

I-395

画像処理を応用した切欠き周辺の塑性域進展の解析

北見工業大学 正員 山崎智之  
 北見工業大学 正員 菅原 登  
 北見工業大学 正員 大島俊之  
 北見工業大学 正員 三上修一

1. まえがき

亀裂を有する構造物が、健全性を保持して供用に耐えうる期間、または補修をしなければならない時期などを評価する上で、重要な要因として、亀裂周辺部の弾塑性解析や、塑性域進展の状況を把握することが不可欠である。すなわち、強度評価の精度は塑性域の進展に大きく影響される。これまで、筆者らは超音波探傷装置を用いて、鋼材にV型切欠きを設けたテストピースについて破壊プロセスゾーンの追跡や、鋼材に人為的に設けた内部欠陥を検出するための実験を行ってきた<sup>1), 2)</sup>。

本研究では、引張荷重を作用させたV型切欠きを有する鋼材に対して、超音波パルスエコー法による探傷実験を行い、切欠き周辺の応力集中による塑性域の広がりや、切欠き角度の違いによる影響について画像処理による追跡実験を行った。

2. 実験の概要

実験に用いた超音波探傷映像装置(AT5000、日立建機株、1989)の主要構成を以下に示す。

- 探触子(焦点型垂直探触子 水浸式 周波数25MHz)
- 自動走査装置(直行座標型3軸スキャナー)
- 画像処理装置(Cスコープ)

また、供試体はSS41鋼材(280×80×6mm,降伏点3100 kg/cm<sup>2</sup>)の両側端面にV型切欠き(切欠き深さ20mm)を持ち、切欠き角度 $\theta$ を10°, 14.25°, 30°, 60°, 90°にしたものと、幅2mmのスリット(深さ20mm)を持つもの6種類を製作した。実験は、水槽中に荷重装置をセットして供試体長手方向に引張荷重が作用する荷重実験を行った。それと同時に1tf毎に荷重を止めて超音波探傷実験を行い、強度データ(超音波エコー強度)及び路程データ(超音波反射位置)による画像処理を行った。また、理論値として有限要素法による応力解析を行い、実験によるデータと比較検討した。

3. 実験結果

図-1は切欠き角度 $\theta$ が10°, 30°, 90°の供試体にお

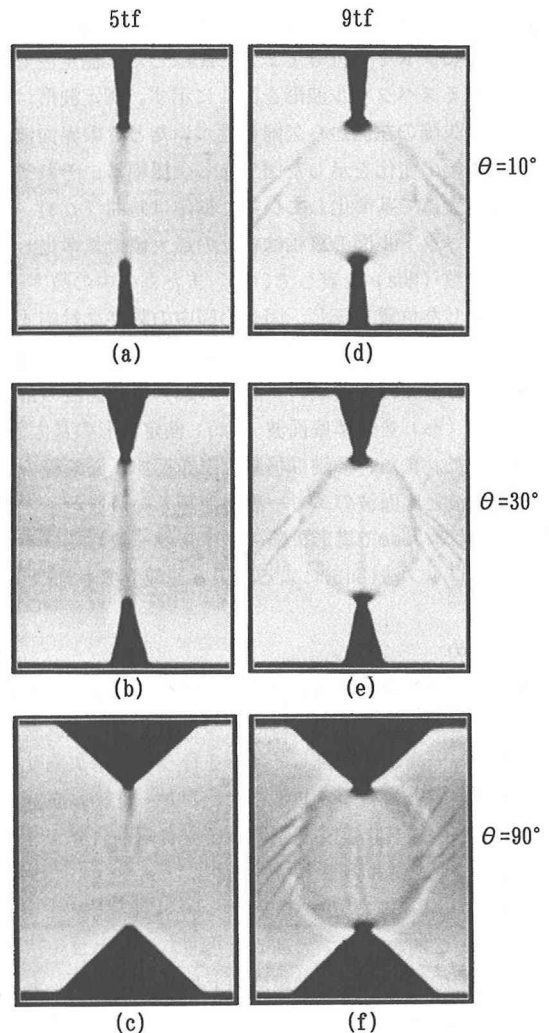


図-1 探傷画像の一例

(60×82, pitch 0.2mm, scale 1→9.6mm)

ける探傷画像の一例で、(a),(b),(c)は載荷荷重が5tf、(d),(e),(f)は載荷荷重が9tfの場合である。図-2は有限要素法による応力解析結果の一例で、切欠き角度 $90^\circ$ について各荷重段階の塑性域の範囲を示している。図-3は切欠き角度 $14.25^\circ$ の供試体に、荷重9tfを載荷した場合の画像処理における路程データをもとに256階調に数値化し、プロットしたものである。

#### 4. 考察

- ①荷重増加にともない画像に現れる変化の様子は、有限要素法により計算した塑性域( $3100\text{kg}/\text{cm}^2$ のライン)変化の傾向と同様であるが、その範囲は画像の方が多少小さい。画像に現れた変化は、塑性ひずみによる材質の変化及び供試体表面の凹凸などによる影響であり、降伏点応力より進んだ応力段階( $3200\sim 3300\text{kg}/\text{cm}^2$ )に対応すると考えられる。
- ②応力集中により塑性ひずみが生じる初期段階(荷重5tf)では、切欠き角度が小さいほど塑性ひずみの分布している範囲が広い。すなわち、切欠き角度が小さいほど塑性域を生じる荷重段階は早いと考えられる。

- ③切欠き部分を除いた断面( $40\times 6\text{mm}$ )に対する降伏荷重は $7.44\text{tf}$ であるが、降伏荷重を越える8tf以上の荷重段階においては、切欠き角度による塑性ひずみの分布範囲にはほとんど影響がない。これは、荷重段階が進むにつれて切欠き先端の先鋭さが無くなり、類似した先端形状になるためと考えられる。 $2\text{mm}$ のスリットを持つ供試体も先端の先鋭さは無く、塑性域の広がりには切欠き角度 $90^\circ$ 、 $60^\circ$ のものと同様な変化が現れている。
- ④図-3の路程データより供試体の形状変化(板厚変化)がわかり、これらからも塑性域の範囲を知ることができる。

#### 5. あとがき

今回、塑性ひずみによる表面の変化や板厚の変化を、強度データ及び路程データによる画像結果から相対的に判断することができた。今後、これらのデータの他に、超音波の減衰や伝播速度などからより定量的に判断することや、破壊進展のプロセスについてさらに研究する予定である。

#### 参考文献

- 1)山崎、菅原、大島、三上:画像処理による破壊プロセスゾーンの追跡,土木学会第45回年次学術講演会,1990.
- 2)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,構造工學論文集 Vol.38A,1992.

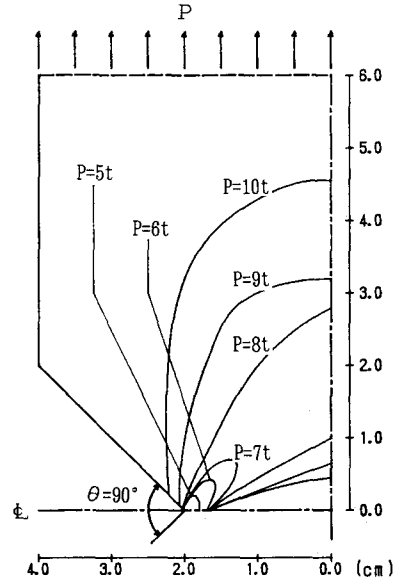


図-2 応力解析結果の一例  
( $\theta=90^\circ$ )

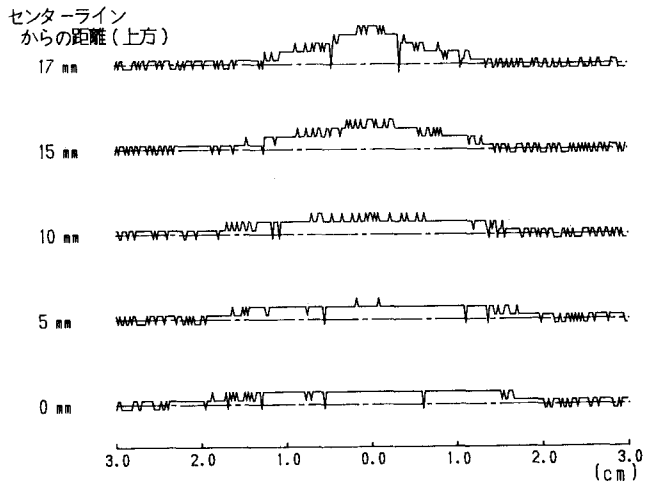


図-3 切欠き周辺部の路程データ分布の一例  
(基準線は256階調中58)