

1 緒言

近年、破壊力学の進歩に伴なって、構造物の安全性の評価に従来のシャルピー破面遷移温度に代ってCODが用いられるようになった。しかしながら、CODの冶金的支配因子についてはあまり明確ではなく特にバラツキの最低値を決める因子を明らかにすることが、非常に重要な研究課題である。

2 実験方法

- (1) Si-Mn 鋼について、ピーク温度 1350~1560 ℃, 入熱 34 KJ·cm⁻¹ 相当の溶接再現熱サイクルを施し、結晶粒度と硬さを変えた試験片について、バラツキに留意して COD を測定した。
- (2) 脆性亀裂発生点の決定と、破面プロフィールに沿ったマイクロ領域 (≒100×100 μm²) 硬さ分布の測定。
- (3) 軟鋼薄板 (20 μm) の両面を Si-Mn 鋼に P, Mn を富化した高強度鋼薄板 (40 μm) で重ね合せ、全厚が 100 μm の脆化鋼薄板を作成し、さらに、その脆化鋼の両面を Si-Mn 鋼で重ね合せた人工試験片について、実験(1)と同様な溶接再現熱サイクルを施し、COD を測定した。

3 実験結果と考察

(1) 溶接再現熱サイクル材の COD の平均値は、有効結晶粒径 d (μm) の微細化とマクロ硬さ (Hv, 荷重 20 Kg) の減少によって向上し、T_{δc}=0.1 mm の平均値は(1)式で示す重回帰式で整理される。しかしながら、COD

$$T_{\delta c} = 0.1 (\text{℃}) = -156 + 0.63 H_v - 27.4 d^{-1/2} \quad (\sigma = 4.2 \text{℃}) \quad (1)$$

のバラツキの最低値重回帰結果は、σ が極めて大きく、上記パラメータとは異なった重要な冶金因子が最低値に効いていることを示唆している (Fig.1(a),(b))。

(2) マクロ硬さとは別途に、マイクロ硬さ分布を測定すると、個々の結晶粒は硬さが各々異なり、150 < Hv

- < 200 の範囲ではほぼガウス分布を示す。脆性亀裂は、疲労ノッチ底に沿って存在する数多くの結晶粒の中で、最も硬さの高い結晶粒から発生する (Fig. 2)
- (3) ノッチ底の中央に必ず脆化部が存在する人工試験片の COD は、バラツキが極めて小さくなり、Si-Mn 鋼の COD のバラツキの最低値付近に分布する (Fig.3)

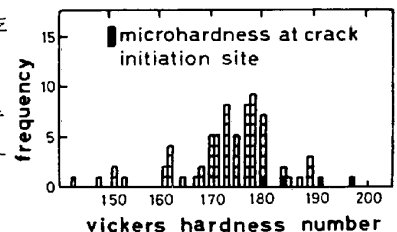


Fig. 2 Relationship between distribution of microhardness and microhardness at crack initiation site

以上の結果から、CODのバラツキの最低値は、微小領域を単位にした脆化部の靱性に支配され、脆化の度合および脆化部がノッチ底に存在する確率などによって支配されるものと考えられる。

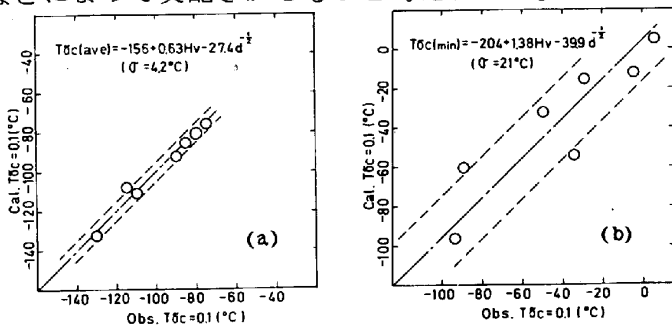


Fig. 1 Comparison of observed value with calculated value of T_{δc} = 0.1.

(a) average value, (b) minimum value

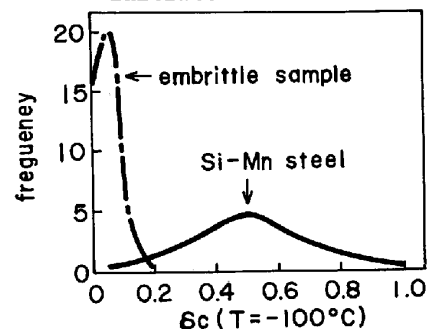


Fig. 3 Distribution of δ_c (T = -100°C) for Si-Mn steel and embrittle sample.