

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-2665

(P2017-2665A)

(43) 公開日 平成29年1月5日(2017.1.5)

(51) Int.Cl.
E01C 19/28 (2006.01)F1
E01C 19/28テーマコード (参考)
2D052

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2015-120321 (P2015-120321)
(22) 出願日 平成27年6月15日 (2015.6.15)(71) 出願人 000001373
鹿島建設株式会社
東京都港区元赤坂一丁目3番1号
(74) 代理人 100129425
弁理士 小川 護晃
(74) 代理人 100087505
弁理士 西山 春之
(74) 代理人 100168642
弁理士 関谷 充司
(74) 代理人 100099623
弁理士 奥山 尚一
(74) 代理人 100096769
弁理士 有原 幸一
(74) 代理人 100107319
弁理士 松島 鉄男

最終頁に続く

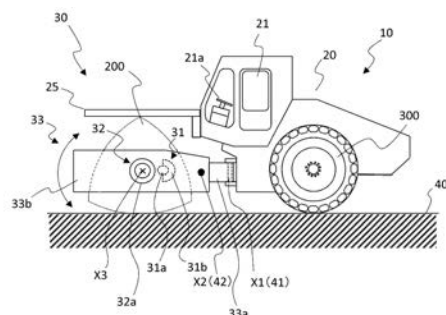
(54) 【発明の名称】 締固め機械及び締固め方法

(57) 【要約】

【課題】地盤の表層と深部との間での密度差を小さくできる締固め機械及び締固め方法を提供する。

【解決手段】締固め機械10は、ローラーの三角形を断面形状とする転圧輪200と、転圧輪200を回転駆動する回転駆動機構32を備え、転圧輪200は図心(重心)を回転軸X3としてサブフレーム33bに回転可能に支持され、サブフレーム33bはメインフレーム33aに対しヒンジ機構42を介して連結されることで上下方向に揺動可能に構成される。そして、構造物近傍に締固め土を構築する場合、締固め機械10の走行を停止させた状態で、回転駆動機構32により転圧輪200を回転駆動し、隅角部の地盤を締固める。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

断面形状がルーローの多角形である転圧輪を備える、締固め機械。

【請求項 2】

前記ルーローの多角形がルーローの三角形又はルーローの五角形である、請求項 1 記載の締固め機械。

【請求項 3】

前記転圧輪を振動させる振動機構を備える、請求項 1 又は 2 記載の締固め機械。

【請求項 4】

前記転圧輪を回転駆動する回転駆動機構を備える、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 つに記載の締固め機械。 10

【請求項 5】

請求項 4 記載の締固め機械を用いて地盤を締固める方法であって、
前記締固め機械の走行を停止し、
前記締固め機械の走行停止状態で前記転圧輪を前記回転駆動機構によって回転駆動させて地盤を締固める、
締固め方法。

【請求項 6】

請求項 4 記載の締固め機械を用いて地盤を締固める方法であって、
前記ルーローの多角形をルーローの三角形とし、
壁面近傍の隅角部において前記締固め機械の走行を停止し、
前記締固め機械の走行停止状態で前記転圧輪を前記回転駆動機構によって回転駆動させて前記隅角部の地盤を締固める、
締固め方法。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、転圧輪を用いて地盤を締固める締固め機械及び締固め方法に関するものである。

【背景技術】

30

【0002】

特許文献 1 には、振動ローラをクローラを用いて走行させるとともに、ローラを傾斜地の地盤に対して垂直方向にのみ振動させて地盤を締固める方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2003 - 034926 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

40

従来、土工事で使用される締固め機械として、断面形状が円形の転圧輪（フラットローラ）を装着した機械がある。

このような断面形状が円形の転圧輪を用いて盛土などを締固める場合、撒き出した材料の表層部分だけが高密度になり、高密度になった表層が深部への転圧力の伝達を阻害し、表層と深部との間で密度差が生じてしまうことがあった。

【0005】

そこで、本願発明は、地盤の表層と深部との間での密度差を小さくできる、締固め機械及び締固め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】

【0006】

50

そのため、本発明に係る締固め機械は、その一態様として、断面形状がルーローの多角形である転圧輪を備える。

また、本発明に係る締固め機械は、その一態様として、前記ルーローの多角形をルーローの三角形又はルーローの五角形とする。

また、本発明に係る締固め機械は、その一態様として、前記転圧輪を振動させる振動機構を備える。

また、本発明に係る締固め機械は、その一態様として、前記転圧輪を回転駆動する回転駆動機構を更に備える。

【0007】

一方、本発明に係る締固め方法は、その一態様として、断面形状がルーローの多角形である転圧輪と、前記転圧輪を回転駆動する回転駆動機構とを備えた締固め機械を用いて地盤を締固める方法であって、前記締固め機械の走行を停止し、前記締固め機械の走行停止状態で前記転圧輪を前記回転駆動機構によって回転駆動して地盤を締固める。

また、本発明に係る締固め方法は、その一態様として、断面形状がルーローの多角形である転圧輪と、前記転圧輪を回転駆動する回転駆動機構とを備えた締固め機械を用いて地盤を締固める方法であって、前記ルーローの多角形をルーローの三角形とし、壁面近傍の隅角部において前記締固め機械の走行を停止し、前記締固め機械の走行停止状態で前記転圧輪を前記回転駆動機構によって回転駆動して前記隅角部の地盤を締固める。

【発明の効果】

【0008】

上記発明によると、断面形状がルーローの多角形である転圧輪の角部（頂点部）が、締固め地盤の表層の高密度層を分断しかつ分断部分を押し広げるように転圧力を地盤に加えるので、深部に転圧力が伝わり易くなる。このため、表層と深部との間での密度差を小さくでき、また、転圧輪の断面形状が曲線部分を含むため、断面形状を正多角形とする場合よりもスムーズに転がる。

また、断面形状がルーローの多角形である転圧輪を、締固め機械の走行停止状態で回転させることで、面状に転圧力を与えることができ、地盤の高さが所定密度に相当する高さになるまで転圧輪を回転させるという施工法が可能である。

【0009】

また、転圧輪の断面形状が円形である場合、壁面近傍の隅角部を締固めることができない。このため、構造物近傍に締固め土を構築する場合には、構造物の壁面近傍の地盤については、別途、人力のタンパーや小型振動ローラなどで締固める必要がある。

これに対し、断面形状をルーローの三角形とした転圧輪は、正方形の中で内接するように回転することができるため、締固め機械の走行を停止させた状態で転圧輪を回転させることで、構造物の壁面の近傍（隅角部）まで締固めることが可能であり、締固めの作業工程を簡略化でき、また、大型の締固め機械と小型の締固め機械との双方を準備する必要がない。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施形態における締固め機械の構成を示す側面図である。

【図2】本発明の実施形態における転圧輪の断面形状であるルーローの三角形の回転軌跡を示す図である。

【図3】本発明の実施形態における締固め機械の作用効果を説明するための図であり、（A）は対比例としての断面円形の転圧輪による隅角部における転圧を示す図、（B）は実施形態のルーローの三角形を断面形状とする転圧輪の角部による転圧特性を示す図、（C）は実施形態のルーローの三角形を断面形状とする転圧輪による隅角部における転圧を示す図である。

【図4】本発明の実施形態における締固め機械の走行停止状態での転圧輪の回転駆動により所定密度に相当する高さまで締固める施工法を説明するための側面図である。

【図5】本発明の実施形態におけるルーローの五角形を断面形状とする転圧輪を備えた締

10

20

30

40

50

固め機械を示す側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下では、図面を参照して、本発明に係る締固め機械及び締固め方法の実施形態を説明する。

図1は、本発明の一実施形態による締固め機械の概略構成を示す図である。

図1に示した締固め機械10は、地盤400上を自走でき、転圧輪200によって地盤400を締固める自走式ローラの締固め機械である。

【0012】

締固め機械10は、ダムや堤防など築堤工事や道路工事などの土工事において、土や碎石などからなる地盤400を締固めるのに用いられる機械であり、前輪が転圧輪（鉄輪）200、後輪がゴム製タイヤ300で構成され、更に、前輪の転圧輪200が振動可能に構成された所謂コンバインド型の振動ローラである。

なお、締固め機械10の前後輪を上記の構成に限定するものではなく、例えば、前輪及び後輪を共に転圧輪（鉄輪）200とした締固め機械10や、鉄輪とタイヤローラとを組み合わせた締固め機械10とすることができ、更に、転圧輪200を振動させる振動機構を備えないタイプとすることができる。

【0013】

締固め機械10は、本体20と、転圧輪200を含んで構成され本体20の前方側（前進側）に配置される振動締固め装置30とで主に構成される。

締固め機械10の本体20は、後輪としてのゴム製タイヤ300を回転可能に支持するとともに、操縦部21、ゴム製タイヤ（後輪）300を回転駆動する走行駆動機構（図示省略）、更に、走行駆動機構などを制御する制御ユニット（図示省略）などを備える。

【0014】

走行駆動機構は、ゴム製タイヤ300を回転駆動する走行用油圧モータ、エンジン（内燃機関）、エンジンで駆動される油圧ポンプなどを含む公知の機構であり、油圧ポンプから走行用油圧モータへの作動油の供給が制御ユニットによって制御される。

操縦部21は、ステアリング21aの他、図示を省略したトラベルレバー、表示部などを備える。

【0015】

更に、締固め機械10の本体20は、本体20前方に配置される転圧輪200を地盤400との間に挟み込むようにして設けられる上板25を備える。上板25は、一端が本体20の前面に固定され、他端が前方に向けて略水平に延設される。

振動締固め装置30は、転圧輪200、転圧輪200を振動させる振動機構31、転圧輪200を回転駆動する回転駆動機構32、本体20に連結され転圧輪200を回転可能に支持する支持フレーム33などを備える。

【0016】

転圧輪200は、金属製で中空に形成され、転圧輪200の回転軸X3に直交する断面での外形形状がルーローの三角形をなすように形成される。

ルーローの三角形（Reuleaux triangle）は、正三角形の各頂点を中心に半径がその正三角形の1辺となる円弧を結んでできる定幅図形であり、正三角形の各辺を膨らませたような形をなし、ルーローの多角形のうちで辺と頂点の数が最も少ない形状である。

このルーローの三角形は、定幅図形であるため高さが一定のまま転がることができ、更に、図2に示すように、正方形の中で内接しながら回転することができる図形である。

【0017】

振動機構31は、転圧輪200の中空部内に設置され、転圧輪200の回転軸X3と平行に転圧輪200内に回転可能に支持される起振軸31a、起振軸31aに固定される偏心重錘31b、起振軸31aを回転駆動する振動用油圧モータ（図示省略）などを含んで構成される。

そして、起振軸31aが振動用油圧モータによって回転駆動され、偏心重錘31bが起

10

20

30

40

50

振軸 3 1 a と一体に回転すると、遠心力によって転圧輪 2 0 0 が振動する。

なお、振動機構 3 1 は、起振軸 3 1 a と偏心重錘 3 1 b との組み合わせを複数備えることができる。

【 0 0 1 8 】

回転駆動機構 3 2 は、回転駆動用油圧モータ 3 2 a を含んで構成される。

起振軸 3 1 a を回転駆動する振動用油圧モータ及び回転駆動用油圧モータ 3 2 a は、本体 2 0 に設けられる油圧ポンプから作動油が供給される。

【 0 0 1 9 】

支持フレーム 3 3 は、本体 2 0 に一端が連結されるメインフレーム 3 3 a と、メインフレーム 3 3 a の他端に連結され転圧輪 2 0 0 を左右方向から挟み込むようにして支持する一対のサブフレーム 3 3 b、3 3 b とで構成される。

10

メインフレーム 3 3 a の一端（基端）は、鉛直方向に延びる回転軸 X 1 回りに回動可能なヒンジ機構 4 1 を介して本体 2 0 の前面に連結される。サブフレーム 3 3 b、3 3 b の基端部は、水平方向に延びる回転軸 X 2 回りに回動可能なヒンジ機構 4 2 を介してメインフレーム 3 3 a の他端（先端）に連結される。

【 0 0 2 0 】

つまり、サブフレーム 3 3 b、3 3 b 及び転圧輪 2 0 0 は、ヒンジ機構 4 1 により本体 2 0 に対し左右方向に揺動可能に構成されると共に、ヒンジ機構 4 2 により本体 2 0 に対し上下方向に揺動可能に構成される。

そして、断面形状がルーローの三角形である転圧輪 2 0 0 は、ルーローの三角形の図心（重心）を回転軸 X 3 として、左右端がサブフレーム 3 3 b、3 3 b に回転可能に支持される。

20

【 0 0 2 1 】

断面形状がルーローの三角形である転圧輪 2 0 0 が地盤 4 0 0 上を転がるときに、転圧輪 2 0 0 の重心の高さは一定ではなく上下動する。また、締固め機械 1 0 では、地盤 4 0 0 と上板 2 5 との距離が転圧輪 2 0 0 の幅に略一致するようにして転圧輪 2 0 0 の地盤 4 0 0 からの浮き上がりを抑制するように構成されている。

このため、ルーローの三角形の重心を回転軸 X 3 とする場合、転がりに応じた重心位置の上下動は、サブフレーム 3 3 b、3 3 b を上下動させようとする力を発生させ、これにより、サブフレーム 3 3 b、3 3 b は回転軸 X 2 を中心として上下方向に揺動し、回転軸 X 3 の上下動を許容する。

30

【 0 0 2 2 】

つまり、サブフレーム 3 3 b、3 3 b が上下方向に揺動可能に構成されていることで、ルーローの三角形の重心を回転軸 X 3 とする転圧輪 2 0 0 を、回転軸 X 3 を上下動させることで転圧輪 2 0 0 と地盤 4 0 0 との接触状態を保ったまま転がすことができるように構成されている。

そして、転圧輪 2 0 0 が振動しつつ地盤 4 0 0 上を転がること、地盤 4 0 0 に締固め力が作用し、地盤 4 0 0 が締固められる。

【 0 0 2 3 】

転圧輪 2 0 0 は、前述したように、その断面がルーローの三角形をなすように形成されているから、転圧輪 2 0 0 が地盤 4 0 0 上を転がるときにルーローの三角形の角部による転圧とルーローの三角形の円弧部分による転圧とが交互に行われることになる。

40

ルーローの三角形の角部による転圧では、図 3（B）に示すように、高密度である地盤 4 0 0 の表層 4 0 0 a を分断しかつ分断箇所を押し広げるように転圧力が作用するため、地盤 4 0 0 の深部に転圧力が伝わり易くなり、表層と深部との間での密度差を小さくできる。

【 0 0 2 4 】

また、転圧輪 2 0 0 の断面形状を正多角形とした場合も、正多角形の角部が表層の高密度層を分断して押し広げる作用を奏することになるが、ルーローの三角形では角部の間が円弧で結ばれるから、正多角形の場合よりもスムーズに転がることができると共に、円弧

50

部分での転圧では、円形の転圧輪 2 0 0 と同様な転圧作用を奏することができる。

また、ルーローの三角形は、図 2 に示したように、正方形の中で内接しながら回転することができる図形であるから、図 3 (C) に示すように、構造物 5 0 0 の壁面 5 0 0 a 近傍で転圧輪 2 0 0 を回転させて、壁面 5 0 0 a 近傍の隅角部 5 0 0 c を締固めることが可能である。

【 0 0 2 5 】

これに対し、図 3 (A) に示すような断面円形の転圧輪 6 0 0 を用いた締固め機械では、転圧輪 6 0 0 が構造物 5 0 0 に接する位置まで近づけても、転圧箇所は、構造物 5 0 0 から転圧輪 6 0 0 の半径 r だけ離れた位置になり、構造物 5 0 0 の壁面 5 0 0 b から距離 r 内の隅角部 5 0 0 c が略締固められないことになる。

10

ここで、構造物 5 0 0 近傍の隅角部 5 0 0 c を締固め機械 1 0 で締固める場合には、構造物 5 0 0 に向けて走行させた締固め機械 1 0 を、構造物 5 0 0 に突き当たる直前で停止させ、係る走行停止状態で、回転駆動機構 (油圧モータ) 3 2 により転圧輪 2 0 0 を回転駆動して隅角部 5 0 0 c を締固める。

【 0 0 2 6 】

このように、ルーローの三角形を断面形状とする転圧輪 2 0 0 を備える締固め機械 1 0 では、構造物 5 0 0 近傍の隅角部 5 0 0 c を締固めることができるから、隅角部 5 0 0 c を人力のタンパーや小型振動ローラなどで別途締固める作業が不要で、締固めの作業工程を簡略化でき、また、大型の締固め機械と小型の締固め機械との双方を準備する必要がない。

20

また、ルーローの三角形は、図 2 に示したように正方形の中で内接しながら回転することができる図形であるから、図 4 に示すように、締固め機械 1 0 の走行停止状態で回転駆動機構 3 2 により転圧輪 2 0 0 を回転駆動させることで地盤 4 0 0 を面状に締固めることが可能である。従って、転圧輪 2 0 0 による転圧力が加わる地盤 4 0 0 の矩形領域 4 0 0 b が所定の密度に相当する高さになるまで、締固め機械 1 0 の走行停止状態で転圧輪 2 0 0 を回転させるという施工法が可能である。

【 0 0 2 7 】

なお、上板 2 5 と転圧輪 2 0 0 との摩擦抵抗を低下させるために、上板 2 5 の下面に、摩擦抵抗低減材を貼り付けたり複数のローラを回転可能に取付けたりすることができる。また、上板 2 5 と転圧輪 2 0 0 との衝突を緩衝するための緩衝材を上板 2 5 の下面に取付けることができる。

30

また、転圧輪 2 0 0 を回転駆動する回転駆動機構 3 2 は、油圧モータによって転圧輪 2 0 0 の回転軸を回転駆動する機構に限定されず、例えば、上板 2 5 に設けたクローラと転圧輪 2 0 0 との接触によって転圧輪 2 0 0 が回転駆動される構成とすることができる。

【 0 0 2 8 】

上記のクローラを用いる回転駆動機構 3 2 は、前後方向に離間させて配置される一対のスプロケット、及び、これらのスプロケットに巻装される履帯を備える。そして、履帯の下面が転圧輪 2 0 0 の上端と接触するように構成し、スプロケットを油圧モータなどによって回転駆動することで、履帯と接触する転圧輪 2 0 0 が回転駆動されるようにする。

また、転圧輪 2 0 0 の支持構造として、サブフレーム 3 3 b、3 3 b それぞれに転圧輪 2 0 0 の回転軸 X 3 を挿通させるための上下方向に長い長孔を形成し、ルーローの三角形の重心を通る転圧輪 2 0 0 の回転軸 X 3 を前記長孔に挿通させることで、回転軸 X 3 (重心) の上下動を許容する構成とすることができる。この場合、サブフレーム 3 3 b、3 3 b を本体 2 0 に対し上下に揺動可能とする構造 (ヒンジ機構 4 2) は不要となる。

40

【 0 0 2 9 】

また、転圧輪 2 0 0 の支持構造として、サスペンションが組み込まれたフォーク機構 (サスペンションフォーク) を用いて転圧輪 2 0 0 を支持する構造とし、地盤 4 0 0 から回転軸 X 3 (重心) までの高さの変動を、サスペンションの伸縮で許容する構成とすることができる。

また、転圧輪 2 0 0 の支持構造として、メインフレーム 3 3 a を油圧シリンダに置き換

50

え、転圧輪 200 の回転角度に連動させて前記油圧シリンダを伸縮させ、転圧輪 200 の回転軸 X3 が上下及び前後に動くように構成することができる。

【0030】

つまり、ルーローの三角形を正方形に内接するように回転させたときの重心の軌跡は楕円状になるので、係る重心の動きを回転軸 X3 がトレースするように油圧シリンダを伸縮させて、転圧輪 200 が正方形の中で内接しながら回転するときの重心の動きに回転軸 X3 の動きを一致させるようにする。

これにより、転圧輪 200 の回転軌跡を正方形に近づけ、隅角部の転圧性能や、走行停止状態で地盤 400 を平面状に凹ませる転圧性能を向上させることができる。

【0031】

また、転圧輪 200 に、ルーローの三角形をなす回転ガイド部材が正方形の中で内接しながら回転する回転ガイド部を設けると共に、転圧輪 200 の重心に設けた回転軸 X3 と回転駆動機構 32 (油圧モータ) とをユニバーサルジョイントなどで連結し、転圧輪 200 の回転軌跡が正方形になるように構成することができる。

また、図 1 に示した支持構造などにおいて、上板 25 を省略することも可能である。

また、上記実施形態の締固め機械 10 は、断面形状をルーローの三角形とした転圧輪 200 を備えるが、図 5 に示すように、断面形状がルーローの五角形である転圧輪 210 を備えて締固め機械 11 を構成することができる。

【0032】

図 5 の締固め機械 11 は、断面形状をルーローの五角形とした転圧輪 210 を備える点以外は、図 1 に示した締固め機械 10 と同様の構成である。

係る締固め機械 11 は、断面形状をルーローの三角形とした転圧輪 200 を備える締固め機械 10 と略同様の作用効果を奏する。

【0033】

つまり、断面形状がルーローの五角形である転圧輪 210 の角部による転圧では、高密度である地盤 400 の表層を分断しかつ分断箇所を押し広げるように転圧力が作用するため、深部に転圧力が伝わり易くなり、表層と深部との間での密度差を小さくできる。

また、転圧輪の断面形状を円形とする締固め機械に比べ、断面形状がルーローの五角形である転圧輪 210 を備える締固め機械 11 では、走行停止状態で転圧輪 210 を回転駆動することで構造物の壁面に近い隅角部まで地盤 400 を締固めることができる。

【0034】

更に、転圧輪 210 による転圧力が加わる地盤 400 の矩形領域が所定の密度に相当する高さになるまで、締固め機械 11 の走行停止状態で転圧輪 210 を回転させるという施工法が可能である。

但し、ルーローの三角形とルーローの五角形とを同じ幅とした場合、断面形状をルーローの三角形とする転圧輪 200 を用いた方が、より壁面に近いところまで締固めることができ、また、停止状態で締固めることができる領域を広くできる。

【0035】

一方、ルーローの多角形においては、辺(角部)の数が増えるほど、転がるときの重心の高さの変動が小さくなるので、ルーローの五角形を断面形状とする転圧輪 210 を用いる締固め機械 11 は、ルーローの三角形を断面形状とする転圧輪 200 を用いる締固め機械 10 に比べて転圧輪の転がりがスムーズになる。

【0036】

以上、好ましい実施形態を参照して本発明の内容を具体的に説明したが、本発明の基本的技術思想及び教示に基づいて、当業者であれば種々の変形態様を採り得ることは自明である。

ルーローの多角形とする転圧輪は、金属製(鉄輪)に限定されず、地盤との接触面がゴムなどの材料で形成される転圧輪をルーローの多角形とすることができる。

【0037】

また、ルーローの五角形を断面形状とする転圧輪と、ルーローの三角形を断面形状とす

10

20

30

40

50

る転圧輪とを双方を備えて、締固め機械 10 を構成することができる。

また、ルーローの多角形のうちのルーローの七角形を転圧輪 200 の断面形状とすることができ、ルーローの七角形以上の辺数とした場合、ルーローの三角形或いはルーローの五角形に比べて、高密度である地盤 400 の表層を分断する作用が弱まり、また、構造物（壁面）近傍の隅角部において締固めできない領域が広がる。

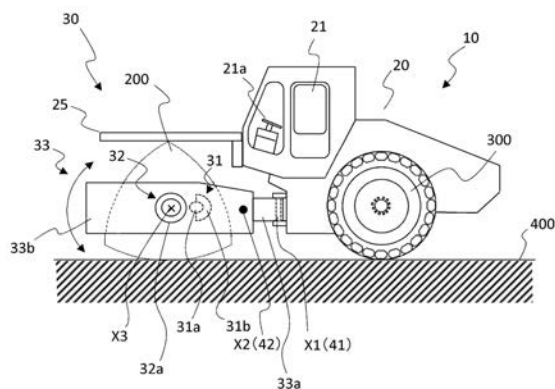
【符号の説明】

【 0 0 3 8 】

1 0 , 1 1 ... 締固め機械、2 0 ... 本体、2 5 ... 上板、3 0 ... 振動締固め装置、3 1 ... 振動機構、3 2 ... 回転駆動機構、3 3 ... 支持フレーム、3 3 a ... メインフレーム、3 3 b ... サブフレーム、4 1 , 4 2 ... ヒンジ機構、2 0 0 , 2 1 0 ... 転圧輪（前輪）、3 0 0 ... ゴム製タイヤ（後輪）、4 0 0 ... 地盤

10

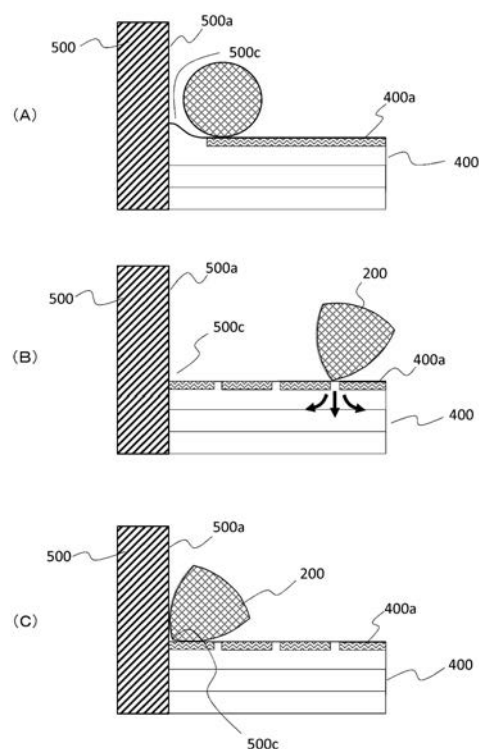
【 圖 1 】



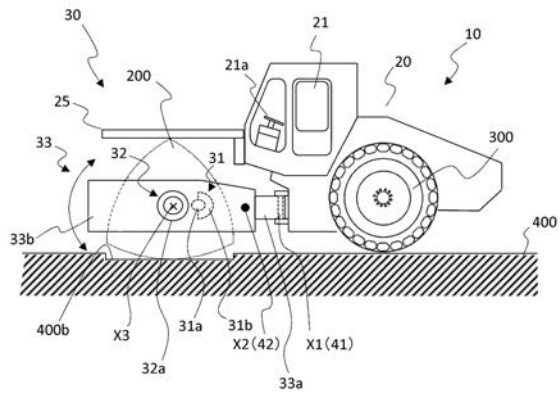
【圖 2】



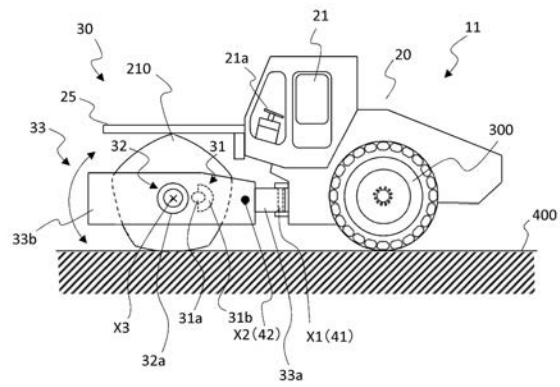
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(74)代理人 100114591
弁理士 河村 英文

(74)代理人 100125380
弁理士 中村 綾子

(74)代理人 100142996
弁理士 森本 聡二

(74)代理人 100166268
弁理士 田中 祐

(74)代理人 100170379
弁理士 徳本 浩一

(74)代理人 100179154
弁理士 児玉 真衣

(72)発明者 小林 一三
東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内

(72)発明者 三上 大道
東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内

(72)発明者 岡本 道孝
東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内

(72)発明者 吉田 輝
東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内

Fターム(参考) 2D052 AA06 AB01 AB13 AC01 BB00