

(485)

冷却方式の選択
(長尺シームレス鋼管の直接焼入れ技術 第1報)

日本鋼管(株)技術研究所 上野 康 ○神尾 寛 野口孝男
京浜製鉄所 沼野正睦 秋田真次

1. 緒言

圧延ままで長尺鋼管(約30m)を直接焼入れて省エネルギー、省資源、さらには生産性、歩留り向上などを図る。材質上の見地から、厚み方向平均で40℃/sec以上が管全体で得られる均一強冷却技術を開発したので報告する。

2. 冷却方式の選択

鋼管を焼入れる場合、管内面では一方の端から水噴流を吹き込む軸噴流冷却が優れている。しかし、長尺管では水温上昇のため管ボトム側の冷却速度が不十分になる。これに対しては、高速軸噴流で対処することにし、高速化を実現するためにノズルと管端とをクランプすることとした。また管外面では、均一攪拌が難しく、曲りの出やすい水槽方式を使用せずに、管頂上線上にフラットラミナーを流下し、さらに、管を回転する方式とし、均一冷却を図った。図1に冷却方式の概略を示す。

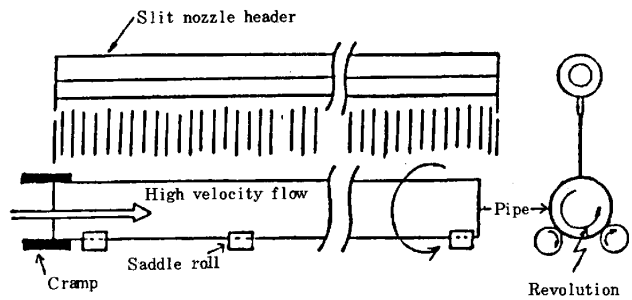


Fig 1 Cooling method of direct quenching

3. 冷却能力の詳細検討

加熱した小径短管を用い管内流の冷却能力を検討した結果例を図2に示す。水温の影響は流速が遅く、管内圧力が小さいときに極めて顕著である。また、常温水ではある程度以上の流速に対して冷却能力はほぼ飽和してしまう。一方、熱水においては高速化効果が顕著で、常温水の冷却能力に近づく。このことから、長尺管のボトム側で起こる熱水化や静圧低下といった悪条件に対して、高速軸噴流は常温水の冷却能力近くまで上げられる意味でも重要である。

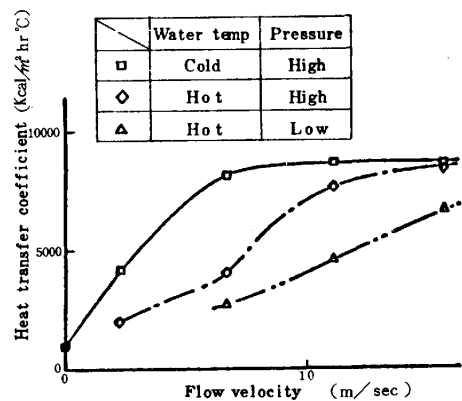


Fig 2 Cooling ability of water flow inside pipe

回転している管外面へのフラットラミナーの平均冷却能力を検討した結果、ある程度の水量以上で冷却能力は飽和するが、飽和冷却能力は回転平均でみて全面浸漬冷却よりも良い。特に、管表面温度の高温側で優れていた。

4. 長尺管の冷却特性

上述した冷却実験で得られた熱伝達係数モデルを用いて2次元伝熱解析をし、実サイズにおける冷却特性をシミュレーションしてみた。管内を高速流で、管外面をフラットラミナーで内外面冷却すると、小径最大肉厚で管出口側から蒸気を含む熱水を噴出する場合も大径最大肉厚のいずれの場合においても、管全体で厚み方向平均冷却速度は当初の目標を十分確保でき、十分な焼入れ組織が得られた。

5. あとがき

管内面の高速噴流に管外面のフラットラミナーを併用する長尺材の直接焼入れに適合した冷却方式を開発した。次報では、本方式の周辺エンジニアリングについて報告する。