

明 細 書

発明の名称：道路走行面の形状を調査する装置

技術分野

[0001] 本発明は、道路走行面の欠陥を調査する装置に関するものである。

背景技術

[0002] 舗装道路の走行面には、経年劣化、地盤の変化、過重負荷、振動、落下物による損傷などの影響により、その表面に陥没や歪み、舗装面の剥離、舗装表面の破砕などの欠陥が発生する。

このような欠陥は、舗装道路の本格的な損壊の予兆であったり、走行時の安定性を阻害したり、走行に伴う騒音の発生原因となったりするので、これを早期に発見し、補修することは、道路の維持管理の上で非常に重要な作業となる。

[0003] 舗装道路における走行面の検査には、大きく分類して、車両の進行方向に交差する基準軸に沿って路面を撮影して調査する方法と、車両の進行方向に沿った基準軸に沿って調査する方法がある。

上記の検査方法のうち、後者の調査は、道路走行面の平坦性を解析するために必要な調査である。

[0004] このような道路走行面の平坦性の調査に使用される従来技術としては、例えば、特開 2003-315001、特開 2005-315675、特開 2012-173095 が既に開示されている。

[0005] 特開 2003-315001 は、走行面に接触して走行面上を追従する複数のローラの相対位置の変位に基づき、走行面の形状を調査するものである。

特開 2005-315675 は、車両の本体と車輪の間に設けられたサスペンションの上下方向の加速度や速度に基づき、走行面の形状を調査するものである。

[0006] これらの従来技術は、走行面に接触するローラや車輪を用いた接触式の装

置であるが、接触式の場合、走行面に段差がある場合にバンプし、走行面の形状を高精度に調査することができない。

[0007] 特開 2012-173095 は、加速度計と複数のレーザを用い、走行面の形状を調査する非接触式の従来技術である。

この非接触式の従来技術でも、走行面に段差がある場合には、その段差を正確に測定することはできない。

[0008] さらに、上記の 3 種類の従来技術では、調査のために、車両の速度を予め定められた範囲で加減速が生じないように維持する必要がある。

また、上記の従来技術では、走行面の形状の凹凸を忠実に再現し得る情報を取得することはできず、段差などの局所的な変位を測定すること、舗装面表面の骨材の飛散などを測定すること、高機能舗装（透水性舗装の一種）の空隙の目詰まりの評価はできない。

さらに、道路走行面が傾斜したり、車両が段差に乗り上げたりした場合、それに伴う車両の姿勢の変化が、測定中の加速度に影響し、正確な測定を妨げる原因になる。

[0009] ところで、道路走行面の評価指標として、IRI（縦断プロファイル）測定指標がある。

この IRI は、国際ラフネス指数を示し、縦断プロファイルデータを IRI 解析プログラムで解析して得られる値であり、例えば、レーザ変位計、加速度検出器および速度検出器から得られる情報に基づいて、算出される。

[0010] この IRI 測定は、車両走行中の車両の快適性の評価に用いられるものであり、このような IRI 測定を用いた評価は、世界共通の仕様となっている。

現在、国内では、この評価システムは、高速道路などで用いられている。

しかしながら、従来の IRI 測定では、車両の走行速度として、時速 30～40 km 以上での安定走行が必須とされているため、停車、発車、加減速が頻繁に繰り返され、低速走行が多い市街地では、加減速の影響によって、適正な測定結果を得ることができず、また、測定速度などの条件により、測

定精度にばらつきが生じ、測定精度の基準を設定できない。

このため、 $I R I$ を標準化することは困難である。

[0011] また、道路の走行面の状態を調査するに際し、近年、走行方向の交差方向を基準軸とする撮影による光切断法の開発が進んでいる。

このような光切断法は、道路走行面の状態の調査には非常に適した技術であるが、走行方向に沿った基準軸を撮影対象とする光切断法は、走行に伴う車両の傾斜状態の変化や、加減速の影響によって、高精度の撮影ができず、この問題を効果的に解消し得る技術は、未だ開示されていない。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：特開2003-315001

特許文献2：特願2005-315675

特許文献3：特願2012-173095

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] 本発明は、上記の問題を解決するためになされたものであって、低速走行時や、加減速、一時停止が頻発する状態でも道路走行面の形状を高い精度で調査でき、再現性が高く、高精度な平坦性と $I R I$ を測定可能にし、段差などの局所的な変位を正確に測定することが可能で、路面の細かな凹凸を忠実に再現することを可能とし、舗装面の表面の骨材の飛散などを測定することができ、透水性舗装のような高機能舗装の空隙の目詰まりの評価を可能とし、道路走行面の走行方向に沿ったプロファイルを2ライン取得することによって、道路走行面の走行方向の交差方向に沿ったデータと組み合わせることによって、道路走行面の3次元形状を忠実に再現できる、道路走行面の形状を調査する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

[0014] 上記目的を達成するため、本発明の第1発明に係る道路走行面の形状を調

査する装置は、

車両に取り付けられ、車両の走行中に、道路走行面を撮影し、撮影によって得られた撮影情報に基づいて、道路走行面の形状を調査する装置において、

車両の走行方向に対して平行に設定される走行面撮影軸に沿って、道路走行面に対して光線を照射する走行面照明手段と、

予め定められた基準角度で車両に取り付けられ、走行面照明手段によって光線が照射される領域の走行面撮影軸を、道路走行面に対して斜め方向から、予め定められた撮影範囲を1単位として、複数の単位の撮影範囲の撮影画像を連続して撮影し、撮影画像情報を取得し、光切断法に必要な情報を取得する走行面撮影手段と、

走行面撮影手段の傾斜状態を示す傾斜情報を取得する傾斜情報生成手段と、

車両の走行距離情報を取得する移動情報取得手段と、

撮影画像情報、傾斜情報及び移動情報に基づき、傾斜情報を用いて撮影画像情報の傾きを補正した補正画像情報を生成した上で、移動情報を用いて補正画像情報を配列し、重複した領域の画像内容から走行面撮影手段の上下動情報を特定し、補正画像情報の一部を切り出して抽出画像情報を生成し、補正画像情報から上下動情報を用いて補正画像の高さを補正しながら、抽出画像情報を順次配列し、結合して路面プロファイルを生成する路面プロファイル生成手段と

を具備することを特徴とする。

[0015] また、第2発明に係る道路走行面の形状を調査する装置は、第1発明において、

路面プロファイル生成手段が、

切り出される撮影画像を、走行面基準軸に直交する中心軸を基準に、走行方向の前方領域と後方領域に分け、

後方領域として、一連の撮影処理において、切り出されるべき撮影画像よ

りに撮影された撮影画像に、切り出しが行われた撮影画像がない場合には、最初に撮影された撮影画像から、または、切り出されるべき撮影画像より前に撮影された撮影画像に、切り出しが行われた撮影画像がある場合には、切り出されるべき撮影画像の直前に切り出しが行われた撮影画像の撮影位置から、切り出されるべき撮影画像の撮影位置までの走行距離情報に基づいて特定される移動距離の2分の1の長さに相当する幅を設定し、

前方領域として、切り出されるべき撮影画像の撮影位置から、切り出されるべき撮影画像の直後に切り出しが行われる撮影画像の撮影位置までの走行距離情報に基づいて特定される移動距離の2分の1の長さに相当する幅を設定し、

切り出されるべき撮影画像の中心軸を挟んだ後方領域と前方領域からなる抽出領域を切り出して抽出画像情報を生成する抽出画像情報生成手段

を具備することを特徴とする。

[0016] また、第3発明に係る道路走行面の形状を調査する装置は、第2発明において、

路面プロファイル生成手段が、さらに

全ての撮影画像情報と、各撮影画像情報の撮影時機における移動距離情報とを関連付けた基礎情報を生成する基礎情報生成手段と、

基礎情報から、各単位の撮影画像情報によって生成される撮影画像の相対位置を特定し、各単位の撮影画像の中から、各撮影画像内に含まれる走行面撮影軸の端部領域が、他の撮影画像の端部領域と予め定められた範囲内で重複する撮影画像を順次特定し、特定された撮影画像に対応する撮影画像情報を選択する撮影画像情報選択手段と、

選択された撮影画像情報に関連付けられた移動距離情報に基づき、選択された各撮影画像の撮影時機における走行面撮影手段の移動距離情報を生成する移動距離情報生成手段と、

選択された撮影画像情報を、その撮影画像情報に関連付けられた走行面撮影手段の傾斜情報を用い、予め定められた特定の角度から撮影した状態の補

正画像情報に補正し、選択された各単位の画像情報にそれぞれ対応する単位の補正画像情報を生成する補正画像情報生成手段と、

各単位の補正画像情報のうち、隣り合う補正画像情報に含まれる画像の重複領域を比較し、補正画像情報に含まれる光線の画像の位置の差から、補正画像情報を撮影したカメラの相対的な高さ変位を算出し、カメラの相対的な上下動情報を生成する上下動情報生成手段と、

上下動情報を反映させ、上下方向の変位を補正しながら、各抽出画像情報を順次配列し、結合して路面プロファイルを生成する抽出画像情報結合手段とを具備し、

抽出画像情報生成手段が、補正画像情報生成手段によって補正された補正画像情報から生成される補正画像から、抽出画像情報を生成することを特徴とする。

[0017] また、第4発明に係る道路走行面の形状を調査する装置は、第1発明から第3発明のいずれかにおいて、

走行面撮影手段が、道路走行面の撮影と共に、道路走行面に対する走行面撮影手段の高さを計測するものであって、

車両の走行方向に対して平行に設定される走行面補助撮影軸に沿って、道路走行面に対して光線を照射する補助走行面照明手段と、

予め定められた基準角度で車両に取り付けられ、補助走行面照明手段によって光線が照射される領域の走行面補助撮影軸を、道路走行面に対して斜め方向から、予め定められた撮影範囲を1単位として、複数の単位の撮影範囲の補助撮影画像を、走行面撮影手段の撮影時機と同期して、連続して撮影し、補助撮影画像情報を取得する補助走行面撮影手段を備え、その補助走行面撮影手段の、撮影時機における道路走行面からの光切断法に必要な情報を取得する補助走行面撮影手段と

を具備し、

補助走行面撮影手段が、少なくとも、道路走行面に対する補助走行面の補助高さを計測するものであって、

傾斜情報生成手段が、走行面撮影手段の高さ、補助走行面撮影手段の補助高さ、走行面撮影手段と補助走行面撮影手段の距離の情報をを用い、走行面撮影手段と補助走行面撮影手段間の姿勢変化角度を算出し、姿勢変化角度を車両の傾斜情報として、車両の傾斜情報を生成し、車両の傾斜情報を走行面撮影手段の傾斜情報とする

ことを特徴とする。

[0018] また、第5発明に係る道路走行面の形状を調査する装置は、第4発明において、

姿勢変化角度が、

撮影画像情報選択手段によって選択された撮影画像のうち、走行面撮影手段で撮影された、連続する2枚の撮影画像には、同一の基準点P1が含まれ、かつ、2枚の撮影画像のうち、先に撮影された撮影画像の走行面撮影手段の高さをH1、次に撮影された撮影画像の走行面撮影手段の高さをH1'とし、

補助走行面撮影手段によって撮影され、撮影画像情報選択手段によって選択された撮影画像の撮影時機に同期して撮影された、連続する2枚の補助撮影画像には、同一の基準点P2が含まれ、かつ、2枚の補助撮影画像のうち、先に撮影された補助撮影画像の補助走行面撮影手段の補助高さをH2、次に撮影された補助撮影画像の補助走行面撮影手段の補助高さをH2'とし、

走行面撮影手段及び補助走行面撮影手段間の距離をLとした場合、

姿勢変化角度 θ が、下記式

[数1]

$$\text{姿勢変化角度 } \theta = \text{A} \tan \frac{(H1' - H2') - (H1 - H2)}{L}$$

で算出されることを特徴とする。

[0019] また、第6発明に係る道路走行面の形状を調査する装置は、第1発明または第2発明において、

傾斜情報生成手段が、ジャイロシステムであり、

路面プロフィル生成手段が、さらに、

全ての撮影画像情報に、その撮影画像情報の撮影時機における傾斜情報を特定すると共に、撮影時機に対応する移動情報を特定し、撮影画像情報に、傾斜情報及び移動情報を関連付けた基礎情報を生成する基礎情報作成手段と、

撮影画像情報及び移動情報の関連付けから、各単位の撮影画像情報によって生成される撮影画像の相対配置を算出し、各単位の撮影画像の中から、各撮影画像内に含まれる走行面撮影軸の端部領域が、他の撮影画像の端部領域と予め定められた範囲で重複する撮影画像を順次特定し、特定された撮影画像を生成する撮影画像情報を選択する撮影画像情報選択手段と、

選択された撮影画像情報に関連付けられた移動距離情報に基づき、各撮影画像の撮影時機におけるカメラの移動距離情報を生成する移動距離情報生成手段と、

選択された撮影画像情報を、その撮影画像情報に関連付けられたカメラの角度情報に基づき、カメラの基準角度を基準とする相対的な撮影角度情報を用い、基準角度から撮影した状態の補正画像情報に補正し、選択された各単位の選択された画像情報にそれぞれ対応する単位の補正画像情報を生成する補正画像情報生成手段と、

各単位の補正画像情報のうち、隣り合う補正画像情報に含まれる画像の重複領域を比較し、補正画像情報に含まれる光線の画像の位置の差から、補正画像情報を撮影したカメラの相対的な高さ変位を算出し、カメラの相対的な上下動情報を生成する上下動情報生成手段と、

上下動情報を反映させ、上下方向の変位を補正しながら、各抽出画像情報を順次配列し、結合して路面プロフィルを生成する抽出画像情報結合手段とを具備することを特徴とする。

発明の効果

[0020] 本発明では、撮影中の車両の速度および加速度が、最終的に生成される路面プロフィルに影響しないので、高速道路のみならず、市街地のような一時

停止や加減速が頻発し、低速走行が多いような道路であっても、高い精度で道路走行面の表面形状を路面プロファイル上で高精度に再現することができる。

[0021] また、路面形状の測定精度が高いため、生成された路面プロファイルを用いて、高精度に平坦性と I R I を調査することができる。

また、段差での車両の跳ね上がりや沈み込みなどのダンプが、路面プロファイルに反映されることがないので、路面形状の測定精度が高く、段差などの局所的な変異を正確に測定することが可能である。

[0022] また、光切断法の特性から、路面の細かな凹凸を路面プロファイル上に忠実に再現することができるため、道路走行面、即ち、舗装面の表面の骨材飛散などを測定可能であり、高機能舗装の表面状態を極めて良好に調査することができるようになる。

また、高機能舗装の表面を調査する場合には、空隙の目詰まりの評価も可能になる。

また、道路走行面の走行方向に沿った路面プロファイルを 2 ライン取得し、道路走行面の走行方向の交差方向に沿ったデータと組み合わせることによって、道路走行面の 3 次元形状を忠実に再現でき、道路走行面の形状の調査をより高精度に実施できるようになる。

[0023] 具体的には、第 1 発明によれば、光切断法による撮影によって得られた撮影画像情報を、カメラの傾斜情報で補正した上、各撮影画像から、撮影画像の一部を切り取って、配列し、結合することにより、路面プロファイルを生成するので、生成された路面プロファイルは、実際の道路走行面の表面形状を高精度に再現できる。

[0024] 第 2 に発明によれば、車両の走行速度に応じた範囲を、撮影画像から抽出領域として、抽出画像として切り出すことができ、これを順次配列し、結合することによって、調査対象となった道路走行面を、車両の走行速度や、一時停止にかかわらず、高精度に再現する路面プロファイルを生成することができる。

[0025] 第3発明によれば、選択された撮影画像情報を取得したときのカメラの撮影角度に応じ、撮影画像上を補正することにより、撮影角度に応じて、走行方向に沿った軸方向に縮尺が異なる各撮影画像情報を、特定の縮尺に統一することができ、これにより、選択された各撮影画像情報中の重複領域の比較ができるようになって、これら各撮影画像情報に対応したカメラの上下動情報を生成できるようになり、最終的に、上下方向の変位を補正しながら、抽出画像情報を結合することによって、正確な路面プロファイルを生成できるようになる。

[0026] 第4発明および第5発明によれば、2個1組の光切断ユニットを利用することで、車両の前後における道路走行面からの高さを割り出すことができるようになり、これによって、加減速や、段差通過時の車体の浮き沈みなどに影響されることなく、車両の正確な傾斜情報を生成できるようになり、その結果、正確な補正画像情報を生成できるようになる。

[0027] 第6発明によれば、光切断法に基づく撮影画像情報により、正確な路面プロファイルを生成できるようになる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]図1は本発明にかかる道路走行面の形状を調査する装置を搭載する車両の実施例1の撮影状態を示す概念図である。

[図2]図2は図1に示した光切断ユニット2の基本構造を示す概念図である。

[図3]図3は図1に示した装置のシステム構成を示すブロック図である。

[図4]図4は図1に示した車両の走行中の撮影状態を示す概念図である。

[図5]図5は実施例1における路面プロファイルの生成の工程の一例を示すフローチャートである。

[図6]図6は実施例1において取得される撮影画像の状態を示す説明図である。

[図7]図7は実施例1において撮影画像の重複状態を示す平面図である。

[図8]図8は実施例1において抽出画像の結合状態を示す平面図である。

[図9]図9は実施例1における移動距離と抽出領域との関連性を示す説明図で

ある。

[図10]図 1 0 は本発明にかかる道路走行面の形状を調査する装置を搭載する車両の実施例 2 の概念図である。である。

[図11]図 1 1 はジャイロ装置における補正の説明図である。

[図12]図 1 2 は図 1 と図 4 における走行面撮影手段の相対位置を示す概念図である。

発明を実施するための形態

[0029] 本発明は、道路走行面の縦断プロフィール情報を光切断法によって生成するものであり、走行面撮影手段に、例えば、3Dカメラを用い、走行面照明手段から、道路走行面上に設定された、走行方向に対して平行に設定される走行面撮影軸に沿って照射されたスリットレーザ光を撮影し、道路走行面の形状を調査するものである。

以下、実施例に基づき、本発明を詳細に説明する。

実施例 1

[0030] 図 1 は本発明にかかる道路走行面の形状を調査する装置を搭載する車両の実施例 1 の概念図、図 2 は図 1 に示した光切断ユニット 2 の基本構造を示す概念図、図 3 は図 1 に示した装置のシステム構成を示すブロック図、図 4 は図 1 に示した車両の走行中の撮影状態を示す概念図、図 5 は実施例 1 における路面プロフィールの生成の工程の一例を示すフローチャート、図 6 は実施例 1 において取得される撮影画像の状態を示す説明図、図 7 は実施例 1 において撮影画像の重複状態を示す平面図、図 8 は実施例 1 において抽出画像の結合状態を示す平面図、図 9 は実施例 1 における移動距離と抽出領域との関連性を示す説明図、図 1 2 は図 1 と図 4 における走行面撮影手段の相対位置を示す概念図である。

[0031] まず、図 1 及び図 2 について説明する。

図中、1 は本発明に係る道路走行面の形状を調査する装置の実施例 1 を搭載する車両、2 は車両 1 の後輪後方に設けられた光切断ユニット、2 0 は光切断ユニット 2 に設けられる走行面照明手段、2 1 は光切断ユニット 2 に設

けられる走行面撮影手段、21aは走行面撮影手段21の撮影範囲、21bは走行面撮影範囲21aの中心軸、3は車両1の前輪後方に設けられた補助光切断ユニット、4は道路走行面、40は道路走行面4上に設定される走行面撮影軸、41は車両1の走行方向である。

[0032] 車両1は、例えば道路維持作業に用いられる作業用トラックをベースとする作業車両である。

光切断ユニット2は、車両1の底面後部に、道路走行面4に対面するように設けられる。

光切断ユニット2は、走行面照明手段20と、走行面撮影手段21を具備する。

[0033] 走行面照明手段20は、道路走行面4に対し、車両1の進行方向41に対して平行に設定される走行面撮影軸40に向けて、垂直または略垂直にスリットレーザ光線を照射し得るものである。

走行面撮影手段21は、走行面照明手段20によって光線が照射される領域の走行面撮影軸40を道路走行面4に対して斜め方向から、予め定められた撮影範囲21aを撮影するものであり、例えば、3Dカメラを始めとするカメラである。

[0034] 撮影範囲21bには、撮影範囲21aの中央で、走行面撮影軸40に直交する中心軸21bが設定される。

補助光切断ユニット3は、車両1の底面の前輪後方の位置に、道路走行面4に対面するように設けられる。

[0035] この補助光切断ユニット3は、図3に示すように、光切断ユニット2の走行面照明手段20及び走行面撮影手段21と同様に、補助走行面照明手段30及び補助走行面撮影手段31を具備し、補助光切断ユニット3には、光切断ユニット2に設定された走行面撮影軸40の延長線上に重なる、図示しない補助走行面撮影軸が設定される。

[0036] 次に、図3に基づき、図1に示した装置のシステム構成について説明する。

なお、以下の説明において、図 1 および図 2 と重複する構成には、同一の番号が付され、重複する説明は省略する。

[0037] 図 3 中、8 は図 1 に示した装置の動作を制御する制御手段、3 は車両 1 の前輪後方に設けられた補助光切断ユニット、30 は補助光切断ユニットに設けられる補助走行面照明手段、31 は補助光切断ユニット 2 に設けられる補助走行面撮影手段、5 は制御手段 8 によって制御される傾斜情報生成手段、6 は制御手段 8 によって制御される移動情報取得手段、7 は制御手段 8 によって制御される路面プロファイル生成手段、70 は路面プロファイル生成手段 7 に設けられる抽出画像情報生成手段、71 は路面プロファイル生成手段 7 に設けられる基礎情報生成手段、72 は路面プロファイル生成手段 7 に設けられる撮影画像情報選択手段、73 は路面プロファイル生成手段 7 に設けられる移動距離情報生成手段、74 は路面プロファイル生成手段 7 に設けられる補正画像情報生成手段、75 は路面プロファイル生成手段 7 に設けられる上下動情報生成手段、76 は路面プロファイル生成手段 7 に設けられる抽出画像情報結合手段、90 はオペレータ等が操作して、制御手段 8 を動作させる信号を入力するコントロールパネル、91 は少なくとも生成された路面プロファイルを表示するためのディスプレイ装置である。

[0038] なお、上記の構成に加え、必要に応じ、印刷装置などの出力機器を設けてもよく、オペレータの入力操作や、路面プロファイルの表示は、接続されたモバイル端末を介して実行するようにしてもよい。

[0039] 制御手段 8 は、本発明にかかる装置を構成する各構成要素の動作を予め定められたプログラムに従って実行させ、路面プロファイルを生成させる。

従って、以下に説明する各構成要素の動作は、制御手段 8 からの指令信号に応じて実行される。

光切断ユニット 2 の走行面照明手段 20 は、走行面撮影軸に沿って光線を照射する。

[0040] 光切断ユニット 2 の走行面撮影手段 21 は、予め定められた撮影範囲 21a の撮影を定期的に連続して実行するものであって、1 撮影に撮影される撮

影範囲を 1 単位として、複数の単位の撮影範囲の撮影画像を連続して撮影し、撮影画像情報を取得すると共に、撮影によって得られる情報から、各撮影画像情報の撮影時における、道路走行面に対する走行面撮影手段 2 1 の高さを計測し、各撮影画像情報にそれぞれ対応させた高さ情報を取得する。

[0041] また、走行面撮影手段 2 1 によって得られた各撮影画像情報には、それぞれの撮影時機を示す同期情報が関連付けられる。

補助光切断ユニット 3 の補助走行面照明手段 3 0 は、補助走行面撮影軸に沿って光線を照射する。

[0042] 光切断ユニット 3 の補助走行面撮影手段 3 1 は、光切断ユニット 2 の走行面撮影手段 2 1 の撮影時期と同期して撮影動作を実行するものであって、撮影によって得られる情報から、各撮影時における、道路走行面に対する補助走行面撮影手段 2 1 の補助高さを計測し、各撮影時機にそれぞれ対応させた補助高さ情報を取得する。

[0043] また、補助走行面撮影手段 3 1 によって得られた各補助高さ情報には、それぞれの撮影時機を示す同期情報が関連付けられる。

傾斜情報生成手段 5 は、走行面撮影手段 2 1 によって得られた高さ情報、及び、補助走行面撮影手段 3 1 によって得られた補助高さ情報に基づき、車両 1 の姿勢変化角度を算出し、得られた姿勢変化角度を車両の傾斜情報として、車両の傾斜情報を生成する。

[0044] 姿勢変化角度の算出方法について、図 1、図 4 及び図 1 2 に基づき、以下に説明する。

これらの図において、図 1 に示した走行中の車両 1 で撮影が実行されたときの、走行面撮影手段 2 1 の高さを H_1 とし、後述の撮影画像情報選択手段によって、図 1 の撮影画像の次に選択される撮影画像が撮影されたときの走行状態（図 4）の車両における走行面撮影手段 2 1 の高さを H_1' とする。

また、図 1 の撮影時機の補助走行面撮影手段の高さを H_2 とし、図 2 の撮影時機の補助走行面撮影手段の高さを H_2' とする。

[0045] また、走行面撮影手段と補助走行面撮影手段の距離を L とする。

なお、図 1 及び図 4 において、便宜上、各高さ及び距離は、光切断ユニット 2 または補助光切断ユニット 3 を基準に示されているが、実際は、各ユニットに設けられた各撮影手段を基準とするものである。

[0046] 図 1 における走行面撮影手段の撮影領域には、位置 P 1 が含まれ、この位置 P 1 は、図 4 における走行面撮影手段の撮影領域にも含まれるよう、撮影画像の選択が設定される。

また、同様に、図 1 における補助走行面撮影手段の撮影領域には、位置 P 2 が含まれ、この位置 P 2 は、図 4 における補助走行面撮影手段の撮影領域にも含まれる。

また、図 1 から図 4 に至る移動量 l は、後述の移動情報取得手段 6 によって取得される。

[0047] ここで、上記の状態を明確にするため、走行面撮影手段の、図 1 及び図 4 における相対位置の関係について、図 1 2 に基づき、説明する。

なお、図 1 2 では、各走行面撮影手段の撮影方向は、走行面に対し、便宜上、垂直になるよう補正してある。

図 1 2 において、位置 P 1 は、共通の点であり、異なる時期に位置する走行面撮影手段の相対位置は、位置 P 1 を基準に特定される。

[0048] そして、図 1 及び図 4 の時機の走行面撮影手段の撮影における基準軸と、位置 P 1 との相対位置関係は、図 1 2 の通りとなる。

この図 1 2 において、図 1 及び図 4 の走行面撮影手段の撮影における基準軸の間隔を移動量 l とすると、以下の関係が成立する。

$$l = l_1 + l_1'$$

$$l_1' = l - l_1$$

上記式中、移動量 l は、図 1 の撮影時機から、図 2 の撮影時機に至る間の車両 1 の移動距離であって、例えば、移動情報取得手段 6 のような距離計の計測によって得られた値である。

[0049] そして、この移動量 l が、光切断の測定幅の $1/2$ 程度以下になるような間隔で、撮影画像が選択されるよう設定され、さらに好ましくは、上記の範

囲内の間隔で撮影が実行されるよう、光切断の測定幅、車速が調整される。

また、 l_1 は、予め設定された固定値であり、具体的には、光切断の測定幅の $1/4$ 程度になるよう設定することが推奨される。

従って、 l_1' は、移動量 l の大きさに応じ、変化する。

なお、図 12 では、位置 P_1 は、 l_1 と l_1' の境界に一致しているように示されているが、 l_1 の設定値によって、両者の相対位置は変化する。

[0050] なお、上記の走行面撮影手段における位置 P_1 に対する相対関係は、補助走行面撮影手段における位置 P_2 に対する相対関係でも同様である。

この実施例においては、図 1 と図 4 の高さ H_1 、 H_1' は、共通の位置 P_1 を基準とし、高さ H_2 、 H_2' は、共通の位置 P_2 を相対位置の基準とするため、車両 1 の傾斜状態、即ち、車両の姿勢変化を測定可能になる。

移動量 l は、車両 1 の走行速度によって変化するもので、走行面撮影手段及び補助走行面撮影手段による光切断法を介した測定が必須となる。

上記を前提として、姿勢変化角度 θ は、以下の式で算出される。

[0051] [数1]

$$\text{姿勢変化角度 } \theta = A \tan \frac{(H_1' - H_2') - (H_1 - H_2)}{L}$$

[0052] 移動情報取得手段 6 は、車両 1 の走行によって得られる走行距離を計測して得られる走行距離情報を、走行面撮影手段 21 の撮影時機に関連付け、走行面撮影手段 21 の移動情報とすることによって、移動情報を取得する。

[0053] 路面プロファイル生成手段 7 は、抽出画像情報生成手段 70、基礎情報生成手段 71、撮影画像情報選択手段 72、移動距離情報生成手段 73、補正画像情報生成手段 74、上下動情報生成手段 75、及び、抽出画像情報結合手段 76 を具備する。

抽出画像情報生成手段 70 は、以下の通り、1 単位の撮影画像から、路面プロファイルの生成材料となる抽出画像情報を生成する。

[0054] まず、後述する撮影画像情報選択手段 72 によって選択された撮影画像、即ち、切り出される撮影画像を、走行面基準軸に直交する中心軸 21b (図

2) を基準に、走行方向の前方領域と後方領域に区分する。

[0055] 次に、後方領域として、一連の撮影処理において、切り出されるべき撮影画像より以前に撮影された撮影画像に、切り出しが行われた撮影画像がない場合には、最初に撮影された撮影画像から、または、切り出されるべき撮影画像より前に撮影された撮影画像に、切り出しが行われた撮影画像がある場合には、切り出されるべき撮影画像の直前に切り出しがある場合には、切り出されるべき撮影画像の直前に切り出しが行われた撮影画像の撮影位置から、後述の移動距離情報生成手段 7 3 によって生成される、切り出されるべき撮影画像の撮影位置までの移動距離情報に基づいて特定される移動距離の 2 分の 1 の長さに相当する幅を設定する。

[0056] また、前方領域として、切り出されるべき撮影画像の撮影位置から、切り出されるべき撮影画像の直後に切り出しが行われる撮影画像の撮影位置までの移動情報に基づいて特定される移動距離の 2 分の 1 の長さに相当する幅を設定する。

次に、切り出されるべき撮影画像の中心軸を挟んだ後方領域と前方領域からなる抽出領域を、切り出されるべき撮影画像から切り出して抽出画像情報を生成する。

[0057] 基礎情報生成手段 7 1 は、走行面撮影手段 2 1 を介して取得された全ての撮影画像情報と、各撮影画像情報の撮影時機における移動距離情報とを関連付けた基礎情報を生成する。

撮影画像情報選択手段 7 2 は、基礎情報から、各単位の撮影画像情報によって生成される撮影画像の相対位置を特定し、各単位の撮影画像の中から、各撮影画像内に含まれる走行面撮影軸の端部領域が、他の撮影画像の端部領域と予め定められた範囲内で重複する撮影画像を順次特定し、特定された撮影画像に対応する撮影画像情報を選択する。

[0058] 移動距離情報生成手段 7 3 は、選択された撮影画像情報に関連付けられた移動距離情報に基づき、選択された各撮影画像情報の撮影時機における走行面撮影手段の相対位置同士の距離に基づき、撮影時機を単位とする走行面撮

影手段の移動距離情報を生成する。

補正画像情報生成手段 7 4 は、撮影画像情報選択手段 7 2 によって選択された撮影画像情報を、その撮影画像情報に関連付けられた走行面撮影手段 2 1 の傾斜情報を用い、予め定められた特定の角度から撮影した状態の補正画像情報に補正し、選択された各単位の画像情報に、それぞれ対応する単位の補正画像情報を生成する。

[0059] 具体的には、例えば、図 1 に示した状態における撮影画像情報を取得した際の走行面撮影手段の撮影角度を基準角度とする。

これに対し、図 4 に示した状態における走行面撮影手段の相対的な撮影角度は、基準角度に対して一定の傾きを有する。

[0060] このため、走行面撮影手段によって得られる撮影画像の縮尺率は、図 1 の場合より、図 4 の方が走行方向に沿って大きくなり、画像がゆがむ。

そこで、走行面撮影手段 2 1 の傾斜情報に基づき、撮影画像情報を補正することにより、各撮影画像を基準角度から撮影した状態に補正する。

この結果、各撮影画像の傾きは補正される。

[0061] 上下動情報生成手段 7 5 は、各単位の補正画像情報のうち、隣り合う補正画像情報に含まれる画像の重複領域を比較し、補正画像情報に含まれる光線の画像の位置の差から、補正画像情報を撮影した走行面撮影手段 2 1 の相対的な高さ変位を算出し、走行面撮影手段 2 1 の相対的な上下動情報を生成する。

[0062] ここで、「隣り合う補正画像情報」とは、各補正画像情報の材料となった撮影画像情報に対応する基礎情報に基づき、各補正画像情報を、基礎情報の移動距離情報を参照して移動距離順に順次並べたときに、一部が重複した状態で並ぶ補正画像情報を示す。

この隣り合う補正画像情報の重複部分には、その形状が相似する光線の画像が含まれるが、走行面撮影手段の傾斜によって、走行面撮影手段 2 1 と、中心軸 2 1 b との距離が変化する。

[0063] このため、光線の画像の差異を解析し、特定することにより、走行面撮影

手段 2 1 と、中心軸 2 1 b との差異、即ち、道路走行面に対する走行面撮影手段 2 1 の高さが特定され、走行面撮影手段 2 1 の相対的な上下動情報を生成することが可能になる。

抽出画像情報結合手段 7 6 は、上下動情報を反映させることによって、抽出画像情報の上下方向の変位を補正しながら、各抽出画像情報を順次配列し、結合して路面プロファイルを生成する。

[0064] 具体的には、上下方向の変位を補正前の抽出画像情報は、それぞれ独自の高さ情報に基づくものであるため、抽出画像情報から生成される各抽出画像の境界で段差が生じ、道路走行面を正確に再現できないが、上下動情報に基づく補正をすることにより、境界の段差が解消され、道路走行面が正確に再現される。

[0065] コントロールパネル 9 0 は、オペレータ等によって操作され、本発明にかかる装置の動作に必要な入力を行うためのインターフェースである。

ディスプレイ装置 9 1 は、本発明に係る装置の操作に必要な画面や、調査中、及び、調査によって得られた情報を表示するものである。

[0066] 次に、図 5 に基づき、上記のの装置の動作の一例について説明する。

まず、上記の装置を搭載した車両を道路走行面の調査開始位置に載置し、撮影を開始する（ステップ S 1 0 1）。

[0067] この開始位置は、以降の処理における車両、即ち、走行面撮影手段の傾斜を特定する基準面となるので、水平または略水平で平坦な位置が好ましいが、この開始位置の走行面が荒れていても問題はなく、また、開始位置の走行面に傾斜があったとしても、その傾斜状態が、傾斜の基準角度となるので、大きな問題はない。

[0068] 次に、基礎情報作成手段 7 1 において、走行面撮影手段 2 1 を介した撮影情報と、補助走行面撮影手段 3 1 で得られた情報を撮影時機で関連付け（ステップ S 1 0 2）、さらに、説遺影時機が関連付けられた各情報に、移動情報取得手段 6 によって取得された移動情報を関連付ける（ステップ S 1 0 3）ことにより、基礎情報を生成する（ステップ S 1 0 4）。

なお、通常、撮影時機の周期と、移動情報の周期とが異なるので、両者の関連付けに際しては、補間計算を実行する。

[0069] 次に、撮影画像情報選択手段 7 2 において、予め定められた範囲内で重複する撮影画像を順次特定し、特定された撮影画像に対応する撮影画像情報を選択する（ステップ S 1 0 5）。

次に、移動距離情報生成手段 7 3 において、選択された各撮影画像情報の撮影時機における走行面撮影手段 2 1 の移動距離情報を生成する（ステップ S 1 0 6）。

[0070] 次に、傾斜情報生成手段 5 において生成された傾斜情報を用い、補正画像情報生成手段 7 4 において、選択された各単位の画像情報から、それぞれに対応する補正画像情報を生成する（ステップ S 1 0 7）。

次に、上下動情報生成手段 7 5 において、補正画像情報に含まれる光線の画像の位置の差から、走行面撮影手段 2 1 の相対的な上下動情報を生成する（ステップ S 1 0 8）。

[0071] 次に、抽出画像情報生成手段 7 0 において、各補正画像情報に含まれる後方領域及び前方領域を特定し、後方領域及び前方領域からなる抽出領域に相当する抽出画像情報をそれぞれ生成する（ステップ S 1 0 9）。

次に、抽出画像情報結合手段 7 6 において、各抽出画像情報を、上下動情報に基づき、上下方向の変位を補正しながら、順次配列し、結合して路面プロフィールを生成する（ステップ S 1 1 0）。

[0072] 次に、図 6 から図 1 0 に基づき、上記の工程で実行される処理の概念を説明する。

図中、2 1 - 1 は調査開始位置である第 1 位置にある走行面撮影手段、2 1 - 1 a は走行面撮影手段 2 1 - 1 の補正画像、2 1 - 1 c は補正画像 2 1 - 1 a に写される光線画像、2 1 - 2 は第 2 位置にある走行面撮影手段、2 1 - 2 a は走行面撮影手段 2 1 - 2 の補正画像、2 1 - 2 b は補正画像 2 1 - 2 a に写される光線画像、2 1 - 2 c は補正画像 2 1 - 2 a に写される中心軸、2 1 - 3 は第

3 位置にある走行面撮影手段、21-3aは走行面撮影手段21-3の補正画像、21-3cは補正画像21-3aに写される光線画像、21-4は第4位置にある走行面撮影手段、21-4aは走行面撮影手段21-4の補正画像、21-4cは補正画像21-4aに写される光線画像、21-5は第5位置にある走行面撮影手段、210は光線の位置の差、L1は第1位置と第2位置の距離、L2は第2位置と第3位置の距離、L3は第2位置と第3位置の距離、Mは移動する走行面撮影手段21の上下動の状態を示す軌跡である。

[0073] なお、図6から図8においては、説明を簡略化するため、走行面を平坦面として示した。

また、図6の走行面撮影手段の角度は、補正画像を基準に示したため、一定となっている。

[0074] ステップS101で撮影が開始されると、走行面撮影手段21は、図6に示した走行面撮影手段21-1~21-4の通り移動する。

このとき、各位置にある走行面撮影手段21は、それぞれ撮影画像を撮影する。なお、これらの位置は、撮影画像情報選択手段72によって選択された撮影画像情報に対応する撮影位置である。

[0075] ステップ105における撮影画像情報の選択について説明する。

例えば、10ms(100Hz)で光切断撮影をした場合、走行面撮影手段21の移動量は、車両の走行速度が時速約30km(秒速8.3cm)で21.0~29.3cm、時速約15km(4.1cm)で21.0~25.1cmとなる。

このため、選択される撮影画像は、例えば、前回の撮影画像から、移動距離が21cmを超えた次の撮影画像を選択するよう設定する。

[0076] ステップ108における上下動情報の生成について説明する。

なお、図6に示された各補正画像は、すでに、角度の補正がなされたものである。

補正画像21-1aと、補正画像21-2bとを、移動距離情報に基づき

重複させると、図 7 に示した通りになる。

この場合、一方の光線画像 21-1c と、他方の光線画像 21-2c の間には、位置の差 210 が生じる。

[0077] この位置の差 210 が、走行面撮影手段 21-1 に対する走行面撮影手段 21-2 の相対的な高さ変位となる。

そして、隣接する走行面撮影手段に対応する補正画像の各光線画像の相対変位量を順次算出し、上下動情報を生成する。

この上下動情報を具体的に図示すると、軌跡 M となる。

[0078] 例えば、走行面撮影手段 21 のカメラの高さが 40 cm の場合、得られる補正画像の走行方向に沿った長さが 35 cm であるとする、分解能 (mm/画素) は、 $35 \text{ cm} / 512 = 0.68 \text{ mm}$ となる。

この場合、重複する長さは、走行面撮影手段の移動距離が採用されることになり、例えば、時速 30 km (秒速 8.3 cm) のとき、 $35 - (21.0 \sim 29.3) \text{ cm}$ となり、時速 15 km (秒速 4.1 cm) のとき、 $35 - (21.0 \sim 25.1) \text{ cm}$ となる。

[0079] ステップ S109 における抽出画像の生成について説明する。

図 6 の補正画像 21-2a から、その中心軸 21-2b の後方領域として、 $L1/2$ を、また、前方領域として $L2/2$ が設定される。

そして、補正画像 21-2b ~ 21-4b から、後方領域及び前方領域からなる抽出領域を抽出し、各抽出領域に対応する抽出画像情報 21-2d ~ 21-4d を上下動情報で上下方向の変位を補正しながら、順次配列すると、図 8 に示した通りになる。

走行面に起伏や凹凸がある場合の移動距離と抽出領域との関連は、図 9 に示す通りである。

[0080] したがって、本発明に係る実施例 1 では、車両の走行速度や加減速、一時停止に左右されることなく、走行面撮影手段及び補助走行面撮影手段の光切断法によって得られる高さから車両及び走行面撮影手段の傾斜角度を特定でき、撮影画像の歪みを適切に補正でき、また、補正後の画像から、走行面撮

影手段の高さを正確に特定でき、さらに、補正画像から抽出される抽出領域を、車両の走行状況に応じて特定できるので、実際に走行した走行路の路面状況を忠実に再現した路面プロファイルを生成できるものである。

[0081] なお、上記の実施例において、走行面照明手段、走行面撮影手段、補助走行面照明手段、補助走行面撮影手段は、光切断ユニットとして設けるのではなく、それぞれ車両の所定の位置に直接取り付けられるようにしてもよい。

また、上記実施例では、後方の光切断ユニットで、プロファイル生成に使用される画像を撮影を行うようにしたが、前方の光切断ユニットで、プロファイル生成に使用される画像を撮影するようにしてもよい。

光切断ユニットと、補助光切断ユニットの取り付け位置や距離は、自由に設計変更できる。

[0082] また、上記実施例の補助光切断ユニットに加え、さらに別の補助光切断ユニットを、光切断ユニットの走行面撮影軸とは異なる軸に沿って撮影を実行するよう設け、走行面撮影手段の傾斜を前後方向に加え、左右方向にも修正できるようにしてもよい。

さらに、本発明は、本発明の範囲内で自由に設計変更し得るものであり、上記実施例に限定されるものではない。

実施例 2

[0083] 次に、実施例 2 について説明する。

なお、実施例 2 の基本的な構成は実施例 1 と同様であるので、実施例 1 との差異を中心に説明し、重複する説明は省略する。

図 10 は本発明にかかる道路走行面の形状を調査する装置を搭載する車両の実施例 2 の概念図、図 11 はジャイロ装置における補正の説明図である。

[0084] 図中、1 は車両、22 は光切断ユニット、220 はジャイロ装置である。

この実施例では、光切断ユニット 22 の図示しない走行面撮影手段の傾斜角度を、ジャイロ装置 220 によって特定する。

このジャイロ装置 220 としては、例えば、ジャイロ스코プやジャイロセンサと呼ばれるものである。

ただし、このようなジャイロ装置 220 では、車両 1 の加減速に起因して測定誤差が生じるので、図示しない加速度計を併設し、ジャイロ装置 220 で得られた傾斜角度を、加速度計で測定された車両 1 の加速度で補正し、ジャイロ装置 220 で得られた傾斜角度の結果から、加減速の影響を排除する。

そして、補正後の傾斜角度に従って、撮影画像を補正するものである。

[0085] この補正の原理を、図 11 に基づき、説明する。

車両の加速によって、加速度 a_0 が生じると、車両に吊り下げられた錘 X には、慣性力 $-ma_0$ が作用する。

慣性力 $-ma_0$ が作用した錘 X₀ は、進行方向とは反対側に引っ張られ、角度 θ_0 でつり合う状態となる。

この角度 θ_0 が、ジャイロ装置 220 の測定結果に作用し、測定誤差を生む。

そこで、本実施例では、慣性力 $-ma_0$ で錘 X₀ の位置に変位した錘を、錘 X の位置に戻すため、ジャイロ装置 220 で得られた測定結果を、慣性力 $-ma_0$ で補正し、角度 θ_0 分の誤差を修正する。

[0086] この実施例では、ジャイロ装置を用いても、傾斜角度の測定誤差を補正できるので、補正画像を適切に重複されることが可能であり、この重複させることによって、走行面撮影手段の高さを特定し、高さ情報を生成できるので、実際の走行面の形状及び長さに近似した路面プロファイルを生成することができる。

なお、この実施例における処理工程については、図 5 と同様である。

[0087] この実施例 2 によれば、光切断ユニットは 1 組だけでよいので、路面プロファイルの生成に至る処理を少なくすることができ、設備のコンパクト化やコスト抑制に優れる。

また、傾斜角度の特定にジャイロ装置を使用することにより、応答速度が速く精度の高いジャイロ装置を採用することによって、高精度の路面プロファイルを生成可能になる。

産業上の利用可能性

[0088] 本発明では、車両の速度や一時停止の影響を受けることなく、走行面に対する再現性の高い縦断プロファイル情報を取得することができ、さらに、このプロファイル上方に基づいて、極めて正確なIR解析が可能になり、道路走行面の保守の効率化、統一指標の運用の点で利用可能性が高い。

符号の説明

[0089] 1 本発明に係る道路走行面の形状を調査する装置の実施例1を搭載する車両

2 光切断ユニット

20 走行面照明手段

21 走行面撮影手段、

21a 撮影範囲、

21b 中心軸、

21-1 走行面撮影手段

21-1a 補正画像

21-1c 光線画像

21-2 走行面撮影手段

21-2a 補正画像

21-2b 光線画像

21-2b 中心軸

21-2c 光線画像

21-3 走行面撮影手段

21-3a 補正画像

21-3c 光線画像

21-4 走行面撮影手段

21-4a 補正画像

21-4c 光線画像

21-5 走行面撮影手段

2 1 0	光線の位置の差
2 2	光切断ユニット
2 2 0	ジャイロ装置
3	補助光切断ユニット、
4	道路走行面
4 0	走行面撮影軸
4 1	走行方向
8	制御手段
3	補助光切断ユニット
3 0	補助走行面照明手段
3 1	補助走行面撮影手段
5	傾斜情報生成手段
6	移動情報取得手段
7	路面プロフィール生成手段
7 0	抽出画像情報生成手段
7 1	基礎情報生成手段
7 2	撮影画像情報選択手段
7 3	移動距離情報生成手段
7 4	補正画像情報生成手段
7 5	上下動情報生成手段
7 6	抽出画像情報結合手段
9 0	コントロールパネル
9 1	ディスプレイ装置
L 1	第 1 位置と第 2 位置の距離
L 2	第 2 位置と第 3 位置の距離
L 3	第 2 位置と第 3 位置の距離
M	上下動の状態を示す軌跡

請求の範囲

[請求項1]

車両に取り付けられ、車両の走行中に、道路走行面を撮影し、撮影によって得られた撮影情報に基づいて、道路走行面の形状を調査する装置において、

車両の走行方向に対して平行に設定される走行面撮影軸に沿って、道路走行面に対して光線を照射する走行面照明手段と、

予め定められた基準角度で車両に取り付けられ、走行面照明手段によって光線が照射される領域の走行面撮影軸を、道路走行面に対して斜め方向から、予め定められた撮影範囲を1単位として、複数の単位の撮影範囲の撮影画像を連続して撮影し、撮影画像情報を取得し、光切断法に必要な情報を取得する走行面撮影手段と、

走行面撮影手段の傾斜状態を示す傾斜情報を取得する傾斜情報生成手段と、

車両の走行距離情報を取得する移動情報取得手段と、

撮影画像情報、傾斜情報及び移動情報に基づき、傾斜情報を用いて撮影画像情報の傾きを補正した補正画像情報を生成した上で、移動情報を用いて補正画像情報を配列し、重複した領域の画像内容から走行面撮影手段の上下動情報を特定し、補正画像情報の一部を切り出して抽出画像情報を生成し、補正画像情報から上下動情報を用いて補正画像の高さを補正しながら、抽出画像情報を順次配列し、結合して路面プロフィールを生成する路面プロフィール生成手段と

を具備する上記の道路走行面の形状を調査する装置。

[請求項2]

路面プロフィール生成手段が、

切り出される撮影画像を、走行面基準軸に直交する中心軸を基準に、走行方向の前方領域と後方領域に分け、

後方領域として、一連の撮影処理において、切り出されるべき撮影画像より前に撮影された撮影画像に、切り出しが行われた撮影画像がない場合には、最初に撮影された撮影画像から、または、切り出され

るべき撮影画像より前に撮影された撮影画像に、切り出しが行われた撮影画像がある場合には、切り出されるべき撮影画像の直前に切り出しが行われた撮影画像の撮影位置から、切り出されるべき撮影画像の撮影位置までの走行距離情報に基づいて特定される移動距離の2分の1の長さに相当する幅を設定し、

前方領域として、切り出されるべき撮影画像の撮影位置から、切り出されるべき撮影画像の直後に切り出しが行われる撮影画像の撮影位置までの走行距離情報に基づいて特定される移動距離の2分の1の長さに相当する幅を設定し、

切り出されるべき撮影画像の中心軸を挟んだ後方領域と前方領域からなる抽出領域を切り出して抽出画像情報を生成する抽出画像情報生成手段

を具備することを特徴とする請求項1に記載の道路走行面の形状を調査する装置。

[請求項3]

路面プロファイル生成手段が、さらに

全ての撮影画像情報と、各撮影画像情報の撮影時機における移動距離情報とを関連付けた基礎情報を生成する基礎情報生成手段と、

基礎情報から、各単位の撮影画像情報によって生成される撮影画像の相対位置を特定し、各単位の撮影画像の中から、各撮影画像内に含まれる走行面撮影軸の端部領域が、他の撮影画像の端部領域と予め定められた範囲内で重複する撮影画像を順次特定し、特定された撮影画像に対応する撮影画像情報を選択する撮影画像情報選択手段と、

選択された撮影画像情報に関連付けられた移動距離情報に基づき、選択された各撮影画像の撮影時機における走行面撮影手段の移動距離情報を生成する移動距離情報生成手段と、

選択された撮影画像情報を、その撮影画像情報に関連付けられた走行面撮影手段の傾斜情報を用い、予め定められた特定の角度から撮影した状態の補正画像情報に補正し、選択された各単位の画像情報にそ

れそれぞれ対応する単位の補正画像情報を生成する補正画像情報生成手段と、

各単位の補正画像情報のうち、隣り合う補正画像情報に含まれる画像の重複領域を比較し、補正画像情報に含まれる光線の画像の位置の差から、補正画像情報を撮影したカメラの相対的な高さ変位を算出し、カメラの相対的な上下動情報を生成する上下動情報生成手段と、

上下動情報を反映させ、上下方向の変位を補正しながら、各抽出画像情報を順次配列し、結合して路面プロファイルを生成する抽出画像情報結合手段と

を具備し、

抽出画像情報生成手段が、補正画像情報生成手段によって補正された補正画像情報から生成される補正画像から、抽出画像情報を生成する

請求項 2 に記載の道路走行面の形状を調査する装置。

[請求項 4]

走行面撮影手段が、道路走行面の撮影と共に、道路走行面に対する走行面撮影手段の高さを計測するものであって、

車両の走行方向に対して平行に設定される走行面補助撮影軸に沿って、道路走行面に対して光線を照射する補助走行面照明手段と、

予め定められた基準角度で車両に取り付けられ、補助走行面照明手段によって光線が照射される領域の走行面補助撮影軸を、道路走行面に対して斜め方向から、予め定められた撮影範囲を 1 単位として、複数の単位の撮影範囲の補助撮影画像を、走行面撮影手段の撮影時機と同期して、連続して撮影し、補助撮影画像情報を取得する補助走行面撮影手段を備え、その補助走行面撮影手段の、撮影時機における道路走行面からの光切断法に必要な情報を取得する補助走行面撮影手段と

を具備し、

補助走行面撮影手段が、少なくとも、道路走行面に対する補助走行面の補助高さを計測するものであって、

傾斜情報生成手段が、走行面撮影手段の高さ、補助走行面撮影手段の補助高さ、走行面撮影手段と補助走行面撮影手段の距離の情報をを用い、走行面撮影手段と補助走行面撮影手段間の姿勢変化角度を算出し、姿勢変化角度を車両の傾斜情報として、車両の傾斜情報を生成し、車両の傾斜情報を走行面撮影手段の傾斜情報とする

請求項 1 から 3 のいずれかに記載の道路走行面の形状を調査する装置。

[請求項5]

姿勢変化角度が、

撮影画像情報選択手段によって選択された撮影画像のうち、走行面撮影手段で撮影された、連続する 2 枚の撮影画像には、同一の基準点 P 1 が含まれ、かつ、2 枚の撮影画像のうち、先に撮影された撮影画像の走行面撮影手段の高さを H 1、次に撮影された撮影画像の走行面撮影手段の高さを H 1' とし、

補助走行面撮影手段によって撮影され、撮影画像情報選択手段によって選択された撮影画像の撮影時機に同期して撮影された、連続する 2 枚の補助撮影画像には、同一の基準点 P 2 が含まれ、かつ、2 枚の補助撮影画像のうち、先に撮影された補助撮影画像の補助走行面撮影手段の補助高さを H 2、次に撮影された補助撮影画像の補助走行面撮影手段の補助高さを H 2' とし、

走行面撮影手段及び補助走行面撮影手段間の距離を L とした場合、
姿勢変化角度 θ が、下記式で算出される請求項 4 に記載の道路走行面の形状を調査する装置。

[数1]

$$\text{姿勢変化角度 } \theta = A \tan \frac{(H 1' - H 2') - (H 1 - H 2)}{L}$$

[請求項6]

傾斜情報生成手段が、ジャイロシステムであり、

路面プロフィル生成手段が、さらに、

全ての撮影画像情報に、その撮影画像情報の撮影時機における傾斜

情報を特定すると共に、撮影時機に対応する移動情報を特定し、撮影画像情報に、傾斜情報及び移動情報を関連付けた基礎情報を生成する基礎情報作成手段と、

撮影画像情報及び移動情報の関連付けから、各単位の撮影画像情報によって生成される撮影画像の相対配置を算出し、各単位の撮影画像の中から、各撮影画像内に含まれる走行面撮影軸の端部領域が、他の撮影画像の端部領域と予め定められた範囲で重複する撮影画像を順次特定し、特定された撮影画像を生成する撮影画像情報を選択する撮影画像情報選択手段と、

選択された撮影画像情報に関連付けられた移動距離情報に基づき、各撮影画像の撮影時機におけるカメラの移動距離情報を生成する移動距離情報生成手段と、

選択された撮影画像情報を、その撮影画像情報に関連付けられたカメラの角度情報に基づき、カメラの基準角度を基準とする相対的な撮影角度情報を用い、基準角度から撮影した状態の補正画像情報に補正し、選択された各単位の選択された画像情報にそれぞれ対応する単位の補正画像情報を生成する補正画像情報生成手段と、

各単位の補正画像情報のうち、隣り合う補正画像情報に含まれる画像の重複領域を比較し、補正画像情報に含まれる光線の画像の位置の差から、補正画像情報を撮影したカメラの相対的な高さ変位を算出し、カメラの相対的な上下動情報を生成する上下動情報生成手段と、

上下動情報を反映させ、上下方向の変位を補正しながら、各抽出画像情報を順次配列し、結合して路面プロファイルを生成する抽出画像情報結合手段と

を具備する請求項 1 または 2 に記載の道路走行面の形状を調査する装置。