

は1600年で200 $\mu$ m程度と小さい。同じだけ腐食するのに、東京なら数年、日本の田園地帯なら百余年。東京に数年放置してあった鉄を見ていると思えばよいのだ。

## 材質的に保たせられないものか

以上のように、ちょっと環境がちがえば鉄もあまり腐食しないのなら、材質的工夫によってふつうの環境で銅並みの耐食性にならないものだろうか。

高純度にすればさびにくいという話がある。確かに高純度の鉄、特にマンガと硫黄が低く、MnSが少ない鋼は、室内のように水に濡れない条件にあれば、光った状態からさびが出るまでの時間は長い。玉鋼で作った名刀がその例だ。現代鋼でも作れる。空気酸化皮膜がMnSが露出しているところで破れてさびやすいのを防いでいるのである。しかし、屋外に放置すればふつうの炭素鋼同様さびる。条件が厳しいので皮膜がいろいろなところで破れるからだ。時間が経てば全面がさびて減って行く。

屋外でふつうにさびるが減りにくいのが、低合金耐候性

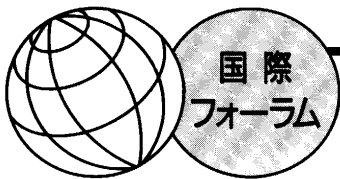
鋼である。配合されているわずかな銅、クロムなどが緻密なさびを作らせるためである。あまり海岸に近くなければ腐食量は50年で大きくても200~300 $\mu$ mだから、橋などの構造物に塗装せずにも使える。炭素鋼より数倍強い。しかし、銅に比べると腐食量は10倍程度大きい。

海岸に近いとよいさびが出来ず、炭素鋼よりもましではあるが腐食量は大きすぎる。例えば太平洋岸では2km以上離れなければならない。また、水や土の中ではさびの性質は炭素鋼と変わらず、同じように腐食する。

## 鉄を銅並みに

高純度鉄も耐候性鋼も、それなりに良い耐食特性を示すが、銅やその他の金属と同列というにはほど遠い。しかし、レールやマンホールを見ていると、何とかなくてもよいような気がする。和鋼は千年以上の歴史を持ち、耐候性鋼も誕生して60年になる。そろそろ何か新しいアイデアによって、銅並みの鋼ができて良い頃だ。

(平成7年1月10日受付)



## 小規模国際会議 「低炭素高強度鋼の組織に関する国際シンポジウム」

小指 軍夫/NKK技術開発本部

### 小規模国際会議とは

1994年11月29日から12月1日にわたり日本鉄鋼協会主催(組織委員長 荒木 透 (株)神戸製鋼所顧問)の小規模国際会議「低炭素高強度鋼の組織に関する国際シンポジウム」が東京大学山上会館(本郷)において開催された。英文名称はInternational Symposium on New Aspects of Microstructures in Modern Low Carbon High Strength Steelsで、略称はMicrostructures LCS'94あるいはLCS'94である。

そもそこの小規模国際会議とは協会が新たに実施されたもので、焦点の絞られたカレント・トピックスについて少人数でタイムリイに会議を開催し、国際的な専門家同士で膝を交えた討論をして、その分野の学術的・技術的進展をはかろうとするものである。参加者数は従って100名以内

の規模であり、また従来の協会主催の大規模な国際会議と違い、運営は完全独立採算を原則としているためコストミニマムで進める必要がある。また協会事務局の関与もミニマムで基本的にボランティア的に進めることになっている。簡単にいうと国際会議をやりたければ協会の認める限り自分たちの責任においてどんどん開催してよいということである。

このシンポジウムは第2回の小規模国際会議である。第1回は1994年5月に開催された「IF鋼の金属学」であるが、この場合は外部からの資金援助を受けているので、今回が実質的な独立採算の第1回のテストケースといえる。実はこの厳しい不況の中で十分な参加者があるかどうか危惧していたが、幸い100名(うち海外24名)の参加者があり一応の成功を収め、また収支の面でも黒字となり、関係者一同胸をなで下ろしているところである。

## どうしてこのテーマを取り上げたか

小規模国際会議にふさわしいテーマとして低炭素高強度鋼の組織に絞って取り上げているがそれはなぜか。最近圧延ままで製造されるTMCP高強度鋼は低温靱性や溶接性の要求から低炭素系の成分になってきている。例えば炭素量としては0.10%以下、場合によっては0.05%以下になっている。このような鋼の顕微鏡組織は、中炭素鋼で確立された古典的なフェライト・パーライト、上部あるいは下部ベイナイトなどの組織分類とは非常に異なっており、従来の知見、定義が当てはまらない。しかし実用的に重要な材料であるため、同じ顕微鏡組織に対して詳細に研究されないまま、国により、また研究者により多種多様な名称が使われている。アシキュラー・フェライト、グラニューラー・フェライト、低炭素ベイナイトなどがその例である。これは低炭素であることのほかに、連続冷却による変態組織を問題にするため混合組織を取り扱わなければならないことが本質的な問題点としてあげられる。荒木委員長の発案もあり、この分野の研究者の間で、この際当分野で進んでいる日本が問題提起し、整理を進めてはどうかという動きがあり、国際シンポジウムへと進展したものである。この推進において荒木委員長の熱意とリーダーシップはまことに貴重なものであった。実はある意味ではこのシンポジウムは日本鉄鋼協会基礎研究会の「ベイナイト調査研究部会」（部会長荒木 透、活動期間1990～1993年）の活動の延長線上に位置づけられるものである。

本シンポジウムでは上のような顕微鏡組織の本質を明らかにし、名称についての国際的なコンセンサスを確立することを志向した。議題としては、(1)上記のような鋼の顕微鏡組織の実体、(2)変態の基礎的メカニズム、(3)変態組織の名称、(4)低炭素鋼における顕微鏡組織と機械的性質の関係、を取り上げた。さらにパネル討論として「低炭素低合金高強度鋼の顕微鏡組織の特徴と組織名称(ターミノロジー)の問題点」を設定した。

## 充実したプログラムと成果

絞られたテーマではあったが予想以上の講演が集まった。件数としては32件(国内15件、海外17件)で、国内からは大学から6件、企業から9件であり、また全体的に見ても産・学・のバランスがよくとれていた。分野別に見ると、

顕微鏡組織 12件(2セッション)

機械的性質 11件(3セッション)

変態機構・ターミノロジー 8件(2セッション)で

あった。参加者で見ると、国内76名、海外24名で後者の内訳は韓国6、英国5、米国、中国各3、台湾2、ドイツ、フィンランド、ロシア、オーストラリア、インドネシア各1であった。特筆すべきことは、海外からこの分野の第一

線の研究者が多数参加したことであり、米国のG. Krauss, A. J. DeArdo, G. B. Olson, 英国のH. K. G. H. Bhadesia, D. V. Edmonds, オーストラリアのD. P. Dunneの各教授の名前があげられる。

講演はすべてシングル・セッション方式で行われた。Krauss教授の開会講演「低炭素高強度鋼の顕微鏡組織の概観」のほか基調講演が5件あった。一般講演も含めて質疑・討論は活発であり、時間は不足気味であった。ただし発言者に偏りがあり、企業の研究者の発言が少なかったのも事実であった。一般的にいえば講演、討論を通して顕微鏡組織の実体について共通の認識が得られ、また企業の研究者は大学における研究の最先端を、大学側の研究者は産業側のニーズと関心を知ることができ、産・学の有益な交流がはかられたと信じている。

パネル討論はKrauss教授の司会で、荒木委員長、牧教授、Edmonds教授、Dunne教授4氏をパネリストとして進められた。変態と組織形成について突っ込んだ意見交換があったが、特にすでに溶接なども含めて各国の学協会で顕微鏡組織の名称が整理されているものもあるので、これらも含めて再整理、対比する必要があるとのコンセンサスが得られた。なお本パネル討論についてKrauss教授にまとめていただいた要約を文末に掲載するので参考にしていただきたい。

シンポジウム全体については、ほとんどの参加者から、当初の目的を達成して成功であったとのコメントが主催者側に寄せられており、組織委員一同ほっとしているところである。また一部の出席者からは最近の中国の研究の進歩を評価する声もあった。

## こんなこともありました

コストをかけずにシンポジウムをスムーズに進められた大きい理由の一つに、東大の山上会館を選んだことが挙げられる。失礼ながら東大とは思えないほどすっきりした空間、快適性、利便性は参加者に非常に評判がよかった。これも小規模会議ならではのことと思われる。また初日の晩に歓迎パーティーを同会館で開いたが、料理、セッティングは一流ホテルに比べて決して見劣りがしなかった。ただし地元の東大の柴田先生には大変ご苦勞をいただくことになってしまった。シンポジウムのプログラムは余裕を持って編成したので、キャンパスに折から散り敷いた銀杏の落ち葉を踏みながらの散策、議論は参加者の記憶に長く残るものと思われる。

特記事項としては、本シンポジウムの冒頭でKrauss教授の日本鉄鋼協会名誉会員への推挙式が、佐野会長の出席の下に行われたことである。同教授は1994年4月にすでに名誉会員に推挙されていたが、このシンポジウムに出席される予定になっていたため、式が延ばされていたものである。

鉄鋼材料を愛し、情熱を注いでおられるKrauss教授の荣誉は出席者全員から祝福されたことはもちろんである。

本シンポジウムではプロシーディングスは発行せず、シンポジウム参加者のみに配布するシンポジウム・ブック(アブストラクト)を準備した。全部ではないが、フル・ペーパーはISIJ International Vol.35(1995),No. 8の特集号に掲載される予定である。今後も小規模国際会議には協会の方針として、この方式が踏襲されると理解している。

なお日商岩井(株)からは10名分の参加費の提供をいただいたが、大学生の奨学的参加費用、その他に有効に活用させていただいた。

## 今後の小規模国際会議に向けて

日本鉄鋼協会の事務局(国際室)の方々には大変お世話になったが、実質的には協会の方針に沿って組織委員・幹事が中心になって運営を進めたと思っている。国際会議を主催した経験のない組織委員・幹事が手探り、手作りで何とかこなしただといえる。通常の国際会議とは異なり、徹底的な簡素化とボランティア活動でコストを下げた。実質的に初めての小規模国際会議であり、必ずしも完全にパターンがセット出来ていなかったため、実行にあたって組織委員会と事務局の分担項目についてギャップやオーバーラップが発生したと感ぜられる面があった。小規模国際会議であるが故の簡略運営方式のマニュアルが作成されているとありがたいと思う。また各種の補助金制度や、小規模会議場などのデータ・ベースを協会で作成しておく必要もあると思われる。例えば神奈川県内で小規模な国際会議を開くと、ある団体から100万円程度の補助金がでることがわかったが、後の祭りであった。

幸い本シンポジウムの帳尻は小額ながら黒字になる見込みである。しかし、あまりに独立採算性を強調すると、勢い大勢の参加者を集める企画に走り、焦点がぼけて通常の国際会議と差がなくなってしまう。焦点を絞って本当の小規模にすると、収支のバランスが取りにくくなる。参加費を高く設定すると、この円高下では海外からの参加意欲がそがれてしまう、というようなことでいろいろ悩みはつきない。やはり参加者数や採算性で成否を判断するのではなく、本当に意味のある国際交流はいかにあるべきかを、リストラ80以後の協会事業の中でじっくり考えていただきたいものと思う。

### Summary: Panel Discussion, International Symposium on New Aspects of Microstructures in Modern Low Carbon High Strength Steels (Microstructures LCS '94)

The International Symposium Microstructures LCS '94 included technical sessions on metallography, mechanical properties, phase transformations and terminology. Following the scheduled technical sessions, a panel discussion was held during the last afternoon of the Symposium. The panel members were Professor Toru

Araki, Kobe Steel, Ltd., Japan, Professor Druce Dunne, University of Wollongong, Australia, Professor David Edmonds, University of Leeds, United Kingdom, Professor Tadashi Maki, Kyoto University, Japan, and Professor George Krauss, Colorado School of Mines, United States of America. Each panelist made a 10 minutes presentation, and following these presentations the discussion was opened to comments from the floor. This open discussion was quite lively, lasting about one and one-half hours, and was concluded with short summary statements by the panelists.

Professor Araki briefly reviewed the system of terminology developed by the Bainite Committee of ISIJ for bainitic and ferritic microstructures in low and ultralow carbon steels. He noted that the terminology had been widely used in the technical papers of the Symposium, and that many examples of the various microstructures had been shown. Comments and discussion about these microstructures showed, in his opinion, that more research was required to fully characterize the unique structures which have been observed in continuously cooled low carbon steels. The stimulation of such additional work was a desired beneficial outcome of the Symposium.

Professor Dunne systematically reviewed, by sketches, the various types of ferritic microstructures which form in low carbon steels. He also presented a Table which listed and cross referenced terms from various classification systems for the various types of ferrite. An important contribution in his discussion was the introduction of the classification system proposed by the International Institute for Welding for ferritic microstructures, similar to those described in this Symposium, which form in low carbon steel welds and heat-affected-zones. Terms such as Ferrite, Second Phase Aligned, FS(A), and Ferrite, Second Phase Nonaligned, FS(NA), would correspond perhaps to the acicular and granular ferrites or bainitic ferrites described in this Symposium.

Professor Edmonds emphasized the very high toughness associated with acicular ferrite in low-carbon steel weld metal, and noted that massive ferrite (or quasipolygonal ferrite) was not well understood. He summarized the need to identify and characterize ferritic and bainitic structures on two levels. One level consisted of identification of microstructures associated with unique sets of properties on a scale resolvable by the light microscope. The other level consisted of identifying structures and mechanisms of structure formation on a scale resolvable by transmission electron microscopy. He felt that microstructures could be labeled prematurely on the basis of level one considerations, and that such labeling might not be consistent with formation mechanisms which may only be identified at some time in the future.

Professor Maki reviewed the Bainite Committee classification system and cited the need to more fully define quasipolygonal ferrite structures. Throughout the Symposium, the relationship of this structure to ferrite formed by massive transformation and the mechanisms of massive transformation were a subject of considerable debate. Professor Maki also pointed out that the characteristic autotempered microstructure of the martensite formed in low carbon steels was a result of high Ms temperatures and the relief of carbon supersaturation in the martensite on cooling through high temperatures below the Ms.

Professor Krauss presented slides which demonstrated differences between Widmanstätten ferrite and acicular ferrite in a copper-containing low-carbon steel. Although the morphology of these two forms of ferrite are similar, *i. e.* the crystals are elongated, the Widmanstätten ferrite crystals are on the average considerably larger, and have significantly lower dislocation densities, than acicular ferrite crystals. Also, the formation of the Widmanstätten ferrite was associated with interphase copper precipitation, indicating that the Widmanstätten ferrite formed by diffusion-controlled interface migration which relieved supersaturation of the substitutional copper atoms. Such precipitation was not observed in the acicular ferrite. He also noted that the

high strengths of the continuously cooled low-carbon steel microstructures were probably associated with high strain hardening rates of dislocation substructures of the ferrites formed in the intermediate transformation region, and that the high ductilities measured in tensile tests were associated in part with the absence of carbide particles which could nucleate microvoids.

In summary, the panel discussion summarized many of the topics addressed in the earlier technical presentations. The com-

ments of the panelists were amplified by the members of the audience. Questions and comments about the transformation mechanisms associated with the various ferritic structures were most frequently raised in the open discussions. The panel discussion ended with thanks to Professor Araki and the members of the Organizing Committee for preparing an excellent symposium in both technical content and arrangements.

(平成7年1月25日受付)

## International Symposium on Gamma Titanium Aluminides (ISGTA'95) で討議されたこと

小林 郁夫 / 東京医科歯科大学医用器材研究所

第124回目となる今年のTMSの年次大会は2月12日から16日にかけてネバダ州ラスベガスのラスベガス・コンベンションセンターを会場にして例年通り盛大に開催された。周知のようにこのTMSの大会は金属学、材料学全般にわたる多くのセッション(今年はおよそ200セッション)が正味3日半の期間にわたって開かれる。今年、それら多くのセッションのひとつとして、標記の国際シンポジウムが、Y-W. Kim (USE), R. Wagner (GKSS-Research Institute) ならびに京都大学の山口正治教授をオーガナイズ・コミッティーとして開催された。

近年、金属間化合物、とくに高温構造用材料としての種々のアルミナイドをテーマにしたシンポジウムは全世界で頻繁に開かれている。世界中を転戦する国際的スポーツ競技になぞらえて、インターメタリック・サーカスと戯れに呼ぶ方もおられる。ボストンで隔年秋に開かれるMRSシンポジウムの金属間化合物セッションは昨年で6回目を数えるものであったし、五十嵐正晃博士(住金)が本誌(Vol. 80, N542-543, 1994)に印象記を著しているようにTMSでも一昨年秋に構造用金属間化合物に関する国際シンポジウム(ISSI)を行っている。我が国でも日本金属学会の主催で同様の国際会議が1991年に開かれたこともまだ記憶に新しい。

これら多くの金属間化合物に関する国際会議の中でも本シンポジウムには特筆すべき点があった。そのテーマを金属間化合物全般とせず、Gamma Titanium Aluminides, すなわちL1<sub>2</sub>型規則構造のいわゆるTiAl( $\gamma$ 相)に絞らんだという点である。実際、上述の五十嵐博士の印象記によればISSIでも講演の約3割がTiAl合金に関するものだったようであるし、最近の国内学会での動向もほぼ同様である。これは、多くの金属間化合物の中でTiAlの研究・開発がもっとも多くの力を傾けて行われている現状を映したものであることはいうまでもない。このような状況の中で、ひとつの合金に焦点をあてた国際会議に当初の予想を大きく越える約140件(20件の招待講演を含む)の申し込

みが殺到したことも理解できないことではない。

1970年代の半ば頃から世界に先駆けてこの分野の研究が積極的に行われたことを反映して、今日でもこの分野の研究における我が国の寄与は大きい。今回のシンポジウムでも菊地 實教授(東工大)、及川 洪教授(東北大)を始めとする斯道の碩学が招待講演者に名を連ねていた。また、会期が日本の年度末に当たり、ことに大学の研究室では忙殺的な状況であろうことを考えあわせると、我が国から20件近い参加があったことも、やはり日本でのTiAl研究の隆盛によるところが大きいものと考えられる。欧米、日本以外の国では、中国から11件、韓国から6件もの参加のあったことは特筆に値する。

さて、本シンポジウムでの発表は、2日に分けてそれぞれおよそ30件ずつ行われたポスターセッションを除いて、残りの78件が、半日ずつの七つのオーラルセッションとして行われた。もっとも、ポスターセッションでの研究発表も約1時間の個別討論のほかに、オーラルセッションと重ならない時間帯にグループ討論のスケジュールを取っており、座長を囲んで熱心な討議が行われていた。

以下、各セッションで発表・討議されたことを簡単に報告する。

大会初日の13日にY-W. Kimのオープニング・リマークに続いて行われた第1のセッションはApplications and Environmental Effectsという副題のもとで、主として高温環境中での材料損傷に関する報告が行われた。L. Singheiser (ABB Corporate Research) らは二元TiAl合金なら



いかにもラスベガスらしいデザインの会議のシンボルマーク