

噴流を受ける平板の熱傳達

橋 藤 雄

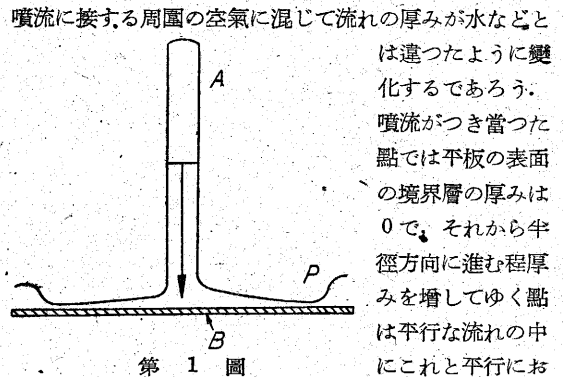
噴流を物體にふきつけて冷却することはよく行われることであり、ガスバーナで熱したりするのは噴流による加熱である。こうした場合に與えられた條件のもとでのくらの熱傳達率が期待できるかを知るための研究の豫備實驗結果を報告する。

ある點までゆくと段がついたようになって流れが厚くなるがこの邊では特別な熱傳達が期待される。この場合に噴流が空気であると

物を冷やそうとするとき私達は口をすぼめて息をふきつける。こういう工合に高速の噴流を物體に當てて冷却する方法は實際に工場

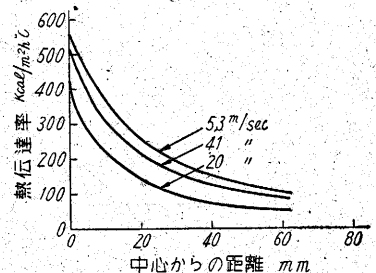
などではずいぶん使われているのであるが、その場合、どの位の速度でどんな種類の流體をふきつけたらどのように冷えるかということ計算しようとなるとまた一つも實驗が行われていないことに気がつく。内燃機關でも大型のディーゼル機關などではピストンを冷却するのにピストンのなかに空洞を作り、この中に水だの油だのを流して冷却するが、この場合にもいくつかの噴流にしてふきつけるのがいゝのか、空洞の一方から流し込んで他の一側から引き抜く型式がいゝのかの問題があるのだが、噴流による冷却又は加熱の基礎データがないので見當がつかない。しかし噴流ふきつけを行う場合の熱傳達率がいちじるしく大きいものらしいということは以前から想像されている様子で、強い冷却を必要とする實驗の際に水をふきつけることが時々行われている。熱傳達に関する實驗や理論がこんなに進歩しているのにこの研究が放置されていたのはむしろ不思議である。

ほかの熱傳達の研究でもそうであるが、噴流を受ける物體の場合でもまず物體の形と噴流の大きさ速度、あるいは噴流と物體の相對位置などをきめて考えなければならぬ。實際には物體は丸いものも三角なものもあるがそういう個々の場合を一々とりあげては大變であるから、現象の本質をつかむ目的で比較的簡単な形の物體をとりあげて見る。それにはなんといつても平板が最も簡單であり同時に最も基本的で應用が廣い。次に流體であるがこれは氣體と液體とでは大分話が違ひそうである。熱傳達ではたいいていの場合氣體と液體とは單にプラントル數(uc/K)で定義される無次元數、(u は靜粘性係數、 c は比熱、 K は熱傳導率。この數は空氣では、0.7ぐらゐであまり温度に關係せず、熔融金屬では1よりはるかに小さく、水や油では10又はそれよりずつと大きな値にもなる。)の違ひ流體として取扱えばいゝが、噴流の場合は擴散の問題などがあるのでそれだけでいゝかどうかわからない。そこで空氣と水かなにかで別個に實驗して見ることにしなければならぬ。流體は板に直角に當ると第1圖に見るように板の上に四方に擴がつてゆく。



第 1 圖

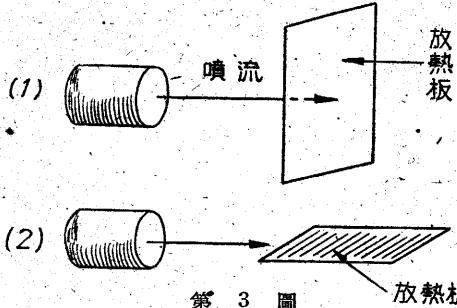
噴流に接する周囲の空氣に混じて流れの厚みが水などとは違つたように變化するであろう。噴流がつき當つた點では平板の表面の境界層の厚みは0で、それから半径方向に進む程厚みを増してゆく點は平行な流れの中にこれと平行におかれた平板の前端の附近と似ているが、境界層の發達してゆく有様は同一でないこともちろんである。このような考察の結果まづ圓板に直角に空氣をふきつけ、ふき出し速度を變えて圓板上の各部分の熱傳達率を測定して見ることにした。そのため圓板の裏面に密閉した蒸汽溜を設け圓板の裏に7個の環狀の仕切りを作り各仕切りの間の環狀の部分で凝結した水は別々に取出して計量するように装置した。凝結水の量から放熱率がわかるし、蒸汽が凝結するときの熱傳達率が空氣をふきつけられる側の熱傳達率にくらべて格段に大きいので圓板表面の温度を近似的に蒸汽温度と見なせる便利がある。もつとも數パーセントの誤差は覺悟しなければならないが、大體の傾向を知る豫備實驗としては格別問題にする程でもない。仕切りのしかたは噴流の當るところを中心にして20 mm. の直徑の部分から初まつて 20 mm. づつ大きい圓環で仕切つてある。實驗結果からこれらの場所における熱傳達率の變化を調べよう。第2圖は風速 53m/sec, 41m/sec, 20 m/sec における熱傳達率を示してあ



第 2 圖 熱傳達率の分布

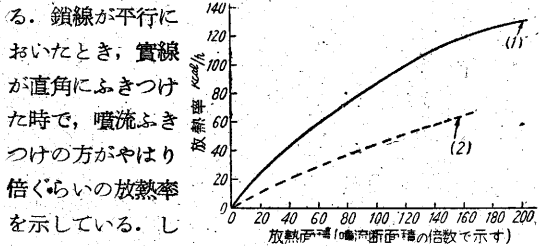
る。中心からの距離0というのは最小の仕切りのことではほんとうの中心における値ではない。その点の熱伝達率はおそらくもっと高い値になることであろう。53m/secの風速で中心付近の平均の熱伝達率が560 kcal/m²h°Cになっているがこれは相當に高い値である。比較のために53 m/secの風速の空気流の中にこれと平行に平板をおいた場合、前縁附近の熱伝達率を調べてみると約290 kcal/m²h°Cになり倍ぐらゐに當る。

次に第3圖に示すように噴流を直角に平板にあてたときと噴流の中にこれと同じ幅の平板をおいたときと同じ



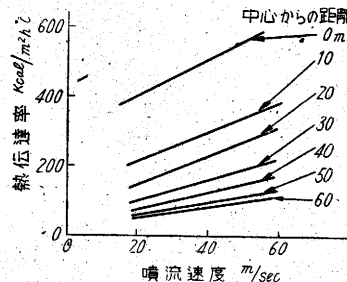
第3圖

面積から放散される熱量を比較して見ると、第4圖に



第4圖

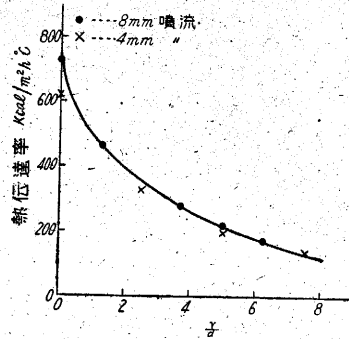
面積から放散される熱量を比較して見ると、第4圖に示している。しかし何にしても無暗みに大きな熱伝達率を示すという譯ではないようである。又この実験では流れに段のつくところの熱伝達がみられないが平板の面積が小さくそういうところができなかったのかもしれない。次に水を用いる実験を準備しているが、これならばつきり目に見えるのでその邊のことも明かになると思う。又この噴流は3次元の流れであり、流體を理想流體であると假定しても流線の形とか流速などを流體力學で計算することが困難であるため理論的取扱いができない。帯のようになって流出する2次元の噴流では理論的に取扱う可能性があるもので、そういう



第5圖 各部の熱伝達率と風速の関係

場合についても実験する準備をしている。第5圖は平板上の各場所の熱伝達率が噴流の速度でどうも変化するかを示したのである。中心部だけが風速の0.4乗に比例し率が熱

伝達變る様子を示し、これに次ぐ分は0.5部乗に比例し、更にこれより遠い部分はいずれも0.7乗に比例することが第5圖からだけではつきりしないが對數目盛でプロットしてみると判明する。(第6圖)

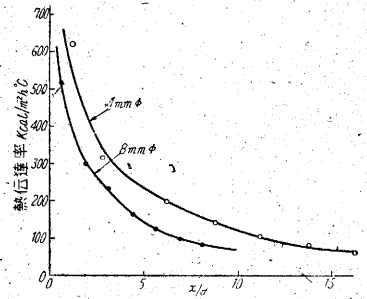


第6圖

次に噴流の直径を變えてみたらどうなるであろうか、これは流れの中に置かれた物體の熱伝達と同じで、噴流の直径dを用いたレイノルズ数が同じ場合には、中心からxの距離にある点の熱伝達率はx/dだけできまる。云いかえれば噴流の径の違う二つの場合を比較してみたときx/dの同じ点の熱伝達率は同じ値を示すであらうと思はれる。この際噴孔と平板の距離もdに比例して變化させて置く必要がある。

噴流についてはこれを細隙から噴出させこれと平行にたゞし噴流の中には入れないで平板を置いたときの熱伝達の研究がアメリカで去年の夏に發表されている。これも本項で述べた吹きつけ法とならんで噴流利用の冷却、加熱法の有力な方法であらう。第7

圖は、4mmφと8mmφの2種の噴流を吹付けたときの熱伝達率分布を示す。レイノルズ数は同じにしてあるのだが噴孔と平板の距離は直径に比例して變えて



第7圖

ない。両方のデータの不一致がそれで説明できるものか、實驗上に不都合があつたのかなお研究してみなければわからないが、参考として掲げてみた。

