

超音波映像に関する一実験（そのII）

村 瀬 正 義 ・ 中 野 行 夫

Experimental Studies on Ultrasonic Imaging (Part 2)

Masayoshi MURASE・Yukio NAKANO

Recently, ultrasonic is put in practical use in the various fields of industry and the progress of these fields are supported by application of ultrasonic.

Many kinds of equipments utilizing characteristic of ultrasonic-short wave length and sharp directivity-are developed. Almost of them are ultrasonic image type and their equipments are complicate and expensive.

Ultrasonic imaging equipment (pohlman method) developed by authors is simple, easy handling and cheap. The test results for it are reported in this paper.

1. ま え が き

近年、超音波は、さまざまな方面に応用され世の中に多大な影響を与えて来た。

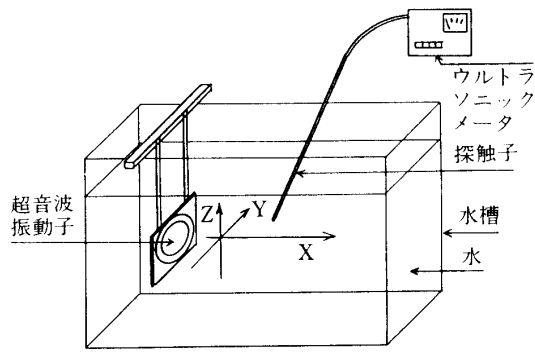
超音波を扱うに当り超音波の最大の特性として、波長が短いための指向性が鋭いことを利用したいろいろな装置が開発されているが、そのほとんどは電子映像方式で装置が複雑であるとともに高価である。

筆者らは、装置が単純で取り扱いも容易、しかも安価な簡易方式超音波映像装置の開発研究として、昨年に引き続いて、今回は機械式超音波映像法（ポールマン法⁽¹⁾）の研究実験を行なったので報告する。

2. 実験装置および実験方法

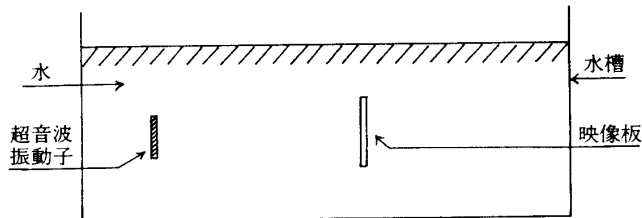
1) 実験水槽内の音場の測定

図一1に実験装置を示す。超音波振動子には、80〔mm ϕ 〕のチタン酸バリウム振動子（1.29〔MHz〕）を利用し、超音波出力は20〔W〕一定として図一1に示すように振動子前面の x 軸、 y 軸、 z 軸の各方向に対して音圧の測定を行なった。

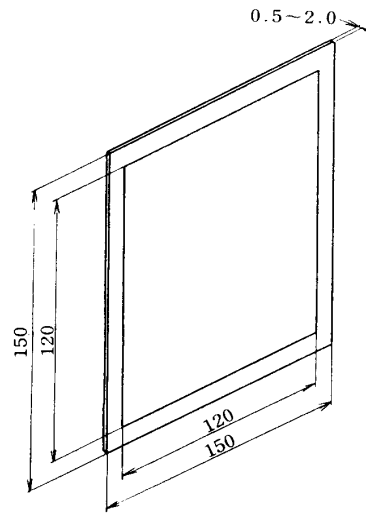


水槽寸法：515×1220×505〔mm〕

図一 1 水槽内における音場測定実験装置 A



図一 2 ポールマン法による超音波映像観測実験装置
(垂直セット方式)



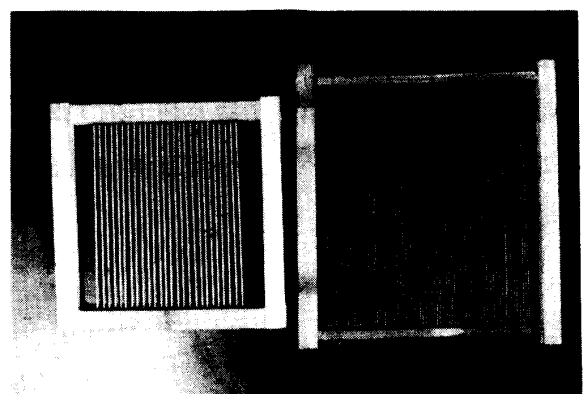
図一 3 超音波映像板 寸法 (単位 mm)

2) ポールマン法 (アルミニウム微粉末の懸濁液) による映像観察

A. 垂直セット方式

図一 2 に実験装置を示す。映像板としては図一 3 に示す方法で、表一 1 に示す 4 種類のものを試作して使用した。

実験中の映像板の設備場所は、前記の実験結果より求めた一番音場の安定している所を選んだ。実験方法としては、(i)超音波周波数及び出力を一定にして、各映像板について映像板と振動子間の距離を変化して映像板に現われた像を観察した。(ii)映像板と振動子の距離並びに周波数を一定として、超音波出力の変化に対して映像がどの様に変化するかを観察した。(iii)映像板と振動子間に写真一 1 に示すような格子を挿入して映像がどの様に変化するかを観察した。



(a)	(b)
a : 格子の針金の太さ	2〔mm〕
格子の間隔	2〔mm〕
大きさ	160×160〔mm〕
b : 格子の針金の太さ	1〔mm〕
格子の間隔	1〔mm〕
大きさ	200×200〔mm〕

写真一 1 超音波用格子

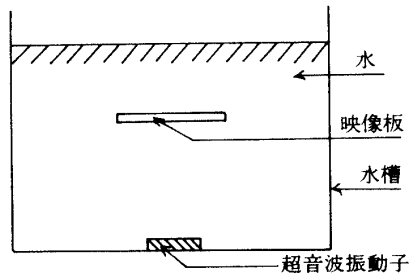


図-4 ポールマン法による超音波映像観測実験装置（水平セット方式）

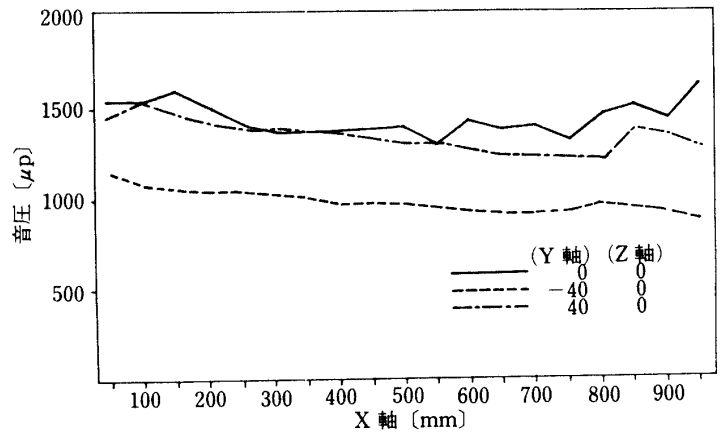


図-6 実験用水槽内の音場（水平面）

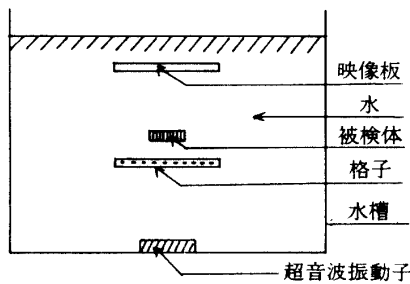


図-5 被検体観測時の各装置の配置

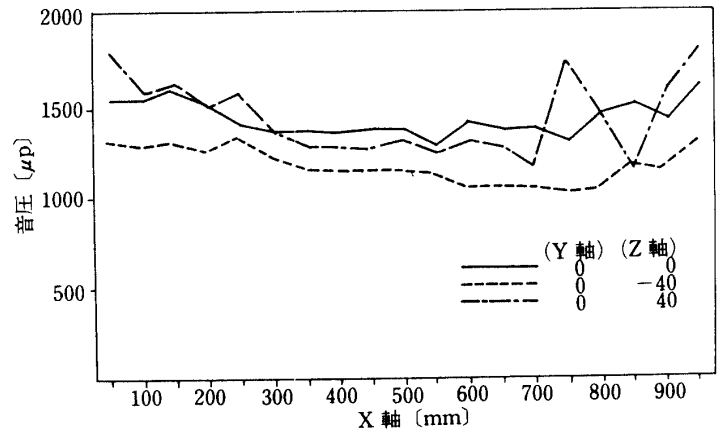


図-7 実験用水槽内の音場（垂直面）

B. 水平セット方式

a) 映像板と振動子間に被検体を挿入しない時の超音波映像の観察

図-4に実験装置を示す。(i)超音波出力を20[W]一定として、周波数の変化及び映像板と振動子の距離を変化させて、その映像の変化を観察した。(ii)映像板と振動子間に格子を挿入して、超音波映像の変化を観察した。

b) 図-5に示すように映像板と格子間に被検体を挿入して、その時の映像を観察した。

3. 結果並びに考察

(1) 実験用水槽内の音場の測定結果

図-6と図-7に超音波振動子を中心軸としたその附近の音場の状況を示す。図-6は水槽の上面から観た時の音場の分布であり、図-7は、水槽の側面から観た時の音場の分布である。水槽内での反射の影響が現われている事がこの結果より判明した。その後の実験においては、できるだけ音場の安定しているところに各装置を設置して観測を行なった。

(2) ポールマン法による映像観察結果

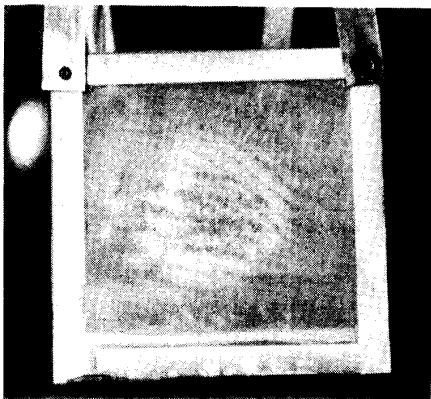
A. 垂直セット方式

写真一2に各映像板に対して同一条件（超音波周波数1.29〔MHz〕，超音波出力20〔W〕，振動子と映像板間の距離95〔mm〕）で観察した各種映像板（表一1，参照）の映像を示す。

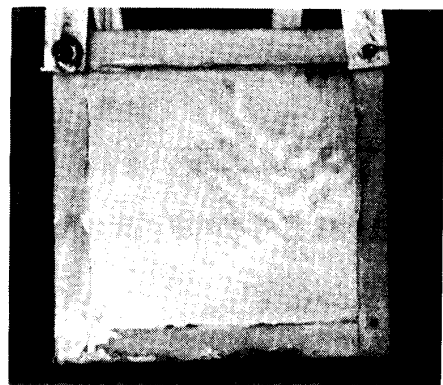
表一1 実験に使用した試作映像板

映像板の種類	映像板の構造
NO 1	透明な厚さ0.5〔mm〕の硬質ビニール板2枚を，0.5〔mm〕の間隔を明けて貼り合わせたもので，その隙間にアルミニウム懸濁液を注入したもの
NO 2	透明な厚さ1〔mm〕の硬質ビニール板2枚を1〔mm〕の間隔を明けて貼り合わせたもので，その隙間にアルミニウム懸濁液を注入したもの。
NO 3	透明な厚さ1〔mm〕の硬質ビニール板と，乳白色な厚さ1〔mm〕の硬質ビニール板を1〔mm〕の間隔を明けて貼り合わせ，その隙間にアルミニウム懸濁液を注入したもの
NO 4	透明な厚さ2〔mm〕の硬質ビニール板2枚を1〔mm〕の間隔を明けて貼り合わせたもので，その隙間にアルミニウム懸濁液を注入したもの。

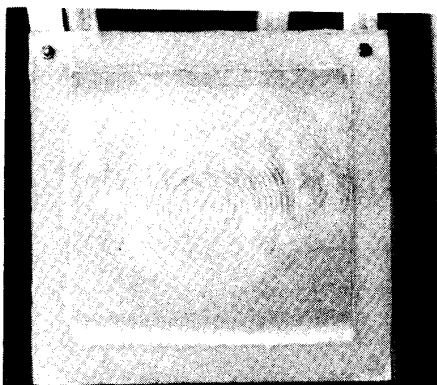
アルミニウム懸濁液：水600〔cc〕中にアルミニウム粉末5.8〔g〕と界面活性剤5〔cc〕を混入したもの。



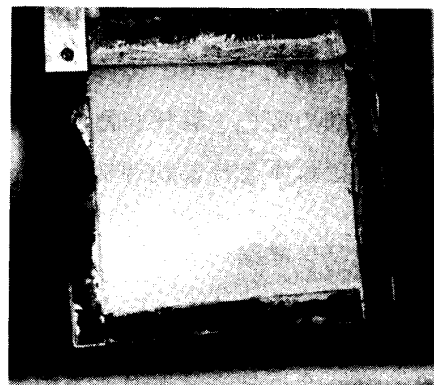
NO 1



NO 2



NO 3



NO 4

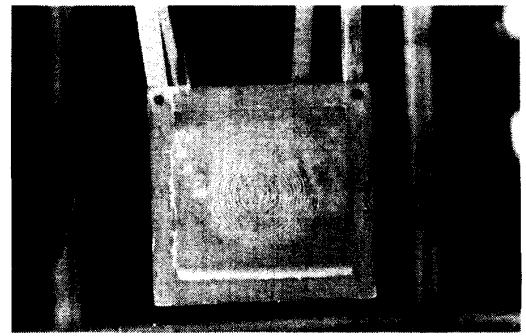
（測定条件） 超音波周波数1.29〔MHz〕，超音波出力20〔W〕
振動子と映像板間の距離95〔mm〕
水温13〔C〕

写真一2 同一条件で観察した各種映像板の映像（垂直セット方式）

この結果、No.3の映像板が最も映像が鮮明に現われていることがわかる。このことから映像板の厚さは1〔mm〕で、片面が乳白色の硬質ビニール板を利用した方が、映像が最も観測しやすい事が判明し、以後の実験においてはこの方式の映像板を採用する事にした。

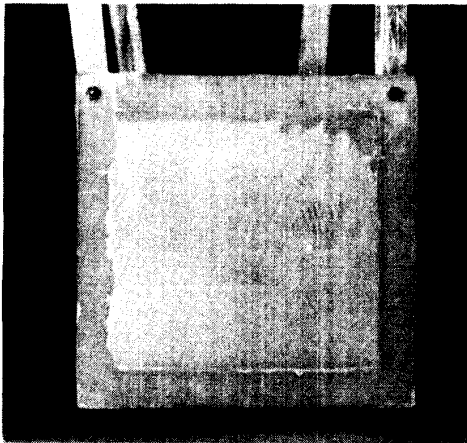
写真－3に、超音波振動子と映像板間の距離を変化した実験で、最も映像の美しいものを示す。この結果から間隔を85〔mm〕にした時が最も良い結果が得られることがわかった。（水平セット方式でも、これと同じ結果が得られた。）

写真－4に超音波出力の変化に対する映像を示す。この結果から20〔W〕の時が一番良好な映像が得られることがわかった。また写真から出力が30〔W〕以上になると映像板の内部でキャビテーション（空洞現象）が発生して映像が乱れていることが観察できる。

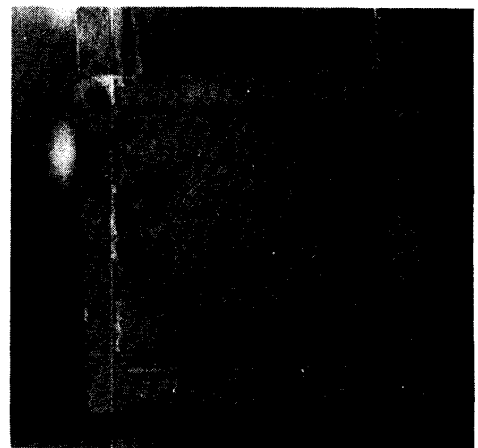


（測定条件） 超音波周波数1.29〔MHz〕,
超音波出力20〔W〕,
振動子と映像板の距離85〔mm〕,
水温13°〔C〕

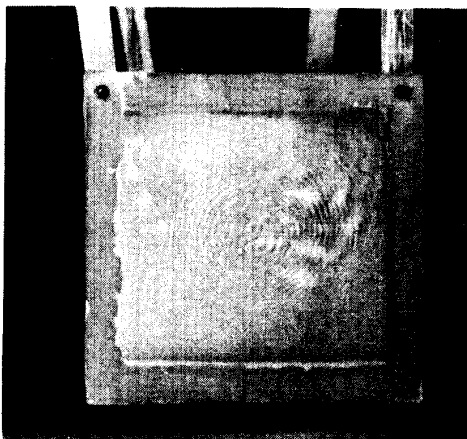
写真－3 超音波振動子と映像板間の距離の変化（垂直セット方式）



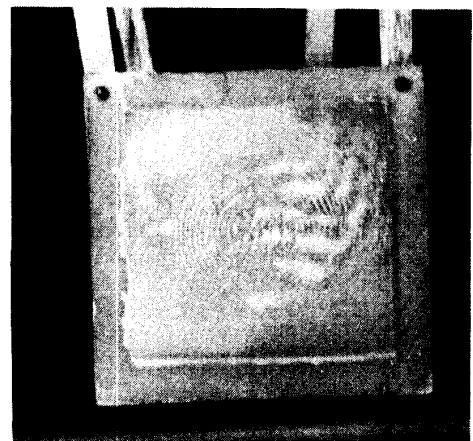
10〔W〕



20〔W〕



30〔W〕



40〔W〕

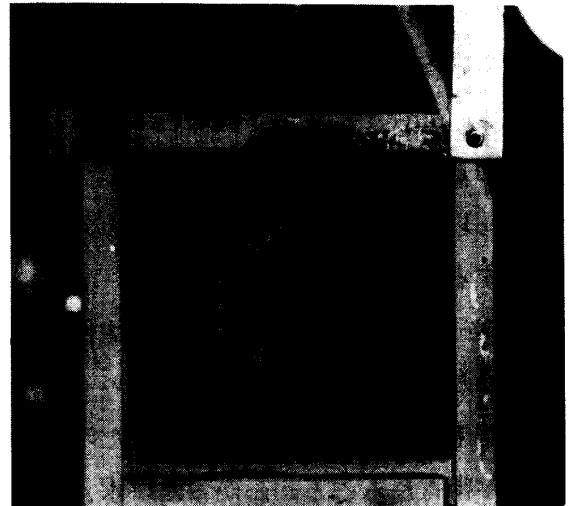
（測定条件） 超音波周波数1.29〔MHz〕, 水温13°〔C〕
振動子と映像板間の距離85〔mm〕

写真－4 超音波出力の変化に対する映像（垂直セット方式）

写真—5に振動子と映像板間に格子を挿入した時の映像を示す。格子を挿入する目的は、円板状振動子から発生している同心円状の超音波波形を、この格子によって乱反射させ、それが映像板に当たった時一様な超音波像となるようにするもので、これによって観測しようとする被検体の映像が鮮明に映し出される事になるのだが、本実験においては、この格子の像までが画面に現われてしまい失敗に終わった。

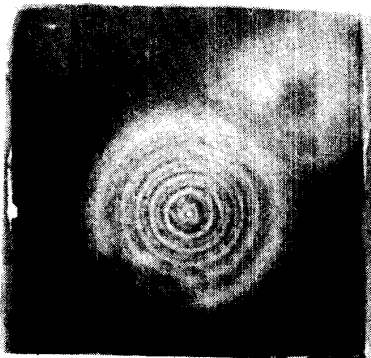
B. 水平セット方式

写真—6に水平セット方式による振動子と映像板の間隔を変化させた時に得られた映像を示す。この結果から垂直セット方式と同じく85[mm]の時に最も美しい映像が得られることがわかった。



(測定条件) 超音波周波数1.29(MHz),
超音波出力20(W)
格子(太さ1[mm]の針金で構成),
水温13°C
振動子の前面230[mm]と映像
板の後面500[mm]の所に格子
を設置

写真—5 格子を挿入した時の映像
(垂直セット方式)



65 [mm]



75 [mm]



85 [mm]



95 [mm]



120 [mm]



150 [mm]

(測定条件) 超音波周波数1.29(MHz) 超音波出力20(W)
水温13°C

写真—6 振動子と映像板間隔の変化に対する映像 (水平セット方式)

写真一 7 に周波数変化に対して得られた映像の中で最も鮮明な映像を示す。この場合も垂直セット方式と同じく1.29〔MHz〕の時が最も良好な映像が得られている。

写真一 8 に振動子と映像板の間に格子 (写真一 1 の(b)の格子) を挿入し、その距離を変化して得られた映像の中で最も良好な映像を示す。同心円状の超音波の波形がほとんど消えて、被検体を観測するのに適した状態になっている事がわかる。

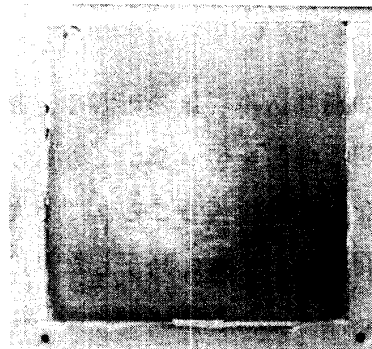
写真一 9 に各種の被検体 (歯車、金属製フィルムケース、イチョウの葉、鍵など) を振動子と



1.29〔MHz〕

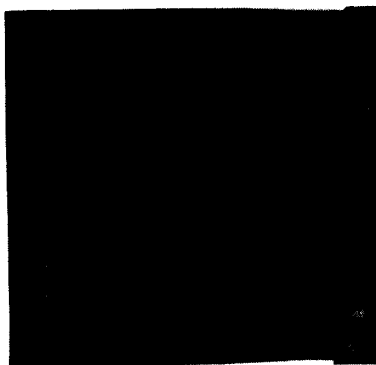
写真一 7 超音波振動数の変化に対する映像(水平セット方式)

(測定条件)
超音波出力
20〔W〕
水温13〔C〕
振動子と映像板
間隔95〔mm〕

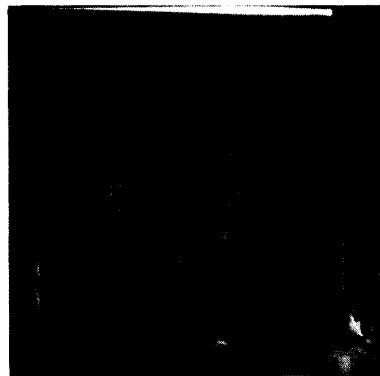


(測定条件)
超音波周波数
1.29〔MHz〕
超音波出力
20〔W〕
水温13〔C〕,
格子(針金の太さ
2〔mm〕)

写真一 8 振動子の前面60〔mm〕, 映像板の後面50〔mm〕に格子を設置した時の映像(水平セット方式)



歯車



フィルムケース



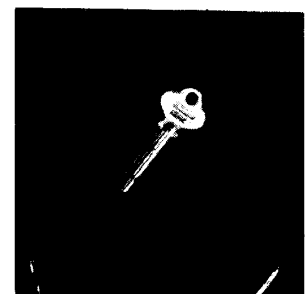
イチョウの葉



安全カミソリ



鍵



鍵 (実物)

(測定条件) 超音波周波数1.29〔MHz〕 超音波出力20〔W〕 水温15〔C〕

写真一 9 各種被検体の超音波映像

映像板の間に挿入して、その映像を観察したものを示す。結果としては、あまり鮮明な映像は得られなかったが、被検体の種類はどうかやう判別できる程度の映像を得ることができた。

4. ま と め

以上のようにポールマン法による超音波映像法について、超音波を水面に対して平行に放射放射した垂直セット方式と、垂直に放射した水平セット方式の2者について実験検討を行なったが、結果として映像板の設置方法に問題があると思われるが、水平セット方式の方が良好な映像が得られた。

しかし、超音波の廻り込み現象の影響や、超音波周波数が1.29〔MHz〕と低いために筆者らが望んでいる様な鮮明な映像を得る事ができなかった。だが、簡易式超音波映像装置の開発の基礎研究としては充分なる成果を得ることができた。

今後は、超音波周波数をもっと高くしたり、音響レンズを有効に利用するなどの方法について検討して行きたい。

参 考 文 献

- (1) 村瀬正義, 中野行夫: 超音波映像に関与する一実験, 福井工業大学研究紀要 第16号, p37, (1986)
- (2) 実吉純一: 超音波技術便覧, 日刊工業新聞社
- (3) 丹羽 登: 超音波計測, 昭晃堂
- (4) 根岸勝雄, 高木堅志郎: 超音波技術, 東京大学出版会
- (5) 松原宗次: 超音波の応用, 東京電機大学出版局