

マルチ冷却真空熱処理炉を用いた 革新的熱処理技術

SATテクノロジー・ショーケース2016

■ はじめに

近年の自動車や航空機、電子機器などの高性能、高機能に伴い、それらに使用される部材の多様化も進み、材質に合わせた高度な熱処理が要求されている。

そこで、真空または不活性ガス雰囲気中でガスまたは水冷による急速冷却ができる革新的な真空炉を開発した（マルチ冷却式真空熱処理炉）。このマルチ冷却式真空熱処理炉は、一般的な真空熱処理炉では水は冷媒として使用されないが、冷媒に水を選択することで、急速冷却を可能にした。さらに、各種ガスを冷媒とすることで広範囲の冷却速度が得られ、 N_2 ガスによる窒化処理も可能である。

この新しく開発した水冷技術は、加熱サンプル表面の水蒸気膜を破壊し、常に核沸騰状態を保持することができる。本開発技術によって $\phi 15\text{mm}$ バルク材の中心部まで急冷効果が得られ、対象サンプル全体を均一に冷却することが可能となった。

■ 活動内容

1. 開発装置

各種冷却を真空または不活性ガス雰囲気で行うことができるマルチ冷却式真空熱処理炉は、図1に示すように、加熱室と冷却室の2室から構成されている。加熱室から1秒以内に冷却室に移送させることで、冷却開始までの温度低下を極力抑制した。

また、サンプルに装着した熱電対の情報を加熱室と冷却室の外に伝えることができる機構にすることで、加熱温度、冷却開始温度、冷却速度をリアルタイムに測定し、正確な温度履歴を提供可能とした。

2. 真空水冷技術

加熱したサンプルを水に浸漬させるだけでは、加熱サンプル表面に発生する水蒸気膜により水と加熱サンプルの接触が妨げられ、効果的な冷却ができない（膜沸騰）。

そこで、冷却水を冷却槽内に高圧放水（水ジェット）した後、その冷却水中にアルゴンガスを噴出させ、冷却水を強撹拌することで加熱サンプル表面の水蒸気膜を破壊するガス強撹拌冷却法を開発した。この新規開発方式により、サンプル表面は常に核沸騰状態が保持され、サンプルの冷却速度は図2に示すように水に浸漬させたサンプルの冷却速度に比べ各段に大きくなる。さらに、この新規開発法は全方向からの冷却を実現し、加熱サンプルを均一に冷却することが可能となった。

3. 水冷効果

焼入れ性の悪いS15Cを使用し、 $\phi 15\text{mm} \times 100\text{mm}$ 長さの試験材を本開発装置で水焼き入れ（強撹拌あり・なし）を行った。その後、それぞれの試験材中心部の金属組織観察と硬さ計測を行った。水焼き入れ前の試験材はフェライトとパーライトからなる組織で、硬さもビッカース硬さ（以後、Hvと表記）135であった。試験材を強撹拌せずに水に浸漬させただけでは図3に示すように試験材中心部まで焼入れ効果が十分に得られず、硬さもHv167にしかならなかった。これに対し、ガス強撹拌冷却法で冷却すると、試験材中心部までマルテンサイト組織となり、硬さもHv393と十分な硬さが得られた。

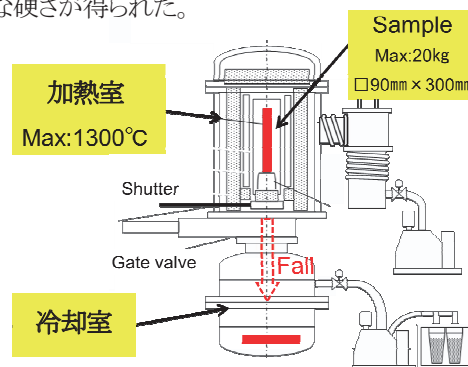


図1. 装置概要

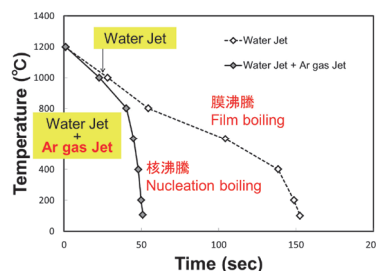
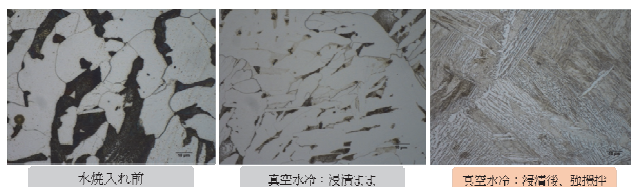
図2.
ガス強撹拌冷却法の
有無による冷却速度
の比較

図3. 水冷方法の違いによる S15C 中心部の組織

代表発表者 黒田 秀治 (くろだ しゅうじ)
所 属 国立研究開発法人 物質・材料研究機構
中核機能部門
材料創製・加工ステーション
問合せ先 〒305-0047 茨城県つくば市千現 1-2-1
TEL: 029-859-2411 FAX: 029-859-2886
KURODA.Syuji@nims.go.jp

■キーワード: (1) 熱処理技術
(2) 真空炉
(3) 冷却速度

■共同研究者: 中村照美
中核機能部門
材料創製・加工ステーション