

鋳造製品の不良検査装置「ブローホールチェッカー BC-1」の開発

(50%以上の検査時間短縮と高い省エネルギー性を実現)

Development of Defect Inspection Equipment for Casting Products “Blowhole Checker BC-1”
Achieved a Reduction in Inspection Time of 50% or More and High Energy Savings

中部電力ミライズ 法人営業本部 エンジニアリング部¹⁾

エネルギー応用研究所 生産技術G 次世代技術T²⁾

自動車等のアルミ鋳造製品では内部の空洞（ブローホール）が不良の原因となっている。赤外線放射と制御技術により空洞を短時間かつ省エネで簡便に検査する装置を開発した。本装置の検査で不良発生を未然に防ぐことにより製品歩留まりの向上が図られる。

(Engineering Department 1, Corporate Sales Division, Chubu Electric Power Mirai)

(Next Generation Technology T2, Production Technology Group, Energy Application Center)

In aluminum casting products used in automobiles, etc. internal cavities (blowholes) causes for defects. By using infrared radiation and control technology, we have developed an energy saving and easy-to-use device that inspects cavities in a short time. Inspecting with this equipment, occurrences of defects are prevented and production yield can be improved.

1 背景・目的

自動車部品などの鋳造工程では、溶かしたアルミニウム合金を精密な金型に高速・高圧で注入し、瞬時に製品を成形する鋳造技術（アルミダイカスト法）が使われている（第1図）。溶かしたアルミニウム合金は、金型に注入される際に空気などを巻き込むことがあり、成形時に空気が残ってしまうと製品の内部に空洞（ブローホール）が発生し、強度低下などの不良が出ることがある。そのため現状では、抜き取り検査工程において製品が軟らかくなる温度（約530～560℃）まで加熱し、製品内部の空気を膨張させることで製品表面が膨れ、その膨れ具合から製品の良否判定をする簡易検査が多く行われている（第2図）。

従来の検査装置では、装置内で熱風を循環させて製品を加熱する方法などが採用されていたが、簡易検査にもかかわらず製品を20～30分と長い時間加熱する必要があった。生産現場では生産性向上を実現するために、加熱時間の短縮が求められていた。

今回、赤外線の放射加熱と精度良い温度制御方法により、50%以上の検査時間短縮と、高い省エネルギー性を併せ持つ鋳造製品の不良検査装置「ブローホールチェッカー BC-1」を日本ルツボ株式会社と共同で開発した。

2 開発内容

2.1 加熱方法の検討

アルミ製品（検査体）の加熱方法として、IH（誘導加熱）方式、赤外線加熱方式および熱風加熱方式（従来装置の方式）により、検査体の軟化温度（530℃）までの加熱時間とその際の製品内温度差について比較評価試験を行った。

その結果、IH方式では3分40秒で急速昇温できることがわかったが、出力調整を行っても製品内温度差は40℃程度までしか小さくならず、バラツキを抑えられなかった。

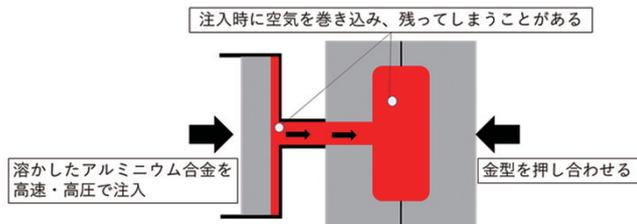
赤外線加熱方式では、加熱時間3分で所定温度まで昇温でき（うち1分は炉内雰囲気による均温化時間）、試料内温度差は10℃とバラツキも小さかった。

熱風加熱方式では短時間で所定温度まで昇温させることはできなかった。

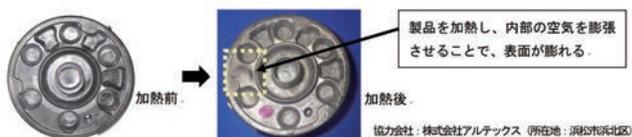
以上の加熱方式の比較検討より、本目的には赤外線加熱方式が適していると判断した。

2.2 赤外加熱方式検査装置の開発

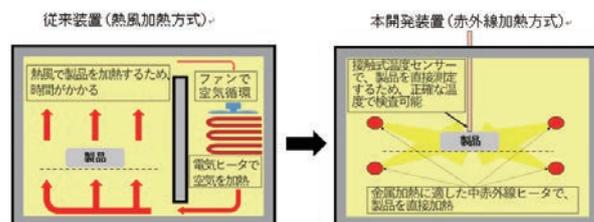
ブローホール検査を実施しているアルミダイカスト製品は比較的小型部品（700g程度以下）が多い。そのため、小型部品を対象とし、赤外線の放射で検査体を直接加熱するとともに、断熱性の高い材料で保温する炉構造の検査装置を開発した。温度制御には接触式温度センサーを用いて検査体を直接測定する機構を取り入れたことで、正確な温度でアルミ製品を検査することが可能となる。従来装置と本開発装置の比較を第3図に示す。



第1図 アルミダイカスト法と課題



第2図 ブローホールの検査イメージ



第3図 従来装置と本開発装置の比較

実際に本開発装置を用いて検査体の加熱を行ったところ、数回の加熱では問題無く検査ができたが、繰り返し加熱を行うと炉内が高温となり、検査体温度が融点（580℃）近くまでオーバーシュートし、検査体が軟化し過ぎてブローホールの膨らみが確認できなくなるという事象が生じた。このため、温度制御性を向上させる必要が生じた。

2.3 赤外加熱方式検査装置の改良

前項の事象の原因究明をした結果、オーバーシュートの原因は、繰り返し加熱を行うことによる炉内壁（断熱材）温度の上昇によるものと判明した。炉の断熱性能が高いことは省エネには有効であるものの、今回は炉内壁からの輻射熱が熱源となり却って製品温度を過剰に上昇させる原因となっていた。

様々な対応策を検討・実施した結果、炉体下部に圧縮エア取り入れ口を追加し、製品が過熱した際には下方から検査体に向けてエアを吹き込んで冷却する方法が好適であった（第4図）。これによって検査体温度のオーバーシュートを対処した。

2.4 繰り返し性能の確認

繰り返し検査した場合の再現性の検証、および炉内温度の違いによる検査結果に差異がないかの検証を行った。

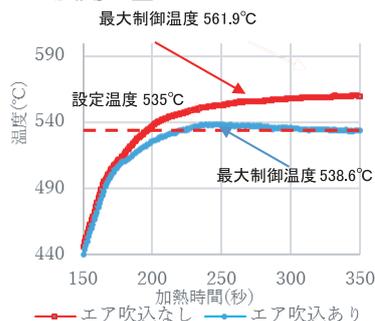
その結果、連続で検査しても検査時間、炉内の温度変化、検査体の膨らみ状況等、毎回同じ結果が得られることがわかり、検査装置としての再現性を確認した。また使用電力量も0.28～0.78 kWh/回と従来装置の1/2以下であり、省エネルギー性に優れていることも確認した。

次に連続検査で炉体雰囲気温度が高い状態を想定し、常温、200℃、400℃の炉内雰囲気温度で検査を実施した。その結果、検査体温度が540℃を超えることはなく安定していることを確認した。

これにより検査開始時の炉内温度の違いによる結果の差異はなく、繰返検査を行っても温度制御可能であり、再現性も得られた。

2.5 様々な種類の検査体での検査

本装置はアルミダイカストの主材質であるADC12材で700gの大きさまで検査できる仕様で開発した。ADC12材以外に検査ニーズのあるADC10材にも対応可能を確認済みである。今後はさらに他の材種や複数個同時検査などの展開を図っていく。



第4図 冷却エア吹込みの有効性確認

3 まとめ

本開発検査装置の特徴を以下にまとめる。

- ① 短い検査時間
赤外線による製品の直接加熱と最適な温度制御により、従来装置と比べ検査時間を50%以上短縮
 - ・従来装置（熱風加熱方式）：20～30分
 - ・本開発装置（赤外線加熱方式）：10分*
- ② 優れた省エネルギー性
立ち上げ時間が短く、製品を直接加熱するため、従来と比べて高い省エネルギー性を実現（0.5～1kWh*/検査）
- ③ 高い繰り返し精度
検査体の最適な温度制御により、複数回の連続検査においても高い繰り返し精度を実現
- ④ 簡易な操作性
検査体ごとに適正な加熱条件（温度、保持時間）をあらかじめ設定すれば、スイッチONするだけの簡易な操作で検査体の良否判定可能

* 製品の材質、サイズ、重量により加熱時間、消費電力量は異なります。

4 今後の展開

開発したブローホールチェッカー BC-1は2020年3月より共同開発先の日本ルツボ株式会社および中部電力ミライズから市販された（第5図）。

今後、輸送用機械のお客さまを中心に、本開発品をご提案するとともに、製造技術から製品の品質管理まで、トータルでお客さまの生産性向上に向けた取り組みを支援して行きたい。

なお、本開発は中部電力ミライズ（法人営業本部、静岡営業本部）、エネルギー応用研究所 生産技術グループ（現 先端技術応用研究所 先端技術ソリューショングループ）、日本ルツボ株式会社、および株式会社アルテックスの協力体制で実施した。関係者各位に深く感謝申し上げます。



電源・最大電流	AC200V 3φ3W 50Hz/60Hz 100A
ヒータ出力	16kW（カーボンヒータ：2kW/本×8本）
圧縮エア	100L/min程度使用（0.5MPa以上）
本体寸法	炉体：W775mm×D475mm×H1,800mm 制御盤：W800mm×D300mm×H1,800mm

第5図 開発したブローホールチェッカー BC-1 と主な仕様



執筆者／竹内章浩¹⁾・橋本英明²⁾