

自動車排気ガスの窒素酸化物(NO_x)回収に関する研究 (Ⅱ)

川 喜 田 四 郎* 林 二 一*

Reduction of NO_x in Automotive Exhaust Gas(Ⅱ)

Shirou KAWAKITA Niichi HAYASHI

今回の実験は、第1報に続いて水酸化ナトリウム (NaOH) 水溶液浄化槽によって、窒素酸化物 (NO_x) を除去する実験である。

ここでは、第1報より改造された浄化槽で反応時間を長くすることによって窒素酸化物 (NO_x) がいかに低減されるか、排気ガス冷却管の有無によって除去状態がいかに違うか、又その時の温度と窒素酸化物 (NO_x) との関係はどうかなどを調べる実験を行なった。

1. 緒言

1970年代にはいつてから、大気汚染・水あるいは海洋汚染・騒音・廃棄物などの環境破壊問題は急速に大きな社会問題にまで発展しつつある。総ての産業にとって公害問題は其の将来を左右する重要な要素である。自動車産業界においても公害問題が各国において大きな問題となり色々な対策が迫られているが、問題の解決は容易ではない。

自動車の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)・鉛化合物などがある。

これらの有害な自動車排気ガス量の許容限度を低減する技術開発が自動車産 業に 課せられた 問題となっている。

自動車の排気ガスにおいて一酸化炭素 (CO) に関しては自動車界においてもある程度排除することが可能になっている。今日最も排除することが困難といわれている窒素酸化物 (NO_x) について対策技術 が試みられている段階である。

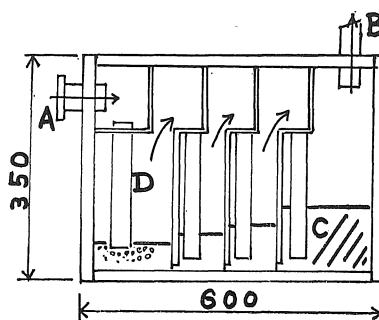
そこで我々は、第1報に続いて浄化水槽を改造し、より長時間水酸化ナトリウム (NaOH) 水溶液と反応させることにより、窒素酸化物 (NO_x) を第1報水槽以上に低減することが出来ないかを実験した。

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、第1報と同じ諸元を使用した。又エンジン整備に付いても同様に

行ないセットした。

浄化水槽の略図は図1に示す。



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

図1 NO_x 反応浄化槽

その水槽の排気管は内径22mmの管を各層2つつの計6本用いた。

第1報の浄化水槽との違いは、第1報では一層浄化法であったのを今回の装置では、四層浄化法に改造したことが大きな違いである。

又その排出窒素酸化物 (NO_x) の濃度の測定法は、第1報と同じく「日本工業規格 排気ガス中の窒素酸化物分析方法 JIS KOIO4」の「ナフチルエチレンジアミン法」で行なった。

3. 実験結果および考察

第1報の浄化槽より得た数多くの実験結果を検討した結果一番窒素酸化物 (NOx) 濃度の減少が著しかった水酸化ナトリウム (NaOH) 濃度 8%・空気比 7/10 を最良の条件とした。更に排気ガス冷却管有・無の場合に付いても第1報浄化槽の窒素酸化物 (NOx) 減少率と、今回の浄化槽との窒素酸化物 (NOx) 減少率を比較検討した。それぞれの結果は、図2、図3、図4のようである。

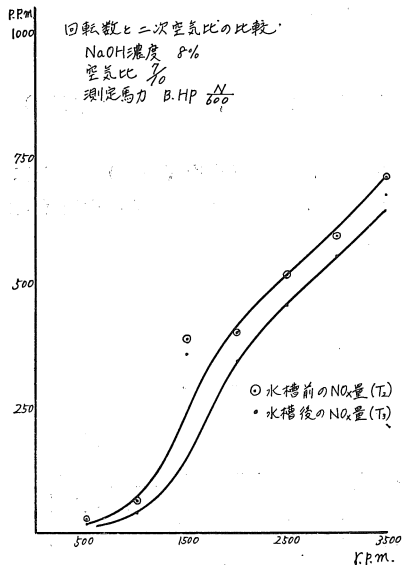


図 2

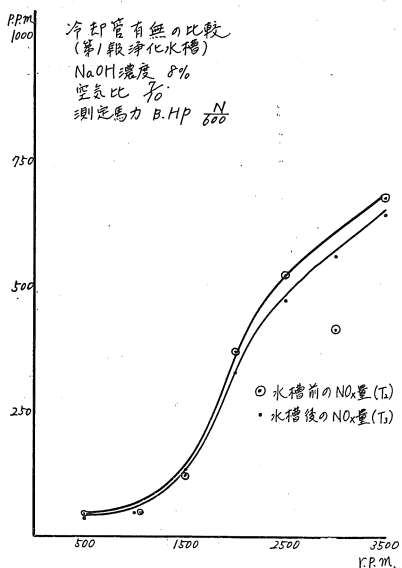


図 3

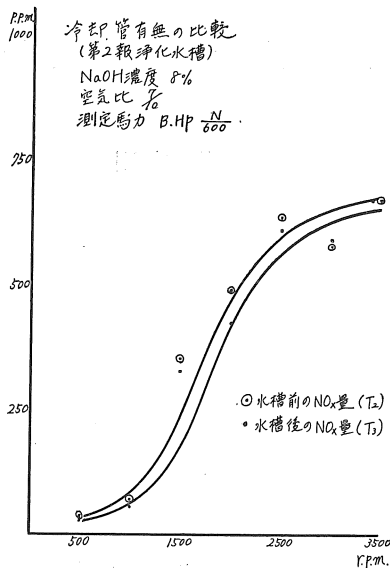


図 4

(1) 浄化槽の構造の違いによる窒素酸化物 (NOx) 減少率の比較

表1 浄化槽の構造の違いによる NOx 減少率

エンジン 回転数 r.p.m	NOx減少率 %		排気ガス冷却管有		排気ガス冷却管無	
	第1報 浄化槽	第2報 浄化槽	第1報 浄化槽	第2報 浄化槽	第1報 浄化槽	第2報 浄化槽
650	± 0	+ 14.2	+ 8.2	+ 6.5		
1000	+ 8.7	+ 36.8	± 0	+ 18.0		
1500	- 25.6	+ 7.2	- 6.2	+ 6.8		
2000	+ 19.8	+ 14.0	+ 11.4	+ 13.5		
2500	+ 20.9	+ 11.4	+ 9.5	+ 4.4		
3000	+ 32.0	+ 4.8	- 13.0	- 1.2		
3500	+ 5.5	+ 3.8	+ 4.8	± 0		
平均 値	+ 8.7	+ 13.2	+ 2.1	+ 6.8		

表1で窒素酸化物 (NOx) 減少率とは

$$\text{NOx 減少率} = \frac{\text{浄化槽通過後のNOx濃度}}{\text{浄化槽通過前のNOx濃度}} - 1$$

とする。

表1より、排気ガス冷却管を用いた場合、第1報浄化槽での窒素酸化物 (NOx) 減少率は最大値+32.0%最小値-25.6%平均値+8.7%である。今回の浄化槽での窒素酸化物 (NOx) 減少率は最大値+36.8%、最小値+3.8%、平均値+13.2%である。同様にして排気ガス冷却管を使用しない場合、第1報浄化槽での窒素酸化物 (NOx) 減少率は最大値+11.4%最小値-6.2%平均値+2.1%である。今回の浄化槽での窒素酸化物 (NOx) 減少率は

最大値 +18.0%, 最小値 -1.5%, 平均値 +6.8% である。以上の結果より窒素酸化物 (NOx) 減少率からの浄化槽の比較は排気ガス冷却管の有無にかかわらず、第1報浄化槽よりも今回の浄化槽の方が効率がよく、第1報浄化槽に対する今回の浄化槽の窒素酸化物 (NOx) 減少量の比は排気ガス冷却管を用いた場合で 0.952, 排気ガス冷却管を用いない場合で 0.950である。

この様な結果になった理由としては、第1に窒素酸化物 (NOx) と水酸化ナトリウム (NaOH) 水溶液との反応時間が今回の浄化槽の方が長いために窒素酸化物 (NOx) がより多く水酸化ナトリウム (NaOH) 溶液に吸収され、排気ガス中の窒素酸化物 (NOx) 量が減ったこと。これは第1報浄化槽が一層であるのに対して今回の浄化槽は四層に分かれているためであると考えられる。第2に浄化槽通過後の試料ガス採取口の位置であるが、第1報浄化槽では浄化槽の側面に設けてあり水酸化ナトリウム (NaOH) 溶液面から近いが、今回の浄化槽では浄化槽の上蓋に設けてあるので浄化槽中の窒素酸化物 (NOx) を含んだ水滴による影響が少ない事が上げられる。故に第1報浄化槽を使用した場合には窒素酸化物 (NOx) 減少率にばらつきが多いことがわかる。又表1の中の値で窒素酸化物 (NOx) 減少率が(-)を表わしている場合は、浄化槽中の水酸化ナトリウム (NaOH) 溶液に溶けていた窒素酸化物 (NOx) が浄化槽の温度が上昇すると共に細かい霧となって浄化槽に充滿し試料採取口から一緒に出て来たと推測される。

(2) 排気ガス冷却管有無による窒素酸化物 (NOx) 量の比較

表2 排気ガス冷却管有無による NOx 減少率

エンジン 回転数 r.p.m.	NOx 減少率 %		浄化槽通過前		浄化槽通過後	
	第1報 浄化槽	第2報 浄化槽	第1報 浄化槽	第2報 浄化槽	第1報 浄化槽	第2報 浄化槽
650	= 1.6	+ 15.5	- 10.5	+22.7		
1000	- 40.5	+ 8.5	- 27.6	+29.8		
1500	+ 1.9	- 10.5	- 16.2	-10.0		
2000	+ 11.2	+ 16.7	+ 19.6	+18.8		
2500	+ 16.2	+ 19.5	+ 26.8	+25.3		
3000	- 13.5	+ 0.3	+ 31.6	+ 6.5		
3500	- 5.2	- 5.5	- 4.0	- 0.5		
平均値	- 4.5	+ 6.4	+ 2.8	+13.2		

表2で窒素酸化物 (NOx) 減少率とは

$$\text{NOx 減少率} = \frac{\text{排気ガス冷却管を用いた時の NOx 濃度}}{\text{排気ガス冷却管を用いない時の NOx 濃度}} - 1$$

とする。

表2より、浄化槽通過前で試料ガスを採取した場合、第1報浄化槽前での窒素酸化物 (NOx) 減少率は最大値 +16.2%, 最小値 -40.5% 平均値 -4.5% である。今回の浄化槽前での窒素酸化物 (NOx) 減少率は、最大値 +19.5%, 最小値 -10.5%, 平均値 +6.4% である。

同様にして浄化槽通過後で試料ガスを採取した場合、第1報浄化槽での窒素酸化物 (NOx) 減少率は、最大値 +31.6%, 最小値 -27.6%, 平均値 2.8% である。今回の浄化槽で窒素酸化物 (NOx) 減少率は最大値 +29.8%, 最小値 -40.0%, 平均値 +13.2% である。表2の値の中で窒素酸化物 (NOx) 減少率が(-)を表わしているのは上記で説明したのと同様な理由であると推測される。

排気ガス冷却管を用いない場合と用いた場合との窒素酸化物 (NOx) 量の比を求めると、浄化槽通過前で採取した時で0.893である。

図3.4よりエンジン回転数が 1700rpm以上になると排気ガス冷却管有無の違いが大きくなって来る。これは排気ガス冷却管を用いない時、エンジンが低回転数では排気温度があまり高くないので、二次空気により一酸化窒素 (NO) が二酸化窒素 (NO₂) に変換する反応温度まで下ってしまう。しかし、それ以上の温度になると、二次空気だけでは排気温度が下らないために一酸化窒素 (NO) が二酸化窒素 (NO₂) に変換しなくなる。そのためあまり水酸化ナトリウム (NaOH) 水溶液と反応しなかったと推測される。故に上記の結果が得られたと思われる。

3. 排気温度と窒素酸化物 (NOx) 濃度との関係

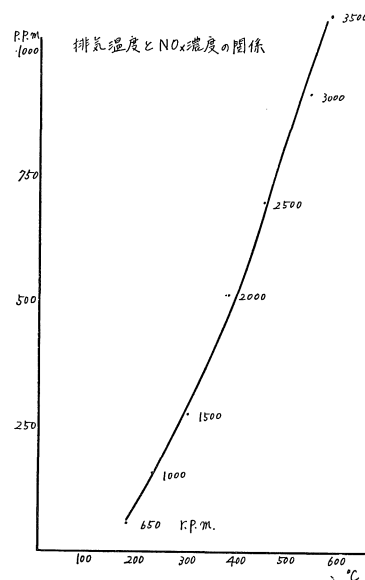


図 5

図5より温度が高くなるに従って窒素酸化物(NO_x)濃度は正比例的に増加している。これはエンジンの回転数が高くなるにつれ吸入ガス量の増大により、発熱量が増加したために燃焼温度が上昇し燃焼効率が良くなりその結果窒素酸化物(NO_x)濃度が上がるからである。理論通りで誤りでないことがわかる。

又、本実験によれば、3000r.p.mで窒素酸化物(NO_x)濃度が下っている場合が多い。これは我々が使用したエンジンの特性と考えると、3000r.p.mで最も影響が大きいと考えられる空燃比、その他点火進角度の位置などが関係して窒素酸化物(NO_x)濃度が下るのではないかと推測される。

4. 結 言

第1報浄化槽よりも今回の浄化槽の方が、よい結果がえられた、それは、やはり反応槽を一層方式よりも四層方式の方が、反応時間を長くする点では、すぐれているのでこのような結果となった。しかし、反応槽を四層にした場合背圧が高くなり、それを解決する方法を考えなくてはならないと思われる。

排気ガス冷却管を取り付けた場合、排気ガスが低温状態ではそれほど効果がみられないが、高温状態になると効果がみられた。それは、浄化槽内で窒素酸化物(NO_x)が水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液と低温で反応するからである。

最後に、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科の稲垣先生に深く感謝いたします。