

ヘ ン ダ ー ソ ン 賞

日本金属工業(株)研究開発本部研究部長

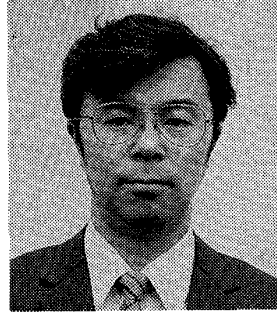
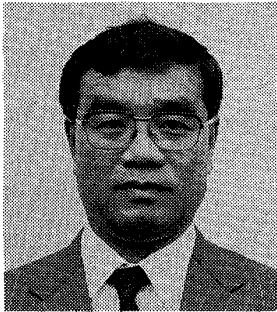
新 井 宏 殿

日本金属工業(株)研究開発本部研究部課次長

竹 田 誠 一 殿

(論文) 「ステンレス鋼における炭化物粒界析出の理論解析」

(鉄と鋼, 72 (1986) 7, pp 831~838)



新井氏は昭和 35 年 3 月東京工業大学理工学部物理コース修了後ただちに日本金属工業(株)入社, 川崎工場および相模原製造所勤務, 50 年同所システム課長, 51 年社長室課長, 55 年相模原製造所生産管理部次長, 58 年研究開発本部研究部長に就任し現在に至っている。

竹田氏は昭和 42 年 3 月富山大学工学部金属工学科卒業, 44 年名古屋大学大学院工学研究科金属工学専攻修士課程を修了後ただちに日本金属工業(株)入社, 研究部勤務, 48 年相模原製造所勤務, 52 年研究部に再勤務し, 60 年研究開発本部課次長に就任し現在に至っている。

同氏らの研究内容は次の通りである。

フェライト系ステンレス鋼のオーステナイト系ステンレス鋼に対する弱点の一つは, 粒界腐食感受性の高いことである。この欠点のために溶接を要する用途への使用は限られてきた。このような高い粒界腐食感受性は, 結晶粒界への炭化物析出が著しいことに起因する。

粒界腐食対策として, フェライト系ステンレス鋼の高純度化および炭化物形成元素のマイクロアロイニングが行われている。しかしそれらの対策もパフォーマンス, コストにおいて完璧ではなく, フェライト系ステンレス鋼における炭化物析出制御は重要な課題である。そのためのアプローチとして, 炭化物析出を理論的に解析しモデル化を進めることは極めて有効な手段となり得るであろう。

炭化物析出の理論解析は主としてオーステナイト系ステンレス鋼を対象上展開されてきた。フェライト系ステンレス鋼では, 炭素の固溶限が小さく, その上に拡散速度が速いことから理論的および実験的研究に大きな困難

があつた。さらに高温では部分的にオーステナイト相の共存もあり, それをも考慮する必要がある。

本研究では既に豊富な測定データが得られており, 理論的にも STAWSTRÖM らによる解析が進んでいるオーステナイト系ステンレス鋼における炭化物析出に関して検証を加え, その方法をフェライト系ステンレス鋼にも拡張準用した。そのためにステンレス鋼中における鉄, クロム, 炭素の活量に関する実測データを収集し, α および γ 相中の活量係数を定式化した。さらに準正則溶体近似法により各種炭化物の形成エネルギーを温度を変数として数式化した。これらの諸数値を用いて算出した炭素の固溶限は, 実測値と良い一致の得られることが確認されている。

炭化物の粒界析出のモデルは, 粒界において炭化物が母相と局所平衡を保ち, 拡散律速により成長するとした。これにより析出する炭化物の量および組成の時間変化を推測し, 実測結果とよい一致を得ている。さらに粒界におけるクロム濃度の経時変化についても一般解が求められ, フェライト系ではオーステナイト系に比べて著しく急速に変化することが確かめられた。

粒界炭化物の析出が実用上問題とされるのは, 溶接部などにおける粒界腐食感受性の増大である。この粒界腐食感受性は粒界におけるクロム欠乏程度とクロム欠乏層の拡りにより支配される。そこで粒界のクロム濃度と炭化物析出量の二つの要因を組合せて, 粒界腐食感受性を評価する指数を定義した。この指数を時間および温度を変数として表現した Time-Temperature-Sensitization (TTS) 曲線を計算した。オーステナイト系ステンレス鋼においては, 実測結果による TTS 曲線と良い一致が得られている。フェライト系ステンレス鋼の場合には, 炭素の固溶限が低くかつクロムの拡散係数が大きいので, 鋭敏化は著しく短時間で発生する。低炭素材 (0.01% C) においても, オーステナイト系 (0.03% C) に比較して 10^5 程度も急速に進行することが評価でき, フェライト系ステンレス鋼では極低炭素化をはかっても完全には粒界腐食を防止できない事情をよく説明している。このように本研究の成果はフェライト系ステンレス鋼の粒界炭化物析出挙動の理論解析モデル化を通して, 粒界腐食感受性の予測に応用できることが明らかとなった。

本論文では既存データに精密かつ系統的な吟味が加えられている。さらに従来の理論解析モデルに修正を施して, 有効に拡張展開し, 精度の高い粒界腐食感受性の評価を可能にした。このような実験的に解析的に困難な問題への対応として, 本研究の方法は高く評価される。また実用上も材料設計の手法として有効に活用する道を拓くものと考えられる。