

快適生活環境に貢献する触媒燃焼式脱臭装置

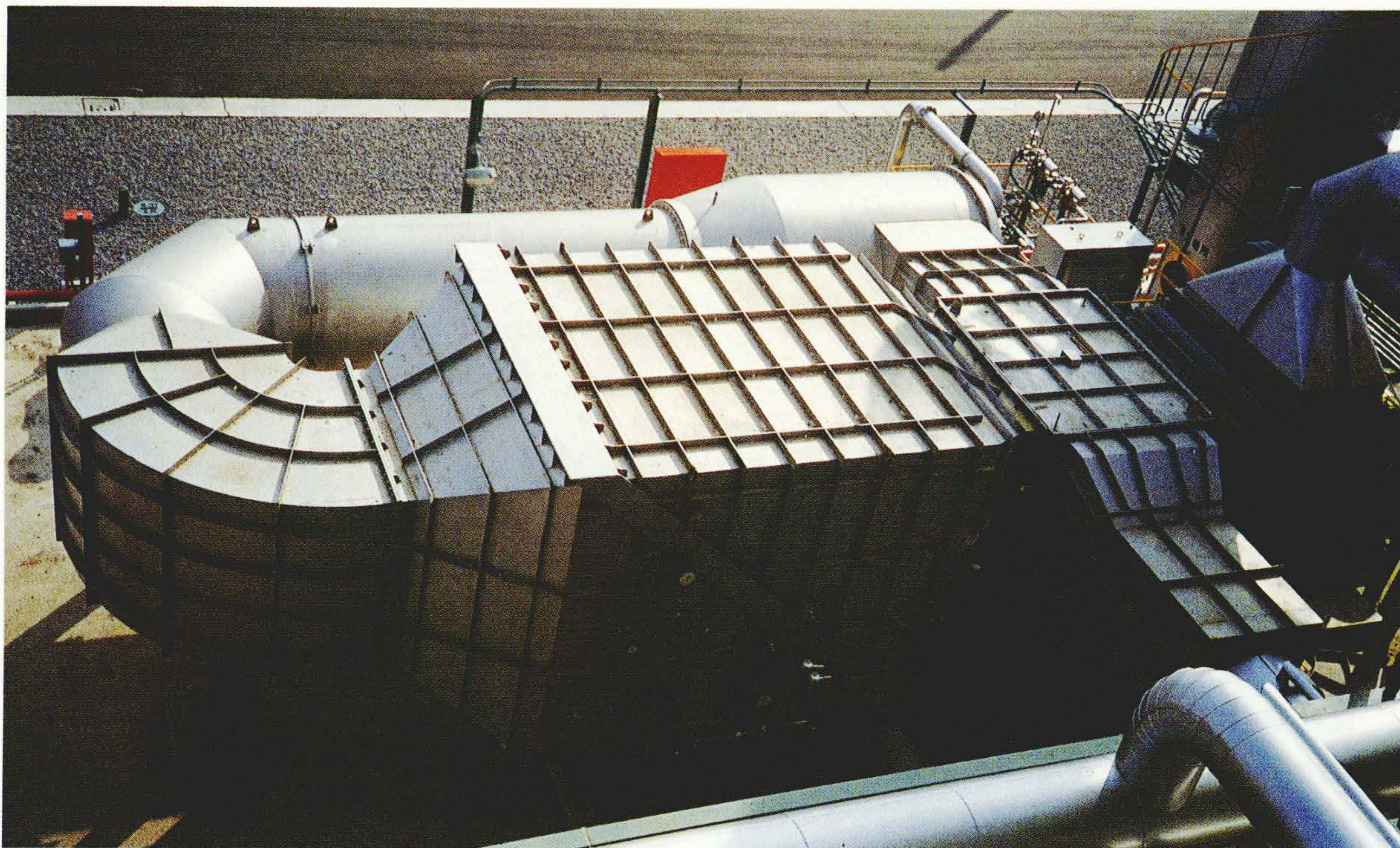
Deodorization Equipment Using a Catalytic Combustion for Comfortable Life Environment

一柳 宏* *Hiroshi Ichiryū*

角張 勝** *Masaru Kakubari*

三好英二*** *Eiji Miyoshi*

渡辺紀子**** *Noriko Watanabe*



C社納め触媒燃焼式脱臭装置 C社納め脱臭装置(処理ガス量20,000 m³N/h)の外観を示す。

近年、世界的な環境保護の観点から大気汚染物質の排出規制が強化される方向にある。一方、快適生活環境の面では悪臭排ガスに対する苦情が厳しさを増し、行政上の規制、指導も年々強化されてきている。

日立触媒燃焼式脱臭装置は、化学プラントなどから排出される排ガス中の悪臭、有害成分を触媒の酸化作用によって燃焼浄化するもので、直接燃焼方式

の装置に比べ、200～400℃低い温度で高い脱臭率が得られるため、補助燃料の低減が図れるとともに窒素酸化物の発生がないなどの特長を持っている。

触媒は耐熱性の高い開発触媒の採用により、800℃の高温まで使用が可能であり、負荷や成分の変動に容易に対応できる経済性の高い最適な脱臭装置である。

* バブコック日立株式会社 呉工場 ** バブコック日立株式会社 機電事業本部 *** 日立製作所 機電事業部 **** 日立製作所 日立研究所

1 はじめに

わが国は、昭和30～40年代の高度経済成長期を経て、有数の工業立国としての地位を確立した。その裏側では、同時期に大気汚染や水質汚濁などの環境問題が発生したが、種々の対策の実施により、現在ではほぼ改善されつつある。

一方、悪臭による環境問題は健康への影響が明らかでなく、主に生活環境の保全を目的とするため、とかく軽視されがちである。昭和46年に悪臭防止法が施行(現在、8物質を指定)されたものの、現在でも環境問題に関する苦情件数の中では騒音に次いで第2位にあり、そのうち、約 $\frac{1}{4}$ は製造業に関する苦情である¹⁾。

しかし、最近では地球規模での環境保護が注目され、また生活面ではアメニティ指向による快適性の要求が高まっており、地域住民などからの苦情に対応して、悪臭による環境問題への行政面の規制、指導は年々厳しさを増しており、化学工場など悪臭排ガスの臭気対策(脱臭)の必要に迫られている。

脱臭方法は、燃焼酸化法(触媒燃焼、直接燃焼)・化学吸収法・物理吸収法・吸着法・活性汚泥法に大別され、ガス量、脱臭効率および経済性を考慮して選定される。

燃焼酸化法の中の触媒燃焼法は、比較的低温で高効率の脱臭性能が得られ、運転コストを低減できるなどの特長から、有力な脱臭技術として注目されている。

日立グループでは、この触媒燃焼を用いた脱臭装置を開発し、化学工業ほか各種脱臭分野への適用と応用製品の開発を進めている。

2 触媒燃焼式脱臭装置

2.1 触媒燃焼法と日立脱臭触媒

触媒燃焼法は、触媒表面で可燃物を接触燃焼させるもので白金などの貴金属やマンガンなどの遷移金属の酸化作用により、通常の火炎燃焼と同等の酸化反応を低温かつ迅速に行うことができる。触媒燃焼法の主な特長としては、前述した低温燃焼のほかに下記があげられる。

- (1) 火炎燃焼では難しい低カロリーガスの安定燃焼が可能なこと。
- (2) 低酸素条件下での安定燃焼が可能なこと。
- (3) 均一無火炎燃焼のため窒素酸化物の生成を抑制できること。

以上の特長を生かして、ガスタービン用燃焼器など高温燃焼器への適用が各方面で注目され、開発が急がれている²⁾。

日立グループでは、排煙脱臭触媒や他の触媒技術を基に、日立製作所 日立研究所の高耐熱性触媒担体の開発³⁾を契機に、昭和50年後半から本格的に高温触媒燃焼技術の開発に着手した。

触媒燃焼式脱臭装置の触媒は脱臭触媒本来の低温活性を維持した上で、これまでの高温触媒燃焼技術を生かして、日立グループの従来品よりも耐熱温度を約200℃高め、800℃まで使用できるようにした。

2.2 日立脱臭触媒の燃焼特性

代表的な悪臭成分、有害成分の自然発火温度と触媒燃焼に関する各種温度とを比較整理したものを表1に示す。触媒燃焼では、ほとんどの成分が自然発火温度より

表1 代表的な成分の自然発火温度と触媒関連温度 触媒着火温度とは、触媒反応を開始する温度を示し、触媒層入口温度、処理完結温度は、装置計画温度を示す。

単位 ℃				
物質名	自然発火温度	触媒着火温度	触媒層入口温度	処理完結温度
水素	672	常温	150～	300～350
一酸化炭素	609	80	150～	300～350
プロパン	493	250～280	350～	500～550
ホルムアルデヒド	430	常温	150～	300～350
アセトアルデヒド	185	100	150～	300～350
メタノール	470	常温	150～	300～350
アセトン	579	200	250～	350～400
M E K	505	100	200～	500～550
トルエン	552	150～180	250～	350～400
フェノール	715	150	300～	400～450
酢酸	550	200	350～	500～550
n-ヘキサン	260	120	250～	500～550
トリメチルアミン	190	100	150～	300～350

も低い温度で反応を開始し燃焼を完結している。一般にアルコール類、アルデヒド類については特に低温活性に優れている。また、メタン、プロパンなどは反応温度を高くする必要があり、触媒燃焼にとって難燃性と言えるが、分子量の増加に伴い燃焼性が良くなる傾向にある。

脱臭触媒の800℃での耐久試験結果を図1に示す。試験は触媒を800℃空気流中に保持し、プロパンの90%反応率を得る触媒入口温度(T90)の経時変化で評価した。この結果触媒への第2成分の添加および添加量の調整、触媒製造工程での条件の適性化により、従来品に比べ高温での耐久性が飛躍的に改善された。

2.3 触媒燃焼式脱臭装置のシステムと特長

触媒燃焼を用いた脱臭装置の代表的なシステムを図2に示す。化学プラントなどから発生した悪臭、有害成分を含む排ガスはダクトなどによって脱臭装置へ導入される。装置入口で必要に応じブロワで昇圧し、熱交換器に供給する。熱交換器で自己の燃焼熱と熱交換によって必要温度に予熱した排ガスは、触媒燃焼炉内に設置した脱

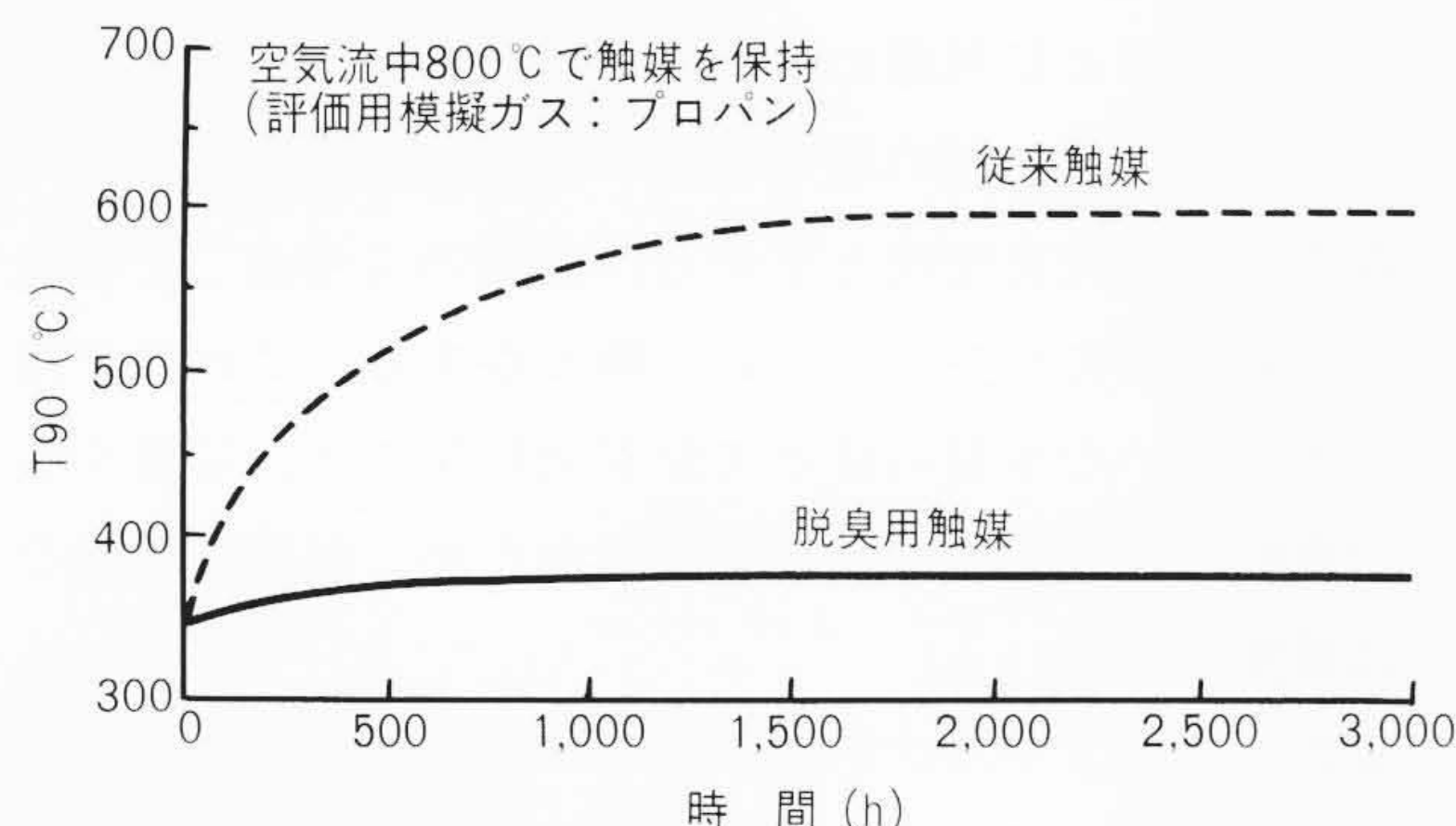


図1 脱臭触媒の耐久性 脱臭触媒の800℃空気中の耐久性試験結果である。(T90とは、燃焼率90%を示す触媒入口温度を示す。)

臭触媒を通過する際、悪臭や有害成分を燃焼浄化し、再び熱交換器および後流の廃熱ボイラなど廃熱回収機器を通り、系外または大気へ排気するシステムである。

補助バーナは、装置のスタートアップおよび排ガス予熱のバックアップ用に使用する。排ガスが常温で導入される場合、排ガス中の可燃分総発熱量が209.3 kJ/kg mol {50 kcal/kg mol} あれば、熱交換器による排ガスの予熱で十分であり、運転中に補助バーナによるバックアップ予熱は必要ない。以上、触媒燃焼式脱臭装置の代表的なシステムについて述べたが、排ガスの条件や装置の位置づけおよび経済性を考慮した最適なシステム設計が可能である。

この触媒燃焼式脱臭装置の特長として下記があげられる。

- (1) 排ガス中の成分に応じた最適な処理温度が設定でき、余剰な補助燃料の消費がないこと。
- (2) 800℃の高温まで使用できるため、排ガスの負荷や成分(発熱量)の大きな変動に対応できること。
- (3) 火炉を必要としないためコンパクト、省スペースであること。
- (4) 触媒を含め低圧力損失タイプであること。
- (5) 二次的な環境問題の元になる窒素酸化物の発生がないこと。
- (6) 排水処理が不要であり、付帯機器が少ないこと。

2.4 脱臭装置の適用先

触媒燃焼式脱臭装置は、無機系の悪臭成分を除く有機系の悪臭、有害成分に適用が可能である。代表的な悪臭、有害成分を含む排ガス発生源を持つ業種とその成分を表2に示す。

化学工業では、アクリル酸エステル、ホルムアルデヒド、エチレン、プロピレン、スチレン、酢酸、酢酸エチルなどの製造工程から発生する排ガスへの適用が可能で

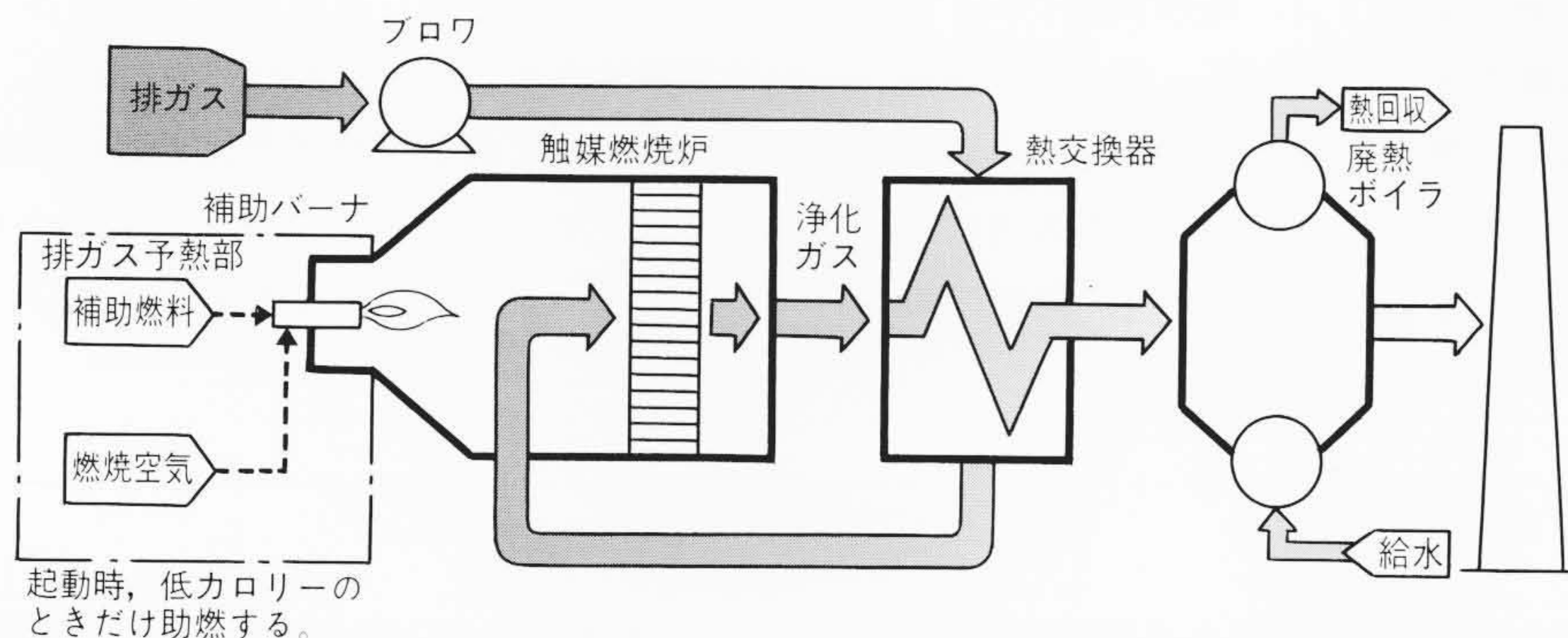


図2 触媒燃焼式脱臭装置のシステムを示す。

日立触媒燃焼式脱臭装置の代表的なシステム例

表2 業種と代表的成分 触媒燃焼式脱臭装置の適用について代表的な業種と臭気排ガスの発生源および成分を示す。

業 種	代 表 的 成 分	
1.化学工業	各種プラントオフガス ペントガス、パージガスなど	水素、一酸化炭素、プロパン、メタノール、アクリル酸、酢酸
2.塗 装	溶剤、オフガス	アセトン、トルエン、メタノール、ホルムアルデヒド
3.接着加工	溶剤、オフガス	トルエン、ベンゼン、アセトン、メタノール、MEK
4.プラスチック加工	副生ガス、溶剤オフガス	スチレン、ブタジエン
5.食品加工	厨(ちゅう)房排気	トリメチルアミン、ホルマリン

ある。その他、樹脂加工や各種塗装工程から発生する溶剤系を含む排ガスへの適用が考えられる。

触媒燃焼式脱臭装置の適用にあたって、触媒の性能を低下させる被毒物質が排ガス中に含まれるか否かが重要である。このため、適用前に排ガスの調査、分析、燃焼テストなどを実施して、被毒物質が含まれる場合は、前処理などシステム面の対応ほか、適用可否の判定を行っている。

2.5 経 済 性

触媒燃焼式脱臭装置は、直接燃焼方式の脱臭装置に比べ燃料費の低減が図れることは前述した。直接燃焼方式では、悪臭、有害成分を燃焼するために通常700℃以上の温度が必要である。例えば2万kg/h、418.6 kJ/kg mol {100 kcal/kg mol}の排ガスを処理する場合で試算すると、プロパン換算で年間約560 tの燃料節約が触媒燃焼方式の採用で可能となる。A社の化学プラントから発生する排ガスの脱臭用に納入した装置では、起動以後計画停止までの期間、補助燃料をいっさい使用しなかった実績がある。

従来触媒を使用した脱臭装置では、処理温度が550℃を超えると空気による排ガスの希釈を行っていた。前述と同じ条件で試算すると、排ガス量の50%を超える希釈空気を必要としていたが、耐熱性の高い触媒の採用によって希釈運転が必要でなくなる。これにより、希釈プロ

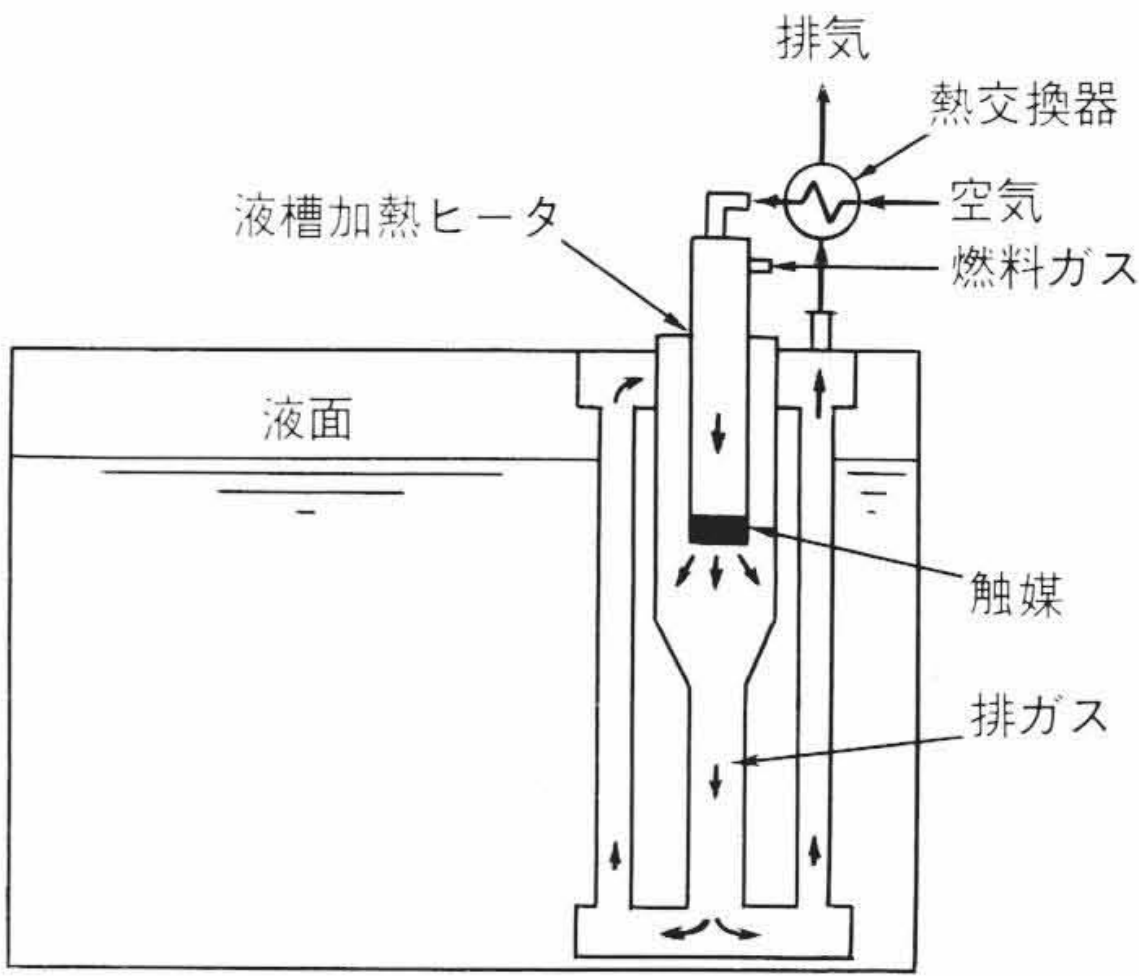


図3 触媒燃焼式浸管ヒータ 触媒燃焼式脱臭装置の応用製品として、液体加熱用浸管ヒータのシステム例を示す。

ワおよび動力費の低減が図れるとともに触媒量の低減、装置全体のコンパクト化ができる。

3 応用製品

以上述べた触媒燃焼式脱臭装置の応用製品として、図3に示す触媒燃焼式浸管ヒータがある。この装置は排ガスを触媒で燃焼し、その燃焼熱で液体の加熱を行うもので、燃焼部と伝熱部の一体構造をとっている。悪臭、有害ガスの処理と熱の有効利用が同時に行えるとともに触媒の均一無火炎燃焼を生かし、液槽内に浸漬して使用するため熱損失が少ないという特長がある。これまで処理に困っていた少量の排ガスが有効利用でき、流量や負荷の変動に対し複雑な制御が不要なため、熱媒の加熱などに採用されている。

また、アセトアルデヒドやトリメチルアミンなどの食品調理臭専用の低温脱臭触媒は、各種家電調理器具の脱臭用に採用されている。

4 おわりに

今後、世界的な環境保護の観点から、先進国であるわが国は率先した対応が望まれている。

悪臭ガスおよび有害ガスの処理に最適な触媒燃焼式脱臭装置が、クリーンな明日の環境づくりの一助となることを願い、全力を尽す考えである。

参考文献

1) 大気汚染防止の技術と機器，産業調査会事典出版センター(1988)

2) 小沢，外：ガスタービン複合型触媒燃焼器の研究，第10回触媒燃焼に関するシンポジウム予稿集(平2-11)

3) 山下，外：希土類-β-アルミナの生成と熱的特性，日本化学会誌，1169～1174(1986-9)