じょうほう通

TMS2013国際会議報告*

杉 本 一 等**

Report from TMS 2013 Annual Meeting and Exhibition*

by SUGIMOTO Itto**

キーワード 無機材料, 摩擦攪拌接合, 摩擦攪拌プロセス, サンアントニオ

2013年3月3日(月)～7日(金)の期間, テキサス州のサンアントニオ市内の Henry B. Gonzalez コンベンションセンターで The Minerals, Metals and Materials Society (TMS) の 142nd Annual meeting & Exhibition が開催された。本稿では参加した Friction Stir Welding and Processing VII のシンポジウムを中心に紹介させていただきたい。TMS はアメリカの学術組織で, そのカバー範囲はその名が示すとおり無機材料全般に及ぶ。定期講演会はアメリカ国内での開催に限定されているが, 世界中の研究者が足を運び, 毎年4000人以上が参加する国際会議である。日本からも材料研究者を中心に多数参加している。2013年現在の TMS のテクニカルデビジョンは,

- ・ Electronic, Magnetic, & Photonic Materials Division
- ・ Extraction & Processing Division
- ・ Light Metals Division
- ・ Materials Processing & Manufacturing Division
- ・ Structural Materials Division

の5つに分けられている。無機材料に限定されているとは言うものの, その研究対象は非常に幅広い。今回配布されたプログラムによると, 5日間で60個以上のシンポジウムが開催された。その一部を紹介すると, High-Temperature Metallurgical Processing, Magnesium Technology, Mesoscale Computational Materials science of Energy Materials, Advances in Surface Engineering, Bulk Metallic Glasses X, Neutron and X-ray Studies of Advanced Materials などのように材料開発そのものに根ざしたシンポジウムが多数開催されており, その一方で, Alloy and Compounds for Thermoelectric and Solar Cell Applications, Nanostructured Materials for Lithium Ion Batteries and for Supercapacitors, Materials Science of Nuclear Waste Management などのように注目されている産業分野に特化したシンポジウムも開催されている。TMS をあえて日

本国内の学術組織で例えるなら, 取上げられる材料は金属学会のそれに近いが, 産業応用へのミッションを意識しているという点で応用物理学会に近いとも言える。

さて今年で第7回目の開催となった Friction Stir Welding and Processing のシンポジウムについて話を移したい。TMS での記念すべき第1回目を調べてみると, 2001年の会議に Aluminum Joining のシンポジウムがあり, その中の2つのセッションが Friction Stir Welding and Processing に割当てられていた。合計14件の発表の中で, 初めの Keynote 講演は FSW を発明した英国 TWI の研究チームが「Tool Developments」という題で講演している。2年後の2003年には Friction Stir Welding and Processing II として単独のシンポジウムが開催され, その後は2年に一度のペースで開催されている。12年目となる今年の Friction Stir Welding and Processing VII では合計70件を超える発表が(当日の講演キャンセルが数件あったものの)予定通り4日間に分けて議論された。FSW 分野を牽引する各国の研究者が一堂に集まり, 会場に用意された約250人の席は常に8割以上が聴講者で埋まっている状況で非常に盛況であった(図1)。このシンポジウムは FSW 分野

図1 シンポジウム会場。聴講者多く, 盛況であった。

*原稿受付 平成25年7月9日

**正 員 株式会社日立製作所 日立研究所 Member, Hitachi Research Laboratory, Hitachi Ltd.,

に従事する研究者にとって定期的に最新情報を交換できる重要な場のひとつと認識されている。今後、FSWの最新技術動向を調査する機会がある方は是非参加していただきたい。今年の6つのセッションを下記に列挙する。

- ・ Friction Stir Processing
- ・ Friction Stir Welding: High Temperature Materials-I
- ・ Friction Stir Welding: High Temperature Materials-II
- ・ Friction Stir Welding: Light Materials-I
- ・ Friction Stir Welding: Light Materials-II
- ・ Friction Stir Welding and Processing: Modeling and Controls

まず注目されるのは鉄鋼などの高融点材料のFSWに関連する発表が充実しつつある点である。前回に引き続き高融点材料のセッションが2つ用意され、アルミニウムのFSWよりも多い件数が発表された。高融点材料向けツールの研究開発が進展し、継手品質に関わる材料組織にまで踏込んだ発表も多く見られた。製品化はまだ限定的であるが、将来の適用拡大を十分に感じさせるセッションであった。さらに、接合のプロセス制御に関するセッションは発表件数が目立って多かったわけではないが、その内容は着実な技術深化が基盤技術を底上げすることを示す発表であった。具体的には、複雑な継手形状に対応できるフィードバック制御技術の高度化や塑性流動を可視化する基礎的な試みなどが幾つか報告された。Friction Stir Processingに関するセッションは表面硬化や機能性の付加などで多種多様な報告があり、将来のキーテクノロジーに成り得るポテンシャルを感じさせるものであった。現状はFSWの延長での議論が多いが、今後は他の加工技術との差別化が進んでいくものと思われる。そして、産業応用が加速している軽金属に関する2つのセッションはFSWが生産技術に貢献することを具体的に示すものであった。もちろんマグネシウム合金や異種材料などの比較的難易度の高い材料系に関する報告も成されたが、筆者はスポット接合などで新しいアイデアが報告されたことに感心させられた。軽金属のFSWはすでに成熟している分野であるが、軽金属自体の需要が増大する中でさらに一段上の技術が登場する気配を感じさせるものであった。

FSWはアルミニウムの平板突合せを固相接合で行う技術として爆発的なヒットと共に世に出た接合手法であるが、時を経てその技術は多様化と高度化を続けている。FSW分野のプレーヤ数は年々増加しているようだが、それはすなわちプロセスや適用材料の多様化を押し進める原動力であり、同時に不可能を可能にする技術革新の機会を増やすことにも貢献している。Friction Stir Welding and Processingのシンポジウムでは研究者が国を超えて真剣に議論している姿を見ることができ、嬉しく感じた。筆者にとっては、FSWの技術が今後さらに発展すると確信できたことが一番の収穫であった。また今回のTMSではUltrasonic Welding IIのシンポジウムも開催された。この超音波接合はほとんど熱影響を与えない固相接合として期待される技術である。残念ながら日程が重なっていたためにこちらのシンポジウムへは参加しなかったが、軽金属の接合を中心に議論されたようである。長年研究者が探求してきた固相接合技術はFSWを中心に確固たる地位を得

つつある。筆者は国内外の議論がさらに活発になれば良いと願っているし、日本国内の議論の場として溶接学会が「溶接」でない固相接合に関しても重要な役割を担い続けることを期待している。

紙面を余す限りにおいて開催地となったサンアントニオを紹介しておきたい。サンアントニオは、日本での知名

図2 アラモ砦にて、連日の行列により内部の見学は断念した。

図3 リバーウォークにて、会場へ向かう往路では朝の静けさの中で水鳥が泳ぐ姿が見られ、復路では川縁で夕食を食べながら寛いでいる旅行者が見られた。

図4 Tower of the Americasからの眺め。手前には広大な公園に併設されたコンベンションセンター、右手に小さくアラモ砦が見える。高層ビルはタワー周辺にいくつか建っているのみで少し外へ出ればアメリカの田舎風景が見られるようである。

度がさほど高くないのだが、全米では有数の観光地である。まずは何と言ってもアラモ砦が有名である(図2)。正式にはアラモ伝道所なのだが、当事のテキサス分離独立派がメキシコ共和国から独立するために起こした戦争において、1836年のアラモの戦いがありにも有名であるために Fort Alamo もしくは単に The Alamo と呼ばれる。この戦いは砦に立てこもったテキサス軍のほとんど全てが殺されることで決したが、この悲劇をきっかけにしてテキサス共和国は独立し、後にアメリカ合衆国に編入された。大量に移民させて独立させ、アメリカ合衆国に吸収するこの手法はその後のカリフォルニアやハワイの「開拓」でも真似されることになる。悲劇は美談として伝えられ、映画化も何度かされている。そのためアラモ砦はアメリカ人にとって西部開拓を象徴する史跡であり、いつ行っても長時間待ちになるらしい。その上、著者が渡米した3月2日はまさにテキサス独立宣言が署名された記念日であった。筆者も滞在中に何度かアラモ砦の前まで行ったのだが、そのたびに長蛇の列を見て中に入るのを諦めざるを得なかった。またアラモ砦の見学を諦めることができたのは、それ以外にも観光に困らない街であったためとも言える。人気が高いリバーウォークはサンアントニオ川から引入れた水路

の周りに整備された散策路である(図3)。市街中央のレストランやショッピングセンターに繋がっており、ガイド付きのリバーボートが行き来する。筆者が宿泊したホテルからコンベンションセンターへも繋がっていた。車道の喧騒を避けて水鳥が泳ぎ草花が咲き、特に朝の静けさの中を歩いていると国際会議を忘れてベンチに座っていたい気持ちにさせてしまう心地良さであった。Tower of the Americas に昇れば、高さ170mの展望デッキから市街を一望することができた(図4)。360度見渡す限りに山はなく、広大な平地に中層の街が形成されている。いったい東京ドーム何個分なのだろうかと思ってインターネットの地図検索サイトで確認すると、南東はメキシコ湾まで平地が広がり、北西は本州が一本まるまる収まるぐらいの広さを持つリャノ・エスタカード台地があるらしい。「広大」のスケールが違うわけである。もしサンアントニオに足を運ぶ機会がある方は参考にいただければと思う。

最後に本稿を執筆するにあたり、多数の写真を提供いただいた川崎重工業株式会社の藤本氏ならびに岡田氏、またサンアントニオ現地からその後に至るまで様々な相談に応じていただいた大阪大学の藤井英俊教授ならびに東北大学の佐藤裕准教授に感謝の意を申し上げます。