

(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2017-133409

(P2017-133409A)

(43) 公開日 平成29年8月3日(2017.8.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F O 4 D 13/00 (2006.01)	F O 4 D 13/00	L 3 H 0 2 O
F O 4 D 15/00 (2006.01)	F O 4 D 15/00	G 3 H 1 3 O

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2016-13370 (P2016-13370)	(71) 出願人	000005108
(22) 出願日	平成28年1月27日 (2016.1.27)		株式会社日立製作所
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
		(74) 代理人	110001807
			特許業務法人磯野国際特許商標事務所
		(72) 発明者	井上 康弘
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	木村 仁治
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		Fターム(参考)	3H020 BA12 BA18 CA06 DA10 DA17
			EA01 EA09 EA15
			3H130 AA03 AB13 AB24 AB50 AC10
			BA66H BA66J BA91H BA91J DA02Z
			DF01X DF03X DG04X DG08Z

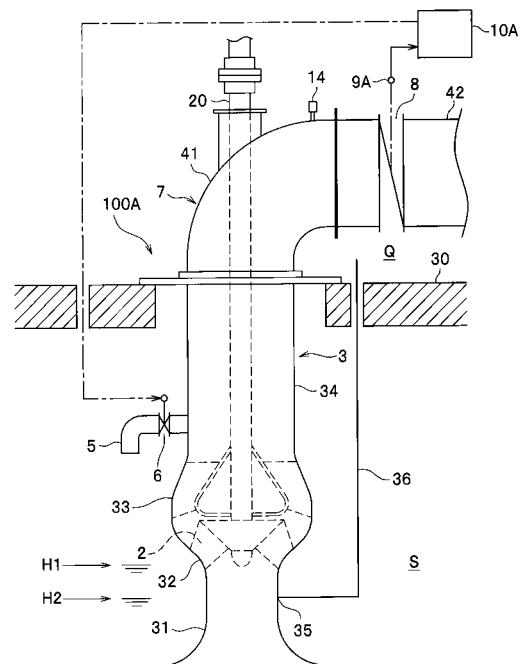
(54) 【発明の名称】排水ポンプおよびその運転方法

(57) 【要約】

【課題】エアロック状態でのポンプ動力の浪費を抑制するとともに、高い信頼性とメンテナンスの容易性を備えた排水ポンプおよびその運転方法を提供する。

【解決手段】鉛直方向に沿う主軸20に取り付けられる羽根車2、主軸20および羽根車2が挿通され、ポンプ設置床30の下側に配置される床下管3と、床下管3の下流側に接続され、ポンプ設置床30の上側に配置される床上管7と、羽根車2よりも下流側に設けられ、ポンプ外部と連通する水抜き用連通管5と、前記連通部を開閉する開閉弁6と、床上管7に設けられる逆止弁8と、逆止弁8の開閉動作を検知する検知装置9Aと、検知装置9Aにより逆止弁8の閉動作を検知したときに開閉弁6を開弁する制御装置10Aと、を備える。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

鉛直方向に沿う回転軸の下端に取り付けられる羽根車と、
前記回転軸および前記羽根車が挿通され、ポンプ設置床の下側に配置される床下管と、
前記床下管の下流側に接続され、前記ポンプ設置床の上側に配置される床上管と、
前記羽根車よりも下流側に設けられ、ポンプ外部と連通する連通部と、
前記連通部を開閉する開閉弁と、
前記床上管に設けられる逆止弁と、
前記逆止弁の開閉動作を検知する検知装置と、
前記検知装置により前記逆止弁の開動作を検知したときに前記開閉弁を開弁する制御装置と、を備えることを特徴とする排水ポンプ。 10

【請求項 2】

鉛直方向に沿う回転軸の下端に取り付けられる羽根車と、
前記回転軸および前記羽根車が挿通され、ポンプ設置床の下側に配置される床下管と、
前記床下管の下流側に接続され、前記ポンプ設置床の上側に配置される床上管と、
前記羽根車よりも下流側に設けられ、ポンプ外部と連通する連通部と、
前記連通部を開閉する開閉弁と、
前記床上管に設けられる給排気弁と、
前記給排気弁の開閉動作を検知する検知装置と、
前記検知装置により前記給排気弁の開動作を検知したときに前記開閉弁を開弁する制御装置と、を備えることを特徴とする排水ポンプ。 20

【請求項 3】

前記連通部および前記開閉弁を複数組備えることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の排水ポンプ。

【請求項 4】

前記開閉弁が開弁してからの経過時間を計測するタイマを備え、
前記制御装置は、前記タイマによって前記経過時間が前記羽根車の下流の水をポンプ外部に排出するのに必要な時間が経過したと判定した場合、前記開閉弁を開弁することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の排水ポンプ。

【請求項 5】

鉛直方向に沿う回転軸の下端に取り付けられる羽根車と、前記回転軸および前記羽根車が挿通されてポンプ設置床の下側に配置される床下管と、前記床下管の下流側に接続されて前記ポンプ設置床の上側に配置される床上管と、前記床上管に設けられる逆止弁と、前記羽根車よりも下流側に設けられてポンプ外部と連通する連通部と、前記連通部を開閉する開閉弁と、を備える排水ポンプの運転方法であって、 30

制御装置は、前記逆止弁が開弁したことを検出したときに、前記開閉弁を開弁して前記羽根車の下流側に溜まった水をポンプ外部に排出し、その後、前記逆止弁が開弁したことを検出したときに、前記開閉弁を開弁することを特徴とする排水ポンプの運転方法。

【請求項 6】

鉛直方向に沿う回転軸の下端に取り付けられる羽根車と、前記回転軸および前記羽根車が挿通されてポンプ設置床の下側に配置される床下管と、前記床下管の下流側に接続されて前記ポンプ設置床の上側に配置される床上管と、前記床上管に設けられる給排気弁と、前記羽根車よりも下流側に設けられてポンプ外部と連通する連通部と、前記連通部を開閉する開閉弁と、を備える排水ポンプの運転方法であって、 40

制御装置は、前記給排気弁が開弁したことを検出したときに、前記開閉弁を開弁して前記羽根車の下流側に溜まった水をポンプ外部に排出し、その後、前記給排気弁が開弁したことを検出したときに、前記開閉弁を開弁することを特徴とする排水ポンプの運転方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、排水ポンプおよびその運転方法に関する。

【背景技術】

【0002】

都市部の雨水排水施設は地表の建設用地確保が困難であるため、大深度地下を利用する大深度地下排水機場の建設が進められている。大深度地下に建設されるポンプ場では、地下に送水される排水を地表レベルの下流河川に放流することにより、都市部での洪水を防ぐ目的から高揚程のポンプが用いられる。一方、地表の舗装率向上による雨水の地下浸透面積の減少に伴う雨水の流入量の増加や、集中豪雨による急激な雨量の増加に伴う雨水の流入量変動に対応するため、通常の排水ポンプのように一定の吸込水位に達してから始動するのではなく、降雨情報等により予めポンプを空転稼働しておき、吸込水位に関係なく雨水の流入に備えることが可能な先行待機ポンプが用いられる。

10

【0003】

天候によっては一時的に雨量が減少し、再び雨量が増加する場合があるため、一度排水を終えた状態でも排水ポンプを運転し続け、迅速に排水できるように対応する必要がある。また、雨水を排水することでポンプ吸水槽の吸込水位は徐々に低下し、羽根車入口よりも吸込水位が低下した場合、羽根車上流側に空気、羽根車下流側に水が残留したエアロック運転の状態となる。エアロック運転では雨水を排水しないにも関わらず、羽根車下流側に残留した水を攪拌する状態が続くためにポンプ動力が浪費され不経済である。以上のことから、エアロック状態でのポンプ運転時に羽根車下流側のポンプ内に残留した水をポンプ外部に排出し、ポンプ動力の浪費を抑制することが求められている。

20

【0004】

例えば、特許文献1では、羽根車の下流近傍に水抜用連通孔を設け、エアロック運転時に水抜き用連通孔を通してポンプ外部へ水を排出している。この水抜用連通孔にはエアロック防止弁が取り付けられており、水位検出器によって検出した水位信号を制御器に入力し、入力された水位信号に基づいてエアロック防止弁の開閉が制御される構成となっている。この仕組みにより、エアロック運転時にポンプ外部に水を排出することで羽根車に作用する圧力を低減させ、ポンプの消費動力を低減している。

【0005】

また、特許文献2では、水抜用連通孔の出口に取り付けられた座が、ポンプ吸水槽の水位の変化によりボールタップを介して開閉する構造となっている。先行待機ポンプが空転待機状態からポンプ吸水槽の水位上昇に伴って、ボール式のフロートが受ける浮力によりボールタップを介して座が可動し水抜用連通孔の出口が排水開始前に閉塞されるようになっている。一方で水位が低下しエアロック運転状態になる場合には、水位の変動に伴ってボールタップを介して座が開動し羽根車上方のポンプ内の水が水抜用連通孔から排出され空気と置換されることで羽根車に作用する圧力を低減させ、ポンプの消費動力を低減している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平8-159073号公報

40

【特許文献2】特開平4-5496号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

従来のエアロック時の軸動力低減のための排水方法においては、ポンプ吸込水槽内に設置した計測手段により水位を検出してその後の動作を決めている。そのため計測手段の設置や、計測手段のメンテナンスの費用が必要となる。

【0008】

本発明の目的は、エアロック状態でのポンプ動力の浪費を抑制するとともに、高い信頼性とメンテナンスの容易性を備えた排水ポンプおよびその運転方法を提供する。

50

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の排水ポンプは、鉛直方向に沿う回転軸の下端に取り付けられる羽根車と、前記回転軸および前記羽根車が挿通され、ポンプ設置床の下側に配置される床下管と、前記床下管の下流側に接続され、前記ポンプ設置床の上側に配置される床上管と、前記羽根車よりも下流側に設けられ、ポンプ外部と連通する連通部と、前記連通部を開閉する開閉弁と、前記床上管に設けられる逆止弁と、前記逆止弁の開閉動作を検知する検知装置と、前記検知装置により前記逆止弁の開閉動作を検知したときに前記開閉弁を開弁する制御装置と、を備えることを特徴とする。

【0010】

また、本発明の排水ポンプの運転方法は、鉛直方向に沿う回転軸の下端に取り付けられる羽根車と、前記回転軸および前記羽根車が挿通されてポンプ設置床の下側に配置される床下管と、前記床下管の下流側に接続されて前記ポンプ設置床の上側に配置される床上管と、前記床上管に設けられる逆止弁と、前記羽根車よりも下流側に設けられてポンプ外部と連通する連通部と、前記連通部を開閉する開閉弁と、を備える排水ポンプの運転方法であって、制御装置は、前記逆止弁が開弁したことを検出したときに、前記開閉弁を開弁して前記羽根車の下流側に溜まった水をポンプ外部に排出し、その後、前記逆止弁が開弁したことを検知したときに、前記開閉弁を閉弁することを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、エアロック状態でのポンプ動力の浪費を抑制するとともに、高い信頼性とメンテナンスの容易性を備えた排水ポンプおよびその運転方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】第1実施形態に係る排水ポンプの概略断面図である。

【図2】第1実施形態に係る排水ポンプの運転方法を示すフローチャートである。

【図3】第2実施形態に係る排水ポンプの概略断面図である。

【図4】第2実施形態に係る排水ポンプの運転方法を示すフローチャートである。

【図5】第3実施形態に係る排水ポンプの概略断面図である。

【図6】第4実施形態の排水ポンプの運転方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本実施形態に係る排水ポンプ100A、100Bについて図面を参照して詳細に説明する。以下に示す図面において、同一の部材または相当する部材には同一の参照符号を付し、重複した説明を適宜省略する。また、部材のサイズおよび形状は、説明の便宜のため、変形または誇張して模式的に表す場合がある。

【0014】

(第1実施形態)

図1は、第1実施形態に係る排水ポンプを示す構造図である。

図1に示すように、排水ポンプ100Aは、羽根車(インペラ)2から主軸20(回転軸)に対して斜め方向に流体を吐き出す斜流ポンプである。また、排水ポンプ100Aは、羽根車2、床下管3、水抜き用連通管5(連通部)、開閉弁6、床上管7、逆止弁8、検知装置9A、制御装置10Aなどを備えて構成されている。

【0015】

羽根車2は、鉛直方向に沿って延びる主軸20の下端に取り付けられている。また、羽根車2は、鉛直方向に延びる床下管3内に配置されている。

【0016】

床下管3は、羽根車2の上流側に設けられる吸込ケーシング31、羽根車2の周囲に設けられるケーシングライナ32、羽根車2の下流側に設けられる吐出しボウル33、吐出しボウル33の下流側に設けられる揚水管34を備えて構成されている。

【 0 0 1 7 】

揚水管 3 4 の上端部は、排水ポンプ 1 0 0 A を据え付けるポンプ設置床 3 0 に支持、固定されている。また、吸込ケーシング 3 1 には、吸気孔 3 5 が形成され、この吸気孔 3 5 に吸気管 3 6 が接続されている。吸気管 3 6 は、吸気管 3 6 の先端がポンプ設置床 3 0 より上方の空間 Q と連通している。

【 0 0 1 8 】

水抜き用連通管 5 は、エアロック運転中の水抜きを早急に行うことが可能であり、揚水管 3 4 の鉛直方向の下部に取り付けられている。なお、水抜き用連通管 5 の設置位置は、揚水管 3 4 に限定されるものではなく、吐出しボウル 3 3 の出口近傍など羽根車 2 の下流側であればよい。なお、水抜き用連通管 5 を、羽根車 2 の下流のケーシングライナ 3 2 や、吐出しボウル 3 3 に設けることにより、エアロック運転時に羽根車 2 の下流に溜まった水を、水抜き用連通管 5 を揚水管 3 4 に設置する場合よりも多く排出できる。

【 0 0 1 9 】

開閉弁 6 は、水抜き用連通管 5 を開閉するものであり、逆止弁 8 の開閉状態に応じて開閉するように構成されている。なお、開閉弁 6 は、電気信号によって開閉するものであり、電磁式や電動式のもので構成されている。

【 0 0 2 0 】

床上管 7 は、ポンプ設置床 3 0 よりも上側に配置され、揚水管 3 4 の上端部（下流側）に接続されている。また、床上管 7 は、揚水管 3 4 によって鉛直方向上向きに流れる流体（水）の流れをポンプ設置床 3 0 に沿う方向に変化させる吐出ベンド 4 1 と、この吐出ベンド 4 1 の下流側の端部に接続される吐出管 4 2 と、を備えて構成されている。なお、図示していないが、吐出管 4 2 の下流側は、吐出管 4 2 の上方に位置する吐き出し槽などと接続されている。

【 0 0 2 1 】

逆止弁 8 は、吐出管 4 2 に設けられ、羽根車 2 側から吐出管 4 2 側に向かう流体の流れを許容し、吐出管 4 2 側から羽根車 2 側への流体の流れを遮断するものである。逆止弁 8 は、例えば、流路を遮断する弁体を有し、この弁体の上部がヒンジを介して吐出管 4 2 内において回動可能に支持されたものである。つまり、通常の排水運転時（例えば、図 1 の水位 H 1 参照）には、羽根車 2 によって吸い上げられた水の圧力によって逆止弁 8 が開弁し、エアロック運転時（例えば、図 1 の水位 H 2 ）には、水の流れが停止することで逆止弁 8 が閉弁する。逆止弁 8 が閉弁することで、図示しない吐き出し槽からの逆流を防止する。なお、図 1 において、水位 H 1 は排水運転開始水位として予め決められた水位であり、水位 H 2 は排水運転後に吸水水槽 S の吸込水位が低下し吸気管 3 6 以下の水位となった場合にエアロック運転状態となる水位を模式的に示している。

【 0 0 2 2 】

検知装置 9 A は、逆止弁 8 の開閉状態（開弁状態および閉弁状態）を検知するものである。この検知装置 9 A としては、例えば、逆止弁 8 の弁体が閉じたときに導通し、弁体が開いたときに遮断する接点を設け、その接点の接離を検出することによって構成することができる。また、検知装置 9 A の他の方法としては、弁体の回動軸の角度を検出するセンサを設けることによって構成してもよい。この場合、逆止弁 8 が閉弁したと判定する角度は、弁体が全閉する角度に限定されるものではなく、エアロック状態であると判定できる所定の角度になったときに閉弁したと判定してもよい。所定の角度は、事前の試験等によって決定することができる。

【 0 0 2 3 】

制御装置 1 0 A は、CPU、ROM や RAM 等のメモリ、インターフェース回路等を搭載して構成されている。また、制御装置 1 0 A は、検知装置 9 A と接続され、前記した ROM に予め搭載されたプログラムにより、逆止弁 8 の開閉を検知して、水抜き用連通管 5 に設けられた開閉弁 6 を開閉制御する。

【 0 0 2 4 】

また、排水ポンプ 1 0 0 A には、逆止弁 8 の下流側の吐出ベンド 4 1 に吸排気弁 1 4 が

10

20

30

40

50

設けられている。この給排気弁 14 は、例えばボール式の弁を備えたものであり、通常の排水運転時（定格運転時）に排水時の圧力によって閉弁し、エアロック運転時（無送水運転）による圧力低下によって開弁するように構成されている。

【0025】

次に、第 1 実施形態の排水ポンプに備えられている各弁の動作について図 2 を参照して説明する。図 2 は、第 1 実施形態に係る排水ポンプの各弁の動作を示すフローチャートである。なお、排水ポンプ 100A の運転開始前においては、開閉弁 6 および逆止弁 8 は閉じており、吸排気弁 14 は開いている。図 2 では、通常の排水運転以降の動作について説明する。

【0026】

排水ポンプ 100A が排水運転する場合は、排水運転のために逆止弁 8 は開いた状態となっており、逆止弁 8 が開いている状態を検知装置 9A により検知し、制御装置 10A を介して水抜き用連通管 5 に備えられている開閉弁 6 は閉止（閉弁）状態となっている。排水ポンプ 100A の運転中に水抜き用連通管 5 に備えられた開閉弁 6 が閉弁していることにより、運転中のポンプは水抜き用連通管 5 を介して水がポンプ外部に漏れるのを防止することができ、ポンプ効率の低下を抑制することが可能となる。また、排水ポンプ 100A の排水運転時には、羽根車 2 によって吸い込まれる水の圧力によって、吸排気弁 14 が閉じている。

【0027】

図 2 に示すように、制御装置 10A は、ステップ S110 において、逆止弁 8 が閉弁しているか否かを判定する。制御装置 10A は、検知装置 9A によって逆止弁 8 が開いていると判定した場合には（S110, No）、ステップ S110 の処理を繰り返し、検知装置 9A によって逆止弁 8 が閉じていると判定した場合には（S110, Yes）、ステップ S120 に進む。

【0028】

すなわち、排水運転後、吸込水槽 S（図 1 参照）の水位が低下してエアロック運転状態となり、排水ポンプ 100A が無送水運転すなわちポンプは運転しているが水は送水されない状態となった場合には、排水ポンプ 100A の吐出ベンド 41 の下流に設けられた逆止弁 8 が閉弁する。これにより、エアロック運転状態での羽根車 2 の下流に残る水の水頭はポンプ長さ程度（例えば、揚水管 34 の上端）まで小さくなる。また、エアロック運転では、逆止弁 8 の上流側に設けられている給排気弁 14 が開くことで、排水ポンプ 100A の内部に空気が供給可能な状態になる。エアロック運転状態で無送水運転状態となった場合の逆止弁 8 の閉弁を、例えば逆止弁 8 の角度もしくは閉弁による接触を接点で検知し、逆止弁 8 の閉弁信号を、検知装置 9A を介して制御装置 10A に入力する。

【0029】

ステップ S120 において、制御装置 10A は、開閉弁 6 を開弁する。この場合、制御装置 10A が検知装置 9A からの信号を受けることで、制御装置 10A によって開閉弁 6 を開動する。これにより、水抜き用連通管 5 を介して排水ポンプ 100A の外部へ排水ポンプ 100A の内部の水が排出され、羽根車 2 の下流に残る水の水頭は小さくなる。これにより、エアロック運転時の羽根車 2 に作用する圧力を低減させることが可能となり、羽根車 2 の回転を継続した状態でも（羽根車 2 を回しっぱなしの状態でも）ポンプ軸動力の浪費を防ぐことができる。なお、排水が完了した後は、例えば、気象情報などに基づいて、今後急激な水位の増加が予想されない場合には排水ポンプ 100A の運転を停止させ（羽根車 2 の回転を停止させ）、今後急激な水位の増加が予想される場合には排水ポンプ 100A の運転を継続する。

【0030】

排水ポンプ 100A の運転が継続された場合には、吸込水槽 S の吸込水位が再度上昇して再度排水運転が開始するまでの間、ステップ S130 において、制御装置 10A は、検知装置 9A によって、逆止弁 8 が開弁しているか否かを判定する。制御装置 10A は、逆止弁 8 が閉弁していると判定した場合には（S130, No）、ステップ S130 の処理

10

20

30

40

50

を繰り返し、逆止弁 8 が開弁していると判定した場合には (S 1 3 0、Y e s)、ステップ S 1 4 0 に進む。なお、第 1 実施形態では、水抜き用連通管 5 から排水しながら逆止弁 8 が開になるまで、床下管 3 および床上管 7 を通って排水される排水量は、水抜き用連通管 5 を通ってポンプ外部 (吸込水槽 S) に排水される排水量よりも多くなるように構成されている。

【 0 0 3 1 】

ステップ S 1 4 0 において、制御装置 1 0 A は、開閉弁 6 を閉弁する。この場合、制御装置 1 0 A が検知装置 9 A からの信号を受けることで、制御装置 1 0 A によって開閉弁 6 を閉弁する。開閉弁 6 が閉弁することで、再び排水運転状態に移行し、図 2 に示す一連の動作が実行される。

10

【 0 0 3 2 】

第 1 実施形態の排水ポンプ 1 0 0 A によれば、無送水運転状態となるエアロック運転時では、水抜き用連通管 5 の開閉弁 6 が開弁することで、羽根車 2 の上方のポンプ内に残留した水をポンプ外部に早急に排出し、ポンプ動力の浪費を抑制することが可能となる。

【 0 0 3 3 】

また、第 1 実施形態では、排水ポンプ 1 0 0 A の無送水運転 (エアロック運転) を吐出ベンド 4 1 の下流に設けた逆止弁 8 により検知する構成とすることで、検知装置 9 A をポンプ設置床 3 0 よりも上側に設置可能となるため検査員のアクセスおよびメンテナンス作業が容易になる。しかも、第 1 実施形態では、吸込水槽 S 内 (床下) に検知装置として水位計やボールタップを備える必要がないので、雨水の急激な流れ込みの影響を受けることがなくなり、排水ポンプ 1 0 0 A の信頼性を高めることができる。

20

【 0 0 3 4 】

(第 2 実施形態)

図 3 は、第 2 実施形態に係る排水ポンプの概略断面図である。

図 3 に示すように、第 2 実施形態の排水ポンプ 1 0 0 B は、開閉弁 6 を開閉する手段として、逆止弁 8 の開閉動作を利用した第 1 実施形態に替えて、吸排気弁 1 4 の開閉動作を利用したものである。

【 0 0 3 5 】

検知装置 9 B は、吸排気弁 1 4 の開閉状態 (開弁状態および閉弁状態) を検知するものである。この検知装置 9 B としては、例えば、通常の排水運転時に水圧によってボール式の弁が上方に押圧されて閉弁状態となり、エアロック運転 (無送水運転) 時に水圧低下によってボール式の弁が下方に移動することで導通する接点を設け、その接点の接離を検出することによって構成することができる。

30

【 0 0 3 6 】

制御装置 1 0 A は、検知装置 9 B と接続され、吸排気弁 1 4 の開閉を検知して、水抜き用連通管 5 に設けられた開閉弁 6 を開閉制御する。

【 0 0 3 7 】

図 4 は、第 2 実施形態に係る排水ポンプの運転方法を示すフローチャートである。なお、排水ポンプ 1 0 0 B の運転開始前においては、開閉弁 6 および逆止弁 8 は閉じており、吸排気弁 1 4 は開いている。図 4 では、通常の排水運転以降の動作について説明する。

40

【 0 0 3 8 】

図 4 に示すように、制御装置 1 0 B は、ステップ S 2 1 0 において、吸排気弁 1 4 が開弁しているか否かを判定する。制御装置 1 0 B は、検知装置 9 B によって吸排気弁 1 4 が閉じていると判定した場合には (S 2 1 0、N o)、ステップ S 2 1 0 の処理を繰り返し、検知装置 9 B によって吸排気弁 1 4 が開いていると判定した場合には (S 2 1 0、Y e s)、ステップ S 2 2 0 に進む。

【 0 0 3 9 】

すなわち、排水運転時、吸込水槽 S (図 3 参照) の水位が低下してエアロック運転状態となり、排水ポンプ 1 0 0 B が排水運転から無送水運転となった場合には、排水ポンプ 1 0 0 B の吐出ベンド 4 1 に設けられた給排気弁 1 4 が開弁する。このとき、エアロック運

50

転状態での羽根車 2 の下流に残る水の水頭はポンプ長さ程度（例えば、揚水管 3 4 の上端）まで小さくなる。次に、吸排気弁 1 4 が開弁することで、排水ポンプ 1 0 0 B の内部に空気が供給される状態となる。エアロック運転で無送水運転状態となった場合の吸排気弁 1 4 の開弁状態を、例えば検知装置 9 B の接点の導通で検知し、吸排気弁 1 4 の開弁信号を制御装置 1 0 B に入力する。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 2 2 0 において、制御装置 1 0 B は、開閉弁 6 を開弁する。この場合、制御装置 1 0 B が検知装置 9 B から信号を受けることで、制御装置 1 0 B によって開閉弁 6 を開弁する。これにより、水抜き用連通管 5 から排水ポンプ 1 0 0 B の内部の水がポンプ外部に排出され、羽根車 2 の下流に残る水の水頭は小さくなる。その結果、エアロック運転時の羽根車 2 に作用する圧力を低減させることが可能となり、ポンプ軸動力の浪費を防ぐことができる。なお、排水が完了した後は、第 1 実施形態と同様に、現在の気象情報などに基づいて、排水ポンプ 1 0 0 B の運転を停止させるか、継続するか判定する。

10

【 0 0 4 1 】

排水ポンプ 1 0 0 B の運転が継続された場合には、吸込水槽 S の吸込水位が再度上昇して再度排水運転が開始するまでの間、ステップ S 2 3 0 において、制御装置 1 0 B は、検知装置 9 B によって、吸排気弁 1 4 が閉弁しているか否かを判定する。制御装置 1 0 B は、吸排気弁 1 4 が開弁していると判定した場合には（S 2 3 0、No）、ステップ S 2 3 0 の処理を繰り返し、吸排気弁 1 4 が閉弁していると判定した場合には（S 2 3 0、Yes）、ステップ S 2 4 0 に進む。例えば、エアロック運転後に吸込水槽 S の水位が再度上昇して通常の排水運転に移行した場合には、吸排気弁 1 4 が閉弁する。なお、第 2 実施形態では、水抜き用連通管 5 から排水しながら給排気弁 1 4 が閉になるまで、床下管 3 および床上管 7 を通って排水される排水量は、水抜き用連通管 5 を通ってポンプ外部（吸込水槽 S）に排水される排水量よりも多くなるように構成されている。

20

【 0 0 4 2 】

ステップ S 2 4 0 において、制御装置 1 0 B は、開閉弁 6 を閉弁する。この場合、制御装置 1 0 B が検知装置 9 B からの信号を受けることで、制御装置 1 0 B が開閉弁 6 を閉弁する。

【 0 0 4 3 】

第 2 実施形態の排水ポンプ 1 0 0 B によれば、無送水運転状態となるエアロック運転時には、水抜き用連通管 5 の開閉弁 6 が開弁することで、羽根車 2 の上方のポンプ内に残留した水をポンプ外部に早急に排出し、ポンプ動力の浪費を抑制することが可能となる。

30

【 0 0 4 4 】

また、第 2 実施形態では、排水ポンプ 1 0 0 B の無送水運転（エアロック運転）を吐出ベンド 4 1 に設けた給排気弁 1 4 によって検知する構成とすることで、検知装置 9 B をポンプ設置床 3 0 よりも上側に設置可能となるため検査員のアクセスおよびメンテナンス作業が容易になる。しかも、第 2 実施形態では、吸込水槽 S 内（床下）に検知装置として水位計やボールタップを備える必要がないので、雨水の急激な流れ込みの影響を受けることがなくなり、排水ポンプ 1 0 0 B の信頼性を高めることができる。

40

【 0 0 4 5 】

（第 3 実施形態）

図 5 は、第 3 実施形態に係る排水ポンプの概略断面図である。

排水ポンプ 1 0 0 C の軸方向長さ L が長い場合には、揚水管 3 4 が長いポンプとなることも想定される。このような場合には、図 5 に示すように、水抜き用連通管 5 および開閉弁 6 を揚水管 3 4 に複数組設けることで、更にエアロック運転中の水抜きを早急に行うことが可能となる。

【 0 0 4 6 】

なお、第 3 実施形態については、第 2 実施形態のように、吸排気弁 1 4 の開閉を検知して、開閉弁 6 の開閉を制御するようにしてもよい。また、このように水抜き用連通管 5 および開閉弁 6 を複数組設ける場合には、吸排気弁 1 4 の開口径を大きく形成することで空

50

気を取り込み量を多くすることができ、水抜き用連通管 5 からの排水をより早期に行うことが可能になる。

【 0 0 4 7 】

(第 4 実施形態)

図 6 は、第 4 実施形態の排水ポンプの運転方法を示すフローチャートである。第 4 実施形態は、第 1 実施形態や第 2 実施形態、第 3 実施形態において、開閉弁 6 の開弁状態から開閉弁 6 の閉弁状態までの方法として、タイマを利用して、所定時間の経過によって判定してもよい。

【 0 0 4 8 】

図 6 は、第 1 実施形態の場合に第 4 実施形態を適用した場合の各弁の動作を示すフローチャートである。図 6 に示すように、制御装置 10 A は、開閉弁 6 を開弁した後 (S 1 2 0)、ステップ S 1 3 1 に進み、所定時間が経過したか否かを判定する。なお、所定時間は、羽根車 2 の下流に残る水を排出するのに必要な時間であり、事前の試験等に基づいて決定される。制御装置 10 A は、所定時間が経過していないと判定した場合には (S 1 3 1、No)、ステップ S 1 3 1 の処理を繰り返し、所定時間が経過したと判定した場合には (S 1 3 1、Yes)、ステップ S 1 4 0 に進み、開閉弁 6 を閉弁する。開閉弁 6 を閉弁した後は、排水運転開始の水位 H 1 となるまで、排水運転待機状態 (再排水運転状態よりも前の状態) となる。

【 0 0 4 9 】

このように、第 4 実施形態では、開閉弁 6 の開弁開始からの経過時間に基づいて開閉弁 6 を閉弁するタイミングを設定することで、再度の水位上昇を待つ必要がなくなり、第 1 実施形態や第 2 実施形態、第 3 実施形態よりも早期に開閉弁 6 を閉弁することができる。そのため、第 1 実施形態や第 2 実施形態、第 3 実施形態に対して、第 4 実施形態で説明した開閉弁 6 の閉弁をタイマを利用して制御することにより、エアロック運転から排水運転に移行する際に、開閉弁 6 から水が漏れながら運転が行われるのを防止することができる。

【 0 0 5 0 】

なお、本発明は、前記した実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々変更することができる。例えば、第 1 実施形態の検知装置 9 A と第 2 実施形態の検知装置 9 B とを組み合わせ構成してもよい。また、第 3 実施形態における開閉弁 6 の個数は、2 個に限定されるものではなく、3 個以上であってもよい。

【 0 0 5 1 】

また、前記した各実施形態では、連通部として水抜き用連通管 5 を例に挙げて説明したが、管状のものに限定されず、連通部として揚水管 3 4 に開けた孔を形成し、この孔に、開閉式の弁 (開閉弁) を取り付けよう構成であってもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 2 】

- 2 羽根車
- 3 床下管
- 5 水抜き用連通管 (連通部)
- 6 開閉弁
- 7 床上管
- 8 逆止弁
- 9 A , 9 B 検知装置
- 10 A , 10 B 制御装置
- 14 給排気弁
- 20 主軸
- 30 ポンプ設置床
- 31 吸込ケーシング
- 32 ケーシングライナ

10

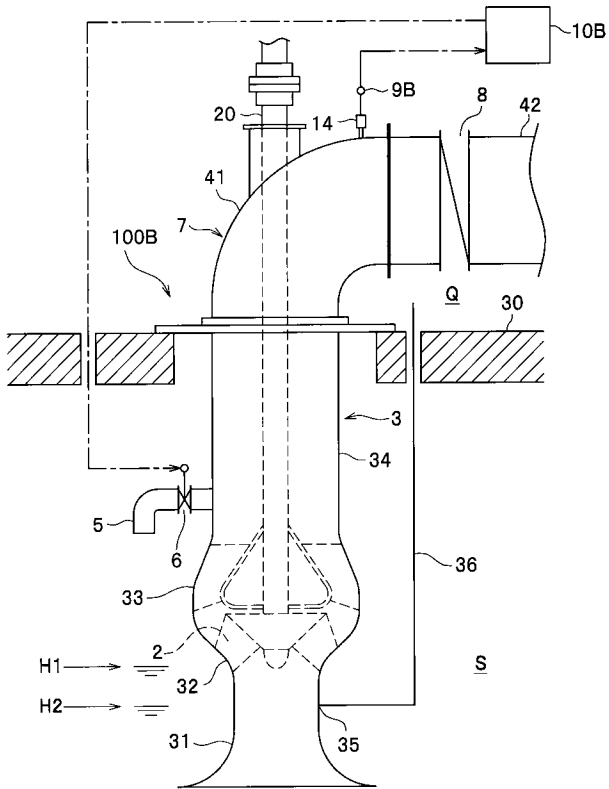
20

30

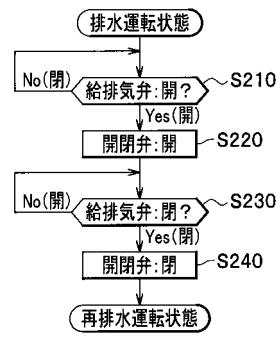
40

50

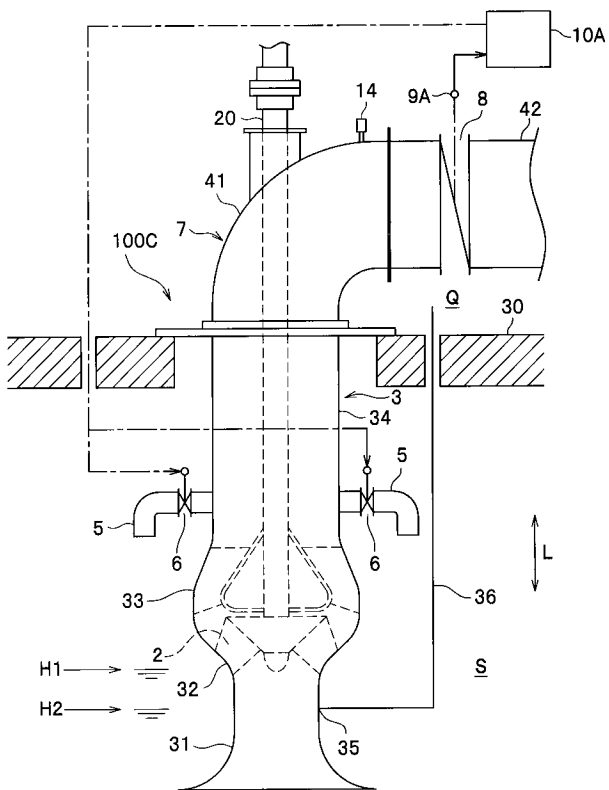
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

