

高エネルギー加熱・加工技術の現状と 将来展望

田中 和士 (たなか かずし) 中部電力株式会社 先端技術応用研究所 副所長

要約 プラズマ、レーザー、電子ビーム、イオンビームなど高エネルギーを用いた加熱や加工は電気加熱しかできない技術であり歴史的にも様々な技術開発が進められてきた。これまでは高エネルギーを用いた加熱が必要とされる分野は溶接・切断、金属溶解等の一部に限られ、適用の可能性は触れられていたものの広く一般には普及していなかった。しかしファイバレーザーのように取り扱いのし易い高速加熱技術や、3Dプリンター（積層造形）のように様々な用途への応用が実用化されるに至り、生産時間の短縮に向けた高速加熱・加工ニーズや製品の高機能化・高付加価値ニーズの高まりと相まって再び注目を浴び始めている。また、イオンビーム等は材料の表面だけを改質するためにも活用が進められている。本稿では高エネルギー加熱・加工技術として開発が進んでいる加熱システムやその他興味深い取り組みなどの概要を記述する。

1. はじめに

高エネルギー加熱という言葉聞いて皆様はどのような加熱技術を思い起こすだろうか。文字通り高エネルギーが集中した加熱技術ということになるわけであるが、本稿ではエレクトロヒート（電気加熱）技術として様々な分野で利用されている技術を中心に紹介していきたい。

基本的には高エネルギー加熱と言われるのはプラズマやレーザー、電子ビームなどを用いた加熱技術を総称している。投入エネルギーが高いものでは核融合の熱源のように1億℃まで加熱するものからレーザーマーカのように非熱源のものまで幅広く利用されている。

昨今樹脂や金属粉末の高速積層技術（AM：Additive Manufacturing）、微細領域の高速加熱、高速切断など高エネルギー熱源を用いる技術の実用化が進められてきている。

その他の応用例としては、イオンビームを用いた表面改質や人工衛星や探査機の推進装置への応用など加熱技術以外でも興味深い取組についても紹介したい。

2. 高エネルギー加熱の種類と原理

ここでは加熱技術として広く一般に活用されているアークプラズマ加熱、レーザー加熱、電子ビーム加熱等について種類と適用例について述べる。

2.1 プラズマ加熱

加熱への利用には、熱プラズマが使われることが多く、中でもアーク放電や高周波プラズマ・マイクロ波プラズマが利用される。アーク加熱装置としては数kWから数MWまでのアーク放電が一般的である。数Aの溶接用やプラズマ切断用から、数千～数万Aの高炉から出た溶湯の保持用やアーク炉に見られるようなスクラップの溶解用の放電まで多岐にわたっている。（図1）当初アーク放電をノズルで拘束して高速化してジェット状にしたプラズマジェットは宇宙船の大気圏再突入を模擬する耐熱試験などの特殊な用途用に開発されたが、技術開発が進むことで製鉄などの各種金属の生産および加工に適用が進んだ。これにより、従来のプロセスでは実現できなかった生産性および品質の向上が図られている。また、最近の環境保全の高まりに伴って対象物を有害廃棄物にまで広げ、廃棄物溶融による無害化および再資源化（有価物回収を含む）