

チタン-アルミ合金線の加工特性と軟化特性について

八木 芳郎 湯河 透 草道 英武

問 1: (東北大学教授 大日方一司): 1. 純チタンの加工組織にあらわれる著しい特色は、多数の双晶の出現であることはよく知られています。しかし Al を含有するチタンにはこの特色が殆んどみられないという事実について卑見を述べたいと思います。

差し当たりつぎのような点が問題となることでしよう。すなわち、

(a) c/a ちの変化に基づく変形機構の相違: チタンの変形機構が Mg, Zn などの他の稠密六方晶金属のそれと異なる主な原因は、 c/a が非常に小さいという点にあると考えられます。ところで、純チタンの c/a は 1.587 であります。Al を添加して行くと漸次増加してゆき Al 3.8% で $c/a=1,600$ となります。したがってかかる固溶体の変形機構は純チタンと比較するとかなり異つたさまを呈することが予想されます。

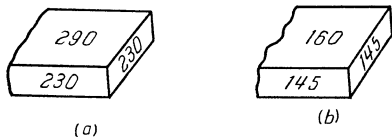
たとえば圧延繊維構造に関する C. J. McHargne [J. Metals, 82(1953), 1199] らの研究によれば、純チタンの圧延繊維構造は (0001) 面が圧延面に対して約 30° 傾斜した構造をとるに反し、3.8% Al を含むチタンの繊維構造は Mg と同じく (0001) 面が圧延面に平行するような構造をとる。このような相違は明らかに異なつた機構の変形に基づくものと考えられます。

(b) 結晶粒度による変形様式の変化: 純チタンの変形様式は結晶粒度によつてもまた違つた結果を示します。たとえば、私共の研究 [I. Obinata, K. Nishimura, J. Inst. Metals, 84 (1955~56), 97] によれば非常に小さい結晶粒 (0.1mm 以下) では $\{10\bar{1}2\}$ 双晶が優先し、 $\{11\bar{2}1\}$ 双晶およびその他の双晶は殆んどみられない。しかし 0.2mm 以上の比較的大きな結晶粒には $\{10\bar{1}2\}$, $\{11\bar{2}1\}$ の各双晶が明瞭に観察されます。

ところでチタンに Al を添加すると、固容体の結晶は同一条件の加工熱処理をした純チタンの結晶粒に比べてかなり微細化していると推察され、したがってそれに応じた変形様式の相違も考えられます。

問 2: チタン加工材の硬度(あるいはその他の機械的性質)を測定する場合には、常にチタンの異方性を考慮に入れる必要があると思います。すなわち板の場合、表面、縦方向の断面、横方向の断面における各硬度を検討すべきでしょう。

工業用純チタンの異方性を示す一例を示しますと [D. E. Yeomans, Discussion for Obinata's the Paper], **Fig. 1**



(Decreases in hardness on annealing were; surface 130VPN; cross section 85VPN)

Fig. 1 Hardness differentials between and cross-section for commercial pure Ti.

(a) Cold rolled (b) Annealed

度に著しい相違があるばかりでなく、焼鈍状態でもその異方性は依然明瞭であります。しかるに、Ti-Al 合金の異方性は純チタンの場合よりもなお顕著であることが知られています。R. I. Jafee 等 [J. Metals, Feb. (1953), 267] によれば 850° で熱間圧延し、同じ温度で 3.5 hr 焼鈍したものの硬度値は **Fig. 2** の通りで、すなわち Al の添加量が多くなるにつれて表面と断面との硬度差は益々大きくなっており、純チタンに異方性がみられないのはこの実験に用いたチタンが沃度法チタンのせいでありました。さらに、同じ著者らによれば、Ti-Al 合金の冷間圧延材の場合はその差がなお大きく、例えば冷間

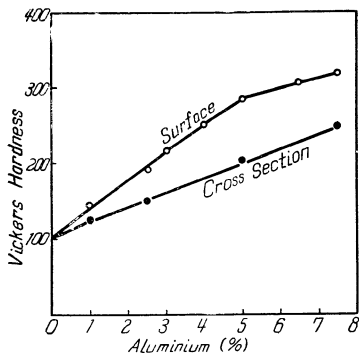


Fig. 2 Cross section and surface hardness of Ti-Al alloys annealed 3.5 hr at 850° after rolling at 850°.

加工後 850° で 3.5 hr 焼鈍処理をした 3% Al-Ti 合金では表面と断面との硬度差は約 100 であつたと報告しています。

要するに、チタンの異方性は加工および焼鈍状態何れの場合も顕著であり、加工状態の方が焼鈍状態よりも遙かに大きいことから真の焼鈍曲線を求めることは困難でありましょう。さらに Ti-Al 合金では純チタン以上に異方性が甚だしいために、取り扱い上、より厄介であろうと考えられます。恐らく講演者はこの点を充分考慮の上実験されたことと思いますが、硬度測定の方法とそれに関連する Ti-Al 合金の異方性の問題について御所見を承りたいと思います。

答: 純チタンと Ti-Al 合金とは同一の結晶構造であります。加工による性質の変化が相当異なることは御討論に

ある事実よりも、また著者らの報告からも明らかであります。これらが軸比の違いによる変形機構の相違によるところが大きいのと思われますが、いかなる機構によるものかは現在のところ不明で、今後の研究にまたねばならぬと思います。著者らの使用した材料はお話ししました通り、完全に焼鈍するため、純チタンは 700°, Ti-1% Al 合金は 800°, Ti-2% Al 合金, Ti-4% Al 合金は 900° で 1 hr 保持しており、従つて結晶粒は合金の方が必ずしも小さくはなつておりません。ハイン法により測定した結晶粒の平均面積はそれぞれ 3.0/1000, 3.4/1000, 3.5/1000, 3.2/1000 mm² であります。なお純チタン線を加工した場合 1.2% 減面率で、わずかではあります。[1121] の双晶と思われる階段状の線がみられます (講演論文 Photo. 5 参照)。

Ti-Al 合金の異方性については私共も注目していたところであつて、熔製した Ti-Al 合金を鍛造後低加工度で引抜いた上、前述の条件で焼鈍して縦断面と横断面を測定したところ、**Fig. 3** のよう

Fig. 3 Effect of Al content on the hardness of Ti-Al alloy.

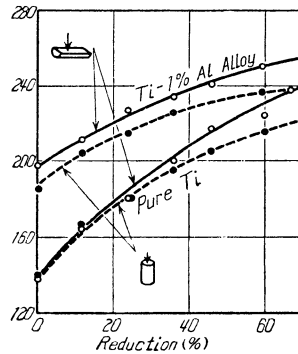


Fig. 4 Effect of cold drawing on the hardness at the longitudinal and cross section of pure Ti and Ti-Al alloy wire.

Table 1

Test specimen	Direction	T. S. (kg/mm ²)	Y. S. 0.2% off set (kg/mm ²)	Y. S. / T. S. (%)	Elong. in 2 (%)
Ti-2.77% Al alloy	Longitudinal	67.5	60.7	85	20
	transverse	69.5	67.9	95	19
Ti-3.03% Al alloy	Longitudinal	75.5	64.5	90	17.5
	transverse	76.8	72.8	98	16.0

ため、線の縦断面を中心まで削り、その中央部の硬度を測定しました。測定はすべてビッカース硬度計 30 kg 荷重を使用しました。最後に有益な御討論を戴いたことを厚く感謝いたします。

(司会 小松 登)