

桜島溶岩を用いたプラズマコーティング膜の作製技術と評価

シラス研究開発室 ○吉村幸雄, 袖山研一

1. はじめに

桜島溶岩は、化学的・熱的に安定で、親水性があり、高い赤外線放射率を示すなどの特徴を持つ。当センターでは、プラズマを用いたコーティング技術に取り組んできており、桜島溶岩を金属、ガラス、繊維生地などの各種素材の表面に直接コーティングできる技術を開発し、虹色装飾、親水性、高い赤外線放射の特徴を見出している。しかし、実際に活用していくには、基材や用途に合わせた膜厚の提供、コーティング膜の安定作製、コーティング膜の特性評価が求められる。そこで、本研究では、コーティング膜の膜厚コントロール技術の把握と再現性の確認および高温試験などの耐環境試験による評価を行ったので報告する。

2. 実験方法

2. 1 膜厚コントロール技術の把握

溶岩コーティング膜の作製には、プラズマコーティング装置を用いた。原料となるターゲットは、桜島から採取した溶岩を直径φ75mmの円盤形状に切り出し加工したものを使用した。コーティング膜の作製条件は、表1のとおりとし、シリコン基材に溶岩コーティング膜を作製した。膜厚の測定は、オージェ電子分光分析装置による深さ分析で行った。

表1 溶岩コーティング膜の作製条件

| | |
|--------------|-----------------|
| ガス種類 | Arのみ |
| ガス圧力 (Pa) | 0.2、0.5、1.0、2.0 |
| RF 作製出力 (W) | 40、100、200、400 |
| 作製時間 (min) | 30、60、120 |
| T/S 間距離 (mm) | 70 |
| 基材回転 | なし |

2. 2 コーティング膜の再現性の確認

コーティング膜の作製条件は、RF200W, 1h, Ar=0.5Pa, T/S=70mmとし、ステンレス板(50×50mm)に溶岩コーティング膜を作製した。再現性の確認は、目視観察と膜厚により評価した。

表2 環境試験の項目と条件

| 試験項目 | 試験条件 |
|--------|----------------------|
| 高温試験 | 100℃、150時間 |
| 恒温恒湿試験 | 60℃、90%、150時間 |
| 耐紫外線試験 | カーボンアーク灯/386nm、96時間 |
| サイクル試験 | -20℃⇔50℃/各1hr保持、100回 |

2. 3 環境試験

ニッケル板(50×50mm)に桜島溶岩をRF200W, 2h, Ar=0.5Pa, T/S=70mmの条件でコーティング膜を作製したものをを用いた。試験項目は、親水処理の業界で採用されている表2に示す試験とした。試験後の評価は、目視観察と水滴を滴下したぬれ性で行った。また、市販の親水処理を施したものを比較用として用いた。

2. 4 耐久性試験

3種類の金属板(銅, アルミニウム, ステンレス)とシリコン板(20×20mm)に溶岩コーティングを施し、塩水噴霧(JIS Z 2371)による耐久性試験を行った。コーティング膜の作製条件は、RF200W, 1h, Ar=0.5Pa, T/S=70mmとした。1~2週間ごとに目視により表面状態の観察を行った。

3. 実験結果

3. 1 膜厚コントロール技術の把握

作製出力(RF100W)を一定とし、Arガス圧力と作製時間を変えた時の膜厚のグラフを図1に示す。Arガス圧力による影響は見られず、作製時間と膜厚に相関性があり、成膜時間が長くなるとともに単

調に膜厚が厚くなることが示された。膜厚は、作製時間と正比例の相関があり、膜厚のコントロールは作製時間が有効であることが分かった。

3. 2 コーティング膜の再現性の確認

2019年10月に安定したプラズマを発生できるように調整した以降、溶岩コーティングを同一条件で作製した際に無作為にサンプルを抽出して膜厚を測定した。約2年半経過しても虹色加飾を示した同様のコーティング膜が作製(図2)でき、膜厚もほぼ同じで、SEM観察(図3)でも均質なコーティング膜であることを確認した。

このことから再現性が確保できていることが分かった。

3. 3 環境試験

表2に示す環境試験を行った後に、溶岩コーティング膜を目視観察したが、いずれの試験後でも剥離や変質は見られなかった。また、ぬれ性も試験前後で変化せずに親水性を示し、環境試験により溶岩コーティング膜が変質しないことが分かった。市販の親水処理品とも同等な結果であり、遜色ない性能であることが言える。



図2 虹色の膜

3. 4 耐久性試験

図4に初期状態と56日経過した後の観察写真を示す。試験後のサンプルでは、溶岩コーティングが作製されていない箇所や外周部はサビの発生が見られるが、その他の部分はいずれの金属でもサビや膨れ、剥離等の発生が見られなかった。また、試験前後で、それぞれの金属の色も変わっていないことから、金属特有の色味を損なわない保護膜としての性能があることが示された。

4. おわりに

コーティング膜の膜厚コントロール技術の把握と再現性の確認および高温試験などの環境耐久試験による評価により、以下のことが分かった。

- (1) 膜厚への制御条件としては、ガス圧力の効果はほとんどなく、膜厚をコントロールするには作製時間が有効であることが分かった。
- (2) 安定したプラズマ状態であれば、溶岩コーティング膜は再現性よく作製できることが分かった。
- (3) 今回の環境試験では、溶岩コーティング膜は変質することなく、当初の親水性が保持できることが分かった。
- (4) 56日間の塩水噴霧試験では、金属特有の色味を損なわず、サビを発生させない保護膜としての性能があることが示された。

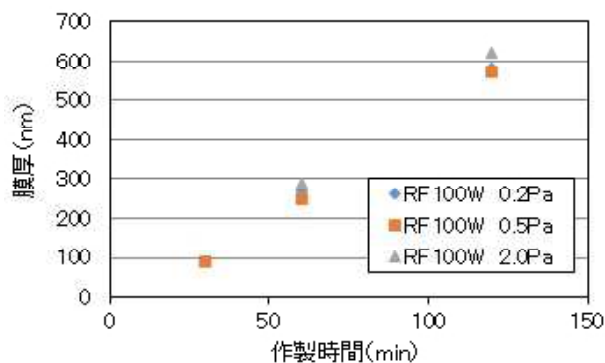


図1 膜厚と成膜条件の関係

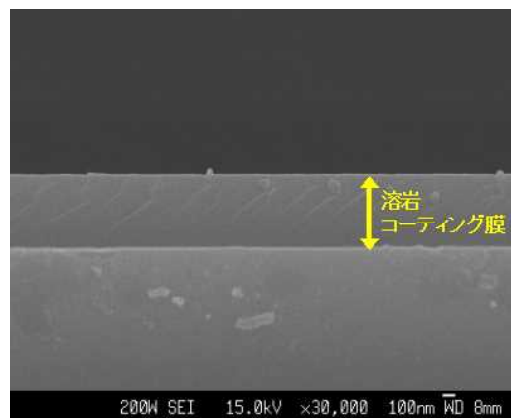


図3 コーティング膜の断面観察

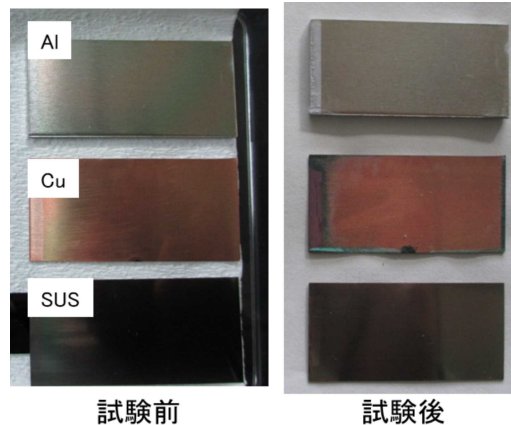


図4 塩水噴霧試験前後のサンプル