(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2014-182105
(P2014-182105A)
(43)公開日　平成26年9月29日(2014.9.29)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
G01P	3/64	(2006.01)	G01P	3/64	Z	5H125
B60L	3/00	(2006.01)	B60L	3/00	N	

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 13 頁）

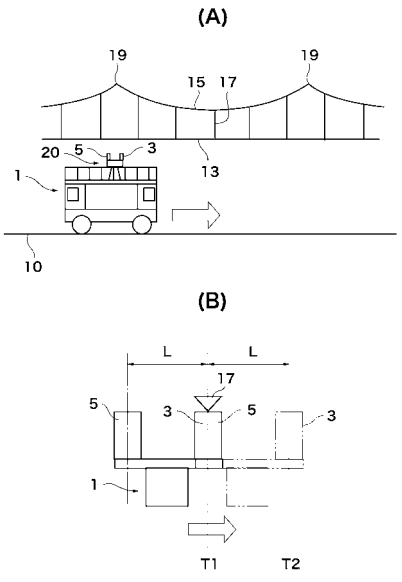
(21)出願番号　特願2013-58408(P2013-58408)
(22)出願日　平成25年3月21日(2013.3.21)

(71)出願人　000173784
公益財団法人鉄道総合技術研究所
東京都国分寺市光町二丁目８番地３８
(74)代理人　100100413
弁理士　渡部　温
(74)代理人　100123696
弁理士　稲田　弘明
(72)発明者　常本　瑞樹
東京都国分寺市光町二丁目８番地３８　公益財団法人鉄道総合技術研究所内
(72)発明者　網干　光雄
東京都国分寺市光町二丁目８番地３８　公益財団法人鉄道総合技術研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】走行体速度計測方法及び装置

(57)【要約】
【課題】　後付けしやすい装置により、より正確な速度を得ることのできる走行体速度計測方法及び装置を提供する。
【課題手段】　鉄道車両１には、走行方向にある間隔Ｌをあけて、ハンガ１７を検出するための第１センサ３と第２センサ５が設けられている。鉄道車両１が走行すると、第１センサ３と第２センサ５がハンガ１７を検出する。第１センサ３でハンガ１７を検出した時刻をＴ１とし、第２センサ５でハンガ１７を検出した時刻をＴ２とすると、これらの時刻Ｔ１、Ｔ２及び第１センサ３と第２センサ５間の間隔Ｔとから、車両１がハンガ１７を通過した速度ＶｍはＬ／（Ｔ２－Ｔ１）となる。この速度と、走行体加速度等の別途の原理により算出した走行体速度（別原理速度）とを勘案又は補正して車両１の速度を求める。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
走行経路に沿って走行する走行体の速度を計測する方法であって、
前記走行経路には、該経路に沿って繰り返し出現するように配置されている目標物が存在しており、
前記走行体に、走行方向にある間隔Ｌをおいて前記目標物を検知できる二つの目標物センサ（第１センサ・第２センサ）を配置しておき、
ある目標物を前記第１センサで検出した時刻Ｔ１を計測し、
該目標物を前記第２センサで検出した時刻Ｔ２を計測し、
該目標物の検出時刻から計測した走行体速度（目標物速度）Ｖｍを、
Ｖｍ＝Ｌ／（Ｔ２-Ｔ１）
により求め、
走行体加速度や車輪回転数、走行体位置変化等の別途の原理により算出した走行体速度（別原理速度）と前記目標物速度を勘案又は補正して前記走行体の速度を求めることを特徴とする走行体速度計測方法。
【請求項２】
電車線路に沿って走行する電車の速度を計測する方法であって、
前記電車線路には、該経路に沿って繰り返し出現するトロリ線のハンガやドロッパ、電柱のような目標物が存在しており、
前記電車に、走行方向にある間隔Ｌをおいて前記目標物を検知できる二つの目標物センサ（第１センサ・第２センサ）を配置しておき、
ある目標物を前記第１センサで検出した時刻Ｔ１を計測し、
該目標物を前記第２センサで検出した時刻Ｔ２を計測し、
該目標物の検出時刻から計測した電車速度（目標物速度）Ｖｍを、
Ｖｍ＝Ｌ／（Ｔ２-Ｔ１）
により求めることを特徴とする電車速度計測方法。
【請求項３】
Ｎ番目の目標物通過時刻ＴＮからＮ＋１番目の目標物通過時刻ＴＮ＋１までの間の各時点における補正速度を、
時刻ＴＮでは、Ｎ番目の目標物において計測した目標物速度ＶｍＮとし、
時刻ＴＮ＋１では、Ｎ＋１番目の目標物において計測した目標物速度ＶｍＮ＋１とし
両時刻間の時刻Ｔにおいては、目標物速度ＶｍＮと目標物速度ＶｍＮ＋１の時刻Ｔに関する時間比例配分値に、別原理速度Ｖｂの変動を加味して得ることを特徴とする請求項１又は２に記載の走行体又は電車の速度計測方法。
【請求項４】
Ｎ番目の目標物通過時刻ＴＮからＮ＋１番目の目標物通過時刻ＴＮ＋１までの間の各時点における補正速度（Ｖｈ）を求める際に、
時刻ＴＮでは、Ｎ番目の目標物において計測した目標物速度ＶｍＮを補正速度ＶｈＮとし、
時刻ＴＮ＋１では、Ｎ＋１番目の目標物において計測した目標物速度ＶｍＮ＋１を補正速度ＶｈＮ＋１とし
Ｎ番目の目標物通過時刻からＮ＋１番目の目標物通過時刻までの間の時刻Ｔにおける補正速度（ＶｈＴ）を、以下の方法によって求めることを特徴とする請求項１又は２に記載の走行体又は電車の速度計測方法：
１）時刻Ｔにおける目標物速度ＶｍＴを、時間・速度平面内における座標（ＴＮ、ＶｍＮ）と座標（ＴＮ＋１、ＶｍＮ＋１）を時刻Ｔで比例配分した速度とする、
２）時刻Ｔにおける別原理速度を、時間・速度平面内における座標（ＴＮ、ＶｂＮ）と座標（ＴＮ＋１、ＶｂＮ＋１）を時刻Ｔで比例配分した速度ＶｂＴ´として近似する、
３）時刻Ｔにおける、別原理速度ＶｂＴと近似した別原理速度ＶｂＴ´との差Δｙ１を求める、

４）時刻Ｔにおける補正速度ＶｈＴを、時刻Ｔにおける目標物速度ＶｍＴに差Δｙ１を加えた速度とする。

【請求項５】

Ｎ番目の目標物通過時刻ＴＮからＮ＋１番目の目標物通過時ＴＮ＋１までの間の各時点における補正速度を、

時刻ＴＮでは、Ｎ番目の目標物において計測した目標物速度ＶｍＮとし、

時刻ＴＮ＋１では、Ｎ＋１番目の目標物において計測した目標物速度ＶｍＮ＋１とし

両時刻間においては、目標物速度ＶｍＮに別原理速度Ｖｂの変動を加味して補正速度を得ることを特徴とする請求項１又は２に記載の走行体又は電車の速度計測方法。

【請求項６】

Ｎ番目の目標物通過時刻ＴＮからＮ＋１番目の目標物通過時刻ＴＮ＋１までの間の各時点における速度（補正速度Ｖｈ）を求める際に、

時刻ＴＮでは、Ｎ番目の目標物において計測した目標物速度ＶｍＮを補正速度ＶｈＮとし、

時刻ＴＮ＋１では、Ｎ＋１番目の目標物において計測した目標物速度ＶｍＮ＋１を補正速度ＶｈＮ＋１とし

Ｎ番目の目標物通過時刻からＮ＋１番目の目標物通過時刻までの間の時刻Ｔにおける補正速度ＶｈＴを、以下の方法によって求めることを特徴とする請求項１又は２に記載の走行体又は電車の速度計測方法：

１）時刻Ｔにおける別原理速度ＶｂＴと、時刻ＴＮにおける別原理速度ＶｂＮとの差Δｙ２（時刻ＴＮから時刻Ｔまでの別原理速度の変動分）を求める、

２）時刻Ｔにおける補正速度ＶｈＴを、時刻ＴＮにおける目標物速度ＶｍＮに、時刻ＴＮから時刻Ｔまでの別原理速度の変動分Δｙ２を加えた速度とする。

【請求項７】

走行経路に沿って走行する走行体の速度を計測する装置であって、

前記走行経路には、該経路に沿って繰り返し出現するように配置されている目標物が存在しており、

前記走行体に配置された、走行方向にある間隔Ｌをおいて前記目標物を検知できる二つの目標物センサ（第１センサ・第２センサ）と、

前記走行体の加速度や車輪回転数、走行体位置変化等の別途の原理により算出される走行体速度計測手段と、

以下の演算装置と、を備えることを特徴とする走行体速度計測装置：

ある目標物を前記第１センサで検出した時刻をＴ１、及び、該目標物を前記第２センサで検出した時刻Ｔ２から、

走行体の速度（目標物速度）Ｖｍを、

$$Vm = L / (T2 - T1)$$

により求め、

前記走行体速度計測手段で計測された走行体速度（別原理速度）と前記目標物速度を勘案又は補正して前記走行体の速度を求める。

【請求項８】

電車線路に沿って走行する電車の速度を計測する装置であって、

前記電車線路には、該経路に沿って繰り返し出現するトロリ線のハンガやドロッパ、電柱のような目標物が存在しており、

前記電車に配置された、走行方向にある間隔Ｌをおいて前記目標物を検知できる二つの目標物センサ（第１センサ・第２センサ）と、

前記電車の加速度や車輪回転数、電車位置変化等の別途の原理により算出される電車速度計測手段と、

以下の演算装置と、を備えることを特徴とする電車速度計測装置：

ある目標物を前記第１センサで検出した時刻をＴ１、及び、該目標物を前記第２センサで検出した時刻Ｔ２から、

電車の速度（目標物速度）Ｖｍを、

Ｖｍ＝Ｌ／（Ｔ２-Ｔ１）　により求め、
前記電車速度計測手段で計測された電車速度（別原理速度）と前記目標物速度を勘案又は補正して前記電車の速度を求める。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、鉄道や自動車等の車両を含む走行体の速度を計測する方法及び装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
鉄道や自動車等の車両の速度は、車軸の回転数と車輪やタイヤの径を用いて算出することが一般的である。その他の方法としては、ＧＰＳを使用したり、加速度を積分して算出する場合がある。例えば、特許文献１に記載の方法は、加速度と車輪の回転速度を検出し、検出された加速度の高周波成分のみを通過させて時間積分するとともに、回転速度の低周波成分のみを通過させ、これらから走行速度を算出する。加速度を積分する場合は、ドリフトを除去するために加速度の低周波成分をカットするので、低周波領域では、回転速度から速度を算出している。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２０００－２２１２０７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
車軸の回転数と車輪やタイヤの径から算出する場合、これらを計測するセンサを車両の所定の位置に取り付ける必要がある。センサが予め車両に取り付けられている場合は問題ないが、後付けする場合、センサ自体の設置や、センサに付随する信号線等を敷設するのに手間がかかる。また、車輪の空転や摩耗等による車輪径の変化等により計測誤差が生じる場合がある。
【０００５】
加速度を積分する場合は、前述のようにドリフトを除去するために加速度の低周波成分をカットするので、低周波領域の速度変化が計測不可能である。
また、ＧＰＳのデータを使用する場合は、トンネル等のＧＰＳが届かない場所では算出することができない。
【０００６】
本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであって、後付けしやすい装置により、より正確な速度を得ることのできる走行体速度計測方法及び装置を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本発明の走行体速度計測方法は、　走行経路に沿って走行する走行体の速度を計測する方法であって、　前記走行経路には、該経路に沿って繰り返し出現するように配置されている目標物が存在しており、　前記走行体に、走行方向にある間隔Ｌをおいて前記目標物を検知できる二つの目標物センサ（第１センサ・第２センサ）を配置しておき、
ある目標物を前記第１センサで検出した時刻Ｔ１を計測し、
該目標物を前記第２センサで検出した時刻Ｔ２を計測し、
該目標物の検出時刻から計測した走行体速度（目標物速度）Ｖｍを、
Ｖｍ＝Ｌ／（Ｔ２-Ｔ１）
により求め、
走行体加速度や車輪回転数、走行体位置変化等の別途の原理により算出した走行体速度

（別原理速度）と前記目標物速度を勘案又は補正して前記走行体の速度を求めることを特徴とする。

【０００８】

本発明の方法で求められる目標物速度は、隣接する目標物の存在ピッチ毎に得られる離散的なデータとなる。そこで、離散的に存在するデータ間を、別原理速度のうち、加速度や車輪回転数など連続的な（より離散的でない）データで補間する。つまり、本発明の方法で求められた目標物速度はある時刻における速度としてそのまま使用し、離散的に存在する時刻間の速度は、別原理速度を勘案又は補正して使用する。なお、離散的でも実用上十分な程度のデータが得られる場合は、あえて補正する必要はない。

【０００９】

第１センサ・第２センサは、設備点検用の既存の測定装置などにも簡単に取り付けることができる。また、別原理速度を加速度計で測定した場合、高周波まで計測できるので、高周波域までの速度変化も計測できる。なお、センサの数を３以上とすることもできる。

【００１０】

本発明の電車速度計測方法は、　電車線路に沿って走行する電車の速度を計測する方法であって、　前記電車線路には、該経路に沿って繰り返し出現するトロリ線のハンガやドロッパ、電柱のような目標物が存在しており、　前記電車に、走行方向にある間隔Ｌをおいて前記目標物を検知できる二つの目標物センサ（第１センサ・第２センサ）を配置しておき、

ある目標物を前記第１センサで検出した時刻Ｔ１を計測し、

該目標物を前記第２センサで検出した時刻Ｔ２を計測し、

該目標物の検出時刻から計測した電車速度（目標物速度）Ｖｍを、

$$Vm = L / (T2 - T1)$$

により求めることを特徴とする。

【００１１】

本発明においては、　Ｎ番目の目標物通過時刻ＴＮからＮ＋１番目の目標物通過時刻ＴＮ＋１までの間の各時点における補正速度を、

時刻ＴＮでは、Ｎ番目の目標物において計測した目標物速度ＶｍＮとし、

時刻ＴＮ＋１では、Ｎ＋１番目の目標物において計測した目標物速度ＶｍＮ＋１とし

両時刻間の時刻Ｔにおいては、目標物速度ＶｍＮと目標物速度ＶｍＮ＋１の時刻Ｔに関する時間比例配分値に、別原理速度Ｖｂの変動を加味して得ることとできる。

【００１２】

本発明においては、時刻ＴＮ＋１に達した時点で、時刻ＴＮから時刻ＴＮ＋１の間の速度を、別原理速度を加味して補正する。つまり、時刻ＴＮ及び時刻ＴＮ＋１の時点では、目標物速度ＶｍＮとＶｍＮ＋１を正しいものとし、両時刻間の変動傾向は別原理速度Ｖｂの変動を正しいものとして加味するのである。この方法は、ある時刻における速度を、該時刻からやや時間遅れをもって補正することになる。しかし、両時刻間においては、目標物速度ＶｍＮと目標物速度ＶｍＮ＋１の時間比例配分値に、別原理速度の変動分を加味するので、正確な値を得ることができる。

【００１３】

具体的には、　Ｎ番目の目標物通過時刻ＴＮからＮ＋１番目の目標物通過時刻ＴＮ＋１までの間の各時点における補正速度（Ｖｈ）を求める際に、

時刻ＴＮでは、Ｎ番目の目標物において計測した目標物速度ＶｍＮを補正速度ＶｈＮとし、

時刻ＴＮ＋１では、Ｎ＋１番目の目標物において計測した目標物速度ＶｍＮ＋１を補正速度ＶｈＮ＋１とし

Ｎ番目の目標物通過時刻からＮ＋１番目の目標物通過時刻までの間の時刻Ｔにおける補正速度（ＶｈＴ）を、以下の方法によって求めることとできる：

１）時刻Ｔにおける目標物速度ＶｍＴを、時間・速度平面内における座標（ＴＮ、ＶｍＮ）と座標（ＴＮ＋１、ＶｍＮ＋１）を時刻Ｔで比例配分した速度とする、

２）時刻Ｔにおける別原理速度を、時間・速度平面内における座標（ＴＮ、ＶｂＮ）と座標（ＴＮ＋１、ＶｂＮ＋１）を時刻Ｔで比例配分した速度ＶｂＴ´として近似する、
３）時刻Ｔにおける、別原理速度ＶｂＴと近似した別原理速度ＶｂＴ´との差Δｙ１を求める、
４）時刻Ｔにおける補正速度ＶｈＴを、時刻Ｔにおける目標物速度ＶｍＴに差Δｙ１を加えた速度とする。

【００１４】

本発明においては、　Ｎ番目の目標物通過時刻ＴＮからＮ＋１番目の目標物通過時ＴＮ＋１までの間の各時点における補正速度を、
時刻ＴＮでは、Ｎ番目の目標物において計測した目標物速度ＶｍＮとし、
時刻ＴＮ＋１では、Ｎ＋１番目の目標物において計測した目標物速度ＶｍＮ＋１とし
両時刻間においては、目標物速度ＶｍＮに別原理速度Ｖｂの変動を加味して補正速度を得ることもできる。

【００１５】

本発明においては、時刻Ｔに達した時点で、時刻ＴＮにおける目標物速度ＶｍＮに、時刻ＴＮから時刻Ｔまでの別原理速度Ｖｂの変動分を加味するので、リアルタイムで補正することができる。

【００１６】

具体的には、　Ｎ番目の目標物通過時刻ＴＮからＮ＋１番目の目標物通過時刻ＴＮ＋１までの間の各時点における速度（補正速度Ｖｈ）を求める際に、
時刻ＴＮでは、Ｎ番目の目標物において計測した目標物速度ＶｍＮを補正速度ＶｈＮとし、
時刻ＴＮ＋１では、Ｎ＋１番目の目標物において計測した目標物速度ＶｍＮ＋１を補正速度ＶｈＮ＋１とし
Ｎ番目の目標物通過時刻からＮ＋１番目の目標物通過時刻までの間の時刻Ｔにおける補正速度ＶｈＴを、以下の方法によって求めることとできる：
１）時刻Ｔにおける別原理速度ＶｂＴと、時刻ＴＮにおける別原理速度ＶｂＮとの差Δｙ２（時刻ＴＮから時刻Ｔまでの別原理速度の変動分）を求める、
２）時刻Ｔにおける補正速度ＶｈＴを、時刻ＴＮにおける目標物速度ＶｍＮに、時刻ＴＮから時刻Ｔまでの別原理速度の変動分Δｙ２を加えた速度とする。

【００１７】

本発明の走行体速度計測装置は、　走行経路に沿って走行する走行体の速度を計測する装置であって、　前記走行経路には、該経路に沿って繰り返し出現するように配置されている目標物が存在しており、　前記走行体に配置された、走行方向にある間隔Ｌをおいて前記目標物を検知できる二つの目標物センサ（第１センサ・第２センサ）と、　前記走行体の加速度や車輪回転数、走行体位置変化等の別途の原理により算出される走行体速度計測手段と、　以下の演算装置と、を備えることを特徴とする：
ある目標物を前記第１センサで検出した時刻をＴ１、及び、該目標物を前記第２センサで検出した時刻Ｔ２から、
走行体の速度（目標物速度）Ｖｍを、
　　Ｖｍ＝Ｌ／（Ｔ２-Ｔ１）　　により求め、
前記走行体速度計測手段で計測された走行体速度（別原理速度）と前記目標物速度を勘案又は補正して前記走行体の速度を求める。

【００１８】

本発明の電車速度計測装置は、　電車線路に沿って走行する電車の速度を計測する装置であって、　前記電車線路には、該経路に沿って繰り返し出現するトロリ線のハンガやドロッパ、電柱のような目標物が存在しており、　前記電車に配置された、走行方向にある間隔Ｌをおいて前記目標物を検知できる二つの目標物センサ（第１センサ・第２センサ）と、　前記電車の加速度や車輪回転数、電車位置変化等の別途の原理により算出される電車速度計測手段と、　以下の演算装置と、を備えることを特徴とする：

ある目標物を前記第１センサで検出した時刻をＴ１、及び、該目標物を前記第２センサで検出した時刻Ｔ２から、
電車の速度（目標物速度）Ｖｍを、
Ｖｍ＝Ｌ／（Ｔ２-Ｔ１）　により求め、
前記電車速度計測手段で計測された電車速度（別原理速度）と前記目標物速度を勘案又は補正して前記電車の速度を求める。
【発明の効果】
【００１９】
以上の説明から明らかなように、本発明によれば、隣接する目標物の存在ピッチ毎に得られたデータを用いるとともに、ピッチ毎に存在するデータ間を、別原理速度のうち、加速度や車輪回転数など連続的なデータで補間する。目標物のピッチ毎に得られるデータは高精度であるので、より正確な速度を得ることができる。また、センサは、設備点検用の既存の測定装置に簡単に取り付けることができる。
【図面の簡単な説明】
【００２０】
【図１】本発明の実施の形態に係る走行体速度計測方法の概要を説明する図であり、図１（Ａ）は電気鉄道車両の走行状態を模式的に示す図、図１（Ｂ）は速度計測の原理を説明する図である。
【図２】電気鉄道車両の速度を計測した結果の一例を示すグラフである。
【図３】走行体速度計測の補正方法の一例を説明するグラフであり、図３（Ａ）はやや遅れて速度を算出する場合、図３（Ｂ）はほぼリアルタイムで速度を算出する場合を示す。
【図４】本発明によって補正された速度を示すグラフである。
【図５】本発明の実施の形態に係る走行体速度計測装置を示す図であり、図５（Ａ）は斜視図、図５（Ｂ）はブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００２１】
以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。
図１を参照して、本発明の実施の形態に係る走行体速度計測方法の概要を説明する。本例では、図１（Ａ）に示すように、走行体１をレール１０（走行経路）に沿って走行する電気鉄道車両とする。レール１０に沿ってトロリ線１３が配設されている。トロリ線１３は、ちょう架線１５から、所定の間隔（例えば５ｍ）で設けられたハンガ１７で吊り下げられており、ちょう架線１５は、所定の間隔（例えば５０ｍ）で設けられた支持物１９（電柱やビームなど）に支持されている。
鉄道車両１には、走行方向にある間隔Ｌをあけて、ハンガ１７（目標物）を検出するための第１センサ３（走行方向前方）と第２センサ５（後方）が設けられている。
【００２２】
図１（Ｂ）に示すように、鉄道車両１が図の矢印方向に走行して、同車両に搭載された第１センサ３と第２センサ５が、目標物であるハンガ１７を検出するとする。第１センサ３でハンガ１７を検出した時刻をＴ１とし、第２センサ５でハンガ１７を検出した時刻をＴ２とする。これらの時刻Ｔ１、Ｔ２及び第１センサ３と第２センサ５間の間隔Ｔとから、車両１がハンガ１７を通過した速度Ｖｍは、
Ｖｍ＝Ｌ／（Ｔ２－Ｔ１）
となる。
【００２３】
この測定を、レール１０に沿って設けられたハンガ１７毎に行うと、求められた通過速度は離散的となる（ハンガ１７の位置毎に存在し、連続していない）。測定結果の一例を図２に示す。図２は速度変化を示すグラフであり、縦軸が速度、横軸が距離（位置）を示す。
グラフの上半分に示すように、前述の方法で求められた通過速度は、ある点（位置）における通過速度であり、ある位置毎に存在する連続していないグラフとなる。例えば、ハ

ンガのピッチは代表的には５ｍであるので、秒速１０ｍ（時速３６ｋｍ）の場合、１秒間内に得られる速度は２回、秒速３０ｍ（時速１０８ｋｍ）の場合は６回、秒速１００ｍ（時速３６０ｋｍ）の場合は２０回である。

【００２４】

一方、グラフの下半分に、前述の方法とは別の原理で計測した通過速度（この例では、一般的な加速度計を使用して計測した通過速度）を示す。グラフに示すように、離散的でなく連続したグラフであるが、ドリフト等により右下がりとなり、正確な測定とはいえない。

【００２５】

次に、本発明の方法で求められた通過速度（目標物速度という）を、該方法と別の原理で計測した速度（別原理速度という）を用いて補正する方法の一例を、図３（Ａ）を参照して説明する。図３（Ａ）は、速度変化の一例を示すグラフであり、縦軸は速度、横軸は時刻を示す。別原理速度を実線Ｌで示し、目標物速度を点Ｐ１、Ｐ２で示す。別原理速度は実線Ｌで示すような曲線となっているが、目標物速度からそのような変位を確認することはできない。そこで、本発明の方法で得られた目標物速度はそのまま使用し、離散的に存在する目標物速度の間を、別原理速度で補正する。

【００２６】

図３（Ａ）のグラフに示すように、Ｎ番目の目標物を通過した時刻をＴＮ、Ｎ＋１番目の目標物を通過した時刻をＴＮ＋１とする。時刻ＴＮにおける目標物速度をＶｍＮ、時刻ＴＮ＋１における目標物速度をＶｍＮ＋１とする。前述のように、これらの速度は目標物の位置毎に得られる離散的な値である。これらを連続するために、時刻ＴＮと時刻ＴＮ＋１との間の時刻Ｔにおける補正速度ＶｈＴを、別原理速度から求める。

【００２７】

時刻ＴＮにおける別原理速度をＶｂＮ、時刻ＴＮ＋１における別原理速度をＶｂＮ＋１とする。まず、時刻ＴＮにおける別原理速度ＶｂＮと、時刻ＴＮ＋１における別原理速度ＶｂＮ＋１を結ぶ近似直線ＡＬ１を引く。この近似直線ＡＬ１上の、時刻Ｔの速度をＶｂＴ´とする。この速度ＶｂＴ´は、時間・速度平面内における座標（ＴＮ、ＶｂＮ）と座標（ＴＮ＋１、ＶｂＮ＋１）を時刻Ｔで比例配分した速度である。

そして、時刻Ｔにおける別原理速度ＶｂＴと、近似直線ＡＬ１上の時刻Ｔにおける速度ＶｂＴ´との差Δｙ１を求める。

【００２８】

次に、時刻ＴＮにおける目標物速度ＶｍＮと、時刻ＴＮ＋１における目標物速度ＶｍＮ＋１を結ぶ近似直線ＡＬ２を引く。そして、この近似直線ＡＬ２上の、時刻Ｔの速度をＶｍＴとする。この速度ＶｍＴは、時間・速度平面内における座標（ＴＮ、ＶｍＮ）と座標（ＴＮ＋１、ＶｍＮ＋１）を時刻Ｔで比例配分した速度である。

この近似直線ＡＬ２上における時刻Ｔの目標物速度ＶｍＴに、前述の差Δｙ１を加えた速度を、補正速度ＶｈＴとする。つまり、時刻Ｔにおける目標物速度ＶｍＴに、別原理速度から得られた変動（Δｙ１）を加えて、ある時刻（Ｔ）の速度（ＶｈＴ）（点Ｐ３）を得る。

【００２９】

最終的には、目標物速度計測により得られた点Ｐ１、Ｐ２及び補正された点Ｐ３を結んで、速度変化を表す曲線を描く。高精度で近似するためには、点Ｐ１とＰ２間（時刻ＴＮと時刻ＴＮ＋１との間）の時刻Ｔを、できるだけ短い時間単位で設定することが好ましい。

【００３０】

この方法では、Ｎ番目の目標物を通過した時刻ＴＮにおける目標物速度ＶｍＮと、Ｎ＋１番目の目標物を通過した時刻ＴＮ＋１における目標物速度ＶｍＮ＋１とを、直線で結んだ近似直線Ｔ２を用いて、両時刻間の時刻Ｔにおける補正速度を求めた。この際、時刻ＴＮと時刻ＴＮ＋１との間隔が大きいほど精度が低下するので、目標物速度を得るための目標物は、できるだけ狭い間隔で出現するものが好ましい。

【００３１】
また、この方法では、Ｎ＋１番目の目標物を通過した後で、Ｎ番目の目標物を通過した速度ＶｍＮと、Ｎ＋１番目の目標物を通過した速度ＶｍＮ＋１を使用して両時刻間の速度を補正しているので、車両が該区間を走行した後でデータ処理して補正速度を得ることになる。
【００３２】
図３（Ｂ）を参照して、別原理速度を用いて目標物速度を補正する方法の他の例を説明する。この例では、よりリアルタイムで補正速度を得る方法を説明する。図３（Ａ）の方法と同様に、時刻ＴＮと時刻ＴＮ＋１との間の時刻Ｔにおける補正速度ＶｈＴを、別原理速度から求める。
【００３３】
時刻ＴＮにおける別原理速度をＶｂＮ、時刻Ｔにおける別原理速度をＶｂＴとする。まず、時刻ＴＮから時刻Ｔまでの、別原理速度の変動分ＶｂＴ－ＶｂＮ（Δｙ２）を求める。
そして、時刻ＴＮにおける目標物速度ＶｍＮに、別原理速度の変動分Δｙ２を加えた速度を、時刻Ｔの補正速度（ＶｈＴ）（点Ｐ３）とする。
【００３４】
最終的には、図３（Ａ）の方法と同様に、目標物速度計測により得られた点Ｐ１、Ｐ２及び補正された点Ｐ３を結んで、速度変化を表す曲線を描く。
【００３５】
この方法では、時刻Ｔにおける補正速度ＶｈＴは、時刻ＴＮから時刻Ｔまでの別原理速度の変動分を、そのまま時刻ＴＮにおける目標物速度ＶｍＮに加えたものとなる。時刻ＴＮ、ＴＮ＋１における補正速度は、同時刻における目標物速度ＶｍＮ、ＶｍＮ＋１であるので、両時刻間の補正速度と、目標物速度ＶｍＮ、ＶｍＮ＋１との間は、必ずしも滑らかに補間されない場合もある。例えば、時刻ＴＮ＋１より時間単位が一つ手前の時刻Ｔｘにおける補正された目標物速度ＶｈＴｘは、ＶｍＮ＋時刻ＴＮから時刻Ｔｘまでの別原理速度の変動分となるが、この値が、時刻ＴＮ＋１における目標物速度ＶｍＮ＋１よりも大きくなることもある。この場合、図３（Ｂ）の一点鎖線で示すように速度が滑らかに変化しないグラフとなる。
ただし、この方法では、ある目標物を車両が通過する際に得られた目標物速度と別原理速度を用いて補正速度を得ることができるので、リアルタイムに近い計測が可能である。
【００３６】
目標物速度、別原理速度、及び、前者の方法で補正された補正速度の実測例を図４のグラフに示す。グラフの縦軸は速度を示し、横軸は時間を示す。グラフの上半分に示されている、Ｙ方向に延びる線分は目標物速度を示し、下半分には別原理速度を示す。グラフの上半分に実線で記されているラインは補正速度を示す。走行体として、保守用車両を使用した。目標物速度は、センサ間隔を２６０ｍｍとして、ほぼ５ｍ間隔で設けられているハンガを目標物として算出した。別原理速度は、加速度計を使用して計測した。
このように、目標物が存在する位置（時刻）ではそのまま目標物速度を適用し、存在しない区間では別原理速度から換算した速度を適用することで、離散的な目標物速度を滑らかに結ぶことができる。例えば、時刻２７０秒付近の、目標物が存在していない位置でも、速度が低下した後増加するという変動を表している。
実験では、測定距離５０ｍ間で加減速を繰り返し行った場合でも、走行距離（得られた速度×時間から求めたもの）の誤差は０．２％程度であった。
【００３７】
次に、図５を参照して、本発明の実施の形態に係る走行体速度測定装置の一例を説明する。走行体の走行経路には、繰り返し出現する目標物が配置されているとする。この例では、走行体を電気鉄道車両とし、目標物をトロリ線を吊り下げるハンガとする。
この速度測定装置として、図５（Ａ）に示すような、トロリ線の摩耗を検出する装置２０を兼用できる。トロリ線摩耗検出装置２０は、鉄道車両（保守用車両）の屋根に搭載さ

れる基台２１を有する。基台２１には、走行方向と直交する方向に延びるフレーム２３が取り付けられている。このフレーム２３に、トロリ線摩耗検知センサ２５（例えばレーザセンサなど）が設置されている。センサ２５は、フレーム２３の上面に、トロリ線１３を挟むように、レールの幅方向の両側に設置されている。

【００３８】

フレーム２３のレール幅方向の両端には、走行方向に延びるブラケット２７が取り付けられている。各ブラケット２７に、第１センサ３と第２センサ５が取り付けられている。両センサとしては、レーザセンサを使用できる。レーザセンサは、一般に、投光器と受光器とを有する。第１センサ３と第２センサ５は、両ブラケット２７の上面の、走行方向における両端に、投光器と受光器とが対向するように各々取り付けられている。第１センサ３と第２センサ５との間隔は、一例で２６０ｍｍである。センサ間隔は長いほど精度が高いが距離（時間）に対する分解能が低くなるので、センサの感度が高い場合は、センサ間隔できるだけ短い方がよい。例えば、サンプリング周期は１０００Ｈｚ程度が好ましい。第１、第２センサ３、５は、トロリ線摩耗検知センサ２５よりも上方に位置するので、トロリ線１３を吊り下げているハンガ１７を検出することができる。

【００３９】

なお、このようなセンサとしては、前記のレーザセンサの他に、反射型のレーザセンサ等を使用できる。

【００４０】

さらに、基台２１には、速度計測手段３１が備えられている。速度計測手段３１は、速度計測に一般的に使用されている加速度計等を使用できる。

【００４１】

第１、第２センサ３、５と速度計測手段３１の計測値は、図５（Ｂ）に示すように、車両に搭載された制御部３３に出力される。第１、第２センサ３、５からは、所定のハンガを通過した時刻が入力されて、これらの時刻と両センサ間の間隔とから、該ハンガを通過した際の速度（目標物速度）が算出される。速度計測手段３１が加速度計の場合、加速度計で計測されたデータはハイパスフィルタを通過した後積分されて、速度（別原理速度）が算出される。この目標物速度と別原理速度が、演算装置において前述の方法によって補正処理されて補正速度ＶｈＴが算出される。

【００４２】

本実施例では鉄道車両について説明したが、走行経路に沿って走行する走行体とは、車両専用道路に沿って走行する自動車等を含む。

また、目標物は、その位置が把握されているとともに繰り返し出現するものであり、電気鉄道車両の場合は、ハンガの他に、ドロッパ、電柱、ビーム等を含む。自動車の場合は、ガイドレール支柱や距離表示支柱等を含む。

【００４３】

また、センサの数は３以上として複数の計測値を処理してもよい

さらに、本実施例では走行方向にある間隔Ｌをおいて目標物を検知するようにしたが、走行経路上にある間隔Ｌだけ離して二つのセンサを置くとともに、走行体に目標物を設置し、両センサで目標物を検出するようにしてもよい。あるいは、センサの検出角度を変えて、走行体がある距離Ｌだけ進んだときに同一目標物を検出するようにしてもよい。

【００４４】

また、別原理速度は、加速度の他に、連続して速度を計測できるものであれば、車輪の回転数から算出するタイプのもの等を使用して計測してもよい。

【００４５】

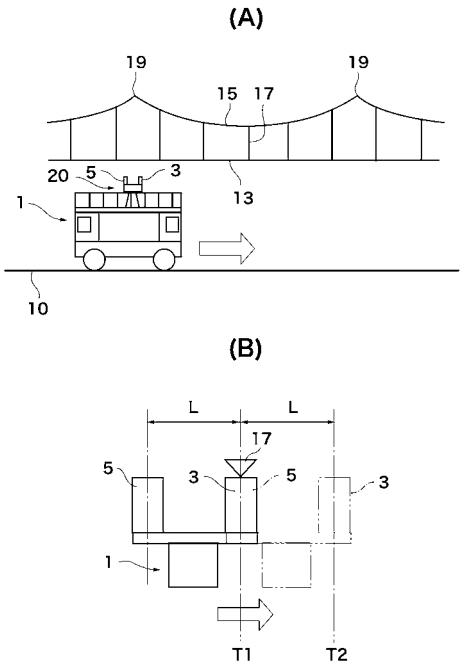
さらに、速度と時刻から距離を算出する場合も、高い精度で距離や位置を求めることができる。また、車輪の回転数から速度を算出する速度計が備えられている場合、得られた距離から回転数を算出することにより、速度計の補正も行うことができる。

【符号の説明】

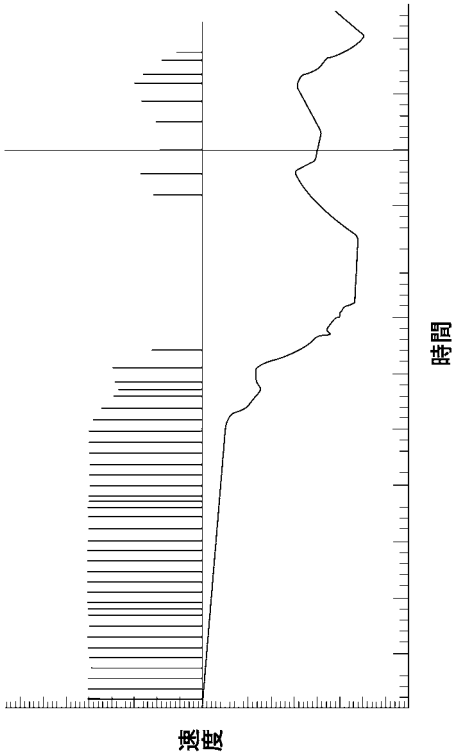
【００４６】

１　車両
１０　レール
１５　ちょう架線
１９　支持物
２１　基台
２５　センサ
３１　速度計測手段
３、５　センサ
１３　トロリ線
１７　ハンガ
２０　トロリ線摩耗検出装置
２３　フレーム
２７　ブラケット
３３　制御部

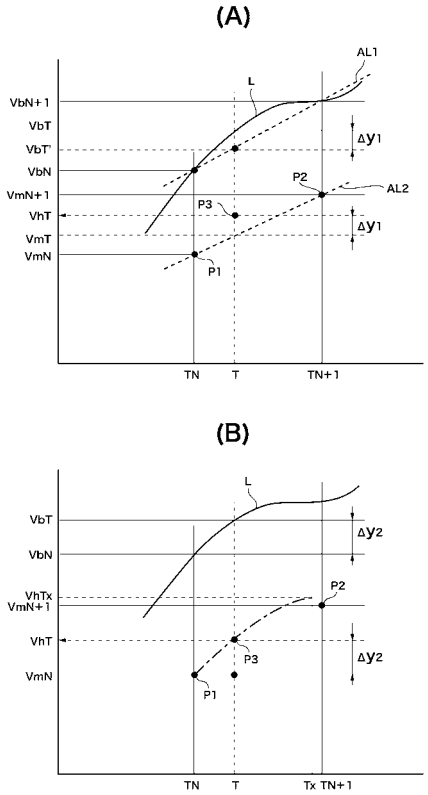
【図１】



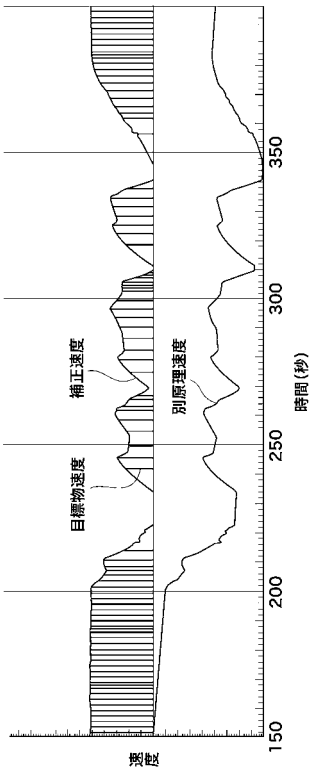
【図２】



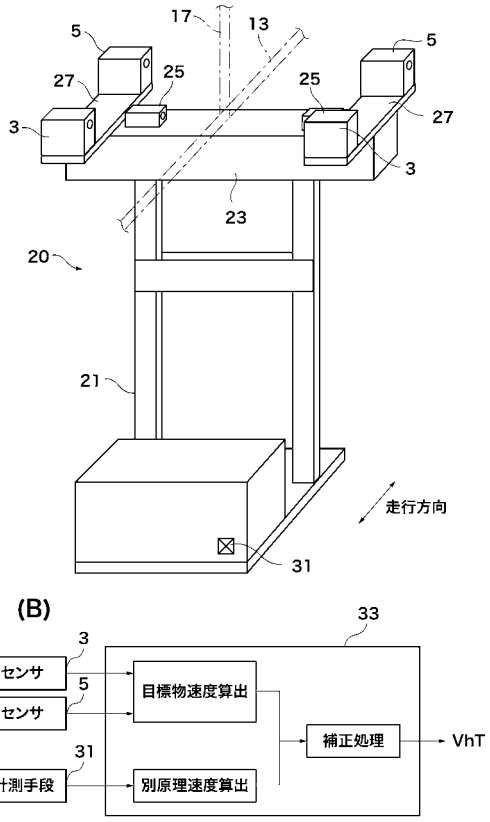
【図３】


(A)
AL1
L
VbN+1
VbT
VbT'
VbN
VmN+1
VhT
VmT
VmN
Δy1
P2
AL2
P3
P1
TN
T
TN+1
(B)
L
VbT
VbN
VhTx
VmN+1
VhT
VmN
Δy2
P2
P3
P1
TN
T
Tx
TN+1

【図４】


補正速度
別原理速度
目標物速度
時間(秒)
150
200
250
300
350

【図５】


17
13
5
27
25
25
5
27
3
3
23
20
21
走行方向
31
(B)
33
3
第１センサ
5
第２センサ
31
速度計測手段
目標物速度算出
別原理速度算出
補正処理
VhT

フロントページの続き

(72)発明者　棚本　文仁
東京都国立市北１－７－２４　国立スナミビル４階

Ｆターム(参考) 5H125 AA05　AC02　CD00　EE51　EE52　EE53　EE55