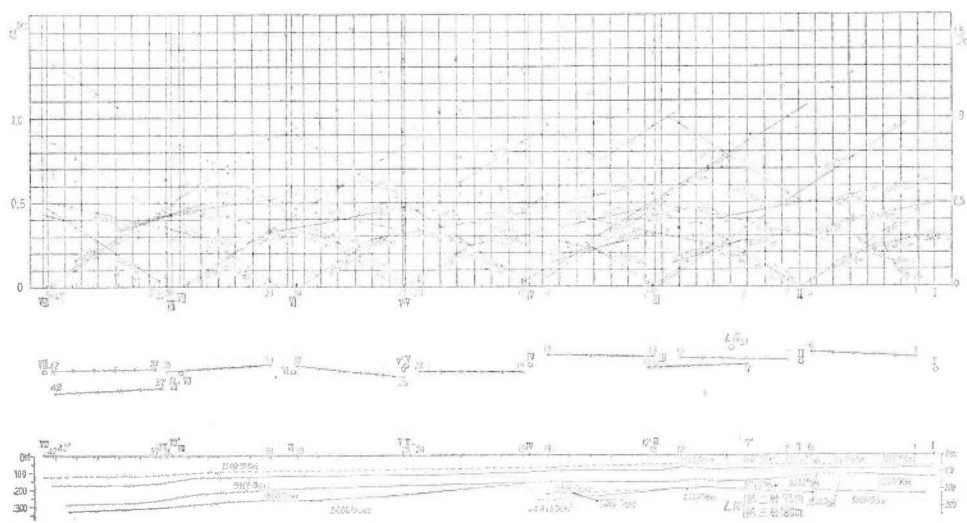
No. 6 附近の断層以北は、速度層が他と異なる特殊な地域である。この断面には、ほかに一、二断面が考えられるが、それらはいづれも速度分布の異つた構造あるいは複雑な断層として表わされるのである。しかしこの断面はそのスプレッドの位置に幾分疑点がある上に、これと隣接している速度が皆無であるので、このことは、この地域に分布する第三系が割合薄層であることを示すものと推察される。

第 17 測線 (第 32 図)

本測線の第3層は No. 1 において約 160 m, No. 5 において 125m, No. 12 において約 170 m,

No. 25 において約 195 m, No. 35 において約 245 m, No. 42 において約 300 m の深度である。故に本測線下の基盤は、中央以北の地域においては各測線中最小の深度を示し、その構造は全域中最も上昇した構造をなしていることが知られる。

また本測線下の基盤は、上記の各深度の示すように No. 5~No. 12 附近を中心とし、南北両方向に背斜的構造を作っている。この背斜的構造は北に少なく南に多く傾斜し、その南端には、さらに深度 300 m 前後の沈下した構造をも作っている。北東の方向より本測線全般に発達



第 32 図 宇部第 17 測線走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves and cross-section of the 17th line.

してきた上昇構造は、これにより本測線の南端において再び沈下しそこに中央部の地域と同様の深い構造を作っていることが推察される。この構造は、本測線と同方向をもつ第 21 測線・第 18 測線・扇形法の測線にも見られる共通な構造である。

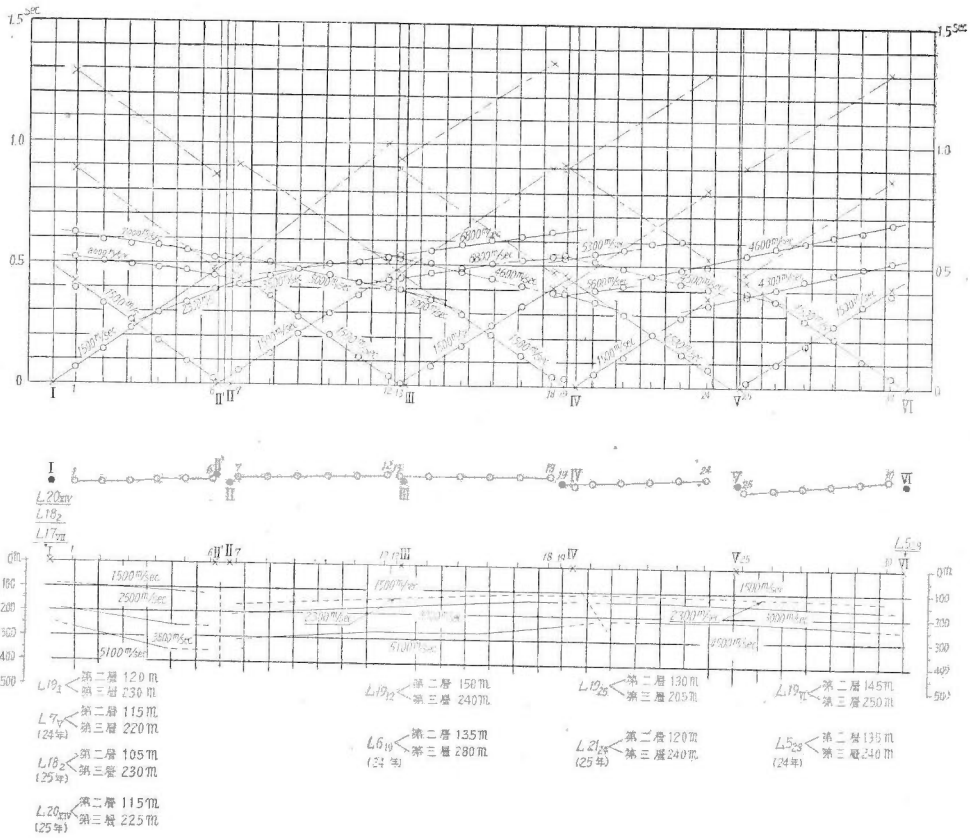
本測線は、No. 6 附近、No. 18 附近に断層あるいは断層らしい構造をもっているが、概して平穏な構造である。測線下に表われた断層中、No. 18 附近に表われた断層は微弱であるが、津布田断層の進路に当たっているので、その構造の一部を表わしているものと推察される。

第 18 測線 (第 33 図)

第 7 測線の南半、すなわち中央部の地域の南部に表われた隆起地帯を調査することを目的とした測線である。測定の結果によれば、この隆起地帯は本測線の No. 4, 5, 6 附近を最隆起点とし、それより再び南方へ沈下してゆくものようである。

本測線下の地下構造は

(a) No. 4, 5, 6 附近を頂点とし、北方へ僅か、南方へ大きく傾斜している。No. 5 附近



第 34 図 宇部第 19 測線走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves and cross-section of the 19th line.

また以上の断層はそれぞれ第 7 測線 No. 9 附近および第 21 測線 No. 17 附近のものと連絡するものと推察される。

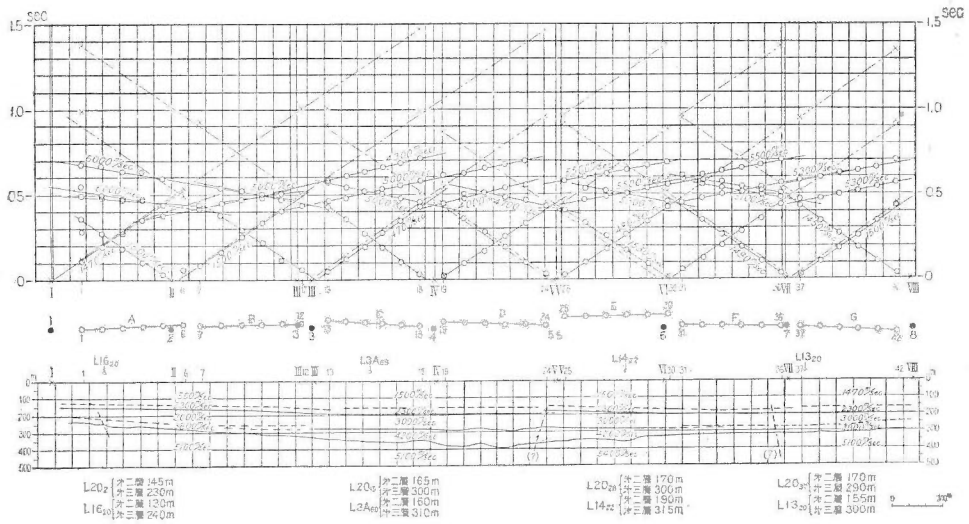
第 7 測線南端の隆起地帯は、本測線の西端と接続するが、この隆起は、本測線に沿つては、断層的に急角度で東方に落ちこんでいるものようである。

本測線の第 2 層は、上記の構造にしたがい、東方より西半の地域に向い次第にその厚さを増している。この厚さは、No. 25 附近においては 70 m, No. 12 附近では 90 m 以上と推察される。しかし西半のこの深度は、その異常が断層破砕帯か沈下帯かにしたがい、それに幾分の修正を加えることを必要とする。

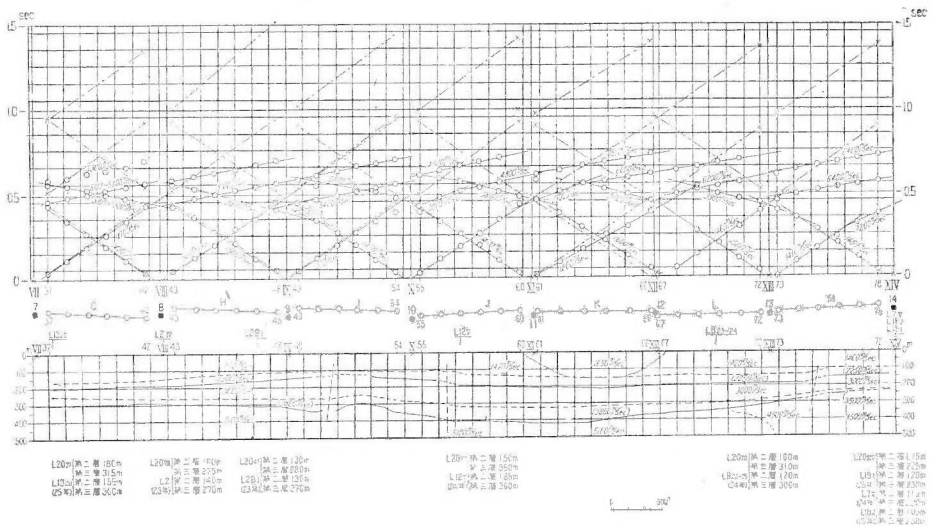
第 20 測線 (第 35 図 a)~(第 35 図 b)

本測線の全体的な地下構造は、IV~V 附近と XI 附近の 2 箇所において最も多く窪んだ凹地構造である。第 3 層である基盤までの深度は各処において次のようになる。

- 西 端 (地域西部) 230 m
- No. 21 附近 (西側凹地構造) 300 m



第 35 図 a 宇部第 20 測線 a 走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves and cross-section of the 20th-a line.



第 35 図 b 宇部第 20 測線 b 走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves a and cross-section of the 20th-b line.

- VII 附近 (測線中央部) 290 m
- No. 57 附近 (東側凹地構造) 350 m
- 東 端 (地域中央部) 220 m

第三系の厚さは、両端において薄く、中央部において厚い形を示し、その厚さは、両端にて 85 m および 110 m、中央部にて 130 m である。これらの構造の中には、また No. 2, No. 24, No. 36, No. 50, No. 56, No. 75 等の諸点に断層が認められる。これらの断層のうち No.

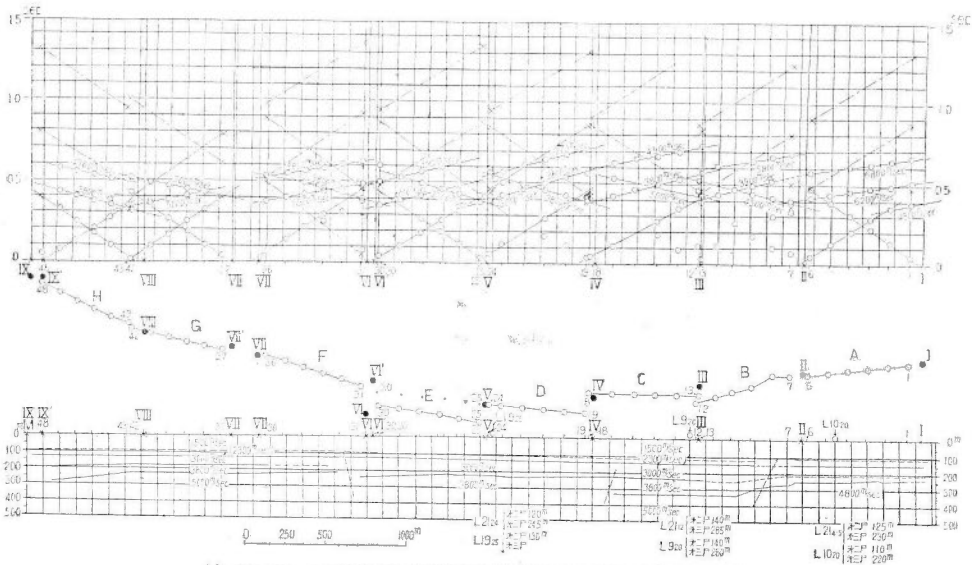
36, No. 56 のものが比較的大きく、それらはそれぞれ第13測線 No. 17 および第15測線 No. 38 の断層と連絡しているものようである。

本測線は、このほかに XI~XII 間に、第1層として 1,650 m/sec の他の部分とは異なる一つの速度層を持つている。この速度層は第四系の比較的高速度のもの（主として砂礫層）と考えられるが、この周囲にはこれと類似の速度をもつ速度層が認められないので、この異常はむしろ観測あるいは計算上の誤差と考えるのが至当であろう。

第7測線南半に表われた隆起構造は、西側においては、本測線の No. 75 以西の断層あるいは急傾斜により、次第に XI~XII 間の沈下構造に移つて行くものようである。

第21測線 (第33図)

本測線は測量および観測に誤差が多く、比較的精度の得られなかつた測線である。



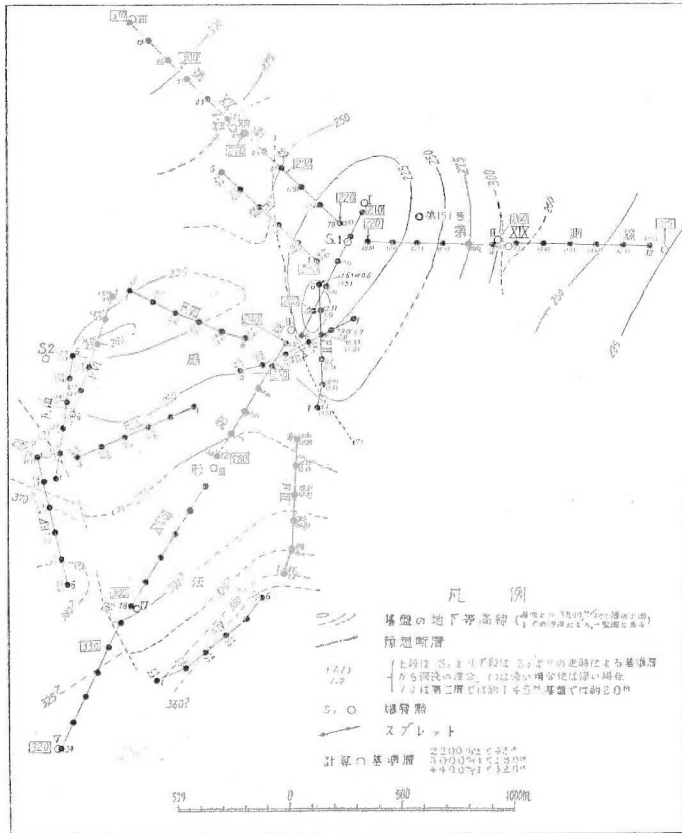
第36図 宇部第21測線走時曲線および地下速度分布図
Time-distance curves and cross-section of the 21st line.

本測線の構造は、概して中央部の沈下した構造とすることができる。測線の No. 8 と No. 32 に断層があり、中央部の沈下した部分はこの両者の間に構成された構造である。またこの沈下した構造は、その中央部に断層を有し、その断層と南端の断層との間に特別な低速度帯を持つている。前者の中央以北の構造は推定された津布田断層の進路に当り、また後者の低速度帯は、本測線の西側に南北に連る隆起部の蔭の構造に当つている。故に本測線中央部の沈下した部分は、津布田断層と本測線西測の褶曲構造による破碎帯と考えられる。しかしこれらの構造は、本測線の測定に誤差の多いことと、その方向が屈曲していることにより、第19測線 No. 20 附近の断層に合致していることも考えられるのである。本測線の地下構造は、また南部の No. 42 附近より南の方に幾分傾斜している傾向を見せている。この傾向は第18測線・

第 17 測線の南半の傾向と合致している。

扇形法による調査測線 (第 37 図)

第 18・第 19・第 20 測線の交叉点附近の地下構造を詳しく調査する目的で、その附近に扇形法を実施した。実施の結果は、第 37 図の如くである。図中各点の数字はその点の走時とその点における基準層(1,500 m/sec 層 95 m, 2,200 m/sec 層 65 m, 3,000 m/sec 層 160 m, 基盤 4,400 m/sec 層)よりの走時の差を示すものであつて、その 1.0 は 3,000 m/sec 層においては約 15 m, 4,400 m/sec 層においては約 20 m に該当している。()内は基準層より浅く、ほかは基



第 37 図 扇形法による地下構造
Structure obtained by fan method.

準層より深いことを示している。これらの数字の示す深度を第 18 測線、第 20 測線、第 19 測線の示す深度に対照し、基盤の地下等高線を作つたものが第 37 図の等高線である。この等高線によれば、この地域には、第 18 測線第 1 スプレッドを含む地域と扇形法第 6, 7 スプレッド北半を含む地域に大略 200 m~230 m の隆起地帯があり、基盤はそこを中心とし、東・南・西の 3 方向に次第に下つて行くものようである。しかし 3 方向に下つて行くこの傾向は、東の面においては特に急激に低下し、そこには断層を作つていることが想像される。南方に伸びて

ゆく傾斜した構造は、その先端で沈下した構造となつているものようである。第4,5スプレッド以南の部分がそれであつて、この域地においては基盤は深度350m内外を示している。

断層には、第20測線 No. 74 附近、第19測線 No. 6 附近、第18測線 No. 6 附近、No. 18 附近、扇形法3の5附近、同5の3附近に各大小の構造が見受けられる。これらの構造はその落ち込みの方向、相互の位置、周囲の状況等により、一應第20測線74と第18測線 No. 6、第19測線 No. 6と第6測線 No. 15 および第10測線 III、第18測線 No. 18と扇形法5の3および同扇形法3の5と連絡が考えられるが、これらについては、なお幾多の検討を要するものである。

なお第37図の地下等深線は、測定の際の測量の誤差、爆発点のずれ、スプレッドの流動等を考慮に入れ、図中の数字を幾分訂正して作成したものである。

5. 試錐および坑道掘進による結果と本調査との比較

本調査結果を試錐結果と比較するために、宇部沖海域において実施された試錐の位置と測線との関係を調査した。昭和22年の調査以前に試錐が実施されたものおよび本調査の結果により試錐が実施されたものがあるが、これらのうち比較しうるものを一括して表示すれば、第8表のようになる。

第3表 試錐結果との比較表(*本調査以後の試錐)
Table 3. Comparison of the results of this survey and well data.

種 別	試 錐 結 果 番号 厚さ(m)	本 調 査 結 果 厚さ(m)	対 應 地 点
第 四 系	No. 1 110	120	第4測線測点 No. 83
〃	No. 8 151	165	第15測線
〃	No. 9 112	120	第4測線 XI
〃	No. 13 145	160	第3測線B
〃	No. 17 145	165	第15測線
〃	No. 23 137	120	第4測線 III
〃	No. 64 21	25	第3測線A測点 No. 20
〃	No. 100 145	155	第4測線 XII
〃	No. 110 139	140	第2測線A Iより700m II寄り
〃	No. 132* 115	120	第5測線 IV の北東300m
〃	No. 151* 101	100	第7測線 No. 21 東寄り250m
第 三 系	No. 151* 116	120	第19測線 No. 3 北寄り120m
		120	第7測線 No. 21 東寄り250m
第 四 系	No. 170* 158	165	第12測線 No. 13 東寄り250m

上表より、一般に本調査の結果はやや深めになつているようであるが、その差は数パーセントであり、両者はほとんど一致していると思ふことができる。なお試錐の位置が、完全に測線上になかつたり、本調査の深度計算の精度が許容誤差最大1割程度を考えれば、両者の一致はむしろ大きな成果といわなければならない。しかも調査終了後において実施された、No.

132, No. 151, No. 170 等の試錐結果は、本調査結果と基盤に至るまで全く一致していると思ふことができることは、注目すべきであろう。

次に炭鉱坑道の掘進による結果が、本調査結果と対比されるが、それが比較的可能であつて本調査結果が確認された所は、東見初二坑先端・東見初真卸先端および切羽・沖山幹線真卸および左八号真卸先端・六号真卸先端・本山本卸先端等がある。東見初真卸および本山本卸の先端においては、第三系地層の傾斜・深度・もめている状態が確認された。また六号真卸にて断層、沖山幹線真卸の先端にて軟弱地帯、左八号真卸先端にて第8測線の北端の隆起構造等がそれぞれ確認されている。

IV. 地震探鑛調査結果の總括

昭和22年より昭和25年にわたる、21測線の調査および扇形法の結果を總括すると、次のようになる。

1. 地下速度分布と地質層序

本調査の各測線下における速度分布と地質層序との関係を示せば

	速度	地層名
第1層	1,300 m/sec~1,800 m/sec	第四系
第2層	2,200 m/sec~3,200 m/sec	第三系
第3層	3,800 m/sec~4,800 m/sec	} 基盤
第4層	5,300 m/sec~6,500 m/sec	

となる。ここに地質調査・試錐結果等より地質層序と速度層との対比が行われた。

昭和22, 23年における調査結果は

第1層	1,300 m/sec~1,800 m/sec	第四系
第2層	2,200 m/sec~2,700 m/sec	第三系
第3層	4,200 m/sec~4,800 m/sec	} 基盤
第4層	5,300 m/sec~6,000 m/sec	

昭和24年における調査結果は

第1層	1,560 m/sec~1,640 m/sec	第四系
第2層	2,250 m/sec~3,200 m/sec	第三系
第3層	3,900 m/sec~4,900 m/sec	} 基盤
第4層	5,400 m/sec~6,500 m/sec	

昭和25年における調査結果は

第1層	1,350 m/sec~1,800 m/sec	第四系
第2層	3,000 m/sec~3,200 m/sec	第三系
第3層	3,800 m/sec~4,800 m/sec	} 基盤
第4層	5,000 m/sec 以上	

以上の結果から、速度は地域的にかなりの変化が見られ、調査地域が中央部より周辺となるにしたがい、速度も漸次大きな値を示していることが注目される。

2. 第 1 層 (第四系)

第 1 層の第四系は所により種々の速度を表わしている。小さなものは 1,300 m/sec, 大きなものは 1,800 m/sec に達し、平均は約 1,600 m/sec である。この平均の値より低速度を示す地域は次のようになる。

(1) 第 1 測線 A (2) 第 2 測線 B, I~II 間 (3) 第 2 測線 A, 1~4 間, 11~19 間 (4) 第 3 測線 A, 1~23 間, 第 3 測線 B, VI~43 間, V~46 間 (5) 第 4 測線 4~10 間, 40~63 間, 16~19 間 (6) 第 5 測線 II 北側 (7) 第 6 測線 II 北側 (8) 第 8 測線 II の北側 (9) 第 9 測線 II~III 間 (10) 第 11 測線 I 附近 (11) 第 15 測線 VII 以東 (12) 第 16 測線 II~III を除く全域 (13) 第 17 測線 III 以北

平均速度より大きな速度を有する地域は次のようになる。

(1) 第 7 測線 IV の北側, V の北側 (2) 第 8 測線 II~IV 間 (3) 第 9 測線 III~IV 間 IV 以東, I 附近 (4) 第 11 測線 II~III 間 (5) 第 12 測線 I~II 間 (6) 第 15 測線 VII 以西 (7) 第 14 測線の 4 以北を除く全域 (8) 第 18 測線 15~V 間 (9) 第 20 測線 XI~XII 間 (10) 第 21 測線 III~VI 間

同じ第四系が、地域的にこのように異つた速度を示すことについては、種々の原因が考えられる。すなわち第四系の地層の堆積状態の相違、その後の変動の受け方、または岩石層の物理的性質の相違などが考えられる。しかし本地区においては、これらの条件が総て満されているかどうかはまだ明らかにし得ない。下層の変動により、その上位の層が影響を受け、速度が変化する場合や含有水分の変化による岩石の速度の変化等は実験的⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾にも求められているので、この方面との関係や堆積状態の変化等を考究することは必要なことと考えられる。

第 1 層は概略 130 m~140 m の層厚を有しているが、局部的にはまた種々の値を示している。本地区で第 1 層の薄い所は、走時曲線の示す速度も比較的大きく、構造も全般的に隆起していると思われる。また層厚の比較的大きい所は、一般に地下構造の沈下した地域に当り、また地下構造の比較的確めていた地域にも相当している。一般に第 1 層に低速層の分布している地域は、その層厚は厚く、地下構造には何等かの異変のある所と考えられる。

第 1 層の層厚の比較的大きな所および小さな所をあげると次のようになる。

比較的第 1 層の厚い地域 (160 m 以上)

第 3 測線 B, XV~XVII 第 2 測線 A, II~IV 第 4 測線 XII~XVII, IV~VII 第 10 測線 I~II 第 8 測線 II~IV 第 9 測線 III~IV 間 第 11 測線 I の北側 第 12 測線 III 以南 第 15 測線 VII 以東, III~V 間 第 13 測線 IV 附近 第 14 測線 IV~V, III の北側 第 20 測線 26~VIII 間, III~23 間, XI~XII の中心附近

比較的¹第1層の薄い地域 (120 m 以内)

第1測線A全域 第3測線A全域 第3測線B V~VIII 第4測線 IX 附近 第5測線 IV 附近, I 附近 第10測線 IV~XII 第7測線V附近 第8測線 II の北側 第9測線 I の南側 東部 第14測線 I の南側, III~IV 間 第16測線 I~II 間, 22 附近 第17測線 I~VII 間 第18測線 I~II 間 第19測線 16~23 間 第20測線 IX~X 間, XIV の西側 第21測線 II~III 間を除く全域

3. 第 2 層 (第三系)

本層の平均の速度は 2,600 m/sec であり, 小さいのは, 2,200 m/sec, 大きいのは 3,200 m/sec である。2,200 m/sec の層は二,三の測線と試錐の結果より推定されたものであり,多くの測線には表われていない。本層における 2,900 m/sec~3,200 m/sec の速度は,主に第5測線および第15測線に分布しているが,これらの地域は基盤の割合上昇している地域である。一般に本層は,比較的軟弱な上部夾炭層と硬い下部夾炭層からなっているが,これらの高速度をもつ地域は,上部の地層が浸蝕または削割され,下部の硬い部分が多く残された地域と推定される。なお第2・第3層の如く割合硬い地層においては,地震波の傳播速度に方向性があり,南北方向の速度が東西方向のそれに比して大であることも知られているので,この方面との関係も考慮する要がある。

第2層は,走時曲線に表われる部分の最も少ない速度層である。所によつては全然表われない所も存在するのである。これは第2層が現に存在していても,第1層,第2層,第3層の速度の比と,第2層の厚さとの関係により走時曲線に表われてこないのである。このことは本域の試錐によつても実証されている。したがつて本調査においては,このような地域においては第2層をありうる最大の厚さにて算定し,これを第2層として第3層の上部に挿入した。図中第2層の上部が点線で示されてあるものは,計算によつて挿入したものである。

第2層は前述の如く,本域における第三系を示す速度層であるので,その消長は本域の開竈に重要な関係を有するものである。本層の層厚 190 m 以上のものと 130 m 以下のものについて述べれば

厚い地域 (190 m 以上)

第1測線 A 第1測線B全域 第2測線 B 第10測線 II 以西 第4測線 XV 以東 第6測線 I~II 間 第7測線 I~II 間 第9測線 II III 附近 第15測線 VIII 附近 第20測線 XI 附近

薄い地域 (130 m 以下)

第2測線B全域 第3測線A全域 第3測線B全域 第4測線 XV 以西 第10測線 III 以東 第7測線 III 附近, V 附近 第9測線北部 第15測線 V~VI 間 第5測線V以南 第13測線 10 以北 第16測線 第17測線 VIII 附近を除く全域 第18測線 I~8 間 第19測線 I の

東側 IV~VI 間 第 20 測線 I~45 間, XIV の西側 第 21 測線 I~III 間, VI 以南

第 2 層が特に大きな速度 2,900 m/sec~3,200 m/sec を示す地域は第 5 測線, 第 9 測線の東半, 第 11 測線, 第 15 測線の西半, 第 13 測線 I の南側, 第 14 測線 IV の附近, 第 16 測線 I の南側, 第 17 測線の VII 南側, 第 18 測線 I, II の南側, 第 19 測線 III, IV の東側, 第 20 測線 II の東側, XIII, XI, X の東側, 第 21 測線 III, V 附近である。

4. 第 3 層および第 4 層 (基盤)

第 3 層および第 4 層は, 前述の如く本域の基盤, すなわち先第三系の岩石類を表わしている。この基盤は, 本域の開発には直接に意義を有しないものであるが, 本層は地震探査の速度層としては最もよく表われ, また本層の位置を知ることにより, その上部の夾炭層の位置を地質的に推定できるものであるから, 本層はまた夾炭層の探査に重要な役割をなすものである。

第 3 層および第 4 層を構成する 4,000 m/sec~6,500 m/sec の速度層と岩石類, すなわち花崗岩・千枚岩・蛇紋岩との関係はまだ充分判明しないが, 試錐により花崗岩が求められた地点附近の速度には 4,500 m/sec~4,900 m/sec の速度分布が示されている。

基盤層は陸より沖の方に 2 度内外の角をもつて傾いているが, 調査地域南辺の地域に至り, 次第に水平な構造となり, 地域によつては却つて上昇の構造を示す所もある。第 7 測線の南半および第 15 測線 V~VI 間には, その傾向が認められる。基盤層は, また南北方向には比較的単純な変化を示すが, 東西方向には複雑な変化を繰返すようである。第 6 測線と第 2 測線 A の間には, このような褶曲的の変化が見られ, 深い所では深度 370 m, 浅い所では深度 230 m を示している。

5. 主要な構造

本地域の地下構造を第三系上面および基盤による地下等深線により図示すると附図第 1 図のようになる。これは第三系および基盤の沈降・隆起の状態を概略に示し, 等深線は 50 m を単位とした。この基盤の地下等深線によれば, 本地域の地下構造は概ね次の四つの大きな構造にわけられる。すなわち

- (a) 南北方向に並ぶ褶曲的構造
- (b) 第 4 測線および第 9 測線の北側を中心とし, ほぼ東西に走る津布田断層群
- (c) 本山半島の前面より南に突出している隆起および断層による構造線
- (d) 西辺・北辺・東辺・東南隅の四方向にて上昇している盆地的構造

である。

本地域は全般的に中央部が深く, 周辺が浅い構造をなしている。基盤までの深度は西端において略々 230 m, 東端において最小 160 m, 東南部において最小 200 m, 中央部において最大 350 m である。東南の隆起した構造は第 18 測線・第 21 測線・第 17 測線の傾向にしたがえば, さらにその南方に沈下する構造をもつている。この構造における基盤までの深度は扇形法の測

線および第17測線により300m内外と推定される。

6. 隆起地帯および沈下地帯

本地域の地下構造は、第21測線に沿う隆起構造・第7測線南半・第18測線北半を含む隆起構造、および本山半島の前面より南に突出する隆起構造を山部とし、その間を谷部とする数條の褶曲より成つている。第7測線・第18測線の隆起構造は、この褶曲の中心の構造をなし、また第8測線北端の隆起およびNo. 151 試錐井附近の隆起と関連する構造をなしている。この構造はさらに扇形法適用の地域北部に延び、その附近に比較的大きな隆起部を作つているものようである。この隆起は、第18測線の北部において最上に達し、深度約200mを示している。しかしこの隆起は、東側においては断層的傾向を以つて、第10測線および第9測線西端の沈下帯に接し、また西および南の2方向においては、その方向に次第に沈下して、その先端に各々深度350mの沈下帯を有している。

第21測線附近の隆起構造は昭和25年の調査により初めて考察された構造である。この構造は基盤は約220mの深度に上昇し、隆起としては比較的大きい構造をなしているが、規模においては割合微弱である。本地域の褶曲構造の東側は、この隆起構造を以つて終了しているような形をなしている。

本山半島前面の隆起構造は第15測線No. 27附近の隆起の延長である。本構造はその隆起の度合は微弱であるが、規模は比較的大きく、西辺の地域の主要な構造をなしている。等深線の傾向にしたがえば、本構造附近の断層はすべてこの隆起に平行し、すべて南北に構造線を有しているものようである。

第7測線東側の沈下した構造・第12測線附近の沈下した構造および第14測線南半の沈下した構造は、これらの隆起した構造の間に作られた構造である。第7測線東側の沈下した構造・第12測線附近の沈下した構造は、さらに南に延び、本地域の外側にまで至つているものようである。

しかし前者の第7測線東側の構造は、宇部岬断層・中央断層・龍王山断層等の延長に当つており、その内部の地層はまた比較的低速層をなす故、この沈下したと考えられる構造は、むしろこれらの断層による破碎層と考えられるのである。

第1測線北半・第10測線III以西・第6測線北半・第7測線西部および第14測線の南半を占める沈下した地帯は、本地域においては比較的大面積を持つ沈下地帯である。この地帯は基盤までの深さは約350m内外と計算され、また幾分上下した断層らしい構造を持つが、概して平坦な構造である。

7. 断層状構造

各測線にあらわれた断層を総括すると、本地域の断層は第4測線および第9測線の北側を中

心とした地域に多く集つている。それ故地質にて推定された津布田断層は、第12測線を境として東西に別れ、それより以西においては傾向弱く、それより以東においては特に傾向の強い形を見せている。東辺における地下等深線は、これより一様に東方に歪められたような形を呈している。しかし第5測線においてこのような形を示す津布田断層は、東方の第17測線においては徴候が割合微弱である。故に津布田断層は第5測線を過ぎるにしがいそれより以東においては傾向は次第に微弱になるものと推察される。いづれにしても、この断層は、第4測線および第9測線の北側附近を約1,000 mの幅をもつて北西の方向に十数 km にわたつて走る断層であつて、第2測線AのI~II間の断層、第10測線 III 附近の断層を始め、第8測線 I~II間の断層・第12測線 II 附近の断層はすべてこの中に含まれている。

本地域の断層にはこのほかに宇部岬断層、第7測線の東側の断層、第12測線西側の断層があり、また西半の地域には本山半島前面の隆起地帯に沿う二、三の断層がある。これらの断層は、各々前記の隆起地帯または沈下地帯の境界に当り、それぞれ本地域の地下構造の主要な要素をなしている。

本調査で認められた断層状構造は

第2測線AのI~II間(北落、大)、同15附近(南落)、第3測線B VII(西落、大)、第4測線X, VIII附近(西落)、第10測線III附近(西落、大)、第5測線II附近(南落、比較的大)、同III附近(北落、比較的大)、同IV附近(南落、比較的大)、第9測線VI, III附近(西落、比較的大)、第6測線II~III間(北落)、第7測線II~III間(西落、大)、第8測線Iの南、IV附近(北落)、同IIの南(南落)、第12測線IIの北(陷落、小)、同IIの南(南落)、第15測線VII(東落、大)、第13測線10附近、17附近(南落)、第14測線15~19間(隆起幾分南落、大)、第16測線10, 4, 21附近(北落)、第17測線10附近(北落)、同38附近(南落、稍大)、第18測線II附近(南落、大)、第18測線IV附近(南落)、第19測線20附近(西落)、同II附近(大)、第20測線V附近(西落)、同51附近、同75附近(西落、稍大)、第21測線8附近(南落、稍大)、同32附近(北落)

等である。

V. 結 語

以上述べたように、宇部炭田において海上地震探鉱法を研究し、これを実際に應用して調査精度および能率を著しく増大し、海底における炭田の地下構造を明らかにし得た。

海底の地下構造は調査結果の総括において述べた通りであり、基盤の状態・その上位層の第三系および第四系の厚さおよび潜伏状態・断層帯の範囲および位置・その他の沈下・隆起の構造等を推定して、海底炭田の構造を明らかにした。これらは若干の試錐によりまた東見初二坑

および眞卸等の坑道，沖山幹線眞卸坑道の先端等において確められたが，今後の炭田開発への應用が期待される。

探査法としては，宇部海底のような比較的浅く平坦な所においては，海底曳航法は適當と思われる。殊に，本法は潮流の影響を著しく減じ，調査精度と能率の向上を大いに増大した点は注目に値すると思われる。なお浮游移動法においてもさらに改良を加えれば，相當の成果はあげられうるし，深海の調査には大いに應用しうると思われる。

今後ショーランやローランなどを導入すれば，受振距離の測定に関しても一層の精度をあげうるし，探査法の發展も期待できるので，この方面に向つて大いに研究を進め，海底炭田の構造を究明したいと思う。

VI. 主な参考文献および資料

- 2) 物理探鋇調査研究一覽 第1号 (1951年), 第2号 (1949年). T. Hagiwara and S. Omote: Seismic Prospecting on a Sea Bottom. Bull. Earthq. Res. Inst., 18 (1940). Part 2.
- 1) 飯田汲事, 栗原重利: 海底炭田における地震探鋇法に関する研究, 物理探鋇 第4巻 第1号 (昭和26年)
- 3) 飯田汲事: 山口縣宇部炭田海底地震探鋇調査報告 (昭和23年) 未公表資料
- 4) 栗原重利: 同上 (昭和24年) 未公表資料
- 5) 栗原重利: 同上 (昭和25年) 未公表資料
- 6) R. L. Palmer: Marine Seismic Exploration. Oil and Gas Journal (June, 1948).
- 7) G. F. Kaufmann, Suggested Survey Technique to Speed-up Refraction Seismograph Operations in Near-Shore Under-Water Areas off the Coasts of Japan. (Speech at the Coal Exploration Advisory Committee Meeting on May 27, 1949.)
- 8) 徳永重康, 飯塚実: 宇部炭田の地質学的研究, 早稲田大学理工学部紀要 第6号 (1930年)
- 9) 徳永重康, 飯塚実: 宇部炭田の主要炭層について, 石炭時報 第5巻 (1930年)
- 10) 徳永重康: 山口縣宇部炭田生成の由来, 燃料協会誌 (大正15年)
- 11) 金野藤衛: 宇部地方の炭鋇について, 九州鋇業会誌 第1巻第7号 (大正14年)
- 12) 小倉勉: 山口地質説明書および7万5千分の1図幅 (大正13年)
- 13) 中國炭鋇技術協会: 海底探掘と宇部炭の性質資料 (昭和22年12月)
- 14) 鈴木倉次, 三原常治: 宇部炭田地質説明書 (昭和24年)
- 15) H. Yabe: Palaeogene Age of the Coal Formation of the Ube Coal-field Yamaguchi Prefecture. Proc. Imp. Acad. Tokyo, Vol. 20 (1944).
- 16) 高井冬二: Eocene Mammals from the Ube and Hosan Coal Field in Nippon. Proc. Imp. Acad. Tokyo, Vol. 20 (1944).
- 17) 高井冬二: 雨龍宇部両炭田産 *Amyrnodon Watanabei*, 地質学雑誌 第56巻第637号

(1948)

- 18) 飯田波事：破碎帯における地震波の速度 昭和23年9月地震学会発表
- 19) K.Iida: Elastic and Viscous Properties of a Certain Kind of Rock. Bull. Earthq. Res. Inst., Vol. 17 (1930), No. 1.
K. Iida: On the Elastic Properties of Soil, particularly in relation to its Water Content. Bull. Earthq. Res. Inst., Vol. 18 (1940), No. 4.

Résumé

Offshore Seismic Exploration in Ube Coal Field

by

Kumizi Iida and Shigetoshi Kurihara

Offshore seismic exploration was conducted in Ube coalfield, Yamaguchi Prefecture, during the period 1947-1950. Particular attention was paid to the improvement of both the equipments and the techniques employed for marine seismic refraction surveys. The results of the survey are summarized as follows:

1. Three different methods of setting the detectors were tried:

(a) Setting the detectors on the sea floor. This method is similar to that used on land. Each waterproofed detector in the six-trace spread had a separate lead-in wire; aftershooting the charges at a sea-floor shotpoint, the detector spread was moved to the next location on the exploration line.

(b) Floating the detector spread at or near the sea surface. The six detectors were connected at intervals of 100 meters or more on a six-conductor cable trailing from the observation boat. Some of the detectors were fitted with sound wave pick-ups to check the distance between the shot-point and observation point. To maintain the detectors in the vertical position in order to ensure the best response, each detector was suspended from a float by a light elastic cable connecting the float and the top of the detector; this arrangement minimizes the swaying caused by the motion of the surface water. The buoyancy of the floats was adjusted to the point where they would just sustain the weight of the detector and its suspended weight. The floated cable remains straight while the boats are under way, but drift caused by currents or tide soon begins when the boat stops so that the shot must be recorded almost simultaneously with the stopping of the boat. Alternatively, the detector spread is set on bottom by detaching the detectors from the floats immediately the boat stops; this so-called modified detector-floating method has the advantage of reducing to a minimum the drift and sway caused by surface currents and wave action. Shooting was tried both on the seafloor and midway between the surface and bottom.

(c) Mounting the detectors on sleds for dragging along the sea bottom. The sleds were made sufficiently large to insure that the detectors would be maintained upright. After the sled-mounted detector spread is brought into the desired position on the exploration line, the shots are set near the shooting buoy and fired on receipt of a radio signal from the instrument boat.

2. The sled-mounted detector spread was found most suitable for the offshore

conditions at Ube, where the sea bottom is comparatively flat. The speed and accuracy of the survey were considerably increased by using methods (b) and (c) and from three to six spreads could be observed in one day; the speed of the survey in 1949 reached 4 or 5 times that accomplished earlier by using method (a). Provided that the effect of the surface motion of the water could be eliminated, the floating detector method would certainly be the most rapid and efficient of all. The sound wave velocity in the sea off Ube coalfield was found to be $1,472 \pm 1.2$ m/sec.

3. The underground structure of the offshore area at Ube coalfield was clearly established by the subsurface velocity distribution obtained from these surveys. The data assist the geological interpretation by:

- (a) Differentiating Quaternary sediments from Tertiary rocks.
- (b) Establishing the thickness of Quaternary sediments and Tertiary rocks.
- (c) Determining the depth of the basement rocks.

4. The velocity ranges, confirmed by data obtained from wells, are as follows:

- (a) Quaternary sediments: 1,300–1,800 m/sec.
- (b) Tertiary rocks: 2,200–3,200 m/sec.
- (c) Basement rocks: 3,800–4,900 m/sec, or 5,000–6,500 m/sec.

5. The Quaternary sediments are about 90 meters thick and the Tertiary rocks about 200 meters; the depth to basement averages about 275 meters.

6. The surface of the basement dips generally away from the shoreline at an angle of 2 or 3 degrees.

7. The thickness of the Quaternary sediments appears to increase proportionately with that of the Tertiary beds. Local zones of low velocity are found in some places.

8. The subsurface structure of this area is shown in Plate 1. Anticlinal structure is developed along Line 21, the west sides of Lines 7 and 18, the southern part of Motoyama peninsula and part of the southern half of Line 14. Synclinal structure is indicated on the east side of Line 7 and the southern part of Line 14. Line 14 especially indicates folding.

9. A fault zone about 1 km wide, the Tsubuta fault, trends east-west across Lines 4 and 9. Faulting was found to be especially strong in the eastern area at Line 12, and the scale of faulting on the east side of the Tsubuta fault under Line 17 is rather weaker than under Line 5.

10. The subsurface structure map of this area indicates a basin with the western, eastern and southeastern margins relatively uplifted in relation to the central part.

11. The crest of the fairly large anticlinal structure under Lines 18 and 7 and to the north of Line 8 is at a depth of about 200 meters.

12. The anticlinal structure under the southern part of the Motoyama peninsula appears to be different from the others; its trend runs nearly northsouth.

13. The low velocity zone under the east side of Line 7 and Line 18 is the most depressed area in this region. It appears to be affected by extensions of the Ube-Misaki fault, the Central fault, the Ryuosan fault, and the Tsubuta fault.

14. The comparatively large depression lying under the southern half of Line 12, and Line 14 is considered to be not folded when compared with the area underlying Lines 7 and 18.

15. On the basis of velocity, two types of areas can be distinguished. In one case the velocity of the second layer shows clearly in the time-distance curve. In the other case, the velocity of the second layer does not appear in the time-distance curve although it is known to exist; this is explained by the relation between the thickness and the velocity ratio of the first and second layers.

16. The results obtained during this survey were checked before and after by data from wells. The names of the exploration lines and the well numbers are given in Table 3. The present results were also checked at several points in the farthest reaches of the coal mine galleries.

The Geological Survey of Japan has published in the past several kinds of reports such as the Memoirs, the Bulletin, and the Reports of the Geological Survey.

Hereafter all reports will be published exclusively in the Reports of the Geological Survey of Japan. The currently published Report will be consecutive with the numbers of the Report of the Imperial Geological Survey of Japan hitherto published. As a general rule each issue of the Report will have one number, and for convenience's sake, the following classification according to the field of interest will be indicated on each Report.

- A. Geology & allied sciences
 - a. Geology.
 - b. Petrology and Mineralogy.
 - c. Palaeontology.
 - d. Volcanology and Hotspring.
 - e. Geophysics.
 - f. Geochemistry.
- B. Applied geology
 - a. Ore deposits.
 - b. Coal.
 - c. Petroleum and Natural Gas.
 - d. Underground water.
 - e. Agricultural geology.
Engineering geology.
 - f. Physical prospecting.
Chemical prospecting & Boring.
- C. Miscellaneous
- D. Annual Report of Progress

Note: Besides the regularly printed Reports, the Geological Survey is newly going to circulate "Bulletin of the Geological Survey of Japan." which will be published monthly commencing in July 1950

本所刊行の報文類の種目には従来地質要報、地質調査所報告等があつたが今後はすべて刊行する報文は地質調査所報告に改めることとし、その番號は従来地質調査所報告を追つて附けることにする。そして報告は一報文につき報告1冊を原則とし、その分類の便宜のために次の如くアルファベットによる略號を附けることにする。

- A 地質およびその基礎科學に關するもの
 - a. 地質
 - b. 岩石・鉱物
 - c. 古生物
 - d. 火山・温泉
 - e. 地球物理
 - f. 地球化學
- B 應用地質に關するもの
 - a. 鉱床
 - b. 石炭
 - c. 石油・天然瓦斯
 - d. 地下水
 - e. 農林地質・土木地質
 - f. 物理探礦・化學探鉱および試錐
- C その他
- D 事業報告

なお刊行する報文以外に當分の間報文を謄寫して配布したものに地下資源調査所速報があつたが今後は地質調査所月報として第1号より刊行する。

昭和 27 年 3 月 15 日印刷

昭和 27 年 3 月 20 日発行

著作権所有 工業技術廳
地質調査所

印刷者 向喜久雄

印刷所 一ツ橋印刷株式会社

B. f. III.

REPORT No. 146

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Tomofusa Mitsuchi, Director

OFFSHORE SEISMIC EXPLORATION
IN UBE COAL FIELD

BY

KUMIZI IIDA & SHIGETOSHI KURIHARA

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Hisamoto-cho, Kawasaki-shi, Japan

1952