

付 録 7 - 3 音 波 探 査

7-3 音波探査

調査地域の地質を調べるために、音波探査を実施した。調査に使用した音波探査機、磁歪発振方式の音波探査機 (Sonostrator) である。

調査では、音響測深機を併用し、深淺測量と音波探査を同時に実施した。従って調査位置は、深淺測量と同じであり、航跡図に示した位置となっている。ただし、12月7日、8日は深淺測量のめで、音波探査は実施していない。

7-3-1 音波探査の概要

海底下の地質構造を探査する方法として、石炭や石油等の資源開発の分野では、ダイナマイトを音源とした、海上弾性波探査(主に反射法)の技術が開発されてきた。しかしこの探査システムは大掛りであり探査能率が悪く、経費も高くなるため適要分野は限られていた。これらの欠点を補い、探査能率を向上するために技術開発が種々なされてきたが、このなかでも音波をダイナマイトから非爆発性でありかつ制御の容易な音源を用いるための技術が開発されてきた。現在では、エアーガン、電気放電などが資源開発の分野で利用されている。これらの非爆性の音源の発生する弾性波の周波数領域は数10Hz~数KHzであり音波の領域であるので音波探査と称されるようになった。音波探査は弾性波探査反射法の探査技術をもとに発展したものであるので、地層の探査原理はそれと全く同じである。しかし海上での探査方法は、音源の発振制御が容易であるので、音響測深法と同様な方法がとられる。即ち一隻の探査船に装置を積載し、一定速度で航行しながら、音

響パルスを繰返し発振，受振，記録する方法をとり，探査船の航跡に沿った，地層の連続的な情報を測得することが出来る。探査原理は，弾性波探査反射法と同じであるので構造探査法であり，地質構造の情報が得られるが，地層の特性（物理的，力学的）については直接的な情報は得られない。

約20年程前から，この技術は海底トンネル，橋梁，シーバース，パイプライン，港湾計画等の土木分野の調査に適用されるようになり，分解能を高め細かい地層の情報を把握されるよう装置が改良されてきた。このため300Hz~10KHzの領域の高い周波数の音源が用いられるようになった。とくに最近では環境問題と関連してヘドロを探査すべく，10KHz~30KHzの探査装置も開発されるに至っている。

Fig.1には現在使用されている海底地質調査用装置の利用周波数領域を示した。

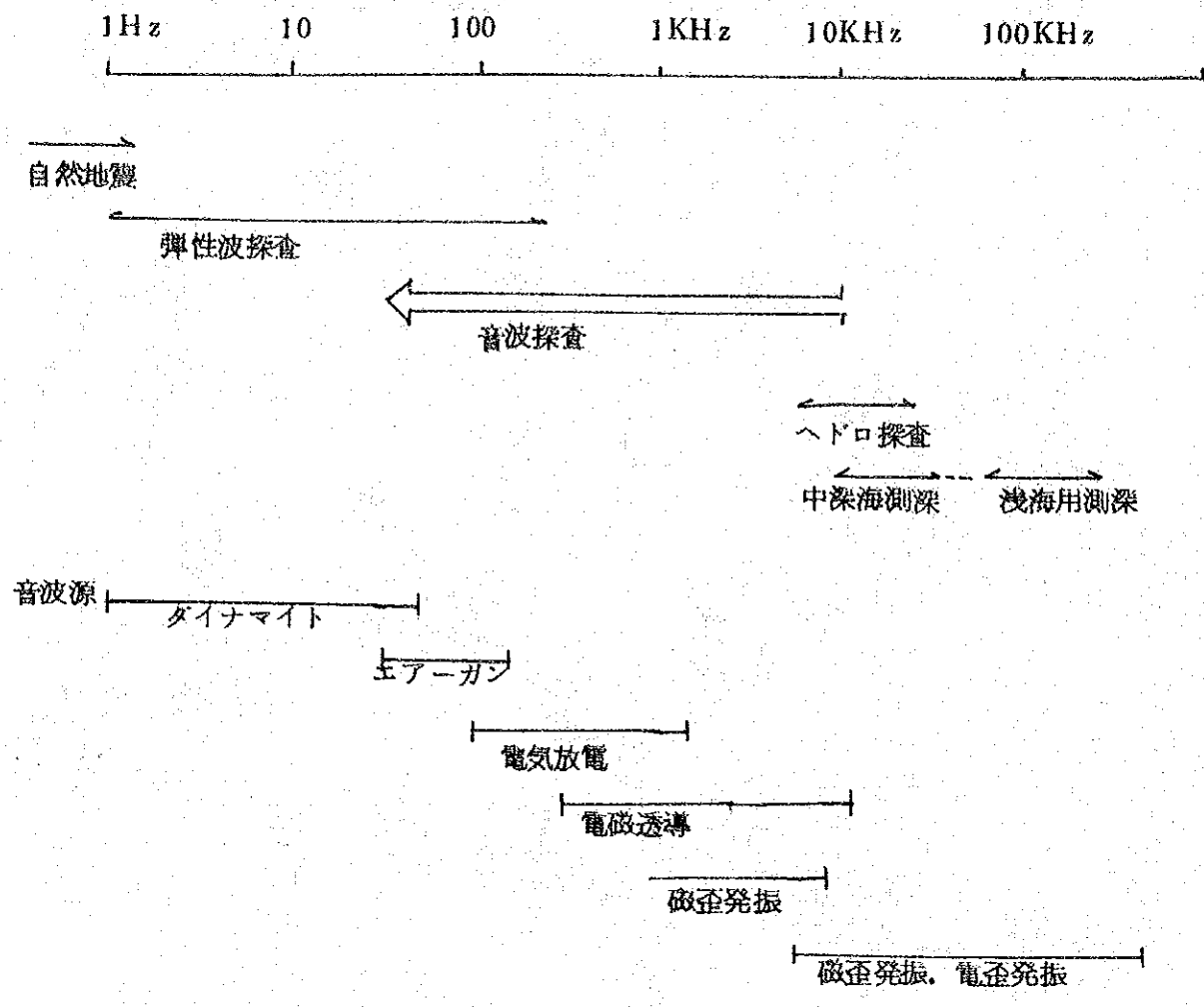


Fig 1 海底地質調査に用いる音源の周波数領域

現在、土木分野で利用されている主な探査装置の特徴を Table に示した。

今回の浅瀬浚渫調査ならびに埋立調査では、出来る限り詳細に地層が探査でき、ボーリング資料と充分対比出来る装置が適している。このため磁歪発振方式音波探査機 (SONSTRATOR) が使用された。

Table 1 土木分野で使用される音波探査機の比較

	電気火花放電方式	電磁誘導	磁歪発振方式
音波周波数	100Hz ~ 3KHz	400Hz ~ 14KHz	3KHz ~ 8KHz
卓越周波数	300Hz	可変 500Hz ~ 1KHz	3KHz
発振方式	火花放電	電磁反発	磁歪振動
発振間隔	1回 / (0.3秒 ~ 1.7秒)	3.3回/秒 ~ 6回/秒	3回/秒 ~ 6回/秒
送受波器	曳航	曳航	固定
指向性	無	無	有
可能深度	海底下 200m	海底下 70m	海底下 50m
分解能	2 ~ 5 m	1 ~ 3 m	0.3 ~ 1.0 m

123
+24

7-3-2 音波探査の概要 (磁歪発振方式探査機 Sonostrator)

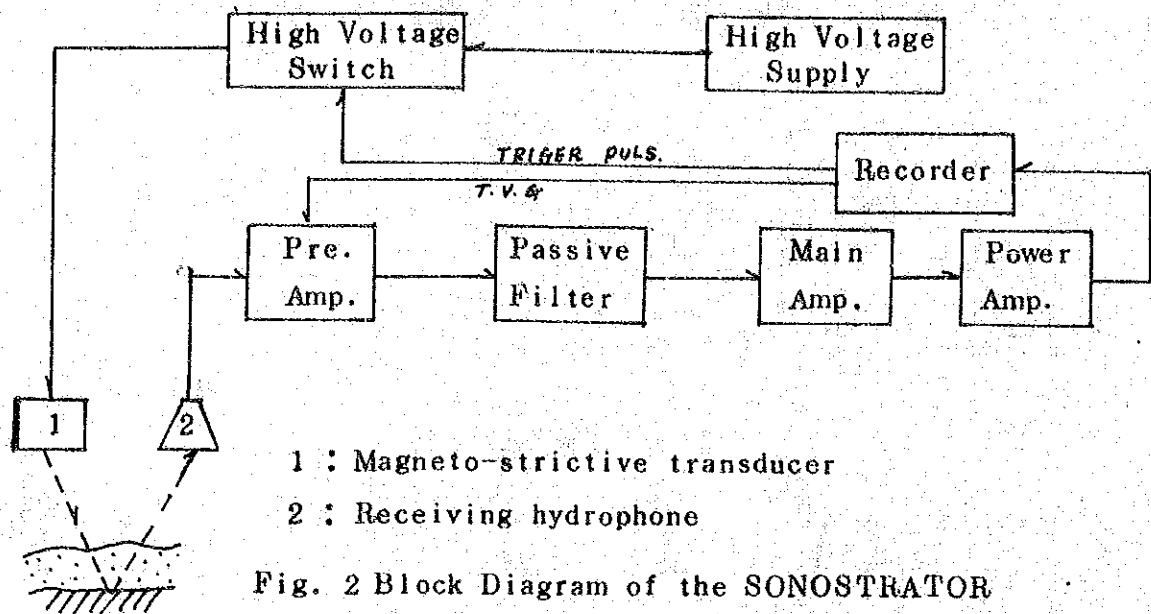
Sonostratorは本質的には、波長長の音響パルスを用いた測深機である。これは海上で使用され、海底および海底下の地層の連続した断面を記録することができる。

送波器が、測量船の舷側に固定されて強力な音響パルスを水中に発射する。音響パルスは水中を伝播し、そのエネルギーの一部は海底で反射し、他の一部は地層内に透入し地層内の各々の反射面で反射し、再び水中に戻ってくる。これをマイクロフォンで受信し、増巾部、波部を経て記録部で記録される。

Sonostratorの音源は磁歪発振器が使用され1~8 KHzの音響パルスを発生する。卓越周波数は3~4 KHzである。この周波数は他の音波探査機のSparkerやSoner Soomerより約10倍高い周波数であり、海上弾性波探査で使用している音源の周波数より約100倍高い周波数である。

高い周波数(短い波長)を用いると、薄い地層や細かい地層の変化を解像して記録出来る。

Sonostratorは大きく分けると送信部および受信部より構成されている。Fig 2-はSonostratorのブロックダイヤグラムを示したものである。



記録器では記録ペンが、記録紙の上端の一点に、位置するときトリガーパルスが発生する。トリガーパルスは送信部に送られ送信回路のスイッチングを行う。送信回路では1500Vまで昇圧され、 $8.2\mu\text{F}$ のコンデンサーに蓄電されているが、トリガーパルスによりスイッチオンされると、回路に大電流が流れる。電流は送波器の磁歪振動子に巻かれたコイルを流れたとき強力な磁場を発生するために、振動子が伸縮する。このとき周辺の海水を振動させ音響パルスが発生する。

音響パルスの発振間隔は6回/秒または8回/秒である。

浅所から反射してくる反射波のエネルギーレベルは高く、深所からの反射波のエネルギーレベルは低いため通常は、浅部の記録は濃く、深部の記録は淡く記録される。このため浅部から深部まで同一レベルで記録出来るよう、T.V.G.(Time Variable Gain)が増巾部に組込まれている。

堆積物層の音波の伝播速度は正確にはわからない。このため音波の

伝播速度は、 1500m/sec として仮定して、反射面の深度を求める。

7-3-3 解 析

記録の解析と解釈は次の手順で行う。

- (a) 多くの反射記録の中から、地質に関する情報を抽出する。
- (b) 音波探査の記録の特徴にもとづいて地層区分を行う。
- (c) 反射面の深度を決定する。この際潮高改正、送受波器の深度補正、送受波器間隔による誤差の補正等を行う。深度は水中音速および地層内の音速を 1500m/sec として次式で求める。

$$D = 1/2 V \cdot T \quad (\text{m})$$

ただし V : 平均音速 (1500m/sec)

T : 反射走時 (sec)

- (d) ドレッチング、貫入試験、地質図、ボーリング資料などの地質資料と比較し記録と実際の地層との相関を明確にする。
- (e) 以上の結果を地質断面その他の図面に編入する。

7-3-4 記録の特徴

一般的について、Sonostrator の記録に限って云えば地層の状況によって下記のような記録の特徴があらわれる。

- (a) 粘土、シルト、細砂

淡い記録となり、地層に平行な弱い反射面が現われる。

- (b) 中～粗砂

白く抜けて地層内に反射面が記録されないパターンから、成層

していても地層の表面に対して傾斜した細かい多くの反射面があらわれる。

(c) 礫

細かい放物線が密集したパターンを示す。このパターン表われる深度より下位の地層の情報は弱くなる。

(d) 岩盤

音波は表面で反射し岩の内部に透入しない。この為表面は強い反射面として記録される。岩盤の下位の地層の情報はほとんど得られない。

多くの場合、これらの特徴はそれほど明確ではなく、実際の地質の状況に応じて多くの変化がある。したがって解析の場合には多くの注意を払わなくてはならない。

7-3-5 解析結果

解析の結果、各 Shoal とも浅瀬区域では、岩盤が海底に露出しているため、海底面で音波が散乱し地層内からの情報は、殆んど得られていない。仮し堆積層が存在していれば白く抜けた淡い記録が得られるはずである。

潜水夫による海底の観察によると、Shoal-A, B. では岩盤が海底に露出している。Shoal-C では、海底に岩盤が露出しているが岩盤の陸地に薄く砂が堆積している。またボーリングによると、強風化された岩盤が分布し、砂は存在していない。また D 地区では巨礫が海底面に密集し巨礫の間に砂が小々堆積している。

海底付近は、上記のような状況であり音響パルスに対しては岩盤の性状を示している。

C地区では砂が凹地に堆積しているが層として記録されていないので、砂層は分解して記録出来ない程度の層厚（50m以下）であると推定される。

以上の考えから、調査区域の地質は海底面から全層、岩盤が分布しているものと判定できる。

付 録 7 - 4 断 面 図

129

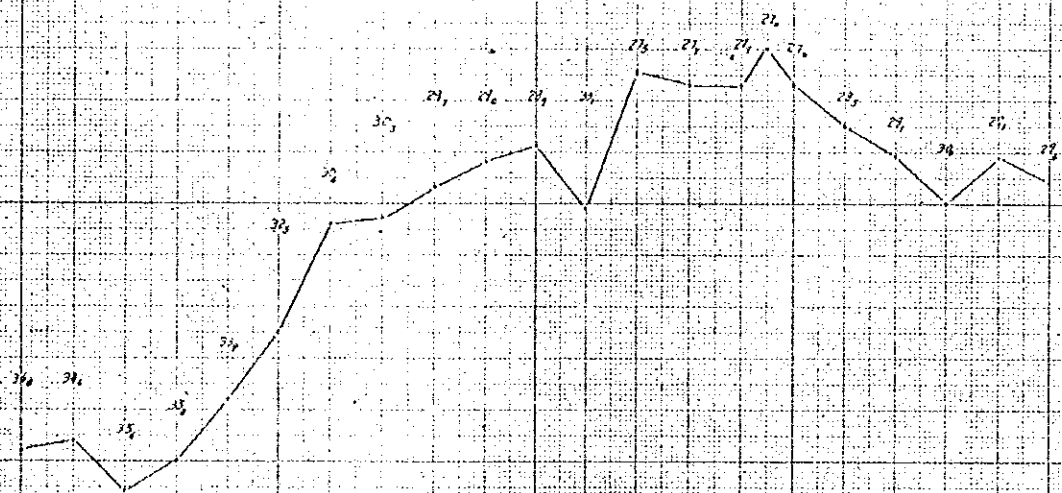
A-1

1

100 0 50 100 150 200

200

300



A — 2

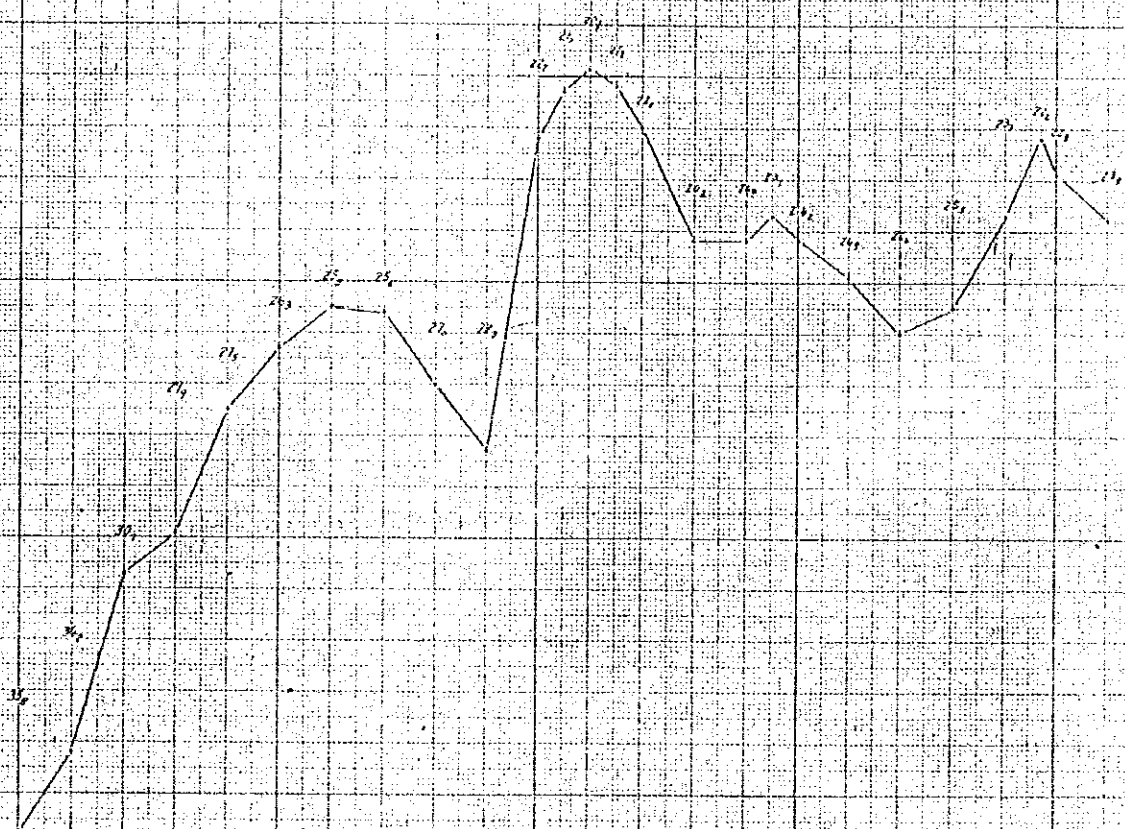
2

100 0 50 100 150 200

A = 0.2 m²
L = 4 m

200

300



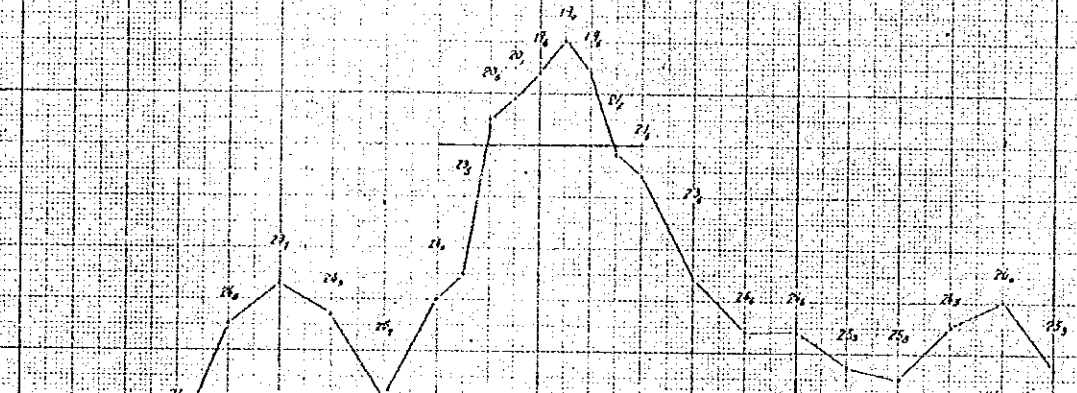
A—3

10.0 0 50 100 150 200

$A = 29.65\text{m}^2$
 $L = 25.50\text{m}$

20.0

30.0



A — 4

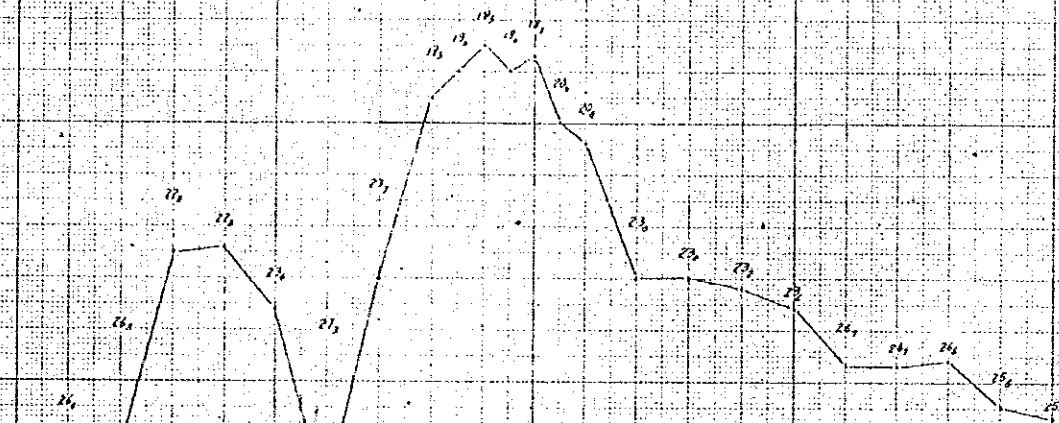
10.0 0 50 100 150 200

$A = 58.38 \text{ m}^2$

$L = 370.0 \text{ m}$

20.0

30.0

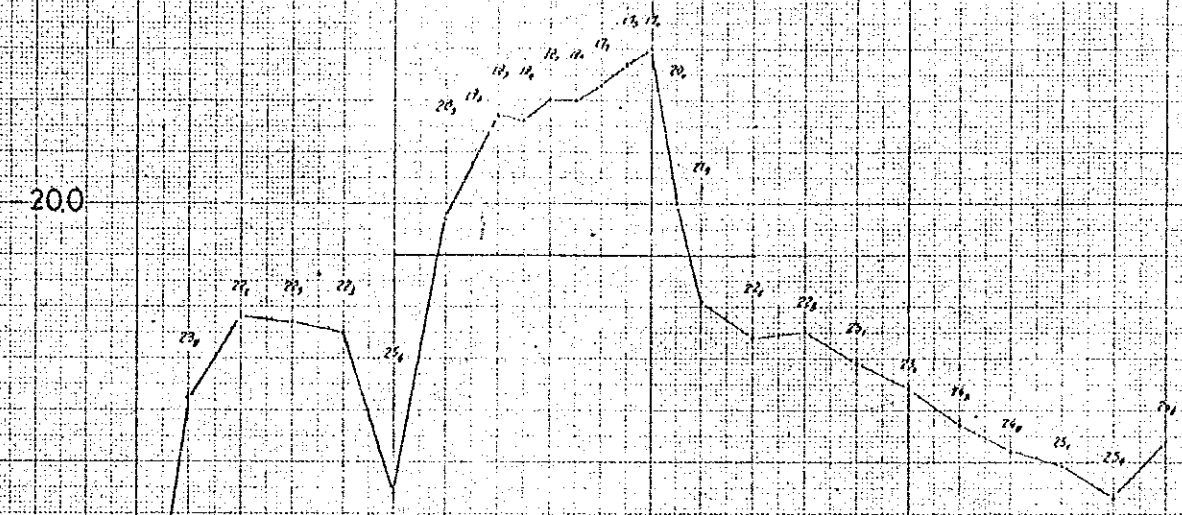


A—5

5

10.0 0 50 100 150 200

$A = 126.03\text{m}^2$
 $L = 49.00\text{m}$



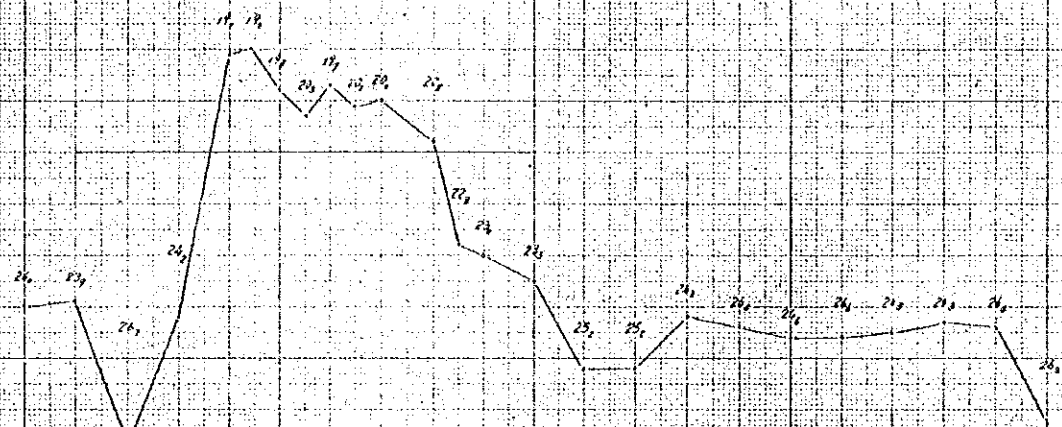
A — 6

0 50 100 150 200

$A = 46.78 \text{ m}^2$
 $L = 44.00 \text{ m}$

200

300

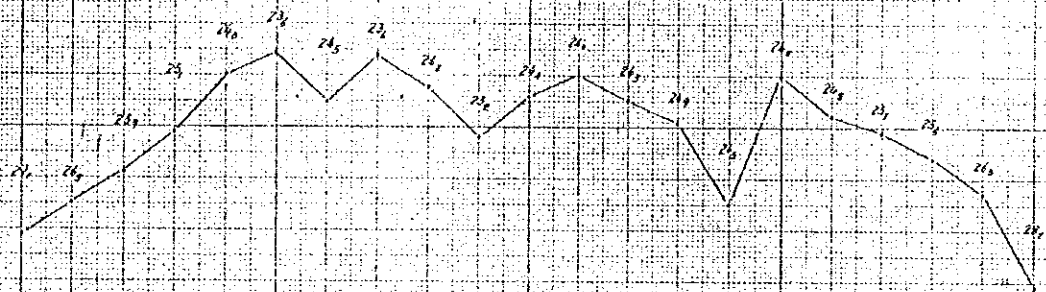


A-7

100 0 50 100 150 200

20.0

30.0



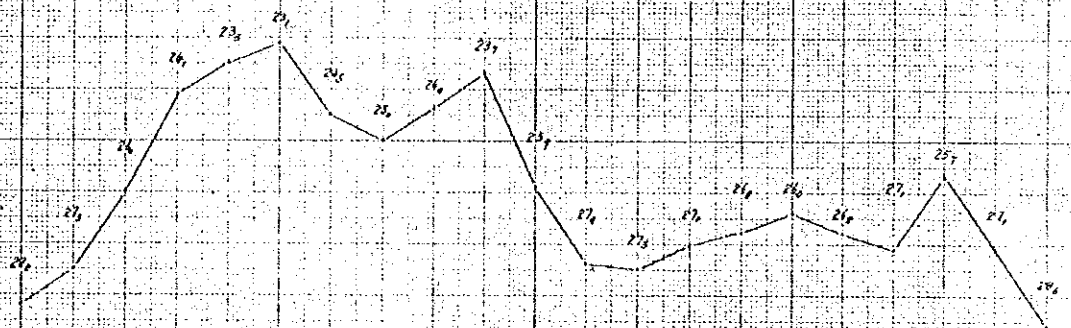
A-8

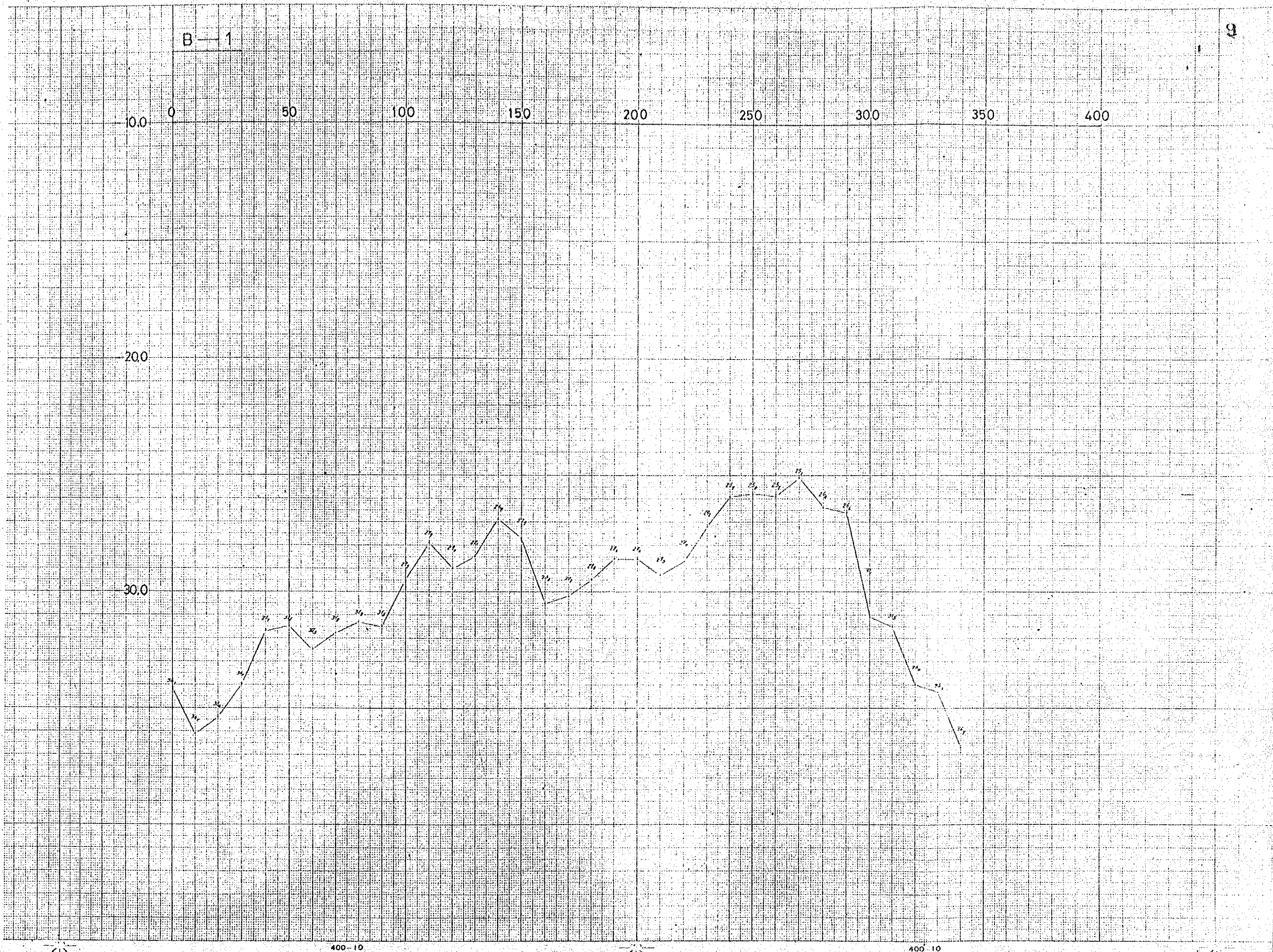
8

-10.0 0 50 100 150 200

-200

-300





B-2

0.0

0

50

100

150

200

250

300

350

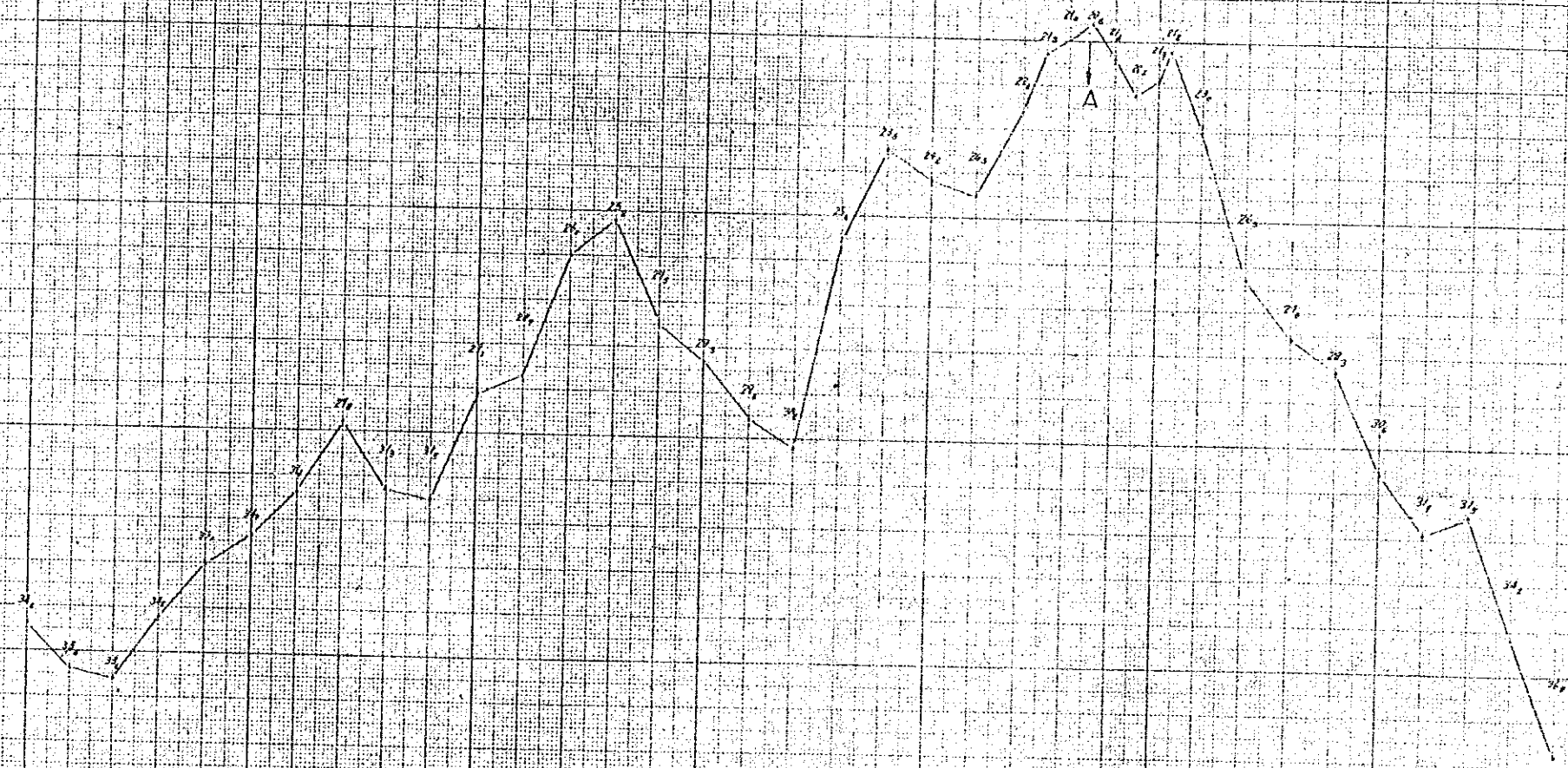
400

A = 1.5 m²

L = 7.5 m

20.0

30.0



B-3

11

10.0 0 50 100 150 200 250 300 350 400

$A = 98.7m^2$
 $L = 48.50m$

20.0

30.0

