

Fig. 1. Effect of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  on the solubility of  $\text{MgO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$  in  $\text{MgO}\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-CaO}$  melts at  $1600^\circ\text{C}$  in air.

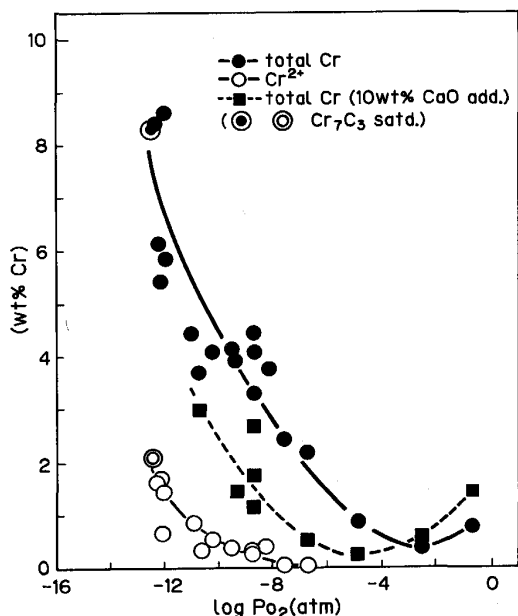


Fig. 2. Oxygen partial pressure dependence of the solubility of  $\text{MgO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$  in  $\text{MgO}\text{-SiO}_2$  ( $-\text{CaO}$ ) ( $-\text{CrO}_x$ ) melts ( $2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$  satd.) at  $1600^\circ\text{C}$ .

$\text{MgO}\text{-SiO}_2$  系スラグにおける  $\text{MgO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$  の溶解度の酸素分圧依存性を調べた結果、 $2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$  飽和組成においては Fig. 2 の実線に示すように、酸素分圧の低下に伴い溶解度はいったん減少し、 $P_{\text{O}_2}=10^{-3}$  atm で最小値を示した後は増加し続けた。 $P_{\text{O}_2}=10^{-6}$  atm 以下では 2 価のクロムの出現も確認され、その割合は酸素分圧の低下に伴い増加した。また、上記スラグの  $2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$ 、 $\text{MgO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$  両相飽和組成に、空気雰囲気中ではクロマイトの溶解促進に有効であった  $\text{CaO}$  を全体量の 10 wt% 添加した結果、Fig. 2 中の破線に示すように同様の傾向が得られたが、溶解度の最低値は低酸素分圧側にシフトし、低酸素分圧下では溶解度は減少した。 $P_{\text{O}_2}=2.11\times 10^{-9}$  atm ではスラグ中の  $\text{CaO}$  濃度の増加にと

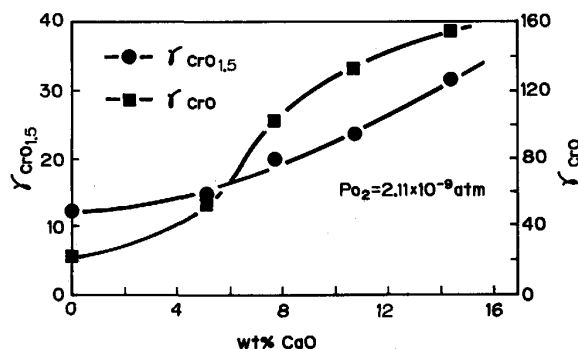


Fig. 3. Effect of  $\text{CaO}$  content on the activity coefficients of  $\text{CrO}_{1.5}$  and  $\text{CrO}$  in  $\text{MgO}\text{-SiO}_2\text{-CaO}$  ( $-\text{CrO}_x$ ) melts ( $2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$  satd.) at  $1600^\circ\text{C}$ .

もない、クロマイトの溶解度およびクロムの 2 価/3 価濃度比は低下した。これは Fig. 3 に示すように、 $\text{CaO}$  濃度が 0 から 14 wt% になると  $\gamma_{\text{CrO}_{1.5}}$ 、 $\gamma_{\text{CrO}}$  がそれぞれ 2.5 倍、7 倍に増加するためであることが判明した。

$\text{MgO}\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-CaO}$  系では、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  濃度の増加にともない空気雰囲気下の場合と同様、溶解度が減少したが、この傾向は図中に点線で示す空気雰囲気下での測定結果と一致しているが、2 価のクロムの出現により溶解度はやや増加している。

#### 4. 結 言

スラグ中へのクロマイトの溶解度を  $1600^\circ\text{C}$  で測定した結果、溶解度は酸素分圧に大きく依存し、 $\text{MgO}\text{-SiO}_2$  系では低酸素分圧では 2 価のクロムの出現に伴い大幅に向上した。また、大気中では  $\text{CaO}$  の添加によりクロマイトの溶解度は向上したが、還元雰囲気下ではクロム酸化物の活量が増大し、溶解度は低下した。

#### 文 献

- 1) S. KOUROKI, K. MORITA and N. SANO: Proc. Int. Conf. Recent Advance in Mineral Science and Technology (1984 年 3 月), p. 847 [Mintek]
- 2) M. L. KEITH: J. Am. Ceram. Soc., 37 (1954), p. 490

### TiAl 金属間化合物の組織制御による機械的性質の改善

福富 洋志 (横浜国立大学工学部)

#### 1. 研究の目的

TiAl 金属間化合物は高比強度耐熱材料として実用化が期待されている材料の一つである。しかしこの材料は  $700^\circ\text{C}$  以下での延性に乏しく、冷間加工と再結晶の組合せによる組織調整ができぬ難点がある。それゆえ、機械的性質の改善は第三元素の添加や第二相の分散等により試みられてきた。

最近、本金属間化合物が動的再結晶を生ずる場合があることが見出された。動的再結晶は高温変形中に再結晶が生ずる現象で、これまでの金属材料に関する研究によれば等軸晶組織を形成し、結晶粒径が変形応力に依存して変化する特徴を持つ。また、著者らは動的再結晶下で結晶粒径の変化に加え、集合組織が形成される場合のあることを見出した<sup>1)</sup>。従って、動的再結晶を活用すれば組織制御による本金属間化合物の機械的性質の改善が可能になると考えられる。

本研究は動的再結晶にもとづく組織制御法を開発することを目的として、本金属間化合物の動的再結晶の機構、組織の形成過程を明らかにしようとするものである。

## 2. 実験方法

化学量論組成の TiAl 金属間化合物を非消耗電極式アーク溶解により溶製した。機械加工により  $10 \times 10 \times 13$  mm の圧縮試験片を作製し、1473 K で 86.4 ks 真空焼鈍した後試験に供した。焼鈍後の結晶粒径は約  $130 \mu\text{m}$  であった。試験には電気油圧サーボ試験機を用い、温度が 1173 K から 1473 K、初期歪み速度が  $5.0 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$  から  $1.0 \times 10^{-3} \text{s}^{-1}$  の範囲で真空圧縮試験を行った。試料は所定の歪みまで変形した後冷却し、光学顕微鏡による表面観察を行った。さらに、化学研磨によって表面層を除去した上で Schultz の反射法により集合組織を調査した。

## 3. 結果及び考察

本実験の範囲内では、真応力-真歪み曲線は例外なく変形応力が変形初期に極大値 ( $\sigma_p$ ) を示した後に徐々に低下して定常値に達する、いわゆる単一ピーク型の形状を呈した。 $\sigma_p$  に対応する歪み ( $\epsilon_p$ ) は  $\sigma_p$  が高いほど大

きくなる傾向が認められた。圧縮変形後の試料を光学顕微鏡観察した結果、 $\epsilon_p$  近傍から新粒が発生し、定常変形領域では変形前とは異なる結晶粒組織が形成されていることが判明した。定常変形領域における結晶粒径は  $\sigma_p$  の増大と共に減少し、 $\sigma_p = 300 \text{ MPa}$  では  $10 \mu\text{m}$  となった。新粒の生成はバルジングによる場合といわゆる核生成による場合の2種類が認められた。Fig. 1 は  $\epsilon_p$  近傍まで変形した試料に見られた新粒の主たる生成機構と  $\sigma_p$  の関係を示したものである。

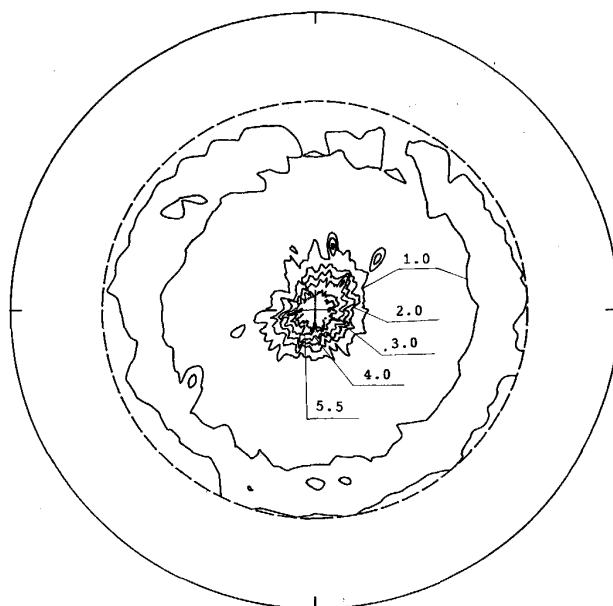


Fig. 2. 202 pole figure of TiAl intermetallic compound deformed at  $\dot{\epsilon} = 1.0 \times 10^{-4} \text{s}^{-1}$ , 1473 K up to  $\epsilon = -1.8$ .

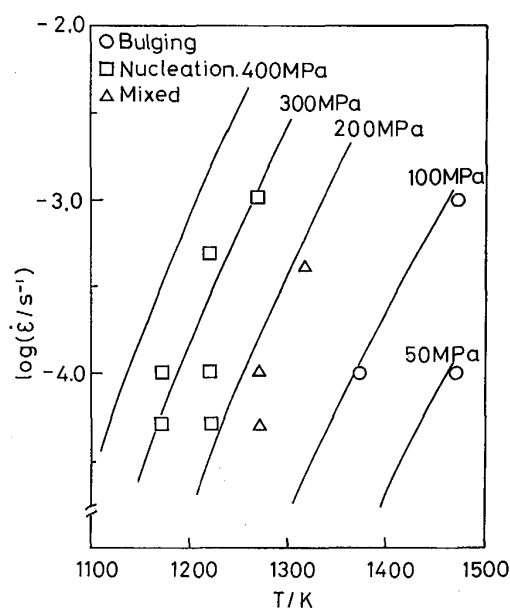


Fig. 1. Dominant formation mechanism of new grains observed at peak strain.

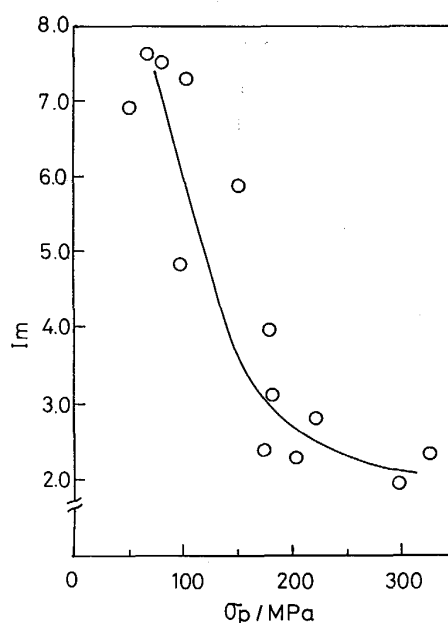


Fig. 3. Relationship between the peak stress and the development of 202 fiber texture.

Fig. 2 は 1473 K, 歪み速度  $1.0 \times 10^{-4} \text{s}^{-1}$  の条件で真歪み -1.8 まで変形した試料の 202 極点図である。圧縮面を投影面とし、平均極密度を 1 としてその倍数で極密度分布を表してある。202 繊維集合組織が形成されていることが分かる。Fig. 3 は変形条件と 202 繊維集合組織の発達の関係を知るため、極密度の最大値  $I_m$  を  $\sigma_p$  の関数としてプロットしたものである。 $\sigma_p$  が 150 MPa 程度を境として、低  $\sigma_p$  側ほど  $I_m$  が高いこと、すなわち繊維集合組織が鮮鋭化していることが分かる。Fig. 1 からわかるように、 $\sigma_p$  が 150 MPa 以下の変形条件ではバルジングによる新粒の生成が支配的である。従って、本研究で見出された集合組織は、変形により生じた格子回転が、バルジングによる再結晶で新粒に引き継がれた結果発達した一種の変形集合組織と考えると一応

理解できる。

#### 4. 結 論

TiAl の動的再結晶挙動を単軸圧縮試験によって調べた。その結果、1) 変形初期に見られる応力の極大値  $\sigma_p$  と動的再結晶後の結晶粒径の間に良い一対一対応があり、 $\sigma_p$  が大きいほど結晶粒径は小さくなる、2) 動的再結晶下で 202 繊維集合組織が形成されるが、集合組織の発達度は変形条件に依存する、等が明らかになった。今後更に詳細に調査することにより、動的再結晶を活用した組織制御が確立できると考えられる。

#### 文 献

- 1) H. FUKUTOMI, Ch. HARTIG and H. MECKING:  
Z. Metallkunde, 81(1990), p. 272

#### 書 評

### さびのおはなし

増子 昇 著

本書は日本規格協会が科学技術の基礎知識の正しい修得を目的として発行している「おはなし科学・技術シリーズ」の一貫であり、最新技術の平易な解説が主眼となっている。最近石油タンク、海洋構造物、自動車などの腐食による損害やそれを防ぐために要する莫大な費用が大きな注目を集めている。

この腐食問題に関して斯界の最高権威である著者が、一見分かりにくい「さび」について平易にしかも正確に解説された点で、本書は非常に意義が深く、初心の方には入門書として、専門の方にも御自分の考え方の整理の参考として、一読を御薦めできる。

常温水中で表面に形成される皮膜によって通常の金属材料を分類すれば、不動態皮膜を形成するステンレス鋼

など、自然化成皮膜を形成する鉛など、さび皮膜を形成する炭素鋼などに 3 分類される。前 2 者は耐食材料として裸使用されるが、逆に裸で使えない所には使わないのが原則である（ただし最近では塗装して使用されることも多い）のに対して、進行性で保護作用の小さいさび皮膜を形成する鉄は、裸で使えなくても何とか対策を立てて使うことが原則となる。

このような考え方の基に、本書は四つの章に分かれており、パート 1 ではさびから見た金属、パート 2 では錆の成分、発生、成長、パート 3 では耐食材料の局部腐食、パート 4 ではさびを防ぐ方法が述べてある。

全体としては 1990. 7 発行のバウンダリー誌にも述べられているごとく、「わが愛する鉄」に対する著者の思い入れがひしひしと感じられ、読後感が非常に爽やかであった。鉄鋼業はこのような人々によって支えられ、引っ張られて発展してきたし、今後も進歩を続けるのであろう。

(新日本製鉄(株) 三吉康彦)

B 6 判 128 ページ 定価 1100 円

1990 年 3 月 日本規格協会発行