

固相変態国際会議及びマイクロアロイ・オース

国際会議報告



テナイトの加工熱処理過程国際会議出席報告

田 村 今 男*

1981年8月10日から14日までの5日間、固相変態国際会議 (International Conference on Solid-Solid Phase Transformations) がアメリカの Pittsburgh にある Carnegie-Mellon University で開催された。また、それにひきつづいてマイクロアロイ・オーステナイトの加工熱処理過程国際会議 (International Conference on Thermomechanical Processing of Microalloyed Austenite) が8月17日から19日までの3日間Pittsburgh にある Marriott Inn で開催された。この2つの国際会議の概要を述べる。

固相変態国際会議はASMとカーネギー・メロン大学の主催で、Prof. Aaronsonが中心になつて組織された。そして、Prof. Aaronsonは拡散変態を担当し、Prof. Waymanがマルテンサイト変態を担当した。出席者名簿によると参加国は19ヶ国で、全参加者は273名になっているが実際は350名以上出席していたように思う。日本からは約10名参加し、在米日本人も約10名で、計20名ほど出席していた。プログラムに出ている発表論文数は計211で、このうち招待講演27(拡散変態関係19, マルテンサイト変態関係8), 応募講演184(拡散変態129, マルテンサイト及びベイナイト55)。これらのうち幾つかの欠講があつたが、その補充もなされたので大略205内外の論文が発表された。だいたい、午前中は1会場で招待講演を行い、午後は2会場に分かれて応募講演を行つた。主なセッションと発表論文数を表1に示す。発表時間は招待講演25分、応募講演10分であつた。

全体的な印象として、日本で予想していたときよりもかなり盛況な国際会議であつた。表1からもわかるように全体の2/3以上が拡散変態で占められており、今までにこのような拡散変態関係の国際会議があまり無かつたのでこの会議に集まつたように思われる。そして、私自身が今までマルテンサイト変態の方により多く興味をもつていたので、拡散変態の研究の層の厚いのに今更のように感心した。さらに、マルテンサイト変態も含めて、欧米では分析電顕、高分解能での電顕観察、Atom Probe Field Ion Microscope など、最新の微少組織観察と微少部分分析やその他の大型研究設備を使つて高度の研究が多数行われている。しかも、それらの高価な装置はうまく共同使用されて有効に研究が進められている。そして、基礎的に着々と成果を積み上げている。ある種の圧

迫感をうけた。日本はもつともつと頑張らねばならないと痛感した。また、この会議では金属ばかりでなくセラミックス、金属間化合物、無機化合物などの変態についても論文が発表されていた。

私が特に注目した事柄(鉄鋼関係)を2, 3拾つてみると、拡散変態では核生成・成長が最も重要な現象で、それに対する照射、応力(弾性変形)、原子空孔濃度などの作用に関する論文もあつたが、特に目を引いたのは核生成・成長途上における合金元素の配分(partitioning)現象についての研究である。分析電顕やAtom Probe Field Ion Microscopeの発達で界面での微少部分の濃度を分析することができるようになつて来たので、例えばパーライト変態のときのオーステナイト中への合金元素の濃縮のされ方、局部平衡の成立の有無などがくわしく研究されつつある。そして、この挙動の解明によつて焼入性などの問題がかなりよく理解されるであろうと期

表1. 固相変態国際会議のセッションと発表論文数

セッション	論文数	
	招待	応募
[A] 拡散変態関係		
1. General Theory and continuous Transformations	9	
2. Continuous Transformations		11
3. G. P. Zone and Clustering		5
4. Order-disorder Transformations		6
5. Diffusional Nucleation		8
6. Nucleation and Growth Mechanism		18
7. Diffusional Nucleation and Growth	10	
8. Precipitation from Solid Solution		19
9. Precipitation on Dislocations		4
10. Coarsening		8
11. Cellular Reaction and Cellular Coarsening		12
12. Overall Transformation Kinetics		6
13. Radiation Effects upon Precipitation and Ordering		7
14. Austenite Decomposition		8
15. Precipitation in Fe-I-X Type Alloys		8
16. Dual Phase Steels		5
17. Massive Transformations		3
18. バンケットでの講演		1
[B] マルテンサイト変態関係		
1. Shear Transformations	8	1
2. Martensite Theory		3
3. Martensite Precursors		5
4. Martensite Nucleation		4
5. Crystallography and Morphology of Martensite		11
6. Martensite in Rapidly Solidified Alloys		3
7. Martensitic Transformations in Non-Metals		7
8. Deformation and Pressure Effect on Martensite Formation		7
9. Austenite Stabilization and Partitioning		3
10. Bainite		11

* 京都大学工学部教授 工博

待される。また、このような界面での結晶学的整合性を高分解能電顕像を観察することによつて実証されつつあり、 α - γ 界面はもちろん、 $M_{23}C_6$ 、VCなどの炭化物と地との整合性が格子常数比 (lattice parameter ratio) との関係として説明されつつある。このような partitioning や整合性が核生成・成長挙動と密接に関係するので、partitioning などの現象が解明されて核生成・成長過程が確立された上でなければ、変態の速度論 (kinetics) は厳密には完成することはできないことである。しかし、現実に kinetics を知らなければ熱処理を考えてゆくことはできないので、Overall kinetics という名で変態量と時間の関係を扱った論文も幾つかあつた。私は連続冷却変態 kinetics を等温変態線図を用いて示す等価冷却曲線 (Equivalent Cooling Curve) について発表した。このほか鋼関係では Mn-N 鋼の焼もどし二次硬化、Si 鋼の耐焼もどし性の理由、二相ステンレス鋼の Ni を Mn で置換したときの Mn の挙動など面白い論文があつた。

マルテンサイト変態に関してはその主流はやはり熱弾性マルテンサイトであつて、鉄系では超急凝固変態したマルテンサイトの形態とか、鋭敏化処理した 304 型ステンレス鋼の粒界近傍 (Cr poor zone) でのマルテンサイト変態とか、2, 3 の興味ある論文があつた。また、G. Thomas 教授の発表で、ラスマルテンサイトは一種のベイナイトであるというような爆弾的発表があつた。Wayman 教授の招待講演はマルテンサイト変態のすべての材料における効用を述べたもので有益であつた。

この国際会議は 5 年後 (1986) 英国で第 2 回として開催される予定となつている。

次に、マイクロアロイ・オーステナイトの加工熱処理過程国際会議は AIME の主催で、Prof. DeArdo が中心になつて組織された。出席者名簿によると参加国は 11 ヶ国で全参加者は 98 名になつているが、実際は 100 名を越えていたであろう。日本からは製鉄 5 社が各 1 名ずつと在米日本人 2 名と私とで 8 名であつた。プログラムに出ている発表論文数は 31 であるが、3 論文取消して 1 論文追加して、29 論文が発表された。これらは全部招待講演と考えてよいものである。1 会場で 3 日間行われ、論文発表時間 20 分、討論 10 分をとり、少人数でゆつくりディスカスできた。

全体の印象として、制御圧延技術を主体とする鋼の加工熱処理と、Nb, Ti, V, Mo などの微量添加元素の効果については日本の各製鉄会社における研究が世界で最も進んでおり、欧米の研究は日本より数年おけているという印象をうけた。しかし、注目せねばならないことは欧米の研究はたしかにおくれた所を走っているけれども、着実に基礎を固めながら築き上げているという印象

をうける。この姿勢は見逃してはならないことであろう。さらに、大学の研究者達がこれらの研究に大きく関与している。日本では会社の研究所が強力で大学のお手伝いする余地がなく、むしろ足手まといになるだけであるのかも知れない。これらの点に彼我の大きな姿勢の違いがあるように思われる。この姿勢の相違が数年後に日本がおくれをとつてしまうような結果を導かないように祈りたい気持である。

この国際会議で私が特に注目した事柄を 2, 3 拾つてみると、全体を通じて動的再結晶、静的再結晶、結晶粒の成長粗大化、 γ - α 変態などに対する微量添加合金元素の効果が最も大きな問題点で、加熱条件、初期粒径、圧延条件、冷却条件などがからみ合つて、きわめて複雑な強靱化挙動を示すわけである。すなわち、Nb, V, Ti, Mo, Al, N などの単独または複合添加による種々な作用の相違が発表された。その中で Nb が固溶しているだけでもある程度の再結晶抑制作用があるという発表 (鋼管山本氏) は基礎的に注目される。川鉄田中氏その他 2, 3 の発表にあつた粒の加工誘発粗大化現象や、Ti, Nb, N 複合添加鋼での TiN と NbN の析出物の相互作用や、NbC, VN, TiC, AlN などの粒界ピン止め作用の強さについての幾つかの発表は注目された。私は種々な鋼の動的再結晶挙動について発表した。

次に、加工されたオーステナイトの変態挙動が一つの大きな問題点で、パンケーキ状に変形した γ 粒と変形帯の役割について幾つかの発表があつた。それらの中で Jonas 教授らの研究になる加工オーステナイトの変態の kinetics は注目された。一般に再結晶、炭窒化物の析出、 $\gamma \rightarrow \alpha$ 変態などの幾つかが競合しておこるとき、最終的な α の結晶粒径とか強靱性にその競合条件が微妙に反映する。この意味で、最も好適な競合条件を確立する必要がある。もちろん、加工誘発変態もこの競合する因子の一つとして加えることができる。変形 γ のアスペクト比及び変形帯を考慮した Sv 値 (有効界面積) の効果についても幾つかの発表があつた (神鋼勝亦氏など)。

経済性を加味した効果的な新しい制御圧延技術も 1 つの問題点で、急速加熱圧延 (新日鉄関根氏) や低温圧延 (住金橋本氏) の発表が注目された。

最後に Dr. Korchymsky が closing remarks を述べた中で、今後の問題点として①合金元素の確立、②経済的な設備で Sv を大きくする方法及び制御冷却技術の確立、③集合組織及び炭化物の分布とシェルフ・エネルギーの関係、④強度と靱性のバランスを挙げた。そして、4~5 年後に世界のどこかでこの種の会議を開催することを約して解散した。