

論文の要旨

題目：Ti-C 混合粉末のメカニカルアロイング／放電プラズマ焼結による TiC-Ti 複合材料の合成と酸化・浸炭処理からなる表面改質による耐摩耗性の向上

(Synthesis of TiC-Ti Composites via Mechanical Alloying/Spark Plasma Sintering Using Ti-C Mixed Powders and Improved Wear Resistance by Surface Modification through Oxidation/Carburization)

氏名 塚根 亮

金属プレス加工等の塑性加工は、金属に力を加えると力を取り去っても変形したままの形が保たれる性質、“塑性”を利用し、目的とする形状に加工する方法である。塑性加工では主に鋼系、WC-Co 系材料を工具として用い、工具摩耗や工具-材料間の焼き付きを抑制するため潤滑剤を使用する。しかし、材料への潤滑剤の塗布や加工後の洗浄除去、タクトタイムの増加や作業環境の悪化を招いている。また、現在プレス加工で使用されている潤滑剤の多くは石油系炭化水素が含まれており、焼却時に発生する二酸化炭素の地球環境への負荷が問題となっている。そのため、潤滑剤を使用しないドライプレス加工が要望されている。ドライプレス加工の実現には、高硬度、化学的安定性に優れるセラミックスの金型材料への適用が考えられる。特に TiC はセラミックスの中でも特に硬度、化学的安定性に優れており耐摩耗性、耐焼付き性の向上を目的に機械加工用工具のコーティングとして普及している。しかし、コーティングは基材との密着性に課題があり、剥離しやすい。他の手段として、TiC そのものを型材料として用いることも考えられるが、TiC は韌性に乏しく欠けやすい。そこで韌性の付与を目的に TiC を金属の Ti と複合化した TiC-Ti 複合材料の製造を試みる。具体的には出発原料として Ti-C 混合粉末を用いてメカニカルアロイング処理後に放電プラズマ焼結を行うことで製造プロセス中において Ti と C を反応させ TiC をその場合成する。配合比を調整することで TiC と Ti が複合化した材料とする。本論文では、メカニカルアロイング条件が TiC-Ti 複合材料の特性に及ぼす影響を調査した。また、TiC-Ti 複合材料の特性に及ぼす出発原料中の C 添加率の影響について調査した。さらに TiC-Ti 複合材料の表面に存在する Ti 相の耐摩耗性を向上するための表面改質として大気酸化処理と浸炭処理を検討し、TiC-Ti 複合材料の酸化挙動、浸炭挙動について調査し、これらのステンレス鋼に対する摩擦摩耗特性を評価した。

本論文の各章の簡単な説明は以下のとおりである。

第 1 章では、本研究の背景と目的として、塑性加工におけるセミドライプレス加工／ドライプレス加工の必要性と重要性およびセミドライプレス加工／ドライプレス加工を行うための新しい型材料として TiC-Ti 複合材料を提案する理由について述べた。

第 2 章では Ti-C 混合粉末のメカニカルアロイング／放電プラズマ焼結により TiC-Ti 複合材料を合成する際、メカニカルアロイング条件が TiC-Ti 複合材料の微細構造に及ぼす影響を調べた。

第 3 章では Ti-C 混合粉末のメカニカルアロイング／放電プラズマ焼結により TiC-Ti 複合材料を合成する際、Ti-C 混合粉末の C 添加率が TiC-Ti 複合材料の微細構造に及ぼす影響を調べた。

第 4 章では様々なメカニカルアロイング条件および C 添加率で Ti-C 混合粉末のメカニカルアロイング／放電プラズマ焼結により合成した TiC-Ti 複合材料の機械的特性を評価した。

第 5 章では TiC-Ti 複合材料に大気酸化処理および浸炭処理を行い、TiC-Ti 複合材料の酸化挙動、浸炭挙動を調べた。また、大気酸化処理および浸炭処理を行った TiC-Ti 複合材料のステンレス鋼に対する摩擦摩耗特性を評価した。

第 6 章では以上の研究内容を総括し、耐摩耗性、耐焼付き性に優れた新たな材料である TiC-Ti 複合材料の合成プロセスを提案した。