明　細　書

発明の名称 ： 施工方法

技術分野

[0001]　本開示は、施工方法に関する。

背景技術

[0002]　パレット等に物品を積み付ける、パレットから物品を荷降ろしする、あるいは任意のパレットから別のパレットに積み替えるパレタイズ装置及びデパレタイズ装置等の搬送装置が知られている。パレタイズ装置及びデパレタイズ装置は、例えば、多関節アームを有するロボットである。

[0003]　このようなロボット等の可動装置について、台座を介して床面又は壁面に固定され保持する方法が種々開示されている（例えば、特許文献１、２、３）。しかしながら、引用文献１の磁石による固定は、床面が金属に限定される上、固定力がアンカーボルトと比較して弱い。また、引用文献２、３は、床面又は壁面に設置した引掛け部で固定するため、設置場所の事前工事が必要である上、移設ができない。

[0004]　更に、可動装置及び台座の荷重支持及び固定に加え、防振効果を得るため、例えば、特許文献４に開示されるシリコーン系弾性接着剤を用いた転倒抑制装置を適用する方法が考えられる。なお、この方法は、取り外しが可能であるため移設が容易であるが、固定力が弱いため、水平方向にずれないような別の固定方法（例えば、接着剤）を併用する必要がある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０２１－１７１７８４号公報
特許文献2：特開２０１３－０６１０５３号公報
特許文献3：特開２０２０－１３８２８９号公報
特許文献4：特開２０１９－１２０３５８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述のような支持及び固定部材は、台座からかかる重量や、装置の稼働によって摩耗し徐々に劣化することで防振効果や固定力が低下する。また、これらは適切に設置されていないと、摩耗や劣化が早まる可能性がある。

[0007] 本開示は、上述した課題を解決するものであり、接着剤を適切な接着面積で施工できる施工方法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

[0008] 上述の目的を達成するために、本開示の一態様に係る施工方法は、台座に対して少なくとも一部が可動する可動装置が前記台座に対して固定された状態において、前記台座と床面との間に介在して前記台座を支持するジェル状の支持部材と、前記台座と前記床面との間に介在して前記台座を前記床面に接着する接着剤と、を施工する施工方法であって、前記台座及び前記可動装置の設計値と前記接着剤の引張強度とに基づいて必要接着面積を算出することと、前記可動装置の速度、稼働率、設置環境、及び重量を含む運転条件に基づいて推定された負荷レベルに応じて、前記接着剤の施工面積の接着剤安全率を決定することと、前記接着剤安全率と、前記必要接着面積と、前記接着剤を塗布する長さと、に基づいて、施工する前記接着剤の幅を算出することと、を含む。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、接着剤を適切な接着面積で施工できるという効果を得られる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図１は、本実施形態に係る施工方法を用いて設置された搬送装置の模式図である。

[図2]図２は、図１に示す台座の平面図である。

[図3]図３は、図１に示す接着剤の施工例を示す模式図である。

[図4]図４は、図１に示すジェルの施工例を示す模式図である。

[図5]図５は、本実施形態に係る施工方法の流れを説明するフローチャートである。

[図6]図６は、ジェルの配置マップ例を示す模式図である。

[図7]図７は、ジェルの配置マップ例を示す模式図である。

[図8]図８は、本実施形態に係る再施工方法の流れを説明するフローチャートである。

[0011]（実施形態）

以下に、本開示に係る実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、実質的に同一のもの、あるいは均等の範囲のものが含まれる。更に、下記実施形態における構成要素は、本開示の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換又は変更を行うことができる。下記実施形態では、実施形態を例示する上で、必要となる構成要素を説明し、その他の構成要素を省略するとともに、同一構成には同一符号を付し、異なる構成には異なる符号を付すものとする。

[0012]＜搬送装置＞

図１は、本実施形態に係る施工方法を適用した搬送装置の模式図である。図１に示す搬送装置１は、倉庫等の物流管理される設備内において、パレットＰ１に物品Ｒを積み付ける（パレタイズ）、パレットＰ２から物品Ｒを荷降ろしする（デパレタイズ）、あるいは任意のパレットＰ２から別のパレットＰ１に積み替える装置である。

[0013] ここで、パレットは、一般社団法人日本パレット協会の定義では「一つの単位にまとめた貨物を置くための面があり、人手又はフォークリフト等の専用車両により荷役、輸送、及び保管の全てが可能な構造をもつもの。上部構造物をもつものを含む」とされる。本実施形態では、パレットとは、物品Ｒが積み付けされる容器や台を指す。すなわちここでいうパレットは、いわゆる平板状の台に限られず、かご車等も含まれ、任意の形状のものであってよ

い。物品Ｒとは、パレットに積み付けされるものであり、例えば出荷される商品等である。なお、物品Ｒは、商品等を梱包するプラスチックコンテナ、段ボール箱、袋物等を含めて呼称される。

[0014] 図１に示すように、搬送装置１は、台座１０と、支持部材であるジェル２０及び接着剤３０と、可動装置４０と、を備える。なお、本実施形態において、水平な一方向をＸ軸方向とし、水平かつＸ軸方向に直交する方向をＹ軸方向とし、Ｘ軸方向及びＹ軸方向に直交する鉛直方向をＺ軸方向とする。搬送装置１は、Ｘ軸方向及びＹ軸方向に平行な水平面であって、コンクリート等の剛性が高い床面Ｇｒ上に支持及び固定されるものとする。

[0015] 台座１０は、鉄板等の剛性が大きい材料で形成された板形状である。台座１０は、支持部材であるジェル２０及び接着剤３０を介して、下面側において設置面である床面Ｇｒに支持及び固定される。台座１０は、理想的には、略水平姿勢に支持及び固定され、後述のとおり、ジェル２０の厚みが減少した際の、水平面内における減少量のばらつきにより、水平姿勢に対して傾斜する。台座１０は、上面側で可動装置４０を支持する。

[0016] 図２は、図１に示す台座の平面図である。図２に示すように、本実施形態の台座１０は、４つのエリア１０－１，１０－２，１０－３，１０－４を含む。それぞれのエリア１０－１，１０－２，１０－３，１０－４は、１枚の正方形状の板形状であって、Ｘ軸方向に２枚並び、Ｙ軸方向に２枚並んで配置される。それぞれのエリア１０－１，１０－２，１０－３，１０－４は、後述の可動装置４０を共同で支持及び固定する。それぞれのエリア１０－１，１０－２，１０－３，１０－４は、後述の可動装置４０のロボット架台４２の四隅に１本ずつ設けられた脚部４２１を、１本ずつ支持及び固定する。台座１０には、脚部４２１を台座１０に固定するためのアンカーボルト４２２を挿通するための図示せぬボルト穴が形成される。

[0017] 図１に示すジェル２０は、ジェル状の支持部材であって、粘着性を有し、例えばシリコーン系等の樹脂系又はゴム系の弾性材料で形成された板形状である。ジェル２０は、床面Ｇｒと台座１０の下面との間に配置されることで

、台座１０及び台座１０に支持された可動装置４０からかかる荷重を圧縮によりＺ軸方向に支持するとともに振動を減衰させる。

[0018] 接着剤３０は、少なくとも床面Ｇｒと台座１０との間を接着可能な接着性を有する、例えばシリコン樹脂であり、液状で保存されるとともに乾燥等により硬化する。接着剤３０は、例えば、ジェル２０によって台座１０が支持された状態で、床面Ｇｒと台座１０との間の間隙に充填され硬化することで、床面Ｇｒと台座１０とを固定する。

[0019] 可動装置４０は、台座１０に支持及び固定された状態で稼働する装置である。本実施形態の可動装置４０は、パレタイズ装置であり、多関節アームを有するロボットである。可動装置４０は、アーム４４の旋回や変形、エンドエフェクタ４６が保持する物品Ｒの荷重により、揺れや振動、重心の移動が発生する。すなわち、可動装置４０の運転により、台座１０に対して加振力が発生する。

[0020] 可動装置４０は、ロボット架台４２と、複数のジョイント４４１に接続される複数のリンク４４２を含むアーム４４と、エンドエフェクタ４６と、を有する。ロボット架台４２は、炭素鋼（ＳＳ材）等の剛性が大きい材料で形成された直方体形状のベース部材である。図２に示すように、ロボット架台４２は、下面側の四隅にそれぞれ脚部４２１を有する。それぞれの脚部４２１がアンカーボルト４２２により固定されることで、ロボット架台４２は、台座１０に対して固定される。図２に示す例において、１本の脚部４２１は、２本のアンカーボルト４２２によって台座１０に対して固定される。

[0021] 図１に示すアーム４４は、ロボット架台４２に対して軸回りに旋回かつ俯仰可能に支持される。ジョイント４４１は、アーム４４の関節となる回転の軸である。リンク４４２は、隣接するジョイント４４１間を接続する。エンドエフェクタ４６は、アーム４４の先端に連結される。エンドエフェクタ４６は、吸着、挟持、又はこれらの併用等により、物品Ｒを把持する把持部である。

[0022] また、可動装置４０は、不図示の駆動部を有する。駆動部は、例えば、ジ

ョイント４４１においてリンク４４２間を相対回転させる回転機構と、エンドエフェクタ４６を駆動させる吸着機構又は挟持機構等と、を含む。ジョイント４４１における回転機構は、例えば、モータを含む回転アクチュエータ、エアシリンダを含むラックアンドピニオン機構、ワイヤ又はリンク機構等の周知の機構により実現される。また、エンドエフェクタ４６における吸着機構は、ロータリシリンダ又はピストンシリンダをモータ又はコンプレッサにより駆動させる機構や、バキュームポンプやエジェクタ等の吸引源を含む周知の機構により実現される。また、エンドエフェクタ４６における挟持機構は、モータを含む回転アクチュエータ、モータやエアシリンダ等を含む直動アクチュエータ、エアシリンダを含むラックアンドピニオン機構、ワイヤ又はリンク機構等の周知の機構により実現される。

[0023] また、搬送装置１は、例えば、図示せぬ撮像装置、照明装置、報知装置、制御装置、及び入力装置等を更に備えてもよい。撮像装置は、物品Ｒを積み付ける又は荷降ろしする対象のパレットＰ１，Ｐ２や、パレットＰ２に積み付けられた物品Ｒ、物品Ｒの積み重ねの配置等を撮像し、撮像対象の位置や個体を識別可能な画像データを取得する。照明装置は、撮像装置による撮像対象に光を照射する。報知装置は、所定の報知情報をオペレータに認識させるための表示装置、発光装置、スピーカ、バイブレータ等を含む。制御装置は、搬送装置１を制御するコンピュータであり、演算処理装置、記憶装置、及び入出力インターフェース等を有する。入力装置は、例えば、キーボード、マウス、物理的なスイッチ、ボタン、又はタッチパネル等により実現される。なお、本実施形態において、搬送装置１が撮像装置、照明装置、報知装置、制御装置、及び入力装置を備えるとは、当該各装置の機能が、搬送装置１や、搬送装置１が配備される搬送システムの一部の機能として構成される様態も含むものとする。

[0024] また、搬送装置１は、図示せぬ管理装置によって管理される。管理装置は、本実施形態の搬送装置１が配備される物流管理設備内において、各装置の動作を管理するシステムである。管理装置は、例えば、ＷＣＳ（Warehouse

Control System）やＷＭＳ（Warehouse Management System）であるが、ＷＣＳ及びＷＭＳに限られず任意のシステムであってよく、例えば、その他の生産管理系システムのようなバックエンドシステムでも構わない。管理装置が設けられる位置は任意であり、搬送装置１が配備される設備内に設けられてもよいし、設備から離れた位置に設けられて、離れた位置から設備を管理するものであってもよい。

[0025] ＜接着剤の施工方法＞

接着剤３０は、経年劣化により、接着力が低下する等の物性変化が起こる。また、台座１０は、台座１０上で可動装置４０が旋回動作することにより水平方向にずれる力が加わる。これにより、接着剤３０がせん断変形又は破断して、床面Ｇｒに対して台座１０がＸ軸方向及びＹ軸方向にずれる。例えば、床面Ｇｒに対して台座１０が旋回することで、床面Ｇｒにおける接着面に対して、台座１０における接着面が、Ｘ軸方向及びＹ軸方向にずれる。したがって、接着剤３０は、適切な接着面積で施工されるとともに、定期的に再施工される必要がある。

[0026] 図３は、図１に示す接着剤の施工例を示す模式図である。図３に示すように、接着剤３０は、例えば、１つのエリア１０－１に対して、略一定の幅で、台座１０の周縁から所定の距離の位置に沿って環状に塗布される。他のエリア１０－２，１０－３，１０－４に対しても同様である。

[0027] 接着剤３０の１エリア当たりの施工面積をＡｓ［ｍｍ^2］とし、塗布する接着剤３０の幅をＡｗ［ｍｍ］とし、周長をＡｌ［ｍｍ］とすると、施工面積Ａｓは、以下の式（１）によって示される。

$$As = Aw \times Al \quad \cdots \quad (1)$$

[0028] また、１エリア当たりの必要接着面積をＡｓ$_0$［ｍｍ^2］とし、安全率をＱとすると、１エリア当たりの施工面積Ａｓは、以下の式（２）によって示される。

$$As = Q \times As_0 \quad \cdots \quad (2)$$

[0029] なお、必要接着面積Ａｓ$_0$は、可動装置４０を台座１０に締結しているアン

カーボルト４２２の、１エリア当たりのボルト締結力に基づいて算出される。１エリア当たりのボルト締結力をＢｆ［Ｎ］とし、アンカーボルト４２２の１本当たりのアンカー強度をＢｓ［Ｎ／ｍｍ^2］とし、１エリア当たりのアンカーボルト４２２の本数をＢｎ［本］とすると、１エリア当たりのボルト締結力Ｂｆは、以下の式（３）によって示される。なお、アンカーボルト４２２のアンカー強度Ｂｓは、メーカー指定値である。

$$Bf = Bs \times Bn \quad \cdots \quad (3)$$

[0030] また、接着剤３０の単位面積当たりの引張強度をＡｆ［Ｎ／ｍｍ^2］とすると、必要接着面積As_0は、以下の式（４）によって示される。なお、接着剤３０の単位面積当たりの引張強度Ａｆは、メーカー指定値である。

$$As_0 = Bf / Af \quad \cdots \quad (4)$$

[0031] ここで、安全率Ｑは、表１に示すように、接着剤３０にかかる負荷レベルに応じて決定される。負荷レベルは、負荷点数（１）から（４）までの積算値によって決定される。負荷点数が３点以下の場合、負荷レベルはＩであり、安全率Ｑは２である。負荷点数が４点以上１２点以下の場合、負荷レベルはＩＩであり、安全率Ｑは４である。負荷点数が１３点以上２７点以下の場合、負荷レベルはＩＩＩであり、安全率Ｑは６である。

[0032] [表1]

（表1）

負荷レベル	負荷点数 (1)×(2)×(3)×(4)	安全率Q
Ⅰ	～27	2
Ⅱ	～54	4
Ⅲ	～81	6

[0033] 表２に示すように、負荷点数（１）は、運転条件（１）に基づいて決定される。運転条件（１）は、搬送装置１が搬送する物品Ｒの重量（箱重量）である。箱重量が１０ｋｇ未満である場合、負荷点数（１）は１点である。箱重量が１０ｋｇ以上２０ｋｇ未満である場合、負荷点数（１）は２点である

。箱重量が２０ｋｇ以上である場合、負荷点数（１）は３点である。

[0034] [表2]

(表2)

運転条件(1)	
箱重量	負荷点数(1)
小(～10kg)	1
中(10～20kg)	2
大(20～kg)	3

[0035] 表３に示すように、負荷点数（２）は、運転条件（２）に基づいて決定される。運転条件（２）は、アーム４４の速度である。アーム４４の最高速度に対する速度オーバーライドが３０％未満である場合、負荷点数（２）は１点である。速度オーバーライドが３０％以上８０％未満である場合、負荷点数（２）は２点である。速度オーバーライドが８０％以上である場合、負荷点数（２）は３点である。

[0036] [表3]

(表3)

運転条件(2)	
アーム速度	負荷点数(2)
オーバーライド 小(～30)	1
オーバーライド 中(～80)	2
オーバーライド 大(～100)	3

[0037] 表４に示すように、負荷点数（３）は、運転条件（３）に基づいて決定される。運転条件（３）は、可動装置４０の稼働率である。稼働率が数時間／日である場合、負荷点数（３）は１点である。稼働率が１０数時間／日である場合、負荷点数（３）は２点である。連続運転である場合、負荷点数（３

）は３点である。

[0038] [表4]

(表4)

運転条件(3)	
稼働率	負荷点数(3)
数時間/日	1
10数時間/日	2
連続運転	3

[0039] 表５に示すように、負荷点数（４）は、運転条件（４）に基づいて決定される。運転条件（４）は、可動装置４０が設置される設置環境である。温湿度が安定する密閉された空間に設置される場合、負荷点数（４）は１点である。変動する外気温及び外湿度の影響を受ける開放された空間に設置される場合、負荷点数（４）は３点である。これらの中間の環境に設置さる場合、負荷点数（４）は２点である。

[0040] [表5]

(表5)

運転条件(4)	
設置環境	負荷点数(4)
密閉	1
中間	2
開放	3

[0041] ＜ジェルの施工方法＞

ジェル２０は、台座１０及び台座１０が支持する可動装置４０からの荷重が加わり続けることで、塑性変形を起こして厚みが減少していく。これにより、防振効果が低下するとともに、台座１０及び可動装置４０が沈下して、

可動装置４０を動作させて物品Ｒを搬送する際の座標の制御値と実際の位置とでずれが生じる。また、複数のジェル２０の厚み減少量にバラつきがある場合は、台座１０及び可動装置４０が傾斜して、可動装置４０の各部への負荷が増大する。したがって、ジェル２０は、適切な接着面積で施工されるとともに、定期的に再施工される必要がある。

[0042] 図４は、図１に示すジェルの施工例を示す模式図である。図４には、一例として、台座１０のエリア１０－１におけるジェル２０の配置例を示す。図４に示すように、ジェル２０は、平面視において、エリア１０－１内の複数の箇所に分散して配置される。ジェル２０は、図４に示す例において、正常形状のエリア１０－１の四隅の近傍、及び中央にそれぞれ配置される。このうち、後述の可動装置４０のロボット架台４２の脚部４２１の直下に対応する隅には、４つのジェル２０が配置され、他の隅及び中央には１つずつのジェル２０が配置される。

[0043] 台座１０と床面Ｇｒとの間に設置するジェル２０のジェル枚数をＧｎ［枚］とし、台座１０のエリア数をＰｎ［個］とし、１エリア当たりの必要ジェル枚数をGn_0［枚］とし、安全率をＳとすると、ジェル枚数Ｇｎは、以下の式（５）によって示される。

$$Gn = S \times Gn_0 \times Pn \quad \cdots \quad (5)$$

[0044] なお、必要ジェル枚数Gn_0は、ジェル２０が支持する対象の総重量に基づいて算出される。総重量をＷ［Ｎ］とし、台座１０の重量をW_1［Ｎ］とし、可動装置４０の重量をW_2［Ｎ］とし、可動装置４０が搬送する物品Ｒの最大重量をW_3［Ｎ］とすると、総重量Ｗは、以下の式（６）によって示される。

$$W = W_1 + W_2 + W_3 \quad \cdots \quad (6)$$

[0045] また、ジェル２０の１枚当たりの耐荷重をＧｆ［Ｎ］とすると、１エリア当たりの必要ジェル枚数Gn_0は、以下の式（７）によって示される。なお、ジェル２０の１枚当たりの耐荷重Ｇｆは、メーカー指定値である。

$$Gn_0 = W / Gf / Pn \quad \cdots \quad (7)$$

[0046] ここで、安全率Ｓは、表６に示すように、ジェル２０にかかる負荷レベル

に応じて決定される。負荷レベルは、負荷点数（１）から（３）までの積算値によって決定される。負荷点数は、表２から表４までと共用である。負荷点数が３点以下の場合、負荷レベルはＩであり、安全率Ｓは３である。負荷点数が４点以上１２点以下の場合、負荷レベルはＩＩであり、安全率Ｓは５である。負荷点数が１３点以上２７点以下の場合、負荷レベルはＩＩＩであり、安全率Ｓは７である。

[0047] [表6]

(表6)

負荷レベル	負荷点数 (1)×(2)×(3)	安全率S
Ⅰ	～3	3
Ⅱ	～12	5
Ⅲ	～27	7

[0048] ＜施工方法の流れ＞

図５は、本実施形態に係る施工方法の流れを説明するフローチャートである。図５に示すフローチャートは、搬送装置１の制御装置又は管理装置の演算部が、記憶部に予め記憶されたプログラム及びデータに基づいて実行する。演算部は、例えば、オペレータが入力した所定の開始コマンドを受け付けることによって、図５に示すステップＳ１に移行して処理を開始する。

[0049] なお、記憶部は、予め、搬送装置１によって搬送する物品Ｒの種類及び最大重量W_3、搬送装置１の運転条件、台座１０の重量W_1及びエリア数Ｐｎ、１エリア当たりのアンカーボルト４２２の本数Ｂｎ、接着剤３０を塗布する周長ＡＩ、可動装置４０の重量W_2、各種のメーカー指定値を記憶しているものとする。搬送装置１の運転条件は、少なくともアーム４４の速度（オーバーライド）、稼働率、及び設置環境を含む。また、記憶部は、予め、台座１０の形状、ロボット架台４２の固定位置、及び施工するジェル枚数Ｇｎと、ジェル２０の配置マップと、対応付けた配置ルールを記憶しているものとする。

[0050] ステップＳ１において、演算部は、台座１０の１エリア（エリア１０－１，１０－２，１０－３，１０－４）当たりのアンカーボルト４２２のボルト締結力Ｂｆを、アンカーボルト４２２の１本当たりのアンカー強度Ｂｓと、１エリア当たりのアンカーボルト４２２の本数Ｂｎとから、上述した式（３）によって算出する。

[0051] 次にステップＳ２において、演算部は、台座１０の１エリア当たりの必要接着面積$Ａｓ_0$を、ボルト締結力Ｂｆと、接着剤３０の単位面積当たりの引張強度Ａｆとから、上述した式（４）によって算出する。すなわち、必要接着面積$Ａｓ_0$は、台座１０及び可動装置４０の設計値と、接着剤３０のメーカー指定値と、によって決定される。

[0052] 次に、ステップＳ３において、演算部は、上述した表２から表５までに示す運転条件に基づいて、接着剤３０の施工面積Ａｓの安全率Ｑを、上述した表１によって決定する。

[0053] 次に、ステップＳ４において、演算部は、接着剤３０の施工面積Ａｓを、必要接着面積$Ａｓ_0$と、安全率Ｑとから、上述した式（２）によって算出する。次に、演算部は、接着剤３０の幅Ａｗを、施工面積Ａｓと、１エリアに塗布する接着剤３０の周長ＡＬとから、上述した式（１）によって算出する。

[0054] 次にステップＳ５において、演算部は、ジェル２０が支持する対象の総重量Ｗを、台座１０の重量$Ｗ_1$と、可動装置４０の重量$Ｗ_2$と、可動装置４０が搬送する物品Ｒの最大重量$Ｗ_3$とから、上述した式（６）によって算出する。

[0055] 次に、ステップＳ６において、演算部は、１エリア当たりの必要ジェル枚数$Ｇｎ_0$を、総重量Ｗと、ジェル２０の１枚当たりの耐荷重Ｇｆと、台座１０のエリア数Ｐｎとから、上述した式（７）によって算出する。

[0056] 次に、ステップＳ７において、演算部は、上述した表２から表４までに示す運転条件に基づいて、ジェル枚数Ｇｎの安全率Ｓを、上述した表６によって決定する。

[0057] 次に、ステップＳ８において、演算部は、台座１０と床面Ｇｒとの間に設置するジェル２０のジェル枚数Ｇｎを、必要ジェル枚数$Ｇｎ_0$と、安全率Ｓと

、台座１０のエリア数Ｐｎとから、上述した式（５）によって算出する。

[0058] 次に、ステップＳ９において、演算部は、台座１０の形状、台座１０に対するロボット架台４２の固定位置、及びジェル枚数Ｇｎと、所定の配置ルールに基づいて、ジェルの配置を決定する。以上により、接着剤３０及びジェル２０の施工方法が決定され、図５に示すフローチャートの処理を終了する。

[0059] ＜ジェルの配置マップ例＞

上述したように、台座１０の形状、ロボット架台４２の固定位置、及び施工するジェル枚数Ｇｎと、ジェル２０の配置マップと、対応付けた配置ルールが予め準備される。ジェル２０の配置マップ例は、例えば、図４に示す施工例の通りである。また、図６及び図７は、ジェルの配置マップ例を示す模式図である。

[0060] 図６に示す例では、台座１０Ａが１エリアの正方形状であり、ロボット架台４２の固定位置が中央であり、ジェル枚数Ｇｎが９枚である。この場合、ジェル２０は、台座１０の四隅にそれぞれ１枚、ロボット架台４２の四隅にそれぞれ１枚が配置され、端数である残り１枚が中央に配置される。

[0061] 図７に示す例では、台座１０Ｂが１エリアの正円形状であり、ロボット架台４２の固定位置が中央であり、ジェル枚数Ｇｎが９枚である。この場合、ジェル２０は、ロボット架台４２の四隅にそれぞれ１枚が配置され、残り５枚が台座１０の周縁に沿って等間隔に配置される。

[0062] ＜再施工方法の流れ＞

上述の施工方法により決定し施工されたジェル２０及び接着剤３０による支持及び固定は、台座からかかる重量や、装置の稼働によって摩耗し徐々に劣化することで防振効果や固定力が低下するため、適切な時期に再施工する必要がある。この適切な時期は、例えば、台座１０のずれ量のモニタリングにより予測される。台座１０の鉛直方向の沈下は、ジェル２０の厚み減少を示し、台座１０の水平方向のずれは、接着剤３０の変形又は破断を示す。

[0063] 施工から再施工までの可動装置４０の運転時間（搬送回数）は、適切な施

工により十分に確保される。しかしながら、想定された運転条件に対して実際の稼働状況の負荷レベルが高い場合、台座１０のずれ量の増加が加速し、再施工が必要な許容値に達するまでの可動装置４０の運転時間が減少する可能性がある。したがって、再施工の際には、実際の稼働状況に合わせて、接着剤３０の幅Ａｗ、ジェル枚数Ｇｎ及びジェル２０の配置を補正することが好ましい。

[0064] 図８は、本実施形態に係る再施工方法の流れを説明するフローチャートである。図８に示すフローチャートは、搬送装置１の制御装置又は管理装置の演算部が、記憶部に予め記憶されたプログラム及びデータに基づいて実行する。演算部は、例えば、オペレータが入力した所定の開始コマンドを受け付けることによって、図８に示すステップＳ１１に移行して処理を開始する。

[0065] ステップＳ１１において、演算部は、搬送装置１の実際の稼働状況を取得する。取得する稼働状況の情報は、上述した表２から表５までの項目を少なくとも含む。

[0066] 次に、ステップＳ１２において、演算部は、ステップＳ１１で取得した稼働状況に基づいて、接着剤３０の施工面積Ａｓの安全率Ｑを、上述した表１から表５までによって補正する。

[0067] 次に、ステップＳ１３において、演算部は、補正した安全率Ｑに基づいて、接着剤３０の幅Ａｗを、上述した式（１）によって再算出し、補正する。算出方法は、図５に示すフローチャートのステップＳ４と同様である。

[0068] 次に、ステップＳ１４において、演算部は、ステップＳ１１で取得した稼働状況に基づいて、ジェル２０のジェル枚数Ｇｎの安全率Ｓを、上述した表６及び表２から表４までによって補正する。

[0069] 次に、ステップＳ１５において、演算部は、補正した安全率Ｓに基づいて、台座１０と床面Ｇｒとの間に設置するジェル２０のジェル枚数Ｇｎを、上述した式（５）によって再算出し、補正する。算出方法は、図５に示すフローチャートのステップＳ８と同様である。

[0070] 次に、ステップＳ１６において、補正したジェル枚数Ｇｎに基づいて、ジ

ェルの配置を補正する。ジェルの配置の決定方法は、図５に示すフローチャートのステップＳ９と同様である。以上により、接着剤３０及びジェル２０の再施工方法が決定され、図８に示すフローチャートの処理を終了する。

[0071] ＜再施工時期の予測方法＞

本実施形態において、機械学習を用いて再施工時期を予測してもよい。例えば、施工時の安全率Ｑ，Ｓと、実際の稼働状況と、施工から再施工までの運転時間と、を対応付けたデータを蓄積し、機械学習させることで、機械学習による予測を実現する。また、機械学習で予測した交換時期のデータや、再施工実績との照合結果等の各工場で蓄積されたデータは、管理装置又は管理装置の更に上流における遠隔監視で管理され、予測精度の向上を図ってもよい。

[0072] （実施形態の作用効果）

実施形態に記載の施工方法は、例えば以下のように把握される。

[0073] 第１の様態に係る施工方法は、台座１０に対して少なくとも一部が可動する可動装置４０が台座１０に対して固定された状態において、台座１０と床面Ｇｒとの間に介在して台座１０を支持するジェル状の支持部材（ジェル２０）と、台座１０と床面Ｇｒとの間に介在して台座１０を床面Ｇｒに接着する接着剤３０と、を施工する施工方法であって、台座１０及び可動装置４０の設計値と接着剤３０の引張強度Ａｆとに基づいて必要接着面積As_0を算出することと、可動装置４０の速度、稼働率、設置環境、及び重量を含む運転条件に基づいて推定された負荷レベルに応じて、接着剤３０の施工面積Ａｓの安全率Ｑを決定することと、安全率Ｑと、必要接着面積As_0と、接着剤３０を塗布する長さＡｌと、に基づいて、施工する接着剤３０の幅Ａｗを算出することと、を含む。

[0074] 第１の様態に係る施工方法は、支持部材（ジェル２０）によって台座１０からかかる荷重を支持するとともに、接着剤３０によって台座１０と床面Ｇｒとを固定する。このような施工方法は、アンカーボルトによる固定と比較して、床面Ｇｒの工事が不必要であり、移設可能な方法である。また、可動

装置４０の運転条件に基づいて推定された負荷レベルに応じて安全率Ｑを決定し、当該安全率Ｑを考慮して施工する接着剤３０の幅Ａｗを算出するため、接着剤３０を適切な施工面積Ａｓで施工でき、施工から再施工までの可動装置４０の運転時間（搬送回数）を十分に確保できる。

[0075] 第２の様態に係る施工方法は、第１の様態に係る施工方法であって、可動装置４０の速度、稼働率、設置環境、及び重量を含む実際の稼働状況を取得することと、実際の稼働状況に基づいて、安全率Ｑを補正することと、補正した安全率Ｑに基づいて、再施工する接着剤３０の幅Ａｗを算出することと、を含む。

[0076] 第２の様態に係る施工方法は、実際の稼働状況に基づいて安全率Ｑを補正するため、２度目以降の施工では、より適切な施工面積Ａｓで接着剤３０を施工できる。

[0077] 第３の様態に係る施工方法は、第２の様態に係る施工方法であって、接着剤３０の施工時において使用した安全率Ｑと、実際の稼働状況と、施工から再施工までの可動装置４０の運転時間と、を対応付けたデータを蓄積して機械学習させることと、機械学習を用いて接着剤３０の再施工時期を予測することと、を含む。

[0078] 第３の様態に係る施工方法は、施工時に使用した安全率Ｑと、実際の稼働状況に基づいて算出された安全率Ｑとに大きな差があったとしても、再施工時期の予測により、接着剤３０の劣化による台座１０のずれ量が許容値を超える前に、再施工を実施することができる。

[0079] 第４の様態に係る施工方法は、第１の様態から第３の様態までのいずれかに係る施工方法であって、支持部材（ジェル２０）が支持する対象の総重量Ｗと１枚当たりの支持部材の耐荷重Ｇｆとに基づいて必要施工枚数（必要ジェル枚数$Ｇｎ_{0}$）を算出することと、可動装置４０の速度、稼働率、及び重量を含む運転条件に基づいて推定された負荷レベルに応じて、支持部材の施工枚数（ジェル枚数Ｇｎ）の安全率Ｓを決定することと、安全率Ｓと、必要施工枚数（必要ジェル枚数$Ｇｎ_{0}$）と、に基づいて、施工する支持部材の施工枚

数（ジェル枚数Ｇｎ）を算出することと、を更に含む。

[0080] 第４の様態に係る施工方法は、可動装置４０の運転条件に基づいて推定された負荷レベルに応じて安全率Ｓを決定し、当該安全率Ｓを考慮して施工する支持部材（ジェル２０）の施工枚数（ジェル枚数Ｇｎ）を算出するため、支持部材を適切な施工枚数（ジェル枚数Ｇｎ）で施工でき、施工から再施工までの可動装置４０の運転時間（搬送回数）を十分に確保できる。

[0081] 第５の様態に係る施工方法は、第４の様態に係る施工方法であって、可動装置４０の速度、稼働率、及び重量を含む実際の稼働状況を取得することと、実際の稼働状況に基づいて、安全率Ｓを補正することと、補正した安全率Ｓに基づいて、再施工する支持部材（ジェル２０）の施工枚数（ジェル枚数Ｇｎ）を算出することと、を含む。

[0082] 第５の様態に係る施工方法は、実際の稼働状況に基づいて安全率Ｓを補正するため、２度目以降の施工では、より適切な施工枚数（ジェル枚数Ｇｎ）で支持部材（ジェル２０）を施工できる。

[0083] 第６の様態に係る施工方法は、第５の様態に係る施工方法であって、支持部材（ジェル２０）の施工時において使用した安全率Ｓと、実際の稼働状況と、施工から再施工までの可動装置４０の運転時間と、を対応付けたデータを蓄積して機械学習させることと、機械学習を用いて支持部材の再施工時期を予測することと、を含む。

[0084] 第６の様態に係る施工方法は、施工時に使用した安全率Ｓと、実際の稼働状況に基づいて算出された安全率Ｓとに大きな差があったとしても、再施工時期の予測により、支持部材（ジェル２０）の劣化による台座１０のずれ量が許容値を超える前に、再施工を実施することができる。

[0085] 以上、本開示の実施形態を説明したが、これらの実施形態の記載内容によって実施形態が限定されるものではない。

符号の説明

[0086] １　搬送装置

１０，１０Ａ，１０Ｂ　台座

１０－１，１０－２，１０－３，１０－４　エリア

２０　ジェル（支持部材）

３０　接着剤

４０　可動装置

４２　ロボット架台

４２１　脚部

４２２　アンカーボルト

４４　アーム

４４１　ジョイント

４４２　リンク

４６　エンドエフェクタ

Ａｌ　周長

Ａｗ　幅

Ｇｒ　床面

Ｐ１，Ｐ２　パレット

Ｑ，Ｓ　安全率

Ｒ　物品

請求の範囲

[請求項1] 台座に対して少なくとも一部が可動する可動装置が前記台座に対して固定された状態において、

前記台座と床面との間に介在して前記台座を支持するジェル状の支持部材と、

前記台座と前記床面との間に介在して前記台座を前記床面に接着する接着剤と、

を施工する施工方法であって、

前記台座及び前記可動装置の設計値と前記接着剤の引張強度とに基づいて必要接着面積を算出することと、

前記可動装置の速度、稼働率、設置環境、及び重量を含む運転条件に基づいて推定された負荷レベルに応じて、前記接着剤の施工面積の接着剤安全率を決定することと、

前記接着剤安全率と、前記必要接着面積と、前記接着剤を塗布する長さと、に基づいて、施工する前記接着剤の幅を算出することと、

を含む、

施工方法。

[請求項2] 前記可動装置の速度、稼働率、設置環境、及び重量を含む実際の稼働状況を取得することと、

前記実際の稼働状況に基づいて、前記接着剤安全率を補正することと、

補正した前記接着剤安全率に基づいて、再施工する前記接着剤の幅を算出することと、

を含む、

請求項１に記載の施工方法。

[請求項3] 前記接着剤の施工時において使用した前記接着剤安全率と、前記実際の稼働状況と、施工から再施工までの前記可動装置の運転時間と、を対応付けたデータを蓄積して機械学習させることと、

前記機械学習を用いて前記接着剤の再施工時期を予測することと、

を含む、

請求項２に記載の施工方法。

[請求項4] 前記支持部材が支持する対象の総重量と１枚当たりの前記支持部材の耐荷重とに基づいて必要施工枚数を算出することと、

前記可動装置の速度、稼働率、及び重量を含む運転条件に基づいて推定された負荷レベルに応じて、前記支持部材の施工枚数の支持部材安全率を決定することと、

前記支持部材安全率と、前記必要施工枚数と、に基づいて、施工する前記支持部材の施工枚数を算出することと、

を更に含む、

請求項１から３のいずれか１項に記載の施工方法。

[請求項5] 前記可動装置の速度、稼働率、及び重量を含む実際の稼働状況を取得することと、

前記実際の稼働状況に基づいて、前記支持部材安全率を補正することと、

補正した前記支持部材安全率に基づいて、再施工する前記支持部材の施工枚数を算出することと、

を含む、

請求項４に記載の施工方法。

[請求項6] 前記支持部材の施工時において使用した前記支持部材安全率と、前記実際の稼働状況と、施工から再施工までの前記可動装置の運転時間と、を対応付けたデータを蓄積して機械学習させることと、

前記機械学習を用いて前記支持部材の再施工時期を予測することと、

を含む、

請求項５に記載の施工方法。