



アラカルト

本との出会い-11

ミクロ組織と強度と耐食性と

—思い出の二冊の本—

Microstructure, Strength and Corrosion

—Remembrance of Two Books on My Young Days—

細井祐三

名古屋大学 名誉教授

Yuzo Hosoi

1 はじめに

金属材料の諸性質が、そのミクロ組織と深くかかわっているのは周知のとおりである。私が研究者として歩み始めた初期の頃に出会った二冊の本について記そうと思う。

2 Relation of Properties to Microstructure

最初の本は Relation of Properties to Microstructure (American Society for Metals (以下ASM)、1954) である。この本に出会ったのは、1958年の早春、米国Pennsylvania州立大学の正門の前にある書店Metzgersであった。私は1958年1月より、科学技術庁金属材料技術研究所(現、物質・材料研究機構)からの派遣により、米国への留学の機会に恵まれた。Spring Semesterからの留学で、1月にState Collegeという大学のある小さな町に着いたとき、街路は一面の雪に覆われていたことを思い出す。大学での勉学にそろそろ慣れてきた3月頃であったと思うが、上記の書店でその本を見付けた。

この本は1953年に開催されたASMの第35回大会のときに行われたセミナーの講義をまとめたものであり、セミナーの座長はMassachusetts工科大学(以下MIT)のMorris Cohen教授、コーディネーターはGeneral Electric社(以下GE社)のDavid Turnbull博士であることが記されている。Turnbull博士が序文で述べているが、このセミナーの目的は金属学にとり重要な諸性質の組織依存性について、現象の解明、組織と転位の相互作用の理論の発展、合金設計の知識の適用などについてわかり易く解説することにあった。

まず最初にGE社のJ. H. Hollomon博士により、組織に敏感な性質として、機械的性質、電気的性質、磁氣的性質があること、そしてそれらの性質を支配する基本的な問題が述べ

られ、空孔、転位などの挙動が重要な役割を果たすこと、またこれらのいわば弱点(weak spots)が結晶性材料の組織敏感性の重要な源点であることを指摘している。次いで各論が詳細に論じられている。講義の項目は次のとおりである。

機械的性質に及ぼす結晶粒界の影響

Columbia 大学 M. Gensamer 教授

固溶強化の原理

California 大学 Earl R. Parker 教授、

Thomas H. Hazlett 研究技術員

機械的性質に及ぼす粒子分散の効果

California 大学 John E. Dorn 教授、

C. D. Starr 研究技術員

分散強化の理論

G. E. 研究所 Edward W. Hart 主任研究員

金属組織と合金設計

Brush 研究所冶金研究部門 A. D. Schwoppe 部長

転位と固溶原子の相互作用

Birmingham 大学 A. H. Cottrell 教授

脆性破壊とミクロ組織との関係

G. E. 研究所 J. R. Low Jr. 主任研究員

ガラス強化組織の強度

Owens - Corning Fiberglas 社 技術開発研究部門

Games Slayter 副所長

腐食に及ぼすミクロ組織の影響

M. I. T. Herbert H. Uhlig 教授

磁性とミクロ組織との関係

Westinghouse Electric 社 L. S. Dijkstra 博士

金属組織と保磁力

Lehigh 大学 J. F. Libsch 準教授、

磁性材料研究所 G. P. Conard 副所長

私は大学院修士課程で、マルテンサイト系ステンレス鋼のオースフォーミングによる強靱化を研究し論文としてまとめ(1960年1月)、次いで1961年にASMの論文誌に発表した¹⁾。この論文をまとめるにあたり、組織の微細化と強度、靱性との関係を考察するのに上記の書が非常に役に立った。なおついでながら、準安定オーステナイト域での塑性加工後のマルテンサイト変態処理をオースフォーミングと名付けたのは、MITのCohen教授²⁾であった。この加工変態処理は、最初1951年にHarvey氏³⁾により、0.95% C鋼に試みられた。

加工と変態の組合せによる鉄鋼材料の機械的性質の改善は、その後マルテンサイト変態のみでなく、鋼種、加工温度の範囲を拡げ現在加工熱処理、TMCPとして発展している。

3 Electrodeposition and Corrosion Processes

1963年に、私は前述の金属材料技術研究所から八幡製鐵(株)東京研究所(現、新日本製鐵(株)先端技術研究所)に移った。東京研究所では、鉄鋼材料と環境との相互作用—腐食・防食—の問題にとり組んだ。耐候性鋼のさび層の研究から始め、次いでステンレス鋼の孔食、応力腐食割れの研究に従事した。この時期出会ったのがもう一冊の本、J. W. West博士のElectrodeposition and Corrosion Processes(D. Van Nostrand Company Limited, London, 1965)である。West博士は、この本を著したときは、英国Sheffield大学冶金学科の講師(後に同大学、同学科の教授)であった。

本書は、金属の腐食、防食の理論、腐食と応力の相互作用などについて基礎的に解説した本である。7章および附記2項目より構成されている。第1章から第3章において、平衡状態、非平衡状態における系の熱力学、電極電位、アノード反応、カソード反応など金属の腐食の電気化学の基礎を示し、第4章では表面皮膜の生成とその役割、不動態皮膜の破壊と補修などが述べられ、第5章において電解研磨と電析、第6章で防食の基礎的考え方、インヒビター、コーティング、合金元素の効果などを解説し、第7章では応力の影響を説明している。附記として原子価理論および金属の変形の基本的な解説が加えられている。

私がとくに興味をもったのは第7章の応力の影響であった。内容的には吸着割れ(Sorption-Cracking)と応力腐食割れ(Stress-Corrosion Cracking)について論じているが、大部分は応力腐食割れについて述べている。著者は割れ先端における機械的破壊と電気化学的腐食作用との関係、また割れの進行におけるすべり面の役割を論じると共に、多くの文献を引用し、材料の塑性変形挙動と割れとの関係の観点から、転位の運動、配列、積層欠陥エネルギーの重要性を指摘している。例えばオーステナイト系ステンレス鋼において、Niの増量、Nの減量は積層欠陥エネルギーを増し、粒内応力腐食割れの抵抗性を増すことを示している。応力腐食割れに及ぼす合金元素の影響をたんに電気化学的に扱うだけではなく、材料の塑性変形と転位の集積、配列と腐食の活性点との関係からも検討する必要があることを指摘したのは、ステンレス鋼の材料開発の点から示唆に富むものであった。

1960年代を振り返ってみると、石油化学工業の発展、原子力発電の開始、排煙脱硫装置など公害防止機器の開発が進み始め、また耐海水ステンレス鋼の需要が高まり、これ等の環境に対応できる新しいステンレス鋼のニーズが盛んになった頃であった。ステンレス鋼の局部腐食の重要性が指摘され、応力腐食割れ、孔食、すきま腐食の基礎的、技術的研究が正に産学官において活潑に推進され、新しいステンレス鋼が開発、実用化され始めた時代である。

鉄鋼材料のミクロ組織と強度、耐食性の観点から、若い時に興味をひき、とくに関心をもった二冊の本について触れた。最近の科学と技術の進展は情報技術を活用して飛躍的に進んでいるが、時には時代を振り返り、温故知新を心掛けることも必要ではないかと思っている。そのためには、本は必要欠くべからざる悠久の友である。

参考文献

- 1) Y. Hosoi, K. E. Pinnow : Trans. Amer. Soc. Met., 53 (1961), 591.
- 2) M. Cohen : Metals Review, 32, (1959) 5, 5.
- 3) R. F. Harvey : Iron Age., 168, Dec.27 (1951), 70.

(2006年4月24日受付)