

気動車の省エネルギー運転に関する一考察

○[電]小林 誠 可児 周博 山下 高賢 田仲 文郎 (西日本旅客鉄道株式会社)

Study on energy saving of diesel multiple unit

○Makoto KOBAYASHI, Norihiro KANI,
Takayoshi YAMASHITA, Fumio TANAKA (West Japan Railway Company)

Diesel multiple unit is mainly used in Non-electrified section. In late years the reduction of the energy consumption is an important problem. So we study energy saving of Diesel multiple units considering characteristic of railway.

キーワード：気動車，省エネルギー，補機

Key Words : Diesel multiple unit, Energy saving, Auxiliary power unit,

1. まえがき

主に非電化区間で使用されている気動車は、ディーゼルエンジンをういた動力システムを有しており、近年環境問題が重視される中、そのエネルギー消費量の削減が求められている。本稿では、鉄道の特徴を考慮した、気動車の省エネルギー運転に関する一考察を行った結果を報告する。

2. 気動車の機器構成と特徴

鉄道車両を運転する際に必要なエネルギーには、走行に必要な「駆動力」のエネルギーの他に、ブレーキ等に用いる圧縮空気を作るための空気圧縮機、制御装置電源、空調、照明などの「補機」に用いるエネルギーがある。

電車ではエネルギーが架線から電力として供給されるため、駆動力と補機は、それぞれ必要な量だけ架線から消費すればよい。そのため、駆動力と補機が相互に影響を与えることは少ない。

一方で気動車はエネルギー発生源として、ディーゼルエンジンを搭載しており、必要な全てのエネルギーは、このディーゼルエンジンから供給される(図1, 2)。「駆動力」は液体式変速機を介して供給され、「補機」は、エンジンの回転数変動があるため定速回転装置で一定の回転数を取り出した後、発電機を介して電力として供給される。なお1世代前の気動車は、補機電源専用のエンジンをもう1台搭載していたが、近年の車両は全て1台のエンジンで必要なエネルギーをまかなっている。

エンジン発生エネルギーを一定とした場合、補機に供給するエネルギーを差し引いた量が駆動力として使用できる。このため、補機に供給されるエネルギー量が多くなると、その分、力行に使用されるエネルギーは少なくなり、車両の加速力が低下することとなる。

3. 鉄道の運転方法の特徴

鉄道の運転方法の特徴として、力行時は動力発生装置をほぼ最大出力で利用して加速し、基準運転時分によって定められた時分で駅間を走行することが挙げられる。一方自動車で考えると、加速時に最大出力を出すことは稀であり、運転時分も特に定められていないため、制限内で自由な速度で走行できる特徴がある。

この鉄道車両特有の加速方法について、補機出力の違いの観点で考える。補機出力が大きい場合は加速力が低下しているため、補機出力が小さい場合と同一時分で運転しようとする、より長時間力行して高速域まで加速して遅れを取り戻すことが必要となる。

これが自動車ならばもともと全開加速していないので、

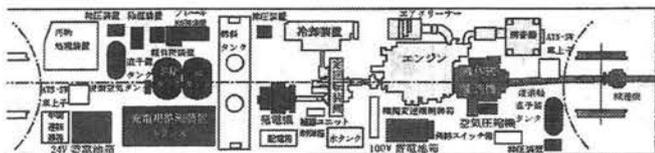


図1 気動車の床下機装図(抜粋)

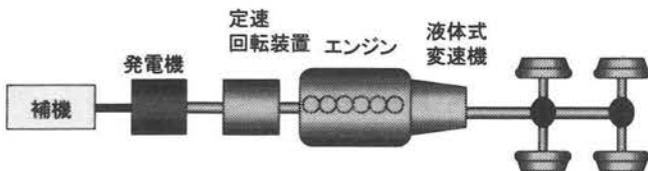


図2 気動車の動力システム

補機出力が大きくなって不足分だけ出力を向上 (アクセル開度を大きくする) させれば同じ運転曲線を維持することができる。

4. 燃料消費シミュレーション

4. 1 シミュレーションの方法

補機出力条件が変化した場合、前述の気動車の特徴や鉄道の運転方法の特徴が、エネルギー消費量にどのように影響するのかシミュレーションにより検証した。シミュレーションの方法を図 3 に示す。

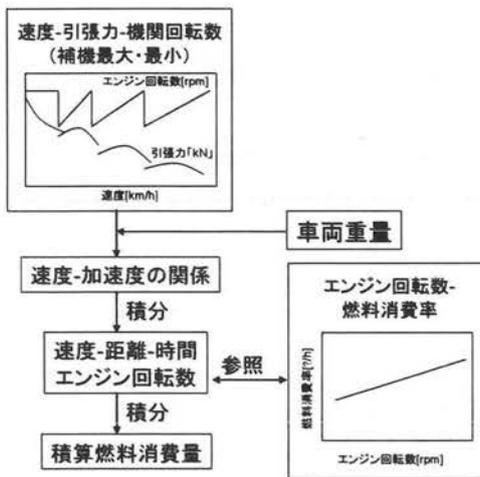


図 3 シミュレーションの方法

シミュレーションの各条件は以下のように設定した。

- ・車両重量: 35t
- ・積車条件: 定員乗車 (約 7t)
- ・エンジン最大出力: 330kW/2100rpm
- ・エンジン最大トルク: 1800Nm/1400rpm
- ・走行抵抗: 考慮せず
- ・走行線区: 駅間 3km 平坦
- ・最高速度: 100km/h
- ・ブレーキ減速度: 2.5km/h/s
- ・運転時分: 165 秒
- ・停車時分: 35 秒

ここで補機出力を最大 (40kW) と最小 (2kW) に設定し、同一運転時分で走行した場合の燃料消費量を比較した。

4. 2 シミュレーションの結果

シミュレーションの結果を図 4 に示す。

補機最大の場合、最高速度 100km/h まで加速した後、約 20 秒惰行し、その後ブレーキを開始し停車している。積算燃料消費量は力行終了時で 2238ml、運転全域で、2531ml であった。

補機最小の場合、補機最大の場合より加速力が大きいいため、早めに力行から惰行に移行でき、最高速度を 88km/h に抑えても同一運転時分で運転できている。この場合の積算燃料消費量は力行終了時で 1488ml、運転全域で、1985ml であった。

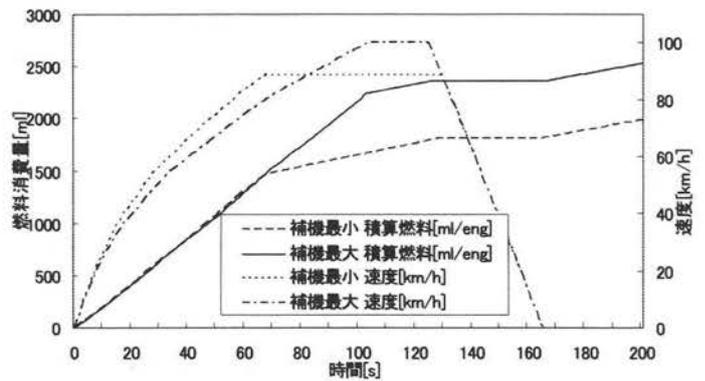


図 4 シミュレーション結果

補機に供給される出力は、補機最小の場合でエンジン出力の約 1%、補機最大の場合で約 11% であり、その差は約 10% である。しかし燃料消費量の比較をすると、補機最小の状態では補機最大の場合に対して、運転全域では約 22%、力行終了時では約 33% の燃料消費量の低減効果が見られた。

補機出力を低下させると、車両の加速力が増加するため、同一運転時分で運転することを前提とすると、最高速度を低下させることができ、走行に必要なエネルギーを削減することができる。つまり補機出力を低下させることで、走行エネルギーも削減することができる、その相乗効果により補機出力削減分以上の燃料消費量の削減効果を得ることができると言える。

過去には電車における省エネルギーの方策として、車載した蓄電媒体から電力を供給することで加速力を向上させ、エネルギー消費量を大きく削減する方法も提案されている¹⁾。今回、気動車においても補機の出力を低下させることで力行性能が向上し、同様の効果があることが分かった。

5. まとめ

気動車という「駆動力」、「補機」の双方のエネルギーを全てエンジンから供給するというシステムにおいて、同一運転時分で運転する条件であれば、力行時に補機出力を低下させることで、走行エネルギーも減少できるため、燃料消費量の削減効果が大きいことが分かった。

今後、新製投入される気動車はサービス面の向上のため、さらなる補機出力の増加も考えられる。そのため今回の知見を考慮して、補機の駆動方式や制御方式の改善によりエネルギー消費量を削減していくことが課題である。

参考文献

1) 田口, 小笠, 秦, 飯島, 大津山, 舟木: インバータ入力直列蓄電装置の動作と効果, 第 13 回鉄道技術連合シンポジウム論文集, pp.275-278, 2006