

(I-59) 超音波斜角探傷法で面状欠陥を探傷する際の反射波の指向性と欠陥エコー高さに関する検討

武蔵工業大学 白旗 弘実

1 はじめに

溶接継ぎ手の品質管理に超音波探傷試験が適用されてきている。その一方で超音波探傷試験の適用性に関する検討もおこなわれてきた。超音波探傷試験を適用するにあたり、検出性に差が出るのは割れなどの面状欠陥である。面状欠陥では入射超音波は鏡面反射され、反射波は指向性をもっている。そのため一探触子法では探触子で受信される散乱波が必ずしも得られないことがある。

本研究では送信周波数を JIS で定められている 2MHz と 5MHz の 2 つの場合とし、ほかのパラメータは同一とし、面状欠陥エコー高さがどのくらい変化するかを実験、有限要素法による数値シミュレーションで検討した。

2 突き合わせ溶接継ぎ手試験体に対する実験

図-1 に示すような V 開先をもつ突き合わせ溶接継ぎ手試験体を作成し実験をおこなった。溶接条件を人為的にかえることで、試験体は中に高温割れを含んでいる。実験終了後に試験体を切断し断面の写真を撮った。断面のマクロ写真を図-2 に示す。この試験体に入射角度 45 度で超音波を送信し、高温割れからのエコーを探した。図-3(a) は周波数 2MHz のときの A スコープ像である。図-3(b) は周波数 5MHz のときの A スコープ像である。横軸は超音波のビーム路程を、縦軸はエコー高さをあらわしている。図-3(a),(b) においてビーム路程 80mm のところにエコーが見られる。幾何条件から溶接ビードからのエコーであることがわかる。ビーム路程 65mm の位置にエコーが見られるが、このエコーは高温割れからのエコーであると考えられる。

周波数 2MHz のときと 5MHz のときを比べる。5MHz のときは、欠陥からのエコーが小さかったの

ので探傷器の増幅をあげなければならなかった。周囲

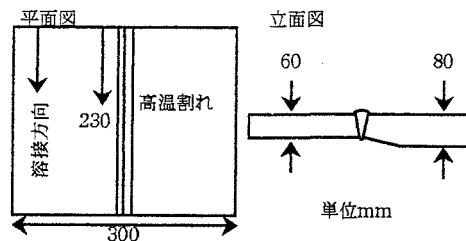


図 1: 突き合わせ溶接継ぎ手試験体

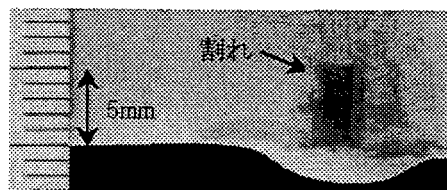


図 2: 高温割れ部分の断面マクロ写真

の雑音とビードからのエコーが 2MHz のときと比べて高く表示されている。

高温割れからのエコーの伝播経路として図-4 に示すものが考えられる。割れ、底面で面反射され探触子へもどっていく経路である。そのため、実験で得られた高温割れからのエコー高さは入射超音波の指向性の影響を受けられる。本研究ではこのような経路をとるエコーを疑似コーナーエコーと呼ぶことにする。

3 数値シミュレーションによる検討

スリット状の垂直な面状欠陥が板内部にあり、これに超音波を送信したときの波動伝播の様子の数値シミュレーションをおこなった。モデルを図-5 に示す。これは厚さが 10mm で、内部に幅 0.25mm、高さ 3mm のスリットが含まれている板をモデルとしたものである。スリットの底面からの距離は 3mm とした。このモデルに入射角 45 度、周波数を 2MHz、5MHz としたときに欠陥からのエコー高さがどのくらい変わるのか検討をおこなった。6dB ドロップ法で求めた入射ビーム幅は 8mm である。このモデルに対

キーワード: 超音波探傷, 面状欠陥, 反射指向性

連絡先: 〒 158-0087 世田谷区玉堤 1-28-1 電話 03-5707-2224 FAX 03-5707-2224

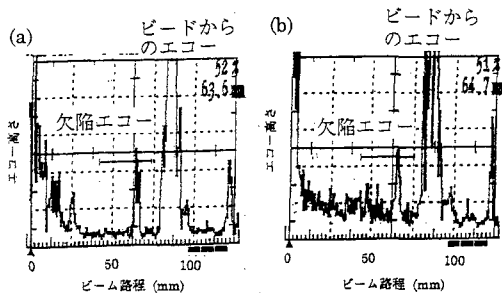


図 3: 高温割れ探傷時の A スコープ, 周波数 (a)2MHz,(b)5MHz

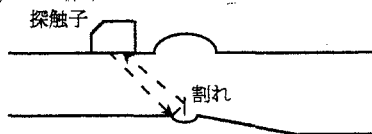


図 4: 欠陥エコー伝播経路

して,8mm の入射ビーム幅では, 探触子で疑似コーナーエコーが受信できるほど十分な長さである。

はじめに疑似コーナーエコーが最大となる探触子の位置を求めた。図-5 に示すように入射中心がスリットの下端部に向かっている場合 (a) とスリット直下の底面に向かっている場合 (b), そこからさらにスリットから 3mm 離れた場所に向かっている場合 (c) において疑似コーナーエコー高さを数値シミュレーションにより求めた。(a),(b),(c) それぞれの場合のエコー高さを図-5 に示す。(b) の場合がもっとも疑似コーナーエコーが高くなることがわかった。

つぎに,入射波の中心を (b) 点にくる位置とし, 周波数を 2MHz,5MHz とし数値シミュレーションをおこなった。得られた疑似コーナーエコー高さを表-1 に示す。エコー高さは直径 4mm の円孔からのエコー高さに対する相対高さである。周波数が 2MHz のときのほうが 5MHz のときよりも 4dB 高いことがわかる。図-6 は疑似コーナー反射された波が探触子の方向へもどっていくときの変位ベクトル図である。(a) は周波数 2MHz,(b) は周波数 5MHz の場合である。周波数 2MHz のときのほうが 5MHz のときよりも疑似コーナーエコーとして探触子方向へもどっていく波が強いことがわかる。前節の実験で 2MHz のときのほうが割れからのエコーが高かったのは反射波の指向性によるものである。

4 おわりに

実験と数値シミュレーションで底面近傍に位置する面状欠陥の疑似コーナーエコー高さは送信波の周波数を 2MHz としたときのほうが 5MHz のとき

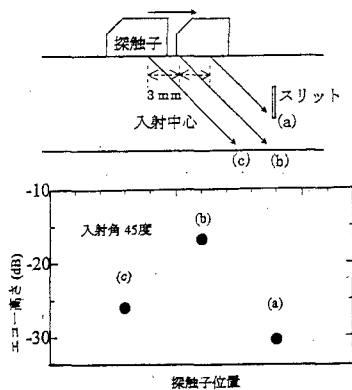


図 5: 入射中心位置と疑似コーナーエコー高さの関係

表 1: 周波数と疑似コーナーエコー高さの関係

周波数	2MHz	5MHz
エコー高さ	-16dB	-20dB

よりも高いことが示された。超音波探傷試験で面状欠陥を検出するには周波数を 2MHz としたほうが 5MHz よりも有利である傾向がうかがえる。今後は面状欠陥の傾きや高さを変化させ, 欠陥エコー高さに対する影響を検討していきたいと考えている。

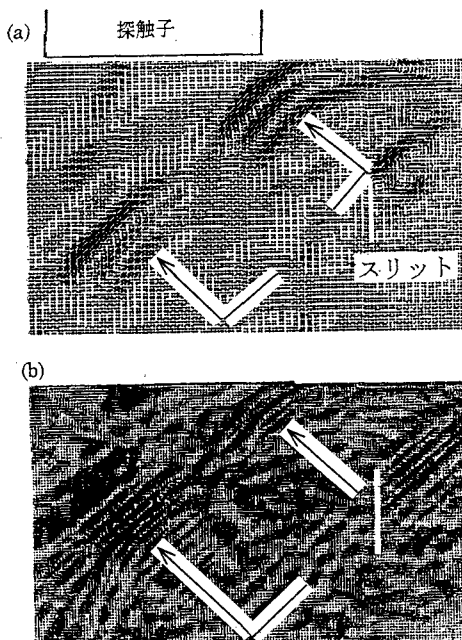


図 6: 疑似コーナー反射波が探触子にもどっていくときの変位ベクトル図,(a)2MHz,(b)5MHz