



アルミニウム合金における結晶粒微細化に関する研究*

皆川 晃広**

Investigation of Grain Refinement on Aluminum Alloys*

Akihiro Minagawa**

Al-Ti-B系微細化剤を添加したアルミニウム合金における結晶粒径のばらつき要因の特定、及び結晶粒径予測モデルの開発について評価いただき、第41回軽金属奨励賞を受賞した。これもひとえに、多くの方々のご支援とご協力の賜物であり、心より御礼申し上げたい。本コラムでは、改めて研究を振り返り、苦労した点などを共有したいと思う。

アルミニウム合金では、結晶粒径に起因する鑄造欠陥の抑制等を目的として結晶粒微細化剤を鑄造時に添加している。代表的な結晶粒微細化剤は Al_3Ti 、 TiB_2 粒子を含むAl-Ti-B系微細化剤である。この微細化剤による結晶粒微細化メカニズムに関して、これまでに様々な研究が報告されてきたが、実用面での課題である同じ微細化剤組成でも性能にばらつきがある原因については明らかになっていなかった。また、実用レベルと同等の、低い微細化剤添加率における鑄塊中の異質核の現物観察データも少なく、異質核となる TiB_2 粒子の特徴についても曖昧な状態であった。そこで、大きな興味と自分の仮説（何処かに凝集体が居るだろう）を持って、微細化剤を0.1mass%添加した鑄塊中における TiB_2 粒子の現物観察を試みた。

研磨後、5mass%のNaOH水溶液でディープエッチングを施した試料を供試材として、SEMにて TiB_2 粒子を探した。しかしながら、そう簡単には見つからない。少し考えてみれば当然だが、研磨面がたまたま結晶粒の中心断面を通っており、なおかつディープエッチングにより TiB_2 粒子がたまたま欠落せずに残っている結晶粒を探さないといけないのだ。加えて、 TiB_2 粒子は直径1 μm 程度であり、凝集体になっていてもそのサイズは数 μm 程度であるため、低倍率では他の晶出物との区別も困難である。例としてFig. 1に二枚のSEM

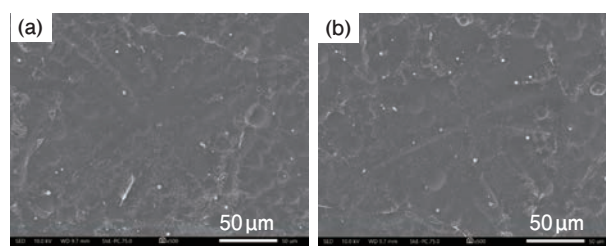


Fig. 1 SEM images of Al cast sample.

観察写真を示す。どちらか片方には TiB_2 粒子が写っているのだが、皆様お分かりになるだろうか。

正解は(a)である。(a)の拡大写真をFig. 2に示す。(a)の写真中央部に若干の窪みがあり、その中に TiB_2 粒子の凝集体が存在していた¹⁾。この一つを見つけるために要した時間を覚えていない。この経験から、未解明のデータを得るには気合と根性が必要なのだと身をもって理解した。以上のような苦労をした甲斐があり、「異質核が TiB_2 粒子の凝集体である」と分かったことで、微細化剤毎の性能ばらつきは、製造段階で生じる TiB_2 粒子の凝集体サイズ分布に依存するということが明らかとなり、仮説を裏付けることが出来た。

さらなる学術的な深堀の段階では、産業技術総合研究所、マルチマテリアル研究部門の尾村直紀様、村上雄一朗様、古田将悟様（現、豊橋技術科学大学）にご協

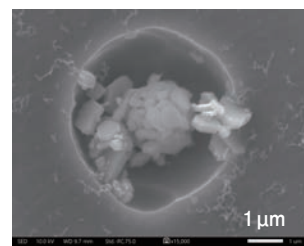


Fig. 2 High magnification image of Fig. 1 (a).

* 本稿の主要部分は軽金属 73 (2023), 518 に掲載。

The main parts of this paper has been published in Journal of The Japan Institute of Light Metals, 73 (2023), 518.

** UACJ マーケティング・技術本部 R&D センター プロセス研究部

Process Technology Research Department, Research & Development Center, Marketing & Technology Division, UACJ Corporation

力いただき、SPring-8のマルチスケールX線CTを用いた現物観察を実施することで、更に仮説を裏付けるデータを得ることができた。貴重なご指導とご助言に支えられ、研究の進展に繋がったことに、感謝の念に堪えない。研究者としての洞察力、アウトプット能力等、様々な点で成長させていただいた。ご多忙の中、ご支援を賜りましたことに、この場を借りてお礼申し上げます。

参考文献

- 1) A. Minagawa and M. Piper: Light Metals 2021, ed. by P. Linus, (2021), 844-849.



皆川 晃広 (Akihiro Minagawa)

UACJ マーケティング・技術本部

R&D センター プロセス研究部