

(252)

高温鋼板のラミナー冷却 — 第1報 —

(静止高温鋼板における単一流による冷却)

神戸製鋼所 中央研究所

○大友朗紀

山口喜弘, 水田篤男, 大砂 寛, 柚垣英則

1. 緒 言

ラミナー冷却は熱延後ランアウトテーブルに一般的に使用されているが、水の有効利用、冷却能の向上及び冷却能の見積りのため、ラミナー冷却特性を定量的に把握する必要がある。ラミナー冷却については衝突部の熱伝達、移動板を用いた平均熱伝達の実験等の報告があるが、基本的にラミナー流動状態と冷却とを結びつけた検討は少ない。本報では高温の静止鋼板上の単一流における水の流動状態と冷却との関係を実験的に調査した結果を報告する。

2. 実験方法

3mm ステンレス鋼板を所定温度に加熱し、単一流により冷却した。温度測定は試片裏面で $0.8\phi C-A$ 熱電対を用いた。(実験条件; 表1)

3. 実験結果及び検討

3.1 ブラックゾーンにおける冷却速度

単一流での冷却曲線を図1に示す。白岩ら¹⁾も報告しているように、衝突部では冷却速度に及ぼす流量、ノズル径、ノズル高さの影響は小さい。また衝突点外周部でもブラックゾーン(B.Z.)内に入れば、衝突点からの距離により冷却速度は若干変化するが、上記因子の影響は小さくなる。従って、ラミナー冷却の場合、そのB.Z.をいかに速く、大きく形成するかがポイントとなる。

3.2 ブラックゾーンの形成

(1) 水量 W の影響; 図2に示すように W の増加するにつれてB.Z.の形成速度は速くなるが、ある値以上で飽和現象を示している。

(2) ノズル径 D の影響; D の大きい方がB.Z.形成速度は大きいが、図2に示すように r/D (r ; 衝突点からの距離) で無次元化すると統一的に整理できる。以上、衝突点からの位置 r_b とブラックゾーン到達時間 τ_b の関係は実験範囲内(ただし、 $W = 10 \sim 25 \ell/\text{min}$ ノズル、 $H = 1400 \text{ mm}$ 、初期温度約 780°C) にて次式が成立する。

$$\tau_b = 0.2 \exp \{ 3.89 W^{-0.585} (r_b/D - 0.75) \} \quad (1)$$

(3) ノズル高さ H の影響; $H = 1400 \text{ mm}$ の場合に他の2条件の場合よりB.Z.形成速度は小さい。これは H が大きいと衝突速度が速くなり、衝突時に水が飛散し、B.Z.形成に水量が有効に使用されなかったことである。

(4) 表面温度の影響; 図3に示すように、冷却開始温度が低い方がB.Z.形成速度は速い。

以上の結果からラミナー冷却の使用方法として、ノズル径、ノズル高さ、有効な水量の算定が必要であり、板表面温度に関しては、その温度でのB.Z.形成速度について考察していく必要がある。

文献 1) 白岩ら; 鉄と鋼, Vol. 57, No. 3, (1971), P485

表1 実験条件

ノズル径 (mm)	12.35, 14.15, 15.75
ノズル板間距離 (mm)	620, 910, 1400
水量 (ℓ/min ノズル)	6~25
水温 ($^\circ\text{C}$)	13~16
冷却開始温度 ($^\circ\text{C}$)	400~800

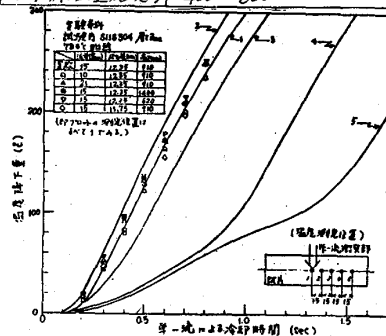


図1. 単一流による冷却曲線

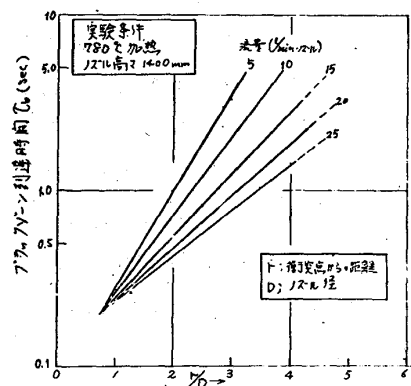


図2. ブラックゾーンの形成-1-

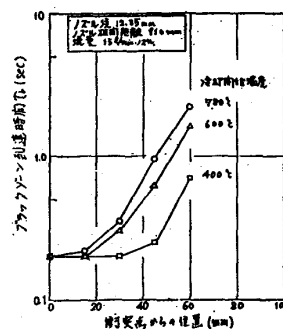


図3. ブラックゾーン形成-2-