

新型音響測深機について

(SD 1500型音響測深機)

東北電力株式会社土木部
苫 米 地 熟

1. は し が き

音響測量が一般化するに従って高精度、小型化、軽量化、堅牢化、機器の一体化、自動化と要求事項が多くなって来る。之等の問題を解決するため、従来の方式を白紙にかへし根本から新たな見地にたつて計画を行い、日本電気株式会社特品工業部と教次に亘る試作改良の結果取りまとめることが出来たものが本機である。

記録式音響測深機が高精度、高能率な測深機であるためには次の条件が満足される事が必要である。

1. 超音波の半減指向角が小さいこと。
2. 超音波の周波数が高いこと。
3. 読取目盛が大きいこと。
4. 記録紙の送り速度が早いこと。
5. 記録が安定していること。
6. 航行距離が自記されること。

之等の一つが欠けても音響測深機としての性能が欠け、測量値の信頼度が半減すると同時に測量作業量が倍加する結果となってしまう。

本機は此等の点について一応満足できる結果に到達できたものと思はれる。以下その特徴に就いて概説する事とする。

2. 音響測量の原理

反響記録式音響測深機は第1図の様に記録機構の運動によって全機器を作動せしめる様構成されている。記録機に取付けられた

記録ペンが進行中の記録紙上の0点を通過する瞬間送信機へ信号を送り送信機は又送波器へ信号電流を送る。送波器はこの交流電流によって振動し水中に粗密波を送り出す。之が超音波で水中を下降して水底に突きあたり、反射して上昇しその一部が受波用振動子に突きあたる。受波用振動子は外力により交流電流を生じ之を受信機へ送る。受信機は之を増巾して走行中の記録ペンへ送り、ペンは記録紙上へ水底を記録する。之を連続繰返へす事になる。更にオートログはプロペラの回転によって一定距離のパルスを送りつけ測量艇の進行にともなうて深度と距離の同時記録を行っているものである。

3. 超音波の半減指向角

水中に超音波を発する場合誤差が最も大きく測定される問題に指向角をあげなければならない。半減指向角が広いと底部が斜面の場合第2図の如く半減指向角が読取上の誤差となって記録される。又水底地形が複雑である場合は水底記録が多重反射によって雲状に記録され、水底を読取ることが困難となって来る。従って指向角は小さい精度が高い訳であるが、近年電歪材料の発達によって問題は大半に解決されるに至った。

又電歪材料を使用する場合巻線の関係上多くは短形、正方形が使用された。短形の場合超音波を発射したとき、直角に2種類の違った指向角が発射され又正方形でも振動子の向きによって傾斜水底の測定値が2種類出来る不合理が生ずる。之を解消するため本機では図Aのように円型として振動子の向きによる誤差を無くし指向角は第2図に見るように指向角は極力小さいものとし高精度とした。尚現在製作されてあるものの指向角は第1表に示す通りである。—— 都合により、図Aは省略 ——

4. 超音波の周波数

水底地形を測量する場合水底が平坦である場合は周波数は問題とならないが斜面である場合は反射音波が非常に微弱になって受信出来なくなる。この場合受波器に面した方向の凸凹量と超音波

の波巾によって反射量が定って来る。

即ち水底の凸凹量が波巾より大きい場合は反射量が多く、小さい場合は反射量が少ない。第3図のように超音波の周波数を上昇させることによって微細な凸凹度による反射を受けることができる。又超音波は気泡によってはねかへされるので気泡粒の間隔が接近している場合は完全に超音波が遮られて通過することができない。従って第4図の様に測量水域や目的によって使用する超音波を選択するならば気泡障害から開放される。之等の問題はチタン酸バリウムの使用によって解決し周波数は最も適当と見られる200KCを採用した。

5. 読取目盛

今までの方法は廻転円弧式が一番安定なため用いられてきた。円弧式は記録線が歪んで記録されるため図面が見難く又記録紙の中心部と上下端部は深度目盛巾が異なっている。本機は図Bの様に直線記録を行う深度距離水底共に直線となるから、縦横の縮尺の違った縦断面図と同じとなる。この様な作図法は図面として取扱ひ易いことになるので直線直線式とし深さの縮尺を $\frac{1}{4}$ とし第5図の様に作図を安易にした。記録紙の送り速度は記録ペンの廻転数と測量艇の速度によって定められなければならない。本機は紙送り速度 $\frac{6 \text{ cm}}{1200 \text{ M}}$ とし測定距離1500 M/Mとして精度を高めた。——都合により図Bは省略——

6. 記録の安定性

この最大の問題は主モーターにあるので直流モーターを1250%の重負によって制御させて解決した。更に記録の密度が次に問題となるが直転数を1500 M/Mとした場合ペンの直径0.25 mm と1 mm 以内に納まる記録本数は25本となるから充分安定である。

7. 距離自動記録

測深性能が優秀でも間縄を張らなければ測量出来ない状態や停止に近い様な速度で六分儀測量を行って測深位置を出すのでは片手落ちといわなければならない。現在主として測量艇として用いられている船速は9~12 km/h であるが近年アウトボートの急速な進出によって20 km/h が測量速度となりつつある。測

量速度が上昇すると距離測量も自動記録を行はなければならない。第6図に見る様に記録紙の送り速度を一定した場合記録長は無速によって変化する。一般には低速で測量するから問題がない筈であるが高速測量距離自動記録式では紙上での 10^4 当り距離は 3×10^4 以内が有利である。又高速測量の場合従来の振動子の様に発射面に補強棒が突出して居たり半型の振動子を用いると発射面に気泡粒を生じ超音波の発射受波を阻害し測量不能となるので発射面は完全な平面とし型を考慮しなければならない。

本機ではカーボン含有量の極少のゴムの密室内に振動子を入れて表面を平面としてキャピテーションを防止し振動子室にはヒマシ油を填充して音響出力効果を高めて居る。

一般に航速計は低速と高速では係数が変化し特に始動の場合の起動誤差が最後までつきまとうものである。本機では之を皆無にするため始動にはマイクロモーターを用いモーターの廻転による加算を除去するためデフレンシヤルギヤーを入れた。

又速度変動による誤差を無くするためプロペラ翼を魚にし型とし流水の不連続線を除き軸心にポートをあけプロペラ軸の背圧によって動水圧をバランスさせて速度変化による係数を0とし、記録は 10^4 間隔とした。

8 セットについて

携帯型としてモーターの1軸へ接点機構を修め第7図の様に極力重量の軽減につとめ写真の様に一つのセットの中へ記録機構電子管回路をまとめ、バッテリーは電圧監視のみでよいアルカリ電池とし、充電器はセレンを使用し各々携帯型の箱に納めた。総合精能比較は第1.2表に示す通りである。

尚回路図は第8図に示す通りである。

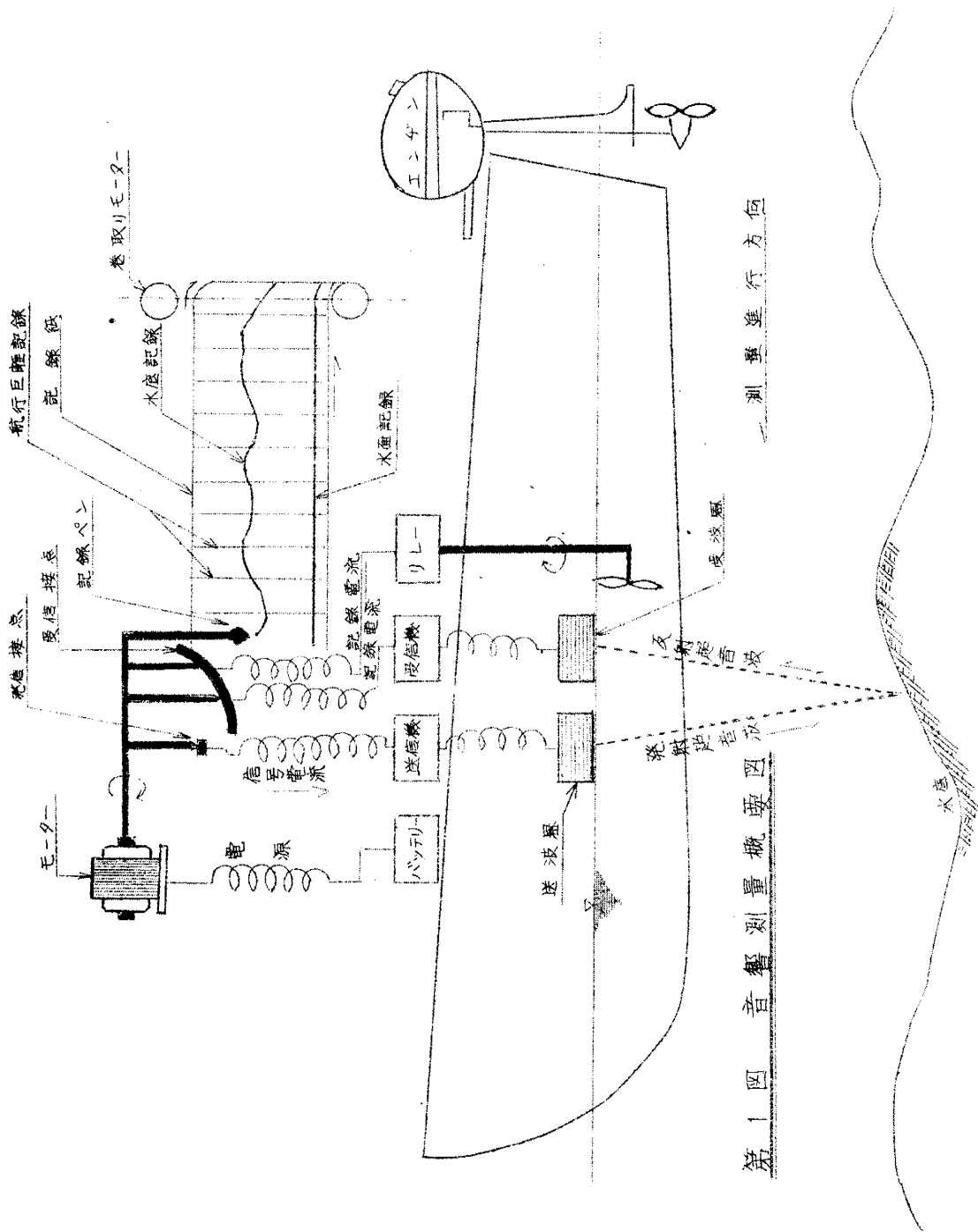
以 上

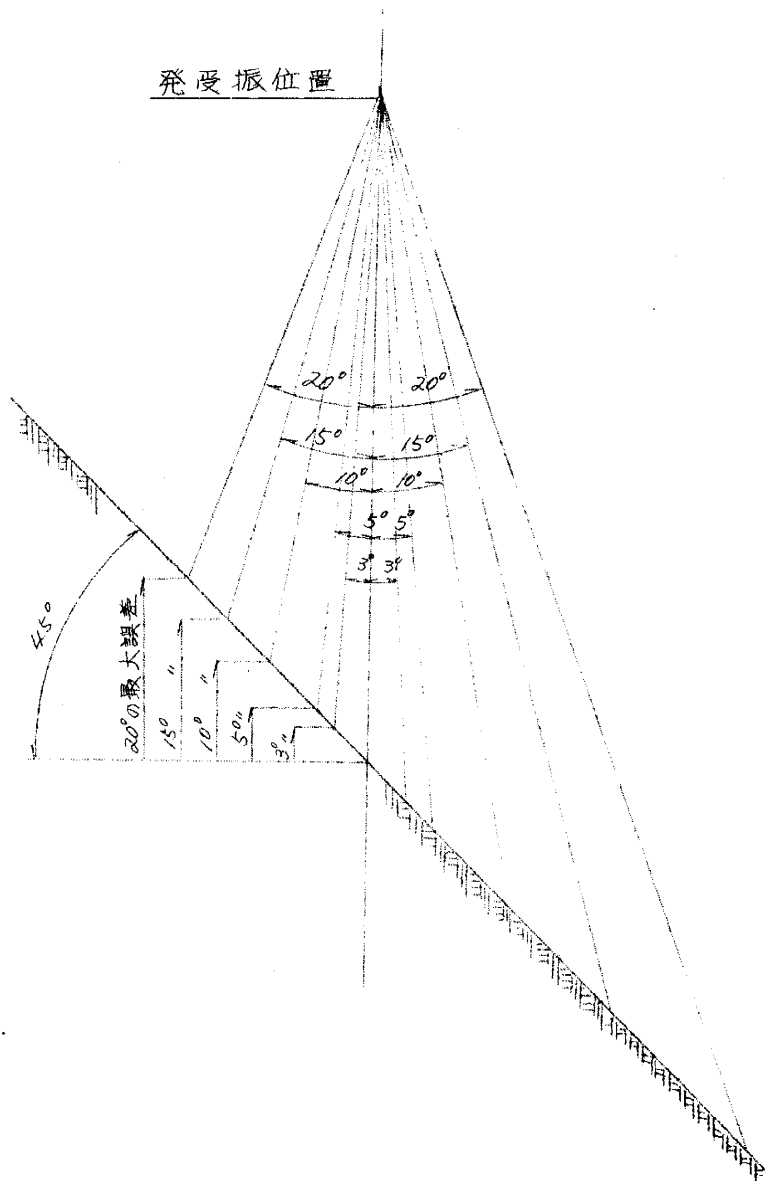
第 1 表 性能比較表

項目	別	S D 1500 型	5 4 T 型	極 度 海 型	ア プ ラ ス W B R R E	ダ ブ ル ベ ン 7-ベスMS26F	マ リ ン エ ン ジュメントMS21A	エ ン ジ ン	レ イ オ ン D A 103
測 量 法	反 響 式								
最大測深能力 (m)	150m 以上能力あるがざり		120	175	80	90 180	30 170		200
超音波周波数 (1/s)	200		88	70	40	24	30	20	21
超音波半減指向角 (°)	円 形 3		短型 4 9	正方形 8 8	16	18	短形 22	22	短形 30
振動子材料	チタン酸バリウム		ニッケル						
主モーター制御式電圧周波数 (1/s)	1250		50	500					
測深回数 (1/s)	1500		375	375 75					
記録方式	直線式 120° 13m		円弧式 60° 120m	円弧式 60° 13m	直線ベルト	円 弧 式		直線ベルト	円 弧
記録式	乾式目盛 自記式		乾式目盛 印刷式	乾式目盛なし		運 式		乾 式	
記録紙送り速度 (mm)	6 12		10	2 6		25			0.5 1.75
基本測深 (m)	10		20	20 100	20	15	15 90	20	100
目盛範囲 (m)	0~10, 10~20 自動切替		0~20~20~40 自動切替	0~20 15~35 手動 0~100 75~125 切替	0~20~80	0~15~90, 0~30~180	0~15 30~90~170	0~20	4~100~100~200 手動
最小読取目盛 (mm)	10		20	20 100	20	15 30	15 90		100
送信機方式	真空管発信			コンデンサ発信					
受信機方式	9球Wスパヘテロダイン		4球スパヘテロダイン	6球スパヘテロダイン					
航 程 機 様	航行10m毎自動記録		航行5, 10, 20 毎自動記録	なし	なし	なし	なし	なし	なし
時 限 記 録	なし		印刷目盛により毎30秒	毎 10 秒					
記録ペン	タングステン 0.25mm		ピアノ線 0.3mm	タングステン 0.2mm					
消費電力 (A)	DC 24V 5A		DC 24V 9A	DC 24V 12A					
バ ッ テ リ ー	アルカリ 24V 20AH		鉛 24V 32AH	なし	なし	なし	なし	なし	なし
充 電 機 様	セレン 35V 5A		セレン 35V 6A	なし	なし	なし	なし	なし	なし
交流周波数制御装置	音叉発信		較正発信	音叉発信					

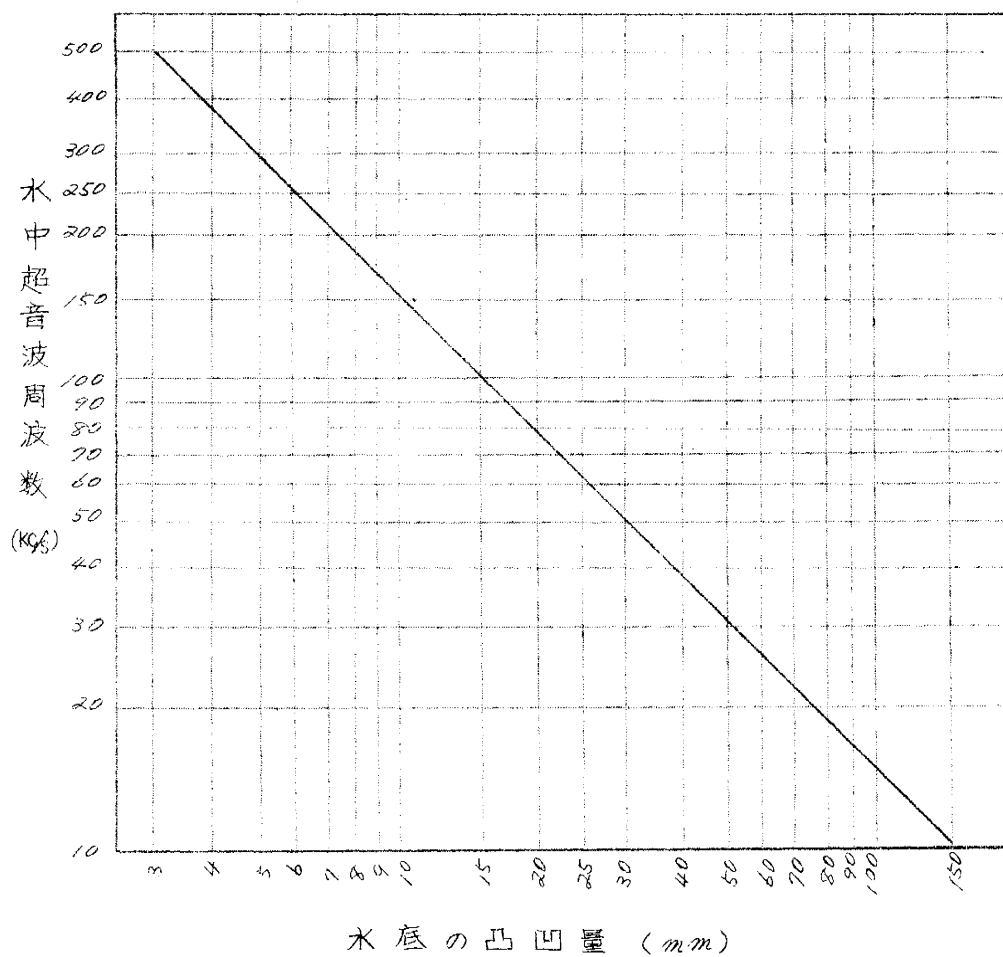
第 2 表 重量比較表

名 称	SD1500型	54 T 型	極 浅 海 型
記 録 装 置	25.5 kg	54.0 kg	50.0 kg
送 信 装 置			24.0
受 信 装 置			20.0
同期発振 校正発振			17.0
着 磁 番	な し		4.0
送 受 波 器	5.0	8.0	34.0
航 程 機	3.5	4.6	な し
コード附属品	1.0	2.8	3.4
計	37.0	69.4	152.4
充 電 器	6.0	11.0	4.0
バ ッ テ リー	32.0	38.2	117
計	38.0	49.2	157
合 計	75	118.6	309.4

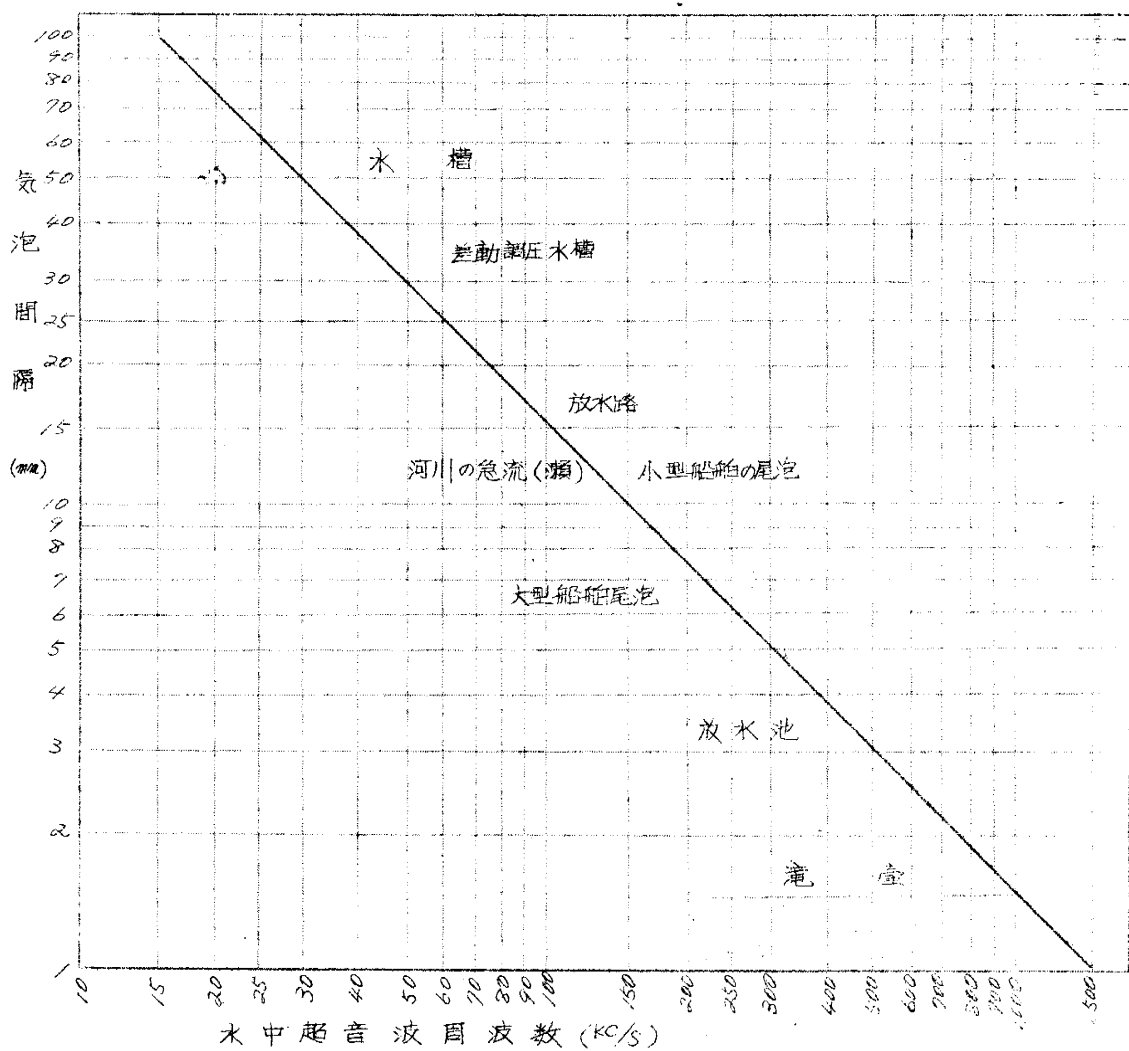




第2図 超音波の半減指向角による最大測定誤差



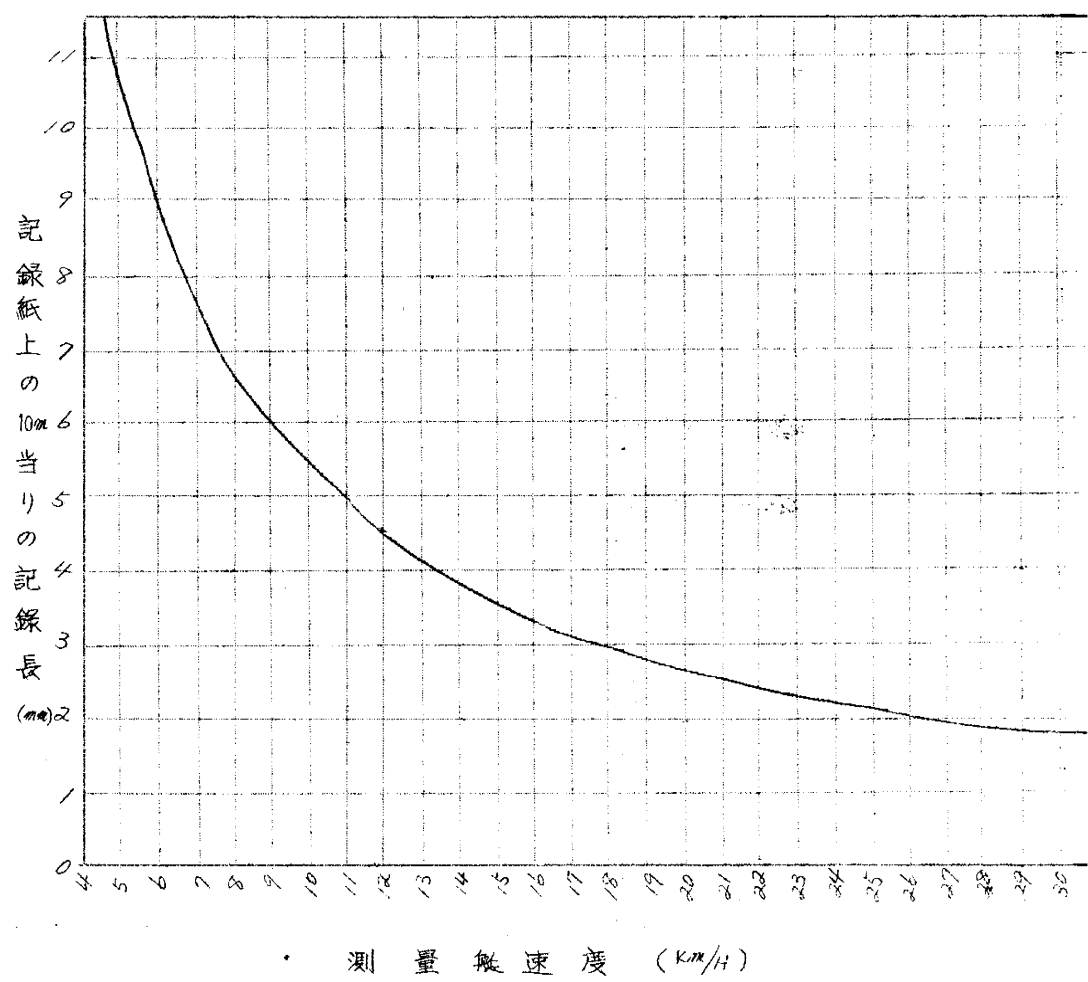
第3図 超音波の周波数変更による水底
凹凸測定可能曲線図



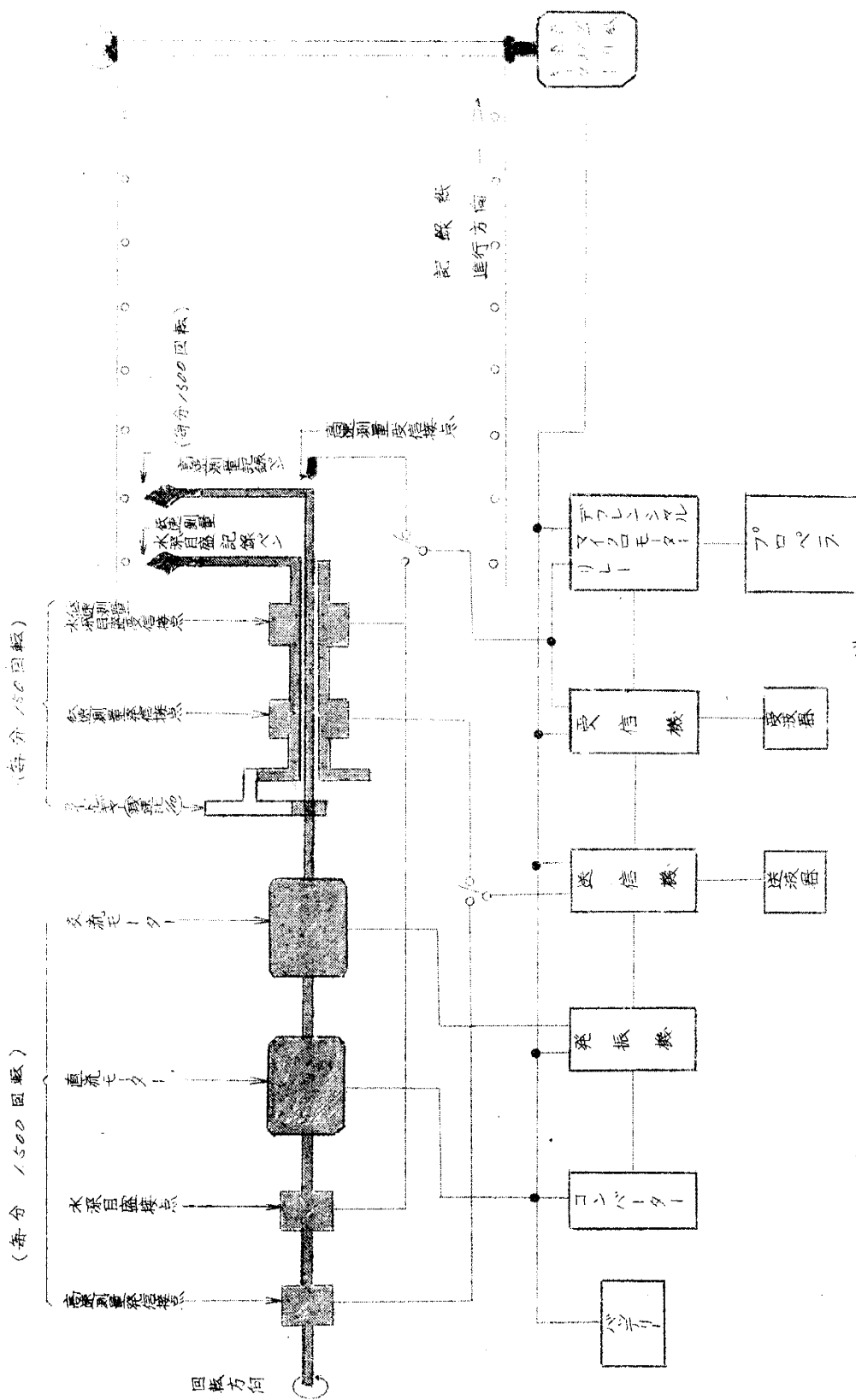
第4図 水中超音波の周期数による気泡通過曲線



第五圖測深記錄，作國說。



第6図 記録紙送り速度 9 cm/m の場合の測量機の速度による記録紙上 10 m 当り距離精度曲線図



第 7 四 1500 型 音響測深機 々 構 設 明 函

