

明 細 書

発明の名称： マーカ施工方法及びマーカ施工システム

技術分野

[0001] 本発明は、道路、空港、港湾、駐車場、BRT（Bus Rapid Transit）路線などの車両が通行する箇所の舗装体や付帯施設などにマーカを敷設するためのマーカ施工方法及びマーカ施工システムに関する。

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、施工コストを抑制できるマーカの施工方法及び施工システム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] 本発明の一態様は、車両によって検出されるマーカを敷設するための施工方法であって、

対象物までの距離を計測する測量装置を基準位置に設置し、

マーカを敷設するための作業を行う際、該敷設するための作業を実施する
施工装置までの距離を前記測量装置を用いて計測することで、

マーカが敷設される敷設位置について前記基準位置に対する位置関係を特
定するマーカの施工方法にある。

[0007] 本発明の一態様は、車両によって検出されるマーカを敷設するための施工
システムであって、

対象物までの距離を計測するために基準位置に設置される測量装置と、

マーカを敷設するための作業を実施する作業ユニットを備える施工装置と

、

マーカが敷設される敷設位置について前記基準位置に対する位置関係を特
定する敷設位置特定部と、を有し、

該敷設位置特定部は、マーカを敷設するための作業を実施中の前記施工装
置を対象物として前記測量装置が計測する該施工装置までの距離に基づき、
前記基準位置に対する前記敷設位置の位置関係を特定するマーカの施工シス
テムにある。

発明の効果

[0008] 本発明に係るマーカ施工方法及びマーカ施工システムでは、マーカを敷設
するための作業の際、基準位置に設置された測量装置を用いて施工装置まで
の距離を計測する。そして、このように基準位置から施工装置までの距離を
計測することで、基準位置に対する敷設位置の位置関係を特定する。

[0009] このマーカ施工方法等であれば、敷設する位置を施工前に精度高く測量し
、その位置に対して施工装置を精度高く位置合わせする等の必要がない。敷
設する位置の測量や、施工装置の位置合わせ等、比較的手間を要する作業を
省くことは、施工コストの抑制に効果的である。

[0010] このように本発明に係るマーカ施工方法及びマーカ施工システムは、施工
コストを抑制できる有用な方法あるいはシステムである。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施例1における、施工システムの構成図。

[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、施工台車の側面図。

[図4]実施例1における、測量用プリズムの説明図。

[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、施工方法の説明図。

[図8]実施例3における、施工方法の説明図。

発明を実施するための形態

[0012] 本発明における測量装置としては、例えば、レーザー光を発光した後、反射光を受光するまでの遅延時間を検出して距離を計測する装置や、ミリ波などの電波を発射した後、反射電波を受信するまでの遅延時間を検出して距離を計測する装置や、ステレオカメラを構成する2台のカメラで同一の対象物を撮像したときの画像間の位置ずれ量を検出して距離を計測する装置などがある。

[0013] 前記測量装置としては、例えばレーザー光の照射方向やカメラの光軸方向の方位が特定された装置であっても良く、これらの方向が特定されていない装置であっても良い。例えば真北に対するレーザー光の照射方向等が特定された測量装置であれば、真北の方位が基準方位となり得るため、対象物が位置する方位を特定できる。このような測量装置であれば、例えば1箇所の基準位置に設置された測量装置により施工装置までの距離及び方位を計測することで、基準位置に対する敷設位置の位置関係を特定できる。一方、レーザー光の照射方向等が特定されていない測量装置であれば、例えば2箇所の基準位置にそれぞれ設置された測量装置が計測した距離に基づく例えば三角測量等により、2箇所の基準位置に対する敷設位置の位置関係を特定できる。

[0014] 本発明におけるマーカとしては、例えば磁気等を発生するアクティブ型のマーカである磁気マーカや、例えば画像的に認識できる埋込タイルなどパッシブ型のマーカなどがある。

本発明において、測量装置を設置する基準位置としては、国土地理院や都道府県が設置・管理する基準点や電子基準点等の絶対位置が特定された位置であっても良く、交差点や分岐路や縁石や人孔などの道路構造に対する相対位置が特定された位置であっても良く、道路構造物や路面に作成されたマーキングなどの位置であっても良い。

[0015] 本発明においてマーカを敷設するための作業としては、例えば道路の路面等にマーカを配置する作業のほか、例えば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等に設ける等、マーカを敷設するための準備作業などであっても良い。マーカを敷設するための作業において、マーカの敷設を完了することは必須ではない。例えば、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マーカの敷設位置として確定する。

[0016] 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、マーカの一例である磁気マーカ 10 を道路に敷設する施工方法、及びこの施工方法を実施する施工システム 1 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。

[0017] 本例は、図 1 のごとく、磁気マーカ 10 (図 2) を道路に敷設する施工台車 (施工装置) 2 と、施工台車 2 までの距離を計測するレーザー測距計 (測量装置) 11 と、磁気マーカ 10 の敷設位置を特定するための演算処理を実行する演算ユニット (敷設位置特定部) 15 と、を含む施工システム 1 による施工方法の例である。この施工方法では、位置的な誤差を許容しながら効率良く磁気マーカ 10 を敷設するための作業を実施する一方、この敷設作業を実施している最中に磁気マーカ 10 の敷設位置を測量等により特定する。

[0018] この施工方法では、磁気マーカ 10 を敷設する作業に先立って、施工台車 2 を敷設位置に対して精度高く位置合わせ等する必要がないので、効率良く敷設作業を実施できる。特に、運用中の道路に後から磁気マーカ 10 を敷設する場合には、車両の通行止めを要する期間を短縮でき、磁気マーカ 10 の

施工に対して費やされる社会的コストを低減できる。なお、本例の道路は、舗装されて表面側に舗装体が設けられた車両の走行路である。そして、この舗装体の表面が、磁気マーカ 10 を敷設する路面 100S となっている。

以下、本例の施工システム 1 及び施工方法の内容を説明する。

- [0019] まず、施工対象の磁気マーカ 10 の概要を説明する。磁気マーカ 10 は、例えば、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 kJ/m^3 という特性を備えている。なお、施工対象の磁気マーカは、例えば、直径 100 mm、厚さ 1 mm のシート状の磁気マーカであっても良い。
- [0020] 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收容する必要がある。磁気マーカ 10 は、例えば直径 25 ~ 30 mm、深さ 35 ~ 40 mm 程度の小さな收容穴に直接、收容して敷設可能である。
- [0021] 次に、図 1 及び図 3 の施工台車 2 は、磁気マーカ 10 の收容穴 108 を路面 100S に穿設する敷設作業を実施する施工装置であり、車体 2B の前後に穿孔ドリル (作業ユニットの一例) 21 を 1 基ずつ備えている。この施工台車 2 は、車体 2B 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。
- [0022] 施工台車 2 の車体 2B 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ため、作業員は比較的軽い力で施工台車2を移動できる。

[0023] 車体2Bの前側には、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を容易にするためのガイドローラ280が取り付けられている。車体2Bの後ろ側には、移動距離を積算計測するためのロードカウンタローラ285が取り付けられている。ロードカウンタローラ285を利用して積算計測された移動距離は、手押しハンドル20を操作する作業員に対面する図示しない表示パネルに表示される。

[0024] 施工台車2は、図3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、路面100Sに沿う水平面内の位置が車体2Bに対して一定に保持されている一方、駆動シリンダ211により駆動されて鉛直方向に進退する。前後の穿孔ドリル21は、車体2Bの中心線CL（図1参照。）上に位置していると共に、車体2Bの中心CPから1mずつ前後方向に離れて位置している（スパンD1、D2が共に1m）。したがって、施工台車2における前後の穿孔ドリル21の間隔がスパンD=2mとなっている。

[0025] さらに、車体2Bの前部には、図3及び図4のごとく、測量用のレーザー光を反射する測量用プリズム27が立設されている。レーザー測距計11による計測点をなす測量用プリズム27は、光の入射方向と反射方向とを一致させる光学装置であり、図4の通り、光源110の位置に依らず光源110に向けて光を反射できる。

[0026] 測量用プリズム27は、図1及び図3のごとく、車体2Bの中心線CL上に位置していると共に、車体2Bの中心CPから前側に50cmずれて位置

している（スパンD3＝50cm）。つまり、測量用プリズム27は、前側の穿孔ドリル21を基準として50cm後方であって、後ろ側の穿孔ドリル21を基準として1m50cm前方に位置している。

[0027] 前側の穿孔ドリル21が測量用プリズム27の50cm前方であると共に、後ろ側の穿孔ドリル21が測量用プリズム27の1m50cm後方であるというオフセット量（図1及び図3中のOF1、OF2）は、測量用プリズム27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、予め演算ユニット15にセットされている。

[0028] なお、測量用プリズム27は、受光部を路面のごく近傍に位置させ、その上面に運搬用の棒状部材を立設させた態様のものを使用することができる。ここで、運搬用の棒状部材とは、金属製や樹脂製の棒状部材であって、その一端部に測量用プリズム27を固定することができる構造のものである。この場合には、測量用プリズム27を固定した運搬用の棒状部材の一端部を路面側に設置することで、磁気マーカの敷設位置と、受光部と、のずれを最小限に抑えることができる。これにより、特に、敷設位置に穿設された孔に磁気マーカ10を設置する際に、作業者が棒状部材を手で持って位置出しするときの作業時間を短縮することができる。

[0029] なお、磁気マーカ10の敷設作業は、収容穴108を穿設する図3の施工台車2のほか、収容穴108に1個ずつ磁気マーカ10を配置する施工台車（図示略）や、磁気マーカ10の配置後に路面100S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108に磁気マーカ10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108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100Sを平滑にする作業や、接着型または溶着型の保護シートを敷設する作業を実施する施工装置である。なお、接着剤としての舗装材料の具体例としては、樹脂系、アスファルト系、セメント系の舗装材料であって、速乾性、耐久性、水密性などに優れた舗装材料を用いることが好ましい。

[0030] 次に、図3の施工台車2による収容穴108の穿設位置、すなわち磁気マーカ10を敷設する敷設位置を測量により特定するためのレーザー測距計11及び演算ユニット15について説明する。

[0031] レーザー測距計11（図1）は、レーザー光を利用して対象物までの距離を計測する測量装置である。レーザー測距計11は、レーザー光の発光後、対象物により反射されて戻って来るまでの遅延時間を計測することで対象物までの距離を計測する。レーザー測距計11は、施工台車2に立設された計測点としての測量用プリズム27（図1及び図3参照。）からの反射光を受光するまでの遅延時間を計測し、施工台車2までの距離を出力する。施工システム1では、絶対位置が既知の2箇所の基準位置に、それぞれレーザー測距計11が設置される。

[0032] 演算ユニット15（図1）は、2箇所の基準位置に設置されたレーザー測距計11から入力された2つの距離を利用し、基準位置に対する敷設位置の相対的な位置関係を特定するユニットである。演算ユニット15には、2箇所の基準位置の位置データのほか、測量用プリズム27に対する穿孔ドリル21のオフセット量（図1中のOF1、OF2）等を表す上記のパラメータなど、敷設位置の特定に必要なデータが予め設定されている。

[0033] 次に、以上のように構成された施工システム1による磁気マーカ10の施工方法の内容について作業の手順に沿って説明する。

磁気マーカ10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10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100Sに形成すると共に、敷設作業中の施工台車2を見込むことができる2箇所の基準位置にレーザー測距計11を設置する（図1参照。）。

[0034] 図5のマーキングラインMLは、例えば、マーキングラインMLの形成材料であるマーキング液を貯留するタンクと、マーキング液を路面に滴下する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10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。

- [0035] なお、例えば、滴下装置には、ポンプ付き噴霧器が設置され、これによりマーキング用の液体を路面に滴下できる。マーキングラインMLを形成するためのマーキング用のマーキング液としては、例えば、インクやペンキ等を採用できるが、特に、食紅を使用すると良い。食紅を使用すれば、無害安全で明確なマーキングラインMLを形成（位置出し）できる。食紅は水溶性であり、マーキングラインMLが数日で消えるため、通行車両への影響はない。
- [0036] また、道路に沿ってマーキングラインMLを位置精度高く形成するために、滴下装置を搭載した車両に、側方に張り出す棒状部材を取り付けると共に、棒状部材の端部にチェーン等を吊り下げておくことも良い。この棒状部材の端部から垂れ下がるチェーン等が外側線やセンターライン等に沿うように車両を走らせれば、マーキングラインMLを形成する際の位置的な精度を確保できる。あるいは、滴下装置を装備する車両を、運転手が実際に走行させることで、マーキングラインMLを形成することも良い。
- [0037] レーザー測距計11を設置する基準位置としては、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が高精度で測位された位置を利用できる。レーザー測距計11を設置する2箇所の基準位置（図1参照。）は、いずれも、作業中の施工台車2を見込める位置である必要がある。
- [0038] 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、収容穴108を穿設する作業を実施できる。例えばロードカウンターローラ285が積算計測する移動距離が10m増える毎に施工台車2を停止させ、穿孔ドリル21や駆動シリンダ211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 $S_2 = 10\text{ m}$ で敷設箇所10Gを連続的に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21等をそれぞれ動作させれば、穿孔ドリル21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108（敷設位置10F）を2箇所ずつ、敷設箇所10G毎に形成できる。

- [0039] 1 箇所の敷設箇所 1 0 G について施工台車 2 が敷設作業を実施する際、2 箇所のレーザー測距計 1 1 が、それぞれ、施工台車 2 までの距離を計測する（図 1 及び図 6 参照。）。各レーザー測距計 1 1 は、計測点をなす測量用プリズム 2 7 に向けてレーザー光を発光し、反射光を受光するまでの遅延時間により距離を計測する。各レーザー測距計 1 1 が計測した施工台車 2 までの距離は、演算ユニット 1 5 に入力される。
- [0040] 演算ユニット 1 5（図 1）は、2 箇所の基準位置に設置されたレーザー測距計 1 1 から取得した 2 つの距離を利用し、基準位置に対する測量用プリズム 2 7 の相対位置を特定する。演算ユニット 1 5 は、絶対位置が既知の 2 箇所の基準位置間の距離、一方の基準位置と測量用プリズム 2 7 との距離、及び他方の基準位置と測量用プリズム 2 7 との距離、により規定される三角形（図 1、図 6 参照。）を特定することで、2 箇所の基準位置に対する測量用プリズム 2 7 の相対的な位置関係を特定し、これにより測量用プリズム 2 7 の絶対位置を特定する。
- [0041] ここで、上記のように演算ユニット 1 5 には、測量用プリズム 2 7 に対する穿孔ドリル 2 1 のオフセット量（図 6 中の $OF1 = 50\text{ cm}$ 、 $OF2 = 1\text{ m } 50\text{ cm}$ ）など穿孔ドリル 2 1 の配置を表すパラメータが予め設定されている。このパラメータを利用すれば、図 6 のごとく、測量用プリズム 2 7 の絶対位置を上記のオフセット量（ $OF1$ 、 $OF2$ ）の分だけずらすことで、前後の穿孔ドリル 2 1 による 2 箇所の収容穴 1 0 8 の位置、すなわち敷設位置 1 0 F の絶対位置を特定可能である。
- [0042] 測量用プリズム 2 7 の絶対位置を基準として敷設位置 1 0 F を特定する際には、図 6 のごとく、収容穴 1 0 8 の穿設作業が済んでおり位置を特定済みの上流側の敷設位置 1 0 F と、測量用プリズム 2 7 の絶対位置と、を結ぶ線分 FL が想定される。演算ユニット 1 5 は、この線分 FL に沿って、パラメータが表すオフセット量（ $OF1$ 、 $OF2$ ）の分だけ測量用プリズム 2 7 の絶対位置からずらすことで、敷設位置の絶対位置を特定する。このように特定された敷設位置 1 0 F の絶対位置の位置情報は、順次、図示しないデータ

ベースに格納され、磁気マーカ 10 の敷設情報として蓄積される。

[0043] なおここで、曲率変動する道路等では、線分 FL について、施工台車 2 の中心線 CL (図 6 参照) からのずれが生じる可能性がある。このような場合、上記のように特定する敷設位置が、厳密には、実際の敷設位置 10 F からずれて測量位置 10 E の位置となり得る。図 6 ではこのずれを強調して示しているが、曲率の変動が滑らかな高速道路や幹線道路等ではこのずれが抑制されるため、問題となるおそれは少ない。

[0044] 以上のように、本例の施工方法では、基準位置から作業中の施工台車 2 までの距離を計測することで、磁気マーカ 10 の敷設位置 10 F となる収容穴 10 8 の穿設位置を特定する。GPS による施工台車 2 の測位等を前提とせずに敷設位置 10 F を特定できる方法であるので、山間の道路やビルの谷間等の GPS 電波が不安定になりがちな場所であっても、磁気マーカ 10 の敷設位置 10 F を特定可能である。

[0045] この施工方法であれば、予め指定された敷設位置に対して、施工台車 2 の穿孔ドリル 2 1 を精度高く位置合わせ等する必要がなく作業の手間が少ないため、比較的効率良く敷設作業を実施できる。したがって、この施工方法によれば、敷設作業の手間を抑制することで、磁気マーカ 10 の施工コストを低減できる。

[0046] なお、GPS 電波が安定的に受信可能な環境であれば、例えば RTK (Real Time Kinematic) - GPS などの高精度な測位システムを利用して施工台車 2 の絶対位置を測位することも有効である。RTK - GPS による測位ユニットを施工台車 2 に追加的に設けることも良い。この施工台車 2 であれば、GPS 電波の受信状況に応じて、GPS を利用した測位と、本例による測位と、を使い分けすることで一層効率よく磁気マーカ 10 の敷設作業を実施できる。

[0047] 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 10 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し、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。

穿孔ドリル 21 が 1 基の場合、穿設する収容穴 108 が 1 箇所のみであっても良いが、路面 100S に沿う水平面内で穿孔ドリル 21 が移動することで複数の収容穴 108 を穿設可能としても良い。また、穿孔ドリル 21 が 1 基の場合、路面 100S に沿う水平面内において、穿孔ドリル 21 と測量用プリズム 27 とを同じ位置に配置するか、あるいは出来るだけ近づけて配置すると良い。1 基の穿孔ドリル 21 で複数の収容穴 108 を設ける場合、各収容穴 108 について、測量用プリズム 27 に対する相対位置が既知である必要があると良い。また、穿孔ドリル 21 が 3 基以上の場合、各穿孔ドリル 21 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 21 を設けることも良い。

[0048] なお、本例の施工方法により敷設された磁気マーカの敷設位置にずれが生じた場合、磁気マーカを利用して位置を取得する車両側で、位置の補正を実施すると良い。例えば、磁気マーカの識別情報をひも付けて敷設位置のずれ情報を記憶するデータベースを採用すれば、例えば自動運転車両などの車両側で、磁気マーカを検出した際の位置補正が可能となり、精度の高い自動運転等の運転支援制御が可能になる。なお、上記のデータベースは、例えば、車両が装備するハードディスクなどの記憶装置に設けても良いが、例えば、車両が無線通信等により接続可能なサーバ装置に設けることも良い。

[0049] 道路にマーカを敷設する際には、例えば道路の方向に沿ってマーカを配置すれば良い。一方、空港や駐車場などの 2 次元的なエリアにマーカを敷設する際には、グリッド状にマーカを配置しても良い。この場合のマーカの配置間隔は、状況に応じて柔軟に設定すれば良い。

[0050] 施工台車 2 については、穿孔ドリルの径と、穿孔深さと、を調整可能にすると良い。例えば、径の異なる複数種類の穿孔ドリルを用意しておき、いずれかの穿孔ドリルを選択的に使用すれば径を変更できる。あるいは、例えば径を調整する機構を具備する穿孔ドリルを採用しても良い。また、穿孔ドリルが軸方向に進退する範囲を適宜、調整すれば、穿孔ドリルによる穿孔深さ

を調整できる。

[0051] 本例では、磁気マーカ 10 の敷設対象として、道路の表面側をなす舗装体を例示している。磁気マーカ 10 を敷設する対象は、道路の舗装体には限定されない。港湾や空港などに設けられた車両の走行エリアをなす舗装体や、駐車場をなす舗装体などが、磁気マーカ 10 の敷設対象であっても良い。

[0052] (実施例 2)

本例は、実施例 1 の施工システムについて、トンネル内の施工に対応できるようにシステムの構成を変更した例である。本例の施工システム 1 の内容、及び施工方法について図 7 を参照して説明する。

[0053] 両端が開口する一方、その開口部からしか内部を見込むことができないトンネルなどの施工現場の場合、施工台車 2 を見込むことができる 2 箇所の基準位置に測量装置 (図 1 中のレーザー測距計 11) を設置することが難しくなる。GPS を利用して高精度に測位された位置が基準位置として好適である一方、GPS 電波を受信できないトンネルの内部では基準位置の設定難易度が高くなるからである。

[0054] そこで、本例の施工システム 1 は、真北に対するレーザー光の方向を計測する機能を備える測量装置 11A を含めて構成されている。この測量装置 11A は、実施例 1 のレーザー測距計 11 の構成に加えて、真北の方位を特定する高精度のジャイロコンパスユニット等を備えている。測量装置 11A によれば、施工台車 2 までの距離に加えて、真北に対して測量用プリズム 27 が位置する方位を計測可能である。

[0055] 絶対位置が既知の 1 箇所の基準位置に測量装置 11A を設置し、施工台車 2 までの距離、及び施工台車 2 が位置する方位、を計測すれば、基準位置を基準として施工台車 2 の絶対位置を特定できる。例えば図 7 のようにトンネルの開口部など GPS 電波を受信可能な位置に測量装置 11A を設置すれば、トンネル内で敷設作業を実施する施工台車 2 の絶対位置を特定できる。これにより、穿孔ドリル 21 により設けられる収容穴 108 の穿設位置、すなわち磁気マーカの敷設位置 10F (絶対位置) の特定が可能になる。

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。

[0056] (実施例 3)

本例は、実施例 1 あるいは実施例 2 の施工システムについて、施工台車 2 に測量用プリズム 27 を増設した例である。本例の施工システムの内容、及び施工方法について図 8 を参照して説明する。

[0057] 本例の施工台車 2 では、車体 2 B の中心線 C L 上に 2 基の測量用プリズム 27 A・B が配置されている。実施例 1 あるいは実施例 2 の測量装置 11 又は 11 A を利用すれば、2 基の測量用プリズム 27 A・B の絶対位置をそれぞれ特定でき、車体 2 B の向き（姿勢）を表す中心線 C L の絶対方位の特定が可能となる。

[0058] 本例の施工台車 2 では、測量用プリズム 27 A・B、及び穿孔ドリル 21 が全て中心線 C L 上に配置されている。前側の測量用プリズム 27 A の絶対位置を基準として、中心線 C L に沿ってオフセット量（O F 1、O F 2）の分だけ、位置をずらす演算処理を実行すれば、穿孔ドリル 21 の絶対位置を高精度に特定できる。そしてこれにより、穿孔ドリル 21 により設けられる 2 つの収容穴 108 の絶対位置、すなわち 2 つの敷設位置 10 F を精度高く特定できる。

[0059] さらに、収容穴 108 を穿設する際の車体 2 B の向きを表す中心線 C L の絶対方位を特定できれば、前後の穿孔ドリル 21 により設けられる 2 つの敷設位置 10 F を結ぶ線分の絶対方位を特定できる。2 つの敷設位置 10 F を結ぶ線分の絶対方位が特定されていれば、磁気マーカが敷設された道路の運用において、この 2 つの敷設位置 10 F を通過する車両の進行方向等を精度高く検出できる。

[0060] 例えば三角形をなすように 3 基の穿孔ドリル 21 が配置された施工台車であっても良い。この場合には、施工台車の向きの特定により、この 3 基の穿孔ドリル 21 が形成する 3 つの敷設位置がなす三角形の向き（姿勢）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。

- [0061] レーザー測距計 11 で 2 つの測量用プリズム 27A・B までの距離をそれぞれ計測するに当たって、レーザー測距計 11 において測量用プリズム 27A・B を区別できるように構成することも良い。例えば測量用プリズム 27A・B に色フィルターを設け、特定の周波数の光を反射するようにしても良い。2 つの測量用プリズム 27A・B の色フィルターの周波数特性が異なっていれば、測量用プリズム 27A・B の反射光の周波数分布が異なるものとなる。レーザー測距計 11 側では、反射光の周波数分布に応じていずれの測量用プリズム 27 からの反射光であるかを特定できる。測量用プリズム 27 に光を遮断するシャッターを設け、2 つの測量用プリズム 27A・B で交互にシャッターを開放することも良い。この場合には、2 つの測量用プリズム 27A・B による距離計測を時分割で実行できる。

なお、その他の構成及び作用効果については、実施例 1 あるいは実施例 2 と同様である。

- [0062] (実施例 4)

本例は、実施例 1 の構成に基づく施工システムの例である。この施工システムによるマーカの施工方法では、作業の自動化が実現されている。

本例の磁気マーカの施工方法は、実施例 1 と同様、以下の各工程を含む施工方法である。

- (1) 磁気マーカの敷設位置を示すマーキングライン（マーカ敷設ラインの一例。図 5 や図 6 中のマーキングライン ML。）を路面に形成する工程。
- (2) マーキングラインを基準として施工装置を設置する工程。
- (3) 磁気マーカを敷設するための作業を実施する工程。

- [0063] ここで、上記の (1) の工程は、実施例 1 と同様、マーキングラインの形成材料であるマーキング液を貯留するタンクと、マーキング液を路面に滴下する滴下装置と、を装備する車両（以下、プリント車両）が走行しながら実施する工程である。本例のプリント車両は、自動走行機能を備える点で実施例 1 の車両と相違している。自動走行機能を実現するためにプリント車両が

備える構成については後で説明する。

[0064] また、上記の（２）の工程の施工装置は、作業員が手押し操作する実施例１の施工台車とは相違している。本例の施工装置は、移動のための走行機構部と、走行機構部を制御する制御部と、を備える施工車両である。そして、上記の（２）の施工装置を設置する工程は、施工車両の制御部が、走行機構部を制御することにより実施される。特に、この施工車両は、マーキングラインMLに沿って自動走行する機能を備えている点で、実施例１の施工車両とは相違している。自動走行機能を実現するために施工車両が備える構成については後で説明する。

[0065] プリント車両は、車線の区画線であるセンターラインや外側線などのレーンマーク（白線）を認識する装置を備えている。この装置は、車両前方の画像を撮像するカメラと、カメラによる撮像画像に画像処理を施す画像処理部と、レーンマークを認識する認識部と、車幅方向の車両位置を演算する演算処理部と、車両位置が車線の中央に位置するように操舵角や車速を制御する制御部と、を含んで構成されている。上記の認識部は、画像処理部による画像処理の結果に基づいて左右のレーンマークを認識する。また、上記の演算処理部は、レーンマークの認識結果に基づき、車線内における車幅方向の車両位置を演算する。

[0066] また、施工車両は、マーキングラインMLを検出するライン検出部を備えている。ライン検出部は、１次元のラインセンサと、ラインセンサが出力する１次元データを処理する演算処理部と、を含んで構成されている。ラインセンサは、路面に面して取り付けられている。演算処理部は、ラインセンサが出力する１次元データを処理することで、マーキングラインMLの車幅方向の位置を演算する。そして、上記の制御部は、ラインセンサの中央の位置でマーキングラインMLを検出できるよう、操舵ユニットや原動機である駆動モータ等を含む走行機構部を制御する。

[0067] 本例のマーカの施工方法のうち、マーキングラインMLを形成する上記の（１）の工程は、プリント車両が車線に沿って自動走行することで実施され

る。プリント車両の自動走行中にマーキング液を滴下すれば、マーキングラインMLを自動的に効率良く形成できる。

さらに、マーキングラインを基準として施工車両（施工装置の一例）を設置する上記の（２）の工程は、マーキングラインMLに沿って施工車両が自動走行し、一定の間隔で停止することで、施工車両の位置出しを自動的に精度高く実行できる。

[0068] このように本例のマーカの施工システムによる施工方法によれば、作業の自動化を進めることができ、省力化を実現可能である。自動化により人的なコストを抑制できれば、磁気マーカを敷設するコストの削減が可能である。

[0069] なお、プリント車両、施工車両については、無線通信を利用するラジオコントロールなどの遠隔制御により走行する車両であっても良い。

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。

[0070] 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

- [0071]
- １ 施工システム
 - １０ 磁気マーカ（マーカ）
 - １０Ｆ 敷設位置
 - １０８ 収容穴
 - １１ レーザー測距計（測量装置）
 - １１Ａ 測量装置
 - １５ 演算ユニット（敷設位置特定部）
 - ２ 施工台車（施工装置）
 - ２Ｂ 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 7 測量用プリズム

請求の範囲

- [請求項1] 車両によって検出されるマーカを敷設するための施工方法であって、
- 、
- 対象物までの距離を計測する測量装置を基準位置に設置し、
- マーカを敷設するための作業を行う際、該敷設するための作業を実施する施工装置までの距離を前記測量装置を用いて計測することで、
- マーカが敷設される敷設位置について前記基準位置に対する位置関係を特定するマーカの施工方法。
- [請求項2] 請求項1において、少なくとも2基の前記測量装置が異なる基準位置に設置されており、該少なくとも2基の測量装置がそれぞれ計測する前記施工装置までの距離に基づいて前記位置関係を特定するマーカの施工方法。
- [請求項3] 請求項1又は2において、前記測量装置は、前記施工装置までの距離のほか、基準方位に対して前記施工装置が位置する方位を計測可能であり、
- 該測量装置が計測した前記施工装置までの距離及び前記施工装置が位置する方位によって前記位置関係を特定するマーカの施工方法。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか1項において、前記施工装置は、位置を変更することなく複数箇所の敷設位置を設けることが可能である一方、前記測量装置は、前記施工装置の少なくとも2箇所の計測点について前記施工装置までの距離を計測し、
- 前記施工装置の少なくとも2箇所の計測点について前記測量装置がそれぞれ計測した前記施工装置までの距離を利用して前記施工装置の向きを特定し、これにより前記複数箇所の敷設位置の向きを特定するマーカの施工方法。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれか1項において、前記磁気マーカの敷設位置を示すマーカ敷設ラインを路面に形成する工程と、前記マーカ敷設ラインを基準として前記施工装置を設置する工程と、前記マーカを敷設

するための作業を実施する工程と、を含むマーカの施工方法。

[請求項6] 請求項5において、前記マーカ敷設ラインを形成する工程は、前記マーカ敷設ラインの形成材料であるマーキング液を貯留するタンクと、該マーキング液を路面に滴下する滴下装置と、を装備する作業車両が走行しながら実施する工程である施工方法。

[請求項7] 請求項6において、前記施工装置は、移動のための走行機構部と、該走行機構部を制御する制御部と、を備え、前記施工装置を設置する工程は、前記制御部が前記走行機構を制御することにより実施されるマーカの施工方法。

[請求項8] 車両によって検出されるマーカを敷設するための施工システムであって、

対象物までの距離を計測するために基準位置に設置される測量装置と、

マーカを敷設するための作業を実施する作業ユニットを備える施工装置と、

マーカが敷設される敷設位置について前記基準位置に対する位置関係を特定する敷設位置特定部と、を有し、

該敷設位置特定部は、マーカを敷設するための作業を実施中の前記施工装置を対象物として前記測量装置が計測する該施工装置までの距離に基づき、前記基準位置に対する前記敷設位置の位置関係を特定するように構成されているマーカの施工システム。

[請求項9] 請求項8において、少なくとも2基の前記測量装置が異なる基準位置に設置されており、前記敷設位置特定部は、該少なくとも2基の測量装置がそれぞれ計測する前記施工装置までの距離に基づいて前記位置関係を特定するように構成されているマーカの施工システム。

[請求項10] 請求項8又は9において、前記測量装置は、前記施工装置までの距離のほか、前記施工装置が位置する方位を計測可能であり、

前記敷設位置特定部は、前記測量装置が計測する前記施工装置まで

の距離及び前記施工装置が位置する方位によって前記位置関係を特定するように構成されているマーカの施工システム。

[請求項11] 請求項8～10のいずれか1項において、前記施工装置は、位置を変更することなく複数箇所の敷設位置を設けることが可能である一方、前記測量装置は、前記施工装置の少なくとも2箇所の計測点について該施工装置までの距離を計測し、

前記敷設位置特定部は、前記施工装置の少なくとも2箇所の計測点について前記測量装置がそれぞれ計測した前記施工装置までの距離を利用して前記施工装置の向きを特定し、これにより前記複数箇所の敷設位置の向きを特定するように構成されているマーカの施工システム。