

消費電力低減のための乱数処理による列車群制御に関する検討

Train group control by the random number processing for power consumption reduction

○藤田 健央¹、香取 照臣²、泉 隆³

*Takehiro Fujita, Teruomi Katori, Takashi Izumi

Asking for the diagram which the purpose of this study is to reduced power consumption on train diagram. The train diagram replaced to minimum total power consumption by random number.

1. まえがき

電気鉄道は電気エネルギーの供給により走行するため、消費電力を低減することは重要な課題である。このため、き電設備や車両側など、要素ごとに消費電力低減のための研究が進められている。回生ブレーキのように、列車の減速時に発生する電力を有効に利用するためには、近隣を走行する電車の加減速を考慮した群制御を行う必要がある⁽¹⁾。

本研究では、消費電力低減のための最適な列車群走行方法を求めることが目的である。本論文では、複数の列車から成る基準ダイヤに対し、各時刻の列車の位置を乱数で変化させることで、消費電力を低減する走り方を求めたので報告する。

2. 乱数によるダイヤの変更

列車ダイヤの変更は各時刻の複数の列車に対して乱数を生成し、ダイヤグラムの各距離にかけることで新たなダイヤグラムを作成し、現在の最小総電力量と比較する。これを繰り返すことによって最適なダイヤグラムを生成する。

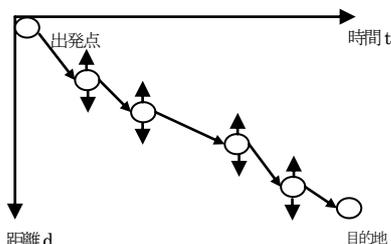


図1 乱数処理概念図

3. 消費電力を低減する列車ダイヤの作成

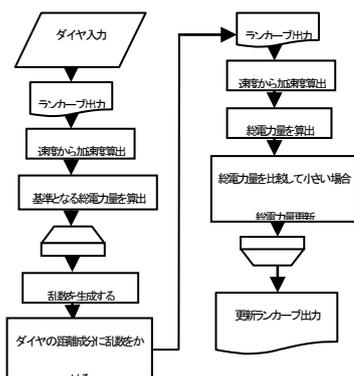


図2 処理のフローチャート

処理の流れとして最初に、ダイヤグラムから取り出したランカーブを入力し基準を作成する。その後、任意の列車位置での列車速度を変更したときの電力を求めていく。

<3.1> パンタ点電流

本研究では電力を計算するために、列車がある速度を出すのに必要な電流であるパンタ点電流を用いた。減速時は電流が発生するのでグラフではマイナスで表している。

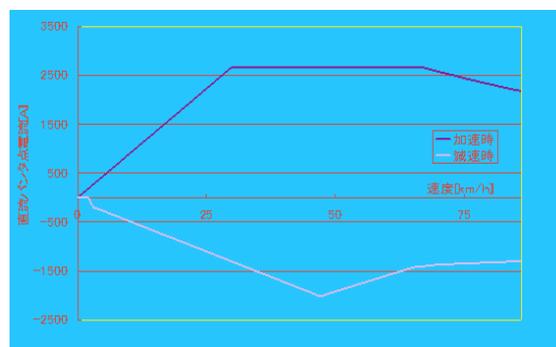


図3 電流特性

<3.2> 電力の計算

本研究では電力の計算で瞬時電力と総電力量を算出する。瞬時電力は、ある時間の速度に対する電流値と電車線電圧を掛け合わせたものである⁽²⁾。総電力量は、瞬時電力に時間をかけたものである。

瞬時電力は、

$$P_j[W] = \sum_j (I_j \times V_j) \quad \dots \dots (1)$$

P : 瞬時電力 I : パンタ点電流 V : 電圧 (= 1500V)
一定 j : 列車数

総電力量は、

$$Pt[Ws] = \sum_t |P_j| \quad \dots \dots (2)$$

である。これらをくりかえし比較することによって最小のものに更新していき、どれだけの電力低減が可能になったかを評価する。

1 日大理工・院・電子, 2 日大短大・教員・基礎, 3 日大理工・教員・子情

4. 結果と考察

図 4 と表 1 に今回使用した路線を示す。

表 1 適用路線

種類	内容
電車線電圧	1500 [V]
列車数	2
距離	4419.2 [m]
走行抵抗	なし
駅数	2
その他	曲線や勾配、摩擦なし

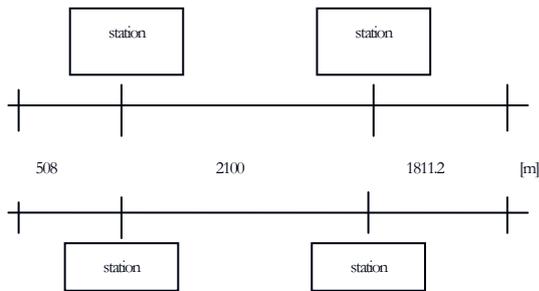


図 4 使用した線

図 5 に基準としたダイヤグラムを、図 6 に乱数で変更したダイヤグラムを示す。

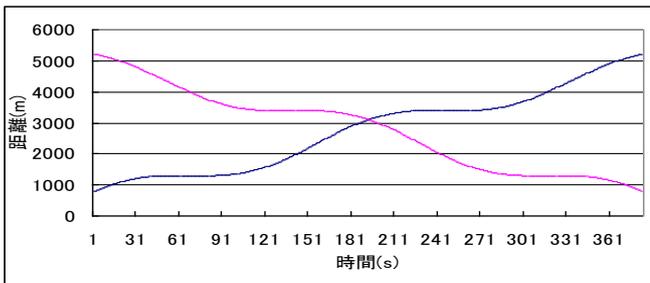


図 5 基準ダイヤグラム

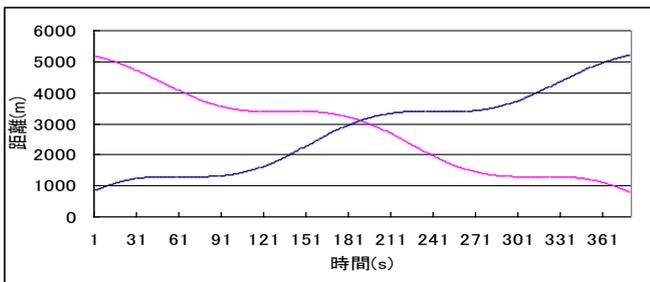


図 6 乱数で変更したダイヤグラム

図 7 に基準ダイヤグラムと乱数で更新したダイヤグラムの瞬時電力を示す。表 2 に総電力量と最大瞬時電力を示す。図 8 には更新回数（最小総電力量を更新した回数）に対する最大瞬時電力と総電力量を示す。

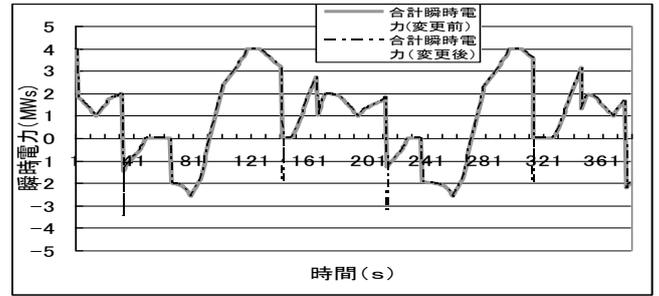


図 7 時間に対する瞬時電力

表 2 総電力量の比較

	総電力量[MWs]	最大瞬時電力[MWs]
基準ダイヤ	351.671	4.0005
変更後	341.905	4.0005

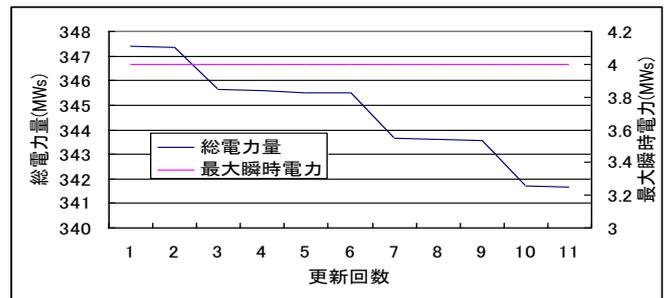


図 8 更新回数に対する最大瞬時電力と総電力量

ダイヤグラムの距離に 200,000 回乱数をかけたところ、総電力量は約 1.5% 低減できた。期待したほどの効果が得られなかった原因として速度差による瞬時電力の急激な変化を解消するために計算する際に距離を四捨五入したことと距離を変更する際に入力したダイヤグラムより乱数で変更したダイヤグラムが短くならないようにしたためである。

5. まとめ

列車群の走行において消費電力を低減する列車走行法を求めるために、基準とするダイヤをもとに各時刻における列車の位置を乱数により変化させていくことで、より消費電力の少ない走り方を得た。更新回数が増えるほど低減効果が大きくなり、10回で総電力量を約 1.5% 低減できた。

今後の課題として、同時に走行する列車を 3 列車以上として効果を検討すること、き電回路モデルを導入してより正確な電力計算とすることなどが挙げられる。

文献

- (1) 藤田健央・香取照臣・泉 隆「消費電力低減のための規格ダイヤの検討」平成 22 年日本大学理工学部学術講演会, G-9(2010-11)
- (2) 電気鉄道ハンドブック編集委員会編、「電気鉄道ハンドブック」、コロナ社 (2007)