

空気浄化に関する総合的研究 第三部

一酸化炭素酸化触媒に関する基礎実験と浄化装置開発に関する一考察

小林 昌 弘  
老 川 進

§ 1. 問題発生の動機

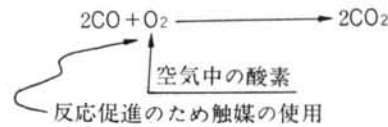
建築の分野にあつては、屋内環境の空気浄化方式についてかなり以前から考慮されており、特に換気方式と塵埃類の除去に関しては、研究・装置開発が行なわれていた。しかし、汚染ガスについて積極的に除去しようとする考え方は新しく、浄化方式が種々考案され多くの人々に汚染ガス除去の必要性が認識されたのは、ビル衛生管理法が施行された昭和45年以降からであろう。この汚染ガスのうち、現状において建築の分野で問題となるのは、大気中に含まれるイオウ酸化物(SO<sub>2</sub>)、チン酸化物(NO<sub>x</sub>)と地下駐車場からの排出ガスとしての一酸化炭素(CO)、炭化水素類(HC)である。これらの汚染ガスのうちCOの浄化は極めて難しく、適正な浄化装置の開発は行なわれていない。しかし、都市においては地下駐車場、高速地下道などが建設された場合、その排出ガスによる環境汚染問題が生じ、地域住民に対し健康阻害の一因となることがある。このため、地下駐車場などからの排出ガス、汚染ガス中のCO、HCを浄化する必要性があり、開発基礎実験を行うことにした。

本報告は、汚染ガス中のCOについて、どの程度の浄化効率で、どの程度の耐久性があるか、また、装置費用はどの程度であるか実験、考察を行なった結果である。

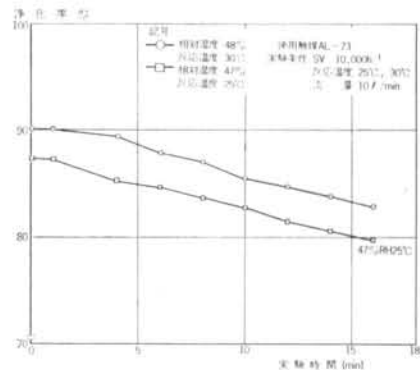
§ 2. 浄化方式の決定

COの浄化方式は、ガス吸着による除去方法と、酸化して炭酸ガス(CO<sub>2</sub>)として無害化する除害方式の2通りが考えられる。ガス吸着の方法は、使用条件が難しく吸着量が少ないなど、建築の分野においては適正な方式ではないと判断される。一方、酸化除害方式は適正な酸化触媒により、比較的低温で除去することが可能であり、この酸化除害方式によりCO除去を行うことにした。

酸化除害方式は、化学式で表示すれば次のような簡単な式となる。



化学式で表示すれば、上記のように非常に簡単であるが、通常の大気中では反応の進行が非常に遅い。このため酸化触媒を使用するが、この触媒をいかにして安価で、建築の分野で使用可能な程度の低温反応で、かつ、耐久性(触媒性能の長い)のある酸化触媒を開発するかが一番大切なこととなる。このように記述することは容易であるが、ここで低温で耐久性があり、酸化性能が良好であるということは、触媒の性質上相反することで非常に困難な問題となっている。したがって、触媒の選定が除去方式、装置開発の最重点問題となる。この酸化触媒としては、酸化鉄系、酸化アルミナ系、ゼオライト系、パラジウム系、白金系などがある。このうち、現時点で低温での使用に耐えるものとしては、パラジウム系(活性炭担体にパラジウムを付着させたもの、以下PT触媒と略す)、酸化アルミナ系(酸化アルミナ主体、以下AL-73)、白金系(活性炭担体に白金を付着させたもの、以下CATOX)である。さらに、常温度(相対湿度30~



図一 相対湿度差による触媒性能の低下

70%程度)で酸化性能が良好で耐久性があるものとしてはCATOX系触媒だけである。

湿度(水分による触媒の劣化)により多くの酸化触媒は性能低下が生ずるが、実験をした結果が図-1である。このように、AL-73触媒(P-T触媒も同様である)は湿度差による性能劣化が激しく、わずか数時間の耐久性となる。湿度差による劣化が比較的少ないものはCATOX触媒であるため、この触媒について常温(25~30℃)でどの程度の触媒性能があるか基礎実験を行うことにした。

### § 3. 常温におけるCATOX-CT1触媒に関する基礎実験

常温でCO除去が可能である触媒CATOXが新たに試作された。デスク実験では500hr程度の耐久性が認められたが(図-2)、実際の地下駐車場での実験では、触媒の活性低下が激しく、常温での実用には問題があることがわかった。ここでは、常温でのCO浄化実験の経

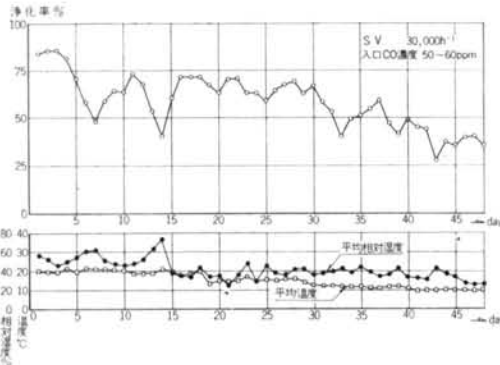


図-2 CATOX触媒の耐久性  
(注) キャタラ工業試験結果より

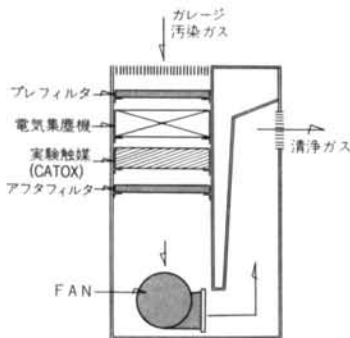


図-3 小型実験装置による地下駐車場COガスの酸化除害実験

過と劣化原因の解明を試みる。

### 3.1 ガレージにおけるCO浄化実験

#### 3.1.1 地下駐車場でCO浄化実験

CATOXが実際の地下駐車場でどの程度の浄化効率が見られるか確認のため、図-3のような小型浄化機にCATOXを入れ、地下駐車場(千代田区、出入自動車台数150台/hr)でテスト運転をした。その結果、デスク実験で得られた耐久時間500hrとは大きな差があり、わずか数十時間でCO除去性能は低下した(図-4)。

この早期劣化は、地下駐車場特有の汚染物質が原因していると考え、この汚染物質を除去するため活性炭フィルタをCATOXの前につけ寿命を延ばそうと考えた。しかし、前処理として活性炭を取り付けたシステムも活性低下を防げず(図-5)、実験の場を研究室に移し劣化の原因を検討することにした。

#### 3.1.2 チャンバー実験

試験空気を地下駐車場の空気に相似させるため、チャンパー(1.8m×1.8m 高さ1.8m)に自動車排ガスを注入し、チャンパー内の空気を試験空気として使用した。

前処理フィルタとしての活性炭の効果調べるため、

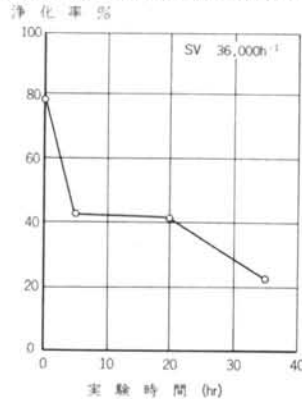


図-4 CATOXの早期劣化(地下駐車場において)

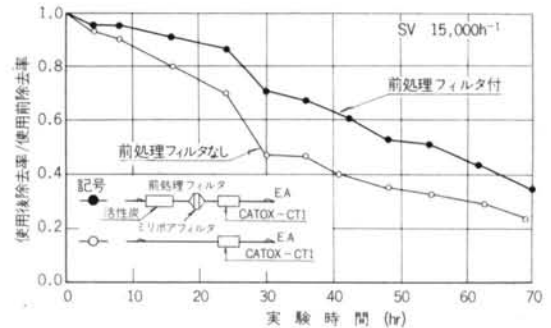


図-5 前処理フィルタによる触媒酸化性能試験

活性炭の量を変化させ、CATOX の CO 除去率を比較した(図-6)。これより、活性炭フィルタの量を増加するほど CATOX の CO 除去率は高く、量を増加することで寿命を延ばすことが可能である。しかし、実用化の際はコスト面から活性炭使用量が制限される。そこで実用化の際に、活性炭と CATOX に費やすことができる

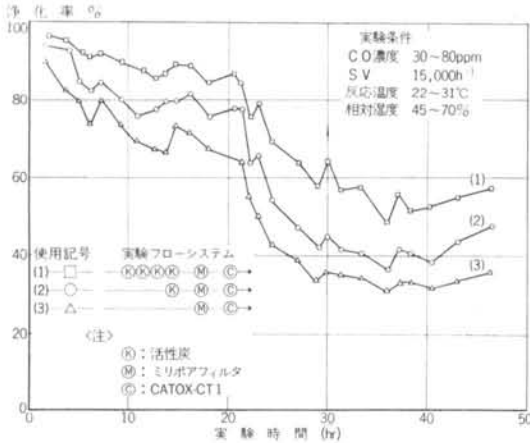


図-6 前処理フィルタの相違による触媒酸化性能

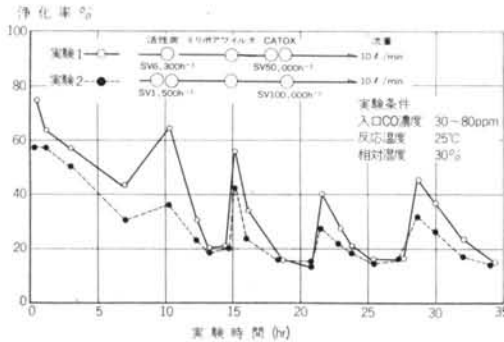


図-7 同一イニシャルコストによる触媒酸化性能の比較

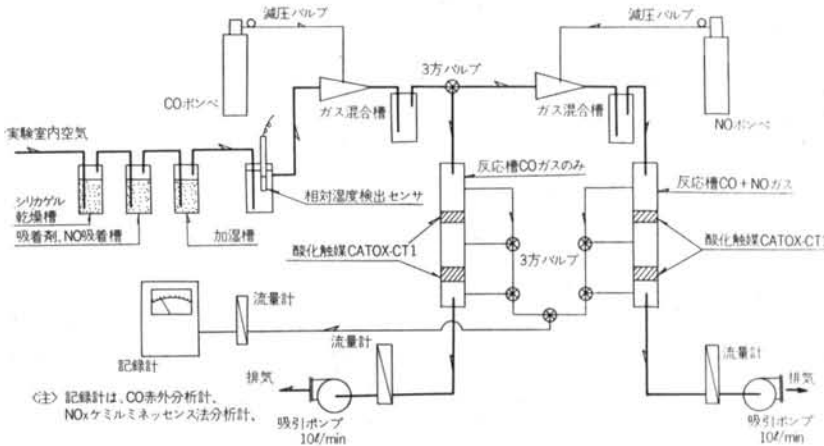


図-8 NO混合ガスによる酸化触媒性能実験フローグラフ

イニシャルコストを想定し、両者のSV値(処理風量/使用触媒量)を決め、耐久テストを行なった(図-7の両系統ともイニシャルコストは同じ)。両者とも30数時間後には平均除去率が30%台に落ちこみ、実用には適さないことが判明した。

### 3.2 触媒活性低下の要因

#### 3.2.1 触媒活性低下の因子

CATOX の触媒毒と考えられる物質を、自動車排気ガスの成分から推定すると次のようになる。

- (1) NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub>, NO)
- (2) HC
- (3) SO<sub>2</sub>
- (4) 粉じん類(重金属 Pb, As など)
- (5) 水分

などが考えられる。しかしこの中で、前処理フィルタとして付けた活性炭は NO<sub>x</sub> 中の NO<sub>2</sub> および SO<sub>2</sub> をかなり除去できることが確認されており、また、粉じん除去用として取り付けたミリポアフィルタは 0.1 μ 以上の粉じんはほとんど除去されることが明らかであり、直接の劣化原因から除くことができる。残りの劣化原因と考察されるNO, HC, 水分等が触媒毒となるかを検討することにした。

#### 3.2.2 NOの影響

図-8の装置を用い、NOがCO除去の際阻害となるかを検討した。装置の一方の系統にはCOガスのみを、他方の系統にはCO+NOの混合ガスを流し、両系統のCO除去率の比較によりNOの影響を推察した。図-9はその結果であるが、高湿度(相対湿度70%)では、両系統の差は現われないが、相対湿度30%付近ではCO+NOの混合ガスの方が除去率が低く、NOによるCAT-

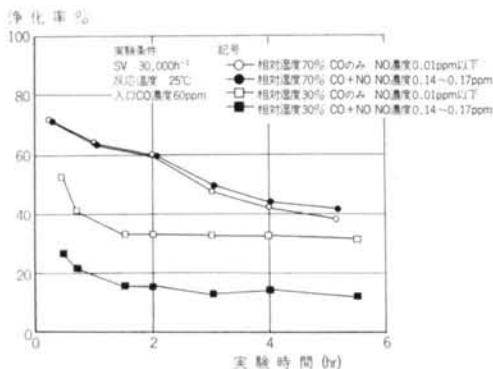


図-9 NO混合ガスによる酸化触媒性能試験結果

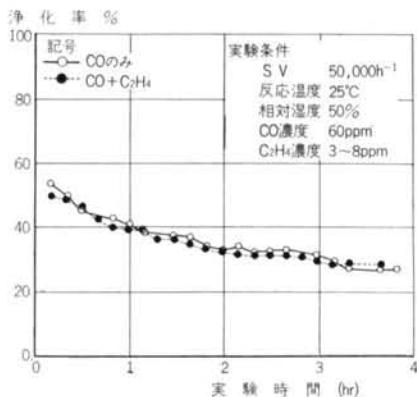


図-11 アセチレン混合ガスによる触媒性能試験結果

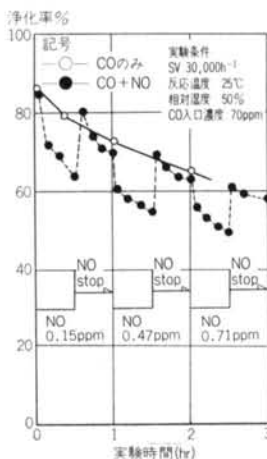


図-10 NOガスを間歇に流した場合の触媒性能試験結果

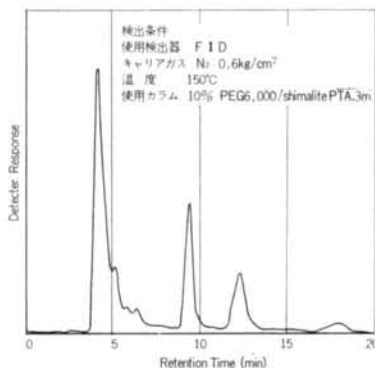


図-12 活性炭前処理フィルタからの吸着 HC ガスの検出結果

項目	分子式	沸点 (°C)	排ガス中の含有率(%)	活性炭の保持量 Weight (%)	活性炭によるHCの浄化割合(%)
エチレン	$C_2H_4$	-104	24.9	効果なし	64.9
メタン	$CH_4$	-164	19.2	"	
アセチレン	$C_2H_2$	-83.6	11.2	"	
プロピレン	$CH_3 \cdot CH=CH_2$	-48	9.6	効果少	12.8
トルエン	$C_6H_5 \cdot CH_3$	110.8	4.5	25	
イソブチレン	$(CH_3)_2 \cdot C=CH_2$	-6.9	4.3	20	
メタキシレン	$C_6H_4(CH_3)_2$	139	2.3	26	
イソペンタン	$C_5H_{12}$	-131	1.7	20	22.3
その他	—	—	22.3	—	

(注) 参考文献“自動車排ガス公害その実態と対策(化学工業社)”, “岩波理化学辞典”より

表-1 ガソリン車排気ガス中の炭化水素構成比と活性炭による炭化水素の吸着割合

OXのCO除去性能低下が明らかである。図-10はNOガスを間歇に流したものであるが、NOガスを止めた時にCATOXのCO除去性能が回復する。このようにNOの影響は一時的なものであるが、浄化対象ガス中にNOガスが混入すると、COガスと活性点を奪いあう現象がみられ、低温度においてはNOのCATOXへの被毒

現象は避けられないことがわかった。

### 3.2.3 炭化水素の影響

表-1は、ガソリン車の排気ガスの構成比分析例であるが、低級炭化水素であるメタン、エチレン、アセチレン等が全体の約7割をしめている。そこで、デスク実験で低級炭化水素の1つであるアセチレン( $C_2H_2$ )をCA-

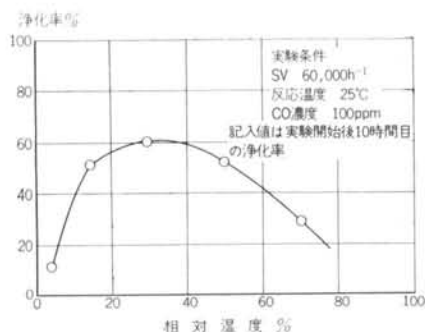


図-13 相対湿度変化によるCO浄化率  
(注) キャタラ工業資料より

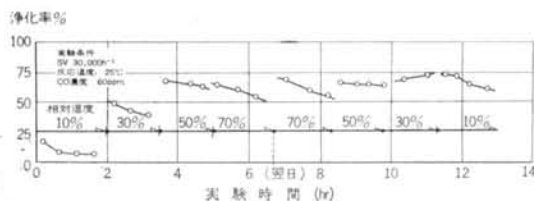


図-14 短時間に相対湿度を変化させた場合の触媒性能

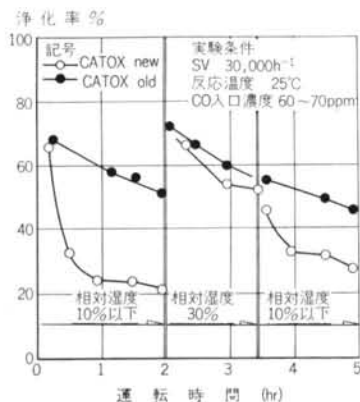


図-15 製造年月日の相違による酸化触媒の性能差  
TOX と反応させ影響をみた。図-11は、 $C_2H_4+CO$  の混合ガスとCOガスだけのCO除去率を比較したものであるが、両者の差はなく、アセチレンの影響は少ないものと思われる。

また、チャンバー実験で劣化したCATOX触媒の少量を、熱分解装置により300°Cに加熱、脱着し、発生したガスをガスクロマトグラフで分析した。その結果、前処理フィルタとしてCATOXの前に活性炭フィルタを付けたものには、HCのピークは検出されず、前処理フィルタがないCATOX(図-12)からはHCの存在を示すピークが現われた。この結果より、触媒劣化の原因となると考えられる高炭化水素類の除去は可能であり、低炭化水素による触媒の活性炭低下は小さいといえる。

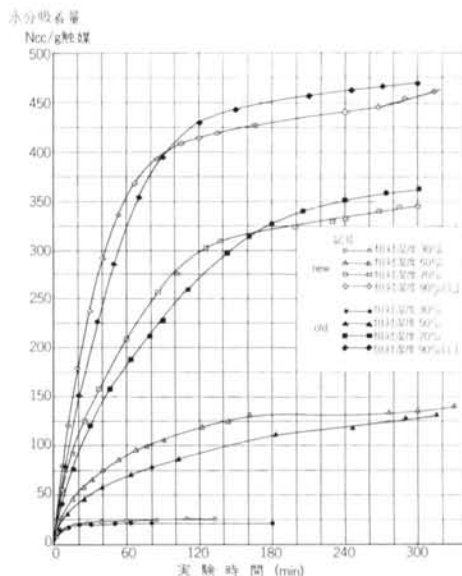


図-16 酸化触媒の相対湿度変化による水分吸着速度特性

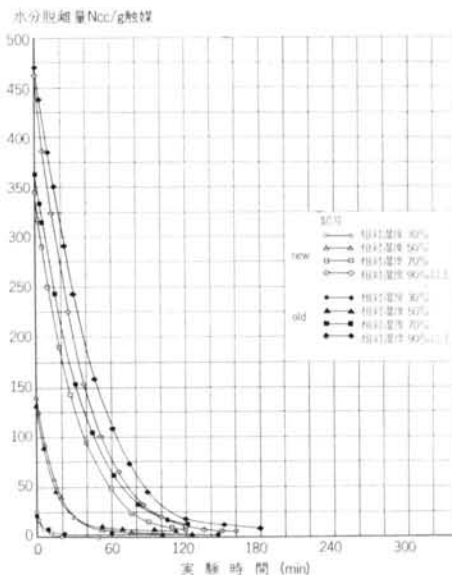


図-17 酸化触媒の相対湿度変化による水分脱離速度特性

### 3.2.4 水分による影響

触媒活性と相対湿度との関連を知るため、入口空気を一定の相対湿度に保ち、COガスを混入させ10時間後のCO除去率をプロットした(図-13)。相対湿度30%付近で最もCO除去率が高く、相対湿度が小のときと大のときのCO除去率は低い。また、短時間に相対湿度を変化させ、同一触媒のCO除去率をみたのが図-14である。実験開始直後の相対湿度10%と12時間後の相対湿度10%

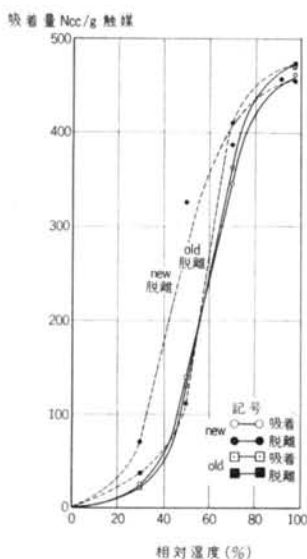


図-18 酸化触媒の相対湿度差による水分平衡吸着量

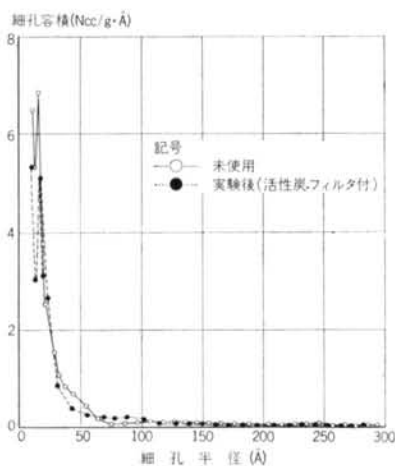


図-19 酸化触媒の細孔分布曲線

の除去率とは大きな差がある。このことは相対湿度だけで触媒活性を規定できず、触媒中に含まれる水分の影響も関与しており、触媒活性を高めるにはある程度の水分が必要であることが推察される。

しかしながら、製造法が同一で製造期日の異なる CATOX の触媒活性と、相対湿度の関係を調べたところ、相対湿度が低い乾燥状態で触媒活性が高くなる傾向があらわれた。そこで、実験前の触媒の含水率を同じにし、同一条件で低相対湿度に対する触媒活性をみた。製造期日の違う CATOX-old と CATOX-new とでは、相対湿度が低い範囲においては顕著な差があらわれた(図-15)。

次に、new と old の水分吸着特性の差を知るため、

石英スプリングを使用した水分吸着反応試験装置を用い、吸着特性を調査した。実験は吸着反応槽内のバスケットに 0.3~0.4 g の CATOX をのせ、5 l/分の空気を流し、それぞれの相対湿度で飽和にし吸着速度・平衡吸着量を求め、その後、乾燥空気(相対湿度10%以下)を流し脱離速度を求めた(相対湿度の変化10%→30%→10%→50%→10%→70%→10%→90%→10%) (図-16, 図-17)。また、吸着と脱離過程(相対湿度の変化90%→70%→50%→30%)における平衡吸着量を求めたのが図-18である。吸着・脱離速度には両者の差はみられなかったが、脱離過程における相対湿度30%、50%の平衡吸着量は new が old の2倍となった。しかし、これらの水分吸着特性からは、前述した「低相対湿度での触媒活性の差」を説明することは困難である。以上の実験結果から考察すると、水分吸着は触媒活性低下に影響を与えるが、実装置として CATOX を使用する場合には相対湿度30%、または10%以下の範囲で使用する2方法があるが、なぜこのような差が生じるか原因を究明することはできなかった。装置実用上の面から考察すると、相対湿度30%で使用する方が低価格で実用できる。

### 3.2.5 CATOX 表面積と細孔分布の変化

INKIEY 法 ( $N_2$  吸着-196°C) により CATOX の実験前の表面積とチャンパー実験で使用したあとの CATOX の表面積を比較した。未使用のものが表面積 1000  $m^2/g$  に対し、実験後のものは 700  $m^2/g$  と表面積が3割減少している。図-19は細孔分布曲線であるが、実験後のものは未使用の CATOX に比べ半径 10~30 Å の細孔が半減している。CO 分子を球状と考えたときの分子直径は約 5 Å であり、細孔の減少が CO ガスとの接触面積を減少させていることは確実で、触媒活性低下に何らかの影響を与えているといえよう。

### 3.3 NO 発生について

図-20 は  $NO_2$  と  $NO$  の濃度比と相対湿度をかえ、CATOX の  $NO$  の除去率(発生率)を示したものである。CATOX は活性炭を担体にし白金を担持させたものであるが、 $NO$  発生傾向は活性炭と同様に相対湿度が低く、 $NO_2$  濃度が  $NO$  濃度より高い時に発生傾向が

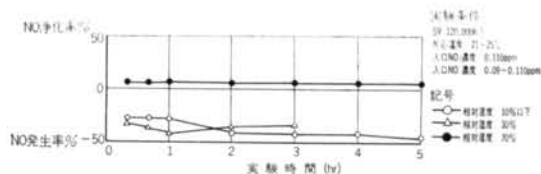


図-20  $NO_2$ 、 $NO$  ガスが同一混合の場合の  $NO$  浄化特性

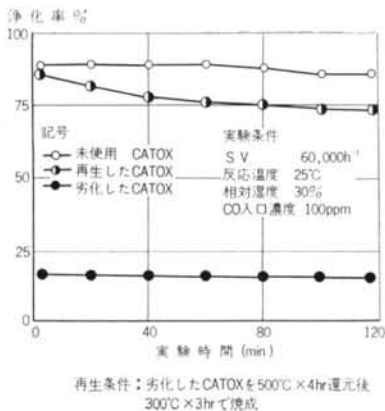


図-21 水素ガス、加熱空気法による酸化触媒の賦活性能結果  
(注) キャタラ工業資料より

あり、NO<sub>2</sub>をNOに還元させる性質がある。これを抑制するには (NO<sub>2</sub> 濃度/NO 濃度) < 1 にし、相対湿度を大きくすることが現段階での有効な抑制法である。しかし、この抑制方法は触媒の活性低下に関係し、触媒性能向上には矛盾する方法である。

### 3.4 劣化触媒の再生

図-21は地下駐車場で活性を失ったCATOXを、水素ガスおよび加熱した空気を通し再生した実験結果である。実験結果より考察すると、再生方法は水素ガス賦活が良好で、劣化した触媒が再生することにより未使用触媒の約90%まで活性を取り戻したことになる。

### 3.5 考察

CATOXを常温で使用するには、NO<sub>x</sub>および水分による触媒毒を避け、さらにNOの発生を抑制することが必要である。しかし、駐車場はもちろん一般の大気中でもNOの混在は無視できず、微量濃度のためそれを除く有効な手段がない。ここで加湿し相対湿度を高くすることは、NOの発生を抑制することに対し有効な手段であるが、逆に相対湿度を高めることは水分による劣化を促進する可能性があり、矛盾する性質である。

このため、常温でのCATOXによるCO除去装置の実用化は、微量濃度のNO除去フィルタが開発されない現状では非常に困難であるといえる。

## § 4. 加熱方式による浄化

### 4.1 加熱方式による触媒の性能比較

常温によるCO酸化方式の計画・実験を行なったが、

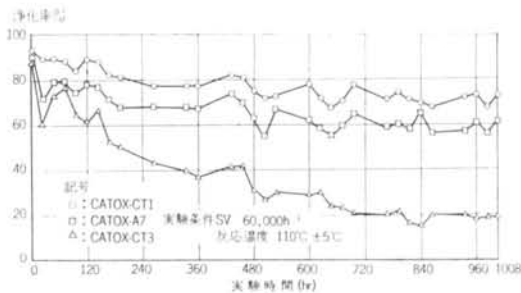


図-22 加熱による各種酸化触媒の性能  
(注) キャタラ工業資料より

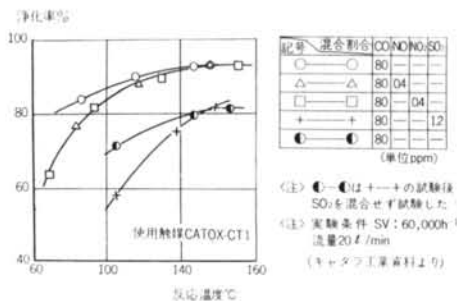


図-23 触媒反応温度と各種被毒ガスによる触媒性能の変化 (CATOX-CT1)

前述したように触媒の酸化性能には限度があり、最大耐久時間数としては500時間程度まで確認されただけである。また、酸化性能劣化の原因には温度による影響と、低温という温度による影響が考えられた。このため、上記の影響を除くため水分が蒸発する温度100℃以上で加熱酸化方式を検討し、さらに加熱による運転経費を極力減少させ、しかも最大浄化効率を得るであろうと想定される温度100℃~110℃において実験を行なうことにした。使用触媒はAL-73、白金系のCATOX-CT1, CATOX-CT2, CATOX-A7である。実験した結果、AL-73触媒は初期浄化効率が悪いため実験を継続することめやめ、白金系のCATOX触媒について実験を行なった。

実験結果を図-22に示すが、実験結果からはCATOX-CT1触媒の性能が一番好であった。したがって、加熱浄化方式においても常温時と同じ触媒を用いることが望ましい結論であるが、この実験は空気とCOガスを混合したのみの単一ガスで行なったものであり、他の触媒劣化の原因となるSO<sub>2</sub>, NOガスは混入されていない。しかし、実際の地下駐車場等でCO酸化を行なう場合には複合ガスによる触媒劣化を考慮する必要がある、この目的のためNO, SO<sub>2</sub>混合による触媒劣化を実験した。結果を図-23に示すが、SO<sub>2</sub>による劣化が一番激

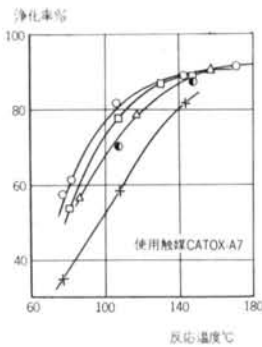


図-24 触媒反応温度と各種被毒ガスによる触媒性能の変化 (CATOX-A7)

〈注〉使用記号は図-23と同じ  
 〈注〉実験条件 SV: 60,000h<sup>-1</sup>  
 流量 20 l/min  
 (キャタラ工業資料より)

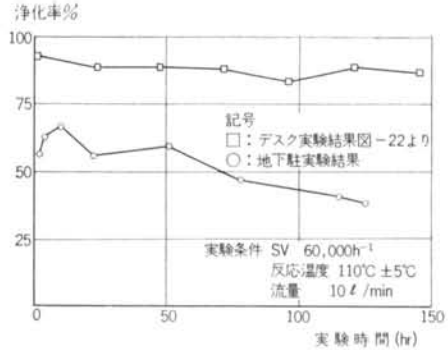


図-27 地下駐車場でCO除去実験結果 (加温方式) さらに SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> を除くため活性炭フィルタを設置したもとなる。

#### 4.2 地下駐車場で加温方式によるCO除去実験

CATOX-CT1 触媒を使用した場合の基本浄化方式は図-25になるが、加熱単一ガスによる基礎実験では、耐久性能として 1000 時間以上が得られたが、複合ガスが多い実際の地下駐車場においてその浄化性能を検討した。

実験は都内某地下駐車場で駐車台数規模は 300 台である。実験方式は図-26に示すが、熱回収装置は設置していない。駐車場内の複合ガス成分は、およそ表-2のとおりである。下記分析結果からは触媒となる As 分などは極めて微量であり、また、実験のフィルタ構成システムから考察し、活性炭により SO<sub>2</sub> の 80% 以上、NO<sub>2</sub> の 60% 以上は除去することができ、被毒物質の一因である As 分などの微粉末のうちフィルタにより粒径 0.1 μm 以上のはすべて除去される。このため、単一ガスによる実験と同程度の1000時間以上の耐久性があり、初期浄化率 90% 以上が可能であると考え実験を行なった。結果を図-27に示す。これによれば、加温 (100°C~110°C) しても実際の地下駐車場などの複合ガスであるなら初期浄化効率 は 60% 程度であり、単一ガスによる実験とは大きく異なっている。また、耐久性も期待していた時間数まで延びなかった。

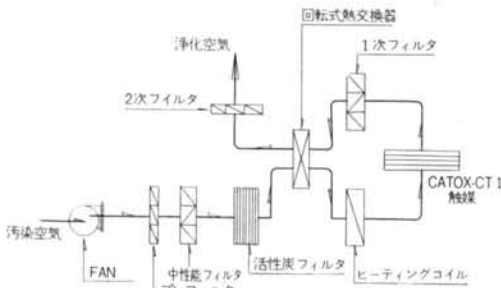


図-25 加温方式によるCO除去システム

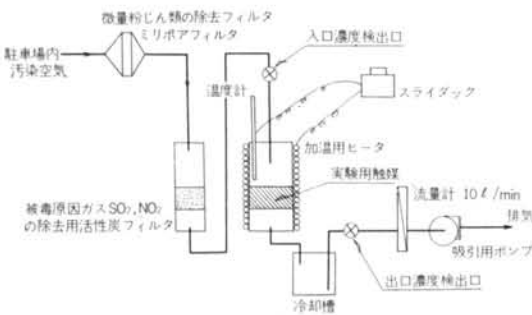


図-26 地下駐車場でCO除去実験のフローシステム

く、NO<sub>x</sub> は加熱 (100°C) された状態では単一ガスと比べ余り差がない。CATOX-A7 触媒についても図-24に示すが、CATOX-CT1 と同じことが考察される。このことは文献などに記述されているように白金系触媒の S 分に対する劣化が激しいという記述と一致している。また、文献によれば As による白金系触媒の劣化も激しく、極めて微量でも永久被毒 (触媒としての性能がなくなる) を生じるため、実際の使用に際しては十分な注意が要求される。

以上の考察からして、地下駐車場などでCO酸化除去を行なう場合には図-25の方式が決定される。これは触媒被毒の原因となる As, Pb などの微粉塵を除去し、

汚染物質	濃度 (単位ppm), 成分
CO	40~60
NO <sub>2</sub>	0.1~0.2
NO	0.2~0.7
HC	5~10 (メタン換算)
SO <sub>2</sub>	0.01~0.03
塵埃類	Pb, S, Fe, Mn, Cr, Si 等の微粉末

表-2 地下駐車場内の汚染物質濃度



### 4.3 加熱方式によるコスト試算

加熱方式によるCO除害装置を計画したが、加熱によりどの程度の費用が増加するか検討を行なう。加熱する場合、熱有効利用のための熱回収を行なう必要があるため熱回収装置を設置するが、この熱回収装置としてはヒートパイプ方式、回転式熱回収方式、接触型熱回収方式の3種に大別されるが、一部の回転式熱回収装置は使用温度の制限から、また、ヒートパイプ方式はコストの面から、接触型熱回収方式は設置スペースの問題よりこのCO除害方式には採用することが難しく、使用が適当と考えられるのはA社製の回転式熱回収装置である(カタログによる性能では顕熱回収効率80%、耐熱温度350℃)。このため、上記製品を使用して熱回収を行なうことにする。加温方式は電熱、蒸気ヒータなど種々あるが、以下の検討では灯油燃焼のボイラを使用し、蒸気加温方式を採用することにした。

熱回収効率は温度差の80%であるとし、加温方式には不利な冬期条件で算定する。このとき、装置入口温度0℃、加熱装置の出口温度は前述の実験結果を参考にし、100℃とするとき、熱回収装置出口後の温度は80℃となり、加熱に要する熱量は、温度差20℃を上昇させるだけでよいことになる。以上より、加温に要する燃料費は次式により表示できる。

$$Y_1 = \frac{C_p \cdot \rho \cdot G \cdot \Delta t \cdot C \cdot T}{\eta \cdot h_0} \quad \dots\dots(1)$$

計算に使用する数値、単位を次に示す。

- $C_p$ : 空気比熱 (kcal/deg · kg) 0.24
- $\rho$ : 空気密度 (kg/m<sup>3</sup>) 1.2
- $G$ : 空気流量 (m<sup>3</sup>/hr)
- $\Delta t$ : 上昇温度差 (deg) 20
- $h_0$ : 燃料発熱量 (kcal/kg) 10,000
- $C$ : 燃料コスト (円/kg) 30
- $\eta$ : ボイラ効率 (—) 0.8
- $T$ : 年間稼働時間数 (hr) 3,000

熱回収装置の価格はその処理風量によって異なり、次の式で価格  $Y_1$ 、処理風量  $G$  の関係を表示することができる。

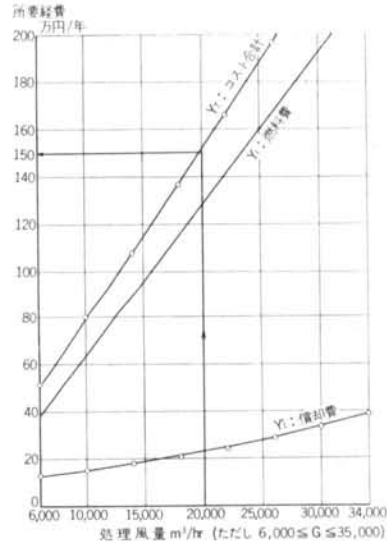
$$Y_1 = 155 e^{0.39 \times G \times 10^{-4}} \times 10^4 \quad \dots\dots(2)$$

ただし、6,000 ≤ G ≤ 35,000

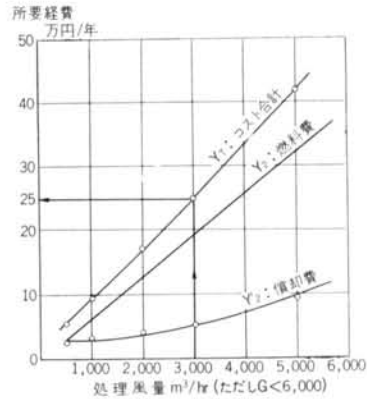
$$Y_2 = 35.5 e^{0.28 \times G \times 10^{-3}} \times 10^4 \quad \dots\dots(3)$$

ただし、G < 6,000  
(単位: 円/台)

一般に、設備機器の耐用年数は15~20年を見込むが、熱交換器の償却を15年定額償却で計算すると式(2)、(3)は次のようになる。



図—28 加熱方式による年間所要経費(A)



図—29 加熱方式による年間所要経費(B)

$$Y'_1 = 10.33 e^{0.39 \times G \times 10^{-4}} \times 10^4 \quad \dots\dots(4)$$

$$Y'_2 = 2.37 e^{0.28 \times G \times 10^{-3}} \times 10^4 \quad \dots\dots(5)$$

以上より、燃料費と償却を考慮した場合の合計経費  $Y_T$  は、

$$Y_T = Y_1 + Y'_1 \quad \dots\dots(6)$$

計算結果を図—28、図—29に示す。

この結果から考察すると、処理風量の多少にかかわらず燃料費が年間経費の大部分を占めていることがわかる。G=20,000m<sup>3</sup>/hrの処理風量では年間経費が約150万円で、その87%が燃料消費料となる。同様に処理風量が少ない場合(G=3,000m<sup>3</sup>/hr)においても73%が燃料消費料となる。

### 4.4 考察・まとめ

加温によるCO酸化方式の実験を行なったが、その結

果を考察してみると次のようになる。

- 1) CATOX—CT1 触媒を使用し、加温酸化方式を行なえば温度 110℃ 程度の加温で、触媒の耐久性が浄化効率 70% 以上で約 1,000hr まで確認できた。実験は 1,000hr で中止したが、図—22 より考察し浄化効率 60% 以上で 2,000 hr 程度まで耐久性があると考える。
- 2) 単一ガスにおける実験では耐久性は 1,000hr 以上と判断することができるが、複合ガスによる地下駐車場での実験では、図—27 より判断し浄化効率 60% 以上で耐久性は 200hr 以下である。
- 3) 空気成分の他に NO<sub>x</sub>、HC などの混合ガスの多い地下駐車場、交通トンネル排気ガス中の CO 浄化には、加温方式を使用しても CATOX—CT1 触媒の性能は向上せず、耐久性の点から CATOX 触媒を使用することは難しい。
- 4) 加温することにより、熱回収装置、燃料費の年間経費は、処理風量 3,000m<sup>3</sup>/hr 程度の小型装置では 25 万円/年と意外と安価である。
- 5) 以上のことから考察し、加温方式 CO 浄化装置は比較的処理風量の少ない用途に適しており、空気成分の他は浄化目的とする CO ガスが多く、他の混合ガスが少ない居室（小会議室、社交クラブ等）に適している。
- 6) 加温、熱回収方式により CO 浄化、空気浄化を行なうため、給気空気温度は 30～40℃ に上昇するため、冷

却装置は設ける必要があり、総合空調和、空気浄化装置となる。

## § 5. 結び

以上のごとく大気中の CO 除害装置の開発のため種々の実験を行なったが、装置容量として処理風量 6,000m<sup>3</sup>/hr 以下で加熱方式の除害装置が開発の可能性がある。一般事務所ビルにおいての居室内 CO 濃度は、高くても 10ppm 程度で、これが 20～30ppm まで上昇するのは空調・換気方式の基本的な設計計画に欠陥があるといえよう。

それに対して CO 除害装置を設置することは当を得ているとはいえない。

したがって、事務所ビルでの小型 CO 除害装置の用途としては、一時に多数の在室者が喫煙する会議室における使用の可能性があるのみである。

一方、地下駐車場、交通トンネルなどの用途にあっては、大規模装置の使用可能性があるが、この場合には複合ガスによる触媒劣化と運転経費の増大を考慮する要があり、費用・性能の面から装置設置の阻害要因となる。

以上を総括すると、現状での CO 除害方式では安価で性能の優れた触媒が開発されない限り、実用装置として普及することは困難である。