

タイトル	高架鉄道走行音のうるささに関する実験
著者	佐藤，哲身；堂柿，栄輔；吉田，文夫
引用	北海学園大学工学部研究報告，31：147-153
発行日	2004-02-20

高架鉄道走行音のうるささに関する実験

佐藤 哲 身*・堂 柿 栄 輔**・吉 田 文 夫**

An Experiment on Annoyance Due to Elevated Railway Noise

Tetsumi SATO*, Eisuke DOGAKI** and Fumio YOSHIDA**

1. はじめに

都市の交通整備と安全性の観点から、鉄道の高架化を図るケースが増えている。高架化に伴い鉄道からの発生騒音の物理的性状は変化し、周辺住民に新たな影響を及ぼす可能性がある¹⁾。

本報告は、高架橋より低位置に存在する一戸建て住宅を想定し、実在する住宅位置で録音した列車走行音を用いて聴感実験を行い、そのうるささの程度を評価しようとするものである。

2. 実験方法

実験に用いた列車走行音は、札幌市内を走る JR 学園都市線沿線の一戸建て住宅近傍で録音したものである。図-1 に示す通り、高架橋および平坦な地表面（以下、平地と呼ぶ）を走る鉄道沿線の住宅位置に騒音計と低周波音レベル計を地上 1.2 m に設置し、DAT の L, R チャンネルに接続して列車走行音を録音した。列車はいずれも 6 両編成の普通列車（ディーゼル車）である。これらの音を後述する実験手続きに沿って、ピンクノイズと一対を成すように DAT に録音し、実験用テープを作成した。両走行音の周波数特性は図-2 の通りであり、高架鉄道走行音は平地走行音に比べ低周波成分の比率が大きくなっている。

実験装置は図-3 に示す機器構成とし、実験は実験者調整法によった。図-4 は実験音の提

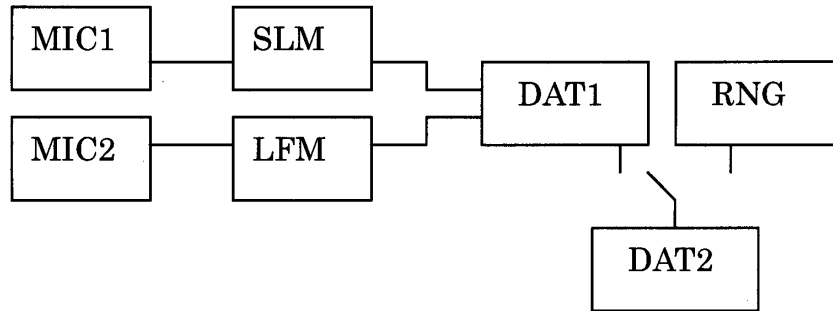
* 北海学園大学工学部建築学科

* Department of Architecture, Hokkai Gakuen University

** 北海学園大学工学部土木工学科

** Department of Civil Engineering, Hokkai Gakuen University

示方法である。基準音（ピンクノイズ）、比較音（列車走行音）ともに fade-in することにより、刺激提示直後の startle effect の除去を試みている。無響室内の椅子に座した被験者は各々11秒間ずつ提示される一対の基準音と比較音のうるさを比較し、どちらがよりうるさいかを判断して次に提示される一対の実験音の比較音レベルの上げ下げを実験者に指示する。このような操作を繰り返し、一対の刺激が同じうるささであると感じるまで比較音のレベルを調整する。



DAT1: Digital Audio Tape Recorder, SONY TCD-D100

DAT2: Digital Audio Tape Recorder, SONY TCD-D0

SLM: Sound Level Meter, RION NL-21

LFM: Low Frequency Level Meter, RION NA-18A

MIC1: Microphone for RION NL-21

MIC2: Microphone for RIONNA-18A

RNG: Random Noise Generator, RION SF05

図-1 実験音の作成装置

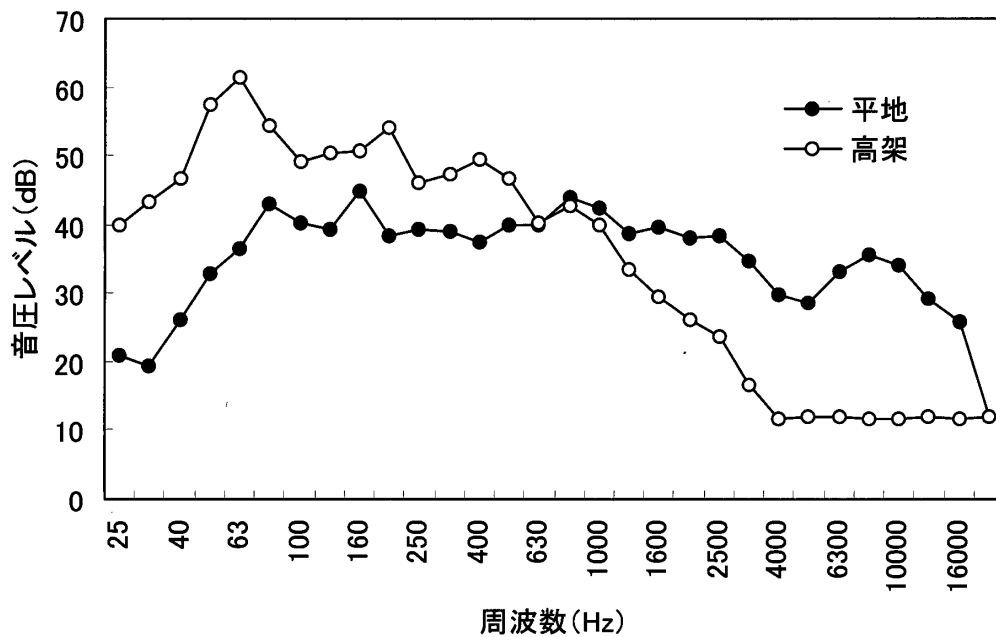
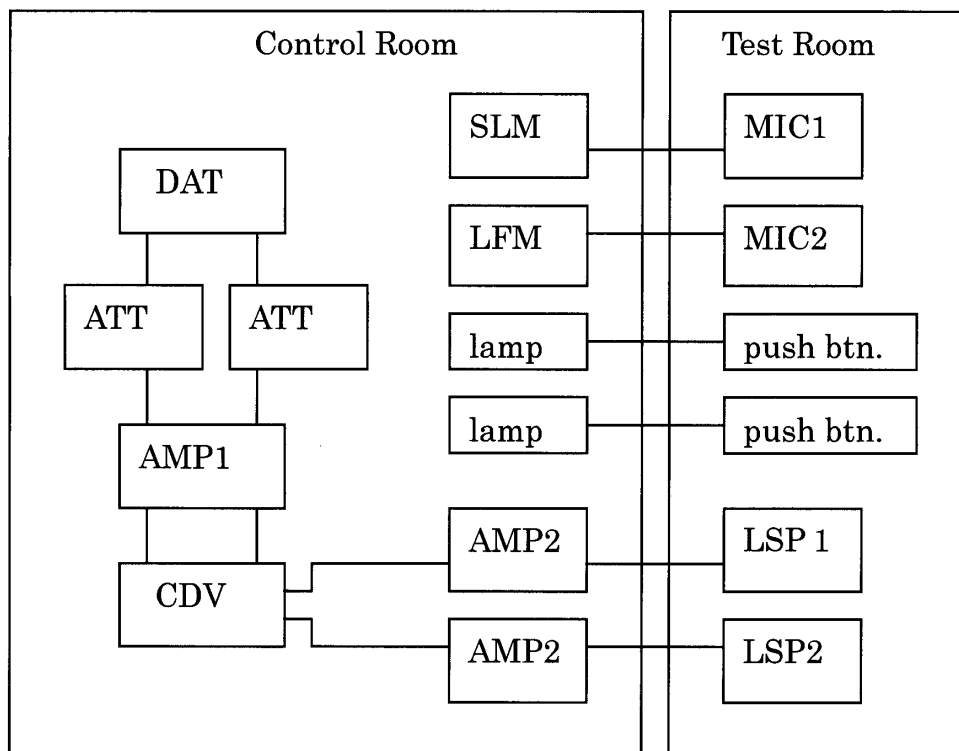


図-2 実験音の周波数特性

最終的なマッチングに至った時点で実験は終了し、PSE（主観的等価点）を求めた。基準音のレベルは 50 dBA と 60 dBA の 2 段階に設定し、基準音レベルごとに各被験者がそれぞれ 2 回ずつ実験を行った。実験に用いた教示は、図-5 に示す通りである。被験者は、男子 7 名女子 1 名の計 8 名で、全員が 20 歳台前半の大学生である。また、何れの被験者も聴力障害の無いことを、口頭で確認している。



DAT: Digital Audio Tape Recorder, SONY TCD-D10
 ATT: Attenuator, KIKUSUI MODEL984C
 CDV: Channel Divider, LUXMAN FL-202
 SLM: Sound Level Meter, RION NL-21
 LFM: Low Frequency Level Meter, RION NA-18A
 MIC1: Microphone for RION NL-21
 MIC2: Microphone for RION NA-18A
 AMP1: Control Amplifier, BOSE MODEL PLS-1410
 AMP2: Power Amplifier, BOSE MODEL 1706 II
 LSP1: Loudspeaker YAMAHA NS1000M
 LSP2: Woofer (Unit FOSTEX405)

図-3 実験装置の機器構成

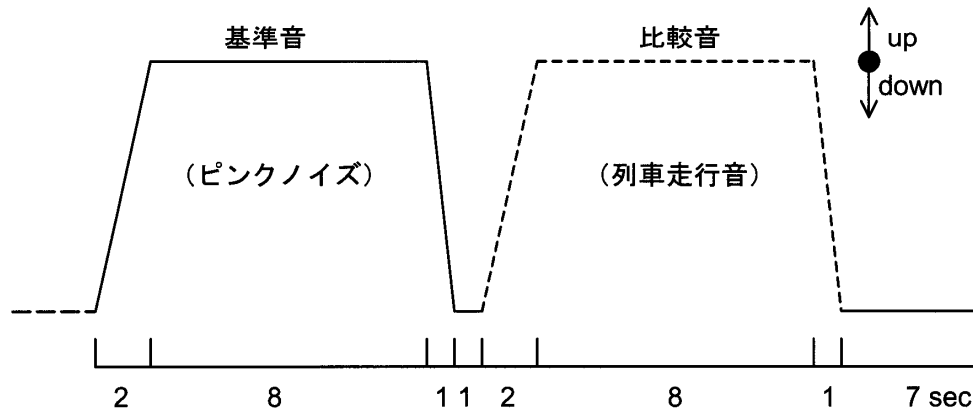


図-4 実験音の提示方法

「鉄道騒音のうるささに関する実験」

教示

私たちは、日夜、騒音にさらされているなかで、自動車騒音、鉄道騒音、建設工事騒音など、騒音の種類によって印象が異なるのを常日頃感じています。

この実験の目的は、人工的につくられた連続的な騒音（連続音）と、実際に走行している列車の騒音（鉄道音）を比較して、そのうるささの違いを明らかにすることです。

この実験は調整法によって行われます。前方のスピーカから連続音と鉄道音が11秒間ずつ交互に聞こえてきます。あなたが家でくつろいでいる時に、これらの音が長時間聞こえてくるものと思ってください。

連続音は常に一定のレベルで提示されますが、鉄道音はあなたの意志で、いろいろなレベルに上下させることができます。最終的な目標は、連続音と鉄道音が同じうるささであると感じるまで、鉄道音のレベルを調整することです。

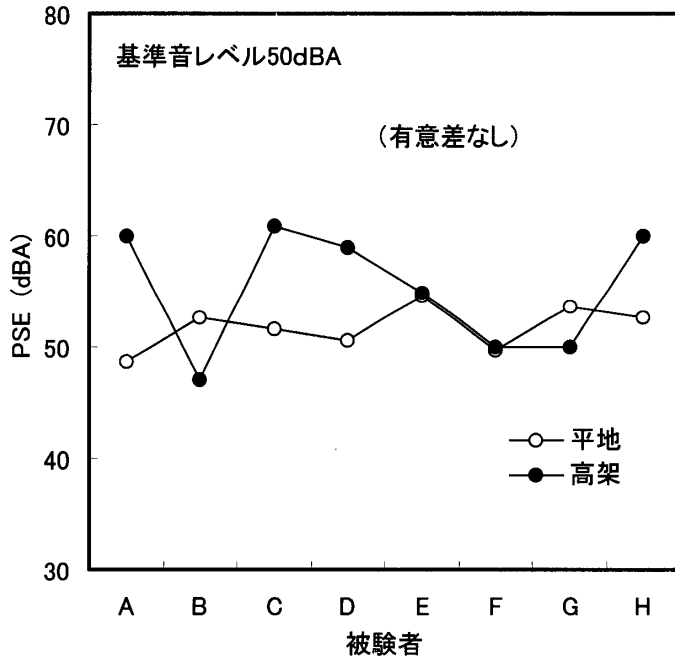
実験の操作は次の通りです。はじめに適当なレベルに設定された一対の連続音と鉄道音が聞こえてきます。これらの音を聞き比べて、どちらがよりうるさいかを判断してください。その際、各音の始まる部分ではなく、必ず11秒間全体の音の印象に基づいて判断してください。その結果、鉄道音がよりうるさいと感じたら「緑」のランプを点灯してください。すると次に流れる鉄道音のレベルが小さくなります。逆に、鉄道音がよりうるさくないと感じたら「赤」のランプを点灯してください。すると今度は、次に流れる鉄道音のレベルが大きくなります。また、判断に苦しんで、もう一度同じレベルで聞き比べたいときには、両方のランプを同時に点灯してください。このような操作を何度も繰り返して、完全に同じうるささであると感じたら、両方のランプを数回点滅してください。その時点で実験は終了します。なお、調整のための時間に制限はありませんので、納得のいくまで、よく聞き比べてください。

図-5 被験者への教示

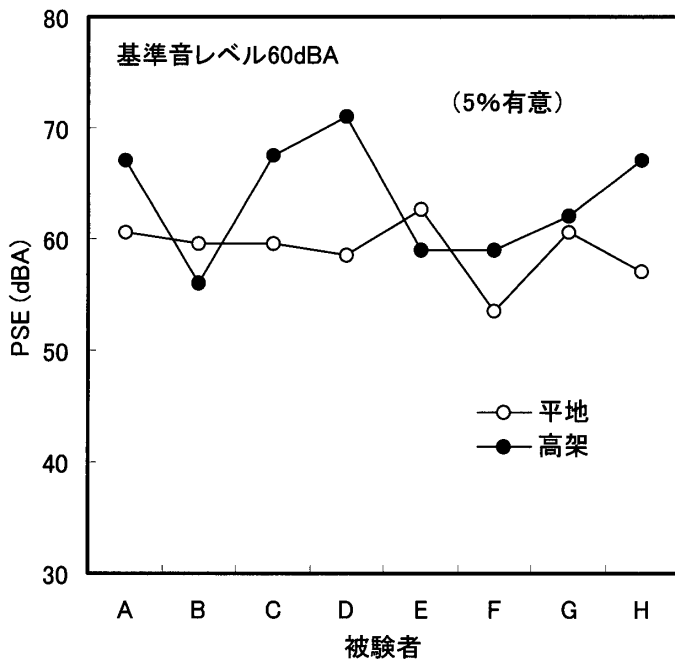
3. 実験結果と考察

表-1は実験結果の一覧である。2回の判断の差が大きな被験者が数名認められたが、結果の数値自体は他の被験者と比べて異常な値とは言えず、全員の実験結果を採用することとした。

図-6は、基準音の提示レベルごとに、平地走行音と高架走行音に対する実験結果を2回の



データ数	8
差の分数	41.26786
有意水準	0.05
自由度	7
差の平均値	-3.525
検定統計量	-1.55202
棄却値(両側)	2.364623
棄却値(上片側)	1.894578
棄却値(下片側)	-1.89458
両側確率	0.164597
片側確率(上)	0.917701
片側確率(下)	0.082299



データ数	8
差の分数	35.48214
有意水準	0.05
自由度	7
差の平均値	-4.525
検定統計量	-2.14862
棄却値(両側)	2.364623
棄却値(上片側)	1.894578
棄却値(下片側)	-1.89458
両側確率	0.068754
片側確率(上)	0.965623
片側確率(下)	0.034377

図-6 高架走行音と平地走行音の実験結果の比較

表-1 実験結果一覧(PSE, dBA)

被験者	回数	基準音レベル 50 d BA		基準音レベル 60 d BA	
		平地(LAeq)	高架(LAeq)	平地(LAeq)	高架(LAeq)
A	1回目	49.6	60.0	61.6	66.0
	2回目	47.6	60.0	59.6	68.0
B	1回目	51.6	48.0	59.6	56.0
	2回目	53.6	46.0	59.6	56.0
C	1回目	55.6	62.0	61.6	70.0
	2回目	47.6	60.0	57.6	65.0
D	1回目	55.6	60.0	57.6	70.0
	2回目	45.6	58.0	59.6	72.0
E	1回目	53.6	48.0	63.6	60.0
	2回目	55.6	62.0	61.6	58.0
F	1回目	49.6	48.0	53.6	58.0
	2回目	49.6	52.0	53.6	60.0
G	1回目	55.6	50.0	61.6	62.0
	2回目	51.6	50.0	59.6	62.0
H	1回目	53.6	62.0	57.6	70.0
	2回目	51.6	58.0	56.6	64.0

判断の平均値で比較したものである。基準音レベル 50 dBA では、被験者全員の結果の差の平均値は -3.53 dBA (平地走行音 - 高架走行音) で、高架走行音の実験結果が平地走行音の結果を上回っている。また、基準音レベル 60 dBA の場合には差の平均値が -4.53 dBA となり、50 dBA の場合と同様、高架走行音の実験結果が平地走行音の結果を上回っている。これらの結果に t 検定を適用し、差の有意性を検定した²⁾。即ち、高架走行音の実験結果の平均値が平地走行音の実験結果を上回るという仮説を立てて片側検定を行い、その有意性を検定した。その結果、基準音レベル 60 dBA において 5% 水準で有意となり、高架走行音のうるささが平地走行音のそれを下回ることが確認された。

4. ま と め

以上、本実験により、高架橋よりも低位置に存在する一戸建て住宅位置での物理的特性において、高架鉄道走行音は同じレベルの平地走行音よりもうるさくなく、その差は設定レベルが大きい場合に有意であるという結果が得られた。この実験に用いた刺激の種類および被験者の数、実験装置の性能等、改善すべき点は多々あるが、現実の場での影響を考える上で以下の観点からの検討が必要である。今後の課題としたい。

- 1) 高架橋よりも高位置に存在する住宅、すなわち中高層の集合住宅を想定した場合のうるささを、同様な聴感実験により検討する。

- 2) 社会調査により住民反応を比較検討して、実験結果を検証する。

本報告は平成14年度北海学園大学学術研究助成(共同研究)による研究の一部をまとめたものである。おわりに、実験にご協力いただいた北海学園大学工学部学生諸君に感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 朝日新聞社ホームページ, 「(社会, 速報)小田急線の高架化工事は違法 住民の請求認める判決」, <http://www.asahi.com/national/update/1003/007.html>, 2001/10/3.
- 2) 内田治, すぐわかる EXCEL による統計解析, 東京図書, 1996.