

時間変動を伴う道路交通騒音の室内における主観評価に関する実験的検討

Experimental study on the subjective evaluation of fluctuating road traffic noise transmitted into rooms.

学籍番号 26736
氏名 古市 龍(Furuichi, Ryo)
指導教官 佐久間 哲哉 助教授

1 研究の背景

室内における音環境創造の立場においては、有効な改善策を施すために、室内における騒音に対する人間側の要求を明らかにすることが重要である。現在、「騒音に係る環境基準」では、室内における基準値が定められており、室内での騒音に対する居住者の反応を検討する必要がでてきている。道路交通騒音の交通量による時間変動性が主観評価に与える影響について報告されているが^[1]、交通状況による詳細な時間変動性と主観評価の関係については検討されていない。本研究は実験室実験を通して、時間変動性が聴感、及び妨害感に及ぼす影響を、環境基準値周辺の等価騒音レベルを想定して、被験者の聴取、非聴取作業状態との関連を含め検討する。

2 実験概要

2.1 実験システム 図1に示す実験室で、被験者正面に窓面を模してスピーカを配置し、被験者には見えないように布で隠した。この窓面部分から、道路交通騒音と道路交通騒音を除く屋外の背景音を各々2chずつ、計4chで与えた。

2.2 提示音の作成 交通量と車頭時間の異なる道路交通騒音の時間変動性(6分間)を設定した(表1)。交通量は、昼間の主要幹線道路等交通量が多い場合、夜間等交通量が少ない場合、交通量が極端に少ない場合を想定して3水準設定した。また、車頭時間については、等間隔な場合と不均一な場合を設定し、後者においては信号制御を想定して90秒周期とした。また、交通量が多い場合、青信号の影響から走行音部分は約60秒

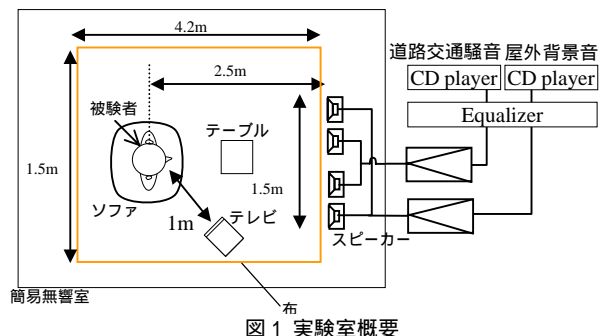
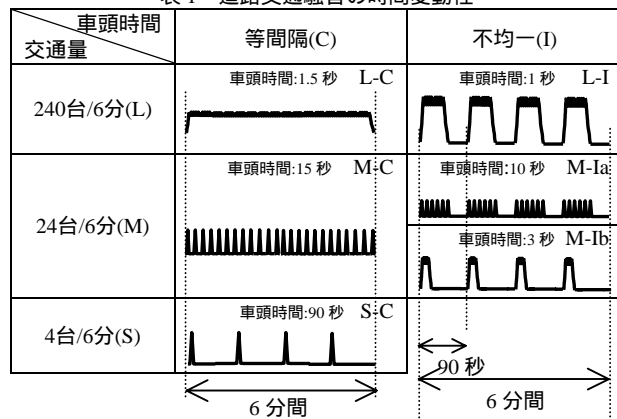


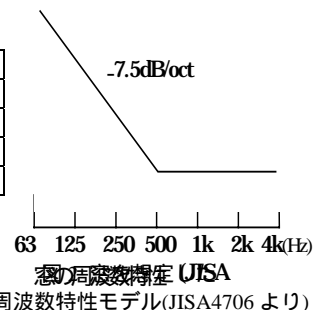
表1 道路交通騒音の時間変動性



表中の波形は、縦軸方向は騒音レベル、横軸は時間
車頭時間：ある地点で先行車が通過してから次の後続車が通過するまでの時間

表2 5段階の評定尺度^[2]

1.まったく	じゃまにならない
2.それほど	じゃまにならない
3.多少	じゃまになる
4.だいぶ	じゃまになる
5.非常に	じゃまになる



とした。表1のMI-aに比べMI-bは車頭時間の最大値が大きい。道路端で収録した乗用車の走行音を加工して、道路交通騒音を作成した。また、道路端での実測音を加工

し、室内に透過する屋外の背景音(道路交通騒音を除く)を作成した。屋外の背景音は、被験者の頭部位置で一定で約 30dB(A)となる。いずれに対しても、図 2 に示す窓を想定した周波数特性を合成し、背景音がある状態で被験者の頭部位置で L_{Aeq} を調整した。 L_{Aeq} が 35, 45, 55dB(A)の時の L-C, M-Ib(実験 1), 及び、45dB(A)の時の時間変動性の全水準の提示音(実験 2)の累積度数分布を図 3, 図 4 に示す。尚、道路交通騒音に比べ、屋外背景音の時間変動は小さい。

2.3 実験手続き 被験者には、居室内で窓から道路の音が聞こえてくる状況を想定するよう教示した。「聴取作業」(テレビのニュース番組の聴取)、「非聴取作業」(画集等を見る作業)のいずれかを与えた。テレビの音量は、被験者の頭部位置で $L_{Aeq}=55dB(A)$ となるように調整した。被験者には、聴感として「うるさい」「落ち着く」を、妨害感として「じゃまになる」「気になる」を、それぞれ 5 段階の評定尺度法で評価させた(表 2)。

2.4 実験構成

実験は以下の 2 種類行った。実験 1 では、 L_{Aeq} , 作業状態との関係において時間変動性が主観評価に与える影響を検討、確認した。ここで時間変動性は、表 1 の L-C を定常、MI-b を間欠として 2 水準設定した。また、 L_{Aeq} は 35, 45, 55dB(A)とした。その上で、実験 2 では、

交通量と車頭時間の違いによる時間変動性の主観評価に対する影響を検討した。ここで L_{Aeq} は 45dB(A)のみとした。時間変動性は表 1 の 6 水準全てを設定した。実験 1 と 2 の統制要因について表 3 に示す。被験者は 20

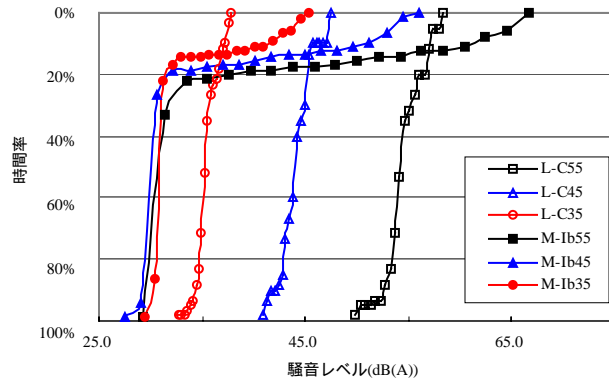


図 3 提示音の累積度数分布(実験 1)

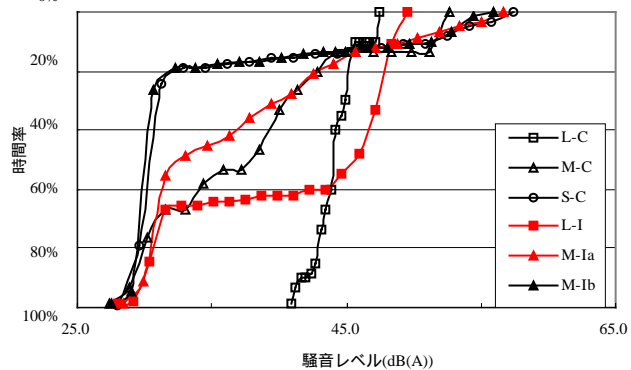


図 4 提示音の累積度数分布(実験 2)

表 3 実験 1, 実験 2 の統制要因

要因	水準	水準数
L_{Aeq}	実験 1 : 35,45,55 dB(A)	3
	実験 2 : 45 dB(A)	1
時間変動性	実験 1 : L-C(定常的)、M-Ib(間欠的)	2
	実験 2 : L-C, M-C, S-C, L-I, M-Ia, M-Ib(表 1 の全て)	6
作業	聴取作業(TV 聴取)、非聴取作業(読書)	2
被験者	実験 1 : 13 名(男女 20 代)	13
	実験 2 : 14 名(男女 20 代)	14

表 4 実験 1 分散分析結果

セル内数字は F 値 **:1%有意 *:5%有意 網かけ部は時間変動性の影響を示す

要因	自由度	聴感		妨害感	
		うるさい	落ち着く	じゃまになる	気になる
L_{Aeq}	2	158.9 **	61.6 **	124.7 **	85.6 **
時間変動性	1	0.2	0.1未満	7.6 **	9.1 **
作業	1	0.2	1.6	3.6	0.4
$L_{Aeq} \times$ 時間変動性	2	5.4 **	2.7	0.7	1.2
$L_{Aeq} \times$ 作業	2	1.9	0.1未満	4.3 *	0.7
時間変動性 \times 作業	1	4.8 *	0.1未満	4.5 *	5.6 *
作業 $\times L_{Aeq} \times$ 時間変動性	2	0.4	0.3	1.7	1.5
被験者	12	3.7 **	3.3 **	2.0 *	4.4 **
寄与率	24	0.74	0.56	0.70	0.65

代の学生男女で、音響系の研究室に所属していない者とした。

3 実験 1: 時間変動性, 作業状態, L_{Aeq} が主観評価に与える影響

実験 1 の結果に対し、全ての評価語で、全要因の主効果、及び交互作用を要因とした 4 元配置の分散分析を行ったが、被験者と各要因との交互作用は 5% 未満の有意水準で有意差が無いことを確認した上で、被験者については主効果のみを要因とした分散分析を行った。結果を表 4 に示す。

3.1 聴感への影響 「うるさい」については、図5(a)から L_{Aeq} が大きくなると定常的な音がより「うるさい」、逆に、 L_{Aeq} が小さくなると間欠的な音がより「うるさい」ことがわかる。「落ち着く」については、表4で時間変動の主効果と交互作用に有意差は見られなかったが、 L_{Aeq} との関連において「うるさい」と同じ傾向が見られた(図6(a))。また、図5(b)から聴取作業時には間欠的な音が、非聴取作業時には定常的な音が「うるさい」ことがわかる。作業については既往研究^[1]の無作業時に定常的な音が「やかましい」結果と傾向が一致した。

3.2 妨害感への影響 表4より「じゃまになる」、「気になる」で時間変動性の主効果が見られた。図7(a)から L_{Aeq} によらず間欠的な音が定常的な音より「じゃまになる」ことがわかる。また、図8(a)から、「気になる」でも同様な傾向が見られ、妨害感は、 L_{Aeq} との関連における時間変動性の影響が聴感とは異なる傾向を示している。 L_{Aeq} によらず、間欠的な音が妨害になることは、既往研究^[2]と一致した。

また、図7(b)から聴取作業時に間欠的な音

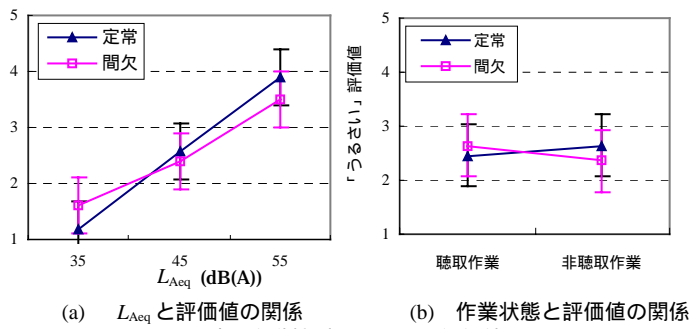


図 5 時間変動性別のうるさい評価値 (图中誤差範囲は、工程平均の 95% 信頼区間を示す。)

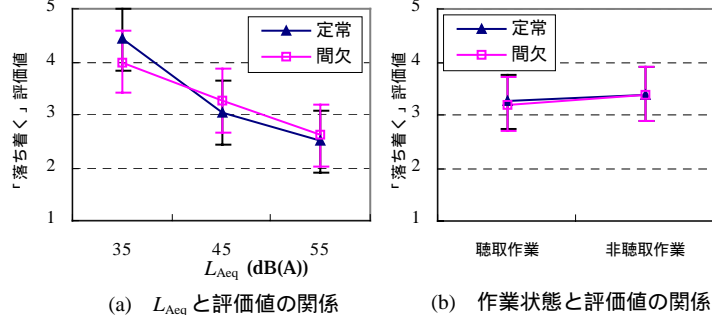


図 6 時間変動性別の「落ち着く」評価値 (图中誤差範囲は、工程平均の 95% 信頼区間を示す。)

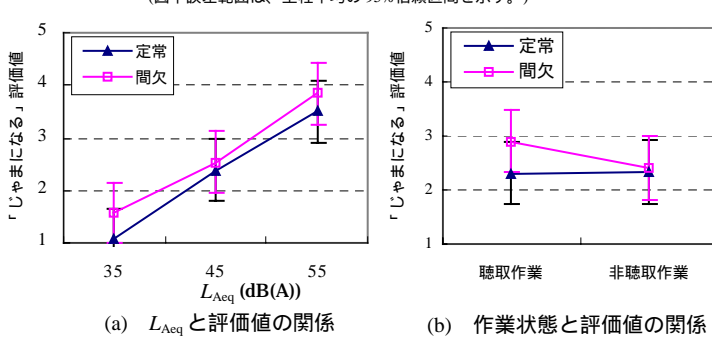


図 7 時間変動性別の「じゃまになる」評価値 (图中誤差範囲は、工程平均の 95% 信頼区間を示す。)

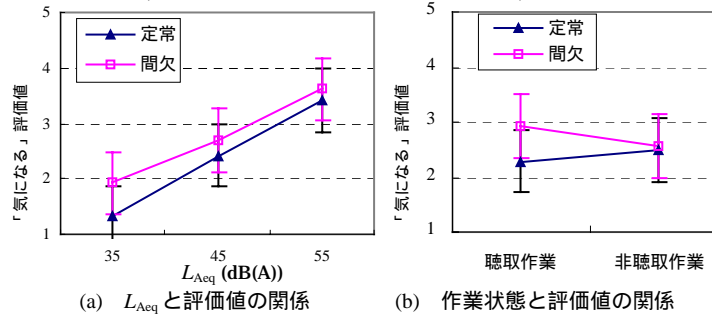


図 8 時間変動性別の「気になる」評価値 (图中誤差範囲は、工程平均の 95% 信頼区間を示す。)

が「じゃまになる」ことがわかる。図8(b)より、「気になる」でも同じ傾向であった。以上から、聴取作業時には間欠的な音が妨害となると言える。

4 実験2: 交通量と車頭時間による時間変動性が主観評価に与える影響

実験2の結果に対し、全ての評価語で、時間変動性、作業状態、被験者を要因として3元配置の分散分析を行った結果、全ての評価語で時間変動性の主効果が見られた(表5)。以下、交通量、車頭時間の影響を作業別に検討する。

4.1 交通量の影響 図9(a)より、車頭時間が等間隔な場合、作業によらず、交通量の多いL-Cより、交通量の少ないM-C、S-Cの方が「じゃまになる」ことが有意水準5%のt検定で確認された。また、「気になる」では非聴取作業時に(図9(b))、「うるさい」でも聴取作業時に同様な傾向であった。これより、交通量が少ないことが間欠的な音につながったのではないかと考えられる。車頭時間が不均一な場合、有意な差は見られなかった。

4.2 車頭時間の影響 図10(a)より、非聴取作業時には、交通量が同じ24台/6分の場合、車頭時間が等間隔なM-Cが、不均一なM-Ia、M-Ibより「うるさい」ことが有意水準5%のt検定でわかった。また、図10(b)より、非聴取作業時にM-CがM-Ibより「落ち着く」、また聴取作業時にM-CがM-Ia、M-Ibより「落ち着く」ことがわかった。以上のように、聴感で車頭時間の影響が見られた。

5 まとめ

室内での聴感、妨害感に及ぼす道路交通騒音の時間変動性の影響を検討した。その結果、以下のことがわかった。時間変動性、作業状態、 L_{Aeq} が評価に及ぼす影響については

- ・聴取作業時に間欠的な音が妨害感、聴感上の不快につながる。

表5 実験2 分散分析結果
セル内数字はF値 **: 1% 有意 *: 5% 有意 網かけ部は時間変動性の影響を示す。

要因	自由度	聴感		妨害感	
		うるさい	落ち着く	じゃまになる	気になる
時間変動性	5	6.4	4.0	5.9	5.2
作業	1	6.4	0.8	1.1	8.2
時間変動性×作業	5	0.8	1.6	0.4	1.4
被験者	13	3.0	1.8	1.9	3.8
被験者×時間変動性	65	1.2	1.1	1.2	1.5
被験者×作業	13	2.7	1.3	1.3	1.5
寄与率		0.757	0.694	0.708	0.764

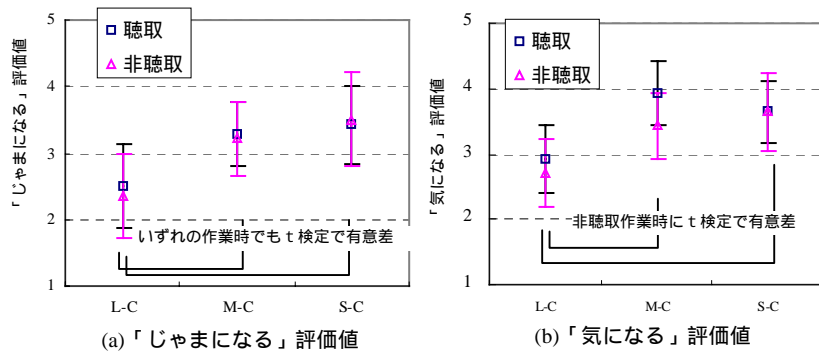


図9 車頭時間が等間隔な時の交通量の違いに対する作業別の妨害感
(图中誤差範囲は、母平均での95%信頼区間を示す。)

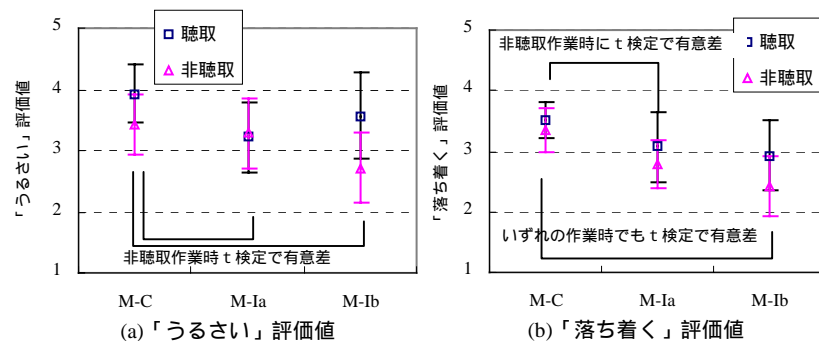


図10 交通量が24台/6分の時の車頭時間の違いに対する作業別の聴感
(图中誤差範囲は、母平均での95%信頼区間を示す。)

- ・ L_{Aeq} との関連では、時間変動性の影響は聴感と妨害感で異なる傾向を示し、妨害感では L_{Aeq} によらず間欠的な音が妨害側にはたらく。また、交通量と車頭時間の影響については
- ・交通量が少ないほど間欠的となり、妨害感、聴感上の不快となる。
- ・車頭時間が、聴感に及ぼす影響が確認されたが、今後その傾向についてより詳細に検討する必要がある。

参考文献 [1] 橋他, 室内に透過する道路交通騒音の心理的影響に関する検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集 251-252 (2002) [2] 矢野他, 実験室状態での騒音の妨害感に関する鉄道ボーナス, ASJ騒音振動研究会資料, 1-8(2003)[3] 騒音の社会反応の測定方法に関する国際共同研究, ASJ学会誌58巻2号pp101-110