

## 静岡県天竜川水系水窪ダム地点弾性波速度測定報告

本荘 静光\* 井波 和夫\*\* 南雲 昭三郎\*

### Elastic Wave Velocity Survey at Misakubo Dam, Tenryu River System, Shizuoka Prefecture

by

Shizumitsu Housho, Kazuo Inami  
& Shozaburo Nagumo

#### Abstract

The 3-dimensional distributions of elastic wave velocity within the foundation rock were obtained by Masuda's mean velocity method at Misakubo dam, Tenryu river system, Shizuoka prefecture.

Bed rocks are composed of Paleozoic chert, schalstein, sandstone and slate. The velocity values within the foundation rock are generally small. This low velocity is thought to be caused by the effect of joints and fractures. Engineering significance of the velocity values and velocity distributions are examined from the viewpoint of Young's modulus of bed rock, and of design and construction of arch dam.

#### 1. 緒 言

昭和37年10月下旬から11月上旬にわたって、静岡県天竜川水系水窪ダム地点において、弾性波速度測定および弾性波による岩盤探査の基礎実験を行なった。この野外調査および実験は、岩石岩盤の力学的性質に関する研究の一環として計画されたものであり、前年度実施された岐阜県揖斐川水系徳山ダム地点における調査および実験に引き続くものである。

調査・実験地点は静岡県磐田郡水窪町にある。当該地点には、電源開発K. K.により、天竜川水系開発の一環として、高さ120 m程度のダムの建設が予定されており、当調査の実施された時点においては、そのダムの型式について種々の検討が行なわれていた。

今回、ダム形式の検討に対する資料を得、さらに地質構造的に擾乱が激しいと考えられる地点の岩盤内速度分布状況を明らかにするために平均速度法により、ほとんどすべての横坑を使用し、広範囲にわたる測定を行なった。また特に断層・亀裂の発達した箇所に着目して基礎実験を行なった。この報告はその内岩盤内速度分布測定についての報告である。

現場測定には筆者らのほか物理探査部川島威技官が参

加した。

現地の地質状況および各種測定結果につき御教示頂いた電源開発K. K. 地質課藤田武俊・本田瑛美両氏ならびに現場測定に当り御援助を頂いた同社天竜川調査所関係各位に深く謝意を表する次第である。また結果の解釈の一部につき助言を頂いた電力中央研究所増田秀夫氏に感謝の意を表する。

#### 2. 地質概況

付近の地質は電源開発K. K. 地質課により詳細な調査が行なわれている。資料<sup>1)</sup>によれば次のとおりである。すなわちこの地域には古生代のチャート・粘板岩・砂岩・輝緑凝灰岩および石灰岩が分布し、ダム予定地点は主としてチャートからなっている。岩質は一般に堅硬であるが亀裂に富み、また部分的に変質を受けている場合が多い。左岸の一部には非常に大きな開隙亀裂もみられる。断層は左右両岸に各数本認められ、いずれも鉛直に近い傾斜を示している。付近の地形はかなり急峻であつて、特に左岸下流部においては平均傾斜60°に達するチャートの壁が連なっている。

#### 3. 測定方法

\* 元所員

\*\* 物理探査部

測定方法は36年度と同様である。測定器は ETL-M3 型地震探鉱器を使用した。当地点には右岸、左岸各28本の試掘横坑があり、この測定では右岸26本、左岸全部を利用した。横坑内には坑奥より1.5mの点より3m

間隔で(左岸 L-8、L-10 においては4.5m間隔)受振器を設置し、横坑長に応じて5~12個を用いた。原則として横坑2本を1スプレッドとして同時観測を行なった。爆発点は受振器を設置した横坑の坑奥(全部)、

第1表 横坑間平均速度(右岸その1)

S.P.	1		2			3		4		5	
	5 (12)	6 (7)	4 (7)	10 (6)	3 (6)	16 (12)	17 (6)	2 (10)	13 (5)	27 (7)	21 (10)
5 S	/	1.7	2.9~2.4	2.3~1.6	2.0	2.7~3.4, 3.2	3.1				
5 I	/	2.1, 1.6									
6 S	1.5	/									
6 I	2.0	/									
4 S			/	(1.7)	(1.7)						
4 SR			/	2.3~1.7	2.3~1.6						
4 I			/	1.4	1.8						
10 I			(1.4)	/							
3 S			2.0		/			1.8	2.0	(1.9~1.3)	2.0, 2.0~1.6
3 SR	2.3, 1.9	2.6			/	1.6~2.2, 2.2	2.4				
3 I			1.7		/						
16 S						/	2.0				
16 SL			(2.0~1.6)	1.5	1.5	/					
16 C	(3.0~2.4)					/	2.9				
17 S						3.0	/				
17 I						(2.6~3.4)	/	2.8	2.6~2.1		
2 S			2.2	1.7	1.9			/			
2 SR						2.1~2.7, 2.5	2.3	/	2.6~1.9		
2 C								/	2.0		
13 S								2.8, 2.3	/	(1.9)	2.3, 1.6
27 S										/	2.2, 1.8~1.3
27 I										/	1.2
21 S								3.0~2.2	2.0	(1.7)	/
21 I										(1.2)	/
14 S								2.6	3.0~2.2		
22 S										3.3~2.4	3.2~2.5
18 S						3.3	3.3				
9 S	2.2	2.4									
B 9	2.1	1.8									

凡例 (第1表~第4表)

Spr. : スプレッド

No. : 横坑番号 (カソコ内受振点数)

S.P. : 爆発点

S. : 坑奥

C. : 坑中央部

I. : 坑入口

SR : 右側分岐坑奥

SL : 左側分岐坑奥

I' : I 付近の他の爆発点

B 9 : ボーリングNo. 9

A~F : 河床爆発点

G : 露出岩盤上爆発点

2.3~1.7 : 2.3~1.7km/sec (坑奥より)

2.7, 1.7 : 2.3 および1.7km/sec (坑奥より)

( ) : 記録悪く不確実な値

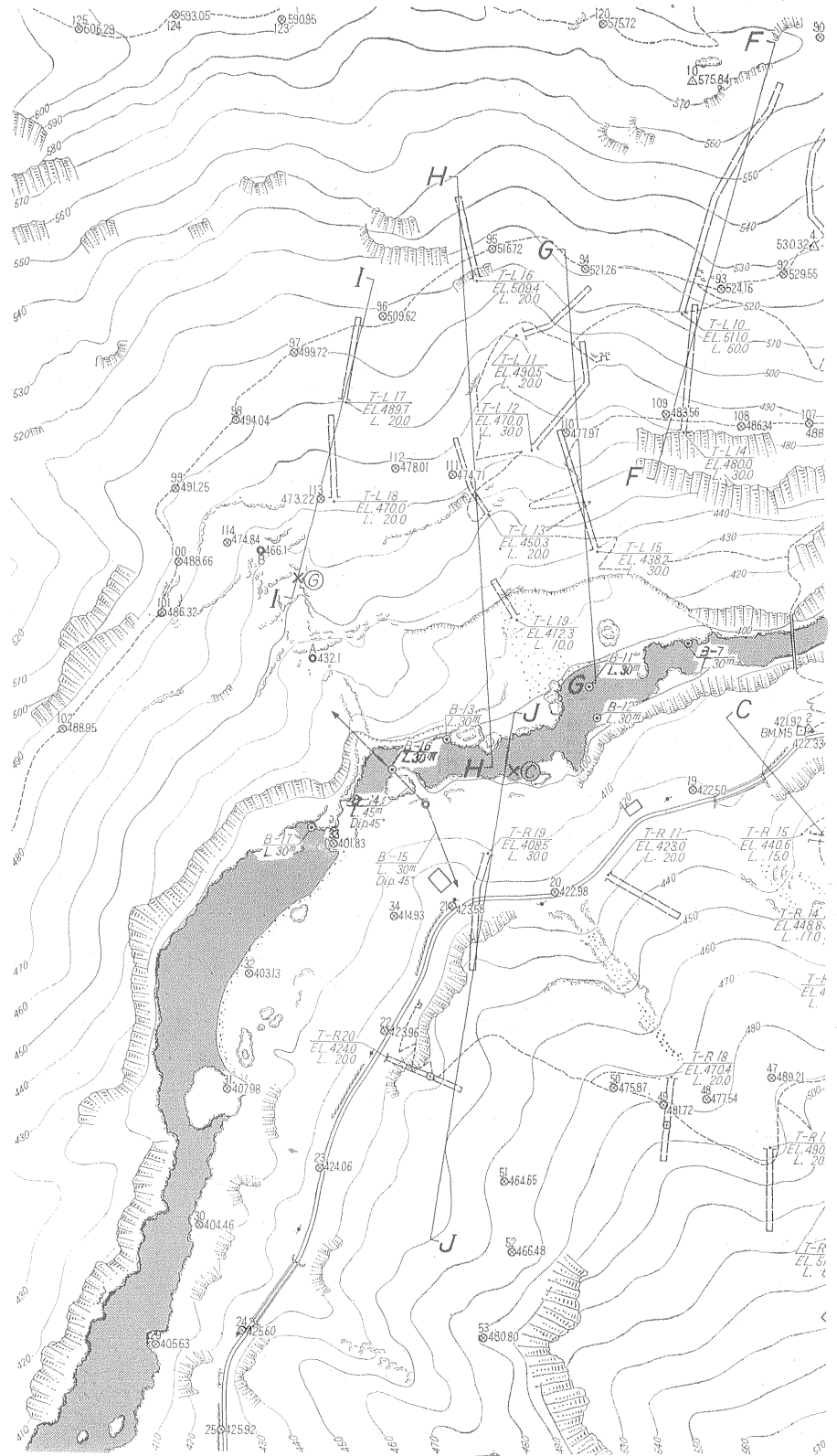
— : 記録悪く読取不能

第 2 表 横坑間平均速度 (右岸その2)

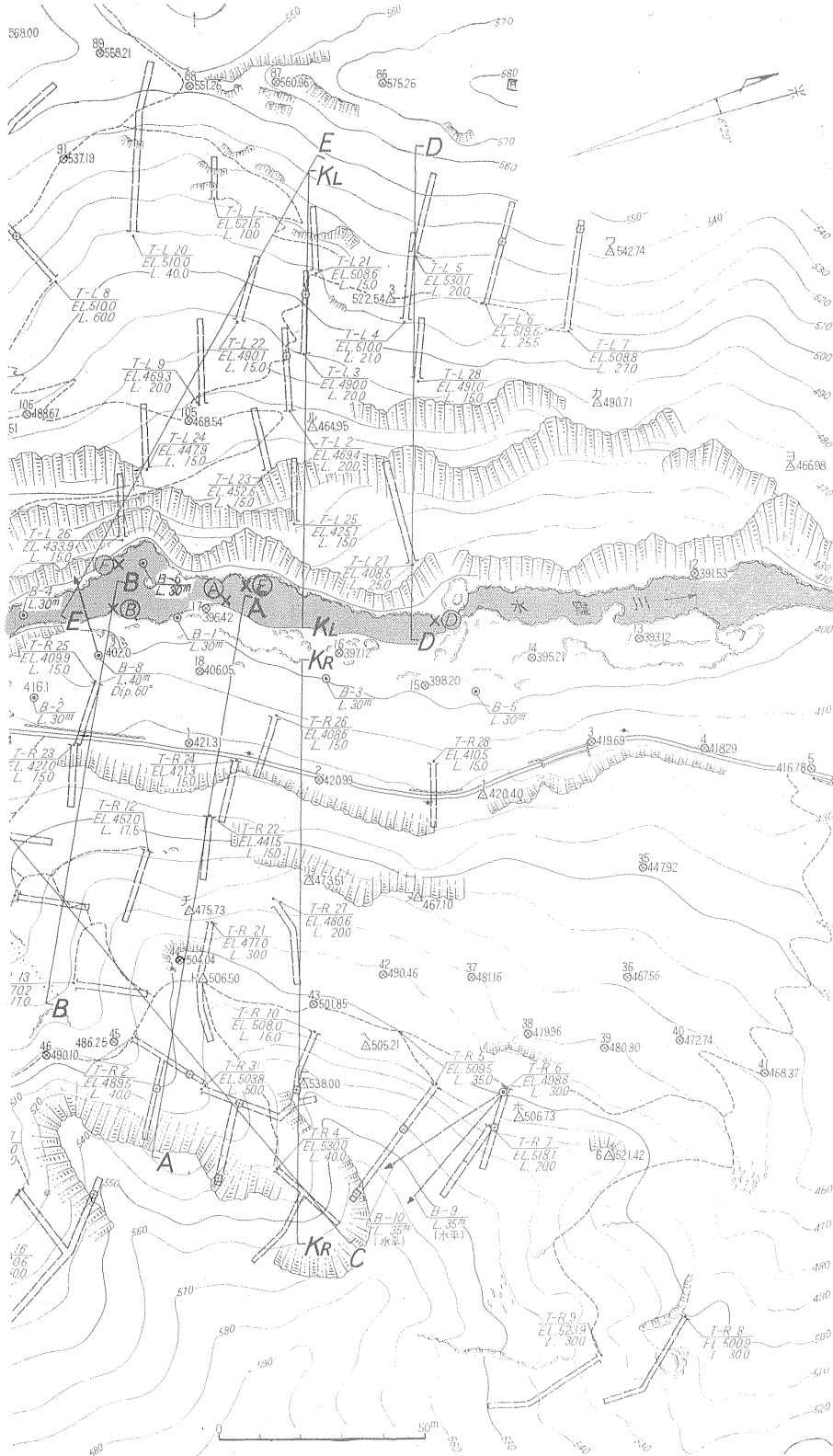
S. P.	Spr. No.		6		7		8		9		10	
	12 (6)	14 (6)	22 (5)	15 (5)	23 (5)	24 (5)	25 (5)	26 (5)	19 (10)	11 (7)		
12 S	/	1.6										
14 S	1.7~1.2	/										
22 S			/	2.1			3.8~3.0	3.4, 2.8				
22 I			/		2.0	1.8						
15 S	2.3, 1.8	2.4~1.4	2.3~1.6	/	2.3~1.7	2.4~1.9	2.8~2.3	2.6				
23 S			3.3, 2.4	2.4	/	2.6			3.7	3.5		
24 S			3.4~1.9	2.4	2.8~2.0	/						
25 S					3.2~2.1	3.4~2.4	/	3.2				
26 S					3.0~2.4	3.5~1.8	3.9~2.7	/				
19 S									/	3.0		
19 I									/	2.4		
11 S			3.7~2.6	3.1~2.2	3.4~2.9	3.5~3.0			3.4	/		
13 I	1.6	2.0										
28 S							3.9~3.2	3.6~2.9				
20 S									3.9	3.5		
A							3.1~2.4	3.2~2.5				
B							3.0~2.1	3.6~3.1				
C									4.6	3.6		

第 3 表 横坑間平均速度 (左岸その1)

S. P.	Spr. No.		11		12		13		14		15		16		17	
	7 (9)	4 (7)	6 (9)	12 (5)	5 (7)	28 (5)	22 (6)	3 (7)	9 (7)	2 (6)	27 (9)	25 (5)	24 (5)	26 (5)		
7 S	/	3.1~2.0														
7 I	/	1.7	1.8	(2.2)												
4 S	3.4~2.0	/	2.5	3.4~2.7	2.3	2.4										
4 I	1.9~1.5	/	1.8	1.8	1.8	1.7~1.2										
6 S	2.7~1.7	2.4~1.6	/	3.2												
6 I	/	/	/	(2.6~2.1)												
21 S	3.8, 3.0	3.8~2.4	3.1	/	3.3, 2.4	2.9	3.8~3.0	4.2~3.2								
5 S	/	/	/	/	/	2.2										
5 I	2.6~1.9	2.3~1.6	1.6, 2.3	2.1	/	2.2										
28 S	3.0, 2.5	2.5, 1.9			2.4	/	2.6~2.1	2.3				3.9~3.1	3.0			
22 S							3.0	3.8~2.8	3.1~2.5							
3 S			3.4, 3.2~2.5	3.5~3.0	3.5~2.7	2.8	2.8~1.7	/								
3 I							2.8~1.9	/	3.3~2.3	2.6~2.0						
9 S							3.4~2.4	3.7	/	2.7~2.1						
9 I							/	/	1.6, 2.0							
2 S							3.4~2.4	3.0	2.9~2.0					2.5	3.1	
2 I							/	/	/							
27 S					3.6	3.9~3.4			1.9	/	3.2~2.3	2.8				
27 I									/	/	2.9	2.4				
25 S							3.6~3.0	3.2	3.7	3.6~3.1	3.0~2.3	/	4.7	4.9		
24 S									3.2~2.3	2.7				3.1		
26 I											3.7~2.9	3.9~2.7	3.5~3.1	/		
1 S			2.6	2.4			3.0~2.7	2.7								
23 S									3.4, 2.8	3.2, 2.6	3.5~2.8	3.5~2.9	2.7	3.1		
D											3.5~2.2	4.1				
E											3.8~2.8	4.8				
F													3.5	3.4~2.6		



第1圖 水



窪 々 人 地 点

第4表 横坑間平均速度 (左岸その2)

S. P.	Spr. No.	18		19		20		21		22		23
		20 (12)	8 (12)	10 (12)	14 (10)	16 (7)	11 (6)	17 (7)	18 (7)	12 (6)	13 (6)	15 (10)
20	S	/	3.2~1.9									
20	I	/	1.8									
8	S	3.6, 2.7	/									
8	C	2.4, 2.0	/	2.0~1.5	2.4							
8	I	1.8	/									
10	S	2.7, —	2.5~1.5, 2.1	/	2.9							
10	C			/	2.7	2.4	2.4					
10	I	(1.9)	(2.0~1.2)	/								
10	I'			/	2.0							
14	S			3.2, 3.4~2.1	/	3.0, 2.5	2.1			2.8	3.2	
14	I			(2.4, 2.1~1.4)	/							2.9
14	I'				/							3.1~2.4
16	S			2.8~2.1	2.9~2.4	/	2.3~1.9	2.3	3.2~2.6			
16	I					/	2.2~1.6					
11	S					2.4~2.0	/					
11	C						/	2.1	2.7~2.2	2.4~2.0	2.6	
41	I					1.8~1.4	/					
17	S					2.5~2.0	2.8~2.2	/	3.2~2.4			
18	S							3.6~2.5	/	3.7~2.9	3.8	
12	S			3.5, 3.2~2.5	2.9~2.1	3.3~2.7	2.5~2.1	3.4~2.8	3.7~2.9	/	3.2	
12	I									/	2.9	
12	I'									/		4.0~2.5
13	S							3.2~2.7	3.9~2.8	3.5~3.1	/	2.9~2.2
13	I									3.2	/	
15	S									3.8~4.3	3.7	/
15	I									(2.6)	2.3	/
21	S	2.4	2.6	3.3	4.2~3.5							
9	S	3.3	3.1									
26	S											3.7~3.1
1	S	2.0	2.1									
19	S									4.0	4.2	3.5, 2.5
	G							3.6~3.0	4.0~2.9			

横坑 (大部分), 坑中央部 (一部) およびその付近の横坑にとり, 一部試錐孔, 河床および露出岩盤上を利用した。爆薬は新桐ダイナマイトを用い, 薬量は 75~600 g である。

4. 測定結果

測定した横坑間平均速度を第1表~第4表に示す。これから従来の手続きに従って12カ所の垂直断面と7カ所の水平断面の速度値分布図を作成した。垂直断面の位置を第1図に示す。原則として, 各断面から5m以内の距離にあ

るとみなされる速度値をその断面内にあるものとして採用した。得られた速度値分布図を第2図~第20図に示す。これから求めた速度分布図を第21図~第39図に示す。速度分布を求める際には, 各垂直, 水平断面を独立に作成し相互の交線において調整する際に断面に記入した以外の速度値を参考にした。

速度値は同一標高では岩盤内部に向かつて増加するのが通例であるが, 当地点ではかなり内部まで速度の小さい部分が認められる所が多い。ただし内部で特に低速度となる異常部分は認められない。また地表に平行な面内では標高が大になるに従って速度値は減少するのを例とするが, こ

第 5 表 岩石試料の速度および密度

番号	採取位置	種類	長さL (cm)	時間T ( $1/10 \mu S$ )	速度V (km/sec)	平均速度 V	密度 $\rho$ ( $g/cm^3$ )
1-X -Y -Z	R-6 10m (坑奥より)	チャート	5.48	96	5.71	5.75	2.74
			5.24	90	5.82		
			5.32	93	5.72		
2-X -Y -Z	R-6 10m	チャート	5.18	95	5.45	5.42	2.60
			5.08	96	5.29		
			5.14	93	5.53		
3-X -Y -Z	R-6 2m	圧砕チャート	5.34	95	5.62	5.68	2.60
			5.32	93	5.72		
			5.36	94	5.71		
4-X -Y -Z	R-5 27m		5.23	96	5.45	5.41	2.58
			5.14	96	5.36		
			5.21	96	5.43		
5-X -Y -Z	R-3		4.17	83	5.03	5.18	2.54
			4.17	82	5.09		
			4.28	79	5.42		
6-X -Y -Z	R-3		4.18	73	5.73	5.73	2.64
			4.27	74	5.77		
			4.20	74	5.68		
7-X -Y -Z	R-14 5m	チャート	5.25	92	5.71	5.85	2.68
			5.38	90	5.98		
			5.28	(94)	(5.62)		
8-X -Y -Z	R-27 S		5.22	93	5.61	5.44	2.53
			5.22	99	5.27		
			5.22	96	5.44		
9-X -Y -Z	R-11 S	砂岩	4.20	73	5.75	5.83	2.63
			4.21	72	5.85		
			4.19	71	5.90		
10-X -Y -Z	R-11 10m	珩岩	5.31	87	6.10	6.12	2.80
			5.26	86	6.12		
			5.27	86	6.13		
11-X -Y -Z	L-2 5m	チャート	5.14	97	5.30	5.16	2.61
			5.12	103	4.97		
			5.20	100	5.20		
12-X -Y -Z	L-2 7m	チャート	5.10	98	5.20	5.12	2.67
			5.19	103	5.03		
			5.16	(105)	(4.90)		
13-X -Y -Z	L-2 7m	チャート	5.25	98	5.30	5.30	2.58
			5.28	99	5.33		
			5.33	101	5.28		
14-X -Y -Z	L-2 I	チャート	5.23	96	5.45	5.42	2.64
			5.17	96	5.38		
			5.32	(101)	(5.27)		
15-X -Y -Z	L-4 10m	チャート	5.30	105	5.04	4.97	2.69
			5.29	108	4.90		
			5.36	(115)	(4.66)		
16-X -Y -Z	L-4 10m	チャート	5.38	89	6.05	6.05	2.60
			5.31	(95)	(5.59)		
			5.31	(95)	(5.59)		
17-X -Y -Z	L-4 I	チャート	5.38	(105)	(5.12)	5.36	2.60
			5.32	100	5.32		
			5.34	99	5.39		
18-X -Y -Z	L-4 (ズリ)	チャート	5.25	91	5.77	5.93	2.69
			5.32	89	5.98		
			5.43	90	6.04		
19-X -Y -Z	L-3 2m	チャート	5.16	91	5.67	5.75	2.66
			5.19	89	5.83		
			5.46	95	5.75		
20-X -Y -Z	L-3 (断層)		5.34	100	5.34	5.34	2.58
			5.31	100	5.31		
			5.22	97	5.38		

22-X -Y -Z	L-5 7 m	チャート	5.19 5.28 5.23	86 88 86	6.04 6.00 6.08	6.04	2.65
23-X -Y -Z	L-28 S		4.25 4.24 4.22	75 74 76	5.67 5.73 5.55	5.65	2.63
24-X -Y -Z	L-28 I	チャート	5.32 5.35 5.35	98 100 97	5.43 5.35 5.52	5.43	2.59
25-X -Y -Z	L-28 I	チャート	4.32 4.28 4.30	85 85 85	5.08 5.03 5.06	5.06	2.51
26-X -Y -Z	L-22 I	チャート	5.21 5.21 5.19	86 85 84	6.06 6.13 6.18	6.12	2.65
27-X -Y -Z	L-21 I		5.18 5.09 5.20	94 (103) 99	5.51 (4.94) 5.25	5.38	2.76
28-X -Y -Z	L-13 I	玢岩	5.19 5.25 5.16	83 83 82	6.25 6.33 6.30	6.29	2.74
29-X -Y -Z	L-13 I	砂岩	5.22 5.24 5.19	94 92 91	5.55 5.70 5.70	5.65	2.72
30-X -Y -Z	L-15 5 m	輝緑凝灰石	5.20 5.21 5.29	(102) 93 93	(5.10) 5.60 5.69	5.65	2.69
31-X -Y -Z	L-8 15m	チャート	5.15 5.18 5.35	101 103 108	5.10 5.03 4.95	5.03	2.70
32-X -Y -Z	R-2	チャート	5.13 5.18 5.16	88 87 87	5.83 5.95 5.93	5.90	2.66
33-X -Y -Z	R-21 S	チャート	5.36 5.24 5.20	90 90 92	5.96 5.82 5.65	5.81	2.64
34-X -Y -Z	R-19 I	石灰岩	5.18 5.12 5.12	77 75 76	6.73 6.83 6.74	6.77	2.71
平均						5.63 (±0.40)	2.65 (±0.07)
同チャートの み						5.56 (±0.37)	2.64 (±0.05)

注1) X, Y, Zは互いに直角な方向

2) No. 21は欠

ここではかなり顕著な変化が認められるもの(おもに右岸)と、ほとんど同一速度値のもの(おもに左岸)の双方が認められた。一般に速度値は小さく、岩石試料の速度(第5表)と比較すると、多くの節理、亀裂および破碎帯等の影響が大きいことが予想される。

以下局所の特徴について述べる。

#### 4.1 右岸

一般に速度値は小さく、特に標高475 m以上では2.5 km/secに達するのに岩盤内へ平均30 m程度入ることを必要とする。Sec-Cの下流側にある顕著な尾根の内部は大部分1.5 km/secに達せず、標高480 m付近にあるR-21 R-27横坑に関係する速度値は、ほとんど2.0 km/sec以下で、

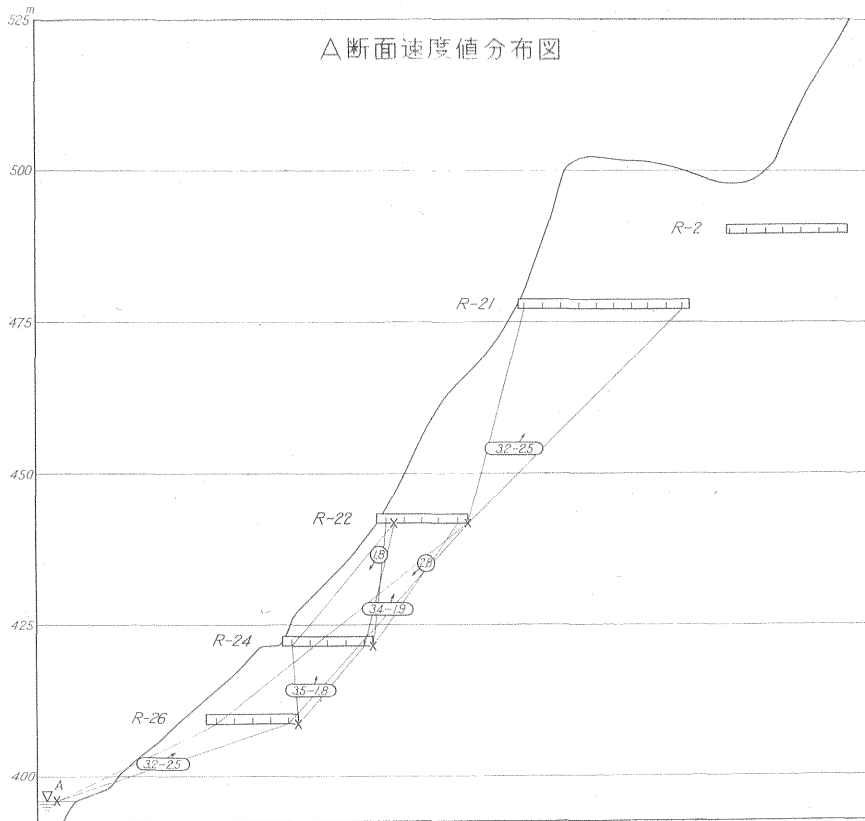
かつ波のエネルギーの減衰が大きく記録も悪いことは注目すべきである。一方、谷にあたる部分では比較的地表に近く2.5 km/secの速度が得られている。全体としてかなり複雑な地形であるにもかかわらず、速度2.5 km/sec以上の岩盤の表面は単調な形をなすことが予想される。420 m以下では地表近くでも0.3 km/sec以上の速度値を示し、これは河床に近いことから当然と考えられる。

#### 4.2 左岸

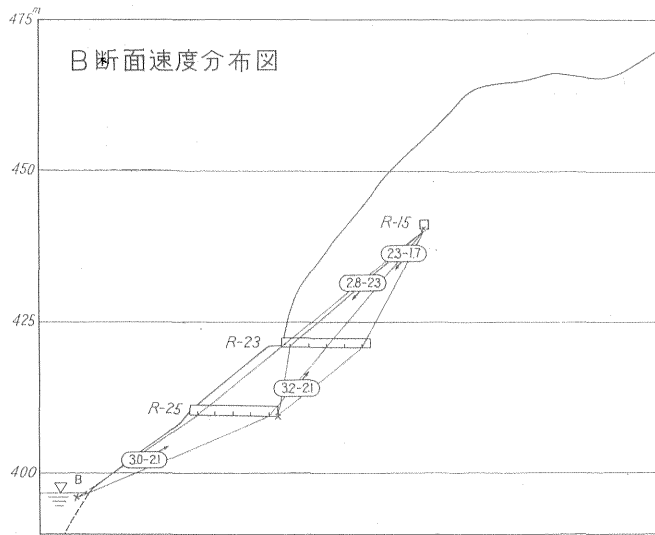
広い範囲にわたり横坑が分布しており、速度値もかなり異なる特徴を示している。

標高490 m以上の上部ではSec-E付近を境として上流部と下流部で顕著な差がみられる。下流部では地表近くか

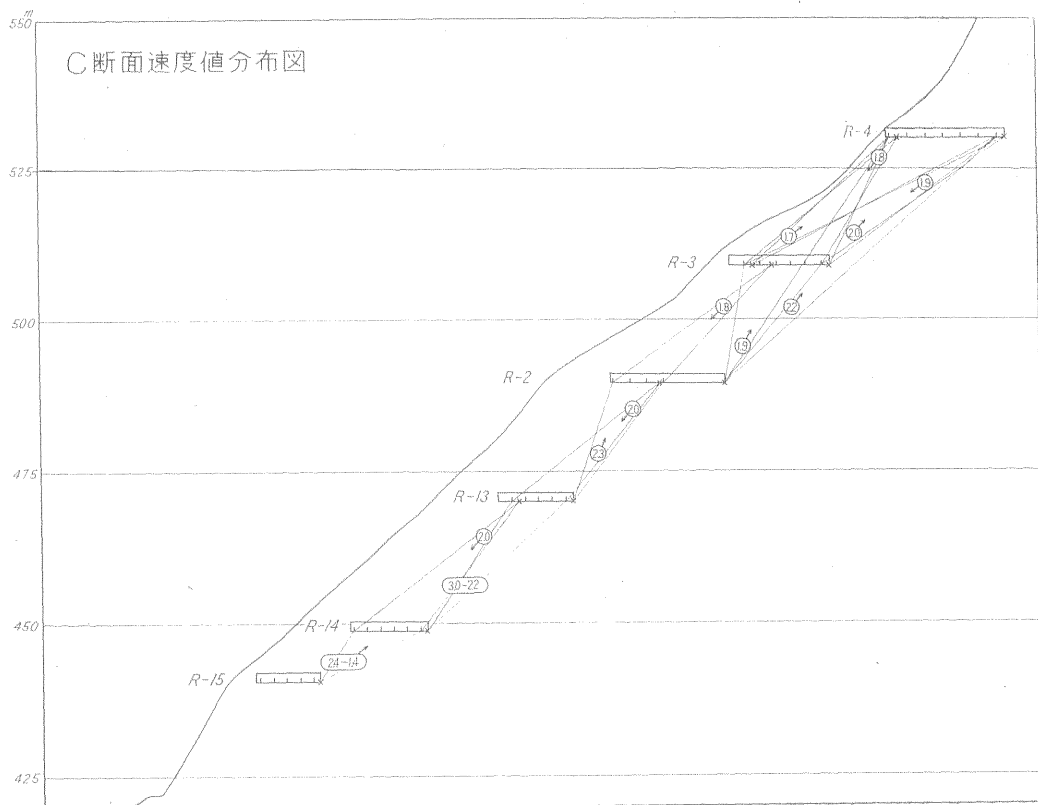




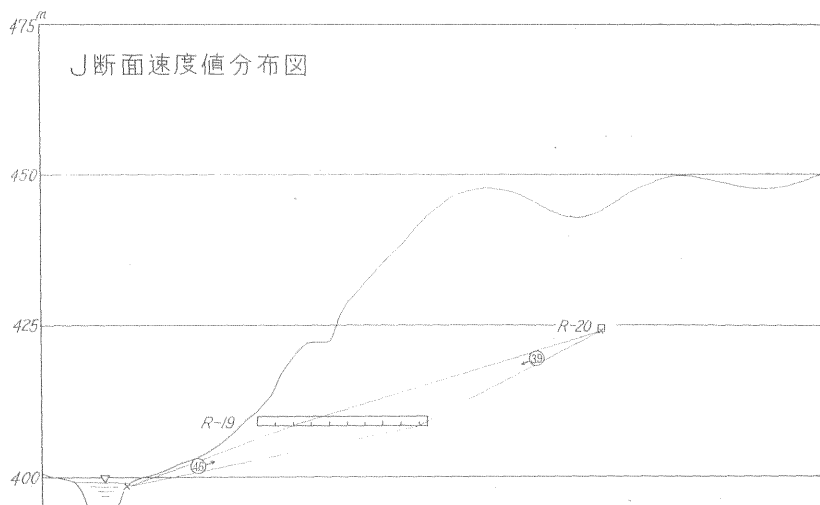
第 2 図



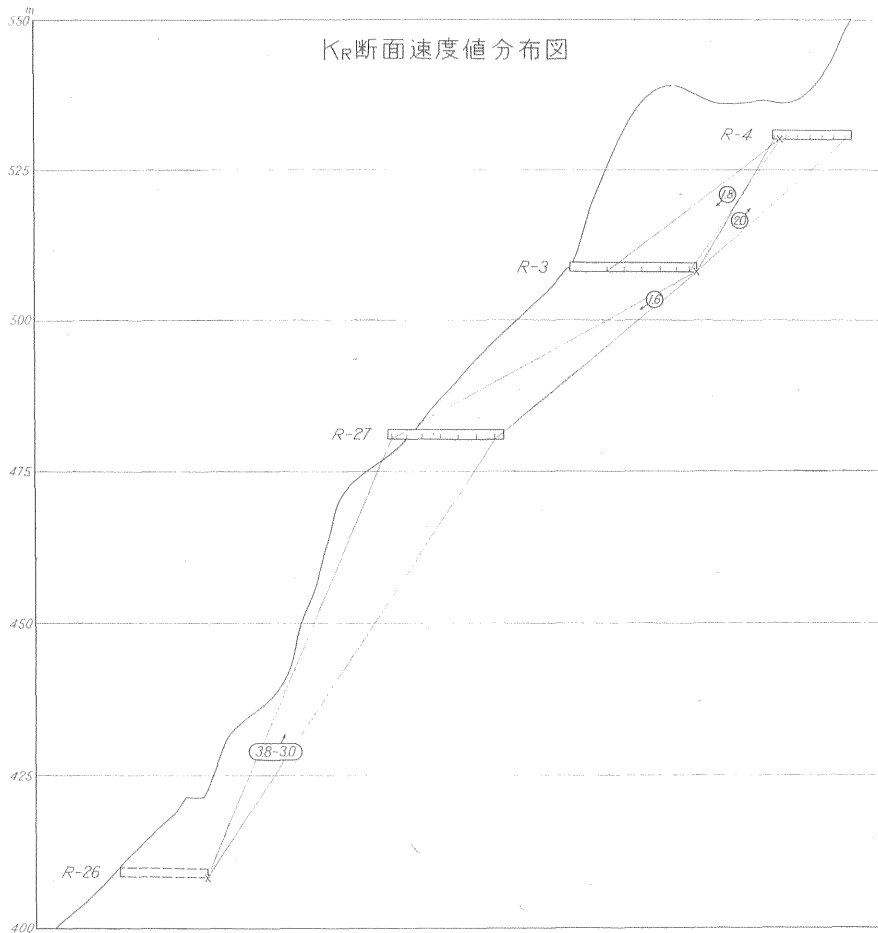
第 3 図



第 4 図



第 5 図

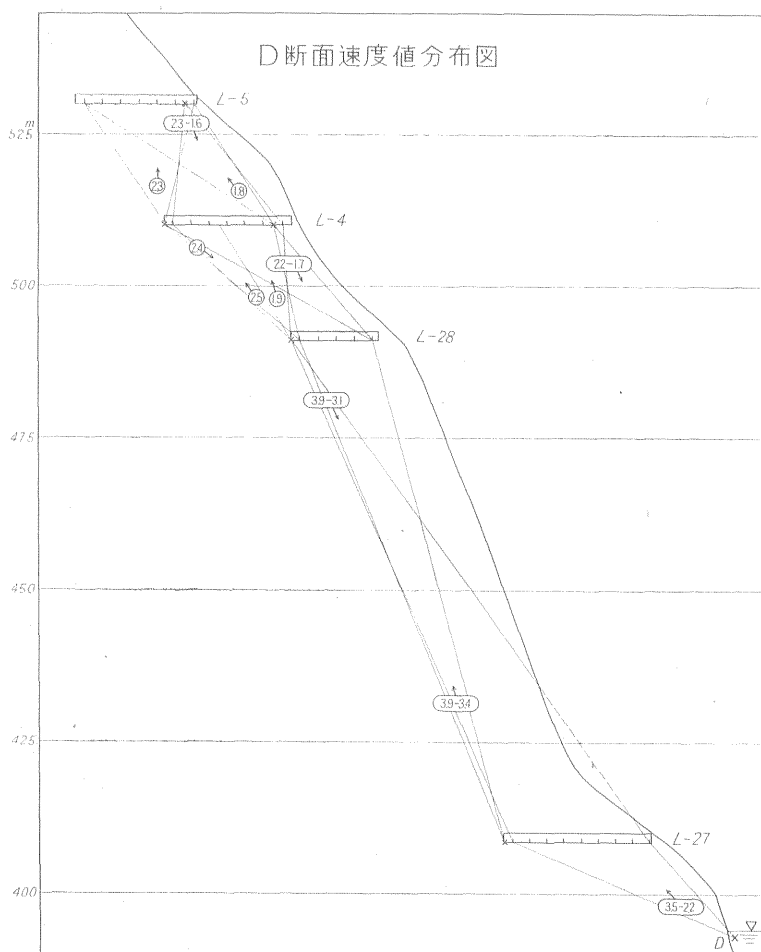


第 6 図

ら 2.5km/sec 以上の速度値を示し、堅硬な岩盤が大体そのまま露出しているものとみなすことができる (Sec-K<sub>L</sub> 参照)。かつ標高 150 m に達しても速度値は著しい減少を示さない。上流部では速度値は著しく減少し、Sec-L510 にみられるように、内部でも 2.5km/sec 以上の速度を示す部分を認めることが困難である。L-20, L-8, L-10 相互間は波のエネルギーの減衰が大きく、記録もきわめて悪く、横坑内に開隙亀裂がみられることも合せて、岩盤全体が非常に緩んでいることを充分予想させる。

下部では、横坑が一様に分布していないので全域をおおう速度測定はできなかつた。測定した範囲では上流部、下流部ともかなり大きい速度値を示し、一般に右岸の同一標高部分に較べて堅硬であるといえる。L-25 横坑と河床間で得られた速度値 4.8 km/sec はこの地点の最高であり岩石試料の速度の平均値 (5.63 ± 0.40 km/sec) に近い。

最上流部すなわち Sec-G 以遠ではかなり局所的な速度値の変化が見られる。地形も複雑であり、また L-17, L-18 横坑のように崖錐中にあると思われる横坑もある



第7図

ので、得られた速度値からこの部分の岩盤の状況を知ることが困難である。

## 5. 結果の考察

### 5.1 弾性係数について

岩盤を、弾性波の伝播に対して、均質等方の完全弾性体と仮定した場合の等価なヤング率  $E_V$  は、弾性論における関係式

$$E_V = \frac{(1+\sigma)(1-2\sigma)}{1-\sigma} \rho V^2 \quad (\text{C. G. S.}) \quad (1)$$

によつて計算される。こゝで  $\sigma$  はポアソン比、 $\rho$  は密度、 $V$  は縦波速度である。こゝで  $\sigma=0.25$  と仮定し、密度として当地点の岩石試料の平均値(第5表)  $\rho=2.65$  を用うると、当地点における岩盤の弾性波伝播に対して

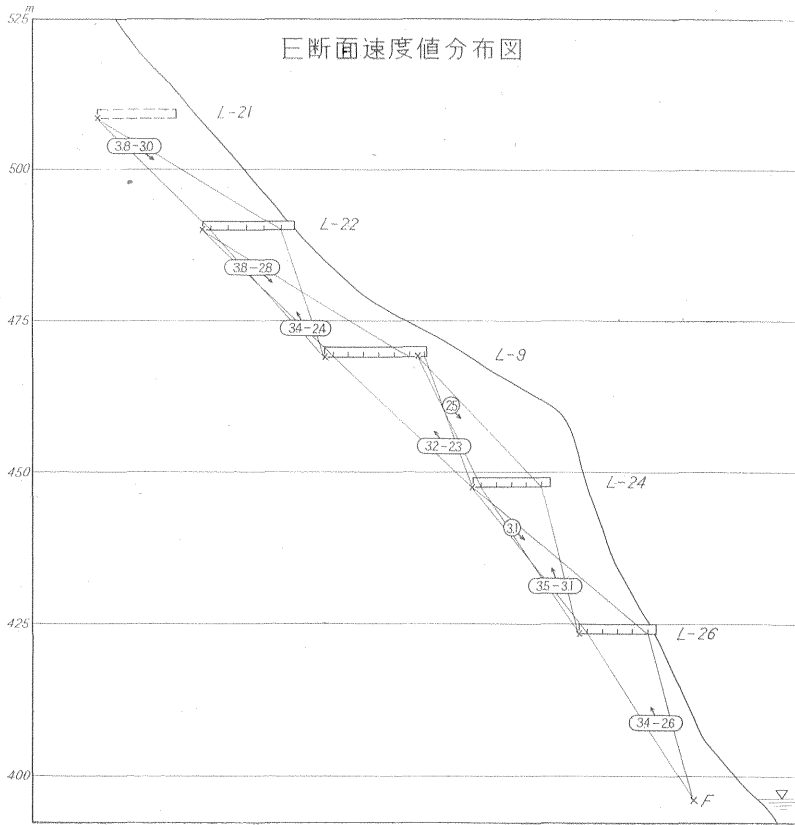
等価な完全弾性体のヤング率  $E_V$  は

$$E_V \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 2.253 \times 10^4 V^2 \text{ (km/sec)} \quad (2)$$

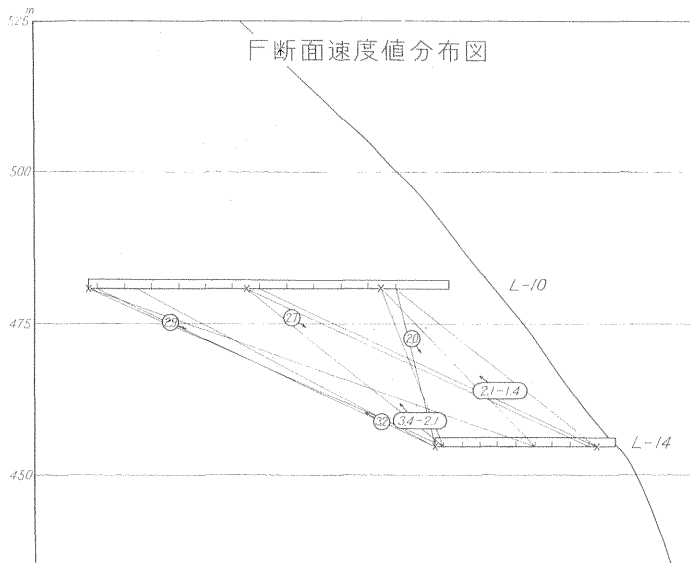
によつて求められる。

第2式によつて求められた  $E_V$  と、支持力試験によつて求められたヤング率  $E_R$ <sup>3)</sup> とを比較すると第42図および第6表のようになる。こゝで  $E_R$  としては支持力試験の平均値を使用した。  $E_V$  を求める  $V$  としては、横坑内速度測定の時時曲線の“はぎとり走時曲線”から、支持力の試験実施地点の値を採用した。  $E_R$  に対応する  $E_V$  として、このように局所的な速度  $V$  を用うると、  $E_R$  と  $E_V$  との相関が強くなるようである。 L-2 における値を除くと、  $E_V$  は  $E_R$  の 1.7~3.0 倍の間に入っている。

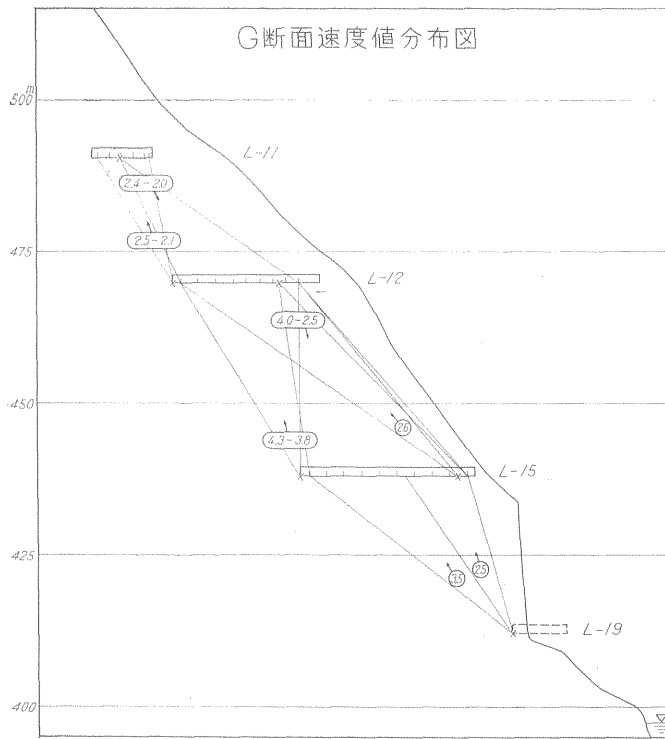
次に、アーチダムの設計やモデルテストに際して必要な岩盤のヤング率  $E_R'$  の値は、増田<sup>2)</sup>によれば、  $E_V$  が



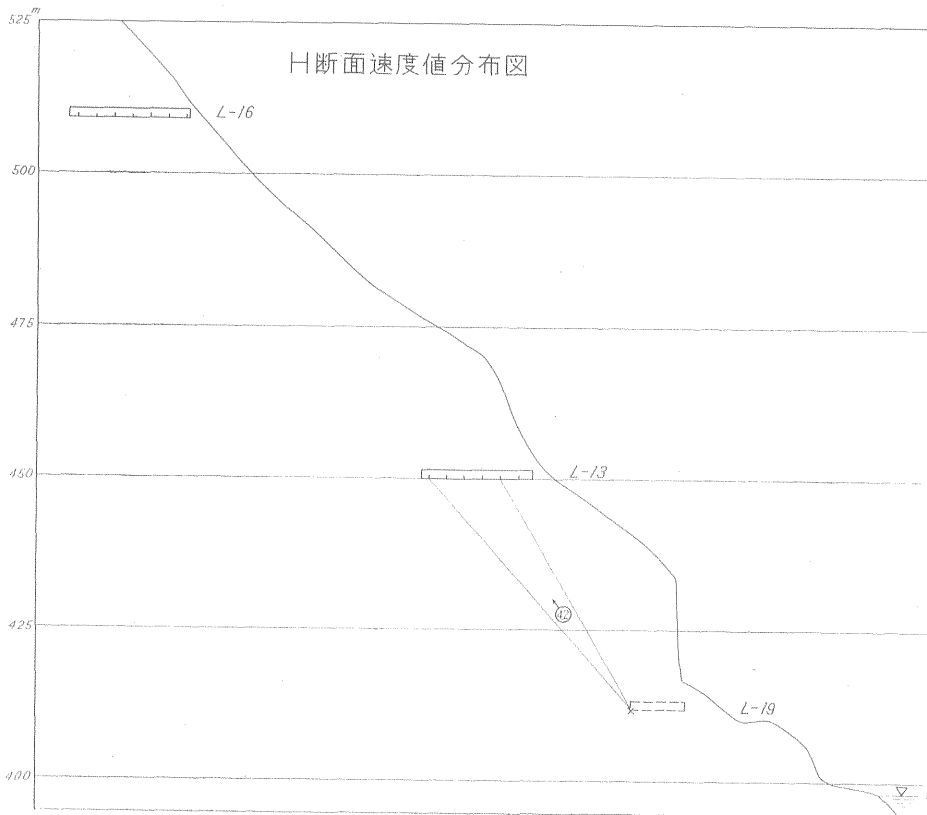
第 8 図



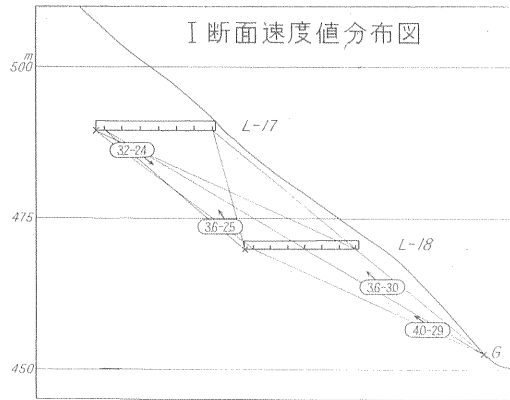
第 9 図



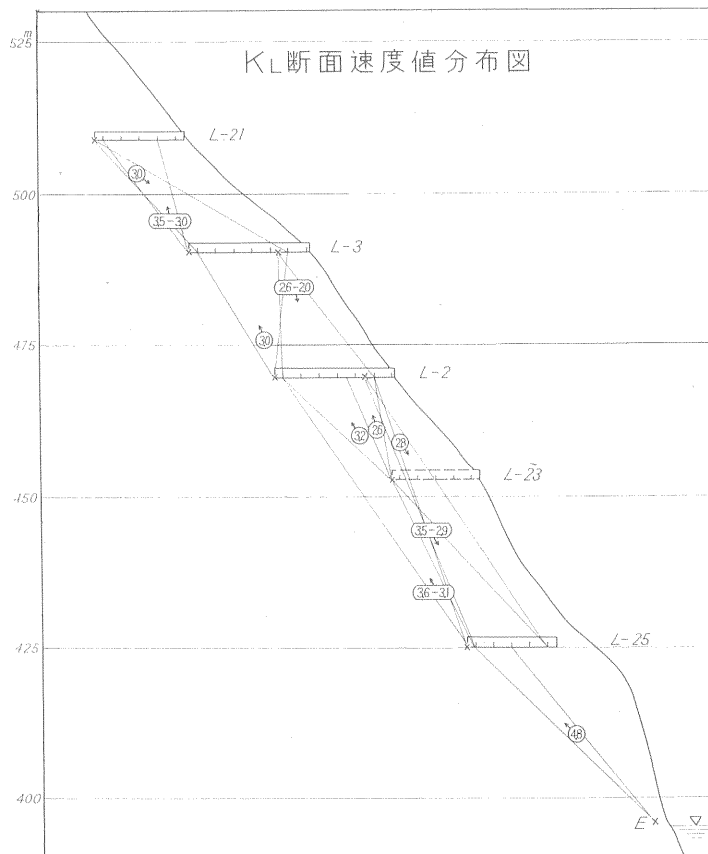
第 10 図



第 11 図

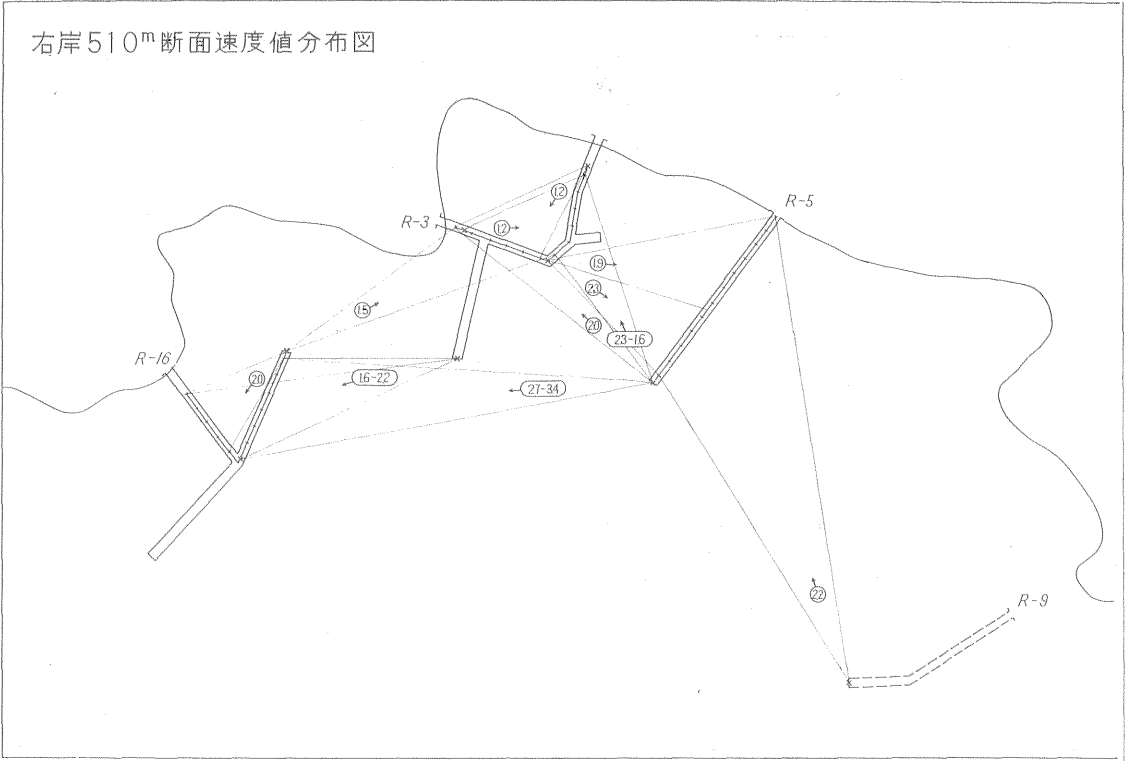


第 12 図



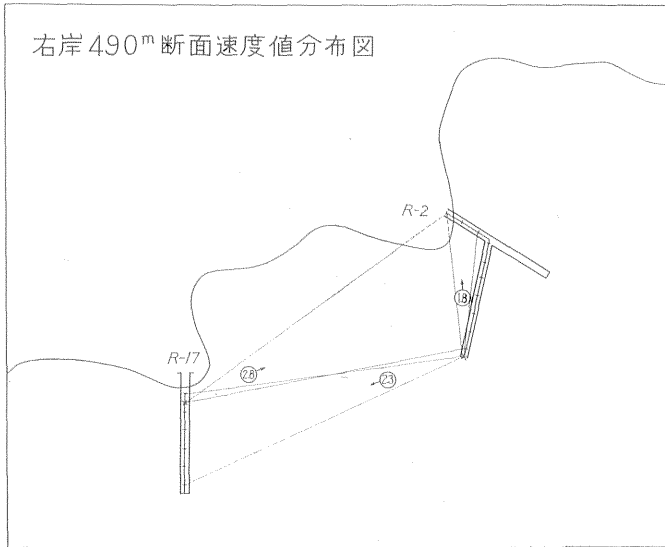
第 13 図

右岸510<sup>m</sup>断面速度値分布図



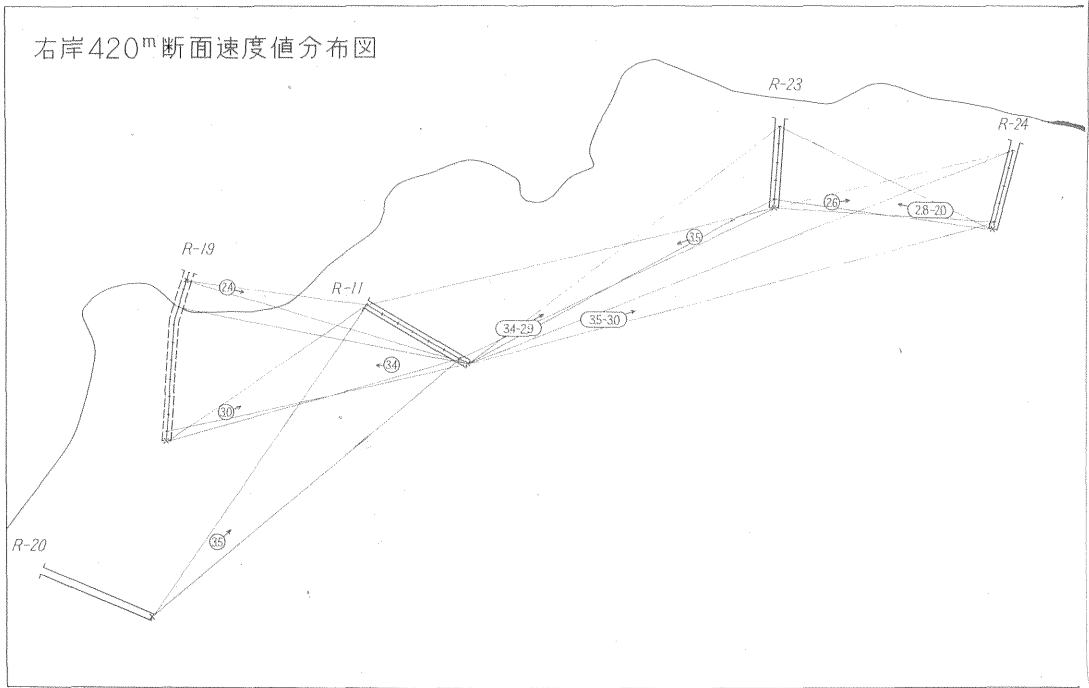
第 14 図

右岸490<sup>m</sup>断面速度値分布図

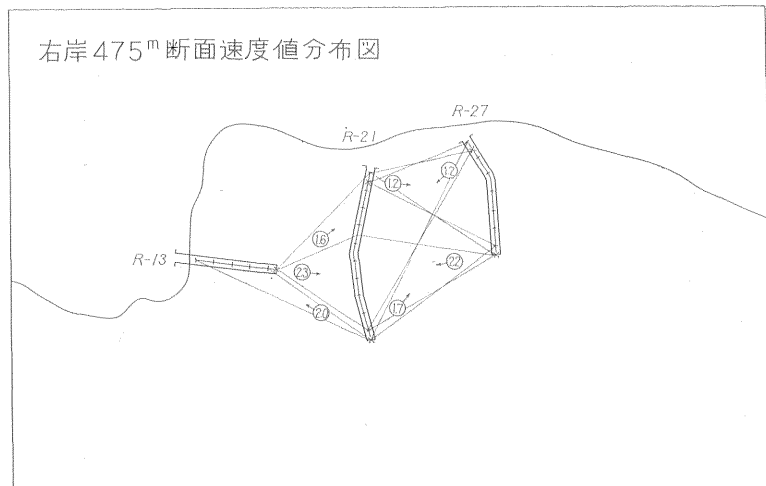


第 15 図





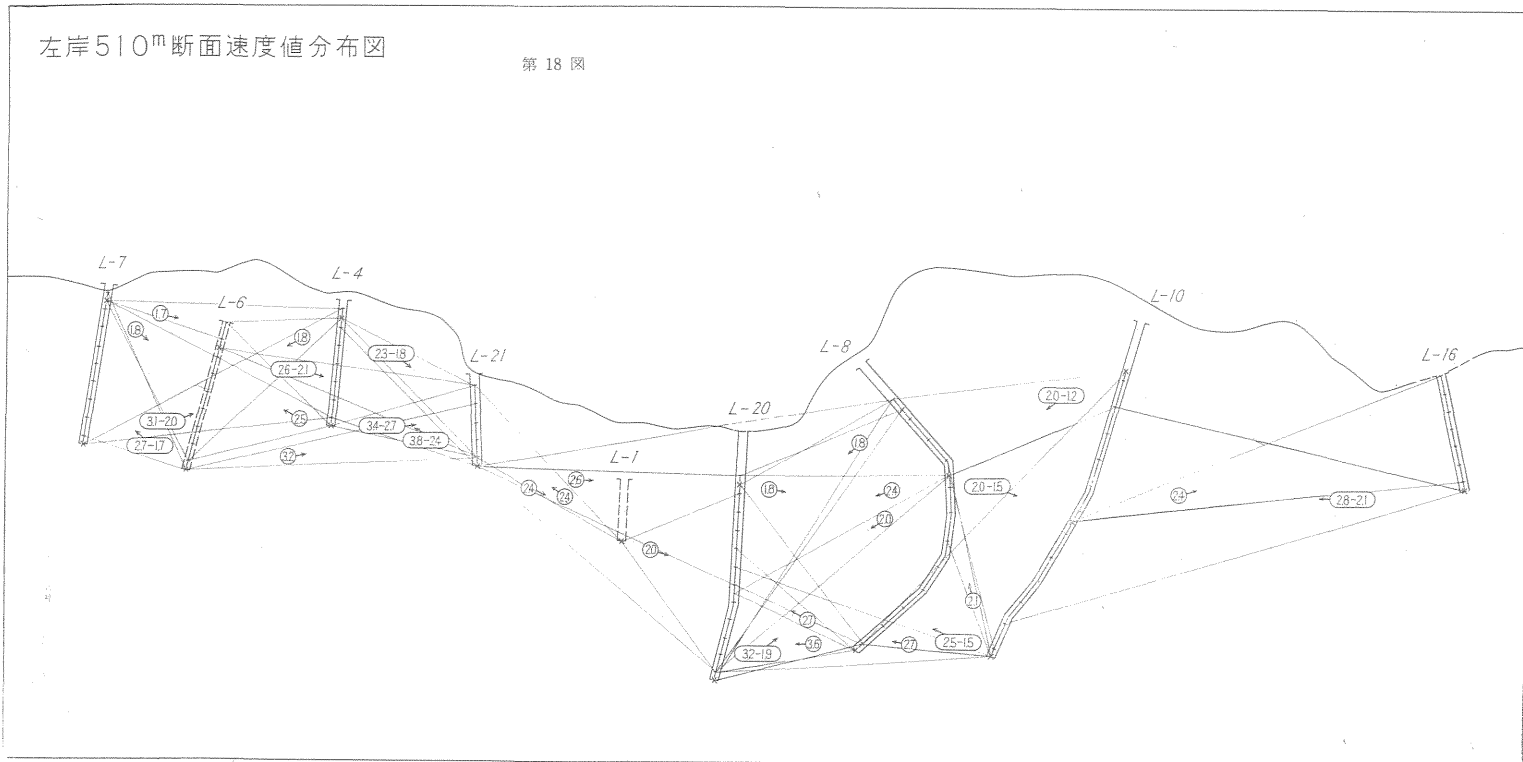
第 16 图



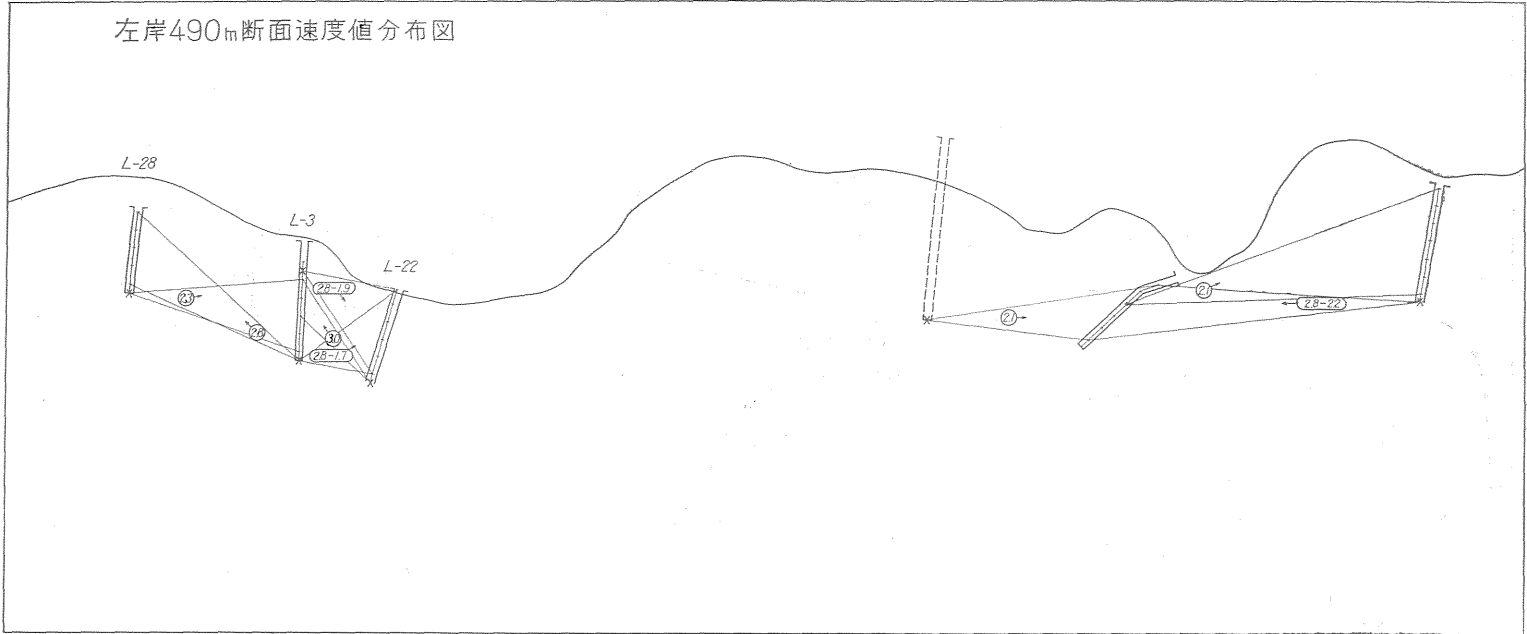
第 17 图

左岸 510<sup>m</sup> 断面速度値分布図

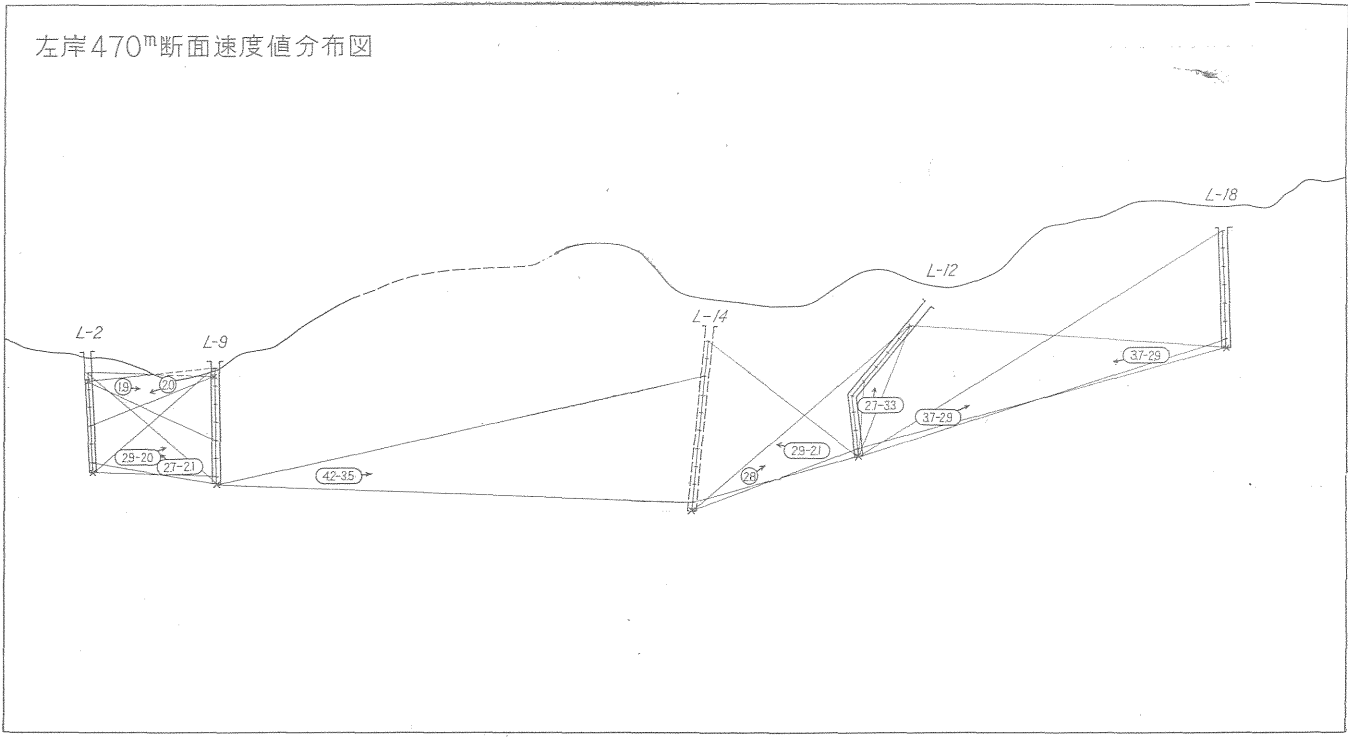
第 18 図



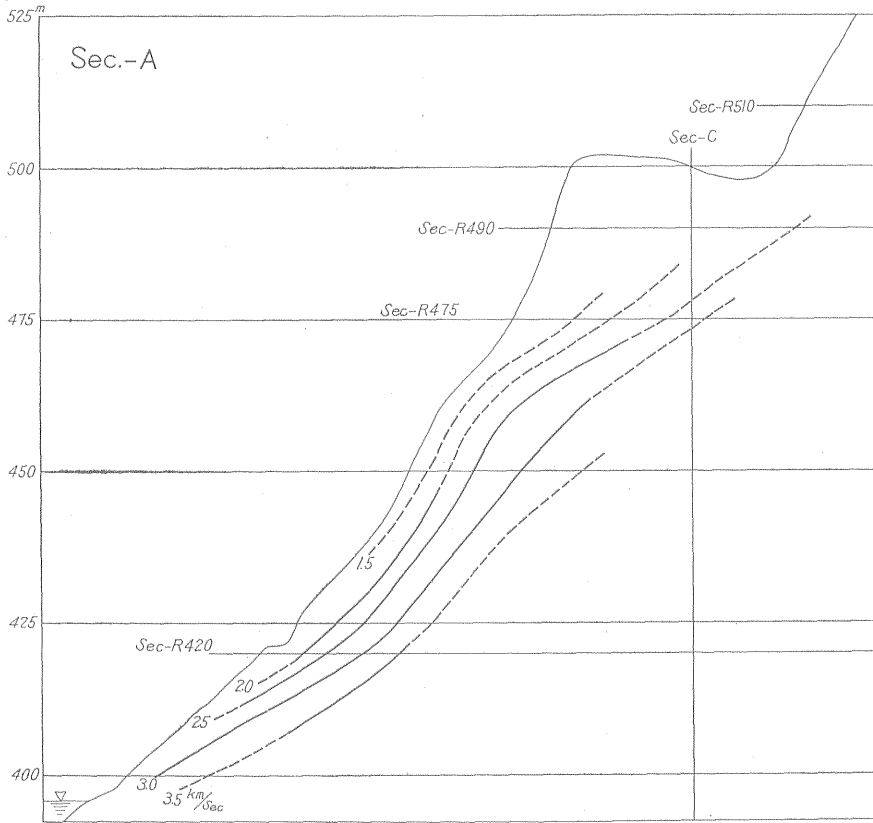
左岸 510m 断面速度値分布図



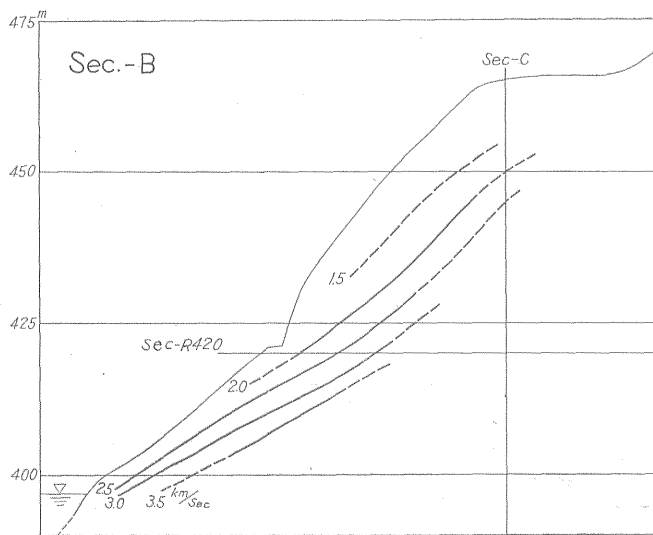
第 19 図



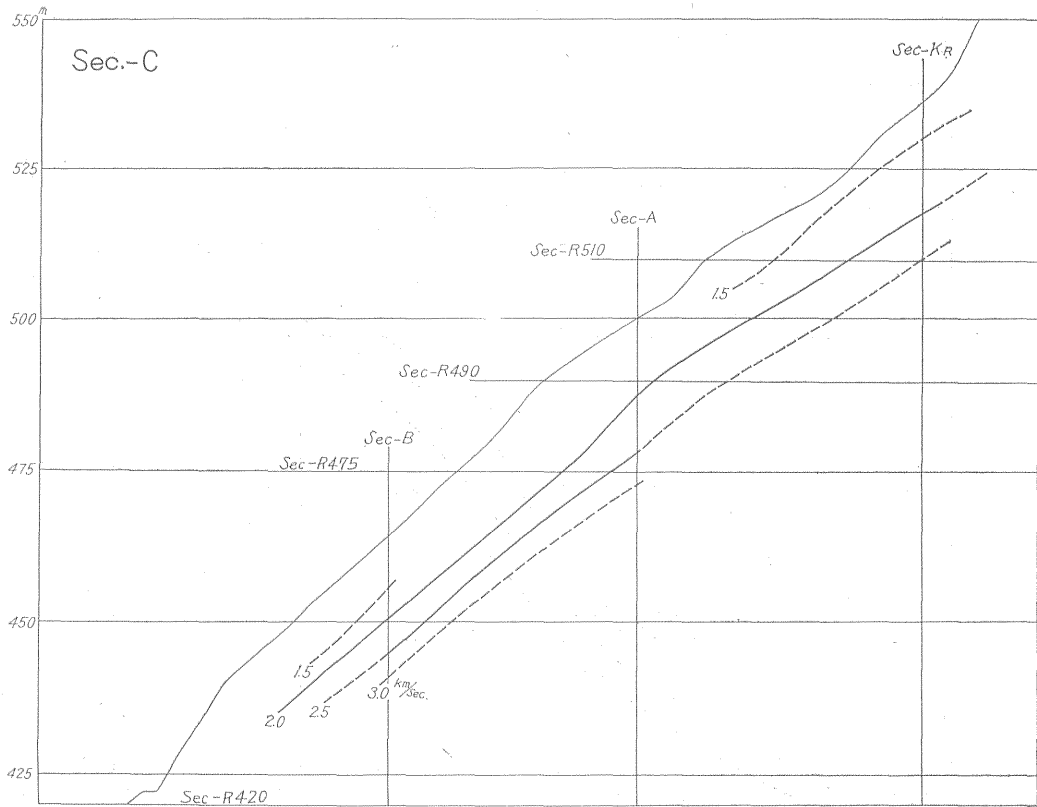
第 20 图



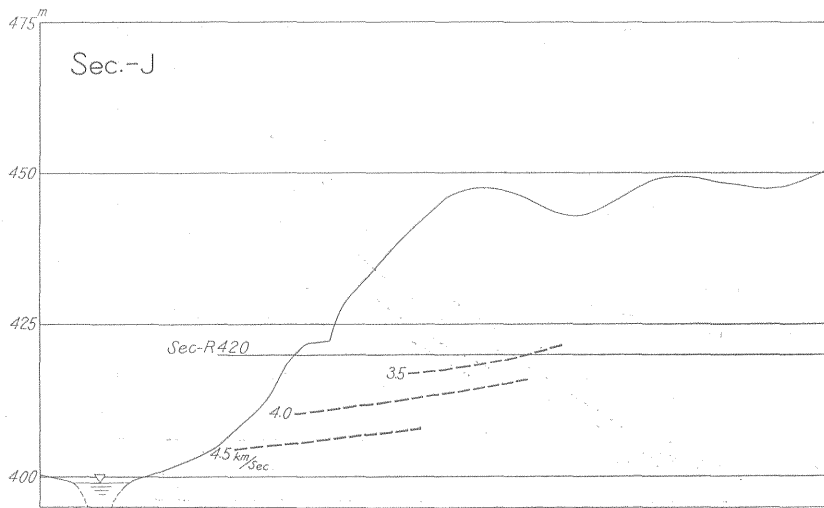
第 21 図



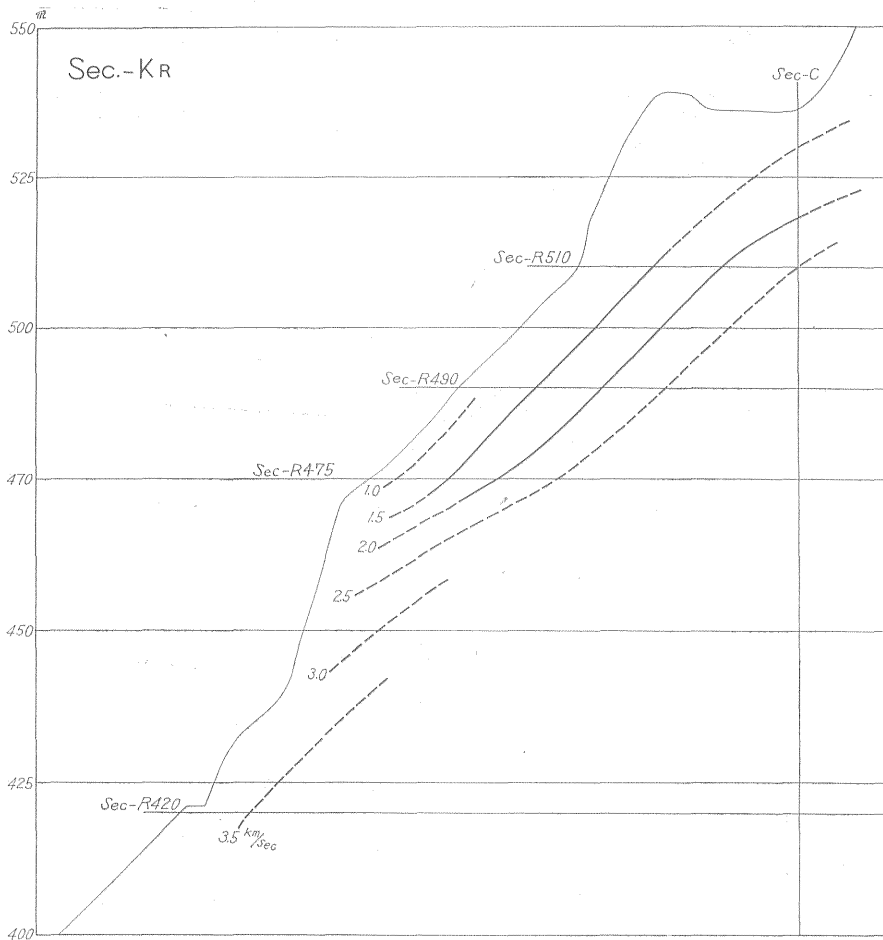
第 22 図



第 23 图



第 24 图



第 25 図

ら次のような換算式

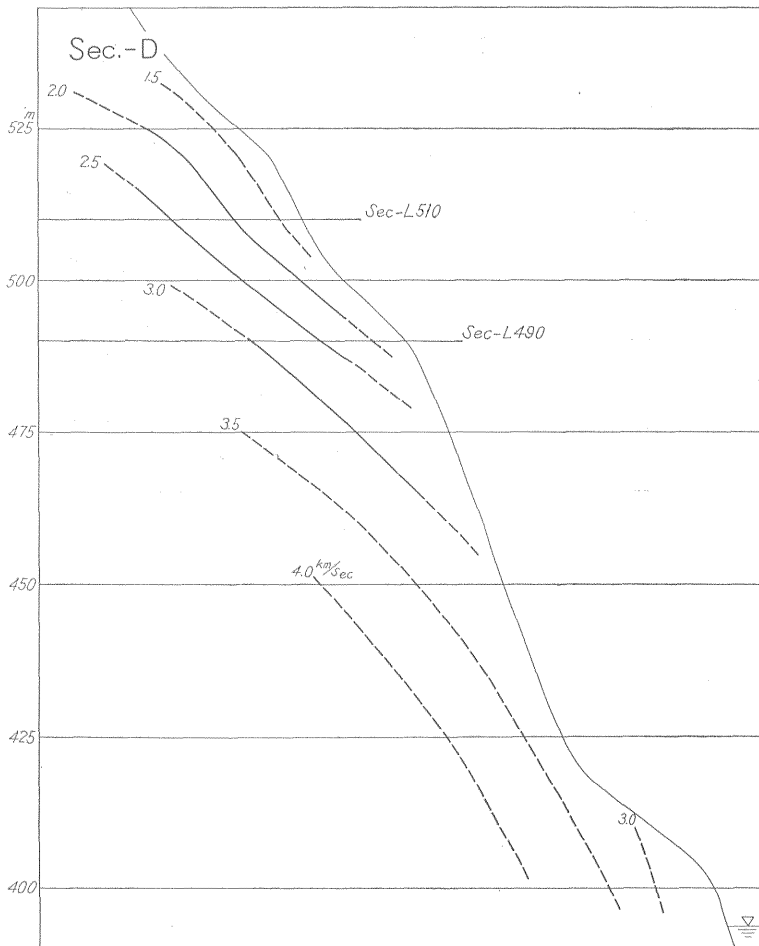
$$ER' = \frac{1}{2} \frac{\bar{V}}{V_m} EV \quad (3)$$

によつて求められる。ここで  $V_m$  は岩石試料の速度の値、 $\bar{V}$  は平均速度法によつて得られた速度の値、 $EV$  は第 2 式によつて計算された値である。当地点の  $V_m$  として第 5 表の平均値 5.63 km/sec を用い、第 3 式によつて  $EV$  を  $ER'$  に換算し、地質調査により推定された、 $K_L-K_R$  断面 (第 1 図) の推定掘削限界線に対して表示すると、第 43 図のようになる。この推定掘削限界線上において、左岸ではほぼ一様に  $3 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$  以上の値を示す。

これに反して右岸では図に示すように 470 m 以上で非常に小さい値を示し、この部分 (尾根を構成している) の岩盤が軟弱であることが予想される。この事実は第 40

第 6 表 弾性波速度から求めたヤング  $EV$  と、ジャッキ法によつて求められたヤング率  $ER$  との関係

横 坑	$ER$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$V$ ( $\text{km/sec}$ )	$EV$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$EV/ER$
L-2	30.3	1.04	24.3	0.80
L-3	60.7	2.80	176.	2.90
L-6	38.6	2.20	109.	2.83
L-7	84.8	2.84	179.	2.11
R-2'	77.8	2.45	135.	1.74
R-3	17.8	1.42	45.3	2.55
R-5	36.9	1.24	93.7	2.54
R-5'	43.6	1.96	86.5	1.98
R-6	62.1	2.28	117.	1.88
R-16	36.7	2.14	103.	2.81



第 26 図

図に示した横坑内速度測定の時時曲線中この部分に存在する R-27, R-3 および R-4 で測定されたものが、特に小さい速度を示すことから直接推測され、また横坑 R-10 および R-3 でのジャツキテストと肉眼観察<sup>3)</sup>によつても指摘されている。これらのことから右岸上部の岩盤はこのままではアーチダムの基礎岩盤として用いるには不十分であると考えられている。

### 5.2 弾性波速度と岩盤構造について

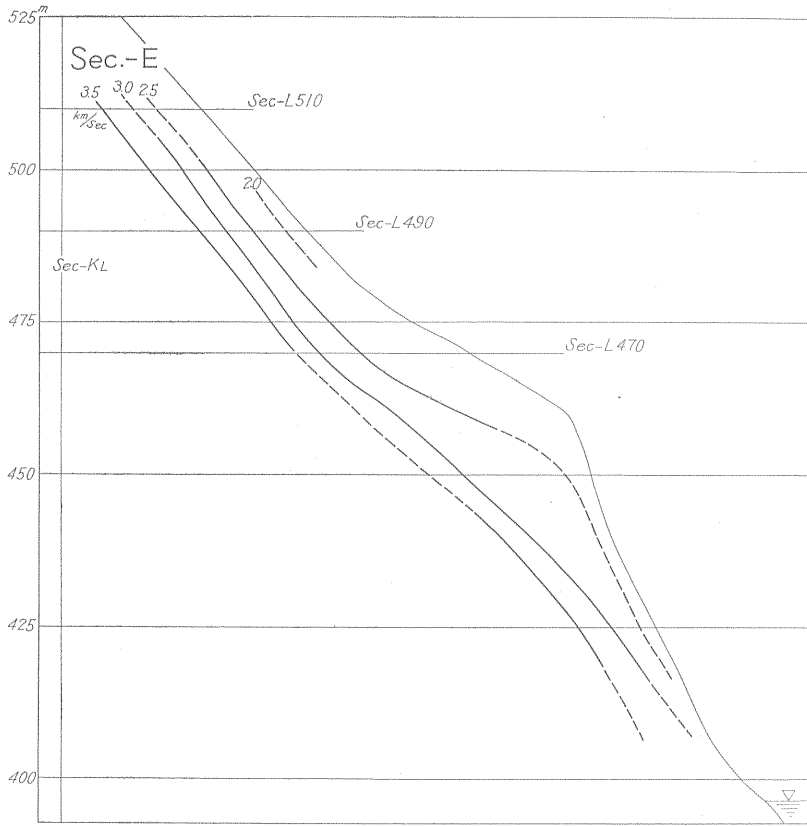
アーチダム基礎岩盤としての岩質の良否を弾性波速度から直接判断する問題については、先の徳山ダム地点の報告<sup>4)</sup>にも述べたように、輝緑凝灰岩・チャートでは、2.5km/sec の速度値が一応の目安と考えられている。弾性係数の項で述べた右岸の 470 m 以上の部分は、速度値としても 2.5km/sec より遥かに小さい。左岸上部では、4. に述べたように Sec-E 付近を境として上流部、

下流部で顕著な差がみられ、下流部では 2.5 km/sec の速度をもつ岩盤が地表近くに存在すると考えられるのに対して、上流部では岩盤内部数 10 m にわたり 2.5 km/sec 以下の部分が拡がっていると考えられる (第 37 図)。

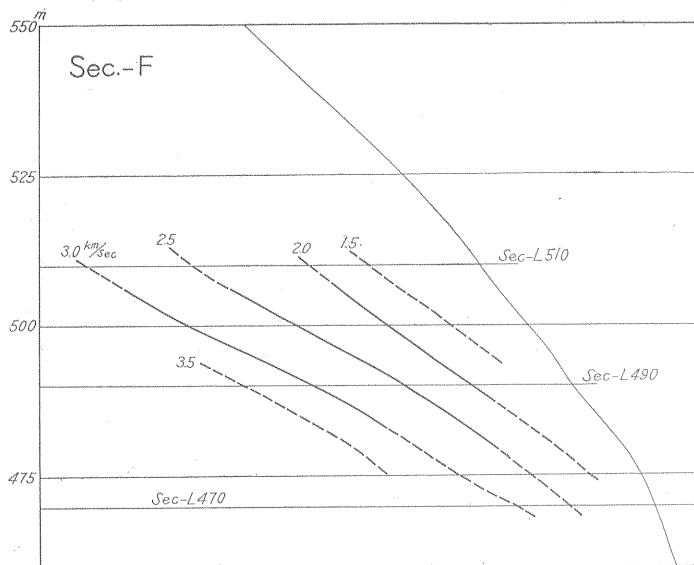
地形的にみると、当地点の左岸は上流側より下流側にのびる一連の尾根を構成しており、水窪川は下流で左折して当地点左岸の後背部に廻りこんで流れている。第 1 図最上部に延びている尾根がその一部に他ならない。第 1 図で L-1 横坑の上部に標高 551 m の鞍部が存在し、その後背部は小さな窪地を形成していて、複雑な地形を示している。これにより上流部にある L-20, L-8, L-10 等の横坑内では、開隙亀裂が数多く発達していて全体が緩んだ岩盤とみなされ、測定された速度値も小さいことは前述のとおりである。

総合して考えるに、この部分の弾性波速度が Sec-E

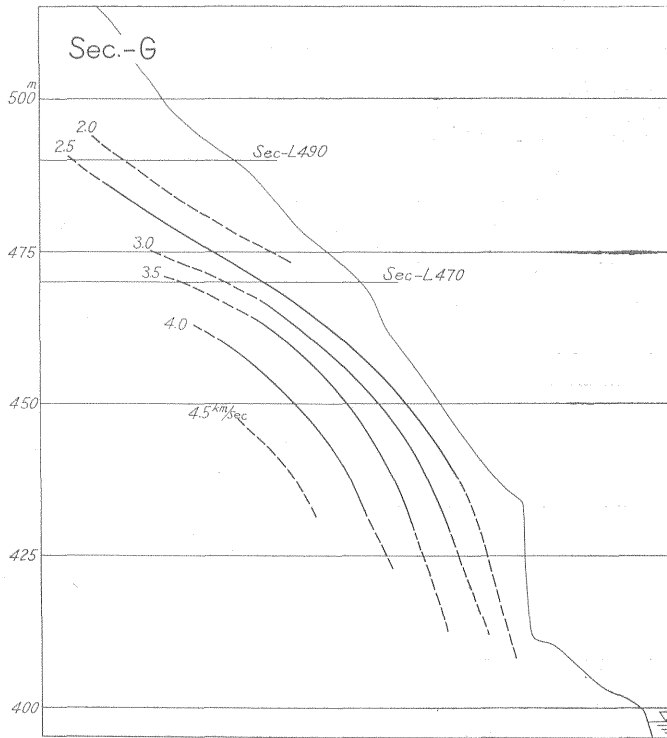




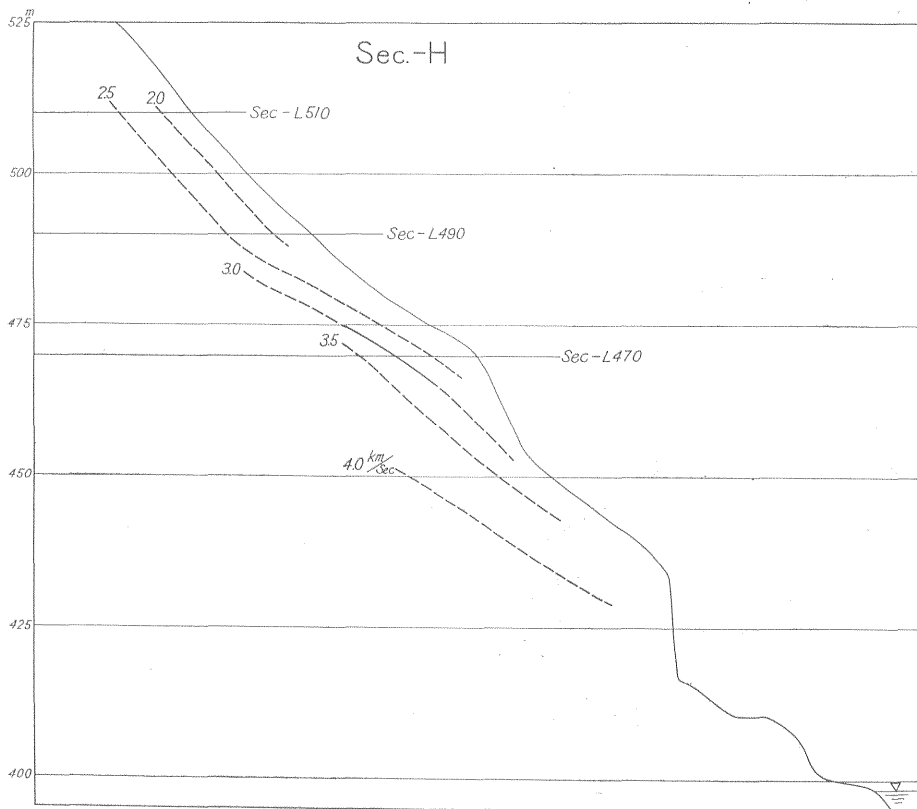
第 27 図



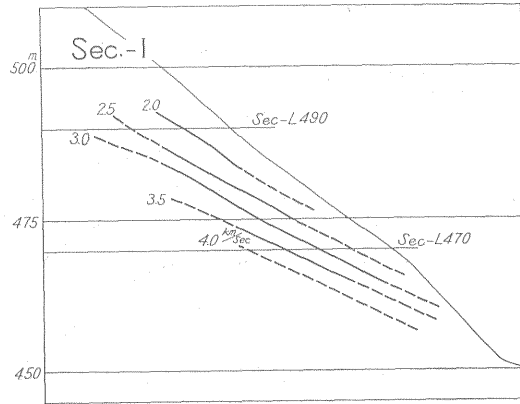
第 28 図



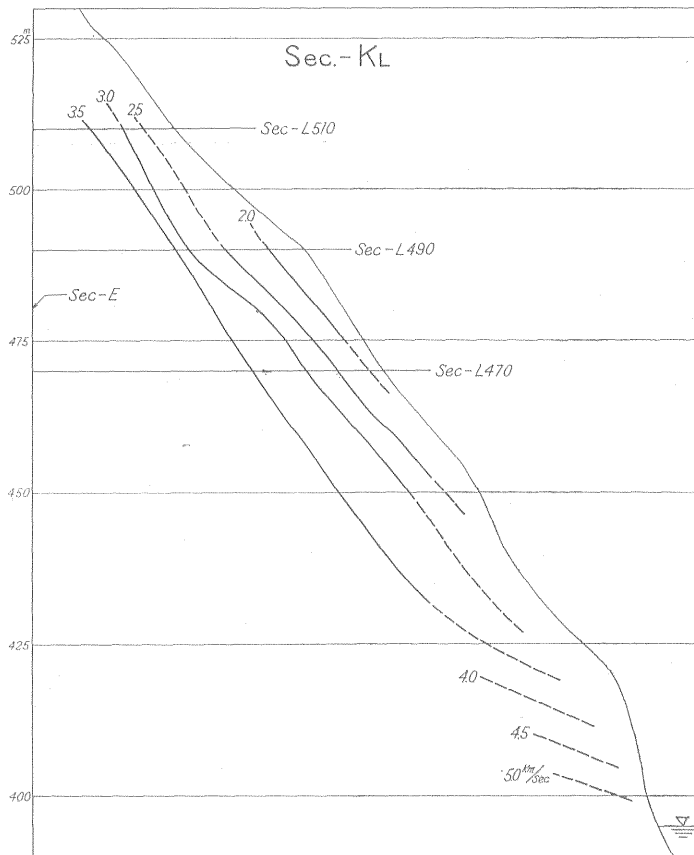
第 29 图



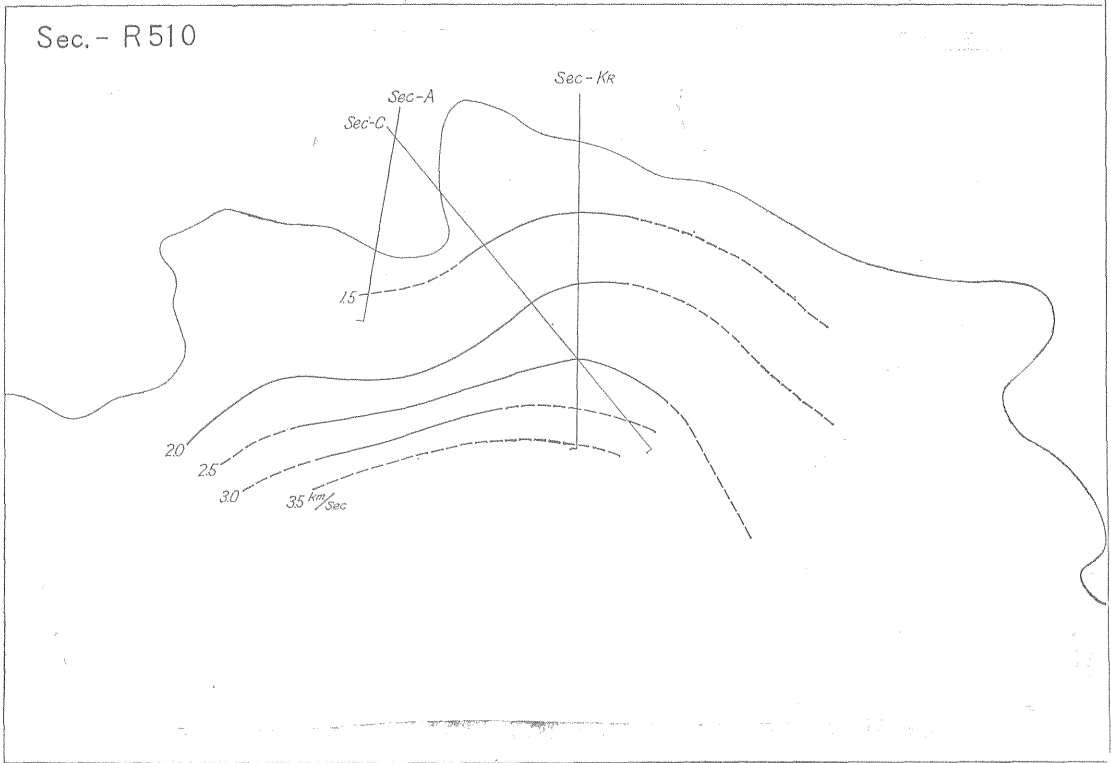
第 30 图



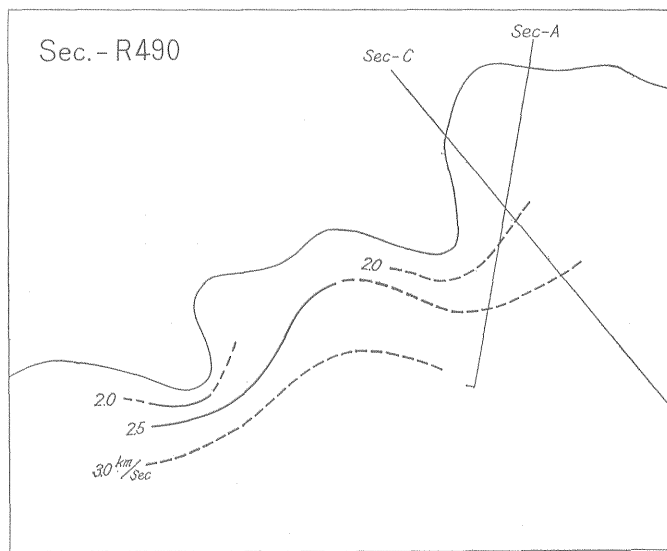
第 31 図



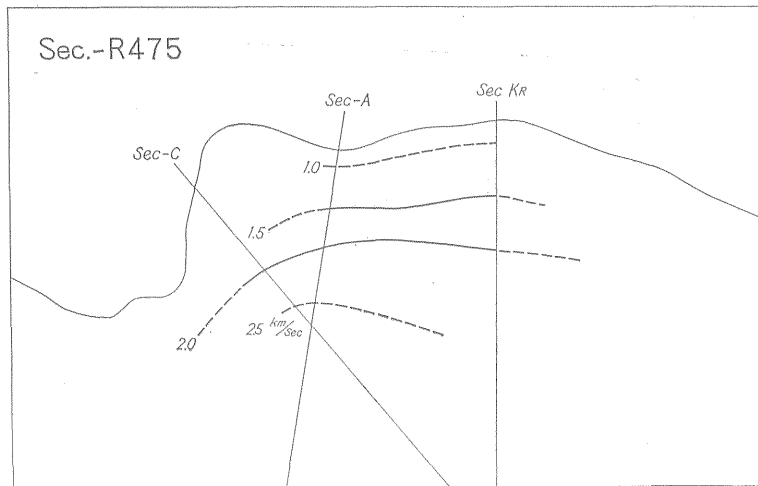
第 32 図



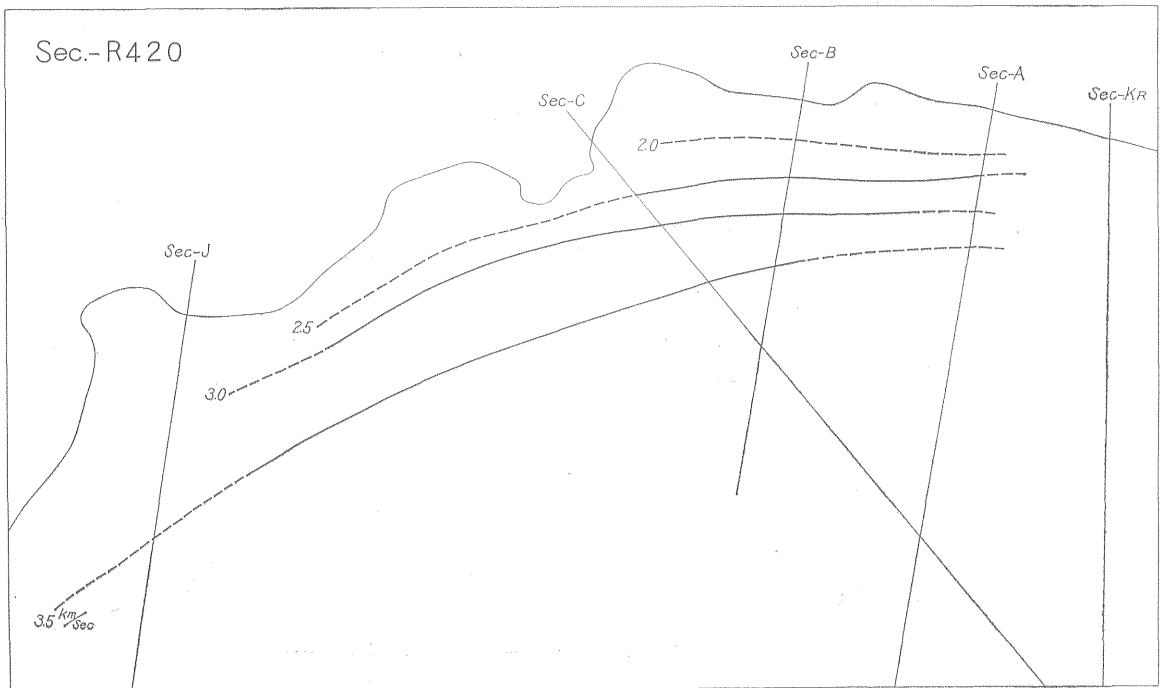
第 33 图



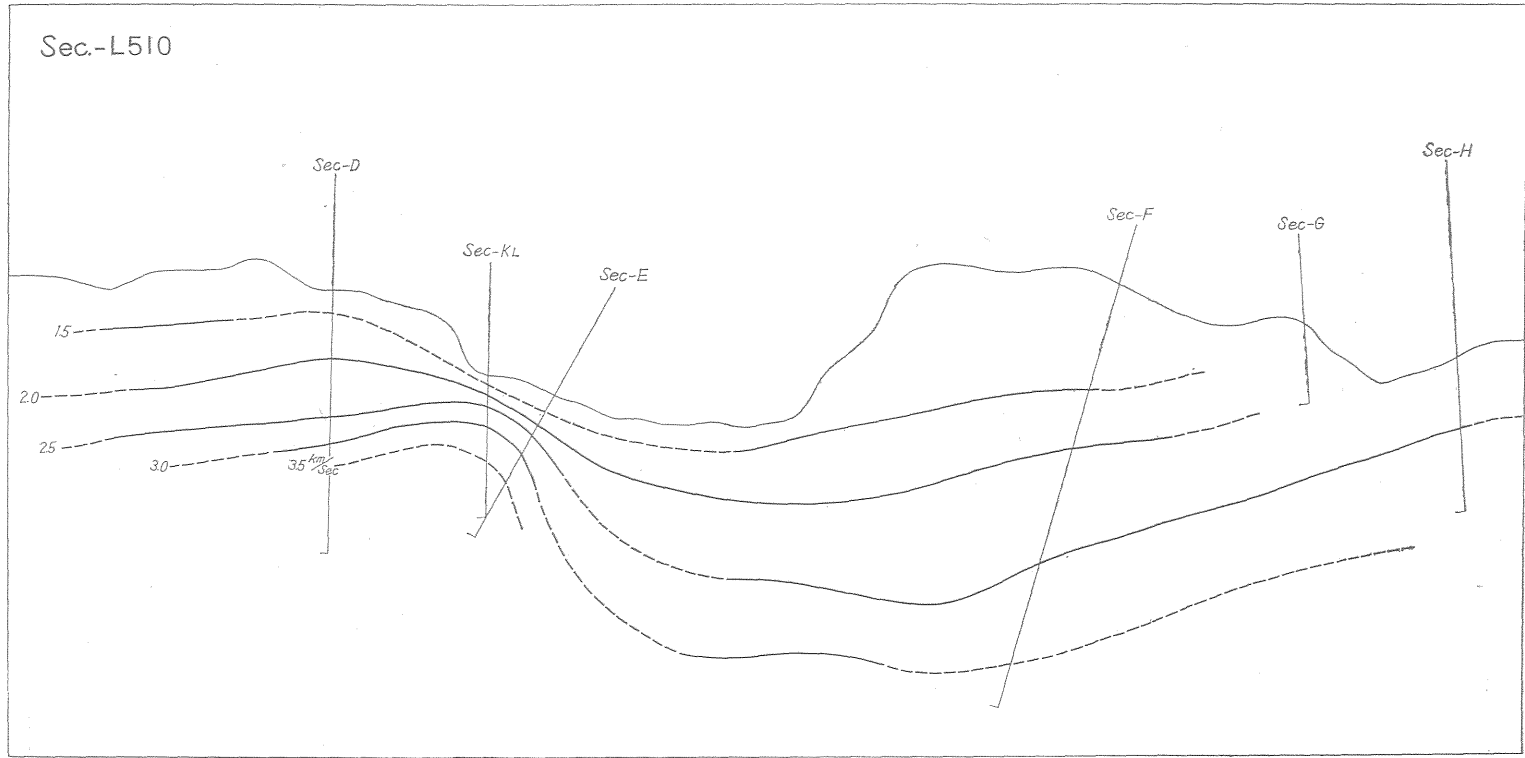
第 34 图



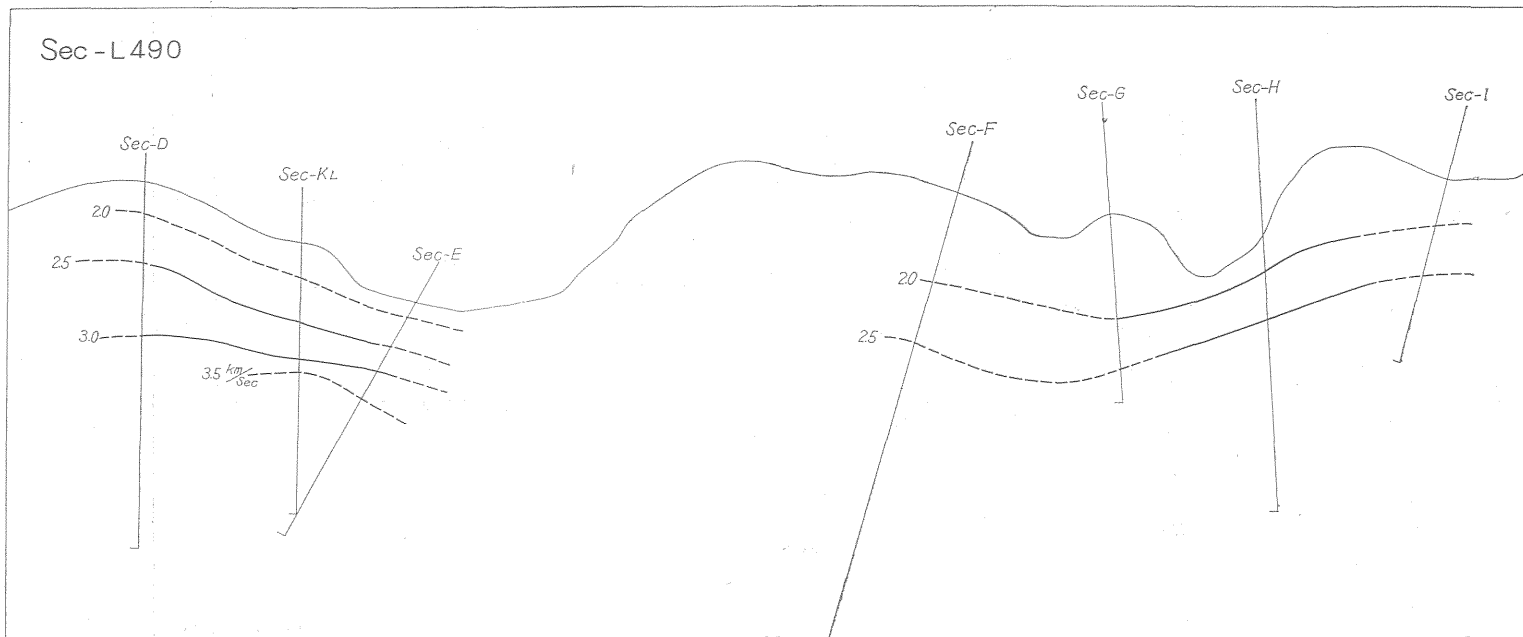
第 35 図



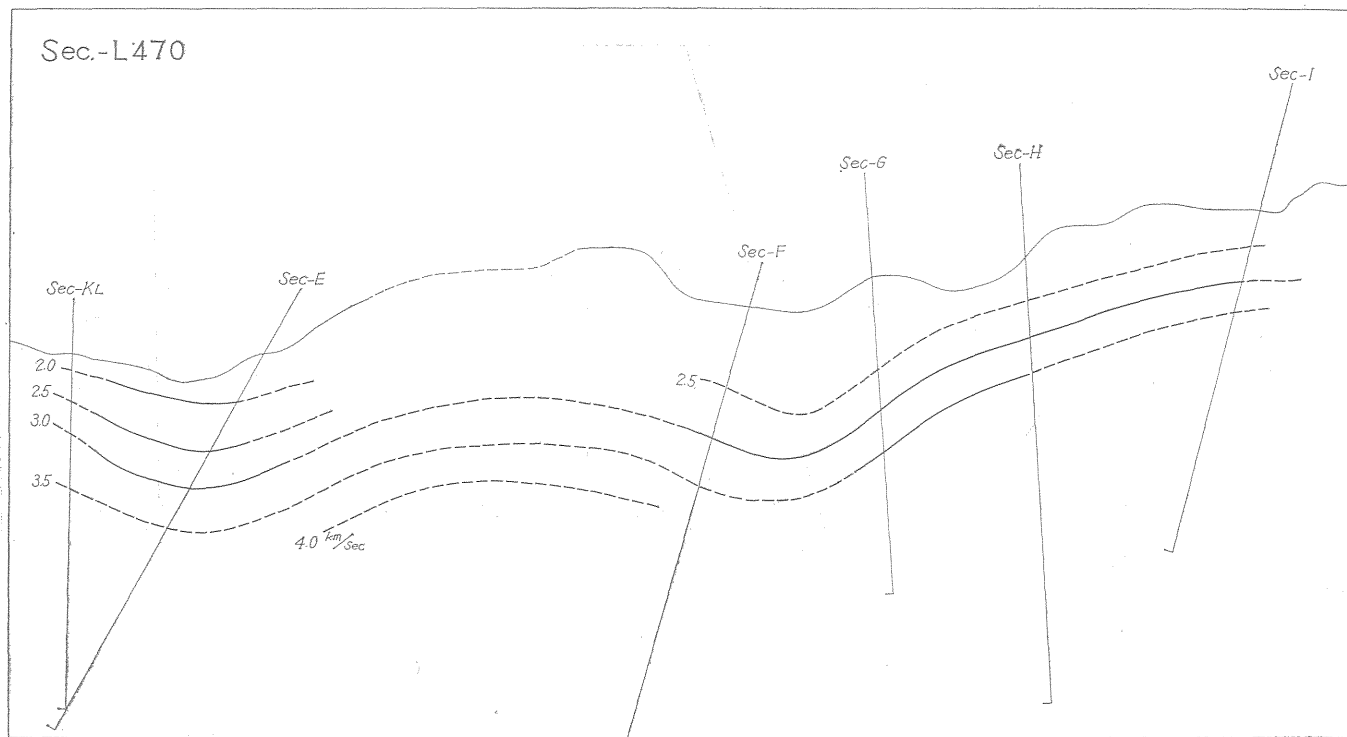
第 36 図



第 37 図

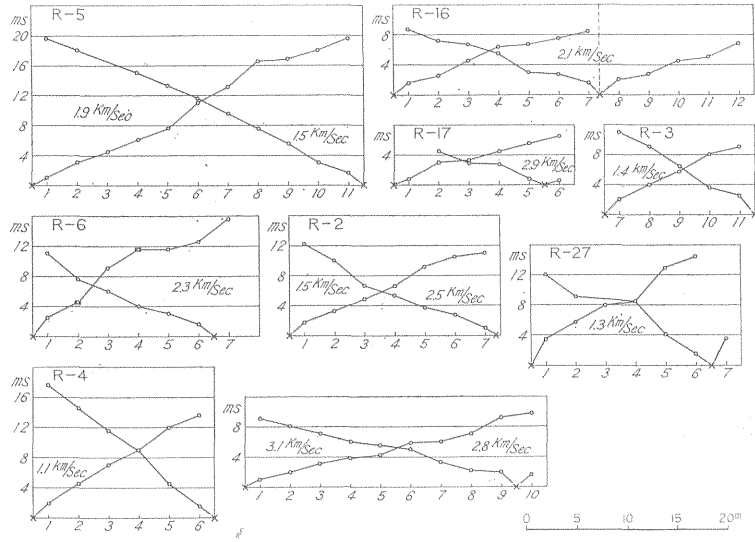


第 38 図

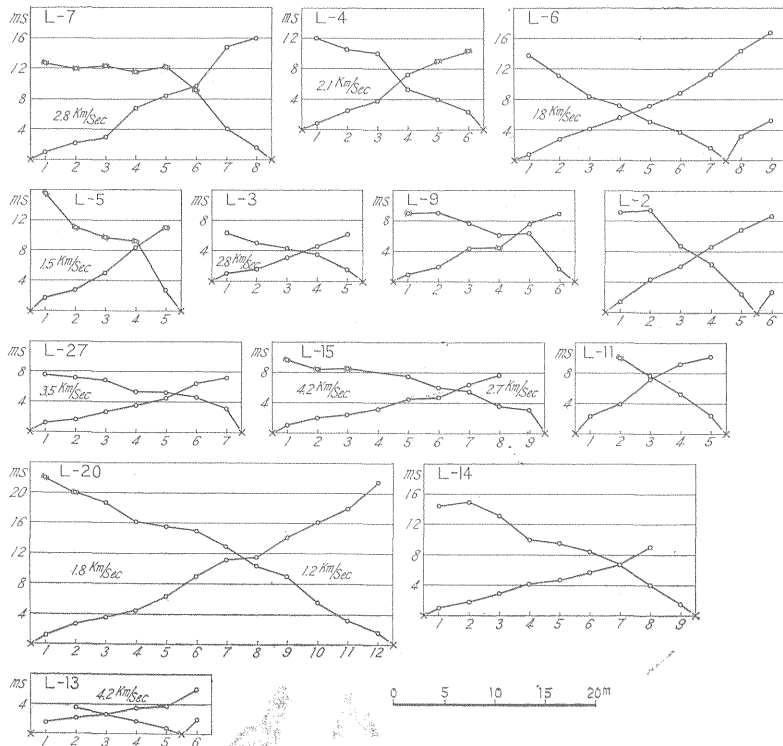


第 39 圖

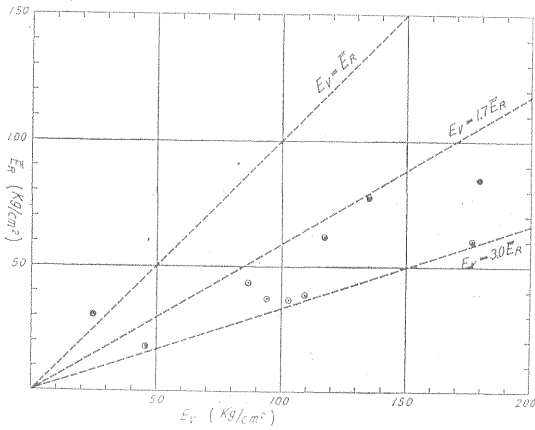




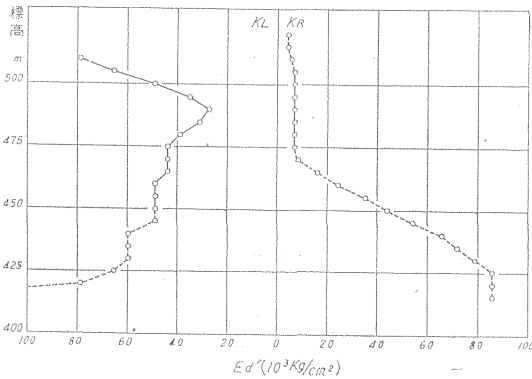
第40図 坑内走時



第41図 坑内走時



第42図  $E_v - E_s$  関係図



第43図 標高—弾性係数の関係

ないし前述の鞍部を境として上流部と下流部で大きな差がみられることは、単に岩質の良否というよりは岩盤としての構造の違いを示すものではないかと思われる。すなわちこの部分では力学的には異種の岩盤が接していると考えられる。このような状態を生じた原因は明らかでないが、ダム基礎岩盤として考える時、左岸上方上流部

の岩盤の構成状態は充分注意しなくてはならないと考えられる。

### 6. 結 論

静岡県天竜川水系水窪ダム地点の岩盤内弾性波速度測定を行ない次の結果を得た。

- 1) 岩盤内部の速度値は一般に小さい。このことは、節理、亀裂の弾性波速度に及ぼす影響が大きいものと考えられる。
- 2) 右岸上方部の岩盤は軟弱と考えられる。速度値は 2.5 km/sec に達せず、また増田の換算式によつて求めた岩盤の弾性係数も  $1 \times 10^4$  kg/cm<sup>2</sup> に達しない部分がある。ダム設計において注意を要するものと認められる
- 3) 左岸上方部では、Sec—E付近を境として、下流側においては 2.5 km/sec 以上の値を示すのに対して、上流側は 2.5 km/sec 以下の速度を示す。これはこの付近の地質構造と密接な関係があるものと考えられる。力学的には異種の岩盤が接していると考えられる。このことは、ダム基礎岩盤として充分注意すべき事項と考えられる。

(昭和37年10月調査)

### 文 献

- 1) 天竜川水系水窪ダム地点地質調査報告、電源開発株式会社資料
- 2) 増田秀夫：ダム基礎の地球物理学的調査、物理探鉱 Vol. 13, No. 1, 1960
- 3) 天竜川水系水窪ダム地点基礎岩盤支持力試験（静弾性係数測定）、電源開発株式会社資料
- 4) 本荘静光・南雲昭三郎：岐阜県揖斐川水系徳山ダム地点弾性波速度測定報告、地質調査所月報、掲載予定