

## 〈溶接工 作 部〉

疲労き裂面の超音波反射特性と画像表示法による  
検出についてUltrasonic Echo Characteristics of Fatigue  
Crack Surface and its Detection using  
Ultrasonic Imaging Technique

島田道男・榊 昌英・神尾 昭・勝又健一  
昭和60年10月  
非破壊検査34巻9A号

原子炉圧力容器は定期的な供用中検査において超音波探傷試験を実施しその安全性を確認しているが、鋼板内部の疲労き裂を対象とした場合にはまだ検出感度の点で問題を残していると考えられる。疲労き裂のような平面状欠陥は反射超音波の指向性が鋭いため、発振探触子に戻る超音波エコーは極めて低く検出困難な事が多い。その解決法として発振用及び受信用の2つの探触子を用いる方法もあるが、探触子の走査方法が複雑になるうえ、欠陥に傾きがある時には検出が困難である事などから、実際には利用されていない。

以上の状況から、効果的な内部疲労き裂の検査法が必要と考えた。ここで原子炉圧力容器で想定される低サイクル疲労を考えると、その破面には細かい凹凸がたくさんあり、しかも伝播速度の大きい破面では凹凸も大きくなるので、超音波乱反射が増すと考えられる。この場合、探触子法で乱反射エコーを検出でき、また乱反射エコーを基に画像表示によって疲労き裂の像を得ることができる。画像表示法によれば、ノイズエコーと欠陥エコーの区別が比較的容易になる利点がある。

今回、実際に原子炉圧力容器で想定される伝播速度の疲労破面を作り、数種の探触子を用いて疲労破面のエコー特性を調べ、また疲労割れの検出特性を検討した。

実験に用いた探触子はすべて5MHz 屈折角45度で、横波の標準型、広帯域型、焦点型及び縦波型の4種である。疲労破面のエコー高さは鋼中のパルス幅の大きい探触子ほど高い傾向があったが、欠陥像の見やすさは逆に鋼中パルス幅の小さいほど良い傾向があった。疲労破面の検出度は4つの探触子の間で大きな差はなかったが、総合的には標準型探触子が使いやすいと考えられた。疲労き裂の検出限界は $0.5 \sim 1.0 \times 10^{-3}$ mmサイクルであった。今後、探傷条件を変えた実験を行い、さらに検出度の向上を図る予定である。

(62)

鋼材の動的破壊靱性における温度および歪速度の  
影響の検討Effects of Temperature and Strain Rate on  
Dynamic Fracture Toughness of Steel

藤井英輔・大熊 勇・川口喜昭・塚本雅敏  
昭和60年11月  
日本造船学会論文集

構造用鋼材の動的破壊靱性特性に関連して、種々の試験片による試験が実施されているが、引張速度、変形速度等にもとづく試験片切欠先端の歪速度の影響については余り明らかにされていない。また、標準的な試験法についても確立されていないのが現状である。

本研究では、鋼材の動的破壊靱性におよぼす歪速度影響を明らかにする目的で、板厚125mmの圧力容器用鋼板から採取したCT試験片を用いて、歪速度が $10^{-2}$ ないし $10^4$ ( $1/8$ )の広範囲にわたる破壊靱性試験を実施して検討した。

破壊靱性値 $K_{Ia}$ および限界開口変位 $\delta_{ca}$ は負荷速度に対応した応力拡大係数増加速度 $\dot{K}_I$ 、切欠先端開口変位速度 $\dot{\delta}$ に依存し、これらが増大するほど $K_{Ia}$ 、 $\delta_{ca}$ は減少した。しかし、 $\dot{K}_I$ および $\dot{\delta}$ が一定値以上では影響を及ぼさなくなることが分かった。

鋼材の降伏点は温度および歪速度に依存し、その影響は互いに等価の関係にある。そこで、まず供試材の降伏点と温度・歪速度効果指数 $R$ の関係を求めた。次で破壊靱性試験における切欠先端の歪速度および試験温度から、同じく $R$ を用いて動的破壊靱性値との関係を考察した。その結果、適用可能な歪速度の範囲に上限があるが、 $R$ を歪速度の関数によって補正した修正温度・歪速度効果指数 $R_M$ を用いることによって、静的試験を含めて、負荷速度の異なる動的試験による $K_{Ia}$ 、 $\delta_{ca}$ の温度および歪速度の影響を統一的に説明できることを明らかにした。したがって、負荷速度が1条件のみの試験によって鋼材の破壊靱性特性を把握し得ることを指摘した。

弾塑性破壊挙動を呈する場合の切欠先端の温度上昇、破壊靱性値におよぼす試験片寸法効果について若干の考察を行った。