

地铁老厢体改造的端口底板止水工法实例

翟喜武, 宋小军, 赵越波

(天津华北有色建设工程公司, 天津 300181)

摘 要 在天津市地铁老厢体改造过程中, 由于厢体底板埋深大, 地下水水位埋深浅, 在破除厢体底板后就有很大的水位差, 地下水会从厢体底板破坏处涌出, 给基坑内施工及厢体底部止水造成很大的困难。鉴于该工程施工条件差、情况特殊、施工精度要求高的特点, 通过查询有关数据以及现场实际条件, 设计一套可行的施工工艺, 成功地完成了厢体底板下的止水工作。

关键词 地铁; 厢体底板; 止水; 封水; 旋喷桩

中图分类号 U455.49 **文献标识码** B **文章编号** 1672-7428(2004)11-0021-02

1 工程概况

天津市地铁 1 号线车站改造工程已于 2002 年开始启动, 该工程是利用原有地铁线路, 对各车站进行功能性改造。原设计是在车站位置两侧外扩一定距离施工支护桩及防水帷幕, 车站两端是把老厢体底板破除后, 再在厢体底板以下施工高压旋喷桩止水, 以防止开挖时厢体两端地下水涌进入施工面, 然后将车站位置的老厢体全部清除, 在新扩大的基坑内重新进行车站施工。

原地铁厢体底板位于地面以下 8 m 处, 地下水位埋深 1 m, 在破除厢体底板时, 势必会造成地下水涌出, 给基坑内的施工带来很大的困难。此前, 已有一车站按上述设计顺序对厢体底板进行凿除, 端口处沿轴线的厢体外侧进行了几十米长的旋喷桩止水处理, 但端口处的厢体内侧底板沉降缝横断面处未做旋喷桩止水处理, 因此, 地下水的运移沿轴线方向是敞开式的, 在厢体底板凿除施工后, 地下水在水位差的作用下, 短期内出现大量突水, 为此造成了很大的经济损失。笔者根据前人失败的经验, 设计了一种施工工法流程, 其主导思想是让厢体内侧和厢体外侧的高压旋喷桩连成一体, 呈封闭式止水连续墙。

2 工艺设计及流程

本工程的总体施工思路是: 开挖地表土至地铁老厢体顶板, 在地铁老厢体顶板沉降缝处开凿出宽度为 1.5 m 的口子。如果在地铁老厢体内底板上先采用百米钻机透孔, 再用高压旋喷钻机施工, 一方面

透孔后会产生地下水涌, 旋喷钻机施工时泥浆外溢, 使工作环境更加恶劣, 且工作面狭小, 边缘地段不易施工, 将来内外止水桩不易搭接好, 无法封闭地下水; 另一方面如果把百米钻机和高压旋喷钻机放在地铁老厢体顶板, 施工时钻杆悬空距离长、易弯曲、折断、跑斜。所以, 先采用台式钻机进入厢体内做导孔, 然后用导管连接并支撑到厢体顶板, 通过百米钻机透孔, 高压旋喷钻机做止水桩, 达到封闭止水效果(见图 1)。

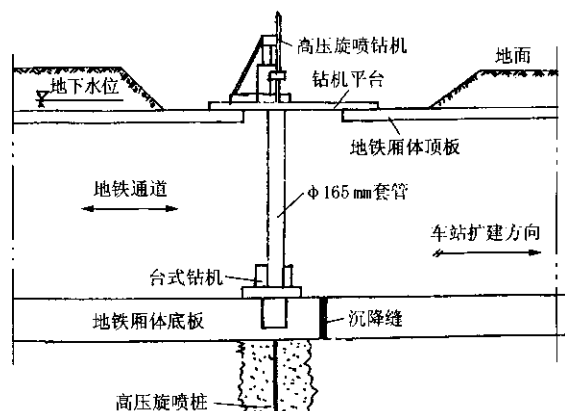


图 1 地铁老厢体扩建端口高压旋喷桩施工轴向剖面示意图

2.1 施工放线

首先按设计图纸放线, 凿开老厢体顶板, 宽度为 1.5 m。然后进入厢体底板, 清除其中的杂物和积水。用 C25 砼找平底板, 待砼凝固后, 按设计桩位图进行桩点定位。

2.2 施工工艺流程

收稿日期 2004-05-11

作者简介 翟喜武(1964-), 男(汉族), 河北徐水人, 天津华北有色建设工程公司第三工程处总工程师、一级项目经理, 探矿工程专业, 从事岩土工程施工工作, 天津市河东区虎丘路 4 号; 宋小军(1961-), 男(汉族), 江苏常州人, 天津华北有色建设工程公司总工程师、教授级高级工程师、一级项目经理, 注册岩土工程师, 水文地质专业, 从事岩土工程施工工作; 赵越波(1966-), 男(汉族), 湖南华容人, 天津华北有色建设工程公司第三工程处主任、一级项目经理、工程师, 探矿工程专业, 从事岩土工程施工工作(022)84236741。

为解决钻机在地铁老厢体顶板施工时悬臂太长的问題,先采用台式钻机进入厢体,在厢体底板上直接进行透孔(底板厚度约1.5 m)。

(1)将台式钻机安装在桩位点上,为解决加压问題,将台式钻机上部用支杠、槽钢支撑固定在顶板上。

(2)施工时采用 $\phi 180$ mm 金刚石钻头进行导孔,钻进400~500 cm时停钻,然后采用 $\phi 132$ mm 金刚石钻头继续钻进至800 cm时停钻。

(3)将 $\phi 165$ mm 的套管插入导孔内,并将其延伸到厢体顶板。其目的:①导正钻杆;②孔内水压与地下水位平衡;③做高喷时返浆通道;④高压喷注时的卸压通道。

(4)在套管与孔壁间隙注入环氧树脂,套管与孔口接触部位焊一个400 mm $\times$ 400 mm、厚为10 mm 的钢板,钢板下加一密封圈,用4个膨胀螺栓将钢板固定在底板上,用以止水(见图2)。

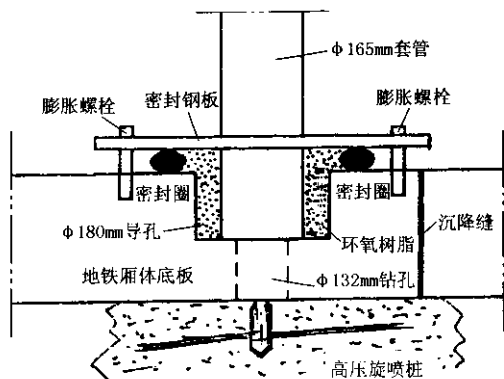


图2 台式钻机施工及导管安装示意图

(5)按上述方法将厢体底部设计的导孔全部施工完。

(6)在地面搭设高压旋喷钻机施工平台(见图3)。

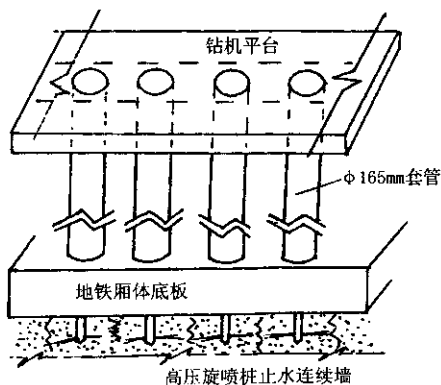


图3 高压旋喷钻机施工示意图

通过 $\phi 165$ mm 套管沿 $\phi 132$ mm 导孔钻透厢体底板,顺序为隔一打一分为两序列。

(8)将第一序列钻孔中厢体底板全部钻透后,进行高压旋喷桩施工,此时,喷射过程中被置换出的泥浆和多余的浆液从孔底沿套管升至地面排出,避免了因喷浆压力过大抬升厢体底板的质量问题;而套管中的浆液可抵消老地铁厢体下的地下水压力差,有利于水泥浆的凝固。此时,在厢体底板上设一标志杆直至地面,喷浆过程中观测其标高变化,用以监测厢体底板的抬升情况。

(9)第一序列完成后进行第二序列施工。

(10)全部工作完成7天后,拆除 $\phi 165$ mm 套管,以避免水泥强度不足受地下水水压作用破坏厢体底板下的封水效果。

2.3 施工参数

(1)钻孔灌注支护桩桩径800 mm,桩长26 m,桩间距1 m。

(2)单管高压旋喷桩桩径600 mm,地铁厢体外侧自顶板以下有效桩长16 m,地铁厢体内侧自底板以下有效桩长8 m,桩与桩之间搭接150 mm,厢体内、外侧桩体连为一体,有效地阻止了地下水的管涌(见图4);水泥采用42.5 普通硅酸盐水泥,掺入量 ≤ 180 kg/m。

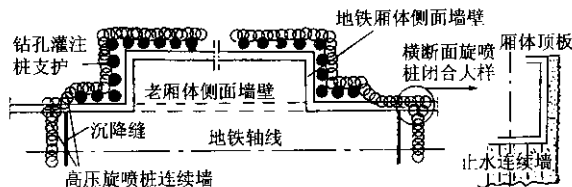


图4 封闭后的桩位平面示意图和剖面效果图

3 施工难点及措施

(1)厢体底板厚度达1.5 m,且底板内有钢筋、预埋件等,施工周期长,透孔时,应轻压慢转,防止崩钻、卡钻、断钻等事故。

(2)厢体底板地面埋深8 m,水位差7 m左右,在钻穿底板后地下水会从钻孔中涌出,要及时检查导孔中环氧树脂的止水效果,如果发现渗漏,要及时用沥青或其它止水物进行封堵。

(3)厢体顶板凿除后,底板埋深8 m,透孔后,旋喷桩钻机悬架于地面,钻具悬臂太长,无法控制其孔位的偏差,因此,用 $\phi 165$ mm 套管作为导正管,保证其质量要求。

(4) $\phi 165$ mm 套管插在厢体底板中,环氧树脂

(下转第25页)

(7)用100型钻机在高压旋喷钻机施工平台上

3.1 检测方法

(1)桩体检测。在桩体上采用超重型动力触探对桩体进行检测 ,要求每 0.5 m 完成一组 N_{120} 超重型贯入试验 ,直至桩底以下 2.0 m。

(2)桩间土检测。桩间土的检测主要采用 $N_{63.5}$ 标准贯入试验和人工探井取样方法 ,用土壤物理力学指标反映强夯的挤密效果和湿陷性的变化情况。

3.2 处理效果(见表 2)

表 2 处理后各土层主要物理力学指标表

楼号	地层编号	含水量 $w/\%$	干密度 $\gamma/(\text{kN} \cdot \text{m}^{-3})$	孔隙比 e	液限 $W_L/\%$	压缩模量 $E_{s0.1-0.2}/\text{MPa}$	湿陷系数 δ_s
1	①	8.8	17.74	0.67	-0.90	23.16	0.012
	②	11.7	18.31	0.688	-0.56	28.91	0.015
	③	12.7	16.3	0.873	-0.35	23.13	0.010
2	①	11.91	15.96	0.699	-0.57	20.68	0.014
	②	14.65	14.90	0.815	-0.36	18.35	0.011

根据处理前后的主要物理力学指标比较可知 ,处理后地基土得到明显改善 ,压缩模量增加 ,湿陷性基本消除。

3.3 地基承载力

根据《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79 - 91) 中复合地基承载力计算公式 :

$$f_{sp,k} = mP_k^d/A_p + \beta(1 - m)f_{s,k}$$

(上接第 22 页)

和密封圈达到一定的止水和抗水压作用 ,如果密封不好 ,水会沿管外壁溢出 ,因此 ,要将管与钢板焊接 ,起到止水和稳定套管的作用 ;由于钻探过程中的强大振动力会引起套管失稳 ,因此 ,套管顶部用工字钢焊接后连成一体 ,并固定在钻机平台上。

(5)旋喷桩施工时 ,强大的喷浆压力会将箱体底板抬起 ,造成不良的后果 ,因此施工时要将全部套管等安装完毕 ,并用 100 型钻机将所有孔的箱体底板钻透 ,然后进行旋喷桩施工 ,第一序列钻孔进行旋喷施工时 ,第二序列钻孔可起到卸压作用。施工完一序列再施工二序列 ,同时 ,要做好底板标高的监测工作。

4 其它必要的工作

地铁两端防水施工时 ,地面及老箱体顶板可凿除 ,箱体侧壁保留 ,其位置设计时选在了施工缝处 ,施工缝及原有橡胶止水带保留。箱体底板厚约 1.5 m ,内有钢筋等 ,其地面埋深 8 m ,水位差为 7 m 左右 ,而底板上部有原有固定铁轨用的钢板、道钉等未

计算得 1 号楼处理后复合地基承载力为 262.5 kPa 2 号楼处理后复合地基承载力为 297.8 kPa ,分别比天然地基承载力 110 kPa 提高了 2.39 倍和 2.71 倍 ,均已达到并超过设计值 200 kPa。

4 结语

孔内深层强夯(DDC)技术为处理软弱地基土增加了新的手段 ,通过合理的设计和科学的施工 ,能够较好地消除深厚黄土地基的湿陷性 ,大幅度提高地基承载力 ,同时降低了地基的压缩性 ,并消纳了大量的固体垃圾 ,节约了资金 ,减少了对环境的污染。

但是 ,在使用孔内深层强夯处理地基时 ,需要注意以下几点 :

(1)在大面积处理地基前需进行试桩 ,选择合理的技术参数 ;

(2)防止有机物过多和粒径超标的填料入孔 ,单次填料量要稳定 ;

(3)根据地层软硬合理调整落距和击数 ;

(4)施工过程中要进行全过程监控 ,填写施工记录 ;

(5)对孔内深层强夯处理的复合地基检测应增加一定数量的载荷试验 ,直观准确的反映地基处理的效果。

凿除。鉴于该工程施工条件差 ,情况特殊 ,施工精度要求高的特点 ,采用在老地铁箱体底板上直接定位。定位后拆除有碍施工的钢板、道钉等 ,用 C25 砼找平底板 ,做出小型台式钻机的施工平台 ,待砼凝固后 ,按设计桩位图进行桩点定位。备一台小型台式钻(转速 960 r/min ,施工口径 200 mm)进行导孔施工 ,备一台 XY - 100A 型高速钻机在高喷平台进行二次透孔 ;备一台高压旋喷桩机地面喷浆作业 ;同时 ,备好防范箱体底面导孔口涌水、冒浆的其它材料。

5 效果评价

这个工程的实践表明 ,地铁箱体开挖后端口止水效果明显 ,未出现涌水现象 ,施工过程未出现异常 ,经观测箱体底板抬升仅 3 ~ 5 mm ,未造成底板开裂现象 ,从而达到了预期效果 ,给后期施工创造了良好的环境。同时避免了不必要的经济损失。现在该方法已在地铁沿线各车站相继采用。

值得注意的是 ,在高压旋喷施工时 ,要调整好喷浆压力及提升速度 ,以保证封水效果。