

発進時における自動車騒音のパワーレベルについて —道路交通騒音予測手法の研究—第四報—

小林正雄 高山 孝 末岡伸一

1 はじめに

市街地道路における道路交通騒音予測手法の実用化をはかるため、昭和56年度より道路交通騒音予測手法の検討を行っている。道路交通騒音の予測は、交通状況を定常交通流区間と非定常交通流区間に分け、別々の予測手法を用いること等の検討を続けてきている。現在までに、定常交通流区間についての基礎的データの収集・解析、さらには非定常交通流区間の信号箇所における調査は終了している。

本研究はこれらに続いて実施されたもので、発進加速時における自動車騒音のパワーレベルについて調査したものである。これは、市街地道路の交差点周辺の道路交通騒音予測の基礎資料とするもので、本報告はその調査結果をまとめたものである。

2 調査概要

道路上の自動車の流れは、定常交通流区間と非定常交通流区間に分けられ、騒音の発生状況も異なっている。非定常交通流区間では自動車の走行状態によって、発生騒音は大きく変動している。さらに、定常交通流区間よりも発生騒音は大きいといわれている。

非定常交通流区間での自動車の走行状態は、加速走行・減速走行・停止に分けられる。このうち、加速走行時の発生騒音はレベルも高く、沿道に及ぼす影響も大きい。このため、加速走行時の騒音発生状況の解析は、非定常交通流区間の騒音予測の主要な部分であるといえる。

一方、発進時における自動車騒音のパワーレベルについては、報告例も少なく、統一された測定方法もない。従って、今回の調査にあたり、可能な測定方法の検討から行う必要があった。今回実施した調査では、定常交通流区間のパワーレベル測定方法¹⁾に近似し、測定地点の直前通過時(以下直前通過時という)の騒音レベルと、

その位置関係から、パワーレベルを算出することとした。

3 調査方法

(1) 調査場所

調査場所は自動車のパワーレベルの測定という目的から

- ① 暗騒音が十分低い。
- ② 周囲が平坦開放地。
- ③ 自動車が1台ずつ発進する。
- ④ 走行車線が1車線

の条件が必要である。

さらに、自動車の使用年数・積載状態・加速運転状況等、種々の条件の自動車が走行する、交通量の多い場所が必要である。予備調査の結果、これらの条件が比較的揃っている高速道路インター・チェンジ周辺が適地と考えられた。そこで、日本道路公団に調査の協力をお願いし、調査場所として下記の2カ所を選定した。

- ① 谷和原インター・チェンジ(常磐自動車道)
- ② 藤岡インター・チェンジ(関越自動車道)

谷和原では料金所ゲートから一般道路へ向う自動車を測定対象とした。使用ゲートは3カ所で、数時間ごとに場所を変えていた。藤岡は料金所ゲートから、自動車道に入る自動車を測定対象とし、使用ゲートは1カ所であった。

(2) 調査日時

- ① 谷和原 昭和57年9月28日～10月1日
- ② 藤岡 昭和57年10月19日～10月22日

測定時間は10～16時であった。

(3) 測定方法

測定は自動車の位置(発進地点からの距離)と騒音レベルの関係を明らかにすることにより、パワーレベルを算出する方法とした。さらに、測定地点を通過する時間

を計測し、通過速度を算出した。自動車の位置の計測については、正確に計測すること、多量のデータを計測・処理できること、の目的のため自動化を進めることとした。このため、自動車の位置については、光電センサーを使用して感知させ、騒音と共にデータレコーダに収録した。

測定地点配置状況を図1・図2に示す。図に示したように、最大測定距離は周囲の状況から谷和原・藤岡とも65mとし、出発地点との間に6カ所の測定地点を設置し、チェックポイントとした。測定地点はP₁(発進地点) P₂(発進地点から5m)、P₃(10m)、P₄(15m)、P₅(25m)、P₆(35m)、P₇(45m)、P₈(65m)とした。測定地点P₂~P₈の7地点では、図4に示したように、

光電スイッチの投光器・受光器をセットし、自動車の通過を感知させた。これを、図5に示すような光電スイッチ動作・パルス発生器を通し、パルス(幅120msec、電圧0.25V~1.00V)を発生させ、データレコーダに収録した。各測定地点での発生パルスは、電圧値を変えてあり、これにより位置を判別出来るようにした。P₁の発進地点(料金所ゲート)の位置については、光電スイッチがセット出来ないため、自動車の発進時に測定員が手でスイッチを押し、パルスを発生させた。このパルス(幅330msec、電圧0.25V~1.00V)は電圧を変化させることにより、車種の判別に利用した。

騒音については、谷和原、藤岡とも自動車の走行中心から約10m離れた2点で測定し、レベル化信号出力を

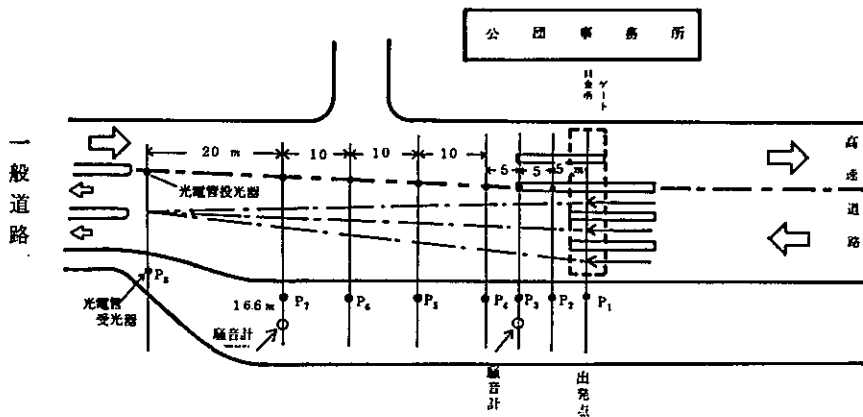


図1 谷和原測定地点図

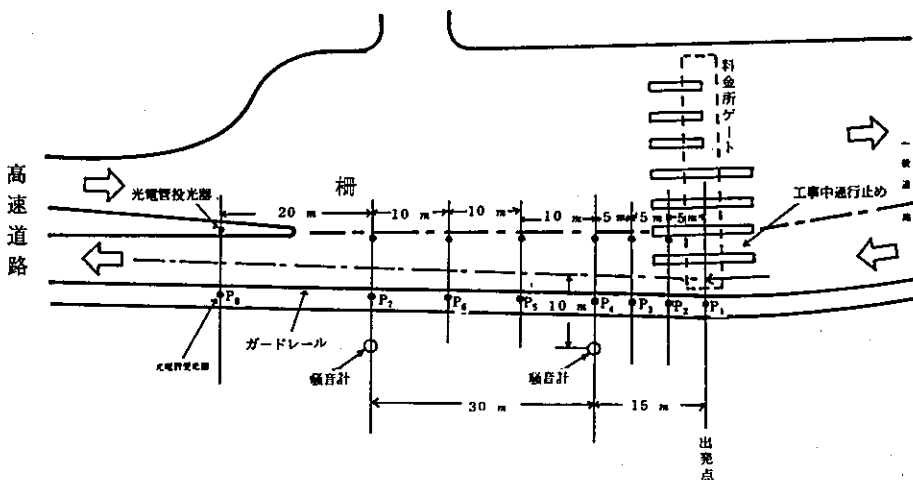


図2 藤岡測定地点図

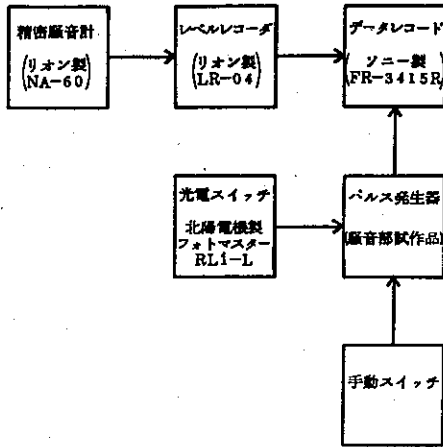


図3 測定系列

データレコーダに収録した。この結果、データレコーダには図6に示したように記録されることになる。

車種については

- ① 特別大型車 (3軸以上)
- ② 大型車
- ③ 小型貨物車類
- ④ 乗用車類

の4分類とした。

(4) 解析方法

解析はデータレコーダを再生し、騒音レベルとパルス間隔・車種を読み取った。パワーレベル算出時の自動車の位置は、各測定地点の直前を自動車通過した時とし、パルスの発生と同時刻の騒音レベルを読み取った。読み取った騒音レベルから下式を用いて、パワーレベルを算出した。

$$PWL = SPL + 20 \log r + 8$$

rは音源から受音点までの距離で、谷和原・藤岡では各測定地点を通過する自動車の位置から騒音計までの距離である。騒音計は2カ所設置してあるが、過剰減衰の影響を小さくするために、測定地点に近い騒音計を用いることとした。

通過速度については、パルス間隔から経過時間を算出し、各測定地点までの加速度は一定と仮定し、下式より算出した。

$$V = V_0 + at$$

$$l = l_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$V^2 - V_0^2 = 2a(l - l_0)$$

V: 速度 (m/S)
 l: 距離 (m)
 a: 加速度 (m/S²)
 t: 時間 (sec)

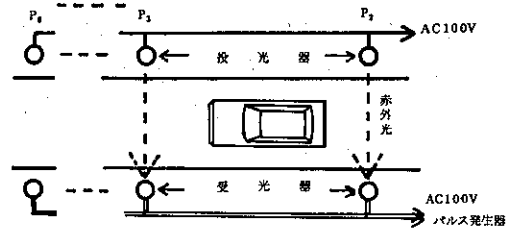


図4 光電スイッチの設置

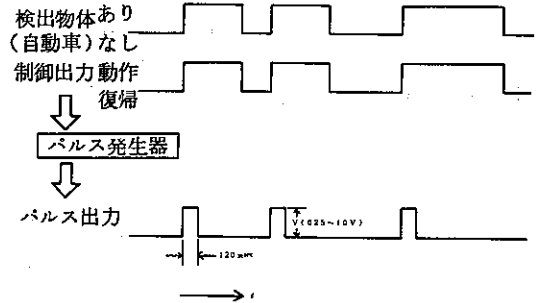


図5 光電スイッチの動作

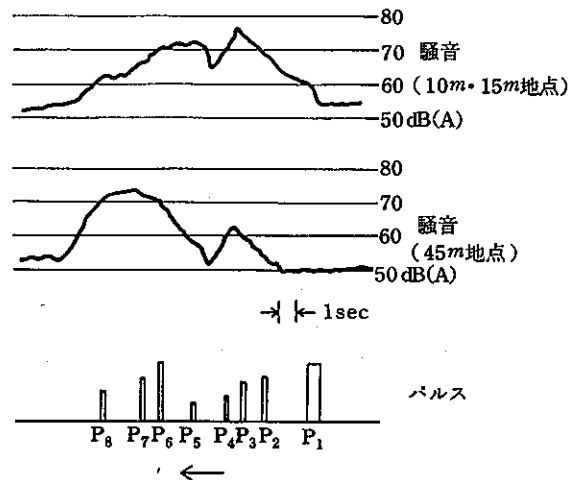


図6 記録例

調査したパワーレベル等については、以下の項目について解析・整理した。

- ① 発進地点からの距離（測定地点 $P_1 \sim P_8$ ）によるパワーレベルの分布（平均・標準偏差・ひん度分布）
- ② 発進時からのパワーレベルの時間変化
- ③ 測定地点 $P_2 \sim P_8$ における経過時間・通過速度解析にあたり、車種については一般的分類である3分類（大型車類・小型貨物車類・乗用車類）で行った。

4 調査結果

(1) 距離別パワーレベル

谷和原・藤岡における距離別（測定地点 $P_1 \sim P_8$ ）パワーレベルを測定し、車種別に平均・標準偏差を算出した。結果は図7に場所、車種別の平均値、図8に谷和原の大型車類のパワーレベルのひん度分布を示した。

測定対象となった自動車の台数は、大型車類453台、小型貨物車類234台、乗用車類426台で、測定場所別では谷和原が多くなっている。車種別のパワーレベルは大

型車類102~105dB(A)（谷和原）・98~104dB(A)（藤岡）、小型貨物車類94~99dB(A)（谷和原）・92~99dB(A)（藤岡）、乗用車類91~95dB(A)（谷和原）・90~95dB(A)（藤岡）となっている。

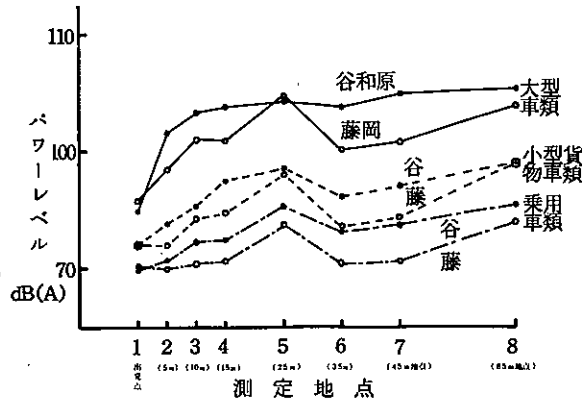


図7 発進時のパワーレベル

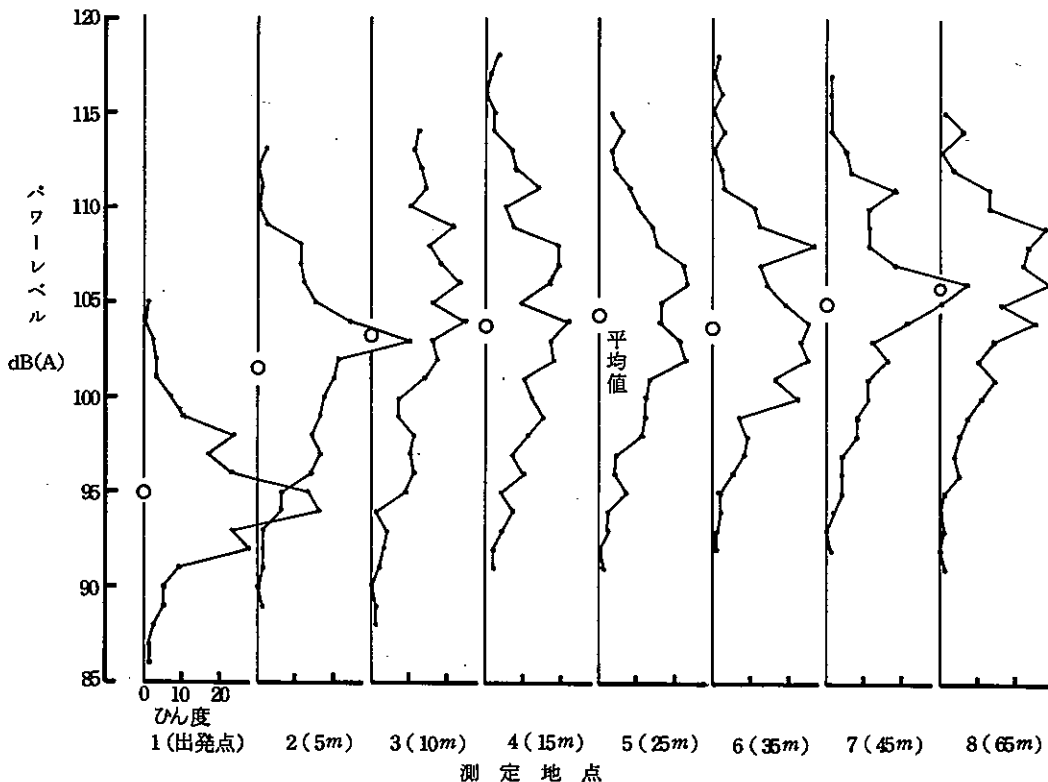


図8 パワーレベルの分布 (谷和原・大型車類)

全体的な傾向としては

ア. 自動車の進行と共にパワーレベルも増加し、発進地点から25m地点でピークがみられる。その後、また増加し、65m地点で最大となっている。

イ. 各測定地点 ($P_2 \sim P_8$) での値はバラツキが大きく、標準偏差は大型車類 4.3 ~ 5.5dB(A)、小型貨物車類 4.1 ~ 5.2dB(A)であった。乗用車類は比較のバラツキは小さく、標準偏差は 3.3 ~ 3.9dB(A)であった。

(2) 発進時のパワーレベルの時間変化

発進時のパワーレベルの時間変化を、1秒間隔で図9に示した。これは、一走行を1秒ごとに測定したものでなく、各測定地点での騒音レベルと経過時間から、測定場所・車種別に整理したものである。

発進後のパワーレベルは、時間と共に増加しており、10秒後には大型車類 105dB(A) (谷和原)・103dB(A) (藤岡)、小型貨物車類 98dB(A) (谷和原)・99dB(A) (藤岡)、乗用車類 94dB(A) (谷和原)・94dB(A) (藤岡)となっている。また、5秒後にややレベルが高くなる傾向がみえる。これは、測定地点5 (発進地点から25m地点) の値である。

計測されたデータ数をみると、およそ2秒~10秒後が最多となっており、それ以後は減少し14秒~16秒後に終了している。これは測定地点 P_8 までを10秒前後で走行する車が多いためである。

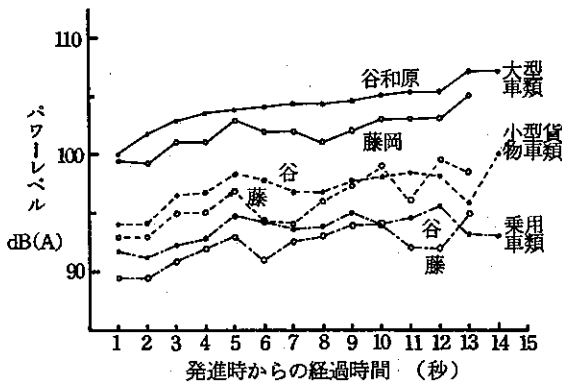


図9 パワーレベルの時間変化

(3) 経過時間と速度

結果は図10に示したように、発進後速度を増し、測定地点 P_2 以後は徐々に速度を増加していく傾向にある。測定場所別では藤岡がやや速く、車種別では乗用車類・小

型貨物車類・大型車類の順であった。平均値で見ると、発進直後の測定地点 P_2 では大型車類 19.5km/h・小型貨物車類 21.7km/h・乗用車類 22.4km/h、測定地点 P_8 では、大型車類 42.5km/h・小型貨物車類 47.2km/h・乗用車類 50.1km/hであった。

今回の計測区間 (65m) の走行時間は、平均で大型車類 11.3秒・小型貨物車類 10.1秒・乗用車類 9.5秒であった。

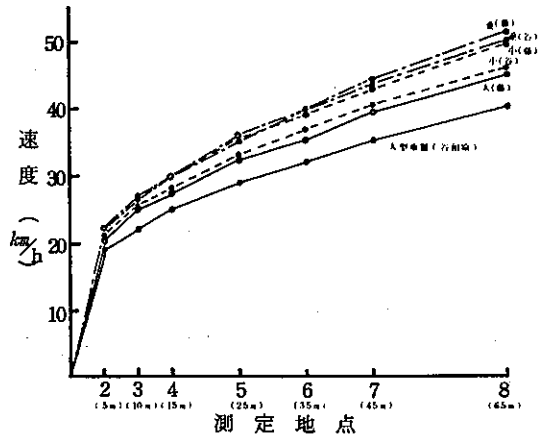


図10 測定地点における速度

5 考察

発進時の自動車のパワーレベルについて、発表されている資料を参考とし、今回の測定結果と比較してみた。現在、発進時の自動車のパワーレベルについては、統一された測定方法はなく、種々の方法がとられている。発進地点からの距離別に測定・整理されている藤井の資料²⁾では、パワーレベルは発進地点からの距離には余り関係なくほぼ一定の値となっており、大型車で 112dB(A)、小型貨物車で 102dB(A)、乗用車で 99dB(A)と報告している。

また、山下らの報告³⁾では、発進してから一定速度に達するまでの間のパワーレベルは、車種毎に一定値で与えられるものとし、大型車類 108dB(A)、小型貨物車類 101dB(A)、乗用車類 97dB(A)としている。

この結果は、今回の測定値よりも、いずれも高いパワーレベルとなっている。しかし、詳細に検討してみると、他資料でも測定場所によっては低い値がみられ、本調査結果が必ずしも低いとは断定できない。

一方、測定方法については原因の一つと考えられる。本調査で実施した測定方法は、定常交通流区間のパワー

レベル測定方法に近似し、直前通過時の騒音レベルを測定した。一般に、自動車のパワーレベルの測定方法は、通過時のピークレベルを測定している。このため、測定方法による差が出るものと考えられる。そこで、この問題点については、都内の道路による測定結果を補足し、検討することとした。

なお、パワーレベルの分布については、全測定値について検討したところ、正規分布に近い型をしていた。そこで、カイ2乗検定を行ってみたが、正規分布をしているとは認められなかった。

6 補足調査

(1) 調査概要

都内の道路で自動車騒音のパワーレベルについて測定し、谷和原・藤岡の測定結果と比較した。さらに、測定方法の違いについて検討した。

測定場所は1台ごとの発生音が分離できること等の条件のもとで選定した。選定した場所は図11に示すように、4車線と2車線道路のT型交差点で、周囲は平坦開放地であった。測定対象は2車線道路から信号により、発進左折してくる自動車とし、測点地点1・2で計測した。各測定地点では測定員を配置し、騒音の測定とともに、自動車が直前を通過した時のマークをパルスで記録した。この記録をもとに、直前通過時とピーク時の騒音レベル差・時間差を計測した。

(2) 調査結果

測定結果は車種別に整理し表1に示した。時間差については、(ピーク時)-(直前通過時)とした。従って、

時間差が十の場合はピーク値が直前通過の後に出現、一の場合はピークが前に出ることである。

この結果、谷和原・藤岡と同様な測定方法では大型車類105~108dB(A)、小型貨物車類101~104dB(A)、乗用車類94~97dB(A)であった。また、ピークの測定では大型車類107~109dB(A)、小型貨物車類104~105dB(A)、乗用車類96~98dB(A)となっている。測定地点による差は各車種とも2~3dB(A)、20m地点が高くなっている。

大型車類について時間差とレベル差の関係について図12に示した。これにより、10m地点では直前通過のあとにピークが、また20m地点では直前通過の前にピークがくる傾向がわかる。大型車類のピーク時と直前通過時の平均を比較すれば、10m地点で時間差が+0.7秒、レベル差が2.1dB(A)ピークが高く、20m地点では時間差が-0.2秒、レベル差が1.4dB(A)ピークが高かった。

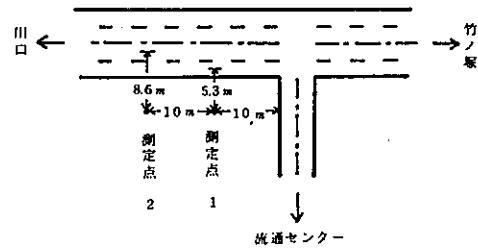


図11 測定点配置図

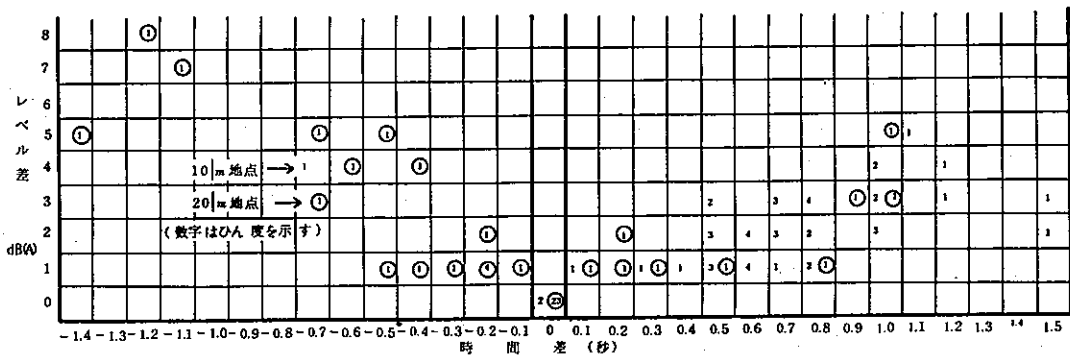


図12 レベル差と時間差
(ピーク時)-(直前)

表1 パワーレベル
(都内での測定)

車種		10 m地点		20 m地点	
		直前	ピーク	直前	ピーク
大型車類	データ数	49	49	49	49
	平均	105.2	107.3	107.6	109.0
	標準偏差	3.07	3.44	4.18	3.68
小型貨物車類	データ数	15	15	15	15
	平均	101.4	103.9	103.7	104.7
	標準偏差	2.94	3.65	4.27	4.09
乗用車類	データ数	4	4	4	4
	平均	94.3	96.0	97.3	98.0
	標準偏差	1.30	1.58	2.28	2.55

谷和原・藤岡での測定結果と比較すると、大型車類で約3dB(A)、小型貨物車類で約4~6dB(A)、乗用車類で約1~2dB(A)谷和原・藤岡の値が低かった。

7 まとめ

発進時の自動車のパワーレベルについて、高速道路インターチェンジ周辺及び都内道路で実施した調査結果をまとめると、下記ようになる。

- (1) 発進後のパワーレベルは自動車の進行と共に増加し、発進地点から25m地点でピークがみられる。その後、また増加し、65m地点で最大となっている。
- (2) 車種別のパワーレベルは大型車類102~105dB(A) (谷和原)・98~104dB(A) (藤岡)、小型貨物車類94~99dB(A) (谷和原)・92~99dB(A) (藤岡)、乗用車類91~95dB(A) (谷和原)・90~95dB(A) (藤岡)となった。
- (3) 発進後のパワーレベルの時間変化は5秒後にピークがみられ、その後時間と共に増加している。そして、約10秒後には大型車類105dB(A) (谷和原)・103dB(A) (藤岡)、小型貨物車類98dB(A) (谷和原)・99dB(A) (藤岡)、乗用車類94dB(A) (谷和原・藤岡)となっている。
- (4) 発進後、65m地点までの走行時間は、大型車類11.3秒、小型貨物車類10.1秒、乗用車類9.5秒であった。
- (5) 発進後、速度は増加していき、65m地点では大型車類42.5km/h、小型貨物車類47.2km/h、乗用車類50.1km/hとなった。
- (6) 自動車の直前通過時の測定とピークの測定ではパワ

ーレベルに差があり、約2dB(A)ピークの方が大きくなっていた。また、ピークの発生時間も地点により異なっている。

(7) 都内の道路での発進時のパワーレベル測定結果では、大型車類105~108dB(A)、小型貨物車類101~104dB(A)、乗用車類94~97dB(A)であった。

8 おわりに

今回、自動車の発進時のパワーレベルを測定したが、定常走行時のパワーレベル測定にくらべ相違点がいくつかあった。測定方法が統一されていないためでもあるが、以下のような特徴があった。

- (1) 測定地点(発進地点からの距離)により、パワーレベルが大きく変動し、要因との関連は握が難しい。
- (2) 直前通過時とピーク値は一致しない場合が多く、そのレベル差も大きく変動している。また、ピーク値からパワーレベルを換算する場合、音源までの距離測定が難しい。
- (3) 自動車の変速段数・積載状況・運転者の特性による影響が大きい。

インターチェンジ周辺と都内道路での測定を比較すると、インターチェンジ周辺の測定値が低くなった。この原因については、高速道路での発進の特殊性、測定地点の設定等が考えられる。しかし、市街地での測定例も少ないために、不明の部分が多く、今後の課題である。

本調査の実施にあたり、測定場所の確保等に御協力いただきました日本道路公団第二管理局、高崎・谷和原・藤岡事務所の皆様に、ここに深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 高山孝、小林正雄、末岡伸一：騒音予測のための非定常交通流調査結果、東京都公害研究所年報、(1984)。
- 2) 藤井敏雄：自動車の発生騒音レベル、音響技術、No 28/oct、(1979)。
- 3) 山下充康、山本貢平：道路特殊区間の交通流特性と騒音伝搬特性、騒音研究会資料