

(387) 高温金属表面と衝突滴間の伝熱特性の定常測定法

名工大 材料開発研究施設 森山 昭, ○ 荒木和男  
吉延真一, 中谷芳克

**I. 緒言** これまで、スプレー冷却強度の定常測定法はほとんどみうけられない。ここでは、スプレーによる冷却熱流束の合理的推算法の確立を目指す研究<sup>1)~5)</sup>の一環として、定常的な液滴列の衝突に基づく伝熱実験法を示し、その有効性を考察する。

**II. 理論** 均一に加熱された半径R, 厚さdの均質な金属薄円板の中心に、一定頻度N drops/secで半径r<sub>0</sub>の液滴を連続的に衝突させた場合の定常伝熱過程における金属薄円板の温度分布を与える理論解は、次のi)~v)の条件のもとで(1)式となる。 i)衝突滴による除熱速度は均一で連続的。 ii)厚さ方向熱流束は無視できる。 iii)周囲雰囲気への熱損失は無視できる。 iv)衝突滴間の相互作用はない。 v)衝突滴と金属薄円板表面間の伝熱面は、平均半径R<sub>b</sub>で代表できる一定領域とする。

$$\phi \equiv \frac{T - T_b}{T_0 - T_b} = \frac{I_0(\sqrt{2m} \cdot r/\bar{R}_b)}{I_0(\sqrt{2m}) - \sqrt{2m} \ln(\bar{R}_b/R) I_1(\sqrt{2m})} \quad (0 \leq r \leq \bar{R}_b), \quad \phi = 1 + \frac{\sqrt{2m} I_1(\sqrt{2m}) \ln(r/R)}{I_0(\sqrt{2m}) - \sqrt{2m} \ln(\bar{R}_b/R) I_1(\sqrt{2m})} \quad (\bar{R}_b \leq r \leq R) \quad \text{--- (1)}$$

ここで、I<sub>0</sub>, I<sub>1</sub> は0次および1次変形ベッセル関数。mは、R<sub>b</sub>, N, d, 滴-金属表面間伝熱係数h, 滴滞留時間τ<sub>c</sub>, 金属薄円板熱伝導度kを使って(2)式で与えられる。

$$m = h \bar{R}_b^2 \tau_c N / 2kd \quad \text{--- (2)}$$

一方、τ<sub>c</sub>およびR<sub>b</sub>は既報の衝突滴の変形挙動に関する研究<sup>6)</sup>から(3)および(4)式で与えられる。

$$\tau_c^* \equiv \frac{V_0 \tau_c}{2r_0} = \frac{2}{\sqrt{3}} \ln \left[ \frac{(2 + \sqrt{3})(\sqrt{3} - \sqrt{\phi_c^* + 1})}{\sqrt{3} + \sqrt{\phi_c^* + 1}} \right] \quad \text{--- (3)}$$

$$\bar{R}_b = \left\{ \frac{(2r_0)^2 I(R_b, \tau_c^*)}{\pi \tau_c^*} \right\}^{1/2} \quad \text{--- (4)}$$

φ\*およびI(R\*, τ<sub>c</sub>\*)の内容については既報<sup>6)</sup>のとおりである。(3), (4)式に基づきτ<sub>c</sub>およびR<sub>b</sub>が実験条件から求められるので、金属薄円板の実測温度分布に基づき(1)式のパラメータmが決定され、伝熱係数hおよび一個滴あたり除熱量Q<sub>0</sub>が各々(5), (6)式より求まる。

$$Q_0 = 2\pi kd(T - T_b)m/N \quad \text{--- (6)}, \quad T_b: \text{液滴の沸点。}$$

$$h = 2kdm/\bar{R}_b^2 \tau_c N \quad \text{--- (5)}$$

**III. 実験** 均一径の水滴列を一定頻度で自由落下させ、電気炉で均一に加熱した直径120mmφ, 厚さ0.3mmのステンレス薄円板の中心に衝突させた。この操作が定常状態に達した後、ステンレス薄円板の温度分布を薄円板裏面にとりつけた熱電対で測定した。

**IV. 実験結果** ステンレス薄円板の実測温度分布の典型例を図1に示す。この温度分布に最も合致する(1)式の形の回帰曲線を最小2乗法によって求めた。その際、伝熱面半径R<sub>b</sub>として(4)式に基づく計算値を採用すると、図中実線で示したように、回帰曲線は実測温度分布をきわめて精度良く記述する。こうして、前報<sup>6)</sup>の滴の衝突変形挙動の知見から誘導されたR<sub>b</sub>に関する(4)式を前提にすれば、高温表面に衝突する液滴による冷却伝熱係数hが合理的に決定できる。ちなみに、図2に、本報で求めた高温金属表面と衝突滴間の伝熱係数hを示した。[記号] T<sub>0</sub>: r=Rにおける薄円板温度。T<sub>b</sub>: 液滴の沸点。他は文中参照。[文献] 1) 森山ら: 鉄と鋼, 64 (1978), 533。2) K.Araki et al.: Trans. ISIJ, 19 (1979), 205。3) K.Araki et al.: ibid, 19 (1979), 694。4) K.Araki et al.: ibid., 20 (1980), 462。5) F.Akao et al.: ibid., 20 (1980), 737。6) K.Araki et al.: ibid., 21 (1981), No.8 (in print)。

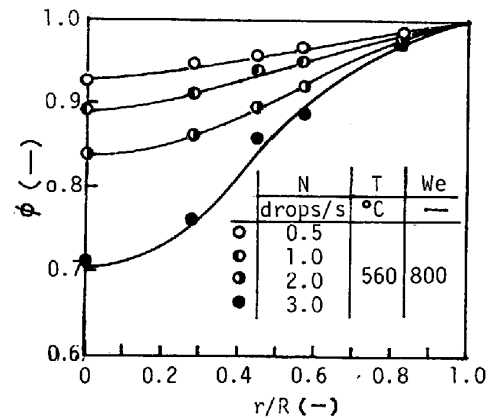


Fig.1 Temperature profile of disk.

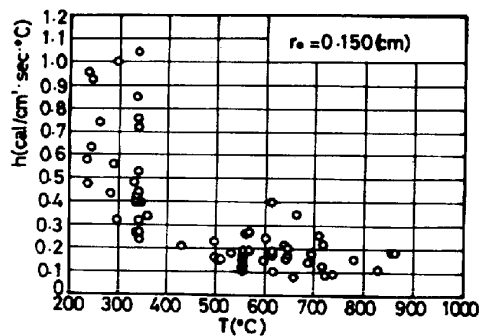


Fig.2 Heat transfer coefficient, h.