

平面十字交差点の騒音性状について

(昭和54年10月31日 原稿受付)

開発土木工学教室	渡	辺	義	則
山口県	石	村	和	寿
広島市	菅	原	光	敏

Road Traffic Noise at a Right-angled Intersection

by Yoshinori WATANABE
Kazuhisa ISHIMURA
Mitsutoshi SUGAWARA

Abstract

Generally factors which influence the road traffic noise are classified roughly into three factors, that is, a traffic structure, road conditions and surroundings of the road.

In this paper, road traffic noises are measured at various kinds of right-angles intersections in Kitakyushu. And the road traffic noises are analysed by the method of factor analysis based on the quantification theory to investigate contributions of these three factors to the road traffic noise at the right-angled intersections quantitatively.

1. まえがき

道路交通騒音は車輛の走行モード並びに交通現象の違いによって、直線道路区間における騒音と、信号交差点における騒音に大別して考えることができる。前者においては加速または減速する車輛が多少は含まれるにしても、その大部分は定常走行する車輛によって構成される。一方、後者においては信号交差点という性質上、定常走行する車輛だけでなく、各信号周期毎に待ち行列を形成した後に加急発進を繰り返す車輛や、あるいはまた、右左折車などの交通流の円滑さを損わせる車輛も少なからず含まれ、直線道路区間に比べて走行モード並びに交通現象が複雑となる。

これまで、直線道路区間の騒音についてはかなりの研究成果が発表されているが、市街地などで問題となる信号交差点に発生する騒音に関する研究は比較的少なく、その騒音性状に影響を及ぼす要因の把握も十分とは言えない。信号交差点に発生する騒音に関係する要因を大別すれば、交通量、大型車混入率などの交通要因、また車線数、路面の舗装状態などの道路要因、さらには土地利用、交差点付近の家並などの沿道要因などが考えられる。

既に特定な道路条件（対向2車線、アスファルト舗装）並びに特定な沿道条件（交差点付近に建物なし）の信号交差点に発生する騒音については、前述の3要因のなかでも一番重要な要因であると推察される交通要因に着目して分析して、その結果を報告した¹⁾しかし、市街地に存在する信号交差点という観点からみれば、この報告で対象にした信号交差点は、交通条件に関してかなり特殊なものに属する。つまり、交差点の形状としては平面十字交差点であるが、幹線方向の道路の交通量が圧倒的に多く、平面十字交差点というよりは、直線道路区間内の適当な地点に、歩行者などを通過させるための信号機が存在するというような場合に相当する。このような条件に適う信号交差点は郊外には存在するが、市街地においては稀にしか認められない。市街地に存在する信号交差点においては、幹線方向の道路だけでなく、いずれの方向の道路にもかなりの交通量が存在するし、また、道路条件、沿道条件についても種々異ったものが存在する。

そこで本研究では、市街地でよく見られる平面十字交差点を、道路条件、沿道条件によって数種類に分類して、そこに発生する騒音を測定した。そして、この測定結果を利用して、道路、沿道、交通の3要因が騒音の

発生にいかなる影響を及ぼすかを数量化理論I類で分析し、更に、これらの要因と騒音レベルの関係を求めた。

2. 騒音発生に係る諸要因

信号交差点において発生する騒音に係る要因は、前述のように、道路、沿道、交通の3要因に大別して考えることができる。ここではこの3要因を更に具体的な要因に細分するが、そのまえに、平面十字交差点の騒音はいかなる位置で測定したもので代表させればよいか、あるいはまた、いかなる統計量で評価するのが適当であるかということなどを論議する必要がある。しかし、現状ではこれに明確な解答を示すことは難しい。その意味でこれに対して種々の考え方があろうが、本研究では次のように取扱った。

騒音の評価は、信号1サイクルの間に変動する騒音レベル(dB(A), ホン)の中央値L50並びに80%レンジの上端値L10で行った。L50は信号1サイクル中の平均的なレベルを表わし、またL10は信号1サイクル中の最高に近いレベルを示す。前報告¹⁾とは異って、本報告では信号1サイクル毎にL50, L10を求め、同時に交通特性を求めている。これは次の理由による。

- ① 本報告で対象とした信号交差点では幹線方向の道路だけでなく、それに直交する方向の道路にもかなりの交通量があり、これを無視して交差点に発生する騒音を論じられない。
- ② 信号交差点においては、信号1サイクル毎に類似の交通現象が繰り返される。

騒音の測定位置は図-1に示すように、幹線方向並びにそれに直交する方向の道路ともに、対向2車線の道路区間ではセンターラインから、また、多車線の道路区間ではマイクロホンに最も近い車線の境界標示線から約7m離れた位置で、地表面からの高さ1.2mの位置で測定した。これは次の理由による。

- ① 市街地の信号交差点付近では道路のすぐ近くまで建物が存在することが多く、そこに生活する住民は常に走行車輛(音源)の近傍で騒音に曝されているので、走行車輛からの距離が比較的近い所に測定点を設けた。
- ② 道路の車線数によって、測定点までの距離を測定するときに基準とする線が異なるが、これは車線数が音源の増加と遠隔化という二面性をもつからである。

- ③ 平面十字交差点の幹線方向の道路及びそれに直交する方向の道路に、全く同じ交通現象が起きたときには、両方向に生じる騒音には差がないと判定できるように、両方向とも同じ基準で測定点を設ける。

次に、道路、沿道、交通の3要因を更に具体的な要因に細分して、表-1に示す。

表-1 分析要因

車線数
家 並
手前側流入量
向側流入量
手前側大型車流入量
向側大型車流入量
マイク側右左折車流入量
マイク向右左折車流入量
手前側待台数
向側待台数
手前側加速度

① 車線数

道路要因としては車線数だけを考えた。車線数が増すに従って、つまり交差点が大規模になるに従って、一般に走行車輛の台数が増加する。すなわち、音源の数は増加して、騒音は大きくなると考えられる。一方、交差点へ流入する走行車輛の台数が同じであるならば、車線数が増加するに従って、走行車輛(音源)から測定点までの距離が遠くなってくるものが多く現われてくる。このように車線数という要因は、音源の数の増加と音源からの遠隔化という、プラス、マイナス相交錯した状態で騒音に影響すると考えられる。北九州市内外に存在する平面十字交差点では、幹線方向とそれに直交する方向の道路の車線数が「対向2車線—2車線」、「4車線—2車線」、「6車線—4車線」という3つのタイプの交差点が多く認められたので、本研究ではこれらの交差点を取りあげて分析を行った。

その他の道路要因としては路面の舗装状態が考えられるが、今日市街地の道路は殆んど舗装されており、しかも、コンクリート舗装されている道路よりもアスファルト舗装されている道路の方が圧倒的に多いこと、また、従来の研究²⁾より舗装の種類が騒音に及ぼす影響は小さいことが報告されていることなどの理由から、ここではこの要因を除外して考えた。

② 家並

沿道要因としては家並だけを考えた。交差点付近の建築物などによって、音が反射して騒音レベルが増加することが考えられる。その程度は建築物の規模（平屋、2階、3階など）や建築物の種類（木造家屋、ビルディングなど）によって異ると考えられる。本研究では、交差点付近の沿道の状態を「家並なし」、「一般家屋」、「高層ビル」の3つに大別して、できるだけこれに適合する交差点を選んだ。なお「一般家屋」とは木造の2階以下の家を、また、「高層ビル」とは少なくとも3階以上のビルディングを意味する。

その他の沿道要因としては土地利用が考えられるが、この要因は家並と比較的相関が強いと考えて除外した。

以下に示す要因は全て交通要因である。

③ 手前側流入量、向側流入量

信号交差点に流入する車輛（音源）の数が増えれば、騒音レベルが上昇する。

④ 手前側大型車流入量、向側大型車流入量

交差点流入量が同じでも、音響出力の大きい大型車が多く混入すると騒音レベルが上昇する。

⑤ マイク側右左折車流入量、マイク側右左折車流入量

右左折車が混入すれば、交通流の円滑さが損われ、加速発進する現象が生じる機会が増加する。

⑥ 手前側待台数、向側待台数

加速発進という走行モードをとる車輛の数は、ある程度、待台数に比例して増加すると考えられる。

⑦ 手前側加速度

車輛の音響出力が加速度によって変化する可能性がある。

なお、③～⑥はそれぞれ単位時間（1分間）当りの車輛流入台数、大型車台数、右左折車台数、待台数である。また、向側加速度並びに交差点を通過する車輛の平均速度は、前報告¹⁾より説明力が小さいと判断して、除外した。ところで、手前側、向側、マイク側、マイク向などの言葉は、測定点と走行車輛（音源）の流れとの間の隔りを示すが、これは次のように考えた。

① 原則としてマイク据付側の車線を手前側車線とした。

② マイク側右左折車とは、右左折車のなかでマイクに近づく方向に右左折するもの、マイク側右左折車とは、マイクから遠ざかる方向に右左折するものと定義する。

3. 騒音並びに交通特性の測定

測定は北九州市内外の5箇所の平面十字交差点で行った。以下に測定場所及び日時を示す。

(I) 中間市蓮花寺交差点

昭和53年10月17日（火）2：00 P.M.～4：00 P.M.

(II) 八幡東区七条交差点

昭和53年9月7日（木）10：30 A.M.～0：00 P.M.

(III) 八幡西区竹末交差点

昭和53年10月17日（火）10：00 A.M.～0：30 P.M.

(IV) 小倉北区江南町交差点

昭和53年11月10日（金）10：00 A.M.～0：30 P.M.

(V) 門司区東本町交差点

昭和53年11月10日（金）2：00 P.M.～4：00 P.M.

各信号交差点の略図を図-1に示す。騒音は図-1に示す箇所に精密騒音計を設置して、聴感補正回路のA特性で測定して、その出力をデータレコーダに一旦収録した。

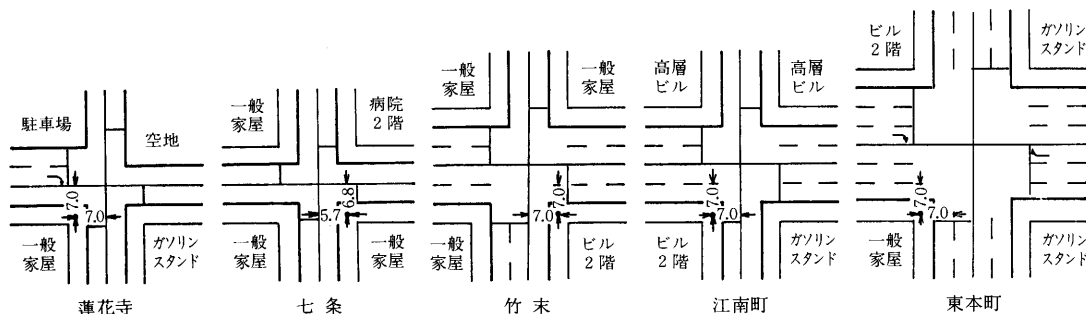


図-1 交差点略図（● マイク据付け位置）

後日、これをレベルレコーダにペンの応動特性 fast で出力し、そのレベルを5秒間隔で信号1サイクルの長さほど読み取って、騒音レベルの累積度数分布曲線を求めた。そして、この曲線を利用して、信号1サイクル中に生じる騒音レベルの中央値 L_{50} 並びに80%レンジの上端値 L_{10} を求めた。なお、測定データのうちで、ブレーキ音の影響があるデータ並びに通常発生する騒音以外の音（救急車のサイレンの音、宣伝カーのスピーカーの音など）が収録されたデータを除去したので、結局、全部で信号周期172サイクルの各々について累積度数分布曲線を作図して、それから L_{50} 、 L_{10} を求めた。なお、信号周期の長さの変化並びに変わりめは、信号機を見ながらあらかじめ作製した ON・OFF スイッチを操作して、騒音と一緒にその信号をデータレコーダに収録することによりモニターした。

次に、交通特性の測定方法について述べる。いま、図-2に示す対向2車線の平面十字交差点では図中の矢印で示すような交通流が存在する。この交通流を測定するために、図中の $R_A \sim R_D$ 、 $M_A \sim M_D$ 、 K_A と K_D の各位置に調査員を配した。

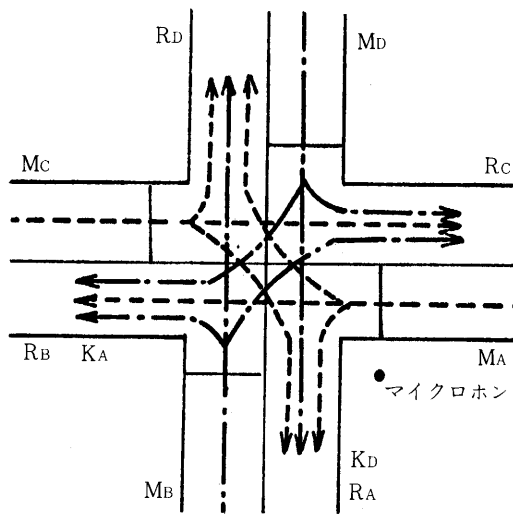


図-2 調査員配置図

① 手前側と向側の流入台数並びに大型車台数

図-2に示す $R_A \sim R_D$ の調査員がそれぞれ2個のカウンターを持ち、直進車台数、右左折車台数を大型車台数をチェックしながら計測した。この直進車台数と右左折車台数とを合計したものがその車線の流入台数となる。こ

のうち、手前側流入台数、手前側大型車台数はマイク据付側の車線を走行する車輛、すなわち R_A 、 R_B が計測した流入台数、大型車台数を合計したものとし、また向側流入台数、向側大型車台数は他の2方向の車線を走行する車輛、すなわち R_C 、 R_D が計測した流入台数、大型車台数を合計したものとした。なお、大型車は4 ton以上とした。

② マイク側とマイク向左右折車台数

①で $R_A \sim R_D$ の計測した右左折車台数のうちで、マイクに向かう方向に右左折する車輛、すなわち R_A 、 R_C が計測した右左折車台数を合計したものをマイク側右左折車台数とし、マイクから遠ざかる方向に右左折する車輛、すなわち R_B 、 R_D が計測した右左折車台数を合計したものをマイク向左右折車台数とした。

③ 手前側と向側待台数

マイクに対して停止時の騒音、始動時の加速発進音の影響が大きい車線の待台数、すなわち M_A 、 M_B が計測した待台数の合計を手前側待台数、他の2方向の車線の待台数、すなわち M_C 、 M_D が計測した待台数の合計を向側待台数とした。

④ 手前側加速度

マイク据付側の車線を走行する先頭車の加速度を K_A と K_D が計測し、両加速度を平均したものを手前側加速度とした。各信号周期の赤現示に停止した車輛全部について加速度を測定することは実際上困難であるので、先頭車に追従する2番目以降の車輛は先頭車と類似の加速状態を示すと考えて、手前側に待っている車輛のうち先頭車のみについて加速度を測定した。測定方法は次のとおりである。交差点の車輛停止線の前後約3mの範囲で50cm毎に道路に目盛をつけて、車輛の停止位置を読み取る。 M_A 、 M_D からの車輛発進の合図で K_A と K_D がストップウォッチを押し、車輛が停止線から40m離れた地点に到達する時間を測定する。車輛は一定に加速するとして加速度を逆算する。なお、先頭車が右左折車の場合には、直進車や人間の通行のために一旦停止あるいは徐行を余儀なくされ、また妨害のない場合でもその加速度は直進車に比べて小さいと考えて、これを0とみなした。

多車線の道路区間においては同一方向の各車線の流れを併合させて、図-2と同じ交通流に置き換えて考えた。表-2に各信号周期毎に求めた各交差点の騒音レベル及び交通特性の平均値、また道路、沿道条件などをまとめて示す。

表一 2 各交差点の交通特性並びに道路、沿道条件

交差点	蓮花寺	七条	竹末	江南町	東本町
手前側流入量*	15.8	10.2	18.9	18.5	20.3
向側流入量*	13.0	6.5	14.7	25.4	19.6
手前側大型車*	2.3	1.2	2.4	0.5	4.8
向側大型車*	1.4	0.9	1.7	1.7	3.9
マ側右左折車*	8.1	3.0	4.9	3.9	4.3
マ向側 // *	5.1	3.4	3.2	5.4	8.6
手前側待台数*	8.7	6.0	5.5	14.4	10.3
向側 // *	10.1	4.9	5.6	13.4	11.1
車線数	2-2	2-2	4-2	4-2	6-4
家並	なし	一般家屋	一般家屋	高層ビル	一般家屋
信号周期(秒)	92~101	67	140	120~153	96
L50(ホン)	71.7	69.6	70.6	71.5	73.0
L10(ホン)	76.9	77.5	78.1	77.5	80.6
サンプル数	30	35	40	33	34

注) 値は信号周期毎にまとめたものの平均値。*の単位は台/分

4. 数量化理論I類による要因分析

数量化理論I類という要因分析法においては、外的基準を数量で与える必要がある。本研究では、外的基準として、前述のL50またはL10を採用した。ここでL50は信号1サイクル中の平均的な騒音レベルを表わし、同じくL10は最高に近い騒音レベルを表わす。これらの外的基準を説明する要因は表-1に示す11要因である。これらの要因を最初に適当なカテゴリーに分類して計算し、次に重相関係数になるべく大きな値をとるように、また各要因の偏相関係数の大きさの順位と各要因のレンジの順位になるべく一致するように、カテゴリーを再分類して計算を繰り返した。

このようにして得られた結果を、L50については表-3に、L10については表-4に示す。これから各種の要因が外的基準に影響する程度を定量的にとらえることができるし、さらには外的基準を各種の要因から予測することも可能である。なお、分析に用いたサンプル総数は172で、各交差点別のサンプル数の内訳は既に表-2で示している。また、要因数は11、カテゴリー数は最終的にL50が46、L10が49である。サンプル総数はカテゴリー数の少なくとも2倍以上でなければならないと言われているが³⁾これを基準に考えれば本研究は分析に対して十分なサンプル数を用いていると思われる。

表一 3 L50の分析結果

要因	カテゴリー	サンプル数	カテゴリースコア	レンジ(順位)	偏相関係数(順位)		
車線数	2-2	65	1.91	3.86 (2)	0.47 (2)		
	4-2	73	-0.79				
	6-4	34	-1.95				
家並	なし	30	-1.86	2.81 (3)	0.37 (4)		
	一般家屋	109	0.23				
	高層ビル	333	0.95				
手前側流入量	4~8	14	-1.44	1.99 (6)	0.27 (6)		
	9~12	18	-0.14				
	13~15	33	-0.07				
	16~21	84	0.12				
	22~	28	0.55				
向側流入量	2~5	16	-2.07	2.74 (4)	0.34 (5)		
	6~9	17	-0.42				
	10~16	70	0.05				
	17~21	31	0.36				
	22~	38	0.67				
手前側大型車流入量	0	33	-1.77	4.40 (1)	0.54 (1)		
	1~2	70	-0.22				
	3~4	52	0.75				
	5~6	11	1.72				
	7~	6	2.63				
向側大型車流入量	0	27	-1.14	2.60 (5)	0.43 (3)		
	1	56	-0.45				
	2	38	0.13				
	3	30	0.80				
	4	11	1.34				
マイク側右左折車流入量	0~2	24	-0.66	0.90 (9)	0.19 (9)		
	3~5	100	0.04				
	6~	48	0.24				
	0~2	23	-0.46			1.00 (8)	0.25 (7)
	3~5	88	-0.26				
6~	61	0.54					
1~4	27	-0.29					
5~10	89	-0.10					
手前側待台数	11~13	27	0.02	0.84 (10)	0.16 (11)		
	14~	29	0.55				
	2~4	39	-0.47				
	5~10	74	-0.14			0.69 (11)	0.16 (10)
	11~13	25	0.07				
14~	34	0.22					
0~05	20	-0.58	1.01 (7)	0.20 (8)			
06~15	115	-0.02					
16~20	22	0.43					
21~	15	0.32					
L50の平均値 X					71.2		
重相関係数				0.85			

表-4 L10の分析結果

要因	カテゴリー	サンプル数	カテゴリースコア	レンジ(順位)	偏相関係数(順位)
車線数	2 - 2	65	2.27	4.50 (3)	0.53 (3)
	4 - 2	73	-0.98		
	6 - 4	34	-2.23		
家並	ナシ	30	-3.78	4.56 (2)	0.53 (2)
	一般家屋	109	0.81		
	高層ビル	33	0.78		
手前側車流入量	4~8	14	-2.38	3.47 (6)	0.44 (5)
	9~12	18	1.09		
	13~15	33	0.46		
	16~21	84	0.06		
	22~	28	-0.21		
向側車流入量	2~5	16	-2.30	2.73 (6)	0.36 (6)
	6~9	17	0.38		
	10~16	70	0.13		
	17~21	31	0.15		
	22~	38	0.43		
手前側大型車流入量	0	33	-1.84	5.95 (1)	0.65 (1)
	1	42	-1.37		
	2	28	-0.37		
	3~4	52	1.46		
	5~6	11	2.57		
向側大型車流入量	0	27	-1.79	3.84 (4)	0.46 (4)
	12	56	-0.49		
	2	38	0.49		
	3~4	41	0.89		
	5~	10	2.05		
マイク側右左折車流入量	0~2	24	-0.20	0.60 (10)	0.11 (10)
	3~4	68	-0.21		
	5~6	45	0.11		
	7~	35	0.39		
マイク側右左折車流入量	0~2	23	-0.07	0.72 (9)	0.14 (9)
	3~5	88	-0.23		
	6~7	31	0.22		
	8~	30	0.49		
手前側待合数	1~4	27	0.29	1.57 (7)	0.29 (7)
	5~7	48	-0.03		
	8~10	41	-0.67		
	11~13	27	-0.20		
	14~	29	0.90		
向側待合数	2~4	39	-0.19	0.55 (11)	0.11 (11)
	5~10	74	-0.10		
	11~13	25	0.11		
	14~	34	0.36		
手前側加速	0~0.5	20	-0.49	0.87 (8)	0.20 (8)
	0.6~1.0	54	-0.32		
	1.1~1.5	61	0.25		
	1.6~2.0	22	0.29		
	2.1~	15	0.38		
L10の平均値 X			78.1		
重相関係数			0.84		

4.1. カテゴリースコアと偏相関係数

表-3, 4に示す偏相関係数並びに、カテゴリースコアのレンジによって、各種の要因が外的基準に影響する程度が定量的に判断できる。なお、普通、数量化された各要因の偏相関係数が各要因の規定力の大きさとして用いられるが、同時に、偏相関係数とほとんど比例するという経験的事実に基いて、カテゴリースコアのレンジをもって、偏相関係数の代用とされることもある。本研究でもカテゴリーの分類の仕方によって分析の精度(重相関係数)が向上するに従って、レンジの大きさの順位と偏相関係数の大きさの順位が一致していくことが認められたが、レンジに有意な差の認められないような一部の要因については、必ずしも両者の一致がみられないようなもの

もあった。この分析結果において、L50の重相関係数は0.85であり、L10のそれは0.84であったので、これらの要因で外的基準のL50あるいはL10をかなりよく説明できていることがわかる。

表-3, 4の分析結果から、次のことが認められる。

- ① 外的基準であるL50またはL10に対して説明力の大きい上位6要因をみれば、L50とL10ではレンジまたは偏相関係数の大きさの順位こそ異なるが、同じ要因である。
- ② L50及びL10ともに最も説明力の大きな要因は手前側大型車流入量という交通要因であるが、車線数並びに家並などの道路、沿道要因も信号交差点の騒音発生に有意な影響を及ぼすことが認められる。
- ③ 交通要因の中では、交差点への車輛流入量に関連する要因が重要である。このとき、単に音源の数の増加を意味する交差点への車輛流入量よりは、音響出力の大きい音源の存在を意味する大型車流入量の説明力が大きいことが認められる。
- ④ 信号交差点に特有な交通現象である右左折車流入量、待台数、加速度などの要因のレンジはほとんど1.00以下の値であり、重要な要因とは認められなかった。
- ⑤ L50及びL10ともに車線数が多くなるほど、カテゴリースコアが小さくなっていることが認められる。もともと車線数という要因は、多車線になれば交差点への走行車輛(音源)の流入量が増加して、騒音レベルが高くなるという方向と、一方では、同一の車輛流入量であれば、多車線になればマイク据付け位置と走行車輛(音源)の流れる位置が離れて、騒音レベルが低くなるという方向をあわせもっているが、この分析結果は後者の影響が大きいことを示しているものと考えられる。
- ⑥ L50及びL10ともに、「家並なし」と「一般家屋、高層ビル」の間には、カテゴリースコアに有意な差が認められる。すなわち、一般家屋、高層ビルなどという建築物の種類、建築物の高さというよりは、家並の有無によって、信号交差点の騒音の発生に有意な影響を及ぼすと考えられる。それゆえに、家並が必ず存在する場合の交差点を対象に騒音を分析するときには、この要因は重要でなくなることが考えられる。

4.2. 重相関係数

重相関係数は外的基準を予測する精度、すなわち分析



図-3 要因数の変化と重相関係数

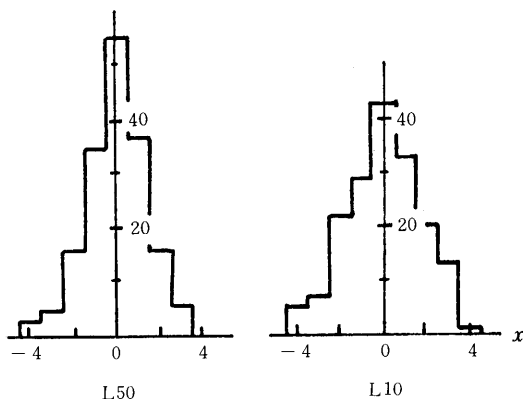


図-4 予測値と実測値の残差のヒストグラム

精度を表わす。そこで、本研究で選択した諸要因を順次抜き取った場合の重相関係数の変化の様子を図-3に示す。図-3のAは全要因を考慮したものであり、Bは下位1要因を、Cは同2要因を、以下同様に下位(偏相関係数の大きさの順位で)の要因から1要因づつ抜き取った

ものであり、Kでは上位1要因だけによる重相関係数を示している。要因の数が少ないと必然的に重相関係数の値も減少するが、L50及びL10ともに上位6要因を考慮すれば重相関係数が0.8以上となり、以後下位の要因を増やしても、重相関係数の値に大きな上昇は認められない。したがって、上位6要因だけでも、かなりの精度で外的基準を説明し、予測することができると考えられる。

4.3. 騒音レベルの予測

図-4は表-3, 4に示したカテゴリースコアを用いてL50またはL10を予測した値と実測値との残差をヒストグラムで表わしたものである。また、表-5は4.2.と同様に要因を順次除外した時の予測値の精度の変化を、予測値と実測値の残差についての標準偏差で示したものである。この結果から、上位6要因を考慮すれば、残差の標準偏差も小さく、L50及びL10が実用的な精度の範囲内で予測できることが推察される。もちろん、全要因を考慮すれば予測精度は更に向上するが、その程度は小さいと考えられる。以上のことから、平面十字交差点における騒音性状を検討する場合には、前述の上位6要因に着目する必要があるものと考えられる。

表-5 残差の標準偏差

	上位 1要因	上位 3要因	上位 6要因	全要因
L50	1.96	1.74	1.32	1.24
L10	2.22	1.98	1.67	1.54

注) 残差の平均値は殆んど零に等しい

表-6 相関マトリックス

家並	1.00 (1.00)	車線数	手前側 流入量	向側 流入量	手前側 大型車	向側 大型車	マイク向 右左折車	マイク向 待台数	手前側 待台数	向側 待台数
車線数	-0.58 (-0.58)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
手前側 流入量	0.06 (-0.12)	-0.51 (-1.1)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
向側 流入量	0.11 (-0.09)	-0.59 (-0.41)	0.45 (-0.09)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
手前側 大型車	-0.25 (-0.03)	-0.30 (-0.34)	0.38 (-0.1)	0.15 (-0.15)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
向側 大型車	0.10 (-0.09)	-0.51 (-0.49)	0.41 (-0.11)	0.44 (-0.37)	0.45 (-0.44)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
マイク向 右左折	-0.33 (-0.61)	-0.04 (-0.20)	0.32 (-0.15)	0.30 (-0.17)	0.18 (-0.17)	0.19 (-0.05)	1.00	1.00	1.00	1.00
マイク向 右左折	-0.03 (-0.05)	-0.38 (-0.42)	-0.36 (-0.02)	0.34 (-0.17)	0.29 (-0.40)	0.36 (-0.36)	0.20 (-0.02)	1.00	1.00	1.00
手前側 待台数	0.17 (-0.15)	-0.23 (-0.17)	0.32 (-0.10)	0.45 (-0.05)	-0.10 (-0.15)	0.20 (-0.01)	0.17 (-0.05)	0.34 (-0.12)	1.00	1.00
向側 待台数	-0.10 (-0.13)	-0.24 (-0.24)	0.43 (-0.09)	0.50 (-0.31)	0.23 (-0.10)	0.35 (-0.33)	0.31 (-0.21)	0.33 (-0.38)	0.34 (-0.22)	1.00
手前側 加速度	0.06 (-0.20)	0.16 (-0.33)	-0.09 (-0.01)	-0.14 (-0.15)	-0.01 (-0.10)	0.11 (-0.19)	0.11 (-0.08)	0.07 (-0.13)	0.14 (-0.15)	0.05 (-0.11)

5. 回帰分析

図5～8にL50またはL10と、手前側と向側の車輛流入量並びに大型車流入量との関係を図示する。また、表-7に前者を従属変数、後者を独立変数として、直線回帰または2次の代数関数で曲線回帰した結果を示す。これから、従属変数と独立変数の間には有意な相関が認められる。相関係数の検定を行えば、表-7のなかで最小の値を示す相関係数0.24でも、相関がないという帰無仮説は有意水準 $\alpha = 0.005$ で棄却される。次に、従属変数と独立変数は回帰直線で表現するのが適当であると考えられる。表-7に示すように両者を2次の代数関数で曲線回帰しても精度の向上はわずかであるし、また、騒音と交通要因の関係を直線で表現できる利点は大きい。ただし、これらのことは表-7で示した適用範囲内で認められることである。 x^2 の係数をみれば、手前側大型車流入量のみ正の値で、その他は負の値を示し、前者は流入量の増加に伴って更に騒音レベルが上昇する傾向にあるし、一

方、後者は横這いの傾向を暗示している。適用範囲外の重交通量の場合については更にデータの収集が必要である。

次に、表-7の回帰分析結果によれば、車輛流入量並びに大型車流入量ともに、手前側と向側の回帰曲線に顕著な差違が認められず、独立変数 x の値が小さい範囲においてはむしろ向側の曲線の値の方がやや大きな値を示す。これは車線数が異なる道路において、音源と観測点間の隔りを、手前側と向側に分類したことにあいまいさが残っていることが1つの原因と考えられる。本研究では表-1に示したような多数の要因を考慮したので、調査人員の制約から、このような分類にせざるを得なかったが、前章の要因分析結果からみれば、全車線を観測点に最も近い車線、2番目に近い車線などのように分類して、各車線への流入量と騒音レベルの関係を調べるほうが、より明確な結果を得ることができるように思われる。なお、大型車などの交差点への全流入量とL10、L50について回帰分析した結果を表-8に示す。

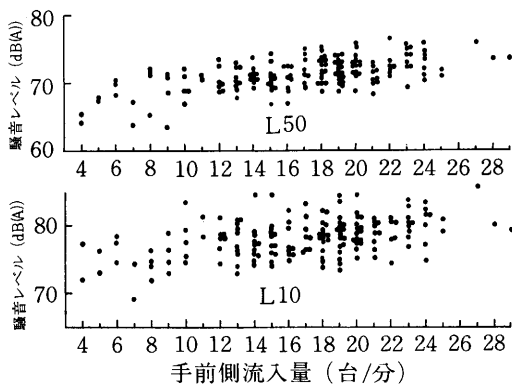


図-5 L50, L10と手前側流入量

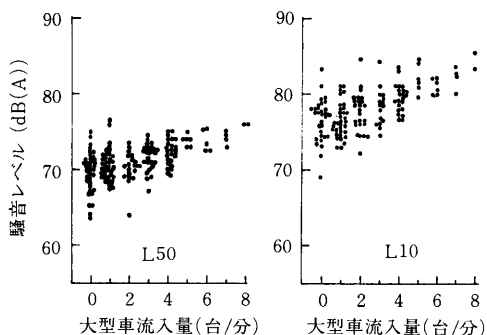


図-7 L50, L10と手前側大型車流入量

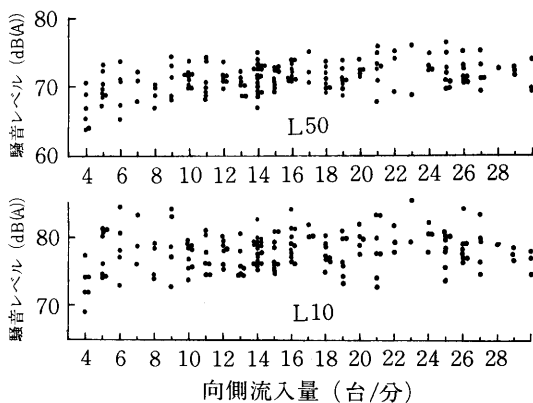


図-6 L50, L10と向側流入量

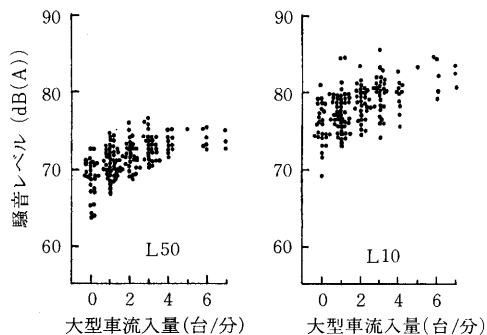


図-8 L50, L10と向側大型車流入量

表一七 回帰分析結果

従属変数	独立変数	回帰式	適用範囲	相関係数
L50	手前側大型車	$y = 0.685x + 69.7$ $y = 2.28 \times 10^{-2}x^2 + 0.548x + 69.8$	$x \leq 8$	.54 .55
	向側大型車	$y = 0.885x + 69.5$ $y = -15.61 \times 10^{-2}x^2 + 1.760x + 68.8$	$x \leq 7$	.59 .63
	手前側流入量	$y = 0.2772x + 66.6$ $y = -7.15 \times 10^{-3}x^2 + 0.5023x + 65.0$	$x \leq 29$	.59 .60
	向側流入量	$y = 0.1514x + 68.8$ $y = -9.29 \times 10^{-3}x^2 + 0.4568x + 66.8$	$x \leq 30$	.45 .50
L10	手前側大型車	$y = 0.900x + 76.1$ $y = 4.17 \times 10^{-2}x^2 + 0.650x + 76.3$	$x \leq 8$	.60 .60
	向側大型車	$y = 1.031x + 76.2$ $y = -8.88 \times 10^{-2}x^2 + 1.529x + 75.8$	$x \leq 7$	.57 .58
	手前側流入量	$y = 0.2448x + 74.0$ $y = -1.23 \times 10^{-3}x^2 + 0.2836x + 73.8$	$x \leq 29$	.44 .44
	向側流入量	$y = 0.0955x + 76.6$ $y = -6.37 \times 10^{-3}x^2 + 0.3048x + 75.2$	$x \leq 30$	.24 .27

表一八 回帰分析結果

従属変数	独立変数	回帰式	適用範囲	相関係数
L50	大型車流入量	$y = 0.500x + 69.2$ $y = -4.200 \times 10^{-2}x^2 + 0.984x + 68.3$	$x \leq 14$	.64 .67
	車輛流入量	$y = 0.1277x + 67.1$ $y = -2.596 \times 10^{-3}x^2 + 0.2879x + 64.9$	$8 \leq x \leq 53$	.58 .60
L10	大型車流入量	$y = 0.622x + 75.6$ $y = -2.698 \times 10^{-2}x^2 + 0.934x + 75.0$	$x \leq 14$	.67 .67
	車輛流入量	$y = 0.0967x + 75.0$ $y = -1.712 \times 10^{-3}x^2 + 0.2018x + 73.6$	$8 \leq x \leq 53$	.36 .37

6. まとめ

本研究では道路、沿道、交通の3要因が平面十字交差点における騒音の発生に及ぼす影響を数量化理論I類で分析し、更にこれらの要因と騒音レベルの関係を求めた。その結果、次のことが明らかになった。

- ① 表-1に示した11要因で、L50並びにL10という外的基準を実用範囲の精度で説明することができた。
- ② L50並びにL10の上位6要因は順序こそ異なるが同じ要因であり、しかも、交通、道路、沿道の3要因ともに交差点の騒音発生に有意な影響を及ぼす。
- ③ 交通要因のなかでは交差点への流入交通量が重要であり、とくに大型車に関連する要因の説明力が高い。一方、交差点に特有な左右折車流入量、待台数、加速

度などの要因の説明力は小さい。

- ④ 車線数が多くなるほどカテゴリスコアは小さくなるが、このことは観測点と音源の流れる位置が離れて、騒音レベルが低くなるという影響も大きいことを示しているものと考えられる。
- ⑤ 建物の種類、高さというよりは、家並の有無によって、騒音発生に有意な差を生じると考えられる。
- ⑥ L50またはL10と、手前側と向側の車輛流入量並びに大型車流入量の関係は、表-7に示す適用範囲内では、表中の回帰直線で表現することができる。

終りに、本研究に対して御助言を賜った本学開発土木工学教室の佐々木昭士助教に謝意を表します。

また、調査には本学技官今田哲弘氏を始め交通工学研

究室の諸氏のご協力をいただいた感謝を表わす。

参 考 文 献

- 1) 渡辺義則, 石村和寿: 信号交差点の騒音と交通特性について, 九州工業大学研究報告(工学) No. 37, pp. 11~17, 1978.
- 2) 青島縮次郎, 吉田敏和, 河上省吾: 幹線街路周辺の騒音実態とその予測について, 交通工学 Vol. 10 No. 6, pp. 3~11, 1975.
- 3) 河口至商: 多変量解析入門, 数学ライブラリー32, 森北出版, 1973.
- 4) 安田三郎: 社会統計学, 丸善, 1969.
- 5) 金安公造, 金泉昭: 交通公害, 技術書院, 1976.