

揮発性有機化合物(VOC)処理システムの開発

省エネ性に優れた電気式処理システムで工場の排ガスを浄化し、大気保全に貢献

Development of a Volatile Organic Compounds (VOC) Treatment System

A System that Cleans Industrial Fumes through an Energy-Saving with an Electric Type Treatment Device and Contributes to Air Conservation

(エネルギー応用研究所 都市・産業技術G 産業エネルギーT)

(Industrial Energy Team, Urban and Industrial Technology Group, Energy Applications Research and Development Center)

塗装や印刷等の工場排ガスに含まれるVOCを触媒で分解する電気式処理システムを開発した。VOC分解後の排熱を有効利用するため、蓄熱材、熱交換器および独自の切替弁を備えた蓄熱触媒酸化式の処理装置とした。この装置に吸着濃縮器を組合せ、従来の触媒酸化方式に比べ、省エネ性に優れたシステムを実現した。

Chubu Electric Power Co., Inc. has developed an electric VOC treatment system that decomposes VOC in industrial fumes, which are used during painting or printing processes, using a catalyst. In order to use exhaust heat generated after the decomposition of VOC, the treatment equipment was a regenerative catalytic oxidizer with a heat storage material, a heat exchanger and uniquely-developed switching valves. By combining this system with an absorption concentrator, a new system has been realized that is more energy-saving than conventional systems using the catalyst oxidation method.

1 開発の背景と目的

塗装、洗浄、印刷、接着などの工程で使われる有機溶剤はVOCと呼ばれ、大気に放出された場合、光化学スモッグ発生の一因となるなど大気汚染や悪臭に繋がる。

そのため大気汚染防止法で規制されており、安価で確実な処理が求められている。VOCの処理では、VOC濃度が高ければ分解時の発熱によって分解温度を維持するための外部エネルギーを抑制できる。

一方、VOC濃度が低く、間欠的にしか排出されない場合は、外部エネルギーを多く必要とすることから運転コストの負担が大きくなる。

そこで、低濃度のVOCに対応し、省エネルギー性能に優れた電気式のVOC処理システムを東洋紡績株式会社と共同で開発した。

なお、従来システムは第3図に示すように触媒酸化装置が吸着濃縮器と接続されているものである。

工場排ガスに含まれるVOCは、ハニカムロータと呼ばれる回転式吸着器で吸着され、浄化ガスは大気に放出される。吸着器が脱離ゾーンまで回転すると、吸着されたVOCは工場排ガスに対し1/15~1/30の小風量で逆向きに流れる加熱空気で脱離・濃縮される。

濃縮VOCは蓄熱触媒酸化装置で二酸化炭素と水蒸気に分解後、排出される。

蓄熱触媒酸化装置には熱交換器が組み込まれ、VOC分解時に発生する熱をVOC脱離用加熱空気の熱源に利用するほか、異常燃焼を防ぐ冷却機能としても活用する。

蓄熱触媒酸化装置の「コ」の字の流路の中間に触媒と電気ヒータを、これを挟む二槽には蓄熱材、前処理触媒、

2 処理システムの概要

(1) 開発システムの特長

●省電力

蓄熱機構と熱交換器を併用して、VOC分解後の排熱を効率的に回収することにより、従来の触媒酸化処理方式に比べ、大幅な省エネが可能となる。

●メンテナンスコストの大幅削減

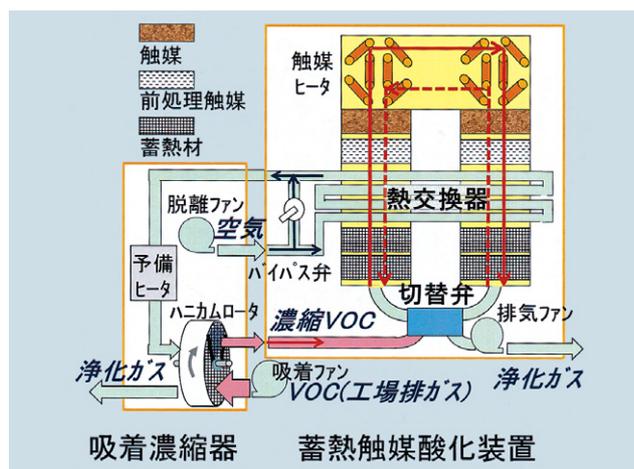
新開発の前処理触媒を高温下で作用させて被処理ガス中の有機シリコン化合物を効果的に除去することで、触媒寿命が向上し、触媒交換費用を大幅に削減できる。

●VOC濃度変動に対応

熱交換器と吸着濃縮器を通過する空気の風量を自動制御することで、VOCの濃度変動や間欠排出にも対応できる。

(2) システムの構成

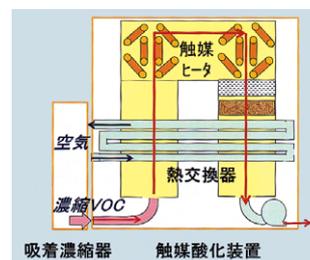
本システムは、吸着濃縮器と蓄熱触媒酸化装置で構成される。第1、2図に開発システムのフローと外観を示す。



第1図 開発システムのフロー



第2図 開発システムの外観



第3図 従来システムフロー

触媒を同量充填し、独自開発のコンパクトな切替弁でガス流路を切り替える仕組みとすることで、省スペース化を実現した。

(3) VOCの処理機構

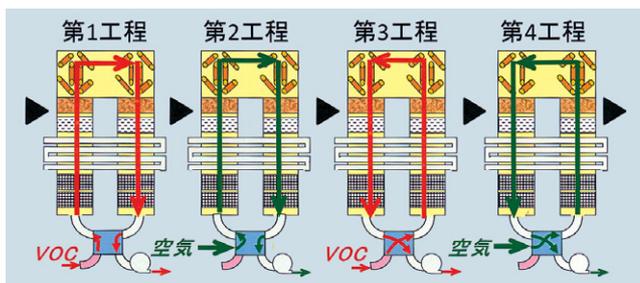
今回開発した蓄熱触媒酸化装置は、左右二つの槽のガスの流れを切替弁で4つの工程に切り替えてVOCを処理するものである。切替工程フローを第4図に示す。

【第1工程】 左の槽から濃縮VOCを導入し、前処理触媒で有機シリコン化合物を除去後、触媒燃焼により分解する。燃焼ガスが右の槽を通過する際、触媒、前処理触媒、蓄熱材と脱離用空気が加熱され、出口より排出される。

【第2工程】 左の槽から短時間パージ用空気を流し、槽内のVOCを追い出す。

【第3工程】 右の槽から濃縮VOCガスを導入して分解し、左の槽を通過する過程で排熱利用後、出口から排出する。

【第4工程】 右の槽から短時間パージ用空気を流し、槽内のVOCを追い出した後、第1工程に戻る。



第4図 切替工程のフロー

3 性能検証および評価

(1) 省エネルギー性能の評価

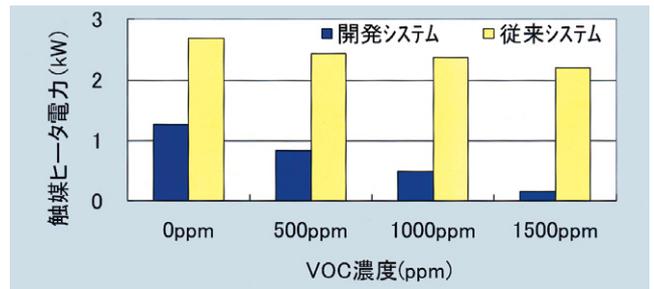
第5図に開発システムと従来システムにおける触媒ヒータ電力の比較結果を示す。VOC濃度が高いほど電力の差が大きくなり、濃縮VOC濃度1500ppmでは従来式の約1/14の電力となった。

本結果に基づき、イソプロピルアルコールを50ppm含有する風量500m³N/minの工場排ガスを処理した場合の試算結果を第1表に示す。開発システムでは、VOCの自然により触媒ヒータ電力がゼロとなるため、定常運転時の電力は、従来システムの約6割に低減できる。

(2) 触媒寿命の評価

今回開発した前処理触媒を、従来システムより約150℃高温で作用させることで、従来比15.6倍もの触媒寿命となった。開発した前処理触媒の単価を1とした場合の触媒交換費用の試算結果を第2表に示す。触媒と前処理触媒の交換費用は、従来システムの約1/20に低減できる見込みとなった。

なお、VOCの一部が前処理触媒で吸着・脱離し、前処理触媒が無い場合に比べVOC除去率が1～3%低下した。



第5図 触媒ヒータ電力の比較

第1表 定常運転時の電力試算結果

定常時の消費電力 VOC: イソプロピルアルコール	開発システム		従来システム	
	吸着-蓄熱触媒		吸着-触媒	
VOC濃度 (ppm)	50			
工場排ガス風量 (m ³ N/min)	500			
濃縮ガス風量 (m ³ N/min)	15			
濃縮VOC濃度 (ppm)	1667			
触媒ヒータ電力 (kW)	0		20	
吸着・脱着・排気ファン動力 (kW)	29.5		28.2	
ハニカムロータ駆動力 (kW)	0.3		0.3	
その他 (kW)	1		1	
合計 (kW)	30.8		49.5	

第2表 触媒と前処理触媒交換価格の試算結果

試算項目	開発システム		従来システム	従来比 (倍)
	蓄熱触媒	触媒	触媒	
前処理触媒単価比*	1		3.5	0.29
触媒単価比*	11.5		11.5	1.00
交換周期 (年)	7.8		0.5	15.60
年間前処理触媒交換価格比*	5		263	0.02
年間触媒交換価格比*	55		863	0.06
合計	60		1125	0.05

*開発した前処理触媒単価を1とした場合の比率

(3) 濃度変動の評価

VOC濃度を数百ppmの低濃度から数千ppmの高濃度に変動させても安定的に処理できることを確認した。

(4) 開発システムの適用範囲

開発システムは、従来システムで自燃できないVOC濃度200ppm以下の低濃度で、エネルギー費と触媒交換費で優位性が認められた。

風量500m³N/min以下の小～中風量のVOC含有ガスを排出する塗装、印刷等の工場において、電気以外のユーティリティ設備を付加することなく適用できる。

4 今後の展開

従来の触媒酸化処理方式に比べ、運転コストを大幅に削減できる電気式のVOC処理システムを開発することができた。

今後は、当社のソリューションの一つとしてVOCをお使いの工場に対して開発システムを推奨し、お客さまの作業環境改善および大気環境保全に貢献したい。



執筆者/ 棚橋尚貴