

超音波を用いた材料評価技術の研究 (第2報)

—皮膜の密着性評価技術の確立—

宮川 和幸・斉藤 修・大柴 勝彦

Material Estimation by Ultrasonic Testing Method (2nd Report)

—Establishment Examination in Estimation Method of Film Adhesion—

Wako MIYAGAWA, Osamu SAITOH and Katsuhiko OSHIBA

要 約

素材表面直下の欠陥検出精度の向上を目的とし、探傷周波数およびゲート設定条件が探傷結果に及ぼす影響について検討した。その結果、周波数が5～15MHzの間では5MHzのとき最も明瞭に探傷できることが、またゲート設定条件の差異による影響はないことがわかった。一方、密着力の異なる2枚の塗装材料について超音波探査映像装置によりスペクトルを測定し、これらを比較した結果、両者の反射波形およびスペクトルには差異が認められないこともわかった。

1. 緒 言

超音波探傷試験は放射線透過試験と異なり使用する超音波エネルギーが小さく、人体に全く害を与えず検査をすることができる。また、X線では検出し難い面状欠陥に対して高い検出感度を有する特徴があり、接着部分の接合不良や材料内のクラック等の内部欠陥の検出に大きな威力を発揮する。しかし、超音波探傷試験に関しては欠陥や材料の種類に適した測定条件は確立されておらず、特に超音波探査映像装置における適正な測定条件を確立するには経験が必要となる。そこで、本研究は表面直下に存在する人工欠陥を探傷するための適正な探傷条件を確立することを目的とし、探傷周波数及びゲート設定方法が探傷結果へおよぼす影響について検討した。あわせて、塗膜の密着性の差異を超音波探査映像装置による測定で確認する事が可能であるかについても検討した。

2. 実験方法

2-1 探傷条件と表面近傍欠陥検出

厚さ3mmの軟鋼板(SS400)に厚さ20mmのAl粘着テープを接着し、一部に未接着部分を形成して表面直下の人工欠陥とした(図1)。未接着部分の形状は、φ6の円形である。表面直下の欠陥を検出する場合、透過法が有効であることは前報りに述べたとおりである。そこで、この試験片に対し、透過法により表面近傍欠陥の探傷を行った。超音波探査映像装置には日立建機株式会社製のAT-7000を使用し、また探触子は同社製の焦点距離25.7mmであり、周波数は5, 10, 15MHzとした。

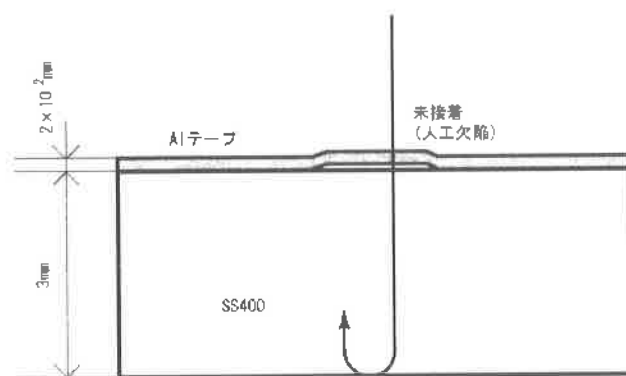


図1 表面近傍欠陥探傷用試料

測定結果を映像化する際の、被検体内部から返ってくる様々なエコーから観察したいエコーのみを電気的に抽出するゲートには、固定ゲートモードと追従ゲートモードの2種類が存在する¹⁾²⁾。固定ゲートモードは、送信波を遅延時間の基準点として、送信波以降の任意の反射波にゲートを設定する。また追従ゲートモードは、遅延トリガ後初めて一定以上の強度を持つ反射波を遅延時間の基準点として、基準点以降の任意の反射波にゲートを設定する方法である。本実験では、固定ゲートモード法および追従ゲート法で測定を行ったが後者では、遅延トリガ後に初めて一定以上の強度を持つ反射波が表面波となるように設定した。そして探傷周波数の変化とゲート設定法が探傷結果に及ぼす影響について検討した。

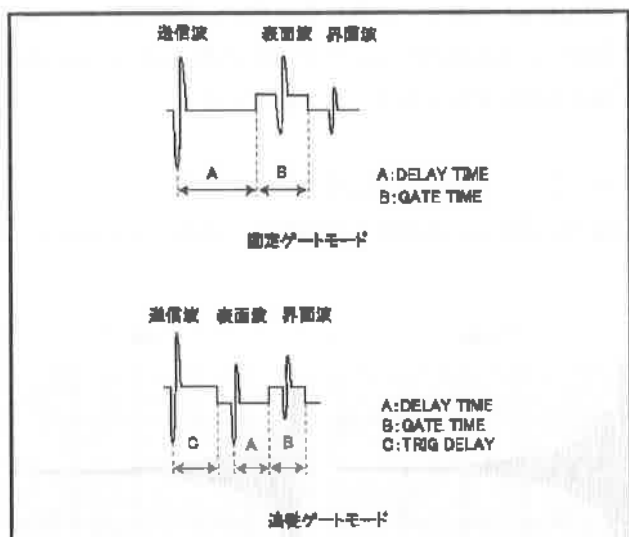


図2 固定ゲート法と追従ゲート法

2-2 反射波形と塗膜の密着性

塗膜の密着性に影響を及ぼす主な要因に、油分、粉塵やSi分子等がある⁴⁾。そこで今回は油分に重きをおき、厚さ2mmのSPCC材をアセトンで洗浄し乾燥した後、市販のラッカーをスプレーで塗布したもの(以下試料Aという)と、アセトン洗浄後鉱物油を薄く塗布し、その上にラッカーを塗布したもの(以下試料Bという)を超音波探査映像装置を使用して両者の密着性を検討した。具体的には、探触子は5MHzのものをを用い、一定面積を走査して均一にラッカーが塗布されていることを確認した後、各試料からの反射波を取り込み、それらのスペクトルを比較した。

3. 結果及び考察

3-1 探傷条件と表面近傍欠陥検出

固定ゲート法及び追従ゲート法によって得られた探傷画像を図3に示す。特に5MHzの探触子を使用した場合は、図からわかるように両者とも共通してはっきりしたコントラストが得られ、加えて円形的人工欠陥内部の微細な接触状況も得ることができる。しかし、探傷周波数が高くなるのに従い得られる画像の明瞭さは失われ、特に15MHzの探触子を使用した場合は、欠陥形状の凹凸が大きくなり円の輪郭が保たれなくなっている。

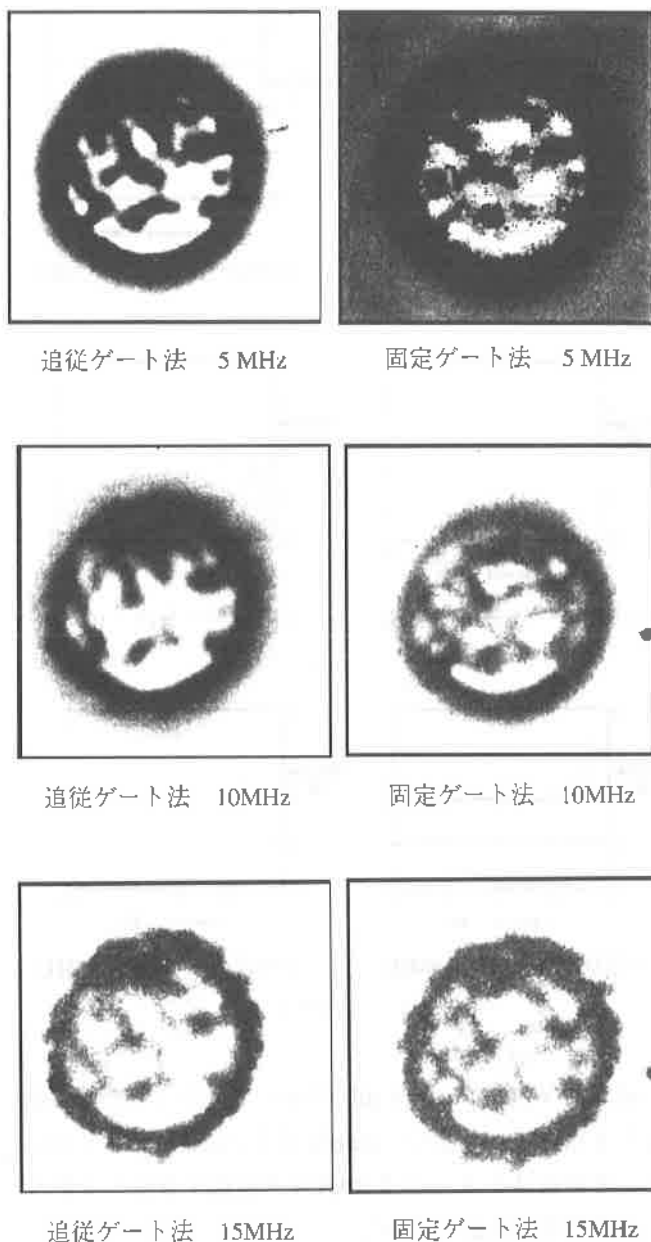


図3 探傷結果

従来、探傷結果は画像のみで判断するため、一般に測定者の主観がはいることから、定量的な判断は困難である。そこで、探傷精度を向上させるために、欠陥からの反射波を取り込み、その波形データからスペクトルを求め、両者を比較することとした。すなわち図3のような人工欠陥の中心付近において測定時のx、y座標がそれぞれ等しい点の波形を取り込み、内蔵のデジタイザでAD変換し、FFT処理をした。図4は、この方法によって得られたスペクトルを示す。

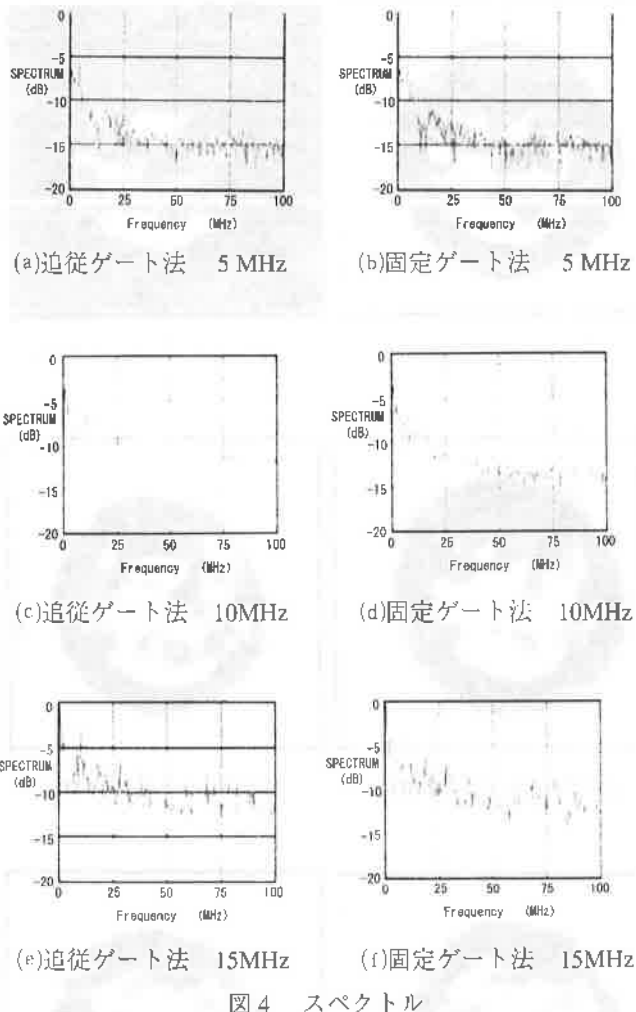


図4の(a), (b)では-5 dB付近からスペクトルの減少がはじまり15MHz付近で-17dB付近まで急激に減少していく。その後は±3 ~ ±5 dB程度の振幅を保持しながら-15dB付近に収束している。

(c), (d)においては7 MHz付近に小さいピークが存在している。その後緩やかに減少し-12~-14dB付近に収束している。多少の振幅が見られるものの、(a), (b)と比較した場合その振幅は小さく、特に(c)においては非常に小さい。

(e), (f)では周期的にピークが現れながら緩やかに減少している。50MHz付近ではピークが存在しないか存在しても5 MHz, 10MHzの場合に比べて小さい。

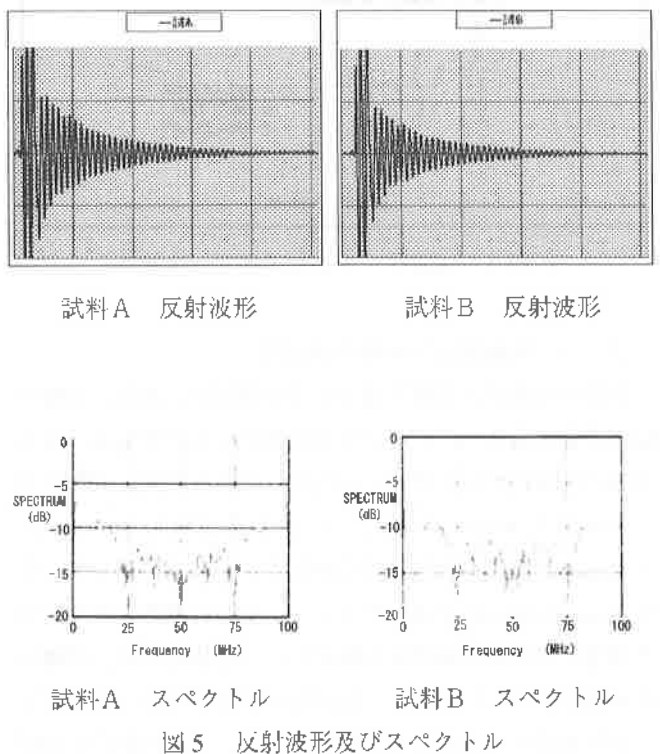
(a)~(f)においては、追従ゲート法と固定ゲート法によって得られた各周波数のスペクトルは類似しており、今回の試料に対してはゲートの設定方法の差異は認められなかった。これは表面の凹凸が少ない試料であることが要因であると考えられる。

また、(a)~(f)よりスペクトルの減衰率は探傷周波数に反比例しているが、ゲートの設定方法による影響は見られない。図3において探傷周波数が高くなると映像の明瞭さが失われてくることが確認されており、スペクトルの減衰率

と探傷画像の明瞭さとの間に相関関係が認められる。このことから、反射波形のスペクトルが急激に減衰しているほど適正な探傷条件であることが推定できる。

3-2 反射波形に及ぼす塗膜の密着性

図5は試料A, 試料Bの反射波形とスペクトルを示す。



両者のスペクトルは、いくつかのピークを出現させながら急激に減少し、25MHz付近で最小値をとり-20dBに達する。その後50MHz付近と75MHz付近で最大の減少を見るものの、-13dB付近の値をとる。そして、75MHz以上では増加に転じ、95MHz付近で約-3 dBのピークをとる。また、ピークの高さや間隔等においても試料A, Bのスペクトルはほぼ一致している。すなわち、本実験条件での超音波探傷装置による探傷では、得られる画像、波形及びスペクトルの差異が見られなく塗膜の密着性の判定は困難であることがわかった。

4. 結言

素材表面直下の欠陥の探傷精度の向上を目的として、探傷周波数及びゲート設定方法の探傷結果への影響を検討した。その結果以下のことがわかった。

- (1) 周波数 5 ~ 15MHzの探傷条件では、5 MHzのとき最も明瞭な探傷結果が得られた。また、固定ゲート法と追従ゲート法による影響は見られなかった。
- (2) 密着性が異なる塗膜試料についての探傷では、その波形

及びスペクトルを比較検討したところ、本実験条件では両者の反射波形及びスペクトルに差異は認められず、密着性の違いは反射波形に影響しないことがわかった。

参考文献

1) 宮川和幸, 斉藤修, 大柴勝彦: 山梨県工業技術センター研

究報告, 第12号, P108, (1998)

2) 日立建機株式会社: 日立超音波探査映像装置

AT, mi-scopeシリーズ 上級編テキスト, P4-8

3) 日立建機株式会社: AT測定の手引き, P13-15

4) 為広重雄, 植木憲三: 塗料と塗膜, 大日本図書 (1970)