

# International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC' 2013)

信州大学 機械システム工学科  
准教授 中山 昇  
(平成 25 年度 国際会議等参加助成 AF-2013042)

キーワード：粉末冶金，チタン，ナノカーボン，セパレーター

開催日時：2013 年 12 月 2 日（月）～6 日（金）

開催地：アメリカ，ラスベガス

報告内容：THERMEC とは先端材料の成形および製造に関する国際会議である。今回は、2011 年にケベック・シティ(カナダ)で開催されており、筆者は二回目の参加となる。本国際会議は、基本的な Steel から機能性材料など幅広い材料に対する内容であるため 22 分野 (97 セッション) で構成されている。筆者は、「Smart/Intelligent Materials & Processes」のセッションで招待講演として発表を行った。このセッションは、Key note が 1 件、口頭発表が 51 件であり、活発な議論が行われた。

講演内容：「Mechanical and Electrical Properties of Carbon Nano Fiber-Dispersed Ti Composite Formed by Compression Shearing Method at Room Temperature」と題して招待講演を行った。発表内容は、燃料電池用のセパレーター材料の開発である。

近年、新たなエネルギー源として燃料電池が注目されているが、その燃料電池の主要部品であるセパレーターは燃料電池全体に占める容積の割合も大きい。従って、セパレーターの軽量化および薄型化は重要な課題のひとつである。燃料電池のセパレーターには、大きくわけてカーボン系セパレーターと金属系セパレーターがある。カーボン系セパレーターは導電性、ガス不透過性に優れるが加工性が悪く、薄型化は困難である。一方、チタンやステンレスからなる金属系セパレーターは、耐食性、加工性、および強度に優れることから、薄板化、燃料電池の小型化が可能である。しかし、Ti の表面に存在する酸化膜により導電性が低下する。そこで、新たに優れた導電性を持ち、薄板化可能なセパレーター材の開発が求められる。

優れた耐食性、導電性および強度を併せ持つセパレーター材として、Ti に導電性添加材である気相成長炭素繊維 ( Vapor Grown Carbon Fiber : VGCF ) を添加した複合材が考えられる。しかし、Ti は融点が高いため、粉末冶金法等の作製方法では大きな熱エネルギーと時間が必要であり、さらに Ti と VGCF は熱により化学反応が生じ TiC を生成することで電

氣的抵抗が増加するため加熱により複合材料を製造することは問題がある。これらの問題は金属粉末に常温、大気雰囲気中で圧縮応力とせん断荷重を同時に負荷することで高強度な薄板が成形可能な加工方法である常温圧縮せん断法 ( Compression Shearing Method at Room Temperature : COSME-RT )<sup>(1)</sup>を用いて複合材料を開発することで解決できるのではないかと考えられる。

本講演は COSME-RT を用いて作製した Ti/VGCF 薄板の VGCF 含有量変化が及ぼす曲げ強度への影響を明らかにした内容である。本報告では、VGCF の体積比率を 0 - 5%まで変化させ 6 種類の Ti/VGCF 混合粉末を作製した。SKD 容器に Ti 粉末と VGCF を SUJ2 鋼球 350 個とともに投入し、3 軸加振型ボールミル ( TKMAC-1200L, (株)トポロジックシステムズ )を用いて、Ar 雰囲気中、回転数 300rpm で 8 時間混合した。COSME-RT により金属粉末に対して圧縮荷重 500 kN ( 1250 MPa )およびせん断ひずみ 46 (せん断速度 5 mm/min) を付与させることで約 0.2mm の薄板を作製した。

主な結果として、Ti/VGCF 成形体は、セパレーターに必要な曲げ強 70MPa の 100 倍以上の強度を有していることがわかった。しかし、VGCF 添加量の増加に伴い曲げ強さ、延性は低下することも明らかになった。また、Ti/VGCF 成形体内部の VGCF は凝集して存在しているが、接触抵抗は Ti より 80%減少し、カーボン系セパレーターと同等かそれ以下の抵抗となった。

以上のことから常温圧縮せん断法により作製した Ti/VGCF は VGCF 添加量 0 - 5 vol.% ではセパレーターに必要な強度を有しており、さらに低抵抗な薄板を作製できることが明らかになった。

## 謝辞

本論文の発表は公益財団法人天田財団の助成により行われた。関係各位に感謝致します。

## 参考文献

- (1) 武石洋征, 中山昇, 三木寛之, 常温圧縮せん断法による結晶粒微細固化成形, 材料, Vol. 54, No. 3, (2005), pp.233 - 238