

5r>+>1wt># ½ μ £ Ý ") / b Ü x î² î « š g

Luders Deformation in Iron 3wt% Nickel Polycrystals

#ã p μ (Tomoo Tanaka)

0[" :

5r>+>1wt># ½ μ £ Ý ") / †#Ý 8 Z Luders band b\$î#Õ>* Ū>* • d%ó ì æ [b š g b
ò · †1* m S Pre-yield 8• æ [b Â Š)† ô , « ° b) Ý delayed yield @ > G ~>* Q € _
^ W Z0è9,"& b Â Š7ÿ p4Š _ Luders band @\$î#Õ M • G \ @ f ? W S M3ÿ Ø0è9, ?
} " } € • q ö ì Æ Ū Ó î ± c Luders band b Ū>* ' M š g b8• æ [" M b!Õ q ö ì4#
& i @ -4Ä\$ x [6 • G \ †&g M Â Š)† ô , « ° ? } " } € • 3?) 3ÿ Ø Â Š æ X m* c
Luders š g>* • d%ó ì b8• æ [M b í †&g M G € } b) Ý c Luders band b\$î#Õ _
6õ K Z c [%T7° V ¼ ? } b3?) b0Ž : b4#& i @ Š3ÿ •7u [6 • : G \ †&g M @>* band b
Ū \ • d%ó ì æ [b š g c3?) b • \$x ^ ö2A _ -4Ä | € • [6 • : G \ †&g M

Synopsis :

An investigation was made on the initiation and propagation of Luders band and flow in the region of work hardening in annealed iron 3wt% nickel polycrystals. Stress relaxation test in pre-yield region showed delayed yield, accompanied by the formation of Luders band which was triggered at the stress-concentrated region. Activation analysis showed that a single thermally activated dislocation mechanism may be rate controlling during the propagation of Luders band and flow in work hardening region. By means of relaxation test, the same value for dislocation velocity-stress exponent was obtained over the whole range of strain including Luders and work hardening region. These observations strongly suggest that Luders band is initiated by release of dislocation from Cottrell atmosphere as proposed by Fisher, whereas, its propagation and flow in work hardening region are controlled by the dynamical behavior of dislocations.

鉄—3wt% ニッケル多結晶体のリュース変形

Lüders Deformation in Iron—3wt% Nickel Polycrystals

田 中 智 夫*

Tomoo Tanaka

Synopsis:

An investigation was made on the initiation and propagation of Lüders band and flow in the region

箇所でも Lüders band が発生し、Lüders band の位置は力を変動する。Lüders band が試験片全

は運動転位と同一の法則によって記述できるものであり、Lüders 変形は Johnston と Gilman^{6,7)},

Figure 8. The effect of the initial dislocation density on the Lüders deformation.

Figure 9. The effect of the initial dislocation density on the Lüders deformation. Drawn^{8,10)} C. の実験で

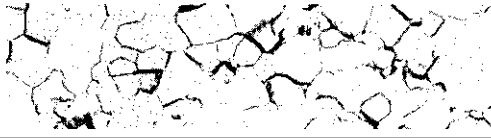
band の発生と伝播の双方に注意をはらい、どちらが Lüders 変形全体の律速段階になるものかを調べようとしたものである。

20h 保持して脱窒処理をしたのち、炉冷により常温にもってきた。

このように処理した材料の化学成分を **Table I**

段階では降伏応力以下の外部応力を負荷させた状態で delayed yield をおこさせ、それに伴う応力低下、Lüders band 発生時点、発生場所を観察し

焼鈍状態での侵入型不純物の濃度を測定するため、幅 3mm、グリップ間の距離 100mm の試験片を用いて、内部摩擦を測定した。内部摩擦を温

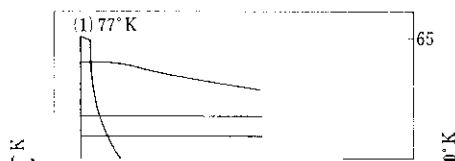


する場合に用いた。Delayed yield を調べるためにはBのグリップ法をもっぱら用いたが、他の目的にはすべてAのグリップ法を用いている。

引張試験温度は77~343°Kの範囲である。正角

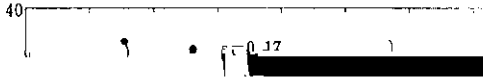
3.2 リューダース応力の温度依存性

Lüders 応力, 変形応力の温度依存性を1本の試験片から求めるための手順は Fig. 5 に示しておりである。



応力の温度依存性をプロットしたのが Fig. 6 である。

定を持つ。しかし Lüders 変形域の $\Delta\sigma$ が加丁硬化域でのそれよりも大きい値を示す。これは



要するに、Lüders band 先端における応力集中の寄与いかにかわる問題である。

硬化域で若干ことなる。

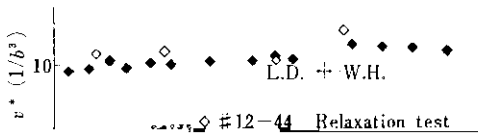
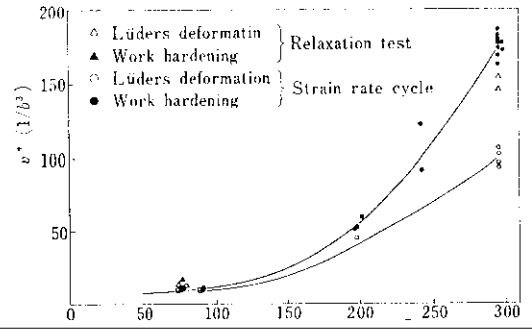
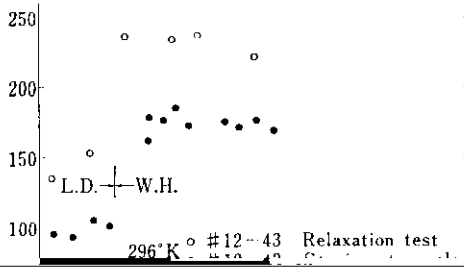
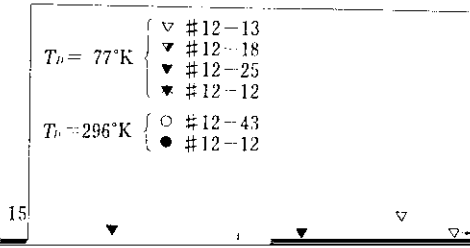


Fig. 9 Effect of temperature on activation volume for Lüders and uniform deformation

12 に示す。



(5)式によって求めた v^* を Fig. 8 に示す。応力緩和から求まる v^* ((5)式) は歪速度サイクルから求まる v^* ((1)式) よりもやや高い値を示す。

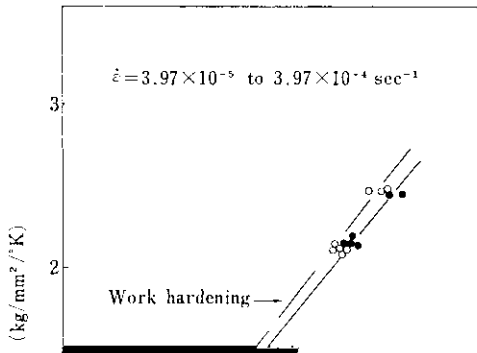
3.5 顕微鏡観測

焼鈍状態での電子顕微鏡組織を Photo. 3 に示す。

[REDACTED]

the process is thermally reversible and linear in configuration

T : 絶対温度



$$v_L = kv = k \left(\frac{\tau^*}{\tau_0} \right)^{m^*} \dots\dots\dots (13)$$

ここで kv は v の Lüders band 進行方向への成分である。

Prewo ら^{9,10)}は鉄中のリューダース帯伝播速度を測定して、(13)式が成立することを示した。得られる m^* が個々の転位の運動を記述する(12)式とよく一致する^{28,30-32)}。このことから(12)式は成立し Lüders band の伝播は、band 内の転位の

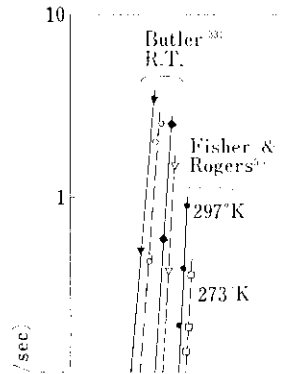
て、速度を熱活性化式(9)で表現するのは全く異質のものである。しかし、もしも(9)式の H^* が

$$H^* = H_0 - \beta \ln \tau^* \dots \dots \dots (14)$$

H_0 : 絶対零度での活性化エンタルピー

$$\beta = m \cdot kT$$

であれば(9)式と(13)式は同じものになる。すなわち(13)式は(9)式の特別な場合である。それゆえこれまでに(9)の熱活性化式によって論を進め



であろう。また delay time は応力集中度に大きく依存することが予想される。

このように考えると Lüders band 発生までとそれ以降の過程での変形のメカニズムの相違の由来を理解することができる。したがって delayed yield は材料の形状、不均一度に依存するようか

を調べた。その結果を要約すると次のとおりである。

(1) delayed yield は固着転位の unpinning 説に基づく Fisher の式 ((7)式)にしたがう。

(2) 一たん Lüders band が発生すると、その伝播は加工硬化域での変形と同様のメカニズム

extrinsic な性質を多分に含むものであるが、しかしまた材料内には、不均一部分が必ず存在し

にしたがう。

(3) Lüders 変形は加工硬化域での変形と同

これが Lüders 核発生の引き金の役割をしている。

一の熱活性化過程によって進行する。

(4) Lüders band の発生と伝播とはその機構が異なるのであるから、両方に注目した実験、

- 27) H. L. Prekel and H. Conrad : Dislocation Dynamics, (1968), 431 [McGraw Hill, New York]
- 28) A. P. L. Turner and T. Vreeland : Acta Met., 18 (1970), 1225
- 29) T. Imura : Fifth Int'l Materials Symposium, the structure and Properties of Materials-Techniques and Application of Electron Microscopy (1971) 1 [University of California]
- 30) T. Altschuler and J. Christian : Phil. Trans. Royal Soc., 261A (1967), 253
- 31) H. Yada : Acta Met., 15 (1967), 1255
- 32) I. Bernstein : Acta Met., 17 (1969), 249
- 33) I. F. Brown : J. Mech. Phys. Solids, 10 (1962), 219

