

静電噴霧沈着法を用いて作製した耐久性のある光触媒の性能評価

日大生産工(院)○山上 峻平
日大生産工 工藤祐輔

日大生産工(院) 矢澤翔大
日大生産工 大塚哲郎

1 まえがき

光触媒は酸化分解作用と超親水性作用を持っている。酸化分解作用とは、有害物質を分解することが出来る強い酸化力のことであり、浄水や空気浄化に貢献できると考えられている。超親水性作用は、光触媒に付着した水滴の接触角が小さくなる作用であり、防汚や防曇に役立つと考えられている。光触媒は、使用用途によって最適とされる表面構造が異なる¹⁾。本研究では表面構造の作り分けが可能な、静電噴霧沈着法という作製方法に着目し、印加電圧を変化させた場合の光触媒の作製を試みた。過去の条件では光触媒の耐久性が低く、実用性に乏しいという問題点があった。

筆者は耐久性のある光触媒の作製を目指し、作製条件の改善見直しを行い、耐久性が高い光触媒基板の作製に成功した²⁾。しかし、作製した光触媒は塗布面積が同一ではなかったため同一面積当たりの性能評価を行えていないという問題点があった。そこで、塗布面積を同一化するためにテフロン材を用いてマスキング処理を行うことで塗布面積及び噴霧範囲の同一化を行い、その性能評価を行った。

2 実験装置及び方法

作製装置図を図1に示す。光触媒基板を作製するための溶液はチタニウムテトライソプロポキシドとエタノールを混合し、濃度が0.036 mol/lになるように調整した。その溶液を注射器に入れシリンジポンプを用いて溶液を針電極へと流した。針電極を鉛直上向きに設置し、その上方にφ15の穴を開けたテフロン板と120 mm×120 mmの接地したアルミ基板を配置した。また、エタノール分を飛ばすため、ヒーターを用いて基板を132℃一定に保った。針電極に負極性直流高電圧を印加することにより針電極とアルミ基板との間に直流電界を形成し、静電噴霧を発生させ、超微細液滴を基板に堆積させた。作製条件としては印加電圧 -4kV~-8 kV、溶液の流量2.0 ml/h、堆積時間1分で作製した。この時、針電極とテフロン板までの電極間隔は30 mmに設定した。また、テフロンに十分に帯電させるため作製前に作製時と同電圧を1分間テフロンに帯電させた。作製した基板を室温にて冷却した後、電気炉を用いて600℃で120分間焼成し、光触媒基板を完成させた。

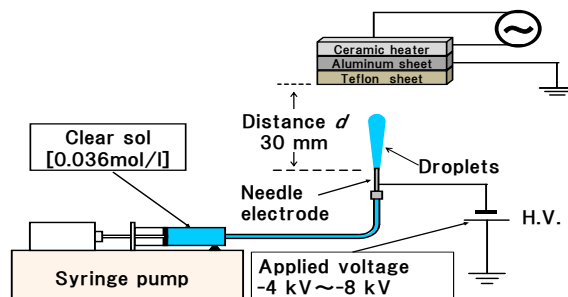


図1 光触媒作製装置

3 装置の改良および噴霧状態の確認

マスキング材を選定する条件として、アルミよりも電気抵抗が大きく、セラミックヒーターを使用するので、耐熱性が高い材料が挙げられる。上記の条件を満たす材料として本研究ではテフロンに着目した。テフロンは耐熱性が高く、アルミに比べて電気抵抗が非常に高いため電荷が接地に流れず、帯電した状態になる。このため、テフロンに帯電した電荷に噴霧した帯電液滴の電荷が反発し、アルミにのみ塗布されると考えられる。これらの理由からマスキング材にテフロンを選定し、実際に理論通りアルミにのみ噴霧されているのかの確認を行った。

噴霧状態確認のための装置図を図2に示す。図2のように光源である、キセノンランプを噴霧中に照射することにより噴霧状態を確認することが可能となる。また、実際には光源に角度をつけ、カメラに直接光を入れないようにしてある。

まず、マスキングなしの場合の結果を図3に示す。図3からマスキング処理を行っていないので噴霧範囲が同一でないことがわかる。また、噴霧の液滴分裂の状態から-4kVはコーンジェットモード、-6kVと-7kVと-8kVはマルチジェットモード、-5kVはコーンとマルチの移行状態であることが明らかとなった。

次にマスキングありの場合の結果を図4に示す。図4からマスキング処理を行うことによって、噴霧範囲を同一にすることが確認できたと同時に、噴霧溶液がテフロンに反発しアルミにのみ噴霧されていることが確認できた。また、-4kVは噴霧されないことが確認できた。この理由として、マスキング処理を行ったことにより針と接地面との電界が弱くなったためであると考えられる。

Evaluation of the Photocatalyst with High Durability produced by the Electrostatic Spray Deposition Method

Shunpei YAMAGAMI, Shota YAZAWA, Yusuke KUDO and Tetsuro OTSUKA

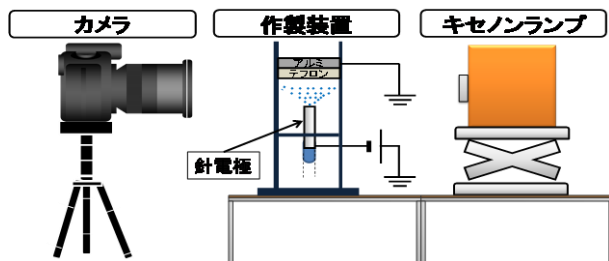


図 2 噴霧状態確認装置図

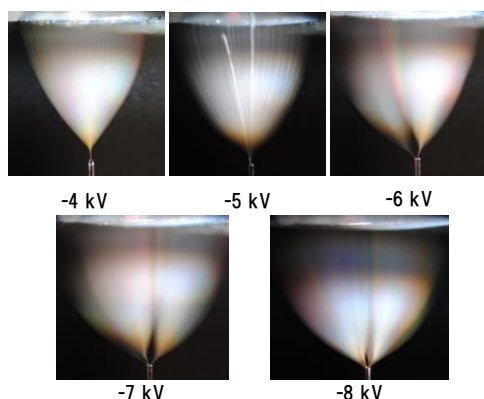


図 3 噴霧状態(マスキングなし)

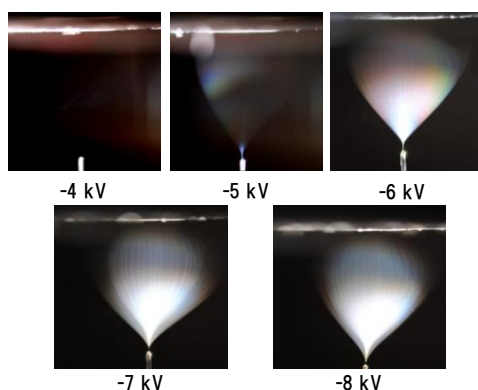


図 4 噴霧状態(マスキングあり)

4 光触媒基板性能評価

4.1 酸化分解作用実験

作製した光触媒の酸化分解の評価を行うため、メチレンブルー脱色評価を行った。作製した光触媒基板を入れたシャーレを用意し、その中に 10 ppm に希釈したメチレンブルー溶液を 10 ml 入れた。このときメチレンブルー溶液の蒸発を防ぐために蓋をし、その上からブラックライト (FL20S-BLB, TOSHIBA)の光を 24 時間照射した。24 時間の分解実験を行った後、メチレンブルー溶液の透過率を紫外可視分光光度計 (UV-2450, 島津製作所) にて測定した²⁾。

4.2 酸化分解作用実験結果

光触媒基板を入れて酸化分解を行ったメチレンブルー溶液の透過率を図5に示す。このグラフはメチレンブルー溶液の吸光ピーク波長である664 nmの部分の結果のみを抜きだしている。また、このグラフの縦軸の透過率はメチレンブルー溶液の色素が光触媒によって分解されたことを示しており、この透過率が高いほど光触媒の酸化分解作用が高いことを示している。図5より-5kVで基板なしのものより透過率が向上するが、-6kVで一旦下がり、その後向上していく傾向が明らかとなった。

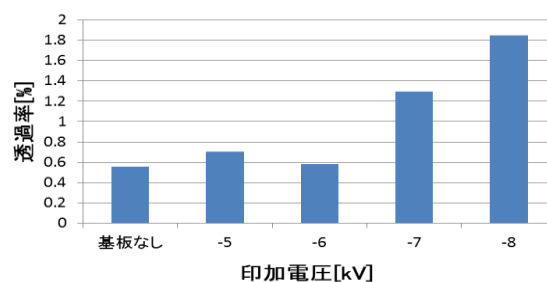


図 5 酸化分解作用実験結果

5 まとめ

本研究ではマスキング処理を行うことで、塗布面積の同一化が可能かどうかの検討を行い。その後酸化分解作用による性能評価を行った。評価を行った結果、-5kVで透過率が向上するが-6kVで一旦下がり、その後向上していく傾向となった。このような傾向となった理由として、光触媒作製時の噴霧状態が影響しているのではないかと考えられる。図4の結果より-5kVに比べて-6kVは針の先端の噴霧状態が若干二重になっていることがうかがえる。このことから-6kVはコーンジェットモードからマルチジェットモードへ移行した噴霧状態であったと考えられる。このため粒子が不安定となり一旦性能が下がってしまったと思われる。

6 今後の予定

酸化分解作用に関しては再現性を確認するために何回か実験を行う必要があると考えている。また、超親水性作用評価や走査型電子顕微鏡による表面観察、耐久性に関しても検討していきたい。最後に最終的な確認を得るためにガス吸着法を用いての比表面積の測定も視野に入れて今後研究を行っていく。

「参考文献」

- 1) 矢澤 他, 静電噴霧沈着法を用いて作成した光触媒層の性能評価および検討
静電気学会講演論文集, pp251-256(2011)
- 2) 山上 峻平, 静電噴霧沈着法を用いて作製した耐久性のある光触媒の性能評価
電気・情報関係学会北海道支部連合大会
講演論文集, No.086 (2013)