

## 参考資料編

(大規模小売店舗から発生する騒音予測の手引き)

参考資料 1	騒音対策の検討例	1
参考資料 2	継続時間を 1 時間延長した場合の 等価騒音レベルの変化 (試算) について	3
参考資料 3	台車の走行実験について	4
参考資料 4	店舗における騒音測定調査について	17

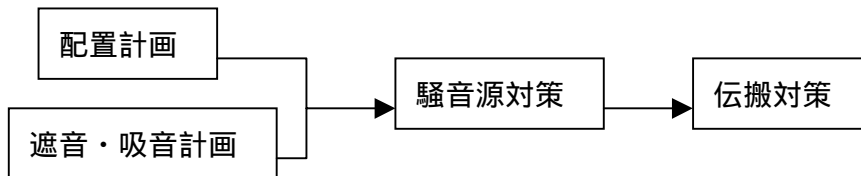
## 参考資料 1 騒音対策の検討例

手引書「第 1 章 騒音の予測の進め方(全体の手順)」で示しているように、設置者は、店舗から発生することが予想される騒音を低減するための対策を検討し、それらを店舗計画の中に盛り込んでいくことが想定される。

以下では、騒音源の種類ごとに考えられる対策の例を挙げて、それらから得られる効果を例示的に示す。

### (1) 騒音対策を考える順序

手引書「第 1 章 騒音の予測の進め方(全体の手順)」の中でも示しているように、一般的に騒音対策は、以下の順序で検討されることとなると考えられる。



### (2) 騒音対策の例

表 1 では、店舗の設置者がとり得る代表的な騒音対策の例を、表 2 ではそれらの効果を示している。

ここでは、騒音源の種類を、設備機器（冷却塔や室外機、給排気口等から発生する騒音）、荷さばき（荷さばき車両の走行、荷さばき作業に伴う荷下ろし音や台車走行音、廃棄物収集作業に伴う騒音等）、自動車走行（敷地内における自動車の走行）に区分している。

表 1 騒音対策のメニュー

騒音源	配置計画	遮音・吸音計画	騒音源対策	伝搬対策
設備機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 屋内への設置</li> <li>・ 住居等と設備機器の距離を確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ダクトの吸音処理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 低騒音機器の導入</li> <li>・ ガラリ形状の検討</li> <li>・ 消音器の設置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 遮音壁(防音塀)の設置</li> <li>(・ 緑地帯の設置)</li> </ul>
荷さばき	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 荷さばき施設の屋内化</li> <li>・ 住居と荷さばき施設の距離を確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ (屋内)荷さばき施設の天井、壁の遮音・吸音処理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 低騒音機器の導入</li> <li>・ 段差の解消</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 遮音壁(防音塀)の設置</li> <li>(・ 緑地帯の設置)</li> </ul>
自動車走行	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 駐車場、車路の屋内化</li> <li>・ 住居等と駐車場、車路の距離を確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ (屋内)駐車場の天井、壁の遮音・吸音処理</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 遮音壁(防音塀)の設置</li> <li>(・ 緑地帯の設置)</li> </ul>

表2 騒音対策の効果の例

対策の種類	騒音源の種類	対策メニュー	概要	効果(例)	コスト(例)	備考
配置計画	設備機器 荷さばき 自動車走行	施設の屋内化	施設を屋内に設置する	壁や天井の遮音を十分に行えば、外部への騒音を遮断することができる	規模、構造等により異なる	
		住居と施設の距離を確保	施設を住居等から十分離れた位置に配置する	騒音源を点音源とみなした場合、音源からの距離が2倍になると6dB減衰する	規模、構造等により異なる	
遮音・吸音計画	設備機器 荷さばき 自動車走行	天井、壁、ダクトの遮音・吸音処理	施設の天井や壁等に遮音・吸音処理を行う	内張り吸音ダクト(15cm角)の場合、1000Hz以上で30dB程度の減衰が得られる	材料の種類により異なるが、数千円/㎡程度(材料費)	吸音の場合、400Hz以下ではほとんど減衰は得られない
騒音源対策	設備機器	ガラリの形状の検討	発生音の少ないガラリを使用する	形状により異なる	形状により異なる	
		消音器の取り付け	騒音源に消音器を取り付ける	機器の設置条件、運転条件および消音器の性能により異なるが送風機に消音器を取り付ける場合、10dB程度の低減は可能	送風機に取り付ける消音器のコスト数万円程度	
	荷さばき	低騒音型機器の導入	低騒音型の荷さばき車両 ・新品の台車 ・樹脂製の台車など	樹脂性台車の場合、スチール製台車に比べて10dB程度衝突音が低減	台車の種類により異なる	実験での測定値
		段差の解消	路面や排水蓋の段差を解消する	段差通過時の衝撃音が解消される	規模、構造等により異なる	
伝搬対策	設備機器 荷さばき 自動車走行	遮音壁の設置	施設や設備機器の周辺に遮音壁を設置する	$N = 0$ の場合でも5dB低減 <sup>2</sup> (壁で得られる減衰量は、実用上25dB程度までが限度)	コンクリート塀の場合5.5万円/㎡程度 <sup>3</sup>	1:フレネル数 2:音源と受音点とを結んだ直線上に遮音壁の先端がある場合、5dBの減衰効果を見込んで良い 3:高さ3m、長さ100mの場合 (「建設施工単価」(財)経済調査会)
		緑地帯の設置	施設や設備機器の周辺に緑地等を設置する	遮音効果は期待できないが、視覚的・心理的效果が大きい(住居等との距離を確保する効果もある)	規模等により異なる	配置計画と組み合わせて行えば効果が高い

## 参考資料 2 継続時間を 1 時間延長した場合の等価騒音レベルの変化 (試算) について

手引書で示されている計算式をもとに、設備機器の稼働時間を 1 時間延長した場合の等価騒音レベルを試算する。

### 【計算の前提】

- ・通常時の稼働時間は 8 時 30 分～21 時 (12.5 時間)、延長時の稼働時間を 8 時 30 分～22 時 (13.5 時間) とする。
- ・例えば、予測地点における A 特性音圧レベル  
= 51.1 [dB] と仮定。

### 【通常時の等価騒音レベルの試算】

$$L_{Aeq} = 10 \log_{10} \frac{1}{T} \left( T_i 10^{L_{pA}/10} \right) = 10 \log_{10} \frac{45000}{57600} \cdot 10^{51.1/10} = 50.03 \text{ [dB]}$$

### 【稼働時間 1 時間延長時の等価騒音レベルの試算】

$$L_{Aeq} = 10 \log_{10} \frac{1}{T} \left( T_i 10^{L_{pA}/10} \right) = 10 \log_{10} \frac{48600}{57600} \cdot 10^{51.1/10} = 50.36 \text{ [dB]}$$

### 【結果】

したがって、上記の結果から、設備の稼働時間を 1 時間延長した時の騒音レベルの差は 0.33dB に過ぎず、予測上、ほとんど変化はないといえる。

### 参考

$\log_{10}(A \times B) = \log_{10}A + \log_{10}B$  であることから、上記において、A 特性音圧レベル ( $L_{pA}$ ) が変化しても、稼働時間 1 時間延長時の等価騒音レベル  $L_{Aeq}$  の差は、一定値 (0.33dB) となる。

$$10 \log_{10} \left( \frac{T_i}{T} \times 10^{L_{pA}/10} \right) = 10 \log_{10} \frac{T_i}{T} + 10 \log_{10} 10^{L_{pA}/10}$$

### 参考資料3 台車の走行実験について

手引書では、騒音を予測する際に必要となる「基準距離（1 m）における騒音レベル」や「卓越周波数」について、店舗や実験室での実測（実験）結果を参考値として示している。

本資料では、このうち、台車走行騒音について示されている数値（表4、表6及び表9）を算出するために行った実験の概要を示す。

#### 1. 実験の概要及び手引書との関係

##### (1) 実験の概要

###### 測定した騒音の種類

手引書で示しているように、荷さばき作業時の台車走行により発生する騒音は、

- 1) 平坦な路面を走行させた時に発生する騒音（変動騒音）
- 2) 台車が路面上の段差を超えたときに発生する騒音（衝撃騒音）

の2種類に区分することが可能である。

本実験においては、これらの区分ごとに騒音データを収集し、騒音レベルのエネルギー平均値と騒音レベルの最大値を求めた。

###### 実験の場所

一般に、台車の走行時に発生する騒音のような特定の騒音を測定する場合、他の騒音（暗騒音）の影響を受けずに安定したデータが得られる実験室で測定することが望ましいとされている。一方で、路面状況等の条件が、実際の店舗の状況となるべく同様のものとなることが望ましいことも事実である。

このような点を考慮し、本実験においては、

上記1)の平坦な路面を走行する時の変動騒音については、実験室及び実際の店舗において測定を行い、

上記2)の段差乗り越え時の衝撃騒音については、実験室において測定することとした。

###### 実験の進め方

本実験では、路面の状態と台車の種類、台車の積載状況をいくつか設定し、それぞれの場合におけるデータを収集した。これらの設定条件と採取データ数を表1に、台車の種類を表2に示す。

表1 設定条件（路面状態、台車の種類、積載状況）と採取データ数

実験場所	路面の状態	実験に用いる台車	積載状況	採取データ数
実験室実験	平滑なコンクリート路面	新品台車（カゴ）	空載	10
	平滑なコンクリート路面 + 段差	新品台車（カゴ）	空載	10
	平滑なコンクリート路面 + 段差	新品台車（カゴ）	90 kg 積載	10
	平滑なコンクリート路面 + 段差 + ゴムマット	新品台車（カゴ）	空載	10
	平滑なコンクリート路面 + 段差 + ゴムマット	新品台車（カゴ）	90 kg 積載	10
店舗実験	アスファルト舗装路面	中古台車（カートラック）	空載	10
	アスファルト舗装路面	中古台車（カゴ）	空載	10
	アスファルト舗装路面	新品台車（カゴ）	空載	10
	アスファルト舗装路面	低騒音台車（カゴ）	空載	10
	アスファルト舗装路面 + ゴムマット	中古台車（カートラック）	空載	5
	アスファルト舗装路面 + ゴムマット	中古台車（カゴ）	空載	5
	アスファルト舗装路面 + ゴムマット	新品台車（カゴ）	空載	5
	アスファルト舗装路面 + ゴムマット	低騒音台車（カゴ）	空載	5
総データ数				140

注) ~ の実験で採取したデータ数は、暗騒音による影響を受けやすい時間帯での測定であったため、他よりも少ない。

表2 実験に用いた台車のメーカー名と諸元

実験場所	台車の種類	外形寸法	許容重量	自重
実験室実験	新品台車（カゴ）	W1000 × L800 × H1700	500 kg	50 kg
店舗実験	新品台車（カゴ）	W1000 × L800 × H1700	500 kg	50 kg
	低騒音台車（カゴ）	W1000 × L800 × H1700	300 kg	27 kg
	中古台車（カートラック）	不明	不明	不明
	中古台車（カゴ）	不明	不明	不明

注) 中古台車は、実験を行った店舗において使用されていたもの。

## (2) 手引書との関係

実験の結果は、本資料2.以降に示すとおりである。

騒音のレベルは、路面状況、台車の種類、積載状況等によって異なるが、実験結果のうち手引書では代表的な数値のみを挙げている。具体的には以下のとおりである。

台車の走行騒音（平面走行時）：手引書表4、表9上段

本資料3.で示す店舗での実験結果のうち、新品の台車（カゴ、空載）を平坦路で走行させたときのデータを採用。

台車の走行騒音（路面の段差を乗り越えた時）：手引書表6，表9下段

本資料2.で示す実験室での実験結果のうち、新品の台車（カゴ、空載又は90 kg 積載）の段差乗り越え時のデータを採用。

## 2．段差走行時の騒音（実験室内実験）

### 2-1 実験の概要

(1) 実験日

2000年3月2日（木）～3月4日（土）の期間に行った。

(2) 実験の場所

東京大学生産技術研究所の2 無響室（図1参照）で行った。

(3) 実験ケースとデータ数

実験室内実験で対象としたケースと採取したデータ数は表1に示したとおりである。

(4) 実験に用いた台車の諸元

実験に用いた台車のメーカー名と諸元は表2に示したとおりである。

(5) 実験方法

騒音の発生方法（台車の走行条件）

台車を約1m/s程度の走行速度で2 無響室内を走行させた。段差については、3mm×10mmの棒で人為的に設定した。

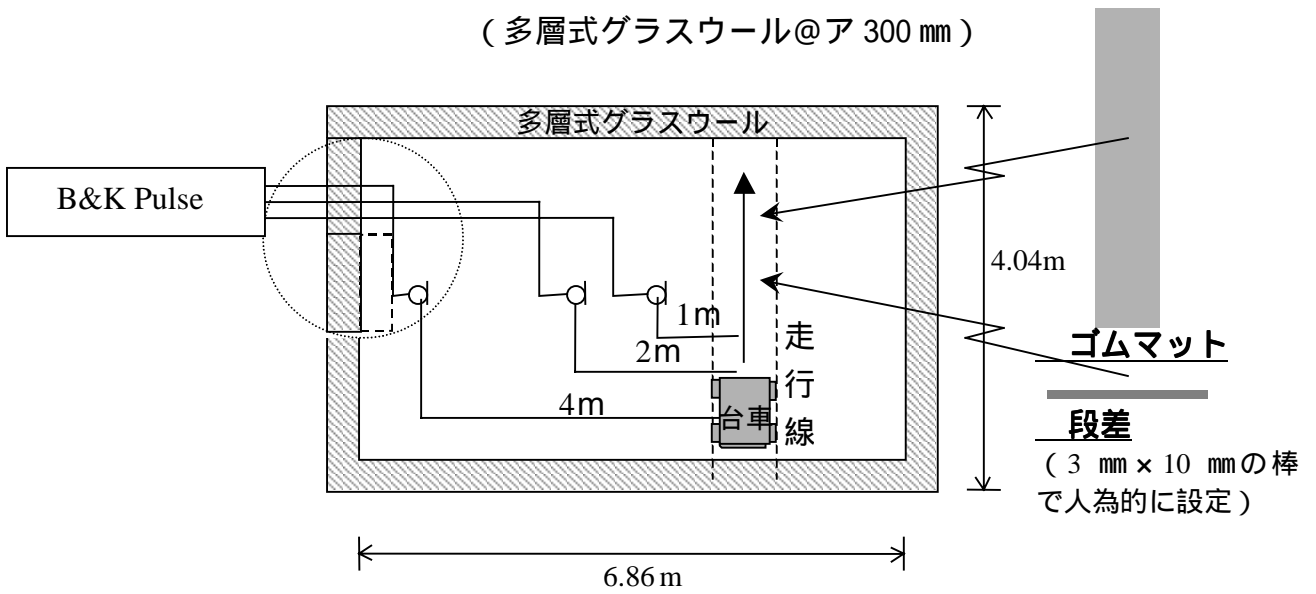
受信部での測定・記録方法

測定方向は、水平方向とし、測定点数は、3点とした（図1参照）。

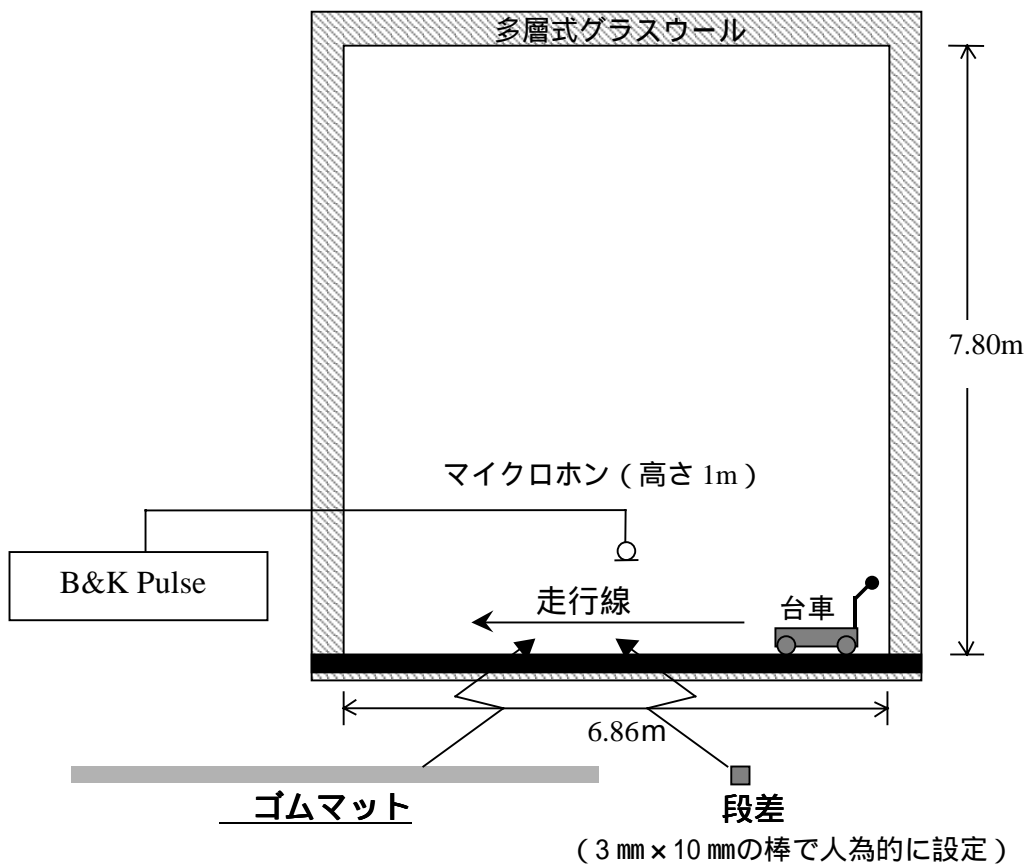
マイクの固定方法は、マイクロホンスタンド（×3）で固定した。

マイクロホンで受信した信号は、分析器（B&K Pulse）に送り、騒音レベルのエネルギー平均値と、騒音レベルの最大値を分析した。

2 無響室：床面反射性、壁面および天井面吸音性  
 (多層式グラスウール@ア 300 mm)



(1) 水平方向 (平面図)



(2) 垂直方向 (断面図)

図1 実験の概略



## 測定系統図

- ・騒音計 RION NL-02 × 2、RION NL-04 × 1、RION NL-06 × 1
- ・マイクロホン延長ケーブル × 3
- ・マイクロホンスタンド × 3（水平方向測定時）
- ・分析器 B&K Pulse

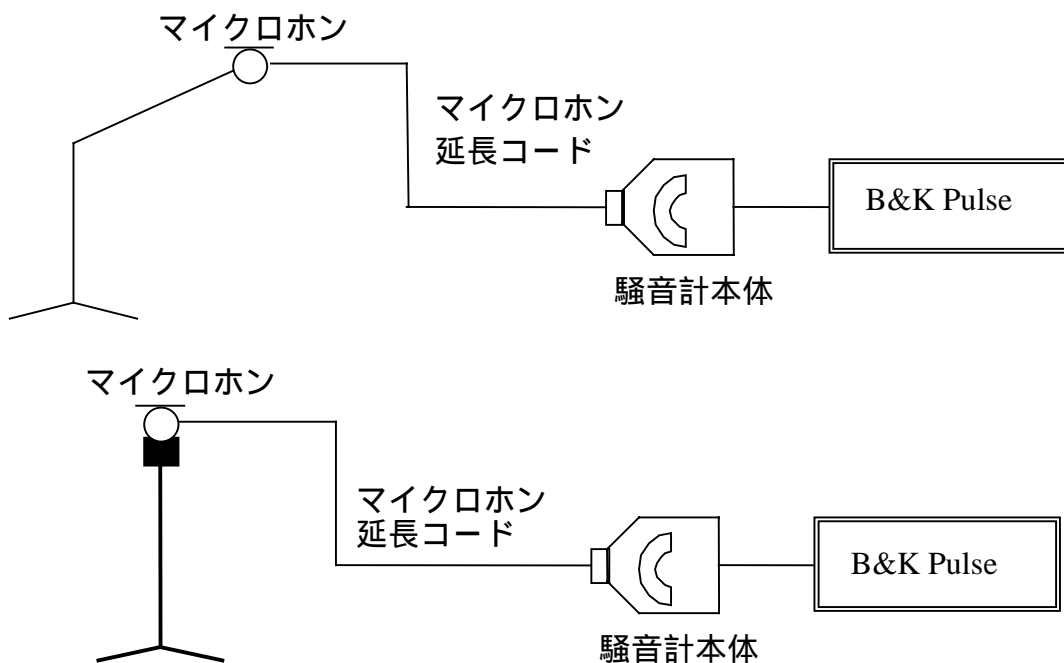


図2 測定系統図

## 分析方法

- 1) マイクロホンの信号を B&K Pulse に取りこみ、リアルタイムで台車走行時の騒音レベルの平均値と騒音レベルの最大値（時定数 125 ms）を測定点ごとに算出した。
- 2) 分析結果を距離との関係で整理して、基準位置における騒音レベル及び距離減衰について検討した。

## 2-2 実験の結果

### (1) 1 m点の算術平均値、標準偏差、エネルギー平均値、最大値、最小値

台車走行騒音に関する実験で得られたデータのうち、1 m点における測定値から騒音レベルの算術平均値、標準偏差、エネルギー平均値、最大値、最小値を求めた結果は表3に示すとおりである。

表3 1m点の算術平均値、標準偏差、エネルギー平均値、最大値、最小値

$L_{Amax}$							
部材又は路面の状態	台車種類等の条件	採取データ数	算術平均値 [dB]	標準偏差 [dB]	エネルギー平均値 [dB]	最大値 [dB]	最小値 [dB]
平滑なコンクリート路面	新品台車(カーゴ、空載)	10	68.2	1.8	68.6	70.8	65.7
平滑なコンクリート路面+段差	新品台車(カーゴ、空載)	10	89.9	2.2	90.3	92.3	85.6
平滑なコンクリート路面+段差	新品台車(カーゴ、90kg積載)	10	81.1	2.6	81.7	85.2	76.9
平滑なコンクリート路面+段差+ゴムマット	新品台車(カーゴ、空載)	10	86.9	2.3	87.5	90.8	83.6
平滑なコンクリート路面+段差+ゴムマット	新品台車(カーゴ、90kg積載)	10	82.5	2.8	83.3	86.3	78.4
$L_{Aeq}$ 注)段差がある場合は $L_{AE}$							
部材又は路面の状態	台車種類等の条件	採取データ数	算術平均値 [dB]	標準偏差 [dB]	エネルギー平均値 [dB]	最大値 [dB]	最小値 [dB]
平滑なコンクリート路面	新品台車(カーゴ、空載)	10	65.2	1.4	65.4	67.2	63.3
平滑なコンクリート路面+段差	新品台車(カーゴ、空載)	10	82.8	1.4	83.0	84.5	80.3
平滑なコンクリート路面+段差	新品台車(カーゴ、90kg積載)	10	73.0	2.4	73.6	76.6	69.5
平滑なコンクリート路面+段差+ゴムマット	新品台車(カーゴ、空載)	10	80.8	1.5	81.0	82.5	78.5
平滑なコンクリート路面+段差+ゴムマット	新品台車(カーゴ、90kg積載)	10	75.8	2.6	76.4	79.1	71.4

上記の結果からは、以下の点が指摘できる。

平滑なコンクリート路面を走行する場合と比較して、段差がある場合の騒音レベルの最大値は20 dB程度大きくなる。

空載の台車が段差を乗り越える場合、ゴムマットを敷設することにより2~3 dB程度の低減効果が得られる。これに対して、90 kgの積載がある場合、低減効果はほとんど見られなかった。

(2) 距離減衰特性

店舗から発生する騒音を予測するには、音源 受音点間の騒音の伝搬計算を行う必要がある。そこで、音源から測定地点までの距離が異なる3測定地点でデータを採取し、以下に示す距離減衰式で回帰を行うことにより距離減衰特性を調べた。

$$y = -a \log_{10} x + b$$

$x$  : 騒音源からの距離 [m]、 $y$  : 騒音レベル [dB]

検討結果は、表4に示すとおりである。

表4 距離減衰特性

$L_{Amax}$				
部材又は路面の状態	台車種類等の条件	採取データ数	距離減衰特性 $[y = a \log_{10}(x) + b]$	$[0.3a]$
平滑なコンクリート路面	新品台車(カーゴ、空載)	10	$y = -16.1 \log_{10}(x) + 68.4$	4.8
平滑なコンクリート路面+段差	新品台車(カーゴ、空載)	10	$y = -17.9 \log_{10}(x) + 90.1$	5.4
平滑なコンクリート路面+段差	新品台車(カーゴ、90kg積載)	10	$y = -17.6 \log_{10}(x) + 81$	5.3
平滑なコンクリート路面+段差+ゴムマット	新品台車(カーゴ、空載)	10	$y = -17.8 \log_{10}(x) + 87.1$	5.3
平滑なコンクリート路面+段差+ゴムマット	新品台車(カーゴ、90kg積載)	10	$y = -19.2 \log_{10}(x) + 82.3$	5.8

$L_{Aeq}$ 注)段差がある場合は $L_{AE}$				
部材又は路面の状態	台車種類等の条件	採取データ数	距離減衰特性 $[y = a \log_{10}(x) + b]$	$[0.3a]$
平滑なコンクリート路面	新品台車(カーゴ、空載)	10	$y = -16.6 \log_{10}(x) + 65.4$	5
平滑なコンクリート路面+段差	新品台車(カーゴ、空載)	10	$y = -18.0 \log_{10}(x) + 83.0$	5.4
平滑なコンクリート路面+段差	新品台車(カーゴ、90kg積載)	10	$y = -17.0 \log_{10}(x) + 73.0$	5.1
平滑なコンクリート路面+段差+ゴムマット	新品台車(カーゴ、空載)	10	$y = -17.7 \log_{10}(x) + 81.0$	5.3
平滑なコンクリート路面+段差+ゴムマット	新品台車(カーゴ、90kg積載)	10	$y = -19.2 \log_{10}(x) + 75.6$	5.8

自由音場の距離減衰特性では $0.3a = 6$ となる。

以上、いずれの台車走行音とも  $y = -20 \log_{10}(x)$  の距離減衰特性に近い結果を示しており、騒音伝搬計算に関しては、自由音場における点音源の距離減衰（逆二乗則）により計算することができると考えられる。

(3) 卓越周波数

本実験で測定された騒音データについて周波数分析を行い、卓越周波数を調べた。結果は表5に示すとおりである。

表5 1オクターブバンド分析における卓越周波数

$L_{Amax}$															
部材又は路面の状態	台車種類等の条件	データ数	代表的な卓越周波数 [Hz]	卓越周波数 [Hz]											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
平滑なコンクリート路面	新品台車(カーゴ、空載)	10	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k
平滑なコンクリート路面+段差	新品台車(カーゴ、空載)	10	2k,4k	4k	4k	4k	4k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	4k
平滑なコンクリート路面+段差	新品台車(カーゴ、90kg積載)	10	4k	4k	4k	4k	4k	4k	4k	4k	4k	4k	4k	4k	4k
平滑なコンクリート路面+段差+ゴムマット	新品台車(カーゴ、空載)	10	4k	4k	4k	2k	4k	2k	4k	4k	4k	4k	4k	4k	4k
平滑なコンクリート路面+段差+ゴムマット	新品台車(カーゴ、90kg積載)	10	2k	2k	2k	2k	4k	2k	2k	4k	2k	4k	2k	4k	4k
$L_{Aeq}$ 注)段差がある場合は $L_{AE}$															
部材又は路面の状態	台車種類等の条件	データ数	代表的な卓越周波数 [Hz]	卓越周波数 [Hz]											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
平滑なコンクリート路面	新品台車(カーゴ、空載)	10	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k
平滑なコンクリート路面+段差	新品台車(カーゴ、空載)	10	4k	4k	4k	4k	4k	2k	4k	2k	2k	2k	2k	2k	4k
平滑なコンクリート路面+段差	新品台車(カーゴ、90kg積載)	10	4k	4k	4k	4k	4k	4k	4k	4k	4k	4k	4k	4k	4k
平滑なコンクリート路面+段差+ゴムマット	新品台車(カーゴ、空載)	10	4k	4k	4k	4k	2k	4k	4k	4k	4k	4k	4k	4k	4k
平滑なコンクリート路面+段差+ゴムマット	新品台車(カーゴ、90kg積載)	10	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	4k	2k	4k	4k

1オクターブバンドの卓越周波数は、平滑なコンクリート路面上を新品台車(カーゴ、空載)が走行したとき、ゴムマットを敷設した段差上を新品台車(カーゴ、90 kg 積載)が走行したときがともに2 kHz、それ以外のときが4 kHzであった。

### 3 . 平坦路走行時の騒音（現場実験）

#### 3-1 実験の概要

##### (1) 実験日

2000年3月某日（暗騒音の影響が少ない早朝、午前5:00頃～午前8:00頃）に行った。測定的主要行程は表6に示すとおりである。

表6 現場実験の主な工程

時間帯	実験内容
5:00～5:30	実験準備
5:40～5:50	アスファルト舗装路面上での台車走行実験
5:50～6:30	アスファルト舗装路面+ゴムマットでの台車走行実験

##### (2) 実験場所

首都圏の某店舗で行った。

##### (3) 実験ケースとデータ数

現場実験で対象としたケースと採取したデータ数は、表1に示したとおりである。

##### (4) 実験に用いた台車の諸元

実験に用いた台車の諸元は表2に示したとおりである。

##### (5) 実験方法

###### 騒音の発生方法

台車を約4 m/s程度の走行速度で店舗の荷さばき施設を走行させた。

###### 受信部での測定・記録方法

測定方向は、水平方向の1方向とした。測定地点数は、台車の走行車線中心から1 m、2 m、4 m、8 mとした。

マイクロホンで受信した信号はデータレコーダ（SONY D10）に直接録音し、後日、東京大学生産技術研究所の実験室で分析器（B&K Pulse）を用いて騒音レベルのエネルギー平均値と、騒音レベルの最大値を分析した。

### 3-2 実験の結果

#### (1) 1 m点の算術平均値、標準偏差、エネルギー平均値、最大値、最小値

台車走行騒音に関する実験で得られたデータのうち、1 m点における測定値から騒音レベルの算術平均値、標準偏差、エネルギー平均値、最大値、最小値を求めた結果は表7に示すとおりである。

表7 1m点の算術平均値、標準偏差、エネルギー平均値、最大値、最小値

$L_{Amax}$							
部材又は路面の状態	台車種類等の条件	採取データ数	算術平均値 [dB]	標準偏差 [dB]	エネルギー平均値 [dB]	最大値 [dB]	最小値 [dB]
アスファルト舗装路面	中古台車(カートラック、空載)	10	92.3	0.90	92.4	93.4	90.7
アスファルト舗装路面	中古台車(カーゴ、空載)	10	89.1	1.21	89.2	91.3	86.5
アスファルト舗装路面	新品台車(カーゴ、空載)	10	76.1	2.45	76.7	80.1	71.5
アスファルト舗装路面	低騒音台車(カーゴ、空載)	10	76.2	2.00	76.5	78.8	72.2
アスファルト舗装路面+ゴムマット	中古台車(カートラック、空載)	5	89.0	1.28	89.2	90.1	87.2
アスファルト舗装路面+ゴムマット	中古台車(カーゴ、空載)	5	85.9	1.63	86.1	88.2	84.1
アスファルト舗装路面+ゴムマット	新品台車(カーゴ、空載)	5	75.9	2.20	76.4	79.3	73.9
アスファルト舗装路面+ゴムマット	低騒音台車(カーゴ、空載)	5	77.5	1.40	77.6	79.2	75.8
$L_{Aeq}$							
部材又は路面の状態	台車種類等の条件	採取データ数	算術平均値 [dB]	標準偏差 [dB]	エネルギー平均値 [dB]	最大値 [dB]	最小値 [dB]
アスファルト舗装路面	中古台車(カートラック、空載)	10	89.1	0.69	89.1	90.3	88.1
アスファルト舗装路面	中古台車(カーゴ、空載)	10	85.4	1.14	85.5	87.2	83.5
アスファルト舗装路面	新品台車(カーゴ、空載)	10	70.6	2.44	71.3	75.3	66.7
アスファルト舗装路面	低騒音台車(カーゴ、空載)	10	71.9	1.88	72.3	73.8	67.8
アスファルト舗装路面+ゴムマット	中古台車(カートラック、空載)	5	85.0	1.56	85.3	86.4	83.1
アスファルト舗装路面+ゴムマット	中古台車(カーゴ、空載)	5	82.8	1.42	82.9	84.5	81.4
アスファルト舗装路面+ゴムマット	新品台車(カーゴ、空載)	5	70.8	2.35	71.4	74.5	68.3
アスファルト舗装路面+ゴムマット	低騒音台車(カーゴ、空載)	5	73.4	1.02	73.5	74.4	72.1

上記の結果からは、以下の点が指摘できる。

中古台車（カートラックおよびカーゴ、空載）と新品台車（カーゴ、空載）又は低騒音台車（カーゴ、空載）では、16～20 dB 程度の違いが見られる。

それぞれの台車走行騒音に対して、アスファルト路面にゴムマットを敷設することによる騒音低減効果は、中古のカートラック（空載）で2～4 dB 程度、中古のカーゴ（空載）で2～3 dB 程度である。

新品台車（カーゴ、空載）の走行騒音に関しては、上記のアスファルト舗装路面での走行と比べ、2-2(1)に示した平滑なコンクリート路面では、騒音レベルが5～8 dB 程度小さくなる。

(2) 距離減衰特性

店舗から発生する騒音の予測では、音源 受音点間の騒音の伝搬計算を行う必要がある。そこで、音源から測定地点までの距離が異なる 3 測定地点でデータを採取し、以下に示す距離減衰式で回帰を行うことにより距離減衰特性を調べた。

$$y = -a \log_{10} x + b$$

$x$  : 騒音源からの距離 [m]、 $y$  : 騒音レベル [dB]

検討結果は表 8 に示すとおりである。

表 8 距離減衰特性

$L_{Amax}$				
部材又は路面の状態	台車種類等の条件	採取データ数	距離減衰特性 $[y=a \log_{10}(x)+b]$	$[0.3a]$
アスファルト舗装路面	中古台車(カートラック、空載)	10	$y=-15.4\log_{10}(x)+92.5$	4.6
アスファルト舗装路面	中古台車(カーゴ、空載)	10	$y=-15.2\log_{10}(x)+89.4$	4.6
アスファルト舗装路面	新品台車(カーゴ、空載)	10	$y=-16.0\log_{10}(x)+76.4$	4.8
アスファルト舗装路面	低騒音台車(カーゴ、空載)	10	$y=-15.9\log_{10}(x)+76.7$	4.8
アスファルト舗装路面+ゴムマット	中古台車(カートラック、空載)	5	$y=-16.7\log_{10}(x)+89.2$	5.0
アスファルト舗装路面+ゴムマット	中古台車(カーゴ、空載)	5	$y=-14.8\log_{10}(x)+86.3$	4.4
アスファルト舗装路面+ゴムマット	新品台車(カーゴ、空載)	5	$y=-18.8\log_{10}(x)+76.1$	5.6
アスファルト舗装路面+ゴムマット	低騒音台車(カーゴ、空載)	5	$y=-18.7\log_{10}(x)+78.1$	5.6
$L_{Aeq}$				
部材又は路面の状態	台車種類等の条件	採取データ数	距離減衰特性 $[y=a \log_{10}(x)+b]$	$[0.3a]$
アスファルト舗装路面	中古台車(カートラック、空載)	10	$y=-15.6\log_{10}(x)+89.3$	4.7
アスファルト舗装路面	中古台車(カーゴ、空載)	10	$y=-14.9\log_{10}(x)+85.8$	4.5
アスファルト舗装路面	新品台車(カーゴ、空載)	10	$y=-15.5\log_{10}(x)+71.0$	4.7
アスファルト舗装路面	低騒音台車(カーゴ、空載)	10	$y=-15.8\log_{10}(x)+72.4$	4.8
アスファルト舗装路面+ゴムマット	中古台車(カートラック、空載)	5	$y=-18.9\log_{10}(x)+85.7$	5.7
アスファルト舗装路面+ゴムマット	中古台車(カーゴ、空載)	5	$y=-17.4\log_{10}(x)+83.2$	5.2
アスファルト舗装路面+ゴムマット	新品台車(カーゴ、空載)	5	$y=-19.1\log_{10}(x)+71.0$	5.7
アスファルト舗装路面+ゴムマット	低騒音台車(カーゴ、空載)	5	$y=-18.7\log_{10}(x)+74.1$	5.6

自由音場の距離減衰性状では $0.3a=6$ となる。

上記の結果より、 $0.3 a$  の値 (倍距離での減衰量) は 4.6 から 5.7 となっており、実験室内での実験結果と比較して、点音源の距離減衰の理論値 ( $a=20$ 、 $0.3 a=6$ ) との開きが大きくなっている。この理由として、現場実験では台車の走行距離を長くとしたため、線音源的な特性が含まれていることが考えられる。しかしながら、実験結果は線音源の理論値 ( $a=10$ 、 $0.3 a=3$ ) より点音源の理論値 ( $a=20$ 、 $0.3 a=6$ ) に近いことから、距離減衰による騒音伝搬計算に関しては、自由音場における点音源の距離減衰 (逆二乗則) を用いても差し支えないと考えられる。

(3) 卓越周波数

本実験で測定された騒音データについて周波数分析を行い、卓越周波数を調べた。結果は表9に示すとおりである。

表9 1オクターブバンド分析における卓越周波数

		$L_{Amax}$												
部材又は路面の状態	台車種類等の条件	データ数	代表的な卓越周波数[Hz]	卓越周波数[Hz]										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
アスファルト舗装路面	中古台車(カートラック、空載)	10	500	500	1k	500	500	500	500	500	500	500	500	500
アスファルト舗装路面	中古台車(カーゴ、空載)	10	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k
アスファルト舗装路面	新品台車(カーゴ、空載)	10	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k
アスファルト舗装路面	低騒音台車(カーゴ、空載)	10	1k,2k	1k	2k	1k	2k	1k	2k	1k	2k	1k	2k	1k
アスファルト舗装路面+ゴムマット	中古台車(カートラック、空載)	5	500	500	500	500	500							
アスファルト舗装路面+ゴムマット	中古台車(カーゴ、空載)	5	2k	2k	2k	2k	2k							
アスファルト舗装路面+ゴムマット	新品台車(カーゴ、空載)	5	2k	2k	2k	2k	2k							
アスファルト舗装路面+ゴムマット	低騒音台車(カーゴ、空載)	5	2k	2k	1k	2k	2k							

		$L_{Aeq}$												
部材又は路面の状態	台車種類等の条件	データ数	代表的な卓越周波数[Hz]	卓越周波数[Hz]										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
アスファルト舗装路面	中古台車(カートラック、空載)	10	500	500	1k	500	1k	500	500	500	500	500	1k	500
アスファルト舗装路面	中古台車(カーゴ、空載)	10	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k
アスファルト舗装路面	新品台車(カーゴ、空載)	10	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k	2k
アスファルト舗装路面	低騒音台車(カーゴ、空載)	10	1k	1k	1k	1k	2k	1k	1k	1k	1k	2k	1k	1k
アスファルト舗装路面+ゴムマット	中古台車(カートラック、空載)	5	500	500	500	500	500							
アスファルト舗装路面+ゴムマット	中古台車(カーゴ、空載)	5	2k	2k	2k	2k	2k							
アスファルト舗装路面+ゴムマット	新品台車(カーゴ、空載)	5	2k	2k	2k	2k	2k							
アスファルト舗装路面+ゴムマット	低騒音台車(カーゴ、空載)	5	2k	2k	1k	2k	2k							

1オクターブバンドの卓越周波数は、アスファルト舗装の路面上を中古台車(カートラック、空載)が走行(ゴムマットあり、なし)したときが500 Hz、それ以外の走行条件のときが2 kHzであった。



【備考】気象条件の分析

気温、風速の気象観測結果は表 10 に示すとおりである。

平均風速はほぼ無風に近い状態であり、騒音に影響を及ぼす状態ではなかった。

表 10 現場実験における気象条件

時間帯	実験内容	気温 [ ]	平均風速[m/s]
5:40 ~ 5:50	アスファルト舗装路面上での台車走行実験	3.0 ~ 2.4	0.0 ~ 0.3
5:50 ~ 6:30	アスファルト舗装路面+ゴムマットでの台車走行実験	2.2	0.0 ~ 0.2

## 参考資料 4 店舗における騒音測定調査について

手引書では、騒音を予測する際に必要となる「基準距離（1 m）における騒音レベル」や「卓越周波数」について、店舗や実験室での実測（実験）結果を参考値として示している。

本資料では、これらの参考値を収集するために行った店舗での測定調査の概要を示すとともに、手引書で示している数値（「荷さばき作業に伴う後進警報ブザーの騒音」及び「廃棄物収集作業に伴う騒音」の騒音レベル（表 2、表 3、表 7 及び表 8））の根拠となる測定調査結果を示す。

### 1. 調査の概要

#### (1) 調査日

1999 年 3 月から 4 月にかけて行った。

#### (2) 調査の場所

以下の首都圏の 3 店舗で行った。

店舗 A（総合スーパー）

店舗 B（食品スーパー）

店舗 C（総合スーパー）

#### (3) 騒音等の測定方法

騒音等の測定方法は、表 1 に示すとおりである。

表 1 騒音等の測定方法

分析項目	測定方法	仕様	備考
騒音レベル	・ 1 時間以上の連続測定とし、データレコーダ（DAT）に録音するとともに暗騒音等の状況をレベルレコーダに記録した。	・ 周波数重み特性：F ・ 時間重み特性：FAST	2 測定点以上
騒音発生源と測定点の位置関係	・ パワーモニター点を中心として 5m、10m の同心円を描き目視により記録した。 ・ VTR に記録した。	-	VTR は、パワーモニター点近傍の固定 1 箇所及び移動 1 箇所とした。
荷さばき車両等の滞在時間	・ レベルレコーダ及び VTR に記録した。	-	
気象測定	・ 風速、気温、湿度の計測値を目視により記録した。	-	

また、測定調査に使用した機器を表 2 に示す。

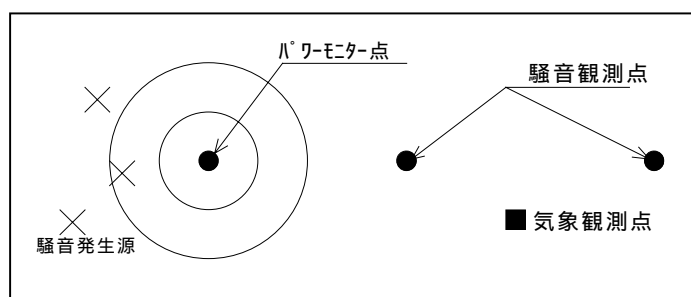
表 2 使用機器一覧

測定・分析項目	機器名称	機器形式	製造会社	性能
騒音	騒音計（積分形騒音計）	NL-06	RION	測定可能周波数 20Hz～8kHz
	データレコーダ	D-10	SONY	-
	レベルレコーダ	LR-04	RION	-
気象	風速計	三杯型風速計	牧野応用測器	-
	気温・湿度計	アスノ通風乾湿計	安藤計器製工所	-

#### (4) 測定位置

騒音、気象等の基本的な測定位置は、図 1 に示すとおりである。

図 1 騒音等の測定点の配置



なお、店舗 B は住居に面する場所に高さ 2m の遮音壁が設置されていた。このため、回折効果による補正量の計算方法の妥当性を検討する目的から、遮音壁背後に測定点を配置した。

## 2. 調査の結果及び手引書との関係

### (1) 騒音等の分析方法

騒音等の分析方法は、表3に示すとおりである。

表3 騒音等の分析方法

分析項目		分析方法	仕様	備考	
騒音レベル	分析対象箇所の抽出	<ul style="list-style-type: none"> <li>騒音レベル波形をレベルコーダに出力するとともにVTRでの確認により暗騒音等による影響を受けていない分析対象箇所を抽出。</li> </ul>	(レベル波形出力) <ul style="list-style-type: none"> <li>周波数重み特性：A</li> <li>時間重み特性：FAST</li> </ul>		
	変動騒音	A特性音圧レベル( $L_{pA}$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>データコーダ(DAT)に騒音計(NL-06)を接続して、騒音の大きさごと(アイリング時と圧縮時)の平均的な騒音レベル及び継続時間を求めた。</li> <li>データコーダ(DAT)に周波数分析器を接続して周波数特性を把握した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>周波数重み特性：A</li> <li>時間重み特性：FAST</li> </ul>	
		最大値( $L_{Amax}$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>データコーダ(DAT)に騒音計(NL-06)を接続して騒音計の内部処理器により求めた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>周波数重み特性：A</li> <li>時間重み特性：FAST</li> </ul>	
	衝撃騒音	単発騒音暴露レベル( $L_{AE}$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>データコーダ(DAT)に騒音計(NL-06)を接続して騒音計の内部処理器により求めた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>周波数重み特性：A</li> <li>時間重み特性：FAST</li> </ul>	
		最大値( $L_{Amax}$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>データコーダ(DAT)に騒音計(NL-06)を接続して騒音計の内部処理器により求めた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>周波数重み特性：A</li> <li>時間重み特性：FAST</li> </ul>	
騒音発生源と測定点の位置関係		<ul style="list-style-type: none"> <li>測定時の記録値(発生源と騒音測定点間の距離)を用いた。</li> </ul>	-		
荷さばき車両等の滞在時間		<ul style="list-style-type: none"> <li>レベルコーダ及びVTRをもとに荷さばき車両の進入から退出までの時間を求めた。</li> </ul>	-		

また、分析に使用した機器を表4に示す。

表4 使用機器一覧

測定・分析項目	機器名称	機器形式	製造会社	性能
騒音	騒音計（積分形騒音計）	NL-06	RION	測定可能周波数 20Hz～8kHz
	データレコーダ	D-10	SONY	-
	レベルレコーダ	LR-04	RION	-
	1/3 オクターブバンド周波数分析器	B&K 2133	B&K	-
気象	風速計	三杯型風速計	牧野応用測器	-
	気温・湿度計	アスノ通風乾湿計	安藤計器製工所	-

## (2) 分析対象箇所の抽出

現場において測定した騒音データには、荷さばき等による衝撃音、台車走行等による変動騒音、配送車両・廃棄物収集車両のアイドリング等による定常騒音など、種々（の種類）の音が混在している。個々の騒音源ごとに良好なデータを得るためには、個々の騒音が出来るだけ単独で発生している状態を予め抽出しておく必要がある。

分析対象箇所は、次の作業を通じて抽出した。

### 他の騒音による影響を受けていない良好なデータの確定

測定現場及び研究室で出力した騒音レベル波形とVTRの映像を確認することによって、他の騒音による影響を受けていない良好なデータを確定した。

### 個々の騒音の発生時刻・継続時間の特定（タイムテーブルの作成）

の作業と同時に、DATに記録されている発生時刻及び継続時間を特定した。

### 騒音発生地点から騒音測定地点までの距離の確定

で抽出した騒音について、現場での記録結果とVTRの画像を照合することによって騒音発生地点から騒音測定地点までの距離を求めた。

### 騒音の種類別の騒音発生回数等の特定

各測定現場において騒音の種類別の騒音発生回数、騒音の継続時間、台車の移動速度に関するデータを整理した。

### (3) データの分析結果

定常騒音、変動騒音の騒音源に関して、次のデータを得ることを目的として行った。

騒音の総合的な予測に必要な各種騒音源に関するデータ

- ・基準の位置における騒音レベルのエネルギー平均値
- ・基準の位置における単発騒音暴露レベル

発生する騒音ごとの予測に必要な各種騒音源に関するデータ

- ・基準の位置における騒音レベルの最大値

環境基準又は騒音規制法の規制基準に対応した騒音予測に必要な各種騒音源に関するデータを総括した結果は、表5及び表6に示すとおりである。

表5 各種騒音源の騒音レベル及び単発騒音暴露レベルに関するデータ

騒音の種類	分類	基準の位置における騒音レベルのエネルギー平均値に関するデータ					基準の位置における単発騒音暴露レベル ( $L_{AE}$ ) に関するデータ				
		データ数	平均値 [dB]	標準偏差 [dB]	最大値 [dB]	最小値 [dB]	データ数	平均値 [dB]	標準偏差 [dB]	最大値 [dB]	最小値 [dB]
荷さばき作業に伴う後進警報ブザー		14	91.9	7.0	100.6	73.9	-	-	-	-	-
廃棄物収集作業	・廃棄物非圧縮時	11	84.2	2.4	87.5	80.9	-	-	-	-	-
	・廃棄物圧縮時	7	89.2	3.0	95.3	86.1	-	-	-	-	-
ドア開閉音		-	-	-	-	-	33	87.2	6.4	98.2	71.1
荷下ろし作業等に伴う騒音	・リフトと床面等の衝撃音	-	-	-	-	-	31	85.6	4.2	95.3	80.0
	・リフト昇降音	-	-	-	-	-	16	86.1	3.0	90.4	82.7

表6 各種騒音源の  $L_{Amax}$  に関するデータ

騒音の種類	分類	データ数	平均値 [dB]	標準偏差 [dB]	最大値 [dB]	最小値 [dB]
荷さばき作業に伴う後進警報ブザー		14	98.9	6.6	108.7	83.5
廃棄物収集作業	・廃棄物非圧縮時	11	88.8	4.8	97.9	82.6
	・廃棄物圧縮時	7	95.0	6.1	104.2	88.5
ドア開閉音		33	91.6	7.3	105.9	77.8
荷下ろし作業等に伴う騒音	・リフトと床面等の衝撃音	31	90.0	4.4	102.0	81.5
	・リフト昇降音	16	85.5	4.4	94.6	78.4

#### (4) 手引書との関係

手引書では、上記の結果から抽出されたデータのうち、一例として参考になると考えられる数値のみを挙げている。具体的には、ドア開閉音や荷下ろし作業といった当該作業の方法、機器の種類等によって相当ばらつきがあり、本実験の値を標準的なものと考えることが適切でないデータについては参考値として示さず、ある程度他の店舗の参考となりうる以下のデータを示している。

荷さばき作業に伴う後進警報ブザー：手引書表 2、表 7

廃棄物収集に伴う騒音：手引書表 3，表 8

なお、本測定調査の過程では、台車の走行に伴う騒音も特定されたが、測定値が不安定なことから、別途測定することとした。（参考資料 3 参照）

以上の表に示した諸数値の根拠となる情報を以下に示す。

測定場所別有効サンプル数：表 7 参照

運搬車両別の騒音発生回数：表 8 参照

各種騒音レベルの距離減衰と発生度数：図 2 ~ 図 7 参照

表 7 測定場所別有効サンプル数

測定場所	総数	トラック		廃棄物収集車		荷下ろし作業	
		後進警報 ブザー	ドア開閉	廃棄物圧 縮時	廃棄物非 圧縮時	リフトの昇降	リフトと床面等 の衝撃
店舗 A	142(121)	2(1)	10(7)	4(4)	0(0)	13(13)	24(24)
店舗 B	151(66)	32(13)	48(24)	8(3)	27(11)	6(3)	14(5)
店舗 C	29(16)	0(0)	4(2)	0(0)	0(0)	0(0)	4(2)
合計	322(203)	34(14)	62(33)	12(7)	27(11)	19(16)	42(31)

( )内はパワーモニター点における有効サンプル数

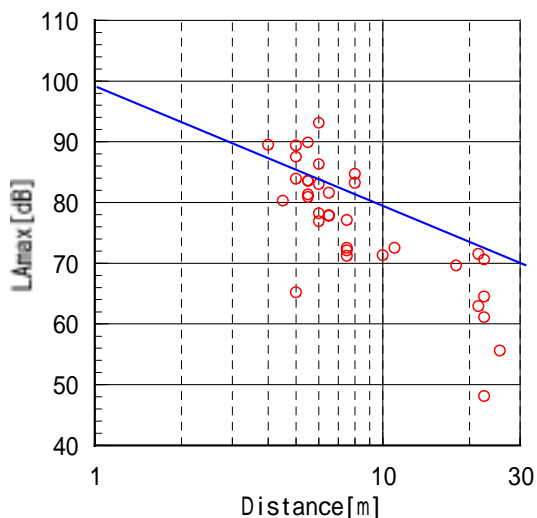
表8 運搬車両別の騒音発生回数

	トラック種別	滞在時間 (分)	後進警報ブ ザー	ドア・扉	リフト昇降	リフト衝撃音
	10t(センター便・大型)	58		4	46	46
	中型(4t)	44	0	4	0	0
	8.2t(センター便・大型)	33	1	4	26	34
	7.75t(センター便・大型)	27	3	3	24	31
	中型(3.25t)	22	1	3	5	6
	中型	23	1	4	4	3
	中型(3.25t)	18		5	7	7
	中型(3.5t)	18	1	3	2	0
	中型(2.75t)	14	0	3	0	0
	中型(2t)	11		6	0	0
	中型(3.25t)	11	1	4	2	0
	中型(2t)	11	1	4	0	0
	中型	10	1	4	0	0
	中型	9	1	4	0	0
	中型(2t)	6		4	0	0
	中型(2t)	5	0	4	0	0
	中型(2t)	5	3	3	0	0
	中型(2t)	4	0	0	0	0
	中型(2.95t)	4	1	2	0	0
	中型	3	0	0	0	0
	中型(2t)	3	1	4	0	0
	中型(3.25t)			2	0	0
	中型(2t)	1	0	2	0	0

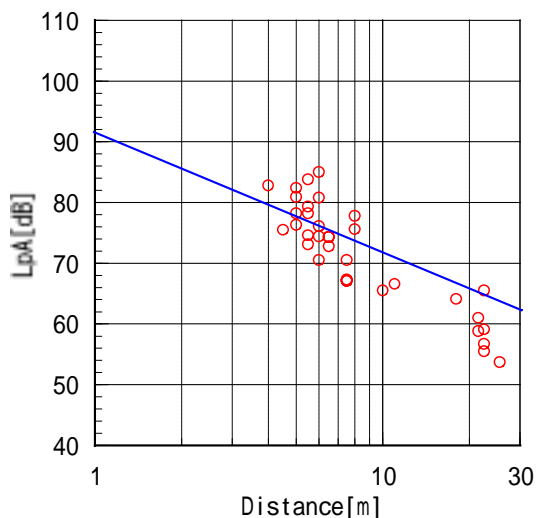
：店舗A、      ：店舗B、      ：店舗Cにおけるデータ



図2 荷さばき作業に伴う後進警報ブザーの距離減衰と発生度数



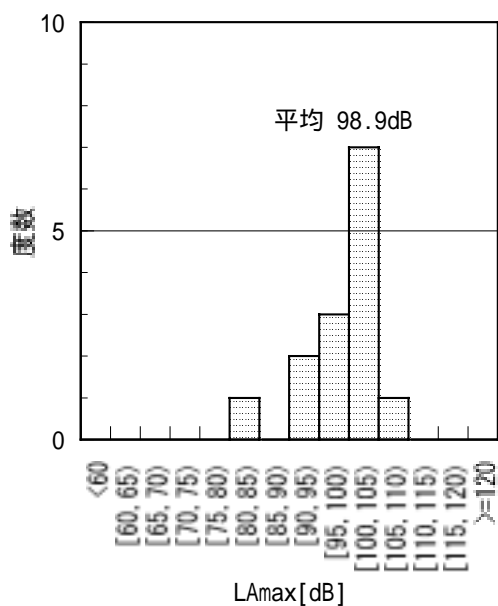
(1)  $L_{Amax}$



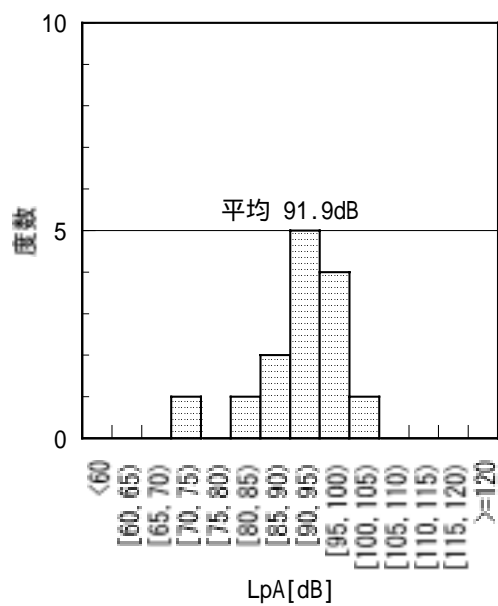
(2)  $L_{pA}$

距離減衰

( 図中斜線は-6dB/d.d.の減衰 )



(3)  $L_{Amax}$



(4)  $L_{pA}$

騒音レベルの発生度数

( 発生源からの距離 1m 点での騒音レベルに換算 )

図3 廃棄物収集車両の騒音（廃棄物非圧縮時）の距離減衰と発生度数

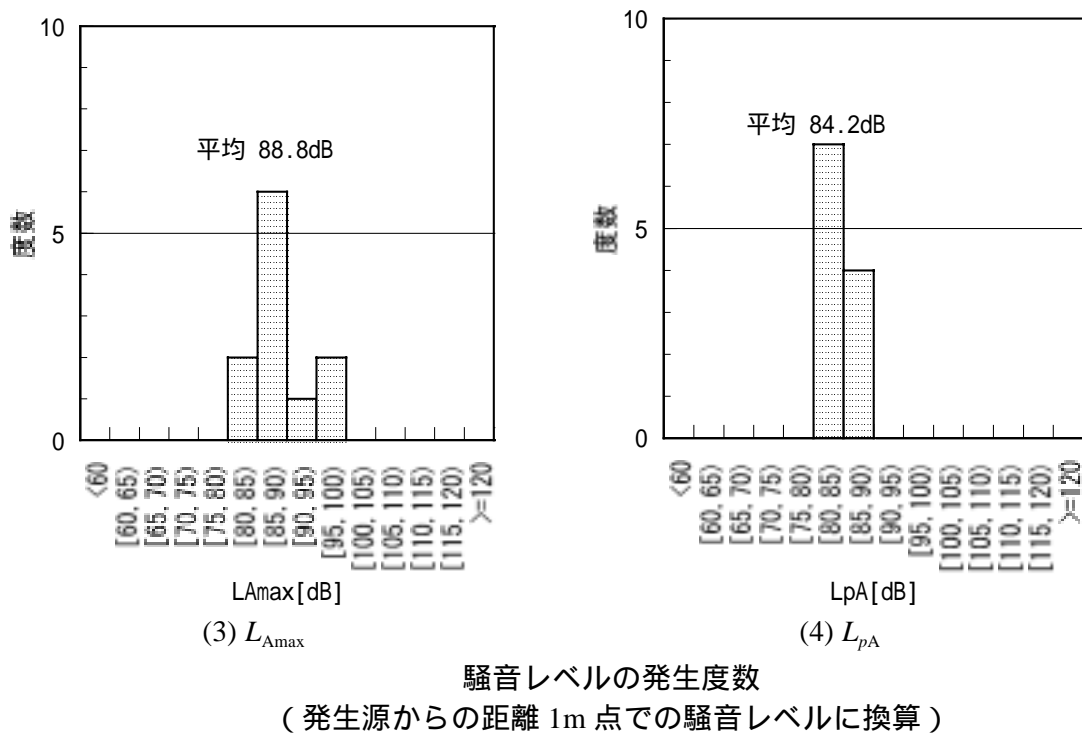
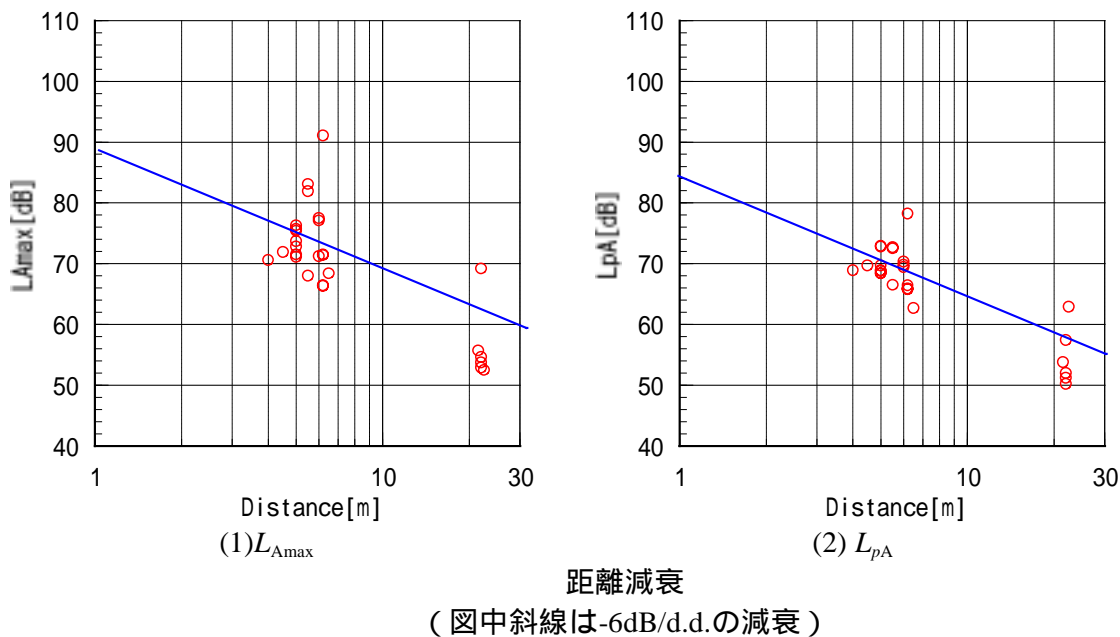
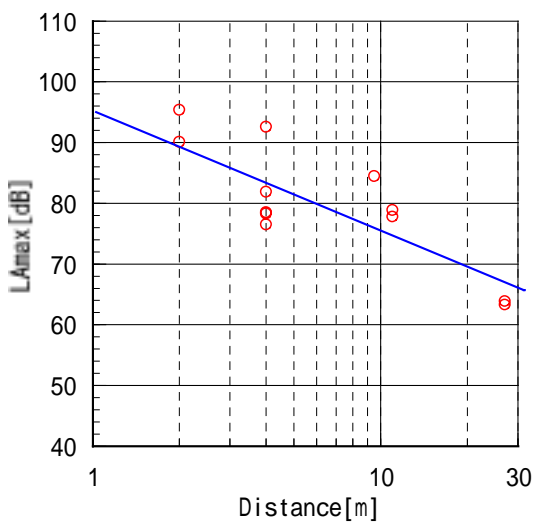
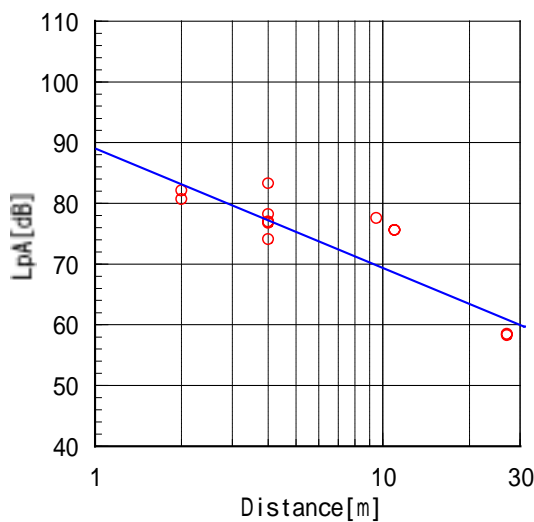


図4 廃棄物収集車両の騒音（廃棄物圧縮時）の距離減衰と発生度数



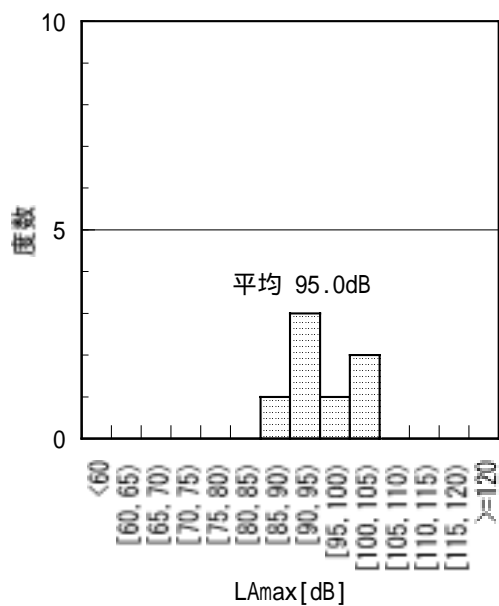
(1)  $L_{Amax}$



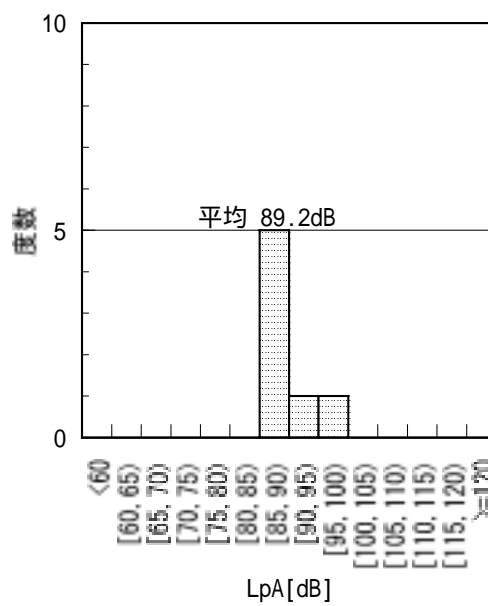
(2)  $L_{pA}$

距離減衰

( 図中斜線は-6dB/d.d.の減衰 )



(3)  $L_{Amax}$

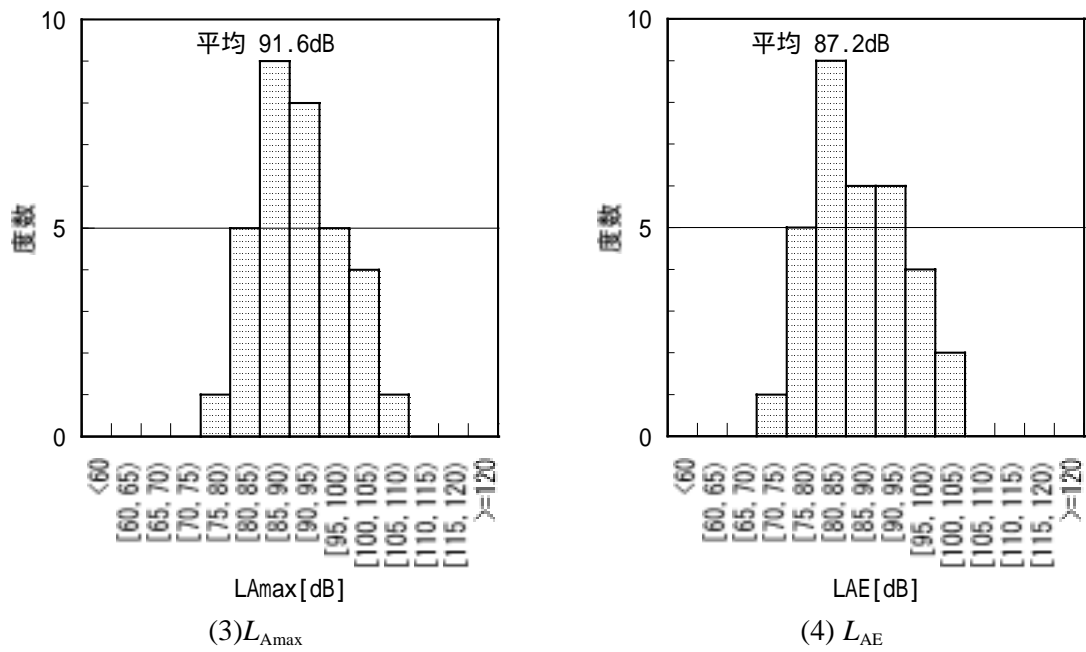
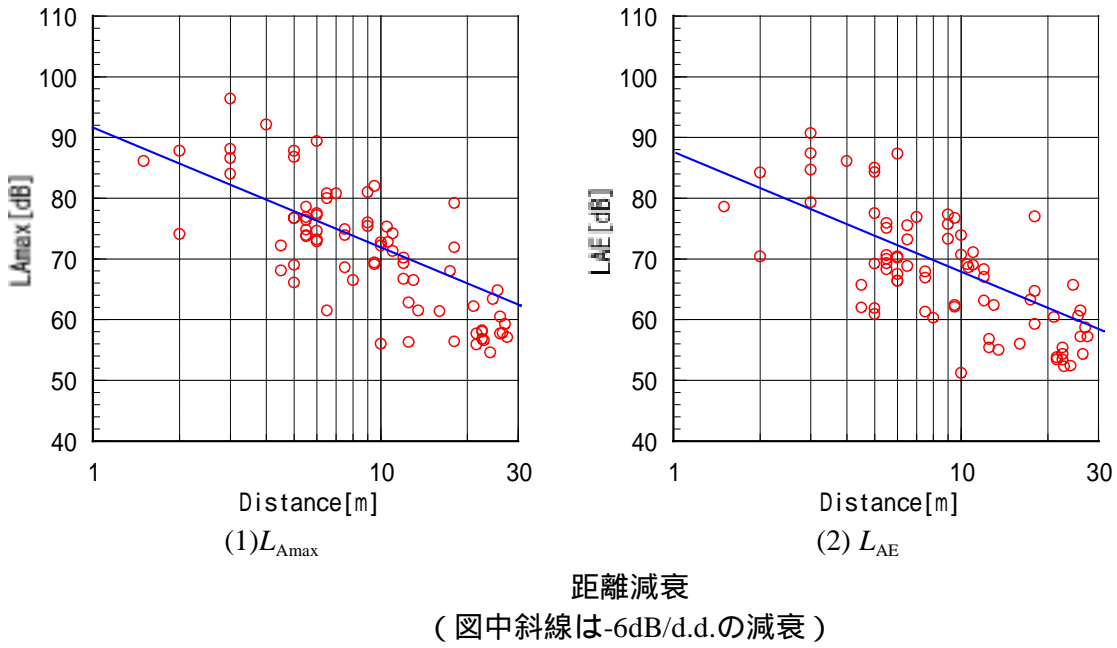


(4)  $L_{pA}$

騒音レベルの発生度数

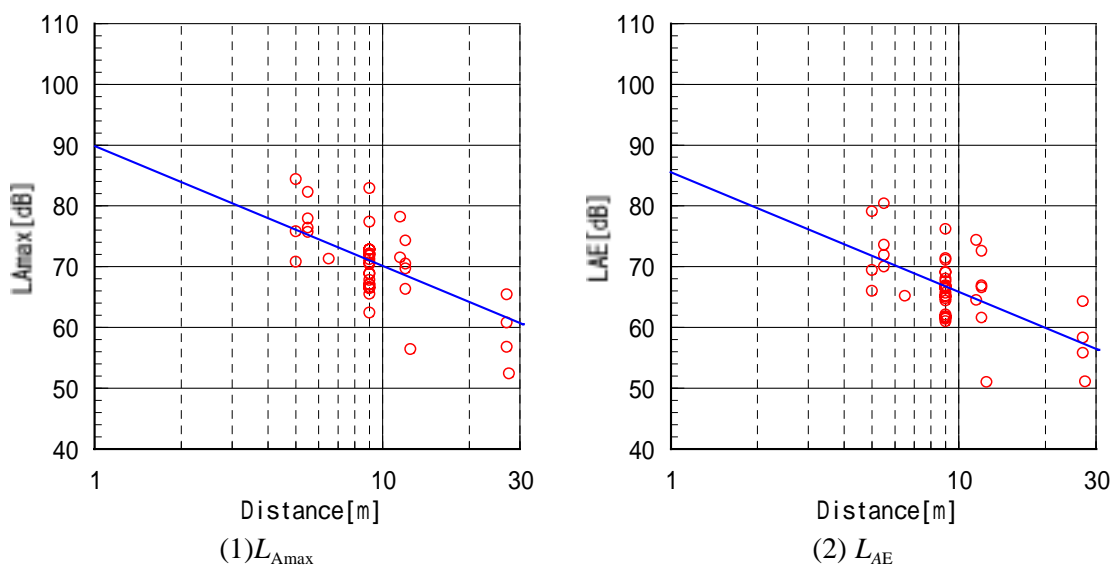
( 発生源からの距離 1m 点での騒音レベルに換算 )

図5 ドア開閉に伴う騒音の距離減衰と発生度数



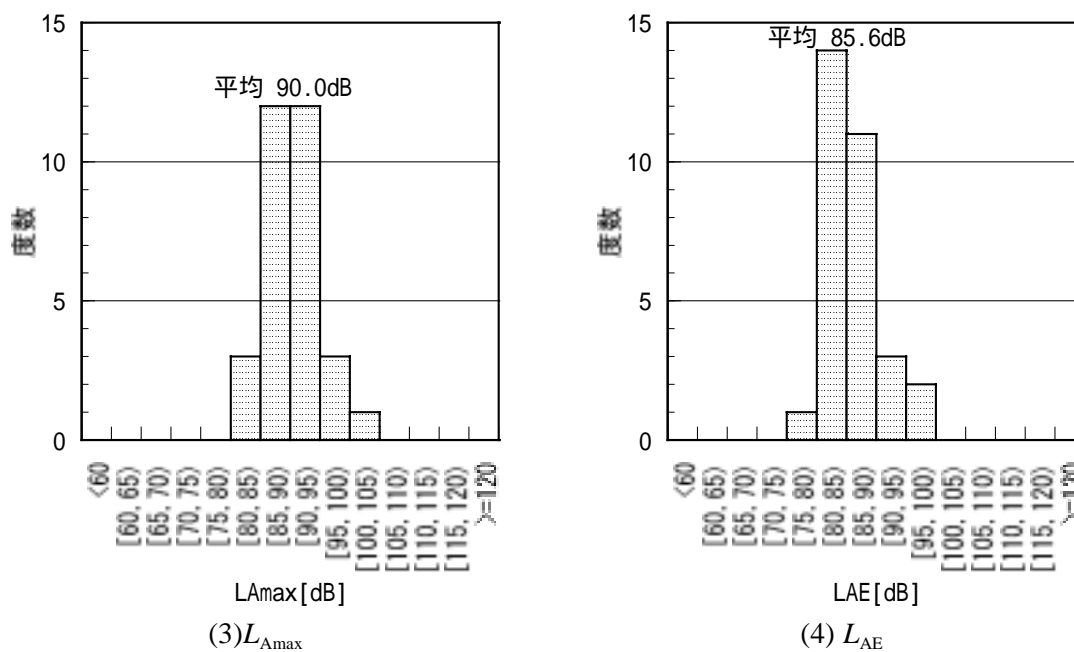
騒音レベルの発生度数  
( 発生源からの距離 1m 点での騒音レベルに換算 )

図6 荷下ろし作業等に伴う騒音（リフトと床面等との衝撃音）の距離減衰と発生度数



距離減衰

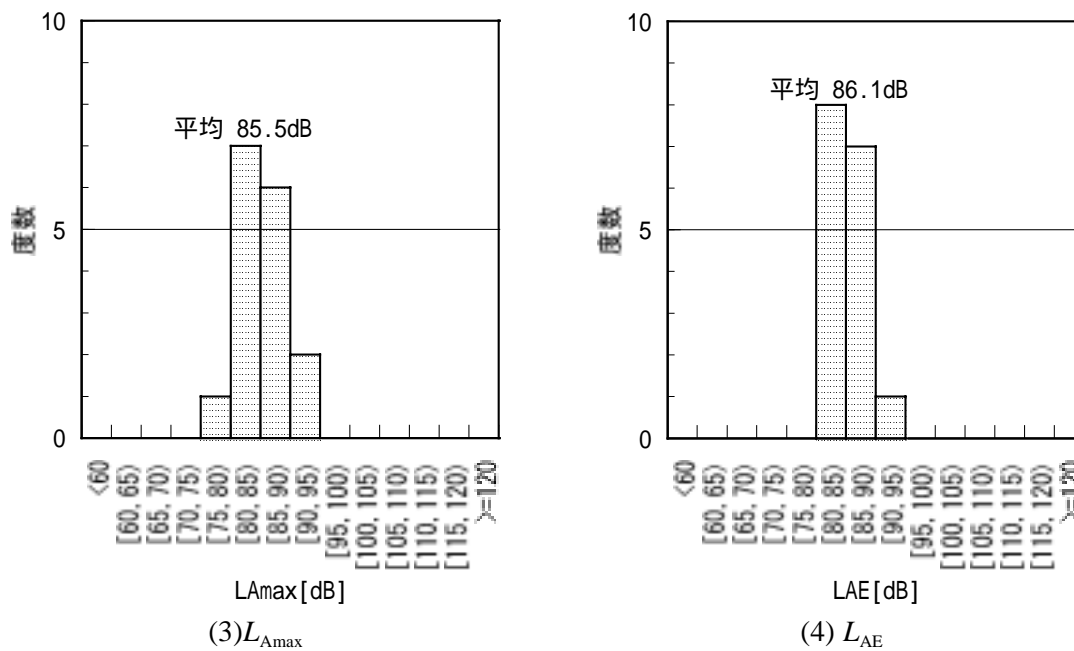
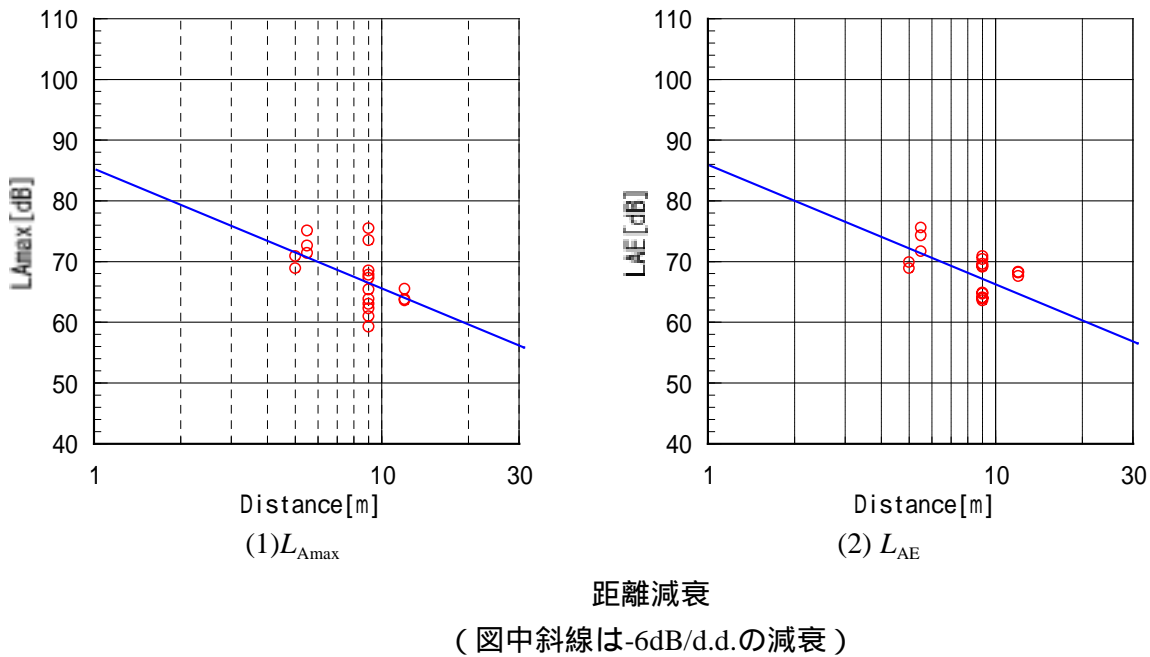
( 図中斜線は-6dB/d.d.の減衰 )



騒音レベルの発生度数

( 発生源からの距離 1m 点での騒音レベルに換算 )

図7 荷下ろし作業等に伴う騒音（リフト昇降音）の距離減衰と発生度数



騒音レベルの発生度数  
( 発生源からの距離 1m 点での騒音レベルに換算 )

【備考1】各種騒音源の周波数特性の分析

各種騒音源のパワーモニター点において測定した騒音を対象に周波数分析を行い、単発騒音暴露レベルの周波数特性について分析した。分析結果は表9に示すとおりであり、卓越周波数は1kHz前後であった。

表9 各種騒音源の単発騒音暴露レベル ( $L_{AE}$ ) の卓越周波数

騒音の種類	分類	卓越周波数
荷さばき作業に伴う後進警報ブザー		2kHz
廃棄物収集作業	・廃棄物非圧縮時	1kHz
	・廃棄物圧縮時	1kHz
ドア開閉音		500Hz
荷下ろし作業等に伴う騒音	・リフトと床面等の衝撃音	1kHz
	・リフト昇降音	1kHz

【備考2】気象条件の分析

風速、気温、湿度の気象観測結果は表10に示すとおりである。

平均風速は1 m/s 程度かそれ以下であり、騒音に影響を及ぼす状態ではなかった。

表10 気象の観測結果

名称	測定日、測定時間	天候	気象観測結果		
			風速[m/s]	気温[ ]	湿度[%]
店舗A	H10.3、7:00～10:00	晴れ	0.2～0.9	9～14	60～73
店舗B	H11.3、8:00～11:00	曇り	0.1～1.2	15～17	72～86
店舗C	H11.4、4:00～6:00	晴れ	0.1以下	6	90～97