

ハイブリッド自動車における PWM 整流器インバータシステムとマトリックスコンバータの損失比較

加藤 康司 伊東 淳一

(長岡技術科学大学)

1. はじめに

従来のハイブリッド自動車(以下HEV)用電力変換器として用いられているPWM整流器インバータシステム(以下BTB)と比較し、小型・高効率・長寿命などの利点を持つマトリックスコンバータ(以下MC)は、次世代のHEV用電力変換器として注目されている^[1]。しかし、HEVにMCを適用した場合について、BTBとMCの性能を定量的に比較する論文は著者の知る限りあまりない。

本論文では、損失シミュレーション^[2]を用い、HEVの10・15モード走行パターン^[3]におけるMCとBTBの損失を計算し、MCの有用性について知見を得たので報告する。

2. 損失計算方法

図1に計算で用いるMCとBTBの回路構成を示す。HEVはバッテリーを持つが、ここではMCとBTBの性能を比較するため、発電機からモータへ供給される電力のみを用いる。

図2に10・15モード走行パターン、表1に計算に用いるHEVの仕様^[4]を示す。モータ要求電力は走行パターンと車重より算出する。簡単化のため空力抵抗、転がり抵抗のみ考慮し、その他抵抗は無視する。また、モータ逆起電圧は、車速70 km/h時の逆起電圧を150 Vとして比例換算する。

各変換器の損失は文献[2]の方法を用いて各素子の印加電圧と電流より計算する。MCの素子の印加電圧は発電機の逆起電圧、BTBの素子の印加電圧はDCリンク電圧である。ここで、BTBの直流リンク電圧は発電機逆起電圧を1.5倍に昇圧すると仮定して計算を行う。また、電力変換器以外の損失は無視し、ほぼ理想的な状態と仮定する。

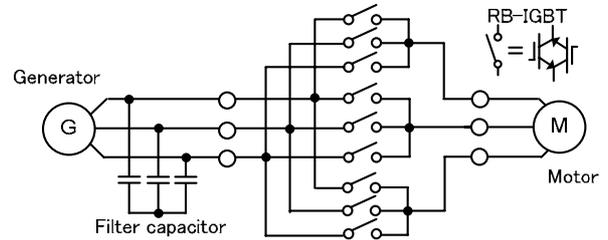
3. 計算結果

図3及び表2に計算結果を示す。図3の損失計算結果について、MCとBTBを比較すると、ほとんどの走行パターンにおいて、MCの損失は約1/2以下に低減している。また損失分のエネルギーについて比較すると、BTBの損失は89.2 kJに対し、MCでは223.4 kJと約60%損失を改善できる。MCのエネルギー変換効率からBTBの燃費値を用いて比例換算した結果、MCを用いた場合の燃費を約2.3 km/L改善できる。この結果より、HEV用電力変換器にMCを用いたときの有用性が確認できる。また、この結果はMCを用いた最大効果を表しており、バッテリーを併用すると、電力比に応じてMCの効果は相対的に低くなる。

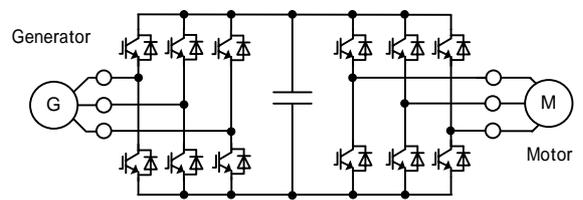
なお、本研究は平成17年度産業技術研究助成事業の支援を受けており、関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 田村・伊東：平成20年産業応用 I-201
- [2] 飯田・伊東：SPC-5-47 IEA-05-2(2005)
- [3] トヨタ自動車：http://toyota.jp/prius



(a) Matrix converter.



(b) Back to back system.

Fig. 1. Circuit diagram.

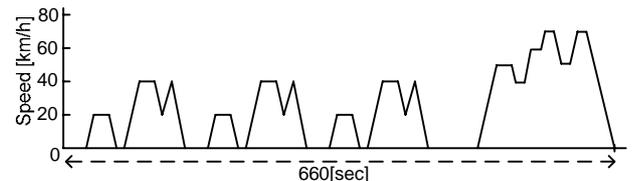


Fig. 2. 10・15 mode running pattern.

Table 1 Calculation parameter.

Car weight ^[3]	1280 kg	Car width ^[3]	1725 mm
Car high ^[3]	1490 mm	Fuel expenses ^[3]	35.5 km/L
Max motor output power ^[3]	50 kW	Coefficient of wind drag ^[3]	0.26
Coefficient of rolling friction		0.01	

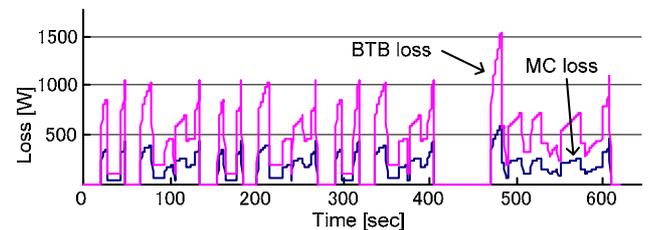


Fig.3. Loss calculation.

Table 2 Calculation results*.

	MC	BTB
Loss energy kJ	89.2	223.4
Energy conversion efficiency %	96.1	90.6
Fuel expenses km/L	37.8	35.5

* In these results, all motor energy is provided by generator.

- [4] 国土交通省：http://www.mlit.go.jp/jidosha/nenpi/nenpilst/nenpilst.html