

I. 緒 言

破壊力学の概念を溶接構造物などの強度設計基準ならびに欠陥評価に適用する際には破壊靱性値のみならず、疲れき裂伝播特性の材料常数 (C と m) を知る必要がある。我々は従来から破壊力学のアプローチによって溶接継手の安全性を確認する一連の実験を実施してきており、前報^{1),2)}ではSS41とSM41Bエレクトロスラグ溶接部のVシャルピー特性と破壊靱性挙動に及ぼす後熱処理の効果を明らかにした。本報ではSM41Bとその溶接部の疲れき裂伝播速度に対する後熱処理および荷重条件と繰返し速度などの影響を検討した。さらに破面解析を実施し、破面解析結果とマクロ的伝播速度との関係についても若干の考察を行なった。

II. 供試材と実験方法

本実験には板厚 110mm の SM41B 鋼板を用いた。(化学成分は前報参照) この供試材は消耗ノズル式エレクトロスラグ溶接法により、2電極、800A、45V、2600KJ/cmの条件で溶接した。溶接後の熱処理は焼準(NR)と応力除去焼鈍のみ(SR)の2条件とした。疲れき裂伝播試験片は板厚5mmのコンパクトテンション型試験片を採用し、試験は電磁共振型疲労試験機(4500cpm)とインストロン試験機(15cpm)を使用して行なった。疲れき裂の伝播は試験片表面に貼付したクラックゲージにより計測を行なった。また試験終了後の破面を走査型と透過型の電顕で観察した。

III. 実験結果

疲労き裂の伝播速度 da/dN と応力拡大係数範囲 ΔK との関係は安定成長領域で $da/dN = C(\Delta K)^m$ なる直線関係を示す。いわゆる Paris の指数則が成立する。本実験もこの式で整理し考察を行なった。得られた結果は次の様に要約される。

1) SR 処理溶接部の DEPO、HAZ での疲れき裂伝播速度はほぼ同一であるか、あるいはやや DEPO が優れている様であるが顕著な相違はない。又溶接継手部は母材よりも若干優れた伝播特性を示している。これらの傾向は繰返し速度 15cpm、4500cpm で同様であり、繰返し速度による傾向の変化はみとめられない。

繰返し速度の影響について、4500cpm は 15cpm に比べて DEPO-HAZ とともにき裂伝播常数である m が大きいのが特徴であるが、き裂伝播安定成長領域では ΔK に対するき裂進展量はバラツキの範囲で同じであると思われる。(図1)

2) NR 処理溶接部の DEPO、HAZ での疲れき裂伝播速度は、繰返し速度 15cpm で HAZ が最も大きいのが顕著である。又 DEPO は母材よりも若干優れた特性を示している。しかし繰返し速度 4500cpm では、これらの伝播速度の顕著な相違はみとめられなかった。繰返し速度の影響について、HAZ 及び母材は繰返し速度の大きい方が、伝播速度は小さい。又 DEPO ではその効果はみとめられなかった。

3) SR処理とNR処理の溶接部の疲れき裂伝播特性比較について、本実験結果からはSR処理HAZの伝播速度はNR処理のHAZに比較し優れている。又DEPOも同一であるかあるいは若干優れている。少なくともNR処理よりも悪いことはないことが明らかとなった。(図1)

4) 応力比(R)の影響について、SR処理溶接部のき裂伝播特性で応力比を増加させるほど伝播速度は大きくなり、材料常数(m)は高い値を示した。(図2)

5) 本実験の各種条件に、すなわち溶接継手部DEPO・HAZ及び母材の熱処理、繰返速度、応力比で得られた材料常数 C と m の間には $C \cdot 119^m = 3.5 \times 10^{-4}$ なる関係が成立し、非常によい相関を示していることが明らかとなった。

6) 全ての疲れき裂伝播試片の破面上にはストライエーションの生成が認められその間隔は ΔK の増加に従って拡大している。そしてこの間隔はマクロ的伝播速度と中間速度領域で1対1の対応を示していることが認められた。(写真1)

参考文献

1・2) 小串他：溶接学会全国大会講演概要(1977)才21集，P162

図1 NRとSR処理溶接部
き裂伝播速度

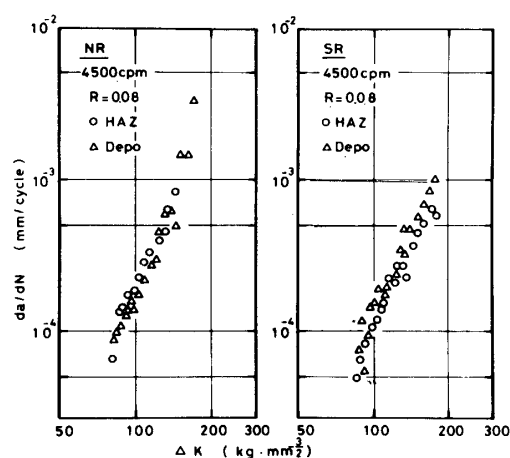


図2 応力比の違いによる
伝播速度の比較

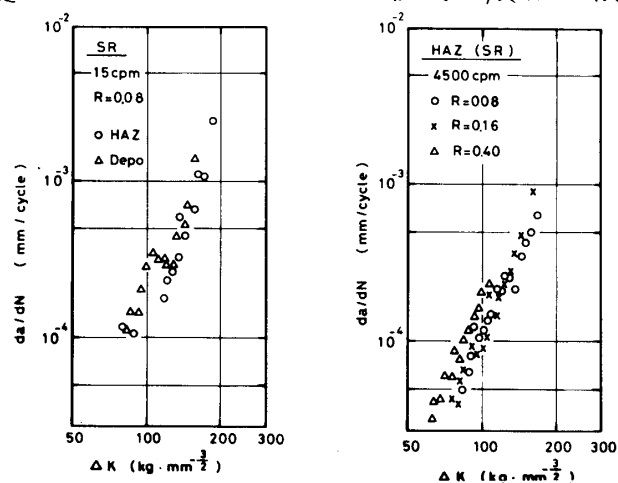


写真1.

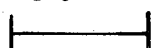
疲れき裂伝播試片の
破面上に観察される
ストライエーション模様

ΔK - $3/2$
kg·mm

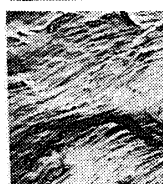
Depo
(NR)

BM

0.01mm



82



102



131

