

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4782597号
(P4782597)

(45) 発行日 平成23年9月28日(2011.9.28)

(24) 登録日 平成23年7月15日(2011.7.15)

(51) Int.Cl. F I
B60L 5/24 (2006.01) B60L 5/24 A

請求項の数 4 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2006-85400 (P2006-85400)	(73) 特許権者	000173784
(22) 出願日	平成18年3月27日(2006.3.27)		公益財団法人鉄道総合技術研究所
(65) 公開番号	特開2007-267442 (P2007-267442A)		東京都国分寺市光町二丁目8番地38
(43) 公開日	平成19年10月11日(2007.10.11)	(74) 代理人	100078950
審査請求日	平成20年8月6日(2008.8.6)		弁理士 大塚 忠
		(72) 発明者	池田 充
			東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財
			団法人鉄道総合技術研究所内
		(72) 発明者	小山 達弥
			東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財
			団法人鉄道総合技術研究所内
		(72) 発明者	竹田 真
			東京都小平市学園西町1-9-7
		審査官	東 勝之
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パンタグラフの接触力変動低減方法及びパンタグラフ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

トロリ線に押し当てられるすり板体と、
このすり板体をトロリ線に押し当てるバネと、
このバネに作用する力を測定する力センサと、
すり板体近傍の空気の相対速度を測定する流速センサと、
これらのセンサの測定値に基づいて前記すり板体をトロリ線に押し当てる押上力を制御するアクチュエータとを具備するパンタグラフのトロリ線への接触力の変動を低減する方法であって、

前記力センサにより前記バネに作用する力を測定し、
前記流速センサにより電車走行時のすり板体近傍の空気の相対速度を測定し、
この空気の相対速度に対応して予め試験により測定され又は算出されたすり板体の揚力を前記力センサの測定値に基づいて測定されたバネ力に加算することにより、トロリ線へのすり板体の接触力を求め、
この接触力を一定にするようにアクチュエータを制御することを特徴とするパンタグラフの接触力変動低減方法。

【請求項2】

前記すり板体近傍の空気の相対速度の2乗に特定の係数を乗算することによりすり板体の揚力を求めることを特徴とする請求項1に記載のパンタグラフの接触力変動低減方法。

【請求項3】

10

20

トロリ線に押し当てられるすり板体と、
このすり板体をトロリ線に押し当てるバネと、
このバネに作用する力を測定する力センサと、
このセンサの測定値に基づいて前記すり板体をトロリ線に押し当てる押上力を制御する
アクチュエータとを具備するパンタグラフであって、

前記すり板体近傍の空気の相対速度を測定するように設けられた流速センサと、この空
気の相対速度に対応して、予め試験により測定され又は算出されたすり板体の揚力を、前
記センサの測定値に基づいて測定されたバネ力に加算することにより、トロリ線へのすり
板体の接触力を求め、これに応じて前記アクチュエータを制御する制御手段と、を備える
ことを特徴とするパンタグラフ。

10

【請求項 4】

前記すり板体の揚力は、すり板体近傍の空気の相対速度の 2 乗に特定の係数を乗算する
ことにより求めることを特徴とする請求項 3 に記載のパンタグラフ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気鉄道におけるトロリ線（架線）とパンタグラフとの間に作用する接触力
の変動を低減する方法及び接触力変動の低減が可能なパンタグラフに関する。

【背景技術】

【0002】

現状の電気鉄道においては、トロリ線（架線）から車体屋根に搭載されたパンタグラフ
を介して車両に電力を送る方式が一般的である。このようなパンタグラフは、トロリ線に
押し当てられるすり板体と、このすり板体をバネにより支持する舟体と、舟体を昇降可能
に支持すると共にトロリ線に押し当てる押上力を付与する支持機構とを備えている。また
、他のパンタグラフの例として、トロリ線に押し当てられるすり板体と、このすり板体を
直接支持する舟体と、この舟体をバネにより支持すると共に舟体を昇降可能に支持する支
持機構とを備えたものがある。以下では主として前者の形態のパンタグラフを例に説明を
行なう。

20

トロリ線とパンタグラフのすり板体との接触力は、トロリ線の高さ変動や車両・パンタ
グラフの振動によって変動する。この接触力の変動が大きすぎると、パンタグラフのすり
板体がトロリ線から離線するおそれがある。離線が頻発すると、すり板体とトロリ線との
間にスパークが生じて、すり板体やトロリ線の摩耗が進む。また、常に接触力が大きくな
る箇所では、トロリ線の局所的な摩耗が進行する可能性もある。以上のように、離線に至
らない場合でも、パンタグラフの接触力は極力変動が小さいことが好ましい。

30

【0003】

このため、トロリ線とパンタグラフのすり板体との間に作用する接触力の変動を低減す
る技術がいくつか提案されており、そのうち、アクティブ方式のパンタグラフとして、特
許文献 1 に記載のものがある。このパンタグラフは、すり板体を支持するバネの変位又は
力をセンサで測定し、その変位又は力の変動の低周波数成分をゼロに近づけるようにアク
チュエータを制御することによって、トロリ線（架線）に押し当てるすり板体の押上力を
調整するものである。

40

このパンタグラフによれば、すり板体を支持するバネの変位の低周波成分を制御目標量
とし、このバネの変位又は力をセンサが測定するものであるため、センサの数が少なく
済み、測定自体も容易となり、簡便に接触力の変動を低減するとされている。

【特許文献 1】特開平 2 0 0 5 - 2 8 7 2 0 9 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記従来のパンタグラフにおいては、すり板体支持部に設置したセンサにより接触力を
測定し、その測定値が一定になるようにアクチュエータで制御している。このようにセン

50

サにより測定した接触力は、すり板体を支持するバネのバネ力によるものであって、電車走行時の風圧によりすり板体に働く揚力による接触力の増加分を測定することができず、正確な接触力とは異なる値となってしまう、高い精度で接触力の変動を低減することが難しい。特に、高速用のパンタグラフでは空気力の影響を強く受けるため、この傾向が顕著になる。

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、すり板体に作用する揚力によるトロリ線への接触力変動も考慮し、高い精度で接触力を常に一定に保つアクティブ制御を行うパンタグラフの接触力変動低減方法及びパンタグラフを提供することを課題としている。

【課題を解決するための手段】

10

【0005】

上記課題を解決するため、本発明のパンタグラフの接触力変動低減方法は、センサ9によりバネの変位又は力を測定し、また電車走行時のすり板体5近傍の空気の相対流速を測定し、この流速に対応して予め試験により測定され又は算出された揚力 F_L をセンサ9により測定されたバネ力 F_K に加算することにより、トロリ線への舟体の接触力 F_C を求め、この接触力 F_C を一定にするようにアクチュエータ8を制御する。

【0006】

本発明のパンタグラフは、トロリ線Tに押し当てられるすり板体5と、このすり板体5をトロリ線Tに押し当てるバネ6と、このバネ6の変位又は力を測定するセンサ9と、このセンサ9の測定値に基づいてすり板体5をトロリ線Tに押し当てる押上力 F_C を制御するアクチュエータ8とでパンタグラフ1を構成する。すり板体5の近傍の流速を測定するようにピトー管10などの流速センサを設け、これにより測定した流速に対応して、予め試験により測定され又は算出された揚力 F_L をセンサ9により測定されたバネ力 F_K に加算することにより、トロリ線Tへのすり板体5の接触力 F_C を求め、これに応じてアクチュエータ8を制御する制御手段12を設けた。

20

【0007】

すり板体5の揚力 F_L は、パンタグラフ1に設けたピトー管10などのセンサにより測定されたすり板体5近傍の空気の流速の2乗に特定の係数 C_L を乗算して求めることとした。

【0008】

ピトー管などのセンサの設置が難しい場合等には、すり板体5近傍の空気の流速を近似的に列車速度から推定することとした。

30

【0009】

さらに、列車走行路の周辺環境に応じて予め求められた所定の倍率を乗算することにより列車速度を補正して、すり板体5近傍の空気の流速を精度良く推定することとした。

【発明の効果】

【0010】

本発明においては、センサにより測定したバネ力に、ピトー管などにより測定したすり板体近傍の空気の相対流速に対応する揚力を加えることにより、トロリ線へのパンタグラフの接触力を正確に求めることができ、この接触力に応じてアクチュエータを制御するので、接触力の変動を高い精度で低減することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の一形態を説明する。図1は本実施例に係るパンタグラフの制御系統ブロック図、図2は原理確認のためのパンタグラフの風洞試験装置の概略図、図3は揚力を考慮した接触力制御を行わない場合の接触力の変化を示すグラフ、図4は揚力を考慮した接触力制御を行った場合の接触力の変化を示すグラフである。

【0012】

図1は、本発明に係るパンタグラフの一実施形態である。パンタグラフ1は、電車の車体屋根2上に搭載される。このパンタグラフ1は、すり板体5を支持する舟体3と、この

50

舟体 3 を車体屋根 2 上で昇降可能に支持する支持機構 4 とを備えている。

【 0 0 1 3 】

舟体 3 は、車体幅方向（左右方向：図 2 の紙面表裏方向）に沿って延びる箱状体である。この舟体 3 は、一例でアルミニウム合金等からなる。図 1 に示す実施形態では、舟体 3 はバネ 6 を介してすり板体 5 を支持する。このすり板体 5 は、一例で鉄系や銅系の焼結合金製、あるいは、カーボン系材料等からなる。このすり板体 5 がトロリ線 T に直接接触する。

なお、すり板体 5 は舟体 3 にボルト結合し、バネを介して舟体 3 を支持機構 4 に支持するように構成してもよい。

【 0 0 1 4 】

舟体 3 は、支持機構 4 に含まれる上下に伸縮可能な枠体（図示せず）により昇降可能に支持される。この支持機構 4 には、定常的な押上力を付与する押上バネ 7 及び制御力を付与するアクチュエータ 8 を備えている。押上バネ 7 は、舟体 3、すり板体 5 をトロリ線 T に押し付けるものである。アクチュエータ 8 は押上バネ 7 と並行して設けられている。このアクチュエータ 8 の出力端が舟体 3 に連結されている。アクチュエータ 8 は、舟体 3、すり板体 5 をトロリ線 T に押し当てる押上力を制御するもので、例えばエアシリンダを用いる。

【 0 0 1 5 】

すり板体 5 を支持するバネ 6 には力センサ 9 が臨む。力センサ 9 には例えば光ファイバ式の歪みゲージが用いられる。力センサ 9 は、バネ 6 のひずみもしくは変位からバネ力を計測する。

【 0 0 1 6 】

舟体 3 には、空気の相対流速を測定する流速センサであるピトー管 10 が設けられている。ピトー管 10 は電車走行時の舟体 3 近傍の空気の動圧を測定して相対流速を求めるものである。すり板体 5 に働く揚力は相対流速と一定の関係にあるので、流速に対応する揚力を求めるための係数を風洞試験により予め求めておき、ピトー管 10 により測定された動圧（流速の 2 乗）に係数を乗算することにより揚力 F_L を算出することができる。ピトー管 10 により測定された動圧にはコントローラ 11 によって係数が乗算されることにより揚力が算出される。この揚力はトロリ線 T へのすり板体 5 の接触力の増加分となる。

なお、ピトー管 10 に代えて、アネモマスター、ドップラー流速計、熱線流速計などを適用してもよい。

【 0 0 1 7 】

また、ピトー管などの流速センサの設置が難しい場合には、すり板体 5 近傍の空気の流速を近似的に列車速度から推定してもよい。

【 0 0 1 8 】

さらに、列車走行路の周辺環境の情報、例えばトンネルの有無等流速の変化要因に応じて列車速度に対する補正を加えることにより、すり板体 5 近傍の空気の流速をより高い精度で推定するようにしてもよい。例えばトンネル区間においては、すり板体 5 近傍の空気の流速をトンネル外の列車速度に所定の倍率（例えば 1.2 倍）を乗じた値としたり、その倍率も列車種別により異なるものとするなどの補正を加えるものである。これらの空気の流速の変化要因に対応する上記倍率は予め試験等により求められている。

【 0 0 1 9 】

上記風洞試験は、図 2 に示すように、舟体 3 と台枠 15 の上下端部を試験用バネ 13 及びロードセル 14 で結合し、水平方向から風を送り、試験用バネ 13 の収縮力に抗して発生する揚力をロードセル 14 で測定する。この試験では、トロリ線への接触力が常に 60 N となるようにアクチュエータ 8 を制御した。なお、風速は 150, 220, 270, 300, 350 km/h と段階的に変化させた。

この結果、図 3, 図 4 に示すように、風速を増加させることによりすり板体 5 に加わる揚力は増大し、この揚力のために、舟体 3 内部に設置した力センサ 9 により測定したバネ力から推定される押上力は、ロードセル 14 により測定した接触力より小さい値となる。

10

20

30

40

50

従って、接触力に揚力を考慮しない場合には、図3に示すように、風速が増加するにつれて目標値との偏差が増加し、その偏差分だけ過大な制御を行うことになってしまう。一方、本発明の方法を適用して接触力に揚力を考慮した場合には、図4に示すように、風速が増加しても目標値に近い範囲でほぼ一定し、正確な制御となっている。このように、本発明を適用することにより、揚力による影響を考慮した接触力制御を行うことが可能であるといえる。

【0020】

本実施形態に係るパンタグラフ1の制御動作について説明する。

舟体3は支持機構4により上昇してトロリ線Tに接触した後、バネ6の付勢力によりすり板体5がトロリ線Tに押し当てられる。力センサ9は、バネ6のひずみによりそこに作用するバネ6のバネ力を測定する。トロリ線Tへのすり板体5の接触力を F_c 、力センサ9によるバネ力を F_k 、ピトー管10により測定したすり板体5の動圧（相対流速の2乗に比例）に上記係数 C_L を乗算した揚力を F_L とすれば、
 $F_c = F_L + F_k$ として正確な接触力を求めることができる。

10

【0021】

比例積分微分（PID：Proportional-Integral-Differential）制御器12は、比例動作に積分動作と微分動作を加えた制御を行い、残留偏差をなくすように前述のアクチュエータ8の出力を制御する。このPID制御器12には、すり板体5からトロリ線Tに加わるすり板体5の接触力 $F_c = F_L + F_k$ と、制御目標量 F_T とが入力されて両者の差が演算され、アクチュエータ8に対する操作量 F_{const} が出力される。このようなアルゴリズムによって、制御目標量 F_T の変動をゼロに近づけるようなアクチュエータ8の出力が与えられる。

20

【0022】

なお、パンタグラフの他の実施形態として、図示しないが、先の実施形態におけるすり板体5が舟体3により直接支持され、この舟体3を車体屋根2上で昇降可能に支持すると共にバネにより舟体3をトロリ線Tに押し当てる押上力を付与する支持機構4を備えたものであってもよい。

【産業上の利用可能性】

【0023】

本発明は、電気鉄道におけるトロリ線とパンタグラフとの間に作用する接触力の変動を低減するのに有効である。

30

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本実施例に係るパンタグラフの接触力変動低減方法の制御系統ブロック図である。

【図2】本実施例に係るパンタグラフの風洞試験装置の概略図である。

【図3】揚力を考慮しない制御の場合の接触力の変化を示すグラフである。

【図4】揚力を考慮した制御の場合の接触力の変化を示すグラフである。

【符号の説明】

【0025】

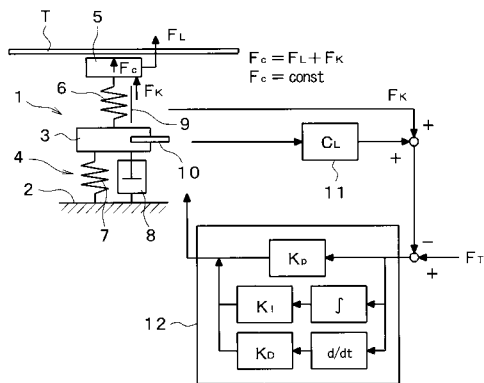
- 1 パンタグラフ
- 2 車体屋根
- 3 舟体
- 4 支持機構
- 5 すり板体
- 6 バネ
- 7 押上バネ
- 8 アクチュエータ
- 9 力センサ
- 10 ピトー管

40

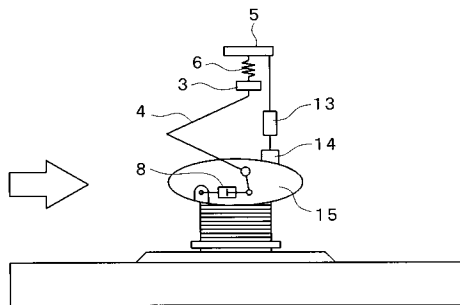
50

- 1 1 コントローラ
- 1 2 比例積分微分制御器
- 1 3 試験用バネ
- 1 4 ロードセル
- 1 5 台枠
- T トロリ線

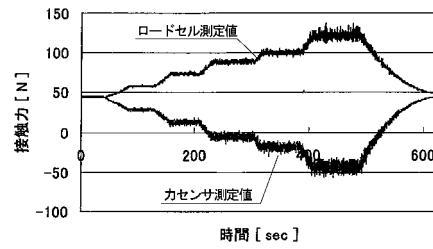
【図1】



【図2】

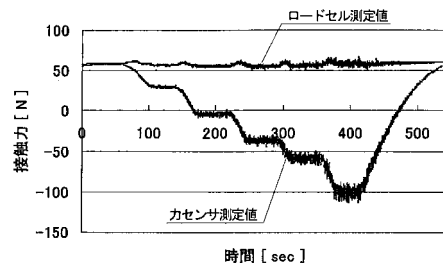


【図3】



ロードセル (真の接触力)
 カセンサ (パンタで計測した接触力)

【図4】



ロードセル (真の接触力)
 カセンサ (パンタで計測した接触力)

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平07 - 123505 (JP, A)
特開平09 - 252502 (JP, A)
特開2000 - 125403 (JP, A)
特開平07 - 107604 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B60L 5/00 - 5/42