

トランジットモールに路面電車をを用いた場合の交通騒音の減少

九州工業大学大学院 学生会員 幡手 和久  
 九州工業大学大学院 学生会員 隈 清悟  
 九州工業大学大学院 正会員 浦 英樹  
 九州工業大学大学院 正会員 渡辺 義則

1. はじめに

トランジットモールの導入による市街地空間の視覚的な質の向上は強調されているが、音環境という視点からの効果は十分に検討されていない。よって、トランジットモール化により市街地空間の音環境がどの程度改善されるのかを明らかにする必要がある。そこで本研究では、トランジットモールへ乗り入れる公共交通機関として路面電車を想定し、自動車利用者を路面電車に転換させた場合の減音効果について検討した。

2. 路面電車の中間部の騒音

まず、路面電車の中間部における予測モデルについて検討する。  
 点音源モデル：無指向性の固定点音源で発生した音が時間に関係なく一定で、幾何減衰すると仮定

$$PWL = L + 20 \log_{10} d + 8 \quad \dots(1)$$

線音源モデル：指向性の有限長線音源で発生した音が時間に関係なく一定で、幾何減衰すると仮定

$$PWL = L + 5 + 10 \log_{10} d - 10 \log_{10} \left[ \frac{s/2d}{1+(s/2d)^2} + \text{actan}(s/2d) \right] \dots(2)$$

PWL：パワーレベル (dB(A))

L：騒音レベル (dB(A))

d：音源と受音点の距離(m)

s：路面電車の長さ(m)

測定データを基に式(1),(2)から各測点の各速度におけるPWLを求め、速度ごとにPWLの平均値と不偏分散を求めた。速度によってPWLの分散に差があるか否か検定を行なった結果、差がないといえるので、速度に無関係にPWLの標準偏差(U<sub>0</sub>)を求めて比較を行ない、図-1に示す(図-1中の分類番号は表-1に示す)。この結果、大部分において点音源モデルよりも線音源モデルの方が標準偏差が小さいので、路面電車の中間部の分析は線音源モデルで行なうことにした。

次に、16分類中の同一種類、同一条件の車両についてまとめられるかについて検定を行なう。この結果、在来、長崎・軽快、LRT/軽快・空調入り、軽快・空調切りの4つの分類にまとめることができた。これを図-2および表-2に示す。このPWLを用いて路面電車の等価騒音レベルL<sub>eq</sub>を求める。

3. 自動車騒音

自動車は無指向性の移動点音源で、発生した音が幾何減衰

表-1 分類番号

分類No. 1	広島	在来	空調切り	慣行	
No. 2				力行	
No. 3		軽快	空調入り	慣行	
No. 4				力行	
No. 5	長崎	軽快	空調切り	慣行	
No. 6				力行	
No. 7		LRT	空調入り	加速	
No. 8				定常	
No. 9		熊本	LRT	減速	減速
No. 10					加速
No. 11	在来			加速	
No. 12				定常	
No. 13			減速		
No. 14			加速		
No. 15				定常	
No. 16				減速	

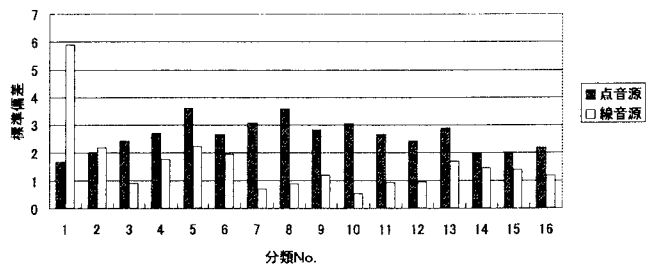


図-1 点音源モデルと線音源モデルの比較

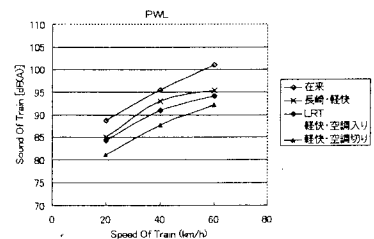


図-2 各分類のPWL (dB(A))

表-2 各分類のPWL (dB(A))

速度(km/h)	20	40	60
在来	88.6	95.5	100.9
長崎・軽快	85.1	93.0	95.4
LRT/軽快・空調入り	84.2	91.0	94.1
軽快・空調切り	81.2	87.6	92.1

するとして、単独車走行時の騒音の無限長及び有限長 ( $[0, M]$ 、 $Z_M=1$ ) での音の強さの積分値 (dB(A)) は、それぞれ以下の式で求められる。

$$\text{無限長} : S_G = \text{PWL} + 2.6 - 10 \log V - 10 \log d \quad \dots (3)$$

$$\text{有限長} : S_G' = \text{PWL} - 3.4 - 10 \log V - 10 \log d \quad \dots (4)$$

PWL : パワーレベル (dB(A)) , V : 車両走行速度 (km/h)

d : 音源と受音点間の距離 (m)

乗用車および小型トラック (速度 40km/h) の PWL をパワー平均し、この平均 PWL を用いて式 (4) より  $S_G'$  の理論値を求める。これより、乗用車の PWL は 89.8dB(A)、小型トラックは 103.4dB(A) となることが既往の結果から分かっている。これを表-3 に示す。この PWL を用いて自動車の等価騒音レベル  $L_{eq}$  を求める。

表-3 乗用車、小型トラックの PWL

	乗用車	小型トラック
PWL	89.8	103.4

単位: dB(A)

#### 4. 自動車利用者を路面電車に転換した場合の交通騒音の低減

$L_{eq}$  は以下の式で求められる。

自動車 :

$$L_{eq} = \text{PWL} + 10 \log_{10} Q - 10 \log_{10} V - 10 \log_{10} d - 33 \quad \dots (5)$$

路面電車の中間部 :

$$L_{eq} = \overline{L_{AE}} + 10 \log_{10} (N/T) \\ = \text{PWL} - 10 \log_{10} d + 10 \log_{10} \frac{\pi S}{2v} + 10 \log_{10} (N/T) \quad \dots (6)$$

Q : 時間交通量 (台/時), N/T : 車両本数 (台/時)

2車線道路を想定し、センターラインより 10m、高さ 1.2m 地点、路面電車軌道中心より 10m、高さ 1.2m 地点の騒音を考える。なお、時間交通量 1610 台/時 (平均乗車人員 1.2 人/台)、自動車の速度 40km/h、路面電車の定員は 72 人とする。

全て乗用車とし、電車への転換率を 10、30、50、70、80、90、95、100%と変えて検討した。軽快電車・空調入り (40km/h) の結果を図-3 に示す。但し、乗用車も路面電車も同じ場所を走行するものとした。

転換率 100%では、1932 人の利用者は路面電車 27 台に転換することとなり、予測される減音量は 20km/h で 7.4dB(A)、40km/h で 3.9dB(A)、60km/h で 2.5dB(A)となる。

図-4 および表-4 より 5dB(A)を低減しようとするならば、20km/h で 82%以上の転換が必要となる。また、40km/h および 60km/h では 100%自動車に転換しても 5dB(A)の減音はできない。速度が速ければ路面電車からの騒音が、また転換率が低ければ乗用車からの騒音が大きく影響しほとんど低減は見込まれない。代わりとなる乗物の音が小さいほど、乗用車の台数減少で得られる減音量に近い減音が見られる。

#### 5. まとめ

- (1) 路面電車の中間部の騒音は指向性の有限長線音源で、音は幾何減衰している。
- (2) 対象とした路面電車は大きく 4 つに分類できる。
- (3) 5dB(A)の減音を図るならば軽快電車・空調入りの場合、時速 20km/h で 82%以上の転換が必要である。
- (4) 軽快電車・空調入りの場合、時速 40km/h および 60km/h では 100%自動車に転換しても 5dB(A)の減音を図れない。
- (5) トランジットモールで路面電車 (軽快電車) を使用するならば低速走行の場合、2~3 割程度までなら自動車 (タクシーや荷さばきの車) を許可しても良いと考えられる。

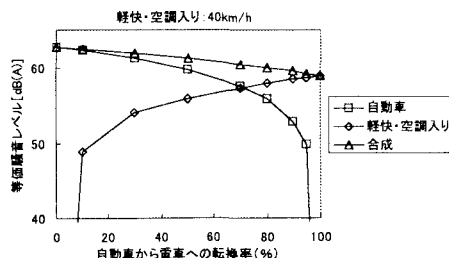


図-3 等価騒音レベル  $L_{eq}$  (dB(A))

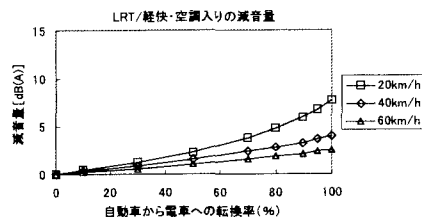


図-4 減音量 (dB(A))

表-4 5dB 減音時の転換率

速度	20 km/h	40 km/h	60 km/h
在来	—	—	—
長崎・軽快	86	—	—
LRT/軽快・空調入り	82	—	—
軽快・空調切り	74	84	—

単位: %