

I-PS 12

超音波探傷法における内部欠陥からの反射波形特性と欠陥検出精度向上に関する研究

(株)中神土木設計事務所 正員 本間美樹治
 (株)サクラダ 黒田 隆博
 北見工大 正員 大島 俊之
 北見工大 正員 三上 修一

1. まえがき

鋼構造部材の内部欠陥を精度良く評価手法開発の必要性から超音波探傷法が非破壊検査に用いられている。特に最近の溶接部の高精度な品質管理に対する要請から内部欠陥の検出精度の向上は必須の問題となっている。また、超音波の内部欠陥周辺での反射、散乱の影響についても同時に解析する必要がある。著者らは鋼構造部材中に人為的に配置した微小欠陥を超音波探傷法により検出し、画像処理する際に、画像結果に影響する種々の因子に着目し、これらの影響の程度を実験的に解析した。¹⁾ 本研究では鋼板中に穿孔による微小欠陥モデルを作製し、微小欠陥周辺からのエコー波形をワークステーションを用いた三次元処理から欠陥検出精度向上に関する波形特性について検討を行ったので報告する。

2. 実験概要

実験に用いた計測システムは図1に示すような超音波探傷映像装置(AT5000、日立建機(株)、1989年)と超音波波形解析装置である。この超音波探傷映像装置は、超音波探傷器、自動走査装置、データ処理装置、画像処理装置から構成される。超音波波形解析装置は、サンプルレート500MSample/sec、垂直軸の分解能10ビット、垂直軸の周波数帯域300MHz、FFT(高速フーリエ変換)計算機能を有するデジタル・ストレージ・オシロスコープ(DSO)を用いた。供試体は、9mmの鋼板に穿孔角度 ϕ (90°、75°、60°)、穿孔深さh(5mm、3mm、2mm)、ドリル孔の間隔(1mmのドリル孔、中心間隔約2mm)を変えた図2のような12種類の欠陥モデルである。ここでは内部欠陥の傾斜による影響を比較するために供試体A、D、Gについて検討を行う。これらの欠陥モデルを超音波探傷することにより強度データ画像と路程データ画像が得られる。図3に供試体A、D、Gの強度データ画像を示す。超音波探傷による測定は、欠陥中央に焦点を合わせ、ゲート位置を表面波の直後から底面波までに設定し、ゲート設定範囲内にある反射波形について画像処理と波形解析を行った。

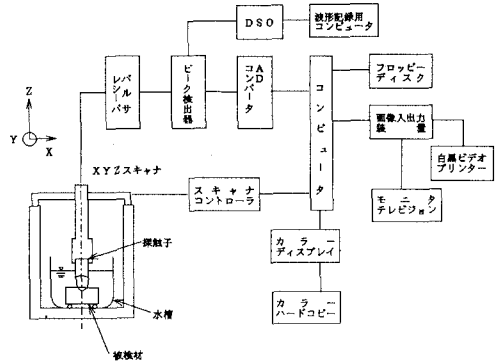


図1 測定システム

Type I	ϕ (°)	h (mm)	Type II	ϕ (°)	h (mm)
A	90	5	J	90	5
B		3	K		3
C		2	L		2
D	75	5	Type I		
E		3			
F		2			
G	5	Type II			
H	3				
I	2				

図2 供試体

超音波探傷による測定は、欠陥中央に焦点を合わせ、ゲート位置を表面波の直後から底面波までに設定し、ゲート設定範囲内にある反射波形について画像処理と波形解析を行った。

3. 欠陥の傾きが探傷画像に与える影響

ドリルによる穿孔角度を変えた供試体A、D、Gについて画像の比較を行うとドリル先端の部分の形状は供試体Aを基準に比較すると供試体Gでは一部分判別できる程度に精度が悪くなっている。次に、傾斜面については傾きが大きくなるに従って左側の黒い影の部分が大きくなる傾向がみられる。これは超音波探触子方向への反射波の振幅が小さいためと考えられる。このことは同時に測定している路程データ画像には反射

面の存在を示す画像が得られていることからわかる。これらを考慮すると探傷画像から欠陥の大きさ、傾きの方向に関する欠陥の評価することが可能である。

4. 傾斜面エコーの特性

超音波探傷において反射面が傾きが大きくなると欠陥の端部が主体となり欠陥面からの反射が得られない

ことから測定精度を悪くする事が知られている。ここでは、図3の探傷画像の欠陥中央部を左方向から右方向に反射波形を記録し、その波形をワークステーション（EWS）によって三次元処理を行い傾斜面での反射波形の特性について検討を行った。EWSによる三次元処理は、コンピュータ・グラフィックス（CG）ソフトのPV-WAVEを用いて行った。三次元処理は陰線処理とシェーディング処理をした。座標はx軸方向を經過時間時間（ $2.048\mu s$ ）、y軸方向を測点移動距離（ピッチ0.05mm、移動距離約4mm、軸の手前側が図3の探傷画像の左側と一致）、z軸方向を振幅（mV）として表示した。図4、5に供試体D、Gの反射波形を三次元処理をしたCGの写真です。EWS上では、この図形をあらゆる角度に回転して検討することが出来る。この図4、図5では、供試体の左側傾斜面からの反射波形の様子が見やすい位置になっている。図中の波形の左側にある大きな波形は、欠陥からの反射波（界面波）で、右側の大きな波は底面からの反射波（底面波）である。傾斜面からの反射波形に着目して両図を比較すると図4の傾斜角度が 70° の供試体Dは傾斜面からの反射波が見られる。図5の供試体Gについても傾斜面からの反射波が見られる。しかし、図4の場合とは異なり、底面波と界面波の間を結ぶように、また界面に近づくほど振幅が大きくなっている反射波がわかる。

これは傾斜面の影響で減衰しているが探傷探触子方向に反射している反射波があるためと考えられる。 70° の傾斜面からの反射波形が一定の位置に現れる。この反射波形の現れる時間が入射超音波が傾斜面で反射しモード変換したS波の到達時間とほぼ一致することから反射波はS波である事が考えられる。

5. あとがき

超音波探傷法における傾斜面を持つ欠陥の探傷画像に関する評価の可能性とEWSによる三次元処理手法により傾斜面から得られる波形の特性について検討を行った。

- 1) 菅原、三上、山崎、大島：波形解析を応用した超音波探傷法の微小欠陥検出精度向上に関する研究、構造工学論文集Vol.38A、1992.3、p405-412.

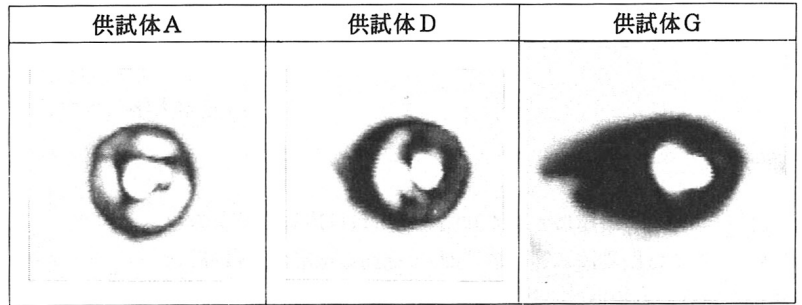


図3 超音波探傷画像（Pitch 0.05mm、Scale \longleftrightarrow .8mm）

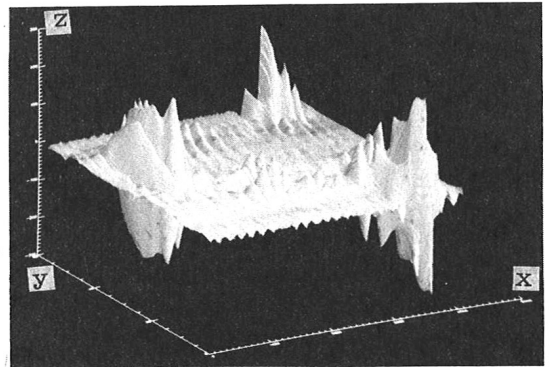


図4 三次元処理画像（供試体D）

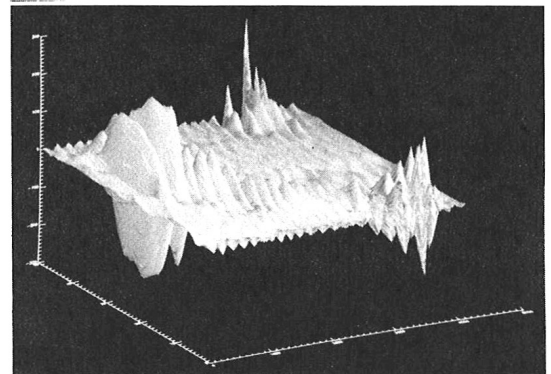


図5 三次元処理画像（供試体G）