

半凝固加工技術の欧州事情

吉田千里 / (株)レオテック

平成5年6月5日から6月18日までの2週間、半凝固加工技術に関して欧州（イタリア、フランス、スイス、イギリス）の技術動向を調査したので、その概略を報告する。

JRCM（金属系材料研究開発センター）半凝固加工技術委員会は半凝固加工プロセスに関連する国内外の技術動向の調査検討および将来の方向付けを目的として活動している。(株)レオテックの研究開発期間は1988年3月から1994年9月の6年7ヶ月で、研究開発も終盤となっているため、内外の関連技術の現状を調査整理し、半凝固加工プロセスの方向付けを行うことが必要となっている。海外の技術動向の調査は(株)レオテックの研究者が学会出席の際収集しているが、アメリカでの情報収集の機会が多いのに対し、欧州の情報入手の機会が不足しているという背景があるため、半凝固加工技術委員会が上記調査団を結成した。

調査団の名簿を表1に示す。メンバーはJRCMの半凝固加工技術委員会参加会社と(株)レオテックからなっている。団長は委員会の幹事長である川崎製鉄(株)の藤井部長で、メンバーは団長を含め7名である。

調査団の派遣に先立ち、訪問先の選定と折衝が行われた。表2は訪問先の一覧表であるが、予定した8カ所の訪問先は全て相手側から了承との返事であった。これは、日本の半凝固技術に対する関心の高さのあらわれであろうと考えている。さらに、今回は、事前にJRCMと(株)レオテックの概要および論文を送付した。相手からただ情報を得るということだけではなく、こちらからの情報も渡し、説明するという方法をとった。そのため、どの訪問先においてもあたたかい歓迎を受け、かつ熱心に討論することができた。

ここで蛇足ではあるが(株)レオテックおよび半凝固加工プロセスについて説明をしておきたい。(株)レオテックは鉄鋼13社と非鉄・重工4社の計17社が基盤技術研究促進センターの出資を得て、半凝固加工プロセスの研究開発を目的に設立された官民共同出資の研究開発会社である。レオテックでは、鉄や非鉄合金を用いて半凝固金属製造の基盤技術と、その半凝固を用いて鍛造、ダイカスト、押出、ストリップキャストなどの加工の基盤技術の研究開発を行っている。また、半凝固加工プロセスとは新しい製造プロセスで、液体と固体が共存した状態で強力に攪拌することによってスラリー状の半凝固金属をつくり、これを成形加工してニアネットシェイプ製品をつくるプロセスである。特徴は偏析のない均質な材料が得られること、半凝固のた

め熱の一部がすでに放出されているので金型への熱負荷が軽減できること、また、小さな加圧力で均一加工が容易となりニアネットシェイプに容易に加工することができるということである。

さて、前置きが長くなったが、訪問先の技術内容は、低融点材料特にアルミの半凝固と高融点材料である鋼の半凝固に区別できる。まずアルミについては、結論からいえば欧州における本技術の進展はめざましいものがあり、特にアルミのダイカスト技術は工業化直前のレベルに達している。

最初の訪問先であるイタリアのWeber社では半凝固の技術討論の後、半凝固パイロットプラントによるアルミの自動車部品の製造と本年秋稼動予定で建設中の生産設備を見学した。半凝固技術を用いてダイカスト用素材としてのアルミビレットを作製した後、それを再溶解して所定の固液共存域でダイカストを行う方法である。これはチクソキャスト法とよばれている。この方法は熱エネルギー的にはロスがあるが、素材をダイカストに移送する際に半凝固スラリーを固体として取り扱えるので操作が容易となる

表1 欧州調査団名簿

団長	藤井徹也	JRCM半凝固加工技術委員会幹事長 (川崎製鉄(株)鉄鋼研究所鉄鋼プロセス研究部長)
団員	安田一美	(新日本製鐵(株)プロセス技術研究所製鋼プロセス研究部主任研究員)
	尾原弘一	(古河電気工業(株)日光研究所溶湯加工研究室長)
	平居正純	(大太平洋金属(株)研究開発部部长)
	川上元雄	JRCM半凝固加工技術委員会事務局 (株)レオテック研究業務部長)
	吉田千里	(株)レオテック第二研究部長)
	北村邦雄	(株)レオテック主任研究員)

表2 訪問先一覧

イタリア	6月7日(月)	Weber社
	6月8日(火)	Stampal社
フランス	6月9日(水)	INPG*
	6月10日(木)	IRSID
	6月11日(金)	CEMEF**
スイス	6月14日(月)	Buhler社
	6月15日(火)	Alusuisse-Lonza社
イギリス	6月17日(木)	Sheffield大学

* Institut National Polytechnique de Grenobleの略

** Material Processing Centerの仮名の略

特徴がある。この自動車部品はFuel Railで、従来は鍛造後切削していたが、半凝固ダイカストによるニアネットシェイプ加工でかなりのコストダウンが期待できそうである。その他にレオキャストリングとってスラリー状の半凝固金属を直接ダイカストなどの加工装置に供給する方法も考えられる。しかし欧州ではレオキャストリングはなく、すべてチクソキャストリングであった。

Weber社ではピレットは自社生産であったが、次のイタリアのStampal社では、ピレットを素材メーカーから購入してダイカストを行っていた。両社ともに、Fiat社やFord-Europe社の自動車メーカーと連携し、半凝固法の特徴をいかした自動車部品の生産量の増強および品種拡大を図っている。今後は欧州だけでなく米国にも販路を拡大していく計画をすすめており、日本の自動車メーカーの動向にも注目していた。

スイスではBuhler社とAlusuisse-Lonza社を訪問した。前者はダイカストマシンの製造会社で、半凝固で有名なDr. Youngをむかえて最近アルミの半凝固プロセスの研究開発を開始した。後者はアルミでは世界のTop10にはいる会社で、電磁攪拌方式でアルミの半凝固連鋳を行い、ダイカスト用の素材やダイカスト製品の試作を行っている。素材ピレットはBuhler社などに供給しており、これら2社はパートナーとなっている。

その他に、研究所を2ヶ所訪問した。CEMEF(パリ鉱山大学)では独自のプロセスである半凝固ダイカストのPID (Pressure Ingot Die Casting) プロセスに力をいれている。液体状態で通常のダイカストを行って緻密なマイクロ組織の素材ピレットを作製した後、それを半凝固域でダイカストする方法でAlやMgに適用できる。またINPG(グルノーブル大学)では半凝固金属の変形挙動について基礎的な研究を行っている。ここでは工業プロセスに関する情報は得られなかったが、半凝固金属の基礎的な研究成果を詳細に聞くことができた。

以上のように、欧州では、アルミの半凝固プロセス、特にダイカストの実用化への動きがかなり急速であることを認識させられた。

さて高融点材料である鋼の半凝固に関しては、フランスのIRSIDとイギリスのSheffield大学を訪問した。

写真はIRSIDにて討議終了後撮影したものである。IRSIDでは、炭素鋼と高速度工具鋼を使用して、半凝固の押出の基礎研究を行っていた。パラメータを固相率、押出速度、押出比として、押出時に固相と液相がそれぞれどのように流動するか検討した。研究としては興味深い結果が得られているが、最近この研究は中断となった。理由として、目的とした特性値が得られなかったことと、金型の熱負荷の問題などがあり工業化が困難とのことであった。鋼の半凝固の困難さを示しているようであるが、材料と手法をうまく選択すれば、実用化につながる研究が可能と思う。なお、



IRSIDにて

IRSIDでは、半凝固押出の研究を、連鋳のマッシーゾーンでの偏析挙動の解明のための研究に転換した。

Sheffield大学では、10年以上前から半凝固の研究を行っている。過共晶Al-Si合金などAlの研究も行っているが、レオテックと同様に銅合金や高速度工具鋼についての鍛造の研究を行っていた。実験設備と試作品も見学できた。Dr. Kirkwoodを中心に精力的に研究を進めている印象をもった。また、Sheffield大学は欧州各国の企業とチクソフォーミングクラブをつくるなど、いくつかのプロジェクトを結成し企業との連携を行っている。討論後、Industrial Museumsを案内していただいた。Sheffieldにおける古い鋼の製法を展示しており、るつぽで鋼を溶解し水車を利用した鍛造機で、草刈のブレードなどを製作していた様子がわかった。しばし、先人の苦勞をしのぶことができた。

今回の訪問先ではいずれも、半凝固加工の研究開発を大がかりにすすめている(株)レオテックに大変興味をもっていただようで、関係部門の最高責任者が出席し、討議に十分な陣容と時間を準備していた。自らの研究状況の説明よりも、レオテックへの質問が多く、質疑応答で予定の時間がオーバーすることがしばしばあった。

欧州の研究開発レベルをまとめると、高融点材料の鋼に関しては基礎研究の段階といえる。IRSIDでは研究を中断しているなど研究開発の困難さがみえる。高融点材料では(株)レオテックでもまだ実用化のレベルには到達しないものの、世界にさきがけて、半凝固金属の製造と加工の研究をおこなっており、日本が先行しているといつてよい。一方低融点材料、特にアルミダイカストでは欧州での実用化へ向けての開発が進み、ダイカストに関しては欧州が一步すすんでいる感がある。

最後になりましたが、JRCM、半凝固加工技術委員会の関係者、新日本製鐵(株)ローマ事務所と川崎製鐵(株)デュッセルドルフ事務所の関係者、イタリア、フランス、スイス、イギリスの各訪問先およびご案内いただいた川崎製鐵(株)デュッセルドルフ事務所の山田課長には心より感謝いたします。

(平成5年10月1日受付)