

城市河道超薄覆土双管沉管法的应用研究

汪新明 周晨 贺超

南京市市政设计研究院有限责任公司

DOI:10.12238/btr.v6i6.4208

[摘要] 在城市市政管网建设过程中,经常遇到管道穿越过河情况,目前常用的解决方法一般有围堰开挖埋管敷设、架(桥)管、顶管、拖拉管等,但是这些方法或者影响城市景观效果,或者需要做工作井(坑)、占地大,在寸土寸金的城市建成区施工存在各种困难。如何实现在超薄覆土情况下双管沉管施工是困扰市政管线建设者的技术难题。而沉管法作为市政工程中一种常用的水下管道敷设方法,具有施工安全、工期短、成本低等优点。本文结合南京某段两根DN1800管道在超薄覆土情况下穿越内秦淮河沉管施工的工程实例,提出了一种城市河道超薄覆土双管沉管技术,拓展了沉管适用范围,为国内类似工程的设计与施工提供借鉴。

[关键词] 双管沉管法; 超薄覆土; 城市河道

中图分类号: TV143+.3 **文献标识码:** A

Research on the application of double pipes sinking method with ultra-thin soil cover in urban river channels

Xinming Wang Chen Zhou Chao He

Nanjing Municipal Design and Research Institute Co., Ltd

[Abstract] Pipes sinking method is a common underwater pipeline laying method in municipal engineering. In the process of urban municipal construction, how to realize the operation of ultra-thin soil covered double pipes sinking is a technical problem in the municipal construction industry. In this paper, combined with the construction case of two DN 1800 pipes sinking in a project in Nanjing, a double pipes sinking method with ultra-thin soil covering in urban river is proposed, which provides suggestions for the design and construction of similar projects in China.

[Key words] double pipes sinking method; ultra-thin soil covering; urban river

引言

我国城市多是依河而建,城区内河流众多,在城市管网建设过程中,经常遇到管道过河情况,而两根大型管道同时过河敷设一直是困扰工程界的一大难题。目前常用的解决方法一般有围堰开挖埋管敷设、架(桥)管、顶管、拖拉管等等。但是这些方法或者影响城市景观效果,或者需要做工作井(坑)、占地大,在寸土寸金的城市建成区施工存在各种困难。而沉管法作为一种在水底建造管道的方法,解决了水中围堰、施工排水或架空过河带来的各种难题,同时兼具施工安全、工期短、成本低等优点,已在市政工程中广泛应用^[1,2]。本文结合南京某段两根DN1800管道在超薄覆土情况下穿越内秦淮河沉管施工的工程实例,提出了一种城市河道超薄覆土双管沉管技术,拓展了沉管适用范围,为国内类似工程的设计与施工提供借鉴。

1 工程概况

在南京内秦淮河(西水关泵站段)横向敷设两根DN1800管道,

该工程为南京市凤台路泵站增设进水管工程的一部分。工程起点为西水关泵站北侧W1井,管道向南穿越内秦淮河向西至城西干道,再沿城西干道向南至K4+816处向西穿越城西干道,然后沿秦淮河向北至凤台路泵站终点。

南京内秦淮河(西水关泵站段)河道常年水面标高约为在6.5m,水深约3m,施工段河面宽度在36m,施工面距西水关泵站约15m,紧靠泵站前格栅。西水关泵站设计流量为40m³/s,汛期流量22.5m³/s,非汛期流量为9m³/s。河道在管道施工范围内为浆砌片石护底,其下为抛片石层,厚度较厚。由于管道施工面距河道下游的西水关泵站太近,而且西水关排涝泵站因其汛期的排涝功能不能关停,若采用钢板桩围堰后再开挖铺管的施工工艺,会对泵运行产生不利影响,而且汛期围堰施工风险大。后经各方多轮技术讨论,决定采用沉管法进行施工。

2 工程技术难点

水中沉管法是近些年在江河、湖海中铺设管道时发展采用

的一种施工方法^[3,4]。其施工工序是先在上岸或者船舶上制作管道,再拖运至管道设计位置,通过自重或加载,使其下沉至设计标高的沟槽。

本工程位于南京主城区,河道周边楼宇林立,施工空间狭窄,环境复杂,施工要求高;设计的进水管道为重力流管,下游W2进水管标高已确定,两根设计管道DN1800管与其下游DN2200管内底标高相差-0.74m,为了避免倒虹,本次设计管道管顶覆土只有200mm。与传统沉管法只沉一根管道不同,本次管道工程为两根管道并行沉管,对施工精度、施工设备以及施工配合的要求极高。

基于以上原因,结合本工程项目特点,项目组提出“超薄覆土双管水下沉管技术”实现功能目标,以期达到工程效果。

3 超薄覆土双管水下沉管技术

“超薄覆土双管水下沉管技术”主要包含以下几部分:水下管道固定及模板安装、水下管道连接技术、水下不离散混凝土配制以及水下混凝土非连续浇筑施工技术等。

3.1 水下管道固定及模板安装

本工程管道直径大、长度较长、精度要求高,为了保证管道能准确、安全就位,需要事先在岸上制作型钢骨架,管道采用整体型钢固定,型钢间采用螺栓连接牢靠。钢管下沉到位时,立即进行钢管两侧模板的安装施工。模板采用竹胶板模板加型钢包边,便于在岸上制作、水下安装固定。

3.2 水下管道连接技术

为保证管道接头处连接质量,管道采用伸缩活动法兰连接。两段管道沉放就位后,再将法兰螺栓应全部穿入,并由潜水员进行水下螺栓安装,以确保管道连接质量。

3.3 水下不离散混凝土配制

混凝土采用水下不离析自流平混凝土。水下混凝土配合比应通过试验确定,且必须具有良好的和易性。其粗骨料优先选用卵石,如果采用碎石需增加含砂率,粗集料采用连续级配,尺寸一般为1.5~4.0cm,其最大粒径尺寸不超过导管的1/6或钢筋最小净距的1/4;细骨料采用级配良好的中粗砂;水泥选用硅酸盐水泥,水灰比为0.5~0.6,最小水泥用量为360kg/m³;坍落度为18~22cm,初凝时间不小于2.5h,水泥强度等级不宜低于P042.5。

水下包管钢筋混凝土要求较高,应具有自密实、自流平、在一定水流速条件下不离散、低泌水和缓凝等性能特点,以便能在水下浇筑和硬化。采用水下浇筑包管钢筋混凝土施工工艺,不需要围堰、排水等施工措施,可在汛期施工,能显著缩短施工工期、降低工程造价,并减少对环境的不良影响。

3.4 水下混凝土非连续浇筑施工技术

为了保证水下混凝土的浇筑质量,在管道内部开孔(下方45°、水平90°)浇筑水下不离散混凝土,并进行振捣。一般根据管道长度每间隔5米设置一浇筑点,每个浇筑点设两个混凝土浇筑孔,每孔设置一控制阀,当管道较长时应分段浇筑。待前一浇筑区段内混凝土浇筑完成后,由管外潜水员通知管内操作人员关闭阀

门,并开启下一浇筑区段的阀门,浇筑下一段混凝土,以此反复,直至浇筑完毕。

4 技术应用案例

经现场调研,总结该项目有如下特点:(1)因施工区域河道不通航,大型施工船只无法进入,需通过搭建水上作业平台进行施工;(2)该段管道为双管,管道间距较小且完全水上作业,施工精确度要求高,施工难度大,需要通过分段吊装、水上拼接以及合理的施工组织与安排方可达到设计要求;(3)水下支模与水下浇注。为使管道满足抗浮要求,管道必须进行密封处理。本工程采用型钢固定模板,用大型吊机吊装就位,浇注的混凝土为水下不离析自流平混凝土。为保证浇注质量,除按规范要求施工外,需要将混凝土浇筑高度略高于设计高度,并初凝前清除多余部分,保证浇筑质量。

4.1 主要施工工序

管道制作→管道浮运、就位→管道下沉→水下钢管法兰连接→水下模板安装→水下混凝土浇筑→沟槽回填→现状恢复。

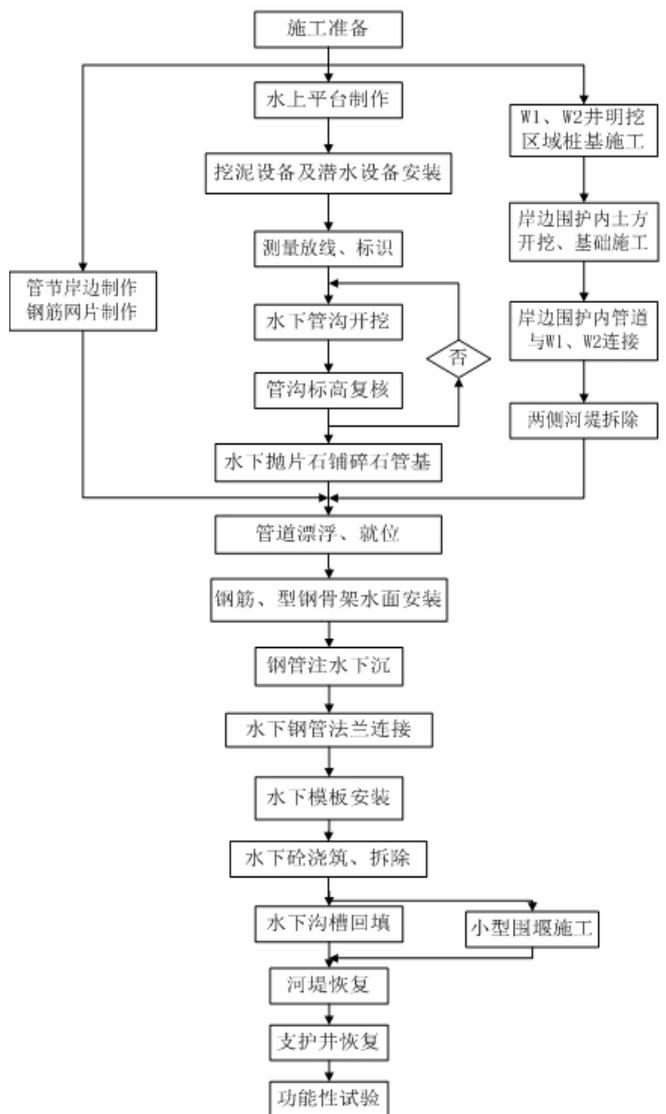


图1 施工工艺路线图

4.2 技术要求及措施:

(1) 基槽开挖不允许欠挖, 超深不得大于500mm; (2) 水下管道安装前, 应认真复核沟槽标高、宽度, 据此采取相应措施, 以保证管道安装正确; (3) 水下钢构件连接按设计要求, 螺栓应紧固; (4) 钢管和所有钢构件要有出厂合格证及质保书, 焊缝质量必须符合设计和施工规范要求; (5) 灌注混凝土前, 应对各类设备(如地泵、导管、球阀等)进行检查确保能正常运行。(6) 灌注混凝土应一气呵成, 中途不宜停止, 灌注过程中经常用测深锤探测混凝土面位置, 保证混凝土厚度及标高符合设计要求。(7) 水下钢管顶部混凝土浇筑时, 预浇500mm厚, 待初凝前, 由潜水员配合机械水下作业将顶部混凝土清理至设计厚度200mm。(8) 安排专人收集潮汛、水位等资料, 为施工提供反馈。

4.3 施工

针对两根DN1800管道穿越内秦淮河工程, 在该工程实施前施工单位编制了详细的施工组织方案, 并经专家评审通过、报相关部门批准后实施。双管沉管的总长度为: 河的宽度+两侧挡墙厚度, 即 $36\text{m}+2\text{m}+2\text{m}=40\text{m}$ 。考虑管道吊装吊点的合理性及在河道内转向的便利性, 需要将整个跨河管道分为两段下沉, 每段长度20m。然后将管道采用型钢整体固定, 用两台50t履带吊机吊装下水, 浮运到位后带水下沉, 水下采用法兰连接, 精确就位。管道内设置卡压式导管接头, 直径 $\Phi 125\text{mm}$, 壁厚10mm, 分节长度3m。待DN1800钢管水下连接完成后, 抽排管内积水, 为保证管道抗浮要求。经计算, 本项目管内水深需达到1.40m时才可进行导管安装。水下安装模板后浇筑不离散混凝土, 经验收方可进行下一步工作。

同时, W1、W2井进行顶管施工, 顶管完成后在两侧河岸施工小型围堰, 恢复河岸挡墙, 在挡墙内将管道与井室连接, 连通

管路, 完成施工。

5 结束语

因工程条件的局限性, 本项目的施工精度要求高、施工难度大。针对以上难点, 通过对常规沉管工艺的改进, 提出超薄覆土双管沉管技术, 最终解决了项目难题, 按业主需求顺利完成工程, 并达到了预期效果。

结合该案例总结如下:

(1) 双管沉管的优点是同沟槽、占地少、土方开挖量少, 可以共用施工平台, 显著节省工期和造价。(2) 在河道内敷设穿越管道时, 如遇到不满足抗浮要求的情形, 可以采用整体型钢骨架固定、浇筑不离析自流平混凝土方式将管道与型钢骨架形成整体, 共同抵抗浮力。

随着城市建设步伐的加快, 工程建设过程中会遇到越来越多复杂问题。在传统的管道施工方式不能满足要求的前提下, 越来越多的从业者通过探索与创新钻研新技术。本文提出的超薄覆土双管水下沉管技术作为其中一种新型管线施工技术已经在项目中得到实践检验, 为以后的类似工程提供借鉴和参考。

[参考文献]

- [1] 杨兵, 张树俊, 陈辰, 等. 冲沉法沉管设计研究[J]. 特种结构, 2019, 36(5): 61-65.
- [2] 李江深. 管道工程穿越汾河的新方法——水中沉管法[J]. 山西水利科技, 2019, (2): 1-4.
- [3] 李志军, 王秋林, 陈旺, 等. 中国沉管法隧道典型工程实例及技术创新与展望[J]. 隧道建设(中英文), 2018, 38(6): 879-894.
- [4] 魏瑶瑶. 沉管隧道施工工艺研究[J]. 运输经理世界, 2022, (2): 118-120.