

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5634603号

(P5634603)

(45) 発行日 平成26年12月3日 (2014. 12. 3)

(24) 登録日 平成26年10月24日 (2014. 10. 24)

(51) Int. Cl.	F 1
B 6 6 B 1/44 (2006. 01)	B 6 6 B 1/44 D
B 6 6 B 1/34 (2006. 01)	B 6 6 B 1/34
B 6 6 B 5/14 (2006. 01)	B 6 6 B 5/14 A

請求項の数 10 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2013-516245 (P2013-516245)	(73) 特許権者	000006013
(86) (22) 出願日	平成24年4月6日 (2012. 4. 6)		三菱電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/059562		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(87) 国際公開番号	W02012/160888	(74) 代理人	100110423
(87) 国際公開日	平成24年11月29日 (2012. 11. 29)		弁理士 曾我 道治
審査請求日	平成25年6月18日 (2013. 6. 18)	(74) 代理人	100111648
(31) 優先権主張番号	特願2011-113612 (P2011-113612)		弁理士 梶並 順
(32) 優先日	平成23年5月20日 (2011. 5. 20)	(74) 代理人	100122437
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 大宅 一宏
		(74) 代理人	100147566
			弁理士 上田 俊一
		(74) 代理人	100161171
			弁理士 吉田 潤一郎
		(74) 代理人	100161115
			弁理士 飯野 智史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エレベーター装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

錘とロープで連結されているかごと、
 前記ロープを巻き上げる巻上機と、
 前記巻上機の駆動を制御する制御装置と、
 前記かごの積載重量に依存する第1の駆動力損失を数値モデルに基づいて同定し、前記
 数値モデルから駆動力損失を推定する推定装置と
 を備えたことを特徴とするエレベーター装置。

【請求項 2】

前記数値モデルは、前記第1の駆動力損失が前記積載重量に比例することを特徴とする
 請求項1に記載のエレベーター装置。

10

【請求項 3】

前記推定装置は、かご位置に依存する第2の駆動力損失を前記数値モデルに基づいて同
 定することを特徴とする請求項1に記載のエレベーター装置。

【請求項 4】

前記推定装置は、かご位置に依存する第2の駆動力損失を前記数値モデルに基づいて同
 定することを特徴とする請求項2に記載のエレベーター装置。

【請求項 5】

前記制御装置は、所定のかご位置における加速度を同じにして前記かごを上下方向に運
 行し、

20

前記推定装置は、上方向の運行で直接検出された第1の駆動力と下方向の運行で検出された第2の駆動力から前記第1の駆動力損失および前記第2の駆動力損失を同定することを特徴とする請求項3に記載のエレベーター装置。

【請求項6】

前記制御装置は、所定のかご位置における加速度を同じにして前記かごを上下方向に運行し、

前記推定装置は、上方向の運行で直接検出された第1の駆動力と下方向の運行で検出された第2の駆動力から前記第1の駆動力損失および前記第2の駆動力損失を同定することを特徴とする請求項4に記載のエレベーター装置。

【請求項7】

前記制御装置は、前記数値モデルから推定した駆動力と直接検知した駆動力を比較し、前記直接検知した駆動力の方が前記数値モデルから推定した駆動力よりも大きい場合、走行異常であると判断することを特徴とする請求項1ないし請求項6の何れか1項に記載のエレベーター装置。

【請求項8】

錘とロープで連結されているかごと、

前記ロープを巻き上げる巻上機と、

前記巻上機の駆動を制御する制御装置と、

前記かごの積載重量に依存する第1の駆動力損失およびかご位置に依存する第2の駆動力損失を数値モデルとして同定し、同定した前記数値モデルと、直接検知した駆動力と、駆動システムの慣性質量と、前記かごの加速度と、ケーブル重量により加わる力とに基づいて、前記かごの積載重量を推定する推定装置と

を備えたことを特徴とするエレベーター装置。

【請求項9】

推定された前記積載重量と前記巻上機の定格電力とに基づいて、前記かごの最大運転速度を決定することを特徴とする請求項8に記載のエレベーター装置。

【請求項10】

推定された前記積載重量に基づいて、前記かごの積載重量を検出する秤装置を補正することを特徴とする請求項8に記載のエレベーター装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、エレベーター装置に関わり、特にかごの走行時に生じる駆動力損失を精度よく推定する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

エレベーター装置には、かごの積載重量を検知するために秤装置が搭載されている。秤装置を補正する技術を扱っている文献として、特許文献1が知られている。ここでは、かごを走行させる際に生じる駆動力損失を特定し、この駆動力損失を除外した駆動力からかご内の積載重量を推定している。

【0003】

エレベーター装置に生じる駆動力損失（走行ロス）は、レールとガイドの接触状態や積載重量に依存し、物件毎に異なる大きさを呈する。従って、駆動力損失をかご位置や積載重量による影響を考慮せずに推定した場合、または予め一定値に定めた場合には、推定された駆動力損失と実際の駆動力損失との間に誤差が生じる。この誤差があるため、推定した積載重量を走行異常の判定に利用すると、エレベーター装置は、正常状態であるにも拘らず、走行異常であると判断することがある。また、エレベーターの制御に利用するに際しては、推定ばらつきによる誤差を見込むことで運行性能の低下が生じる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開6-321440号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

この発明は、上記のような課題を解決するために成されたもので、かご位置に応じて定まる駆動力損失や積載重量に依存する駆動力損失を同定する機能を備えたエレベーター装置を提供することを目的にする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本願に係るエレベーター装置は、錘とロープで連結されているかごと、ロープを巻き上げる巻上機と、巻上機の駆動を制御する制御装置と、積載重量に依存する第1の駆動力損失を数値モデルとして同定し、数値モデルから駆動力損失を推定する推定装置と、を備えているものである。

【発明の効果】

【0007】

本願に係るエレベーター装置は、駆動力損失を高精度に同定して、精度良く積載重量を推定する事ができる。また、運行中に積載重量を高精度に推定するので、かご走行に必要な慣性質量や駆動力を判断して制御パラメーターを決定する事で制御性能の向上を図る事ができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明にかかるエレベーター装置の構成を示す図である。

【図2】駆動力損失の傾向を示す図である。

【図3】実施の形態1に係る数値モデルを説明するための図である。

【図4】駆動力損失を学習する手順を示すフローチャートである。

【図5】実施の形態2に係る数値モデルを説明するための図である。

【図6】実施の形態3に係る数値モデルを説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

実施の形態1.

図1は本発明にかかるエレベーター装置の構成を示す。エレベーター装置は、一般的なエレベーター装置の機械システムと同様に、かご1、錘2、ロープ3、プーリ4、巻上機5、逸らせ車6、ガイド7、レール8、ガイド9、レール10、秤装置14などを備えている。かご1と錘2はロープ3で連結されている。ロープ3はプーリ4に巻き掛けられている。プーリ4を巻上機5により回転駆動する事で、かご1は上下方向に運行する。かご1の積載重量(L)は秤装置14を用いて検出する。かご1に定格の半分の重量が積載された場合、錘2とかご1は釣合う。巻上機5には駆動軸のトルクを検出するトルクセンサが設けられている。

【0010】

エレベーター装置の運転は、制御装置12がインバーター11を制御して巻上機5を駆動する事で行なわれる。制御装置12は推定装置13と繋がっている。推定装置13は、かご1の走行中の駆動力損失(走行ロス)を特定してその特性を保存し、保存した特性から駆動力損失を推定する。以下では、駆動力損失を特定してその特性を保存する事を「同定」、保存した特性から駆動力損失を推定する事を「推定」、という。

【0011】

推定装置13は、信号を受け取る入力部21と、受け取った信号を処理する処理部22と、制御装置12にデータ信号を出力する出力部23と、データを記憶する記憶部24を備えている。入力部21には、インバーター11から駆動力(Fiq)を算出するための信号が入力され、制御装置12からはかご1の位置信号、加減速度パターン信号、現在の積

10

20

30

40

50

載状態に相当する信号、推定装置 1 3 への指令信号などが入力される。これらの信号を受け取る処理部 2 2 は、制御装置 1 2 からの指令信号に従って動作する。この動作のうちの駆動力損失を同定する処理においては、入力された信号にかかる情報を一時的に記憶し、また、記憶した情報を読み出す必要があるため、処理部 2 2 と記憶部 2 4 は相互に情報の送受ができる構成となっている。

【0012】

処理部 2 2 において同定された駆動力損失や推定された駆動力損失は、出力部 2 3 に伝達され、制御装置 1 2 に入力される。本実施の形態にかかる構成では、制御装置 1 2 にアクセスする事で、同定した駆動力損失や現在の推定駆動力損失を確認する事が可能である。尚、推定装置 1 3 へ前述の信号が入力されるのであれば、インバーター 1 1 や制御装置 1 2 以外からの入力でも駆動力損失の同定に利用できる。巻上機 5 の駆動力を算出するための信号には、巻上機のトルク電流値信号、トルクセンサの出力信号、インバーター 1 1 のトルク指令信号、トルク電流指令信号などが利用できる。

10

【0013】

次に、推定装置 1 3 に入力された信号から駆動力損失を学習（推定）するための数値モデルについて説明する。駆動力損失には、ガイド 7 とレール 8 の接触による摩擦損失、ガイド 9 とレール 1 0 の接触による摩擦損失、巻上機 5 の回転損失、並びに、逸らせ車 6 のような滑車類の軸受けの回転損失の全てが含まれている。この内、ガイド（7 および 9）とレール（8 および 1 0）の接触状態は、かご 1 の位置で異なるため、その接触に起因する摩擦損失は、かご位置 x に依存する傾向がある。一方、回転損失は、回転軸にかかる軸力に比例するため、かご 1 の積載重量 L に比例する傾向がある。そのため、数値モデルとしては、積載重量 L に比例する数値モデルや、かご位置 x に依存する数値モデルや、これら 2 つの数値モデルを組み合わせたモデルなどが考えられる。

20

【0014】

駆動力損失がかご位置 x に依存する傾向と積載重量 L に比例する傾向を持つことから、積載重量が異なる場合の駆動力損失は、かご位置 x に依存する同一のプロファイル形状を維持しながら、積載重量 L に依存するロス分が全体に加減されるような傾向を示す。かご位置ごとの駆動力損失を図 2 に例示する。駆動力損失 F_a はかごに積載がない場合を示し、駆動力損失 F_b はかごに積載がある場合を示している。

【0015】

推定装置 1 3 は、かご位置 x に依存する傾向と積載重量 L に比例する傾向の両方を的確に捉えるため、図 3 に示す式 1 に基づいて駆動力損失を同定して推定する。ここで、駆動力損失 $F_{loss}(x, L)$ は、かご位置 x と、かごの積載重量 L の関数であることを示している。積載重量 L は、錘 2 とかご 1 が釣合う状態を基準としている。

30

【0016】

式 1 において、右辺の第 1 項は積載重量に依存する駆動力損失（第 1 の駆動力損失）、右辺の第 2 項はかご位置に依存する駆動力損失（第 2 の駆動力損失）をあらわす。式 1 における積載重量 L への比例定数 $k_1[loss]$ と、かご位置 x に依存する駆動力損失成分 $k_2[loss]$ を同定すれば、かご位置 x と積載重量 L を引数として、所定状態での駆動力損失 $F_{loss}(x, L)$ を推定する事が可能となる。

40

【0017】

巻上機 5 の駆動力 $F_{iq}(x, L)$ は、かご位置 x 及び積載重量 L の関数で、式 2 に示す釣合い関係を満足する。式 2 によれば、駆動力 $F_{iq}(x, L)$ は、かご等に影響するロープ／ケーブル類の重量に起因する力 $F_{cab}(x)$ 、錘とかごが釣合った状態における、かごや錘の他、ロープ／ケーブル類を含む駆動システム全体の慣性質量 $M(x)$ 、重力加速度 g 、かご位置 x に対応したかごの加速度 $a(x)$ から、推定することができる。ここで、各項の正負符号はかご上側方向を正として示している。駆動力損失 F_{loss} は走行方向に対して逆向きに働くため、正負符号で示している。駆動力 F_{iq} について、かごの上方向運行の場合の釣合い関係を式 3 に、かごの下方向運行の場合の釣合い関係を式 4 に、それぞれ示している。

50

【0018】

積載重量 L を同一とした場合、式 3 と式 4 の差により、式 5 が得られる。式 5 はかご 1 を牽引する駆動力 F_{iq} 等に基づいて駆動力損失を推定するために使う。推定するためには、制御装置 12 は、2 つの積載重量 (L_1 、 L_2) について、同一のかご位置 x で同一加速度を有する速度変化でかご 1 を上下運転する。各かご位置での駆動力を記憶してその差分を 2 で割ると駆動力損失 $F_{loss}(x, L)$ が得られる。

【0019】

このように得られる 2 つの積載重量 (L_1 、 L_2) に係る駆動力損失から、式 1 の比例定数 $k_1[loss]$ を式 6 から算出できる。同様に、式 1 の駆動力損失成分 $k_2[loss]$ は式 7 a のように算出できる。

10

【0020】

式 5 において、同一かご位置で同一加速度を有する速度変化でない場合でも、加速度をふくむ最終項を算出すれば駆動力損失を得ることができるが、加速度を同一とすると、右辺における最終項がゼロになるため、同定の誤差を小さくする事ができる。また、加減速領域を含まない一定速運転での駆動力を取り出しても、最終項がゼロになるため誤差を小さくできるが、同一かご位置で同一加速度を有する速度変化であれば、加減速度が必ず必要となる上下終端階近傍でも誤差なく駆動力損失を同定することができる。

【0021】

次に、本実施の形態において駆動力損失を推定するための具体的な手順を、図 4 に基づいて説明する。駆動力損失の学習では、まず積載状態を 0 % にする (STEP1)。その後、制御装置 12 にアクセスして、上下方向に往復走行をおこなう (STEP2)。往復走行により得られた駆動力を記憶部 24 に記憶する (STEP3)。次に、積載状態を 100 % にして (STEP4)、同様に上下方向に往復走行して (STEP5)、得られた駆動力を記憶部 24 に記憶する (STEP6)。最後に式 6、式 7 a に基づいて、記憶した駆動力から、駆動力損失を推定するのに必要な情報を同定する (STEP7)。

20

【0022】

同定の精度を望まない場合には、1 つの積載状態でのみ運転する方法を用いてもよい。この場合、錘の積み込み作業が不要となる無積載状態でのみ学習するとすれば、式 1 において $L = 0$ とおく。積載状態に関わらず、駆動力損失成分 k_2 は駆動力損失 $F_{loss}(x, 0)$ に等しいとする事で、かごの積載重量 L を変更する手間をなくし、また、学習手順 STEP4~6 を省略する事ができる。この場合、式 7 b の駆動力損失成分 $k_2[loss]$ は、比例定数 $k_1[loss]$ から独立して求めることができる。

30

【0023】

以上によれば、駆動力損失を高精度に同定する事が可能であり、同定結果において想定されない異常な大きさの駆動力損失を検出していれば、かごの昇降路内での引っかかりや、レールとの接触異常があると判断する事ができる。

【0024】

本実施の形態に係るエレベーター装置は、物件ごとにばらつきがある、かご位置に依存する駆動力損失と積載重量に比例する駆動力損失を精度よく特定する事で、過剰な駆動力損失の有無を確認する事ができ、エレベーター装置の正常な運転が可能か否かを判断できる。また、物件ごとにばらつきがある駆動力損失を、昇降路終端階近傍においても精度よく特定する事で、過剰な駆動力損失の有無を確認する事ができ、昇降路位置に関わらずエレベーター装置の正常な運転が可能か否かを判断できる。

40

【0025】

実施の形態 2.

本発明の実施の形態 2 にかかるエレベーター装置は、同定した駆動力損失を用いて推定した駆動力と、直接検知した駆動力を比較する事で異常を検出するものである。ここで、直接検知には、巻上機駆動軸に設けたトルクセンサの出力から駆動力を検知する場合と、巻上機 5 (インバーター 11) のトルク電流から駆動力を推定する場合が含まれる。

【0026】

50

走行に必要な駆動力 F_{iq} は式 2 の右辺に基づいて推定できる。この中で、積載重量 L 及び加速度 $\alpha(x)$ に関する情報は、制御装置 12 が有しているため、制御装置 12 から推定装置 13 に情報伝達される。また、駆動力損失は実施の形態 1 において開示したように同定できる。他に必要な情報は慣性質量 $M(x)$ 及びケーブル類の重量に起因する力 $F_{cab}(x)$ であるが、これらは上下方向の運転で記憶部 24 に記憶した駆動力から同定する事ができる。

【0027】

慣性質量 $M(x)$ と力 $F_{cab}(x)$ を同定するにあたり、積載重量を任意の同一条件とし、加減速度パターンを上下運転で同一の $\alpha(x)$ となるように走行して、直接検知した駆動力を得る。この駆動力に基づき式 3 と式 4 から、図 5 に示す式 8 が得られる。

10

【0028】

式 8 の駆動力 F_{drive} は運転に必要な駆動力 F_{iq} から駆動力損失 F_{loss} を除外したものである。ロープ／ケーブル類が力 F_{cab} に与える影響はかご位置 x に比例して加減される傾向がある。かごを一定速度で走行した範囲におけるかごの異なる位置をかご位置 x_1 、かご位置 x_2 とすると、その位置依存の比例定数 $k_1[cab]$ が式 9 により得られる。また、かご位置 x_0 でロープ／ケーブル類が力 F_{cab} に与える影響成分 $k_2[cab]$ は、式 10 のように得られる。

【0029】

一般に、ロープ／ケーブル類が力 F_{cab} に与える影響はかごが中間の位置にある際にゼロとなるように設計されており、かご位置 x_0 はかご中間位置までの距離を示す。かご位置に依存するケーブル類の重量による力 $F_{cab}(x)$ は式 11 に基づいて定められる。慣性質量 $M(x)$ は式 8 から式 12 により得られることがわかる。

20

【0030】

以上のように、式 2 の右辺に示される各項は、予め制御装置 12 が有する情報、及び、上下運転による学習走行により得られた駆動力から推定できる。この推定された駆動力 F_{iq} と直接検知した駆動力 F_{iq} を比較して、直接検知した駆動力 F_{iq} の方が大きい場合にひっきりやレールとの接触異常が生じていると判断する事で常時異常の監視ができ、迅速に走行異常検出をする事が可能となる。尚、推定された駆動力より直接検知した駆動力の方が大きいと判断する事には、検知や同定による誤差やばらつきを予め一定値として定めて（以下、定めた大きさを規定値とする）、推定された駆動力より直接検知した駆動力の方が規定値以上に大きくなるときや、推定された駆動力より直接検知した駆動力の方が小さいが、推定された駆動力と直接検知した駆動力の差が規定値よりも小さいときに異常と判断することも含まれる。

30

【0031】

実施の形態 3.

本発明の実施の形態 3 にかかるエレベーター装置は、走行時の駆動力から駆動力損失を高精度に同定してその影響を除外する事で、精度良く積載重量を推定するものである。積載重量 L の推定式は式 1 を式 2 に代入して変形する事で図 6 に示す式 13 のように得られる。式 13 の右辺には積載重量に関する項はない。

【0032】

40

ここで、駆動力 $F_{iq}(x, L)$ は走行中に直接検知した力を表す。右辺の各係数を用いて演算する事で積載重量 L を精度良く推定する事ができる。この結果を用いれば、運行中には積載重量を高精度に推定することができ、必要な慣性質量や駆動力を判断して制御パラメーターを決定する事で性能向上を図る事ができる。また、精度良く推定された積載重量を、かご停止中に計測された秤装置 14 による積載重量と比較する事で、秤装置 14 を高精度に補正する事ができる。

【0033】

エレベーター装置は、積載重量に基づいて運転負荷を推定し、巻上機 5 やインバーター 11 の能力により許容される限度で運転速度を高くして、運行効率を向上する制御方式を適用している。実施の形態 3 によれば、エレベーター装置は、積載重量値を高精度に推定

50

できて推定誤差を小さくできるので、運行効率をさらに向上する事ができる。例えば、巻上機5の能力をその定格電流を超えない範囲で利用するように速度を決定するには、式14と式15が用いられる。

【0034】

力行走行時における最大速時の速度 V_p は、駆動力損失 $F_{loss}(x, L)$ 、巻上機の定格電力 H_t 、定格積載量 L_{rated} 、かご内の積載重量 L 、カウンタ率 γ 、かご積載重量の検出誤差 E_r 、電動機やインバーターの力行走行時効率 η_p に依存する。同様に、回生走行時における最大速時の速度 V_r は、駆動力損失 $F_{loss}(x, L)$ 、巻上機の定格電力 H_t 、定格積載量 L_{rated} 、かご内の積載重量 L 、カウンタ率 γ 、かご積載重量の検出誤差 E_r 、電動機やインバーターの回生走行時効率 η_r に依存する。カウンタ率 γ は定格積載の50%で錘と釣合う場合に0.5とする。

10

【0035】

これらのパラメーターのうち駆動力損失以外は推定装置13の記憶部24に格納されており、速度 V の演算時に該当するパラメーターは記憶部24から読み出される。かご負荷の検出誤差 E_r や駆動力損失 $F_{loss}(x, L)$ にはばらつきがあるものの、想定される最大値を当てはめて速度を求めれば、定格電流を超えることなく運転することが可能である。特に、本実施の形態にかかる推定装置13により精度良く推定された積載重量 L を用いれば検出誤差 E_r を小さくできる。また実施の形態1にかかる駆動力損失の同定により駆動力損失 F_{loss} を精度良く推定すれば、そのばらつきを小さく見積る事ができ、速度を上げて運行効率を向上する事ができる。

20

【0036】

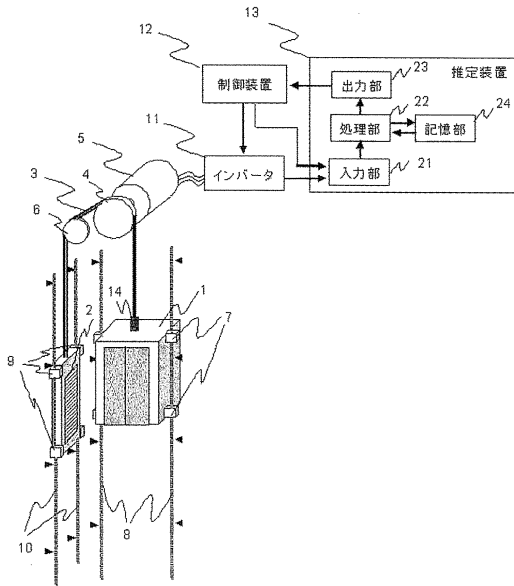
本発明にかかる積載重量の推定では、加減速するかご位置での駆動力損失、及び、加速度の影響が考慮されているため、最大速度に至る前の加減速中でも精度よく推定できる。また積載重量を精度よく特定でき、秤装置の代替とする事ができる。また積載重量を精度よく特定でき、必要以上の誤差を見込まずに最大限大きな速度で運転することができる。

【符号の説明】

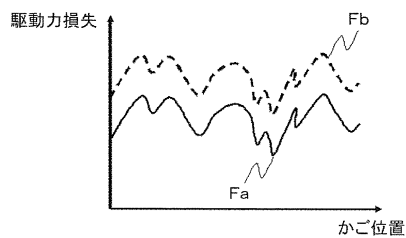
【0037】

1 かご、5 巻上機、11 インバーター、12 制御装置、13 推定装置。

【図 1】



【図 2】



【図 4】



【図 5】

$$L \times g + (M(x) + L) \times \alpha(x) + F_{\text{cab}}(x) = \frac{F_{\text{up}}(x, L) + F_{\text{down}}(x, L)}{2} = F_{\text{ave}}(x, L) \quad \dots \text{式8}$$

$$k_{\text{cab}1} = \frac{F_{\text{drive}}(x2, 0) - F_{\text{drive}}(x1, 0)}{x2 - x1} \quad \dots \text{式9}$$

$$k_{\text{cab}2} = -k_{\text{cab}1} \times x0 \quad \dots \text{式10}$$

$$F_{\text{cab}}(x) = k_{\text{cab}1} \times x + k_{\text{cab}2} \quad \dots \text{式11}$$

$$M(x) = \frac{F_{\text{up}}(x, L) + F_{\text{down}}(x, L) - 2 \times F_{\text{ave}}(x) - 2 \times L \times g}{2 \times \alpha(x)} - L \quad \dots \text{式12}$$

【図 3】

$$F_{\text{loss}}(x, L) = k1_{\text{loss}} \times L + k2_{\text{loss}}(x) \quad \dots \text{式1}$$

$$F_{\text{ig}}(x, L) = L \times g + (M(x) + L) \times \alpha(x) \pm F_{\text{loss}}(x, L) + F_{\text{cab}}(x) \quad \dots \text{式2}$$

$$F_{\text{ig up}}(x, L) = L \times g + (M(x) + L) \times \alpha_{\text{up}}(x) + F_{\text{loss}}(x, L) + F_{\text{cab}}(x) \quad \dots \text{式3}$$

$$F_{\text{ig down}}(x, L) = L \times g + (M(x) + L) \times \alpha_{\text{down}}(x) - F_{\text{loss}}(x, L) + F_{\text{cab}}(x) \quad \dots \text{式4}$$

$$F_{\text{loss}}(x, L) = \frac{F_{\text{ig up}}(x, L) - F_{\text{ig down}}(x, L) + (M(x) + L) \times (\alpha_{\text{down}}(x) - \alpha_{\text{up}}(x))}{2} \quad \dots \text{式5}$$

$$k1_{\text{loss}} = \frac{F_{\text{loss}}(x, L2) - F_{\text{loss}}(x, L1)}{L2 - L1} \quad \dots \text{式6}$$

$$k2_{\text{loss}}(x) = F_{\text{loss}}(x, L1) - k1_{\text{loss}} \times L1 \quad \dots \text{式7a}$$

$$k2_{\text{loss}}(x) = F_{\text{loss}}(x, 0) \quad \dots \text{式7b}$$

【図 6】

$$L = \frac{F_{\text{ig}}(x, L) - M(x) \times \alpha(x) \mp k2_{\text{loss}}(x) - F_{\text{cab}}(x)}{g + \alpha(x) \pm k1_{\text{loss}}} \quad \dots \text{式13}$$

$$V_{\theta} = \frac{Ht}{L_{\text{rated}} \times \left(\left| \frac{L}{L_{\text{rated}}} - \gamma \right| + Er + F_{\text{loss}}(x, L) \right) / 6120 \eta_p} \quad \dots \text{式14}$$

$$V_r = \frac{Ht}{L_{\text{rated}} \times \left(\left| \frac{L}{L_{\text{rated}}} - \gamma \right| + Er - F_{\text{loss}}(x, L) \right) / 6120 \eta_r} \quad \dots \text{式15}$$

フロントページの続き

(74)代理人 100188514

弁理士 松岡 隆裕

(72)発明者 近藤 力雄

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 酒井 雅也

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 加藤 昌人

(56)参考文献 特開平04-070906 (JP, A)

特開昭61-282276 (JP, A)

特開2006-193297 (JP, A)

特開2009-113979 (JP, A)

特開2011-111259 (JP, A)

国際公開第2005/102895 (WO, A1)

国際公開第2011/027463 (WO, A1)

国際公開第2011/108047 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B66B 1/00-5/28