

金属間化合物による鉄鋼の析出硬化*

座長 東北大金研 工博 幸 田 成 康

講演：鋼の強靱化に実用される置換型固溶元素による時効硬化現象**

東大 工博 荒 木 透

【質問】 東北大金研 工博 幸田 成康

マルエージング鋼の地の組織は、焼入れしたときは転位の多い α' 相になつていますが、これを昇温時効したときどのように変わるか、すなわち転位数の減少または転位配列にちがいが見られるか、また、地はやはり α' 相のままであるか。

【回答】

マルエージング鋼の母相の組織は、きわめて炭素の低い立方晶マルテンサイト (α') であり、微量の C, N は通常 Ti などによつて固定されているので固溶量もごくわずかであると考えられる。これを昇温時効したとき、電子顕微鏡的観察や物性をもとにした推察によるとつぎの3段階にわたつての転位の挙動が考えられる。

(1) 焼入れ(もしくは anneal 空冷)後の高密度のタンダムした転位は時効(マルエージ)の初期にまず若干の再配列を行ない、短範囲の弾性的歪の解消が起こると考えられ、弾性限や降伏点の上昇がみられる。

(2) つぎに格子欠陥上に置換型固溶元素の拡散凝集によるクラスター化がおこり、転位の多くのものは固着されると考えられる。この時期には転位密度はあまり低下していないであろうし、硬度は最高値に近づく。

(3) 最高硬度点を過ぎて過時効になるあたりから金属間化合物相の析出凝集が観察可能の段階となり、また逆変態オーステナイトが亜粒界またはヴィドマンステッテン状に析出しはじめる。この段階では母相 α' には転位密度の低下がみられる。さらに焼もどし時効がすすむと再配列回復が明らかに認められるようになる。

講演：炭素を含まない Fe-Nb 系および Fe-Zr 系合金の析出硬化***

早大理工 工博 長谷川 正義

岡 本 昌 文・所 一 典

【質問】 東北大金研 工博 幸田 成康

最大硬度のときの析出相が何であるかをしらべたか。

【回答】

Fe-Nb, Fe-Zr 2 元合金について最大時効硬度を示す付近で、透過電子顕微鏡により析出物の形などについては調べたが、同定についてはとくに行なっていない。しかし最大硬度を若干過ぎた時点においては、多くの Fe-

Nb, Fe-Zr 系合金で Fe_2Nb , Fe_2Zr をそれぞれ確認している。G. R. SPEICH¹⁾によると Fe-Nb 2 元合金では時効過程において、平衡相 Fe_2Nb 以下の中間遷移相は全く認めなかつたと報告している。したがつて本報告の範囲の合金元素量を含む Fe-Nb 3 元合金においても報告した諸種の実験結果より考え併せて中間遷移相は存在しないものと思われる。しかし時効に伴う析出物中の第 3 元素の原子比は、EPMA 測定によると、連続的に変化しているのが認められている。

文 献

- 1) G. R. SPEICH: Trans. AIME, 224 (1962), p. 850

【質問】 日本揮発油 工博 西野 知良

上記合金は析出硬化が非常に著しい性状を呈する点で興味深く、将来へ構造材料としても興味があるように思う。

Fe-Be 合金の変形においては、溶体化処理状態および低温時効の状態では双晶変形によることから、延性脆性遷移温度が著しく上昇しているとも解釈できそうである。本論の合金の場合、じり変形が支配的のように思うが、変形機構、破壊機構と溶質濃度との関係はどのようであつたか。また、硬度測定または引張試験中に、変形と析出の関係について気づかれた点があつたら、ご教示願いたい。

【回答】

Fe-Nb および Fe-Zr 2 元合金の各時効段階について引張試験を行なつたが、観察した範囲では変形はすべり変形が支配的であつた。

いずれの合金系も、すでに時効初期段階において、降伏開始後塑性変形が若干進んだ状態、すなわち絞り現象がほとんど生じていない状態で破断が生じ、破面はいわゆる粒界割れが支配的であつた。これは主として溶体化温度が高温 (1300°C) であることによる結晶粒の粗大化と、粒界析出による粒界の脆弱化がその原因と考えられる。

なお溶質 Nb, Zr 濃度は、時効に伴う粒界析出物の量と大きさに影響し、高濃度試料は低歪側ですでに破断する傾向にあつた。

【質問】 新潟大工 古川 徹

図 1* に図 2** の 2.5%Nb の時効時間 O の硬さ、すなわち溶体化状態の硬さを記入すると図 1 の O のようになる。

0.63% Nb 鋼はもちろん 1.04% Nb 鋼は冷却中に $\delta \rightarrow \gamma \rightarrow \alpha'$ 変態を生じている鋼であり、それ以上 Nb を含む鋼は δ -相というのであれば 1.04% Nb 鋼の硬さと 1.84% Nb 鋼の硬さをむすぶ線を 0% Nb まで延長して 0% Nb の鋼の硬さを求め、それによつて残留応力の大小と転位の多少を論ずるのはちよつと無理ではな

* 昭和43年9月本会講演大会にて発表

** 鉄と鋼, 54 (1968) 10, S 722~725

*** 鉄と鋼, 54 (1968) 10, S 726~729

* 54 (1968) 10, S 726 **54 (1968) 10, S 727