

## 学位論文の審査結果の要旨

本学位論文では、埋立て処分しかできない廃棄ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) をリサイクルして有効活用するため、さらにリサイクル品の信頼性の向上を図るため、廃棄されたPTFEから作製される焼成体 (リサイクルPTFE) の機械強度が低下する原因を解明し、リサイクルPTFEの強化方法について検討している。本研究での主な成果を以下に示す。

- ・リサイクルPTFEの機械強度低下の原因を明らかにした。
- ・リサイクルPTFEの機械強度向上には乳化重合PTFEの添加が有効である。
- ・乳化重合PTFEの添加により、引張伸びが大きい特徴的な素材が得られる。

これらの内容は、廃棄物の削減や資源の有効利用という点において、工学的だけでなく社会的にも大きな意義がある。

学位論文は以下のように構成され、作成されている。

第1章「序論」では、PTFEの特性と応用、リサイクルの現状について概説し、リサイクル方法の確立に対する課題を明らかとし、本論文での研究目的を述べた。

第2章「再生利用によるPTFE粉末粒子形態の変化がPTFE成形物の機械強度に与える影響」では、リサイクルPTFEの機械強度低下の原因の解明を目的として、リサイクルPTFEおよびバージンPTFEの原料粉末の特性およびそれら焼成体の微細構造を調べ、それらがPTFEの機械強度に与える影響を検討した。その結果、バージンPTFEの原料粉末は繊維状組織を有するため、成形時に粒子の繊維状組織同士が互いに絡み合うことで充填率の向上とある程度の強化が起こり、それを焼成することで粒子間は緻密化および融着し、強い界面結合が形成した。一方、リサイクルPTFEの原料粉末は繊維状組織がないため粒子の絡み合いが起こらず、焼成してもPTFE粒子間で強固な界面結合が形成されなかった。このような違いが、気孔の存在に加えて、リサイクルPTFEの機械強度を大きく低下させた理由であった。

第3章「リサイクルPTFE焼成体の機械強度向上のための粒子の低結晶化による成形性への影響」では、リサイクルPTFEの機械強度の向上を目的として、リサイクルPTFE粒子を融点以上に加熱した後、急冷することにより低結晶化して軟化させ、圧縮成形時に軟化した粒子を塑性変形させて成形体の気孔率を低下させることを検討した。その結果、低結晶化を行うことで気孔率が約2倍近く増加し、融着性は低くなる傾向にあった。これらより、リサイクルPTFE

を低結晶化させることによって、気孔率を低下させ機械的強度を改善させることは困難と考えられた。

第4章「リサイクルPTFE焼成体の組織構造と機械強度に与える乳化重合PTFE粉末添加の影響」では、さらに別の視点によるリサイクルPTFEの機械強度の向上を目的として、繊維化しやすい乳化重合PTFE（ディスパージョン）をリサイクルPTFEの原料粉末に添加してPTFE焼成体を作製し、得られたPTFE焼成体の微細組織と機械強度について検討した。また、ディスパージョンの比較として、懸濁重合により調製されたバージンPTFE粉末も用い、リサイクルPTFE粉末に添加して焼成体を作製し、評価した。その結果、リサイクルPTFE粉末にディスパージョンを混合させることで、リサイクルPTFE焼成体の機械強度が増大することが見出された。また、ディスパージョンの添加はバージンPTFE粉末の添加よりも効果的であることがわかった。ディスパージョン粉末を50 wt%含有させると、リサイクルPTFE焼成体の気孔はほぼ消失し、その引張強度はディスパージョン粉末のみのPTFE焼成体の約9割に達し、リサイクルPTFE焼成体の約4倍となった。また、このようなPTFE焼成体は、通常用いられる懸濁重合で調製されるバージンPTFEの焼成体よりも、引張強度は小さいものの、引張伸びが大きい、特徴的なPTFE焼成体であることがわかった。

第5章「結論」では、リサイクルPTFEとバージンPTFEの原料粉末の特性、それら焼成体の微細構造と機械強度、およびリサイクルPTFEの強化に関して明らかになった点をまとめ、さらにリサイクルPTFEの今後の展望を述べ、総括とした。

以上の研究成果は、廃棄PTFEのリサイクル方法および有効活用に向けて、科学的小および工学的に有用な知見を与える。これらの内容は、博士学位論文として十分な価値を持つものと認めることができる。

また、申請者は修了に必要な単位を取得済みで、申請者を筆頭著者とする審査付論文1編がすでに学術雑誌に掲載され、さらにもう1編が学術雑誌に掲載されることが決定している。これらは、物質創成科学専攻分子機能材料工学部門の学位取得の条件を満たしている。

#### 公表主要論文名

・春日秀之，板橋 聡，川村 渉，三島彰司

「リサイクルPTFE焼成体の組織構造と機械強度に与える乳化重合PTFE粉末添加の影響」，材料，掲載準備中（採択決定日2018年4月17日）

- ・ 春日秀之，板橋 聡，川村 渉，三島彰司  
「再生利用によるPTFE粉末粒子形態の変化がPTFE成形物の機械強度に与える影響」，材料，67巻，6月号，pp.626-631（2018）