

(221)

鉄単結晶の劈開破壊

7022/

東京工業大学大学院
東京工業大学工学部
東京工業大学工学部

○柴田 守
坂木 庸晃
中村 正久

1. 緒言.

鉄および軟鋼は低温において劈開破壊を起す。その特徴はクラックの伝播に伴う有効表面エネルギーが真の表面エネルギーに比べて極めて大きくその原因はクラック表面に生ずる塑性変形にあることが指摘されている。従来の研究では多結晶鉄の破壊応力から間接的に表面エネルギーを求めている。本研究においては鉄の単結晶に水素チャージによってクラックを導入して低温における破壊応力を調らば、クラックの表面エネルギーを求め従来の多結晶鉄の表面エネルギーの値と比較した。

2. 実験方法

至純鉄法で作った鉄の単結晶から、 $\langle 100 \rangle$ 方位をもつ試験片(5×0.5×33mm)を切り出し、希硫酸に浸してCathodic Chargeにより水素を吸収させ単結晶内部にクラックを作った。この試験片を液体窒素中で静的に(1mm/min)引張って破壊応力を求めた。その後破面を走査型電子顕微鏡で観察してクラックの大きさを測定した。

3. 実験結果

(1) -196°Cにおける破壊応力 σ_F とクラックの直径 $2C$ の間には図1に示した様に $\sigma_F \propto (2C)^{-1/2}$ の関係がみられた。

(2) 円盤状クラックを含む材料の破壊強度はSack¹⁾によれば $\sigma_F = \{\pi \rho E / 2C(1-\nu^2)\}^{1/2}$ である。ここで ρ はクラックの表面エネルギー、 E はヤング率、 ν はポアソン比である。図1の σ_F と $(2C)$ の関係をこの式に従って解釈すれば、 $\rho = 3.6 \times 10^3 \text{ erg/cm}^2$ という値が求まる。

4. 考察

Hahn²⁾の報告によれば多結晶の軟鋼を用いて低温における劈開クラックの伝播の際の有効表面エネルギーは-160°Cにおいて $90 \times 10^3 \text{ erg/cm}^2$ である。本実験で求めた値はHahnらの値に比較してはるかに小さい。この原因としては多結晶の場合クラックが結晶粒界に妨げられてスムーズに伝播しないのに対して単結晶の場合はクラックの伝播を妨げるものがないのでクラック伝播に伴う塑性仕事がいさぐなり表面エネルギーの値が真の表面エネルギーの値(1600 erg/cm^2)³⁾に近づくものと考えられる。

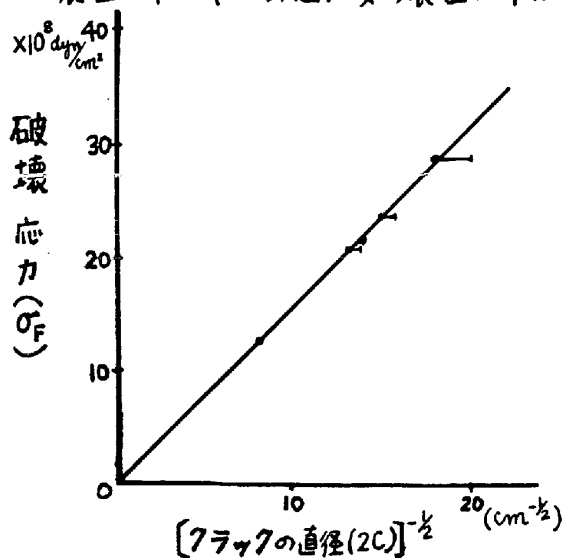


図1. σ_F vs. $\sqrt{1/2C}$

- 1) R.A.Sack, Phys. Soc.(London) 58(1946)929
- 2) G.T.Hahn et al, Fracture p91 MIT Press(1959)
- 3) R.N.Stroh, Advan.Phys. 6 (1957)418



写真1.
起点となったクラック及びその両側の塑性変形した部分

x270