



積層造形最前線

Cutting Edge of Additive Manufacturing

会報委員会 特集企画WGリーダー 戸田佳明

三次元モデルデータに基づき樹脂や金属などの材料同士を積層・結合させて三次元物体を形成する付加製造法 (Additive Manufacturing : AM) は、切削加工などの除去加工法と対比される¹⁾。中でも金属材料に多く適用されている電子ビーム／レーザービーム粉末床溶融結合 (Electron Beam / Laser Beam Powder Bed Fusion : EB / LB-PBF) 法は、電子ビームやレーザービームを熱源にして、層状に敷き詰めた原料粉末を選択的に溶融・凝固させ、再び原料粉末を掃引きし選択的溶融凝固を繰り返すことで、二次元的な造形体を積層させて所望の三次元物体を高精度に作製することが可能である²⁾。立体の内部に空間を設けるなどの複雑形状の製品を異なるニーズに応じて作製でき、従来の鍛造・鋳造プロセスでは不可能だったものづくりが可能になっている。

さらに近年では、従来プロセスでは不可能だった微細組織や原子配列制御がEB / LB-PBF法で可能となり、特性の改善や新機能の発現も報告されている³⁾。技術研究組合次世代3D積層造形技術総合開発機構の設立 (2014年) をはじめ、経済産業省の「三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラム」(2013-2017年) や「積層造形部品開発の効率化のための基盤技術開発事業」(2019-2024年)、内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)」の課題「革新的設計生産技術」(2014-2019年) や「統合型材料開発システムによるマテリアル革命」(2018-2023年) など、AM研究に関する国家プロジェクトがいくつか遂行され、AM装置の国産化や改良、粉末製造技術、モニタリングやフィードバック技術等の開発が日進月歩の勢いで進んでいる。データ駆動やシミュレーション解析等のデジタル空間が、AM装置や造形体のフィジカル空間を再現しながら技術開発が進んでいるのもAMプロセスの大きな特長である³⁾。

このように、AM技術は国内外で大きな注目を集めている。2020年におけるAM関連業界の売上高は世界で約128億ドル、過去10年間の平均成長率は27.4 %に達している⁴⁾。大変興味深いのは、2020年にAM技術が用いられた金属材料の売上高の27.2 %を鉄鋼が占めており、次いでニッケル合金が20.7 %、チタン合金が20.1 %で、過去5年間同じ傾向であった⁴⁾。これらのAM技術が、特に自動車や航空機等の輸送関連機器、原子力発電等のエネルギー産業、人工骨等の生体材料分野に実装されようとしている。国際標準化機構 (International Organization for Standardization : ISO)⁵⁾ や、米国材料試験協会 (the American Society for Testing and Materials : ASTM)⁶⁾ による国際標準化も進んでいることから、材料研究・技術者にとって、AM技術の発展はもはや無視できない世界の潮流となっている。日本鉄鋼協会においても、鍛造・鋳造・切削等の従来プロセスに固執すること無く、AM技術の新しい展開にさらに深い関心を寄せるべきだと考える。

そこで本特集号では、AM技術の中でも金属材料に多く応用され発展が著しいEB / LB-PBF法を積層造形と称し、その最前線に位置する先生方に、主に構造材料の積層造形技術について解説していただいた。鉄鋼協会内のプロジェクト、モニタリングやシミュレーション技術、各材料の積層造形体の組織や特性、積層造形法だけが造れる三次元物体のトポロジーなど、紙面の許す限り幅広く網羅したつもりである。鉄鋼協会会員のみならず、この特集号で積層造形技術に関心を寄せるきっかけになれば幸いである。

また、本会 技術講座WGが、2023年秋に第74回白石記念講座において、『Additive Manufacturing』に関する講座を開催する予定である。この講座では、AM技術の研究開発状況、開発事例の紹介、世界の市場動向や今後の展望等を、本特集号よりも大所高所から講演していただく予定である。是非、本冊子を片手にご参集いただきたい。

最後に、ご多忙にも関わらず、本特集号の執筆を快く引き受けていただき、とても有用な解説記事をご提出いただいた著者の先生方に、心より感謝申し上げる。また、この巻頭言に先立ち、テクノスコープ「積層造形最前線」では、大阪大学と物質・材料研究機構からていねいな取材対応と貴重な資料や写真をご提供いただいた。合わせて感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 一般社団法人日本機械学会：機械工学事典, <https://www.jsme.or.jp/jsme-medwiki/> 付加製造法, (accessed 2022-11-04) .
- 2) 小笹良輔, 石本卓也, 松垣あいら, 中野貴由：スマートプロセス学会誌, 10(2021), 131.
- 3) 小泉雄一郎, 奥川将行：スマートプロセス学会誌, 10 (2021), 85
- 4) Wohlers Report 2021, Wohlers Associates, Inc., <http://wohlersassociates.com/product/wohlers-report-2021/>, (accessed 2022-11-03) .
- 5) ISO/TC 261 Additive manufacturing, <https://www.iso.org/committee/629086.html>, (accessed 2022-11-04) .
- 6) Committee F42 on Additive Manufacturing Technologies, ASTM International, <https://www.astm.org/get-involved/technical-committees/committee-f42>, (accessed 2022-11-04) .

(2022年10月26日受付)