

東京大学工学部 井形直弘, 佐東信司

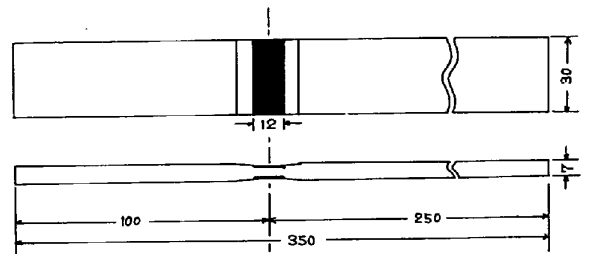
§ 1. 緒言 ステンレス鋼を原子炉材料として用いる場合高度の安全性が要求される。特に周期的変形応力に關して疲労蓄積がどのような過程を経て進行するかを調べておくことは安全設計の立場から重要であるばかりでなく、材料物性の面からも興味ある向題である。本研究においては、ステンレス鋼 (SUS 27) を用い 3 段階の ϵ_r (歪振巾) につき N_f 線に到達するまでの過程を 5 段階に分けて転位密度及び分布の状況を調べ疲労蓄積に關する法則性を調べることを目的に研究を行なった。

§ 2. 研究方法 2.1. 試料 用いた SUS 27 の化学成分及び機械的性質を表 1 に示す。また試験片の形状を図 1 に示す。

表 1 化学成分及び機械的性質

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	引張強さ Kg/mm ²	伸び %
0.04	0.58	1.70	0.025	0.007	9.20	18.65	65	56

2.2. 疲労試験 試験機はたわみ制御平面曲げ疲労試験機を用い、100 cpm の繰返し速度で行なった。 ϵ_r は表面最大歪で 10×10^{-3} , 5×10^{-3} , 2×10^{-3} の 3 段階の値を用いた。



■部は電顕試料採取部 30×12×1 mm³

図 1 試験片

2.3. 電顕観察 疲労試験片の表面に最も近い位置 (図 1 参照) から $1 \times 12 \times 30 \text{ mm}^3$ の試片を無歪切断機で切出し、これをエメリー紙で 0.2 mm とした後、電解研磨 (CH_2COOH 95%, HClO_4 5% 液, $\sim 30 \text{ V}$, $1 \sim 1.5 \text{ A/cm}^2$) し薄膜を作製した。転位密度の測定は写真を用い Keh の截線法によって測定した。また各点での転位密度の決定には寫さる 3000 Å と仮定した。

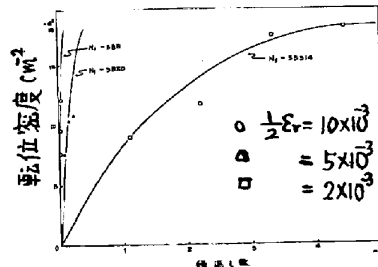


図 2 サイクルに対する転位密度

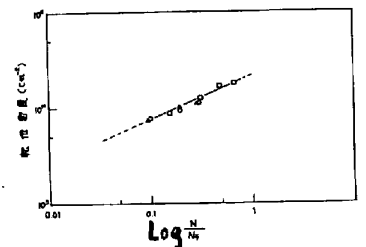


図 4

§ 3. 実験結果 低サイクル疲労に關しては $N_f \epsilon_r^{1/2} = \text{const.}$ という結果を得た。 N_f は疲労応力が低下しはじめて急となる点でクラックが急にのびはじめる点を示している。転位密度は夫々の ϵ_r における各サイクルに対する転位密度の増加割合を図 2 に示す。電顕観察薄膜の採取位置を考慮し、その点での ϵ_r が表面から中性面にかけて直線的に変化すると仮定し、 $\epsilon_r - \log N$ 線図に転位密度の等高線を記入したものを図 3 に示す。またこの図で転位密度を N_f の形でとり直してゆくと図 4 のような形となり、どのような振巾レベルでも、寿命で normalize すると同じような転位密度の増加、あるいは疲労蓄積を示すことになる。この実験結果は疲労がある一定の転位密度 ρ に対して疲労クラックが大きく進みはじめることを示唆しており、疲労蓄積に關する sum rule を説明する点でも明らかである。

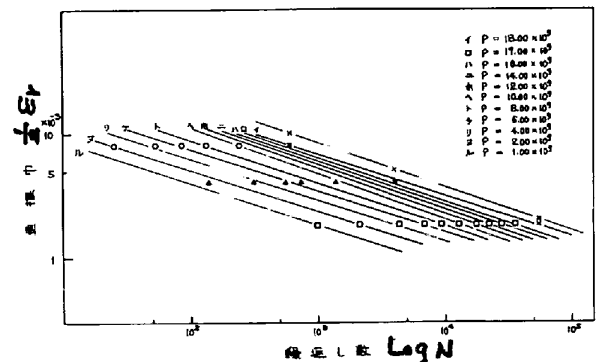


図 3 転位密度の等高線