

(229) 高温鋼材浸漬冷却時の水攪拌および試料配置の影響について (浸漬冷却に関する研究 (V))

新日鉄 生産技術研究所 ○三塚正志, 福田敬爾

1. はじめに: 前報<sup>1)</sup>では小形試料を用いて, 浸漬冷却の冷却効果を定量化した。浸漬冷却の場合には, 冷却中の試料の配置と冷却水の流動状態が冷却効果に強く影響する。それゆえ, 28<sup>t</sup>×550<sup>w</sup>×1000 mm<sup>l</sup>試料を約930℃に加熱し, 静止水と流動水に垂直と水平に浸漬し, その冷却効果を定量化した。

2. 実験方法: ①測温法 測温法は前報<sup>1)</sup>と同じだが, 測温位置は両側から150mmで下端から100, 300, …, 900mmの5レベル10点である。②噴水攪拌法 噴水用ノズルは3/8 B管で, その配置は測温点に対応し(千鳥配置で片面5ヶ所), 試料とノズル間は200mmである(両面对称)。③空気攪拌法 空気噴出用ノズルは1/8 B管で, 試料下端から100mmの位置に120mmピッチで4本並び, 試料とノズル間は200mmである(両面对称)。④実験法 方法は前報<sup>1)</sup>と同じだが, 水槽は1300□×1300mm hである。

3. 結果と考察: ①高さの影響 高温試料を静止水に垂直に浸漬すると, 上部ほど接触する水温は高くなり, 自然対流による攪拌も強くなるが, 総合効果としてのαは減少する(図1)。また, 写真観察によると, 核沸騰域は時間の経過につれて上昇する。Hとαの関係は,

$$\alpha = 10^{[a+b\cdot\theta_s] \cdot [1-k\cdot(H-10)]}$$

a, b, kはθ<sub>s</sub>の関数である。kは, 150<θ<sub>s</sub><250では0, 250<θ<sub>s</sub><550では漸増, 550<θ<sub>s</sub>では0.005である。すなわち, Hの影響は核沸騰域では小さく, 膜沸騰域では大きい。

②攪拌の影響 冷却水を攪拌すると, 冷たい水が試料に接触し, また試料と冷却水間の相対速度が増すからαは増大する(図2)。噴水攪拌の場合には, (1)水温の上昇する上部程攪拌効果が大きいこと, (2)噴射水流密度が約1 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>・minでαは飽和し, その値は大きいこと, 空気攪拌の場合には, (1)水攪拌よりαは小さいこと, (2)αの高さ方向の均一性は良好なことがわかる。すなわち, 噴水攪拌はαの増大に, 空気攪拌はαの均一化に有効である。③上下面の相違 写真観察と測温結果によると, 上面では, 水温が低いと発生した蒸気泡はすぐ液化するが, 高いと蒸気泡の状態に離脱・上昇する。下面では, 水温が低いと蒸気泡は発生・消滅を繰返し, 高いと蒸気泡は大きく成長し下面全体をおおう。試料の温度分布は, 水温が低いと“上面<下面<中央”だが, 高いと“上面<中央<下面”である(図3)。

すなわち, 水平浸漬時の上下面の冷却効果は, 水温と試料寸法に影響される。

Notation: α…熱伝達率 kcal/m<sup>2</sup>・hr・deg, H…試料下端からの距離cm, θ<sub>s</sub>…試料表面温度℃, θ<sub>i</sub>…試料初期温度℃, θ<sub>w</sub>…平均水温℃

文献: 1) 福田, 三塚: 本講演会資料

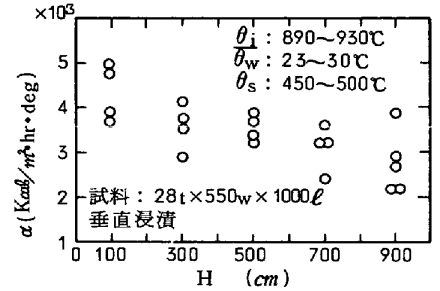


図 1. 試料内位置と熱伝達率との関係

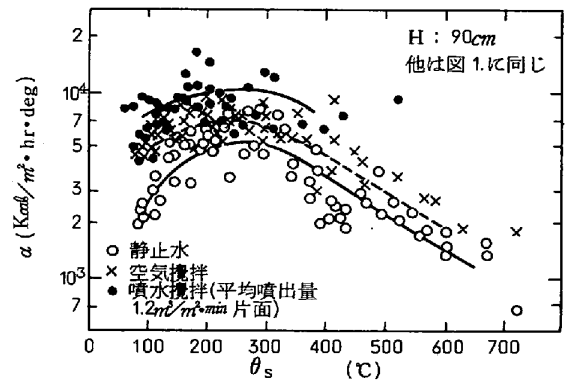


図 2. 冷却水の攪拌が冷却効果に与える影響

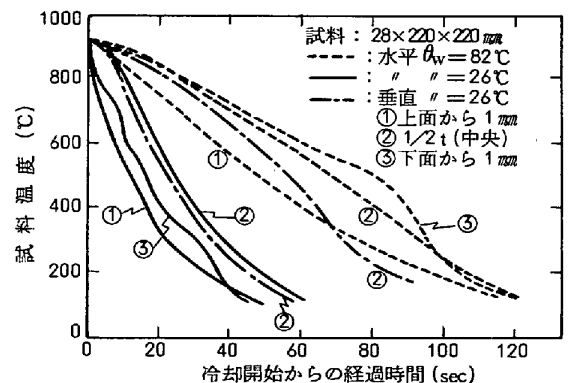


図 3. 水平と垂直浸漬時の各位置の冷却曲線