

超音波アレイ探傷システムを用いた鋼板裏面の損傷の画像化

東京工業大学 学生会員 ○Worawit Padungsriborworn

東京工業大学 正会員 廣瀬 壮一

1. はじめに

近年、道路橋の点検において目視困難な部位に経年劣化による損傷が報告されており¹⁾そのような損傷が進行すると構造崩壊などの重大な事故を招く危険性がある。そこで重大事故を回避するため維持管理に適した非破壊検査技術が必要とされている。

本研究では、図1に示すようなコンクリートに埋め込まれた鋼材腐食を早期探知できるような非破壊検査技術の開発における基礎研究として、斜角超音波アレイ探傷システムを用いた鋼板裏面における損傷の画像化について検討する。

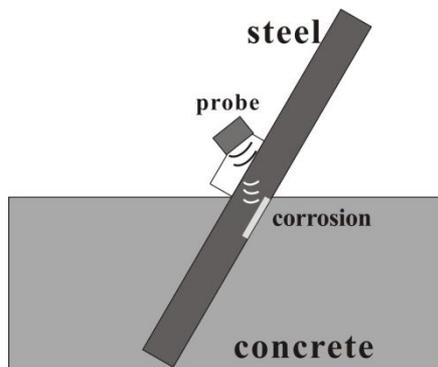


図1 鋼板埋込部における腐食検出応用例

2. 実験方法

図2のように、厚さ22mmのSS400の鋼板の裏面に長さ20mm、深さ5mmの人工的な損傷を作成し、その損傷部位の斜角超音波アレイ探傷による画像化を試みた。鋼板の長さは全長760mmと十分長く、両端での超音波の反射波は探傷結果に影響しない。また、奥行の幅は75mmであるが、奥行方向には損傷部位は一定の形状を保っており、探傷は2次元断面で行われていると考えてよい。

実験で用いた探傷装置は、最大256素子までの任意の二つの素子による超音波の送受信が可能である。本研究では周波数2MHz、素子サイズ0.4mm、素子間隔0.5mmの64個の素子からなる1次元アレイ

探触子を使用した。したがって、一度の実験で、 $64 \times 64 = 4096$ 個の波形データを取得できる。探触子は図2に示すように、角度 22.5° のポリスチレン製ウェッジの斜面に固定し、損傷部位の左端からウェッジの左端までの距離 l を変化させて波形を収録した。

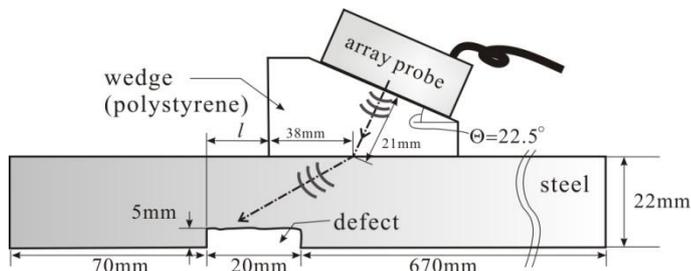


図2 アレイ探触子による斜角超音波探傷

3. 波形及び開口合成画像

図3は、 $l=10\text{mm}$ にウェッジを設置し、64素子の内の1~50番目の各素子で送受信したパルスエコー波形を素子の順番に並べたものである。素子1は図2の左上に位置し、素子64は右下にある。図3の左上から右下に並んだ波形群が等間隔で計測されているが、これらは鋼板の上下面における多重反射波である。一方、それらの反射波の間に出現している小波が損傷部位からの反射波である。例えば、波形到達時間より、 $t=32\sim 35\mu\text{sec}$ 辺りで素子2~5のパルスエコー波形に見られる小波は損傷部位の左上部分からのP波の反射であり、 $t=40\mu\text{sec}$ 前後で素子24~35の波形に見られる小波は損傷部位の右下からのS波のコーナーエコーであることが推定される。これらの反射波に開口合成法²⁾を適用して損傷部位の画像化を行った。

開口合成法により画像化した範囲は損傷部位を中心に凡そ縦15mm、横40mmの領域である。図4は、ウェッジ位置を $l=10\sim 40\text{mm}$ とした場合で、鋼板内を音速6060mのP波が伝搬すると仮定して得られた開口合成画像である。図中の点線は鋼板裏面の形状を

示す。損傷部位の左側には画像の指示が見られるが、右側の画像は $l=10\text{mm}$ を除いて不明瞭である。また、 l が大きくなると左側を含めて画像が不明瞭になってくる。図 5 は、鋼板内を音速 3320m の S 波が伝搬すると仮定して得られた開口合成画像である。損傷部位の右側あるいは上部に画像の指示が見られる。なお、損傷部位の左側にある画像指示は l が大きくなると明瞭になっているが、これは周辺境界からの反射波による虚像である可能性が高い。また、図 4, 5 のいずれにおいても $l=40\text{mm}$ の場合は周辺境界からのノイズが大きくなり、画像にもその影響が見られる。

4. おわりに

超音波アレイ探傷システムを用いた鋼板裏面における損傷部位の画像化を試みた。当然ながら斜角探傷においてはアレイ探触子の最適な位置によって得られる画像の精度が大きく異なる。精度を向上させるには様々な位置で得られたデータを再合成することも考えられる。また、鋼板内には P 波のみならず S 波も伝搬するため、開口合成法においてはモード変換を考慮すべきであると言える。

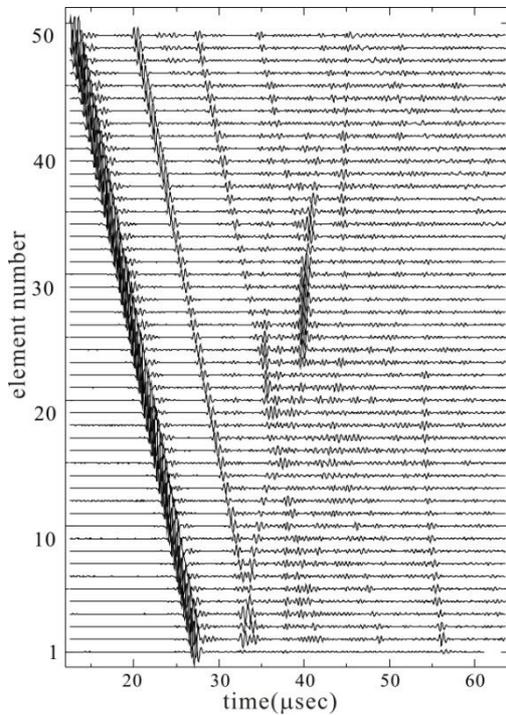


図 3 1 番目から 50 番目の素子によって計測されたパルスエコー波形 ($l=10\text{mm}$ の場合)

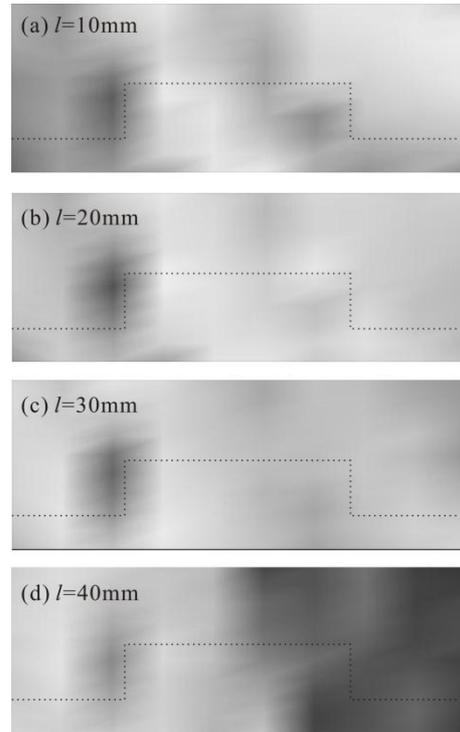


図 4 鋼板内を P 波が伝搬すると仮定して得られた開口合成画像。ウェッジ位置 $l=10\sim 40\text{mm}$ の場合。

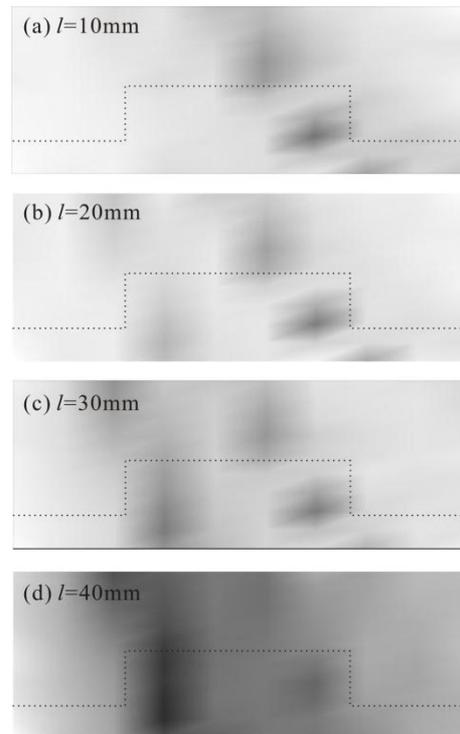


図 5 鋼板内を S 波が伝搬すると仮定して得られた開口合成画像。ウェッジ位置 $l=10\sim 40\text{mm}$ の場合。

参考文献

- 1)木村嘉富他:土木研究所平成 21 年度重点プロジェクト研究報告書戦略研究 No.戦 39、2009.
- 2)木本和志他:応用力学論文集 vol.7, 2004, pp.91-96