

I - A228

超音波探傷法による疲労亀裂進展解析

北見工業大学 学生員 平 成晴

㈱日本製鋼所 正 員 田中 秀秋

北見工業大学 学生員 M. S. ラーマン

北見工業大学 正 員 山崎 智之

北見工業大学 フェロー 大島 俊之

1. はじめに

疲労亀裂は一般に閉じた欠陥であり亀裂表面は比較的凹凸があるので、超音波で探傷する場合検出精度はブローホールなどにより低下する。また逆に疲労亀裂から反射するエコー波形に亀裂特有の特徴を見出すことができれば、現場での適用に有効であると考えられる。

このような目的から本研究では独自に開発した疲労亀裂進展用の供試体を用いて、疲労亀裂を徐々に進展させながら、超音波で診断する実験を行ったので報告する。

2. 実験概要

(1) 実験装置

本実験に使用されている計測システムは、図1に示すように超音波探傷映像装置（AT5000 日立建機社製）と波形解析装置（DSO フィリップス社）で形成されている。また、超音波探傷試験用の探触子は、周波数10 MHz、焦点距離80mmの水浸式垂直型探触子を用いて疲労亀裂からの端部エコーを測定した。

(2) 実験方法・手順

本実験は、繰り返し載荷試験機で供試体に疲労亀裂を発生させて、超音波による垂直探傷を行い疲労亀裂進展状況を画像・波形で解析した。

繰り返し載荷試験機の設定は、荷重幅が最大6.00kN（612kgf）—最小荷重1.00kN（102kgf）、繰り返し周波数10 Hzである。また、画像処理については、正面（A面：縦15mm 横10mm）・側面（B面：縦20mm 横15mm）・底面（C面：縦15mm 横5mm）の3箇所、波形解析については、B面（スリット先端部の2mm内側から0.2mm pitchで21箇所）の反射波形とFFT解析波形について検討した。

(3) 使用供試体

供試体は図2のようにY型の形状で、鋼材の種類はSS400である。上部中央から幅0.5mm、長さ40mmのスリットが入っており、載荷方法は円孔より左右方向に繰り返し載荷を行った。

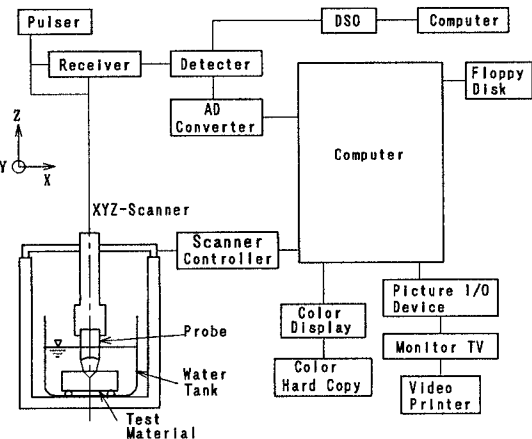


図1 計測システム

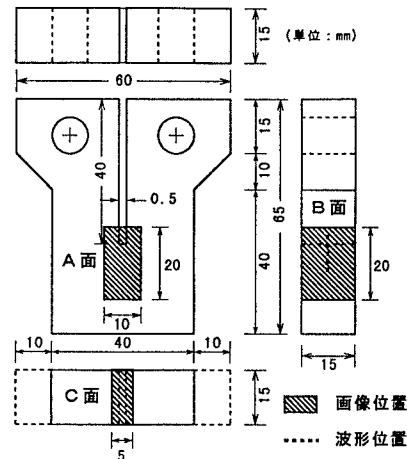


図2 供試体形状

Keyword: 超音波探傷法 (Ultrasonic Inspection Method)、疲労亀裂 (Fatigue Crack)、端部エコー (Crack Tip Echo)
 (連絡先 〒090 北海道北見市公園町165番地 TEL 0157-26-9476 FAX 0157-23-9408)

3. 実験結果と考察

(1) 画像処理

探傷画像の結果を図3に示す。上が載荷前で下が載荷16万回のCスコープ画像である。A面は底面波における画像で、疲労亀裂がスリットの先端から進展しており載荷16万回では約13.0mm伸びている。B面は界面波における画像で、画面上部の白い長方形のものはスリット部であり載荷後に現れているその下の白い部分は疲労亀裂によるエコーである。これは亀裂幅がほとんど無く密着している状態であることにより、そのまま亀裂面を通過する音波が多くなってしまいその影響でエコーが小さくなっている。またC面も界面波における画像で、画面中央の白いのがスリット部である。載荷前後では疲労亀裂の進展により入射波が散乱し、スリットの界面エコーが減少している。このことにより亀裂が障害となり、探触子の焦点がスリット先端部に合わなくなってきたことが考えられる。

(2) 波形記録

B面の反射波形及びFFT解析波形の結果を図4に示す。(b)はスリットの先端部で(a)と(c)はそれぞれスリットの先端部より2mm上と下の部分である。反射波形は横軸が時間、縦軸がエコーの振幅を表している。載荷後の波形で疲労亀裂面からの反射波が現れてきたが、波の散乱による周波数の変化は判定しにくかった。さらにこの反射波の後続波のようなものが見られるが、雑音の可能性があるので断定はできなかった。またFFT解析波形は横軸が周波数、縦軸はフーリエスペクトルの振動を表しているが、この波形からはセンサーの共振周波数より低い周波数成分に疲労亀裂面からの反射の影響が多く見られた。

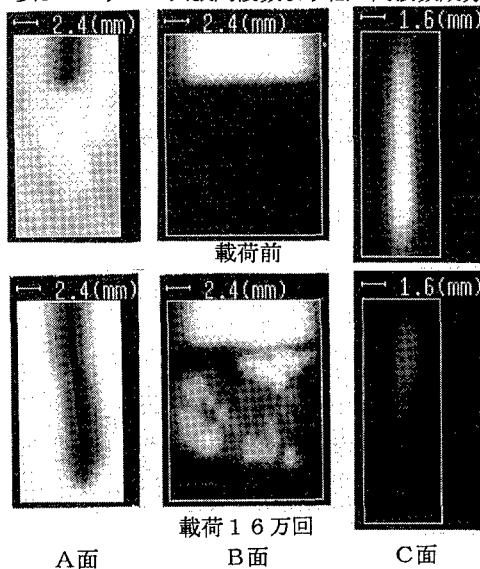


図3 供試体探傷画像

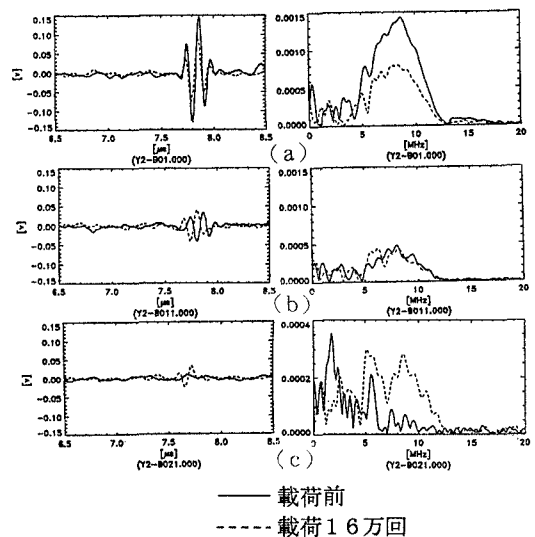


図4 反射波形とFFT解析波形

4. まとめ

本実験では、疲労亀裂面からの界面エコーが微弱ながら確認できることがわかった。また、波形解析によって疲労亀裂面からの反射波形やFFT解析波形の変化が判断できた。今後はいろいろな形状のスリットがついた供試体を使用して実験を行う。最後に本実験を行うにあたりましてご協力していただきました北見工業大学土木開発工学科の三上修一助教授に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 大島他：鋼構造年次論文報告集 第4巻 超音波探傷法における疲労亀裂検出精度の向上 pp.227-234, 1995.11
- 2) 日本非破壊検査協会：構造物の構成部材の内部健全性測定方法の標準化に関する調査研究成果報告書 1996.3
- 3) 三木他：表面疲労亀裂検出に対する各種非破壊試験の適用性 土木学会論文集 第386号 1987.10