(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2004-239215
(P2004-239215A)
(43)公開日　平成16年8月26日(2004.8.26)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
F04D 13/00	F04D 13/00	L	3H034
F04D 29/42	F04D 29/42	E	
F04D 29/44	F04D 29/44	E	
F04D 29/52	F04D 29/52	A	
F04D 29/54	F04D 29/54	A	

審査請求 未請求　請求項の数 12　ＯＬ　（全 26 頁）　最終頁に続く

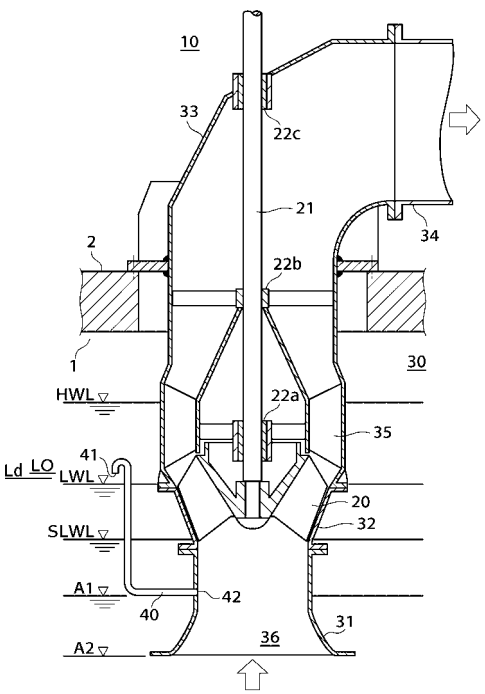
(21)出願番号　特願2003-30994(P2003-30994)
(22)出願日　平成15年2月7日(2003.2.7)

(71)出願人　000000239
株式会社荏原製作所
東京都大田区羽田旭町１１番１号
(74)代理人　100097320
弁理士　宮川　貞二
(74)代理人　100096611
弁理士　宮川　清
(74)代理人　100098040
弁理士　松村　博之
(74)代理人　100097744
弁理士　東野　博文
(74)代理人　100107777
弁理士　高橋　和夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】立軸ポンプ

(57)【要約】
【課題】羽根車の上流側に配置された吸込管内に確実に空気が流入するようにした、特に先行待機運転に適する立軸ポンプを提供する。
【解決手段】縦方向の回転軸２１により回転する羽根車と、羽根車２０の上流側に配置される吸込管３１に形成された吸気口に一端が接続され、他端が水槽１内の最高水位HWLよりも低い位置で、且つ、それ以下では前記吸込管の下端が前記吸い込まれる水の水面より低い場合であっても前記吸込管の下端から空気を吸い込んでしまう最低水位ＬＷＬよりも高い位置で開口する空気管とを備え、吸込管内の圧力の低下に応じて空気を吸い込むように構成され、空気管の開口方向を水平又は水平より下向きとし、又は、浮遊物を遮断する装置を備えることにより、空気管の開口端が浮遊物により閉塞されることなく、吸込管３１内に空気を吸い込む立軸ポンプ１０。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
縦方向に配置される回転軸により回転し、水を吸い込む羽根車と；
前記羽根車の上流側に配置され、前記羽根車に向けて前記水を流す吸込管と；
前記吸込管に一端が接続され、他端が前記吸い込まれる水の最高水位よりも低い位置で、且つ、それ以下では前記吸込管の下端が前記吸い込まれる水の水面より低い場合であっても前記吸込管の下端から空気を吸い込んでしまう最低水位よりも高い位置で開口する空気管とを備え；
前記空気管の開口方向を水平又は水平より下向きとした；
立軸ポンプ。
【請求項２】
前記空気管の他端を逆Ｕ字形に形成し、前記開口方向を下方とした、請求項１に記載の立軸ポンプ。
【請求項３】
縦方向に配置される回転軸により回転し、水を吸い込む羽根車と；
前記羽根車の上流側に配置され、前記羽根車に向けて前記水を流す吸込管と；
前記吸込管に一端が接続され、他端が前記吸い込まれる水の最高水位よりも低い位置で、且つ、それ以下では前記吸込管の下端が前記吸い込まれる水の水面より低い場合であっても前記吸込管の下端から空気を吸い込んでしまう最低水位よりも高い位置で開口する空気管とを備え；
前記空気管の他端に浮遊物を遮断する装置を備えた；
立軸ポンプ。
【請求項４】
前記浮遊物を遮断する装置がストレーナである；
請求項３に記載の立軸ポンプ。
【請求項５】
前記浮遊物を遮断する装置がブリーザである；
請求項３に記載の立軸ポンプ。
【請求項６】
前記吸込管は、内壁に沿って前記羽根車に向けて水を流すように構成され；
前記内壁には吸気口が形成されており、前記空気管は前記吸気口により前記吸込管内と連通し、前記吸込管内の圧力低下に応じて前記空気管と吸気口を通して前期吸込管内に空気を吸い込むように構成され；
前記羽根車と前記吸気口との間の前記内壁には、前記羽根車の回転による水の旋回を防止する旋回防止板が形成されている；
請求項１乃至請求項５に記載の立軸ポンプ。
【請求項７】
前記吸込管は、内壁に沿って前記羽根車に向けて水を流すように構成され、前記内壁を囲む環状の空気室を有し；
前記空気管の一端は前記空気室に接続され；
前記内壁には吸気口が形成されており、前記空気室は前記吸気口により前記吸込管内と連通し、前記吸込管内の圧力の低下に応じて前記空気管と吸気口を通して前記吸込管内に空気を吸い込むように構成され；
前記羽根車と前記吸気口との間の前記内壁には、前記羽根車の回転による水の旋回を防止する旋回防止板が形成されている；
請求項１乃至請求項５に記載の立軸ポンプ。
【請求項８】
前記吸込管は、内壁に沿って前記羽根車に向けて水を流すように構成され、前記内壁を囲む環状の空気室を有し；
前記空気管の一端は前記空気室に接続され；

前記内壁には吸気口が形成されており、前記空気室は前記吸気口により前記吸込管内と連通し、前記吸込管内の圧力の低下に応じて前記空気管と吸気口を通して前記吸込管内に空気を吸い込むように構成され；
前記吸気口には、前記空気室から前記吸込管内に向けて流れる空気を導く空気案内板が配置されている；
請求項１乃至請求項５に記載の立軸ポンプ。
【請求項９】
前記吸込管は、内壁に沿って前記羽根車に向けて水を流すように構成され；
前記内壁には吸気口が形成されており、前記空気管は前記吸気口により前記吸込管内と連通し、前記吸込管内の圧力の低下に応じて前記空気管と吸気口を通して前記吸込管内に空気を吸い込むように構成され；
前記吸込管は、前記内壁との間に環状の内筒空間を形成する内筒を、前記羽根車と前記吸気口との間に有し、該内筒の上流側は前記吸気口の近傍で前記内壁に接続され、該内筒は前記水の流れに沿って流路面積が小さくなる先細ノズルを形成しており、前記内筒空間は下流側で前記羽根車に対向して開放され、前記内筒の前記内壁との接続部の近傍には前記内筒空間と前記内筒の内側の水の流路とを連通する孔が形成されている；
請求項１乃至請求項５に記載の立軸ポンプ。
【請求項１０】
前記吸込管は、内壁に沿って前記羽根車に向けて水を流すように構成され、前記内壁を囲む環状の空気室を有し；
前記空気管の一端は前記空気室に接続され；
前記内壁にはスリット状の吸気口が形成されており、前記空気室は前記吸気口により前記吸込管内と連通し、前記吸込管内の圧力の低下に応じて前記空気管と吸気口を通して前記吸込管内に空気を吸い込むように構成され；
前記吸込管は、前記羽根車と前記吸気口との間に、前記内壁との間に環状の内筒空間を形成する内筒を有し、前記内筒空間には前記内筒と前記内壁とを連結する支持板が配置され、前記内筒空間は上流側で前記吸気口近傍で前記流路に開放され、下流側で前記羽根車に対向して開放されている；
請求項１乃至請求項５に記載の立軸ポンプ。
【請求項１１】
前記吸込管は、内壁に沿って前記羽根車に向けて水を流すように構成され、前記内壁を囲む環状の空気室を有し；
前記空気管の一端は前記空気室に接続され；
前記内壁には前記環状の空気室と前記吸込管とを連通するスリット状の吸気口が吸込管の全周にわたって形成されており、前記吸込管内の圧力の低下に応じて前記空気管と吸気口を通して前記吸込管内に空気を吸い込むように構成され；
前記吸気口と前記羽根車の間には、ケーシングトリートメントが形成され；
前記ケーシングトリートメントは、前記内壁と該内壁の外側に配置された外ケーシングとを含んで構成され、前記内壁と外ケーシングとの間の空間は、一方が前記羽根車の入口翼端部分に開口し、他方が前記吸気口の近傍に開口した、軸方向に長さを有する戻り流路を構成している；
請求項１乃至請求項５に記載の立軸ポンプ。
【請求項１２】
前記吸込管は、内壁に沿って前記羽根車に向けて水を流すように構成され；
前記吸込管は、前記内壁との間に環状の内筒空間を形成する内筒を有し、前記内筒空間は下流側が前記羽根車に対向して開放されており；
前記空気管による前記吸込管への吸気口は前記内筒内に開口し、該内筒内の開口部の圧力の低下に応じて前記空気管と吸気口を通して前記吸込管内に空気を吸い込むように構成された；
請求項１乃至請求項５に記載の立軸ポンプ。

【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、立軸ポンプに関し、特に先行待機運転に適する立軸ポンプに関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
従来から図１６に示すように、縦方向に配置された軸の先端に羽根車２を備え、羽根車２に水と共に空気を吸い込ませることにより、吸込水槽１の最低運転水位ＬＷＬ以下でも運転を継続することを可能にした立軸ポンプ３があった。このポンプ３では、羽根車２より上流側の吸込管４に水位ＬＷＬからｈ　ｖ^2／２ｇだけ低い位置ＬＬＷＬに貫通した吸気用の孔５を設け、該孔５に羽根車の取り付け位置より上で他端が開口６ａした空気管６を取り付けている。ここで、ｖはその部分の水の流速であり、ｇは重力加速度である。このことにより、最高水位ＨＷＬより低い最低運転水位ＬＷＬ以下では、該孔５を経て流入する空気により徐々に排水量を低下させることによって、水位の低下による急激な揚水停止を回避し、また、羽根車２の取り付け位置より下の水位からの水位上昇においても、水位が前記最低運転水位ＬＷＬに至るまでは該孔５を経て流入する空気により排水量を低下させることによって、急激な揚水開始を回避している。
【０００３】
このようにして、例えば大都市の雨水排水用として、吸込水位に関係なく降雨情報等により予めポンプを始動しておき、低水位から水位が上昇するときは空運転から水量を徐々に増やしながら全量運転へ、また高水位から水位が低下するときは全量運転から水量を徐々に減らしながら空運転へと、スムーズに運転を移行できるようにしていた。このようなポンプは、ケーシング下端よりも低い水位ＬＬＬＷＬで始動される（例えば、特許文献１参照）。
【０００４】
【特許文献１】
実公平５－３３７５２号公報（第３－４頁、第１図）
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
しかし、従来のポンプに付設した空気管では、水中の浮遊物を吸い込み易く、浮遊物により開口部が閉塞されて、吸込管内に空気の流入が行われにくくなるという問題があった。特に水中の浮遊物は表面を浮遊することが多いので、水位が低下している際において、開口部が空中に露出し始める前に浮遊物が開口部を閉塞し、最低運転水位ＬＷＬ以下の水位となっても吸込管内に空気の流入が行われにくくなるという問題があった。
【０００６】
そこで本発明は、浮遊物の吸い込みによる空気管開口部の閉塞を回避し、吸込管内に確実に空気が流入するようにした、特に先行待機運転に適する立軸ポンプの提供を目的としている。
【０００７】
【課題を解決するための手段】
上記目的を達成するために、請求項１に係る発明による立軸ポンプ１０は、例えば図１に示されるように、縦方向に配置される回転軸２１により回転し、水を吸い込む羽根車２０と；羽根車２０の上流側に配置され、羽根車２０に向けて水を流す吸込管３１と；吸込管３１に一端が接続され、他端が前記吸い込まれる水の最高水位ＨＷＬよりも低い位置で、且つ、それ以下では吸込管３１の下端が前記吸い込まれる水の水面より低い場合であっても吸込管３１の下端から空気を吸い込んでしまう最低水位ＬＷＬよりも高い位置で開口する空気管４０とを備え；空気管４０の開口部４１を水平又は水平より下向きとしている。
【０００８】
このように構成すると、空気管の開口部を水平又は水平より下向きとしているので、上向

きの開口に比べ、表面を浮遊することが多い水中の浮遊物を吸い込みにくくなる。

【０００９】

請求項２に記載のように、また例えば図１に示すように、請求項１に記載の立軸ポンプでは、空気管４０の他端を逆Ｕ字形に形成し、前記開口方向を下方とする。

【００１０】

このように構成すると、空気管の開口部は下方を向いているので、さらに浮遊物を吸い込みにくくなり、また、例え開口部に浮遊物が吸いついても、水面の低下に伴って落下しやすくなる。

【００１１】

前記目的を達成するために、請求項３に係る発明による立軸ポンプ１０は、例えば図５に示されるように、縦方向に配置される回転軸２１により回転し、水を吸い込む羽根車２０と；羽根車２０の上流側に配置され、羽根車２０に向けて前記水を流す吸込管３１と；吸込管３１に一端が接続され、他端が前記吸い込まれる水の最高水位ＨＷＬよりも低い位置で、且つ、それ以下では吸込管３１の下端が前記吸い込まれる水の水面より低い場合であっても吸込管３１の下端から空気を吸い込んでしまう最低水位ＬＷＬよりも高い位置で開口する空気管４０とを備え；空気管４０の他端に浮遊物を遮断する装置４３を備えている。

【００１２】

このように構成すると、浮遊物を遮断する装置を備えているので、該浮遊物を遮断する装置により水中の浮遊物の空気管への浸入が防止され、また、浮遊物が吸い込まれなくなるので、開口部が浮遊物に閉塞されることも防止される。

【００１３】

請求項４に記載のように、また例えば図６に示すように、請求項３に記載の立軸ポンプでは、空気管４０の浮遊物を遮断する装置が、ストレーナ４４であってもよい。

【００１４】

このように構成すると、ストレーナを備えているので、ストレーナにより水中の浮遊物の空気管への侵入が防止され、また、浮遊物が吸い込まれなくなるので、開口部が浮遊物に閉塞されることも防止される。

【００１５】

また請求項５に記載のように、また例えば図７に示すように、請求項３に記載の立軸ポンプでは、前記空気管の浮遊物を遮断する装置が、ブリーザ４５であってもよい。ブリーザは、空気管４０の回りに空隙４６を持った覆いであって、該ブリーザ４５の側部及び上部からの空気管４０への水の流入を遮断し、該ブリーザ下部４５ａより該ブリーザ４５と空気管４０の間の空隙４６を空気管開口部４１への水の流入路とする。

【００１６】

このように構成すると、ブリーザを備えているので、空気管に水が流入する場合には、水はブリーザ下部から流入するので、表面を浮遊する浮遊物を吸い込むことは防止され、また、浮遊物が吸い込まれなくなるので、開口部が浮遊物に閉塞されることも防止される。

【００１７】

請求項６に係る発明による立軸ポンプ１０は、例えば図８に示されるように、吸込管３１は、内壁に沿って羽根車２０に向けて水を流すように構成され；前記内壁には吸気口４２が形成されており、空気管４０は吸気口４２により吸込管３１内と連通し、吸込管３１内の圧力低下に応じて空気管４０と吸気口４２を通して吸込管３１内に空気を吸い込むように構成され；羽根車２０と吸気口４２との間の前記内壁には、羽根車２０の回転による水の旋回を防止する旋回防止板７０が形成されている。

【００１８】

このように構成すると、旋回防止板を備えるので、吸込管内の軸周りの旋回流を防止することができ、前記の旋回流による吸込管の内壁での正圧が生じず、開口部から空気管、吸気口を通じての吸込管内への空気の吸い込みが、水位と吸込管内流速に応じてなされる。

【００１９】

さらに、請求項７に係る発明による立軸ポンプ１０においては、例えば図１０に示されるように、吸込管３１は、内壁に沿って羽根車２０に向けて水を流すように構成され、前記内壁を囲む環状の空気室５０を有し；空気管４０の一端は空気室５０に接続され；前記内壁には吸気口５１ａが形成されており、空気室５０は吸気口５１ａにより吸込管３１内と連通し、吸込管３１内の圧力低下に応じて空気管４０と吸気口４２を通して吸込管３１内に空気を吸い込むように構成され；羽根車２０と吸気口５１ａとの間の前記内壁には、羽根車２０の回転による水の旋回を防止する旋回防止板７０が形成されている。

【００２０】

このように構成すると、旋回防止板を備えるので、吸込管内の軸周りの旋回流を防止することができ、前記の旋回流による吸込管の内壁での正圧が生じず、開口部から空気管、吸気口を通じての吸込管内への空気の吸い込みが、水位と吸込管内流速に応じてなされ、環状の空気室を備えるので吸込管の内壁で空気を一様に分配することができる。

【００２１】

請求項８に係る発明による立軸ポンプにおいては、例えば図１１に示されるように、吸込管３１は、内壁に沿って羽根車２０に向けて水を流すように構成され、前記内壁を囲む環状の空気室５０を有し；空気管４０の一端は空気室５０に接続され；前記内壁には吸気口５２が形成されており、空気室５０は吸気口５２により吸込管３１内と連通し、吸込管３１内の圧力の低下に応じて空気管４０と吸気口５２を通して吸込管３１内に空気を吸い込むように構成され；吸気口５２には、空気室５０から吸込管３１内に向けて流れる空気を導く空気案内板５２ａ～５２ｄが配置されている。

【００２２】

このように構成すると、環状空気室５０とスリットの空気案内板５２ａ～５２ｄとを備えるので、空気の流れが一様になる他、案内板の形状により、空気を水中に誘引する効果がある。

【００２３】

請求項９に係る発明による立軸ポンプは、例えば図１２に示されるように、吸込管３１は、内壁に沿って羽根車２０に向けて水を流すように構成され；前記内壁には吸気口４２が形成されており、空気管４０は吸気口４２により吸込管３１内と連通し、吸込管３１内の圧力の低下に応じて空気管４０と吸気口４２を通して吸込管３１内に空気を吸い込むように構成され；吸込管３１は、前記内壁との間に環状の内筒空間８０を形成する内筒８１を、羽根車２０と吸気口４２との間に有し、内筒８１の上流側は吸気口４２の近傍で前記内壁に接続され、内筒８１は前記水の流れに沿って流路面積が小さくなる先細ノズルを形成しており、内筒空間８０は下流側で羽根車２０に対向して開放され、内筒８１の前記内壁との接続部の近傍には内筒空間８０と内筒８１内側の水の流路８２とを連通する孔８３が形成されている。

【００２４】

このように構成すると、吸込管は、内壁との間に環状の内筒空間を形成する内筒を羽根車と吸気口との間に有し、内筒の上流側は吸気口の近傍で前記内壁に接続され、内筒は水の流れに沿って流路面積が小さくなる先細ノズルを形成しており、内筒空間は下流側で羽根車に対向して開放されているので、羽根車からの逆流は、内筒空間に流入し、内筒の前記内壁との接続部の近傍には内筒空間と流路とを連通する孔が形成されているので、逆流した流れは該孔から流出する。このようにして、逆流による旋回流が抑制される。

【００２５】

請求項１０に係る発明による立軸ポンプは、例えば図１３に示されるように、吸込管３１は、内壁に沿って羽根車２０に向けて水を流すように構成され、前記内壁を囲む環状の空気室５０を有し；空気管４０の一端は空気室５０に接続され；前記内壁にはスリット状の吸気口５１ａが形成されており、空気室５０は吸気口５１ａにより吸込管３１内と連通し、吸込管３１内の圧力の低下に応じて空気管４０と吸気口５１ａを通して吸込管３１内に空気を吸い込むように構成され；吸込管３１は、羽根車２０と吸気口５１ａとの間に、前記内壁との間に環状の内筒空間８０を形成する内筒８１を有し、内筒空間８０には内筒８

１と前記内壁とを連結する支持板８４ａが配置され、内筒空間８０は上流側で吸気口５１ａ近傍で流路３６に開放され、下流側で羽根車２０に対向して開放されている。支持板８４ａは内筒８１を支持すると共に水の流れを案内する水案内板として機能するようにしてもよい。

【００２６】

このように構成すると、内壁との間に環状の内筒空間を形成する内筒を有するので、羽根車からの逆流は内筒空間を流れる。また内筒空間には内筒と前記内壁とを連結する支持板が配置されているので、内筒を内壁により支持されるようにできる。また、支持板は水の流れを案内する水案内板として機能するように構成することもでき、そのときは水の流れを整流することができる。

【００２７】

請求項１１に係る発明による立軸ポンプは、例えば図１４に示されるように、吸込管３１は、内壁に沿って羽根車２０に向けて水を流すように構成され、前記内壁を囲む環状の空気室５０を有し；空気管４０の一端は空気室５０に接続され；前記内壁には環状の空気室５０と吸込管３１とを連通するスリット状の吸気口５１ａが吸込管３１の全周にわたって形成されており、吸込管３１内の圧力の低下に応じて空気管４０と吸気口５１ａを通して吸込管３１内に空気を吸い込むように構成され；吸気口５１ａと羽根車２０の間には、ケーシングトリートメント８５が形成され；ケーシングトリートメント８５は、前記内壁と該内壁の外側に配置された外ケーシング３１ｅとを含んで構成され、前記内壁と外ケーシング３１ｅとの間の空間３１ｆは、一方が羽根車２０の入口翼端部分に開口し、他方が吸気口５１ａの近傍に開口した、軸方向に長さを有する戻り流路を構成している。

【００２８】

このように構成すると、吸込管はケーシングトリートメントを有するので、羽根車からの逆流はケーシングトリートメントを流れ、逆流による旋回流は抑制される。

【００２９】

請求項１２に係る発明による立軸ポンプは、例えば図１５に示されるように、吸込管３１は、内壁に沿って羽根車２０に向けて水を流すように構成され；吸込管３１は、前記内壁との間に環状の内筒空間９２を形成する内筒９１を有し、内筒空間９２は下流側が羽根車２０に対向して開放されており；空気管４０による吸込管３１への吸気口４２は内筒９１内に開口し、内筒９１内の開口部の圧力の低下に応じて空気管４０と吸気口４２を通して吸込管３１内に空気を吸い込むように構成される。

【００３０】

典型的には、内筒空間９２には内筒９１と前記内壁とを連結する支持部材９２ａが配置されている。空気管４０は、支持部材９２ａの内部を貫通するようにしてもよいし、支持部材９２ａとは別に内筒空間９２を貫通させてもよい。

【００３１】

このように構成すると、羽根車からの逆流は内筒空間を流れるので、吸気口付近に正圧は発生しにくい。

【００３２】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、各図において互いに同一あるいは相当する部材には同一符号あるいは類似符号を付し、重複した説明は省略する。

【００３３】

図１の断面図を参照して、本発明の第１の実施の形態である立軸ポンプを説明する。本立軸ポンプ１０は、先行待機運転用のポンプである。

【００３４】

先行待機運転、特に全速先行待機運転とは雨水がポンプ吸水槽に流入する前にあらかじめポンプを始動し、水位Ｌの上昇にしたがって排水を始め、水位が低下してもポンプを停止させずに全速で運転することである。排水を始めても、立軸ポンプ１０は直ちに要項点の

水量を吐出するわけではない。要項点水量を吐出せずに運転を可能とするため、水と一緒に空気を吸い込ませる。

【００３５】

図を参照して立軸ポンプ１０の構造を説明する。立軸ポンプ１０は、鉛直方向に上から配列された揚水管ケーシング（ケーシング本体）３３、ライナケーシング３２、吸込管（吸込ベル）３１を備える。それぞれは水平方向のフランジで締結されている。これらが広い意味のケーシングを構成している。

【００３６】

該ケーシングの中心に縦方向（鉛直方向）に回転軸２１が配設され、回転軸２１の下方先端にオープン型の羽根車２０が取りつけられている（クローズ型であってもよい）。羽根車２０の外周（オープン羽根の先端）と僅かな隙間をもってライナケーシング３２が羽根車２０を収納している。立軸ポンプ１０は斜流ポンプである。斜流ポンプは吐出ヘッドが比較的大きい場合に用いられる。また羽根車２０の吐出側、ケーシング本体３３の内側にはガイドベーン３５が配設されている。

先行待機運転用のポンプとしては、不図示の軸流ポンプが用いられることもある。軸流ポンプは、吐出ヘッドに対して流量が比較的大きい場合に適する。

【００３７】

ケーシング本体３３は、回転軸２１と平行に垂直方向の缶胴部分と、上方で水平方向に曲がった曲管部とそれに連なる水平管部分とを含んで構成され、曲管部分を、回転軸２１が貫通している。該貫通部には軸受２２ｃと不図示のシールが配設されている。回転軸は、羽根車２０近傍に配設された軸受２２ａと前記軸受２２ｃ、さらに両軸受の中間に配設された軸受２２ｂで３点支持されている。また、不図示のスラスト軸受が回転軸２１にかかる鉛直方向の荷重（即ち羽根車２０、回転軸２１を含む回転体の重量と羽根車２０にかかる流体力）を支持している。

【００３８】

ケーシング本体３３には、据え付け用のフランジが取り付けられており、該フランジで据え付け台であるコンクリート製の床２に据え付けられている。ケーシング本体３３の前記水平管部分にはフランジが取りつけられており、該フランジにより、吐出配管３４と接続されている。吐出配管３４は雨水を河川や海等に導いて排出するための配管である。

【００３９】

羽根車２０の先端よりも上流側に位置する吸込管３１には吸気口４２が形成され、該吸気口には、空気管４０が接続されている。

【００４０】

空気管４０の他端４１は、水槽１内の最高水位ＨＷＬより低い位置で、且つ、最低水位ＬＷＬよりも高い位置で、水平又は水平よりも下向きで開口されている。本実施の形態では、空気管４０の他端は逆Ｕ字形に形成され、開口方向が鉛直方向下向きになっている。ここで、最低水位ＬＷＬとは、それ以下では、吸込管３１の下端が、吸い込まれる水の水面即ち水槽１内の水面より低い位置であっても、吸込管３１の下端から空気を吸い込んでしまう水位である。言い換えれば、吸込管３１が水面下にもぐっていても、例えば渦状に空気を吸い込んでしまう水位である。また、最高水位ＨＷＬは、水槽１内で起こりうる最高の水位、あるいは水槽１の設計上の最高水位である。

【００４１】

空気管４０は図示のように１本であってもよいが、複数本、例えば４本である方が、空気管４０から吸入される空気が吸込管３１の全周に分布するので、好ましい。すなわち、複数の吸気口４２は吸込管３１の周に沿って等配とする

【００４２】

空気管４０の他端（上端）４１は、水槽１内の最高水位ＨＷＬと最低水位ＬＷＬの間で開放されている。したがって、立軸ポンプ１０の運転中に、水没したり、空気中に露出したりする。

【００４３】

羽根車２０は、最低水位ＬＷＬよりも下方に配置されている。羽根車２０の本体部分全体、又は少なくともその一部、特にそこまで水位があれば羽根車２０が水を吸い上げる先端部が、最低水位ＬＷＬよりも下方に配置されている。

【００４４】

次に、図２の部分断面図を参照して、ポンプ１０の高さ方向の構造と水位の関係を説明する。水位ＨＷＬは前述のように、水槽１の許容水位である。水位Ｌがこれ以上に上昇することはない。その下方に最低水位ＬＷＬがある。これは、ポンプ固有の値であり、水位がこれ以下になると何らかの問題が起こりポンプの運転が継続できなくなる水位である。典型的には、それ以下では吸込管３１の下端から渦状に空気を吸い込み、振動や騒音が発生し運転が継続できなくなる水位Ｌｃと一致する。これはポンプ固有の値であり、空気管４０がない場合に、最低水位ＬＷＬを下回ると運転の継続が困難になる。本実施の形態では、空気管４０により、低水位での運転を可能にしている。しかし水位ＬＷＬは渦状の空気の吸い込み以外の条件で定まる場合もある。

【００４５】

設計上の最低水位Ｌｄは、水位ＬＷＬと少なくとも等しく、通常はそれよりも高くなるようにする。設計上の最低水位Ｌｄは、吸込管３１の下端から吸込管の内径に対して所定の係数を乗じて簡易的に求めている。係数は例えば、１．１とする。設計値はある程度の余裕を有しており、実機で空気管４０を閉じて水位を低下させて行った場合、設計的に定めた最低水位Ｌｄを多少下回っても運転は可能である。

【００４６】

設計上の最低水位Ｌｄ乃至は最低水位ＬＷＬの下方には、羽根車２０の吸込開始水位ＳＬＷＬがある。この水位は、羽根車２０の先端部分の水位に相当する。低い水位から水位が上昇して、羽根車２０が水に接すると、気水攪拌が開始され間もなく水が吐出されるからである。

【００４７】

吸込開始水位ＳＬＷＬの下方には、吸気口水位Ａ１がある。これは吸気口４２の上側端部に相当する。水位Ｌが低下して、水位ＬＷＬに到ると、水位Ｌよりも負圧分ｈだけ低い空気管４０中の水位がこの水位Ａ１になり、空気管４０を通して吸込管３１に空気が吸い込まれ始める。

【００４８】

吸気口水位Ａ１の下方には、吸込管３１の先端の水位Ａ２がある。

【００４９】

さらに図１を参照して、立軸ポンプ１０の作用を説明する。先ず水位がＡ２よりも低い状態で立軸ポンプ１０を始動する。例えばある地域で大雨が降ったとの降雨情報が入った場合等、ある時間の後に水槽１内の水位が急に上昇することが予測される。そのような場合に、水位ＬがＡ２よりも下の状態で、先行待機運転用の立軸ポンプ１０が始動される。先行待機運転の開始である。

【００５０】

雨水の流入により水槽内の水位Ｌが上昇し、吸込ベルの下端水位Ａ２を越える。水位Ｌが水位Ａ１を越えても、まだ水は吸い上げられない。羽根車２０は空転している。

【００５１】

水位Ｌがさらに上昇して、水位ＳＬＷＬまで到達したところで、羽根車２０は気水攪拌を開始する。そして水を吸い込み始める。このときは、空気管４０を通し吸気口４２から吸込管３１内に水と一緒に空気も吸い込むので、ポンプは要項点の全水量吐出の運転ではない。即ち、立軸ポンプ１０は気水混合運転をしている。さらに水位Ｌが上昇すると徐々に吸込空気量は減少し、代わりに水量が増加する。やがて水位Ｌが水位ＬＷＬまで上昇すると空気の吸込量がゼロになり、（そのときのＱＨカーブ（後述）上のＨ次第であるが）要項点の全水量を吐出するに至る。即ち、定常運転に入る。

【００５２】

さらに水位が、空気管開口部４１の水位を超え、逆Ｕ字形の最高位置での管内底部まで上

昇すると、水槽１内の水は、吸気管３１の下部からに加え、空気管４０を通し吸気口４２からも、吸込管３１の内部へ流入する。この水位をＬＯとする。なお、水位ＬＯは、逆Ｕ字形の最上部から開口部４１までの長さ（立ち下りの長さ）が小さいときは、空気管開口部４１の水位との差が小さく、空気管開口部の水位と考えても、実用的に問題はない。逆Ｕ字形の立ち下りの長さが大きいときについては、後述する。

【００５３】

さらに水位Ｌが、水位ＬＯと水位ＨＷＬの間の水位まで上昇して、ポンプ１０は定常運転を継続する。その後、ポンプ１０の排水により今度は水位Ｌが低くなってゆくと、水位ＬＯで空気管開口部４１からの水の吸い込みはなくなり、空気管４０を通して吸込管３１への水の流入はなくなる。水位ＬＷＬで（空気管４０中の水位が吸気口水位Ａ１に至るので）空気管４０を通して吸込管３１内へ空気を吸い込み始める。即ち、再び気水混合運転が開始される。水位Ｌが低下するにつれて吸込空気量が増えて、代わりに水量が減ってゆく。さらに水位Ｌが下がり、水位Ａ１付近になると水の吸い込みが終わり、羽根車２０は空気中で運転される空運転状態になる。即ち、ポンプ１０は全く水を吸い込まないエアロック状態となる。

【００５４】

エアロック水位は、通常は吸気口の高さである水位Ａ１と一致又は近傍となるように設計はするが、必ずしも一致するとは限らない。水位がＡ１を通過してさらに下がったところで、又は吸い込みベルの下端水位Ａ２に至って初めて水量がゼロになる場合もある。本実施の形態では、エアロック水位は水位Ａ１とほぼ一致するものとし、この水位で水量がゼロになるものとする。

【００５５】

このようにして、羽根車２０は空気中での空転状態を続けることになる。降雨が続くときは、そのまま運転を続け、再び水位Ｌが上昇してきて、前記のように水位ＳＬＷＬに到達したところでポンプ１０は水を吸い込み始める。このようにして、先行待機運転用ポンプ１０は、水槽１の水位にかかわらず、空運転と要項点全水量の運転との間で運転を継続することができる。空運転と要項点全水量運転との間の移り変わりは、ポンプが空気も一緒に吸い込むのでなめらかに行われる。

【００５６】

前述のように、水位Ｌが十分に低下して吸い込み管３１の下端の水位Ａ２より低くなっても、ポンプ１０は先行待機運転を継続する。吐出水量がゼロになってから１０分程度の間は、羽根車２０よりも上方のケーシング（特に吐出ケーシング３３）中には水が留まっているが、あまり長時間その状態が続くと水の温度が上昇してポンプの損傷につながるので、ケーシング中の水は不図示のドレン孔から抜かれる。その後の先行待機運転では、羽根車２０は空気中で空転運転がされる。

【００５７】

前述のように雨水の流入により水槽内の水位Ｌが上昇して、水位がＡ１を越えても、まだ水は吸い上げられないが、水位低下直後で羽根車２０の上方に水が溜まっている間に再び水位が上昇したときは吸気口の高さである水位Ａ１で水の吸い上げが始まる。

【００５８】

以上のような先行待機運転ポンプは、機場には通常複数台設置されている。そのような機場の運転において、水位の増加に伴って１台のポンプでは排水量が不足する場合には、次々に他のポンプを起動して複数台の運転に入る。

【００５９】

ここで、各水位と吸い込み管３１の下端から渦状に空気を吸い込んでしまう水位Ｌｃとの関係を説明する。

【００６０】

一般に、立軸ポンプを設計するときは、先ず設計仕様によりエアロック水位が指定される。即ち高い水位から水位が低下してきて、最後に排水が止まる水位である。通常は、エアロック水位は吸気口の水位Ａ１に一致するものとして設計する。試運転でエアロック水位

を確認する。実際のエアロック水位は、吸気口位置よりも高いことはなく、それよりも低い位置になるか、又はほぼ同等の高さになる。

【００６１】

また一般には設計仕様で、低水位から水位が上がってきたときに排水を開始する位置、即ち羽根車先端位置ＳＬＷＬも指定される。

【００６２】

水位Ａ１が決まると、全量吐出水量となる設計上の水位Ｌｄは、水位Ｌｄ＝Ａ１＋ｈで計算される。ここで、ｈ＝ｈｌ＋（$ｖ^2$／２ｇ）である。簡易計算では、ｈ＝（$ｖ^2$／２ｇ）×１．１で計算される。

【００６３】

ここでｖは、（要項点全水量）／（吸い込み管３１の吸い込み部面積）で求められる水の吸い込み流速である。（$ｖ^2$／２ｇ）はベルヌーイの定理から計算される水の流れにより生じる負圧である。速度水頭といってもよい。またｈｌは吸い込み管３１の下端Ａ２から吸気口４２までの流れロスである。上記の簡易計算では、ｈｌ＝（$ｖ^2$／２ｇ）×０．１として、吸い込み管３１の下端Ａ２から吸気口４２までの流れロスを経験的に係数を使って求めている。もちろん、吸い込み管３１の下端Ａ２からの損失水頭を厳密に計算又は実測して求めてもよい。

【００６４】

全量吐出水量となる設計上の水位Ｌｄは上記のようにして計算される水位であり、水位Ｌが上昇傾向のときは、ここで吸気口４２からの空気の吸い込みがなくなりポンプは全量吐出となり、水位Ｌが下降傾向のときは、ここで全量吐出が終わり吸気口４２から空気を吸い込み始めるという水位である。

【００６５】

全量吐出水量となる設計上の水位Ｌｄは、吸込管３１の下端から渦状に空気を吸い込んでしまうという水位Ｌｃに対して余裕を持たせる。したがって、この水位では吸込管３１の下端から空気を吸い込むことがない。即ち、水位Ｌｄは水位ＬＷＬ、通常は水位Ｌｃと同じか、又はそれよりも高い位置にある。

【００６６】

それ以下では吸込管３１の下端から渦状に空気を吸い込み、振動や騒音が発生し運転が継続できなくなる水位Ｌｃは上記のように水位Ｌｄを求めるにあたって、チェック項目となる。即ち、設計過程で求めた水位Ｌｄが水位Ｌｃよりも低くなってしまった場合は、水位Ｌｄが水位Ｌｃと同等かそれよりも高くなるように設計を修正する。例えば吸込管３１を長くして、水位Ｌｃを下げる。水位Ｌｄは、例えば、水位Ａ２から１．１×吸込管内径として計算する。

このようにすれば、Ｌｄが水位Ｌｃよりも低くはならないことが経験上分かっている。

【００６７】

本実施の形態の立軸ポンプ１０では、羽根車２０は水位ＬＷＬ、さらには水位Ｌｃよりも下方に配置されている。

【００６８】

ここで、水位Ｌが水位ＬＯより低い位置から水位ＬＯより高い位置まで上昇し、その後、水位ＬＯより低い位置に下降する場合を考える。

【００６９】

前記の通りに、水位Ｌが水位ＬＯを超えると、空気管開口部４１から水槽１内の水を吸い込み始める。このときに、水中の浮遊物も併せて空気管開口部４１から吸い込む。特に、浮遊物は表面を浮遊していることが多く、水位Ｌが空気管開口部４１の水位より少し高いときに浮遊物を吸い込む恐れが多い。水位Ｌが水位ＬＯより高い場合に、該空気管開口部４１が浮遊物により閉塞され、該空気管開口部４１から空気管４０及び吸気口４２を通じての水の吸込管３１への流入が閉塞されても、前記立軸ポンプ１０の運転に支障はない。しかし、水位Ｌが水位ＬＯより下がり、空気管開口部４１が空気中に露出し、さらに水位Ｌが運転最低水位ＬＷＬ以下まで下っても、該空気管開口部４１から空気管４０及び吸気

口４２を通じての吸込管３１への空気の吸い込みが浮遊物に閉塞されると、吸込管３１の下端から渦状に空気を吸い込む等、前記の通りに立軸ポンプ１０の運転に支障を生ずる。なお、水位ＬＯが運転最低水位ＬＷＬと一致していても、同じ結果である。

【００７０】

空気管開口部４１の位置は、空気管４０及び吸気口４２を通じて吸込管３１内への空気の吸い込みが行われ始める水位、すなわち最低運転水位ＬＷＬより高くなければならないが、高くしすぎると空気管が長くなり、立軸ポンプの設置のための輸送、据付工事において損傷を生じやすくなるために空気管の保護が煩雑になる。また、空気管が長いと、ケーシングから支持するためのサポートが増えるなど製作上も不経済となる。そこで、空気管は短い方が好ましい。

【００７１】

また、空気管開口部４１の位置で、空気管４０及び吸気口４２を通して吸込管３１内へ空気を吸い込み始める水位を設定することもできる。それより高い水位では空気管４０及び吸気口４２を通して空気を吸い込むことなく要項点の全水量を吐出するようにしたい高さに空気管開口部４１を設置する。必ずしも空気管４０及び吸気口４２を通しての空気の吸い込みが、水位が空気管開口部４１の水位以下になれば開始されるとは限らないが、少なくとも水位Ｌが空気管開口部４１の位置に下がるまで、あるいは、水位Ｌが空気管開口部４１の位置を超えて上がれば、要項点の全水量を吐出することになる。

【００７２】

すなわち、空気管開口部４１は水没することもあり、前記の通りに空気だけではなく、水槽１内の水を吸い込むこともある。そのため、水中に浮遊する浮遊物を吸い込むこともあり、浮遊物は特に水面を浮遊していることが多い。

【００７３】

そこで、例えば図１に示すように、空気管開口部４１を水平又は水平より下向きにすることで、特に開口側端部を逆Ｕ字形に形成し、開口方向を鉛直下向きとすることで、水面近くの浮遊物の吸い込みを減少することができる。開口部が上向きの場合には、水位が開口部の水位より僅かに高いときに、表面の水を集めるように吸い込むことになるが、開口部を下向きとすると、表面の水を集めるように吸い込むことはない。

【００７４】

また、大きな浮遊物を吸い込もうとして、該浮遊物が空気管開口部４１に係止し、空気管開口部４１を閉塞することもある。この場合に、水位が下降して空気管開口部の水位以下になると、空気管開口部４１は空気中に露出することになり、また、水位ＬＯ以下の水位であるので、水を吸い込むことはない。すると、該浮遊物を空気管開口部に係止していた水流は消滅する。空気管開口部が下向きであると、一般的に該浮遊物を空気管開口部４１に支持する力がなく、該浮遊物は重力により落下する。該浮遊物が空気管開口部４１に嵌入されているような場合であっても、空気管開口部が下向きであれば、落下しやすい。

【００７５】

次に、図３の部分図を参照して、第一の実施の形態の変形例を説明する。図３（ａ）に示すように、空気管４０の開口方向を水平向きとすることにより、空気管開口部４１が上方向を向いているときよりも、空気管開口部４１に係止し、空気管開口部４１を閉塞することもある浮遊物は、空気管開口部４１が空中に露出することにより落下しやすくなる。

【００７６】

さらに図３（ｂ）に示すように、空気管開口部４１をケーシング３０に対面させ、空気管開口部４１とケーシング３０の外壁との間隔を調整することにより、空気管開口部４１からの大きな浮遊物の吸い込みを防止することができる。

【００７７】

あるいは、図３（ｃ）に示すように、空気管開口部４１より上方のケーシング３０の外壁から水平方向で空気管開口部４１より先方へ延びる上板と該上板の側縁全縁から空気管開口部４１より下方まで延びる側板とにより空気管開口部４１を屋根囲い４７で覆う構造としてもよい。このような、構造によっても、空気管開口部を該鉛直版に対面させ、空気管

開口部４１と該鉛直板との間隔を調整することにより、空気管開口部４１からの大きな浮遊物の吸い込みを防止することができる。特に、空気管開口部４１をケーシング３０に対面させる場合に比べて、空気管４０をケーシング３０の近くに付設できるので、空気管４０をケーシング３０からサポートするのが容易になり、また輸送、現場据付などがやり易くなる。

【００７８】

また、図３（ｄ）に示すように、空気管４０の開口側端部を逆Ｕ字形に形成して、さらにその先端部を先に行くほど広くなるベルマウス形にすると、開口部の流路面積が広くなることにより水が吸い込まれる流速が遅くなり、浮遊物を吸い込みにくくなると共に、開口部４１の面積が広いので浮遊物に閉塞されにくくなる。

【００７９】

また、図３（ｅ）に示すように、空気管４０の開口側端部を逆Ｕ字形に形成して、さらにその先端部に後述のストレーナなどの浮遊物を遮断する装置４３を備えれば、逆Ｕ字形の開口部に浮遊してきた浮遊物も該浮遊物を遮断する装置に遮断され、浮遊物が空気管４０に吸い込まれるのが防止される。前記浮遊物を遮断する装置をストレーナとする場合においては、該ストレーナのメッシュ面を鉛直下方向から水を吸い込む方向にしてもよいし、水平方向から水を吸い込むようにしてもよい。

【００８０】

次に、図４の部分図を参照して、第２の実施の形態を説明する。本実施の形態は、逆Ｕ字形に形成した空気管中を水が流れないようにした場合である。これまでは、逆Ｕ字形の最上部と開口部に高さの差があまりないものとして、実施の形態を説明したが、図４（ａ）に示すように、逆Ｕ字形の最上部から開口部４１までの高さを充分に長くした場合には、空気管４０及び吸気口４２を通しての水の吸い込みがなくなる。図４（ｂ）に示すように、水位Ｌが開口部の水位に達した後に、さらに水位Ｌが上昇すると、空気管４０内の空気は閉じ込められる。水位Ｌの上昇に伴い、空気管内の水位も上昇するが、中の空気が圧縮されて圧力が高まるので、図４（ｃ）に示すように、空気管内の水位の上昇は水位Ｌの上昇よりも小さくなる。そこで、図４（ｄ）に示すように、最高水位ＨＷＬになっても、空気管内の開口部側の水位が逆Ｕ字形の最高位置での管内底部を超えないように、逆Ｕ字形管の開口部側の長さを定めれば、空気管４０及び吸気口４２を通して水槽１内の水が吸込管３１内に吸い込まれることはない。したがって、開口部に浮遊物が吸い込まれることもない。なお、水を吸い込まないようにするための空気管の形状は、最高水位ＨＷＬ、開口部水位，吸気口での負圧ｈ等により、個別に求められる。

【００８１】

次に、図５の断面図を参照して、本発明の第３の実施の形態を説明する。本実施の形態では、図示のように、空気管４０の開口側の端部に浮遊物を遮断する装置４３を備え、空気管４０が開口部から直接に水槽１内の水を吸い込まないようになっている。該浮遊物を遮断する装置により、浮遊物が空気管４０に吸い込まれるのが防止される。

【００８２】

次に、図６の部分図を参照して、本発明の第４の実施の形態を説明する。本実施の形態では、図示のように、空気管４０の開口側の端部にストレーナ４４を備えている。ストレーナは、水の流路に一般的には網目状のメッシュ４４ａを設け、該メッシュにより通過する流水中の浮遊物を捕捉する装置である。メッシュ４４ａは網目状でなくても、スリット状、多孔板状など、形状に関わらず、立軸ポンプ１０の運転に障害となる最小の大きさより大きな浮遊物を捕捉する構造を有していればよい。ストレーナは、メッシュ４４ａの最下部が水位ＬＯとなるように設置する。メッシュ４４ａの最下部が空気中に露出して初めて、空気を吸い込むからである。また、ストレーナでは、メッシュ４４ａ全体が浮遊物により閉塞されにくくなるように、該メッシュ４４ａの面積を大きくすることが好ましい。さらに、図６に示すように、メッシュ４４ａが円筒形状をしている場合には、メッシュ４４ａ全面が浮遊物により閉塞されることは、少なくなる。また、図６に示すようにメッシュ４４ａが鉛直に設置されている場合には、ストレーナ４４を通じて水槽１内の水が吸い込

まれている間にメッシュ４４ａに係止された浮遊物も、ストレーナ４４が空気中に露出されると、重力により落下しやすいので、水位が下がって吸込管３１にストレーナ４４、空気管４０を通じて空気が吸い込まれる際には、メッシュ４４ａの浮遊物が空気の流入の障害となることを防止できる。

【００８３】

次に図７の部分図を参照して、本発明の第５の実施の形態を説明する。本実施の形態では、図示のように、空気管４０の開口側の端部にブリーザ４５を備えている。ここで、ブリーザとは、空気管４０の外径より大きな内径を有する一般的に円筒の側面と該円筒の上面を閉じたキャップ形の覆いで、ブリーザ下部４５ａよりブリーザ４５と空気管４０の間の空隙４６を空気管開口部４１への流入路とするための装置である。ブリーザを備える場合には、ブリーザ下部４５ａを空気管４０を通して吸込管３１内へ空気を吸い込み始める水位の高さに設置する。水位がブリーザ下部４５ａ以下となって、初めて空気管開口部４１への空気の流路が確保され、空気管４０を通して吸込管３１内に空気が吸い込まれる。ブリーザ内壁と空気管との間隙の広さは、立軸ポンプ１０の運転に障害となる最小の浮遊物の大きさより小さくして、該浮遊物の吸い込みを遮断してもよいし、立軸ポンプ１０の運転に障害となる最小の浮遊物の大きさより大きくしてもよい。

【００８４】

また、ブリーザの上部を閉じないで、図７（ｂ）に示すように、最高水位ＨＷＬより上部までブリーザ４５の側面を伸ばし、上部を開口する構造としてもよい。この構造においては、水槽内１の水の空気管４０を通しての吸込管３１内への流路は、ブリーザ下部４５ａと空隙４６から空気管開口部４１となる。空気の空気管４０を通しての吸込管３１内への流路は、ブリーザ上部の開口からブリーザ内を通り空気管開口部４１へ至る流路とブリーザ下部４５ａ、空隙４６から空気管開口部４１へ至る流路となる。特に、水位Ｌが空気管開口部水位以下で、且つ、ブリーザ下部４５ａの高さ以上の場合にも、前者の空気の流路は確保される。すなわち、このような構造においては、空気管開口部の水位を水位ＬＯに設置する。

【００８５】

なお、図７（ｃ）に示すように、前記ブリーザ４５の前記空気管開口部４１より下部の側面に水の流入用の孔４５ｂを形成してもよい。このような構造では、水槽内１の水の空気管４０を通しての吸込管３１内への流路は、ブリーザ下部４５ａ及び孔４６ｂと空隙４６から空気管開口部４１となる。水位がブリーザの孔４５ｂ以下となると、空隙４６を通して空気管開口部４１への空気の流路が確保され、空気の空気管４０を通しての吸込管３１内への空気の吸い込みが始まり得るので、孔４６ｂの上端をを空気管４０を通して吸込管３１内へ空気を吸い込み始める水位の高さに設置する。このような構造とすると、水のブリーザ内部への流入口が大きくなり、流入口での流速が遅くなるので、浮遊物を吸い込みにくい。

【００８６】

次に、図８の断面図を参照して、本発明の第６の実施の形態を説明する。ポンプの吐出流量が設計点付近のときは問題ないが、設計点より小水量側においては、羽根車２０の外周側に吐出側から吸込側への逆流が生ずる。そのために、吸込管３１内に軸方向の流れの他に軸回りの旋回流が生じ、この旋回流が吸込管３１の内壁付近に正圧を生じさせる。

【００８７】

全量吐出水量となる設計上の水位Ｌｄは、水位Ａ１＋ｈで計算され、ｈ＝ｈｌ＋（$ｖ^2$／２ｇ）であるとしたが、実際は吸気口４２の近傍には正圧ｈｐが発生する。これは吸込管３１の内部に発生する旋回流によるものとされている。すなわち、旋回流により生じる遠心力で正圧が発生するものと考えられる。

【００８８】

正圧ｈｐを考慮すると、ｈは以下の通りとなる。

ｈ＝ｈｌ＋（$ｖ^2$／２ｇ）－ｈｐ

【００８９】

正圧ｈｐが発生する場合は、水位Ｌが水位Ｌｄまで低下しても、空気管４０から空気を吸い込まない。したがって、期待通りに気水混合運転がなされず、吸込管３１の下端から渦状に空気を吸い込み、振動等を起こしてしまうことがある。

【００９０】

本発明の第６の実施の形態によれば、羽根車２０と吸気口４２との間の吸込管３１の内面に、平板状の旋回防止板７０が半径方向に、また軸線（鉛直方向）に向けて形成される。旋回防止板は、吸込管３１が鋳物製のときは一体構造とするとよい。旋回防止板は複数枚設ける。例えば４枚とする。旋回防止板を設けると、旋回防止板７０が吸込管３１内の旋回流を防止するので、ｈｐがほぼゼロ又は十分に小さくなり、水位ＬがＬｄになったとき空気の吸い込みが可能となる。又は、水位ＬがＬｄよりもあまり下回らないところで空気を吸い込むことができる。

【００９１】

ここで、図９のＱ－Ｈカーブを参照して、立軸ポンプ１０の特性を説明する。本図は、全速先行待機運転ポンプの性能を、縦軸に全揚程Ｈ（％）を、横軸に排出量Ｑ（％）をそれぞれとって示した線図である。空気を吸い込まない定常運転の場合の他、空気流入量の変化によるポンプ性能の変化を併せて示してある。

【００９２】

同図で、曲線イは流量－揚程（Ｑ－Ｈ）曲線、曲線ロは計画揚程（直線ハ）時の抵抗曲線、曲線ニは最高実揚程（直線ホ）時の抵抗曲線をそれぞれ表わしている。曲線ニの状態は、吐出圧力の変動が大きい用途の場合であり、吐出圧力が高い場合である。また曲線イを原点方向に移動した形の二点鎖線で示す曲線は、空気を吸い込む気水混合運転のＱ－Ｈ曲線である。各Ｑ－Ｈ曲線と抵抗曲線との交点が各状態における運転点である。

【００９３】

雨水排水用の先行待機運転ポンプでは、排水すべき川や海への排水高さは一般にあまり変化しない。しかしながら、少なくとも水槽１内の水位はＡ１からＨＷＬまで変化する。図１あるいは図８には、Ａ１とＨＷＬとの高低差はあまり大きくない場合が示されているが、実際には吐出ケーシング３３はもっと長く作ることが可能であり、例えば１０ｍを越えることもある。そのような先行待機運転ポンプでは、水位ＬｄとＨＷＬとの間に要項点Ａを設定しても、水位がＬｄになると抵抗曲線が曲線ニのようになる。即ち、上記実例の先行待機運転ポンプでは、計画揚程と最高実揚程とには１０ｍの揚程差が存在するので、必然的に点Ｂで示されるような流量が小さい運転状態が発生する。

【００９４】

図９中の点Ａは、計画実揚程で空気流入がない場合の運転点（要項点）を示しており、このときは吸込管３１中の揚水は、軸線方向に一様に羽根車２０に向って流れている。また図中の点Ｂは、最高実揚程で空気流入がない場合の運転点を示しており、最高効率点に対しかなり小水量側の運転点となる。このときは、羽根車２０の外周側に逆流が生じており、そのため吸込管３１中の揚水には、吸込管３１の内壁付近に羽根車２０の回転方向につれまわるような旋回成分が生じている。

【００９５】

前述の旋回防止板７０はそのような旋回流を防止するので、正圧ｈｐを小さくする効果がある。前記の説明では板状の旋回防止板として旋回流を防止する装置を説明しているが、旋回防止板は突起物であればよく、あるいは、吸込管３１の内壁に円周方向の凹凸を設けて凹部に吸気口を設置してもよい。

【００９６】

次に、図１０の断面図を参照して、本発明の第７の実施の形態を説明する。本実施の形態では、吸込管の内壁に環状の空気室５０を有しているので、空気管を通して吸込管３１内に吸い込まれる空気が吸込管３１全周に渡って均一に行き渡る。

【００９７】

図１０（ｂ）の空気室５０の拡大図を参照して、空気室の構造と作用を説明する。図１０（ｂ）において、スリット５１ａの上端は、空気管４０の空気室壁５０ａへの開口よりも

、ｈａだけ低く形成されている。したがって、水位Ｌが最低水位Ｌｄになって、空気管４０中の水位が空気管４０の空気室壁５０ａへの開口まで低下してもまだ吸込管３１への空気の吸い込みは起こらない。水位Ｌがさらに低下して、空気管４０中の水位がさらにｈａだけ低下し、スリット５１ａの上端に至ったところで空気の吸い込みが始まる。

【００９８】

このような構造であるので、空気室５０のスリット５１ａよりも上方の空間が十分にあれば、空気管４０が１本であっても、吸込管３１の全周に渡って空気が均一に行き渡る。特に、ｈａを大き目にとれば、このような効果が期待できる。空気管４０を複数にして、円環状の空気室５０の周方向に等間隔に配置すれば、空気室５０を小さくすることができる。

【００９９】

また図１０（ｃ）に示すように、スリット５１ａの上端を正面図で見て直線ではなく、波型とする、周期的切り欠きを設ける等、周期的な上下変化を有する形状とすれば、高い部分から空気が小さい泡状に吸込管３１に全周に渡って一様に流れ込むので、羽根車２０への空気吸い込みを一様にすることができる。

【０１００】

次に、図１１の部分断面図を参照して、本発明の第８の実施の形態を説明する。図１１（ａ）は、空気室５０周辺のみを抽出して示す部分断面図である。図１１（ｂ）、図１１（ｃ）、図１１（ｄ）及び図１１（ｅ）は、吸込管をスリット５２の位置で断面して見たＸ－Ｘ矢視である。

【０１０１】

本実施の形態では、上記の実施の形態のスリット５１ａと同様な、吸気口としてのスリット５２が、吸込管３１に環状に形成されている。スリット５２は、空気室に沿って細い間隙であるスリット状に形成されており、空気室５０と吸込管３１の内部とを連通させている。

【０１０２】

また、スリット５２には、該スリット５２を跨いで吸込管３１の内壁を上流側と下流側とで連結する支柱５２ａが形成されている。

【０１０３】

図１１（ｂ）に示すように第１の変形例では、支柱５２ａはスリット５２に等配されている。支柱５２ａはスリットを等間隔で塞ぐようにケーシング壁（内壁）を残す形で形成することができる。支柱５２ａとして残された壁と、連通口としてのスリットとの割合は、スリットの開口の総計が支柱５２ａの総計よりも大きくしてもよいが、断続的に開口している形の断続スリット１個の開口部円周方向長さを、スリット形成部分における吸込管３１の内径Ｄａの０．１倍以下にするのが好ましい。

【０１０４】

また図１１（ｃ）に示すように、支柱は空気室５０から吸込管３１内に向けて流れる空気を導く空気案内板５２ｂを構成するようにしてもよい。このように構成すると、空気の流れを半径方向に向けられるので、吸込管３１内の旋回流を低減する効果がある。

【０１０５】

さらに図１１（ｄ）に示すように、空気案内板５２ｃを半径方向に対して水の旋回方向に傾斜させるとよい。このように構成すると、吸い込まれる空気を水の旋回に誘引させる効果があり、旋回流があるにもかかわれず空気を吸い込みやすくする。

【０１０６】

さらに図１１（ｅ）に示すように、空気案内板５２ｄを半径方向に対して水の旋回方向に傾斜させた上で、空気案内板５２ｄの先端をケーシング（本実施の形態では吸込管３１）の内面よりも突出させてもよい。このように構成すると、吸い込まれる空気を水の旋回に誘引させる効果のほかに、旋回流を弱める効果を奏する。前記突出量は、吸込管３１の中心方向に向かって吸込管３１の内径の０．１倍程度又はそれ以下の長さとするのが好ましい。

【０１０７】
支柱又は案内板は、空気を案内する他、吸込管３１のスリットよりも下方の部分の重量を支持する効果も有する。
【０１０８】
図１１では、第８の実施の形態を、支柱付きスリットに加えて旋回防止板７０も備えるものとして説明したが、支柱付きスリットの空気誘引効果に鑑みて旋回防止板７０を省略してもよい。特に図１１（ｄ）及び図１１（ｅ）で説明した変形例の場合は旋回防止板７０の省略が可能となる。
【０１０９】
第８の実施の形態では、スリット５２の軸方向の幅は、吸込管３１の直径の０．００５～０．０５倍とするのが好ましい。また、支柱５２ａの幅は吸込管の直径の０．００５～０．０５倍の厚さを有する。その数は、周囲に１６箇所以下とするのが好ましい。
【０１１０】
本発明の第７及び第８の実施の形態では、逆流防止板７０は軸方向に直線形状を有するが、その半径方向の高さが、逆流防止板７０の取付位置における吸込管３１の内径の０．１倍以下とするのが好ましい。また、逆流防止板７０の軸方向の長さがその位置における吸込管内径の０．３倍以下とするのが好ましい。
【０１１１】
次に、図１２の部分断面図を参照して、本発明の第９の実施の形態を説明する。図１２（ａ）に示す本実施の形態では、吸込管３１は、その内壁との間に環状の内筒空間８１ａを形成する内筒８１を、羽根車２０と吸気口４２との間に有している。内筒８１は、その上流側即ち鉛直方向下方が、吸気口４２の近傍で前記内壁に接続され、内筒８１は水の流れに沿って流路面積が小さくなる先細ノズルを形成している。内筒空間８１ａは下流側で羽根車２０に対向して開放されている。内筒８１の、吸込管３１の内壁との接続部の近傍には、内筒空間８１ａと内筒内側の水の流路８２とを連通する孔８３が形成されている。
【０１１２】
このように構成すると、小流量域で羽根車２０の外周側を逆流してくる流れは、ノズルを形成する内筒８１と吸込管３１の内壁との間に流入し、孔８３を通して吸込管３１に流れ込むまでに旋回流は消滅するか、弱まる。したがって、吸気口４２の部分に正圧ｈｐが生じないか、生じても小さい値となる。
【０１１３】
図１２（ｂ）を参照して、本発明の第９の実施の形態の変形例を説明する。図１２（ａ）の場合の吸気口４２の代わりにスリット５１ａが形成されている。即ち、吸込管３１はその内壁を囲み空気管４０の一端が接続された環状の空気室５０を有し、空気室５０と吸込管３１とを連通させるように空気室５０に沿って、吸気口がスリット状に形成されている。スリット５１ａの幅は、０．００５～０．０５Ｄａとするとよい。
【０１１４】
このように構成すると、内筒８１の孔８３を通して吸込管３１に流れ込む、旋回流のない流れに、スリット５１ａから一様に空気が流入する。
【０１１５】
この実施の形態では、ノズルを形成する内筒８１と吸込管３１の内壁との間には、板状のステー８４を設けてもよい。そのような構成では、板状のステーは、内筒８１の補強となる他、内筒空間８１ａを逆流する流れを整流することができる。そのようなステー８４は、０．０１～０．１Ｄａの厚さとするとよい。
【０１１６】
前記先細ノズルの最狭部の直径は、０．７～０．９Ｄａとするとよい。また、吸気口４２又はスリット５１ａの下端から、先細ノズルの最狭部までの軸方向長さは、０．１～０．３Ｄａとするとよい。
【０１１７】
次に、図１３の部分断面図を参照して、本発明の第１０の実施の形態を説明する。本図に

は、吸込管３１と空気管４０の部分を抽出して示してある。

【０１１８】

図１３（ａ）に示すように、吸込管３１の内壁には環状の空気室５０と吸込管３１とを連通する吸気口としてのスリット５１ａが形成されており、吸込管３１内の圧力の低下に応じて空気管４０、空気室５０及びスリット５１ａを通して吸込管３１内に空気を吸い込むように構成されている。

【０１１９】

また吸込管３１は、羽根車２０とスリット５１ａとの間に内筒８１を有する。内筒８１は、吸込管３１の内壁との間に環状の内筒空間８０を形成している。内筒空間８０には内筒８１と吸込管３１の内壁とを連結する支持板８４ａが配置されている。内筒空間８０は上流側でスリット５１ａ近傍で流路３６に開放され、下流側で羽根車２０に対向して開放されている。ここで上流、下流とは、流路３６の本流の流れについて言うものとする。内筒空間８０の流れは、逆流することがあるので、厳密に言えば、そのときは上流、下流の関係は反対になるが、便宜上本流の場合で定義している。

【０１２０】

支持板８４ａは内筒８１を支持すると共に水の流れを案内する水案内板としても機能する。

【０１２１】

このように構成すると、羽根車２０の外周側からの逆流は、内筒空間８０に流入し、流路３６の中心側を流れる本流と逆流は内筒８１で分離される。したがって、吸込管３１内の旋回流が防止される。

【０１２２】

図１３（ｂ）を参照して、この実施の形態の変形例を説明する。この例では、スリット５１ａには、これを跨いで吸込管３１の内壁を上流側と下流側とで連結する支柱８４ｂが形成されている。内筒８１ａも同様にスリット５１ａを覆うように形成されている。即ち、図１３（ａ）の場合の内筒と支持板が鉛直方向下方に延長され、スリット５１ａを跨いだ形となる。

【０１２３】

このように構成すると、内筒８１ａがスリット５１ａを覆っており、支持板８４ｂも同様にスリット５１ａを覆っているので、スリット５１ａの部分に旋回流が生じない。

【０１２４】

この例では、さらに内筒８１ａを上流側（鉛直方向下方）に延長して、ベルマウス状に広げて、吸込管３１の内壁に接続する形状にしてもよい。このときは、内筒８１ａの吸込管３１の内壁への接続部近傍に孔を開ける。このように構成することにより、旋回流をさらに効果的に防止することができる。

【０１２５】

次に、図１４の部分断面図を参照して、本発明の第１１の実施の形態の立軸ポンプを説明する。この立軸ポンプは、いわゆるトリートメントを利用したものである。トリートメントとは、ケーシングトリートメントとも称されるものであり、ポンプが部分流領域で運転される場合は、羽根車２０の入口外周から吸込管３１側へ逆流が遡ってくるが、その逆流を阻止するために、羽根車２０の入口翼端部分のケーシングに逆流を通過させるために付設される軸方向に長さをもつ戻り流路のことである。

【０１２６】

図１４（ａ）に示す第１１の実施の形態では、吸込管３１のうち羽根車２０の入口直前の部分を外周部を外側に向かって拡大して、トリートメントを形成する。吸込管３１のうち羽根車２０の入口直前の部分は、軸線方向に平行な内壁を有している。吸込管内壁と同じ直径位置には、拡大する前の吸込管内壁をそのまま内筒３１ａとして残しておく。吸込管３１の拡大する外周部３１ｅは、空気室５０の外周部と同じ直径まで拡大する。拡大した外周部３１ｅは、空気室５０の外周部と一体で円筒状のケーシングを形成する。拡大した外周部３１ｅと残った内筒３１ａの間には、円環状の空間３１ｆが形成される。なお空気

室５０は、前記の実施の形態と同様に形成されている。空間３１ｆと空気室５０との間は、空気室上壁５０ｂで隔てられている。

【０１２７】

内筒３１ａは空気室５０に接続され、その結果内筒３１ａと空気室５０の内壁とは連続した内壁を形成することになる。内筒３１ａの空気室５０接続部には、円環状の空間３１ｆと吸込管３１の内側とを連通する孔３１ｂが開けられている。孔３１ｂは複数個開けられ、周方向に均等に配置されている。

【０１２８】

このような構造において、羽根車２０の入口先端から吸込側に流れ出る逆流が発生した場合、その旋回成分により逆流は外方へ流れる。したがって、その逆流は、空間３１ｆに流入し、孔３１ｂから吸込管３１の中央部の本流に合流する。このようにして、スリット５１ａにおける旋回流が抑えられるので、正圧を小さくすることができる。

【０１２９】

図１４（ｂ）を参照して、第１１の実施の形態の変形例を説明する。この例では、図１４（ａ）の場合の複数の孔３１ｂを、周方向に開けられたスリット３１ｄに置き換えている。また内筒３１ａに対応する内筒３１ｃをケーシング外周部３１ｅと接続して支持するための複数（２枚以上１６枚以下が好ましい）のステー８５ｂが設けられている。ステー８５ｂは平板状であり、軸線方向に直線状に形成されている。そのため、空間３１ｆを流れる逆流を整流する整流板の機能も有している。

【０１３０】

このような構造において、羽根車２０の入口先端から吸込側に流れ出る逆流が発生した場合、図１４（ａ）の例と同様に逆流が空間３１ｆを流れる間に、逆流が持つ旋回成分は消滅あるいは減少する。

【０１３１】

スリット５１ａには、これを跨いで内筒３１ｃと吸込管３１の内壁を連結する支柱５２ｂを形成してもよい。即ち、図１１で説明したような支柱（ラジアル方向支柱、傾斜支柱、内側に突出した支柱）を設けてもよい。

【０１３２】

次に、図１５の部分断面図を参照して、本発明の第１２の実施の形態を説明する。この実施の形態は、吸込管３１の構造以外は他の実施の形態と同様であるので図示を省略してある。図示のように、羽根車２０に向けて水を流す流路３６を構成する吸込管３１に、一端から吸込管３１内に空気を導入する空気管４０を備える。

【０１３３】

吸込管３１は、その内壁との間に環状の内筒空間９２を形成する内筒９１を有し、内筒空間９２は下流側（鉛直方向上方）が羽根車２０に対向して開放されている。空気管４０による吸込管３１への吸気口４２は内筒９１内に開口し、内筒９１内の開口部の圧力の低下に応じて空気管４０と吸気口４２を通して吸込管３１内に空気を吸い込むように構成されている。

【０１３４】

ここで、内筒空間９２には内筒９１と吸込管３１の内壁とを連結する支持部材としてのステーが配置されている。空気管４０は、ステー９２ａの内部を貫通するようにしてもよいし、ステー９２ａとは別に内筒空間９２を貫通させてもよい。

【０１３５】

また図１５（ｂ）に示すように、吸込管３１はベルマウス状に形成されて、内筒９１の上流側が、前記ベルマウスに沿うように吸込管３１の下端まで延長されるように構成してもよい。このように構成すると、逆流発生時には、逆流はその旋回成分をなくした上で吸込管３１の外部に流れ出る。

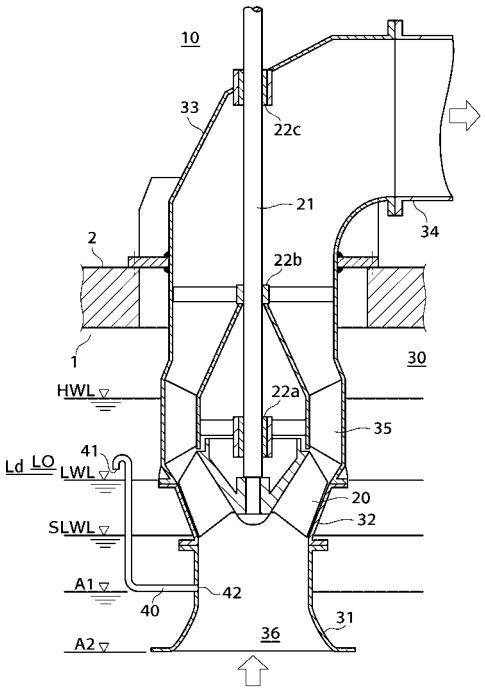
【０１３６】

このように、羽根車２０からの逆流は、内筒空間９２を流れるので、吸気口４２付近に正圧が発生しないか、小さい正圧に抑えることができる。

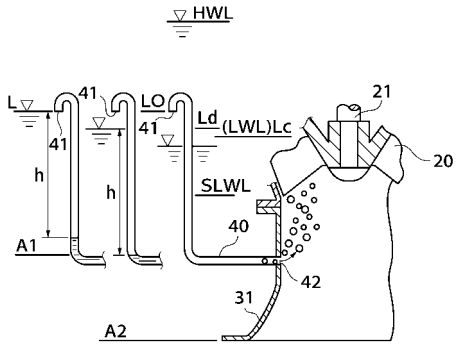
【０１３７】
【発明の効果】
以上のように本発明によれば、空気管から吸込管への水中の浮遊物の吸い込みが防止され、空気管開口部が浮遊物に閉塞されず、吸込管内に確実に空気を吸い込むようにした立軸ポンプを提供することが可能となる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の第１の実施の形態である立軸ポンプの正面断面図である。
【図２】各水位と吸込管の下端から渦状に空気を吸い込んでしまう水位Ｌｃとの関係を説明する部分断面図である。
【図３】本発明の第１の実施の形態の変形例を示す部分正面図である。
【図４】本発明の第２の実施の形態を示す部分正面図である。
【図５】本発明の第３の実施の形態である立軸ポンプの断面図である。
【図６】本発明の第４の実施の形態である立軸ポンプの部分正面図である。
【図７】本発明の第５の実施の形態である立軸ポンプの部分正面図である。
【図８】本発明の第６の実施の形態である立軸ポンプの断面図である。
【図９】立軸ポンプの特性を説明するＱ－Ｈカーブ（性能曲線）図である。
【図１０】本発明の第７の実施の形態を説明する立軸ポンプの断面図である。
【図１１】本発明の第８の実施の形態である立軸ポンプの部分断面図である。
【図１２】本発明の第９の実施の形態である立軸ポンプの部分断面図である。
【図１３】本発明の第１０の実施の形態である立軸ポンプの部分断面図である。
【図１４】本発明の第１１の実施の形態である立軸ポンプの部分断面図である。
【図１５】本発明の第１２の実施の形態である立軸ポンプの部分断面図である。
【図１６】従来の立軸ポンプの正面断面図である。
【符号の説明】
１　水槽
１０　立軸ポンプ
２０　羽根車
２１　回転軸
３０　ケーシング
３１　吸込管
３１ａ、３１ｃ　吸込管内筒
３１ｂ　孔
３１ｄ　スリット
３１ｅ　外周部
３１ｆ　吸込管内壁とケーシングとの空間
３２　ライナーケーシング
３３　揚水管ケーシング
３４　吐出配管
３５　ガイドケーシング
３６　流路
４０　空気管
４１　空気管開口部
４２　吸気口
４３　浮遊物を遮断する装置
４４　ストレーナ
４５　ブリーザ
４６　ブリーザと空気管との空隙
４７　空気管の屋根囲い
５０　空気室
５０ａ　空気室壁

５１ａ　スリット
５２　スリット
５２ａ　支柱
７０　旋回防止板
８０　内筒空間
８１　内筒
８２　内筒内側の水の流路
８３　内筒空間と内筒内側の水の流路を連通する孔
８４ａ、８４ｂ　内筒ステー
８５ａ　トリートメントケーシング
８５ｂ　トリートメントステー
９１、９３　内筒
９２　内筒空間
９２ａ　内筒ステー
ｈ　負圧水頭
ＨＷＬ　最高水位
Ｌｄ　設計水位（全量吐出量となる設計上の水位）
ＬＷＬ　最低運転水位
Ｌｃ　渦状に空気を吸い込む水位
ＬＯ　空気管を通して吸込管内に水を吸い込む水位
ＳＬＷＬ　羽根車の吸込開始水位
Ａ１　吸気口水位
Ａ２　吸込管下端水位

【図１】

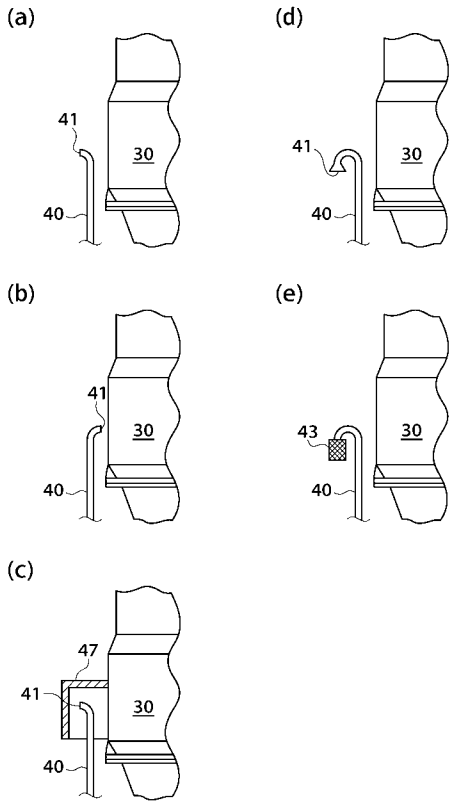


【図２】

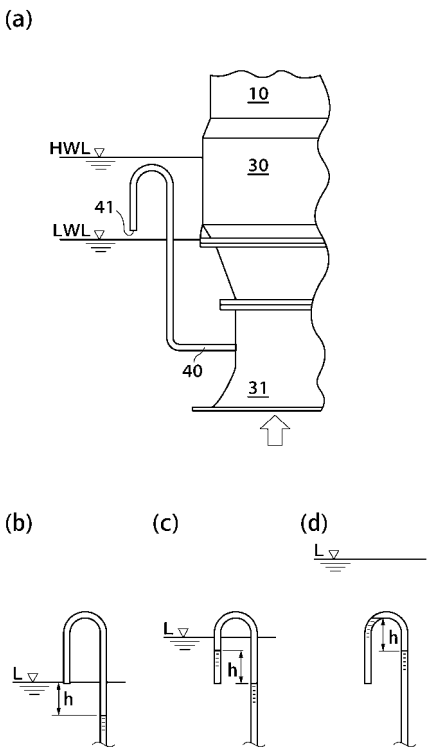


$$h = hl + \frac{V^2}{2g} - hp$$

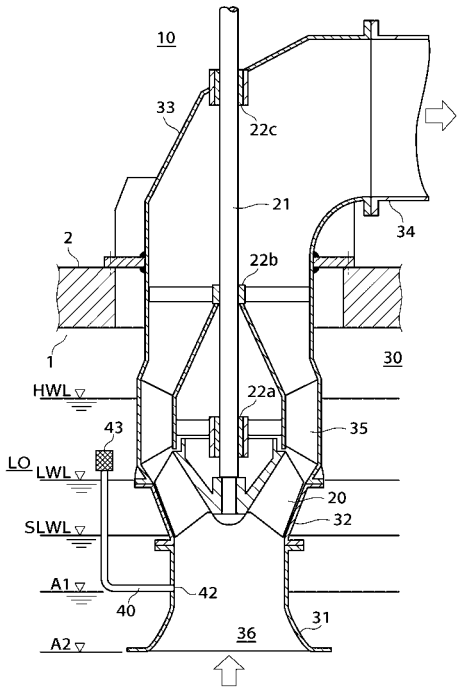
【図３】


(a)
(d)
(b)
(e)
(c)
41
30
40
43
47

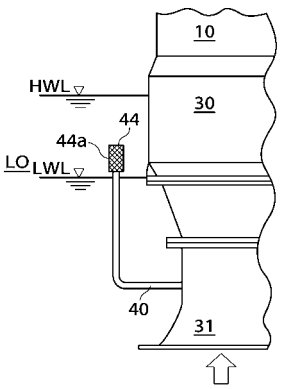
【図４】


(a)
10
HWL
30
41
LWL
40
31
(b)
(c)
(d)
L
h

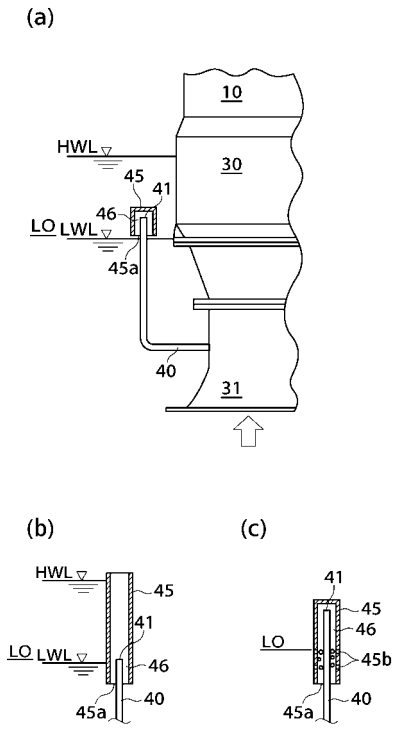
【図５】


10
33
22c
21
34
2
22b
1
30
HWL
22a
43
35
LO
LWL
20
SLWL
32
A1
42
40
31
36
A2

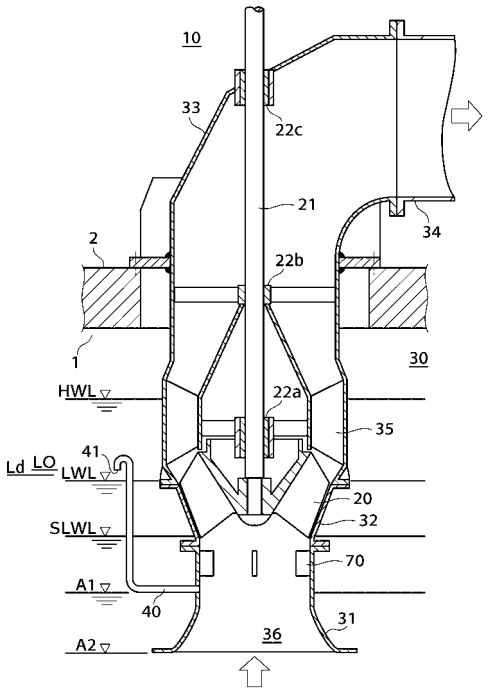
【図６】


10
HWL
30
44
44a
LO
LWL
40
31

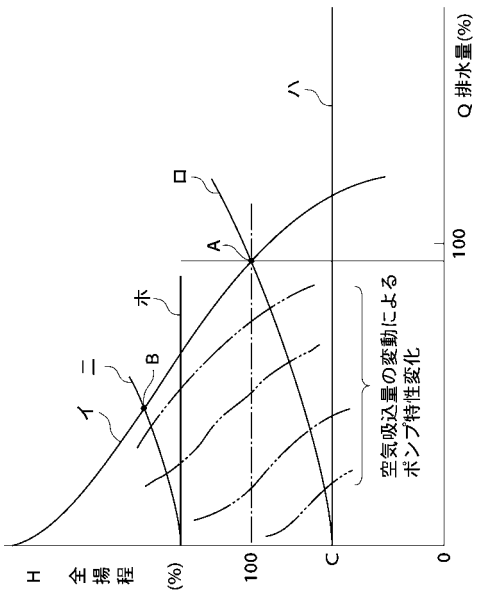
【図７】


(a)
10
30
31
HWL
LO
LWL
45
41
46
45a
40
(b)
(c)
45b

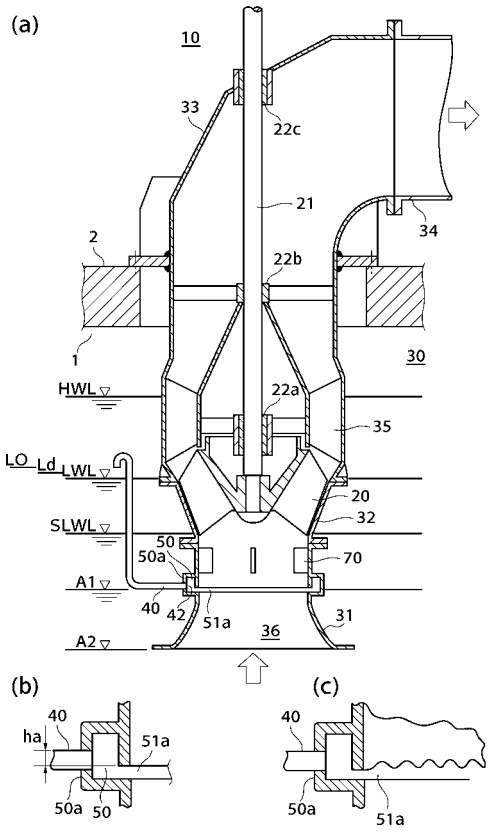
【図８】


10
33
22c
21
34
2
22b
1
30
HWL
22a
35
Ld
LO
LWL
41
20
SLWL
32
70
A1
40
31
36
A2

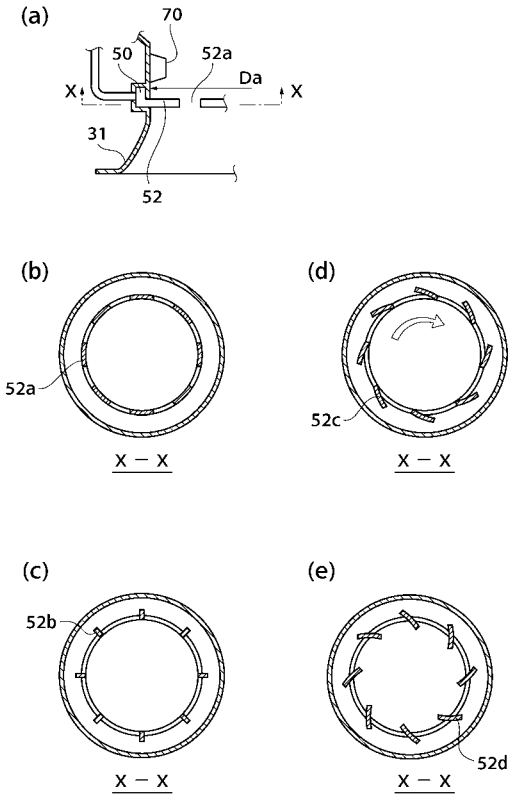
【図９】


Q 排水量(%)
100
ハ
ロ
A
ホ
ニ
B
イ
空気吸込量の変動による
ポンプ特性変化
H 全揚程 (%)
100
C
0

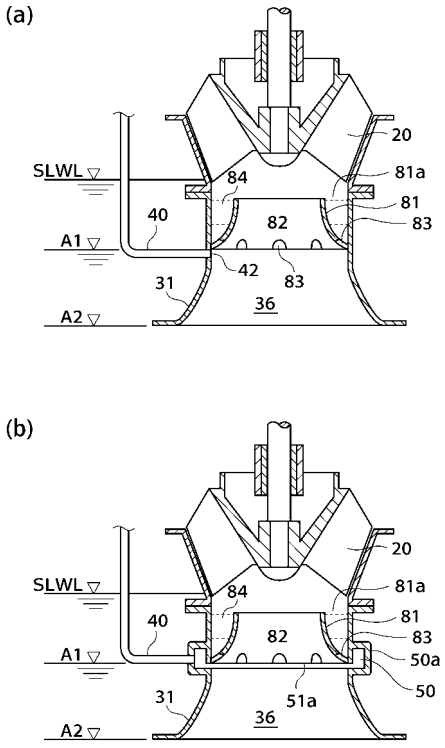
【図１０】


(a)
10
33
22c
21
34
2
22b
1
30
HWL
22a
35
LO
Ld
LWL
20
SLWL
32
50
50a
70
A1
40
42
51a
31
36
A2
(b)
(c)
ha
40
51a
50a
50

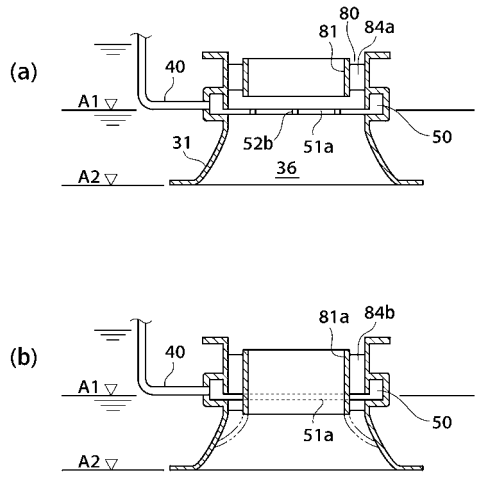
【図１１】



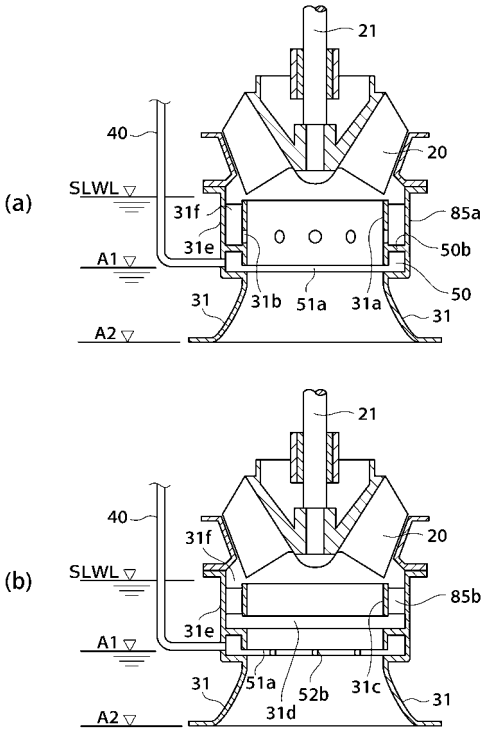
【図１２】



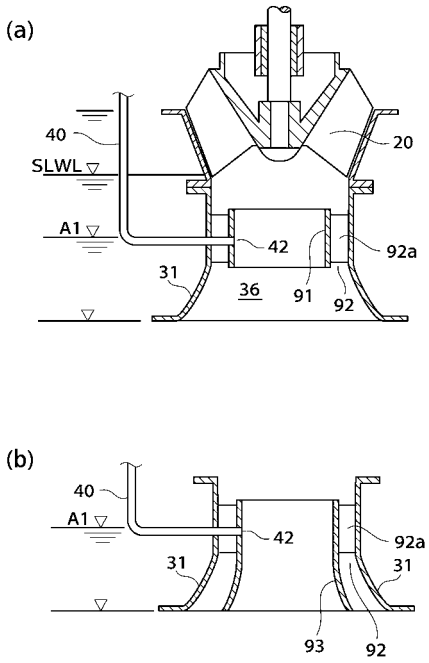
【図１３】



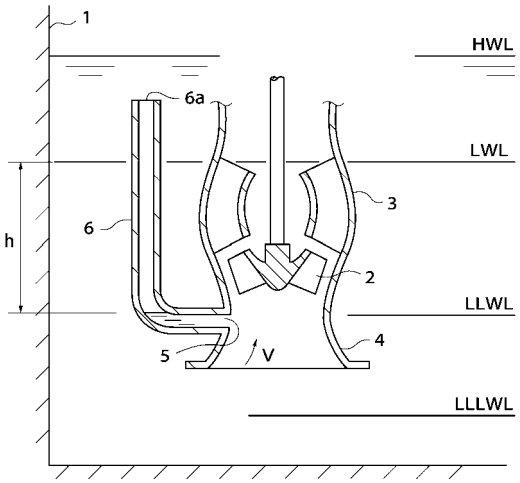
【図１４】



【図１５】


(a)
40
SLWL
A1
20
42
92a
31
36
91
92
(b)
40
A1
42
92a
31
31
93
92

【図１６】


1
HWL
6a
LWL
3
h
6
2
LLWL
5
V
4
LLLWL

フロントページの続き

(51)Int.Cl.[7]	FI	テーマコード（参考）
Ｆ０４Ｄ 29/70	Ｆ０４Ｄ 29/70 Ｎ	

(72)発明者 神野 秀基
東京都大田区羽田旭町１１－１ 株式会社荏原製作所内
(72)発明者 久米 章市
東京都大田区羽田旭町１１－１ 株式会社荏原製作所内
(72)発明者 滝川 徹
東京都大田区羽田旭町１１－１ 株式会社荏原製作所内
(72)発明者 阿部 英
東京都大田区羽田旭町１１－１ 株式会社荏原製作所内

Ｆターム(参考) 3H034 AA03 AA20 BB01 BB07 BB16 CC03 CC07 DD02 DD28 EE04