

産学共創基礎基盤研究プログラム 令和元年度事後評価結果

1. 研究課題名：ヘテロ凝固機構により高造形性・高強度を実現する積層造形用
金属粉末の開発

2. 研究代表者：渡辺 義見（名古屋工業大学 大学院工学研究科 教授）

3. 研究概要

研究代表者らは、既製の装置と専用の金属粉末を組合せて用いることが国内で主流となっている積層造形において、界面マッチング性を考慮したヘテロ凝固核に着目し、造形性、強度および等方性を高めるための新指導原理を確立すること、およびその原理に基づいて、既存の組合せに限定されない独自の優れた金属粉末を開発することを目標に、研究を実施した。具体的には、Ti-6Al-4V 合金および純 Al について積層造形実験を行い、TiC ヘテロ凝固核の添加によって造形性が向上すると共に、結晶粒が微細化し強度特性が向上することを明らかにした。さらに、積層造形に有効なヘテロ凝固核の探索を行い、L1₂構造でかつ母材金属との整合性が高い凝固核が結晶粒の微細化に有効であることを見出した。

4. 事後評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果

Ti-6Al-4V 合金および純 Al について積層造形実験を行い、TiC ヘテロ凝固核の添加によって空孔と未熔融粉末が低減し造形性が向上すると共に、結晶粒が微細化し強度特性が向上すること、さらには、プロセスウィンドウが変化し省エネルギーに繋がる可能性があることを明らかにした。また、母材金属との整合性を示す M 値に着目して、積層造形に有効なヘテロ凝固核の探索を進め、L1₂構造でかつ低 M 値である Al_{2.7}Fe_{0.3}Ti 等の凝固核や、粉砕によって低 M 値新生面を創出した凝固核を添加することが、鑄造組織の微細化に有効であることを見出した。これらの知見に関する基本特許を着実に出願し、既に複数の企業との共同研究に繋がっていることから、海外が先行する積層造形分野において、わが国の今後の産業競争力強化に大いに貢献することが期待される。

一方で、ヘテロ凝固核の添加による造形性向上効果については、M 値の影響を含めその指導原理解明には至っていない。X 線を用いたその場観察によって、溶湯やキーホールの生成等の熔融凝固挙動が解明されつつあるので、今後の研究に期待したい。

研究マネジメントの面では、結晶粒の微細化に有効なヘテロ凝固核の探索と積層造形実験によるヘテロ凝固核の効果の検証に注力し、産業界に注目される成果を示すことで多くの共同研究に繋げる成果をあげた。また、論文投稿、講演、プレス発表等で成果を積極的に外部へ発信すると共に、ヘテロ構造制御プログラム関係者との連携、産学共創の場やアルミニウム協会との交流で出された産業界からの多種多様な要望の真摯な受け止めと研究

テーマ見直し、企業との積極的な交流等、研究全般における積極的な取り組み姿勢は高く評価できる。

4-2. 今後の研究に向けての期待

鑄造実験で見出された種々のヘテロ凝固核の効果を積層造形実験で検証すると共に、積層造形プロセスにおける溶融・凝固挙動の解明を進め、M 値の影響や熱的安定性等の観点も含め、ヘテロ凝固核が効果を発揮するための指導原理を明らかにして本技術の普遍性を高めていただきたい。また、先行する海外を意識した特許の出願を今後も積極的に継続し、わが国の産業競争力の強化に繋げていただきたい。

4-3. 総合評価

総合評価 A

積層造形における造形性の向上、組織の微細化および高強度化に対するヘテロ凝固核の有効性を明らかにすると共に、ヘテロ凝固核の設計指針に関する多くの新知見を得、既に多くの企業と共同検討を開始している。知的財産権の獲得も着実に進められており、積層造形分野におけるわが国の今後の産業競争力強化に大いに貢献することが期待できる。

本研究で得られた知見の指導原理を解明して技術の普遍性を高め、先行する海外技術を凌ぐ積層造形粉末技術の確立に繋げていただきたい。

以上