

(28) 沸騰冷却における熱流束

住友金属 中研 理博 白岩俊男

田村洋一 ○小林純夫

1 緒 言

高温の鋼を強制水冷することは、鉄鋼生産上広く行なわれているが、その冷却現象は、複雑な機構をもつ沸騰時の熱伝達が、過度的に現れる現象であるため、よく把握されていない。沸騰熱伝達においては、熱伝達率を一定と見なすことができないから、熱流束を伝熱面温度の関数とした、所謂沸騰曲線を求めることが必要であるが、強制水冷時の沸騰曲線を求めた例は、今までに無いようである。筆者らは以下に述べる方法によつて沸騰曲線を求め、冷却の模様を明らかにすることに努めた。

2 実験方法および内容

伝熱面温度および熱流束を、固体内部の冷却曲線から求めた。すなわち、表面から Δx および $2\Delta x$ の点における温度をそれぞれ θ_1, θ_2 とし(図 1)、 θ_1, θ_2 が測定されたとする

$$\theta_0 = 2\theta_1 - \theta_2 + \frac{\Delta x^2}{a} \frac{d\theta_1}{d\tau} \quad (a: \text{温度伝播率}) \quad (1)$$

より求めることが出来、また、熱流束 q は

$$q = -\frac{\lambda}{\Delta x} (\theta_0 - \theta_1) \quad (\lambda: \text{熱伝導率}) \quad (2)$$

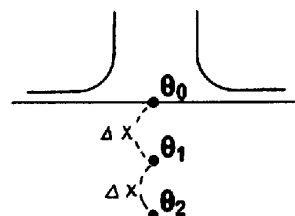


図 1 温度測定点

より求めることができる。

本実験では、試料固体として鋼を用い、表面下3 mmおよび6 mmの点における温度をC A 熱電対で測定し($\Delta x = 3$ mm)、電磁オシロで記録した。冷却方法は、水噴流によるもので、噴射圧力が、極く低い。所謂、層流ジェットと言われるものから、噴射圧力が10 kg/cm²の圧力水までの範囲であり、水温は、20~60℃で可変とした。またノズル径は、2~13 mmの範囲である。精度は、熱定数を一定と見なしたことによる誤差や近似計算による誤差を含めて10%程度であると見られる。

3 結 果

以上の方法で求めた沸騰曲線の一例を図 2 に示す。図 2 は、層流ジェットの衝突点におけるものであるが、圧力水の場合でも、衝突点においては大きな差がないものが得られている。図-2に見られる通り、伝熱面温度が、100℃を越すと熱流束が、急激に上昇する核沸騰領域になるが、200~250℃をすぎると、伝熱面温度が上昇するにつれて却て熱流束が減少する遷移沸騰領域に入る。膜沸騰領域は、少なくとも700℃までの範囲では存在しない。また、最大熱負荷は、 1.2×10^7 Kcal m⁻² h⁻¹の程度であつて、飽和静止水の最大熱負荷が 10^6 Kcal m⁻² h⁻¹の程度であることを考えると高いと言える。一方、熱流束に及ぼす、各種の要因の効果を調べると、水流の衝突点においては、流量、流速の影響は無視でき、水が、連続的に衝突していれば、熱流束は変わらないと結論できる。

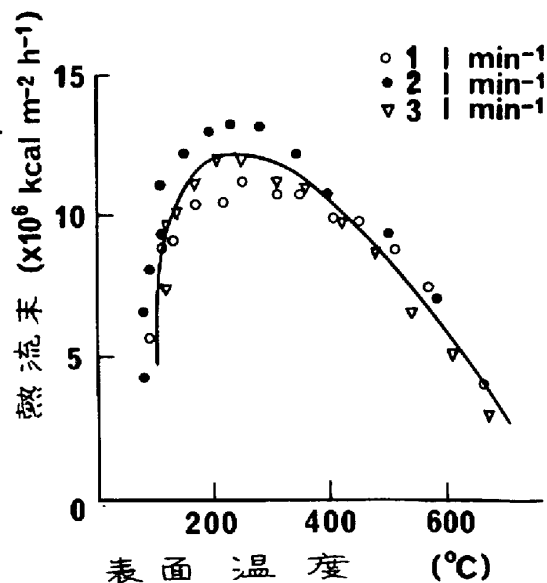


図 2 沸騰曲線の一例