

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6934780号
(P6934780)

(45) 発行日 令和3年9月15日 (2021.9.15)

(24) 登録日 令和3年8月26日 (2021.8.26)

(51) Int.Cl.

F I

F O 4 D 13/00 (2006.01)

F O 4 D 13/00

L

F O 4 D 29/60 (2006.01)

F O 4 D 29/60

D

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2017-170478 (P2017-170478)
 (22) 出願日 平成29年9月5日 (2017.9.5)
 (65) 公開番号 特開2019-44730 (P2019-44730A)
 (43) 公開日 平成31年3月22日 (2019.3.22)
 審査請求日 令和2年3月16日 (2020.3.16)

(73) 特許権者 000152170
 株式会社西島製作所
 大阪府高槻市宮田町1丁目1番8号
 (74) 代理人 100106518
 弁理士 松谷 道子
 (74) 代理人 100111039
 弁理士 前堀 義之
 (72) 発明者 半田 康雄
 大阪府高槻市宮田町1丁目1番8号 株式
 会社西島製作所内

審査官 井古田 裕昭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 立軸ポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

吸水槽の設定された揚水停止水位よりも下側に吸込口が配置されるポンプケーシングと、

前記揚水停止水位よりも高い位置に設定された揚水水位に位置するように、前記ポンプケーシング内に配置された羽根車と、

前記ポンプケーシングの前記羽根車よりも下側に接続されるように、前記ポンプケーシング外に配管された接続管と、

前記接続管に下端が接続され、前記接続管から上方へ延びるように前記ポンプケーシング外に配管された供給管と、

前記揚水水位と前記揚水停止水位の間に下端が配置され、前記揚水水位よりも上方へ延びるように前記ポンプケーシング外に配管された吸気管と、

前記供給管の上端と前記吸気管の上端とにそれぞれ接続され、前記ポンプケーシング外に配管された合流管と、

前記ポンプケーシングの前記羽根車よりも上側に一端が接続され、前記合流管に他端が接続されるように、前記ポンプケーシング外に配管された連通管と

を備え、

前記合流管は、前記ポンプケーシングの外周を取り囲むように配管された無端状のパイプからなる、立軸ポンプ。

【請求項2】

10

20

前記接続管は、前記揚水停止水位に位置するように前記ポンプケーシングに接続されている、請求項 1 に記載の立軸ポンプ。

【請求項 3】

前記接続管は、

前記ポンプケーシングを取り囲むように配置され、前記供給管の下端が接続された環状部と、

前記環状部と前記ポンプケーシングを接続した接続部とを備える、請求項 1 又は 2 に記載の立軸ポンプ。

【請求項 4】

前記ポンプケーシングは、前記吸水槽の上部を覆う据付床の上側に配置された吐出し管を備え、

前記連通管は、前記吐出し管の上部に接続されている、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の立軸ポンプ。

【請求項 5】

前記連通管と前記合流管、前記供給管と前記合流管、及び前記吸気管と前記合流管は、いずれも流量調整弁を介して接続されている、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の立軸ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、立軸ポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、空気吸込渦の発生と、それに伴うポンプの振動を抑制するために、一对の空気を配置した先行待機ポンプが開示されている。空気管は、一端がポンプケーシングの羽根車の上流側に接続され、他端が吸水槽内に開放されている。この先行待機ポンプでは、ポンプケーシングに対する一对の空気管の接続位置と、吸水槽内での一对の空気管の開放位置とを設定することで、ポンプケーシング内に導入する空気量を適正化している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2009 - 203806 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 の先行待機ポンプでは、100%の揚水量（水のみ単相流）が要求される100%揚水水位よりも吸水槽内の水位が低くなると、直ぐにポンプケーシング内に空気が導入される。そのため、100%揚水水位よりも低水位での排水について、改善の余地がある。

【0005】

本発明は、空気の吸い込みを抑制し、揚水停止水位まで効果的に排水が可能な立軸ポンプを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、吸水槽の設定された揚水停止水位よりも下側に吸込口が配置されるポンプケーシングと、前記揚水停止水位よりも高い位置に設定された揚水水位に位置するように、前記ポンプケーシング内に配置された羽根車と、前記ポンプケーシングの前記羽根車よりも下側に接続されるように、前記ポンプケーシング外に配管された接続管と、前記接続管に下端が接続され、前記接続管から上方へ延びるように前記ポンプケーシング外に配管さ

10

20

30

40

50

れた供給管と、前記揚水水位と前記揚水停止水位の間に下端が配置され、前記揚水水位よりも上方へ延びるように前記ポンプケーシング外に配管された吸気管と、前記供給管の上端と前記吸気管の上端とにそれぞれ接続され、前記ポンプケーシング外に配管された合流管と、前記ポンプケーシングの前記羽根車よりも上側に一端が接続され、前記合流管に他端が接続されるように、前記ポンプケーシング外に配管された連通管とを備え、前記合流管は、前記ポンプケーシングの外周を取り囲むように配管された無端状のパイプからなる、立軸ポンプを提供する。

【 0 0 0 7 】

この立軸ポンプによれば、吸水槽内の水位が揚水水位よりも高い場合、ポンプケーシング内の羽根車の下流側の揚水の一部が、連通管、合流管、供給管、及び接続管を通して、ポンプケーシング内の羽根車の上流側に供給（還流）される。よって、吸水槽内の水位が低下して空気吸込渦が発生しても、空気吸込渦（空気）がポンプケーシング内に入り込むことを抑制できる。その結果、揚水流体を水のための単相流とした 1 0 0 % の揚水量を効果的に実現できる。

10

【 0 0 0 8 】

吸水槽内の水位が吸気管の下端よりも低くなると、吸水槽内の空気が吸気管から流入し始める。この空気は、吸気管から合流管、供給管、及び接続管の順で混入した後、ポンプケーシング内に混入する。その後、ポンプケーシング内に流入する空気が増えると、連通管内にも空気が流入し始める。つまり、吸水槽内の水位が揚水水位よりも低くなっても、各配管の内部に存在する揚水によって、ポンプケーシング内に空気が直ぐに流入することはないため、直ぐにエアロック状態になることはない。よって、可能な限り低水位まで、吸水槽内を排水できる。

20

【 0 0 0 9 】

前記接続管は、前記揚水停止水位に位置するように前記ポンプケーシングに接続されている。この態様によれば、ポンプケーシング内の羽根車の上流側の圧力を効果的に調整できる。

【 0 0 1 0 】

前記接続管は、前記ポンプケーシングを取り囲むように配置され、前記供給管の下端が接続された環状部と、前記環状部と前記ポンプケーシングを接続した接続部とを備える。この態様によれば、環状部と接続部を介して空気がポンプケーシング内に流入するため、ポンプケーシング内への空気の流入を更に遅延できる。

30

【 0 0 1 1 】

前記ポンプケーシングは、前記吸水槽の上部を覆う据付床の上側に配置された吐出し管を備え、前記連通管は、前記吐出し管の上部に接続されている。この態様によれば、立軸ポンプを起動する際に、連通管をエア抜き用の配管として共用できるため、部品点数を削減し、コストダウンを図ることができる。

【 0 0 1 2 】

前記連通管と前記合流管、前記供給管と前記合流管、及び前記吸気管と前記合流管は、いずれも流量調整弁を介して接続されている。この態様によれば、流量調整弁の開度を調整することで、エアロックを揚水停止水位まで効果的に遅延できる。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

本発明の立軸ポンプでは、連通管、合流管、供給管、及び接続管を通して、ポンプケーシング内の揚水を羽根車の下流側から上流側に供給できるため、空気吸込渦が発生する限界没水深よりも水位が低下しても、空気吸込渦が入り込むことを抑制し、1 0 0 % の揚水量を継続できる。また、吸気管の下端が開放された際には、各配管の内部に存在する揚水によって、空気の吸い込みを抑制できるため、エアロックを遅らせることができ、低水位でも効果的に排水できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

50

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る立軸ポンプを示す断面図。

【図 2】揚水水位よりも水位が高い場合の運転状態を示す概略図。

【図 3】揚水水位よりも水位が低い場合の運転状態を示す概略図。

【図 4】図 3 よりも水位が更に低下した場合の運転状態を示す概略図。

【図 5】図 4 よりも水位が更に低下した場合の運転状態を示す概略図。

【図 6】揚水停止水位まで水位が低下した場合のエアロック状態を示す概略図。

【図 7】第 2 実施形態に係る立軸ポンプを示す断面図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施の形態を図面に従って説明する。

10

【0016】

(第 1 実施形態)

図 1 は、本発明の実施形態に係る先行待機型の立軸ポンプ 10 を示す。この立軸ポンプ 10 は、吸水槽 1 に流入した雨水等を下流側へ排水するもので、吸水槽 1 の上部を覆う据付床 2 に設置されている。

【0017】

(立軸ポンプの概要)

図 1 に示すように、立軸ポンプ 10 は、ポンプケーシング 12、回転軸 24、及び羽根車 26 を備える。

【0018】

20

ポンプケーシング 12 は、吸水槽 1 内に配置された揚水管 13 と、据付床 2 上に配置された吐出し管 19 とを備える。

【0019】

揚水管 13 は、ストレート管 14、ベーンケーシング 15、及びベルマウス 17 を備え、据付床 2 の取付孔 2a を貫通して吸水槽 1 内に配置されている。ストレート管 14 は、直径が一般的な配管であり、取付孔 2a 内から下方へ延びている。ベーンケーシング 15 は、径方向外向きに膨出した概ね楕円筒状の配管であり、ストレート管 14 の下端に接続されている。ベルマウス 17 は、下端に向けて次第に拡径した概ね円錐筒状の配管であり、ベーンケーシング 15 の下端に接続されている。ベルマウス 17 の下端は、吸水槽 1 内の水を吸い込む吸込口 18 であり、吸水槽 1 の底面 3 に対して定められた間隔をあけて配置

30

【0020】

吐出し管 19 は、揚水管 13 の上端に接続された吐出エルボ 20 を備える。この吐出エルボ 20 は、中心軸線が 90 度湾曲した曲がり管であり、ストレート管 14 の上端に接続されている。吐出エルボ 20 の下部には、ポンプケーシング 12 を据付床 2 に固定するためのベースプレート 21 が設けられている。吐出エルボ 20 の出口には、据付床 2 上に配置された送水管 22 が接続されている。

【0021】

回転軸 24 は、吐出エルボ 20 を貫通し、揚水管 13 の中心軸線に沿って配置されている。この回転軸 24 は、ラジアル軸受けである水中軸受 25A、25B によって回転可能に支持されている。回転軸 24 の上端は、吐出エルボ 20 から外方へ突出されている。吐出エルボ 20 の回転軸 24 が貫通する部分は、軸封装置 (図示せず) によって水密にシールされている。

40

【0022】

羽根車 26 は、ベーンケーシング 15 の内部に位置する回転軸 24 の下端に固定されている。ベーンケーシング 15 の内部には軸受ケース 16 が配設されており、この軸受ケース 16 の下側に、羽根車 26 が配置されている。

【0023】

回転軸 24 の上端には、駆動モータ 28 が接続されている。この駆動モータ 28 の駆動により回転軸 24 が回転されると、回転軸 24 と一体に羽根車 26 が回転することで、吸

50

水槽 1 内の水がポンプケーシング 1 2 内を通して下流側へ排水される。

【 0 0 2 4 】

吸水槽 1 の深さ（底面 3 から据付床 2 の下面までの高さ）は、先行待機ポンプを用いる場合、そうでない場合よりも深い。しかし、先行待機ポンプ用とは異なる浅い吸水槽 1 に、先行待機型の立軸ポンプ 1 0 の設置を求められることがある。また、1 0 0 % の揚水量が要求される 1 0 0 % 揚水水位（揚水水位）W L 1、及び排水を停止する揚水停止水位 W L 2 も、要求仕様として設定されており、これらの水位 W L 1、W L 2 は、先行待機ポンプ用の吸水槽の設定水位よりも低い。

【 0 0 2 5 】

なお、1 0 0 % 揚水水位 W L 1 では、空気が混入することなく、水だけ排出することが求められる。また、揚水停止水位 W L 2 とは、立軸ポンプ 1 0 をエアロック運転に移行する水位である。エアロック運転とは、ポンプケーシング 1 2 内への空気の供給により、駆動モータ 2 8 の駆動（羽根車 2 6 の回転）は継続するが、ポンプケーシング 1 2 からの排水は停止され、ポンプケーシング 1 2 内に水柱 W c を形成した状態で待機することを意味する（図 6 参照）。

【 0 0 2 6 】

羽根車 2 6 は、1 0 0 % 揚水水位 W L 1 の高さに配置する必要がある。一方、吸水槽 1 では、ベルマウス径（吸込口 1 8 の直径）によって、空気吸込渦が発生する水位が決まる。この限界没水深さ（渦発生水位）W L 3 は、先行待機ポンプ用の吸水槽の場合、1 0 0 % 揚水水位 W L 1 よりも低くなる。しかし、先行待機ポンプ用ではない浅い吸水槽 1 では、図示のように限界没水深さ W L 3 が 1 0 0 % 揚水水位 W L 1 よりも高くなる。この場合、1 0 0 % 揚水水位 W L 1 で空気吸込渦が発生するため、1 0 0 % の揚水量を実現できない。詳しくは、空気吸込渦は、水面からポンプケーシング 1 2 の吸込口 1 8 に向けて生じる水流であり、この水流には吸水槽 1 内の空気が連続的又は断続的に吸い込まれる。この場合、ポンプケーシング 1 2 内の揚水流体は、水と空気の二相流になるため、1 0 0 % の揚水量の要求仕様に応えることができない。

【 0 0 2 7 】

このような要求仕様に応えるために、本実施形態の立軸ポンプ 1 0 には、吸水槽 1 内の実際の水位 W L 0 が 1 0 0 % 揚水水位 W L 1 以上であれば、吸込口 1 8 からの空気吸込渦の入り込みを抑え、水位 W L 0 が 1 0 0 % 揚水水位 W L 1 未満に低下すれば、揚水停止水位 W L 2 まで可能な限りエアロックを遅延させるための、気液調整管 3 0 が設けられている。

【 0 0 2 8 】

（気液調整管の詳細）

まず、ポンプケーシング 1 2 は、設定された揚水停止水位 W L 2 よりも下側に吸込口 1 8 が位置するように、吸水槽 1 内に配置されている。羽根車 2 6 は、揚水停止水位 W L 2 よりも高い 1 0 0 % 揚水水位 W L 1 に上部（回転軸 2 4 との固定部分）が位置するように、ポンプケーシング 1 2 内に配置されている。

【 0 0 2 9 】

気液調整管 3 0 は、ポンプケーシング 1 2 内の揚水流体の一部、及び吸水槽 1 内の空気を、ベルマウス 1 7 内に供給するもので、ポンプケーシング 1 2 の外部に配管されている。水位 W L 0 が 1 0 0 % 揚水水位 W L 1 以上の場合、揚水流体の一部を羽根車 2 6 の上流側に供給することで、吸込口 1 8 からの空気吸込渦の入り込みを抑制する。また、水位 W L 0 が 1 0 0 % 揚水水位 W L 1 未満に低下すると、ポンプケーシング 1 2 内への空気の流入を遅延させることで、立軸ポンプ 1 0 のエアロックを遅延させる。以下、気液調整管 3 0 の具体的構成に説明する。

【 0 0 3 0 】

気液調整管 3 0 は、接続管 3 1、供給管 3 2、吸気管 3 3、合流管 3 4、及び連通管 3 5 を備える。これらは全て、硬質な筒状パイプからなる。連通管 3 5、合流管 3 4、供給管 3 2、及び接続管 3 1 は、この順でポンプケーシング 1 2 内の揚水流体の一部を羽根車

10

20

30

40

50

26の上流側に供給（還流）する給水路を構成する。吸気管33、合流管34、供給管32、及び接続管31は、この順で吸水槽1内（ポンプケーシング12外）の空気を羽根車26の上流側に供給する給気路を構成する。

【0031】

接続管31は、羽根車26よりも下側（上流側）のベルマウス17に接続されている。この接続管31は、中心軸線が揚水停止水位WL2と同じ高さに位置するようにベルマウス17に接続され、ベルマウス17から径方向外向きに突出している。つまり、接続管31の一端31aはベルマウス17に形成された開口に配置され、接続管31の他端31bはベルマウス17の外側に配置されている。

【0032】

供給管32は、下端32aが接続管31に接続され、この接続管31から揚水管13の中心軸線に沿って上方へ延びるように配管されている。本実施形態では、ストレートパイプからなる供給管32の下端が塞がれ、下端側部に接続管31の他端31bが接続されている。供給管32の上端32bは、本実施形態ではベースプレート21を貫通して据付床2上に配置されているが、吸水槽1内に配置されてもよい。

【0033】

吸気管33は、揚水管13の中心軸線に沿って上下方向に配管されている。吸気管33の下端33aは、100%揚水水位WL1と同じ高さから、揚水停止水位WL2と同じ高さの間に位置するように配置されている。吸気管33の上端33bは、供給管32の上端32bと同じ高さに配置されている。

【0034】

詳しくは、吸気管33の下端33aは、水位WL0が100%揚水水位WL1以上の場合には空気を吸引することなく、水位WL0が揚水停止水位WL2以下の場合には大気に開放される位置に配置されている。つまり、100%揚水水位WL1と同じ高さとは、厳密な位置ではなく、水位WL0が100%揚水水位WL1にあるときに、下端33aが水によって覆われ、吸気管33内に空気が流入しないという目的が達成できる実質的な位置を意味する。また、揚水停止水位WL2と同じ高さとは、水位WL0が揚水停止水位WL2にあるときに、下端33aが水から露出し、吸気管33内に空気が流入するという、目的が達成できる実質的な位置を意味する。そして、本実施形態では、吸気管33の下端33aは、100%揚水水位WL1と同じ高さに配置されている。

【0035】

吸気管33の上端33bは、供給管32の上端32bと同様に、ベースプレート21を貫通して据付床2上に配置されているが、吸水槽1内に配置されてもよい。言い換えると、吸気管33の上端33bと供給管32の上端32bとは、いずれも据付床2上又は吸水槽1内に配置される。吸水槽1内に配置する場合、吸気管33の上端33bと供給管32の上端32bとは、吸水槽1の予定最大水位よりも上方に配置し、水に浸からないようにすることが好ましい。

【0036】

合流管34は、供給管32と吸気管33を連通させるもので、供給管32の上端32bと吸気管33の上端33bとに接続されている。本実施形態の合流管34は、据付床2の上側に配管されている。合流管34は、無端状の円環パイプからなり、揚水管13の中心軸線と同軸で、吐出エルボ20の外周を取り囲むように配置されている。

【0037】

連通管35は、ポンプケーシング12の羽根車26よりも上側（下流側）と合流管34を連通させるものである。連通管35の一端35aは、吐出エルボ20の上部に接続され、連通管35の他端35bは、合流管34に接続されている。吐出エルボ20の上端の頂部には、立軸ポンプ10の起動時にポンプケーシング12内の空気を抜くための空気孔20aが形成されており、この空気孔20aに連通管35の一端35aが接続されている。これにより、連通管35をエア抜き用の配管として共用できるため、部品点数を削減し、コストダウンを図っている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

供給管 3 2 と合流管 3 4、吸気管 3 3 と合流管 3 4、及び連通管 3 5 と合流管 3 4 は、流量調整弁 3 7 A ~ 3 7 C を介してそれぞれ接続されている。これらの流量調整弁 3 7 A ~ 3 7 C は、流体が通過可能な開口率を 1 0 0 % (全開) から 0 % (全閉) の範囲で調整可能な絞り弁である。流量調整弁 3 7 A ~ 3 7 C としては、本実施形態では手動により調整可能なものを用いているが、電動により調整可能なものを用いてもよい。流量調整弁 3 7 A は、合流管 3 4 内からベルマウス 1 7 内へ供給される水、空気、及び水と空気の混合流体の量を調整する。流量調整弁 3 7 B は、吸水槽 1 内から合流管 3 4 内へ供給される空気、及び合流管 3 4 内から吸水槽 1 内へ排水される水の量を調整する。流量調整弁 3 7 C は、吐出エルボ 2 0 内から合流管 3 4 内へ供給される揚水量を調整する。

10

【 0 0 3 9 】

(立軸ポンプの運転状態の推移)

例えば、立軸ポンプ 1 0 は、降雨情報等に基づいて、ベルマウス 1 7 の吸込口 1 8 よりも低い水位 W L 0 (吸水槽 1 内に水がない状態でもよい。) で始動される。すると、ポンプケーシング 1 2 内には水が存在しないので、羽根車 2 6 は空気中で回転する (空転運転) 。水位 W L 0 が上昇して 1 0 0 % 揚水水位 W L 1 を越えると、吸水槽 1 内の水は羽根車 2 6 の回転によりベルマウス 1 7 の吸込口 1 8 から吸い上げられ、ベルマウス 1 7、ペーンケーシング 1 5、ストレート管 1 4、及び吐出エルボ 2 0 を介して送水管 2 2 へ排水される (定常運転) 。

20

【 0 0 4 0 】

図 2 に示すように、定常運転では、ポンプケーシング 1 2 内の揚水流体は水のみ単相流であり、ポンプケーシング 1 2 内に空気は無い。この定常運転では、吐出エルボ 2 0 から送水される揚水の一部が連通管 3 5 内に流入する。揚水の一部からなる還流水は、連通管 3 5、合流管 3 4、供給管 3 2、及び接続管 3 1 を通ってベルマウス 1 7 内に供給される。また、還流水の一部は、合流管 3 4 から吸気管 3 3 を通って吸水槽 1 内にも排水される。

【 0 0 4 1 】

図 2 は、定常運転により水位 W L 0 が限界没水深さ W L 3 よりも低くなった状態を示している。この状態では、吸水槽 1 内の水量の減少によって水面の流速が速くなるため、空気吸込渦が発生する。しかし、羽根車 2 6 の上流側には還流水が供給され、ポンプケーシング 1 2 の入口側が昇圧されているため、発生した空気吸込渦は、ポンプケーシング 1 2 内に入り込むことができない。よって、空気吸込渦が連続的又は断続的に吸い込む空気が、ポンプケーシング 1 2 内に流入することを抑制できる。その結果、 1 0 0 % の揚水量の要求仕様に応えることができる。

30

【 0 0 4 2 】

図 3 に示すように、水位 W L 0 が 1 0 0 % 揚水水位 W L 1 よりも低下して吸気管 3 3 の下端 3 3 a に近づくと、吸気管 3 3 に吸水槽 1 内の空気が流入し始める。流入した空気は、吸気管 3 3 から合流管 3 4 に混入し、その一部は還流水の流れによって供給管 3 2 に混入する。よって、合流管 3 4 内と供給管 3 2 内は、還流水と空気の二相流になる。

【 0 0 4 3 】

図 4 に示すように、水位 W L 0 が吸気管 3 3 の下端 3 3 a よりも低下して、下端 3 3 a が開放されると、吸気管 3 3 内の水は全て吸水槽 1 へ戻される。そして、合流管 3 4 内と供給管 3 2 内に混入する空気は増え、還流水 (液相) に含まれる空気 (気相) の比率 (ボイド率) が上がる。また、供給管 3 2 内に混入した空気の一部は、接続管 3 1 を通ってポンプケーシング 1 2 内に流入する。さらに、ポンプケーシング 1 2 内に流入した空気の一部は、連通管 3 5 内に流入することもある。そして、各配管のボイド率は、水位 W L 0 の低下に従って次第に大きくなる。

40

【 0 0 4 4 】

図 5 に示すように、水位 W L 0 が更に低下して揚水停止水位 W L 2 に近づくと、吐出し管 1 9 の上部には、混入した空気による空気溜まり A r が形成される。すると、連通管 3

50

5 内にも空気が混入し、連通管 3 5 内の還流水はポンプケーシング 1 2 内に戻る。その結果、連通管 3 5 内は空気だけになる。また、合流管 3 4、供給管 3 2、及び接続管 3 1 の内部の還流水と空気は、ポンプケーシング 1 2 内へ流入される。

【 0 0 4 5 】

図 6 に示すように、水位 W L 0 が揚水停止水位 W L 2 まで低下すると、吐出し管 1 9 内の空気溜まり A r は吐出エルボ 2 0 の垂直管部分まで拡がり、そこから羽根車 2 6 までの領域に水柱 W c が形成され、エアロック状態になる。このエアロック運転時には、吐出し管 1 9 側へ排水されないの、気液調整管 3 0 内にも水は流入しない。そのため、吸気管 3 3 から吸い込まれた空気が、合流管 3 4、供給管 3 2、及び接続管 3 1 を通ってポンプケーシング 1 2 内に流入する。この空気の供給により、エアロック運転が維持される。

10

【 0 0 4 6 】

吸水槽 1 内への水の流入が増え、水位 W L 0 が 1 0 0 % 揚水水位 W L 1 まで上昇すると、吸気管 3 3 の下端 3 3 a が水で塞がれ、再び定常運転が開始される。

【 0 0 4 7 】

以上のように、本実施形態の立軸ポンプ 1 0 では、吸水槽 1 内の水位 W L 0 が 1 0 0 % 揚水水位 W L 1 よりも低くなっても、各配管の内部に存在する還流水によって、ポンプケーシング 1 2 内に空気が直ぐには流入しないため、直ぐにエアロック状態になることはない。よって、吸水槽 1 内の水を揚水停止水位 W L 2 まで確実に排水できる。

【 0 0 4 8 】

接続管 3 1 は、揚水停止水位 W L 2 に位置するようにポンプケーシング 1 2 に接続されているため、ポンプケーシング 1 2 内の羽根車 2 6 の上流側の圧力を効果的に調整できる。よって、水位 W L 0 が 1 0 0 % 揚水水位 W L 1 以上の場合、ポンプケーシング 1 2 内への空気吸込渦の入り込みを効果的に抑制できる。

20

【 0 0 4 9 】

流量調整弁 3 7 A ~ 3 7 C の開口率を総合的に調整することで、供給管 3 2 と合流管 3 4 の間、吸気管 3 3 と合流管 3 4 の間、及び連通管 3 5 と合流管 3 4 の間の流量を調整できる。よって、水位 W L 0 が 1 0 0 % 揚水水位 W L 1 よりも高い状態では、ポンプケーシング 1 2 内に流入する還流水の量を適切に調整できる。その結果、空気吸込渦の入り込みを効果的に抑制できる。また、水位 W L 0 が 1 0 0 % 揚水水位 W L 1 よりも低下した際には、ポンプケーシング 1 2 内に多量の空気が入り込むことを抑制できる。その結果、水位 W L 0 が揚水停止水位 W L 2 に低下するまで、立軸ポンプ 1 0 のエアロック（排水停止）を効果的に遅延できる。

30

【 0 0 5 0 】

（第 2 実施形態）

図 7 は第 2 実施形態の先行待機型の立軸ポンプ 1 0 を示す。この第 2 実施形態では、接続管 3 1 を、環状部 3 1 A と、一对の接続部 3 1 B、3 1 B によって構成している。その他の構成は第 1 実施形態と同様である。

【 0 0 5 1 】

環状部 3 1 A は、無端状の円環パイプからなり、揚水停止水位 W L 2 と同じ高さに位置するように配置されている。また、環状部 3 1 A は、揚水管 1 3 の中心軸線と同軸で、ベルマウス 1 7 の外周を取り囲むように配置されている。この環状部 3 1 A には、供給管 3 2 の下端 3 2 a が接続されている。

40

【 0 0 5 2 】

接続部 3 1 B、3 1 B は、環状部 3 1 A とベルマウス 1 7 を接続するもので、直線状のストレートパイプからなる。つまり、接続部 3 1 B、3 1 B の一端は、揚水停止水位 W L 2 と同じ高さに位置するようにベルマウス 1 7 接続され、接続部 3 1 B、3 1 B の他端は、環状部 3 1 A に接続されている。また、一对の接続部 3 1 B、3 1 B は、環状部 3 1 A（ベルマウス 1 7）の径方向に対向する位置に設けられている。但し、接続部 3 1 B は、3 本以上設けてもよいし、1 本のみとしてもよい。3 本以上設ける場合、環状部 3 1 A の周方向に等間隔をあけて設けることが好ましい。

50

【 0 0 5 3 】

この第2実施形態の気液調整管30では、第1実施形態と同様の作用及び効果を得ることができる。しかも、水位WL0が100%揚水水位WL1よりも低下すると、吸水槽1内の空気は、供給管32から環状部31Aに流入し、その後に接続部31Bからポンプケーシング12内に流入する。よって、ポンプケーシング12内への空気の流入を更に遅延できる。また、接続部31B、31Bは、周方向に等間隔をあけて2本以上設けられているため、還流水及び空気をポンプケーシング12内に偏りなく供給できる。よって、空気吸込渦の流入抑制、及びエアロック運転を安定させることができる。

【 0 0 5 4 】

なお、本発明の立軸ポンプ10は、前記実施形態の構成に限定されず、種々の変更が可能である。

10

【 0 0 5 5 】

例えば、接続管31は、ポンプケーシング12の羽根車26の上流側であれば、揚水停止水位WL2とは異なる位置に接続してもよい。

【 0 0 5 6 】

合流管34は、無端状の円環パイプに限られず、供給管32の上端32aと吸気管33の上端33aとを連通可能であれば、必要に応じて形状を変更してもよい。勿論、接続管31（環状部31Aと接続部31B）、供給管32、吸気管33、連通管35の形状も、必要に応じて変更してもよい。

20

【 0 0 5 7 】

連通管35の一端35aは、吐出エルボ20の下側の頂部に接続してもよい。また、連通管35の一端35aは、送水管22に接続してもよいし、ポンプケーシング12の羽根車26の下流側であれば、揚水管13に接続してもよい。揚水管13に接続する場合、合流管34は、吸水槽1内に配置することが好ましい。

【 0 0 5 8 】

連通管35と合流管34、供給管32と合流管34、及び吸気管33と合流管34は、流量調整弁37A～37Cを介して接続したが、各接合部分のうちの所定部分（例えば吸気管33と合流管34の間）だけ、流量調整弁を介して接続してもよい。また、流量調整弁37A～37Cの代わりに、還流水と空気の必要量に応じて、各配管の太さ（内径）を変更してもよい。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 5 9 】

- 1 ... 吸水槽
- 2 ... 据付床
- 2 a ... 取付孔
- 3 ... 底面
- 1 0 ... 立軸ポンプ
- 1 2 ... ポンプケーシング
- 1 3 ... 揚水管
- 1 4 ... ストレート管
- 1 5 ... ベーンケーシング
- 1 6 ... 軸受ケース
- 1 7 ... ベルマウス
- 1 8 ... 吸込口
- 1 9 ... 吐出し管
- 2 0 ... 吐出エルボ
- 2 0 a ... 空気孔
- 2 1 ... ベースプレート
- 2 2 ... 送水管
- 2 4 ... 回転軸

40

50

25 A, 25 B ... 水中軸受

26 ... 羽根車

28 ... 駆動モータ

30 ... 気液調整管

31 ... 接続管

31 a ... 一端

31 b ... 他端

31 A ... 環状部

31 B ... 接続部

32 ... 供給管

32 a ... 下端

32 b ... 上端

33 ... 吸気管

33 a ... 下端

33 b ... 上端

34 ... 合流管

35 ... 連通管

35 a ... 一端

35 b ... 他端

37 A ~ 37 C ... 流量調整弁

WL 1 ... 100%揚水水位（揚水水位）

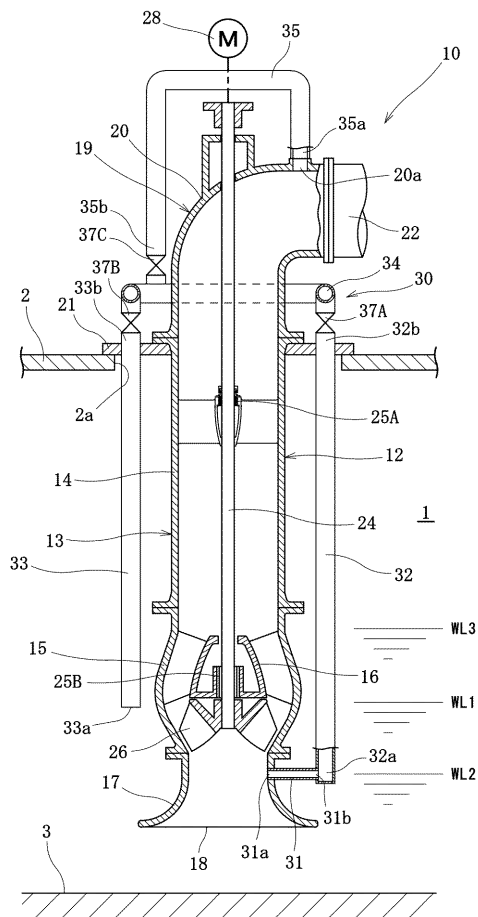
WL 2 ... 揚水停止水位

WL 3 ... 限界没水深さ（渦発生水位）

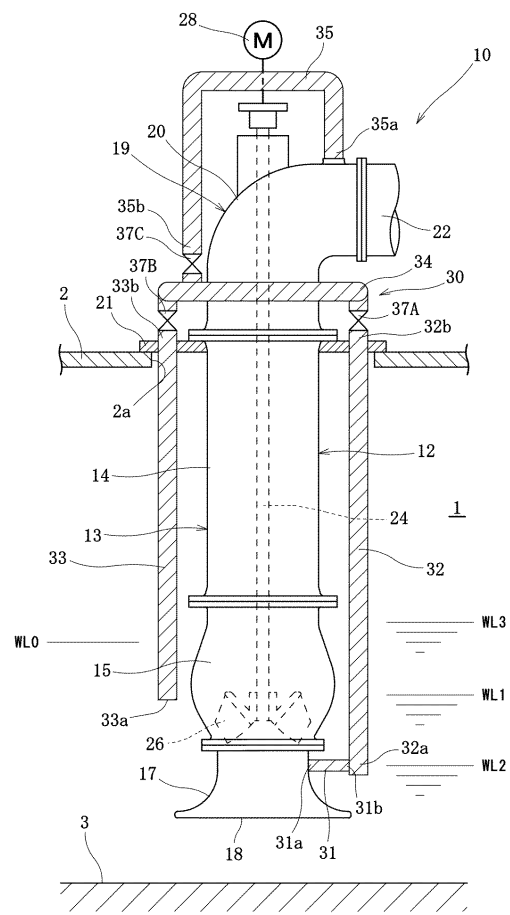
Ar ... 空気溜まり

Wc ... 水柱

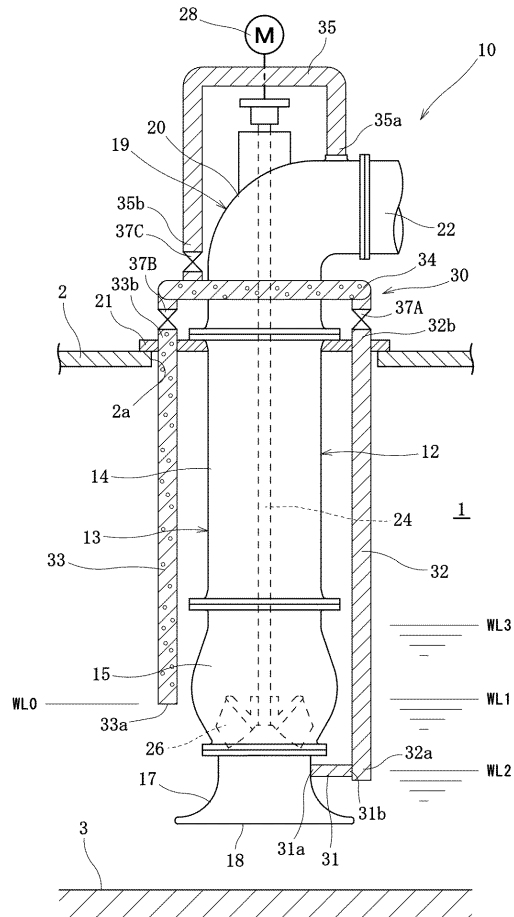
【図1】



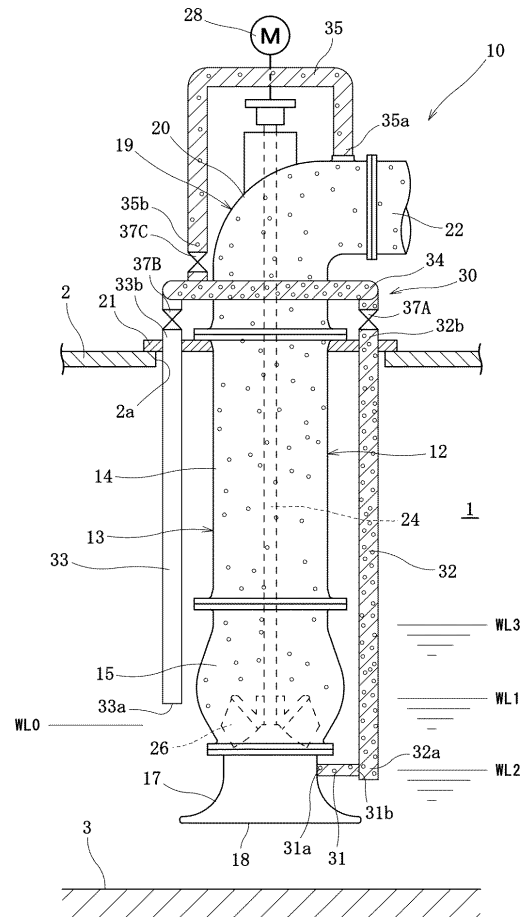
【図2】



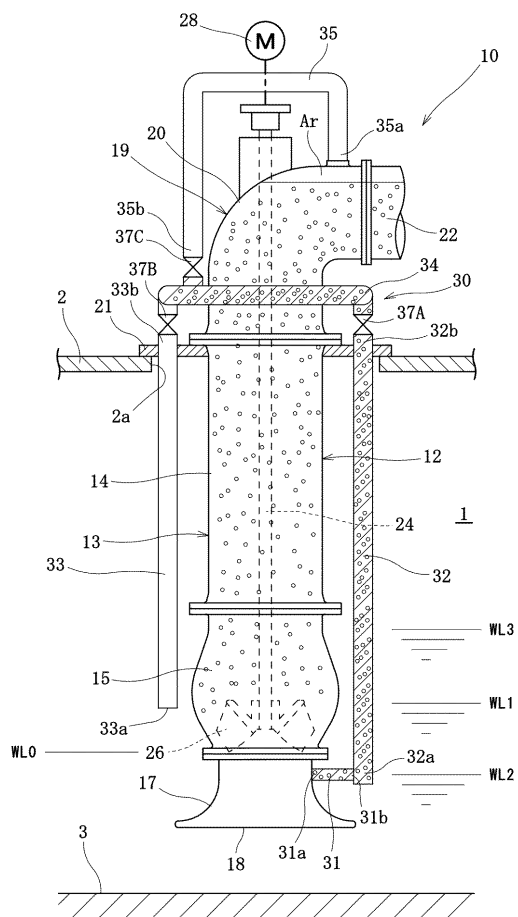
【図 3】



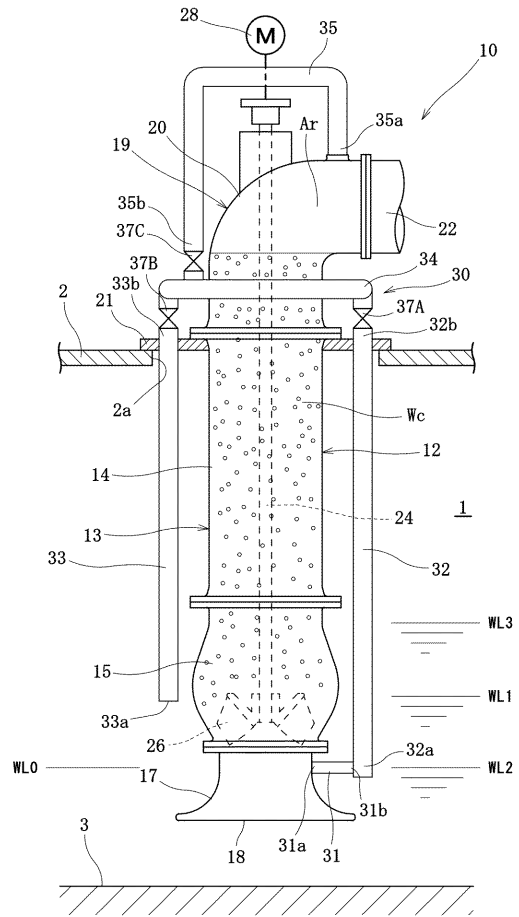
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 2 0 3 8 0 6 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 6 2 6 4 4 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 2 9 1 9 0 0 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 0 4 4 6 2 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
F 0 4 D 1 3 / 0 0
F 0 4 D 2 9 / 6 0