

玻璃钢夹砂管在顶管工程中的应用

律文田

(广州市市政工程维修处, 广州, 510100)

摘要:近年来, 玻璃钢夹砂管在(管)工程中的到越来越广泛的应用, 以广州市某污水工程顶管施工为例, 介绍了玻璃钢夹砂管在流砂地层的应用, 以及在顶管施工中所要注意的事项和应对措施, 以供工程技术人员和同类工程参考。

关键词:玻璃钢夹砂管、顶管工程、应用

1 引言

近年来, 顶管施工作为一种非开挖敷设管道的技术得到广泛的应用, 顶管施工对管材的刚度、强度及其他物理性能要求比一般地面用管和普通埋地排水管要高的多, 传统排水管道大多采用钢筋混凝土或混凝土管道, 其重量重、耐腐蚀性能差、加工及施工周期长、接口渗漏问题突出。而玻璃钢夹砂管的出现正好弥补了这一缺点, 玻璃钢夹砂管是 20 世纪 70 年代在世界上出现的一种新型管材, 我国在 1988 年开始研制和生产玻璃钢管, 1993 年在全国建立玻璃钢夹砂管生产线。由于玻璃钢夹砂管具有重量轻、刚度好、耐腐蚀等优点, 在很多工程中得到广泛的应用^[1~4]。本文以广州市某污水工程顶管施工为例, 介绍了在玻璃钢夹砂管在流砂地质条件下的应用, 以期对类似工程起到一定的指导作用。

2 工程概况

本工程位于广州市白云区江高镇田南路和巴江东路, 主要收集广清高速公路东侧, 现状江高工业园等处的污水, 全长 2120 米, 管径 1400mm 的玻璃钢夹砂管, 设计流量 1438L/S, 坡度 0.008, 流速 1.49m/s。由于拟建污水管底埋深约 8.0~9.5 米, 埋深较深, 且拟建场地有很厚的饱和砂层, 含水量丰富, 采用明挖法施工难度和费用相对较大, 因此, 拟采用机械顶管法施工。

2.1 工程地质

拟建污水管道场地地势平坦, 沿线地貌属珠江三角洲冲积平原。根据地质报告, 自上而下土层分布如下: 素填土: 本层全线分布, 层面标高 7.65~9.10m, 层厚 0.6~2.8m, 平均层厚 1.9 米; 灰黑色, 部分钻孔底部为耕土, 呈松散状态。粉质粘土层: 本层全线分布, 层面标高 -3.80~8.10m, 层面埋深 0.6~12.7m; 浅黄、灰白色, 粘性一般, 含少量粉砂, 呈可塑状态; 标准贯入平均值 8.0 击。淤泥质土: 本层零星分布, 层面标高 -5.75~610m, 层厚 1.0~5.3m, 平均层厚 2.9 米; 深灰、灰、灰黑色, 含少量粉细砂, 饱和流塑状态; 标准贯入平均值 2.3 击。粉(细)砂层: 层面标高 3.20~6.50m, 层厚 1.0~5.3m, 平均层厚 2.9 米; 灰白色, 饱和, 呈松散状态, 标准贯入平均值 8.0 击。粗砂层: 层面标高 -6.75~6.70m, 层面埋深 1.8~15.0m; 灰白、灰褐等色, 饱和, 呈稍密~中密状态, 局部会轻微液化, 基坑开挖容易引起流砂和管涌; 标准贯入平均值 10.8 击。

2.2 水文地质

地下水位稳定水位埋深 1.48~2.05m, 场地地下水类型主要有上层滞水和潜水两种, 上层滞水主要赋存于人工填土层中, 含水量很小; 潜水主要赋存于冲积成因的砂层中, 含水量丰富, 透水性好, 易产生流砂、管涌和潜蚀等现象, 局部具有承压性, 其补给排泄与河涌、气候和临近地下水有关。

表 1 玻璃钢夹砂管与 C50 混凝土管参数比较

项目	玻璃钢夹砂管	C50混凝土管
轴向压缩弹性模量 (MPa)	18000	34000
轴向压缩最小极限应变	0.5%	0.15%
轴向压缩强度 (MPa)	90	50
轴向拉伸弹性模量 (MPa)	7000	34000
轴向拉伸最小极限应变	0.12%	0.0044%
轴向拉伸强度 (MPa)	8.4	1.5

3 顶管井的施工

工作井和接收井的正确选择与安装直接关系到后序顶管工作能否顺利进行,该工程因地下水位高、水土压力大、流砂严重的特点,也就决定了顶管井设计与施工必将成为顶管工程的“重中之重”。现阶段较常用的顶管井有钢板桩式、SMW 工艺法、沉井和逆筑法等型式。结合工程特点,本工程采用沉井工艺施工,虽然沉井式顶管井施工周期较长,且在下沉安放过程中,会造成四周水土流失,引起地面一定程度沉降,但相比而言,在流砂严重且顶管井四周相对空旷的前提下,沉井式顶管井应属较好选择。顶管井井体分节制作,每节 2~3 米,具体节数和每节高度根据现场条件和井深而定,井体混凝土强度为 C25。顶管井下沉至设计标高之后,采用 C20 素混凝土封底,封底厚度 1.3 米,然后浇筑底板,底板采用 C25 钢筋混凝土制作,厚度为 0.5 米。结合实际情况,采用不排水法下沉施工,在井内利用机械抓斗进行水底作业挖土,使井内水压与井外地下水压相平衡,阻止流砂产生,从而使沉井顺利下沉。

4 顶管管材

结合本工程特点,以及本着推广新型管材的精神,管材采用玻璃钢夹砂管,管道采用“F 型”双密封圈接口,最小环向拉伸强度大于 2800kN/m,最小轴向拉伸强度应不小于 412kN/m,直径尺寸对应的外经偏差为-2.0~5.0mm,内衬层厚度不小于 3.5mm。玻璃钢夹砂管具有以下优点:

(1)耐腐蚀,能抵抗酸、碱、盐和未经处理的污水、腐蚀性土壤等化学物质的侵蚀,寿命长,几乎无需维护,使用寿命可达 50 年,而混凝土管的钢筋锈蚀问题严重影响使用寿命。

(2)高强度,玻璃钢夹砂管的轴向极限抗压强度

为 90Mpa,而 C50 混凝土仅为 90Mpa,是玻璃钢夹砂管的 55% (见表 1)^[5]。其轴向压缩应变和拉伸应变都比混凝土管大,其中最小压缩极限应变是 C50 混凝土管的 3.4 倍。例如同样是 2m 长的管段,玻璃钢夹砂管的极限压缩变形是 10mm,而 C50 混凝土管是 2.9mm。如都不加垫圈,都没有缝隙,则玻璃钢夹砂管的接头允许转角约为混凝土管的 3.4 倍。可见混凝土管只有加了垫圈才能满足顶管无法避免的偏心力,而玻璃钢夹砂管则无需加垫圈,还不易破碎。

(3)玻璃钢夹砂管的内外壁光滑,糙率系数小,只有 0.0084,流量系数 $C_p=150$,明显高于钢管、铸铁管和混凝土管的流量系数($C_p=100$)。因此,设计流量相同的情况下,管径可以减小,光滑的外壁可以大大降低管侧摩阻力。

(4)重量轻、比重约 1.7,为混凝土管的 2/3,但由于管壁薄,其重量比同样外径的混凝土管要小得多(约为 1/15),每节管长 3m,材料运输及吊装十分方便。

(5)管段间传力可靠,玻璃钢夹砂管依靠插口端面的平直,误差不足毫米,而混凝土管插口端面的平直度较差,误差达毫米级。因此混凝土管允许顶力的安全系数各国的取用值都较大,一般 $K=5\sim 6$ 。同等公称直径下的玻璃钢夹砂管内径要比混凝土管约小 6%,壁厚约为混凝土管的 36%,质量约为混凝土管的 25%,而在重力流的条件下流量却提高约 10%^[6]。

5 顶管施工

机械化顶管具有顶管过程安全、工人劳动强度低、地面沉降量小、质量高和技术含量高的特点。特别是在砂土层中,由于砂土不能形成自立面,容易塌陷,不能形成卸荷拱,再加之地下水位较高时降水不易,因此机械化顶管具有极大的优势。本工程采用德国海瑞克泥水平衡式顶管机施工,为了防止顶力过大,顶进时,通过工具管及玻璃钢夹砂管管节上预留的注浆孔,向管道外壁压入一定量的减阻泥浆,在管道外围形成一个泥浆套,减小管节外壁和土层间的摩阻力,从而减小顶进时的顶力。工具管后面的 3 节玻璃钢夹砂管管节上都有压浆孔,以后每隔 2 节设置 1 节有压浆孔的管节,玻璃钢夹砂管管节上的压浆孔有 4 个。触变泥浆的压注采用在顶管机、管节等处连续补浆的方法,在流砂层中施工要保证浆液的

拌和质量,膨润土泥浆拌制必须均匀,制成的泥浆放入贮浆池内贮存不少于 10 小时,形成稳定性良好且有一定粘度的泥浆,使用时用注浆泵压至管道外围。为防止贮浆池内泥浆离析,应间歇地对水贮浆池内的泥浆进行搅拌^④。

加强顶管施工过程的测量控制,主要包括:工作井及接收井施工过程中的测量、顶进过程中井位的监控、设备安装时的顶进轴线定位、顶进过程中的轴线复核测量监控。由于在流砂地层中进行顶管,顶进轴线和设计轴线易发生偏差,因此要采取纠偏措施。通过调节纠偏千斤顶的伸缩量,使偏差值逐渐减小并回至设计轴线位置。在施工过程中应贯彻“勤测、勤纠、缓纠”的原则,不能剧烈纠偏,每次纠偏角度变化值一般 $\leq 0.5^\circ$,以免对管节和顶进施工造成不利影响^⑤。在顶进过程中始终坚持以下的测量纠偏原则,成功地完成了本次顶管任务。在纠偏时根据激光光靶的绝对误差结合机头的“倾斜角”(可以判断机头上仰或下斜)进行有预见性的纠偏,坚持“勤测、微纠、少纠”,三个纠偏油缸伸出的长度差值不应超过 25mm,一般情况每次纠偏角度不大于 0.5° 。如果偏差值在 1~2cm 范围内,且机头的走向是在减小这个偏差,倾斜角的值在 $\pm 3\text{mm/m}$ 范围内,则控制尽量少纠偏,精心进行施工,确保机头以适当的曲率半径逐步的返回到轴线上来。当顶进路线上同时有高程偏差和中心偏差时,先纠正偏差较大的一面。在纠正高程(或中心)偏差时,如果中心(或高程)偏差超出了“偏差控制范围”,立即将前者停止,先将后者纠正。每班上班和班中应校正 2 次激光,每天校正激光 4 次,当在换管时激光标靶信号会中断,操作手应时

刻注意信号中断前后标靶的位置是否一致,出现不一致时应及时校正激光。

6 结束语

(1) 本工程的成功实施说明了在流砂地质条件下,进行顶管工艺的施工,从技术上是完全可行的。玻璃钢夹砂管具有耐腐蚀、强度高、管段间传力可靠、自重轻和外壁光滑的特点,有利于顶管施工,具有良好的发展前景。

(2) 施工过程中的注浆减摩技术是顶管施工中的一个重要环节,可大大减小顶进阻力;同时,加强顶进过程的测量纠偏,实施信息化施工,保证工程质量。

参考文献:

- [1] 陈宗培,陈学俊,黄志兵. (800 玻璃钢夹砂管的施工与监理技术浅述[J].中国市政工程,2003,(4):44~46.
- [2] 吴学伟,曹晓阳.定长缠绕玻璃钢夹砂管顶管技术的工程应用[J].中国给水排水,2006,22(14):103~106.
- [3] 赵晖. DN2200 玻璃钢夹砂管顶管施工技术[J].广东土木与建筑,2005,(7):40~42.
- [4] 张泳,金影,苏立伟.DN400 玻璃钢夹砂管施工方法[J].黑龙江水利科技,2005,33(4):147~148.
- [5] 蒋军华.玻璃钢夹砂管的顶管施工技术及应用前景[J].建筑施工,2006,28(10):20~23.
- [6] 王承德,王伯华.地下顶管新技术—夹砂玻璃钢顶管施工[J].建筑施工,2005,27(5):34~36.
- [7] 樊世群.机械化顶管工艺在砂土中的应用[J].隧道机械与施工技术,2006,(5):46~47.
- [8] 陈安东,郑慧.流砂地质条件下的顶管施工技术[J].浙江水利科技,2005,137(1):77~78.

Application of Glass Fibred Reinforced Plastic Mortar Pipe in Pipe Jacking Engineering

Lü Wentian

(Department of Municipal Engineering Maintenance of Guangzhou, Guangzhou 510100, China)

Abstract: In recent years, there is more and more application of glass fibred reinforced plastic mortar pipe in pipe jacking engineering. Base on the pipe jacking of sewage engineering in Guangzhou, the application of glass fibred reinforced plastic mortar pipe is introduced in quick sand, and some scientific suggestions have been put forward for pipe jacking under quick sand condition, engineers and similar projects can reference to the result.

Keywords: Glass Fibred Reinforced Plastic Mortar Pipe (FRMP), Pipe Jacking, Application