

# 超音波斜角探傷の伝達損失に与える接触媒質と表面粗さの影響

齊藤 鉄夫  
藤盛 紀明

## § 1. はじめに

超音波探傷法は鉄骨溶接部や鉄筋圧接部の非破壊検査方法として、鉄骨工事・鉄筋工事の品質管理に重要な役割を担っている。超音波探傷では、欠陥からの反射波の強さ（エコー高さ）の測定が探傷の基幹をなすが、エコー高さに最も大きな影響を及ぼすものに、欠陥の種類・大きさなどの欠陥に固有な性状の他に、超音波を発信する探触子と試験体の表面とを音響的に結合させる接触媒質と試験体の表面粗さによる伝達損失がある（図-1）。例えば、同一欠陥からのエコー高さを同一探傷器・探触子で測定しても、試験体の表面粗さや接触媒質によって10 dB以上の差が生じる。したがって、欠陥を正しく評価するためには、接触媒質や表面粗さが超音波の伝達損失におよぼす影響を定量的に評価することが不可欠である。

藤盛は以前に、接触媒質と試験材探傷面の表面粗さが超音波の伝達損失に与える効果について実験を行ない、表面粗さの影響は薄い一様な厚さの液層（接触媒質層）を超音波が通過するときの層の厚さの影響と相似であることを指摘した<sup>1)</sup>。これは、薄い一様な厚さ $d$ の接触媒質層を超音波が通過するときの伝達損失を $T(d)$ 、表面粗さ $R$ の試験体表面上に塗布された接触媒質層を超音波が通過するときの伝達損失を $S(R)$ とすると、

$$S(R) = T(\alpha R) \quad \dots\dots(1)$$

となるような $\alpha$ が存在するということである。

伝達損失は、通常の一探触子法では音圧往復通過率が表わされるが、液層の厚さ $d$ と音圧往復通過率の関係 $T(d)$ は、垂直探傷および斜角探傷では横波屈折角 $45^\circ$ の場合しか求められていない。しかし、斜角探傷では屈折角 $70^\circ \cdot 60^\circ$ を用いる方が一般的である。

そこで本論文では、接触媒質層が一様な厚さ $d$ で存在する場合の任意の屈折角における音圧往復通過率 $T(d)$ の一般式を導き、それを実験的に検証する。そして、表面粗さと伝達損失に関する実験から式(1)の比例定数 $\alpha$ を

求め、任意の屈折角における表面粗さ $R$ のときの音圧往復通過率 $S(R)$ を導く。

これは、超音波探傷時の試験体表面粗さの許容範囲、探傷前の表面仕上げ方法の選択に応用できる。また、表面粗さに応じた最適な接触媒質を選択することができ、そのときの伝達損失量を正確に把握することも可能となる。これらは、自動探傷のカップリングチェックに応用できる。

## § 2. 一様な厚さ $d$ の接触媒質層が存在する場合の音圧往復通過率 $T(d)$

### 2.1 $T(d)$ の一般式の導入

#### 2.1.1 解析モデル

一様な厚さ $d$ の接触媒質層が存在する場合の音圧往復通過率 $T(d)$ を求める。解析モデルを図-2に示す。固体Iと固体IIの間に均一な厚さ $d$ の液体中間層が存在する。固体Iから液層に入射角 $\alpha_1$ で縦波が入射し、各境

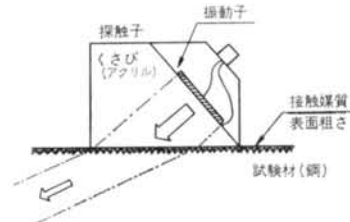


図-1 接触媒質と表面粗さによる超音波の伝達損失

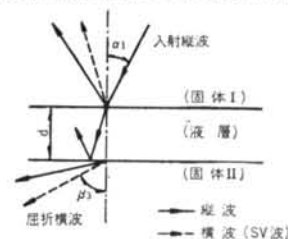
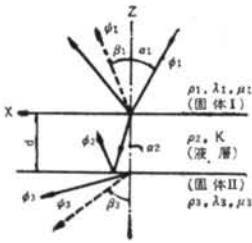


図-2 解析モデル



図一三 入射角・反射角・屈折角および変位ポテンシャル  $\phi$ ,  $\psi$  界面での反射・屈折を経て固体IIに縦波屈折角  $\alpha_2$ , 横波屈折角  $\beta_2$  で入る。入射角が固体IIに対する縦波臨界角以上であれば, 固体IIの中の屈折縦波は存在しない。固体IIの中に屈折して入った横波は, 固体II中の欠陥により完全反射され, 同一経路で固体Iに縦波として帰ってくるとする。

このとき, 入射縦波と固体II中の欠陥による反射で固体Iに帰ってきた縦波の音圧の比が, 求めたい音圧往復通過率  $T(d)$  である。

ここで, 超音波を平面波として扱い, また中間層の液体のずれ弾性率  $\mu=0$  と仮定する。

### 2.1.2 基礎方程式

図一三に示すように, 入射波面に垂直なある直線 (図中の矢のついた線分) を固体Iと接触媒質層の境界平面に投影した直線を  $x$  軸, 入射波面に垂直な直線と境界平面の交わる点を通り境界平面に垂直な直線を  $z$  軸にとると, 図中の縦波, 横波とも粒子は  $xz$  平面内で振動する。したがって, 状態は  $y$  に依存しないので, ふたつの座標軸 ( $x, z$ ) で記述できる。このとき横波は SV 波であるという。

任意の点  $P(x, z)$  の変位を  $r(u, w)$  とすると,  $(u, w)$  は縦波を表わす変位ポテンシャル  $\phi$ , SV 波を表わす変位ポテンシャル  $\psi$  を用いて,

$$\left. \begin{aligned} u &= \partial\phi/\partial x - \partial\psi/\partial z \\ w &= \partial\psi/\partial x + \partial\phi/\partial z \end{aligned} \right\} \dots\dots(2)$$

と表わすことができる。これにより, 弾性体内の運動方程式,

$$\rho \partial^2 r / \partial t^2 = (\lambda + \mu) \nabla(\nabla \cdot r) + \mu \nabla^2 r \quad \dots\dots(3)$$

$$\left\{ \begin{aligned} \nabla &= (\partial/\partial x, \partial/\partial z) \\ \nabla^2 &= \partial^2/\partial x^2 + \partial^2/\partial z^2 \\ \rho &: \text{密度} \\ \lambda, \mu &: \text{ラーメの定数} \end{aligned} \right.$$

は, 次のような波動方程式に書きかえられる。

$$\left. \begin{aligned} \rho \partial^2 \phi / \partial t^2 &= (\lambda + 2\mu) \nabla^2 \phi \\ \rho \partial^2 \psi / \partial t^2 &= \mu \nabla^2 \psi \end{aligned} \right\} \dots\dots(4)$$

また, 応力  $F_{xz}$  ( $z$  軸に垂直な平面内の  $x$  軸方向の応力),  $F_{zz}$  ( $z$  軸に垂直な平面内の  $z$  方向の応力) は  $\phi, \psi$

を使って次のようにあらわすことができる。

$$\left. \begin{aligned} F_{xz} &= \mu(2 \partial^2 \phi / \partial x \partial z + \partial^2 \psi / \partial x^2 - \partial^2 \psi / \partial z^2) \\ F_{zz} &= \lambda \nabla^2 \phi + 2 \mu (\partial^2 \phi / \partial z^2 + \partial^2 \psi / \partial x \partial z) \end{aligned} \right\} \dots\dots(5)$$

### 2.1.3 音圧往復通過率 $T(d)$

ここで, 次の各記号を定義する (図一三参照)。ここで添字  $i$  は媒質層を指定し,  $i=1, 2, 3$  はそれぞれ固体I, 液層, 固体IIを指す。

$\phi_i$ : 縦波の変位ポテンシャル

$\psi_i$ : 横波の変位ポテンシャル

$\alpha_i$ : 縦波の入射角もしくは屈折角

$\beta_i$ : 横波の反射角もしくは屈折角

$\rho_i$ : 密度

$\lambda_i, \mu_i$ : ラーメの定数

$K$ : 液体の体積圧縮弾性率

$k_i$ : 縦波の波数

$k'_i$ : 横波の波数

$\omega$ : 角振動数

$A_i, A'_i$ : 縦波の入射波, 反射波の変位ポテンシャル振幅

$B_i$ : 横波の変位ポテンシャル振幅

上記記号を用いれば,  $\phi_1, \psi_1, \phi_2, \psi_2, \phi_3, \psi_3$  は式(4)の解として次のように表わすことができる。

$$\left. \begin{aligned} \phi_1 &= A_1 \exp(-i\omega t) \exp(ik_1(x \cos \alpha_1 + z \sin \alpha_1)) \\ &\quad + A'_1 \exp(-i\omega t) \exp(ik_1(x \cos \alpha_1 - z \sin \alpha_1)) \\ \psi_1 &= B_1 \exp(-i\omega t) \exp(ik'_1(x \cos \beta_1 - z \sin \beta_1)) \\ \phi_2 &= A_2 \exp(-i\omega t) \exp(ik_2(x \cos \alpha_2 + z \sin \alpha_2)) \\ &\quad + A'_2 \exp(-i\omega t) \exp(ik_2(x \cos \alpha_2 - z \sin \alpha_2)) \\ \phi_3 &= A_3 \exp(-i\omega t) \exp(ik_3(x \cos \alpha_3 + z \sin \alpha_3)) \\ \psi_3 &= B_3 \exp(-i\omega t) \exp(ik'_3(x \cos \beta_3 + z \sin \beta_3)) \end{aligned} \right\} \dots\dots(6)$$

ここで, われわれが求めたい音圧往復通過率  $T$  は相反定理から, 次のように表わせることがわかっている<sup>2)</sup>。

$$T = (\rho_3/\rho_1) \cdot (\cot \beta_3 / \cot \alpha_1) \cdot (B_3/A_1)^2 \quad \dots\dots(7)$$

したがって, 入射縦波の変位ポテンシャル振幅  $A_1$  を既知として  $B_3$  を求めれば, 音圧往復通過率  $T(d)$  を知ることができる。

固体と液層とのふたつの境界面における条件は,

- (1)  $z$  方向の変位  $w$  の連続
- (2)  $z$  方向垂直応力  $F_{zz}$  の連続
- (3)  $x$  方向のずれ応力  $F_{xz}=0$

である。式(6)を, 式(2)および式(5)に代入して上記3つの条件を適用すると, 6個の未知数  $A'_1, A_2, A'_2, A_3, B_1, B_3$  に関する6個の方程式が得られ, それを解くことによって横波変位ポテンシャル振幅  $B_3$  を求めることができる。そして, 式(7)から接触媒質の厚さ  $d$  のときの音圧往

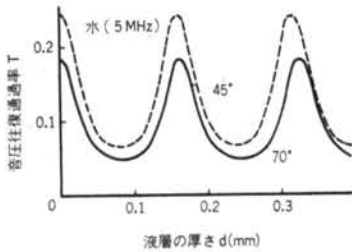


図-4 接触媒質が水の場合の音圧往復通過率

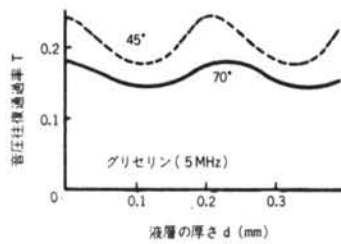


図-5 接触媒質がグリセリンの場合の音圧往復通過率

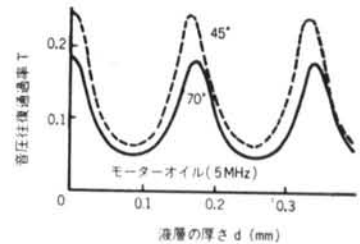


図-6 接触媒質がモーターオイルの場合の音圧往復通過率

復通過率  $T(d)$  を得る。

$$T(d) = \frac{\rho_3 \cot \beta_3}{\rho_1 \cot \alpha_1} \frac{a^2}{(b_1 \cos P + b_2 \sin P)^2 + (c_1 \cos P + c_2 \sin P)^2} \quad \dots(8)$$

ここで、

$$a = 4n \cot \alpha_1 (\cot^2 \beta_1 - 1) (\cot^2 \beta_1 + 1)$$

$$n = \begin{cases} \cot \alpha_3 & (\phi_3 \text{ が存在するとき}) \\ \sqrt{(v_{3s}/v_{1s})^2 \sin^2 \alpha_1 - 1} / (v_{3s}/v_{1s}) \sin \alpha_1 & (\text{臨界面以上するとき}) \end{cases}$$

$v_{1s}, v_{3s}$ : 固体 I, II での縦波速度

$$b_1 = \cot \alpha_1 (\cot \beta_1 + 1) (\cot^2 \beta_3 - 1) \cdot (\mu_3 / \mu_1)$$

$$b_2 = -n \left[ \frac{4 \mu_3 \cot \alpha_2 \cot \beta_3}{K(1 + \cot^2 \alpha_2)} \{4 \cot \alpha_1 \cot \beta_1 + (\cot^2 \beta_1 - 1)\} + \frac{K \cot \alpha_1 (1 + \cot^2 \alpha_2)}{\mu_1 \cot \alpha_2} \cdot (\cot^2 \beta_1 + 1) (\cot^2 \beta_3 + 1) \right]$$

$$c_1 = n \left[ 4 \cot \alpha_1 \cot \beta_3 (\cot^2 \beta_1 + 1) (\mu_3 / \mu_1) + (\cot^2 \beta_3 + 1) \{4 \cot \alpha_1 \cot \beta_1 + (\cot^2 \beta_1 - 1)\} \right]$$

$$c_2 = \frac{\mu_3 \cot \alpha_2}{K(1 + \cot^2 \alpha_2)} (\cot^2 \beta_3 - 1)^2 \cdot \{4 \cot \alpha_1 \cot \beta_1 + (\cot^2 \beta_1 - 1)\}^2$$

$$P = 2\pi d \cos \alpha_2 / \lambda$$

$\lambda$ : 液体中での波長

この式で  $\beta_3 = 45^\circ$  とすると、すでに得られている横波屈折角が  $45^\circ$  の場合の音圧往復通過率<sup>2)</sup> と一致する。

固体 I をアクリル、固体 II を鋼とし、周波数 5 MHz、鋼中横波屈折角  $45^\circ, 70^\circ$  の 2 つの場合の音圧往復通過率  $T$  を図-4~図-6 に示す。図-4 は接触媒質が水の場合、図-5、図-6 はそれぞれグリセリン、モーターオイルの場合である。計算に用いた定数を表-1 に示す。

## 2.2 実験による検証

図-7 に示すような試験体を用いて、屈折角  $45^\circ, 70^\circ$  のそれぞれについて 2 MHz, 5 MHz の超音波の三層往復通過の際の伝達損失 (dB) を測定した。使用した接触媒質は水、グリセリン、モーターオイルの 3 種類である。

液層の厚さは、スペーサーで 0.05 mm ステップで変化

	縦波速度 (m/s)	横波速度 (m/s)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )
アクリル	2730	1430	$1.18 \times 10^3$
鋼	5900	3230	$7.85 \times 10^3$
水	1483	—	$1.00 \times 10^3$
グリセリン	1920	—	$1.26 \times 10^3$
モーターオイル	1530	—	$9.2 \times 10^2$

表-1 音圧往復通過率の計算に用いた定数

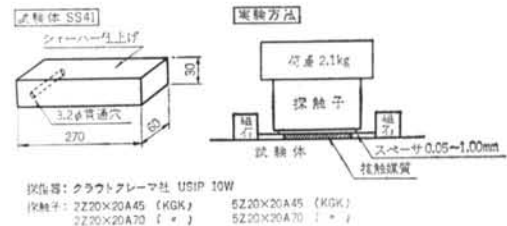


図-7 接触媒質の厚さが音圧通過に及ぼす影響を求めめる実験させ、液層がない場合を基準とした音圧の変化を dB で求めた。また、使用探触子の固有周波数は、シンクロスコープを用い、井元らの方法<sup>3)</sup>で測定した。

図-8 (a)~(l) に測定結果を示す。これらの図は横軸が液層の厚さ、縦軸が液層の厚さ 0 のときの反射エコー高さを基準としたエコー高さを示している。測定点は黒丸で示されている。また、同図に示された曲線は、式(8)で求めた音圧往復通過率  $T(d)$  から、デシベルの (dB) 定義に従い、次式により求めた理論曲線である。

$$A = 20 \log(T(d)/T(d=0)) \quad \dots(9)$$

計算に使用した定数は、表-1 に示したものと同様である。

実験値と理論値が、周期・絶対値ともにより一致をみせている。ここで示されているエコー高さ  $A$  (dB) は、音圧往復通過率そのものではないが、音圧往復通過率  $T(d)$  の理論式から導いたものである。したがって実験値とのよい一致は、我々が導いた音圧往復通過率  $T(d)$  の理論式は多くの仮定を含んでいるが、 $0 < d < 0.5$  mm の範囲では適用が可能であるということを示していると考えられる。

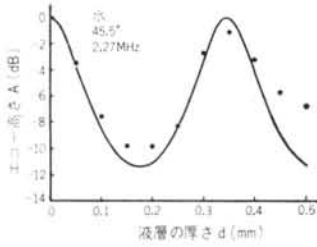


図-8(a) 接触媒質・水,  
屈折角 $45.5^\circ$ ,  
周波数 2.27 MHz

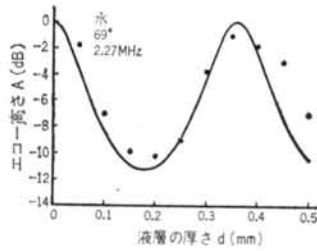


図-8(b) 接触媒質・水,  
屈折角 $69^\circ$ ,  
周波数 2.27 MHz

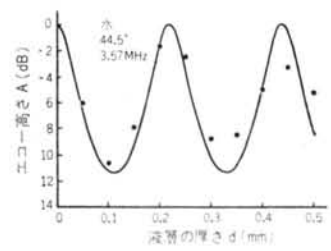


図-8(c) 接触媒質・水,  
屈折角 $44.5^\circ$ ,  
周波数 3.57 MHz

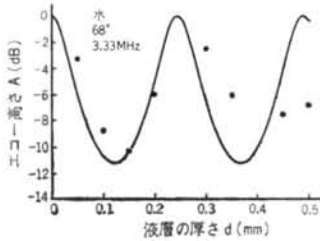


図-8(d) 接触媒質・水,  
屈折角 $68^\circ$ ,  
周波数 3.33 MHz

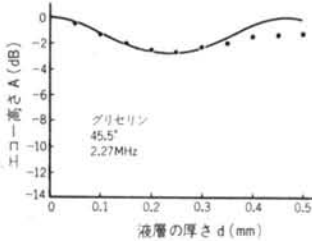


図-8(e) 接触媒質グリセリン,  
屈折角 $45.5^\circ$ ,  
周波数 2.27 MHz

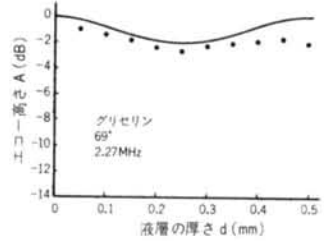


図-8(f) 接触媒質グリセリン,  
屈折角 $69^\circ$ ,  
周波数 2.27 MHz

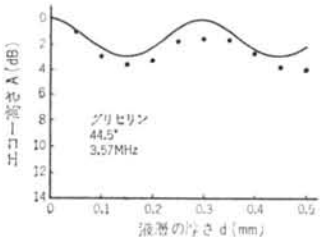


図-8(g) 接触媒質グリセリン,  
屈折角 $44.5^\circ$ ,  
周波数 3.57 MHz

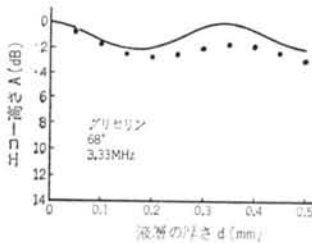


図-8(h) 接触媒質グリセリン,  
屈折角 $68^\circ$ ,  
周波数 3.33 MHz

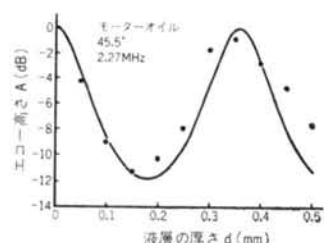


図-8(i) 接触媒質モーターオイル,  
屈折角 $69^\circ$ ,  
周波数 2.27 MHz

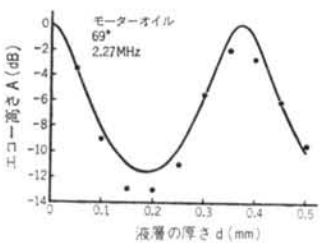


図-8(j) 接触媒質モーターオイル,  
屈折角 $69^\circ$ ,  
周波数 2.27 MHz

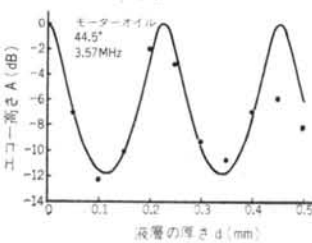


図-8(k) 接触媒質モーターオイル,  
屈折角 $44.5^\circ$ ,  
周波数 3.57 MHz

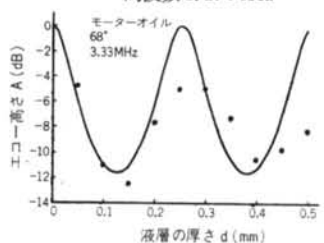


図-8(l) 接触媒質モーターオイル,  
屈折角 $68^\circ$ ,  
周波数 3.33 MHz

### § 3. 表面粗さ $R$ のときの音圧往復通過率 $S(R)$

#### 3.1 定義

次のような記号を定義する。

$T(d)$ : 接触媒質層が一様な厚さ  $d$  のときの音圧往復通過率

$S(R)$ : 表面粗さ  $R$  のときの音圧往復通過率

$f(d)$ : 接触媒質層が一様な厚さ  $d$  のときの往復伝達利得で、 $d=0$  のときのエコー高さを基準とし

て dB 値であらわしたものを

$$f(d) = 20 \log(T(d)/T(d=0))$$

$g(R)$ : 試験材の表面粗さ  $R$  のときの往復接触効率で、接触媒質がグリセリンで表面粗さ  $R=R_0(20 \mu\text{m})$  のときのエコー高さを基準として dB 値であらわしたものを

$$g(R) = 20 \log(S(R)/S(R_0))$$

$\alpha$ :  $S(R) = T(\alpha R)$  で定義される表面粗さ効果定数。接触媒質によって決まる

したがって、表面粗さ効果定数  $\alpha$  を知れば、前節で求めた式  $T(d)$  から  $S(R)$  を知ることができる。

### 3.2 実験データ

表面粗さ効果定数  $\alpha$  を実験的に求めるために、藤盛の表面粗さ  $R$  と往復接触効率  $g(R)$  に関する実験測定結果<sup>1)</sup>を用いる。

実験はグリセリン、水、モーターオイル等の接触媒質について、表面粗さ  $20 \mu\text{m} \sim 250 \mu\text{m}$  の範囲における往復接触効率が屈折角  $70^\circ$  で求められている。ここで、表面粗さは10点平均粗さで表示されている。また、測定データは、接触媒質がグリセリンで試験体の表面粗さ  $20 \mu\text{m}$  の場合のエコー高さを基準としている。探触子周波数は  $2 \text{MHz}$  と  $5 \text{MHz}$  であるが、公称  $2 \text{MHz}$  の探触子の周波数は  $2.05 \text{MHz}$  であった。

### 3.3 計算

次のような手順で計算を行い、接触媒質グリセリン、水、モーターオイルの場合の表面粗さ効果定数  $\alpha$  を決定した。なお、添字  $G, W, M$  はそれぞれグリセリン、水、モーターオイルを指定するものである。

(1) 接触媒質がグリセリンの場合を考えると、

$$\begin{aligned} g(R) &= 20 \log(S(R)/S(R_0)) \\ &= 20 \log(T(\alpha R)/T(\alpha R_0)) \\ &= f(\alpha R) - f(\alpha R_0) \end{aligned} \quad \dots\dots(10)$$

となる。ここで、関数  $T(d)$ 、 $f(d)$  は前節において導いているので、 $n$  個の実験データ  $(R_i, g_i)$  から最小二乗法を用いて表面粗さ効果定数  $\alpha g$  を決定する。

(2) 次に、接触媒質が水 (もしくはモーターオイル) の場合を考える。上記式(10)の中の  $f(\alpha g R_0)$  は、(1)において  $\alpha g$  が決定されたので、ある定数となる。これを  $b$  とすると、

$$\begin{aligned} g(R) &= 20 \log(T_w(\alpha R)/T_g(\alpha g R_0)) \\ &= 20 \log(T_w(\alpha R)/T_w(0)) \\ &\quad - 20 \log(T_g(\alpha g R_0)/T_g(0)) \\ &= f_w(\alpha R) - f_g(\alpha g R_0) \end{aligned}$$

$$= f_w(\alpha R) - b \quad \dots\dots(11)$$

となる。式(11)について、 $n$  個の実験データ  $(R_i, g_i)$  から最小二乗法を用いて水 (もしくはモーターオイル) の表面粗さ効果定数  $\alpha$  を求めることができる。

非線型関数の最小二乗法は、母数  $\alpha$  に関する収束計算となる。ここでは、収束条件を  $1\%$  ( $\epsilon = 0.01$ ) とした。計算に用いた定数は表-1 に示したものと同様である。

### 3.4 計算結果

最小二乗法により実験値から得た表面粗さ効果定数  $\alpha$  を表-2 に示す。この表面粗さ効果定数  $\alpha$  の導出により表面粗さ  $R$  のときの音圧往復通過率  $S(R) = T(\alpha R)$ 、往復接触効率  $g(R) = 20 \log(S(R)/S(R_0))$  の一般式が任意の屈折角、グリセリン・水・モーターオイルの3つの接触媒質について求められたことになる。また、得られた  $\alpha$  の値を使って計算した往復接触効率  $g(R) = 20 \log(T(\alpha R)/T_g(\alpha g R_0))$  と実験値を図-9(a)~(f)に示す。白丸が実験値、曲線が計算値である。

グリセリンの場合、測定値の絶対値が小さいということから測定値に大きなばらつきが見られ、得られた効果定数  $\alpha$  の有意性に疑問があるが、水やモーターオイルの場合は周波数  $2 \text{MHz}$  と  $5 \text{MHz}$  で比較的良好に一致している。

		2 MHz の場合	5 MHz の場合
$f(\alpha g R_0)$		-0.102(dB)	-0.146(dB)
$\alpha$	グリセリン	1.59	0.81
	水	0.56	0.53
	モーターオイル	0.62	0.58

表-2 最小二乗法を用いて得られた表面粗さ効果定数  $\alpha$

## § 4. 結論

接触媒質と表面粗さが伝達損失に与える影響を任意の屈折角について求めるため、探触子と試験体の中間に一樣な厚さ  $d$  の接触媒質が存在する場合の音圧往復通過率  $T(d)$  の理論式を試験体中の任意の屈折角について求め、それを実験的に検証した。

そして、 $S(R) = T(\alpha R)$  で定義される表面粗さ効果定数  $\alpha$  を、上で求めた  $T$  の理論式と、表面粗さ  $R$  とそのときの伝達損失に関する実験から、グリセリン・水・モーターオイルの3種類の接触媒質について求めた。これにより、上記3種類の接触媒質と表面粗さが伝達損失に与える影響を定量的に評価する式を導いたことになる。しかし、グリセリンの表面粗さ効果定数については実験値

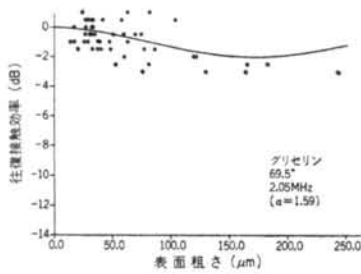


図-9(a) 接触媒質グリセリン、  
屈折角69.5°、  
周波数2.05MHz  
の場合 ( $\alpha=1.59$ )

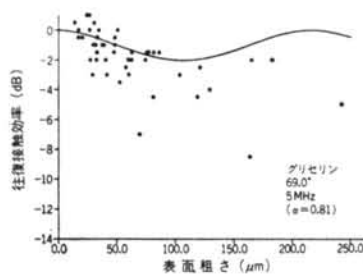


図-9(b) 接触媒質グリセリン、  
屈折角69°、  
周波数5MHz  
の場合 ( $\alpha=0.81$ )

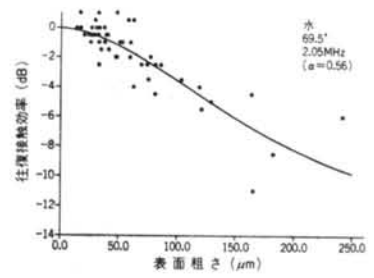


図-9(c) 接触媒質・水、  
屈折角69.5°、  
周波数2.05MHz  
の場合 ( $\alpha=0.56$ )

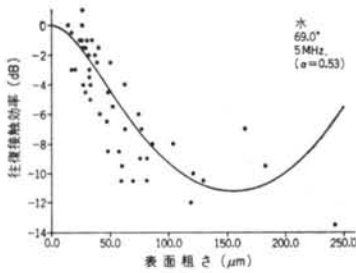


図-9(d) 接触媒質・水、  
屈折角69°、  
周波数5MHz  
の場合 ( $\alpha=0.53$ )

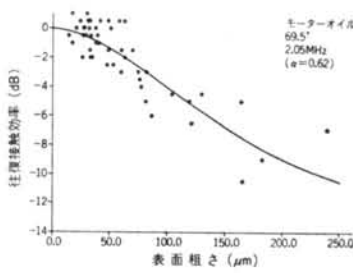


図-9(e) 接触媒質モーターオイル、  
屈折角69.5°、  
周波数2.05MHz  
の場合 ( $\alpha=0.62$ )

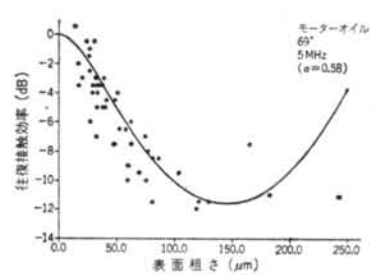


図-9(f) 接触媒質モーターオイル、  
屈折角69°、  
周波数5MHz  
の場合 ( $\alpha=0.58$ )

のぼらつきが大きく有意性のある値が得られなかった。  
表面粗さ効果定数は水が  $0.55 \pm 0.02$ 、モーターオイルで  $\alpha=0.60 \pm 0.02$  という値が得られた。この値は、表面粗さの効果はその粗さの約半分強の様な厚さの接触媒質層が伝達損失に与える効果と同等であるということを示している。これは、超音波の波長 (0.1~1mm) に対する表面粗さ (~0.02mm) の大きさを考えれば、極めて妥当な結論というべきであろう。したがって、接触媒質グリセリンについては有意性のある表面粗さ効果定数が得られなかったが、水・モーターオイルの場合と同様

に考えて  $\alpha=0.55 \sim 0.60$  という値を採用するのがよいと思われる。

周波数2MHzで探傷する場合は、表面粗さが50 $\mu\text{m}$ 以下であれば接触媒質は水・グリセリン・モーターオイルのいずれを用いても、その伝達損失量はたかだか2dB程度である。50 $\mu\text{m}$ を越える表面粗さではグリセリンを用いなければならない。周波数5MHzでは、表面粗さいかにかわらず、グリセリンを用いるのがよいと思われる。その時の伝達損失量はたかだか4dBである。

#### 〈参考文献〉

- 1) 藤盛：“鋼溶接部の超音波斜角探傷試験に関する研究(その4)”日本建築学会論文報告集 No.199(1972年9月)
- 2) 井元：“超音波の反射屈折の計算”電気試験所報(1952年2月),(1952年6月)
- 3) 井元：“シンクロスコープによる超音波探傷器の周波数測定”NDI資料2485(1973年7月)