

## Study on Isotropic Pitch Based Carbon Fiber for Automotive Body

金, 丙峻

<https://hdl.handle.net/2324/1470610>

---

出版情報：九州大学, 2014, 博士（工学）, 課程博士  
バージョン：  
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（3）

氏 名： 金 丙峻

論文題名： Study on Isotropic Pitch Based Carbon Fiber for Automotive Body  
(自動車車体搭載用等方性ピッチ系炭素繊維の開発)

## 論 文 内 容 の 要 約

人口増加による化石資源の大量使用による都市環境の悪化を防ぐため、電池や燃料電池などを電源とした環境にやさしい自動車 (EV、FEV) の開発が一層注目を浴びている。しかし、パワーの低さや走行距離が短さが問題になっており、本格的な普及のためには車体軽量化による燃費向上が最も重要な課題の一つとして取り上げられる。車体軽量化のためには炭素繊維による炭素繊維複合材 (Carbon fiber reinforced plastics; CFRPs) の適用が最も望ましい手法と認識されているが、車体用としての炭素繊維の生産コストの改善はまだ十分に達成されていない。自動車車体用炭素繊維には、1700 MPa 以上の引張強度、2%以上の伸び率および繊維径  $7 \mu\text{m}$  以下の長繊維の性能と 10 ドル/kg 以下の安価な値段が同時に求められる。PAN (Polyacrylonitrile) 系炭素繊維は、すでに性能やコストの両面で開発がほぼ飽和しており、コスト低減の余地が極めて少ない。そこで、近年、こうした性能とコストを同時に満たす材料としてピッチ系炭素繊維が再び注目されている。

ピッチ系炭素繊維は、液晶ピッチを原料とする液晶ピッチ系炭素繊維と、等方性ピッチを原料とする等方性ピッチ系炭素繊維に大別される。液晶ピッチ系炭素繊維は、高コストや低伸び率が問題で車体用として適合していない。一方、等方性ピッチ系炭素繊維は、低コストやの高伸び率は実現可能なものの、低強度が問題となり、現状では車体用として適合していない。

本研究では、自動車車体用 CFRP に適合可能な新規の等方性ピッチ系炭素繊維の開発を目的とし、その実現のために、前駆体である等方性ピッチを新規に設計・調製し、車体用として性能とコストを同時に満足できる炭素繊維の開発を試みた。新規等方性ピッチの原料として、比較的安価かつ不純物が少ないナフサ分解残渣油 (Naphtha cracked oil; NCO) を選択し、高強度を実現するために高配向が可能な高分子量かつ線形の分子構造を有する等方性ピッチの設計と調製を行った。

本研究において得られた知見は以下のように纏められる。

第 1 章では、炭素繊維の開発史と物性等を概略すると共に本研究の目標と原理について述べた。

第 2 章では、線形の高分子を設計・調製するための原料やピッチの分析、ピッチや炭素繊維の調製および炭素繊維の性能測定手法について纏めた。

第 3 章では、原料として用いた NCO、改質 NCO および共炭化用のコールタールの TOF-MS、<sup>13</sup>C NMR および GC-AED による分析結果を示した。特に、GC-AED を用いた NCO および改質 NCO の分子構成の全分析は世界初であり、これにより高芳香族原料の分子構造が統計的に把握でき、ピッチ化反応の具体的な設計が可能となった。

第 4 章では、NCO を原料とした高分子で線形構造を有するピッチの調製手法を開発するために、2-メチルナフタレンをモデル分子とし、臭素化/脱臭素化反を行い、ピッチの調製を行った。臭素化/脱臭素化手法で合成した等方性ピッチは、従来の蒸留法で調製して得たピッチに比べて高い分子量と線形の分子を有することが確認でき、臭素化/脱臭素化手法が新規ピッチ調製手法として効果的であることを確認している。

第 5 章では、NCO を原料とした等方性ピッチの調製および分析結果を纏めた。臭素化/脱臭素化反で調製した等方性ピッチは、蒸留法で調製したピッチより高分子量と線形分子構造を持つことが確認された。得られたピッチはせん断応力下で分子が配向されやすいことが熔融流動性の評価でわかった。得られた等方性ピッチで調製した炭素繊維は 800°C5 分間の熱処理で 1500 MPa の引張強度と 3.2%の高性能を示し、自動車車体用炭素繊維用として適用可能であることを確認している。

第 6 章では、さらに高分子量の等方性ピッチを得るために NCO を前処理し、臭素化/脱臭素化反で等方性ピッチを調製した結果を纏めた。NCO を 190°Cで蒸留し、主に 2 環芳香族化合物で構成された改質 NCO で調製した等方性ピッチは、NCO を用いて同様に調製したピッチに比べてより高い分子量を示すことが確認された。得られた等方性ピッチで調製した炭素繊維は 800°C5 分間の熱処理で 1700 MPa の引張強度を示し、自動車車体用炭素繊維用としてより適した性能を有することを確認している。

第 7 章では、炭素繊維の製造過程における不融化特性を改善して高性能を得るために、NCO にコールタールを添加し、共炭化反応によって調製した等方性ピッチの結果を纏めた。NCO および改質 NCO のみを用いて調製した等方性ピッチで製造した炭素繊維は、不融化の際、14%程度の酸素含量が必要であるのに対して、コールタールを混ぜて共炭化して調製したピッチは 7%程の酸素含量で最適に不融化されることが確認できた。不融化の際に必要な酸素含量を低減できたことで、炭素繊維の更なる高性能化や低コストが可能であることを確認している。

第 8 章では、本研究で得られた主な成果について総括した。