

明 細 書

発明の名称： 施工装置

技術分野

[0001] 本発明は、道路に磁気マーカを敷設するための施工装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、車両に取り付けた磁気センサにより道路に敷設された磁気マーカを検出する車両用のマーカ検出システムが知られている（例えば、特許文献1参照。）。このようなマーカ検出システムによれば、例えば車線に沿って敷設された磁気マーカを利用する自動操舵制御や車線逸脱警報や自動運転などの各種の運転支援を実現できる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2005-202478号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、前記従来の磁気マーカについては、次のような問題がある。例えば車線逸脱警報等の運転支援を実現するためには比較的短い間隔で多数の磁気マーカを位置精度高く敷設する必要があるため、施工コストが上昇し易いという問題がある。

[0005] 本発明は、前記従来の問題点に鑑みてなされたものであり、効率的な施工により施工コストを抑制できる磁気マーカの施工装置を提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は、道路に磁気マーカを敷設するための施工装置であって、
磁気マーカの敷設位置を設ける作業ユニットを備え、
移動することなく所定の相対的な位置関係を呈する複数箇所に磁気マーカの敷設位置を設けることが可能である施工装置にある。

発明の効果

[0007] 本発明の施工装置は、移動することなく複数箇所に磁気マーカの敷設位置を設けることが可能である。いずれかの位置に施工装置を設置したまま設けられる複数箇所の磁気マーカの敷設位置については、その相対的な位置関係の精度を比較的容易に確保できる。この複数箇所の磁気マーカの敷設位置を設けるに当たって、施工装置の位置合わせは一度だけで良い。したがって、本発明の施工装置によれば、効率良く磁気マーカの敷設位置を設けることができ、施工コストの抑制が可能である。

[0008] このように本発明の施工装置は、効率的な施工により施工コストを抑制できる有用な装置である。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施例1における、施工台車による敷設作業の説明図。

[図2]実施例1における、磁気マーカを示す図。

[図3]実施例1における、施工台車の上面図。

[図4]実施例1における、慣性航法を実現するための電気的な構成を示すブロック図。

[図5]実施例1における、磁気マーカの敷設仕様の説明図。

[図6]実施例1における、敷設位置の特定方法の説明図。

[図7]実施例2における、施工台車の上面図。

発明を実施するための形態

[0010] 本発明において磁気マーカを道路に敷設するための施工装置としては、磁気マーカを道路に配置する装置のほか、例えば磁気マーカの収容穴を穿設したり、敷設位置を特定するための印を路面に設ける等、磁気マーカを敷設する際の準備作業などを担う装置であっても良い。磁気マーカを道路に敷設するための施工装置が、磁気マーカの敷設を完了することは必須ではない。例えば、磁気マーカの敷設が完了しなくても収容穴を穿設する作業を実施すれば、その収容穴の位置が磁気マーカの敷設位置として確定する。

[0011] 本発明の実施の形態につき、以下の実施例を用いて具体的に説明する。

(実施例 1)

本例は、磁気マーカ 10 を道路に敷設するための作業を実施する施工装置に関する例である。この内容について、図 1 ～図 6 を用いて説明する。

[0012] 図 1 の施工台車 2 は、道路に磁気マーカ 10 (図 2) の敷設位置を設ける施工装置である。この施工台車 2 は、磁気マーカ 10 を収容するための収容穴 108 を路面 100 S に穿設することにより磁気マーカ 10 の敷設位置を確定させる。施工台車 2 は、収容穴 108 を穿設するための穿孔ドリル (作業ユニットの一例) 21 を車体 2 B の前後に 1 基ずつ備えている。この施工台車 2 によれば、移動することなく 2 箇所の収容穴 108 (敷設位置) を設けることが可能である。

[0013] ここで、施工対象の磁気マーカ 10 は、図 2 のごとく、直径 20 mm、高さ 28 mm の柱状をなす小型のマーカである。磁気マーカ 10 をなす磁石は、磁性材料である酸化鉄の磁粉を基材である高分子材料中に分散させた等方性フェライトプラスチックマグネットであり、最大エネルギー積 (BH_{max}) = $6.4 \text{ kJ} / \text{m}^3$ という特性を備えている。

[0014] 磁気マーカ 10 の磁石は、表面の磁束密度が 45 mT (ミリテスラ) であって、表面からの高さ 250 mm に到達する磁束密度が $8 \mu \text{T}$ 程度の磁石である。等方性フェライトプラスチックマグネットである磁石は磁性材料が酸化鉄であるため腐食に強く、金属製のケース等に収容する必要がない。磁気マーカ 10 は、例えば直径 25 ～ 30 mm、深さ 35 ～ 40 mm 程度の比較的小さい収容穴 108 (図 1) に直接、収容して敷設可能である。

[0015] 施工台車 2 は、図 1 のごとく、車体 2 B の前側に左右 2 輪の駆動輪 281、後ろ側に左右 2 輪の自在車輪 282 を備える 4 輪車である。前側の左右の駆動輪 281 は、個別に駆動可能であり、回転差に応じて施工台車 2 の向きを変更できる。後ろ側の左右の自在車輪 282 は、施工台車 2 の向きに応じて車輪の方向を自在に変更可能である。なお、施工台車 2 の車輪の構成としては、3 輪の構成であっても良く、6 輪の構成であっても良い。

[0016] 施工台車 2 の車体 2 B の後部には、後ろ側の穿孔ドリル 21 を越えて後方

に延びる手押しハンドル 20 が設けられている。作業員は、手押しハンドル 20 を押しながら歩くことで施工台車 2 を移動できる。手押しハンドル 20 は、作業員の両手の操作力を感知するための図示しないセンサを備える操作ユニット 201 により片持ちで支持されている。この手押しハンドル 20 に作用する操作力に応じて駆動輪 281 が回転駆動され、これにより適度なアシスト力が発生する。そのため、作業員は比較的軽い力で施工台車 2 を移動できる。操作ユニット 201 には、作業員が目視できるように表示パネル（図示略）が取り付けられ、施工台車 2 の移動距離などの情報が表示される。

[0017] 車体 2B の前側には、ガイドローラ 280 が取り付けられている。このガイドローラ 280 を利用すれば、例えば目標とするラインに車体 2B が沿っているか否かの目視確認が容易になる。車体 2B の後ろ側には、移動距離を計測するためのロードカウンターローラ 285 が取り付けられている。

[0018] 施工台車 2 は、図 1 のごとく、上記の前後の穿孔ドリル 21 のほか、軽油を燃料とする発電機 251、穿孔ドリル 21 を鉛直方向に駆動する駆動シリンダ 211、穿孔屑等を集塵する吸引クリーナ 252 等を備えている。穿孔ドリル 21 は、駆動シリンダ 211 により駆動されて鉛直方向に進退する一方、車体 2B に相対して水平方向に変位することはない。つまり、路面 100S に沿う水平面内における穿孔ドリル 21 の位置は、車体 2B に相対して一定に保持されている。前後の穿孔ドリル 21 は、車体 2B の中心線 CL（図 3 参照。）上に位置している。前後の穿孔ドリル 21 は、車体 2B の中心 CP から 1 m ずつ中心線 CL に沿って前後方向に離れて位置している（スパン D1、D2 が共に 1 m）。したがって、施工台車 2 における前後の穿孔ドリル 21 の間隔はスパン D = 2 m となっている。

[0019] なお、車体 2B の中心 CP に対する前後の穿孔ドリル 21 の相対的な位置関係は、前側の穿孔ドリル 21 が車体 2B の中心 CP の 1 m 前方であると共に、後ろ側の穿孔ドリル 21 が車体 2B の中心 CP の 1 m 後方となっている。この相対的な位置関係を表すオフセット量（図 1 及び図 3 中の OF1、OF2）は、車体 2B の中心 CP に対する穿孔ドリル 21 の相対位置を表すパ

ラメータとして、位置情報取得ユニットの一例をなす演算ユニット30（後述）に予め設定されている。

[0020] 施工台車2は、図4のごとく、車体2Bの中心線CLの方位（向き）を計測するジャイロコンパスユニット（方位情報取得ユニット）36、上記のロードカウンタローラ285の回転量を検出するエンコーダ37、磁気マーカ10の敷設位置となる収容穴108の穿設位置を求める演算ユニット30を備えている。

[0021] ジャイロコンパスユニット36は、基準方位となる真北に対して計測対象の方位を計測する計測装置である。このジャイロコンパスユニット36は、自転する地球の表面で水平に保持されたジャイロ스코ープの回転軸が南北に沿うというジャイロ効果を利用して上記の計測を実現する。施工台車2では、計測対象の方位が車体の中心線CLに沿うようにジャイロコンパスユニット36が設置されている。ジャイロコンパスユニット36は、基準方位としての真北に対して車体2Bの中心線CLの方位を計測し、その方位を表す方位情報を演算ユニット30に入力する。

[0022] 演算ユニット30（図4）は、計算処理を実行するCPU（Central Processing Unit）や、パラメータ等を記憶するROM（Read Only Memory）・RAM（Random Access Memory）等を含む電子回路（図示略）を備えている。演算ユニット30は、慣性航法を利用して敷設作業中の施工台車2の位置（絶対位置）を特定し、これにより、敷設位置となる収容穴108の穿設位置を特定するための演算処理を実行する。敷設位置の位置情報は、データベース31に格納されて磁気マーカ10の敷設情報として蓄積される。

[0023] 演算ユニット30は、エンコーダ37から入力された回転量や、ジャイロコンパスユニット36から入力された中心線CLの方位等に基づき、施工台車2の移動距離や相対位置を演算する。移動距離は、エンコーダ37が検出する回転量の積算値に対してロードカウンタローラ285の直径等乗じて演算される。相対位置は、予め絶対位置を特定済みの基準位置から移動を開始した後、瞬間的な変位量（移動距離）をジャイロコンパスユニット36

が計測する中心線C Lの方位に沿って積算することで演算できる。なお、本例では、車体2 Bの中心C Pに測位箇所を設定し、この位置を施工台車2の位置として取り扱っている。

[0024] ここで、磁気マーカ1 0の敷設作業は、収容穴1 0 8を穿設する図1の施工台車2のほか、収容穴1 0 8に1個ずつ磁気マーカ1 0を配置する施工台車（図示略）や、磁気マーカ1 0の配置後に路面1 0 0 Sの仕上げを行う施工台車（図示略）等を利用して実施される。配置用の施工台車は、収容穴1 0 8に磁気マーカ1 0を配置し、接着材としての舗装材料を供給するための施工装置である。路面仕上げ用の施工台車は、収容穴1 0 8に供給された舗装材料が硬化した後、周囲から盛り上がる余分な舗装材料を削り取って路面1 0 0 Sを平滑にする作業を実施する施工装置である。

[0025] 次に、以上のような構成の施工台車2による磁気マーカ1 0の敷設作業の内容を説明する。

磁気マーカ1 0の敷設作業を実施するに当たっては、準備として、磁気マーカ1 0を敷設する目標ラインであるマーキングラインML（図5参照。）を路面1 0 0 Sに形成する。マーキングラインMLは、例えば、マーキング用のインクやペンキ等の滴下装置を装備する車両等により形成できる。施工対象の車線などの走行路に沿ってこの車両を走行させれば、磁気マーカ1 0を敷設する目標ラインであるマーキングラインMLを形成できる。

[0026] 上記のマーキングラインMLに沿わせて作業員が施工台車2を手押し操作することで、磁気マーカ1 0の敷設位置となる収容穴1 0 8を穿設する作業を実施できる。例えば前記表示パネルが表示する移動距離が1 0 m増える毎に施工台車2を停止させると良い。停止させる毎に穿孔ドリル2 1や駆動シリンドラ2 1 1を動作させれば、図5のように、マーキングラインMLに沿ってスパン $S_2 = 10\text{ m}$ の間隔で敷設箇所1 0 Gを設けることができる。このとき、施工台車2の停止中に前後の穿孔ドリル2 1等をそれぞれ動作させると良い。この場合には、施工台車2を移動することなく、穿孔ドリル2 1のスパンDと一致するスパン $S_1 = 2\text{ m}$ で隣り合う収容穴1 0 8（敷設位置1

OF)を2箇所ずつ、各敷設箇所10Gに穿設できる。

- [0027] 道路に沿って敷設箇所10Gを設けるために施工台車2の移動を開始する際、基準位置となる施工台車2の初期位置を予め特定しておく必要がある。この基準位置の特定方法としては、例えば予め全地球測位システム(GPS、Global Positioning System)を利用して絶対位置を測位するGPS装置(図示略)を利用する方法がある。GPS電波を受信可能な環境であれば、車体2Bの中心CPにGPSアンテナをセットすることで車体2Bの中心CP(図1、図3)の絶対位置を測位でき、この絶対位置を基準位置として特定できる。また例えば、絶対位置が特定済みの2箇所に設置された測量装置(図示略)を利用する三角測量により車体2Bの中心CPの絶対位置を測量して基準位置を特定することも良い。
- [0028] 施工台車2の移動中では、上記のように絶対位置が特定された初期位置を基準位置として、相対位置の演算が繰り返し実行される。演算ユニット30は、ジャイロコンパスユニット36から入力された車体2Bの中心線CLの時々刻々の方位に沿って、エンコーダ37が検出する回転量に基づく時々刻々の変位量を積算することで、基準位置に対する施工台車2の相対位置を演算する。
- [0029] 図6では、何れかの敷設箇所10Gについて施工台車2が敷設作業を実施する際に演算ユニット30が算出する相対位置を、矢印Vにより示している。演算ユニット30は、この矢印Vで表される相対位置を基準位置に足し合わせることで、敷設作業を実施中の施工台車2について中心CPの絶対位置を特定する。
- [0030] 上記の通り、演算ユニット30には、車体2Bの中心CPに対する穿孔ドリル21のオフセット量(図6中のOF1=1m、OF2=1m)など穿孔ドリル21の配置を表すパラメータが予め設定されている。演算ユニット30は、このオフセット量の分だけ、図6のごとく、ジャイロコンパスユニット36が計測した車体2Bの中心線CLの方位に沿って位置をずらす演算を実行する。この演算によれば、車体2Bの中心CPの位置を基準として、前

後の穿孔ドリル 2 1 の絶対位置を特定できる。各穿孔ドリル 2 1 の絶対位置を特定できれば、2 箇所 の 収容穴 1 0 8 の絶対位置、すなわち敷設位置 1 0 F の絶対位置の特定が可能になる。そして、このように特定された敷設位置 1 0 F の位置情報は、演算ユニット 3 0 に接続されたデータベース 3 1 に格納されて磁気マーカ 1 0 の敷設情報として蓄積される。

[0031] 以上のように、本例の施工台車 2 は、移動することなく 2 箇所 に磁気マーカ 1 0 の敷設位置 1 0 F を設けることが可能である。この 2 箇所 の敷設位置 1 0 F の相対的な位置関係をなす間隔は、前後の穿孔ドリル 2 1 のスパン $D = 2\text{ m}$ に精度高く一致しており、敷設箇所 1 0 G 毎に変動するおそれが少なくなっている。

[0032] 施工台車 2 によれば、各敷設箇所 1 0 G において、2 m 間隔で隣り合う 2 箇所 の敷設位置 1 0 F を効率良く設けることができる。2 m 間隔で隣り合う 2 箇所 の敷設位置 1 0 F を設けるに当たって、2 m の間隔を精度高く実現するための施工台車 2 の位置合わせや測量等を実施する必要がない。したがって、施工台車 2 を利用すれば、各敷設箇所 1 0 G において、効率良く 2 箇所 の敷設位置 1 0 F を精度高く設けることができ、施工コストを抑制できる。

[0033] また本例では、作業員による目視等により 1 0 m 毎の敷設箇所 1 0 G を設けている一方、敷設作業を実施中の施工台車 2 の位置を測位することで敷設位置 1 0 F の絶対位置を特定している。このような施工によれば、位置を高精度に測量したり所定の位置に施工台車 2 を精度高く位置合わせする等の手間がかからないので、極めて効率良く敷設作業を実施できる。一方、敷設作業を実施中に施工台車 2 の位置を測位するので、各敷設位置 1 0 F について精度の高い位置情報を取得できる。

[0034] 本例の施工台車 2 は、GPS による測位を前提としないので、GPS 電波を受信できないトンネル内などの環境にも対応可能である。例えばトンネルの場合であれば、GPS による絶対位置の測位が可能な出入口で施工台車 2 の絶対位置を測位することにより上記の基準位置を設定すると良い。

[0035] 前後に穿孔ドリル 2 1 を備え、移動することなく 2 箇所 の収容穴 1 0 8 を

穿設できる施工台車 2 を例示したが、穿孔ドリル 2 1 が 1 基のみの施工台車であっても良い。この場合には、路面 1 0 0 S に沿う水平面内で穿孔ドリル 2 1 を移動させることで複数の収容穴 1 0 8 を穿設可能とすると良い。また、穿孔ドリル 2 1 を 3 基以上備える施工台車であっても良い。この場合、各穿孔ドリル 2 1 が一直線上に配列されていなくても良い。例えば三角形が形成されるように 3 基の穿孔ドリル 2 1 を設けることも良い。この場合には、車体 2 B の中心線 C L の方位の特定により、この 3 基の穿孔ドリル 2 1 が穿設する 3 つの敷設位置の配置形状をなす三角形の向きを特定できる。三角形の向きは、例えば三角形のいずれかの辺、あるいはいずれかの頂点の角度を等分する 2 等分線などについて、基準となる方位に対するずれ角により表現できる。

[0036] 本例では、各敷設位置 1 0 F の絶対位置を表す位置情報をデータベース 3 1 に格納し、磁気マーカ 1 0 の敷設情報として蓄積する構成を例示している。各敷設位置 1 0 F の位置情報に加えて、各敷設箇所 1 0 G における 2 箇所の敷設位置 1 0 F を結ぶ線分（配置形状の一例）の向きを表す方位情報を併せて格納しても良い。この線分の方位は、敷設作業を実施中の施工台車 2 （車体 2 B）の中心線 C L の方位と所定の関係を呈するため（本例では一致している。）、ジャイロコンパスユニット 3 6 が計測する中心線 C L の方位に基づいて容易に特定できる。磁気マーカ 1 0 が敷設された道路の運用において、2 箇所の敷設位置 1 0 F を結ぶ線分の方位（向き）が分かれば、この 2 箇所の敷設位置 1 0 F を通過する車両の進行方向等を精度高く検出できる。

[0037] （実施例 2）

本例は、実施例 1 の施工台車について、位置情報取得ユニットの一例をなす GPS ユニットを追加した例である。この内容について、図 7 を参照して説明する。

GPS ユニット 3 8 は、図 7 のごとく、GPS 衛星からの電波を受信して絶対位置を測位するユニットである。この GPS ユニット 3 8 は、RTK (R

ealTime Kinematic) - GPSによる測位に対応している。GPSユニット38は、絶対位置が特定された固定局が受信した信号を利用する基線解析を実行し、これにより固定局からGPSユニット38に至る基線ベクトルを特定して高精度に絶対位置を測位可能である。

[0038] 本例の施工台車2は、絶対位置を測位するGPSユニット38を1台備えている一方、このGPSユニット38にはGPSアンテナ381が2つ接続されている。GPSユニット38は、各GPSアンテナ381の設置箇所の絶対位置を測位する。本例では、前後の穿孔ドリル21の真上にそれぞれGPSアンテナ381を取り付けてあるため、各穿孔ドリル21の位置が測位箇所となる。この施工台車2は、GPSユニット38が測位する2箇所の絶対位置が、収容穴108の穿設位置であり磁気マーカ10の敷設位置10Fとなる。

[0039] 本例の施工台車2であれば、GPS電波が受信できる状況ではGPSを利用して磁気マーカ10の敷設位置10Fを特定でき、GPS電波の受信状況が不十分な状況では実施例1のように慣性航法を利用して磁気マーカ10の敷設位置10Fを特定できる。このように敷設位置の特定方法を使い分ければ、状況によらず、磁気マーカ10の敷設情報の生成を含む磁気マーカ10の敷設作業を一層効率良く実施できる。

[0040] なお、実施例2では、2基の穿孔ドリル21のそれぞれ真上にGPSアンテナ381を取り付けた例を例示したが、どちらか一方の穿孔ドリル21の真上にのみGPSアンテナ381が取り付けられていても良い。この場合、GPSが測位した一方の穿孔ドリル21の絶対位置に基づき、他方の穿孔ドリル21の絶対位置を特定可能である。例えば、ジャイロコンパスユニットが計測する車体2Bの中心線CLの方位に沿って位置をずらすことで、一方の穿孔ドリル21の絶対位置に基づいて他方の穿孔ドリル21の絶対位置を特定することも良い。

なお、その他の構成及び作用効果については実施例1と同様である。

[0041] 以上、実施例のごとく本発明の具体例を詳細に説明したが、これらの具体

例は、特許請求の範囲に包含される技術の一例を開示しているにすぎない。言うまでもなく、具体例の構成や数値等によって、特許請求の範囲が限定的に解釈されるべきではない。特許請求の範囲は、公知技術や当業者の知識等を利用して上記具体例を多様に変形、変更あるいは適宜組み合わせた技術を包含している。

符号の説明

- [0042] 1 0 磁気マーカ
 1 0 F 敷設位置
 1 0 G 敷設箇所
 1 0 8 収容穴
 2 施工台車（施工装置）
 2 B 車体
 2 0 手押しハンドル
 2 1 穿孔ドリル（作業ユニット）
 2 8 5 ロードカウンターローラ
 3 0 演算ユニット（位置情報取得ユニット）
 3 1 データベース
 3 6 ジャイロコンパスユニット（方位情報取得ユニット）
 3 7 エンコーダ
 3 8 GPSユニット（位置情報取得ユニット）
 3 8 1 GPSアンテナ