

国際会議報告

マルテンサイト変態国際会議

[ICOMAT-'82] 出席報告

田村 今 男*

1982年8月8日から12日までの5日間、マルテンサイト変態国際会議 (International Conference on Martensitic Transformation, ICOMAT-'82) がベルギーのブラッセル郊外のルーバン (Leuven) にある Katholieke Universiteit で開催された。マルテンサイト国際委員会のヨーロッパ委員達、中でも Prof. L. Delaey が中心となつて、ベルギーの National Science Foundation、ベルギー教育省及び Katholieke Universiteit Leuven が共同主催者となつて開催された。日本鉄鋼協会にも協賛していただいた。

出席者名簿によると参加国は24国、全参加者数は164名になつているが実際は200名以上出席していたように思う。日本からは清水謙一教授 (阪大産研)、藤田英一教授 (阪大基礎工) と私の三名 (マルテンサイト変態国際委員) を含め30名が出席したことになつているが、当日参加者及びアメリカ、ヨーロッパ滞在中の日本人の参加も含めると35名以上 (約20%) になるであろう。プログラムに出ている発表論文数は計187で、このほか Opening lectures 2, Introductory lectures 5 であつた。発表論文は全部ポスター形式で発表されたが、これらを8月9日午後から12日午後まで7つの session に分け、午前、午後各1 session とし、1つの session では前半約1時間30分をポスター展示場にて個別に討論し、そのあと1つの会場に集合して、まず座長からその session での発表論文を総括した review を行い、それからその session で発表された論文の中の代表的な論文2~4を選び口頭発表が行われ、総合討論を行った。このような国際会議の形式はポスター形式、ラポーター形式及び口頭発表を折衷したようなもので、1つの新しい試みであつた。しかし結果はそれほど満足できるものではなかつたと思う。口頭発表は15分であつたが討論は最後にまとめて時間のある限り行った。session 名と発表論文数は表1のようである。この国際会議における日本人の役割が非常に大きく、大活躍をしていることがよくわかる。すなわち発表論文数は全体の約20%を占め、その中で代表的な論文として選ばれて口頭発表した論文は約30%を占めている。

マルテンサイト変態は鋼によつて初めて発見され、鋼において理論、応用ともに発展して来たものであるが、非鉄合金にもマルテンサイト変態がおこることがわかり、さらに最近ではセラミックス特にジルコニア

* 京都大学工学部教授 工博

表 1. セッション名と発表論文数 (ICOMAT-'82)

		() 内の数字は日本人によるもの	
セッション名		発表数	口頭発表
8月8日夕刻	Opening lectures		2
9日午前	Introductory lectures		5 (1)
午後	変態理論 (核生成, 成長, 結晶学)	32 (6)	3 (1)
10日午前	変態前駆現象など	23 (4)	4 (1)
午後	鋼マルテンサイトなど	22 (2)	3 (1)
11日午前	鉄合金マルテンサイトの性質など	29 (3)	3 (1)
午後	鉄合金マルテンサイトの形態など	21 (4)	3 (1)
12日午前	Cu, Ag, Ni-Al 合金の β 相など	41 (10)	4 (1)
午後	形状記憶など	19 (9)	2 (1)
計		187 (38)	29 (8)

(ZrO₂) におけるマルテンサイト変態が話題となつている。さらに発展して有機物、特にバクテリアの一部や髪の毛もマルテンサイト変態をおこすのではないかと考えられるようになって来た。そのようなわけでこの国際会議では鉄鋼の占める割合が少なく、全体の1/3程度になつている。そして最近話題になつている熱弾性マルテンサイトに関するものが非常に大きな割合を占めている。10日及び12日に発表された論文は全部熱弾性マルテンサイトと直接間接に関連したものである。

Opening session では Katholieke Universiteit Leuven の Prof. J. Van Paemel がマルテンサイトの歴史について述べ、17世紀頃から鋼の焼入硬化現象が発見され興味を持たれて来たが理論的にも技術的にも進歩せず、19世紀に入つて Sorby, Martens 等が顕微鏡や、後期には X線のような良い研究設備を用いてかなり詳しい研究を行つて解明に努力している。それ以来、現在の形状記憶効果に至るまで発展して来たことを述べた。また Dr. G. B. Olson (MIT, USA) はある種のバクテリアやビールの尺取り虫のような運動は二次元的なヘリカル蛋白質結晶のひずみ誘発マルテンサイト変態によるものであると考えられ、マルテンサイト変態は人間生活に関係ある生物などにも認められつつあることを述べた。

Introductory lectures ではまず F. Falk が、Landau の理論は規則化 (ordering) の理論として発展して来たが、マルテンサイト変態初期の soft modes, 核生成, 格子欠陥の役割などに適用できることを総括的に述べた。因みに Landau 理論は温度と規則度に関係する自由エネルギーに関する理論である。次に R. Portier はマルテンサイト変態と symmetry の問題について述べた。すなわち最終の形態の全体の symmetry ははじめの symmetry を反映する。これをマルテンサイト変態に発展させ、マルテンサイトの形態を理解することが述べられた。

中西典彦はせん断型 (displacive) 相変態と soft modes の間の関係について実験事実にそつて説明した。

G. Guenin らはマルテンサイトの核生成と関係する局部的格子不安定性について述べた。

M. Cohen はマルテンサイト変態機構、特に核生成について古典的考え方と最近の考え方について述べた。

9日午後の session ではマルテンサイト変態機構、核

生成, 成長, 結晶学を中心とした論文が発表された. 核生成と格子の安定性, 成長と母相—マルテンサイト相境界の構造などについて討論された.

10 日午前には Ti-Ni 合金, Ti 合金, Zr 合金のマルテンサイト及びその前駆現象に関するもので, それらの中で本間の Ti-Ni-Fe 合金の形状記憶現象に関する研究発表は映画も含み非常な注目を浴びた. K. Mukherjee 及び M. Kato は Ti 合金の α' (hcp) 及び α'' (orth.) へのマルテンサイト変態の結晶学的な関係を発表した.

10 日午後は Mn-Ni 合金 (antiferromagnetic), 超電導合金, Fe-Pt, Fe-Pd 合金, In 合金, U 合金, 非金属やセラミックスのマルテンサイトについての研究発表があつた. そしてマルテンサイト変態に及ぼす組織, 結晶粒径, 規則度, 正方晶性, 応力などの影響について討論された. ジルコニアのマルテンサイトの電顕組織の発表 (G. Thomas ら) が注目をひいた.

11 日午前には鉄合金マルテンサイト及びベイナイトとその焼もどしによる機械的性質, 変態の特徴と熱力学, 水素及びイオン注入によるマルテンサイト変態などが主題であつた. 準安定オーステナイトの加工誘発変態 (T. Narutani), 疲労繰返し変形中での誘発変態 (津崎兼彰) などのほか, Fe-Cr-Ni 合金においては Cr と Ni の含有量に応じて $\gamma \rightarrow \alpha'$, $\gamma \rightarrow \epsilon \rightarrow \alpha'$, $\gamma \rightarrow \epsilon + \alpha'$ の変態をおこす (M. Harmelin). 高い Ms の Fe-Ni-Mo 合金では shear strain が大きく, Ms 付近でも誘発変態をおこすために大きな応力を必要とする (E. Gautier). 焼もどしについては残留 γ の安定化, α' - γ 境界の構造や α' 中の転位のピンニング, Fe₃C の析出などが論じられた. また水素やイオン注入によつてオーステナイトの変態が促進されるのは stress field, 合金元素としての作用, SFE の変化などのためであることが発表された. ベイナイトについては H. K. D. H. Bhadeshia の新しい考え方が発表された. これはオーステナイトとフェライトの自由エネルギーが等しくなる温度 (T_0) 以下でマルテンサイトのフェライトを生成することによつてベイナイト変態がおこるといふものである.

11 日午後にも鉄合金に関するもので, 結晶学, 形態, 組織に関する session であつた. ここでは butterfly マルテンサイトについて MIT の H. R. Clark と梅本実の発表があつた. Ausaging や Ausforming について牧正志及び田村今男が発表を行つた. lath マルテンサイト

生成について C. M. Wayman が映画を発表した. また $\gamma \rightarrow \epsilon$ 変態や $\epsilon \rightarrow \alpha'$ の可逆変態の発表もあつた.

12 日午前には Cu, Ag, Au 基合金及び Ni-Al 合金の β 相のマルテンサイト変態を中心とする種々な現象の結晶学, 形態, 組織, 内耗などが取り上げられた.

12 日午後は形状記憶効果の発展と応用, 破壊, 疲労現象などの論文が発表された. 結晶粒度の影響, 急冷凝固合金の形状記憶効果, マルテンサイト・エンジンなどの発表が注目をひいた. すなわら形状記憶合金としてはよく知られている Ti-Ni, Cu-Al-Ni, Cu-Zn 系のものが大部分であつたが, 目新しいものでは Cu-Al-Be, Cu-Al-V, U-Nb があつた. また Fe-30Mn-1Si の $\gamma \rightarrow \epsilon$ 変態による形状記憶効果が A. Sato によつて発表された. これは 100% 形状記憶ではないが面白いものである. Cu-Al に V などを添加するのは結晶粒を微細化することをねらつたもので, 加工や急冷凝固によつても微細化でき, 微細化すると単結晶でなくても割れにくくなることが示された. しかし Ms 点など変態挙動が変化するので一層の研究が待たれる.

このように, 結晶粒を微細化したり, 時効, トレーニング, 疲労, 破壊に関する工学的データがたくさん発表されたのが今回の大きな特徴である. さらに形状変化の速度論 (dynamics), 変態変位以上の加工による逆変位のおくれなどについても発表された. また形状記憶合金の溶接部の挙動についての論文もあつた (N. Nishikawa). さらに超弾性スプリングの設計, マルテンサイトエンジンの設計とその応用例の論文もあつた.

会場にはベルギーのある会社の製品の展示場が設けられ, スプリングや火災報知機, マルテンサイトエンジンによる広告塔, 熱弾性マルテンサイトを利用した高減衰能合金など及びそれらの応用品が展示され, 実演も行われていた.

以上要するに, この国際会議ではポスター, ラポーター及び口頭発表形式を折衷したような発表形式をとつたためか, 全般的に各論文に対する印象が薄かつた. ハイライトとなるような印象深い論文を拾うならば, ジルコニアにおけるマルテンサイト変態, 生物中でもマルテンサイト変態が起こっているかも知れないこと, ベイナイト変態の新しい考え方, 形状記憶効果の工学的データの発表と応用への努力などであつた.

次回は 1985 年日本で開催される予定となつた.