

時代のニーズに応える新しい誘導加熱技術

インダクトグループ(株)

要約 電気、ガス、化石燃料による加熱を比較したとき、ビレット誘導加熱の大きな利点の一つとして、要求された温度まで、より早く達し、加熱された温度の持続時間が短いということが挙げられる。だが、課題の一つとして、「表面—中心」の温度分布の均一化が挙げられる。誘導による熱・温間鍛造前ビレット/バー加熱におけるオーバーヒート発生のメカニズムと問題点、またそれを解決するために求められる誘導加熱装置の特性について述べる。

はじめに

今日の鍛造工場では、鍛造部品の品質向上、設備の環境適合性が厳しく求められており、一方では急速に変化するビジネス環境にも迅速に適応していかなければならない。熱間成形されるビレットは普通炭素鋼、マイクロ合金鋼、合金鋼を含むスチールビレットが大多数を占めるが、チタン、アルミ、銅、黄銅、青銅、ニッケルなどもまた誘導加熱を行い熱間成形される。ここでは熱間成形前のビレット誘導加熱の最近の発展について述べたい。

1. よくある誤解

ガス、電気、化石燃料による加熱と比較したとき、ビレット誘導加熱の大きな利点の一つとして、要求された温度までより早く達し、加熱された温度の持続時間がより短いということが挙げられる。高温に留まる時間が長いほどスケールがより多く形成されるため、誘導加熱では脱炭および金属損失（スケール）を大幅に減じることができる。

誘導加熱における課題の一つは、「表面—中心」の望ましい温度均一を得ることである。誘導プロセスでは物理的に、ビレットの中心部はその表面より緩慢に加熱される傾向がある。ビレットの表面層（電流浸透深さ）に誘導された加熱電力の86%は表皮効果によるものである。

誘導加熱における周波数の選択では、合理的な妥協点を取ることが多い¹⁾。周波数が低すぎると、表皮効

果が顕著にならず渦電流の打消しが起こるため、コイル効率が落ちる。周波数が高すぎると、表皮効果が大きくなりすぎ、ビレットのごく表面層にのみ電流が濃縮するため、加熱時間が長くなる。インライン式誘導加熱装置で加熱時間を長く取るためには、加熱ラインを長くする必要があるが、そうすると今度は、輻射と対流によりビレット表面の熱損失が大きくなる。

実業に携わる人の中には、誘導加熱では、最も温度の低い部分は常にビレットの中心部であり、最も高温になるのは常にビレットの表面部であるという理解をされている場合があるが、これは正しくない。また、表面温度が最高許容温度を超えないように放射温度計で管理すれば、オーバーヒートは起こらないと思われることもあろうが、これも誤りである。

熱伝導によってビレットの中心部を加熱するためには、それなりの加熱時間が必要である。加熱中も、ビレット表面では輻射と対流によって熱損失が起きているので、ビレット内で温度が最も高くなる部分は、ビレットの一番外側ではなく、外表面より内側部分のどこかに移るはずであることを認識することが非常に重要である。

ビレット内部で起こるオーバーヒートの位置と程度は、主に次の4つの要因の組み合わせによって決まる：周波数、耐火材、最終温度、加熱ラインの電力配分。

周波数が低いほど、電流浸透深さが大きくなりビレット深部での加熱が起こるので、ビレット中心部はより早く加熱される。周波数を低くすると、加熱ラインを短くすることができるが、一方で、最も温度の上がる部分がビレットのより内側に移るので、表面下のオーバーヒートも加速する。

コイルの耐火材を厚くすると、断熱性が向上するた