

産学共創「ヘテロ構造制御」事後評価結果

1. 研究課題名：摩擦攪拌現象を用いたインプロセス組織制御によるマクロヘテロ構造体化技術の確立

2. 研究代表者：藤井 英俊（大阪大学 接合科学研究所 教授）

3. 研究概要

摩擦攪拌現象（摩擦攪拌接合、摩擦攪拌プロセス）を利用した組織制御により、接合プロセスにおいて、母材より接合部の強度、延性、靱性、疲労などの機械的特性を向上させる様々な新技術を確立した。これらの手法により、構造体の一部が、他の部分より機械的特性に優れ、構造物全体の特性が優れるマクロヘテロ構造体化技術を構築するとともに、摩擦攪拌による新たな組織制御技術と特性向上ならびに機能発現の可能性を示す種々の新指導原理を提案した。また、摩擦攪拌過程における塑性流動を可視化し、物質流動やひずみ速度分布、結晶粒微細化機構など、多くの未知の因子を明らかにした。さらに、鋼の摩擦攪拌接合に対して、低価格・高寿命ツール開発の点でも大きな成果を挙げた。

4. 事後評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

摩擦攪拌接合・プロセスを構造用金属材料に適用し、接合部の改質を同時に行うなど、接合・プロセス部において温度、組成、加工が制御可能な構造体化技術を確立することを目標に、意欲的な研究が行われた。従来アルミニウム合金への適用が主体であった摩擦攪拌接合を、炭素鋼に対して低温で実施し、良好な組織制御を可能にした。また、摩擦攪拌接合・プロセス部の組成-組織制御による粉末などの分散制御、オーステナイトの加工安定化を利用した TRIP 化、鋳鉄と鉄の非溶融接合法の確立、摩擦攪拌用ツール開発、射出技術との組み合わせによる表面ヘテロ構造の創出、レーザと摩擦攪拌の組み合わせによるヘテロ構造化など、多くの課題に挑み、いずれも興味深い成果をあげている。加えて、摩擦攪拌接合過程の可視化技術を開発し、塑性流動現象ならびにひずみ速度分布、結晶粒微細化機構など、多くの未知の因子を明らかにした。組織制御メカニズムの提案もされ、金属組織学的見地から摩擦攪拌接合・プロセスの多岐にわたる可能性を引き出している点は高く評価される。

研究代表者の強力なリーダーシップによって、研究者間のチームワークも研究の推進に効率的に働いた。また、論文発表、知的財産の創出も多く、受賞、プレス発表なども十分になされ、その成果は国内外で高く評価された。また、サイトビジットや産学共創の場での意見に応じて、厚鋼板やチタン合金の摩擦攪拌接合に挑戦するとともに、低価格・高寿命の摩擦攪拌ツールの開発でも成果をあげるなど、産業界との連携も積極的に推進した。

4-2. 今後の研究に向けて

今後も本技術テーマ「ヘテロ構造制御」の狙いである基礎研究の強化と新指導原理の構築に注力いただきたい。新規現象に対する材料学的考察には、未だ定性的な部分が多く残されており、

基礎研究としても大きく展開する可能性がある。たとえば、摩擦攪拌に伴う力学特性の変化や相安定性の変化などには、基礎的・学術的に興味ある未解明な現象が多く、要素研究面でさらに深い検討を継続し、摩擦攪拌現象を利用した材料組織制御に関してプロセスも含めて普遍的総合的な学術技術指導原理の構築を目指していただきたい。

応用面においては、今後も得られた成果の実用化をさらに推進すると同時に、材料開発との連携によって適用範囲を拡大し、産業界との共創関係を継続して、構造材の発展に参画し、産業界の多様なニーズに応えられることを期待する。

4-3. 総合評価

摩擦攪拌現象を利用した新指導原理の構築を目指して積極的に取り組み、多くの貴重な知見を創出し、目標を上回る成果をあげた。多くの新しい課題に積極的に挑戦し、それぞれの課題で重要な新知見を見出し、成果の実用化を意識して推進し、知的財産化（論文、特許、学会発表）やプレス発表を積極的に行い、国内外で高く評価された。さらに、産学共創の場を活用し、産業界の意見・要望を取り込んで多くの優れた成果をあげたことは、本プログラムの研究課題として理想的である。

今後は、基礎研究をさらに強化し、基礎的・学術的に未解決な現象の原因解明も含めて、普遍的総合的な学術技術指導原理を確立し、産の次代に繋がる成果をあげられることを大いに期待する。