

# 那智黒石粉末利用法の F S 検討

## —溶射フレーム中の粉末状態について—

中 村 信 広\* 久 貝 克 弥\*

### Feasibility study on effective utilizing methods of Nachiguro stone powder

#### - About powder state in thermal spray flame -

Nobuhiro NAKAMURA and Katsuya KUGAI

Nachiguro stone is a natural stone produced in the Kumano Region and is used for producing Ink stone and Goishi. In the production of Ink stone and Goishi, a large amount of powder appears as a byproduct.

In a previous report, when the thermal spray frame is covered with N<sub>2</sub> gas and CO<sub>2</sub> gas as auxiliary gas, the Nachiguro coating can be made black. However, Nachiguro coating didn't become completely black. We examined whether the Nachiguro coating was oxidized by hitting the thermal spray flame or oxidized in the thermal spray flame. In this paper, we report the results of examining the cause of oxidation by collecting Nachiguro stone powder in the thermal spray flame.

*Keyword* Nachiguro stone powder, Thermal spraying method

### 1. 結 言

那智黒石は、熊野地域で産出される漆黒のある天然石であり、硯や基石に加工されているが、この加工時に大量の削り粉末が発生する。現在、この削り粉末は、樹脂と混ぜた練り製品として使用されているが、他に利用されていない。本研究では、那智黒石粉末の新しい利用方法と新商品の開発を目的として、焼結加工法に着目して研究を進めてきたが、焼結加工で那智黒石と同様に漆黒を失うことなく焼結できる方法を見出すことができ、焼結加工においてある程度の成果を得ることができた。このため、焼結加工法以外で粉末を利用する加工方法を模索し、新しい商品開発につながる基礎的研究を引き続き行った。粉末を利用する加工方法の一つとして溶射加工法があるが、本研究では溶射装置が安価で加工場所を選ばないフレーム溶射加工法に着目して実験を行った。その結果、フレーム溶射加工は、大気中で高温を伴うため、那智黒溶射皮膜が茶色に変色す

ることが判明し、そのままでは利用できないことが明らかになった。前報<sup>1)</sup>では、大気中の酸素による酸化を防止するために、補助ガスとして使用している圧縮空気の代わりに窒素ガスおよび炭酸ガスを使用して溶射フレームを大気中からシールドしながら溶射加工をおこなった結果、那智黒溶射皮膜を黒色にすることが可能であることについて報告した。しかしながら、完全な黒色ではなく部分的に酸化により茶色く変色している箇所が見受けられた。この酸化は、溶射フレームが基材表面の那智黒溶射皮膜に直接触れることにより、大気中の酸素と反応して生じているのか、あるいは補助ガスのシールド効果が弱く大気中の酸素が溶射フレームに侵入し、すでに溶射フレーム中で那智黒石粉末が酸化され、その酸化した那智黒石粉末が溶射されているのかなどの原因が考えられる。

本報では、溶射加工中のどの時点で那智黒石粉末が酸化し始めているかを調べるために溶射フレーム中の那智黒石粉末を採集して、那智黒溶射皮膜の酸化の原因について考察した結果を報告する。

\*近畿大学工業高等専門学校

総合システム工学科 機械システムコース

## 2. 実験方法および装置

### 2. 1 溶射フレーム中の那智黒石粉末の採集方法

溶射フレーム中の那智黒石粉末を採取するために、溶射加工中の溶射フレームにアルミナ管を挿入し、冷却装置を有したステンレス管を経由して真空掃除機を用いて採取を行った。また、溶射フレーム中の那智黒石粉末の採取は、溶射ガンのノズル先端から 50 mm の溶射フレーム中心部とし、溶射フレームの先端方向からアルミナ管を挿入して行った。図 1 に実験装置の概略図を示す。

燃料ガスは、アセチレンガスおよび酸素ガスを使用し、ガス流量はそれぞれ酸素ガス 40 L/min、アセチレンガス 30 L/min の一定で行った。

また、補助ガスの流量は、窒素ガスおよび炭酸ガスともに 30 L/min とした。粉末の搬送は、一般的にキャリアガスを利用するが、今回は補助ガスのベンチュリ効果による自然吸引で行った。なお、補助ガスに圧縮空気を使用する通常の溶射加工も比較として行った。

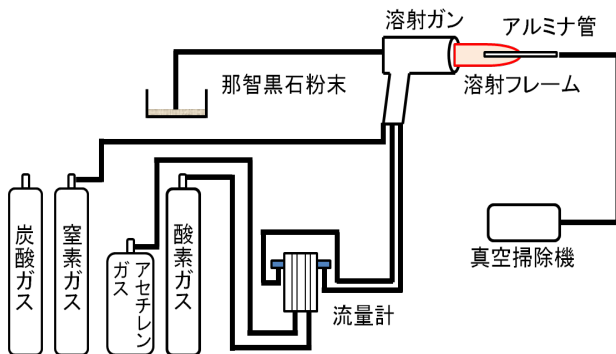


図 1 実験装置の概略図

### 2. 2 那智黒石粉末

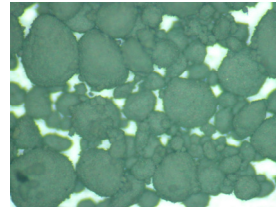
溶射加工に使用する那智黒石粉末は、そのままでは粉末粒径が大きいので、自動乳鉢で 36 時間粉碎した後に、さらにアルミナボールミルで 48 時間粉碎した粉末を使用した。なお、この時の平均粒径は、約  $1.54 \mu\text{m}$  である。

## 3. 実験結果および考察

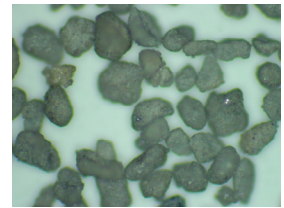
図 2 は、補助ガスに圧縮空気、窒素ガスおよび炭酸ガスを使用した溶射フレームから那智黒石粉末を採集した顕微鏡写真を示したものである。比較として、那智黒石粉末の原石も併せて示している。

図 2 に示す顕微鏡写真からわかるように、那智黒石粉末は乱反射のため灰色の状態であるが、補助ガスに圧縮空気を使用した場合は、金色に変色していることが観察される。

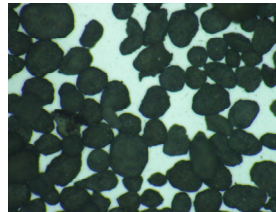
これらの結果から、圧縮空気を補助ガスに使用する通常の



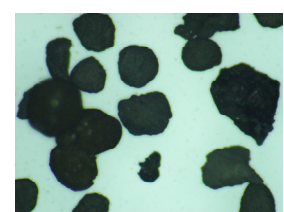
(a) 那智黒石粉末



(b) 圧縮空気



(c) 窒素ガス



(d) 炭酸ガス

図 2 各補助ガスにおける溶射フレーム中の粉末状態

溶射加工では、溶射フレームの通過時点から那智黒石粉末の酸化が始まっていることが明らかになった。

また、窒素ガスおよび炭酸ガスを補助ガスに使用した場合は、黒色に変色している。那智黒石粉末は酸素がない状態で焼結した場合は、黒色になることが明らかになっているため、窒素ガスおよび炭酸ガスのシールドにより溶射フレーム中では酸化していないことがわかった。

この結果から、基材表面の那智黒溶射皮膜の酸化は、溶射フレームが基材に直接あたることにより、空気中の酸素と反応して生じたことが原因であると考えられる。

従って、溶射加工中における基材表面での酸化を防ぐ方法を見出す必要があることがわかった。

## 4. 結 言

溶射加工の補助ガスに窒素ガスや炭酸ガスを使用した場合における那智黒溶射皮膜の酸化は、溶射フレーム中から生じているのか、溶射フレームが加工中の溶射皮膜に直接あたるために空気中の酸素と反応して生じているかについて、溶射火炎中の粉末を採取した調べた結果、次のことが明らかになった。

(1) 補助ガスに圧縮空気を使用した通常の溶射加工では、那智黒石粉末の酸化がフレーム中から生じていることがわかった。

(2) 補助ガスに窒素ガスおよび炭酸ガスを使用した場合は、溶射フレーム中において酸化が抑制されているが、溶射フレームが溶射皮膜に直接あたるために酸化することがわかった。

### 参考文献

1) 近畿大学工業高等専門学校研究紀要、中村信広、久貝克弥、第 12 号 (2018)、pp.27 - 28