

水素燃料電池車の廃電技術を応用したエンジnbrレーキ騒音低減

日大生産工（院） ○小澤 将平 日大生産工 加藤 修平

1. はじめに

近年のガソリンエンジンの熱効率は点火装置の改善や希薄燃焼などにより熱効率は 50% を超えるものもある。一般的にエンジンは高効率が望まれるが、高効率ゆえエンジnbrレーキが効きにくい。約 40 年前の熱効率は 30%程度であったことから現在市場に出ている車両で同等のエンジnbrレーキをかけるにはエンジンの回転数が非常に高くする必要があり様々な騒音対策が強いられている。

ハイブリッド車でも上述の課題がある。例えばシリーズハイブリッド車（SHV: Series hybrid vehicles）は図 1 に示す通り、ガソリンエンジン、走行用モータ発電機、発電専用発電機、バッテリーから構成されており、基本的な動力伝達は電気自動車と同じであるがバッテリーの容量が極めて少ないためガソリンエンジンに接続された発電専用発電機において走行中にバッテリーへ充電を行う。SHV でブレーキを踏み続けるような長い下り坂ではバッテリーが満充電となり回生失効が発生しブレーキが効かなくなる。これを回避すべく発電専用であった発電機をモータとして動作させピストンエンジンを回すいわゆるガソリン車のエンジnbrレーキと同じメカニズムにより余剰エネルギーをエンジンにて消費（廃棄）させるが、高効率エンジンゆえ高速回転のエンジnbrレーキ騒音が問題となっている。

2. 提案するブレーキ制御システム

エンジnbrレーキの騒音低減を目的に走行用モータ発電機を従来の高効率な駆動方法ではなく、可能な限り損失の多い状態で駆動させることを提案する。これは永久磁石モータにおいて界磁を強めた状態にし、可能な限り

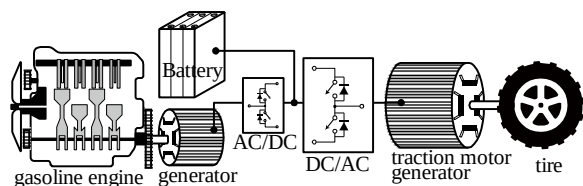


図 1 シリーズハイブリッド車の構成

損失を発生させる。入力となる機械動力が走行用バッテリーまで伝達されず、永久磁石モータおよびインバータで損失として消費されている状態にする。つまり機械軸に制動力は発生するが走行用バッテリーは放電も充電もしない状態である。この制動力発生方法は水素燃料電池車のブレーキシステムの弱点克服と同一手法で制御方法はほぼ確立している。¹⁾

3. 騒音測定結果

SHV の代表的な車種である日産自動車 NOTE e-power を用いて連続した下り坂を走行し、回生失効時のエンジnbrレーキ音を計測する。計測マイクロフォンは MPM2000U を使用し、その仕様と周波数特性を表 1 及び図 2,3 に示す。この計測器を助手席に設置し測定した結果を図 3 に示す。図 3 より 40～60 Hz 付近においてエンジnbrレーキノイズが確認できる。状況によっては走行ノイズ以上の振幅となることもあった。

表 1 測定機材マイクロフォンの仕様

Capacitor microphone	MPM2000U
A/D convertor	16bit/48kHz
Frequency characteristic	From 20 Hz to 18 kHz
Sampling rate	96 kHz
FFT size	8192
Window function	Blackman Harris



図 2 測定機材 マイクロフォン

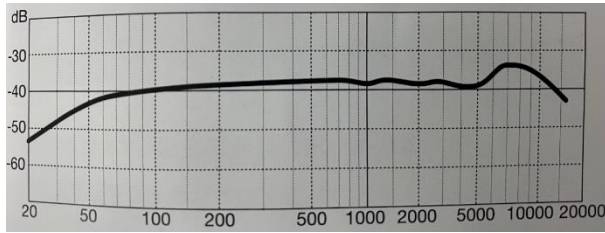


図3 測定機材（マイクロフォン）の周波数特性

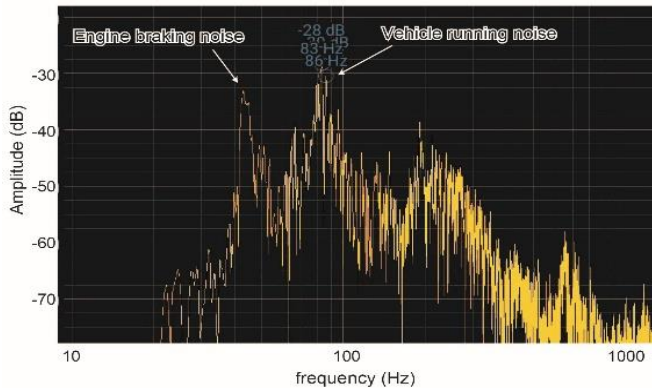


図4 日産ノート e-power のエンジnbrレーキ時の騒音測定結果

4. まとめ

ガソリンエンジンの高効率の弊害を指摘しエンジンブレーキ騒音を実測した。回生によって発電された電力はバッテリーに蓄えられるが、SHV の容量が小さいバッテリーでは連続した下り坂で回生し続けるとやがて満充電になり内燃機関によって電力を消費しようとする。このとき内燃機関のピストンエンジンを動作させているのだが、近年主流のピストン損失の少ない高効率エンジンでは高速なピストン動作が必要で、このときの動作が騒音を引き起こしている。

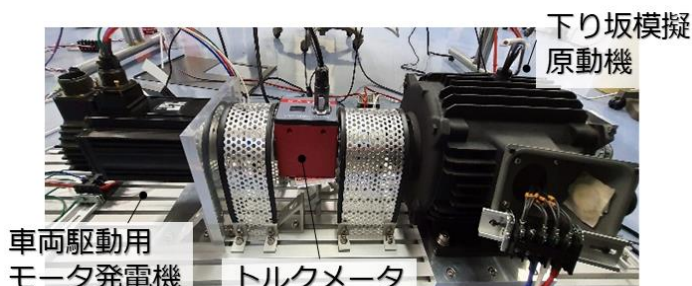


図5 実験装置

表2 実験装置に使用する永久磁石モータの主要諸元

Rated speed	N	3000rpm
Rated Power	W	2.0kW
Rated Current	I	12A
Pole pair	P_n	4
Armature resistor	R_a	0.2Ω
Interlinkage magnetic flux	Ψ_a	1.311Wb
d-axis Inductance	L_d	2mH
q-axis Inductance	L_q	2mH

本稿ではこの課題に対してトラクション電動発電機である永久磁石モータを損失の多い状態で駆動する方法を提案した。これはトラクション電動発電機が制動力を得つつも蓄電池へ充放電する電力をゼロ又は放電させる方法である。この方法では発電機によって余剰エネルギーが消費されていくため、連続したブレーキでバッテリーの満充電による回生失効が起こることを防ぐことができる。

今後の課題として提案方法による永久磁石モータの温度上昇についての検証を図5に示した実験装置を用いて実験を行っていく。表2はその実験装置に用いる永久磁石モータの主要諸元である。さらに、モータ発電機の力率を0に近づけつつ、固定子電流を非常に大きくすることで、強め界磁に必要な高いDC電圧の抑制なども行う予定である。

文献

- 1) 加藤 修平・小井戸 純司：「燃料電池車向け回生失効時の永久磁石モータ制動力確保の検討」，電気学会論文誌D（産業応用部門誌），Vol.139 No.3 pp.225-231