

自動車排出ガス排出状況に関する考察 (I)

飯田 靖雄 舟島 正直 福岡 三郎
 梅原 秀夫 林 登 鈴木 正次
 二瓶 久雄* 風間 秀泰* 京田 三恵*
 山本 宗一*

* 環境保全局大気保全部自動車公害対策室

1 はじめに

自動車排出ガス規制が強化されてきたにもかかわらず、東京をはじめとする大都市では、窒素酸化物(NOx)による大気汚染状況は改善傾向になく、自動車排出ガス測定局では二酸化窒素濃度は横ばいか、増加傾向を示しており¹⁾、その原因の追究と対策が急がれている。

当所では、自動車排出ガス対策の一環として、昭和54年以来、53年規制適合車、54、56年規制適合車の使用過程段階における排出ガス排出実態調査を実施してきた。この中で、10モード基準による規制強化や使用過程車の排出ガスの保守管理等に改善すべき諸問題があることを指摘してきた^{2) 3)}。本報告では、乗用車の最終規制である53年規制が実施されて6年余、排出ガス対策システムも表1に示すように、三元触媒を軸にした方式に増加する傾向にあることなどから、再度、乗用車の排出ガス排出状況を中心に、車両の定期点検整備との関連で検討した。

2 調査方法

本調査は昭和59年1月から3月にかけて実施した。表2に調査に供試した自動車の車名とその主要な諸元を示す。これら18台の自動車は排出ガス規制区分上、53年規制乗用ガソリン車15台(A~O車)、56年規制中量ガソリン車1台(P車)および57年規制重量ガソリン車2台(Q~R車)に分けられる。

調査内容としては、自動車の使用中の排出ガス実態を把握するため、持込み時における次の項目について調査した。

表1 排出ガス対策システム別生産型式数

| 排出ガス対策システム | 年 度 | | 昭和55年 | | 昭和58年 | |
|-------------------|-----|-----|-------|-----|-------|-----|
| | 燃 料 | キヤブ | キヤブ | EFI | キヤブ | EFI |
| EM+3W | | | | 32 | 7 | 64 |
| EM+EGR+3W | | 19 | 41 | | 7 | 84 |
| EM+AI+3W | | 8 | | | 2 | 4 |
| EM+EGR+AI(AS)+3W | | 51 | | | 123 | 1 |
| EM+EGR+AI+3W+CCO | | | | | | 5 |
| EM+EGR+AI(AS)+CCO | | 95 | 4 | 44 | | 8 |
| EM+EGR+AS | | 1 | | | | |
| 噴希+EGR+3W | | | 4 | | | 24 |
| 噴希+EGR+CCO | | 19 | | | 6 | |
| 噴希+EGR+AS+CCO | | 17 | | | 67 | |
| 副成 | | 8 | | | | |
| 副成+3W | | | | | | 6 |
| 副成+EGR+3W | | | | | | 1 |
| 副成+EGR+CCO | | 33 | | | 51 | |
| 急燃+EGR+3W | | | | 1 | | 22 |
| 急燃+EGR+AS+CCO | | 27 | | | 54 | 12 |
| 空噴+EGR+3W | | | | | | 2 |
| 希燃+EGR+AS+CCO | | 4 | 20 | | | |
| 噴燃+EGR+3W | | | | | | 24 |
| EM+AS+CCO | | 2 | | | | |
| 計 | | 286 | 102 | 392 | 226 | |

(運輸省燃費一覧表より)

主要排出ガス対策内容欄の略号

- EGR:排気ガス再循環装置
- CCO:酸化触媒装置
- 3W:三元触媒装置
- AI:二次空気噴射装置
- AS:二次空気導入装置
- EM:エンジン改良
- 急燃:急速燃焼方式
- 噴希:噴流制御希薄燃焼方式
- 噴燃:噴流制御燃焼方式
- 副成:副室付成層給気燃焼方式
- 空噴:空気噴流急速燃焼方式

- ① 使用過程車の法定定期点検整備の実施状況
- ② アイドリング(ID)時の一酸化炭素(CO)、炭化水素(HC)濃度

- ③ ID時のエンジン回転数, 点火時期
- ④ 排出ガス排出状況; 10モードおよび実走行パターン10本

ここで, 排出ガス試験はすべて, 公定法である10モード排出ガス試験法にもつぎ実施した。また, 排出ガスの測定には, 堀場製の自動車排出ガス分析装置(MEXA-2300型)および万才製のシャシダイナモメータ(NCDZ-220B)型を使用した。

表2 調査対象車の諸元と定期点検整備

| 車名 | 排気量cc | 走行距離km | 主な排気対策 | 点検・整備 | | | |
|-----------|--------|--------|---------------|-------|---|-------|-------|
| | | | | 3 | 6 | 12 | 24 |
| A エナルナ | レ 1997 | 52143 | 三元, EGR, 電噴 | ○ | ○ | 58/10 | |
| B ギャランE | レ 1750 | 3800 | 三元, EGR, 換噴 | ○ | ○ | 58/10 | |
| C ミラージュII | 自 1410 | 8595 | 酸化, EGR, 二次 | ○ | - | × | 58/6 |
| D ミラージュ | 自 1240 | 12162 | 酸化, EGR | | × | - | 57/2 |
| E フォード | 自 1820 | 3340 | 三元, EGR(CVCC) | × | ○ | | 58/7 |
| F カローラ | 自 1290 | 11362 | 三元, EGR 二次 | × | × | | 57/6 |
| G マーチII | 自 1980 | 8499 | 三元, 電噴 | | × | - | 58/3 |
| H サニー | 自 1480 | 32538 | 酸化, EGR, 二次 | | × | - | 58/3 |
| I ブルーバード | 自 1800 | 4583 | 酸化, EGR, 二次 | ○ | - | - | 58/11 |
| J ファリア | 自 1490 | 28750 | 三元, EGR, 二次 | - | - | - | 58/7 |
| K ビアツツ | 自 1940 | 4908 | 三元, EGR, 電噴 | - | - | - | 58/8 |
| L シャレード | 自 900 | 42281 | 酸化, EGR, 二次 | ○ | - | - | 58/5 |
| M レオーネ | 自 1780 | 37840 | 三元, EGR, 二次 | × | × | | 57/5 |
| N ミラージュ | 自 1410 | 69440 | 酸化, EGR | | ○ | ○ | 58/3 |
| O ミラージュ | 自 1410 | 19550 | 酸化, EGR | | - | - | 58/10 |
| P グリカパン | レ 1438 | 13710 | EGR | ○ | ○ | 58/5 | |
| Q トモエス | レ 1990 | 34380 | EGR | ○ | ○ | 58/3 | |
| R フトラス | レ 1950 | 13225 | EGR | - | - | 58/2 | |

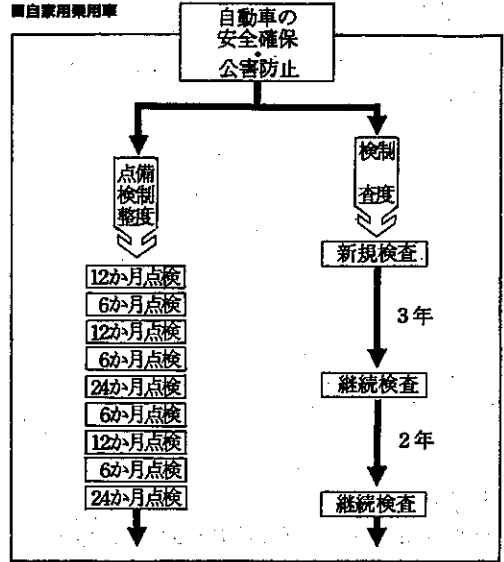
自, 自家用車。レ, レンタカー。定期点検整備。○実施。×未実施。数字, 車検(年/月) 初度登録年/月。-, 点検の時期に至らず。P, 56中量車。Q, R, 57重量車。その他, 63乗用車。

3 調査結果と考察

(1) 定期点検整備の実施状況

自動車の安全確保・公害防止を図るため, 道路運送車両法により, 自動車の検査(以下, 車検), 点検整備制度が定められている。図1に自家用乗用車の制度を示す。

今回, 調査した使用過程車の点検整備の実施状況を表2に示してあるが, 自家用乗用車は車検(24ヶ月点検整備がともなう)以外の6ヶ月, 12ヶ月点検整備の実施状況は悪い。自家用車で初度登録後, 完全に点検整備を行っていた車は13台中2台(L, O車)であった。また, 点検整備の良いとされている業務用車であるレンタカーを含め, 点検整備の内容については握することは



(別冊, 自動車セミナーより)

図1 車検, 点検整備制度のフロー

難かかった。これは車に常備することになっている定期点検記録簿がなかったり, 点検整備状況を適切に記録されていないためであった。

排出ガス防止や排出ガス対策システムの保守管理の面からすると, 現行の点検整備項目と記載方法について再検討すべき点がある。例えば, アイドリング(ID)時のエンジン回転数やCO濃度等が点検整備の前と後でどう変わったかを知る必要がある。

(2) ID時のメーカー規定値と持込み時の状態

排出ガス対策車を点検整備するにあたり, 正しくエンジン調整を行なう必要がある。このため, エンジン回転数等について, メーカーが基準(メーカー規定値)を定めている。表3に供試車の持込み時のCO, HC濃度等を示す。この表から持込み時, メーカー規定値と異なっていた車は次のとおりである。

- ① CO濃度……………4台(F, H, J, N車)
- ② HC濃度……………1台(H車)
- ③ 回転数(±100rpm以上のずれ)……………7台(A, B, E, F, I, J, O車)
- ④ 点火時期……………1台(P車)

ここで, P車の点火時期のズレは完全に定期点検整備の際のミスによるものであった。その他の項目のズレは, 仮に定期点検整備のとき正規にアジャストされたとする

表3 アイドリング時の状態

| | アイドリングの規定値 | | | 持込時の状態 | | |
|---|-----------------------------|------------|-------------|---------------|-------------|--------------|
| | CO % | ヘキサンHC ppm | 点火時期° rpm | CO % | メタンT・HC ppm | 点火時期° rpm |
| A | 0.6 | 200 | 8/650 | 0.0 | 100 | 9/780~830 ※ |
| B | 0.6 | 200 | 5/650 | 0.0 | 50 | 4/850~890 ※ |
| C | 0.6 | 200 | 5±2/100 | 0.0 | 190 | 5/700 |
| D | 0.6 | 200 | 5±1/700 | 0.0 | 170 | 4/780~820 |
| E | 0.0 | 50 | 12/650 | 0.0 | 78 | 12/760 ※ |
| F | 0.0 | 50 | 18/550 | 2.0 ※ | 11000 | 18/670~800 ※ |
| G | 0.0 | 50 | 16/800 | 0.0 | 62 | 16/800 |
| H | 0.1 | 50 | 20/650 | 2.16 ※ | 12000 ※ | 20/590 |
| I | 0.1 | 50 | 17/650 | 0.0 | 0 | 19/750 ※ |
| J | 0.0 | 50 | 6/600~700 | 2.2 ※ | 6000 | 8/800 ※ |
| K | 0.5 | 150 | 12~14/800 | 0.0 | 0 | 12~14/750 |
| L | 0.1 | 100 | 5/850 | 0.0 | 1296 | 5/780~860 |
| M | 1 | 200 | 13±3/650±50 | 0.1 | 600 | 13/650 |
| N | 0.6 | 200 | 5~8/750 | 1.8 ※ ~3.1 | 3000 | 5~8/760 |
| O | 0.6 | 200 | 5±1/700±50 | 0.2 | 560 | 4/620~680 |
| P | 0.5 ^{+1.0} -0.2 | 800 | 5/650±50 | 0.7 | 3250 | -5/550~590 ※ |
| Q | 1.5 | 300 | 10/800 | 1.2 | 2210 | 10/880 |
| R | 1.0 | 500 | 15/650 | 1.7 | 5400 | 16/720 ※ |

* 規定値からのずれ

と、次の定期点検整備までのどの時点で変わったのかは不明である。したがってアイドル規定値の安定性について調査する必要がある。

つぎに、使用過程車に対する排出ガス規制は、ID時におけるCO、HC濃度規制のみで、規制値はCO、HC、それぞれ4.5%、1200 ppm（ヘキサン）以下である。本調査では全供試車とも規制値を大巾に下回る濃度であった。これは、全車とも排出ガス対策システムとして、排気系に二次空気を導入したり、触媒装置が採用され、ここでCO、HCの浄化が行なわれているためと思われる。ID規制は53年規制以前に定められており、排出ガス対策システムが進歩した現在では規制値はもとより、ID規制そのものを再検討すべき時期に来ていると思われる。

(3) 10モード排出ガス量

表4に、10モード排出ガス試験結果（重量車2台を除く）を示す。ここで表中、*印が10モード規制許容限度値を上回る数値である。

供試車の持込み時の排出量が規制許容限度値を上回った車両は16台中11台（68%）であった。汚染物質別では次のとおりである。

- ① NOx 排出量……4台、25%（A、D、L、O車）
- ② CO 排出量……8台、50%（E、F、H、J、L、M、N、O車）
- ③ HC 排出量……6台、38%（F、J、L、N、O車）

これら排出量が規制許容限度値を越える供試車について、定期点検整備の作業要領、メーカーの整備マニュアルにもとづき、排出ガス対策システムの点検整備を行ない、排出量が多い原因の究明と再度排出ガス測定を実施した。

表4 10モード排出量 (g/km)

| | 持込時 | | | 調整後 | | | ID時の規定値からのずれ |
|---|-------|-------|-------|---------------|----------------|---------------|--------------|
| | NOx | CO | HC | NOx | CO | HC | |
| A | *0.51 | 1.30 | 0.13 | 0.46 | 1.11 | 0.15 | 回転 |
| B | 0.43 | 1.34 | 0.04 | - | - | - | 回転 |
| C | 0.37 | 0.37 | 0.13 | - | - | - | |
| D | *2.12 | 1.45 | 0.18 | *1.11 | 1.66 | 0.21 | |
| | | | | 0.25 | 1.67 | 0.23 | |
| E | 0.15 | *2.86 | 0.36 | 0.25 -0.16 | *4.79 -1.73 | 0.41 -0.17 | 回転 |
| F | 0.01 | *5.40 | *0.73 | 0.06 | 1.77 | 0.21 | 回転、CO |
| G | 0.00 | 0.28 | 0.03 | - | - | - | |
| H | 0.33 | *5.16 | 0.37 | 2.02 -1.07 | 0.83 -0.45 | 0.90 -0.50 | CO |
| I | 0.39 | 0.19 | 0.01 | - | - | - | 回転 |
| J | 0.10 | *5.96 | *0.40 | 0.08 | *5.54 | 0.35 | 回転、CO |
| K | 0.08 | 0.35 | 0.06 | - | - | - | |
| L | *0.66 | *4.18 | *0.89 | - | - | - | |
| M | 0.02 | *5.05 | 0.37 | 0.03 | *7.80 | 1.26 | |
| N | 0.42 | *5.58 | *0.69 | - | - | - | CO |
| O | *1.01 | *4.14 | *0.42 | - | - | - | |
| P | 0.72 | 5.55 | *2.73 | 1.38 -0.89 | 5.78 -8.21 | 2.08 -1.83 | 回転、点火 |

O: EGR調整用ネジ脱落, P: 整備ミス

その結果が表5の調整後のデータである。また、点検整備内容と考えられる原因等について付記した。

このように点検整備を実施することにより、NO_xについては4台中3台、COおよびHCについては、それぞれ8台中2台、6台中4台を規制許容限度値内に入れることができた。なお、D車については、持込み時の排出ガス測定直後に車検に出す時期であったので、エンジン調整、排出ガス対策システム、等に何ら手を加えず、車検を受けさせ、車検終了後、再度排出ガス測定を実施した。しかし、排出ガスは改善されておらず、当所で再度実施した点検整備後の測定で、規制許容限度値内に抑えることができた。

排出ガス規制強化が実効を伴うためには、言うまでもなく使用過程車の段階でも、常に規制許容限度値を維持されなければならない。しかし、今回の調査結果からは、使用過程車の排出実態を表わしている持込み時で許容限度値を上回る車が多く、また、現行の車検、定期点検整備制度が排出ガスを低く抑制するのに役立っているかどうか、疑問であると思われた。

(4) 実走行パターンにおける排出特性

排出ガス規制強化が10モードを基準にして行なわれてきたが、排出ガス規制の実効性からは、使用過程車の排出ガスレベルが規制許容限度内であることに加え、都市内に出現する多種多様な実走行パターンでも、排出量は低く抑制されなければならない。そこで、ここでは、供試車の持込み時の実走行パターンにおけるNO_x、CO排出特性を5つの排出ガス対策システムに分類して図2～6に示した。主な排出特性は次のとおりである。

ア 電子(機械)燃料噴射十三元触媒+EGR

図2からは、A車のNO_x排出量は10モード運転領域に近いところで少ないが、それより低速、高速領域では増加する排出特性を示している。その他の車はNO_x、COともすべての車速領域で排出量が低く抑制されている。

イ キャブ方式+EGR十二次空気導入十三元触媒

この排出ガス対策システムは最近増加する傾向にある。三元触媒の機能を発揮するための空燃比を①の方式のように燃料噴射装置で混合気を制御するのではなく、排気系に、リードバルブを用いて二次空気を供給することで制御することが特徴である。図3から、NO_x排出量はすべての車速領域で極めて少ない。しかし、CO排出量は

他の方式に比べ多く、空燃比が過濃になりすぎるとアンモニアの排出が懸念される(第2報参照)。

ウ 噴流制御希薄燃焼+EGR+酸化触媒+(二次空気)

エンジンでの希薄燃焼を基本とし、EGRと酸化触媒を付加し、後に二次空気を導入するシステムへと改良された。この方式のEGRシステムはアクセルペダルと連動して動作するサブEGR機構が特徴である。図4のようにNO_x排出量は4台ともバラバラであり、排出ガス対策システムとして、信頼性を欠き、問題があると推定される。また、CO排出量については低速領域で多い。

エ EGR十二次空気+酸化触媒

この排出ガス対策システムは、最も一般的な53規制適合システムである。図5のとおり、NO_x排出量は安定しており、排出特性も低い。COについては②、③と同様低い領域で多く、高速側になるに従い低下する。

オ 副室式付成層給気燃焼+EGR十三元触媒

エンジンでの希薄燃焼を基本とし、EGR十三元触媒が付加されたシステム別である。図6から、NO_x排出量はAのA車と同様、10モード領域で最小になる排出特性を示す。CO排出特性は他車とほぼ同様の傾向である。

(5) 重量ガソリン車のNO_x排出特性

重量ガソリン車の排出ガス規制は、ガソリン6モードにより行なわれ、10モードとは異なり汚染物質の排出濃度で規制値が定められている。次のように規制が強化されてきた。

| | 48年規制 | 52年規制 | 54年規制 | 57年規制 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| NO _x ppm | 2200 | 1850 | 1390 | 990 |
| 指数 | (100) | (84) | (63) | (45) |

図7に実走行パターンにおけるNO_x排出特性を示す。わずかに1台ずつの比較であるが、規制強化のされたQ車の排出特性が、同型車の52、54規制車よりも上に有り、実走行パターンでは6モード基準による規制強化の効果は認められない。Q車では57規制対策として、EGR装置が付加されたが、その機能が6モード運転域に限定されていると推察された。今後、規制強化の実効性から検討する必要がある。

以上、18台の使用過程車についての点検整備の実施状況、ID時のエンジン状態、ならびに排出ガス排出状況等をまとめると次のとおりである。

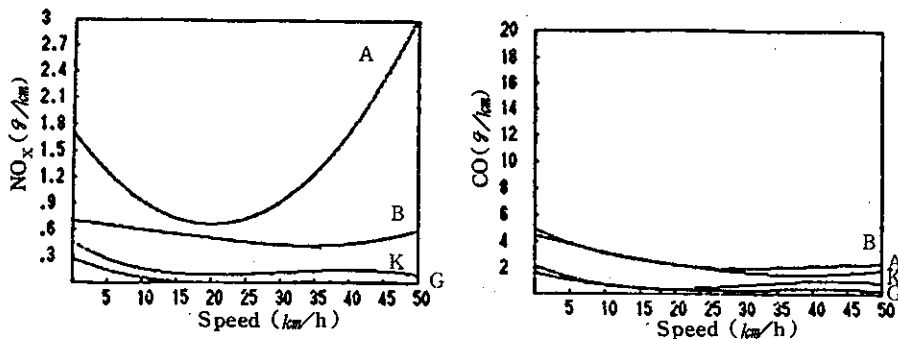


図2 電子(機械)燃料噴射十三元触媒+EGRの排出特性

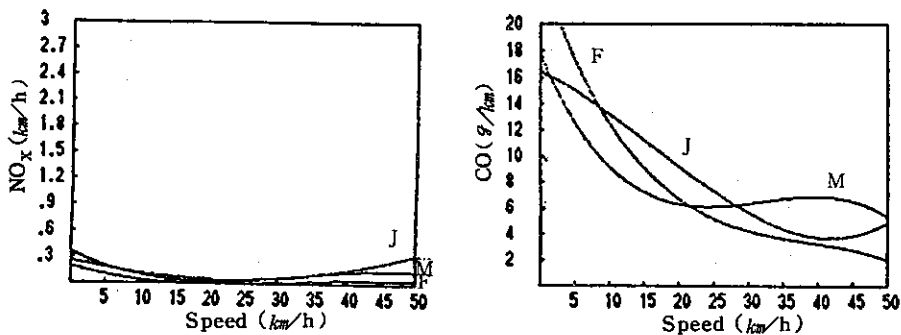


図3 キャブ方式+EGR+二次空気導入十三元触媒の排出特性

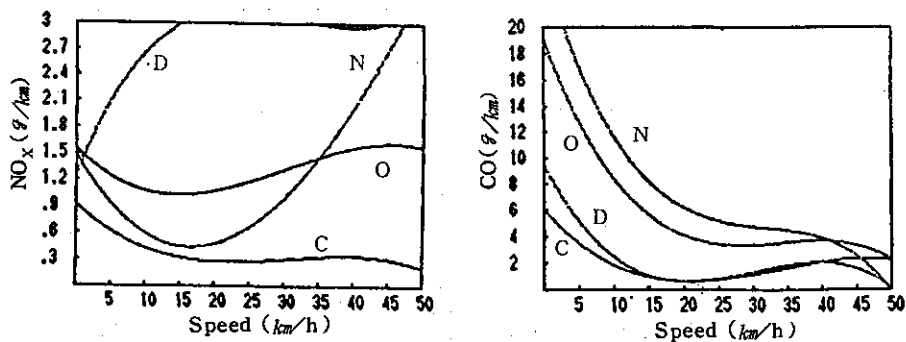


図4 噴流制御希薄燃料+EGR+酸化触媒+(二次空気)の排出特性

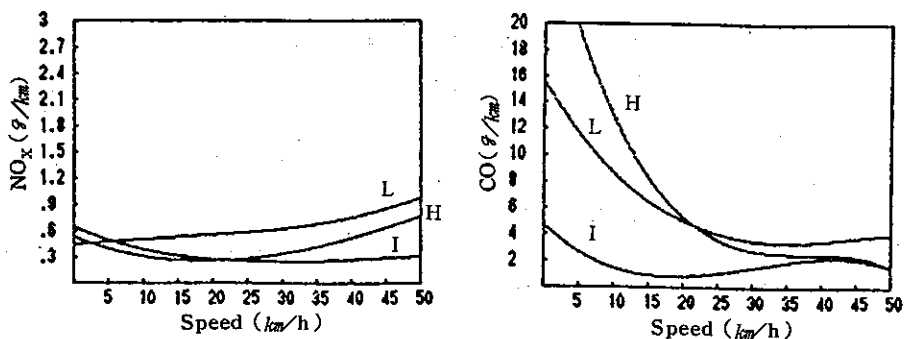


図5 EGR+二次空気+酸化触媒の排出特性

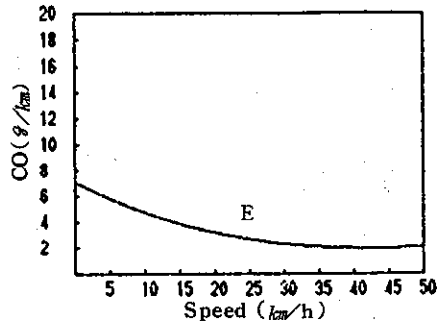
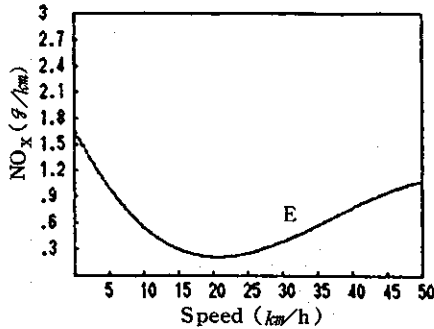


図6 副室式付成層給気燃焼十EGR三元触媒の排出特性

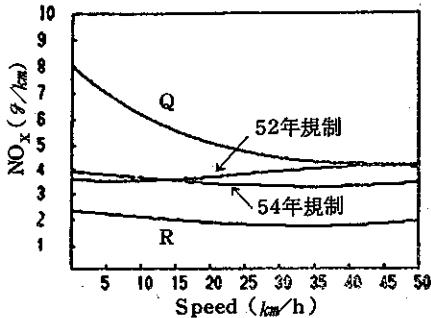


図7 重量ガソリン車の排出性

① ID規制を全車とも満足していたが、10モード排出量では許容限度値を上回る車が多数認められた。排出ガス対策が進み、排気系に二次空気導入、触媒装置が採用されているシステムでは、ID時のCO、HC濃度は極めて低いため、ID規制の再検討が必要と思われる。

② 現行の定期点検整備制度にもとづく、排出ガス対策システムの機能チェック、エンジン調整等の点検整備で、排出ガス対策システムの作動不良や機能の低下に伴う排ガス量の増加を知ることは難しく、点検整備項目および整備の現場の実態を把握することを含め、見直しが必要である。

③ 排出量が許容限度値を越える車について、排出ガス量が多いことを前提に、通常の点検整備を実施すればかなり排出ガス量は低減できそうである。

④ 供試車の持込み時のエンジン状態がメーカー規定値からのズレ、および排出ガス量が許容限度値を上回る車が多数あったことから、エンジン調整の安定性、排出ガス対策システムの信頼性、耐久性ならびに整備性に問題が残っていると思われる。

⑤ 実走行パターンの排出特性からは、一部の排出ガ

ス対策システムの作動が規制モードを対象にしているものがあり、規制の実効的な効果が少ない車種がある。

⑥ キャブレター方式による三元触媒を用いた排出ガス対策システムが増加している。これらの車のNOx排出量は極めて低く抑制されているが、反面、CO排出量が多い傾向にある。また、運転条件によっては未規制のアンモニアの排出が懸念される。

つぎに、表6に、昭和54年度以降、当所が実施してきた使用過程車の排出実態調査結果をとりまとめて示す。

表5 使用過程車排出ガス調査結果

10モード許容限度を上回った車両数

| | 調査台数 | 許容限度を上回った数 | | 点検調整後許容限度を下回った数 | |
|-----------|------|--------------------|-------------|-----------------|------------|
| | | NOx, CO, HC, 1項目以上 | NOxのみ | NOx, CO, HC 全項目 | NOxのみ |
| 全数 | 52 | 23 (44%) | 13 (25%) | 12 (52%) | 8 (62%) |
| 昭和54年～57年 | 36 | 12 (30%) | 9 (25%) | 8 (75%) | 5 (56%) |
| 昭和58年 | 16 | 11 (68%) | 4 (25%) | 4 (36%) | 3 (75%) |
| トヨタ | 13 | 4 | 3 (23%) | 3 (75%) | 2 (67%) |
| ニッサン | 13 | 5 | 3 (23%) | 2 (40%) | 1 (33%) |
| 三菱 | 13 | 8 | 6 (46%) | 5 (63%) | 5 (83%) |
| トヨタ | 6 | 3 | 0 | 2 (61%) | 0 |
| ホンダ | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| イズ | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| スバル | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| ダイハツ | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

(%) 割合

(%) 改善率

調査した52台中24台が排出ガス許容限度値を越えており、それだけ、実際には規制強化の効果が少なくなっていることになる。なかでも、三菱車については、NO_x 排出量が許容限度値を大巾に越えている台数が多く、その排出ガス対策システムの信頼性、整備性に改善すべき課題があると推察される。

4 おわりに

自動車排出ガス規制は強化され、事実上終了した。しかし、東京におけるNO_x による大気汚染状況からすると、NO_x の発生源として自動車の寄与が大きいだけに、排出ガス規制強化の実際的な効果が要求される。使用過程車の排出ガス実態調査からすると、自動車製造メーカーに対しては、信頼性の高い排出ガス対策システムの開発供給を望むとともに、行政サイドからは、排出ガス規制体系の見直しを含め、総合的な自動車排出ガス対策を検討すべきである。

参 考 文 献

- 1) 七大都市自動車技術評価委員会：大都市の大気汚染状況
- 2) 東京都公害研究所：自動車排出ガスに関する調査研究(1978年)
- 3) 東京都公害研究所：自動車排出ガスに関する調査研究(II)
- 4) 飯田靖雄ほか：53年規制適合車の排出ガス特性，東京都公害研究所(1981年)
- 5) 飯田靖雄ほか：56年規制適合車の排出ガス特性，東京都公害研究所(1984年)