

池谷 崇 小嶋 純 服部永雄 山崎芳男(早大理工) 平川竜二(アイシン高丘)

1. まえがき 能動騒音制御法としては広くLMSアルゴリズムによる閉ループ制御が用いられている。この方法は収束速度を速くすると精度は悪くなり、精度を高くすると収束は遅くなる。運転状況に応じて定常状態ではLMSアルゴリズムによる閉ループ制御、急激にエンジン回転数が変化する際にはあらかじめ登録したデータベースから打ち消し音を出力する開ループ制御さらに低周波領域の逆相フィードバックによる閉ループ制御を併用した自動車排気音の能動騒音制御について検討を加えた。

2. 制御システム 図 - 1 に今回用いた自動車排気音の能動制御システムの構成を示す。

2.1 逆相信号による閉ループ制御 排気管出口近傍で收音した信号を逆相にしてマフラーに組み込んだスピーカを駆動することにより糸が安定に動作する周波数領域(この場合170Hz以下)では騒音の打ち消しが可能である。図 - 2 に約3秒でアイドリング状態(約900rpm)から7000rpmまで回転数を上昇させ、約4秒かけてアイドリング状態に戻したときこの制御系を動作させた場合の排気音波形を示す。4000rpm以下ではかなりの騒音低減が観測されている。本システムではこの制御系は常に作動させている。

2.2 LMSによる閉ループ制御 本システムではエンジン制御ユニット(ECU)用に供給されているセンサ出力を観測することにより、エンジンの運転状況を判断し定常状態に近いときのみLMSアルゴリズムを採用することとした。

2.3 データベースに基づく開ループ データベースに基づく開ループ制御とは様々な運転環境下での排気音を予めデータベース化しておき、運転状況に応じてデータベースから逆相信号を推定し能動騒音制御を行おうというものである。6気筒が全て点火するエンジン2回転を1ブロックとして排気音をデータベースに登録した。なお1回転で12個パルスを発生するNe信号を基準にPLLでNeパルスの30倍のクロックをつくり1回転360点すなわち1度ごとの標準化を行い、2回転720度を等間隔でデータベース化した。

平均化排気音波形データベース フルスロットルを含む3種類のエンジン回転上昇とアクセル開放による自然下降を無負荷(空ふかし) マニュアル変速機1速および2速について数回実施し平均化したうえ前述の方法により1ブロックのデータとし、100rpmごとに平均化排気音データベースとして登録した。

直前ブロックデータベース 一方回転数変化の小さい場合には1ブロック前の排気音を逆相にしてスピーカを駆動した方が騒音抑圧効果が大きいことがわかった。したがって定常運転に近い場合には1ブロック前のマイクロホン出力から能動制御成分を差し引いた信号をその都度制御用データベースとして用いることとした。

3. 実験 トヨタ・プラのECU情報、車速、G1、G2、イグナイタ、Neパルス、バキューム圧、スロットル開度、排気温度、吸気温度および室内騒音、排気音、エアマイクの信号を8チャンネルデジタルレコーダPC208AXと8チャンネルレコーダALESIS ADATに記録した。

図 - 3 にエンジン回転上昇時の排気音、G1信号を示す。およそその回転数を図中に示す。1500rpm以上ではかなり1ブロックごとのデータは類似しているものの排気音波形は運転状況により異なっている様子が観察される。

図 - 4 に回転数上昇時、下降時での開ループ制御のみのシステムと閉ループ制御との併用システムの消音効果を示す。

4. むすび 閉ループ制御と開ループ制御を併用することによって回転数変動下でもある程度の消音効果が期待できることが確認できた。今後は水温、バキューム圧、排気温度等より多くの情報を使うことによりデータベースを充実し制御効果の向上を検討する所存である。

参考文献

- 1) 山崎 芳男、金田 豊、大賀寿朗、“音響システムとデジタル処理” 電子情報通信学会
- 2) 木下 明生 “自動車における最近の騒音振動低減技術” 成4年3月 日本音響学会講演論文集 P609 - 612
- 3) 浜田晴夫 “アダプティブフィルタの基礎(その1)” 日本音響学会誌 45巻8号(1989) P624 - 630

* The Active Noise Control of an Automobile Engine Exhaust -Make use of open loop and closed loop- by Takashi Iketani, Jun Kojima, Hisao Hattori, Yoshio Yamasaki (Waseda University) and Ryuji Hirakawa (AISIN TAKAOKA CO.,LTD)

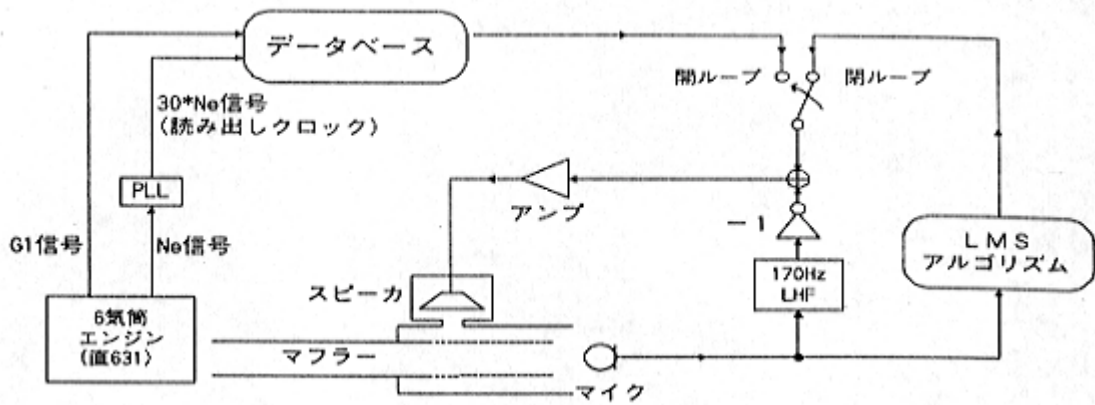


図 - 1 制御系のシステム構成

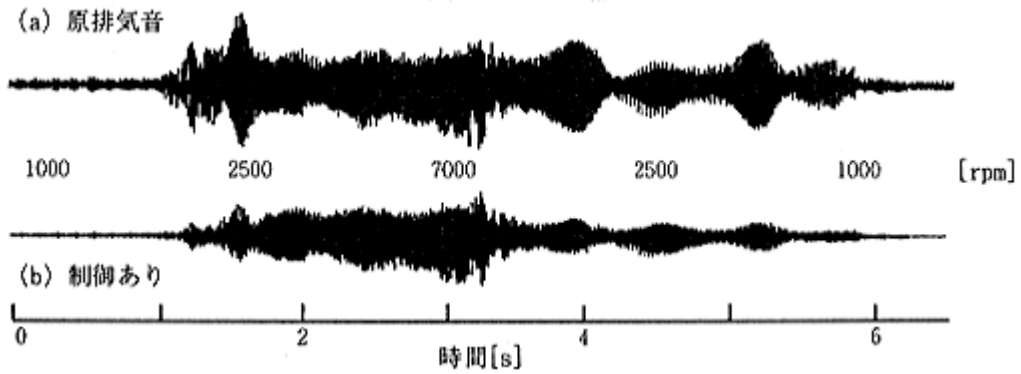


図 - 2 逆相信号による消音効果

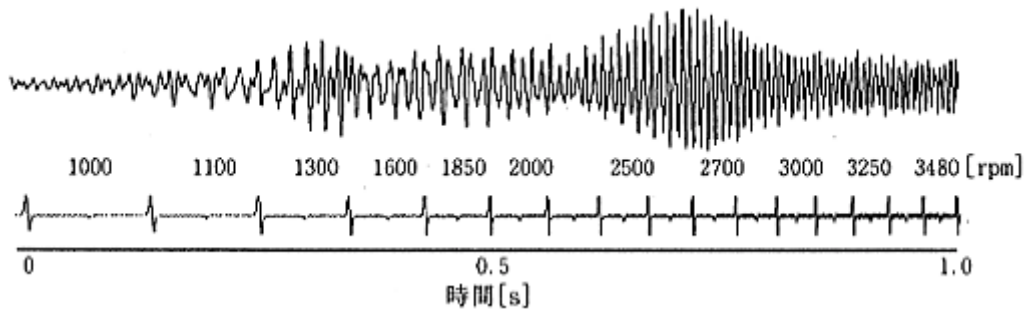


図 - 3 排気音(上) G1信号(下)

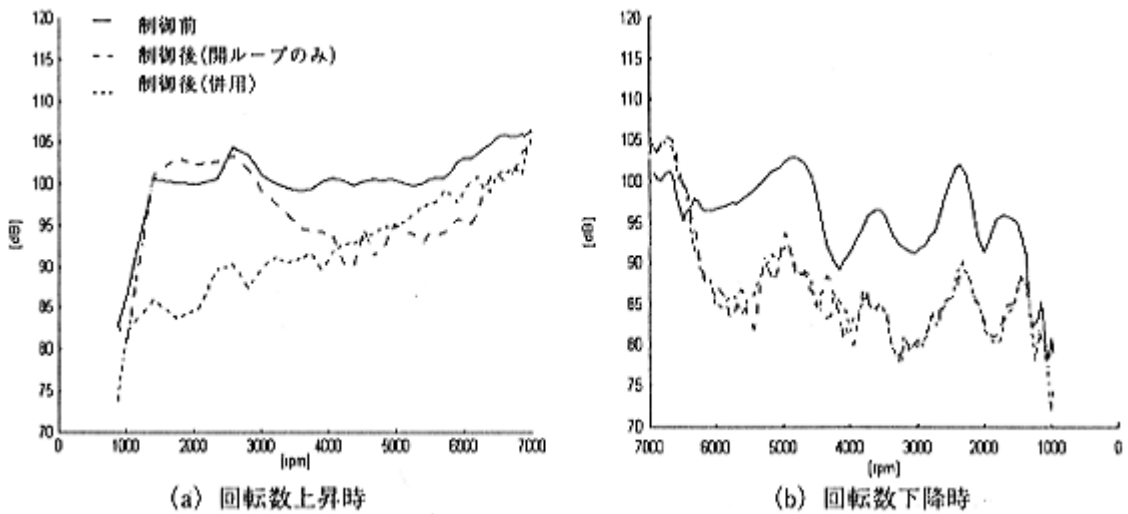


図 - 4 エンジン回転数と消音効果