

交差点周辺における走行モードとNO_x排出実態について

福岡 三郎 舟島 正直 横田 久司
中村 健 梅原 秀夫

1 はじめに

東京など大都市周辺におけるNO_xによる大気汚染は、依然改善の状況が顕著でなく、特に、道路沿道近辺におけるNO_x汚染は著しいものがある。

道路沿道近辺におけるNO_x汚染は、汚染が局地的なものであること、発生源が至近距離にあることなどの特徴をもち、周辺環境条件に影響されやすい等の要因とあいまって、低減対策を著しく困難なものにしている。なかでも交差点周辺における発生源形態の特殊性については、その解明が十分でなく、NO_x汚染シュミレーション、低減対策の立案等にあって、大きな障害となっている。

このような状況から筆者らは、交差点周辺における車両の走行状態（交差点周辺走行モード）を解明し、同走行モードにおけるNO_x排出実態を明らかにしたので、以下に報告するものである。

2 調査内容・方法

(1) 交差点周辺走行モードの調査

走行モードの調査対象地点として、板橋区大和町交差点を選定した。同交差点は、図1に示すとおり、環状7号線と国道17号線（中仙道）が立体交差している、さらに国道17号線の上を、首都高速5号線が架設されている。この大和町交差点周辺を、走行状態記録装置（日本電子科学（株）製ACM4型）並びにデータレコーダー（ソニー（株）製DFR4915型）を搭載した小型ガソリン貨物車（バン型車1800cc）を走行させ、車速、エンジン回転数、ブースト等を測定、データレコーダーに収録した。調査範囲は、交差点を中心に、4方向それぞれ約300mまでとし、走行は右、左折、直進別に行い、3日間の測定期間中合計48本の交差点周辺走行データを得ることができた。

収録した走行データは、研究室に持ちかえり、チャートに記録した後、交差点周辺走行モードとしてのデータ

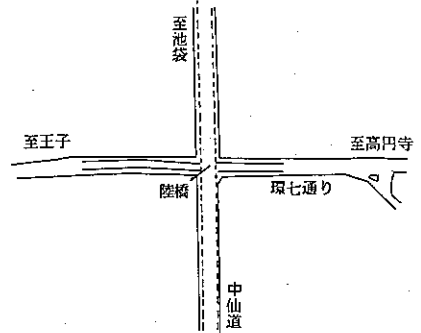


図1 調査地点概略図

整理を行った。

交差点を通過する車両の一般的特徴として、交差点に近づくと自動車は減速或いは停止し、信号の変化に仕掛けてその後発進、加速しながら交差点を通過するパターンが考えられる。したがって、交差点を境にその前後の走行状態が著しく異なってくるものと思われる。また、右、左折車の場合、全く状態の異なる道路に流入するもので、走行状態は交差点を境に著しく変ることが多い。そこで、今回の調査結果のデータ整理にあたっては、交差点周辺における走行モードの特徴を明らかにするために、交差点を境に前半部分と後半部分に分けて検討することにした。

また、加減速等走行モードの分類にあたっては、次の基準にもとづいて行うこととした。

- ① アイドリング (ID) : 車速0.5km/h未満。
- ② 定速 : 車速変化が±1.5km/h未満の状態。
- ③ 加、減速 : 車速変化が±1.5km/h以上の状態。

交差点周辺走行モードは、最大でも461秒の所要時間

であり、排出ガスEmission用走行モードとしては、時間的に短いので、道路別、右・左折、直進別にこれらの走行モードを接合して合計10本（中仙道上り、下り、環状七号外回り、内回りの各右、左折8本と直進については道路別に1本ずつ計2本）の交差点周辺走行モード用チャートを作成し、排出ガス測定のために供することとした。交差点周辺走行モードの一例を図2に示す。

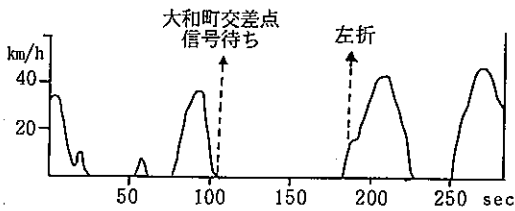


図2 交差点周辺走行モード例（環七内回り左折）

(2) 交差点周辺走行モードにおけるNOx排出実態調査

前項で作成した交差点周辺走行モードを用いて、自動車からのNOx排出実態調査を台上試験で行った。調査車両は表1に示すように、ガソリン車2台、ディーゼル車2台の計四台である。測定のために供したシャーシダイナモメータは、(株)バンザイ製BCD200E型、排出ガス分析計は、(株)堀場製作所製MEXA8120、8220型を使用し、データ処理は、HP9816型機で行った。

前述したように、交差点周辺走行モードのデータ整理区分を、交差点通過前後に分けて行うこととしているので、排出ガス測定値のデータ処理も交差点通過前後半に分け行った。一つの交差点周辺走行モードは、時間が短

表1 排出ガス実験車諸元

記号	車種区分	NOx規制年次	エンジン区分	排気量	車両重量	最大積載量	主なNOx対策
A	乗用車	53	ガソリン	1809 cc	1190 kg	—	3W,EGR
B	軽量ガソリン車 (バン型車)	56	ガソリン	1620	1120 kg	750	EGR
C	小型貨物車	57	ディーゼル (副室)	2440	1500	1500	E.M
D	同上	58	ディーゼル (直噴)	3430	1970	2000	E.M

いものが多いので、排出ガス測定値は、CVSのバック分析値を用いずに、モダルマス法（直接採取と希釈採取のガスのCO₂測定値の比からの希釈比と、定容量希釈風量とから排出ガス量を計算し、それとNOx濃度とから排出量を求める方法）による排出量計算値を用いた。これにより、右、左折、直進別各走行モード別に、前半、後半の2区分されたNOx排出量が求まる。測定値は、便宜的にg/km単位で整理、表示することとした。

3 調査結果と考察

(1) 交差点周辺走行モード調査結果と考察

表2に交差点周辺走行モード調査結果を示す。

表2 交差点周辺走行モード測定結果

区分	平均通過時間	旅行速度 km/h			モード比 %			停止回数	平均加速度	
		平均	最高	最低	ID	加速	減速			定数
前半	120.6	9.8	43.5	2.8	53	20	23	4	1.5	0.05
後半	80.5	14.8	45.7	5.0	27	40	29	4	1.3	0.05
計(平均)	201.1	11.4	45.7	2.8	42	28	26	4	2.8	0.05

表に見るように、平均的な交差点通過時間は、前半120秒、後半80秒である。また、旅行速度（平均車速）は、前半9.8km/h、後半14.8km/h、平均11.4km/hで、この旅行速度は、都実走行パターンのNo.3に相当するものである。モード比率では、前半は交差点の信号停止の影響を受けアイドリング比率が高く、後半になると交差点を通過（発進）した後の加速状態がよく表れており、加速比率が40%に達している。

次に、各交差点周辺走行モードの平均車速頻度分布を図3に示す。図3に見るとおり頻度分布のピークは、5~15.0km/hの平均車速にあるが、後半は前半に比較して平均車速の速い領域にも分布が広がる傾向が見られている。平均車速15.0km/h以下の頻度は、前半では全体の64%、後半で41%を占めている。これは、芳住らが行った東京都内走行実態調査結果における15.0km/h以下の比率25%よりかなり高い比率となっている。

交差点周辺走行モードを、コース別にさらに詳細に検討することとし、表3に示すような道路・走行コース別の走行モード比率表を作成した。前述したとおり、交差点通過車両の一般的特徴として、前半は信号停止の影響

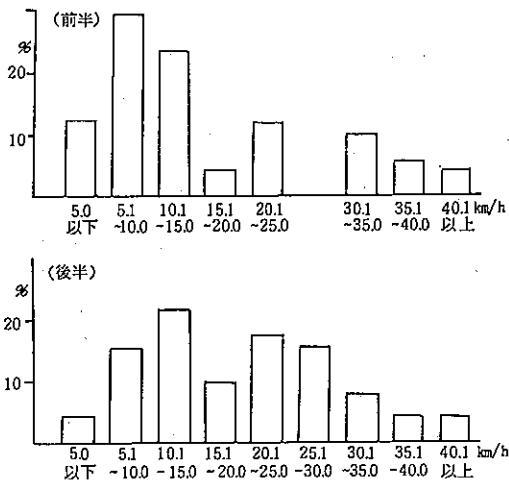


図3 局地走行モード平均車速頻度分布

を受けアイドリング比率が高く、後半は加速比率が高くなりやすい。表3においてもこのような傾向が多く見られている。著しくアイドリング比率の高い走行コース例(比率50%以上)を図4に示すが、これらのコースでは、ディーゼル車のNOx排出量が後述するように多くなる。次に、加速比率の高いコース例(比率50%以上)を図5に示す。交差点特性から加速比率の高い走行コース区分は、走行コースの後半が圧倒的に多いが、環七直進内回りコースでは、前半での加速比率が高い。このように四

表3 道路・走行コース別走行モード比率

			%			
道路	コース	モード	アイドリング	加速	減速	定速
		区分				
中仙道右折	上り	前半	43.9	23.5	29.4	3.3
		後半	15.4	46.6	35.0	3.4
	下り	前半	52.6	21.8	25.6	0
		後半	40.8	28.8	28.1	2.2
環七右折	外回り	前半	66.1	22.6	15.6	2.3
		後半	8.8	56.8	32.8	1.6
	内回り	前半	66.0	16.0	17.7	2.5
		後半	4.0	56.8	33.4	13.0
中仙道左折	上り	前半	40.7	13.9	30.9	2.9
		後半	43.4	49.5	23.5	4.8
	下り	前半	28.4	14.9	30.7	8.3
		後半	0	52.8	32.7	4.5
環七左折	外回り	前半	64.3	13.9	18.5	3.3
		後半	7.2	54.0	38.8	0
	内回り	前半	56.0	18.7	23.4	1.9
		後半	17.4	52.3	26.0	4.3
中仙道直進	上り	前半	31.4	38.2	27.8	2.7
		後半	0	63.6	17.4	19.0
	下り	前半	39.6	20.2	34.1	6.1
		後半	30.0	33.0	28.4	8.5
環七直進	上り	前半	5.7	33.1	50.8	10.5
		後半	39.4	30.4	27.9	2.3
	下り	前半	0	56.7	25.6	17.8
		後半	26.5	44.1	27.1	2.4

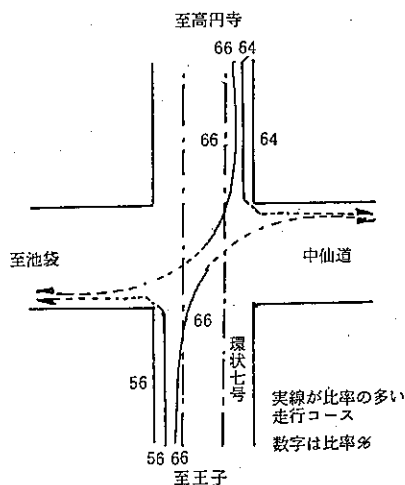


図4 ID比率の多い走行コース

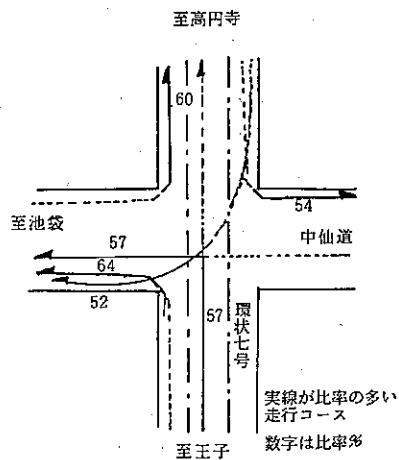


図5 加速比率の多い走行コース

速比率の高い走行コースでは、アイドリング比率の場合とは逆に、ガソリン車のNOx排出量が多い。

(2) 交差点周辺走行モードにおけるNOx排出実態

ア. 走行コース別NOx排出量

表4に道路・走行コース別のNOx平均排出量を示す。同表には、標準的な走行モード値としての10モード並びにM-15モード（ディーゼル車）の測定値との比（10モード或いはM-15モードを1とした）も示しているが、標準的な走行モードの測定値以下の走行コースは、ガソリン乗用車で11、ガソリン貨物車で13、副室ディーゼル車11、直噴ディーゼル車14となっており、一般的には、標準的な走行モードにおける測定値前後のNOx排出量であることが多い。

前述したように、ガソリン車では加速比率の高い走行コース区分、例えば、環七右折外回り後半、中仙道左折下りなどでは、標準走行モードの1.33~1.88倍のNOx排出量がみられている。反対に、ディーゼル車では、アイドリング比率の高い走行コース区分、例えば、環七右折外回り前半では標準走行モードの1.36~1.82、同内回り前半では同じく2.20~2.95、環七左折外回り前半では同じく1.56~2.31倍のNOx排出量であり、アイドリング時間のディーゼル車NOx排出量に与える影響が大きいことがわかる。

イ. 交差点周辺走行モードにおけるNOx排出特性

交差点周辺走行モードにおける平均車速とNOx排出量との関係（NOx排出特性）を各実験車別に図6~9に示す。ディーゼル車のNOx排出特性は、通常の走行モードから求められた排出特性とほぼ同じである。ただ中高速領域において、今回の測定値はやや小さい数値となっている。

ディーゼル車に比較して、ガソリン車のNOx排出特性は、著しくデータのバラツキが大きくて傾向がわかりにくい。交差点周辺300mと言った限定された範囲内では、同じ平均車速でも加減速の割合が異なることも考えられ、これが排出特性におけるデータをバラつかせている要因と思われる。

ウ. 交差点周辺走行モードにおいてNOx排出量に影響する要因

交差点周辺走行モードにおいて、NOx排出量に影響する要因は、前述したように、ディーゼル車においてはアイドリング時間、ガソリン車においては加速比率であ

表4 道路・走行コース別NOx平均排出量

道路 コース 区分			車種			
			A	B	C	D
中仙道右折	上り	前半	0.59 (1.31)	0.74 (0.89)	1.71 (1.32)	3.47 (1.30)
		後半	0.45 (1.00)	1.02 (1.23)	1.28 (0.98)	2.54 (0.95)
	下り	前半	0.45 (1.07)	0.46 (0.55)	1.71 (1.32)	1.98 (0.74)
		後半	0.56 (1.24)	0.69 (0.83)	2.84 (2.18)	2.99 (1.12)
環七右折	外回り	前半	0.74 (1.64)	0.69 (0.83)	2.37 (1.82)	3.62 (1.36)
		後半	0.78 (1.73)	1.56 (1.88)	0.96 (0.74)	3.38 (1.27)
	内回り	前半	0.27 (0.50)	0.47 (0.57)	3.84 (2.95)	5.88 (2.20)
		後半	0.52 (1.16)	1.01 (1.22)	0.96 (0.74)	2.07 (0.77)
中仙道左折	上り	前半	0.34 (0.76)	0.68 (0.82)	1.77 (1.36)	3.26 (1.22)
		後半	0.59 (1.31)	0.87 (1.05)	1.89 (1.45)	3.75 (1.40)
	下り	前半	0.31 (0.69)	0.64 (0.77)	1.32 (1.02)	2.27 (0.85)
		後半	0.60 (1.33)	1.28 (1.54)	0.77 (0.59)	1.80 (0.67)
環七左折	外回り	前半	0.39 (0.87)	0.48 (0.58)	3.00 (2.31)	4.17 (1.56)
		後半	0.58 (1.29)	0.97 (1.17)	0.93 (0.72)	2.36 (0.88)
	内回り	前半	0.49 (1.09)	0.54 (0.65)	2.06 (1.58)	4.92 (1.84)
		後半	0.91 (2.02)	1.28 (1.54)	0.96 (0.74)	2.42 (0.91)
中仙道直進	上り	前半	0.46 (1.02)	0.86 (1.04)	1.41 (1.08)	2.34 (0.88)
		後半	0.51 (1.13)	1.20 (1.45)	0.95 (0.73)	1.98 (0.74)
	下り	前半	0.42 (0.93)	0.54 (0.65)	1.28 (0.98)	2.22 (0.83)
		後半	0.32 (0.71)	0.57 (0.69)	1.77 (1.36)	2.21 (0.83)
環七直進	外回り	前半	0.38 (0.84)	0.57 (0.69)	0.98 (0.75)	2.04 (0.76)
		後半	0.38 (0.84)	0.42 (0.51)	2.63 (2.02)	3.89 (1.46)
	内回り	前半	0.49 (1.09)	0.91 (1.10)	0.95 (0.73)	2.16 (0.81)
		後半	0.34 (0.76)	0.88 (1.06)	0.99 (0.76)	1.98 (0.74)

注 ()内は当該自動車の10モード測定値(ディーゼル車はM-15モード)との比

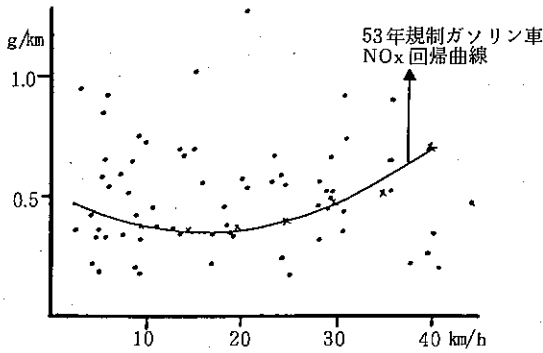


図6 平均車速別NOx排出特性 (ガソリン乗用車)

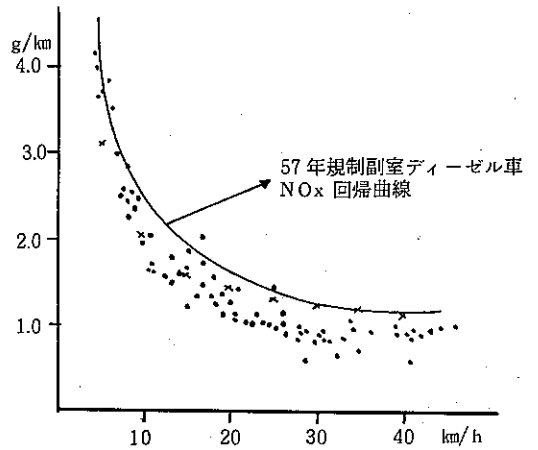


図8 平均車速別NOx排出特性 (副室ディーゼル車)

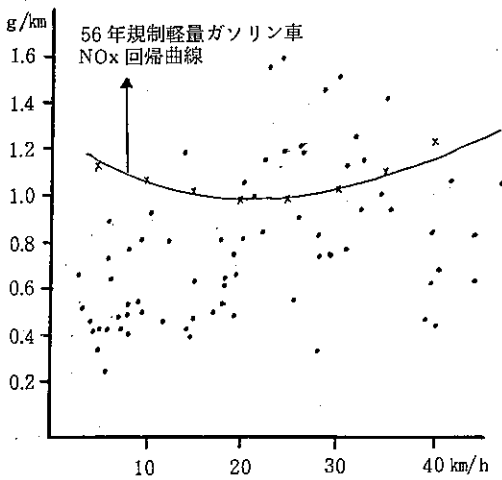


図7 平均車速別NOx排出特性 (ガソリン乗用車)

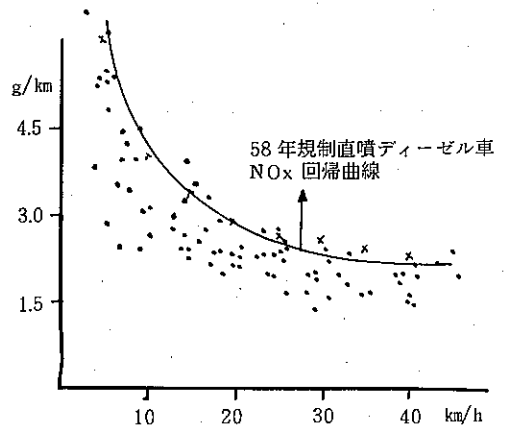


図9 平均車速別NOx排出特性 (直噴ディーゼル車)

る。そこでこれらの関係をより詳細に検討するために、副室ディーゼル車とガソリン貨物車について、NOx排出量とアイドリング時間並びに加速比率との相関図を図10~13のように作成した。図10にみるように、ガソリン貨物車ではNOx排出量と加速比率との相関が良く、加速比率が40%を超えると、0.8g/kmを超えるNOx排出量となる。それに対して、ディーゼル車では、図11にみるようにNOx排出量と加速比率はやや逆相関の傾向をもっており、加速比率が40%をこえる領域では、NOx排

出量は著しく少なくなっており、加速比率がディーゼル車NOx排出量増大の要因ではないことが示されている。

アイドリング時間数とNOx排出量との関係については、加速比率とは逆に図12~13に見るように、ディーゼル車において相関が著しく高く、アイドリング時間が長ければ長いほどNOx排出量が増大する。ガソリン貨物車では、アイドリング時間とNOx排出量との関係は少ないが、アイドリング時間が長くなってもNOx排出量が増大することはなさそうである。

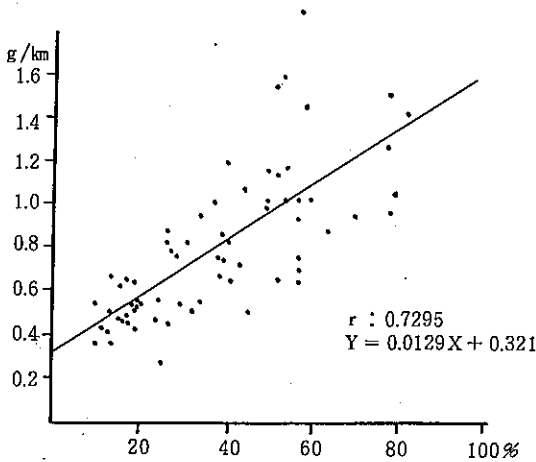


図10 加速比率とNOx排出量 (ガソリン貨物車)

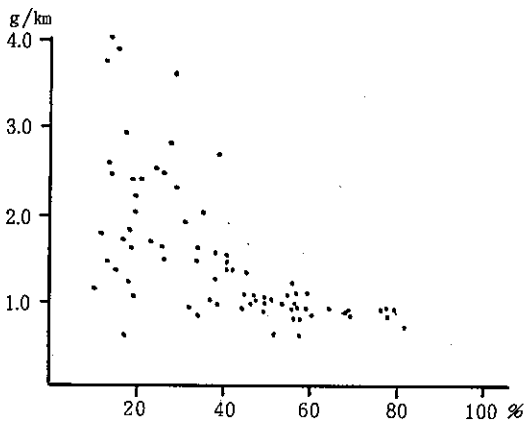


図11 加速比率とNOx排出量 (副室ディーゼル車)

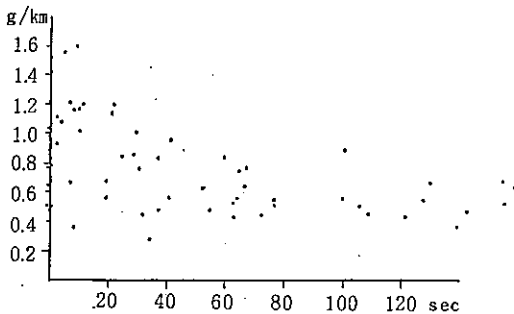


図12 アイドリング時間とNOx排出量

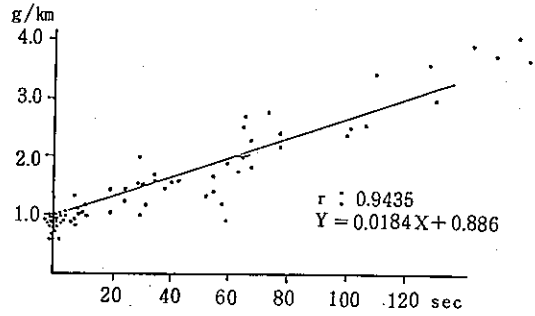


図13 アイドリング時間とNOx排出量
(副室ディーゼル車)

エ. 交差点における停止回数とNOx排出量
最後に渋滞度が交差点を通過する車両のNOx排出量にどのように影響しているかを検討した。

図14に、交差点周辺600mを通過する際の停止回数別のNOx排出量レベルを示す。図14にみるようにディーゼル車では、交差点における車両の流れをスムーズにし、通過車両の信号等による停止回数を減少させることにより、NOx排出量が著しく低減されている。交差点における停止回数を4回以上の回数から1回以下にして場合には、副室ディーゼル車では1/2、直噴ディーゼル車では1/3NOx排出量が低減される訳で、交通流の円滑化

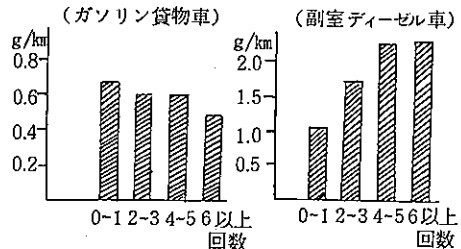
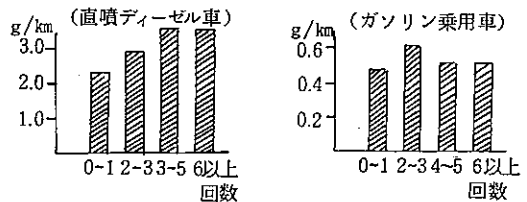


図14 交差点周辺停止回数別NOx排出量

などの対策が、有効なNO_x低減対策として期待できる。

それに対して、ガソリン車では停止回数を減らすことと、NO_x排出量低減との関係ははっきりせず、ガソリン貨物車では、むしろ停止回数の少ない方がNO_x排出量が多いなどの傾向も示されており、ガソリン車の場合は、交通流対策が必ずしもNO_x低減対策に結びつかないことを示唆している。

以上述べた停止回数とNO_x排出量との関係においても前述のアイドリング時間と加速比率の2つの要因が大きく影響していることがわかる。渋滞を解消することは、アイドリング時間を短くし、ディーゼル車からのNO_x対策として非常に有効な方法であるが、ガソリン車に対しては、加速比率を増すことになり、必ずしもNO_x排出量の低減に結びつかない。

4 ま と め

交差点周辺走行モードを究明し、同走行モードにおけるNO_x排出実態について検討した結果、次のことが解った。

① 交差点周辺では、交差点を通過する前半ではアイドリング比率が高く、交差点を通過した後半では加速比率が高くなる。

② 交差点周辺走行モードは、平均的には都実走行パターンNo.3程度の平均車速であり、また、5～15km/hの平均車速の頻度分布が多い。

③ 交差点周辺走行モードにおけるNO_x排出状況には、アイドリング時間と加速比率が重大な要因として働いていることがわかった。すなわち、アイドリング時間が長ければ長い程ディーゼル車からのNO_x排出量が多くなり、ガソリン車では、加速比率の高い時NO_x排出量が多くなる。

④ 交差点周辺における停止回数を少なくすることにより、ディーゼル車からのNO_x排出量は1/2～1/3低減し得るが、ガソリン車では停止回数を減らすこととNO_x排出量の低減との関係が明確でなく、逆に停止回数が少ない時の方がNO_x排出量が多くなる車種もある。

参 考 文 献

- 1) 芳住邦雄他：東京都内走行パターンの解析 自動車排出ガスに関する調査研究 昭和56年3月