

補助事業番号 2020M-140

補助事業名 2020年度 カーボンナノチューブ媒介による高速熱交換潜熱蓄熱材の研究開発
補助事業

補助事業者名 北見工業大学 森田慎一

1 研究の概要

熱エネルギーは、エネルギー利用全量中の約8割という非常に大きな部分を占め、省エネルギー問題に取り組む上で重要である。中でも産業廃熱など低温度(50~100℃)熱エネルギーは、大きな温度差がとれず熱源としてそのまま利用できない上に、その多くが偏在する熱源であるため熱供給量を維持しにくい。これらの未利用低温熱エネルギーは、これらの理由から、蓄熱貯蔵して利用することが有用である。蓄熱貯蔵には、蓄熱密度の高い潜熱蓄熱が適しているが、融解潜熱蓄熱過程に長い時間を要することが実用化の大きな障害となっている。

融解潜熱蓄熱の速度を増加させることは、熱エネルギーの集積時間短縮をもたらす。これまで捨てられてきた低温度熱エネルギーの蓄熱集積による巨大熱源化を実現する技術の確立につながる。熱交換時間の短縮は、同時に損失熱量の低減をもたらすため、相乗的にエネルギー利用効率の向上をもたらす。本事業は、熱交換器改良のような外的要因ではなく、潜熱蓄熱材そのものの熱交換性能向上を実現し、これまで捨てられてきた低温熱エネルギー利用を現実のものとする究極の省エネルギー社会を目指す取り組みである。

2 研究の目的と背景

本事業の目的は、水の3千倍の超高熱伝導率を持つカーボンナノチューブ(CNT)分散系潜熱蓄熱材の融解・凝固過程の挙動を実験的に測定し、短時間で大きな熱エネルギーを貯蔵する技術を確立することにある。潜熱蓄熱材をCNT分散系構造とする方法は、自然対流を抑制する熱交換フィンや金属繊維含有による従来の方法と異なり、伝熱量の大幅な増大を期待できる。本事業の直接的な目的は、CNT分散系潜熱蓄熱材の熱伝導率分散を推算モデル式の提唱、およびCNT分散系潜熱蓄熱材の含有CNT量が融解速度に及ぼす影響の解明である。高速熱交換実現のため、カーボンナノチューブ(CNT)分散系潜熱蓄熱材を試料とし、以下を目的とする。

1. 熱伝導率: CNT分散による熱伝導率の特性を明らかにすると共に、一般化する。
2. 融解速度: CNT含有量と相変化速度の関係を解明する。

3 研究内容

(1) 熱伝導率は、製作済みの非定常細線加熱法による実験測定を行い、カーボンナノチューブ(CNT)分散により単相物質よりも高められる割合を明らかにすると共に、推定モデル式を特定する。

(2) CNT分散系潜熱蓄熱材の融解速度は、既所有の示差走査熱量計(DSC)を用いて示差走査曲線を測定し、CNT含有量と相変化速度の関係を解明する。

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本事業の成果により熱交換性能の大幅向上が実現されたときの発展性は、非常に大きいと考えられる。従来の蓄熱方法では、蓄熱槽内への熱エネルギー供給は熱交換器を介して行われる。しかしながら、潜熱蓄熱材そのものの熱交換性能の飛躍的向上が実現されれば、空気などの気体熱媒流体との直接接触熱交換が可能となり、熱交換器熱抵抗ゼロでの熱利用が現実となる。すなわち、これまで考えられなかった、潜熱蓄熱エネルギーの瞬間利用が可能な機器開発につながる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

申請者らは、50～100℃の熱エネルギーを蓄熱するためのナノサイズ懸濁液型潜熱蓄熱材の蓄放熱特性を解明する研究に取り組み成果をあげてきた。同温度帯に融点を持つパラフィン系潜熱蓄熱物質は、固相転移熱を使用することで蓄熱量を従来の約2倍(300 kJ/kg)へ高めることができ、高蓄熱密度化に有効な物質である成果を示した。同蓄熱物質の重大な問題点は、熱伝導率が低いことに起因する。潜熱蓄熱に要する時間が長い点である。潜熱蓄熱時間の短縮は、蓄熱物質の熱伝導率を高めつつ、融解層の対流を妨げない発想が必要であった。申請者らがこれまで培ってきた、ナノ粒子の安定分散技術を使い、パラフィン系蓄熱物質中に超高熱伝導率CNTをナノサイズ分散することを発案し今回の研究として実施した。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

カーボンナノチューブ(CNT)分散潜熱蓄熱材の蓄・放熱特性, 熱工学コンファレンス2020講演論文, 4pages

カーボンナノチューブ可溶化水溶液の有効熱伝導率評価, 日本機械学会北海道支部第58回講演会講演論文, 4pages

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

https://me-and-eee.er.kitami-it.ac.jp/heat_transfer_system/

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 北見工業大学工学部(キタミコウギョウダイガクコウガクブ)

住 所: 〒090-8507

北海道北見市公園町165番地

担 当 者: 教授(キョウジュ)

担 当 部 署: 森田慎一(モリタシンイチ)

E - m a i l: s-morita@mail.kitami-it.ac.jp

U R L: https://me-and-eee.er.kitami-it.ac.jp/heat_transfer_system/