

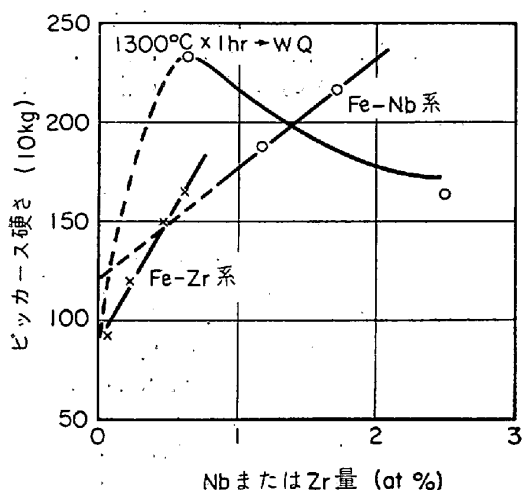


図1 急冷した Fe-Nb および Fe-Zr 2元合金の硬さ
 かるうが、むしろ純鉄を δ 相の状態から急冷してその硬さを求め、その点と 0.63~2.5% Nb の各点を結ぶほうが妥当なのではないかと思う(図の曲線のようになるかと思う)。こうすると、たとえば Nb 含有量が約 1% までは α' 相が生ずるために溶体化硬さはむしろ高くなるが、これよりも Nb% が多くなると δ 相がそのまま室温にもちきたされ、組織は δ -相になるためかえって硬さは低くなる(もちろん室温に過冷却された状態の δ 相は Nb について過飽和固溶体である)。そのため、このような状態のものを高温時効すると析出硬化現象が生ずるものと考えられる。E. HORNBERGEN は Nb 量が多くなると冷却中に生ずる $\delta \rightarrow \gamma \rightarrow \alpha'$ 変態を抑止すると報告しているが、その説からも Nb 含有量が少なくて α' 相になったものよりも、Nb 含有量が多くて過飽和の δ 相の状態のもののほうが軟かくてもよいように思われる。以上につき御教示願いたい。

【回答】

図1は横軸を原子%で示してあるため、Nb 量と $\delta \rightarrow \gamma \rightarrow \alpha'$ 変態の有無について、ご質問と著者らの見方に違いが生じたものと思われるが、本質的には何ら相異はないものと考えられる。また E. HORNBERGEN (実は G. R. SPEICH) と思われるが) の説も著者らの実験データを十分裏付けるものと思われる。また図1において、著者らのごとく直線を 0%Nb まで外挿してその硬さを求めこれから残留応力の大小を論ずるより、ご指摘のように純鉄を同一条件すなわち δ 域より急冷して硬さを求め、これとの比較において残留応力などについて議論するほうがよいと思う。

講演：鉄-13 at %ベリリウム合金の時効と機械的性質*

金材研 工博 吉田 秀彦
 山県 敏博・八木沢孝平

【質問】 東北大金研 根本 実

(1) Fe-Be についての引張試験結果、特に伸びの測定はないか。twin 発生と伸びとの関係を知りたい。

* 鉄と鋼, 54 (1968) 10, S 730~732

twin が非常に容易に発生するなら伸びが出るであろうし、twin がある程度発生するときには脆化すると考えられる。

(2) 他の bcc 置換型析出合金も含めて、zone, modulated structure などの coherent な相で硬化すると、twin が出て脆化するが、partially coherent あるいは incoherent な相の場合は twin の発生は妨げられると思われるが、一般的にみていかがか。

twinning dislocation ($b=a/b\langle 111 \rangle$) と total dislocation ($b=a/z\langle 111 \rangle$) では coherent な相を切るときの抵抗が atomic displacement の関係からかなり差があり、twin dislocation が動きやすい。partially coherent, incoherent な相では twin dislocation も動きにくいであろうことが考えられる。

(3) 急冷状態でも twin が出ているが、急冷状態では完全に random solid solution となつているのか。random になつていれば twin よりすべりがおこると思うが。

【回答】

(1) われわれは圧縮試験を行なつたが、BOLLING and RICHMAN¹⁾は引張試験の結果について少し述べている。その結果によると、Fe-25 at % Be 合金で急冷したままの bamboo 状の試験片では、ほとんどが伸びを示さずに破断するが、10%伸びを示したものが1つ、数%の伸びを示したものがわずかにあり、その変形モードは双晶であつた。

一般に多数の変形双晶は crack の発生の原因となりやすく、伸びが出ない。したがってわれわれの場合でも変形モードが双晶から迂りに変わる中間相が析出した状態で引張試験を行なえば、かなりの伸びが期待されると考えている。

(2) われわれも同じように考えている。この合金系では焼入状態(溶質原子は一部 short range order を作っている)ですでに双晶変形を起こすが、coherent な short range order, modulation はただ双晶応力を高めるのみで、この間の事情は G. P. ZONE などにより迂り応力が高くなるのと同様である。結晶構造の違った中間相が析出してくると双晶転位はもはや切断して通過できなく、迂回機構による迂り変形に変わると考えている。この点は他の鉄基置換型合金で確かめつつある。

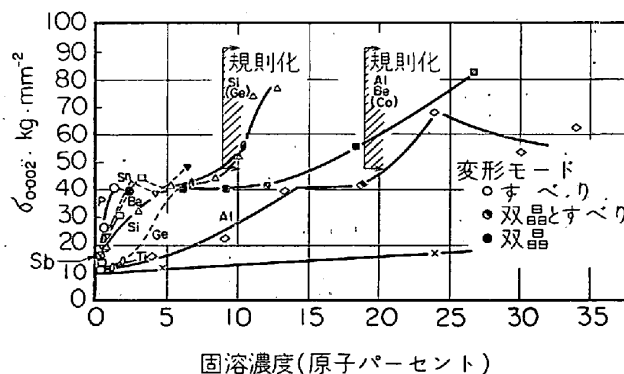


図2 固溶濃度の大きな合金に対する多結晶(結晶粒 250 μ)の降伏応力(0.2%変形応力)の変化

(3) じりが起こるか双晶が起こるかは、それぞれの開始応力の大小にもとづく。鉄基置換型合金では、grain size が 250μ くらいで双晶変形する場合、 0.002 歪での応力 ($\sigma_{0.002}$) は、合金元素の種類、濃度によらず、ほぼ一定値 40 kg/mm^2 程度である。(添付の図 2 を参照)

Fe-Be 合金では、固溶体硬化によるじり応力が約 3 at% Be で 40 kg/mm^2 を越えるので、この濃度を境として変形モードがじりから双晶に移ると考えられる。したがって random solid solution でも Fe-13at% Be 合金の場合には、急冷状態で双晶変形をすると考えている。

1) Canadian Journal of Physics, 45 (1967), p.541

【質問】 日本揮発油 工博 西野 知良

溶体化処理状態および過時効 (700°C) の場合、双晶変形が支配的であり、中間相が適度に分散する時効 ($500\sim 600^\circ\text{C}$) ではじり変形が支配的とのことであるが、前者の場合、すなわち、析出粒子の効果が少ない場合、基質の変形機構は溶質原子濃度に非常に影響されるように思う。過時効の場合、基質の Be 濃度はかなり低いように思うが、Fe-Be 合金の固溶体硬化と変形機構についてお気づきの点があれば、お教え願いたい。

$500\sim 600^\circ\text{C}$ 時効の場合、じり変形が支配的とのこと

であるが、変形機構が時効過程で変わることは、分散粒子が双晶変形をおさえる側に立つように思う。変形機構と分散状態の関係について、お気づきの点があれば、お教え願いたい。

【回答】

G. F. BOLLING and R. H. RICHMAN の結果 (Canadian Journal of Physics, 45 (1967), p.541) によると Fe-Be 合金の固溶体硬化と変形機構との関係は (根本実氏への解答の添付図 2 参照) Be 濃度が $\sim 3 \text{ at\%}$ 以上になると変形機構はじりから双晶に移る。双晶変形応力は Be 濃度が $3\sim 12 \text{ at\%}$ の範囲ではほぼ一定で、それ以上の Be が固溶すると Be 濃度とともに増大している。

U. HEUBNER¹⁾の結果によると Be の固溶量は 400°C で $\sim 2.8 \text{ at\%}$, 300°C で $\sim 1.1 \text{ at\%}$ である。したがって過時効で双晶が現われるのは Be の固溶量の減少によるものではない。分散粒子が双晶変形を押える側に立つことについてはわれわれも同じように考えている。変形機構と分散状態との関係については、目下単一相のみが析出する別の合金をもちいて調べている。

文 献

1) Arch. Eisenhüttenw., 7 (1968), p. 547

書 評

『鉄 冶 金 反 応 工 学』

瀬 川 清 著

本書の題名「鉄冶金反応工学」、は耳慣れない響きに戸惑う諸賢がおられるかも知れないが、一口に云つて「反応工学」の「鉄冶金学」への応用と云えよう。「鉄冶金学」は、製鉄や製鋼の基本原理を対象とするもので、化学熱力学および反応速度論を根幹に組立てられている。これに反して「反応工学」は、反応速度論、熱および物質移動、流体力学の組合せと云つてよい。

工学部の教育では、「鉄冶金学」は冶金学科または金属工学科、「反応工学」は化学工学科で教える方式が普通である。しかしよく考えてみると、鉄鋼の製造に役立てるという意味では冒頭に述べた如く両方の学問の融合した形が教えこまれる必要がある。なぜならば、高炉や転炉を対象とする場合、容易に想像されることは現象の裏側に先程並べた 4 つほどの学問領域が複雑に絡み合わさった体系が基本原理として存在する事実である。

どんな工学教育でも、学部や修士課程の場合演習問題を実際に解いてみるということが一番役に立つことは間違いない。いろいろな現象の羅列とか、設備の叙述とかは技術者には分つても工学を勉強しようとしている学生にはなかなか分らない。かれらは基礎の学問がどんな形で工学に発展するか、その機能を理解しようと願っている。

本書は「鉄冶金学」を知っている若い技術者や学生を対象にして、高炉や転炉の応用問題を製造と直結する形で勉強しようとする筋道を分り易く解説している。著者は、工業化学の専攻出身で爾来鉄冶金の分野でトップレベルの工学者である。しかも、鉄鋼製造技術をよく知っておられるので、その体験が本書に浸透している。

最近、このような形の刊行物が要望されながらなかなか見当らなかつたところからみて、本書の刊行は誠に時宜に適した有意義な着想であつて、著者の長年にわたる御尽力と出版関係の各位に心から敬意を表する。

(A 5 判, 252 ページ, 定価 1350 円, 日刊工業新聞社)