



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103375435 B

(45)授权公告日 2016.12.28

(21)申请号 201310124100.0

(22)申请日 2013.04.11

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103375435 A

(43)申请公布日 2013.10.30

(30)优先权数据

2012-090626 2012.04.12 JP

(73)专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

(72)发明人 冲原崇 长原孝英 鸟居大地

风间刚

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 张斯盾

(51)Int.Cl.

F04D 29/40(2006.01)

F04D 29/66(2006.01)

(56)对比文件

JP 特开平11-70894 A,1999.03.16,

JP 特开平11-70894 A,1999.03.16,

CN 101830278 A,2010.09.15,

EP 1318344 A1,2003.06.11,

CN 102109077 A,2011.06.29,

EP 2226545 A2,2010.09.08,

DE 2229983 A1,1974.01.10,

审查员 郝曼

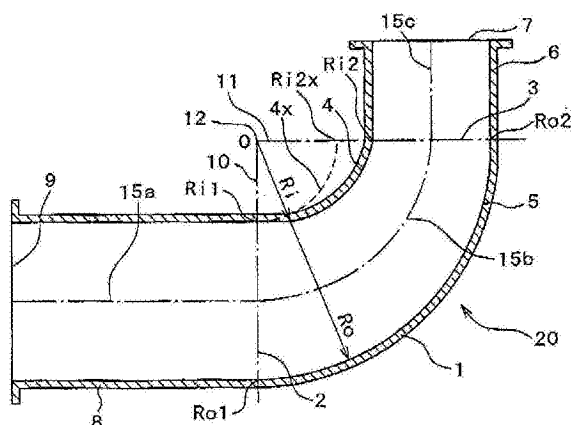
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

泵吸入管

(57)摘要

本发明公开了一种泵吸入管。本发明抑制在泵的吸入管的弯折部产生的二次流动,抑制泵叶轮中的气穴现象的产生以及产生区域的偏斜。本发明中,泵的吸入管(20)具备与泵的叶轮吸入口连接,并在上下方向配置的吸入管出口部(6)、配置在横向的吸入管入口部(8)、将吸入管出口部(6)和吸入管入口部(8)连接,并使流动从横向向上下方向变化的吸入管弯折部(1)。吸入管弯折部(1)是在其纵截面中内侧的从基准点开始的距离(R_i)随着从上游侧趋向下游侧而单调地增加的形状。



1. 一种泵吸入管,所述泵吸入管具备:

与沿纵轴配置的泵的叶轮吸入口连接且在上下方向、即垂直方向配置的吸入管出口部;

在横向、即水平方向配置的吸入管入口部;

将前述吸入管出口部和前述吸入管入口部连接并使流动从横向、即水平方向向上下方向、即垂直方向变化的吸入管弯折部,流体从前述吸入管入口部在水平方向流入,经由前述吸入管弯折部,从前述吸入管出口部向垂直方向流出,流入泵的叶轮吸入口,其特征在于,

前述吸入管出口部的中心轴是大致垂直的,

作为前述吸入管弯折部的出口的吸入管弯折部出口与前述吸入管出口部的中心轴垂直,进而,将前述吸入管出口部和前述吸入管弯折部连接的平面作为出口侧基准面,

前述吸入管入口部的中心轴是大致水平的,

作为前述吸入管弯折部的入口的吸入管弯折部入口与前述吸入管入口部的中心轴垂直,进而,将前述吸入管入口部和前述吸入管弯折部入口连接的平面作为入口侧基准面,

当将在前述出口侧基准面与前述入口侧基准面的交线上,且是作为包含泵旋转轴的平面的纵截面上的点作为基准点时,

前述吸入管弯折部的内侧端在该纵截面中为从基准点开始的距离随着从上游侧趋向下游侧而单调地增加的形状,前述吸入管弯折部的外侧端在该纵截面中为从前述基准点开始的距离随着从上游侧趋向下游侧而单调地减小的形状。

2. 如权利要求1所述的泵吸入管,其特征在于,前述吸入管出口部是与前述吸入管弯折部的连接端部的内径大,且与前述叶轮吸入口的连接端部的内径小的缩小管形状。

3. 如权利要求2所述的泵吸入管,其特征在于,前述吸入管出口部的倾斜角(α)是与前述吸入管弯折部的纵截面中的内侧端的切线角度(β)相等或比它大的角度,该切线角度(β)是前述吸入管弯折部和前述吸入管出口部的连接端部的切线角度。

泵吸入管

技术领域

[0001] 本发明涉及泵吸入管,尤其涉及具有弯折部的泵吸入管。

背景技术

[0002] 在排水站等泵站中,大多采用将从水路经吸入管吸入的水由泵主体升压的结构。在这种情况下,还存在吸入管不仅具有直管部,还具有弯折管部的情况。这样的具有弯折管部的泵吸入管的例被记载在专利文献1、2。

[0003] 专利文献1中,记载了为了抑制向吸入管流入的流动的偏流,将被整流了的水导向泵,而在立轴泵中,使吸入口朝向流入方向开口,将朝向上方弯曲了的整流曲管设置在吸入部前端的情况。这里,整流曲管被构成为弯管状,在与弯管的中心轴相比的稍内侧,即、曲率半径小的一侧被形成为与弯管的曲率相应的曲线(曲面)。

[0004] 专利文献2中,记载了在泵的吸入管路中,为了改进从弯折管到泵的的部分的液体的流动,在弯折管设置分隔板的情况,所述泵的吸入管路的泵的吸入口的中心线的方向为水平或具有接近水平的角度,经在吸入口的前端,折成直角状的弯折管,将直线状的直管插入低水平的液体中。而且,分隔板在接近泵的一侧被弯折,在由分隔板分隔的流路中,外侧的流路的截面积在出口侧,即、泵侧最大,内侧的流路的截面积在出口侧,即、泵侧最小。

[0005] 另外,在非专利文献1中,公开了作为用于这样的吸入管等的弯折管的放入导向叶片的弯头。在该文献中,记载了为了抑制在弯头内产生的二次流动、剥离,减少弯头内的损失,在弯头中同心地插入将薄板弯折成中心角90度圆弧的引导叶片,在由引导叶片分割的部分流路为相同半径比的位置安装引导叶片。

[0006] 在先技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本实开平1-76597号公报

[0009] 专利文献2:日本实开昭58-33887号公报

[0010] 非专利文献

[0011] 非专利文献1:《机械工学便览基础编a4流体工学》、第一版第一次印刷、社团法人日本机械学会、2006年1月、a4-73、77、78页

[0012] 非专利文献2:原田正一编著、《流动学10章》、第1版、养贤堂、1989年2月、第42页

[0013] 但是,如非专利文献2所示,向弯折管流入的流动由于流路壁面和流体(水)的摩擦,而成为在流路壁面的周边速度变缓,在流路中心部速度变快的流动。在该流动在弯折部流通时,离心力作用于流体。该离心力与沿着弯折圆弧状地流动的方向(圆弧周方向)的速度的平方成比例地增大,作用于从弯折部的内周侧朝向外周侧的方向(圆弧半径方向)。

[0014] 其结果为,在弯折部中,如非专利文献2所示,弯折部的流路中心部的流体的主流成为因离心力的作用而从弯折部的流路中心朝向外周侧的流动。另外,因在弯折部通过而圆弧状地弯折的流体通过作用于圆弧半径方向的离心力而产生圆弧半径方向的压力梯度。在这种情况下,压力在外周侧高,在内周侧低。

[0015] 另一方面,在流通在弯折部的流动中,在与流路中心部的主流相比圆弧周方向的速度缓的壁面旁边形成分界层。该分界层的流动不能与因离心力的作用而成为从流路中心朝向外侧的流动的流路中心部的主流在圆弧周方向平衡,沿壁面形成从压力高的外周侧朝向压力低的内侧的流动。而且,在与弯折部的中心轴正交的截面中,形成成为在流路中心部从流路中心朝向外侧,在壁面旁边从外侧沿壁面朝向内侧的流动的二次流动。

[0016] 这种情况在具有弯折部的泵吸入管中也同样地产生。再有,在泵吸入管中,若在通过弯折部后,流体以维持着残留二次流动的状态流入叶轮吸入口,则即使在设计点,也存在在叶轮吸入口,叶轮吸入口中的流体的流入角度和叶轮的叶片角度交错的区域相对于叶轮的旋转轴,体现在周方向的情况。

[0017] 在吸入口中的流体的流入角度和叶轮的叶片角度的交错大的区域,叶轮的叶片前端附近的流体没有沿叶片流入,而是像绕入那样流入叶片前端。在流体像绕入那样流入叶片前端的部分,流体相对于叶轮的相对速度局部变大,压力降低。其结果为,在叶轮入口的压力低的泵的运转条件下,在叶轮的叶片前端附近的流体像绕入那样流入叶片前端的部分,容易局部地产生气穴现象。

[0018] 再有,由于在弯折部产生并到达叶轮吸入口的二次流动的影响,使得叶轮吸入口中的流体的流入角度和叶轮的叶片角度的差变大的区域相对于叶轮的旋转轴,在周方向偏斜地产生,上述说明中的局部地产生的气穴现象也同样产生区域偏斜。在偏斜的区域产生气穴现象的结果是,由于在气体中密度低的气穴现象的区域和通常的液体的区域的密度差,使得变动力负载到叶轮,泵容易产生大的振动、噪音。

[0019] 在上述专利文献1、2记载的以往的泵的吸入管还有非专利文献1的弯头中,欲通过采用设置了分隔板的弯折管、整流曲管来抑制在弯折部的流路中心部从内侧朝向外侧的二次流动。但是,若附加分隔板,则设计、加工以及施工变得复杂,与成本增加相关。另外,一般已知在非设计点(低流量区域)的运转中,在叶轮的护罩侧,产生从叶轮朝向吸入侧的倒流,若该倒流区域增大,则倒流区域一直波及到分隔板、整流板。在这种情况下,存在倒流与分隔板、整流板碰撞,产生振动・噪音,分隔板、整流板因该振动・噪音而损伤的可能性。

[0020] 本发明是鉴于上述以往技术的问题做出的发明,其目的在于,抑制在泵吸入管的弯折部产生的二次流动,抑制在泵的叶轮上产生的气穴现象的产生,以及抑制产生区域的偏斜。另外,在于通过将吸入管的弯折部做成单纯的形状,来降低来自叶轮的倒流的影响。

发明内容

[0021] 下文中,“纵截面”是包括泵的旋转轴的平面,是包括吸入管的中心轴的平面的截面。另外,“横截面”是指与吸入管的中心轴或泵的旋转轴正交的面的截面。另外,“基准点”是指在包括弯折管部(吸入管弯折部)的泵的吸入管中,吸入管出口部和吸入管弯折部所连接的平面和吸入管入口部和吸入管弯折部所连接的平面的交线上,也就是纵截面上的点。再有,“肘”一般是指像非专利文献1的 $\alpha 4-77$ 、78页记载的那样,与弯头相比小曲率半径的部件,但在本发明中,是指在进行流动的弯折方向的加工时,不使用折弯机等弯折加工机,而由多个部件作成的部件。

[0022] 实现上述目的的本发明的特征是一种泵吸入管,所述泵吸入管具备与泵的叶轮吸入口连接,且在上下方向配置的吸入管出口部、在横向配置的吸入管入口部、将前述吸入管

出口部和前述吸入管入口部连接,并使流动从横向向上下方向变化的吸入管弯折部,其中,将在前述吸入管出口部和前述吸入管弯折部连接的连接平面、与前述吸入管入口部和前述吸入管弯折部连接的连接平面的交线上,且是纵截面上的点作为基准点时,纵截面中的前述吸入管弯折部的内侧端为从基准点开始的距离随着从上游侧趋向下游侧而单调地增加的形状。

[0023] 而且,在该特征中,优选为纵截面中的前述吸入管弯折部的外侧端从前述基准点开始的距离随着从上游侧趋向下游侧而单调减少的形状,理想的是前述吸入管弯折部的横截面形状实质上为圆形。另外,也可以是前述吸入管弯折部是将平板弯折加工,形成多个筒状部件,将该多个筒状部件接合,做成肘形状的部件,还可以是前述吸入管出口部是与前述吸入管弯折部的连接端部的内径大,且与前述叶轮吸入口的连接端部的内径小的缩小管形状。再有,也可以是前述吸入管出口部的倾斜角(α)是与前述吸入管弯折部的纵截面中的内侧的切线角度(β),也就是前述吸入管弯折部和前述吸入管出口部的连接端部中的切线角度相等或比它大的角度。

[0024] 发明效果

[0025] 根据本发明,因为将泵的吸入管弯折部的形状形成为在内侧从基准点开始的距离随着从上游侧趋向下游侧而单调地增加,所以,能够使以吸入管弯折部的离心力为起因的压力梯度随着从上游侧趋向下游侧而降低。据此,因为能够抑制吸入管弯折部中的二次流动,所以,能够抑制泵叶轮上产生的气穴现象的产生以及产生区域的偏斜。另外,因为吸入管弯折部不需要引导叶片等,所以,吸入管弯折部的形状被单纯化,能够降低来自叶轮的倒流的影响。

附图说明

[0026] 图1是有关本发明的泵装置的局部纵剖视图。

[0027] 图2是图1所示的泵装置所具备的泵吸入管的一实施例的纵剖视图。

[0028] 图3是有关本发明的泵吸入管的其它实施例的纵剖视图。

[0029] 图4是有关本发明的泵吸入管的另外的其它实施例的纵剖视图。

[0030] 图5是有关本发明的泵吸入管的另外的其它实施例的纵剖视图。

[0031] 图6是说明有关本发明的泵吸入管的气穴现象特性的图表。

具体实施方式

[0032] 下面,使用附图,说明有关本发明的泵吸入管的几个实施例。图1是表示配置在泵站的泵装置的图,是由截面表示其一部分的图。图2至图5是有关本发明的泵吸入管20的各实施例的纵剖视图。另外,在本发明的说明中,在纵剖视图所示的吸入管弯折部1内的流路中,将接近基准点的一侧称为内侧,将远离基准点的一侧称为外侧。因此,内侧、外侧并非是指管的内外。

[0033] 在泵装置30中,从河川31直接向蓄水或者排水设施45供水,或者配置在纵轴上的泵40从河川31经由导水路32从与导水路32连接的泵吸入管20吸水向蓄水或者排水设施45供水。在泵40的下端部设置叶轮42,叶轮42由与马达等驱动机43连接的旋转轴41旋转驱动。

[0034] 实施例1

[0035] 图2是通过纵剖视图表示这样构成的泵装置30所具备的泵供水管的一实施例。本实施例的泵的吸入管20用于使在水平方向流动的水向垂直方向改变朝向而流动。为此,泵的吸入管20具有配置在作为大致水平方向的横向的吸入管入口部8、配置在作为大致垂直方向的上下方向的吸入管出口部6、将吸入管入口部8和吸入管出口部6连接的吸入管弯折部1。吸入管入口部8和吸入管出口部6是截面圆形的直管。因此,吸入管入口部8的中心轴15a为大致水平方向,吸入管出口部6的中心轴15c是大致垂直方向。

[0036] 这里,作为本发明的特征的将吸入管入口部8和吸入管出口部6连接的吸入管弯折部1像下述那样构成。作为吸入管入口部8的出口侧端部的吸入管弯折部入口2为与吸入管入口部8的中心轴15a垂直的平面,成为竖直面。将该竖直平面称为入口侧基准面10。另外,作为吸入管出口部6的入口侧端部的吸入管弯折部出口3是与吸入管出口部6的中心轴15c垂直的平面,成为水平面。将该水平面称为出口侧基准面11。

[0037] 入口侧基准面10和出口侧基准面11在交线交叉。将该交线称为基准线12。另一方面,包括形成为直管状的吸入管入口部8以及吸入管出口部6这两者的中心线15a、15c的平面(纵截面)PL与上述基准线12交叉的点形成吸入管弯折部1的基准点(原点O)。平面PL还包括泵40的旋转轴41的中心线。

[0038] 在该平面PL上,由点划线表示以基准点为中心,以从基准点到吸入管入口部8的出口侧端部的上侧端点 R_{i1} 的距离为半径的内侧圆弧曲线4x。同样,由实线表示以基准点为中心,以从基准点到吸入管入口部8的出口侧端部的下侧端点 R_{o1} 的距离为半径的圆弧曲线(外侧端曲线5)。

[0039] 外侧端曲线5与出口侧基准面11交叉的点 R_{o2} 是吸入管弯折部出口3的右侧端。另一方面,作为吸入管弯折部出口3的左侧端的点 R_{i2} 在图2中,与内侧圆弧曲线4x和出口侧基准面11交叉的点 R_{i2x} 相比位于右侧。即、从基准点到点 R_{i2} 的距离比从基准点到点 R_{i2x} 的距离长。

[0040] 平面PL中的吸入管弯折部1的内侧端曲线4为将上述点 R_{i1} 和点 R_{i2} 连结的平滑的曲线,被设定成从吸入管弯折部入口2到吸入管弯折部出口3,从基准点开始的距离 R_i 单调地增加。即、被设定为随着由将内侧端曲线4上的点和基准点连结的线和入口侧基准面10构成的角度(卷绕角)增加,从基准点到内侧端曲线4上的点的距离 R_i 单调地增加。在平面PL上,若卷绕角从同角度的基准点开始,将内侧端曲线4上的点以及外侧端曲线5上的点的中间点连结,则能够得到吸入管弯折部1的中心线15b。

[0041] 对在这样构成的本实施例的泵的吸入管20内流动的水的动作说明如下。在吸入管弯折部1中,针对将流动方向从水平方向弯折成垂直方向流动的水,与从基准点开始的距离相应的离心力作用于从吸入管弯折部1的内侧朝向外侧的方向。其结果为,在从吸入管弯折部1的内侧朝向外侧的方向产生压力梯度,水的压力在外侧高,在内侧低。

[0042] 也就是说,在与吸入管弯折部1的中心线15b正交的平面PLb中,在从内侧朝向外侧的方向产生由 $\rho V^2/r$ 的式子表示的局部的压力梯度。这里,水的压力为 p ,密度为 ρ ,从基准点开始的距离为 r ,该距离 r 中的相对于水的平面PLb垂直方向的速度成分为 V 。

[0043] 若使吸入管弯折部1的内侧端曲线4的从基准点开始的距离 R_i 单调地增加,则吸入管弯折部1的中心线15b的从基准点开始的距离与由内侧圆弧曲线4x表示的以往的弯折管的中心线从基准点开始的距离相比,从吸入管弯折部入口2到吸入管弯折部出口3变大。据

此,压力梯度的式子的分母(从基准点开始的距离为 r)变大,压力梯度与以往的弯折管相比减少。

[0044] 因为吸入管弯折部1中的从内侧朝向外侧的方向的压力梯度减少,所以,吸入管弯折部1的内侧和外侧的压力差减少,在形成于吸入管弯折部1的壁面旁边的分界层中,因内侧和外侧的压力差而产生的沿着壁面的从外侧朝向内侧的流动得到抑制,吸入管弯折部1中的二次流动得到抑制。

[0045] 其结果为,根据本实施例,即使不在吸入管弯折部1的内部流路设置分隔板等流动引导构件,也能够抑制容易在吸入管弯折部1产生的二次流动。因此,能够使到达叶轮的吸入口那样的二次流动减少,能够抑制以叶轮的吸入口中的水的流入角度和叶轮的叶片角度的交错相对于叶轮的旋转轴在周方向不均匀为起因的气穴现象的产生以及产生区域的偏斜。

[0046] 实施例2

[0047] 图3是通过纵剖视图表示有关本发明的泵的吸入管20的其它的实施例。本实施例与上述图2所示的实施例1的不同之处在于,在使泵的吸入管20的吸入管弯折部1的内侧的从基准点开始的距离 R_i 从吸入管弯折部入口2到吸入管弯折部出口3变化的基础上,还使外侧的从基准点开始的距离 R_o 也从吸入管弯折部入口2到吸入管弯折部出口3变化。另外,吸入管弯折部1的内侧端曲线4的形状与上述图2所示的实施例1的形状相同。

[0048] 即、吸入管弯折部1的外侧端曲线5从以往的从基准点开始的距离 R_o 为一定的外侧圆弧曲线5x的形状变更为从吸入管弯折部入口2到吸入管弯折部出口3单调地减少的形状。据此,出口侧基准面11和外侧端曲线5的交点 R_{o2} 在图3中,与出口侧基准面11和外侧圆弧曲线5x的交点 R_{o2x} 相比位于左侧。另外,成为与吸入管弯折部1的中心线15b正交的平面PLb中的截面积单调减少的缩流状态。

[0049] 其结果为,在吸入管弯折部1流动的水的流速被加速,能够从吸入管弯折部1的吸入管弯折部入口2侧到吸入管弯折部出口3侧抑制壁面旁边的分界层的发展。因此,因为作为二次流动的原因之一在吸入管弯折部1发展的壁面旁边的分界层得到抑制,所以,以内侧和外侧的压力差为起因的沿壁面的从外侧朝向内侧的二次流动进一步降低。

[0050] 在本实施例中,也是即使不在吸入管弯折部1的内部流路设置分隔板等流动引导构件,也能够抑制容易在吸入管弯折部1产生的二次流动。另外,能够减少到达叶轮的吸入口那样的二次流动,能够抑制以叶轮的吸入口中的水的流入角度和叶轮的叶片角度的交错相对于叶轮的旋转轴在周方向不均匀为起因的气穴现象的产生以及抑制产生区域的偏斜。

[0051] 实施例3

[0052] 图4是通过纵剖视图表示有关本发明的泵的吸入管20的另外的其它实施例。本实施例与上述实施例1以及2的不同之处在于,相对于在上述实施例1以及2中是通过铸造或者车削等机械加工制作泵的吸入管20,在本实施例中,将制罐加工组合来制作泵的吸入管20。在本实施例中,使图3所示的实施例2的形状近似。将图3所示的吸入管弯折部1由与中心线15b正交的多个平面分割,使被分割的形状在制罐品中近似。此后,将各分割形状品焊接,拼接在一起。

[0053] 按照图4所示的形状进行具体地说明,吸入管入口部8以及吸入管出口部6与上述实施例1、2同样地作成。吸入管弯折部1因为改变了90°流动方向,所以,成为将中心角 θ 平均

四等分为 22.5° 的形状。为了成为该分割形状,将展开成平板的原料弯折加工,制作弯折管部件1a~1d,使相互的端面对接进行焊接。图4中,表示将弯折管部件1b、1c之间在对接焊接部16bc焊接的状态,其它的弯折管部件1a~1d之间以及弯折管部件1a和吸入管入口部8、弯折管部件1d和吸入管出口部6也同样地通过对接焊接来焊接。这样进行焊接加工的结果是吸入管弯折部1被形成肘形。另外,由将平板弯折加工的弯折管部件1a~1d形成的流路中,各流路入口和流路出口的两端成为圆形状。

[0054] 根据本实施例,泵的吸入管20的制造变得容易,能够节约加工费。另外,能够降低成本,缩短交货期。另外,在本实施例中,针对实施例2的形状,应用制罐化,但是,即使是实施例1所示的形状、下面说明的实施例4的形状,也能够同样地应用。另外,在图4中,将吸入管弯折部1四分割,但是,也可以是此外的分割数。

[0055] 实施例4

[0056] 图4是通过纵剖视图表示有关本发明的泵的吸入管20的另外的其它实施例。本实施例与上述实施例1~3的不同之处在于,不是使吸入管弯折部1,而是使吸入管出口部6的形状变化。吸入管入口部8以及吸入管弯折部1能够应用上述实施例1~3所示的部件的任意一个。

[0057] 使吸入管弯折部1的内侧端曲线4上的任意的点P中的内侧端曲线4的切线和在基准点和点P通过的线构成的角度为切线角度 β 。将吸入管出口部6做成缩小管,使其倾斜角为 α 。倾斜角 α 是在平面PL中,吸入管出口部6的内侧端的直线23和出口侧基准面11构成的角度。另外,吸入管出口部6的中心线15c与上述实施例1~3同样,是竖直方向。在吸入管出口部6中,是横截面的截面积从吸入管弯折部出口(吸入管出口部的下端)3到吸入管出口部6的上端7变小的缩小管。

[0058] 根据本实施例,因为吸入管出口部6做成缩小管,所以,在吸入管出口部6和吸入管弯折部1的连接位置,吸入管弯折部1的内侧端曲线4的出口端的点 R_{i2} 中的切线角度 β 和吸入管出口部6的倾斜角 α 的角度差($\alpha-\beta$)小,吸入管弯折部出口3侧的流动的方向和吸入管出口部6的下端侧的流动的方向吻合,据此,容易在吸入管出口部6产生的流动的紊乱降低,能够促进吸入管出口部6上的二次流动的衰减效果。其结果为,能够抑制以叶轮的吸入口中的水的流入角度和叶轮的叶片角度的交错相对于叶轮的旋转轴在周方向不均匀为起因的气穴现象的产生以及产生区域的偏斜。

[0059] 另外,希望吸入管出口部6的倾斜角 α 是比吸入管弯折部1的内侧端曲线4的出口端的点 R_{i2} 中的切线角度 β 大的角度,是不超过 90° 的值。即,虽然是缩小管,但还是避免过度缩小为好。

[0060] 对使用上述实施例4所用的吸入管20的情况下的泵的气穴现象性能实验结果和使用以往的吸入管的情况进行比较,表示在图6。使用以往的吸入管的情况用点划线表示,使用有关本发明的吸入管20的情况用实线表示。这里,气穴现象性能是产生气穴现象的NPSH(Net Positive Suction Head)。

[0061] 横轴表示按照设计点流量标准化的流量 Q/Q_d ,纵轴表示将产生气穴现象的NPSH在泵的设计点的全扬程无量纲化的气穴现象系数 σ 。可知在使用有关本发明的吸入管20的情况下,气穴现象系数 σ 比使用以往的吸入管20的情况低,产生气穴现象的NPSH低。因为产生气穴现象的NPSH低,所以,即使是在叶轮入口的压力低(NPSH低)的泵的运转条件下,也难以

产生气穴现象。

[0062] 在上述实施例1~4中,将与吸入管入口部8以及吸入管出口部6的中心轴正交的截面(横截面)做成大致圆形,但本发明并不仅仅是这样的圆管,即使是椭圆形等略微向横向鼓出的形状等,也能够应用。另外,在这种情况下,也有必要是包括中心轴的平面上的截面形状,吸入管弯折部1的内侧端曲线4的从基准点开始的距离 R_i 单调增加。

[0063] 另外,在上述实施例1~4中,从基准点开始的距离 R_i 、 R_o 、中心角 θ 、倾斜角 α 、切线角度 β 等以吸入管弯折部1的管内侧为基准,但是,在将管的壁厚看做等厚时,也可以以管外侧为基准。

[0064] 符号说明

[0065] 1:吸入管弯折部;1a~1d:弯折管部件;2:吸入管弯折部入口;3:吸入管弯折部出口;4:内侧端曲线;4x:内侧圆弧曲线;5:外侧端曲线;5x:外侧圆弧曲线;6:吸入管出口部;7:叶轮吸入口(吸入管出口部的上端);8:吸入管入口部;9:吸入管入口端;10:入口侧基准面;11:出口侧基准面;12:基准线;15a、15b、15c:中心轴;16bc:对接焊接部;20:吸入管;30:泵装置;31:河川;32:导水路;40:泵;41:旋转轴;42:叶轮;43:驱动机(马达);45:蓄水(排水)设施。

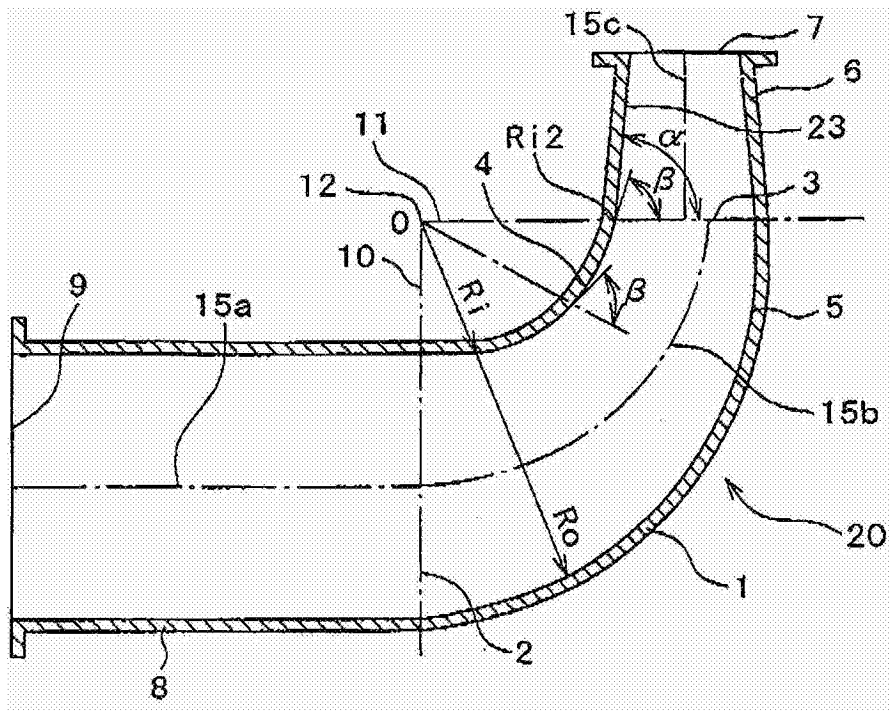


图5

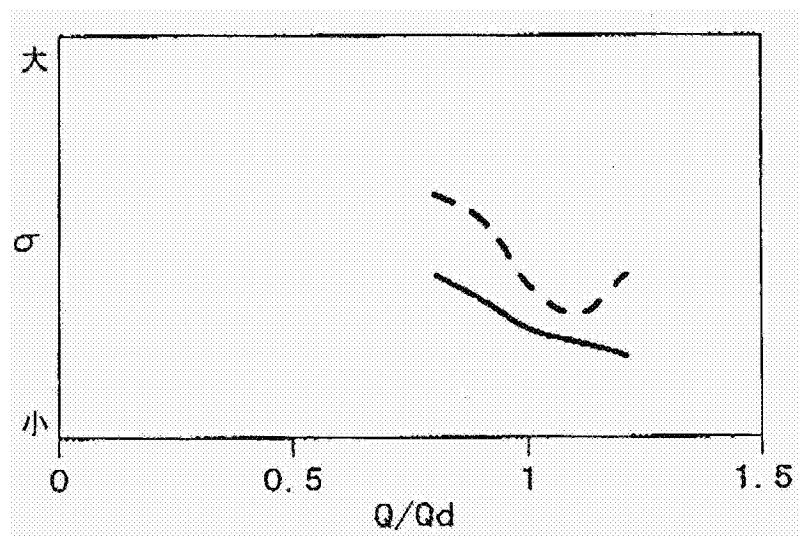


图6