

磁気を利用した新しい実装技術・機能性材料の開発

～磁気を利用した効率的な大気浄化材料の開発～

佐竹健太^{*1} 永井 寛^{*2} 米持真一^{***}

Development of New Application Processes and Functional Materials by use of Magnetic Fields

- Development of Air Purification Materials through Magnetic Processes -

SATAKE Kenta^{*1}, NAGAI Yutaka^{*2}, YONEMOCHI Shinichi^{***}

抄録

強磁場と電解めっきを利用し、光触媒材料を作製した。基材は、ニッケル粉と強磁場を用いた手法により、微小突起を有する形状にした。光触媒(TiO₂)層は、共析めっきを用いて基材上に形成した。材料は大気浄化に役立てることを目的とした。材料の性能評価は、ホルムアルデヒド分解試験により行った。その結果、微小突起を有する基材を利用することにより、分解性能の向上がみられた。

キーワード：磁場，共析めっき，光触媒，大気

1. はじめに

近年、二酸化チタンは光触媒として、様々な用途で注目されている。その性質を利用した大気浄化技術もいくつか提案されてきた。

大気汚染物質の分解に光触媒を用いる場合、触媒層の形成に工夫を要する。汚染物質と光触媒層の接触面積を大きくすると同時に、紫外線の照射も考慮に入れなければならない。バインダー等は、光触媒による酸化作用に耐えるものを選択しなければならない。現在もこれらについて多くの課題を残している。

昨年度は、共析めっきによって二酸化チタンを金属表面に固定する試みを行った¹⁾²⁾。このとき作製したサンプルでは、光触媒材料としての活性

が見られた。これに強磁場中でのめっき技術を組み合わせることで、さらに効果の高い材料が得られる可能性も示された¹⁾。

昨年度の成果をもとに、今回、効率的な大気浄化を目的とした光触媒材料の開発に取り組んだ。材料は、共析めっきと強磁場中でのめっき技術を併用して作製した。材料の性能は、ホルムアルデヒド分解試験により評価した。

2. 実験方法

2.1 材料の作製

図1に示す装置を用いて、銅板上に電解めっきを行った。めっき液は1.0 mol/dm³硫酸銅水溶液を用いた。円筒状の外周(アクリル製)とOリング(内径30mm)及び銅板で形成した空間に液を保持する形とした。銅板は直流電源の-側と接続され、通電によりめっきが行われるものとした。通電には定電流を利用した。+側の白金電極は平面状であり、面が水平方向(磁場とほぼ垂

^{*1} 材料技術部
(現 産学連携推進室長付)

^{*2} 材料技術部

^{***} 埼玉県環境科学国際センター

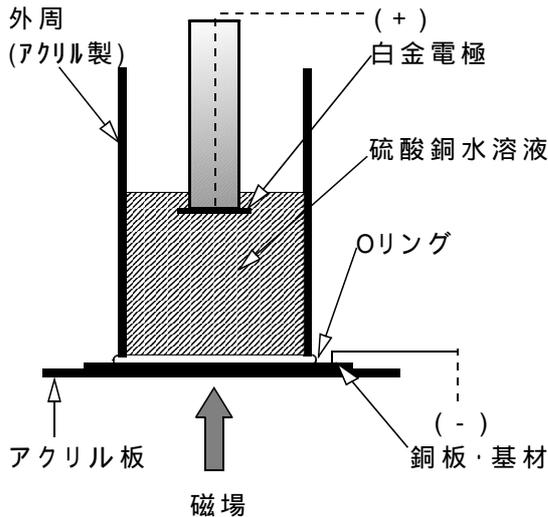


図1 めっき装置

直, 銅板とほぼ平行) となるよう配置した。磁場は超伝導磁石によって鉛直方向に発生させた。

材料の作製は、大別して次の工程により行った。

基材の作製

光触媒 (TiO₂) 層の形成

では、微小突起を多数有する金属基材を作製した。素材として銅板(40mm × 40mm × 0.1mm)とニッケル粉(平均粒径10 μm)を用いた。図1の銅板上にニッケル粉を強磁場(約2.5T)により配向させ、全面に微小突起を形成した。そこに1.0 mol/dm³ 硫酸銅水溶液を 20ml 加え、めっきで形状を固定した。強磁場は、めっき中も継続して加えられた。

では、共析めっきにより二酸化チタン層を基材上に形成した。共析めっきは、1.0 mol/dm³ 硫酸銅水溶液 20ml に粉体を分散させためっき浴により行った。粉体として二酸化チタン(石原産業(株) ST-01)のほか、セピオライトを添加した材料も作製した。基材には、で作製したものと平滑な銅板(40mm × 40mm × 0.1mm)を使用した。共析層を良好な状態とするため、めっき時には磁場を併用した。

において、めっきに際しては事前に被めっき物の脱脂・酸洗浄を行った。これは、通常行われている前処理であり、すべてのサンプルに対して同様に行った。

2.2 性能評価

ホルムアルデヒド分解試験により、作製した材料の性能評価を行った。分解試験は、ガスバッグ内で行った(図2 参照)。ガスバッグの外側から内部の材料へ紫外線を照射し、ホルムアルデヒドの分解を試みた。紫外線照射前と一定時間照射後とでホルムアルデヒド濃度を測定した。

測定条件等を以下に示す。

ガスバッグ：ガス約 22 L 充てん

ガス：空気, ホルムアルデヒド混合

(ホルムアルデヒド4.0 mg/L 含有)

紫外線：・6 W 放電管(波長365nm 使用)

・強度 2.0~2.5 mW/cm²付近に

材料を配置

・照射時間は2 時間

材料：共析めっき部分は 約7.0cm²

(基材上への投影面積換算)

試験室内：気温20、湿度65% (恒温恒湿)

材料は十分に洗浄し、大気中で紫外線(約2.0 mW/cm²)を2 時間程度照射した後、分解試験に用いた。材料等へのガスの吸着、紫外線によるガスの分解についても試験を行った。いずれも試験時間は2 時間とした。

3. 結果と考察

3.1 材料の作製について

2.1 で作製した材料を表1 に示す。サンプル 1 はブランクの場合であり、平滑銅板(40mm × 40mm × 0.1mm) のみの場合の結果である。

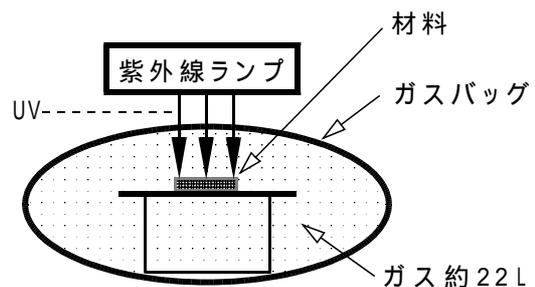


図2 分解試験概略図

表1 材料作製条件(基材部, TiO₂層部)

サンプル	基材部(磁気めっき部)				TiO ₂ 層部(共析めっき部)				
	Ni添加量	磁場強度	めっき条件		粉体添加量(g)		磁場強度	めっき条件	
	g	T	電流(A)	時間(分)	TiO ₂	セピオライト	T	電流(A)	時間(分)
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	0.10	0.10	0.53	0.60	50~60
3	-	-	-	-	0.15	-	0.53	0.60	50~60
4	-	-	-	-	0.15	-	2.5	0.60	50~60
5	0.20	2.5	0.6	50~60	0.15	0.15	0.53	0.60	60~70
6	0.20	2.5	0.6	50~60	0.10	0.10	0.53	0.60	60~70
7	0.20	2.5	0.6	50~60	0.15	-	0.53	0.60	60~70
8	0.10	2.5	0.6	50~60	0.15	-	0.53	0.60	60~70

注) 1. サンプル 1~4 の基材は 平滑な銅板 (40mm × 40mm × 0.1mm)
 2. めっき時、磁場は均一面付近を利用

基材部の形成では、ニッケル粉を 0.20g 添加したサンプルは、ニッケル粉0.10g 添加のものより全体として突起が長くなった。

共析めっきによる二酸化チタン層の形成では、強磁場を併用した。強磁場を併用しない条件では、共析めっき部の剥離が生じた。

いずれの条件でも、共析めっきによる粉体の歩留まりは、添加量の10%以下とみられた。

3.2 性能評価について

ホルムアルデヒド吸着・分解試験の結果を図3に示す。分解試験での減少分には、吸着による減少分も含んだ数値を示した。

サンプル 1 (ブランク) では吸着はほとんど認められなかった。紫外線による分解は、0.13 mg/L 分を示した。

共析めっき部に二酸化チタンのみを使用したサンプルでは、分解試験での減少量が大きかった。

粉体として二酸化チタンにセピオライトも添加したサンプルでは、吸着による減少量は増加したが、分解による減少量は小さくなった。これは、共析可能な粉体量が少ないため、各々の析出が競合したことによるとみられる。

4 では、共析めっき時の磁場強度を他のサンプルの場合よりも大きな値とした(他の条件は3と同様であった)。昨年度の研究から、図1に

示す装置の場合、磁場強度の増加は粉体の共析量を大きくすると考えられた¹⁾。今回の試験では、4 は 3 に比較して、わずかに吸着・分解量とも増加した。

5 については、6 の 1.5倍の粉体(二酸化チタン, セピオライト)を添加したが、吸着・分解試験の結果に変化は認められなかった。この場合も、共析可能な粉体量が限られているためとみられた。

7、8 のサンプルは、共析めっき部に同量の粉体(二酸化チタン)を添加した 3、4 の場合よりも吸着・分解試験の結果は良好だった。

8 のサンプルでは、3、4 の場合の 2 倍以上の分解量を示した。微小突起による表面積増加

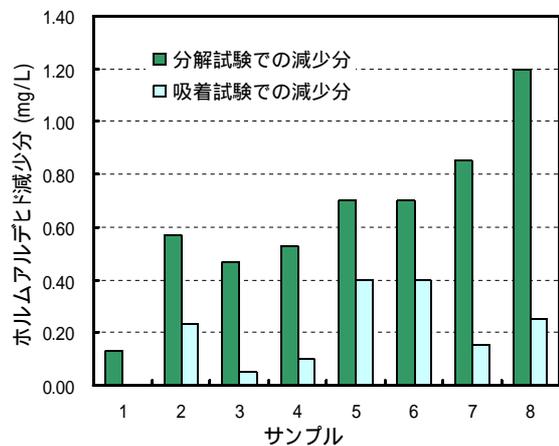


図3 ホルムアルデヒドの減少(初期濃度4.0mg/L)

の効果が一因とみられた。共析めっき時間が幾分異なったことも関係していると考えられる。

また、8 の場合は、7 よりも分解試験の結果が良好であった。8 の方が吸着量もやや大きく、効果的に表面積を増加できたものとみられた。

7 の場合、基材部の突起が長く、紫外線照射の際に陰となる部分が大きかったと考えられる。このことでも、分解試験結果に差が生じたものとみられた。

共析めっき後、エッチングにより銅めっき層を削ることも試みた。銅めっき層に埋もれた二酸化チタン部分を表面に露出させることを目的としたが、結果の良否は明確に表れなかった。

8 のサンプルについて、今回の試験条件における基材100 cm² (光触媒層の基材上への投影面積100cm²)相当部分が1時間あたりに除去したホルムアルデヒド量を計算すると、約190mg となった。

4. まとめ

(1) 強磁場と電解めっきの手法を利用し、光触媒材料を作製した。

ニッケル粉と強磁場を用いた手法により、微小突起を有する基材等を作製した。光触媒(TiO₂)層は、共析めっきを用いて基材表面に形成した。

(2) ホルムアルデヒド分解試験により、作製した光触媒材料の性能評価を行った。

微小突起を有する基材を利用したのものでは平滑な銅板を基材としたものに比べ、2倍以上の分解性能を示したものがあつた。

参考文献

1) 走出真, 森本良一, 永井寛, 米持真一 他: 高磁場プロセスの実用化技術の開発 - 磁場を利用した環境浄化材料の開発 -, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, 1, (2003)170

2) 米持真一, 青柿良一 他: 第43回大気環境学会年会要旨集, (2002)257