

# とりべ 鑄造工場向けアーク式取鍋加熱装置の開発

省エネルギー化と作業環境の改善に貢献

## Development of an Arc-Type Ladle Heating System for Foundries

Contributing to Energy Conservation and Improvements in the Work Environment

(エネルギー応用研究所 都市・産業技術G 産業エネルギーT)

鑄造工場において、鑄鉄の溶湯を溶解工程から造型・注湯工程に搬送する取鍋の加熱装置を開発した。本装置は、熱源温度の高いアーク加熱を採用して取鍋に断熱蓋を設置することで、加熱時間の短縮と排熱抑制を実現した。その結果、従来のガス燃焼方式に対し、エネルギー量を91%、運転費を60%削減し、さらに、加熱時の取鍋周辺温度や騒音などの作業環境も改善された。

(Industrial Energy Team, Urban and Industrial Technology Group, Energy Applications Research and Development Center)

A heating system for the ladles used in iron foundries to transport and pour molten metal into the molds was developed. This method employs an arc heating system capable of giving a high temperature, and a heat-insulated cover on the ladle to achieve a reduction of both heating time and exhaust heat. As a result, compared to the existing gas combustion system, energy consumption was reduced by 91% and running costs by 60%. In addition, a better work environment was created with improvements to noise levels and the ambient temperature around the ladle during heating.

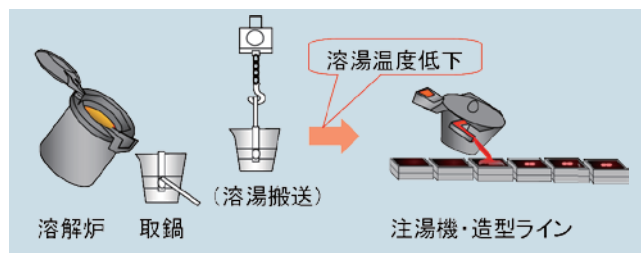
### 1 開発の背景と目的

鑄造工場では、鑄鉄を溶かす溶解炉から鑄型を造る造型ラインへ「取鍋(とりべ)」と呼ばれる耐火容器を用いて溶けた鑄鉄(溶湯)を運搬し、鑄型に溶湯を流し込んで鑄物を製造している(第1図)。

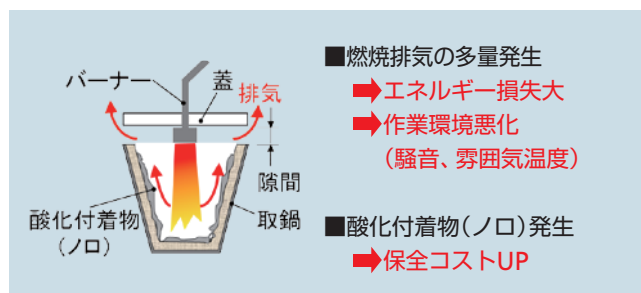
溶湯の温度低下を防ぐため、溶湯を注ぐ前に取鍋内部を予熱する必要があるが、通常はガスバーナーが用いられている。ガスバーナーを用いた予熱は、第2図に示す通り、排気による熱損失が大きいため、多くの時間とエネルギーを要するほか、排熱によって取鍋周辺の作業エリアまで高温となることが課題であった。

そこで、省エネルギーとCO<sub>2</sub>削減を実現するため、アーク加熱方式の取鍋予熱装置をトヨタ自動車株式会社および特殊電極株式会社と共同で開発した。

なお、取鍋予熱のフィールド試験についてはアイシン高丘株式会社の協力を得て実施した。



第1図 取鍋搬送フロー



第2図 ガスバーナーによる予熱の課題

### 2 アーク式取鍋加熱装置の概要

#### (1) 特長

##### ●省エネルギー化

熱源温度が高いアーク式の採用で排気損失を抑えるとともに、断熱蓋の設置で取鍋からの放熱を抑え、加熱時間の短縮とエネルギーの大幅な削減を実現できる。

##### ●作業環境の改善

ガスによる加熱のような化石燃料の燃焼排気を工場内に放出しないため、取鍋周辺の温度上昇が抑えられる。

さらに、従来はバーナー燃焼に伴う騒音が発生していたが、断熱蓋の設置でアーク加熱時の騒音を低減し、作業環境の改善が図られる。

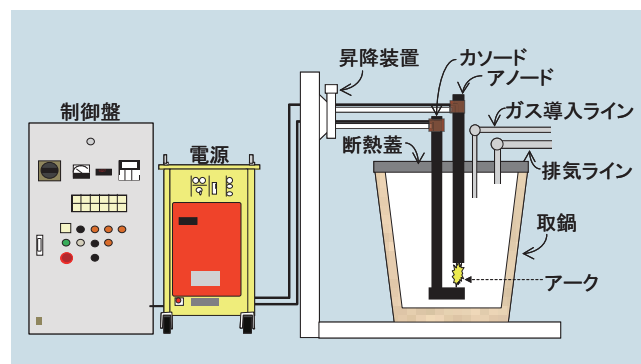
##### ●酸化物の低減

ほぼ密閉での加熱が可能で、取鍋内部への酸素供給が少ないことから、内部に残留する鉄の酸化を防ぎ、ノロと呼ばれる酸化物(廃棄物)の生成を抑制できる。

#### (2) 装置の構成

開発装置のフローを第3図に示し、仕様を第1表に示す。本装置は、直流電源、昇降装置、黒鉛電極、断熱蓋、不活性ガス導入ライン、排気ラインで構成される。

アノードおよびカソード間に直流電流を印加し、アークを発生させる。アークの中心部は5000℃以上であり、



第3図 開発装置のフロー

その輻射熱により取鍋内部の耐火物を予熱する。温度計測器からの信号に基づいて出力調整や電極昇降を行い、取鍋内部を所定の温度まで加熱する。

第1表 開発装置の仕様

項目	仕様
電源	3相200V/210A
定格出力	61kW
電極	カーボン φ80×1800mm
ユーティリティ	電気、不活性ガス
加熱能力	800℃/h (300kg用取鍋)

### 3 性能検証および評価

#### (1) 省エネルギー性能の評価

アーク式およびガス式を取鍋加熱装置で予熱した際の熱収支の比較結果を第4図に示す。

ガス式では排気損失の比率が82%となり、取鍋耐火物の予熱に要する熱量の比率(有効熱量比)が13%に留まったのに対し、アーク式では70%が有効に活用されることが確認できた。

そこで、フィールド試験にてアーク式取鍋加熱装置の予熱性能を評価した結果、第5図に示す通り、ガス式に対してエネルギー消費量と処理時間がそれぞれ91%、22%低減し、予熱に要するコストが60%削減できる見通しを得た。

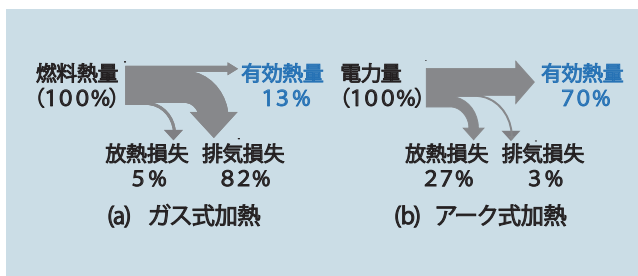
#### (2) 作業環境の評価

取鍋予熱の際の騒音および周辺温度を測定した結果を第6図に示す。この結果、アーク式ではガス式に対して騒音が30dB、雰囲気温度が30℃低減し、作業環境の改善が図られることが確認できた。

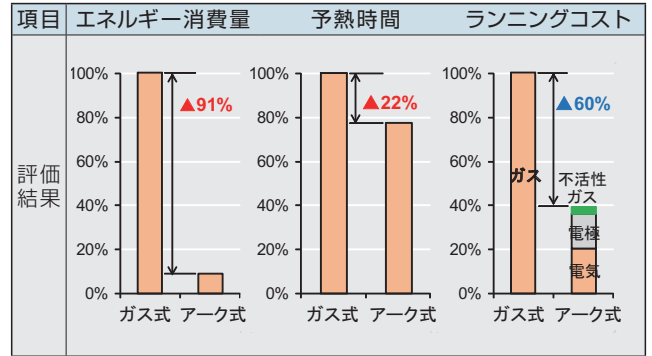
#### (3) 酸化物の低減

取鍋の内壁付近に鉄板試料を設置し、アーク式とガス式の各方式で取鍋予熱を行い、鉄板表面の酸化物生成量を比較した。

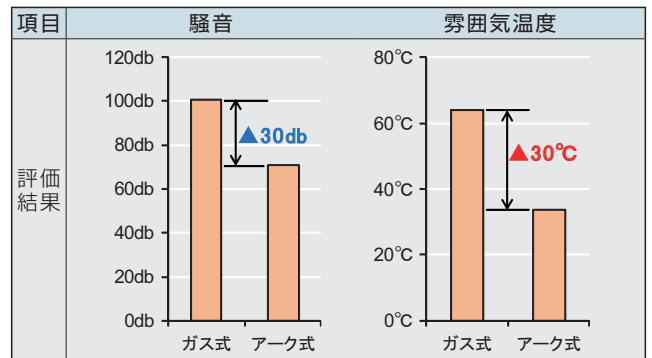
第7図に示す通り、酸化物生成に伴う重量増加はガス式の238gに対しアーク式では75gとなり、酸化物生成量は69%低減した。



第4図 熱収支



第5図 取鍋予熱特性の比較



第6図 作業環境特性の比較

	ガス式	アーク式
断面	400μm 酸化物 母材 50μm	130μm 20μm
重量	238g	75g

第7図 酸化物生成量の比較

### 4 今後の展開

第8図に示すアーク式取鍋加熱装置を、平成24年10月から特殊電極(株)より受注販売している。

今後は、鋳造工場のお客さまに対して高効率電気機器として推奨し、普及に努めていきたい。



第8図 アーク式取鍋加熱装置の外観



執筆者/棚橋尚貴