スプレー冷却特性に及ぼす表面濡れ性及び周囲雰囲気の影響

Effect of surface wettability and surrounding atmosphere on spray cooling characteristics

○学 酒井 諒太 (九州大) 仲松 幹也 (九州大)
日高 澄具 (九州大) 正 河野 正道 (九州大) 正 高田 保之 (九州大)

Ryota Sakai¹, Mikiya Nakamatsu¹, Sumitomo Hidaka¹

Masamichi Kohno¹, Yasuyuki Takata¹

¹Kyushu University, 744 Motooka, Nishi-ku, Fukuoka, 819-0395, Japan

Key Words: Spray cooling, Oxide layers, Surface wettability

製鉄プロセスにおいて厚板の熱間圧延直後に行われるスプレー冷却には、鋼の組織を超微細化して鋼板の強度向上を行う目的がある。また、冷却過程において鋼材内部の不均一な温度分布は、残留応力や変形の原因となり生産効率低下の原因となるため、高品質な鋼板を得るためには、冷却水量や冷却時間を調節し、望ましい冷却速度を実現しながら鋼板全体を均一に冷却する高度な温度制御が必要である。

しかしながら、スプレー冷却における鋼材の冷却特性は、冷却水と被冷却体双方による、いくつかの要因が複合的に影響を及ぼし合うことによって決定されるため、正確な冷却を行うことは非常に困難である。

これまでに著者らは、スプレー冷却メカニズムの解明を目的として、被冷却体側の要因の一つである鋼材表面濡れ性に着目した研究を行った。あらかじめ純鉄試料表面に FeO 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 酸化被膜を形成した試料を、高真空雰囲気中で加熱、自然冷却し、実験前後での表面濡れ性及び物性の変化について測定、評価することで、鋼材冷却過程において濡れ性変化を及ぼす原因について調査を行った。

その結果として、表面に Fe_2O_3 酸化被膜が形成されている場合には FeO 、 Fe_3O_4 と比較し高い濡れ性を示すことが判明し、このことから表面濡れ性の変化には Fe_2O_3 酸化被膜の有無及び鉄酸化被膜の種類の違いが影響しているのではないのかという推測がなされた。

本研究では、これまでの検証結果を踏まえ、表面濡れ性の違いがスプレー冷却における冷却能力、および膜沸騰領域から遷移沸騰領域に移行し急冷が開始する温度等の冷却特性に及ぼす影響について実験によって調査した。実験にあたり、試料の物性を把握した上で実験を行うために、チャンバー内の加熱雰囲気、及び温度を制御することにより、自

図 1 冷却曲線

ら純鉄表面に FeO 及び Fe_2O_3 酸化被膜を形成した。また、酸化皮膜形成後、実験中における酸化被膜のさらなる酸化防止のためにチャンバー内の雰囲気をアルゴンに切り替え、 FeO 、 Fe_2O_3 酸化皮膜を有する試料に純鉄を加えた 3 種類の試料を 700 °C からスプレー冷却し、試料内部の熱電対温度記録により冷却曲線を作成、結果の比較を行った。

図1は、スプレー冷却における純鉄、 Fe_2O_3 、 FeO 試料の表面温度の時間推移をまとめたものである。実験結果から明らかなように酸化被膜の違い、即ち表面濡れ性によって冷却速度に大きな違いが生じることが判明した。