

千葉県長豊橋付近地震防災研究実験地における 地震探査

平沢清*・伊藤公介

地質調査所

Seismic Prospecting at the Experiments Field for the Disaster Prevention by the Earthquake in the Vicinity of Nagatoyo Bridge, Chiba, Prefecture

By

K. Hirasawa* and K. Itō

Geological Survey of Japan, Tokyo

Abstract

In order to explore the underground structure and elastic properties at the experiments field, seismic prospecting was performed in the vicinity of Nagatoyo Bridge, Chiba Prefecture. By means of refraction method, velocity distribution in shallow underground was made clear. By means of reflection method, we found the existence of basement structure at about 800-m depth.

1. はじめに

地震時における軟弱基礎地盤の振動性状に関する現場実験研究が、目下架橋工事中の千葉県長豊橋付近において実施されていることは、既にこの速報第6号¹⁾に述べられている。本研究の初年度である昭和40年度においては、本研究は火薬を用いて人工的に強力なS波を発生させる方法にその主眼を置き、併せて実験地における地形および地質など実験結果の解析に必要な自然環境の調査が実施されたことも同速報に明らかである。この中、地形地質に関する事柄²⁾およびS波発生に関する事柄^{3,4)}は既に報告されている。実験に必要な基礎資料として地形地質資料と共に、実験地周辺の地下の物理的性質、なかんずく弾性的性質を把握する資料は、この実験が振動性状の究明を目

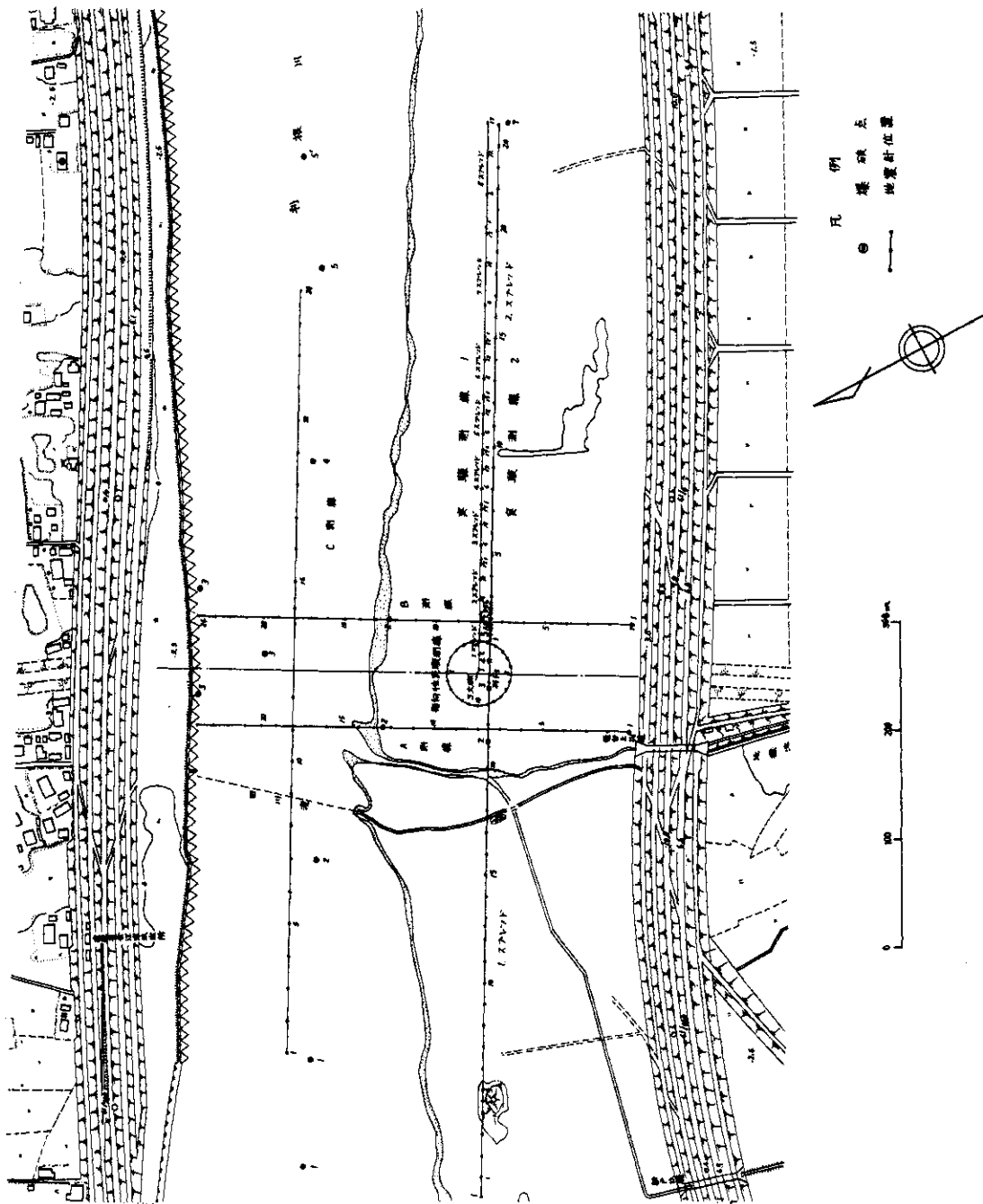
的とする以上は必要不可欠なものである。このような基礎資料を得る目的で、現場実験の一部として、実験地周辺においてP波による地震探査を実施した。なお当初の計画では河川中で音波探査を行なり予定であったが技術的検討の結果、地震探査に変更した。ここにその結果を報告する。

2. 地震探査の概要

千葉県成田市竜台の長豊橋架橋予定地付近の利根川河川敷において行われた現場実験の一部として地震探査を実施した。地震探査は測線計画・観測計画および調査実施監督を筆者らが担当し、調査作業および解析は他の実験作業と共に宇部興産株式会社に請負わせて実施した。

今回の地震探査は前記のように振動実験の基礎

* 現在金属鉱物探査事業団



図一 実験地地震探査線図

資料を得ることが目的であり、構造物の振動に関する実験はP-5橋脚について、S波の実験はP-5橋脚から東西方向の測線についてそれぞれ実施が予定されていたので、地震探査測線もこれに従って配置した。すなわちP-5橋脚を中心とする略東西方向（河流と平行方向）で長さ1kmの測線（図-1^注実験測線2.）、および周辺地域の地下構造調査のためのA・B・Cの3測線合計4測線を設定した。この中、A・B両測線は実験測線に直交し、P-5橋脚からそれぞれ約100mを隔てて平行し、測線長は各400mで河川敷および利根川本流を横断している。C測線は利根川本流のほぼ中央部に実験測線とはほぼ平行して流水方向に測線長730mに設定した。（図-1参照）

実験測線については、浅層部から深層部までの地下構造を詳細に調べるため、受振点間隔2mの小規模屈折法（測線中央部のみ）、受振点間隔20mの屈折法および深部探査のための反射法の3種の地震探査を行った。

A・B・Cの3測線については屈折法のみとし、受振点間隔はA・B両測線は陸上部20m、河底部15m、C測線は30m間隔とした。

観測に用いた器械は、宇部興産株式会社所有のSIE型磁気記録式24成分地震探査装置一式である。この他受振器としては河底部の測定にはHS製Light Bay Cableが、反射波の観測には7個群設置が用いられた。

表-1 屈折法による各測線の速度層の速度と上限深度の概要

		実験測線		A 測線	B 測線	C 測線
		2m間隔の観測	20m間隔の観測			
第1層	速度	350m/sec	350m/sec	350m/sec	360m/sec	
	深度					
第2層	速度	1200m/sec		1200m/sec		
	深度	2~4m	1300~1400 ^m /sec	(一部のみ)	1400~1500 ^m /sec	1500m/sec
	速度	1500m/sec	0~5m	1500m/sec*	3~6m	
	深度	4~7m		5~10m		
第3層	速度	1650m/sec	1650~1750 ^m /sec	1700m/sec	1640m/sec	1630m/sec
	深度	16~20m	15~25m	15~30m	15~20m	10~20m
第4層	速度		(1750m/sec)	(1750m/sec)	(1750m/sec)	1750m/sec
	深度		50~70m	35~55m	35~50m	25~35m

* 河底部では直接河底に分布
第4層()内はC測線の資料により設定

火薬の爆発は試験井が利用しうる所は試験井内で、他は陸上部では深さ1~2mの手掘り孔内で、河底部では水底で行った。

試験井は実験測線上に7孔掘さくした。これらの試験井は地質資料を得るため、物性測定試料を得るため、S波の発生および観測に利用するため、および爆発孔として使用するため等多目的に適合するよう配置し、それぞれの掘さく深度を設計した。これらの試験井の一部には電気検層やN値測定も実施された。試験井については既に福田ら²⁾によって報告されている。

3. 地震探査結果

3.1 屈折法

実験測線（2m間隔および20m間隔）およびA・B・C各測線の屈折法走時曲線とそれぞれの解析結果を図-2~6に示す。また、各測線の速度層の速度および上限までの深度を表-1に一括した。これらの図および表から明らかなように、本地域の速度層は、350m/sec程度の地表付近低速層（河底部および沼沢地には表われない）を除くと、大凡1200~1750m/secの値を示し、それ以上の速度値を持つ速度層は全く得られていない。

各測線の速度分布断面の特徴は次のようである。

3.1.1 実験測線

図-2~3および表-1にも明らかなように、2m間隔の測定からは第2層がさらに2分されており、第4層は観測されていない。これは本地域

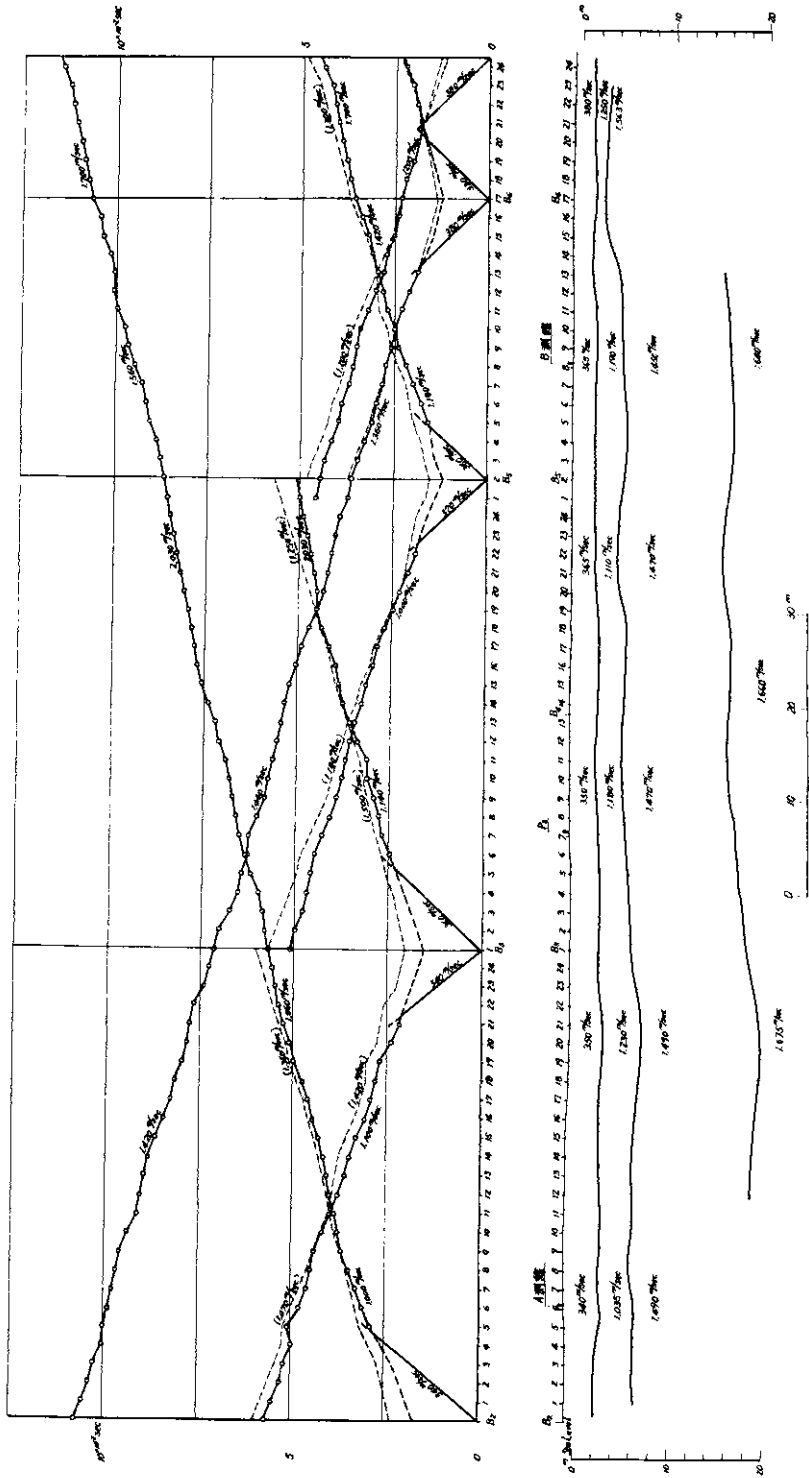


図-2 実験測線走時曲線および解析図(2 m間隔の観測)

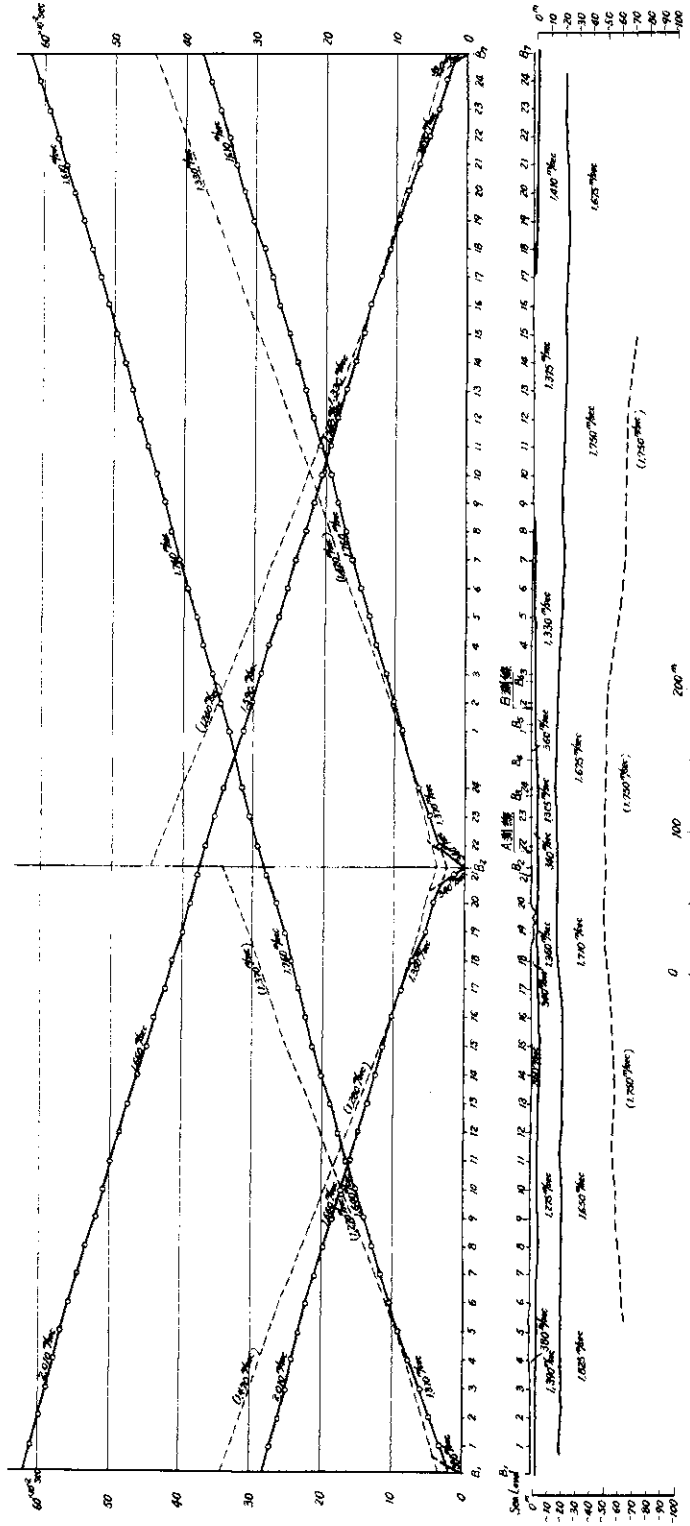


図-3 実験制線走時曲線および解析図(20 m 間隔の観測)

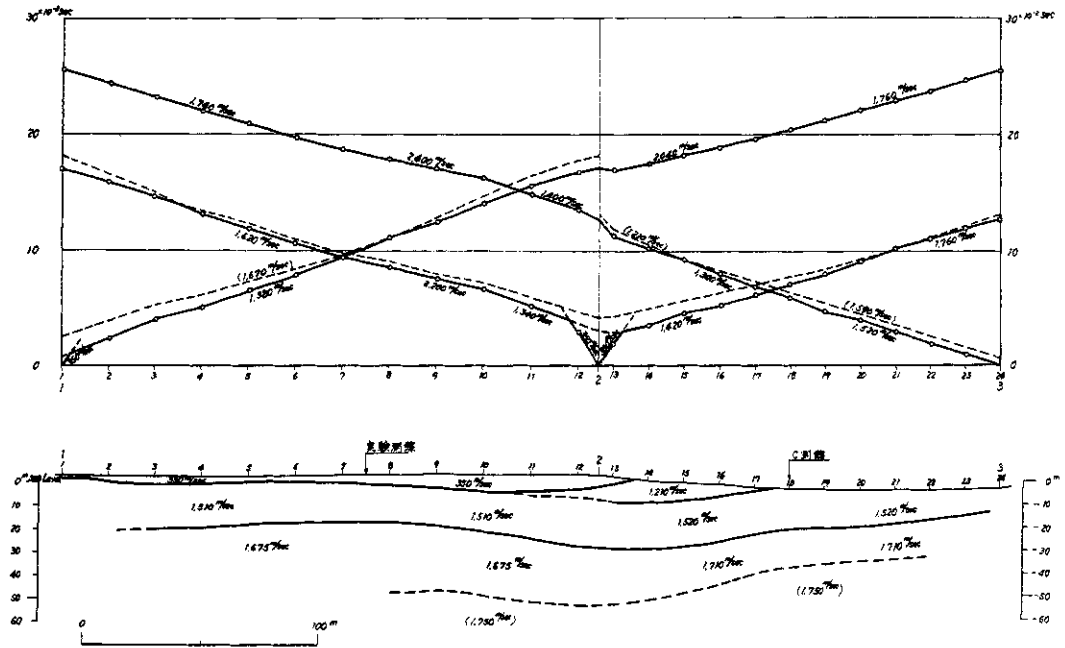


図-4 A測線走時曲線および解析図

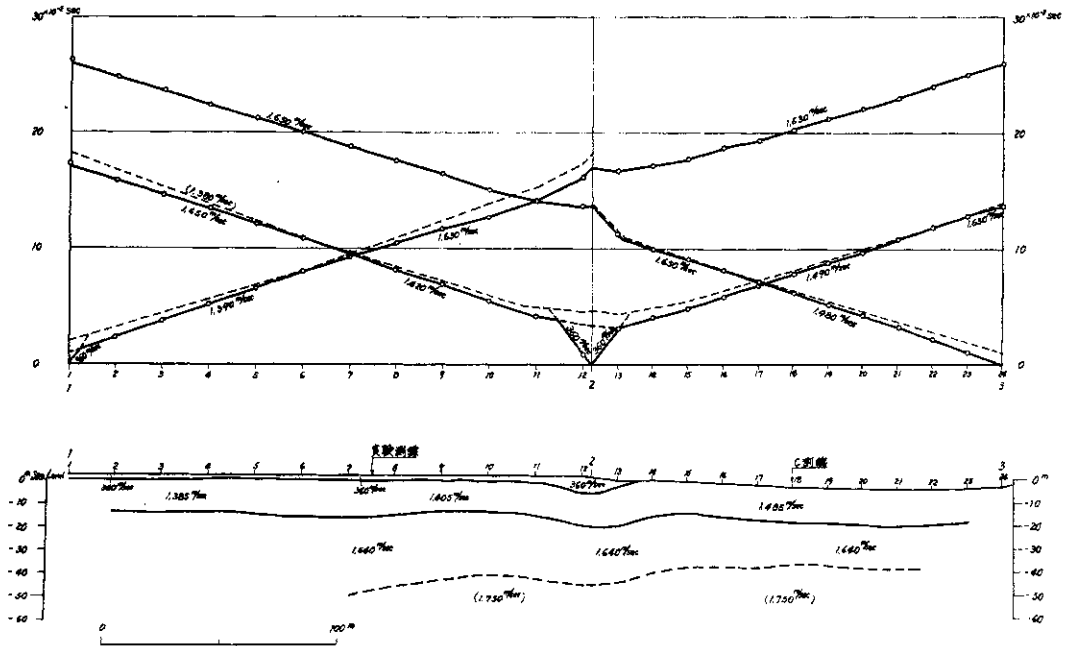


図-5 B測線走時曲線および解析図

の地層の速度は微視的に見た場合にはかなり細分化され、速度は深くなるに従って次第に速くなるが、ある程度巨視的に見るとこれらが次第に顕著な速度層によって代表されてくるということを示すものである。さらに測点間隔の粗な探査を行えば、これらの速度層は一括して1650 m/secの速度層として代表されることが過去の調査資料からも予想される。

各速度層とも測線中央部にわずかな盛り上がりが見られるほかは、全般に平坦な構造である。しかし2 m間隔の測定結果からは、特に第2層上部層に顕著な膨縮が見られ、試験井B-6付近では著しく薄化している。

3.1.2 A 測線

測線中央部河岸付近を底部とするゆるい向斜状構造が特徴的であり、これはこの付近がかつて本流中心部であったことを示すものと考えられる。

3.1.3 B 測線

全般的にA測線と相似な地下構造を示すが、河岸付近の向斜状構造はA測線ほど顕著ではない。

3.1.4 C 測線

極めて単純な層構造を示し、各速度層ともわずかな傾斜で北(上流側)に深度を増している。上流に向って深度を増す傾向は実験測線試験井の電気検層結果による対比とも一致している。

3.2 反射法(深部構造探査)

屈折法による探査深度で深部の深部構造探査のために反射法を実施したところ、数層のきわめて良好な反射面が得られた。解析結果を図-7に示す。これらの反射面の相関から、本測線下の深部の地下構造は、測線東半部を頂部とするきわめて緩傾斜の背斜構造を示すことが明らかにされた。この背斜の軸は垂直ではなく深くなる程わずかに東にずれている。背斜の西側は 2° ~ 3° の緩傾斜を示している。

4. 地震探査結果の考察

地震探査結果得られた速度層と地層との関係は既に福田ら²⁾によって各試験井の坑井地質との比較から、第1層が表土層に、第2層および第3層がそれぞれ沖積層・洪積層に対応することがのべられている。この報告でも結論的には一応この対応を肯定しておく。しかしながら屈折法を持つ速度層の分解能から考えて、一義的に速度層と地層との対応を決定づけることは好ましいことではない。このことは千葉県北東部の浅層部速度層の地

質学的解釈研究で品田ら⁵⁾によって既に強調されている。速度区分については、この報告では一応前述の区分を行ったが、各測線の走時曲線から考察すると、強いて上記の速度区分を行うよりも、速度が深さと共に増加しその増加率は極めて小さくかつ場所によっても変化する一種のミラージュ層であるとの考え方も無理ではない。この考え方に立つと解析図に表わされた速度分布および速度層の起伏もそれぞれの地質単元の深度や起伏を表わすものと考えるよりも、本地域を構成するシルト・細砂などの緻密度や硬さや含水率の部分的な変化を示すものと考えた方が妥当であり、その間に明瞭な境界面は考えない方がよい。

これらの速度層は先にのべたように巨視的には1650 m/sec程度の速度の成田層群に包括される。この速度層は本地域南東約15 kmの地点から南方に行った地震探査⁶⁾では約300 mの厚さを持って明確に得られている。

次に反射法結果について考えると、本地域は比較的反射波検出の良好な地域であることが知られており、かつてこの地点の北方約2 kmの長竿付近で実験⁷⁾が行われ、深さ800~1000 m付近に基盤の良好な反射波を記録している。また、本地域北西方約4 kmにある竜ヶ崎R-1号試験井では813 mで基盤に達し、Well shooting⁸⁾も行われている。これらの資料から今回得られた反射層のうち深さ800 m付近の良好な反射面が基盤からのものであることが推定される。基盤面上部にも良好な反射面が多数得られているが、これらと地質層序との対応は明らかではない。なお、C測線において屈折法記録中にも基盤深度に相当する反射が若干記録されている。

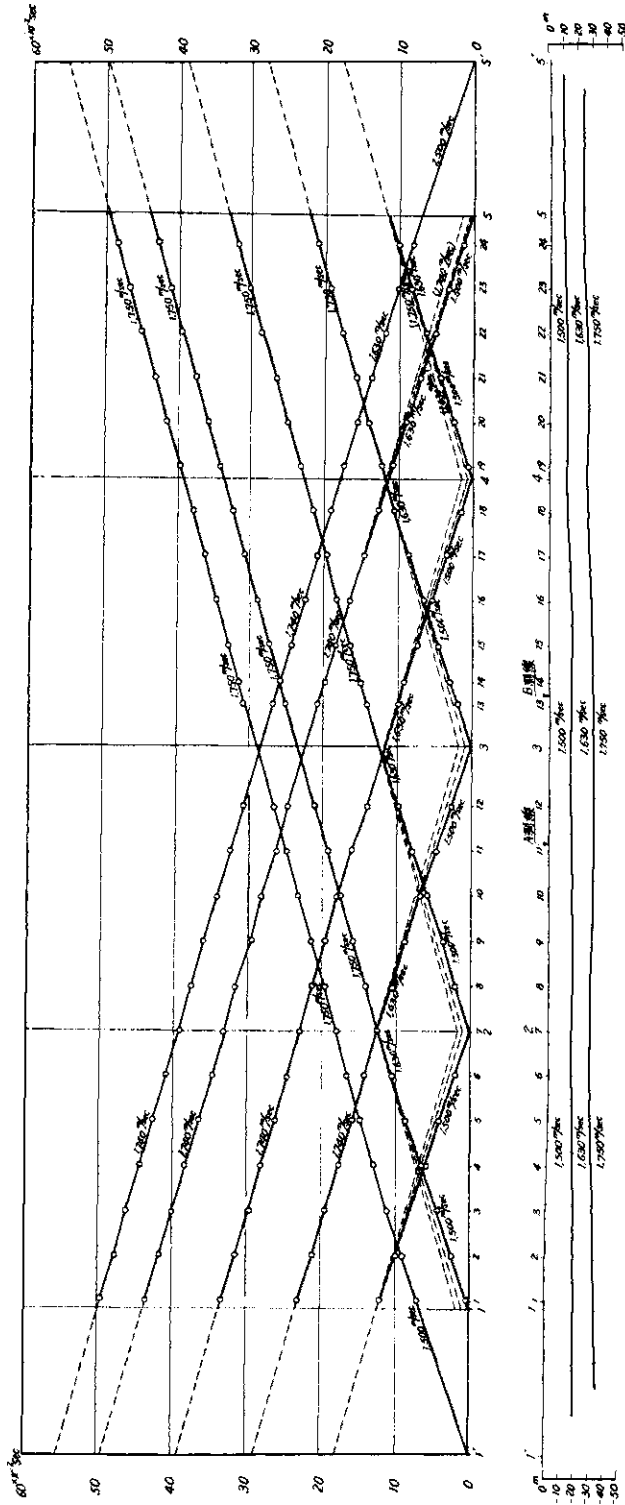
5. 結論

今回の地震探査から実験地周辺の地下構造に関して次の結論を得た。

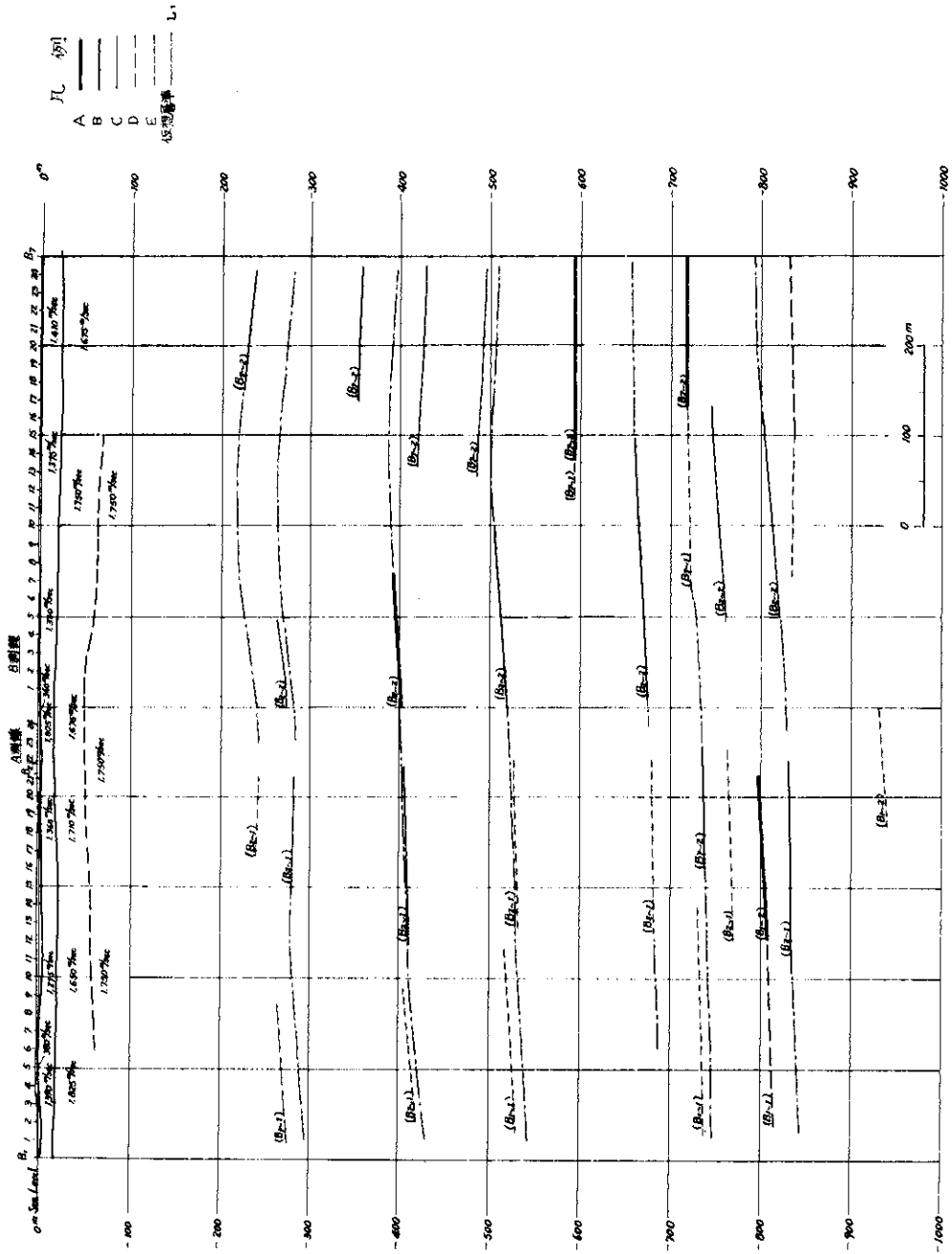
1) 本地域の深度70 m程度までの浅層部の弾性波速度層は、350 m/sec程度の地表付近低速層および1200~1750 m/secの速度層で構成される。後者はおおよそ3つの速度層に分けられるが、微視的にはさらに細分することもできる。

2) これらの速度層は一応、第1層を表土に、第2層を沖積層に、第3層以下を洪積層に対応させて考えることが出来る。

3) これらの速度層の示す地下構造は全般的に



図一6 C 測線走時曲線および解析図



図一七 実験剖線反射法解析図

は平坦な構造であるが、実験測線における中央部のわづかな盛り、A、B両測線における旧流路と推定される向斜状構造、C測線における上流側への傾斜などが特徴的である。

4) 反射法により良好な反射波を検出し、深度800m付近に基盤を推定した。

5) 反射法結果から深部の地下構造にゆるい背斜構造が明らかにされた。

参 考 文 献

- 1) 国立防災科学技術センター(1967): 表震時における軟弱基礎地盤の振動性状に関する現場実験研究. 防災科学技術総合研究速報, 6, 1-22.
- 2) 福田理, 他(1967): 調査地周辺の地形および地質の概要. 防災科学技術総合研究速報, 6, 3-5.
- 3) 嶋悦三, 他(1967): S H波発生装置の試作とその実験. 防災科学技術総合研究速報, 6, 7-14.
- 4) 太田裕, 他(1967): S V波発生のための二, 三の試み. 防災科学技術総合研究速報, 6, 15-22.
- 5) 品田芳二郎, 他(1958): 千葉県北東部における地震探査結果の地質学的解釈. 物理探査, 11, 1.
- 6) 蛇川親治(1956): 千葉県多古町附近地震探査報告. 地質調査所月報, 7, 5.
- 7) 金子徹一(1953): 地震探査反射法の研究. 地質調査所報告, 156.
- 8) 立石哲夫, 他(1959): 茨城県稲敷郡河内村における坑井内速度測定報告. 地質調査所月報, 10, 4.