

K-17

## 加熱と噴霧によるマグネシウム合金への表面処理法の検討

## Development of Surface Treatment Method for Magnesium Alloy by Heating and Spraying

○上野暖<sup>1</sup>, 中村嘉恵<sup>2</sup>Dan Ueno<sup>1</sup>, Kae Nakamura<sup>2</sup>

Abstract: Many researches are carried out to improve fuel efficiency by reducing the weight of vehicles in late years aims at reducing CO<sub>2</sub> emission. Although Mg alloys is receiving attention as a lightweight material, it has low corrosion resistance. Therefore, it is required to development the surface coating technique for Mg alloys. "Steam coating method" is expected as novel technique that does not require the toxic substance. This technique is that Mg alloy substrate is reacted with water vaper in the enclosed container and anticorrosive film is formed on it. However, the size of the material is limited by the size of the container in this method. This study aims at developing that allows steam coating without using a container. To realize this technique, Mg alloy substrate is heated in the open-type furnace to react with steam. The experimental device is designed and manufactured to examine it. It is expected that the film is formed by heating Mg alloy substrate in a chimney-type furnace and flowing steam through it.

## 1. はじめに

現在地球温暖化の影響により、世界中でCO<sub>2</sub>(二酸化炭素)削減に向けた取り組みが行われている。自動車を製造する輸送機器業界ではこのCO<sub>2</sub>削減に有効な方策が求められる。そのため、その策の一つである車両の軽量化による燃費向上が必要となっている。

このような社会的背景からMg(マグネシウム)が注目されている。Mgの比重は実用金属中で最軽量の1.7(鉄の約1/4)である。しかし、Mgは化学的に非常に卑であるため酸化しやすい。すなわち耐食性に劣る傾向にある。これらのデメリットを解決するため、近年では様々なMgの表面処理技術の研究が行われている。

例えば、めっき法、陽極酸化法などは、多くの研究開発が行われ、実用化されている。しかし、毒性のある物質を必要とするなど、環境負荷の面で課題が残る。これに対して、現在、応用研究段階の「蒸気コーティング法」という表面処理法がある。この技術は図1に示すように密閉容器内にて中低温・高圧下で水蒸気を発生させることにより、金属と水蒸気の反応で耐食性皮膜を形成する。この利点として、有害物質を使用しないことや、複雑な形状にも表面処理が可能となる<sup>[1]</sup>ことが挙げられ、今後の発展が期待される。

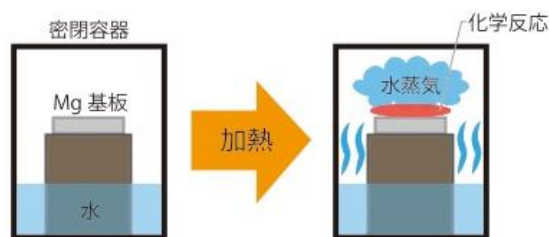


図1 蒸気コーティング法

本研究の狙いは、「蒸気コーティング法」の実用に向けて、Mg合金上に形成される皮膜の耐食性向上だけでなく、皮膜への追加機能付加を、簡便に実施できる処理システムの構築である。

## 2. 研究の構想

蒸気コーティング法は、密閉容器内で行うことが前提となっているため、表面処理する部材の大きさが反応容器の大きさに制限されてしまう欠点がある。さらに、容器の耐久性の観点から、処理温度・圧力に限界がある。前述のように、蒸気コーティング法を実用化しようとするのであれば、蒸気源は水だけでなく、皮膜に付与したい機能に合わせて物質を選び、それを含む溶液が使用できることが望ましい。

例えば、異なる性質をもつ物質の混合物は、その両方の性質を併せもつことが知られている。よって、一般的な耐食性皮膜の成分とされる無機物；Mg(OH)<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlO(OH)等と、有機物(ポリマー)が混ざり合った皮膜は、耐食性と柔軟性の両方をもつことが期待できる。

しかし、有機-無機複合皮膜を蒸気コーティング法によって作ることは難しい。なぜなら、一般的に、生分解性ポリマーは蒸発しにくいいため、密閉容器内ではMg基材と反応するのに十分な量を気化させることが難しいからである。そこで、「高い運動エネルギーをもつ溶液分子が、基材の金属原子と反応する」という、

蒸気コーティング法の成膜原理に着想を得て、蒸発しにくい溶液でも高温になるまで熱を与え、気化することができれば、蒸気コーティング処理を可能にでき

1: 日大理工・院・精機 2: 日大理工・教員・精機

ると考えられる。

そこで、本テーマでは密閉容器を使用せず、Mg合金基板に熱エネルギーを与え、水蒸気と反応させることにより、密閉容器内での蒸気コーティング法と同様に皮膜が生成できるかを検討する。

### 3. 実験装置の設計・製作

図2に、実験装置の概要を示す。密閉容器を使用せず表面処理を行いたいため、マッフル炉の形状は煙突型に形成した。煙突部には耐火るつぼを置き、内部に供試材を設置する。耐火るつぼ内はMg合金試験片が落下しないよう丸棒(Fe)で支えることとする。また、丸棒(Fe)とMg合金試験の接触による腐食の問題を考慮し、丸棒(Fe)には絶縁体であるセラミックファイバーシートを巻き付ける。

マッフル炉内部は電熱線を用いて温める。Mg合金試験片の発火点が約580℃である<sup>[2]</sup>ことを考慮し、マッフル炉内部の温度は400℃となるよう設定する。次に水を供給する容器だが、U字型に形成し、煙突部の下部に設置する。また、注ぎ口の反対側の端は細い管になるよう製作した。細い管にすることにより、水をすばやく気化することができる。

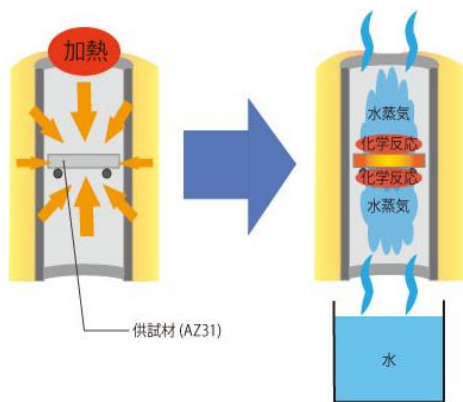


図2 設計装置での表面処理の過程

以上の設計をもとに、図3に示すような、本テーマに必要なMg合金基板への加熱に加え、水蒸気の生成と反応を行うための実験装置を製作した。本装置を使用して実際のMg合金基板に対して400℃、1hの処理を行なった。しかし、図4のように処理前後でMg合金基板の外観にあまり変化が見られなかった。このことから、今回作成した実験装置は、発生させる水蒸気の量が不足していると考えられる。今後は水の容器の改良を行い、より多くの水蒸気をMg合金基板と反応させることが可能となるようにしたい。また、容器生

成された皮膜の評価を行い、処理時間などの検討を行い、有機-無機複合皮膜の生成にも着手したい。

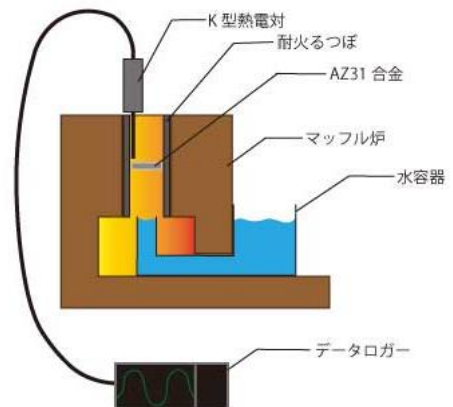


図3(a) 装置概略図



図3(b) 実際に製作した実験装置



(a) 処理前

(b) 処理後

図4 処理前後のMg合金基板の比較

### 4. 参考文献

- [1] 神山直澄, 石崎貴裕「蒸気コーティング法によるマグネシウム合金上への耐食性皮膜の作製」, 軽金属 Vol. 64, No. 12, pp. 638-642, 2014
- [2] アルミニウム・アソシエイツ株式会社「マグネシウムの特徴・用途」, 参照 2021-09-21 <http://alumi.shichihuku.com/newpage2.html>