

明 細 書

発明の名称： 作業方法及び作業システム

技術分野

[0001] 本発明は、走路の保守等の作業を実施するための作業方法及び作業システムに関する。

背景技術

[0002] 車両が通行する道路などの走路には、車両が走行する車線の脇にガードレールや縁石や植栽などが設けられている。車両が走行する路面には、車線を区画するためのレーンマーク（白線、区画線）などのプリントや道路標識をなすプリントなどが設けられている。また、車両のヘッドライトの光を反射する鋳が路面に打ち込まれた交差点もある。

[0003] 車両が通行する際の安全性を十分に確保するためには、走路を良好な状態に保持する必要がある。そこで、走路を清掃したり、走路の状態を確認したりする作業を定期的実施する必要があり、補修が必要になったときには、速やかに補修作業を実施する必要がある。そこで、道路を清掃するための道路用清掃装置の提案もある（例えば、特許文献1 参照。）

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-7823号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 走路の整備、保守あるいは管理など、走路に関する作業の中には、車両の通行制限を要する作業もあり、走路に関する作業を効率良く実施する方法やシステムが求められている。

[0006] 本発明は、磁気マーカが敷設された走路について、走路に関する作業を効率良く実施するための作業方法及び作業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

[0007] 本発明の一態様は、磁気マーカが敷設された走路を移動しながら前記磁気マーカを検出する装置が、前記走路を整備、保守あるいは管理するための作業を実施する作業方法であって、

前記磁気マーカに対する前記装置の相対位置を特定し、

該相対位置に基づいて前記装置が作業する箇所を特定し、

当該特定された箇所において、前記装置が作業を実施する作業方法にある

。

[0008] 本発明の一態様は、磁気マーカが敷設された走路を移動しながら前記磁気マーカを検出する装置を含み、該装置が前記走路を整備、保守あるいは管理する作業を実行する作業システムであって、

前記磁気マーカに対する前記装置の相対位置を特定する位置特定部と、

該相対位置に基づいて前記装置が作業する箇所を特定する作業箇所特定部と、を有し、

前記装置は、前記作業箇所特定部が特定した箇所で作業を実施するように構成されている作業システムにある。

発明の効果

[0009] 本発明では、前記磁気マーカに対する前記装置の相対位置に基づき、該装置が作業する箇所を特定する。そして、このように特定された箇所において、前記装置が作業を実施する。

[0010] 前記磁気マーカは走路に固定されており、位置が変動するおそれが少ない。位置の変動が少ない前記磁気マーカを利用すれば、前記作業する箇所を精度高く特定でき、前記装置が作業を効率高く実施できる。

[0011] このように本発明に係る作業方法及び作業システムは、走路に関する作業を効率良く実施できる方法あるいはシステムである。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施例1における、車線上の作業車両を俯瞰する説明図。

[図2]実施例1における、車線上の作業車両を側方から見込む説明図。

[図3]実施例1における、作業車両の構成を示すブロック図。

[図4]実施例1における、磁気マーカを通過する際の進行方向の磁気計測値の時間的な変化を例示する説明図。

[図5]実施例1における、車幅方向に配列された磁気センサC_nによる車幅方向の磁気計測値の分布を例示する説明図。

[図6]実施例1における、自動走行制御のフロー図。

[図7]実施例1における、マーカ検査のフロー図。

[図8]実施例1における、磁気マーカが検出されたとき、車幅方向に配列された磁気センサC_nによる鉛直方向の磁気計測値の分布を例示する説明図。

[図9]実施例1における、磁気マーカの敷設状態の検査（第2の検査）の様子
の説明図。

[図10]実施例1における、磁気マーカ検出後の作業車両の相対位置の説明図。
。

[図11]実施例2における、車線上の作業車両を俯瞰する説明図。

発明を実施するための形態

[0013] 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が敷設された道路（走路の一例）1Rにおいて、磁気マーカ10を検査するための作業方法及び作業システム1に関する例である。この内容について、図1～図10を参照して説明する。

[0014] 磁気マーカ10は、図1のごとく、路面100Sに敷設される道路用のマーカである。磁気マーカ10は、周囲に磁界を形成するため、磁氣的に検出可能である。磁気マーカ10は、左右のレーンマークで区分された車線100の中央に沿って例えば2m間隔で配置されている。磁気マーカ10は、道路を構成する付帯物（道路1Rの付属物）の一例である。

[0015] 磁気マーカ10は、直径100mm、厚さ2mmの扁平な円形状の磁石シートよりなる。磁石シートは、最大エネルギー積（BH_{max}）が約6.4kJ／立方mの等方性フェライトラバーマグネットである。磁気マーカ10

の表面磁束密度 G_s は、 45 mT 以下程度である。磁気マーカ 10 は、例えば、路面 100S への接着接合が可能である。接着剤としては、例えば、熔融状態あるいは軟化状態のアスファルトを利用することも良い。

[0016] 作業システム 1 は、装置の一例をなす作業車両 11 を含んで構成されている。作業車両 11 (図 2) は、操舵輪 111 と駆動輪 118 とを備え、操舵輪 111 の向きである操舵角の制御を含む自動走行制御を実行可能な車両である。作業車両 11 は、磁気を検出するセンサアレイ 2、制御ユニット 13、ステアリングアクチュエータ 141、スロットルアクチュエータ 143、検査ユニット 15 等を備えている。

[0017] ステアリングアクチュエータ 141 は、操舵輪 111 を操舵するアクチュエータである。ステアリングアクチュエータ 141 を制御すれば、操舵輪 111 の操舵に応じて作業車両 11 の進路を変更できる。スロットルアクチュエータ 143 は、エンジンスロットルを開閉 (制御) するためのアクチュエータである。スロットルアクチュエータ 143 を制御すれば、エンジン出力を変更でき、作業車両 11 の速度の調節が可能である。ステアリングアクチュエータ 141 及びスロットルアクチュエータ 143 は、制御ユニット 13 による制御が可能である。

[0018] センサアレイ 2 は、図 3 のごとく、複数の磁気センサ C_n が一直線上に配列された磁気計測ユニットである。センサアレイ 2 は、長手方向に沿って 0.1 m 間隔で配列された 15 個の磁気センサ C_n (n は $1 \sim 15$ の整数) と、磁気計測処理等を実行する検出処理回路 212 と、を備えている。センサアレイ 2 は、15 個の磁気センサ C_n ($n = 1 \sim 15$) の配列方向が車幅方向に沿うと共に、中央の磁気センサ C_8 が車両の中心線上 (車幅方向の中央) に位置するように作業車両 11 (図 1) に取り付けられている。

[0019] 磁気センサ C_n は、図示しないアモルファスワイヤなどの感磁体のインピーダンスが外部磁界に応じて敏感に変化するという公知の M_I 効果 (Magnet Impedance Effect) を利用して磁気を検出するセンサである。磁気センサ C_n では、直交する 3 軸方向に沿って感磁体が配置され、これら 3 軸方向に作

用する磁気の検出が可能になっている。本例のセンサアレイ 2 は、作業車両 11 に取り付けられた状態で、前後方向（進行方向）、車幅方向及び鉛直方向の磁気成分を検出する。

[0020] 検出処理回路 212 は、磁気マーカ 10 を検出するための後述のマーカ検出処理等を実行する回路である。この検出処理回路 212 は、各種の演算を実行する CPU（central processing unit）のほか、ROM（read only memory）や RAM（random access memory）などのメモリ素子等を利用して構成されている。検出処理回路 212 は、磁気マーカ 10 の検出結果に加えて、各磁気センサ Cn の磁気計測値の分布である 1 次元磁気分布データを出力する。1 次元磁気分布データとしては、前後方向に作用する磁気強度の分布データと、車幅方向に作用する磁気強度の分布データと、鉛直方向に作用する磁気の分布データと、がある。

[0021] 制御ユニット 13 は、作業車両 11 の走行制御、及び磁気マーカ 10 の検査を実施するユニットである。制御ユニット 13 は、CPU や ROM・RAM などの電子部品が実装された電子基板、HDD（hard disk drive）装置あるいは SSD（solid state drive）装置などの記憶装置等、を含めて構成されている。制御ユニット 13 は、ROM 等から読み出した制御プログラムを CPU で処理することで、予め定められた機能を実現する。

[0022] 制御ユニット 13 は、ステアリングアクチュエータ 141 及びスロットルアクチュエータ 143 を制御し、これにより、作業車両 11 を自動走行させる。また、制御ユニット 13 は、検査ユニット 15 及びセンサアレイ 2 を用いて磁気マーカ 10 を検査する。制御ユニット 13 は、センサアレイ 2 が出力する上記の 3 種類の 1 次元磁気分布データを取得し、過去の所定期間に亘って記憶している。

[0023] 検査ユニット 15 は、磁気マーカ 10 の敷設状態を検査するユニットである。検査ユニット 15 は、路面 100S から磁気マーカ 10 が剥離しているか否かを表す剥離情報を出力する。検査ユニット 15 は、作業車両 11 において、センサアレイ 2 に対して後方に 5 m 離れて配置されている。

[0024] 検査ユニット15は、圧縮エアを路面100Sに吹き付けるエアノズル151（図9参照。）と、磁気マーカ10を撮影する撮像カメラ（図示略）と、集音マイク（図示略）と、処理部と、を含んで構成されている。エアノズル151は、車幅方向の各位置に圧縮エアを噴射できるよう、車幅方向に複数設けられている。1または複数の撮像カメラおよび集音マイクは、作業車両11の車幅方向のほぼ全域に対応して設けられている。

[0025] 処理部は、磁気マーカ10の剥離の有無（敷設状態の一例）を判定する回路である。処理部は、剥離が生じた磁気マーカ10に対して圧縮エアを吹き付けたときに起こり得る剥離箇所のバタつきを検知することで、剥離を検出する。処理部は、圧縮エアを吹き付けた際の撮影データ（動画）及び音データを処理し、剥離箇所のバタつきや、バタつきによって路面100Sを叩く音を検知する。磁気マーカ10に剥離が生じている場合、圧縮エアの吹き付けに応じて磁気マーカ10の縁部にばたつきを生じ、その最中の撮像カメラによる撮像データでは、磁気マーカ10の縁部に画像的なボケが生じる。処理部は、この画像的なボケを検出することで、磁気マーカ10の剥離の有無を判定する。磁気マーカ10に剥離が生じている場合、圧縮エアの吹き付けに応じて磁気マーカ10の縁部にばたつきを生じ、その最中の集音マイクによる音データには、磁気マーカ10の縁部が路面を叩く音が含まれる。処理部は、磁気マーカ10の縁部が路面を叩く音を検出することで磁気マーカ10の剥離の有無を判定する。音の検出方法としては、磁気マーカ10が路面を叩く周波数成分を検出する方法等がある。

[0026] 以上のように構成された本例の作業システム1では、作業車両11が磁気マーカ10を検出しながら車線100に沿って自動走行し、走行中に各磁気マーカ10の検査を実施する。以下、（A）マーカ検出処理、（B）自動走行制御、（C）マーカ検査、について順番に説明する。

[0027] （A）マーカ検出処理

マーカ検出処理は、センサアレイ2が実行する処理である。センサアレイ2は、磁気センサC_nを用いて3kHzの周波数でマーカ検出処理を実行す

る。センサアレイ 2 の検出処理回路 212 は、15 個の磁気センサ C_n が同時に計測した磁気計測値を取得して、マーカ検出処理を実行する。センサアレイ 2 は、磁気マーカ 10 を検出したとき、検出した旨および磁気マーカ 10 に対する横ずれ量（相対位置）を、マーカ検出処理の結果として制御ユニット 13 に入力する。横ずれ量は、後述する通り、センサアレイ 2 の中央に位置する磁気センサ C_8 の磁気マーカ 10 に対する車幅方向の偏差である。

[0028] 上記のごとく、磁気センサ C_n は、作業車両 11 の前後方向及び車幅方向の磁気成分を計測可能である。例えばこの磁気センサ C_n が、前後方向に移動して磁気マーカ 10 の真上を通過するとき、前後方向の磁気計測値は、図 4 のごとく磁気マーカ 10 の前後で正負が反転すると共に、磁気マーカ 10 の真上の位置でゼロを交差するように時間的に変化する。作業車両 11 の走行中では、いずれかの磁気センサ C_n が検出する前後方向の磁気計測値について、その正負が反転するゼロクロス Z_c が生じたとき、センサアレイ 2 が磁気マーカ 10 の真上に位置すると判断できる。検出処理回路 212 は、このようにセンサアレイ 2 が磁気マーカ 10 の真上に位置し前後方向の磁気計測値のゼロクロスが生じたとき、磁気マーカ 10 を検出したと判断する。

[0029] また例えば、磁気センサ C_n と同じ仕様の磁気センサについて、磁気マーカ 10 の真上を通過する車幅方向の仮想線に沿う移動を想定する。この場合、車幅方向の磁気計測値は、磁気マーカ 10 を挟んだ両側で正負が反転すると共に、磁気マーカ 10 の真上の位置でゼロを交差するように変化する。したがって、15 個の磁気センサ C_n を車幅方向に配列したセンサアレイ 2 では、磁気マーカ 10 を介してどちらの側にあるかによって磁気センサ C_n が検出する車幅方向の磁気計測値の正負が異なってくる。

[0030] 各磁気センサ C_n の車幅方向の磁気計測値を例示する図 5 の分布では、車幅方向の磁気計測値の正負が反転するゼロクロス Z_c が磁気マーカ 10 に対応して現れる。同図のゼロクロス Z_c の位置は、磁気マーカ 10 の車幅方向の位置に一致している。磁気マーカ 10 の車幅方向の位置は、例えば、ゼロクロス Z_c を挟んで隣り合う 2 つの磁気センサ C_n の中間の位置、あるいは

車幅方向の磁気計測値がゼロであって両外側の磁気センサC_nの正負が反転している磁気センサC_nの直下の位置として特定可能である。

[0031] 検出処理回路212は、磁気マーカ10に対する作業車両11の代表点の車幅方向の偏差を横ずれ量として計測する。本例では、センサアレイ2の中央の磁気センサC₈の位置、すなわち車幅方向における作業車両11の中央を、代表点に設定している。例えば図5の場合、磁気マーカ10に対応するゼロクロスZ_cの位置がC₉とC₁₀との中間辺りのC_{9.5}に相当する位置となっている。上記のように磁気センサC₉とC₁₀の間隔は10cmであるから、磁気マーカ10に対する作業車両11の代表点（磁気センサC₈）の横ずれ量は $(9.5 - 8) \times 10 = 15\text{ cm}$ となる。同図の例は、車線100の中で作業車両11が左寄りとなった場合の例である。なお、横ずれ量の正負は、磁気マーカ10に対して作業車両11の代表点が左に寄った場合を正、右に寄った場合を負としている。

[0032] (B) 自動走行制御

制御ユニット13は、図6のごとく、磁気マーカが検出されたとき（S101：YES）、センサアレイ2が出力する横ずれ量（磁気マーカ10に対する相対位置）を取得する（S102）。制御ユニット13は、横ずれ量をゼロ等の所定の値に近づけるように車両制御を実行する（S103）。制御部の一例である制御ユニット13は、このような制御により、車線100（図1）に沿って作業車両11を自動走行させる。

[0033] 制御ユニット13は、図6のステップS103の車両制御において、横ずれ量が正のとき、すなわち、磁気マーカ10に対して作業車両11が左側にずれているとき、操舵輪111が右に操舵されるようにステアリングアクチュエータ141を制御する。また、制御ユニット13は、例えば、操舵量に応じてスロットルアクチュエータ143を制御する。制御ユニット13は、例えば、操舵量が大きいとき、車速が抑制されるようにスロットルアクチュエータ143を制御する。制御ユニット13による以上の制御により、作業車両11は速度を調節しながら車線100に沿って自動走行可能である。

[0034] (C) マーカ検査

制御ユニット13は、作業の例である3種類の検査を実施する。第1及び第2の検査は、センサレイ2が検出した磁気マーカ10に関する検査である。第3の検査は、センサレイ2による検出が予測される磁気マーカ10に関する検査である。制御ユニット13は、第1～第3の検査すべてに合格した磁気マーカ10について良好な状態である旨の判断を行う。制御ユニット13による検査結果は、随時、記憶装置（制御ユニット13）の記憶領域に記録される。なお、装置の一例をなす作業車両11が、位置を測位する測位回路と、測位回路が取得した位置をひも付けて付帯物の一例である磁気マーカ10を検査する作業を実施した結果を記録する回路と、を備えていることも良い。図示しないGPS（Global Positioning System）などの測位手段（測位回路の一例）による測位情報をひも付けて磁気マーカ10の良否を表す検査結果を、前記回路に記録すると良い。この回路としては、HDD（hard disk drive）装置あるいはSSD（solid state drive）装置などの記憶装置を利用できる。

[0035] 制御ユニット13は、センサレイ2によって磁気マーカ10が検出されたとき（図7のS201：YES）、装置の一例である作業車両11について、磁気マーカ10に対する相対位置（位置ずれ）を特定する（位置特定部）。そして、制御ユニット13は、検出された磁気マーカ10に対する相対位置を利用して、第1及び第2の検査対象箇所を特定する（S202、作業箇所特定部）。第1の検査対象箇所は、上記の第1及び第2の検査の対象箇所であり、ステップS201で検出された磁気マーカ10が敷設された箇所である。第2の検査対象箇所は、上記の第3の検査の対象箇所である。第2の検査対象箇所は、ステップS201で検出された磁気マーカ10に対して、進行方向前方に隣り合う未検出の磁気マーカ10が敷設された箇所である。以下、図7のフロー図を参照しながら、第1～第3の検査について順番に説明する。

[0036] (第1の検査)

制御ユニット13は、磁気マーカ10が検出されたとき（S201：YES）、センサレイ2の中央（磁気センサC8の位置）を作業車両11の代表点として、磁気マーカ10に対する作業車両11の前後方向及び車幅方向の相対位置を特定する（位置特定部）。磁気マーカ10の検出時には、その磁気マーカ10に対する作業車両11の前後方向の位置ずれ（相対位置）がゼロと特定される。また、センサレイ2から取得した横ずれ量が、磁気マーカ10に対する作業車両11の車幅方向の位置ずれ（相対位置）として特定される。

[0037] 制御ユニット13は、前後方向においてセンサレイ2の直下であって、かつ、車幅方向において、センサレイ2の中央から横ずれ量の分だけ離れた位置、すなわち検出された磁気マーカ10の敷設箇所を、第1の検査対象箇所と特定し（S202）、第1の検査を実施する（S204）。

[0038] 第1の検査を実施する制御ユニット13は、第1の検査対象箇所である磁気マーカ10の敷設箇所に対面した状態でセンサレイ2が出力した1次元磁気分布データを記憶領域から読み出す。読み出す1次元磁気分布データは、鉛直方向の磁気強度の分布データが良い。制御ユニット13は、この1次元磁気分布データについて閾値処理を実行する（図8参照）。閾値処理は、1次元磁気分布データのうちの磁気マーカ10の真上に当たる位置（第1の検査対象箇所）の磁気計測値（絶対値）の大きさが、予め定めた磁気強度（閾値Th）を超えているか否かを判断する処理である。制御ユニット13は、磁気マーカ10の真上に当たる位置の磁気計測値（絶対値）の大きさが、閾値Thを超えている場合、磁気マーカ10の磁気的特性を良好と判断する。一方、閾値Thに満たない場合、磁気マーカ10の磁気的特性が良好ではないと判断する。なお、図8に例示の1次元磁気分布は、良好と判断される例である。

[0039] （第2の検査）

第2の検査は、路面100S（図2参照）からの剥離など、磁気マーカ10の敷設状態の検査である。制御ユニット13は、上記のステップS202

(図7)で特定された第1の検査対象箇所(S201で検出された磁気マーカ10の敷設箇所)に、検査ユニット15が到達する時点を予測する(S203)。具体的には、制御ユニット13は、車速及び操舵角に基づいて、第1の検査対象箇所である磁気マーカ10の敷設箇所に検査ユニット15が到達する第1の時点、及びその第1の時点における磁気マーカ10の車幅方向の位置を予測する。

[0040] 本例では、制御ユニット13は、作業車両11の移動距離を利用して、予測した第1の時点に達したことを判断する。具体的には、ステップS201で磁気マーカ10を検出した後の作業車両11の移動距離が、所定量(センサレイ2と検査ユニット15との間隔である5m)になったとき、ステップS202の第1の検査対象箇所に検査ユニット15が到達する上記第1の時点に達したと判断する(S205:第1の時点)。

[0041] 制御ユニット13は、第1の検査対象箇所(S201で検出された磁気マーカ10の敷設箇所)に検査ユニット15が対面する状態になったとき(S205:第1の時点)、検査ユニット15を動作させるための制御信号を出力する。この制御信号には、上記のごとく予測した車幅方向における磁気マーカ10の位置の情報が含まれている。

[0042] 検査ユニット15は、制御ユニット13による制御信号に応じて第2の検査を実施する(S206)。検査ユニット15は、まず、制御信号が表す磁気マーカ10の車幅方向の位置に対応する1又は2以上のエアノズル151を選択する。そして、選択したエアノズル151から圧縮エアを路面100Sに向けて噴射する。

[0043] 検査ユニット15は、圧縮エアを噴射したときの磁気マーカ10の撮影データ及び音データに処理を施し、磁気マーカ10の剥離の有無を判定する。例えば、検査ユニット15は、剥離した部分のバタつきを画像的に検知したり、バタつき音を検知したりすることで剥離の有無を判断する。磁気マーカ10に剥離が生じていれば、敷設状態が不良である旨の検査結果を出力し、剥離が生じていなければ、敷設状態が良好である旨の検査結果を出力する。

[0044] (第3の検査)

第3の検査は、磁気マーカ10の配置に関する検査である。上記の通り、第3の検査は、検出済の磁気マーカ10の検査ではなく、将来的な検出が予測される磁気マーカ10について行われる。制御ユニット13は、センサアレイ2によって磁気マーカ10が検出されたとき(図7中のS201:YES)、その磁気マーカ10の前方に隣り合う磁気マーカ10の敷設箇所を第2の検査対象箇所として特定する(S202)。この敷設箇所は、将来的な検出が予測される新たな磁気マーカ10の敷設位置の一例である。上記のごとく本例の構成では、磁気マーカ10が2m毎に配置されている。制御ユニット13は、いずれかの磁気マーカ10が検出されたとき、その磁気マーカ10の真上(相対位置の一例)にセンサアレイ2が位置していると特定し、2m前方の位置を第2の検査対象箇所として特定する。この検査対象箇所は、将来的に作業する箇所の一例である。

[0045] 制御ユニット13は、操舵角及び車速に基づいて、次の磁気マーカ10の敷設箇所(第2の検査対象箇所)にセンサアレイ2が到達する第2の時点を予測する(S203)。具体的には、制御ユニット13は、図7のS201において磁気マーカ10が検出された時点を基準として、操舵角及び車速に基づいて、2m前方の次の磁気マーカ10の敷設箇所(第2の検査対象箇所)にセンサアレイ2が到達する第2の時点を予測する。

[0046] 本例では、制御ユニット13は、上記の第2の検査の場合と同様、作業車両11の移動距離を利用して、予測した第2の時点に達したことを判断する(S205)。具体的には、制御ユニット13は、ステップS201で磁気マーカ10を検出した後の作業車両11の移動距離が、所定量(磁気マーカ10の間隔である2m)になったとき、第2の検査対象箇所にセンサアレイ2が到達する第2の時点に達したと判断する(S205:第2の時点)。

[0047] 制御ユニット13は、第2の時点に達したとき(S205:第2の時点)、第3の検査を実施する(S216)。第3の検査は、センサアレイ2が磁気マーカ10を検出できたか否かの検査である。制御ユニット13は、第2

の時点において、センサアレイ 2 から磁気マーカ 10 を検出した旨の結果を取得できた場合、磁気マーカ 10 が所定の間隔で正しく配置されていると判断する。

[0048] なお、ここで、上記の第 1 の検査の実施後、第 2 の検査及び第 3 の検査を実施するまでの作業車両 11 の移動距離は、それぞれ、5 m、2 m である。それ故、ステップ S 201 でいずれかの磁気マーカ 10 が検出された時点（第 1 の検査の実施時点）を基準にすると、ステップ S 206 の第 2 の検査よりもステップ S 216 の第 3 の検査の方が先に実施される。

[0049] 制御ユニット 13 は、第 3 の検査により新たな磁気マーカ 10 が検出されたとき、その磁気マーカ 10 に基づき、新たな第 1 及び第 2 の検査対象箇所を特定する。つまり、最初にいずれかの磁気マーカ 10 を検出して第 1 の検査が実施された後、第 2 の検査が実施されるまでの間に、第 3 の検査の実施に応じて新たな第 1 及び第 2 の検査対象箇所が特定される。制御ユニット 13 は、第 1 及び第 2 の検査対象箇所や、第 1 及び第 2 の時点等のデータを、磁気マーカ 10 毎に記憶し管理している。

[0050] 制御ユニット 13 は、一の磁気マーカ 10 について、図 7 中のステップ S 204 で実施した第 1 の検査、ステップ S 206 で実施した第 2 の検査、ステップ S 216 で実施した第 3 の検査、すべての検査において良好と判断できたとき、当該一の磁気マーカ 10 を良好と判断する。

[0051] 以上の通り、本例の作業システム 1 は、作業車両 11 が磁気マーカ 10 を伝うように自動走行し、その自動走行の最中に磁気マーカ 10 の検査を行うシステムである。この作業システム 1 による作業方法では、装置の一例である作業車両 11 が磁気マーカ 10 を伝って自動走行しながら磁気マーカ 10 の検査を実施する。

[0052] なお、本例では、作業の一例である磁気マーカ 10 の検査として、磁気的特性（第 1 の検査）、敷設状態（第 2 の検査）、配置（第 3 の検査）を例示している。磁気マーカ 10 の検査として、欠けなど形状的な検査を実施することも良い。磁気マーカ 10 の形状的な検査は、例えば、磁気マーカ 10 の

撮像画像を処理することで行うことができる。

- [0053] 磁気マーカ 10 の剥離を検査する方法としては、例示した圧縮エアを噴射する方法に代えて、様々な方法が考えられる。例えば、微細なエア吸入孔が複数、穿孔されたスタンプ状の部材を利用して、磁気マーカ 10 の剥離を調べることが良い。エア吸入状態のスタンプ状の部材を磁気マーカ 10 に押し付けた状態から引き上げたとき、剥離が生じていなければ、全ての吸入孔がほぼ同時に開放状態となる。一方、磁気マーカ 10 に剥離が生じていれば、スタンプ状の部材を引き上げる際、剥離箇所が吸着されてめくれ上がる。このとき、剥離箇所に対応する吸入孔は、開放状態となるタイミングが他の吸入孔から遅れる。このような遅延を検出すれば、磁気マーカ 10 の剥離を検知可能である。
- [0054] なお、本例では、装置の一例として自動走行可能な作業車両 11 を例示している。装置としては、駆動輪を持たず、人力あるいは他車両により牽引される車両であっても良い。車速は、車輪の回転速度等によって検出可能であり、進路は、左右輪の回転差や操舵輪の操舵角等によって検出可能である。センサアレイ 2 や検査ユニット 15 等を備える車両であれば、自走するか否か、自動走行するか否か、等によらず、上記の (A) マーカ検出処理、(C) マーカ検査を実施可能である。
- [0055] 装置である作業車両 11 が実施する作業としては、走路 1 R を構成する付帯物の一例である磁気マーカ 10 を新たに設ける作業であっても良い。例えば、4 m 間隔で磁気マーカ 10 を敷設した後、隣り合う磁気マーカ 10 の中間に磁気マーカ 10 を敷設することにより、2 m 間隔で磁気マーカ 10 が配置された走路を形成することも良い。本例の作業システム 1 を利用すれば、隣り合う磁気マーカ 10 の中間に磁気マーカ 10 を敷設する作業を効率良く実施可能である。
- [0056] 本例の第 1 の検査において磁力が不足すると判断された磁気マーカ 10 について、着磁する作業を実施し、これにより、付帯物の一例である磁気マーカ 10 の状態を改善する作業を実施しても良い。この作業を可能とするため

には、磁気マーカ１０に磁界を作用して着磁する着磁ユニットを作業車両１１に設けると良い。また、例えば、第１の検査の際、車両側で検知可能な磁気マーカ１０の磁極性を特定し、記憶装置に順次記録することも良い。この場合には、車線１００に沿って敷設された磁気マーカ１０の磁極性のデータベースを構築できる。

[0057] 本例の第１～３の検査に加えて、あるいは代えて、磁気マーカ１０の敷設位置を特定する作業を追加しても良い。例えば、測位装置を備える作業車両１１であれば、磁気マーカ１０が検出されたときの磁気センサＣ８の絶対位置を特定可能である。磁気センサＣ８の絶対位置に基づき、磁気マーカ１０が検出されたときの横ずれ量の分だけずれた位置を、磁気マーカ１０の絶対位置として特定できる。このようにして特定した磁気マーカ１０の絶対位置を記憶装置に順次記録すれば、車線１００に沿って敷設された磁気マーカ１０の絶対位置のデータベースを構築可能である。

[0058] 作業システム１は、走路をなす道路１Ｒを整備、保守あるいは管理する作業を実施可能である。例えば、磁気マーカ１０を検査する作業は、保守、管理する作業に該当している。また例えば、磁気マーカを敷設する作業は、道路１Ｒの整備に該当している。磁気マーカに関連して道路を保守する作業としては、例えば、磁力の低下した磁気マーカを着磁する作業などがある。また、道路を管理する作業としては、磁気マーカの磁力を計測する作業や、磁気マーカの敷設位置を測位する作業などがある。

[0059] 道路１Ｒを整備する作業としては、レーンマークを新たに敷設する作業、縁石を設ける作業、ガードレールを設ける作業、分離帯に植栽を設ける作業、道路１Ｒに沿って標識を設ける作業、路面を舗装する作業など、道路１Ｒを形成するための各種作業がある。道路１Ｒを保守する作業としては、舗装面を補修したり、視認性の低下したレーンマークを塗り直したり、路肩のごみを除去（清掃）したり、植栽を剪定したり等、補修や清掃が必要になったときに適切に処置するための作業等がある。道路１Ｒを管理する作業としては、舗装面の割れや凹みなどの欠陥の有無を検査したり、レーンマークの視

認性を検査したり、道路上の異物の有無を確認したり等、道路が良好な状態にあるか否かを調べる作業等がある。

[0060] なお、本例では、磁気マーカ 10 を検出したとき、磁気マーカ 10 に対する作業車両 11 の代表点の相対位置として、車幅方向の横ずれ量を計測している。磁気マーカ 10 を検出したときには、センサアレイ 2 の直下に磁気マーカ 10 が位置するので、前後方向の位置ずれ（相対位置）はゼロである。これに代えて、前後方向がゼロではないとき、すなわち、磁気マーカ 10 を通過後の作業車両 11 の相対位置を特定することも良い。図 10 のごとく、磁気マーカ 10 を通過後の作業車両 11 の移動ベクトル V_1 は、経過時間、車速、操舵角等に基づいて特定可能である。磁気マーカ 10 を通過した後の作業車両 11 の磁気マーカ 10 に対する相対位置は、磁気マーカ 10 を検出したときの横ずれ量に相当するベクトル V_2 と、移動ベクトル V_1 と、の合計ベクトル V_3 として特定可能である。磁気マーカ 10 に対する相対位置である合計ベクトル V_3 に基づき、作業する箇所を特定することも良い。

[0061] （実施例 2）

本例は、実施例 1 の作業システムに基づき、作業内容を変更した例である。実施例 1 の作業内容は、磁気マーカ 10 の検査である。これに対して、本例の作業内容は、車線を区画するレーンマーク（白線、区画線）100L の視認性を向上するための清掃である。この内容について、図 11 を参照して説明する。

[0062] 実施例 1 と同様、本例の作業システム 1 が作業対象とする車線 100 は、左右のレーンマーク 100L で区分された領域である。磁気マーカ 10 は、車線 100 の中央に沿って例えば 2 m 間隔で配置されている。また、実施例 1 と同様、作業車両 11 は、磁気マーカ 10 を検出しながら車線 100 に沿って自動走行する。

[0063] 本例の作業車両 11 は、レーンマーク 100L を清掃するための左右一対の回転ブラシ 17 を備えている。回転ブラシ 17 は、作業車両 11 の前側に取り付けられたアーム 171 の先端に設けられている。アーム 171 は、路

面１００Ｓに沿って回動可能な状態で車体に取り付けられている。アーム１７１の回動範囲は、図１１に示すように、アーム１７１が前進方向に沿う回動位置と、アーム１７１が車幅方向（外側）に沿う回動位置と、の間の約９０度の範囲である。アーム１７１が回動することで、作業車両１１に相対して、回転ブラシ１７の車幅方向の位置を変更できる。これにより、車線１００内の作業車両１１の車幅方向の位置によらず、回転ブラシ１７によってレーンマーク１００Ｌを清掃できる。

[0064] 作業車両１１は、実施例１の電気的な構成に加えて、アーム１７１を回動させるモータ１７３と、モータ１７３を制御するモータ制御ユニット１７０と、を備えている。モータ制御ユニット１７０は、制御ユニット１３から入力された制御情報に応じてモータ１７３を制御する。制御ユニット１３による制御情報には、少なくとも、センサアレイ２が出力する横ずれ量の情報が含まれている。モータ制御ユニット１７０は、制御ユニット１３から入力された横ずれ量等の制御情報に応じて、回転ブラシ１７がレーンマーク１００Ｌの真上に位置するよう、アーム１７１を回動させる。

[0065] なお、隣り合う磁気マーカ１０の中間に作業車両１１が位置するとき、図１０を参照して説明したごとく、検出済の磁気マーカ１０に対する作業車両１１の相対位置を特定することも良い。この相対位置に基づいて作業する箇所を特定すれば、磁気マーカ１０の間隔が長くなった場合にも作業する箇所を精度高く特定できる。

[0066] 本例では、作業として、レーンマーク１００Ｌの清掃を例示している。作業としては、縁石等の路肩の清掃、ガードレールの清掃、植栽の剪定や水やり等の管理、トンネルの内壁などＲＣ構造物の打音検査など、様々な作業が考えられる。車線１００に沿って設けられた道路１Ｒの付帯物（付属物）に関する作業は、本発明の作業システムに好適である。あるいは、作業対象物が配列されている作業環境であれば、その配列方向に沿うように磁気マーカを配置することも良い。この場合には、作業環境が道路であるか、工場等の施設内であるか、によらず、例示した作業システム１による作業が可能であ

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。

[0067] 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前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

- [0068] 1 作業システム
- 1 R 道路（走路）
- 1 0 磁気マーカ（付帯物、付属物）
- 1 0 0 車線
- 1 0 0 L レーンマーク
- 1 0 0 S 路面
- 1 1 作業車両（装置）
- 1 1 1 操舵輪
- 1 3 制御ユニット（位置特定部、作業箇所特定部、制御部）
- 1 5 検査ユニット
- 1 7 回転ブラシ
- 1 7 1 アーム
- 2 センサアレイ（磁気計測ユニット）
- 2 1 2 検出処理回路
- C n 磁気センサ

請求の範囲

- [請求項1] 磁気マーカが敷設された走路を移動しながら前記磁気マーカを検出する装置が、前記走路を整備、保守あるいは管理するための作業を実施する作業方法であって、
- 前記磁気マーカに対する前記装置の相対位置を特定し、
- 該相対位置に基づいて前記装置が作業する箇所を特定し、
- 当該特定された箇所において、前記装置が作業を実施する作業方法。
- [請求項2] 請求項1において、前記装置は、操舵輪を有し、該操舵輪の向きである操舵角の制御を含む自動走行制御を実行可能な車両であって、
- 前記相対位置には、少なくとも、前記車両の車幅方向における前記磁気マーカに対する横ずれ量が含まれており、
- 該横ずれ量を利用して前記操舵角を決定して前記操舵輪を制御し、前記車両を自動走行させる作業方法。
- [請求項3] 請求項1または2において、前記装置は、前記走路を構成する付帯物を新たに設ける作業、既設の前記付帯物を検査する作業、及び既設の前記付帯物の状態を改善する作業、のうちの少なくともいずれかの作業を実施する作業方法。
- [請求項4] 請求項3において、前記付帯物は、前記磁気マーカである作業方法。
- [請求項5] 請求項4において、前記装置は、前記磁気マーカの敷設位置を特定する作業、前記磁気マーカが作用する磁気を計測する作業、前記磁気マーカの磁極性を特定する作業、及び前記磁気マーカを着磁する作業、のうちの少なくともいずれかの作業を実施する作業方法。
- [請求項6] 磁気マーカが敷設された走路を移動しながら前記磁気マーカを検出する装置を含み、該装置が前記走路を整備、保守あるいは管理する作業を実施する作業システムであって、
- 前記磁気マーカに対する前記装置の相対位置を特定する位置特定部

と、

該相対位置に基づいて前記装置が作業する箇所を特定する作業箇所特定部と、を有し、

前記装置は、前記作業箇所特定部が特定した箇所で行作業を実施するように構成されている作業システム。

[請求項7] 請求項6において、前記装置は、操舵輪を含み、該操舵輪の向きである操舵角の制御を含む自動走行制御を実行可能な車両であって、

前記相対位置には、少なくとも、車両の車幅方向における前記磁気マーカに対する横ずれ量が含まれており、

前記車両は、該横ずれ量を利用して前記操舵角を決定して前記操舵輪を制御し、前記車両を自動走行させる制御部を有している作業システム。

[請求項8] 請求項7において、前記装置は、前記走路の付帯物を新たに設ける作業、既設の前記付帯物を検査する作業、及び既設の前記付帯物の状態を改善する作業、のうちの少なくともいずれかの作業を実施可能である作業システム。

[請求項9] 請求項8において、前記付帯物は、前記磁気マーカである作業システム。

[請求項10] 請求項9において、前記装置は、前記磁気マーカの敷設位置を特定する作業、前記磁気マーカが作用する磁気を計測する作業、前記磁気マーカの磁極性を特定する作業、及び前記磁気マーカを着磁する作業、のうちの少なくともいずれかを実施可能なように構成されている作業システム。

[請求項11] 請求項9において、前記装置は、前記磁気マーカが検出されたとき、将来的な検出が予測される新たな磁気マーカの敷設位置を特定し、当該敷設位置を将来的に作業する箇所として特定するように構成されている作業システム。

[請求項12] 請求項9において、前記装置は、前記磁気マーカに対してエアを吹

き付けるエアノズルと、前記磁気マーカを撮像するカメラと、を有しており、前記磁気マーカにエアが吹き付けられている最中に前記カメラにより取得された撮像データを処理することで路面からの前記磁気マーカの剥離の有無を判定する処理部を備えている作業システム。

[請求項13] 請求項9または12において、前記装置は、前記磁気マーカに対してエアを吹き付けるエアノズルと、前記磁気マーカから生じる音を集めるマイクと、を有しており、前記磁気マーカにエアが吹き付けられている最中に前記マイクにより取得された音データを処理することで路面からの前記磁気マーカの剥離の有無を判定する処理部を備えている作業システム。

[請求項14] 請求項7において、前記装置は、既設の前記付帯物を検査する作業を実施可能であると共に、位置を測位する測位回路と、当該測位回路が取得した位置をひも付けて前記付帯物を検査する作業を実施した結果を記録する回路と、を備えている作業システム。