

# (241) 浸漬冷却の特性温度について (浸漬冷却に関する研究 (I))

新日鉄・八幡技研      ○福田敬爾      三塚正志

1. 緒言： 高温金属を液体に浸漬する時，伝達熱量は金属表面温度  $\theta_s$  と液温  $\theta_w$  に影響される。 $\theta_s$ ,  $\theta_w$  と熱伝達機構に関する研究は多く，<sup>1)~3)</sup> 現在図1の4段階説が知られている。この説では，沸騰曲線の遷移域に対応する段階がない。そこで，浸漬冷却時の諸現象の解明および冷却曲線，液滴蒸発曲線，沸騰曲線の対応関係を調べるため，銀棒を静止水に浸漬する時の熱伝達現象（水の沸騰現象）を研究した。

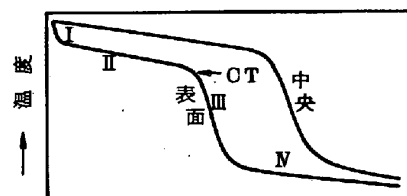


図1 試料の冷却曲線（名称の定義）

2. 実験と結果：  $10\text{mm}\phi \times 30\text{mm}$  の試料の表面と中央に硝酸銀を用いて  $0.3\text{mm}\phi$  CA熱電対（シース外径  $1.6\text{mm}$ ）を取り付け，電気炉で  $800^\circ\text{C}$  に加熱し，約  $10\text{L}$  の静止水に垂直に浸漬した。温度は電磁オシロ（ $40\text{cps}$ ,  $62\text{mm}/\mu\text{A}$ ,  $15.2\text{mV}$ ）に記録し，沸騰状態は高速度カメラ（ $700\sim 10000\text{コマ/秒}$ ）に撮影した。

冷却曲線の例を図2に示す。実験結果から，Ⅰ)  $\theta_w$  の上昇につれて，冷却所要時間特に膜沸騰期間が急増すること，Ⅱ)  $\theta_w$  の上昇につれて，特性温度 CT は降下すること，Ⅲ) 初期温度  $\theta_o$  が  $800^\circ\text{C}$  の時， $\theta_w > \text{約 } 55^\circ\text{C}$  の範囲では，冷却曲線は5段階になること，Ⅳ) Ⅲ) の現象は約  $65^\circ\text{C} > \theta_w > \text{約 } 55^\circ\text{C}$  の範囲で特に明瞭に認められること，Ⅴ) 冷却曲線は試料の表面状態に影響されることがわかった。

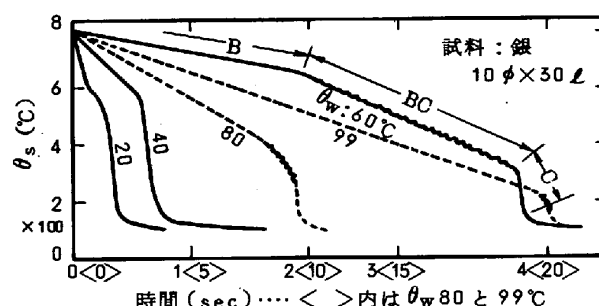


図2 静止水中に浸漬したときの冷却曲線

3. 冷却曲線の5段階説： 多賀谷らの論文<sup>1)</sup>でも， $\theta_w = 60^\circ\text{C}$  の冷却曲線は5段階になっているが，その説明はない。5段階になる範囲について，膜沸騰段階Bと核沸騰段階Cの間を膜核沸騰段階BCとし（図2），BとBC，BCとCの境界温度を各々上部特性温度 UCT，下部特性温度 LCTと定義し， $\theta_w$  とそれらの関係を求めた（図3）。図3か， $\theta_o > 800^\circ\text{C}$  なら UCT は，約  $55^\circ\text{C} > \theta_w$  の範囲でも存在するものと考えられる。

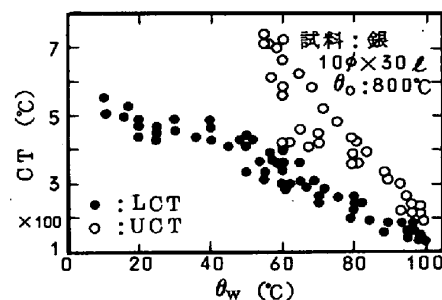
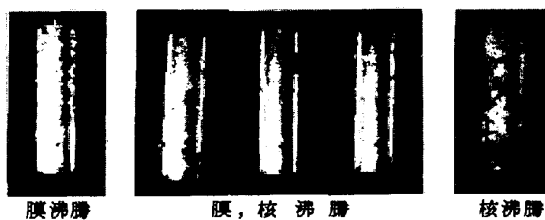


図3 静止水浸漬の  $\theta_w$  と CT

次に，沸騰状態の写真から（写1），Ⅰ) Bでは，試料はほぼ完全に安定した蒸気膜でおおわれていること，Ⅱ) BCでは，Bの膜が任意の位置で時々局部的に破れ，直ぐ回復する状態が継続していること，Ⅲ) Cでは，試料全面の膜が短時間で破れることがわかる。この写真から，BCの膜は不安定で丁度沸騰曲線の遷移領域の現象に類似していることがわかる。



写1 沸騰状態 ( $\theta_w: 60^\circ\text{C}$ )

4. むすび： Ⅰ) 高温金属の静止水浸漬冷却時の  $\theta_s$  の冷却曲線は，5段階に分類できる。Ⅱ) 従来の CT は，UCT と LCT に分類できる。Ⅲ) UCT と LCT の間では，蒸気膜は不安定で局部的に破壊と回復が起っている。

文献： 1) 多加谷，田村：金属学会誌，B15 ('51) 11 から 20 ('56) 9 までの第 1～13 報。

2) 俵：鉄と鋼，27 ('41) 8

3) T. F. Russel：Iron Steel Inst. Spec. Rep. No 24 ('39)