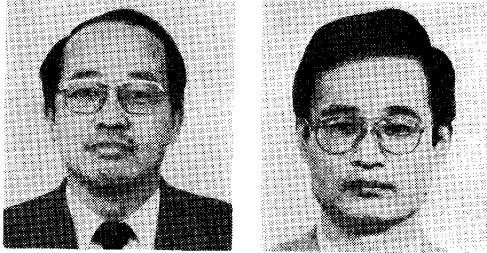


優 論文 賞

住友金属工業(株)中央技術研究所所次長
大 森 靖 也 殿
〃 〃 基礎研究室副主任研究員
前 原 泰 裕 殿

δ/γ 2相ステンレス鋼における $M_{23}C_6$ と σ 相の析出
(鉄と鋼, 70 (1984) 3, pp. 428~435)



大森氏は昭和 35 年京都大学理学部物理学卒業, 37 年同大学院理学研究科原子核理学専攻修士課程終了. ただちに住友金属工業(株)入社, 中央技術研究所勤務, 昭和 59 年 4 月より同研究所研究所次長となり現在に至っている.

前原氏は昭和 47 年広島大学理学部物性学科卒業, 50 年大阪大学大学院基礎工学研究科物理系物性分野専攻修士課程終了後, ただちに住友金属工業(株)入社, 中央技術研究所基礎研究室勤務, 昭和 58 年 4 月より副主任研究員となり現在に至っている.

本論文は, その優れた耐孔食性, 耐応力腐食割れ性などの特性を利用して酷しい腐食環境における使用がますます増加している, フェライト-オーステナイト 2 相ステンレス鋼の高温における σ 相および $M_{23}C_6$ の析出過程を明らかにする目的で分析電子顕微鏡を用いて各相の組成を分析するとともに各相間の結晶学的方位関係を詳細に調べ, 析出過程に検討を加えたものである.

すなわち, フェライト系およびオーステナイト系ステンレス鋼において従来から脆化, 粒界腐食などと密接な関係があるとされている σ 相および $M_{23}C_6$ の析出過程は, フェライト-オーステナイト 2 相ステンレス鋼ではどのような特徴を示すものであるかを, 炭素濃度の異なる 2 種類 (0.02 および 0.10%) の 25Cr-6Ni-3Mo 鋼を試料として, 固溶化温度として δ/γ 2 相域および δ 単相域の 2 種類を選び, これらの固溶化試料を 700-950 °C の温度範囲で時効し, 時効に伴う組織変化を詳細に観察した.

この結果, 次のような析出過程をたどることを初めて明らかにした. すなわち, δ 単相組織を時効すると $M_{23}C_6$ および σ 相析出は著しく遅滞する. これは γ 析出が $M_{23}C_6$ および σ 相析出に先行する必要があるためである.

δ/γ 2 相組織を時効すると $M_{23}C_6$ が σ 相に先行して γ/γ 粒界および δ/γ 界面に優先的に析出する. δ/γ 界面に生成する $M_{23}C_6$ は γ と立方晶-立方晶平行方位関係を持つている. この $M_{23}C_6$ は生成に際して Cr などのフェライト形成元素を濃化するため $M_{23}C_6$ 近傍の δ は γ に変態する. 固溶化組織として存在していた γ から炭素が供給される間は $M_{23}C_6$ の成長が続き, $\delta+C(\gamma) \rightarrow$

$M_{23}C_6+\gamma$ と表され, 生成する $M_{23}C_6$ と γ とが層状に配列した共析変態が進行する. 層状組織内の $M_{23}C_6/\gamma$ 板面は $(111)_{M_{23}C_6} \parallel (111)_{\gamma}$ の関係となつている. γ 中の炭素が枯渇すると, $M_{23}C_6/\gamma$ の共析組織の停止した界面の δ/γ 界面に σ 相が生成する. この σ 相は γ と稔野の方位関係を持つている. この σ 相もフェライト形成元素を濃化するため, σ 相近傍の δ は γ に変態し, 層状に配列した σ 相と γ とからなる $\delta \rightarrow \sigma + \gamma$ の共析分解が進行する. 共析組織内の σ/γ 板面は整合性のよい $(001)_{\sigma} \parallel (111)_{\gamma}$ の関係となつている.

以上のように, 本論文は δ/γ 2 相ステンレス鋼の時効過程を系統的・詳細に研究したものであつて, 学術的に意義があるばかりでなく, δ/γ 2 相ステンレス鋼の合金組成の選定, 熱処理などによる組織制御についても工業的に有益な知見を与えるものである.

優 論文 賞

新日本製鉄(株)中央研究本部第二技術研究所
阿 部 雅 之 殿
日本鋼管(株)中央研究所第一材料研究部
日 裏 昭 殿
東北大学工学部金属材料工学科助教授
石 田 清 仁 殿
〃 〃 〃 教授
西 沢 泰 二 殿

2 相ステンレス鋼の結晶粒成長

(鉄と鋼, 70 (1984) 15, pp. 2025~2032)



阿部氏は昭和 59 年 3 月東北大学工学部金属材料工学科を卒業後, 新日本製鉄(株)入社, 中央研究本部第二技術研究所勤務となり現在に至っている.

日裏氏は昭和 57 年 3 月室蘭工業大学工学部金属工学科卒業後, 59 年 3 月東北大学大学院工学研究科金属材料工学専攻博士課程前期 2 年の課程を修了し, 日本鋼管(株)入社, 中央研究所第一材料研究部に勤務となり現在に至っている.

石田氏は昭和 44 年 3 月東北大学工学部金属材料工学科卒業後, 昭和 49 年 3 月東北大学大学院工学研究科金属材料工学専攻博士課程を修了し, (株)大同特殊鋼入

社，中央研究所，星崎工場勤務を経て，昭和 57 年 4 月東北大学工学部金属材料工学科助教授となり現在に至っている。

西沢氏は昭和 27 年 3 月東北大学工学部金属工学科卒業後，同大学大学院特研究生，同大学助手，同大学助教授を経て，44 年 4 月同大学金属材料工学科教授となり現在に至っている。

本論文は従来殆んど検討されていない二相ステンレス鋼の粒成長挙動を系統的に検討し，二相ステンレス鋼のもつ組織の特徴とその理由を明らかにしたものである。二相ステンレス鋼は耐食材料として次第に重要な位置を占めつつあるが，結晶粒の大きさや α/γ 混合組織の形態は材料特性としてきわめて重要な因子である。本論文はこのような組織を支配する粒成長挙動を広範囲に検討し，実験結果を粒成長則に基づき詳細な解析を行い，現象の律速過程を支配する因子を明らかにしている。

すなわち二相混合組織での副相の粒成長をオストワルド成長との類似により体拡散支配，粒界拡散支配の數式モデルおよび Zener 理論に基づくピン止め下の主相の粒成長則を結合して行つた。このような解析手法は先に著者の一人が発表している方法 [鉄と鋼：68 (1982) p. 1016] と同種であるが二相ステンレス鋼について次の重要な結果を導いている。

(1) 二相ステンレス鋼の粒成長は単相に比べ著しく遅れ，細粒化しやすくなるが，この理由として粒成長の律速過程を支配する因子が Cr, Ni の拡散であることが明らかにされた。

(2) α 相が主相の場合には副相の γ 相の体拡散支配で粒成長が支配される。また副相が α 相の場合には粒界拡散支配で γ 相の成長が律速されることが明らかにされた。

以上の結果は二相ステンレス鋼の組織と粒形態の変化をきわめて良く説明できることを示している。このような結論は単に二相ステンレス鋼のみならず他の多相系合金の粒成長性にも適用し得るものと考えられる。結晶粒や組織は材料の特性の基本をなす因子であり，本論文で得られた知見は材料特性の向上をはかる意味からも重要なものであり高く評価される。

渡辺義介記念賞

大同特殊鋼(株)星崎工場長
石田二郎殿

高級特殊鋼量産技術の進歩と発展



氏は，昭和 29 年 3 月東北大学工学部金属工学科を卒業し，ただちに大同製鋼株式会社（昭和 51 年 9 月合併により社名変更）に入社，星崎工場製鋼課長，線材加工課長，工場次長，中央研究所研究第 2 部長，同社技術サービス部長，知多工場副工場長を歴任，昭和 58 年 7 月星崎工場長に

就任し現在にいたっている。

この間，ステンレス鋼製造に関連する新設備の導入，新規技術の開発を主体とする高級特殊鋼の量産，Ti 等の活性金属特殊精錬プロセス研究に業績を挙げた。

1. ステンレス鋼線材量産体制の確立

(1) コールドヘッダー用ステンレス鋼製造技術の確立

Ni 系ステンレス鋼線材のコールドヘッダー（冷間加工）性向上のため，素材中の C, S 等の化学成分と加工性との関係に基づき経済的にそれらの元素を低下し得る溶製法として AOD 法を導入するとともに，精錬後の溶鋼中の介在物浮上分離方法として取鍋静置適正時間の設定等の造塊技術改善を行うことにより，コールドヘッダー用としての高清浄極低 S ステンレス鋼の量産技術を確立した。

(2) ステンレス線材 2 次加工設備の開発

溶体化熱処理炉として従来のストランド方式に代わり線材コイル形状のまま，熱処理できる高生産性且つ省エネルギー型のロータリーハース式熱処理炉及びマニピュレータによる自動給集材方式を考案，脱スケール酸洗方法として酸洗工程制御にコンピューターコントロールを考案，連続酸洗を可能にする等，ステンレス線材の量産 2 次加工設備，技術の開発に努めた。

2. 構造用鋼，軸受鋼等の大容量連続熱処理設備の開発と操業技術の確立

大容量連続熱処理炉の建設に当り，炉内雰囲気ガスサンプリング方法及び雰囲気ガス送気方法の検討を行い，炉内各ゾーンにおける P_{CO}/P_{CO_2} の厳密なコントロールにより，低～高炭素鋼線材表面 C レベルの極めて安定した連続熱処理炉の建設と操業法を開発した。

3. 非鉄活性金属特殊溶解技術の実用化

不活性雰囲気下におけるプラズマによる活性金属の溶解に着目し，純 Ti, Ti 合金の量産溶解の実用化研究を推進しトーチ相互間の干渉防止による複数トーチの採用，炉体又はトーチ旋廻による熱効率向上等の設備，技術の改善に努めた。