

(827)

純チタンの変態超塑性に影響をおよぼす諸因子

大阪大学 工学部 ○古城紀雄、大学院 蔵本浩樹
 大学院（現：宇都宮大工）高山善匡、工学部 堀 茂徳

1. 緒言

低応力で巨大変形の可能な超塑性は、微細結晶粒超塑性と変態超塑性に大別される。変態超塑性現象で得られる巨大な変形は、主として低応力下で熱サイクルを繰返す際の変態時に生ずる塑性ひずみ（以下、 ϵ_{tr} ）の累積 $\Sigma \epsilon_{tr}$ によって与えられる。変態超塑性についての研究はこれまで主として純鉄およびその合金についてなされ、 ϵ_{tr} を生ずる原因などが検討されてきているが、未だ明確となっていない。

チタンおよびチタン合金には超塑性を利用した成形法が有用とされている。しかし、 ϵ_{tr} に影響をおよぼす諸因子についての系統的な研究は見当たらない。そこで、まず、工業用純チタンを用いて、その ϵ_{tr} におよぼす負荷応力、加熱および冷却時の温度サイクル速度 \dot{T} 、サイクル数 N および圧延板からの試験片採取方向の影響などを調べ、これらを併せて ϵ_{tr} について詳細に検討した。

2. 実験方法

本研究では高精度の微小変位測定が必要なため、試験形式は圧縮とし、また、負荷応力の大小により試作した圧縮試験機および熱機械分析装置（理学電機製、以下、TMA）の二種の試験機を用いた。圧縮試験機は高感度差動トランスにより変位をアルゴン雰囲気中で測定するもので、比較的高応力（0.5-2 MPa）の実験に用いた。一方、TMAは示差膨脹方式（標準試料アルミナ）で、微小応力（0.005-0.2 MPa）の実験に用いた。試料には工業用純チタン第2種の熱間圧延後焼鈍した板材を用いた。試料の化学組成をTable 1に示す。No.2試料は、試験片の圧縮軸を圧延方向(RD)、幅方向(TD)および板厚方向(ND)と変化して行う実験にのみ用いた。試験片は5mmφ×10mm（圧縮試験機）または5mmφ×19mm（TMA）の形状とした。負荷応力は0.005~2MPaと変化させ、温度サイクル速度は0.01~1K/sの間とした。また、繰返し数は20回までとし、温度サイクル範囲は1103-1193K（圧縮試験機）、1093-1213K（TMA）とした。

Table 1 Chemical composition of specimens (wt.ppm)

	O	H	N	Fe	Ti
No 1	880	20.5	66	580	bal.
No 2	550	16	32	340	bal.

3. 結果

得られたひずみ-温度曲線をFig. 1に例示する。（ひずみは収縮側を正としている。）これらのグラフより、Fig. 2に従って加熱時の ϵ_{tr-h} および冷却時の ϵ_{tr-c} を求めた。この両者とも、負荷応力とともに増加した。また、負荷応力がほぼ零の場合の ϵ_{tr} は、加熱時には収縮側、冷却時には膨脹側に生じた。また、 \dot{T} が小さくなると ϵ_{tr} はやや減少した。熱サイクルを繰返すことにより、 ϵ_{tr} は顕著に増加した。試験片採取方向を変えると ϵ_{tr-h} はRD,TD,NDの順で大きく、一方、 ϵ_{tr-c} には逆の傾向がみられた。変態時のひずみ速度、 $\dot{\epsilon}_{tr}$ は負荷応力とほぼ比例関係にあった。

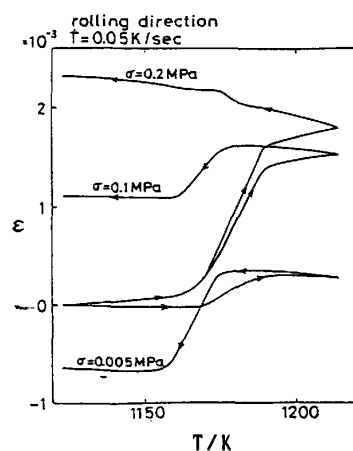


Fig.1 Examples of the $\epsilon - T$ curve during one cycle of temperature.

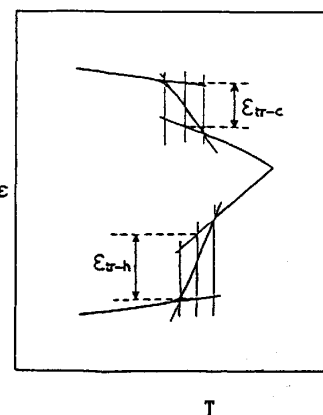


Fig.2 Definition of parameter of ϵ_{tr-h} and ϵ_{tr-c} on the curve.