

⑤ 新たな定置騒音試験法の開発

—加速走行試験との相関及び騒音レベルのばらつき—

環境研究領域 ※坂本 一朗 田中 丈晴 村上 孝行
神奈川工科大学 石濱 正男
東京大学 金子 成彦
神奈川大学 山崎 徹

1. まえがき

自動車の使用過程において消音装置（マフラー）の交換が行われた場合、一部のマフラーにおいては、新車時の加速走行騒音の規制値を大幅に上回るものがあることが確認されており、道路交通騒音の悪化に加え、周辺住民の騒音に対する苦情の原因の一つとなっている。このようなマフラーは、走行時には不快と感じさせる騒音を発生するが、現行の近接排気騒音試験法ではうるさい音が発生しないため、走行時の排気騒音を適切に評価でき、うるさいマフラーを排除できる試験法が望まれている。

このため、当研究所は、環境省の委託調査として、新たな近接排気騒音の測定法について検討を行っており、これまでにいろいろな車種や交換用マフラーについて加速騒音試験との相関や、測定条件等によるばらつきについて検討を行ったのでその結果について述べる。

2. 調査内容及び調査結果

2. 1. 排気管内温度によるばらつきの影響調査

新たな定置騒音試験法として検討している全開空ふかしによる試験法（空ふかしで、アイドリングの状態からアクセルを瞬時に全開にし、エンジン回転数が上昇しているときの騒音を測定）による排気騒音は、これまでの検討結果から、加速走行時に発生する排気騒音との相関がよく、現行の近接排気騒音測定法と同程度の簡便さを有する試験法として有効性が認められている。しかし、測定するときの環境によって騒音レベルにばらつきが見られ、再現性の問題が指摘されており、特に、触媒は温度変化が激しいため、触媒温度によって排気騒音にばらつきが生じるとの指摘がある。また、アクセルを瞬時に全開にするという運転操作は、操作する人によって差が生じる可能性がある。そこで、触媒温度と運転操作による排気騒音のレ

年 式	H18	
定 員(人)	5	
重 量	車両重量(kg)	1,020
	車両総重量(kg)	1,295
原 動 機	排気量(cc)	1,339
	最高出力(kw/rpm)	63/5,700
	最大トルク(Nm/rpm)	119/2,800
	消音器	標準マフラー
触媒位置(個数)	床下(1個)	

表1 ばらつきの調査に使用した試験車両の緒元
ベルのばらつきの影響を調査した。

(1) 試験車両

試験車両の諸元を表1に示す。この車両は、触媒後に温度センサを取り付けてあり、また、ECU 端子よりスロットル開度の信号線を取り出した。

(2) 試験方法

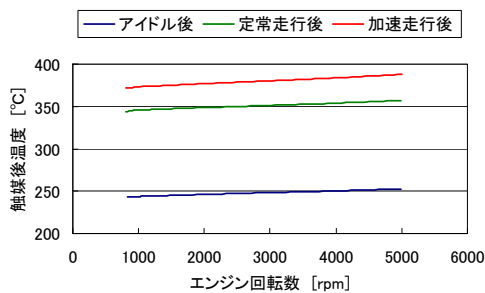
試験車両を半無響室内のシャシダイナモメータ上に設置し、触媒の温度を変化させて、全開空ふかしによる測定を行った。触媒温度は、触媒後の排気温度でモニタし、温度を変化させるために、下記の運転操作を行った直後に全開空ふかしによる騒音測定を行った。

- ① アイドル後・・・アイドリングの状態触媒後の温度が安定した後に測定
- ② 定常走行後・・・シャシダイナモメータ上で60km/h で10分間定常走行させた後に測定
- ③ 加速走行後・・・停止状態からアクセル全開で発進加速走行後に測定

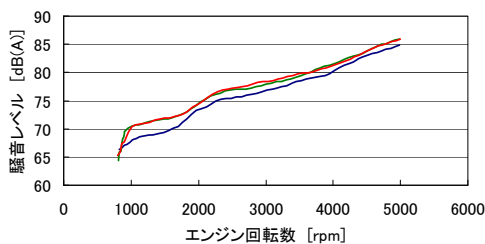
上記の試験条件について、排気騒音（近接排気騒音測定位置にマイクロホンを設置）、エンジン回転数、吸入空気量、触媒後温度の測定を行った。

(3) 測定結果

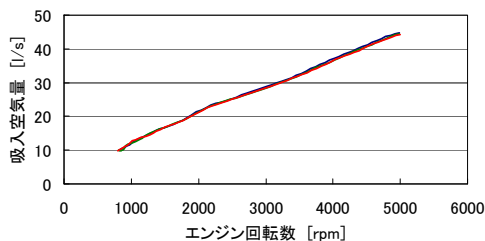
図1に測定結果を示す。図1(a)は、触媒後の温度とエンジン回転数との関係である。エンジン回転数は1秒程度で過回転防止装置が作動する5500rpmまで上昇するため、触媒の熱容量の関係から触媒後の温度は



(a) 触媒後の温度とエンジン回転数との関係



(b) 騒音レベルとエンジン回転数との関係



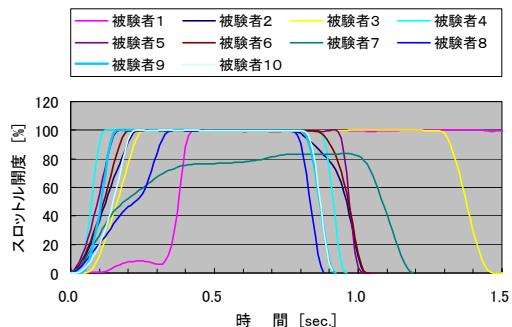
(c) 吸入空気量とエンジン回転数との関係

図 1 温度によるばらつきの影響調査結果

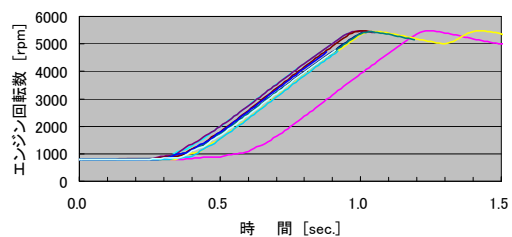
ほとんど上昇せず、アイドル後の温度は約 250°C、定常走行後は約 350°C、加速走行後はそれよりもさらに 30°C 程度高く約 380°C であった。(b) は騒音レベルとエンジン回転数との関係である。定常走行及び加速走行後は触媒後の温度が高温になっているため、騒音レベルも高く、また、両者のレベルはほぼ同程度であった。アイドル後は、触媒後の温度が定常走行後や加速走行後に比べると 100°C ほど低く、騒音レベルも他の 2 条件に比べるとやや小さかった。温度が異なると、音速や排気流の密度が変わってくるので、騒音レベルに差が生じたと考えられる。図(c)は、吸入空気量とエンジン回転数との関係である。それぞれの条件で触媒後の温度と騒音レベルに差があったが、吸入空気量はほぼ同程度であった。従って、エンジンに吸入された吸気量が同じであるため、騒音レベルの差は主に触媒後の温度によるものと考えられる。

2. 2. 運転操作によるばらつきの影響調査

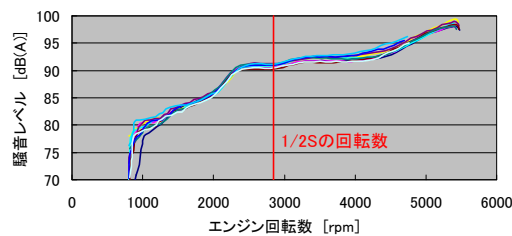
運転操作の影響は、表 1 の乗用車を使用して、運転免許保有者の 20 代から 30 代の男女 10 名の被験者に



(a) スロットル開度の時間変化



(b) エンジン回転数の時間変化



(c) エンジン回転数に対する騒音レベルの変化
図 2 運転操作によるばらつきの影響調査結果

全開空ふかしの運転操作を行わせ、スロットル開度の時間変化と、そのときのエンジン回転数の上昇の仕方及び騒音レベルの違いを調べた。被験者には、アクセルを瞬時に全開にし、エンジン回転計が 3/4S の回転数(約 4000rpm)に達したら、アクセルを瞬時に離すように指示し、数回予備操作を行わせた。

図 2(a)は、10 名の被験者のスロットル開度の時間変化を示したものである。ほとんどの被験者は 0.2 秒以内にアクセル開度が 100% へ達しているが、アクセルを一旦軽く踏んでから全開まで踏み込んでいる場合や、アクセル開度が 100% まで達していない場合もあった。図 2(b)は、エンジン回転数の時間変化を示したものである。スロットル開度の時間変化は若干異なる場合も見られたが、エンジン回転数の上昇はいずれの被験者もほぼ同様であった。アクセルを一旦軽く踏み込んでから全開にした被験者の場合は、エンジン回転数が上がり始めるまでの時間に遅れが見られたものの、上昇し始めた後の時間に対するエンジン回転数の上がり方は、他の被験者と同様であった。また、ア

クセル開度が 100%に達していない場合でも、エンジン回転数の上がり方は、他の被験者と同様であった。図 2(c)は、エンジン回転数に対する騒音レベルの変化である。エンジン回転数の上昇の仕方は全ての被験者で同様な変化であったため、騒音レベルの上昇の仕方もほぼ同程度となっている。最高出力時のエンジン回転数 (S) の 1/2 (1/2S) での騒音レベルの差は、最大で 1dB(A)であった。従って、運転操作のばらつきによる騒音レベルの影響はほとんどないと考えられる。

2. 3. 加速走行時の排気騒音との相関調査

(1) 試験車両

加速走行時の排気騒音との相関調査は、排気量、変速機、駆動輪等が異なる車種を使用して行った。試験車両として、乗用車 6 台と二輪車 2 台を用いた。車両の諸元を表 2 に示す。二輪車はどちらも 4 ストロークエンジンのスクータータイプである。

(2) 試験マフラー

上記の車両について、原則として、それぞれ交換用マフラー 2 種類を選定した。1 種類は日本自動車マフラー協会 (JASMA) または全国二輪車用品連合会 (JMCA) の認定品 (以下、マフラー A と記す) で、もう 1 種類は認定外で保安基準適合品として販売されているもの (以下、マフラー B と記す) である。なお、車種によっては入手できないものもあった。交換用マフラーの中には、インナーサイレンサにより開口部の面積が絞られているものがあり、このインナーサイレンサが容易に脱着可能であることから、通常の走行では認められていないがインナーサイレンサを取り外した時の測定も行った。なお、インナーサイレンサなしの場合、マフラー記号に 1 を付する (例えばマフラー B1) こととする。さらに、H 車は JMCA 認定品が存在しなかったため、市街地走行が可能なものとして販売されているマフラー 2 種類 (マフラー C、マフラー D) を選定した。

(3) 試験方法

上記の試験車両に試験用マフラーを装着し、半無響室内のシャシダイナモメータ上に設置した。近接排気騒音測定位置 (排気管の開口部中心から排気流の方向の外側後方 45° の方向に 0.5m の位置) にマイクロホンを設置し、排気騒音とエンジン回転数を同時に測定した。実験の概要を図 3 に示す。車両の運転条件は、以下の条件とした。

名称	A車	B車	C車	
年式	H17	H17	H16	
定員(人)	5	5	5	
重量	車両重量(kg)	1,000	1,150	1,140
	車両総重量(kg)	1,275	1,425	1,415
原動機	種類	直列4気筒SOHC	直列4気筒DOHC	直列4気筒DOHC
	過給器	—	ターボ	—
	燃料	ガソリン	ガソリン(ハイオク)	ガソリン
	排気量(cc)	1,339	1,468	1,498
	最高出力(kw/rpm)	63/5,700	108/6000	80/6000
最大トルク(Nm/rpm)	119/2,800	180/2,500	148/4,400	
変速機型式・総ギヤ段数	CVT	CVT	CVT	
駆動方式	FF	FF	FF	
試験マフラー	標準, A, B, B1	標準	標準, A, B, B1	

D車	E車	F車	G車	H車
H17	H17	H17	H16	H18
5	5	8	2	1
1,460	1,630	2,010	182	83
1,735	1,905	2,450	292	138
V型6気筒DOHC	V型6気筒DOHC	V型6気筒DOHC	単気筒	単気筒
—	—	—	—	—
ガソリン	ガソリン(ハイオク)	ガソリン	ガソリン	ガソリン
2,349	2,495	3,498	249	49
127/6000	154/6,000	177/6000	15/7500	3.8/8000
225/4400	265/4,400	353/3200	21/5000	4.6/6500
4AT	5AT	5AT	CVT	CVT
FF	FR	FR	—	—
標準, A	標準, B	標準, A, B	標準, A, B	標準, C, C1, D

表 2 相関の調査に使用した試験車両の諸元

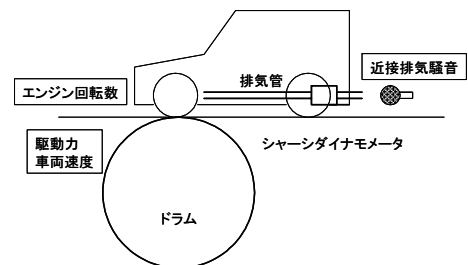


図 3 実験概要図

- ① アイドリングの状態から、空ふかしでアクセルを一杯まで踏み込む操作による新たな定置騒音試験法 (全開空ふかし)
- ② シャシダイナモメータ上で加速走行騒音試験法を再現した運転条件 (台上加速)
- ③ 現行の近接排気騒音試験法 (近接排気)
ただし、全開空ふかしについては、温度の影響をみるために、以下の 2 条件で測定を行った。
- ①-A 60km/h で 10 分間定常走行を行った直後に全開空ふかし (全開空ふかし A)
- ①-B アイドリングの状態で触媒後の温度が安定した後に全開空ふかし (全開空ふかし B)

(4) 実験結果

図 4 は、代表的な結果として、C 車に JASMA 認定のマフラー A を装着したときの結果を示したものである。いずれの結果も騒音測定位置はすべてマフラー近接である。台上加速の騒音レベルは、全開空ふかし B の騒音レベルと比較すると 3dB 程度差があるが、全開空ふかし A の騒音レベルはおよそ 2000rpm から 4000rpm まで台上加速とほぼ同程度であった。一方、

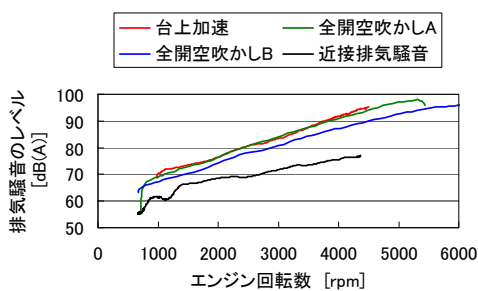


図4 C車にマフラーAを装着したときの測定結果

現行の近接排気騒音測定法では、10dB程度の差があったが、これは、エンジン回転数が3/4Sから低下するときの騒音を測定するためであり、このときエンジンへ吸入される空気量は非常に少ないために騒音レベルが小さくなることから、これまでの調査結果から明らかになっている。

次に、各車両の測定結果について、台上加速と全開空ふかしの騒音レベルを比較した。騒音レベルを比較するためには、同一のエンジン回転数での騒音レベルを読み取る必要があるため、乗用車については、1/2Sでの回転数の騒音レベルを、二輪車については、加速走行騒音の測定開始速度のエンジン回転数が1/2Sを超えるため、台上加速と全開空ふかしのどちらも読み取ることができる回転数でのレベルを求めた。図5に、乗用車の台上加速と全開空ふかしとの1/2Sでの排気騒音のレベル差を示す。触媒後の温度が低い全開空ふかしBの場合は、台上加速との騒音レベル差はマフラーによって4dB程度あるが、全開空ふかしAの場合、前輪駆動車(A車~D車)の場合は2dB以下であり、ほぼ同程度の騒音レベルが得られた。後輪駆動車(E車、F車)の場合は、台上測定での測定位置の関係からレベル差が大きくなっているが、タイヤ騒音よりも排気騒音が大きいと考えられる交換用マフラーでは、その差が小さく2dB程度となっている。図6は、乗用車の1/2Sにおける台上加速と全開空ふかしAの騒音レベルの相関を示したものである。R²値は0.9以上で高い相関であった。

図7は、二輪車の結果について、台上加速と全開空ふかしAとの相関を示したものである。今回使用した二輪車は、台上加速でのエンジン回転数が1/2Sを超える回転数から加速するために、H車は4500rpm、I車は6000rpmにおける両者の騒音レベルを求めた。図7から、二輪車の場合においても、R²値が0.98と非常に高い相関であった。

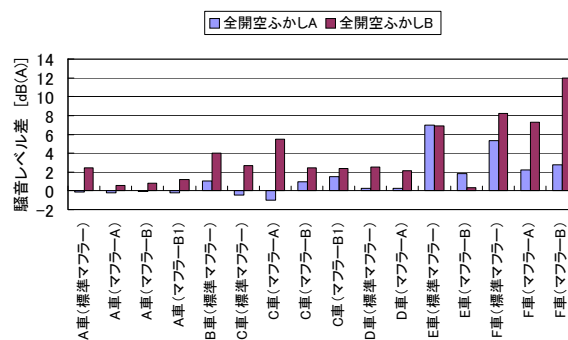


図5 台上加速と全開空ふかしの騒音レベル差

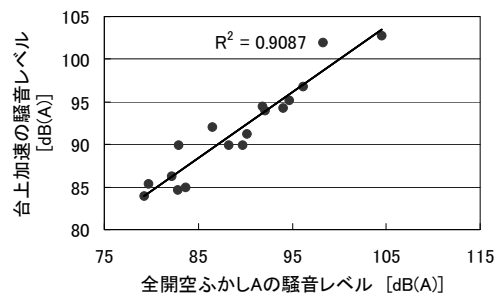


図6 台上加速と全開空ふかしの相関 (乗用車)

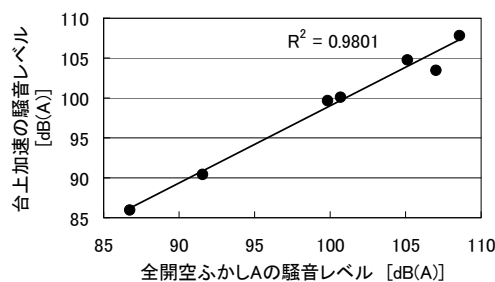


図7 台上加速と全開空ふかしの相関 (二輪車)

3. まとめ

- (1) 新たな定置騒音試験法は、触媒が通常走行時の温度レベルまで昇温している状態では、加速走行騒音試験時とほぼ同レベルの排気騒音を再現できることを確認した。
- (2) アクセル踏み込み方のばらつきによる排気騒音レベルへの影響は小さいことを確認した。
- (3) 台上加速と全開空ふかしBの騒音レベルを同一のエンジン回転数で読み取り、両者の相関を求めると、非常に高い相関が得られた。

参考文献

- (1) 環境省請負業務成果報告書、平成18年度自動車単体騒音対策検討・調査、平成19年3月
- (2) 坂本ほか、平成17年度(第5回)交通安全環境研究所研究発表会講演概要、pp41-46