

電気自動車等の低騒音の車両導入による道路交通騒音の減少について*

A Consideration on Reducing Road Traffic Noise by Widespreading
Low-noise Vehicles Like Electric Ones*

渡辺義則**・出口忠義***

By Yoshinori WATANABE** and Tadayoshi DEGUCHI***

1. まえがき

これまでに、政府が法的拘束力のある自動車の許容基準を設定して、エンジン系の音の減少を図ってきた。本研究では、その究極に近いものとして、電気自動車等の低騒音の車を導入した場合の道路交通騒音の低減量を推定する。具体的には、

(1) 推定精度を高めるために、電気自動車等の低騒音の車（バンクラス）が一定の速度で単独で走行した時に発生する騒音の大きさを把握する。また、今日使用されているガソリン車に比較してどの程度の減音量かを自動車の速度毎に調べる。

(2) 最大積載量 2 tf 以上のトラックが電気自動車等の低騒音の車になった時の音響パワーレベルを最大積載量別に算出可能にする。

(3) 電気自動車等の低騒音の車の導入状況（シナリオ）をいくつか想定して道路交通騒音の低減量を推定する。現実の道路には様々な積載量のディーゼルトラックが混在して走行している。従って、電気自動車等の低騒音の車がどの程度の範囲で導入されるかによって減音量は異なるはずである。

2. ガソリン車とディーゼル車の走行音

(1) 定常走行時のパワーレベル

現在、道路を走行している車はガソリン車とディーゼル車がその大部分を占める。従って、電気自動車等の低騒音の車の導入による騒音の低減量を推定するためには、まず、ガソリン車とディーゼル車

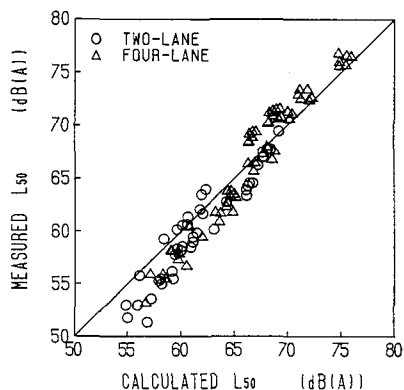


図-1 中央値の実測値と予測値の比較

の定常走行時の音を予測計算する式が必要となる。その式として本研究では第2段階規制（昭和61年規制）適合の車を対象とした次式¹⁾を用いた。

$$PWL=0.2V+86+10\log_{10}((1-A)+5A) \quad \cdots(1)$$

A : 大型車混入率

V : 車両の平均速度(Km/h)

なお、式(1)を用いることの妥当性は次の要領で検討した。まず、文献2によれば第2段階規制適合の乗用車と大型車のパワーレベル(PWL)はそれぞれ次式で表されることが報告されている。

$$\text{乗用車: } PWL=0.2V+85.5 \quad (\text{相関係数 } 0.88)$$

$$\text{大型車: } PWL=0.2V+91.8 \quad (\text{相関係数 } 0.76)$$

次に、著者らも2または4車線で、道路勾配の影響が少ない直線道路区間を対象に騒音を調査した。騒音計は沿道の構造物による遮音の影響が少ない所に設置した。調査範囲などの詳細は文献3で報告しているのでここでは割愛する。いま、音が幾何減衰すると仮定すれば、無限遠まで開放された平坦部直線道路区間での騒音レベルの中央値 L_{50} は、理論上、次式で表される¹⁾。

$$L_{50}=PWL-8-20\log_{10}D+$$

*キーワーズ:交通公害、道路計画、環境計画

**正員、工博、九州工業大学工学部設計生産工学科
(福岡県北九州市戸畑区仙水町1番1号、TEL 093-884-3108、FAX 093-884-3100)

***正員、工修、パンフィックコンサルタンツ(大阪府大阪市淀川区西中島4丁目3番24号大阪木村第3ビル、TEL 06-886-8437)

$$10\log_{10}(\pi D/S \cdot \tanh(2\pi D/S)) \quad \dots (2)$$

$$S=1000V/Q$$

S : 平均車頭間隔(m)

D : 音源と受音点間の距離

図-1³⁾に L_{50} の実測値と式(1),(2)を利用したの予測値を比較して示すが、その差は小さい。

以上の検討からガソリン車とディーゼル車の定常走行時のPWLを式(1)で計算するのは妥当であると判断した。

(2) 惰行走行音の予測計算式

本節ではエンジン系の音を削減したものとして、ガソリン車とディーゼル車の惰行走行時の音を予測計算する式を既往の報告^{4)~9)}から導く。なお、惰行走行音は主に風切り音、タイヤと路面の接触音、動力伝達装置からの機械音で構成される。また、タイヤトレッドは数種に分類されるが、本研究では最も静かで、普及しているリブタイヤを対象にする。

a) 積載量と惰行走行音

最大積載量の異なる車両について、Waterは空載(アスファルト舗装、リブタイヤ)、Millは満載(異なったタイプの舗装やタイヤが少し含まれる)で惰行走行音を測定し、次の結果(単位はSIに換算)を得たが、この両式で計算した値を比較してみると大差がないことが文献4で報告されている。

Water :

$$dB(A)=30\log_{10}V+30\log_{10}W_I-50.2 \quad \dots (3)$$

Mill :

$$dB(A)=30\log_{10}V+7\log_{10}W_G+14.9 \quad \dots (4)$$

dB(A) : 車両中心から7.5m側方の音

V : 速度(Km/h)

W_G : 車両総重量(tf)

W_I : タイヤの公称幅(mm)

また、坂上⁵⁾は最大積載量3.5tfの車両をコンクリート舗装された道路上で惰行走行させた所、リブタイヤを装着した車両の場合には、空載と満載で走行音の大きさに大差がないと報告している。

以上のことから、ガソリン車とディーゼル車の惰行走行音の大きさに関して言えば、積載量が異なることに起因する差は小さいと判断した。

b) 惰行走行音を予測計算する式の導出

惰行走行音が車の大きさに比例して変化する何

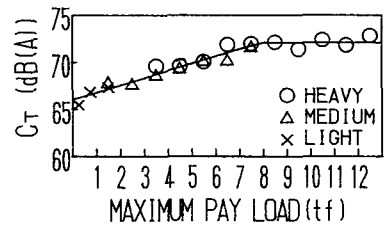


図-2 最大積載量による惰行走行音の変化

らかの物理量に関係するのは事実であり、Millは車両総重量で、Waterはタイヤの公称幅でこれを表現している。しかし2(2)a)の検討結果から、積載量が惰行走行音の大きさに有意な影響を及ぼさないと判断されるので、本節ではWaterの考え方を採用して、惰行走行音を予測計算する式を導出した。なお、速度Vに対しては $30\log_{10}V$ で増加すると仮定した。

本研究においては自動車騒音規制の自動車の種別⁶⁾に従って、車両を大型車、中型車、小型車、乗用車に分けて考える。具体的には、トラックについては車両総重量、原動機の最高出力をもとに大型車(最大積載量3~12tf)、中型車(同1~7tf)、小型車(同0.5tf未満~2tf未満)に分類した後に、自動車諸元表⁷⁾から車種別・最大積載量別にタイヤの公称幅の平均値 W_{IM} を算出した。最大積載量X(tf)と $C_T (=30\log_{10}W_{IM})$ の関係を図-2に示す。図中HEAVY,MEDIUM,LIGHTは大、中、小型車に対応し、実線は回帰直線($0.1 \leq X < 8$)と平均値($X \geq 8$)である。

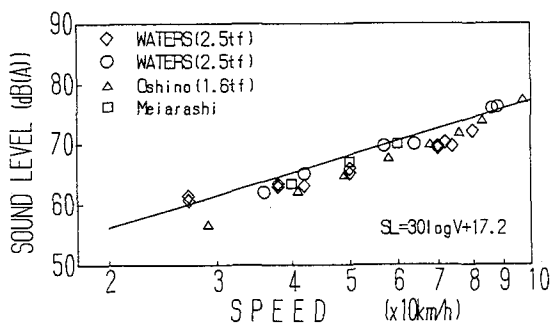
$$C_T = 66.1 + 0.76X \quad 0.1 \leq X < 8 \quad (\text{相関係数 } 0.96) \quad \dots (5)$$

$$C_T = 72.1 \quad X \geq 8 \quad (\text{総データ数 } 212) \quad \dots (6)$$

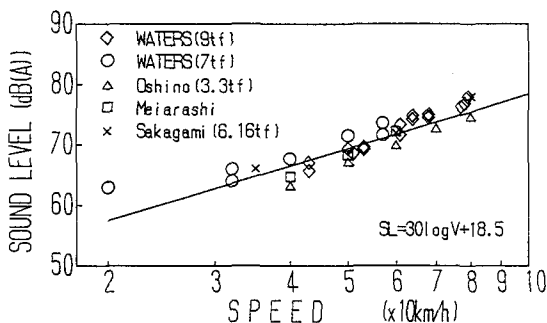
乗用車については排気量別に軽(排気量660cc)、小型1(排気量1000~1499cc)、小型2(排気量1500~1999cc)、普通(排気量2000cc以上)に分けて公称幅を求めたが、 C_T に直せば大きな差がなかったので、すべての車についてのタイヤの公称幅の平均値 $W_{IM}=177\text{mm}$ を使用した。つまり、

$$C_T = 67.5 \quad (\text{総データ数 } 1046) \quad \dots (7)$$

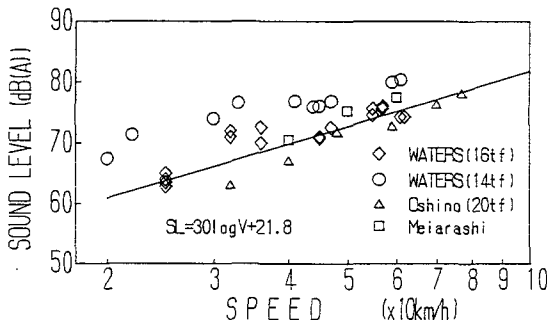
次に既に報告されているガソリン車とディーゼル車の惰行走行音の測定結果^{2) 4) 8) 9)}と式(3)、(5)~(7)を利用して導いた次式と比較して図-3に示す。なお、図中の()内は試験車の車両総重量で



a) 乗用車と小型車



b) 中型車



c) 大型車

図-3 惰行走行音の実測値と予測値の比較

ある。

$$SL = 30 \log_{10} V + C_T - 50.2 \quad \dots (8)$$

$$\text{乗用車: } SL = 30 \log_{10} V + 17.2 \quad \dots (9)$$

$$\text{中型車: } SL = 30 \log_{10} V + 18.5 \quad \dots (10)$$

$$\text{大型車: } SL = 30 \log_{10} V + 21.8 \quad \dots (11)$$

SL: 車両中心から 7.5m 側方の音 (dB(A))

ただし、乗用車と小型車はデータが少なく、かつ、値も近いのでまとめて示した。中型車は最大積載量は 3.5tf で $C_T = 68.8$ 、大型車は最大積載量は 8tf 以

上で $C_T = 72.1$ を代入した。図-3 より大型車では式(11)と差がある場合もあるが、それを除けば式(9)~(11)は実測値とよく一致している。従って、式(5)~(8)は乗用車、トラックの惰行走行音を比較的精度良く予測計算できると考えてよい。

3. 電気自動車等の低騒音の車の走行音

(1) 実験概要

電気自動車等の低騒音の車（バンクラス）とガソリン車の走行音を比較するために騒音測定実験を行った。実験では表-1 に示す諸元の電気自動車を 2 台、天然ガス車 1 台を使用し、走行状態は定常走行と惰行走行である。そして各車につき走行状態別に一定速度で走行させた（範囲 30~60km/h）。騒音計のマイクロホンは道路中央から 7.5m 側方で、高さ 0.5m (RION NA29E)、1.2m (同 NA29E)、2.4m (同 NA29) の 3 カ所に設置した。マイクロホンを通して騒音計 (A 特性) に入力した音を TEAC PCM DATA RECORDER に記録し、後日、研究室で分析した。測定の概略を図-4 に示す。また、ここでいう惰行走行とは測定点の約 20m 手前でエンジンを切り、ギアは一台の電気自動車はニュートラル、他の一台の電気自動車と天然ガス車については、トップにつないだままの状態であった。なお、ギアの状態が異なっているのは、実験時の運転者への指示が不徹底であったことによる。

(2) 実験結果

定常及び惰行の各走行状態別、各速度毎に車 1 台につき通常 5 回測定した。2 台の電気自動車、天然ガス車について各受音点の騒音レベルのピーク値（騒音計の動特性 FAST）の平均値を求めた。ここで、ピーク値とは自動車が測定地点近傍を通過する際に観測される最大の騒音レベルで、レベルレコーダーから読み取った。2 台の電気自動車に関して、受音点 0.5, 1.2, 2.4m のピーク値から、音源を舗装面上に仮定して、定常及び惰行の各走行状態別に PWL を求めて図-5 に示す。なお、図中の power-by は定常走行、coast-by は惰行走行を意味する。これから電気自動車（バンクラス）は定常走行と惰行走行で PWL に大きな差はないこと、また、PWL が受音

表-1 試験車の諸元

試験車	初度登録年	車名	型式	車両総重量
電気自動車	平成2年	ハイゼットバン電気自動車 (低床ハイルーフ)	M-S80V	1.385tf
電気自動車	平成5年	ハイゼットバン電気自動車 (平床ハイルーフ)	V-S90V	1.540
天然ガス車	平成6年	ハイゼットバン圧縮天然ガス自動車	VS-82V	0.975

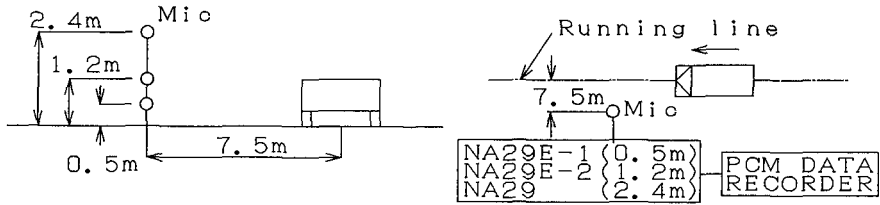


図-4 測定の概略

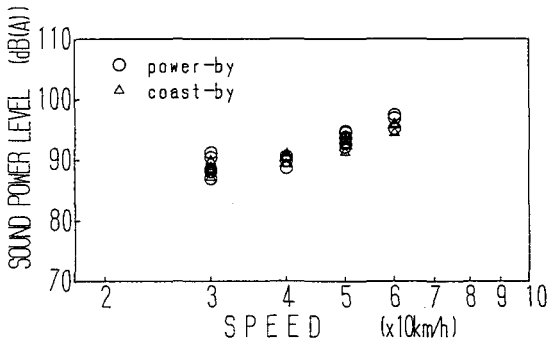


図-5 電気自動車の定常及び惰行走行時のパワーレベル (受音点の高さ 0.5, 1.2, 2.4m)

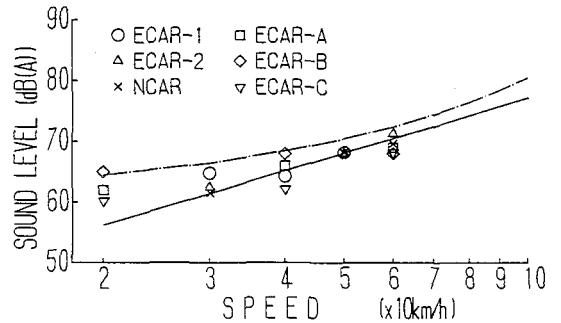


図-6 電気自動車及び天然ガス車の定常走行音

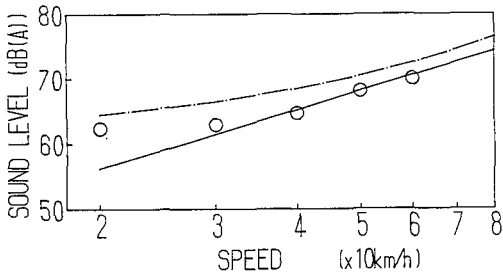


図-7 電気自動車及び天然ガス車の定常走行音の平均値

表-2 電気自動車等 (バンクラス) の騒音レベルの平均値並びにガソリン車との差

速度 (km/h)	20	30	40	50	60
平均値 (dB(A))	62.3	62.9	64.7	68.1	70.0
ガソリン車との差	1.8	3.6	3.8	2.4	2.5

点間で大きな差を生じていないので、垂直面内においては PWL は無指向性と仮定してよいことが認められる。

次に、車両中心から 7.5m 側方で、舗装面からの高さ 1.2m の受音点での定常走行音について、電気自動車 2 台と天然ガス車の著者らの騒音測定結果 (ECAR-1、ECAR-2、NCAR) に、電気自動車の騒音に関する他の報告の結果¹⁰⁾ (ECAR A,B,C) も追加して図-6 に示す。また、これらの騒音レベルには大きな差が認められないので、すべてを平均して

図-7に示す。なお、図-6、7中の一点鎖線は、ガソリン車の定常走行音で、式(1)から求めた乗用車1台分のPWLと、車両中心から受音点までの距離 $D_0=7.5\text{m}$ から、式(12)を用いて計算した。また、同じく実線は式(9)から求めた惰行走行音である。

$$L_1=0.2V+86-8-20\log D_0 \\ =0.2V+60.5 \quad \dots(12)$$

図-6、7から20km/hという低い速度では電気自動車及び天然ガス車はガソリン車の定常走行音を示す式(12)に近い値を示しており、30km/h以上の速度ではガソリン車の惰行走行音を示す式(9)にほぼ一致している。図-7から式(12)と電気自動車及び天然ガス車の定常走行音の平均値との差を求めて表-2に示す。ガソリン車の定常走行音との差は30km/h以上の速度では約3 dB(A)である。更に、電気自動車等(パンクラス)の定常走行音はガソリン車(乗用車)の惰行走行音に近いので、式(9)を利用して、電気自動車等の低騒音の車のパワーレベルを推定できる。

4. 電気自動車等の低騒音の車の導入状況とその減音効果

電気自動車等の低騒音の車を導入すると言っても、全ての車両を低騒音の車に換えることができるとは、現時点では考え難い。現実には大きな積載量のディーゼルトラックが混在して走行することが予想される。つまり、道路には種類の異なる車両が混在して走行することになる。従って、ここではこのような場合の平均パワーレベルを算出して、電気自動車等の低騒音の車の導入に伴う騒音の低減量を推定する。

(1) 平均パワーレベルの算出方法

平均パワーレベルは次の要領で算出した。まず、3.の結果より小型車類だけでなく大型車類についても、電気自動車等の低騒音の車になるとその定常走行音は式(8),(5),(6)で予測できると仮定する。なお、自動車騒音規制では大型車類は大、中、小型車に2(2)b)で述べた要領で細分される。しかし、文献11ではこれと若干異なった要領で、大、中、小型車に分けて式(1)を導出している。それゆえ、こ

では大型車類の台数比率 $P_1 \sim P_3$ を文献11と同じ要領で求めた。つまり文献12中の車両総重量別自動車保有車両数のうち、貨物用普通車、乗合用及び特殊用途用の車両を、便宜上、以下のように区分した。

大型車：車両総重量13tfを超えるもの

中型車：車両総重量4tfを超え、13tf以下のもの

小型車：車両総重量4tf以下のもの

その結果、 $P_1=0.192$ 、 $P_2=0.627$ 、 $P_3=0.181$ を得た。

第2段階規制(昭和62年規制)における大型車類の大、中、小型車のパワーレベル及び小型車類のそれ(ガソリン車やディーゼル車が定常走行する場合)は、大型車類については、

$$\text{大型車: } L_A=0.2V+94 \quad \dots(13)$$

$$\text{中型車: } L_B=0.2V+93 \quad \dots(14)$$

$$\text{小型車: } L_C=0.2V+92 \quad \dots(15)$$

なお、これらの式は昭和46年に発表された自動車騒音の許容限度の相対値(小型車に比べ中、大型車はそれぞれ4、6dB大きい)と、第2段階規制での定常走行騒音低減量¹⁾(昭和46年規制段階からの)から算出した。

また、小型車類については式(1)より

$$L_S=0.2V+86 \quad \dots(16)$$

次に、音源を舗装表面上に仮定して、式(8)に示す惰行走行音をパワーレベルに換算すると

$$L_E=30\log V+C_T-24.7 \quad \dots(17)$$

前述の様に大型車類は大、中、小型車に細分され、その台数比率は車両総重量別自動車保有車両数から求められる。一方、 C_T は最大積載量の関数(式(5)、(6))である。それゆえ、ここでは、各車両総重量に対応する最大積載量(平均値)を文献7から求めた後に、式(5)、(6)から C_T の値を求めた。つまり、大型車類の惰行走行音のパワーレベル L_2 は、式(17)、(5)、(6)から次の様にして求める。

$$N_{ij}=30\log_{10} V+0.76X_{ij}+41.4 \\ (0.1 \leq X_{ij} < 8) \quad \dots(18)$$

$$N_{ij}=30\log_{10} V+47.4 \quad (8 \leq X_{ij}) \quad \dots(19)$$

$$M_i=10\log \sum_{j=1}^{k_i} (10^{N_{ij}/10} \times Q_{ij}) \quad \dots(20)$$

$$L_2=10\log \sum_{i=1}^3 (10^{M_i/10} \times P_i) \quad \dots(21)$$

表-3 パワーレベルの計算に使用した数値

	j	車両総重量	最大積載量 の平均 Kgf	台数比率 %	
				Q_{ij}	P_i
小型車 ($i=3$)	1	1000kgf以下	204	0.7	18.1
	2	1001- 2000	402	19.7	
	3	2001- 3000	851	58.9	
	4	3001- 4000	1444	20.7	
中型車 ($i=2$)	1	4001- 5000	1989	25.1	62.7
	2	5001- 6000	2656	14.2	
	3	6001- 7000	3523	7.7	
	4	7001- 8000	4052	36.5	
	5	8001- 9000	4833	1.1	
	6	9001-10000	5600	2.3	
	7	10001-11tf	—	0.8	
	8	11001-12tf	7000	0.9	
	9	12001-13tf	7600	11.4	
大型車 ($i=1$)	1	13tf超	7464~ 11338	100	19.2

N_{ij} :車両総重量別のパワーレベル

M_i :車種（大、中、小型車）別のパワーレベル

（大型車： $K_1=1$ 、中型車： $K_2=9$ 、小型車： $K_3=4$ ）

Q_{ij} :車両総重量別の台数比率

式(20)を用いて全て電気自動車等の低騒音の車に換わった場合のパワーレベルを車種毎に計算すると、

$$\text{大型車: } M_1 = 30 \log_{10} V + 47.4 \quad \dots (22)$$

$$\text{中型車: } M_2 = 30 \log_{10} V + 44.5 \quad \dots (23)$$

$$\text{小型車: } M_3 = 30 \log_{10} V + 42.1 \quad \dots (24)$$

表-3に計算に使用した数値をまとめて示す。ただし、大型車は最大積載量にかかわらず式(19)を、また、中型車で最大積載量が欠落した所は補間した後式(18)を使用した。一方、小型車類のパワーレベル L_1 は式(7)を式(17)に代入して

$$L_1 = 30 \log_{10} V + 42.8 \quad \dots (25)$$

次に、大型車類（全車種合計）及び小型車類（乗用車）の定常走行時と惰行走行時の差について検討する。大型車類の定常走行時のパワーレベル(式(13)～(15))及び惰行走行時のそれ(式(22)～(24))と台数比率 P_i から得られた式を以下に示す。

$$\text{定常走行: } L_P = 0.2V + 93 \quad \dots (26)$$

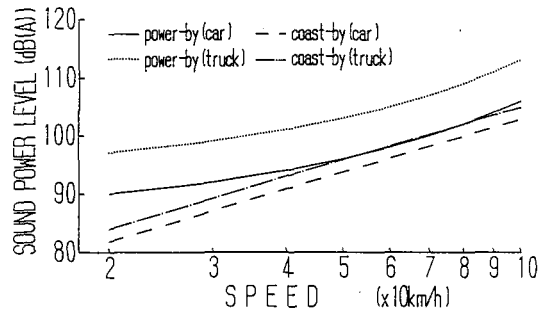


図-8 小型車類と大型車類の定常及び惰行走行時のパワーレベル

表-4 定常走行と惰行走行時のパワーレベルの差

速度 (km/h)	20	30	40	50	60
大型車類	13.0	9.7	7.9	7.0	6.7
小型車類	8.2	4.9	3.1	2.2	1.9

単位: dB(A)

$$\text{惰行走行: } L_C = 30 \log_{10} V + 45 \quad \dots (27)$$

小型車類（乗用車）の定常及び惰行走行時のパワーレベル（式(16),式(25)）と大型車類のそれ（式(26),(27)）を比較して図-8、表-4に示す。これから低速度では小型車類及び大型車類ともに定常走行時と惰行走行時のパワーレベルには差があるが、速度が上がるにつれて差は小さくなる。また、大型車類の定常走行と惰行走行のパワーレベルの差は小型車類の2倍以上となり、小型車類より大型車類の方が減音効果は大きいことが認められる。

(2) 導入状況とその減音効果

電気自動車等の低騒音の車の導入状況（シナリオ）を表-5に示すようにいくつか想定してその減音効果を推定する。現状では電気自動車等の低騒音の車が普及していない(ケース1)ので、その平均パワーレベルは式(1)で計算する。更に、導入状況別に $PWL = 0.2V + 84 + FA_1$ $\dots (28)$ の形で平均パワーレベルを表現すると、大型車混入による影響項 FA_1 は

$$(\text{ケース1}) FA_1 = 10 \log_{10} (1.6(1-A) + 8A) \quad \dots (29)$$

$$(\text{ケース2}) FA_2 = 10 \log_{10} ((1-A) + 1.6A) \quad \dots (30)$$

$$(\text{ケース3}) FA_3 = 10 \log_{10} ((1-A) + 3.2A) \quad \dots (31)$$

$$(\text{ケース4}) FA_4 = 10 \log_{10} ((1-A) + 7.8A) \quad \dots (32)$$

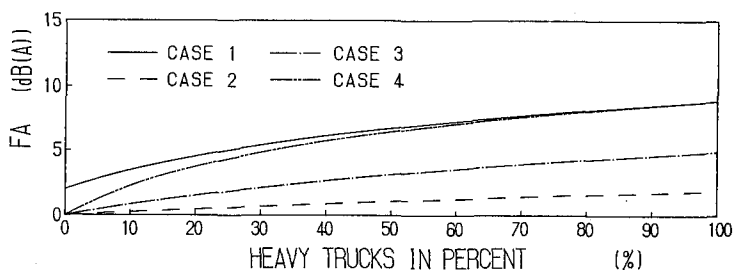


図-9 電気自動車等の低騒音の車の導入状況と
大型車混入による影響項

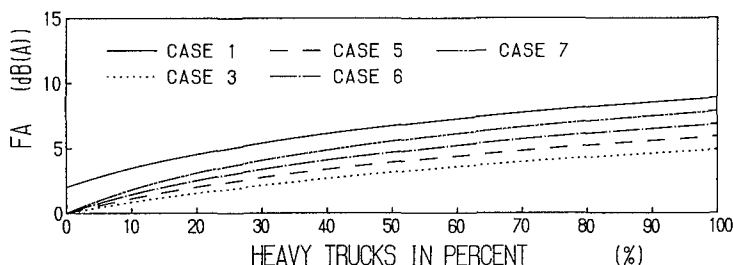


図-10 電気自動車等の低騒音の車の導入状況と
大型車混入による影響項（中型車を細分）

表-5 電気自動車等の低騒音の車の導入状況

導入状況	CASE
すべて低騒音の車に換える	2
小・中型車・乗用車を低騒音の車に換える	3
小型車・乗用車を低騒音の車に換える	4
中型車のうち車両総重量8tf（最大積載量4tf）以下の車・小型車・乗用車を低騒音の車に換える	5
中型車のうち車両総重量6tf（最大積載量2.5tf）以下の車・小型車・乗用車を低騒音の車に換える	6
中型車のうち車両総重量5tf（最大積載量2tf）以下の車・小型車・乗用車を低騒音の車に換える	7

表-6 導入状況と平均パワーレベルの減音量

大型車混入率	導入状況（ケース）					
	2	3	4	5	6	7
10%	3.1	2.7	1.2	2.4	2.0	1.7
80%	5.7	4.1	0.1	3.0	2.0	1.3

単位：dB(A)

積載量別の値は既発表の文献からは得られないので、ここでは積載量に関係なく式(14)を使用した。

式(29)～(35)の計算値を図-9,10に示す。例えば、大型車混入率10%（例えば昼間の都市部幹線道路では大型車混入率の平均値が文献13で8.3%、文献14で7.6%）、大型車混入率80%（例えば夜間に多数の大型車が通過する産業道路）の場合について、現状からの騒音低減音量を求めて表-6に示す。これより、

（1）大型車混入率10%の場合

a）全て、もしくは、小・中型車と小型車類を電気自動車等の低騒音の車に換えた場合（ケース2,3）には約3 dB(A)の減音効果が見込まれるが、大型車類の中の小型車と小型車類を低騒音の車に換えただけ（ケース4）では約1 dB(A)しか低減は見込まれな

$$(\text{ケース } 5) \text{ FA}_5 = 10 \log_{10}((1-A) + 4.0A) \quad \dots (33)$$

$$(\text{ケース } 6) \text{ FA}_6 = 10 \log_{10}((1-A) + 5.0A) \quad \dots (34)$$

$$(\text{ケース } 7) \text{ FA}_7 = 10 \log_{10}((1-A) + 6.3A) \quad \dots (35)$$

なお、FA_Iを導くにあたって、速度30～100km/hの範囲では

$$30 \log(V/60) \div 0.2(V-60) \quad \dots (28)$$

であることを利用した。また、中型車の定常走行時のパワーレベルの式(14)は中型車全体のパワーレベルであり、積載量別のそれではない。しかし、

い。つまり、中型車以上の車両を低騒音の車に換えないとあまり意味がない。しかし、現状では最大積載量が2tf以上の電気自動車は発表されていない。
b) どのクラスの中型車を低騒音の車に換えたら良いかを考える。車両総重量8tf(最大積載量約4tf)以下を換えた場合(ケース5)、車両総重量6tf(最大積載量約2.5tf)以下の場合(ケース6)、そして車両総重量5tf(最大積載量約2tf)以下の場合(ケース7)には、それぞれ2.4、2、1.7dB(A)の騒音の低減が見込まれる。従って、せめて車両総重量が5tf以下(最大積載量2tf以下)のクラスの車までを低騒音の車に換えないと約2dB(A)の減音効果は見込まれない。

(2) 大型車混入率80%の場合

全て電気自動車等の低騒音の車に換えた場合(ケース2)には約6dB(A)、小・中型車と小型車類を低騒音の車に換えた場合(ケース3)には約4dB(A)の減音が見込まれる。大型車混入率が低い場合より効果は大きくなる。

いずれにしても大型車類の中の小型車と小型車類だけではなく、中・大型車をも電気自動車等の低騒音の車に換えないと有意な減音効果が得られないことが認められる。

5. おわりに

本研究で得られた結果を以下にまとめて示す。

(1) 現在、道路を走行している車はガソリン車とディーゼル車がその大部分を占めるが、これらの車が定常走行時のパワーレベルは式(1)を用いて比較的精度良く計算できる。

(2) リブタイヤを装着したガソリン車とディーゼル車の惰行走行音は、乗用車は式(9)、トラックは式(8)と最大積載量の関数である式(5),(6)で比較的精度良く計算できる。

(3) 著者らの騒音測定結果と電気自動車の騒音に関する他の報告結果の平均値から、電気自動車等の低騒音の車(バンクラス)の定常走行音はガソリン車(乗用車)のそれより30km/h以上の速度では約3dB(A)小さい。また、それはガソリン車の惰行走行音に近いので、式(9)を用いて、電気自動車等の低騒音の車(バンクラス)の定常走行音を推定できる。

(4) 電気自動車等の低騒音の車を導入すると言っても、全ての車両を低騒音の車に換えることができないとは、現時点では考え難い。現実には大きな積載量のディーゼル車が混在して走行することが予想される。このような場合も想定して平均パワーレベルを算出して、電気自動車等の低騒音の車の導入に伴う騒音減音量を推定した。その結果、

a) 騒音低減量は大型車混入率によって異なる。

b) 大型車混入率が10%でその殆どが小型車類の時でも、大型車類の中の小型車と小型車類を電気自動車等の低騒音の車に換えただけでは約1dB(A)しか騒音の低減は見込まれない。

c) 全て低騒音の車に換えた場合には、大型車混入率10%では約3dB(A)、80%では約6dB(A)の減音効果が見込まれる。また、小・中型車と小型車類を低騒音の車に換えた場合には、大型車混入率10%では約3dB(A)、80%では約4dB(A)の減音が見込まれる。大型車混入率が高い方が減音量は大きい。

d) 有意な減音効果を得るためには、大型車類の中の小型車と小型車類だけではなく、中・大型車をも電気自動車、あるいは、エンジン系の音を削減して電気自動車と同等の音の大きさを持つ低騒音の車両に換える必要があると考えられる。

また、エンジン系の音を削減した電気自動車等はむしろ加速音の低減に有効なのではないかというご指摘を頂いた。定常走行時に比べて加速時の運転挙動は複雑であり、騒音の低減量をどの程度推定できるかは現時点では不明であるが、もっともな指摘であるので、今後、検討したいと考えている。

最後に本研究に対してご助力いただいた九州工業大学工学部 浦 英樹氏に感謝します。

参考文献

- 1) 清水博・足立義雄・辻靖三・根本守：道路環境，山海堂，1987。
- 2) 押野康夫：自動車の騒音放射特性と道路交通騒音の予測に関する研究（博士論文），1993。
- 3) 渡辺義則・本田明寛・村岡康広：都市部幹線道路近傍で騒音環境基準を遵守可能な環境容量の算出方法，環境システム研究，pp.92~98，1995。
- 4) WATERS, P. E.: Commercial Road Vehicle Noise, Journal of Sound and Vibration, pp.

191~199, 1974.

- 5) 坂上丈寿・安藤勇夫・熊谷泰弘・清水裕二：中型トラック用タイヤのタイヤ騒音に関する研究（その2），日本自動車研究所報告第6号，pp.41~115, 1972.
- 6) 環境庁：道路周辺の交通騒音状況，1994.
- 7) 自動車技術会：1994年版自動車諸元表，1994.
- 8) 明嵐政司・石田稔・加来照俊：排水性舗装の騒音低減要因に関する考察，日本音響学会誌，49-10, pp.691~698, 1993.
- 9) 押野康夫・上玉利恒夫・橘秀樹：マイクロホンアレイシステムを用いた大型自動車の部位別発

生騒音の測定，日本音響学会誌，47-12, pp.918~927, 1991.

- 10) 大阪自動車公害対策推進会議：大阪における自動車公害対策の歩み（その23），1993.
- 11) 社団法人 日本道路協会：道路環境整備マニュアル，丸善，1989.
- 12) (財)自動車検査登録協会：諸分類別自動車保有台数（NO.7），1995.
- 13) 北九州市：主要道路自動車交通騒音調査報告書（昭和62年度～平成元年度），1990.
- 14) 北九州市：主要道路自動車交通騒音調査報告書（平成2年度～平成4年度），1994.

電気自動車等の低騒音の車両導入による道路交通騒音の減少について

渡辺義則・出口忠義

これまでも政府が法的拘束力のある自動車の許容基準を設定して、エンジン系の音の減少を図ってきた。本研究ではその究極に近いものとして、電気自動車等の低騒音の車を導入した場合の道路交通騒音の低減量を推定する。具体的には、（1）推定精度を高めるために、電気自動車等（バンクラス）が一定の速度で単独で走行した時に発生する騒音の大きさを把握する。（2）最大積載量2 tf以上のトラックが電気自動車と同等の大きさを持つ車になった時の音響パワーレベルを最大積載量別に算出可能にする。（3）現実の道路にはディーゼルトラックも混在するので、低騒音の車の導入状況（シナリオ）をいくつか想定して、道路交通騒音の低減量を推定する。

A Consideration on Reducing Road Traffic Noise by Widespreading Low-noise Vehicles Like Electric Ones

Yoshinori WATANABE and Tadayoshi DEGUCHI

In this paper, reduction of road traffic noise was investigated quantitatively, if low-noise vehicles such as electric ones were used widely. First of all, noise radiated from a single electric car travelling with an equal and constant speed was measured in order to determine sound power level of low-noise car accurately. Secondly a calculation method of sound power level generated from various kind of trucks was proposed, where trucks coast on a road. Finally reduction of road traffic noise was quantitatively determined according to several scenarios. We can guess not only low-noise vehicles but also diesel trucks will be driven on a road.