

(310) 誘導加熱式熱処理における鋼管の温度分布特性

川崎製鉄㈱ 技術研究所 ○ 滝谷敬一郎、山県光邦
知多工場 黒川照、西博、田上俊久

1. 緒言

鋼材の誘導加熱式熱処理はその表皮効果を利用して機械部品、線材および電気抵抗溶接鋼管のとくに部分加熱に利用されてきた。当社では短時間加熱による鋼材の機械的性質の向上に着目し、昭和45年から鋼管の全体加熱を検討してきたが、基礎的な実験で材質向上の効果がみとめられたので、昭和49年4月に日本アジックス・マグネサーミック㈱と共同で本邦初の鋼管用誘導加熱式焼入焼もどし設備を完成させ、小規模の生産を開始した。その後、計算機による温度制御システムなどの新技術の開発および高張力油井用鋼管の需要の増大により現在さらに大型の誘導加熱式熱処理設備を建設中で昭和51年10月に完成の予定である。本報はパイロットプラントによる実験の成果で、鋼管を誘導加熱する際に生じる端面効果および断面効果による温度分布の特性と均熱の機構について述べる。

2. 実験方法

パイロットプラントに設置した低周波(60, 180 Hz)および高周波(1k, 3k Hz)の誘導加熱コイルとプレーンエンド、アプセットエンドとよばれる2種類の管端の形状をした鋼管を用いて、キュリー点(約770℃)前後の連続加熱を実施、ふく射温度計で鋼管の外表面温度を測定した。鋼管の寸法は油井用鋼管に関するAPI規格から60.3~139.7φ×4.83~10.54t(mm)、外アプセット部の管体にたいする厚み、断面積の比は133~158, 138~166である。

3. 結果

管端の温度分布と周波数の関係を図1に示す。プレーンエンドの管端の温度はキュリー点以上の場合、端面効果から低周波Lで低く高周波Hで高く、両者の出力比を調整すれば均熱がはかれる。内径が同じで管端の外径が大きい外アプセットエンドでは、管端の温度分布の傾向はプレーンエンドと同じで、アプセットの中央付近の温度は断面効果(鋼管の断面寸法による加熱の周波数特性)から低周波Lで高く高周波Hで低い反対のパターンを示す。温度にたいする周波数特性が異なる複数の周波数の組み合わせL+Hにより均熱できるが、鋼管の寸法に応じた適当な複合周波数が存在する。キュリー点以下の温度範囲では上に同じ断面効果がみられるが端面効果は温度を降下させるのでふく射損の補償が必要である。

誘導加熱時の鋼管の表面および断面の温度分布は誘導コイル内にある鋼管の表面電力密度などの関数で周波数、鋼管の寸法などのケルヴィン関数を含む式であらわされる。被加熱体の温度、寸法によらない均熱の機構は周波数に固有の端面効果および断面効果のバランスにある。

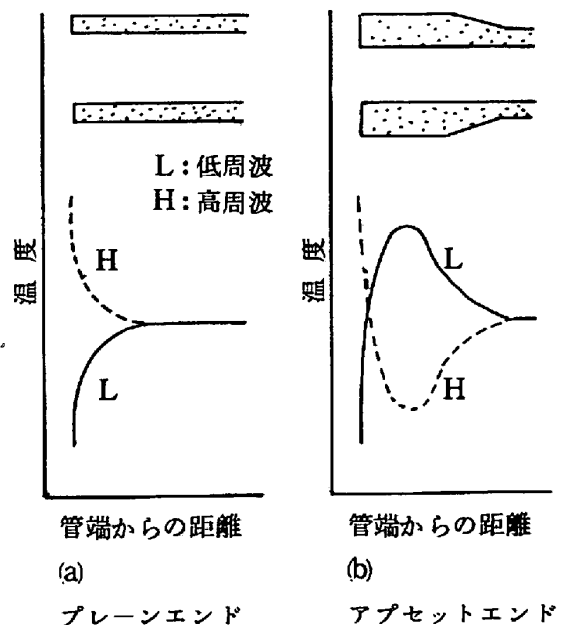


図1
キュリー点以上の管端の温度分布と周波数の関係