HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	11. 双川ダム予定地で行った弾性波探査
Author(s)	田治米, 鏡二; TAZIME, KyoZi; 岡田, 広 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 13, 155-164
Issue Date	1965-02-25
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.13.155
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13892
Type	departmental bulletin paper
File Information	13_p155-164.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

11. 双川ダム予定地で行なった弾性波探査

田治米鏡二・岡田　広
(北海道大学理学部地球物理学教室)
—昭和39年10月受理—

1. 測定方法

双川ダムは旧称下静内ダムのことであって，1960年に弾性波探査と比抵抗探査とを行なっている[1),2)]。

前回の探査で抜けていた崖堆の厚さを調べることが今回の主眼である。なおその後に行なわれたボーリング資料をも参照し，この地区の岩盤面の等高線を補足することにした。

1964年7月29日から8月2日の間に測定を行なった。今回の測線の配置は第1図に示した測線 V～XII である。測線 I～IV は1960年のものである。♯印は今迄に行なわれたすべてのボーリングの孔の位置を表わしている。

使用器械は E.T.L. PRA 2 型地震探鉱器であって，上下動 7.5 cps のピックアップをシングルで使い，測線上に1列に配置した。

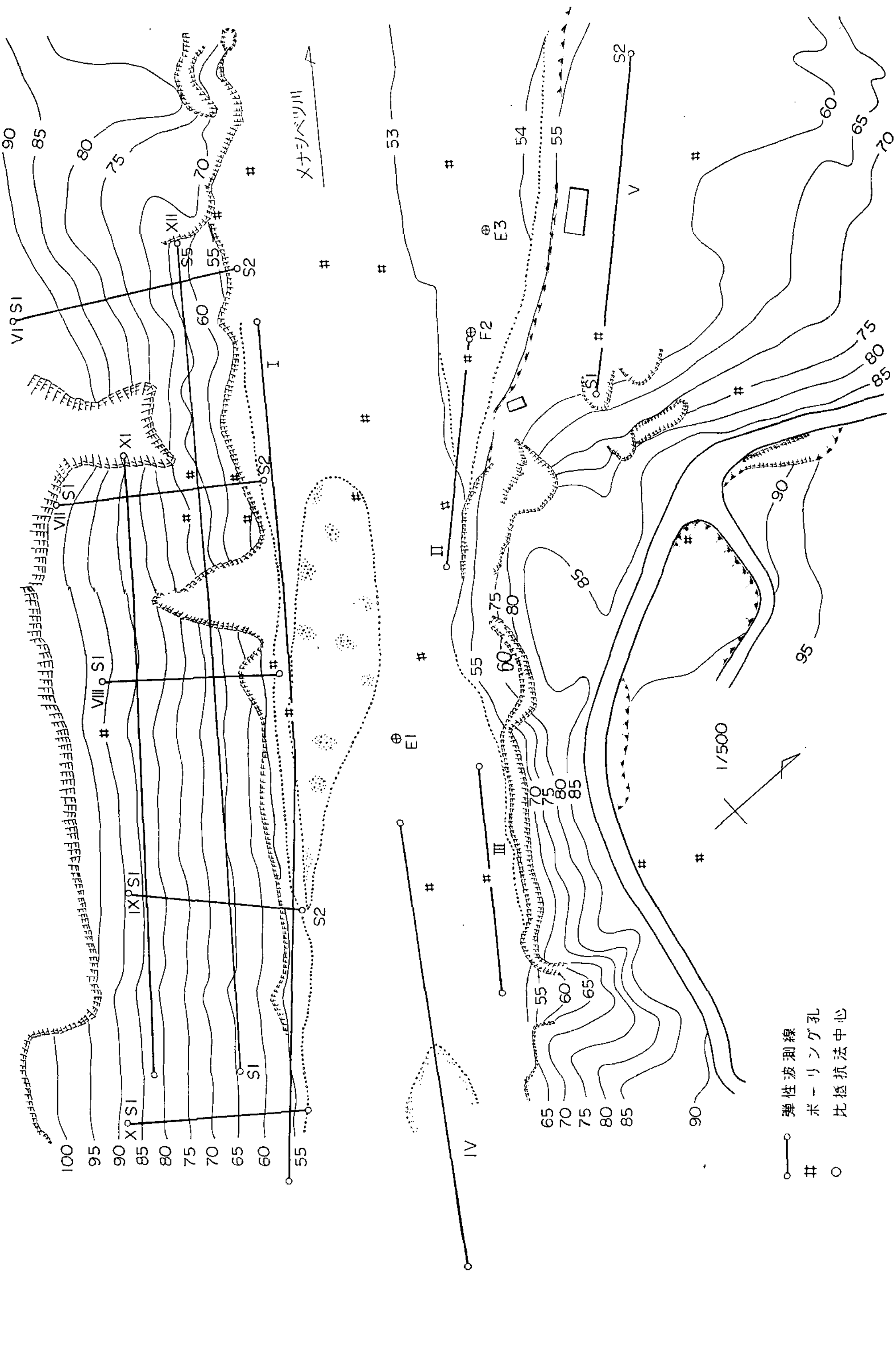
第1表　測定の手順

Table 1. The process for the observation.

記録番号	測線	発破点	発破深度 (m)	薬量 (g)	記録番号	測線	発破点	発破深度 (m)	薬量 (g)
1	V	S 1	1	100	14	IX	S 2	水中	100
2	V	S 3	1	100	15	X	S 1	1	300
3	V	S 4	1	100	16	X	S 2	水中	100
4	V	S 2	1	100	17	XI	S 1	1	300
5	VI	S 1	1	100	18	XI	S 2	1	100
6	VI	S 2	1	100	19	XI	S 3	1	100
7	VII	S 1	1	100	20	XI	S 4	1	300
8	VII	S 2	水中	100	21	XII	S 1	1	300
9	VI	S 1	1	300	22	XII	S 2	1	100
10	VII	S 1	1	300	28	XII	S 5	1	300
11	VIII	S 1	1	300	29	XII	S 4	1	200
12	VIII	S 2	1	100	30	XII	S 3	1	100
13	IX	S 1	1	300					

記録番号 23～27 は器械故障のため雑音多く，解析に使用できない。gain 3, filter 5.

1) 田治米鏡二・その他；静内ダム及び下静内ダム予定地での弾性波探査，北大地物報告，8 (1961), 11-35.
2) 早川福利・その他；静内川中流ダム地点における基盤地質の物理探査，北大地物報告，9 (1962), 111-121.



第 1 図 測線の配置

Fig. 1. The location of spans.

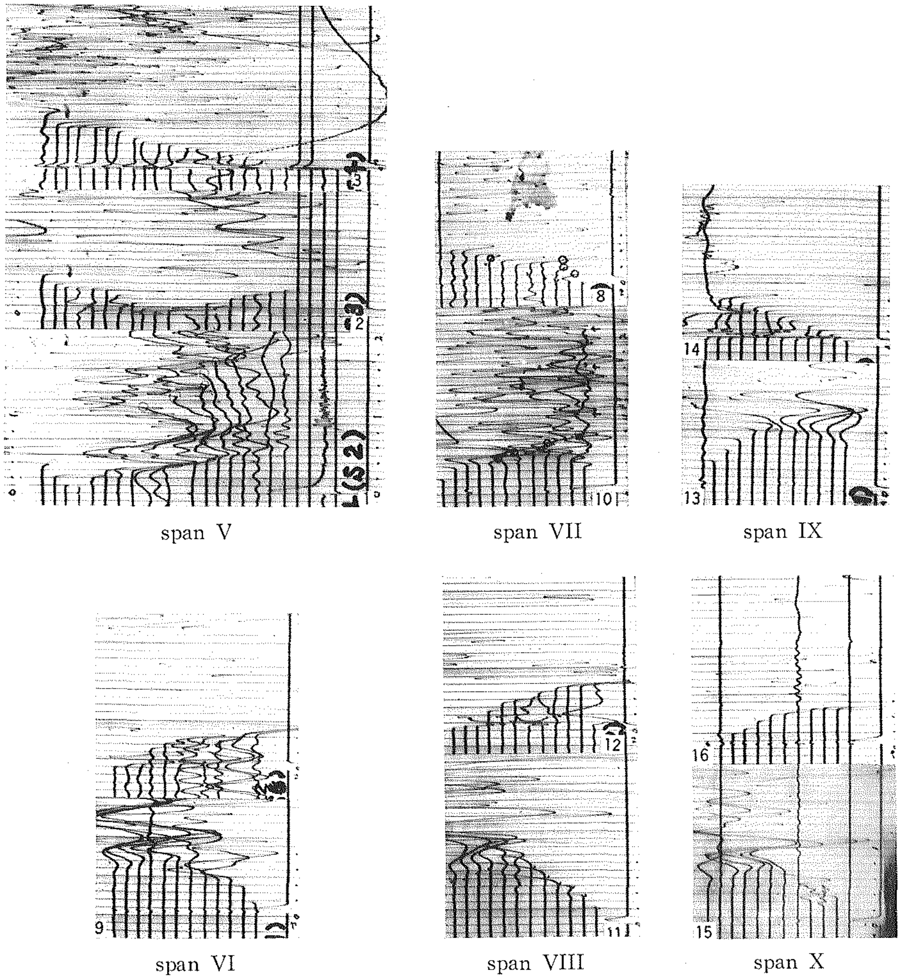
ピックアップの間隔は地形に応じ，5～10 m にした。これに対し，発破点の間隔は，全測線共約 50 m である。岩盤面迄の深さは，今迄の調査結果から，約 20 m と推定されるので，遠隔発破は行なわなかった。

但し測線 VI～X の長さは約 60 m しかないので，この間だけでは，両端発破によっても，屈折波の走時が重複する部分を期待することができなかった。然し，これらの測線では，地形上の制約があって，遠隔発破を行ない得なかったのである。

測定の手順は第 1 表に挙げてある。

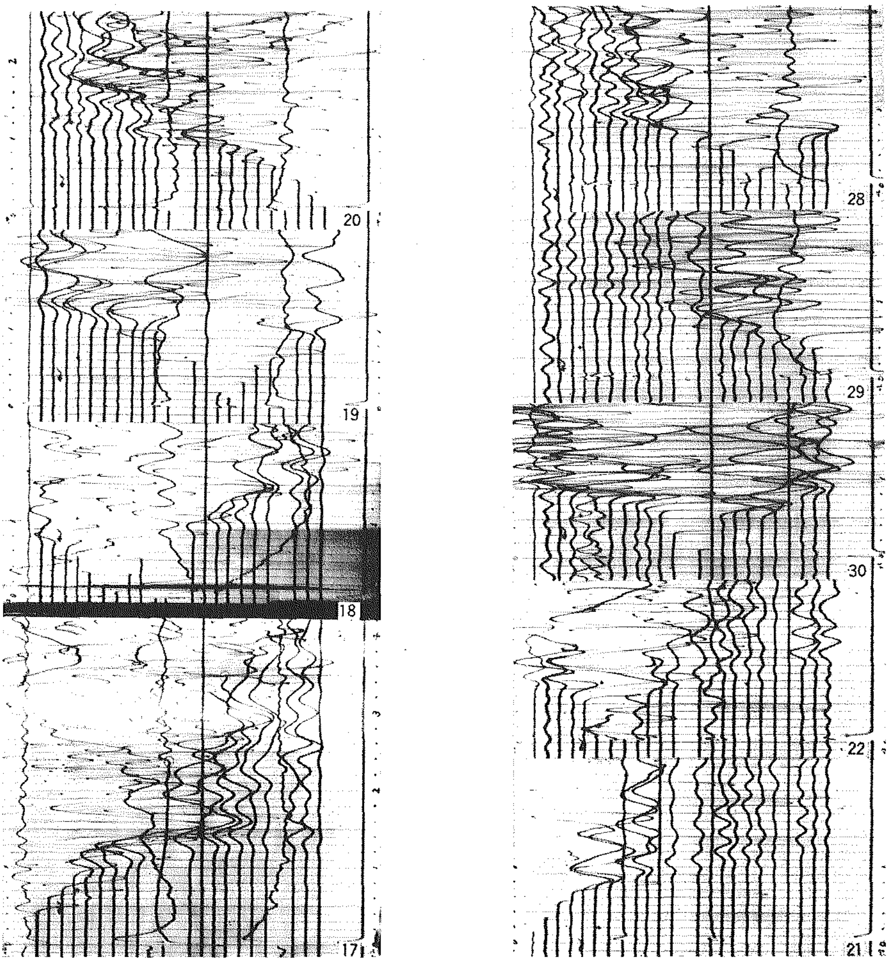
発破孔はシャベルによる手掘り。新桐ダイナマイトを瞬発電気雷管で爆発させた。

得られた地震記象の初動部分を第 2～3 図に示しておく。刻時は 100 分の 1 秒である。



第 2 図　測線 V～X の地震記象

Fig. 2. Seismic records of spans V～X.



span XI　　　span XII

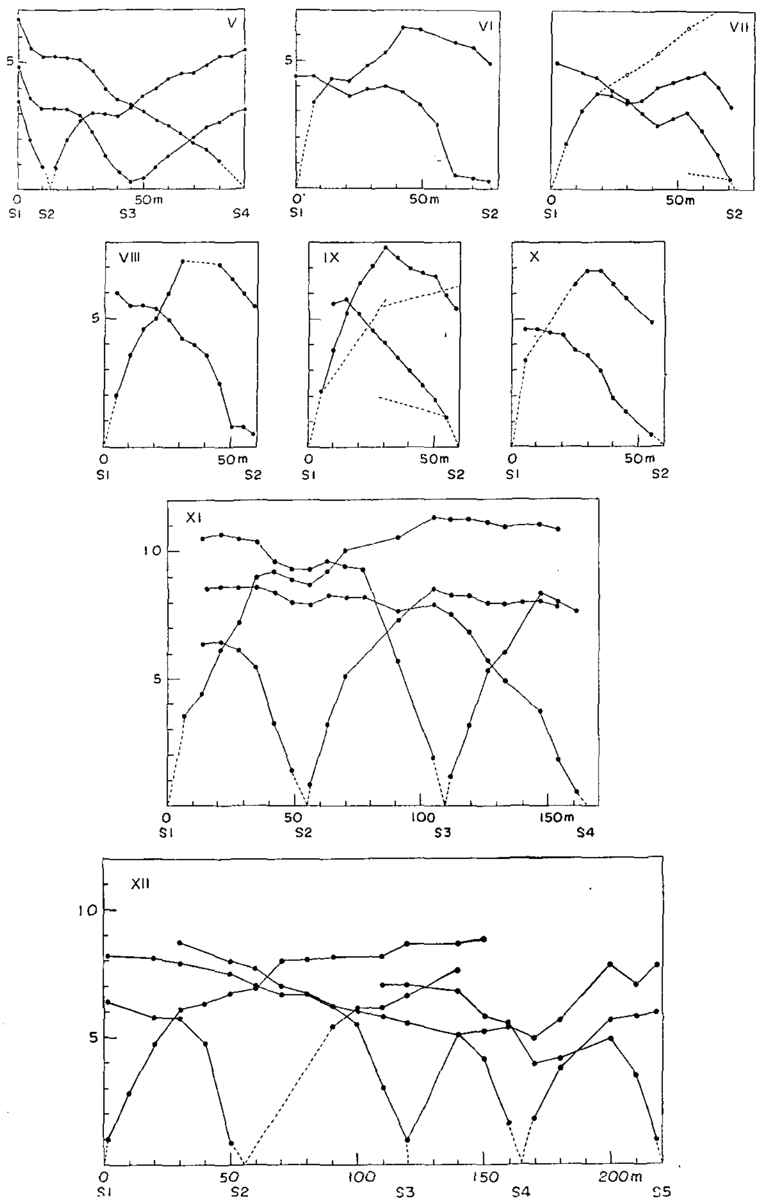
第 3 図　測線 XI 及び XII の地震記象

Fig. 3. Seismic records of spans XI and XII.

2. 測定結果の概観

各測線で測定した初動の走時は第 4 図の如くなる。これらの図で，測定が抜けているのは，器械が不調で，波形を読み取りえなかった測点である。地形が極めて悪く，ピックアップと増幅器とをつなぐコードが断線したり，雨天で増幅器が湿ったために，電磁誘導が大きかった。但し，これらの測点が抜けても，解析結果に重大な影響を及ぼす恐れはなかったので，それらの測点での測定を繰返すことは省略した。

測線 VI～X の横軸は斜距離で目盛ってある。これらの測線の S 2 から始まる点線は弱い初動である。これらの走時の傾斜は岩盤のみかけの速度を示しているものと思われる。測線 IX の S 1→S 2 の点線も弱い初動である。岩盤の傾斜が一様でなく，然も地表に対し急傾斜してい



第4図　初動の走時

Fig. 4. Time-distance plots of the first breaks.

るので，種々の経路を伝わる弾性波が測定されたものと思われる。測線 VII の S 1→S 2 の点線は later phase である。

測線 V, XI 及び XII の走時図では，逆向きの屈折波走時が交叉している。これに反し，測線 VI～X の S 2→S 1 の初動の走時には，屈折波は殆んど現われていない。故に，測線 VI～X の初動の走時図のみから岩盤面迄の深さを算出することはできぬ。但し，S 1→S 2 の走時では，

屈折波が現われているので，この部分については，岩盤面迄の相対的な深さを算出することができる。

3. 地下構造の推定

測線 V, XI 及び XII の走時図について，夫々 T' 直線を求めた。その結果，第 2 表に示した如き速度層の分類を行なった。

第 2 表 速度層の分類 単位 km/s

Table 2. Classification of layers. unit km/s.

測 線	v_1	v_2	v_3	v_3 層の岩種
V	0.4～0.7	1.5～1.6	2.0	蛇 紋 岩
XI	0.4～0.7	0.7～1.0	4.0～4.5	微閃緑岩
XII	0.4～	～0.8	3.5～4.0	微閃緑岩

測線 V の v_2 と v_3 とを走時図だけから区別することはむずかしいが，T' 直線図では測線 V の全長上で v_3 層が確認され，稍々不明瞭ながら，v_2 層も見られる。測線 V では地表から 1 m 程度の深さで伏流水が見られる。v_2 層は水で飽和された礫層である。若しも，v_2 層を無視すると，v_3 層迄の深さは極めて小さくなり，ボーリング結果等とも著しく喰い違う。測線 V の解析上，最も注意すべきは，v_2 層を無視せぬことである。

測線 V 上のボーリング #16 (1956 年) は深度 5.4 m で優白岩に着岩している。然し，v_3=2.0 km/s は優白岩の速度ではなくて，蛇紋岩の速度である。この付近では優白岩は劣勢で，部分的にしか存在せず，岩盤の大勢は蛇紋岩である。我々が算出した v_3 層迄の深さは，ボーリングで蛇紋岩に着岩した深度と一致している。

測線 XI 及び XII の v_1 層と v_2 層とは区別をつけがたい。地層的には，v_2 層は崖堆の下部で空隙の少ない部分，v_1 層は崖堆の上部で，空隙や腐蝕土等の堆積が多い部分である。然し，上部から下部へ，速度は序々に大きくなっていて，はっきりした境はない所の方が多い。測線 XI 及び XII の v_3 層は，明らかに岩盤であって，この付近の崖に見られる微閃緑岩である。

測線 VI～X では，S 2→S 1 の初動に屈折波が殆んど現われていないので，これらの測線の測定結果のみから T'_3 を確定させることはむずかしい。然し，測定結果の一部を使って，敢えて T'_3 直線を描くと，その傾斜から v_3 層の速度は 3.0 km/s 程度になる。測線 XI と測線 XII の v_3 を比較すると，前者の方が後者よりも幾分大きい。すなわち，崖の上段の方が中段よりも v_3 層の速度が大きい。従って，測線 VI～X では，S 2 から S 1 に向って，v_3 層の速度が大きくなっているものと思われる。

第 2 表を参照し，測線 VI～VII に対しては，平均値の意味で，v_3=4.0 km/s を採用する。実は，v_3 の値を大幅に変えても，v_3 層迄の深さの算出には殆んど影響しない。

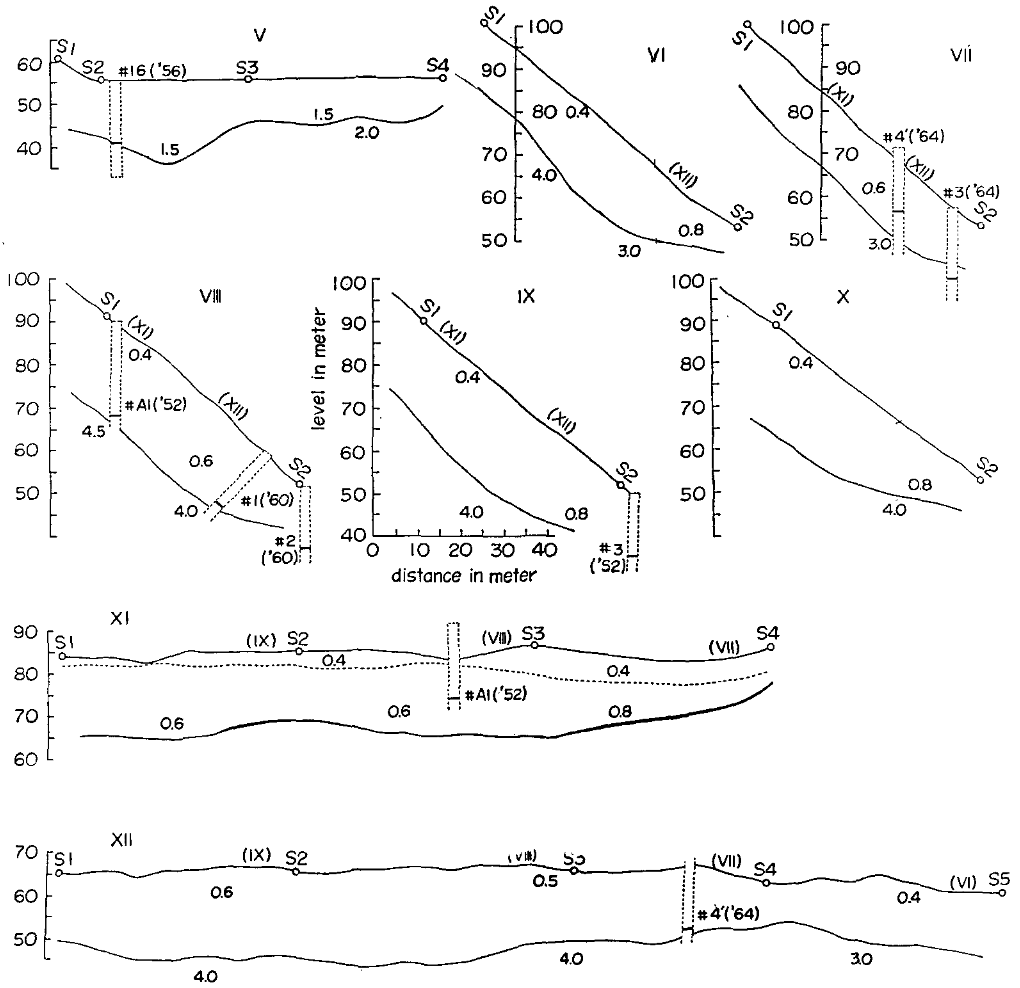
これに反し，v_1 及び v_2，特に v_2 の値は v_3 層迄の深さの算出に直接影響する。あいにく，

v_1 及び v_2 の値は確定しにくい。止むを得ず，第1近似として，v_1 層と v_2 層とを区別せず，1つの表層と考え，その層内の速度を 0.8 km/s と仮定して，表層の厚さを算出した。0.8 km/s なる数値は，平均値としては大きすぎるきらいがある。この値を使って算出した層厚は，云わば上限である。特に崖堆の上段で，表層が厚すぎるようである。

故に，各測線付近のボーリング資料を参照したり，v_1 及び v_2 の数値の分布状況を参考にして，部分的に表層内の速度を調節した。

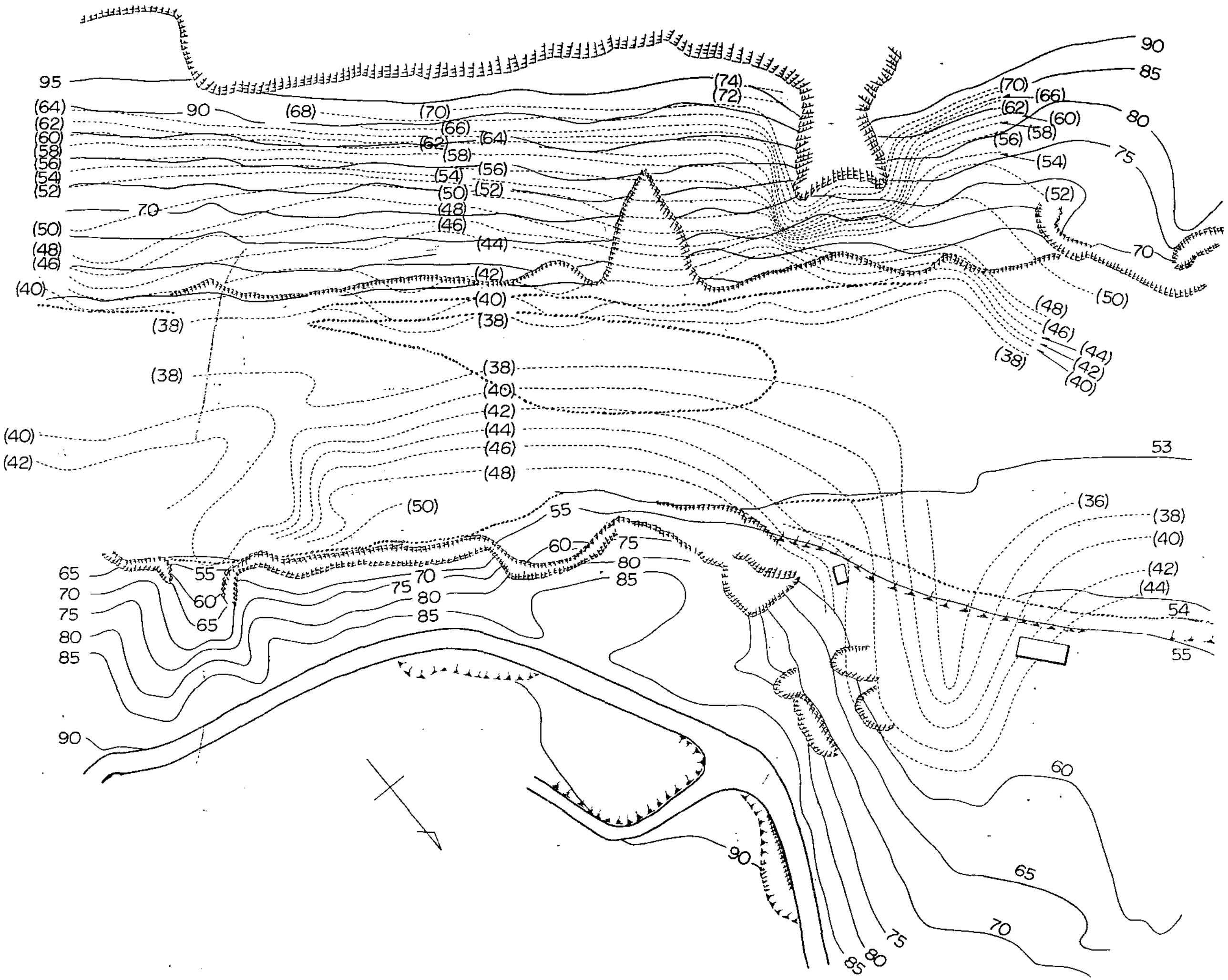
このようにして推定した地下構造が第5図に示されている。この図に示されている層厚は，必ずしも測線の鉛直下のものではない。岩盤面に達する迄の最短の方向の厚さである。層内の数字は km/s で表わした P 波の速度である。

以前のすべての測定資料と今回の測定結果及び新しいボーリング資料等を参照しつつ，岩



第 5 図　推定地下構造断面

Fig. 5. Geographical sections measured and subsurface structures deduced.



第 6 図　岩盤面の等高線　　**Fig. 6.** Contour-lines of the surface of bed rocks.

盤面の等高線を描くと，第6図の如くなる。

測線V付近の等高線は，以前示したもの[2)]にかなりの修正を施した。今回得られた新しい資料によれば，岩盤面の谷が川側からボーリング#16に向って，鋭く入りこんでいるものと思われる。

4. 岩盤の弾性定数

岩石資料についての弾性定数は，室内実験で測定することができる。然し，岩石資料の弾性定数と，地層としての弾性定数とは全く違うものである。

地層としての弾性定数を知るためには， 地層内のP波及びS波の速度と地層の密度とを測定しなければならぬ。これらの中，P波の速度だけは第2表に挙げた如く，既に測定されている。

地層の平均密度を正確に知ることは極めてむずかしいが，およその見当はつく。然るに，弾性波探査では，未だ一般には，S波の速度は測定されない。

結局，現今の弾性波探査では，地層の弾性定数は，論理的には，求めえぬのである。

土木工事上重要な弾性定数の評価を行なうには次の2方法がある。

i) 実際の岩層のP波の速度と，同種の新鮮な岩のP波の速度とを比較する。この比が1に近い程，キレツや変質が少なく，岩層全体が1つの弾性体に近い。この様な場合には，岩層のポアソン比は0.25前後の値になる。

今回の測点付近の新鮮な微閃緑岩のP波の速度は，前回の測定結果から推定すると，4.8～5.0 km/s である。故に，今回 $v_2=4.5$ km/s の値が得られた測点付近の岩盤は良質な岩層と察せられる。これに反し，$v_3=3.0$ km/s の値が得られた測点付近の岩盤はキレツや変質がかなり多いものと察せられる。

ii) 分散性レーレー波が測定されている場合は，これの位相速度及び群速度から，下層のS波の速度の見当をつけることができる。

今回の測定では，発破の際に多くの小石を飛ばしたために，later phase が乱された。

又，岩盤面の凹凸が激しいらしく，レーレー波の発達がよくなかった。このために，分散性レーレー波の速度を確認することができなかった。

あ と が き

地下構造を推定するに際しては，北海道電力会社が1952年以来蓄積した多くのボーリング資料を参照させて頂いた。

今回の測定では，測量及び発破は日本特殊土木KKが担当した。特に，同社の大西千秋氏及び大村弘氏には多くの世話になった。又，弾性波の測定には，北大大学院生斎藤竜亀氏，学部学生高橋満弥，本山満雄及び小川逸郎氏等の協力を得た。

11. Seismic Prospecting at the Projected Place for the Dam at Futagawa in Hokkaido

By Kyozi TAZIME and Hiroshi OKADA
(Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University)

This survey follows the previous one[1),2)] made in 1960 at the same place. The present investigation has deduced the thickness of the talus on the other side of the river. It has also performed contour lines of the bed rocks at this place. It was most difficult to assume the mean velocity of the talus which changed in fact from 0.3 to 1.0 km/s from one place to another. Fortunately, we could refer to boring data so many that the absolute value of the thickness deduced was checked at several spots.

1) TAZIME, K. etc.; Seismic Prospecting at the Projected Places for the Dam at Shizunai and Shimo-shizunai in Hokkaido, Geophys. Bull. Hokkaido Univ. 8 (1961), 11–35.
2) HAYAKAWA, F. etc.; Geophysical Prospecting for the Dam Site in Mid-stream of Shizunai River, Geophys. Bull. Hokkaido Univ. 9 (1962), 111–121.