

(228) 高温鋼材浸漬冷却時の熱伝達率および水温の影響について

(長漬冷却に関する研究-(IV))

新日鉄 生産技術研究所

○福田敬爾, 三塚正志

1. はじめに: 手軽な冷却手段として, 高温鋼材の長漬冷却は広く利用されている。しかし, その冷却効果の定量的把握や各種要因の影響についての研究は不十分と考えられる。それゆえ, 約930℃に加熱した28t×220mm鋼板を静止水に浸漬する実験を行なった。

2. 実験方法: ①測温法: 1/2tと1/4tに3.5mmφ孔を5個, 試料中心から30mmの点まで面に平行に穿孔し, この中にCA熱電対を挿入し, 温接点を試料に点溶接した。測温孔への浸水を防止するため, 孔の入口近傍にはトロを塗布した。起電力は電磁オシロとmmV記録計に記録した。②実験法: グラインダで研磨した試料を雰囲気制御しない電気炉で約930℃まで加熱・保定し, 透明水槽(800□×600mmh)の上部に垂直にセットし, 瞬間的に浸漬した。

3. 結果と考察: ①冷却強さ: α は θ_s の関数で θ_w が23~30の時, $10^3 \sim 10^4$ である(図1)。ある温度範囲の $\bar{\alpha}$ は, スプレーやジェット冷却のWが1~2の値とほぼ等しい(図2)。しかし, 試料が小さく垂直浸漬のため, α が大きいことに注意すべきである。なお, α のバラツキは, 試料の表面性状, 水の流動状態, 測温誤差等に起因している。②表面温度の影響: 液体の沸騰を利用する冷却では, α は θ_s の関数で核沸騰域で最大となり, その両側では漸減する。今回の α のピークは, θ_s が200~300の範囲にある。前報の θ_w と特性温度との関係から, 上記ピークは θ_w に依存することが予想されるが, これの確認はできなかった。③水温の影響: α は, θ_w の上昇につれて急減するが(図3), これは試料近傍に蒸気泡が発生しやすく, それが削減しにくくなるためである。ジェット冷却²⁾の場合には, ジェット流がある程度まで蒸気膜を破壊するため, θ_w の影響は少ない。今回の結果から, θ_w と α の関係は

$$\alpha = 10^{[A+B \cdot \theta_s]} \cdot [1 - K \cdot (\theta_w - 26)]$$

A, B, Kは θ_s の関数である。Kは, $150 < \theta_s < 350$ では0.90~0.92, $350 < \theta_s < 700$ では漸増, $700 < \theta_s$ では1.25となる。すなわち, θ_w の効果は, 核沸騰域では小さく, 膜沸騰域で大きい。また, この式では, θ_w の効果は直線的だが, 実際には約400< θ_s では, 約60< θ_w の範囲で α は急減する。 α のバラツキは, 300< $\theta_s < 400$ の範囲で特に大きい。Notation: α : 熱伝達率 Kcal/m²·hr·deg, $\bar{\alpha}$: 平均熱伝達率, θ_s : 試料表面温度℃, W: 噴射流量密度 m³/m²·min, θ_w : 水温℃, θ_i : 試料初期温度℃

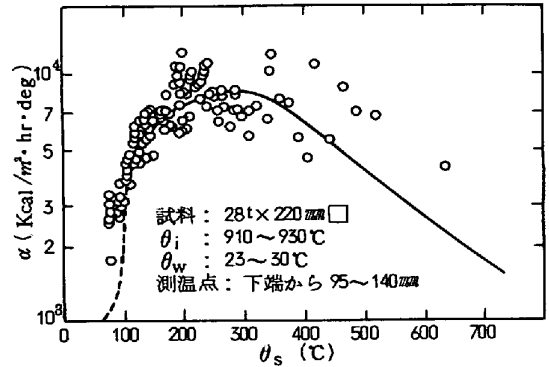


図1 静止水への垂直浸漬冷却時の熱伝達率

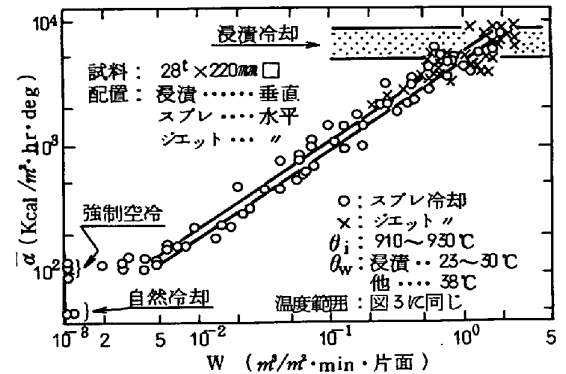


図2 各種冷却法の冷却強さの比較

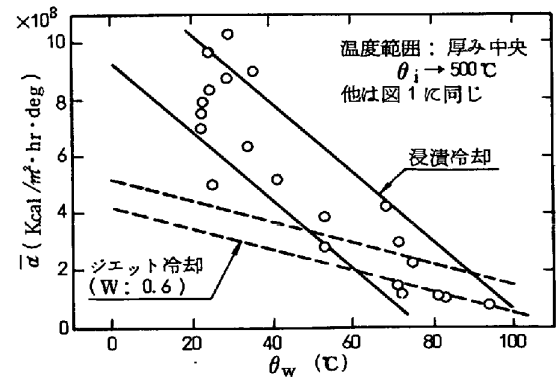


図3 冷却効果への水温の影響

文献: 1) 福田, 三塚: 鉄と鋼, 57(71)11, S583.

2) 三塚: 鉄と鋼, 54(68)14, P1457.