

明 細 書

発明の名称： 加速度導出装置及び方法

技術分野

[0001] 本開示は、加速度導出装置及び方法に関する。

本願は、2018年9月26日に日本に出願された特願2018-180095号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 例えば下記特許文献1にはトレイを自動交換するトレイ移載装置が開示されている。このトレイ移載装置は、ロボットアームの先端に装着されたハンドでトレイを把持することにより、トレイを搬入スペース、搬出スペース及び加工スペースの間で移載する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2011-143496号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、特許文献1にも記載されているが、ハンドには2つの開閉爪を有する機械的な挟持装置、吸着パッドあるいは電磁パッド等が用いられる。これら各ハンドのうち、吸着ハンドは、周知のように移載対象物に当接するパッドの内圧を負圧状態（真空状態）にすることにより移載対象物を把持する把持装置である。

[0005] この吸着パッドで移載対象物を把持する場合には、移載対象物の把持状態を維持することのできる移載速度及び加速度が最適設定されるが、この移載速度及び加速度の設定は、実際の移載作業の前に移載対象物を把持して移載するテストを複数回繰り返すことによって、移載対象物重量に応じて移載対象物に付加される加速度に応じて決定される。したがって、吸着パッドを把持装置として用いた場合の移載速度及び加速度の設定作業は、時間を要する

作業であり、場合によっては実際の搬送作業の効率化を損なう場合がある。

[0006] 本開示は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、移載時における移載対象物の加速度を容易に求めることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するために、本開示の第1の態様の加速度導出装置は、試験体を把持した把持具を水平状態から傾斜した状態に保持すると共に前記把持具の傾斜角を検出し、かつ前記把持具の把持力を可変可能な把持治具と、前記傾斜角に応じて変化する、重力の傾斜方向における分力が、傾斜前の前記試験体にかかる重力と等しくなるように前記試験体の質量を調節する質量調節部と、前記試験体が前記把持具から外れたときの前記傾斜角と前記試験体に作用する重力加速度とに基づいて、前記試験体が前記把持具から外れた際の前記試験体の加速度を計算する加速度演算部とを備える。

[0008] 本開示の第2の態様は、前記第1の態様の加速度導出装置において、前記把持治具は、所定長さの支持部材と、下端に前記把持具が装着されると共に上端が回動可能に前記支持部材に係合する回転部材とを備える。

[0009] 本開示の第3の態様は、前記第1または第2の態様の加速度導出装置において、前記加速度演算部は、前記傾斜角を θ 、前記重力加速度を g 、また前記加速度を a とする下記式(1)に基づいて前記加速度を計算する。

$$a = g \sin \theta \quad (1)$$

[0010] 本開示の第4の態様は、前記第1～第3のいずれか1つの態様の加速度導出装置において、前記把持具は吸着ハンドである。

[0011] 本開示の第5の態様の加速度導出方法は、試験体を把持した把持具を水平状態から傾斜した状態に保持すると共に前記把持具の傾斜角を検出し、前記傾斜角に応じて変化する、重力の傾斜方向における分力が、傾斜前の前記試験体にかかる重力と等しくなるように前記試験体の質量を調節し、前記試験体が前記把持具から外れたときの前記傾斜角と前記試験体に作用する重力加速度とに基づいて、前記試験体が前記把持具から外れた際の前記試験体の加速度を計算する。

発明の効果

[0012] 本開示によれば、移載時における移載対象物の加速度を試験体を用いて容易に求めることが可能である。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本開示の一実施形態に係る加速度導出装置の機能構成を示す模式図である。

[図2A]本開示の一実施形態における移載装置の概要を示す模式的な側面図である。

[図2B]本開示の一実施形態における移載装置の概要を示す模式的な平面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図1、図2A及び図2Bを参照して、本開示の一実施形態について説明する。

本実施形態に係る加速度導出装置Dは、図1に示すように把持治具1、流量調節器2及びコンピュータ3とを備え、図2A及び図2Bに示すように移載対象物Xを所定の移載装置Aを用いて移載する際の移載対象物Xの加速度 a を取得する装置である。

[0015] 先に、移載装置Aについて説明すると、この移載装置Aは、図2Aに示すように一端（基端）が旋回台a1に固定されると共に他端（先端）に吸着ハンドa2が装着されたロボットアーム（多関節ロボット）である。この移載装置Aは、地点s1の載置台上に載置された移載対象物Xを地点s2の載置台上に移載する。上記吸着ハンドa2は、複数の吸着パッド（真空パッド）が2次元状に配列された装置であり、個々の吸着パッド（真空パッド）が移載対象物Xに吸着することにより移載対象物Xを把持する。

[0016] 加速度導出装置Dは、移載装置Aを用いた移載対象物Xの移載の準備段階で用いられる装置であり、吸着ハンドa2において移載対象物Xに付加できる最大の速度及び加速度を設定するための補助装置である。すなわち、この加速度導出装置Dは、図2Bに示すように移載対象物Xを把持した吸着ハン

ド a 2 を旋回台 a 1 を中心に旋回させることにより、移載対象物 X を地点 s 1 から地点 s 2 に搬送する際の移載対象物 X の加速度 a を、上記吸着パッド（真空パッド）の真空度を設定するための指標として求める装置である。

[0017] 把持治具 1 は、基台 1 a、支柱 1 b、ガイド板 1 c、回動アーム 1 d、回転軸 1 e、角度センサ 1 f、吸着ハンド 1 g（把持具）及び移載対象物 X を模擬したものであって質量を可変とすることができる試験体 Y を備えている。なお、これら各構成要素のうち、基台 1 a、支柱 1 b、ガイド板 1 c 及び回転軸 1 e は、本開示における支持部材 C を構成している。また、回動アーム 1 d は、本開示における回転部材に相当する。

[0018] 基台 1 a は、把持治具 1 において、支柱 1 b を図 1 に示す姿勢つまり垂直姿勢（支柱 1 b の長手方向が垂直方向と同等である姿勢）に保持する台座であり、支柱 1 b を垂直姿勢に安定的に保持するために所定の重量及び設置面積を備えている。基台 1 a は、例えば板状の重量物である。

[0019] 支柱 1 b は、このような基台 1 a 上に立設された所定長の柱状部材である。すなわち、支柱 1 b の下端は基台 1 a の上面に当接した状態で固定されている。ガイド板 1 c は、このような支柱 1 b の上端部に回転軸 1 e を介して固定された半円形の板状部材である。このガイド板 1 c は、図 1 に示すように、直線部 1 h の姿勢が水平姿勢（直線部 1 h が水平方向に延びる状態でのガイド板 1 c の姿勢）かつ半円状の円弧部 1 i が直線部 1 h の直下に位置する垂直姿勢で支柱 1 b に固定されている。この円弧部 1 i はガイド板 1 c の外周縁に位置している。

[0020] また、このガイド板 1 c には、円弧部 1 i と同心円状に、半円状のスリット 1 j が形成されている。このスリット 1 j は、ガイド板 1 c における一面（表面）から他面（裏面）に貫通する半円状の貫通孔である。このようなスリット 1 j は、図 1 に示すように、直線部 1 h の中間点周りに円弧部 1 i と略同等の領域あるいは若干狭い領域に形成されている。本実施形態のスリット 1 j は、円弧部 1 i の径方向内側に配置されている。また、ガイド板 1 c の、スリット 1 j に対して径方向の内側の部分と外側の部分（円弧部 1 i ）

とは、不図示の連結部で互いに連結されている。

[0021] 回動アーム 1 d は、回転軸 1 e 周りに回動可能に設けられた所定長の棒状部材である。すなわち、回動アーム 1 d の一端には回転軸 1 e が挿通する貫通孔が形成されている。この貫通孔は、内径が回転軸 1 e の軸径よりも若干大きく設定されており、よって回転軸 1 e に対して摺動可能である。すなわち、回動アーム 1 d は、貫通孔が回転軸 1 e に対して摺動することにより、固定系である支柱 1 b 及びガイド板 1 c に対して所定の角度範囲で傾斜する（揺動する）。

[0022] また、この回動アーム 1 d の途中部位には係合ピン 1 k が設けられている。この係合ピン 1 k は、上述したガイド板 1 c のスリット 1 j に係合しており、回動アーム 1 d をガイド板 1 c の表面及びスリット 1 j に沿って案内する案内部材である。

[0023] 回転軸 1 e は、支柱 1 b の上部とガイド板 1 c との間に差し渡すように設けられた軸部材である。この回転軸 1 e は、共に垂直姿勢の支柱 1 b 及びガイド板 1 c との間に水平姿勢で延在する（水平方向に延びる）。すなわち、上述した回動アーム 1 d は、このような回転軸 1 e によって支持されているので、垂直面（ガイド板 1 c に平行な面）内において回動する。

[0024] 角度センサ 1 f は、回動アーム 1 d の回動角度、つまり回動アーム 1 d が垂直姿勢である状態を基準角とした場合の回動アーム 1 d の傾斜角 θ を検出するセンサである。すなわち、傾斜角 θ は、鉛直方向と回動アーム 1 d の傾斜方向とのなす角度（垂直方向とアーム 1 d の長手方向との間の角度）である。角度センサ 1 f は、上記傾斜角 θ を示す信号（角度検出信号）をコンピュータ 3 に出力する。

[0025] 吸着ハンド 1 g は、回動アーム 1 d の、上記貫通孔が形成されている一端とは異なる他端に設けられており、上述した移載装置 A の吸着ハンド a 2 と同等の把持性能（吸着性能）を有する把持具である。すなわち、この吸着ハンド 1 g は、複数の吸着パッド（真空パッド）が 2 次元状に配列された把持具であり、個々の吸着パッド（真空パッド）が試験体 Y に吸着することによ

り試験体 Y を把持する。

[0026] また、この吸着ハンド 1 g は、試験体 Y に水を注入することにより、試験体 Y の質量を傾斜角 θ に合せて変化させることのできる装置を備えている。この水は、流量調節器 3 から供給され、回転軸 1 e 及び不図示の柔軟なホースを介して試験体 Y に供給される。このような吸着ハンド 1 g を備える把持治具 1 は、上記試験体 Y を把持した吸着ハンド 1 g (把持具) を、吸着ハンド 1 g の試験体 Y を把持した面が水平面に平行な状態 (水平状態) から所定の角度範囲で傾斜させた状態に保持すると共に、吸着ハンド 1 g の傾斜角 θ を検出する機械構造体である。すなわち、吸着ハンド 1 g が設けられた回転アーム 1 d を備える把持治具 1 は、回転アーム 1 d が垂直姿勢である状態から所定の角度範囲で傾斜させた状態に保持すると共に、回転アーム 1 d の傾斜角 θ を検出する。

[0027] 流量調節器 2 は、コンピュータ 3 による制御の下で試験体 Y に水を注入する装置である。すなわち、この流量調節器 2 は、コンピュータ 3 から入力される注入制御信号に基づいて外部から供給される水の流量を調整し、当該水を上記回転軸 1 e 及び上記柔軟なホースを介して試験体 Y に供給する。このような流量調節器 2 及びコンピュータ 3 は、試験体 Y の質量 m を調節する質量調節部 B を構成している。なお、試験体 Y に注入する物質は水以外の流動物や砂などの粒状物でもよい。

[0028] コンピュータ 3 は、操作部 3 a、演算部 3 b 及び出力部 3 c を備える。操作部 3 a は、作業者の指示を受け付ける機能部であり、例えばキーボードやマウス等のポインティングデバイスである。この操作部 3 a は、操作信号を演算部 3 b に出力する。

[0029] 演算部 3 b は、角度センサ 1 f から入力される角度検出信号に基づいて、つまり傾斜角 θ に基づいて注入制御信号を生成する。すなわち、演算部 3 b は、上述した流量調節器 2 とともに質量調節部 B を構成している。詳細については後述するが、この演算部 3 b は、傾斜角 θ に応じて流量調節器 2 を制御することにより試験体 Y の質量 m を調節する。

- [0030] また、演算部 3 b は、上記操作信号及び上記角度検出信号を所定の加速度算出プログラムに基づいて情報処理することにより、試験体 Y の加速度 a を計算する加速度演算部である。すなわち、この演算部 3 b は、試験体 Y が吸着ハンド 1 g（把持具）から外れたときの傾斜角 θ と試験体 Y に作用する重力加速度 g とに基づいて、試験体 Y が吸着ハンド 1 g（把持具）から外れた際の試験体 Y の加速度 a を計算する。
- [0031] この演算部 3 b は、演算処理を行う CPU（Central Processing Unit）、上記加速度算出プログラム及び重力加速度 g の値を記憶する不揮発性メモリ、加速度 a を計算する過程で得られる中間的な演算結果を一時的に記憶する揮発性メモリ、また操作部 3 a 及び出力部 3 c との信号の授受を行うインタフェース回路等を備えており、演算結果である加速度 a を出力部 3 c に出力する。
- [0032] 出力部 3 c は、演算部 3 b から入力された加速度 a を所定の出力形態で外部に出力する。この出力部 3 c は、加速度 a を画像表示する表示装置、加速度 a を印刷する印刷装置、加速度 a をデータとして保存する記憶装置あるいは／及び加速度 a をデータ送信する通信装置等である。
- [0033] 次に、本実施形態に係る加速度導出装置 D の動作つまり加速度導出方法について詳しく説明するが、その前に移載装置 A による移載対象物 X の移載動作について補足説明する。
- [0034] 移載対象物 X を地点 s 1 から地点 s 2 に移載する場合、移載装置 A は、載置台上の移載対象物 X に対して吸着ハンド a 2 を上方から接近させて当接させ、さらに吸着ハンド a 2 に配列された吸着パッド（真空パッド）を真空引きすることによって移載対象物 X を吸着ハンド a 2 に吸着・把持させる。そして、移載装置 A は、吸着ハンド a 2 及び移載対象物 X を所定距離だけ垂直方向に引き上げると、旋回台 a 1 を作動させて旋回軸周りに所定の旋回角度だけ吸着ハンド a 2 及び移載対象物 X を水平方向に旋回させる。
- [0035] この旋回台 a 1 による旋回動作では、所定の速度プロファイルで吸着ハンド a 2 及び移載対象物 X を旋回させることにより移載対象物 X が地点 s 1 か

ら地点 s 2 に搬送される。すなわち、吸着ハンド a 2 は、地点 s 1 で初速（速度＝0）から加速して所定速度に到達すると、当該所定速度で所定の旋回角だけ移動した後に減速し地点 s 2 で終速（速度＝0）となる。

[0036] このような旋回動作において、移載対象物 X には旋回速度つまり進行方向速度に応じた遠心力が作用する。そして、この遠心力は、移載対象物 X の重量 M に依存するが、移載中において移載対象物 X が吸着ハンド a 2 から外れる主因となる。

[0037] 本実施形態に係る加速度導出装置 D は、このような移載対象物 X の移載において移載対象物 X に作用する遠心力の本質的な原因である加速度 a を、試験体 Y に作用する重力加速度 g 及び傾斜角 θ に基づいて計算する。すなわち、作業者は、把持治具 1 の回動アーム 1 d が垂直姿勢である状態において吸着ハンド 1 g に試験体 Y を所定の吸着力 P（吸着圧）で吸着・把持させる。

[0038] そして、作業者は、この把持状態で回動アーム 1 d を垂直姿勢からガイド板 1 c に平行な面内で徐々に傾ける。この結果、試験体 Y と吸着ハンド 1 g との対向方向つまり回動アーム 1 d の傾斜方向における重力 m g の分力 M g は、傾斜角 θ の増加に応じて徐々に小さくなる。演算部 3 b は、流量調節器 2 を制御することにより、上記分力 M g が傾斜前の重力と等しくなるように、つまり実際の移載対象物 X の重量 M と等しくなるように試験体の質量 m を調節する。

[0039] 図 1 を参照して以下のように式（2）が導出される。

$$m g \sin \theta = m a$$

$$a = g \sin \theta \quad (1)$$

$$m g \cos \theta = M g$$

ゆえに

$$m = M / \cos \theta \quad (2)$$

前記「実際の移載対象物 X の重量と等しくなるように質量 m を調節する。」とは、具体的には式（2）において θ が増加するにつれて質量 m が増加することを意味する。

なお式（１）の導出は段落〔００４１〕に記載する。

[0040] ここで、試験体Ｙが吸着ハンド１ｇに吸着・把持された状態で回動アーム１ｄ、つまり吸着ハンド１ｇ及び試験体Ｙを垂直面（ガイド板１ｃに平行な面）内である傾斜角 θ だけ傾斜させると、図１に示すように質量ｍの試験体Ｙには、傾斜角 θ に起因する重力ｍｇの分力ｍａが作用する。この分力ｍａは、図１に示すように回動アーム１ｄの傾斜方向に直交する方向の力であり、上述した移載対象物Ｘを水平方向に旋回させて移載する際に移載対象物Ｘに作用する遠心力に相当する力である。

[0041] すなわち、この分力ｍａは、傾斜角 θ に対する重力ｍｇの正弦成分である。そして、この分力ｍａの原因となる加速度ａは、上述した移載対象物Ｘを水平方向に旋回させて移載する際の移載対象物Ｘの遠心加速度に相当する加速度であり、以下の式（１）によって与えられる。

$$a = g \sin \theta \quad (1)$$

[0042] そして、このような試験体Ｙが吸着ハンド１ｇに吸着・把持された状態における回動アーム１ｄの傾斜、つまり吸着ハンド１ｇ及び試験体Ｙの垂直面（ガイド板１ｃに平行な面）内における傾斜を変化させることにより、試験体Ｙについてある限界角（傾斜角 θ ）が得られる。そして、この限界角（傾斜角 θ ）は、把持治具１の角度センサ１ｆによって検出されてコンピュータ３に角度検出信号として入力される。

[0043] すなわち、コンピュータ３の演算部３ｂは、作業者が操作部３ａを操作した際の傾斜角 θ を限界角として取り込み、この限界角（傾斜角 θ ）と重力加速度ｇを式（１）に代入することにより加速度ａを計算する。そして、コンピュータ３の出力部３ｃは、演算部３ｂから入力された加速度ａを移載対象物Ｘの移載時における移載装置Ａの移載速度及び加速度の指標として出力する。

[0044] 例えば、演算部３ｂは、加速度ａと試験体Ｙの質量ｍとの相互関係を示す関係式あるいはデータテーブルを予め記憶している。演算部３ｂは、これら関係式あるいはデータテーブルを用いることにより、加速度ａに加え、上記

質量 m を抽出して出力部3 cに出力する。この結果、出力部3 cは、加速度 a 及び質量 m を外部に出力する。

[0045] 本実施形態によれば、移載時における移載対象物 X の加速度 a を容易に求めることが可能である。

[0046] なお、本開示は上記実施形態に限定されるものではなく、例えば以下のような変形例が考えられる。

(1) 上記実施形態は、吸着ハンド1 gを把持具として用いた場合について説明したが、本開示はこれに限定されない。すなわち、本開示は、様々な形態の把持具に適用することが可能である。例えば、本開示は、磁力によって移載対象物 X を吸着・把持する把持具あるいは2つの爪で移載対象物 X を挟持するような把持具にも適用可能である。

[0047] (2) 上記実施形態では、図1に示す把持治具1を採用したが、本開示はこれに限定されない。すなわち、把持治具1は、ガイド板1 cが半円状に形成されているので、回転アーム1 dを左右両方向に回転させることが可能であるが、例えば半円状に代えて1/4円状(扇形)のガイド板を採用し、回転アーム1 dを片側方向にのみ回転可能としてもよい。

[0048] (3) 上記実施形態では、作業者が回転アーム1 dを傾斜させたが、本開示はこれに限定されない。例えば回転アーム1 dを回転軸1 e周りに回転させるモータ等の駆動装置を設けてもよい。

[0049] (4) 上記実施形態では、移載対象物 X を水平方向に旋回させて移載する際の移載対象物 X の遠心加速度に相当する試験体 Y の加速度を加速度 a として求めたが、本開示はこれに限定されない。本開示によれば、移載対象物 X の遠心加速度のみならず、様々な加速度を模擬することが可能である。

[0050] (5) 上記実施形態では、演算部3 bは質量調節部Bを流量調節器2と共に構成し、かつ加速度演算部として機能するが、本開示はこれに限定されない。すなわち、質量調節部Bを構成する演算部と、試験体 Y の加速度 a を計算する加速度演算部とは別個に設けられてもよい。

産業上の利用可能性

[0051] 本開示は移載対象物を移載する際の移載対象物の加速度を導出する加速度導出装置及び方法に利用することができる。

符号の説明

- [0052] D 加速度導出装置
- A 移載装置
 - B 質量調節部
 - C 支持部材
 - X 移載対象物
 - Y 試験体
 - a 1 旋回台
 - a 2 吸着ハンド
 - 1 把持治具
 - 1 a 基台
 - 1 b 支柱
 - 1 c ガイド板
 - 1 d 回動アーム（回転部材）
 - 1 e 回転軸
 - 1 f 角度センサ
 - 1 g 吸着ハンド（把持具）
 - 1 h 直線部
 - 1 i 円弧部
 - 1 j スリット
 - 1 k 係合ピン
 - 2 流量調節器
 - 3 コンピュータ
 - 3 a 操作部
 - 3 b 演算部（加速度演算部）
 - 3 c 出力部

請求の範囲

- [請求項1] 試験体を把持した把持具を水平状態から傾斜した状態に保持すると共に前記把持具の傾斜角を検出し、かつ前記把持具の把持力を可変可能な把持治具と、
- 前記傾斜角に応じて変化する、重力の傾斜方向における分力が、傾斜前の前記試験体にかかる重力と等しくなるように前記試験体の質量を調節する質量調節部と、
- 前記試験体が前記把持具から外れたときの前記傾斜角と前記試験体に作用する重力加速度とに基づいて、前記試験体が前記把持具から外れた際の前記試験体の加速度を計算する加速度演算部と
- を備える加速度導出装置。
- [請求項2] 前記把持治具は、
- 所定長さの支持部材と、
- 下端に前記把持具が装着されると共に上端が回転可能に前記支持部材に係合する回転部材と
- を備える請求項1に記載の加速度導出装置。
- [請求項3] 前記加速度演算部は、前記傾斜角を θ 、前記重力加速度を g 、また前記加速度を a とする下記式(1)に基づいて前記加速度を計算する請求項1または2に記載の加速度導出装置。
- $$a = g \sin \theta \quad (1)$$
- [請求項4] 前記把持具は、吸着ハンドである請求項1～3のいずれか一項に記載の加速度導出装置。
- [請求項5] 試験体を把持した把持具を水平状態から傾斜した状態に保持すると共に前記把持具の傾斜角を検出し、
- 前記傾斜角に応じて変化する、重力の傾斜方向における分力が、傾斜前の前記試験体にかかる重力と等しくなるように前記試験体の質量を調節し、
- 前記試験体が前記把持具から外れたときの前記傾斜角と前記試験体

に作用する重力加速度とに基づいて、前記試験体が前記把持具から外れた際の前記試験体の加速度を計算する加速度導出方法。