

(763) 高強度鋼の腐食疲労き裂伝播におよぼす温度の影響

金属材料技術研究所(筑波)

斎藤 鉄哉

1. 緒言

鋼の強度水準が高くなるにつれて、その機械的性質は環境により大きく左右されるようになる。とくにくり返し応力を受けて安定的に伝播する疲労き裂の挙動は環境の影響を強く受けることが知られている。本報告はこのような強度の高い鋼の 3.5% NaCl 水溶液中疲労き裂伝播挙動におよぼす水溶液温度の影響を検討したものである。

2. 実験方法

供試鋼の化学組成 (wt%) と室温での機械的性質を下記表 1 に示す。腐食疲労に用いた試験片は、板厚 5 mm の片切欠き (切欠き深さ ≈ 9 mm) 付きの 50 mm² × 210 mm² の板状試験片である。試験環境は 3.5% NaCl 水溶液、温度は 278~333 K の範囲の所定温度に ±0.2 K で一定に保った。さらに、腐食疲労試験中のすべての試験片には、ポテンシオスタットを用いて対 Ag/AgCl 電極で -1050 mV の防食電位を付加した。疲労試験は、応力比 R=0.1, 正弦波形状の定荷重振幅、周波数 1.0 Hz (ただし、大気中での試験のみは 20 Hz を用いた) の条件下で油圧サーボ型試験機を用いて行なった。き裂長さは透明な腐食試験槽を通して、試験状態のまま測長顕微鏡を用いて測定した。

Table 1 Chemical Compositions (wt%) and Mechanical Properties of the Steels

	C	Si	Mn	Cu	Ni	Cr	Mo	V	σ_y (MPa)	UTS (MPa)	δ (%)	ψ (%)
A	0.20	0.54	0.80	0.30	1.76	0.69	0.65	0.063	1080.2	1134.1	15.6	69.0
B	0.18	0.52	0.96	0.30	1.52	0.25	0.60	0.062	1072.8	1086.6	15.0	70.7

(P, S, Al, Ti, B その他の分析値は紙面の都合で省略)

3. 実験結果と考察

き裂伝播速度 da/dN と応力拡大係数変動幅 ΔK との関係の一例を、試験温度をパラメータとして、図 1 に示す。これより明らかなように、試験範囲内で ΔK の比較的小さい領域においては大気中の伝播速度に比べ、3.5% NaCl 溶液中のそれが全般的に大となっている。後者の da/dN - ΔK 曲線はそれぞれ水の小さい比較的低温依存性の小さい領域、 ΔK の中ぐらいで温度依存性の大きい ΔK 依存性のほとんどない領域および温度依存性が少なく大気中での結果と一致する ΔK の大きい領域に分けられる。 da/dN の温度依存性の大きい ΔK に依存しない $\sigma = \text{領域}$ においては、278 K より 333 K に温度が上昇するとき裂伝播速度は 20 倍程度増加する。熱活性化過程と考へて活性化エネルギーを求めると約 40.0 kJ/mole となる。(図簡単化のため 333 K の結果は示されてない) 腐食疲労破面の走査電顕観察によれば、上記の da/dN - ΔK 曲線の $\sigma = \text{領域}$ においては、試験温度が高くて ΔK が大きい場合にも破面は脆性的な特徴を示していることが認められ、破面様相もまた ΔK のみでなく、試験温度にも依存することが明らかになった。

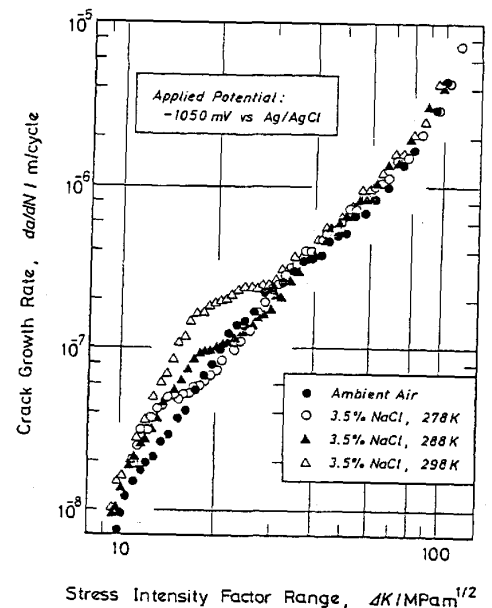


Fig.1 da/dN as a function of ΔK