

研究課題番号	【3G-2102】
研究領域	資源循環領域
研究課題	「工程内廃材使用による廉価高強度チタン合金開発と応用」
研究代表者（所属）	近藤 勝義（大阪大学）
研究期間	2021年度～2023年度
研究キーワード	スポンジチタン廃材，不可避的不純物，粉碎加工，熱間圧延加工，固溶強化

## 研究概要と達成状況

①研究課題の概要：再溶解・再利用できない高濃度の鉄や酸素を含む工程内チタン廃材の直接原料化技術を確立し，高級ステンレス鋼の価格を下回る廉価な高強度チタン合金素材を開発する。具体的には，スポンジチタン廃材を出発原料として，加工・熱処理技術によって廃材中の不純物成分である鉄や酸素を固溶強化成分とし，新たな結晶組織構造を高度に形成・制御し，現行の汎用チタン合金の強度特性を十分に凌駕する高強度チタン再生合金の創製に向けた基盤技術を確立する。加えて，対象製品の要求性能・コスト比較を含めたチタン再生素材のスケールアップ化技術開発を主たる課題とした産学連携研究開発を通じて本成果の実用化（社会実装）の可能性を検証する。

②研究成果：ブロック状スポンジ廃材の原料粉末化を目的に，脆性なTiH<sub>2</sub>相の生成・分散による塊状素材の粉碎加工性を改善した結果，粒子径18～22μmを達成（目標値200μm以下），その際の材料歩留りはほぼ100%であった。得られた廃材粉末より作製したチタン再生合金の力学特性を評価した結果，小型素材と同様，量産設備で作製した大型Ti-Fe-O系焼結圧延材においても引張強さ1189MPa，伸び28.4%（目標引張強さ≥1100MPa，伸び≥15%）を実証し，汎用チタン合金を凌駕した。

一方，共同研究機関では，量産化に向けた製造条件の適正化とその管理幅の設定した。実験室レベルから100倍にスケールアップした重量10kgの大型焼結体を量産設備を用いて製作し，割れやき裂などのない健全で相対密度95%を超える高密度な素材（目標値90%以上）であることを確認して実用化技術としての目途が立った。また，この大型焼結体を用いた圧延板材においても上記の引張特性の目標値を超える性能達成を確認すると共に，量産化に向けた適正な組成・加工条件のプロセスウィンドウズを設定した。さらに，最終目標である再生材からチタン刃物素材を作製し，現行チタン刃物材と比較して2倍以上の切れ味性能と耐久性能がユーザ評価で実証され，高機能性チタン刃物素材の開発に成功した。

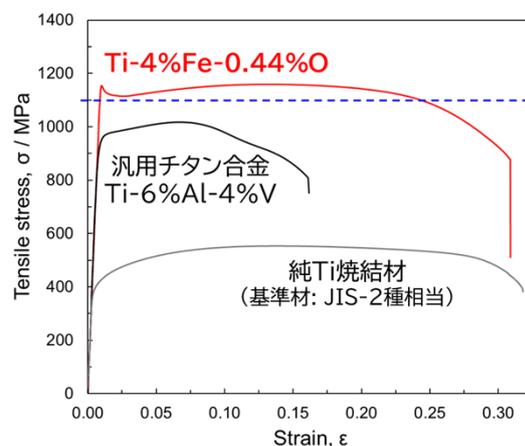


図1. 試作したTi-Fe-O焼結圧延材と現行チタン材の引張試験結果



図2. 大型開発チタン素材から試作したアウトドアナイフの外観

③目標の達成状況：工程内チタン廃材から粉末冶金用原料粉末を低コストで作製するプロセスを確立し，含まれる鉄と酸素の不純物を利用した高強度・高延性チタン焼結合金を開発した。その力学特性は，当初の最終目標値である現行チタン刃物素材比1.5倍を遥かに凌ぐ2倍以上の性能向上が確認できたことから，目標を大きく上回る成果を確認した。

## 環境政策等への貢献

- ・スポンジチタンの製造工程で廃棄されていた部分を資源として活用（資源循環）
- ・加熱工程のみで大型チタン焼結素材を安く再生する製法（省エネ・CO<sub>2</sub>ガス排出削減）
- ・鉄や酸素などの不純物成分によるチタン素材の強度向上が可能（レアメタルフリー化）
- ・プレスレス焼結法によるチタン素材の大幅な低コスト化
- ・サーキュラーエコノミーに立脚した材料・製法の最適設計と実用化