

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4575116号  
(P4575116)

(45) 発行日 平成22年11月4日(2010.11.4)

(24) 登録日 平成22年8月27日(2010.8.27)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>GO1B</b>	<b>21/00</b>	<b>(2006.01)</b>	GO1B	21/00	S
<b>B60L</b>	<b>5/24</b>	<b>(2006.01)</b>	B60L	5/24	A
<b>B60M</b>	<b>1/28</b>	<b>(2006.01)</b>	B60M	1/28	R

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2004-332723 (P2004-332723)	(73) 特許権者	000173784
(22) 出願日	平成16年11月17日(2004.11.17)		財団法人鉄道総合技術研究所
(65) 公開番号	特開2006-145264 (P2006-145264A)		東京都国分寺市光町2丁目8番地38
(43) 公開日	平成18年6月8日(2006.6.8)	(74) 代理人	100079212
審査請求日	平成19年4月19日(2007.4.19)		弁理士 松下 義治
		(72) 発明者	網干 光雄
			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
		審査官	櫻井 仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パンタグラフ特性の診断方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

観測点付近の架線の架設状態の計測を行う架設状態計測ステップ、前記架設状態計測ステップで得られたデータに基づいて架線・パンタグラフ系の運動シミュレーションを行う運動シミュレーションステップ、前記運動シミュレーションステップの運動計算結果に基づいて観測点におけるパンタグラフ定常押上力に対するトロリ線押上量の対照表を作成する対照表作成ステップ、トロリ線押上量を計測する押上量計測ステップ、前記押上量計測ステップで得られたトロリ線押上量から前記対照表に基づいてパンタグラフ定常押上力を推定する定常押上力推定ステップ、及び前記定常押上力推定ステップで得られたパンタグラフ定常押上力の推定値を評価基準値と比較してパンタグラフの良否の判定を行う判定ステップとからなるパンタグラフ特性の診断方法。

10

【請求項2】

前記架設状態計測ステップは、観測点付近のトロリ線凹凸の計測を行うトロリ線凹凸計測ステップであることを特徴とする請求項1のパンタグラフ特性の診断方法。

【請求項3】

観測点付近の架線の架設状態の計測を行う架設状態計測装置、前記架設状態計測装置で得られたデータに基づいて架線・パンタグラフ系の運動シミュレーションを行い、前記シミュレーション結果に基づいて観測点におけるパンタグラフ定常押上力に対するトロリ線押上量の対照表を作成する運動シミュレーション装置、トロリ線押上量を計測する押上量計測装置、及び、前記押上量計測装置で得られたトロリ線押上量から前記対照表に基づいて

20

パンタグラフ定常押上力を推定し、このパンタグラフ定常押上力の推定値を評価基準値と比較してパンタグラフの良否の判定を行う評価装置とから構成されたパンタグラフ特性の診断装置。

【請求項 4】

前記架設状態計測装置は、観測点付近のトロリ線凹凸の計測を行うトロリ線凹凸計測装置であることを特徴とする請求項 3 のパンタグラフ特性の診断装置。

10

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気車に設置されているパンタグラフの特性の診断方法及び装置に関し、特にパンタグラフの定常押上力（静押上力 + 定常揚力）に基づいてパンタグラフの特性を診断する方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、パンタグラフ定常押上力の計測方法として、中腰走行状態でのロードセルによる直接計測法、非特許文献 1 に示されている舟体 2 箇所断面力と偏位測定による揚力推定法などがある。これらはいずれも特定のパンタグラフに測定装置を組み込んで計測するものであり、現車走行試験などにおいて用いられている。しかしながら、商業運転中の任意の電気車に設置されているパンタグラフの特性を診断する方法には採用できないものである。

30

【0003】

また、特許文献 2 に示されている超異方倍率レンズを用いて架線・パンタグラフ系の運動挙動を連続録画し、録画した画像を分析することによってパンタグラフのトロリ線への接触力を推定する方法がある。この方法は、特定のパンタグラフに測定装置を組み込んで計測する方法と異なり、地上側から計測する方法であるから、前者よりは汎用性はある。しかしながら、この従来方法は計測点が限られること、及び夜間計測が難しいので、商業運転中の任意の電気車に設置されているパンタグラフの特性を診断する方法としては実用的ではない。

40

【0004】

更に、非特許文献 2 には、パンタグラフによるトロリ線の押上量を計測することによりパンタグラフの異常を検出する装置が示されている。この従来装置において、トロリ線の押上量  $U$  は、ワイヤを用いた機械式距離センサで直接計測されている。この従来装置は、特定のパンタグラフに測定装置を組み込んで計測するものではなく、架線側に計測器を常置するものであり、観測点を通る全ての電気車のパンタグラフの診断を行うことができるものである。ところで、この従来装置においては、トロリ線の押上量  $U$  は、接触力  $F$  と弾性  $E$  の積で与えられると定義されている。接触力  $F$  はトロリ線へのパンタグラフの接触力であり、弾性  $E$  は支持点においてトロリ線を支持しているバネの弾性である。このため

50

、トロリ線の押上量 $U$ は、支持点のバネの弾性に大きく影響を受けるから、ばらつきが生じることになる。また、トロリ線の押上量は、走行速度や観測点付近のトロリ線高さの変化によっても大きな影響を受ける。従って、この従来装置も、商業運転中の任意の電気車に設置されているパンタグラフの特性を診断する方法としては信頼性に問題があると言わざるをえない。

【0005】

【特許文献1】特許第3361448号公報

【特許文献2】特開平7-260562号公報

【非特許文献1】池田 充, 他: 「架線・パンタグラフ間の接触力測定による電車線診断技法の検討」, 日本機械学会第2回評価・診断に関するシンポジウム, 2003年12月

10

【非特許文献2】H.Moller, : " Stationary uplift measurement as a diagnostic tool for pantograph monitoring ", WCRR2001

【非特許文献3】網干光雄: 「運動計算による架空電車線凹凸の動特性評価法」, 平成16年電気学会産業応用部門大会, 2004年9月

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明が解決しようとする課題は、商業運転中の任意の電気車に設置されているパンタグラフの特性を診断する信頼性の高い方法及び装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

20

【0007】

上述の課題を解決するパンタグラフ特性の診断方法および装置は、本願発明者が確認し非特許文献3に開示している事実、即ち、トロリ線凹凸の精密計測法と架線・パンタグラフ系の運動シミュレーション法を組み合わせることにより、トロリ線の押上量や歪み量、パンタグラフの接触力などの予測値は現車走行試験の実測値と良く合致するという事実に基づいている。

【0008】

即ち、上述の課題を解決するパンタグラフ特性の診断方法は、観測点付近の架線の架設状態の計測を行う架設状態計測ステップ、前記架設状態計測ステップで得られたデータに基づいて架線・パンタグラフ系の運動シミュレーションを行う運動シミュレーションステップ、前記運動シミュレーションステップの運動計算結果に基づいて観測点におけるパンタグラフ定常押上力に対するトロリ線押上量の対照表を作成する対照表作成ステップ、トロリ線押上量を計測する押上量計測ステップ、前記押上量計測ステップで得られたトロリ線押上量から前記対照表に基づいてパンタグラフ定常押上力を推定する定常押上力推定ステップ、及び前記定常押上力推定ステップで得られたパンタグラフ定常押上力の推定値を評価基準値と比較してパンタグラフの良否の判定を行う判定ステップとからなる診断方法である。

30

【0009】

また、上述の課題を解決するパンタグラフ特性の診断装置は、観測点付近の架線の架設状態の計測を行う架設状態計測装置、前記架設状態計測装置で得られたデータに基づいて架線・パンタグラフ系の運動シミュレーションを行い、前記シミュレーションの運動計算結果に基づいて観測点におけるパンタグラフ定常押上力に対するトロリ線押上量の対照表を作成する運動シミュレーション装置、トロリ線押上量を計測する押上量計測装置、及び、前記押上量計測装置で得られたトロリ線押上量から前記対照表に基づいてパンタグラフ定常押上力を推定し、このパンタグラフ定常押上力の推定値を評価基準値と比較してパンタグラフの良否の判定を行う評価装置とから構成されたパンタグラフ特性の診断装置とで構成されている。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明においては、架線側の観測点に計測器を常置し、当該観測点を通過する全てのパン

50

タグラフの定常押上力をモニタすることが可能である。そして、本発明は、単にパンタグラフによるトロリ線の押上量のみからではなく、観測点付近の架線の架設状況と電気車の速度特性が考慮されたパンタグラフの定常押上力に基づいて診断するものであるから、信頼性の高いパンタグラフ特性の診断ができるようになった。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

観測点付近のトロリ線凹凸の計測を行うトロリ線凹凸計測ステップ、前記トロリ線凹凸計測ステップで得られたトロリ線凹凸データに基づいて架線・パンタグラフ系の運動シミュレーションを行う運動シミュレーションステップ、前記運動シミュレーションステップの運動計算結果に基づいて観測点におけるパンタグラフ定常押上力に対するトロリ線押上量の対照表を作成する対照表作成ステップ、トロリ線押上量を計測する押上量計測ステップ、及び前記押上量計測ステップで得られたトロリ線押上量から前記対照表に基づいてパンタグラフ定常押上力を推定する定常押上力推定ステップ、及び前記定常押上力推定ステップで得られたパンタグラフ定常押上力の推定値を評価基準値と比較してパンタグラフの良否の判定を行う判定ステップとからなるパンタグラフ特性の診断方法である。

10

【実施例】

【0012】

本発明の一実施例のパンタグラフ特性の診断装置は、図1に示す如く、トロリ線凹凸計測装置1、架線・パンタグラフ系の運動シミュレーションを行う運動シミュレーション装置2、パンタグラフの定常押上力の推定並びに特性評価を行う評価装置3、及び、トロリ線押上量を計測する押上量計測装置4とで構成されている。

20

【0013】

観測点付近の架線の架設状態の計測を行う架設状態計測装置であるトロリ線凹凸計測装置1は、例えば、特許文献1に開示されている如き装置で、長尺体の測定位置 $x$ における垂直方向の変位を測定し第1変位信号 $y_1(x)$ を出力する第1非接触変位センサ、前記測定位置 $x$ から微小間隔 $\Delta x$ 離れた測定位置における前記長尺体の垂直方向の変位を測定し第2変位信号 $y_2(x+\Delta x)$ を出力する第2非接触変位センサ、前記第1及び第2変位信号から傾斜信号 $\{y_2(x+\Delta x) - y_1(x)\} / \Delta x$ を算出する傾斜信号算出手段、及び前記傾斜信号を積分する傾斜信号積分手段とからなる長尺体の凹凸を連続的に測定する装置において、前記傾斜信号積分手段が、測定しようとする長尺体の凹凸波長を $\lambda$ として表される傾斜測定値の真値に対する比 $\{\sin(\pi \Delta x / \lambda)\} / (\pi \Delta x / \lambda)$ の逆数の周波数特性を有するインパルス応答関数を前記傾斜信号 $\{y_2(x+\Delta x) - y_1(x)\} / \Delta x$ に重畳し積分することによって前記傾斜補正と積分を行うものであることを特徴とする長尺体の凹凸を連続的に測定する装置である。

30

【0014】

トロリ線押上量を計測する押上量計測装置4は、例えば、観測点付近に設置されたレーザー変位計である。押上量計測装置4は、ワイヤ式ポテンシオメータを用いた計測装置、画像計測装置等も利用可能である。

【0015】

架線・パンタグラフ系の運動シミュレーションを行う運動シミュレーション装置2は、定常押上力とトロリ線押上量の対照表作成部2aを含んで構成されている。また、評価装置3は、パンタグラフの定常押上力推定部3aとパンタグラフの特性評価部3bを含んで構成されている。

40

【0016】

架線・パンタグラフ系の運動シミュレーション法は、高速鉄道の分野では実用化されている技術であり、非特許文献3にも詳細に開示されているが、概ね次のような方法である。即ち、架線・パンタグラフ系の運動シミュレーション法では、トロリ線などの架線の線条を多数の質点に分割し、それぞれの運動方程式に従い、きざみ時間毎に逐次計算を行う。一方、パンタグラフは複数の質点とばね、減衰要素で表現される。架線とパンタグラフ間の接触力が正の場合は、パンタグラフ最上質点と当該位置のトロリ線変位が同じとして計

50

算する。もし接触力が負となるような場合には、それぞれ単独で運動するとして計算を行う。図3は、架線の線条を多数の質点に分割し、質点間に速度比例型の減衰要素を配置した架線モデルを示した図である。

【0017】

図3の架線モデルにおいて、基本的な計算プログラムでは、線条の運動は数1の数式で表される波動方程式に相当する運動を計算している。

【0018】

【数1】

$$\rho \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} - T \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = 0$$

10

【0019】

ここで、 $\rho$ 、 $T$ はそれぞれ線条の線密度と張力であり、 $y$ 、 $x$ 、 $t$ はそれぞれ上下変位、位置、時間を表す。ただし、線条の減衰については、質点間の上下速度差に比例する減衰力が発生すると仮定している。

【0020】

次に、図2のフローチャートを参照して、上述のパンタグラフ特性の診断装置の動作を説明する。トロリ線凹凸計測装置1は、観測点付近のトロリ線凹凸を計測し、そのデータを運動シミュレーション装置2に入力する(101)。運動シミュレーション装置2の定常押上力とトロリ線押上量の対照表作成部2aは、前記トロリ線凹凸データと、その他の架設状態データに基づいて、架線・パンタグラフ系の運動計算を行う(102)。運動シミュレーション装置2は、ステップ102の運動計算結果に基づいてパンタグラフ定常押上力とトロリ線押上量の対照表を作成する(103)。トロリ線押上量計測装置4は、トロリ線の押上量を計測し、そのデータを評価装置3に入力する(104)。評価装置3のパンタグラフの定常押上力推定部3aは、入力されたトロリ線押上量から前記対照表に基づいてパンタグラフ定常押上力を推定する(105)。そして、評価装置3のパンタグラフの特性評価部3bは、パンタグラフ定常押上力の推定値を評価基準値と比較してパンタグラフの良否の評価を行う(106)。

20

【0021】

ステップ103によって作成されたパンタグラフ定常押上力とトロリ線押上量の対照表は、図4から図7に示す如きものである。即ち、図4から図7は、パンタグラフ定常押上力とトロリ線押上量との対照表をグラフ化したもので、縦軸をトロリ線押上量(mm)、横軸を速度(km/h)とし、且つ、パンタグラフ定常押上力をパラメータとして示したグラフである。パンタグラフ定常押上力は、40N、60N、80N、100N、120N、及び140Nの6つの値が使われている。速度は電気車の走行速度であって、160km/h、180km/h、200km/h、220km/h、240km/h、260km/h、280km/h、300km/hの8つの値が使われている。

30

【0022】

図4は観測点であるA支持点の第1パンタグラフにおけるパンタグラフ定常押上力とトロリ線押上量の対照表を、図5は同じくA支持点の第2パンタグラフにおけるパンタグラフ定常押上力とトロリ線押上量の対照表をそれぞれグラフ化したものである。また、図6は観測点であるB支持点の第1パンタグラフにおけるパンタグラフ定常押上力とトロリ線押上量の対照表を、図7は同じくB支持点の第2パンタグラフにおけるパンタグラフ定常押上力とトロリ線押上量の対照表をそれぞれグラフ化したものである。

40

【0023】

図4から図7に示す如く、パンタグラフの定常押上力が大きいほどトロリ線の押上量も大きくなる傾向は同じであるが、定常押上力80Nで300km/hで走行した場合、第1パンタグラフ通過時のトロリ線押上量はA支持点では20mm程度、B支持点では35mm程度と大きな差異が見られる。また第2パンタグラフの押上量の速度特性は、A支持点

50

とB支持点とで異なる様相を示す。本発明は、これらのことを考慮して、信頼性の高いパンタグラフの定常押上力の推定を行っているのである。即ち、本発明においては、観測点付近の架線の架設状態のデータに基づいて架線・パンタグラフ系の運動シミュレーションを行い、前記運動シミュレーションステップの運動計算結果に基づいて観測点におけるパンタグラフ定常押上力に対するトロリ線押上量の対照表を作成し、計測されたトロリ線押上量から前記対照表に基づいてパンタグラフ定常押上力を推定するので、信頼性の高いパンタグラフ定常押上力の推定ができるのである。

【0024】

図8は、C支持点において第1パンタグラフと第2パンタグラフの定常押上力が同じと仮定して計算したものである。因みに、走行速度を240km/hのとき、パンタグラフ定常押上力を40Nとしたときのトロリ線押上量は15mm、パンタグラフ定常押上力を140Nとしたときのトロリ線押上量は42mmである。そして、パンタグラフ定常押上力を60N、80N、100N、120Nとしたときのトロリ線押上量は、それぞれ20mm、26mm、31mm、36mmである。他の走行速度におけるトロリ線押上量も、同様の傾向を示している。第1パンタグラフの各定常押上力に対して、第2パンタグラフの押上量を計算すればさらに推定精度は向上する。また複数の観測点を設けることは、速度算出、精度向上に有効である。なお、図8には、C支持点におけるトロリ線押上量の実測例が実線の折れ線で示されている。

【0025】

図9に、図8から本発明により求めた第1パンタグラフの定常押上力の推定値を太い折れ線で示す。図9において、第1パンタグラフの定常押上力の推定値は、走行速度が170km/hのとき60N、230km/hのとき80N、275km/hのとき90N、そして305km/hのとき94Nとなっている。図9には、当該パンタグラフの現車走行試験（揚力測定）による実測値を合わせて示している。両者は概ね近い特性を示すが、10N程度の差が見られる。現車走行（揚力測定）におけるパンタグラフ作用高さの差異の影響も考えられる。しかしながら、この程度の差は、実用上十分に補正可能なものである。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の一実施例のパンタグラフ特性の診断装置のブロック図である。

【図2】本発明の一実施例のパンタグラフ特性の診断方法を説明するフローチャートである。

【図3】架線の線条を多数の質点に分割し、質点間に速度比例型の減衰要素を配置した架線モデルを示した図である。

【図4】A支持点第1パンタグラフにおけるパンタグラフ定常押上力とトロリ線押上量との関係を示したグラフである。

【図5】A支持点第2パンタグラフにおけるパンタグラフ定常押上力とトロリ線押上量との関係を示したグラフである。

【図6】B支持点第1パンタグラフにおけるパンタグラフ定常押上力とトロリ線押上量との関係を示したグラフである。

【図7】B支持点第2パンタグラフにおけるパンタグラフ定常押上力とトロリ線押上量との関係を示したグラフである。

【図8】C支持点第1パンタグラフにおけるパンタグラフ定常押上力とトロリ線押上量との関係を示したグラフ、及び、トロリ線押上量の実測値のグラフである。

【図9】本発明によるパンタグラフ定常押上力の推定例を示した図である。

【符号の説明】

【0027】

1 トロリ線凹凸計測装置

2 運動シミュレーション装置

2a 定常押上力とトロリ線押上量の対照表作成部

10

20

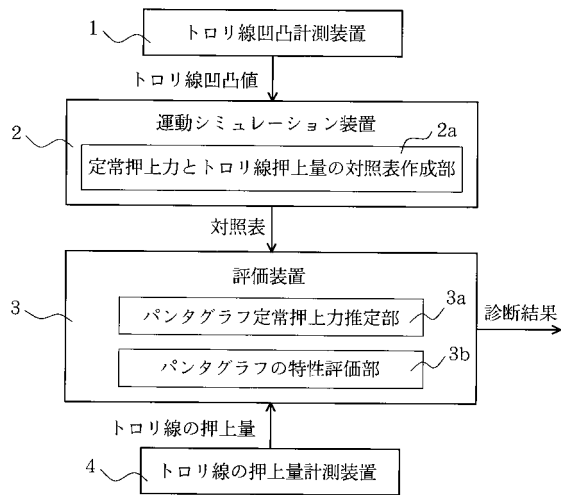
30

40

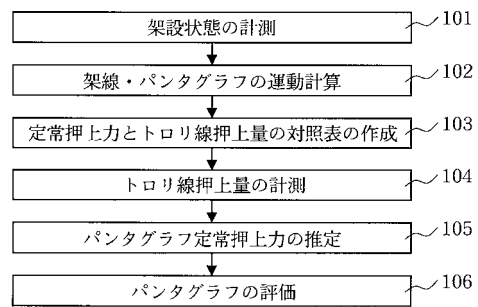
50

- 3 評価装置
- 3 a パンタグラフの定常押上力推定部
- 3 b パンタグラフの特性評価部
- 4 トロリ線押上量計測装置

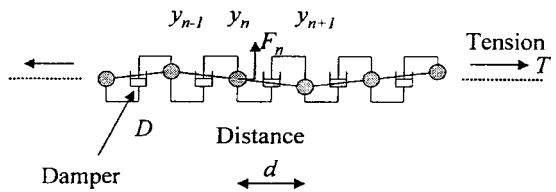
【図1】



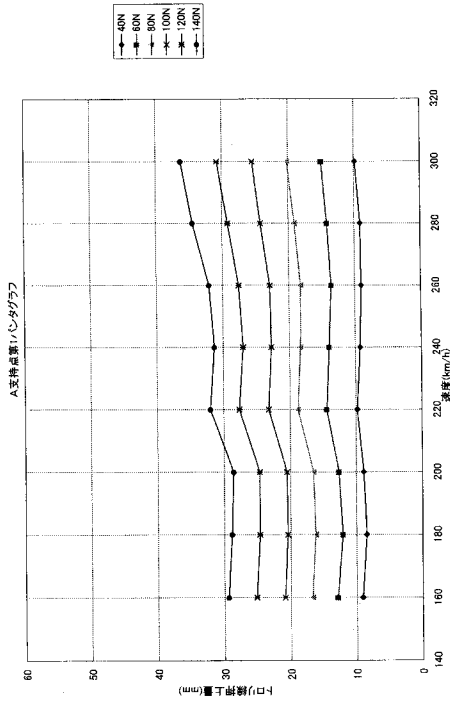
【図2】



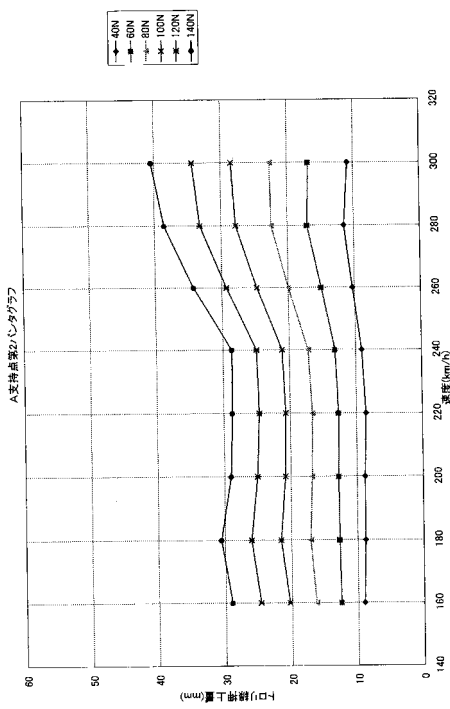
【図3】



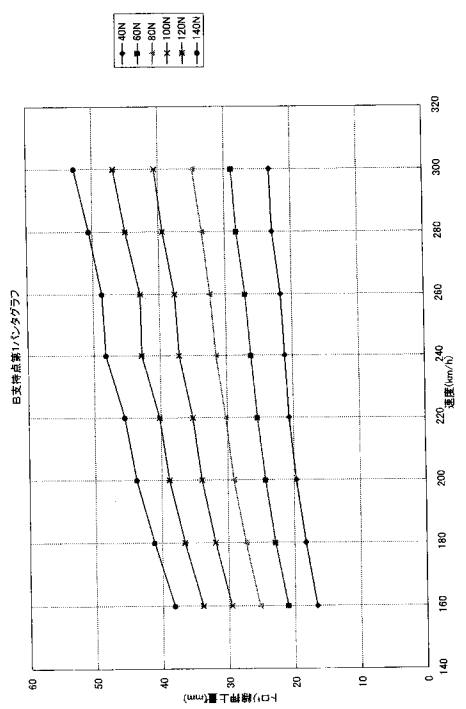
【 図 4 】



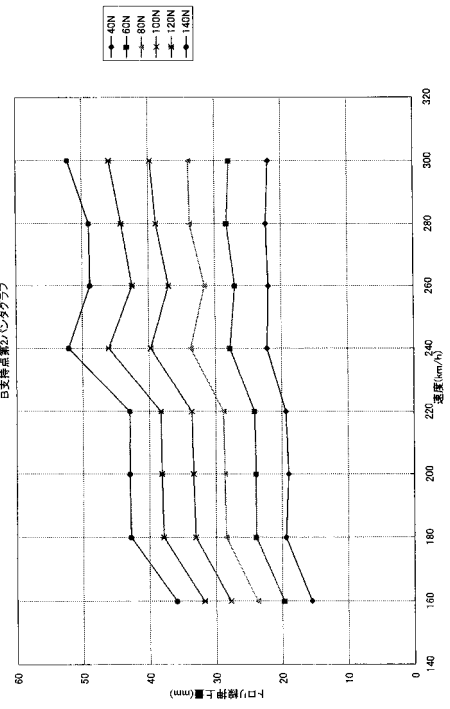
【 図 5 】



【 図 6 】

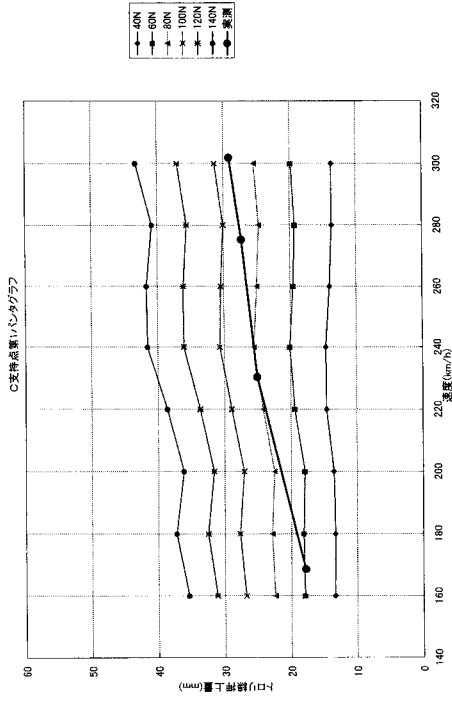


【 図 7 】

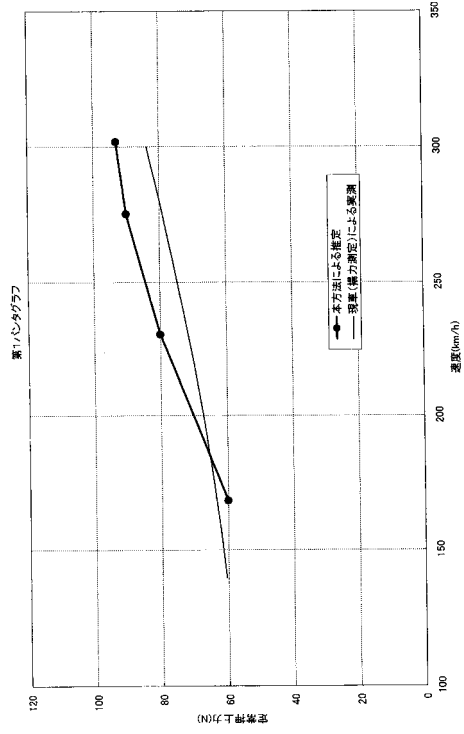




【 図 8 】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-248111(JP,A)  
特開平9-101114(JP,A)  
特開2002-178796(JP,A)  
特開平10-171779(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 21/00~21/32  
B60L 5/24  
B60M 1/28