

I-232 超音波縦波表面波を利用した簡易き裂検出装置の開発

三菱重工業 正員 梶本 勝也, 同 正員 江草 拓
同 八島 実, 同 氏原 隆澄

1. まえがき

橋梁など、繰返し荷重を受ける鋼構造物では長期間の使用により疲労き裂が発生することがあり、そのうち多くは溶接継手の止端部等を起点として表面き裂の形態を呈して進展している。一方、これら鋼構造物の供用中検査は主として目視検査に依存しているが、疲労き裂の開口度は小さく、さらに塗装が施されている等のため相当に大きく進展したき裂でないと見落とす危険性が大きかった。このため、磁粉探傷試験、浸透探傷試験および超音波探傷試験（横波斜角探傷法）などが適用されることがあるが、溶接止端部では疑似模様やノイズエコーを生じ易い上に、塗装の除去処理など検査に多大な時間を要するという問題があった。

このような問題点を解決するため、本研究では新たに超音波の縦波表面波に着目し、種々のき裂検出試験を行った。その結果本方法は従来法に比べて止端部からのノイズエコーが極めて小さく、判定の容易化と高精度化が計れることが判明したので、これを利用した小型・軽量の簡易き裂検出装置を試作してみた。

2. 縦波表面波法によるき裂検出試験

図1に縦波表面波法の探傷原理を示す。振動子で発生させた縦波を適当角度で被検物に斜めに入射させると、表層部を進行する縦波が得られ、これを用いて表面き裂の検出を行うものである。一般に表面波と呼ばれるレーレ波は被検物表面に対して垂直方向に振動するのに対し、縦波表面波は平行方向に振動するために表面状況に起因するノイズエコーが小さいという特長がある。

き裂検出試験として、まず板厚24mmの軟鋼材に0.2mm幅のき裂状表面スリットを設けた平板試験片について基礎的試験を行った。なお、試験においてはスリット深さおよび塗膜厚さを種々に変化させた。

図2にスリット深さを变化させた試験結果を示す。スリット深さが0.5mm程度のものから明瞭な欠陥エコーが認められた。欠陥エコー高さはスリット深さとともに大きくなるが、ある程度以上のスリット深さになると飽和する傾向になる。

図3に塗膜厚さを变化させた試験結果を示す。塗膜厚さが100 μmでは、かえって欠陥検出感度が高くなる傾向が認められた。これは塗装面の方が黒皮のままに比べて表面が滑らかで、探触子との接触状態が良くなるためと考えられる。それ以上の塗膜厚さになると次第に欠陥検出感度は低下して行くが、厚さ500 μm程度まではさほど問題なく塗装上からの検査が行えることがわかる。

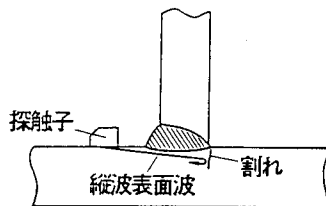


図1 縦波表面波法の探傷原理

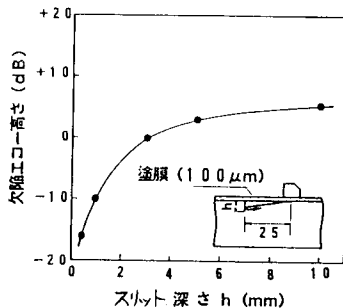


図2 スリット深さと欠陥エコー高さの関係

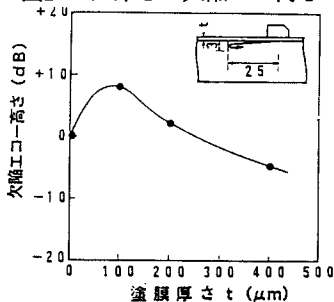


図3 欠陥検出感度に及ぼす塗膜厚さの影響

次に、実際の疲労き裂による検出試験として、図4に示すようなスチフナ付きの溶接試験体を製作して疲労試験を行った。疲労試験は油圧サーボ式疲労試験機を用い、荷重範囲15 Ton の片振り引張条件下で行った。試験においては、前述の縦波表面波による方法のほかに、磁粉探傷試験法(MT)および浸透探傷試験法(PT)も併用し、所定の繰返し数ごとに疲労き裂発生の有無を調べた。

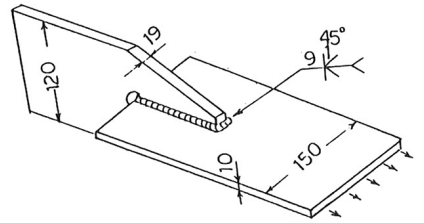


図4 溶接試験体の形状寸法

その結果、繰返し数が 7.8×10^5 回に達したとき、図5に示すように縦波表面波法による探傷で明瞭な欠陥指示がスチフナ先端のまわし溶接止端部に認められた。このときMTおよびPTによる探傷では、止端部における疑似模様のため明瞭な欠陥指示とは確定することができなかった。

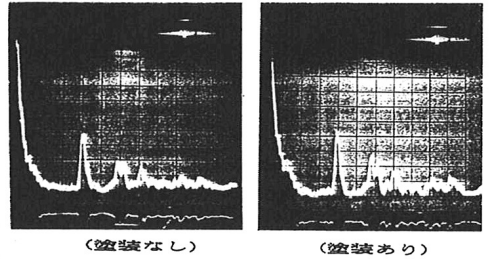


図5 縦波表面波法による探傷結果

この時点で疲労試験を終了とし、試験体を低温度に冷却して脆性破壊により疲労破面を露呈した結果を図6に示す。表面長さが約6mm、深さが約1mmの疲労き裂がまわし溶接止端部に発生しており、深さが1mm程度以上の疲労き裂であれば縦波表面波法により十分検出しうるということが明らかになった。

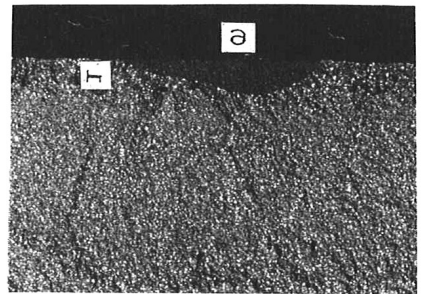


図6 検出された疲労亀裂破面

3. 簡易き裂検出装置の試作

以上に述べたき裂検出試験結果から、縦波表面波法は実構造物に発生する疲労き裂を検出する上で、有効な手法となりうるということが明らかになった。そこで、これを利用した簡易き裂検出装置を試作してみた。なお、橋梁などに代表されるように供用中検査は高所、狭い個所での作業になることが多いことから、試作にあたっては下記の点にとくに留意した。

- (1) できうるかぎり小型・軽量なものとする
- (2) 誰でも手軽に使える簡易な装置とする。
- (3) 深さ1mm以上のクラックが確実に検出できること。
- (4) 塗装を剥さなくても検査が行えること。

その結果、図7に示すようにポケットに十分入りうる大きさの装置を試作することができた。実際の検査においては、探触子を溶接止端部近傍に当てるのみで、き裂の有無とき裂位置が表示されるようになっている。したがって、検査者はとくに専門的知識や経験を必要としない。また(3)、(4)についても、供用中の橋梁やクレーンなどのき裂検査に実際に適用し、ほぼ所期目標どおりの性能を発揮することを確認できた。

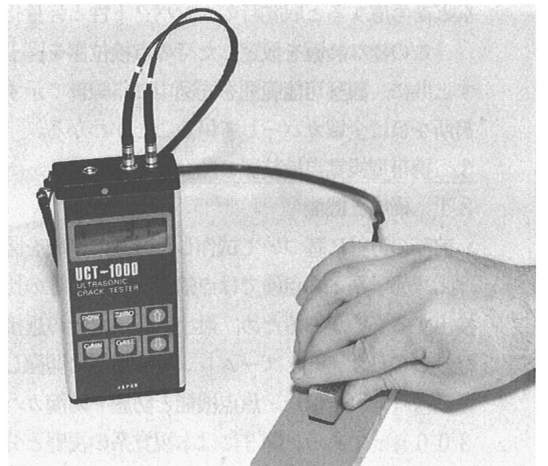


図7 簡易き裂検出装置の概観