

## 自動車排出ガス排出状況に関する考察 (II)

### — NH<sub>3</sub> の排出について —

舟 島 正 直    飯 田 靖 雄    福 岡 三 郎  
林            登 梅 原 秀 夫    鈴 木 正 次

#### 1 はじめに

乗用車の排気ガス規制は、53年規制で最終的なものになった。各規制ごとに乗用車の排ガス処理システムも性能の点で精巧かつ効果的なものとなり、特にNO<sub>x</sub>対策システムが進歩した。

NO<sub>x</sub>対策システムを大別すると次の四つに分けられる。(1)排ガス再循環(EGR)(2)EGR+三元触媒(3)三元触媒(4)その他(CVCCなど)この分類で53年規制車の種別生産型式数<sup>1)</sup>を昭和54年と昭和58年で比較すると、昭和54年はEGR車が56%を占め、次いでEGR+三元触媒車3.2%、三元触媒車7%、その他6%である。しかし昭和58年は、EGR車が40%、三元触媒車34%、EGR+三元触媒車26%となった。このことにより近年は、EGRのみでNO<sub>x</sub>対策をする型式は減少傾向にあり、三元触媒装置を装着した型式の車が増加傾向にあるといえる。

三元触媒装置の機能を十分に発揮するには、空燃比の制御が非常に重要なポイントとなってくる。このためO<sub>2</sub>センサを採用している。O<sub>2</sub>センサから出される信号を、装着したコンピュータで処理し、最適な空燃比を決定し、電子噴射装置を用いて燃料を噴射している。しかし電子噴射装置を装着すると、コストの点で割高になるため、昭和54年頃からキャブレターを使用した三元触媒車が出回るようになった。三元触媒装置は、空燃比が理論値近傍で制御されている場合にはNO<sub>x</sub>の低減は充分に期待できるが、空燃比が理論値より過濃側に移行した場合には、未規制物質であるアンモニア(NH<sub>3</sub>)の排出が従来から指摘されている。近年、排気量1500cc~1800ccクラスの53年規制適合車では、EGR+三元触媒方式(キャブレター方式)でNO<sub>x</sub>、HC、COの低減をし、

二次空気導入によってHC、COの低減を行なっている車が増加している。ここでこのシステムを装着した型式の車から排出されるNO<sub>x</sub>、HC、CO及びNH<sub>3</sub>の排出実態を調査したので報告する。

#### 2 実験方法

##### (1) 実験装置

ア シャーシダイナモメータ:万才自動車(株)BCD200E

イ 分析計:堀場製 MEXA2300

##### (2) 実験車

実験に使用したガソリン車の排ガス対策及び排気量、走行距離の諸元を表1に示す。

表1 実験車諸元

	A車	B車	C車	D車	E車
排 ガ ス 対 策	EMF	EMF	EMF	EMF	
	二次空気 導入	二次空気 導入	二次空気 導入	二次空気 導入	二次空気 導入
	EGR	EGR	EGR	EGR	EGR
	酸化触媒	三元触媒 (ペレット)	三元触媒 (ペレット)	三元触媒 (ペレット)	三元触媒 (モノリス)
排気量	1452cc	1452cc	1452cc	1832cc	1490cc
走 行 距 離	25,328 km	3,050 km	5,215 km	13,750 km	31,900 km

ア 酸化触媒車(A車) 1台

イ キャブレターを使用した三元触媒車(B、C、D、E車) 4台

##### (3) 走行条件

定速走行: 1D, 20 km/h, 40 km/h, 60 km/h,  
80 km/h

排ガスシステムを平常稼動した状態と二次空気導入を

カットした状態について実験した。

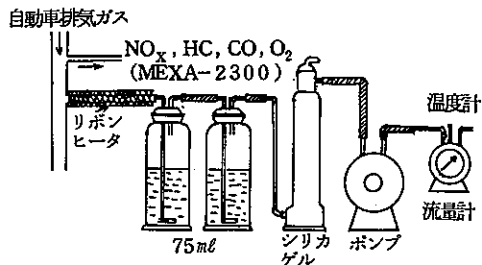
(4) 測定

ア NO<sub>x</sub>, HC, CO, O<sub>2</sub> : MEXA 2300 ダイレクト測定

イ アンモニア : JIS K0099

排ガス中のアンモニア分析法・インドフェノール吸光光度法<sup>2)</sup>

ウ アンモニアの捕集法



○吸収液 0.5%ホウ酸溶液 75ml×2=150ml

○吸引流量 約2ℓ/min

○吸引量 約30ℓ

3 測定結果と考察

実験車B, C, D車は, 三元触媒の性能を充分発揮できるように, O<sub>2</sub> センサとコンピュータを使用し理論空燃比近傍になるよう空燃比補償装置を装着した車である。E車は, 特別な燃料制御 装置はない車である。また各車ともNO<sub>x</sub> 低減のためにEGR装置, HC・CO低減のために二次空気導入装置が装着されている。なおA車は, 対象車としてEGR+酸化触媒+二次空気導入装置を装着した酸化触媒車である。今回の調査は, 各排ガス処理システムが正常稼働の状態, 二次空気導入装置をカットした状態における汚染物質の排出状況がいかに変化するかを実験した。

その結果を表2に示す。

(1) NO<sub>x</sub>, HC, COの排出状況

対象車Aは, 酸化触媒車であるためNO<sub>x</sub> の排出が, 高速走行時, 60km/hで1160ppm, 80km/hで2350ppm と非常に高濃度排出である。この傾向は従来我々

表2 各汚染物質の排出状況結果

運転条件	NH <sub>3</sub> ppm		NO <sub>x</sub> ppm		HC ppm		CO ppm		O <sub>2</sub> %		
	二次空気		二次空気		二次空気		二次空気		二次空気		
	正常	カット	正常	カット	正常	カット	正常	カット	正常	カット	
A	ID	4.8	3.7	40	12	100	7600	60	9600	1.5	0.1
	20 km/h	6.3	5.2	130	130	90	3400	10	18900	2.5	0.2
	40 km/h	6.5	6.9	135	120	100	3600	90	21900	1.2	0.2
	60 km/h	1.4	1.3	1160	1200	120	135	30	60	5.6	1.0
	80 km/h	3.1	2.2	2350	2400	100	100	30	30	3.6	2.1
B	ID	5.9	5.2	45	40	160	450	10	18000	2.8	0.5
	20 km/h	0	0	100	100	150	2000	10	4500	2.3	0.9
	40 km/h	1.23	2.61	25	20	150	450	450	900	0.2	0.2
	60 km/h	2.66	3.28	10	10	50	70	300	450	0.2	0.2
	80 km/h	6.37	8.43	20	15	100	120	240	400	0.1	0.1
C	ID	0.6	0.2	30	25	520	7000	90	13500	5.5	0.9
	20 km/h	0.9	0.8	60	70	360	450	240	510	0.9	0.5
	40 km/h	0.3	0.5	215	160	430	830	540	1290	0.7	0.5
	60 km/h	5.4	6.6	40	30	150	150	390	480	0.2	0.2
	80 km/h	11.5	28.4	175	40	90	160	270	600	0.25	0.2
D	ID	6.7	2.2	20	18	150	120	0	0	4.9	0.4
	20 km/h	0.9	1.8	35	30	100	160	0	150	0.3	0.2
	40 km/h	2.1	1.4	100	50	30	70	45	150	0.3	0.2
	60 km/h	14.9	17.9	110	100	40	40	450	500	0.2	0.2
	80 km/h	16.2	27.8	200	175	30	30	150	150	0.2	0.2
E	ID	10.0	0.4	45	0	250	7500	10	4000	4.0	0
	20 km/h	5.7	17.1	65	0	250	4000	60	8100	2.2	0
	40 km/h	1.4	1.3	75	70	220	4200	120	30000	2.0	0.4
	60 km/h	7.9	30.5	100	70	120	3000	500	25000	0.2	0.2
	80 km/h	45.1	228.6	750	125	140	2000	60	4500	2.8	0.2

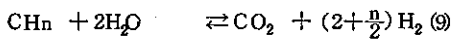
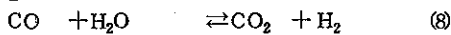
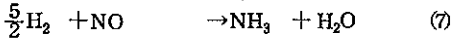
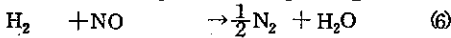
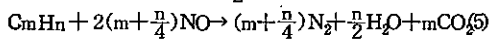
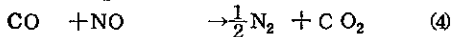
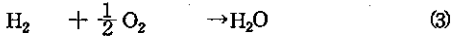
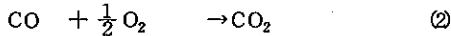
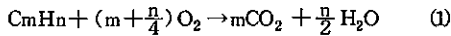
\* HC:CH<sub>4</sub>換算

が調査したデータと同じ結果<sup>3)</sup>である。HC, CO の排出は、三元触媒車と比較しても特に高濃度だとはいえない。また二次空気導入をカットした時のNO<sub>x</sub> の排出傾向は、正常の状態に比べてID時に多少低濃度になる程度で、その他の運転条件ではその差はほとんど認められない。しかし、HC, CO濃度は、ID, 20 km/h, 40 km/hでの増加は著しい。このことにより二次空気導入装置は、NO<sub>x</sub> 対策にはほとんど寄与してないことがわかり、HC, COの低減対策であることがわかる。

三元触媒車のB, C, D, E車は、高速走行時でもNO<sub>x</sub> の排出濃度は酸化触媒車より低いレベルにあり、三元触媒システムがNO<sub>x</sub> を効果的な処理をしていると考えられる。しかし、E車の80 km/hで750 ppmと急激に高濃度になるのが注目される。各車のHC, CO の排出濃度の差はあまり認められない。二次空気導入をカットするとNO<sub>x</sub> の排出濃度は、多少低濃度になる傾向を示し、ID, 20 km/h, 40 km/hでHCは2~13倍程度にふえ、COはこれ以上の倍率の高濃度となった。しかし、D車のHC, CO の排出濃度の差は認められなかった。E車は、全走行ともHC, COの濃度の増加が著しく高くなった。

(2) アンモニア(NH<sub>3</sub>)の生成と各汚染物質の関係

三元触媒装置は、NO<sub>x</sub>, HC, CO を同時に低減できるため最近は良く使用されるようになった。ここで自動車排気ガスが、三元触媒を通過するときの主要な反応はどうかを以下<sup>4)</sup>に述べる。



式(1)~式(3)と式(4)~式(6)を並行してNO, CO およびHCを同時に低減するものが三元触媒システムである。以上の反応でO<sub>2</sub>濃度が低くなると式(4)~式(6)が優先的に進み、さらにCO, HC濃度が高くなると式(8)の水性ガス反応と式(9)の水蒸気改質反応が進行してH<sub>2</sub>が生成され式(7)の反応によりNOのかかなりの部分がNH<sub>3</sub>になる。またO<sub>2</sub>濃度が高いと式(1)~式(3)が優先的に進み、NOの還

元反応が著しく遅くなる。

NH<sub>3</sub>の生成は、三元触媒車で空燃比が理論値近傍に制御されている場合は、5 ppm 以下であり、また空燃比が過濃側になり高負荷になると800 ppmものNH<sub>3</sub>が排出されるという報告<sup>5)</sup>もある。我々の測定結果でも検知管の測定データで500 ppmものNH<sub>3</sub>を排出している車があることを確認している。また当研究所年報<sup>6)</sup>で、NO<sub>x</sub>からNH<sub>3</sub>への転換は、NO<sub>x</sub>濃度を一定値に固定した場合、CO濃度が1.5%程度で転換率は6%以下であるが、CO濃度の増加に伴いCO 6~7%で転換率は20%程度となる。またCO濃度を1.5%程度に固定した場合、NO<sub>x</sub>の増加と共にNH<sub>3</sub>生成量は増え、転換率が高くなることを報告<sup>※</sup>している。今回の実験で、酸化触媒車Aから排出されるNH<sub>3</sub>は、正常時に最高で6.5 ppmであり、二次空気導入カットした時は、6.9 ppmでほとんど差が認められなかった。三元触媒車のNH<sub>3</sub>の排出は、高速走行になるにつれて高濃度となりB車の80 km/hで63.7 ppm, E車も80 km/hで45.1 ppmの排出が認められた。B車の排出量は、固定発生源のNH<sub>3</sub>の規制基準50 ppmをオーバーしていることになる。

二次空気導入をカットすると、三元触媒車は各車ともNH<sub>3</sub>濃度は正常の濃度より高くなった。特にE車の80 km/hでは45.1 ppmから228.6 ppmと5倍も高い値となった。E車の80 km/h走行時の各汚染物質の排出濃度の関係について検討すると、NO<sub>x</sub>濃度は750 ppmから125 ppmで $\frac{1}{6}$ に減少し、HCは14倍の2000 ppm, COは75倍の4500 ppmと増加し、二次空気導入をカットしているためO<sub>2</sub>濃度も2.5%から0.15%へと減少している。これらの関係を前述した反応式より考察すると、O<sub>2</sub>濃度が低い時は、式(4)~式(6)が優先的に進み、さらにHC, COの排出濃度が高くなったため式(8)の反応と式(9)の反応が進行し式(7)の反応によりNOがNH<sub>3</sub>に転換したと考えられる。このためNO<sub>x</sub>は正常時の $\frac{1}{6}$ となり、NH<sub>3</sub>が5倍も生成されたと考えられる。またE車は、三元触媒装置を装着している車であるが空燃比を理論値近傍にする装置が装着されていないため、空燃比が過濃側になる可能性は充分考えられる。

4 まとめ

(1) 酸化触媒装置装着車から排出されるNH<sub>3</sub>は7 ppm 以下であった。

- ② 三元触媒装置装着車は、NO<sub>x</sub>濃度が高くても、HC、CO濃度が高くないとNH<sub>3</sub>の生成は少ない。
- ③ 仕様がほとんど同じ車でもNO<sub>x</sub>からNH<sub>3</sub>への転換が異なる。
- ④ 三元触媒車の排ガス処理システムが正常稼動しても60ppm程度のNH<sub>3</sub>の排出があった(固定発生源の排出基準50ppm)。二次空気導入装置が正常稼動しない場合や空燃比コントロールが理論値近傍にらず過濃側にある場合は、今回の実験のように200ppm以上のNH<sub>3</sub>が排出される可能性がある。

### 5 おわりに

今回の実験は、三元触媒装置でキャブレター方式車のNH<sub>3</sub>の排出状況について検討したが、今後は、三元触媒の前後での汚染物質濃度変化や温度変化等の実験をすすめていきたい。また電子噴射方式の三元触媒車におけるNH<sub>3</sub>の排出実態の調査もおこないたい。

### 参 考 文 献

- 1) 燃費一覧表：運輸省、燃費一覧表より1983、10月
- 2) J I S K 0099
- 3) 飯田靖雄ほか：53年規制適合車の排出ガス特性  
東京都公害研究所年報、1981年版
- 4) 小笹俊博ほか：自動車排ガス処理三元触媒システム  
産業公害、1978 VOL 14, No 10
- 5) 堀重雄ほか：三元触媒装置車から排出される2次公害物質の研究(第1報)、交通安全公害研究所研究発表会講演集(第13回) 1983
- 6) 飯田靖雄ほか：還元触媒による排出ガス低減手法の検討、自動車排ガスに関する調査研究、東京都公害研究所、昭和52年3月