

においてもL/2カットの値を用い、係数0.5を調整することなどで近似が可能であれば、き裂形状の同定法が統一できて便利のように思いますが、それでは近似精度が悪くなってしまうでしょうか。

(2) Fig. 3の欠陥形状は、上2つがIP、下2つがLFの場合の例と思いますが、( )内の数値は何を表わしているのでしょうか。

【回答】(1) 欠陥長さの推定はL/2線カットで4方向の平均値を取る方法、欠陥高さの推定はL線カットで4方向の平均値を取って係数0.5をかける方法を提案したのは、最も相関の良いものを選択した結果です。高さの推定でL/2線カットの値を用いると、近似精度は大幅に悪くなります。長さで高さと同定法を統一する場合は、長さの推定をL線カットで4方向の最大値を取り、L線で統一した方がL/2線で統一するよりも良いですが、本研究でも述べたようにL/2線カットで4方向の平均値を取る方法に比べると近似精度は悪くなります。超音波探傷では、長さの測定では左右走査を、高さの測定では前後走査を行うことになりませんが、左右走査と前後走査する場合は超音波の伝わり方が違ってくるので、長さで高さの同定法が異なるのはやむを得ないと思います。

(2) Fig. 3の( )内の数字は、試験体の整理番号です。他の意味はありません。

【討論】松下久雄君 (1) 図2の $\delta_c$ 値と(1)式を用いて $K_c$ 値を計算されているものと思います。延性き裂の発生しない場合の局部的な溶接欠陥先端部の破壊靱性と同様と考えてよろしいでしょうか。

(2) 溶接試験体の積層法、溶接入熱量等の溶接条件はどのようになっておりますか。

(3) L/2線カット法が実用的とのことですので、その物理的意味(たとえば、図3の欠陥面積率などとの関連性)について。

(4) 引張試験の場合、角変形の影響を受けたような考察をされておられますので今後この角変形の影響についても、それぞれの研究を進められるのでしょうか。

【回答】(1) 人工溶接欠陥先端部の破壊じん性と同様と考えて、差し支えありません。

(2) 溶接継手の製作には、TIG溶接および被覆アーク溶接を用いました。開先形状は60度のV開先とし、ルートギャップ2.5~3.1mm、ルートフェイス0.8~2.4mmとしました。初層の裏波溶接ではTIG溶接を用い、その他の部分は引き続きTIG溶接を用いたものもありますが、主に作業効率を考えて被覆アーク溶接を用いました。溶接材料は、母材の強度より少し高め強度を持つ材料(少しオーバーマッチング)を選定しました。溶接姿勢は下向き、極性は逆極性(溶接棒がマイナスとなる極性)であり、板厚19mmに対して9~11層で溶接を行いました。なお、人工溶接欠陥の周りだけは溶かさないように入熱量を調節していますが、それ以外の範囲では母材温度が150度を超えないように注意はしましたが、通常の手溶接と同様に行っています。また、K開先もV開先とほぼ同様に実施しました。

(3) 欠陥長さの推定で、L/2線カットで4方向の平均値を取る方法を提案したのは、最も相関の良いものを選択した結果です。他の物理的意味はありません。

(4) 角変形の影響については、本研究では厳密に角変形量を測定していなかったため、今後は角変形の影響についても定量的な研究を行う必要があります。

## 76 繰返し荷重下の船体用構造材料の変形挙動と強度特性に関する研究(その4)

【討論】大橋鉄也君 (1) 結晶方位を、荷重軸が $[1/\sqrt{6}, 1/\sqrt{6}, 1/\sqrt{3}]$ 方向を向くような方位としたとありますが、このような2重すべり方位を選んだ理由は何でしょうか。単一すべり方位を初期方位とした場合に得られる結果と、本論文で得られた結果との違いはどのようになるとお考えでしょうか。

(2) 潜在硬化の程度を表すパラメータ $q$ の値を、本論文で用いた値より大きく、又は小さくした場合に、本論文で言う交差すべりは生じやすくなるのかまたは生じにくくなるのか、どのようにお考えでしょうか。

(3) 式(9)で与えられている背応力の表現について、金属学的な描像としてどのようなものをお考えでしょうか。

【回答】(1) 結晶方位は、有限回の定常変形のあと局所

塑性変形が局在化するような方位を試行錯誤で見出すことにより決定しましたが、その結果が2重すべり方位になりました。単一すべり方位で負荷した場合は、潜在系すべりの活動が困難になると考えられますので、方位以外の計算条件を全く同じにして計算しても変形の局在化が起きにくくなると考えます。

(2)  $q$ を大きくすると、潜在すべり系の臨界剪断応力上昇の割合が大きくなって活動しにくくなり、変形の局在化、非可逆すべり発生が起きにくくなると考えます。

(3) 詳細な検討はしておりませんが、障害物で堆積した転位群が作る、逆方向負荷の臨界剪断応力を低下させる長範囲応力場のようなものをイメージしております。

【討論】田川哲哉君 (1) 不均一局所変形の生じる要因はモデルに与えられた初期不整にあるようですが、こ

の与え方によっては、定常変形状態での格子回転と潜在すべり系の大規模な活動による格子回転のバランスに大きく影響を与えそうに思われます。例えば初期不整が極めて小さい場合、き裂進行過程進行度と負荷サイクル数の関係が大きく異なってくることはないのでしょうか。

(2) この初期不整とは治金的見地から言うとなら何に対応したものと考えればよいのでしょうか。

【回答】(1) 初期不整が小さいと、本文4.4節で述べた「ラチェット機構」による、潜在すべり系の負荷1サイクルあたり分解剪断応力増大量が小さくなるので、局所塑性変形局在化の開始が遅くなり、また、ある程度大きな荷重振幅でも変形の局在化が生じなくなると考えられます。よって、初期不整が小さければ同じ荷重振幅でのき裂発生過程の進行が遅くなり、き裂発生過程が進行する下限荷重振幅が上昇すると考えます。

(2) 著者らが考えた初期不整は、通常の表面仕上げで除去しきれない、 $\mu\text{m}$ 単位の表面凹凸を意味しております。初期不整の治金的意味に関しては検討しておりません。

【討論】阿部孝三君 (1) Fig. 7で、13サイクル以降 TL 2 及び TL 3 は引張り側と圧縮側で  $I_1$  の  $\Delta\Gamma_{\text{half}}$  の値が異なっているのに対し、TL 1 の場合には一定の値を示しています。これはどのように解釈したらよろしいでしょう

か。

(2) Fig. 2の(f) case UPDOWN の荷重サイクルを1サイクルとしたとき、このサイクルが2, 3回と繰り返された場合  $I_1$  の  $\Delta\Gamma_{\text{half}}$  の値はどのように推移すると予測されますか。

【回答】(1) Fig. 5で A 31 荷重負荷時の  $I_1$  点の  $\Delta\Gamma_{\text{half}}$  をみると、局在化が始まってある程度変形が進行すると引張りと圧縮で  $\Delta\Gamma_{\text{half}}$  の差がほとんどなくなる区間が現れています。Fig. 7で TL 1 のみグラフに平坦部が現れたのは、変形が局在化する期間が長いこと  $\Delta\Gamma_{\text{half}}$  の差がなくなる区間が生じたためと推定します。なぜ局在化が進行すると平坦部が生じるかは不明ですが、変形の展在化が飽和しつつあることの現われではないかと考えています。なお、この平坦部でも  $\Delta\Gamma_{\text{nr}}$  は大きな値を示し非可逆すべりが発生し続けています。

(2) 大きな負荷サイクルでの計算を実施していませんので推測になりますが、有限回の負荷で変形の展在化は飽和し  $\Delta\Gamma_{\text{half}}$  の変化は小さくなるのではないかと考えています。よって、UPDOWN, または DWNUP を多数回繰返すと、同じ荷重振幅の間等しい  $\Delta\Gamma_{\text{half}}$  を示すようになるのではと考えます。

## 77 造船用鋼板切欠き材の腐食疲労強度

【討論】鈴木秀人君 上降伏点は、平滑試験片のリューダース帯発生に関係したばらつきの大い不安定な降伏現象です。この上降伏点と疲労亀裂発生挙動を関連づけられる物理的意味をご教示ください。

【回答】上降伏点は、本文に示したように、本材料では砂時計試験片の値であり、繰返し引張圧縮による応力-ひずみ関係のピーク値包絡線の折れ曲がり点に近い値です。物理的意味はここにあると考えますが、工学的には砂時計試験片の上降伏点が求められるやすい実験値であると考えます。

【討論】豊貞雅宏、藤井一申君 亀裂発生に対する S-N 線図の勾配が空気中では、応力集中係数が大となるほど大きくなるのに対して、人工海水中では反対の傾向を示していますが、その理由についての推察があればご教示ください。また、上記のような反対の傾向にあるにもかかわらず、修正 MIL-HDBK-5 D 法による等価応力では、空気中および人工海水中のそれぞれに関して、応力集中係数によらず1本の S-N 線図で与えられるのはなぜですか。

【回答】問題は、公称応力の S/N 勾配と等価応力の S/N 勾配に分けられます。

前者に関して、ご指摘の事実は、片対数で表示した場合の S/N 勾配についてであり、S-N 線図を Fig. A 1 のよう

に両対数で表示すれば、大気中(点線)および海水中(実線)とも  $5 \times 10^5$  以下では  $K_t$  が大きいほど勾配は大きくなります。なお、Fig. A 1 のき裂発生寿命は、 $K_t$  ごとにほぼ2本の折れ線で表されます。一方、 $L_{1y}$  より小さな実験点の勾配は、 $K_t$  に依存せず平行であります。実験点のデータ表示範囲は、両対数表示と片対数表示で、 $K_t$  によって明らか

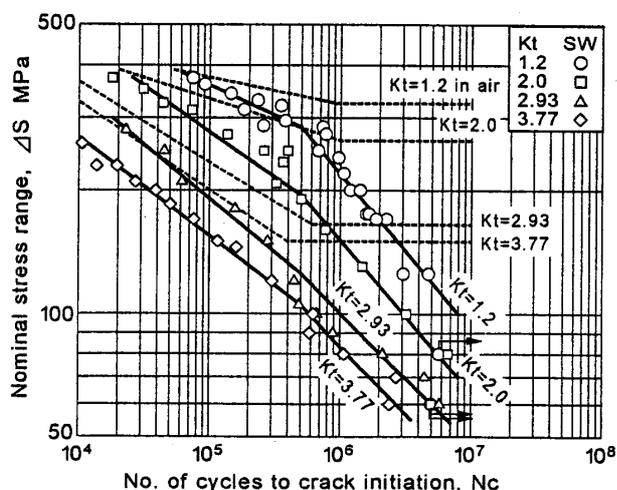


Fig. A1 S-N curves on a logarithmic graph paper