

# 自動車排気ガスの浄化に関する研究

山崎 広\*      齋藤 孟\*\*\*      八巻 直臣\*\*\*\*  
西井富士雄\*      堀尾 友一\*\*\*\*      青山兵五郎\*\*\*\*  
中村 清一\*\*\*\*      内堀 克彦\*\*\*\*\*      大平 俊男\*

## Studies on the Control of Automobile Exhaust Gases.

Hiroshi Yamazaki, Takeshi Saito, Naomi Yamaki,  
Fujio Nishii, Tomoich Horio, Heigoro Aoyama,  
Seiich Nakamura, Katuhiko Uchibori, Toshio Odaira,

### 1. まえがき

大都市では、急激な車輛数の増加によって、主要道路の交差点はいたるところ交通渋滞をきたし、交通混雑のバロメーターは、交差点の交通量を表示するとまで、一般的に考えられ、この交通の渋滞によって遠心的傾向として周辺地域には排気ガスが充満することになり、また、騒音、砂ほこり等の諸問題まで起るのが実情のようである。

わが国では、自動車による公害を最小限度に抑えようと、昭和43年6月10日法律第97号「大気汚染防止法」を制定し、この法律の公布で、自動車排気ガス（一酸化炭素の排出する限度3%以下）について規制し、更に、使用過程における自動車の排出ガスの清浄化を図るため、在来から安全性について確保し、また経済的な使用面に重点をおいて実施されてきたものから、排気ガス清浄化におきかえた「自動車排出ガス点検要領」という点検に関する事項を明示した。

東京都（首都整備局）においては、昭和39年度以来ディーゼル自動車、ガソリン自動車及びプロパン自動車等の各々排気ガス成分の分析ならびに、排気ガス浄化装置の検討を重ね、また、その防止対策の基礎的検討を行なってきた。しかし、現在有効な規制措置がとられていないといっても過言ではない、自動車排気ガスの規制に対して、東京都は、昭和42年度に全国都市にさきがけて、都庁所有の全ガソリン車約2000台に触媒式浄化装置をと

りつけ、排気ガス対策の思想を啓蒙しようとし、また、わずかでも汚染防止に寄与することをはかった。

東京都公害研究所では、昭和43年度の研究課題として前記触媒式浄化装置の性能に関する調査と浄化装置の交換時期について簡易に判定する方法等の研究を、早稲田大学理工学研究所及び工業技術院資源技術試験所に研究委託を行なった。また、当研究所が自動車排気ガス浄化装置取付車の運転者から、アンケート調査を行なったので、これらの結果を報告する。

### 2. 調査の概要

自動車に取り付けられた浄化装置に内蔵されている触媒の寿命や効果について、この触媒効果の判定と活性の劣化度を調べるために、自動車排気ガス浄化装置の簡易な性能調査及び精密調査について研究をおこなった。

#### (1) 簡易な性能調査方法

乗用車50台、清掃車31台を各職場から浄化装置取り付け後で、走行距離10,000km以上の車を無作為に抽出し、各事務所、事業所等の現場で、非分散型赤外分析計等で、アイドリング時の排気ガス（一酸化炭素 CO）の測定分析をおこなった。

#### (2) 精密な性能調査方法

乗用車20台をシャーシダイナモメーター上で、市街地走行状態を再現させ、排気ガス連続分析装置を用いる標準的な方法により試験をおこなった。わが国（運輸省）

\* 東京都公害研究所大気部

\*\* 早稲田大学教授

\*\*\* 工業技術院資源技術試験所産業公害第1部第1課

\*\*\*\* 日本石油K K中央技術研究所

の自動車排気ガス規制について定められた試験方法である(図-1)4モード試験とアメリカ連邦政府およびカリフォルニア州の排気ガス試験方法の(図-2)7モード試験によって一酸化炭素 CO、炭化水素 HC 等の測定分析を行なった。

注 4モード試験は、工業技術院資源技術試験所の標準モードより4モードを算出した。

(3) アンケート調査

都庁有車の運転者に対し、浄化装置取り付け後の状況を知るため、アンケート調査をおこなった。内容は主として実走行距離数(浄化装置を取り付けてからの走行した距離数km)をつかみ、装置の性能調査、触媒の寿命等の測定分析をおこなう際の対象車の選出、抽出を容易にするための準備である。また、自動車の取扱者(運転者)の装置に対する考え方、その評価と意見等もあわせて調査票に記入してもらった。

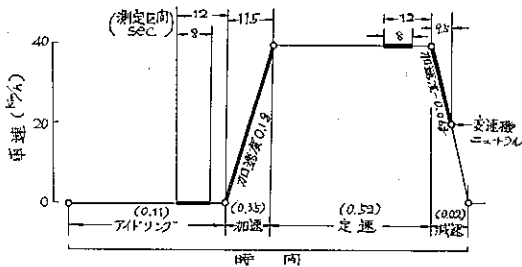


図-1 4モード試験の運転条件

1. 太線区間の濃度を測定する。
2. ( )の数字はモードの重み係数を示す。
3. 試験結果とその考察
- (1) 簡易な性能調査関係

一般に触媒式排気浄化の装置に対する効果の良否を調べるには、装置の前後の排気ガスを分析し、CO、HC等の有害ガスの濃度の低減率を求めるのが普通であるが、現地でシャーシダイナモの設備のないところで、負荷試験を行なうことは困難であり、また、実用車で装置前からガスを採取することも無理である。そこで現地試験の方法として、次の排気ガスの測定をこころみた。

ア アイドリング時のとき

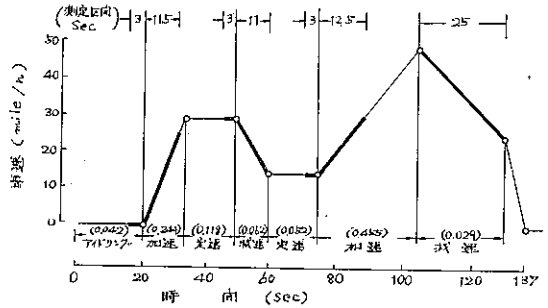


図-2 7モードサイクル試験の運転条件

1. 太線区間の濃度を測定する。
2. モードサイクル試験の運転は7回繰り返すが、第1サイクルのアイドリングのみニュートラル、1000~1200rpmで40sec行なう。
3. ( )内の数字は、加重係数を示す。
4. 非分散形赤外線分析用記録計の記録紙より、所定の運転条件上に対するデータ読みとり、補正し、加重係数を乗じ、総和を算出する。こうして得られるウォームアップサイクル4回のデータの平均値(A)とホットサイクル2回のデータの平均値(B)とから、一酸化炭素および炭化水素の総括排出濃度を(0.35A+0.65B)として算出する。

イ チョーク弁をわずかに閉じたとき

ウ アクセルを軽くふみエンジン回転速度を2000~3000rpmに上げ一定に保ったとき

の3種の状態のときCOを測定する。この試験結果その濃度が何れも3%以下のときは、浄化効果があり、その何れかの試験で3%を越したときは触媒の交換または再生する。これを触媒の1つの目安とするもので、ただし、この場合、気化器のアイドリング調整が悪いと、触媒の効果はあっても、この規準に外れることがあるので、アイドリング時のCOが3%以上のものについては一応試験前に気化器の調整を行なうことが必要である。

CO 3%を基準にとり、評価判定した結果は表1の試験結果のとおりである。

試験対象車は都庁有車の中でも使用過程の多いものから選出し、最高30,000km以上を越え走行したものや、そのほとんどは20,000km前後である。試験結果の判定は、効果の認められるもの、ほとんど効果の認められないものに区分した。供試車81台のうち56台(69.1%)は効果が認められるもので、効果の認められないもの25台(30.9%)で、触媒の交換を要するものであった。

特に清掃車は30,000km以上を越えるものがあり、作業の特殊性から車の使用方法も他の乗用車と比較するのは無理である。

表一 試験成績

| 判定              | 清掃車        | 乗用車        | 計          |
|-----------------|------------|------------|------------|
| 効果の認められるもの      | 21台(67.7%) | 35台(70.0%) | 56台(69.1%) |
| A効果あり           | 5台(16.1%)  | 10台(20.0%) | 15台(18.5%) |
| Bやや効果あり         | 16台(31.6%) | 25台(50.0%) | 41台(50.6%) |
| ほとんど効果の認められないもの | 10台(32.3%) | 15台(30.0%) | 25台(30.9%) |
| 合計              | 31台        | 50台        | 81台        |

性能の低下した触媒は、パーナーなどによって焼成すると表面のカーボンデポジットがとれ、性能を回復することがわかった。

第3図の触媒の活性度試験の例は、CO変換率が2倍近くになっている。更に焼成に酸処理を加えると効果は増し、触媒の再生使用の可能性も示すものといえる。

(2) 精密な性能調査関係

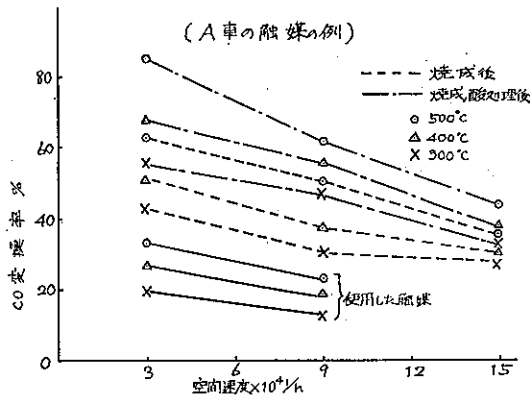


図3 触媒の活性度試験

排気ガス試験はすべて、アメリカのクレイトン社製、CN-150型シャシダイナモメータを使用した。今回の試験のために、浄化装置の二次空気取り入れ口から上流約30cmの排気管の位置に、浄化装置前の排気ガス試料採取のための採取口を設けた。排気ガスの分析には非分散形赤外分析計を用い、試験車のテールパイプから排気ガス試料を連続的に採取した。

燃料については、供試車の日常運行に使用している市販燃料を用い、特に同一の銘柄に統一することはしなかった。

使用燃料の種類調べ (20例)

|      |    |   |
|------|----|---|
| ゼネラル | 特級 | 3 |
| 日石   | 並級 | 8 |
| 丸善   | 特級 | 3 |
| 昭石   | 並級 | 2 |
| 共石   | 並級 | 2 |
| モビル  | 特級 | 1 |
| その他  |    | 1 |

性能試験の供試車は、乗用車、業務用パトロールまたは巡回サービス車などとして使用されている車であって、走行距離、日常の使用条件、エンジン調整過程等もそれぞれ異なっている状態である。さらにエンジン機種もかなりの差異があった。測定結果を表2に示す。

アイドリング、4モード試験および7モード試験それぞれにおけるHCおよびCOの減少関係は各供試車の走行距離との関係からみて、一定の傾向は示していなかった。普通の場合は、浄化装置を取り付け時に高い減少率を示し、次いで走行距離を増すとともに減少率が低下する傾向を示すと推定されるが、今回の測定結果からは、そのような一般的傾向は認められなかった。この原因は、一応次のことが考えられる。

- ① 供試車の走行状況の違い
- ② 排気浄化装置の構造に原因する問題点
- ③ 使用燃料の性状
- ④ 過去におけるエンジン調整の過程
- ⑤ 浄化装置の取付位置の問題

(車種によって、取付位置が違っている)

等が一つの例としてあげられ、今後の検討を要するものであろう。

浄化装置の実用性という点からは、その耐久性は重要な課題である。前に述べたように走行距離と減少率の間には、バラツキがあり、明確な関係はみることではできなかったが、約20,000km走行したもので、4モード試験および7モード試験でかなり高い減少率が得られているものがあり、浄化装置の構造、使用方法あるいは燃料などの面について、研究を重ねれば、少なくともこの程度の効果はすべての車について期待できるようになるこ

表-1 試験結果一覧表

| 供試車番号 | 供 試 車                |                            | 測 定 成 分  | 測 定 結 果     |             |            |             |             |            |                       |             |            |                             |
|-------|----------------------|----------------------------|----------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-----------------------|-------------|------------|-----------------------------|
|       | 登 録 番 号<br>車 名       | 装置取付<br>後の走行<br>距離<br>(km) |          | アイドリング      |             |            | 4モード試験      |             |            | 7モード試験<br>(Hot Cycle) |             |            | 7モード試験<br>総括排出<br>濃度<br>装置後 |
|       |                      |                            |          | 浄化<br>装置前   | 浄化<br>装置後   | 減少率<br>(%) | 浄化<br>装置前   | 浄化<br>装置後   | 減少率<br>(%) | 浄化<br>装置前             | 浄化<br>装置後   | 減少率<br>(%) |                             |
| 1     | 品川 5 た 436<br>トヨペット  | 6,000                      | HC<br>CO | 4918<br>0.3 | 3084<br>0.3 | 37<br>2    | 1111<br>1.7 | 1023<br>1.1 | 8<br>35    | 1108<br>1.6           | 1072<br>3.1 | 3<br>94    | 1028<br>2.7                 |
| 2     | 品川 5 ち 233<br>トヨペット  | 24,500                     | HC<br>CO | 296<br>3.7  | 304<br>3.8  | 2<br>4     | 297<br>3.7  | 285<br>3.5  | 4<br>5     | 579<br>2.1            | 570<br>1.9  | 1<br>10    | 569<br>1.8                  |
| 4     | 品川 5 た 1283<br>トヨペット | 23,100                     | HC<br>CO | 320<br>5.0  | 314<br>37   | 4<br>25    | 339<br>2.8  | 309<br>2.8  | 9<br>12    | 624<br>2.0            | 657<br>1.7  | 5<br>15    | 661<br>1.6                  |
| 4     | 品川 5 ち 259<br>ニッサン   | 19,000                     | HC<br>CO | 391<br>5.7  | 148<br>0.5  | 62<br>92   | 491<br>7.5  | 339<br>5.4  | 31<br>28   | 1156<br>4.6           | 579<br>3.0  | 50<br>35   | 647<br>3.1                  |
| 5     | 品・5 た 1307<br>ニッサン   | 19,000                     | HC<br>CO | 305<br>5.1  | 115<br>1.3  | 62<br>7.4  | 311<br>3.1  | 182<br>1.1  | 42<br>6.6  | 881<br>2.4            | 377<br>0.8  | 57<br>6.7  | 832<br>1.6                  |
| 6     | 品川 5 ち 243<br>トヨペット  | 16,800                     | HC<br>CO | 547<br>8.7  | 315<br>0.6  | 41<br>9.3  | 527<br>2.8  | 312<br>0.9  | 41<br>68   | 765<br>2.6            | 453<br>0.3  | 41<br>89   | 417<br>0.5                  |
| 7     | 品・5 た 1306<br>ニッサン   | 19,600                     | HC<br>CO | 618<br>8.7  | 337<br>3.9  | 45<br>55   | 510<br>4.9  | 359<br>2.9  | 30<br>41   | 1119<br>3.7           | 651<br>1.9  | 42<br>49   | 683<br>1.9                  |
| 8     | 品川 5 ち 247<br>プリンス   | 21,600                     | HC<br>CO | 439<br>7.0  | 203<br>1.7  | 54<br>75   | 403<br>4.9  | 288<br>3.5  | 29<br>29   | 710<br>3.4            | 538<br>2.3  | 24<br>32   | 585<br>2.5                  |
| 9     | 品川 5 ち 252<br>プリンス   | 26,900                     | HC<br>CO | 688<br>6.4  | 678<br>6.6  | 1<br>3     | 487<br>4.2  | 448<br>4.5  | 8<br>7     | 882<br>3.1            | 846<br>3.0  | 4<br>3     | 830<br>2.7                  |
| 10    | 品川 5 ち 1718<br>トヨペット | 9,900                      | HC<br>CO | 509<br>6.5  | 421<br>5.7  | 17<br>11   | 542<br>3.8  | 504<br>3.9  | 7<br>1     | 795<br>3.0            | 746<br>2.8  | 7<br>1     | 795<br>2.9                  |
| 11    | 品川 5 ち 1276<br>プリンス  | 23,800                     | HC<br>CO | 460<br>5.2  | 462<br>5.5  | 0<br>5     | 422<br>3.1  | 431<br>3.5  | 2<br>13    | 710<br>3.1            | 714<br>3.3  | 1<br>6     | 746<br>3.2                  |
| 12    | 品川 5 ち 1156<br>ニッサン  | 22,600                     | HC<br>CO | 430<br>6.6  | 317<br>3.6  | 26<br>46   | 507<br>3.1  | 376<br>2.5  | 26<br>19   | 936<br>2.7            | 860<br>2.0  | 3<br>26    | 779<br>2.0                  |
| 13    | 品川 5 ち 639<br>プリンス   | 17,500                     | HC<br>CO | 424<br>3.2  | 534<br>3.2  | 26<br>1    | 460<br>3.1  | 459<br>2.9  | 0<br>8     | 554<br>2.7            | 549<br>2.2  | 1<br>19    | 600<br>2.1                  |
| 14    | 練馬 5 て 246<br>トヨペット  | 14,000                     | HC<br>CO | 727<br>9.4  | 718<br>7.2  | 1<br>23    | 718<br>3.6  | 519<br>2.4  | 26<br>33   | 895<br>2.2            | 663<br>1.8  | 26<br>18   | 658<br>1.8                  |
| 15    | 5 た 0475<br>トヨペット    | 6,000                      | HC<br>CO | 1363<br>3.8 | 882<br>0.9  | 35<br>75   | 580<br>3.3  | 421<br>2.0  | 27<br>41   | 857<br>3.0            | 657<br>1.8  | 23<br>40   | 686<br>1.8                  |
| 16    | 品 5 た 1422<br>プリンス   | 25,000<br>(推定)             | HC<br>CO | 455<br>6.5  | 510<br>6.6  | 12<br>2    | 290<br>2.2  | 281<br>2.8  | 4<br>26    | 630<br>1.9            | 558<br>1.1  | 11<br>42   | 584<br>1.2                  |
| 17    | 品川 5 ち 274<br>プリンス   | 31,600                     | HC<br>CO | 468<br>7.9  | 213<br>0.5  | 55<br>94   | 503<br>4.0  | 290<br>2.6  | 42<br>37   | 867<br>3.4            | 571<br>1.4  | 34<br>59   | 643<br>1.8                  |

|    |                        |        |     |     |     |    |     |     |     |     |      |     |     |     |
|----|------------------------|--------|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| 18 | 品川 5 ち 232<br>トヨ ペット   | 23,700 | H C | 984 | 990 | —  | 1   | 717 | 575 | 20  | 1250 | 850 | 30  | 855 |
|    |                        |        | C O | 8.7 | 8.2 | 6  | 3.7 | 3.5 | 4   | 3.0 | 2.7  | 10  | 2.7 |     |
| 19 | 品川 5 ち 1690<br>ニ ッ サ ン | 15,000 | H C | 685 | 678 | —  | 1   | 582 | 551 | 5   | 917  | 870 | 5   | 887 |
|    |                        |        | C O | 6.3 | 6.2 | 1  | 3.3 | 3.3 | —   | 2   | 2.0  | 1.9 | 5   | 2.4 |
| 20 | 品川 5 た 0201<br>トヨ ペット  | 24,000 | H C | 890 | 752 | —  | 16  | 730 | 589 | 29  | 1414 | 998 | 29  | 993 |
|    |                        |        | C O | 6.6 | 5.8 | 11 | 3.1 | 2.9 | 5   | 2.5 | 2.0  | 20  | 2.1 |     |

|           |                   |        |     |      |      |   |     |     |     |    |     |     |    |     |
|-----------|-------------------|--------|-----|------|------|---|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|
| 1<br>(再)  | ガスオマイザー<br>を外した場合 | 6,000  | H C | 2415 | 1717 | — | 29  | 870 | 639 | 27 | 697 | 728 | 25 | 777 |
|           |                   |        | C O | 4.1  | 3.8  | 8 | 3.0 | 3.2 | —   | 5  | 2.2 | 3.0 | 8  | 2.3 |
| 13<br>(再) | 高速運転後             | 17,500 | H C | —    | 341  | — | —   | —   | 395 | —  | —   | 855 | —  | 927 |
|           |                   |        | C O | —    | 2.4  | — | —   | —   | 2.9 | —  | —   | 2.2 | —  | 2.1 |
| 15<br>(再) | 高速運転後             | 6,000  | H C | —    | 599  | — | —   | —   | 376 | —  | —   | 668 | —  | 716 |
|           |                   |        | C O | —    | 1.3  | — | —   | —   | 2.1 | —  | —   | 1.8 | —  | 1.9 |

注) ※H C……炭化水素 (ppm) C O……一酸化炭素 (%)

※※ 1号車は浄化マフラーの他にガスオマイザー浄化器を取付けた試験車

とを示すといえよう。

わが国の4モード試験のCO平均排出濃度は、新車に対し3%を越えないよう規制されているので、今回の試験は、使用過程の車について行なわれたものであるから、この規制は適用されないが、全供試車のCO排出濃度は、2.9%で、わが国の規制値3%をぎりぎり満足させている。

### (3) アンケート調査関係

自動車排気ガス防止方法としては、エンジンの整備点検は基本的な事項である。

本来、自動車排気ガスの有害成分を少なくするには、エンジンの調整を各メーカーが示す諸元通り調整(運輸省指定の項目の整備点検)することが前提であり、そのうえで、触媒を用いて燃焼除去しようというものであるから、排気ガス防止のための整備点検を確実に実施することが必要である。

今回は、昭和42年度庁有車に取付けられた自動車排気ガス浄化装置の耐久性と実走行後の性能等を調査し、各局に触媒の交換時期の判断資料を提供すること、また、運転者からアンケートによる意見を求めたものである。

このアンケート調査は、浄化装置を取り付けた後のみに対し、調査したので、装置取り付け以前の比較は困難であるが、調査に対して、回答をよせられたものから内容を分析してみる。

アンケート調査票の作成にあたっては、排気ガス浄化装置使用後の実走行距離数、装置取付後の車の機能と影響関係及び装置取付後の各ドライバーの意見等を重点においた。

全調査対象数1914件に対し、回答されたもの1794件(94%)で、各局、各事業所共通として、概略5ヶ月から12ヶ月間の実走行期間が多く、5000~15000kmの実走行数(km)が全体の62%をしめ、25000km中には、以上の走行したものの約100台がある。

浄化装置取り付けに際しては中古車(買入後年限の経過しているもの)の取付個所を新しく取替えるとか補強等をおこなうことが必要で、浄化装置の取付位置は、車体を加熱させないような位置の選定及び断熱材併用など検討すべきである。また、各運転者は、各自で気化器の調整を行なっているようで、本来的には各エンジン毎に所定の調整が示されているのであるから、運輸省の示している16項目の整備点検を定期的に充分行なう必要がある。

この点検整備をおろそかにすると浄化装置に使用されている触媒の寿命を短くすることも考えられる。

浄化装置の触媒交換時期を知るためには、取付後の実走行距離及び燃料の消費量など、管理面に留意するとともに、エンジン機構の調整をおこなった場合には、記録をとり、今後の検討資料となるよう心掛けることが望ま

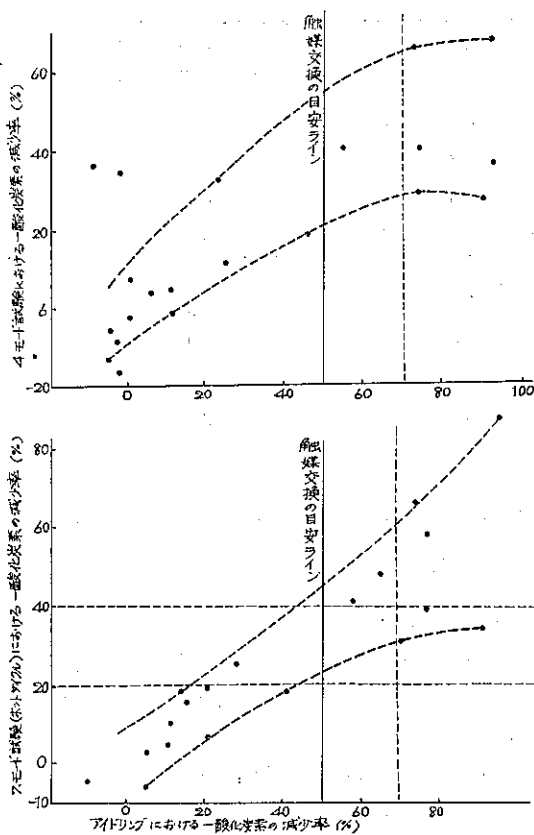


図 4 アイドリングの一酸化炭素減少率と、4モード、7モード試験における一酸化炭素減少率との関係

#### 4. まとめ

(1) 通常は自動車排気ガス浄化装置の減少率は、種々な走行距離の段階で減少率を求めると走行距離を増すとともに減少率が低下する傾向を示すが、今回の測定結果では、このような一般的傾向は認められなかった。

理由としては、エンジン調整の良否が触媒の効果に影響することが挙げられ、濃度に留意した整備を

心掛けることにより2000km程度でも十分な浄化効率が期待できる。

なお、今後の検討をおこなうものとして、浄化装置の構造、取付位置、エンジン調整方法、使用燃料の性状等の研究があげられる。

(2) 触媒交換時期の簡易判定法としては、次のようなことを提案する。

(ア) アイドリング、チョーク弁をわずかに閉じたとき、アクセルを軽くふみこみ、エンジンの回転速度 2000~3000rpm に上げ一定に保ったときの3種の試験においてをCO測定し、その濃度がいずれも3%以下のときは浄化効果があり、そのいずれかの試験で3%を越したときは、触媒を交換する。(但し、試験前にアイドリング時CO3%以上のものは、気化器の調整をおこなう。)

(イ) アイドリング時のCO減少率で、概ね50%あれば使用可(但し、アイドリング時の気化器の調整をおこなうこと)または、触媒層間の温度が300°C以上になっているかのチェックから、温度の上らない場合は使用不可とする目安もある。(図4参照)

注 同じ型の浄化装置だけについて、浄化性能を調べたのであるから、各種の浄化装置までに、前記(ア)、(イ)の簡易判定法を適用することは慎重にすべきである。

(3) 昭和42年度に設置された自動車排気ガス浄化装置は、全供試車が、浄化装置を取付ける以前から使用している車である。したがって、各車のエンジン調整整備の経過なども明確でない。

浄化性能の評価や、浄化装置の触媒交換時期等を知るためには、取付後の実走行距離、燃料の消費関係および整備調整などが多く参考とされるので、記録などの管理上充分留意すべきである。