

I - A55

突き合わせ溶接初層に発生する
欠陥形状識別の試み

武蔵工業大学 正会員 白旗弘実

1. はじめに

鋼橋主桁の現場溶接の品質管理に超音波探傷試験の適用が検討されている。溶接欠陥の中でも高温割れ、融合不良などの面状欠陥は構造物の疲労、強度に大きな影響を及ぼすので確実に検出しなければならない¹⁾。一探触子法の超音波探傷試験による面状欠陥の検出は欠陥で反射された波が強い指向性をもっており、探触子で受信できるとは限らないので困難といわれている。

高温割れは溶接初層に発生しやすく V 開先溶接においては裏波近傍に位置することになる。溶接面から探傷を行うと、裏波形状エコーの影響で欠陥エコーの受信がさらに困難になることがある。そこで本研究では初層にある欠陥を溶接裏面から探傷するという観点で入射角の大きい斜角縦波を適用することを試みる。ここでは有限要素法動弾性解析に基づいた数値シミュレーションにより、検討を行った。

2. 数値シミュレーションモデル

数値シミュレーションモデルを図-1(a)に示す。これは厚板現場溶接の溶接初層に発生する高温割れをモデルとしたものである。高温割れをモデルとしたスリットは探傷面から 3mm の距離にあり、スリットの幅は 0.25mm、高さは 5mm である。スリットの他に円形欠陥も対象とし、欠陥形状の識別も試みた。円形欠陥のモデルを図-1(b)に示す。この円形欠陥は探傷面から 3mm の距離に存在し、直径は 1mm である。

送信波として、ここではきわめて入射角の大きい斜角縦波を利用している。これはクリーピング波と呼ばれているものである。クリーピング波とは縦波臨界角に近い角度で入射された縦波と定義されているが、実際のクリーピング波探触子からは 80 度前後の入射角で縦波が入射される。探触子内の振動子がとりつけられたアクリル板と鋼との屈折法則を考慮すると、縦波と同時に入射角がほぼ 30 度の横波も試験体に入射される。薄板の場合、横波が探傷面と反対側の面で反射され、試験体中を伝播していく。ここでは厚板

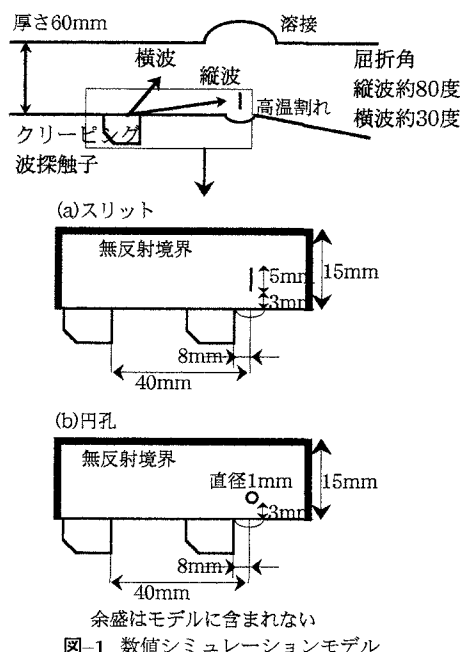


図-1 数値シミュレーションモデル

を対象としており、横波が探傷面の反対側の面で反射され、探触子位置にもどってくるには、鋼中の縦波の波速が 5800m/sec、横波の波速が 3230m/sec であり、縦波と比較すると伝播に時間がかかるので反射された横波の影響は探傷する時間域を限定することで無視できると考えられる。そこで図-1に示す上辺では、無反射境界を導入した。

実際の継手には溶接ビードが存在する。探触子を溶接部へ近づけるには余盛により接近距離が限られる。ここでは探触子の最小接近距離を 8mm と仮定した。探傷面を溶接裏側としているので、余盛形状エコーはそれほど発生しないものと考え、シミュレーションモデルには考慮しなかった。

3. シミュレーション波形

探触子と欠陥との距離を 8mm から 44mm まで、探触子を 0.5mm 間隔で走査したときの波動伝播のシミュレーションを行った。図-2は探触子と欠陥の距離

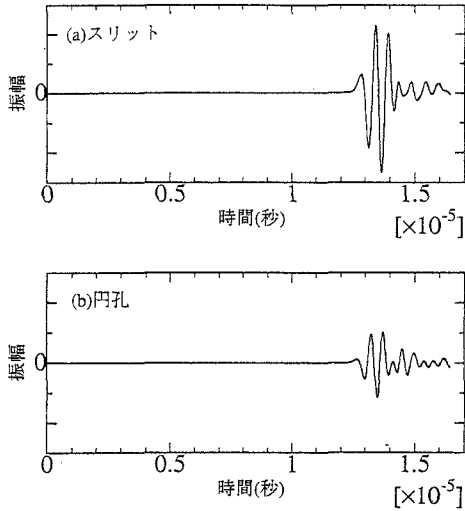


図-2 シミュレーション波形 (a) スリット、(b) 円孔

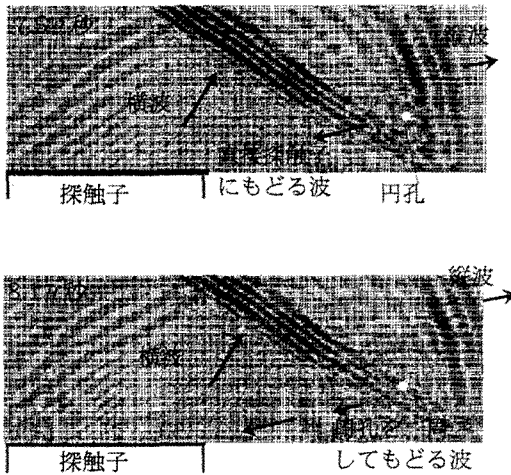


図-3 クリーピング波伝播の数値シミュレーション(円孔)

が18mmのときの探傷波形である。図-2(a)はスリット、(b)は円孔の場合である。

図-2(a)のスリットの場合、12.5 μ 秒に大きなエコーが得られている。図-2(b)の円孔では12.5 μ 秒にエコーが得られているが14.5 μ 秒にもエコーが見られる。14.5 μ 秒で得られたエコーがどのように発生したのか調べるために変位ベクトルを図-3に示す。図-3は円孔の場合である。図-3において、7.5 μ 秒は入射波が円孔に到達する直前、8.1 μ 秒は円孔で波が散乱されているときのものである。図-3の8.1 μ 秒の変位ベクトル図から入射波の一部は円孔の周りを一周し、探触子にもどっていく波であることがわかる。これに対し、図-4のスリットの場合において、入射波はスリット

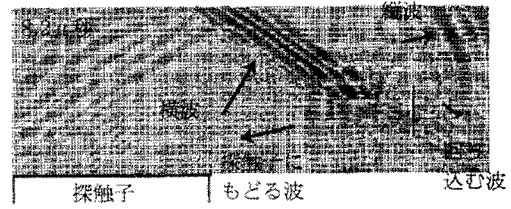
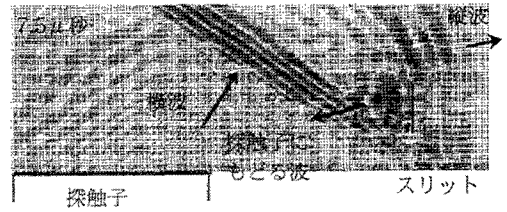


図-4 クリーピング波伝播の数値シミュレーション(スリット)

トに垂直に近い角度で入射する。反射波の指向性として、スリットで面反射される方向が強い。しかし、入射波は探傷面に垂直な方向に大きく広がっているため、スリット端部からの無指向性の反射波も発生し、探触子で受信することができる²⁾。スリットの場合も、図-4の8.2 μ 秒においてスリットを回り込む波が見られる。しかし、スリットで直接反射され、探触子で受信される波のほうが強いので、円孔のときほど明確に現れていない。図-3で示されたような円孔を回り込むエコーが存在することがわかれば、図-2に見られるように、探傷波形からだけでも面状欠陥、円孔欠陥を区別できるといえる。

4. まとめ

斜角縦波を用いて溶接裏側から探傷し、面状欠陥と円孔欠陥の識別を試みた。縦割れ欠陥に対して入射波は垂直に近い角度で入射し、大きく広がるので、反射波を探触子で受信することができた。円孔欠陥を回り込むエコーが存在することを示し、これを利用して、面状欠陥と区別できると考えている。

参考文献

- 1) 三木 千壽, 成宮 隆雄, 森下 統一, 加藤 昌彦: 自動超音波探傷システムの板継ぎ溶接部品質保証への適用性の検討, 鋼構造論文集 Vol.1, No.4, pp.105-117 December 1994.
- 2) 福原 照明: 傾斜した円形反射源の反射指向性, 非破壊検査 Vol.36, No.7, pp.841-849, 1971.