

定常走行する低公害車から発生する騒音の調査とその考察

九州工業大学 正会員 渡辺義則

九州工業大学 学生員 ○出口忠義

1. はじめに 経済社会活動の進展や生活様式の多様化に伴いモータリゼーションが進んできた。同時に自動車騒音の問題が発生し、その解決が重視されている。本研究では、電気自動車導入により騒音の低減が可能かどうか調べるため電気自動車の騒音を測定し検討を行い、更に電気自動車のパワーレベルを算定する式を導いた。

2. 測定方法 騒音計RION NA29, NA29E(2台)を用いて、車両走行車線の中央から7.5m離れた地点に高さ0.5m(NA29E)、1.2m(NA29E)、2.4m(NA29)の3つのマイクを設置し2台の電気自動車(ハイベットバス(低床ハイルフ・平床ハイルフ):以下、前者を旧型、後者を新型と称す)及び天然ガス車(ハイベットバス圧縮天然ガス車)の3台を一定速度(30, 40, 50, 60(km/h))で数回走らせた。マイクを通して騒音計(A特性)に入力された音をch1(NA29E)、ch2(NA29E)、ch3(NA29)からTEAC PCM DATA RECORDERに入力してテープに記録した。走行状態は定常走行と惰行走行(ここでは測定点の約20m手前でエンジンを切り、車を惰行させた時の走行を言う)である。今回の実験での試験車の惰行走行時の状態は、電気自動車(旧型)はエンジンを切りギアはニュートラル、電気自動車(新型)・天然ガス車はエンジンを切りギアはトップの状態であった。測定の概略図を図-1に示す。

3. 実験結果 今回の実験では、定常走行及び惰行走行について各車両で速度毎に5回ずつの測定結果を得た。但し、電気自動車(旧型)は惰行走行における測定は速度50km/hで2回、40km/hで4回であった。今回の測定では定常走行と惰行走行では殆ど差はなく、また、高さ毎にパワーレベルの相違はなかったので無指向性とし、以下文献1のデータを併せて使用するため受音点の高さ1.2mについて検討を行う。測定された騒音レベルの平均値(定常走行)を表-1に示す。また、文献1から引用した昭和61年と平成2年の電気自動車の騒音レベルの結果を表-2に示す。測定された騒音レベルのピーク値(動特性FAST)の平均値(表-1)及び文献1から引用した電気自動車の騒音レベルの結果(表-2)を図-2に示す。ここで、ピーク値とは自動車は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ある。図中のECAR-1、ECAR-2は電気自動車の旧型及び新型に、NCARは天然ガス車、ECAR-A、ECAR-B、ECAR-Cはそれぞれ電気自動車A、B、C(表-2)に対応する。今回の実験で得た騒音レベル(定常走行)と文献1の騒音レベルを併せて各速度毎に平均した値を図-3に示す。図中の破線は、ガソリン車の騒音レベルで式(1)で表される。

$$L_1 = 0.2V + 86 - 8 - 20 \log r \quad \dots (1)$$

V: 速度(km/h) r: 音源と受音点間の距離(=7.5m)

式(1)のアンダーラインは昭和61年規制のパワーレベルを基に乗用車1台分に換算したパワーレベルである。また、図中の実線は、P.E.WATERSのガソリン・ディーゼル車についての研究結果²⁾から導いた惰行走行音で、式(2)で表される。

$$L_2 = 30 \log V + C_T - 50.3 \quad \dots (2)$$

乗用車 : $C_T = 30 \log W$

小型・中型貨物車 : $C_T = (30 \log W) = 0.76x + 66.1 \quad (0 \leq x < 8)$

大型貨物車 : $C_T = (30 \log W) = 72.1 \quad (8 \leq x)$

V: 速度(km/h) W: タイヤの公称幅(mm) x: 最大積載量(tf)

但し、対象とするタイヤはラジアルタイヤである。図中の実線は、1994年の自動車諸元表から乗用車について求めたタイヤの公称幅の平均値 $W = 177.22\text{mm}$ を C_T に代入した直線である。また、貨物車についての C_T は次のような検討から得た。注) 単位はdB(A)

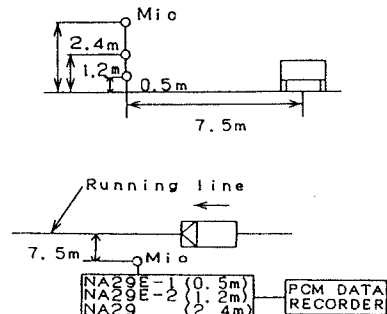


図-1 測定の概略図

表-1 今回の実験で得た平均の騒音レベル
(受音点の高さ1.2m, 定常走行)

速 度	30 km/h	40 km/h	50 km/h	60 km/h
電気自動車(旧型)	64.8	64.3	68.2	
電気自動車(新型)	62.5		68.0	71.3
天然ガス車	61.5		68.2	69.7

まず、1994年の自動車諸元表から車両重量、車両総重量、最大積載量、総排気量、最高出力、タイヤの公称幅等、966個のデータを用いて音響学会の車種分類及び最大積載量で分類しタイヤの公称幅から得られる C_T の値と最大積載量の関係を求めた。結果を図-4に示す。図中のHEAVY、MEDIUM、LIGHTは大型、中型、小型貨物車に対応する。図-4から、最大積載量8tfまでを回帰分析し、8tf以上を一定値として C_T の値を得た。

4. 結論 図-3から全車の平均の騒音レベルは速度30km/h以上でP.E.WATERSの研究結果から導いた式(2)と近い値を示している。つまり、電気自動車の定常走行時の騒音レベルには式(2)が代用できると言える。

5. 電気自動車のパワーレベルの推定 前述したように式(2)を電気自動車の定常走行時の騒音レベルと仮定して計算を進める。音源高0mと仮定して、受音点の高さ1.2m、音源と受音点間の距離7.5mより式(2)をパワーレベルに換算すると、次のようになる。

$$L_2 = 30 \log V + C_T - 24.7 \quad \dots(3)$$

C_T : 前述に同じ

V: 速度(km/h) W: タイヤの公称幅(mm) x: 最大積載量(tf)

乗用車のパワーレベル L_3 は前述した乗用車のタイヤの公称幅の平均値 $W=177.22\text{mm}$ を代入して得られる。また、貨物車のパワーレベル L_4 は貨物車は音響学会の車種分類に従って大型・中型・小型に分けられる。従って、貨物車のパワーレベル L_4 は3車種の構成比 P_i を使って表すことができる。また、3車種それぞれについてのパワーレベルは車両総重量別に最大積載量 x_i と構成比 Q_i を求めて得られる。ここでは、計算過程は割愛するが以上のような仮定をもとに全車両が電気自動車になると想定した場合のパワーレベルをすると、

$$L_3 = 30 \log V + 42.8 \quad \dots(4)$$

$$L_4 = 30 \log V + 10 \log \left[\sum_{i=1}^3 10^{B_i/10} \times P_i \right] \quad \dots(5)$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{小型} \\ \text{中型} \end{array} \right] \text{貨物車} : B_i = 30 \log V + 10 \log \left[\sum_{j=1}^n 10^{0.076 x_j} \times Q_j \right]$$

$$\text{大型貨物車} : B_i = 47.4$$

V: 速度(km/h) P_i, Q_i : 構成比 x_i : 最大積載量(tf)

n: 車種別の分割数

となる。最後に本研究に御協力頂いた北九州市環境局環境保全部環境管理課の皆様へ感謝いたします。

参考文献 1)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)"、平成5年
2)P.E.WATERS: "COMMERCIAL ROAD VEHICLE NOISE", ACADEMIC PRESS LONDON SAN FRANCISCO NEW YORK, JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION, PP.191~199, 22 July 1974

表-2 文献1で報告されている電気自動車の騒音レベル(受音点の高さ1.2m)

速度	20 km/h	40 km/h	60 km/h
電気自動車A (S61)	62	66	69
電気自動車B (S61)	65	68	68
電気自動車C (H2)	60	62	68

注) 単位はdB(A)

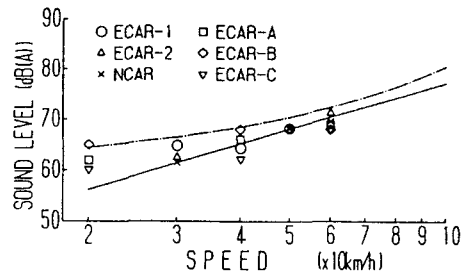


図-2 OVER ALL LEVELの最大値(受音点の高さ1.2m, 定常走行)

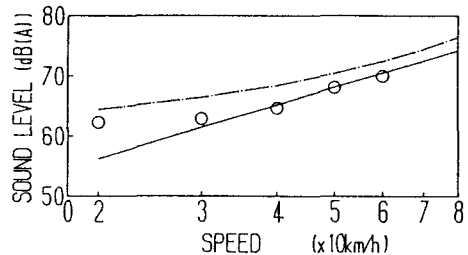


図-3 全車の平均の騒音レベル(受音点の高さ1.2m, 定常走行)

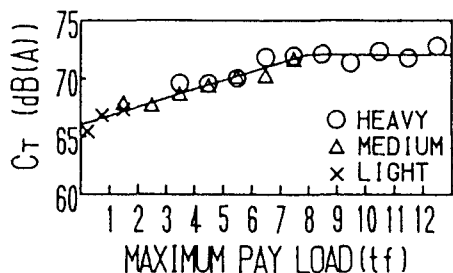


図-4 最大積載量と C_T の関係