

専攻	総合エネルギー	学籍番号	853130	指導教官氏名	後藤 圭司 教授
申請者氏名		野村 信福			日比 昭 教授
					中川 勝文 助教授

論文要旨

論文題目	超音波印加による伝熱促進に関する研究
------	--------------------

(要旨 1,200 字以内)

超音波を液体中の発熱体に印加すると、この発熱体の熱伝達率は増加する。超音波波動は圧電、磁歪効果を利用して電氣的な方法で得られるので容易に細かく熱伝達率を制御でき、この促進法が種々の伝熱面に応用できる。超音波による伝熱促進機構としては音響流による流動効果やキャビテーション気泡による攪拌効果などが考えられているが、普通に液体中に超音波を印加すればこれらの効果は同時に発生するので、促進効果や促進機構が統一的に理解されていない。したがって促進機構を理解するためには音場の特性量と伝熱の関係を明らかにしなければならない。そこで本研究では、液中の伝熱面に超音波を印加して超音波による伝熱促進の効果を定量的に調べ、その基礎的なメカニズムを解明した。まず、水槽内の超音波定在音場中に波長より大きな物体を入れ、物体底面でのキャビテーションの強さを実験的に調べた。その結果、物体底面に貼付けたアルミ箔の質量減少率でキャビテーション強度が定量化でき、熱伝達率を増加させるにはこのキャビテーション強度を大きくしなければならないことを明らかにした。より強いキャビテーション強度を得るためにはどのような構成をもった伝熱面を用いればよいかを知ることは、この技術の応用の際重要となるので、伝熱面を構成する物体の密度がキャビテーシ

5
10
15
20
26

ヨ ン強度に与える効果を調べた。キャビテーション強度は密度の大きい物体ほど大きくなり、強いキャビテーション強度を得るためには物体の単位面積あたりの重量を大きくとる必要があることを示した。次に、伝熱面上のキャビテーション強度を測定し、超音波印加によって増加する熱伝達率を音響流による増加量とキャビテーションによる増加量とに分け、二つの効果を区別して、超音波伝熱促進機構を明らかにした。さらに、キャビテーション気泡の直径のオーダーである、 0.1mm 程度までの種々の幅の狭い伝熱面を用いて超音波印加による伝熱促進法について基礎的な実験を行った。その結果、超音波印加によって水層内には音響流が発生し、この音響流による熱伝達の増加は等価的な強制対流によって計算できることを示した。また、キャビテーションによって熱伝達率はさらに増加し、キャビテーションマイクロジェットによって生じる流体の運動が幅の狭い伝熱面に特に有効となることを明らかにした。そして、微細な電子機器の冷却にたいしてこの超音波伝熱促進法が有効となることを提案した。これらの技術を種々の伝熱面の冷却に応用するために境界要素法による音場解析をおこない、水槽内の超音波場中にある物体面上の音圧を解析的に求めた。キャビテーションによって生じた気泡の半径方向の振動による流体の粘性散逸を考慮に入れて得られた伝熱面の解析音圧は、キャビテーション強度と一致した。この解析方法を用いて、物体面上の超音波による伝熱促進の効果を理論的に説明することができる。