

## 研究ノート

# ターコイズ水素製造時に得られる固体炭素を用いた 熱伝導性樹脂の開発

鈴木正史\*1、濱口裕昭\*2、阿部祥忠\*1、犬飼直樹\*1、中川俊輔\*1

## Development of Thermally Conductive Resin using Solid Carbon Obtained during Turquoise Hydrogen Production

Masashi SUZUKI\*1, Hiroaki HAMAGUCHI\*1, Yoshitada ABE\*1,  
Naoki INUKAI\*1 and Shunsuke NAKAGAWA\*1

Industrial Research Center\*1\*2

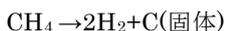
メタン直接分解ターコイズ水素製造は、メタンから水素と固体炭素が得られる。本製造方法は、水蒸気改質・シフト化反応に比べて二酸化炭素が排出されない利点を有しているが、得られる水素量が半分であるため工業的な普及拡大が進んでいない。商品化、事業化のためには、固体炭素の工業的利用を図り、商品価値を高める必要がある。そこで本研究では固体炭素の有効利用に着目し、熱伝導性樹脂への利用を検討した。その結果、遊星ボールミルにより微細化し界面活性剤により熱可塑性樹脂との分散性を向上させることで、市販カーボンを用いて複合化した場合と同等の熱伝導率を有することが分かった。

### 1. はじめに

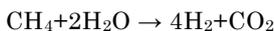
メタン直接分解反応は、メタンから二酸化炭素を排出することなく水素を製造することが可能である。この水素は、ターコイズ水素と呼ばれており、世界的に注目を集めている<sup>1)</sup>。我々の研究グループでは、金属板触媒を用いたターコイズ水素製造装置を開発した<sup>2)</sup>。本装置は、反応によって生じる水素と固体炭素(以下、生成炭素)を容易に分離することが可能であり、長時間運転が可能という特徴を有している。

しかし、メタン直接分解によるターコイズ水素製造は、下記の反応式のとおり、水蒸気改質・シフト化反応に比べて同量のメタンから得られる水素の量が少ない。商品化、事業化のためには、生成炭素の工業的利用を図り、商品価値を高める必要がある。

・メタン直接分解による水素の生成



・メタンの水蒸気改質・シフト化反応による水素の生成



生成炭素の物性評価を既報<sup>3)</sup>にて行った結果、生成炭素は直径 300~500nm の繊維状炭素であり、体積抵抗率は  $1.8 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$  と、アセチレンブラックやケッチェンブラックと同程度であることが分かった。

そこで本研究では、この生成炭素を用いた熱伝導性樹脂への利用検討を行った。

### 2. 実験方法

遊星ボールミル(フリッチュ・ジャパン(株)PL-7)に、既報<sup>3)</sup>で得られた生成炭素 10g、アルミナボール(φ5mm) 50g、エタノール 40mL を加え、回転数 1000rpm、各種処理時間(0、1、5、10 分)で微細化処理を行った。微細化後の生成炭素は、粒子径分布を測定((株)島津製作所 SALD-7500nano)した。

微細化された生成炭素(1000rpm、10 分間処理)に界面活性剤であるポリビニルピロリドン(PVP)を 5wt%加えて攪拌した後、溶媒を除去した。さらに、熱可塑性樹脂であるポリエチレン(PE)へカーボン含有率が 20、40、60wt%となるように加え、120°Cでパッチ式混練機にて熔融混練を行い、複合樹脂(以下、生成炭素/PVP/PE)を得た。また、比較のために、PVP を加えていない複合樹脂(以下、生成炭素/PE)、市販カーボン(JIS 試験用粉体 1 の 12 種:カーボンブラック<sup>4)</sup>)を用いた複合樹脂(以下、市販カーボン/PE)も同様のカーボン含有率で作製した。これら複合樹脂の空隙率および熱伝導率を測定した。空隙率の測定は、測定比重と理論比重の割合から算出した。熱伝導率の測定は、JIS R 1611 によりフラッシュ法熱測定装置(NETZSCH LFA 467 HyperFlash)を用いて熱拡散率を測定し、比熱から熱伝導率を求めた。

### 3. 実験結果及び考察

生成炭素を遊星ボールミルで微細化処理した後の粒子径分布を図1に示す。未処理では平均粒子径が11.6 $\mu\text{m}$ であったものが、処理時間1分で5.4 $\mu\text{m}$ となった。さらに処理時間を5、10分と長くすることにより、平均粒子径は、4.5、3.5 $\mu\text{m}$ とさらに微細化されることが分かった。

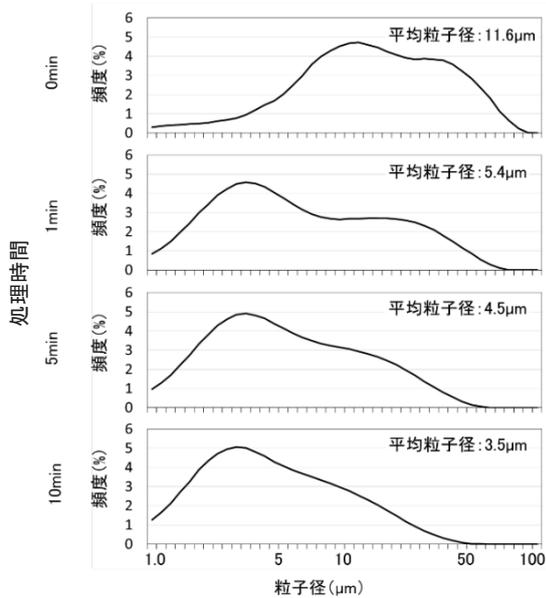


図1 生成炭素の粒子径分布

各複合樹脂の空隙率を図2に示す。カーボン含有率20、40、60%の生成炭素/PVP/PEは、それぞれ、空隙率が6.5、8.0、8.3%であり、いずれのカーボン含有率においても生成炭素/PE、市販カーボン/PEより空隙率が低いことが分かった。

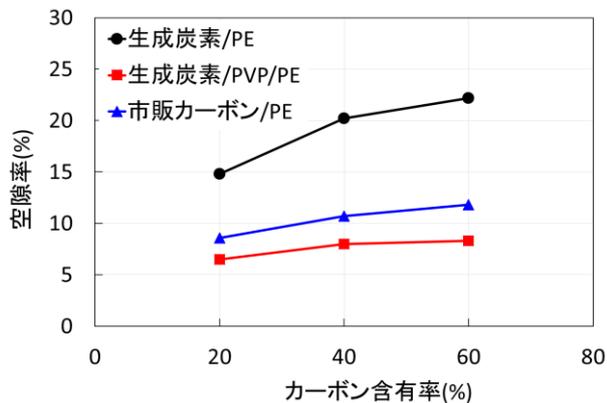


図2 各種炭素とポリエチレン複合樹脂の空隙率

各複合樹脂の熱伝導率を図3に示す。生成炭素/PEは、いずれのカーボン含有率においても熱伝導率は0.4W/m $\cdot$ K以下であった。これに対し、生成炭素/PVP/PEは、カーボン含有率20、40、60%それぞれに

おいて0.48、0.57、0.65W/m $\cdot$ KとPVPを加えない場合に比べて、また、カーボン含有率が高くなるに従って熱伝導率が高くなり、市販カーボン/PEと同等の熱伝導率となることが分かった。

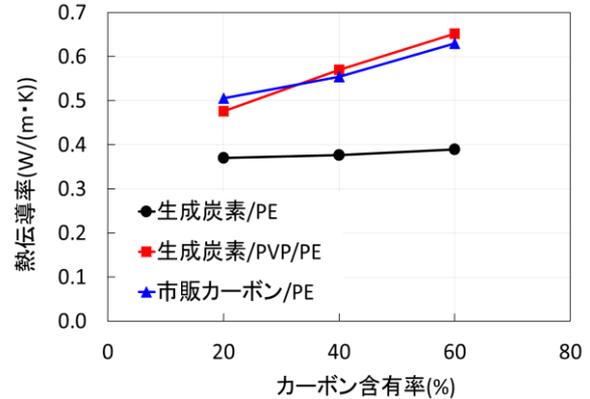


図3 各種炭素とポリエチレン複合樹脂の熱伝導率

生成炭素/PEは、炭素とPEが十分に複合化されていないため空隙率が高く、その結果として熱伝導率が低かったと考えられる。一方、PVPを加えることで、生成炭素とPEの密着性が向上し空隙率が低減されたことによって、熱伝導率が向上したと考えられる。

### 4. 結び

本研究では、生成炭素の熱伝導性樹脂への利用を検討した。その結果、市販カーボンを混合した樹脂と同等の性能が得られることが分かった。しかし、本技術の工業化のためには、連続的な微細化処理技術が必要であり、今後、樹脂加工企業とともに、検討を進める予定である。

### 付記

この成果は、公益財団法人科学技術交流財団の委託事業の結果得られたものです。

### 文献

- 1) ドイツ連邦共和国: The National Hydrogen Strategy, 28(2020), Federal Ministry for Economic Affairs and Energy
- 2) 株式会社伊原工業: NEDO 2021年度~2022年度成果報告書, 報告書管理番号 20230000000879(2023)
- 3) 鈴木正史, 濱口裕昭, 阿部祥忠, 犬飼直樹, 村上英司: あいち産業科学技術総合センター研究報告, 12, 30(2023)
- 4) 一般社団法人日本粉体工業技術協会HP: [https://appie.or.jp/introduction/organization/technical\\_center/testpowders/carbon\\_black/](https://appie.or.jp/introduction/organization/technical_center/testpowders/carbon_black/), (2024/6/17)