

(423) 疲れき裂伝はの下限界値 ΔK_{th} と金属学的組織の関連

金属材料技術研究所

田中 秋一

1. はじめに

破壊力学的手法と実用設計における疲れき裂伝は挙動の解析に適用するにつき、下限界値 ΔK_{th} は不可欠な材料常数である。本報では、文献データを基に $R=0$ における ΔK_{th} 値と伝は式の指数 m との関係を調べ、中間速度領域から低速度領域に亘る疲れき裂伝は挙動の金属学的組織依存性を明らかにした。

2. 解析方法及び結果

金属学的組織は表1に示すように、炭素鋼、低合金鋼と高合金鋼の2グループに大別し、組織としては、フェライト/パーライト(F/P)、高温焼戻しマルテンサイト(HTTM)、低温焼戻しマルテンサイト(LTTM)、オーステナイト、その他の高合金組織の5種類に分けた。き裂伝は式はLuccasの式¹⁾

$$\frac{da}{dN} = C(\Delta K^m - \Delta K_{th}^m) = A(\Delta K/\Delta K_0)^m - (\frac{da}{dN})_{th} \quad (1)$$

を使った。この式において、中間速度領域では、伝は曲線は必ずしも軸対称($\Delta K = \Delta K_0$, $da/dN = A$)を通ること²⁾並びに曲線の折れ曲り点を定める速度 $C\Delta K_{th}^m \equiv (\frac{da}{dN})_{th}$ は組織によってほぼ一定となることを解析の手掛りとした。統計的解析結果は表2にまとめた。図1には、 ΔK_{th} 値の引張強さの依存性を示した。ここで、図中の実線は $\Delta K_{th} = [(\frac{da}{dN})_{th}/A]^{1/m} \Delta K_0$ という関係において、指数 m の依存性を基に、 $(\frac{da}{dN})_{th} = 10^{-9} m$ の場合について計算したものである。

図2は各組織の平均的な伝は曲線を表2の添字を基に作図したものである。

[文献]

1). M. Klesnil and P. Lucas: Mater. Sci. Eng. 9(1972), p.231.

2). K. Tanaka: Int. J. Fracture, 15(1979), p.57.

表1 金属学的組織の分類

Carbon content (wt%)	Low C<0.3	Medium 0.3≤C<0.5	High C≥0.5
Plain carbon steel	Ferrite/Pearlite	○	●
Low alloy steel	Martensite tempered at high temp.*	△	▲
Plain carbon steel	Martensite tempered at low temp.**	▽	▼
High alloy steel	Austenite	◇	—
Other structures	□	—	—

* Tempered at a temperature above 400°C.

** Tempered at a temperature below 400°C.

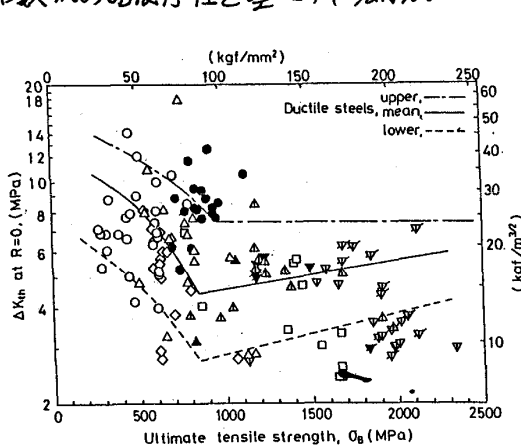


図1. ΔK_{th} 値の引張強さ依存性

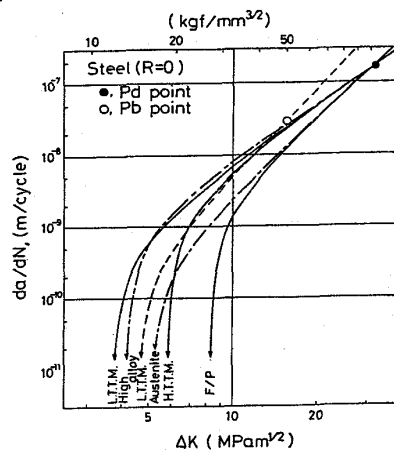


図2. 各組織の平均的疲れき裂伝は挙動

表2. 各組織の m , ΔK_{th} , $(\frac{da}{dN})_{th}$, 転軸点などの平均値

Metallurgical structure			m	ΔK_o (MPam ^{1/2})	A (10 ⁻⁷ m/c)	ΔK_{th} (MPam ^{1/2})	(da/dN) _{th} (10 ⁻⁹ m/c)
Plain carbon Low alloy	Ferrite/Pearlite		3.5	32.1	1.70	8.3	1.45
	HTTM		2.7	32.1	1.70	5.9	1.60
	LTTM	Ductile	2.8	32.1	1.70	3.7	0.46
		Brittle	4.0	15.5	0.29	4.6	0.22
High alloy	Austenite		3.6	32.1	1.70	5.1	0.23
	Other structures		2.5	32.1	1.70	4.1	0.94