

自動車の発進に伴う交通騒音のシミュレーション

A Simulation of Traffic Noise Couased by the Starting of Automobiles

立石 泰三*・板倉 博*

Taizo TATEISHI and Hiroshi ITAKURA

1. ま え が き

自動車が交差点や横断歩道のところから発進加速する場合の騒音と普通の道路を一定速度で走行する場合の騒音とは、その性状がかなり異なる。本研究はこの違いに着目して、二車線道路の横断歩道地点から自動車が発進する場合のことを想定して、発進後の騒音がその付近においてどのような性状を示すものかシミュレーション計算し、騒音の時間的推移と場所的な変動状態とを調べた。この結果、極大値 (L_{max}) と算術平均の最大値 (L_{mean}) が観測される地点に関して知見を得ることができたので報告する。なお、交差点付近の交通騒音シミュレーションとしては、坂上・木村¹⁾のものがあるが、これは特定の地点における交通騒音の実測値と計算値の関係を調べたものである。

2. シミュレーションモデル

2.1 発進加速時の騒音データ

本研究を行うためには、各種の自動車について発進後に発生する時々刻々の騒音データが必要である。このデータとしては、著者等が参加した日本自動車研究所騒音試験法分科会の自動車加速騒音の調査結果²⁾を用いることとした。この調査は、まず市街地および郊外の道路において一般車と共に各種の試験車を走らせ、これら試験車の発進パターンを調査し、次に自動車試験場において、この発進パターンに合わせた騒音試験を行い、各試験車の騒音を車両の左側 7.5 m において、発進地点より 130 m に亘って 5 m おきに測定したものである。その一例として図 1 に乗用車の発進パターンを示し、図 2 にこの発進パターンにおける騒音を示す

2.2 道路の構造

道路の構造は図 3 に示すような直線状の二車線道路(車線幅各 3 m)に横断歩道(幅 5 m)があり、ここに信号が設けられているものとする。

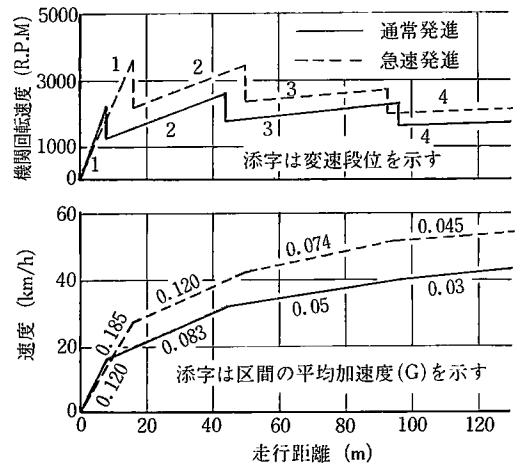


図1 走行パターンの一例

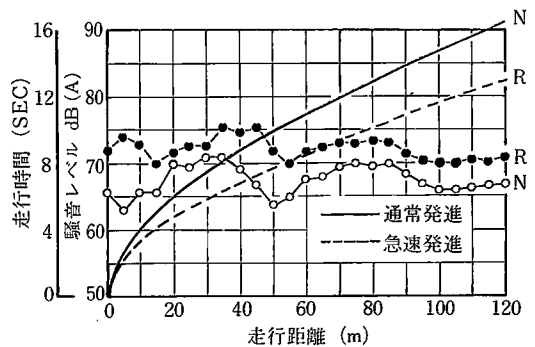


図2 騒音パターンの一例

2.3 受音点の配置

騒音を測定する受音点は図 3 に示すように、第一車線の中心線の左側 1.5, 3.0, 7.5 および 15.0 m の観測線上に、第一車線の停止線を原点として、道路に沿って ± 120 m の範囲に 5 m 間隔で 196 個所設定した。

2.4 車両の配列と組み合わせ

道路上の車両の配列と組み合わせについては、市街地交差点において著者等が調査した結果に基づいて、次の

* 東京大学生産技術研究所 第2部

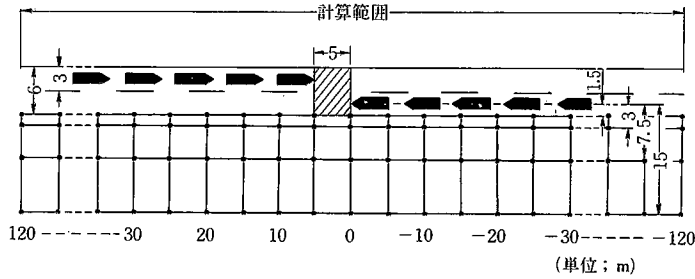


図3 道路構造と車両および受音点の配列

7種類とした。すなわち、①JJJJJ, ②H_TJJJJ, ③JJH_TJJ, ④JJJJH_T, ⑤BJJJJ, ⑥JJBJJ, および⑦JJJJBである。ただし、Jは乗用車および小型ガソリン・トラック、H_Tは大型トラック、Bは大型バスである。

2.5 車両の長さと同間距離

車両を配列する場合には、車両の長さと同間距離を決めなければならない。長さについては、発進パターンの調査に用いた試験車の車種ごとの平均長さを用い、同間距離については、市街地交差点において著者等が調査した結果を使用した。調査結果は表1に示す。

表1 配列車両の平均寸法

車種	全長(m)	同間距離(m)	車頭間隔(m)
小型車	5	2	7
中型車	7	3	10
大型車	10	3	13

2.6 車両の発進形態

市街地において著者等が調査したところによれば、信号待ちをしていた車両は、信号が変わると、先頭車より順次約1秒間隔で発進して行くことを見なしてよい。そこで、シミュレーション計算では車両の発進間隔を1秒とし、順次、配列の先頭車より発進させ、その後は車種ごとに固有の発進パターンで走行するものとした。ただし、このままでは、前の車両より後の車両の方が加速の良い車種である場合には、計算上は前の車両が後の車両に追い越されてしまうということが起こり得る。このようなことは現実的でないので、走行中は最少でも2mの同間距離を保持するように、後の車両が速度を調節するものとした。

2.7 受音点の騒音レベル計算

各受音点での騒音レベルは、道路上のすべての車両から伝播した騒音のレベルを合成したものである。そこで、ある受音点のある時刻における騒音レベルを計算するためには、その時における各車両の位置を計算し、受音点と各車両の距離を求め、受音点に伝播する各車両からの

騒音のレベルを計算して、これを合成すればよい。

ある時刻における車両の位置は、車両の発進パターンにより計算できる。またその時の車両の左側方7.5mにおける騒音レベルL (dB(A))は車種ごとに図2のような測定結果から与えられる。いま自動車騒音が無指向性であるとすれば、車両からl(m)だけ離れたある受音点での騒音レベルS_a (dB(A))は式(1)によって与えられる。

$$S_a = L + 20 \log_{10} 7.5/l \dots\dots\dots(1)$$

道路上に車両がn台あるとし、ある受音点に車両1, 2, …… , nから伝播する個々の騒音のレベルをS_{a1}, S_{a2}, …… , S_{an} (dB(A))とすれば、その受音点において合成される騒音レベルS_T (dB(A))は式(2)により与えられる。

$$S_T = 10 \log_{10} (10^{\frac{S_{a1}}{10}} + 10^{\frac{S_{a2}}{10}} + \dots + 10^{\frac{S_{an}}{10}}) \dots\dots\dots(2)$$

3. シミュレーション結果

3.1 騒音レベルの時間的推移

図4は第一車線中心から1.5m離れたところの観測線上の合成騒音レベルの時間的推移をあらわす。この図は、前述した配列車両の所で①の組み合わせをした先頭の車両が急速発進し、後続の車両も順次通常発進したときのものである。

図のx軸は道路に沿って取られ、第一車線の停止線を

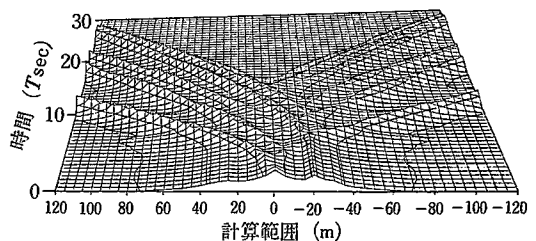


図4 路端の観測上における騒音の時間的推移

研究速報
 原点(0)としてある。Y軸は騒音の測定時刻(T_{sec})をあらわす。またZ軸は各受信点に伝播した騒音の合成レベルをあらわす。
 縦軸は騒音の平均レベルをあらわす。また図中の曲線は上から順に第一車線中心から1.5, 3.5, 7.5, 15.0, mの観測線上の平均騒音レベルを示す。

3.2 騒音レベルの算術平均値

図5～図8は前述した配列組み合わせ①②③④の車両が、上記と同じ条件で発進した場合における平均騒音レベルの大きさをあらわす。図の横軸は道路に沿って取ら

4 ま と め

4.1 騒音の極大値(L_{max})

横断歩道付近における自動車の騒音は、図4で示した

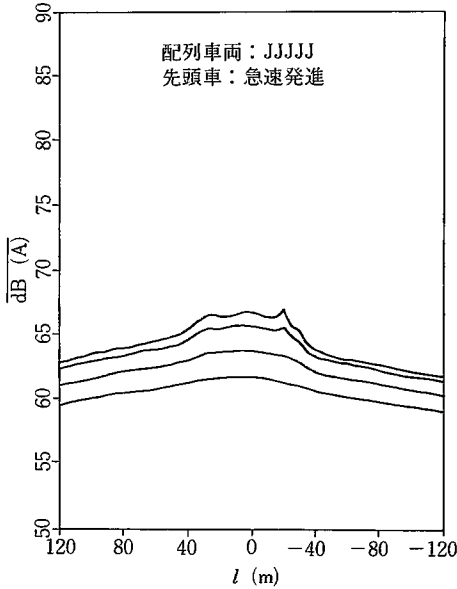


図5 各観測線上の受信点における平均騒音レベル

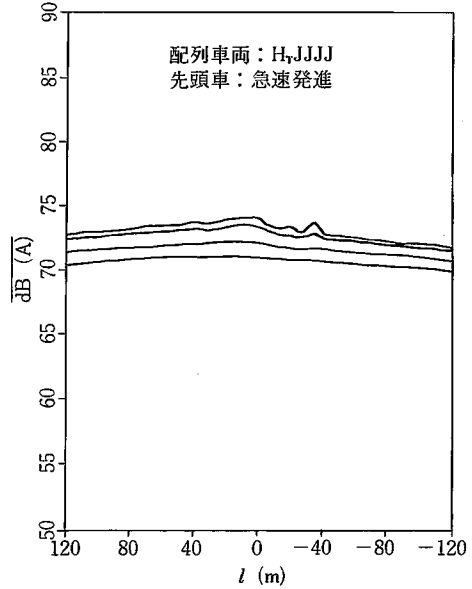


図6 各観測線上の受信点における平均騒音レベル

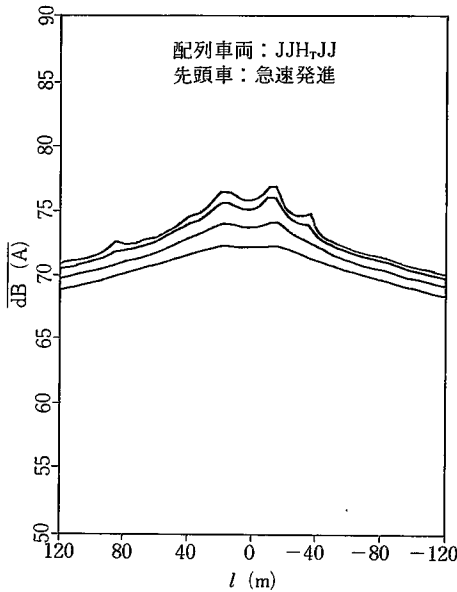


図7 各観測線上の受信点における平均騒音レベル

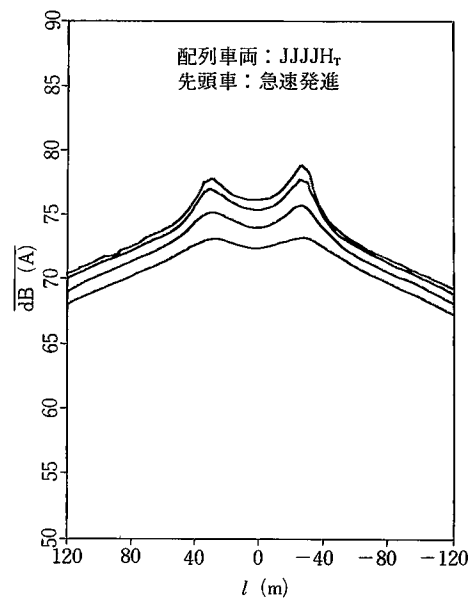


図8 各観測線上の受信点における平均騒音レベル

研究速報

ように時々刻々変動しながら推移するものであり、発進後の騒音レベルは、ある地点において瞬間的に極大となる。このような現象は、特定の車両の発進音が発進後の機関回転速度や加速度の増加に伴い著しく増大するか、または複数の車両の騒音が重畳するためである。騒音レベルが極大となる発進地点は、表2にあらわすように車両の配列順序や車種が異なれば変動するが、先頭車両の発進条件を変えただけでは変動しない。

これに対して、騒音レベルの極大値が大幅に上昇する例は、表の上部の配列車両JJJJJ, H_rJJJJ, BJJJJなどの先頭車両を急速発進させた場合である。

4.2 算術平均レベルの最大値(L_{mean})

表3は路端の観測線上において求めた、騒音の算術平均レベルの最大値とその発進地点をあらわす。最大値の発進地点は、大旨発進パターン騒音の大きな車両を配列した、初期の位置と一致しており、しかも、その算術平均レベルの最大値は、先頭車両の発進条件が異なっただけではあまり変化しない。

以上のようなシミュレーション計算により、横断歩道付近における交通騒音の基本的な性状を解明することができ、騒音レベルの極大値や算術平均レベルの最大値に関しても、これらの発進地点をあらまし予測することが可能であり、交差点などにおいて自動車騒音を測定する場合の指針とすることができよう。

なお、シミュレーション計算において道路の構造を二車線とし、これに各5台の車両を配列することにした理由は、これより多くの車線や車両数を増しても、各受音点での騒音合成レベルは、距離減衰などの特性により、きわめてわずかしき変化しないことが予備計算の過程において、明らかになったからである。

本研究を進めるに当たり多大な御助言を賜った当所第二部大野進一教授に厚く謝意を表する。

(1979年12月6日受理)

参考文献

- 1) 木村, 坂上; 道路交通騒音のシミュレーションについて 日本音響学会誌 P. 463 ~ 467 Vol. 31 No. 7 1975.
- 2) 日本自動車研究所自動車騒音研究委員会; 自動車騒音規制法改善調査報告書 昭和50年3月.

表2 騒音レベルの極大値の発生位置

発進条件 配列車両	全車通常発進		先頭車急速発進	
	発生地点(m)	dB(A)	発生地点(m)	dB(A)
JJJJJ	+ 15	83.1	+ 15	88.0
	- 15	83.7	- 15	83.8
H _r JJJJ	+ 40	99.4	+ 40	103.5
	- 35	91.3	- 35	94.4
BJJJJ	+ 40	97.9	+ 50	101.0
	- 35	89.3	- 45	91.5
JJH _r JJ	+ 20	100.5	+ 20	100.5
	- 10	98.5	- 10	98.5
JJB _r JJ	+ 20	97.6	+ 20	97.6
	- 10	99.0	- 10	99.0
JJJJH _r	+ 0	100.4	+ 0	100.4
	- 20	97.7	- 20	97.7
JJJJB	+ 5	97.7	+ 5	97.7
	- 25	97.4	- 25	97.4

表3 騒音レベルの平均最大値の発生位置

発進条件 配列車両	全車通常発進		先頭車急速発進	
	発生地点(m)	dB(A)	発生地点(m)	dB(A)
JJJJJ	+ 25	66.2	+ 15	66.9
	- 20	67.1	- 20	67.1
H _r JJJJ	0	74.8	0	73.4
	- 5	74.0	- 5	73.7
BJJJJ	0	72.3	0	73.0
	- 5	72.0	- 5	72.6
JJH _r JJ	+ 15	76.6	+ 15	76.7
	- 15	77.2	- 10	77.2
JJB _r JJ	+ 20	74.5	+ 20	74.7
	- 15	75.2	- 15	75.2
JJJJH _r	+ 30	78.5	+ 30	78.4
	- 25	79.4	- 25	79.4
JJJJB	+ 30	77.3	+ 30	77.1
	- 25	78.1	- 25	78.0