

フェライト・パーライト鋼のへき開破壊におよぼす結晶粒径と炭化物の影響

新日本製鐵(株)基礎研究所 ○工博 奥村直樹

Imperial College Ph.D. T.J.Baker

1. 緒言

最近の制御圧延技術の発達が目覚しく、より高強度高靱性鋼が製造されてきている。制御圧延の基本的な目的は結晶粒を微細にすることにあるが、それは細粒化によって強度および靱性が共に向上するとの指針に基づいている。本研究ではフェライト・パーライト鋼を用い、フェライト結晶粒の細粒化に伴う靱性向上の傾向およびメカニズムを特に結晶粒径と炭化物に注目して検討した。

2. 実験方法

供試鋼板は 0.1C-0.1Si-1.0Mn を基本成分とし、細粒フェライトを得るために一部の鋼種にはTiおよびNを添加した(真空溶解鋼)。Ti, N添加鋼では950℃にスラブを加熱した後制御圧延を行ない、細粒のポリゴナルフェライトを得た(平均結晶粒径3.2 μm)。室温～-196℃で降伏強度(σ_y)純曲げによるへき開破壊強度(σ_f)、3点曲げによる K_{IC} の測定を行った。また純曲げ試験片を用いてグリフィス亀裂の同定を試みた。SEMによって粒界炭化物のサイズ分布を求め、また破面観察を行った。

3. 実験結果と考察

Table 1に実験結果の一部を示す。Fig 1はへき開破壊強度 σ_f を $d^{-1/2}$ (d :平均結晶粒径)で整理した結果である。なお同図の中でハッチした部分は、現在までに得られている実験結果の測定領域を意味する。¹⁾ 従来の結果と本実験結果を併せて考えると、 σ_f は $d^{-1/2}$ に対して直線的に増加しないで飽和傾向にあることがわかる。これに対し σ_y は当該粒径範囲では、Hall-Petchの関係式を満足している。Fig 2は各試験片の研磨面で観察した粒界炭化物のサイズとフェライト粒径との関係を示す。炭化物は結晶粒が細くなるにつれて微細化する傾向にあるものの比例関係にはないと思われる。以上の実験事実およびマイクロクラックの観察結果を基に、炭化物内に生じたマイクロクラックをグリフィス亀裂とし、集積した転位からの応力も加味したモデルによって、細粒フェライト鋼のへき開破壊強度が定量的に説明できた。

参考文献

1) D. A. Curry; Metal Science 14(1980)PP.319

Table 1.

用いた鋼の結晶粒径、炭化物サイズおよびへき開破壊強度

MATERIAL	d^1 (μm)	$d^{-1/2}$ ($\text{mm}^{-1/2}$)	C_0^{MAX} (μm)	σ_f (MNm^{-2})
PQ1	3.2	16.8	0.6	2310
PQ2	6.6	12.0	1.1	1910
PQ3	23.0	6.5	1.4	1490
PQ2H	7.0	11.7	1.5	1620
MR	34.1	5.4	2.1	1070
MRN	14.0	8.2	1.8	1220

1) d : フェライト結晶粒径(切断法)

2) C_0^{MAX} : SEM(倍率10000)で観察された最大炭化物寸法

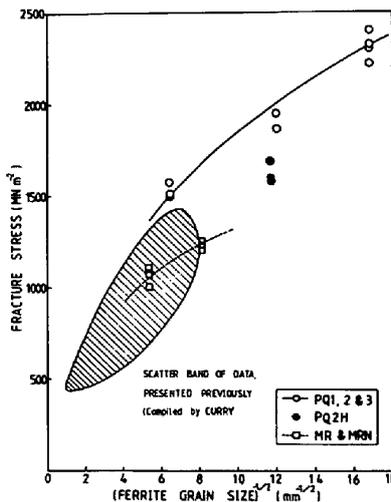


Fig. 1. へき開破壊強度におよぼすフェライト結晶粒径の影響

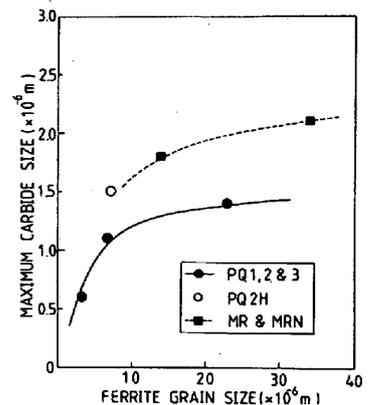


Fig. 2. 最大炭化物寸法とフェライト結晶粒径の関係

PQ2H: 熱処理(695℃×2hr)後炉冷

PQ2H以外: 圧延または焼準まま