



Title	水噴流および噴霧による高温面の冷却に関する研究
Author(s)	越智, 敏明
Citation	大阪大学, 1979, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32208
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

【 2 】

氏 名・(本籍)	越 智 敏 明
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	第 4 5 9 1 号
学位授与の日付	昭 和 54 年 3 月 24 日
学位授与の要件	工学研究科 機械工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学 位 論 文 題 目	水噴流および噴霧による高温面の冷却に関する研究
論文審査委員	(主査) 教 授 石 谷 清 幹 教 授 水 谷 幸 夫 教 授 赤 木 新 介 教 授 村 田 暹 教 授 堀 川 明

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、1000℃までの高温に加熱した平板を水噴流と噴霧によって冷却するときの基本的な伝熱特性を明らかにしたもので、つぎの 5 章から成る。

第 1 章は緒論で、水噴流と噴霧への熱伝達に関する従来の研究について概説するとともに、本研究の目的と特色について述べている。

第 2 章では、高温平板に衝突する水噴流の伝熱特性を実験的に調べている。まず、二次元衝突水噴流の岐点近傍を対象として、ライデンフロスト温度以上に加熱された平板を水噴流によって冷却したときの膜沸騰および遷移沸騰域の熱伝達とともに、噴流水と伝熱面間の直接接触状況を測定し、伝熱機構について考察している。その結果、得られた沸騰曲線は全体としてはプール沸騰の沸騰曲線に類似しているが、遷移沸騰域には伝熱面温度の降下にもかかわらず熱負荷が一定値をとる“肩”部が存在することを示した。膜沸騰域では固液接触が皆無であり、固液接触開始温度がライデンフロスト点（極小熱負荷点）に一致し、遷移沸騰域の“肩”部では固液接触の増加が少なく、“肩”部終了時から接触面積が急に拡大することを示した。またライデンフロスト温度は噴流の条件によって変わるが、“肩”部終了時の伝熱面温度は噴流条件によらず一定であることを明らかにしている。

さらに、応用面ではより重要な円形水噴流に対して、同じくライデンフロスト温度以上の広い高温平板を冷却したときの半径方向の熱負荷分布を測定した。それによると、円形衝突水噴流の岐点における熱伝達は二次元衝突水噴流の熱伝達と大差ないが、岐点から離れた液膜流の領域においては、濡れた領域が拡大するとき液膜を飛散させるので、その外側の熱伝達は二次元水噴流の場合よりも小さくなっている。

第3章では、二次元衝突液噴流の岐点近傍の層流膜沸騰熱伝達に対して、単相Hiemenz流れと類似の相似変換を適用して厳密に解析し、数値計算結果を実験値と比較した。それによると、噴流衝突速度、サブクール度、伝熱面過熱度の影響は両者よく一致したが、ふく射伝熱を含まない熱負荷の絶対値は、実験値が解析値の1.8倍と高くなっている。

第4章では、高温平板から噴霧への熱伝達の実験を行い、噴霧構成因子の熱伝達特性への影響を調べ、非沸騰域および低温沸騰域の熱負荷は水滴流束に比例すること、および、ライデンフロスト温度以上の高温域においては、衝突液滴のウェーバ数が大きくなると水利用の有効度は高くなる結果を得ている。

第5章では、本研究で得た結果を総括し、結論を述べている。

論文の審査結果の要旨

高温、高熱負荷域の熱伝達の研究は、金属の焼入れ、原子炉の非常炉心冷却などの実用上の重要性はもちろんのこと、伝熱学の立場からも非常に重要な課題である。したがって従来これに関する研究は多いが、現象が複雑で実験が困難なためにいまだ満足できる結果は得られていない。とくに同一実験装置で高温高熱負荷領域のみでなく既知領域をも含む広範囲の実験をおこない、全領域の伝熱機構を大局的にとらえる根拠を与えたものはまれである。

本論文は、1000℃までの高温に加熱した平板に水噴流および噴霧を衝突させて実験し、さらに膜沸騰および遷移沸騰域においては、伝熱試験片の加熱を続けながら冷却する定常実験をもおこない、沸騰曲線および伝熱面上の液の挙動を対照しつつ検討し、伝熱機構の大筋を解明したものである。重要な結果を列挙するとつぎのようになる。

- 1) 水噴流に対する核沸騰域沸騰曲線は、岐点近傍においては冷却水サブクール度あるいは噴流衝突速度の影響を受けず、プール沸騰の沸騰曲線の延長上にある。ただしバーンアウト熱負荷はサブクール度と噴流衝突速度の影響を受け、その実験式が与えられている。
- 2) 遷移沸騰域および膜沸騰域の沸騰曲線は複雑な様相を呈するが、噴流水と伝熱面の接触がはじまる点は極小熱負荷点（すなわちライデンフロスト点）と一致し、噴流速度およびサブクール度とともに上昇する。
- 3) 噴流速度あるいはサブクール度に依存しない重要な特性点として、沸騰曲線における“肩部終了点”が存在する。これは沸騰曲線の遷移沸騰領域中にあり、冷却過程で固液の接触が急激に拡大しはじめる点である。
- 4) 噴霧冷却の沸騰曲線は多くの点で水噴流の場合とことなり、ライデンフロスト点も水滴流束の影響を受ける。
- 5) 噴流衝突域の膜沸騰熱伝達は、その流れがHiemenz流れで近似できるので、二相境界層理論に相当する解析を行うことができ、その解はパラメータの影響では実験値とよく一致した。

以上のように、本論文は常温から1000℃までの平板伝熱面を水噴流と噴霧により冷却したときの基本的な熱伝達特性を主として実験により解明したもので、従来不明な点が多かった高温高熱負領域の伝熱学に重要な貢献をなし、工業上の寄与も大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。