

都内自動車の走行状態の調査方法とその 結果の解析—中間報告—

久保田喜美雄 大平俊男 飯田靖雄
斎藤 孟*

(* 早稲田大学)

1 はじめに

自動車から排出される有害ガスの量は、その走行状態に密接な関係を持ち、車の増加による都内の交通渋滞はその走行状態と相まってその地域の汚染をますます大きくしている。したがって、自動車の排気ガスによる大気汚染の予測や、その対策にあたっては常にその地域における自動車の走行パターンを知らなければならない。この研究は、都内における自動車の走行状態の標準モードを適確には握し、これにもとづいて、排気ガスによる大気汚染の予測や対策に資するため、その調査方法の検討および測定機器の試作をおこなったものである。

2 研究の背景とその必要性

自動車の排気ガス中の有害ガス量が、その走行状態によって非常に違うことはよく知られている事実である。とくに、「アイドリング」や、「低速走行」あるいは低速からの「急加速」の状態では排気中の一酸化炭素(CO)濃度が高く、このような走行状態の多い交差点などでは、COによる汚染がきわめて高くなる。したがって、自動車の排出ガス基準をきめるには、これら種々の走行状態を組合せて一つのパターンを作り、実験室においてそのパターンにしたがって運転をおこない、そのときに排出する有害ガスの濃度あるいは量について評価している。これを走行モードと呼び、アメリカの7モードあるいは日本の4モードなどがそれである。

走行モードは自動車の平均的な走行パターンのシミュレーションであるから、都市によっても違うし、また同じ都市でも場所によって変ってくる。走行モードがあまりにも実際のパターンと違っていると、このモードで測定した排気ガスと実際の排出量とが違ってきて実状にそぐわないことになる。また排気に対して苛酷な走行モー

ドを仮定して評価することも可能ではあるが、それが実際の走行パターンと余りにかけはなれていては、その意義が失われる。何れにしても、現状にあった走行モードを定める必要があることはいうまでもない。

一度走行モードが定められると、それを試験法として排気ガス対策技術の開発が進められるので、汚染対策の進歩の上にはきわめて有効であるが、反面、年と共に実情に合わなくなる恐れがある。したがって、一度定めた走行モードも、常に実際の走行パターンに照らして検討し、モードの手直し、あるいは規制値の変更を必要とする。

このように、大気汚染の問題となる都市では、市街地の走行パターンをは握ることが肝要であり、また常に実情を調査検討していなければならない。さらに、特殊な地形や、交通渋滞によって生ずる局所汚染地域においてもその地域の走行パターンを求め、大気汚染度との関係を知れば、走行パターンを変えるような交通規制あるいは運転条件を指示することができ、また市街地や道路構造の改革の基礎とすることもできる。

現在、わが国で排気ガス評価の試験法とされている4モードは、自動車排気ガスの問題がようやく論議されはじめた頃(1963年12月)当時の運輸省船舶技術研究所が、都内走行試験した結果をもととして案出したものである。その後の車の増加と道路事情などを併せて考えると、現状とはかなり相違しているものと思われる。とくに高濃度汚染を招く都市交通の走行パターンとは適合しないとみられ、その実態について調査・検討すべき時期にきている。

3 調査方法

(1) 走行状態記録装置の試作

テストサイクルとなりうるような走行モードを求めるには、多数の走行状態の記録をとり、統計的解析を加えなければならない。したがって、まずこの基礎の資料とするべき自動車の走行状態を記録する装置を試作した。

ア 装置の概要

自動車の走行状態を把握、自動的に記録させるものとして、走行速度、エンジン回転数、絞り弁開度、吸気管負圧の4要素は最低限必要と考えたような構成の機器とした。また、車載用であるので、精度の高いことはもちろん、耐振動・揺動性のあることにも充分配慮した。さらに将来多くの車に取りつけ同時に多数の記録を得ることの必要性を考え、簡便なものとした。

図1に測定機器の構成概要を示した。

(ア) 走行速度

車輛のスピードメータ・ケーブルの変速機側取付部で検出することにした。特殊ギヤを用いて分岐させ、ケーブルを介して回転発電機に接続する。車速に比例した回転発電機の電圧は、コントロールボックス内で整合され、記録器に記録される。(発生電圧10mv at 100km/hr)

(イ) エンジンの回転速度

パルス検出器を使用し、エンジン高圧コードに取付け、その信号をコントロールボックス内で回転数に比例した出力とし、記録器に記録させる。(発生電圧10mv at

5000rpm)

(ウ) 絞り弁開度

絞り弁レバーにリンク機構を取付け、ポテンションメータを作動させ、アクセルの開きに比例した出力電圧を得これを記録する。(発生電圧10mv at 全開)

(エ) 吸気管負圧

吸気管負圧取出口をゴムホースで負圧検出器に結び、負圧に比例した検出器の発生電圧を増幅して記録する。検出には、フォクスボロ (Foxboro) の差圧変換器を用い、これは後座席の床に設置した。

(オ) 記録器

この種の装置の記録器としては、従来感圧式円型チャートのものが多く用いられていたが、記録解析の際の精度と、容易さを考え、巻取り式の3ペン記録計を用いた。車体の振動が直接伝わらないように後部座席にのせ、操作は後座席に塔乗した測定者がおこなう。

(カ) インバータと電源

電源は電圧変動を避けるため、車載の蓄電池とは別に設け (12V 50AH), インバータによりAC 100Vに変換して各測定器に供給した。

これらの測定装置一式は日産自動車販売 (株) で試作し、測定車 (トヨベツトRS 26V型 61年式) に設置した。

(2) 測定方法とその検討

車の走行状態を把握するには種々の測定法があるが、どのような方法をとるにしても、最低限必要なのは車の速度と、そのときのエンジンの運転条件である。エンジンの運転条件は回転速度をトルクを知るのがもっとも直接的ではあるが、実車におけるトルクの測定はきわめてむずかしく精度も悪い。この代りになるのが、吸気管負圧か絞り弁開度である。吸気管負圧は吸気量にほぼ比例するので、トルクにもほぼ比例し便利であるが、負圧を電気信号に変えるのに差圧変換器か、抵抗線歪式圧力計を使用しなければならない。ところがこれらの測定器はペン書き記録には増幅器を必要とし不便である。また今回の試験でおこなったように差

図1 測定・記録機器構成概要図

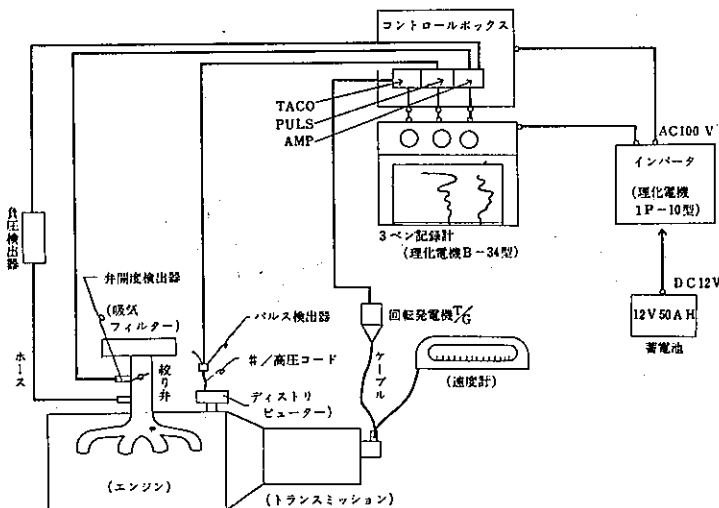


表1 試験走行道路と測定時間帯

区分	試験走行道路	走行区間	距離(km)	測定月日	測定時間帯	
都心道路	T-1	青山通り	青山6丁目→れいめい橋	8.3	45.2.7	P 11:22~11:45
	T-2	青山通り	れいめい橋→青山6丁目	8.3	2.7	P 11:49~12:09
	T-3	外堀通り	溜池→秋葉原	7.8	2.10	P 12:20~12:40
	T-4	外堀通り	秋葉原→溜池	7.8	2.10	P 12:55~13:14
	T-5	内堀通り	九段千鳥淵から内堀通り一周	5.4	2.10	O 18:20~19:30
	T-6	内堀通り	上復	5.3	2.10	O 19:45~20:00
郊外道路	K-1	玉川通り	道玄坂→二子橋	9.9	2.6	P 14:34~15:02
	K-2	玉川通り	二子橋→道玄坂	9.9	2.6	P 15:03~15:42
	K-3	環七通り	新代田→板橋	14.5	2.6	P 17:32~18:03
	K-4	環七通り	板橋→新代田	14.5	2.6	P 18:19~18:48
	K-5	京葉道路	浅草橋駅前→京葉交差点	8.1	2.12	P 16:53~17:14
	K-6	京葉道路	京葉交差点→浅草橋駅前	8.1	2.12	P 17:32~18:06
周辺道路	S-1	明治通り	千歳橋→表参道	6.5	2.8	P 17:32~17:53
	S-2	明治通り	表参道→千歳橋	6.3	2.8	P 17:57~18:79
	S-3	新宿通り	半蔵門→新宿	6.1	2.10	O 10:53~11:17
	S-4	新宿通り	新宿→半蔵門	6.1	2.10	O 11:26~11:49
	S-5	日光街道	宝町→千住大橋	8.4	2.12	O 11:25~12:06
	S-6	日光街道	千住大橋→宝町	8.4	2.12	O 12:12~12:58
高道速路	K-1	首都高速	五反田→新宿	23.7	2.10	P 14:36~15:16
	K-2	首都高速	新宿→五反田	23.7	2.10	P 15:33~16:57

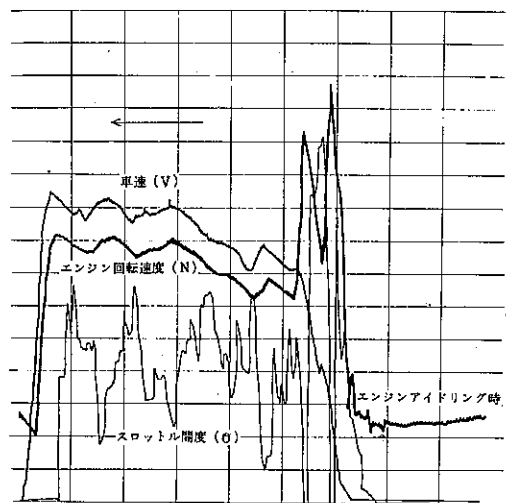
(注) 測定時間帯に記載してある記号は警視庁の統計に基づく交通状態を示したもので、P(ピーク時)、O(オフピーク時)を示す。

圧変換器を用いると、その大きさから車のボンネット内に納まらず車室内に置くため、配管が長くなり、かなりの遅れを生じ、加減速の早い変化には応答しきれなかった。したがって、実際の試験にはもっぱら絞り弁開度を用いた。

絞り弁開度はトルクあるいはエンジン出力と直線的な関係にはなく、開き始めは大きく変るが、ある程度開いてからは余り変らないという飽和特性をもっている。

したがって低速走行でアクセルをあまり開いていないようなところでは、弁のわずかな開きが、エンジンの出力に大きく影響し、開き角度の測定精度が悪いと求めるトルクの誤差が大きくなる。この試験で使用した記録では、10degの開きが1cmのペンの動きになるので、走行状態を求める上には十分と思われる。精度さえ十分ならば、絞り弁開度を測定することは容易であるので便利である。ただし、得られた記録から、エンジンのトルクある

図2 試験走行記録(一例)



いは出力分類をおこなうときには、開き角度に比例しないので不便である。

エンジンの回転速度は簡単に測定できるし、車速との関係からギヤ比が得られるので、測定することが必要である。逆に使用ギヤを記録して、車速から回転速度を求

めることもできるが、使用ギヤを常にチェックすることは容易ではない。

以上のような点から、本試験では、車の走行速度とエンジンの回転速度および絞り弁開度の3者を記録させることとした。

表2 東京都内走行モード解析結果

モード	頻度	時間S	時間割合%	全時間割合%
アイドリング	594	12,712	—	34.3
加速	0.5~1.0以下	20	181	2.8
	1.0~1.5	30	219	3.4
	1.5~2.0	62	502	7.8
	2.0~2.5	70	537	8.4
	2.5~3.0	60	469	7.3
	3.0~3.5	67	324	5.1
	3.5~4.0	68	572	8.9
	4.0~4.5	94	874	13.6
	4.5~5.0	87	786	12.3
	5.0以下	412	1,950	30.4
計	—	6,414	—	17.3
定速	0~10以下	338	4,645	35.7
	10~20	158	1,592	12.6
	20~30	114	943	7.2
	30~40	166	1,883	14.4
	40~50	186	2,885	22.1
	50~60	68	577	4.4
	60~70	18	458	3.5
	70~80	2	23	0.1
計	—	13,006	—	35.1
減速	0.5~1.0以下	9	88	1.8
	1.0~1.5	33	335	6.8
	1.5~2.0	49	392	8.0
	2.0~2.5	69	530	10.7
	2.5~3.0	54	472	9.6
	3.0~3.5	70	529	10.6
	3.5~4.0	69	486	9.9
	4.0~4.5	59	463	9.4
	4.5~5.0	64	487	9.9
	5.0以上	202	1,148	23.3
計	—	4,930	—	13.3

表3 モード別走行時間比 (試験走行道路別)

モード	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	平均%
アイドリング	32.0	28.1	27.4	37.4	54.0	47.0	37.7
加速	13.1	16.9	15.6	18.8	8.1	20.8	15.5
定速	42.5	41.5	44.7	33.9	31.9	21.7	36.0
減速	12.4	13.4	12.3	9.9	6.0	10.5	10.8

モード	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	平均%
アイドリング	28.1	40.8	20.1	19.3	18.0	34.7	27.0
加速	18.1	21.2	30.4	24.6	14.8	11.9	20.1
定速	36.8	24.0	32.3	38.5	51.2	41.5	37.2
減速	17.0	14.0	17.2	17.6	16.0	11.9	15.6

モード	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	平均%
アイドリング	54.2	7.8	43.2	41.6	38.5	43.7	38.1
加速	12.0	26.8	18.0	20.5	12.3	8.4	16.3
定速	24.5	45.1	20.3	21.4	40.0	41.5	32.1
減速	9.3	20.3	18.5	16.5	9.2	6.4	13.4

モード	H-1	H-2	平均%	全平均%
アイドリング	12.9	16.1	13.5	34.3
加速	8.0	6.2	7.1	17.3
定速	74.6	71.5	73.1	35.1
減速	4.5	6.2	5.4	13.3

表4 走行状態別走行時間比の比較

走行状態	(45年2月)	運輸省 船舶技術 (38年12月)	運輸省 船舶技術 (41年11、12月)	運輸省 船舶技術 (43年12月)	通産省 資源技術試 (43年10~12月)
アイドリング	34.3	35	35.6	36.1	34.0
加速	17.3	14	26.1	28.7	24.4
定速	35.1	45	12.8	10.9	18.3
減速	13.3	6	25.5	24.3	23.3

(3) 試験走行道路

試験道路には資源技術試験所が43年度に計画実施したときに選定した道路から10路線を選んだ。これは警視庁交通部の調査で、渋滞のひどいところや、逆に交通量の少ないところを代表的に選んだものである。表1に走行した路線の状況を示した。

4 試験の結果と解析

試験記録の一例を図2に示した。記録の解析には種々の方法があり、今後も検討しなければならないが、ここでは車速を中心に次のように分析してみた。

① まずアイドリング（車速0で、エンジンの回転速度が最低の状態）の時間帯をきめる。

② 5 km / hr 幅の車速変動は一定速度とみなす。これによって加減速と定速域を区別する。この際速度が一定あるいは減少して、絞り弁開度がある程度以上の速さで開くときは加速とし、逆に速度が増していても弁開度が一定ならば定速とみなす。（これは登坂、降坂などにみられる現象である。）

③ 定速領域を10km / hr とびに分類する。

④ 加速領域を加速度0.5km / hr / sec とびに分類する。

⑤ 減速領域を減速度0.5km / hr / sec とびに分類する。

これらの分析結果の集計を表2に示した。また試験走行道路別のモード別走行時間比を表3に示した。

今回の解析法は、エンジンの運転状態に主眼をおき、それによって加減速、定速を分けているので、車速を中心に分析している船研法、吸気負圧を測定し、それによって加速領域をきめている資源研法とも異っている。したがって、従来のデータと直接比較するのははばかれるが参考のため表4にそれらとの比較を示した。やはりこの分析では定速領域が多くでる結果となっている。分析法等についてはなお十分検討して、適当な方法をきめていきたい。

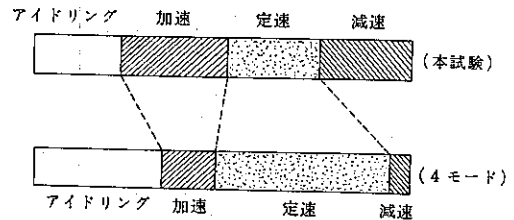
(追記)

牛込柳町交差点周辺の特別環境調査中、交差点を中心として、4方向450mの範囲で、局地的走行パターンを調査したので、その概要について記しておく。

1. 調査日時

表5 牛込柳町交差点走行モード解析結果
(局地的パターン)

モード	頻度	時間s	時間割合%	全時間割合%
アイドリング	33	679	—	23.5
加速 km / h / s	0~3.0以下	19	171	20.3
	3.0~5.0	47	446	54.0
	5.0以上	30	209	25.3
定速 km / h	0~10以下	18	177	25.1
	10~20	14	144	20.4
	20~30	3	24	3.3
	30~40	7	118	16.7
	40以上	16	244	34.5
減速 km / h / s	0~3.0以下	33	286	42.0
	3.0~5.0	33	243	35.7
	5.0以上	24	152	22.3



1970年6月2日, 3日

8時30分~10時 15時~16時30分

2. 走行道路

外苑東通り, 大久保通り, (各時間帯とも交差点を通過する4方向について反復走行した)

3. 調査結果

モード別時間比について表5に示す。

5 あとがき

本研究では、自動車の走行状態を記録する装置の試作と、それをういた試験走行およびその結果についての解析をおこなった。

都市における自動車の実際の走行状態は、アイドリング、加速、定速、減速の各状態の多くの組合せであり、これらの状態を把握するための要素として走行速度、エ

ンジン回転数、絞り弁開度、吸気管負圧の4種類をあげこれを測定・記録させる方法をとった。

試験走行にあたっては、装置の作動と精度をみるのみでなく、実際の記録を解析する方法をも検討するため、都内の交通を代表すると思われる10路線を選んで走行した。その結果装置は完全なまでに作動し、走行状態は把握するための記録としては充分の精度をもったものといえる。

記録の解析は、車速を中心としておこない、各モード

の頻度と走行時間比を求めた。加(減)速度領域においても同様に加速度あるいは減速度値別に集計をおこなったが、今後の本格的調査の際は、加速時の初期速度と終期速度をも考慮した解析をおこないたい(減速時においても同様)。

また吸気管負圧については、シャシダイナモメータで排気ガス測定の際、走行抵抗を設置する要素として必要であるので、検出と記録方法をなお検討し、測定を実施したい。