

I-100 画像処理による破壊プロセスゾーンの追跡

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

一般に構造部材の微細な欠陥は、部材の製造過程あるいは構造物の製作過程において発生するものであり、このような欠陥を有する部材で構成された構造物に外力が作用すれば、応力集中や塑性ひずみの集中を生じて欠陥が進展し、大きな損傷に発展する。したがって、構造物の安全性及び信頼性を高め、また、適切な維持管理を実施するには、構造部材内部の欠陥の検出と、応力作用下における欠陥の進展状況を知ることが課題となる。

ここでは、基礎的な研究として鋼材に人工的な欠陥を施したテストピースを用い、超音波パルスエコー法による画像処理を行った。また、負荷状態における欠陥伝播追跡の一助として、有限要素法による応力解析およびストレインメーターによる応力測定を行った。

2. 超音波パルスエコー法に用いた実験装置

超音波探傷装置の主要部分は、探触子、探傷装置、走査装置、データ処理装置などから構成され、自動走査によって測定される。その仕様は次の通りである。

●探触子（焦点型垂直探触子 水浸用）

周波数 5MHz 10MHz

焦点距離(水中) 約50mm 約40mm

●走査装置（直交座標型3軸スキャナー）

走査範囲 500×600×250mm

走査ピッチ 0.05～9.95mm (0.05mm可変)

走査速度 10～150mm/s (走査ピッチによる自動設定)

●データ処理装置

濃度表示 エコー強度を白黒256階調でCスコープ表示

カラー表示 エコー強度をカラー16色でCスコープ表示

●テストピース（図1）

V型切り欠きによる欠陥 SS41 200×67×6mm

切り欠き幅5mm，切り欠き深さ20mm

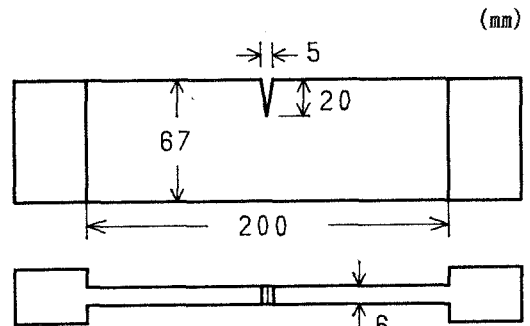


図1 テストピース

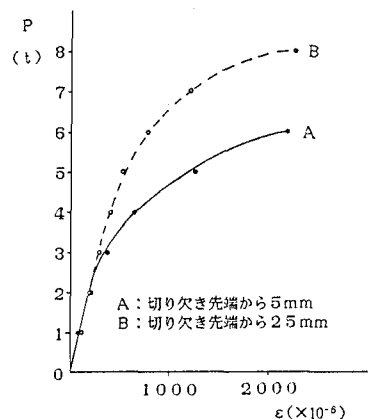


図2 ひずみ測定結果

3. V型切り欠きによる画像変化の追跡

引張応力作用下において、超音波パルスエコー法による欠陥画像の変化を追跡するため、V型切り欠きを設けたテストピースについて、ストレインメーターによる応力測定と有限要素法による応力解析を行った。

応力測定及び数値計算した結果の一部を図2、図3に示した。

図2は点A（切り欠き先端より5mm下の点）点B（切り欠き先端より25mm下の点）における荷重-ひずみ曲線である。これより、点Aでは3ton、点Bでは6ton付近より弾性限界を越えていることがわかる。また、図3は有限要素法解析により、引張荷重3.5tonの場合について降伏点応力（ 3100Kg/cm^2 ：実測値）を越えた要素を黒く塗りつぶした図である。この降伏点を越えた黒い範囲は、荷重の増加にしたがい斜め横方向に広がりを見せている。

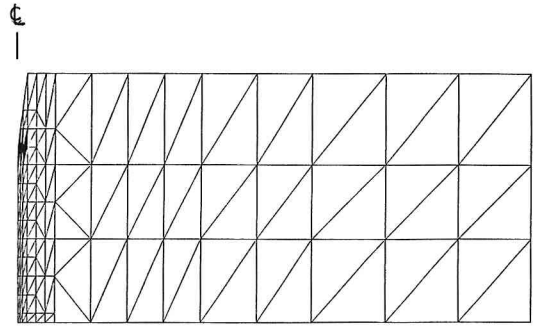


図3 要素分割

これらを、欠陥画像処理による追跡図（図4）と対比すれば、画像追跡による変化において荷重段階が多少遅れてはいるが、応力測定及び数値計算の結果と類似した傾向が推定できる。

また、図4ではノッチ先端の破壊プロセスゾーンにおいて、微小内部欠陥と思われるものが5ton付近より徐々にあらわれはじめ、これらが以後連結してノッチ先端が開口していく状況が明確に観察されている。また、これらの微小内部欠陥の出現はノッチの中央線上に分布しておらず、プロセスゾーンの複雑さを示している。

4. あとがき

従来から行われている超音波探傷法は、欠陥の有無、位置、形状、分布状況などを定性的にとらえているが、超音波パルスエコー法による画像処理の特色は、欠陥の形状や位置を定量的に検出することである。すなわち、欠陥が円形状のものであるか、あるいはクラック状のものであるか、また、欠陥がどの位の深さに存在するかなどを検出できることである。そして、定量的な情報から非破壊評価ができることにある。

今回の実験から、応力作用下における欠陥の画像は、V型切り欠きの場合には予想通りの結果が得られた。なお、画像のカラーコピーによる追跡結果については、発表当日にOHPで提示する。

参考文献

- 1) 委員会報告：土木工学における破壊力学の適用性，土木学会論文集，第380号／I-7，1987.4.

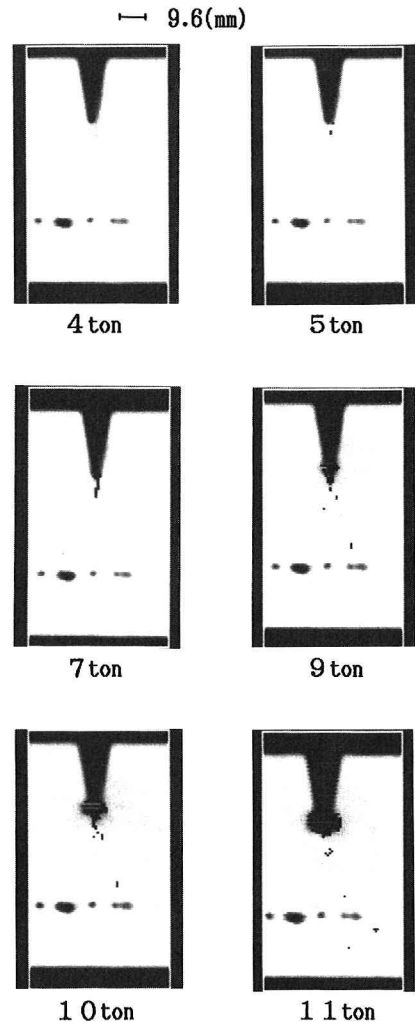


図4 プロセスゾーンの追跡結果