

車輻の速度制御に関する研究

Research on Speed Control of Trains

宮腰弘幸*, 大久保重範*, 及川一美*, 高橋達也*

Hiroyuki Miyakoshi*, Okubo Shigenori*, Kazumi Oikawa*, Tatsuya Takahashi*

*山形大学

*Yamagata University

キーワード : 速度制御 (speed control), サーボ系 (servo system)

連絡先 : 〒992-8510 米沢市城南4-3-16 山形大学 工学部 機械システム工学科 大久保研究室
宮腰弘幸, Tel.: (0238)26-3245, Fax.: (0238)26-3245, E-mail: sokubo@yz.yamagata-u.ac.jp

1. はじめに

鉄道は現代社会には必要不可欠であり, 時間を守る信頼性と事故が起きないように高い安全性が常に求められている. しかし過密ダイヤ, 高速鉄道の発展などにより, 今後は人の手による運転には限界があると考えられる. そこで車輻を制御することを考えると, 運転を自動化できれば信頼性, 安全性を向上させた動作も期待できる. よって本研究では車輻を自動で発車から停車まで速度制御し, 正確で安全に動作するかをシミュレーションによって検証する.

2. 電動機に関する式

今回は直流電動機を装備した車輻を制御対象としている. 電動機が発生する駆動力, および回路方程式は以下の式(1), (2)に示す.

$$F_e = K_T I \gamma \frac{2}{d} N_m \mu \quad (1)$$

F_e : 駆動力[N] K_T : トルク定数[N·m/A]
 I : 電機子電流[A] γ : 歯数比
 d : 動輪直径[m] N_m : 電動機個数
 μ : 動力伝達効率

$$V = L \dot{I} + RI + K_E \frac{2\dot{x}\gamma}{d} \quad (2)$$

V : 電動機の端子電圧[V] L : インダクタンス[H]
 R : 電機子導線の抵抗[Ω] K_E : 逆起電力定数[V·s]
 \dot{x} : 速度[m/s]

3. ブレーキに関する式

使用するブレーキは電気ブレーキと空気ブレーキの2種類を用いる. 各ブレーキに関する式は以下の式(3), (4), (5)に示す.

電気ブレーキに関する式

$$B_e = K \cdot \frac{2\gamma}{d} \cdot i \cdot \frac{1}{\mu} \cdot N_m \quad (3)$$

B_e : 電気ブレーキ力[N] K : 定数[N·m/A]
 i : ブレーキ電流[A]

Table 1 Parameters

車輈質量 M [kg]	340256	インダクタンス L [H]	0.1
車輈数 N_C	7	トルク定数 K_T [N · m/A]	4.65
動輪直径 d [m]	0.86	逆起電力定数 K_e [Vs]	4.65
歯数比 γ	2.7	導線の内部抵抗 R []	1.45
電動機個数 N_C	24	ブレーキ倍率 L_b	3.5
慣性係数 k	0.3	ブレーキ伝達効率 η	0.79
動力伝達効率 μ	0.9	天候によって変化する定数 C_w	0.32

7. 走行経路

サーボ系で設計した車輈を目標速度に追従させる時の走行経路は以下の図のように設定した．なお経路途中には曲線，勾配なども配置し，シミュレーション上で通過する際は運動方程式に抵抗を加えることで再現する．

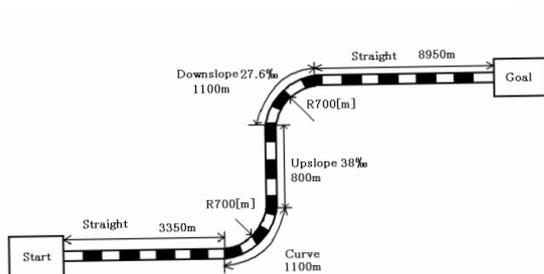


Fig. 1 A run course

8. 目標速度

目標速度と時間についてのグラフを以下に示す．

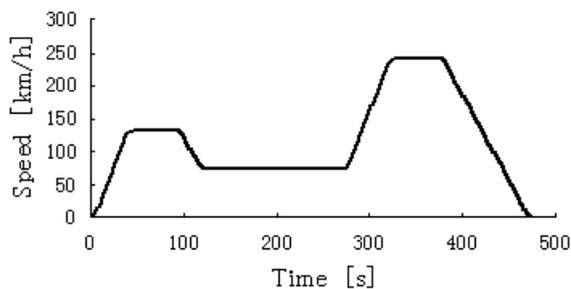


Fig. 2 Aim Speed

9. 結果

以上のことをもとにC言語プログラムを作成し，数値計算を行って出力された結果を以下の図に示す．

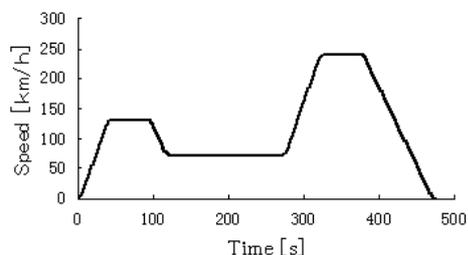


Fig. 3 Method of Feedback Control

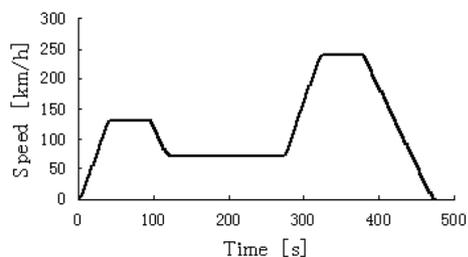


Fig. 4 Method of Optimal Regulator

10. おわりに

結果より設計した制御系は目標速度に良く追従した制御ができたと考えられる．よって，最適レギュレータに関しては重みの設定はまだ検討する余地があったが，今回与えたフィードバック係数は設計したシステムに対して適当な値であったと考えられる．今後はより最適レギュレータの応答を改善し，他の制御方法を取り入れるなどしてそれぞれ比較したい．また現在進めている誘導電動機装備車輈の制御も順次適応させていきたい．

参考文献

- 1) 電気学会電気鉄道における教育調査専門委員会：最新電気鉄道工学，コロナ社(2001)
- 2) 森泰親：制御工学，コロナ社(2001)
- 3) 中城武志：車輈制御に関する研究，卒業論文(2006)