ミニ特集　材料の高強度化·高機能化を実現する凝固プロセス技術と解析技術の最前線

企画にあたって

佐　藤　　尚*

近年の材料製造技術の発達に伴い，機械的性質や機能に優れた材料が数多く開発されている．このような優れた特性を有する材料の製造に用いる現象は相変態など様々であるが，凝固という現象はすべての材料の製造に関わる重要な現象である．さらに，凝固は，一般的に鋳造をイメージされがちであるが，溶接や溶射などにも大きく関わっている．そのため，凝固を理解することは，優れた材料や機械部品を製造する上で極めて重要である．

これまで，凝固に関する多くの研究は，構造材料における鋳造を中心になされてきた．また，これらの研究は，主に鋳造材の結晶粒微細化や凝固過程の解析を対象とした研究が多い．たとえば，古くから行われているアルミニウム鋳造材の結晶粒微細化に関する研究に，Al–5％Ti 合金あるいは Al–5％Ti–1％B 合金のような結晶粒微細化剤を用いた研究がある[(1)–(4)]．これらの結晶粒微細化剤は，アルミニウム溶湯中に少量の微細化剤を添加することによってアルミニウム鋳造材の結晶粒を微細化することが可能である．過去の研究において，これらの結晶粒微細化剤による微細化メカニズムは，数多く報告されてきた．その際，結晶粒微細化メカニズムとして，異質核説[(1)]，包晶反応説[(2)]や Hulk 理論[(3)]など数多くの理論が提案されている．しかし，結晶粒微細化剤による微細化メカニズムがどの理論に従っているのかについては，未だに不明な状況である．このように，凝固に関する分野は，習熟した分野と思われがちであるが，鋳造材の結晶粒微細化について触れただけでも，まだまだ研究の余地が残されていることが明らかである．

最近の凝固に関する研究を鑑みると，鋳造材の組織微細化に関する研究では，新たな異質核物質を有する新規微細化剤の開発[(5)]，超音波[(6)]や電磁場を用いた凝固組織の微細化技術[(7)]などが挙げられる．また，凝固に関するシミュレーションの研究では，湯流れや凝固過程を精度良く解析し，鋳造技術のめざましい発展を担っている[(8)(9)]．さらに，凝固中のその場観察を行うことによって，金属の凝固過程も明らかになってきた[(10)]．これらから分かるように，近年の凝固分野における研究の進展は著しい．

本ミニ特集では，材料の高強度化および高機能化を実現するための凝固に関する最新の研究について取り挙げることにした．凝固において，材料の高強度化および高機能化を実現するためには，組織微細化，鋳造欠陥の低減および生産効率の向上などが挙げられる．また，これらのことを達成するためには，凝固現象を正しく理解するための解析も必要であろう．そこで，鋳造材の新しい組織微細化技術として，電磁場を用いた凝固組織制御について岩井氏（北海道大学）に解説して頂く．また，機能性材料の一つである Si の凝固に関する技術について杉村氏（㈱SUMCO）に説明を頂くことにした．さらに鋳造欠陥の低減や生産効率の向上を実現する研究として鋳造・凝固シミュレーションの動向と課題を大中氏（大阪大学）に，フェーズフィールド・シミュレーションを用いた凝固組織解析の進展を大野氏（北海道大学）に解説して頂く．柳楽氏ら（大阪大学）には，年々利用が増えている放射光 X 線を用いた凝固現象の解析技術について解説をお願いした．

本ミニ特集をきっかけに，少しでも凝固に関する研究に興味を持って頂ければ幸甚である．また，本特集を企画するにあたり，ご執筆を頂いた先生方および多大なご尽力を頂いた第 5 分科–2 の編集委員に対し，この場を借りて御礼を申し上げる．

文　　献

（1）A. Cibula: J. Inst. Metals, **76**（1949–1950）, 321–360.
（2）F. A. Crossley and L. F. Mondolfo: Trans. AIME, **191**（1951）, 1143–1148.
（3）L. Bäckerud and S. Yidong: Aluminium, **67**（1991）, 780–785.
（4）神尾彰彦：軽金属，**52**（2002）, 479–488.
（5）渡辺義見，佐藤　尚：軽金属，**64**（2014）, 157–163.
（6）大澤嘉昭：軽金属，**61**（2011）, 220–225.
（7）S. Kawai, Q. Wang, K. Iwai and S. Asai: Mater. Trans., **42**（2001）, 275–280.
（8）大中逸雄：鋳造工学，**78**（2006）, 602–608.
（9）M. Ohno and K. Matsuura: Acta Mater., **58**（2010）, 5749–5758.
（10）柳楽知也，安田秀幸，C. M. Gourlay，杉山　明，吉矢真人，上杉健太朗，梅谷啓二：まてりあ，**51**（2012）, 561–568.

佐藤　尚

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★
2004年　東京工業大学大学院　総合理工学研究科　博士課程修了
2004年–2005年　マックスプランク鉄鋼研究所　博士研究員
2005年–2009年　名古屋工業大学　大学院工学研究科　助教
2009年– 現在　名古屋工業大学　大学院工学研究科　准教授
専門分野：材料組織学，材料強度学
◎鉄鋼材料の相変態に関する現象解明や傾斜機能材料の開発に従事．また，電子線後方散乱回折法を用いた鉄鋼材料の組織解析や表層巨大ひずみ加工組織の解析を中心に研究を行っている．
★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

* 名古屋工業大学准教授；大学院工学研究科（〒466–8555 名古屋市昭和区御器所町）
Preface on Special Issue for Recent Advances of Solidification Processing–Techniques and Analysis Techniques for Improvement of Mechanical and Functional Properties of Materials; Hisashi Sato（Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology, Nagoya）
Keywords: *solidification, casting, grain refinement, simulation, solidification analysis*
2014年 7 月20日受理［doi:10.2320/materia.53.449］