

自動車排気ガスの窒素酸化物(NO_x)回収に関する研究(I)

川喜田 四郎* 林 二一*

Reduction of NO_x in Automotive Exhaust Gas(I)

Shirou KAWAKITA Niichi HAYASHI

この実験は、自動車ガソリンエンジンから排出される排気ガス公害の中でもその処理方法が最も難関である窒素酸化物(NO_x)を一般に化学反応でよく知られている水酸化ナトリウム(NaOH)の水酸基と反応させることによって窒素酸化物(NO_x)の濃度(P.P.m)を減少させることが可能であるかどうかを調べる基礎的な実験である。

1. 緒言

自動車が現代の生活様式の中では、必要欠くべからざるものであることは誰れもが否定することは出来ない。

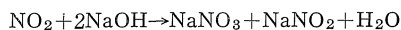
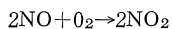
しかし、近年急激な自動車保有台数の増大に伴ないいろいろな問題をひき起すのに至っている。その中でも大気汚染の原因の一つである自動車排気ガス公害においては最も注目されるものである。

自動車排気ガス公害として取り上げられているものには、一酸化炭素(CO)、窒素酸化物(NO_x)炭化水素(HC)、鉛化合物などが上げられる。これには、直接的に人体に悪影響をおよぼしたり、光化学反応などを誘発することにより二次的な公害源となったりする。これら有害な排気ガスの公害源を低減する方法(技術)を、早急に開発することが自動車界に課せられた問題である。

そこで我々は、排気ガス中の窒素酸化物(NO_x)の低減方法の一考案として次のような基礎的な実験を行なった。

自動車排気ガス中の窒素酸化物(NO_x)は、その約95%が一酸化窒素(NO)といわれている。それで我々は、二次空気を押込むことによって一酸化窒素(NO)を二酸化窒素(NO₂)に変化させ、その後に水酸化ナトリウム水溶液(NaOH)を通して窒素酸化物(NO_x)を低減させることが可能かどうかを調べた。

ここでその基本的な考え方の反応式を示すと次のようになる。



上式の三段階の反応式となる。

2. 実験装置および測定方法

実験用供試用自動車ガソリンエンジンは、表1にその

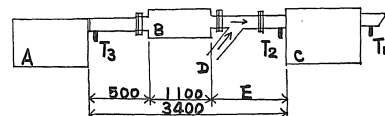
エンジン諸元を示す。

表1 供試用エンジン諸元

使用エンジン	項目	RT20-B
	型式	R(トヨペットコロナ)
	内径×行程	77×78mm
	総排気量	1.453ℓ
	圧縮比	8.0
	点火時期 ^{BTDC} / r.p.m	8°/400rpm
	最大出力	62/4500 PS/rpm
	最大トルク	112/3000 m·kg/rpm
	全負荷小燃比率	240g/PS-h (3000rpm)

このエンジンの整備方法は、トヨペットコロナ修理書に従ってその緒元通りにセットした。なお、その時の一酸化炭素(CO)濃度は(アイドリング時)1.5%であった。

次にエンジンからの排出ガスは、図1に略図を示すように供試用エンジン(A)から排気ガス冷却装置(B)へ入る。ここで冷却水によって100℃程度まで排気ガスを冷却する。

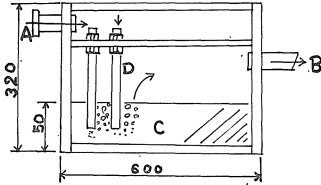


A: 供試用エンジン T₁: 試料取出口
B: 排気ガス冷却装置 T₂: 試料取出口
C: NO_x反応浄化槽 T₃: 試料取出口
D: 二次空気押込口
E: NO酸化反応管

図1 実験装置

その後、二次空気押込口 (D) から二次空気を送風機によって送り込む。そしてNO酸化管 (E) で一酸化窒素 (NO) を二酸化窒素 (NO₂) に酸化させ、その後には水酸化ナトリウム水溶液槽 (NaOH) (C) を通す。

その水酸化ナトリウム水溶液浄化槽 (C) 略図を図 2 に示す。



- A: 浄化前排気ガス
- B: 浄化後排気ガス
- C: 水酸化ナトリウム水溶液
- D: 排気管

図 2 NO_x 反応浄化槽

浄化水槽 (C) 内は図 2 の通りの構造となっている。又水溶液の水位を 50mm に保った。その浄化水槽内の排気管は、内径 4mm の管を 100 本使用して排気ガスの背圧を上げることなく浄化水溶液中を通過させる構造とした。

測定試料は、図 1 の T₁T₂T₃ より採集を行なった。又それぞれの点において窒素酸化物 (NO_x) 濃度と温度を測定した。

窒素酸化物 (NO_x) の測濃度定法は、JIS 規格に定められている中の一つの方法である「ナフチルエチレンジアミン法」を採用した。(日本工業規格—排気ガス中の窒素酸化物分析方法 JISKO104)

3. 実験結果および考察

エンジン回転数をそれぞれ 500~3500r.p.m 内でいろいろと変え測定を行った。(馬力も変化する) それと同時にそれぞれについて空気比を変えて実験を行った。

ここで空気比とは、排気ガスの流量と二次空気の流量の比で示したものである。

その窒素酸化物 (NO_x) の測定結果を図 3, 図 4, 図 5, 図 6 で示す。

グラフより、二次空気を入れれば窒素酸化物 (NO_x) はその分だけ薄くなると思われるので二次空気比押込量の割合で測定値を換算した数値をグラフ上の点として示した。

それらの結果からみてわかるように低回転時では窒素酸化物 (NO_x) は微小の値を示している。すなわち理論値と同じ結果であるので測定方法には誤りがないと思える。1500r.p.m より数値が急上昇して 3000r.p.m をこえると、浄化槽の水溶液濃度が高い方を通過した物は勾配がゆるくなる傾向を示している。

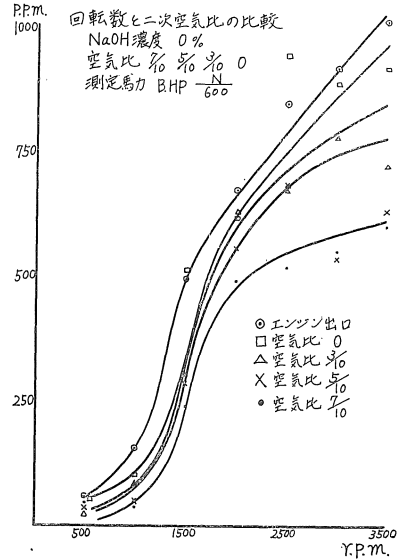


図 3

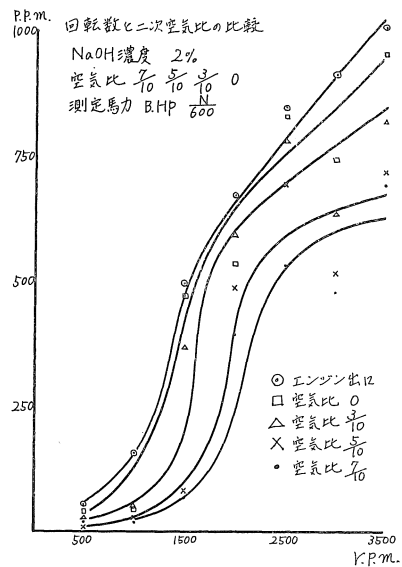


図 4

どの線図も 3000r.p.m あたりで値が曲線より大幅にはずれて下の方にあるのは、この供試用エンジンおよび浄化水槽の特性によるものと考えられる。

回転数が上がれば排出ガス中の NO_x の濃度も大きな値を示す。それは熱効率が上がるからである。そしてそれに伴い水酸化ナトリウム水溶液を通過する排出ガスも比例状態で増加するのである。それは、排出ガスの流量が増大している所に二次空気を加えたことにより、流量が一段と増加して流速が早くなるのとは逆に、浄化水溶液中

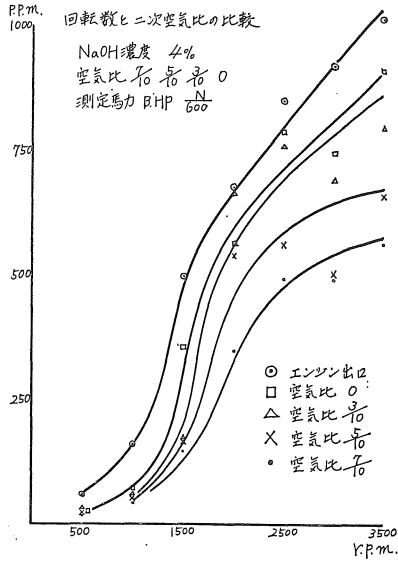


図 5

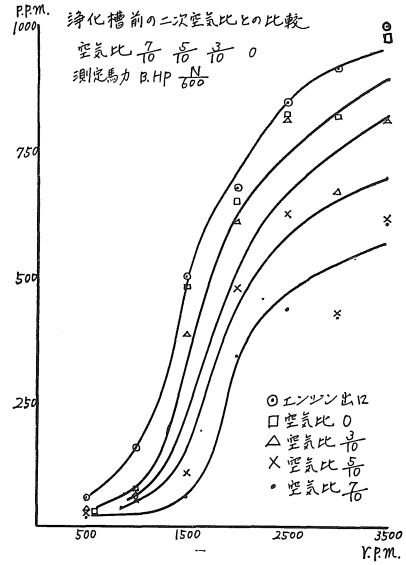


図 7

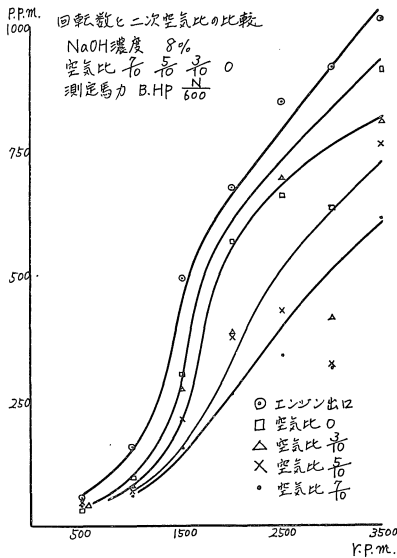


図 6

この結果よりわかるように自動車用ガソリンエンジンの排気ガス中の窒素酸化物 (NOx) は水酸化ナトリウム (NaOH) の水溶液を通してただでも濃度が減少することがわかる。

4. 結言

自動車用ガソリンエンジンの排出する窒素酸化物 (NOx) は、二次空気を押し込み、一酸化窒素 (NO) を二酸化窒素 (NO₂) に変化させて、その後低温にて水酸化ナトリウム (NaOH) 水溶液中を通してただでも窒素酸化物 (NOx) の濃度を低減させることが可能である。また、その排出ガスをより長時間水溶液中で反応させれば、もっとよい結果が可能であろう。

終りに、この実験の測定方法に対して懇切に御指導下さった愛知工業大学応用化学科の稲垣先生に深く感謝いたします。

での反応時間が短くなったために生じたものと考えられる。

次に排出ガスが水酸化ナトリウム (NaOH) 濃度 (0.2.4.8 %) によってそれぞれ浄化槽前後でどの程度の減少率を示したかを表 2 に表わした。この表では特に一般的な使用範囲である 1000~1500r.p.m. の所を示した。

表 2 窒素酸化物減少率

濃度	0 %	2 %	4 %	8 %
P.P.m				
1000	45.2	59.8	37.1	12.0
1500	38.8	39.9	51.3	9.0