

(523)

超高炭素鋼における疲労き裂進展の抑制機構

(株)神戸製鋼所 中央研究所 太田定雄 豊田裕至

○斎藤 誠

1 緒言 既報¹⁾²⁾でアダマイト鋼の疲労き裂伝播特性が共晶炭化物を粗大に晶出させ、かつき裂の進展方向に垂直に延伸させることによつて著しく改善され、これによつてアダマイトロールの耐折損性が飛躍的に向上することを報告した。本報では、粗大な共晶炭化物が疲労き裂の進展を抑制する機構についてき裂の進展経路の観察とき裂先端での応力拡大係数の評価により考察した。

2 観察方法 粗大な共晶炭化物を有し、十分に鍛造されたアダマイト鋼(1.7C-3Cr-0.3Mo, 凝固時の冷却速度 3°C/min, 鍛造比 3 S, 炭化物形状は写真1に示す)からコンパクトテンション型の試験片を採取し、炭化物の延伸方向に垂直に疲労き裂を進展させた。この試験片をき裂面に垂直に薄く切断し、多くの断面でき裂の進展経路を観察した。なお、観察したき裂のマクロな伝播特性は図1に示すように炭化物の微細なアダマイト鋼に比べ著しくすぐれている。

3 き裂進展経路の観察結果と応力拡大係数の評価 写真2に疲労き裂進展経路が共晶炭化物の影響を受けている代表的な例を示す。いずれの場合もき裂は炭化物に遭遇するとその炭化物に沿つて進んでおり、その結果、き裂の進行方向は本来の進行方向に対して90°近く変化している。炭化物が一方方向にのみ伸びている場合は炭化物がとぎれた所で再び本来の方向にマトリクス中を進んでいるが(写真2・(a))、炭化物がくの字形になっている場合はき裂は分岐を起し、局所的に複数き裂のままマトリクス中を進んでいる(2・(b))。このように、き裂が本来の進行方向(応力に垂直)に対して斜めになった場合、そのき裂先端での応力拡大係数(モードI)は著しく低下すると考えられる。具体的な計算例は何種か報向されているが、いずれの場合も写真2・(a)のA点およびB点の応力拡大係数 K_I' は A_0 点および B_0 点の応力拡大係数に比べて

$$K_I' / K_I = 0.4 \quad (\theta = 60^\circ, a/c \leq 0.1)$$

に低下するという結果になる。分岐する場合(写真2・(b)) A'点および A''点の応力拡大係数 K_I' の低下は A_0 点に比べると

$$K_I' / K_I = 0.5 \quad (2\theta = 90^\circ, a/c \leq 0.02)$$

となり、マトリクス中を2本のき裂が平行して進展する場合、各き裂先端の応力拡大係数 K_I' は分岐しない場合に比べ

$$K_I' / K_I = 0.8 \quad (d/c \leq 0.1)$$

となる。このような局所的な応力拡大係数の低下は、き裂面先端の平均的な応力拡大係数を低下させると考えられる。マクロな伝播特性(図1)より求めた平均応力拡大係数の低下は $\Delta K = 100 \text{ kgmm}^{-3/2}$ で約 0.66、 $\Delta K = 60 \text{ kgmm}^{-3/2}$ で約 0.86 であり、高 ΔK 領域ほど平均応力拡大係数は上記のような局所的に低下した値に近くなり、上述のような機構の果す役割が大きいものと考えられる。

1)太田 他 鉄鋼協会講演概要集 '80-S1143 2)同 '80-S1144

3)北川英夫 Eng. Fract. Mech. '75 vol 7 PP515~529

石田 誠 機械学会論文集 A 4 5 巻 392 号 他

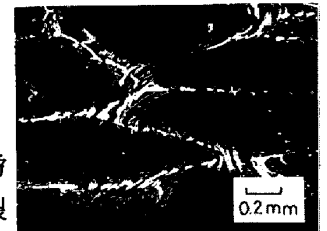


写真1 試験材の炭化物形状

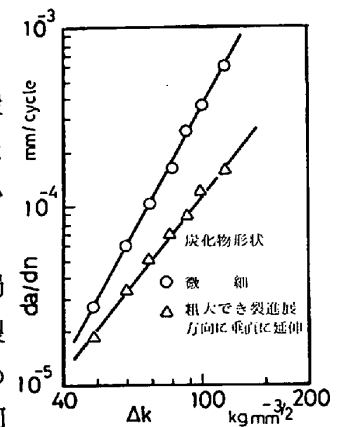


図1 疲労き裂伝播試験結果

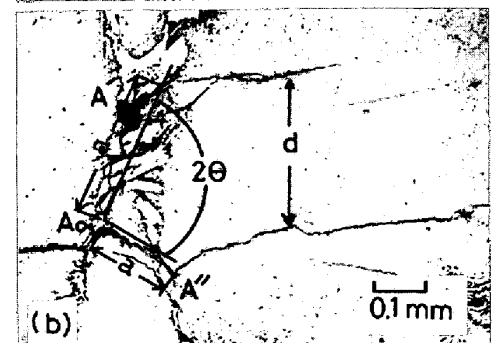
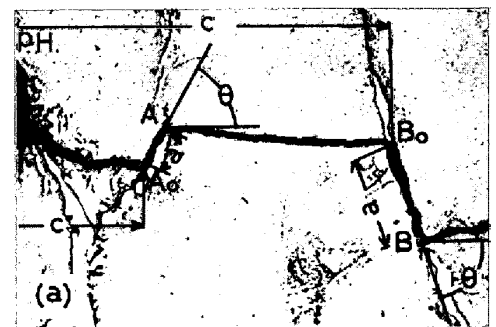


写真2 疲労き裂進展経路の代表例