

光触媒を用いた悪臭除去装置の作製

1. 目的

二酸化チタンを励起するための紫外線光源として紫外線 LED も利用されるようになってきた。紫外線 LED は比較的高価であるが、素子が小型であるためコンパクトな設計が可能であり、また、長寿命という特徴がある。紫外線 LED には、パルス照射ができるという特徴もあるが、装置制御部の加熱防止という目的で使用されているだけで、パルス照射等の照射条件と二酸化チタンの消臭・脱臭能力との関係についての研究はほとんど見られない。

平成15年度の研究において、適切な条件でパルス照射を行えば連続照射と同程度の悪臭除去効率が得られる可能性を見いだした。そこで、平成16年度の研究では、二酸化チタンに対して、紫外線 LED を連続照射させた場合、あるいは、種々の周期や照射率でパルス照射を行った時の二酸化チタンの悪臭除去効率に及ぼす影響について検討を行った。

また、このような消臭・脱臭方式では、対象ガスが低濃度になった場合、境界拡散抵抗により除去効率が著しく低下するという問題がある。本研究では、LED のパルス照射に微細振動を付加した時の、二酸化チタンと悪臭ガスとの接触確率と消臭・脱臭能力との関係についても検討を行った。

2. 実験方法

二酸化チタン TiO_2 (250 m^2/g) の微粉末を水で混練、造粒した後、600,800 で焼成処理した。その他、セッコウ 10%を加え 70 で乾燥処理した試料も作製した。また、紫外線 LED はピーク波長 375nm のものを、試験ガスにはアセトアルデヒド、ホルムアルデヒドを使用した。

悪臭浄化試験は、図1のような装置を使用した。装置内部に 22×16×2mm の TiO_2 層を設け、その上下に各々6個の LED を設置した。 TiO_2 層表面の紫外線強度は 600 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ に調整した。装置の一方から所定の濃度に調整した悪臭ガスを送り、光触媒層を通過したガスを他方からテトラバッグに採取した。そして、そのガス濃度変化から悪臭除去効率を算出した。ガスの移送には流量調整可能なエアポンプを使用した。装置内の LED は、パルス周期, duty 比(点灯時間/周期)を調節できるようにした。また、装置の下部に微細振動装置(1~300Hz)を取り付けて、悪臭除去効率に対する微細振動の影響についても検討できるようにした。

3. 結果および考察

紫外線 LED のパルス照射による除去率は、使用する TiO_2 のガス吸着能力、すなわち比表面積の値に影響を受けると考えられる。800 焼成の TiO_2 を使用した実験では、600 焼成の TiO_2 を使用した場合より、除去率は著しく低

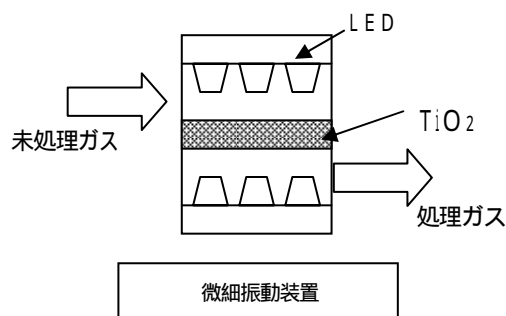


図1 悪臭除去装置

下した。 TiO_2 が光触媒作用を発揮するのは、ガス吸着以外の方法であっても、その表面とのガス接触確率を高くすればよい。本実験では装置全体に 180Hz の振動を付与したところ、除去率は2倍以上に向上した。

シックハウス症候群の主成分はホルムアルデヒドであるが、環境基準が 0.08ppm と規定されているように低濃度での汚染が問題となっている。これまで述べたように、 TiO_2 光触媒の分解効率はガスの TiO_2 への吸着速度に影響を受ける。従って、ガスが低濃度になり、濃度差による駆動力が小さくなると除去効率も低下する。ホルムアルデヒドの場合も、200Hz の振動を付与して連続照射で実験を行ったところ、3ppm 以上の濃度では 90%の除去率が得られたが、0.5ppm になると 40%と急激に低下した。

しかし、パルス照射でその周期を 30ms 程度に設定すると、OFF タイムの吸着が有効に利用され 80%以上の除去率となることが分かった。また、パルス周期が数 ms では、除去率は再び低下した(図2)。この現象は、OFF タイム時のガス吸着が数 ms という短時間では十分に行われていないと考えられる。そこで、1ms のパルス周期で duty 比を変化させ、OFF タイムの割合を多くすると duty 比 1%のとき除去率は約 80%となった。つまり、低濃度のホルムアルデヒドを処理する場合には、十分な OFF タイムをとり、ごく短時間照射するような設定が効果的であることが分かった。

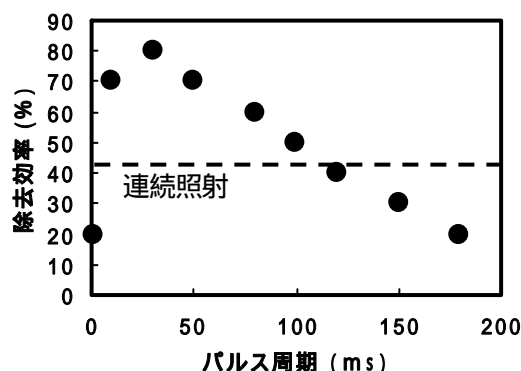


図2 ホルムアルデヒドの分解(0.5ppm) (デューティー比 50%, 200Hz, TiO_2 :70)